

野菜の実力

巻頭インタビュー

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所 所長

大谷敏郎

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構
食品総合研究所食品機能研究領域 領域長

山本万里

構成◎飯塚りえ *composition by Rie Iizuka*

イラストレーション◎小湊好治 *illustration by Koji Kominato*

健康に寄与する「野菜の機能性」を積極的に活用するには——

野菜が持つさまざまな「機能」は、私たちの体と健康に良い効果をもたらす。しかし、理想的ともいわれる食事文化を持つ日本において、野菜消費量は年々少なくなっている。野菜を多く食べるようになるにはどうしたらよいのか——。消費者庁の「食品の新たな機能性表示制度に関する検討会」の委員でもある(独)農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所の大谷氏、山本氏に「野菜の機能性とその活用」について聞いた。

——野菜はヒトの体の健康にどのような効果があるのでしょうか。

食事とヒトの健康に関しては、アメリカで1948年から20年間の調査が行われた「フラミンガム心臓病コ



大谷敏郎(おおたに・としお)

1955年東京生まれ。79年東京農工大学農学部農業工学科卒業後、農林水産省入省。96年10月農林水産省食品総合研究所食品工学部計測工学研究室長(2001年度から独立行政法人化)。07年農林水産省農林水産技術会議事務局研究開発企画官、09年1月内閣府食品安全委員会事務局次長、11年4月独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所企画管理部長。13年4月現職。専門は食品工学、ナノ計測。

山本万里(やまもと・まり)

千葉大学大学院園芸学研究科農芸化学専攻(修士課程)修了後、1986年4月農林水産省入省。同年10月中国農業試験場流通利用研究室研究員。2011年4月独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構野菜茶業研究所茶品質・機能性研究グループ長(上席研究員、中課題推進責任者)。12年10月から現職。専門分野は食品機能学、食品化学、動物細胞工学。

ホート研究」があります。その後も、世界各地で調査が行われ、野菜や果物がヒトの健康に寄与することが明らかになってきたのです。

主要な調査とその結果には以下のようなものがあります。

1) 1948年から20年間にわたって5209人を対象に行われたフラミンガム心臓病コホート研究で、野菜と果物の継続的摂取が脳卒中の発症リスクを減少させること。

2) 57年から25年間、ヨーロッパと日本を含む1万1579人を対象に調査を行った7カ国コホート研究で、一価不飽和脂肪酸を多く含むオリーブオイルとトマトの継続摂取、いわゆる地中海食が心血管疾患発症のリスクを減少させること。

3) 76年から12年間、7万5521人の女性看護師を対象にした健康コホートでは、野菜と果物の摂取量を5段階で評価した結果、最も高い群は最も低い群を1とするとがんや心臓血管疾患のリスクが0.69になること。

4) 92年から12年間、34万234人を対象にした「ヨーロッパ、がんと栄養の前向き研究」では、根菜類と緑色葉物野菜を多く摂取することで2型糖尿病の発症リスクを減少させること。

こうした疫学調査と並行して、1977年には、アメリカの上院議員マクガバンによるレポートが出版されました。マクガバンはここで「アメリカ人の食事は死を早める確率が高い」と断じて、社会にインパクトを与えたのですが、背景には、60年代後半以降、アメリカでは心臓疾患やがんといった生活習慣病の死亡率が増加し、医療費が増大して財政が危機的な状況になっていたことがあります。

バランスが最も良い日本人の食事

当初は、疾病の治療法の研究に力を入れていたのですが奏効せず、予防的な視点で食事に焦点を当て、アメリカ人の健康を取り戻そうとしたわけです。

このレポートでは、アメリカの肉食中心の食事が健康に害を与えるとして、タンパク質、脂質、炭水化物の理想的な摂取比率について、それぞれ、15～20%、20～25%、60%という推奨値を提示し、野菜を食べることを提唱しています。このレポートの中ではまた、タンパク質、脂質、炭水化物のバランスが最も良いのは、1975年当時の日本人の食事であるとしています。日本食ブームの発端はここにあるともいえるでしょう。

アメリカでは、これを受けて保健福祉局によって「ヘルシーピープル計画」が公表されました。アメリカ人の健康を回復するにはどのようなものを食べるのがよいのか、科学的な根拠に基づいて提示したもので、ライフステージによって乳児、子ども、未成年、成人、高齢者の5つにグループ分けし、目標を設定しています。

さらに80年頃から、米国国立がん研究所が食事とがんの関係について大規模な調査を行います。この時、植物に多く含まれるとされるファイトケミカル、つまり栄養素としては確定していないが、ヒトの健康に作用する機能性成分によってがんが予防できるかという視点が盛り込まれました。

この後、90年には、「デザイナーズフーズ計画」が発表されます。ここでは具体的にがん予防に効果的である40品目を重要度によって区分し、国民に提示し（図1）、

この発表を具体化した「5 A DAY(ファイブ・ア・デイ運動)」を推進します。先に示した研究によって野菜や果物の摂取が生活習慣病の発症リスクを抑える可能性が高いというエビデンスをもとに、「一日5から9皿の野菜(350g以上)、200g以上の果物を食べましょう」というスローガンを掲げた運動です。アメリカでは、こうした運動が奏効し野菜の摂取量が年々増加、がんによる死亡率も減少しています。

——日本では1958年に国民栄養調査を行っていますが、4人に1人が栄養失調という状態でした。それが80年代になると、食の欧米化が進み、日本でも生活習慣病が問題となってきました。

2007年になると、世界がん研究基金(WCRF)と米国がん研究財団(AICR)から「The Expert Report」が発表されました。そこではがんの種類と食品、栄養、運動が及ぼす発がんリスクとの関係について細かく評価しています。この中で唯一「確定的」とされているのは、結腸・直腸がんの発がんリスクを低下するとされている運動だけです。しかしながら非デンプン性の野菜は、口腔、咽頭、喉頭、食道、胃のがんの発がんリスクを「ほぼ確実に」低下させる、とも報告されています。食

■図1 米国国立がん研究所「デザイナーズフーズ」



上に行くほど、がん予防において重要度が高くなる。野菜や果物が多い。
米国国立がん研究所「デザイナーズフーズ」から

■表1 食品、栄養、運動とがん発症リスク低減との関係

● 確定的 ● ほぼ確実 △ 可能性あり × 恐らく関係ない

食品等の区分	口腔、咽頭、喉頭	鼻腔	食道	肺	胃	すい臓	胆のう	肝臓	結腸・直腸	乳房・閉経前女性	乳房・閉経後女性	卵巣	子宮内膜	子宮頸部	前立腺	腎臓	皮膚
非デンプン性の野菜	●	△	●	△	●				△			△	△				
ネギ属野菜					●												
にんにく									●								
ニンジン														△			
豆					△											△	
果物	●	△	●	●	●	△		△	△								
食品中の食物繊維			△					●									
食品中の葉酸			△		●			△									
食品中のカロテノイド	●			●													
食品中のβ-カロテン			●												×		×
食品中のリコペン															●		
食品中のビタミンC			●														
食品中のビタミンE			△													△	
運動				△		△			●	△	●		●				
肥満									●								

「これさえ食べれば、していれば」という全方向のがん予防法はない。運動といるような野菜類を食べることが健康につながる。WCRF/AICR 「The Expert Report」

品中のビタミン、β-カロテンなどにも触れていますが、いうまでもなく、野菜は各種ビタミンの重要な供給源でもあり、野菜を食べることが、がん予防に効果的というのは間違いのないようです(表1)。

野菜消費量はアメリカより少ない

ところが、残念ながら日本では、年々野菜、果物の消費量が減少しています。マクガバンレポートの報告からも分かるように、少なくとも1970年代の食事は健康的といえる食事であり、世界一の平均寿命を誇るのも、さもありませんといったところだったのですが、2013年に厚生労働省が改訂した「健康日本21」の報告では、日本人の一日当たりの平均野菜摂取量は約280gと減少しています。実は、1998年頃に野菜の一人当たりの年間消費量はアメリカに抜かれています(図2)。

野菜を食べないという傾向はどの世代にも見られますが、特に若年層で顕著です。「健康日本21」では、2022年までの目標値を、野菜で350g、果物は200gとしていましたが、一日の果物摂取量100g未満という人が61.4%という値を受け、果物は摂取量100g未満

の人を30%に減らそうというように、当初に比べ目標値が後退せざるを得ない状況となっています。

——アメリカの国民が積極的に食事を変えようとした背景のひとつに、公的機関が「この野菜、この果物はがん予防等に強く関連するので、積極的に摂取することが必要」と推奨したことが挙げられますね。

先進各国で医療費問題が噴出する中、超高齢化社会である日本も、危機的な状況にあるのは広く認識されているところです。病気になってしまったら治療は薬の役割ですが、それ以前に、病態にしない、あるいは病気とまではいえなくとも体調が思わしくないといういわゆる未病の人を改善し、健康な状態に維持するのは食事の役割ではないか、と考えています。

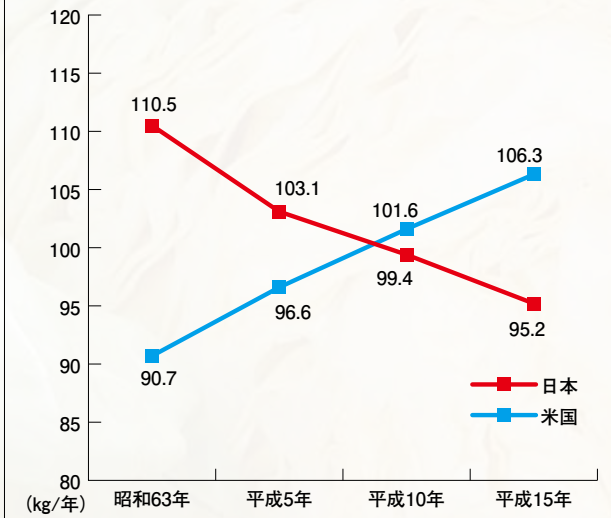
だからこそ、各国で食事に関するガイドラインが出され、野菜や果物の摂取推奨値が示されるのです。食事をするこ

によって摂取が期待されるのは、まず栄養、次にビタミン、ミネラル、さらに食物繊維といった機能性成分となります。「機能性成分」とは、食物についての研究が進み、生まれた概念です。日本では、食物に含まれるある成分が特定の生体調節作用があるとして、成分と機能の同定という点に注目されがちです。しかし本来食品の機能性は3つの要素からなっています。栄養が1次機能、噛み応えなど咀嚼や嚥下などに関する嗜好性、美味しさなどが2次機能、そして3次機能として生体調節機能があります。栄養と生体調節は、区別のあいまいなところがありますが、大まかに、その成分がなくては健康を害する欠乏症の概念があるものが栄養といい、一般に「機能性」といった時には、主に3次機能の健康に寄与する生体調節機能を指しています。

野菜の機能性成分(表2)について、よく知られているのは食物繊維です。食物繊維は食後の血糖値を急激に上げない、血中脂質を上げないという機能があるとされ、しかも腸管の中で、穏やかに作用します。この食物繊維が野菜に豊富に含まれているというわけです。

次にカロテノイドは、色の濃い野菜類に非常に豊富

■図2 野菜の摂取状況（日米比較、1人1年当たり）



日本は少しずつ低下、アメリカは増加し、1998（平成10）年頃にはすでに野菜の消費量が逆転していた。
農林水産省「食料需給表」、FAO「Food Balance Sheets」
（供給純食料ベースの比較）
※米国の値は供給粗食料に当該年の日本の歩留まりを乗じて算出

に含まれる成分で、ビタミンAの前駆体です。β-カロテン、β-クリプトキサンチン、ゼアキサンチンなどがあります。

カロテノイド群のルテインは、ホウレンソウに多く含まれる成分ですが、高齢男女約4万5000人を対象とした症例対照研究では、食事からのルテイン、ゼアキサンチンの摂取量が多いと加齢黄斑変性症の発症リスクが低いことが報告されています。また健康な45歳以上の女性3万5000人余を対象としたコホート研究では、ルテイン、ゼアキサンチン、ビタミンEの摂取量が多いと平均して10年後の白内障発症リスクが低かったという報告もあります。

赤ワインで話題になったポリフェノール群には、カテキン、アントシアニン、大豆イソフラボンなどがあります。強い抗酸化作用があるとされ、約300種以上あるとされています。

大豆イソフラボンについては、骨減少の閉経後女性389名（49～67歳）を対象に、低大豆・低脂肪食を摂取する条件で実施した24カ月間の無作為二重盲検比較試験では、1日54mgのゲニステイン（大豆イソフラボン的一种）を摂取した群で、対照群と比べて大腿骨頸部及び、腰椎の骨密度が上昇したという報告もあります。大豆イソフラボンは、構造が女性ホルモンと似

ているため、過剰に摂取しないよう注意が必要とされています。

硫黄化合物（イソチオシアネート）は抗酸化・殺菌作用があり、がん予防にも効果があるとされています。

このように食品の機能性について、これまで日本では3次機能の研究が進み、優れた研究も多数ありますが、一方、海外の研究者や栄養学の関係者からは、食材として扱うからには、マウスで効果があったとしても、ヒトが丸ごと食べてどうなのかという指摘がありました。3次機能のみならず1次と2次も含めた3つの機能をすべて加味してこそ評価ができるということです。また機能性食品の新しい表示制度が導入されるという状況もあり、ヒトを対象にした疫学的調査が必要とされています。

ミカンやリンゴで健康維持

農研機構でも温州みかんの産地である静岡県浜松市（旧三ヶ日町）と協力し、市民のミカン消費量と健康状態を10年間追跡調査しました。ミカンを一日に4個以上食べる、2～3個、1個程度というような大まかな分類ですが、ミカンの摂取量が多いほど、肝機能の改善が見られ、動脈硬化のリスクも減少し、また閉経後女性において骨粗鬆症発症リスクが著しく低下するともされています。

これはカロテノイドというビタミンAの前駆体に含まれるβ-クリプトキサンチンが効果を発していると考えられています。温州みかんは、柑橘類の中で唯一β-クリプトキサンチンを多く含有している品種で、生食の場合、一日3個食べれば上記のような効果が得られることが分かりました。

また、青森県弘前市の住民894名を対象にリンゴの摂取頻度と生活習慣病について行った疫学調査では、脂質摂取の少ない高齢男性でリンゴ摂取が動脈硬化を抑制し、脂質摂取の少ない65歳未満女性でリンゴ摂取が血糖上昇を抑制したという結果が出ています。

——医療費の問題、TPPへの参加など、社会的な要請もあって、機能性を持つ農林水産物、食品の開発プロジェクトが進んでいるようです。

農研機構ではすでに、機能性成分を多く含む農産物の品種開発を行っています。食物繊維、ポリフェノール

■表2 野菜の機能性成分

分類	野菜名	主な含有成分	生理機能
葉茎菜類	アスパラガス	カロテン、VB1、VB2、亜鉛、銅、食物繊維	腸内環境改善
	アーティチョーク	食物繊維、VC、カリウム	抗酸化、脂質代謝改善
	カリフラワー	VC、VK、イソチオシアネート	エストロゲン活性、がん予防
	キャベツ	VC、VK、イソチオシアネート	エストロゲン活性、がん予防
	ブロッコリー	リン、鉄、カリウム、亜鉛、VB1、VB2、VC、VE、ルテイン、イソチオシアネート、食物繊維	エストロゲン活性、がん予防
	クレソン	カロテン、VC	抗酸化、大腸がん予防
	チコリー	フラクタン	腸内環境改善、骨代謝
	セロリ	カロテン	胃がん、大腸がん予防
	レタス	カロテン	がん予防、抗酸化
ホウレンソウ	ルテイン、カロテン、VC、鉄	加齢黄斑変性症予防	
果菜類	トマト	カロテン、リコピン、VC、セレン	がん予防、抗酸化、免疫賦活
	トウガラシ	カロテン、VC、カプサイシン	エネルギー代謝、消化管通過時間短縮
	ピーマン	VC、VP、カロテン	がん予防
根菜類	ショウガ	ジンゲロール、カリウム、亜鉛	抗凝血作用、抗炎症、つわりの軽減
	タマネギ	硫化アリル、ケルセチン	抗酸化、抗血小板凝集、認知症予防
	ニンジン	カロテン、カリウム、アストラガリン	がん予防、整腸作用
	ニンニク	リン、カリウム、亜鉛、銅、VB1、VB2、硫化アリル	がん予防、抗菌作用、薬物代謝、脂質代謝改善
豆類	大豆	VB1、VB2、大豆サポニン、レシチン、イソフラボン	胃がん予防、前立腺がん予防、脂質代謝改善、骨代謝、エストロゲン活性、血圧低下、血糖値抑制、腸内環境改善、抗炎症
	落花生	VB1、VB2、VE、ナイアシン	脂質代謝改善
	エンドウ豆	食物繊維	耐糖能

同じ緑の野菜でも、その機能はさまざま。

ル、カロテノイド、リグナンなどの含有量を従来品種よりも増やした品種を育成し、これらを活用した製品も市場に出ています。

例えば「ルビースイート」というリンゴの品種を育成しました。リンゴは、腸管での脂肪の分解吸収を抑制すると同時に、強力な血管収縮作用を持つエンドセリン-1の生成を抑える機能性成分「プロシアニジン」を多く含みます。マウスの実験では、プロシアニジンによって内臓脂肪の増加、肝臓脂肪の蓄積を抑えるなどの作用が見られました。先の弘前市の調査でもリンゴを食べることが健康に寄与するという結果が出ていましたが、効果を期待するには、一日300mgほど、普通のリンゴの場合2個食べる必要があります。ですが、このルビースイートなら1個で同じ分量のプロシアニジンが摂取できるのです。

こうした機能性食品を利用することで、通常の栄養素は従来品と同様に含まれていて、さらに機能性成分が普通の品種に比べて2倍含まれているとなれば、今

までのものに置き換えて、今まで通りに調理に使うだけで、より健康になれるというわけです。

2012年度から2015年度までの補正予算を得てスタートしたプロジェクトでは、個人の健康状況に応じて、機能性を持つ農林水産物や食品を提供するシステムを確立することを目標にしています。まず、機能性農産物の開発です。消化が遅く、血糖値が上がりにくい米や中性脂肪低下成分を含む大豆など具体的なターゲットをイメージして開発していきます。

また機能性農産物の各種情報をデータベース化し、消費者、栄養士、食品産業といった利用者に提供しようと考えています。データベースには、農産物の品目、品種、栄養成分に加え、脂肪代謝を促進するといった、各

農産物の機能を高める調理加工技術、交雑を防ぎ栽培を管理して機能を安定化させる栽培技術などが盛り込まれます。

特に、機能性の科学的な根拠について、ヒトを対象にした疫学データが必要とされていることから、このデータベースには、世界で行われたコホート研究などを収集するとともに、農研機構では現在、タマネギ、ニンジン、ゴーヤ、ミカンなどについて、改めて各種のデータを取るという活動を始めています。

例えば農研機構では「クエルゴールド」というタマネギを開発しています。これは抗酸化作用、抗炎症作用のあるケルセチンという機能性成分を従来よりも多く含む品種です。

実験では、脂質の高い西洋型の食事を与えるマウス、西洋型の食事にケルセチンを加えた食事を与えるマウス、標準食を与えるマウス、標準食にケルセチンを加えた食事を与えるマウスの4パターンで、体重の増加を調べたところ、西洋型の食事のみのマウスは肥満し

野菜の実力

ていきますが、ケルセチンを加えたマウスは、肥満が抑制されるという結果が出ています。

そこで次のステップとしてヒトがタマネギを食べてケルセチンを摂取することで、変化があるかどうか、という実験を進めています。

このプロジェクトでは、最終的に個人の健康状態に応じた供給システムの確立など、機能性食品を食卓に届けるための仕組み作りを考えています。ユーザーの健康状態に応じて弁当をオーダーし、産地、メーカー、小売店といった流通ルートをつないで、テーラーメイドなシステムを開発することです。

この場合、外食・中食産業の方たちとも、しっかりと協力していかなくてはならないと考えています。例えば生食のタマネギは、スライスして置いておくと色が悪くなってしまうので、水にさらしてしまうのですが、そうするとケルセチンは、どんどん失われてしまいます。せっかくの機能性成分も意味をなしません。そうした情報をきちんと提供し、共有する必要を感じています。

新しい食品の機能表示制度

——同時に食品の機能について2015年4月から新しい表示制度がスタートし、消費者は、食品について今まで以上に多くの情報を得られることとなりますね。

2013年6月に、「規制改革実施計画」及び「日本再興戦略」が閣議決定されました。その中で、「いわゆる健康食品等の加工食品及び農林水産物に関し、企業等の責任において科学的根拠をもとに機能性を表示できる新たな方策について、今年度中に検討を開始し、来年度中に結論を得た上で実施する」こととなりました。つまりこれまでは、「β-クリプトキサンチンを多く含みます」という表示しかなかったものが、新制度では一定の条件のもとで「β-クリプトキサンチンを多く含むので、閉経後の女性の骨の健康に役立ちます」といった表示ができるということなのです。

これは、サプリメントなども含んだ表示制度のため、製薬メーカーや農業団体など、さまざまな業界を巻き込んだ議論となり、関係者の間でも表示の方法、基準などで意見が分かれています。農産物の立場からすると、旬と出始めの時期では、成分値が異なりますし、

ケルセチンを多く含む「クエルゴールド」、アントシアニン、プロシアニジン豊富に含んで果肉の色が赤くなった「ルビースイート」。



日照時間や収穫からの経過時間でも値は異なる、同じ時に同じ木から収穫しても異なることもあります。サプリメントや薬は工業製品ですから厳密に管理ができますが、そうした値の幅があるのは自然の産物ならではの特徴です。その違いをどのようにすりあわせていくのか、新表示では難しいところです。

加えて、消費者への啓発も必要でしょう。新表示では例えば「ミカンが50歳以上の女性の健康に寄与します」と記述することになりますが、すると「30歳の私には無用」という誤解を与える恐れもあるということです。新表示では、論文に記載された事実に沿うこととされているため、疫学調査が50歳以上を対象にしていたら、そうした表示にならざるを得ないのですが、その点も消費者に正しく理解されるよう、啓発活動とセットで考えなくてはなりません。

最終的に、機能性を表示できるいわゆるプレミアム農産物は、流通量全体の数パーセントかもしれません。しかし、それによって「ミカンは骨の健康に効果がありそうだ」「緑茶は抗アレルギー作用があるから鼻炎軽減に良さそうだ」という情報が消費者に伝わり、広く生鮮農産物を食べてみよう、飲んでみようというきっかけになればと考えています。

日本では現在、約150種もの野菜が市場に出回っています。葉物野菜だけでなく、茎菜類、いも類、根菜類、豆類など豊富にあり、それらを巧みに献立に取り入れてきたのが日本食です。しかし残念ながら、野菜類の消費量は年々下がり、かつては理想的な食生活だった日本の食卓も様変わりしています。同時に、日本人の場合、平均寿命と健康寿命に9～12歳もの差があるという事実も忘れてはなりません。健康で長生きするために、食事は非常に重要です。その助けとなるべく、機能性の表示によって消費者が野菜への関心を高め、健康に寄与し、そして野菜や果物の消費を底上げすることにつながればと考えています。 **H**