

湖沼域に於ける水辺緑地の造成に関する基礎的研究

| | |
|-------|-----------------------------|
| 誌名 | 千葉大学園芸学部学術報告 |
| ISSN | 00693227 |
| 著者 | 田畑, 貞寿 白子, 由起子 嶋田, 典司 |
| 巻/号 | 41号 |
| 掲載ページ | p. 61-66 |
| 発行年月 | 1988年3月 |

湖沼域における水辺緑地の造成に関する基礎的研究

田畑貞寿・白子由起子
(造園施設学研究室)

嶋田典司・渡邊幸雄
(園芸植物栄養学研究室)

Fundamental Study on the construction of the Waterfront Open Space at Tega Marsh.

Sadatoshi TABATA, Yukiko SHIRAKO
(Laboratory of Landscape Planning and Space Structure)

Noritsugu SHIMADA, Yukio WATANABE
(Laboratory of Horticultural Plant Nutrition)

ABSTRACT

The purpose of this study is to consider the usefulness of waterfront plants and the waterfront open space for the water purification. This study picked out the Ohhori valley in Tega marsh where is most polluted site in Japan. We picked four species of waterfront plants and analyzed their nitrogen and phosphorus contents. The result was that *Phragmites communis* Trinius contained 22.2 g/m² nitrogen and 1.5 g/m² phosphorus. Therefore, the waterfront plants are useful the water purification. For the purification of nitrogen and phosphorus in the sewage by using *communis*, we require 2~4 ha of its colony at the waterfront open space.

1. はじめに

手賀沼の水質はここ数年来、日本の湖沼域で最も汚濁されているといわれている¹⁾。その原因は、生活系排水が75%、産業系排水が13%、自然系排水が12%となっている²⁾。これらの汚水が手賀沼に流入すると、藻類の異常増殖によるいわゆる富栄養化現象をひき起こす。アオコの増殖もこの現象で、これは汚水中の窒素・リンが原因となっている³⁾。これらの物質は下水処理場を通っても完全に除去されることは少なく、まして手賀沼流域のように公共下水道の普及が遅れている地域では多量の窒素・リンが流入するために、アオコの大量発生をひき起こす。アオコの発生は悪臭を放ち、湖沼や周辺の景観やレクリエーションにまで影響を及ぼすこととなる。現在手賀沼をとりまく周辺の居住者及び関連自治体では、このアオコの発生に頭を痛めており、その対策としては、原因となっている窒素・リンの除去が水質汚濁の改善の鍵と考えられる。窒素・リンの除去については既に多くの手法が用いられているが⁴⁾、ここでは湖沼に流入するまでの間の自然浄化の方法に着目し、調査研究を進めた。

下水処理については、物理的・化学的処理を除いて生

物的処理として一般的にホテイアオイがよく用いられている。これは繁殖力が旺盛で、回収除去が容易であるため、南アフリカの例では10万人分の下水の処理に用いられていることが紹介されている⁵⁾。また最近ではホテイアオイを窒素・リンの除去に使っているという報告も多い⁶⁾⁷⁾。ホテイアオイが繁茂した1haの池では、1日に800人分の下水中の窒素とリンが除去できるとした報告もみられる⁸⁾。また、オランダガラスを用いて全窒素70%、全リン40%等の除去効果をあげている⁹⁾。

ヨシ群落を用いた浄化については、我国でも実験例がみられる。まず一つは霞ヶ浦の低湿地(ヨシ)を利用したもので、窒素やリンの除去効果が認められた¹⁰⁾。また、運輸省第四港湾建設局は本渡瀬戸において、余水処理における濁りの減少のためにヨシを用い、浮遊物質(SS)の除去効果をあげている¹¹⁾。一方、オランダのキャンプ場では、ガマ・ヨシを用いて10日間以上の滞留日数で、生物化学的酸素要求量(BOD)79.8%、全窒素95%、全リン93%、大腸菌類98%以上の効果をあげている¹²⁾。アメリカ陸軍工兵隊水路実験所では、汚泥浚渫に関し、ヨシ等の水生植物群落を利用し、窒素・リンを吸収し、除去する効果を認めている¹³⁾。

以上のように、内外を問わず植物を利用した水質の浄化に関する研究が最近徐々にみられるようになってきた。そこで本研究ではこれらの研究をふまえ、手賀沼流域のうちとくに大堀川流域を対象に、ヨシをはじめとする4種の水辺植物について窒素やリンの含有量を知り、もともと手賀沼の景観をつくっていたヨシ群落による水質浄化を考えるとしたら、どの程度のヨシ群落を造成すればよいか等について知見を得ることを目的に実施した。

2. 内容と方法

(1) 手賀沼の概要¹⁴⁾

手賀沼は江戸時代以来干拓されてきたが、1946年から1968年にかけての大規模な干拓事業により、1,136 haあった沼の面積が550 haと半減してしまった。行政面では利根川の支流で、湖沼ではあるが一級河川である。また河川法第9条により手賀沼水面全体は千葉県が管理している。

現在の手賀沼は汚染が激しいが、柏市高田に永く居住している住民によれば、1955年頃大堀川で泳いだという記憶があるといっている。しかし、1963年～65年頃では大堀川の水が汚れ、悪臭がひどくなり、高田や篠籠田の水田では稲倒伏が起こったといわれている。また呼塚では窒素過多水質富栄養化のため、1973年頃から稲の倒伏が起きた。東大工学部西村研究室の報告によれば、手賀沼でアオコの発生が始まったのは1965年で、その後1970年からアオコの発生が悪化し、1973年には異常発生、1955年、1978年には大発生があったといわれている。つまり、手賀沼は1955年まではきれいであったが、1963年～65年頃から汚染が激しくなったものと考えられる。アオコは、ミクロキステスともいわれる植物性プランクトンで、1個は5～7ミクロンと小さいが、群体となっている。窒素1gから20g以上、リン1gからは150g以上のアオコがつくれる。つまり、窒素やリンを含む汚水量が増加し、そこに高温といった気象条件などにより大量のアオコの発生となる。1960年頃の手賀沼周辺の水田では10a当り9～10俵の米が収穫されたが、1980年頃には7俵を数えるにすぎなくなった。これも水の汚染が原因とされている。

(2) 下水処理システム

現在、我国の下水道普及率は34% (1985) と、イギリス97%、オランダ90%、アメリカ72%といった諸外国に比べて格段の差がある¹⁵⁾。三次処理は莫大な経費を要するため二次処理までで済ませている我国の下水処理システムの中で、下水処理場における処理水の水質はどの程度のものであるのか。中西によれば¹⁶⁾、

BODは流入時167ppmを数えるが、94～88%の除去率により90ppmの流入下水が20～30ppmとなる。窒素は40ppmを数えたものが50～38%の除去率により20～25ppmとなり、リンは4.7ppmが79～18%の除去率により1～4ppmとなる。BODについてはかなり高い除去率であるが、化学的酸素要求量(COD)、窒素、リンについてはあまり除去されずに河川や海に放流されていることがわかる。

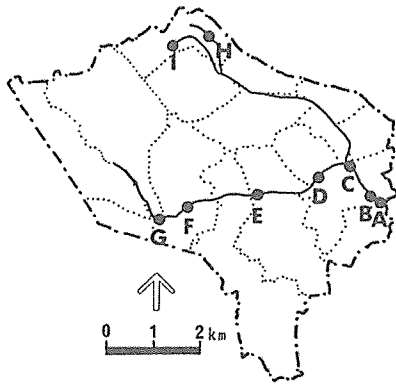
手賀沼には、大堀川・大津川・亀成落などの河川や小水路、雨、地下水等が流れ込み、その流入量は1日約32万トンといわれている¹⁷⁾。また、現在手賀沼終末処理場には三次処理施設が整備されているが、BODを10ppmに落とすだけで、富栄養化の原因となる窒素やリンの除去にはあまり役立っていない。柏市から手賀沼に流れ込む窒素、リンの量は、1日それぞれ約1,600kg、約200kgを数える。家庭排水の1日1人当たりの汚水量はBOD50g、COD27g、窒素12g、リン1.4gである。

(3) 対象地の選定

手賀沼流域は、大堀川・大津川・金山落・亀成落・染井入落・手賀沼直接の6流域に区分されている。この30年程の手賀沼流域の土地利用の変遷をみると¹⁸⁾、大堀川・大津川・手賀沼直接といった3流域の市街化が目立つ。特に大堀川流域は早くから市街化が進んだ地域で、昭和50年代の市街地を100とした場合、大津川・手賀沼直接の2流域の市街地が30に満たないのに対し、大堀川流域は41を占めている。人口密度は、大堀川流域4,211人/km²、大津川流域4,031人/km²、手賀沼直接1,348人/km²である。また手賀沼に流入する水量は、大堀川流域95,000m³/日、大津川流域93,700m³/日、手賀沼直接82,200m³/日である。手賀沼に流入する河川の水質の経年変化から生活環境に係る環境基準の河川の類型をみると¹⁹⁾、大堀川はD、大津川はC、金山落はBとなっており、大堀川の水質汚濁が著しいことがわかる。これらのことより、①市街化が古くから行われた地区、②人口密度が最も高い地区、③手賀沼に流入する水量が最も多い地区等の条件により、大堀川流域を調査対象地として選定した。

(4) 水辺植物の選定

手賀沼はかつて水生植物の豊庫であったといわれる。1974年3月朝日新聞に掲載された深山正巳手賀沼漁協組合長の講演の紹介記事²⁰⁾によると、「手賀沼の植物は27種類もあったが、現在ではガマ・ヨシ・マコモの3種を残すだけとなった」とされている。また、手賀沼の近くに位置する柏日体高校の校歌²¹⁾には「…利根の流れに葦ゆらぐ静かによどむ手賀の沼…」のようにヨシが歌われている。これらのことから手賀沼の原風景にはヨシが



A 柏市戸張新田 F 流山市駒木新田
 B 柏市北柏4丁目 G 流山市駒木
 C 柏市松ヶ崎新田 H 柏市正連寺
 D 柏市松ヶ崎 I 柏市正連寺
 E 柏市篠籠田

図-1 水辺植物採取地点

みられたものと考えられる。

本研究は1986年に予備調査を実施している。特に大堀川流域を対象に水辺植物を採取し、窒素・リンの含有率を調査した。このとき採取した水辺植物は、セイトカアワダチソウ・カナムグラ・ミゾソバ・ヨシ・オオイヌタデ・ツユクサ・ガマ・オオクサキビ・ススキ・チカラシバ・カゼクサ・アズマネザサ・アオミズ・エノコログサ・ホソアオゲイトウ・ヨモギ・アレチウリ・イヌビエ・チヂミザサの19種である。その結果、カナムグラ・ミゾソバ・ホソアオゲイトウ・セイトカアワダチソウ・ツユクサ・ヨシ等の窒素含有率が高いことがわかった²²⁾。この調査の結果をもとに、手賀沼の原風景にもみられ、現在も比較的多く存在している²³⁾ものとしてヨシを選んだ。これに加え、流域のどこにでもみられるセイトカアワダチソウ・カナムグラ、水辺に最も普通に見られるミゾソバの4種を選び、それらの窒素・リン含有率を測定することによって浄化能力の検証を試みた。

(5) 採取地点及び採取法

水辺植物の採取は、1986年10月17日、28日の両日に行った。なお、採取地点は、①ヨシ・セイトカアワダチソウ・カナムグラ・ミゾソバの4種が観察される場所、②水際に分布している、③採取可能である等の点を考慮して、図-1水辺植物採取地点に示す9カ所を選定した。A地点の断面模式図を図-2に示す。ヨシ及びセイトカアワダチソウは1本の茎・葉を採取し、カナムグラ・ミゾソバについてはつる性や群生であるため1本の茎・葉を採取するのは困難なので20cm四方を採取した。また、

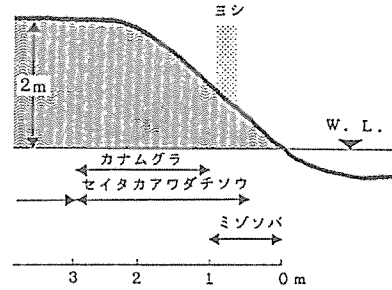


図-2 断面模式図

ヨシ・セイトカアワダチソウについては1m²当たり存在する本数も同時に調査した。なお、採取したヨシ・セイトカアワダチソウは、それぞれ2~2.5m、2~3m程の高さの標準的なものである。

(6) 実験方法

採取した植物は新聞紙を利用し、70°Cで十分に乾燥させる。乾燥後、ヨシ・セイトカアワダチソウは1本当たりの、カナムグラ・ミゾソバは採取した20cm²に含まれる植物の重量を測定しておく。茎・葉を粉碎し、乾燥粉末試料とする。

①窒素含有率(ガンニング変法)

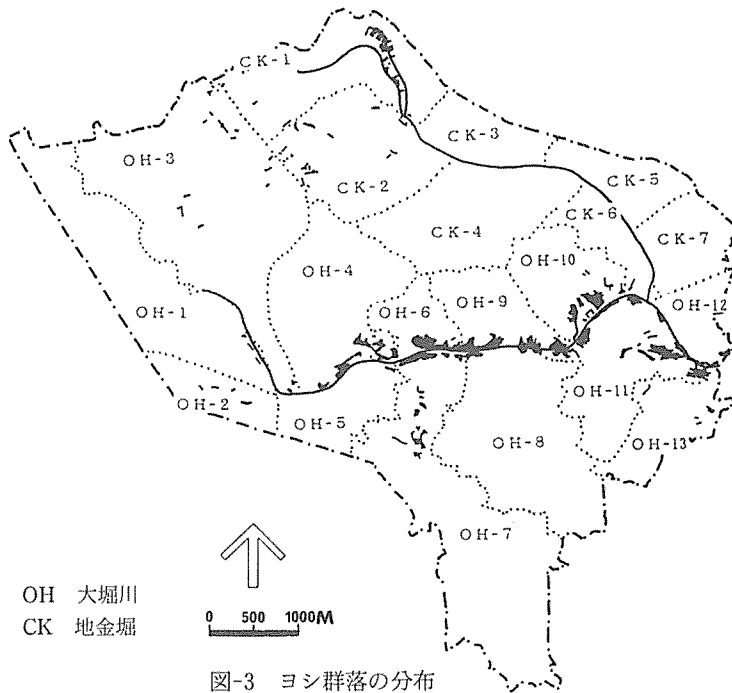
- i) 乾燥粉末試料0.2gをとり、サリチル硫酸15mlを加える。
- ii) 30分放置後、結晶チオ硫酸ナトリウム約3gを加えて加熱し、徐々に煮沸させる。
- iii) 白煙がでなくなったら分解剤(K₂SO₄8, CuSO₄・5H₂O 1, SeO₂1) 5gを加え分解する。
- iv) 蒸留する。
- v) N/50標準硫酸液で滴定する。
- vi) 下記の計算式により、乾物中窒素の含有率を算定する。

$$N(\%) = 0.2802 \times F \times (T - B) \times 100 / \text{分解液}(ml) \times 1 / \text{試料}(mg) \times 100$$

$$\left(\begin{array}{l} F: N/50 \text{ 標準硫酸液の力価} \\ T: \text{試料滴定値} \\ B: \text{ブランクテスト滴定値} \end{array} \right)$$

②リン含有率(バナドモリブデン酸法による比色法)

- i) 乾燥粉末試料1gを磁製皿にとり、電気炉で灰化する。
- ii) 灰に塩酸を加えて溶解し、沕過する。
- iii) 試料10mlに水を加え、硝酸液(1:2)5ml、0.25%メタバナジン酸アンモニウム液5mlを加える。
- iv) 5%モリブデン酸アンモニウム液5mlを加えて着色させ、450mμで比色定量する。(日立100-20形



使用)

(7) 植生

大堀川流域の現存植生をしるために、1/1万の柏市現存植生図(福嶋司・高橋啓二調査1984.3)をベースに、①スダジイ林・シラカシ林、②ケヤキ林・イヌシデ・コナラ林、③アカマツ林・スギ・ヒノキ林・モウソウチク林、④ススキ・アズマネザサ群落・オオアレチノギク・メヒシバ群落、⑤ヨシ群落の5種について抽出した。なお流山市については1/1万の流山市都市計画図(1980)からよみとった。特にこの植生図については、排水経路を明らかにするために、1/1万の手賀沼流域関連公共下水道図の排水分区画を参考に、大堀川は13、地金堀は7つの小排水区域に区分し、集水域とした。

3. 結果及び考察

(1) 植物の浄化機能

実験より得られたヨシ・セイトカアワダチソウ・カナムグラ・ミゾソバの4種の窒素及びリン含有率は、表-1採取地点別窒素含有率・リン含有率に示す通りである。この結果より、ヨシ及びセイトカアワダチソウでは乾物中に約1.5%、カナムグラが約2.8%、ミゾソバが約2.4%の窒素を含むものと考えられる。リン含有率は、ヨシが約0.1%、セイトカアワダチソウが約0.2%、カナムグラが約0.5%、ミゾソバが約0.2%という結果を得た。

採取地点別にみみると、特に際立った差がみられないことから、各地点ともほとんど同じ条件のところと考えられる。従って含有率の差は、植物間による摂取の差と考えられる。採取地点におけるヨシは、1m²当たり10~80本、セイトカアワダチソウは同じく10~60本存在し、9地点の平均はそれぞれ43本、27本である。ヨシ・セイトカアワダチソウは1本当たりの乾燥重量に実験結果から得られた窒素含有率及び1m²当たりの本数を乗ずることにより、1m²当たりの窒素含有量を算定することができる。また、カナムグラ・ミゾソバについては、20cm²に含まれる乾燥重量に窒素含有率を乗じ、1m²当たりへ換算して1m²当たりの窒素含有量を算定した。リンについても同様に行った。その結果を表-2に、1m²当たりの窒素含有量・リン含有量に示す。この表より、採取地点により含有量に差がみられるが、これは本数の差と考えられる。平均値をみると、窒素含有量ではヨシが22.2g/m²、セイトカアワダチソウが22.3g/m²、カナムグラ3.2g/m²、ミゾソバ1.6g/m²であり、リン含有量ではヨシ1.5g/m²、セイトカアワダチソウ3.1g/m²、カナムグラ0.5g/m²、ミゾソバ0.2g/m²で、ヨシ・セイトカアワダチソウが窒素・リン共に含有量が多い。つまり、これらの水辺植物に窒素・リンを吸収させて水質の浄化をはかることが可能であると考えられる。一方、手賀沼の原風景を考えた場合、ヨシを用いて水質の浄化を行うこと

表-1 採取地点別窒素含有率・リン含有率
(単位：乾物中%)

| 植物名 採取地点 | ヨシ | | セイタカ アワダチソウ | | カナムグラ | | ミゾソバ | |
|-------------|------|------|----------------|------|-------|------|------|------|
| | 窒素 | リン | 窒素 | リン | 窒素 | リン | 窒素 | リン |
| A | 1.52 | 0.09 | 1.51 | 0.16 | — | — | 3.17 | 0.43 |
| B | 2.03 | 0.12 | 1.49 | 0.23 | — | — | — | — |
| C | 1.15 | 0.11 | 2.12 | 0.23 | 2.84 | 0.32 | 2.40 | 0.39 |
| D | 1.63 | 0.11 | 1.31 | 0.22 | 1.85 | 0.40 | 1.73 | 0.05 |
| E | — | — | 1.20 | 0.23 | 2.33 | 0.25 | 1.98 | 0.06 |
| F | 1.58 | 0.12 | 1.43 | 0.20 | 2.32 | 0.54 | 2.63 | 0.34 |
| G | 1.42 | 0.12 | 1.17 | 0.17 | 3.67 | 0.45 | 2.60 | 0.29 |
| H | 1.22 | 0.07 | 1.52 | 0.19 | 3.59 | 0.48 | — | — |
| I | 1.66 | 0.10 | 1.57 | 0.25 | 2.80 | 0.71 | 2.24 | 0.15 |
| 平均 | 1.53 | 0.11 | 1.48 | 0.21 | 2.84 | 0.45 | 2.39 | 0.24 |

表-2 1m²当たりの窒素含有量・リン含有量
(単位：g/m²)

| 植物名 採取地点 | ヨシ | | セイタカ アワダチソウ | | カナムグラ | | ミゾソバ | |
|-------------|------|-----|----------------|-----|-------|-----|------|------|
| | 窒素 | リン | 窒素 | リン | 窒素 | リン | 窒素 | リン |
| A | 53.7 | 3.2 | 30.3 | 3.2 | — | — | 2.2 | 0.3 |
| B | 8.6 | 0.5 | 21.4 | 3.3 | — | — | — | — |
| C | 2.4 | 0.2 | 3.7 | 0.4 | 1.7 | 0.2 | 2.2 | 0.4 |
| D | 10.9 | 0.7 | 9.8 | 1.6 | 3.5 | 0.8 | 0.7 | 0.02 |
| E | — | — | 4.1 | 0.8 | 1.3 | 0.1 | 1.1 | 0.03 |
| F | 17.8 | 1.4 | 57.7 | 8.1 | 2.7 | 0.6 | — | — |
| G | 38.7 | 3.3 | 21.2 | 3.1 | 6.1 | 0.7 | 0.9 | 0.1 |
| H | 13.8 | 0.8 | 35.6 | 4.4 | 4.5 | 0.6 | — | — |
| I | 31.8 | 1.9 | 16.7 | 2.7 | 2.5 | 0.6 | 2.6 | 0.2 |
| 平均 | 22.2 | 1.5 | 22.3 | 3.1 | 3.2 | 0.5 | 1.6 | 0.2 |

は有効な手段であることから、次にヨシを用いた場合を検討してみることとする。

(2) ヨシ群落

大堀川流域の人口は、1980年の資料によると131,785人である²⁶⁾。前述したように窒素は12g/人・日、リンは1.4g/人・日排出されることから、単純に計算すると、大堀川流域では約1,581kg/日(12g×131,785)の窒素、約184kg/日(1.4g×131,785)のリンが排出されることになる。これをヨシで浄化しようとした場合、実験結果から窒素は22.2g/m²、リンは1.5g/m²の吸収量と考えて算定すると、窒素を除去するためには約7ha(1,581,000/22.2)、リンを除去するためには約12ha

(184,000/1.5)のヨシ群落が必要となる。ただしこれは家庭雑排水のみを考えると次のようになる。窒素は12g/人・日排出されるが、このうち9gがし尿に含まれ、雑排水には3gだけが含まれている²⁵⁾。同様にリンについても雑排水に含まれているのは0.5g/人・日であり、し尿に含まれた窒素・リンはし尿処理場での三次処理により95%以上除去される。従って家庭雑排水のみについて上と同様に計算してみると、窒素の場合約2ha(3g×131,785/22.2)、リンの場合約4ha(0.5g×131,785/1.5)のヨシ群落が必要となる。

一方、1980年～84年の大堀川の水質は全窒素が12.20ppm、全リンが1.98ppmである²⁶⁾。排出汚水量を250l/人・日とすると²⁷⁾、大堀川流域では約3,295万l(250l×131,785)の汚水量となる。窒素は12.20ppm、リンが1.98ppmであることから、この汚水中には約400kgの窒素、約65kgのリンが存在することになる。これらをヨシで浄化するためには、窒素の場合約2ha(400kg/22.2)、リンの場合約4ha(65kg/1.5)の面積を要することとなり、これは上で述べた結果とも一致する。

以上のように、ヨシを用いて水質浄化を行う場合のヨシ群落の面積が予測できたので、次にその分布状況を見ることとする。

(3) 大堀川流域の植生

大堀川流域の植生は、ススキ、アズマネザサ群落、オオアレチノギク・メヒシバ群落といった草本群落がOH-3、CK-2、CK-4に集中しているのが特徴的であるが、どの集水域にもみられ、今回抽出した植生の中で最も高い比率を占めている。特にヨシ群落の分布を示したのが図-3である。ヨシ群落は大堀川に沿って多く分布していることがわかる。

ヨシ群落について、集水域ごとにその面積を測定すると、CK-3、CK-4、CK-5、CK-7は0であるが、他は0.28～20.04haを数えた。一方、各集水域ごとに窒素3g/人・日、リン0.5g/人・日の排出量として、これに人口を乗じて1日の窒素及びリンの排出量を算定し、ヨシで浄化した場合に必要と考えられるヨシ群落の面積を求めた。すると、窒素で0.01～0.42ha、リンで0.03～1.04haの面積が必要とされた。これらの結果を各集水域ごとにみていくと、ヨシ群落の存在している集水域ではどの集水域も量的には現存しているヨシ群落で浄化が可能である。しかし現在のところ、ヨシ群落を浄化のために利用しているわけではない。ヨシ群落の分布をみてみると、大堀川沿いに多く分布していることから、ここに汚水流入させて窒素・リンの除去ができるものと考えられる。しかしこの大堀川沿いのヨシ群落だけに頼るのではなく、各集水域ごとに排水経路の途中にヨシ群落を配して、

徐々に浄化をしながら流していく方が効率がよいのではないかと考える。したがって、現在の休耕田などのヨシ群落も、自然浄化用地として活用していくことがひいては手賀沼の浄化につながるものと考えられる。また積極的にヨシ群落を中心にした緑地を計画的に配置し、造成を行うことが重要と思われる。

4. おわりに

本研究では、ヨシは22.2g/m²の窒素含有量1.5g/m²のリン含有量があり、水質浄化に利用できることがわかった。そこで水質浄化のために要するヨシ群落の面積を試算すると、窒素で約2ha、リンで約4haという値が得られた。これを現在のヨシ群落の分布状況と合わせてみると、量的には充分であるが、汚水をヨシ群落に滞留させて吸収させるといった方法はとられていないのが現状である。ヨシ群落は浄化対策に有効なものと考えられるので、今後は積極的に群落を下水処理システムの中に取り込んでいくのがよいのではないだろうか。そのときの汚水の滞留時間やヨシ群落の密度、刈り取る時期等については、今後さらに試験研究をつみかさね、実証する必要がある。

最後にこの研究分担は、白子が現地踏査、実験試料の採集及び実験分析・データ処理・考察などを行った。田畑は研究企画・現地踏査・研究内容・方法及び研究の考察などについて行った。渡辺・嶋田は、植物の窒素・リン含有率についての実験及びデータの処理方法などについて助言及び指導にあたった。

摘 要

手賀沼は都市化による水質汚濁が著しく、湖沼域については、既に都市化による土地利用の変化、緑被地率の増減と水質の関係、家庭雑排水の処理システム等について知見を得ている。これらの結果をふまえ、本研究では手賀沼の大堀川流域を対象に、水辺植物を利用して水質浄化をはかるとしたら、どの程度の緑地を造成すればよいか等について知見を得ることを目的に実施した。4種の水辺植物を採取して窒素・リンの含有量を測定したところ、ヨシの1m²当たりの窒素含有量は22.2g、リン含有量は1.5gであった。つまり、水辺植物は水質浄化に利用できるものと考えられる。次に、雑排水中の窒素・リンをヨシ群落で浄化する場合のヨシ群落の面積を試算したところ、2~4haを要することがわかった。

参考文献

1) 千葉日報：汚濁のピンチから手賀沼を救う：1985

2) 柏市環境部環境対策課：手賀沼：1984
 3) 柏原正義：手賀沼100話：審書房：1983
 4) 新井洋一：大槻忠、名取真：リビング・フィルター：PPM10(8)：1979
 5) 池田弘子・森栄：ミズアオイの池の汚水浄化：奈良女子大生物学会誌10：1960
 6) 徳永隆司：水生植物の水質汚濁防止への利用：用水と廃水23(2)：1981
 7) 青山勲：水生植物を利用した水質改善：用水と廃水24(1)：1982
 8) H. H. Rogers・D. E. Davis：Nutrient removal by waterhyacinth. Weed Science, 20, Issue 5：1972
 9) 桜井善雄・渡辺義人・中本信忠：農村における生活雑排水の処理：日本水処理生物学会第15回大会要旨、長野：1978
 10) 霞ヶ浦工事事務所水質保全課：低湿地（アシ原）による浄化効果実験について：1981
 11) 第四港湾建設八代港工事事務所：八代港浚渫埋立影響調査報告書：1976
 12) 名取真：水生植物による排水処理：環境技術7：1978
 13) 4)に同じ
 14) 3)に同じ
 15) 建設省：下水道のはなし：(社)建設広報協議会：1985
 16) 中西準子：下水道再生の哲学：朝日新聞社：1983
 17) 3)に同じ
 18) 福富久夫・田畑貞寿・赤坂信：緑地システムからみた湖沼域の土地利用について——手賀沼水域の都市化と土地利用を事例として——：千葉大学環境科学研究報告10：1984
 19) 千葉県：手賀沼水質管理計画の基礎資料：1982
 20) 3)に同じ
 21) 3)に同じ
 22) 田畑貞寿・白子由起子・金在浩：都市化による湖沼域の土地利用変化と水辺緑地に関する研究：造園雑誌50(5)：1987
 23) 19)に同じ
 24) 19)に同じ
 25) 16)に同じ
 26) 田畑貞寿・金在浩：手賀沼集水域の土地利用と水質の相互関係について：千葉大学園芸学部学術報告38：1986
 27) 住宅団地屋外施設設計資料集編集委員会：住宅団地屋外施設設計資料集：(社)日本住宅協会：1977