電気分解水が水耕植物の生育におよぼす影響 (第1報) —電解水の物性とその経時変化—

松尾昌樹・島 淳人

千葉大学園芸学部 271 松戸市松戸

Effects of Electrolytic Water on the Growth of Soilless Culture Plant (1)
—Physical and Chemical Characteristics of Electrolytic
Water and its Progressive Variance—

Masaki MATSUO and Atsuhito SIMA

Department of Horticulture, Chiba University, Matsudo, Chiba 271 Japan

Summary

As the first step of the studies on the effect of the physical and chemical properties of electrolytic water on the growth of soilless culture plant, the five kinds of electrolytic water such as low and high cathode water, low and high anode water, and mixed water which is the volume ratio of cathode water vs. anode water is 1 : 1 were obtained by two electrolytic voltages, and their properties were measured and evaluated.

The measured properties were as follows: pH, oxidation reduction potential (ORP), electric conductivity (EC), surface tension (ST), and dissolved oxygen (DO). The relationships between electrolytic voltage and pH or ORP, and between each pH and ORP of above mentioned five kinds of electrolytic water were evaluated, and then the variances of the values of pH and ORP of each electrolytic water were measured.

The values of pH and ORP of cathode water were increased, those of anode water were decreased and those of mixed water were slightly increased with increase of the electrolytic voltage, respectively. Each relationship between pH and ORP of the three kinds of electrolytic water was as follows: the ORP of anode water was linearly decreased, that of cathode water quickly decreased till halfway since slightly decreased, and that of mixed water early and quickly increased afterwards slightly increased and again quickly increased at last with increase of pH, respectively. Both values of pH and ORP were early and steeply varied but afterwards converged to those of control (well-water).

緒 言

植物は約 90 % 以上が水で占められているが、これまでは植物生育に関する研究の視点が pH や微量成分などに置かれ、大部分を占めている水の物理化学的特性の生育への影響に関する研究はあまりなされていなかった。しかし近年、各種の物理的に処理された水が生物におよぼす影響についての研究が注目されるようになり、最近では水の分子構造や分子集団(これをクラスター

1993 年 10 月 18 日受理

といい、その平均分子数で大きさを表す)の大きさを NMR 分光法で測定評価する方法などが話題となっている。例えば、pH 7 程度の中性水のクラスターは大きい、電気分解で生じる pH の小さい陽極水(酸性水, anode water)や、pH の大きい陰極水(アルカリ水, 還元水, cathode water)のクラスターは中性水の約半分ほどの大きさとなり、それら小さな水が生体を活性化させるとの仮説である¹⁾。電気分解水(以下、電解水という)では、植物生長への効果の原理が、電解水はクラスターの小さい水であり、細胞内に吸収されやすく、陰極水は塩素などの無機有害物質が少なく、Ca などのミネラルが多く、健康によい水であり、一方、陽極水は殺菌力のある美容によい水といわれて、電解イオン整水器が家庭にも普及しつつある。電解水に関する研究報告は比較的少なく、また、電解水の植物への影響に関する報告もあまりなく²⁻⁷⁾、その方法や結果もまちまちである。

本研究は水耕養液に電解水を用いた場合の植物への影響について検証するため、電解水の種々の物性、とくに pH と酸化還元電位(ORP)に注目して調べたものである。第1報では電解水のどのような要因や特性が植物に影響を与えるのかを実証する予備段階として、電解水の理化学的特性とその経時変化について検討した。

材料および方法

1. 電解水生成装置

イオン整水器“ミネリッチ・スーパーロイヤル”(株)オムコ製)を用いた。特殊セラミック製の多孔質の隔膜によって陰極水と陽極水に分離するもので、電解水の pH は電解電圧(以下、電圧という)、原水(井水)の流入量、両極水の生成量比率によって約 4.0~10.5 の間に調節できる。電圧および電解電流(以下、電流という)は、つまみで5段階に調節できるが、各測定値を表1に示した。また両極水の生成量比率は、陰極水：陽極水を 2:1, 1:1, 1:2 の三通りに調節できる。ここでは水の流入量はすべて 4.5l/分とし、電圧(または電流)と電解水の生成量比率の調節によって所望の pH をもつ電解水を生成した。

2. 測定法

(1) 電解水の理化学的性質

両極水の生成量比率を 1:1 に固定し、電圧を 5 段階に変化させたときの両極水、その混合水および井水につき、pH, ORP, 溶存酸素(DO), 表面張力(ST), 電気伝導度(EC), 水温を測定した。EC および pH はそれぞれ(株)堀場製作所のカスタニー LAB 導電率計 DS-12, カスタニー ACTpH メータ D-12 を用い、ORP と DO はそれぞれ東亜電波工業(株)のポータブル酸化還元電位計 RM-10 P, DO-20 A ポータブル溶存酸素計を用い、また ST は協和科学(株)の全自動平衡式エレクトロ表面張力計で測定した。DO, ST, EC は 5 回測定し、平均を求めた。

Table 1 Established electrolytic voltage and current

Dial	Elec. voltage(V)	Elec. current(A)
1	4.65	0.19
2	9.33	0.63
3	14.38	1.14
4	25.90	2.48
5	35.60	3.75

(2) 電解水の pH と ORP の経時変化

両極水の生成量比率を 1 : 1 に固定し、電圧が 14.38 V と 35.6 V 時の両極水、その混合水および井水につき pH と ORP の経時変化を測定した。表 2 に各試験区の処理条件を示した。各生成電解水をそれぞれ W 85×L 125×H 35 mm の透明プラスチック容器に 350 ml ずつ入れ、培養室内(気温 25°C、相対湿度約 60 %、白色蛍光灯下の培養器のない棚面上照度約 3500 lux、実験中 24 h 照明)で測定した。

結果および考察

1. 電解水の物理化学的性質

物性の測定結果を表 3 に示し、電流および電圧と pH の関係を図 1 に示した。pH は電流(ま

Table 2 Treatment conditions of experiment plots

Exp. plot	Treatment condition
Cont.	well-water
LC	Cathode water at 14.38 V*
LA	Anode water at 14.38 V
HC	Cathode water at 35.6 V
HA	Anode water at 35.6 V
LCA	Mixed water**

* means electrolytic voltage

** mixing ratio of each volume of LC and LA is 1 : 1

Table 3 Physical and chemical properties of electrolytic water

Experi. plot	Dial ^{a)}	pH	ORP ^{b)} (mV)	EC ^{c)} (mS/cm)	ST ^{d)} (dyn/cm)	DO ^{e)} (mg/l)	Temp (°C)
Cont.		7.01	488	0.39	75.6	8.7	11.2
Cat. wat.	1	7.21	390	0.40	75.0	8.5	14.0
	2	8.45	321	0.39	75.6	8.1	13.6
	3	8.74	284	0.40	75.6	8.3	13.2
	4	9.06	254	0.38	75.5	8.0	13.0
	5	9.31	239	0.38	75.0	8.5	13.0
Ano. wat.	1	7.09	605	0.37	75.1	9.6	13.0
	2	7.09	946	0.38	75.4	8.9	13.2
	3	6.33	957	0.38	75.7	9.5	13.2
	4	6.10	1001	0.36	75.5	10.4	13.1
	5	5.87	1069	0.35	75.2	10.5	13.0
Mix. wat.	1	7.20	556	0.38	75.7	8.3	12.5
	2	7.29	685	0.38	75.6	8.8	12.5
	3	7.88	746	0.39	75.4	8.4	12.8
	4	7.91	786	0.39	75.1	8.8	13.5
	5	8.01	902	0.38	75.2	8.7	12.5

Note a) Electrolytic voltage and current indicate in table 1.

b) Oxidation reduction potential.

c) Electric conductivity.

d) Surface tension.

e) Dissolved oxygen.

たは電圧)の増大につれ陰極水はより大(アルカリ性)となり、陽極水はより小(酸性)となった。電流が小さいときは変化は急激であるが、電流が大きくなると pH の変化は緩やかになった。一定時間内に作られた陰極水と陽極水をそのまま混合した混合水の pH は、対照区(原水)よりややアルカリ性に傾き、また、電流が大きいほど原水との差は大となり、その pH の変化の割合は陰極水や陽極水の場合と同じであった。図2に電流(および電圧)と ORP との関係を示した。ORP も電流が大になるにつれ陰極水の ORP は小さく、陽極水の ORP は大きくなった。また、陰極水と陽極水との混合水は、対照区より高い ORP をもち、電流を増すほどその値は大きくなった。

図3にそれぞれ陰極水、陽極水および混合水の各 pH と ORP の関係を示した。一般に pH と ORP とはほぼ逆比例に近い関係にあることが知られているが⁸⁾、ここでも陰極水と陽極水では、pH が高くなるにつれて ORP が小さくなった。しかし、混合水では pH が高くなるにつれ ORP が大になるという逆の現象がみられた。EC と ST はいずれも対照区とほとんど差がなく、本実験のように温湿度が制御されていない部屋での精度では、測定誤差などに隠れてしまうものと思われる。DO は対照区に比べ陰極水はやや少なく陽極水はやや多く、混合水は両極水の間値をとった。

Fig. 1 Relationships between electrolytic voltage or current and pH of electrolytic water

Fig. 2 Relationships between electrolytic voltage or current and ORP of electrolytic water

Fig. 3 Relationships between pH and ORP of electrolytic water

2. 電解水のpHとORPの経時変化

図4にpH(上図)とORP(下図)の経時変化を示した。各処理区のpH, ORPとも処理後10hで対照区の値(pH約7.5, ORP約500mV)に近づき、とくに最初の4hまでの変化が顕著であった。最初の2hまでは対照区の値と大差のあるものもみられたが、これは処理直後はpHとORPが安定しにくいために生じた測定誤差と思われる。注目すべき点は、HA区(表2参照)のORPだけが処理後24h経過しても他の処理区に比べ大きいことである。本実験は透明容器内で24h明るいところに置いた場合の結果であるが、実際の水耕栽培では水に直接照射される光量も少なく、本測定時のように攪拌されることも少ないので、電解の効果がさらに持続すると予想される。

Fig. 4 Variance of pH (upper) and ORP (lower) of each electrolytic water

謝 辞

供試した電解水生成器を貸与して下さった(株)オムコ、並びにお手伝いいただいた当学部の植物生産工学研究室の各位に感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 松下和弘：NMR 分光法からみた水の状態，食品工業，35(2.28)：18～23(1992)
- 2) 小嶋隆人：イオン水溶液処理による農業生産性の増強について，1956年度農業電気委員会報告(農業生産学会第11委員会報告)，p. 3～20(1956)
- 3) 真室川営林署：すぎさし木発根処理試験，同上，p. 21～22(1956)
- 4) 三浦肆玖楼・金子良三・西山喜一：電解水が作物生育に及ぼす影響に関する研究(第1報)，東京農大農学集報，4(3)：234～242(1958)
- 5) 同上：同上(第2報)，同上，6(2)：128～132(1960)
- 6) 鈴木芳夫：キュウリの育苗試験—水耕法におけるアルカリ性イオン水の効果—，試験報告(東京教育大農)，p. 1～3(1973)
- 7) 百瀬行男：コオヤマキのさしき試験—電解アルカリ性イオン水浸漬さしきの効果—，試験報告(林業試験場木曾分場)，p. 1～6(1973)
- 8) 土壤成分測定法委員会編：土壤成分分析法，養賢堂，p. 53～63(1987)