

# 機能水の農業への利用

五十部 誠一郎\*

## The application of functional water for Agriculture

Seiichiro ISOBE\*

\* National Research Institute of Agricultural Engineering, MAFF, JAPAN

### Abstract

In Japan, some treated water called "functional water" interest in the medical and agriculture area. These functional water are produced by the electrolysis, the high voltage electrostatic filed, the magnetic field, the explosion of ultra sound and the addition of mineral and so on. In this paper, some effects of these water for agriculture like promotion of plant growth, microorganism control, quality control of products and extension of product shelf life are reviewed by the relative papers and reports.

**Key words** : Functional water, Electric field treatment, Magnetic field treatment, Non-thermal processing

### 1. はじめに

各種の新しい水処理で製造されたある種の機能を持った水を機能水と呼ぶことが多い。この言葉を〔Functional Water〕と英訳したとき、すこしでも水に携わっている海外研究者は怪訝な顔をすることに違いない。水は媒体であり、水がある種の機能を持ち、様々な作用を引き起こすことは信じられないことであるからだ。しかし、日本の様々な機能水を作り出している水処理では、水単独より中に溶けているイオンの存在や状態が、その作用に大きく寄与していると言える。電解水はその顕著な例である。この点から見れば、イオンの水和状態などの変化が処理中に生じて、植物等への吸収を促進し、結果的に成長が促進されるという図式は説明しやすい。これらの処理における現象を正確に捉え、作用機構を解き明かしていく事が早急に必要とされている。水処理により吸収が促進されたミネラル等が成長に影響を与えるとすれば、これらの現象はどう解釈できるか、体内に取り込まれた水や成分にはおそらく対照となるものとの差はないであろう。問題は吸収時の挙動であり、この変化を植物の根の表面細胞等の観察や処理水の分析でどのように捉えればよいのか。これらの手法開発が上記の作用機能の解明と効果的な機能水の利用法の確立に必要な事であ

る。ここでは機能水の利用技術を特に農業に関連したものとして電解水、磁化水を中心に紹介する。

### 2. 新しい水処理

従来の水処理としては殺菌・除菌、ろ過等が一般的であり、水そのものへの処置ではなく、水に存在する微生物や溶質・懸濁物に対する処理（殺菌・調整・除去）である。現在、農業・食品分野で注目されているのは、使用する水に処理を施すことによって機能を付与し、農産物や製品の品質を向上させようと言うものである。表-1に各ステージでの機能水に期待する効果と効果を認めている機能水についてまとめた。なかでも電解処理によって生じるアルカリイオン水と酸性水の効果が多く紹介されており、関連した研究報告も増えてきている。また磁化水ではエネルギー的な面を含めて処理が簡易なことから、効果の発現に期待する声は大きい。機能化の処理はある種のエネルギー場で水を処理する方法とミネラル等の添加物により水の構造を変化させる方法、物理的な処理で脱気等を行なう方法に分けられるが、ここでは電場、磁場、超音波といったエネルギー処理を中心に述べる。

#### 1) 電場処理及び電界処理（電気分解水を含む）

電場処理での水の蒸発速度の上昇は浅川効果として有

\* 農林水産省 農業工学研究所 〒305 つくば市観音台2-1-2  
 キーワード：機能水、電場処理、磁場処理、非熱プロセス

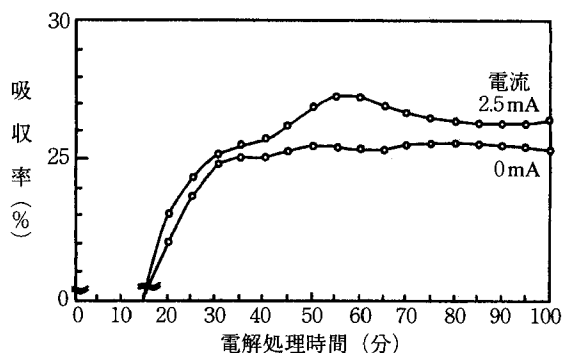
表-1 農業・食品工業における水の関わりあいとその期待する効果

各ステージ	期待する効果	効果を認めている処理*
栽培水	植物の成長促進・農産物の品質向上	アルカリイオン水・磁化水・ミネラル水・電場処理
洗浄水	殺菌効果 洗浄効果	酸性水・オゾン処理
原料水	品質向上及び安定化	アルカリイオン水・脱気処理・膜処理
廃水	処理コストの低減 固形物の効率的除去・回収	超音波処理・微生物処理 電気浸透

\* 報告等は学術誌に限らない。業者紹介等での効果を含む。

名である<sup>1)</sup>。この現象は蒸発潜熱と実際に消費したエネルギーのギャップにより特異的な現象として紹介された。現在もその作用機作ははっきりとはしていない。水分子間の水素結合により引き上げられていると考えられている、水の蒸発潜熱等の熱的物性値は電場や磁場により水素結合が切断されることで低下することは容易に想像できる。しかし、その場合も2-3 kcal/mol程度のエネルギーが必要であり、効果のあった電場や磁場の及ぼすエネルギーはさらに小さい。微弱なエネルギーで処理できることも注目されている要因である。浅川効果は絶縁された静電場状態での現象と考えられ、高い電圧を必要とするが電流の流れを伴わない、あるいはごく微量な電流で、省エネルギー的な処理と考えられる。この静電場処理では富田が鮮度保持の効果を報告しており<sup>2)</sup>、さらに静電場雰囲気での迅速な解凍が出来る解凍庫も実用化されている。関連する水処理としては電子水と呼ばれる重畳波処理では食品の食味改善や植物の成長促進などが報告されている<sup>3)</sup>。また電子場処理と呼ばれる微弱電流による水の処理は加工プラントの冷却水配管中に発生するスケール(湯垢)の防止に効果があるとともに清酒等の発酵に用いることで食味を改善するとの報告がある<sup>4)</sup>。

電気分解処理による陰極水及び陽極水に様々な効果が認められ、既に農業や食品加工等に利用されている。陰極水(アルカリイオン水)については飲用において慢性下痢、消化不良、胃酸過多に有効とされている。食品加工への利用では品質向上の試みが米安らによって報告されている。豆腐製造にあたって、アルカリイオン水の還元作用により、大豆の蛋白中のSS結合の一部をSH基に戻すことで、凝固剤によるゲル形成時の蛋白の再構成を容易にし、物性を改善すると共に豆腐収量の増加を報告している<sup>5)</sup>。また米の吸水率の増加についても報告しており(図-1)<sup>6)</sup>、貯蔵中に空気酸化によってもたらされた米表面の蛋白中のSS結合をSH基に還元すること

図-1 電解処理が米の吸水率に及ぼす影響<sup>6)</sup>

で、吸水性が向上することを示唆している。米の吸水性は炊飯特性に大きく影響を与える。さらに電場雰囲気的气体を小麦粉に通気することで品質が向上することを報告している<sup>7)</sup>。アルカリイオン水の作用機構の解明、さらには気体雰囲気での穀類貯蔵における品質保持等への新しい技術として注目されている。一方、陽極水(酸性水)の場合には、制菌作用を目的にした洗浄水等への利用がある。多くの酸性水生成装置では、NaCl等の添加により解離を促進して強酸性水を得ている。これらの水は微生物の至適pH外での酸性条件であること、さらには塩素イオン、殺菌剤として一般的な次亜塩素酸の合成等から制菌効果を持つことは確かであろう。山中は食品工業への利用可能性として食品や加工器具類の殺菌効果についての検討結果を報告している<sup>8)</sup>。代表的な食中毒菌に対する効果も確認している。しかし、ここで培地に栄養成分等を入れるとこれらの有機物に塩素等が消費されて効果が低下することに触れ、対象物の形状によっては殺菌等の効果が薄らぐ可能性を示している。これに対して連続散布等によって酸性水の効果を持続する方策を提案している。酸性水は院内感染防止等においても手等の消毒や器具類の洗浄等に効果があることが医学関係者によって多数報告されており<sup>9)</sup>、実践している医院もあ

る。アルカリイオン水や酸性水は農産物での利用においても効果が認められている。アルカリイオン水による成長促進はイオンの吸収促進が要因として考えられる。また酸性水での種子処理においては表面殺菌、さらには表面からの水の浸透性の増加などが考えられる。八巻は園芸作物における病害抑制を強酸性水を用いて検討し、報告している<sup>10)</sup>。農業分野での強酸性水での農薬の低減化、アルカリイオン水での成長促進・品質向上の効果が現場では紹介されているが、研究者の手による検討は始まったばかりであり、これらの研究報告が今後の利用には不可欠である。

電界処理では表面電荷を持った成分の移動による分離（電気泳動）や固形分子の表面電荷に由来する電気二重層でのゼータ電位を利用した脱液（電気浸透）なども考えられ、これらの液中からの成分分離や脱水処理も広い意味での電場を用いた水処理と捉えられる。これらの操作も環境保全の観点から注目されている技術である。

## 2) 磁気処理

ロシアにおいて磁気処理に対する精力的な研究がなされ、スケール防止、セメントの硬化、濃縮・ろ過等多岐

にわたる効果が報告されている<sup>11)</sup>。磁気処理水は農業や食品工業で利用され、植物の成長促進等の効果が認められている。その中で各種の植物における収穫量の増加、さらに植物中の窒素量の増加等についても報告されている。この原因として土壌粒子の凝集、栄養物質の溶解と吸収の改善、生体膜での浸透性の増大等を挙げている。イスラエル工科大学の上記に関連した実験でも、表-2に条件や評価法とともに示すように、葉の成長や単位面積当たりのメロンの収量の変化や糖度の変化から、磁場による灌漑水による効果を説明している<sup>12)</sup>。この要因としてはソ連の文献と同様に微量ミネラル等の吸収促進をあげ、その説明として散布した土壌中からの溶出したミネラル量に依存すると思われる電気伝導度が磁場処理で増加していることを図-2①で示し、またメロンの葉中の窒素とカリウムの成分含量の変化からもそれを説明している（図-2②③）。一般的に土壌中に入った磁場水の効果がこのような微量金属等の溶出を大きく変化させるとは考えにくい、この効果は興味深い。調整された水耕栽培等の実験を行うことで、その作用機構の解明が出来ることを期待したい。関連して静電場処理水でのイ

表-2 シューガーマロンの成長に対する灌漑水磁気処理の効果<sup>12)</sup>

水処理 灌漑水の短時間の磁場処理  
(3/4 インチ配管を磁場内に通す)  
土壌は砂地、砂 (82%) + クレイ (18%)  
評価 成長量、収穫物の収量、吸収ミネラル量  
メロン 3葉から灌漑水処理

### ① 葉の成長について

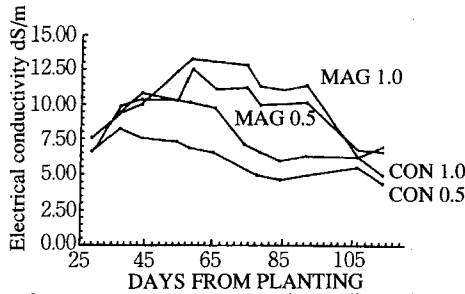
処 理	生葉の重量 (g)		固形量 (%)	
	春メロン	秋メロン	春メロン	秋メロン
コントロール	7.76	9.1	6.89	16.1
磁 場 処 理	5.05	11.7	6.92	14.8

### ② メロンの収量 (kg/10 m<sup>2</sup>)

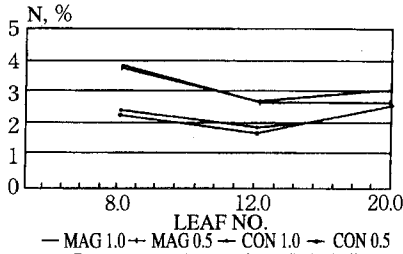
処 理	春メロン	秋メロン
コントロール	52.6	51.3
磁 場 処 理	64.5	64.1

### ③ メロンの糖度 (%)

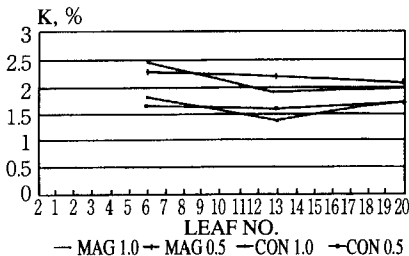
処 理	春メロン	秋メロン
コントロール	11.7	9.6
磁 場 処 理	14.1	10.7



① 灌漑水処理による土壤溶液の電導率変化



② メロンの葉中の窒素濃度変化



③ メロンの葉中のカリウム濃度変化

MAG 1.0: 磁場処理 通常施肥量  
 MAG 0.5: 磁場処理 1/2 施肥量  
 CON 1.0: 磁場処理 通常施肥量  
 CON 0.5: 磁場処理 1/2 施肥量

図-2 磁場処理による土壤及びメロン中の成分変化<sup>12)</sup>

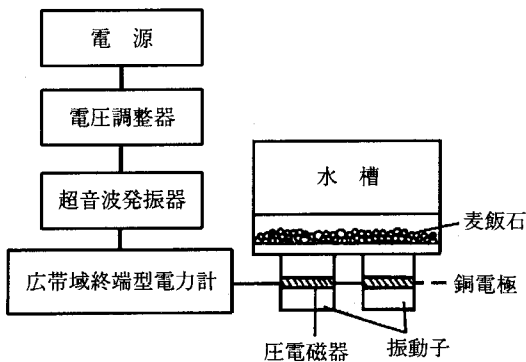


図-3 実験装置の概略図<sup>17)</sup>

オンの溶出量の変化が大沢らにより報告されている<sup>13)</sup>。また水を磁界内を移動させることで微弱電流が発生する。この電流によって与えられるエネルギーによる水の改質の効果も考えられる。松岡らは内部に永久磁石を持つ電気石を粉末化し絶縁体のセラミックスに混在された流動層に水を循環させることで、水の表面張力などの物性が低下することを報告している<sup>14)</sup>。水の磁場処理としては、配管内のスケール除去が行われ、製品化されている。方法としては配管周辺に磁石を設置したものや周辺にコイルを巻き、電流を流すことでコイル内部に磁場を生じるものなどがある。一般水に溶解しているミネラルのパイプ内部での析出を防止するもので、パイプ表面の界面電位差を少なくすることで析出を防止している。

Kronenberg は永久磁石を用いて 500 ガウスの磁束密度内でのミネラルを溶質した水を循環し、処理によりミネラルの析出が少なく、また析出結晶が小型化することを報告している<sup>15)</sup>。

3) その他

超音波による発芽促進は古くから報告されているが<sup>16)</sup>、最近、超音波処理した水を用いることで発芽及び成長の促進が認められている<sup>17)</sup>。図-3 に示したような実験装置で、ミネラルの添加処理である麦飯石との併用効果の検討を行なっている。超音波水のみにおいても効果が確認されている。電磁場処理水による植物の成長促進の効果も認められており、いずれの場合もクラスターの小さな水が吸収されやすく、栄養素も取り込みやすくなると推測している。ミネラル等の添加処理等では、ミネラル水、パイウォーター (パイ処理)、ロッドウォーター (共鳴磁場処理) 等がある<sup>18)</sup>。パイウォーターでは水分子が金属イオンとの相互作用により特異な構造体を形成し耐毒性や疾病治療、生体の活性化等の効果が報告されている。水中の溶存ガスの除去処理による脱気水では、溶存酸素の除去による酸化抑制効果が報告されている。倉垣はこの脱気水を炊飯に用いて、浸透力や酸化抑制等の効果で高品質で迅速な炊飯が出来るとしている<sup>19)</sup>。

3. 機能水の農業への利用可能性

各種の機能水が実際に利用される中で、より効果的な利用や普及拡大を目的に処理装置メーカーが研究会を主宰するケースも多くなっている。現場での現象の効果確認等の科学的な裏付けのニーズに呼応して、公立の試験研究機関や大学等においても研究対象として検討を加える一方、関連官庁として厚生省や農水省においても、(財)機能水研究振興財団や(株)機能水研究所等の設置を後押しし、基礎的な研究の促進を進めている。また学会においても関連するシンポジウムを開催するなど確実に

研究実施範囲は広がりを見せている。

前述したように、水「H<sub>2</sub>O」単独に対する処理による変化は非常に理解しづらいが、本来、水は微量元素を多く含んだ水溶液として存在しているのであるから、各種の処理で、含まれているイオンと水、水素イオン、水酸化イオン等の相互作用等による変化は否定できない。今後の研究によって機能水のより汎用性のある、精度の高い利用を確立していくことを期待している。

### 引用文献

- 1) Y. Asakawa. (1976): Nature, 261, May 20, p220-221.
- 2) 富田節雄 (1990): 食品流通技術, 19, 2, p62-64.
- 3) 井戸勝富 (1992): 月刊フードケミカル, 1992-4, p63-70.
- 4) 高橋秀昌 (1989): 食品工業, 1989-8, 30, p73-78.
- 5) 米安 実ら (1983): 日食工誌, 30, 10, p589-598.
- 6) 米安 実 (1994): 平成6年度農業施設学会大会新技術セッション, 13-17.
- 7) 米安 実 (1994): 平成6年度農林水産業近畿中国地域研究成果発表会発表要旨.
- 8) 山中信介 (1995): 食品加工技術, 15, 2, p103-112.
- 9) (財)機能水研究振興財団 (1994): 機能水シンポジウム94プログラム・予稿集.
- 10) 八巻良和 (1996): 園芸における電気分解水の利用, 農業と機能水発表要旨, p54-59.
- 11) ヴェ. イ. クラッセン (遠藤敬一訳) (1982): 「水の磁気処理」, (社)新日本鑄造協会.
- 12) I.J. Lin and J. Yotvat, Magnetic Treatment of Water Contribution to Agriculture, Magnets.
- 13) 大沢克己ら (1993): 長野食工試研報, 21, 21-25.
- 14) 松岡孝尚, 岩元睦夫 (1991): 日食工誌, 38, 5, p422-424).
- 15) K.J. Kronenberg (1985): IEEE Transactions on Magnetics, Mag-21, 5, p2029-2061.
- 16) E.H. Halsted *et al* (1969): J. Botany, 47, p1638-1640.
- 17) 石川勝美ら (1992): 農業機械学会誌, 54, 2, p91-97.
- 18) リー・H. ロレンツェン (1995): 食品と開発, 24, 7, p86-90.
- 19) 倉垣豊幸 (1995): 食品工業, 1995-2, 28, p27-34.

受稿年月日: 1997年1月14日  
受理年月日: 1997年3月26日