

ネギとアサツキの種間雑種作出とその特性について

梅原三貴久*・末吉孝行¹⁾・下村克己¹⁾・平島敬太・下田満哉²⁾・中原隆夫

有用形質を獲得したネギの新品種を短期間で創出するため、ネギ (*Allium fistulosum* L., $2n=16$) を種子親、アサツキ (*Allium schoenoprasum* L., $2n=16$) を花粉親として種間交配を行った。交配後、子房培養による胚救出を行い、ネギとアサツキの種間雑種を 14 個体得た。雑種性は CAPS 解析によって確認された。雑種の体細胞染色体は、ネギ由来の長い染色体 8 本、アサツキ由来の短い染色体 8 本が観察された。これらの雑種は、アサツキの形質を受け継いでネギに比べて分げつ性が高く、葉色が濃かった。また、雑種の β カロテン含量は、可食部当たりネギの約 7 倍多く含まれていた。辛みの指標となるピルビン酸生成量はネギと同程度で少なく、Brix は葉鞘部で高い値を示した。この結果、雑種は辛みが少なく、可溶性固形分が多いことを示唆している。さらに、香氣成分の一斉分析を行った結果、雑種は香氣成分が両親と大きく異なる独特のパターンを示すものが多かった。以上の結果から、今回得られたネギとアサツキの種間雑種は、育種素材または新規のネギ属野菜として有望と考えられる。

[キーワード: ネギ, アサツキ, 子房培養, 種間雑種, β カロテン]

Production and characterization of interspecific hybrids between *Allium fistulosum* L. and *Allium schoenoprasum* L. UMEHARA Mikihiisa, Takayuki SUEYOSHI, Katsumi SHIMOMURA, Keita HIRASHIMA, Mitsuya SHIMODA[†], Takao NAKAHARA (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino Fukuoka 818-8549, Japan, [†]Kyushu University, Higashi-ku, Fukuoka 812-8581, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 26:25-30 (2007)

To generate a new *Allium* crop with available traits in a short time, interspecific hybridization was performed. In this study, *Allium fistulosum* L. ($2n=16$) and *Allium schoenoprasum* L. ($2n=16$) were used as seed parent and pollen parent, respectively. After crossing, 14 interspecific hybrids were developed through ovary culture. The hybridity was confirmed by cleaved amplified polymorphic sequence (CAPS) analysis of the internal transcribed spacer (ITS) region in rDNA. All the hybrids possessed eight long chromosomes originated from *A. fistulosum* and eight short chromosomes originated from *A. schoenoprasum*. The hybrids propagated vegetatively by tillering and had deep green foliage. Carotene contents of the hybrids and both parents were quantified using high-performance liquid chromatography (HPLC). The contents of edible parts of the hybrids were approximately seven times higher than those of either parent. In the hybrids, pyruvate production, which is an index of pungent taste, was equal to *A. fistulosum* and Brix value was high in leaf sheaths. This indirectly indicates that the hybrids have better taste than those of both parents. Many volatile flavors of the hybrids showed different pattern from both parents. These results suggest that the hybrid is a new and carotene-rich vegetable of *Allium* species.

[Keywords: *Allium fistulosum*, *Allium schoenoprasum*, ovary culture, interspecific hybrid, β -carotene]

緒 言

ネギ (*Allium fistulosum* L.) は、東アジアを中心に広く栽培されている重要な園芸作物のひとつである¹⁰⁾。福岡県は、「博多万能ねぎ」に代表されるように葉ネギの生産地として知られている。この葉ネギ生産を一層振興していく方法のひとつとして、区別性と競争力のある品種の育成が求められている。また、近年では安全・安心な農産物や植物に含まれる機能性成分への関心が高まり、これらに対応した品種の育成が望まれている。しかしながら、従来のネギの交雑育種では変異の幅が狭く、機能性成分の付与など求められる形質を有する品種の育成に限界がある。そこで、ネギと他のネギ属植物との間で種間雑種を作出し、ネギに他のネギ属植物の有用形質を短期間で導入することを試みた。

ネギを用いた種間交雑育種については、病虫害抵抗性

と耐寒性付与を目的としたネギとタマネギの種間雑種¹¹⁾、抽台性改良と耐寒性付与を目的としたネギとニラの種間雑種¹⁾、品質向上を目指したネギとラッキョウの種間雑種^{14), 15)}などの成功例がすでに報告され、実際に栽培されている。

著者らは、本県独自の特産ネギを作出するため、ネギと交配する供試母本としてアサツキ (*Allium schoenoprasum* L.) を用いた。アサツキはチャイブの変種であり、夏と冬は葉が枯れて休眠する²³⁾。主に晩冬から早春にかけて、ネギと同様に新葉を葉味とし、りん茎は酢味噌和えや三杯酢和えに利用される。特筆すべき点は、アサツキの葉身部には β カロテンが葉ネギの葉身部の 2.7 倍も含まれている^{5), 13)}。 β カロテンはビタミン A の原料となるだけでなく、抗酸化活性や抗ガン作用を有する重要な機能性成分のひとつである²¹⁾。アサツキを交配母本に用いることは、 β カロテンが豊富なネギを育種する上で大きな可能性を秘めていると考えられる。

ネギとアサツキの種間雑種はすでにいくつかの報告^{6), 9), 27)}があり、染色体の数、大きさ、構造など細胞学

*連絡責任者 (バイオテクノロジー部)

1) 野菜育種部

2) 九州大学農学研究院食品製造工学研究室

的な見地から詳細に調べられている。しかしながら、植物体の形態や成分の特性に関する知見は報告されていない。そこで本研究では、ネギとアサツキの種間雑種を作出し、その形態特性およびβカロテンなどの機能性成分について調査し、種間雑種植物の新たなネギ属野菜としての可能性を検討した。

材料および方法

1 種間雑種の作出

1-1 植物材料

ネギには、古くから葉ネギとして利用され、指標品種でもある‘九条浅黄系’を用いた。この種子は、独立行政法人農業生物資源研究所ジーンバンクから譲渡されたものである。アサツキは、中原採種場(株)から購入した‘千日堂晩生’を使用した。いずれもガラス温室内のプランターで栽培し、開花した個体を以下の試験に供した。

1-2 種間交雑と子房培養

ネギとアサツキは、開花時期が少し異なり、交配を行うためには花粉を保存する必要がある。花粉の保存と受粉は、野村らの方法¹⁴⁾に従って行った。開葯した葯を採集し、パラフィン紙で包み、シリカゲルを入れたポリプロピレンチューブに入れて-20℃で冷凍保存し、開花5~7日目の花に正逆で交配した。保存した花粉の稔性は、野村らの花粉発芽試験¹⁴⁾に準じて確認した。

受粉後7~9日目に採取した子房を70%エタノールで30秒間表面殺菌し、続いて有効塩素1%の次亜塩素酸ナトリウム水溶液中で15分間滅菌処理した。その子房を滅菌水で十分洗浄し、ショ糖3%、ゲランガム0.2%を含むBDS培地⁴⁾上で25℃、16時間明期、4000 luxの条件で1ヶ月間培養した。その後発芽した個体を同じ培地に継代して同じ培養条件でさらに培養した。

2 雑種性の確認

2-1 Cleaved Amplified Polymorphic Sequence (CAPS)

解析による雑種性の判別

葉身部50 mgを液体窒素で凍結し、ミキサーミル(MM300, Retsch社)を用いて粉砕した。その粉末をGreenwood et al.の報告⁷⁾で用いられている洗浄液に懸濁して遠心し、上清に含まれる細胞質多糖類を除去した。この操作を2回繰り返した。残った残渣からDNA抽出キット(Nucleon PhytoPure, GE Healthcare Bio-sciences社)を用いてゲノムDNAを抽出した。

CAPS解析は、rDNAのinternal transcribed spacer(ITS)領域における多型をWhite et al.が開発したITS4とITS5の2つのプライマー²⁶⁾を用いて調査した。PCRはサーマルサイクラー(PC808, Astec社)を用いてBuiteveld et al.の報告³⁾に記載されている条件で行った。増幅したPCR産物は、制限酵素TaqI(ニッポンジーン)で65℃4時間処理した後、2%アガロース電気泳動を行い、エチジウムブロマイドで染色して多型を検出した。

2-2 染色体観察

染色体観察は、Sulistyaningsih et al.の方法²²⁾に準じて行った。ネギ、アサツキおよび雑種の根端を採取し、室温で2時間0.05%コルヒチン溶液に浸した。その後、エ

タノール/酢酸(3:1)で固定し、65℃5分1N塩酸で処理した。染色体をシッフ試薬で染色し、押しつぶし法で細胞を展開した後、顕微鏡で観察した。

3 ネギ、アサツキおよび雑種の形態観察

雑種性の確認後、生育が旺盛な個体を6個体選び、園芸培土に順化した。順化した雑種は、ガラス温室内のプランターで栽培し、雑種と同時期に発芽したネギ、アサツキとともに形態特性調査や成分分析に供した。葉身および植物全体の形態は2005年3月、花の形態は2005年5月に調査した。

4 カロテンの定量

カロテンの定量は、2005年2月に発芽後およそ3ヶ月経過した植物を材料に、財団法人日本食品分析センター編「分析実務者が書いた 五訂 日本食品標準成分表分析マニュアルの解説」²⁹⁾に基づいて行った。葉身部、葉鞘部、可食部(葉身部と葉鞘部の混合物)をそれぞれ3 gずつ採取し、1.5 gピロガロールと10 mlエタノールを加え、ホモジナイザー(Polytron PT3000, Kinematica社)を用いて氷上で破碎抽出した。この抽出液をろ過してろ液を回収し、残渣は再びエタノールで抽出した。この操作を3回繰り返して、エタノールを加えて総量50 mlに調製した。このうち10 mlを採り、60%水酸化カリウムを1 ml加えて56℃20分間けん化処理した後、1%塩化ナトリウムを20 ml、イソプロパノールを5 ml加えた。酢酸エチル/ヘキサン(1:9)で3回有機溶媒抽出を行った。溶媒層を回収して濃縮、乾固し、2 mlのメタノール/クロロホルム(1:1)に溶解して高速液体クロマトグラフィー(HPLC)分析に用いた。

HPLC分析はTosohの8020システムを使用した。分離カラムはCAPCELLPAK C₁₈ UG120(Shiseido Fine Chemicals社、内径4.6 mm×250 mm)を使用し、移動相はメタノール/クロロホルム(97:3)とし、流速1.5 ml/分の単一溶媒溶離法で行った。また、検出は紫外可視検出器(UV-8020, Tosoh)を用いて、445 nmの吸光度を測定した。αおよびβカロテンの標品(Wako Pure Chemical Industries社)の保持時間とピーク面積をもとに各試料の定量を行った。

5 Brix値とピルビン酸生成量の測定

植物材料は、カロテン抽出に用いたものとはほぼ同時期のものを用いた。葉身部および葉鞘部0.5 gを液体窒素で凍結し、ミキサーミル(MM300, Retsch社)を用いて粉砕した。室温で30分静置してピルビン酸を生成させた後、15000 rpmで5分遠心した上清を非加熱試料として試験に使用した。また、凍結粉砕直後に95℃2分加熱処理したものを加熱試料(対照)とした。Ikeshouji et al.の方法⁸⁾に従って上清中のピルビン酸と2,4-ジニトロフェニルヒドラジンと反応させ、マイクロプレートリーダー(V max, Wako社)を用いて405 nmの吸光度を測定した。ピルビン酸標準液の検量線をもとに、非加熱試料と加熱試料の含有量の差をピルビン酸生成量とした。Brix値は、糖度計(DBX-50, ATAGO社)を用いて測定した。

6 香気成分の分析

香気成分の分析は 2005 年 10 月と 2006 年 4 月の 2 回行った。香気成分は固相マイクロ抽出 (SPME) 法で採取した。ネギ、アサツキ、雑種の葉身部と葉鞘部各 3 g を試験直前に小口切り (約 1 mm 幅) にしたものを密閉容器に入れて 30℃ に保ち、SPME ファイバー (内径 85 μm , Polyacrylate, Supelco 社) をヘッドスペースガスに 1 時間露出させて香気成分を吸着させたものをガスクロマトグラフィー (GC) 分析に用いた。

GC 分析は、島津製作所のガスクロマトグラフ GC-14B を使用した。分離カラムには DB-WAX (内径 320 μm × 30 m, 膜厚 0.5 μm) を用い、検出器には水素炎イオン化検出器を用いた。キャリアーガスにはヘリウムを用いた。カラム温度は 50~230℃ まで 4℃/min で昇温し、230℃ で 10 分間保った。注入口の温度、検出器の温度ともに 250℃ とした。

各ピークの成分を同定するために、質量分析計 (Jeol Auto Mass 50) を用いて GC-MS 分析を行った。分離カラムには DB-WAX (内径 250 μm × 60 m, 膜厚 0.5 μm) を用いた。それ以外の GC の条件は、GC 分析と同様である。MS のイオン源温度は 150℃, イオン化電圧は 70V に設定した。

結 果

1 種間雑種の作出

ネギとアサツキを正逆で交配し、子房培養によって得られた種間雑種植物の作出経過について第 1 表に示した。ネギを種子親に用いた組み合わせでは、191 個の小花に受粉し、そのうち 185 個の子房を培養した結果、培養 1 ヶ月後に 44 個体の幼植物体が発芽した (第 3 図 A)。このうち、15 個体が雑種であることを確認したが、最終的には 1 個体の生育が途中で停止し、14 個体が生育した。一方、アサツキを種子親に用いた組み合わせでは、106 個の小花に受粉したが、子房が発達せずに枯れ、わずか 13 個の子房しか培養することができなかった。このうち、1 個体が雑種であることを確認したが、鉢上げの前に枯死した。

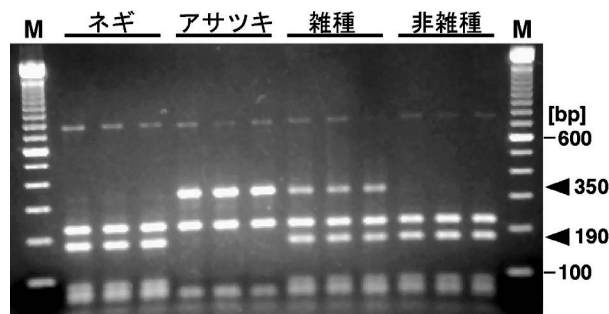
第 1 表 子房培養によるネギとアサツキの種間雑種の作出個体数

種子親	花粉親	交配 小花数	培養 子房数	発芽 個体数	雑種数	生育 個体数
ネギ	アサツキ	191	185	44	15	14
アサツキ	ネギ	106	13	3	1	0

2 雑種性の確認

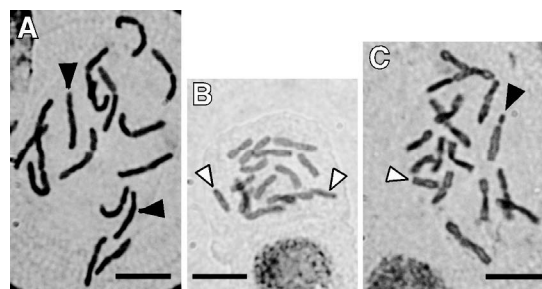
rDNA の ITS 領域の多型を CAPS 解析で調査し、雑種性の確認を行った。ITS4 と ITS5 のプライマーを用いて PCR を行った場合、両親および雑種いずれも約 800 bp の単一バンドが検出された (データ略)。この PCR 産物を *TaqI* で処理すると、ネギとアサツキは全く異なるバンドパターンを示し、両者を明確に区別できた (第 1 図)。ネギは約 190 bp に、アサツキは約 350 bp の位置に特徴的なバンドが存在し、雑種性はその両者のバンドが存在するか否かで確認した。

また、CAPS 解析で雑種と確認した植物体の分裂細胞は、全てネギ由来の長い染色体 8 本とアサツキ由来の短い染色体 8 本が観察された (第 2 図)。また、ネギとアサツキに特徴的な J 型染色体も 1 対ずつ確認された。



第 1 図 CAPS 解析による雑種性の確認

- 1) M は分子マーカー
- 2) 図右の矢印が示すバンドの有無で雑種性を確認できる



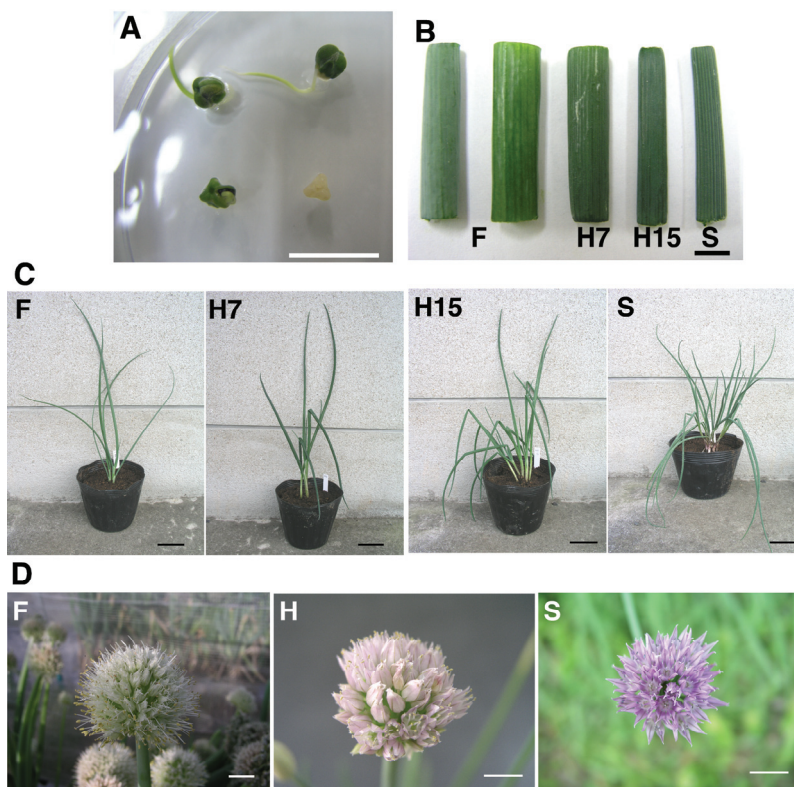
第 2 図 ネギ、アサツキおよび雑種の染色体

- 1) A: ネギ, B: アサツキ, C: 雑種の染色体
- 2) サイズマーカーは 10 μm を示す
- 3) 黒矢印はネギに特徴的な J 型染色体, 白矢印はアサツキに特徴的な J 型染色体で、雑種にはそれぞれ 1 本ずつ含まれる

3 ネギ、アサツキおよび種間雑種の形態

14 個体のうち、生育が正常かつ旺盛な 6 個体を選び、ポットに鉢上げした。ネギの葉身部は明緑色でブルームがあるのに対し、アサツキは濃緑色でブルームがほとんどなかった。雑種はブルームが少なく、葉は濃緑色が強い傾向があった (第 3 図 B)。また、アサツキはネギより細く、葉身に沿って明確な葉脈が観察され、ネギよりも高い分げつ性を示した (第 3 図 C)。6 個体の雑種は、幼苗期では一様に活発に分げつして旺盛な生育を示していたが、生育期間が長くなるとネギに形態が近いもの (例 H7: 分げつは少なく、背丈が高め) とアサツキに形態が近いもの (例 H15: 分げつが多く、背丈は低め) と個体差が認められた。 (第 3 図 B, C)。

ネギの小花は雌ずい 1 本、黄色の葯をもった雄ずい 6 本、白い花卉 6 枚からなるのに対し、アサツキの小花は雌ずい 1 本、紫色の葯をもった雄ずい 6 本、紫色の花卉 6 枚からなる (第 3 図 D)。種間雑種の花弁は、両親の間で淡い紫色、葯は黄色あるいは紫色を呈した。また、両親の花粉の発芽率は 60% 以上を示したが、雑種の花粉の発芽率は 0% であった (データ略)。



第3図 ネギ、アサツキおよび雑種の形態学的な特徴

- 1) A: 子房培養によって発芽した雑種植物体で、サイズマーカーは1 cm
- 2) B: 左からブルームがあるネギ (F), ブルームを洗い落としたネギ, ネギに形態が近い雑種 (H7), アサツキに形態が近い雑種 (H15), アサツキ (S) の葉断片で、サイズマーカーは1 cm
- 3) C: ポットに移植して2ヶ月後の植物体で、左からネギ (F), 雑種 (H7とH15), アサツキ (S), サイズマーカーは5 cm
- 4) D: 左からネギ (F), 雑種 (H), アサツキ (S) の花序でサイズマーカーは1 cm

4 カロテンの定量

α および β カロテンの定量分析を HPLC で行ったが、 α カロテンは全く検出されなかった。各部位別(葉身部, 葉鞘部, 可食部)の β カロテン含量を第2表で示した。葉身部で比較した場合, アサツキと雑種に含まれる β カロテンはネギの約2.5倍多く含まれていた。一方, 葉鞘部にはほとんど含まれていなかった。可食部で比較した場合, 雑種の β カロテン含量が最も高くなり, ネギの約7倍多く含まれていた。鉢上げした6個体の雑種全てにおいて高い数値を示した。

第2表 ネギ、アサツキおよび雑種における β カロテン含量 (2005年2月)

	葉身部	葉鞘部	可食部 ¹⁾
ネギ	46.3 ± 18.3	N.D. ²⁾	14.6 ± 4.6
アサツキ	118.5 ± 25.0	6.3 ± 4.2	23.9 ± 3.5
雑種	132.7 ± 21.7	3.2 ± 1.8	108.2 ± 14.6

1) 葉身部と葉鞘部を混合したもの, 2) N.D.: Not detected, 3) n=6, 単位: $\mu\text{g g}^{-1}$ FW, 4) 雑種は H7 と H15 を含む 6 系統の平均

5 Brix 値とピルビン酸生成量

各部位別(葉身部, 葉鞘部)に調査した Brix 値とピルビン酸生成量を第3表で示した。Brix 値は, 葉身部ではネギ, アサツキ, 雑種で差は認められなかったが, 葉鞘部ではアサツキと雑種で高い数値を示した。そして, ピルビン酸生成量は, 葉身部ではアサツキが低い数値を示

し, ネギと雑種が同等の数値を示したのに対し, 葉鞘部では逆にアサツキが非常に高い数値を示し, ネギと雑種は葉身部と同様の傾向を示した。

第3表 ネギ、アサツキおよび雑種における Brix 値とピルビン酸生成量 (2005年2月)

	Brix (%)		ピルビン酸生成量 ($\mu\text{mol g}^{-1}$ FW)	
	葉身部	葉鞘部	葉身部	葉鞘部
ネギ	4.4 ± 0.7 a	7.8 ± 2.9 a	4.7 ± 1.3 b	6.4 ± 1.8 a
アサツキ	5.5 ± 0.3 a	14.0 ± 2.8 ab	1.6 ± 1.0 a	20.6 ± 12.3 b
雑種	5.8 ± 0.7 a	16.2 ± 3.6 b	6.2 ± 0.7 b	7.3 ± 4.7 a

1) 各平均値の同一英文字間には, 有意差がないことを示す (Tukey's multiple range test, n=4, P=0.05), 2) 雑種は H7 と H15 を含む 4 系統の平均

6 香気成分の分析

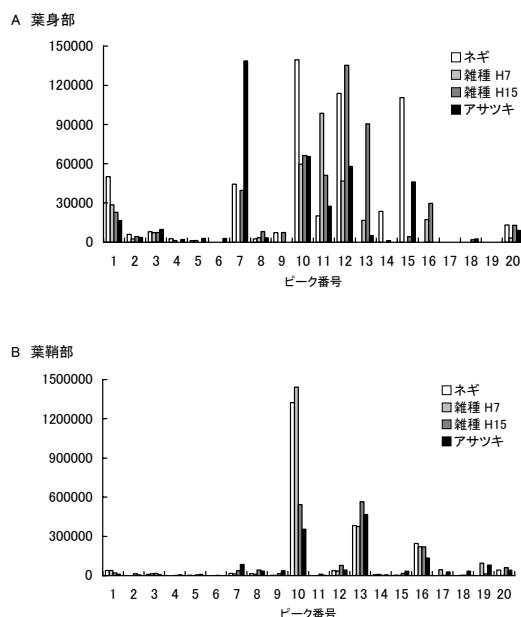
各部位別(葉身部, 葉鞘部)に刻んだ際に放出される香気成分を SPME 法で抽出し, GC-MS を用いて分析し, 同定された化合物名を第4表に示した。未同定の化合物がいくつか存在するが, ネギとアサツキに含まれる香気成分の大部分は同じ物質であった。雑種は第3図に挙げたネギに形態が近い H7 とアサツキに形態が近い H15 の2個体について分析したが, 特に香気成分と形態との関係は認められなかった。雑種の香気成分の量は, 必ずしも両親の中間にはならず, 両親より多い成分もあれば, 少ない成分も存在した。葉身部の香気成分は多数のピークが検出されたが, その多くはスルフィド類であった(第4図 A)。葉鞘部の香気成分は量的な差はあるにしても,

基本的に葉身部と同じ化合物が検出された(第4図B)。その中でも dipropyl disulfide, 1,2-dithiolane, dipropyl trisulfide は特に高い数値を示した。

第4表 GC-MS で検出した香気成分

ピーク番号 ¹⁾	化合物名
1	1-propane-thiol
2	Hydroxyacetaldehyde
3	2-propene-thiol
4	dimethyl disulfide
5	2-ethyl- <i>trans</i> -2-butenal
6	2-hexenal
7	methylpropyl disulfide
8	3,4-dimethylthiophene
9	methyl-2-propenyl disulfide
10	dipropyl disulfide
11	dimethyl trisulfide
12	Unknown
13	1,2-dithiolane
14	Pentadecane
15	Unknown
16	dipropyl trisulfide
17	Unknown
18	Unknown
19	<i>cis</i> -3,5-diethyl-1,2,4-trithiolane
20	1-bromo-5-heptadecene

1) GC-MS で検出されたピーク番号に対応



第4図 GC-MS によるネギ, アサツキおよび雑種の香気成分 (2006年4月)

- 1) 横軸の各ピーク番号の化合物名は第4表に示す
- 2) 縦軸は GC-MS のクロマトグラムのピーク面積

考 察

子房培養による胚救出の結果, ネギを種子親に用いた方が, アサツキを種子親に用いた場合よりも雑種胚獲得の効率が高かった。この結果は山浦²⁷⁾や Gonzalez et al.⁶⁾の結果と一致する。しかしながら, ネギとチャイブの種間交配を行った稲田ら⁹⁾の結果では, ネギを種子親に用いた場合, 雑種獲得効率が低かったと報告している。従って, 使用する植物材料の種類によって, 正逆交雑で雑種

の獲得効率が異なると推察される。

ネギとアサツキの雑種性は, 細胞学的な研究が古くから行われており, 染色体の構造の違いから確認されてきた^{9), 27)}。アサツキの染色体は, ネギに比べておよそ半分の大きさしかないもので, その確認は容易である。また, 各細胞に含まれる J 型染色体は, その構造が特徴的なことからマーカー染色体として重要である。

しかしながら, 雑種性の確認で染色体観察は確実ではあるが, 多数の個体を調査するには手間と時間を要する。そこで, 1 次選抜に DNA マーカーを用いることができれば, 選抜の効率を向上させることにつながる。通常, 雑種性の確認には RAPD 解析が用いられるが, ネギ類は遺伝的に多様性が高いこと, RAPD 解析自体の再現性があまり高くなくことから最適であるとは言いがたい。そこで, 本試験では Buiteveld et al.の方法³⁾に準じて rDNA の ITS 領域を用いた CAPS 解析を行い, 非常に簡便で明確な種間多型を検出することができた。この方法の有効性については, Baldwin も報告している²⁾。実際にその有効性は別の組み合わせの種間雑種の作出で証明されている^{24), 25)}。よって, 他のネギ属植物の組み合わせにおける種間雑種の雑種性の確認においても, 有効な方法として活用が期待できる。

ネギの種間交雑の相手に選んだアサツキは, 葉身部の β カロテン含量が高い^{5), 13)}。本試験で作出した雑種は, 葉身部の β カロテン含量がネギよりも高く, アサツキの形質をうまく受け継いだと考えられる。可食部当たりの β カロテン含量も, 雑種が両親よりも高かったのは, 葉数が全体に多いこと, またアサツキと異なり, りん茎があまり肥大しないため, 植物体全体に対する葉身部の割合が大きくなったと考えられる。

糖度の指標として Brix 値を, 辛みの強度の指標としてピルビン酸生成量を定量した。実際の辛み成分は揮発性の含硫化合物で定量が難しい。ピルビン酸は辛み成分の前駆体が酵素反応で分解した際に生じる副産物で, タマネギの辛みを調査する上で指標として定量される^{19), 20)}。ネギとアサツキの種間雑種は Brix 値がアサツキに近く高めの数値を示し, 一方, ピルビン酸生成量がネギに近く低めの数値を示したことから, この雑種はネギと同程度の辛みでありながら, ネギより甘みがあると期待される。今後, 食味試験による検証が必要と考えられる。

さらに, 揮発性の含硫化合物はネギ属植物特有の香気成分でもある。今回用いた SPME 法と GC-MS を組み合わせた分析手法は, 非常に簡便で再現性も高く, ネギ属植物の種間交雑植物の香気成分の分析方法として有効である¹⁸⁾。ネギ, アサツキおよび雑種では, 葉を刻んだときや食したときの香りがそれぞれ異なる。このことは, 各香気成分の種類には差がなくても, それぞれの成分の含量が異なるからであると推測される。

国内外問わず, さまざまな組み合わせのネギ属種間雑種植物が作出され, それらの育種への応用が試みられてきた^{12), 16), 17), 28)}。本試験で作出したネギとアサツキの種間雑種は, 種子の稔性がないものの, 形態がネギに近く, β カロテンを豊富に含み, 分げつ性も高いことから, 栄養繁殖性の新ネギ属野菜としての可能性を十分秘めている。今後は, 圃場で雑種の生育および栽培の特性を評価

して新ネギ属野菜としての可能性をさらに検証する。一方で、種子稔性の回復方法を検討し、育種素材としての活用を試みる必要がある。

引用文献

- 1) 天谷正行・大橋一夫・木村栄・小栗尚子・小島昭夫 (1995) ネギとニラの種間雑种植物の育成. 栃木農試研報 43: 87-94.
- 2) Baldwin, B.G. (1992) Phylogenetic utility of the internal transcribed spacers of nuclear ribosomal DNA in plants: an example from the *Compositae*. Mol. Phylog. Evol. 1: 3-16.
- 3) Buíteveld, J., Y. Suo, M.M. van Lookeren Campagne, and J. Creemers-Molenaar (1998) Production and characterization of somatic hybrid plants between leek (*Allium ampeloprasum* L.) and onion (*Allium cepa* L.). Theor. Appl. Genet. 96: 765-775.
- 4) Dunstan, D.I. and K.C. Short (1977) Improved growth of tissue cultures of the onion, *Allium cepa*. Physiol. Plant. 41: 70-72.
- 5) 小島昭夫 (1998) アサツキ (エゾネギ). 藤巻宏編 地域生物資源活用大辞典. pp. 13-14.
- 6) Gonzalez, L.G. and B.V. Ford-Lloyd (1987) Facilitation of wide-crossing through embryo rescue and pollen storage in interspecific hybridization of cultured *Allium* species. Plant Breed. 98: 318-322.
- 7) Greenwood, M.S., C.A. Hopper and K.W. Hutchison (1989) Maturation in larch. I. Effect of age on shoot growth, foliar characteristics, and DNA methylation. Plant Physiol. 90: 406-412.
- 8) Ikeshoji, T. Y. Yamamoto, M. Nagai, S. Komochi, M. Tsutsumi and Y. Mitsui (1982) Correlation between the susceptibility of onion cultivars to the onion maggot, *Hylemya antiqua* Meigen (Diptera: *Anthomyiidae*), and the biochemical characteristics of onion plant. Appl. Ent. Zool. 17: 507-518.
- 9) Inada, I. and M. Endo (1999) Cytogenetic relationship between *Allium fistulosum* L. and *A. schoenoprasum* L. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 68: 960-966.
- 10) Inden, H. and T. Asahira (1990) Japanese bunching onion (*Allium fistulosum* L.). In: Brewster, J.L. and H.D. Rabinowitch (Eds.) Onions and Allied Crops, vol. III, Biochemistry, Food Science, and Minor Crops. CRC Press, Boca Raton, Florida. pp. 159-178.
- 11) 金子和彦・岡藤由美子・松本理 (1996) 胚培養による *Allium fistulosum* と *A. cepa* の種間雑種の育成. 山口農試研報 47: 14-18.
- 12) Keller, E.R.J., I. Schubert, J. Fuchs and A. Meister (1996) Interspecific crosses of onion with distant *Allium* species and characterization of the presumed hybrids by means of flow cytometry, karyotype analysis and genomic in situ hybridization. Theor. Appl. Genet. 92: 417-424.
- 13) Łoś-Kuczera, M. (1990) Composition and nutritive value. Food Products. 167.
- 14) Nomura, Y. and K. Makara (1993) Production of interspecific hybrids between Rakkyo (*Allium chinense*) and some other *Allium* species by embryo rescue. Japan. J. Breed. 43: 13-21.
- 15) Nomura, Y. and K. Makara (1996) Morphological and agronomical characteristics in interspecific hybrid plants between Rakkyo (*Allium chinense*) and other edible *Allium* species. Breed. Sci. 46: 17-22.
- 16) Ohsumi, C., A. Kojima, K. Hinata, T. Etoh and T. Hayashi (1993) Interspecific hybrid between *Allium cepa* and *Allium sativum*. Theor. Appl. Genet. 85: 969-975.
- 17) Peffley, E.B. and A. Hou (2000) Bulb-type onion introgressants possessing *Allium fistulosum* L. genes recovered from interspecific hybrid backcrosses between *A. cepa* L. and *A. fistulosum* L. Theor. Appl. Genet. 100: 528-534.
- 18) Storsberg, J., H. Schulz, M. Keusgen, F. Tannous, K.J. Dehmer and E.R.J. Keller (2004) Chemical characterization of interspecific hybrids between *Allium cepa* L. and *Allium kermesinum* Rchb. J. Agric. Food Chem. 52: 5499-5505.
- 19) 佐藤裕 (1996) タマネギ並びにイチゴの品質改良に関する育種学的基礎研究. 北海道農試研報 164: 7-47.
- 20) 佐藤裕・永井信・伊藤喜三男・田中征勝・吉川宏昭・浦上敦子・室崇人 (1999) タマネギの新品種「トヨヒラ」の育成とその特性. 北海道農試研報 168: 47-57.
- 21) Steinmetz, K.A. (1996) Vegetables, fruit, and cancer prevention: a review. J. Am. Diet. Assoc. 96: 1027-1039.
- 22) Sulistyaningsih, E., K. Yamashita, Y. Tashiro (2002) Genetic characteristics of the Indonesian white shallot. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 71: 504-508.
- 23) 高樹英明 (1987) アサツキの生長力の季節的変動と休眠. 園学雑 56: 60-69.
- 24) 梅原三貴久・末吉孝行・下村克己・平島敬太・中原隆夫 (2006) あかねぎと赤タマネギの種間雑種作出とその遺伝様式の解析. 園学雑 75 別 1: 120.
- 25) Umehara, M., T. Sueyoshi, K. Shimomura and T. Nakahara (2006) Production of interspecific hybrids between *Allium fistulosum* L. and *A. macrostemon* Bunge through ovary culture. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 87: 297-304.
- 26) White, T.J., T. Bruns, S. Lee and J. Taylor (1990) Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innes, M., D. Gelfand, J. Sninsky and T.J. White (Eds.) A guide to methods and applications, Academic Press Inc., San Diego. pp. 315-322.
- 27) 山浦篤 (1955) *Allium* 属における種間交雑より得られた植物およびその後代の染色体数. 染色体 25-26: 894-898.
- 28) Yanagino, T., E. Sugawara, M. Watanabe and Y. Takahata (2003) Production and characterization of an interspecific hybrid between leek and garlic. Theor. Appl. Genet. 107: 1-5.
- 29) 財団法人日本食品分析センター編 (2001) 分析実務者が書いた 五訂 日本食品標準成分表分析マニュアルの解説. 中央法規出版. pp. 131-138.