

食品工業

2004

8 月
30 日号

THE FOOD INDUSTRY

english
contents

Vol. 47 No. 16

特集：機能水の研究とその利用

酸性電解水の研究と利用の現状と課題 / 食品工業におけるマイクロバブルやナノバブルの可能性 / 新しいオゾン水生成の原理と殺菌・洗浄・脱臭への応用 / 食品製造業における活性水の可能性

食品製造業の生産性の現状と I E の活用



機能水の研究とその利用

食品製造業における活性水の可能性



高橋一也

FEATURES

はじめに

現在、消費者の安全・健康志向が特に高まっており、食品に使用されている薬剤や添加物を敵視する風潮が目立つようになってきている。その反面、水に対する関心は高まる一方で、食品でも製造過程で使用する水をセールスポイントとして謳うものが増えてきているように見受けられる。

そのような状況を反映し、一部スーパーマーケットにおいてもイオン水生成器が集客の手段になっている。また、いわゆる「名水」の販売も一時的なブームとしてではなく、現在では固定化した購買層が現れている。このように、消費者の水に対する関心はさらに高くなってきているようである。

マスコミ等で紹介される機会も増えているが、天然の地下水・湧水（いわゆる名水）のなかには優れた機能を持つものも確認されており、実際に食品製造に使用しているケースも見られる。しかし、コスト面や工場立地などの諸条件により、一般に認められている名水を製造に使用できる企業は限られているのが現状である。

そこで、物理的・化学的操作によって水の状態を変化させる設備を導入することで、通常使用し

ている水に高い機能を与え、安全性や商品力の向上を図る企業も近年増えている。

ところで、現時点において社会的に「機能水」として認知されているものに、強酸性電解水とアルカリイオン水がある（広義での機能水としては食品製造現場ではオゾン水や紫外線殺菌器処理水も認知が進んでいる）が、その他の何らかの機能を有する水（セラミック水、磁化水、マイナスイオン水などのいわゆる活性水）では、原理の根拠がはっきりしていないことやメーカーが謳っている効果の再現性に疑問がある粗悪品が市場に多く出回っており、たとえ良い機能を期待できる活性水があったとしても、十分な検証が行われないうまに正当な評価を受け難くなっているように見受けられることは残念でならない。

また、水自体の特性および能力に関しても現時点で解明されていないことも多いため、研究者から様々な仮説が生まれ（クラスター説や活性水素説など）、これらのまだ立証されていない仮説が設備の宣伝に使われることが多い現状も市場の混乱を助長している一因なのではないかと考えられる。

そのような中ではあるが、当社が発売元を務める活水器であるバイタルアトムシリーズは、様々な効果の検証が進み始めており、現在では農林業を中心に安定した評価を受けつつある。例えば新潟県においては、キノコ生産者の総数に占める当社設備の導入先は60%を超えており、独占的な市

たかはし かずや
株式会社エヌ・オー・エス
特販部門担当マネージャー

場を形成している状態である。また、同県内の一部地域においては水耕栽培を行うイチゴ生産者への導入が80%を超えているという現状がある。

本稿では、当社設備のユーザーからの報告や取得したデータにより、バイタルアトムシリーズの機能・効果を中心に述べたいと思う。

本稿によって、今までは理解されにくかった「活性水」の効果に対して、多くの人に関心を持ってもらい、更なる検証を進めるための一環を担えれば幸いである。

1. バイタルアトムシリーズについて

1-1 バイタルアトムシリーズとは

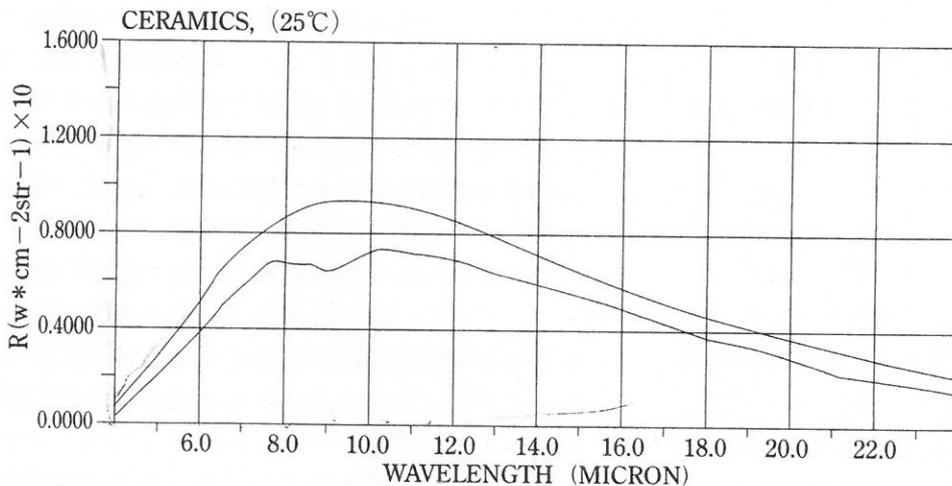
複合活性水器バイタルアトムシリーズは、一般

的な活水器などで用いられているセラミック・麦飯石などの鉱物系素材や永久磁石は使用せず、50種類以上の鉱物系・動物系・植物系の素材より抽出した成分を混錬・焼成加工し、粉状体にしたもの（特許出願中=A）が主材料となっている。

ちなみにバイタルアトムシリーズの原型品は、水冷式熱交換器（クーリングタワー）からの雑菌繁殖防止などの目的で使用されていた設備である。

1-2 基礎特性

現在、バイタルアトムシリーズの特徴として確認できているものに、遠赤外線とマイナスイオンがある。バイタルアトムシリーズのピーク波長は遠赤外線域（ $\approx 10\mu\text{m}$ ）であり、育成光線と呼ば



[検査：遠赤外線応用研究会]

測定内容

1. 測定試料：円柱セラミック状
2. 測定温度：25°C
3. 測定機種：JIR-E500
4. 測定条件：

分解能	1/16cm
積算回数	200回
検知器	MCT

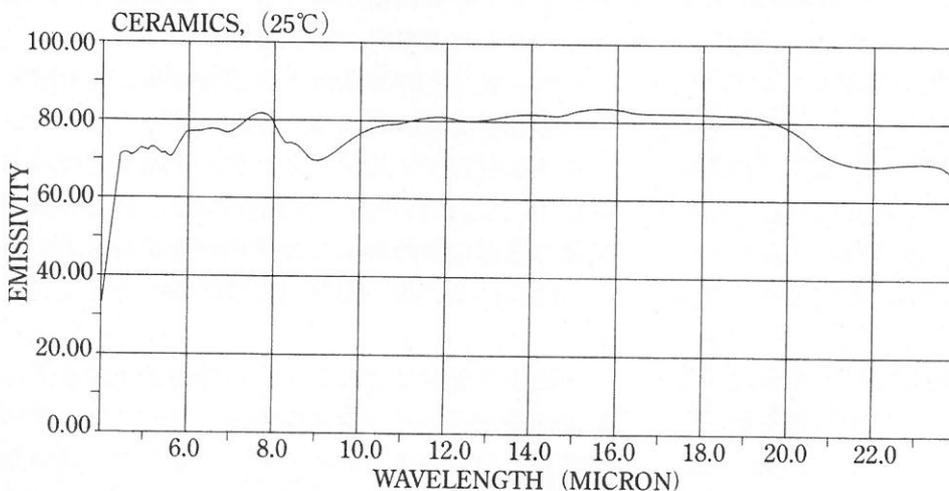
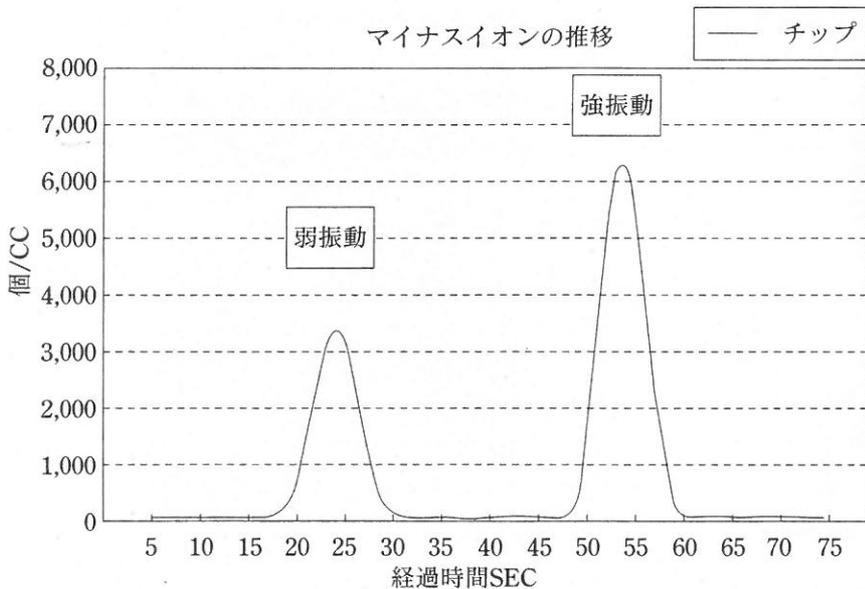


図1 バイタルアトムシリーズ内部材の遠赤外線FTIR測定

注) 山型の2本のグラフは上部が黒体、下部が試料

1本の横線グラフは黒体の放射強度を100とした場合の試料の放射強度の比率



[検査：遠赤外線応用研究会]
 試料 メタル (=外装)
 チップ (=内部材 円柱体)
 測定機器 神戸電波製 ION TES-
 TER KST-900型
 測定環境 天候：晴れ
 室温：20.1℃
 湿度：45%

結果

試料	区分	測定値 (個/cc)
メタル	弱振動	470
	強振動	1,200
チップ	弱振動	3,300
	強振動	6,250

注) 測定時の室内マイナスイオン数平均
43個/cc

図2 バイタルアトムシリーズ外装・内部材のマイナスイオン測定

れる4～14 μ mの波長帯がメインとなっている(図1)。

マイナスイオンについては、現在の段階では測定方法自体が確立されていないため、参考程度で述べるにとどめておくと、主力商品バイタルアトムに使用されている量の1/5の前述の素材(A)を用いて測定した結果が(図2)である。

1-3 ろ過をしない不溶性の内部材

バイタルアトムシリーズは構造上内部材が詰まっている形状ではないため、ろ過の機能は有していない。例えば、製品群の中で主に農業用に使用されている製品にバイタルファルフがあるが、前述の素材(A)をポリプロピレン(PP)材に混合し管材状に成型したものを主材料としており、セラミック材への吸着などによるろ過の能力は全く期待できない。また、浸出試験により内部材などからの溶出は認められていないことから、バイタルアトムシリーズは素材(A)が触媒として水に作用することで、水の変性を変化させると考えられる。しかし、複数のユーザーが実施した官能テストの結果、前述の素材(A)の横に置いた水が変化(擬似的軟水化)していることが報告されているため、触媒作用だけではなく放出波長などの作用も含め複合的な作用が効果の発現に関与していると思われる。

1-4 高い安全性・汎用性

前述のようにバイタルアトムシリーズは、ろ過を行わない設備であるため、水に含まれる残量塩素分が減少しないことも食品製造現場でも高い評価を受けている理由のひとつであろう。

また、バイタルアトムシリーズの処理水は、pHについても原水と比較して若干中性に近づく程度で、酸またはアルカリに大きく変化させたものではないことも大きな特徴である。強酸性電解水のようなpHが低く、なおかつ次亜塩素酸を含んでいる機能水と比較した場合、原材料や施設・設備への攻撃性が低い点や調味の変更作業が最小限に抑えられるという点もメリットとして判断される材料となっている。

さらに、バイタルアトムシリーズは電源が不要であり、配管を切断して機材を接続し通水させるだけで効果を発揮する設備であるため、使用現場を限定せず設置場所を選ばない点もユーザーに喜ばれている点である。

なお、バイタルアトムシリーズは、水処理だけではなく、空気や施設など複合的な観点から商品を充実させる予定であり、近々果実や食品の梱包資材用として素材(A)を紙に配合した「バイタルペーパー」の発売が決定している。

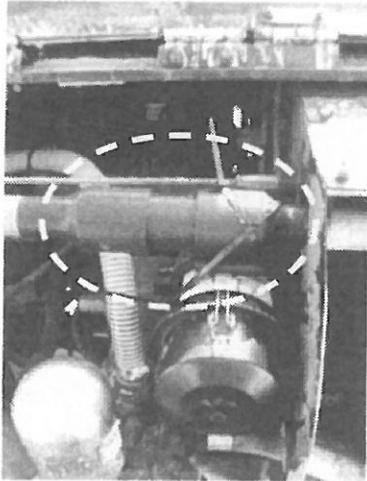


図3 バイタルSS使用の果樹防除器 (点線部がバイタルSS)

らに多くの検証が必要な部分ではある。

2-2-1 薬品類の除菌効率向上効果

一例として、ある菓子製造工場からバイタルアトムによる「干し笹の除菌効率向上効果」の報告を受けている(表2)。

上記工場での試験は、「バイタルアトム処理水と通常水道水を同量用意し(バイタルアトム処理水は現場にて作成)加熱を行った後に同量の殺菌剤を投入。直後に同量の検体(干し笹)を浸漬し、16時間経過後に検体を取り出し細菌検査を実施」という方法で行われた。

表2のとおり、バイタルアトム処理水で浸漬・殺菌した検体では、一般細菌数が300以下、大腸菌群が(-)であったが、通常水道水で浸漬・殺菌した検体については、一般細菌数が190,000、大腸菌群も(+)500検出されている。ブドウ球菌(コアグラージェ)は双方とも(-)であった。

上記のような、「薬品類の除菌効率向上効果」

を工場以外で生かしているユーザーには果樹栽培農家がある。果樹栽培農家では、薬液濃度を薄くした上で(減農薬)、限られた散布回数で果樹の罹病率を下げる目的でバイタルアトムシリーズが使われている(バイタルSS 図3)。

2-2-2 処理水自体の雑菌繁殖抑制効果

この検査の一例として、ある水産加工工場からの、「昆布の付着菌数低減効果」の報告がある(表3)。

この工場では、バイタルアトム処理水に昆布を90秒浸漬させた直後に水切りを行った(殺菌剤不使用)ものと、同工場での通常の昆布の処理方法(殺菌剤使用)を行ったものを3検体ずつ用意し、それぞれを10℃にて10日間保管の後、菌数を測定すると共に外観について判断を実施した。

結果は、Cont(通常の処理方法)では検出された菌数に大きなばらつきが見られ、最も菌数が多い検体では640個の菌が検出されている。しか

表3 昆布の付着菌テスト(保存検査)

検体：昆布

Cont：昆布の通常洗浄殺菌方法(殺菌剤使用)

Test：バイタルアトム処理水に昆布を90秒浸漬させた後水切り

検体群	保存温度	結果(菌数)		
		検体1	検体2	検体3
Cont	10℃	640	30	100
Test	10℃	60	90	90

[検査：ユーザーによる自主検査]

検査方法：細菌学的検査

保存方法：冷蔵庫内10℃にて保存

表1 バイタルアトム処理水の保存試験

検体：バイタルアトム処理水（原水は福島県郡山市の水道水）

結果：

試験実施日	保存温度	一般生菌数	大腸菌群
5月25日 (D-0)	室温	0	陰性
6月1日 (D-1)	室温	0	陰性
6月8日 (D-7)	室温	0	陰性
6月15日 (D-14)	室温	0	陰性
6月22日 (D-21)	室温	0	陰性

[検査：(株)江東微生物研究所]

検査方法：細菌学的検査（食品衛生検査指針準拠）

検査期間：平成13年5月25日から6月22日まで（28日間）

保存方法：常温（室温＝一部昼のみ冷房使用）

容器の状態：無蓋

2. バイタルアトムシリーズの効果

実際に食品製造の現場でバイタルアトムシリーズを使用しているユーザーからは様々な効果の報告を受けている。

バイタルアトムシリーズを使用した際の効果については、食品製造ユーザーからの報告では、大まかに、①処理水の効果持続が長い、②雑菌類の低減、③施設・設備類の洗浄効率の向上、④歩留まり率の向上、などが挙げられる。

2-1 処理水の効果持続が長い

処理水の効果持続を検証するために、バイタル

アトム処理水の保存試験データを取得している（表1）。

検体は、バイタルアトム処理を行った水道水である。検体を容器に入れ、蓋をせずに温度変化のある室内での4週間の保存試験を行った。検体の保存は通常の室内で行われたため、菌類や微生物の死骸などの空中浮遊による落下があると考えられる。

5月24日に採取した検体で、5月25日から7日毎に一般生菌数および大腸菌群についての検査を行ったが、28日経過後の6月22日でも、一般生菌数および大腸菌群はともに検出されていない。

限定された条件下での試験のため、全ての現場に応用できる訳ではないが、このデータを基にバイタルアトムシリーズを導入し、独自のテスト・検証を行った上で業務改善につなげているユーザーも多い。

2-2 雑菌類の低減効果

検証がなされているものとして、「薬品類の除菌効率の向上」と「バイタルアトム処理水自体による雑菌繁殖抑制」の効果が報告されており、「処理水の効果持続時間が長い」という特性との相乗効果により高い効果を実現していると考えられている。

ただし「バイタルアトム処理水自体による雑菌繁殖抑制」の効果は、繁殖抑制効果が現れる菌と繁殖抑制効果が現れない菌が確認されており、さ

表2 干し笹の除菌効率（抜粋）

検体：笹の葉（干し笹）

結果

検体名	一般細菌数 (1g当たり)	大腸菌群	ブドウ球菌 (コアグラゼ)
笹の葉 (未処理水+殺菌剤)	190,000	(+) 500	(-)
笹の葉 (処理水+殺菌剤)	300以下	(-)	(-)

[検査：(株)新潟特殊検査研究所]

検査方法：細菌学的検査（食品衛生検査指針に準ずる）

検査年月日：平成15年11月20日

保存方法：常温（昼間のみ暖房使用）

容器にためた水道水およびバイタルアトム処理水を加熱し、笹を浸漬し16時間経過後に取り出した。

容器の状態：無蓋

表4 生笹の保存性テスト

検体：笹の葉（生笹）
結果

検体名	保存温度	状況（24時間経過時）		状況（48時間経過時）	
		状態	臭気	状態	臭気
生笹浸漬水1 （磁気活水器処理水）	常温 （室温）	白濁	強い臭気の発生あり	濃く白濁	非常に強い
生笹浸漬水2 （バイタルアトム処理水）	常温 （室温）	変化なし	変化なし	若干の白濁	なし

〔検査：ユーザーによる自主検査〕

検査方法：目視・臭気による検査
検査年月日：平成15年7月30日～8月1日
保存方法：常温（室温＝冷暖房なし）
容器の状態：無蓋

し、Test（バイタルアトムによる処理）では、ばらつきはContほどではなく、検出された菌数が最も多い検体でも90個にとどまっている。

同工場からは「昆布の通常の菌数は処理直後でも100個前後はあるのだが、今回測定したものは菌数の増加は見られず、むしろ低下している様子であった。外観も特に変化していない」との談話が出されている。

ただ、他社によればバイタルアトムシリーズ処理水での検体処理直後の菌数はさほど大きく変化せず、ある程度の時間経過の後に対照区との差が顕著になるとの報告がされており、当社では、「バイタルアトム処理水自体による雑菌繁殖抑制」の効果は、除菌効果よりも菌の繁殖を抑制する効果の方が大きいと判断している。このことから、「劇的な除菌方法ではないため耐性菌の発生も遅らせることが可能なのではないか」との見解を出

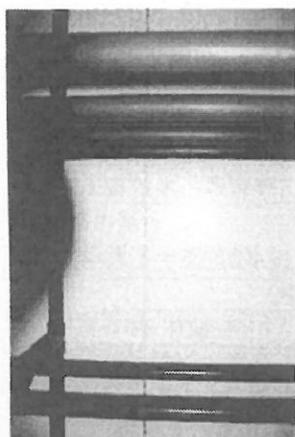
しているユーザーもある。

また、ある笹卸業者からは、笹の葉での雑菌繁殖抑制の検証事例も報告されているが、こちらは磁化水（磁気式活水器設備）との比較である（表4）。

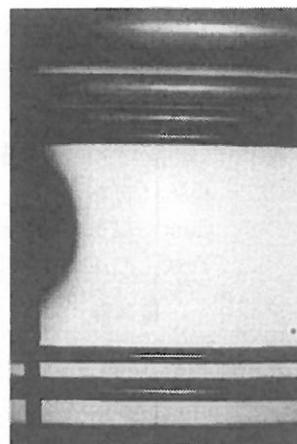
この業者では、バイタルアトム処理水と磁化水をそれぞれ容器に入れて笹の葉（生笹）を浸漬し、上面開放の上、常温で放置したものについての検証を行っているが、目視・臭気で大きな差が出たため、菌数の検査は行っていない。このユーザーは「雑菌繁殖抑制に関しての磁化水との効果の差」を検証したことでバイタルアトムシリーズの特性を高く評価している。

2-2-3 キノコ栽培での障害抑制

また、正確には食品製造とは異なるが、キノコ栽培では加湿水や培地のミキサー工程でバイタルアトム処理水を使用することで、シュードモナス



バイタルアトム使用前の状況



バイタルアトム使用開始3カ月の状況

図4 バイタルアトム使用による壁面のカビの変化

属やクラドボトリウムなどに起因する感染症を収束に向かわせる効果が報告され、多くの施設で検証しているため（遠赤外線波長によるキノコの菌糸活性との相乗効果と思われる）、産地強化の一環として、JA（農協）主催によるバイタルアトムシリーズ導入先見学会が行われている地域もある。

2-3 施設・設備類の洗浄効率の向上

この効果について、ユーザーからは壁面や床面に付着した汚れの剥離（図4）、配水管詰まりの低減や清掃時間の短縮、脱水槽裏側の汚れ剥離などの報告を受けている。このような作用はバイタルアトムシリーズ処理水の界面活性効果が向上していると考えられるのだが、現時点では、原理については検証できていないのが現状である。

ただし、上記効果のマイナス面の作用と思われる報告もあるので注意が必要である。

ある食肉加工工場から「一度消えかけた床の黒ずみ（クロカビ）が増えて困っている」との報告を受けたことがある。この現象は、床面（コンクリート）の毛管空隙深部に付着していたことで発芽・増殖できずにいた菌類に、バイタルアトムシリーズ使用により水分が供給されるようになった、または、毛管空隙深部より剥離された菌類が床面表面に移動したことに起因することにより発生したのではないかと考えられる。

前述のように、バイタルアトムシリーズは「処理直後の菌数は大きく変化しないが時間経過と共に徐々に菌数が減少していく」という効果特性を持つため、菌類の増加に菌類繁殖を抑制する効果が追いつかず一時的なクロカビの増殖という現象が現れたのではないかと推測される。

ただし、同工場では床面や製造設備の洗浄を徹底した結果、クロカビの増殖は短期間で収まっている。

2-4 歩留まり率の向上

この効果については、事象として、①ドリップの低減、②抽出力の向上、の報告がある。

2-4-1 ドリップの低減

ドリップの低減については、漬物製造工場を中

心に報告を受けているが、ある漬物工場からは、バイタルアトムシリーズ導入後、材料の脱塩時間が今までの2/3に短縮できており、ドリップの低減により歩留まりが20%近く向上しているとの報告を受けている。

2-4-2 抽出力の向上

抽出力向上効果に関しては、食品製造業だけではなく飲食業からも多くの報告があるが、ある香辛料製品製造工場から「ワサビ成分の抽出効率が100%近く向上しており、この効果を新製品の開発に応用している」との報告を受けている。

3. 食品製造以外での導入例

3-1 農林業

先に述べたように、バイタルアトムシリーズの導入先は、現在、農林業分野ユーザーのボリュームが最も大きい。

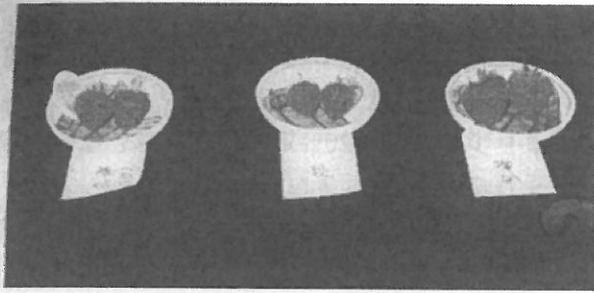
理由としては、植物体への効果は短期間で検証が容易なことや、水耕栽培など水質の影響を受けやすい栽培方法の普及、また、農産物の生産履歴開示が求められるようになり、農業生産者の商品安全性に対する意識が向上したなどが考えられる。

3-1-1 キノコ栽培

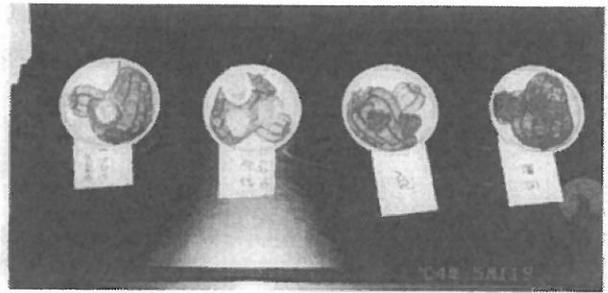
特にキノコ栽培は施設栽培のため閉鎖的な環境であり、雑菌・バクテリア障害の収束状況などについて客観的な評価を下しやすい点が一部地域でのバイタルアトムシリーズの爆発的な普及を後押ししたものである。前述のJA主催によるバイタルアトム導入先進地域見学会の実施など、一部地域において既に評価が定着している感がある。

3-1-2 キノコ以外の農林業

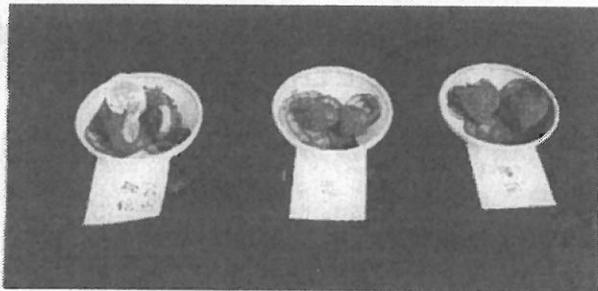
キノコ以外の農業分野においては、特にハウス栽培（花卉・野菜など）農家での使用が多いが、導入件数が多いため数多くの検証がなされ、報告されている。その一例として、バイタルアトムシリーズで処理した水を栽培に使用することで「バラの花が3カ月以上持つ」「葉ダニが広がりにくい」「糖度が上がりやすい」「作物が病気に強い」などの報告を受けている。その中で、特に近年流



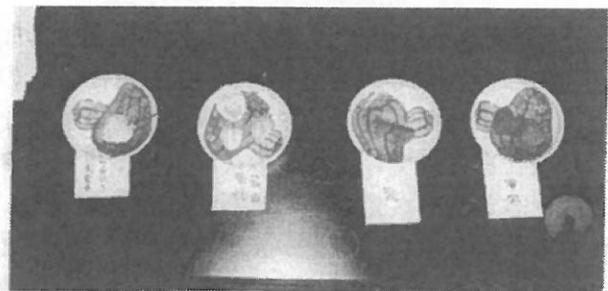
①



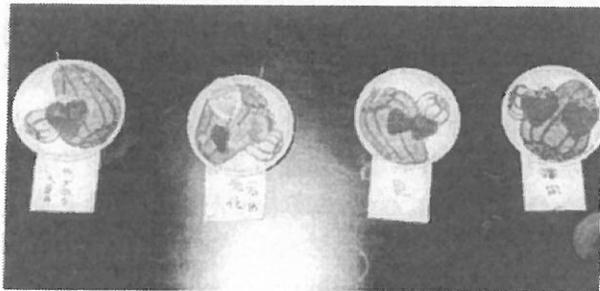
④



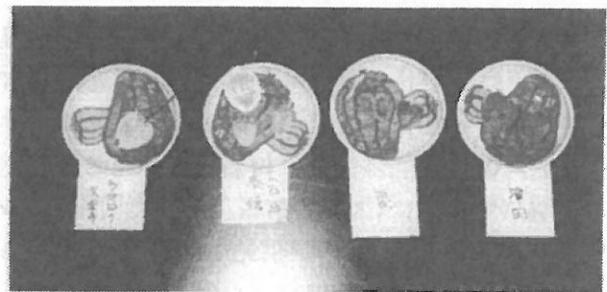
②



⑤



③



⑥

[検査：マジカルエースによる自主検査]

検体：イチゴ（全て越後姫）

生産者から検体提供のバイタルアトム処理水による水耕栽培でのハウス栽培が2生産者分
小売店にて購入したバイタルアトム未処理水による水耕栽培でのハウス栽培が2生産者分（うち1生産者分は途中追加）

結果

① 5月2日

検査開始

（左：未処理水 中：バイタルアトム使用 右：バイタルアトム使用）

② 5月8日

左のイチゴ（未処理水）にカビ（白カビ）が確認される（発生日不明）

バイタルアトム使用のイチゴ（中・右）は変化なし

③ 5月9日

試料追加

（左：未処理水＝途中追加 中左：未処理水 中右：バイタルアトム使用 右：バイタルアトム使用）

バイタルアトム使用のイチゴ（中右・右）は変化なし

④ 5月11日

9日に追加したイチゴ（未処理水）にカビ（白カビ）の発生確認

バイタルアトム使用のイチゴ（中右・右）は変化なし

⑤ 5月13日

バイタルアトム使用のイチゴ（中右・右）は変化なし

⑥ 5月15日

バイタルアトム使用のイチゴ（中右・右）にカビ発生。しかし、他のイチゴと違いアオカビが発生した。

検査方法：目視による検査

検査年月日：平成15年5月2日～5月15日

保存方法：常温（室温＝冷暖房なし）

容器の状態：無蓋

図5 バイタルアトム処理水で栽培したイチゴの保存性検査

行しているイチゴの高設水耕栽培では非常に大きな効果の報告を受けており（図5）、現在ブランド化の動きも現れている。

最近でも、一部JAからの果樹生産者への合同説明会開催の要請など、バイタルアトムシリーズの農業分野での評価は全体的に定着しつつあるようである。

3-2 温泉旅館・ホテル

他には温泉旅館・ホテルでの導入も近年増加している。この業界は数年前のレジオネラ属菌による死者の多発以来、安全性を見直す動きが活発になっている。そのため、前項での「薬品類の除菌効率を向上させる効果」に着目し、殺菌剤投入量を増やさずに雑菌に関する安全性を向上させる目的での導入が増えている。また、遠赤外線によると思われる「入浴後湯冷めしにくい」という効果も体感しやすいため、併せて温泉旅館・ホテルでは高い評価を得ている。

3-3 多様な現場に対応

このような様々な業種からの評価の根底には、バイタルアトムシリーズは（当たり前の様だが）効果がきちんと現れることのほかに、安全性や効果の安定性、汎用性が高いことで、設置・使用場所を選ばない点など複合的な要素があると思われる。

おわりに

食品製造業でも、近年は製造コストの上昇とは裏腹に、販売価格は昔とさほど変化しておらず、実質は利益率が低下しているところも多く見受けられる。

中でも同業他社との差別化が困難で独自のカラーを出しにくい業種では価格競争が進み、利益をあげることすら困難になっているところすらある。

先に述べたように、pH調整水やオゾン水などの認知が進んだもの以外の機能水（「活性水」など）は、原理の根拠に仮説が多いことや実証データが少ないことなどで食品製造業では敬遠される傾向が多少ならずともあることは非常に残念である。

われわれとしても、できうる限りのデータは公表したいが、多くはデータがユーザーから開示されないため公表できるものは限られている。当社に開示されない部分のデータ・検証例が、ユーザーでは同業他社との大きなアドバンテージとなっているのである。

また、「新技術および業務のノウハウは自社が構築するもの」という基本を忘れている業者も多いのではないかとも思う。自社で投資し検証したのだからこそ他社との差別化が可能であり、大きなメリットを得られるのである。

農業分野では、バイタルアトムシリーズを導入することで農薬の使用量を削減し、他の農家や産地と差別化を図り販売につなげている農業生産者・産地が増えている。このことは比較的簡単に検証できるはずである。

実のところ、食品製造業でもバイタルアトムシリーズをはじめとした、「活性水」を業務に使用することで、コスト削減や商品力強化を実現し、収益の向上につなげている業者も最近増える傾向にある。

しかし、バイタルアトムシリーズユーザーも含めた、活性水を使用することでメリットを得ている業者では、活性水使用による差別化やコスト削減効果が同業他社との大きなアドバンテージとなり得るためか、活性水の効果を独自のノウハウとしてしまい、表に出すことを嫌うことが多い。そのため、食品製造業界内では農林業ほど「活性水」に関する様々な情報が広まらないのではないだろうか。

実際、活水器市場は玉石混合の状態であり、カタログを見ただけで設備の優劣を判断することは非常に困難ではある。しかし、今は機能水として一般的に認知されている強酸性電解水も当初は殺菌の原理がはっきりしておらず、「不思議な水・魔法の水」としてブームになっていたことは記憶に新しい。

バイタルアトムシリーズを含めた、新しい「活性水」を使用することにより得られるであろう効果で、業務が改善される施設も多いことと思う。

これからは、様々な活性水にもっと積極的に関わってみてはどうだろうか。