

水生植物を使った各種水質浄化方法の比較研究

要旨

1. はじめに
 2. 使用した浄化方法の概要
 3. 実験方法
 4. 実験結果
 5. 考察
- 引用文献

島根大学 生物資源科学部 相崎守弘

要旨

水生植物を使った浄化手法は以下の6つの方法に大別できる。1) ホティアオイや浮き草など浮漂植物や沈水植物を利用する方法、2) ヨシ原等の自然の湿地帯を利用する方法、3) 人工の湿地帯を造成して浄化する方法、4) 植物とゼオライト等のろ過材と組み合わせて浄化する方法、5) 植物を水耕栽培で増殖させ浄化する方法、6) 植物と植物の根圏を利用して浄化する方法。これらの水生植物を利用した水質浄化法はそれぞれ特徴があり、目的に応じた使い分けがなされる必要がある。しかしながら、これらの浄化手法の研究はそれぞれ別々に行われており、比較研究された例がない。

本研究では、1) 浸透流れ方式、2) 表面流れ方式、3) ゼオライト水耕法、4) 水耕栽培法、5) 水耕生物ろ過法の5種類の水質浄化方法に関し、同一試水を用いて比較実験を行った。

実験は島根大学生物資源科学部付属農場に隣接する農業用ため池から池水を汲み上げて実験を行った。ため池のそばに1.4 m × 0.6 m × 0.5 mの水槽10個を設置し、滞留時間を制御しながら行った。浸透流れ方式、表面流れ方式及びゼオライト水耕法では基質となる砂利（径3～5 mm）、泥及びゼオライト（径3～5 mm）を30 cmの深さになるように入れて実験した。水耕栽培法では水深が30 cmになるように調節した。水耕生物ろ過法では水深が8 cmで実験した。浸透流れ方式、表面流れ方式及びゼオライト水耕法ではヨシを48本/m²の密度になるように植栽した。水耕栽培法ではニラを、水耕生物ろ過法ではクレソンを植栽した。

今回の実験ではヨシを栽培した浸透流れ方式、表面流れ方式、及びゼオライト水耕法に関しては相互比較が可能と考えられたが、水耕生物法及び水耕生物ろ過法は植栽植物が異なることや、植栽した植物の生育が悪かったことなどから、他の方法との比較は困難と考えられた。前者の3つの方法はヨシ湿地として共通の考えができるところからこの3つの方法について検討した。

有機物除去、リン除去及び窒素除去においてゼオライト水耕法が優れた成績を上げており、またヨシの成長量も他の方法に比べて3倍程度高くなった。これらのことから、ゼオライト水耕法は基質を機能性鉱物であるゼオライトを使用することで砂利を使う浸透流れ方式よりも優れた除去効率を示すことが明らかにされた。

砂利を使う浸透流れ方式と、表面流れ方式を比較すると浸透流れ方式の方が高い除去効率を示しており、またヨシの現存量も高くなつた。これらのことから、今回の実験ではゼオライト水耕法が最も優れており、ついで浸透流れ方式、表面流れ方式になると判断された。

1. はじめに

池や湖沼の汚濁は水の富栄養化によるところが大きい。富栄養化は、植物プランクトンの増殖の制限要因となっているリン、窒素といった栄養塩類が多量に流入することによって引き起こされる。植物プランクトン量を適当なレベルでコントロールするためには、藻類増殖の制限因子となっている栄養塩類の流入を出来るだけ少なくする、制限因子となりうる光や炭素の供給量を少なくするなどの方法が考えられている¹⁾。

水生植物を水の浄化に使う方法は以前から多く試みられている。その原理としては、流入した栄養塩を水生植物に取り込んで除去する、抽水植物や浮葉植物などに付着する細菌の分解力を利用するなどであり、景観の改善のためにも多く利用されている。最近、地球環境問題の重大性が認識されるようになり、出来るだけエネルギーを使わずに、また低コストで水を処理する技術として植物を使った水質浄化手法が見直されるようになってきた²⁾。

水生植物を使った浄化手法は以下の6つの方法に大別できる。1)ホティアオイや浮き草など浮漂植物や沈水植物を利用する方法、2)ヨシ原等の自然の湿地帯を利用する方法、3)人工の湿地帯を造成して浄化する方法、4)植物とゼオライト等のろ過材と組み合わせて浄化する方法、5)植物を水耕栽培で増殖させ浄化する方法、6)植物と植物の根圏を利用して浄化する方法。

これらの水生植物を利用した水質浄化方法はそれぞれ特徴があり、目的に応じた使い分けがなされる必要がある。しかしながらこれらの浄化手法の研究はそれぞれ別々に行われており、比較研究された例がない。

本研究では、1)浸透流れ方式、2)表面流れ方式、3)ゼオライト水耕法、4)水耕栽培法、5)水耕生物ろ過法の5種類の水質浄化方法に関し、同一試水を用いて比較実験を行ったので報告する。

2. 使用した浄化方法の概要

2.1 浸透流れ方式（人工湿地）（S F）

最近、排水を礫の間に流す浸透流れ方式の人工湿地がヨーロッパを中心に各地で急速に普及している。この方法のうち礫とヨシを組み合わせて使う方法は人工ヨシ湿地（constructed reed bed）と呼ばれ多くの研究がある。この方法では、処理水は表面から10～15cm程度の深さの礫中を流れる。そのため、悪臭や衛生害虫の発生などは起きない。礫中で分解され容出してくる栄養塩類はヨシに吸収される。また、ヨシの空気輸送能力によって礫中に酸素を供給させる仕組みになっている³⁻⁶⁾。アメリカではヨシの替わりにガマやホタルイが植栽されているケースも多い⁷⁾。施設の概要図を図1に示す。

2.2 表面流れ方式 (FWS)

ヨシ原等の自然の湿地や人工の湿地帯を造成して、そこに水を通すことによって水質浄化を図る方法は、最近試みられるようになってきた。細見らは茨城県八郷町にある休耕田の谷津田の湿地帯を利用して、小規模圃地排水の実験を行った⁸⁾。その結果、除去率としてBOD 95%、COD 80%、T-N 67%、T-P 77%という良い結果が得られている。除去速度では平均値としてT-N 0.13 g/m²·d、T-N 0.024 g/m²·dという値が得られている。

霞ヶ浦では、建設省が山王川河口及び清明川河口に大規模な人工ヨシ帯を造成し、流入する河川水の浄化を図る実験を行っている⁹⁾。山王川河口の実験では、水深を10 cmとし、滞留時間変化させて実験を行ったところ、滞留時間5時間程度までは除去率が増加し、その後は横這いの状態であった。除去率としては窒素で40～50%、リンで50～60%の値が得られている。施設の概要図を図2に示す。

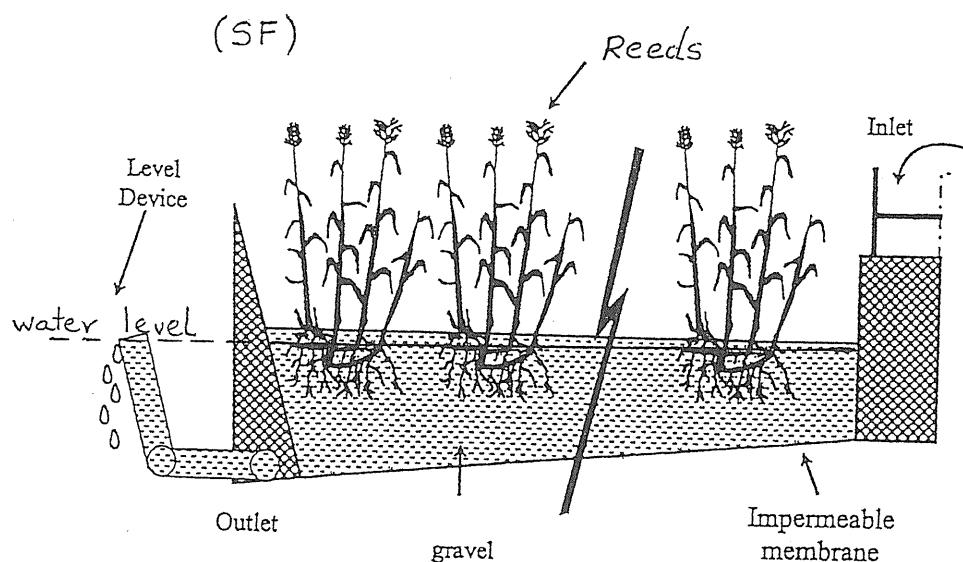


図1 浸透流れ方式 (SF) の施設の概念図

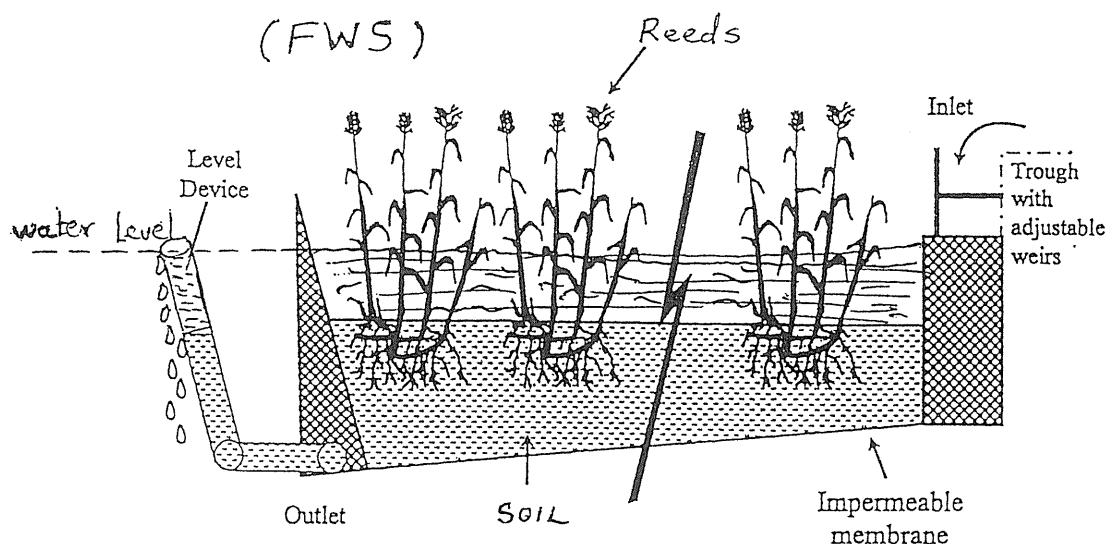


図2 表面流れ方式 (FWS) の施設の概念図

2.3 ゼオライト水耕法 (BGF)

ゼオライトなどの濾材と植物とを組み合わせて水質浄化を図る方法は、「バイオジオフィルター法」またはゼオライト水耕法と命名され、最近活発な研究が展開されている¹⁰⁻¹²⁾。栽培する植物としてはパピルス、ケナフ、ソルガム、ヨシ、ハナナなどが適している。この方法はゼオライトを充填した網籠に各種有用植物や花卉を植栽し、籠より少し大きめの水路に設置して、そこに汚水を流すことによって浄化する方法である。アンモニアなどは濾材にも吸着され、植物のバイオマスとして以外にも浄化がはかれる方法である。除去速度としてはT-N 0.6 ~ 1.4 g/m²·d、T-P 0.1 ~ 0.3 g/m²·dの値が得られている。この方法では上記の植物以外にもゼオライトの高さを調節することによって、各種の植物の栽培が可能となる利点がある。佐藤¹³⁾は八郎湖においてゼオライト水耕法により枝豆が最も良好な成績を上げたと報告している。施設の概要を図3に示す。

2.4 水耕栽培法 (HC)

平野^{14・15)}は花卉を使った水耕栽培によって水質浄化をはかる目的で、種々の花卉を用いて実験した。その結果、多くの花卉植物が水耕栽培で生育可能であること、また、植物を選ぶことによって高い浄化能力が得られることを明らかにした。春まきの花卉で水耕栽培に特に適していたのは、コスモス、サルビア、ニチニチソウ、ホウセンカ、インパチェンス、ベゴニア、センバフローレンス、キンレンカおよびレトニアであった。秋まきの花卉ではキンセンカ、アフリカマリンゴールド、カンザキ、ジャノメギク、ベゴニア、センバフローレンス、ペチュニア、およびセントポーリアであった。

今回の実験ではニラを植栽した。施設の概要を図4に示す。

2.5 水耕生物ろ過法 (BF)

この方法では水路や水田を利用するが、ビニール等によって底泥からは分離された系を造り、そこに植物を置いて水を流し、植物を成長させながら水の浄化を図る方法である。この方法では原水中の植物プランクトン等の懸濁物は植物の根でろ過、捕捉される。植物の根圏にはエスリカやサカマキガイ等の小動物が共生し、捕捉された懸濁物を餌として消費し、溶存の栄養塩や糞として排出する。排出された栄養塩は原水中の栄養塩とともに植物により吸収利用される。糞や死骸はバクテリア等の微生物により更に分解され、回帰した溶存栄養塩は植物に利用され、分解残渣は根圏に堆積する。根圏に生息する小動物はさらに高次の捕食者により捕食される。生長した植物は収穫され、野菜として利用されたり、花として利用されたりする。利用されなかつた植物は系から取り出され、堆肥化されて農地還元される。

本法の特徴は、水圈における生態系システムのほかに陸系における生態系システムも利用しているところにある。すなわち、クモやハチ等を共生させることにより、無農薬、無肥料で有用植物を栽培・収穫して活用するとともに、水辺環境を多様化し、多様な生物の共存を可能にしている¹⁶⁻¹⁸⁾。

この方法に適した植物としては、カラー、クレソン、セリ、クウシンサイ、サジオモダカ、ペペーミン

ト、スペアーミント、アップルミント、ハナショウブ、カキツバタ、ルイジアナアヤメ、オオクログワイなどが確かめられている。施設の概要を図5に示す。

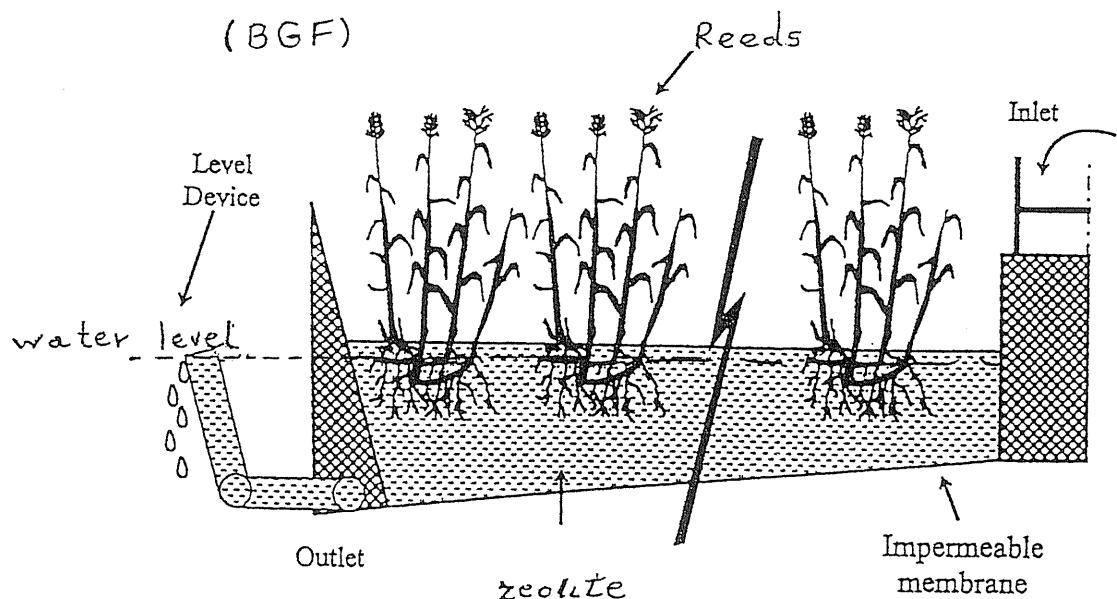


図3 ゼオライト水耕法（BGF）の施設の概念図

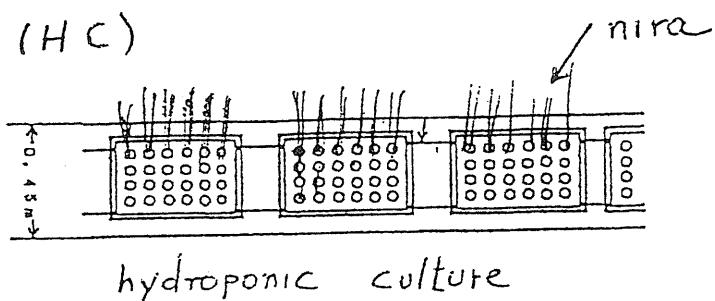


図4 水耕栽培法（HC）の施設の概念図

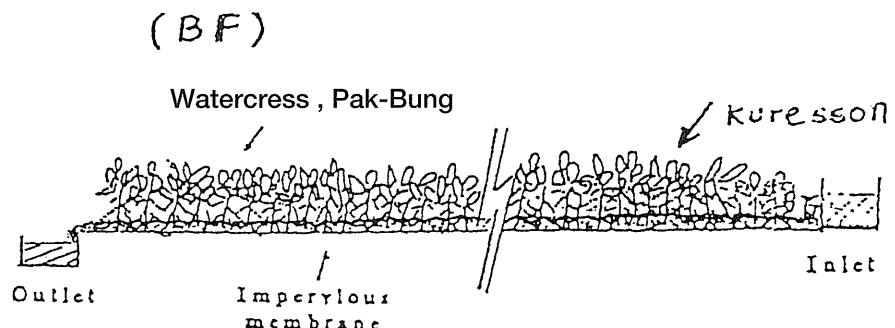


図5 水耕生物ろ過法（BF）の施設の概念図

3. 実験方法

島根大学生物資源科学部付属農場に隣接する農業用ため池から池水を汲み上げて実験を行った。ため池のそばに $1.4\text{ m} \times 0.6\text{ m} \times 0.5\text{ m}$ の水槽 10 個を設置し、滞留時間を制御しながら実験を行った。実験条件を表1に示す。また施設概要を写真1～6に示す。

浸透流れ方式、表面流れ方式及びゼオライト水耕法では基質となる砂利（径 3～5 mm）、泥及びゼオライト（径 3～5 mm）を 30 cm の深さになるように入れて実験した。水耕栽培法では水深が 30 cm になるように調節した。水耕生物ろ過法では水深が 8 cm で実験した。

浸透流れ方式、表面流れ方式及びゼオライト水耕法ではヨシを 48 本/ m^2 の密度になるように植栽した。水耕栽培法ではニラを、水耕生物ろ過法ではクレソンを植栽した。

実験は 7 月から 10 月にかけて行った。毎週 1 回サンプリングし、有機物濃度、窒素濃度、リン濃度及びクロロフィル α 濃度を測定した。

4. 実験結果

実験結果を表2～11に示す。実験結果は毎週測定した結果を月平均値で表したものである。また、カッコ内は除去率を示している。

表2に物理的環境を示す。水量負荷は各水槽とも $0.72 \sim 0.77\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{day}$ にコントロールした。その結果、浸透流れ方式 (SF)、表面流れ方式 (FWS) 及びゼオライト水耕法 (BGF) では滞留時間が 7～8 時間と計算された。水耕栽培法 (HC) では 9～10 時間、水耕生物ろ過法 (BF) では 1～2 時間と計算された。水温は $13.4\text{ }^\circ\text{C} \sim 31.8\text{ }^\circ\text{C}$ を変動した。溶存酸素濃度は $3.9 \sim 11.66\text{ mg/l}$ を変動した。これらの値は、各処理方式で大きな違いはみられなかった。pHは表面流れ方式 (FWS) とゼオライト水耕法 (BGF) では他の方法に比べて低くなる傾向がみられた。

4.1 有機物

CODの測定結果を表3に示す。ゼオライト水耕法 (BGF) が各月を通して高い除去率が得られた。季節的には 10 月に各処理方式とも除去率が高くなった。10 月の除去率で比較すると最も除去率が高かったのはゼオライト水耕法 (BGF) の 65 % で、つぎに浸透流れ方式 (FS) の 60.5 %、つづいて表面流れ方式 (FSW)、水耕栽培法 (HC)、水耕生物ろ過法 (BF) の順となった。

その他TOC (表4)、懸濁物のSS乾燥重量 (表5)、クロロフィル a (表6) の除去率を比較してもゼオライト水耕法 (BGF) と浸透流れ方式 (SF) が高く、水耕栽培法 (HC) と水耕生物ろ過法 (BG) が低かった。

4.2 リン

表7に全リンの測定結果を示す。各処理方式とも高い除去率を示した。除去率の高かった10月で比較すると、すべて50%以上の除去率が得られていたが、ゼオライト水耕法（BGF）および浸透流れ方式（SF）で高い処理効率を示した。今回実験した池水はリンの濃度が低かったため、高い除去率が得られたものと推測される。

4.3 窒素

表8に全窒素の、表9に硝酸態窒素（NO₃-N）の、表10にアンモニア態窒素（NH₄-N）の測定結果を示す。全窒素の除去率は全体的にあまり高くなかったが、ゼオライト水耕法（BGF）が他の処理法よりも比較的高い除去率が得られた。除去率が高かった10月で比較するとゼオライト水耕法（BGF）、浸透流れ方式（SF）、水耕栽培法（HC）、水耕生物ろ過法（BF）、表面流れ方式（FWS）の順になった。

アンモニア態窒素は10月を除き各処理法とも比較的高い除去率を示した。しかし、硝酸態窒素はほとんど除去されなかった。

4.4 生物量

表11に生物量の変化を示す。ヨシを植栽した浸透流れ方式、表面流れ方式及びゼオライト水耕法では現存量は次第に高くなっており、10月に最高値が得られた。10月と7月の現存量を比較すると、浸透流れ方式（SF）では20倍、表面流れ方式（FWS）では20倍、ゼオライト水耕法（BGF）では68倍となった。水耕栽培法（HC）で使用したニラは7月から8月にかけて現存量が約半分になり、その後その現存量を維持した。水耕生物ろ過法で使ったクレソンは現存量が7月の約40%まで低下した。

5. 考 察

今回の実験ではヨシを栽培した浸透流れ方式、表面流れ方式、及びゼオライト水耕法に関しては相互比較が可能と考えられたが、水耕栽培法及び水耕生物ろ過法が植栽植物が異なることや、植栽した植物の生育が悪かったことなどから、他の方法との比較は困難と考えられた。

前者の3つの方法はヨシ湿地として共通の考えができるところからこの3つの方法について検討した。実験結果に示したごとく、有機物除去、リン除去及び窒素除去においてゼオライト水耕法が優れた成績を上げており、またヨシの成長量も他の方法に比べて3倍程度高くなった。これらのことから、ゼオライト水耕法は基質を機能性鉱物であるゼオライトを使用することで砂利を使う浸透流れ方式よりも優れた除去効率を示すことが明らかにされた。

砂利を使う浸透流れ方式と、表面流れ方式を比較すると浸透流れ方式の方が高い除去効率を示しており、またヨシの現存量も高くなかった。これらのことから、今回の実験ではゼオライト水耕法が最も優れており、

ついで浸透流れ方式、表面流れ方式になると判断された。

今後、経済性の問題や、維持管理、リサイクルの可能性などを含めて検討していく必要がある。

ゼオライトなどの機能性基質を使う方法は我が国独自の方法であり、今後更なる調査研究を行うことにより、新しい手法として確立されてゆくものと考える。

表1 実験施設及び実験条件の概要

Characteristic Parameter	Subsurface Wetland	Free water Wetland	Biofilter	Bio-geo filter	Hydroponic Culture
Scale	Experimen-tal	Experimen-tal	Experimen-tal	Experimen-tal	Experimen-tal
Design	Horizontal flow.Plastic tank	Horizontal flow.Plastic tank	Horizontal flow.Plastic tank	Horizontal flow.Plastic tank	Horizontal flow.Plastic tank
Dimensions	1.32L x0.52W x 0.50 m H	1.32L x0.52W x 0.50m H	1.32L x0.52W x 0.50m H	1.32L x0.52W x0.50m H	1.32L x0.52W x0.50m H
Species	Reed	Reed	Kuresson	Reed	Nira
Substratum	mud(0.25m ³) gravel: 0.16m ³	mud (0.2m ³) gravel: 0.16m ³		Zeolite:165Kg gravel : 0.08m ³	
Depth of Substratum	0.30 m	0.30 m	0.08 m (depth of water)	0.30m	0.30 m (depth of water)
Influent loading rate	1.4 m ³ /d	1.4 m ³ /d	1.4 m ³ /d	1.4 m ³ /d	1.4 m ³ /d
Loading method	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous	Continuous
Retention time	3.7 h	3.7 h	0.7 h	3.7 h	2.8 h
Influent type	agriculture	agriculture	agriculture	agriculture	agriculture
System age	4 weeks (2 weeks planted for stabilization	4 weeks (2 weeks planted for stabilization	4 weeks (2 weeks planted for stabilization	4 weeks (2 weeks planted for stabilization	4 week (2 weeks planted for stabilization



写真1 施設の全景

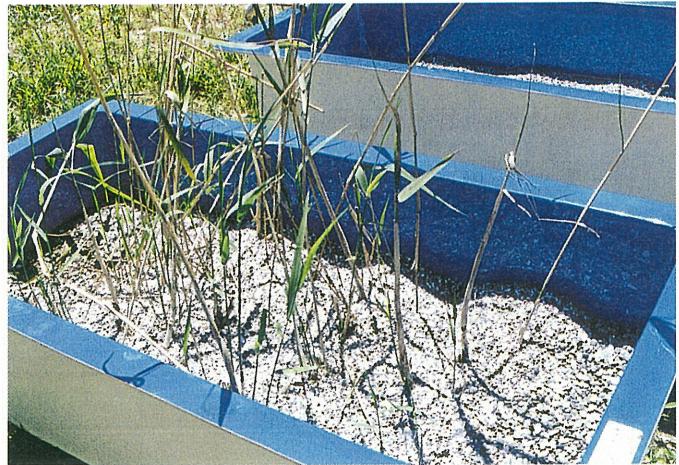


写真2 浸透流れ方式（砂利）



写真3 表面流れ方式



写真4 ゼオライト水耕法（浸透流れ方式）



写真5 水耕法

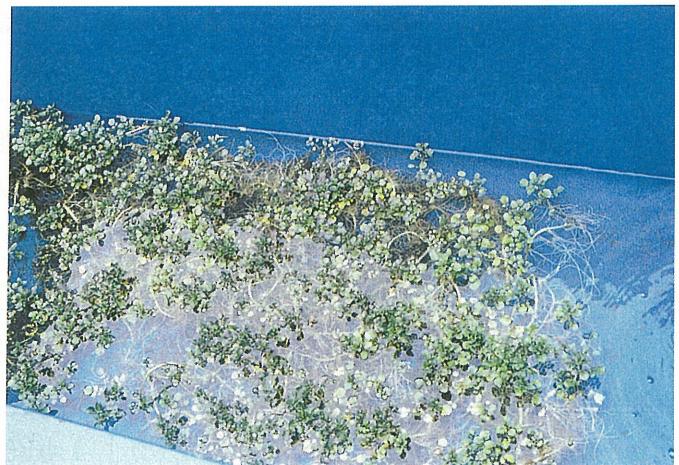


写真6 水耕生物ろ過法

表2 実験期間における物理的環境の変動範囲

	D.O. (mg/l)	pH	T (C) Initial	T (C) Highest	T (C) Lowest	H.R.T (hours)	Load.Rate (m ³ /m ² day)
SF	4.55-10.2	8.31-8.46	22.8	31.7	13.4	7-8	0.72-0.77
SF (control)	3.9-10.11	8.36-8.43	22.5	31.5	14.7	7-8	0.72-0.77
FWS	5.7-10.02	6.98-7.42	23.3	32.5	14.2	7-8	0.72-0.77
FWS (control)	5.97-9.87	6.59-6.74	22.8	31.8	14.3	7-8	0.72-0.77
BGF	5.09-9.89	6.60-6.80	21.7	31.3	14.4	7-8	0.72-0.77
BGF (control)	5.21-9.85	7.20-7.40	21.7	31.2	13.4	7-8	0.72-0.77
HC	5.1-10.19	8.40-9.60	21.9	31.3	14.8	9-10	0.72-0.77
HC (control)	6.5-10.66	7.5-8.70	22.1	31.5	14.8	9-10	0.72-0.77
BF	7.4-11.66	8.5-9.6	22.8	31.8	13.9	1-2	0.72-0.77
BF (control)	6.9-10.84	8.1-8.7	22.3	31.1	15.9	1-2	0.72-0.77
INLET	7.42-9.87	7.0-7.3	21.9	30.8	17.9		

表3 各実験施設におけるCOD濃度の月平均値と除去率（カッコ内）

COD

	Subsurface Flow Wetland(SF)	Free Surface Wetland (FSW)	Bio- geo Filter (BGF)	Hydroponic Culture (HC)	Biofilter (BF)	INLET
July	1.71(16.3)	2.25(-10.2)	1.28(37.35)	1.88(7.83)	1.95(4.21)	2.04
August	1.79(29.5)	2.03(20.15)	0.98(61.24)	2.18(13.95)	3.03(-19.37)	2.54
September	1.33(40.7)	2.34(-4.4)	0.79(64.83)	1.92(14.28)	3.74(-67.09)	2.24
October	1.65(60.5)	3.20(23.18)	1.46(65.0)	3.50(15.90)	3.69(11.36)	4.16

表4 各実験施設における全有機炭素（T O C）濃度の月平均値と除去率（カッコ内）

	Subsurface Flow Wetland(SF)	Free Surface Wetland (FSW)	Bio- geo Filter (BGF)	Hydroponic Culture (HC)	Biofilter (BF)	INLET
July	2.69(24.41)	2.83(20.28)	2.56(27.88)	3.07(13.66)	3.82(-7.46)	3.55
August	1.23(66.13)	3.57(1.82)	2.88(20.77)	3.16(13.12)	3.42(5.82)	3.64
September	3.74(-6.89)	2.83(19.05)	3.17(9.35)	3.25(7.05)	4.5(-28.48)	3.50
October	3.58(6.49)	3.42(10.50)	2.3(39.77)	3.09(19.31)	6.41(-67.51)	3.88

表5 各実験施設におけるS S濃度の月平均値と除去率（カッコ内）

	Subsurface Flow Wetland(SF)	Free Surface Wetland (FSW)	Bio- geo Filter (BGF)	Hydroponic Culture (HC)	Biofilter (BF)	INLET
July	1.02(71.03)	2.99(14.99)	2.75(21.70)	2.62(25.52)	3.52(50.5)	1.74
August	0.64(74.5)	1.95(22.50)	0.53(78.80)	1.61(36.26)	2.52(34.1)	1.66
September	0.48(91.3)	1.97(64.40)	0.94(83.00)	2.10(62.02)	5.53(48.5)	2.85
October	0.63(91.8)	2.1(73.40)	0.45(94.20)	3.27(57.76)	7.74(60.03)	3.1

表6 各実験施設におけるクロロフィルa濃度の月平均値と除去率（カッコ内）

	Subsurface Flow Wetland(SF)	Free Surface Wetland (FSW)	Bio- geo Filter (BGF)	Hydroponic Culture (HC)	Biofilter (BF)	INLET
July	0.73(88.3)	2.18(65.11)	1.61(74.2)	3.84(38.74)	2.1(66.7)	6.3
August	0.63(87.8)	2.2(56.4)	1.3(74.8)	2.78(42.7)	3.35(35.4)	5.2
September	0.83(92.3)	4.94(54.4)	0.41(96.2)	3.98(63.3)	9.15(15.7)	10.9
October	0.55(96.15)	7.5(48.1)	0.2(98.6)	11.22(22.2)	10.33(28.3)	14.4

表7 各実験施設における全リン（T P）濃度の月平均値と除去率（カッコ内）

	Subsurface Flow Wetland(SF)	Free Surface Wetland (FSW)	Bio- geo Filter (BGF)	Hydroponic Culture (HC)	Biofilter (BF)	INLET
July	13.49(24.41)	11.61(45.1)	14.19(32.91)	20.2(4.5)	15.0(29.1)	21.15
August	8.78(1.79)	9.75(-9.1)	5.82(34.9)	5.22(4.16)	10.94(-22.4)	8.94
September	8.0(53.54)	8.1(52.98)	5.68(67.1)	9.3(46.0)	12.58(26.99)	17.23
October	4.92(72.8)	7.74(59.99)	3.86(78.8)	9.01(53.8)	8.79(52.9)	18.33

表8 各実験施設における全窒素(TN)濃度の月平均値と除去率(カッコ内)

	Subsurface Flow Wetland(SF)	Free Surface Wetland (FSW)	Bio- geo Filter (BGF)	Hydroponic Culture (HC)	Biofilter (BF)	INLET
July	883.88 (2.1)	1104.24 (-22.43)	794.63 (11.89)	729.15 (19.16)	1231.5 (-36.54)	901.93
August	665.78 (39.1)	671.54 (38.56)	606.34 (44.5)	1098.58 (-0.5)	931.88 (14.7)	1092.97
September	587.4 (25.5)	602.75 (23.54)	411.19 (47.84)	562.45 (28.6)	693.2 (12.1)	788.35
October	616.36 (43.32)	668.69 (28.35)	544.5 (52.44)	683.76 (36.4)	699.71 (29.96)	995.07

表9 各実験施設における硝酸態窒素(NO3-N)濃度の月平均値と除去率(カッコ内)

	Subsurface Flow Wetland(SF)	Free Surface Wetland (FSW)	Bio- geo Filter (BGF)	Hydroponic Culture (HC)	Biofilter (BF)	INLET
July	313.5 (6.43)	271.8 (18.9)	360.7 (-7.64)	267.3 (20.21)	273.60 (18.35)	335.08
August	259.16 (18.2)	230.6 (23.3)	407.84 (-28.72)	319.2 (-0.75)	312.79 (1.28)	316.85

表10 各実験施設におけるアンモニア態窒素(NH4-N)濃度の月平均値と除去率(カッコ内)

	Subsurface Flow Wetland(SF)	Free Surface Wetland (FSW)	Bio- geo Filter (BGF)	Hydroponic Culture (HC)	Biofilter (BF)	INLET
July	16.4(81.1)	35.7(58.9)	26.85(69.7)	30.6(64.8)	20.9(75.97)	86.9
August	24.5(86.4)	29.6(83.6)	19.4(89.2)	35.04(80.6)	33.2(81.55)	180.2
September	29.4(74.1)	52.0(54.1)	23.13(79.6)	58.4(48.5)	44.1(61.05)	113.3
October	25.6(28.8)	33.98(5.43)	22.8(36.5)	73.3(-104.1)	91.2(-153.8)	35.9

表11 各実験施設における各月ごとの植栽した植物の現存量

	Subsurface Flow Wetland(SF) <i>REED</i>	Free Surface Wetland (FSW) <i>REED</i>	Bio- geo Filter (BGF) <i>REED</i>	Hydroponic Culture (HC) <i>NIRA</i>	Biofilter (BF) <i>KRESSON</i>
July	0.81	0.50	0.37	2.01	0.55
August	4.88	21.70	10.97	0.81	0.31
September	14.60	6.00	5.97	1.09	0.43
October	16.16	9.99	25.28	0.92	0.21

引用文献

- 1) 相崎守弘：緑の読本, No.23, 50-54, 1992.
- 2) 細見正明, 須藤隆一：水質汚濁研究, 14 : 674-681, 1991.
- 3) Green M.B., J. Upton : Wat. Environ. Res., 66 : 188-192, 1994.
- 4) Reed S.C. and D. Brown : Wat. Environ. Res., 67 : 244-248.
- 5) Tanner C. C., J. S. Clayton and M. P. Upsdell : Wat. Res., 29 : 17-26.
- 6) Tanner C. C., J. S. Clayton and M. P. Upsdell : Wat. Res., 29 : 27-34.
- 7) Brown D. S. : Wat. Qual. Internat. No.4 : 24-28, 1994.
- 8) 国立公害研究所：国立公害研究所研究報告, R-119-'88, 1988.
- 9) 建設省：Vegetation Purification Facilities, 建設省霞ヶ浦工事事務所, 1993.
- 10) 尾崎保夫, 阿部薰：用水と廃水, 35(9) , 774-783, 1993.
- 11) 尾崎保夫, 尾崎秀子, 阿部薰, 雨谷恵夫：用水と廃水, 37(2) , 111-118, 1995.
- 12) 尾崎保夫：用水と廃水, 40(10) , 912-918, 1998.
- 13) 佐藤 敦：水, 36(1) , 18-23, 1994.
- 14) 平野浩二, 吉田克彦：水処理生物学会誌, 29(1) , 11-18, 1993.
- 15) 平野浩二：用水と廃水, 36(7) , 593-602, 1994.
- 16) 中里広幸, 猪狩倣将：産業公害, 28 : 254-261, 1992.
- 17) 相崎守弘, 中里広幸：水環境学会誌, 18 : 624-627, 1995.
- 18) 中里広幸：用水と廃水, 40(10) , 19-25, 1998.