

VII-40

水耕栽培による水辺環境の創造

—篠路川における水質浄化の検討（その2）—

日本データサービス㈱ 正会員 両角 陽子 日本データサービス㈱ 佐藤 隆一
 日本データサービス㈱ 小林 創 日本データサービス㈱ 尾崎 真
 日本データサービス㈱ 阿部 隆 北海道大学大学院・工 正会員 橘 治国

1. はじめに 自然との関わりを失いつつある現代の都市にとって、水辺環境は貴重な空間である。筆者らは昨年度に、札幌市の石狩川下流に位置する篠路川河川敷（図-1）において野外水耕栽培実験を行い*、篠路川の水質で生育可能な植物を検索し、またクレソンやキショウブ等の水耕栽培による水質浄化効果も確認した。水耕栽培においては植物の選定が重要であり、植物種の生理・生態的性質を把握する必要がある。本年度は植物の生育と水質及びその他の環境影響要因との関係を確認し、生理・生態的性質をもとにその類型化を試みた。

表-1 水理条件

供試植物	数量株	幅 cm	高さ cm	長さ m	流量 L/min	面積負荷 $m^2/m^2 \cdot d$
A1 クレソン	240	40	25	20	18	3.24
A2 ヒメイト	120	40	25	10	18	6.48
A3 キショウブ	120	40	25	10	18	6.48
A4 ノハナシロギ	120	40	25	10	18	6.48
A5 カラチロシナ	120	40	25	10	18	6.48
A6 ヒメイト	120	40	25	10	18	6.48
A7 オオハシ	120	40	25	10	18	6.48
A8 エゾミハギ	120	40	25	10	18	6.48
B2 オオハシ	200	90	9	10	18	2.88
B3 エゾミハギ	240	90	9	10	18	2.88
B4 ヒメイト	120	90	9	10	18	2.88

した装置である。各水路の水理条件を表-1に示す。

2-2 生育調査 草丈、葉数、茎径等を計測した。

2-3 水質調査 水質調査は河川、原水（貯水タンク出口）、浄化水路出口において、6～9月に各月1回行った。分析項目はpH、EC、DO、BOD、COD、SS、大腸菌群数、T-N、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、

T-P、PO₄-Pとした。その他

天候、気温、水温、透視度

を現地で測定した。

3. 実験結果

3-1 生育調査 生育調査結

果（部分）を表-2に示す。

キショウブ（A3）、カラチロシナ（A

5）、ヒメイト（A6）は全般的に

良好な生育であった。オオハシ

（A7）は前半は生育不振であったが、8月中旬からの生長量は大きかった。エゾミハギ（A8）も良好な生育であ

ったが、8月中旬から生長は止まり9月には枯死した。

3-2 水質調査 水質調査結果（部分）を表-3に示す。浄化水路出口の水質は全体的に河川水質の影響をうけ

ている。浄化水路出口と原水の水質を比較すると、SSは全体的に除去率が大きい、エゾミハギ（A8）は枯死し

た9月にSSが増加している。CODはキショウブ（A3）、カラチロシナ（A5）、ヒメイト（A6）で除去率が大きい、除去され

た成分は主に懸濁態と考えられる。T-N、D-TNはキショウブ（A3）、エゾミハギ（A8）で除去率が大きい。T-Pは全体的

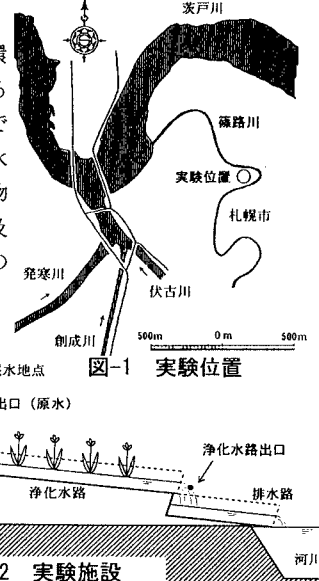


図-2 実験施設

表-2 生育調査結果

		6月11日	7月6日	7月23日	8月11日	9月2日	9月25日	
A3	シショウブ	草丈[cm]	63.8	81.0	90.5	97.7	126.8	127.0
A5	カラチロシナ	草丈[cm]	36.1	44.3	50.0	58.5	71.3	81.5
A6	ヒメイト	葉数[枚]	3.1	7.2	7.0	9.7	9.8	10.2
A7	オオハシ	匍匐茎長[cm]	38.2	46.6	52.0	61.6	108.6	136.0
A8	エゾミハギ	茎径[mm]	3.8	4.5	5.6	5.8	5.5	5.6

表-3 水質調査結果

	水温[℃]				SS[mg/L]				DO[mg/L]				COD[mg/L]				D-COD[mg/L]			
	6/23	7/21	8/18	9/16	6/23	7/21	8/18	9/16	6/23	7/21	8/18	9/16	6/23	7/21	8/18	9/16	6/23	7/21	8/18	9/16
河川	23.5	30.0	20.1	23.6	9	4	7	12	11.5	7.2	11.5	11.4	11	10	9.3	11	7.6	9.0	7.1	5.9
原水	22.2	25.2	22.4	21.1	10	3	9	15	11.2	4.5	6.4	7.0	9.9	9.9	9.4	10	7.9	8.4	6.8	5.4
A3	22.3	24.1	22.5	20.3	9	2	4	8	8.6	3.6	6.0	6.6	11	8.4	8.1	6.9	7.9	8.0	6.6	5.8
A5	22.9	24.9	21.6	20.4	10	1	4	10	8.2	3.7	5.7	6.8	11	8.3	7.8	8.2	8.0	8.1	6.6	5.9
A6	24.0	26.8	22.3	20.9	8	<1	2	6	8.4	4.5	5.0	6.3	10	8.5	7.4	7.1	8.1	8.2	6.6	5.5
A7	24.5	26.1	22.5	21.9	12	1	4	4	9.2	6.5	7.8	6.4	11	9.4	8.4	7.2	8.5	8.3	6.9	5.7
A8	24.0	25.2	22.6	21.9	7	2	3	23	7.8	4.9	6.7	7.2	10	9.0	7.6	9.4	8.2	8.2	6.8	6.1
	大腸菌群数[MPN/100mL]				T-N[mg/L]				D-TN[mg/L]				T-P[mg/L]				D-TP[mg/L]			
	6/23	7/21	8/18	9/16	6/23	7/21	8/18	9/16	6/23	7/21	8/18	9/16	6/23	7/21	8/18	9/16	6/23	7/21	8/18	9/16
河川	130	170	180	790	0.91	0.82	0.38	1.8	0.54	0.32	0.35	1.4	0.079	0.044	0.084	0.11	0.040	0.014	0.023	0.015
原水	49	70	70	1300	0.82	0.53	0.66	1.8	0.57	0.42	0.61	1.2	0.075	0.061	0.085	0.12	0.028	0.030	0.021	0.015
A3	49	23	110	240	0.76	0.38	0.39	1.1	0.44	0.38	0.39	1.1	0.064	0.031	0.053	0.067	0.021	0.030	0.025	0.011
A5	280	6.8	790	2400	0.84	0.55	0.77	1.5	0.46	0.44	0.77	1.1	0.068	0.034	0.055	0.082	0.018	0.022	0.020	0.015
A6	70	330	220	790	0.84	0.56	0.51	1.4	0.53	0.49	0.42	1.1	0.070	0.032	0.044	0.071	0.020	0.016	0.024	0.019
A7	23	49	79	330	0.88	0.48	0.84	1.3	0.47	0.40	0.78	1.0	0.085	0.033	0.064	0.062	0.022	0.032	0.022	0.017
A8	110	13	330	1700	0.68	0.52	0.37	1.9	0.45	0.46	0.24	1.2	0.060	0.038	0.049	0.11	0.023	0.031	0.021	0.025

キーワード：水生植物、水質浄化、栄養塩類

日本データサービス株式会社：〒065-0016 札幌市東区北16条東19丁目1-14 TEL. 011-780-1111 FAX. 011-780-1123

に除去率が大きい、エゾミソハギ (A8) は枯死した9月に除去率が小さい。D-TPはカーチルトシナ (A5) で除去率がやや大きい、全体的に各植物の生長に伴って除去率が低下しており、リンの懸濁態から溶存態への質変換が考えられる。DOの低下率は全体的に小さいがキョウフ (A3)、カーチルトシナ (A5)、ヒカウ (A6) でやや大きい。しかし無酸素になることはなかった。なお水温は浄化水路出口と原水とではほぼ差がない。

4. 考察 植物は様々な環境ストレスにさらされながら生育しているが、

表-4 主成分分析結果例

それに対する適応性をもっている。植物ごとに水質濃度、除去率及び生育状況を変数として主成分分析を行った。その結果、植物の生育状況を示す生育軸（寄与率約50%）及び水質浄化を示す水質軸（寄与率約30%）の2主成分が得られた。このうち生育軸について、植物の生育状況に関連が大きかった変数の主成分負荷量（部分）を表-4に示す。水質調査結果、生育調査結果及びこの主成分負荷量から供試植物の生育パターンを類推して、次に示す5タイプに分類した。

	主成分負荷量（生育軸）				
	EC	積算 気温	大腸菌 群数	DO 低下率	T-P 除去率
A1 クロソ	-0.875	0.124	0.001	0.185	0.848
A2 セリ	-0.842	0.741	0.900	-0.348	0.955
A3 キョウフ	-0.902	0.632	0.818	-0.905	0.725
A4 ハナショウブ	-0.875	0.681	0.290	-0.376	0.912
A5 カーチルトシナ	-0.837	0.731	0.711	-0.976	0.675
A6 ヒカウ	-0.738	0.861	0.657	-0.412	0.912
A7 オオササギ	-0.858	0.554	0.870	-0.166	0.878
A8 エゾミソハギ	-0.869	0.614	0.671	-0.624	-0.103
B2 ササキ	-0.811	0.753	0.459	-0.071	0.959
B3 エゾセンテツ	-0.340	0.861	-0.014	-0.765	-0.048
B4 ミヅハ	-0.608	0.812	0.587	-0.619	0.818

EC型 (ECの主成分負荷量が負で最大である。また生育状況のうち茎径の主成分負荷量の絶対値が最大である。水の清澄度と関連する。) : クロソ (A1)、エゾミソハギ (A8) は生育過程で水質の影響を強くうけており、茎の吸水機能も生育の特徴となっている。クロソは6月に最も良好な生育であったが、水質の変化等により根腐れが蔓延した7月から生長が停滞した。エゾミソハギは6、7月に良好な生育であったが、根腐れがひどくなった8月から生長が停滞し9月に枯死した。これらの植物は他の植物と異なり第1主成分が水質軸となっている。

微生物型 (大腸菌群数の主成分負荷量が大きい。またT-P除去率の負荷量も大きい。) : セリ (A2)、オオササギ (A7) は微生物の活動エネルギーとしてT-Pが利用されていることが推察される。セリは微生物の接触、固定が進まなかった6月はやや生長が遅かったが、7～9月は生長が著しかった。オオササギは微生物の接触が不充分であった6、7月は生長量は小さかったが8、9月はめざましい生長であった。

DO型 (DO低下率の主成分負荷量が負で最大である) : キョウフ (A3)、カーチルトシナ (A5) は生育の進行に伴いDO低下率が小さくなった。これらの植物は越冬させた2年生の苗を供試しており、根量が大きく生育が良好であった。根が密になった9月はやや生長がゆるやかになったが、両植物ともに良好な生育であった。沼沢植物であるキョウフは酸素不足に適応した代謝系の植物ではあるが、根腐れが発生した株もあった。カーチルトシナの根腐れの程度は軽かった。

T-P型 (T-P除去率の主成分負荷量が最大である) : ハナショウブ (A4)、ヒカウ (A6)、ササキ (B2) はT-Pの吸収力と生育との関係が強いと考えられる。ハナショウブは7、8月に一時生長がゆるやかになったが8月中旬以降に良好な生育であった。ヒカウは良好な生育であったが、気温の低下した9月に生長が停滞した。ササキは9月に生長が大きく停滞した。

気温型 (積算気温の主成分負荷量が大きい) : エゾセンテツ (B3)、ミヅハ (B4) は気温の影響を強く受けた。これらの植物は7、8月と気温の上昇に伴い生育不振を示した。根量が少なくT-Pの吸収力が劣っているエゾセンテツは最も生育が不振であった。ミヅハはT-P除去率の主成分負荷量も大きい、根の伸長に伴いT-P除去率が大きくなったことと関連すると考えられる。

以上をまとめ、供試植物は生育パターンにより5タイプに分類できる。

- ① 水質の変化に伴う根腐れによる生育不振…クロソ、エゾミソハギ
- ② T-Pをエネルギー源とする微生物の活動が活発…セリ、オオササギ
- ③ 生長量の増大に伴い酸素消費が減少…キョウフ、カーチルトシナ
- ④ T-Pの吸収力と生育との関係が強い…ハナショウブ、ヒカウ、ササキ
- ⑤ 気温の影響による生育停滞…エゾセンテツ、ミヅハ

5. 結論 今回の実験から水質及び環境影響要因と生育との関係が明らかになった。これらの結論をもとに、今後も水耕路床等の改善を行い、本州とは異なる北海道の風土条件における水質浄化と景観の側面から、水辺環境の創造に向けて調査、研究を進めたい。

参考文献 * 両角, 小林, 阿部, 橘, 佐藤「水耕栽培による水辺環境の創造—篠路川における水質浄化の検討—」

土木学会第53回年次学術講演会講演概要集第7部, P428-429 (1998)