

一般報文

トマト葉外植片カルス再生体およびその自殖後代植物の 形質評価と優良個体の選抜

北 宜裕*・豊田秀吉**・清水邦彦**・大内成志**

* 神奈川県園芸試験場
(〒259-01 神奈川県中郡二宮町二宮 1217)
** 近畿大学農学部
(〒577 東大阪市小若江 3-4-1)

組織培養系を利用し、トマトの優良系統作出の可能性を検討する目的で、葉外植片カルス再生体とその自殖後代植物について生育特性を調査した。再生植物体については、高 Brix 果実生産個体を選び、それらの自殖種子を得た。さらに、その種子から育成した自殖後代植物については、育苗日数、定植時草丈、花房あたりの着花数とその斉一性、着果率および果実の Brix 値を測定した。対照品種「福寿2号」を基準に、各個体の測定形質ごとに得点を与えて高得点個体を選抜したところ、14 個体の優良系統を得ることができた。これらの選抜個体の中には、全調査項目について対照品種と同等以上の値を示すものがあり、また、生育状態を草姿指数で評価した場合にも高い値を示す優良個体が含まれていた。以上のことから、トマトにおいても植物体再生系を利用した品種改良が可能であると考えた。

1. 緒 論

近年、トマトの品種改良に組織培養技術が利用されるようになってきたが¹⁾、これまでのところ実用化品種が育成された例は少なく、今後の応用研究の発展が期待されている。このような観点から、トマトの品種改良における組織培養系の有効性を検討するため、培養細胞から得た再生植物体やその自殖後代植物から優良個体が選抜できるかどうかについて調べることにした。筆者らは、これまで日本の主要トマト品種 23 品種について、その植物体再生条件を明らかにしてきたが^{2,3)}、本研究では、それらのうち「福寿2号」の葉外植片カルス再生体ならびにその自殖後代を用いて、優良品種育成のための個体選抜を試みた。

2. 材料および方法

トマト (*Lycopersicon esculentum* MILL) の栽培品種「福寿2号」から調製した葉外植片を、前報²⁾と同様の培養条件 (shoot 形成には 0.1 mg/l の indole-3-acetic acid と 1.0 mg/l の 6-benzylaminopurine を添加した Murashige-Skoog⁴⁾ 培地、発根誘導には植物ホルモン無添加の同培地を使用) のもとに培養し、カルス組織から再生植物体を得た。その再生植物体を温室で 4~5 日間馴化させたのち、ポットに移植し、草丈が 25~30 cm

に生育したところでは場に定植した。対照品種には「福寿2号」を用い、再生体と同一条件下で約 3 カ月間栽培して、再生植物体の生育状況と果実品質を調べた。

再生植物体から自家受粉によって得られた種子はポットに播種し、ガラス温室 (昼温 30.0℃, 夜温 12.8℃, 平均気温 21.4℃) 内で育苗した。第 1 花房の第 1 花が開花した時点で、同条件のガラス温室内に定植し、その後は慣行に従って栽培管理した。第 6 段花房が形成されたところで、その上位 2 葉を残して摘心し、以後約 3 カ月間栽培した。

再生植物体およびその自殖後代植物から優良個体を選抜するため、前者については果汁の可溶性固形物含量 (Brix, %) を、後者では以下に示す調査項目を設けた。特に、自殖後代における選抜では、各形質評価を客観的なものとするため、100 点満点とした得点方式を採用した。それぞれの得点算出方法は次の通りである。

(1) 育苗日数 (DT)

トマト栽培においては、一般に栽培積算温度が 1,500℃ に達すると第 1 花房の開花が始まるとされているので⁵⁾、本実験における育苗管理 (平均気温 21.4℃) では、70 日 (1,500/21.4≒70) が第 1 花房の到花日数と考えた。これに標準得点 (100 点) を与え、育苗日数がこ

れよりも短い早生個体については、70 からその個体の到花日数を減じた値を標準得点に加えた。また、標準日数より開花の遅れた個体については、その日数から 70 を減じ、標準得点から減点した。これらを暫定得点とし、各個体の最終得点は、最高暫定値を 100 とした場合の 100 分比でもとめた。

(2) 定植時の草丈 (HT)

定植時の草丈については、対照品種の草丈平均値およびその標準偏差値で与えられる範囲 (42.56~55.46 cm) を選抜目標とし、この範囲にあるものに最高得点 (100 点) を与えた。この範囲外の個体については、高いものはその測定値から 55.46 を減じた値、一方、低いものは、42.56 から測定値を減じた値を最高得点から差し引いて最終得点とした。

(3) 花房の着花数 (FN)

花房の着花数についても、対照品種における平均値とその標準偏差をもとめ、その範囲 (5.23~8.97) に入るものを選抜対象として最高得点 (100 点) を与えた。この範囲からはずれる個体の減点値は、草丈の場合と同様に算出したが、その値をさらに 10 倍して、個体間の得点差を明確にした。

(4) 着花数の変動度 (CV)

各花房間における着花数のばらつき程度を、変動係数 ((標準偏差/平均着果数)×100) で表わし、100 から変動係数を減じた値を各個体の得点とした。

(5) 着果率 (SR)

各花房の着果率 ((着果数/着花数)×100) の平均値を得点とした。

(6) Brix 値 (BX)

対照品種の Brix 平均値とその標準偏差値でもとめた

範囲 (4.9~6.3%) に入るものに、標準得点 (100 点) を与え、この範囲より高い Brix 値の個体を選抜対象として加点した。各個体に与える加点・減点値ともに 10 倍とし個体間の得点差を明確にしたが、それらの算出法ならびに最終得点の算出法は育苗日数の場合と同様である。

(7) 草姿指数 (AI)

茎葉の繁茂状況や生育バランス、各花房における果実の着生状態や果形などを調べ、草姿指数を設けて、総合的な評価を行った。まず、草勢が著しく弱く、ほとんどが奇形果でそろいが悪く、実用性がまったく認められない個体には指数 0、つぎに、草勢が弱いかあるいは強過ぎ、奇形果が多く実用性のない個体には指数 1、上記よりも果形が優れ、やや実用性が認められる個体には指数 2、さらに、草勢が安定し、奇形果が少なく実用性が認められる個体には指数 3、そして、受光体制に優れ、草勢は安定し、果形にも乱れが少なく、実用性の高い個体には指数 4 を与えた。

3. 結果および考察

(1) 再生植物体からの選抜

トマト品種「福寿 2 号」葉外植片カルスから得た再生植物体 17 個体を、第 4 花房の上位 2 葉を残して摘心し、自殖後各花房の果実が収穫に達した時点でそれらの果実 Brix を測定した (Fig. 1)。その結果、再生植物体の Brix は、対照品種よりも大きな変動幅をもつものの、全体として高い値を示す傾向が認められた。果実の Brix は、特にトマトの場合、味の指標として重要であり、その高低は商品的価値を左右するものと考えられている⁷⁾。本実験結果は、再生植物体から高 Brix 果実を生産する優良個体が選抜できる可能性を示唆するもので

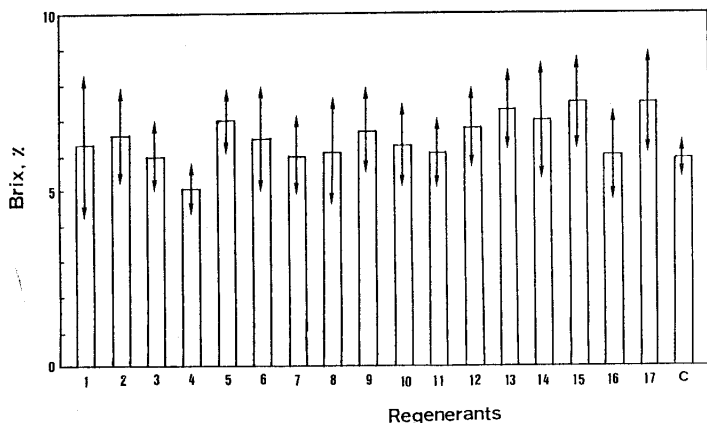


Fig. 1. Brix values of fruits produced by leaf-callus derived regenerating of tomato (*L. esculentum*, cv. Fukuju No. 2).

あるが、Brix 値そのものは栽培環境要因によっても変動するので、真に優良個体を選抜するためには、その形質が後代に伝えられていることを確認しなければならない。そこで、次の実験では、17 再生個体の中から、果汁 Brix が 6.3% を越える 11 個体を選抜し、それらの自殖後代における検定を試みた。

一般に、植物の培養系を利用した変異選抜法には、培養時に各種薬剤を添加して薬剤耐性細胞のみを選抜する方法と、再生体あるいはその後代植物で変異体を選抜する方法とがある⁹⁾。本実験のように、後者の選抜法を用いた場合には、特定変異形質のみを効率よく選抜できないが、後代植物で種々の形質を同時に検定できる利点がある⁹⁾。このような点を考慮し、自殖後代では Brix 以外の諸特性についても選抜することにした。

(2) 自殖後代植物からの選抜

さきに選抜した再生植物体 11 個体の果実から得た種

子を播種し、130 個体の自殖後代植物体を育成した。これらの個体について生育特性を調査し、それぞれの調査項目において最高得点域に属する個体を選抜した。その選抜結果については次のように要約できる。

1) 育苗日数と定植時の草丈による選抜 検定個体には、対照品種 (70 日, 得点 84.0) より育苗日数の短い早生個体が 94 個体存在し、また、この中に定植時の草丈が対照品種と同範囲 (得点 100) にあるものが 73 個体存在した (Fig. 2-A)。定植時の草丈斉一性に関しては、対照品種と同レベルの個体を選抜目標としたので、上記 73 個体から特に育苗日数の短い個体 (Fig. 2-A の最高得点域) 4 個体を早生品種育成母系として選抜した。

2) 着花性および着果率による選抜 各花房における着花数とその花房間の斉一性ならびにその後の着果率については、トマトの生産性に直接関わる重要な特性であり、均一な着花性と高い着果率をもつことが望ましい。

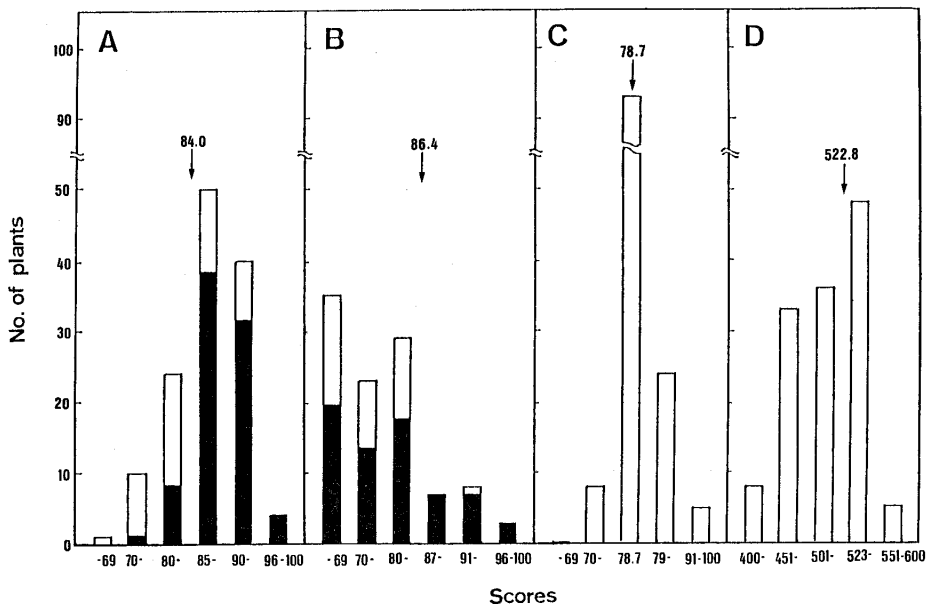


Fig. 2. Distribution of numbers of plants showing different classes of scores calculated for six selection characteristics among self-pollinated progenies of regenerated tomato plants.

Days required from sowing to planting (DT), height of seedlings at planting (HT), average numbers of flowers per flower clusters (FN) and the coefficient of variation (CV), fruit set rates of 6 flower clusters (SR), and Brix of fruits (BX) were surveyed for the selection.

A; DT. Black columns represent the numbers of plants showing the same scores for HT as control plants (*L. esculentum* cv. Fukuju No. 2). B; SR of plants which had the same scores for FN as control plants. Black columns represent the numbers of plants showing higher scores for CV than control plants. C; BX. D; Total scores for six selection characteristics. Numbers in the figure represent scores of control plants.

そこで、まず着花数が対照品種と同レベルにある 105 個体を選び、さらに着果率が対照品種 (得点 86.4) より高い値を示す 18 個体を選んだ。このうちの 17 個体は、花房間着花数変動係数が対照品種より小さい (すなわち、着花斉一性が高い) 個体であった (Fig. 2-B)。これらの中で、最高得点域 (得点 96 以上) に属する 3 個体に関しては、上記の選抜目標を十分に満足する優良個体と考え、高度生産品種育成母系として選抜した。

3) Brix による選抜 Brix は、果実の糖類やアミノ酸、有機酸含量の指標であって、高品質系統を作出する上で極めて重要な検定項目である⁷⁾。そこで、130 個体の自殖後代植物について第 1 花房果実の Brix を調査したところ、70% 以上の個体が対照品種と同レベル (得点 78.7) を示し、約 20% にあたる 37 個体は、明らかに対照品種より高い値を示した (Fig. 2-C)。特に、最高得点域 (得点 96 点以上、Brix で 7.9~9.0%) に属する 5 個体は、親の再生体果実で得られた高 Brix 値 (7.2~7.5%) をよく継承しており、高品質品種育成母系として選抜した。

4) 総合得点および草姿指数による選抜 全検定個体について、上記項目別得点を合計した総合得点を検定したところ、対照品種 (総合点、522.8) よりも高い総合得点を示すものが 53 個体存在し、そのうち 5 個体が最高得点域 (551~600 点) にあった (Fig. 2-D)。なかでも、No. 17141, 12122 および 11244 の 3 個体については、高度生産性品種育成母系としてすでに選抜されており、総合的にも実用性の高い系統であると考えられた。

筆者らは、総合的な生育評価法として各個体に草姿指数を与えたが、これは各個体の立毛の状態を評価するものである^{5,6)}。本研究では、特に受光体制、草勢および果形の良否を総合的に判定し、指数が 3 以上のものを実用化可能な個体であると判断した。上記 5 個体のうち、No. 11244 と 12124 が草姿指数 4 を示した。また、

両者の項目別得点は、それぞれ、DT=87.4, 94.1 (84.0); HT=98.5, 98.5 (100); FN=100, 97.4 (100); CV=100, 84.0 (73.7); SR=96.4, 100 (86.4); BX=76.4, 78.7 (78.7); Total=558.7, 552.7 (522.8) (括弧内の数字は、対照品種の得点を示す) で、いずれの項目についても、対照品種と同等もしくはそれ以上の得点を示した。以上の結果から、この 2 系統を総合優良個体として選抜した。

以上のように、本研究ではトマト葉外植片カルスから得た再生植物体およびその自殖後代植物を栽培し、それらの生育特性、品質特性を基準として優良個体を選抜した。本研究で採用した生育特性は、栽培上特に重要と考えられる項目に限っており、必ずしも十分な選抜基準ではないかもしれないが、各調査項目について対照の「福寿 2 号」より優れた個体が選抜できたことは、組織培養技術の利用によるトマトの優良個体選抜の可能性を示すものと考えている。今後は、本実験で選抜した優良系統を固定化し、農業上有用なトマト品種の育成に貢献することとする。

文 献

- 1) Evans, D. A., W. R. Sharp, 1983. Science, **221**: 949-951.
- 2) 豊田秀吉, 大形 浩, 松田克礼, 茶谷和行, 平井篤造, 1985. 植物組織培養, **2**: 70-73.
- 3) 豊田秀吉, 清水邦彦, 宋 英 凱, 大内成志, 1987. 植物組織培養, **4**: 41-42.
- 4) Murashige, T., F. Skoog, 1962. Physiol. Plant., **15**: 473-497.
- 5) 藤井健雄, 1947. “蔬菜園芸学総論”, p. 249-293. 養賢堂, 東京.
- 6) 熊沢三郎, 1956. “総合蔬菜園芸各論”, p. 129-154. 養賢堂, 東京.
- 7) 飯野久栄, 大和田隆夫, 小沢百合子, 山下市二, 1982. 食総研報, **40**: 71-77.
- 8) 若狭 暁, 1981. 植物の化学調節, **16**: 103-117.
- 9) 豊田秀吉, 1986. 組織培養, **12**: 119-123.

Summary

Selection of High Quality Strains of Tomato from Callus-derived Regenerants and Their Self-pollinated Progenies

Nobuhiro KITA,* Hideyoshi TOYODA,** Kunihiko SHIMIZU** and Seiji OUCHI**

* Kanagawa Horticultural Experiment Station, Ninomiya 1217, Ninomiya-machi, Naka-gun, Kanagawa 259-01, Japan

** Faculty of Agriculture, Kinki University, Kowakae 3-4-1, Higashiosaka 577, Japan

Some characteristics of self-pollinated progenies of leaf-callus regenerants of tomato were examined to select marketable strains of higher qualities. These progenies were selected on the basis of scores given to each plant for several characteristics and the growth appearance index. As a result, 14 plants were selected out. These selected plants showed i) shorter periods for raising seedlings, ii) more constant flowering and higher fruit set rates, iii) higher Brix of fruits, and iv) better well-branched growth appearance than control plants from which regenerants were originally derived. These results suggest that callus-derived regenerants could be used for the improvement of tomato cultivars.