

スマートフレッシュ™ の紹介 (開発の経緯と海外での使用を中心にして)

ロームアンドハース(株) アグロフレッシュ部門 Tarang Srivastaba
ビジネスマネージャー, インド, 日本, ASEAN担当
榊原啓高 技術担当

日本への上市にあたって

1-メチルシクロプロペンくん蒸剤(商品名「スマートフレッシュくん蒸剤」)は昨年11月に日本で登録されました。日本でのこれまでの公的な試験研究に加え、登録の後に、おもなリング産地で実証的な現地試験も開始され、期待された高い品質保持効果が現場でも確認されつつあります。本年度は現地試験をさらにすすめるとともに、実際の使用も計画しています。

アグロフレッシュ社の基本的な普及方針は、各産地での現地試験の実施とその結果を研究者、顧客と共有し、スマートフレッシュ使用のメリットを最大限に高めるために使用上の様々な条件を確認しながら進めていきます。

この機会に、スマートフレッシュ™ 技術の開発と実用化への経過、世界市場での10年の使用実績からの使用者の成功事例、農場から消費者に至るサプライチェーンを通したメリットなどを紹介します。

エチレン制御に関する研究

2009年11月、コーネル大学のクリス・ワトキンス教授はニュージーランドで開催されたポストハーベスト太平洋会議で、世界のリング産業へのスマートフレッシュ技術の普及は、その劇的な効果のために、それ以前のいかなる技術よりも急速に受け入れられたと紹介しました。

ワトキンス博士は、その約1年半前にカリフォルニア大学のミカエル・レイド博士および貯蔵研究機関のジョージ・スタビー博士によって発表された共著「1-メチルシクロプロペン(1-MCP)の小史」で指摘されたポイント、すなわち「1-MCPの発見と実用化の簡潔な歴史は、この化合物の重要な生物学的効果と実用的なメリットを証明するものです」と述べています。

1-MCPの開発物語は、CA貯蔵の歴史のなかで、低い酸素濃度と高い二酸化炭素濃度の作用、すなわち、リングの長期保存における呼吸抑制の効果の最初の発見(1927-34年)と、続いてエチレンの生成とその作用の抑制効果の証明(1962年)に始まります。これを機に、研究者は、花卉栽培でのエチレンによる劣化防止のため、エチレンの生成とその結合部位に注目していきました。

1973年ノースカロライナ州立大学・有機化学者エドワード・シスラー博士はエチレン結合部位に関する研究を開始しました。1-MCP発見への突破口は、エチレン受容体タンパクを特定するための努力の結果でした。1-MCPはエチレンの作用を極めて効果的に阻害する合成ガス中の1成分として分離されました。

スマートフレッシュ すなわち1-MCPは、簡単な小さな炭化水素化合物で果実のエチレン受

容体へ結合することにより効果を発揮しますが、その後は果実により代謝され水と二酸化炭素へ分解していきます。

1-MCP物語で第2に特筆すべきは、この技術の販売、貯蔵、輸送に有効的に実用化するためにサイクロデキストリンを使用したカプセル化による粉末製剤の研究でした。この発明者はジム・ダレイ（Floralife社）でした。

1999年、ローム&ハース社はこの特許技術を取得し、スマートフレッシュTM技術として果物や野菜へ実用化するためにアグロフレッシュ社を設立しました。

安全で有効な技術

スマートフレッシュは現在40ヶ国で登録されています。

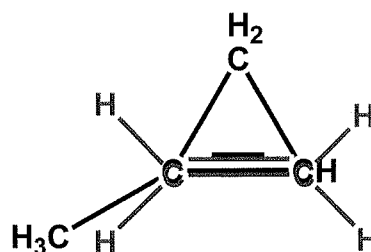
一般的にある国で登録申請をする場合、物理化学性、毒性、残留性、環境影響や消長、効果などの試験成績が要求され、それにもとづいてリスク評価がされます。

スマートフレッシュの登録は果実と野菜で幅広く取得されていますが、世界的にはリンゴでもっとも広く使用されており、その他に梨、キウイ、柿、プラム、アボカド、トマト、メロン、ブロッコリーなどにも使用されています。

スマートフレッシュの最初の販売は、安全性や効果の審査がされ登録された後、2002年、米国、チリ、アルゼンチンにおいてでした。

米国においては、スマートフレッシュは「低リスクカテゴリー」分類により米国環境保護庁（EPA）の承認を得ました。それは天然物と極めて類似しており、無視しうる低い処理薬量と作用機作から想定される毒性がないとの判断によるものでした。レイド博士とスタビー博士は、彼らの「1-MCP小史」の中で、1-MCPはエチ

レンとの構造の類似性により、天然物又は安全な化合物として分類されたと述べています。1-MCPは、図に示すように、エチレンと同様に、炭素と水素だけからなる化合物です。（エチレンは世界で、また日本においてもバナナやその他果物の成熟を抑制する目的で使用されています。）



エチレン(グレー色)と1-MCP(黒色)の構造
EPAでの残留農薬基準の設定

ある農薬を農作物に登録・使用するためには、EPAによる残留基準値の設定が必要です。それは農作物に許容される最大限の残留量で、もしある作物で超過していることがわかれば、その流通は政府により制限されます。

EPAはその設定にあたって、その農薬の使用が有害でないことの科学的な確実性をもとに確認する必要があります。そのために以下に事項について審査されます。

- * 農薬とその代謝分解物の安全性
- * 使用される農薬の量と回数
- * 作物が流通し、調理されたときの残留量

EPAは国内で生産される作物および輸入される作物もふくめて、残留農薬基準値を設定します。

しかし農薬によってはその基準の設定が除外されます。EPAが除外しても安全と認めた場合には除外措置をとります。従って設定するのと同様な審査を実施します。そのために残留分

析法も要求され、当局はいかなる使用での残留も安全性が担保される水準以下であることを確認しなければなりません。

EPAは以上の審査の結果、2002年、1-MCPの残留農業基準値設定の除外を決定しました。これにより、1-MCPをエチレンの作用を阻害する目的で生育調整剤として、果実や野菜にボストハーベスト使用する場合に基準値の設定は不要となりました。

ヨーロッパにおいては、スマートフレッシュはEU指令91/414、アネックス1に登録されています。人や環境にたいする審査が終了して承認されているからです。25加盟国によるピアレビューと環境食品安全局(EFSA)による専門家評価に基づいて、2006年に承認が得られました。

指令91/414、アネックス1登録への審査にあたり、製造会社は原体と製剤に関する資料を提出します。提出資料は物理化学的な特性、環境および作物での残留分析方法、ヒト（仕事従事者や消費者）や非標的生物への影響など多岐にわたります。そして各々試験はGLPによって実施される必要があります。アグロフレッシュ社のスマートフレッシュに関する試験成績は評価担当国である英国と主に毒性を担当したフランスによって共同で評価されました。この評価書はEU25加盟国とEFSAによってさらにピアレビューされました。審査・投票の結果、指令91/414、アネックス1への掲載が2006年2月14日付でCommission Directive 2006/19/ECに報告されました。

アネックス1掲載に続いて、欧州化学品局(ECB)は1-MCPの安全性および環境に関する分類とその表示義務からの除外を決定しました。この決定は、Directive 67/548/EECによる危険物の分類と表示義務において、1-MCPの提

出資料からはヒトへの特別な影響、環境への影響が認められないとの評価によるものでした。またDirective 2007/27/ECにより、すべての適用作物において1-MCPの残留農業基準値を検出限界以下の0.01mg/kgと決定しました。実際には、最も進んだ分析機器を使用しても、果実の残留は確認できませんでした。

登録審査と同時に80以上にものぼる国際的な研究レポートと第三者での評価により、スマートフレッシュは仕事従事者、消費者、環境に対する安全性が確認されています。

スマートフレッシュの日本における登録については、広範な試験成績の資料が審査され、昨年11月にリンゴ、梨、柿への適用が登録されました。

園芸産業における画期的なメリット

スマートフレッシュのメリットは農家、集荷業者、流通業者、小売店、消費者など多岐にわたります。

- 1) 貯蔵期間の延長(既存の冷蔵システムを補完)
- 2) 貯蔵障害の抑制(貯蔵ヤケ、油上がり)
- 3) 流通・出荷戦略の柔軟性
- 4) 流通中での腐敗ロスの低減
- 5) 小売り店、家庭での日持ちの向上(冷蔵出庫後の品質の維持)
- 6) 消費者へ高品質の果物を提供(過熟を抑制して収穫時の品質を維持)

リンゴやその他果物を栽培している農家は農産物の出荷品質を数ヶ月以上は維持したいと絶えず求めていました。冷蔵システムの進化、すなわち普通貯蔵とCA貯蔵がシーズンを過ぎての消費者のリンゴへの需要を満たすのに貢献してきました。

スマートフレッシュ技術、すなわちエチレン

の生成阻止により、消費者はよりおいしいリングを、一方流通では腐敗ロスの削減を可能にしました。サクサクしてみずみずしくおいしいリングの供給が可能になりました。スマートフレッシュはクリーンで有害性がなく、また環境に優しく、極めて残留が低いという点において、園芸産業の21世紀の画期的技術として、その貢献にたいして世界の産業界から称賛をうけています。

海外での事例の紹介

スマートフレッシュを使用することによって、生産農家は市場ならびに価格要因に基づいて戦略的な販売決定が可能になり、農家自身もそのフレキシビリティを認めています。貯蔵期間に関係なく、リングの品質、硬度、食感を良好に維持できます。

オーストラリアは日本と同様に、リング産業は主に国内向けであり、輸入リングの圧力はありません。国内で生産されるおもな品種、ガラ、ゴールデン・デリシャス、ジョナゴールド、レッド・デリシャス、グラニースミス、フジ、ピンクレディー、サンドナー等に広く使用されています。

ビクトリア州南部のBONVIEW果樹園のジェームス・ライアン氏は、スマートフレッシュがシーズン末期に収穫されるリングの鮮度と硬度を維持し、特にフジ、ピンクレディー、グラニースミスの販売期間を拡大メリットを享受しています。これは早生品種ほど市場へのアクセスが容易だからです。オーストラリアや他の国では日本と違って、リングは常に完熟して収穫されるとは限りません。遅く収穫することは国によって意味合いがこととなります。

スマートフレッシュ技術の使用により、

ニュー・サウスウェールズ州のバトローリング協同組合は新しいブランド「スパークリスプ」を開発してプレミアム価格を設定できました。消費者はそのサクサク感を気に入っています。「スパークリスプ」ブランドは個々の品種を超越しており、最適な熟度、サクサク感、パリとした食感により与えられます。これらのリングはシドニー市場を通して販売され、リング個々に「スパークリスプ」のピンク色のラベルが貼ってあります。「スパークリスプ」は同じ品種に対して小売価格で約12%以上のプレミアム価格が付いています。これらはリング組合が自主的に取り組んだプロジェクトでアグロフレッシュ社は直接には関与していません。

南オーストラリア州の栽培生産者ミカエル・ニコル氏は、収穫後2、3日以内に出荷されるもの以外はすべてスマートフレッシュを使用していると述べています。

ビクトリア州ヤナ・バレーのH.&L.M. サンダーズ社は「スマートフレッシュは、豊作の時にはリングの品質をより保持して、販売可能期間を拡大することが可能であるし、一方不作時には果物の品質を維持することが可能です」と述べています。2009年はビクトリア州では猛暑でリングは熱波を受けましたが、スマートフレッシュの使用により果実の呼吸を抑さえ品質の維持をすることができたとコメントしています。

スマートフレッシュはジューシーさ、パリッとした食感、硬さを保持することにより優れた食感を与えることが認められています。欧州や米国など8ヶ国での過去6年にわたる多くの消費者モニターテストによって消費者はスマートフレッシュ処理されたリングをより好むことが示されています。これらの市場調査はA. C. Nielsen社やSynovate社などの調査機

関によってされました。欧州ではフランス、ドイツ、オランダ、イタリア、ポーランド、イギリス、スウェーデン、デンマークで実施されました。その調査方法は、消費者がリンゴのパリッとした感じ、酸味、甘さ、ジューシーさ、もう一度買いたいか等を、スマートフレッシュ処理した果物を無処理と比較して回答するものです。

東南アジア諸国においても、生産農家はスマートフレッシュで得られる付加価値を認めています。

韓国においては、Gyungbuk地方のリンゴ出荷業者ヨンジェ・ハン社は「もし鮮度が維持できれば、収入もそれにつれて増えます。スマートフレッシュ無処理のリンゴに比べて15kg詰め1箱当たり5,000韓国ウォン以上高い価格をつけました。10～15%のプレミアム価格になります。高い価格設定、顧客の好み、販売時期のフレキシビリティの観点から、スマートフレッシュは今やなくてはならない技術です」と述べています。

世界的に品種「フジ」をスマートフレッシュを使用して貯蔵管理することがされています。ニュージーランドでは通常4月に収穫されます。普通冷蔵で長期保存の後に在庫して、店先、家庭の室温下で保管された場合、スマートフレッシュ処理した果実は無処理に比較して、硬度が7日間長く維持されることが確認されています。

米国におけるスマートフレッシュの紹介

米国では多くの品種が栽培されています、たとえばワシントン州では、ガラを始めとして9つの主要な品種があります。また北東部の州では、12の品種が栽培されています。

多くの研究者がスマートフレッシュによるリンゴの品質維持と農家の収入増加を支持してい

るように、スマートフレッシュは主にリンゴの分野で大きな貢献をしています。

2000年代にかけての10年間、米国におけるリンゴの消費は下降傾向でした。たとえばワシントン栽培生産者Clearinghouseの統計では1993年から2003年の間にレッド・デリシャス品種の売上高が40%下落したことを示していますが、ワシントン州立大学ジーン・カッフアマン博士はこの減少をリンゴの品質低下によると説明しています。

2001年カッフアマン博士は、リンゴの市場における硬度と品質の関連性を分析する消費者調査を実施しました。リンゴがある程度の堅さに達していないと、消費者はデンプン、糖質、酸度などのその他の特性を考慮しないとの結果を得ました。博士は同時に2002年と2007年にスーパーマーケットでのリンゴ品質調査をし、2007年に硬度が改善されていたこと、特にシーズンの終わり、CA貯蔵の後半に改善されていることを見出しました。これは米国、カナダの研究者が参加してワシントン州のリンゴを購入し、品質（硬度、糖度）、外観、店での温度管理、価格等の調査結果によるものです。

米国農務省のデータは2002年から2008年までのリンゴの青果市場への出荷数量は総生産量対比で8%の増加を示しています。特にガラでは約6倍増加しています。

カッフアマン博士は、この増加傾向をその間はCA貯蔵などでの画期的な技術革新はなく、スマートフレッシュの普及によるのではないかと分析しています。

「1ポンドの硬度増加でも意味があります。果物の品質が改善されたのを見るのは非常にエキサイティングです。2002年と2007年の品質の大幅な違いは主にスマートフレッシュを使用し

たか否かによるものです」と述べています

アグロフレッシュ社は、米国では市場の約60%のリンゴがスマートフレッシュを使用していると推定しています。

英国の事例

雑誌「Fruit Grower」の最近号で、ノーマン・コレッツ果物販売グループの技術部長、ニーゲル・ジェンナー氏は過去2年間で市場における品種「コックス」の食味品質がスマートフレッシュにより大幅な改善されたと指摘しています。

「コックスの食味品質と棚持ちはこれまでで最高でした。なぜ急激な変化が？ それは単純に、当社の栽培生産者（他社も）は、11月初旬以降も貯蔵されるすべてのコックスにスマートフレッシュを処理したからです。」

販売会社と小売店でのロス削減

スマートフレッシュは生産者、出荷業者、冷蔵業者に果物の品質維持のための柔軟な在庫管理を提供する一方、卸と小売りなどの下流サプライチェーンでのロスの削減にも貢献します。これらは2006年の3ヶ月以上に及ぶA.C.ニールセン社の小売店追跡調査に示されています。これはオランダで実施されましたが、スマート

フレッシュ処理したリンゴ品種「エルスター」の小売り12店では、同一果樹園の通常品を販売している別の12店よりロスが25%少なかったと報告しています。

これは小売店の棚および家庭でリンゴの鮮度と硬度が数日間改善されたことによります。品種にもよりますが、平均して7日～14日間です。販売会社と小売店にとって、より優れた品質の果物の提供は顧客のロイヤルティと反復購入に繋がります。

日本におけるスマートフレッシュ

スマートフレッシュを日本に導入するに当たり、国内市場ならびに輸出向け市場にスマートフレッシュのメリットを提供するために、アグロフレッシュ社は三井物産株式会社とともに行政当局、研究者、リンゴ生産農家、JA、市場、卸売りと緊密に連絡をとり普及作業を進めてまいります。

スマートフレッシュはアグロフレッシュ Inc 所有商標です。

¹ Brief History of 1-Methylcyclopropene, HortScience Vol. 43 (1) February 2008

スマートフレッシュの世界での登録状況

国名	登録年次	国名	登録年次
アルゼンチン	2002	イタリア	2006
チリ	2002	ケニア	2006
米国	2002	ドイツ	2007
メキシコ	2002	アイルランド	2007
南アフリカ	2002	スペイン	2007
ブラジル	2003	スロベニア	2007
コスタリカ	2003	デンマーク	2008
イスラエル	2003	ハンガリー	2008
ニュージーランド	2003	モルダビア	2008
英国	2003	ポーランド	2008
オーストラリア	2004	ポルトガル	2009
オーストリア	2004	ウクライナ	2009
カナダ	2004	ギリシャ	2009
中国	2004	ロシア	2009
グアテマラ	2004	フランス	2009
ホンジュラス	2004	日本	2010
ニカラグア	2004	チェコスロバキア	2011
オランダ	2004	セルビア	2011
スイス	2005	スロバキア	2011
トルコ	2005		
韓国	2005		
ベルギー	2005		

新版

日本原色 雑草図鑑

雑草の全体的な感じは写真で、識別のポイントとなる細部は細密図で、という最もわかりやすい図鑑の基本形を作り出した初の図鑑。主要種はステージを追った写真を、類似雑草は区別点がわかるような写真を掲載。すべての種的生活型を記号で示す。560余種。写真1,020点。

沼田真・吉沢長人／編集 B5判 414頁 定価10,290円(本体9,800円)

全国農村教育協会 〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
TEL.03-3839-9160 FAX.03-3833-1665
<http://www.zennokyo.co.jp>