

## 総 説

## 野菜の成分変動とその要因

吉 田 企世子

## Changes of the Vegetable Components and the Related Factors

Kiyoko YOSHIDA

## 1. はじめに

本来、野菜という名称は野生の食用草本類につけられたものであり、栽培種は蔬菜と呼ばれた。1940年代までは農学部には蔬菜園芸学という講座があり、蔬菜学という図書も多くみられた。現在も中国では蔬菜であるが、わが国では蔬菜は死語となっている。

かつての蔬菜園芸学分野の研究者は現在の日本園芸学会を中心として研究活動・報告を行っており、ここに野菜部門が置かれている。

野菜の成分を把握するには日本食品標準成分表（科学技術庁資源調査会編）によるのが一般的であるが、そこに示されている成分値はわが国で流通している野菜の年間通じての平均値であるので、実際に摂取している野菜の成分とは必ずしも一致するものではなく、むしろ非常に異なる場合が多いのである。従って、日本食品標準成分表を活用するためには、示されている値の背景にある問題点、すなわち野菜の成分変動とその要因に関して把握することが必要であろう。

農産食品の中でも野菜は特に繊細であり成分が変動しやすい食品である。

## 2. 品種の変化と成分変動

野菜の品種改良は食味、栄養価、生産性などを高めるために、日進月歩している。かつては生産性すなわち害

虫、気温変動などに耐性が強く、収量の多い品種に視点が当てられていたが、現在は併せて野菜の内部成分の向上が重視されている。輸入野菜に対抗するには不可欠の要件であり、また消費者が最も望んでいるところである。新しい品種が生まれると当然成分も異なってくる。

Table 1 および Fig. 1 は施肥その他の栽培条件を同一とし、品種のみを異にするハウレンソウについて主な成分を測定した結果である<sup>1)</sup>。

11月に収穫し、直ちに分析している。豊葉は東洋種、はまいちおよび次郎丸は一代雑種 (F<sub>1</sub>)、その他は西洋種である。

ハウレンソウの品種は大きく東洋種と西洋種に分類されてきた。かつてわが国で栽培されたのは東洋種で、これは葉の刻みが深く、根元に赤みのある形態を有する品種である。しかし、この品種は害虫の影響を受けやすくその他栽培しにくい点があることから栽培が容易な西洋種が導入されたのであるが、こちらは食味が劣り、日本人の嗜好には適さない。そこで東洋種と西洋種の交配による一代雑種 (F<sub>1</sub>) が生まれ、現在はこれが主流となっている。品種により成分含有量にかなりの差がみられ、

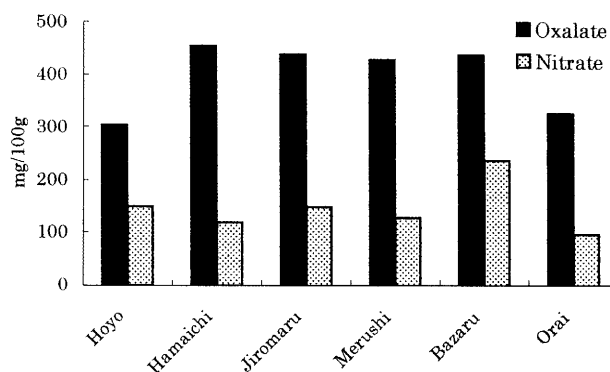


Fig. 1. Oxalate and nitrate contents in several varieties of spinaches

Cultured with same condition except on varieties of spinach.

Table 1. Ascorbic acid and  $\beta$ -carotene contents in several varieties of spinaches

|          | Moisture (g) | Ascorbic acid (mg) | $\beta$ -carotene ( $\mu$ g) |
|----------|--------------|--------------------|------------------------------|
| Hoyo     | 88.1         | 130                | 6,200                        |
| Hamaichi | 88.3         | 115                | 5,500                        |
| Jiromaru | 89.7         | 94                 | 4,500                        |
| Merushi  | 89.3         | 86                 | 4,100                        |
| Bazaru   | 90.5         | 80                 | 3,800                        |

Cultured with same condition except on varieties of spinaches

Table 2. Sugar and  $\beta$ -carotene contents in several varieties of carrots

|             | Moisture<br>(%) | Sugar (mg/100g) |         |         |             | $\beta$ -carotene<br>( $\mu$ g/100g) |
|-------------|-----------------|-----------------|---------|---------|-------------|--------------------------------------|
|             |                 | Fructose        | Glucose | Ssucose | Total sugar |                                      |
| Okinawa     | 89.4 $\pm$ 0.12 | 1.75            | 1.74    | 2.72    | 6.21        | 170 $\pm$ 10                         |
| Long Orange | 87.3 $\pm$ 0.31 | 1.41            | 1.33    | 4.72    | 7.40        | 4100 $\pm$ 650                       |
| Danvers     | 88.2 $\pm$ 0    | 1.26            | 1.21    | 3.94    | 6.41        | 4400 $\pm$ 360                       |
| Chantenay   | 89.9 $\pm$ 0.23 | 2.26            | 2.24    | 2.14    | 6.64        | 6300 $\pm$ 250                       |
| Imperator   | 86.3 $\pm$ 3.25 | 2.16            | 1.99    | 2.82    | 6.97        | 7200 $\pm$ 100                       |
| Sanzun      | 88.3 $\pm$ 0.24 | 2.2             | 2.08    | 2.90    | 7.18        | 9500 $\pm$ 161                       |

Cultured with same condition except on varieties of carrots.

アスコルビン酸、 $\beta$ -カロテン共に東洋種の方が多く含有する。一般に東洋種は栄養価が高いと評価されているが、このようにビタミン含有量を比較した報告はなかったのである。硝酸、蔞酸に関しては一貫していない。この結果に生産者の栽培技術が加わると、品種の差が見えなくなるのかどうか。その点を把握するために、ハウレンソウ栽培に長けた5名の生産者に同一品種での栽培を依頼し、一般の出荷規格である草丈25cmで収穫して分析したところ、各成分の変動係数は生産者間より品種間の方が大きかった<sup>2)</sup>。ハウレンソウ栽培における基本的な施肥量があるので、生産者が異なっても品種間の違いほどの差は生じないのである。

したがって、ハウレンソウにも品種を明記して販売することを試みてはどうであろうか。

Table 2は品種の異なるニンジンの果糖、ブドウ糖、蔗糖およびカロテン含有量である。沖縄系は極淡黄色の品種で、外観上からもカロテンが少ないことが推察されるが、他の品種に関しては外観上の橙黄色の濃度とカロテン含有量には相関関係はみられない。輪切りにした場合、色の淡い部分の面積と濃い外側の割合からカロテン含量が推察される。ここには正の相関関係がみられる<sup>3)</sup>。

### 3. 施肥条件と野菜の成分

環境保全型農業が求められている時代である。地球規模で環境問題が指摘されている中で、農業分野における課題も大きい。また食品の安全性に対する関心が高まっている時代であり、農業の使用量を極力抑える農産物生産が必要である。

わが国の経済高度成長期を迎えた1955年頃より生産効率のよい化学肥料の施用が主体となってきた。その結果、土壌が疲弊しはじめ、農薬を使用しなければ生産性が高まらない状況となったのである。しかし、これらの化学物質の使用が環境破壊に繋がり、健康上にも好ましくない問題が浮上して、現在は有機質肥料の施用、無農薬による生産へと転換している。わが国の気候条件からは農産物生産をすべて無農薬で行うことは極めて困難であり、実際には減農薬栽培が主体となっているが、それによる残留農薬の問題は生じていない。

有機質肥料の施用により呈味性に優れた野菜が得られることが生産者の経験より把握されている。しかし、これを科学的に解明することは極めて困難な仕事である。

関わる要因が多すぎて一貫した結果を得ることが困難である。

有機質肥料を連用すると土壌の団粒構造が発達し、土壌本来の特性を維持しつつ、一定の保水性、透水性を有する土壌形成がなされる。すなわち、水はけが良く、同時に、直ちに水分欠乏になりにくい土壌となる。これらの土壌は気相の割合が高いので根の活性が高く保たれる。また、土壌微生物の活性が盛んになるので地温が適正に保たれ、根が健全に成長する。微生物の種類が多様であることは、土壌病害菌などの一方的な蔓延を防ぐ緩衝能が生ずることになる。完熟堆肥や良質の有機質肥料を施用すると良好な微生物が多数繁殖し、植物根に有効なアミノ酸、核酸、ビタミン、ホルモン等を分泌し、植物根の伸長を促進し、しっかりした根が形成される<sup>4)</sup>。根から緩慢に養分の吸収が進むことも有機質肥料の好ましい点である。このような根が地上部の植物体を支えるので、晩霜や冷夏、早魃その他の異常気象に強くなり、また害虫に対する抵抗性の強い植物体となる。したがって農薬の使用量は最小限に抑えることが可能となる。また、根から吸収される養分が土壌微生物の分解物や微生物の分泌物などから供給され、同時に根の生育が旺盛であることなどにより施肥窒素量は少量に留めることができる。窒素肥料の過剰は、地下水の硝酸態窒素の増加や脱窒素による大気中のNO<sub>x</sub>増加に影響することなので極力避けなければならないことである。

Fig. 2は有機質肥料として、なたね油かす、骨粉および鶏ふん灰を施用して栽培したトマト果実の成分を無機質肥料（一般にトマト栽培に用いられる化成肥料）により栽培された果実と比較した結果である。トマトの品種はサターンであり、露地栽培によるものである<sup>5)</sup>。

両肥料区とも最小限の農薬を同量用いており、また追肥として無機質肥料を施用している。したがって、JAS法による有機栽培農産物ではない。結果は3年間の平均値で示した。

有機質肥料によるものは水分が少なく、一方、ビタミンC含有量が多い結果が得られている。水分が異なるので、固形分換算で比較すると、有機質肥料区の方が多く、植物体内におけるビタミンCの合成がより活発であることが推察される。

トマト果実の食味を左右する主要因の一つは甘味であるが、その成分は果糖およびブドウ糖などの還元糖であ

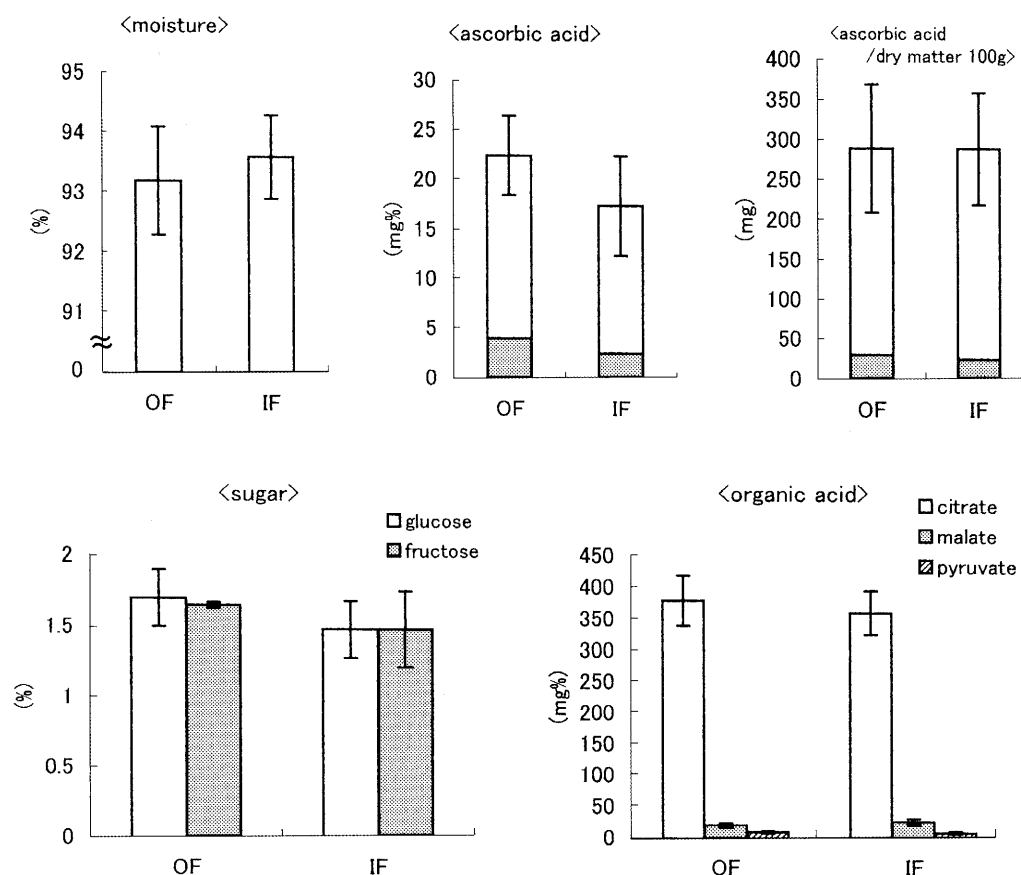


Fig. 2. Components of tomato fruits with organic or inorganic fertilizers (averaged from the result of 3-year experiment data)

Organic fertilizers with rapeseed meal, bone meal and poultry manure.

Inorganic fertilizers with chemical fertilizer.

OF means Organic fertilizers.

IF means Inorganic fertilizers.

Table 3. Results of fully ripened *Satum* tomato sensory test

| Cluster | Item               | Result                                                                                             |
|---------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3       | Color              | None*                                                                                              |
|         | Fragrance          | Tomatoes given organic fertilizer were superior to those given inorganic fertilizer ( $p < 0.01$ ) |
|         | Taste              | Tomatoes given organic fertilizer were superior to those given inorganic fertilizer ( $p < 0.01$ ) |
|         | Texture            | None                                                                                               |
|         | Overall evaluation | Tomatoes given organic fertilizer were superior to those given inorganic fertilizer ( $p < 0.01$ ) |
| 5       | Color              | None                                                                                               |
|         | Fragrance          | Tomatoes given organic fertilizer were superior to those given inorganic fertilizer ( $p < 0.01$ ) |
|         | Taste              | Tomatoes given organic fertilizer were superior to those given inorganic fertilizer ( $p < 0.01$ ) |
|         | Texture            | None                                                                                               |
|         | Overall evaluation | Tomatoes given organic fertilizer were superior to those given inorganic fertilizer ( $p < 0.01$ ) |

\* None means no significant difference.

The test was conducted by a panel of ten women. It was scored by the scoring method and the analysis of variance for the two way classification was performed.

る。これらがほぼ同量含まれる。mature-green stage や pink stage では僅かなデンプンや蔗糖を含有するが、red stage になると消失している<sup>6)</sup>。Fig. 2 に示すように還元糖含有量も有機質肥料区の方が多い。トマトの酸味成分は殆どがクエン酸である。総酸量も僅かに有機質肥料区が多い傾向である。すなわち甘酸っぱ味のはっきりしていて味が良好であることがわかる。この果実について官能検査を行った結果でもそのような評価を得ている<sup>7)</sup> (Table 3)。物性面からの検討を行った結果でも有機質肥料の良好なことは観察された<sup>8)</sup>。

Fig. 2 に示すように両肥料区間の成分含有量の差は必ずしも大きくはないが、以上の成分について3年間の継続実験より得られた結果から変動係数を検討してみるといずれの成分も有機質肥料区の方が小さい結果となっている (Table 4)。すなわち有機質肥料の施用効果の一つは比較的安定した成分内容の果実が得られることにあると推察される。天候や害虫の影響などによる成分変動が無機質肥料よりも受けにくいのであろう。

Table 4. Coefficient of variation for reducing sugar, organic acid and ascorbic acid contents in tomato fruits

| Ingredients    | Organic fertilizers | Inorganic fertilizers |
|----------------|---------------------|-----------------------|
| Reducing sugar | 8                   | 14                    |
| Organic acid   | 6                   | 8                     |
| Ascorbic acid  | 22                  | 33                    |

Summarized from the results of 3-year experiment data

トマト果実の品質と肥料条件とに関する研究は、欧米諸国をはじめわが国においても多数みられる。しかし、これらはいずれも無機質肥料の施用による場合であり、有機質肥料との関連で検討された研究は極めて少ない。現在はかなり関心が示され、研究も増加している。

わが国におけるトマト果実と有機質肥料に関する従来の研究は、主に病害、生育、収量などの観点から行われており、栄養価や食味などの品質面から検討されたものは少ない。小林らは<sup>14</sup>C 標識光合成細菌体を施用した砂耕によるポット栽培実験において、菌体中の<sup>14</sup>C が果実や色素中へ取り込まれていくことを明らかにし、その結果、無機質肥料で栽培されたものより果色が良く、また糖含有量が増加したと報告している<sup>9)</sup>。

ハウレンソウ (品種トライ) について有機質肥料の施用と還元糖、アスコルビン酸、硝酸および蔞酸含有量との関係を検討した結果では、いずれの成分も無機質肥料によるものとの差はみられなかった。

角田らの研究においても有機質肥料の内容は異なるがハウレンソウの成分に関して同様の結果が示されている<sup>10)</sup>。

ハウレンソウのように播種から収穫までの期間が短い野菜の場合には有機質肥料の効果が顕著には生じない傾向があると推察されているが、各々の野菜の有する生理機能の違いにもよるのであろう。

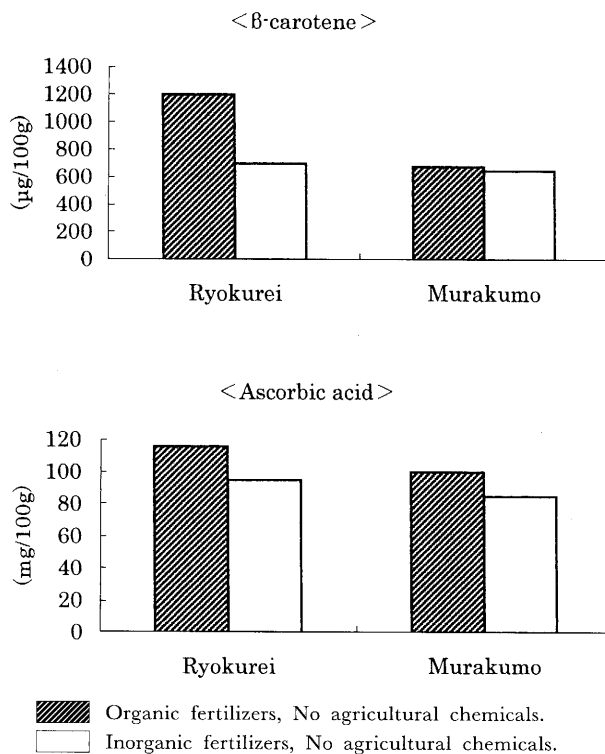


Fig. 3. β-carotene and Ascorbic acid contained in two cultivars of broccoli

Fig. 3 はブロッコリーについて、品種緑嶺およびむらくもの2種を用いて、有機質肥料の施用、無農薬によって栽培された場合と無機質肥料、無農薬による場合について比較した結果である。β-カロテン含有量は品種緑嶺では有機質肥料区の方が顕著に多い結果であるが、むらくもでは両肥料区間に差はみられない。アスコルビン酸含有量は両品種とも有機質肥料区が多い結果となっている。

同じ野菜でも品種、成分により施肥による影響の受け方が異なるのである<sup>11)</sup>。

有機質肥料と一口に表現してもその資材や成分には非常に異なる点があり、それによる野菜の成分への影響が大きい。中川らはCO<sub>3</sub>、ClおよびSO<sub>4</sub>の施用条件下で栽培されたニンジン新鮮物の官能評価 (順位法) を行っているが、比較的湿潤な土壤水分条件下 (6.2kPa) において、SO<sub>4</sub>処理のニンジンはCO<sub>3</sub>およびCl処理よりも顕著に好まれたと報告している<sup>12)</sup>。また、長い年月に亘って有機質肥料を適正に施用して良好な土壤環境がつけられている圃場と数年しか経過していない圃場で生産された野菜ではその内容にかなりの違いがみられる。さらに生産者の技術も反映するので、現在是有機質肥料による生産物の品質が必ずしも優れているということではない。有機農産物にJAS法が導入されて数年が経過したところなので、今後に向けてその品質向上が期待されるところである。

Table 5. Comparison of tomato fruit components between two cultivars, Momotaro and Odoriko, by different watering regimes

| Components                      | Momotaro              |                      |                      | Odoriko               |                      |                      |
|---------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
|                                 | Method of watering    |                      |                      | Method of watering    |                      |                      |
|                                 | sufficient<br>(pF1.9) | excessive<br>(pF1.7) | deficient<br>(pF2.0) | sufficient<br>(pF1.9) | excessive<br>(pF1.7) | deficient<br>(pF2.0) |
| Weight of fruits (g)            | 214±21                | 240±27               | 197± 6               | 172±12                | 218±24               | 197±19               |
| Moisture (%)                    | 93.7 ±0.1             | 93.4 ±0.1            | 92.5 ±0.2            | 93.4 ±0.6             | 93.4 ±0.5            | 91.5 ±0.2            |
| Ascorbic acid (mg/100g)         | 16.3 ±0.2             | 20.5 ±0.2            | 21.3 ±1.1            | 14.1 ±0.2             | 16.9 ±0.4            | 22.3 ±0.4            |
| Sugar (%)                       | Glucose               | 1.78±0.01            | 1.89±0.07            | 2.13±0.03             | 1.83±0.02            | 2.01±0.02            |
|                                 | Fructose              | 1.88±0.02            | 2.19±0.07            | 2.34±0.02             | 1.92±0.03            | 2.24±0.05            |
|                                 | Total                 | 3.65                 | 4.08                 | 4.47                  | 3.75                 | 4.25                 |
| Organic acid (as citric acid %) | 0.35±0                | 0.33±0               | 0.35±0               | 0.35±0.01             | 0.29±0               | 0.37±0.01            |

Figures are means±SD.

Fruits at the red stage were harvested on the fifth cluster.

#### 4. 施設栽培による野菜の成分

野菜の生産に施設栽培が導入されたことで、野菜の旬がなくなり、栄養価や味が劣化したという好ましくない評価にも遭遇するが、しかし施設栽培による場合は栽培条件をコントロールすることにより優れた内容の野菜生産が可能となっている。

恵まれた気候条件下で栽培された旬の野菜の品質は優れているが、しかし自然の条件に頼るのみでは安定した生産が不可能となり、生産者にとっても消費者にとってもマイナス面も大きい。現在は野菜生産量の約20%（イモ類を除く）が施設栽培によるものである。

施設栽培により、灌水量や施肥量を極端に抑えて優れた内容の野菜を栽培する技術も導入されている。これによるとトマト果実のアスコルビン酸が慣行的な栽培法によるものより約1.5倍多く含有する。

Table 5 は 2 品種のトマト果実（ハウス桃太郎、ハウスおどりこ）について標準的な灌水量、多灌水量とした場合および灌水を抑えて水ストレスを与えた少灌水量の場合のアスコルビン酸、還元糖および有機酸含有量を比較した結果である。いずれの成分も小灌水区では含有量が多いことが示されている。その傾向はハウス桃太郎よりおどりこの方がより顕著である<sup>13)</sup>。

ピーマンについて同一条件で施設栽培と露地栽培による場合のアスコルビン酸含有量を比較した結果では、施設、露地の違いよりもクロロフィル含有量の影響が大きく、クロロフィルが多い方がアスコルビン酸も多く含有した。

#### 5. 栽培時期と成分の関係

ホウレンソウは元来冬季の代表的な野菜であったが、現在は夏季にも正常に生育する品種が開発され、栽培技術も進歩して周年栽培が可能となった。しかし、冬季栽培されたホウレンソウと夏季栽培のそれでは、成分含有量にかなりの差がみられる。

Fig. 4 には北海道から関東に至る13産地で栽培されたホウレンソウのビタミンC含有量を示した。いずれも

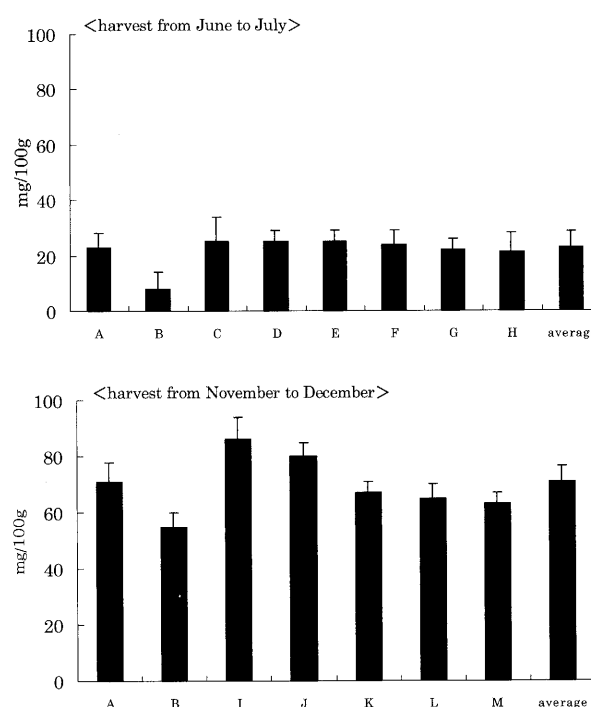


Fig. 4. Ascorbic acid content in spinaches harvested on summer or winter

A~M meaning on production regions.

Data were experimented 6~8 times on each region.

収穫翌日に分析した結果である。各産地とも6~8回分析して得られた平均値で示した。この場合の品種は明確ではない。この結果によると、いずれの産地も夏季のホウレンソウは冬季のものより少なく、平均すると後者の1/3以下の含有量となっている。年間平均すると47mg/100gとなる。Fig. 4では産地AおよびBが夏季、冬季に共通する産地なので、それを比較するとその差が明確である<sup>14-17)</sup>。

夏季、冬季のこのような差は品種が異なること、産地にもよるが、冬季では播種から収穫まで約3ヶ月の生育期間があり、じっくりと土壌中の養分が吸収されるが、夏季では播種から収穫まで1ヶ月以内である。また、夏

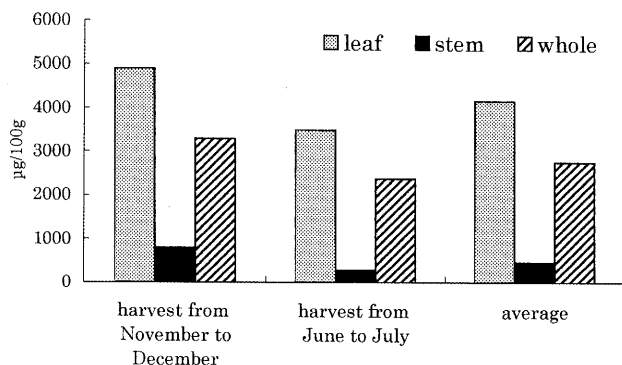


Fig. 5.  $\beta$ -carotene content of spinaches harvested in summer or winter

Same sample were experimented with Fig. 4.

季では太陽のもとで光合成された生産物が夜間の気温が高いので消費される量も大きいため、成分の蓄積が少なくなるなどが影響要因として考えられる。夏季でも日中の太陽光が十分あり、夜間との気温差の大きい高冷地では栄養価の高いホウレンソウが生産されている。

カロテン含有量はアスコルビン酸ほどの差ではないが、夏季の方が少なく、冬季の約70パーセントの含有量となっている (Fig. 5)。

ホウレンソウの緑色色素であるクロロフィルはカロテン含有量の多い冬季の方に多く含まれ、肉眼でもその差は明らかである。したがって、外観上、緑色の濃いホウレンソウは栄養価も高いことになる。ホウレンソウはカロテンとビタミンC含有量にも正の相関関係がみられる。

しかし、緑色の濃いホウレンソウは硝酸が多く好ましくないとの指摘を受けることがあるが、クロロフィルの合成と硝酸蓄積には相関関係はみられない。Fig. 6に示すようにクロロフィル含有量の多い冬季ホウレンソウの硝酸含有量がクロロフィルのより少ない夏季のものと差がないのである。正常な栽培方法であればこのような関係が成り立つのであるが、異常に緑色が濃く、黒ずんだ緑色を呈するホウレンソウが生産されることがある。この場合は明らかに施肥窒素量が過剰で、硝酸含有量も多い。土壌に施用される窒素が多くなると農産物の硝酸体窒素量は多くなる。

硝酸含有量にも夏季、冬季の差は殆どみられない。

## 6. おわりに

野菜の栽培条件を中心に主たる成分変動要因に関して述べたが収穫後にも野菜の呼吸作用は継続しており、水分蒸散、植物ホルモンであるエチレンの影響、微生物の繁殖など種々の要因で品質変化が生じやすいのが野菜の特徴である。したがって、収穫後の問題、すなわちポストハーベスト関連も大きな研究課題である。流通、保存、加工、調理の各過程における扱い方により成分変動が異なるので、最終的にはこれらの条件を視野に入れて摂取

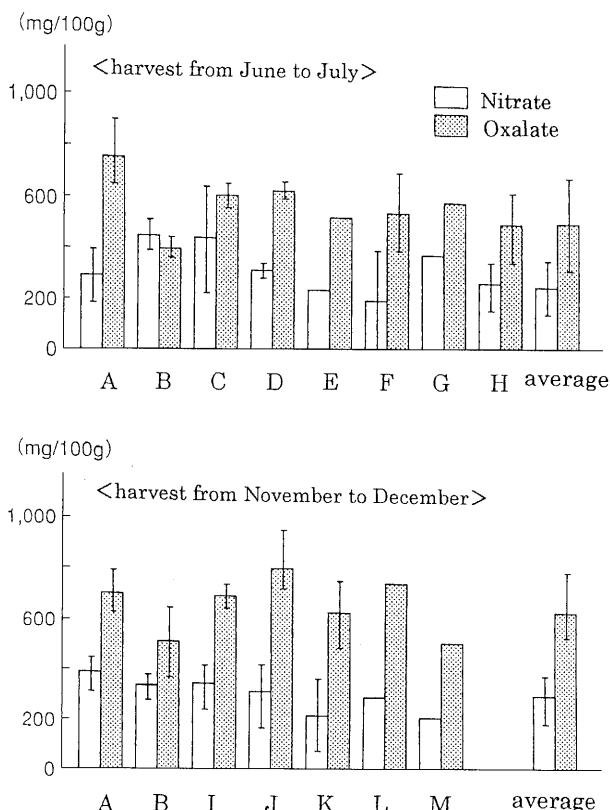


Fig. 6. Oxalate and nitrate contents in spinaches harvested on summer or winter

A~M meaning on production regions.

Data were experimented 6~8 times on each region.

する野菜に含有する栄養素、機能性成分などがどうなっているのか把握されなければならない。

しかし、一般的には物性も含めて呈味性の優れた野菜は成分内容も優れている。したがって、健全な味覚を維持することが健康維持に繋がることなのである。

「健康日本21」では野菜の摂取量を350g (緑黄色野菜120gを含む) と示されているが、現在のわが国の野菜摂取量は全国平均でみると270g (緑黄色野菜89gを含む) と極めて少ないのである (国民栄養の現状14年度)。かつて、米国より多い摂取状況であったが、平成7年頃より逆転して、現在では米国の方が多い摂取量となっている。

品質の優れた野菜の生産とそれを適正に活用する消費者が存在すること、それが求められている時代である。

## 参考文献

- 1) 吉田企世子: 野菜の栽培方法と成分. 日本食生活学会誌, 7, 15-22 (1996)
- 2) 吉田企世子: 異なる生産者により栽培されたホウレンソウの成分. 日本土壌肥料科学会平成7年度大会要旨, (1995)
- 3) 高橋敦子, 奥嶋佐知子, 児玉ひろみ, 吉田企世子: ニンジンの品種の違いによる凍結および凍結貯蔵における成分変化と食味について. 日本食品保蔵科学学会誌, 27, 119-132 (2001)

- 4) 森 敏：有機物とは何か。圃場と土壌, **54**, 10-11 (1989)
- 5) 吉田企世子, 森 敏, 長谷川和久, 西沢直子, 熊沢喜久雄：肥料の違いによる栽培トマトの還元糖, 有機酸, およびビタミンC含量. 日本栄養・食糧学会誌, **37**, 123-127 (1984)
- 6) 吉田企世子, 西沢直子, 森 敏, 長谷川和久：トマト果実成熟過程におけるクロロプラストの微細構造について. 女子栄養大学紀要, **14**, 275-284 (1983)
- 7) 吉田企世子, 森 敏, 長谷川和久, 西沢直子, 熊沢喜久雄：肥料の違いによる栽培トマトの食味. 日本栄養・食糧学会誌, **37**, 115-121 (1984)
- 8) 吉田企世子, 森 敏, 長谷川和久, 西沢直子, 熊沢喜久雄：肥料の違いによる栽培トマトの物性. 日本栄養・食糧学会誌, **37**, 267-272 (1984)
- 9) 小林達治, 芹沢正義, 中条利明：果実の品質におよぼす有機質肥料施用の効果. 土壌肥料学雑誌, **49**, 315 (1974)
- 10) 角田真一, 越智靖文, 王 秀峰, 伊東 正：異なる施肥条件におけるホウレンソウの品質への影響. 園芸学会誌, **64**, 382 (1995)
- 11) 吉田企世子：財団法人エム・オー・エー健康科学センター研究報告集 (1993)
- 12) Nakagawa, S., Yoshida, K., Yoshimoto, T.: Effects of CO<sub>3</sub>, Cl and SO<sub>4</sub> ions on parameters of sensory evaluations of carrots (*Daucus carota* L.). *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, **72**, 312-314 (2003)
- 13) Yoshida, K., Nakami, H., Tsukazawa, K., Inayama, M.: Ascorbic acid and reducing sugars contained in two kinds of tomato fruits watered by different methods. *Plant nutrition-for sustainable food production and environment.*, p971-972 (1997)
- 14) 吉田企世子, 秋沢みどり, 目黒孝司, 下野勝昭：栽培時期の異なるホウレンソウのカロチン, ビタミンC, 硝酸および珣酸含有量. 日本栄養・食糧学会要旨, p219 (1987)
- 15) 目黒孝司, 吉田企世子, 山田次良, 下野勝昭：夏どりホウレンソウの内部品質指標. 土壌肥料学会誌, **62**, 435-438 (1991)
- 16) 渡邊容子, 内山聡子, 吉田企世子：夏期および秋期栽培ホウレンソウの生育過程における部位別成分について. 園芸学会雑誌, **62**, 889-895 (1994)
- 17) 山田千佳子, 岩崎泰史, 吉田企世子：秋期栽培における品種の異なるホウレンソウの還元糖, アスコルビン酸, シュウ酸, および硝酸含量. 日本栄養・食糧学会誌, **56**, 167-173 (2003)