

有機質肥料および堆肥の連用がホウレンソウの品質 に及ぼす影響

藤原孝之*・坂倉 元*・吉川重彦*・安田典夫**

Effect of Successive Application of Organic Fertilizer and Compost on the Quality of Spinach

Takayuki FUJIWARA*, Hajime SAKAKURA*, Shigehiko YOSHIKAWA*
and Norio YASUDA**

* Agricultural Research Center, Mie Prefectural Science and Technology Promotion Center,
530, Kawagita, Ureshino-cho, Ichishi-gun, Mie 515-2316

** Present Address : Department of Agriculture in Iga-Region, Agricultural Research Center,
Mie Prefectural Science and Technology Promotion Center,
1240, Moridera, Ueno-shi, Mie 518-0126

Spinach of 5 croppings was cultivated using organic fertilizer and chemical fertilizer with or without cattle-manure compost in the same vinyl house, and the influence of applied fertilizer on chemical composition and storability were studied. The growth of spinach which was cultivated with organic fertilizer was inferior to that with chemical fertilizer on the third and fifth croppings, but there was no difference in growth between plots on other croppings. The effects of application of organic fertilizer and compost on the nutrient quality of spinach were not observed except for oxalic acid content at the third cropping. The oxalic acid content related negatively to the fresh weight. The fresh weight of spinach also showed a negative relationship to the weight loss during storage. The effects of application of organic fertilizer and cattle-manure compost on the storability of the spinach were insignificant. (Received, Feb. 22, 1999 ; Accepted, Aug. 2, 1999)

有機質肥料を用いた野菜の生産は、土壤生態系の保全や、消費者の要望を背景として広く推進されている。消費者が有機野菜を指向するひとつの理由は、栄養成分、味、日持ちといった品質が、通常の収穫物より優れるという通説によるものと思われる。これまで、有機質肥料と化学肥料により栽培された野菜について、品質の違いが数多く検討されてきたが、現在のところ、その優劣について明確な結論は得られていない¹⁾²⁾。一般に、有機物施用の効果として、土壤の物理性、化学性、生物性の改善や、連用に伴い集積される土壤有機物からの緩効的な養分供給がある³⁾。一方、ホウレンソウについては、生育量⁴⁾⁵⁾や植物体の水分含有率⁶⁾が品質に影響することが

報告されているため、これらが有機農産物の品質に二次的な影響を与える可能性がある。これらのことより、有機質肥料や有機物を長期間にわたり連用して野菜の生育や品質を検討し、今後望まれる栽培方法を明らかにすることが必要と考えられた。

そこで、有機質肥料を連用してホウレンソウを栽培し、生育ならびに収穫物の成分含量および貯蔵性を化学肥料によるものと比較した。また、牛ふん堆肥は、一般に肥料的効果より土壤改良材的な効果が高い⁷⁾とされるため、その施用効果についても検討した。測定対象とする成分は、建部ら⁵⁾と同様に、味や栄養面において高含量が望まれる糖およびビタミンC、ならびに好ましくな

* 三重県科学技術振興センター農業技術センター（〒515-2316 三重県一志郡嬉野町川北530）

** 現在、三重県科学技術振興センター農業技術センター伊賀農業センター（〒518-0126 三重県上野市森寺1240）

いとされる硝酸およびシュウ酸とした。

実験方法

1. 栽培方法

1992年から1995年にかけて、農業技術センターにおける1棟のビニルハウス内に、有機質肥料および化学肥料を作付ごとに施肥する処理区を設け、ハウレンソウおよび葉ネギを周年栽培した。その後、同一場所において、さらに2年間にわたり後述の肥料を用いてハウレンソウ5作を栽培し、実験に供した。栽培方法は直播とし、品種は、春期および秋期は「おかめ」、冬期は「オーライ」を用いた。土壌の種類は、表層腐植質黒ボク土であった。

2. 供試肥料および堆肥

用いた有機質肥料は、ひまし油粕、魚粕、骨粉および山土を60:20:5:15の比率で配合して水分含量を35%程度に調整し、1カ月堆積し熟成させたもので、主な肥料成分は4.5-4.0-1.3% (窒素-リン酸-カリ)、C/N比は6であった。牛ふん堆肥は、市販の木質混合牛ふん堆肥(0.63-1.2-1.5, C/N比22, 以下「堆肥」と呼ぶ)を用いた。化学肥料は、リン硝安カリ(16-10-14)を用いた。有機質肥料と化学肥料の1作あたり施肥量は、窒素含量として春作は5 kg/10 a, 秋作および冬作は7 kg/10 aとした。堆肥は、各作1 t/10 aずつ施用した。有機質肥料と化学肥料のそれぞれに、堆肥施用の有無を組み合わせた4試験区を設けた。面積は1区3 m²で、2連制で栽培した。

3. 成分分析

(1) 供試試料

草丈が25 cmに達した時に、各試験区から無作為に10株を採取して、水洗した後、網かごに静置して水を切った。可食部全体を細断して、水分については約40 g, 他の成分については10 gを分析試料とした。

(2) 水分

60°Cで48時間通風乾燥し、減量率より求めた。

(3) 糖

脱イオン水とともに試料をホモジナイズし、濾紙で濾過後、試料の50倍希釈液を作成した。これをメンブランフィルターで濾過し、高速液体クロマトグラフィー(以下、HPLCと略す。装置: 島津製作所 LC-10 A)で測定した。なお、予備実験の結果、抽出から測定までの間にショ糖の還元糖への変化が認められた。これはショ糖分解酵素によるものと推察されたため、果実類に関する報告例⁹⁾を参考に、抽出前に電子レンジ(2 450 MHz, 500 W)を用いて試料を30秒加熱処理し、以降のショ糖分

解を抑制した。HPLCの測定条件は既報⁹⁾に従った。

(4) ビタミンC

5%メタリン酸とともに試料をホモジナイズし、濾紙で濾過後、試料の50倍希釈液を作成し、ヒドラジン法¹⁰⁾により総ビタミンCおよび酸化型ビタミンC含量を測定した。両測定値の差を還元型ビタミンC含量とした。

(5) 硝酸

亀野⁴⁾の方法を参考に、HPLCにより測定した。脱イオン水とともに試料をホモジナイズし、濾紙で濾過後、試料の100倍希釈液をメンブランフィルターで濾過したものを測定試料とした。カラムはSCR-101 H(島津製作所)、検出器は紫外分光光度計(SPD-10 A, 島津製作所)、移動相は0.1%リン酸を使用し、流量1.0 ml/分、カラム温度50°C、検出波長210 nmの条件で測定した。なお、測定値は硝酸中に占める窒素量に換算し、硝酸態窒素として示した。

(6) シュウ酸

水溶性シュウ酸については、硝酸態窒素と同時にHPLCで測定した⁴⁾。総シュウ酸は、試料を1 N塩酸(20 ml)で50°C, 30分間抽出¹¹⁾した後、ホモジナイズし、脱イオン水を用いて100 mlに定容した。濾過以降は硝酸態窒素と同様の操作により測定した。

4. 貯蔵性実験

1区当たり10株を、根を切断した後に重量を測定し、1枚のポリエチレン袋(300×450 mm, 厚さ30 μm)に株元を下にして入れた。袋は開口とし、立てた姿勢で出荷用ダンボール箱に入れて、第1作については10°Cで10日間、第2~5作については5°Cで7日間貯蔵した。貯蔵庫内の冷風による植物体の急激な乾燥を防ぐために、箱の上部を1枚の新聞紙で覆った。なお、作付時期によっては栽培区間の生育差が大きく、袋内の空間に占める植物体の割合に大きな差が生じることが懸念されたので、袋どうしが軽く押し合うように詰めた。貯蔵後に、重量を測定して減量率を求めるとともに、日坂¹²⁾と同様な基準(ただし、評点の付け方は日坂とは逆に、鮮度の良いものほど小さな数字を与えた)により外観品質を株ごとに調査し、貯蔵性を判定した。

実験結果

1. 生育

ハウレンソウの生体重は、Fig. 1に示したように、第3作および第5作においては有機質肥料区の方が化学肥料区より小さく、他の作については差は認められなかった。

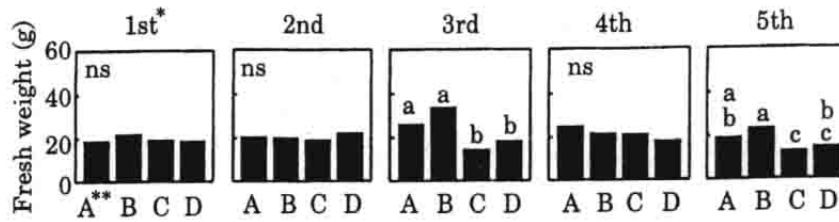


Fig. 1 The effects of organic fertilizer and compost on the fresh weight of spinach

Fresh weight of one plant without roots.

*, Harvest days, growing period and cultivars are as follows :

1st cropping, January 30th, 46 days, 1996, 'Orai' ; 2nd cropping, May 27th, 38 days, 1996, 'Okame' ; 3rd cropping, November 8th, 52 days, 1996, 'Okame' ; 4th cropping, January 28th, 64 days, 1997, 'Orai' ; 5th cropping, November 10th, 46 days, 1997, 'Okame'

** , Applications of fertilizer and compost are as follows :

A, Chemical fertilizer ; B, Chemical fertilizer and compost ; C, Organic fertilizer ; D, Organic fertilizer and compost

a~c, Different letters within each figure represent significant differences by LSD test, 5% level.

ns, Not significant by F-test, 5% level.

2. 成分含量

(1) 水分

Fig. 2 に示したように、各作付時期において、施肥区間に含量の差は認められなかった。季節と含量との間には、特に一定の関係は認められなかったが、第5作は他の作より含量が低かった。

(2) 糖

全糖(3種の糖の総量)については、各作付時期において、施肥区間に含量の差は認められなかった(Fig. 2)。個別の糖については、第3作で化学肥料単用区のショ糖含量が他の3区より高く、第4作において有機質肥料単用区のブドウ糖含量が他区より高かった他は、有意差は認められなかった。季節による変動をみると、春作(第2作)は秋作および冬作より含量が低かった。また、秋期の2作(第3作および第5作)においては含量に大きな差があり、第5作の方が全糖含量が高かった。

(3) ビタミンC

総ビタミンCについては、各作付時期において、施肥区間に含量の差は認められなかった(Fig. 2)。還元型および酸化型に分けてそれぞれを検討すると、第3作で有機質肥料区の方が化学肥料区より酸化型ビタミンC含量が高かったほかは、有意差は認められなかった。また、季節による含量の変動については一定の傾向は認められなかったが、作ごとの総ビタミンC含量の変動は、全糖含量と類似していた。

(4) 硝酸

各作付時期において、施肥区間に含量の差は認められなかった(Fig. 2)。季節と含量との間に一定の関係は認められないが、おおむね全糖およびビタミンC含量が高い作ほど、硝酸含量が低い傾向があった。

(5) シュウ酸

総シュウ酸については、第3作の化学肥料単用区では堆肥の施用により含量が低下したが、他の作付時期においては区間差は認められなかった(Fig. 2)。水溶性および不溶性シュウ酸について個別に検討しても、栽培区間に有意差は認められなかった。Fig. 4 に示したように、第3作においては、生体重と総シュウ酸含量との間に負の相関があり、第2作においても同様の相関が認められた。なお、季節と含量との間には、一定の関係は認められなかった。

3. 貯蔵性

(1) 減量率

Fig. 3 に示したように、第5作においては、堆肥を施用すると貯蔵中の減量率が低くなった。また、Fig. 4 のように、第4作では生体重と減量率との間に負の相関が認められ、第5作でも同様な傾向が認められた。なお、第1作は貯蔵温度が高く、貯蔵期間も長いので、他の4作より著しく減量率が高かった。

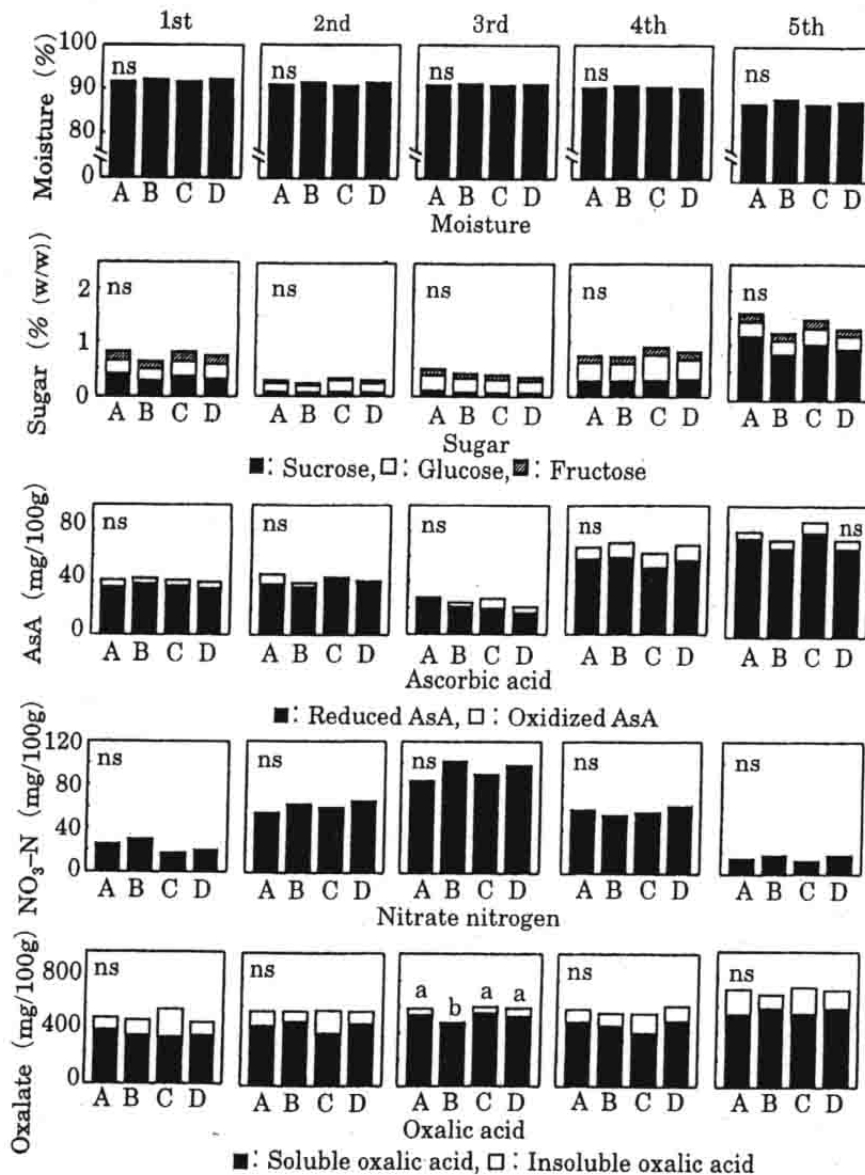


Fig. 2 The effect of organic fertilizer and compost on the chemical compositions in spinach

Each of the characters are the same as in Fig. 1.

Each constituent contents is per fresh weight.

The characters of a, b and ns represent the results of significance test for the total amount of each constituents.

(2) 外観品質

Fig. 3のように、各作付時期において処理区間に有意差は認められなかった。第1作は貯蔵中に外観品質は著しく低下し、他の4作においては、わずかな萎凋および黄化にとどまるものが多かった。しかし、株が極端に小さい個体においては、著しい鮮度低下をおこすものが目立った。

考 察

有機質肥料区と化学肥料区を比較すると、ハウレンソウの収穫物および収穫後の土壌の硝酸態窒素量はほぼ同等であったが、作付け回数を重ねるにつれて有機質肥料区の収穫物および収穫後土壌のカリウム含量は化学肥料区より低くなっていった（カリウムおよび土壌の硝酸態窒素はデータを略す）。そのため、第3作および第5作で

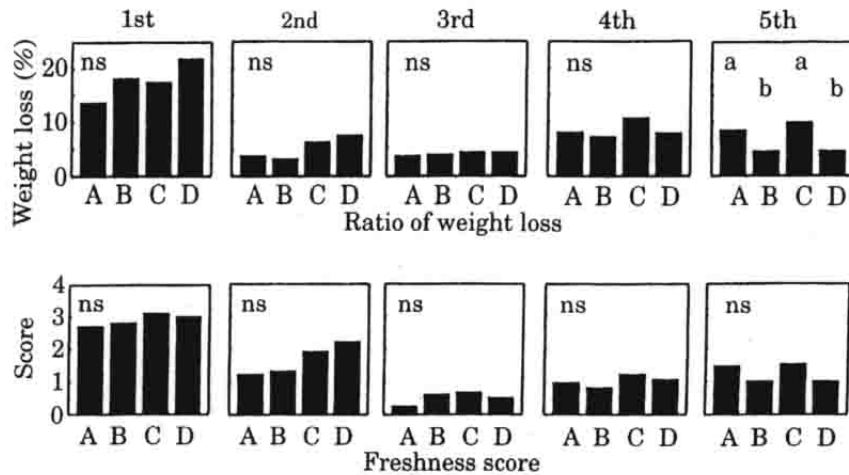


Fig. 3 The effect of organic fertilizer and compost on the storability of spinach

Each of the characters are the same as in Fig. 1.

1st cropping, Stored at 10°C for 10 days; 2nd~5th croppings, Stored at 5°C for 7 days

Freshness score is as follows :

0, Field fresh ; 1, Slightly deteriorated, no yellowing ; 2, Deteriorated but salable, slight yellowing ; 3, More deteriorated but edible, yellowing ; 4, Not edible, extreme yellowing.

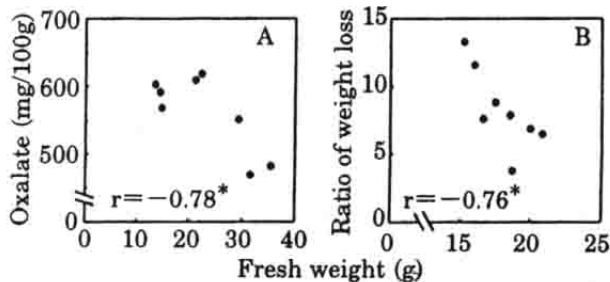


Fig. 4 Relationship between fresh weight of spinach and oxalic acid content, weight loss during storage

A, 3rd cropping ; B, 4th cropping, Stored at 5°C for 7 days

有機質肥料区の生育が劣ったのは、カリウム欠乏によるものと考えられた。なお、生育差の生じた例はともに秋期の栽培であるが、前年までは季節間に同様な生育差の傾向は認められなかったため、秋期特有の栽培特性とは考えられなかった。

ホウレンソウの各成分において、施肥区間に有意差が認められた例は少なかった。第3作において、総シュウ酸含量が低かった区は生体重が多かったが、広岡ら¹³⁾は多品種のホウレンソウを用いてシュウ酸含量を検討したところ、葉新鮮重との間に負の相関を認めており、本実

験の結果と類似する。なお、ホウレンソウのシュウ酸は、生育が進むと含量が低下することが報告されており¹⁴⁾¹⁵⁾、本実験の結果と関連するものと思われる。糖、ビタミンCおよびシュウ酸の含量をそれぞれ組成別に検討しても、区間に差の生じた例は少なく、有意差が認められた数例についても施肥に特有のものとは考えられなかった。

第3作と第5作は同一の品種を用い、栽培時期および生育期間も似ているが、糖、ビタミンCおよび硝酸含量は大きく異なった。ホウレンソウ収穫後の土壤中硝酸態窒素量は、第3作 30 mg/100 g 乾土、第5作 0.3 mg/100 g 乾土であり、大きな差があった。第5作は作付前に土壌に残存していた窒素量が少なく、施肥した肥料中の窒素を含めたほとんどの窒素がホウレンソウに吸収されたものと推察された。建部ら⁵⁾および目黒ら¹⁶⁾は、窒素施用量を増すとホウレンソウの硝酸態窒素含量が高くなり、ビタミンCおよび糖含量が低下する傾向があるため、収量を落とさない範囲で窒素施用量を減らすことを提唱している。本実験の第5作は、ホウレンソウの品質面において好ましい施肥条件であったものと思われた。

ホウレンソウの貯蔵性についても、有機質肥料および堆肥施用の影響はあまり認められなかった。第5作のみは、堆肥の施用により貯蔵中の減量率が低下したが、堆

肥施用がやや生育を促進し、生体重が多いものほど減量率が低い傾向が認められたので、生育差に起因するものと考えられた。

以上のように、有機質肥料や堆肥を施用しても、化学肥料によるものと同等な生育を示した場合は、ハウレンソウの成分や貯蔵性に明らかな差は認められなかった。

目黒²⁾は、有機野菜は高品質であるという過去の報告について、低窒素供給や水分ストレスなど、栽培条件に由来する要因があることを指摘している。本実験においても、少数例生じた栽培区間におけるハウレンソウの品質差は、肥効の違いにより生育が異なったことが主な原因で、有機物の連用が品質に直接影響したものではないと思われた。ただし、有機質肥料は種類がさまざまであり、有機栽培、慣行栽培ともに標準といえるものはないと考えられるだけでなく²⁾、さらに土壌の種類により有機物の分解特性も異なる¹⁷⁾。そのため、今後も関連の研究を必要とするが、生育量が品質に及ぼす影響を十分考慮して検討することが重要である。

要 約

有機質肥料を連用してハウレンソウ5作を栽培し、化学肥料によるものと成分および貯蔵性を比較した。また、牛ふん堆肥の施用の有無についても、同様に効果を検討した。

(1) ハウレンソウの生育は、第3作および第5作において化学肥料区より有機質肥料区の方が劣り、他の作については同等であった。

(2) 有機質肥料および堆肥の施用がハウレンソウの成分含量に及ぼす影響はあまり認められなかった。第3作において化学肥料・堆肥施用区のシュウ酸含量が低かったが、これは生体重が多いことの影響と考えられた。

(3) 有機質肥料および堆肥の施用はハウレンソウの貯蔵性にも影響しなかった。第5作では、堆肥施用により貯蔵中の減量率が低くなったが、これは堆肥施用によりやや生育が促進されたことに起因するものと考えられた。

本研究は、地域重要新技術開発促進事業「生態系活用型農業における生産安定技術の確立」の一環として、国庫助成を受けて行った。

本報告の一部は、日本食品科学工学会第45回大会（1998年、札幌市）において発表した。

文 献

- 1) 鯨 幸夫：栄食誌，47，148（1994）。
- 2) 目黒孝司：研究ジャーナル，21，30（1998）。
- 3) 志賀一：農耕地における有機物施用技術，農林水産省農業研究センター編（農林水産技術情報協会，東京），p.8（1985）。
- 4) 亀野 貞・木下隆雄・楠原 操・野口正樹：中国農業試験場研究報告，6，157（1990）。
- 5) 建部雅子・石原俊幸・松野宏治・藤本順子・米山忠克：日本土壌肥科学雑誌，66，238（1995）。
- 6) 加藤忠司・小沢 聖・青木和彦：日本土壌肥科学雑誌，67，186（1996）。
- 7) 羽賀清典：有機廃棄物資源化大辞典，有機質資源化推進会議編（農山漁村文化協会，東京），p.346（1997）。
- 8) 鄭 国華・杉浦 明：園学雑，59，281（1990）。
- 9) 藤原孝之・坂倉 元・伊藤 寿・本庄達之助：食科工，46，24（1999）。
- 10) 倉田忠男・大塚 恵：新・食品分析法，日本食品科学工学会および新・食品分析法編集委員会編（光琳，東京），p.444（1997）。
- 11) 渡邊幸雄・米山昌美・嶋田典司：日本土壌肥科学雑誌，58，427（1987）。
- 12) 日坂弘行：日食工誌，36，956（1989）。
- 13) 広岡幹也・杉山信男：園学雑，61，575（1992）。
- 14) 吉川年彦・中川勝也・小林 保・時枝茂行・永井耕介：近畿中国農業研究，75，71（1988）。
- 15) 刀祢茂弘・内山善雄：山口県農業試験場研究報告，41，32（1989）。
- 16) 目黒孝司・吉田企世子・山田次良・下野勝昭：日本土壌肥科学雑誌，62，435（1991）。
- 17) 山田 裕：有機廃棄物資源化大辞典，有機質資源化推進会議編（農山漁村文化協会，東京），p.67（1997）。

（平成11年2月22日受付，平成11年8月2日受理）