

植生浄化施設計画の技術資料

平成14年12月

(財)河川環境管理財団
河川環境総合研究所

はじめに

植生浄化法は、河川・湖沼の水質の悪化に対して自然を生かした方法として BOD をはじめ、窒素、リン等の栄養塩類の除去が出来る浄化法で、環境へ与える負荷が少なく、維持管理の負担が少ない浄化施設としても注目されてきています。

この浄化法は、以前は、一般に広大な面積を必要とし、十分な土地の確保が難しい日本においては、実施例の少ない浄化法でした。しかし、欧米においては、主に下水処理水を対象にナチュラルシステムの一つとして比較的多く用いられ、設計諸元等も得られている浄化法であり、日本においても、近年は、植生浄化施設の水質浄化機能に加え、生態的な機能を含めた総合的な効果が評価され、主に汚濁した河川・湖沼を対象に実験が行われるとともに、実施施設の建設も進められてきています。

植生浄化施設を計画、設計するに際しては、浄化対象となる河川水・湖沼水の特性を把握し、これらの条件に適した施設諸元や維持管理方法を十分に検討することが必要です。

このため、(財)河川環境管理財団では、国土交通省霞ヶ浦工事事務所とともに、平成 8 年度より霞ヶ浦流入河川の山王川での植生浄化実験、及び清明川河口域における植生浄化施設において、わが国の状況に適應した最適諸元及び維持管理方法に関する実験・調査を行ってきました。

この度、(財)河川環境管理財団では、山王川、清明川河口域の調査結果並びに文献調査や各地で行われている植生浄化施設の事業主体から収集した情報をもとに、分析・整理を行った成果を、今後の植生浄化施設の計画、設計の手引きとなるように技術資料としてまとめました。

広くご利用いただければ幸いに存じます。

なお、本技術資料の作成にあたり、貴重なご意見を頂きました「霞ヶ浦流入河川植生浄化技術検討委員会（委員長：細見正明東京農工大学教授）」並びに、国土交通省霞ヶ浦工事事務所をはじめ、アンケート及び事例収集にご協力を頂いた関係機関に厚くお礼申し上げます。

平成 14 年 12 月

(財)河川環境管理財団
理事長 和里田義雄

霞ヶ浦流入河川植生浄化技術検討委員会名簿

委員長	細見 正明	東京農工大学工学部化学システム工学科	教授
委員	神子 直之	茨城大学工学部都市システム工学科	助教授
委員	田中 宏明	独立行政法人土木研究所水循環研究グループ水質チーム	上席研究員
委員	尾澤 卓思	独立行政法人土木研究所水循環研究グループ河川生態チーム	上席研究員
委員	辻原 浩	国土交通省河川局河川環境課	課長補佐
委員	唐澤 仁士	国土交通省関東地方整備局河川部河川調整課	課長
委員	森田 靖則	国土交通省関東地方整備局霞ヶ浦工事事務所水質保全課	課長
委員	長野 拓朗	国土交通省関東地方整備局利根川上流工事事務所利水調査課	課長
委員	佐藤 和明	財団法人河川環境管理財団	技術参与
委員代理	中村 圭吾	独立行政法人土木研究所水循環研究グループ河川生態チーム	研究員
旧委員	島谷 幸宏	(前) 建設省土木研究所環境部河川環境研究室	室長
旧委員	是澤 裕二	(前) 建設省河川局河川環境課	課長補佐
旧委員	前村 良雄	(前) 建設省関東地方建設局河川部河川調整課	課長
旧委員	酒井 義尚	(前) 建設省関東地方建設局霞ヶ浦工事事務所水質保全課	課長
旧委員	唐沢 潔	(前) 建設省関東地方建設局利根川上流工事事務所利水調査課	課長
旧委員	安中 徳二	(前) 財団法人河川環境管理財団	技術参与
事務局	財団法人河川環境管理財団 研究第2部		

植生浄化施設計画の技術資料

目次

はじめに

I. 総説	1-1
1. 植生浄化法の特徴	1-1
2. 植生浄化法の現状	1-2
2-1 植生浄化法の分類	1-2
2-2 植生浄化に用いられている植物	1-9
3. 植生浄化法の欧米との比較	1-11
II. 植生浄化の計画と管理	2-1
1. 植生浄化法の選定	2-1
1-1 植生浄化施設の流入水質	2-1
1-2 植生浄化施設の水質浄化効果	2-4
(1) 主項目の除去率	2-4
(2) 浄化効果の季節変動	2-6
1-3 浄化方式の選定	2-8
1-4 植物の選定	2-9
2. 植生浄化の浄化機構と特性	2-14
2-1 浄化機構の内容	2-14
(1) 沈殿の効果（ろ過を含む）	2-15
(2) 土壌の効果（脱窒・吸着・分解等）	2-17
(3) 植物の効果	2-19
(4) 負の効果（土壌・植物からの回帰）	2-21
2-2 湿地法の表面流れ方式の浄化機構の特徴	2-22
2-3 水耕法の直接植栽方式の浄化機構の特徴	2-24
2-4 植生浄化法のその他の特性	2-25
3. 植生浄化施設の設計の考え方	2-27
3-1 湿地法の表面流れ方式の設計の考え方	2-27
(1) 滞留時間と水面積負荷	2-27
(2) 負荷速度と浄化速度	2-28
(3) 設計に関する留意事項	2-37
3-2 水耕法の直接植栽方式の設計の考え方	2-38
(1) 滞留時間と水面積負荷	2-38
(2) 負荷速度と浄化速度	2-39
(3) 設計に関する留意事項	2-42

4.	植生浄化施設の維持管理について	2-43
4-1	植物の維持管理	2-43
4-2	底泥の維持管理	2-47
4-3	施設の維持管理	2-50
4-4	施設の効果の把握	2-52
5.	コストについて	2-53
5-1	建設コスト	2-53
	(1) 総工費	2-53
	(2) 項目別費用	2-54
5-2	維持管理コスト	2-56
	(1) 全維持管理コスト	2-56
	(2) 項目別維持管理コスト	2-57
6.	計画を進めるに当たって	2-59
6-1	水質浄化以外の設置目的	2-59
6-2	生物の生息・生育の場としての評価	2-60
	(1) 清明川の実施設の例(事例No.7)	2-60
	(2) 全国の実施設での状況	2-61
6-3	周辺環境への影響	2-62
6-4	地域住民との関わり	2-63
Ⅲ.	植生浄化施設の個別事例	3-1
	事例 No.1 アシ原浄化池(チャランケ川 No.1,2)	3-3
	事例 No.2 アシ原浄化池(柏木川)	3-8
	事例 No.3 南角田地区水質浄化施設	3-12
	事例 No.4 砂川遊水地バイパス水路	3-16
	事例 No.5 古川水質浄化施設	3-20
	事例 No.6 相野谷川生活排水浄化施設	3-24
	事例 No.7 清明川植生浄化施設	3-28
	事例 No.8 土浦バイオパーク	3-32
	事例 No.9 ヨシ原浄化施設	3-36
	事例 No.10 手賀沼ビオトープ	3-40
	事例 No.11 河北潟生態系活用水質浄化施設	3-44
	事例 No.12 生態系活用木場潟水質浄化施設	3-48
	事例 No.13 井上川浄化施設(きらり)	3-52
	事例 No.14 水耕浄化施設	3-56
	事例 No.15 ヨシ原による浄化施設	3-60
	事例 No.16 山王川植生浄化実験施設	3-64
	事例 No.17 佐鳴湖植生浄化実験水路	3-72

I . 総 説

I. 総説

1. 植生浄化法の特徴

植生浄化法は、植物を配した浄化施設に河川水等を導き、浄化施設内での沈殿、土壌への吸着、植物による吸収、分解の機能により流入水中の汚濁物質を除去するものであり、BODとともに窒素、リンの栄養塩の除去が期待できることが特徴である。本浄化法は省エネルギー的に施工、維持管理できる他、浄化施設自体が生物の生息・生育の場を提供することから、環境に対する教育、啓発にも資するものである。

〔解説〕

平成11年度に河川環境管理財団が行った植生浄化に関する国内アンケートにおいて、植生浄化法は富栄養化した湖沼や湖沼に流入する河川を対象に、栄養塩（窒素とリン）除去のために行われている施設が多く、霞ヶ浦のある茨城県や琵琶湖のある滋賀県、他に北海道、栃木県、石川県等で多くの施設が稼働している。これらの施設の多くは、水質浄化の他に豊かな生物の生息・生育の場としての位置付けや、環境教育の場として位置付けられており、日本における植生浄化施設の大きな特徴となっている。

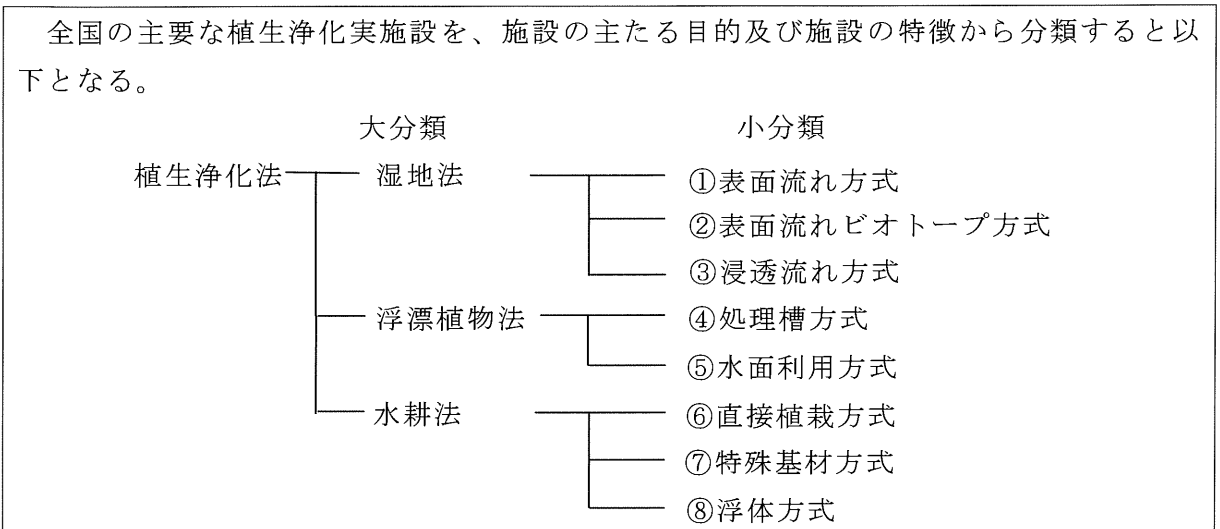
現在、わが国において河川や湖沼の浄化対策として実施されている主な浄化法には、表I-1-1に示すものがある。植生浄化法は必ずしも他の方法と比べ効率的な方法とはいえないが、他の浄化法が持ち合わせていない生物の生息・生育の場としての効果や、省エネルギーでかつ環境に対する啓発に適している方法である。

表 I-1-1 河川・湖沼の浄化法

浄化原理	浄化機構	浄化法	主な浄化対象	浄化対象物質
物理的浄化	(自然)沈殿	堰浄化	河川	懸濁物質
		副ダム	流入河川	懸濁物質
	ろ過	砂ろ過	河川、湖沼	懸濁物質
	希釈	導水	河川、湖沼	全物質
	底泥除去	浚渫	河川、湖沼	栄養塩、有機物
	曝気・循環	全層曝気	湖沼	植物プランクトン制御、酸素供給
		深層曝気	湖沼	酸素供給
噴水		湖沼	植物プランクトン制御、酸素供給	
物理 + 生物的浄化	(接触)沈殿 + 微生物	(曝気付き)礫間接触酸化	河川、排水路	懸濁物質、有機物
		(曝気付き)プラスチック等接触酸化	河川、排水路	懸濁物質、有機物
		酸化池	流入河川	懸濁物質、有機物
	ろ過+微生物	木炭浄化	河川、排水路	懸濁物質、有機物
生物的浄化	微生物	薄層流	河川	懸濁物質、有機物
	植物体利用	植生浄化	流入河川、湖沼	懸濁物質、有機物、栄養塩
物理+化学+ 生物的浄化	ろ過+吸着+ 微生物	土壌浄化	流入河川	懸濁物質、有機物、栄養塩
		四万十川方式	河川	懸濁物質、有機物、栄養塩

2. 植生浄化法の現状

2-1 植生浄化法の分類



〔解説〕

米国では湿地法と浮漂植物法に大分類され、湿地法は自然湿地法と人工湿地法に小分類される。更に、人工湿地法は表面流(FWS)湿地と伏流(SF)湿地に分類される¹⁾。

日本では、様々な方法で植生を用いた浄化がなされており細分化が必要となる。

本分類は、大分類として水耕法を追加し、更に、主たる目的や特徴から小分類に分類したものである。米国での表面流湿地に対して、本分類では自然湿地と人工湿地の分けではなく、表面流れ方式と表面流れビオトープ方式とした。また、伏流湿地は浸透流れ方式とした。

この技術資料における対象施設は、平成 11 年度に実施した植生浄化に関する全国規模のアンケート、及び植生浄化に関する文献(166件)から抽出した実施設(39施設)について分類したものである。以下に、小分類に従い、施設の主目的、施設の特徴、利用されている植物、主な該当施設を解説する。

①湿地法：表面流れ方式

<施設の主目的>

水質浄化

<施設の特徴>

自然又は人工的に造成された湿地を利用し、植物は根を張り水面より上部に現れている。植物は植栽によるか自生で、主な水の流れは地表面より上部で、浄化効果を高めるために植生槽の水深は一様で均一流となる。

<利用されている植物>

抽水植物(ヨシ、マコモ、ガマ、ショウブ、ハナショウブ等)

<該当施設>

事例 No.7 清明川植生浄化施設(茨城県：霞ヶ浦流入河川)

山王川植生浄化施設(茨城県：霞ヶ浦流入河川)

事例 No.9 ヨシ原浄化施設(栃木県：渡良瀬遊水地)

事例 No.11 河北潟生態系活用水質浄化施設(石川県)

八郷町のヨシ原浄化施設(茨城県：生活排水) 等 14 施設

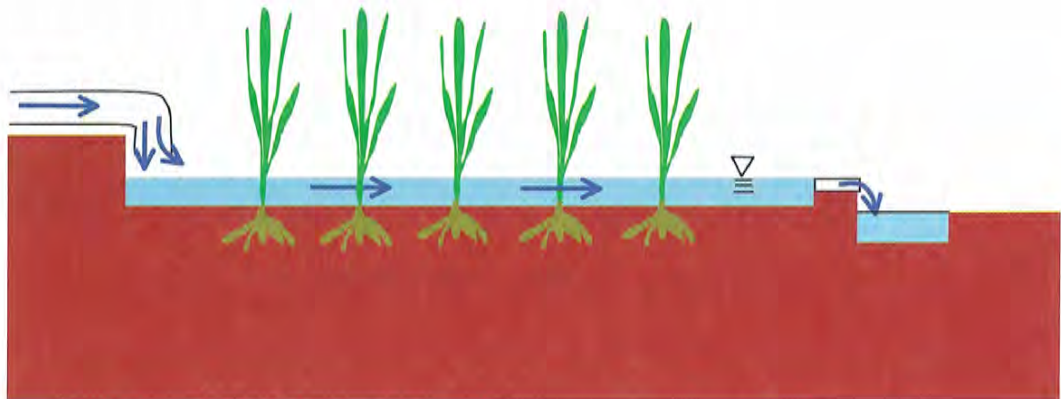


図 I-2-1 湿地法：表面流れ方式のイメージ

②湿地法：表面流れビオトープ方式

<施設の主目的>

水質浄化、ビオトープ、景観

<施設の特徴>

表面流れ方式に対し、水質改善効果とともに生物の多様性を求めたもの。水深や形状は多様でビオトープ的である。

<利用されている植物>

抽水植物(ヨシ、マコモ、ガマ、ショウブ、ハナショウブ等)

<該当施設>

事例 No.3 南角田地区水質浄化施設(北海道：夕張川流域農業用排水路)

事例 No.4 砂川遊水地バイパス水路(北海道：石狩川流入河川)

事例 No.5 古川水質浄化施設(秋田県：雄物川流入河川)

事例 No.10 手賀沼ビオトープ(千葉県) 等 10 施設

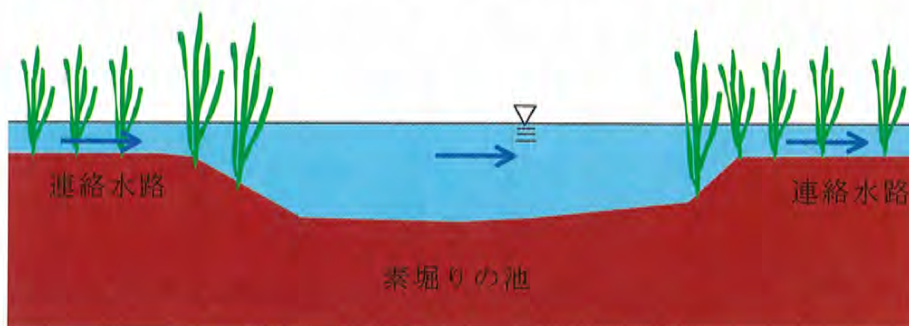


図 I-2-2 湿地法：表面流れビオトープ方式のイメージ

③湿地法：浸透流れ方式

<施設の主目的>

水質浄化

<施設の特徴>

人工的に造成された湿地を利用し、主な水の流れは浸透流れであるもの。ろ床は土壌や砂利で水平流れや鉛直流れのものもある。

<利用されている植物>

抽水植物(ヨシ等)

<該当施設>

事例 No.12 生態系活用木場潟水質浄化施設(石川県) 1 施設

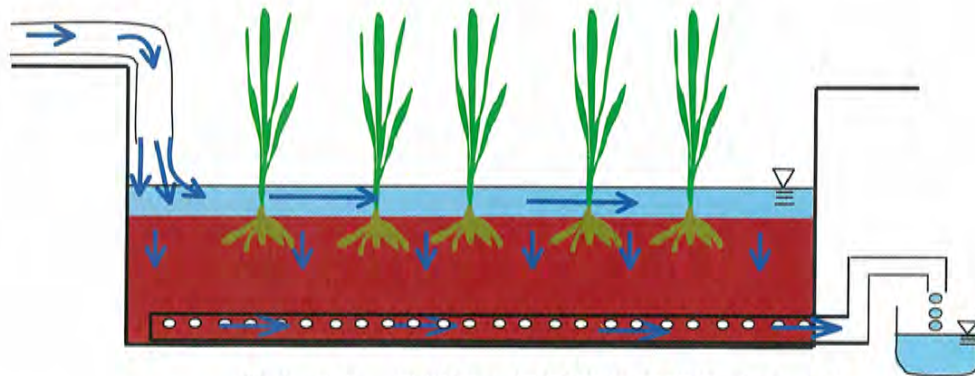


図 I-2-3 湿地法：浸透流れ方式のイメージ

④浮漂植物法：処理槽方式

<施設の主目的>

水質浄化

<施設の特徴>

処理槽を設け、ホテイアオイ等の浮漂植物を投入したもの。

<利用されている植物>

浮漂植物(ホテイアオイ等)

<該当施設>

河北潟生態系活用水質浄化(石川県)

食鶏処理場汚水の処理施設(愛知県) 2 施設

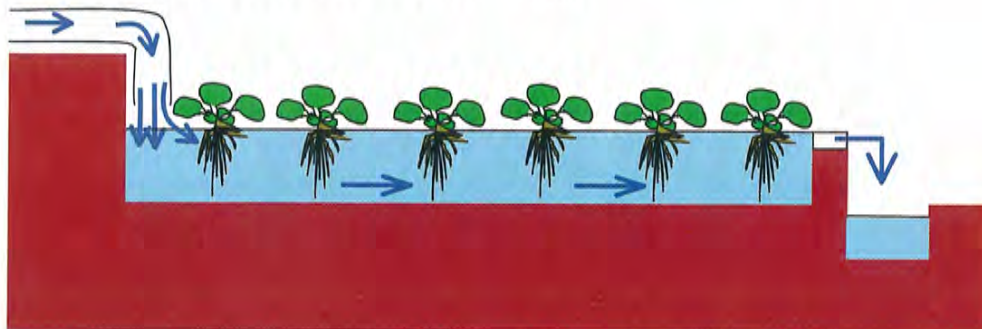


図 I-2-4 浮漂植物法：処理槽方式のイメージ

⑤浮漂植物法：水面利用方式

<施設の主目的>

水質浄化、景観

<施設の特徴>

湖沼や河川の水面を仕切り、ホテイアオイ等の浮漂植物を投入したもの。植生下の水の流れは自由である。

<利用されている植物>

浮漂植物(ホテイアオイ等)

<該当施設>

手賀沼の浄化施設(千葉県)

新川及び備前川の浄化施設(茨城県：霞ヶ浦流入河川) 3施設

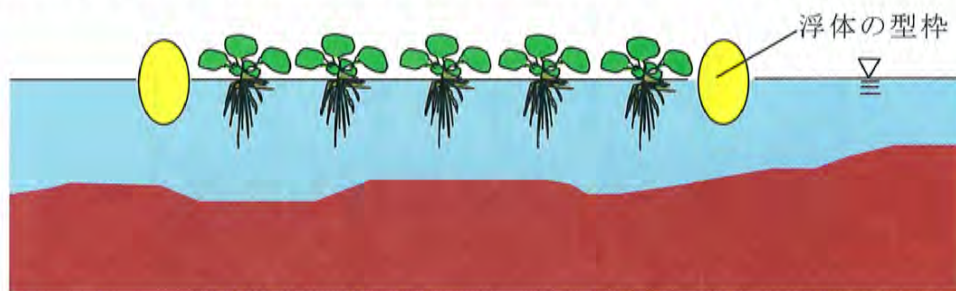


図 I-2-5 浮漂植物法：水面利用方式のイメージ

⑥水耕法：直接植栽方式

<施設の主目的>

水質浄化

<施設の特徴>

処理槽を設け、クレソンや花卉等を植栽したもの。基材は土壌、あるいは土壌と仕切られたシート張り等であり、水中に根茎が密生している。水耕生物ろ過法もこれに含まれる。

<利用されている植物>

広義の抽水植物(クレソン、オオフサモ、セリ)、花卉等

<該当施設>

事例 No.6 相野谷川生活排水浄化施設(茨城県：利根川流入河川)

事例 No.8 土浦バイオパーク(茨城県：霞ヶ浦) 等5施設

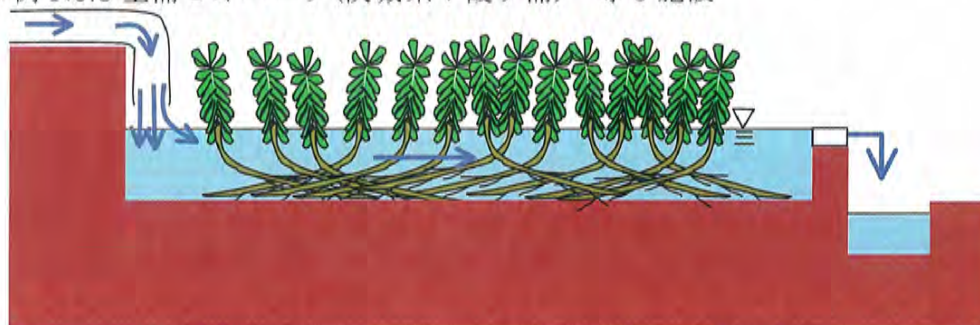


図 I-2-6 水耕法：直接植栽方式のイメージ

⑦水耕法：特殊基材方式

<施設の主目的>

水質浄化

<施設の特徴>

処理槽を設け、ゼオライト等の特殊基材を用いこれに根付く、シュロガヤツリや花卉等を植栽したもの。水は基材中も流れるように工夫されている。バイオフィルター法もこれに含まれる。

<利用されている植物>

クレソン、シュロガヤツリ、ケナフ、花卉等

<該当施設>

青柳川植生浄化施設(高知県)

事例 No.14 水耕浄化施設(福岡県：筑後川寺内ダム) 等 3 施設

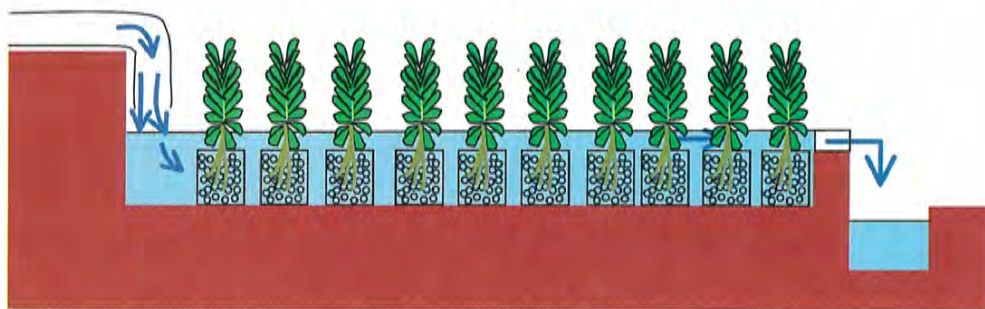


図 I -2-7 水耕法：特殊基材方式のイメージ

⑧水耕法：浮体方式

<施設の主目的>

水質浄化、景観

<施設の特徴>

処理槽を設け、浮体に花卉等を植栽したもの。根は水中に懸垂し、底部には接しない。

<利用されている植物>

花卉等

<該当施設>

植物浄化施設(神奈川県：津久井湖) 1 施設

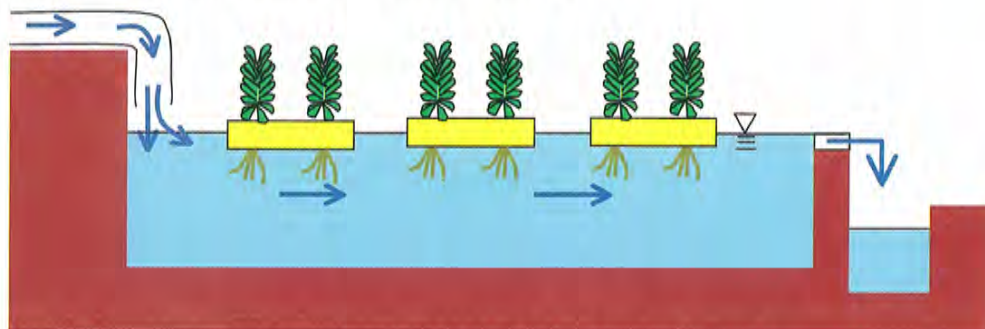


図 I -2-8 水耕法：浮体方式のイメージ

参考文献

- 1) Sherwood C.Reed・Ronald W.Crites・E.Joe Middlebrooks(1995), 石崎勝義・楠田哲也監訳, (財)ダム水源地環境整備センター企画: 自然システムを利用した水質浄化

2-2 植生浄化に用いられている植物

植生浄化には、水生植物(抽水・浮漂・浮葉・沈水植物)の他、有用野菜や花卉など多種類の植物が用いられている。このうち最も多く用いられているのは抽水植物のヨシである。

〔解説〕

植生浄化に用いられている植物を表 I・2・1 に示し、以下に分類毎の概要を整理する。ここでの対象施設は、平成 11 年度に実施した植生浄化に関する全国規模のアンケート、植生浄化に関する文献(166 件)、及び山王川での植生浄化実験で用いられた植物である。

① 抽水植物

- ・ 実施施設はヨシが一番多く用いられている。マコモ、ガマはヨシ原の構成種の例が多い。
- ・ ヨシ等による、浚渫へドロの改善実験も行われている。
- ・ 浄化に関わる調査では、自然のヨシ原の水域への影響に関して調査されている。

② 広義の抽水植物*

- ・ 実施施設でクレソンは単独の施設があるが、オオフサモとセリは複数の植物を利用した施設であり、単独の施設はない。

③ 浮漂植物

- ・ ホテイアオイの実施設は、湖沼や河川の水面を仕切って利用している場合が多い。
- ・ ホテイアオイに関する浄化実験は近年少なくなる傾向にある。

④ 浮葉植物

- ・ 浮葉植物は、植生浄化に利用されている例が少ない。

⑤ 沈水植物

- ・ 沈水植物は、植生浄化に利用されている例が少ない。

⑥ その他

- ・ シュロガヤツリとケナフは最近の利用例が多い。
- ・ 花卉類は水耕栽培による例で、数種の花弁を組み合わせ年間の浄化を試みているものが多い。

※ ①の抽水植物に比べ草丈が低く、土壌の他に水中にも大量の根を伸ばし生育する植物。桜井により、このように分類されている¹⁾。

参考文献

- 1) 桜井善雄(1988); 水辺の緑化による水質浄化, 公害と対策, Vol.4, No.9

表 I-2-1 植生浄化に用いられている植物

分類	①抽水植物							②広義の抽水植物		③浮漂植物		④浮葉植物	⑤沈水植物					⑥その他				合計		
	ヨシ類	マコモ	ガマ類	キシヨウブ	シヨウブ	ハス類	その他	クレソン	オオフサモ	セリ	ホテイアオイ	ウキクサ類	ヒシ類	アサザ	オオサンショウモ	オオカナダモ	ホザキノフサモ	ハゴロモモ	その他	シエロガヤツリ	ケナフ		野菜・稲・豆等	花卉類
文献	実施設	2						1			2													7
	浄化実験	20	5	1	6	3	4	9	2	2	22	2	1		2	2			7	2	1	6	13	110
事例	浄化に関する調査	15	3	3			2			1	1	1	1		1			1						28
	実施設	23	2	7	5	4	4	6	3	4	7		1		1								2	71
山王川浄化実験	浄化実験	10	2	1	1		1	3	6		3	1							1	3	3	1	3	39
	実施設	1	1						1		1						1	1						6
実施設 (合計)	25	4	7	5	4	4	4	7	3	4	9		1		1							2	78	
浄化実験 (合計)	31	8	2	7	3	1	7	15	3	5	24	2	1	2	2	1	1	8	5	4	7	16	155	
浄化に関する調査 (合計)	15	3	3			2					1	1	1		1			1					28	
合計	71	15	12	12	7	3	11	22	6	9	34	3	2	1	3	3	1	9	5	4	9	18	261	

□ は外来種

3. 植生浄化法の欧米との比較

わが国では河川水や湖沼水を植生浄化の対象とする事例が多いが、欧米では下水処理及び下水処理水の仕上げ処理として用いている事例が多い。したがって、対象とする流入水濃度がわが国では一般的に低く、水面積負荷を高く取る例が多い。よって、欧米では数日以上滞留時間が一般的なのに対し、わが国では1日以下の滞留時間の例が多い。

〔解説〕

図 I-3-1 に浄化施設の水面積の欧米との比較、図 I-3-2 に水面積負荷の欧米との比較、表 I-3-1 に主な施設諸元の欧米との比較を示す。日本のデータは平成11年度のアンケートで情報収集できた湿地法の表面流れ方式16施設¹⁾、及び文献で得られた2施設^{2), 3)}、欧米のデータはBrixが整理した⁴⁾湿地法の表面流れ方式のものである。

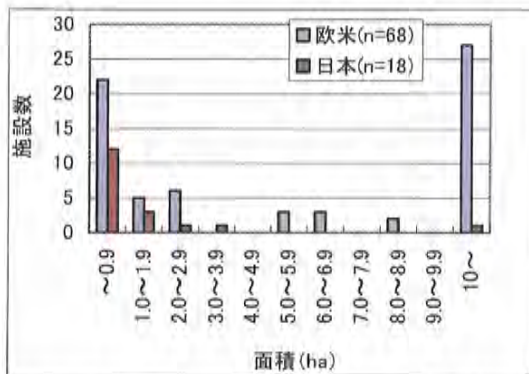


図 I-3-1 施設の水面積の比較

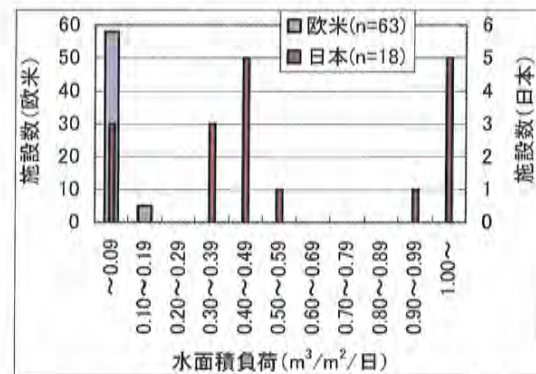


図 I-3-2 施設の水面積負荷の比較

施設の水面積は欧米では様々な大きさがあり平均30haである。日本では1ヶ所を除き4ha以下で平均1.9ha、最大の施設を除けば平均0.9haである。水面積負荷は欧米では0.05m³/m²/日以下が多く平均0.029m³/m²/日、日本はで3ヶ所を除き0.3m³/m²/日以上で平均1.05m³/m²/日である。また、水理学的滞留時間(HRT)は欧米では平均10.3日、日本では4施設を除き0.25日(6時間)以下で平均0.72日である。一般に日本の施設は小さな施設で大量の水を短時間で処理する傾向にあり、これらの多くは昭和57年から61年度までの山王川でのヨシを用

表 I-3-1 主な施設諸元の比較(平均)

項目	欧米	日本
水面積 (ha)	30	1.9 (0.9) ^{※1}
水面積負荷 (m³/m²/日)	0.029	1.05
水理学的滞留時間 (日)	10.3 ^{※2}	0.72

※1 最大の一施設を除いた値

※2 平均水深を0.3mと仮定

いた浄化実験⁵⁾の結果によっている。

表 I-3-2に同じ実施設を対象に整理した、主な水質項目の流入及び放流水質の欧米との比較を示す。ただし、水質データの得られている施設に限られ、項目により欧米がデータ数40前後、日本がデータ数9～13である。

表 I-3-2 主な水質項目の
濃度比較(平均)

欧米では植生浄化施設は、一般に下水処理及び下水処理水の仕上げ処理として用いていることが多く、有機成分や栄養塩の高い水が流入水となっており、滞留時間が長く水面積負荷が小さいため、平均的に50%以上の除去率で放流されている。これに対し、日本では河川水や湖沼水を対象とし栄養塩除去を目的とすることが多く、流入水質の濃度は欧米の数分の1(BODは9ヶ所のうち6ヶ所は3mg/L以下)で、放流水の濃度も一般に欧米より低くなっている。

項目		欧米	日本
流入水質	BOD	41	12
	SS	49	18
	T-N	11.9	3.6
	T-P	4.1	0.3
放流水質	BOD	11	3
	SS	17	12
	T-N	4.5	2.7
	T-P	1.9	0.2

単位：mg/L

参考文献

- 1) 河川環境管理財団(2000): 植生浄化施設の現況と事例, 河川環境管理財団資料3号(2001年7月の調査結果を追加)
- 2) 細見正明(1992): ヨシ湿地による水質浄化, 水, Vol.34, No.12, pp.61~68
- 3) 田畑真佐子・加藤聡子・川村晶・鈴木潤三・鈴木静夫(1996): ヨシ植栽水路における河川水中の窒素・リンの除去効果, 水環境学会誌, Vol.19, No.4, pp.83~90
- 4) Brix H(1994): Use of constructed wetlands in water pollution control: Historical development, present status, and future perspectives. Wat Sci Tech Vol.30, No.8. pp.209-223
- 5) 中村栄一・森田弘昭(1987): 低湿地浄化に関する調査, 土木研究所資料, 第2480号

Ⅱ. 植生浄化の計画と管理

II. 植生浄化の計画と管理

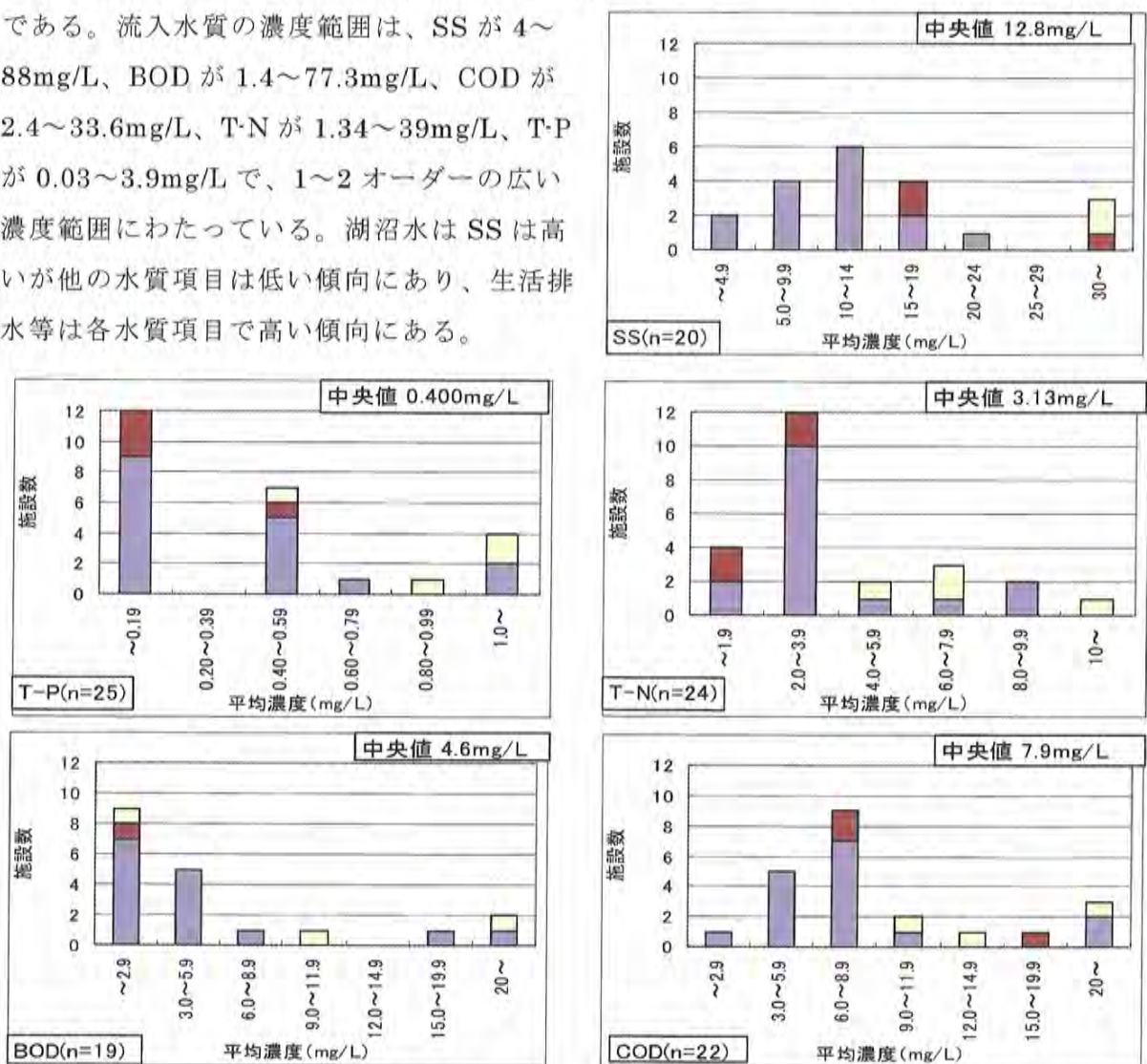
1. 植生浄化法の選定

1-1 植生浄化施設の流入水質

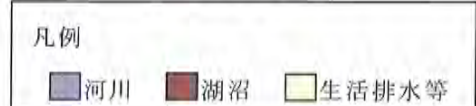
日本における植生浄化法は、湖沼等への流入河川や排水路及び湖沼水を対象とし栄養塩削減を主目的とすることが多い。対象とする水質項目の濃度範囲は広範囲にわたっている。

〔解説〕

図Ⅱ-1-1に植生浄化施設の流入水質の濃度分布を示す。対象とした施設は表Ⅱ-1-1に示す。施設諸元の明確な実施設（一部実験施設を含む）25施設^{1)~5)}で、湿地法及び水耕法の施設である。流入水質の濃度範囲は、SSが4~88mg/L、BODが1.4~77.3mg/L、CODが2.4~33.6mg/L、T-Nが1.34~39mg/L、T-Pが0.03~3.9mg/Lで、1~2オーダーの広い濃度範囲にわたっている。湖沼水はSSは高いが他の水質項目は低い傾向にあり、生活排水等は各水質項目で高い傾向にある。



図Ⅱ-1-1 植生浄化施設の流入水質の濃度分布



表Ⅱ-1-1 植生浄化施設の流入水質と浄化効果の対象とした施設

No.	施設名等	施設の種類	流入水の種類	除去率(%)						流入水質(mg/L)						流出水質(mg/L)						出典		
				BOD		COD		SS		T-N		T-P		BOD		COD		SS		T-N			T-P	
				39	11	49	11	53	11	53	2.3	5.6	15.4	2.87	0.07	1.4	5.0	7.8	2.54	0.03	事例No.1			
1	アシ原浄化池(チャランケ川):No.1	湿地表面流れ	河川	0	-18	-11	3	50	1.4	3.9	10.8	3.48	0.20	1.4	4.6	12.0	3.38	0.10	事例No.1					
2	アシ原浄化池(チャランケ川):No.2	湿地表面流れ	河川	41	3	81	23	46	1.7	4.7	9.2	2.68	0.04	1.0	4.5	1.8	2.05	0.02	事例No.2					
3	アシ原浄化池(柏木川)	湿地表面流れ	河川	18	-18	10	15	-70	2.4	5.5	6.7	2.05	0.04	2.0	6.5	6.0	1.75	0.07	事例No.3					
4	南角田地区水質浄化施設	湿地ピオトープ	河川	44	12	-50	37	35	1.8	5.0	4.0	1.34	0.08	1.0	4.4	6.0	0.85	0.05	事例No.5					
5	古川水質浄化施設	水耕直接植栽	河川	24	8	1	16	16	6.8	11.0	6.9	9.28	1.33	5.2	10.1	6.8	7.82	1.12	事例No.6					
6	相野谷川生活排水浄化施設	湿地表面流れ	河川		5	28	17	21		7.5	21.3	2.82	0.19		7.1	15.4	2.35	0.15	事例No.7					
7	清明川植生浄化施設	水耕直接植栽	湖沼	12	58	10	26	26	7.2	15.0	2.37	0.11	0.09	6.4	6.3	2.14	0.08	0.08	事例No.8					
8	土浦ピオパーク	湿地表面流れ	湖沼				10	1				1.40	0.09				1.27	0.09	事例No.9					
9	ヨシ原浄化施設	湿地ピオトープ	湖沼		15	34	19	27		19.2	65.8	3.78	0.43		16.4	43.6	3.08	0.32	事例No.10					
10	手賀沼ピオトープ	湿地表面流れ	湖沼	30	-5	56	37	35	2.7	6.3	19.3	1.73	0.12	1.9	6.6	8.5	1.09	0.08	事例No.11					
11	河北潟生態系活用浄化施設	湿地表面流れ	河川	45	31	33	29	42	15.0	22.3	9.5	8.91	1.03	8.3	14.9	6.5	6.29	0.60	事例No.13					
12	井上川浄化施設(きらり)	湿地表面流れ	河川					42					0.15					0.09	事例No.14					
13	水耕浄化施設	水耕特殊基材	河川	14	27	51	44	21	1.2	6.0	15.0	2.08	0.14	1.0	4.4	7.4	1.16	0.11	事例No.15					
14	ヨシ原による浄化施設	湿地ピオトープ	河川	31	8	60	16	17	4.6	8.0	12.4	3.13	0.42	3.3	7.4	5.0	2.63	0.35	事例No.16					
15	山王川植生浄化実験:ヨシ	湿地表面流れ	河川	33	7	38	12	16	4.8	8.0	13.1	3.13	0.43	3.3	7.5	8.1	2.76	0.36	事例No.16					
16	山王川植生浄化実験:ヨシ(刈り取り無)	湿地表面流れ	河川	33	8	60	16	15	4.8	8.0	12.4	3.13	0.43	3.2	7.4	5.0	2.63	0.36	事例No.16					
17	山王川植生浄化実験:マコモ	水耕直接植栽	河川	60	19	83	31	26	5.0	8.2	12.4	3.22	0.45	2.0	6.6	2.1	2.24	0.33	事例No.16					
18	山王川植生浄化実験:オオフサモ	水耕直接植栽	河川	21	0	16	3	0	1.4	2.4	2.5	1.75	0.03	1.1	2.4	2.1	1.69	0.03	1)					
19	奥久慈茶の里公園	水耕特殊基材	河川	64	35	21	36	30	33.0	23.0	14.0	4.20	0.74	12.0	15.0	11.0	2.70	0.52	1)					
20	青柳川植生浄化施設	湿地表面流れ	生活排水	95	79	85	68	76	77.3	33.6		6.20	0.97	4.4	7.5		2.00	0.23	2)					
21	実施設(八郷町)	湿地表面流れ	河川	8.9	8		19.5	27.6	5.4	7.8		6.30	0.46	5.5	7.7		5.90	0.38	3)					
22	実施設(水元公園)	湿地ピオトープ	灌漑用水+肥料	16	5	69	36	60	9.4	14.0	88.0	6.60	1.10	7.9	14.0	27.0	4.20	0.40	4)					
23	フィールド実験(夏)(下水道事業団)	湿地ピオトープ	灌漑用水+肥料	-42	5	52	67	74	2.4	10.0	35.0	5.30	0.40	3.4	10.0	16.0	1.80	0.10	4)					
24	フィールド実験(冬)(下水道事業団)	湿地表面流れ	合併浄化槽処理水				38	49				39.00	3.90				24.00	2.00	5)					
25	実験(佐渡)																							

参考文献

- 1) 河川環境管理財団(2000)：植生浄化施設の現況と事例，河川環境管理財団資料3号
- 2) 細見正明(1992)：ヨシ湿地による水質浄化，水，Vol.34, No.12, pp.61～68
- 3) 田畑真佐子・加藤聡子・川村晶・鈴木潤三・鈴木静夫(1996)：ヨシ植栽水路における河川水中の窒素・リンの除去効果，水環境学会誌，Vol.19, No.4, pp.83～90
- 4) 荒木弘一・香林仁司(1986)：植生酸化池での処理効果，下水道研究発表会講演集，Vol.23, p.467～469
- 5) 北詰昌義・野口俊太郎・島多義彦・倉谷勝敏(1998)：人工湿地による水質浄化，用水と廃水，Vol.40, No.10, pp.51～57

1-2 植生浄化施設の水質浄化効果

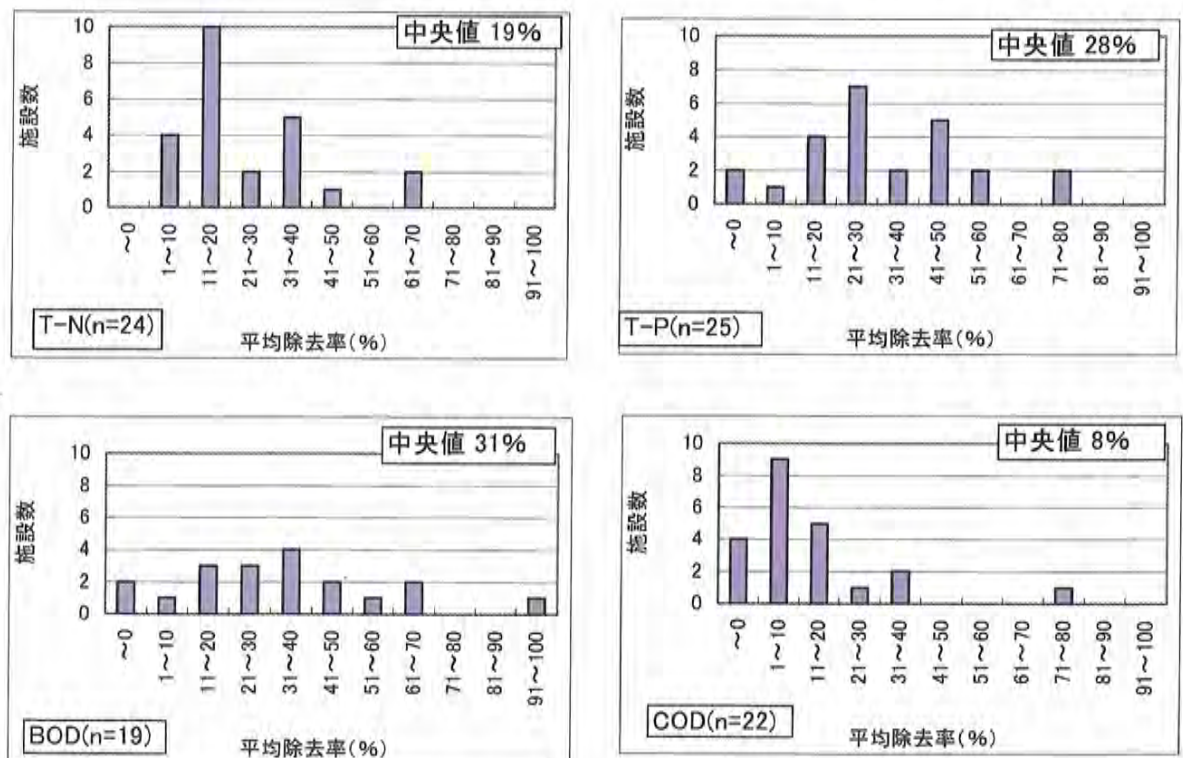
主に稼動後3年以内の施設における結果として、SSの除去率は20~60%、T-Nの除去率は10~40%の施設が多く、T-Pの除去率は10~50%の施設が多い。また、BODの除去率は10~40%、CODの除去率は低く20%以下の施設が多い。

利用する植物によっては、冬季に浄化効果が大きく低下するものがあるので注意を要する。

〔解説〕

(1) 主項目の除去率

図II-1-2に1-1で示した日本における植生浄化施設の除去率分布を示す。対象とした施設の稼動後の経過年数は、3年以内が約2/3で比較的新しい施設が多い。SSの除去率の中央値は49%、T-Nは全てプラスの除去率で10~40%の施設が多い。T-Pはマイナスの除去率の施設もあるが10~50%の施設が多い。BODの除去率の中央値は31%であるが、施設によって除去率のばらつきが大きくマイナスの除去率も発生している。CODは除去率の低い施設が多く、マイナスの施設も含め20%までの施設が殆んどで中央値は8%である。

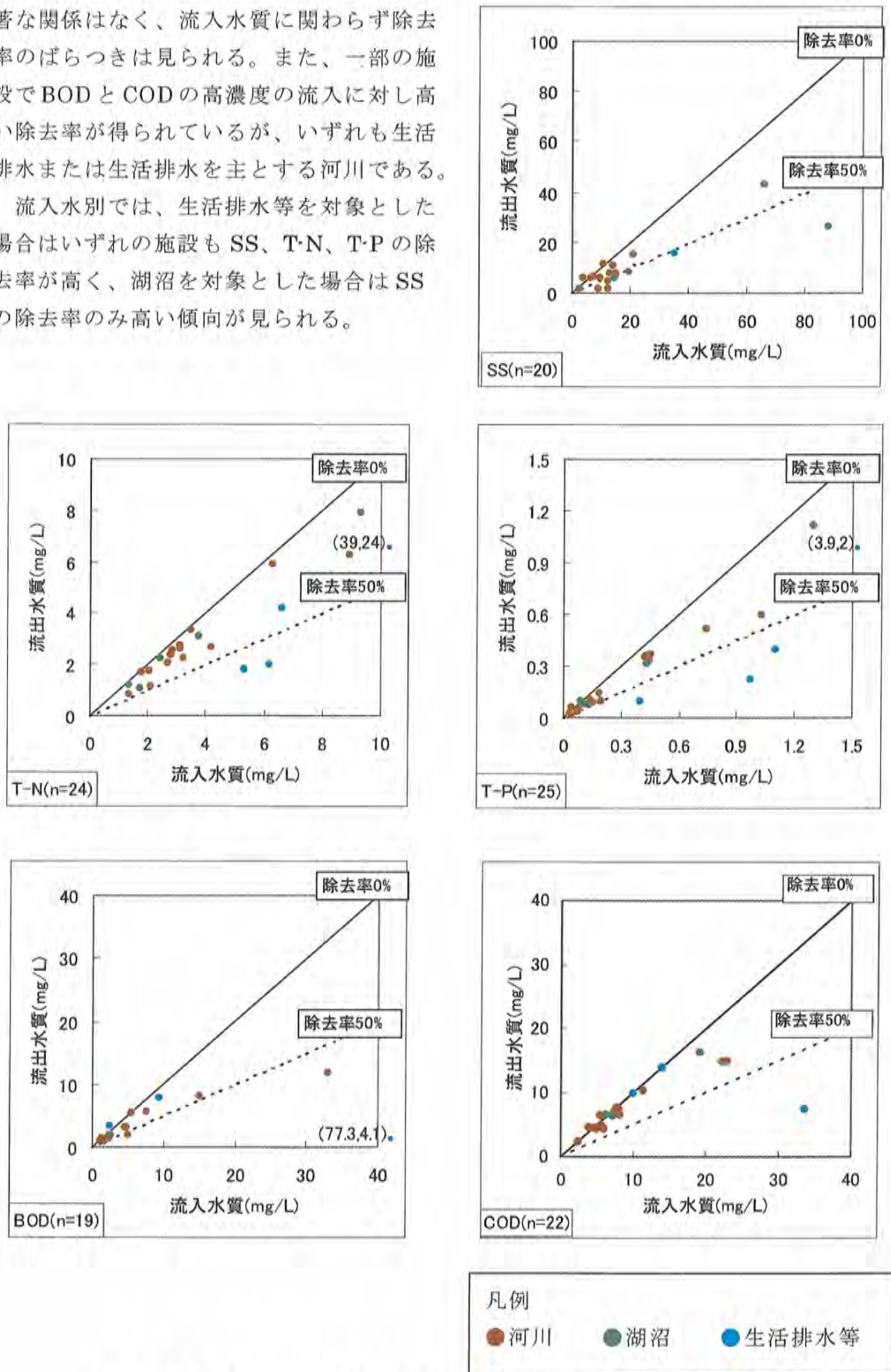


図II-1-2 植生浄化施設の主項目の除去率分布

図Ⅱ-1-3に図Ⅱ-1-2と同じ施設を対象に主項目の流入水質と流出水質の関係を示す。

各項目ともに、流入水質と流出水質に顕著な関係はなく、流入水質に関わらず除去率のばらつきは見られる。また、一部の施設でBODとCODの高濃度の流入に対し高い除去率が得られているが、いずれも生活排水または生活排水を主とする河川である。

流入水別では、生活排水等を対象とした場合はいずれの施設もSS、T-N、T-Pの除去率が高く、湖沼を対象とした場合はSSの除去率のみ高い傾向が見られる。



図Ⅱ-1-3 植生浄化施設の主項目の流入水質と流出水質の関係

(2) 浄化効果の季節変動

図 II-1-4 に山王川実験施設での平成 9 年、10 年度(ホテイアオイは 9 年度のみ)の季別の除去率の平均値を示す。

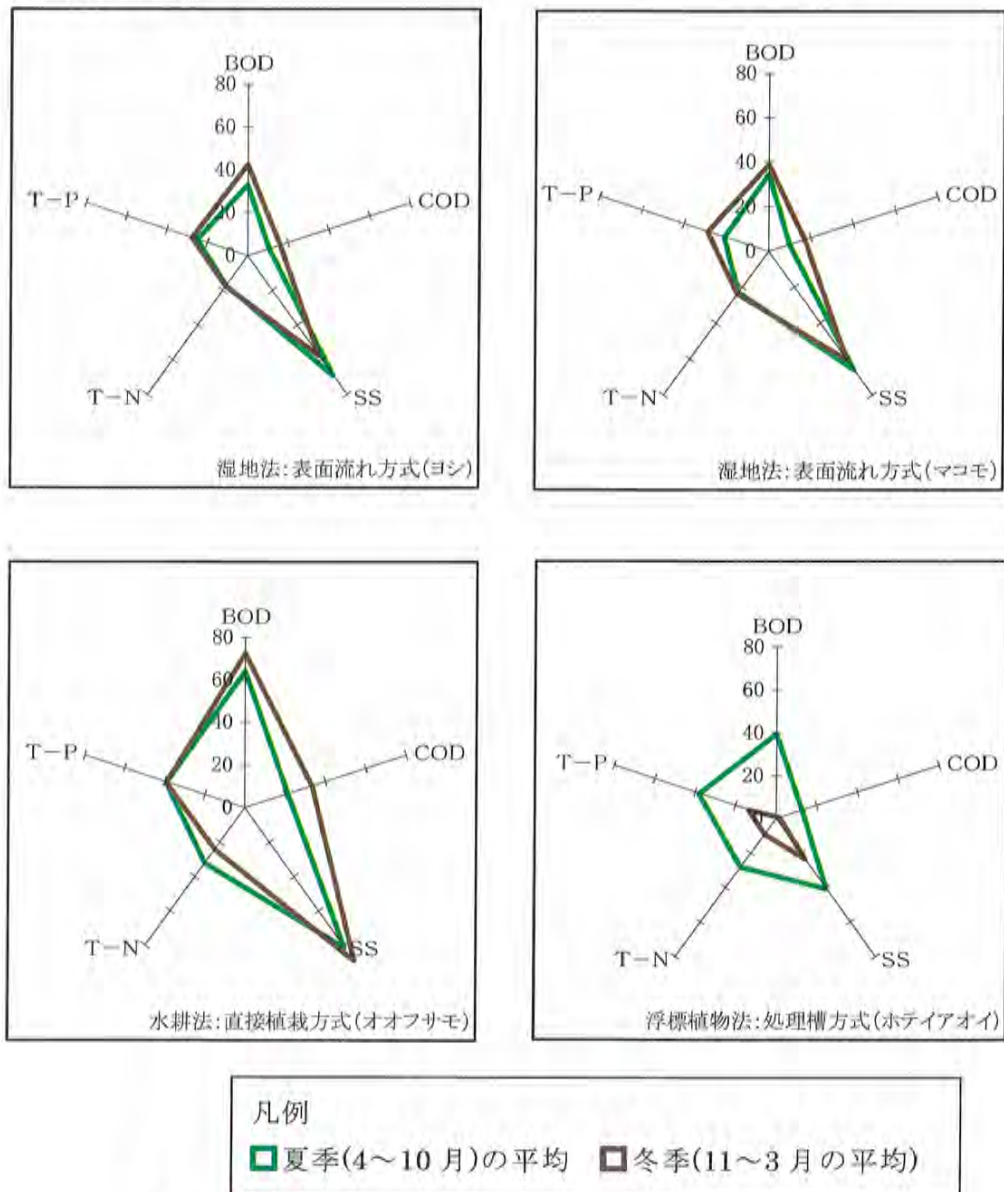


図 II-1-4 山王川の実験における季別の除去率平均

全体としてはホテイアオイを使用した、浮標植物法の処理槽方式が冬季に除去率が低下する以外に大きな季節変動はないが、詳細に比較すると多少の違いが見られる。

湿地法の表面流れ方式では、ヨシ、マコモともに夏季の方が BOD、COD の除去率が低い。これは、当該実験が休耕田跡地を利用したため、夏季において、それまでに蓄積した有機成分が土壌から溶出し沈殿や生物分解による浄化効果を上回ったものと考えられた。文献等 1),2) では季別までは言及されていないが、滞留時間(流下距離)を長くした場合に、COD や T-P の溶解成分が増えることが確認されており土壌などからの溶出が示唆されている。また、山王川の実験の平成 11 年度以後の結果では、ヨシ、マコモ、オオフサモを使用したいずれの槽でも T-P の浄化効果が夏季に低下しており、蓄積した汚泥からの溶出

が大きいと考えられている。

湿地法での T-N の浄化効果が、冬季において水温低下による硝化・脱窒能力の低下で浄化効果が低下することが日本でも報告されている³⁾が、山王川の実験のヨシ及びマコモでは認められなかった。欧米の湿地法では BOD と T-N の浄化は温度に依存する生物反応が主として設計されている⁴⁾が、有機成分の多い下水処理水等が対象であり、河川水等を対象とする日本とはかなり様相が違っているようである。

山王川の実験でのオオフサモを利用した水耕法の直接植栽方式(原則間引きはしない)では、ヨシやマコモの湿地法と同様に夏季に BOD、COD の浄化効果の低下が認められたが、T-N は相対的に夏季の効果が高かった。また、湿地法に比べ全体として通年の浄化効果が高かった。これは、水中に高密度に繁茂した根茎によるろ過作用と、根茎等に付着した微生物による分解が顕著であったためと考えられている。クレソン等の冬季に強い他の広義の抽水植物を利用しても同様と思われる。

山王川の実験でのホテイアオイを利用した浮標植物法の処理槽方式では、6月から8月の時期に限れば各項目ともオオフサモと同等の除去率が得られた。これは、浄化原理が植物の生長期の旺盛な栄養塩吸収と、水中の根茎による接触沈殿や付着した微生物による生物反応によるためである。しかし、9月以後は植物の生長は旺盛であるが浄化効果の低下が見られ、11月には枯死しその後腐敗し、冬季の浄化効果はまったく得られなかった。9月以後の浄化効果の低下は文献⁵⁾でも同様な報告がなされているが、老化した根の剥離脱落が原因と考えられた。ホテイアオイの生長は15℃前後から始まる⁶⁾とされており、更に水温が低い場合には枯死腐敗することから、温室等を利用する以外は通年の浄化効果が得られる地域は日本では限られている。

参考文献

- 1) 川村實・樋口澄男・清水重徳(1995): アシ原による水質浄化, 長野県衛生公害研究所 研究報告, No.18, pp. 32~37
- 2) 井上博貴・川滝千香・沖野外輝夫(1994): ヨシ群落による水質浄化実験, 日本陸水学会甲信越支部会報, No.20, pp. 43~44
- 3) 細見正明(1992): ヨシ湿地による水質浄化, 水, Vol.34, No.12, pp. 61~68
- 4) Sherwood C.Reed・Ronald W.Crites・E. Joe Middlebrooks(1995), 石崎勝義・楠田哲也監訳, (財)ダム水源地環境整備センター企画: 自然システムを利用した水質浄化
- 5) 岡本将宏・小林正幸・西川吉和・長谷川清善・大橋恭一(1982): 農業排水中におけるホテイアオイの生育と水質浄化について, 滋賀県農業試験場研究報告, No.24, pp. 51~64
- 6) 茅野秀則・西原潔・中久喜康秀(1986): バイオフィルターシステム 水生植物による水域浄化, P P M, No.17, 8号

1-3 浄化方式の選定

植生浄化施設の浄化方式の選定に当たり、①施設の目的、②流入水の性質、③用地の制限、④建設及び維持管理コスト、等を考慮し選定する必要がある。

〔解説〕

①施設の目的

水質浄化のみを対象とする場合には処理効率の高い方法を選定する必要がある。たとえば、湿地法ではビオトープ方式より、水深が一樣である植生槽を用いた表面流れ方式の方が一般的に処理効率が良い。また、植栽型の水耕法では、リンの除去効率を上げるためにはリン吸着剤を利用した特殊基材方式の選定が考えられる。

水質浄化の他に、ビオトープ形成や環境学習のフィールドとする場合には、湿地法の表面流れビオトープ方式が、景観等を考慮する場合には菖蒲等を利用した湿地法や花卉を利用した水耕法の浮体方式等が考えられる。

②流入水の性質

SS成分や有機成分が多い場合には、湿地法の各方式及び水耕法の直接植栽方式が適している。SS成分の多い流入水には、水耕法の特殊基材方式では目詰まりを起こす可能性があり注意が必要である。

窒素やリンはいずれの方式でも除去効果は期待できる。土壌における硝化・脱窒、リンの土壌吸着の効果が大きいので、これらの作用を活用できる湿地法や水耕法の直接植栽方式が有力である。

③用地の制限

一般に湿地法の表面流れビオトープ方式では比較的広大な面積を必要とする。一方、浮標植物法の水面利用方式や、水耕法の浮体方式で河川や湖沼の水面を利用した場合には、土地を要しないメリットがある。ただし、河川管理者や漁業権者との調整が必要である。

④建設及び維持管理コスト

建設及び維持管理コストには様々な要素が絡み、浄化タイプを選定する場合には費用効果分析を行う必要がある。ただし、建設費に関しては、なるべく現地形を利用した自然取水により、植生は自然発生に委ねた方が低コストとなる。また、維持管理については、流入水のポンプアップ、植生の管理の頻度や堆積した汚泥の処理が主要な考慮すべき点となる。

1-4 植物の選定

植生浄化に利用する植物の選定に当たっては、植物の生長特性、浄化以外の目的、地域性等を考慮し、在来種を用いることを原則とする。

浮標植物法や水耕法で植物を収穫（除去）することにより N,P の浄化を考える場合、対象となる植物の単位バイオマス当たりの N,P 含有量や、単位面積当たりの N,P の吸収速度を考慮する必要がある。また、収穫（除去）の時期と頻度を考慮する必要がある。一方、植物の収穫による浄化を主とせず通年の浄化効果を期待する場合は越冬形態が重要であり、湿地法では立ち枯れ後も組織が硬く容易に腐敗しないヨシ等、水耕法ではそのまま越冬可能な植物が有利である。

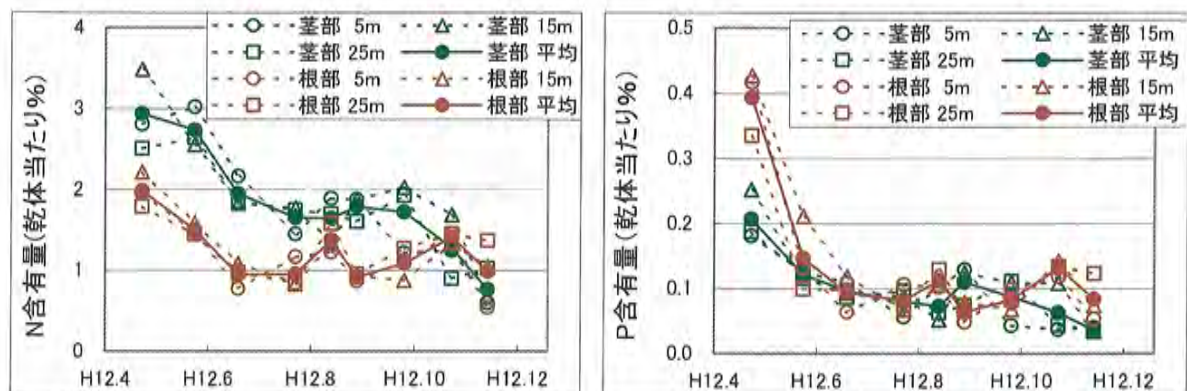
〔解説〕

植生浄化に用いられる主な植物の生長特性を表 II-1-2 に示す。

① バイオマス乾体当たりの栄養塩の含有量

バイオマス乾体当たりの栄養塩の含有量は、表 II-1-2 に示すように同じ植物でも大きく異なり、これは季節や土壌や地域等の生育条件によるものである。また、一般には各植物共通で生長初期に高い傾向にある。

代表例として、山王川でのヨシの測定例を図 II-1-5 に示す。



注) 実験槽は長さ 30m で 5m, 15m, 25 の地点で調査した

図 II-1-5 ヨシの乾体当たりの N, P 含有量

ここでは、N, P 含有量は春に高く 6 月まで減少しその後ほぼ一定となる。4 月の含有量最大時には、N は茎部（葉を含む）で 3%、根部で 2%、P は茎部（葉を含む）で 0.2%、根部で 0.4% である。N は 4 月から 9 月の期間で根部より茎部で高く、P は 4 月が根部のほうが多いが、その後、茎部と根部とも低下し同じになる。ほぼ一定となる 6 月～9 月の平均では、N は茎部（葉を含む）で 1.8%、根部で 1.1%、P は茎部（葉を含む）、根部共に 0.1% であった。

表II-1-2 植生浄化に用いられる主な植物の生長特性

分類	植物名	バイオマス乾体 当たりの含有量 (%)		吸収速度(g/m ² /day)				
				文献値		山王川(実験値)		
		N	P	N	P	N	P	刈取り・間引きの 時期
①抽水植物	ヨシ 1,2)	0.8~3.5	0.1~0.4	0.269	0.027	0.034 ~ 0.157	0.001 ~ 0.010	年1回秋に刈取り (n=10)
	マコモ 2)	0.8~2.8	0.1~0.5	0.490	0.104	0.141	0.013	年1回夏に刈取り (n=1)
						0.056	0.006	夏に刈取り後 秋に刈取り(n=1)
						0.062 ~ 0.096	0.004 ~ 0.010	年1回秋に刈取り (n=4)
	ヒメガマ 1)	0.9~2.4	0.1~0.3					
	ガマ 1),2)	1.0~2.0	0.1~0.3	0.610	0.107			
	ハス 1),2)	3.0~5.0	0.3~0.4	0.450	0.100			
	フトイ 2),3)	2.0~3.0	0.3~0.5	0.416	0.016			
②広義の抽出植物	クレソン 1),2),3)	2.5~5.1	0.3~0.8	0.669	0.420			
	オオフサモ 4)	1.5~3.7	0.1~0.9			0.478	0.081	3~6月の低密度 からの生長(n=1)
						0.365	0.063	7~8月の低密度 からの生長(n=1)
						0.200	0.034	9~10月の低密度 からの生長(n=1)
						0.039	0.016	11~翌3月の高密度 越冬時の生長 (n=1)
③浮漂植物	ホテイアイ 1),2)	2.1~4.0	0.4~0.9	1.104	0.205	0.787	0.079	6月の低密度から の生長(n=1)
						0.425	0.056	7~8月の低密度 からの生長(n=1)
						0.562	0.125	9~10月の低密度 からの生長(n=1)
	ウキクサ 2)	2.8~4.6	0.3~0.5	0.240	0.059			
④浮葉植物	ヒシ 1),2),3)	1.2~4.0	0.1~0.7	0.363	0.100			
	アサザ 1),2),3)	3.0~3.9	0.3~0.4	0.500	0.100			
⑤沈水植物	オオカナダモ 2),5)	2.0~4.1	0.3~0.8	0.342	0.182			
	ホトケシザメ 3)	2.5~2.9	0.3~0.4					
	ハゴロモモ 5)	2.4~3.3	0.3~0.7					
⑥その他	シュロガヤツリ 6)	1.0	0.6	0.108	0.024			
	スイートピー 7)	4.8	0.6					
	ケナフ 8)			1.2	0.18			
	エリオプス・デージー 8)			1.7	0.5			
	デージー 7)	3.9	0.4					

※1 バイオマス乾体当たりの含有量は複数の文献等と山王川の実験データから最大値と最小値を採用した。

※2 抽水植物やシュロガヤツリには収穫可能な地上部のみ値が含まれている。

※3 その他の植物のデータは水耕栽培によるデータである。

※4 吸収速度の文献値は、複数の文献から整理した文献2)からの引用、また、山王川(実験値)は山王川の実験条件下で得られたデータである。

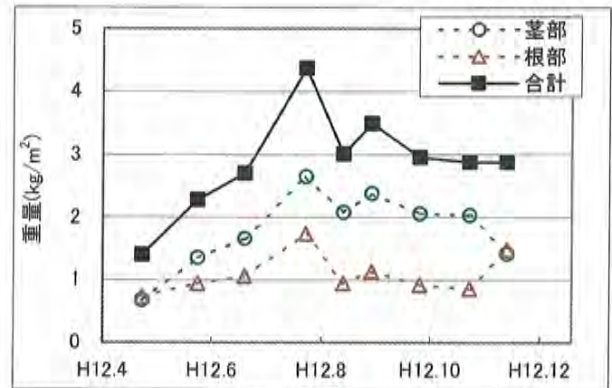
②単位面積当たりのバイオマス量

単位面積当たりのバイオマス量は、一般に最長期に大きく増加し、その後過繁茂による平衡状態、または枯死等による減少に転じる。

代表例として、山王川でのヨシの測定例を図Ⅱ-1-6に示す。

山王川でのヨシの結果では、単位面積当たりの乾重量は、4月から7月末まで直線的に増加し最大となり、その後徐々に枯死しだしバイオマス量は低下した。7月末の乾重量は茎部 2.6kg/m²、根部 1.8kg/m²、合計 4.4kg/m²であった。この調査時における単位面積当たりの茎の本数は120～150本/m²であった。

全国のヨシの単位面積当たりの乾重量の測定結果はいずれも地上部(茎部)のみで、鳥取県の休耕田⁹⁾(100～150本/m²)で6月末に最大 2.7kg/m²、霞ヶ浦の水草帯¹⁰⁾(23本/m²)で7月末に最大の 0.8kg/m²、琵琶湖岸のヨシ¹¹⁾(25～100本/m²)で7月末～8月に最大の 0.73kg/m²が得られており、条件によりかなり異なる。

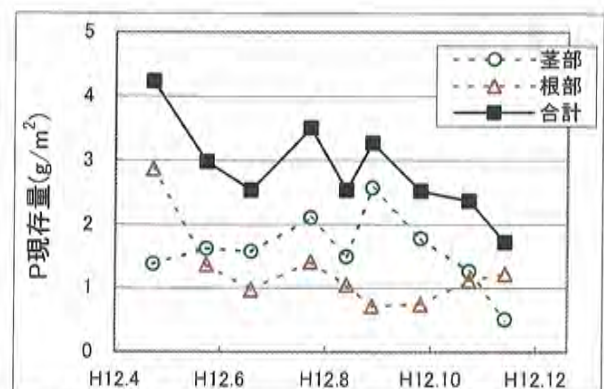
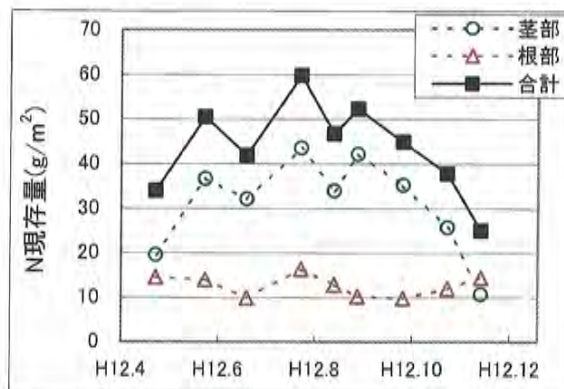


図Ⅱ-1-6 ヨシの単位面積当たりの乾重量

③単位面積当たりの栄養塩の現存量

単位面積当たりの栄養塩の現存量は、含有量に単位面積当たりのバイオマス量を掛けて計算できる。

代表例として、山王川でのヨシの測定例を図Ⅱ-1-7に示す。



図Ⅱ-1-7 ヨシの単位面積当たりのN,P現存量

山王川の測定結果では、単位面積当たりのN現存量は根部では4月から11月まで10～15g/m²前後で一定である。また、茎部では4月から5月は増加し、その後10月まで30～40g/m²前後で一定である。合計では5月から9月まで50g/m²前後でその後減少する。

単位面積当たりのP現存量は、4月から5月は茎部では増加し、根部では減少する。そ

の後、秋には茎部では減少、根部では増加する。合計では5月から10月まで $3\text{g}/\text{m}^2$ 前後である。

山王川の実験と単位面積当たりの本数がほぼ等しい鳥取県の休耕田の調査⁹⁾では、地上部(茎部)のデータで、Nは6月以後ほぼ一定で $30\text{g}/\text{m}^2$ 程度、Pは6月以後低下傾向にあり $2\text{g}/\text{m}^2$ から11月には $1\text{g}/\text{m}^2$ に減少している。

山王川の実験に比べ単位面積当たりの本数が $1/5$ 程度の霞ヶ浦江戸崎水草帯の調査¹⁰⁾では、地上部(茎部)のデータで、Nは7月に最大の $12\text{g}/\text{m}^2$ 程度、Pは8月に最大の $0.5\text{g}/\text{m}^2$ である。

植物を収穫(除去)することによりN,Pの浄化を考える場合、単位面積当たりの現存量(刈り取りの場合は茎部)が最も高い時に収穫するのが最も浄化効率が高い。ただし、栄養塩を除去する効率を優先しこの時期にヨシ等の刈り取りを行った場合、根部が栄養塩不足になり翌年の生長に影響を及ぼすので注意が必要である。また、刈り取る場合は根ぐされを防ぐために、水面より30cm程度上を刈るようにすると良い¹¹⁾。

④単位面積当たりの栄養塩の吸収速度

単位面積当たりの栄養塩の吸収速度は、単位面積当たりの栄養塩の現存濃度の変化量を時間で割り算出できる。表II-1-2に、N,Pの吸収速度の文献値と山王川での実験値を示してあるが、含有量に生長速度も加味されるので植物による差が含有量に比べ更に大きい。文献値と山王川の実験値では、いずれの植物も文献値が大きい。これは山王川の実験が植物体を最大効率で除去することを目的としなかったためである。

一般に、植物を収穫(除去)することによりN,Pの浄化を考える場合、吸収速度の高い植物は収穫の頻度を増やすことで浄化量を上げることができ、ホテイアオイ等ではそのような方法がとられていることが多い¹²⁾。

⑤越冬形態

湿地法に用いられる多くの抽水植物は多年草で、冬の立ち枯れ後、翌春は根茎や地下茎から発芽する。冬の立ち枯れ後に柔らかい組織を持ったアヤメ等は腐敗するが、硬い組織をもつヨシ、イグサ、ガマ等は容易に腐敗しない¹³⁾。また、水耕法に用いられる広義の抽水植物であるオオフサモやクレソンは、関東では常緑でそのまま越冬可能である。一方、浮標植物法に用いられるホテイアオイやウキクサ等の浮標植物は冬季には枯死し腐敗するものが多く翌年は種子や殖芽から発芽する。これらの越冬形態は、直接的に維持管理や浄化効果に影響を与えるので対象地域での事前の情報収集が必要である。

⑥浄化対象水質や土壌への適応性

植物の選定に際しては、浄化対象水質や土壌への適応性も考慮する必要がある。一般に富栄養化の進んだ水系に出現(適応)する種はN,Pの含有量は高いとされ⁵⁾、通気組織を持つ抽水植物は有機汚濁のはげしい立地にも適応できるとされている³⁾。

⑦その他の留意事項

浄化以外に親水や景観等を目的とする場合は別の観点での選定が必要である。また、植

物は地域性等を考慮し、在来種を用いることを原則とする。

参考文献

- 1) 鈴木興道(1991): 河川生態系と水質浄化(その1), Hedoro, No.50, pp.31~39
- 2) 大槻忠(1993): 水生生物を用いた環境改善・創造-I 水生植物, Hedoro, No.58, pp.25~29
- 3) 桜井善雄(1988): 水辺の緑化による水質浄化, 公害と対策, Vol.24, No.9, pp.899~909
- 4) 村越勇・松本誠・副田行夫・斉藤和季・立本英機(1987): 水生植物オオフサモによる水質浄化に関する研究 第2報印旛沼および手賀沼におけるオオフサモの成長, Vol.13, pp.39~42
- 5) 沖陽子(1990): 水生雑草雑話, 水, Vol.32, No.15, pp.26~34
- 6) 桑野直迪(1995): 河川、湖沼の水質改善と美化に効果的な水上栽培技術の確立に関する研究(古賀ゴルフ・クラブにおける実規模水上栽培), 平成7年度河川整備基金助成事業調査・試験・研究報告書, pp.8~14
- 7) 津野洋・宗宮功・深尾忠司・神村正樹(1990): 花卉植物の水耕栽培による下水二次処理水からのりん及び窒素の除去に関する研究, 下水道協会誌, Vol.27, No.36, pp.53~60
- 8) 大阪大学 藤田研究室ホームページ「水質浄化に利用可能な植物データベース」(<http://5host02.env.eng.osaka-u.ac.jp/NewHome/indexdb.html>)
- 9) 細井由彦・城戸由能・三木理弘・角田政毅(1998): 刈り取りによる栄養塩除去を目的としたヨシの成長過程に関する現地観測, 土木学会論文集, No.594, VII-7, pp.45~55
- 10) 野原精一・土谷岳令・岩熊敏夫・高村典子・相崎守弘・大槻晃(1988): 霞ヶ浦江戸崎入水草帯における栄養塩類の挙動, 国立公害研究所研究報告, No.117, pp.125~139
- 11) 吉良竜夫(1991): ヨシの生態おぼえがき, 滋賀県琵琶湖研究所報, No.9, pp.29~37
- 12) 青山勲(1982): 水生植物と水処理, 水, No.24, 夏季増刊号, pp.59~61
- 13) Sherwood C.Reed・Ronald W.Crites・E.Joe Middlebrooks(1995), 石崎勝義・楠田哲也監訳, (財)ダム水源地環境整備センター企画: 自然システムを利用した水質浄化

2. 植生浄化の浄化機構と特性

2-1 浄化機構の内容

植生浄化の浄化機構を分類すると、沈殿(ろ過を含む)の効果、土壌の効果(脱窒・吸着・分解等)、植生(吸収を含む)の効果に大別される。また、負の効果としては土壌や植物からの系への回帰が考えられる。

(1) 沈殿(ろ過を含む)の効果

各植生浄化方式の浄化効果としては、懸濁成分の沈殿によるものが挙げられ、懸濁成分の多い流入原水の場合には主要な浄化機構となる。また、沈殿効果と分離できないが、植物の根茎等によるろ過効果が見られる。

(2) 土壌の効果(脱窒・吸着・分解等)

殆どどの植生浄化方式の基材として用いられる土壌には、窒素の脱窒効果と、リンの吸着効果がある。これらは、溶解成分の多い流入原水の場合には重要な浄化機構である。

(3) 植物の効果

植生浄化において植物の浄化に対する作用は、植物体による栄養塩の吸収の他に、植物の存在による接触沈殿効果やろ過効果、及び付着した微生物の生物反応によるものがある。

(4) 負の効果(土壌・植物からの回帰)

植生浄化施設では、稼動初期の土壌、嫌気化した底泥、腐敗した植物、内部生産物の流出等による系への回帰があり、全体としての浄化効果はこれら負の効果を差し引いた効果である。

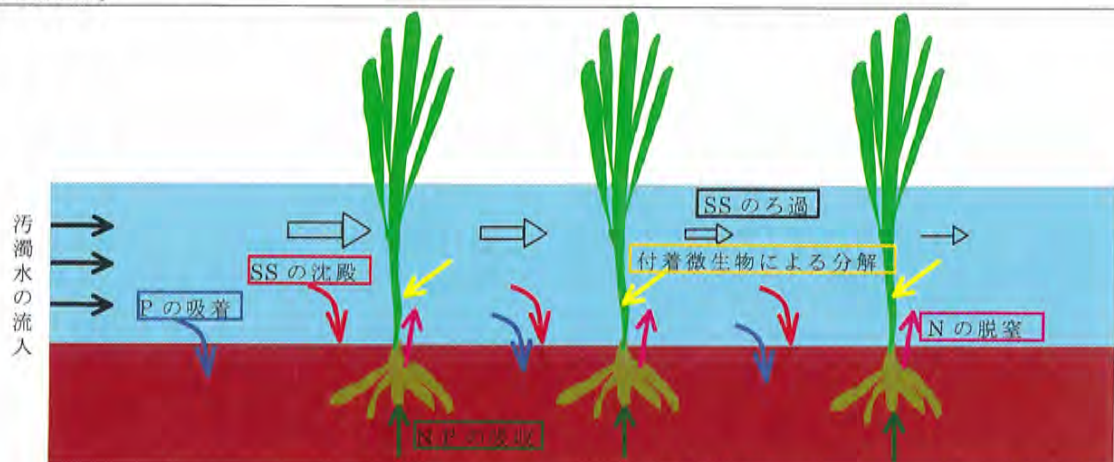
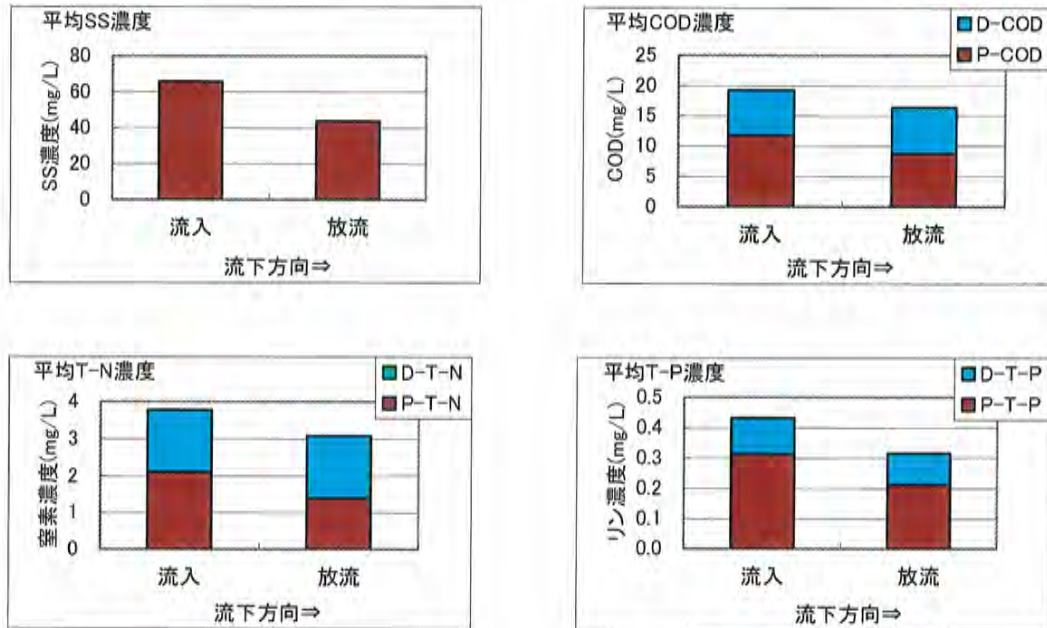


図 II-2-1 浄化機構の概念図

〔解説〕

(1) 沈殿の効果(ろ過を含む)

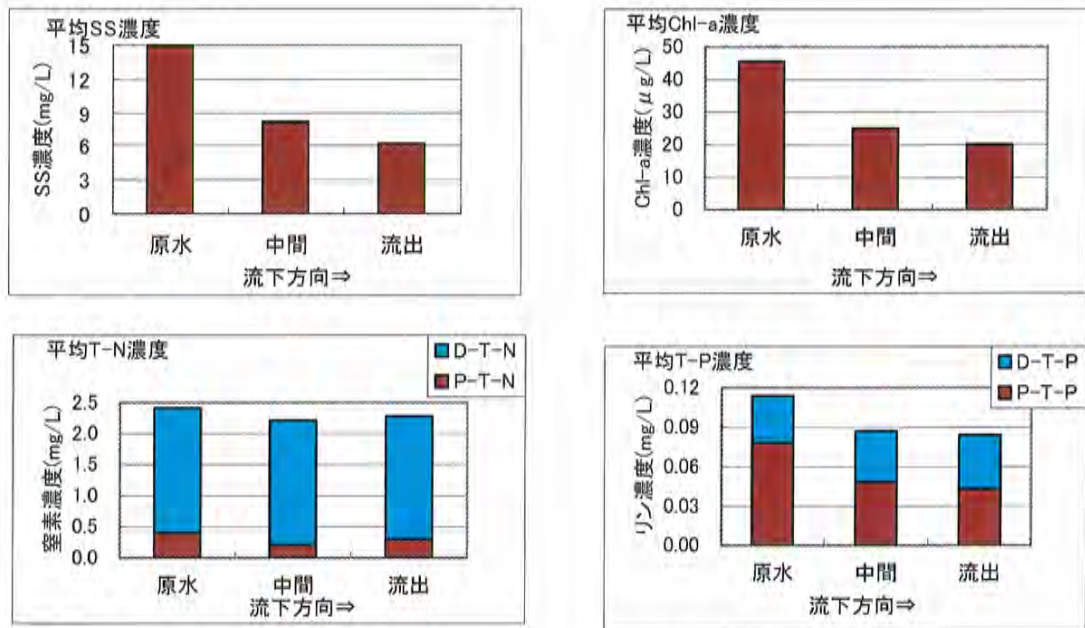
図Ⅱ-2-2にヨシ等を用いた湿地法の表面流れビオトープ方式に分類される、手賀沼ビオトープ(事例No. 10)の流下方向のSS及びCOD、T-N、T-Pの比較を示す。



図Ⅱ-2-2 手賀沼ビオトープの流下方向の水質

手賀沼ビオトープは水面積負荷 $0.28\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 、最大水深2.5mの施設で、手賀沼から取水し浄化しているが、SSが高く、汚濁成分の50%以上が懸濁成分である。放流水の溶解成分は殆んど減少しないが、懸濁成分が減少し浄化されている。浄化機構は大部分が沈殿による施設である。

図Ⅱ-2-3にクレソン等を用いた水耕法の直接植栽方式に分類される、土浦バイオパーク(事例No.8)の流下方向のSS及びクロロフィルa(Chl-a)、T-N、T-Pの比較を示す。



図Ⅱ-2-3 土浦バイオパークの流下方向の水質変化

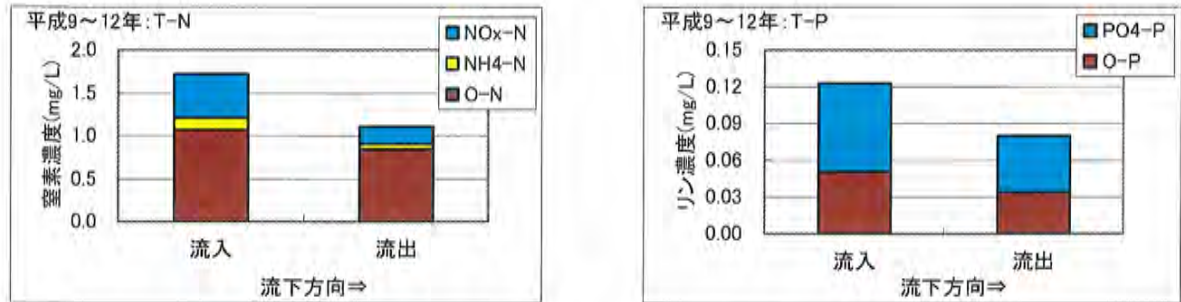
土浦バイオパークは水面積負荷 $2.21\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 、水深5~10cm、滞留時間0.8時間の施設で、霞ヶ浦から取水し浄化しているが、T-Pの懸濁成分が高い流入水である。放流水では懸濁成分が50%前後除去され、その大部分は中間地点までで浄化される。ただし、溶解成分が主であるT-Nは殆んど浄化されない。浄化機構の主要な部分は水中に伸びたクレソンの根茎でのろ過によるものである。

山王川の実験でも、土壌や植生がないゴムシート張りの遮光したコントロール槽で、水面積負荷 $0.58\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 、水深10cm、滞留時間が4時間の実験条件で、SSが $12\text{mg}/\text{L}$ の河川水が自然沈降で60%以上除去され、これに伴い他の水質項目も10%前後除去された。また、いずれの植生槽でもコントロール槽以上のSSの除去率が得られ、植物による接触沈殿の効果も認められた。

以上の事例から、植生浄化において沈殿やろ過は重要な浄化機構といえる。また、これらの効果は季節による差は少ない。

(2) 土壌の効果(脱窒・吸着・分解等)

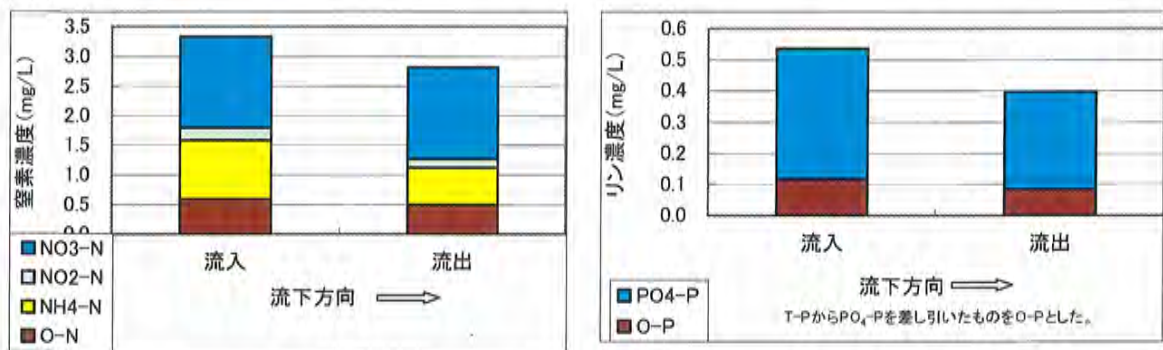
図Ⅱ-2-4にヨシを用いた湿地法の表面流れ方式に分類される、河北潟生態系活用水質浄化施設(事例No. 11)の流下方向のT-NとT-Pの水質変化を示す。



図Ⅱ-2-4 河北潟生態系活用水質浄化施設の流下方向の水質変化

河北潟生態系活用水質浄化施設は水面積負荷 $0.06\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 、水深 5cm 、滞留時間 18.5 時間の施設で、河北潟からの農業用水から取水し浄化(水質調査は4～12月)している。ここでは、T-NとT-Pの有機態成分(その殆んど懸濁成分と考えられる)はあまり浄化されないが、溶解成分が減少し浄化されている。これは、ヨシは直接に水から栄養塩を吸収することはないため、土壌の効果が主と考えられる。窒素については脱窒と考えられ、その脱窒速度は $0.025\text{g}/\text{m}^2/\text{日}$ である。また、リンについては土壌への吸着と考えられ、その吸着速度は $0.002\text{g}/\text{m}^2/\text{日}$ である。

山王川の実験でも、土壌のみで植栽しなかった休耕田槽における流入と流出水の水質成分比較で、土壌の脱窒や吸着が確認された。休耕田槽の流下方向のT-NとT-Pの水質変化を図Ⅱ-2-5に示す。



図Ⅱ-2-5 山王川の実験における休耕田槽の流下方向の水質変化

実験条件は水面積負荷 $0.58\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 、水深 10cm 、滞留時間が 4 時間で、平成9,10年度のデータである。T-Nの溶解成分の減少を脱窒と考えると脱窒速度は $0.248\text{g}/\text{m}^2/\text{日}$ で流入原水に対して 13% に相当する。この脱窒速度は文献¹⁾で示されている水田での事例の最大値の $0.236\text{g}/\text{m}^2/\text{日}$ にほぼ等しい。また、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の減少を土壌への吸着と考えると吸着速度は $0.062\text{g}/\text{m}^2/\text{日}$ で流

入原水に対して20%に相当する。

特に、脱窒は季節により変動することが考えられるが、以上の事例では明確でなかった。

参考文献

- 1) 尾崎保夫(1998)：農業生態系の浄化機能を活用した農山村地域の水質改善，農業および園芸，Vol.73, No.1, pp.3～8

(3) 植物の効果

表Ⅱ-2-1に山王川の実験で得られた、植物毎の栄養塩の吸収速度（表Ⅱ-1-2においても示している値）を示す。また、効果の程度を比較するために、(2)で土壌の効果として算出された窒素の脱窒速度とリンの吸着速度を示す。

表Ⅱ-2-1 植物毎の栄養塩の吸収速度と土壌の効果(脱窒・吸着)の比較

		N	P	効果のある時期
脱窒、又は吸着速度		0.248	0.062	年間
吸 収 速 度	ヨシ	0.034～0.157	0.001～0.010	4～10月
	マコモ	0.056～0.141	0.004～0.013	4～10月
	オオフサモ	0.039～0.478	0.016～0.081	年間
	ホテイアオイ	0.425～0.787	0.056～0.125	6～10月

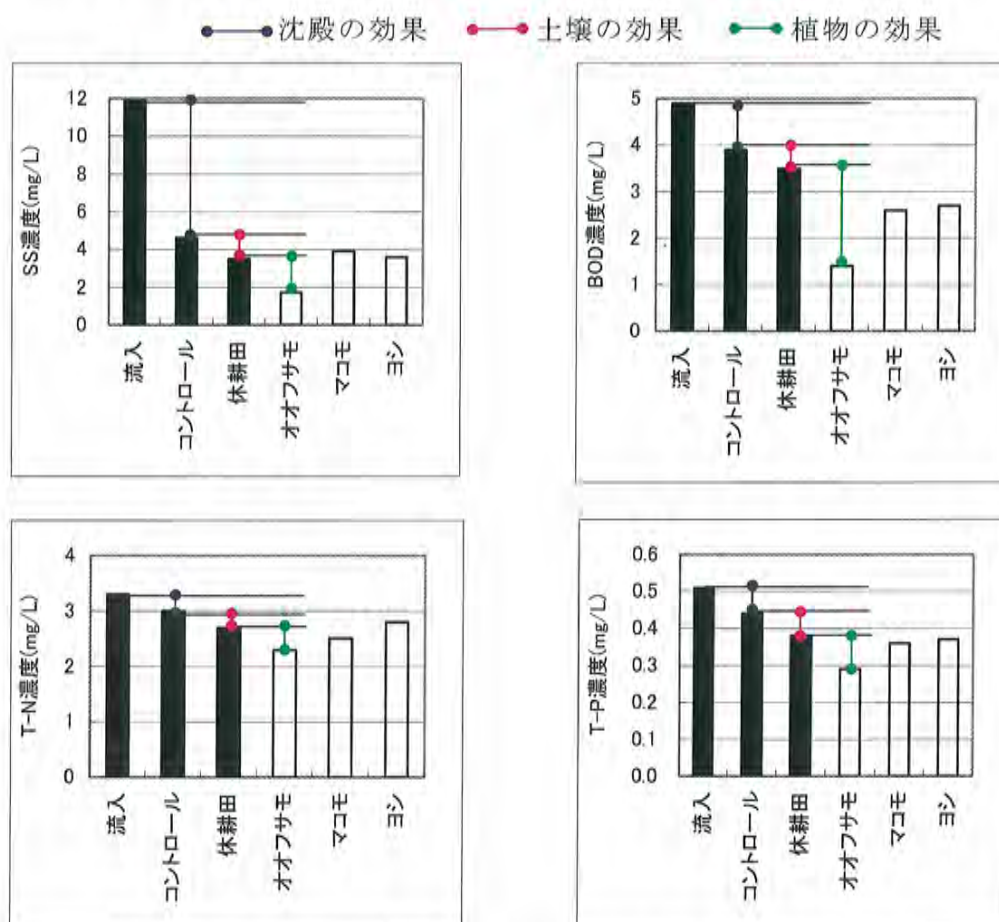
単位：g/m²/日

実験条件は、ヨシ、マコモ、オオフサモは、槽の面積が90m²（W3m×L30m）で水深10cm、ホテイアオイは槽の面積が45m²（W3m×L15m）で水深20cm、処理水量と滞留時間は全て同じ0.6L/s、及び4時間である。

植物は溶解成分の栄養塩を吸収し、その栄養塩を植物体内に保持、或いはその植物体を系（水槽）から取り除くことにより栄養塩は浄化されたことになる。これらの栄養塩の吸収速度は表に示すように、ヨシとマコモでは土壌における窒素の脱窒速度やリンの吸着速度より小さく、オオフサモで同等、ホテイアオイで大きい結果となっている。しかし、脱窒や吸着は年間を通した効果があるのに対し、植物の効果はオオフサモを除き効果のある時期は限られている。山王川の実験では、植物吸収による窒素及びリンの除去は、流入原水に対して年間平均でヨシとマコモが3%以下、オオフサモとホテイアオイが10%程度で、総じて土壌の脱窒や吸着効果より小さいものであった。

山王川の実験は、沈殿と土壌と植物の効果をそれぞれ把握するため、水深10cmの水を張っただけのコントロール槽（ゴムシート張り）と休耕田槽と植生槽を用いて実験し、純粋な植物の効果を算出するため、植生槽の効果から休耕田槽の効果を差し引いた。これらの関係を図Ⅱ-2-6に示す。各槽の処理水量は0.6L/sで滞留時間は4時間である。

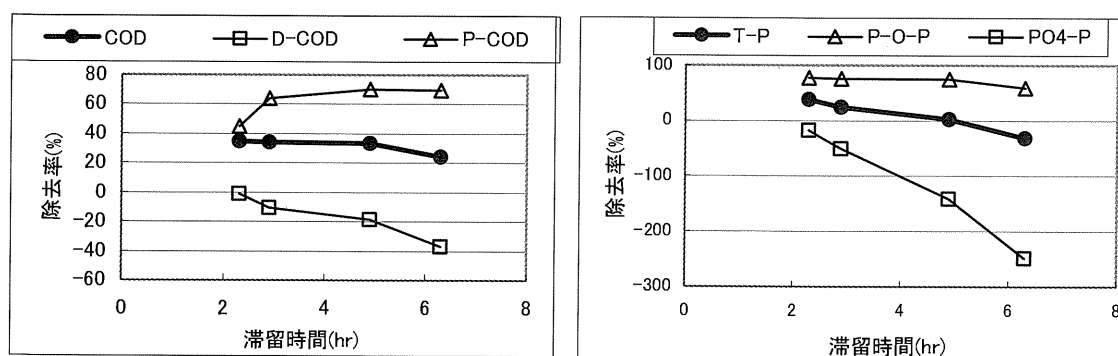
この結果、オオフサモにおいて窒素やリンの栄養塩が表Ⅱ-2-1に示した植物の吸収による以上の植物の効果が認められた。植物の吸収を差し引いた、植物の吸収以外の効果は、窒素で4%、リンで10%程度であった。これは、オオフサモの根茎による微細な懸濁成分のろ過効果や付着した微生物による生物反応によるものと考えられた。マコモとヨシについては、窒素とリンに対してこれらの効果は顕著に表れていない。ただし、BODに対してはいずれの植物でも、植物の存在による顕著な効果が見られた。



図Ⅱ-2-6 山王川の実験における、沈殿・土壌・植物の効果

(4) 負の効果 (土壌・植物からの回帰)

山王川の実験では、土壌のないコントロール槽と休耕田槽の比較から、土壌からのCOD成分の溶出がある事が推察され、休耕田に蓄積された難分解性の有機物が溶出したものと考えられた。同様な例として河北潟生態系活用水質浄化施設 (事例No. 11) が挙げられる。この施設は、レンコン畑に造成した流下距離1,000mのヨシを利用した施設で、通水初期からCODの除去率のみがマイナス10%程度で推移し、2年目以後はマイナスの程度が小さくなっている。文献では、図II-2-7に示すように、滞留時間が長いほどCODやT-Pの除去率が低下した、休耕田に自生したヨシ原を利用した城帰川の事例¹⁾や、流下距離1,500mの施設で流下に従い溶解性のCODやリンが増加した諏訪湖のヨシを利用した事例²⁾がある。また、休耕田からの浸透水は、植物体や土壌分解物でTOCが上昇する³⁾との報告も有り、休耕田などの土壌を使用した場合には、通水初期のCOD成分やリンが溶出する可能性がある。



図II-2-7 滞留時間とCOD及びT-P除去率の関係(城帰川)

長期間稼働し、汚泥が過剰に蓄積した施設では、土壌の嫌気化による PO_4 -Pの溶出が見られる。この場合には対策が必要であり、詳しくは4-2の底泥の維持管理で述べる。その他に系への回帰の原因になるものに、植物の腐敗や内部生産した微生物や植物プランクトンの流出がある。

参考文献

- 1) 川村實・樋口澄男・清水重徳 (1995) : アシ原による水質浄化, 長野県衛生公害研究所研究報告, No.18, pp. 32~37
- 2) 井上博貴・川滝千香・沖野外輝夫 (1994) : ヨシ群落による水質浄化実験, 日本陸水学会甲信越支部会報, No.20, pp. 43~44
- 3) 川西琢也・戸田任重・野村信博・田中高志・林良茂・小泉博・川島博之 (1998) : 湛水休耕田における炭素および窒素収支, 環境科学会誌, Vol.11, No.2, pp. 123~130

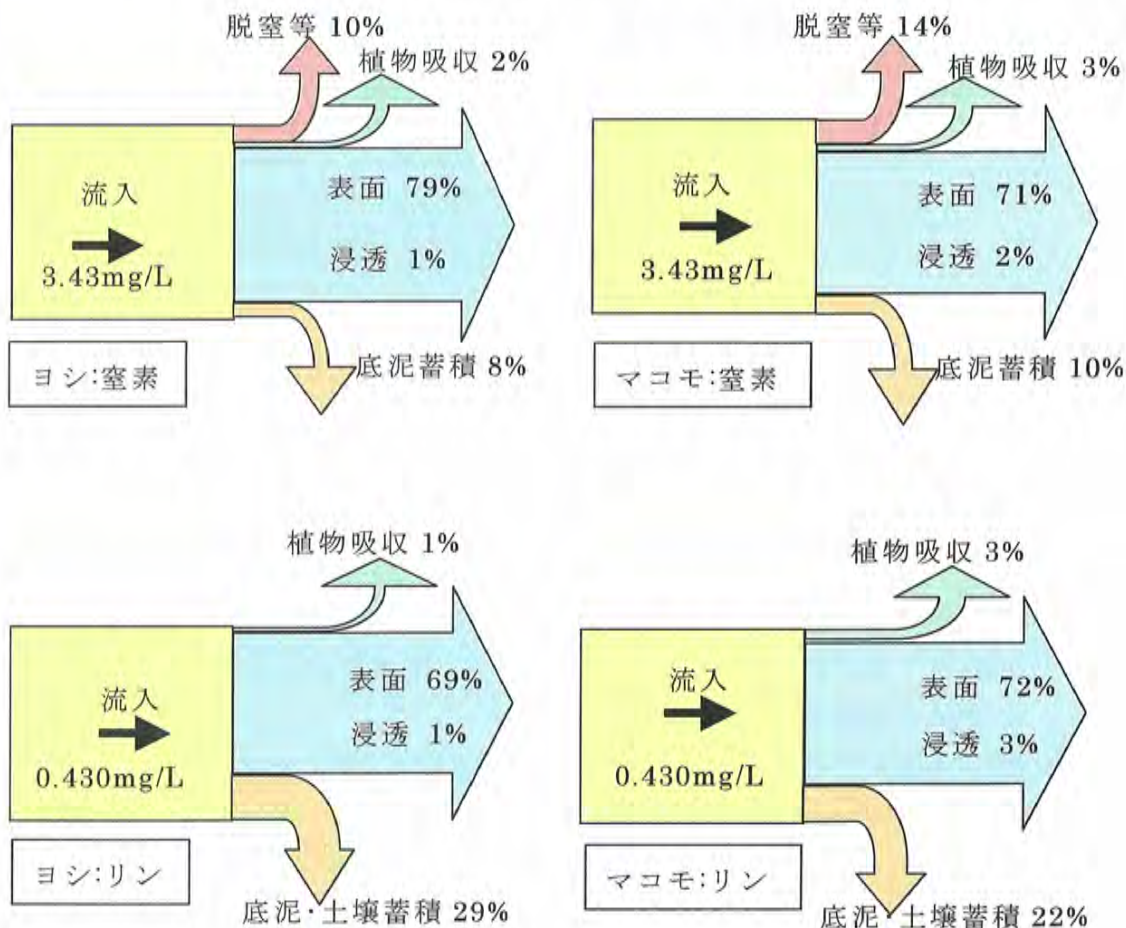
2-2 湿地法の表面流れ方式の浄化機構の特徴

湿地法の表面流れ方式の浄化機構は、植物の栄養塩の吸収による寄与は少なく、窒素では脱窒や底泥への蓄積が主であり、リンでは底泥(土壌)への蓄積が主である。また、植物に付着した微生物等による有機物の分解も主要な浄化機構である。

〔解説〕

山王川の実験における平成10年3月から11年3月までの1年間のヨシとマコモの栄養塩の負荷量収支を図Ⅱ-2-8に示す。計算方法は以下により、窒素の脱窒量等とリンの土壌蓄積量以外は実測値である。

$$\begin{aligned} \text{窒素除去負荷量} &= \text{流入負荷量} - \text{表面流出負荷量} - \text{浸透流出負荷量} \\ &= \text{植物吸収による除去} \cdot \text{増加量} + \text{底泥蓄積量} + \text{脱窒量等} \\ \text{リン除去負荷量} &= \text{流入負荷量} - \text{表面流出負荷量} - \text{浸透流出負荷量} \\ &= \text{植物吸収による除去} \cdot \text{増加量} + \text{底泥} \cdot \text{土壌蓄積量} \end{aligned}$$

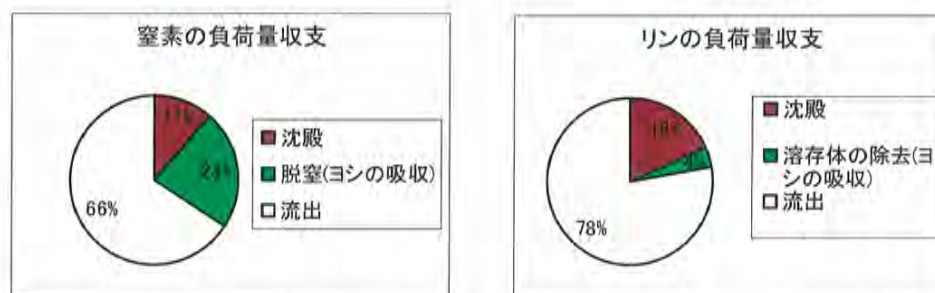


図Ⅱ-2-8 山王川の実験におけるヨシとマコモの栄養塩の負荷量収支

水面積負荷 0.58m³/m²/日
水深 10cm

ヨシとマコモでは同じような収支を示し、窒素は脱窒と底泥への蓄積が主な浄化機構で共に10%前後、リンは底泥及び土壌への蓄積が20~30%程度であった。また、植物吸収による部分は小さく1~3%であった。他に、BODの浄化機構は、植生のない休耕田槽との比較で、植物体に付着した微生物等による効果が大きく流入負荷の20%近いことが想定された。

図Ⅱ-2-9に昭和57年~61年の山王川における実験¹⁾で、48時間の連続水質調査から得られたヨシ槽の窒素とリンの負荷量収支の結果を示す。窒素は沈殿による部分が約10%、脱窒(ヨシの吸収を含む)による部分が約20%である。また、リンは沈殿と溶解成分の除去(ヨシの吸収を含む)による部分を合わせて約20%である。



図Ⅱ-2-9 山王川の実験(土木研究所による)における負荷量収支

他の文献では、ヨシ等の抽水植物については、懸濁成分は物理沈降、溶解性の有機物については生物分解で、窒素とリンの植物による吸収は少なく、窒素は生物学的硝化脱窒、リンは吸着や化学沈殿によるとされている²⁾。

山王川での2回の実験と、文献の浄化効果に関する記述はほぼ整合が取れた内容となっている。山王川での2回の実験は、いずれも表面流れ方式に分類されるものであるが、表面流れピオトープ方式でも同様な浄化機構と思われる。

参考文献

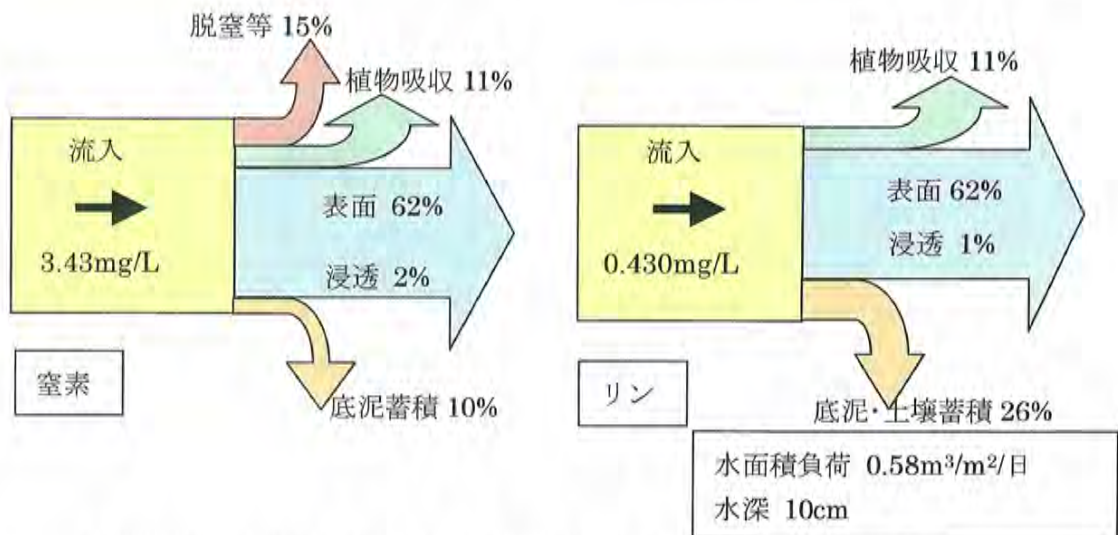
- 1) 中村栄一・森田弘昭(1987)：低湿地浄化に関する調査，土木研究所資料，第2480号
- 2) 細見正明(1994)：特集 湿地と干潟による浄化と保全 ヨシ人工湿地による水質浄化法，用水と廃水，Vol.36, No.1, pp.40~43

2-3 水耕法の直接植栽方式の浄化機構の特徴

水耕法の直接植栽方式の浄化機構は、窒素の脱窒や底泥への蓄積、リンの底泥(土壌)への蓄積に加え、植物の栄養塩の吸収による寄与が大きい。また、水中に密生した根茎によるろ過効果や、それに付着した微生物等による除去効果も大きい。

[解説]

山王川の実験における平成10年3月から11年3月までの1年間のオオブサモの栄養塩の負荷量収支を図Ⅱ-2-10に示す。計算方法は2-2と同様な方法である。



図Ⅱ-2-10 山王川の実験におけるオオブサモの栄養塩の負荷量収支

オオブサモではヨシやマコモと同じように、窒素は脱窒と底泥への蓄積、リンは底泥及び土壌への蓄積が大きな浄化機構であるが、それに加え、植物吸収による部分が約10%あった。また、水中に密生した根茎によるろ過効果や、それに付着した微生物等による効果が大きく、SSで流入負荷の20%近く、BODで流入負荷の40%以上がろ過や微生物によるものであった。

文献では、オオブサモの浄化機構は、水中の根に着生する微生物による分解と、水中からの栄養塩の吸収が主でクレソンも同様とされている¹⁾。山王川でのオオブサモによる実験は、水耕法の直接植栽方式に分類されるものであり、特殊基材方式では基材の特性により更に浄化機構を付加することが可能である。

参考文献

- 1) 桜井善雄(1998)：水辺の緑化による水質浄化，公害と対策，Vol.24，No.9，pp.899～909

2-4 植生浄化法その他の特性

植生浄化法には、直接的な浄化効果以外にも、浄化の環境を整える機能がある。その機能としては、風の減衰効果、遮光による植物プランクトンの発生抑制の効果、整流効果、付着性微生物の生息場所としての効果、また、ヨシやマコモの抽水植物については土壌への酸素の移送効果が挙げられる。

〔解説〕

ヨシ原の浄化の環境を整える機能として、既存の文献に以下が述べられている。

- ① 風を減衰させ、底泥の巻上げを抑制する。1)
- ② 日照を妨げ、植物プランクトンの発生を抑制する。1)
- ③ 水の流れを一様にする。1)
- ④ 付着性微生物の生息場所を提供する。1)
- ⑤ ヨシ等は土壌中に酸素を移送して土壌の嫌気状態を改善する。2)

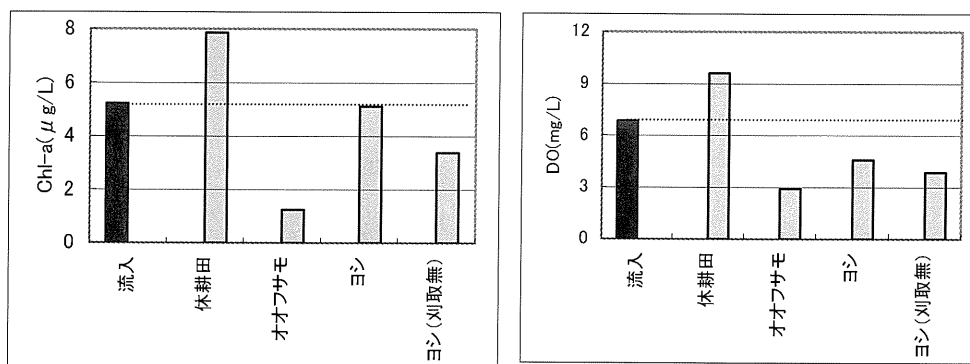
これらのうち①～④については、ヨシ原以外の浄化に用いられる植物全般について認められる。以下に、山王川の実験において確認された効果について示す。

<風の減衰効果>

植生槽は、休耕田槽に比べ流出水のSSが高い頻度が少なかった。これは、風の減衰効果も作用していると考えられた。

<遮光による植物プランクトンの発生抑制>

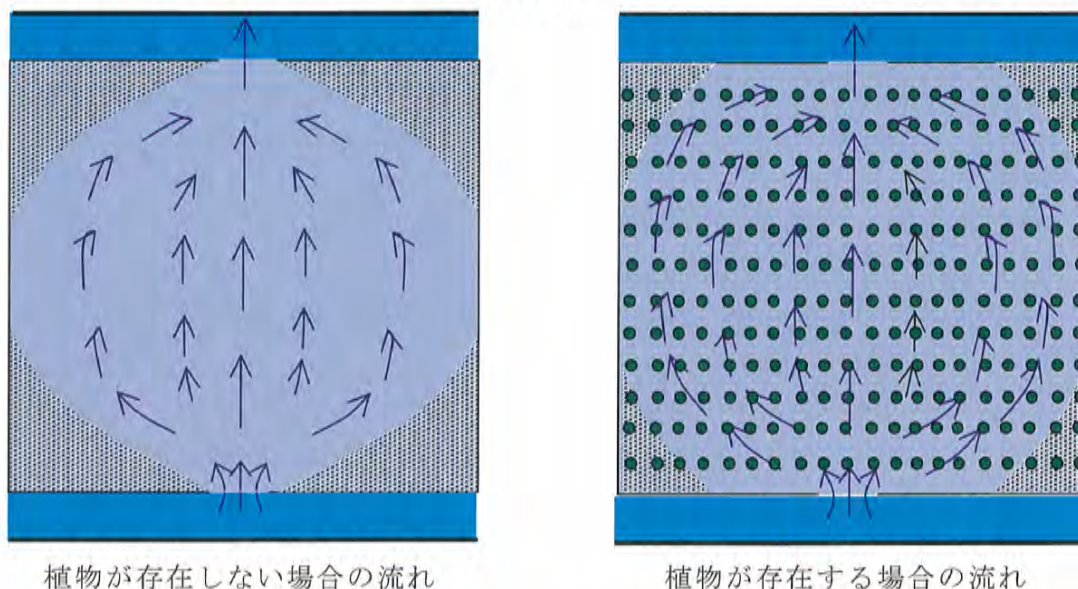
図Ⅱ-2-11に示すように、植生槽について植物プランクトンの光合成や浮草の発生を妨げる効果が見られた。その効果はヨシに比べオオフサモで顕著であった。ただし、オオフサモでクロロフィルaが大きく低減するのは過効果によるものである。また、ヨシは刈り取りをしない場合でも、冬季には植物の枯死倒伏のため遮光効果が低減し、DOが上昇することが山王川の実験や清明川の施設で確認された。



図Ⅱ-2-11 植生槽の遮光と植物プランクトンの抑制効果

<整流効果>

流下方向に細長い水路においては止水域を生じないが、図Ⅱ-2-12に示すように横幅が広い構造の場合には、槽の隅が止水域となる。しかし、植物が存在する場合には植物が存在しない場合に比べ、植物の存在による整流効果で止水域は小さくなる。



図Ⅱ-2-12 植物の有無による槽内の水の流れ

<付着性微生物の生息場所>

植生の根茎等に、付着性微生物が多く確認された。これらにより植物の吸収以外の脱窒や有機物の分解の効果が認められた。

<土壌への酸素の移送効果>

嫌気化し還元状態にある休耕田槽とヨシ槽、及びマコモ槽の干し上げで、休耕田槽に比べヨシ槽とマコモ槽の土壌の方が、酸化状態になるのが早かった。これは、ヨシやマコモの土壌への酸素の移送効果の影響と考えられた。

参考文献

- 1) 中村栄一・森田弘昭(1987)：低湿地浄化に関する調査，土木研究所資料，第2480号
- 2) 細見正明・吉ヶ江隆廣・樫内孝信・須藤隆一(1997)：浚渫ヘドロを用いたウェットランドシステムの開発に関する基礎的実験 人工ヨシ湿地の創出，用水と廃水，Vol. 39, No.7, pp. 580～586

3. 植生浄化施設の設計の考え方

3-1 湿地法の表面流れ方式の設計の考え方

湿地法の表面流れ方式の設計には、全国の施設の負荷速度と浄化速度の関係図を用いて、設計の参考とすることが可能である。

〔解説〕

(1) 滞留時間と水面積負荷

滞留時間とは、浄化施設に流入した水が流出するまでに要する時間である。計算上の滞留時間(水理的滞留時間：ここでは単に滞留時間という)に比べ実測した滞留時間(実滞留時間)は短くなることが多いが、設計には一般に計算上の滞留時間が用いられる。

水面積負荷とは、1日当たり単位面積当たり処理できる水量のことで、1日当たり処理できる水量を鉛直方向の処理水深で表したものと考えることもできる。

一般的に、植生浄化施設の浄化効果との関係で問題とされるのは滞留時間と水面積負荷で、浄化効果を示す指標としては除去率である。

$$\text{滞留時間(日)} = \frac{\text{槽容量(m}^3\text{)}}{\text{流入水量(m}^3\text{/日)}} = \frac{\text{水面積(m}^2\text{)} \times \text{平均水深(m)}}{\text{流入水量(m}^3\text{/日)}}$$

$$\text{水面積負荷(m}^3\text{/m}^2\text{日)} = \frac{\text{流入水量(m}^3\text{/日)}}{\text{水面積(m}^2\text{)}} = \frac{\text{平均水深(m)}}{\text{滞留時間(日)}}$$

$$\text{除去率(\%)} = \frac{\text{流入水質(g/m}^3\text{)} - \text{流出水質(g/m}^3\text{)}}{\text{流入水質(g/m}^3\text{)}} \times 100$$

全国の湿地法の表面流れ方式の 24 データ^{1)~8)}(稼動後 5 年以内が多い。また、BOD のみ 15 データ)を表 II-3-1~表 II-3-3 に示し、滞留時間と除去率の関係を図 II-3-1 に、水面積負荷と除去率の関係を図 II-3-2 に示す。

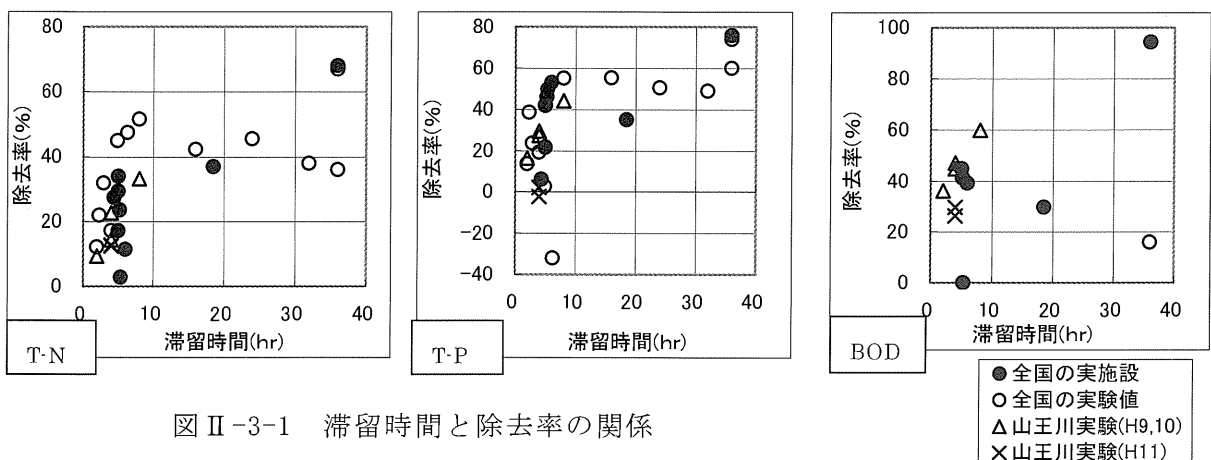


図 II-3-1 滞留時間と除去率の関係

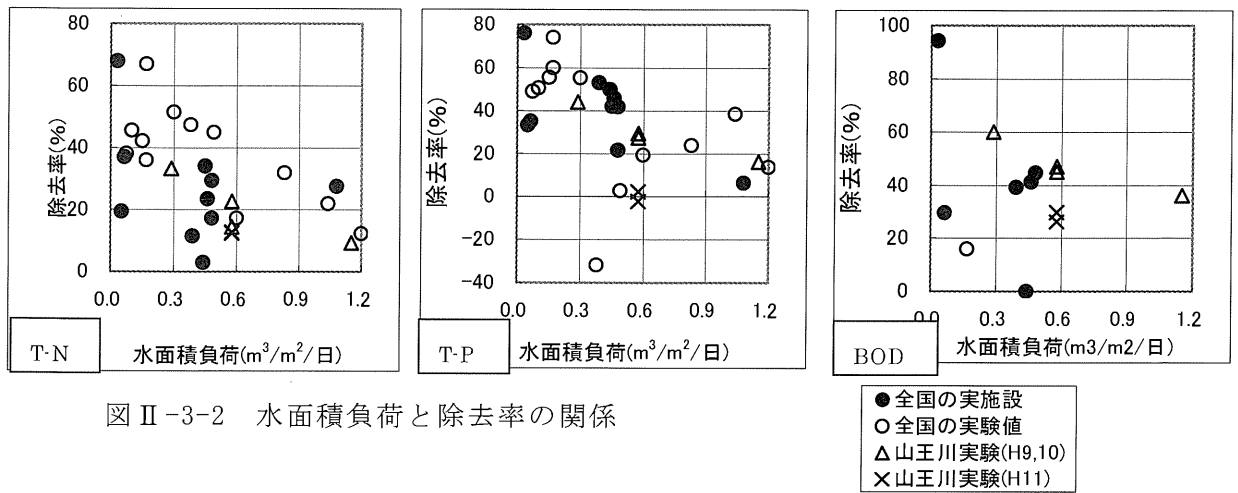


図 II-3-2 水面積負荷と除去率の関係

滞留時間と除去率は比例的な関係、水面積負荷と除去率は反比例的な関係は認められるが、2 オーダーの範囲の流入水質が混在することから除去率で表現するには無理がある。ただし、山王川の実験値（H9,10年：凡例△）については、同じ流入水での同水深での実験であり明確な比例、または反比例の関係が認められる。

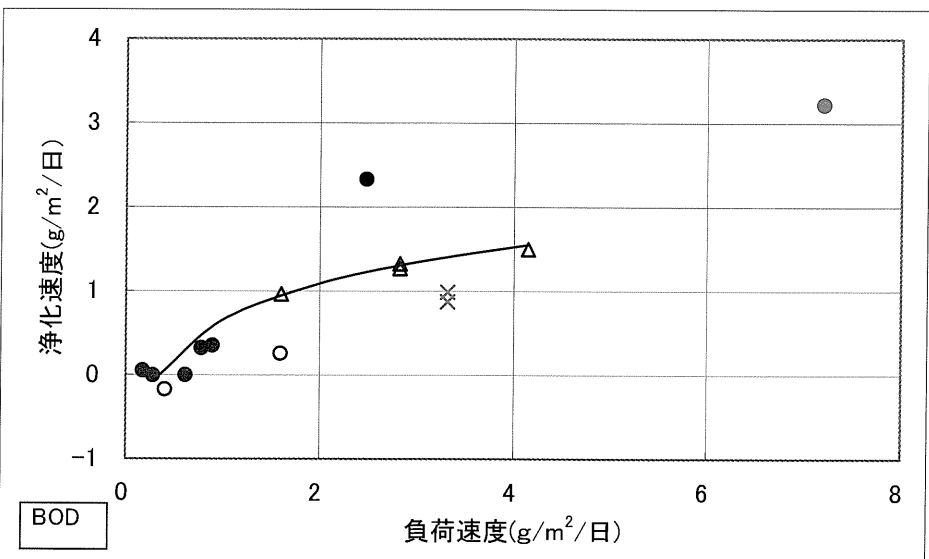
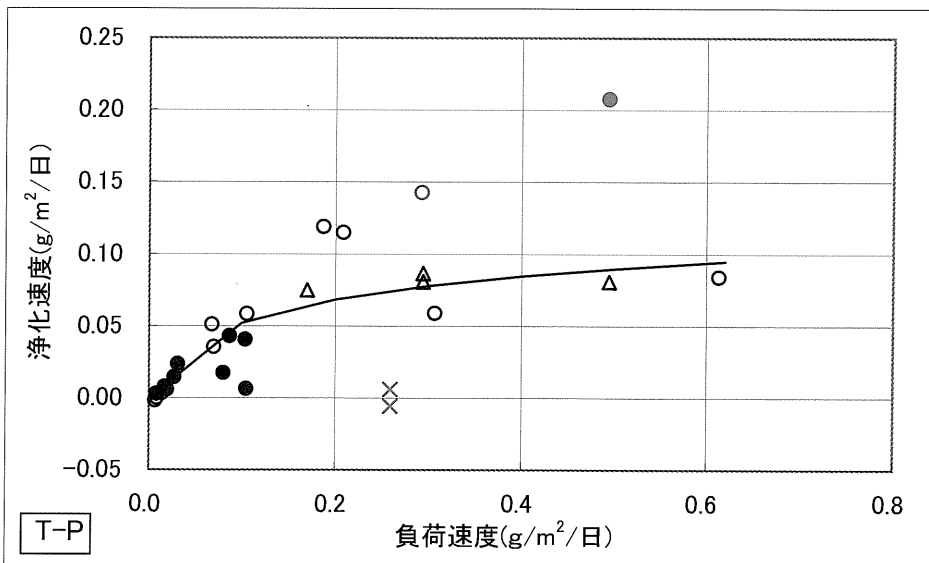
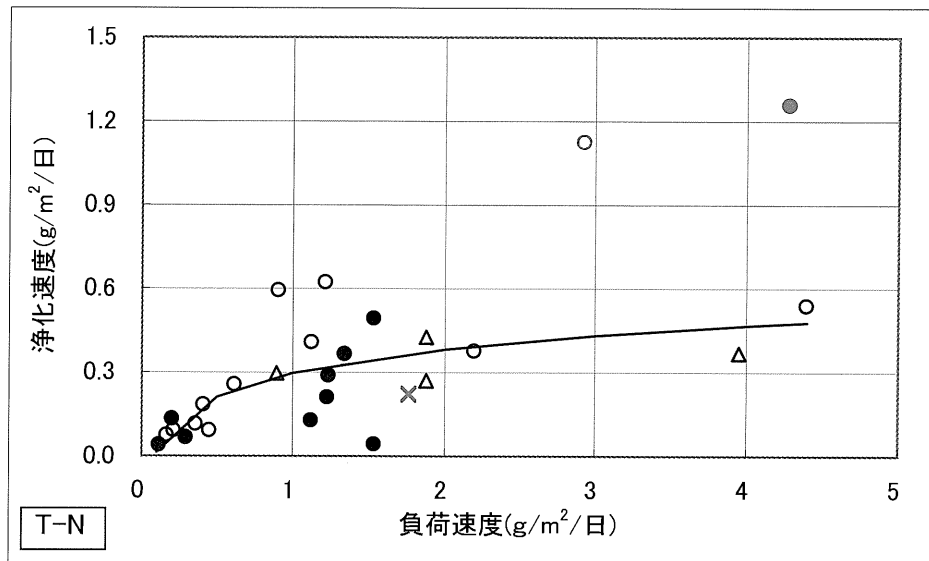
(2) 負荷速度と浄化速度

負荷速度とは1日当たり単位面積当たりの汚濁物質の負荷量を示し、面積負荷ともいう。浄化速度とは1日当たり単位面積当たりの汚濁物質の浄化量を示し、除去速度ともいう。

流入水の濃度範囲や流入水量によるばらつきを少なくしより定量的に判断するため、負荷速度と浄化速度について考える。

$$\begin{aligned}
 \text{負荷速度}(g/m^2/日) &= \text{水面積負荷}(m^3/m^2 \text{ 日}) \times \text{流入水質}(g/m^3) \\
 &= \frac{\text{流入水質}(g/m^3) \times \text{流入水量}(m^3/日)}{\text{水面積}(m^2)} = \frac{\text{流入負荷量}(g/日)}{\text{水面積}(m^2)} \\
 \text{浄化速度}(g/m^2/日) &= \text{水面積負荷}(m^3/m^2 \text{ 日}) \times (\text{流入水質}(g/m^3) - \text{流出水質}(g/m^3)) \\
 &= \frac{\text{浄化水質}(g/m^3) \times \text{流入水量}(m^3/日)}{\text{水面積}(m^2)} = \frac{\text{浄化負荷量}(g/日)}{\text{水面積}(m^2)}
 \end{aligned}$$

図 II-3-3 に負荷速度と浄化速度の関係を示す。



注) 赤のプロットは回帰式から除外したデータ

- 全国の実施設
- 全国の実験値
- △ 山王川実験(H9,10)
- × 山王川実験(H11)

図Ⅱ-3-3 負荷速度と浄化速度の関係

負荷速度と浄化速度は比較的明確な関係が見られ、回帰式で表現することができる。回帰式を算出するに当たり、次のデータは除外した。

- ・ 合併浄化槽の処理水（佐渡）を対象としたデータ
- ・ 生活排水の流入が非常に多いと思われる河川（井上川）のデータ
- ・ 浄化効果が低下した山王川の実験の3年目以後のデータ

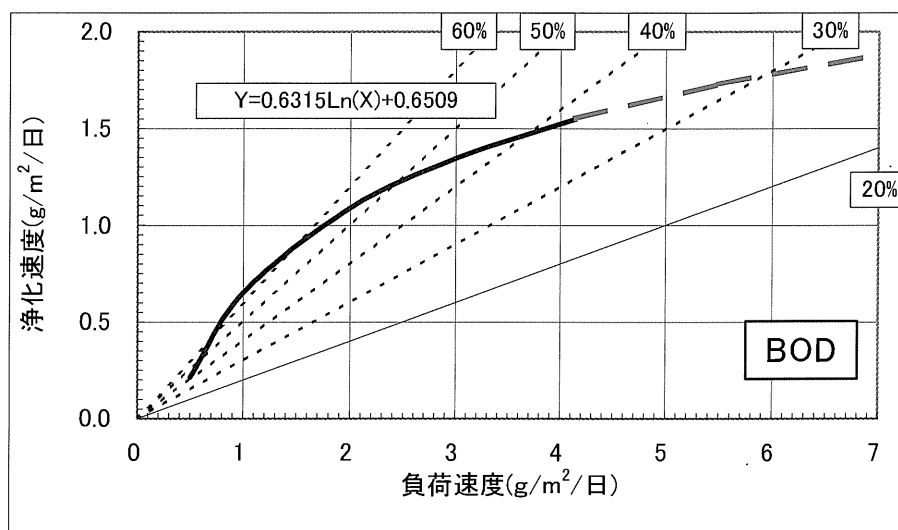
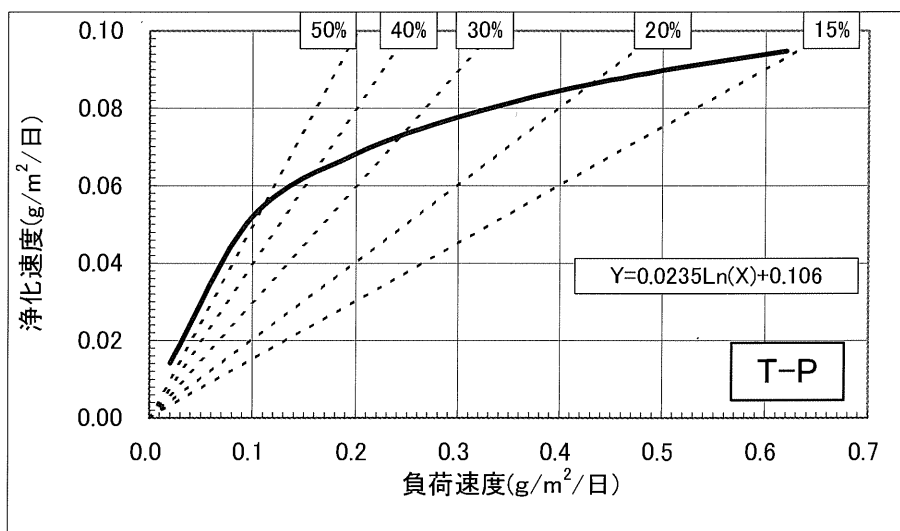
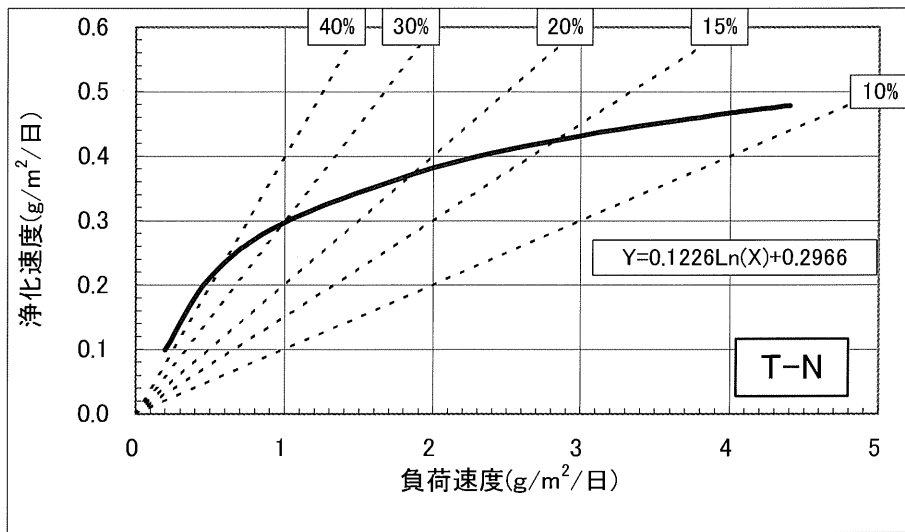
リンに比べ窒素の関係がばらついているのは浄化機構の違いによると考えられる。リンは沈殿や吸着により蓄積するのみであるのに対し、窒素は更に脱窒の要素が関係するためと考えられる。

文献⁹⁾では、種々の植物を用いた水質浄化実験の成果をまとめた結果、施設設計には面積負荷(負荷速度)が合理的との報告があるが、その負荷速度はT-Nで0.5～1g/m²/日、T-Pで0.05～0.15g/m²/日とされている。しかし、今回整理した負荷速度の範囲はそれより大きく取っているが、負荷速度の大きな領域では浄化速度に限界があり、除去率が小さくなることを示している。

ただし、ここで得られた関係は、殆んどが稼動後5年以内のデータであり、あくまでも最高率の浄化効果を得るための負荷速度と浄化速度の関係である。長期間の浄化効果を得るためには、適切な維持管理や別の観点からの検討も必要である。

図Ⅱ-3-4に、簡易な計算に用いることができる負荷速度と浄化速度の関係図を示す。

なお、BODは負荷速度1g/m²/日以下では除去率が低下する関係となるが、これは、流入水質濃度が低い場合、除去率が低下するいくつかの実データに基づいている。また、高い負荷速度の実績は4.15g/m²/日までであるが、今後の適用例が多いと思われる高負荷での適用を想定し負荷速度7g/m²/日まで外挿して表現した。



※BOD の負荷速度の実績は $4.15\text{g}/\text{m}^2/\text{日}$ までである。

図 II-3-4 負荷速度と浄化速度の関係図 (湿地法：表面流れ方式)

計算例

1) T-N が 2mg/L の流入水 0.05m³/s を 1.4mg/L とするのに必要な水面積はいくらか。

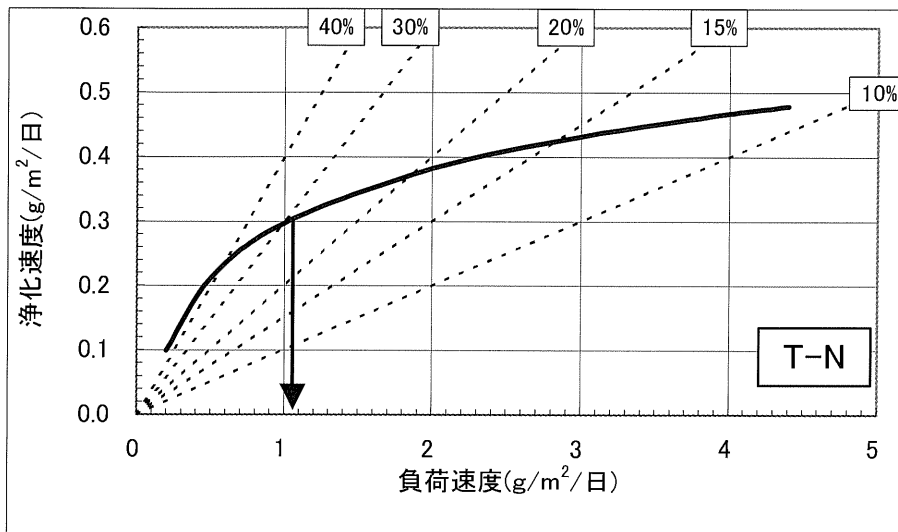
① 除去率 30% であるから、関係図より負荷速度 1.05(g/m²/日) を得る。

② 負荷速度(g/m²/日) = 流入水質(g/m³) × 流入水量(m³/s) × 86,400(s/日) ÷ 水面積(m²)

$$1.05(\text{g/m}^2/\text{日}) = 2(\text{g/m}^3) \times 0.05(\text{m}^3/\text{s}) \times 86,400(\text{s/日}) \div \text{水面積}(\text{m}^2)$$

よって、水面積は 8,200(m²) となる。

注) 複数の水質項目で必要な水面積を算出するときは、各々の項目の必要な水面積を算出し、最大の水面積を採用する必要がある。



2) T-P が 1mg/L の流入水 0.01m³/s を、水面積 2,000m² の施設で処理した場合の放流水質を計算する。

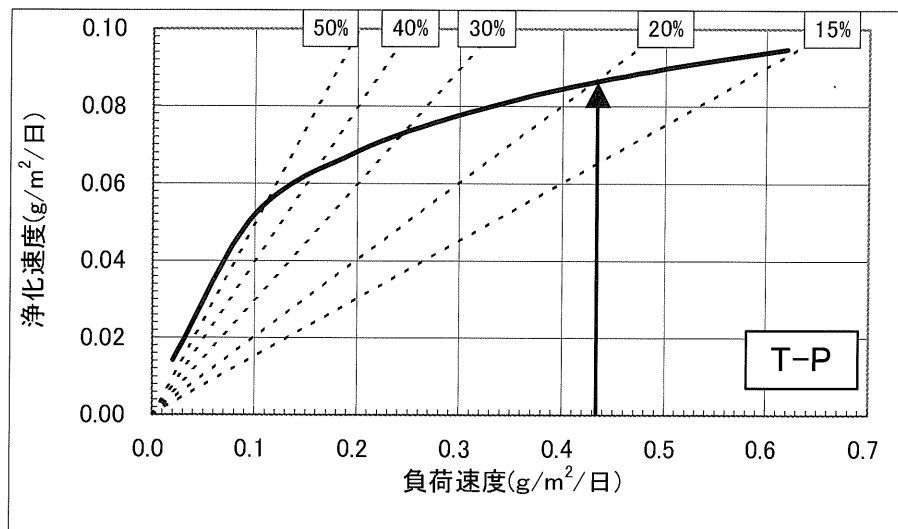
① 負荷速度(g/m²/日) = 流入水質(g/m³) × 流入水量(m³/s) × 86,400(s/日) ÷ 水面積(m²)

$$= 1(\text{g/m}^3) \times 0.01(\text{m}^3/\text{s}) \times 86,400(\text{s/日}) \div 2,000(\text{m}^2)$$

$$= 0.432(\text{g/m}^2/\text{日})$$

② 関係図より負荷速度 0.432(g/m²/日) の時の除去率 20% を読み取る。

③ よって、放流水質は = 1(mg/L) × (1 - 0.2) = 0.80(mg/L)



表Ⅱ-3-1 施設諸元と浄化効果の関係(T-N)

分類	No.	施設名等	植生名	浄化対象水	施設諸元等			浄化効果					データの条件		出典				
					処理水量 (m ³ /日)	施設面積 (m ²)	高さ距離 (m)	水深設計 値(cm)	滞留時間 設計値(hr)	水面積負荷 (m ² /m ² /日)	流入水質 (mg/L)	流出水質 (mg/L)	除去率(%)	減少濃度 (mg/L)		負荷速度 (g/m ² /日)	浄化速度 (g/m ² /日)	通水後の経 過年数	調査期間
実 施 設	①	実施設(八潮町)	ヨシ	生活雑排水	38.9	1224	-	-	36.0	0.032	6.20	2.00	4.20	0.198	0.134	12年	4年通年	45	1)
	②	実施設(水元公園)	ヨシ	大場川(生活排水)	43.2	828	90	25	115.0	0.052	5.60	4.30	1.30	0.291	0.068	不明	4月~12月	7	2)
	③	実施設(山王川)	マコモ、ヨシ	山王川(生活排水)	2500.0	5600	40	10	5.0	0.450	3.40	2.30	1.10	1.530	0.495	0	10月	4	8)
	④	清明川植生浄化施設	ヨシ	清明川(生活排水)	18144.0	38000	40	10	5.0	0.480	2.55	2.11	0.44	1.224	0.211	0	1.2.4年日通年	30	事例No.7
	⑤	ヨシ原浄化施設	ヨシ	渡良瀬貯水池	216000.0	200000	-	20	4.4	1.080	1.24	0.90	0.34	1.339	0.367	1年	4月~10月	19	事例No.9
	⑥	河北潟生態系活用浄化	ヨシ	河北潟	103.7	1600	1000	5	18.5	0.065	1.73	1.09	0.64	0.112	0.042	4年	4月~12月(2カ年)	47	事例No.11
	⑦	アシ原浄化池(チャラケ川):No.1	クサヨシ	チャラケ川	86.4	220	22	10	6.0	0.39	2.87	2.54	0.33	1.119	0.129	6年	5月~11月	9	事例No.1
	⑧	アシ原浄化池(チャラケ川):No.2	クサヨシ	チャラケ川	86.4	198	22	10	5.4	0.44	3.48	3.38	0.10	1.531	0.044	3年	5月~12月	4	事例No.1
	⑨	アシ原浄化池(柏木川)	ヨシ	柏木川	259.2	569	21	10	5.2	0.46	2.68	2.05	0.63	1.233	0.290	6年	5月~13月	10	事例No.2
	⑩	井上川浄化施設(さらし)	ヨシ	井上川	1296.0	2700	270	10	5.0	0.480	8.91	6.29	2.62	4.277	1.258	2	通年	5	事例No.13
実 験	⑩-1	フィールド実験(長野県)	ヨシ	城婦川(農地・山地)	156.5	150	100	10	2.3	1.040	0.43	0.34	0.09	0.447	0.094	1年	7月~11月	7	4)
	⑩-2	"	"	"	121.7	147	98	10	2.9	0.830	0.43	0.29	0.14	0.357	0.116	1年	7月~11月	7	4)
	⑩-3	"	"	"	156.5	320	213	10	4.9	0.490	0.43	0.24	0.19	0.211	0.093	1年	7月~11月	7	4)
	⑩-4	"	"	"	121.7	320	213	10	6.3	0.380	0.43	0.23	0.20	0.163	0.076	1年	7月~11月	7	4)
	⑩-1	フィールド実験(夏)(下水道事業団)	ヨシ	灌漑用水+肥料	60.0	360	120	30	36.0	0.170	6.60	4.20	2.40	1.122	0.408	0~1年	夏期	不明	5)
	⑩-2	フィールド実験(冬)(下水道事業団)	"	"	60.0	360	120	30	36.0	0.170	5.30	1.80	3.50	0.901	0.595	0~1年	冬期	不明	5)
	⑩-1	実験(土木研究所)	ヨシ	山王川(生活排水)	12.5	124	31	10	24.0	0.101	4.04	2.20	1.84	0.407	0.185	1年	7月~翌3月	20	6)
	⑩-2	"	"	"	9.4	62	31	10	16.0	0.152	4.04	2.34	1.70	0.613	0.258	1年	7月~翌3月	20	6)
	⑩-3	"	"	"	18.7	62	31	10	8.0	0.300	4.04	1.96	2.08	1.211	0.623	1年	7月~翌3月	20	6)
	⑩-4	"	"	"	37.4	62	31	10	4.0	0.599	3.66	3.03	0.63	2.194	0.378	0	6月~翌3月	25	6)
⑩-5	"	"	"	149.8	124	31	10	2.0	1.200	3.66	3.21	0.45	4.392	0.540	0	6月~翌3月	25	6)	
⑩	実験(佐渡)	ヨシ、他	合併浄化槽処理水	15.0	200	39	5	32.0	0.075	39.00	24.00	15.00	2.925	1.125	0	8月~翌6月	40	7)	
現	⑩-1	現在の実験(H9,H10年度)	ヨシ	山王川(生活排水)	25.9	90	30	10	8.0	0.288	3.10	2.07	1.03	0.893	0.297	0.5年	1年通年	15	事例No.16
⑩-2	"	"	"	51.8	90	30	10	4.0	0.576	3.26	2.79	0.47	1.878	0.271	0.5年	2年通年	29	事例No.16	
⑩-3	"	"	"	103.7	90	30	10	2.0	1.152	3.43	3.11	0.32	3.951	0.369	1.5年	1年通年	14	事例No.16	
⑩-4	"	マコモ	"	51.8	90	30	10	4.0	0.576	3.26	2.52	0.74	1.878	0.426	0.5年	2年通年	29	事例No.16	
⑩-5	現在の実験(H11年度)	ヨシ	"	51.8	90	30	10	4.0	0.576	3.06	2.68	0.38	1.763	0.219	2.5年	1年通年	16	事例No.16	
⑩-6	"	マコモ	"	51.8	90	30	10	4.0	0.576	3.06	2.67	0.39	1.763	0.225	2.5年	1年通年	16	事例No.16	

表Ⅱ-3-2 施設諸元と浄化効果の関係(T-P)

分類	No.	施設名等	植生名	浄化対象水	施設諸元等				浄化効果				データの条件			出典				
					処理水量 (m ³ /日)	施設面積 (m ²)	流下距離 (m)	水深設計 値(cm)	滞留時間:水面積負荷 設計値(hr)	流出水量 (mg/L)	除去率(%)	減少濃度 (mg/L)	負荷濃度 (g/m ² /日)	浄化速度 (g/m ² /日)	通水後の経 過年数		調査期間	データ数		
実 施 設	①	実施設(八綱町)	ヨシ	生活雑排水	38.9	1224	-	-	36.0	0.032	0.97	0.23	76.0	0.74	0.031	0.024	12年	4年通年	45	1)
	②	実施設(水元公園)	ヨシ	大場川(生活排水)	43.2	828	90	25	115.0	0.052	0.37	0.26	33.3	0.11	0.019	0.006	不明	4月~12月	7	2)
	③	実施設(山王川)	マコモ,ヨシ	山王川(生活排水)	2500.0	5600	40	10	5.0	0.450	0.23	0.14	42.0	0.09	0.104	0.041	0	10月	4	8)
	④	清明川植生浄化施設	ヨシ	清明川(生活排水)	18144.0	38000	40	10	5.0	0.480	0.17	0.13	21.6	0.04	0.080	0.017	0	1,2,4年目通年	30	事例No.7
	⑤	ヨシ原浄化施設	ヨシ	渡良瀬貯水池	216000.0	200000	-	20	4.4	1.080	0.10	0.09	6.2	0.01	0.105	0.006	1年	4月~10月	19	事例No.9
	⑥	河北潟生態系活用浄化	ヨシ	河北潟	103.7	1600	1000	5	18.5	0.065	0.12	0.08	35.0	0.04	0.008	0.003	4年	4月~12月(2ヶ年)	47	事例No.11
	⑦	アシ原浄化池(チャランケ川):No.1	クサヨシ	チャランケ川	86.4	220	22	10	6.0	0.39	0.07	0.03	52.9	0.04	0.027	0.014	6年	5月~11月	9	事例No.1
	⑧	アシ原浄化池(チャランケ川):No.2	クサヨシ	チャランケ川	86.4	198	22	10	5.4	0.44	0.20	0.10	49.7	0.10	0.087	0.043	3年	5月~12月	4	事例No.1
	⑨	アシ原浄化池(柏木川)	ヨシ	柏木川	259.2	569	21	10	5.2	0.46	0.04	0.02	45.9	0.02	0.017	0.008	6年	5月~13月	10	事例No.2
	⑩	井上川浄化施設(ぎらり)	ヨシ	井上川	1296.0	2700	270	10	5.0	0.480	1.03	0.60	41.9	0.43	0.495	0.207	2	通年	5	事例No.13
実 験 設	⑩-1	フィールド実験(長野県)	ヨシ	城帰川(農地・山地)	156.5	150	100	10	2.3	1.040	0.02	0.01	38.4	0.01	0.018	0.007	1年	7月~11月	7	4)
	⑩-2	"	"	"	121.7	147	98	10	2.9	0.830	0.02	0.01	23.7	0.00	0.014	0.003	1年	7月~11月	7	4)
	⑩-3	"	"	"	156.5	320	213	10	4.9	0.490	0.02	0.02	2.6	0.00	0.008	0.000	1年	7月~11月	7	4)
	⑩-4	"	"	"	121.7	320	213	10	6.3	0.380	0.02	0.02	-32.0	-0.01	0.006	-0.002	1年	7月~11月	7	4)
	⑩-1	フィールド実験(夏)(下水道事業団)	ヨシ	灌漑用水+肥料	60.0	360	120	30	36.0	0.170	1.10	0.40	60.0	0.70	0.187	0.119	0~1年	夏期	不明	5)
	⑩-2	フィールド実験(冬)(下水道事業団)	"	"	60.0	360	120	30	36.0	0.170	0.40	0.10	74.0	0.30	0.068	0.051	0~1年	冬期	不明	5)
	⑩-1	実験(土木研究所)	ヨシ	山王川(生活排水)	12.5	124	31	10	24.0	0.101	0.70	0.34	50.5	0.35	0.070	0.035	1年	7月~翌3月	20	6)
	⑩-2	"	"	"	9.4	62	31	10	16.0	0.152	0.70	0.31	55.4	0.39	0.105	0.058	1年	7月~翌3月	20	6)
	⑩-3	"	"	"	18.7	62	31	10	8.0	0.300	0.70	0.31	55.1	0.38	0.208	0.115	1年	7月~翌3月	20	6)
	⑩-4	"	"	"	37.4	62	31	10	4.0	0.599	0.51	0.41	19.2	0.10	0.306	0.059	0	6月~翌3月	25	6)
⑩-5	"	"	"	149.8	124	31	10	2.0	1.200	0.51	0.44	13.7	0.07	0.613	0.084	0	6月~翌3月	25	6)	
⑩	実験(佐渡)	ヨシ,他	合併浄化槽処理水	15.0	200	39	5	32.0	0.075	3.90	2.00	49.0	1.90	0.293	0.143	0	8月~翌6月	40	7)	
現	⑩-1	現在の実験(H9,H10年度)	ヨシ	山王川(生活排水)	25.9	90	30	10	8.0	0.288	0.59	0.33	44.1	0.26	0.170	0.075	0.5年	1年通年	15	事例No.16
⑩-2	"	"	"	51.8	90	30	10	4.0	0.576	0.51	0.37	27.5	0.14	0.294	0.081	0.5年	2年通年	29	事例No.16	
⑩-3	"	"	"	103.7	90	30	10	2.0	1.152	0.43	0.36	16.3	0.07	0.495	0.081	1.5年	1年通年	14	事例No.16	
⑩-4	"	"	"	51.8	90	30	10	4.0	0.576	0.51	0.36	29.4	0.15	0.294	0.086	0.5年	2年通年	29	事例No.16	
⑩-5	現在の実験(H11年度)	ヨシ	"	51.8	90	30	10	4.0	0.576	0.45	0.44	2.2	0.01	0.259	0.006	2.5年	1年通年	16	事例No.16	
⑩-6	"	"	"	51.8	90	30	10	4.0	0.576	0.45	0.46	-2.2	-0.01	0.259	-0.006	2.5年	1年通年	16	事例No.16	

表Ⅱ-3-3 施設諸元と浄化効果の関係(BOD)

分類	No.	施設名等	植生名	浄化対象水	施設諸元等				浄化効果						データの条件		出典				
					処理水量 (m ³ /日)	施設面積 (m ²)	流下距離 (m)	水深設計 値(cm)	滞留時間: 設計値(hr)	水面積負荷 (m ³ /m ² /日)	流入水質 (mg/L)	流出水質 (mg/L)	除去率(%)	減少濃度 (mg/L)	負荷速度 (g/m ² /日)	浄化速度 (g/m ² /日)		通水後の経 過年数	調査期間	データ数	
実 施	①	実施設(八綱町)	ヨシ	生活雑排水	38.9	1224	—	—	36.0	0.032	77.30	4.40	94.3	72.90	2.474	2.333	12年	4年通年	45	1)	
	②	実施設(水元公園)	ヨシ	大場川(生活排水)	43.2	828	90	25	115.0	0.052	5.40	5.50	-1.8	-0.10	0.281	-0.005	不明	4月~12月	7	2)	
	⑥	河北潟生態系活用 waters 浄化	ヨシ	河北潟	103.7	1600	1000	5	18.5	0.065	2.70	1.90	29.6	0.80	0.176	0.052	4年	4月~12月(2か年)	47	事例No.11	
	⑦	アシ原浄化池(チャランケ川):No.1	クサヨシ	チャランケ川	86.4	220	22	10	6.0	0.39	2.30	1.40	39.1	0.90	0.897	0.351	6年	5月~11月	9	事例No.1	
	⑧	アシ原浄化池(チャランケ川):No.2	クサヨシ	チャランケ川	86.4	198	22	10	5.4	0.44	1.40	1.40	0.0	0.00	0.616	0.000	3年	5月~12月	4	事例No.1	
	⑨	アシ原浄化池(柏木川)	ヨシ	柏木川	259.2	569	21	10	5.2	0.46	1.70	1.00	41.2	0.70	0.782	0.322	6年	5月~13月	10	事例No.2	
	⑩	井上川浄化施設(きらり)	ヨシ	井上川	1296.0	2700	270	10	5.0	0.480	15.00	8.30	44.7	6.70	7.200	3.216	2	通年	21	事例No.13	
	現 験	⑫-1	フィールド実験(夏)(下水道事業団)	ヨシ	灌漑用水+肥料	60.0	360	120	30	36.0	0.170	9.40	7.90	16.0	1.50	1.598	0.255	0~1年	夏期	不明	5)
		⑫-2	フィールド実験(冬)(下水道事業団)	〃	〃	60.0	360	120	30	36.0	0.170	2.40	3.40	-41.7	-1.00	0.408	-0.170	0~1年	冬期	不明	5)
		⑬-1	現在の実験(H9,H10年度)	ヨシ	山王川(生活排水)	25.9	90	30	10	8.0	0.288	5.57	2.23	60.0	3.34	1.604	0.962	0.5年	1年通年	15	事例No.16
⑬-2		〃	〃	〃	51.8	90	30	10	4.0	0.576	4.90	2.70	44.9	2.20	2.822	1.267	0.5年	2年通年	29	事例No.16	
⑬-3		〃	〃	〃	103.7	90	30	10	2.0	1.152	3.60	2.30	36.1	1.30	4.147	1.498	1.5年	1年通年	14	事例No.16	
⑬-4		〃	マコモ	〃	51.8	90	30	10	4.0	0.576	4.90	2.60	46.9	2.30	2.822	1.325	0.5年	2年通年	29	事例No.16	
現 験	⑬-5	現在の実験(H11年度)	ヨシ	〃	51.8	90	30	10	4.0	0.576	5.76	4.05	29.7	1.71	3.318	0.985	2.5年	1年通年	16	事例No.16	
	⑬-6	〃	マコモ	〃	51.8	90	30	10	4.0	0.576	5.76	4.25	26.2	1.51	3.318	0.870	2.5年	1年通年	16	事例No.16	

参考文献

- 1) 細見正明 (1992) : ヨシ湿地による水質浄化, 水, Vol.34, No.12, pp.61~68
- 2) 田畑真佐子・加藤聡子・川村晶・鈴木潤三・鈴木静夫 (1996) : ヨシ植栽水路における河川水中の窒素・リンの除去効果, 水環境学会誌, Vol.19, No.4, pp.83~90
- 3) 竹倉新吉 (1991) : 霞ヶ浦の水質浄化対策, 河川, No.539, pp.37~44
- 4) 川村實・樋口澄男・清水重徳 (1995) : アシ原による水質浄化, 長野県衛生公害研究所研究報告, No.18, pp.32~37
- 5) 荒木弘一・香林仁司 (1986) : 植生酸化池での処理効果, 下水道研究発表会講演集, Vol.23, p.467~469
- 6) 中村栄一・森田弘昭 (1987) : 低湿地浄化に関する調査, 土木研究所資料, 第2480号
- 7) 北詰昌義・野口俊太郎・島多義彦・倉谷勝敏 (1998) : 人工湿地による水質浄化, 用水と廃水, Vol.40, No.10, pp.51~57
- 8) 河川環境管理財団(2000) : 植生浄化施設の現況と事例, 河川環境管理財団資料3号 (2001年7月の調査結果を追加)
- 9) 尾崎保夫・阿部薫 (1993), 植物を活用した資源循環型水質浄化技術の課題と展望, 用水と廃水, Vol.35, No.9, pp.5~17

(3) 設計に関する留意事項

施設の設計に際しては、水深や流下距離、施設の縦横比などを考慮する必要がある。また、実施設では汚泥によるトラブルが多く、設計における計画段階での留意が必要である。

[解説]

以下に設計に関する留意事項を示す。

- ① 水深は全国の表面流れ方式の事例では 10cm の施設が多く、最大で 30cm であった。文献では¹⁾、水深 10cm と 20cm の比較で 10cm の方が効果が高かったとあるが、今回の山王川の実験では単位面積当たりで評価するとほぼ同等であった。同じ水量を処理する場合には、水深を深く取った方が滞留時間を長くできるが、30cm 以下が適当と思われる。また、表面流れビオトープ方式の場合には最大水深を 1 m 以上の施設が多く、その場合には植生に覆われない開水面ができること、及び水深に見合った滞留時間を取らない限り懸濁成分の沈降が充分でないことなどから、図 II-3-4 の関係図は適用できない。
- ② 流下距離は、20m～1000m まで様々であるが、100m 以上の長い流下距離の施設では、流下に従い COD やリン成分が増える現象が見られた。山王川の実験は、滞留時間 4 時間で流下距離 30m を基本としたが、0～15m 地点までの堆積汚泥が多いことから、十分な流下距離であったと思われる。また、水深さえ確保すれば、滞留時間と実滞留時間に大きな隔たりがなく、流下距離が短いための偏流発生も認められなかった。地形上の制約もあるが、仕切り板等を設け迂回流方式にする等、必要以上に流下距離を長くする必要はない。
- ③ 施設の縦横比は、システム内の水流の様相と流体抵抗に強く影響するとされ²⁾、欧米では重要視されているが、施設規模が大きく異なるためにそのままの適用は難しい。横方向の距離で問題となるのは、流入地点との関係で止水域が発生し短絡することが問題と考えられ、横方向に広い場合には流入口を複数設けるなどの配慮が必要である。
- ④ 流入水に沈降成分が多い場合には、沈殿池を設けるか、あらかじめ泥を除去しやすいように導水部分の構造を工夫した方が良い。また、使用する土壌も浄化効果に大きく影響するため、事前の考慮が必要である。

参考文献

- 1) 中村栄一・森田弘昭 (1987) : 低湿地浄化に関する調査, 土木研究所資料, 第2480号
- 2) Sherwood C.Reed・Ronald W.Crites・E.Joe Middlebrooks(1995), 石崎勝義・楠田哲也監訳, (財)ダム水源地環境整備センター企画: 自然システムを利用した水質浄化

3-2 水耕法の直接植栽方式の設計の考え方

水耕法の直接植栽方式の設計に際しても、負荷速度と浄化速度の関係図を用いて、懸濁成分の組成が似た同様な流入水に対しては、設計の参考とすることが可能である。

〔解説〕

(1) 滞留時間と水面積負荷

水耕法の直接植栽方式に相当する、山王川のオオフサモを用いた実験について滞留時間と除去率の関係、及び水面積負荷と除去率の関係を図 II-3-5 に示す。ここに示した結果は、全て水深 10cm の実験結果である。

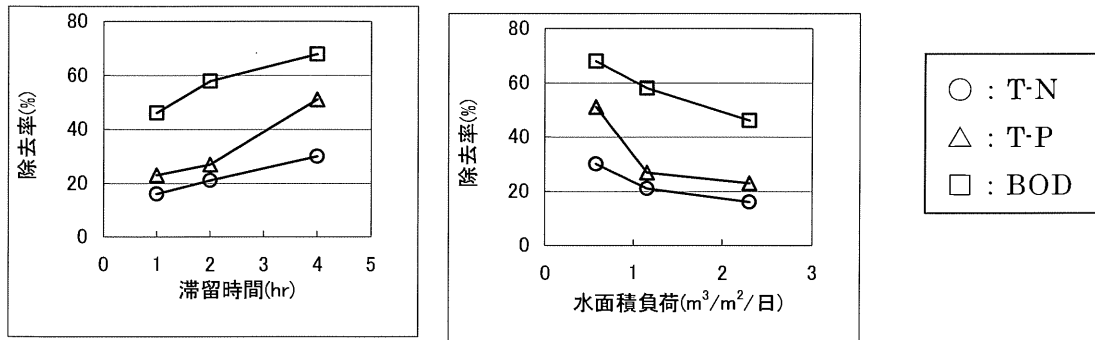


図 II-3-5 滞留時間、及び水面積負荷と除去率の関係(オオフサモ)

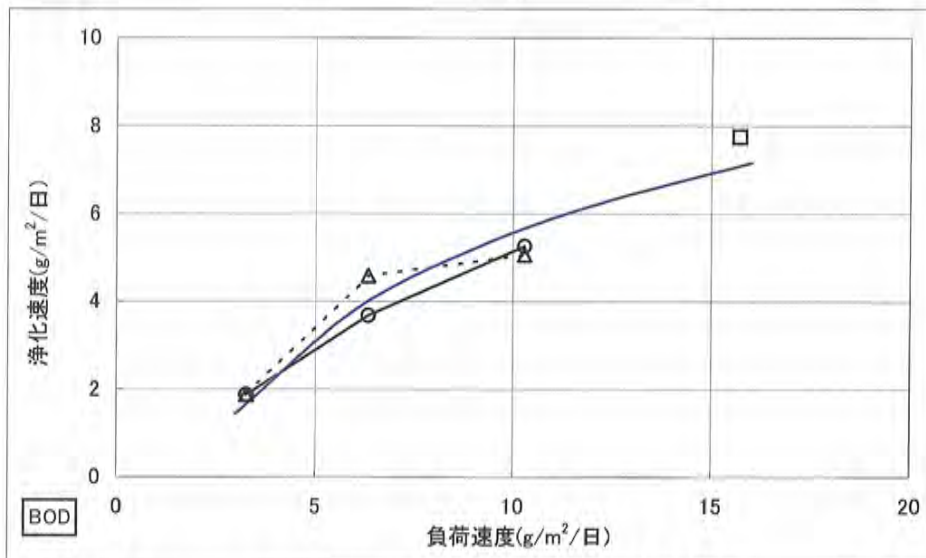
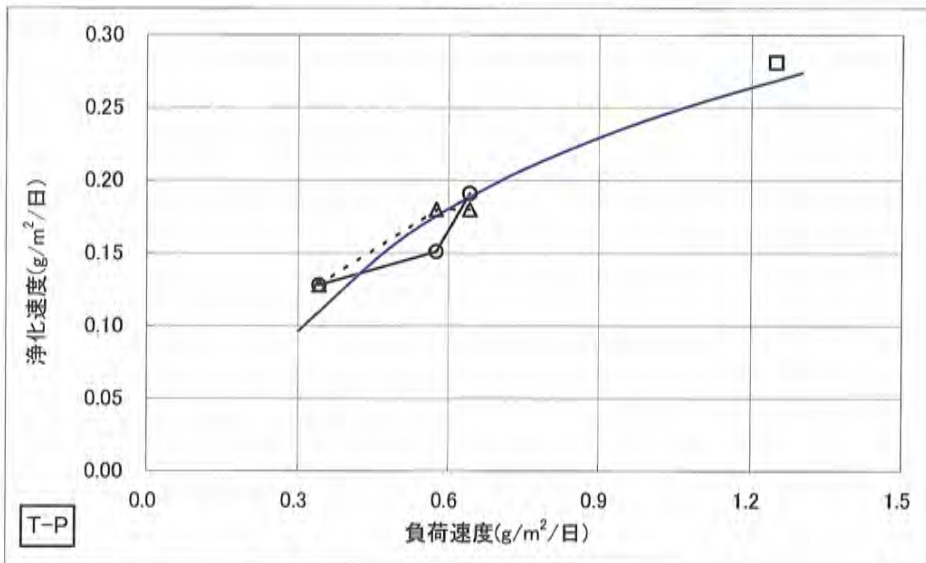
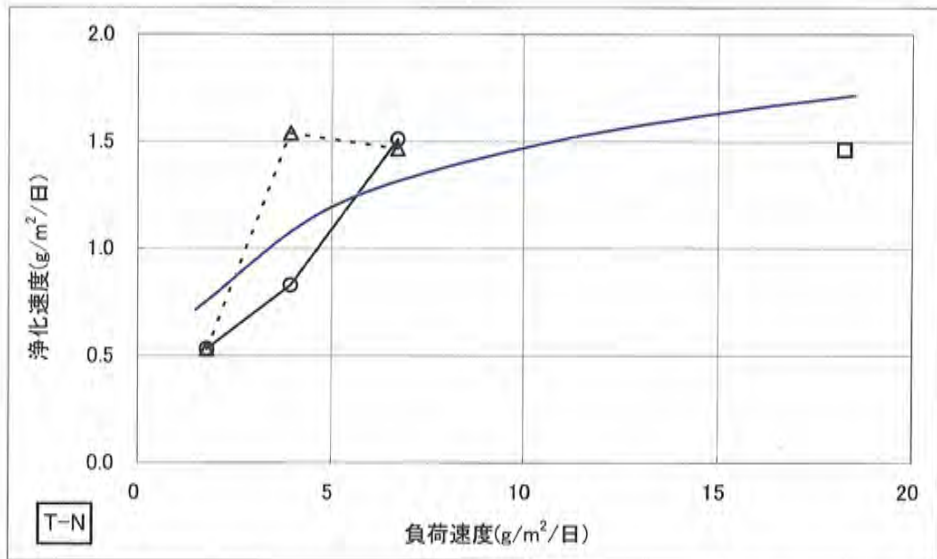
パラメーターである滞留時間と水面積負荷は流速を変化させることにより変動させたものであり、その結果流入水量を変化させている。ヨシに比べ短い滞留時間、大きい水面積負荷で大きな除去率となっている。また、一連の実験施設の結果であり、滞留時間と除去率は明確に比例関係、水面積負荷と除去率は明確に反比例関係がある。

(2) 負荷速度と浄化速度

山王川のオオフサモの実験結果の負荷速度と浄化速度の関係を図Ⅱ-3-6に示す。

山王川のオオフサモの結果では、基準槽(水深 10cm、流速 2mm/s、流入水量 0.6L/s)に対し、2倍水深の 20cm かつ 4倍流速の流速 8mm/s で負荷速度を 8倍(流入水量を 8倍)としても、なおかつ T-P と BOD の浄化速度は上昇している。これは、流入水の T-P と BOD の組成が比較的懸濁成分を多く含む(T-P は 3割が懸濁成分、BOD は不明)ため、水中に密生したオオフサモの根茎でのろ過機構が大きく働いたものと思われた。一方、T-N は負荷速度 $4\text{g}/\text{m}^2/\text{日}$ 以上で浄化速度 $1.5\text{g}/\text{m}^2/\text{日}$ で一定の関係が見られ、懸濁成分が 1割でろ過による部分が小さいためと思われた。

水耕法の直接植栽方式では、流入水の懸濁成分の多少により条件が異なると考えられるが、山王川のオオフサモの実験を例に、水耕法の直接植栽方式の負荷速度と浄化速度の関係図は図Ⅱ-3-7となり、懸濁成分の組成が似た同様な流入水に対しては、簡易な計算に用いることができる。



図Ⅱ-3-6 負荷速度と浄化速度の関係 (オオフサモ)

- 流速を変化
- △·· 水深を変化
- 基準に対して4倍流速2倍水深
- 回帰式

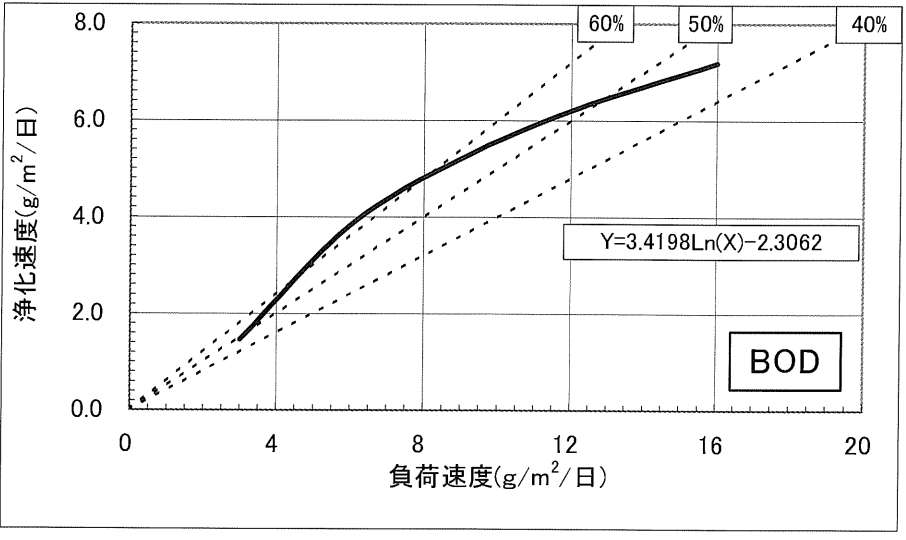
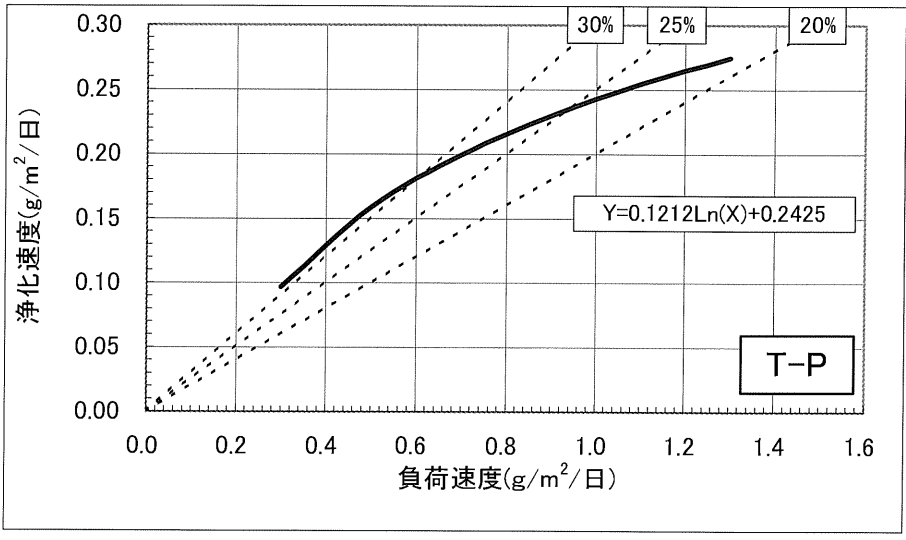
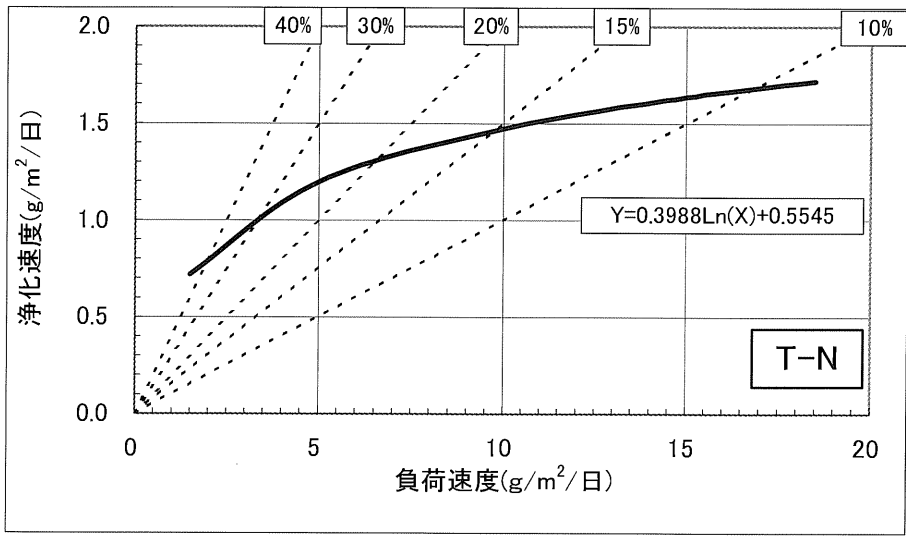


図 II-3-7 負荷速度と浄化速度の関係図 (水耕法：直接植栽方式)

(3) 設計に関する留意事項

水耕法の直接植栽方式の施設の設計に際しては、湿地法の表面流れ方式と同様に、水深や流下距離、施設の縦横比などを考慮する必要がある。水深は植生が固着できる範囲で最大の水深にし、また、同一面積では流下断面を大きくすることが効率的である。

〔解説〕

以下に設計に関する留意事項を示す。

- ①水耕法の直接植栽方式の水深は、山王川のオオフサモの実験では 20cm が最も浄化速度が高かった。水深を大きくして(山王川では 40cm)流入水量を上げることは、根茎が土壤に固着できていない場合には浄化速度の上昇は見られず効果的ではなかった。土壤に固着可能な程度の水深を持たせることはろ過断面を大きく取れることになり、利用する植生が固着できる最大の水深に設定するのが効率的である。オオフサモでは 20cm が適当である。また、コンクリート張りやゴムシート張りでも、偏流が発生しない程度の流速では、山王川で同時に行った実験でもほぼ同程度の浄化速度が得られることが確認されている。
- ②同じ面積で流下距離を長く取ると、ろ過断面が小さくなることになり効果的でないと考えられる。山王川の実験は流下距離 30m で行ったが、上流 5m 地点までの汚泥の堆積が多ろ過機構は上流部で行われることが確認された。ただし、水耕法は窒素の脱窒やリンの土壤吸着、植物による栄養塩の吸収による部分も大きく、その面積を確保するためには、20～30m の流下距離は必要と思われる。また、均一に流入させることができる場合には、横幅を大きく取るほうがろ過断面が大きく閉塞しづらいためと考えられる。
- ③湿地法の表面流れ方式と同様に、流入水に沈降成分が多い場合には、沈殿地を設けるか、あらかじめ泥を除去しやすいように導水部分の構造を工夫した方が良いと思われる。また、使用する土壤も浄化効果に大きく影響するため、事前の考慮が必要である。
- ④リン吸着剤等の特殊な基材を使用した特殊基材法の場合には、適切な維持管理を行えば浄化効果は付加されると思われるが、土砂などの流入により目詰まりを起こした場合には、その機能が発揮されないことになり注意が必要である。また、浮体方式にした場合には、最も大きな浄化機構は植物の栄養塩吸収になると考えられ、栄養塩吸収の観点からの検討が必要である。
- ⑤水耕法に分類される浄化法には特許に抵触する工法（たとえば水耕生物ろ過法：事例 No. 8）もあり、計画に際し注意が必要である。

4. 植生浄化施設の維持管理について

4-1 植物の維持管理

植物はそれぞれの特性に合わせ維持管理する必要がある。刈り取りや密度管理のための間引き等は、植物の季節変化や越冬形態を考慮して行う。また、収穫(除去)した植物の利用と処理についても事前に検討することが重要である。

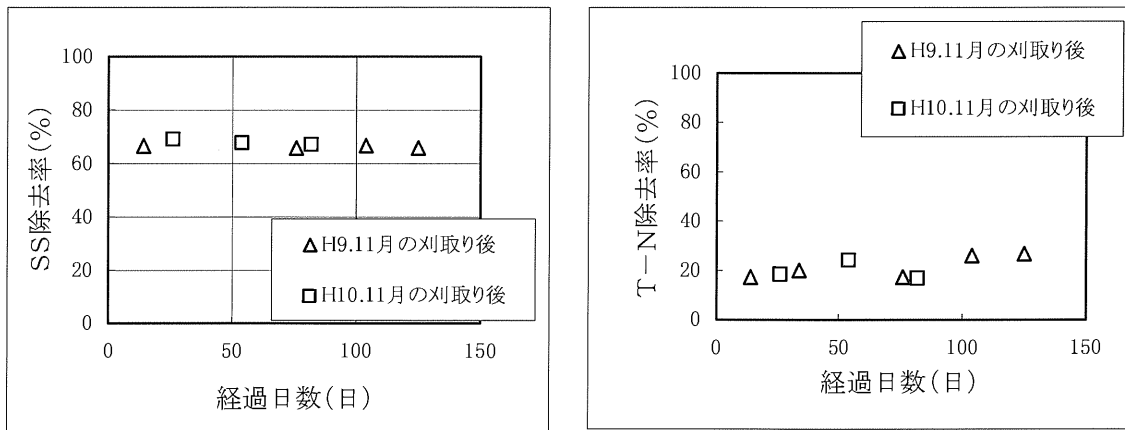
〔解説〕

植生浄化に用いる植物は、自生地を利用するか自然の発生に委ねる以外の場合には植栽が必要である。また、それぞれの特性に合わせた維持管理が必要である。

① 抽水植物の維持管理

ヨシやマコモ等の抽水植物は、成長に必要な根茎を残して移植する「茎植え」が一般的で、秋の「茎植え」で翌春の発芽が可能である。また、維持管理として一般的に行われているのは刈り取りである。

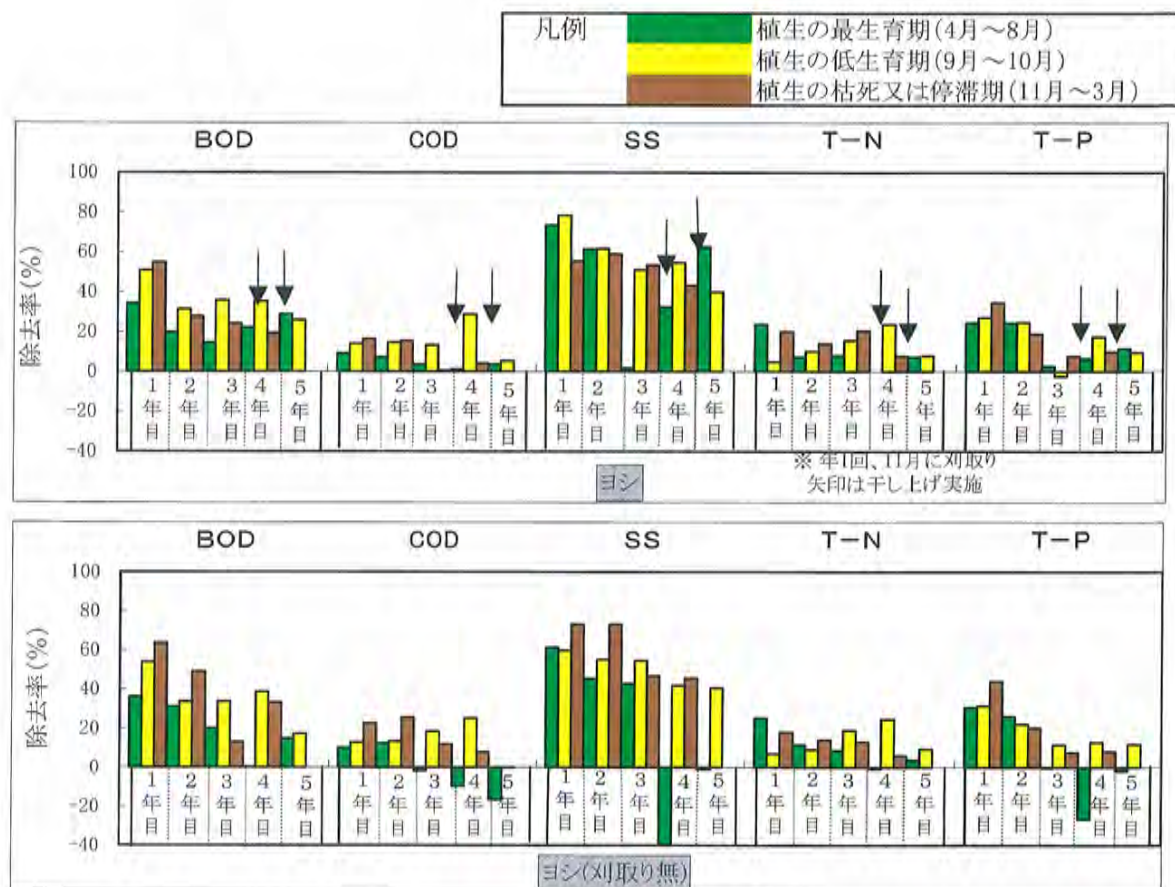
図Ⅱ-4-1 に山王川の実験における、ヨシの刈り取り後の経過日数と除去率の関係を示す。刈り取り後も浄化効果の変動は見られず、マコモでも同様な結果であった。



図Ⅱ-4-1 ヨシの刈り取り後の経過日数と除去率の関係

図Ⅱ-4-2に5年間刈り取りしていないヨシ槽と、年一回11月に刈り取りを行っているヨシ槽の除去率の比較を示す。3年目までは、年1回の刈り取り槽と同等な効果が得られたが、4年目以後は、特にT-PやCODで刈り取りしていない槽で顕著な浄化効果の低下が見られた。しかし、堆積した植物体は腐敗しておらず、堆積した汚泥の影響(年1回の刈り取り槽は4年目に底泥の干し上げ対策を行っている)と考えられている。基本的に、ヨシの腐敗による浄化効果の低下を考慮し刈り取りを行う必要はないが、枯死体の堆積が槽の容量低減を生じたり、刈り取りしないことによりヨシの密度が低下し(干し上げしていないことによる土壌の嫌気化が原因と思われる)、常時湛水している表面流れ方式では最低2~3年に1回の刈り取りは必要と考えられる。また、マコモ等の組織の柔らかい植物は、枯死倒伏し水没した場合は茎葉部は腐敗するので、常時湛水している表面流れ方式では枯死倒伏する冬季前に年1回の刈り取りが必要である。

抽水植物の刈り取り時の留意事項として文献リでは、夏の刈り取りは栄養塩除去の面では有利であるが、地下茎の栄養分が少なくなり翌年の生長に影響を及ぼすので冬の刈り取りが無難とされ、また、水面下での刈り取りは中空の茎からの水の浸入により、地下部の壊死を起こすとされている。

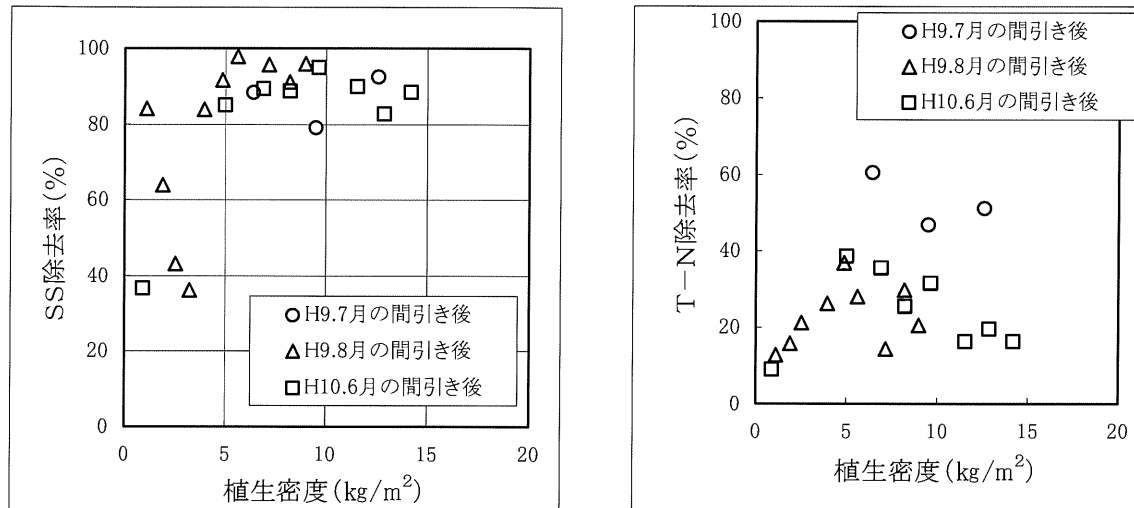


図Ⅱ-4-2 ヨシの刈り取りの有無による除去率の長期比較

②オオフサモやクレソンの維持管理

オオフサモやクレソン等の広義の抽水植物は、少量の植物体を植生池に投入するだけで増殖が可能で、維持管理として一般的に行われているのは間引きである。

図Ⅱ-4-3 に山王川での実験のオオフサモの植生密度と除去率の関係を示す。植生密度 $5\text{kg}/\text{m}^2$ 以上では比較的安定した浄化効果が得られ、ある程度の植生密度を維持することが必要である。



図Ⅱ-4-3 オオフサモの植生密度と除去率の関係

オオフサモは、比較的成長速度も速く栄養塩の含有量も高いが、年2回程度の収穫(間引き)は浄化効果全体として寄与は低く、数年の間、間引きしなかった槽と比較して浄化効果に明確な差はなかった。オオフサモやクレソンは、関東地方では冬季も枯死せず、植物体による栄養塩の吸収を主原理としない場合には、総合的に判断して頻繁な間引きは必要としない。ただし、霜や降雪により水面上の部分が枯死することがあり、その場合には翌春に取り除く必要がある。

③ホテイアオイの維持管理

ホテイアオイの生長は 15°C 前後から始まるとされ、夏季の栄養塩の吸収能力が高く、頻繁な間引きで植生密度を保つ(月1~2回の間引きで生育密度 $10\text{kg}/\text{m}^2$ とするのが平均的な実験値)ことにより浄化効果が維持される。しかし、日本では殆んど越冬できず冬季に枯死腐敗するため冬季前に全量取り除く必要がある。また、翌春自然発生しない場合には再度植生を投入する必要がある。

④沈水植物について

山王川の実験では、沈水植物のホザキノフサモとハゴロモモによる浄化実験も行ったが、活着させるためには、できる限り根ごと採取し、根を土壤に植え付け活着するまで水深を浅くするなどの工夫が必要であった。しかし、処理槽方式では開水面となり浮草やアオミドロの発生が避けられなかった。沈水植物を処理槽方式で用いる場合は、週1回以上の頻度で浮草やアオミドロを除去する必要があり、現実として処理槽方式には適していない。

⑤収穫(除去)した植物の利用と処理

全国の事例で、収穫(除去)した植物を有効利用している事例を表Ⅱ-4-1に示す。

表Ⅱ-4-1 植物を有効利用している事例

事例No.	施設名	利用している植物	利用方法
No. 6	相野谷川生活排水浄化施設	クレソン	肥料
No. 8	土浦バイオパーク	クレソン、セリ、ミント	食用、肥料
No. 9	ヨシ原浄化施設	ヨシ	ヨシズ
No. 11	河北潟生態系活用水質浄化施設	ヨシ	ヨシ紙作り
		ショウブ	菖蒲湯用

文献では水生植物の利用には、観賞用、食用、天然化学物質源(薬品、漢方薬を含む)、エネルギー源(アルコール、固形燃料)、飼料化、肥料化(堆肥化)、紙、工芸品等が挙げられている²⁾が、現状では表に示すように、有効利用されている事例は少なく、また、利用されているものも収穫した植物の一部である。

今後の施設計画において、定期的に植物の収穫を行う場合は適切な有効利用が望まれるが、その場合に重要になるのが利用技術と流通ルートの確保である。また、「河北潟生態系活用水質浄化施設」(事例No.11)のように、収穫した一部を利用してヨシ紙作りや菖蒲湯用に配布し地域住民との交流を図っている例もあり、維持管理等の住民参加を促す意味でも重要である。ただし、食用とする場合には、水生植物は一般に重金属が生体内に濃縮される傾向にあり、流入原水に重金属が含まれる場合は注意が必要である。また、生食用とする場合には、流入原水の特性を考慮し細菌等への注意が必要である。

参考文献

- 1) 吉良竜夫(1991): ヨシの生態おぼえがき, 滋賀県琵琶湖研究所報, No.9, pp.29~37
- 2) 中村栄一(1986): 水質改善に関する水生植物の利用可能性調査, 土木研究所資料, No.2403, pp.1~90

4-2 底泥の維持管理

有機性の底泥の蓄積により土壌が還元状態となった場合には、底泥・土壌を乾燥する干し上げ対策が有効で、同時に槽容量の回復も可能である。また、底泥の除去を考える場合には、施設にあった適切な方法で処置する必要がある。

〔解説〕

特に設計水深の浅い処理槽方式で浄化する場合や、有機性の汚泥が多く還元状態となる場合には底泥対策が必要である。全国の事例では、泥の堆積により設計水深が確保できない施設もあり、あらかじめ余裕高を持った構造とし、流出口の堰板等の操作で水深を調整できるようにした方が良い。

山王川の実験では、当初の水深 10cm に対し汚泥の堆積等により水深が 5cm 程度となった場合(流速 2 倍、実滞留時間 1/2 倍)でも、各項目の浄化効果に変化はなかった。また、実滞留時間のずれは、越流水深を上げることにより水理的滞留時間に近づけることができた。しかし、更に堆積した場合には偏流や局所的な高流速による浄化効果の低下が予想され対策が必要である。

有機性の汚泥が過剰に蓄積し分解しきれない場合には、土壌が還元状態となりリンや COD 成分の溶出の原因となる。山王川の実験では、BOD の負荷速度 $3\text{g}/\text{m}^2/\text{日}$ で各槽とも通水後 2 年を経過した時点で、特に夏季にリンの浄化効果が低下し土壌からの溶出が認められた。図 II-4-4 にヨシ槽の例を示す。

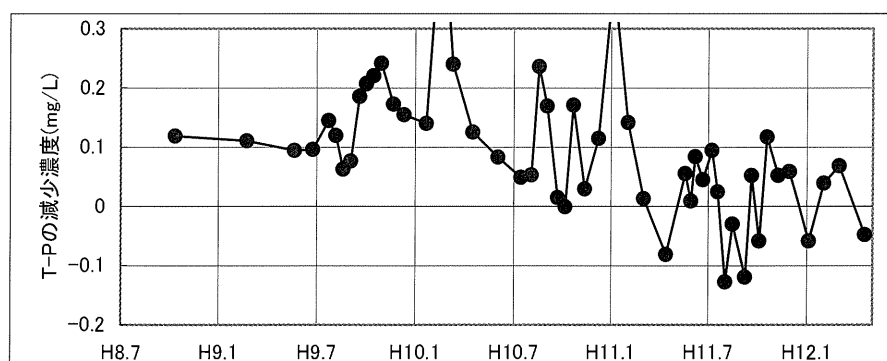


図 II-4-4 ヨシ槽の T-P の減少濃度の経時変化

通水開始後 2 年の平成 10 年 9 月頃に浄化効果はほとんどなくなり、その後冬季に回復し、また、平成 11 年夏季には更に浄化効果が低下し、流出水が流入水より高い濃度となった。

その後、平成 12 年には約 1 ヶ月、平成 13 年には約 2 ヶ月の流入水を入れない期間を設け、土壌を酸化状態とするための干し上げ対策を実施した。図 II-4-5 に干し上げ対策前後のリンの成分別の減少濃度を示す。

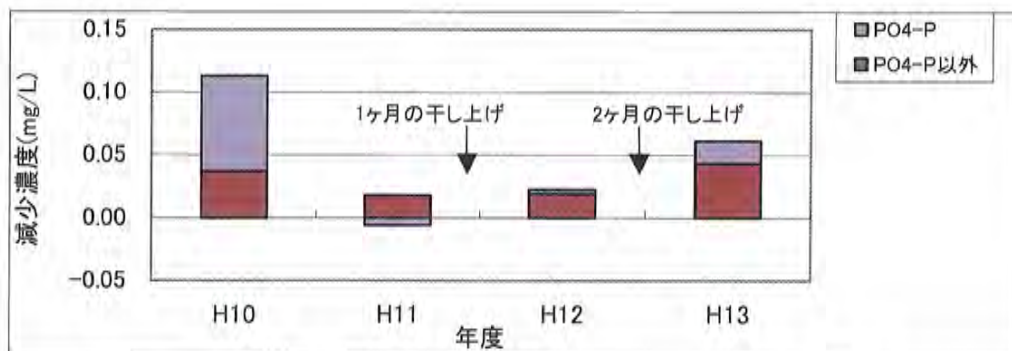


図 II-4-5 干し上げ対策前後のリンの成分別の減少濃度

平成 12 年度の 1 ヶ月の干し上げは、浄化効果の低下をとどめたただけであったが、平成 13 年度の 2 ヶ月の干し上げでは、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の吸着効果、及び $\text{PO}_4\text{-P}$ 以外の浄化効果も回復し、沈殿効果も回復したものと思われた。

干し上げ対策時、及び通水再開後の土壌の酸化還元電位 (ORP) の変化を図 II-4-6 に示す。

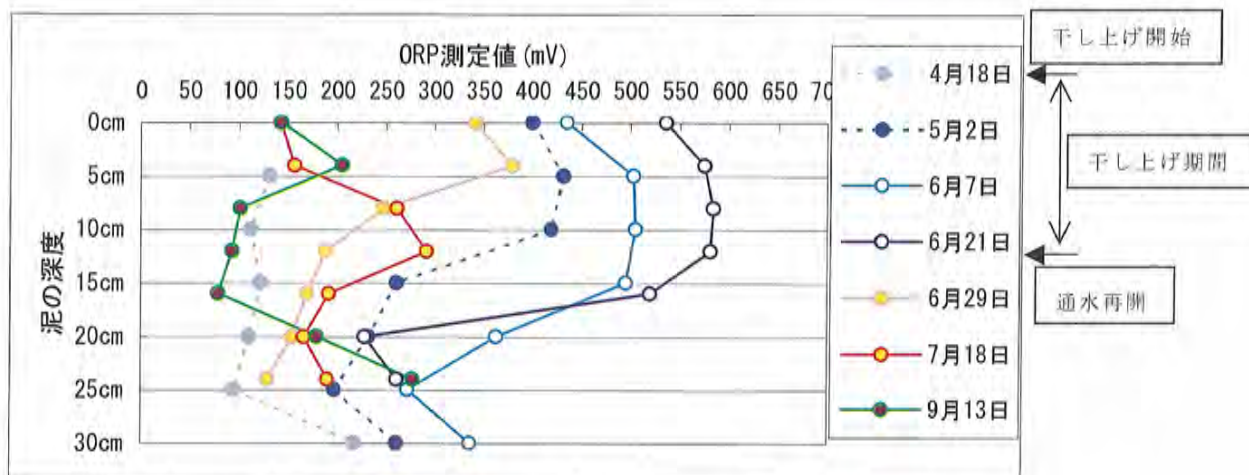
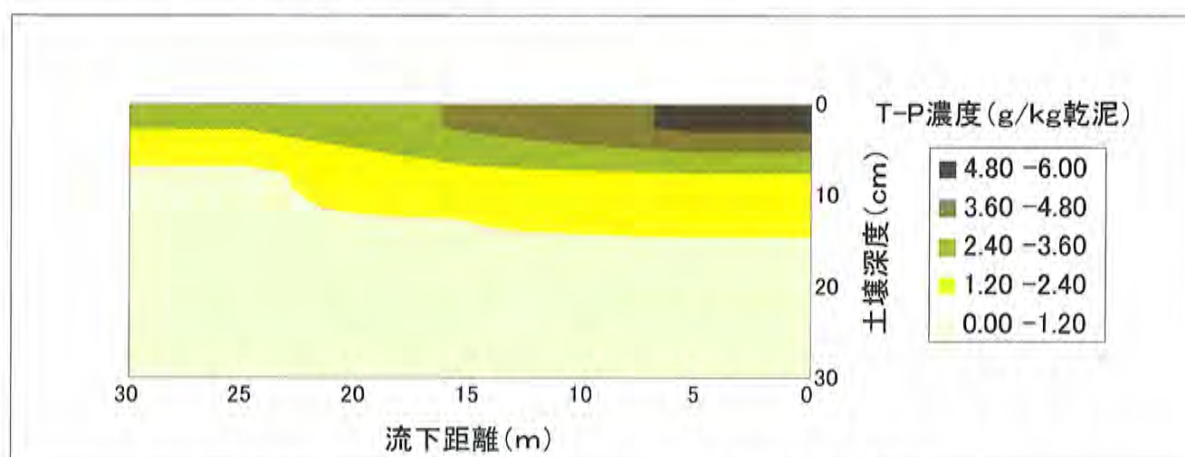


図 II-4-6 ヨシ槽の干し上げ前後の土壌の ORP

干し上げ開始後、2 週間で ORP は上昇しはじめ、2 ヶ月後には表層 15cm まで酸化状態となった。通水再開後には 1 週間で ORP は低下しだしているが、図 II-4-5 に示すように浄化効果は維持されている。文献¹⁾でも、浸透流れ方式の人工湿地での実験で、間欠的に湛水することで好気状態を保てるとされている。また、干し上げには槽の容量を回復する効果や、浮泥を締め固める効果が有り BOD や SS でも浄化効果の回復が確認された。

長期間の通水により、栄養塩や有機物は土壌の表面に蓄積する。図Ⅱ-4-7に山王川の実験でのオオフサモの例を示す。



図Ⅱ-4-7 オオフサモ槽の5年間でのT-Pの蓄積状況

オオフサモは、特にろ過効果が顕著であるために流入地点での蓄積が多く、他の植物でもほぼ同様の結果が得られた。また、深度方向では約15cmまでが濃度の高い領域になっており、除去対策を行う場合でも表層のみで対処可能である。現時点で行われている除去対策例はコンクリートの槽に溜まった汚泥をパワーショベルで除去(事例 No.8：土浦ビオパーク)等のケースである。

一方、ヨシ等の抽水植物は、地中深く根を張るため底泥の除去対策は難しく現時点での実施例はない。文献²⁾では時々強い流れで泥を洗い出し回収できる装置化が必要と提言されている。

参考文献

- 1) 北詰昌義・野口俊太郎(1997)：人工ヨシ湿地による生活排水の高度処理，用水と排水，Vol.39, No.11, pp.41~45
- 2) 吉良竜夫(1991)：ヨシの生態おぼえがき，滋賀県琵琶湖研究所報，No.9, pp.29~37

なった。

他に出水時対策として、堰板に孔をあけ、取水は仕切りの孔から行い、出水時にも大量の水が入らないように工夫している施設（事例No. 1, 2: アシ原浄化池・・・事例編の写真参考）などがある。

4-4 施設の効果の把握

植生浄化施設は、自然素材を用いた省エネルギー的な施設であり外的影響を受け易い。施設の稼働後は、計画通りの効果が得られているか目的に応じた調査をする必要がある。

〔解説〕

植生浄化施設はメカニカルな浄化施設と異なり、自然素材を用いた省エネルギー的な浄化施設で複雑な操作や維持管理は必要としないが、一方、様々な外的影響を受け易い施設である。よって、その浄化効果は恒常的・安定的なものではなく、適当な頻度での定期調査や施設の更新のための調査を必要とする。特に植生浄化施設の効果の低下は、底泥の堆積により発生することが多いので考慮が必要である。

①水質調査

流量の正確な計測のほか、SS、BOD、COD、T-N、T-P 等、必要に応じた項目を定期的に測定する。施設の稼働時期には月 1 回程度の調査が望まれる。

②底泥調査

底泥の堆積状況や酸化還元状態についても、流入水の SS 量や有機物量に応じた調査が必要である。底泥の堆積状況は直接堆積厚を測るほかに、水深やトレーサーにより実滞留時間を測ることにより予想できる。底泥調査は施設の維持管理や更新のための重要なデータとなる。

③生物調査

植生や生物などについては、定期巡回時や水質調査時に気付いたことをメモしておく。特に、生物の生息・生育の場としての目的がある場合には、計画的な調査が望まれる。

④その他の調査

親水や景観等を目的とする場合には、利用者数の把握や満足度の評価も考慮すべき点である。

5. コストについて

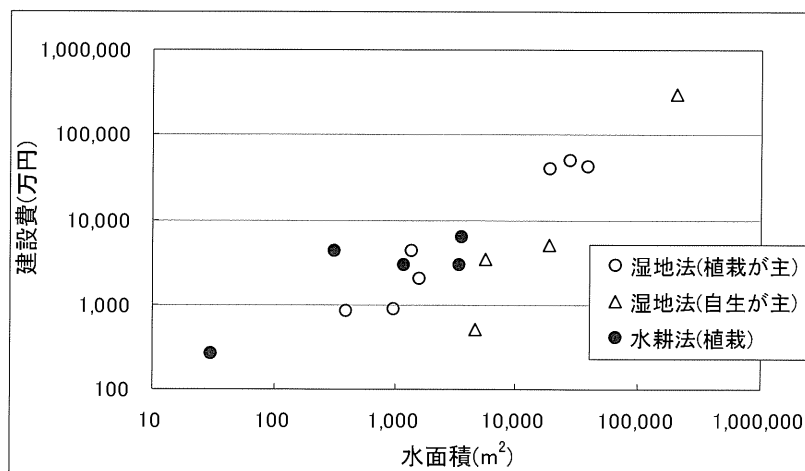
5-1 建設コスト

建設コストは、浄化池の土木工事費、植栽費、取水施設費、土地代に分けることができる。建設地の特徴を考慮しより経済的な方法を選択した方が良い。

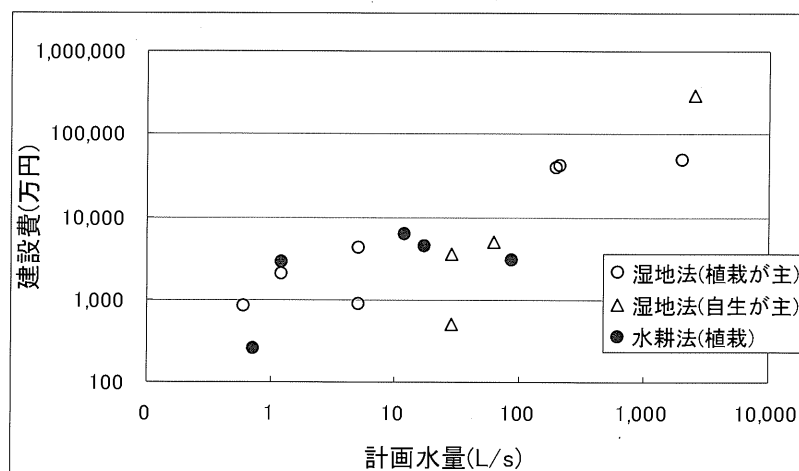
[解説]

(1) 総工費

全国の植生浄化施設の総工費と水面積の関係を図Ⅱ-5-1、総工費と計画水量の関係を図Ⅱ-5-2に示す。総工費は、施設により含まれる範囲が異なり大体の目安とするべきであるが、小さい規模の施設では湿地法の方が水耕法より少ない。また、施設規模に係わらず、同じ湿地法でも植栽をしていない自生を主とした方が少ない傾向にある。



図Ⅱ-5-1 植生浄化施設の水面積と総工費の関係

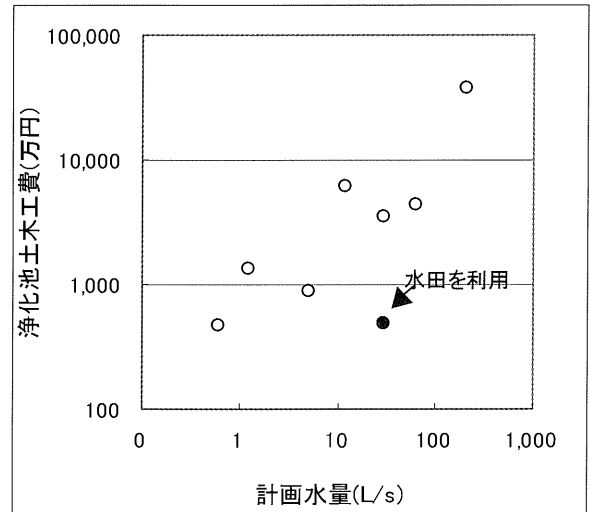
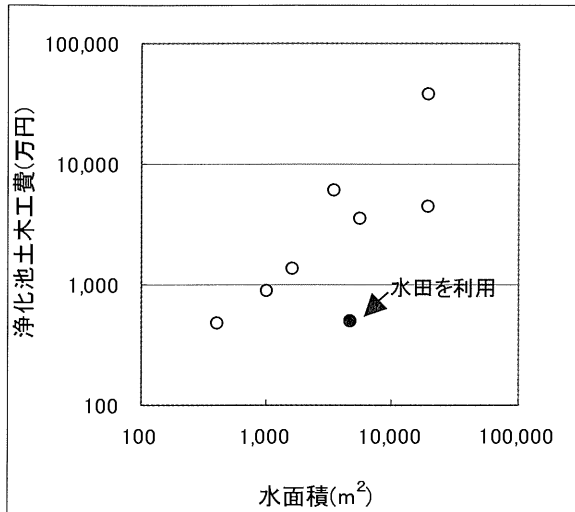


図Ⅱ-5-2 植生浄化施設の計画水量と総工費の関係

(2) 項目別費用

① 浄化池土木工事費

全国の植生浄化施設の事例(湿地法と水耕法)で、総工費に占める浄化池の土木工事費は6割～10割である。浄化池の水面積と土木工事費の関係を図Ⅱ-5-3、計画水量と土木工事費の関係を図Ⅱ-5-4に示す。



図Ⅱ-5-3 水面積と土木工事費の関係

図Ⅱ-5-4 計画水量と土木工事費の関係

多くは河川敷や水田等を盛土した施設である。1例のみ水田の地形を利用した施設で、河川敷や水田等を盛土した施設より1オーダー低い浄化池の土木工事費である。

水田の地形を利用した施設を除いた土木工事費の費用関数は以下であり、水面積1ha(10,000m²)につき1.1億円、及び計画水量100(L/s)につき1.8億円程度である。

<土木工事費の費用関数>

総工費(万円) = 1.1 × 水面積(m²)

総工費(万円) = 180 × 計画水量(L/s)

② 植栽費

ヨシ等を利用した施設では、特に植栽は行わず自然発生によるものが多い。植栽したケースで植栽費が明確な例について以下に示す。

表 II-5-1 各施設の植栽費

施設名	分類	植物種	植栽方法	植栽面積 (m ²)	植栽費 (万円)
A 施設	湿地法:表面流れ方式	ヨシ、ショウブ、キショウブ(ヨシは近辺で採取)	根ごと掘り40cm間隔で植栽	2,000	650
B 施設	湿地法:表面流れビオトープ方式	マコモ、ガマ(近辺で採取)	計画の25%の密度で植栽	4,500	940
C 施設	湿地法:浸透流れ方式	ヨシ(近辺で採取)	株植えで20~30%を目安に植栽(約100m ²)	401	100
D 施設	水耕法:特殊基材方式	クレソン	リン吸着材に植栽	308	10

植栽費が明確な例では総工費の3割以内である。ヨシ等の抽水植物は全事例とも近辺で採取し移植している。

③ 取水施設費

自然流入や導水路のみで、特に取水施設費としてコストのかかっていない施設が多い。コストが明確な例では、ポンプ取水(E施設;計画水量63 L/s)で500万円、対象河川に堰を設置した例(B施設;計画水量200 L/s)で1,000万円である。

④ 土地代

河川敷を利用し無償のケースが多い。農地利用の場合は借地のケースが多い。

5-2 維持管理コスト

維持管理には、定期巡回や周辺整備、及び植生や泥の維持管理が挙げられる。地域の理解を得て、地域住民の協力を得るのも一つの方法である。

〔解説〕

(1) 全維持管理コスト

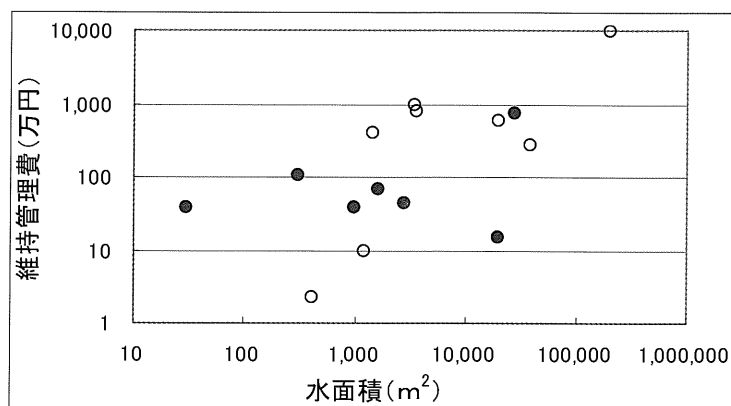
全国の植生浄化施設（21施設）¹⁾の維持管理の実施状況を表Ⅱ-5-2に示す。

表Ⅱ-5-2 植生浄化施設の維持管理の実施状況

維持管理項目	施設数	管理内容等
植生の維持管理	14施設	刈取り後は有効利用を試みている施設が多い。内容はヨシの堆肥化やヨシズ利用、クレソンの食用など。
泥の維持管理	7施設	本格的に行っているのはF施設のショベルカーによるものである。
定期巡回	7施設	職員が行う例が多いが、ボランティアが行っている例もある。
周辺整備	16施設	草刈りやゴミ拾い等を職員やボランティアで行っている例が多い。

これらの維持管理は、ボランティアにより維持管理費はかからないという施設もあり、維持管理費がかかるとしている施設は12施設である。ポンプ取水している施設は電気代が一番大きいとする施設が多い。これらの水面積と維持管理費(水質調査等を含む)の関係を図Ⅱ-5-5、及び計画水量と維持管理費の関係を図Ⅱ-5-6に示す。

(○はポンプ取水、●はそれ以外)



図Ⅱ-5-5 植生浄化施設の水面積と維持管理費の関係

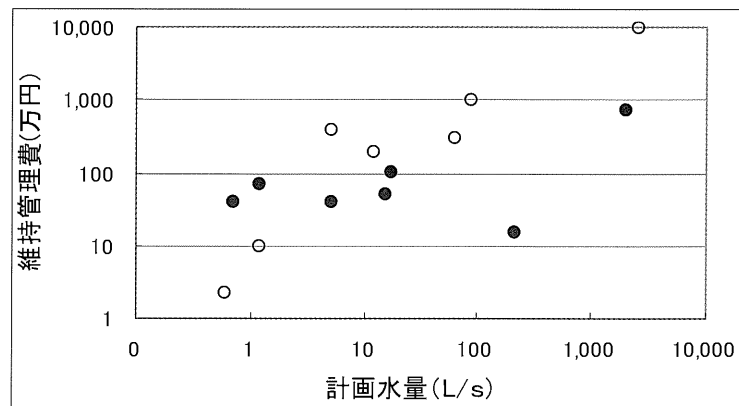


図 II-5-6 植生浄化施設の計画水量と維持管理費の関係

水面積や計画水量と維持管理費は概ね比例的な関係にあるが、施設により内容にばらつきがあり厳密なものではない。また、ポンプ取水の有無でもここでは明確な差はない。

(2) 項目別維持管理コスト

①植物の維持管理コスト

職員などが行う例が多い。外注でコストが明確な例では、ヨシ等の刈取りと処理費用としてA施設(刈取り面積1,600m²)の70万円、G施設(刈取り面積2,700m²)の45万円である。

②泥の維持管理コスト

本格的に泥を処理しているのはF施設(水面積3,400m²)のみで、ショベルカーでの泥除去を行い200万円である。

③定期巡回費、水質調査費など

定期巡回や草刈りやゴミ拾いの周辺整備は、職員やボランティアによるものが多く、単独の経費としてはかかっていない。外部委託している例では、施設規模の大きいH施設(計画水量5,000 L/s)で水質調査費も含め1億700万円、それ以外では水質調査等(通常月1回)を含め最大1,000万円程度である。

④電気代

ポンプ取水している施設で発生し、維持管理費の中で大きなウェイトを占めている。各施設の電気代は表Ⅱ-5-3の通りである。

表Ⅱ-5-3 各施設の年間の電気代

施設名	計画水量 (L/s)	電気代 (万円/年)	備考
I 施設	12	240	併設した接触酸化施設の電気代を含む
J 施設	210	240	
F 施設	83	300	
H 施設	2,500	1,500	
E 施設	77	82	
C 施設	0.6	2.3	タイマー設置による間欠式

参考文献

- 1) 河川環境管理財団(2000)：植生浄化施設の現況と事例，河川環境管理財団資料3号

6. 計画を進めるに当たって

6-1 水質浄化以外の設置目的

植生浄化施設の設置目的には、水質浄化以外にも、親水、教育・PR、景観等の目的が求められることが多い。また、生物の生息・生育の場やビオトープとして位置付けている施設もある。

〔解説〕

全国の植生浄化施設(n=66)の、設置目的のアンケート調査結果を表Ⅱ-6-1に示す。実施設には、水質浄化以外の機能も求められ、親水、教育・PR、景観などを目的としているケースも多い。

表Ⅱ-6-1 設置目的別施設数

設置目的	実施設	実験施設	合計
水質浄化	34	25	59
親水	9	1	10
教育・PR等	8	1	9
景観	4	3	7
合計	55	30	85

複数回答

特に、植生浄化は他の水質浄化手法に比べ省エネルギーで自然に優しく、一般市民を対象とした親水や教育・PRの場としての位置付けが考えられる。実際に稼働中の施設でも住民の関心が得られ、維持管理への住民の参画により低コストで稼働している施設（事例No.3「南角田地区水質浄化施設」など）もある。

また、ビオトープとして位置付けられている植生浄化施設も多く、ゾーニングにより「生物の生息場」を設けている施設（事例No.10「手賀沼ビオトープ」）もある。

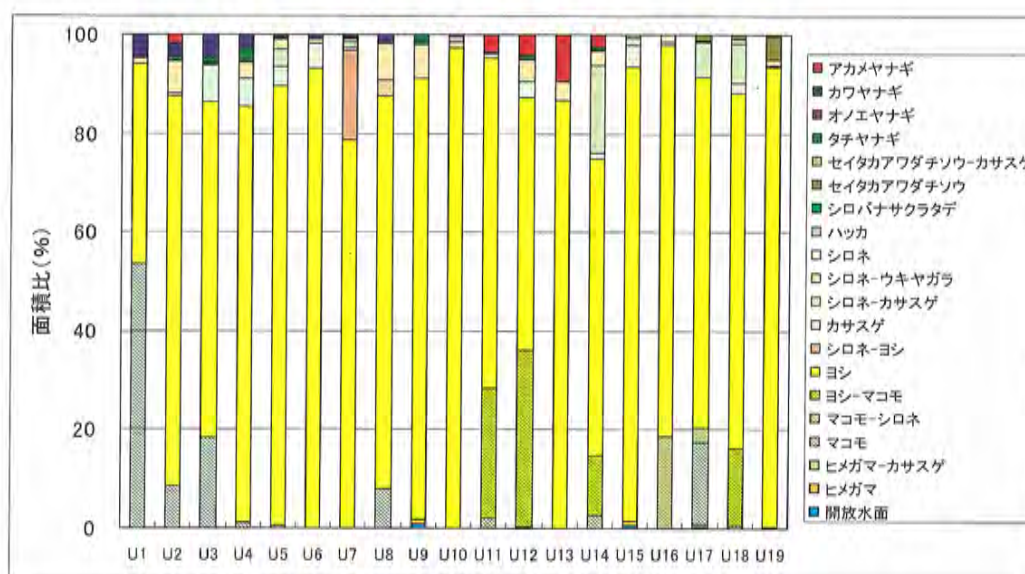
植生浄化施設は、経年的に生物相が多様化し良好な生物の生息・生育の場を与える。また、土木工事時の土壌の攪乱や湿地的な環境の復元により、かつて周辺に存在し現在少なくなっていた貴重種が発生した例もある。

〔解説〕

(1) 清明川の実施設の例(事例No.7)

① 植生

客土した上にヨシを植栽した施設である。ヨシは、経年的に見ても、継続的に優占種となっているが、生育密度はユニット(全 19 ユニット、1 ユニットは 2,000m²)によって異なっている。図Ⅱ-6-1 に共用開始 4 年後の平成 12 年度に実施したユニット毎の植物の群落比率を示す。ヨシの純群落に近いユニットや他の植物種が群落として認識できるほどにまとまって混在していたユニットもあり多様である。



図Ⅱ-6-1 ユニット毎の植物の群落比率

② 鳥類

共用開始 2 年後の平成 7 年度(全ユニットの共用開始は平成 8 年であるが、平成 5 年より一部共用開始されていた。)に実施された鳥類調査では、10 目 22 科 56 種が確認された。サギ類、カモ類、セキレイ類等の水辺に生息する種、ヨシゴイ、オオヨシキリ、オオジュリン等のヨシ原に生息する種などのほか、草地・畑地・市街地などを生息環境とする種が確認された。

また、繁殖していた種としては、カイツブリ、バン、ヒバリ、オオヨシキリ、セッカ、ムクドリであった。繁殖の可能性のある種としては、キジ、キジバト、ホトトギス、ツバメ、ハクセキレイ、ホオジロ、スズメ、ハシボソガラスであつ

た。

植物や鳥類が多様化しており、生物の生息・生育の場として良好な方向にあるといえる。

(2) 全国の実施設での状況

植物については、水際の土壌を土木工事で攪乱したことにより、かつて周辺に存在し現在少なくなっていた貴重種が発生した施設が数例あった。

- ① 渡良瀬遊水地(事例No.9): ヒメシロアサザ、ミズアオイ
- ② 手賀沼(事例No.10): ガシャモク (右写真)



鳥類を含む動物については、施設の整備により種類が増えたとの例はないが、自然環境が回復し動植物にとって良好な環境が得られたとしている例が多い。また、今回情報収集できた43の実施設のうち10ヶ所は、水質改善効果と共に生物の多様性を求めた「表面流れビオトープ方式」の施設であり、それぞれの地域において生物の生息・生育の場としても重要なポイントとして位置付けられている。

植生浄化施設はゴミの投棄場所とされたり、流入部に河川から流下したゴミが溜まり易く、また、有機汚濁の高い水を浄化する場合には、汚物が蓄積され景観上の問題や悪臭の発生、ハエやカの発生の問題も指摘され、適切な対応が必要である。

〔解説〕

全国の事例で、周辺環境に良くない影響を与えたとの例はなかった。これは、比較的低負荷の河川水や湖沼水を対象としている施設が多かったことが理由と思われる。ただし、ゴミの投棄や、流入部に河川から流下したゴミが溜まっている施設が数ヶ所あり、定期的なパトロールや周辺住民の協力が必要である。

文献¹⁾では、表面流れ方式で流入口部に汚物が蓄積され、景観、悪臭の発生、ハエやカの発生の問題も指摘されている。

参考文献

- 1) 細見正明(1994)：特集 湿地と干潟による浄化と保全 ヨシ人工湿地による水質浄化法，用水と廃水，Vol.36，No.1，pp.40～43

6-4 地域住民とのかかわり

植生浄化施設を適切に維持するためには、地域住民の理解と協力が重要である。そのためには、地域住民を対象に様々な催しや啓発を通し、地域住民と協調しながら維持管理等をする姿勢が必要である。

〔解説〕

平成11年度に調査した全国の植生浄化施設21施設の、地域住民との係わりを表Ⅱ-6-2に示す。うち、8ヶ所の施設は地域住民とのかかわりは特になしとしているが、教育の場として活用されている施設が4ヶ所、行事の場として活用されている施設が2ヶ所あった。また、植栽・刈り取り・草刈りの維持管理に参加とした施設は半数の11ヶ所あったが、施設の定期巡回等の定常的な維持管理が住民で行われている例は少なかった。

表Ⅱ-6-2 植生浄化施設と住民のかかわり（複数回答）

教育等	4ヶ所	ボランティア団体や小学生が生物調査 動植物の観察会や水質調査視察会
行事	2ヶ所	収穫野菜での料理実習 魚のつかみどり
維持管理	11ヶ所	植栽に参加(5)：主に小学校単位 刈り取りに参加(2)：地域住民やボランティア 草刈りに参加(5)：地域住民やボランティア
特になし	8ヶ所	



動植物の観察会(渡良瀬遊水地ヨシ原浄化施設)



収穫野菜での料理教室(土浦ピオパーク)



小学生が植栽に参加(南角田地区水質浄化施設)



小学生が植栽に参加(井上川浄化施設(きらり))

Ⅲ. 植生浄化施設の個別事例

Ⅲ．植生浄化施設の個別事例

河川環境管理財団では、平成11年9月に国土交通省関東地方整備局（調査当時は建設省関東地方建設局）霞ヶ浦工事事務所からの委託を受け、わが国における植生浄化の取り組み状況の把握について、下記の69機関（調査当時の機関名）にアンケートを依頼した。

- ① 地方建設局、北海道開発庁、沖縄開発庁
 - ② 都道府県 河川部局
 - ③ 政令指定都市 河川部局
- } 環境・農林部局にも照会依頼

回答は52機関からで、植生浄化による稼働中の実施設は33ヶ所、計画中又は工事中の実施設は8ヶ所、実験施設は25ヶ所、合計66ヶ所であった。

アンケート調査結果より、平成11年度時点で稼働しており、稼働状況が比較的良質な21事例の実施設を選定し、設置目的、施設概要、浄化効果、維持管理等についてヒアリング調査を実施し概要を「植生浄化施設の現況と事例」（河川環境管理財団（2000）：河川環境管理財団資料3号）として取りまとめた。

ここで紹介する具体事例は、その後の経過把握の対象として平成13年7月に再度調査を実施した湿地法及び水耕法の14事例、及び新たに実験施設3事例を加え整理したものである。対象とした事例の施設一覧を次頁の表に示す。

植生浄化施設の事例の対象施設一覧

No.	都道府県	施設名	分類		事業主体	施設設置箇所		植生の種類	施設規模	
			大分類	小分類		河川名	住所		面積 (㎡)	計画水量 (L/s)
1	北海道	アシ原浄化池 (チャラソガ川No.1, 2)	湿地法	表面流れ方式	釧路市	春採川	釧路市	クサヨシ等	418	2.0
2	〃	アシ原浄化池 (柏木川)	湿地法	表面流れ方式	釧路市	春採川	釧路市	ヨシ等	569	3.0
3	〃	南角田地区水質浄化施設	湿地法	表面流れビートーフ方式	北海道	農業用排水路	栗山町	稲、ヨシ、ガマ	4,700	29.0
4	〃	砂川遊水地バイパス水路	湿地法	表面流れビートーフ方式	北海道開発局	砂川遊水地	砂川市	ヨシ、ササキ類、エゾシバ類、シヨウガク類等	3,750	1,000.0
5	秋田県	古川水質浄化施設	湿地法	表面流れビートーフ方式	東北地整	雄物川	秋田市	マコモ、ガマ	19,000	200.0
6	茨城県	相野谷川生活排水浄化施設	水耕法	直接植栽方式	取手市	相野谷川	取手市	クワシ、カマ、オアワサキ等	3,521	12.0
7	〃	清明川植生浄化施設	湿地法	表面流れ方式	関東地整	清明川	美浦村	ヨシ等	38,000	210.0
8	〃	土浦ビオトパーク	水耕法	直接植栽方式	関東地整	霞ヶ浦	土浦市	クレンソ、ミンソト、セリ等	3,400	87.0
9	栃木県	ヨシ原浄化施設	湿地法	表面流れ方式	関東地整	渡良瀬貯水池	藤岡町	ヨシ	400,000	5,000.0
10	千葉県	手賀沼ビオトープ	湿地法	表面流れビートーフ方式	千葉県	手賀沼	我孫子市	ヨシ等	19,100	63.0
11	石川県	河北潟生態系活用浄化施設	湿地法	表面流れ方式	金沢市	河北潟	金沢市	ヨシ、他にシヨウガク、キヨウガク	1,600	1.2
12	〃	生態系活用木場潟水質浄化施設	湿地法	浸透流れ方式	小松市	木場潟	小松市	ヨシ	401	0.6
13	高知県	井上川浄化施設 (きらり)	湿地法	表面流れ方式	四国地整	中筋川	中村市	ヨシ	2,700	15.0
14	福岡県	水耕浄化施設	水耕法	特殊基材方式	九州地整	帝釈寺川	甘木市	クレンソ	308	17.0
15	北海道	ヨシ原による浄化施設	湿地法	表面流れ方式	北海道開発局	網走川	女満別町	ヨシ、ガマ等	27,078	150.0
16	茨城県	山王川植生浄化実験施設	湿地法他	表面流れ方式他	関東地整	山王川	玉里村	ヨシ、マコモ、オアワサキ等	810	5.4
17	静岡県	佐鳴湖植生浄化実験水路	湿地法	表面流れ方式	静岡県	佐鳴湖	浜松市	ヨシ等	2,000	4.0

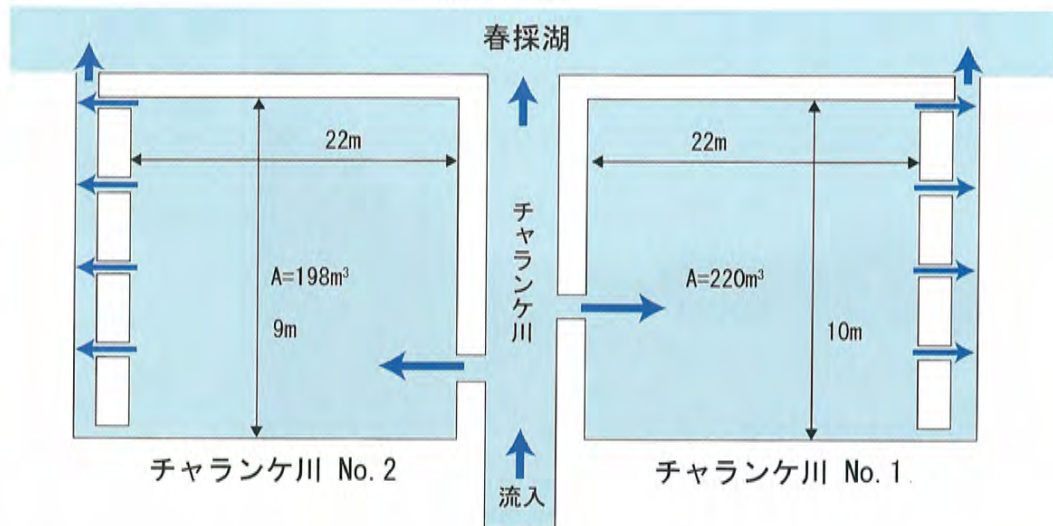
※分類は現状の機能も考慮し、分類した。

No.1	アシ原浄化池 (チャランケ川 No.1) (チャランケ川 No.2)			
所在地	釧路市春湖台	事業主体	釧路市	
	供用開始		平成4年度 (チャランケ川 No.1) 平成8年度 (チャランケ川 No.2)	
	流入水		チャランケ川	
	放流先		春採湖	
	設置の背景			近年の春採湖は、社会経済発展の影響を受けて水質汚濁が進行し、様々な障害が発生している。このため湖に流入する河川の流入負荷の削減が必要とされた。
	目標水質			T-N除去率 40% T-P除去率 50%
計画水量			共に 1.0 L/s(0.001m ³ /s)で合計は晴天時流量の 2.0 L/s (0.002m ³ /s)	
施設諸元	面積	チャランケ川 No.1 220 m ² チャランケ川 No.2 198 m ² 合計 418 m ²	水深	0.1m
	水面積負荷 (m ³ /m ² /日)	チャランケ川 No.1 0.39 チャランケ川 No.2 0.44	稼動期間	5～11月
	取水方式	自然流下方式		
	備考			
植生	植生種	クサヨシなど 付近一帯に自生している植生を用いた。		
建設費	柏木川の浄化施設も含め3施設合計で約900万円			

No.1	アシ原浄化池 (チャランケ川 No.1) (チャランケ川 No.2)
------	--

施設の概要

<施設平面図>



チャランケ川



チャランケ川No.2 全景

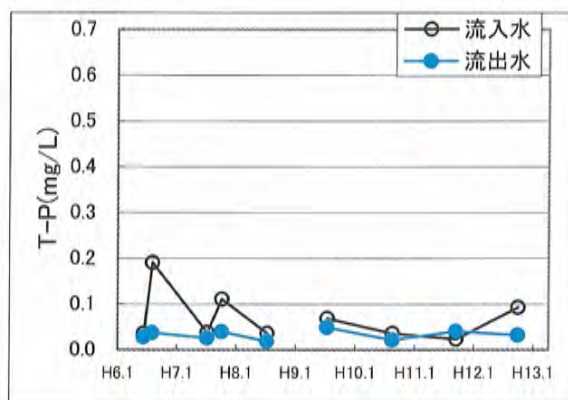
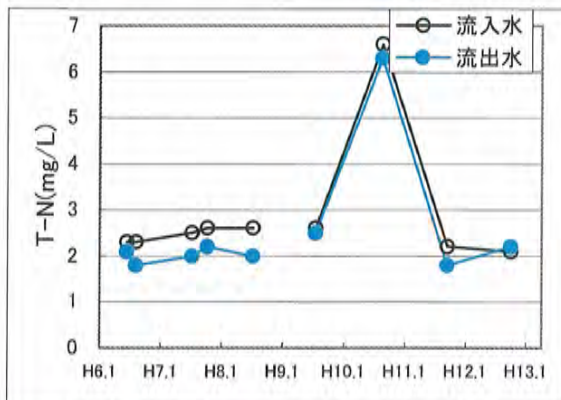
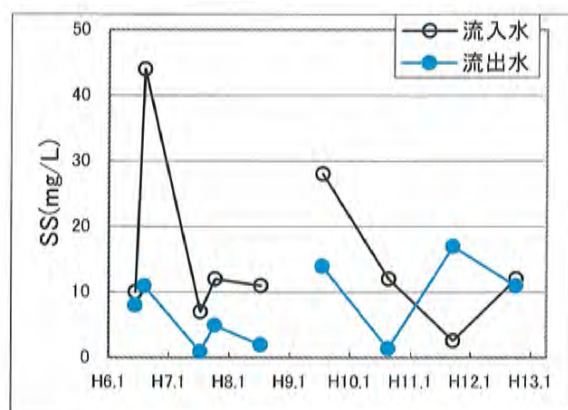
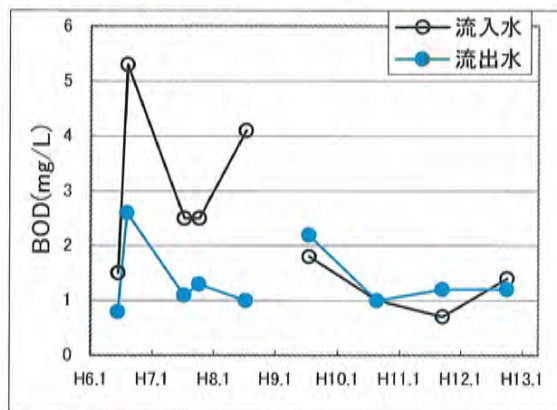


チャランケ川No. 2 流入



チャランケ川No.2 流出

No.1	アシ原浄化池 (チャランケ川 No.1)		
水質	調査頻度 及び項目	年1回(夏期) BOD、COD、SS、T-N、T-P	
項目	流入水質 (mg/L)	放流水質 (mg/L)	除去率 (%)
BOD	2.3	1.4	39
COD	5.6	5.0	11
SS	15.4	7.8	49
T-N	2.87	2.54	11
T-P	0.070	0.033	53
対象期間	H6年~H12年		
平均化対象データ数	n=9		



流入水の特徴	流域が住宅地として土地利用されているため、雨天時でも土砂の流入は少ない。下水道は整備され雨水のみである。	
放流水の特徴	底泥の堆積により設計滞留時間が得られなくなり、経年的に浄化効果が低下している。	
水量	流入水量	No.2 との 2 池の合計で 2.0 L/s (0.002m ³ /s)
	出水時の対応	施設の取水は、仕切り板の孔より行っており、出水時にも大量の水が入らないようになっている。

No.1		アシ原浄化池 (チャランケ川 No.2)	
水質		調査頻度 及び項目	年1回 (夏期) BOD、COD、SS、T-N、T-P
項目	流入水質 (mg/L)	放流水質 (mg/L)	除去率 (%)
BOD	1.4	1.4	0
COD	3.9	4.6	-18
SS	10.8	12.0	-11
T-N	3.48	3.38	3
T-P	0.197	0.099	50
対象期間		H9年～H12年	
平均化対象データ数		n=4	
流入水の特徴		流域が住宅地として土地利用されているため、雨天時でも土砂の流入は少ない。下水道は整備され雨水のみである。	
放流水の特徴		当初より設計滞留時間が得られにくく、No.1より浄化効果が低い。	
水量	流入水量	No.1 との 2 池の合計で 2.0 L/s (0.002m ³ /s)	
	出水時の対応	施設の取水は、仕切り板の孔より行っており、出水時にも大量の水が入らないようになっている。	

No.1	アシ原浄化池 (チャランケ川 No.1) (チャランケ川 No.2)
------	--

植生の植付け

- ① チャランケ川 No.1 の施設は周辺の植生（クサヨシなど）を移植した。移植後、クサヨシが優先し、他にヨシやガマが認められる。
- ② チャランケ川 No.2 の施設はクサヨシの種を植えた。No.1 に比べ生長は劣る。他にヨシやウキヤガラ属が認められる。

住民参加

維持管理

- ① 冬期間に傷んだ堰板・水路等の補修（年1回）
- ② 定期巡回（5～11月、月2回）
- ③ 周囲の雑草の刈り取り（7月、8月の年2回）
- ④ 大雨後の堆積土の除去（年2回）
- ⑤ 枯死後のヨシの刈り取り（12月、年1回）

柏木川を含む3施設の①～⑤の合計で
40万円/年（右写真は柏木川）



工夫等

- ① 経済性を考慮し、素掘りの自然流下とし、導水・分配施設ともに木杭や木製の堰板を用いている。
- ② 堰板の孔で流量をほぼ一定に保ち、出水時に流入過多としないようにしている。



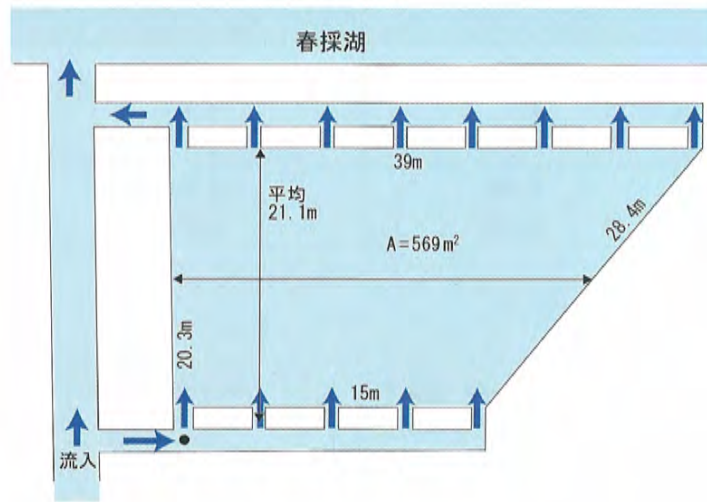
No.2	アシ原浄化池(柏木川)			
所在地	釧路市柏木町	事業主体	釧路市	
		供用開始		
		平成4年度		
		流入水		
		柏木川		
		放流先		
		春採湖		
設置の背景	近年の春採湖は、社会経済発展の影響をうけて水質汚濁が進行し、様々な障害が発生している。このため湖に流入する河川の流入負荷の削減が必要とされた。			
目標水質	T-N除去率 40% T-P除去率 50%			
計画水量	晴天時流量 3.0 L/s (0.003m ³ /s)			
施設諸元	面積	569 m ²	水深	0.1m
	水面積負荷 (m ³ /m ² /日)	0.46	稼動期間	5~11月
	取水方式	自然流下方式		
	備考			
植生	植生種	ヨシなど		
	付近一帯に自生している植生を用いた。			
建設費	チャランケ川の2浄化施設も含め3施設合計で約900万円			

No.2

アシ原浄化池(柏木川)

施設の概要

<施設平面図>



柏木川





浄化池流入



浄化池流出

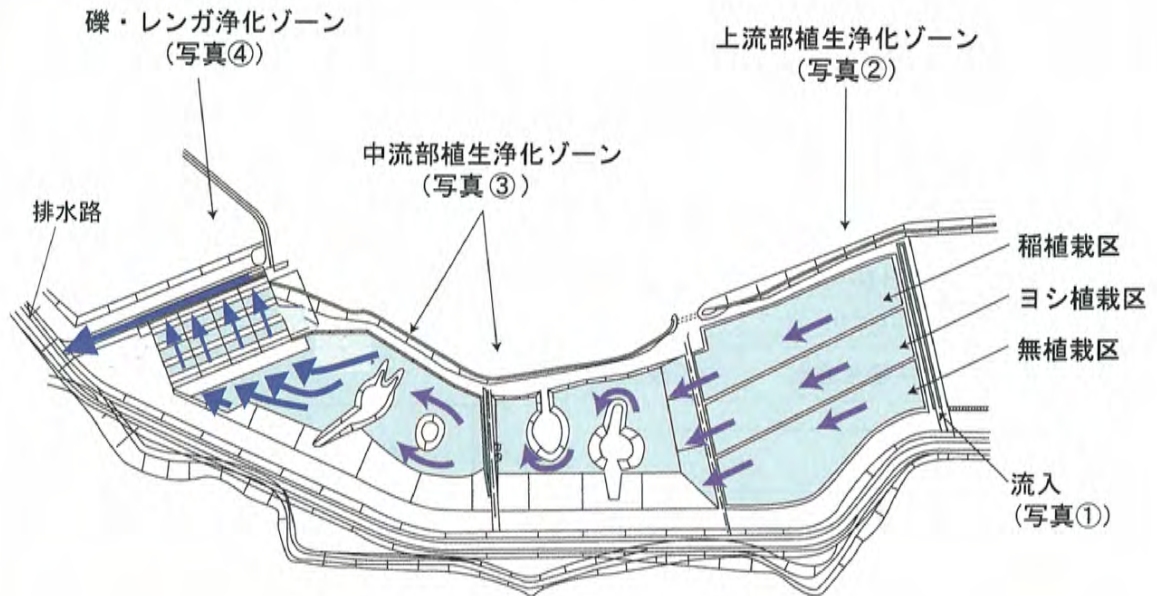
No.2		アシ原浄化池 (柏木川)	
水質		調査頻度 及び項目	年1回(夏期) BOD、COD、SS、T-N、T-P
項目	流入水質 (mg/L)	放流水質 (mg/L)	除去率 (%)
BOD	1.7	1.0	41
COD	4.7	4.5	3
SS	9.2	1.8	81
T-N	2.68	2.05	23
T-P	0.037	0.020	46
対象期間		H6年~12年	
平均化対象データ数		n = 10	
流入水の特徴		流域が住宅地として土地利用されているため、雨天時でも土砂の流入は少ない。下水道は整備され雨水のみである。	
放流水の特徴		底泥は堆積しているが、堰上げによりほぼ設計滞留時間が得られ、CODを除き比較的安定した浄化効果が得られている。	
水量	流入水量	3.0 L/s (0.003m ³ /s)	
	出水時の対応	施設の取水は、仕切り板の孔より行っており、出水時にも大量の水が入らないようになっている。	

No.2	アシ原浄化池(柏木川)
植生の植付け	<p>チャランケ川 No.1 と同様に施設周辺の植生（ヨシなど）を移植した。移植後、ヨシが優先し、他にクサヨシやウキヤガラ属が認められる。</p>
住民参加	
維持管理	<p>① 冬期間に傷んだ堰板・水路等の補修（年1回） ② 定期巡回（5～11月、月2回） ③ 周囲の雑草の刈り取り（7月、8月の年2回） ④ 大雨後の堆積土の除去（年2回） ⑤ 枯死後のヨシの刈り取り（12月、年1回）</p> <p>チャランケ川を含む3施設の①～⑤の合計で 40万円/年</p> 
工夫等	<p>① 経済性を考慮し、素掘りの自然流下とし、導水・分配施設ともに木杭や木製の堰板を用いている。 ② 堰板の孔で流量をほぼ一定に保ち、出水時に流入過多とならないようにしている。（写真はチャランケ川）</p> 

No.3	南角田地区水質浄化施設			
所在地	夕張郡栗山町南角田	事業主体	北海道	
	供用開始	平成 10 年度		
	流入水	農業用排水路		
	放流先	農業用排水路 (夕張川流域)		
	設置の背景	肥料・農薬および生活排水の流入により、水田用水の水質障害と農村環境が悪化している。このため農業用排水路の水質を浄化し、農業経営の安定化と環境保全を図ろうとするものである。		
	目標水質	T-N の除去率 40% T-N の水質 1.0 mg/L		
	計画水量	29 L/s (0.029m ³ /s) 植生浄化池の滞留時間は 3 時間		
施設諸元	面積 (幅×長さ)	4,700m ² (30m×50m、25m×128m)	水深	0.1m
	水面積負荷 (m ³ /m ² /日)	0.53	稼動期間	4 月下旬～11 月上旬
	取水方式	オリフィス及びパイプ		
	備考	礫間浄化施設を併設		
植生	植生種 稲、ヨシ、ガマ、その他の植生の発生 ろ過沈殿効果と分解吸収機能が発揮できる植生としてヨシ等を選定。ガマ等は自然に発生した。			
建設費	約 500 万円 (接触酸化施設は 4,300 万円)			

施設の概要

<施設平面図>



①流入部



②上流部植生浄化ゾーン (稲植栽区)



③中流部植生浄化ゾーン



④礫・レンガ浄化ゾーン

No.3	南角田地区水質浄化施設			
水質	調査頻度 及び項目	年3回程度 BOD、COD、SS、T-N、T-P、NPの溶解成分等		
項目	流入水質 (mg/L)	植生流水質 (mg/L)	礫間流水質 (mg/L)	植生浄化除去率 (%)
BOD	2.4	2.0	1.4	18
COD	5.5	6.5	5.7	-18
SS	6.7	6.0	1.2	10
T-N	2.05	1.75	1.74	15
T-P	0.040	0.068	0.046	-70
NO ₃ -N	1.66	1.28	1.31	23
対象期間	H10年10月～H11年10月			
平均化対象データ数	n=6			
流入水の特徴	生活排水や農薬等を含むと考えられる排水。畜舎排水を含みやや濁りが見られる。			
放流水の特徴	H10は植物の生育が十分でなく、また降雨のため水質にバラツキがあり期待した効果が得られなかった。平均的にはBOD,SS,T-Nで浄化効果が得られている。T-Nの浄化は、ほぼ脱窒と思われる。			
水量	流入水量	他の水田との取水の関係で、計画水量より少なくなる場合がある。滞留時間はH12年6月～8月の実績で15～17時間。		
	出水時の対応	オリフィス及びパイプによる取水及び導水で、出水による大量流入は生じない。		

No.3	南角田地区水質浄化施設
<p data-bbox="225 264 427 297">植生の植付け</p> <p data-bbox="204 320 1401 421"> ① 稲とヨシは植栽した。ヨシはポット植栽で2年目には生え揃った。 ② 無植栽区にはガマが発生した。(下左写真が施設掘削当初、下右写真が植生発生後) ③ 中流部にもガマを中心とし、カンガレイ、サンカクイなど100種を超える植物が発生した。 </p> <div data-bbox="204 443 798 824">  </div> <div data-bbox="810 443 1377 813">  </div>	
<p data-bbox="252 943 368 976">住民参加</p> <p data-bbox="204 999 786 1323"> ① ボランティア団体や近隣小学校の生物調査で、浄化施設周辺の自生水生植物・昆虫類等多数確認された。 ② イネの植付けには小学生も参加した。(右写真) ③ 維持管理は水質調査を除き全て地域ボランティアが行っている。また、体験学習の手伝い、浄化手法の検討なども地域ボランティアが行い活動が活発である。 </p> <div data-bbox="831 1003 1406 1323">  </div>	
<p data-bbox="252 1377 368 1411">維持管理</p> <p data-bbox="204 1433 1401 1534"> ① 稲の刈り取りなど、維持管理はボランティアが実施した。 ② 特に底泥の維持管理はしていないが、一部泥の堆積が認められ、場所によっては嫌気化が生じている。 </p>	
<p data-bbox="268 1590 352 1624">工夫等</p> <p data-bbox="204 1646 1401 1747"> ① 池にマウンド等を設け、均一流ではなく、瀬・淵など流速に変化をつけ浄化効果を図っている。 ② 植生浄化と礫間浄化を組み合わせ、T-N,SS,BOD の改善を図っている。 </p> <div data-bbox="256 1787 1098 1966">  <pre> graph LR A[稲植栽の施設] --> C[礫間浄化] B[ヨシ植栽の施設] --> C D[無植栽の施設] --> C E[無植栽の施設(ガマ発生)] --> C </pre> </div>	

No.4	砂川遊水地バイパス水路		
所在地	北海道砂川市	事業主体 北海道開発局石狩川開発建設部 滝川河川事務所	
	供用開始	平成9年	
	流入水	パンケ歌志内川 ペンケスナ川	
	放流先	石狩川	
	設置の背景	砂川遊水地に流入するパンケ歌志内川、ペンケスナ川の平常時のT-N、T-P値が高いため、平常時の水は直接遊水地に入れず、バイパス水路を設置し、水路内の植生で浄化し石狩川に放流することにした。	
	目標水質	浄化目標は定めていない。	
計画水量	1,000 L/s (1 m³/s)		
施設諸元	水深	0.2~0.5m	
	稼動期間	通年	
	取水方式	自然流下	
	備考	① 植生群はバイパス水路の高水敷部にあり平常は湛水しない。 ② 同遊水地内に礫間浄化施設がある。	
植生	植生種	ヨシ、ヤナギ類、エゾミソハギ、ショウブ類等	
	ヨシなどの在来種を中心とした湿性植物を繁茂させることで水質の浄化とともに、豊かな景観の創出も期待した。		
建設費			

施設の概要

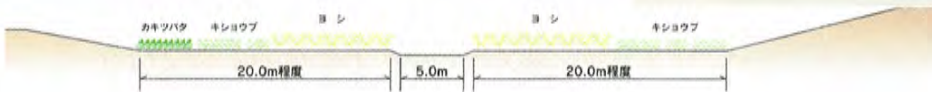
パンケ、ペンケ歌志内川の流入直後に減勢池(沈殿地)を設け、植栽したバイパス水路に導水する。増水時には、バイパス水路を越え遊水地へ流入する。

なお、奈江豊平川からの流入水は、礫間浄化施設を通して放流される。

<遊水地平面図>



<バイパス水路断面図>



①パンケ歌志内川



②減勢池 (奥は遊水池)



③バイパス水路流入



④放流部

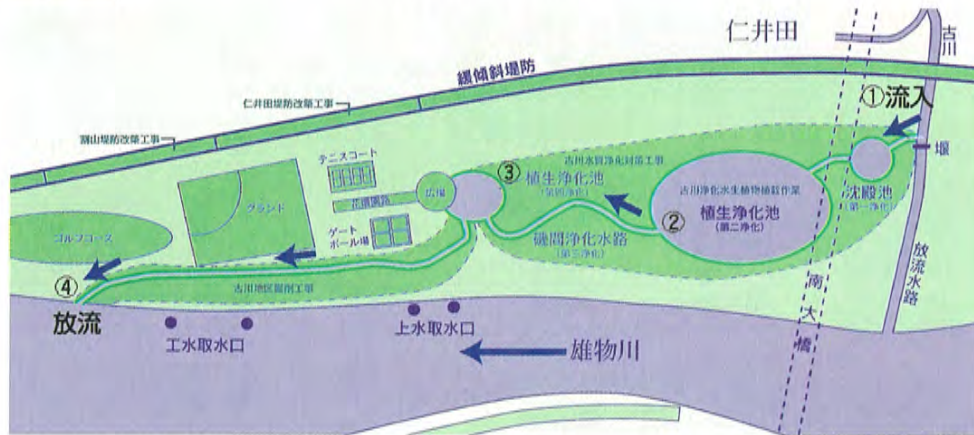
No.4	砂川遊水地バイパス水路		
水質	調査頻度及び項目	7月～9月の期間、1ヶ月に1回 BOD、COD、SS、T-N、T-P、他生活環境項目	
バイパス水路水質分析結果 (平成13年度調査結果)			
	項目 地点	減勢池 (上流部) (mg/L)	第1池 (下流部) (mg/L)
7月 26日	BOD	1.1	1.0
	COD	5.2	4.2
	SS	16	15
	T-N	1.01	0.90
	T-P	0.083	0.075
	無機態窒素	0.953	0.656
8月 7日	BOD	2.3	2.0
	COD	5.5	5.0
	SS	25	12
	T-N	0.93	0.92
	T-P	0.090	0.084
	無機態窒素	0.788	0.718
9月 4日	BOD	3.0	2.6
	COD	4.8	5.2
	SS	8	15
	T-N	1.17	1.39
	T-P	0.122	0.121
	無機態窒素	1.064	1.333
9月を除いた調査結果では、水質の改善が見られる。			
流入水の特徴	バイパス水路への流入水は、T-N、T-Pの濃度が高い。		
放流水の特徴	流入水とほとんど変わらない。		
水量	流入水量	流量観測値 (平成13年8月調査値) パンケ歌志内川 1,066L/s (1.066m ³ /s) ペンケスナ川 62L/s (0.062m ³ /s) 合計 1,128L/s (1.128m ³ /s)	
	出水時の対応	バイパス水路は砂川遊水地内にあることから、遊水地の水門の操作と併せて管理を行う。	

No.4	砂川遊水地バイパス水路
植生の植付け	<div data-bbox="911 275 1326 622" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="201 338 810 510"> ①自生の植生を主に、一部自生した植生を植栽した。 ②水路内に設置した植生では、イネ科草本、アヤメ科の生育状況がよい。河岸部の植生は自生植物と混在、同化し植生範囲を拡大している。 </p>
住民参加	<p data-bbox="201 734 858 768">遊水地の水辺、水面は地域住民の利用に供されている。</p>
維持管理	<p data-bbox="201 1093 804 1126">モニタリングを行い、水質等の調査を行っている。</p>
工夫等	<p data-bbox="201 1451 1401 1585"> ① 遊水地に流入する奈江豊平川は、SS や BOD 濃度が高いため礫間浄化施設を設置し流入水を浄化している。計画処理水量は最大 400L/s(0.4m³/s)。 ② バイパス水路の設計条件は、湿生植物の生育を考慮し水深 20~50cm とし、水路内に魚が遡上することを考慮して 20cm 以上の水深を確保するようにしている。 </p>

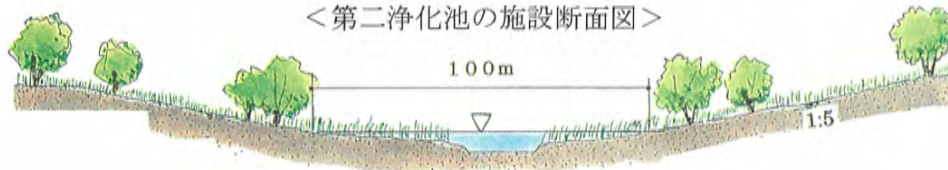
No.5	古川水質浄化施設			
所在地	秋田県秋田市仁井田地内	事業主体	国土交通省東北地方整備局 秋田工事事務所	
	供用開始	平成11年6月		
	流入水	雄物川水系 古川		
	放流先	雄物川		
	設置の背景	古川は、雄物川河口から約6.4km付近の秋田市仁井田地区住宅地を流れ雄物川に注ぐ普通河川であるが、周囲の住宅化等により近年水質の悪化が進んでいる。一方、合流地点直下には秋田市の上水道取水口等が位置している。本施設は、地域住民の水質浄化に対する強い要望等を受け流末の処理を対象に水質浄化事業として平成6年度に着手したものである。		
	目標水質	BOD,SS,T-N,T-Pの50%除去を目標とする。		
計画水量	200 L/s (0.2m ³ /s) 非かんがい期には全量取水			
施設諸元	面積 (長さ)	19,000m ² 施設全長約1.5km	水深	植生浄化池で最深1.5m
	水面積負荷 (m ³ /m ² /日)	0.91	稼動期間	通年
	取水方式	分流施設(固定堰)での自然流下		
	備考	ビオトープとして機能している。		
植生	植生種	マコモ、ガマ		
	既往の文献よりN、Pの吸収速度に着目し選定した。			
建設費	総事業費約4億円			

施設の概要

<施設概略平面図>



<第二浄化池の施設断面図>



①流入地点



②第一植生浄化池(第二浄化)





③第二植生浄化池(第四浄化)



④放流地点

No.5		古川水質浄化施設				
水質		調査頻度及び項目	H11は6~12月の7回、H13は5月~12月の8回 BOD、COD、SS、T-N、T-P、EC、pH等、他に底質も実施			
項目	平成11年度			平成13年度		
	流入水質 (mg/L)	放流水質 (mg/L)	除去率 (%)	流入水質 (mg/L)	放流水質 (mg/L)	除去率 (%)
BOD	1.8	1.0	44	1.1	0.9	18
COD	5.0	4.4	12	4.3	4.4	-3
SS	4	6	-50	12	9	25
T-N	1.34	0.85	37	1.03	0.70	32
T-P	0.080	0.052	35	0.090	0.052	42
対象期間		平成11年10月~12月(通水初期は除外)、平成13年5月~12月				
平均化対象データ数		H11年 n=3, H13年 n=8				
<p>※ 完成直後は、植生の繁茂が少なく浄化効果も安定しなかった。</p>						
流入水の特徴		<p>① 夏は農水が主で、流入先の雄物川の環境基準(A類型)を満たしているが、冬季には生活排水が主となり、BODで基準を超えることがある。</p> <p>② 褐色に濁っていることが多い。</p>				
放流水の特徴		<p>① 通水初期は施設の法面が安定せず放流水質の悪化もあった。</p> <p>② 平成13年度現在、第一浄化池は植物の枯死体が堆積し嫌気状態となり浄化効果が低下している。</p>				
水量	流入水量	<p>① 平成11年度は200 L/s(0.2m³/s)より少ない場合には全量流入した。</p> <p>② 平成13年度の10月~12月は流入水量が低下し10 L/s(0.01m³/s)以下であった。植生の過繁茂による水路の閉塞が原因とされている。</p>				
	出水時の対応	<p>特に対応はなく、通常時と同様に約200 L/s(0.2m³/s)流入する。</p>				

No.5	古川水質浄化施設
植生の植付け	<p>平成 10 年の植栽前の第一植生浄化池の状況。植栽密度は計画の 25%程度であったが、表土(現地土)による覆土処理もあり、夏には植栽種のガマ、マコモの他、自生種のヨシも岸边に繁殖した。</p> 
住民参加	<p>特にない</p>
維持管理	<ol style="list-style-type: none"> ① 維持管理法は確立されておらず、地元自治体や、地域住民との連携を模索中である。 ② 維持管理は観察路の除草程度で 10~20 万円程度。 ③ 平成 13 年春に観察路を簡易舗装した。 ④ 植生の枯死体による嫌気状態や閉塞が問題となっている。
工夫等	<p>工事期間中、地域住民に事業への理解を目的に見学会を実施。柵や照明を求める意見も出された。</p> 

No.6	相野谷川生活排水浄化施設			
所在地	茨城県取手市大字寺田 2372 地先	事業主体	茨城県取手市	
	供用開始	平成 11 年 4 月		
	流入水	新取手団地生活排水		
	放流先	利根川支川 相野谷川		
	設置の背景	相野谷川は利根川に流入する一級河川で、農業用排水路兼用となっている。しかし、現在は住宅開発等に伴い、大量の生活排水が流入し、農業用水として憂慮されているほか、非かんがい期には著しく水質が悪化している。本施設は、この生活排水が相野谷川に流入する前に浄化し、地域住民の水辺でのふれあいや親水公園として活用するものである。		
	目標水質	BOD 60→10mg/L を目標とする。		
計画水量	12 L/s (0.012m ³ /s)・・・1,000m ³ /日相当 現状の通常時の河川流量の全量処理。給水実績は 1,100m ³ /日であるが、今後下水道の普及で減少の見込み。過大投資は避けた。			
施設諸元	面積	3,521m ²	水深	—
	水面積負荷 (m ³ /m ² /日)	0.28	稼動期間	通年
	取水方式	排水路を堰止め、ポンプ取水。		
	備考	流入水は「高負荷生活排水処理施設」(ひも状バイオモジュール、ヤクルト容器使用)から木竹炭→植生池の順に流入する。		
植生	植生種	クレソン、ガマ、カンガレイ、セイヨウモ、ハシロウブ、アヤメ、オオフサモ、ルトウヰギア・オハリス、ルトウヰギア・サンフランシスコ、ミズヒマリなど		
		① クレソンは土浦バイオパークの事例を参考にした。 ② 四季を通じて花が見られるように配慮した。 ③ オオフサモは植栽していない。 ④ 浄化効果があるといわれるルトウヰギア・オハリス、ルトウヰギア・サンフランシスコ、ミズヒマリを各 1m ² ずつ植栽した。		
建設費	高負荷生活排水処理施設も含め総事業費 3 億 7,365 万円 (平成 9、10 年度環境庁補助事業) 内訳 土木・公園工事費 6,164 万円 用地取得費 4,654 万円 木炭は別途購入で 360 万円			

施設の概要

<施設平面図>



①排水路取水部



②高負荷生活排水処理施設
と風力発電



③植生浄化水路流入部



④植生浄化池

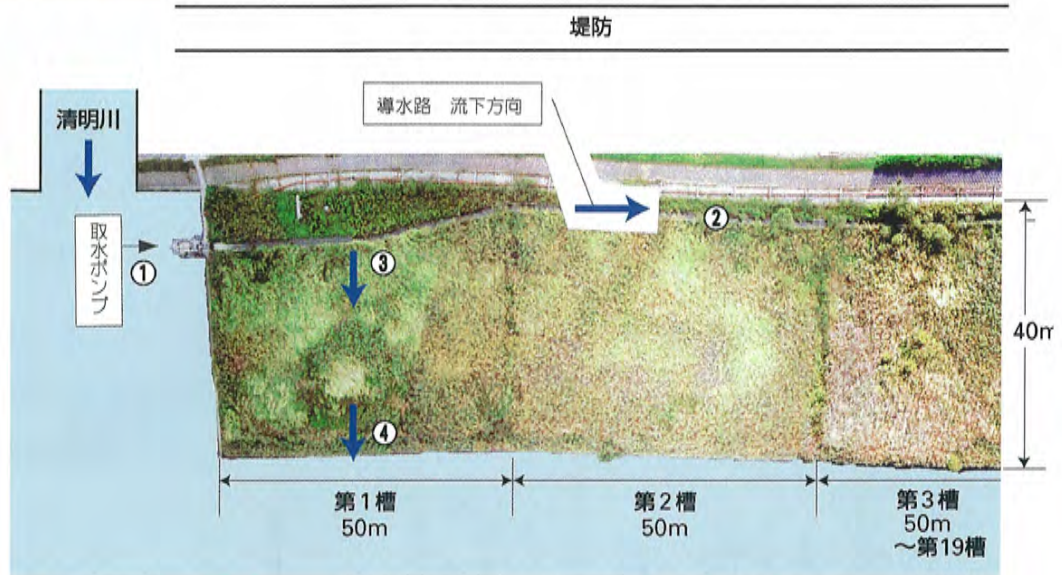
No.6	相野谷川生活排水浄化施設			
水質	調査頻度 及び項目	月1回の年12回 BOD、COD、SS、T-N、T-P、pH、n-ヘキサン抽出物質		
項目	処理施設流入水質 (mg/L)	植生浄化流入水質 (mg/L)	植生浄化流出水質 (mg/L)	植生浄化除去率 (%)
BOD	30.0	6.8	5.2	24
COD	23.0	11.0	10.1	8
SS	13.5	6.9	6.8	1
T-N	10.35	9.28	7.82	16
T-P	1.52	1.33	1.12	16
n-ヘキサン抽出物質	3.1	0.0	0.1	—
対象期間	平成11年10月～平成14年6月			
平均化対象データ数	n=33			
<p>Legend: ● 処理施設流入 (black), ● 植生浄化流入 (red), ● 植生浄化流出 (blue)</p> <p>The graphs show that BOD and SS concentrations are significantly lower in the plant purification inflow and outflow stages compared to the treatment facility inflow. T-N and T-P concentrations also show a general downward trend from inflow to outflow.</p>				
流入水の特徴	生活排水がほとんどで、BOD、CODが平均20mg/L以上と高く、T-N、T-Pも高い。前段の高負荷排水処理施設でBOD、COD、SSはかなり低減して目標水質を達成している。			
放流水の特徴	木竹炭の脱臭効果は高く無臭で、また外観は透明である。植生浄化施設での効果も全項目で認められる。			
水量	流入水量	計画水量は常に流入し、それ以上は越流する。通常720m ³ /日程度。		
	出水時の対応	出水時にはポンプによる取水をストップする。		

No.6	相野谷川生活排水浄化施設
<p data-bbox="236 264 402 295">植生の植付け</p> <p data-bbox="212 318 849 450"> ① 植生はヤシロールに植栽した。 ② 平成 11 年春に植栽し、各植生は順調に生長した。 ③ 植栽していないオオフサモが発生している。 ④ 2 月～6 月は池に藻が大量発生した。 </p>	
<p data-bbox="264 477 376 508">住民参加</p> <p data-bbox="212 530 1409 696"> ① 設計当初から地区住民と協議し施設の公園化を目指し、管理面については地区住民のボランティア活動を願っている。 ② シルバー人材センターによる芝刈り、草刈り、施肥の実施。 ③ 近所の子供たちの遊び場となっており、名称を公募した結果、子供たちが呼んでいた「水の公園」に決定した。 </p>	
<p data-bbox="264 723 376 754">維持管理</p> <p data-bbox="212 777 1409 978"> ① 高負荷生活排水処理施設の汚泥はH12 年 4 月以後数回引き抜いている。産業廃棄物として処理し、2.5 万円/m³。植生浄化池の汚泥処理は年 1 回実施。 ② 取水地点の堰止め部に浮上油分等があり、2 週間に 1 回程度バキュームで回収している。 ③ 植生の維持管理は、ガマ、ミソハギは刈り取り、クレソンは間引きし自然に肥料化する。 ④ 維持管理コストは施設全体（調査、機械メンテナンス、点検、電気代）で年間 600～1,000 万円。電気代は月 20 万円。 </p>	
<p data-bbox="276 1014 360 1046">工夫等</p> <p data-bbox="212 1079 777 1254"> ① 汚濁水の浄化具合を市民の視覚に訴えるために、水路、池等を多く取り入れ、水に係る生態系の学習広場とした。 ② 平成 11 年度は植生浄化池に「魚の隠れ家」を設置していた。(右写真) </p> <div data-bbox="798 1120 1396 1541" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="212 1574 777 1680"> ③ 風力エネルギーで高負荷処理施設内機械室灯、太陽エネルギーで時計、庭園灯をまかなっている。(右写真) </p> <div data-bbox="798 1574 1396 1982" data-label="Image"> </div>	

No.7	清明川植生浄化施設			
所在地	茨城県稲敷郡美浦村舟子地先		事業主体 国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦工事事務所	
	供用開始		平成8年	
	流入水		霞ヶ浦流入河川 清明川	
	放流先		霞ヶ浦	
	設置の背景			<p>霞ヶ浦の水質は、流域の開発により生活排水や工場排水、農地排水等からの栄養塩の流入が増加し、停滞水域のため植物プランクトンが異常発生するなど、富栄養化の様相を呈しており、霞ヶ浦へ流入する汚濁負荷の削減が必要とされている。</p> <p>本施設はこの霞ヶ浦の流入支川対策として、生活排水の流入の多い清明川の栄養塩の負荷削減を目的に設置されたものである。</p>
	目標水質			<p>T-N、T-Pの除去率 50%</p> <p>T-N 3.05→1.53mg/L、T-P 0.28→0.14mg/L</p>
計画水量			<p>210 L/s (0.21m³/s)</p> <p>河川流量は豊水年で0.52m³/s(昭和58年)</p>	
施設諸元	面積 (幅×長さ)	38,000m ² (50m×40m×19槽)	水深	0.1m
	水面積負荷 (m ³ /m ² /日)	0.48	稼動期間	通年
	取水方式	ポンプ取水		
	備考			
植生	植生種	ヨシ等		
	霞ヶ浦に自生しているヨシを利用した。			
建設費	約42,000万円			

施設の概要

<施設上流部の概略>



霞ヶ浦



取水部



導水路 (右が植生槽)



槽流入部 (手前が導水路)



槽流出部 (右が湖面)

No.7		清明川植生浄化施設	
水質		調査頻度 及び項目	通水開始当初 月1回から2回 COD、SS、T-N、T-P 他
項目	流入水質 (mg/L)	放流水質(第2槽) (mg/L)	除去率 (%)
BOD			
COD	7.5	7.1	5
SS	21.3	15.4	28
T-N	2.82	2.35	17
T-P	0.185	0.147	21
対象期間		平成7年9月～平成9年2月	
平均化対象データ数		n = 25	
流入水の特徴		T-N,T-Pとも冬期高く夏期に低い傾向にある。特にT-Nは約2倍の差がある。	
放流水の特徴		目標除去率には達していないが、SS,T-N,T-Pではある程度の浄化効果が認められる。	
水量	流入水量	平成11年の実測で310 L/s(0.31m³/s)	
	出水時の対応	施設は霞ヶ浦への流入地点に位置し、出水時には霞ヶ浦の水位の影響を受ける。このため、冠水は少なく特に対応はしていない。	

No.7	清明川植生浄化施設
------	-----------

植生の植付け

- ①客土した上にヨシを植えた。
- ②ヨシの生育密度は槽により異なる。
- ③他の植物種が混在しているところもあり、ヨシの他に、マコモ、ウキヤガラ、カサスゲ、ガマ、ヒメガマ、クサヨシ、セイトカアワダチソウ、アカメヤナギ、カワヤナギ等が確認された。・・・右写真はヤナギ類



住民参加

特にない

維持管理

- ①導水路に土砂が堆積(右写真)し、流入量が各槽均等にならないため、導水路の土砂除去を行っている。
- ②各槽の流入部の堰板がとれ、流入量が場所により不均一になる部分がある。
- ③取水ポンプの電気代 240 万円/年、メンテナンス 30 万円/年。



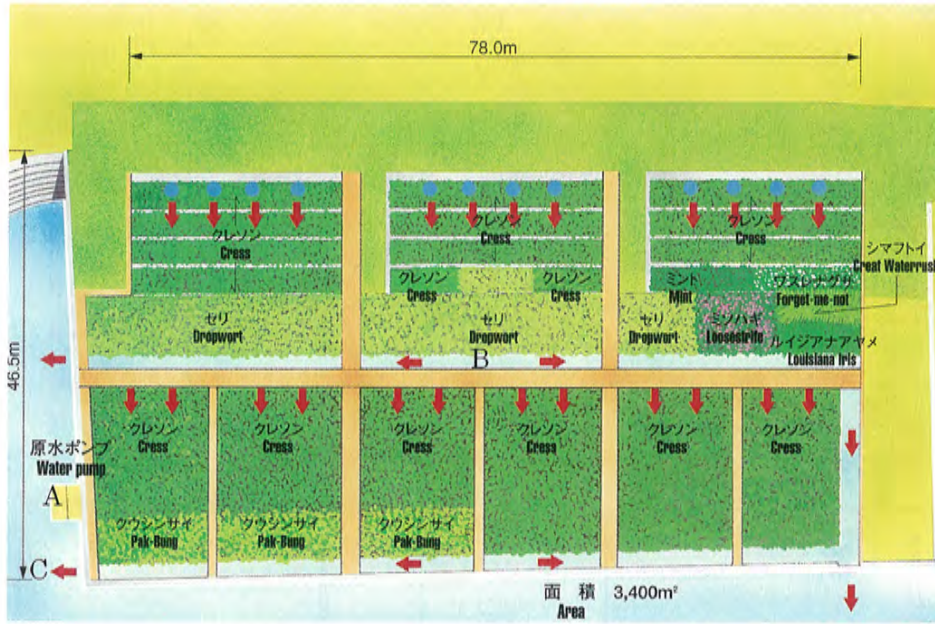
工夫等

- ①平成 11 年度より、維持管理に関する検討を行っており継続中である。
- ②一部共用開始 2 年後の平成 7 年度実施の鳥類調査では、サギ類、カモ類、セキレイ類の水辺に生息する種、ヨシゴイ、オオヨシキリ、オオジュリン等のヨシ原に生息する種、草地・畑地・市街地などを生息環境とする種など、10 目 22 科 56 種が確認された。

No.8	土浦ビオパーク			
所在地	茨城県土浦市港町地先	事業主体	国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦工事事務所	
	供用開始			
	平成7年8月			
	流入水			
	霞ヶ浦			
	放流先			
	霞ヶ浦			
設置の背景	<p>霞ヶ浦の水質は、流域の開発により生活排水や工場排水、農地排水等からの栄養塩の流入が増加し、停滞水域のため植物プランクトンが異常発生するなど、富栄養化の様相を呈しており、霞ヶ浦へ流入する汚濁負荷の削減が必要とされている。</p> <p>本施設はこの霞ヶ浦で行われた第6回世界湖沼会議環境フェアの一拠点として、親水公園及び浄化に対するPR用に設置されたものである。</p>			
目標水質	SS約70%、Chl-a約60%、N,P約20~40%の削減、及び透視度50~100cmを目標とする。			
計画水量	87 L/s (0.087m ³ /s) 程度			
施設諸元	面積 (幅×長さ)	3,400m ² W78m×L46.5m	水深	0.05~0.10m
	水面積負荷 (m ³ /m ² /日)	2.21	稼動期間	通年
	取水方式	ポンプ取水		
	備考	1/100の傾斜度がつけられている。		
植生	<p>植生種 クレソン、ミント、セリ他</p> <p>選定基準は以下の3点</p> <p>① 植物プランクトンが溜まりやすいように、根が細かく株が横に広がる。</p> <p>② 生長が早く栄養分としてN,Pを良く吸収する。</p> <p>③ 浅い水流部でよく育ち、施設の構造に適している。</p>			
建設費	約3,000万円			

施設の概要

<施設概略図>



<採水地点>
 A: 流入水質
 B: 中間水質 (上中央)
 C: 放流水質 (下湾寄)



取水地点



流入部



管理用木道



放流口 (手前は湖面)

No.8	土浦バイオパーク			
水質	調査頻度及び項目	平成10年度の4月、5月、11月～3月は月1回、6月～10月は月2回、平成13年度1回 COD、SS、T-N、T-P、クロロフィルa、NPの溶解成分等		
項目	流入水質 (mg/L)	中間水質 上中央 (mg/L)	放流水質 下湾寄 (mg/L)	除去率 (%)
BOD				
COD	7.2	6.5	6.4	12
SS	15.0	7.9	6.3	58
T-N	2.37	2.13	2.14	10
T-P	0.114	0.086	0.084	26
対象期間	平成10年4月～11年3月、及び13年8月			
平均化対象データ数	n = 15			
※ 地点名は前ページ参照				
流入水の特徴	各項目とも夏期に高く、特にCOD,SSで顕著である。			
放流水の特徴	SSの浄化効果が高く、透明感が得られる。施設周辺ではアオコが減少している。			
水量	流入水量	平成10年度の実績で83 L/s(0.083 m³/s)		
	出水時の対応	湖水を対象としているので特でない		

植生の植付け

種々の有用植物を植栽し、順調に生育している。たとえば、食用になるものとして、クレソン、セリ、ミント等がある。



ミント (シソ科)



クレソン (アブラナ科)



セリ (セリ科)

住民参加

クレソンなど食用になるものは、市民が採取するなどによって適当な密度に維持されている。また、住民の一部が組織化し、植生の堆肥化などの維持管理に参加している。



維持管理

- ① 植生管理 50回/年
- ② ゴミ除去 50回/年 (人力)
- ③ 泥土除去 2回/年 (パワーショベル)

維持管理費

- ① 水質調査を含む維持管理費 年 1,000 万円
- ② 泥土処理 1回 200 万円
- ③ ポンプ電気代 年 300 万円

工夫等

- ① 維持管理に参加している市民が中心となり、収穫した野菜で、料理実習も開催された。
- ② 本施設は特許工法 (水耕生物ろ過法) を使用した施設である。



No.9	ヨシ原浄化施設				
所在地	栃木県藤岡町		事業主体	国土交通省関東地方整備局 利根川上流工事事務所	
	供用開始			平成10年7月(一部) 平成14年4月(全体)	
	流入水			渡良瀬貯水池	
	放流先			渡良瀬貯水池	
	設置の背景				渡良瀬遊水地には広大なヨシ原があるが、近年ヨシ原の乾燥化が進んでいるといわれており、この貴重なヨシ原の湿地環境の復元や環境教育の場の創造を行っている。また遊水地の水質浄化を図るためヨシ原浄化施設が平成10年度から一部供用され、平成14年度より全稼動している。
	目標水質				クロロフィルaの削減(流入水平均90μg/L→50μg/L)
計画水量				5,000 L/s (5.0m³/s)	
施設諸元	面積	40ha	水深	0.2m	
	水面積負荷(m³/m²/日)	1.08	稼動期間	4月～10月	
	取水方式	貯水池水を地内水路経由でポンプ取水し、流入水路を経て各植生池に流入する構造。			
	備考	平成13年度に東(第4)ブロックが完成し、平成14年4月より運用開始。			
植生	植生種	ヨシ			
	自生地を利用				
建設費 (単位:億円)	工事名	西(第1)ブロック	東(第4)ブロック	合計	
	土木工事	8.3	5.2	13.5	
	取水施設	3.1	2.8	5.9	
	排水施設等	2.4	1.4	3.8	
	共用部 (パイプ水路～調節水路)	9.4	9.4	18.8	
	総工費	23.2	18.8	42.0	

施設の概要

<施設概略平面図>



調節水路



流れ込み部 (西ブロック)



流出部 (西ブロック)



流出水路 (西ブロック)



東ブロックの流れ込み部・流出部・流出水路

No.9		ヨシ原浄化施設				
水質		調査頻度及び項目	4月～10月の年20回前後 T-N、T-P、クロロフィルa、透視度			
		貯水池南ブロック水質 (mg/L)	調節水路水質 (mg/L)	集水池水質：放流水 (mg/L)	南ブロックに対する除去率 (%)	調節水路に対する除去率 (%)
BOD						
COD						
S S						
T-N		1.40	1.44	1.27	10	12
T-P		0.093	0.102	0.092	1	10
クロロフィルa		62.4(μg/L)	38.7(μg/L)	28.1(μg/L)	55	27
対象期間		平成11年4月～9月、平成12年5月～10月、平成13年5月～10月				
平均化対象データ数		H11年n=19、H12年n=20、H13年n=23の合計n=62				
流入水の特徴		富栄養化により植物プランクトンが発生し、カビ臭を発することが問題となっている。				
放流水の特徴		クロロフィルa (植物プランクトン) の浄化効果は継続的に維持されている。				
水量	流入水量	5,000 L/s (5.0m ³ /s)				
	出水時の対応	遊水地内にあるため、遊水地内に水が流入した場合は取水ポンプを停止する。				

No.9	ヨシ原浄化施設
------	---------

植生の植付け

- ① 自生地を利用し植付けは特にしていない。水辺はヨシが殆どであるが、陸地はオギ（カヤ）が優先している。
- ② 工事に伴う土壌のかく乱により貴重種(ヒメシロアサザ、ミズアオイ、シロネ、ミゾコウジュ等)も発生した。
- ③ フジバカマは播種している。

住民参加

- ① 動植物の観察会や水質調査などをいっしょに行っている。



- ② 遊水地全体を開放している。

維持管理

- ① 冬期にヨシズ材料として刈り取り、残りは3月下旬にヨシ焼き。
- ② 泥の堆積はあるが、除去はしていない。
- ③ 維持管理費 1億700万円。

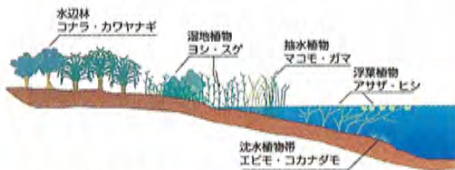
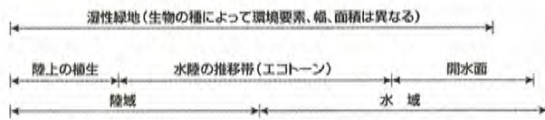
内訳	水質等の調査費	2,000万円
	施設の点検・補修費	4,900万円
	人件費	2,300万円
	電気代	1,500万円

工夫等

施設全体にエコトーンの創出に配慮している。

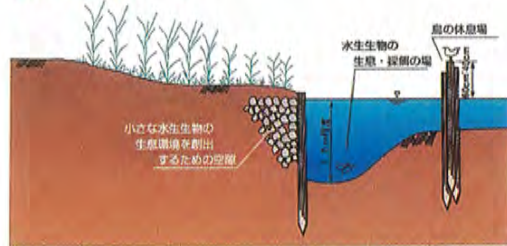
自然環境を多様化するための水辺環境づくり

ヨシ原に水を通し、ヨシ原を湿地化させ、生息種の多様化の回復を図ります。ヨシ原の一部を掘削し池・小山を造成することにより自然環境を多様化します。

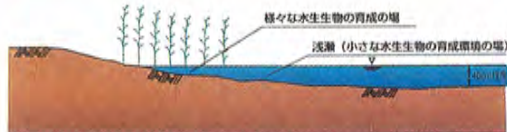


湿地緑地：推移帯（エコトーン）を中心として水陸が一体となった生物生息空間

淵の構造イメージ



瀬の構造イメージ



No.10	手賀沼ビオトープ			
所在地	千葉県我孫子市岡発戸新田地先	事業主体	千葉県東葛飾土木事務所	
	供用開始	平成 11 年 5 月		
	流入水	利根川水系 手賀沼		
	放流先	手賀沼		
	設置の背景	千葉県土木部が汚濁した手賀沼を浄化するための事業として進める、「手賀沼流域総合浄化計画」の一環として行われた事業である。また水質浄化の他に市民参加による浄化活動を通じ、自然環境に関する学習、啓発の場とすることも目的の一つである。		
	目標水質	COD、SS、T-N、T-P の除去率 30%		
計画水量	63 L/s (0.063m ³ /s)			
施設諸元	面積 (幅×長さ)	19,100 m ² W40m×L500m	水深	最深 2.5m
	水面積負荷 (m ³ /m ² /日)	0.28	稼動期間	通年
	取水方式	手賀沼の水をサイホンでポンプピットに流入させ、ポンプ取水している。		
	備考			
植生	植生種	ヨシ等		
	自然のままの在来の種子などに期待し、特に植栽していない。			
建設費	約 5,000 万円 内訳 取水施設(取水ポンプ～沈殿池) 2,540 万円 その他土木工事 2,460 万円			

施設の概要

<施設概略図>



①取水地点からの沼全景



②生物を観察するゾーン



③生物の生息場とするゾーン



④放流水

No.10		手賀沼ビオトープ	
水質		調査頻度 及び項目	月1回で年12回 COD、SS、T-N、T-P、NP溶解成分等
項目	流入水質 (mg/L)	放流水質 (mg/L)	除去率 (%)
COD	19.2	16.4	15
D-COD	7.4	7.7	-4
SS	65.8	43.6	34
T-N	3.78	3.08	19
T-P	0.432	0.316	27
D-T-N	1.68	1.69	0
D-T-P	0.120	0.104	14
対象期間	平成11年5月～平成13年2月		
平均化対象データ数	n=20		
流入水の特徴		CODやT-Pが高い。CODは昭和49年より連続して、国内の湖沼でワースト1である。	
放流水の特徴		CODとT-Nで目標の除去率に達していないが、全項目で年間を通じて比較的安定した浄化効果がある。浄化効果は沈降による部分が多い。	
水量	流入水量	H11,12年度の実績で平均69 L/s (0.069m ³ /s)	
	出水時の対応	浄化対象水が湖沼水であり、出水時の影響は特になく通常通り取水する。	

No.10	手賀沼ビオトープ
<p data-bbox="225 293 392 324">植生の植付け</p> <p data-bbox="201 378 751 412">①特に植付けは行わず、自然の生長によった。</p> <p data-bbox="201 445 794 546">②昔の沼底を掘り起こしたことにより、以前沼に繁殖していたガシャモクが復元した。 (右写真)</p> 	
<p data-bbox="253 759 363 790">住民参加</p> <p data-bbox="201 846 794 947">小中学生や住民参加で植栽や維持管理をしている手作りゾーンやビオトープがある。右写真は赤米の水田。</p> 	
<p data-bbox="253 1205 363 1236">維持管理</p> <p data-bbox="201 1263 1331 1395">①泥の除去はすることが前提であるが、方法等は今後検討する。 ②今年植生の刈り取りはしていないが、今後は必要と思われる。 ③我孫子市が巡視も含めた管理をし、委託料として年間 500 万円。他に電気量が年間 82 万円。 ④維持管理について検討する「エコアップ懇談会」がある。</p>	
<p data-bbox="264 1422 352 1453">工夫等</p> <p data-bbox="201 1476 783 1576">①ガシャモク池には、堀削により湧き出た水を堪水している。カエルが生息し、「カエルの道」を設置する等の工夫がなされている。</p> <p data-bbox="820 1476 1366 1509">②遊歩道が設置され、市民に利用されている。</p>  	

No.11	河北潟生態系活用水質浄化施設			
所在地	石川県金沢市湖南町 366	事業主体	金沢市	
	供用開始	平成9年4月		
	流入水	河北潟からの農業用水		
	放流先	河北潟		
	設置の背景	河北潟は、生活排水などの影響で水質汚濁が進み、CODの環境基準5mg/Lに对しかなり超えている。この河北潟の浄化対策とともに、水質保全の普及・啓発も目的としている。		
	目標水質	T-N 除去率 70% T-P 除去率 60%		
計画水量	1.2 L/s (0.0012m ³ /s)			
施設諸元	面積 (幅×長さ)	1,600m ² (1.6m×1000m)	水深	0.05m
	水面積負荷 (m ³ /m ² /日)	0.06	稼動期間	通年
	取水方式	三角堰から自然流入。		
	備考	ヨシ原のほかにショウブ、キショウブ水路がある。		
植生	植生種	ヨシ、ショウブ、キショウブ		
		① 文献で研究の進んでいるヨシとホテイアオイに絞り、さらに比較検討し維持管理の容易さでヨシを選定。 ② ショウブ及びキショウブは、切花や菖蒲湯への有効利用を通し、水質浄化意識の普及啓発に適すと判断し選定。		
建設費	総工費約 2,000 万円で国、県、市が 1/3 ずつ負担。 内訳 土木工事 1350 万円 (内板柵工 2,000 円×1,500m=300 万円) 植栽 650 万円 土地は借地で 75,000 円/年			

施設の概要



①流入部

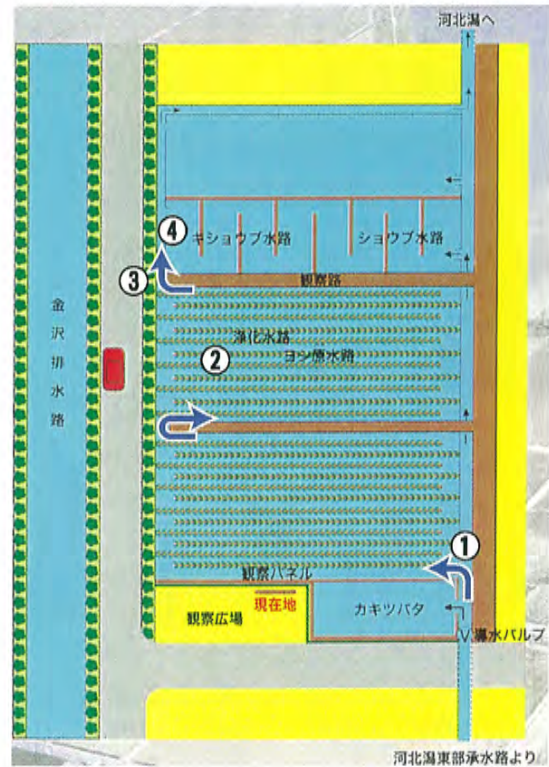


②ヨシ原浄化水路



③放流部

<施設概略平面図>



河北潟東部承水路より



④キショウブ水路

No.11		河北潟生態系活用水質浄化施設		
水質		調査頻度及び項目	夏は2回/月、春・秋は1回/月、冬はなしで年間10~16回 BOD、COD、SS、T-N、T-P、NP溶解成分等	
項目	流入水質 (mg/L)	放流水質 (mg/L)	除去率 (%)	
BOD	2.7	1.9	30	
COD	6.3	6.6	-5	
SS	19.3	8.5	56	
T-N	1.73	1.09	37	
T-P	0.123	0.080	35	
NO _x -N	0.51	0.20	61	
PO ₄ -P	0.072	0.046	36	
対象期間	平成9年4月~平成12年11月			
平均化対象データ数	n=47			
流入水の特徴	灌漑用水であり、褐色に濁りSSが高い。			
放流水の特徴	①放流水の濁りは低下している。 ②CODを除き比較的高く安定した除去率が得られているが、NPは目標水質には達していない。 ③平成12年夏期に放流水のSSが高くなった。			
水量	流入水量	導水バルブで流量が調整可能であるが、水圧に変動があり多少多めに流入していると思われる。		
	出水時の対応	特に対応せず、通常通り流入する。		

植生の植付け

- ① ヨシは現地で根ごと掘り出し、40cm 間隔で移植した。
- ② 1年目にはアオミドロが発生し、ヨシはあまり生育しなかったが、2年目以後は順調に生育し密度も高く茎も比較的太い。
- ③ カキツバタ区は殆んどサンカクイで占められ、また、ショウブ・キショウブ水路には、フトイとヒメガマが多い。

住民参加

- ① 啓発や教育の場として、子どもや町会などへの説明会や視察会を実施し、ヨシ紙作りも行った。
- ② ショウブは菖蒲湯用に、老人福祉施設や地域住民に配布している。(右写真)



維持管理

- ① ヨシ、ショウブ共に刈り取りし、有効利用を図っている。ヨシの大半は廃棄し、ヨシ簾・ヨシ紙作りは1%程度。
- ② 泥は堆積しているが、植生の刈り取り時に底面を均す程度で除去はしていない。
- ③ 維持管理費は年1回の刈り取りで通常約70万円。平成11年度は水路の補修も加わり190万円。
- ④ ヨシ水路の畦は刈り取り作業の大きな障害になっている。水質浄化には畦の必要性は小さく、コンバインなど機械刈りできる設計が最良である。

工夫等

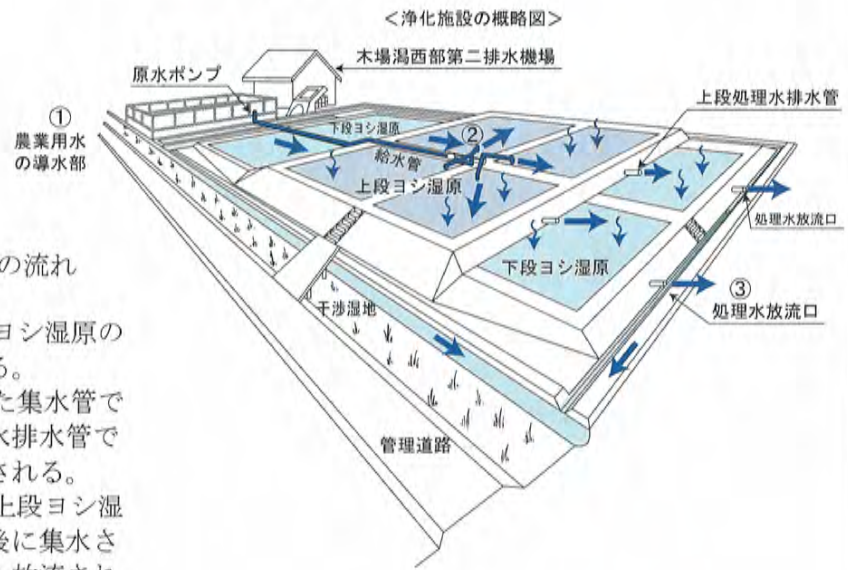
河北潟は1/3が干拓(写真右側)されている。本施設は、干拓地のレンコン畑を借用し設置されている。



No.12	生態系活用木場潟水質浄化施設			
所在地	石川県小松市木場町ら 16	事業主体	小松市	
	供用開始	平成 10 年 3 月		
	流入水	木場潟		
	放流先	木場潟		
	設置の背景	木場潟は、平成 5 年度に石川県より生活排水対策重点地域の指定を受け、木場潟流域生活排水対策推進計画を策定し、木場潟の水質浄化を図ることとした。当施設はその一環として、生態系を活用した水質浄化施設で、啓蒙及び生態系維持を目的としている。		
	目標水質	COD 10mg/L→3mg/L T-N 2.7mg/L→1mg/L T-P 0.2mg/L→0.1mg/L		
計画水量	0.6 L/s (0.0006m³/s = 50 m³/日)			
施設諸元	面積	401m²	水深	0.15m
	水面積負荷 (m³/m²/日)	0.13	稼動期間	3月～12月
	取水方式	木場潟からの農業用水導水部からポンプ取水している。		
	備考	本施設は浸透流れ方式の施設である。		
植生	植生種	ヨシ		
	付近にヨシが自生しているので、ヨシを使用。			
建設費	総工費 842 万円 内訳 浄化施設土木工事 480 万円 植栽 100 万円 機械設備 222 万円 (内、据付費 96 万円)			

施設の概要

<浄化施設の概略図>



浸透流れ方式の水の流れ

- 1) 原水は給水管で上段ヨシ湿原の中央に間欠給水される。
- 2) 土壌浸透後埋設された集水管で集水され、上段処理水排水管で下段ヨシ湿原に給水される。
- 3) 下段ヨシ湿原でも、上段ヨシ湿原と同様に土壌浸透後に集水され、処理水放流口から放流される。



① 農業用水の導水部



② 給水管



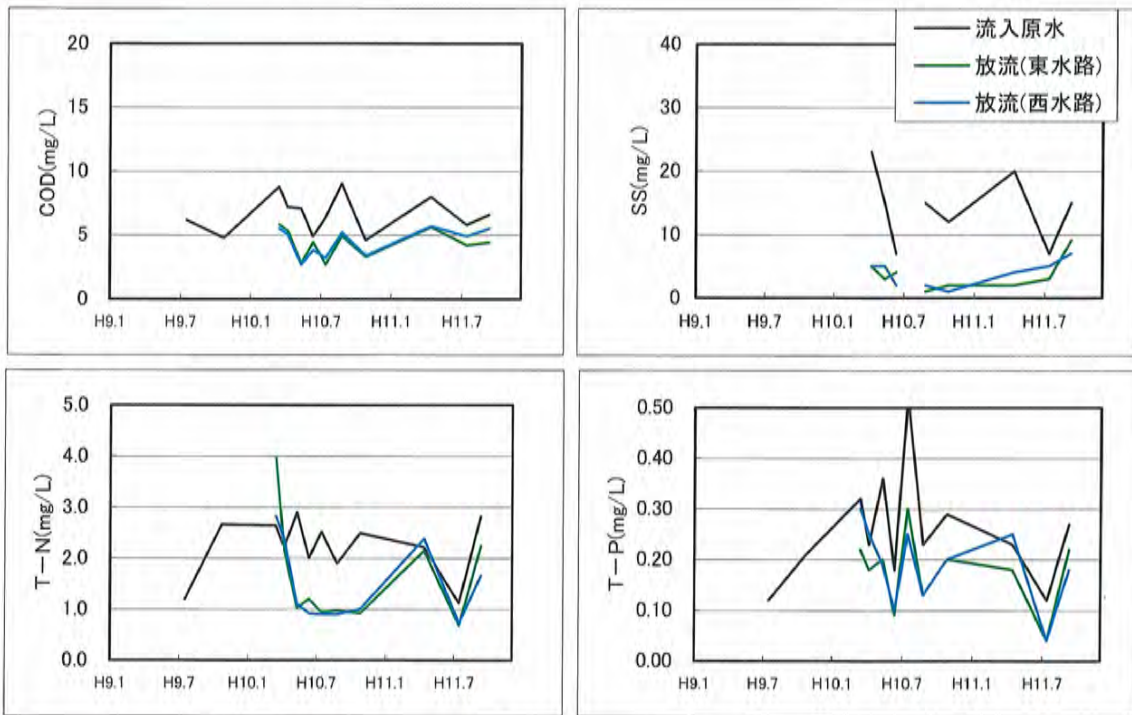
③ 流出部




④ 処理水が流入する水路


No.12	生態系活用木場潟水質浄化施設
-------	----------------

水質	調査頻度及び項目	年7回、夏期のみ COD、SS、T-N、T-P、溶解性N		
項目	流入水質 (mg/L)	放流水質(東) (mg/L)	放流水質(西) (mg/L)	平均除去率 (%)
BOD				
COD	6.8	4.3	4.5	35
S S	14.3	3.6	3.9	74
T-N	2.28	1.62	1.48	32
T-P	0.275	0.176	0.189	34
NH ₄ -N	0.40	0.08	0.13	74
NO ₃ -N	0.28	0.24	0.10	40
対象期間	平成10年3月～11年9月			
平均化対象データ数	n=10 (ただし、SSのみn=8)			



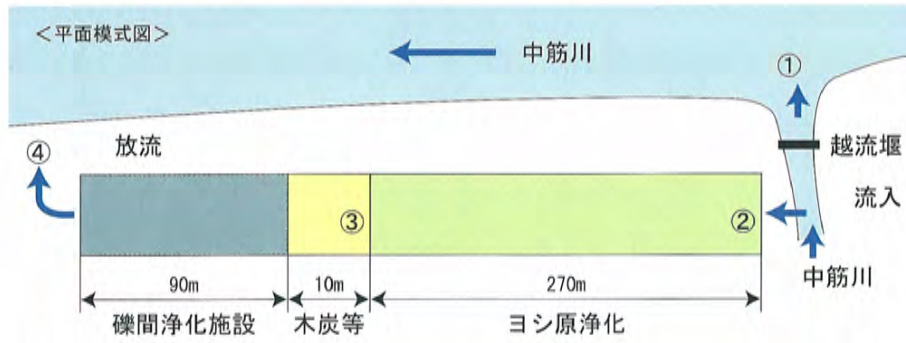
流入水の特徴	CODは環境基準3mg/Lに対し、5～10mg/Lとかなり高い。T-N,T-Pも比較的高濃度である。	
放流水の特徴	SSは74%の除去率である。COD,T-N,T-Pも30%前後と安定している。	
水量	流入水量	間欠給水で、ポンプ能力が低下した場合にはタイマーで運転時間を長くしコントロールしているため、ほぼ設計通りと思われる。
	出水時の対応	木場潟から直接取水していることから出水の影響が少なく、通常通り運転する。

No.12	生態系活用木場潟水質浄化施設
植生の植付け	<p data-bbox="215 338 823 405">休耕地を盛土し整地した後に、付近に生育しているヨシを株植えた。(右写真)</p> 
住民参加	<p data-bbox="215 728 1417 795">市民団体の「木場潟を美しくする会」に、木場潟クリーン作戦(清掃)などの活動や本施設の設置に際し協力をいただいた。</p>
維持管理	<p data-bbox="215 1032 1417 1171"> ①ヨシは冬は全面刈り取り、夏は観察路周辺のみ刈り取り。(年2回シルバー委託) ②ヨシの焼却処理(ヨシ焼き)は塩ビ管を使用しているのでできない。また、堆肥化したいが難しい。 ③土壌の還元状態は発生していないが、目詰まりや圧密沈下は発生した場合は対策を考慮する。 ④電気代は年2~3万円程度。 </p>
工夫等	<p data-bbox="215 1391 828 1496">本施設は通常のヨシ原浄化施設と異なり、土壌浸透流れ方式を用い、土壌の浄化機能、接触酸化機能等を期待したものである。</p> 

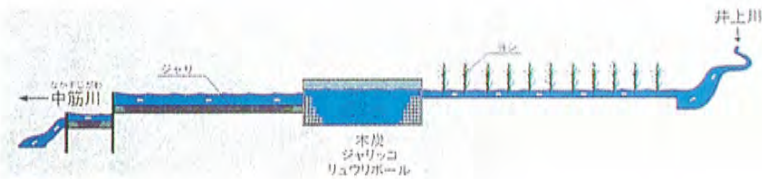
No.13	井上川浄化施設（きらり）			
所在地	高知県中村市	事業主体	国土交通省四国地方整備局 中村工事事務所	
			供用開始	
			平成8年4月	
			流入水	
			渡川水系 中筋川支川 井上川	
			放流先	
	中筋川			
設置の背景	四万十川支川の中筋川に流入する井上川は、近年流域の市街地化に伴い生活排水で水質が悪化している。この井上川の浄化対策を目的とする。			
目標水質	T-N、T-P の除去率 50%			
計画水量	15 L/s (0.015m ³ /s)・・・井上川の低水流量			
施設諸元	面積 (幅×長さ)	2,700m ² (10m×270m)	水深	0.1m
	水面積負荷 (m ³ /m ² /日)	0.48	稼動期間	通年
	取水方式	井上川に固定堰を設け、その直上流で自然流下する。		
	備考	木炭・ジャリッコ・リュウリボール浄化、及び礫間浄化施設が併設。		
植生	植生種	ヨシ		
	有機物や栄養塩の浄化効果及び自然との調和を考慮し、河川敷に従来からあるヨシを用いた。			
建設費	狭い洪水敷に 50cm の掘り込みで設置したため、堤脚保護の費用が多く全体としてコスト高となっている。			

施設の概要

<施設平面模式図>



<施設断面模式図>



①井上川の流下水



②植生槽流入地点



③木炭槽等(3槽)流入地点



④放流地点（放流水は透明）

No.13		井上川浄化施設（きらり）		
水質		調査頻度及び項目	H9、10年度は月1回、H11、12年度は年4～5回 BOD、COD、SS、T-N、T-P	
項目	流入水質 (mg/L)	植生浄化 放流水質 (mg/L)	礫間等浄化 放流水質 (mg/L)	植生浄化除去率 (%)
BOD	15.0	8.3	4.8	45
COD	22.3	14.9	10.6	31
SS	9.5	6.5	3.9	33
T-N	8.91	6.29	5.46	29
T-P	1.031	0.599	0.530	42
対象期間		平成9年10月～13年3月		
平均化対象データ数		BODとSS n=21、CODとT-NとT-Pはn=5		
流入水の特徴		井上川の最上流は四万十川旧河道の池であるが、施設の取水地点では通常生活排水がほとんどであり、T-N、T-Pが高い。また、発泡や白濁が認められる。		
放流水の特徴		①植生浄化で各項目30～50%の除去率が得られている。さらに、礫間浄化等でも効果が得られ、施設全体としては40～70%の除去率である。 ②河川への放流水は透明で、また濁った中筋川に流入するため目視で効果が確認できる。		
水量	流入水量	計画の15 L/s(0.015m ³ /s)に対し、実績は10 L/s(0.01m ³ /s)である。		
	出水時の対応	特に対応はなく、通常通り流入する。また、河川敷にあるため1年に3～4回冠水する。		

No.13

井上川浄化施設（きらり）

植生の植付け

- ①ヨシは約1mピッチで植栽し、1年後には密生した（写真は植栽初期のまばらな状態）。
- ②H13の調査では、水路の中流約100mまでは両サイドでヨシが繁茂していたが、流心は植生が繁茂していない。また、中流以後は全面マコモが繁茂していた。



住民参加

- ①愛称「きらり」は地元の小学校から応募で決定した。
- ②ヨシの植付けにも小学生が参加した。



維持管理

- ①維持管理は年1回の植生の刈り取りのみで費用は40～50万円。
- ②泥の除去は現状では行っていないが、土の入れ替えの必要性を指摘されていた。ただし、N、Pの蓄積状況を調査した結果、施設外の方が高く実施していない。

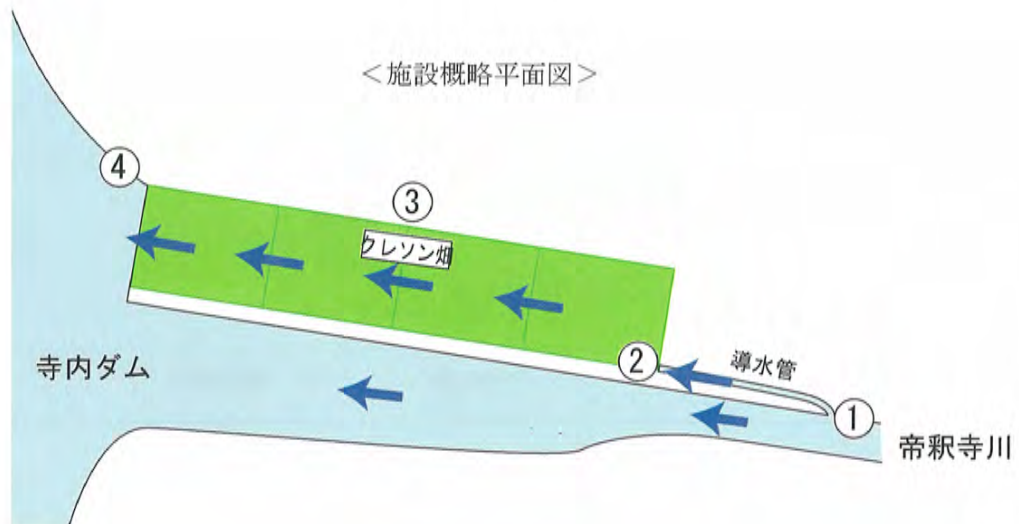
工夫等

渡川流域では、水質浄化施設が多く、四万十川方式の他、種々の方法で浄化が行われている。



No.14	水耕浄化施設			
所在地	福岡県甘木市大字荷原	事業主体	国土交通省九州地方整備局 筑後川工事事務所	
	供用開始	平成5年9月		
	流入水	筑後川水系 佐田川支川 帝釈寺川		
	放流先	佐田川 (寺内ダム)		
	設置の背景	運用開始当初から、富栄養化しカビ臭障害が発生した寺内ダムの「クリーンアップレイク事業」の一環で、制限栄養塩のリンを流入河川の帝釈寺川で除去するものである。		
	目標水質	寺内ダムの水質目標値はT-Pが0.02mg/L以下		
計画水量	17 L/s (0.017m ³ /s)			
施設諸元	面積 (幅×長さ)	307.6m ² w7.5m×L10.25m×4槽	水深	0.5m
	水面積負荷 (m ³ /m ² /日)	4.8	稼動期間	通年
	取水方式	固定堰による自然流入		
	備考	リン吸着材(焼成鹿沼土)を植生基材を兼ねて利用している。		
植生	植生種	クレソン 現地実験や過去の調査結果から、クレソン、ホテイアオイ、ドクダミ等を比較検討し浄化効果の最も高いクレソンに決定。		
建設費	総工費 3,570万円 (リン吸着材を含む) 内 植栽費 10万円 他に 遮光シート 800万円			

施設の概要



①取水部は堰が設けられ塩ビパイプで導水



②施設への流入部



③繁茂期のクレソン(施設下部より)



④放流部

No.14		水耕浄化施設	
水質		調査頻度及び項目	H7年4月までは月1~2回、以後は2ヶ月に1回 T-P、D-PO ₄ -P
項目	原水 (mg/L)	放流水 (mg/L)	除去率 (%)
BOD			
COD			
SS			
T-N			
T-P	0.153	0.089	42
D・PO ₄ -P	0.115	0.061	48
対象期間	平成5年9月~平成12年9月		
平均化対象データ数	n = 57		
<p>The figure contains two line graphs. The top graph shows T-P (mg/L) and the bottom graph shows D-PO₄-P (mg/L). Both graphs have a y-axis from 0.0 to 0.5 and an x-axis with labels H5, H6, H7, H8, H9, H10, H11, H12. Three data series are plotted: '原水' (raw water) as a solid black line with open circles, '1段処理水' (1st stage treated water) as a dashed red line with open circles, and '最終処理水' (final treated water) as a solid blue line with solid circles. Both graphs show significant peaks in raw water, which are reduced in the 1st stage treated water and further reduced in the final treated water. There are also some very high spikes in the final treated water data around H11.</p>			
流入水の特徴		上流に畜産業があり、出水時には高負荷が流入する。	
放流水の特徴		比較的長期間の安定した浄化効果が得られており、溶解成分も除去されている。しかし、目標水質は達成されていない。	
水量	流入水量		
	出水時の対応	特に対応せず、通常通り流入する。	

No.14	水耕浄化施設
-------	--------

植生の植付け

- ①リン吸着材(焼成鹿沼土)に直接植栽し初期は生育不良であったが、その後腰の丈位に全面繁茂した。
- ②夏の日差しで枯れたために遮光シート(右写真は折りたたんだ状態)を設置し対策を講じている。
- ③クレソンのほかにもセリも自生している。
- ④平成13年7月の調査時には殆んどウキクサであった。



住民参加

特にないが、たまにクレソンを採取している。


維持管理

- ①クレソンは伸びたら刈ることにしている。
- ②平成11年度に土砂撤去を実施した。また、第1槽を沈殿池とした。
- ③植生管理及びゴミ除去を年2回程度実施し、維持管理費は数万円。
- ④水質調査は年100万円程度。

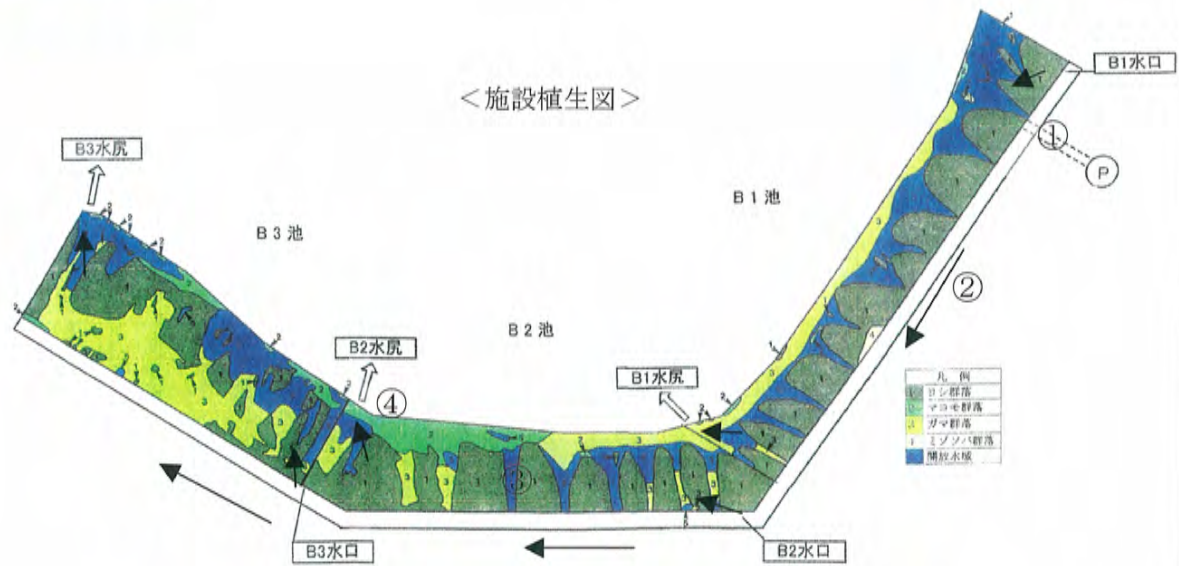
工夫等

寺内ダムは「クリーンアップレイク事業」により湖内対策や流入河川対策を行っている。



No.15	ヨシ原による浄化施設			
所在地	北海道女満別町	事業主体	北海道開発局網走開発建設部	
	供用開始	平成12年8月		
	流入水	網走川		
	放流先	網走川 (網走湖)		
	設置の背景	<p>網走湖は、網走国定公園の中央部に位置し、豊かな自然が残されているとともに、多様な生態系はシジミ、ワカサギ、シラウオといった水産資源を生み出し、地域経済と深いかかわりをもっている。一方、近年では、青潮やアオコの発生が自然環境と水産資源を脅かすことが懸念され、早急な水質改善が望まれていた。</p> <p>このような中、網走開発建設部では、網走川からの窒素、リンの直接流入負荷の削減を目的として、湖畔のヨシ原を活用した水質浄化施設を建設した。</p>		
	目標水質	T-N 除去率 30% (1.067→0.747mg/L) T-P 除去率 40% (0.065→0.039mg/L)		
計画水量	150 L/s (0.15m ³ /s)			
施設諸元	面積 (幅×長さ)	27,078m ² 9,026m ² /L区画×3区画 (湖岸に沿って約50×540m)	水深	0.1~0.4m
	水面積負荷 (m ³ /m ² /日)	0.48	稼動期間	6~10月
	取水方式	ポンプ取水		
	備考			
植生	植生種 自生のヨシ、ガマ 自然のヨシ原をそのまま利用した。			
建設費				

施設の概要



①ポンプ取水の施設側



②各池への導水路



③自然の植生帯



④放流部

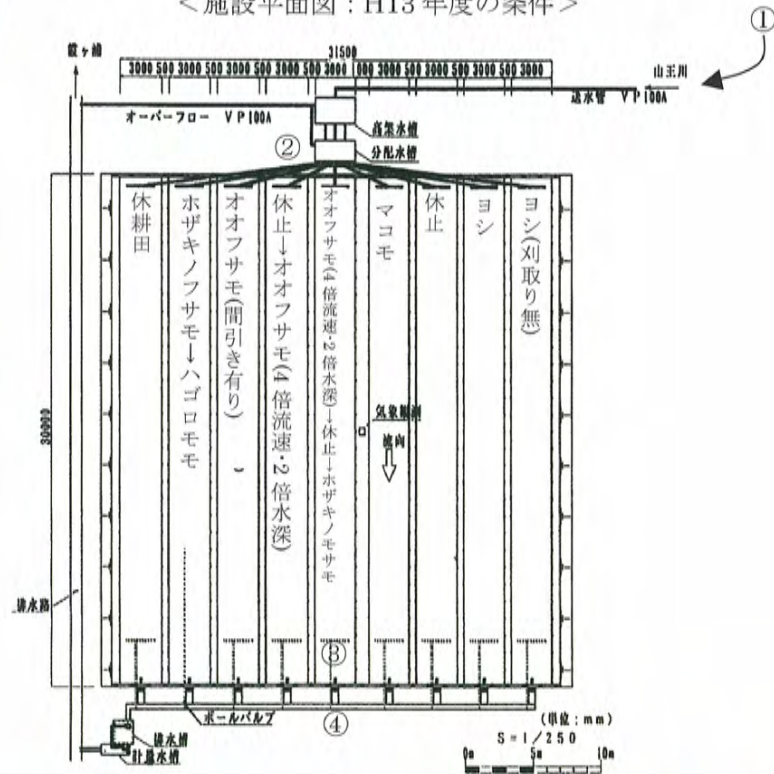
No.15		ヨシ原による浄化施設	
水質		調査頻度 及び項目	H12年8月17日～11月1日まで計8回 BOD、COD、SS、T-N、D-T-N、T-P、D-T-P
項目	原水 (mg/L)	放流水 (mg/L)	除去率 (%)
BOD	1.2	1.0	14
COD	6.0	4.4	27
SS	15	7.4	51
T-N	2.08	1.16	44
T-P	0.140	0.111	21
D-T-N	1.63	0.93	43
D-T-P	0.083	0.077	7
対象期間		H12年8月17日～11月1日	
平均化対象データ数		n = 8 (放流水質は原水水質と除去率から算出)	
流入水質と放流水質の関係			
<p>The figure consists of four scatter plots arranged in a 2x2 grid, each showing the relationship between influent concentration (x-axis) and effluent concentration (y-axis) for a specific parameter. Each plot includes a linear regression line and its equation with the coefficient of determination (R²).</p> <ul style="list-style-type: none"> Top-left plot (COD): The x-axis is '流入水のCOD (mg/l)' ranging from 0.0 to 12.0. The y-axis is '流出水のCOD (mg/l)' ranging from 0.0 to 12.0. The regression equation is $y = 0.4335x + 1.7827$ with $R^2 = 0.8437$. Top-right plot (SS): The x-axis is '流入水のSS (mg/l)' ranging from 0 to 40. The y-axis is '流出水のSS (mg/l)' ranging from 0 to 40. The regression equation is $y = 0.43x + 1.3389$ with $R^2 = 0.7143$. Bottom-left plot (T-N): The x-axis is '流入水のT-N (mg/l)' ranging from 0.00 to 6.00. The y-axis is '流出水のT-N (mg/l)' ranging from 0.00 to 6.00. The regression equation is $y = 0.2122x + 0.8347$ with $R^2 = 0.4692$. Bottom-right plot (T-P): The x-axis is '流入水のT-P (mg/l)' ranging from 0.000 to 0.300. The y-axis is '流出水のT-P (mg/l)' ranging from 0.000 to 0.300. The regression equation is $y = 0.2139x + 0.0838$ with $R^2 = 0.151$. 			
流入水の特徴		上流に畜産業がある。	
放流水の特徴		流入水の濃度が大きく変動しているのに比べ、放流水の水質は変動が少なく濃度変化を緩和する働きがある。	
水量	流入水量		
	出水時の対応		

No.15	ヨシ原による浄化施設
植生の植付け	
<p>自生の植生帯に柵(囲い堤)を設けそのまま利用した。</p>	
	
<p style="text-align: center;">ガマ</p>	<p style="text-align: center;">ミクリ</p>
住民参加	
維持管理	
工夫等	
<p>自生の植生帯に柵(囲い堤)を設けそのまま利用した。自然湿地を掘削等しないで利用した唯一の施設。</p>	

No.16	山王川植生浄化実験施設			
所在地	茨城県新治郡玉里村山王川河口	事業主体	国土交通省関東地方整備局 霞ヶ浦工事事務所	
	供用開始	平成8年10月		
	流入水	霞ヶ浦流入支川 山王川		
	放流先	霞ヶ浦 堤脚水路		
	設置の背景	<p>霞ヶ浦の水質は、流域の開発により生活排水や工場排水、農地排水等からの栄養塩の流入が増加し、停滞水域のため植物プランクトンが異常発生するなど、富栄養化の様相を呈しており、霞ヶ浦へ流入する汚濁負荷の削減が必要とされている。</p> <p>本植生浄化実験は、今後の霞ヶ浦の水質保全のために植生浄化法の浄化機構を明確にし浄化効果の評価を行い、浄化手法として確立するために実施したものであり、植生浄化施設の設計・管理等についての実用化の検討を目的としている。</p>		
	目標水質	設定していない		
計画水量	1槽当たり0.6 L/s を基本とし、全9槽で5.4 L/s(0.0054m ³ /s)。年度により1槽当たり0.3~4.8 L/s の条件で検討している。			
施設諸元	面積 (幅×長さ)	810m ² (W 3m×L 30m×9槽)	水深	基本は0.1m 年度により0.2m,0.4m も検討
	水面積負荷 (m ³ /m ² /日)	0.58 年度により0.29~4.6 も検討	稼動期間	通年
	取水方式	矢板工による既存の堰を利用しポンプ取水		
	備考			
植生	植生種	ヨシ、マコモ、オオフサモ等 霞ヶ浦の周辺で自生し、かつ全国的にも一般的な水生植物の中から選定した。		
建設費				

施設の概要

<施設平面図：H13年度の条件>



①山王川の取水地点



②各槽への分配



③各槽からの越流部



④各槽からの放流部

No.16		山王川植生浄化実験施設 (No.1 槽:休耕田)	
水質		調査頻度及び項目 H8.10~(本格的には H9.5~)、原則夏季 2 回/月、冬期 1 回/月 BOD、COD、SS、T-N、T-P、N・P の各態、クロロフィル a 等	
項目	原水 (mg/L)	放流水 (mg/L)	除去率 (%)
BOD	4.7	3.6	23
COD	8.0	8.0	-1
SS	12.2	5.3	56
T-N	3.12	2.68	14
T-P	0.424	0.338	20
対象期間		H8 年 10 月~H14 年 3 月	
平均化対象データ数		n = 82 (ウキクサ枯死流出時の異常値 1 回を除く)	
流入水の特徴		生活排水が多く流入している。	
放流水の特徴		経年的に、特に夏季に T-P で浄化効果が低下する傾向にあるが、平成 11 年以後の 4 回の底泥の干し上げ対策で低下傾向が抑えられている。	
水量	流入水量	ほぼ計画通り 0.58 L/s	
	出水時の対応	通常通り取水する	


No.16		山王川植生浄化実験施設 (No.8 槽:ヨシ)	
水質		調査頻度及び項目	H8.10～(本格的には H9.5～)、原則夏季 2 回/月、冬季 1 回/月 BOD、COD、SS、T-N、T-P、N・P の各態、クロロフィル a 等
項目	原水 (mg/L)	放流水 (mg/L)	除去率 (%)
BOD	4.6	3.3	31
COD	8.0	7.4	8
SS	12.4	5.0	60
T-N	3.13	2.63	16
T-P	0.422	0.352	17
対象期間		H8 年 10 月～H14 年 3 月	
平均化対象データ数		n = 85	
流入水の特徴		生活排水が多く流入している。	
放流水の特徴		経年的に、特に夏季に T-P で浄化効果が低下する傾向にあるが、平成 12 年以後の 2 回の底泥の干し上げ対策で低下傾向が抑えられている。	
水量	流入水量	ほぼ計画通り 0.59L/s	
	出水時の対応	通常通り取水する	

No.16		山王川植生浄化実験施設 (No.9 槽:ヨシ(刈取無))	
水質		調査頻度及び項目 H8.10~(本格的には H9.5~)、原則夏季 2 回/月、冬期 1 回/月 BOD、COD、SS、T-N、T-P、N・P の各態、クロロフィル a 等	
項目	原水 (mg/L)	放流水 (mg/L)	除去率 (%)
BOD	4.8	3.3	33
COD	8.0	7.5	7
SS	13.1	8.1	38
T-N	3.13	2.76	12
T-P	0.429	0.360	16
対象期間		H8 年 10 月~H14 年 3 月	
平均化対象データ数		n = 83	
流入水の特徴		生活排水が多く流入している。	
放流水の特徴		当初は年 1 回刈り取りを行っていたヨシ槽より浄化効果が高かったが、刈り取り及び干し上げ対策もしておらず、経年的に浄化効果が低下している。	
水量	流入水量	ほぼ計画通り 0.59L/s	
	出水時の対応	通常通り取水する	

No.16		山王川植生浄化実験施設 (No. 6槽:マコモ)	
水質		調査頻度及び項目	H8.10~(本格的には H9.5~)、原則夏季2回/月、冬期1回/月 BOD、COD、SS、T-N、T-P、N・Pの各態、クロロフィルa等
項目	原水 (mg/L)	放流水 (mg/L)	除去率 (%)
BOD	4.8	3.2	33
COD	8.0	7.4	8
SS	12.4	5.0	60
T-N	3.13	2.63	16
T-P	0.425	0.359	15
対象期間		H8年10月~H14年3月	
平均化対象データ数		n=84	
流入水の特徴		生活排水が多く流入している。	
放流水の特徴		経年的に、特に夏季に T-P で浄化効果が低下する傾向にあるが、平成12年以後の2回の底泥の干し上げ対策で低下傾向が抑えられている。	
水量	流入水量	ほぼ計画通り 0.59L/s	
	出水時の対応	通常通り取水する	

No.16		山王川植生浄化実験施設 (No.2 槽:オオフサモ)		
水質		調査頻度及び項目	H8.10~(本格的には H9.5~)、原則夏季 2 回/月、冬期 1 回/月 BOD、COD、SS、T-N、T-P、N・P の各態、クロロフィル a 等	
項目	原水 (mg/L)	放流水 (mg/L)	除去率 (%)	
BOD	5.0	2.0	60	
COD	8.2	6.6	19	
SS	12.4	2.1	83	
T-N	3.22	2.24	31	
T-P	0.450	0.334	26	
対象期間		H8 年 10 月~H13 年 3 月		
平均化対象データ数		n = 62 (オオフサモ枯死流出時の異常値 5 回を除く)		
流入水の特徴		生活排水が多く流入している。		
放流水の特徴		利用した植生のうちで最も浄化効果が高く、植生が枯死した場合は枯死体を除去することにより浄化効果は回復する。T-P のみは他槽と同様に経年的に浄化効果が低下する傾向が見られる。		
水量	流入水量	ほぼ計画通り 0.59L/s		
	出水時の対応	通常通り取水する		

No.16	山王川植生浄化実験施設
-------	-------------

植生の植付け	<p>①槽はゴムシート張りにし、土壌厚は60cm(下部に山砂40cm、上部に現地土20cm)とした。植生を用いた槽はこれに植栽したもので、休耕田槽は植栽を一切しなかったもの。</p> <p>②ヨシ、マコモ槽は平成8年10月に近辺から採取した植生を、4株/m²の密度(縦横50cm間隔)で90m²の槽当たり360株移植。</p> <p>③オオフサモ槽は平成8年10月に近辺の堤脚水路から採取し、0.11kg/m²の密度で90m²の槽当たり10kg移植。</p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>植栽当初のヨシ槽</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>植栽当初のオオフサモ槽</p> </div> </div>

住民参加	実験施設のため、特に行っていない。
------	-------------------

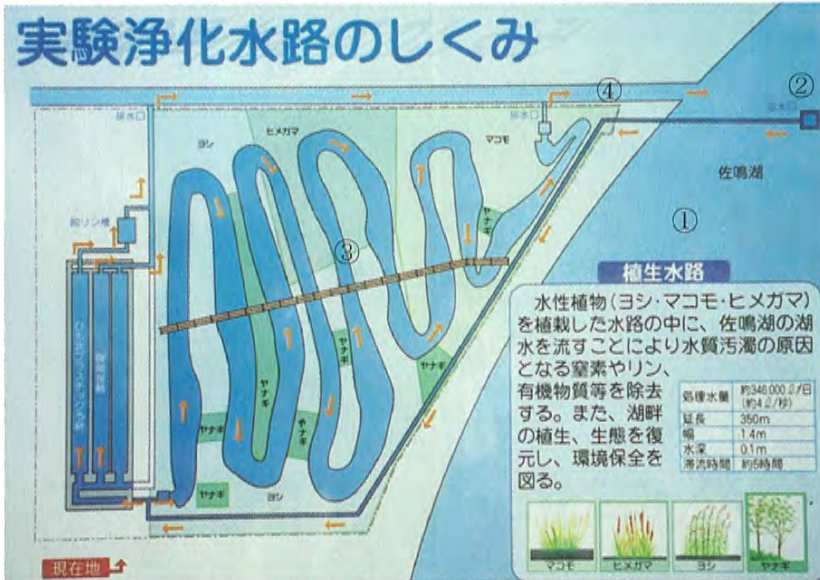
維持管理	<p>①週1回を基本とし、ポンプの点検・清掃や施設の状況把握を行っている。</p> <p>②植生の維持管理は、ヨシ、マコモは年1回の11月の刈り取りを基本としている。オオフサモは枯死した場合のみ除去することを原則としている。</p> <p>③泥の除去は行っていないが、還元状態となった底泥対策として干し上げを実施している。(右写真は休耕田槽の干し上げ状況)</p>
	

工夫等	<p>①実施として休耕田を利用した場合を想定し、浸透集水管を入れ約5%の水量(減水深として29mm)を浸透流出水として取り出し負荷量収支を把握している。(下左写真は浸透流出水)</p> <p>②自動観測装置を設置し、気象情報や取水状況を監視している。(下右写真は気象情報の自動観測装置)</p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>

No.17	佐鳴湖植生浄化実験水路			
所在地	静岡県浜松市	事業主体	静岡県（浜松土木事務所）	
	供用開始	平成9年5月		
	流入水	都田川水系 新川 (佐鳴湖)		
	放流先	都田川水系 新川 (佐鳴湖)		
	設置の背景	湖内の水質は、昭和40年代以降の周辺地域での開発により生活雑排水等の流入で悪化した。そこで、水質改善の一手法として、水生植物による植生施設での浄化対策を図るため北岸で実験を行った。また、試験的に南岸では植栽を行い、これらの実験、試験結果を踏まえた植生施設を一部南岸に完成させた。		
	目標水質			
計画水量	4 L/s (0.004m³/s)			
施設諸元	面積 (幅×長さ)	2,000m² (水路：350×1.4m)	水深	0.1m
	水面積負荷 (m³/m²/日)	0.71	稼動期間	H9より通年の稼動
	取水方式	ポンプ取水		
	備考			
植生	植生種	ヨシ、マコモ、ヒメガマ、ヒシ、ツルヨシ		
建設費	総工費 1,921 万円 内訳 土工・水路工 445 万円 取水・導水施設等 291 万円 植栽工 895 万円 管理用通路・外柵等 290 万円 他に、併設の浄化実験水路は 1,432 万円			

施設の概要

植生浄化水路の施設概要



①施設周辺の佐鳴湖の状況



②取水地点



③施設内部



④放流される水路

No.17	佐鳴湖植生浄化実験水路		
水質	調査頻度及び項目	平成9年10月より開始し、平成10, 11年度は1回/月の調査。 BOD、COD、SS、T-N、T-P、N・Pの溶解性及び各態等	
項目	原水 (mg/L)	放流水 (mg/L)	除去率 (%)
BOD	5.8	4.6	21
COD	7.1	6.1	14
SS	27.6	11.4	59
T-N	5.04	3.22	36
T-P	0.247	0.121	51
溶解性T-N	4.29	2.81	34
溶解性T-P	0.098	0.060	39
対象期間	平成9年10月～平成12年3月		
平均化対象データ数	n = 18 (ただし、BODのみn = 10)		
流入水の特徴	汽水域であり塩分が0.01～0.5%程度である。また、窒素が高く溶解性の窒素がほとんどである。		
放流水の特徴	N,Pの浄化効果は通年であり、特に溶解成分の浄化効果が高い。		
水量	流入水量	1.5 L/s (0.0015m ³ /s)	
	出水時の対応	通常時と同様にポンプ取水をしている。	

No.17	佐鳴湖植生浄化実験水路
<p data-bbox="229 248 395 282">植生の植付け</p> <p data-bbox="204 304 1407 443"> ①特にヨシの生長が良く、植栽後3年目までは年度を経過する毎に春先の伸張速度が大きくなり、NやPの取り込み量の増加も確認された。 ②植生の安定とともに施設内の魚類や底生生物なども多様化した。 ③ヒシとツルヨシは汽水性の流入水に適応できなかった。 </p>	
<p data-bbox="256 591 368 624">住民参加</p> <p data-bbox="204 645 1200 712"> ①水質浄化実験には、2住民団体が関与している。 ②佐鳴湖をフィールドとして環境保全などをテーマに19住民団体が活動している。 </p>	
<p data-bbox="256 734 368 768">維持管理</p> <p data-bbox="204 788 1343 822">年1回刈り取りを実施し、刈り取り費用は120円/m²。刈り取った植生は産廃処理を行っている。</p>	
<p data-bbox="272 909 352 943">工夫等</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="213 987 786 1384">  <p data-bbox="204 1384 529 1417">①流入水量はバルブで調整</p> </div> <div data-bbox="826 987 1394 1384">  <p data-bbox="817 1384 1238 1417">②汚泥回収のためのU字溝の設置</p> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;">  <p data-bbox="204 1883 504 1917">③南岸での試験的な植栽</p> </div>	

財団法人 河川環境管理財団
河川環境総合研究所

編集者：岸田 弘之
千葉 知由

〒104-0042

東京都中央区入船 1-9-12

TEL 03-3297-2644

FAX 03-3297-2677

<http://www.kasen.or.jp>