

異なった栽植密度及び栽培条件におけるワセウンシュウの収量と葉面積指数との関係

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
著者	橘, 温 中井, 滋郎
巻/号	57巻4号
掲載ページ	p. 561-567
発行年月	1989年3月

異なった栽植密度及び栽培条件における ワセウンシュウの収量と葉面積指数との関係

橋 温・中井滋郎

千葉県暖地園芸試験場 294 館山市山本

Relation between Yield and Leaf Area Index in Different
Planting Densities under Different Cultural Treatments in
Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu* Marc. var. *praecox*) Tree

Sunao TACHIBANA and Shigeo NAKAI

Chiba Horticultural Experiment Station, Tateyama, Chiba 294

Summary

Two-year-old trees of 'Miyagawa Wase', an early maturing variety of satsuma mandarin, were planted in 1967 at various planting densities, and grown under different cultural treatments until they were 19 years old.

Planting densities were 1,250, 2,500, 5,000 and 10,000 trees/ha. Cultural treatments were shallow plowing+less fertilization, deep plowing+standard fertilization, with either no pruning+no fruit thinning or pruning+fruit thinning.

Effects of planting density and cultural treatment on leaf area index (LAI) were determined from data obtained during the period from 1969 to 1984 (tree age 4- to 19-year-old).

LAI which gave a maximum yield was determined at each tree age, and the relation between LAI and yield was also examined.

Results and conclusions were as follows:

1. The shallow plowing+less fertilization showed a slightly lower LAI level than the deep plowing+standard fertilization. The no pruning+no fruit thinning showed a slightly higher LAI level than the pruning+fruit thinning.

2. LAI increased with tree age at each planting density, and the higher the planting density, the larger the rate of increase became. After LAI had reached a maximum at each planting density, it levelled off with a large yearly fluctuation in higher planting densities.

Average LAI for the levelled off values were 6.0 at 1,250 trees/ha plot, 6.7 at 2,500, 8.0 at 5,000, and 8.7 at 10,000. Thus the higher the planting density, the larger the LAI became.

3. The average maximum yield for all tree age (4- to 19-year-old) was 67 t/ha, and average LAI which gave it was 6.7. Yield per unit leaf area was 1 kg/m².

4. The optimum LAI which gave the highest yield (74 t/ha) was estimated to be 6.7 in the lower planting density.

緒 言

果樹の栽培管理は、果実の収量・品質が共に最高となるように行われてきたが、特に最近では高品質の果実生産に重点がおかれるようになった。しかし品質についての問題究明のためには、前提として十分な収量をあげることが必要で、収量水準の高低とのかかわりを並行的に

考慮しなければならないと思われる。収量の多少は、物質生産の担い手である葉による物質生産の収支結果であり、一定面積上の葉数あるいは葉面積に依存している。一般に作物においては群落光合成を最大にする最適葉面積指数 (LAI) が存在する (16)。ウンシュウミカンの計画密植栽培においても、LAI の増加にしたがって収量は増加するが、その後さらに LAI が増加すると、いわゆ

1987年1月28日 受理

る密植の弊害(21)として収量が減少し始めることが認められ、単位面積当たりの収量を最大にする最適 LAI が存在すると考えられる。計画密植栽培においては、収量が減少し始める前に間伐を行い、その後収量を高水準に維持するため、LAI を適切な値に維持できるよう栽培管理の面で考慮されなければならない。

したがって本報では、計画密植栽培での LAI の栽培条件による変化、及び LAI と収量との関係を明らかにすることを目的とした。

材料及び方法

千葉県暖地園芸試験場の火山灰土壌からなる平坦な壇壊土の圃場で行った。この圃場(70m×65m)を東西に2分し、一方は無深耕とし、他方はブルドーザーで約0.6mの深さに深耕した。

1967年3月、各圃場に2年生‘宮川早生’(カラタチ台)を2.8m×2.8m(1,250樹/ha)、2.0m×2.0m(2,500樹/ha)、1.4m×1.4m(5,000樹/ha)及び1.0m×1.0m(10,000樹/ha)の4つの栽植密度に正方形植えとして定植した。各密度区はさらに2分して、一方を無せん定無摘果としてほぼ自然状態に放任し、他方は開心自然形としてやや弱いせん定を行い、また葉果比ではほぼ35になるよう結果量を調整した。深耕区の施肥は、千葉県における施肥基準に準拠した。定植時以降の幼・若齢期間は、樹齢別1樹当たりの基準量を施したが、年次の進みと共にその上限を成木圃の単位面積当たりの基準量にとどめ、栽植密度の相異によって過用とならないよう留意した。すなわちその上限はha当たり窒素(硫酸)270kg、リン酸(過リン酸石灰)240kg、及びカリ(塩化カリウム)220kgとした。無深耕区の施肥量は、同一栽植密度の深耕区の1/2量とした。

以上のような処理内容のもとに試験区を要約すると、(A)無深耕少肥・無せん定無摘果、(B)無深耕少肥・せん定摘果、(C)深耕施肥・無せん定無摘果、及び(D)深耕施肥・せん定摘果の各栽培条件に、1,250~10,000樹/haの4密度区を設定したもとなる。

各密度区は実験開始当初は、周囲第1列目をボーダー樹として調査から除外した。このときの調査個体数は30~40樹であった。しかし10年生(1975年)ころから高密度区(5,000及び10,000樹/ha)では、第2列目においても周辺効果が顕著にあらわれ、樹の外側の枝は、著しく外方向に伸長した枝振り(8)となり、内側下部の枝は枯死した。また、収量に関しても周囲第2列目は、第1列目と同様に内部の列より著しく多くなった。したがって10年生から高密度区のボーダーを2列として供試樹より除外し、調査個体数を24樹とした。各密度区とも3

年生時(1968年)に全摘花し、せん定摘果区は、4年生時からほぼ35葉に1果となるように摘果調整した。ただし深耕施肥条件の一部(C及びD-1,250樹区の一部;C及びD-2,500樹区の一部)は、樹勢がやや衰弱の傾向を示したため、4年生時に全摘果した。以後の管理は設計とおりであり、樹冠が込み合ってきた間伐は行わず栽培を続けた。土壌管理については、有機物の施用や定植時以後の中耕などはほとんど行わなかった。

収量は4年生から各樹について、着色の進んだ果実を毎年3~5回に分け収穫して調査した。しかし高密度区(5,000及び10,000樹/ha)は、低密度区(1,250及び2,500樹/ha)の収量より明らかに低い傾向を示したため、17年生時の収穫をもって調査を打ち切った。

LAIは、次のようにして求めた。まず各密度区において、試験区の中央付近の平均的な大きさの3樹を選び、毎年6月に全葉数を調査した。3月のせん定時に、上記3樹のせん定枝における総ての葉から1枚当たりの重さを算出し、平野らの方法(5)に従って、葉重(xg)と葉面積(ycm^2)の回帰式 $y=28.17x^{0.8877}$ により、1枚当たりの葉面積を推定した。これと全葉数から1樹当たりの全葉面積を求め、栽植面積で割ってLAI(m^2/m^2)を算出した。この実験でLAIを算出するために用いた1葉当たりの平均葉面積は、無深耕少肥条件及び深耕施肥条件でそれぞれ17.9及び19.1 cm^2 であった。

結果及び考察

1. 異なった栽培条件、栽植密度における LAI の経年変化

深耕の有無、施肥量の多少、せん定摘果の有無などの処理を組み合わせた栽培条件における各密度区のLAIを第1図に示した。

1,250及び2,500樹区のLAIは、それぞれ15及び10年生頃まで樹齢とともに増加し、それ以後は一定傾向あるいは若干の増減を示した。ただしC条件の1,250樹区は14年生から、2,500樹区は13年生から著しい年次変動を伴いながら減少した。この原因は、栽培条件が直接影響したものでなく、かいよう病や寒風害、あるいは調査個体の隣接樹による遮へいなどが影響した特殊なものと考えられる。

5,000及び10,000樹区は、いずれの栽培条件においても初期の急速な増加の後、著しい年次変動を示した。両区のほとんどは17年生時に一時的に高い値を示したが、これは1,2年前のかいよう病による落葉の後、樹体下部から上部にかけて一斉に新葉が発生したためと考えられる。

以上の結果は3樹の平均値で示したが、各処理区の調

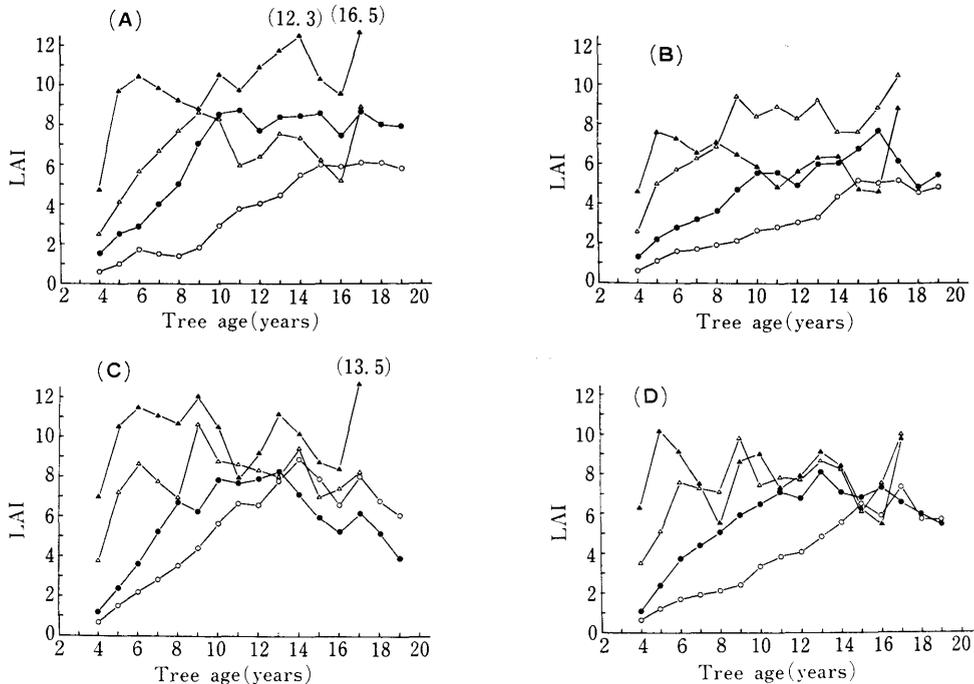


Fig. 1. Yearly leaf area indices (LAI) in different planting densities under different cultural conditions.

- (A): Shallow plowing+less fertilization, and no pruning+no fruit thinning.
 - (B): Shallow plowing+less fertilization, and pruning+fruit thinning.
 - (C): Deep plowing+standard fertilization, and no pruning+no fruit thinning.
 - (D): Deep plowing+standard fertilization, and pruning+fruit thinning.
- ; 1,250 trees/ha, ●—●; 2,500 trees/ha,
 △—△; 5,000 trees/ha, ▲—▲; 10,000 trees/ha.

査個体が少ないため変動が大きく、栽培条件や栽植密度のLAIの経年変化に及ぼす影響は明らかでなかった。したがって栽植密度あるいは栽培条件ごとに各処理区を包括した12あるいは24樹の平均についてその影響を検討することにした。

a. 栽培条件がLAIの経年変化に及ぼす影響 第2図-1及び2は、LAIについて深耕施肥あるいはせん定摘果などの同一の栽培条件における処理区の平均値を示した。4~14年生の間で、深耕施肥によるLAIの増加が無深耕少肥区より顕著であった。15年生以後では両区の差は明らかでなかったが、これは第1図でみられるように、C及びD-2,500樹区の減少、18年生以後の5,000及び10,000樹区の調査打ち切りによる平均からの除外などによるものと考えられる。

4年生から19年生までのLAIの平均は、無深耕少肥区で5.9、深耕施肥区で6.5であった。これに対して同期間の平均収量はそれぞれ54.0及び54.9t/haであり(18)、両区間に差異はみられなかった。したがって単位葉面積当たり果実生産力はそれぞれ0.92及び0.85

kg/m²であり、無深耕少肥区の単位葉面積当たり果実生産力が優った。この理由の一つとして、地力の低い土壤では、枝梢の生長が相対的に緩慢であり、せん定量が少なくすみ、単位葉面積当たり果実生産力が高まったものと考えられる。したがって計画密植栽培において、同じ値のLAIについて(この場合は6前後として)両区の収量を比較すると、無深耕少肥区の収量は深耕施肥区に比して高くなると推察される。

薬師寺(22)は、地力の低い土壤でも栽植本数を多くすることによって、地力の高い地域に劣らない収量を得ることができると報告している。このことは本実験で明らかのように、地力の低い土壤においても単位葉面積当たり果実生産力は高く、また栽植本数を多くすることによってLAIが高められるので、地力の高い地域に劣らない収量を得ることができ、地力の低い土壤での計画密植栽培の合理性を示唆している。

無せん定無摘果区とせん定摘果区におけるLAIを比較すると(第2図-2)、6~8年生を除き有意性は認められなかったが、せん定摘果区は、無せん定無摘果区より

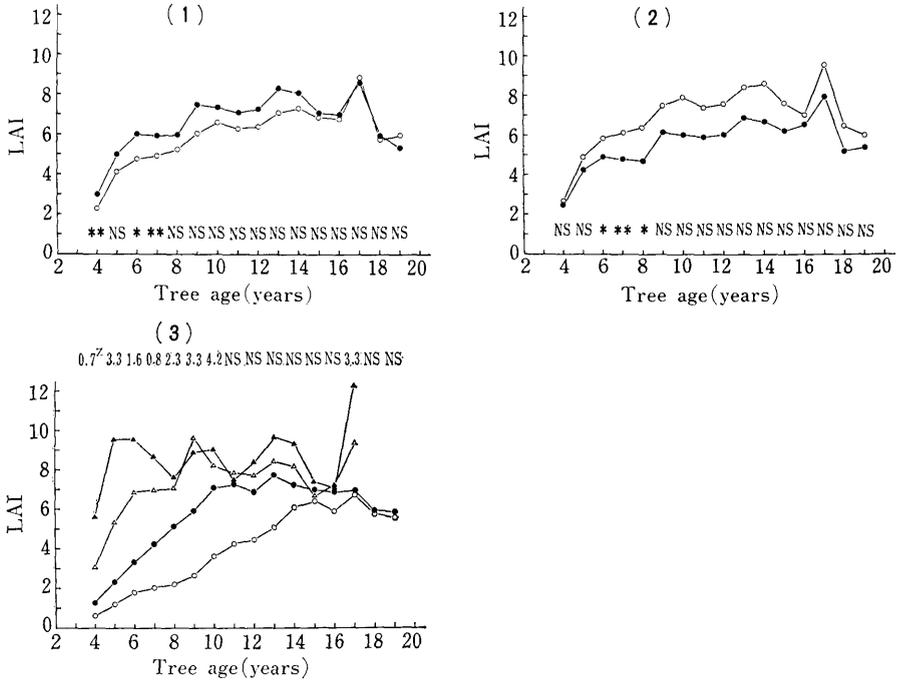


Fig. 2. Effect of planting densities and cultural conditions on the yearly changes in leaf area index (LAI).

- (1) ○—○; Shallow plowing+less fertilization,
●—●; Deep plowing+standard fertilization.
 - (2) ○—○; No pruning+no fruit thinning,
●—●; Pruning+fruit thinning.
 - (3) ○—○; 1,250 trees/ha, ●—●; 2,500 trees/ha,
△—△; 5,000 trees/ha, ▲—▲; 10,000 trees/ha.
- z L. S. D. at 5% level.
*, ** Significant at 5% and 1% level.

低い水準で推移した。このことは、枝梢がせん除されたための機械的なものと考えられる。4～5年生のせん定は、夏枝を軽く切り返す程度であったので、両区の差はわずかであった。4～19年生の平均LAIは、無せん定無摘果区及びせん定摘果区でそれぞれ6.8及び5.6であった。これに対して同期間の平均収量はそれぞれ58.2及び50.7 t/haであり(18)、また単位葉面積当たり果実生産力はそれぞれ0.86及び0.91 kg/m²であった。

無せん定無摘果区の収量はせん定摘果区のそれより多かった。これは前者の単位葉面積当たり果実生産力はやや劣ったが、LAIがかなり大きい値を示したためと思われる。せん定摘果区の単位葉面積当たり果実生産力が大きかったことは、せん定によって樹形が整えられ、樹冠全体の受光状態がよくなり、また結果調整により残存果実の発育が促進されたためであろう。したがって計画密植栽培において、同じ値のLAI(この場合は6前後)では、せん定摘果区の方が無せん定無摘果区より果実の収量が多く、品質も優ると推察される。

b. 栽植密度がLAIの経年変化に及ぼす影響 第2図-3は、栽植密度を異にした処理区の平均を経年的に示した。1,250樹区は14年生、2,500樹区は10年生、5,000樹区は9年生、そして10,000樹区は5年生までLAIは樹齢の進みとともに増加した。以後の推移は、各密度区とも概して一定の傾向を示すようであった。LAIがほぼ一定に達するまでの年数は、栽植密度が高くなるとともに早くなった。またLAIの年次変動は、栽植密度が高くなるとともに大きくなり、10,000樹区では17年生時に著しい増加がみられた。

LAIについて、その推移がほぼ一定傾向を示した期間の平均は、次のとおりである。ただし()内は平均した期間を示している。1,250樹区; 6.0(14～20年生), 2,500樹区; 6.7(10～20年生), 5,000樹区; 8.0(9～17年生), 10,000樹区; 8.7(5～17年生)。平均LAIは栽植密度が高くなるとともに大きくなった(p<0.01)。

果樹成木のLAIはウンシュウミカン; 4～8, リンゴ; 2～5. ナシ・カキ・ブドウ; 2～3(12, 19, 24), パイナップル

ブル; 6.5(15)とされている。また Jackson(11) はリンゴの LAI は 1.7~4.6 (小樹の密植の場合) の範囲にあると述べている。本実験における一定傾向を示す時期の LAI は 6.0~8.7 であり、これらの落葉果樹より大きく、パイナップルとは近似し、一般のウンシュウミカン成木園においては大きい方であった。

森林における単位面積当たりの葉量または LAI は、林齢とともに次第に高くなり、それ以後長期間にわたって一定葉量を維持する(23)。ただし葉の現存量は立木密度が十分高い場合は、立木密度にあまり影響されないが、立木密度がそれほど高くない場合は、立木密度が高いほど多くなるとされている(17)。

栽植密度が 1,250~10,000 樹/ha の範囲にある本実験では、各栽植密度の LAI は一定の樹齢に達した後はほぼ一定の傾向を示した。そしてその時の平均 LAI は、栽植密度が高くなると共に大きくなり、森林における立木密度の低い場合と同じ結果を示した。このようなことは、平野・森岡(6)も観察しており、その原因として第1に葉の着生密度の水平分布が関係し、栽植密度が高い場合は着生密度がほぼ一様であるが、栽植密度が低い場合は隣接樹との空間部へ枝梢が伸長し、その部分は着生密度が低下することをあげている。第2の原因として、樹冠の中心付近の葉の最大着生密度は栽植密度が低くなると小さくなることをあげ、この減少は着果程度に影響されると述べている。また本実験では、いずれの栽培条件においても樹形に栽植密度の影響がみられ、栽植密度が高くなると、樹形は開張性から直立性となった。この形状の変化はリンゴの栽植密度試験でも観察されている(1, 2)。群落状態にある植物では、立った葉は相互遮へいが小さく、投射される日照は下層部にまで到達しやすくなる(4, 10)。同様に立った枝の場合でも入射光は透入しやすくなると考えられ、相対的に直立枝の多い高密度区の LAI が大きくなるのであろう。

2. 樹齢別の最高収量と LAI との関係

前報(18)では、栽培条件の異なる4種の栽植密度区の収量の経年変化から、それらの樹齢における最高収量とそれを示した栽植密度、すなわち樹齢別の収量最適密度を明らかにした。この最高収量とその時の LAI を4~19年生の平均で示すと、それぞれ A区; 66 t / 6.5, B区; 65 t / 5.2, C区; 74 t / 7.6, D区; 64 t / 6.6 であった。これらの栽培条件における値を平均すると、67 t / 6.5 であった。これはワセウンシュウの計画密植栽培において適切な時期に間伐を進めることにより、LAI を平均 6.5 に維持することができ、また収量を平均 67 t / ha あげることのできる可能性を示すものである。またカンキツの

物質生産・分配の理論からみた限界収量約 70 t / ha (14) を実証するものである。この時の単位葉面積当たり果実生産力は、約 1 kg / m² であった。各種果樹の果実生産力は、ナシ; 1.5~2.0 kg / m²(13), ブドウ; 1.5~2.8 kg / m²(19), スイートオレンジ; 0.23~0.43 kg / m²(20) と報告されている。また平野・森岡(7)はウンシュウミカン; 1.0~1.1 kg / m² を報告している。本実験の値 1 kg / m² は平野らのウンシュウミカンの値とはほぼ一致したが、スイートオレンジより大きくナシ及びブドウの値より小さかった。

3. LAI と収量との関係

LAI と収量との一般的な関係を明らかにするため、各栽培条件における栽植密度を 1,250 及び 2,500 樹/ha の低密度区と、5,000 及び 10,000 樹/ha の高密度区に分け、それぞれについて4~19年生までの調査データから、実験式 $Y = a \exp[bF + cF^2]$ (3) によって LAI (F) に対する収量 (Y) の増加曲線を求め、第3図に示した。ただし a~c はいずれも定数である。収量は隔年結果が著しかったので、2か年の平均を用いた。LAI も同様にした。

本式は低密度区において、高い重相関係数の値 (p < 0.01) が示すように実測値によく適合し、収量に関する最適 LAI が存在した。しかし高密度区では LAI と収量

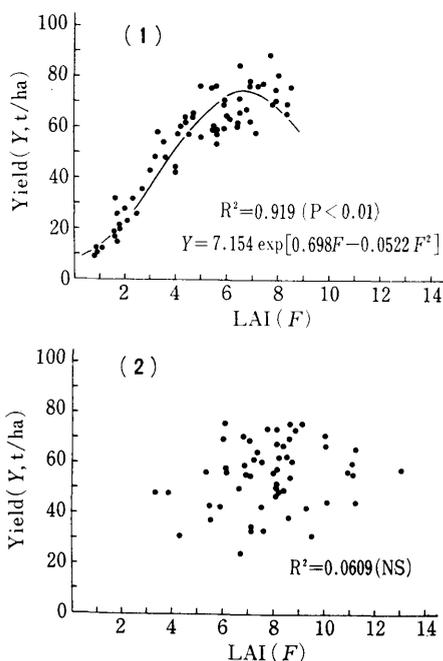


Fig. 3. Relation between leaf area index (LAI) and yield.

- (1) Lower planting density(1,250+ 2,500 trees/ha).
- (2) Higher planting density(5,000+10,000 trees/ha).

との関係は明らかでなかった。この原因は、高密度区において LAI が 6 以下の場合個体数が少なく、また同じ値の LAI において、低密度区より収量のばらつきが著しく大きかったためである。すなわち高密度区における LAI は初期の急速な増加の後、ほぼ一定で推移したのに対して、収量は初期の増加以後、減少に転じたためと考えられる。低密度区において、収量が最高となる時の LAI (F) は 6.7 であった。またその時の収量 (Y) は 74 t/ha であり、単位葉面積当たり果実生産力は 1.1 kg/m² であった。

4. 品質を考慮した場合の収量

一般のカンキツ園における多収量、良品質果実の生産、及び管理作業の便などを考慮した場合の LAI は、樹冠の拡大期が過ぎ安定状態に達した時には 4.5 ないし 5 程度の値をとることが多い(9, 14)。第 2 図-3 から LAI が 5 に近似した時の各密度区の樹齢、ha 当たり収量(18)、LAI 及び単位葉面積当たり果実生産力を示すと次のとおりである。ただし隔年結果がみられるので、その年と翌年の収量を平均して示した。

- 1,250 樹区；13 年生，66 t/5.0，1.3 kg/m²，
- 2,500 樹区；8 年生，66 t/5.1，1.3 kg/m²，
- 5,000 樹区；5 年生，58 t/5.3，1.1 kg/m²，
- 10,000 樹区；4 年生，57 t/5.7，1.0 kg/m²。

これらの数値は一般のカンキツ園で葉面積指数からみた間伐の開始時期を示唆し、また葉面積指数を 5 に維持した場合には収量が 50~60 t/ha あげられる可能性を示すものである。果実生産力は 1.0~1.3 kg/m² の範囲にあったことから、成園において品質を考慮した果実の収量を高水準で維持するためには、果実生産力は少なくとも 1 kg/m² 以上必要と推測される。

摘 要

ワセウシユウ「宮川早生」を、無深耕少肥及び深耕施肥条件と、無せん定無摘果及びせん定摘果条件下で、ha 当たり 1,250, 2,500, 5,000 及び 10,000 樹の 4 つの栽植密度に区別し、1967 年に植栽した。その後、間伐を行わずに栽培を続け、4~19 年生(1969~1984 年)のデータをもとに、葉面積指数(LAI)に及ぼす栽植密度及び栽培条件の影響を明らかにし、さらに各樹齢において最高収量を示した時の LAI、及び LAI と収量との関係を検討した。

1. LAI の経年変化について、深耕施肥条件は無深耕少肥条件よりやや高い水準で推移した。また無せん定無摘果条件はせん定摘果条件よりやや高い水準で推移した。

2. 各栽植密度における LAI は、樹齢とともに増加したが、増加の程度は栽植密度が高いほど大きかった。

その後高密度区では著しい年次変動がみられたが、LAI はほぼ一定の推移を示した。この期間の平均 LAI は、1,250 樹区；6.0，2,500 樹区；6.8，5,000 樹区；8.0，及び 10,000 樹区；8.7 であり、栽植密度が高くなると共に大きい値を示した。

3. 各栽植条件における 4~19 年生の最高収量とその時の LAI は、平均 67 t/ha 及び 6.5 であった。この時の単位葉面積当たりの果実生産力は約 1 kg/m² であった。

4. 収量に関する最適 LAI を求めたところ、1,250 及び 2,500 樹/ha の低密度区では、LAI が 6.7 の時最高収量は 74 t/ha を示した。

謝 辞 本論文を草するに際し、実験を企画され、かつ指導助言を賜った平野 暁東京農業大学教授及び森岡節夫前千葉県暖地園芸試験場長に謝意を表します。なお有益な助言をいただいた石崎政彦前和歌山県果樹園芸試験場長に敬意を表します。

引用文献

1. ATKINSON, D., D. NAYLOR and G. A. COLDRICK. 1976. The effect of tree spacing on the apple root system. Hort. Res. 16 : 89—105.
2. ATKINSON, D. 1978. The use of soil resources in high density planting systems. Acta Hort. 65 : 79—89.
3. DUDNEY, P. J. 1974. An analysis of growth rates in the early life of apple trees. Ann. Bot. 38 : 647—656.
4. DUNCAN, W. G. 1971. Leaf angles, leaf area, and canopy photosynthesis. Crop Science 11 : 482—485.
5. 平野 暁・森岡節夫・中井滋郎・岩田正久. 1969. カンキツの葉面積測定法. 第 1 報. 1 枚の葉の葉面積の推定. 千葉暖地園試研報. 1 : 11—15.
6. 平野 暁・森岡節夫. 1974. 列植え温州ミカンにおける葉の分布、樹の生長及び果実収量. 第 1 報. 列間隔と葉の空間分布. 園学要旨. 昭49春 : 64—65.
7. 平野 暁・森岡節夫. 1975. カンキツの着果程度と樹の生長および収量との関係. 第 1 報. 宮川早生幼木における果実収量と葉の物質生産力. 園学雑. 44 : 99—106.
8. 穂積和夫. 1973. 生態学講座10. 植物の相互作用. p.69. 共立出版. 東京.
9. 岩垣 功. 1981. 温州ミカン各種樹形の合理性と問題点. 農及園. 56 : 894—898.
10. 岩城英夫. 1973. 生態学講座6. 陸上植物群落の物質生産 II. p.65—67. 共立出版. 東京.
11. JACKSON, J. E. 1980. Light interception and utilization by orchard systems. Hort. Rev. 2 : 208—267.
12. 岸本 修. 1970. 日本ナンの整枝せん定について

- の一試論(2). 農及園. 45:1801—1807.
13. 岸本 修・清家金剛・松永晴夫. 1971. 日本ナンの整枝せん定に関する研究. II. 整枝法を異にするナンの生態的特性. 園試報. A10号:39—54.
 14. 松本和夫. 1973. 柑橘園芸新書. p.138—159. 養賢堂. 東京.
 15. 小那覇安優・池宮秀和・中宗根福則. 1986. パイナップルの物質生産に関する研究(乾物生産と収量成立過程について). 園学雑. 54:438—449.
 16. 佐伯敏郎. 1971. 葉量と物質生産. 所蒔義次監修. 作物の光合成と物質生産. p.289—292. 養賢堂. 東京.
 17. 佐藤大七郎. 1973. 生態学講座9. 陸上植物群落の物質生産 I. p.52—60. 共立出版. 東京.
 18. 橘 温・森岡節夫・中井滋郎. ウンシュウミカンの栽植密度と栽培条件が収量に及ぼす影響. 園学雑. 投稿中.
 19. 高橋国昭. 1985. ブドウ“デラウェア”の最適葉面積指数について. 園学雑. 54:293—300.
 20. TURRELL, F. M. 1961. Growth of the photosynthetic area of citrus. Bot. Gaz. 122:284—298.
 21. 薬師寺清司. 1969. 柑橘栽培新説. p.81—89. 養賢堂. 東京.
 22. 薬師寺清司. 1970. 温州ミカンの栽植密度に関する研究. 愛媛果試研報. 6:41—43.
 23. 依田恭二. 1972. 森林の生態学. p.37—43. 築地書館. 東京.
 24. 吉田賢治. 1985. 農業技術体系果樹編 8. p.29—32. 農文協. 東京.