

寄稿

野菜の中身を評価する

科学者の目を持った八百屋の取り組み

野菜ビジネスで医療費削減

「野菜ビジネスで日本を健康にしたい！」と考えデザイナーフーズ(株)を立ち上げたのは15年前。チカラのある野菜を食べることで日本の医療費を削減できるのではないかと、この思いから野菜の研究の必要性を感じていました。

その頃の医療費は確か30兆円位だったかと思えます。このままいくと30年後には85兆円とか、予測されていたように記憶しています。

日本の医療費は2014年現在、38兆4千億円です。

1人当たりの医療費も1954年は2439円、1999年には24万2346円と11倍、2011年には30万円を超えました。1954年当時の平均寿命からすると、現在

は30年以上長くなり男女の平均が83歳です。しかし健康に生活できている健康寿命は71歳です。平均11〜12年は寝込んでいると考えられます。我々ができる限り寝込まず健康で長生きを目指したいものです。

生活環境によって我々の老化度が変わってきます。毎日アルコールを多く飲むか、たばこを習慣的に吸っているか、ストレスの感じ方、癒しがあるか、生活習慣的睡眠不足、日焼けをする機会が多いか、運動不足か、により体の酸化度合いが変わり、また毎日の食生活で遺伝子を日常的に正常に修復していけるかが変わってきます。

加齢とともに肝臓の酸化化力は低下するので、活性酸素が増える原因にもなります。また生活習慣から中性脂肪が増えると過酸化脂質ができ

やすくなり、血管の動脈硬化にもつながります。細胞と血液、血管の老化が病気につながっていきます。老化を防ぐことができれば病気も防げると考えられます。

栄養バランスの良い食事の元になる農産物、酸化化成分を多く含んだ農産物、また農産物自体の機能性を生かした食生活の推進ができるよう研究をしてきました。

私たちの体は60兆個の細胞できっており、毎日代謝しています。正しい遺伝子を次の世代につないでいくべく、成長した体も毎日の食事で細胞の再生・修復がおこなわれていきます。健康で長生き、そしてできればピンピンコロリと、寝込まず一生を終われば幸せかと思えます。

老化を防ぎ病気を防ぐ食、その元になる農産物がどのように生産さ

丹羽 (小笠原) 真清

デリカフーズ株式会社
デザイナーフーズ株式会社
代表取締役社長



食品会社勤務、食のコーディネーターを経て、1999年デザイナーフーズ株式会社設立。2010年野菜のショールーム「ベジマルシェ」をオープン。食で医療費を削減し、日本を健康にしていこうための活動とともに、各研究機関と連携した研究を行っている。著書に『データが語るおいしい野菜の健康力』(丸善出版)。

れ、食卓に運ばれて調理され、料理となって私たちの体となっていくか、日々真剣に考えなければならぬ状況を迎えていると思います。

活性酸素が人を老化させることはよく知られています。これは人間だけではなく動物も同じです。動物は体重当たりの酸素消費量が多いほど寿命が短いといわれ、人間は動物的に考えれば(体重から計算される酸素消費量では)50年位が寿命のようですが、聖書の中には120歳まで生きられると書かれているようです。



デザイナーフーズの研究内容

デザイナーフーズでは、以下のよう
な研究を行っています。

- ・野菜の抗酸化力を3種類の方法で
分析研究
- ・野菜の抗酸化力を非破壊で測定で
きる機械の開発
- ・野菜の免疫力の測定
- ・圃場の土壌成分・生物・微生物と
農産物の関係を分析研究
- ・野菜の調理方法による抗酸化力の
違い
- ・食と遺伝子の関係をゼブラフィッ
シュで研究
- ・米の研究
- ・メニューにエビデンスをつける
- ・栽培方法による野菜の品質の違い
を機能性で評価して、消費者に
わかりやすい方法で表示をして
いく研究開発

野菜の機能性研究

食の機能性には栄養機能、感覚嗜好機能、生体調節機能などがあります。野菜の加工、流通を行うデリカフーズ(株)の子会社で、野菜の研究をしているデザイナーフーズ(株)では野菜の機能性を大きく4つに分

けて抗酸化力、免疫力、解毒力、酵素力と考えています。

体の酸化・老化を防ぐチカラを抗酸化力。体の異常を察知し病気の予防を助けるチカラ、自然治癒力を免疫力。体内の毒素を水溶性に変えることを助け、いらぬものを外に出すチカラを解毒力。酵素を多く含む消化・代謝をしやすくし、体内酵素反応を高め、細胞の再生の反応を高めるチカラを酵素力と考えています。この4つの力の中で特に抗酸化力研究を10年以上行ってきました。

野菜そのものが活性酸素、フリーラジカルを消去する力を抗酸化力として数種類の分析方法を行ってきました。その中で3種類の分析方法、DPPH法、ORAC法、電子スピントラップ法(ESR)を用いて野菜とメニューの抗酸化力を測定しています。

空気中には21%の酸素があり、私たちは毎日500Lの酸素を使っています。呼吸で取り込んだ酸素の2%が体内で活性酸素になります。活性酸素は体に入ってくるウイルスや細菌と戦い感染症等を防いでくれます。

体内で発生する活性酸素は一重項

酸素・過酸化水素、フリーラジカルはスーパーオキシドラジカル・ヒドロキシラジカルです。この活性酸素とフリーラジカルを野菜がどのくらい消去してくれるかを測定しています。また、蒸す、煮る、炒める、揚げるなどの調理方法によってどのように変わるか、野菜単体だけではなくメニューとしての活性酸素消去能も分析研究しています。

食事で老化からくる病気を防げるか、特にその中でも野菜の役割にエビデンスをつけることを目的としています。

野菜には本来、旬があり季節によって食べることが出来る野菜が限られていました。生産、流通、貯蔵、加工などの技術が進化し、季節感なく一年中同じ種類の野菜が流通できるようにになりました。栄養補給の面からすると切れることなく栄養が摂取できる条件が整っているということになります。しかし、季節を無視した食べ方をしているのか?、という疑問も頭をかすめます。

抗酸化力による

野菜の力の違い

デリカフーズ(株)の東京・大阪・

名古屋の分析担当者が各社に毎日納入される野菜について、10数年間、野菜の糖度(Brix)、ビタミンC、硝酸イオン、DPPH法による活性酸素消去能を分析してきました。野菜50種程、果実20種程を常時分析しています。

その結果、野菜や果実の種類によって活性酸素消去能が異なることがわかってきました。

多くの野菜の種類の中で大葉、パプリカ、菜の花、ピーマン、ホウレンソウなどが特に抗酸化力が高いことがわかってきました(次ページ図1)。

野菜の旬と

野菜の力とおいしさ

野菜の分析を最初に手がけたのはホウレンソウでした。毎日1つの企業(100店舗)に1.5tのホウレンソウを納品していました。惣菜として毎日各店で茹でておひたしにしています。1kgの生のホウレンソウが茹でて850gになる、900gになる、1kgのまま茹であがるなど納品された野菜の品質によって歩留りが変化すると、お店にとっては原価率が大きく変わってきます。

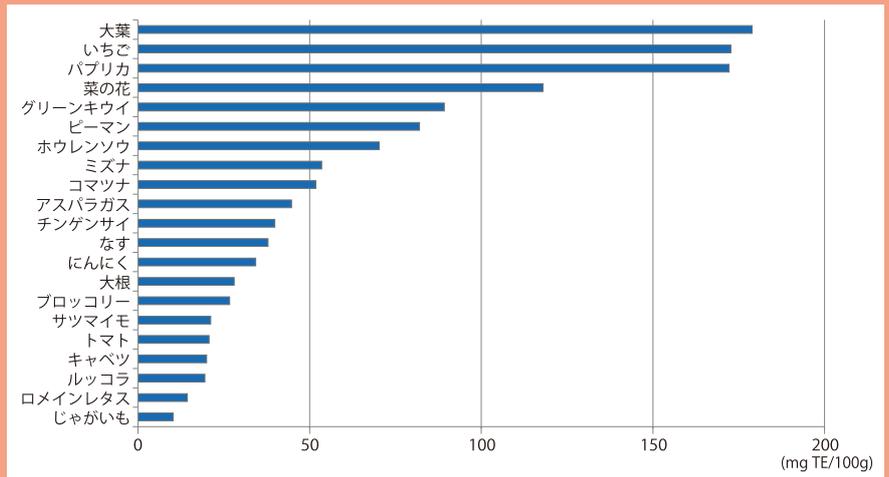


図1 野菜の抗酸化力ランキング (DPPH法)

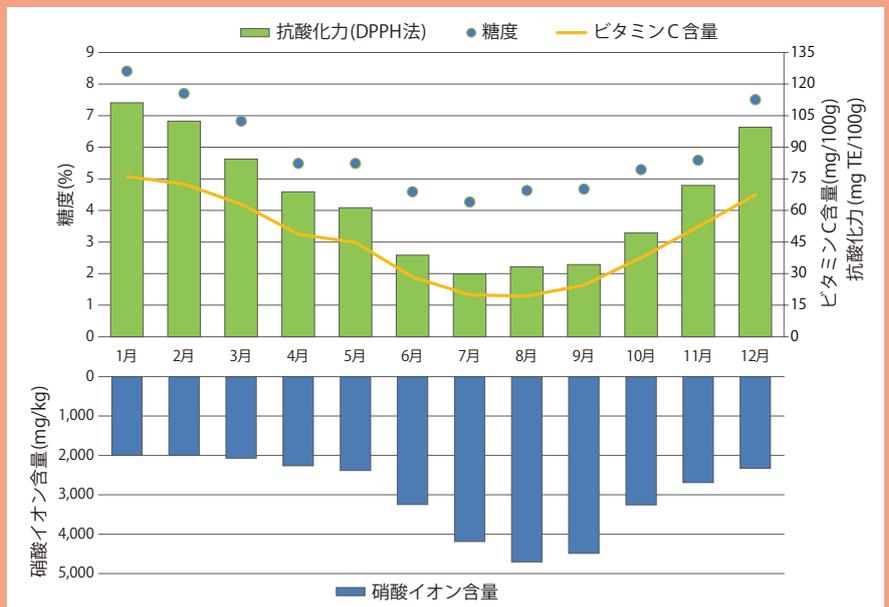


図2 ホウレンソウの抗酸化力と成分の関係 (2003-2013.3, n=1120)

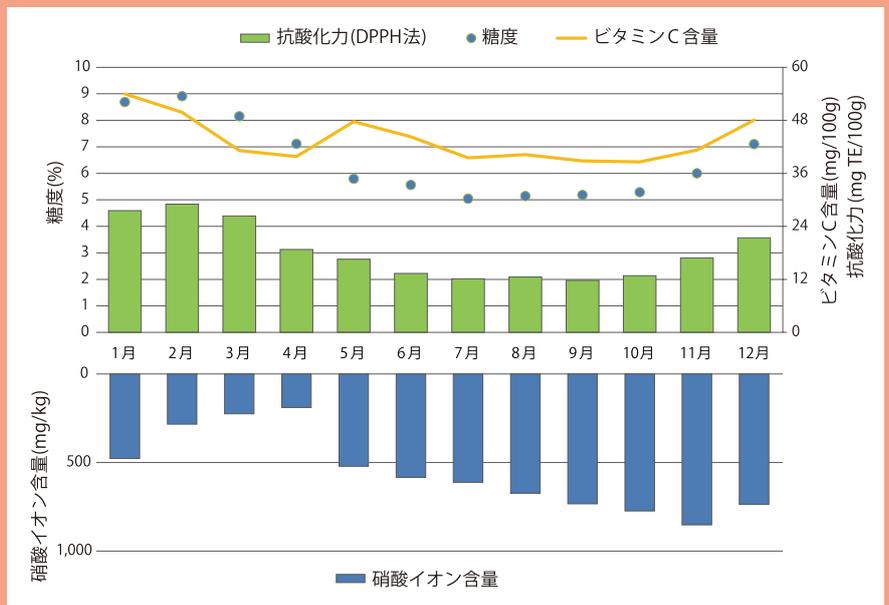


図3 キャベツの抗酸化力と成分の関係 (2002-2013.3, n=1758)

なぜ産地と季節によって大幅に品質が異なるのか、野菜の品質を一定にできないか、とのお客様の要望から、野菜にとっての旬の時のおいしさとし、機能性等を知る必要があります。

ホウレンソウのデータ

10年間のデータを各月ごとのグラ

フにしました(図2)。12月から2月は糖度・ビタミンCの含量が多く、抗酸化力が高い。反対に硝酸イオンは低くなっています。これがホウレンソウの旬を裏付けるデータとなりました。7月から9月は味もホウレンソウらしくなく、ビタミンC、糖

値となっています。そして分析の結果と、食べておいしいということが一致し、「旬」と「おいしさ」と「野菜のチカラ」は密接に結びついていることがわかりました。季節に合った旬の野菜を供給する大切さを強く感じました。それまでは年間を通して同じ野菜を供給することが必要と

考えていましたが、旬の時期に旬の野菜を摂取することの重要性をデータで裏付けることができました。

キャベツのデータ

寒玉キャベツもホウレンソウと同じく11月から3月までの糖度・ビタミンCの含量が多く抗酸化力が高い時期はおいしい、そして硝酸イオン



は低いことがこのグラフからわかります(図3)。

春キャベツ・グリーンボールなど6月から10月のキャベツは糖度・ビタミンC含量が少なく抗酸化力も低く、硝酸イオン含量が高くなっています。やはりデータが旬とおいしさを裏付けることがわかりました。

野菜の力をはかり、そのデータが蓄積されていく中で季節によって野菜の力が異なること、チカラがある野菜はおいしいことを実感するようになりました。旬の時期に食べることの価値を裏付けることができました。

野菜を中身で評価する

量販店などで売られている野菜は、大きさ、重量、色、形などがそろっており、とても見た目の品質が高いのですが、食料として考えたとき、私たちの体にどのように良いかで評価されることは、今まではなかったと言っても過言ではないでしょう。

野菜を中身で評価することは、これまで実現できなかった考え方で、この評価基準が定着すれば生産現場での基準が変わり、栽培の目標が変わる。これを私たちは「野菜ル

ネッサンス」と呼んでいます。そして研究を重ねていきデリカフーズ独自のデリカスコア(図4)という野菜の評価基準を構築しました。チカラのある野菜を栽培される生産者をサポートし、食卓に健康を届けることが日本の医療費削減につながることを考えています。

野菜の非破壊

機能性測定装置の開発

トマトの分析研究を6年以上行っています。トマトをつぶして得たデータ集積から、トマトのおいしさと抗酸化力を自動的に測定できる機械を開発しました。(図5)

中玉、大玉のトマトをこの機械を通すだけで糖酸比を算出し、おいしさとして表現できます。そして1個のトマトの抗酸化力を測定し、星の数で表します。おいしさと抗酸化力の違いにより価格に格差をつけて販売することができるようになりました。

抗酸化力の測定方法の違い

前述のように、野菜そのものの抗酸化力を3種類の方法で測定していただきますので以下に紹介いたします。

DPPH法

野菜の活性酸素消去能を比較的簡単に軽装備で測定できる方法がDPPH法で、広く用いられています。DPPH(ジフェニルピクリルヒドrazil)という紫色の薬剤を使って、フリーラジカルの色を野菜のエキスに含まれる抗酸化物質がどのくらいDPPHの紫色を消去するかを分光光度計で数値化します。紫色が消えるほど消去能が強く、図1〜3はこの方法で測定した抗酸化力をグラフ化したものです。

ORAC法 (Oxygen Radical Absorbance Capacity)

アメリカ農務省が特許を取得した抗酸化力測定方法です。ORAC法はAAPHというラジカル発生剤が熱分解してできたフリーラジカルを消す力をとらえる方法です。蛍光物質が酸化されるスピードを表す緑の曲線と、ブランクの赤い曲線との間の面積を数値化して抗酸化力として表します。

ESR法 (スピントラッピング法)

電子スピン共鳴装置で食品の抗酸化力を測定する方法です。人の体内で発生する活性酸素「一重項酸素」フリーラジカル「スーパーオキシド」「ヒドロキシルラジカル」を消す

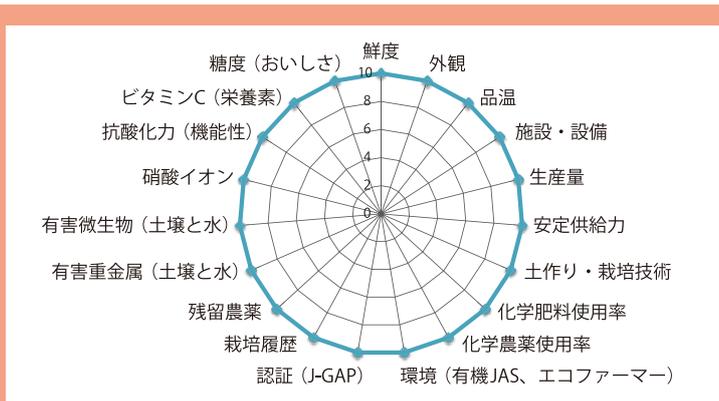


図4 デリカスコア (野菜評価基準)

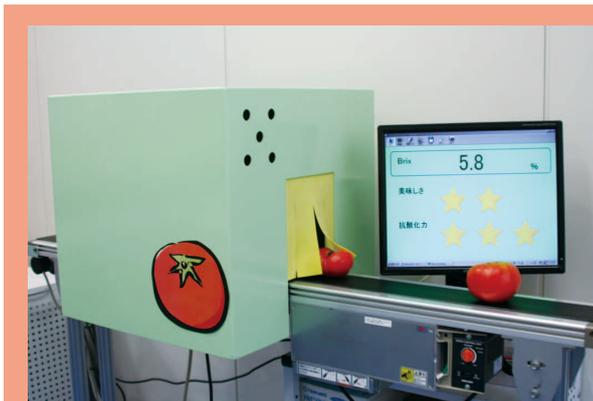


図5 野菜の非破壊機能性測定装置

るチカラが測定できません。DPPH法、ORAC法ともにラジカル消去能としては認知できませんが、人の体の中で発生する活性酸素、フリーラジカルの消去能測定と同じとは言えないためです。

この3種類の測定方法で5つの活性酸素種の抗酸化力を測定した結果を紹介します(図6)。このグラフからわかるように測定方法によって抗酸化力の違いが出来ます。デザインーツ(株)では人の体内で発生する活性酸素種のラジカル消去が測定できるESSR法を研究の中心にしていきたいと考えています。

人が空気を吸うと空気中の酸素21%中2%がスーパーオキシドラジカルになります。それにストレスなどが加わると細胞膜を酸化する強い活性酸素ヒドロキシラジカルになります。また、太陽の紫外線を浴びると皮膚の表面にできるのは一重項酸素です。

これら3つの活性酸素とフリーラジカルをまとめて一般には活性酸素と呼んでいます。私たちはどの活性酸素を消すかを重要視して分析を進めています。

そしてこの3つの活性酸素消去を

一般の方にもわかりやすく表現し表示できれば、と考えてきました。

3種類の測定方法のデータを解析すると、測定方法によって野菜によって活性酸素を消去する力に違いが出ます。また野菜の種類によっては測定できていないことがわかってきました。

野菜には大きく分けて根菜類、葉菜類、果菜類がありますが、それぞれ特徴があり機能性も違ってきます、1つの分析方法だけで判断することには問題があると考えています。

絶えず3種類の方法で分析しているのは角度を変えて野菜を見ていくためです。

野菜の出身評価

野菜の品種による違いをESSR法で分析したものが図7です。大根と言えば95%が青首種になってしまいました。これに比べ最近人気の高い紅芯大根、この抗酸化力は7倍になります。特に紫外線を浴びるとできる一重項酸素の消去能が強くなっています、この消去能が強い野菜は私たちがシミ、しわになるのを防ぐのではないかと考えられます。また最

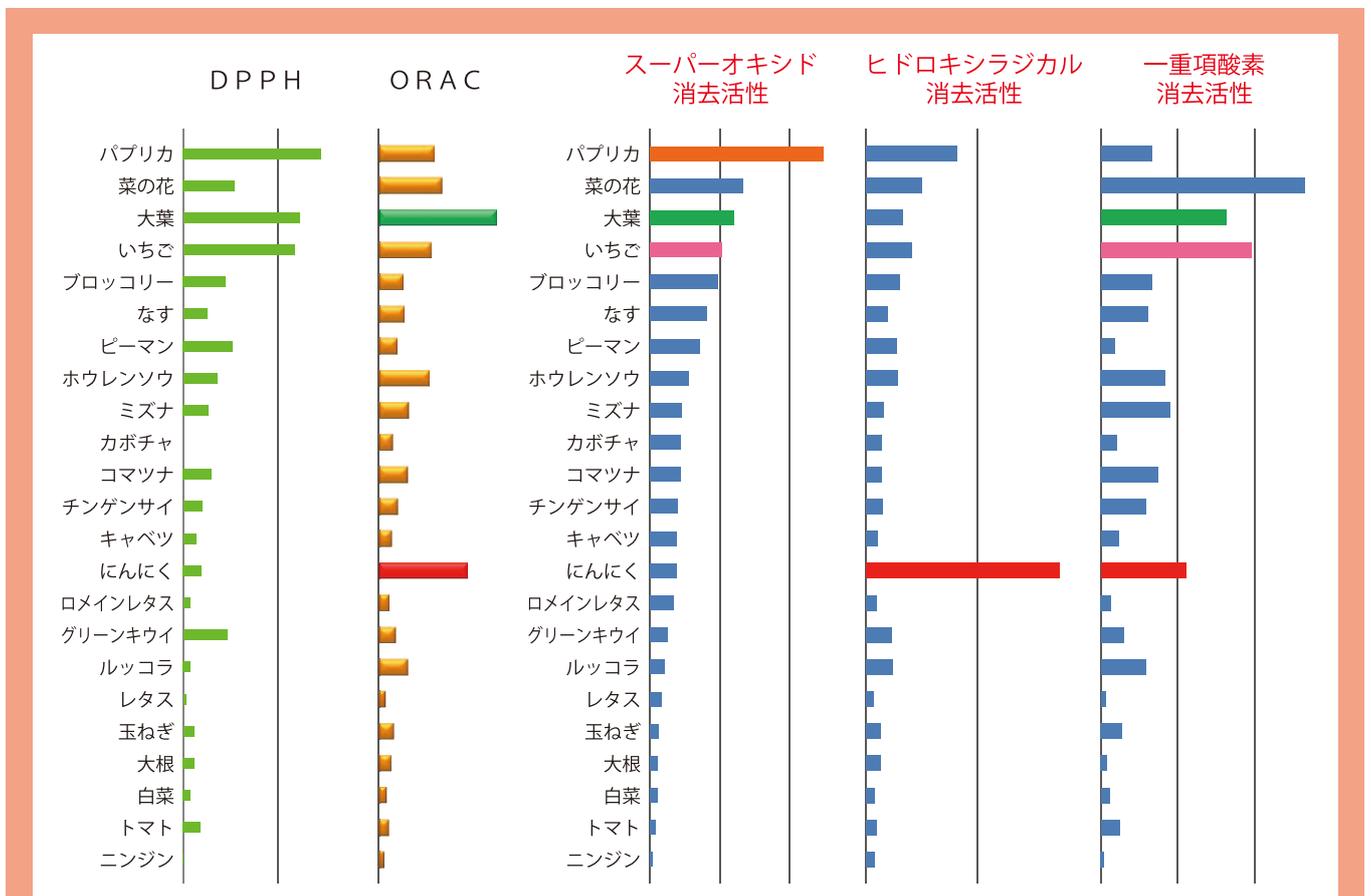


図6 3種類の抗酸化力測定方法の比較



近おすすめてしている紅くるり大根は皮も中身もしっかりとした赤紫色です。この抗酸化力は青首に比べ11倍となり、やはりアントシアニンを多く含むため一重項酸素の消去能が驚くほど高くなっています。このように野菜の種類、栽培方法によって野菜の中身がどのように異なっているのかがわかってきます。野菜の形、大きさ、重量、色だけではなく、自身の評価ができるようになってきました。

先に挙げた二重丸でデータを表す方法は基準を100として比較していますが、一方でデータを三角形の面積で表す方法も検討しています。

図8は一般の大根と光輪農場の大根を比較し、3つの活性酸素種の力(表1)を三角形の面積で表してみました。光輪農場の大根はすべての項目で一般を上回っており、特に一重項酸素消去活性が非常に高くなっているのが見てとれます。

また図9・表2はしろうま大根という品種を光輪農場3ヶ所で栽培したものです。青首大根と比べれば3農場ともに抗酸化力、Brix、ビタミンCは比較的高く、2農場の硝酸イオンは低くなっています。細胞

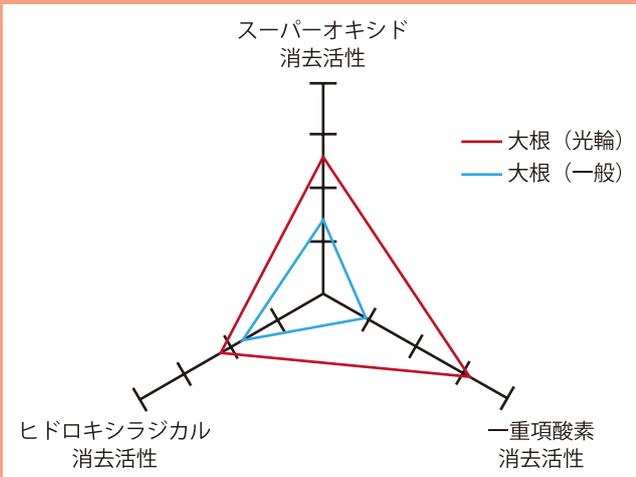


図8 大根の抗酸化力比較

表1 大根の抗酸化力比較 (上記グラフの元データ)

サンプル	スーパーオキシド消去活性 (units/g)	ヒドロキシルラジカル消去活性 (μmol/g)	一重項酸素消去活性 (μmol/g)
大根 (光輪)	31	1,538	216
大根 (一般)	17	1,235	59

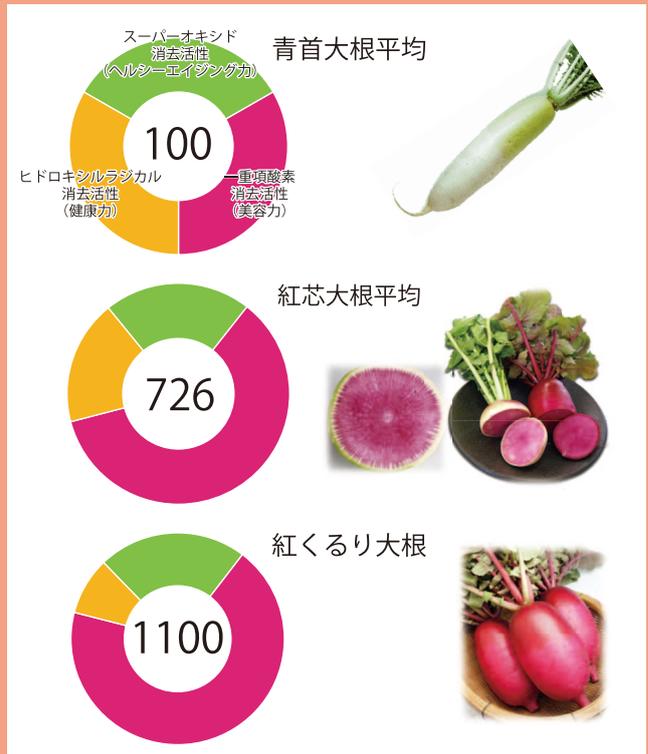


図7 抗酸化力の高い紅芯大根と紅くるり大根

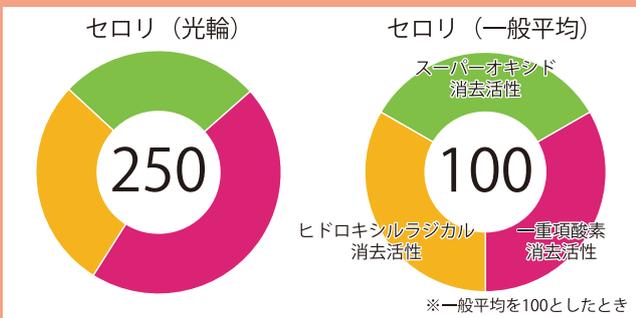


図10 光輪農場のセロリの抗酸化力

表3 光輪農場のセロリの成分比較

サンプル	Brix (%)	ビタミンC (mg/100g)	硝酸イオン (mg/kg)
セロリ (光輪)	14.5	47.4	62
セロリ (一般平均)	4.4	9.8	2,758

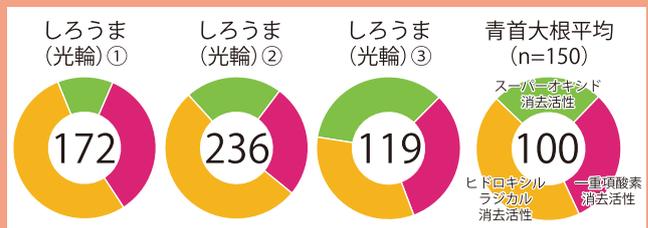


図9 光輪農場のしろうまダイコンの抗酸化力

表2 光輪農場のしろうま大根の成分比較

サンプル	Brix (%)	ビタミンC (mg/100g)	硝酸イオン (mg/kg)
しろうま (光輪) ①	6.6	19	1,138
しろうま (光輪) ②	4.7	22	871
しろうま (光輪) ③	5.1	18	873
青首大根 (150 検体平均)	4.5	14	995

膜を酸化しやすいヒドロキシラジカルの消去能が高いのも特徴的です。

光輪農場のセロリは青々としていても香りが良く歯ごたえもしっかりしていました。

一般のセロリと比較すると、抗酸化力は2・5倍、Brixが3倍以上もあり硝酸イオンが非常に低いことがおもしろいにも表れています（前ページ図10・表3）。

今年の1月にとってもおいしいP農場のキャベツを分析してみました（図11・表4）。一般の農法のキャベツに比べて2倍の抗酸化力でした。土作りをしつかりした圃場で旬の時期に栽培されたキャベツは糖度が11%、硝酸イオンは低くおいしいことを数値も表わしています。また長年化学肥料と農薬を使用してきた圃場で土壌改良を行って栽培されたキャベツがHY農園です。

図12・表5のニンジンも一般の農法のニンジンに比べ、土壌改良中でも1・4倍、光輪農場は1・6倍の抗酸化力となり、土壌改良したHY農園は2・5倍の抗酸化力となっています。

また光輪農場、HY農園ともにヒ

ドロキシラジカル消去能が非常に強いことに驚かされます。このように抗酸化力の分析からも野菜の力の違いがはつきり出てきます。しかし何より食べておいしいことが一番大事だと考えています。この分析を続けていく時、必ず試食して味と分析値の関係を見ています。

野菜の素材だけではなくメニュー、サラダ、スムージー、スープ、調味料、米等についても抗酸化力の研究をしています。

単独の食材を摂取する事だけでなく、抗酸化力が高くなる食材の組み合わせを考えていきたいと思っています。例としてスイカだけに比べて、スイカにラズベリーを加えスムージーにする方が抗酸化力は6倍になります。（図13）

デザインナードーズでは野菜を抗酸化系、免疫系、解毒系に分類し、赤坂アークヒルズのベジマルシェで販売しています。より野菜を食べて健康になっていただきたいとの考えから、「ベジファースト」の商標登録を取得し、食事のときは最初に野菜から食べていただきたい、と外食業界に声をかけてきました。サラダとして提供をしたときの抗酸化力も分

表4 P農場とHY農園のキャベツの成分比較

サンプル	Brix (%)	ビタミンC (mg/100g)	硝酸イオン (mg/kg)	産地	分析日
キャベツ (P農場)	11.0	63.0	176	愛知県田原市	2014年1月
キャベツ (HY農園)	8.3	35.3	20以下	北海道	2013年11月
キャベツ (平均)	7.3	41.4	423		

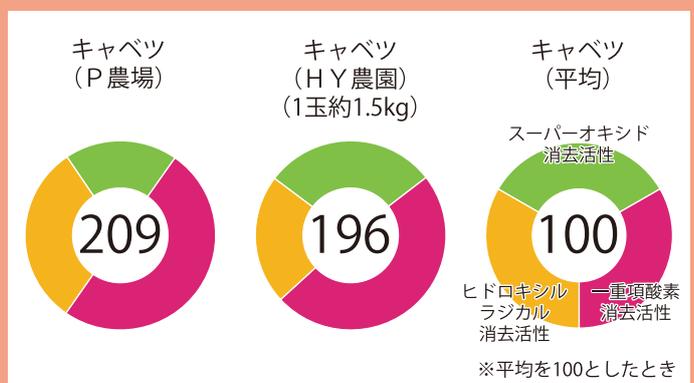


図11 P農場とHY農園のキャベツの抗酸化力

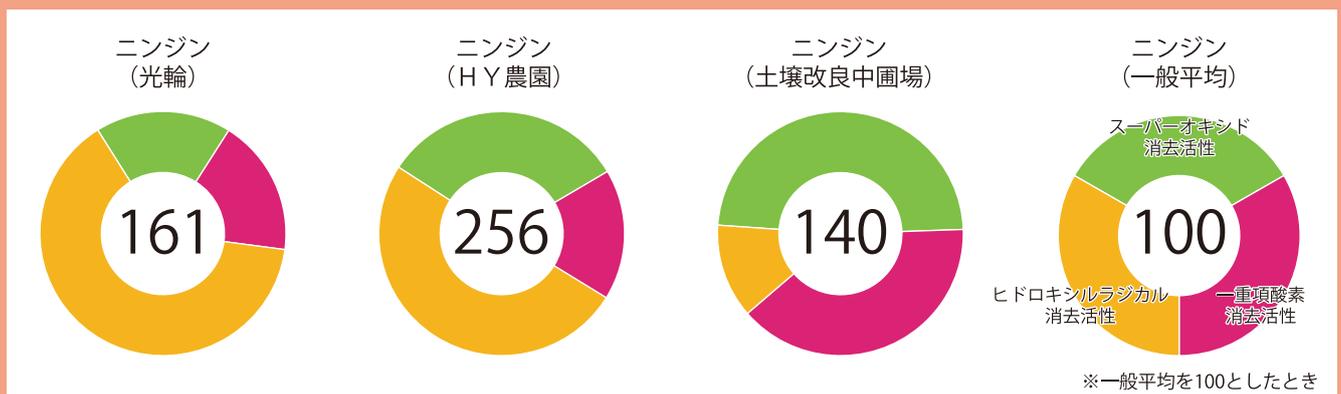


図12 光輪農場とHY圃場のニンジンの抗酸化力



析研究しています(図14)。

野菜やメニューに機能性表示をしていきたいと、食材からメニューまでの抗酸化力を測定し、二重丸か、三角形で表示できたらと表現方法も検討してきました。

機能性を表示するには治験が必要となってきました、これらの素材やデザインされたメニューを摂取して体がどのように変わるか、老化と病気が防げるかを今後も研究していきます。

「和食」がユネスコ 無形文化遺産に登録

一汁三菜(1種類の汁物と3種類の菜からなる日本料理の基本的な膳立て)を基本とする日本の食事スタイルは理想的な栄養バランスと云われています。

通常、バランスの良い食事とはいつても、どのような食べ方がバランスが良いのかは、なかなか理解できいていません。和食の一汁三菜は一度に食する食材数が多く、ご飯、味噌汁(味噌のほかに具材だけでも3種類くらいは入っている)、主菜に付け合わせ、その他副菜、香の物を入れると食材にして20種類以上を使

用しています。

1日に3度一汁三菜を食すると、30種類強の食材を得ている事になり、食材数が多いと栄養バランスはとりやすくなります。この食事が日本の長寿を支えているのか、一汁三菜のエビデンスを取っていききたいと考えています。

生活食と生命食

お腹を膨らますだけの食を「生活食」、正しい遺伝子を次に繋いでいく食を「生命食」と考えています。私たちの成長に、そして成人した後にも60兆個の細胞を正しく再生・修復していく食を提供していかなければなりません。その基となる食材を生産し、供給する生産方法にこだわり、中身のある農産物を生産していく必要があります。

それを評価して価格に反映できる仕組み作りをサポートしていきたいと思えます。今後も私たちの研究が役立つことを願ひ研究を続けています。

表5 光輪農場とHY圃場のニンジンの抗酸化力と成分比較

サンプル	スーパーオキシド 消去活性 (units/g)	ヒドロキシ ラジカル消去活性 (μ mol/g)	一重項酸素 消去活性 (μ mol/g)	Brix (%)	ビタミンC (mg/100g)	硝酸イオン (mg/kg)	産地	備考
ニンジン (光輪)	16	5,587	27	9.6	7.1	456	愛知県	有機
ニンジン (HY農園)	47	6,995	41	9.0	8.0	138	北海道	特裁
ニンジン (土壌改良中圃場)	39	950	51	8.5	5.4	563	北海道	有機
ニンジン (一般平均)	19	1,810	31	8.0	7.3	259		

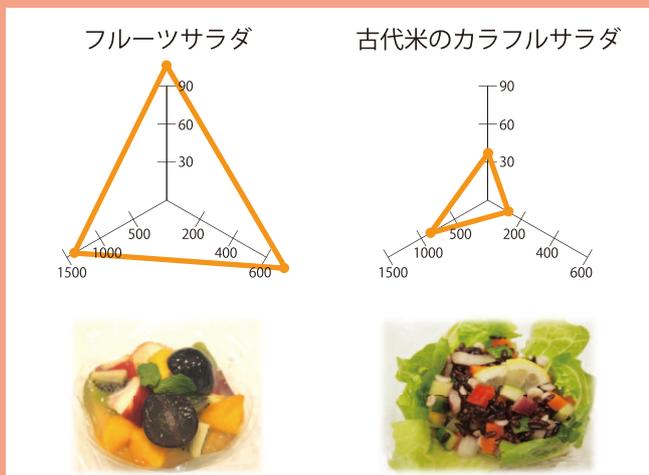


図14 抗酸化力の高いサラダの例

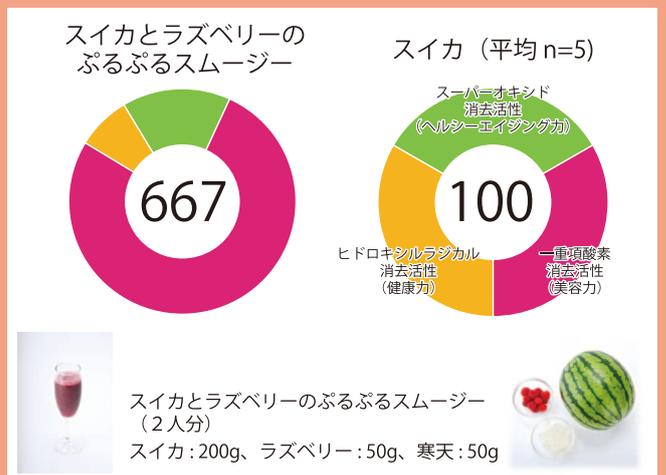


図13 スイカのスムージーの抗酸化力(ESR)