

原著論文

リンゴカラムナータイプ系統の樹体生育・果実生産特性^{†1}

猪俣雄司・工藤和典・増田哲男・別所英男・和田雅人・鈴木邦彦^{†2}

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構
果樹研究所リンゴ研究部
020-0123 岩手県盛岡市下厨川

Growth and Fruit Productivity Habits of Columnar Type Apple Selections

Yuji INOMATA, Kazunori KUDO, Tetsuo MASUDA,
Hideo BESSHO, Masato WADA and Kunihiko SUZUKI

Department of Apple Research, National Institute of Fruit Tree Science
National Agriculture and Bio-oriented Research Organization
Shimokuriyagawa Morioka, Iwate 020-0123, Japan

Summary

One-year-old apple trees of seven selections of columnar-type growth characteristics on grafted Marubakaido (*Malus. prunifolia* Bork. var. *ringo* Asami) and those of 'Fuji' on grafted M.9EMLA were planted at National Institute of Fruit Tree Science in Morioka, Japan to evaluate tree growth, flower bud formation and fruit productivity.

In regard to tree growth, selections of six-year-old seven columnar-type apple trees showed the typical columnar tree shape with tree width of 54 cm to 78 cm. Tree heights were extremely different, varying from 1.8 m to 4.6 m. The tree canopy area per six-year-old apple tree ranged from 0.2 m² to 0.6 m², and tree volumes were from 0.6 m³ to 2.6 m³. Great differences in trunk cross-sectional area, the number of shoots with a length of more than 10 cm and total shoot length were also observed among the selections of columnar-type apple trees. Although all columnar-type apple trees studied were more compact than 'Fuji', the degree of compactness and branching pattern were different depending on the selections of the columnar-type apple trees.

Seven columnar-type apple trees showed the differences in the number of flower buds, and tendency of alternate bearing character was emphasized in the selections with many flower buds.

The fruit yield of the selections of columnar-type apple trees increased gradually after bearing as three- or four-year-olds, but total fruit yield of the seven columnar-type apple trees were lower than that of 'Fuji'.

The fruit productive efficiency per the trunk cross-sectional area of the seven columnar-type apple trees was lower than that of 'Fuji'. Great differences were observed in fruit productive efficiency per tree canopy

^{†1} 果樹研究所業績番号：1331
(2003年12月10日受付・2004年3月1日受理)
本報告の一部は平成11年度園芸学会春季大会で発表した。

^{†2} 現 東京農業大学短期大学部

area or tree volume. The fruit productive efficiency of most of the columnar-type apple trees was higher than those of 'Fuji' in the year with many fruits, and some columnar-type apple trees had almost same efficiency as 'Fuji' in the year with few fruit. The fruit of columnar-type apple trees were small, with low Brix % and high acid compared to the 'Fuji'.

In conclusion, it is considered that apple trees with columnar type growth habit were worth for the reduction of labor in orchards. Therefore, improvement of cultivated managements and back-crossing of the present columnar-type apple trees should be important issues.

Key words: apple, columnar type, tree growth, flower bud formation, fruit productivity

緒 言

我が国のリンゴ産業は、外国産リンゴの輸入や生産者の高齢化などの問題に直面しており、これまでよりも省力・低コストな栽培技術の確立が望まれている。

リンゴ栽培において、省力・低コスト化を図るためには、機械化や低樹高化などをさらに推進することが重要であり、このためには、わい性台木の利用とともに樹冠構造の小さい生育特性を示すリンゴ樹の利用も有効と考えられる。

側枝の発生が少なく、節間が短いことなどが特徴的なカラムナータイプ（円筒形樹姿）のリンゴ樹は1960年代に発見され（Fisher, 1969）、高密植栽培や受粉樹への適用、並びに鑑賞植物などとしての有用性が指摘されている（Tobutt, 1985）。これまでにカラムナータイプ樹に関する生育特性の報告例は少なく（Hongyiら, 1998）、しかも一部の登録品種に関する報告である。また、現在までに発表されている品種は、果実品質や耐病性などが劣るものが多く、経済栽培されるに至っていない。

近年、カラムナータイプの生育特性を維持しつつ、優れた果実品質特性を兼ね備えた実用品種の育成が一部の国で取り込まれつつあることから（Brown, 1995）、我が国の栽培条件下でのカラムナータイプ樹の生育・果実特性の解明や利用技術を開発することの意味は大きいと考えられる。

そこで、本研究では、カラムナータイプの生育特性を示す7系統の選抜実生を用いてそれらの樹体生育、花芽着生並びに果実生産性について検討を行った。

材料および方法

1. 供試品種および本数

研究材料には、果樹研究所リンゴ研究部がカナダから

導入したカラムナータイプ7系統の実生（'8C-7-20'、'8C-9-111'、'8C-14-8'、'8H-5-3'、'8H-6-4'、'8H-9-1'、'8S-60-74'）および対照品種として'ふじ'を供試した。これらの系統は、カラムナータイプ品種'ウイジック'の後代系統である。供試本数は、カラムナータイプが各系統とも5樹、'ふじ'は10樹とした。なお、2000年10月下旬の強風の影響で'ふじ'の試験樹の大半が倒木したため、'ふじ'についての調査は1999年で中止した。

2. 栽植方法および樹体管理

カラムナータイプの各系統は、1994年5月中旬にマルバカイドウ台木に切り接ぎを行い、1年間苗圃で育成後、1995年4月中旬に圃場に定植した。なお、試験圃場の土壌は腐食に富む黒色火山灰土で有効土層は約50cmである（福田ら, 1987）。'ふじ'には、M.9EMLA台木を使用し、1996年4月中旬に台木部が約10cm地上部（地下部約10cm）に出るように定植した。

カラムナータイプ系統の栽植距離は樹間0.5m、列間5mの南北植えとし、主幹先端を切り戻さない1本主幹整枝とした。'ふじ'は、樹間2.5m、列間5mの南北植え、樹形は樹高約3.5mの主幹形整枝とした。

カラムナータイプ系統の摘果程度は、'ふじ'と同様に果実の着果間隔を約20cmに1果を目安として決定し、生育調節剤散布や葉摘みなどの着色管理は一切行わなかった。また、新梢の夏季せん定を行わず、せん定は冬季に枝の混みあった部分を間引く程度の弱せん定とした。樹冠下の除草は手除草とした。これ以外の管理については一般の慣行法にしたがって行った。

3. 調査項目

2年生樹（1995年）から7年生樹（2000年）までの経時的な樹体生育および果実生産特性について調査した。

樹体生育調査は、樹高、樹冠幅、樹冠占有面積、樹冠

容積，4～6年生樹における接ぎ木20cm上部の幹断面積，2年生以上の枝（新梢を当年に生育中の枝とし，落葉後を1年生枝とした）10cm当たりの花芽着生数の年次変化，2～4年枝の枝齡毎10cm当たりの花芽着生数の比較，10cm以上の1年枝の発生本数および総伸長量，1年枝の節間長，せん定枝重量（新鮮重）について行った。なお，樹冠占有面積は，列間および樹間の最大樹冠幅を測定し，楕円形の公式から面積を算出した。樹冠容積は，コラムナータイプの樹姿が円筒形であることから，樹冠占有面積に樹高を乗じ算出し，‘ふじ’については，樹姿を三角錐と仮定し，樹冠占有面積と樹高から三角錐の公式を用いて算出した。

果実生産性調査は，着果開始時から7年生樹までの樹毎の収穫量，果実重，屈折計示度，果汁酸度（リンゴ酸含量換算），後期落果率について調査した。また，各区毎に樹冠占有面積，樹冠容積，接ぎ木20cm上部の幹断面積あたりの果実生産性についても検討を行った。

結 果

1．樹体生育特性

試験樹の樹高，樹冠幅，樹冠占有面積，樹冠容積および幹断面積について第1表に示した。6年生樹の樹高は，対照の‘ふじ’が4.40mであったのに対し，コラムナータイプ系統は2.78～4.59mであった。コラムナータイプ系統の樹冠幅は42～68cmとなり，‘ふじ’の362cmよりも明らかに狭かった。6年生樹のコラムナータイプ各系統の1樹あたり樹冠占有面積は0.18～0.59m²（‘ふじ’12.52m²），樹冠容積は0.64～2.61m³（‘ふじ’18.28m³）となり，系統間に差がみられた。幹断面積も樹高や樹冠幅と同じ傾向を示し，コラムナータイプ7系統間に差がみられた。また，‘ふじ’と比べると，3年生樹まではさほど大きな差はなかったものの，4年生樹以降は‘ふじ’より小さい値を示した。

長さ10cm以上の1年枝の発生本数および総伸長量もコラムナータイプ7系統間で差がみられ，樹冠の大きい系統ほどその本数と伸長量が多い傾向があった（第2表）。また，7年生樹における30cm以上の側枝本数は，コラムナータイプ系統では5～13本，‘ふじ’では25本であった（第1図）。1年枝の節間長について，‘ふじ’とコラムナータイプの生育の強い‘8H-9-1’と生育の弱い‘8S-60-74’の2系統を比較した結果，第2図に示したように，コラムナータイプ2系統の方が明らかに短かった。

コラムナータイプの7年間のせん定枝累積重量は，樹

冠占有面積，樹冠容積の大きな樹勢の強い系統ほど多かったが，‘ふじ’と比べると極端に少なかった（第3図）。

2．花芽着生特性

5～7年生樹の花芽数の着生状況を第4図に示した。コラムナータイプ7系統間の着生花芽数に差がみられるとともに，6年生樹で花芽数の増えた‘8C-7-20’，‘8H-5-3’並びに‘8S-60-74’においては翌年の花芽数が著しく減少した。また，花芽数の少ない‘8C-9-111’と‘8C-14-8’では花芽数は減少しなかった。枝齡別の花芽数は，第5図に示したように，2または3年枝の花芽着生数が多く，4年枝では減少した。

3．果実生産特性

コラムナータイプ各系統は，第3表に示したように，3年生樹または4年生樹から初結実し，その後増加傾向がみられたが，各系統ともに強い隔年結果性を示した。また，系統間によって樹当たりの収量に大きな差が認められた。一方‘ふじ’では，4年生樹から初結実し，樹齡が進むにつれて収量は増加した。コラムナータイプ各系統について，10a当たりの植栽本数を500本植えと仮定した場合（4m×0.5m植えと仮定）の10a当たり収量を計算すると，多着果した6年生樹で0.5t（‘8C-14-8’）～2.4t（‘8S-60-74’）となり，‘ふじ’（2.9t/10a）よりも低く算出された。少着果であった5年生樹は0t（‘8C-7-20’など4系統）～0.4t（‘8H-5-3’など2系統）と極端に少なく算出された。

4～7年生樹の幹断面積当たりの累積収量に及ぼす影響を第6図に示したが，1樹当たりではコラムナータイプ各系統は‘ふじ’よりも極端に低かった。第7図には5および6年生樹の幹断面積，樹冠占有面積並びに樹冠容積当たりの収量を示した。幹断面積当たり収量は，コラムナータイプ各系統は，少着果年（5年生樹），多着果年（6年生樹）ともに‘ふじ’よりも極端に少なかった。樹冠占有面積当たり収量は系統間で大きな差があり，多着果年では多くの系統で‘ふじ’と比べて高く，少着果年でも数系統（‘8C-7-20’，‘8S-60-74’）で‘ふじ’程度かそれ以上の収量を示した。樹冠容積当たり収量は，樹冠占有面積当たりの場合と同様の傾向を示した。

4．果実品質特性

果実品質に関する特性について第4表に示した。果実重は，4年生および6年生樹のコラムナータイプ系統は約150～250gとなり，系統間で差がみられた。また，

Table 1. Tree growth of 7 columnar-type on Marubakido and 'Fuji' on M.9EMLA.

	Tree age (year old)					
	2	3	4	5	6	7
Tree height (m)						
8C-7-20	1.19 ± 0.11 ^z	1.73 ± 0.20	2.47 ± 0.06	2.87 ± 0.36	3.57 ± 0.05	3.90 ± 0.04
8C-9-111	1.71 ± 0.02	2.45 ± 0.07	3.10 ± 0.05	3.68 ± 0.06	4.42 ± 0.04	4.73 ± 0.02
8C-14-8	1.16 ± 0.07	1.64 ± 0.10	2.05 ± 0.10	2.31 ± 0.10	2.78 ± 0.07	3.01 ± 0.04
8H-5-3	1.50 ± 0.11	2.06 ± 0.12	2.80 ± 0.12	3.31 ± 0.10	3.89 ± 0.10	4.31 ± 0.09
8H-6-4	1.04 ± 0.03	1.48 ± 0.04	1.99 ± 0.06	2.33 ± 0.06	2.91 ± 0.09	3.26 ± 0.09
8H-9-1	1.49 ± 0.04	2.38 ± 0.07	3.19 ± 0.08	3.78 ± 0.08	4.59 ± 0.08	5.01 ± 0.09
8S-60-74	1.26 ± 0.16	1.83 ± 0.18	2.42 ± 0.18	2.91 ± 0.16	3.58 ± 0.17	4.07 ± 0.16
Fuji	-	2.83 ± 0.03	3.71 ± 0.03	4.56 ± 0.17	4.40 ± 0.09	-
Tree width (cm)						
8C-7-20	4 ± 2	13 ± 4	35 ± 3	33 ± 1	45 ± 4	59 ± 3
8C-9-111	17 ± 3	34 ± 2	41 ± 2	58 ± 9	68 ± 3	79 ± 6
8C-14-8	10 ± 2	27 ± 4	39 ± 5	37 ± 2	64 ± 7	58 ± 1
8H-5-3	5 ± 2	28 ± 4	54 ± 5	57 ± 5	65 ± 3	78 ± 2
8H-6-4	2 ± 0	11 ± 2	37 ± 4	37 ± 2	53 ± 2	60 ± 5
8H-9-1	7 ± 2	29 ± 3	41 ± 4	48 ± 4	60 ± 8	68 ± 9
8S-60-74	5 ± 2	17 ± 2	27 ± 2	29 ± 3	42 ± 2	54 ± 3
Fuji	-	124 ± 7	238 ± 7	300 ± 9	362 ± 12	-
Occupied area (m ²)						
8C-7-20	0.00 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.11 ± 0.01	0.11 ± 0.01	0.26 ± 0.02	0.33 ± 0.02
8C-9-111	0.02 ± 0.00	0.12 ± 0.00	0.21 ± 0.01	0.34 ± 0.02	0.59 ± 0.03	0.87 ± 0.04
8C-14-8	0.01 ± 0.00	0.12 ± 0.01	0.14 ± 0.02	0.15 ± 0.01	0.35 ± 0.02	0.42 ± 0.03
8H-5-3	0.00 ± 0.00	0.07 ± 0.00	0.29 ± 0.01	0.35 ± 0.02	0.49 ± 0.03	0.89 ± 0.04
8H-6-4	0.00 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.10 ± 0.01	0.24 ± 0.01	0.30 ± 0.02
8H-9-1	0.02 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.14 ± 0.01	0.24 ± 0.02	0.37 ± 0.02	0.52 ± 0.03
8S-60-74	0.00 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.06 ± 0.00	0.07 ± 0.00	0.18 ± 0.01	0.27 ± 0.01
Fuji	-	1.51 ± 0.08	4.63 ± 0.33	7.86 ± 0.66	12.52 ± 1.02	-
Tree volume (m ³)						
8C-7-20	0.00 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.27 ± 0.02	0.30 ± 0.03	0.94 ± 0.05	1.29 ± 0.98
8C-9-111	0.04 ± 0.00	0.29 ± 0.02	0.64 ± 0.05	1.24 ± 0.97	2.61 ± 0.14	4.13 ± 0.35
8C-14-8	0.01 ± 0.00	0.11 ± 0.01	0.28 ± 0.02	0.34 ± 0.02	0.98 ± 0.08	1.26 ± 0.11
8H-5-3	0.00 ± 0.00	0.14 ± 0.00	0.82 ± 0.05	1.16 ± 0.08	1.91 ± 0.15	3.83 ± 0.23
8H-6-4	0.00 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.20 ± 0.02	0.22 ± 0.02	0.70 ± 0.06	1.01 ± 0.89
8H-9-1	0.03 ± 0.00	0.18 ± 0.01	0.44 ± 0.03	0.90 ± 0.08	1.71 ± 0.12	2.63 ± 0.22
8S-60-74	0.00 ± 0.00	0.04 ± 0.00	0.15 ± 0.01	0.20 ± 0.02	0.64 ± 0.04	1.09 ± 0.87
Fuji	-	1.40 ± 0.12	5.72 ± 0.05	12.09 ± 1.12	18.28 ± 1.18	-
Trunk cross-sectional area (cm ²)						
8C-7-20	1.5 ± 0.1	3.8 ± 0.4	8.0 ± 0.5	12.5 ± 0.7	18.2 ± 1.2	20.6 ± 1.6
8C-9-111	2.1 ± 0.1	6.0 ± 0.1	11.7 ± 0.3	18.0 ± 0.4	27.5 ± 0.7	39.5 ± 2.7
8C-14-8	1.6 ± 0.2	4.2 ± 0.2	7.1 ± 0.6	9.9 ± 0.9	13.5 ± 1.7	21.2 ± 1.6
8H-5-3	2.2 ± 0.3	5.8 ± 0.3	10.7 ± 1.0	17.6 ± 1.2	25.1 ± 1.5	35.6 ± 1.8
8H-6-4	1.0 ± 0.1	2.8 ± 0.1	5.1 ± 0.2	8.2 ± 0.5	12.7 ± 1.0	18.6 ± 1.6
8H-9-1	2.1 ± 0.2	7.3 ± 0.2	13.9 ± 0.9	21.4 ± 1.4	30.6 ± 2.3	42.1 ± 2.4
8S-60-74	1.3 ± 0.2	4.2 ± 0.3	8.4 ± 0.6	13.3 ± 1.5	17.1 ± 1.5	24.9 ± 2.5
Fuji	-	5.5 ± 0.3	14.5 ± 1.1	28.5 ± 0.8	40.2 ± 0.9	-

^z Average ± S.E.

Table 2. Number of shoots and total shoot length of 7 columnar-type on Marubakaidou and 'Fuji' on M.9EMLA.

	Tree age (year old)					
	2	3	4	5	6	7
Number of shoots (Total number more than 10 cm)						
8C-7-20	1 ± 0 ^z	2 ± 0	6 ± 0	4 ± 1	13 ± 2	14 ± 2
8C-9-111	4 ± 1	7 ± 1	13 ± 1	18 ± 1	29 ± 2	37 ± 2
8C-14-8	2 ± 0	5 ± 1	14 ± 1	16 ± 2	16 ± 2	28 ± 3
8H-5-3	1 ± 0	4 ± 1	14 ± 1	14 ± 1	16 ± 2	17 ± 1
8H-6-4	1 ± 0	2 ± 0	8 ± 0	7 ± 1	10 ± 2	9 ± 1
8H-9-1	2 ± 0	7 ± 1	17 ± 1	18 ± 3	22 ± 3	23 ± 2
8S-60-74	1 ± 0	4 ± 1	7 ± 1	9 ± 1	13 ± 2	11 ± 1
Fuji	-	16 ± 0	74 ± 4	185 ± 7	315 ± 35	-
Total shoot length (cm)						
8C-7-20	75 ± 10	128 ± 27	260 ± 28	346 ± 4	617 ± 54	576 ± 61
8C-9-111	184 ± 20	415 ± 39	743 ± 66	856 ± 38	1429 ± 67	1544 ± 96
8C-14-8	88 ± 12	196 ± 36	457 ± 26	503 ± 28	536 ± 78	878 ± 47
8H-5-3	88 ± 8	203 ± 25	606 ± 35	532 ± 34	715 ± 71	758 ± 54
8H-6-4	56 ± 4	68 ± 7	266 ± 37	250 ± 24	392 ± 50	340 ± 30
8H-9-1	135 ± 15	403 ± 55	754 ± 74	869 ± 91	1030 ± 119	1058 ± 75
8S-60-74	67 ± 11	172 ± 22	288 ± 26	375 ± 26	685 ± 83	536 ± 42
Fuji	-	1191 ± 68	5451 ± 5	9250 ± 505	9620 ± 1231	-

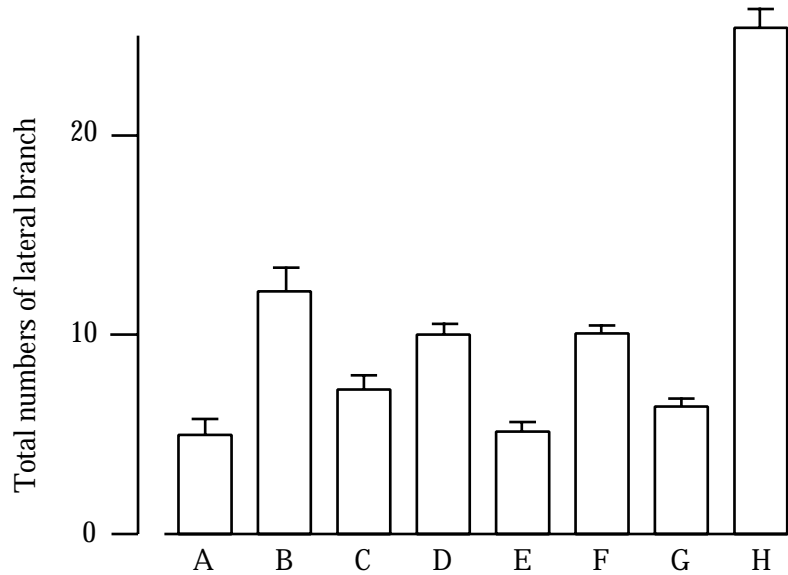
^z Average ± S.E.

Fig. 1. Total numbers of lateral branch more than 30cm in 7-year old trees.
 A:8C-7-20, B:8C-9-111, C:8C-14-8, D:8H-5-3, E:8H-6-4, F:8H-9-1,
 G:8S-60-74, H:Fuji
 Vertical bars represent S.E. of the means.

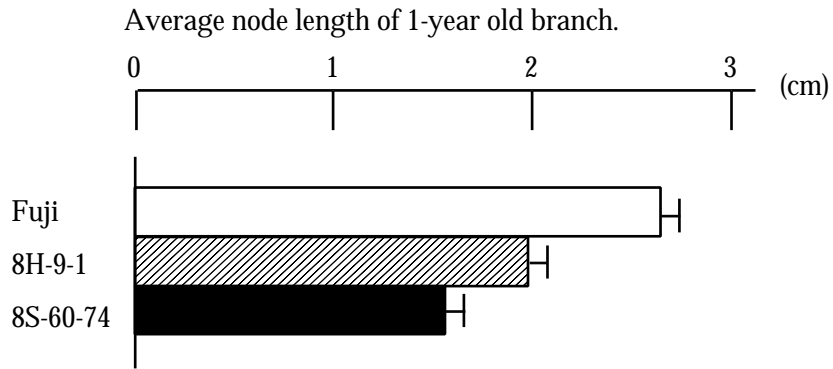


Fig. 2. Average node length of 1-year old branch in 2 columnar-type on Marubakaido and 'Fuji' on M.9EMLA . Vertical bars represent S.E. of the means. 1-year old branch indicates a shoot growing this year.

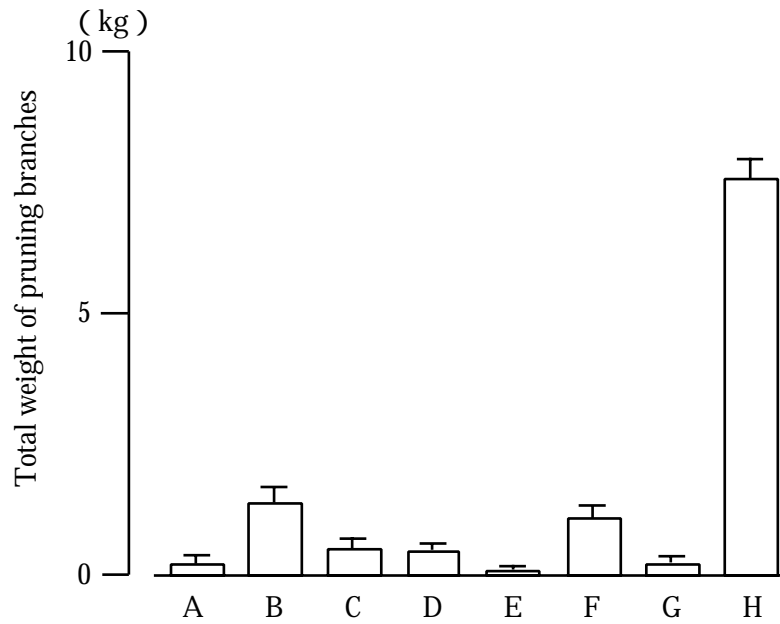


Fig. 3. Total weight of pruning branches between 7-years . A: 8C-7-20, B: 8C-9-111, C: 8C-14-8, D: 8H-5-3, E: 8H-6-4, F: 8H-9-1, G: 8S-60-74, H: Fuji Vertical bars represent S.E. of the means

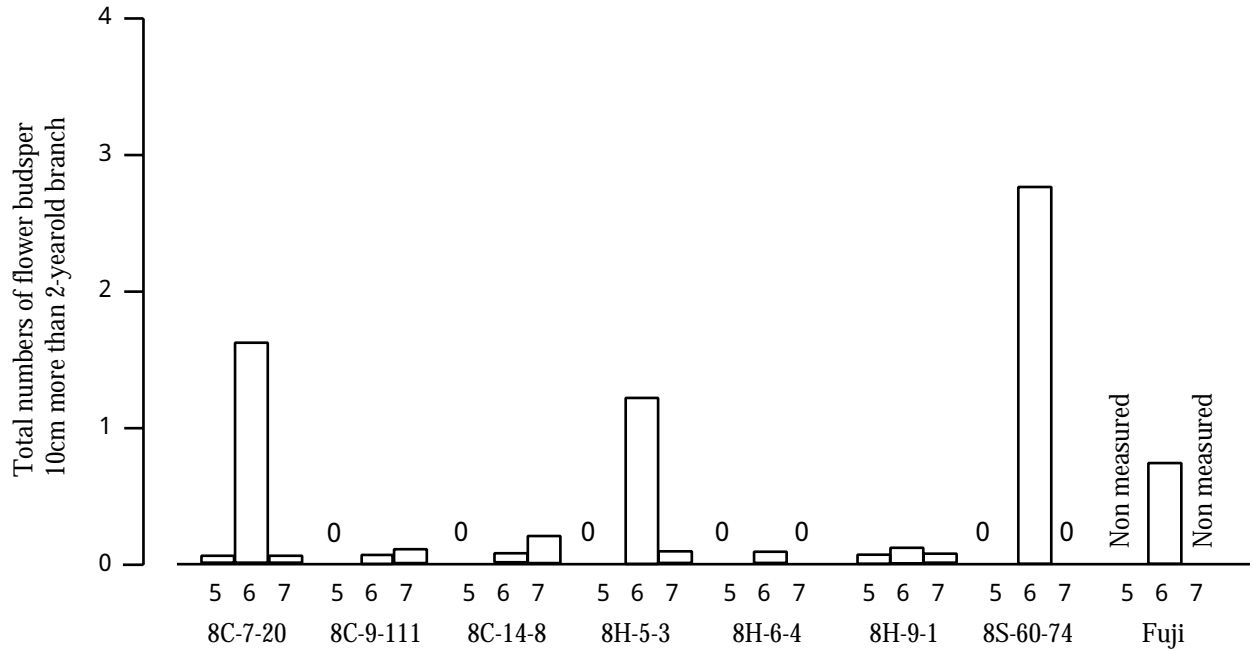


Fig. 4. The influence of columnar-type on total numbers of flower buds per 10 cm more than 2-year old branch from 5 to 7-year old trees.

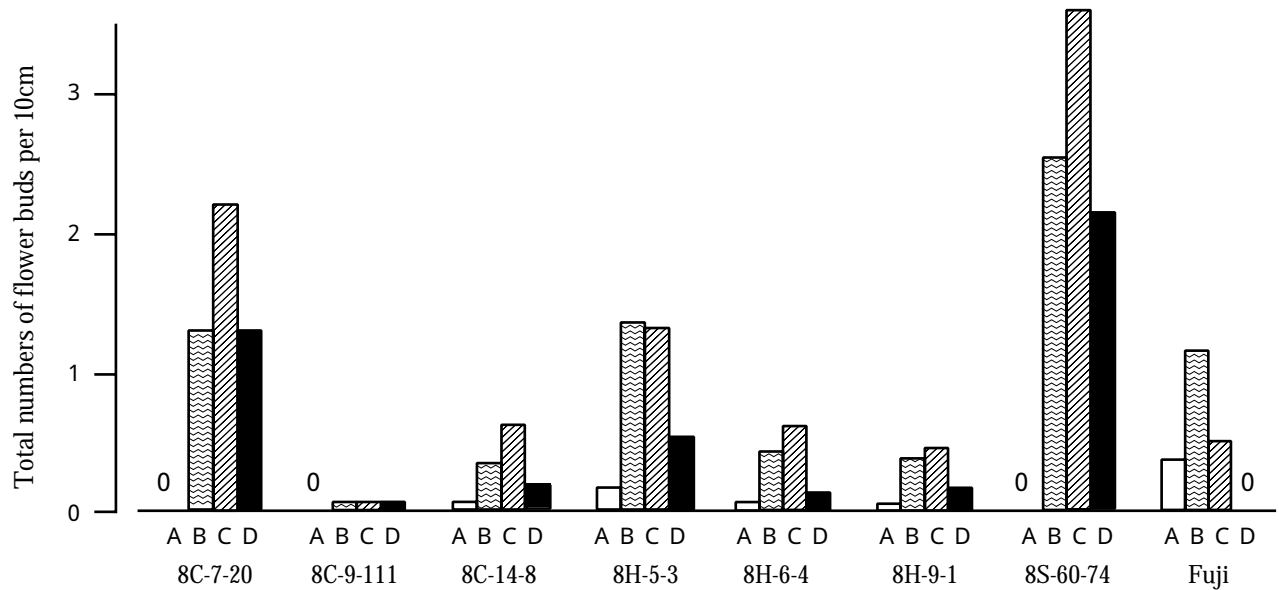


Fig. 5. The influence of columnar-type trees on total numbers of flower buds per 10 cm on each branch.
 A : 1-year old branch, B : 2-year old branch, C : 3-year old branch, D : more than 4-year old branch

Table 3. The influence of columnar-type on the yield per tree or 10a.

	Yield per tree (kg/tree)						Cumulative yield (kg)	Yield per 10a (kg/10a)						Cumulative yield (kg)
	Tree age (year old)							Tree age (year old)						
	2	3	4	5	6	7		2	3	4	5	6	7	
8C-7-20	0	0	0.6	0.1	2.9	0	3.6	0	0	280	48	1453	0	1781
8C-9-111	0	0	0.5	0.0	0.5	0	1.0	0	0	225	20	230	0	475
8C-14-8	0	0	0.1	0	1.0	0.4	1.1	0	0	70	0	474	218	544
8H-5-3	0	0.0	1.1	0.3	4.6	0.7	6.0	0	25	540	131	2280	369	2976
8H-6-4	0	0	0.3	0.1	1.3	0	0.7	0	0	170	63	645	0	878
8H-9-1	0	0.0	1.0	0.2	1.8	0.8	3.0	0	15	515	115	922	376	1567
8S-60-74	0	0	1.1	0	4.7	0	5.8	0	0	565	0	2366	0	2931
Fuji	-	0	2.9	11.1	28.9	-	42.9	0	0	286	1111	2895	-	4292

Yield was calculated the follow : 7 columnar type trees were planted at 4m × 0.5m.
(500 trees / 10a) and 'Fuji' trees were planted at 4m × 2.5m(100 trees / 10a).

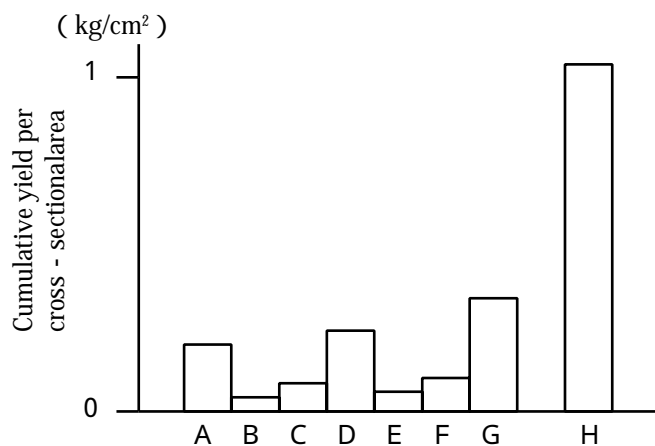


Fig. 6. The influence of columnar-type trees on cumulative yield per cross-sectional area.

A: 8C-7-20, B: 8C-9-111, C: 8C-14-8, D: 8H-5-3, E: 8H-6-4, F: 8H-9-1, G: 8S-60-74, H: Fuji

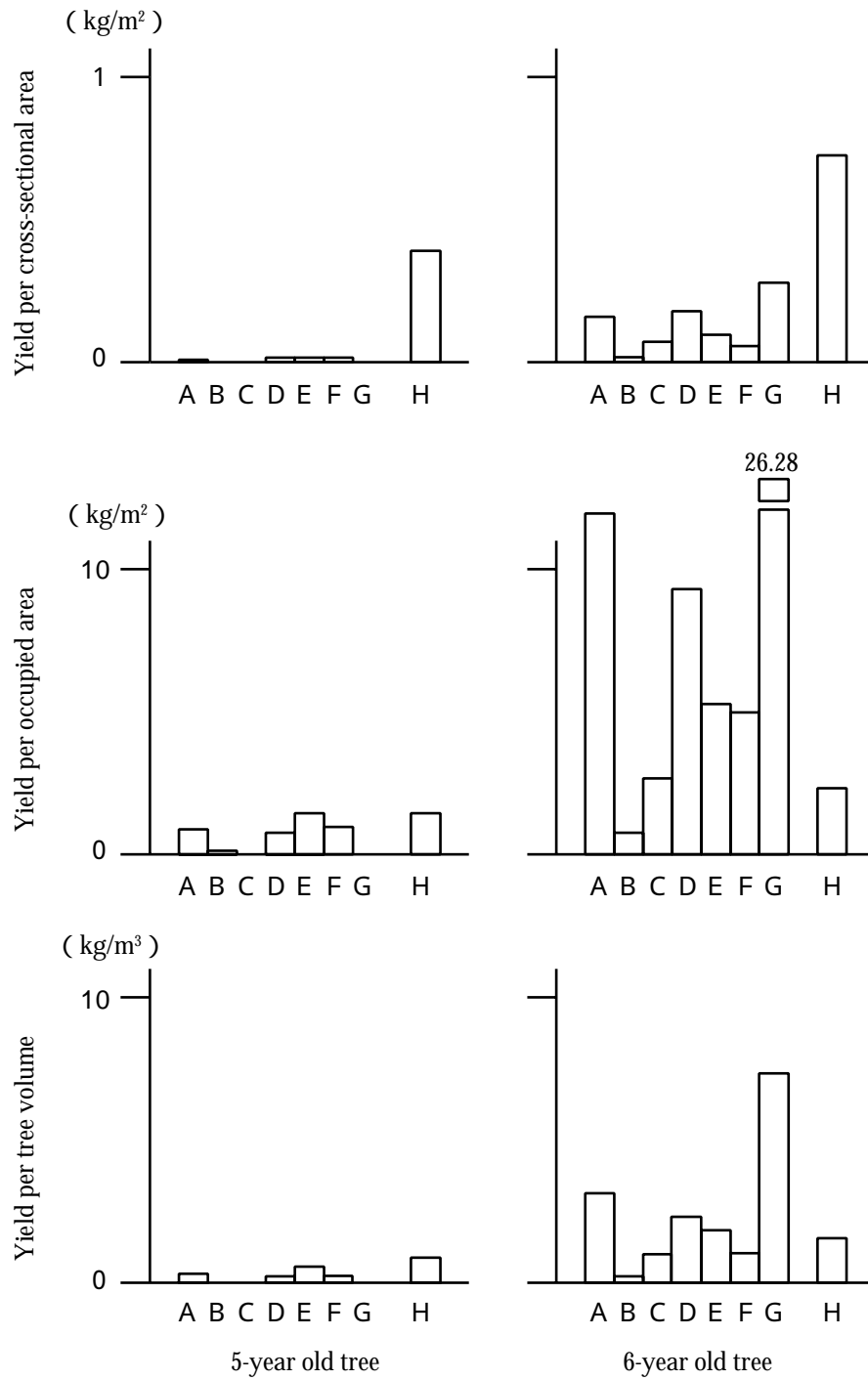


Fig. 7. The influence of columnar-type trees on the yield per cross-sectional area, occupied area and tree volume.
 A: 8C-7-20, B: 8C-9-111, C: 8C-14-8, D: 8H-5-3, E: 8H-6-4, F: 8H-9-1, G: 8S-60-74, H: Fuji

Table 4. The influence of columnar type on the fruit quality.

	4-year old trees				6-year old trees			
	Fruit weight (g)	Brix %	Acidity (g/100ml)	Preharvest drop (%)	Fruit weight (g)	Brix %	Acidity (g/100ml)	Preharvest drop (%)
8C-7-20	253 ± 22 ^z	9.9 ± 0.1	0.58 ± 0.02	36 ± 7	184 ± 5	11.0 ± 0.1	0.41 ± 0.01	39 ± 5
8C-9-111	189 ± 23	10.7 ± 0.1	0.78 ± 0.05	67 ± 8	147 ± 5	10.7 ± 0.1	0.56 ± 0.01	75 ± 16
8C-14-8	223 ± 10	10.4 ± 0.4	0.54 ± 0.01	66 ± 2	161 ± 7	11.9 ± 0.4	0.54 ± 0.02	39 ± 7
8H-5-3	235 ± 10	10.9 ± 0.2	0.75 ± 0.01	24 ± 5	203 ± 3	13.3 ± 0.1	0.52 ± 0.01	32 ± 4
8H-6-4	187 ± 19	10.5 ± 0.2	0.59 ± 0.01	25 ± 5	184 ± 1	11.1 ± 0.1	0.51 ± 0.01	36 ± 5
8H-9-1	206 ± 17	10.3 ± 0.2	0.58 ± 0.02	59 ± 10	167 ± 3	11.3 ± 0.1	0.47 ± 0.04	80 ± 10
8S-60-74	246 ± 7	9.6 ± 0.1	0.73 ± 0.01	27 ± 3	214 ± 4	10.7 ± 0.1	0.58 ± 0.02	34 ± 8
Fuji	332 ± 9	16.2 ± 0.2	0.47 ± 0.01	4 ± 2	310 ± 10	14.8 ± 0.3	0.39 ± 0.01	5 ± 1

^z Average ± S.E.

‘ふじ’の310gに対してカラムナータイプ全系統の果実重は小さかった。

屈折計示度および果汁酸度についても系統間で差がみられ、それぞれ9.6～13.3%、0.41～0.78g/100mlの範囲だった。また、‘ふじ’と比べると屈折計示度は低く、果汁酸度は高く、肉質、食味も劣った。

収穫前落果に関しては、各系統間で差はあるものの、全系統において毎年発生し、‘ふじ’より多かった。

考 察

近年の日本のリンゴ生産現場を取り巻く情勢は一段と厳しく、これに対応するための一つの手段として、省力技術の導入も重要と考えられている。リンゴ栽培においては、結実部位が低いほど作業能率が高まること(福田ら, 1975), わい性台木の利用による低樹高化(藤根, 1995; 畠山・藤根, 1995), 並びに整枝法の改善などの低樹高化による省力効果が実証されている(中田, 1983)。しかしながら、樹冠の広がらないカラムナータイプを利用すれば、わい性台木などを利用した低樹高による省力的な栽培や、栽植方法や整枝法の改善によって園地の機械化に向けた取り組みが行いやすいなどの利点が得られると考えられる。

本研究に用いたカラムナータイプ7系統は、植え付け初年度からLapins(1976)が指摘しているようにカラムナータイプの生育特性である円筒形樹姿を示し、6年生樹までの結果では、7系統とも樹冠幅が50cm前後にしか達しなかった。また、7系統のカラムナータイプ樹はマルバカイドウ台木を使用しているにも関わらず、‘ふじ’/M.9EMLA樹と比べて極めて樹冠構造の小さい樹姿を示すことが明らかとなった。

一般的に、リンゴの品種間には樹冠拡大や生育量に差があり、しかも、用いる台木の特性もこれらに影響を与える。そのため、リンゴ栽培の省力化には、樹体生育量に適した整枝法(倉橋・高橋, 1995)や栽植密度(塩崎, 1993)などを考慮することが必要である。今回の調査結果から、7系統のカラムナータイプ樹の樹冠拡大や生育量には大きな差があり、生育の強い系統と弱い系統のことが明らかになった。‘8C-14-8’, ‘8H-6-4’などのように側枝数が少なく樹勢の弱い系統では、マルバカイドウを用いた場合でも樹がコンパクトになりすぎ、経済樹齢の短縮や生産性の低下が懸念される。そのため、樹勢の弱い系統では実用性はないと考えられる。一方、強勢を示す‘8C-9-111’のように、7年生の時点ですでに樹高が5m近くまで達するような生育特性を示す系統では、わい性台木を用いて低樹高化を図ることが有効であると考えられる。すなわち、低樹高・狭い樹幅を利用した省力的な栽培を想定した場合には、ある程度の樹勢があり、生産力が高いカラムナータイプ樹が適していると考えられる。

‘旭’の突然変異体として発見された‘ウイジック’などのカラムナータイプ(Fisher, 1995)の系統は、これまでに強い隔年結果性を示すことが指摘され(今, 1998), 交雑育種によって隔年結果性を持たない新品種育成の試みが行われている(Tobutt, 1995)。本研究において、7系統のカラムナータイプ樹は、着果程度を‘ふじ’と同一にしたにもかかわらず、程度に差はあるものの、隔年結果性を示すことが明らかになった。カラムナータイプ樹では節間が普通タイプ品種よりも短いため、普通タイプ品種よりも葉が密生し、着果間隔を20cm毎に1果にした場合、葉果比はカラムナータイプの方が高くなると推定される。それにもかかわらず隔年

結果を引き起こしたため、実際にコラムナータイプ樹を栽培する場合、隔年結果性は大きな問題として残る。その解決には、隔年結果性の低い品種の育成、樹形改善やせん定時に側枝を誘引するなどの栽培技術面からの検討、また、強樹勢系統では、わい性台木の利用による花芽着生の促進も重要と考えられる。

果樹の生産力の判定には、花芽着生樹齢の早晩と着生程度が重要な要因となる。本研究に供試したコラムナータイプ7系統では、花芽着生に大きな差があることが明らかとなった。そのため、今後の課題として、花芽着生数の少ない系統では花芽の着生を促進する技術、および、隔年結果性を抑え、花芽着生を安定させる技術について検討していく必要がある。また、今回の供試系統では、花芽の着生は2または3年枝上に多く、4年枝上で減少する特性が明らかとなった。Hongyi (1998)らは、コラムナータイプ品種‘ウイジック’樹を用いて1～3年枝までの花芽着生数を調査し、3年枝が最も多いことを報告している。今回の供試7系統では、4年枝で花芽着生数の劣ることが明らかとなり、コラムナータイプ樹の整枝せん定では、側枝の更新を早めるなど2～3年枝を多く着生させるせん定方法の利用が必要と考えられた。

現在の主要品種である‘ふじ’の10a当たりの収量は、6年生樹(M.9台)の場合、栽植密度などの違いによって1.25 t (小原ら, 1983)から7.3 t (佐竹ら, 1983)までの報告があるが、最終的な数値目標は安定的な3 t前後の収量である。今回の試験でも、M.9EMLA台木の‘ふじ’の収量は2.9 tと、ほぼ目標値に達した。一方、コラムナータイプ樹の場合、強い隔年結果性が現れるとともに、多着果年でも0.5 t～2.4 t/10a、少着果年では0 t～0.4 t/10aと低い果実生産性を示した。使用台木がマルバカイドウであるため、わい性台木を用いた場合の検討がこれから必要であるが、新しい栽培技術を確立するためには、隔年結果性の防止技術の開発と10a当たりの低果実生産性を早急に改善することが極めて重要である。

Robinsonら(1991)は、果実生産効率の向上のためには光条件を中心とした樹冠の改善が必要であり、そのためには、コラムナータイプ樹利用の可能性のあることを述べている。今回の試験結果では、幹断面積当たりの収量について、1樹当たりではコラムナータイプ樹は‘ふじ’と比べて低かった。樹冠占有面積または樹冠容積当たりの収量については‘ふじ’よりも高い系統があった。これらの関係とコラムナータイプ各系統の樹勢との間には何の関連も認められなかった。コラムナータイプ樹における樹冠占有面積や樹冠容積当たりの果実生産効率が

相対的に高く評価されたのは、コラムナータイプ樹の側枝が水平方向に伸長しづらい円筒形の樹冠構造を有しているためであると考えられる。さらに、節間が短く、葉や果実が密に着生しているため、枝長当たりの着果密度が高くなる。そのため、結果的に樹冠占有面積または樹冠容積当たりの収量が多くなったと考えられる。樹冠占有面積または樹冠容積当たりの果実生産効率がかった系統では、その年の花芽着生が非常に良かったこと(猪俣ら, 1999)も要因の一つと考えられる。したがって、コラムナータイプ樹では、毎年花芽の確保・維持ができる栽培技術が確立されれば、樹冠占有面積、樹冠容積当たりの果実生産性を高くすることができると考えられる。Hongyiら(1998)は、0.6m×1mの高密植植えは高い生産性があることを述べており、今後、さらに適正な台木や整枝法、栽植密度を選択すれば、我が国においても、コラムナータイプ樹を利用した果実生産性の高い新規栽培技術が確立される可能性があると考えられる。

現在あるコラムナータイプ品種は、‘旭’の突然変異体である‘ウイジック’(Fisher, 1995)を交配親にしているため、果実品質は‘ふじ’よりも劣るものが多い。今回用いた系統では、‘8H-5-3’のように、ある程度屈折計示度の高い系統があったが、全体として‘ふじ’よりも小果、低屈折計示度、高酸度であった。この点に関しては、栽培的に改善するには限界があり、今後、高品質品種と交配するなど、育種的な方向から日本人の嗜好にあった品種を育成する必要がある。また、後期落果の問題については、育種的な方法からの改善とともに、植物生育調節剤も利用できる可能性があると考えられる。

以上のことから、供試したコラムナータイプ7系統は、7年生樹まで樹冠構造の小さい円筒形の樹姿を示し、低樹高化を目指した栽培法においては利用価値は高いと判断される。しかし、果実生産性や果実品質で色々な問題が残されている。したがって、今後コラムナータイプ品種を用いた省力栽培技術を確立するためには、実用価値の高い優良系統の選抜と安定的な花芽着生技術の確立や台木の選択や栽植密度の決定などが必要と考えられる。

摘 要

マルバカイドウに接ぎ木したコラムナータイプの生育特性を示すリング7系統の選抜実生と、並びにM.9EMLAに接ぎ木した‘ふじ’の樹体生育、花芽着生並びに果実生産性について比較検討した。

6年生樹のコラムナータイプ7系統は‘ふじ’に比較して樹冠構造の小さい円筒形の樹姿を示し、樹高が2.78

～4.59m, 樹冠幅が42～68cm, 1樹当たりの樹冠占有面積が0.18～0.59m², 並びに樹冠容積が0.64～2.61m³であった。また, 樹冠の大きい系統ほど幹断面積の値が大きく, 1年枝の発生数と総伸長量が多いなど, 系統間で生育差のあることが明らかとなった。

花芽着生数は, カラムナータイプの7系統間に差があり, 花芽着生の多い系統で隔年結果性が明らかになった。

3年生または4年生で初結実し, その後収量は増加したが, 系統間で大きな差があるとともに, ‘ふじ’ と比べて低いことが明らかになった。

幹断面積当たりの果実生産効率は‘ふじ’よりも劣った。樹冠占有面積または樹冠容積当たり果実生産効率は系統間に大きな差がみられたが, 多着果年においては多くの系統で‘ふじ’ と比べて高く, 少着果年でも多数系統は‘ふじ’ 程度の値を示すものがあることが明らかになった。

果実品質は, ‘ふじ’ と比べて小果, 低屈折計示度および高酸度であった。また, 収穫前落果が毎年みられた。

結論として, 現在あるカラムナータイプの品種は問題点が多いものの, 育種的, 栽培的な改善を行うことにより, カラムナータイプの生育特性を利用した省力栽培法の開発が可能になると考えられた。

引用文献

- 1) Brown, S. K. 1995. Apple breeding: Objectives, strategies and successes. *Compact Fruit Tree*. 27: 141-145.
- 2) Fisher, D. V. 1969. Spur-type strains of McIntosh for high density plantings. *British Columbia Fruit Growers' Association Quarterly Report*. 14: 3-10.
- 3) Fisher, D. V. 1995. The ‘Wijcik Spur McIntosh’. *Fruit Variety J.* 49: 212-213.
- 4) 藤根勝栄. 1995. 大規模リンゴ園の課題と対応技術. 東北農業研究. 別8: 55-68.
- 5) 福田博之・千葉和彦・久保田貞三・川村英五郎・山根弘泰. 1975. リンゴの収穫, せん定における大型作業機械利用に関する研究. 果樹試報. C 2: 43-72.
- 6) 福田博之・工藤和典・櫻村芳記・西山保直・瀧下文孝・久保田貞三・千葉和彦. 1987. わい性台木利用によるリンゴの密植栽培. 第1報. わい性台リンゴ樹の生産力. 果樹試報. C 14: 27-38.
- 7) 畠山俊行・藤根勝栄. 1995. 低樹高化によるリンゴ面積拡大の可能性. 東北農業研究. 48: 321-322.
- 8) Hongyi, D., W, Shanguang, Y. Shimei, W. Ran and Y. Xiumin. 1998. Study on the performance of columnar apple varieties. *J. Fruit Sci.* 15: 13-19.
- 9) 猪俣雄司・工藤和典・和田雅人・鈴木邦彦・増田哲男. 1999. リンゴカラムナータイプ樹における花芽着生特性. 園学雑. 68別2: 236.
- 10) 今 智之. 1998. カナダにおけるカラムナータイプりんご品種の育成. りんご技術. 58: 13-15.
- 11) 倉橋孝夫・高橋国昭. 1995. Y字形棚整枝と主幹形整枝リンゴ樹‘ふじ’における作業能率の比較. 農業生産技術管理学会誌. 2: 15-19.
- 12) Lapins, K. O. 1976. Inheritance of compact growth type in apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101: 133-135.
- 13) 小原信実・三上敏宏・玉田 隆・花田 誠・佐藤昌雄. 1983. リンゴわい化栽培に関する研究. 第2報. 高・中密植によるわい性, 半わい性台樹の生育, 収量, 品質比較. 青森県りんご試報. 20: 53-77.
- 14) 中田嘉博. 1983. リンゴわい化栽培の経済性. 第1報. わい化栽培の省力効果. 東北農業研究. 33: 317-318.
- 15) Robinson, T. L., A. N. Lakso and Z. Ren. 1991. Modifying apple tree canopies for improved production efficiency. *Hort Science*. 26: 1005-1012.
- 16) 佐竹正行・高瀬紘一・西村幸一・石塚昭吾. 1983. リンゴのわい化栽培における栽植距離について. 山形県立園試研報. 2: 1-10.
- 17) 塩崎雄之輔. 1993. リンゴの栽植密度, 樹形が作業能率に及ぼす影響. 農作業研究. 28: 33-39.
- 18) Tobutt, K. R. 1985. Breeding columnar apples at East Malling. *Acta Horti*. 159: 63-68.
- 19) Tobutt, K. R. 1995. Combining apetalous parthenocarpy with columnar growth habit in apple. *Euphytica*. 77: 51-54.