＜平成19年度＞

染色体工学手法による，有用な形質を持った香辛野菜シャロットの品種育成

谷口　成紀・小野　靖憲・Hoa Vu Quynh・執行　正義
（山口大学農学部）

1. はじめに

タマネギ（*Allium cepa*）やニンニク（*A. sativum*）をはじめとするネギ属植物は，健康機能性の面で非常に注目されている作物である。昨今の機能性食品への関心の高まりや予防医学的概念の浸透を受けて，その機能性の強化や風味に優れる新しい品種の作出が望まれている。有用な形質をもつ品種の作出方法には，従来から行われている交雑による育種方法や遺伝子組み換えによる方法などがある。前者は育種に時間がかかるという問題があり，また，後者では法的規制が厳しい事や，消費者の理解が得られていないという問題がある。そこで，育種の効率も高く，法的な規制も無く，さらに，消費者の理解も得られる育種法として染色体工学手法がある。染色体工学とは染色体操作ともいわれ，染色体の削除や添加などの数的変異体を作出することであり，近縁種の染色体を添加することなどにより有用な遺伝子を栽培種へ導入する方法である。染色体の削除や添加などの現象は，種によっても異なるものの自然界においても数%程度の割合で発生することが知られており，生態系へのリスクがないとされている。我々は，タマネギと近縁な植物であるシャロット（*A. cepa* Aggregatum group）にネギ（*A. fistulosum*）の染色体を導入することにより，従来のシャロットには無い有用な形質を持つ植物を多数作出した（Hang et al., 2004）[1]。そこで今回，それらの植物材料の中から，優れた健康機能性を有する個体を選抜し，品種の安定化，機能性の評価など，優良個体の選抜に関する研究を行った。なお，健康機能性とは，長鎖フルクタンによる腸内環境，免疫の維持・改善や，含硫化合物による血流改善の効果効能を指し，これらの成分の含有量が高く，また，食用に適した個体が選抜できれば，新しい健康食品の素材として，生食用の生鮮野菜として利用できる可能性も生まれると期待される。

2. 材料および方法

2.1　実験材料

東南アジア諸国由来のシャロット［南方系シャロット（shallot from various countries）と表記］27系統（**Table 1**，**Fig.1**），シャロットとネギの複二倍体（AAFF），複二倍体にシャロットを戻し交雑して作出した異質三倍体（AAF，**Fig.2**），その異質三倍体からネギ染色体が一本欠失させた削除系統（AAF-1F，AAF-4F，AAF-8F，**Fig.2**）および異質三倍体にシャロットを戻し交雑してネギ染色体を全て脱落させたシャロット（AA）を供試した。栽培は，山口大学附属農場内ガラス温室で行った。

2.2　植物材料の特性評価

栄養成長期にあたる秋期～春期における各植物材料の分げつ性，葉数および葉身長を調査した。

2.3　機能性成分の評価

各植物材料のりん茎から健康機能性に係わる‘含硫化合物［システインスルホキシド；S-alk（en）yl cysteine sulfoxide（CSO）］’，‘フ

Table 1　Shallots from various countries used in this study

Plant No.	Origin	Names of shallot lines	ACSO	Sugar	Flavonoid
1	Vietnam	Xuan Lai 1 Thanh Hoa	A	A	A
2		Xuan Lai 2 Thanh Hoa	A	U	U
3		Vu Van Vu Thu Thai Binh	A	A	A
4		Nghia Dao Thuan Thanh Bac Ninh	A	A	A
5		Mai Dinh Hiep Hoa Bac Giang	A	U	U
6		Tien Thang Phuc Yen Vinh Phuc	A	U	U
7		Dang Xa Gia Lam Hanoi	A	U	A
8		Tu Cuong Thanh Mien Hai Duong	A	U	A
9		Thanh Hoa City Thanh Hoa	A	U	A
10		Bac Ninh City Bac Ninh	A	A	A
11		Lieu Xa Yen My Hung Yen	A	U	U
12		Hiep Hoa Kinh Mon Hai Duong	A	A	A
13		An Phu Kinh Mon Hai Duong	A	A	A
14		209 S Ho Chi Minh VN	A	U	U
15		118-4 Tien Giangs S VN	A	U	U
16		117-2 S Ho Chi Minh VN	A	U	U
17		Hue 1-1 S	A	A	A
18	Thailand	Shallot 18-5	A	A	U
19	Republic of the Philippines	Phillipine Brow	A	A	A
20	East Timor	Indonesia Red Dilli	A	A	A
21		Dilli White Indonesia	A	A	A
22		Red shallot Dilli	A	U	U
23	France	Grey Shallot Grigelle France	A	A	A
24	China	Yunhon China	A	U	U
25	Malaysia	Malaysia	A	U	U
26	Republic of Indonesia	Bantul self（e）6	A	A	A
27	Sri Lanka	Srilanka	A	U	U

A；analyzed，U；unanalyzed

ルクタン’および‘フラボノイド類’を抽出し，定性・定量を行った。CSO は，新鮮重量を測定したりん茎を電子レンジにより加熱して分解酵素を失活させたうえで，全重が加熱前の新鮮重量の 2 倍量になる純水とともに磨砕することで抽出した。10 分間の遠心分離（2.000 × G，室温）により上清を回収し，0.45 μm フィルター（関東化学株式会社，東京）によりろ過したものを抽出液とした。抽出液を，高速液体クロマトグラフィ（HPLC）分析による定性・定量に用いた。HPLC は，AQUASIL SS-1251-120（株式会社センシュー科学，東京）カラムを設置した，フォトダイオードアレイ検出器を有する三次元システム（LaChrom Elite，株式会社日立ハイテクノロジーズ，東京）を用い，検出波長を 220 nm とした。

フルクタンは，りん茎組織の 70%エタノール抽出物をもちいてチオバルビツール酸法（Percheron，1962）[2] に若干の修正を加えた Yaguchi et al.（2008）[3] の手法により定量を行った。また，高速陰イオン交換クロマトグラフィー（HPAEC）を用いたフルクタンの定性は Shiomi et al.（1997）[4] の手法により行った。

フラボノイド類は，りん茎組織の 70%エタノール抽出物をもちいて Masuzaki et al.（2006）[5] と同様の手法に従い分析を行った。なお，成分と食味の関連として，含硫化合物は辛味，フルクタンは甘味，フラボノイド類は苦味にそれぞれ対応すると考えた。

2. 4　市場野菜としての適性の検討

上述した形態・成分的特性が優れた材料を対象

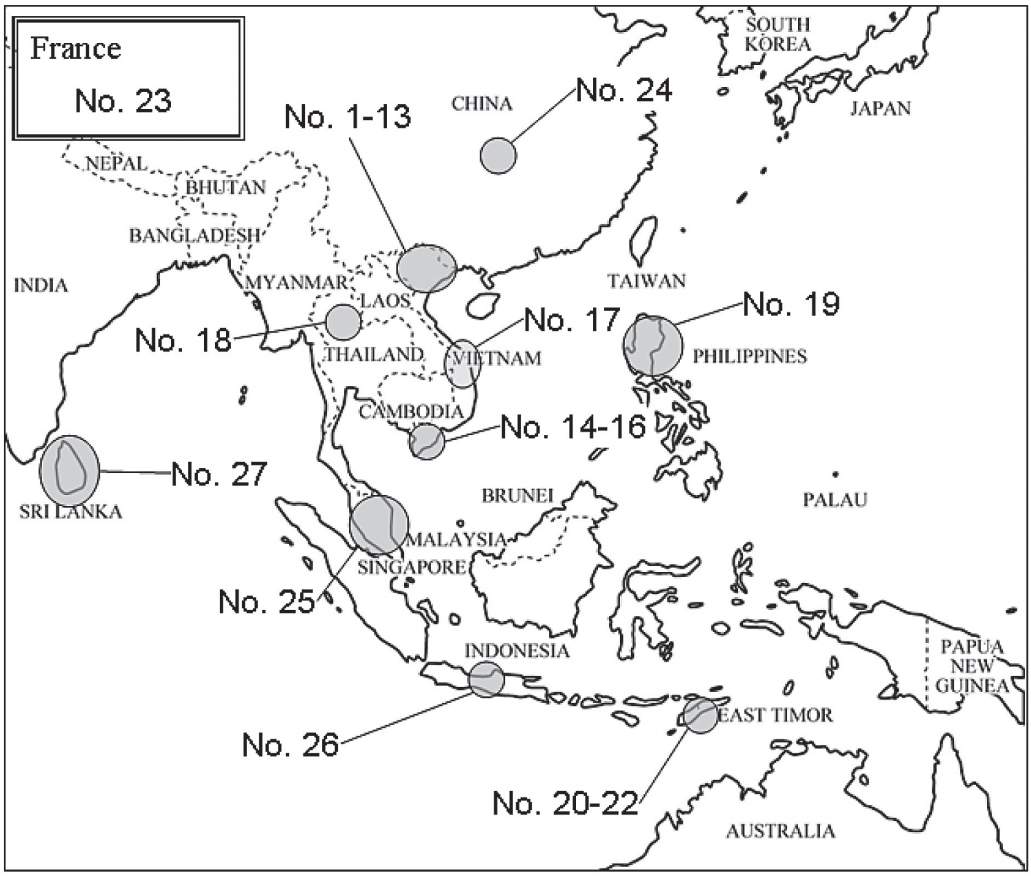

Fig.1　Origins of the shallots from various countries used in this study. The highlighted circles denote the origins of each shallot. Numbers show the shallot varieties summarized in **Table 1**.

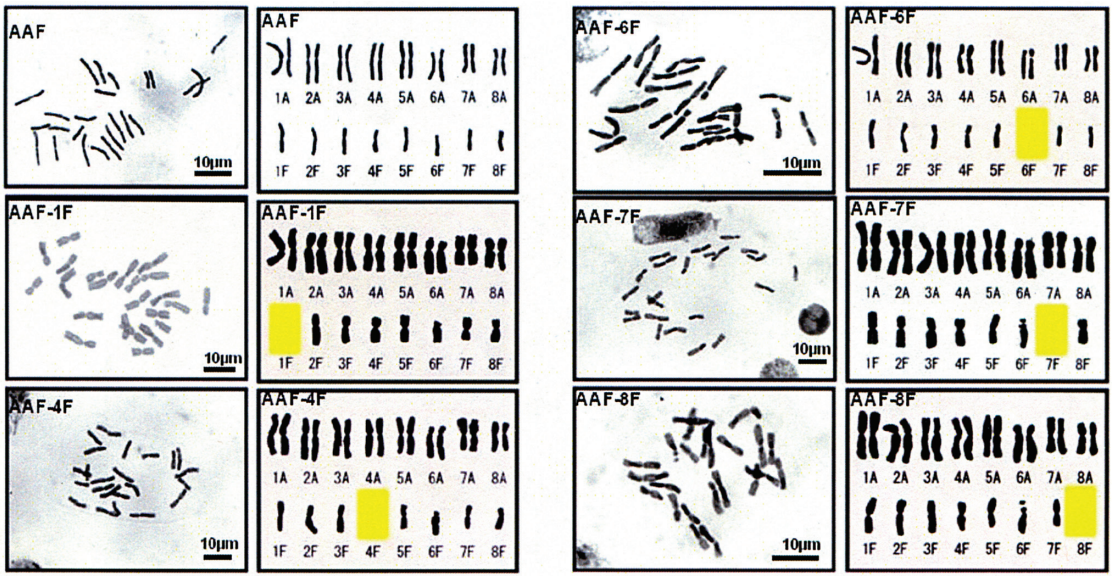

Fig.2　Somatic metaphase chromosomes of allotriploid（AAF; 2n=3x=24）and single-alien deletions（AAF-1F, AAF-4F, AAF-6F, AAF-7F, AAF-8F; 2n=3x-1=23）

として，市場に流通する野菜として適した形状の形成に関与する球肥大性の評価を行った。

3.　結果および考察

3. 1　植物材料の特性

調査した植物材料の分げつ性においては差がみ

られず，いずれの材料とも既存のシャロット品種と同程度の分げつ性を示した（**Table 2**）。一方で，分げつあたりの展開葉数は 3.7 ～ 6.0 枚とバラツキがみとめられた。ネギの 8F 染色体を欠く削除系統（AAF-8F）は展開葉数が多く，1F 染色体を欠く削除系統（AAF-1F）は展開葉数が少なかった。展開葉の葉身長を測定した結果，AAF-1F では平均 142.2 mm となり，その他の植物材料と比較しても有意に短いことが明らかとなった。また，シャロットとネギの複二倍体（AAFF），異質三倍体（AAF）および AAF-8F はシャロットよりも葉の展開速度が速く，さらに，葉身長も長く，旺盛な生育を示した。ネギ - シャロット単一異種染色体添加系統（FF＋1A-FF＋8A）の形態を調査した以前の研究（Shigyo et al., 1997）[6] において，シャロットの 8A 染色体を有するネギ系統（FF＋8A）は葉の展開速度が他の系統と比べて遅く，8A 染色体上に葉の展開速度を抑制する遺伝子が存在することが示唆されてた。近縁種である *A. fistulosum* と *A. cepa* の間では，それぞれの染色体は同祖染色体として存在することが知られており，シャロットの 8A 染色体上の葉の展開抑制に関する遺伝子は，ネギの 8F 染色体上にも存在すると考えられる。このことから，AAF-8F でみられた葉の旺盛な生育は，葉の展開抑制に係わる遺伝子を有する 8F 染色体が欠失したことに起因するのだろう。なお本研究では，植物材料を収集する期間が必要であり，栄養成長期の南方系シャロットの生育ステージがその他の植物材料とずれたので，南方系シャロットの分げつ性および展開葉の特性調査は実施できなかった。

3. 2　機能性成分

夏期に球肥大を起こし休眠した植物材料の中で，複二倍体（AAFF）を除いた材料のりん茎組織の機能性成分（CSO，フルクタンおよびフラボノイド）の分析を行った。ただし，獲得できたりん茎の数が 8 個と不十分であった AAF-4F においてはフラボノイドの，りん茎数が 6 個であった AAF-8F においては CSO とフラボノイドの分析は行わなかった。

調査した全ての植物材料から含硫化合物が検出され，その総量は 3.06 ～ 9.71 mg/g FW であった（**Fig.3**）。CSO としてメチル CSO（MeCSO），1- プロペニル CSO（PRENCSO），アリル CSO（AlCSO）の三種類が含まれることが確認された。これら三種類の CSO の中で，AlCSO は全ての系統で含有量が最も低かった（2.0 ～ 21.5%）。ネギとシャロットの異質三倍体（AAF）および削除系統（AAF-1F，AAF-4F）の CSO 含量をシャロット（AA）と比較した結果，PRENCSO 含量が有意に少ないことが認められた。このことから，ネギ染色体が添加されたシャロット系統は，添加されたネギ染色体上の何らかの遺伝子の働きを受けて，PRENCSO 含量が減少したと示唆された。南方系シャロットの ACSO 含量を個別に見ると，交雑により日本で作出されたシャロットと比較して少ない傾向にあったが（**Fig.4**），例外としてベトナム産の ‘Thanh Hoa City Bac Ninh’

Table 2　Leafing characteristics of plants observed

Genomic constitution	No. of lines	No. of tillers[z]	No. of leaves per tiller[z]	Leaf length (mm)[z]
AA（2*n*=16）	3	1.0 ± 0.0	5.3 ± 0.5	176.3 ± 4.1
AAFF（2*n*=32）	2	1.0	5.0	185.5
AAF（2*n*=24）	145	1.1 ± 0.0	5.1 ± 0.1	83.1 ± 2.3
AAF-1F（2*n*=23）	29	1.0 ± 0.0	3.7 ± 0.1	142.2 ± 5.6
AAF-4F（2*n*=23）	5	1.2 ± 0.2	4.7 ± 0.6	164.1 ± 9.6
AAF-8F（2*n*=23）	3	1.0 ± 0.0	6.0 ± 0.7	197.4 ± 31.7

[z] data are shown with mean ± standard error（if n ≧ 3）.

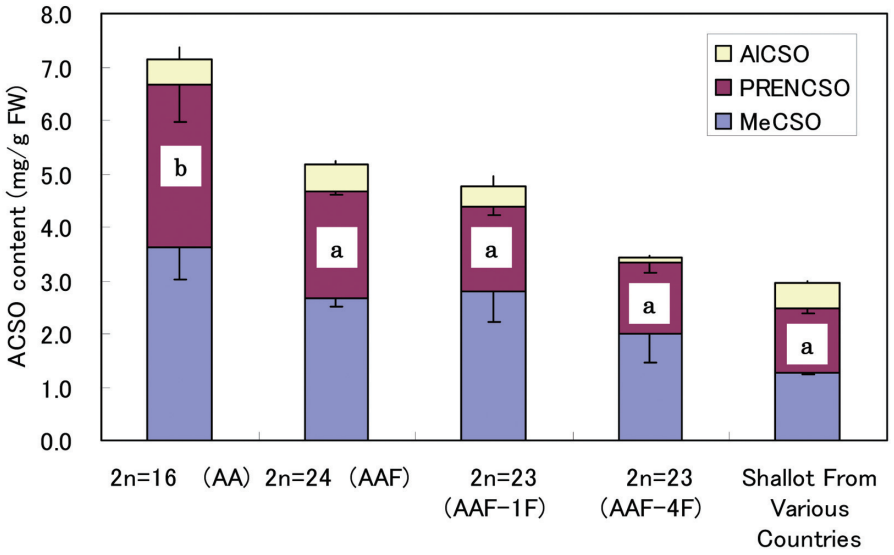

Fig.3 *S*-alk(en)yl cysteine sulfoxide (ACSO) content in the shallot (AA), allotriploid between shallot and *Allium fistulosum* (AAF), shallot - *A. fistulosum* single-alien chromosome deletion lines (AAF-1F and AAF-4F) and several shallot varieties from various countries. *Bars* denote the standard error (n = 3-13). AlCSO, PRENCSO and MeCSO show the *S*-2-propenyl cysteine sulfoxide, *S*-1-propenyl cysteine sulfoxide and *S*-methyl cysteine sulfoxide, respectively. Figures followed by the same letter in each plant materials are not significantly different in PRENCSO content at $P < 0.05$ according to Tukey's multiple range test.

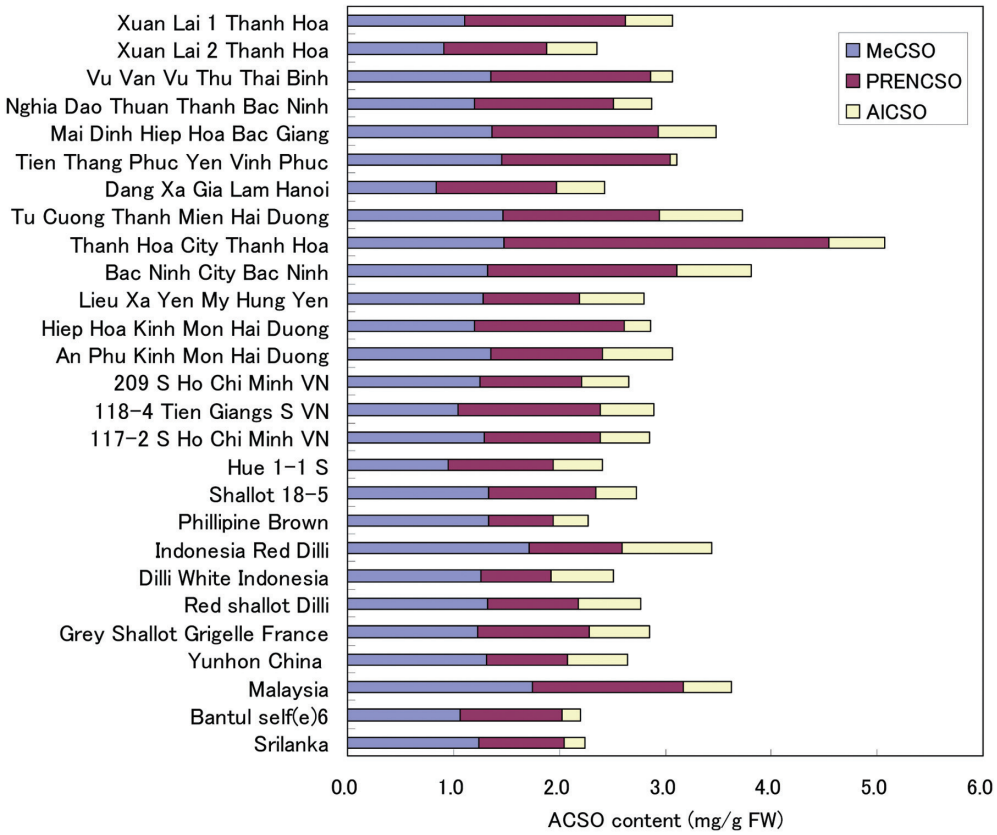

Fig.4 *S*-alk(en)yl cysteine sulfoxide (ACSO) content in the shallot from various countries. AlCSO, PRENCSO and MeCSO show the *S*-2-propenyl cysteine sulfoxide, *S*-1-propenyl cysteine sulfoxide and *S*-methyl cysteine sulfoxide, respectively.

（**Table 1**, No. 9）は非常に高い ACSO 含量を示した。南方系のシャロットは異なる国や地域でそれぞれ長年維持・栽培されてきたという背景をもつ。そのため，日本で栄養繁殖を繰り返して維持

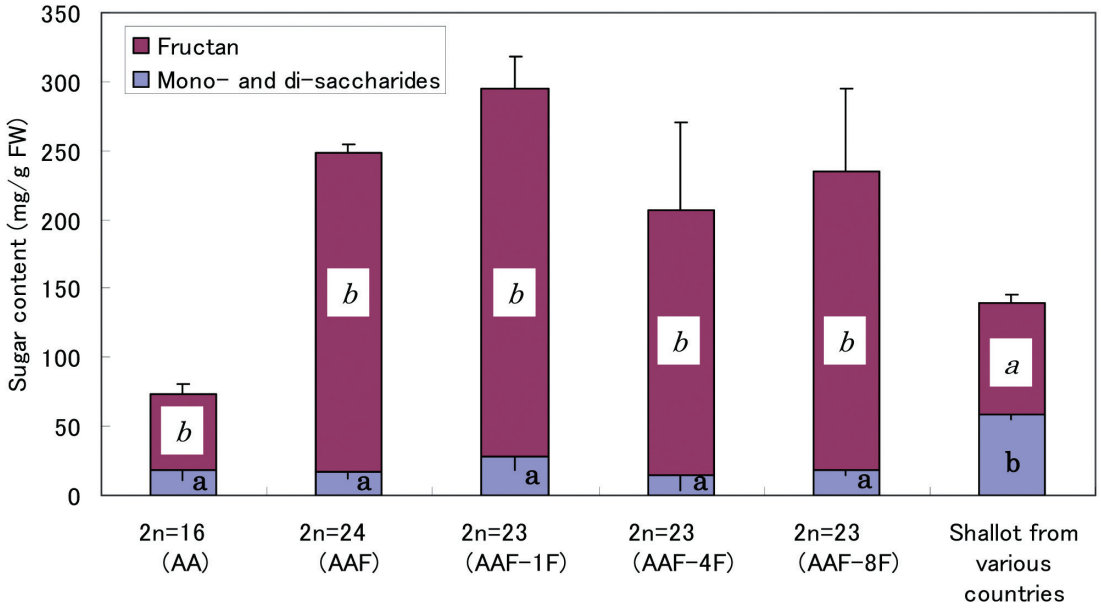

Fig.5 Sugar content in the shallot (AA), allotriploid between shallot and *Allium fistulosum* (AAF), shallot - *A. fistulosum* single-alien chromosome deletion lines (AAF-1F, AAF-4F and AAF-8F) and several shallot varieties from various countries. *Bars* denote the standard error (n = 2-13). Figures followed by the same italic face letters and bold face letters in each plant materials are not significantly different in mono-/di-saccharides and fructan content, respectively, at $P < 0.05$ according to Tukey's multiple range test.

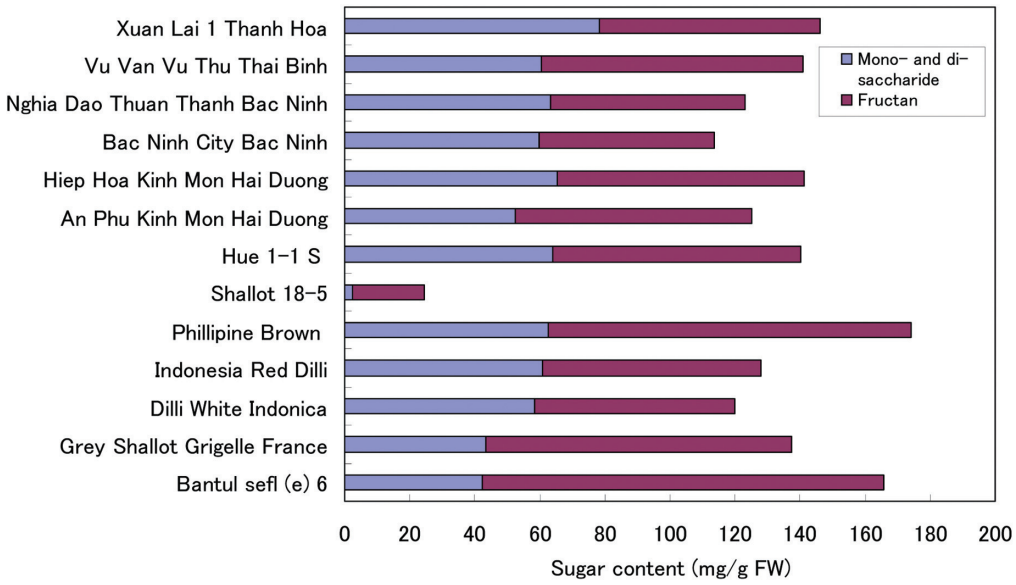

Fig.6 Sugar content in several shallot varieties from various countries.

されてきたシャロットの交雑実生（AA）とは異なる遺伝子突然変異を蓄積していると考えられる。このような遺伝的変異の影響により南方系シャロットの多くは低い ACSO 含量を示し，‘Thanh Hoa City Bac Nin’ は高い ACSO 含量を示したものと思われる。

糖およびフラボノイド類の分析に用いた 70% エタノール抽出物は，十分なりん茎数を獲得できない品種・系統に関しては準備できなかった（**Table 1**）。これらを除く全ての品種・系統について糖含量を測定した結果，シャロット（AA）と南方系シャロットはフルクタン含量が低く，ネギ染色体添加型シャロット（AAF，AAF-1F，AAF-4F，AAF-8F）はフルクタン含量が著しく高い傾向にあった（**Fig.5**）。また，単糖類（フルクトース）や二糖類（スクロース）といった重合

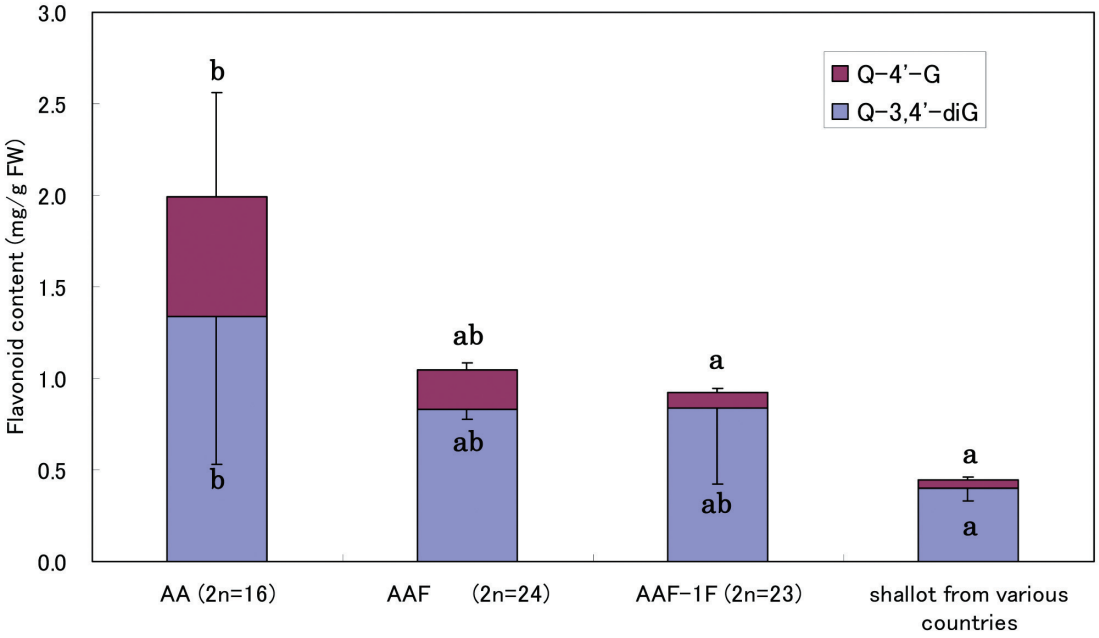

Fig.7　Flavonoid content in the shallot（AA), an allotriploid between shallot and *Allium fistulosum*（AAF), the shallot - *A. fistulosum* single-alien chromosome deletion line（AAF-1F）and several shallot varieties from various countries. *Bars* denote the standard error（n = 3-21). Figures followed by the same letter in each plant materials are not significantly different in each flavonoid content at $P < 0.05$ according to Tukey's multiple range test. Q-3,4'-diG; Quercetin-3,4'-digulcoside, Q-4'-G; Quercetin-4'-gulcoside.

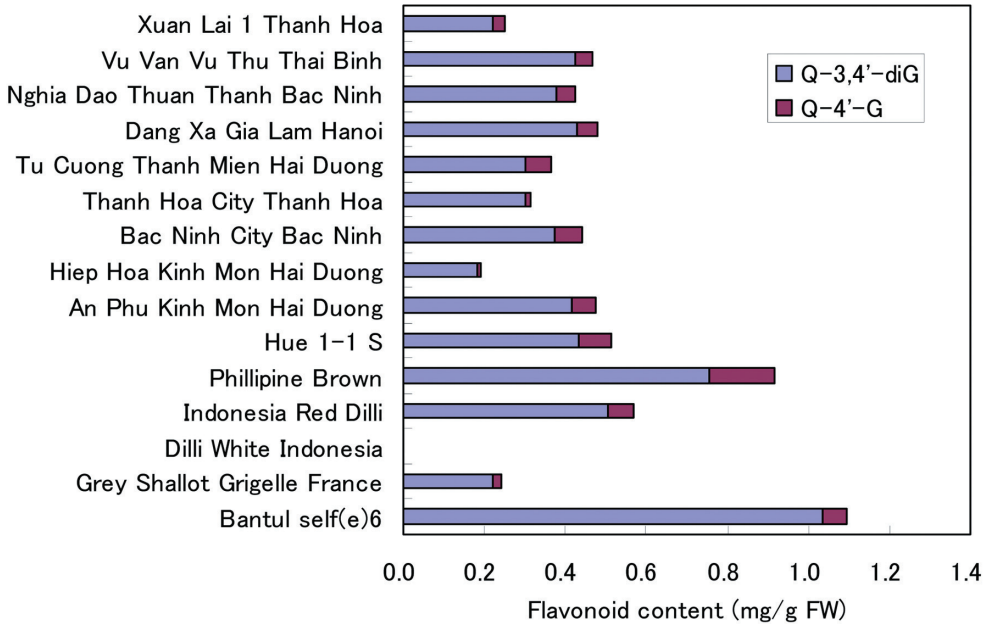

Fig.8　Flavonoid content in several shallot varieties from various countries. Q-3,4'-diG; Quercetin-3,4'-digulcoside, Q-4'-G; Quercetin-4'-gulcoside.

度の低い糖に関して，南方系シャロットが多く蓄積する傾向にあり，ネギ染色体添加型シャロットは逆に低い傾向にあった。HPAEC 分析により検出されたフルクタンは，重合度が 3 から 24 までの様々な鎖長をもっていたが，シャロットにおいては重合度 12 までのフルクタンしか検出されなかった。ところが，ネギ染色体添加型シャロットにおいては重合度 20 以上の長鎖フルクタンが検出された。ネギ染色体が添加されたシャロット系統は，添加されたネギ染色体上の外来遺伝子の働きを受けて，フルクタンの伸長反応を促進しながら含量増加するものと推察された。南方系シャロ

ットのフルクタン含量を個別にみると，含量が非常に少ないもの［Shallot18-5（‘Chang Mai’），30.0 mg/g FW］から多いもの［Bantul sefl（e）6，123.5 mg/g FW］まで様々であった（**Fig.6**）。Shallot 18-5を除けば，単糖類や二糖類といった重合度の低い糖の含量はほとんど同程度だった。フルクタンは植物に耐寒性を付与することが知られる貯蔵糖であるため，南方に適応したシャロットではあまり生産されず，むしろ，植物体の成長に欠かせない環元性の高い単糖類や二糖類を多く蓄積するのであろう。フラボノイド類の定性・定量を行ったところ，Quercetinの配糖体であるQuercetin-4'-gulcoside（Q-4’-G）および Quercetin-3，4'-digulcoside（Q-3，4’-diG）が主なフラボノイド類として検出された。2*n*=24（AAF）を示す異質三倍体においてはQuercetin-3-gulcosideを含む個体が複数認められた。配糖体化されていないQuercetinはシャロット（2*n*=16，AA）の個体でのみ検出された。Q-4’-GおよびQ-3，4’-diGともに南方系のシャロットでひくく，ネギとの交雑を通じて作出されたシャロット（2*n*=16，AA）は高い含量を示した（**Fig.7**）。ネギ染色体が添加された異質三倍体（AAF）および削除系統（AAF-1F）はともに南方系シャロットと交雑由来シャロット（2*n*=16，AA）の中間の含有量を示した。これらのことから，ネギ染色体を添加したシャロットでは添加染色体上の遺伝子の働きを受けてフラボノイド含量が減少することが示唆された。南方系シャロットのフラボノイド含量を個別に見ると，‘Dilli White Indonesia’においてはQ-4’-GおよびQ-3，4’-diGともに検出されなかったが，‘Phillipine Brown’や‘Bantul self（e）6’は比較的多くのQ-3，4’-diGを含有していた（**Fig.8**）。‘Phillipine Brown’や‘Bantul self（e）6’は，ACSO含量は少なく糖含量は高いという系統であり，‘食べやすさ’という観点からみた成分組成を考えると有望な系統であった。以上の結果から，シャロットにネギの染色体を添加することで辛味成分と苦味成分が少なく長鎖フルクタンを多く蓄積するシャロット系統を作出できることが明らかとなった。また，南方系シャロットの中にも辛味成分が少なくフルクタンを多く蓄積する系統が見出され，これらはタマネギ成分育種における育種素材としての利用が期待される。

3.3　新しい野菜としての市場性について

シャロットの市場野菜としての特性を評価するために，球が肥大し，休眠した植物材料の球直径および球肥大率を調査した。最大直径をシャロット（AA）と比較した結果，異質三倍体（AAF）と削除系統（AAF-1F）は有意に大きかった。一方で，削除系統（AAF-4F）は小さくなる傾向が

Table 3　Morphological data on bulbs of shallots and shallot - *Allium fistulosum* chromosome addition lines

Plant materials	Maximum bulb diameter (mm)[z]	Bulbing ratio[y]
AAF（2*n*=24）	31.72 ± 0.48c[x]	3.87 ± 0.05ab[x]
AAF-1F（2*n*=23）	31.66 ± 1.43c	4.77 ± 0.14b
AAF-4F（2*n*=23）	9.92 ± 0.44a	3.18 ± 0.08a
AAF-8F（2*n*=23）	15.85 ± 0.35ab	3.91 ± 0.16ab
AAFF（2*n*=32）	22.19 ± 2.06b	2.60 ± 0.24a
AA（2*n*=16）	19.75 ± 1.73ab	3.96 ± 0.14ab
shallot from various countries	13.26 ± 0.31ab	4.04 ± 0.09ab

[z] data are shown with mean ± standard error（n = 6-115）.
[y] bulbing ratio is expressed as the maximum bulb diameter divided by the minimum neck diameter in each plant with standard error（n = 6-115）.
[x] mean separation within columns by Tueky’s multiple range test（$P < 0.05$）.

Fig. 9　Bulbs of shallot and single-alien deletions. Scale bar = 1.5cm.

Table 4　Morphological data on bulbs of several shallot varieties from various countries.

From	Names of shallot lines	Maximum bulb diameter（mm）	Bulbing ratio[z]
Vietnam	Xuan Lai 1 Thanh Hoa	12.83 ± 0.76[y]	3.83 ± 0.16
	Xuan Lai 2 Thanh Hoa	12.70 ± 1.84	2.92 ± 0.70
	Vu Van Vu Thu Thai Binh	-	-
	Nghia Dao Thuan Thanh Bac Ninh	11.30 ± 0.75	3.51 ± 0.12
	Mai Dinh Hiep Hoa Bac Giang	12.5	5.21
	Tien Thang Phuc Yen Vinh Phuc	10.05 ± 1.34	4.27 ± 0.19
	Dang Xa Gia Lam Hanoi	14.13 ± 1.12	3.53 ± 0.11
	Tu Cuong Thanh Mien Hai Duong	12.10 ± 1.23	3.20 ± 0.17
	Thanh Hoa City Tanh Hoa	14.67 ± 0.57	3.26 ± 0.06
	Bac Ninh City Bac Ninh	12.60 ± 1.26	4.62 ± 0.34
	Lieu Xa Yen My Hung Yen	15.06 ± 0.60	4.77 ± 0.31
	Hiep Hoa Kinh Mon Hai Duong	13.33 ± 0.59	3.70 ± 0.24
	An Phu Kinh Mon Hai Duong	14.40 ± 0.42	3.49 ± 0.31
	209 S Ho Chi Minh VN	13.17 ± 0.78	3.83 ± 0.14
	118-4 Tien Giangs S VN	12.33 ± 0.60	3.80 ± 0.19
	117-2 S Ho Chi Minh VN	12.23 ± 0.82	3.61 ± 0.15
	Hue 1-1 S	14.30 ± 0.71	3.81 ± 0.03
Thailand	Shallot 18-5	14.70 ± 1.56	4.66 ± 0.39
Republic of the Philippines	Phillipine Brown	18.00	4.50
East Timor	Indonesia Red Dilli	16.85 ± 0.92	4.80 ± 0.60
	Dilli White Indonesia	20.30	3.90
	Red shallot Dilli	13.15 ± 0.64	3.98 ± 0.57
France	Grey Shallot Grigelle France	17.30 ± 0.57	4.99 ± 0.77
China	Yunhon China	20.70	5.45
Malaysia	Malaysia	9.70 ± 0.79	3.93 ± 0.28
Republic of Indonesia	Bantul self(e) 6	11.87 ± 1.17	5.59 ± 0.46
Sri Lanka	Srilanka	-	-

[z] bulbing ratio is expressed as the maximum bulb diameter divided by the minimum neck diameter in each plant with standard error（n = 6-115）.
[y] data are shown with mean ± standard error（if n ≧ 2）.
-；unanalyzed.

みられた（**Table 3, Fig.9**）。球肥大率はいずれの系統においても高い値を示し，シャロットと比較した場合でも有意に異なる系統はみられなかった。南方系シャロットの球に関する形態を個別に

みると，最大直径が小さい系統［‘Tien Thang Phuc Yen Vinh Phuc’（10.05 mm in diameter）および‘Malaysia’（9.70 mm in diameter）］から大きい系統［‘Dilli White Indonesia’（20.30 mm in diameter）および‘Yunhon China’（20.70 mm in diameter）］まで多様に存在していた。球肥大率はいずれの系統でも高い値を示し，肥大した部分と肥大しない部分の差が大きく明確な球を形成することが明らかとなった。したがって，AAF-4F および南方系シャロット‘Malaysia’を除く系統は，シャロットと同程度もしくはシャロットより大きい球を形成しており，東南アジアでの市場流通に十分耐えうる形態であると考えられた。また，近年，我が国においても小型野菜への需要が増加しつつあることから，消費者のニーズを受けた新規野菜としての需要も見込めるだろう。

4. ま と め

健康志向の高まりから，健康機能性を有するとされるネギ属は非常に注目されており，今後ニーズが更に増加すると考えられる野菜である。本研究において，タマネギと近縁なシャロットにネギの染色体を導入することにより，従来のシャロットの3倍以上のフルクタン含量を示し，辛味前駆物質含量を3～5割低減させた個体を作出することが出来た。本手法を用いることで，従来から行われてきた育種法を改良し，育種にかかる年限を短縮するだけでなく，非常に優れた機能性を有し，良食味を呈する新規ネギ属野菜の作出が可能となった。

謝　辞

本研究を行うにあたり，多大なご支援を賜りました財団法人浦上食品・食文化振興財団ならびに関係各位の皆様方に厚く御礼申し上げます。

文　献

1） Hang, T.T.M., Shigyo, M., Yaguchi, S., Yamauchi, N., and Tashiro, Y.（2004）Effect of single alien chromosome from shallot（*Allium cepa* L. Aggregatum group）on carbohydrate production in leaf blade of bunching onion（*A. fistulosum* L.）. Genes Genet. Syst. 79：345-350.

2） Percheron, F.（1962）Dosage colorimetrique du fructose et des fructofuranosides par l' acide thiobarbiturique. C. R. Acad. Sci. 255, 2521-2522.

3） Yaguchi, S., McCallum, J., Shaw, M., Pither-Joyce, M., Onodera, S., Shiomi, N., Yamauchi, N., and Shigyo, M.（2008）Biochemical and genetic analysis of carbohydrate accumulation in *Allium cepa* L. Plant Cell Physiol. 49, 730-739.

4） Shiomi, N., Onodera, S., and Sakai, H.（1997）Fructo-oligosaccharide content and Fructosyltransferase activity during growth of onion bulbs. New phytol. 136, 105-113.

5） Masuzaki, S., Shigyo, M., and Yamauchi, N.（2006）Direct comparison between genomic constitution and flavonoid contents in *Allium* multiple alien addition lines reveals chromosomal locations of genes related to biosynthesis from dihydrokaempferol to quercetin glucosides in scaly leaf of shallot（*Allium cepa* L.）. Theor. Appl. Genet. 112, 607-617.

6） Shigyo, M., Iino, M., Isshiki, S., and Tashiro, Y. (1997) Morphological characteristics of a series of alien monosomic addition lines of Japanese bunching onion（*Allium fistulosum* L.）with extra chromosomes from shallot（*A. cepa* L. Aggregatum group）. Genes Genet. Syst. 72, 181-186.

Breeding of a herb vegetable, shallot, possessing favorable characters via the use of chromosome engineering

Shigenori Yaguchi, Yasunori Ono, Hoa Vu Quynh and Masayoshi Shigyo
(Faculty of Agriculture, Yamaguchi University)

From the point of view in health-conscious, *Allium* crops, which possess several kinds of health-enhancing ingredients, are one of the noticeable vegetables. The demands for consumption of *Allium* crops would increase in the world. In the present study, several types of shallot (*Allium cepa* Aggregatum group) - *A. fistulosum* chromosome addition lines were produced via the use of chromosome manipulation. Those of chromosome-manipulated shallots successfully showed a high fructan pool size, which was more than three times the size of shallot average, and a low *S*-alk(en)yl cysteine sulfoxide (ACSO) contents compared with the shallot average. These results indicated that the breeding by means of chromosome engineering techniques could shorten the term of plant breeding and produce the new *Allium* vegetables possessing a large pool size of the health-enhancing component and good palatability traits.