



# 野菜茶業研究所

## ニュース 53

2014.12

特集

ネギの  
民間療法を科学する





特集

ネギの

野菜病害虫・品質研究領域  
野菜品質・機能性研究グループ  
上田 浩史  
Ueda Hiroshi

# 民間療法を科学する

## 1 ネギの民間療法

「ネギを食べると免疫が高まる」「ネギを食べると風邪が治る」・・・これらはよく耳にする「おばあちゃんの知恵袋」です。また、「切ったネギ、または、焼いたネギを手ぬぐいに包んで首に巻く」「切ったネギを鼻に詰める」等すると、「喉の痛みが取れる」、「鼻の通りが良くなる」、「血行が良くなり炎症が鎮まる」等の効能を耳にすることがあります。これらは、いわゆる「民間伝承療法」ですが、果たして科学的に実証されているのでしょうか？一方、漢方では、ネギは生薬として扱われていて「葱白」と呼ばれる葉鞘部（軟白部）に薬効があるとされ、辛温解表薬（味が辛く温める作用があり、発汗させて風邪を治す薬）の構成生薬の1つとして用いられています。これは、漢方では辛い食品は発汗作用があるため、解熱、消炎効果があると考えられているからです。ネギの辛みは「含硫成分」によるものとされてい

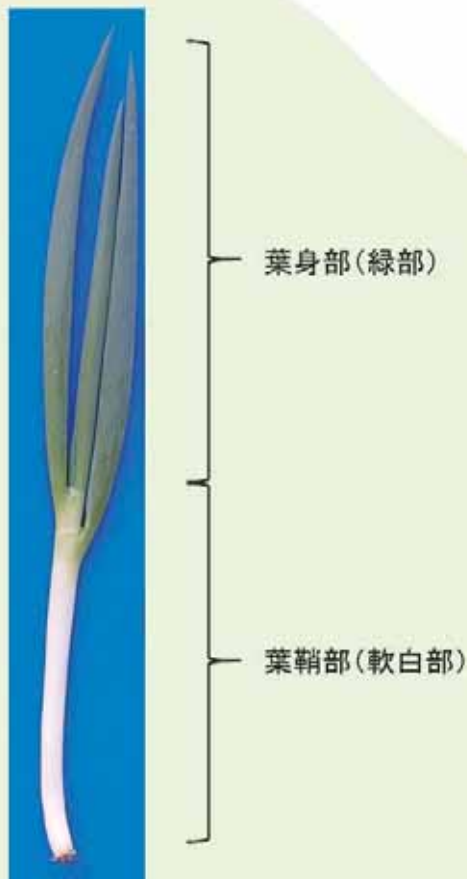
ます。確かにネギには複数種の含硫成分が含まれていて、そのほとんどは揮発性で独特の匂いを放つため、ネギ属に特徴的な成分と捉えることが出来ます。そのためか、ネギの効能は含硫成分によるとする記述が多く見受けられます。しかし、その根拠は不明確であり、受け売りで広まっている側面があると感じます。筆者は研究課題遂行の過程で、ネギに免疫活性化作用があることを証明しました。しかし、その活性は今まであまり注目されていなかった「粘液」に見つかり、含硫成分によるものではありませんでした。本特集では、そのような結論に至った知見を紹介します。



## 2

## ネギの粘液の採取

根深ネギ（長ネギ）は約60cmの出荷規格に合わせ葉身部（緑部）の大部分が切り落とされて店頭にならんでいますが、パイプ状の葉身部の空洞には粘液が詰まっています（もしくは乾燥した状態で付着しています）。そこで、まず葉身部を縦に割き、蒸留水に浸して手でしごくことにより粘液を採取しました（図1）。粘液を除去した葉身部と葉鞘部に関しては、ミキサーを用いてすり潰した後、ナイロンメッシュで濾過し、濾液を得ました。これらを凍結乾燥し、実験用サンプルとしました。なお、葉鞘部抽出物、葉身部抽出物の凍結乾燥品は、それぞれ白色、緑色の粗い粉末でしたが、粘液の凍結乾燥品はスポンジ状の非常に軽い白色の粉末として得られ、性質や状態が全く異なりました。



## 3

## 細胞実験

ネギが免疫系に影響を及ぼす可能性を検証するために、*In vitro*（インビトロ）での実験から着手しました。*In vitro* というのは試験管内という意味であり、動物やヒトを対象とした実験の前段階として、動物やヒト由来の培養細胞を用いて調べる実験のことです。哺乳類では、生体に外来性の異物が侵入すると、マクロファージという白血球がそれを認識し、貪食処理<sup>どんじく</sup>し、次なる免疫反応を進めます。その際にサイトカイン<sup>さいとさいん</sup>と呼ばれる白血球間の情報伝達物質を産生するので、それを定量することによりマクロファージの活動状態、ひいては、免疫系の活性化の度合いを把握することが出来ます。筆者はマクロファージ系の細胞株 RAW264 細胞培養系にネギの抽出物を添加し、培養上清中のサイトカイン量を定量しました。その結果、粘液を添加した場合には、マクロファージが伸展し（図2左）、サイトカイン量が増加するのに対し、葉鞘部および葉身部の抽出物を添加した場合にはサイトカイン量に変動は見受けられませんでした（図2右）。伸展やサイトカイン産生量の増加はマク



図1 ネギの部位と粘液の採取方法

ロファージが活性化していることを示し、このことはネギの粘液に免疫活性化作用がある可能性を示唆しています。

## 4 動物実験

*In vitro* での知見が得られましたが、食品としての効果の確証を得るには経口での実験が欠かせません。そこで、次に動物実験として、ネギ粘液をマウスに経口投与した場合の免疫系に及ぼす作用を検証しました。マウスにネギ粘液(10mg/マウス×2回)を経口投与後、腹腔マクロファージを採取し、18時間培養後に培養上清を採取し、サイトカイン量を定量しました。その結果、ネギ粘液を経口投与したマウスは蒸留水

を経口投与したマウスに比し、サイトカイン産生量が増加していることが判明しました(図3左)。また、この腹腔マクロファージにゼイモザン(酵母の抽出物であり、細菌感染を想定)を添加すると、貪食活性が高まっていることもわかりました(図3右)。これらの知見は、ネギ粘液は経口でも作用し、それを投与されたマウスの体内では免疫の第一線で活躍するマクロファージの活動が高まり、細菌やウイルスに対する防御能が高まる可能性を示しています。また、同様に、ネギ粘液を経口投与したマウスから脾臓を採取し、そこに分布するNK(ナチュラルキラー)細胞のYAC-1細胞(癌細胞の一種)に対する細胞障害活性を測定すると、それもネギ粘液の添加量に依存して向上していることが

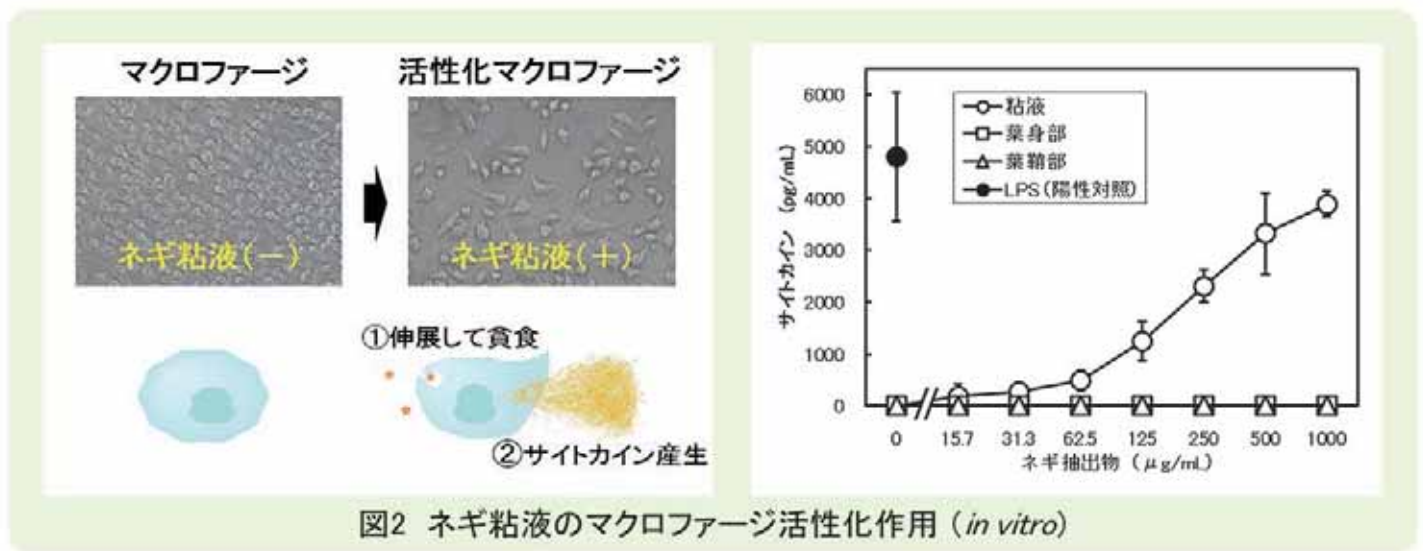


図2 ネギ粘液のマクロファージ活性化作用 (*in vitro*)

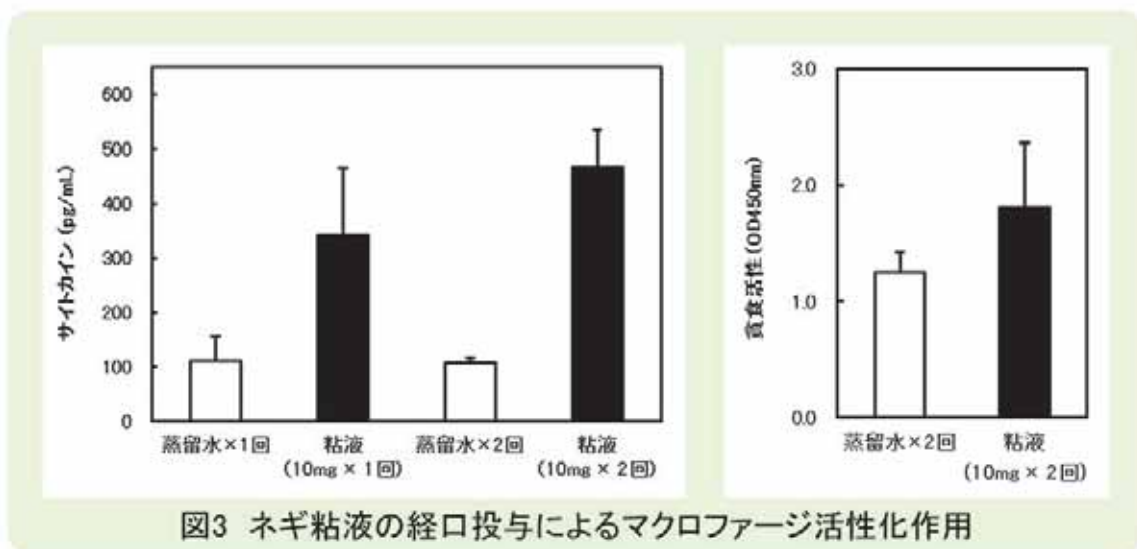
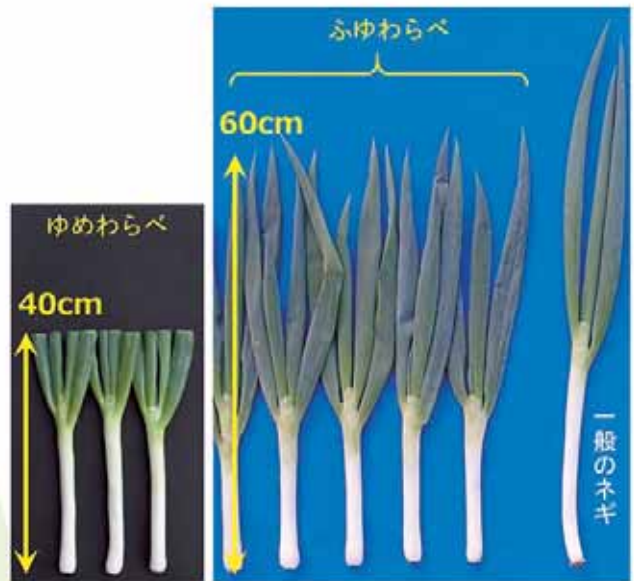


図3 ネギ粘液の経口投与によるマクロファージ活性化作用

判明しました(図4)。NK活性は、近年、特定の乳酸菌を用いて製造した機能性ヨーグルト等の免疫機能の向上を示す指標として用いられており、その活性向上は癌細胞や細菌・ウイルス感染細胞の除去に繋がるとされていて、ネギ粘液にも同様の作用があると捉えることが出来ます。



袋にすっぽり収まることも特徴としています)。そこで、被験者には粘液を含む部位として「ふゆわらべ」10本分の葉身部を任意の加熱調理後に2日間に分けて食べてもらいました。加熱調理は、焼く、炒める、煮る、蒸す等、千差万別で、他の食材と共に様々な調理をしていただきました。ネギ葉身部の摂取前後に唾液を採取し、それに含まれる分泌型IgA(イムノグロブリンA)の量を測定しました。IgAというのは粘膜や母乳中に分泌されている抗体であり、感染防御等に寄与しているとされます。また、機能性ヨーグルトやGABA(γ-アミノ酪酸)を経口摂取した際の免疫機能向上やストレス低減の指標としても用いられています。披験前(実験開始の約1週間前)と葉身部摂取の直前では分泌型IgAの量に変動は見受けられないのに対し、ネギ葉身部の摂取後には分泌型IgAの量が有意に増加していることが判明しました(図5)。また、データは示しませんが、一部の被験者には医療機関で採血も行ったところ、血中のNK活性も有意に向上していることもわかりました。これらの知見は、ヒトが食材としてネギ葉身部(に含まれる粘液)を経口摂取した場合にも免疫活性化作用が期待出来ること、その作用は種々の加熱調理でも損なわれないことを示しています。

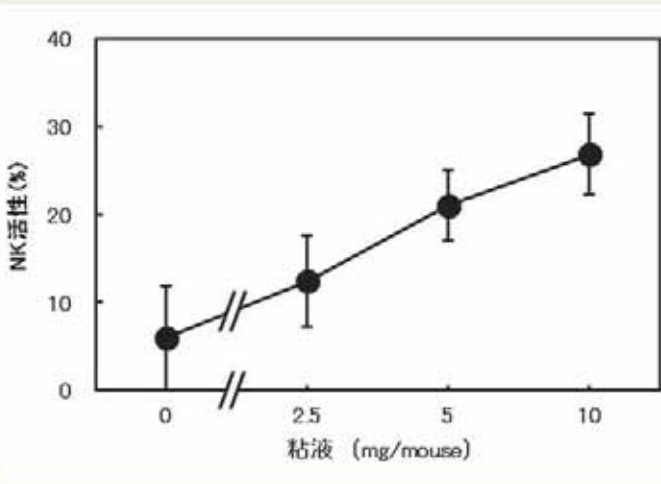


図4 ネギ粘液の経口投与によるNK細胞活性化作用

## 5 ヒト試験

マウスへの経口投与で有効な結果が得られたならば、同じ哺乳類であるヒトでも有効性が期待されます。しかし、ヒトはネギの粘液のみを食する訳ではないし、ネギの場合、加熱調理して食する機会が多いです。そこで、ヒトがネギを食した場合の効果を調べる為に、当研究所の職員20名の協力を得て検証しました。当研究所では、コンパクトネギ「ふゆわらべ」「ゆめわらべ」が開発されていて、全長が約60cm程度であることから葉身部を切り落とさないで出荷でき、また、葉身部が柔らかく食べやすいことから、葉身部も食材として用いる新しいスタイルが提案されています(葉身部を切り落とした場合には、約40cmのサイズに収まり、スーパーのレジ

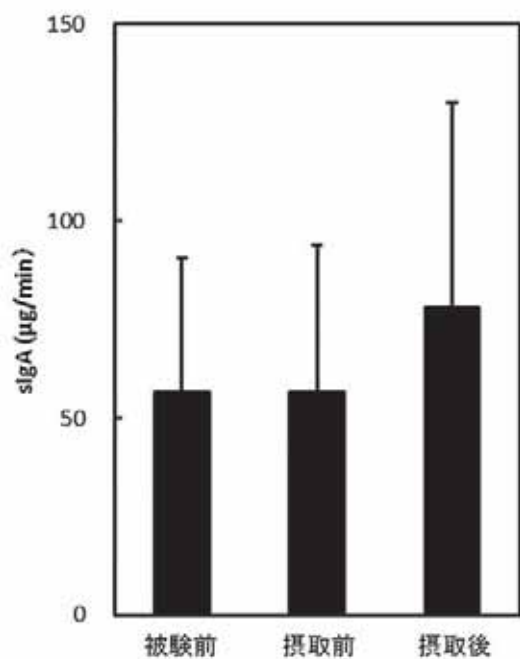


図5 ヒトがネギ葉身部を経口摂取した際の唾液中分泌型IgA 亢進作用

## 6

## 活性物質

ネギ粘液には、このような免疫活性化作用があることが実証されましたが、活性物質についても検討を行っています。ネギ粘液に含まれる成分は今まで明らかにされていませんでしたが、筆者は粘液含有成分の精製、構造決定を試み、活性物質の1つがマンノース結合型レクチンであることを明らかにしました。それは、 $\beta$ -シート構造が3箇所折れ曲がった三角柱のような構造を有し、各々の辺にマンノースに特異的に結合する部位を有します(図6)。マンノースは細菌やウイルス表面に発現しており、マンノース結合型レクチンはネギ粘液において感染防御因子として分泌されていると推察されます。一方、ヒトを含む哺乳類の体液中にもマンノース結合型レクチンが存在し、感染微生物を認識し、免疫系を機能させる役目を担っています。おそらくは、食品として摂取した植物性のレクチンが

動物体内においても機能し、免疫機能向上に繋がったと推測されます。なお、ネギの粘液は無味無臭であり(敏感な方は若干甘いと感じるかもしれませんが)、含硫成分は含まれていません。ネギ本体(葉身部および葉鞘部)に含まれているアリシン等の含硫成分やビタミンCについて調べたところ、免疫活性化作用は見受けられませんでした。冒頭で、「おばあちゃんの知恵袋」としてのネギの免疫活性化作用を紹介しましたが、ネギを食した場合に作用するという意味では「真」であり、経験則からつかんだ先人の知恵に改めて感心します。しかし、ネギを首に巻いた場合の効果については揮発成分=含硫成分が鼻粘膜を刺激し鼻の通りが良くなった可能性、漢方で行われている含硫成分=辛み成分が関与している説については発汗作用を体系的に整理した漢方の奥深い世界が影響していると推測します。

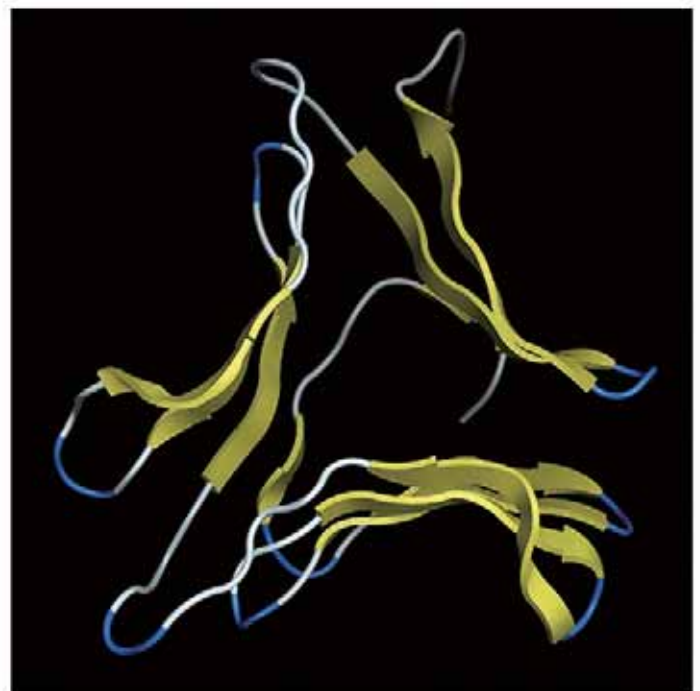


図6 ネギレクチンの推定立体構造

## 7 今後の課題

ネギの粘液中にマンノース結合型レクチンが見つかり、それを食した場合に免疫活性化作用が得られることが実証されましたが、最後に今後の課題、応用について述べたいと思います。ネギの粘液は植物成分としても食品成分としても今まで注目されていませんでした。それどころか、ネギ産地の一部やネギ育種業者では収穫後にネギ粘液が垂れ、商品に付着すると消費者の印象が悪い、出荷用ダンボールが濡れる等の理由で、粘液を嫌っています。その為、粘液が多くなる降雨後の収穫を制限したり、粘液分泌量が少ない品種を育種したりする傾向があります。しかし、粘液は経口摂取時の免疫活性化機能に加えて、植物体の感染防御に寄与している可能性を秘めています。したがって、本研究成果は、粘液を忌み嫌うのではなく、その効果を活用する一助になればと願っています。また、その活用法としては、上述のように、葉身部を食べることが出来る品種の活用および育種、出荷形態

の一部見直し等が考えられます。また、筆者はかん水量を多めに制御することにより、ネギの粘液分泌量が増加し、免疫活性化作用が向上する知見も持ち合わせています(図7)。このように機能性向上に特化した新たな栽培法に取り組むのも1つの手段であると思われます。なお、粘液の分泌は特定のネギ品種に限られるものではなく、免疫活性化作用は調べた全ての品種で検出されましたが、降水量等の環境要因との相関があると推定されるので、品種適性を調べる価値はあると思われます。また、現状では、ほとんどの根深ネギの産地では、出荷規格である60 cmに合わせ、葉身部が切り落とされ、うずたかく積み廃棄されています。これには有用な機能性物質が含まれていますが、宝の山を捨てているようなものです。この未利用資源を有効利用し、機能性素材化するのも有効でしょう。筆者は、このような新たな取り組みを目指し微力を尽くしてまいります。ネギ農家・産地、種苗会社、健康・食品産業等の御理解、御協力が得られれば幸いです。

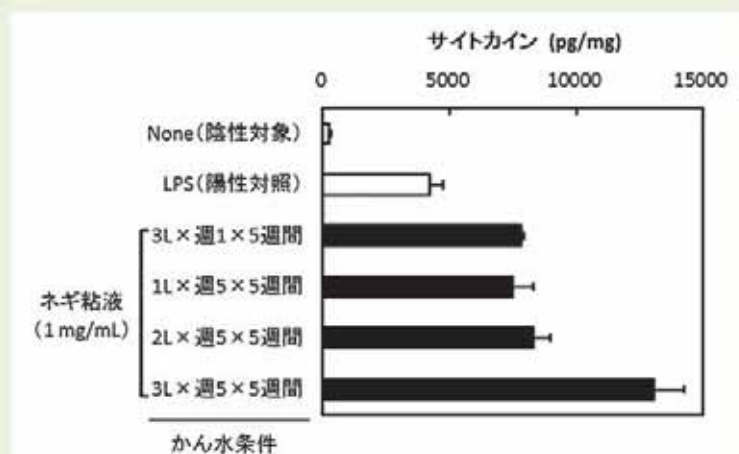


図7 かん水制御によるネギ粘液の免疫活性化作用の増強効果



※ 文中の記載のコンパクトネギ「ふゆわらべ」、「ゆめわらべ」についての詳細は、

<http://www.naro.affrc.go.jp/patent/breed/0300/0312/001815/index.html>  
<http://www.naro.affrc.go.jp/patent/breed/0300/0312/042353/index.html>

# 台木用トウガラシ新品種

## 「L4台パワー」と「台ちから」

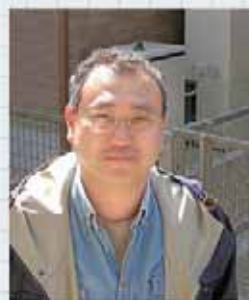
PRESS  
RELEASE 01



### はじめに

わが国では、様々なピーマン・トウガラシ類が食されています。その代表格であるピーマンは、「子供が嫌いな野菜」では常に上位にランクされますが、一方で、ビタミンCを豊富に含むなど栄養価も高く、日々の食生活には欠かせない食材となっています。シシトウは独特の風味を持ち、日本食に合うことから堅調な人気を維持しています。カラーピーマン（パプリカ）や甘長トウガラシの人気も高く、カラーピーマン（パプリカ）はカラフルな食材として定着し、甘長トウガラシはシシトウと同様独特の風味を持っていますが、シシトウとは異なる形状・食感から人気向上しています。また、辛味のあるトウガラシも堅調な人気があり、うどんの薬味など一部の日本料理に欠かせない食材となっています。これらのピーマン・トウガラシ類は、辛味の有無や形状に違いが見られますが、沖縄県の島トウガラシなどの一部を除き同じ種（*Capsicum annuum*）です。

このようにわが国では重要な食材となっているピーマン・トウガラシ類ですが、地域特産品としても重要な役割を果たしており、地域振興、特に中山間地域農業の活性化には欠かせない品目となっています。そのため、ピーマン・トウ



野菜育種・ゲノム研究領域  
果菜育種研究グループ

松永 啓  
Matsunaga Hiroshi

ガラシ類の生産を安定させることは、非常に重要な課題になっています。

ピーマン・トウガラシ類の生産不安定化を招く大きな要因として、土壌伝染性の病害である青枯病と疫病が挙げられます。元々、日本のピーマン・トウガラシ類には青枯病にある程度抵抗性を示す品種が多かったこと、臭化メチルを利用して有効な土壌消毒が行われていたことなどから、ピーマン・トウガラシ類の栽培における青枯病は、あまり大きな問題ではありませんでした。しかし、近年、これらの品種を侵す青枯病菌が増え始めたこと、臭化メチルが使用禁止になったことなどから、青枯病の問題が大きくなっています。また、疫病は以前から被害が認められていましたが、近年、その被害の程度が大きくなりつつあります。そのため、青枯



甘長トウガラシ



病と疫病の防除対策が重要な課題になっています。

青枯病や疫病による被害軽減のため、太陽熱消毒や還元消毒などの土壌消毒は有効な手段ですが、抵抗性品種を台木とした接ぎ木栽培も効果的な方法です。そのため、我々は2008年に青枯病と疫病に抵抗性を示す台木用トウガラシ品種「台パワー」を育成し、ピーマン・トウガラシ類の安定生産に貢献してきました。

一方、ピーマン・トウガラシ類の接ぎ木では、穂木と台木が持っているトバモウイルス抵抗性遺伝子が異なると、トバモウイルスによるモザイク病に感染した時に、急激に枯死することがあるので、穂木と台木のトバモウイルス抵抗性遺伝子を揃えることを推奨しています。「台パワー」の場合、トバモウイルス抵抗性遺伝子として $L^3$ を持っているため、 $L^3$ を持つ穂木用品種の台木として利用すると高い効果が期待できます。

このように、わが国の主要なピーマン品種は $L^3$ を持っているため、青枯病や疫病の対策として「台パワー」が利用できます。一方、カラーピーマン（パプリカ）の主力品種の一部はトバモウイルス抵抗性遺伝子として $L^4$ を持ち、また、甘長トウガラシや在来のトウガラシは、多くの品種がトバモウイルス抵抗性を持っていません。そのため、

「台パワー」をこれらの品種の台木用として利用することは、あまり推奨できません。そこで、これら品種の台木用品種として、青枯病および疫病に抵抗性を示し、 $L^4$ を持つ「L4台パワー」およびトバモウイルス抵抗性を持たない「台ちから」を育成しました。

## 1 「L4台パワー」と「台ちから」の特徴

「L4台パワー」と「台ちから」の汚染圃場での青枯病抵抗性検定を2010～2013年度に実施し、そ



台パワーの草姿



台ちからの草姿



L4台パワーの草姿

の結果を表1に示しました。各年度とも、罹病性品種の「エース」が全株罹病する条件下で、「L4台パワー」および「台ちから」は発病しなかった株の割合が非常に高く、強度抵抗性の「台パワー」と同等に強い青枯病抵抗性を示しました。

「L4台パワー」と「台ちから」の幼苗期における疫病抵抗性検定を2010年～2013年に実施し、その結果を表2に示しました。各年度とも、罹病性品種の「エース」が全株罹病する条件下で、「L4台パワー」および「台ちから」は発病しなかった株の割合が非常に高く、強度抵抗性の「台パワー」と同等に強い疫病抵抗性を示しました。

「L4台パワー」と「台ちから」のトバモウイルスに対する抵抗性検定を2012年と2013年に実施しました。2ヶ年とも全く同じ結果であり、「L4台パワー」はトバモウイルス抵抗性遺伝子として $L^4$ を持ち、「台ちから」はトバモウイルスに対する抵抗性を持たないと推定されました。なお、参考のため、同様の試験により推定されたトウガラシ

台木用品種のトバモウイルス抵抗性遺伝子を表3に示しました。

「L4台パワー」と「台ちから」を台木とし、穂木に「京鈴」を用いた場合の「京鈴」の良果収量を、「台パワー」を台木とした場合および「京鈴」を自根栽培した場合と比べた試験を2011～2013年度に実施し、その結果を表4に示しました。各年度とも、「L4台パワー」および「台ちから」

表3 トウガラシ台木用品種のトバモウイルス抵抗性遺伝子

台木用品種名	トバモウイルス抵抗性遺伝子 <sup>2</sup>
L4台パワー	$L^4$
台ちから	+
台パワー	$L^3$
バギー	$L^3$
台助	$L^3$
みやざき台木3号	$L^3$
ベルマサリ	$L^3$
ベルホマレ	$L^1$

<sup>2</sup>+はトバモウイルスに対する抵抗性を持たないことを示す

表1 「L4台パワー」および「台ちから」の青枯病抵抗性検定で発病しなかった株の割合(%)<sup>2</sup>

品種・系統名	2010年	2011年	2012年	2013年	平均 <sup>y</sup>	判定 <sup>x</sup>
L4台パワー	85.7	100.0	90.5	100.0	94.0	○
台ちから	100.0	93.3	100.0	100.0	98.3	○
台パワー	100.0	100.0	81.0	100.0	95.2	○
ベルマサリ	9.5	14.3	19.0	66.7	27.4	△
エース	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	×

<sup>2</sup>野菜茶業研究所内の青枯病汚染圃場に定植し、接種8週間後に発病しなかった株の割合を示した各試験とも4月中に播種し、播種50～58日後に定植し、7月下旬頃に株元の地際部に鎌などで切れ目を入れ、そこへ $4.0 \times 10^8 \sim 5.0 \times 10^9$ 個/mlに調製した菌液を灌注接種した

<sup>y</sup>2010年、2011年、2012年および2013年の平均、<sup>x</sup>○=強度抵抗性、△=中程度抵抗性、×=罹病性

表2 「L4台パワー」および「台ちから」の疫病抵抗性検定で発病しなかった株の割合(%)<sup>2</sup>

品種・系統名	2010年	2011年	2012年	2013年	平均 <sup>y</sup>	判定 <sup>x</sup>
L4台パワー	86.7	83.3	100.0	100.0	92.5	○
台ちから	100.0	93.3	100.0	100.0	98.3	○
台パワー	93.3	93.3	100.0	100.0	96.7	○
ベルマサリ	66.7	16.7	83.3	76.7	60.8	△
エース	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	×

<sup>2</sup>病害抵抗性選抜装置で幼苗検定を行い、接種14～21日後に発病しなかった株の割合を示した各年度とも5月中下旬に播種し、播種23～24日後に $8.0 \times 10^2 \sim 5.0 \times 10^3$ 個/mlの菌液に浸根接種した

<sup>y</sup>2010年、2011年、2012年および2013年の平均、<sup>x</sup>○=強度抵抗性、△=中程度抵抗性、×=罹病性

表4 穂木用品種として「京鈴」を用いた接ぎ木栽培における良果収量(kg/a)

台木用品種名	2011年	2012年	2013年	平均 <sup>1)</sup>
L4台パワー	486	586	604	559
台ちから	529	603	601	578
台パワー	482	576	570	543
自根栽培した京鈴	448	532	549	510

<sup>1)</sup>各年度とも4月中旬に接ぎ木をし、5月中下旬に一般圃場に定植し、6月中下旬～8月下旬に収量調査した

<sup>2)</sup>2011年、2012年および2013年の平均

を台木とした場合の良果収量は、「台パワー」を台木とした場合および「京鈴」の自根栽培とほぼ同等でした。

以上のことから、「L4台パワー」は、青枯病および疫病に抵抗性を示し、トバモウイルス抵抗性遺伝子として $L^4$ を持ち、台木とした時の穂木の収量性は「台パワー」を台木とした場合および穂木用品種を自根栽培した場合と同等であることが明らかになりました。また、「台ちから」は、青枯病および疫病に抵抗性を示し、トバモウイルス抵抗性を持たず、台木とした時の穂木の収量性は「台パワー」を台木とした場合および穂木用品種を自根栽培した場合と同等であることが明らかになりました。

## 2

「L4台パワー」と「台ちから」に  
適する穂木用品種

「L4台パワー」はトバモウイルス抵抗性遺伝子 $L^4$ を持ちますので、穂木用品種として、赤色パブリカの主要品種である「スペシャル」や黄色パブリカの主要品種である「コレッティ」などの $L^4$ を持つ品種が適しています。「台ちから」はトバモウイルス抵抗性遺伝子を持たないため、穂木用品種として、甘長トウガラシ品種である「伏見甘長」やトウガラシ在来種である「かぐらなんばん」など、トバモウイルス抵抗性を持たない品種が適します。



## 3

## 種子の配布と取り扱い

「L4台パワー」および「台ちから」は、今後、農研機構と利用許諾契約を締結した民間種苗会社等から種子が販売される予定ですが、販売が開始されるまでの間、農研機構野菜茶業研究所と「原種苗提供契約」を締結のうえ、有償にて種子を提供させていただきます。

## 最後に

日本のピーマン・トウガラシ類は、青枯病にある程度の抵抗性を持つ品種が多かったこともあり、トマトやナスと異なり、接ぎ木栽培が行われることがあまりありませんでした。しかし、近年、日本の抵抗性品種を侵す青枯病菌が増えてきたこと、ピーマン・トウガラシ類を侵す疫病が頻発し始めたことなどから、ピーマン・トウガラシ類でも、接ぎ木栽培が増えつつあります。特に、カラーピーマン（パブリカ）では、栽培している株の半数以上が接ぎ木栽培されています。これからのピーマン・トウガラシ類の安定生産を確保するために、ぜひ接ぎ木栽培をご検討下さい。

原種苗提供契約に関するお問い合わせ

農研機構 野菜茶業研究所 企画管理部 企画チーム  
TEL 050-3533-3810

プレスリリース詳細

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/press/laboratory/vegetea/054602.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/laboratory/vegetea/054602.html)

「L4台パワー」と「台ちから」の研究成果情報

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/vegetea/2013/vegetea13\\_s04.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/vegetea/2013/vegetea13_s04.html)

# 世界初!!

## ナスの全ゲノムを解読

—新品種開発に弾み—

# PRESS RELEASE 02

国際科学専門誌  
「DNA Research」  
電子版に掲載

野菜茶業研究所と公益財団法人かずさDNA研究所は、世界で初めて、ナスの全ゲノム（生物の設計図）を解読しました。

研究内容の詳細は国際科学専門誌「DNA Research」電子版に掲載されました。

### 研究の背景と経緯

ナスはインド原産のナス科ナス属の野菜です。日本では、奈良時代から栽培されており、なじみも深く、品種改良によって育成された優良品種が広く栽培されている一方で、様々な特徴を持つ地方在来品種も栽培されており、郷土色豊かな食文化の一端を担っています。

野菜茶業研究所は、これまで世界中のナスやその近縁野生種の持つ多様な形質を利用し、重要な土壌病害に強い抵抗性を持つ台木品種「台太郎」や「台三郎」、受粉しなくても果実が肥大する“単為結果性”という性質をもつ「あのみり」や「あのみり2号」などの画期的品種を開発してきました。このような農業上有用な性質を与える遺伝子を特定し、さらに改良を進めるためには、ナスの生物としての設計図であるゲノムの情報を解読することが不可欠でした。そこで、かずさDNA研究所と共同で我が国独自の取組として、ナスのゲノム解読に着手しました。



野菜育種・ゲノム研究領域  
野菜ゲノム研究グループ

福岡 浩之  
Fukuoka Hiroyuki

### 研究の内容・意義

1 果実、ヘタ、茎の色など日本のナスとして典型的な性質を持つ品種「中生真黒(なかにしんくろ)」(図1)を用い、ナスのゲノムの解読に世界で初めて成功しました。推定11億2,700万塩基対の全塩基配列を解読し、そのうち500塩基対以上につながったものは、計8億3,300万塩基対でした。



図1. ゲノムを解読したナス品種「中生真黒」

果実、ヘタ、茎がいわゆる「茄子紺」と呼ばれる濃紫色であり、日本のナスとして典型的な性質をもつ品種のひとつ。

**2** 得られたゲノム配列の解析から約4万2,000個の遺伝子の存在が推定されました。今回、ナスの持つ遺伝子のほとんどが解読され、そのうちの約7,600個はナスに特有のものと推定(図2)されました。また、ナスの特徴的な紫色をもたらす色素であるアントシアニンや強い抗酸化活性をもつクロロゲン酸の合成に関与する遺伝子、病害抵抗性に関与する遺伝子など、今後の品種改良への利用が期待できる遺伝子が数多く見いだされました。

**3** ナスの品種間で違いのある配列に基づいて約1,700個のDNAマーカーを開発し、これらを位置づけた詳細な染色体地図を構築しました。

**4** ゲノム配列の解読が完了しているトマトとの比較解析により、直系関係が推定できる約1万6,600個の遺伝子が見いだされました。また、両種の染色体の間に、進化の過程で構造が保存された56個の領域が存在することがわかりました。

今後の予定・期待

今後、解読したナスのゲノム情報を活用し、難防除重要病害に対する抵抗性を持つ品種や結実特性が向上した収益性の高い品種など、画期的な新品種の開発を大きく加速することができます。また、ゲノム配列やDNAマーカーの情報は、遺伝的純度の維持向上、品種の特徴を維持したまま有用形質だけを導入するピンポイントの品種改良、DNA品種判別技術の開発など、地方在来品種の利活用技術の向上にも大きく貢献します。

プレスリリース詳細  
[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/press/laboratory/vegetea/054085.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/laboratory/vegetea/054085.html)

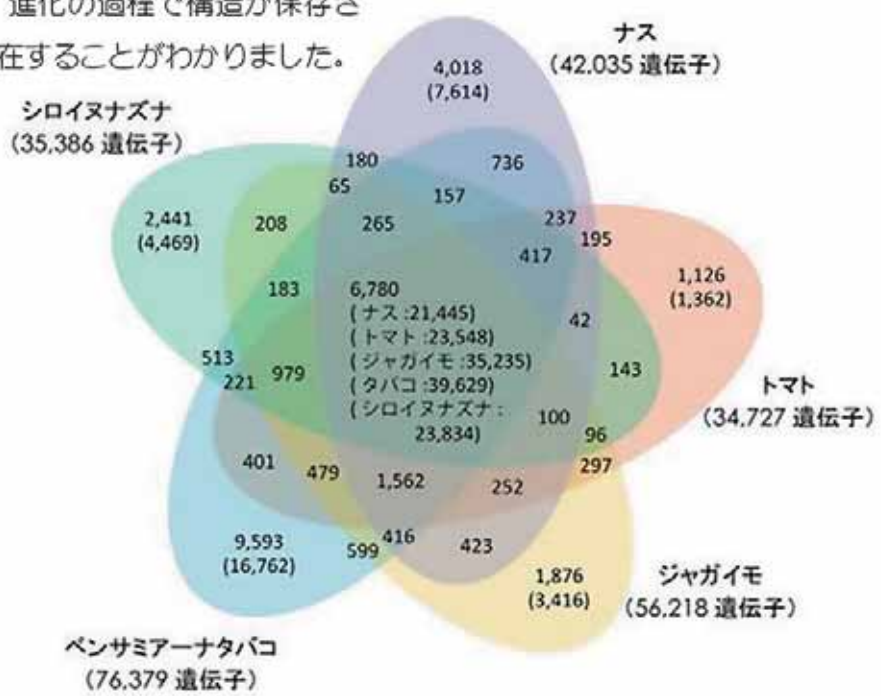


図2. ナス遺伝子の他種との比較

それぞれの区画において、数字は類似の遺伝子をまとめたグループの数、( )内はそのグループに属する遺伝子の数。  
 5つの植物全てに共通する遺伝子グループは6,780種(図の中心の区画)。  
 ナスだけに見られる遺伝子は4,018のグループに属する計7,614個(図の最も上の区画)。

# 分光分析法を用いる 野菜品質の非破壊測定

世界で一番おいしいものを食卓に!



野菜病虫害・品質研究領域 野菜品質・機能性研究グループ  
伊藤 秀和 Ito Hidekazu

## はじめに

近赤外分光分析法との出会いは、平成2年の初任者研修の時に野菜・茶業試験場の茶利用加工部を見学した時でした。学生の時とは土壌の分析をしていたので非破壊で成分を測定する研究分野とは全く縁がなかったのですが、とても興味が持てたため、品質化学研究室長さん（現信州大学農学部後藤哲久教授）から論文のコピーを頂いて勉強を開始し、その後、研究開発に携わることになりました。本稿においては可視・近赤外分光法の範囲内で記述します。

## 開発の経緯と普及した理由

取り組み始めた当時、果物的な野菜であるメロン、スイカ、イチゴが研究対象でした。トマトは、ミニトマトが販売されるようになりましたが、高糖度果が出回る直前の頃でしたので、現在ほど重要とは思われませんでした。

光を用いる測定方法は第一に、測定時間が短いことであり、また、機器も低コストでメンテナンスが容易なこともあって普及が進んだ理由と思われます。それでも初期の研究開発から普及までに多くの時間を要しました。表1に非破壊測定可能な品目と品質評価項目を示しました。

## 開発の概要

最初に取り組んだのはメロンでした。当時は、「皮が厚いので近赤外分光法を用いる糖度の非破壊測定は困難では？」といった意見はあったものの、予備実験後、メロンの価格など総合的に考えると最も非破壊測定法が普及するのではと判断しました。自身で栽培したメロンだけでなく、市販のメロンや育種研究用のメロンも積極的に供試し、良好な結果を得ました。しかも、非接触で測定した方が測定精度が良いことがわかり、研究成果を活用した実

表1 拡散反射非接触測定方式による野菜品質の非破壊測定

品目	非破壊測定項目
トマト	糖度○、酸△ <sup>*</sup> 、リコベン○
メロン	糖度○、内部障害(水浸状果肉)○
スイカ	糖度○
イチゴ	糖度○
タマネギ	内部障害(芯腐れ)○
ダイコン	硝酸イオン△
チンゲンサイ葉柄	硝酸イオン△
レタス茎	硝酸イオン△

○非破壊測定精度は相関係数で0.87~0.95程度可能  
内部障害の場合の検出率は8~9割程度可能  
△非破壊測定精度は相関係数で0.70~0.85程度可能

用機は260台以上普及しました。

大玉スイカは皮の部分が見るからに厚いので、皮の厚さがより薄い小玉スイカの糖度の非破壊測定を検討した結果、こちらも研究成果を活用した実用機が利用可能となりました。

イチゴに関しては、赤色に着色する前の緑色の果実でも果肉はそう硬くないので、他の品目と比べると熟度の観点から適用範囲が広いように思われます。熟度に関連した注意点は後述します。

トマトは、非破壊測定時間が最も短い試料であり、ライン組込型の機器を活用しやすく、今後、民間の流通現場や植物工場に小規模ラインに組込んだ機器が普及するのではないかと考えられます。糖度をより正確に非破壊測定する方法、機能性成分として注目されているリコベンが可視・近赤外分光法を用いて非破壊測定する方法を開発しました。およそ10g以上のトマトにおいては、同一の測定条件で糖度やリコベンなどを同時に非破壊測定可能です。また、ミニトマトにおいても高品質なものが流通するようになり、品質を非破壊測定する意義が以前より高くなりました。そこで、ミニトマト（10g未満）の品質の非破壊測定法も開発し、従来の実用機を利用して非破壊測定可能となりました。

糖酸比は食味評価上重要な指標ですが、酸（または滴定

酸度)の非破壊測定精度は糖度ほど高くはなく、個人的には相関係数で0.90以上の精度は欲しいと思われま

す。タマネギでは、芯腐れの非破壊検出法を開発しました。注意点としては皮に黒いすず(芯腐れ症状と似た色)のようなものが付着していると誤判別する可能性があります。

硝酸イオンは可視・近赤外分光法を用いる非破壊測定法を開発しましたが、欠点は越冬中の硝酸イオン濃度が低い試料において誤差が大きいことです。現在、この点の改善を目指しています。

一般的な注意点としては、どの品目も適用範囲は収穫後の野菜が主な対象となり、未熟な硬い野菜に収穫後野菜用の測定条件は適用しにくい、一つの測定方法(検量線)で適用範囲は広い(様々な品種等に適用可能)と思われま

す。糖度の非破壊測定では説明変数(近赤外域の波長の吸光度)を3つ位採用しますが、品目によらずほぼ同様な説明変数が採用可能です。

分光光度計や分光器の開発が進んでいるのは今も昔も欧米のようで、加えて、数十年前の研究開発用機器は一千万円を超える価格でしたが、現在、精度の良い非破壊測定が可能な国産の実用機の価格は1/10以下となっています。

低コストかつ高精度な非破壊測定が可能な拡散反射非接

触測定方式の機器は、携帯可能な小型の機器や据置型のライン無しの機器で普及が進んでいますが、近年、小規模ラ

インに組込んだ機器が開発され(図1)、重量も含めて非破壊測定後に自動でコンベア上に果実が載せられて選果できるようになりました。また、1台で様々なサイズのトマトに適用可能な小規模ライン組込透過型非破壊測定機器(図2)も開発されてきています。これらの機器は様々な分野の協力により開発されており、ハードウェアが組み上がった後でも、その他のスペクトルの測定方法や非破壊測定用検量線の開発などにも多くの時間を要します。後者の部分も良い測定方法を設定しないと、ハードウェアの性能が良くても宝の持ち腐れになります。ただ、良い測定システムが構築できれば安定して利用することは可能です。表2に拡散反射と透過測定方式の長所をまとめました。

## 最後に

以上のように、非破壊測定機器の実用化は進んでおり、簡易迅速品質評価、スクリーニング、産地(生産者)ブランドの確立・維持や高付加価値販売等に活用して頂けたら幸いです。

精度の高い実験を実施できたことや良き共同開発者との出会いが非破壊測定機器の発展の一助になったと思われま

すが、さらに実用化可能な技術開発に取り組みたいです。



図1 小規模ラインに組込まれた拡散反射非接触測定方式の機器(手前中央に2台;赤い矢印参照)  
写真提供:(株)クボタ



図2 1台で様々なサイズのトマトに適用可能な小規模ラインに組込まれた透過測定方式の非破壊測定機器(中央付近;赤い矢印参照)  
写真提供:シンフォニアテクノロジー(株)

表2 拡散反射および透過測定方式の長所

測定方式	長所
拡散反射	低コストで非破壊測定精度は良く、1台の機器で複数の品目に適用可能
透過	全量検査に向く(選果速度重視)

# 野菜茶業研究所の動き

**野** 平成26年度一般公開  
菜茶業研究所金谷茶業研究拠点



9/20(土)に、金谷茶業研究拠点(静岡県島田市金谷)にて、一般公開を開催し、492名にご来所いただきました。

今年度は「日本茶を世界へ」をテーマにした展示コーナーや例年の品種茶の試飲や紹介、緑茶の手揉み実演、紅茶の手作り体験などのコーナーが賑わい、セミナー、顕微鏡観察、診断・相談などにも多数お集まりいただきました。

当日は時季外れの肌寒い天候にもかかわらず、とても盛況でした。

**野** 平成26年度一般公開  
菜茶業研究所安濃本所



11/8(土)に、安濃本所(三重県津市安濃町)にて、一般公開を開催し、817名にご来所いただきました。

展示会場では研究成果の展示・紹介及び育成品種の試食等を行い、来場者に研究所のことを知っていただくことができました。また、農業機械の展示や大根の収穫体験を通して農業に関心をもっていただけたのではと思います。

## ア グリビジネス創出フェア2014



11/12(水)～14(金)に、東京ビッグサイト(西4ホール)にて、有機質肥料活用型養液栽培の実物展示を行いました。当研究所のブースへは3日間で約900名が立ち寄り、熱心に質問される農業関係者もおられました。