

ヘチマの植栽水路における水質浄化機能について

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 独立行政法人農業工学研究所 公開日: 2024-02-28 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 長谷部, 均, 吉永, 育生 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/0002000047

ヘチマの植栽水路における水質浄化機能について

長谷部 均*・吉永育生*・馮 延文**・小山 純***

	目
I 緒言	157
II 実験の方法	157
1 実験の場所	157
2 実験の概要	157
III 水質調査の結果及び考察	158
1 定期水質調査の結果及び考察	158

	次
2 連続採水調査の結果及び考察	159
3 定期水質調査による除去率等	160
4 連続採水調査による昼、夜の違い	161
IV 結言	161
参考文献	161
Summary	163

I 緒言

わが国の農村地域では、水田のかんがい用水が豊かで美しい水環境を支えてきた。また、かんがい用水は、単なる農業用水としてだけでなく、防火用水や親水空間を形成する環境用水として多目的に利用されてきた。しかし、近年の農村地域における混住化や生活様式の多様化などの影響を受け、汚濁負荷量が著しく増大し地域の水環境を取りまく状況は悪化してきている。

一方で、農村地域に生じている汚濁負荷量の増大に伴う農業被害や、公共用水域の水質悪化を軽減・防止するためには、農地や農業用排水路、ため池、あるいは農業用水源としても利用されている湖沼などの持つ自然浄化機能を有効に活用し、低コストで効率的な水質浄化手法を確立することが求められている。

わが国では、ホテイアオイ（奥田ら、1977）（青山ら、1982）（岡山大学農業生物研究所、1984）、ヨウサイ（中里ら、1992）、パピルス（形山、1991）、ケナフ（阿部ら、1991）、ヨシ（細貝ら、1991）、カキツバタ（端ら、1996）等の植物を用いた水質浄化実験が数多く行われてきたが、主に収穫バイオマスの有効利用法や効率的な維持管理方法が確立しておらず、広い普及には至っていない。

加えて、これらの実験の多くが高濃度の水を対象に行われているものであり、低濃度大流量の農業用水を対象にした研究は意外に少ない。

このような状況のもと、宮城県と共同で実施したヘチマを使った水質浄化実験の結果について報告する。ヘチマを選定した理由は、ヘチマ水等のバイオマス利用の有効性が

高く、かつ茎が水中にある場合、そこから根が出るなど植栽に際し底質を必要としないため維持管理が容易なことなどである。

なお、本実験はヘチマの植栽水路全体での水質浄化機能を検証したものであり、ヘチマの吸収量や水路内で生じる脱窒、吸着、沈降といった諸現象を詳細に検証したのではない。

II 実験の方法

1 実験の場所

実験は、農林水産省の補助事業である水質保全対策事業を平成7年度から実施している宮城県七ヶ浜町の阿川沼で行った。阿川沼は東西約300m、南北約800m、周囲約2km、貯水量約72,000m³の沼で、農業用ため池として利用されている。

また、昭和61年度に宮城県塩釜保健所と七ヶ浜町が共同で作成した「阿川沼環境調査報告書」によれば、宮城県内で環境庁により指定された「窒素含有量又はリン含有量についての排水基準に係る湖沼」24湖沼のうち、最も富栄養化の進んでいる湖沼として位置付けられている。

なお、沼からの排水が流出する菖蒲田浜は宮城県内でも有数の海水浴場で、沿岸では海苔の養殖も行われており、良質な農業用水の確保及び公共用水域の水質保全の面から、沼の水質悪化は重要な問題となっている。

2 実験の概要

ヘチマを植栽した水路と何も手を加えない水路を比較することで、ヘチマを植栽した水路の浄化機能を検証した。実験は、平成12年7月から11月までの5ヶ月にわたって行った。

実験は、ヘチマを植栽した植栽水路（ヘチマ20本を植栽）と未植栽の対照水路の2水路（長さ6.0m、幅0.4m、

*水工部水環境保全研究室

**日本学術振興会科学技術特別研究員

***宮城県産業経済部農地整備課

平成14年12月10日受理

キーワード：自然浄化機能・植生浄化・ヘチマ・T・N・T-P
除去率

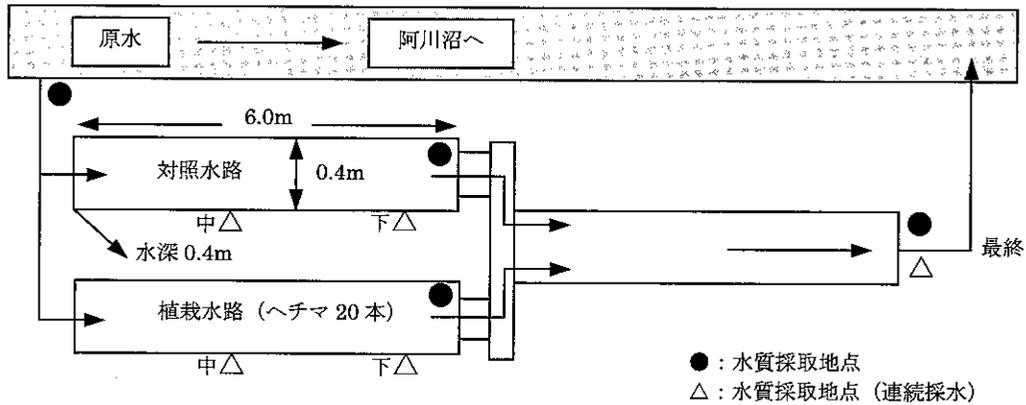


Fig.1 水質調査箇所の模式図
Block diagram of water quality study area

水深 0.4m) に、阿川沼からポンプにより直接揚水して行った。実験施設の概要を Fig.1 に示す。

なお、水質調査は平成 12 年 7 月 14 日から平成 12 年 11 月 18 日まで定期的に行うとともに、一部連続的な調査も行った。

両水路への揚水量は、それぞれ $7.3 \cdot 10^{-5} \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ とした。また、水路での滞留時間は $13 \cdot 10^3 \text{s}$ 、水面積負荷は $2.64 \text{m}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{d}^{-1}$ となる。

○水質調査日

- 平成 12 年 7 月 14 日, 19 日, 27 日
- 平成 12 年 8 月 2 日, 9 日, 17 日, 23 日, 30 日
- 平成 12 年 9 月 5 日, 14 日, 27 日 (連続採水)
- 平成 12 年 10 月 4 日, 11 日 (連続採水), 18 日, 25 日
- 平成 12 年 11 月 1 日, 8 日

III 水質調査の結果及び考察

1 定期水質調査の結果及び考察

定期水質調査の結果は Fig.2~6 に示すとおりである。結果は、一部のデータを除いてヘチマの植生水路での浄化機能が明確に現れており、特に T-N 及び T-P の浄化効果が顕著である。なお、8 月 17 日には、T-N 以外の水質項目で、負荷が生じているがこの原因は、採水時の底質等の乱れによるものと考えられる。

また、原水の濃度の違いに対しても、一定の浄化効果が認められる。

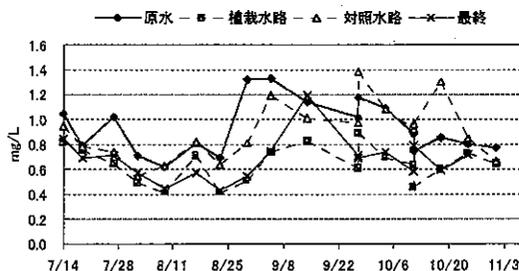


Fig.2 T-N の調査結果
Time series of T-N concentrations

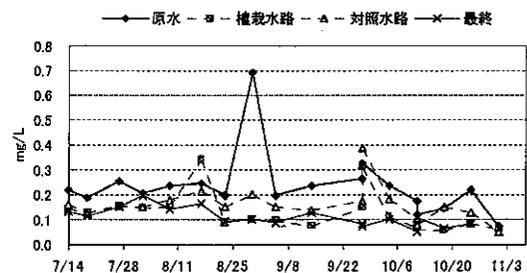


Fig.3 T-P の調査結果
Time series of T-P concentrations

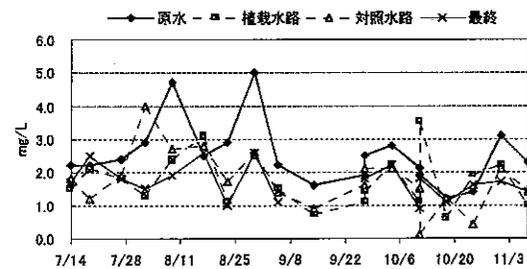


Fig.4 BOD の調査結果
Time series of BOD concentrations

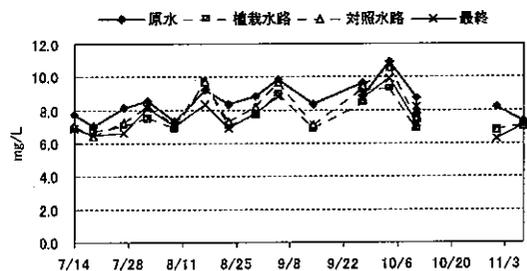


Fig.5 COD の調査結果
Time series of COD concentrations

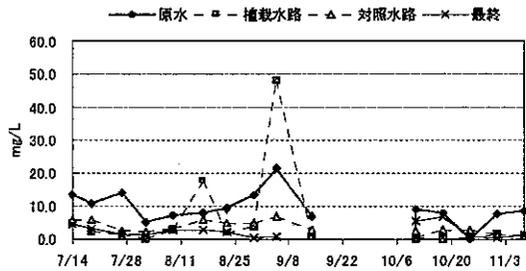


Fig.6 SSの調査結果
Time series of SS concentrations

2 連続採水調査の結果及び考察

植栽水路と対照水路の中間点と下流点において、平成12年9月27日及び10月11日に実施した連続採水調査の結果をそれぞれFig.7~12, Fig.13~18に示す。なお、採水は2時間おきに行った。

9月27日の結果から、無機態窒素について、植栽水路と対照水路に明らかに浄化能力に差が認められることから、ヘチマによる吸収や、その根圏における微生物による有機分解や過作用等の浄化がおこなわれていることがわかる。また、Fig.10の結果からは、植栽水路の方が大きな浄化機能を示しているのがわかるが、これは、ヘチマの根圏における硝化の促進や吸収によるものである。一方、対照水路においては、水の滞留に伴う硝化・脱窒が経時的に行われていることがわかる。

なお、T-N、T-Pともに植栽水路において連続採水の最後に値が増大しているが、無機態窒素・リンの変動が少ないことから、採水時に底質等を乱したことが原因と考えられる。

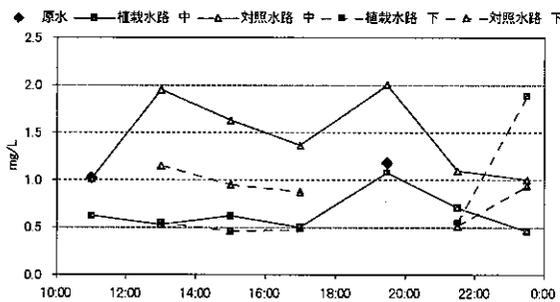


Fig.7 連続採水調査による T-N の変動 (9/27)
Changes in T-N found with continuous sampling (27Sep)

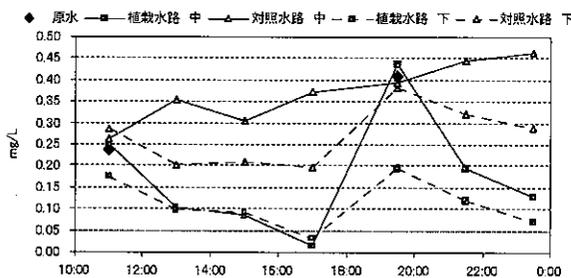


Fig.8 連続採水調査による NH₄-N の変動 (9/27)
Changes in NH₄-N found with continuous sampling (27Sep)

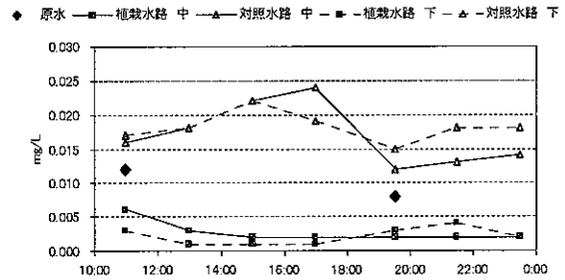


Fig.9 連続採水調査による NO₂-N の変動 (9/27)
Changes in NO₂-N found with continuous sampling (27Sep)

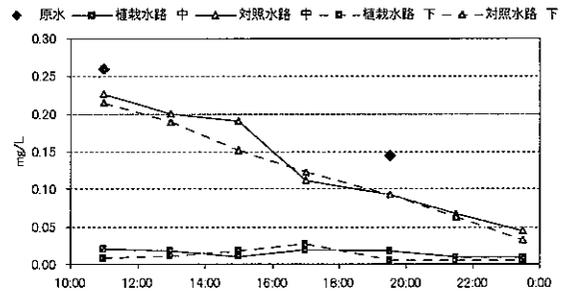


Fig.10 連続採水調査による NO₃-N の変動 (9/27)
Changes in NO₃-N found with continuous sampling (27Sep)

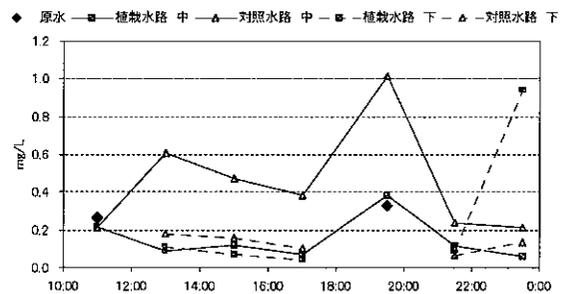


Fig.11 連続採水調査による T-P の変動 (9/27)
Changes in T-P found with continuous sampling (27Sep)

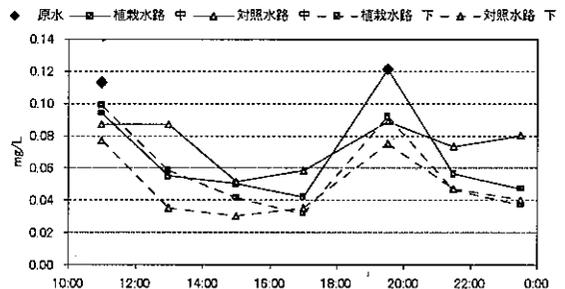


Fig.12 連続採水調査による PO₄-P の変動 (9/27)
Changes in PO₄-P found with continuous sampling (27Sep)

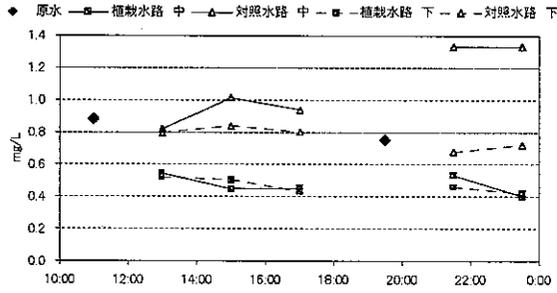


Fig.13 連続採水調査による T-N の変動 (10/11)
Changes in T-N found with continuous sampling (11Oct)

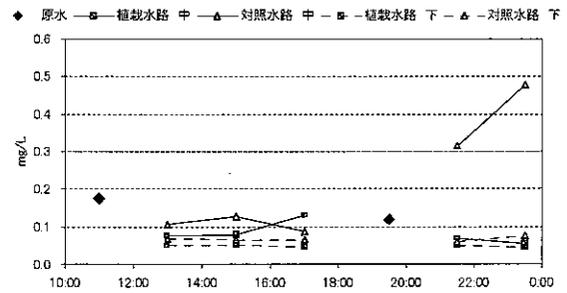


Fig.17 連続採水調査による T-P の変動 (10/11)
Changes in T-P found with continuous sampling (11Oct)

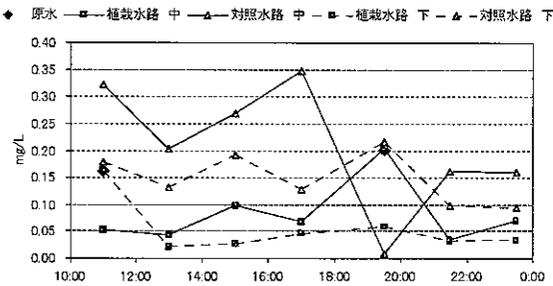


Fig.14 連続採水調査による NH₄-N の変動 (10/11)
Changes in NH₄-N found with continuous sampling (11Oct)

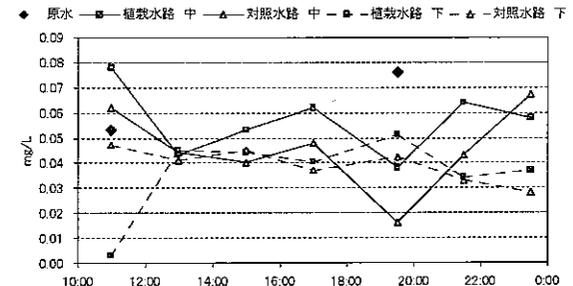


Fig.18 連続採水調査による PO₄-P の変動 (10/11)
Changes in PO₄-P found with continuous sampling (11Oct)

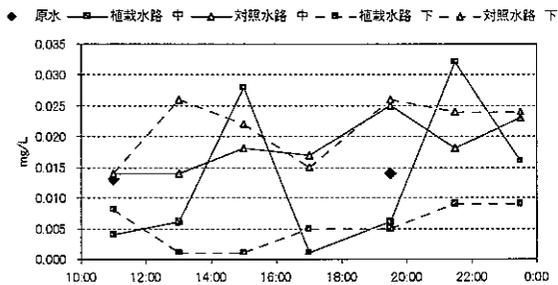


Fig.15 連続採水調査による NO₂-N の変動 (10/11)
Changes in NO₂-N found with continuous sampling (11Oct)

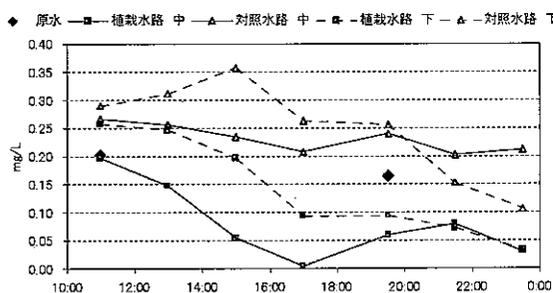


Fig.16 連続採水調査による NO₃-N の変動 (10/11)
Changes in NO₃-N found with continuous sampling (11Oct)

3 定期水質調査による除去率等

Fig.19 に T-N の除去率, Fig.20 に T-P の除去率, Fig.21 に COD の除去率の経時変化を示す。植栽水路における T-N の平均除去率は約 30% であり, 全国の植栽浄化施設の T-N 除去率 0~30% (尾崎ら, 1993) に対し, 比較的高い値となった。同様に T-P も平均除去率が約 50% と全国の植栽浄化施設の T-P 除去率 20~50% (尾崎ら, 1993) に対し, 高い値となった。COD の平均除去率は約 10% であり, 全国の植栽浄化施設の COD 除去率 5~20% (尾崎ら, 1993) に対し, 平均的な値であった。なお, 対象水路における平均除去率は, T-N で 4%, T-P で 34%, COD で 7% であった。両水路の平均除去率の差からヘチマの植栽水路は T-N に対する浄化機能が最も高いことがわかる。

また, 植栽水路の平均除去速度は T-N で $0.77\text{g}\cdot\text{m}^2\cdot\text{d}^{-1}$, T-P で $0.30\text{g}\cdot\text{m}^2\cdot\text{d}^{-1}$, COD で $2.11\text{g}\cdot\text{m}^2\cdot\text{d}^{-1}$ であり, 既応の実験のホテイアオイ, パピルス, ケナフと同程度であることがわかる。

さらに, 除去率については水面積負荷 $2.64\text{m}^3\cdot\text{m}^2\cdot\text{d}^{-1}$ のものであり, これに対し前出の全国の植栽浄化施設の平均的な水面積負荷は $0.5\text{m}^3\cdot\text{m}^2\cdot\text{d}^{-1}$ (尾崎ら, 1993) である。このことから, ヘチマは大流量の負荷に対しても有効であることがわかる。

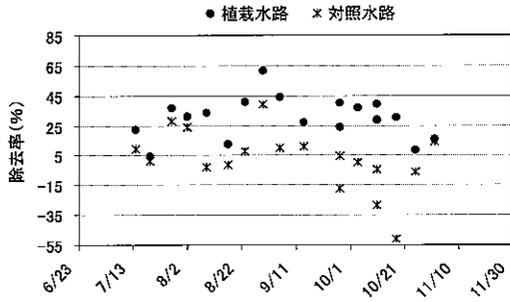


Fig.19 T-N 除去率の経時変化
Change in T-N removal rate

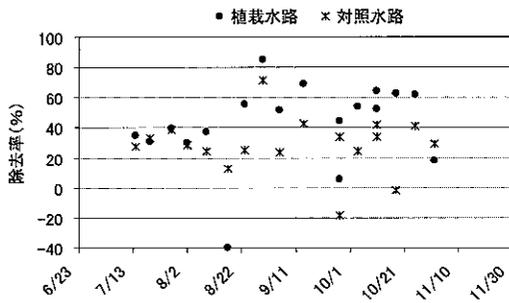


Fig.20 T-P 除去率の経時変化
Change in T-P removal rate

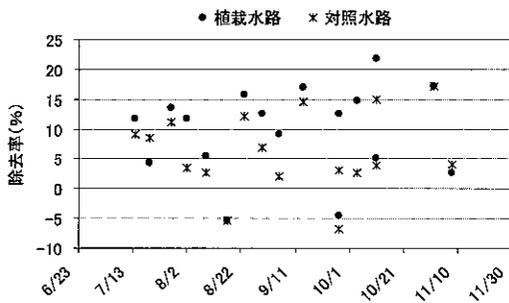


Fig.21 COD 除去率の経時変化
Change in COD removal rate

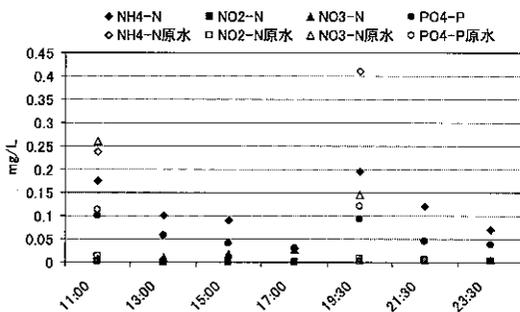


Fig.22 無機態窒素・リン濃度の経時変化 (9/27)
Change in concentrations of inorganic N and P (27Sep)

4 連続採水調査による昼、夜の違い

Fig.22 に 9 月 27 日の連続採水調査の無機態窒素・リンの経時変化を示す。11:00 から 17:00 までを昼、19:30 から 23:30 を夜とすれば、昼には $\text{NH}_4\text{-N}$ が大幅に減少し、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が増加しており、根圏における硝化が促進されていることやヘチマに吸収されていることがわかる。また、光合成が行われない夜でも硝化、脱窒が行われ、浄化が進んでいることがわかる。

IV 結 言

植物を水質浄化に利用するための基本的要件としては、栄養塩等の生体内含有率が高いこと、生産性が高いこと、バイオマス資源として利用可能なこと等が満足されなければならない。

また、その特徴としては、太陽エネルギーを基本としているため、省エネルギー的ではあるが、活性汚泥法などに比べ広い施設面積を必要とし、気象条件の変化に伴い浄化能力が変動し、年間を通じての安定した処理成績を得るのが難しいことなどがある。

今回の実験からは、ヘチマそのものの水質浄化機能を検証することはできなかったものの、ヘチマを植栽した水路全体での水質浄化機能や植生浄化の対象植物としてのヘチマの有効性について検証ができた。その結果をまとめると次のようになる。

- ① ヘチマの植栽水路は、T-N、T-P といった栄養塩に対する浄化機能が強く、平均除去等で T-N30%、T-P50%、平均除去速度で T-N $0.77\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 、T-P $0.30\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ であった。この値は既応の植生浄化実験と比べても高い値であった。
- ② ヘチマは、ツルで成長するため、根の部分水路に植栽すれば地上の植物体は面積に限定されることなく成長するため、ヨシ等の植物に比べて光エネルギーを効率的に利用できる可能性がある。
- ③ ヘチマは、茎が水中にあるとそこから根を張るといった特徴を持ち、根圏にすむ微生物の有機分解による無機化やろ過作用も期待できる。
- ④ バイオマス利用としては、たわし、ヘチマ水などの工芸的なものも有望であるが、植栽水路におけるろ材としても活用できる。

以上のような有効性に加えて、ヘチマは、小学校等から親しみのあるものであり、ヘチマの水質浄化能が優れている場合、これは環境教育の教材として子供達に環境の現状と大切さを考えさせることができることから、植生浄化の有効な植物といえる。

参考文献

1) 阿部薫, 尾崎保夫, 木方展治(1991): バイオジオフィルター(植物-微生物-濾材系)による水質浄化技術の開発, 農業研究セ

ンター土壤肥料部平成3年度研究成績, VI-13-VI-20

- 2)青山勲(1982):水生植物を利用した水質改善,用水と廃水,24(1), 87-94
- 3)端 憲二, 石川雅也, 鈴木光剛(1996):湿地における窒素除去機能-湿地模型を用いた浄化試験-, 農土誌, 64(4), 21-26
- 4)細見正明, 須藤隆一(1991):湿地による生活排水の浄化, 水質汚濁研究, 14(10), 674-681
- 5)形山順二(1991):パピルスによる水質浄化, 遺伝, 45(11), 7-8
- 6)中里広幸, 猪狩淑将(1992):生態系を活用した低コスト水浄化法, 産業公害, 28(3), 254-261
- 7)岡山大学農業生物研究所(1984):益野地区水質浄化基礎調査報告書, 1-237
- 8)奥田惟精, 佐藤正春, 稻生義彦(1977):ホテイアオイによる栄養塩吸収-手が沼における植栽実験から-, 公害と対策, 19(1), 77-83
- 9)尾崎保夫, 阿部薫(1993):植物を利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, 35(9), 5-17

Water Purification Experiment Using *Luffa Aegyptiaca*

HASEBE Hitoshi, YOSHINAGA Ikuo, FENG Yanwen, and OYAMA Jun

Summary

Challenges involved in the purification of water using plants include not only finding plants with powerful purification function capacity, but also putting them to effective use. This research explored the water-purification function of the phytoremediation, which is a highly useful agricultural product.

We found that the plant's average removal rate for T-N was about 30%, and that for T-P was about 50%. These rates are high even in comparison with those of other plants used in experiments throughout Japan (T-N, 0% to 30%; T-P, 20% to 50%).

In addition, the *luffa aegyptiaca* is a vine, meaning that if the roots are put into a water channel, growth of the vine is not limited by available space, raising the possibility of using light energy more effectively than other plants. This makes it very useful for phytoremediation.

Keywords: self-purification, phytoremediation, *luffa aegyptiaca*, T-N, T-P, removal rate