

有機認証野菜のビタミンC及び硝酸含有量

有田俊幸・宮尾茂雄

Vitamin C and Nitrate Contents in Organic Vegetables

Toshiyuki Arita and Shigeo Miyao

Vitamin C and nitrate contents were analyzed for 40 sorts (102 samples) of organic vegetables obtained from certified organic farmers, and then the results were compared with the values shown in "Standard tables of food composition in Japan (Fifth revised edition)". Vitamin C contents in organic vegetable samples were, as a whole, higher than the standard values, and especially in leaf vegetables. For example, Komatsuna contained over 100 mg/100 g while the standard value is 40 mg/100g. On the other hand, nitrate contents in the organic vegetables were difficult to be characterized because of their various concentration values, which are probably due to the different soil conditions or fertilities. For further consideration, two leaf vegetables (*Brassica pekinensis* and *Brassica narinosa*) were cultivated under several nitrogenous concentrations with hydroponics, and their vitamin C and nitrate contents were analyzed. The results showed that vitamin C and nitrate in leaves were apparently influenced by nitrogenous content in such a way low nitrogen cultivation caused high vitamin C and low nitrate contents. Thus, it is expected that the detailed information about organic cultivation methods can be provided to consumers more directly so as for them to estimate the article merits easily.

(Accepted Mar. 16, 2004)

平成11年7月に改正されたJAS法によれば、有機農産物は「化学的に合成された肥料及び農薬の使用を避けることを基本として、播種又は植え付け前2年以上（多年生作物にあつては、最初の収穫前3年以上）の間、堆肥等による土づくりを行ったほ場において生産された農作物」と定められている。平成12年4月からは、この改正JAS法の施行によって有機農産物の認定制度の運用が開始され、現在では認証機関から認定を受けた有機野菜が広く流通するようになった。

しかしその一方で、有機認証野菜の品質や栄養価に関する分析報告例がほとんどなく、認証品の品質的特徴は依然として不明確なままの状態が続いている。現在のところ有機認証品の品質は、過去に行われた堆肥などの有機質肥料施用による内容成分への影響調査などから、その品質を推論するという段階にとどまっております。現在流通している有機認証野菜の系統的な成分

分析、及び早急な品質評価の確定が求められているところである。

そこで本試験では、有機の認証を受けた複数の生産者からできるだけ多くの有機野菜を入手し、野菜の主要な栄養成分であるビタミンCと野菜に蓄積しやすい硝酸イオン¹⁾の測定を行うことで、市中に流通する有機野菜の品質的特長を把握しようと考えた。比較対照を行うデータとしては五訂食品成分表²⁾に記載されている数値を使用した。

また、葉菜の窒素施肥量とビタミンCや硝酸イオン含量の関係を考察するために、2種類の葉菜を窒素施用量を変えて水耕栽培を行い、同成分と窒素施肥量との関連を検討し、この結果をもとに有機野菜の品質と施肥との関係を推論することを試みた。

実験方法

1. 有機野菜試料

試験に供した試料は 19 の有機認定生産者で栽培された 40 種類の野菜、合計 102 品目である。

2. ビタミンCの測定

ビタミンCはヒドラジン法³⁾により測定し、総ビタミンC含有量として表した。

3. 硝酸イオンの測定

硝酸イオン含有量は試料抽出液を Cd カラム法によって亜硝酸に還元したあと、ジアゾ化法で比色定量した⁴⁾。

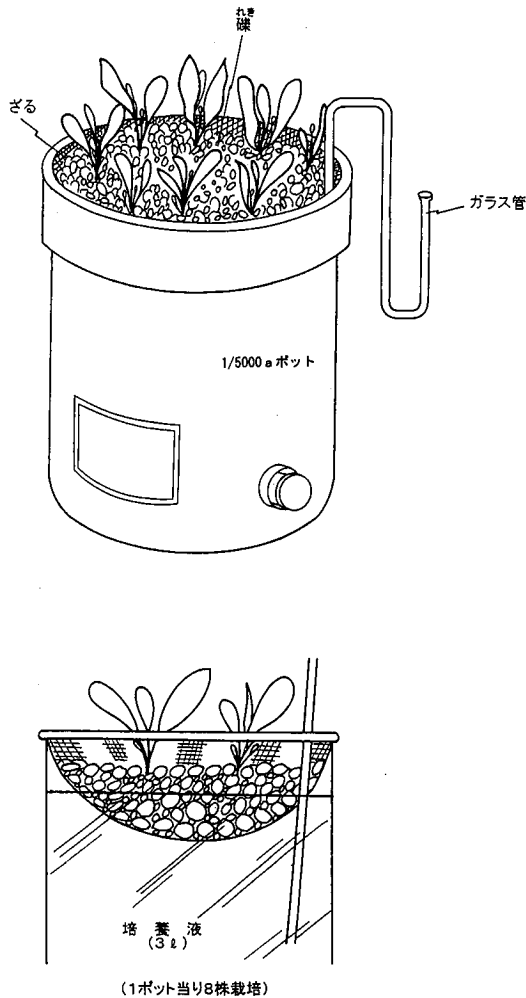


図1 水耕（れき耕）栽培装置

4. 葉菜の水耕栽培

マナ（晩生間菜, *Brassica pekinensis*）とビタミンナ（ビタミン菜, *Brassica narinosa*）を窒素施用量を7段階に変え、1/5000 a ポットを用いて水耕（れき耕）栽培を行った（図1）。水耕液は園試標準処方第1例⁵⁾を

用い、これを標準液として、窒素量のみ 1/4, 1/2, 3/4, 標準, 1.5, 2, 3 倍量の 7 区を設定して栽培し、播種後約 40 日後に収穫して株重を計量し、有機野菜のときと同様にビタミンCや硝酸イオン含有量を測定した。

実験結果

1. 有機野菜のビタミンC

40 種類の野菜、合計 102 品目のビタミンC含有量の測定結果は表1のとおりであった。

表より、ビタミンCは比較的多くの品目で食品成分表記載の値を上回っていた。全試料の値が下回っていた種類はジャガイモのみで、一部の試料で下回っていたものは、カブ（根）、シュンギク、ロケットサラダ、インゲン、サトイモ、ハクサイ、ヒノナであった。イモ類についてはビタミンCの貯蔵中における速やかな減少⁶⁾が報告されており、今回の分析試料が収穫直後品ではなかったことが低ビタミンC含量に影響していると考えられた。

葉菜類では、コマツナやハウレンソウ、カラシナなどで成分表値を大きく超えるものが目立ち、コマツナなどビタミンC含有量が 100 mg/100g を超えるものもみられた。ダイコンのような根菜やトマト、ナスなどの果菜も概して含有量が多かった。今回の調査では、市販の有機認証野菜はビタミンC濃度の比較的高い農作物が多く見られるという結果となった。

2. 有機野菜の硝酸イオン含有量

硝酸イオン含有量の測定結果を表2に示した。食品成分表に記載されている値は概算値のため厳密な比較はできないが、それでも成分表値を下回る品目は比較的多くみられた。しかし、硝酸の多い試料も少なからず存在し、同一種類の野菜でも品目間の変動が大きく、ビタミンCの場合のような特徴付けは困難であった。この点については以下の項目で考察するが、有機栽培における使用可能な肥料は多種類あり、硝酸含有量に影響する窒素成分含有量もそれぞれ異なっている。また土中の窒素量も圃場ごとに変化があるのが普通である。野菜の硝酸含有量はこれらの栽培環境の違いによって変動しやすく、今回の分析結果はこれらが反映したものと推定された。

したがって、有機栽培野菜の硝酸含有量については、その含有値が低い個体は比較的多いといえるが、慣行栽培野菜よりも常時低いというわけではなく、ときとして高含有のものも存在する、というのがその実態と考えられた。

表1 有機認証野菜のビタミンC含有量 (mg/100g)

試料名および産地	VC	試料名および産地	VC	試料名および産地	VC
カラシナ類		ダイコン		ヒノナ	
チヂミカラシナ (茨城)	70	試料1 (埼玉)	17	試料1 (茨城)	84
チリメン葉カラシナ (栃木)	160	試料2 (群馬)	21	試料2 (栃木)	32
セリホン (栃木)	180	試料3 (栃木)	24	食品成分表	52
食品成分表	64	試料4 (栃木)	14	ハウレンソウ	試料1 (茨城)
カブ		試料5 (茨城)	16	試料1 (茨城)	33
試料1 (栃木)	19	試料6丸 (栃木)	20	試料2 (栃木)	75
試料2 (埼玉)	14	試料7赤長 (栃木)	21	試料3 (群馬)	79
試料3 (茨城)	21	試料8辛味 (栃木)	33	試料4 (茨城)	94
試料4 (栃木)	23	食品成分表	12	試料5 (東京)	73
試料5 (栃木)	27	チンゲンサイ	試料1 (茨城)	試料6 (東京)	93
試料6 (栃木)	15	試料2 (茨城)	37	食品成分表	35
食品成分表	19	試料2 (茨城)	23	キョウナ類	試料1 (群馬)
コマツナ		食品成分表	24	試料1 (群馬)	65
試料1 (埼玉)	65	トマト	試料1 (山梨)	試料2 (栃木)	120
試料2 (群馬)	89	試料1 (山梨)	19	試料2 (栃木)	120
試料3 (茨城)	95	試料2 (山梨)	26	試料3 (茨城)	54
試料4 (栃木)	130	試料3 (山梨)	28	ミブナ (茨城)	110
試料5 (栃木)	140	試料4 (山梨)	20	食品成分表	55
試料6 (栃木)	130	試料5 (群馬)	30	ロケットサラダ	試料1 (茨城)
試料7 (栃木)	130	食品成分表	15	試料1 (茨城)	55
試料8 (栃木)	140	ミニトマト (茨城)	32	試料2 (茨城)	140
試料9 (栃木)	130	食品成分表	32	試料3 (栃木)	230
試料10 (東京)	130	ナス	試料1 (茨城)	食品成分表	66
食品成分表	39	試料1 (茨城)	4	レタス類	試料1 (茨城)
キャベツ		試料2 (埼玉)	7	試料1 (茨城)	10
試料1 (埼玉)	60	試料3 (群馬)	8	試料2 (東京)	35
試料2 (茨城)	71	食品成分表	4	食品成分表	5
食品成分表	41	ニンジン	試料1 (埼玉)	チマサンチュ (茨城)	23
キュウリ		試料1 (埼玉)	7	食品成分表	21
試料1 (茨城)	17	試料2 (茨城)	4	エンダイブ (茨城)	26
試料2 (埼玉)	19	試料3 (栃木)	7	食品成分表	7
試料3 (茨城)	7	試料4 (群馬)	4	トレビス (茨城)	11
食品成分表	14	試料5 (栃木)	4	食品成分表	6
サトイモ		試料6 (茨城)	12	インゲン	試料1 (茨城)
試料1 (埼玉)	8	食品成分表	4	試料1 (茨城)	4
試料2 (栃木)	3	ネギ	試料1 (群馬)	食品成分表	8
試料3 (茨城)	7	試料1 (群馬)	29	カボチャ	試料1 (群馬)
食品成分表	6	試料2 (栃木)	33	食品成分表	52
ジャガイモ		試料3 (茨城)	31	ゴボウ	試料1 (栃木)
試料1 (茨城)	27	試料4 (茨城)	19	食品成分表	5
試料2 (群馬)	15	試料5 (栃木)	33	食品成分表	3
試料3 (栃木)	9	試料6 (栃木)	27	葉ダイコン	試料1 (茨城)
試料4 (茨城)	18	食品成分表	11	食品成分表	60
食品成分表	35	アサツキ (茨城)	37	食品成分表	49
シュンギク		食品成分表	26	タマネギ	試料1 (茨城)
試料1 (茨城)	27	ワケギ (茨城)	37	試料1 (茨城)	9
試料2 (茨城)	40	食品成分表	37	食品成分表	8
試料3 (茨城)	14	青ジソ	試料1 (埼玉)	食品成分表	26
食品成分表	19	パセリ	試料1 (茨城)	食品成分表	120
タアサイ		ピーマン	試料1 (茨城)	食品成分表	90
試料1 (茨城)	48	試料1 (埼玉)	14	食品成分表	76
試料2 (栃木)	75	試料2 (栃木)	12	食品成分表	120
ビタミンナ (茨城)	59	試料3 (茨城)	25	ブロッコリー	試料1 (東京)
食品成分表	31	食品成分表	19	食品成分表	150
				食品成分表	120

有田・宮尾：有機認証野菜の品質調査

表2 有機認証野菜の硝酸イオン含有量 (g/100 g)

試料名および産地	NO ₃ ⁻	試料名および産地	NO ₃ ⁻	試料名および産地	NO ₃ ⁻
カラシナ類		ダイコン		ヒノナ	
チヂミカラシナ (茨城)	0.49	試料1 (埼玉)	0.28	試料1 (茨城)	0.15
チリメン葉カラシナ (栃木)	0.05	試料2 (群馬)	0.05	試料2 (栃木)	0.11
セリホン (栃木)	0.01	試料3 (栃木)	0.12	食品成分表	0.5
食品成分表	0.3	試料4 (栃木)	0.11	ホウレンソウ	
カブ		試料5 (茨城)	0.12	試料1 (茨城)	0.40
試料1 (栃木)	0.01	試料6丸 (栃木)	0.05	試料2 (栃木)	0.12
試料2 (埼玉)	0.14	試料7赤長 (栃木)	0.08	試料3 (群馬)	0.05
試料3 (茨城)	0.11	試料8辛味 (栃木)	0.04	試料4 (茨城)	0.18
試料4 (栃木)	0.01	食品成分表	0.1	試料5 (東京)	0.04
試料5 (栃木)	0.01	チンゲンサイ		試料6 (東京)	0.04
試料6 (栃木)	0.04	試料1 (茨城)	0.27	食品成分表	0.2
食品成分表	0.1	試料2 (茨城)	0.37	キョウナ類	
コマツナ		食品成分表	0.5	試料1 (群馬)	0.24
試料1 (埼玉)	0.44	トマト		試料2 (栃木)	0.01
試料2 (群馬)	0.13	試料1 (山梨)	Tr	試料3 (茨城)	0.30
試料3 (茨城)	0.28	試料2 (山梨)	Tr	試料4 (茨城)	0.14
試料4 (栃木)	0.06	試料3 (山梨)	Tr	食品成分表	0.2
試料5 (栃木)	0.04	試料4 (山梨)	Tr	ロケットサラダ	
試料6 (栃木)	0.04	試料5 (群馬)	0.1	試料1 (茨城)	0.37
試料7 (栃木)	0.07	食品成分表	0	試料2 (茨城)	0.2
試料8 (栃木)	0.04	ミニトマト (茨城)	0.01	試料3 (栃木)	0.02
試料9 (栃木)	0.08	食品成分表	0	食品成分表	0.4
試料10 (東京)	0.01	ナス		レタス類	
食品成分表	0.5	試料1 (茨城)	0.04	試料1 (茨城)	0.04
キャベツ		試料2 (埼玉)	0.03	試料2 (東京)	0.12
試料1 (埼玉)	0.05	試料3 (群馬)	0.03	食品成分表	0.1
試料2 (茨城)	0.02	食品成分表	Tr	チマサンチュ (茨城)	0.17
食品成分表	0.1	ニンジン		食品成分表	0.2
キュウリ		試料1 (埼玉)	0.08	エンダイブ (茨城)	0.20
試料1 (茨城)	0.01	試料2 (茨城)	0.06	食品成分表	0.2
試料2 (埼玉)	0.01	試料3 (栃木)	0.08	トレビス (茨城)	0.16
試料3 (茨城)	0.04	試料4 (群馬)	0.06	食品成分表	Tr
食品成分表	Tr	試料5 (栃木)	0.05	インゲン	
サトイモ		試料6 (茨城)	0.02	試料1 (茨城)	0.09
試料1 (埼玉)	0.12	食品成分表	Tr	食品成分表	Tr
試料2 (栃木)	0.03	ネギ		カボチャ	
試料3 (茨城)	0.02	試料1 (群馬)	0.01	試料1 (群馬)	0.05
食品成分表	記載なし	試料2 (栃木)	0.02	食品成分表	Tr
ジャガイモ		試料3 (茨城)	0.02	ゴボウ	
試料1 (茨城)	0.03	試料4 (茨城)	0.04	試料1 (栃木)	0.10
試料2 (群馬)	0.04	試料5 (栃木)	0.06	食品成分表	0.1
試料3 (栃木)	0.03	試料6 (栃木)	0.01	食品成分表	0.4
試料4 (茨城)	0.04	食品成分表	0.1	葉ダイコン	
食品成分表	記載なし	アサツキ (茨城)	0.03	試料1 (茨城)	0.30
シュンギク		食品成分表	0	食品成分表	0.4
試料1 (茨城)	0.24	ワケギ (茨城)	0.02	タマネギ	
試料2 (茨城)	0.17	食品成分表	Tr	試料1 (茨城)	0.02
試料3 (茨城)	0.39	食品成分表	Tr	食品成分表	Tr
食品成分表	0.3	ハクサイ		青ジソ	
タアサイ		試料1 (埼玉)	0.23	試料1 (埼玉)	0.04
試料1 (茨城)	0.41	試料2 (栃木)	0.15	食品成分表	0.1
試料2 (栃木)	0.26	試料3 (茨城)	0.02	パセリ	
ビタミンナ (茨城)	0.34	食品成分表	0.1	試料1 (茨城)	0.04
食品成分表	0.7			食品成分表	記載なし
				ピーマン	
				試料1 (茨城)	0.02
				食品成分表	Tr
				ブロッコリー	
				試料1 (東京)	0.08
				食品成分表	Tr

Tr, 0.01 g/100 g 未満 (測定値), 0.1 g/100 g 未満 (食品分析表)

3. 水耕栽培による葉菜のビタミンC及び硝酸イオン含有量

窒素の量を変えた7種類の試験区におけるマナとビタミンナ試料の、ビタミンC及び硝酸イオン含有量測定結果を図2に示した。

一株当たりの菜の重量は、いずれの野菜も窒素量を多めに施した場合に増加したが、窒素過多の3倍量施用区ではむしろ生育が抑制されていた。硝酸イオンは窒素施肥量の増加とともに明らかに含有量が上昇し、最も含有量の多い区は窒素施肥量を一番多く施した3倍量区であった。

一方、ビタミンCは窒素施肥量が少ない区で含有量が多くなる傾向が明らかに現れ、株重が最も小さく、硝酸イオン含有量が極端に少ない1/4量区で最高値を示し、標準区より窒素施肥量が少ない区ではいずれも

ビタミンCが多めの値となった。窒素施肥量が少ないと葉菜のビタミンC含有量が増加する例は他にも認められており、土耕栽培でも同様な傾向を類推できるものと思われた⁷⁾⁸⁾。

考 察

今回の有機野菜調査において、野菜試料の草姿と成分量の関係を概観すると、まずビタミンCが多く硝酸が少ない試料は、一株の大きさが小さくてずんぐりとした外観のものが多く、それに対して外見や株重が良好な試料は、硝酸がやや高含有になる傾向が認められていた。

これらの事象について、先の水耕栽培での試験結果と比較検討すると、窒素含量の比較的少ない牛糞堆肥のような有機肥料を施した圃場の葉菜はビタミンCが

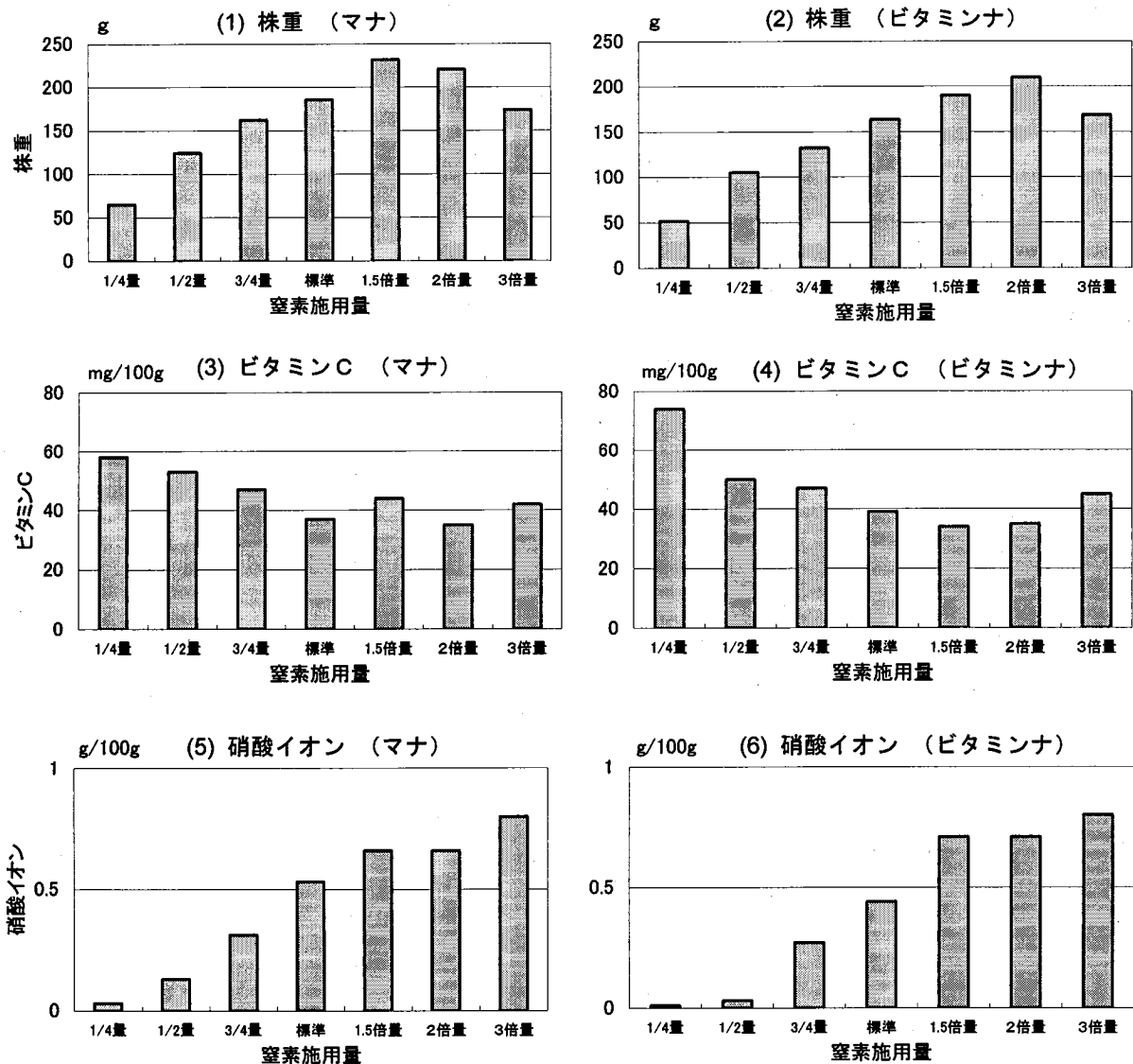


図2 水耕試験によるマナとビタミンナの株重、ビタミンC及び硝酸イオン含有量

多く硝酸が少なくなり、鶏糞堆肥などのように窒素の比較的多い有機肥料を施用した場合には、慣行栽培品と同様な内容成分になるという可能性が推察されてくる。

この点を詳細に追究するためには、今回の有機栽培試料の栽培実態（有機肥料の種類や分量、施肥量、施肥時期、土壌条件など）の全容を把握し、窒素施用量との関係を精査することが必要であるが、水耕試験での推論が有機栽培においても成り立つと仮定すれば、有機栽培品の品質評価には栽培略歴などの情報が重要な要因として位置づけられてくるものと思われる。

要 約

有機認証野菜のビタミンC、硝酸の測定を行い、食品成分表の値を比較対照として市販有機野菜の品質を評価した。また、2種の葉菜（マナ、ビタミンナ）を窒素施用量を変えて水耕栽培を行い、窒素施用量と野菜のビタミンCや硝酸の関係を検討した。

- (1) ビタミンCは、今回の調査では多くの試料で食品成分表値を上回るものが多かったが、イモ類は値が下回った。イモ類は貯蔵による影響が考えられた。
- (2) 葉菜のコマツナ、カラシナなどでは、成分表値に比べてビタミンC含量の多い例が目立ち、コマツナなど100 mg/100 g以上のものが多くみられた。
- (3) 根菜、果菜もビタミンC含量が多い傾向が認められた。
- (4) 有機野菜の硝酸は成分表値を下回る品目が比較的多かったが、高含有の試料も少なくなかった。品目間の変動が大きいため硝酸含量の特徴付けは困難と思われた。
- (5) 菜の一株重は窒素が多いと増加するが、窒素過多

では抑制された。菜中の硝酸は窒素量を増すと明らかに増え、最も多く施した区で最大であった。ビタミンCは逆に窒素施用量が少ない区で含有量が多くなった。

このことから野菜の成分含有量は、肥料の種類、形態、栽培時期、圃場条件などにより変わることが想定された。有機野菜の成分特性は栽培環境に影響を受けることから、有機品の成分的特徴を把握するためには栽培条件の開示の必要性が考えられた。

本試験を行うにあたり、有機野菜の生鮮品の提供にご協力いただいた有機農業推進協会の井上駿氏をはじめ、有機栽培農家の方々に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 畑明美：園芸食品の硝酸・亜硝酸塩に関する研究，日食工誌，26, 37-49 (1979).
- 2) 五訂日本食品標準成分表，科学技術庁資源調査会編，(2000).
- 3) 新・食品分析法，光琳，pp. 444-446 (1996).
- 4) 栽培植物分析測定法，養賢堂，pp. 231-233 (1975).
- 5) 堀裕：蔬菜・花卉のれき耕栽培，養賢堂，pp.70-76 (1966).
- 6) 菅原友太：農，園芸作物のビタミンCに関する研究，養賢堂，pp.54-55 (1957).
- 7) 篠原温：施設野菜の施肥条件とビタミンC等の含有量，農及園，52(10), 1267-1271 (1977).
- 8) 篠原温，田中邦雄，鈴木芳夫，山崎肯哉：野菜の栽培条件と品質，園学雑，47(1), 63-70 (1978).

(平成16年3月16日受理)