

有機栽培が果菜類（トマト・ピーマン）の栄養価におよぼす影響

小林和広・金築賀依子・今木 正

The effect of organic agriculture on the nutritive value of tomato and green pepper

Kazuhiro KOBAYASI, Kayoko KANETSUKI, and Tadashi IMAKI

Abstract The effect of two types of organic agriculture (traditional organic agriculture and Sutoty organic agriculture) on nutritive value in tomato and green pepper was researched. Sutoty is made of vinegar extracted from charcoal, glucose and alcohol. In Sutoty organic agriculture, Sutoty, charcoal and crashed crab shell were inputted. The value of vitamin C of tomato was positively correlated with the cumulative length of sunshine for a month before harvest. The values of vitamin C of tomato in traditional organic agriculture maintained high especially in fine weather, whereas those in the treatment using chemicals are not high in fine weather. There are little difference in vitamin C of green pepper, calcium or iron content of both species between treatments. Yield of tomato of organic agriculture is less than other treatments. Yield improvement of organic agriculture is needed under keeping its nutritive value.

Key words: Green pepper, nutritive value, organic agriculture, tomato, vitamin C

緒 言

近年、ガンなどの成人病の予防や職場環境などの変化によるストレスの増大などの視点からビタミンやミネラルを積極的にとろうとする動きがある。食生活では、栄養のバランス、とくに食物繊維などの摂取から野菜から多くのビタミンやミネラルを摂取できるのが望ましい。潜在的なビタミンC不足の割合は、平均年齢25.4歳の若年群で18.5%にのぼるといふ調査もある（橋詰，1994）。日本人のカルシウムの不足は恒常的であり、野菜から20%程度を摂取するので無視できない。鉄分も野菜から約20%供給され、しかもビタミンCの摂取が多いほど効率的に吸収される。

野菜からできるだけビタミンやミネラルをとるのが望ましいにもかかわらず、そのビタミン含量の低下が指摘されている。この原因はいくつか挙げられる。ハウレンソウでは冬と夏ではそのビタミンC含量が3倍も異なる（吉田，1994）。夏期の露地と冬期のビニールハウス栽培の比較では、トマトでは露地栽培の方が、ピーマンではビニールハウス栽培の方が高かった（吉田，1994）。

有機栽培によって栄養価が向上する可能性を指摘する人もいる。事実、有機質肥料を多用したトマトの栄養価

が向上した例（吉田，1989）、有機栽培でインゲンマメのビタミンCが向上した例（小林ら，1996）がある。

ハウレンソウなどの葉菜類は施肥条件とビタミンCの関係についてよく調べられている。しかし、果菜類はトマトを除くとほとんど調べられていない。今回の実験では果菜類のトマトとピーマンに注目した。ビタミンC、カルシウム、鉄分について有機栽培で栄養価が向上するかを検討した。

木酢酸やかにがらなどは、このごろ、有機農業の持つ潜在的な能力を十分に高めるといわれ、実用的にも利用されている（白川ら，1995）。このような有機質資材は土壌の養分バランスや微生物相を改善し、植物を健全に生育させることにより、多収で高品質の野菜をつくる。このことが野菜の栄養価向上につながると予想できるが、今日まで検討されていない。有機農法に使用される資材のうちから、今回の実験では松江市にあるパイテック中国の販売しているストチャー、サンネッカE、かにがらに着目した。ストチャーは木酢液、ブドウ糖、焼酎、天然ミネラルの混合液で、土壌微生物の活性化と作物の生育促進、ミネラルの補給、病虫害の忌避に効果的である。生殖生長の促進効果があり、果菜の生育の改善に効果的であると考えられる。サンネッカEは土壌の微生物相の

改善やミネラルの補給，土壤養分の保持に役立つ。かにかがら粉末は連作地での土壤病害の抑制と味の向上に卓効があるとされる。この3つを組み合わせた有機栽培がトマトとピーマンの栄養価に及ぼす効果についても検討した。

材料と方法

1. 栽培方法

種苗店からトマトの苗（穂木：サカタ交配メリーロード，台木ジョイント）とピーマンの苗（タキイ交配エースピーマン）を購入し，実験に供試した。化学肥料と農薬を使用する区を島根大学農学部（現在，生物資源科学部）の実験圃場に，有機栽培する区を松江市八幡町の農家の畑（農林水産省の有機農産物に関わるガイドラインである3年以上農薬・化学肥料を投入していないという基準を満たしている畑）で行った。

本葉が10枚程度のトマトの苗を5月27日に幅90cmの畝に畝間40cm，株間40cmで2条に移植した。直立1本仕立てで，わき芽を適宜，摘芽した。1果房4果となるように摘果した。ピーマンの苗は，本葉が10枚程度の苗を5月27日に幅90cmの畝に畝間60cm，株間50cmで移植した。主枝4本仕立てで，側枝は2果を残して切り取った。

施肥栽培方法は3つ設けた。農薬と化学肥料を適宜，使用する農薬・化学肥料区，農薬・化学肥料は使わないで有機質肥料を用いる有機栽培区，有機栽培にストチュー，サンネッカE，かにからを組み合わせるストチュー有機栽培区である。第1表にこの実験で使用した有機質資材の名称と主な成分，効用を示した。第2表にはこの実験での肥料設計を示した。農薬・化学肥料区では除草剤として定植1週間後にトレファノサイド粒剤を4.5g/m²で与えた。さらにトマトには殺菌剤ジマンダイセン水和剤と殺虫剤マラソン乳剤を，ピーマンには殺虫剤ランネート水和剤を適宜，使用した。有機栽培区とストチュー有機栽培区の除草は手取りで行い，病虫害防除はしなかった。

2. 生育調査と土壌の調査

移植後，約2週間おきに草丈と完全展開本葉数を調査した。草丈は地際からつるの先端までの長さとし，完全展開本葉数は子葉の次の葉を第1本葉として展開し終わった葉の数とした。

7月15日に畑から生土を採種し，pHを測定後（伊達，1986），富士平工業株式会社のドクターソイルで土壌のカルシウム，マグネシウム，マンガン，鉄分を測定した。

第1表 この実験で用いた有機質肥料・資材の特徴

名称	主な成分	作物等への効果
菜種かす	窒素5%，リン酸2%，カリ1%	窒素が多い有機質肥料
発酵鶏ふん	窒素1.69%，リン酸5.65%，カリ2.5%	リン酸が多い有機質肥料
焼成鶏ふん	リン酸18.2%，カリ7.4%，石灰31.5%	発酵鶏ふんを焼いたもので石灰の代替として有効
かにかがら粉末	窒素4%，リン酸3%，石灰36%	土壤病害の抑制と味の向上
ストチュー	広葉樹の木酢液，ブドウ糖，焼酎，天然ミネラル	土壤微生物の活性化，作物の生育促進，ミネラル分の補給，病虫害の忌避
サンネッカE	広葉樹樹皮の炭化物質，ストチュー	肥料の保持，土壤微生物の活性化

第2表 この実験の施肥計画（単位：g/m²）

トマトの施肥計画

施肥日	基肥	追肥 7月1日
農薬・化学肥料区	バーク堆肥 2000 日産燐安複合44号 71.4 BM塔リン 36.8 塩化カリ 20.85	硫酸 21.19 過燐酸石灰 20 塩化カリ 1.67
有機栽培区	バーク堆肥 2000 菜種かす 81.39 発酵鶏ふん 284.3	菜種かす 83.96
ストチュー有機栽培区	バーク堆肥 2000 発酵鶏ふん 226 かにかがら 136.9 サンネッカE 100	発酵鶏ふん 222.5 ストチュー1000倍液をおよそ7日に1度ずつ葉面散布

* 1 m²あたりの基肥の成分量 窒素 10 g，リン酸 19.5 g
1 m²あたりの追肥の成分量 窒素 4.45 g，リン酸 0.88 g

ピーマンの施肥計画

施肥日	基肥	追肥 7月1日
農薬・化学肥料区	バーク堆肥 2000 日産燐安複合44号 152.14 BM塔リン 60	硫酸 25.36 過燐酸石灰 5.92 塩化カリ 7.18
有機栽培区	バーク堆肥 2000 菜種かす 199.36 発酵鶏ふん 536.5	菜種かす 100.47
ストチュー有機栽培区	バーク堆肥 2000 発酵鶏ふん 394.5 かにかがら 335.36 サンネッカE 100	発酵鶏ふん 266.32 ストチュー1000倍液をおよそ7日に1度ずつ葉面散布

* 1 m²あたりの基肥の成分量 窒素 21.3 g，リン酸 37.86 g
1 m²あたりの追肥の成分量 窒素 5.33 g，リン酸 1.04 g

3. 収穫及び分析方法

トマトは赤く熟したものを，ピーマンは30-50g程度の大きさになったものを午前中に収穫した。ビタミンCはその日のうちにRQフレックスを用いた以下の方法で，カルシウムと鉄分はサンプルを通風乾燥させ，粉碎したのち，乾式灰化し，原子吸光光度法で測定した。分析はトマトは果実全体を対象に，ピーマンはへたと種子を除いた可食部について行った。

ビタミンCの分析は還元型アスコルビン酸を分析し，その値をもってビタミンC含量とした。各区大きさや概観から平均的な果実を5個選び，分析に供試した。試料を約10g精秤し，磁製乳鉢に入れ，5%メタリン酸で海砂とともに磨砕したあと，メタリン酸が2%になるように水を加えてアスコルビン酸を抽出した。これを遠心分離後，上澄み液をメルク社のREFLECTQUANT 16981 Ascorbic

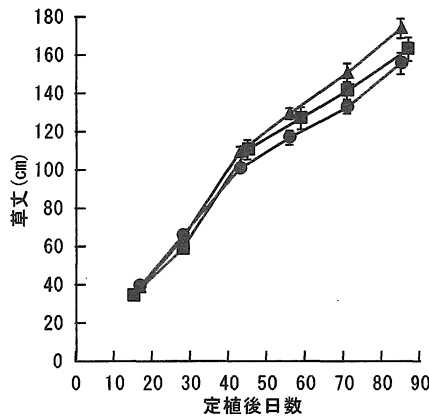
Acid Testにかけ、その発色をRQフレックスで測定した。別途、インドフェノール法による分析値と比較した結果、ほとんど誤差はなかった。建部ら（1995）もこの方法が簡易な還元型アスコルビン酸の分析法であると報告している。

結果と考察

1. 生育概況

トマトではストチュー有機栽培区の草丈が高くなった。この区の生育は、同じ圃場に生育した有機栽培区と比べて、見た目にも良好であった。農薬・化学肥料区の生育は両者の中間であった（第1図）。展開葉数は最初、ストチュー有機栽培区の方が多かったが、後半、農薬・化学肥料区が逆転した。収穫は、ストチュー有機栽培区がはじめ高かったけれども、後半は農薬・化学肥料区が多かった（第2図）。その結果、収穫合計は農薬・化学肥料区、ストチュー有機栽培区、有機栽培区の順に高くなった（第3表）。

ピーマンでは有機栽培区とストチュー有機栽培区の初期生育は良好で、農薬・化学肥料区より約1週間早く結実した。しかし、定植後40日を経過した頃から農薬・化学肥料区の生育が抜き出た。有機栽培区では後半には半数近くの個体が枯死した。枯死せずに生き残った株では有機栽培区の収量がもっとも高かった（第3表）。

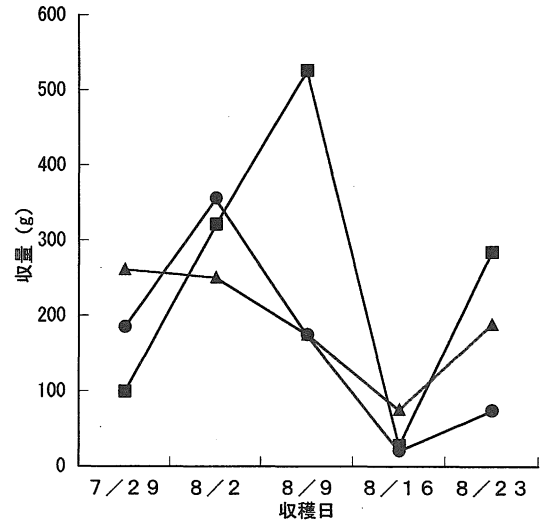


第1図 有機栽培を含む3つの栽培方法によるトマトの収穫始めまでの草丈の推移

- は普通栽培区（農薬・化学肥料を使用する栽培法）
- は有機栽培区（発酵鶏ふん・菜種かすを中心に施肥する栽培法）
- ▲ はストチュー栽培区（有機栽培区に炭・かながら、週1回ストチューを投入する栽培法）

を示す。

縦線は標準誤差（n = 2）である。



第2図 有機栽培を含む3つの栽培方法によるトマトの1株当たり収量の推移

図中の記号は第1図と同じである。

第3表 トマトとピーマンの新鮮重収量（単位 g/m²）

処理区名	農薬・化学肥料区	有機栽培区	ストチュー有機栽培区
ト マ ト	1872	1378	1563
ピーマン	297	357	272

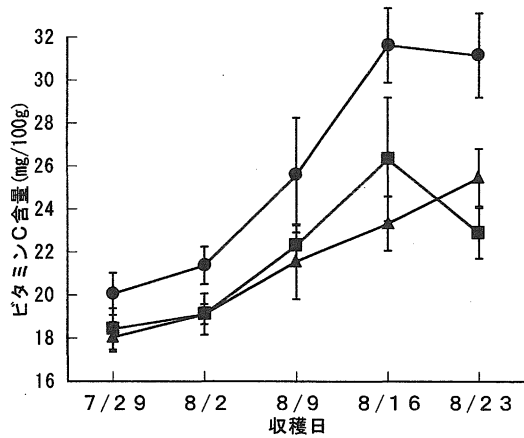
ドクターソイルでの土壌養分の分析から竹矢の土壌はpHが高く、7以上であること、カルシウムとマグネシウムに富んだ土であることがわかった。ビタミンCの合成にはマンガンが関与する。土壌中のマンガンにはほとんど差がなかった（データ省略）。

2. ビタミンC

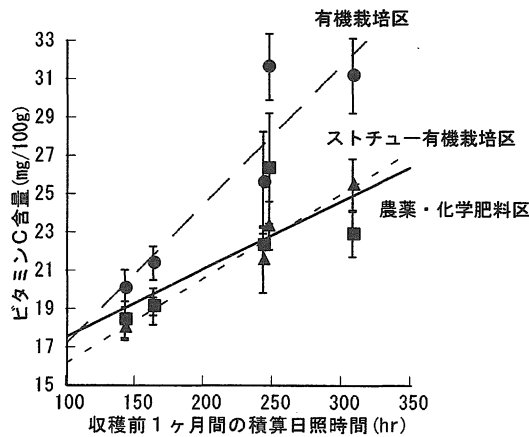
トマトのビタミンC含量は有機栽培区がずっと高かった。どの区でも生育後半になるほど高くなった。有機栽培区では1.5倍にもなった。トマトでは上位果房ほどビタミンC含量が高くなることが知られている（篠原，1987）。すなわち生育後半になるとビタミンCは向上する（第3図）。

トマトは開花後1カ月以上収穫までにかかる。収穫前1カ月の積算日照時間とビタミンCの関係はかなり高い正の相関関係にあった（第4図）。特に有機栽培区は好天で高いビタミンCを有した。

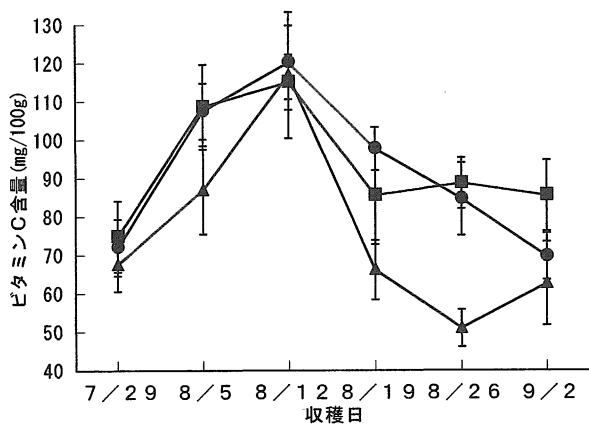
ビタミンCの合成は光合成と関係が深いので、果実に光がよく当たるとビタミンCの合成が促進される。篠原（1987）は、トマトの果実を遮光して、ビタミンC含量を減らした。今回の実験ではトマトの株全体を遮光したが差はなかった（データ省略）。さらに農薬・化学肥料区と



第3図 有機栽培を含む3つの栽培方法によるトマトのビタミンC含量の推移
図中の記号は第1図と同じ。



第4図 収穫前1ヶ月間の積算日照時間と有機栽培を含む3つの栽培方法によるトマトのビタミンC含量との関係
図中の記号は第1図と同じである。



第5図 有機栽培を含む3つの栽培方法によるピーマンのビタミンC含量の推移
図中の記号は第1図とである。

ストチュー有機栽培区では生育がよく収量が高かったけれども、ビタミンC含量は有機栽培区よりも低かった。茎葉の過繁茂が果実に当たる光を減らしたからかもしれない。今後は果実それ自体に当たる光の量を測定する必要がある。

ピーマンではストチュー栽培区が低い傾向があった。ピーマンはトマトのように草が茂らなかったから生育とビタミンCの関係が明確に出なかったであろう。ピーマンでは冬のハウス栽培の方がビタミンCが高いので、果実の光環境はビタミンC合成にあまり関係ないかもしれない(第5図)。

3. カルシウムと鉄分

カルシウム含量には両種とも収穫日や処理区間に有意な傾向がみられなかった(第4表)。トマトではカルシウムの不足が原因である尻ぐされ病が生育後半に出た。しかし、トマト果実のカルシウム含量は標準的であった。インゲンマメではカルシウムを豊富に含むかながらを施用することで果実のカルシウム含量を増加させることができた(小林ら, 1996)。本実験では有機栽培区及びストチュー有機栽培区では土壌のカルシウム含量が高かったにもかかわらず、果実のカルシウム含量への反映は認められなかった。しかし、カルシウムの果実への転流は蒸散流によって起こり、乾燥した年は葉身への蒸散流が相対的に大きくなるので果実に向かうカルシウム量が減る(渡辺, 1986)。この年は高温・乾燥した年であったので、果実に向かうカルシウムが相対的に少なかった可能性もある。

鉄分は両種とも農業・化学肥料区で多くなる傾向があった(第4表)。酸性土壌では鉄の可給度が高いためであるかもしれない。

第4表 トマトとピーマンのカルシウムと鉄分含量
カルシウム(値は7月29日, 8月2日の順)

処理区名	(単位 mg/100g)					
	農業・化学肥料区		有機栽培区		ストチュー有機栽培区	
トマト	11.51, 12.28	11.24, 10.10	10.95, 10.79			
ピーマン	6.43, 6.93	14.36, 8.56	6.24, 10.37			

鉄分(値は7月29日, 8月2日の順)(単位 μg/100g)

処理区名	(単位 μg/100g)					
	農業・化学肥料区		有機栽培区		ストチュー有機栽培区	
トマト	70.9, 161.3	58.4, 112.6	67.7, 100.8			
ピーマン	99.0, 113.6	106.6, 80.9	74.8, 75.6			

結 論

トマトのビタミンCは有機栽培で増える傾向があった。しかし、有機栽培区の収量は低かった。ストチュー有機栽培区の収量は高かったため、その収量を維持しながら茎葉の繁茂を抑え、果実に光がよく当たる栽培を開発する必要がある。鉄分・カルシウムには栽培による差はほとんど認められなかった。

謝 辞

本実験の遂行には畑の貸与と有機資材の提供をパイテク中国（松江市袖師町）ならびに代表取締役の後藤武氏から受けました。この場を借りて感謝の意を表します。

引 用 文 献

伊達 昇, 12 pH〔ガラス電極法〕(土壤標準分析・測定委員会編「土壤標準分析・測定法」所収). 博友社, 東京, pp70-71, 1986.
橋詰直孝, ビタミンの潜在的不足と野菜摂取 ((社) 日本施設園芸協会編「野菜と健康の科学」所収). 養賢堂, 東

京, pp127-131, 1994.

小林和広・北方美紀・今木 正, 各種の有機物資材によるインゲンマメの栄養価の向上. 島根大農研報, 29 : 1-5, 1996.

篠原 温, 野菜の栽培条件と品質—特に光り及び施肥条件とアスコルビン酸との関係—. 筑波大農林学研, 3 : 61-156, 1987.

白川憲夫・市川 正・小山良之助・谷口裕巳・本間 栄・寺田しのぶ, 木酢液の農業場面への利用 (その1) 木酢液の物性とイネ生育に及ぼす影響. 農及園, 70 : 673-676, 806-808, 899-903, 1995.

建部雅子・米山忠克, 作物栄養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. 土肥誌, 66 : 155-158, 1995.

渡辺和彦, 原色生理障害の診断法—野菜・果樹・花・作物—. 農山漁村文化協会, 東京, pp46-48, 1986.

吉田企世子, 果菜類の品質と土壤養分条件. 圃場と土壤, 21 : 37-47, 1989.

————— 野菜の栄養成分の変動要因 ((社) 日本施設園芸協会編「野菜と健康の科学」所収). 養賢堂, 東京, pp23-32, 1994.