

冬季におけるツケナ類の収量および品質関連成分

木矢博之

Yield and Contents of Components Related to the Quality of Tsukena (*Brassica rapa* L.) in Winter

Hiroyuki KIYA

Summary

This study investigated yield, sugar, and organic acid contents, and nitrate and antioxidative activities of Tsukena (*Brassica rapa* L.) in winter.

The yield of 'Yamato-mana' was higher than that of the other cultivars in the low-temperature season. Sugar contents of seedlings in mid-October were higher than those in early October; the glucose and fructose were higher. Malic acid was the most included of organic acids for Tsukena and oxalic acid was not included. Nitrate contents and antioxidative activity did not differ among varieties. Quality of 'Yamato-mana' was similar to that of major Tsukena varieties in the low temperature season. Results show that 'Yamato-mana' is a promising cultivar for winter.

Key words : tsukena, yamato-mana, sugars, nitrate, organic acids, antioxidative activity

緒 言

奈良県の東部中山間地域では冷涼な気候を活かしたハウレンソウの周年栽培が行われているが、作付体系の一部にミズナなどツケナ類を導入する生産者が増加している。また、本地域を中心に古くから栽培されているヤマトマナも伝統野菜への関心の高まりから作付面積の増加が期待されている。消費者の野菜に対する関心は多様化し、食味や外見だけでなく、栄養成分、機能性、安全性など多岐にわたっている。これからの軟弱野菜の生産と消費を向上させるには食味が良く、栄養価が

高いものを消費者に供給していくことが必要である。野菜の品質に関係が深い成分には味や栄養面で高含量が好ましいものとして、糖、ビタミン類、食物繊維、ミネラル等があげられ、反対に硝酸、シュウ酸等は好ましくないものとしてあげられる⁴⁾。その他、野菜類には抗酸化性、発がん予防機能など生理的機能性を持つ成分があるとされている^{3), 17)}。このような野菜の品質成分に関する研究例はハウレンソウとコマツナでは多いが^{14), 15)16)}、コマツナ以外のツケナ類では少なく、ヤマトマナではその成分はほとんど分析されていない。

そこで本報では、主要なツケナ類（コマツナ・ミズナ・シロナ）の収量および品質関連成分を明らかにするとともに、これらとの比較によってヤマトマナの品種特性を明らかにした。

材料および方法

1. 収量

供試材料としてツケナ類の4品種群を用いた（第1表）。奈良県宇陀市榛原区の奈良県高原農業振興センター（標高350m）において、2003年10月2日（作期Ⅰ）および10月16日（作期Ⅱ）に露地圃場へ播種した。畝幅は1.5m、4条植えとした。施肥は元肥としてN:P₂O₅:K₂Oを15.0:12.2:14.1kg/10a施用し、追肥は行わなかった。本葉2～3枚時に間引きを行って、最終株間を約10cmとした。試験区の面積は1区10m²とした。収量はそれぞれの区で草丈が30cmに達した時に行い、1m²あたりの収量を調査した。

2. 品質成分

生育調査時に5～10株を採取して可食部全体を細断し、攪拌後20gを採取し、-20℃で保存したものを分析試料とした。糖類、硝酸、有機酸含量および抗酸化活性の分析は野菜茶業研究所機能解析部品質解析研究室において行った。

1)糖含量

蒸留水と試料を家庭用のジューサーで2分間ホモジナイズし、濾紙で濾過後、試料の20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、分析に用いた。なお、抽出前にショ糖分解酵素を失活させるため、蒸留水に漬けた試料を電子レンジ（700w）で6分間加熱処理した。

糖類としてフルクトース、グルコース、スクロースをキャピラリー電気泳動法⁵⁾により測定した。分析装置はHEWLETT PACKARD社製3Dを用いた。キャピラリー管は内径75μm、全長40cm、有効長32cmのフューズドシリカキャピラリーを使用した。泳動緩衝液は安息香酸10mMに0.5mMのTTAB（臭化ミリスチルトリメチルアンモニウム）を加え、さらに水酸化ナトリウムを用いてpH12.1に調製した。電圧は-10kV印加し、試料注入時間を2秒、分析時間を6分とした。検出はダイオードアレイ検出器の検出波長を350nm、対照波長を275nmに設定した。キャピラリー管の洗浄は0.1M NaOH, 0.1M HClを用いた。

2)硝酸含量

糖分析と同じ方法で試料の100倍希釈液を作成し、キャピラリー電気泳動法により測定した。装置はWATERS社 Quanta 4000Eを用いた。キャピラリー管は内径75μm、全長70cm、有効長62cmのフューズドシリカキャピラリーを使用した。泳動緩衝液はWATERS社製 Ion Select High Mobility Anion Electrolyteを用いた。電圧は-25kV印加し、分析時間を5分、サンプリング時間は10秒とした。検出は254nmインダイレクト法で行った。

3)有機酸含量

水溶性シュウ酸については硝酸と同時分析した。その他の有機酸としてリンゴ酸、クエン酸、コハク酸をキャピラリー電気泳動法⁶⁾により測定した。キャピラリー管は内径75μm、全長80.5cm、有効長72cmのフューズドシリカキャピラリーを使用した。泳動緩衝液はAgilent Technologies社製のOrganic Acids Buffer(pH5.6)に1mMのEDTAを加えた。試料注入時間を2秒、分析時間を6分とした。電圧は-25kV印加した。検出はダイオードアレイ検出器の検出波長を350nm、対照波長を275nmに設定した。

4)抗酸化活性

リノール酸—ロダン鉄法により測定した。すなわち、0.25%リノール酸エタノール溶液、0.2Mリン酸緩衝液（リン酸水素2ナトリウムをリン酸2水素カリウムでpH7に調製）、蒸留水を混用し反応液とした。また、ブランクとして抽出液であるエタノールを添加したものを作製した。これらを37℃のインキュベーターに入れ、3時間後に

第1表 供試品種

Table1. Investigated cultivars

| 野菜名 | 品種群 | 品種名 |
|-------|------|----------------|
| ヤマトマナ | 在来菜種 | 大和まな（農技センター系統） |
| コマツナ | 小松菜 | 晩生小松菜（タキイ種苗） |
| ミズナ | 京菜 | 中生千筋京水菜（タキイ種苗） |
| シロナ | ハクサイ | 中生しろな（タキイ種苗） |

500nmにおける吸光度を測定した。コントロールとして同様に処理した10mM BHA (t-ブチル-4-ヒドロキシアニソール：抗酸化剤) を添加したものを100として相対比較した。

結 果

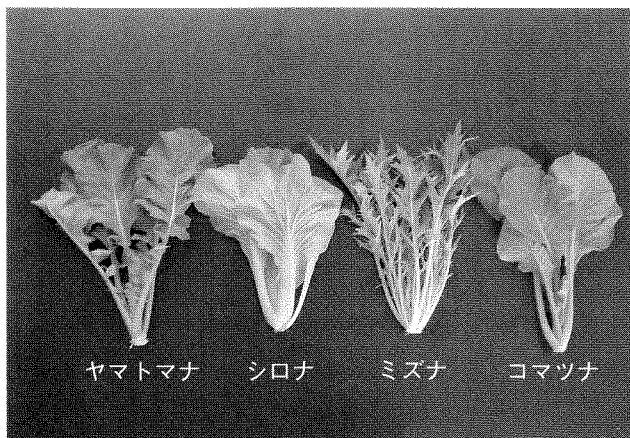
1. 収量

作期 I, II の収量を第 2 表に、収穫時の外観を第 1 図に示した。いずれの品種も作期 I に比べて作期 II では収穫までの日数が長くなった。収量はヤマトマナを除いて、作期 II で低くなった。収穫までの日数は作期 I ではヤマトマナが短く、作期 II ではヤマトマナとコマツナが短かった。

第 2 表 ツケナ類の生育・収量
Table2. Growth and yield of Tukena

| | 野菜名 | 収量 ² (kg/m ²) | 収穫までの日数 (日) |
|-------|-------|---|----------------|
| 作期 I | ヤマトマナ | 1.96 | 39 |
| | コマツナ | 2.01 | 44 |
| | ミズナ | 2.49 | 44 |
| | シロナ | 1.96 | 44 |
| 作期 II | ヤマトマナ | 1.97 | 59 |
| | コマツナ | 1.57 | 59 |
| | ミズナ | 1.88 | 65 |
| | シロナ | 1.55 | 65 |

²草丈が 30cm に達した時に収穫し、調査した。



第 1 図 収穫時の外観

Fig.1. The appearance at harvesting time .

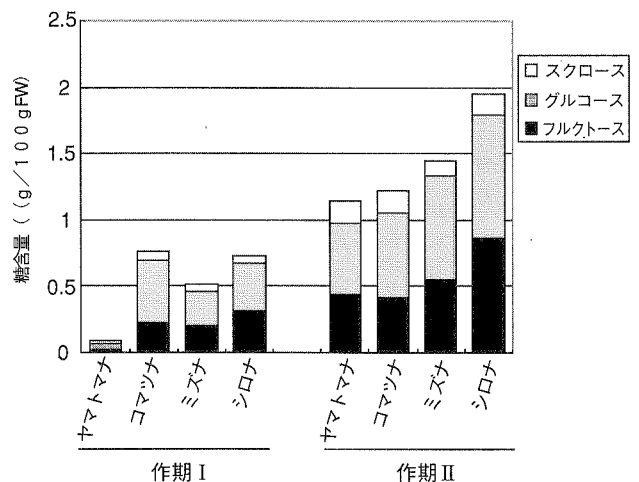
2. 品質成分

1)糖含量

作期 I, II の糖含量を第 2 図に示した。総糖量(フルクトース・グルコース・スクロースの合計)はすべてのツケナにおいて作期 II が作期 I より高くなった。ヤマトマナの総糖含量は作期 I で極めて低かったが、作期 II ではコマツナと同程度にまで増加した。糖組成はグルコースとフルクトースの割合が高く、品種および作期における差はみられなかった。

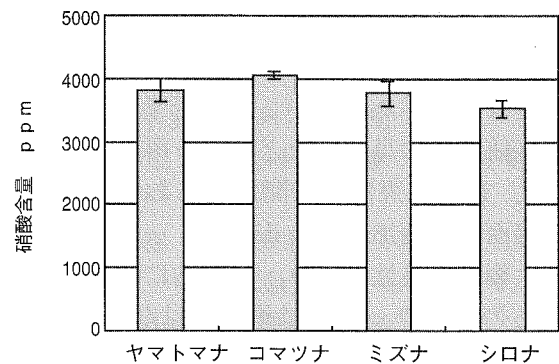
2)硝酸含量

作期 I における硝酸含量を第 3 図に示した。硝酸含量は3500~4000ppm程度であり、品種における差はみられなかった。



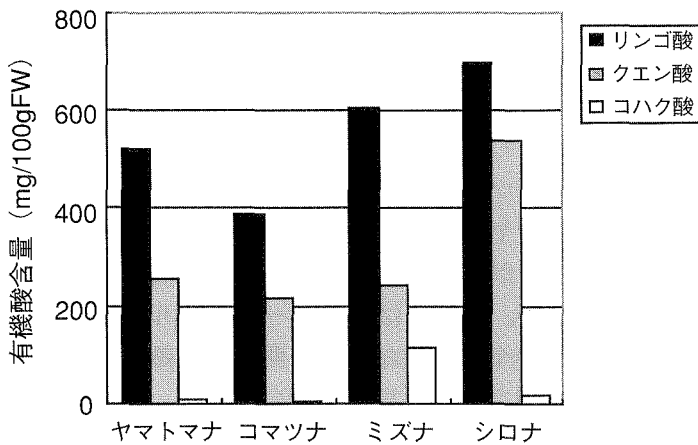
第 2 図 作期がツケナの糖含量に及ぼす影響

Fig.2. Influence on the sugar content of Tukena in cropping season.

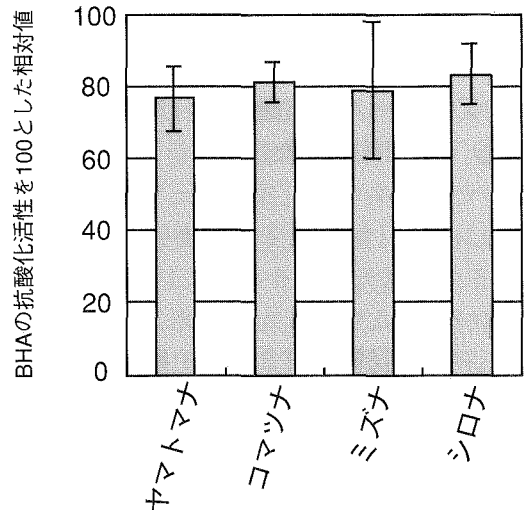


第 3 図 ツケナ類の硝酸含量(作期 I)

Fig.3. Nitrate content of Tukena .(cropping season I)
Vertica bar show S.E. of the means(n=5).



第4図 ツケナ類の有機酸含量(作期Ⅰ)
Fig.4. Organic acids content of Tuke-na .
(cropping season I)



第5図 ツケナ類の抗酸化活性(作期Ⅰ)
Fig.5. Antioxidative activity of Tuke-na .
(cropping season I) Vertical bar show S.E.
of the means(n=5).

3)有機酸含量

作期Ⅰにおける有機酸含量を第4図に示した。有機酸の組成はリンゴ酸が最も高く、次いでクエン酸であった。コハク酸はミズナが高く、他のツケナは低かった。水溶性シュウ酸はすべての品種において認められなかった。

4)抗酸化活性

作期Ⅰにおける抗酸化活性の強さをBHAと相対的に比較し、第5図に示した。供試した品種における抗酸化活性の強さに差はみられなかった。

考 察

わが国におけるツケナ栽培の歴史は古く、各地で多くの品種が分化しているが¹⁾、戦後の嗜好の変化や結球ハクサイの増加につれてツケナ類に対する需要は減少した。しかし、最近では需要の多様化、伝統野菜の見直しなどにより再評価されつつあり²⁾、奈良県東部中山間地域においてもツケナの栽培面積は増加している。

ツケナ類は変異性に富み、形態的にはかなり変わったものがあり、分類は単純ではない^{10), 11)}。本報では青葉¹⁾、西⁹⁾を参考にして4品種群の品種を研究の対象とした。

ヤマトマナは在来菜種群¹⁾とされ、奈良県特産の伝統野菜の1つである。関西地方で栽培される

真菜は畑菜とも呼ばれ、搾油用として栽培されたものが野菜用として利用されており⁹⁾、ヤマトマナもその1つと考えられる。なお、本研究で用いたヤマトマナは1989年に本センターにおいて形質が揃った系統を選抜したもの¹³⁾を用いたため、青葉が調査した系統とは異なる可能性がある。現在、DNAマーカーを用いた類縁関係の解析法¹²⁾が開発されており、その手法を用いてヤマトマナの遺伝的位置づけを明確化することが望まれる。

コマツナは在来のカブから分化した葉菜であり、東京近郊で多くの系統が分化した。ミズナはわが国独特のツケナであり、京都を中心に系統が分化した。シロナはハクサイ群と体菜群との交雑で成立した品種といわれ、大阪が主産地となっている⁹⁾が奈良県でも栽培が多い。コマツナ、ミズナ及びシロナはそれぞれの地方から全国へ広く普及しており、冬季を中心に周年で供給されている。本県の伝統野菜であるヤマトマナが広く普及するためには、これらのツケナ類との品質特性の違いを明らかにする必要がある。

ツケナ類は冷涼な気候を好むが、気候適応性は広い⁹⁾とされる。本研究において異なる作期で4品種を栽培したところ、低温期における収量はヤマトマナが他のツケナに比べて高く、収穫までの日数も短いことから、ヤマトマナはツケナ類でも低温伸長性が優れている品種であることが明らか

になった。また、収穫が高温となる作期においては、ヤマトマナは収穫までの日数が他のツケナに比べて短くなったが、収量は低くなった。これは高温期には徒長しやすい性質があるためと考えられる。

糖含量は低温で管理することにより高まることが明らかにされている¹⁴⁾。本研究においても糖含量は収穫期により低温となる10月中旬播種が上旬播種よりも高くなった。なお、ヤマトマナは10月上旬播種の総糖含量が他のツケナに比べ低かったことから、播種時期と食味について今後検討が必要と思われる。

糖組成は低温期に単糖類のグルコースとフルクトースが増加した。同条件で行った前報⁸⁾において、ハウレンソウではスクロースの割合が極めて高く、ツケナ類とハウレンソウでは糖代謝の違いがあると考えられる。

硝酸含量においても前報⁸⁾のハウレンソウが800~2300ppmであったのに比べてツケナ類は明らかに高く、硝酸が集積しやすいと考えられる。東部中山間地域でのツケナ類の作付けはハウレンソウとの輪作で行われており、野菜類の低硝酸化が求められている中、ツケナ類の施肥には生育だけでなく、硝酸含量を考慮した肥培管理が必要と考えられる。

ツケナ類の有機酸はリンゴ酸が最も多く含まれており、水溶性シュウ酸は認められなかった。また、うまみ成分であるコハク酸はミズナに多く含まれており、食味との関連を調べる必要がある。野菜にはアスコルビン酸、カロテノイド類、トコフェノール、ポリフェノール類などの抗酸化成分が含まれている。コマツナは野菜類の中においてDPPHラジカル消去能が高いとされており^{3),7)}、本研究で用いた4品種はいずれもコマツナとの差が認められなかったことから、ツケナ類は全般に抗酸化活性が高い野菜と考えられる。

以上のように、ヤマトマナは主要なツケナ類と比べて低温期の収量性が高く、品質成分も同程度であることから、冬季の露地栽培に適応し、一定の市場性が期待できると考えられる。一方、高温期にはやや徒長気味の生育を示し、糖含量が低下することから、作期の拡大にあたっては品質を重視した系統選抜や栽培方法の確立が必要と考えられる。

摘 要

冬季におけるツケナ類の収量、糖類、硝酸、有機酸含量および抗酸化活性について明らかにした。低温期における収量はヤマトマナが他のツケナに比べて高かった。糖含量は10月中旬播種が同月上旬播種よりも高まり、単糖類のグルコースとフルクトースが増加した。ツケナ類の有機酸はリンゴ酸が最も多く含まれており、シュウ酸は認められなかった。硝酸含量および抗酸化活性は品種による差は認められなかった。低温期におけるヤマトマナの品質は主要なツケナ類と同程度であり、冬季の品目として有望であると思われた。

謝 辞

本実験を行うにあたり、分析方法の御指導を戴いた野菜茶業研究所 品質解析研究室の堀江秀樹室長、伊藤秀和研究員、野菜機能解析研究室の東敬子室長、一法師克成研究員に深謝いたします。

引用文献

1. 青葉高. 1961. 本邦そ菜在来品種の地理的分布と分類に関する研究 (第4報). 園学雑. 32: 65-72.
2. 芦沢正彦. 1991. 野菜園芸ハンドブック. 881-886.
3. 東敬子. 2001. 健康増進に有効な抗酸化活性の高い野菜とその成分. 農及園. 76: 1049-1056.
4. 藤原孝之・板倉 元・吉川重彦・安田典夫. 1999. 有機肥料および堆肥の連用がハウレンソウの品質に及ぼす影響. 日食工誌. 46: 815-820.
5. 堀江秀樹・伊藤秀和・木矢博之. 2004. キャピラリー電気泳動法による野菜中の糖分析. 平成16年日本調理科学会要旨. 16.
6. ———・木矢博之・伊藤秀和・一法師克成・東敬子. キャピラリー電気泳動法によるハウレンソウ中の硝酸イオンおよび主要有機酸の同時分析. 園学研. 4: 95-98.

7. 木村俊之・山岸賢治・鈴木雅博・新本洋士. 2002. 農産物のラジカル消去能の検索. 日食科工. 46:257-266.
 8. 木矢博之・浅野亨・中野智彦・安堂和夫. 冬季の栽培方法がホウレンソウの品質に及ぼす影響. 奈良県農業技術センター研究報告. 36:13-20.
 9. 西貞夫. 1986. 野菜種類・品種名考. 302-314.
 10. 山岸博. 1989. 京都産業大学国土利用開発研究所紀要. 8:64-76.
 11. 大井美知男. 2003. 長野県在来アブラナ科野菜品種の遺伝的資源としての評価. 園学研. 2:149-152.
 12. 大澤良. 2004. 野菜育種におけるDNAマーカーの利用. 園学研. 3:1-6.
 13. 泰松恒男. 1995. 大和の農業発達史. 113-114.
 14. 田村晃. 2004. 栽培期間中の気温がホウレンソウおよびコマツナの糖とビタミン含量に及ぼす影響. 園学研. 3:187-190.
 15. 建部雅子・石原俊幸・石井かおる・米山忠克. 1995. 培地の窒素形態およびCa:K比がホウレンソウとコマツナの硝酸, アスコルビン酸, シュウ酸含有率に与える影響. 土肥誌. 66:535-543.
 16. ———・石原俊幸・松野宏治・藤本順子. 1995. 窒素施用がホウレンソウとコマツナの生育と糖, アスコルビン酸, 硝酸, シュウ酸含有率に与える影響. 土肥誌. 66:238-246
 17. 田島 眞. 1992. 野菜摂取による活性遊離基の消去. 食の科学. 177:44-48.
-