

‘庄ダイコン’における抗酸化能の特性及び収穫時期と被覆資材の違いが根皮色調に及ぼす影響

伊藤史朗 松澤光 石々川英樹

Characteristics of the Antioxidant Capacity and Effect of Harvest and Covering Material on Root Bark Color in Radish ‘Syo-Daikon’

ITOU Fumiaki, MATSUZAWA Hikaru and ISHIIISHIKAWA Hideki

要 旨

愛媛県松山市庄地区の在来種‘庄ダイコン’は、県内で栽培される主な青首種に比べて抗酸化能が高く、なかでも抽根部付近の根皮部位が高かった。この結果には抗酸化成分である総ポリフェノール含量が起因していると推察された。また、収穫時期を遅くする、紫外線を反射しやすい被覆資材を使用するといった栽培の各種条件は‘庄ダイコン’の根皮色調に影響を及ぼし、ポリフェノールの一種であるアントシアニン含量が増加することで赤みが向上した。

キーワード：‘庄ダイコン’，抗酸化能，総ポリフェノール含量，アントシアニン，根皮色調

1. 緒言

昨今の「食の安全・安心」の高まりから、健康への意識が高い客層をターゲットに、健康維持が期待できる成分を含む商品が数多く開発されている(清水, 2006)。この傾向は食品機能性に関する情報を付与し商品価値を高めることが有効であり、食品機能性を解明することで商品の高付加価値化が可能であることを示唆している。

愛媛県松山市庄地区には‘庄ダイコン’と呼ばれる品種が古くから存在する。その経緯から「地野菜」あるいは「伝統野菜」と呼ばれ(地方特産食材図鑑)、愛媛県の「ふるさと農産物」の35品目のうちの一つに選定されている(愛媛県農産園芸課, 2003)。本品種の特徴として、抽苔・ス入りの遅い晩抽系、肉質は緻密、青首種に比べ甘味が強い、形状は尻太りで円筒型などの特徴が紹介されているが、中でも根皮の色調に関する記述が多い(戸井ら, 1996; 八巻, 2008)。本品種は抽根部(いわゆる首部分)から中央部にかけて鮮やかな赤紫色を呈しており(写真1)、県内のダイコン栽培品種は青首種が主である背景からも赤首種には希少性が認められる。ダイコン赤首種における特徴的な成分としてポリフェノールの一種であるアントシアニンが挙げられ、有色であるこの成分が根皮色調に深く影響を及ぼしていると考えられる(浅子ら, 2011; Tatsuzawa et.al, 2010; 沼田・嵯峨, 1995; 津志田ら, 2004, 2005)。また、この成分はこれまでに抗酸化能をはじめとして多くの食品機能性の評価において有意な効果が認められている(須田ら, 2003; 沖ら, 2009)。健康への意識が高い消費者を対象とした場合、多くの食品機能性において高評価であるアントシアニンの情報は‘庄ダイコン’の有利販売を

検討する上で重要と考えられるが、その部位別の含量や色調との関係、あるいは含量の向上技術などアントシアニン含量と照らし合わせながら検討された事例はない。

そこで、アントシアニンが持つ抗酸化能と根皮色調に着目しながら‘庄ダイコン’の高付加価値化を狙って以下のような試験を実施した。まず、‘庄ダイコン’と青首種の抗酸化能を比較した。次に‘庄ダイコン’の抗酸化能を根皮や維管束別に測定することで部位別含有量の比較を行った。さらには収穫時期別あるいは栽培期間中に使用する被覆資材の種類を違えた場合の根皮色調を調査した。これら幾つかの試験から得た知見をとりまとめるとともに、本品種の消費拡大を検討する上で重要な消費者の‘庄ダイコン’に対する認知度と購入意欲度を調査したのであわせて報告する。



写真1 ‘庄ダイコン’

2. 材料および方法

2.1 県内産ダイコンにおける品種別の抗酸化能および抗酸化成分

‘庄ダイコン’と青首種の抗酸化能の違いを明らかにするため、品種別の比較試験を行った。調査は2007年12月20日に実施した。供試品種は、‘庄ダイコン’の他に青首種である‘耐病総太り’、‘河之内大根’、‘皿冠’の3種類とした。分析サンプルの入手先は‘河之内大根’は愛媛県今治市菊間河之内、それ以外は愛媛県松山市上難波（農林水産研究所）とした。また、各サンプルは全て収穫適期に収穫されたものを供試した。入手したサンプルの調製は、速やかにダイコン全体をすり下ろし、よく攪拌後に数gをサンプリングして溶媒で抽出後に分析した。分析は4回繰り返して行った。

機能性評価では抗酸化能測定に属する手法を適用した。すなわち、いずれの試料も80%エタノールで抽出し、抗酸化能はラジカルに1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)を用いるDPPH/分光測定法によるラジカル消去能(篠原ら, 2000)とβ-カロテン退色法によるリノール酸自動酸化抑制能(食品総合研究所, 1999)の二法で評価した。なお、ラジカル消去能の標準品には(±)-6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid (Trolox)を用い、100g当たりの相当量(単位: μmol/100gFW)で、リノール酸自動酸化抑制能の標準品には3-t-butyl-4-hydroxyanisole (BHA)を用い、100g当たりの相当量(単位: mg/100gFW)でそれぞれ表現した。また、総ポリフェノールの含量を篠原(食品機能性研究法, 2000)の手法で測定し、標準品にchlorogenic acidを用いて100g当たりの相当量(単位: mg/100gFW)で表現し、抗酸化能との相関性

を明らかにした。

2.2 ‘庄ダイコン’における部位別の抗酸化能

‘庄ダイコン’の部位別の抗酸化能特性を明らかにするため以下の試験を行った。まず、ダイコンを根皮部分(厚さ約1mm)と維管束部分を分離し、さらに抽根部から上部(首部分)、中部、下部(足部分)の3区分した合計6区画からそれぞれをすり下ろして攪拌後に各区画の抗酸化能(ラジカル消去能のみ)と総ポリフェノール含量を測定した。なお、対照品種として青首種である‘耐病総太り’についても同様の処理を行った。調査年月日は2008年11月20日とした。ラジカル消去能および総ポリフェノール含量の測定方法については試験1と同様である。

2.3 収穫時期による‘庄ダイコン’の根皮色調の推移

‘庄ダイコン’における根皮の色調の推移を把握するため以下の調査を行った。播種日は2008年9月16日とし、株間24cm、条間25cmの2条植えとした。被覆資材にはシルバーマルチ(商品名:シルバーSS)を使用した。施肥はN19.2, P₂O₅14.4, K₂O16.8(単位: kg/10a)とし、全量基肥とした。

調査方法はダイコン根皮部分を色彩色差計(ミノルタ社製:CR-200)にて得られるデータ(L*値, a*値, b*値)のうち赤みを示すa*値を計測した。色調計測時には‘庄ダイコン’の根皮色調が部位によって異なることを考慮して、抽根部先端を起点としながら4cm間隔で複数の箇所を測定した。調査は2008年11月中旬から開始し、約1ヶ月間隔で測定した。調査点数は1回10点とした。

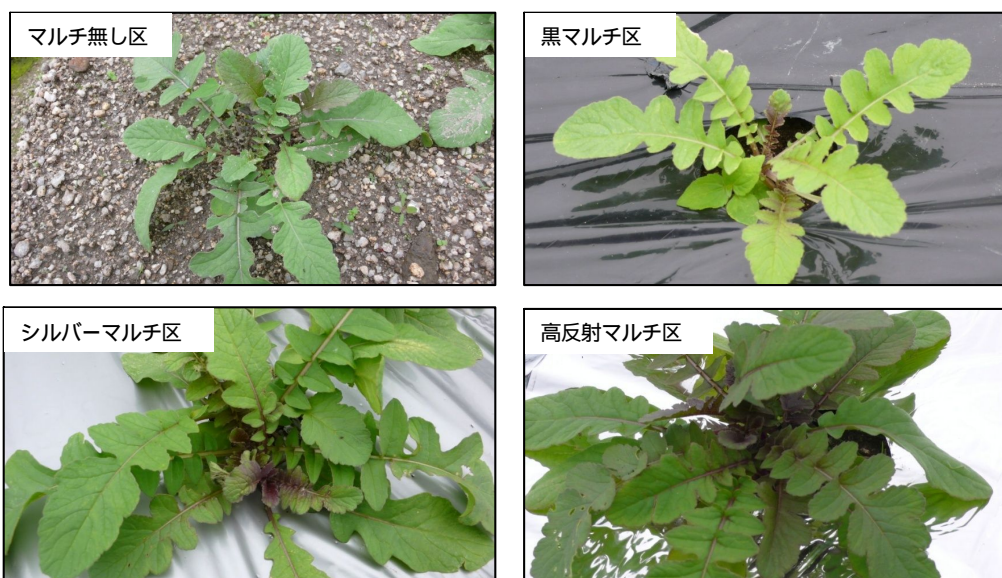


図1 各種被覆資材処理後の‘庄ダイコン’の栽培風景

2.4 被覆資材の違いによる‘庄ダイコン’の根皮色調

これまでに抗酸化成分の生合成に光環境が影響を及ぼす(松本ら, 2009)報告がある. ‘庄ダイコン’のアントシアニンの合成についても栽培時の光環境が影響するかどうか確認するために, ダイコンの栽培時に使用する被覆資材に着目しながら根皮色調への影響を調査した. 試験区は無被覆である「マルチ無し区」, 黒色ポリエチレン製を使用した「黒マルチ区(慣行)」, ポリエチレン素材の(商品名: シルバーSS)を使用した「シルバーマルチ区」, ポリエチレン素材にアルミ蒸着させた(商品名: ポリシャイン)である「高反射マルチ区」の4区とした(図1). 調査項目は‘庄ダイコン’の根皮色調及び試験区別の栽培環境における紫外線量とした. ‘庄ダイコン’の根皮色調については試験3と同じ方法で行った. 根皮色調の調査は2008年11月20日に実施した. 供試本数は各区15本とした. 紫外線量の調査についてはLutron製YK-34UVを用い, 地上10cmに設置したセンサー部を地上と水平・上向き状態で測定した値を紫外線照射量とし, 地上と水平・下向き状態で測定した値を紫外線反射量とした. 調査期間は10月中旬から約10日間隔で調査した.

2.5 ‘庄ダイコン’の根皮色調からアントシアニン含量を推定する手法の検討

これまで‘庄ダイコン’のアントシアニンに着目した試験を実施する場合, 個体間差や部位間差がみられ, サンプル点数の増加に伴う試薬代, 労力, 分析時間といった負担が大きかった. 今後, 本品種のアントシアニンに着目しながら含量についての検討が進めやすくするために, アントシアニン含量の簡便な計測法として根皮色調から推定する手法について検討した.

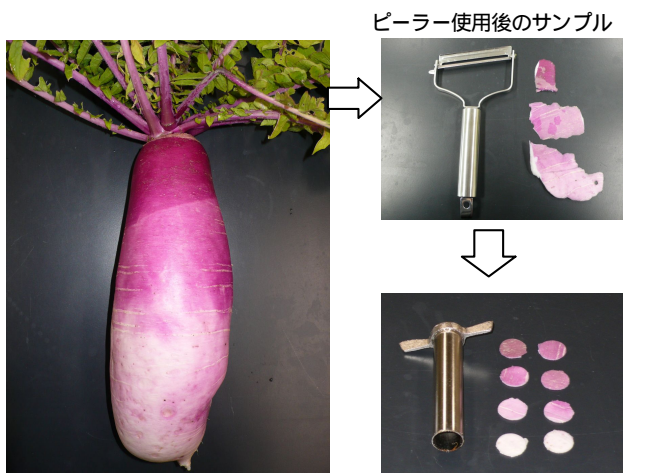


図2 ‘庄ダイコン’根皮中のアントシアニン含量測定時のサンプル調整方法

‘庄ダイコン’の根皮色調の測定にあたっては色彩色差計(ミノルタ社製, CR-200)を用いた. 色調を計測した部位はピーラーで1mmの厚さで剥皮し, さらにコルクボーラーで打ち抜いて均一な試料(直径20mm, 重量0.3g)を得た(図2). その後の化学分析については須田ら(2005)の手法を参考にした. すなわち, 試料を1%のトリフルオロ酢酸の中に16時間浸漬し, その抽出液を遠心分離(3,000rpm, 10分間, 室温)にかけて上澄みの吸光度(530nm)を測定した. 別途, 標準品(フナコシ製, cyanidin-3-glucoside)により作成した検量線より根皮中の相当量(mg/100gFW)を算出した. これらの手法によって得られる根皮色調データとアントシアニン含量データの両者を単回帰分析によって相関を検討した.

2.6 ‘庄ダイコン’の認知度および購入意欲度に関する調査

今後, ‘庄ダイコン’の特徴を紹介しながら消費拡大に繋げていく際の参考資料とするため, 県内の消費者の‘庄ダイコン’の認知度と購入意欲度についてアンケート形式で調査した. 調査対象者は西条市, 松山市, 内子町の三カ所で実施した料理教室に参加希望のあった合計70名とした. アンケートの実施にあたっては資料(図3)による農産物の特性紹介, 特徴を活かしたレシピの紹介(写真2), 調理及び試食といった料理教室のイベント終了後に記入方式で行った. 認知度に関する調査方法は‘庄ダイコン’をご存じでしたか?の問いに対する回答の選択肢として4つを用意し, 択一式で回答を求めた. また, 購入意欲度に関する調査方法は‘今後, ‘庄ダイコン’を購入してみたいと感じましたか?の問いに対する回答の選択肢として5つを用意し, 択一式で回答を求めた(図4). また, あわせて自由形式で認知度および購入意欲度に関する意見を聞き取りにより調査した.



図3 ‘庄ダイコン’を含む「いよ地野菜」パンフレット
制作: 野菜ソムリエコミュニティえひめ
デザイン協力: 愛媛学園コミュニケーションビジネス専門学校



写真3 ‘庄ダイコン’ と生野菜のサラダ
レシビ開発：野菜ソムリエコミュニティえひめ

アンケートにご協力下さい！

Q 以下の「いよ地野菜」をご存じでしたか？

	よく 食べていた (Aに 印)	食べた 経験が あった (Bに 印)	知っていたが 食べた経験は 無かった (Cに 印)	全く 知らなかった (Dに 印)
庄だいこん	A	B	C	D

Q 以下の「いよ地野菜」を魅力的と感じましたか？

	とても感じた (Aに 印)	少し感じた (Bに 印)	どちらとも いえない (Cに 印)	あまり 感じなかった (Dに 印)	全く 感じなかった (Eに 印)
庄だいこん	A	B	C	D	E

Q 以下の「いよ地野菜」を今後、購入してみたいと感じましたか？

	とても感じた (Aに 印)	少し感じた (Bに 印)	どちらとも いえない (Cに 印)	あまり 感じなかった (Dに 印)	全く 感じなかった (Eに 印)
庄だいこん	A	B	C	D	E

差し支えなければ以下の点についてもご記入下さい。
 お住まいの市町村名は _____ 市 _____ 町 _____
 年齢は 10代 20代 30代 40代 50代 60代 70代 80代
 性別は _____ 男性 _____ 女性 _____

図4 ‘庄ダイコン’ の認知度および購入意欲度に関する調査票

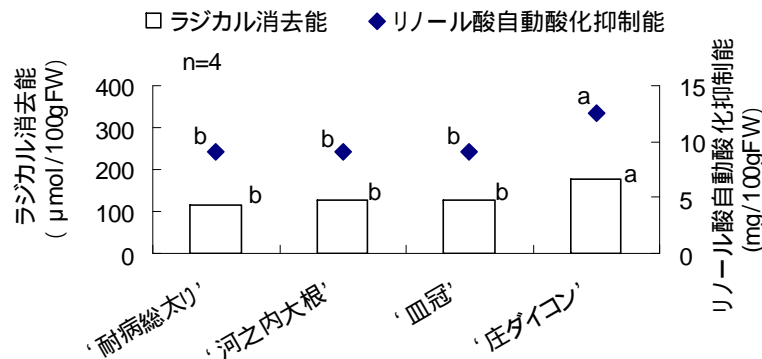


図5 異なるダイコン品種における抗酸化能の違い
 図中のアルファベットはtukeyによる統計処理結果 異符号間に5%水準で有意差あり

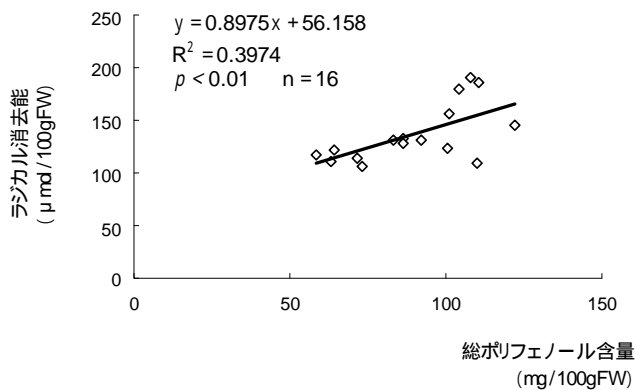


図6 ダイコンにおける総ポリフェノール含量と抗酸化能(ラジカル消去能)の相関

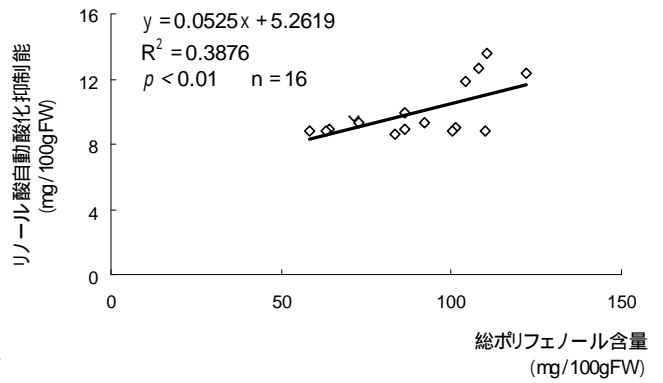


図7 ダイコンにおける総ポリフェノール含量と抗酸化能(リノール酸自動酸化抑制能)の相関

3. 結果

3.1 県内産ダイコンにおける品種別の抗酸化能および抗酸化成分

4種のダイコンの抗酸化能の測定結果を図5に示す。‘庄ダイコン’は他の品種に比べ抗酸化能二法とも有意に高かった。また、供試したダイコンの総ポリフェノール含量とラジカル消去能の両者から得たデータの単回帰分析からは正の相関がみられた(図6)。同様に総ポリフェノール含量とリノール酸自動酸化抑制能の場合も検討した結果、両者には単回帰分析において正の相関がみられた(図7)。

3.2 庄ダイコンにおける部位別の抗酸化能

‘庄ダイコン’の抗酸化能を部位別にみると、根皮上部が一番高く、次いで根皮中部、根皮下部の順に抗酸化能が高く、これらの部位は200 μmol/100gFWを超えていた。‘耐病総太り’は根皮上部については200 μmol/100gFWであったが、それ以外は100~120 μmol/100gFWと低かった。次に‘耐病総太り’と‘庄ダイコン’の2品種を部位別に比較すると、根皮だけではなく維管束の部位においても‘庄ダイコン’のほうが上回っている場合が多かったことから、根皮部分だけでなく全体的に‘庄ダイコン’の抗酸化能は高い傾向がみられた。

あわせて総ポリフェノール含量の測定結果においても、根皮上部が一番高く次いで根皮中部であった。2品種を比較すると根皮だけでなく維管束の部位においても‘庄ダイコン’の総ポリフェノール含量の高い部位がみられる、といった抗酸化能の結果と同様の傾向がみられた(表1)。

3.3 収穫時期による‘庄ダイコン’の根皮色調の推移

‘庄ダイコン’の根皮色調は収穫時期が遅くなるにつれて赤みが向上するものの、抽根部付近(0~4cm)の色調(a*値)は11月から2月までの期間において20~25と変化は小さく、むしろ抽根部よりも根皮中部あるいは根皮下部の部位(5~24cm)の色調の変化が大きく、抽根部よりも下部の部位の赤みが向上した(図8)。

3.4 被覆資材の違いによる‘庄ダイコン’の根皮色調

栽培圃場の紫外線反射量を被覆資材別にみると、天候によって照射量が異なるため反射量が変動したが、資材別の反射量の順位は変わらず、いずれの時期も高反射マルチ区が高く、次いでシルバーマルチ区、マルチ無区、黒マルチ区となった(図9)。

抽根部付近(0~4cm)の色調は試験区間で差はみられなかったが、抽根部よりも下方の部位については有意な試験区間差がみられ、なかでもシルバーマルチ区と高反射マルチ区の赤みが向上していた。なお、ダイコンの根重については試験区間で差がみられなかった(表2、写真3)。

3.5 ‘庄ダイコン’の根皮色調からアントシアニン含量を推定する手法の検討

根皮色調(a*値)の計測結果は2~30であった。その根皮部位に含まれるアントシアニン含量を化学分析により計測した結果、100gあたりの含量は30~900mgであった。その2つのデータから得られる単回帰分析の近似式は傾き31.255、切片は16.571、R²=0.8928であることから、これによりアントシアニン含量の推定式は以下となる(図10)。

$$\text{‘庄ダイコン’根皮中に含まれるアントシアニン含量 (mg/100gFW)} = 31.255 \times (\text{色彩色差計の } a^* \text{ 値}) + 16.571$$

$$(R^2 = 0.8928)$$

3.6 ‘庄ダイコン’の認知度および購入意欲度に関する調査

料理教室に参加された対象者70名のうち、「よく食べていた」、「食べた経験があった」と回答したいわゆる‘庄ダイコン’を食した経験のある人の割合は約10%と低かった(図11)。認知度が低かった要因として、‘庄ダイコン’の販売している地域が限定的である、といった流通に関する意見が多かった。

また、購入意欲度の設問については「とても感じた」、「少し感じた」と回答したいわゆる購入意欲度のみられる人の割合は約90%と高かった(図12)。購入意欲度が高かった要因として、これまでの青首種とは異なるレシピができそうで食生活の豊かさに繋がる、といった‘庄ダイコン’の品種特性が青首種とは異なることに関する意見が多かった。

表1 異なるダイコン品種における部位別の抗酸化能および総ポリフェノール含量の違い

測定部位	測定箇所	調査点数	抗酸化能(μmol/100gFW) ¹			総ポリフェノール含量(mg/100gFW) ²		
			‘耐病総太り’	‘庄ダイコン’	判定 ³	‘耐病総太り’	‘庄ダイコン’	判定 ³
根皮	上部	3	216.9	395.7	*	137.8	208.0	n.s.
	中部	3	126.6	293.8	*	107.5	182.1	*
	下部	3	125.9	207.7	n.s.	86.5	178.0	**
維管束	上部	3	123.0	172.4	*	99.8	103.0	n.s.
	中部	3	103.2	165.5	*	62.0	108.8	**
	下部	3	104.1	199.0	**	48.5	91.4	**
全体	4	116.0	175.7	**	64.3	111.2	**	

1 DPPHラジカル消去能による。単位はTrolox相当量で表記。

2 Folin-denis法による。単位はchorogenic acid相当量で表記。

3 表中の記号は品種間の分散分析結果を示す。n.s.は有意差なし、*は5%水準、**は1%水準で有意差あり。

‘庄ダイコン’における抗酸化能の特性及び収穫時期と被覆資材の違いが根皮色調に及ぼす影響

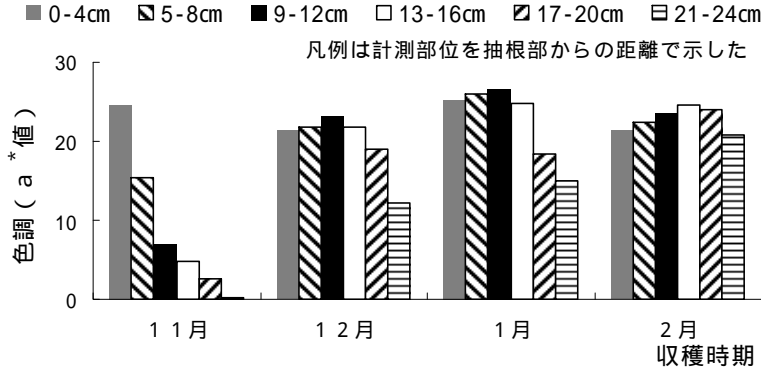


図8 収穫時期が異なる‘庄ダイコン’の根皮色調の違い

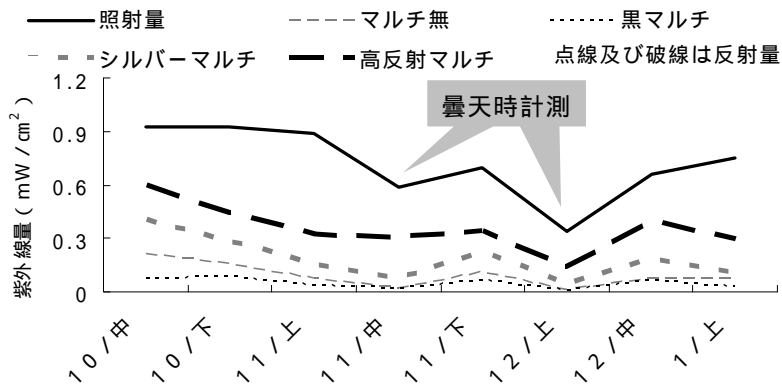


図9 ‘庄ダイコン’栽培ほ場における紫外線照射量と各被覆資材上の紫外線反射量の推移

表2 異なる被覆資材で栽培された‘庄ダイコン’の根皮色調 (a*値) の違い

試験区名	根皮色調 (a*値)					(参考)
	0~4cm	~8cm	~12cm	~16cm	~20cm	根重 (g)
マルチ無し	23.8	22.6 ab	15.9 b	8.4 c	3.6 c	563
黒マルチ	22.9	18.5 b	14.7 b	11.6 bc	7.9 bc	470
シルバーマルチ	23.3	22.4 ab	20.3 ab	17.3 ab	13.7 ab	501
高反射マルチ	23.7	24.8 a	21.9 a	20.2 a	15.8 a	564
調査数(n)	15	15	15	14	9	15
分散分析	n.s.	**	**	**	**	n.s.

色彩色差計 (ミノルタ社製: CR-200) による

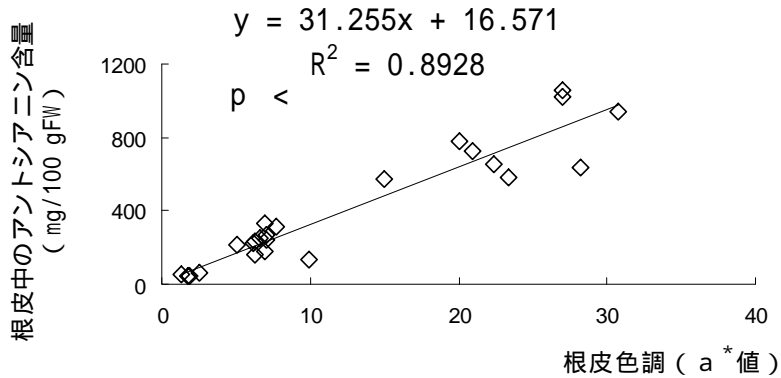


図10 ‘庄ダイコン’における根皮色調と根皮中のアントシアニン含量の関係

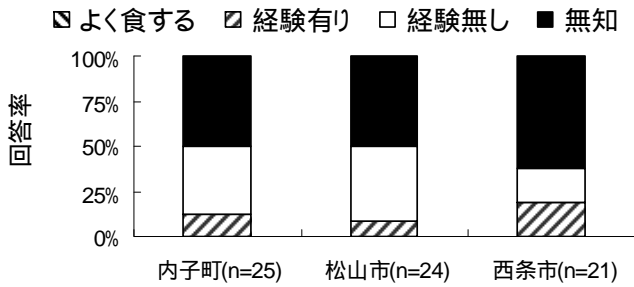


図11 '庄ダイコン'の認知度調査

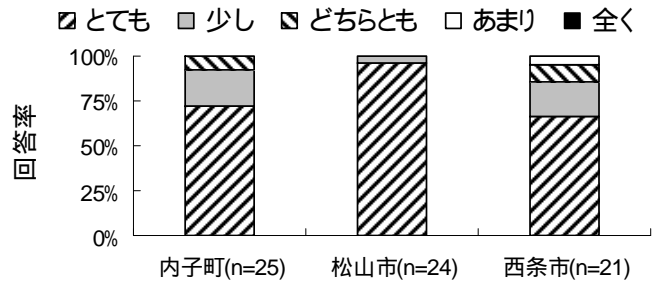


図12 '庄ダイコン'の購入意欲度調査

4. 考察

農産物を対象とした抗酸化能に関する報告例は多い(須田ら 2005; 近藤ら 2002; Dan et al. 1996; Stanislaw and Wieslaw, 2001)ものの、愛媛県のダイコン品種・系統を対象に調査した事例はなかった。今回の結果から、赤首種である'庄ダイコン'の抗酸化能が高く、この高い抗酸化能には総ポリフェノールが深く関わっていると示唆され、この相関性は須田ら(2005)の報告と酷似した。

この抗酸化能は、特に抽根部付近で高く、ポリフェールの一種で赤みの要因であるアントシアニンによるものであると考えられた。アントシアニンによる赤みは収穫時期をずらすことで増加し、100gあたり642~798mgという高い含有量となった。さらに反射効率の高い被覆資材を利用し根皮色調の赤みを向上させることでアントシアニンの増加が期待できた。

'庄ダイコン'が県内の消費者嗜好に適合するかどうかを確認するための調査結果では、認知度が低い消費者からも購入意欲が高い結果を得られたことから、消費者に十分受け入れられる食材であると考えられた。

今後、'庄ダイコン'は流通地域の拡大や高付加価値化販売が期待されるが、部位別で抗酸化能に違いがあることから、流通にあたってはその形態に配慮する必要があると思われた。

謝辞

愛媛県提案型協働事業促進モデル事業の一環として実施した'庄ダイコン'の認知度と購入意欲度の調査にあたっては、野菜ソムリエコミュニティえひめ、愛媛学園コミュニケーションビジネス専門学校、庄大根研究会の皆様にも多大なるご協力を得た。この場を借り厚く御礼申し上げる。

引用文献

浅子洋一・大脇裕介・小関良宏・佐々木伸大・阿部裕・百瀬忠征・下村講一郎(2011): 地下部内部全体にペラルゴニンを主たるアントシアニンとして蓄積するダイコン(Raphanus sativus L.)の中間母本「乾谷」とその遺伝様式, 育種学研究, 13, 65-73.

Burda, Stanislaw・Wieslaw Oleszek(2001): Antioxidant and Antiradical Activities of Flavonoids, J.Agric.Food Chem., 49, 2774-2779.

Dan, Kazuhiro・Masayasu Nagata・Ichiji Yamashita(1996): Changes in Lipid Peroxidation and Antioxidants Content in Cotyledons of Japanese Radish, J.Japan.Soc.Hort.Sci, 65, 3, 603-608.

愛媛県農林水産部農業振興局農産園芸課: 愛媛のふるさと農産物 35 品目

愛媛ボランティアネットHP(2007): 平成19年度提案型パートナーシップ推進事業『いよ地野菜』活用PR事業, 愛媛県, <http://nv.pref.ehime.jp/kyoudou/index.html>

近藤悟・津田和彦・武藤徳男・中谷宗一(2002): カンキツ果実の発育中における抗酸化機能の推移, 園学研, 1(1), 63-66.

松本恵子・多田雄一・清水浩・澁澤栄(2009): カイワレダイコン(Raphanus sativus L.'Kaiwaredaikon')の生育および抗酸化活性に与える光強度の影響, Shokubutsu Kankyo Kogaku, 21(3), 117-122.

沼田耕作・嵯峨紘一(1995): ハツカダイコンの組織培養におけるアントシアニン色素の生成に関する研究, 弘大農報, 59, 79-87.

沖智之・佐藤麻紀・吉永優・境哲文・菅原晃美・寺原典彦・須田郁夫(2009): 有色サツマイモのDPPHラジカル消去能とORAC(活性酸素吸収能), 日食科工, 56, 12, 655-659.

清水俊雄(2006): 食品機能の制度と科学, 同文書院, 65-80.

須田郁夫・増田真美・古田収・西場洋一・沖智之・小林美緒(2003): 黒大豆に含まれる代表的な抗酸化成分のDPPHラジカル消去活性, 九州農業研究, 65, 55.

須田郁夫・沖智之・西場洋一・増田真美・小林美緒・永井沙樹・比屋根理穂・宮重俊一(2005): 沖縄産果実類・野菜類のポリフェノール含量とラジカル消去活性, 日食科工, 52, 10, 462-471.

篠原和毅・鈴木建夫・上野川修一(2000): 食品機能性研究法, 光琳, 218-223, 318-322.

食品総合研究所(1999): 食品の機能性評価マニュアル集 23. Tatsuzawa, Fumi・Norio Saito・Kenjiro Toki・Kouichi Shinoda・

‘庄ダイコン’における抗酸化能の特性及び収穫時期と被覆資材の違いが根皮色調に及ぼす影響

Atsushi Shigihara and Toshio Honda(2010) : Acylated Cyanidin 3-sophoroside-5-glucosides from the Purple Roots of Red Radish(Raphanus sativus L.)‘ Benikanmi ’, J.Japan .Soc .Hort . Sci , **79** , 1 , 103-107 .

地方特産食材図鑑 HP :

http://g-foods.info/zukan/product/product_807.html

戸井康雄・才木康義・清水光男・渡部修・篠原潔(1996): 庄ダイコンの優良系統, 四国農業研究成果情報, 近畿中国四国農業研究センター .

津志田藤二郎・新本洋士・須田郁夫・関谷敬三・矢野昌充(2004): 地域特産物の生理機能・活用便覧, サイエンスフォーラム, 257-259 .

津志田藤二郎・安井明美・東尾久雄・関谷敬三・須田郁夫(2005): 地域農産物の品質・機能性成分総覧, サイエンスフォーラム, 159-161 .

八巻孝夫(2008): 食材図典 地産食材篇, 小学館, 30-31, 88-89 .



写真3 異なるマルチで栽培された‘庄ダイコン’