

シュロガヤツリによる水質浄化

山口県環境保健研究センター

阿部 吉明・今富 幸也・下濃 義弘・山本 征治

Studies on Purification of Polluted Water using Hydrophyte (*Cyperus alternifolius* L.)

Yoshiaki ABE, Yukiya IMATOMI, Yoshihiro SHIMONO, Seiji YAMAMOTO

Yamaguchi Prefectural Research Institute of public Health

はじめに

窒素、燐を含む生活排水等の流入による河川・湖沼における水質汚濁問題は、依然として解決されていない。

この対策の一つとして自然にやさしく比較的簡単に設置可能で、ある程度の水質改善も期待できる水生植物による水質浄化法が注目され、各地でその研究及び実用化が試みられている。

今回、「森、川、海水環境ネットワークモデル事業」の生活排水浄化実践活動の一環として厚東川流域の小川や生活排水路等の水質浄化を図ることを目的にシュロガヤツリのポットによる水質浄化¹⁾について、調査、実験を行ったのでその概要を報告する。

今回検討したシュロガヤツリの学名は *Cyperus alternifolius* L. で原産地はマダガスカル島の湿地、高さ60~120cmになる多年草であり、茎は三角で直立して葉は退化して鞘状となり、茎の先端に傘状の葉を20個ほどつける。また、環境変化に対する耐性が強く、土質を選ばず、湿地でよく生育し、大株になる²⁾。株分けで容

易に増やすことができ、水耕栽培が可能であること、用途として生け花の材料、工芸品及び紙の原料になるなどの特徴を有している。

調査方法等

1 植 栽

表1に厚東川水系の5箇所に設置したシュロガヤツリの植栽状況を示した。

なお、シュロガヤツリは図1に示すように塊真砂土に植えたビニールポット（鉢）を水底や浮礁に設置した。

2 維持管理

水路等への流入出水量、鉢への冠水状況及びごみ等の付着状況並びに藻の発生状況を定期的に確認し、最適な生育環境の確保に努めた。

3 生育調査及び水質調査等

植栽後、月1回の生育調査を行い、上流、中流及び下流の基準となる鉢について、最大草丈及び株数を計測

表1 植 栽 状 況

植 栽 場 所	設 置 状 況	鉢 数	処 理 水
宇 部 市 常盤ロイヤルカントリークラブ（常盤）	生活排水池のアンカー付き浮礁にポットを設置（浮礁1基） 浮礁：縦200cm×横200cm×高さ24cm	16鉢	生活排水
美 東 町 役場近くの水路（美東）	大田川友永橋南水路にポットを設置（区間長20m×幅52cm）	90鉢	河川水
秋 芳 町	町体育館前（秋芳）	6鉢	雨水
	別府地区農業集落排水処理施設（別府）	放流口付近に木枠水路を作成し、その中にポットを設置（全長16m×幅80cm）	106鉢
美 祢 市 河原地区農業集落排水処理施設（河原）	放流口付近に木枠水路を作成し、その中にポットを設置（全長12m×幅80cm）	80鉢	下水処理水

注) 鉢数はシュロガヤツリ以外の水生植物の鉢を含む。

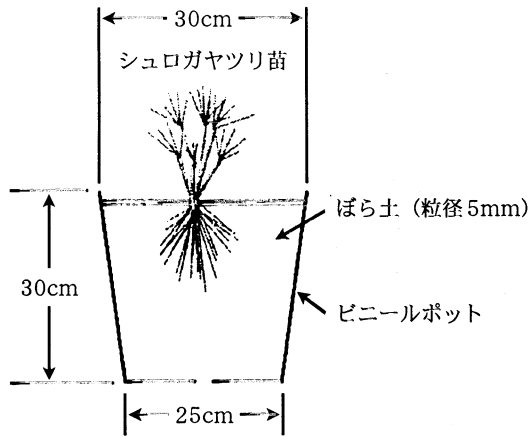


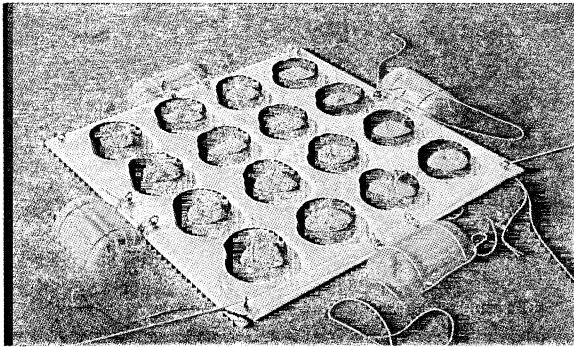
図1 ポットの構造

した。

また、月1回の水質調査として、流入出水の総窒素 (T-N)、総リン (T-P) 及び生物化学的酸素要求量 (BOD) を測定した。T-Nはアルカリ性ペルオキソ二硫酸カリウムで有機物を分解後、紫外吸光度法により、T-Pはペルオキソ二硫酸カリウムで分解後、モリブデンブルー比色法により、また、BODは一般希釈法により定量した。

なお、刈り取り後、収穫量を計量するとともにシュロガヤツリを乾燥して炭素、窒素及びリンの含有量を定量した。

浮 礁



生 育 中



写真1-1 常盤ロイヤルカントリークラブ

生 育 中

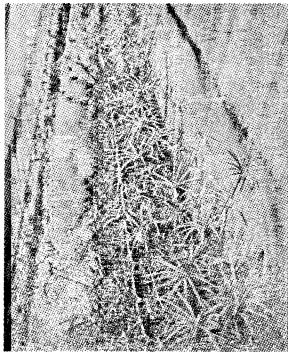


写真1-2 美東町水路

生 育 中

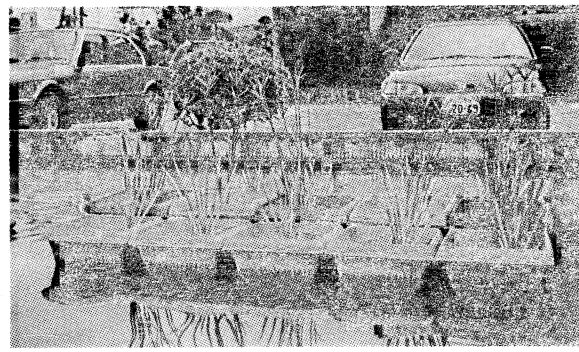


写真1-3 秋芳町役場前

設 置 工 事



生 育 中



写真1-4 別府地区農業集落排水処理施設

生 育 中

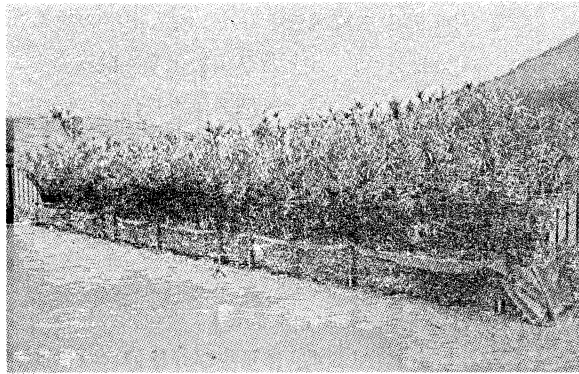


写真1-5 河原地区農業集落排水処理施設

結果及び考察

1 生育状況

シュロガツリのポットによる設置及び生育状況を写真1に、草丈及び株数の経月変化を図2に示した。

(1) 草 丈

別府地区農業集落排水処理施設（別府）、河原地区農業集落排水処理施設（河原）及び美東町役場近く

の水路（美東）に設置したシュロガツリは、10月には4月に比べ5~9倍と急激に生長し、最大草丈は別府の約180cmであった。また、常盤ロイヤルカントリークラブ（常盤）では、ため池の中央部にシュロガツリを設置したため毎月の計測は困難であったが、撤収時の計測では最大125cmであった。なお、秋芳町体育館前（秋芳）では雨水池に設置したため生長が非常に悪かった。

(2) 株 数

10月は4月に比べ河原は約30倍、別府は約40倍と増加が著しく、最大株数は別府の約200株であった。美東の生育は普通であったが、秋芳の生育は、良くなかった。常盤は撤収時には最大54株で美東及び秋芳よりやや生育が良かった。

また、通常流入出水がない秋芳を除く4箇所の草丈及び株数は、いずれの箇所も上、中、下流による顕著な差は見られなかったが、別府及び河原では上流でやや生育が良い傾向が見られた。

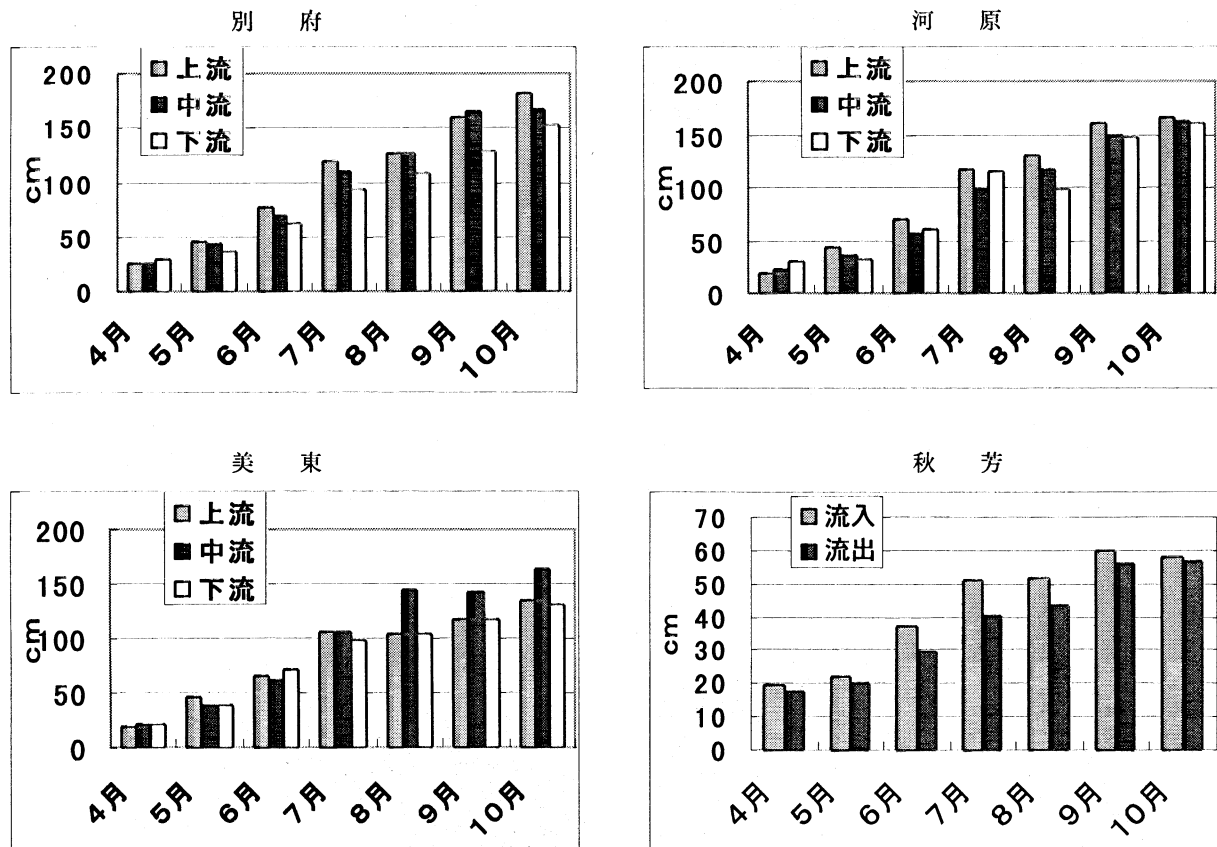


図2-1 生育状況 (草丈)

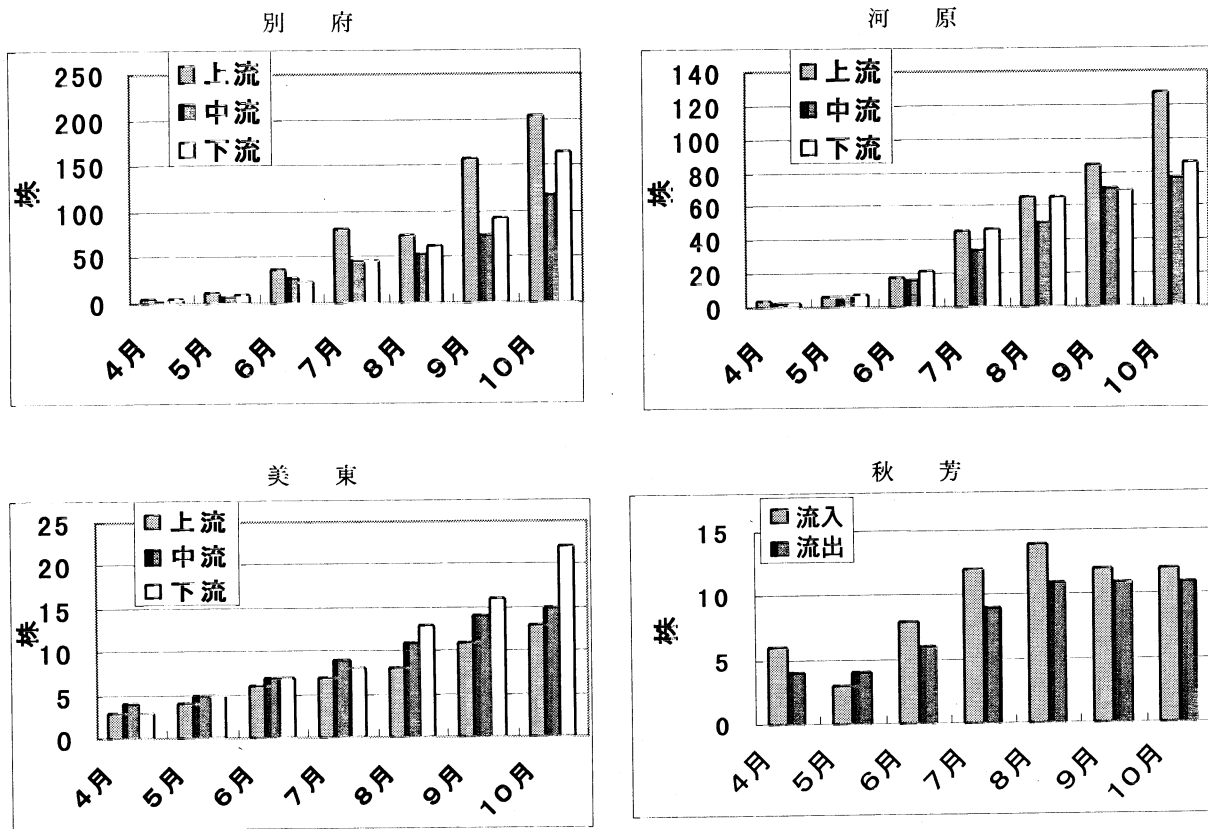


図2-2 生育状況 (株数)

2 水質

T-N, T-P及びBODの経月変化を図3, 平均水質と除去率を表2に示した。

なお, 除去率の算定に際しては, 単純に流入出水の平均水質により求めており, 水量, 水質の変動や滞留時間等の影響は考慮していない。

(1) T-N

いずれも流入水質の月変動はかなり大きかった。平均流入水質は別府6.83mg/L, 河原8.12mg/Lと美東の0.52mg/Lに比べ, それぞれ約13倍, 16倍と非常に高かった。平均除去率は別府24.5%, 河原40.4%とかなりの除去効果が認められ, 広島県が同様なポット植栽で行った除去率34%¹⁾とほぼ一致していた。

(2) T-P

T-Nに比べ別府及び河原の月変動は小さかった。平均流入水質は別府1.97mg/L, 河原1.91mg/Lと美東の0.026mg/Lに比べそれぞれ約76倍, 77倍と非常に高かった。平均除去率は, 別府の9.9%に対し, 河原は30.8%とかなり高い除去効果が認められた。なお, 広島県が算定した除去率は22%¹⁾であった。

(3) BOD

別府, 河原及び美東とも低濃度で流入前後で殆ど差がないため, 除去効果は認められなかった。

なお, 常盤及び秋芳は, T-N, T-P及びBODとも変動はあるものの低濃度で推移し, 除去効果は認められなかった。

表2 平均水質と除去率

施設 項目	別 府			河 原			美 東		
	流 入 (mg/L)	流 出 (mg/L)	除去率 (%)	流 入 (mg/L)	流 出 (mg/L)	除去率 (%)	流 入 (mg/L)	流 出 (mg/L)	除去率 (%)
T-N	6.83	5.16	24.5	8.12	4.85	40.4	0.52	0.59	0
T-P	1.97	1.78	9.9	1.91	1.32	30.8	0.026	0.030	0
BOD	2.1	2.7	0	2.3	3.9	0	2.6	2.4	7.6

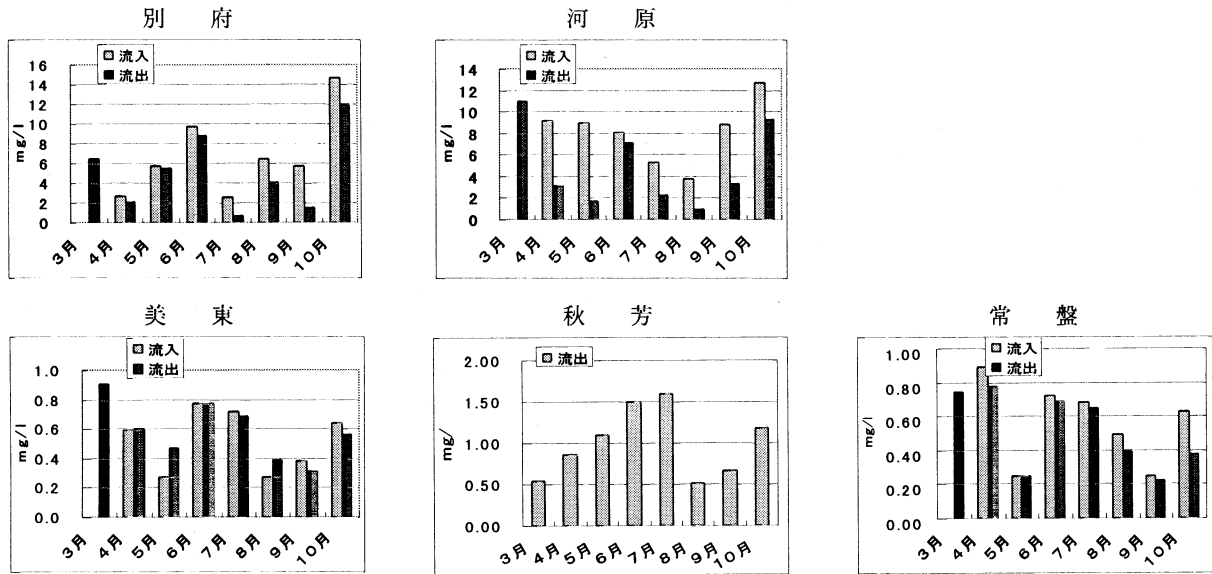


図3-1 水質 (T-N)

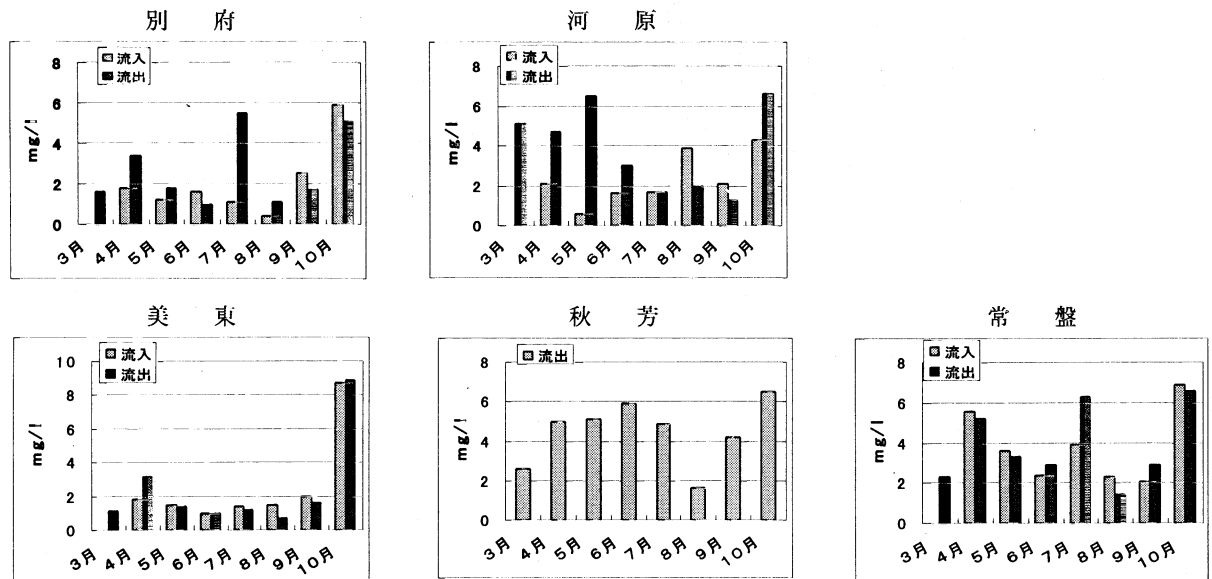


図3-2 水質 (T-P)

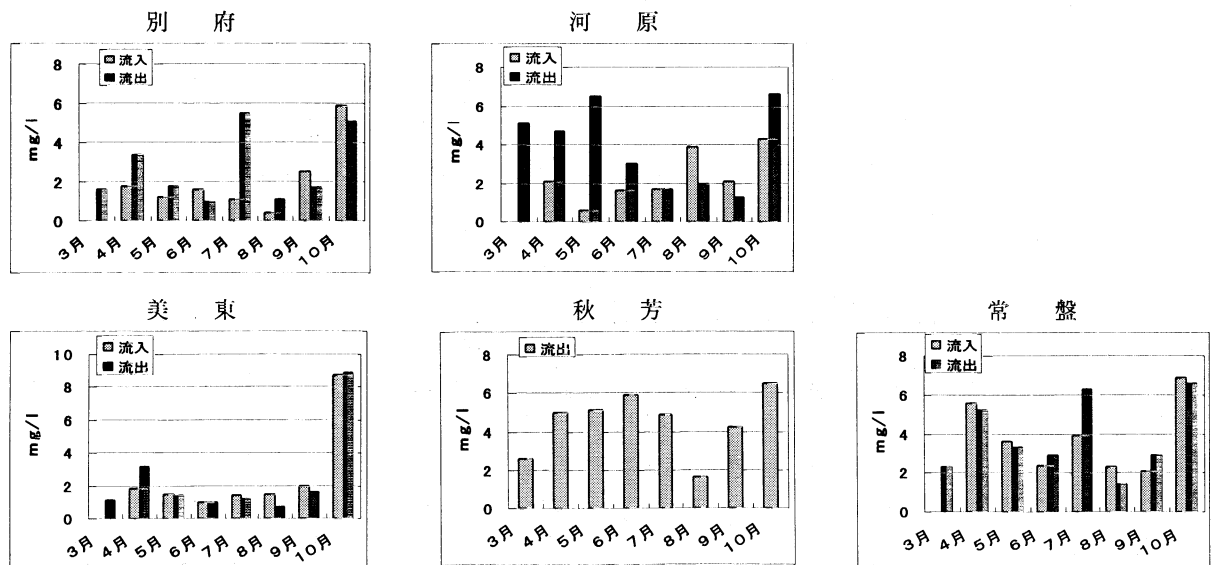


図3-3 水質 (BOD)

3 収穫量

生育が非常に悪く収穫量が少なかった秋芳を除く4箇所の収穫量を表3に示した。

1鉢当たりの収穫量の最も少なかった美東を1とすると常盤1.6, 別府13.2, 河原9.3であり, 流入水の窒素, リン濃度が比較的高かった農業集落排水処理施設(別府, 河原)での収穫量が非常に多かった。

表3 収穫量

設置場所	計鉢数	湿重量(kg)	1鉢当たり湿重量(kg)	比
常盤	4	1.0	0.25	1.6
美東	76	11.6	0.15	1.0
別府	85	168.4	1.98	13.2
河原	65	90.2	1.39	9.3

注) 比は美東を1とした場合の1鉢当たりの湿重量である。

4 窒素及びリンの除去量

流入水量がほぼ一定で流量測定が可能であった別府及び河原について, 流入出水の水質等からT-N及びT-Pの1鉢当たりの除去量を算定した結果を表4に示した。

T-Nの除去量は, 植栽した鉢の面積当たり別府で1.25g/m²/日, 河原で2.00g/m²/日, 植栽水路面積当たり別府で0.59g/m²/日, 河原で0.96g/m²/日となり, 広島県が算定したそれぞれ2.1g/m²/日³⁾, 0.88g/m²/日³⁾とほぼ一致していた。また, T-Pの除去量は, 植栽した鉢の面積当たり別府で0.14g/m²/日, 河原で0.36g/m²/日, 植栽水路面積当たり別府で0.067g/m²/日, 河原で0.17g/m²/日となり, 広島県が算定したそれぞれ0.30g/m²/日³⁾, 0.73g/m²/日³⁾に比べかなり小さかった。

なお, T-Nについて, 別府及び河原で算出した植栽した鉢の面積当たりの除去量1.25~2.00g/m²/日と山口県発生負荷量調査で使用している生活雑排水のT-Nの原単位1.8g/日/人を使用して, 一人一日当たりの生活雑排水を処理するのに必要なシュロガヤツリのポット数を試算すると約0.9~1.4鉢となる。

5 成分

生育が悪く, 収穫量が少なかった秋芳を除く4箇所について, 刈り取ったシュロガヤツリを乾燥して成分を測定した結果を表5に示した。

各所とも顕著な差は見られなかったが, 別府及び河原の花序, 葉部でT-Nがやや高かった。T-Pは施設間及び部位間による差が大きく, 美東及び別府の花

表4 除去量の算定

項目	場所	別府	河原
流入水量 (m ³ /日)		4.5	2.8
流入水質 (mg/L)	T-N	6.83	8.13
	T-P	1.97	1.91
流入負荷量 (g/日)	T-N	30.7	22.8
	T-P	8.87	5.35
流出水質 (mg/L)	T-N	5.16	4.85
	T-P	1.78	1.32
流出負荷量 (g/日)	T-N	23.2	13.6
	T-P	8.01	3.70
除去率 (%)	T-N	24.5	40.4
	T-P	9.9	30.8
除去量 (g/日)	T-N	7.5	9.2
	T-P	0.86	1.65
鉢数 (1鉢の面積: 0.071 m ²)		85	65
鉢の総面積 (m ²)		6.0	4.6
単位鉢面積当たり除去量 (g/m ² /日)	T-N	1.25	2.00
	T-P	0.14	0.36
植栽水路の総面積 (m ²)		12.8	9.6
植栽水路面積当たり除去量 (g/m ² /日)	T-N	0.59	0.96
	T-P	0.067	0.17

序がやや小さかった。

中村ら⁴⁾が3月に刈り取って調べたシュロガヤツリの栄養塩類含有量は, 茎葉部でT-Nが1.20%~1.50%, T-Pが0.26%~0.38%, また, 根部でT-Nが1.28%~1.40%, T-Pが0.22%~0.35%であった。

また, 橋本ら⁵⁾が6月から9月に調べたシュロガヤツリの栄養塩類含有量は茎葉部でT-Nが1.7%~4.1%, T-Pが0.20%~0.42%と季節変動があることを示した。

これらと比較すると2月に刈り取った別府及び河原の茎葉部のT-Nは2.2%~4.8%とやや大きく, T-Pは0.18%~0.29%であり, 同程度であった。

表5 成分

場所	成分	部位	成分 (%)		
			C	N	P
常盤		全地上部	30.9	3.91	0.23
美東		全地上部	32.7	3.45	0.12
別府		花序部	32.2	4.31	0.12
		葉部	27.8	4.75	0.29
		茎部	29.8	2.24	0.23
		全地上部	34.9	3.45	0.29
河原		花序部	33.2	4.47	0.29
		葉部	32.0	4.28	0.20
		茎部	33.0	3.54	0.18
		全地上部	30.1	3.94	0.15

注) 部位の「全地上部」は花, 葉, 茎を合わせて全粉碎したものである。

6 二酸化炭素吸収量の試算

地球温暖化対策の観点からシュロガヤツリの二酸化炭素吸収量を試算した結果を表6に示した。なお、生育が悪く、収穫量が少なかった秋芳は除いている。

一鉢当たりの二酸化炭素吸収量は、常盤で最も少なく15g、別府が最も大きく446gであった。

灯油1Lを燃焼させると2.53Kgの二酸化炭素を排出することから別府のポット6鉢は、灯油1Lを燃焼させた場合に発生するのと同じ量の二酸化炭素を固定したこととなる。

表6 二酸化炭素吸収量

場所	鉢数	推定乾燥重量(kg)	1鉢当たり乾燥重量(kg)	炭素成分比(%)	総二酸化炭素吸収量(kg)	1鉢当たり二酸化炭素吸収量(g)
常盤	16	0.2	0.013	30.8	0.24	15
美東	90	2.5	0.028	32.6	3.05	34
別府	106	37.0	0.35	34.9	47.3	446
河原	80	19.8	0.25	30.1	21.9	274

注) 二酸化炭素吸収量=乾燥重量×炭素成分比×二酸化炭素換算係数(44/12)

まとめ

- シュロガヤツリは6月～8月に急激に生長し、その後枯れることなく1月頃まで長期間持続することが分かった。特に窒素、リン濃度が比較的高い農業集落排水処理施設に設置した人工水路での生育が著しかった。
- 農業集落排水処理施設に設置した人工水路でのシュロガヤツリによる窒素の除去率は25%～40%、リンは10～31%であり、かなりの除去効果があることが分かったが、窒素、リン濃度が比較的低かった用水路等では除去効果は認められなかった。
- 農業集落排水処理施設に設置した人工水路におけるポット1～2鉢で一人一日の生活雑排水を処理できることが分かった。
- 生育状況が最も良かった別府農業集落排水処理施設に設置した人工水路におけるポット6鉢は、灯油1Lを燃焼させた場合に発生するのと同じ量の二酸化炭素を固定することが分かった。

5 シュロガヤツリは場所を選ばず、耐寒性があり、害虫がつかない等維持管理が容易であること、また、今回のようなポット植栽であれば植生を乱すおそれが少ないこと、自然にやさしく景観がよいため水辺環境の向上に寄与すること等多くの利点があることが分かった。

6 シュロガヤツリによる水質浄化の継続的な普及を図るには目的(河川、湖沼の水質浄化、環境教育等住民意識の向上、快適な水辺環境の創造、景観の向上等)に応じた植栽方法や維持管理の方法並びに刈り取り後のシュロガヤツリの有効利用法を検討する必要がある。

謝辞

本調査研究は厚東川水系の関係市町等から構成される「森・川・海水環境ネットワークモデル協議会」の多大な協力を得て実施しました。特に宇部環境保健所の環境保全課と試験検査課の皆様には、分析試料の採水、生育状況調査及びBODの分析について協力していただき感謝します。

参考文献

- 橋本敏子他：環境技術。vol. 27No8, 553～559 (1998)
- 浅山英一他：原色図譜園芸植物(温室編)。平凡社, vol. 2, 199 (1977)
- 稲垣徹他編：河川・湖沼の水質浄化技術の開発と汚染対策。工業技術会, 61～75 (1998)
- 中村融子他：水環境学会誌。22 (12), 1010～1015 (1999)
- 橋本敏子他：第6回シンポジウム「環境用水の汚濁とその浄化」142～145 (1999)
- 桜井善雄：水と緑の読本。公害と対策臨時増刊24, 899～909 (1998)