

天狗ナス栽培条件のちがいによる果実成分への影響

竹内 若子・番 喜宏*

The Effects of Cultivation Conditions of Tengu-Eggplant on Fruit Composition

Wakako TAKEUCHI and Yoshihiro BAN

緒 言

ナス (*Solanum melongena* L.) そのものはインド原産とされ、日本には中国、朝鮮半島を経て渡来し、各地の気候・風土・嗜好に合ったものが定着し、品種改良が進んだとされている¹⁾。ナス果皮の発現色素はアントシアニンであり、主なものは複数のデルフィニジンである²⁾。この着色（発色）は、光線との関係が深く、浴光時間が少ないと果実の色が悪くなること³⁾や紫外線のうち370 nm前後の波長の光がアントシアニン生成には必要であることなどが報告⁴⁾されている。

昭和戦前から栽培されている奥三河の天狗なすは、天狗伝説のある奥三河津具地域を中心に栽培され、その名前の通り、天狗の鼻状の奇形果ができやすいナスである。大きさは1本の長さが25~30 cm、胴回り30~40 cm、果実重量は400~1,000 gとなり、普通ナスの約5~10倍にもなる。旬は7月から10月で、大きさのわりには皮は薄く、果肉のきめも細かく、水分も多くて食味のよいナスとして知られている。また、2007年に愛知県の伝統野菜として認証されたが、地域性が高いため広く一般には知られていない現状でもある。天狗ナスは果皮色の淡さ、すなわちナスニン量が少なく、一般の長ナスに比べ、旨み系アミノ酸であるアスパラギン酸やグルタミン酸量が多く、苦味系アミノ酸（イソロイシン、フェニルアラニン）が顕著に少なかったという昨年度の実験結果から、本研究ではさらに栽培法、栽培時期、光線環境などのちがいによるナス果実への影響についてナスニン量やアミノ酸含量の変動を検討することでより詳細なデータの集積をめざし、再度の実験を遂行した。

1. 実験試料

：天狗ナスは、愛知県農業総合試験場 山間農業研究所 園芸グループより供与された新鮮なものを用いた。下記に示すようなA栽培時期のちがい、B栽培法のちがい、Cマルチのちがいによって3期（8・9・10月）に分け、それぞれ収穫されたものをその日のうち、あるいは翌日そのまま実験に用いた。

A栽培時期のちがい：（開花後から収穫までの栽培日数）

* 愛知県農業総合試験場山間農業研究所園芸グループ

- ① 8月栽培： (約20日間)
- ② 9月栽培： (約24～25日間)
- ③ 10月栽培： (約30日間以上)

B栽培法 (仕立て) のちがい

- ① V字仕立て：骨格が“V”の字になるように、畝(うね)の上部に設けたワイヤーまたは、支柱でその形を維持し、それに誘引して結実させる方法。
果実が葉影に隠れやすい欠点をもつ。(写真A)
- ② 垣根仕立て：既存の垣根または栽培用に簡易な垣根を作って誘引し、棚上から結実させる方法⁷⁾。果実が外側に出て、日光が当たりやすい。(写真B)



写真A (V字仕立て)



写真B (垣根仕立て)

Cマルチのちがい

栽培中の地温調節や、水分保持のため土を覆うビニールシートの色のちがい

- ① 白マルチ：害虫防除、果実の着色促進等の効果をもつとされる。
- ② 黒マルチ：雑草抑制等の効果をもつとされる。

2. 簡易法⁵⁾によるナスニン量の測定

V字仕立ての白マルチ；以下，V字(白)，V字仕立ての黒マルチ；以下，V字(黒)，同様に垣根仕立ての白マルチ；以下，垣根(白)，垣根仕立ての黒マルチ；以下，垣根(黒)と記すこととした。これら4種類について天狗ナスを縦1/2に切断し，コルクボーラー(直径2cm)にて5～6カ所，場所を変えてくりぬき，果肉部分を除去後，果皮重量を秤量し，抽出溶媒の5%トリフルオロ酢酸(10ml)を添加し，遮光・室温下で1日ほど放置した。放置後のろ液(ADVANTEC, No.2濾紙)について抽出溶媒の5%トリフルオロ酢酸を対照に530nmにおける吸光度を測定した。標準液にはデルフィニジン(Sigma社製)を用い，同じ溶媒で溶解後，終濃度0.02, 0.04, 0.05mg/mlの各濃度溶液によって作成した検量線をもとに天狗ナス1gあたりのデルフィニジン換算し，これをナスニン量とした。

3. HPLC(高速液体クロマトグラフィー)法によるナスニンの分離・測定

1) デルフィニジン標準溶液の調製

0.25～0.75mg/mlまでの濃度勾配のあるデルフィニジン標準液の3つを用い，フィルター(ADVANTEC, DISMIC-13p, 0.45μm)濾液のうち，5μlをHPLC分析のために用いた。

分析は、展開溶媒0.5%トリフルオロ酢酸含有80%アセトニトリル、ポンプ（日立、L-7100）、UV検出器（日立、L-7400）、ODSカラム（Unison UK-C18, 3 μ m）を用い、流速0.5 ml/分、カラム温度30 $^{\circ}$ C、検出波長320nmの条件下で行った。この条件下における標準液の検出ピークの保持時間（Rt）とそのピーク面積をもとにデルフィニジン換算し、これをナスニン含量とした。

2) 試料溶液の調製

簡易法と同様、V字（白）、V字（黒）、垣根（白）、垣根（黒）の4種についてナス果皮の採取場所を変えてコルクボーラーでくり抜いたあと、果皮だけを分取した。これに80%エタノールを加え、遮光・室温下で2日間放置し、色素成分を抽出した。放置後、氷冷乳鉢内で磨砕、冷却遠心（11,000 g \times 5分間）後の上清をナイロンメッシュで濾過した。不足分は80%エタノールで一定量とし、フィルター濾過後、標準液と同様、5 μ lを検液とした。標準液と同様の条件下、出現ピークの保持時間（RT）およびピーク面積からデルフィニジン換算し、果皮中ナスニン含量とした。

4. アミノ酸分析装置による遊離アミノ酸の定量

(1) 試料溶液の調製と測定

三角フラスコ内に採取したナス50 g内外に80%エタノールを100 ml加えて浸漬・磨砕した。その後、80 $^{\circ}$ C、15分間還流し、上清をナイロンメッシュでろ過後、一定量（200 ml）とした。これより3 mlを分取し、ロータリーエバポレーターで溶媒留去後、残渣をpH2.2クエン酸ナトリウム緩衝液（和光純薬）3 mlに再溶解した。これをフィルターろ過した後、20 μ lを遊離アミノ酸測定のための検液とした。分析はアミノ酸分析装置（島津、LC-VP）を使用し、分析条件として移動相：島津アミノ酸移動相キットNA型、反応試薬：島津アミノ酸分析キットOPA試薬、励起波長（Ex）350 nm、蛍光波長（Em）450 nmとした。

(2) アミノ酸標準液の調製

アミノ酸混合標準液（和光純薬）0.4 mlにpH2.2クエン酸ナトリウム緩衝液を0.6 ml加え、終濃度1 mMのアミノ酸混合標準液を調製した。この原液をもとに、さらにpH2.2クエン酸ナトリウム緩衝液を加えて10倍希釈溶液（終濃度0.1 mM）とした。上述の検体と同様、フィルターろ過（0.45 μ m）後の20 μ lをアミノ酸混合標準液として用い、同一分条件下にて混合標準液の保持時間（Rt）と各アミノ酸のピーク面積から検液中の遊離アミノ酸量を算出した。

5. 果皮色調の測定

天狗ナスの部位によるばらつきを少なくするため、果皮5か所について色差計（コニカミノルタ、CR-13）を用い、明度（L*）・色相（a*）・彩度（b*）の平均値を求めた。各平均値からハン

<Table 1> 栽培法および収穫期の違いによる色差

	栽培法	ΔL	Δa	Δb	ΔE
8月	垣根（白）	12.9	6.3	12.5	19.0
	V字（黒）	9.0	3.4	8.4	12.8
9月	垣根（白）	2.8	3.3	1.5	4.6
	V字（黒）	9.9	0.2	7.7	12.5
10月	垣根（白）	13.8	0.5	5.8	15.0
	V字（黒）	2.5	1.5	0.4	2.9

栽培法とマルチによるナス果皮の色差値（ ΔE ）で、この値が1.5~3.0:「かなり感じられる」、3.0~6.0:「目だって感じられる」、6.0~12.0:「大きい」、12.0~:「非常に大きい」と評価する。

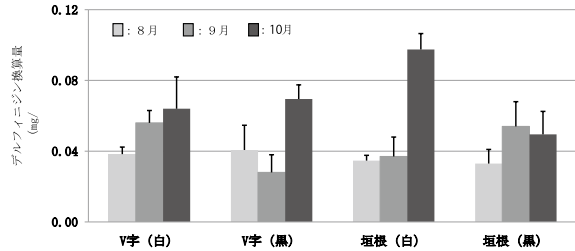
ターの色差式 ($\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$) に基づき色差を算出した (Table 1).

結果および考察

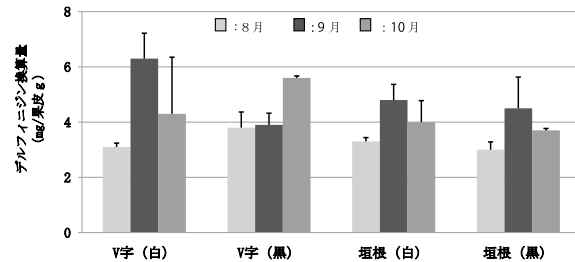
1 ナスニン量の比較

簡易法でのナスニン量は、ナス果皮 1 gあたり約0.03~0.1mg (Fig. 1) であり、HPLC法の約3~6 mg (Fig. 2) と比べ低い値であった。これは530 nm (可視) と320 nm (UV) という測定波長の精度の違いもあろうと考えられた。このため以下についてはHPLCの結果をもとに比較・検討した。栽培法の違いではナス果実が葉に覆われ、光が照射しにくいとされるV字仕立てに比べ、葉に覆われにくい垣根仕立ての方でナスニン量は多くなると予想したが、予想に反し、垣根仕立て (3.9mg) に比べV字仕立て (4.5mg)の方が約1.2倍高値であった (Fig. 3)。収穫時期の違いでは8月 (3.3mg) が最低値、9月 (4.9mg) が最大値で8月の1.5倍であった。10月 (4.4mg) は、9月よりもやや低い傾向であった (Fig. 4)。

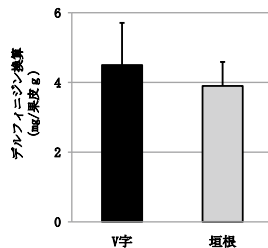
マルチの違いでは、白マルチは光を反射し、ナス果実への照射効率が高いのではと考えられたが、平均的には白マルチ4.3mgに対し、黒マルチ4.1mgでやや高い傾向はみられたが、マルチの白と黒の間にはそれほど大きな差は認められなかった (Fig. 5)。これらの結果から、ナスニン合成には、光線 (特に280~320 nmのUV) の強度、その照射時間の長さ等の関与とともに、高温期でのアントシアニン合成阻害の可能性が示唆された。また、天狗ナス収量との関連についてはV字仕立て栽培法と白マルチの活用によって、初秋期の収量増が期待されるかも知れない。ただし、栽植密度や収穫時期との関連については今



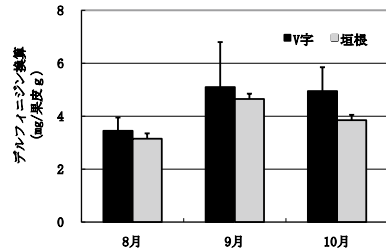
<Fig.1> 簡易法によるナスニン量の比較
平均値±標準誤差 (SE) を表す (n=6)



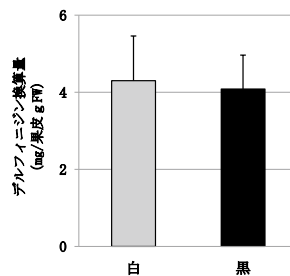
<Fig.2> HPLC法によるナスニン量の比較
図中バーは平均値±SE (n=6)



<Fig.3> 栽培法の違いとナスニン量
平均値±SE (n=6)



<Fig.4> 収穫期 (栽培日数) の違いとナスニン量
平均値±SE (n=6)

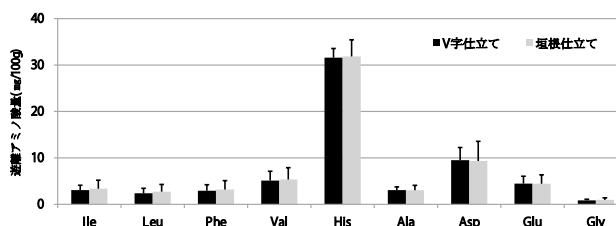


<Fig.5> マルチの違いとナスニン量
平均値±SE (n=6)

後さらに検討を要すると考えている。

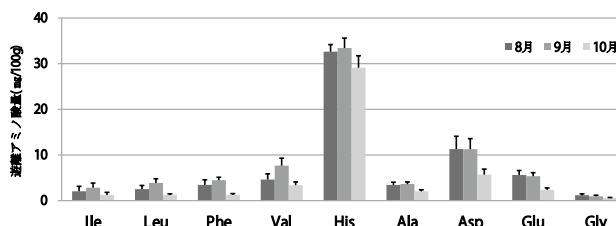
2 遊離アミノ酸含量の比較

天狗ナス果肉中の遊離アミノ酸量では、ナス果肉100gあたりヒスチジン(His)量が30mg内外と多く検出された。旨み指標としてのグルタミン酸(Glu)は5mg内外、アスパラギン酸(Asp)は10mg内外と一般的なナスと比べると必ずしも多いとは言えず、むしろ少ない傾向であった。個体差もあってか昨年度(一時期のみの測定)の結果とは少しずれがあった。栽培法では、V字仕立て(Glu:4.5mg, Asp:9.5mg)、垣根仕立て(Glu:4.4mg, Asp:9.3mg)でほぼ同じで、栽培法での差異は認められなかった(Fig.6)。また、マルチの違いでも白マルチ(Glu:4.5mg, Asp:9.3mg)、黒マルチ(Glu4.4mg, Asp9.6mg)と色による違いも特にみられなかった(Fig.6)。



<Fig.6> 栽培法の違いと遊離アミノ酸量
図中のバーは平均値±SE (n=6) を表す

もう一方の収穫期(栽培日数)の違いでは、最も栽培日数の長い10月(Glu:2.4mg, Asp:5.7mg)は、8月(Glu:5.6mg, Asp:11.3mg)、9月(Glu:5.4mg, Asp:11.3mg)のおよそ半分に低下していた(Fig.7)。天狗ナスは、水分量も多く食味上、おいしいナスとして知られているが、このおいしさに関与する旨み系の遊離アミノ酸であるグルタミン酸やアスパラギン酸等の寄与率は低かったが、加熱(特に焼く)調理によってこの加熱時に生成するグアニル酸がグルタミン酸との相乗効果によって旨みを増強させる可能性⁶⁾も示唆された。あわせて天狗ナスの食味効果については、その水分量の多さやナス果実の肉質の緻密さなども大きいと考えられた。



<Fig.7> 収穫期(栽培日数)の違いによる遊離アミノ酸量
図中のバーは平均値±SE (n=6) を表す

3 色相

栽培時に活用したマルチ(白または黒のビニールシート)は天狗ナス果皮の発色の改善効果にちがいがみられることが期待されたが、ナスニン含量とは必ずしも対応しなかった。しかしながら、9月栽培を除き、 ΔL 、 Δa 、 Δb の数値およびそれらからの色差(ΔE)において垣根栽培の値の方がおよびV字栽培よりも大きいことが確認された。

このことはナス果皮の発色には、単にマルチの色(光線環境)だけでなく、栽培時の気温や果実の成熟日数などが関与するためと考えられた。

要 約

ナス果皮のナスニン量は、デルフィニジン換算量として求めたが、光線環境のコントロールへの関与を期待した白マルチ、黒マルチの種類に関わらず、8月に比べ、9月、10月の収穫果実にその含量が多い傾向が見られた。なかでも9月については、収量的も多いと報告を受けたが、ナスニン含量的にも多かった。単にマルチによる光線環境のみならず、温度、成熟日数との関与が大きいことが推察された。遊離アミノ酸量では、最も多いのは必須アミノ酸の一つでもあるヒスチジンであった。これには抗酸化作用もあるとされているが他のアミノ酸類は少なく、ことに旨み系アミノ酸 (Glu, Asp) 含量は野菜の中でも少なく閾値程度であった。ただ、加熱処理に伴って生成するとされるグアニル酸との相乗効果が天狗ナスのおいしさに寄与する可能性が示唆された。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、愛知の伝統野菜である天狗ナスを供与いただきました愛知県農業総合試験場 山間農業研究所の方々に謝意を表します。また、実験は平成22年度卒 食物栄養学科 食品学ゼミナールの上田典穂、竹内芳和里、水野由加里さんらのご協力によるものであることを記し、あらためて感謝の意を表します。

文 献

- 1) 斎藤隆：ナス，p.3-104，農業技術体系，農山漁村文化協会，東京（1974）
- 2) S. Watanabe, S. Sakamura and Y. Obata.: The structures of acylated anthocyanins in eggplant and perilla and the position of acylation. *Agr. Biol. Chem.* 30 : 420-422 (1966)
- 3) 梅田知季・宮崎 肇・山本 愛・彌富道男・山口雅篤・松添直隆：ナス果皮組織にみられるアントシアニン色素と光環境との関係，*植物環境工学*18（3）193-199（2006）
- 4) 松丸忠雄・上浜竜雄・稲田勝美：ナス果皮のアントシアニン含量に及ぼす光透過性を異にした種々の被覆資材の影響，*生物環境調節*，91-97（1971）
- 5) 三浦周行：アントシアニン，p.653-660，新・食品分析法，日本食品科学工学会，新・食品分析法編集委員会，光琳（1996）
- 6) 堀江秀樹：野菜の加熱にともなううま味の増強効果，*日本食品科学工学会第58回大会講演集*，p103（2011）