

養液の違いが数種の植物の生長に与える影響

生物資源科学部 生物環境科学科

1年 大濱 里菜

1年 安藤 美羅

1年 柵山 玲奈

1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

【目的】

植物の生長には水が不可欠であるが、その水の成分によって生長に違いがあるのか疑問に思った。高校生のときに4種の水で植物を育て、水の成分が植物の生長に与える影響を調べる実験をした。しかし、日照条件や長さの計測の仕方に違いがあったため結果が不正確であった。本研究では大学の機器を用いてより正確な結果を得ようとした。

そこで本研究では4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植物の種類によって水成分の違いによる影響の大きさが異なるのか②どの水成分が最も影響が大きいのか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、市販のカイワレダイコン (*Raphanus sativus*)、ミツバ (*Cryptotaenia japonica*)、トウモロコシ (*Pisum sativum*)、アイスプラント (*Mesembryanthemum crystallinum*) の種子を使用し、各品種をロックウールに播種した。1区画3粒の種子をまいたロックウールを6連用意した。各種の水を入れたバットに浸し、温度 20.0℃、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、蒸留水、コントレックス (株式会社大香)、海水 (100 倍希釈) を用いた。海水は 2021 年 6 月 4 日出戸浜海水浴場近海から採取し、脱イオン水で 100 倍に希釈処理をして用いた。バットから水がなくなった際、400ml ずつ水を補充した。



写真 1 実験の様子

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小さくなったとき、植物体を収穫した。

根の分析

70℃の乾燥機で1週間以上乾燥させた根と茎葉の重量を精密天秤で測定した。カイワレとミツバは固定液 FAA (H₂O:C₂H₅OH:CH₃COOH:HCHO=9:9:1:1) と染色液 CBB-250 を使い、染色処理した。総根長を WinRHIZO (REGENT INSTRUMENTS CANADA INC.) を用いて測定した。

供試した水の陽イオン組成

MP-AES (G007AA 4210) を用いて、供試した4種類の水中の Na、Mg、Ca、K の濃度を測定した。

【結果及び考察】

各処理区における陽イオン含有量と処理の違いが発芽率に与える影響

表 1 各処理区の陽イオン含有量

処理区	Na	K	Mg	Ca
水道水	13.1	0.90	2.30	6.10
コントレックス	9.30	3.20	79.0	49.9
海水100倍希釈	90.1	3.25	11.6	4.70

(単位：mM)

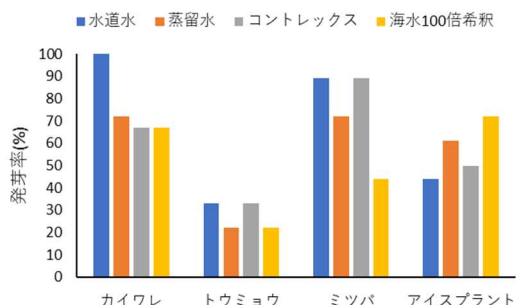


図 1 発芽率(n=1)

試料の陽イオン組成には違いがあった。

コントレックスはMgが79.0mMで水道水の34倍、Caが49.9mMで水道水の8倍であった。海水100倍希釈はNaが90.1mMで水道水の6.9倍であった。(表1)

水道水のカイワレ、海水のミツバを除き、同一植物種内の発芽率の差は10~20%程度であった(図1)。このことから、それぞれの植物は水の成分の影響をほとんど受けずに発芽できると考えられる。トウモロコシの種子の袋に記載されていた発芽率は85%以上であったが、実験での発芽率は22%~33%と低かった。これは本来、根が張るまで種子を十分に湿らせる必要があるが、この作業を行わなかったためだと考えられる。

根と地上部の生長

表 2 処理の違いが各植物の収穫時の根と地上の生長に与える影響

カイワレ	処理区	総根長 (cm)	単位長さの	地上部の	地下部の	地上部/地下部
			根乾燥重量 (mg/cm)	乾燥重量 (mg)	乾燥重量 (mg)	
	水道水	152	0.0342	31.8	5.20	6.12
	蒸留水	143	0.0327	21.8	4.68	4.66
	コントレックス	114	0.0353	33.4	4.02	8.31
	海水100倍希釈	109	0.0292	29.3	3.18	9.21
ミツバ	処理区					
	水道水	24.1	0.0346	3.38	0.833	4.06
	蒸留水	19.7	0.0268	1.65	0.527	3.13
	コントレックス	14.7	0.0397	3.68	0.583	6.57
	海水100倍希釈	14.7	0.0381	1.56	0.560	2.79
トウモロコシ	処理区					
	水道水	18.9	1.32	111	24.9	4.46
	蒸留水	25.9	0.197	120	5.10	23.5
	コントレックス	34.3	0.290	86.7	9.94	8.72
	海水100倍希釈	43.6	0.169	53.5	7.38	7.25

各値は6個体の平均値を示す。

※アイスプラントは生長が遅く、実験期間内に分析に供する重量を確保できなかったため、分析を行わなかった。

カイワレでは、水道水、蒸留水、コントレックスにおいて、単位長さの根乾燥重量が小さいほど、地上部と地下部の相対値が小さくなった。海水は、単位長さの根乾燥重量が小さいが、地上部と地下部の相対値は大きくなった。

ミツバでは、単位長さの乾燥重量の増加に伴い、地上部と地下部の相対値も増加する傾向が見られたが、海水ではその傾向が見られなかった。

トウモロコシでは、コントレックスと海水を与えたときの生長が高かった。一方、単位長さの根乾燥重量は水道水が最も大きく、地上部と地下部の相対値は蒸留水が最も大きかった。また、根の1cmあたりの乾燥重量が他の植物種に比べて大きかった。

処理の違いが各植物の茎長に与える影響

カイワレ

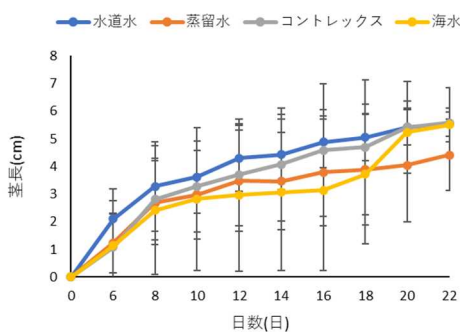


図 2 処理の違いがカイワレにおける茎長の経時的变化に与える影響
※各点は6個体の平均値、バーは標準偏差を示す。



写真 2 茎が赤くなったカイワレ

蒸留水の生長が低く、海水は最後の3日で急激に伸長した。水道水、コントレックス、海水の最終的な茎長はほとんど同じ長さになった(図2)。

水道水、蒸留水、コントレックスにおいて、単位長さの根乾燥重量が小さいほど、地上部と地下部の相対値が小さくなった(表2)。このことから、Naが低濃度のとき、根の生長が茎長の生長に関係していると考えられる。一方、海水では単位長さの根乾燥重量は0.0292と最も低かったが、地上部と地下部の相対値は9.21であった(表2)。このことから、海水に含まれる陽イオンがカイワレの地上部の生長に影響を与えると言える。海水はNa濃度が高い(表1)ことから、カイワレにおいてNaが地上部の生長に重要な陽イオンであることが考えられる。また、一部の個体では茎が赤くなったものがあつた(写真2)。これは、遺伝的な要因であると推測される。

ミツバ

蒸留水を与えたときの生長が低かったが、水道水とコントレックスでは、最終的な茎長がほとんど同じになった(図3)。地上部と地下部の相対値はコントレックスが海水の2.2倍となった(表2)。また、水道水においても地上部が3.38mgであり(表1)、コントレックスの地上部の重量と大差が見られなかった。水道水とコントレックスは、海水に比べてCa濃度が高い。このことから、Caはミツバの地上部の生長を促進させると考える。

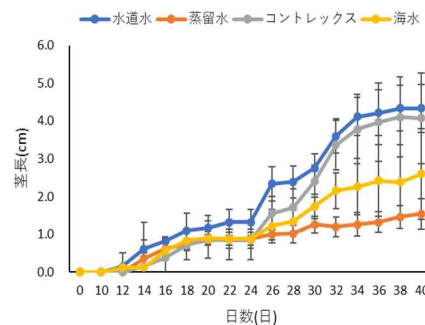


図 3 処理の違いがミツバにおける茎長の経時的变化に与える影響
※各点は6個体の平均値、バーは標準偏差を示す。

海水で育てたミツバの地上部と地下部の相対値は、カイワレ、トウモロコシに比べて小さい(表2)。ミツバは耐塩性が弱く[2]、この影響は地上部に現れると考えられる。

トウモロコシ

コントレックスと海水を与えたときの生長が高かった。これは、コントレックスにはMgとCa、海水にはNaが多く含まれており、これらの陽イオンが地上部の生長に関与したと考える。一方、単位長さの根乾燥重量は水道水が最も大きかった。このことから、根の肥大生長は、水道水の陽イオン組成が適正であったと考えられる。

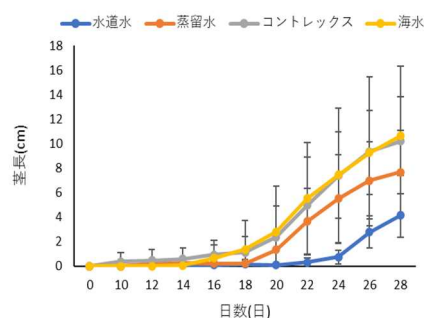


図4 処理の違いがトウモロコシにおける茎長の経時的変化に与える影響
※各点は6個体の平均値、バーは標準偏差を示す。

アイスプラント

海水で育てたアイスプラントの生長が著しかった。それに対して、水道水、蒸留水、コントレックスではあまり生長が見られなかった。

アイスプラントは好塩性の植物種である[1]。このため、Naを多く含む海水がアイスプラントの生長を促進したと考えられる。水道水、蒸留水、コントレックスではあまり生長が見られない(図5)ことから、Na以外の陽イオンはアイスプラントの生長に大きな影響を与えないと考えられる。

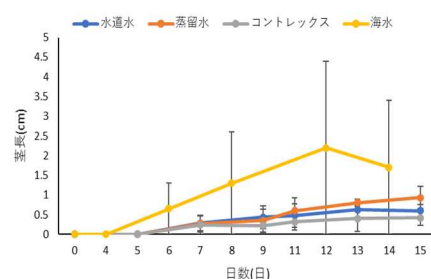


図2 処理の違いがアイスプラントにおける茎長の経時的変化に与える影響
※各点は6個体の平均値、バーは標準偏差を示す。

まとめ

カイワレではNaが地上部の生長を促進した。ミツバではCaが地上部の生長に働いた。トウモロコシでは、水道水の陽イオン組成が根の肥大成長に影響し、陽イオンが多く含まれるとそれらが地上部の生長に良い影響を与えた。アイスプラントでは高濃度のNaが生長を促進した。このように、植物の種類によって生長に影響を及ぼす水の種類が異なり、水の成分の違いによっても植物の生長に差が見られた。

【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教授の小川敦史先生、研究員の豊福恭子さん、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。

【参考文献】

[1]渡邊浩一郎,三國恭輔,高塩濃度下におけるアイスプラントの生育とホウ素濃度に及ぼす培養液ホウ素濃度の影響, 帝京科学大学紀要,Vol.17,2021,pp.91-96

[2]野菜の耐塩性に関する研究II. 砂耕試験 松原幸子・田坂嘉浩

<http://ousar.lib.okayama->

u.ac.jp/files/public/0/734/20160527164900104282/072_0009_0018.pdf