

## 水上栽培における物質生産および水質浄化作用の植物種間差

廣瀬拓也<sup>\*1)</sup>・宮崎彰<sup>1)</sup>・橋本清実<sup>1)</sup>・山本由徳<sup>1)</sup>・吉田徹志<sup>1)</sup>・宋祥甫<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup>高知大学, <sup>2)</sup>中国水稻研究所)

**要旨:** イネ科植物 (9 種) およびカヤツリグサ科シュロガヤツリを用い, 水上栽培において優れた物質生産および水質浄化作用を示す植物種の養分吸収特性を明らかにし, 自然水域での水上栽培における適種の選抜指標を得ようとした。結果は以下の通りである。1) 根の基部に緩効性肥料を施した場合, 乾物生産量はいずれの種においても増加したが, チッソ (N) およびリン (P) の浄化量 (植物による吸収と肥料からの溶出の収支) については増加する種と減少する種があった。このことは施肥条件下で N および P の吸収量に顕著な種間差が存在したことによるものであり, 施肥反応性の高い種を選抜することが重要であった。2) N および P の吸収に及ぼす水中の pH および栄養塩濃度の影響をイネとシュロガヤツリで比較したところ, イネの N および P 吸収量は高 pH 下で低下したが, シュロガヤツリの N および P 吸収量は pH の影響を受けず栄養塩濃度に伴い増加した。このように pH の影響は種間で明瞭に異なった。藻類の増殖によって極度に pH が上昇した水域では, 高 pH 耐性種を選択する必要性が示された。

**キーワード:** 栄養塩濃度, 緩効性肥料, 種間差, 水質浄化, 水上栽培, pH。

水上栽培法は湖沼や河川の水面に浮かべた筏上で植物を生育させ, 水中の養分を吸収させることによって収量生産を得る栽培技術であるが, 同時に根の養分吸収によって富栄養化した水域の水質浄化も可能となる (宋ら 1991)。水上栽培法による生産力と水質浄化作用を向上させるためには, 水上栽培を自然の湖沼や河川において実際に行い, 適した植物を評価選抜する必要がある。例えば, これまでの研究から, イネの水上栽培では土耕栽培に匹敵する収量生産が可能であること, また同時に水質浄化効果が得られることが明らかになっている (宋ら 1994a, b, Songら 1995)。この現象がイネとは生育環境が異なる畑作物でも認められるか否かについて検討するため, 数種植物を同時に同一条件で水上栽培したところ, その多くの植物で水上栽培可能であり, 中でもカヤツリグサ科のシュロガヤツリは水上栽培で極めて旺盛に生長し, 水質浄化用植物として最適であることが報告された (Miyazakiら 1995, 宮崎ら 1997)。しかしながら, これらの報告に加えて, 水上栽培における作物生産と水質浄化作用は, 根の基部に緩効性肥料を施すことにより向上すること (宮崎ら 1999), また, 水質環境 (pH, 栄養塩濃度) によって強く影響を受けること (Miyazakiら 2000) が明らかにされており, このような影響が植物間でどのように異なるか, その種間差がどのような植物反応に基づくものかを検討する必要がある。そこで本研究では, 物質生産および水質浄化作用の種間差が施肥や水質環境 (pH および栄養塩濃度) によってどのように変化するかを調査し, 優れた植物種の養分吸収特性を明らかにすることによって, 自然水域での水上栽培における適種の選抜指標を得ようとした。

### 材料と方法

#### 実験 1. イネ科およびカヤツリグサ科植物における物質生産および水質浄化作用の種間差

イネ科 9 種およびカヤツリグサ科シュロガヤツリを供試した (第 1 表)。シュロガヤツリについては苞葉節を水道水に浸漬し分けつ芽を出現させて苗を育成した。ジュズダマ, ダンチク, ヨシ, マコモおよびススキについては幼苗を河岸から採取し, 砂質土壌を充填した 80 L 容コンテナで 20 日間育成した。また, イネ品種日本晴の催芽粃を育苗培土を充填した育苗箱に播種し, 20 日間育苗した。キビ, トウモロコシおよびソルガムについては種子を化成肥料 (N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=12:18:14) 5 g を混合した砂質土壌 (8L 容コンテナ) に播種し, 20 日間育苗した。このようにして育成した苗の草丈および乾物重を第 1 表に示した。

これらの苗を用い, 高知大学農学部内に既設の屋外大型水槽 (3.6×3.6×深さ 1.0 m の 3 槽) の貯留水水面上で水上栽培を行った。水上栽培期間は 2001 年 6 月 7 日から 8 月 18 日までの 72 日間であった。水槽の水面上に発泡スチロール製の筏 (180×90×厚さ 5 cm を 4 枚, 計 6.5 m<sup>2</sup>) を浮かべ, 筏に開けた小孔 (直径 8 または 12 cm, 19 株 m<sup>-2</sup>) に植物の苗を 1 株 1 本として挿入し, 植物体の基部をスポンジで固定した (第 1 図)。実験には無施肥区, 標準施肥区および多施肥区を設けた。標準施肥区および多施肥区には, スポンジ内に緩効性肥料 (N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=13:11:13, ロングトータル 313-100, チッソ旭株式会社) をそれぞれ株当たり 2 g および 4 g 施した。また, 鉄 (Fe) 欠乏の発生を抑制するために, 標準施肥区と多施肥区には Fe 肥料 (Fe=99.9%, 塊状鉄, ナカライテスク株式会社) を株当たり 1.0~1.5 g 施した (Miyazakiら

第1表 水上栽培した植物種の生育地と移植時の草丈および全乾物重。

和名	学名	生育地	草丈* (cm)	全乾物重* (g)
シュロガヤツリ	<i>Cyperus alternifolius</i> L.	湿地	30.7 ± 1.8	0.49 ± 0.06
ジュズダマ	<i>Coix lacryma-jobi</i> L.	湿地	20.4 ± 1.2	0.69 ± 0.04
ダンチク	<i>Arundo donax</i> L.	湿地	22.9 ± 3.4	0.40 ± 0.05
ヨシ	<i>Phragmites communis</i> Trin.	湿地	26.9 ± 3.5	0.61 ± 0.13
マコモ	<i>Zizania latifolia</i> Turcz.	湿地	30.5 ± 3.9	0.31 ± 0.04
イネ	<i>Oryza sativa</i> L.	水田	17.5 ± 0.4	0.04 ± 0.00
ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i> Anderss.	草地	23.9 ± 2.2	0.87 ± 0.15
キビ	<i>Panicum miliaceum</i> L.	畑地	12.4 ± 0.4	0.03 ± 0.00
トウモロコシ	<i>Zea mays</i> L.	畑地	44.9 ± 1.9	0.59 ± 0.08
ソルガム	<i>Sorghum bicolor</i> Moench	畑地	36.1 ± 0.8	0.16 ± 0.02

\* 移植時のデータ。数値は平均値±標準誤差 (n=7)。

2000)。施肥処理3区に対しそれぞれ異なる水槽を使用し、各水槽において筏の面積を50%に設定し、筏上の各植物種の区画を90×70 cmとした。植物の生長に必要な栄養塩を補給するため、実験開始3日前に各水槽に硝酸アンモニウムおよびリン酸二水素ナトリウムを加えた。実験期間中、水の交換は行わず水の流入は降雨のみによる。

移植後72日目に4株ずつサンプリングし、地上部、根および根基部に残存する肥料に分けて、80℃に設定した乾燥機内で3日間通風乾燥し、乾物重を測定した。乾燥試料を粉碎、秤量し、植物体については硫酸分解、肥料についてはサリチル硫酸分解し、これらのチッソ(N)およびリン(P)をそれぞれセミマイクロケルダール法(日高1997)およびアスכולビン酸法(南條1997)により定量した。NおよびP分析の結果を用いて宮崎ら(1999)の下式によりNおよびPについての浄化量を算出した。

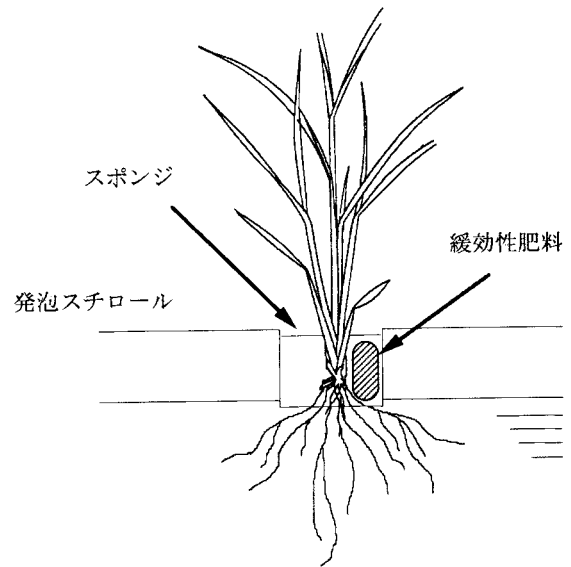
浄化量 = (移植時から成熟期までの植物体成分吸収量) - (肥料から溶出した成分量)

肥料から溶出した成分量 = (施肥成分量) - (残存肥料中の成分量)

約2週間毎に計6回午前8時から9時にかけて、水槽の水の電気伝導度(EC)、溶存酸素濃度(DO)、pH、水温を測定し、硝酸態窒素(NO<sub>3</sub>-N)、アンモニウム態窒素(NH<sub>4</sub>-N)、全Nおよび全Pの濃度を分析した。EC、DO、pHおよび水温については水質チェッカー(U-10, 堀場製作所)のセンサー部を水槽内に直接挿入して測定した。NO<sub>3</sub>-NおよびNH<sub>4</sub>-Nの濃度については、水槽の水をろ過し、それぞれカドミウム還元法(DR-2010, Hack)およびネスラー法(DR-2010, Hack)により比色、定量した。また、全Nおよび全Pの濃度については、水槽の水をそれぞれ硫酸分解および過硫酸分解し、ネスラー法(DR-2010, Hack)およびアスכולビン酸法(西條・三田村1999)により比色、定量した。

**実験2. 水質環境がイネおよびシュロガヤツリの物質生産および水質浄化作用に及ぼす影響**

イネ(品種:日本晴)およびシュロガヤツリの苗を実験1と同様な方法で育成した。イネでは葉齢5.9の幼苗(草



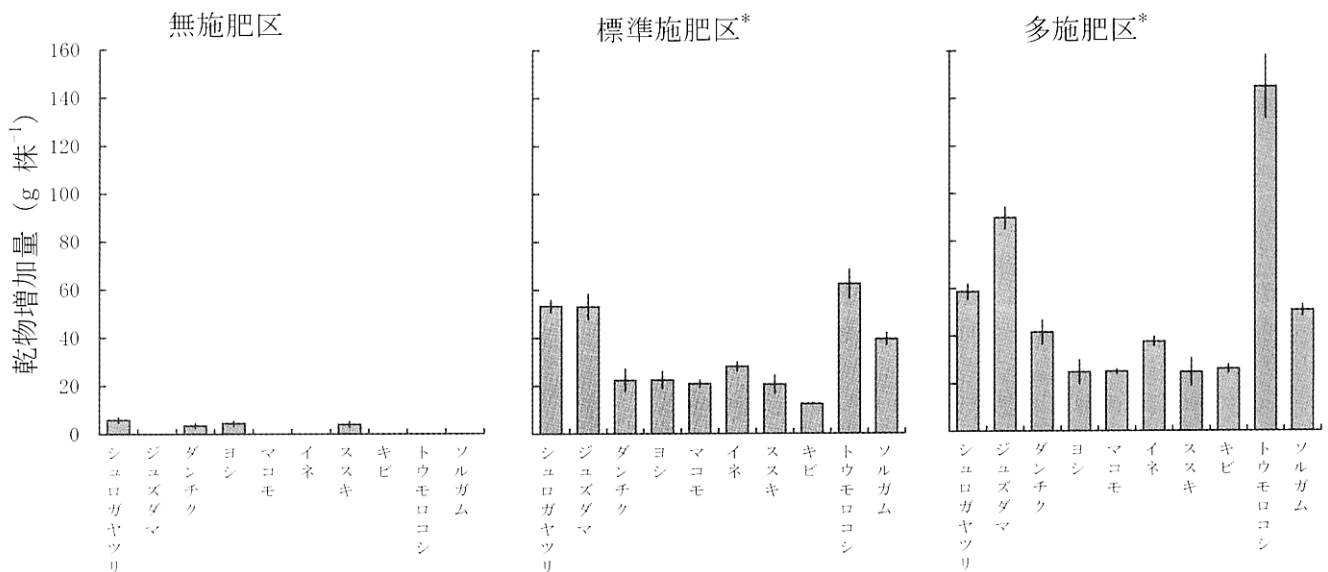
第1図 水上栽培の概念図。

丈, 34.6 cm; 全乾物重, 0.23 g) を, シュロガヤツリでは根を約5 cmに切り揃えた幼植物体(草丈, 42.5 cm; 全乾物重, 0.93 g)を高知大学農学部のビニールハウス内に設置した水槽(42×120×高さ40 cmの12槽)内に実験1と同様にして移植し、水槽の表面全てを浮体で被覆した。基肥として根の基部に実験1と同じ緩効性肥料を株当たり2 g, Fe肥料を1.0~1.5 g施用した。水槽内には外部タンクから水を導入し、水槽の水を毎分60 mLで交換した。水槽に導入する水のN濃度を硫酸アンモニウムで0.5, 2, 5, 10 mg L<sup>-1</sup>に調整し、それぞれのP濃度をリン酸二水素ナトリウムで0.25, 1, 2.5, 5 mg L<sup>-1</sup>に調整した。また、水槽に導入する水のpHを塩酸および水酸化ナトリウムで調整し、水槽内のpHを平均5.4(4.4~6.4), 同6.7(6.3~7.1), 同7.4(6.9~8.1)に設定した。栄養塩濃度処理4区およびpH処理3区の組み合わせにより、異なる水槽の12処理区を設けた。移植後45日目に各処理区の植物体を3株サンプリングして、実験1と同様にして植物体の乾物重, NおよびPを測定した。

第2表 水上栽培した水槽における実験期間中の水質。

水質測定項目	移植後日数					
	0	13	28	40	54	69
NO <sub>3</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	3.15	1.94	0.04	0.00	0.00	0.00
NH <sub>4</sub> -N (mg L <sup>-1</sup> )	4.48	2.32	0.62	0.35	0.31	0.32
全N (mg L <sup>-1</sup> )	9.1	5.3	1.4	0.8	1.1	1.2
全P (mg L <sup>-1</sup> )	0.92	0.53	0.15	0.04	0.01	0.02
EC (mS cm <sup>-1</sup> )	0.06	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01
DO (mg L <sup>-1</sup> )	6.8	9.7	8.5	5.5	6.6	8.1
pH	6.5	7.6	6.3	6.2	6.8	7.1
水温 (°C)	23.1	26.7	30.4	29.7	31.5	31.3

データは無施肥区、標準施肥区および多施肥区の3水槽の平均値。



第2図 水上栽培において異なる施肥条件下で育てられた数種植物における乾物増加量の種間差。

図中のバーは標準誤差 (n=4) を示す。

\* 標準施肥区には、植物体を固定したスポンジ内の根の基部に緩効性肥料 (N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O=13 : 11 : 13) を株当たり 2 g 施した。多施肥区にはその倍量を施した。

## 結果と考察

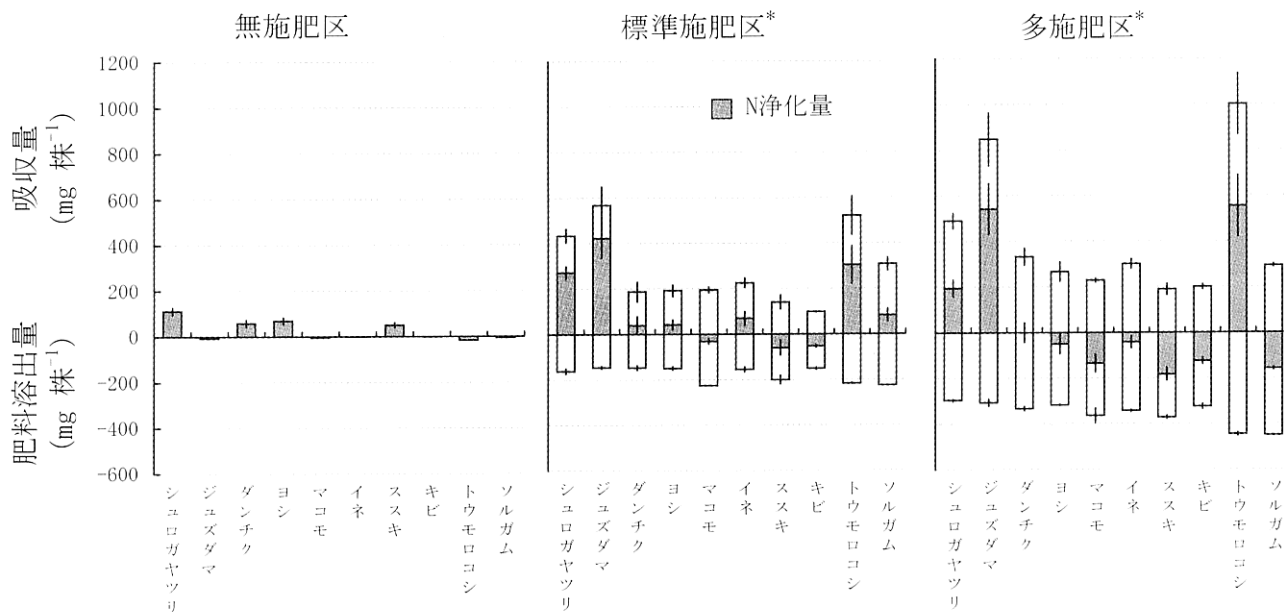
### 実験1. イネ科およびカヤツリグサ科植物における物質生産および水質浄化作用の種間差

異なる施肥処理を行った3水槽の水質は実験期間中ほぼ同様であったため、第2表に3水槽の水質の平均値を示し、まずその状態と変化について検討する。実験開始前に水中に栄養塩を補給したため、当初のNおよびP濃度は極めて高く、富栄養化状態であった。しかし、その後、急激に減少し、移植後28日以降では低濃度であった。このような水中養分の減少には植物の吸収によるものだけでなく、水中に生育する藻類や微生物の吸収も含まれる。また、急激な富栄養化に伴ってバクテリアによる脱窒作用が顕著になることや、Pが沈殿し水底に堆積することもあり得る。このように水質の変化には種々の原因が考えられるため、以下では水上栽培植物の水質浄化能力を植物の物質

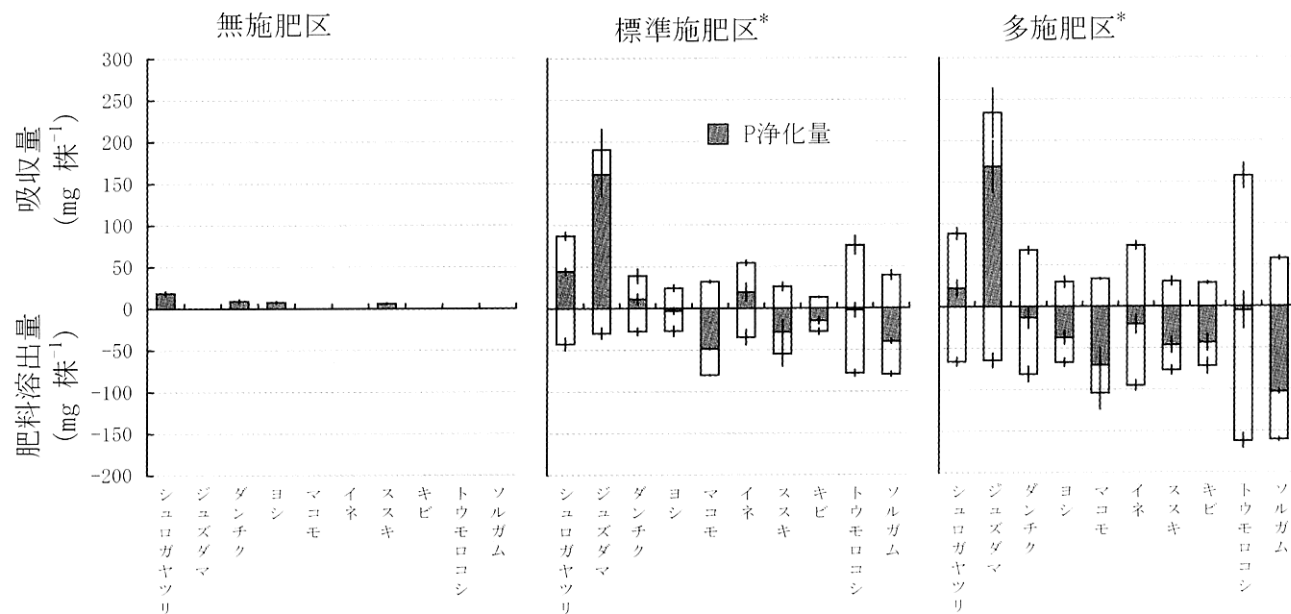
生産に伴う養分吸収量によって評価する。

第2図に水上栽培した植物種における水上栽培期間中の株当たり全乾物重増加量を示した。無施肥区では湿生植物であるシュロガヤツリ、ダンチク、ヨシおよびススキでのみ生育が可能であり、その他の植物種は枯死した。一方、標準施肥区および多施肥区では、無施肥区と比べ全ての植物種で全乾物重が増加した。乾物生産には顕著な種間差がみられ、標準施肥区では12.4~62.4 g 株<sup>-1</sup>、多施肥区では24.7~144.7 g 株<sup>-1</sup>の変異があった。また、標準施肥区および多施肥区ともトウモロコシ、ジュズダマ、シュロガヤツリおよびソルガムで顕著に高く、キビ、マコモ、ススキおよびヨシで低かった。このように、生育地(第1表)から判断される耐湿性の分類(湿生植物、畑作物)と乾物増加量との間には関係がみられなかった。

次に、水上栽培における栄養塩の吸収と放出(肥料からの漏出)の収支を浄化量により検討した。浄化量が正の値



第3図 水上栽培において異なる施肥条件下で育てられた数種植物におけるNの浄化量，吸収量および肥料溶出量。図中のバーは標準誤差 (n=4) を示す。  
\* 第2図参照。



第4図 水上栽培において異なる施肥条件下で育てられた数種植物におけるPの浄化量，吸収量および肥料溶出量。図中のバーは標準誤差 (n=4) を示す。  
\* 第2図参照。

の場合には栄養塩が吸収によって除去されたことを示し、負の値の場合には吸収量よりむしろ肥料から水中へ溶出した成分が多かったことを示す。第3図ではN成分に関する浄化量を種間で比較した。無施肥区で浄化効果が認められた種は、生育可能であったシュロガヤツリ、ダンチク、ヨシおよびススキのみであった。標準施肥区では、ジュズダマ、トウモロコシおよびシュロガヤツリにおいて施肥により吸収量が顕著に増加し、浄化量が高くなった。しかし、キビ、ススキおよびマコモにおいて、吸収量が肥料

溶出量を下回り、浄化量が負の値になった。これらの施肥の効果は多施肥区で拡大し、ジュズダマおよびトウモロコシの浄化量は標準施肥区より高くなったが、キビ、ススキおよびマコモの浄化量は標準施肥区よりさらに低くなった。また、ヨシ、イネおよびソルガムでは、標準施肥区において浄化量が正の値であったが、多施肥区において負の値となった。このように、N浄化効果から判断して各植物種に最適な施肥量が存在した。N浄化量はN吸収量との間に密接な関係があり ( $r=0.779$ , 0.1%水準で有意)。

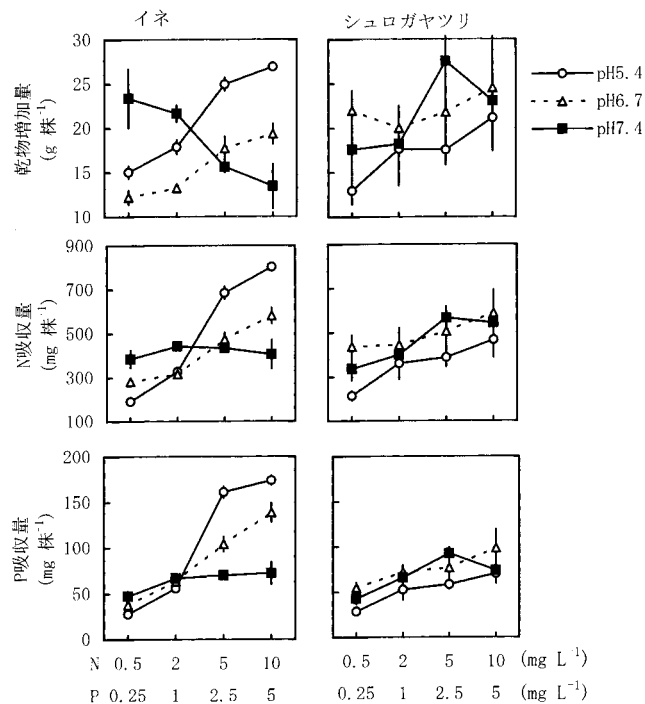
N 溶出量との間に有意な関係がなかったことから ( $r=0.054$ ), N 浄化量の種間差は N 吸収量によるものであり, 植物種の施肥反応性の違いによるところが大きいものと考えられた。また, N 浄化量は生育地から判断される耐湿性とは関係せず, 耐湿性が水上栽培に適した植物種を選抜する上で唯一の指標ではないことが示された。

次に, 第4図に各植物種の P の浄化量を示した。P 浄化量は N 浄化量とほぼ同様の傾向を示したが, N 浄化量と異なる傾向を示す種も認められた。例えばトウモロコシでは N 浄化量が極めて高かったが, P については浄化量はほぼ0であり, 吸収量と肥料からの溶出量が等しかった。これは, トウモロコシの根が水中から P をほとんど吸収することができなかったことを示唆する。また, トウモロコシも含め, 全ての植物種において, P 溶出量は N 溶出量より低かった (第2図, 第3図)。このことが原因となって P 吸収量が全体的に N 吸収量より少なくなったものと考えられる。P についても N と同水準に溶出量の高い肥料を用いれば吸収そのものが向上して浄化量が増加することが期待される。

本実験におけるシュロガヤツリの N 吸収量は既報のデータ (Miyazaki ら 1995, 宮崎ら 1997) に比べ著しく低く, 本来の吸収作用が十分に機能し得ない環境下にあったことは明らかである。本実験水域では全 N および全 P の濃度が生育の中盤から後半にかけて極めて低く, このことが, 各植物種の N および P 吸収量を低下させたものと推察される。水質環境が養分吸収の種間差に及ぼす影響について, 実験2でイネとシュロガヤツリを用いて詳しく検討した。

## 実験2. 水質環境がイネおよびシュロガヤツリの物質生産および水質浄化作用に及ぼす影響

第5図に異なる pH および栄養塩濃度条件下で生育させたイネおよびシュロガヤツリの乾物増加量, N および P 吸収量の結果を示す。イネの乾物増加量は, pH 5.4 および 6.7 において, 栄養塩濃度に伴い有意に高くなり, N および P 吸収量も栄養塩濃度に伴い増加した。しかしながら, pH 7.4 においては, 栄養塩濃度に伴い乾物生産量が低下し, N および P 吸収量に増加がみられなかった。これらの結果から, pH 6.7 (6.3~7.1) 以下の範囲であれば, 養分吸収は栄養塩濃度の上昇に対して増加傾向であることが示され, 湖沼や河川に水上栽培した場合でも, 水中に希薄な濃度で多量に存在する N や P を吸収利用して, イネは生長を持続することが可能であるものと考えられた。この結果は, pH 約 7.1 の水域で水上栽培したイネの収量が土耕栽培と同等であったという報告 (Miyazaki ら 2000) を支持するものである。一方, シュロガヤツリでは乾物増加量が, pH に関わらず栄養塩濃度に伴い増加し, pH 5.4 よりも pH 6.7 および 7.4 で高かった。また, N および P 吸収量も高 pH 下で低下せず, pH 5.4 よ



第5図 異なる栄養塩濃度および pH 条件下で育てられたイネおよびシュロガヤツリにおける乾物増加量, N および P 吸収量。

図中のバーは標準誤差 ( $n=3$ ) を示す。

りむしろ pH 6.7 および 7.4 で高かった。このように養分吸収に及ぼす pH の影響はイネとシュロガヤツリの間で明確に異なった。

この原因の一つにイネにおいて高 pH 下で Fe 欠乏が生じたことがあげられる。このことは, pH 7.4 の高 pH 下でイネの新葉にクロロシスが観察されたことから明らかである。クロロシスの発生は高栄養塩濃度下で顕著であったが, これは, 水中の N や P 濃度の上昇に伴い N, P 吸収量と Fe 吸収量の差が拡大し, Fe 欠乏がより明瞭に現れたためであると考えられる。

水上栽培において特に Fe 欠乏が問題となる背景には, 水中と土壌中における根の存在状態の違いがあげられる。高 pH 土壌下の植物は, 根圏を酸性化したり, 根から分泌液を放出することにより Fe を還元, 吸収することが知られているが (Brown ら 1961, Takagi 1976), 水上栽培では根は水中に浮遊するため, 培地への作用を通してではなく, 直接的に根の Fe 還元吸収力によって Fe を獲得せざるを得ない。植物の根の Fe 還元能力は高 pH 下で著しく低下することが知られているが (Bienfait ら 1983, Susin ら 1996), この点, シュロガヤツリの Fe 還元能力は高 pH 下でイネの約 16 倍高いことがすでに報告されており (宮崎ら 1998), このことが高 pH 下におけるイネとシュロガヤツリの養分吸収力の差となって現れたものと考えられる。

ところで, イネの乾物生産量や N 吸収量は, 低栄養塩濃度下では, pH 7.4 において pH 5.4 および 6.7 より高

く、比較的高い pH で好適な結果を示した。このことは、低栄養塩濃度では N, P 吸収量が少なく Fe 吸収量との差が小さいため高 pH であっても Fe 欠乏を生じなかったこと、また逆に低 pH 下では Fe 肥料を施したことにより Fe の過剰障害を生じた可能性があることなどによるものと考えられる。イネの水上栽培は、栄養塩濃度と pH の相互の影響を強く受けるため、水上栽培可能な水域がシュロガヤツリより制限される点、注意が必要である。

一般に湖沼や河川の pH は 6~8 であるが、藻類の増殖した閉鎖系水域では水中の炭酸が消費され 9~11 にも達する (小泉 1971, 西條・三田村 1995)。このように藻類の増殖によって極度に pH が上昇した水域では、シュロガヤツリのように高 pH 耐性の強い植物種を選択する必要がある。

以上より、水上栽培の物質生産および水質浄化作用を高めるためには、1) 施肥反応性の高い種を選定し、施肥によって N および P の吸収力を高めること、2) 水中の pH に応じて植物種を選択することが重要であることが示された。イネでは施肥反応性の高い品種がこれまでに報告されており (鯨 1988, 土屋ら 1990)、さらに、高 pH 下での Fe 吸収力の高い品種が作出されていることから (Bughio ら 2002)、これらの品種がイネの水上栽培においては有望であるものと予想される。

## 引用文献

- Bienfait, H.F., R.J. Bino, A.M. van der Blik, J.F. Duivenvoorden and J.M. Fontaine 1983. Characterization of ferric reducing activity in roots of Fe-deficient *Phaseolus vulgaris*. *Physiol. Plant.* 59: 196-202.
- Brown, J.C., R.S. Holmes and L.O. Tiffin 1961. Iron chlorosis in soybeans as related to the genotype of rootstalk: 3. Chlorosis susceptibility and reductive capacity at the root. *Soil Sci.* 91: 127-132.
- Bughio, N., H. Yamaguchi, N.K. Nishizawa, H. Nakanishi and S. Mori 2002. Cloning an iron-regulated metal transporter from rice. *J. Exp. Bot.* 53: 1677-1682.
- 日高伸 1997. ケルダール法. 土壤環境分析法編集委員会編. 土壤環境分析法. 博友社, 東京. 233-241.
- 小泉清明 1971. 川と湖の生態. 共立出版, 東京. 1-168.
- 鯨幸夫 1988. 水稲の窒素施肥に対する生育反応の品種間差異, とくに生育にともなう根の窒素含量の変化について. *日作紀* 57: 411-417.
- Miyazaki, A., W. Agata, F. Kubota, Y. Matsuda and X. Song 1995. Bio-production and water cleaning by plant grown with floating culture system. 2. Water cleaning effects by the growth of several plant species. 6th International Conference on the Conservation and Management of Lakes-Kasumigaura '95 1: 560-563.
- 宮崎彰・徳田眞二・縣和一・窪田文武・宋祥甫 1997. 水上栽培したシュロガヤツリ (*Cyperus alternifolius* L.) の光合成生産と水質浄化能力について. *日作紀* 66: 325-326.
- 宮崎彰・工藤祥・山本由徳 1998. 水上栽培法における植物生産並びに水質浄化に関する研究—水上栽培したシュロガヤツリおよびイネの乾物生産に及ぼす鉄施用処理の影響—. *日作四国支報* 35: 38-39.
- 宮崎彰・窪田文武・縣和一・宋祥甫 1999. 水上栽培したイネとシュロガヤツリの水質浄化効果の比較. *日作紀* 68: 570-575.
- Miyazaki, A., F. Kubota, W. Agata, Y. Yamamoto and X. Song 2000. Plant production and water purification efficiency by rice and umbrella plants grown in a floating culture system under various water environmental conditions. *J. Fac. Agr., Kyushu Univ.*, 45(1): 29-38.
- 南條正巳 1997. 可吸態リン酸. 土壤環境分析法編集委員会編. 土壤環境分析法. 博友社, 東京. 267-269.
- 西條八束・三田村緒佐武 1995. 新編 湖沼調査法. 講談社, 東京. 1-230.
- 宋祥甫・応火冬・朱敏・吳偉明 1991. 自然水域無土栽培水稻的研究. *中国農業科学* 24 (4): 8-14.
- 宋祥甫・縣和一・吳偉明・応火冬・朱敏・窪田文武 1994a. 水上栽培法による植物生産並びに水質浄化に関する研究. 第 1 報 水稻の生育, 収量からみた水上栽培法の特徴. *日作紀* 63 (別 2): 1-2.
- 宋祥甫・縣和一・金千瑜・吳偉明・応火冬・朱敏・陸永良・窪田文武 1994b. 水上栽培法による植物生産並びに水質浄化に関する研究. 第 2 報 水稻の水上栽培による水質浄化. *日作紀* 63 (別 2): 3-4.
- Song, X., W. Agata, G. Zou, W. Wu, H. Yin, Q. Yu, Y. Huang, F. Kubota and S. Muramoto 1995. Bio-production and water cleaning by plant grown with floating culture system. 1. Effect of floating culture area of rice plants on water quality criteria and bio-production. 6th International Conference on the Conservation and Management of Lakes-Kasumigaura '95 1: 426-429.
- Susin, S., A. Abadia, J.A. Gonzalez-Reyes, J.J. Lucena and J. Abadia 1996. The pH requirement for in vivo activity of the iron-deficiency-induced "turbo" ferric chelate reductase. A comparison of the iron-deficiency-induced iron reductase activities of intact plants and isolated plasma membrane fractions in sugar beet. *Plant Physiol.* 110: 111-123.
- Takagi, S. 1976. Naturally occurring iron-chelating compounds in oat- and rice-root washings. I. Activity measurement and preliminary characterization. *Soil Sci. Plant Nutr.* 22: 423-433.
- 土屋幹夫・江原宏・小合龍夫 1990. イネの対肥料反応性に関する研究. 第 2 報 幼苗の対肥料反応型について. *日作紀* 59: 435-442.

**Specific Differences in Matter Production and Water Purification Efficiency in Plants Grown by the Floating Culture System:** Takuya HIROSE<sup>\*1)</sup>, Akira MIYAZAKI<sup>1)</sup>, Kiyomi HASHIMOTO<sup>1)</sup>, Yoshinori YAMAMOTO<sup>1)</sup>, Tetsushi YOSHIDA<sup>1)</sup> and Xiangfu SONG<sup>2)</sup> (<sup>1)</sup>*Fac. of Agr., Kochi Univ., Nankoku 783-8502, Japan*; <sup>2)</sup>*China Nat. Rice Res. Inst.*)

**Abstract:** Matter production and water-purification efficiency were compared among nine gramineous plants and one

cyperaceous plant grown by the floating culture on natural water in order to determine the plant characters useful for selection. The results were as follows : 1) When a slow-release fertilizer was applied at the base of the roots, the dry matter was increased in all species. However, there were specific differences in the effect of fertilizer on the removal of nitrogen (N) and phosphorus (P) from water. This was due to the difference in the ability to take up N and P among plant species. Therefore, selection of the plants highly reactive to fertilizer is an important character for the enhancement of both plant production and water purification. 2) The uptake of N and P by rice plants was inhibited by a high water pH, but natural water with a pH increased by the rapid growth of algae could be purified by uptake by the umbrella plant.

**Key words** : Floating culture system, Nutrient concentration, pH, Slow release fertilizer, Specific difference, Water purification.

---