

ハウレンソウの品質関連成分の品種間, 部位間, 栽培地間差異

小口 裕・W.A.P. WEERAKKODY*

田中昭夫・中澤征三郎・安藤忠男*

キーワード: ハウレンソウ, アスコルビン酸,
シュウ酸, 硝酸, 品質, 品種間差

一般に野菜類はミネラルやビタミン類を多く含み, それらの人体への供給源としての役割は大きい。中でもハウレンソウはアスコルビン酸やβカロチンなどのビタミン類や鉄などのミネラルの含有率が高く, 栄養価の高い優れた緑黄色野菜である。しかし, 日本人のハウレンソウ摂取量は年々減少する傾向にあり, その摂取量増大の必要性が強調されている¹⁾。そのためには消費者のニーズにあったハウレンソウの生産が必要であろう。

現在, 野菜に対する消費者のニーズは多様化しつつあり, ハウレンソウでは, 外見(色, 形)のみではなく, 含まれる栄養成分, 機能性, 安全性に対する関心が高まっている^{1,2,3,5,6)}。しかし, このような消費者のニーズに対する生産者側の対応は十分とはいえない。例えば, 目黒ら³⁾が卸売市場や各種試験栽培で収集したハウレンソウ中のアスコルビン酸含有率の平均値は四訂日本食品成分表に記載されている0.650 g/kg新鮮重(以下FWと記す)より低かった。すなわち, 夏どりハウレンソウ(6-9月)の平均値0.321 g/kg(FW)に過ぎず, 夏どり以外のものでも平均0.540 g/kg(FW)で, ハウレンソウのアスコルビン酸含有率の低下が顕著である。このような低下の要因としては周年栽培による夏季高温の影響が指摘³⁾されており, 生産面での改善が必要である。

野菜の内容成分に関する研究は数多くなされているが, 人体への摂取を前提に内容成分を検討した事例は少なく, 野菜類の品質を積極的に向上させるための研究も少ない。したがって, 消費者のニーズに応え, ハウレンソウの消費と生産を向上させていくためには, 栄養価の高い高品質ハウレンソウを生産する技術を確認する必要がある。

ハウレンソウの場合, 収量を維持しつつ, アスコルビン酸などのビタミン類や鉄などのミネラルの含有率を向上させる一方, 硝酸やシュウ酸などの有害成分を減少させ, また, 糖などの含有率を高めることによって食味を改善する努力が必要であろう。

野菜類の品質成分は作物の遺伝的因子と環境因子の両者によって支配されていると考えられる。亀野ら⁶⁾はハウレンソウの栽培条件と品種が品質関連成分(糖, シュウ酸, 硝酸, クロロフィル)の変動に栽培時期, 品種, 生育ステージ, 施肥量, 遮光処理が関与しており, これらの要因を組み合わせることにより, 高品質ハウレンソウ生産が可能であることを示唆している。しかし, この研究ではアスコルビン酸などのビタミン類やミネラルの含有率については検討されておらず, また, 気候の温暖な福山市で実施された試験であり, 広島県のハウレンソウの主産地の一つである高冷地にはこの試験結果を必ずしも適用できないと考えられる。

本研究では, 高冷地における高品質ハウレンソウ栽培技術を確立するための基礎試験として, ハウレンソウの栄養成分や有害成分などの品質関連成分の品種間差異を解析した。また, 環境条件の大きく異なる二つの地域で同様の栽培試験を行い, これらの成分に及ぼす栽培地域の違いを明らかにしようとした。これらの試験を通じて, ハウレンソウの品質成分を積極的に向上させるための遺伝的および環境的要因を明らかにして, 高品質ハウレンソウの栽培技術の確立に役立つ情報を得ようとした。

材料及び方法

1) 耕種概要

試験は1993年に高冷地研究部内圃場(山県郡大朝町, 以下, 高冷地と記す)の雨除けハウス(標高400m, 腐植質黒ボク壤土)で行った。また, アスコルビン酸, 硝

* 広島大学生物生産学部植物環境分析学研究室

この報告の一部は日本土壌肥科学会仙台大会(1995)において発表した。

平成8年4月10日受理

表1 供試土壌(原土)の概要

	totalN	totalP	K ^x	Ca ^x	Mg ^y	Fe ^y	pH(H ₂ O)
広 大	0.04	0.05	0.01	0.01	0.02	4.59	4.42
高冷地	0.47	0.50	0.07	0.05	0.10	5.13	4.66

(乾土%)

^xN 酢酸アンモ
ニウム抽出

^yN 塩酸抽出
(mg/100g)

酸、シュウ酸含有率等の栽培地間差異を見るために、広島大学生物生産学部内精密実験圃場(東広島市、以下、広大と記す)の雨除けハウス(標高200m、中粗粒黄色土)でも行った。区制は1区1.6m² 反復とした。播種は高冷地で7月21日、広大で7月22日であった。栽植方法は、白黒ダブルマルチ、植え穴は20cm×15cm、1穴3本立とした。栽培地土壌の概要を表1に示した。施肥量は窒素1.5kg/a、リン酸1.2kg/a、カリ1.2kg/aとし、苦土石灰で土壌pHを6に矯正した。高冷地、広大ともにハウレンソウの高温障害を緩和するため、播種日から8月13日まで黒寒冷紗(#600)を用いて遮光した。栽培期間中の最高気温の平均値は高冷地25.6°C、広大27.4°C、最低気温の平均値は高冷地19.9°C、広大20.7°Cであった。サンプリングはいずれも8月24日に行った。

2) 供試品種

東洋種として禹城、西洋種としてはおかめ、ピロフレイ、キングオブデンマーク(以下、デンマークと記す)、ミンスターランド(以下、ミンスターと記す)、ノーベル、東洋種と西洋種の交配品種の次郎丸、東洋種と西洋種の1交代配種の深緑、アクティブ、オリオンの計10品種を用いた。

3) 分析方法

植物体試料は85°Cの通風乾燥機で十分に乾燥後サンプルミルで粉碎し、ミネラルなどの分析に供した。K、Ca、Mg、Fe分析用供試液は、粉末試料を500°Cで乾式灰化後5規定の塩酸に溶解して調製した。供試液中のCa、Mg、Feは原子吸光分光光度計で、Kは蛍光光度計で測定した。硝酸およびシュウ酸含有率については、乾燥粉末試料を100°Cの熱水で抽出後、液体クロマトグラフ法で測定した。カラムにTOSOH IC-ANION-PW、溶離液にはTSK-eluent IC-Anion-Aを用い、流量を1ml/minとし、電気伝導度検出器を用いて測定した。全窒素はケルダール法で、糖はアンスロン法で定量した。アスコルビン酸は新鮮な植物体を-80°Cで急速冷凍した後、10%メタリン酸液で抽出し、抽出液を液体クロマトグラフ法で測定した。カラムにはTOSOH ODS80TM、溶離液には2%リン酸カリウム、検出器には紫外検出器を用いた。葉緑素濃度はミノルタ502型葉緑素計で測定した。

実験結果

1) ミネラル含有率等の品種間、部位間差異

品種別、部位別のK含有率を図1に示した。K含有率はどの品種も10g/kg(FW)前後の値を示し、Ca(図2)、Mg(図3)含有率の10倍程度高かった。K含有率の品種間差異は比較的小さく、平均のK含有率は葉身10.81g/kg(FW)、葉柄8.59g/kg(FW)であった。これは食品成分表の7.40g/kg(FW)と比べて高い含有率であった。また、禹城以外は葉柄より葉身でK含有率が高かったが、両部位の差はCaやMgに比べると小さかった。

Caの品種別、部位別の含有率を図2に示した。Ca含有率には品種間と部位間に比較的大きな差異が認められた。葉身のCa含有率は禹城で最も高く、ついで深緑、次郎丸、おかめ、ミンスター、オリオン、ピロフレイ、ノーベルであった。デンマークの葉身Ca含有率は禹城の約半分と低かった。Caは主に葉身に分布しており、葉柄の平均Ca含有率は葉身の約3分の1と低く、品種間差異も比較的小さかった。

Mgの品種別、部位別の含有率を図3に示した。Ca含有率と同様にMg含有率にも比較的大きな品種間、部位間差異が認められた。葉身のMg含有率は禹城、ミンスター、次郎丸で高く、ついで深緑、おかめ、ノーベル、ピロフレイの順であった。オリオン、アクティブ、デンマークのMg含有率は低かった。各品種の平均Mg含有率は葉身1.36g/kg(FW)、葉柄0.31g/kg(FW)

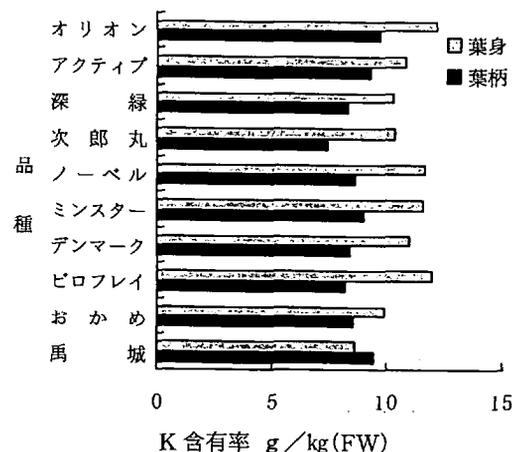


図1 K含有率の品種間差異

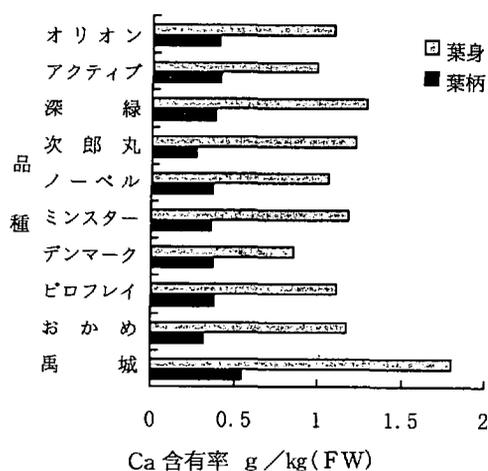


図2 Ca含有率の品種間差異

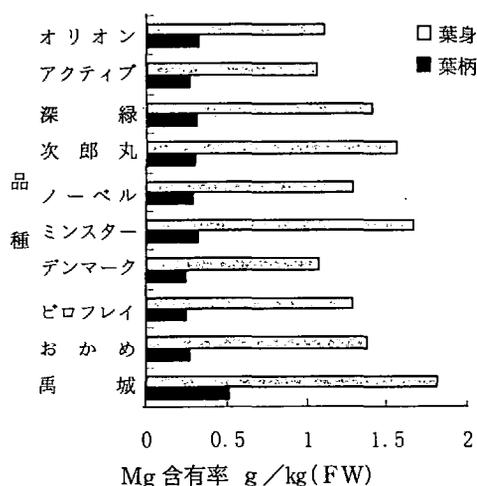


図3 Mg含有率の品種間差異

であった。葉身の平均含有率は葉柄の4.4倍高く、Mgも主に葉身に分布していた。葉柄のMg含有率は禹城で高かったが、他の品種間には大きな差が認められなかった。

Feの品種別、部位別含有率を図4に示した。Fe含有率にも比較的大きな品種間、部位間差異が認められた。Feも主に葉身に分布していたが、葉身のFe含有率はミンスターで最も高く、ついで禹城、次郎丸、おかめ、オリオンの順であった。深緑、アクティブ、デンマークでは葉身のFe含有率が低かった。葉柄のFe含有率は葉身より顕著に低かったが、ミンスター、ノーベルでは他品種の2倍以上高いFe含有率を示すとともに、部位間差異も小さかった。

葉身の葉緑素計数値を図5に示した。値が30以上の品種はオリオン、アクティブ、ノーベル、ミンスター、デンマーク、おかめであった。ついで次郎丸、ピロフレイ、禹城で高く、深緑では低かった。

2) 品質関連成分の品種間、部位間、栽培地間差異

ホウレンソウの品質に密接に関連する硝酸、シュウ酸、アスコルビン酸、全糖、全窒素について品種間・部位間とともに栽培地間でも比較した。ただし、おかめについては広大における生育が悪く、十分量の分析試料が得られなかったため、分析ができなかった。

硝酸の品種、部位、栽培地別の含有率を図6に示した。品種間には比較的大きな差が認められ、禹城は両栽培地で高い硝酸含有率を示し、おかめ、ピロフレイ、デンマーク、オリオンは他品種より低い硝酸含有率を示した。各品種の硝酸含有率の平均値は、高冷地では葉身0.26 g/kg(FW)、葉柄0.44 g/kg(FW)、広大では葉身0.45 g/kg(FW)、葉柄0.54 g/kg(FW)であり、高冷地より広大でやや高い硝酸含有率を示した。また、一般に硝酸は葉柄に多く含まれていた。

シュウ酸の品種、部位、栽培地別の含有率を図7に示した。品種間差異は小さいが、次郎丸は両栽培地で最も

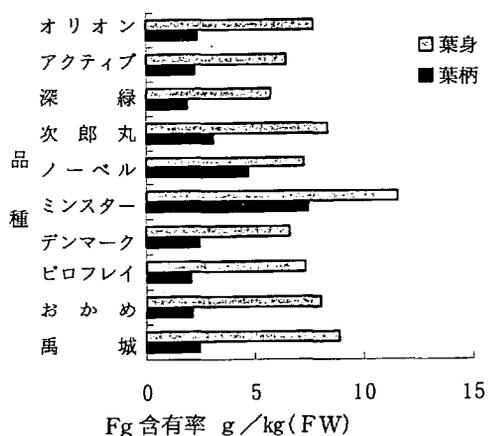


図4 Fe含有率の品種間差異

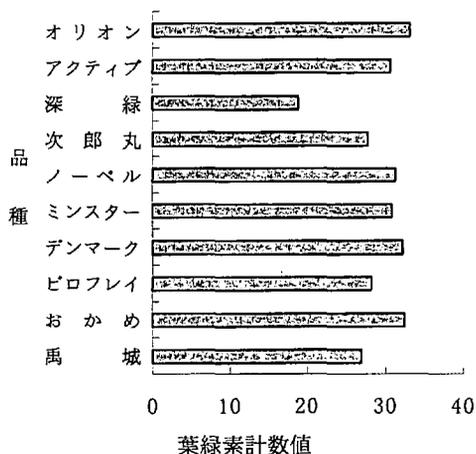


図5 葉身の葉緑素計数値の品種間差異

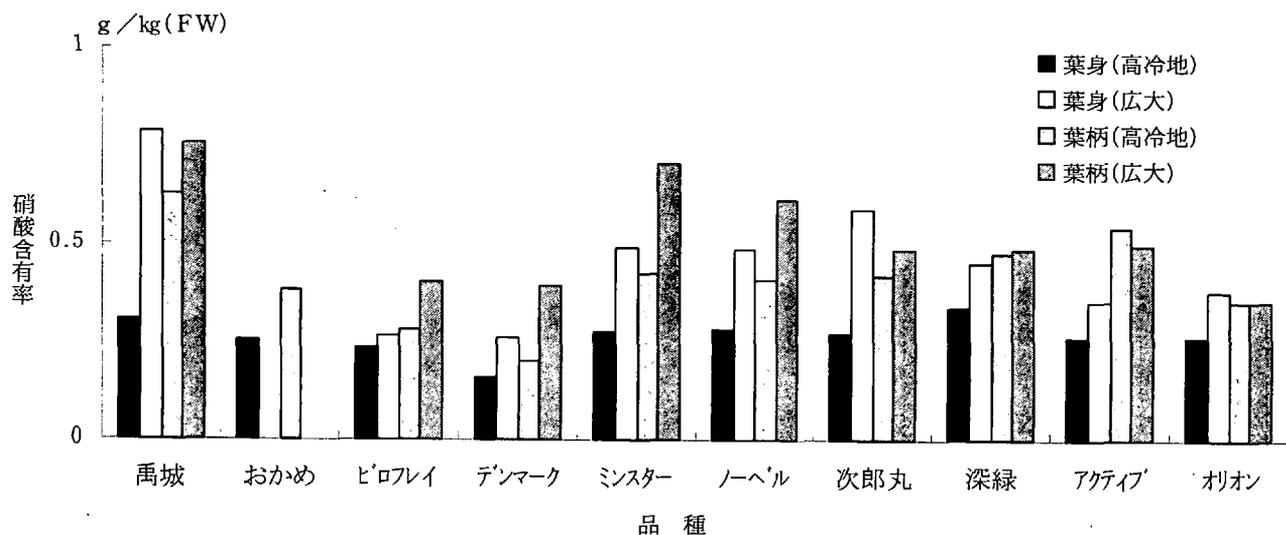


図6 硝酸含有率の品種・栽培地間差異

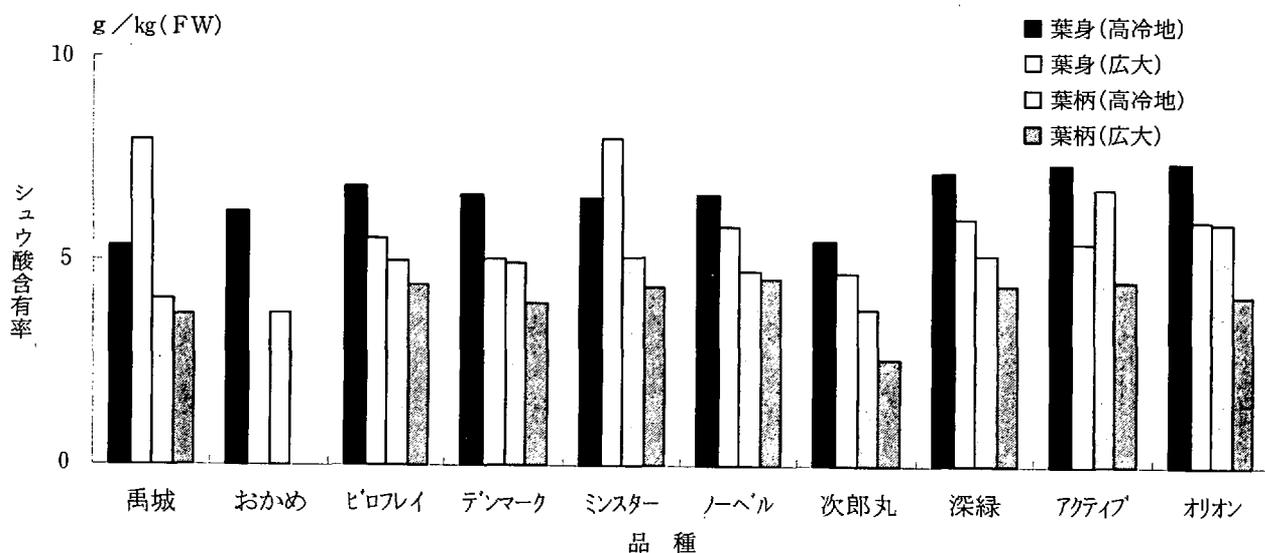


図7 シュウ酸含有率の品種・栽培地間差異

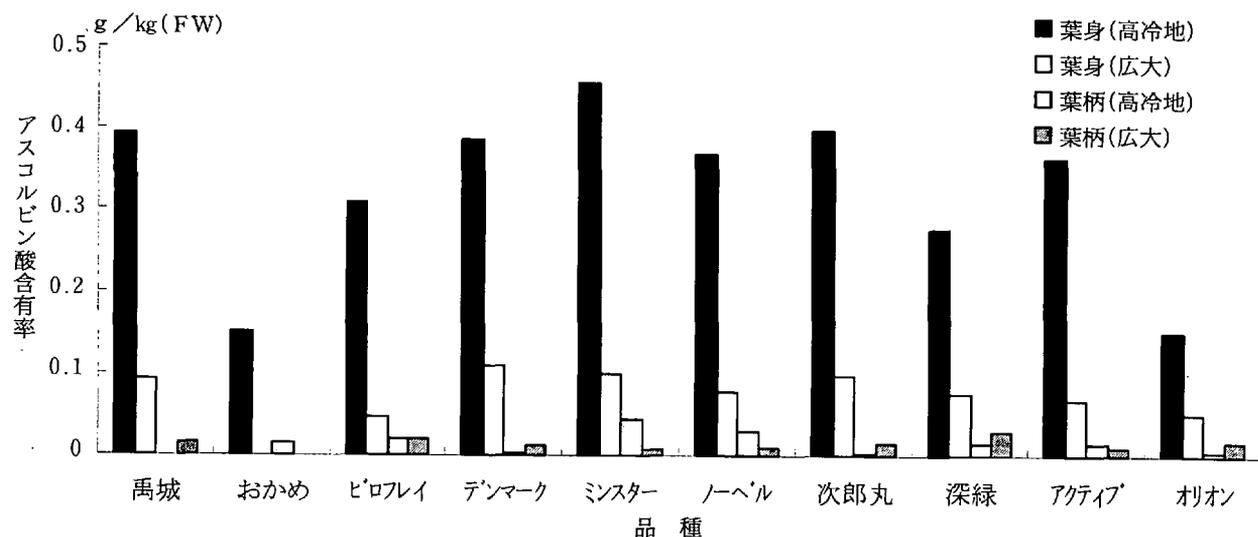


図8 アスコルビン酸含有率の品種・栽培地間差異

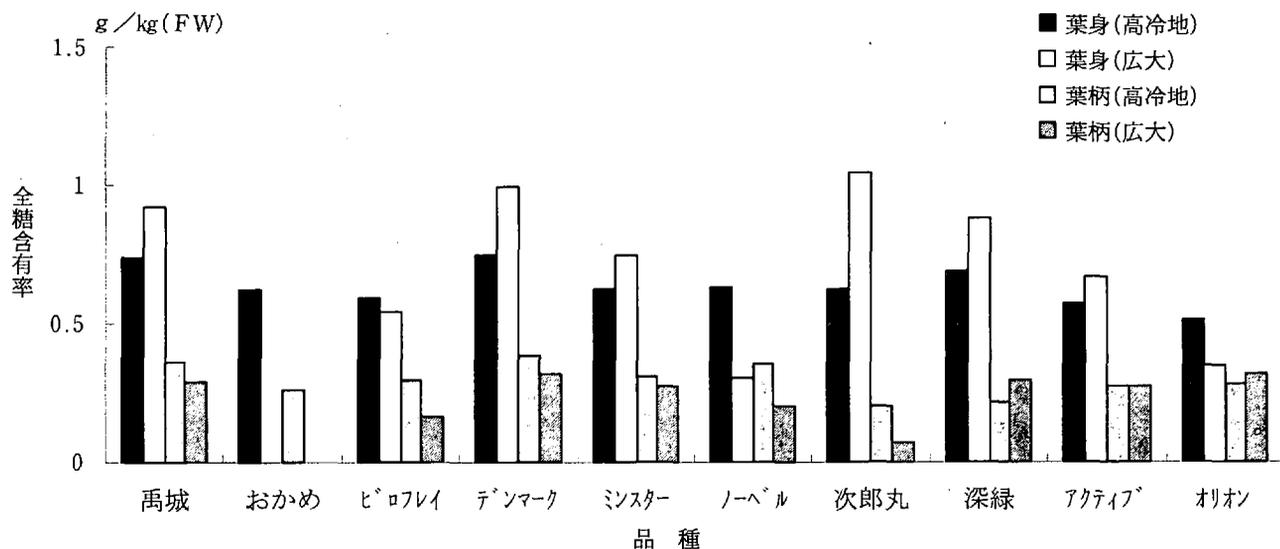


図9 全糖含有率の品種・栽培地間差異

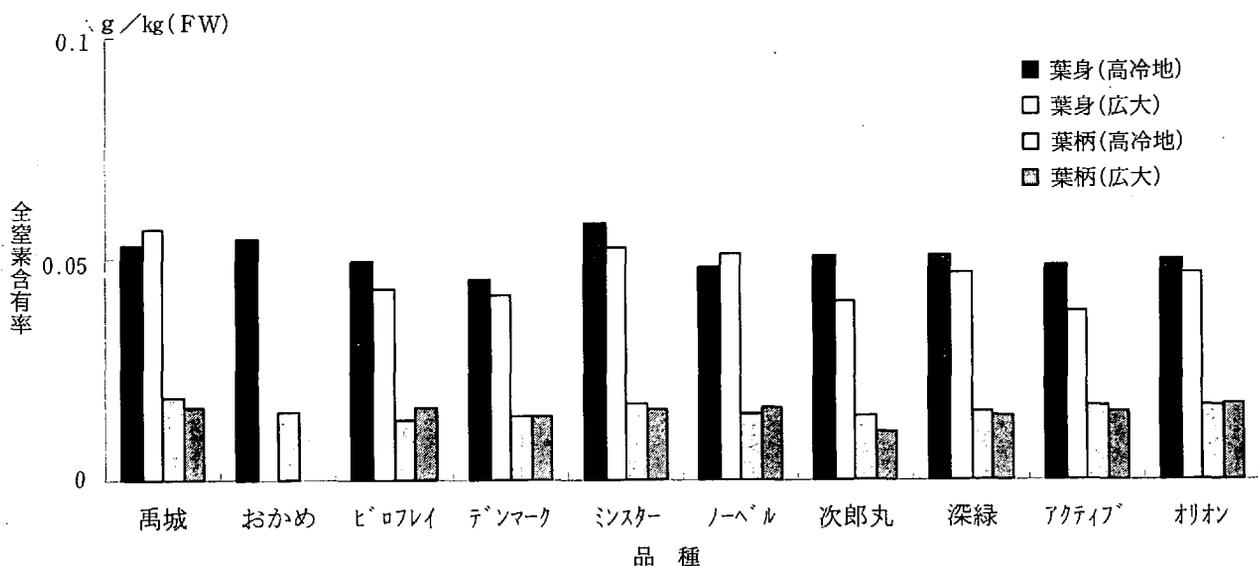


図10 全窒素含有率の品種・栽培地間差異

表2 内容成分の相互関係

	K	Ca	Mg	Fe	硝酸	全窒素	シュウ酸	asc.a.	全糖
K	-								
Ca	0.666*	-							
Mg	-0.396	0.666*	-						
Fe	0.219	0.038	0.464	-					
硝酸	0.117	-0.020	-0.037	-0.068	-				
全窒素	0.459	-0.159	0.359	0.662*	0.051	-			
シュウ酸	0.196	0.064	-0.349	-0.148	-0.197	-0.091	-		
asc.a.	-0.121	-0.023	0.087	0.387	-0.337	0.052	-0.092	-	
全糖	-0.483	0.247	0.062	-0.355	-0.151	-0.432	0.123	-0.084	-

*5%水準で有意

低いシュウ酸含有率を示した。部位間では、品種、栽培地を問わず葉身が葉柄より高いシュウ酸含有率を示した。栽培地間では、禹城とミンスターの葉身を除き広大より高冷地で高いシュウ酸含有率が認められた。

アスコルビン酸の品種、部位、栽培地別の含有率を図8に示した。アスコルビン酸含有率には非常に大きな品種間、部位間、栽培地間差異が認められた。特に部位間差が大きく、葉柄中のアスコルビン酸含有率は著しく低かった。葉身のアスコルビン酸含有率は、栽培地別ではすべての品種で高冷地が広大を大きく上回った。高冷地の葉身のアスコルビン酸含有率にも大きな品種間差異が認められ、禹城、デンマーク、ミンスター、ノーベル、次郎丸、アクティブで高く、おかめとオリオンでは明らかに低かった。

全糖の品種、部位、栽培地別の含有率を図9に示した。全糖含有率は品種、栽培地を問わず葉柄より葉身で明らかに高かった。葉身の全糖含有率は、広大では次郎丸、デンマーク、禹城、深緑で高く、オリオンやノーベルで低かった。高冷地では、広大で高い含有率を示した品種が高い値を示す傾向にあったが、大きな品種間差異は認められなかった。また、栽培地による変動は明瞭ではなかったが、一般に全糖含有率の高い品種は広大で高く、低い品種は高冷地より広大で低くなる傾向があった。さらに、葉身の糖含有率が高い品種ほど、葉柄の糖含有率が低くなる傾向も認められた。

全窒素含有率を図10に示した。品種、栽培地を問わず葉身の含有率が葉柄より高かった。しかし、部位間、栽培地間の差異はほとんど認められなかった。

3) 成分間の相互関係

表2に各種成分の相互関係を成分間の相関係数で示した。KとCa, CaとMg, Feと全窒素含有率の間には5%水準で有意な正の相関があった。他の成分間には有意な相関関係が認められなかった。

考 察

野菜類の品質成分含有率についてはこれまでに多くの研究がなされている。しかし、土壤肥料学的な研究や栄養学的な調査研究に偏っており、両方を融合した視点からの研究は最近始まったばかりである。

高品質ホウレンソウの生産技術を確立するためには、品質を構成する形質や成分が作物の遺伝的因子と環境因子のどちらにより強く支配されているかを明らかにする必要がある。元来、ホウレンソウは冷涼な気候を好むた

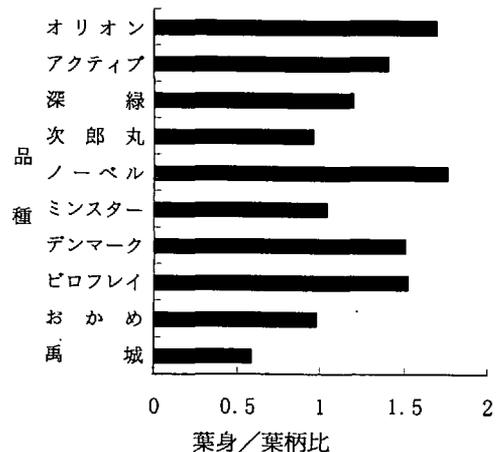


図11 葉身/葉柄比の品種間差異

め夏季の栽培は難しく、特に7月播種は高温と長日条件のため、生育不良や抽苔の問題があり、品種選定が重要である。わが国で栽培されているホウレンソウの品種は東洋種、西洋種、交配種、F₁品種に分けられ、形態や生育にそれぞれ特性があるが、晩抽性、耐暑性、耐病性が付与されたF₁品種の導入により周年栽培が可能となった。F₁品種は抽苔が遅く、しかも東洋種の形質も持ち合わせているので夏季の栽培に適している。

Kは、人体内で細胞の浸透圧調節、神経機能の維持等に重要な役割を果たしているので1日1g程度の摂取が必要である。ホウレンソウのK含有率は無機成分の中でも最も高く、K含有率の品種間差異が小さいので(図1)、どのホウレンソウ品種でも100gで人の1日の摂取必要量を満たす。ホウレンソウはKを土壌から積極的に吸収し、地上部に集積する能力が高いものと考えられる。

CaとMgは、植物由来のものは消化器による吸収が悪いとされてきたが、近年、その有効性が明らかになってきた。Ca含有率の品種間差は大きく、東洋種の禹城で特異的に高かった(図2)。ホウレンソウのMg含有率は野菜類の中で比較的高く、葉身で特に高かった(図3)。CaとMgは葉身に多く分布するので、葉身/葉柄比の高い品種ほど個体の含有率が高くなる。図11に示したように葉身/葉柄比には大きな品種間差異がある。そこで、葉身/葉柄比の高い品種を選べば良いが、実用的にはF₁品種のオリオン、アクティブ、西洋種のノーベル、ビロフレイ、デンマークであろう。しかし、図11の結果は7月播種の成績であって、栽培時期によって結果が変わる可能性は残っている。いずれにしても各品種のK, Ca, Mg含有率は野菜類の中では十分に高いので改善の必要性は少ないと思われた。

国民栄養調査の結果では日本人の Fe 摂取量はほぼ充足されているが、女性、特に思春期の女性では鉄欠乏性貧血が多い。動物性食品に含まれる Fe はヘム Fe で比較的吸収されやすいが、野菜に含まれる非ヘム Fe は吸収が劣る。ただし、アスコルビン酸と同時に摂取すると Fe の吸収が促進されると言われており¹⁾、野菜中のアスコルビン酸量を増加させることが望ましい。ハウレンソウは日常摂取する野菜類の中でも Fe 含有率がかなり高い¹⁾。野菜の健康、栄養に対するイメージの調査⁷⁾によると、ハウレンソウでは Fe への関心が最も高い。本試験では F₁ 品種の Fe 含有率は低い傾向があったが、Fe 含有率をさらに高めることは可能であろう。すなわち、ハウレンソウは、その好適 pH が 6 以上で、可給態 Fe が減少しやすい土壌条件下で Fe を積極的に吸収し、葉身に高含有率で集積する能力があると考えられるからである。可給態 Fe 濃度を増加させることによりハウレンソウの Fe 含有率をさらに増加させうるか、現在検討中である。

一方、ハウレンソウには硝酸やシュウ酸等有害で摂取が好ましくないと考えられている成分が含まれている。FAO と WHO が硝酸塩の体重 1 kg に対する 1 日あたりの摂取許容量を硝酸ナトリウムとして 5 mg 以下と定めている²⁾。したがって、硝酸含有率はできるだけ低くすることが望ましい。硝酸含有率には品種間差異が認められ(図 6)、おかめ、デンマーク、ピロフレイ、オリオンの硝酸含有率が比較的 low かった。硝酸還元能力が高い品種を育種することも硝酸含有率を低下させる一つの方法である。しかし、植物体内の硝酸含有率は硝酸の吸収と還元同化のバランスによって決定され、ハウレンソウは窒素を盛んに吸収する栄養生長期に収穫されるので、それは容易ではないかもしれない。むしろ硝酸濃度の高い葉柄部が少ない品種を選択あるいは育種の方が効果的であろう。硝酸含有率には栽培地間で差があり高冷地で低かった。ハウレンソウの硝酸含有率が一義的に土壌の硝酸供給能に依存しているのであれば、収穫期に土壌の硝酸供給能を低下させる施肥法が有効と考えられ、現在検討中である。

シュウ酸はアクの成分として食味を低下させるとともに腎臓結石などの原因物質ともなるので、含有率を低下させることが望ましい⁴⁾。しかし、シュウ酸含有率には明瞭な品種間、部位間、栽培地間差異が認められなかった(図 7)、シュウ酸含有率の低減は容易ではないと思われる。ハウレンソウ中のシュウ酸は不溶性の Ca 塩は少なく、ほとんどが可溶性のカリウム塩であるとされている⁷⁾ので、シュウ酸含有率を低減するため K や Na

とシュウ酸集積との関係を検討してみる価値がある。

ハウレンソウのアスコルビン酸含有率については近年その減少が問題³⁾となっている。アスコルビン酸含有率は窒素代謝や糖の代謝、シュウ酸の合成と非常に密接な関係を持っていると推測されている⁸⁾。本試験では、アスコルビン酸含有率に大きな品種間、部位間、栽培地間差異が認められた(図 8)。アスコルビン酸含有率は高冷地の葉身で高かったが食品成分表の 0.65 g/kg (FW) には及ばなかった。アスコルビン酸含有率を高めるために育種的方法も有効と考えられる。また、品種間差異以上に栽培地間差異が大きいので、光、温度、土壌条件などの環境条件とアスコルビン酸含有率との関係を明らかにし、環境制御によってアスコルビン酸含有率の増加を図る方が有効と考えられる。また、部位間差異が大きいので葉身/葉柄比の高い品種を選択・育種することは有効であろう。アスコルビン酸含有率は硝酸やシュウ酸含有率とも関係していると考えられている。本試験ではこれらの間に負の相関が認められたが(表 2)、有意な相関ではなかった。有用なアスコルビン酸と有害な硝酸・シュウ酸とが強い負の相関関係にあるのであれば、これら 3 成分を同時にコントロールすることが容易となるので、3 成分の相関についてはなお検討する価値があると思われる。

糖含有率の高いハウレンソウは食味が良く、アスコルビン酸含有率も高いと報告されている⁷⁾。本試験では、糖とアスコルビン酸の含有率の間に相関は認められなかった(表 2)が、比較的大きな品種間、部位間差異が認められた(図 9)。葉身の糖含有率が高い品種ほど部位間差異が大きい傾向にあるので、葉身/葉柄比の高い品種を選択・育種することは糖含有率を高める有効な方法と考えられる。また、亀野ら⁶⁾も指摘しているように、栽培環境によっても糖含有率が大きく変動するので、光、温度、窒素を中心とした養分環境の制御も有効と考えられる。

野菜類の品質に関わる成分や形質は多岐にわたる。そしてそれらの成分・形質間には相互作用があり得る。したがって全ての成分・形質を同時に改善することは容易ではない。ハウレンソウの場合、アスコルビン酸含有率の増加と硝酸含有率の低下を当面の目標として良いのではなかろうか。本試験で初めて明らかにしたことの一つは、アスコルビン酸は主に葉身に集積し、硝酸はむしろ葉柄に多く含まれることである。したがって、葉身/葉柄比の高い品種ほど可食部のアスコルビン酸含有率が多く、硝酸含有率が少ない傾向にあることを示している。この点では、ノーベル、オリオン、デンマーク、ピロフレイ、アクティブなどは望ましい品種である。葉身/葉

柄比がさらに高い品種を育成することは、Fe や Ca, Mg などのミネラルや糖含有率を高めるためにも有効な方法となろう。さらにアスコルビン酸、全糖、硝酸含有率には栽培地間の差異も大きかったので、栽培環境の改善も品質向上に有効である。硝酸や Fe, Ca, Mg などのミネラルも当然土壌条件と密接に関係しているので、施肥や土壌管理の改善によりこれらの品質関連成分を望ましい方向に制御することは十分に可能であると考えられる。したがって、品種の適切な選択・育成とともに、栽培環境を改善することにより、品質が劣りやすい夏季栽培においても高品質ホウレンソウを生産することは十分に可能であると考えられる。

摘 要

夏どりホウレンソウの栄養成分の富化と有害成分の減少を図るために必要な基礎的知見を得る目的で10品種のホウレンソウを夏季に栽培し、ミネラル、アスコルビン酸、硝酸、シュウ酸、全糖含有率の品種間および部位間差異を解析した。また一部の成分については栽培地間差異についても検討した。

1. Ca と Mg 含有率は葉身で高く、比較的大きな品種間差異も認められた。しかし K, Ca, Mg 含有率はすべての品種で高く、特に改善する必要は認められなかった。Fe 含有率は葉身で高く、品種間差異も認められたが、ホウレンソウの Fe 吸収能が比較的高いことから、養分環境の改善により Fe 含有率をさらに増加させようと推察された。
2. 硝酸含有率は葉柄で高く、品種間差異、栽培地間差異も認められた。ホウレンソウの硝酸含有率を低減させるためには、葉身/葉柄比の高い品種を用い、収穫期に土壌の硝酸供給能を低下させることが有効であると考えられた。
3. シュウ酸含有率の品種間、部位間、栽培地間差異は小さかった。シュウ酸含有率を減少させるためにはホウレンソウのシュウ酸集積機構を明らかにする必要がある。
4. アスコルビン酸含有率には大きな品種間、部位間、栽培地間差異が認められた。ホウレンソウのアスコルビン酸含有率を増加させるためには、葉身のアスコルビン酸含有率が高く、かつ葉身/葉柄比の高い品種を選択・育成するとともに、アスコルビン酸含有率に影響する環境要因を明らかにする必要がある。
5. 糖含有率は葉身で高く、葉身の糖含有率が高い品種ほど部位間差異が大きい傾向にあるので、葉身/葉柄

比が高く、葉身の糖含有率が高い品種の選択・育成が糖含有率を高めるために有効であると考えられた。

6. K と Ca, Ca と Mg, Fe と全窒素含有率間には有意な正の相関が認められたが、他の成分間には有意な相関が認められなかった。
7. ホウレンソウでは一般に有用成分は葉身に多く有害成分は葉柄に多い。また葉身/葉柄比には比較的大きな品種間差異(0.6-1.7)が認められたので、葉身/葉柄比の高い品種の選択と育成は品質の向上に有効である。品種の適切な選択と栽培環境の改善により、品質が劣りやすい夏季栽培においても高品質ホウレンソウを生産することは十分に可能であると判断された。

謝 辞

本研究の実施(栽培・収穫・調査)にあたって多大なご援助をいただいた渡辺君代・山元行成・山本洋二・月谷祐子氏に心から感謝します。

文 献

- 1) 高宮和彦：野菜の科学，朝倉書店（1993）
- 2) 目黒孝司：ホウレンソウの内部品質向上試験からみた栄養診断の課題，農業技術 46, 6-11（1993）
- 3) 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，土肥誌 62, 435-438（1991）
- 4) 建部雅子・石原俊幸・松野宏治・藤本順子・米山忠克：窒素施用がホウレンソウとコマツナの生育と糖，アスコルビン酸，硝酸，シュウ酸含有率に与える影響，土肥誌 66, 238-246（1995）
- 5) 野口正樹・篠原操：ホウレンソウ栽培における品質向上技術，農業および園芸 64, 63-66（1989）
- 6) 亀野貞・木下隆雄・篠原操・野口正樹：ホウレンソウの栽培条件及び品種と品質関連成分の変動，中国農研報 6, 157-178（1990）
- 7) 西貞夫：野菜と健康の科学，養賢堂（1994）
- 8) 米山忠克・建部雅子：アスコルビン酸・シュウ酸・硝酸の代謝と相互関係，農業および園芸，67, 1055-1062（1992）

Varietal Differences of Quality-related Compounds in Leaves and Petiols of Spinachs Grown at Two Locations

Yutaka OGUCHI, W.A.P.WEERAKKODY, Akio TANAKA, Seizaburo NAKAZAWA, and Tadao ANDO

Summary

In order to obtain fundamental information to improve quality of spinach (*Spinacia oleracea* L.) harvesting during summer, 10 varieties were grown at two, cool and warm, locations. The contents of minerals, ascorbate, nitrate, oxalate, total sugar, and chlorophyll in the leaves and petiols were analyzed. The major results obtained were as follows;

1. Ca and Mg contents were higher in leaves than in petiols and differed among the varieties. As the K, Ca, and Mg contents were high enough in all the varieties tested, it is not necessary to increase further more these contents. Relatively large varietal differences were also observed in the Fe contents of leaves, which was around 3 times higher than those of petiols. It will be possible to increase Fe contents in spinach by improving Fe availability of soils, since the spinach accumulated Fe in plant tissues from the soils low in available Fe.
2. Nitrate contents were higher in petiols than in leaves and these varied among the varieties and locations. Cultivation of the varieties of higher leaf/petiol ratio and reduction of nitrate content of the soil at harvesting time will be efficient ways to decrease nitrate contents of spinach.
3. Not much difference was observed in the oxalate content among the varieties, plant parts and locations. Basic studies on oxalate accumulation in spinach will be necessary to decrease oxalate contents.
4. Ascorbic acid contents were much higher in leaves than in petiols. Therefore, selection of the varieties of high leaf/petiol ratio is important to produce ascorbic acid rich spinach. Since they also considerably varied between two locations, it is necessary to find the environmental factors affecting ascorbic acid contents of spinach.
5. Total sugar contents were higher in leaves than in petiols. The varieties of higher sugar contents in leaves tended to show larger differences in sugar contents between leaves and petiols. Therefore, it will be effective to select the varieties of high leaf/petiol ratio and of leaves high in sugar contents will be effective for enrichment of sugar in spinach.
6. Significant positive correlations were observed between K and Ca, Ca and Mg, and Fe and total N contents, but no other significant correlations were found between quality-related compounds in spinach.
7. Generally such useful matters as ascorbic acid, sugar and minerals were rich in leaves and undesirable matters as nitrate was rich in petiols. Since varietal differences of leaf/petiol ratio were relatively large (0.6–1.7), selection and breeding of the varieties of high leaf/petiol ratio are important for production of better quality of spinach. Even in summer, it will be possible to produce high quality of spinach by cultivation of proper varieties under improved environments.

Keywords: ascorbic acid, crop quality, nitrate, oxalate, spinach, varietal difference