

## リンゴ果実に対する電解イオン水の影響

壽松木 章・青葉幸二

岩手大学農学部 020 盛岡市上田

Effects of Electrolytic Water Sprays on Apple Fruit Development

Akira Suzuki and Koji Aoba

Faculty of Agriculture, Iwate University, Morioka, Iwate 020

### Summary

The effect of spraying electrolytic water on apple (*Malus domestica* Borkh.) 'Golden Delicious' and 'Fuji' from June to July on fruit growth and quality were studied. Anode water (pH 2.6, ORP +1000 mV) increased russetting of the skin on both cultivars, however, spray of anode water and cathode water alternately (pH 9.3, ORP -250 mV) reduced it. The results indicated that the effect of anode water persisted for about one week. It was not clear whether the main cause of russetting by anode water was attributable to the low pH or ORP. Fruit sprayed with cathode water was firmer and larger watercore compared to the control suggesting that electrolytic water could influence the fruit quality.

**Key Words :** anode water, cathode water, *Malus domestica* Borkh., russetting.

### 緒 言

近年、水の物理化学的性質が植物の生育に影響することが知られ、農業分野では電気分解水の利用が注目されている（松尾, 1995 a, 1995 b）。

電解水の農業への利用については、三浦ら（1958, 1960）の陸稻の生育に及ぼす影響、松尾・島（1994 a, 1994 b, 1994 c）の水耕栽培のコマツナに対する影響等の報告が散見されるのみで、研究例は少ない。果樹においても報告はみあたらないが、今後、省農薬、高品質果実生産等の目的で利用の増加が予想される。一方、酸性雨にみられる水の低pHは、植物生育に影響を及ぼし、果樹でも葉のネクロシス（Forsline ら, 1983）や果実のさび発生（Rinallo・Mori, 1996）など生育や果実への影響が指摘されている。

本研究では、生育期間中の電解水散布がリンゴの生育および果実品質に及ぼす影響を検討した。

### 材料および方法

実験は、本学ほ場に植栽している18年生の‘ゴールデンデリシャス’(M. 26台木) および‘ふじ’(M. 9台木) を供試材料とし、1995および1996年に行った。

実験に使用した電解イオン水は、電解剤を無添加で、

業務用電解水生成器（超酸化水対応型、東洋金属 KK 製）によって作製した。なお、酸性水（Anode water）は電気分解によって陽極側に生成する水を、アルカリ水（Cathode water）は陰極側に生成する水を示し、酸性水のうちで pH 2.7 以下、酸化還元電位（ORP）が+1000 mV 以上の水を特に超酸性水と称している。

#### 実験 1.

1995年に樹勢中庸の‘ゴールデン デリシャス’3樹に対し、超酸性水を週1回散布する酸性水区、超酸性水とアルカリ水を隔週散布する交互散布区および無処理の対照区を各1樹設けた。処理に対する被袋の影響を検討するために、結実を確認した5月下旬に、青色一重袋を各区15果に被せ、標識するとともに無袋果15果にも標識した。散布は6月2日から7月28日までの9週間、1樹当たり5Lを樹全体に噴霧器で行った。散布終了後の8月2日に各処理区の無袋果10果について果皮のさび発生率を調査した。収穫は10月18日に行い、被袋および無袋果各10果についてさび発生率と果実品質を調査した。

#### 実験 2.

1996年に樹勢中庸な‘ふじ’8樹に対し、超酸性水を週1回散布する酸性水区、アルカリ水を週1回散布するアルカリ水区、超酸性水とアルカリ水を隔週散布する交互散布区および無処理の対照区を各2樹設けた。散布は結実確認後の6月13日から7月31日までの8週間、1樹

当たり5Lを樹全体に噴霧器で行った。処理終了後の果実のさび発生率は、各区20果について8月21日に調査した。収穫は11月12日に行い、各区10果について収穫果のさび発生率と果実品質を調査した。

さびの程度は、肉眼観察により、「ゴールデン デリシャス」では0(発生無)~4(表面積の30%以上)の5段階で、「ふじ」では0(発生無)~3(表面積の20%以上)の4段階で評価した。果実品質については可溶性固形物含量はアタゴ式屈折計で、滴定酸度は0.1N NaOHによる中和滴定で、果実硬度はマグネステーラー硬度計で測定した。みつ入り指数は、赤道部横断面の観察により、0(無)から4(50%以上)の5段階で評価した。

## 結果および考察

実験に使用した電解水の特性を第1表に示した。酸性水はpH 2.6, ORP +1000 mV以上、アルカリ水はpH 9.3, ORP -253 mVで、これらの値は超酸性水およびアルカリ水としての特性を示していた。なお、供試した原水は上水道水と地下水の混合水でpH 7.5, ORP +300 mVであった。

実験1の結果を第2表に示した。「ゴールデン デリシャス」に対する電解水の散布は、無袋果、被袋果とも酸性水区でさびの発生率を高めた。無袋果の場合は無処

理区でも多くのさびが発生したが、酸性水の散布はさらにさびの発生を助長した。交互散布区の果実のさびは無処理区と同程度で、酸性水散布の影響は少なかった。一方、被袋果のさびは無処理区ではほとんど発生せず、袋かけの効果が顕著であったにもかかわらず、酸性水区ではさびの発生がかなりみられた。さびの様相には筋状と斑点状があり、筋状のものは散布した酸性水が袋の止め口から侵入して付着した部分と考えられ、斑点状のものは袋の表面から浸透して付着したためと思われた。さび以外の収穫果の果実品質には処理間差がみられなかった。

実験2の結果を第3表および第1図に示した。さびの発生は「ゴールデン デリシャス」の結果と同様に酸性水区で有意に多く、アルカリ水区は無処理区と同程度ではほとんど発生しなかった。交互散布区は、無処理区と有意差はなかったものの、やや発生が多い傾向が見られた。果実品質ではアルカリ水区の硬度が他区よりも有意に高く、みつ入り指数も無処理区より多かった。

Table 1. Characteristics of electrolytic water

	Anode water pH	Cathode water pH	Anode water ORP <sup>z</sup> (mV)	Cathode water ORP(mV)
1995	2.64 ± 0.05	9.34 ± 0.04	+ 1036 ± 25	-
1996	2.56 ± 0.04	9.30 ± 0.13	+ 1013 ± 16	- 253 ± 29

<sup>z</sup> ORP : Oxidation reduction potential

Table 2. Effects of electrolytic water on fruit quality in 'Golden Delicious' (1995)

Treatment	No. fruits observed	Russetting <sup>z</sup> 2 Aug.	18 Oct.	Fruit wt. (g)	Refractive index (Brix)	Titratable acidity (%)	Fruit firmness (lbs)
<b>Non-bagged fruit</b>							
Control	10	1.1 a <sup>x</sup>	1.3 a	257 a	14.9 a	0.54 a	10.8 a
Anode water	10	2.4 b	2.9 b	238 a	15.3 a	0.53 a	10.3 a
Alternate <sup>y</sup>	10	0.8 a	1.8 a	238 a	15.5 a	0.54 a	9.5 a
<b>Bagged fruit</b>							
Control	10		0.1 a	394 a	13.3 a	0.50 a	11.7 a
Anode water	10		1.5 b	345 a	13.8 a	0.55 a	12.0 a
Alternate	10		0.5 a	380 a	13.0 a	0.53 a	11.4 a

<sup>z</sup> Russeting increasing in severity on a scale from 0 - 4.

<sup>y</sup> Sprayed anode water and cathode water alternately once per week.

<sup>x</sup> Different letters within column indicate significant differences at P = 0.05 by F-test.

Table 3. Effects of electrolytic water on fruit quality in 'Fuji' (1996)

Treatment	No. fruits observed		Russetting <sup>z</sup>		Fruit wt. (g)	Refractive index (Brix)	Titratable acidity (%)	Fruit firmness (lbs)	Watercore <sup>y</sup>
	21 Aug.	12 Nov.	21 Aug.	12 Nov.					
Control	20	10	0.25 a <sup>w</sup>	0.14 a	327 a	15.0 a	0.48 a	15.3 a	2.0 a
Anode water	20	10	1.70 b	1.60 b	349 a	15.1 a	0.47 a	15.4 a	2.3 ab
Cathode water	20	10	0.20 a	0.11 a	345 a	14.3 a	0.49 a	17.1 a	2.8 b
Alternate <sup>x</sup>	20	10	0.50 a	0.44 a	317 a	14.6 a	0.50 a	14.8 a	2.3 ab

<sup>z</sup> Russet increasing in severity on a scale from 0 - 3.

<sup>y</sup> Watercore increasing in severity on a scale from 0 - 4.

<sup>x</sup> Sprayed anode water and cathode water alternately once per week.

<sup>w</sup> Different letters within column indicate significant differences at P = 0.05 by F-test.

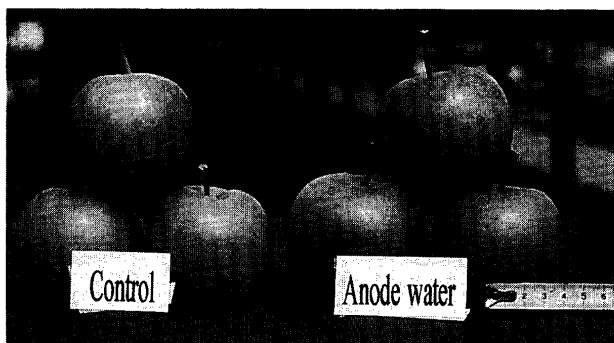


Fig. 1. Russetting of 'Fuji' apple sprayed with anode water on 21 Aug. compared with the control fruits.

酸性水の散布は‘ゴールデン デリシャス’、‘ふじ’いずれにおいてもさびの発生を高めた。その症状は、‘ゴールデン デリシャス’の被袋果では酸性水が付着した部分に筋状あるいは斑点状にコルク層を形成したのに対し、無袋果では無処理区の果実全体のさび症状をさらに助長させていた。一方、‘ふじ’では斑点状に発生した。‘ふじ’における通常のさび症状は果梗部位に多く発生するが、酸性水によるさび症状は果実表面全体にみられることから、通常の症状とは区別された。

酸性水によるさびの発生は毎週散布した区で多く、アルカリ水との交互散布ではかなり減少したことから、酸性水の影響の持続期間は1週間程度と考えられる。しかし、交互に散布したアルカリ水が酸性水の影響を緩和した可能性もあるので、詳細については今後さらに検討する必要がある。

Rinallo・Mori (1996) は、模擬酸性雨が幼果期の果実に障害を与えるさびを発生させること、それはクチクラ層のワックスプレートの破壊によることを電子顕微鏡観察により明らかにしている。ただし、Rinallo・Mori (1996) は模擬酸性雨を種々のイオンを添加して作成し、pHを調整しているが、ORPは測定していない。本実験の結果は、さびの発生に関しては Rinallo・Mori (1996) の結果を支持するものであったが、その原因がpHによるものか、ORPによるものは今後検討する必要がある。

アルカリ水散布区の果実でみつ入りが多く、硬度が有意に高くなった。この結果が処理によるものか樹体差によるものはさらに検討を要するが、三浦ら (1960) は電解水浸漬処理の陸稲において、アルカリ水処理が最長茎の挫折剛度を高めることを認めていることから、アルカリ水処理が細胞壁の硬度を高めた可能性がある。また、アルカリ水区の果実のみつ入りが無処理区より有意に高まっており、これらの結果は電解水が果実品質に対しても影響を及ぼすことを示唆するものである。

## 摘要

電解水がリンゴ果実の生育および果実品質に及ぼす影響を検討するため、‘ゴールデン デリシャス’および‘ふじ’樹に対して超酸性水およびアルカリ水を6月始めから7月末までの約2ヶ月間、単独または交互散布した。その結果、両品種とも酸性水散布は果実のさび発生を高め、アルカリ水との交互散布はその発生を軽減した。それに対し、アルカリ水の散布はさびをほとんど発生させなかった。交互散布によりさびの発生が軽減したことから、酸性水の影響は1週間程度と考えられた。酸性水によるさび発生の原因が低pHによるものかORPによるものかは明らかでなかった。また、アルカリ水の散布は果実硬度を高めるとともにみつ入りを高めたことから、電解水散布が果実品質に対しても影響することを示唆した。

**謝 辞** 本実験の遂行にあたり、電解水生成器をご貸与下さった東洋金属株式会社ならびに実験にご協力いただいた福士牧人、高橋宏彰両氏に感謝申し上げます。

## 引用文献

- Forsline, P. L., R. J. Dee and R. E. Melious. 1983. Growth changes of apple seedlings in response to simulated acid rain. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108 : 202-207.
- 松尾昌樹. 1995 a. 電気分解水の農業への利用 (1). 農業および園芸. 70 : 375-378.
- 松尾昌樹. 1995 b. 電気分解水の農業への利用 (2). 農業および園芸. 70 : 497-502.
- 松尾昌樹・島 淳人. 1994 a. 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—. 植物工場学会誌. 6 : 128-133.
- 松尾昌樹・島 淳人. 1994 b. 電気分解水が水耕植物の生育におよぼす影響 (第2報) —電解水希釈溶液が水耕コマツナの生育におよぼす影響—. 植物工場学会誌. 6 : 134-141.
- 松尾昌樹・島 淳人. 1994 c. 電気分解水が水耕植物の生育におよぼす影響 (第3報) —電解水の酸化還元電位が水耕コマツナの生育におよぼす影響—. 植物工場学会誌. 6 : 142-146.
- 三浦肆玖樓・金木良三・西山喜一. 1958. 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 : 234-243.
- 三浦肆玖樓・金木良三・西山喜一. 1960. 電解水が作物生育に及ぼす影響に関する研究 (第2報) 電解水浸漬処理における陸稲の生育について. 東京農大農学集報 6 : 128-132.
- Rinallo, C. and B. Mori. 1996. Damage in apple (*Malus domestica* Borkh.) fruit exposed to different levels of rain acidity. *J. Hort. Sci.* 71 : 17-23.