

水の成分の違いによる植物体への影響と環境浄化

生物資源科学部 生物環境科学科

2年 大濱 里菜

2年 安藤 美羅

2年 柵山 玲奈

2年 橋本 梨香子

指導教員 生物資源科学部 生物環境科学科 准教授 石川 祐一

教授 高橋 正

准教授 早川 敦

特任助教 豊福 恭子

【目的】

昨年度の研究では、植物の種類によって初期生長に影響を及ぼす水の成分が異なることを明らかにした。しかし、水がどのように植物体に影響を及ぼしているのかが不明確なままであった。また、植物を用いて土壌や水中の不要成分を除去するファイトレメディエーションという技術が研究されている。

そこで本研究では 3 種の植物を、イオン組成の異なる水を用いて発芽試験を行い、①水の種類がどのように植物体に影響を与えるのか②水耕栽培による環境浄化の可能性はあるか、について明らかにすることを目的とした。

【材料及び実験方法】

植物種及び栽培方法

本実験では、市販のカイワレ、ミツバ、トウモロコシ(エンドウ)の種子を使用し、各品種をロックウールに播種した。1 処理区 3 粒の種子をまいたロックウールを 6 連用意した。ロックウールをプラスチックバット中で各種の水に浸し、温度 20.0°C、明期 14 時間、暗期 10 時間に設定したインキュベーター内で栽培した。水は大学内の水道水、2022 年 9 月 3 日に八郎湖の大瀨橋付近で採取した湖水(以下八郎湖水)、大学圃場内マイクロライシメーターから採取した水(以下溶脱水)を用いた。バットから水が完全に蒸発したら、400ml ずつ同種の水を補充した。子葉が完全に開いたものを発芽とみなし、定規で主茎長の長さを 2 日おきに測定した。主茎長の生長変化がほぼ止まった時点で、植物体を収穫した。

植物体の分析

生長が最も良好だったトウモロコシについては植物体の成分分析をした。ロックウールから取り出して地上部と地下部に分け、乾燥機で 70°C、1 か月乾燥した。乾燥した植物体の一部(20mg 程度)を C/N コーダによる全炭素・全窒素の分析に供試した。残りの試料は乾留加熱式装置(エコプレシシステム)によって 200 度 3 時間酸分解後、イオンプラズマ質量分

析装置(ICP-MS)による Fe、Cu、Zn の測定、吸光光度法によるリン酸の測定に供した。

供試した水の陽イオン組成

マイクロ波窒素プラズマ発光分光分析装置(MP-AES)を用いて、供試した 3 種の水中の Na、Mg、Ca、K の濃度を測定した。

【結果及び考察】

発芽率と水の陽イオン組成

各試料水の pH と EC を表 1、陽イオン含量を表 2 に、またトウモロコシ・カイワレ・ミツバの平均草丈の変化をそれぞれ図 1,2,3、3 種類の水で栽培した際の各植物の発芽率を図 4 に示す。表 1 の水道水の結果は昨年度の自主研究の結果を用いた[1]。

表 2. 試料水の pH と EC 測定結果

試料	pH(H ₂ O)	EC(μS/cm)
溶脱水	3.58	1760
水道水	7.07	448.4
八郎湖水	7.73	207.0

表 1. 試料水の陽イオン含量(mM)

	Ca	Mg	Na	K
水道水	6.1	2.3	13.1	0.9
八郎湖水	7.4	4.45	18	2.86
溶脱水	257	74.5	18.7	19

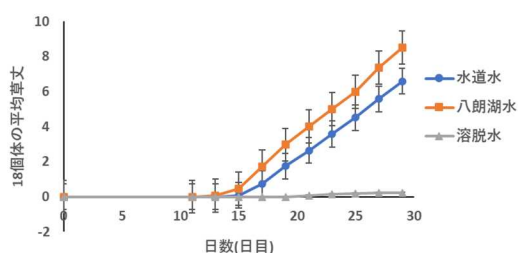


図 1. トウモロコシの平均草丈変化

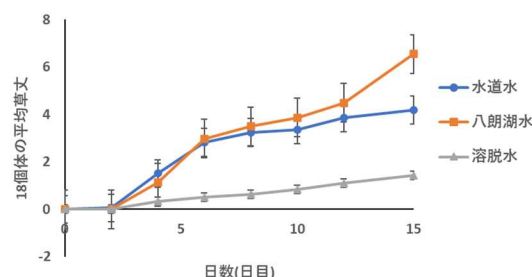


図 2. カイワレの平均草丈変化

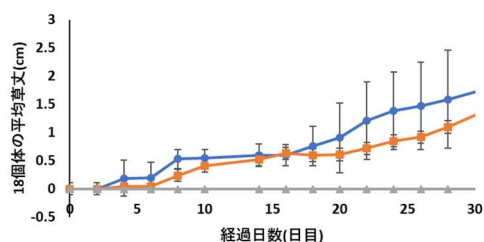


図 3. ミツバの平均草丈変化

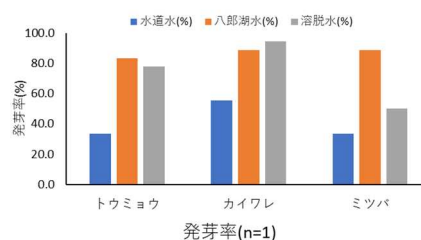


図 4.異なる水を用いた際の植物体の発芽率

表 1 と図 1~3 より、水道水よりも八郎湖水の方が pH がわずかに高かったが、ミツバ以外の植物では八郎湖水で最も生長が見られた。このことから、トウモロコシ、カイワレは弱アルカリ条件下でも栄養塩を吸収し、生長することができるが、ミツバは中性条件に近い pH でないと栄養塩を吸収しにくいと考えられる。一方、溶脱水はどの植物体でも生長がほとんど見られなかった。ロックウール耕における適正 pH は 5.5~6.5 であり、培養液の pH が低下しすぎると Ca、Mg、K の沈殿が多くなって欠乏症を生じる[2]。表 1 の結果より、溶脱水の pH は 3.58 であった。このため、陽イオンが沈殿し欠乏症が生じて生長できなかった

と考えられる。また、図4の結果よりトウモロコシ、カイワレは pH の低い溶脱水でも発芽率が高いことから、発芽には、pH の影響が低いと考えられる。一方、ミツバは溶脱水で発芽していないので、発芽には pH が大きく影響を与えたと考えられる。

植物体のイオン組成

図 5,6,7,8 にトウモロコシの Fe,Cu,Zn,P の含量を示した。

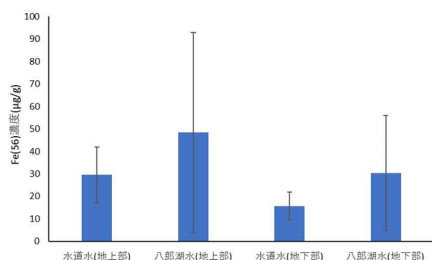


図 2. Fe 含量

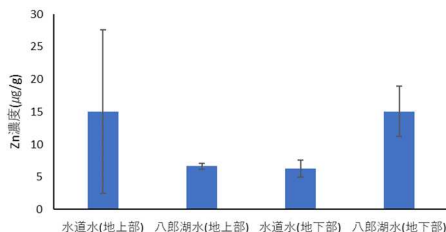


図 3. Zn 含量

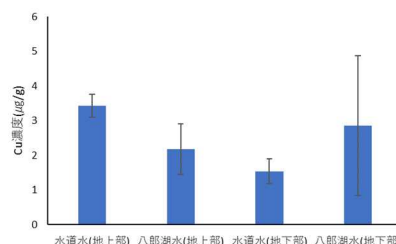


図 1. Cu 含量

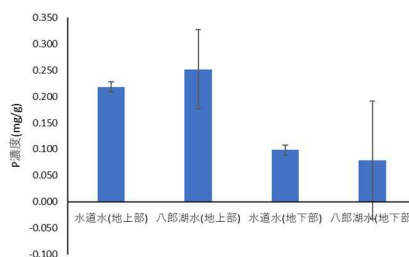


図 4. P 含量

Fe、P は水道水、八郎湖水どちらにおいても地上部の方が含量が多かった (図 5,8)。Fe は葉緑体の形成に関与し、P は ATP の主成分であるため、地上部に多く存在していたと考えられる。Cu、Zn の場合、地上部は水道水の方が高く、地下部では八郎湖水の方が高くなった (図 6,7)。銅は葉緑体中に多く、外部損傷を修復する酵素と関連があることが知られている [3]。水道水では吸収された銅が葉緑体の構成に関与したが、八郎湖水では地上部に必要な量を十分に送れたため、地下部の蓄積がより多くなったと考えられる。一方、Zn は高 pH の場合植物に吸収されにくい [3]。表 1 より、八郎湖水はわずかに pH が高かったことから、地上部への吸収が阻害されたと考えられる。

図 9 に C/N コーダによって得られた N の各重量の測定結果を示す。この結果より、植物体の N の含量は水道水と八郎湖水、また地上部と地下部とで大きな差が見られなかったことから、水の成分の違いが植物体の N

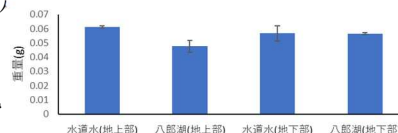


図 9. 試料水・部位別 N 吸収量 (g)

の吸収に違いを生じる可能性は少ないと考えられる。

次ページに MP-AES による測定結果を示す。

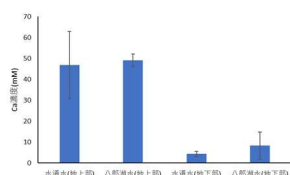


図 10. 植物体内の Ca 含量

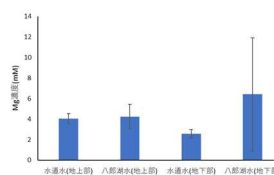


図 11. 植物体内の Mg 含量

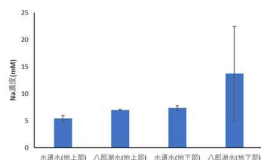


図 12. 植物体内の Na 含量

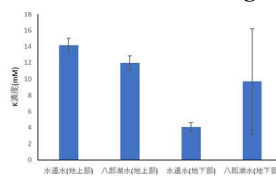


図 13. 植物体内の K 含量

図 10~13 により、Ca、K の含有量は、水道水、八朗湖水共に地上部に多いことがわかった。このことからこれらの陽イオンは地上部で重要な働きをされると考えられる。地下部では、八朗湖水は水道水と比べて Mg、Na、K 含有量が多かった。これは水から直接吸収したので、水中の濃度が直接反映されるためだと考えられる。また地下部から地上部へ水が送られるため、地上部では水の成分の違いによる陽イオンの含有量の差が見られなかった。このことから地上部では恒常性を保つように濃度が維持されていると考えられる。

まとめ

植物体の初期成長には陽イオンの量や種類よりも pH などが大きく影響を与えると考えられる。また、水の成分の違いによって微量元素の吸収量に差が生じるが、N の吸収に違いを生じる可能性は少ないと考えられる。

溶脱水での植物体の成長はほとんど観察できなかったため、pH の低い水を対象としてこれらの植物体での環境浄化は難しいと考えられる。

【謝辞】

根の分析のご指導をしていただきました生物生産科学科の先生方、実験補助の石川陽子さん、本研究にご協力していただきました生物環境科学科自然生態管理学研究室の先輩方にはお世話になりました。深く感謝申し上げます。

【引用・参考文献】

- [1] 大濱ら 「養液の違いが数種の植物の生長に与える影響」(3月26日閲覧)
[28_養液の違いが数種の植物の生長に与える影響 \(1\).pdf](#)
- [2] 農林水産省「13 養液栽培の培養液管理」
[<5461726F2D708179483234208F4390B3817A87552D3133977B89748DCD947C>](#)
 (maff.go.jp) (3月26日閲覧)
- [3] 生物科学研究所 化学肥料に関する知識 (3月30日閲覧)
<http://www.bsikagaku.jp/f-knowledge/knowledge01.pdf>