

研究の動向

■ 生鮮農産物から機能性表示食品へ；ウンシュウミカンの事例

同志社女子大学 杉浦 実

1. はじめに

日本国内における果物の摂取量は長年、低い水準にとどまっている。一方、果物は野菜と同じかあるいはそれ以上にがんや心血管系疾患、糖尿病などの生活習慣病の予防に有効な食品であることが多くの研究から示されている。果物・野菜類はビタミンやミネラル、食物繊維等の重要な供給源となるが、これらの栄養素以外にも近年その生体調節機能が注目されているカロテノイド類が豊富に含まれている。

我々はこれまでにウンシュウミカン（以下、ミカン）に特徴的に多く含まれているβ-クリプトキサンチンに着目し、ミカン産地における栄養疫学調査やヒト介入試験、またβ-クリプトキサンチンの作用メカニズムに関する遺伝子レベルでの生体調節機能について研究を行ってきた。本稿ではミカンに特徴的に多く含まれているβ-クリプトキサンチンと様々な生活習慣病リスクとの関連についての最新の知見と、骨の健康維持に役立つ機能性表示食品として消費者庁に届出されたミカンの事例について紹介する。

2. 果物摂取と骨の健康との関係

2-1. 国内外の知見

最近の栄養疫学研究から、果物を豊富に摂取することが健康な骨の形成や維持に有効であることが数多く報告されるようになってきた。果物が骨に対して有用であるその理由としては、まず、果物には骨の形成に重要なコラーゲンを合成する上で必須な栄養素であるビタミンCが豊富に含まれていることが挙げられる。また、動物性タンパクの過剰摂取による含硫アミノ酸が代謝性アシドーシスを誘発し、その結果、骨吸収が盛んになり骨に

悪影響を及ぼすことが明らかになっているが、これを防ぐためには、カリウム、カルシウム、マグネシウム等のカチオンの摂取が重要と考えられている。果物にはカリウム等のミネラル類が豊富に含まれており、代謝性アシドーシスを平衡化することで骨吸収を防ぐ働きがあると考えられている。そのためWHO（世界保健機関）とFAO（国際連合食糧農業機関）が2003年に発表した報告書「Diet, Nutrition and the prevention diseases」では、健康な骨の維持形成や骨粗鬆症に関連した骨折の予防には、果物・野菜の摂取量を増やすことも重要だろうとしている。このように果物・野菜の摂取が骨の健康に役立つことが多くの疫学研究から示されているが、骨代謝に影響するのはビタミン・ミネラル類だけだろうか？果物・野菜にはフラボノイドやカロテノイド類が豊富に含まれており、近年、これら植物性二次代謝産物の骨に及ぼす影響が検討されている。

2-2. カロテノイドと骨の健康との関係

最近の実験的研究から、骨芽細胞のアポトーシスや破骨細胞による骨吸収に酸化ストレスが関与していることが明らかになった。実際に骨密度や骨粗しょう症と酸化ストレスとの関係が疫学研究の結果でも示されている。そのためこれらの酸化ストレスを抗酸化物質が抑えることで骨代謝に良い影響を及ぼしているのではないかと考えられるようになってきた。特に最近では果物・野菜に豊富に含まれるカロテノイドに着目した研究結果が相次いで報告されている。ミカンにはβ-クリプトキサンチン（図1）が特徴的に多く含まれており、我々はこれまでにミカンを高頻度に摂取している人ほど、血中のβ-クリプトキサンチン濃度がミカンシーズンに著しく上昇することを明らかにしてきた（図2）¹⁾²⁾。

欧米人を対象にした調査からは、骨粗しょう症を発症した高齢女性ではβ-カロテンやリコペン、またβ-クリプトキサンチンの血中カロテノイド値が正常な高齢女性に比べて有意に低下していることが横断研究の結果から報告されている。また最近、コホート研究の結果が相次いで

Minoru SUGIURA

同志社女子大学生活科学食物栄養科学科

〔著者紹介〕（略歴）1990年京都工芸繊維大学大学院修士課程修了（農学修士）、1996年博士（薬学）東京大学、1999年農林水産省入省果樹試験場勤務（その後、2018年3月まで国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構勤務）、2018年同志社女子大学生活科学部食物栄養科学科（食品機能学研究室）教授 現在に至る
〔専門分野〕食品機能学・栄養疫学・食品科学

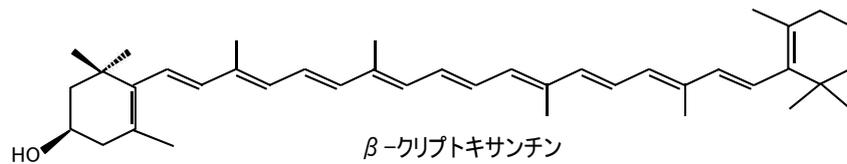


図1 ミカンに特徴的に多く含まれているβ-クリプトキサンチン

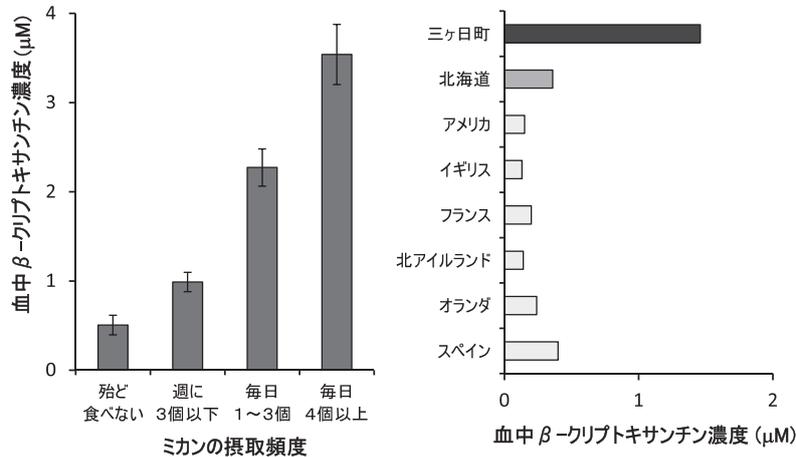


図2 ミカンの摂取頻度別に見た血中β-クリプトキサンチンレベルと各地域別にみた血中レベルの国際比較

左グラフ：ミカン摂取頻度と血中β-クリプトキサンチンレベルとの関連をミカンシーズの1月に静岡市で調査した。右グラフ：三ヶ日町研究（4月に実施）での女性被験者の平均値とこれまでに報告されている他の地域でのデータと比較した。

で報告され、アメリカの高齢者男女におけるカロテノイドの摂取量と脊椎骨、腰骨及び橈骨の骨密度の変化との関係を4年間追跡した結果では、カロテノイドの総摂取が多い人達では骨密度の低下が緩やかであったこと、また17年間にも及ぶ追跡調査から、カロテノイドの中でも特にリコペンの摂取量が多いほど腰骨と非脊椎の骨折のリスクが低減したことが報告されている。調査する対象集団によって結果が異なるのは、それぞれの対象集団の食生活習慣が異なるためと考えられるが、どのようなカロテノイドが特に骨代謝に有益なのかについては今後の更なる疫学研究の結果が望まれる。

2-3. ミカン産地住民を対象にした栄養疫学調査：三ヶ日町研究での知見

調査は三ヶ日町の住民健診受診者のうちインフォームド・コンセントが得られた者を調査対象とした。①空腹時採血による血中カロテノイド値の測定、②DXA法（二重エネルギーX線吸収法）による橈骨1/3遠位における骨密度測定、及び自記式問診票調査等を実施した。問診票によるアンケート調査、骨密度測定、及び血中カロテノイド値の分析が完了した676名（男性222名、女性454名）について、自記式問診票調査から一日当たりの総摂

取カロリー、ビタミン・ミネラル摂取量を求め、血中カロテノイド値と骨密度との関連を横断的に解析した³⁾⁴⁾。

骨密度と血中カロテノイド値との関連について、骨密度に影響すると考えられる要因を考慮して分析を行ったところ、特に閉経女性では血中β-カロテンとβ-クリプトキサンチン濃度が骨密度と弱いながらも有意に相関していた。更にビタミン・ミネラル類の摂取量の影響を考慮してもβ-クリプトキサンチンは有意に相関していた。次に、骨粗しょう症歴を有さない月経の無い女性293名をカロテノイド6種の血中濃度（最も血中濃度の低いグループQ1から最も高いグループQ4まで4グループ）に分け、それぞれのグループにおける骨密度を解析した。その結果、骨密度は血中β-クリプトキサンチンレベルが高いほど有意に高い傾向が認められた（図3左）。次にそれぞれのグループで骨密度が低下していると考えられるリスク比を計算した。骨密度が低下していると考えられる基準値は、今回では月経の無い女性全体のうち、最も骨密度が低いグループ（下位25%）を境界値（骨密度0.501 g/cm²）とした。データ解析では対象者の数が293名と小規模であったため、血中カロテノイドレベルの最も低濃度のグループ（Q1）とそれ以上のグループ（Q2～Q4をまとめて一つのグループ）とで、骨密度低値の出現割合を計算

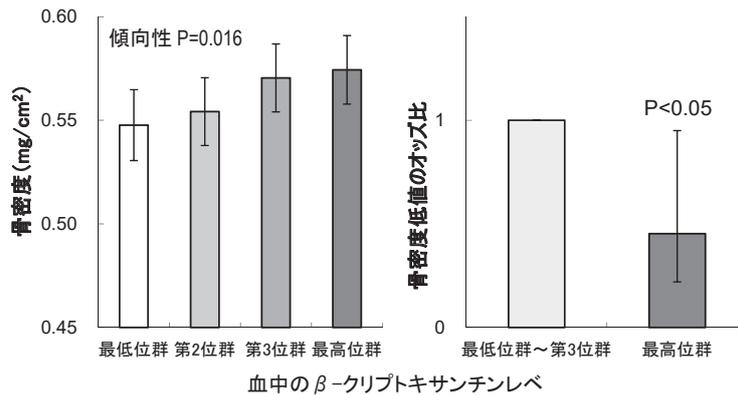


図3 血中β-クリプトキサンチンレベル別にみた骨密度と骨密度低値リスク

した。その結果、β-クリプトキサンチンの血中レベルが高いグループでリスクが半分以下となっていた（図3右）。一方、他のカロテノイドでは有意な関連は認められなかった。三ヶ日町研究では追跡調査を継続して行っているが、平成17年度からの骨密度調査にご協力頂いた方を対象に4年後調査を実施した。本稿では4年間の追跡調査が完了している被験者について縦断的な解析を行った結果を紹介する⁵⁾。

現在、日本国内では日本骨粗鬆症学会の「骨粗鬆症の治療（薬物療法）に関するガイドライン」において、若年成人における平均骨密度値に対する値であるTスコアが70-80%では「骨密度が低下している」、70%未満では「骨粗しょう症の疑いがある」と診断される。追跡調査の結果、調査開始時に既に閉経していた女性においては、ベースライン時に既に骨粗しょう症と考えられる被験者が11.8%であったが、4年後の調査では18.5%に有意に増加していた。一方、男性被験者と閉経前女性被験者（ベースライン時）では、4年後の調査においても骨粗しょう症を発症したと考えられる被験者はいなかった。閉経女性のうち、調査開始時に既に骨粗しょう症を発症していた被験者を除いて、血中のβ-クリプトキサンチン濃度について、低いグループから、高いグループまでの3グループに分け、各グループでの骨粗しょう症の発症率を解析すると、血中のβ-クリプトキサンチンが高濃度のグループにおける骨粗しょう症の発症リスクは、低濃度のグループを1.0とした場合0.08となり、統計的に有意に低い結果となった（図4）。またこの関連は、ビタミンやミネラル類の摂取量などの影響を取り除いても統計的に有意であった。同様にβ-カロテンにおいても血中濃度が高いグループほど発症リスクが低くなる傾向が認められたが、有意な結果では無かった。

2-3. 作用メカニズムに関する研究とヒト介入試験

β-クリプトキサンチンの骨代謝に及ぼす影響について

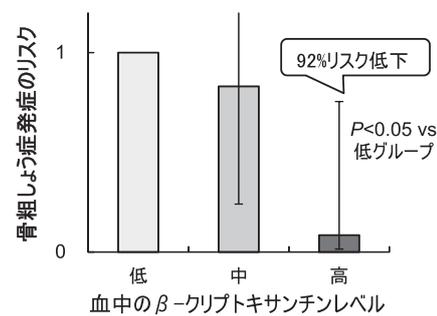


図4 血中β-クリプトキサンチンレベル別にみた骨粗しょう症の発症リスク

はこれまで詳細な実験的検証が行われており⁶⁾、山口らは大腿骨組織培養系を用いた実験において、β-クリプトキサンチンは骨代謝マーカであるアルカリフォスファターゼの活性上昇作用や骨中のカルシウム含量を高めることで骨組織中のカルシウム量を有意に増加させ、骨石灰化を増進させることを明らかにしている。また、各種骨吸収促進因子による骨塩溶解（骨吸収）を抑制する作用のあることが明らかになっている。さらに、β-クリプトキサンチンは、骨芽細胞による骨形成に関与する各種タンパク分子（Runx2, αI collagen, IGF-I 及び TGFβ1）の遺伝子発現を高めることで骨形成を促進する作用のあることが明らかになっている。一方、健常成人を対象にしたヒト介入試験において、β-クリプトキサンチン含有ミカンジュースの長期間摂取により、骨形成の促進と骨吸収の抑制が起きることが骨代謝マーカの変化から確認されている⁶⁾。これまでのヒト介入試験及び三ヶ日町研究による栄養疫学的な検証から、骨代謝に効果が期待出来るβ-クリプトキサンチンの摂取量は3mgと考えられる。

3. 新たな食品表示法における保健機能食品

3-1. 機能性表示食品制度

日本ではこれまで国の規制により、「機能性」の概念は限られた健康表示しかできない「特定保健用食品（特

保)」、あるいはビタミン・ミネラルを対象にした「栄養機能食品」しか認められなかったが、2013年、安倍政権の規制改革会議により、健康・医療分野において、一般健康食品の機能性表示を可能とする仕組みの整備について答申された。そして、2015年から新たな食品表示法が施行され、機能性表示食品制度がスタートした。本制度のガイドラインは、消費者庁・厚労省・農水省で策定された。本制度では、科学的根拠を示せば事業者の責任で機能表示が可能になり、またその対象は生鮮農産物まで拡大された。そのため、ミカンなどの生鮮物にもその科学的根拠を示せば事業者の責任で機能表示が可能になり、今後、生鮮物の消費拡大のための大きな起爆剤になることが期待されている。また新たな食品表示法では栄養機能食品の対象が生鮮農産物にも拡大された。

3-2. 科学的根拠を示す方法

機能性表示食品は届出制ではあるが、実際には細かな申請書類のチェックがあり、実質的には審査制と変わらず、科学的根拠を示すという点では、むしろ特保よりも厳しくなっている感がある。制度が始まった初年度は、科学的根拠という点に関して首をかき上げたくなくなるような

商品が届出されていたが、消費者団体等からのクレームから、現在は厳しく精査され、初年度は届出できたが現在は差し戻されるというものが散見される。現在、届出されているものについても、これから見直し・指導が行われるとのことである。

この制度で科学的根拠を示す方法には2通りあり、①最終製品で臨床試験を行い、その結果を査読付き論文として公表する方法、あるいは②システマティックレビュー（SR）を実施して、世界中で報告されている機能性の論文を総合的にレビューして、その根拠を示す方法の2通りがある。①は大手の食品メーカーが何千万もの資金を使って臨床試験等を行う方法であるが、中小企業でも届出できるように②のSRを行って申請できるようになっている。しかしながら、②の方法も科学論文をレビューするという特別な知識とスキルが必要なために中小企業や農協ができるものではなく、現在、いろいろな企業や大学がSRの受託サービスを行っている。

現在、届出されている機能性表示食品では特保成分の横滑りが多く、サプリや加工食品が大半となっており、生鮮農産物では非常に限られている（図5）。消費者庁も生鮮物で100品目は欲しいと言っているが、一向に増えな

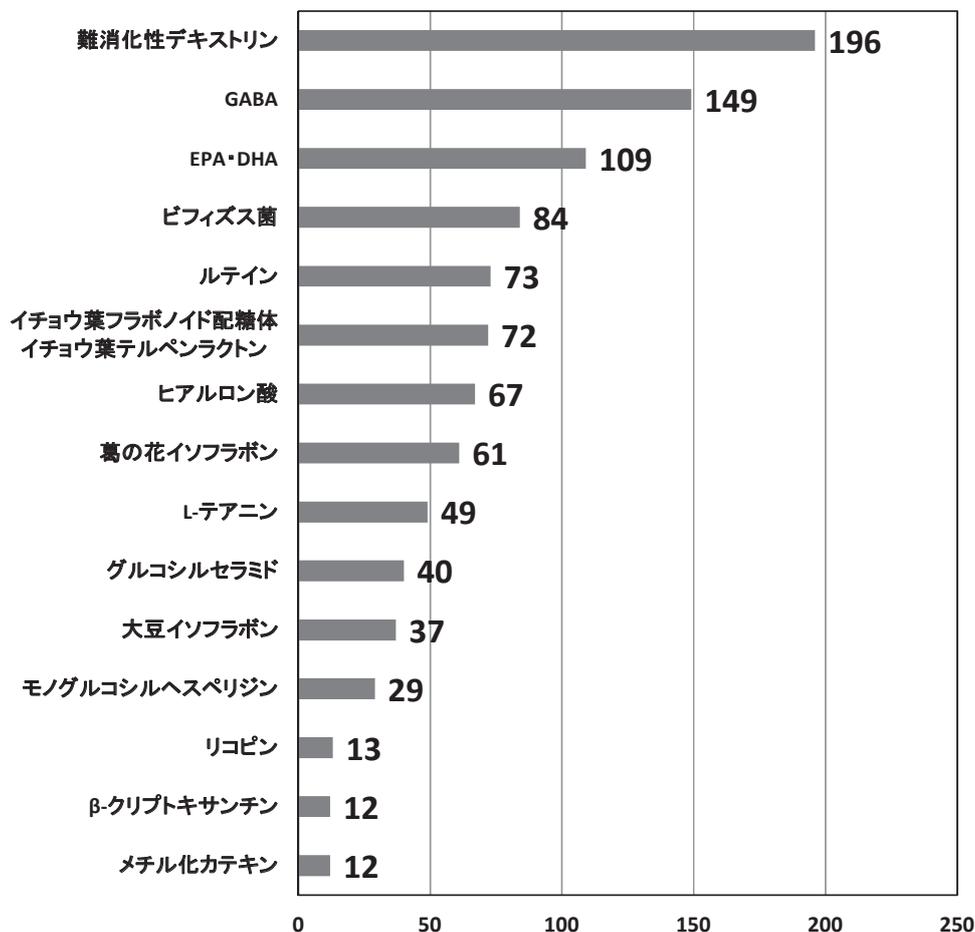


図5 消費者庁に届出された機能性表示食品で多い機能性関与成分（2018.10.6現在）

いのが現状である（現在19品目，2018年11月12日現在で19品目，全体の1.3%）。これには生鮮物で機能性関与成分の含有量を保証することが難しいことに加え，科学的根拠として示せる論文が極めて少ないことが上げられる。

β -クリプトキサンチンでは，当初，この制度が始まる前に農林水産省農林水産技術会議事務局が「骨の健康維持」というヘルスクレームで，日本健康栄養食品協会（日健栄協）にSRを依頼し， β -クリプトキサンチンとベにふうき緑茶のメチル化カテキンについてその結果を公開していた。その後，H24補正予算の機能性食品開発プロジェクト（農研機構）で， β -クリプトキサンチンとメチル化カテキンに加えて，リンゴのプロシアニジンや大麦の β -グルカンなど9品目について実施し，そのSRの結果を公開している⁷⁾。

3-3. SRの問題点

科学的根拠は当然ながら，細胞レベルの実験結果よりも動物実験，動物実験よりもヒトを対象とした研究データの方が信憑性は高い。またヒトを対象にした試験データでも，観察研究と言われる疫学研究では，横断研究よりも症例対照研究，更に症例対照研究よりも前向きコホート研究（縦断研究）の方がエビデンスレベルは高いとされている。しかしながら前向きコホート研究で効果が認められても，最終的な介入試験でそれを肯定する結果が得られなかったとする大規模な介入研究が欧米で数多く報告されている。そのため介入試験を行うことで，最終的な因果関係を証明できることになる。勿論，研究対象者数の規模や評価項目などの研究精度にも依存するため，一概にどちらのデータの方がエビデンスのレベルが高いとは云えないが，SRでの評価は基本的に介入研究の方が高く位置付けられている。またSRを実施する際に，世界中の研究論文を調査するが，通常はアメリカ国立医学図書館の国立生物工学情報センター（NCBI）が運営する医学・生物学分野の学術文献検索サービス（PubMed）等，3つ以上の文献情報データベースを用いることが多い。PubMed以外では，CochraneやJ-Stage，医中誌が良く用いられる。PubMedは海外の著名な学会誌以外にも，ある程度名前の通った学会誌が掲載されているが，一流学会誌に投稿された論文を審査する査読委員の多くはPubMedでヒットしない論文は科学論文に相当しないと認識している。一方，J-Stage等，日本語の文献情報データベースでは，商業誌的な雑誌も多く見受けられ，具体的な雑誌名は取上げて上げないが，査読が殆ど機能していないものが数多く見受けられる。このような雑誌でも掲載されるとSRでは科学論文としてカウントされ，評価の対象にせざるを得ない。SRでは論文の内容を様々な項目で定性的にレビューし，最終的にA～Eの

5段階で評価を行うが，基本的に介入研究はA評価からスタートして，論文の質や数，一貫性からAがBやCになり，科学的根拠が低いと評価されればDやEになる。それに対して，観察研究は基本的にCから評価がスタートする。どんなに大規模で追跡期間が長い前向きコホート研究よりも，SRの位置付けとしては，少人数で研究デザインに問題があっても介入研究の結果の方が評価は高くなる。多くの研究者がその矛盾を感じている。

3-4. 有益なSRとするために

三ヶ日町で実施した10年間に及ぶ追跡調査から，我々は骨粗しょう症以外にも肝機能・血糖値・中性脂肪等の機能性表示が可能な調査結果を欧米の医学系専門誌に発表して来た^{8)~11)}。また現在の機能性表示食品制度ではその科学的根拠として示せる論文は原則として，未病者を対象にしたヒト試験のデータに限られ，そのため採用出来る論文が極端に少ない。これは β -クリプトキサンチンに限らず，機能性表示食品の届出を考えている多くの食品メーカーが感じていることである。科学的根拠として採用出来る論文の大半が欧米人を対象にした研究データであり，被験者の特性をみた場合，多くの論文が病者を含むため，機能性表示食品として申請するための科学的根拠として採用出来ない。かといって，健常者や境界者のみを対象にした介入試験での報告は極めて限られる。未病者を対象にした臨床試験で評価出来るエンドポイントは限られたものになり，病者を対象にした論文でも科学的根拠として採用出来るように，現在，様々な業界からガイドラインの変更要望がパブコメとして上げられている。

一方，前向きコホート研究では，健常者のみを対象に何年間も追跡調査して，疾病の発症頻度を評価するため，科学的根拠の論文としては有益な情報となる。しかしながら，疾病の頻度を主要評価項目とした場合，機能性表示食品制度では病名を使えないため，SRの纏め方にはかなり慎重なレビューを行う必要がある。今後，生鮮農産物で機能性表示食品を増やすためにも，科学的根拠を示すヒトレベルでのデータを蓄積するため，栄養疫学研究やヒト臨床研究への集中的な取り組みが必要となる。

4. β -クリプトキサンチンに着目した機能性表示食品

4-1. β -クリプトキサンチン含有量の保証

ミカンに含まれる β -クリプトキサンチンの含有量は，これまでの詳細な分析調査から，糖度と極めて良く相関することが判明した（図6）。現在，多くのミカン産地では光センサー非破壊選果機が導入されているが，光センサーによる糖度選別は β -クリプトキサンチン含有量を全数検査することにほぼ等しいと考えられ，光センサー選

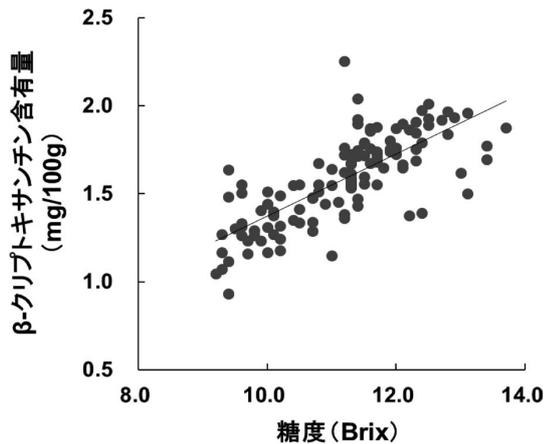


図6 β-クリプトキサンチン含有量と糖度との関係

果機による選果がβ-クリプトキサンチン含有量の保証に有効であることが判明した。機能性表示食品では、1日当たりの摂取目安量を示すとともにその機能性関与成分の含有量を表示しなくてはならないが、サプリメントや加工食品とは異なり、特に生鮮農産物では品種や栽培条件、更には栽培地域、収穫時期などの影響で機能性関与成分の含有量にばらつきが生じることが予想される。ミカンの等級選別の重要な指標である糖度（Brix 値）を近赤外線光センサーによる非破壊選果機で全数検査することにより、糖度が一定基準より低いミカン規格外として除外することで機能性表示の対象となる商品のβ-クリプトキサンチン含有量を担保できる。ミカン中のβ-クリプトキサンチンのように、機能性関与成分の含有量が非破壊センサー等で推定できる指標と相関する場合は含有量の保証も比較的容易であるが、そうで無い場合であっても一定量のサンプリング検査を実施することで統計学的にその含有量を保証することは可能である。農林水産省のホームページ上で、農林水産物の機能性表示に向けた技術的対応として、サンプリング検査の方法について詳細な解説が公開されているので参照されたい¹²⁾。

現在、各産地におけるミカン中のβ-クリプトキサンチン含有量について調査を行っているが、産地間及び品種間において多少の差は認められるものの、早生及び晩生品種であればミカン3個程度で十分な量のβ-クリプトキサンチンを摂取できることが明らかとなり、何れも機能性表示食品として申請できることが解ってきた¹³⁾。また本年4月よりガイドラインの見直しが行われ、生鮮農産物に関しては一日に必要な量の半分以上を摂取できる量が含有されていれば機能性表示を行っても良いことになり、全ての産地の極早生ミカンで表示が可能になる。また三ヶ日町研究の10年後調査から、骨粗しょう症以外にも糖尿病や肝機能異常症、脂質代謝異常症、動脈硬化症などについてもリスク低下が明らかになっており、今後

更に幅広いヘルスクレームが可能になると期待される。本表示制度を積極的に活用することで、今後更にミカンの消費拡大に繋がることを期待したい。

4-2. 生鮮物では初めての機能性表示食品として届出

JA みっかびから申請した「三ヶ日みかん」が、2015年9月8日に生鮮物では始めて機能性表示食品として消費者庁に登録された（受付番号 A-79）。同年の早生ミカンから、段ボール等の包装資材に「本品にはβ-クリプトキサンチンが含まれています。β-クリプトキサンチンは骨代謝の働きを助けることにより骨の健康に役立つことが報告されています」と表記して販売を開始した。その後、各産地での取り組みも広がり、2018年7月の時点で、生鮮物のみかんではJA みっかび以外にもJA とびあ浜松の「とびあみかん」（受付番号 B189）、JA 清水の「清水のミカン」（受付番号 B467）、JA 南駿の「西浦みかん」（受付番号 B604）、広島果実連の「広島みかん」（受付番号 C197）、JA ありだの「有田みかん」（受付番号 C420）、JA 紀南の「紀南みかん」（受付番号 D107）がいずれも届出されている（表1）。生鮮物としてのミカン機能性表示食品として届出する際には販売しようとするミカン中のβ-クリプトキサンチン含有量の分析データを添付する必要があるが、届出された後も毎年、販売する年のミカンについてもその含有量が一定量以上含まれていることを示すことが求められている。しかしながら、分析にはそれなりの時間と費用が必要であり、分析してからその結果が得られるまでの間、機能性表示ミカンとしての販売がなくなる。これを回避するために、これまで届出されているミカンではβ-クリプトキサンチンが糖度と相関することを根拠にして、非破壊糖度センサーでミカンを選果することが、β-クリプトキサンチンの含有量を保証することにもなるということ届出書類に明記し、届出された以降は、毎年ミカン果実中のβ-クリプトキサンチンを分析しなくても良いということになっている。そのため非破壊糖度センサー選果機を導入している選果場であればこのような申請が可能となる。一方、非破壊糖度センサーが無い産地であっても、一定量のサンプリング検査をすることで届出申請は可能であり、届出以降も一定数以上のミカンの糖度をサンプリング検査で行えば、含有量の保証は可能と考えられる。

現在、国内では7事業者から機能性表示ミカンの届出が完了したが、これは国内産ミカンのおよそ4分の1に相当する。今後もより多くの産地で機能性表示に取り組むことで、ミカンが身体によいことの認知度が高まるものを期待される。

表1 β-クリプトキサンチンでの機能性表示食品届出状況

届出番号	届出日	届出者	商品名	食品の区分	関与成分	機能性
A79	2015/08/03	三ヶ日町農業協同組合	三ヶ日みかん	生鮮食品	β-クリプトキサンチン	骨の健康維持
A105	2015/08/31	株式会社えひめ飲料	POM (ポン) アシタノカラダ	加工食品(その他)	β-クリプトキサンチン	骨の健康維持
B142	2016/08/05	理研ビタミン株式会社	β-クリプトキサンチン	加工食品(サプリメント形状)	β-クリプトキサンチン	骨の健康維持
B189	2016/09/12	とびあ浜松農業協同組合	とびあみかん	生鮮食品	β-クリプトキサンチン	骨の健康維持
B298	2016/11/09	株式会社早和果樹園	味ーしぼり 720ml	加工食品(その他)	β-クリプトキサンチン	骨の健康維持
B467	2017/01/24	清水農業協同組合	清水のミカン	生鮮食品	β-クリプトキサンチン	骨の健康維持
B604	2017/03/23	南駿農業協同組合	西浦みかん	生鮮食品	β-クリプトキサンチン	骨の健康維持
C197	2017/08/24	広島県果実農業協同組合連合会	広島みかん	生鮮食品	β-クリプトキサンチン	骨の健康維持
C420	2018/3/1	ありだ農業協同組合	有田みかん	生鮮食品	β-クリプトキサンチン	骨の健康維持
D107	2018/7/31	紀南農業協同組合	紀南みかん	生鮮食品	β-クリプトキサンチン	骨の健康維持

4-3. ミカン果汁飲料でも機能性表示食品として届出

一方、ミカンの加工品についても(株)えひめが開発したβ-クリプトキサンチン高含有ミカン果汁「POM アシタノカラダ」も機能性表示食品として届出された(受付番号A-105)。えひめ飲料はこれまでミカン果汁の加工製造について長年の開発実績があるが、今回届出されたアシタノカラダはミカン1個分のカロリーで3個分のβ-クリプトキサンチンを含んだものとなっており、低用量(125 ml)でカロリーも1本あたり55 kcalとなっている。通常の搾汁方法で製造されたミカン果汁には100 mlあたりおよそ1 mg程度のβ-クリプトキサンチンが含まれるが、えひめ飲料ではβ-クリプトキサンチンを高濃度に含むパルプ画分を抽出する技術開発を行い、この高含有素材を果汁に戻すことで125 mlあたり3 mgという高含有果汁飲料の開発に成功した。果物は生で食べる分には様々な健康効果が期待できるが、果汁飲料については飲み過ぎるとインスリン抵抗性や肥満・糖尿病の危険因子になることはよく知られており、今後、健康機能性を訴求した果汁飲料を開発する場合には、アシタノカラダのような商品設計も重要になってくると考えられる。また一方で、アシタノカラダほど高含有でなくても、果汁製造時の搾汁方法やその後の遠心処理方法等を検討することで180 mlあたり3 mgのβ-クリプトキサンチンを含むミカン果汁飲料の製造も可能である。この方法により製造された和歌山の農業生産法人早和果樹園の「味ーしぼり」が2016年12月にミカン果汁飲料では2つめの機能性表示食品として消費者庁に届出された(B-298)。

5. おわりに

これまでに様々な産地の届出支援に関わらせて頂いて痛感したことは、情報が十分に産地へ伝わっていないことである。これは生産者だけでなく消費者にも云えるこ

とである。国が定める保健機能食品には、特保、栄養機能食品、機能性表示食品の3つがあること、この3つがどのように違うのか、また3つ以外にもドラッグストアや通販等で販売されている所謂健康食品や栄養補助食品等、消費者は混乱するばかりである。健康効果を謳える保健機能とそれ以外の一般食品との違い、その利用の仕方を正確に消費者に伝えることは難しいことであるが、これらの保健機能食品を製造販売する側も正しい情報を伝える義務がある。

果物・野菜は基本的に健康の維持増進に良いことは間違いのない事実である。その機能性を謳える制度が始まった今こそ、生鮮農産物での機能性表示食品を増やし食育との両輪で消費者に対して真に必要な情報を提供する必要がある。

引用文献

- 1) Sugiura, M.; Kato, M.; Matsumoto, H.; Nagao, A.; Yano, M. Serum concentration of β-cryptoxanthin in Japan reflects the frequency of Satsuma mandarin (Citrus unshiu Marc.) consumption. *Journal of Health Science*. 2002, Vol. 48, 350-353.
- 2) Sugiura, M.; Kato, M.; Matsumoto, H.; Nagao, A.; Yano, M. Multiple linear regression analysis of seasonal changes in the serum concentration of β-cryptoxanthin. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*. 2004, Vol. 50, 196-202.
- 3) Sugiura, M.; Nakamura, M.; Ogawa, K.; Ikoma, Y.; Ando, F.; Yano, M. Bone mineral density in post-menopausal female subjects is associated with serum antioxidant carotenoids. *Osteoporosis International*. 2008, Vol. 19, 211-219.
- 4) Sugiura, M.; Nakamura, M.; Ogawa, K.; Ikoma, Y.; Ando, F.; Yano, M. Dietary patterns of antioxidant vitamin and

- carotenoid intake associated with bone mineral density: Findings from post-menopausal Japanese female subjects. *Osteoporosis International*. 2011, Vol. 22, 143-152.
- 5) Sugiura, M.; Nakamura, M.; Ogawa, K.; Ikoma, Y.; Yano, M. High serum carotenoids associated with lower risk for bone loss and osteoporosis in post-menopausal Japanese female subjects: Prospective cohort study. *PLOS ONE*. 2012, Vol. 7, e52643.
 - 6) Yamaguchi, M. β -Cryptoxanthin and Bone Metabolism: The Preventive Role in Osteoporosis. *Journal of Health Science*. 2008, Vol. 54, 356-369.
 - 7) 農研機構. “機能性をもつ農林水産物・食品開発プロジェクト”. <http://www.naro.affrc.go.jp/project/foodpro/2016/063236.html> (入手日: 2018.12.25)
 - 8) Sugiura, M.; Nakamura, M.; Ogawa, K.; Ikoma, Y.; Yano, M. High serum carotenoids associated with lower risk for type 2 diabetes among Japanese subjects: Mikkabi prospective cohort study. *BMJ Open Diabetes Research & Care*. 2015, Vol. 3, e000147.
 - 9) Sugiura, M.; Nakamura, M.; Ogawa, K.; Ikoma, Y.; Yano, M. High serum carotenoids associated with lower risk for elevated serum alanine aminotransferase among Japanese subjects: Mikkabi prospective cohort study. *British Journal of Nutrition*. 2016, Vol. 115, 1462-1469.
 - 10) Sugiura, M.; Nakamura, M.; Ogawa, K.; Ikoma, Y.; Yano, M. High serum carotenoids associated with lower risk for metabolic syndrome and its components among Japanese subjects: Mikkabi prospective cohort study. *British Journal of Nutrition*. 2015, Vol. 114, 1674-1682.
 - 11) Nakamura, M.; Sugiura, M.; Ogawa, K.; Ikoma, Y.; Yano, M. Serum β -cryptoxanthin and risk of high brachial-ankle pulse wave velocity: the Mikkabi cohort study. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*. 2016, Vol. 26, 808-814.
 - 12) 農林水産省技術会議事務局. “農林水産物の機能性表示に向けた技術的対応について”. http://www.s.affrc.go.jp/docs/kinousei_pro/reference.htm (入手日: 2018.12.25)
 - 13) 久永 絢美, 吉岡 照高, 杉浦 実. 主要産地のウンシュウミカンに含有される β -クリプトキサンチン量の品種群間差およびその糖度との関連について. *園芸学研究*. 2018, Vol. 17, 459-464.