

N-8 下水処理水を用いた草花の水耕栽培

(株)東芝 ○河内 恭三
堤 正彦

1. はじめに

近年の人工の都市集中によって都市部の下水処理場はいつのまにか周りを住宅で囲まれてしまっている。このため臭気等の環境対策の他に植栽による景観向上、処理水とか排熱等資源の活用、空間提供等近隣住民へのサービスが求められている。

下水の処理水は中水、せせらぎとして既に利用されており極めて有用な資源である。また窒素(N)、リン(P)、カリ(K)等の肥料成分の他に植物の生育に必要な微量元素も含んでおり、処理場内の植栽での利用が可能である。今回公園の花壇でよく見かける草花を数種選び、下水処理水のみを用いた水耕栽培実験を行なった。この結果、草花の選定をすれば土を用いた栽培(土耕)に遜色のない生育をする事が判明した。

2. 実験方法

2. 1 水耕装置の構成

水耕方式は図1に示す循環式定面灌水法とし、ポンプおよび電磁弁を所定の時間間隔で起動し、水耕栽培槽内を灌水および排水した。1装置当たりの栽培床の面積は1.2㎡とした。また図1では省略しているが雨よけおよび風よけ用のプラスチック製透明波形板を使用した。また夏期には天板遮光材、冬期にはタンク内で保温用のパイプヒータを使用した。

2. 2 下水処理水および供試水

一般的に水耕栽培においては成分の濃度、pH、電導度(EC)、液温、溶存酸素(DO)が重要な管理項目である。また過剰の塩素イオン(Cl^-)は障害をもたらす。 Cl^- の上限は野菜で500mg/l程度とされているが種類に依ってかなり差がある¹⁾。草花での報告例は見当たらないが、野菜の例に準じるものとする。通常下水の Cl^- は400mg/l程度とされているが、臨海地域では下水道管に海水混入の地下水が侵入するため Cl^- が著しく高くなる場合がある。実験に先立ち Cl^- の現地調査をしたところ、臨海部のA処理場では1700mg/l、山間部のB処理場では260mg/lであった。このためB処理場を選定し、B処理場の下水処理水砂ろ過水を採取し、これを次亜で殺菌し(Cl として4mg/l添加した)供試水とした。

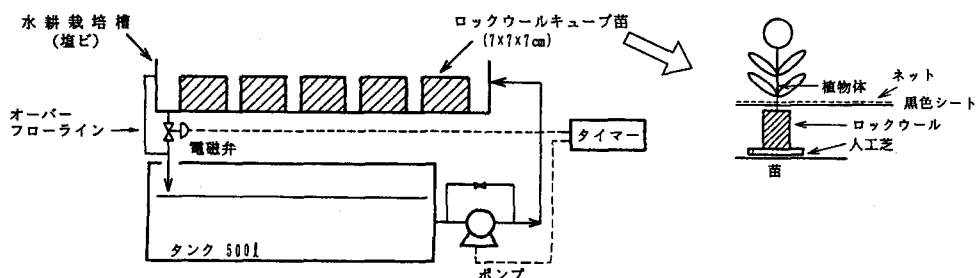


図1 水耕装置の構成

2. 3 栽培草花および実験期間

夏期(92. 8~92. 10の2ヵ月)はマリーゴールド、インパチエンスの2種とし、いずれもキューブ苗を用い水耕栽培槽内に定植した。冬期(92. 11~93. 3の4ヵ月)は葉ボタン2種とベント芝の計3種とし、葉ボタンはキューブ苗を用い、ベント芝は水耕栽培槽を発砲スチロール板($t=3\text{ cm}$)で覆い、この発砲スチロール板に4個の切り欠き($10\text{ cm}\times 10\text{ cm}$)を作り、ここにロックウールベッド($t=3\text{ cm}$)を敷き直接播種した。なお対照実験として土耕、供試水に栄養塩を添加した水耕の2つを並行した。

3. 実験結果

3. 1 草花の生育

夏期、冬期各々実験終了時の外観比較は以下であった。マリーゴールド、葉ボタン、ベント芝は供試水による水耕が充分可能であるがインパチエンスは今回の水耕方式では栽培不適である。対照水耕はマリーゴールド、インパチエンス、葉ボタン、ベント芝全て良好であった。

<マリーゴールド>草丈、枝ぶり、花付き等については供試水水耕、対照土耕、対照水耕とも良好であり有為な差はなかった。花の数については 対照水耕=供試水水耕>対照土耕 であった。

<インパチエンス>草丈、枝ぶり、花付きともに顕著な差があり 対照水耕>供試水水耕>対照土耕 であった。

<葉ボタン(ベニホ、白ボタン)>外観上有意な差はなかった。

<ベント芝>草丈、茂り(地上部の重量)は 対照水耕=供試水水耕>対照土耕 であった。

3. 2 水質の変化

おもな水質項目を表1に示す。臭気、色等外観については夏期、冬期ともに問題はなかった。水質変化には1)植物の吸収 2)水分蒸散に伴う濃縮作用 3)細菌の作用による変質等がある。1)~2)については後述し、ここでは 3)が主原因と思える項目について述べる。

(1) 一般細菌(従属栄養細菌)

夏期で 4.6×10^3 個/mlから 3.5×10^4 個/mlに増加、冬期で 2.5×10^4 個/mlから 5.3×10^2 個/mlに低下した。次亜の添加で殺菌されなかった下水処理水由来の細菌がほとんどで、これに空気中からの落下細菌が混入しているものとする。この程度の細菌数は河川、湖沼のレベルであり草花の生育障害にはならない。

(2) BOD

夏期で 11 mg/l から 3 mg/l に、冬期で 25 mg/l から 1 mg/l に各々低下した。これは主に供試水中の細菌の浄化作用によるものである。

(3) N

植物の吸収に依って夏期で 26 mg/l から 17 mg/l に、冬期で 34 mg/l から 0.5 mg/l に各々低下した。また $\text{NH}_4\text{-N}$ は供試水の硝化細菌によって $\text{NO}_3\text{-N}$ に変化した。変化の速度は硝化細菌の数、液温、pHの影響を受ける。夏期で、概略1ヵ月で大半が $\text{NO}_3\text{-N}$ に変化した。冬期で、概略2ヵ月で $\text{NO}_2\text{-N}$ に変化し、更に1ヵ月後 $\text{NO}_3\text{-N}$ に変化した。

3. 3 成分吸収

対照水耕の結果に基づいて算出した水分およびN、P、Kの吸収フラックスを表2に示す。水分については、植物の吸収分と水耕栽培槽から直接蒸発分を合わせて蒸散フラックスとした。

(1) 蒸散フラックス

夏期で $0.003 \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{日}$ 、冬期で $0.0009 \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{日}$ であった。蒸散によって供試水中のEC、 Cl^- が増加し草花の生育を阻害する。EC、 Cl^- の増加を防止するためには蒸散フラックスに基づいて蒸散量を算出し、これの5倍程度を補給水として補給する必要がある。

(2) N、P、Kの吸収フラックス

吸収フラックスは栽培床単位面積当たりの吸収量を示しており、N、P、K各々の吸収フラックスの比率は供試水における望ましいN、P、Kの濃度比率（概ね1:0.3:1）を示している。今回の供試水では夏期、冬期の平均で1:0.06:0.4である。望ましいN、P、K比率から大きく逸脱しているにもかかわらず前述のようにマリーゴールド、葉ボタン、芝は良好に生育した。このことは水質変化に対して耐性の大きい草花としてマリーゴールド、葉ボタン、芝があり、耐性の小さい草花としてインパチエンスがあるといえる。したがって草花の選定に当たっては水質変化の耐性の大きいものが無難といえる。

3. 4 Pの除去

表2のP、Nの吸収フラックス（ F_P 、 F_N ）を比較すると F_P / F_N は夏期で0.28、冬期で0.29となる。一方表1の実験開始時の供試水中のP、Nの濃度（ C_P 、 C_N ）を比較すると C_P / C_N は夏期、冬期とも0.06である。したがって C_P / C_N は F_P / F_N よりかはるかに小さい。このことはNに比べてPが不足していることを示しており、下水処理水中のPが草花の栽培でほぼ完全に除去できることを示している。

4. まとめ

下水処理水のみを用いた草花の水耕栽培が可能である。またリンがほぼ完全に除去できるため水耕栽培後の排水は池、せせらぎ等親水施設での使用ができる。

5. 文献

1)：糟谷真宏 “水質の基礎と農業利用上の留意点”、施設園芸（92）

表 1 水 質

	夏(マリーゴールド、インパチエンス混栽)		冬(ハボタン)	
	開始(92.8.5)	終了(92.10.5)	開始(92.11.12)	終了(93.3.11)
PH	6.7	6.0	7.8	6.5
EC (ms/cm)	1.4	2.0	1.7	1.6
DO (mg/l)	6.7	8.3	7.8	9.8
水温 (°C)	32	20	18	8
Cl^- (mg/l)	263	431	271	352
BOD (mg/l)	11	3	25	1
COD (mg/l)	8.8	8.2	11	6.9
SS (mg/l)	2.0	1.4	3.4	<0.5
T-N (mg/l)	26	17	34	0.5
T-P (mg/l)	1.5	0.13	1.9	0.05
K (mg/l)	10	0.19	12	0.02
大腸菌 (個/ml)	<10*	<10	<10	<10
一般細菌 (個/ml)	4.6×10^3 *	3.5×10^4	2.5×10^4	5.3×10^2
水量 (l)	450	280	440	320

* 8.24のデータ

表2 吸収フラックス

	フラックス ($\text{g} / \text{m}^2 / \text{日}$)	
	夏期*1	冬期*2
N	0.12	0.11
P	0.033	0.032
K	0.16	0.10
蒸散*3	0.003	0.0009

*1：マリーゴールド、インパチエンス混栽

*2：ハボタン

*3：単位 $\text{m}^3 / \text{m}^2 / \text{日}$