

M.9 EMLA 台木リンゴ樹の乾物生産とその分配の品種間差異

猪俣雄司¹・和田雅人¹・小野剛史²・鈴木邦彦³・増田哲男¹¹農林水産省果樹試験場リンゴ支場 020-0123 岩手県盛岡市²長野県果樹試験場 382-0071 長野県須坂市³農林水産省果樹試験場 305-8605 茨城県つくば市

Differences in Dry Matter Production and Assimilate Partitioning of Apple on M.9 EMLA Rootstock

Yuji Inomata¹, Masato Wada¹, Takashi Ono², Kunihiko Suzuki³ and Tetsuo Masuda¹¹Apple Research Center, National Institute of Fruit Tree Science, Morioka, Iwate 020-0123²Nagano Fruit Tree Experiment Station, Suzaka, Nagano 382-0071³National Institute of Fruit Tree Science, Tsukuba, Ibaraki 305-8605

Summary

The differences in the dry matter production (DM) and the assimilate partitioning in each organ among 'Sansa', 'American Summer Pearmain', 'Golden Delicious', 'Orin', 'Fuji', and 'Ralls Janet' of 6-year-old apple trees on M.9 EMLA rootstock, trained to a central leader were studied.

The trunk area was largest in 'Orin'; it diminished in the order of 'Fuji', 'Golden Delicious', 'Ralls Janet', 'American Summer Pearmain', and 'Sansa'. The leaf area and leaf area index of 'Golden Delicious' are 1.8 time greater than those of 'Sansa'. A significant correlation ($r=0.780$) between the trunk girth measured early in the growing season and the total leaf area per tree existed in all cultivars.

Total DM of the crop was largest in 'Fuji' followed in the order of 'Golden Delicious', 'Orin', 'American Summer Pearmain', 'Ralls Janet', and 'Sansa'. 'Fuji' fruits accumulated 2.7 times more dry weight (F) than did 'American Summer Pearmain'. DM per leaf (L) was largest in 'Fuji', succeeded in the order of 'Orin', 'Ralls Janet', 'Golden Delicious', 'Sansa', 'American Summer Pearmain'. The DM per leaf of 'Fuji' was 1.4 time that of 'American Summer Pearmain'. There are significant correlations between the trunk girth measured early in the growing season and DM ($r=0.861$), and F ($r=0.866$), independent at cultivars. There are significant correlations between DM and F ($r=0.894$), and DM per L and F per L ($r=0.911$), independent at cultivars.

The assimilate partitioning rate to the fruit was 30~35% in 'Fuji' and 'Orin', but 17% in 'American Summer Pearmain'. The assimilate partitioning to new shoot was higher in 'American Summer Pearmain' and lower in 'Orin' than in the other cultivars.

The dry weight in each height increment between 50 cm to 250 cm increased in each cultivars. The leaf area was maximum between 50 cm and 150 cm in 'Sansa', 'American Summer Pearmain' and 'Ralls Janet', but it was largest between 100 cm to 200 cm in 'Golden Delicious' and 'Orin', and from 100 cm to 250 cm in 'Fuji'. In all cultivars, the specific leaf weight (SLW) increased in proportion to the height of tree. The percent instantaneous incident photosynthetic photon flux density from 100 cm to 250 cm of tree was highest in 'Sansa'; it was higher in 'American Summer Pearmain' and 'Ralls Janet' than the rest of the cultivars.

Key Words: apple, rootstock, matter production, assimilate partitioning.

緒言

わい性台木を用いたリンゴ栽培は1970年代後半から始められ、1996年でその栽培面積はリンゴ全体の約23%に達する。用いられているわい性台木としては、

M 26が一番多く約75%を占める。しかし、M 26台木を用いた場合、肥沃な土壌では生育が旺盛すぎて適切な樹高、樹形を維持するのが困難なことが多く、現在は、M 26台木よりわい化程度が強いM 9台木が注目されている(福田, 1995)。

一般に、同一台木を用いても樹の大きさは土壌条件や接ぎ木した穂品種によっても異なる。場合によっては一般に言われている各台木のわい化効果順位の逆転現象も

1997年7月28日 受付. 1997年10月20日 受理.
本報告の一部は平成9年度園芸学会春期大会で発表した.
果樹試業績番号: 1076

見られる (土屋, 1987). 従って, 各わい性台木と穂品種の組み合わせについての樹の物質生産力の検討が必要と考えられる. M9 台木を用いた場合, 10 年生 'ふじ' 樹の乾物生産量は 'つがる' の約 1.5 倍に達する (福田ら, 1992). しかし, わが国における M9 台木と樹の乾物生産量の研究例は少なく (福田ら, 1987, 1991), 多くの品種間の差異を検討した研究は見られない. そこで, 本研究では, M9 EMLA 台木に接ぎ木した 6 品種における物質生産力を明らかにするため乾物生産量およびその分配率について検討するとともに, 樹冠構造についても検討した.

材料および方法

実験 1. M9 EMLA 台木における果実重および樹の生育の比較

供試樹は, 農林水産省果樹試験場リング支場の圃場に植栽されている 6 年生 'さんざ', '祝', 'ゴールデン・デリシャス', '王林', 'ふじ', '国光' の 6 品種を用いた. 供試本数は, 各品種 3 樹としたが, '王林' については, 1 樹が生育期間中に多量の果実が落果したため, この樹は試験結果から除外した.

供試樹は各樹とも 3 年生まで苗圃に仮植し, 4 年目の春に圃場に定植した. なお, 試験圃場の土壌は湿性黒ボク土で有効土層は約 50 cm である (福田ら, 1987). 台木には M9 EMLA/マルバカイドウを用い, 定植時にマルバカイドウ部を切除し, M9 EMLA 部が約 10 cm 地上部に出るようにした. 植栽は 1.5 m×5 m (南北植え) とし, 整枝法は樹高約 350 cm の主幹形とした. 樹の着果量は, 摘果時に幹断面積 (地上 20 cm 部) 当たり 3.0 果/cm² になるように行い, 他の一般管理は慣行法としたが, 調査項目として葉面積等を測定するため, 着色管理である葉摘みは一切行わなかった.

調査は果実重, 果汁糖度 (Brix %), 幹断面積, 葉面積, 植栽面積当たりの葉面積指数 (LAI) について行い, 果実重は供試樹の全果実を採取測定し, 幹断面積は 11 月中旬に地上 20 cm 部を測定した. 葉面積は全葉を採取した後, その約 10% 量を抽出して葉面積計 (林電工製 AAC-400) で測定し, その値から全体値を推定した. 植栽面積当たりの LAI は, 樹の全葉面積を植栽面積 (1.5 m×5 m=7.5 m²) で除して求めた. なお, 葉面積および植栽面積当たりの LAI を求めるに当たって, 途中落葉した葉が非常に少なかったため, これは計算から除外した.

実験 2. M9 EMLA 台木における乾物生産および分配率の比較

供試樹の条件は実験 1 と同様である. 解体調査を行うに当たって, 果実は収穫期, 葉は落葉期前の 11 月上旬にすべてを採取し, それ以外の器官は 11 月中旬に樹を

掘り上げ, 新梢, 旧枝 (主幹部を含む), 直径 2 mm 以上の太根, 2 mm 未満の細根に区分した. 各器官は, 採取直後に生体重を測定し, その後約 10% 量を試料として 103 °C で 24 時間乾燥し, 乾物率を求め, 生体重に乾物率を乗じて乾物生産量を推定した. なお, 果実, 葉, 新梢, 2 mm 未満の細根についてはそのまま年間の新生部とし, 旧枝, 直径 2 mm 以上の太根については福田ら (1987) の方法に従い年間の乾物生産量を推定した. すなわち, 旧枝については, 開花前 (4 月上旬) と生育終期 (11 月上旬) に旧枝部の全樹体容積を測定し, その容積差から容積肥大率を算出し, 旧枝全体の乾物重にその値を乗じて求めた. また, 太根については, 根と枝幹部の生育率は同じ (Knight, 1934) とし, 地上部の肥大率を太根の乾物重に乗じた値を年間の乾物生産量と推定した.

試験 3. M9 EMLA 台木における樹冠構造の比較

試験には実験 2 で用いた樹を供試し, 樹を地表面 0 cm から 400 cm まで 50 cm 間隔に区分し, それぞれの高さごとの器官別総乾物重, 葉面積, 比葉重 (SLW), 相対光量子量について測定した.

器官別総乾物重は, 高さごとに果実, 葉, 新梢, 旧枝 (主幹部を含む) の部位に分け, 果実は収穫期, 葉は 11 月上旬, 新梢および旧枝は 11 月中旬に採取し, それぞれの総乾物重を測定した. 葉面積については, 11 月上旬に高さごとに全葉を採取後, その約 10% 量を抽出して葉面積計 (林電工製 AAC-400) で測定し, その値から全体値を推定した. SLW については, 葉乾物重を葉面積で除して求めた. 相対光量子量は各品種とも収穫約 20 日前の晴天日の午前と午後の 2 回, 高さごとに主幹部から東西南北の 4 方向に 0, 50, 100, 150 cm の光量子量と樹冠外の瞬間の光量子量を小型光量子センサ (小糸工業製 IKS-25-10) で測定し, 樹冠外の光量子量に対する相対値を求めた. そして, 例えば 0~50 cm 間の値は, 0 cm と 50 cm の各測定値 (32 点×午前・午後の合計 64 点) の平均値で表わした.

結 果

実験 1. M9 EMLA 台木における果実重および樹の生育の比較

試験に用いた各樹の発芽期前 (4 月 9 日) の幹断面積と剪定後の樹の推定容積との間には, 第 1 図のとおり正の相関 ($r=0.913$) が認められ, 各品種間の剪定程度に大きな差はないと考えられた. また, 春季の幹断面積と摘果後の着果数の間にも正の相関 ($r=0.938$) があり, 樹の着果程度も同程度であったと考えられた (図略).

果実重, 幹断面積, 葉面積, 植栽面積当たりの LAI の結果について第 1 表に示した. 1996 年度は 4 月から 5

月頃の低温による開花の遅れや、8月から10月頃の降水量の減少等によって果実肥大が抑制され、全品種とも例年より果実重は小さかった。

幹断面積は、'王林'で33.4 cm²と一番広く、'さんさ'17.3 cm²の1.9倍であった。幹断面積が広いほど生育が旺盛と仮定した場合、樹齢6年目の各品種の生育は、'王林'が最もよく、次いで'ふじ'、'ゴールデン・デリシャス'、'国光'、'祝'、'さんさ'の順であった。葉面積および植栽面積当たりのLAIにも品種間差が見られ、一番大きい'ゴールデン・デリシャス'と一番小さい'さんさ'との間に1.8倍の差が見られた。果実当たりの葉面積は、'ゴールデン・デリシャス'および'祝'で大きく、'王林'および'国光'で小さかった。

春季の幹周と1樹当たりの葉面積の関係は、第2図に示すとおり正の相関(r=0.780)が認められ、春季(4月上旬)の時点で幹断面積が広い樹ほど生育期の葉面積は大きかった。

実験2. M9 EMLA 台木における乾物生産および分配率の比較

器官別の乾物生産量について第2表に示した。総乾物生産量は、'ふじ'が最も大きく、次いで'ゴールデン・デリシャス'、'王林'、'祝'、'国光'、'さんさ'の順であり、

最大の'ふじ'7.64 kgと最小の'さんさ'3.87 kgの間に約2倍の差が見られた。果実乾物重は、'ふじ'で一番大きく2.39 kgで、'祝'0.90 kgの2.7倍であった。

乾物生産量を葉乾物重で除した値を葉の乾物生産能とする(福田ら, 1987, 1992; 小池ら, 1990)と、'ふじ'が最も大きく、次いで'王林'、'国光'、'ゴールデン・デリシャス'、'さんさ'、'祝'の順であり、最大の'ふじ'と最小の'祝'の間に1.4倍の差があった。これは乾物生産量を葉面積で除した値と比較しても同様の順であった。次に、果実乾物重を葉乾物重で除した値と比較すると、'ふじ'、'王林'が最も高く、'ゴールデン・デリシャス'、'さんさ'、'国光'、'祝'の順で、'ふじ'と'祝'の間には2.5倍の差が見られ、葉の乾物生産能の差よりも大きかった。

春季の幹周と総乾物生産量の関係を第3図に示した。両要因間には正の相関関係が見られた(r=0.861)。また、春季の幹周と果実乾物重との間にも正の相関関係(r=0.866)があった(図略)。

乾物生産量と果実乾物重の関係は、第4図のとおり、相関係数r=0.894の正の相関関係があった。また、葉の乾物生産能と果実乾物重を葉乾物重で除した値も正の相関関係が見られ(r=0.911)、葉乾物重当たりの果実生産能が高い樹ほど葉の乾物生産能が高かった(第5図)。

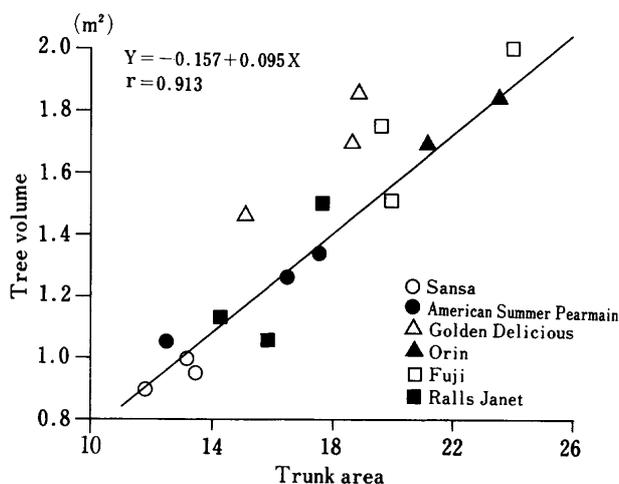


Fig. 1. Relationship between the tree volume and trunk area in early growing season.

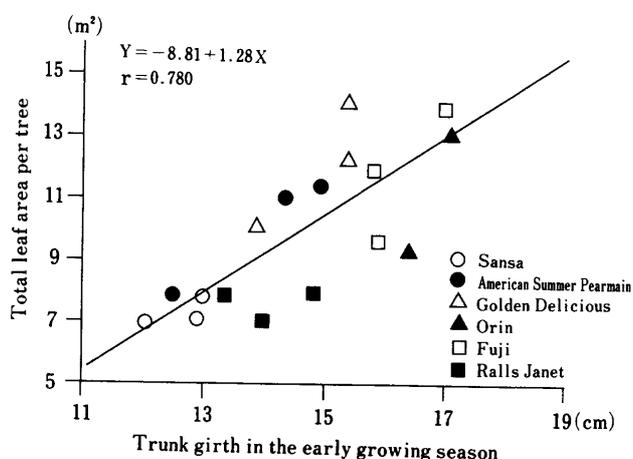


Fig. 2. Relationship between the trunk girth in the early growing season and the total leaf area in the growing season.

Table 1. Influence of M. 9 EMLA rootstock on the trunk, leaf and leaf area index.

| | Tree number | Fruit number | Mean fruit weight (g) | Brix (%) | Trunk area (cm ²) | Total leaf area (m ²) | Leaf area per fruit (m ²) | leaf area index ² (LAI) |
|--------------------------|-------------|---------------------|-----------------------|------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Sansa | 3 | 36 ± 2 ^y | 195 ± 8 | 14.3 ± 0.4 | 17.34 ± 0.86 | 6.97 ± 0.47 | 0.19 ± 0.02 | 0.93 ± 0.06 |
| American Summer Pearmain | 3 | 44 ± 4 | 142 ± 3 | 11.6 ± 0.2 | 21.27 ± 1.23 | 10.04 ± 1.12 | 0.23 ± 0.01 | 1.33 ± 0.15 |
| Golden Delicious | 3 | 49 ± 2 | 275 ± 4 | 14.9 ± 0.3 | 25.28 ± 1.35 | 12.20 ± 1.14 | 0.25 ± 0.02 | 1.63 ± 0.18 |
| Orin | 2 | 65 ± 5 | 250 ± 1 | 14.2 ± 0.2 | 33.42 ± 2.93 | 11.16 ± 1.93 | 0.17 ± 0.02 | 1.49 ± 0.26 |
| Fuji | 3 | 61 ± 4 | 278 ± 12 | 14.2 ± 0.3 | 29.57 ± 2.74 | 11.79 ± 1.22 | 0.19 ± 0.01 | 1.57 ± 0.16 |
| Ralls Janet | 3 | 47 ± 3 | 170 ± 2 | 14.7 ± 0.3 | 23.08 ± 1.20 | 7.89 ± 0.52 | 0.17 ± 0.01 | 1.05 ± 0.07 |

² Total leaf area/planting distance (5 m × 1.5 m)

^y Mean ± S.E.

Table 2. Influence of M. 9EMLA rootstock on the dry matter production.

| | Dry matter increment ^z (kg/tree) | | | | | | DM/L | F/L | DM per total leaf area (mg/cm ²) | F per total leaf area (mg/cm ²) | |
|--------------------------|---|-------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|-------------|--|---|------------|
| | Fruit (F) | Leaf (L) | Current shoot | Older wood | Root (< 2 mm) | Root (> 2 mm) | | | | | Total (DM) |
| Sansa | 1.03 ± 0.02 ^y | 0.72 ± 0.04 | 0.49 ± 0.09 | 1.25 ± 0.07 | 0.06 ± 0.01 | 0.31 ± 0.02 | 3.87 ± 0.20 | 5.37 ± 0.05 | 1.44 ± 0.05 | 55.6 ± 1.1 | 14.9 ± 0.7 |
| American Summer Pearmain | 0.90 ± 0.10 | 1.11 ± 0.11 | 0.89 ± 0.17 | 1.71 ± 0.11 | 0.12 ± 0.01 | 0.46 ± 0.03 | 5.17 ± 0.46 | 4.65 ± 0.04 | 0.81 ± 0.02 | 51.9 ± 1.6 | 9.0 ± 0.3 |
| Golden Delicious | 1.93 ± 0.04 | 1.34 ± 0.11 | 0.90 ± 0.13 | 2.26 ± 0.11 | 0.17 ± 0.01 | 0.64 ± 0.10 | 7.25 ± 0.41 | 5.42 ± 0.17 | 1.45 ± 0.10 | 60.1 ± 3.0 | 16.1 ± 1.4 |
| Orin | 2.31 ± 0.17 | 1.15 ± 0.21 | 0.58 ± 0.10 | 2.06 ± 0.36 | 0.17 ± 0.02 | 0.61 ± 0.05 | 6.86 ± 0.90 | 6.02 ± 0.32 | 2.05 ± 0.23 | 62.1 ± 2.7 | 21.1 ± 2.2 |
| Fuji | 2.39 ± 0.22 | 1.15 ± 0.07 | 0.74 ± 0.11 | 2.43 ± 0.27 | 0.17 ± 0.02 | 0.75 ± 0.06 | 7.64 ± 0.72 | 6.60 ± 0.27 | 2.06 ± 0.08 | 65.0 ± 2.3 | 20.3 ± 0.7 |
| Ralls Janet | 1.15 ± 0.08 | 0.86 ± 0.08 | 0.58 ± 0.04 | 1.61 ± 0.18 | 0.20 ± 0.03 | 0.58 ± 0.02 | 4.99 ± 0.32 | 5.84 ± 0.27 | 1.36 ± 0.14 | 63.3 ± 0.3 | 14.5 ± 0.9 |

^z Fruit, Leaf, Current shoot, Root (> 2 mm) : Total dry weight
 Older wood : Total dry weight × the total increasing volume rate of older wood from before flower period to leaf fall period
 Root (< 2 mm) : Total dry weight × the total increasing volume rate of older wood from before flower period to leaf fall period
^y Mean ± S.E.

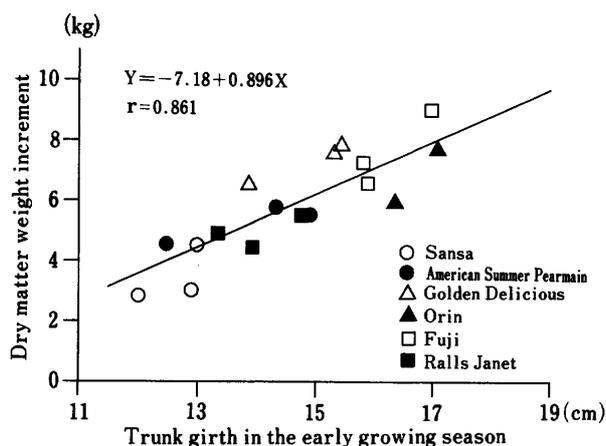


Fig. 3. Relationship between the trunk girth in the early growing season and the increase in dry matter weight increment.

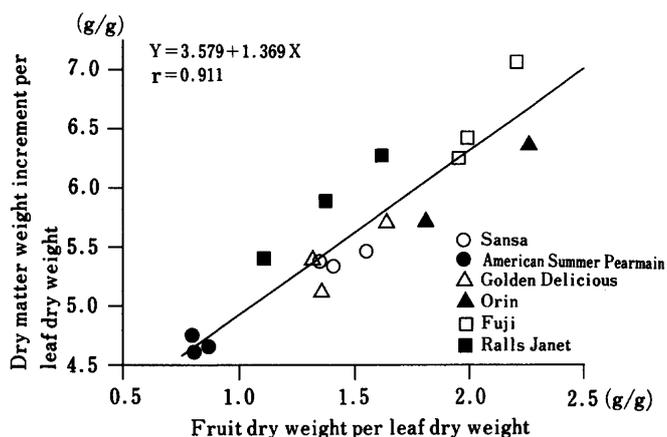


Fig. 5. Relationship between the fruit dry weight per leaf dry weight and the increase in dry matter weight increment per leaf dry weight.

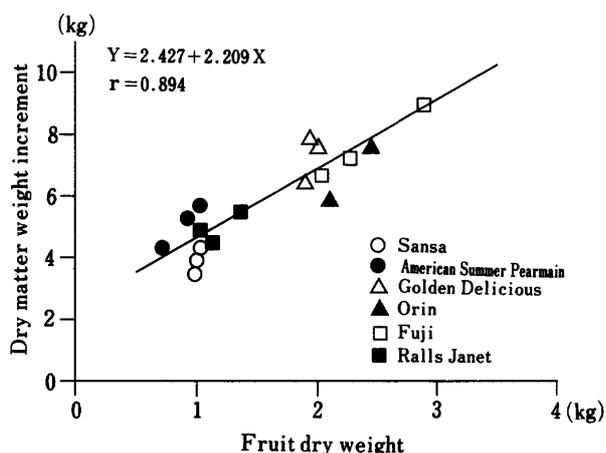


Fig. 4. Relationship between the increase in dry matter weight increment and the fruit dry weight.

乾物生産量の各器官への分配率を第6図に示した。果実は‘ふじ’、‘王林’で30~35%と高く分配されたのに対し、‘祝’では約17%しか分配されなかった。新梢は‘祝’で高く‘王林’で低かった。葉、旧枝、太根、細根には明らかな差はなかった。

実験3. M9EMLA 台木における樹冠構造の比較

高さごとの器官別乾物重について第7図に示した。試験樹では50 cm以下に側枝を配置しないようにせん定を行ったため、0~50 cm間には旧枝以外の器官はほとんどなかった。高さごとの分布は、各樹間でばらつきはあるものの、各品種とも50 cmから200 cmまでの範囲に多く分布していた。器官別では、果実は50~250 cm間に多く分布し、新梢は樹冠の上部になるに従って、旧枝は樹冠の下部になるに従って多く分布していた。

高さごとの葉面積の分布(3樹平均値)は、第8図のとおり、‘さんさ’、‘祝’、‘国光’は100~150 cmの間、‘ゴールデン・デリシャス’、‘王林’は100~200 cm間、‘ふじ’は100~250 cm間に多く分布していた。

第9図に高さごとのSLWの分布(3樹平均値)を示した。調査は、新梢葉と短果枝葉に区分せず全葉のデータから計算した。各品種間にはSLW値そのものにはある程度の差があるものの、全品種とも樹冠の上部に行くに従ってSLW値は大きかった。

相対光量子量の分布(3樹平均値)は、第10図のと

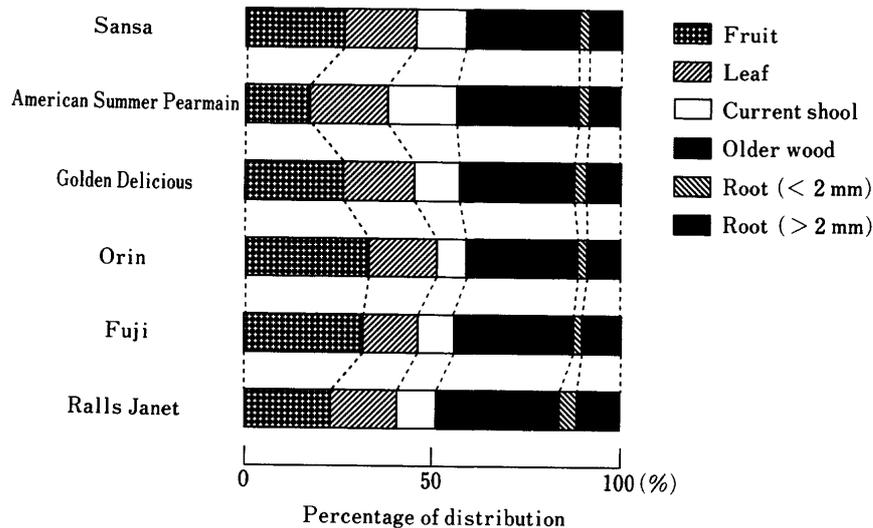


Fig. 6. Percentage distribution of dry matter in six 6-year-old cultivars on M.9 EMLA.

おり、樹冠0~100 cm間は全品種とも50%以下の相対光量子量しかないものの、'さんさ'は他の品種よりも高い傾向があった。100 cm~250 cm間は、'さんさ'の値が最も高く、'祝'、'国光'も他の3品種よりも高かった。250 cm~350 cm間は'さんさ'、'祝'、'国光'の間に差はなかったものの、'ゴールデン・デリシャス'、'王林'、'ふじ'よりも高かった。

考 察

福田ら (1991) は、M 9 台 'ふじ' および 'つがる' の 1 樹当たりの葉面積 (Y) と幹周 (X) の間には $\log Y = 1.02 + 2.97 \log X$ ($r = 0.88$) の関係があると報告した。幹断面積、幹周と全葉面積には密接な関連があるとされ (Barlow, 1969; Holland, 1968; Jackson, 1980; Pearce, 1952; Westwood・Roberts, 1970; Verheij, 1972), Jackson (1980) は $\log Y = \log K + b \log X$ (K, b は定数) において b 値は 2.22~2.59 で一定しているとした。本試験で第 1 図からこれらの関係式を計算すると、 $\log Y = -1.27 + 1.93 \log X$ ($r = 0.792$) の結果が得られた。b 値 (1.93) は Jackson (1980) の値よりもやや低く、原因としてせん定時に残した枝数が少なかったこと等が考えられるが、相対的にはこれらの報告に近い数値が得られた。従って、M. 9 EMLA 台木を用いた場合、せん定程度が同じならば春期の幹周で生育期間中の葉面積が推定できると考えられる。また、春期の幹周と乾物生産量または果実乾物重との間に正の相関関係があったことから、春期の幹周から樹の乾物生産量や果実生産量を推定できる可能性がある。

M 9 台木における 1 樹当たりの乾物生産量に関しては、'ふじ'では6年生で9.77 kg、7年生で10.71 kg、8年生で12.38 kgの報告がある (福田ら, 1991)。本試験における6年生'ふじ'の乾物生産量は7.64 kgであり、福田

ら (1991) の報告より少なかった。福田ら (1991) の試験では植栽面積当たりの LAI (4 m×2 m 植え) が約 2.50 であり、本試験は植栽面積当たりの LAI (5 m×1.5 m 植え) が 1.57 であった。試験樹は衰弱していることもなかったため、この差は、前述したようにせん定時に残した枝数が少なかったこと等が考えられる。倉橋・高橋 (1995 b) は、M 26 台 'ふじ' の Y 字形整枝において、純生産量が高かった要因の一つとして LAI 値が高いことを推定している。このことから、LAI の差が乾物生産量の差として現れたと考えられる。

1 樹当たりの乾物生産量を比較すると、'ゴールデン・デリシャス'、'王林'、'ふじ'で約 7 kg、'さんさ'で約 4 kg、'祝'、'国光'がその中間で約 5 kg であった。幹周・幹断面積は樹の全重量と密接な関係があり (Westwood・Roberts, 1970)、本試験でも春季の幹周と乾物生産量との間に高い相関 ($r = 0.861$) があった。第 1 図から試験樹のせん定程度に差がないことから、各品種の乾物生産量の差は、各品種の乾物生産力の違いによるものと考えられる。そこで、各品種の葉の乾物生産能を比較すると、'ふじ'で 6.6 g、'王林'、'国光'で約 6.0 g、'ゴールデン・デリシャス'、'さんさ'で約 5.4 g、'祝' 4.7 g であり、1 樹当たりの乾物生産量の順と異なった。そこで、例えば逆転現象が見られた 'ゴールデン・デリシャス' と '国光' についてみると、第 1 表から 'ゴールデン・デリシャス' と '国光' の全葉面積はそれぞれ 12.2 m²、7.9 m² であり、'ゴールデン・デリシャス' に関しては、'国光' より葉の乾物生産能が低い分、葉面積を確保することによって光合成産物が多くなり、結果として 1 樹当たりの乾物生産量が多くなったと考えられる。このように、1 樹当たりの乾物生産量を決定する一つの要因には、葉の乾物生産能と葉数 (葉面積) との関係があると考えられる。

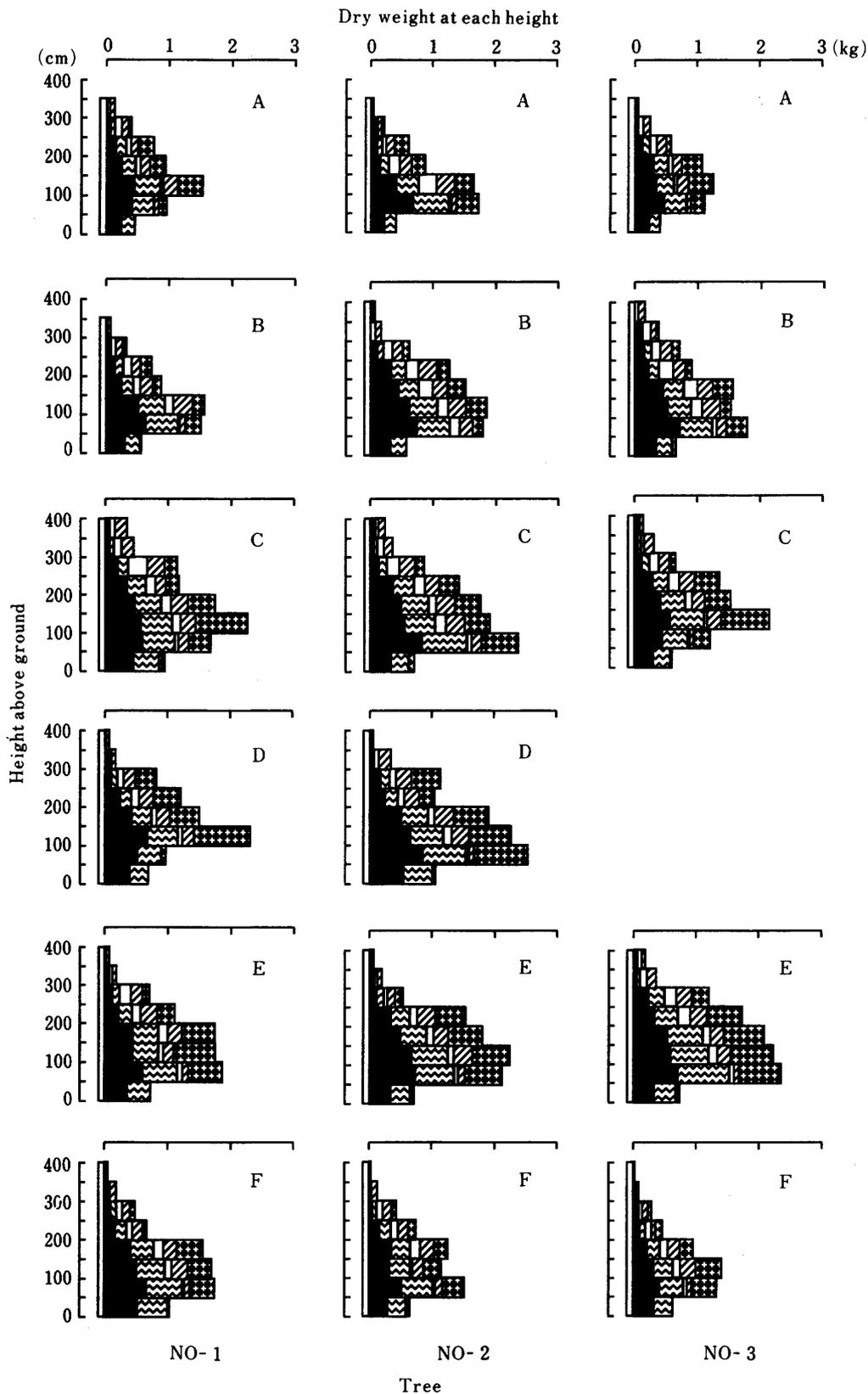


Fig. 7. Dry weight at each height in 6-year-old (A) 'Sansa', (B) 'American Summer Pearmain', (C) 'Golden Delicious', (D) 'Orin', (E) 'Fuji', (F) 'Ralls Janet' on M.9 EMLA. It means : older wood before growing season, : older wood increment, : current shoot, : leaf, : fruit.

着果は葉の乾物生産能を高め (Avery, 1969; 小池ら, 1990; Forshey・Makee, 1970), 果実乾物重と総乾物重に正の相関が認められる (福田ら, 1992). 本試験結果か

らも, 6品種込みにした場合, 果実乾物重と乾物生産量との間に正の相関 ($r=0.894$) が見られた. また, 福田ら (1991) は, 果実乾物重/葉乾物重と葉の乾物生産能

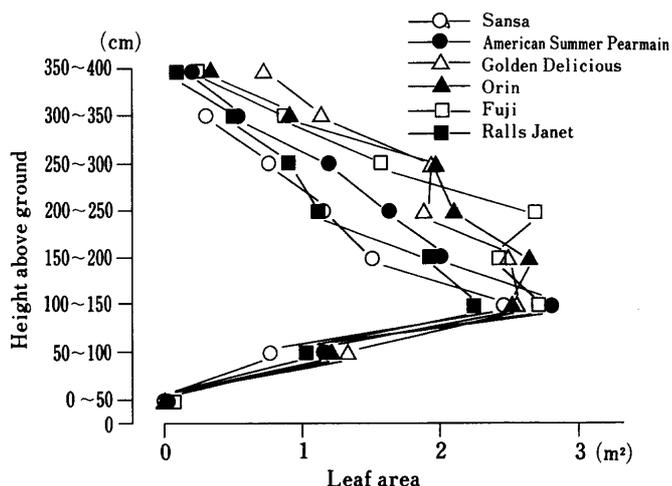


Fig. 8. Relationship between leaf area and each height increment.

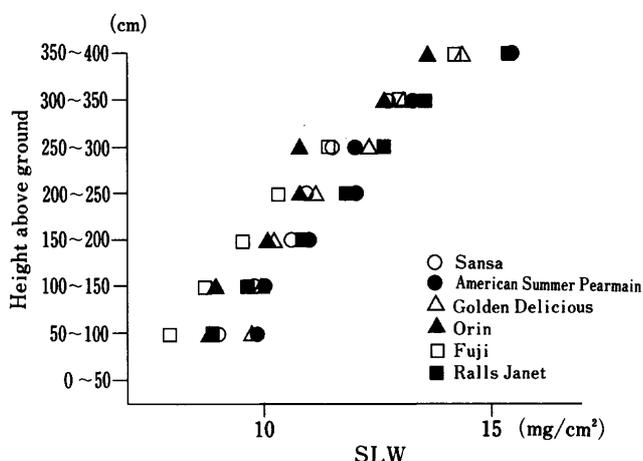


Fig. 9. Relationship between SLW and each height increment.

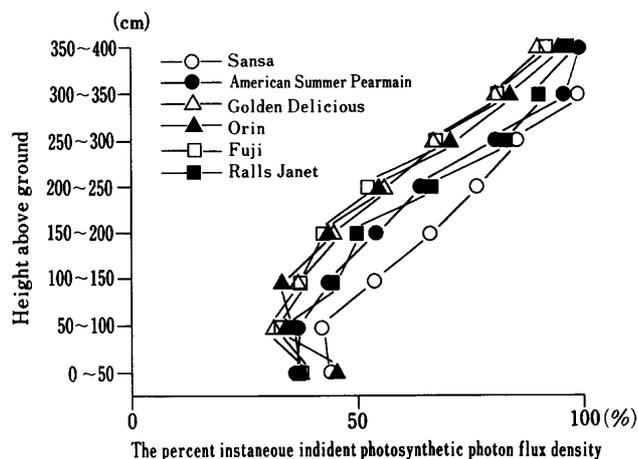


Fig. 10. Relationship between the percent instantaneous incident photosynthetic photon flux density at each height. Photosynthetic photon flux density was measured by using quantum sensors at about 20-days before harvest.

との間に $y=4.05+0.73x$ の関係式を出し、27%の減少分は枝幹部や根の生育低下によってまかなわれるとしている。一般に着果は根の生育を抑制する (Maggs, 1963

; Avery, 1969). 本試験から果実乾物重/葉乾物重と葉の乾物生産能との関係を検討すると $y=3.58+1.37x$ ($r=0.911$) となり、37%の増加分があった。これについては、福田らの試験では果実乾物重/葉乾物重の程度が約 1.0~9.0 g/g の広範囲であるのに対し、本試験の条件は約 1.0~2.5 g/g の狭範囲であった。従って、この程度の範囲内では、着果程度が増加しても枝幹部や根の生育にはプラスに働いている可能性があると考えられる。

我が国においては、わい性台木を用いた場合の‘ふじ’の果実への分配率は 40~50% であるとの報告が多い (福田ら, 1987; 小池ら, 1990; 倉橋・高橋, 1995 b). 本試験の‘ふじ’における果実への分配率は約 32% であり、これらの報告より小さかった。これは着果程度が少なかったためと考えられ、この条件を前提にして分配率について考察すると、本試験における果実への分配率は‘王林’、‘ふじ’で大きく、‘祝’で小さかった。この理由の一つとして、摘果時期に幹断面積当たりの着果数を揃えたため、平均果実重の小さい品種ほど分配率が小さくなったことが考えられる。しかし、第1表から1果当たりの葉面積は、‘祝’は‘王林’、‘ふじ’よりも広がった。これは、‘祝’果実が肥大する過程で‘王林’、‘ふじ’より条件が良かったことを示すと考えられる。しかしながら、第3表より葉乾物重または葉面積当たりの果実乾物重は‘祝’は‘王林’、‘ふじ’よりも小さかった。従って、6品種間の比較では、‘祝’における果実への分配能力は低く、‘王林’、‘ふじ’は高いと考えられる。また、‘祝’における新梢への分配率は他の5品種よりも明らかに高く、果実への分配率が減少した分、新梢へ多く分配されたと考えられる。

樹の上位と下位の短果枝の SLW を比較した場合、上位の方が高い (Barritt ら, 1987). 本試験の6品種の場合も樹の上位の葉ほど SLW は高かった。樹冠内の光環境は短果枝の性質に影響し、特に SLW は影響を受ける (Barden, 1974). 樹形と光環境との関係はこれまでも多く研究されており (Ferree, 1980; Kikuchi ら, 1994; 倉橋・高橋, 1995 a), 樹冠の上部に行くに従って光環境は良くなる。本試験結果からも各品種とも樹冠上部に行くに従って相対光量子量は高く、このことが樹の上位の葉ほど SLW は高くなったと考えられる。また、試験で用いた6品種間の高さごとの相対光量子量は、‘さんさ’が一番高く、‘祝’、‘国光’も他の3品種よりも高かった。本試験では主幹形整枝としたため、乾物重または葉面積の高さ配置は 50~250 cm 間に多かった。しかし、その量については品種間に差が見られ、‘さんさ’、‘祝’、‘国光’については1樹当たりの乾物生産量が小さかったこともあって、50~300 cm 間の乾物重または葉面積の配置が少なかった。従って、このことが樹冠内の光環境の違いによって現れたと考えられる。

摘 要

M. 9 EMLA 台木を用い、異なる品種における樹の物質生産力を明らかにするため、6年生‘さんさ’、‘祝’、‘ゴールドデン・デリシャス’、‘王林’、‘ふじ’、‘国光’の6品種を用い、乾物生産量およびその分配率、樹冠構造について検討した。

1. 幹断面積は、‘王林’が最も広く、次いで‘ふじ’、‘ゴールドデン・デリシャス’、‘国光’、‘祝’、‘さんさ’の順であった。葉面積および植栽面積当たりのLAIも品種間に差があり、一番大きい‘ゴールドデン・デリシャス’と小さい‘さんさ’との間に1.8倍の差があった。春季幹周と1樹当たりの葉面積との間に正の相関関係 ($r=0.780$) があった。

2. 乾物生産量は、‘ふじ’が一番大きく、次いで‘ゴールドデン・デリシャス’、‘王林’、‘祝’、‘国光’、‘さんさ’の順であった。また、果実乾物重は、‘ふじ’で一番大きく、一番小さい‘祝’の2.7倍であった。

3. 葉の乾物生産能は、‘ふじ’が最も高く、次いで‘王林’、‘国光’、‘ゴールドデン・デリシャス’、‘さんさ’、‘祝’の順であり、‘ふじ’と‘祝’の間には1.4倍の差があった。乾物生産量/葉面積の値は、‘ふじ’が最も高く、次いで‘王林’、‘ゴールドデン・デリシャス’、‘さんさ’、‘国光’、‘祝’の順であり、‘ふじ’と‘祝’の間に2.5倍の差があった。

4. 春の幹周と乾物生産量 ($r=0.861$) または幹周と果実乾物重 ($r=0.866$) の間に正の相関関係があった。

5. 乾物生産量と果実乾物重の間には正の相関関係 ($r=0.894$) があり、葉の乾物生産能と果実乾物重を葉乾物重で除した値も正の相関関係 ($r=0.911$) があった。

6. 各器官への分配率は、果実は‘ふじ’、‘王林’で30~35%が分配され、‘祝’では17%しか分配されなかった。新梢は‘祝’で高く‘王林’で低かった。

7. 高さごとの乾物重の分布は、各品種とも50 cmから200 cmまでの範囲に多く分布した。器官別では、果実は50~250 cm間に多く分布し、枝幹部では、新梢は樹冠の上部ほど、旧枝は樹冠の下部ほど多く分布した。

8. 葉面積の分布は、‘さんさ’、‘祝’、‘国光’では100~150 cmの間に、また、‘ゴールドデン・デリシャス’、‘王林’は100~200 cm間、‘ふじ’は100~250 cmの間に多く分布した。SLWの値は、全品種とも樹冠の上部ほど大きかった。相対光量子量の分布は、樹冠の0~100 cm間は‘さんさ’は他の品種よりも高い傾向にあり、100 cm~250 cm間は、‘さんさ’が最も高く、‘祝’、‘国光’も他の3品種よりも高かった。

以上のことから、リンゴの台木としてM9 EMLAを用いた場合、樹の乾物生産量、器官別分配率および樹冠構造については品種間に差異のあることが明らかになっ

た。また、春の幹周と樹の乾物生産量・果実乾物重との関係、乾物生産量と果実乾物重との関係、葉の乾物生産能と果実乾物重を葉乾物重で除した値との関係は、6品種を込みにした場合においても、有意な正の相関関係があることが明らかになった。

引用文献

- Avery, D. J. 1969. Comparisons of fruiting and deblossomed maiden apples, and of nonfruiting trees on a dwarfing and an invigorating rootstock. *New Phytol.* 68 : 323-336.
- Barden, J. A. 1974. Net photosynthesis, dark respiration, specific leaf weight, and growth of young apple trees as influenced by light regime. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99 : 547-551.
- Barlow, H. W. B. 1969. The relationship of leaf area to stem cross-section. *Rept. E. Malling Res. Sta.* 1969 : 117-119.
- Barritt, B. H., C. R. Rom, K. R. Guelich, S. R. Drake and M. A. Dilley. 1987. Canopy position and light effects on spur, leaf, and fruit characteristics of ‘Delicious’ apple. *Hortscience* 22 : 402-405.
- Ferree, D. C. 1980. Canopy development and yield efficiency of ‘Golden Delicious’ apple trees in four orchard management systems. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105 : 376-380.
- Forshey, C. G. and W. Mckee. 1970. Production efficiency of a large and a small ‘McIntosh’ apple tree. *HortScience* 5 : 164-165.
- 福田博之. 1995. 果樹台木の特性と利用. 台木利用の変遷と現状. p. 185-187. 河瀬憲次編著. リンゴ. 農山漁村文化協会. 東京.
- 福田博之・工藤和典・榎村芳記・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. わい性台木利用によるリンゴの密植栽培. 第1報. わい性台木利用によるリンゴの密植栽培. *C 14* : 27-38.
- 福田博之・瀧下文孝・工藤和典・榎村芳記. 1991. M. 9 わい性台木利用リンゴ樹における乾物生産とその樹体内分配に対する着果程度の影響. *園学雑.* 60 : 495-503.
- 福田博之・山谷秀明・山田省吾・瀧下文孝. 1992. 袋掛けによる果実の遮光処理がM. 9 わい性台木利用リンゴ樹の乾物生産能に及ぼす影響. *園学雑.* 61 : 249-255.
- Holland, D. A. 1968. The estimation of total leaf area on a tree. *Rept. E. Malling Res. Stn.* 1967 : 101-104.
- Jackson, J. E. 1980. Light interception and utilization by orchard system. *Hort. Rev.* 2 : 208-267.
- Kikuchi, T, Y. Shiozaki, T. Asada and O. Arakawa. 1994. Light and fruit distributions within a canopy of ‘Fuji’ apple trees trained to a traditional open-center system in Japan. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 62 : 761-768.
- Knight, R. C. 1934. The influence of winter stem pruning on subsequent stem- and root-development in the apple. *J. Pom. & Hort. Sci.* 12 : 1-14.
- 小池洋男・吉沢しおり・塚原一幸. 1990. リンゴわい性台木の適正着果量と乾物生産の分配. *園学雑.* 58 : 827-834.
- 倉橋孝夫・高橋国昭. 1995 a. Y字形棚整枝と主幹形整枝リンゴ樹‘ふじ’の光環境と果実品質および光合成特性の比較. *園学雑.* 64 : 499-508.
- 倉橋孝夫・高橋国昭. 1995 b. Y字形棚整枝と主幹形整枝リンゴ樹‘ふじ’の乾物生産と器官別分配の比較. *園学雑.* 64 : 509-515.
- Maggs, D. H. 1963. The reduction in growth of apple trees

- brought about by fruiting. *J. Hort. Sci.* 38 : 119-128.
- Pearce, S. C. 1952. Studies in the measurement of apple trees. I. The use of trunk girths to estimate tree size. *Ann. Rept. E. Malling Res. Sta.* 1951 : 101-104.
- 土屋七郎. 1987. 果樹のわい化栽培 [2] リンゴのわい化栽培 (総説). *農及園*. 62 (8) : 103-107.
- Westwood, M. N. and A. N. Roberts. 1970. The relationship between trunk cross-sectional area and weight of apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95 : 28-30.
- Verheij, E. W. M. 1972. Competition in apple, as influenced by alar sprays, fruiting, pruning and tree spacing. *Med. Landb. Wageningen* 72-4 : 1-54.