

# 現代有機農業論

## 生産者と生活者をつなぐ循環の仕組み

### 第5回 有機農産物の品質

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 高収益施設野菜研究チーム

上席研究員

なかの あきまさ  
中野 明正

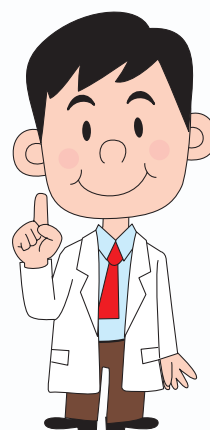


〈筆者略歴〉

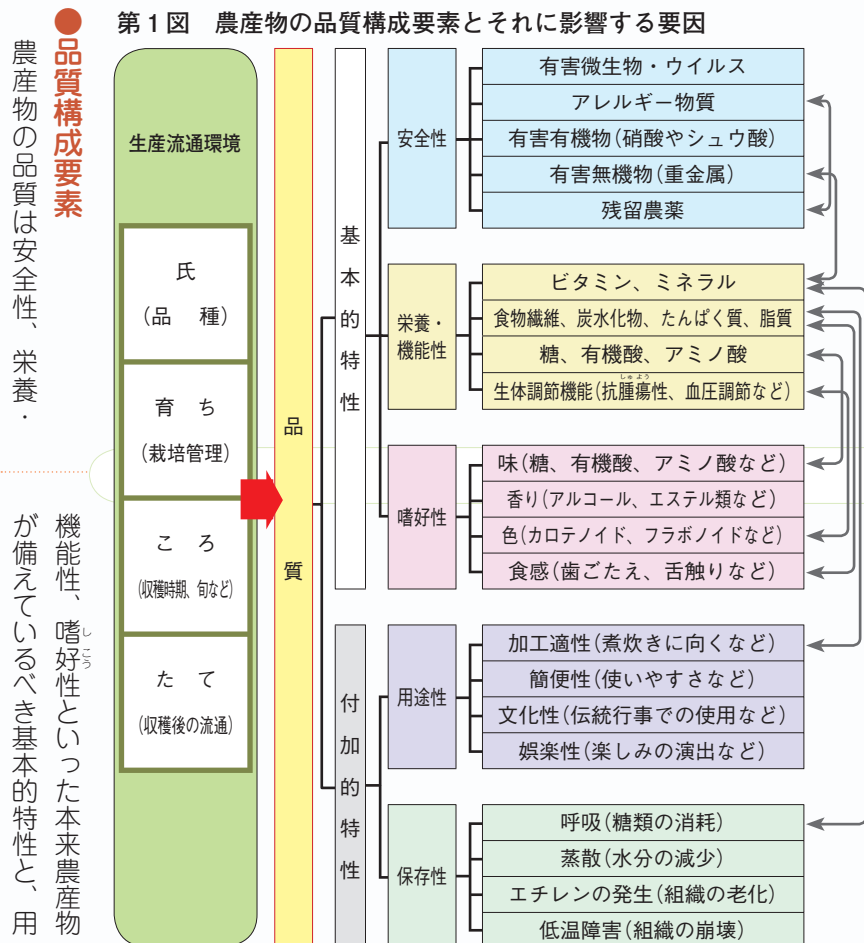
1995年農林水産省農業環境技術研究所へ。1996年野菜茶業試験場根圏環境研究室、1997年総理府科学技術庁併任、2004年農林水産省農林水産技術会議事務局研究調査官、同年10月より農林水産省農林水産技術会議事務局研究開発課課長補佐、2008年4月現在に至る。農学博士。

「野菜施設生産における根圏環境のストレス緩和技術に関する研究」で2002年度、根研究会学術奨励賞受賞。ベジタブル&フルーツマイスターの資格も持つ。

農産物の品質は、  
たくさん要因が複雑に  
絡み合い成り立っています。  
評価には、総合的な視点が必要  
です。



第1図 農産物の品質構成要素とそれに影響する要因



### 1 品質を構成する要素

「自分の命のことで、何を食へようか、何を飲もうかと心配したり、また、体のことで、何を着ようかと心配したりしてはいけません」とは、有名な聖書の言葉です。命を支える食についてあれこれ気を配ることは

大切ですが、現代日本は、食の質に関してあまりにも悩み多き時代でしょう。今回は、農産物の品質を通して、有機農産物に本来求められるものは何かについて考えてみましょう。

途性や保存性など、流通や実際の使用の際に求められる付加的特性に分けられます（第1図）。

有機農産物を含めた農産物の品質で特に重要となる項目は、まず安全性であり、例えば病原性大腸菌O-157など食中毒を起こす有害微生物が適切に管理されているかどうかです。そして、栄養面も重要です。ビタミンやミネラルの含有量はしばしば話題にされ、有機農産物にその優位性が期待されています。また、おいしいかどうかといった嗜好性に関する議論も頻繁です。有機農産物は慣行の農産物に比べておいしいと

## 2 品質を構成する化学成分

### ● 増えることが 好ましいとされる成分

糖…エネルギー源または甘みを構成する成分です。多くの野菜で甘みは共通的に最も重要な要素です。トマトやニンジンなども糖度を増加させる方向で育種され、かつては子どもの嫌いな野菜No.1のニンジンも今や好きな野菜の仲間入りをしています。アミノ酸…うまみやコクの指標です。調理用トマトは一般に生食用トマト

いわれることはよくあります。さらに、有機農産物は店もちがよいとされ、ほかの栽培法に比べて保存性が優れる可能性もあります。

### ● 「氏・育ち・ころ・たて」

このように品質は多様なものです。そして、品質の多様性は「氏・育ち・ころ・たて」といった生産や流通の場面でさまざまに変化するため生じていることを、まず覚えておいてください。つまり、品種（氏）、栽培のされ方（育ち）、旬（いつごろ）に収穫されたのか、収穫後の流通のされ方（とれたて）にも大きく影響を受けるのです。

に比べグルタミン酸が多いのですが、調理用トマトを生で食べておいしいと感じる人は少ないでしょう。味には相乗効果があつて総合的に評価されるものです。

有機酸…クエン酸やリンゴ酸などがあり、酸味として認識されます。果実類では糖と相まって味覚を決定する重要な要素です。

機能性成分…農産物には、病気予防など健康を維持するための機能が期

待されています。例えば、カロテノイドはがん予防機能のほかに、活性酸素の消去作用や免疫作用を賦活化（ふかつか）することが知られています。各種野菜類の中でもニンジンやシュンギク、ブロッコリー、カボチャなどには、β-カロテンが多く含まれています。

ミネラル…日本では、厚生労働省によつて12成分（Zn・K・Ca・Cr・Se・Fe・Cu・Na・Mg・Mn・I・P）が食品の栄養表示基準として定められています。健康な生活を営むため必要な成分で、適切な摂取が望まれます。食物には人にとって必須成分でないものも含まれます。また必須成分であっても、取りすぎれば過剰症も生じます。つまり、多めに摂取すればよいということではないのです。

### ● 減少することが好ましい成分

有害微生物・ウイルス…日本における食中毒の発生事例で、最も多いのがノロウイルス、次いで、カンピロバクターやサルモネラ菌です。農場から食卓までどこでも汚染の可能性があり、付着した場合は除去または増殖しないような管理が必要です。アレルギー物質…アレルギーとは本来自分を守るための免疫反応が、自分自身を攻撃して炎症反応を引き起こす状態のことです。特に食品アレ

ルギーは幼・小児で多いとされます。アレルギーを引き起こす原因物質のアレルゲンとなる食品には、たんばく質を多く含む食品が多数認められています。しかし、そのたんばく質構造とアレルギー発症のしやすさは、研究途上で解明されていません。

残留農薬…2006年からポジティブリスト制に移行し、残留基準が設定されている農薬は当然ですが、設定されていない農薬も規制の対象となりました。一般には動物実験での無毒性量に100分の1を掛け量が基準値ですが、栽培期間中に農薬を使用した場合、これらの基準値以下で野菜に残留する可能性はあります。しかし、基準値自体が、実際に健康被害を生じる値よりもはるかに低く設定されています。

硝酸・シュウ酸…野菜のえぐみの原因となる成分です。高濃度の硝酸は、特に生後3カ月未満の乳児には有害で、体内で亜硝酸になり赤血球のヘモグロビンと結合して酸欠状態になる危険があります。また硝酸から生成した亜硝酸は2級アミンと反応し、発がん性物質のニトロソアミンを生成します。しかし、ビタミンCがあるところではニトロソアミンを生成しないため、ビタミンCが豊富で硝

酸性窒素<sup>ろうそ</sup>の少ない野菜を選んだり、調理により硝酸を低減させるなどの工夫で対応します。またシウ酸はホウレンソウなど一部の野菜にのみ含まれ、CaやFeの吸収を阻害します。重金属…食品の中には微量の重金属

### 3 有機農産物の品質を評価した研究から

品質を構成する化学成分だけでも多数あり、それぞれの組み合わせ、また野菜ごとの違いを考えると「品質」と一言でいわれるものは極めて複雑で、評価も一筋縄ではいきませんが、いくつかの研究事例から有機農産物の品質について考えてみます。

#### ●有機農産物の

#### 味・質・栄養価など総合評価

①栽培法による品質の違いについて  
有機農産物など種々の栽培法で生産された、農産物の品質に関する70編あまりの研究報告から、以下のような結論が得られています（堀田、1999年）。

栄養成分…有機農産物と慣行農産物との違いは、成分的な差として普遍的な結果は出ませんでした。有機農産物は慣行に比べ糖度が高く高品質であるとの説もありますが、そうと

が存在しています。CuやZnのように必須元素であるものでも、過剰摂取により中毒になります。As、Pb、Cdなどは毒性が強く蓄積性もあり、食品衛生法に規格が定められています。

はいきれませんでした。

色・形・味・香り・かたさなど…有機農産物は慣行農産物に比べて「よい」「差がない」「悪い」とする調査結果が出ており、作物や品質要素によってまちまちの結果でした。また、同じ作物でも違う結果が出ている場合もあり、やはり普遍的な結論は得られていません。報告の数としては、有機農産物がよいとする場合や双方に差がないとする場合が多いわけですが、よい場合でも、慣行農産物との差は大きくありませんでした。逆に、病害虫あとや生育不良による悪い外観が有機農産物の欠点だと思われませんが、調査をまとめた結果、必ずしもそうではないようです。機能性成分…有機農産物の機能性成分含量は、報告によって異なります。慣行農産物より「多い」「差がな

い」「少ない」と、それぞれの場合がありました。

流通・加工特性…有機農産物の日もち性は作物により異なりますが、慣行農産物に「勝る」かまたは「差がない」という結果が得られています。

#### ②海外の研究事例

ウィリアムソンは「有機農産物に栄養的なメリットはあるのか？」とする論文の中で「多くの消費者は有機農産物は栄養価に富むため健康によいと思っているが、このような見解を支持する研究は少ない」と述べています。その原因は①研究計画や手法がしっかりしていないため結論が得られていない、②土壌・気象・品種・熟度・家畜（餌のやり方）で大きく異なる、さらに③鮮度や貯蔵条件も重要な要因である、としています。十分にコントロールされた試験は難しいのが大きな要因です。

ウィリアムソンは品質に関する論文をまとめ、穀物・ジャガイモ・野菜において、無機元素・微量元素・ビタミンBについて差がなかったとしています。野菜では、ビタミンAやβ-カロテンについても差がなかったようです。差が認められた項目として、特に葉菜類では有機野菜で硝酸が低いことが挙げられ、土壌中で

の硝酸態窒素の割合が低いことに根拠があると考えられます。また、バーンらも同様の結論を得ています（第1表）。

#### ●品質変化のメカニズムを考える

総体的に見ると、有機農産物の品質の優位性は怪しくなってきました。

最初に述べたように品質は「氏・育ち・ころ・たて」により大きく影響を受けるので、これらを揃えた、また、どのような環境で生育した農産物を比較しているのか、明確にしたもので議論する必要があります。栽培条件がある程度一定であり、そのメカニズムを含めて評価した報告から、可能性のある事項について、少し分析的に見てみましょう。

#### ①養水分が影響する事例

養水分管理は農産物の品質に大きく影響します。第2表に見られるように、地下部の栽培条件においては、窒素と土壌水分がその品質に大きく影響を与えていることが考えられます。現状で、有機物を活用した栽培が高品質化、収量向上に資する可能性のあるメカニズムについて、トマトを事例に考えてみます（第2図）。水分…土壌水分は有機物を施用することで、土壌の団粒構造が発達して水はけがよくなり、ほどよいストレ

第1表 有機または慣行農家が生産した農産物の栄養価の比較研究の総説

| 農産物                      | 試験設計                                                       | 分析項目                                | 摘要                                                                                   | 総合評価 |    |    | 研究者          | 発表年  |
|--------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------|----|----|--------------|------|
|                          |                                                            |                                     |                                                                                      | 慣行   | 不明 | 有機 |              |      |
| イチゴ                      | 慣行と有機農家の比較、同一品種、同一土壌条件、同一栽培条件、3カ月にわたり毎週1回11サンプルを採取。        | 酸度、糖度、乾物、灰分、ビタミンC、Ca、Mg、Fe、Mn、Zn、Cu | 全体的に見て、酸度、灰分、ビタミンC、ミネラルは差がない。乾物率と糖度は有機が高い。                                           |      | ○  |    | Cayuelaら     | 1997 |
| トマト                      | 3軒ずつの慣行農家と有機農家の比較を2作行った。降水量、灌水量は記録、トマトは完熟で収穫。              | ビタミンC、カロテン、P、Ca、Fe、Zn、Mg、Na、たんぱく質   | 2作とも気象条件は同様、区によっては降水量が異なった。Ca、P、Mgについては差がない。カロテン、Fe、Zn、Na、たんぱく質、乾物については、1年だけ慣行が高かった。 | ○    |    |    | Clarkeら      | 1979 |
| ジャガイモ、小麦                 | 慣行とバイオダイナミック農法の比較、2作物で輪作していたものを5年間追跡調査。                    | 乾物、たんぱく質、硝酸、ビタミンC                   | ジャガイモでは、慣行においてたんぱく、硝酸が高く、バイオにおいては乾物とビタミンCが高かった。小麦については、慣行においてたんぱくが高い。                |      | ○  |    | Dlouhyら      | 1989 |
| ジャガイモ                    | サンプルは9軒の慣行農家からと11軒の有機農家から、10品種使用、平均すると慣行農家土壌で可給態窒素濃度が高かった。 | 硝酸、ビタミンC                            | 硝酸は有意に有機で低い。ビタミンCは有意に有機で高い。                                                          |      |    | ○  | Fisherら      | 1984 |
| ニンジン、根用セリリー              | 2年間の調査。6組の慣行および有機農家の比較。栽培場所、土壌型、品種、播種栽培期間ではできるだけ合わせてある。    | 乾物、ビタミンC、β-カロテン、ビタミンB類、硝酸、無機塩類      | ニンジンでは、有機でβ-カロテンとチアミンが高いが、その他の差はなし。根用セリリーでは、有機で硝酸とZnが低い、乾物率、P、ビタミンCが高い。              |      |    | ○  | Leclercら     | 1991 |
| カリフラワー、レタス、ニンジン、セリリー、赤カブ | 3つの実験圃場、1つはバイオダイナミック農法、後の2つは慣行農法。                          | 糖、硝酸、K、Mg、Fe、Mn、Cd、Zn               | すべての結果が示されているわけではないが、カリフラワーにおいて硝酸の差はない。バイオダイナミック農法においてミネラル含量が高くなった。                  |      |    | ○  | Pfeilsticker | 1992 |
| トウモロコシ                   | 14軒ずつの有機と慣行農家を比較。栽培場所、品種、栽培時期、土壌型は4年にわたり揃えた。               | N、たんぱく、アミノ酸                         | 有機においてたんぱく含量が低い。メチオニン、リジン、ヒスチジン、アルギニン以外のすべてのアミノ酸は有機で低い。                              | ○    |    |    | Wolfsonら     | 1981 |

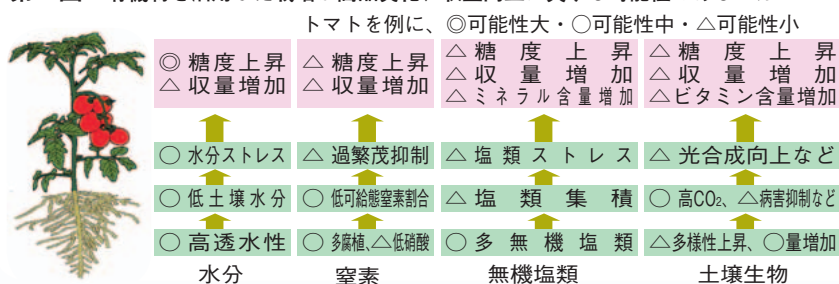
Bournら（2002年）の論文から抜粋して引用、総合評価については筆者が判断。

第2表 野菜の品質と地下部の栽培条件

| 種類  | 品質と収量 | 窒素 | リン酸 | カリウム | 微量元素 | 地温 | 土壌水分 | 土壌病害虫 |
|-----|-------|----|-----|------|------|----|------|-------|
| 果菜類 | 外 観   | ◎  | ○   |      |      | ◎  | ◎    | ○     |
|     | 日もち性  | △  |     | ○    |      | ◎  | ◎    | ○     |
|     | 糖 度   | ◎  |     |      |      | ○  | ◎    | ○     |
|     | 酸 度   | ◎  |     |      |      | ○  | ◎    | ○     |
|     | ビタミン  | ◎  |     |      |      | ○  | ◎    | ○     |
| 葉菜類 | 収 量   | ◎  | ○   | ○    | ○    | ◎  | ◎    | ○     |
|     | 外 観   | ◎  |     |      |      | ◎  | ◎    | ○     |
|     | 日もち性  | ◎  |     |      |      | ◎  | ◎    | ○     |
|     | 糖 度   | ◎  |     |      |      | ○  | ◎    | ○     |
|     | 酸 度   | △  |     | ○    |      | ○  | ◎    | ○     |
| 根菜類 | ビタミン  | ◎  |     |      |      | ○  | ◎    | ○     |
|     | 収 量   | ◎  | ○   | ○    | ○    | ◎  | ◎    | ○     |
|     | 外 観   | ◎  |     |      |      | ◎  | ◎    | ○     |
|     | 日もち性  | ◎  | ○   |      | ○    | ◎  | ◎    | ○     |
|     | 糖 度   | ◎  | ○   | ○    |      | ○  | ◎    | ○     |
|     | 酸 度   | △  |     |      |      | ○  | ◎    | ○     |
|     | ビタミン  | ◎  |     |      |      | ○  | ◎    | ○     |
|     | 収量    | ◎  | △   | ○    | ○    | ◎  | ◎    | ○     |

(注) ◎：深く関係する、○：関係がある、△：はっきりしない  
野菜・果実・花きの高品質化ハンドブックより。

第2図 有機物を活用した栽培が高品質化、収量向上に資する可能性のあるメカニズム



スガ掛かるのが原因と考えられます。このような低水分条件は、植物体のバイオマス生産を低下させますが、特に糖度を上昇させるとともにアミノ酸の濃度も上昇させることが知られています。

窒素…低窒素状態が糖度の上昇と、硝酸態窒素含量の低下をもたらすことなどが考えられます。また、有機

物からのゆっくりとした養分供給が糖度を高めることも考えられています。条件によって異なるようですが、**無機塩類…土づくりとして堆肥は、10a当たり11～15t程度、野菜畑に投入することがおすすめです。**しかし、一般に家畜ふん系の堆肥にはKやCaなどの無機塩類も多く含まれ、施肥量を勘案しないと予

想以上に塩類が集積する場合があり、特に降雨が遮断される施設生産ではその傾向が顕著です。したがって、

図らずも塩類ストレスが付加され生産量は減少するものの、糖度が上昇する可能性はあります。また、多くの無機成分が添加されるため、若干ですが慣行農産物に比べ、無機成分含量が増加する場合もあるようです。

水分・窒素・無機塩類の影響による高品質化のメカニズムは、必ずしも有機物でなければならぬということではありません。例えば、養液栽培でも水分や塩ストレスを掛けることにより、有機農産物以上に高糖度のトマトが生産できるからです。

また、養液栽培では、窒素成分を制限して草姿を制御し、生産性を向上させることも比較的容易で、硝酸イオンの濃度を減少させた葉菜類を作ること可能です。

**土壌生物**…有機物を土壌に添加するとそれを餌として土壌生物が増加します。多様性が高まるという報告と、そうでもないとする報告もあります。これにより、病害抑制が可能になると期待されますが、これも効果がある場合とない場合の両方があります。

## ② 農薬が影響する事例

**土壌生物**…土壌生物は農薬散布によ

り大きく変わると考えられます。薬剤散布をし始めると、毎年継続してやらないといけない場合もあるようです。今後は、微生物を生かしてその拮抗作用で病害微生物を抑制する技術が期待されます。

**食中毒微生物**…2006年に、全米各地で病原性大腸菌O・157による食中毒患者が発生し、20州で計約100人が下痢や吐き気などの症状を訴え、1人が死亡する事件が起きました。米食品医薬品局（FDA）は、カリフォルニア州の自然食品会社などから出荷されたホウレンソウが感染源と断定しました。これは有機野菜に発生した事案ですが、慣行の農産物でも同様に生じます。流通に際しては静菌や殺菌を適切に行うことが必須です。

**機能性成分**…フラボノイドやカロテノイドは、ファイトケミカルとも呼ばれ、病虫害に反応してできるものもあります。有機農産物では病虫害からのストレスも多いためか、これらファイトケミカル濃度が高い事例もあるようです。しかし、再現性がなく確実なことはいえません。

**アレルギー物質**…薬剤防除をしないで病気や虫食いを受けたリンゴは、適切な防除で被害を防いだリンゴよ

り人の果物アレルギーを発症させる可能性が高いという報告があります。果実が病虫害を受けた時につくり出すたんばく質が、人のアレルゲンになるようです。適切な農薬散布が必要という主張がなされています。

**残留農薬**…有機農産物では化学合成農薬の使用が禁止されていますが、実際に分析してみると慣行農産物でも有機農産物でも、許容される濃度の十分低い濃度であることがほとんどです（中野ら、2009年）。現在ではすべての農薬は承認されるまでの評価が厳しく、人の健康影響や環境に与える影響はほとんどないと考えられています。一方で、内生的な植物毒、病原微生物については情報に限られています。この分野での調査の方が重要ではないでしょうか。以上の結果を総合的に考えると、いくつかの示唆に富む結果は得られています。有機農産物が慣行に比べて極めて安全であり、栄養価が高

## 4 有機農産物の品質はどうあるべきか？

『有機農業は素晴らしい』したがって『有機農産物は栄養満点でおいしい』はずである。このような考え

い明確な根拠はないといえるのではないだろうか。

## ③ 生産体系が醸し出す品質

**アレルギー**…最近、乳幼児期に家畜と触れ合う機会が多いと、微生物に由来するエンドトキシンを多く取り込むため、アレルギーになりにくいという研究結果がドイツなどで出ています。人の残飯を家畜が食べてそのふんや肉などを利用する、昔身近であった「有機的」な結びつきが、いろいろな意味で合理性を持つシステムであったことが推察されます。**癒やしと教育**…土いじりに癒やしを求める人は多く、特に環境に優しい農業を営んでいるということは、精神的にもプラスに働くようです。

また、学生が実習で作った有機農産物には、それを応援する意味として付加価値が付く場合もあります。目には見えませんが、そのような取り組みを品質に反映して評価しています。

には、ある程度ほころびがあることを認めざるをえません。そういった議論にかまけている間に、もっと大

※3. ファイトケミカル…野菜・果物などが持つ5大栄養素（ビタミン・ミネラル・たんばく質・糖質・脂質）と食物繊維以外の機能性成分で、主に植物から抽出され、病気の予防や健康促進に作用する。

※4. エンドトキシン…大腸菌やサルモネラ菌などの細菌微生物から放出される物質で、人体にショックや発熱などの害を及ぼす。

切なことがおそろかになつてはいないか危惧しています。

### ●これでいいのかわ有機農産物？

平成18年度の有機農産物について、国内で格付けされた農産物は約4・9万t（内野菜3・0万t）、海外で格付けされた農産物は約130万t（内野菜11万t）であり、空輸などで大量に運ばれている状態にあります。これは海外の先進国、例えば英国についても同様で、増え続ける有機農産物の需要を満たすために輸入が増加しています。輸入有機農産物は2004年の報告で有機農産物販売額の56%を占めているそうです。購入する人がいるので商売が成り立つわけで、それが資本主義、市場経済というものでしょう。しかし、これでいいのでしょうか。大量の化石燃料を消費して運んだ有機農産物を消費することが果たして世界的に見てよいことなのか、本来の有機農業の精神に照らして一度考えてみる必要があると思います。

### ●有機農産物は化学的な成分含量が多くないといけなの？

そもそも、有用な化学成分含量において有機農産物が優れていなかったとしても、それで価値がなくなるわけではありません。有機農産物に

ある種、栄養的に完璧なものを求めているのかもしれませんが、食物からはそれ以外にも、またそれ以上に多種多様の意味を読み取ることができのです（コラム）。今回取り上げた農産物の品質については、ミネラルやビタミンなどの栄養を供給するという側面を中心に、科学的な評価について述べましたが、食物のおいしさは、精神状態により大きく左右されます。有機農産物は慣行農産物にはない物語があると思います。

### ●広い意味で品質を考える

資源を有効に使う観点からも、循環に根ざした行為そのものをもっと「品質」として評価してもよいかもしれません。KやPなどは枯渇する資源です。それをどこから持つてきて農業を継続するかという問題に究極的には行き着くはず。堆肥や生産残さは、与える餌や肥料が決まっているため、かなり安定した肥料成分を含む資材です。遠い将来資源が枯渇した時、薄く拡散してしまつたKやPを集めてくるより、このような未利用資源を活用する方が、はるかに効率がよいでしょう。このような意味でもやはり、積極的に有機資源を活用して循環させる仕組みをつくり上げる必要があります。

#### 参考文献

堀田博著「有機栽培と慣行栽培農産物の品質上の差異」日本食品科学工学会誌第46巻6号428・435  
中野明正著「トマト生産における施肥、栽培法が収量、品質、環境に与える影響」農業および園芸第81巻2号291・301  
中野明正・宮本晋吾著「有機米と慣行米の窒素安定同位体比、無機元素、残留農薬濃度の

## 宇宙食は究極の食か？

Chemical Define Diet という言葉があります。Chemical（化学的に）、Define（明らかな）、Diet（食物）という意味です。人に必須な栄養素を集めて、化学的に素性の明らかな物だけで構成した人工的な食べ物です。これは1960年代アメリカ航空宇宙局（NASA）のアポロ計画の中で開発され、無駄を排除した究極の食物であり、歯磨き粉のようにチューブに入ったペースト状のものでした。

この究極の食物は、人間が食物を楽しんで食べる必要があるという、食べ物本来の機能に気づかせました。アポロ計画では2週間もの間「歯磨き粉」を食べさせられたそうです。ご想像の通り、このような食物では食事自体がストレスとなり、作業に支障が出たと報告されています。「またあれを食べないといけないんだ」と、「今日のお昼はあれを食べよう！」とでは仕事への意欲も違います。人間はおいしいものを見ただけで唾液が出てくるように、食事には単に栄養をとる以上の作用があります。唾液と違って意識はしませんが、おいしいと感じる物を食べると胃液や消化ホルモンであるガストリンが分泌され、消化もスムー

ズになります。「歯磨き粉」ではこうはいきません。

現在では、おいしい宇宙食の開発も進んでいます（写真）。宇宙飛行士の野口聡一さんの宇宙食メニューには、なんとラーメンが入っていました。地上のラーメンほどおいしそうではありませんが「歯磨き粉」よりは断然おいしいでしょう。

このように、見た目や味もさることながら、好きな人と食事をするよりおいしく感じられます。細かい成分が少し増えたの減ったので目くらまを立てるよりは、野菜談義をスパイスに会話を弾ませる方が、おいしく食べられ、体にもよいでしょう。



↑JAXA情報センター（東京大手町）で購入した宇宙食（餅）。スペースシャトルでも使用されたフリーズドライのお餅で、数秒水に浸すと本来の粘りのあるお餅になる。

比較」農業および園芸第84巻4号1・9  
中野明正著「有機栽培と通常栽培された農産物の判別法」『土壌診断生育診断大事典』農文協（634・640）  
青木宏史著「野菜の品質と栽培条件」『野菜・果実・花きの高品質化ハンドブック』施設園芸協会編、養賢堂12・24