

## ブロッコリーの機能性に関わる特性の品種間差異の評価

藤原孝之<sup>\*</sup>，村上圭一<sup>\*\*</sup>，栗田 修<sup>\*</sup>

### Evaluation of the Differences of Functional Properties among Species in Broccoli

Takayuki FUJIWARA, Keiichi MURAKAMI and Osamu KURITA

#### 1. はじめに

近年，野菜類に対する消費者の関心は，食味や鮮度だけでなく，機能性についても高まっている．なかでも，ブロッコリーは，カロテンやビタミンCの含量が多い<sup>1)</sup>ことから，抗酸化等の機能性が期待される．三重県におけるブロッコリーの作付面積は約79ha，収穫量は656tであり，中勢および北勢地域で多く栽培されている<sup>2)</sup>．県内の栽培地域では，優良な品種の導入が望まれているが，品種の選定にあたっては，収量や病害抵抗性などの栽培適性ととともに，品質の高さも重要である．ブロッコリーの品質指標は，従来は鮮度や外観（花らいの大きさ，しまりなど）が主であったが<sup>1)</sup>，今後は機能性も加味することが望まれる．そこで，県内産地へのブロッコリー新品種導入の参考とするため，市販されている数品種について，収穫物の機能性を比較した．加えて，食味に係る糖含量についても検討した．また，ヒトが硝酸塩を多量に摂取すると，発ガン性物質であるニトロソアミンが生成することや，乳幼児では酸素欠乏症が発生する可能性があるため，近年では野菜中の硝酸の低減化が求められている<sup>3,4)</sup>．そこで，収穫物中の硝酸についても調査を行った．

#### 2. 研究方法

##### 2.1 供試材料

鈴鹿市国府町の農家露地ほ場で栽培されたブロッコリーを供試した．播種は2006年8月15日，定植は9月11日に行われた．表1に示す7品種を2連制で栽培して品質を比較するとともに，参考のため，

\* 医薬品・食品研究課

\*\* 農業研究部

隣接したほ場で同一の農家が栽培していた慣行の1品種についても調査を行った．2006年12月7日(第1回)および2007年1月11日(第2回)に，表1に示した品種を収穫した．各品種とも，大きさがほぼ同じ個体を収穫した．‘しき緑96号’については，第1回，第2回ともに収穫し，調査を行った．

表1 供試したブロッコリーの品種，収穫日および可食部重量

品種	種苗会社	収穫日	可食部重量(g)
しき緑96号	ナコス	2006年12月7日	360
しき緑268号	ナコス	2006年12月7日	377
まい緑214号	ナコス	2006年12月7日	393
彩麟	トキタ種苗	2006年12月7日	401
幸よし	協和種苗	2006年12月7日	432
改良緑炎	プロリード	2006年12月7日	371
エンデバー	タキイ種苗	2007年1月11日	369
(以下、参考)			
N85	野崎採種場	2006年12月7日	243
しき緑96号	ナコス	2007年1月11日	579

##### 2.2 機能性評価および成分分析法

収穫物を凍結乾燥後，家庭用ミルで粉碎した試料について，以下の測定を行った．ビタミンC，β-カロテン，糖および硝酸については，水分測定値を用いて生鮮物当たりの含量に換算した．

###### (1) 抗酸化機能

試料0.5gに80%エタノール10mLを加え，ホモジナイザーで1分間攪拌し，遠心分離(25,000rpm, 20分)を行って上澄液を測定に用いた．DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)分光測定法<sup>5)</sup>によりDPPHラジカル消去能を測定した．測定値は，標準物質に用いたTrolox当量で表した．

## (2) 血圧上昇抑制機能

試料 0.5g に蒸留水 25mL を加え、沸騰水中に 10 分間置き、遠心分離 (25,000rpm, 20 分) を行って上澄液を測定に用いた。アンジオテンシン変換酵素 (ACE) の阻害能を、酵素反応生成物の定量を簡便・迅速化した方法<sup>6)</sup>により測定した。基質に酵素を反応させた場合と、試料を加えて反応させた場合の酵素反応生成物を定量して比較し、試料の酵素阻害能を阻害率として表した。

## (3) ビタミン C

高速液体クロマトグラフ法により、還元型および酸化型の合計値を測定した ((財) 食品分析開発センター-SUNATEC に委託)。

## (4) β - カロテン

高速液体クロマトグラフ法により測定した ((財) 食品分析開発センター-SUNATEC に委託)。

## (5) 水分

凍結乾燥による減量率を水分とした。

## (6) 硝酸

熱水抽出液 (血圧上昇抑制機能評価と同じ方法) の硝酸イオンを小型反射式光度計 (RQ フレックス, メルク社) および専用の硝酸試験紙を用いて測定した。なお、この機器は、野菜の硝酸測定においてイオンクロマトグラフとよく一致した測定値が得られるため<sup>7)</sup>、作物の栄養診断、品質評価における簡易分析器として普及している。

## (7) 糖

熱水抽出液 (血圧上昇抑制機能評価と同じ方法) を蒸留水で 10 倍に希釈し、メンブランフィルター (0.2 μm) で濾過した試料について、高速液体クロマトグラフによりショ糖、ブドウ糖および果糖を定量した。カラムは SCR-101C (島津製作所)、検出器は示差屈折計、移動相はイオン交換した蒸留水を使用し、流量 1.0 mL/分、カラム温度 80 °C、試料注入量 40 μL の条件で測定した。

なお、各糖の合計濃度を全糖と表現した。

## 3. 結果と考察

図 1 に、各品種の機能性評価および成分分析の結果を示した。第 1 回収穫日の 6 各品種に、第 2 回の 'エンデバー' を加えた 7 品種について有意差検定を行い、図中に結果を示した。'しき緑 96 号' については、第 1 回、第 2 回収穫日ともに調査したところ (第 2 回は各グラフにおいて「(参考)」と表示)、

第 2 回の方が β - カロテンおよび全糖が多く、水分が少ない傾向が認められた。また、硝酸は第 2 回の方が少なく、土壤中窒素の減少によるものと考えられた。ハウレンソウやコマツナにおいては、栽培時の低温<sup>8-10)</sup> および少ない施肥窒素量<sup>11,12)</sup> がそれぞれ収穫物の品質を向上させることが報告されており、本試験のプロッコリーについても、これらの要素が収穫日による品質の違いに大きく影響した可能性が高い。

'エンデバー' は、7 品種の中で比較的 β - カロテンおよび全糖が多く、水分および硝酸が少なく、品質上好ましい成分値を示したが、本品種のみ異なる時期に収穫 (第 2 回) したため、前記の理由により品種特性とは判断できない。

'エンデバー' 以外の 6 品種を比較すると、β - カロテンは 'しき緑 96 号' および '改良緑炎' が比較的高かった。また、ビタミン C、抗酸化機能および血圧上昇抑制機能は、品種間に差が認められなかった。

また、参考品種として調査した 'N85' は、β - カロテンが多く、硝酸が少ない傾向がみられたが、栽培管理が他の品種とは異なるため、品質の差を議論することはできない。

なお、寄藤ら<sup>4)</sup> による国産のコマツナ、ハウレンソウ、ハクサイ、キャベツの硝酸濃度平均値は、それぞれ 406, 307, 132, 67.9 mg/100g であり、本報告のプロッコリーの硝酸濃度は、いずれと比較してもかなり低かった。

以上のことより、供試した 7 品種においては、機能性に関わる成分量や評価値が突出して高いものは見られなかったため、品種の選定に当たっては、他の特性 (栽培特性、流通特性等) を考慮して判断することがよいと考えられる。

## 4. まとめ

プロッコリー 7 品種について、機能性特性として抗酸化機能および血圧上昇抑制機能を評価するとともに、高含有量が望まれるビタミン C、β - カロテンおよび糖、並びに低含有量が望まれる硝酸のそれぞれを分析した。いずれの項目においても、品種間の差は小さく、収穫前の温度や土壤の硝酸濃度といった栽培条件の違いの方が、品質に大きく影響する要因であると考えられた。これらのことにより、今回用いた品種の中から、機能性や成分含有量をもとに優良品種を選定することはできなかった。

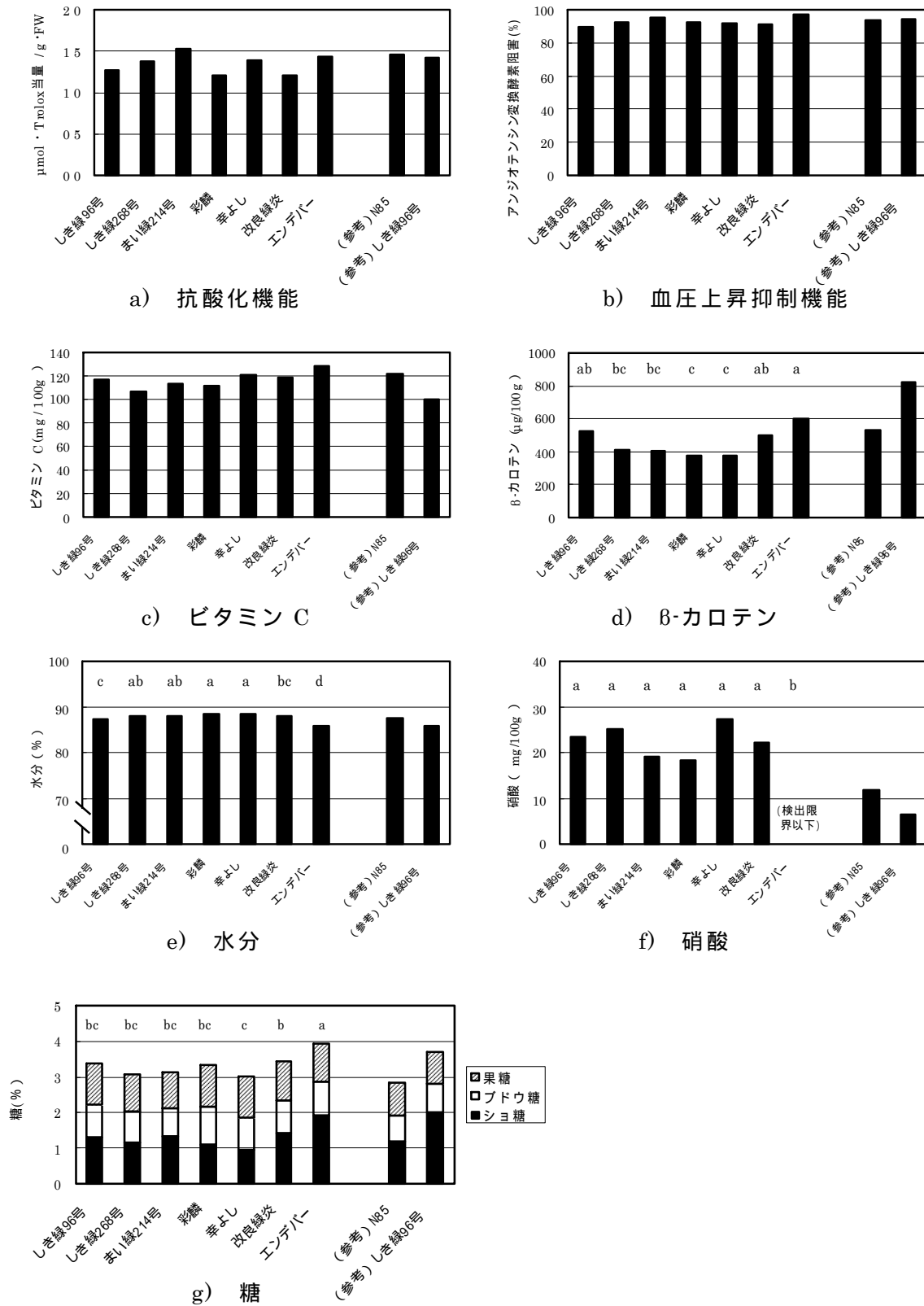


図1 ブロッコリーの機能性評価値および成分

「参考」を除く7品種について、最小有意差法による有意差検定を実施した。同一の英字記号は、5%水準で有意差がないことを示す。英字記号がないグラフは、分散分析の結果、5%水準で品種間に有意差がないことを示す。糖は、全糖の値で検定を行った。

## 謝辞

分析試料の入手に当たってお世話をいただいた四日市鈴鹿地域農業改良普及センター清水秀巳主査に深謝する。

## 参考文献

- 1) 青木宏史：“野菜・果実・花きの高品質化ハンドブック”．養賢堂．p64-68 (1995)
- 2) 東海農政局津統計・情報センター：“第53次三重県農林水産統計年報”．東海農政局津統計・情報センター．p50 (2007)
- 3) 安田 環：“野菜の硝酸濃度とその低減対策”．農業および園芸，79，p647-651 (2004)
- 4) 寄藤俊明ほか：“市販の国産野菜に含まれている硝酸濃度の実態調査”．日本食品科学工学会誌，52，p605-609 (2005)
- 5) 須田郁夫：“食品機能研究法”．光琳．p218-220 (2000)
- 6) 堀江秀樹：“食品の機能性評価マニュアル”．農林水産省．p218-220 (1998)
- 7) 建部雅子ほか：“作物診断のための小型反射式光度計システムによる硝酸および還元型アスコルビン酸の簡易測定法”．日本土壌肥料学雑誌，66，p155-158 (1995)
- 8) 中本 洋ほか：“ハウレンソウのシュウ酸，硝酸，ビタミンCに及ぼす遮光，気温，かん水，堆肥施用の影響”．北海道立農業試験場集報，75，p25-30 (1998)
- 9) 大矢博之ほか：“冬季の栽培方法がハウレンソウの品質に及ぼす影響”．奈良県農業技術センター研究報告，36，p13-20 (2005)
- 10) 田村 晃：“栽培期間中の気温がハウレンソウおよびコマツナの糖とビタミンC含量に及ぼす影響”．園芸学研究，3，p187-190 (2004)
- 11) 張 春蘭ほか：“水耕ハウレンソウの生育ならびに含有成分に及ぼす培養液の窒素濃度の影響”．千葉大学園芸学部学術報告，43，p1-5 (1990)
- 12) 建部雅子ほか：“窒素施用がハウレンソウとコマツナの生育と糖，アスコルビン酸，硝酸，シュウ酸含有率に及ぼす影響”．日本土壌肥料学雑誌，66，p238-246 (1995)