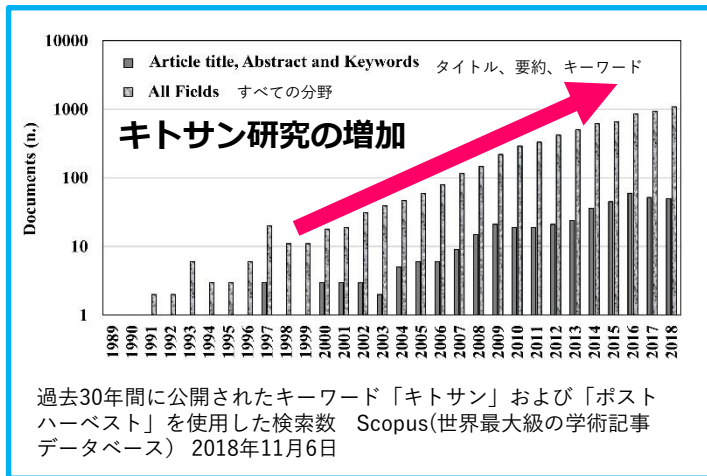
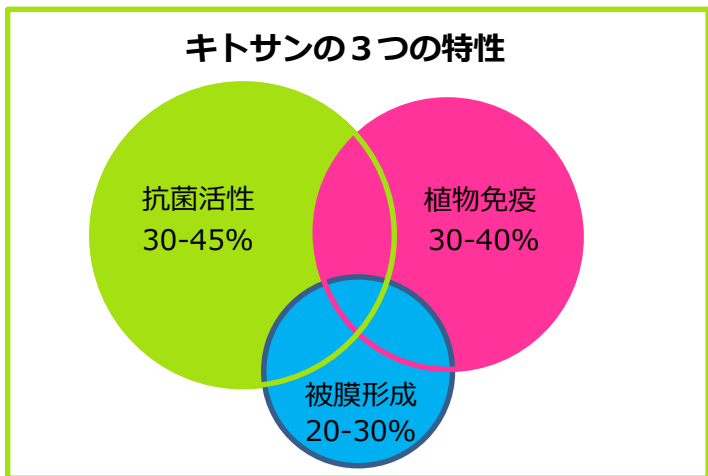


# キトサンの収穫後の腐敗制御 3つの特性

**Chitosan, a Biopolymer With Triple Action on Postharvest Decay of Fruit and Vegetables: Eliciting, Antimicrobial and Film-Forming Properties**  
 Gianfranco Romanzzi, Erica Feliziani and Dharini Sivakumar Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences, Marche Polytechnic University, Ancona, Italy,  
 2 Department of Crop Sciences, Postharvest Technology Group, Tshwane University of Technology, Pretoria, South Africa



キトサンは、カニの殻から得られる天然の生体高分子で、生体適合性、生分解性、生物活性で知られています。毒性が低いため、有機農業と総合的病害虫管理 (IPM) の両方で、天然由来物質 (basic substance) として **EUで承認された最初の植物保護剤** です (Reg. EU 2014/563)。

近年、この分野の基礎研究および応用研究は急速に進展し、キトサンの研究論文は増加しており、その膨大な研究の中でも注目すべきは、過去5年間の調査 (2013~2018年) に基づいた研究です。それがキトサンの3つの特性：①植物免疫の誘導、②抗菌活性、③表面の被膜形成です。

植物に施用すると、キトサンは3つの特性を示します。**①植物免疫の誘導、②抗菌活性、③表面の被膜形成。**キトサンの免疫活性は1990年代から研究されており、イチゴ、その他のベリー類、柑橘類、ブドウなど、さまざまな果物の防御メカニズム (キチナーゼ、 $\beta$ -1,3グルカナーゼ、フェニルアラニンアンモニアリアーゼなど) に関連する酵素活性の観察から始まりました。その後、さまざまな植物病原体に対するキトサンの抗菌活性は、多くの生体内、生体外の研究を通じて確認されています。

## 収穫後の腐敗を抑制する抗菌活性

キトサンの抗菌活性は施用される濃度に依存します。新鮮な果物の収穫後腐敗の制御において、抗菌活性は果物の抗真菌バリアが真菌胞子の発芽を阻害し、すでに感染した腐敗菌の割合を低下させるためです。潜伏期かつ活動期において、収穫後の果物や野菜の腐敗を大幅に制御するためのキトサンの標準散布率は1%と考えられます。例外として、アオカビに対しては、更に濃度を高める必要がある場合があります。

文献データに基づくと、新鮮な果物の収穫後の腐敗制御におけるキトサン活性の有効性に関して、植物免疫の誘導は30~40%、抗菌活性は35~45%、そして被膜形成は20~30%という結論となりました。キトサンは植物の表面に浸漬や噴霧で施用されると、被膜を形成します。キトサンは単独で使用するだけでなく、その他多くの合成殺菌剤と一緒に施用することでも、免疫誘導、抗菌作用、および皮膜形成の特性を活性化し、添加剤として時には相乗的、相互作用を高めることができます。

## 収穫後の熟成を遅らせる被膜形成

キトサンの成膜特性は、浸漬や噴霧によって植物の表面に施用されると被膜が形成されます。**被膜はガス交換による呼吸を減少させ、果実の熟成を遅らせます。**注目すべきは、熟していない果実は収穫後の腐敗に対する感受性が低いことです。

キトサンとキチンは、天然に存在する高分子です。生体適合性と生体安全性の上でも、その用途は、美容、食品、バイオテクノロジー、薬理学、医学、農業などの多くの産業で広まっています。特にキトサンは天然の殺菌剤および植物防御強化剤として植物保護における関心が高まっており、世界中で果物や野菜の保存を延長するため多くの研究が行われてきました。

キトサン施用の有効性は、3つの作用メカニズムの統合から生まれます。果物や野菜に合成農薬の残留物を含まないようにという消費者の要求が増えており、許可された有効成分と最大残留物制限に関しては、行政機関により規制されています。また、大規模な店舗は、法的な規制よりさらに低減するために互いに競合しています (Romanazzi et al., 2016b)。これらの傾向は、合成殺菌剤の代替品の施用の概念をより一般的なものにし、すでに医療でも使用されているキトサンは特に歓迎されています。

2017年にキトサンの有効性とその作用メカニズムに関する包括的なレビュー「Chitosan in the Preservation of Agricultural Commodities 1st Edition」 (Romanazzi et al., 2017) が最近発表されました。

キトサンによる収穫後カンキツのアオカビ抑制については：ランドグリーンPRO 0.1%濃度 (30倍希釈) で浸漬、乾燥。



# キトサンのキサントモナス病原菌 に対するバイオフィーム破壊

Action of Chitosan Against Xanthomonas Pathogenic Bacteria Isolated from Euphorbia pulcherrima  
Institute of Biotechnology, Zhejiang University

分子量の異なる2種類のキトサンの抗菌作用とメカニズムは、ポインセチアから取り出した12種の Xanthomonas (キサントモナス) 株に対して調査された。結果は2種類のキトサンがOD (Optical Density、光学密度、光学濃度) に基き、細菌の成長を著しく阻害。透過電子顕微鏡観察により、キトサンがプロトプラスト (細胞壁を取り除いた細胞) 濃度と表面形態の変化を引き起こし、一部の細胞では、メンブレン (細胞膜) と細胞壁がひどく歪み、破壊されていた。2種類のキトサンがバイオフィーム\* (菌の膜) の塊を取り除いたことが確認された。この研究でバイオフィームと細胞膜がキトサンの抗菌のメカニズムに重要な役割を果たしていることが明らかになった。

\*バイオフィーム (Biofilm) : 菌膜 (きんまく) とは、微生物により形成される構造体。

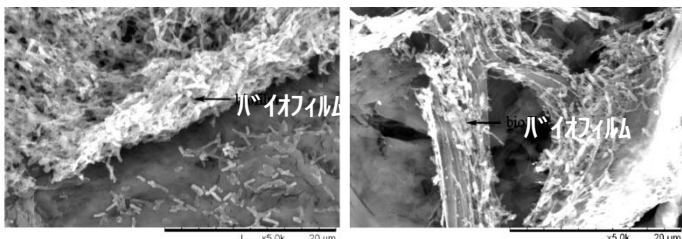
▶この研究に使用されたキトサンAの分子量が約1,129 kDaであったのに対し、キトサンBは約607 kDaでした。キトサンAおよびBの DDは85%以上であることが指示されています。

## キトサンによるバイオフィームの破壊

キトサンのアミノ基 (NH<sub>3</sub><sup>+</sup>) のプラスイオンが微生物表面のマイナス電荷された表面に作用し、バイオフィームに損傷を与え、最終的には微生物に致命的な障害を与えることになった。細菌のバイオフィームは、環境ストレスに対応するために非常に重要な役割を果たしており、バイオフィームの保護がなくなると、細菌の細胞はより低濃度の農薬によって殺菌されやすくなる。

対象区

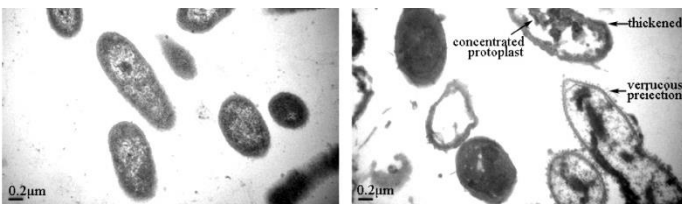
キトサン区



0.10mg/mL (100ppm) の濃度の2種類のキトサンは、キサントモナス菌12株を24時間培養した後、バイオフィームの組織を減少させた。キトサンAの減少率は7.31~32.96%、キトサンBでは9.49~42.52%であった。

対象区

キトサン区



キトサンによりキサントモナス菌の細胞は破壊され、細胞の表面形態に変化が見える。中には細胞膜の浸透性が高まることで細胞内成分の漏出が起こり、逆に浸透性が下がって細胞内外の物質の相互交換を妨げた。

## キサントモナス属細菌由来の病害

モモせん孔細菌病、カンキツかいよう病、ブドウ斑点細菌病、マンゴーかいよう病、キャベツ黒腐病、ブロッコリー黒腐病、ダイコン黒腐病などアブラナ科の黒腐病、イネ白葉枯病、ハクサイ黒腐病、ニンジン斑点細菌病、ダイズ葉焼病など

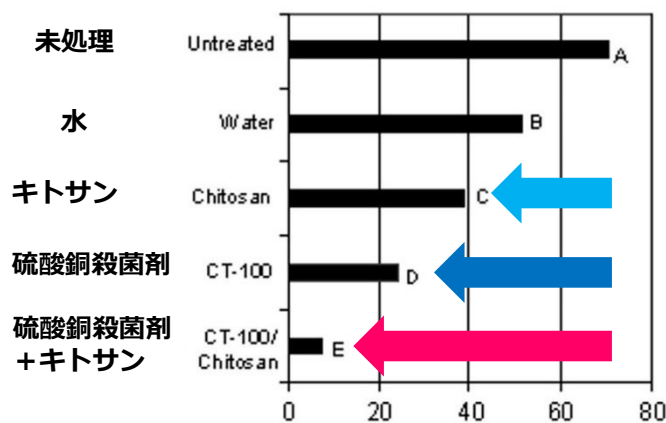
# 低レベル銅剤とキトサンによるジャガイモ疫病に対する防除効果

植物病理学教授Lee A. Hadwiger、ワシントン州立大学植物病理学部Murdock Foundation, 研究員Pamela O.McBride (2006)

有機栽培者は、Phytophthora infestans (Mont.) de Bary (学名:ファイトフタ・インフェスタンス) によって引き起こされるジャガイモ疫病を、硫酸銅五水和物(CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O)、酸化銅、または水酸化銅などの天然の銅化合物で管理することができます。しかし、アメリカ合衆国農務省USDAのオーガニックプログラム(National Organic Program)による最新の銅の残留に関する環境問題では、銅剤を低減して疫病を防除する必要性を示しています。この報告では、低レベルの硫酸銅五水和物をキトサンと組み合わせて使用する病害対策について記述されています。切除した葉の分析では、有効成分として水酸化銅を含む市販の殺菌剤に対して**推奨量の40倍低い銅レベル**で、疫病の抑制、および銅剤によく起こる葉の黄変に対して効果があったと報告している。

## キトサン+低濃度銅剤による防除効果

葉に病状が現れた面積の割合



2004年7月19日と23日に、ジャガイモ(Ranger Russet) にそれぞれの区画に隣接する列にジャガイモ疫病菌 P. infestans (US 8) を接種した。接種後7日以内に発生した孢子による疫病の二次拡大は、夜のスプリンクラー灌水によって促進された。キトサン乳酸溶液(90 mg) + CT-100 (2.16 ml) と対照処理 (水) を8月3日、13日、20日、26日、9月10日の合計5回散布した。植物の症状を、8月3日、10日、21日に疫病と早枯病について視覚的に分析した。

圃場試験では、キトサン乳酸溶液+ CT-100の組み合わせが、本格的な発症を助長するであろう環境条件下で効果を示した。キトサン+硫酸銅五水和物(CT-100)処理は、水のみで処理した対照植物(AUDPC = 1151、LSD 0.05 = 159)と比較して、疫病の症状(AUDPC = 935)を有意に減少させた。疫病の重症度は、対照植物(AUDPC = 145、LSD 0.05 = 45)と比較してキトサン乳酸溶液+CT-100処理(AUDPC = 74)によって有意に減少した。**キトサン乳酸溶液+CT-100処理では銅濃度が非常に低いながらも現在利用可能な殺菌剤と同等効果を示した。**

この対処方法は疫病が蔓延する環境条件になる前に病原菌接種レベルを低く抑えることに役立つことを示した。※AUDPC = 病勢伸展曲線下部面積

キトサンと銅剤の混合例: 有機JAS法に適合する銅水和剤 コサイド3000 (水酸化第二銅) 1000倍とランドグリーンPRO 500-1000倍での混合は可能です。

詳しくは、landgreenproでサポートサイトへ

HEARTLAND UPDATES™

