

B-70 臭素酸イオンがイネの生育に与える影響

○米澤 彩子^{1*}・颯田 尚哉²・高木 浩一³

¹岩手大学大学院農学研究科共生環境専攻 (〒020-8550 岩手県盛岡市上田3-18-8)

²岩手大学農学部共生環境過程 (〒020-8550 岩手県盛岡市上田3-18-8)

³岩手大学工学部電気電子・情報システム工学科 (〒020-8551 岩手県盛岡市上田4-3-5)

* E-mail: a2310019@iwate-u.ac.jp

1. はじめに

臭素酸イオンは、主に臭素酸ナトリウムや臭素酸カリウムの形態で食品添加剤、家庭用毛髪パーマ(中和溶剤)に用いられており^①、最近では屋内プールの水からも臭素酸イオンが検出されている^②。臭素酸イオンは発がん性が確認されており^③、2003年にWHOの飲料水水質ガイドライン値で10 µg/Lと定められ、我が国の新水道水水質基準でも基準値を10 µg/Lと定められている^④。また、臭素酸イオンは植物の成長阻害を引き起し、コマツナを用いたポット栽培実験では、臭素酸イオンが30 mg-Br/L以上の濃度で成長阻害が生じることが確認されている^⑤。

本実験では、主食であるイネを用いて、灌漑水中に臭素酸イオンが含まれた場合の、イネの成長への影響について検討を行った。また、臭素酸イオン分解が可能である^⑥水中放電による処理水が植物に与える影響についても同時に検討を行った。本実験では、水中放電による影響のみを検討するため、精製水を水中放電した溶液を給与した。イネの成長へ与える影響の評価として、週ごとの地上部長さの測定、収穫後の地下部の長さおよび地上部と地下部の乾燥重量を測定した。

線(直径0.2 mm)を通したものを水中に挿入し、タングステン線先端はガラス管先端より1 mm突出させた。接地電極には、SUS316板(32 mm×32 mm)を用い、電極間距離は25 mmとして溶液中に設置した。また、反応槽(リアクタ)はビーカー(高さ70 mm、直径55 mm)を用いた。精製水100 mLをリアクタに投入し、上の条件で15分放電した。この時、プラズマが水と反応することで、ヒドロキシラジカルが生成し、それに伴い過酸化水素も生成される^⑦。水中放電処理を行った試料(今後は放電水と記述する)は、パックテスト(共立理化学研究所 WAK-H2O2)により、溶存過酸化水素濃度を測定した。また、pH計(EUTECH INSTRUMENTS pH Tester 30)によって、溶液のpH測定も行った。今回の実験では、生成された溶存過酸化水素濃度は平均して33.1 mg/Lとなった。また、水中放電により水素イオンが生成され、溶液のpHが少し低くなる。本実験では、放電処理水の平均pHの値は5.29となった。

(2) イネの栽培方法

イネを栽培する容器として、根の伸長が観察できるようにプラスチック製の100 mLメスシリンダで栽培を行った。

2. 実験方法

(1) 放電水の作製

実験装置を図-1に示す。パルス発生装置の直流電源Vs(パルス電子MODEL-600F)により電流を流し、1 nFのコンデンサに14 kV充電する。ここで、回転式のギャップスイッチに導通すると、コンデンサに充電されたエネルギーがパルス電圧となり、リアクタの電極に印加される。本実験では毎秒200回の放電繰り返し速度に定めた。高圧電極は、ガラス管(直径5 mm)の中にタングステン(W)

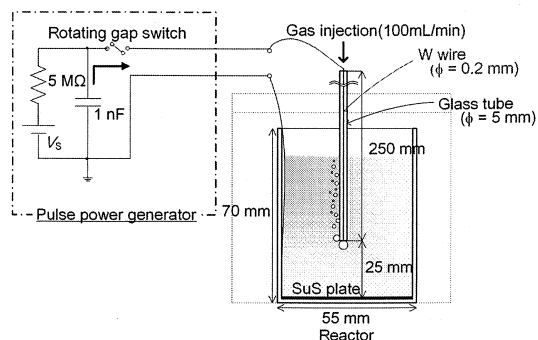


図-1 電子回路と実験装置

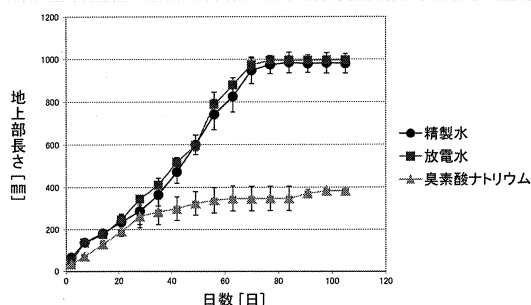


図-2 生育日数におけるイネの地上部長さ

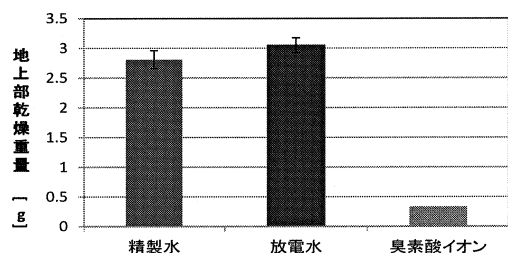


図-3 イネの地上部乾燥重量

イネへの給水は、精製水、臭素酸ナトリウム水、放電水をそれぞれ与えた。臭素酸ナトリウム水は、精製水に臭素酸ナトリウム(関東化学)を50 mg-Br/Lとなるように溶解したものを用いた。また、土壌は粒状パール培土(シーアイマテックス)を用いた。

まず、イネを発芽させるため、シャーレにろ紙(ADVANTEC 東洋濾紙会社 定量濾紙 No.5C 110 mm)を敷き、各条件水を20 mLずつ添加した。そこにイネの種を置き、30℃に保たれた恒温器(福島工業 FMU-0521)に7日間静置した。この時、発芽した芽がシャーレの蓋にあたらないよう、3日目からはシャーレの蓋を開けて静置した。

パール培土とそれぞれの条件水を一定量充填したメスシリンダに、発芽したイネをメスシリンダ1本につき1個体ずつ移植した。実験では、各条件を4個体ずつ栽培し、その中の1個体は、根への日光照射の影響を比較するため、アルミホイルでメスシリンダを覆い遮光した。イネの成長を妨げないよう、移植後13日間は給水量は土壌と同じ高さまでとした。移植後14日目からは土壌から約3 cmの高さまで湛水するよう給水を行った。イネの栽培は160日間行い、週に一度、地上部長さを測定した。また、収穫後は地上部と地下部に分け、紙製の封筒に入れて70℃で72時間、恒温器(いすゞ Incubator SFR-113S)で乾燥し、乾燥重量を測定した。地上部では、さらに茎葉と穂の部分に分けて乾燥重量を測定した。

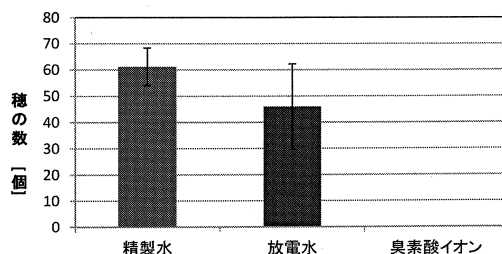


図-4 1個体あたりのイネの穂の数

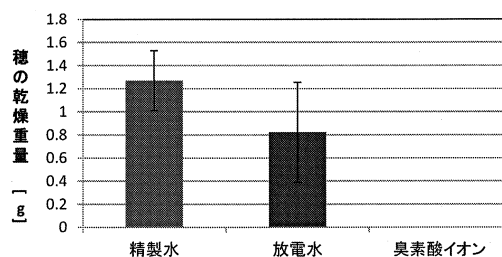


図-5 1個体あたりのイネの穂乾燥重量

3. 実験結果と考察

(1) 地上部での比較

図-2にそれぞれの条件水を給水したイネの生育日数における地上部長さを示す。イネの開花後は、穂の登熟へ影響を与えないよう、地上部長さの測定は行わなかった。そのため、地上部長さは105日まで測定を行った。また、臭素酸ナトリウム水を与えた個体は、実験途中で4個体中3個体が枯死したため、98日以降1個体のみの地上部長さを測定した。図より、臭素酸ナトリウム水を与えたイネの地上部伸長は35日以降ほぼ横ばいとなっているのがわかる。一方、精製水を与えたイネと放電水を与えたイネの地上部伸長はほぼ変わらないことがわかる。

また、図-3にそれぞれの条件水を給水したイネの地上部の乾燥重量値を示す。図-3より、臭素酸ナトリウム水を与えたイネの地上部乾燥重量値は対照となる精製水よりも非常に低くなっていることがわかる。また、放電水を与えたイネの地上部乾燥重量値は、精製水よりも少し高くなっている。これは、放電水中に含まれる過酸化水素により根への酸素供給が行われ⁶⁾イネの成長が促進されたためではないかと考えられる。図-2、3の結果より、臭素酸ナトリウム水はイネの生育に非常に強い成長阻害を与えることがわかった。また、放電水はイネの地上部伸長に対して成長阻害の影響はなく、放電水中の溶存過酸化水素によりイネの成長促進が行われていたことが考えられる。

次に、図-4に1個体あたりの穂の数を、図-5に1個体あたりの穂の乾燥重量値を示す。ただし、臭素酸ナトリウム水を与えたイネは、穂が登熟するまで生育できなかつ

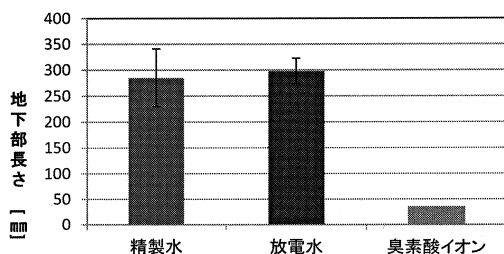


図-6 イネの地下部長さ

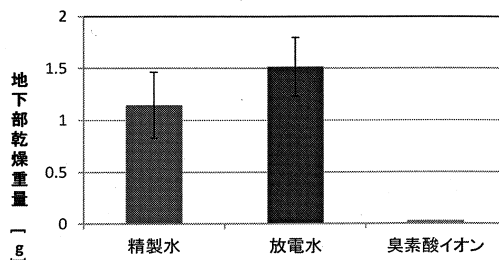


図-7 イネの地下部乾燥重量

たため、穂の数および穂の乾燥重量値はない。図-4より、1個体あたりのイネの穂数は精製水に比べて少し放電水の方が少ないことがわかった。これに伴い、図-5より、1個体あたりのイネの穂の乾燥重量値も、精製水よりも放電水の方が低くなっていることがわかった。図-4、5より、放電水は収穫量において多少悪影響を与える可能性があることが考えられる。また、臭素酸ナトリウム水はイネの収穫において大きな損害を与えることがわかった。さらに、根への日光照射の影響について、各個体の生育の結果を比較したところ、あまり影響がないことがわかった。

(3) 地下部での比較

図-6に収穫時のイネの地下部長さを、図-7にそれぞれの条件水を与えた場合のイネの地下部乾燥重量値を示す。図-6より、臭素酸ナトリウム水を与えたイネの地下部長さは、対照とする精製水に比べて、非常に低い値となっていることがわかる。このことは、コマツナを用いたポット栽培でも、土壤中の臭素酸イオン濃度が高くなるにつれて、根の伸長が低くなることが確認されている⁷⁾。一方、精製水と放電水のイネの地下部長さはあまり変わらないということがわかる。また、図-7より、臭素酸ナトリウム水を与えたイネの地下部乾燥重量値は、地下部長さの場合と同様、非常に低い値となっている。精製水と放電水を与えたイネの地下部乾燥重量値は、放電水の方が多くなっていることがわかる。これは、地上部乾燥重量値の場合と同様に、放電水中の溶存過酸化水素によって、成長の促進が行われたからではないかと考えられる。図-6、7より、臭素酸ナトリウム水はイネの地下部に非常に強い成長抑制の影響を与えるということがわかった。一方、放電水によるイネの地下部成長抑制の影響は少なく、放電水中の溶存過酸化水素によって、地下部の成長促進が行われていたということが考えられる。

3. まとめ

今回の実験では、臭素酸ナトリウム水及び放電水によるイネの成長への影響を精製水を対照として、地上部お

よび地下部長さ、地上部および地下部の乾燥重量値を測定し、比較を行った。臭素酸ナトリウム水を与えた場合、地上部、地下部において非常に強い成長阻害作用を示すことがわかった。また、臭素酸ナトリウム水では穂が登熟しなかったため、収穫への影響もある事がわかった。一方、放電水を与えた場合、イネの地上部と地下部の成長には、あまり影響を及ぼさないことがわかった。ただし、穂の数や穂の乾燥重量値に関しては、精製水を与えたイネよりも低い値が得られたため、今後さらに検討していく必要がある。

謝辞：本研究は、科学研究費補助金(23658187)の助成を受けていることを付記する。

参考文献

- (1) 浅見真理, 相沢貴子: 水中の臭素酸一毒性, 生成及び制御, *Journal of Health Science*, Vol.45, No.6, pp.334-355, 1999
- (2) 吉川循江, 田中礼子, 日高利夫: 遊泳用プール水における過マンガン酸カリウム消費量に与える塩素酸イオン及び臭素酸イオンの影響, *BUNSEKI KAGAKU*, Vol.59, No.4, pp.335-340, 2010
- (3) 宇佐美美穂子, 鈴木俊也, 矢口久美子, 安田和男, 永山敏廣: 東京多摩地域飲用地下水における臭素酸イオンの実態調査, *水環境学会誌*, Vol.29, No.5, pp.281-285, 2006
- (4) 川向有希子: 植物の成長に及ぼす無機態臭素の影響を評価する実験手法の検討, 岩手大学農学部卒業論文, 2007
- (5) 高橋克幸, 佐々木由香, 向川政治, 高木浩一, 藤原民也, 颯田尚哉: 汚水の放電プラズマ処理における水質への影響, *環境工学研究フォーラム講演集*, Vol.46, pp.108-110, 2009
- (6) 芝本武夫, 川名明: クスの水耕培養に於ける通気の影響 第3報 過酸化水素の栄養液添加がケヤキ稚苗の生育に及ぼす影響, *東京大学農学部演習林報告*, Vol.44, pp.23-29, 1953
- (7) 寺田彩笑: 大規模不法投棄現場の廃棄物に起因する汚染物質がコマツナの成長に及ぼす影響, 岩手大学農学部卒業論文, 2011