

[原著論文]

土壌の違いによる野菜の抗酸化力への影響

— 慣行農法と有機農法を比較して —

中井さち子¹ 丹羽 光明² 山崎成一郎²

【要旨】

「目的」 生産方法の違いが、野菜の持つ抗酸化力にどのような影響を及ぼすのか、特に土壌の質の違いに着目し実験を行った。

「方法」 慣行農法と有機農法で別々に育てられた、自家採種の自然種の野菜（ルッコラ・コマツナ）の抗酸化力を測定した。測定機器はウイスマー社フリーラジカル評価システムF.R.E.E(Free Radical Elective Evaluator)を使用し、oxygen(OXY)吸着テストにて測定を実施した。統計処理は、Microsoft Excel2003ソフトで一元配置分散分析（涌井良幸作成）の後にTukey-Kramerの多重比較検定（大阪大学大学院薬学研究科医薬情報解析学分野作成）を行った。

「結果」 ルッコラにおける抗酸化力の平均値は、有機農法が $463 \mu\text{mol/ml}$ に対して慣行農法は $219 \mu\text{mol/ml}$ 、コントロールは $404 \mu\text{mol/ml}$ 。一方コマツナにおける抗酸化力の平均値は有機農法が $638 \mu\text{mol/ml}$ に対して慣行農法は $468 \mu\text{mol/ml}$ 、コントロールは $254 \mu\text{mol/ml}$ であった。ルッコラ、コマツナ共に有機農法のほうが慣行農法に比較して高い抗酸化力を示した（ $p < 0.01$ ）。

「考察・結論」 有機農法のほうが、慣行農法に比べて抗酸化力の高い野菜を栽培できることが示唆された。有機農法で育てられた抗酸化力の高い食材を摂取していくことは、ヒトの健康維持に有用であると考えられる。

キーワード：抗酸化力、慣行農法、有機農法、自然種、土壌の質

【緒言】

生活習慣病予防として、ヒトの健康維持に欠かせない食べ物は、東洋医学において医食同源としてすこぶる貴重な意味合いを持ってきた。著者らは、有機農法で栽培した食材を一定期間、アレルギー症状を持つ患者が食餌療法として摂取した場合、アトピー性皮膚炎などの改善効果がみられたという研究報告をした¹⁾。

食事、喫煙、飲酒、運動不足など生活習慣との関係が大きい病気を1997年当時の公衆衛生審議会が「生活習慣病」と提言し、厚生省（厚生労働省）がそれまでの「成人病を生活習慣病」と改称した。病気としては、癌、心臓病、脳卒中の三大死因をはじめ、糖尿病、高脂血症、腎臓病、肺疾患、痛風、肥満、歯周病、骨粗鬆症、認知症なども含まれる。病気の原因としてはいろいろあるが、活性酸素による抗酸化力も影響する。例えば、糖尿病で血中に糖が多いと身体に必要な蛋白質が変性することによって活性酸素が産生されやすくなる。この活性酸素が活性化しすぎると細胞

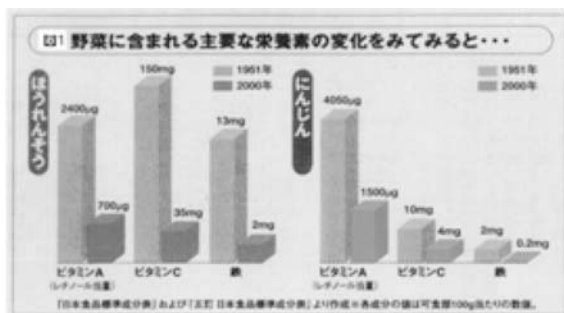
を守っている細胞膜や核膜を傷つけてしまい、DNAを傷つけて癌化させてしまうと言われている。

このような活性酸素を除去しようとして、水や食べ物などに関心が集まっている。特にセサミン、カテキン、アリシン、リコピン、タウリンなどの食品に含まれる6大栄養素（＝炭水化物、脂肪、たんぱく質、ビタミン、ミネラル、食物繊維）以外の成分にも注目が集まっている。これらの成分は東洋医学でいう5味5色の思想で古くから伝統的に人間が慣れ親しんできたものに多く含まれており、昔人の智慧は生きている。

ただ、こうした成分に疑問を持たねばならないことがある。科学技術庁資源調査会編の食品栄養成分表²⁾は50年前に比べて成分によっては同じ食品でも半分程度に減っているものもある（図1）。

生活習慣の個人的な乱ればかりでなく、活性酸素に抵抗する抗酸化力が食品成分の変化などによって影響を受けるとしたら、食生活そのものの食材の質によって生活習慣病、なかでも活性酸素

¹ 九州看護福祉大学 ² NPO統合医療利用者ネットワーク



日本食品標準成分表および五訂日本食品標準成分表より作成

図1 野菜に含まれる栄養素の変化

の影響を受けやすい病気に対して予防ができるのではないかと注目し、今回は特に食材の生産過程（慣行農法^{注1}と有機農法^{注2}）の2種の生産方法による土壌の質によって抗酸化力に差異が生じるかどうかの研究を試みた。

【方法】

1. 2種の生産方法を選んだ理由

化学肥料や化学合成農薬の物質は酸化剤を多く含んでいる。酸化剤はハロゲン族と呼ばれ、フッ素 (F)、塩素 (Cl)、臭素 (Br)、ヨウ素 (I) などはいずれも電子を取り込むことによって原子内の電子の状態が安定化する。すなわち、電子を欲しがり、還元されたがっており、相手に対しては強力な酸化剤となる。慣行農法はこの強力な酸化物質を含んだ肥料や農薬を多用する。熊沢喜久雄氏によると、化学肥料や農薬の影響により地下水の硝酸汚染が畑作、果樹地帯に多くみられるという³⁾。一方、自然農法とか、自然農と呼ばれる有機農法⁴⁾での有機質肥料や天敵生物、酢酸などの忌避剤は、酸化物質を殆ど含んでおらず、土壌中の微生物や小動物によって無機栄養に転換され、野菜などに吸収されていく。このような土壌の質の違いから慣行農法（慣行用土）と有機農法（有機用土）の生産方法を選んだ。

2. 試料の選定

1) 品名と採種法

ルッコラ（有機：松本自家採種）^{注3}

コマツナ（有機：松本自家採種）^{注3}

2) 栽培法

平成21年11月1日に有機農法用土、慣行農法用

土、コントロール用土（養分を全く含まない赤玉土）をそれぞれ10個ずつ（計30個）入れたプランターを準備した。おのおのプランターにルッコラ（図2）（15個）とコマツナ（図3）（15個）を1プランターにつき4株ずつ播種した（表1）。

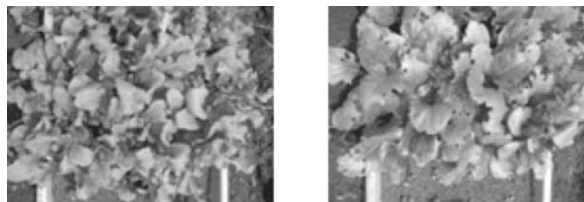


図2 ルッコラの栽培状況 図3 コマツナの栽培状況

栽培管理は毎日1～2回の水遣りを実施した。表2は、使用した用土の養分比を示す。

表1 有機農法用土・慣行農法用土・赤玉土配分

松本自家採種を使用・4株/プランター(個)	
ルッコラ	コマツナ
有機用土 5個	有機用土 5個
慣行用土 5個	慣行用土 5個
赤玉土 5個	赤玉土 5個

表2 有機農法用土と慣行農法用土の養分比較

養分比	有機用土	慣行用土
NPK 養分比	10 : 15 : 10	10 : 8 : 6
pH	5.0~6.0	6.8±0.5
EC	0.41ms/cm	1.00ms/cm以下

NPK 養分比：N(窒素)P(リン酸)K(加里)の養分比率

pH：水素イオン指数

EC：電気伝導率といい、「土壌溶液中を流れる電流の流れ方によって土壌に含まれる塩類濃度の指標を見るもの

3. 測定

測定機器はウイスマー社フリーラジカル評価システムF.R.E.E(Free Radical Elective Evaluator)を使用し、OXY吸着テストにて測定を実施した。

測定は平成22年1月10日、15.8~18.2℃の室温検査室にて、サンプル（検体）10µl（1/100に希釈）をHClO溶液1mlに入れ混合し、37℃で保温した。10分後、呈色液クロモゲンを滴下し、光度計546nmの波長で、サンプルを3秒間計測し、自動的にブランクのHClO濃度と比較、消去したHClO濃度をµmol HClO/mlの単位で結果を記録し

た。

試料はルッコラ (図2)、コマツナ (図3) 共に、表1で育てたプランターの各5個の中からおのおの18検体を6群ごとに測定した。1株ずつ細かく刻んでガーゼなどで抽出した。

4. 統計処理

統計処理は、Microsoft Excel2003ソフトで一元配置分散分析 (涌井良幸作成) の後にTukey-Kramerの多重比較検定 (大阪大学大学院薬学研究科医薬情報解析学分野作成) を行った。なお、統計学的有意差の判定は危険率5%未満 ($p < 0.05$) とした。

【結果】

- ① ルッコラにおける抗酸化力の平均値は、コントロール $404 \mu\text{mol/ml}$ に対して、有機農法用土が $463 \mu\text{mol/ml}$ と高く、慣行農法用土は $219 \mu\text{mol/ml}$ ($p < 0.05$) と有意に低かった (図4)。また、有機農法用土に対して慣行農法用土は有意に低かった ($p < 0.01$)。

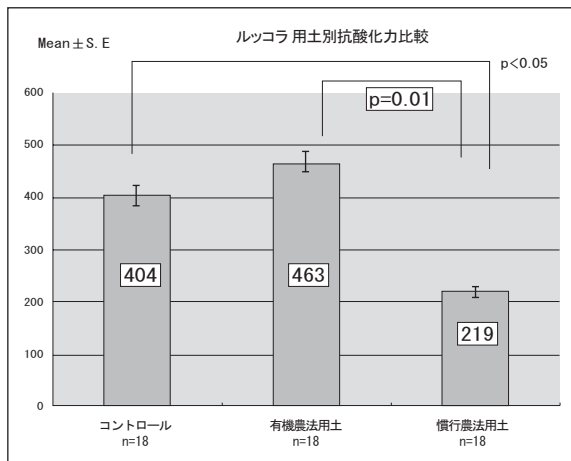


図4 ルッコラ 用土別抗酸化力比較

- ② 一方のコマツナにおける抗酸化力の平均値は、コントロール $254 \mu\text{mol/ml}$ に対して有機農法用土 $638 \mu\text{mol/ml}$ と高く ($p < 0.01$)、慣行農法用土も $468 \mu\text{mol/ml}$ と高かった ($p < 0.01$)。
- ③ 有機農法用土に対して慣行農法用土は低かった ($p < 0.01$) (図5)。
- ④ ルッコラ、コマツナの野菜の違いによる比較は、ルッコラ、コマツナ共に有機農法用土で生産された方が、慣行農法用土で生産された

のに比較して高い抗酸化力を示した ($p < 0.01$) (図4・5)。

しかし、コントロールに対して慣行農法用土の抗酸化力は、ルッコラでは低く (図4)、コマツナは高かった (図5)。

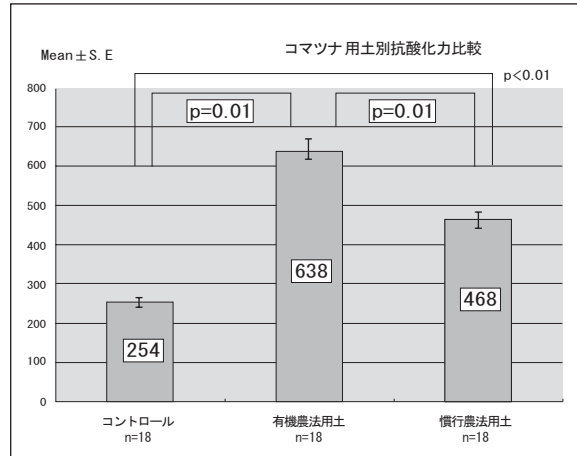


図5 コマツナ 用土別抗酸化比較

【考察】

抗酸化力は、酸化物質によって生成される活性酸素の影響を受ける度合いである酸化ストレスに抵抗する指標として用いられる⁵⁾。

この数値が高いほど次亜塩素酸を多く消去できることになり、抗酸化能力が高いと評価できる。本実験においては、ルッコラとコマツナ共に、抗酸化力の平均値は、慣行農法生産法に対して有機農法生産法が高かった。コントロールに対して慣行農法用土の抗酸化力は、ルッコラでは低くコマツナは高かった (図4・5)。作物によっては、俗に肥料食いといわれるものがあり、コマツナのほうがルッコラよりも土中の養分を多く必要とするためである。肥料食いしないルッコラなどは、抗酸化力の高低で比較してみる限りは、コントロールのような酸化物質を含まない土壤のほうが高くなるといえる。漢方薬などに応用されるヨモギも、「自然から離れた栽培では、その薬理効果が衰えている。⁶⁾」といわれるが、痩せ地のような酸化物質を含まないところで育つことで高い抗酸化力が得られることを知っているのだろう。

ところが私達が日々食べている野菜の多くは、慣行農法生産法によるものである。近頃、有機JASマーク表示の「有機農産物・安全・安心」と称した野菜も店頭でみるようになった⁸⁾が、有

機農法生産法による野菜の国内自給率はわずかに0.18%（2009年農林水産省発表）といわれているから、ほとんどの人は抗酸化力の高い食材を食べていないといえる。永田氏が「生活習慣病と酸化ストレス防御系」⁷⁾で述べているように生活習慣病が増加している。有機農法よりも活性酸素に抵抗する力が低い慣行法で栽培された野菜や農産物は病気の原因になっていないだろうか？生活習慣病の増加の一因に、こうした生産法の違いにより抗酸化力の高低がある食材を選んで摂取することも、人体に影響するのではないかと考えられる。

現代の栄養学だけではこのことを理解できないことが多かったが、抗酸化力という観点からヒトの健康をみるようになり、農産物の生産方法（有機農法・慣行農法）が違う食材を食することによって病人の回復度が違うことなどを臨床上経験している。筆者らは、アトピー性皮膚炎などのアレルギー症状を持つ患者を対象に、慣行農法の食材をやめて、有機農法で栽培した食材を一定期間食餌療法として摂取した場合、平均体温の上昇、免疫細胞の上昇、総IgEの減少などの改善効果がみられたという研究報告をした¹⁾。

特に漢方薬でいうところの上薬とは、毎日摂取することによって、体質を強化し、身体のバランスを保つもので、副作用がなく、身体を強化し、他の薬の副作用を軽減するものといわれている。抗酸化力の高い食材は健康に寄与する上薬といえる。人件費や手間暇・見栄え・経済的理由などによる安価を求めた栽培方法による食材の生産は、ヒトの健康にまで影響を与え、結果的には健康回復のための経済的負担が増えてしまうという負のスパイラルを生んでいる可能性もあるといえよう。

そのようなことを考えると、食べ物として与えられている食材は、可能な限り、酸化物質の影響を受けない自家採種の種が有機農法用土などの自然循環の中で育てられ、その抗酸化力の高い野菜を摂取していくことが、人体における健康維持にも良い影響を与えようといえよう。

【結語】

有機農法の方が、慣行農法に比べて、抗酸化力

の高い野菜を栽培できることが示唆された。

有機農法で育てられた抗酸化力の高い食材は、慣行農法に対してヒトの健康維持に欠かせない食材として優っていることが考えられる。

【謝辞】

本研究にあたり、ご協力いただいた統合医療利用者ネットワークや自家採種の自然種を提供してくださった松本の（財）自然農法国際研究開発センター、ならびに解析でご指導いただきました篠原鼎教授に深謝いたします。

【文献】

- 1) 丹羽光明. 無農薬食材の身体への影響（第3報）. 人体科学会第19回大会. 2009. p52.
- 2) 安本教博, 渡邊智子, 安井明美, 西牟田守, 竹内昌昭, 成分表の専門家がユーザーのために編集した五訂増補二本食品標準成分表, 第一出版, 東京. 2007年. p 72, 80.
- 3) 熊沢喜久雄. 環境保全型農業と肥料. 環境保全型農業の課題と展望. 大日本農会叢書4. 東京. 2003. p53.
- 4) 現代農業. 自然農法が知りたい. 東京. 農山漁村文化協会. 2010. 8. p64.
- 5) 活性酸素と酸化ストレス
<http://hobab.fc2web.com/sub1-kasseisannsosannkasutoresu.htm>
- 6) ファイトケミカル研究要覧. 東洋医学社. 東京. 2006年. p153
- 7) 永田勝太郎. 生活習慣病と酸化ストレス防御系. 第48回日本心身医学会総会. 2007. 別刷p178.
- 8) (有) 山口農産. 日本農林規格登録認定機関. 認定登録番号JY001027-FA.

【注釈】

注1 活性酸素を多くつくりやすい酸化物質を多く含むのが化学肥料や化学合成農薬である。これらを多く含んだ土壌での生産方法は慣行農法といわれている。

注2 化学肥料や化学合成農薬を用いず、肥料成分を草堆肥や有機質資材を土の中で無機質肥料に転換させ、病虫害対策には自然界に存在する天敵生物や忌避剤を用いて行う生産法は有機農法といわれている。

注3 自家採種とは、上記品名の種を採取して、次栽培期に播種する。酸化物質の影響を受けていない。

[Original Article]

Different Quality Soil's Influence on Antioxidation in Vegetables Contrast between Organic and Conventional Farming

Sachiko Nakai¹, Mitsuaki Niwa², Seiichiro Yamazaki²

<Summary>

Purpose:

This research was conducted to examine how the levels of antioxidation in vegetables can be influenced by the qualities of soils caused by different farming methods.

Methods:

Two kinds of vegetable seeds, Arugula (*Erucavesicaria*) and Komatsuna or Japanese Mustard Spinach (*Brassica campestris*), were prepared. Each kind of seeds was organically harvested and self-seeded. These two kinds of seeds were separately grown by two different farming methods, Organic and Conventional. The device called FREE, Free Radical Elective Evaluator, manufactured by WismerllCo.Ltd, was used in this research, and Oxygen(OXY) Adsorbent Test was applied to measure the levels of antioxidation in each kind of vegetable. Tukey-Kramer method was adopted for multiple comparison procedure conducted by Pharmainformatics and Pharmacometrics, Graduate School and School of Pharmaceutical Sciences, Osaka University, after the fixed-effects model of analysis of variance conducted by Yoshiyuki Wakui with Microsoft Excel 2003.

Results:

Arugula's average levels of antioxidation were 463 $\mu\text{mol}/\text{ml}$ in the organic, 219 $\mu\text{mol}/\text{ml}$ in the conventional, and 404 $\mu\text{mol}/\text{ml}$ in the control; those of Komatsuna were 638 $\mu\text{mol}/\text{ml}$, 468 $\mu\text{mol}/\text{ml}$, 254 $\mu\text{mol}/\text{ml}$ respectively. In both cases of Arugula and Komatsuna, the ones grown by the organic show higher levels of antioxidation than that of the conventional in the collected data ($p < 0.01$).

Discussion and Conclusion:

In this paper, it is suggested that comparing to the conventional farming, the organic farming can produce vegetables containing higher levels of antioxidation. It can be advised that the daily intake of organically grown produce is beneficial for human health due to its content of higher antioxidation levels.

Key words : Antioxidation, Conventional Farming, Organic Farming, Organically Grown Seeds, Quality of Soil

¹ Kyushu University of Nursing and Social Welfare

²NPO Integrated Medicine Users Network