

ニホンナシ幸水の樹冠占有面積率と収量・品質との関係

山田健悦・金子友昭・三坂 猛*・高橋建夫・松浦永一郎**

I 緒言

本県におけるニホンナシ幸水は、個々の樹についてはせん定の基準化^{6,12)}をはじめ結実管理、新しょう管理及び病害虫防除など技術の体系的確立と普及により、各農家ではそれぞれの樹の状態に合わせた管理で安定的な収量を上げることが可能になった。

しかしながら、園全体としてみた場合には目標とする収量をあげている園は少ないのが現状で、これは大王生産を望むあまりの着果不足、あるいは果実肥大不良、変形果の発生による可販果数の減少、また園の中には生産性の低い樹が混在し園全体としての収量を低くしていることなどが考えられるが原因は明らかではない。

一方、カンキツ^{11,14)}、クリ^{1,2)}及びリンゴ⁷⁾においては計画密植栽培試験及び栽植密度と収量等に関わる試験の中で、園全体として捉えた場合には樹冠占有面積率が収量構成要因の一つと考えられており、樹種によっては適正な樹冠占有面積率が示されている。しかし、ニホンナシに関しては、せん定試験等^{6,12)}の中で樹冠占有面積が試験項目として扱われているのみで、園の収量構成要因としての樹冠占有面積率と収量等との関係についての報告は見当たらない。

そこで、本研究では、現地ほ場を群落状態としてみた場合の園地の利用率を表わす樹冠占有面積率と、収量及び品質との関係について検討したのでその結果について報告する。

II 試験方法

栃木県宇都宮市清原地区の現地農家ほ場を

*現鹿沼農業改良普及所 **現栃木県農業大学校

1988年は6園、1989年及び1990年はそれぞれ12園を供試し、各調査園を代表する約10aについて調査区を設定した。供試園は全て表層多腐植質黒ボク土壌で4本主枝整枝の棚仕立て栽培園であり、ほとんどの園では防電施設が完備している。栽培管理はそれぞれの園の慣行に従った。

1988年は各調査区に含まれる全ての樹について樹冠占有面積、全枝長、着果数及び収量について調査した。1989年及び1990年は各調査区の全ての樹について樹冠占有面積を測定し、また、各園に基準樹を任意に3樹ずつ（隣接樹）設け、着果管理を第1表のように一定にしたうえで葉

第1表 着果管理方法

年次	予備摘果 (満開30日後)	仕上げ摘果 (満開50日後)	補正摘果 (満開100日後)
1989	一果そう1果	12.1個	11.0個
1990	〃	11.0個	10.0個

注. 着果数は樹冠占有面積1㎡当たりの個数

数、葉面積、全枝長、果実肥大、収量及び果実品質について調査を行った。

樹冠占有面積は金子ら⁶⁾の調査方法と同様に投影法により測定し、それらの合計値と調査区の面積から樹冠占有面積率を算出した。なお、隣接樹との樹冠の重なりがある場合はそれを一重として計算した。

葉数は新しょうの伸長が停止した7月下旬に各基準樹の全葉数を測定した。この時11cm以上に伸長した新しょう基部のロゼット状の葉を除いた部分を全て新しょう葉として、他は果そう葉として数えた。葉面積は中程度の伸長を示す新しょうの中間部の葉と果そう中間の葉位の葉

をそれぞれ1樹につき40枚採取し、自動面積計で測定した。

葉面積指数は、葉数と葉面積とを乗じて1樹当たりの総葉面積を算出した後、調査区内の全樹冠占有面積当りに換算し、その値を調査区的面積で除して求めた。

樹体を構成する全枝長は、せん定誘引後に主枝の分岐部から先の全ての枝の長さを測定した。

着果数は、1988年は調査区内の全樹について収穫開始直前の8月中旬に調査した。1989年及び1990年は基準樹について予備摘果、仕上げ摘果及び補正摘果の都度調査し、第1表に示したとおり単位樹冠占有面積当たりの着果数を各園とも一定にした。

果実肥大は、収穫盛期に収穫された全果実から1果平均重として求め、1果平均重と着果数とを乗じて収量に換算した。

全枝長、収量とも1989年及び1990年は基準樹3樹分の測定値を調査区内の全樹冠占有面積当りに換算した。

果実品質は、収穫盛期に収穫された果実から地色用カラーチャートで2.5程度、大きさ中程度の果実を1樹当たり10果採取し、糖度（アタゴデジタル屈折計DBX-55）、酸度（pHメーター）及び果実硬度（マグネステラー硬度計）を常法により測定した。

Ⅲ 結果

1. 供試園における樹冠占有面積率

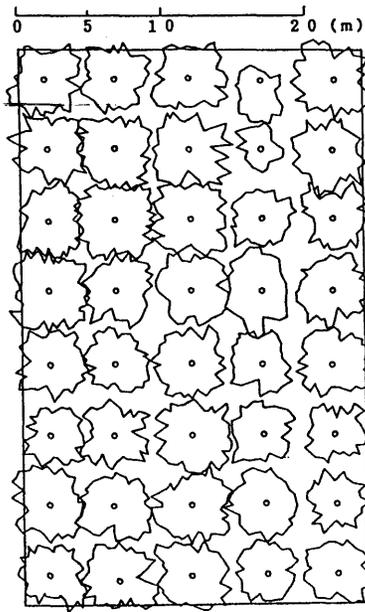
供試園の栽植概要を第2表に示したが、3カ年を通じてみた樹冠占有面積率は60.1%～93.7%であった。

10a当たり栽植本数と樹冠占有面積率との関係を見ると、比較的樹齢の若い7～13年生の園では、1園を除き、10a当たり栽植本数は40本前後で60.1%～91.5%、樹齢15年生以上の成木園では20本前後の栽植本数で76.3%～93.7%であった。具体的に図で表わすと第1図～第4図に示すとおりで、樹冠占有面積率が80%未満では樹冠と樹冠の間は比較的広くゆとりをもった

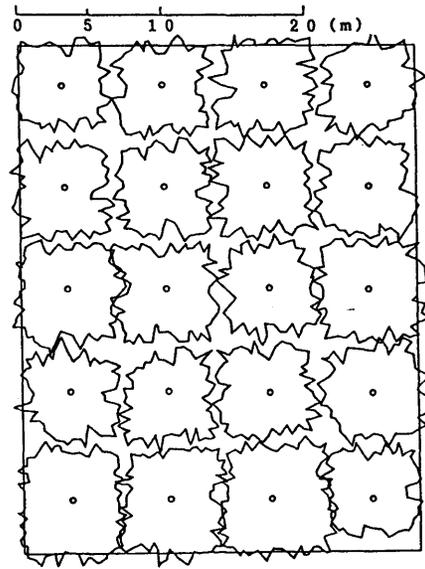
第2表 供試園の栽植概要

年次	園No	樹齢年生	10a当たり栽植本数	樹冠占有面積率%	年次	園No	樹齢年生	10a当たり栽植本数	樹冠占有面積率%
1988	1	7	40.0	60.1	1988	4	18	22.3	85.9
	2	17	28.2	82.0		5	15	22.9	82.4
	3	16	19.3	78.1		6	15	21.6	87.6
1989	1	8	40.0	66.6	1990	1	9	40.0	77.5
	2	9	36.5	66.1		2	10	36.5	72.0
	3	11	39.7	78.9		3	12	39.7	91.5
	4	12	39.2	80.4		4	13	39.2	84.8
	5	10	44.6	82.6		5	11	44.6	78.5
	6	8	75.2	83.7		6	9	75.2	83.3
	7	18	28.2	85.2		7	19	18.8	76.3
	8	17	19.3	80.7		8	18	19.3	81.1
	9	16	22.9	83.5		9	17	22.9	85.2
	10	19	21.6	88.5		10	20	21.6	93.5
	11	16	22.3	88.5		11	17	22.3	90.3
	12	18	21.3	90.7		12	19	21.3	93.7

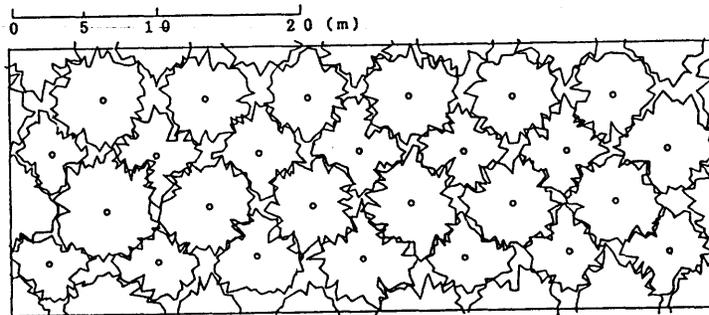
ニホンナシ幸水の樹冠占有面積率と収量・品質との関係



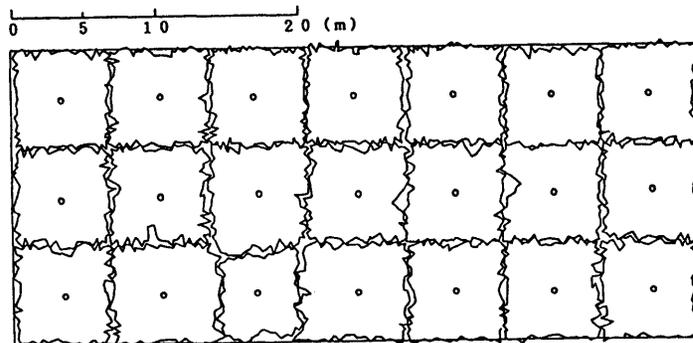
第1図 樹冠占有面積率66.6%の樹冠
投影図(若木園)



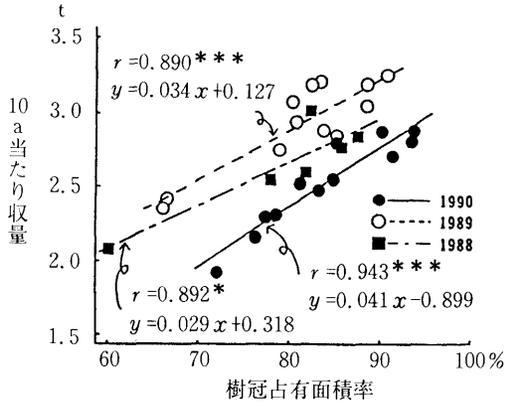
第2図 樹冠占有面積率78.1%の樹冠
投影図(成木園)



第3図 樹冠占有面積率91.5%の樹冠投影図(若木園)



第4図 樹冠占有面積率93.7%の樹冠投影図(成木園)



第5図 樹冠占有面積率と10a 当たり収量との関係

枝の配置が可能であるが、樹冠占有面積率が90%を超えると樹冠が接するか、あるいは樹冠の重なりが認められた。

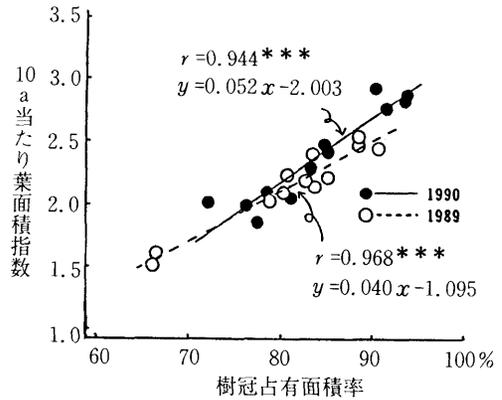
2. 樹冠占有面積率と10a 当たり収量、葉面積指数及び全枝長との関係

樹冠占有面積率と10a 当たり収量との関係を第5図に示した。収量には年次間差があるものの、樹冠占有面積率と収量には3カ年とも正の相関が認められ、樹冠占有面積率が高くなるほど10a 当たり収量は高くなった。特に、1989年及び1990年は0.1%水準の高い正の相関関係が得られた。

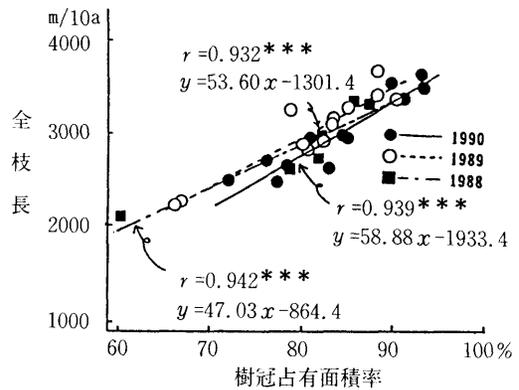
樹冠占有面積率と10a 当たり葉面積指数との関係は第6図に示すとおりで、2カ年とも0.1%水準の正の高い相関関係が認められ、樹冠占有面積率が高くなるほど葉面積指数は大きくなった。果実生産の場を全枝長として表わし、樹冠占有面積率と全枝長との関係を第7図に示した。3カ年とも0.1%水準の高い正の相関関係が認められ、樹冠占有面積率が高くなるほど全枝長が長くなった。

10a 当たり収量と葉面積指数及び全枝長との関係は、第3表に示すようにそれぞれ有意な正の相関関係が認められ、このことは樹冠占有面積率が高くなるほど葉面積指数及び全枝長は大きくなり、収量も増加することを示している。

3. 樹冠占有面積率と果実肥大、葉面積指数



第6図 樹冠占有面積率と葉面積指数との関係



第7図 樹冠占有面積率と全枝長との関係

第3表 10a 当たり収量と葉面積指数及び全枝長との相関係数

年次	葉面積指数	全枝長
1988	—	0.880*
1989	0.917***	0.736**
1990	0.873***	0.864***

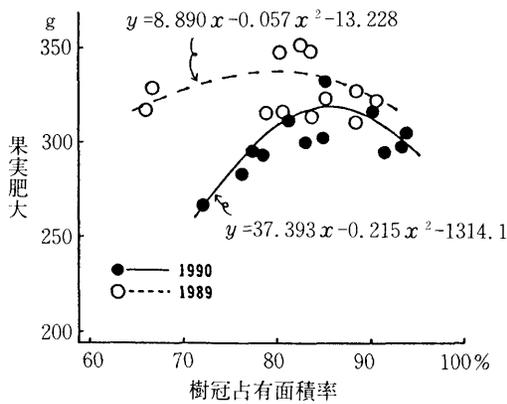
注. * 5%, ** 1%, *** 0.1%水準で有意

及び全枝密度との関係

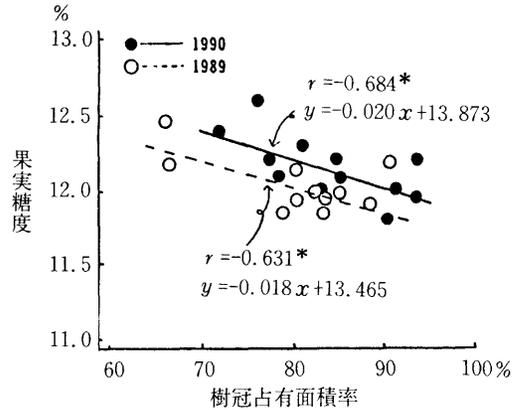
着果管理を一定にした場合、樹冠占有面積率と果実肥大との関係は第8図に示すように2カ年とも二次曲線がよく適合した。1989年は樹冠占有面積率が80%程度で、1990年は86%程度で最大値となる二次曲線となり、いずれの年もその値の前後では、果実肥大が劣る傾向を示した。

樹冠占有面積率と葉面積指数及び全枝密度との関係を第4表に示した。葉面積指数及び全枝

ニホンナシ幸水の樹冠占有面積率と収量・品質との関係



第8図 樹冠占有面積率と果実肥大との関係



第9図 樹冠占有面積率と果実糖度との関係

第4表 樹冠占有面積率と樹冠占有面積当たり葉面積指数及び全枝密度との相関係数

年次	葉面積指数	全枝密度
1989	0.867***	0.718**
1990	0.828***	0.803***

注. ** 1%, *** 0.1%水準で有意

密度とも正の相関が得られ、樹冠占有面積率が高くなるにつれてそれぞれも高くなる傾向が認められた。このことは、樹冠占有面積率が増加すると樹冠内部が込み合う状態を示している。

4. 樹冠占有面積率と果実品質との関係

樹冠占有面積率と果実糖度との関係を第9図に示した。糖度の高低に年次間差はあるが、2カ年とも5%水準の負の相関関係が認められ、樹冠占有面積率が高くなるほど果実糖度は低くなる傾向があった。

樹冠占有面積率と果実硬度及び果実pHとの関係は第5表に示すように、単年度では有意な相関が認められる年もあったが、2カ年をみた場合は明らかな傾向は認められなかった。

Ⅳ 考 察

依田¹⁴⁾によると、樹冠占有面積率を表わす方法には二通りあり、その一つは個々の樹冠の投影面積の総和とほ場面積との比で示す方法である。この場合は樹冠が隣接樹と接した後でも個

第5表 樹冠占有面積率と果実硬度及び果実pHとの相関係数

年次	果実硬度	果実pH
1989	0.246	0.361
1990	0.583*	-0.683*

注. * 5%水準で有意

々の樹冠は重なりながら伸びるため、樹冠占有面積率は100%を超える場合がある^{1,2,7,8)}。他方は、樹冠が実際にはほ場を覆う面積とほ場面積との比で示す場合である。本研究では、樹冠占有面積率の測定は個々の樹ごとに行ったが、樹冠が重なり合う場合は一重として扱ったので、後者の方法と同様であった。

樹冠占有面積率は、栽植本数が同じ場合は樹齢とともに増加し、また、比較的若い園で樹齢が同じ場合には、栽植本数の多い園で高かった。

このことは、カンキツ^{11,13)}やリンゴ⁷⁾及びブドウ⁸⁾と同様であり、特に、若い園では密植栽培することにより樹冠占有面積率は高く維持されていた。しかし、成木園ではそのような傾向は当てはまらず、これはナシが棚仕立てのためせん定、誘引の際に比較的自由に樹冠を制限したりあるいは拡大できるためと考えられる。

樹冠が隣接樹と互いに接するかあるいは重なり合う状態は、カンキツでは小野ら⁹⁾によると樹冠占有面積率が60%以上、また、橋ら¹¹⁾によ

ると樹冠占有面積率が80%以上（推定）になった場合に認められ、青木²⁾はクリで樹冠占有面積率が85.3%で隣接樹と枝が接しているとしている。本研究のニホンナシでは、樹冠占有面積率が90%を超えると隣接樹との重なり部分あるいは接し合う部分が観察され、他の樹種に比べ樹冠占有面積率は若干高めであった。これは棚仕立てのため、発生した枝をそのまま誘引しようとして隣接樹と重なる場合には、枝の方向を変えて棚面の空いている場所に誘引することが簡単に出来るので、立木仕立ての樹種より樹冠占有面積率が高くても、重なりが少なく維持されことによると考えられる。

小野ら⁹⁾はカンキツ園の収量構成要因の解明の中で、樹冠占有面積率と10a当たり収量との間に正の相関関係を認め、高木¹⁰⁾は宮内伊予柑の生産性低下の原因として、樹冠占有面積率の低下を指摘しており、いずれの場合も、収量には樹冠占有面積率の上昇が大きく関与していることが明らかにされている。また、リンゴ⁷⁾及びクリ^{1,2)}などでも同様のことが報告されている。

本研究は、棚仕立ての条件で樹冠占有面積率と収量との関係を解析したが、立木仕立て栽培の樹種と同様に正の高い相関が認められ、10a当たり収量向上のためには樹冠占有面積率の上昇が必要と考えられる。特に、ナシ栽培では単位樹冠占有面積当たりで着果数を決定している場合が多いため、樹冠占有面積率の上昇に伴って着果数も増加し、結果として収量向上に結びつくものと思われる。

全枝長は、樹冠占有面積率が高くなるほど大きくなるのは第7図からも明らかである。また、個々の樹の樹冠占有面積当たりでみた場合の全枝密度も第4表に示したように、樹冠占有面積率が高くなるほど大きくなり、すなわち棚面に配置されている枝が多くなる傾向を示した。金子ら⁶⁾は全枝密度が高まるほど多収となることを認めており、その原因として、枝ごとに着果

数を決定する場合には、枝が多くなるほど着果数が多くなり、結果として収量が増加するとしている。本研究では着果管理は枝の密度にかかわらず、樹冠占有面積当たりで一定にしたため、枝の増加が直接収量の増加に結びついたとは考えられない。しかし、樹冠占有面積率が高くなれば果実生産の場となる全枝長も長くなるので、結果的に全枝長と収量とも高い相関が認められたものと考えられる。

樹冠占有面積率が高まるほど葉面積指数が増加するのは一般的であり⁴⁾、また、葉面積指数は高くなるほど収量が多くなることは、一般作物と同様に果樹でも明らかにされている。平田ら⁵⁾はニホンナシ新水の実験で、収量と葉面積指数との間には正の相関関係があり、葉面積指数を高めることによって、多収が可能であるとしている。本研究においても、10a当たり葉面積指数と収量に高い相関が認められたが、葉面積指数は枝の密度と密接な関係があり⁶⁾、また、樹冠占有面積率と葉面積指数には正の相関がみられたことを考えると、全枝長の場合と同様の理由で葉面積指数と収量とも高い相関がみられたものと考えられる。

ニホンナシでは、大果が高値で取引される条件の一つであることから、単に収量の追求だけでは問題が多い。そこで、樹冠占有面積率と果実肥大との関係を解析したところ、2カ年とも二次曲線がよく適合し、樹冠占有面積率が80%ないしは86%で最大となる傾向が認められた。

その要因として、樹冠占有面積率が低い場合には、樹冠周辺に空き地が多いため枝の配置が樹冠の外へ行われ、そのために樹冠内部の全枝密度が低くなり、葉面積指数も低くなることが考えられる。本研究での着果数は、樹冠占有面積当たりで一定にしてあるため、樹冠占有面積率が低い条件では個々の枝の着果負担は大きくなり、また、1果当たり葉面積も小さくなる傾向があるために果実肥大が劣ったものと考え

られる。

逆に、樹冠占有面積率が90%を超えるような高い場合には、樹冠が接するかまたは樹冠の重なりがあるために樹冠外周部へむけた枝の配置が困難で、したがって樹冠内部へ誘引することになり、結果的に枝の込み合った状態になりやすい。金子ら⁶⁾は、成木を供試した試験の中で枝の密度と果実肥大には負の相関を認めており、本試験でも樹冠内部の込み合いが果実肥大の劣る原因になっていると考えられる。ただし、この場合の葉面積指数は高くなり果実肥大は良くなるはずであるが、実際には劣る傾向で、この点については最適葉面積指数の存在も考えられるが不明であるので今後の検討が待たれる。

西澤⁸⁾は、棚仕立てのブドウ巨峰の栽植密度と収量、品質との試験で、また、Boswellら³⁾はネーブルオレンジの試験の中で、栽植密度及び樹冠占有面積率が増加するにつれて、収量はある程度増加するが、糖度と着色は劣ることを報告している。本研究では、樹冠占有面積率と果実糖度には負の相関が認められ、品質不良という点からすれば同様の結果であった。また、金子らは全枝密度が高い状態では糖度が低下する傾向を認めており、前述のように樹冠占有面積率の上昇に伴って、樹冠内部が込み合う状態を考えると同様の結果といえる。

以上のように、樹冠占有面積率の増加とともに10 a 当たり収量は向上することが明らかになったが、果実肥大及び果実品質を考慮すると必ずしも樹冠占有面積率が高ければ良いというわけではなく、適正な樹冠占有面積率は85%程度と考えられた。このときの10 a 当たり葉面積指数は第6図の回帰式から2.3~2.4と算出され、全枝長は第7図の回帰式から3,071~3,254mであった。

なお、本県での栽植様式は、成木園で7.2m×7.2m 植えの場合が多いのでそれに換算すると、85%とは隣接樹との樹冠の先端が約50~60

cm離れている状態と言える。

これらの結果は、慣行栽培園に適用できるものと考えられるが、樹冠占有面積率が低い場合に枝の密度と葉面積指数を高め、あるいは樹冠占有面積率が高い場合には枝の密度と葉面積指数とを下げ、園全体としての適正值にした場合に、どのような結果を示すかについては今後の研究を待たねばならない。

V 摘要

ニホンナシ幸水の樹冠占有面積率と収量・品質との関係を明らかにするため、1988~1990年に現地農家は場のそれぞれ約10 a を供試して検討した。

1. 3カ年を通じてみた樹冠占有面積率は、60.1~93.7%で、90%を超えると樹冠が接するかまたは重なり合う状態が観察された。
2. 樹冠占有面積率と10 a 当たり収量との関係は、3カ年とも正の相関関係が認められた。また、樹冠占有面積率と葉面積指数及び全枝長との関係も、正の高い相関を示した。
3. 樹冠占有面積率と果実肥大との関係は、樹冠占有面積率が80%ないしは86%で最大となる二次曲線で表わされた。
4. 果実糖度と樹冠占有面積率との関係は、2カ年とも負の相関関係が認められた。
5. 果実肥大及び果実糖度の面から適正な樹冠占有面積率を検討したところ、85%程度と考えられた。これは7.2m×7.2m 植えに換算すると、隣接樹の樹冠先端が50~60cm離れている状態であった。また、この時の葉面積指数は2.3~2.4であった。

引用文献

1. 安藤吉寿・青木秋広 (1979) 栃木農試研報25:33-38
2. 青木秋広 (1971) 栃木農試研報15:89

3. Boswell, S. B., E. M. Nauer and D. R. Atkin (1982) J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107: 60-65
4. 平野 暁・菊池卓郎編著 (1989) 果樹の物質生産と収量 農文協
5. 平田克明・秋元稔万・小林英良 (1980) 広島果試研報6: 19-34
6. 金子友昭・山崎一義・三坂 猛・青木秋広・松浦永一郎 (1988) 栃木農試研報 35: 51-62
7. 今喜代治・神戸和猛登・久米靖穂 (1971) 秋田果試報4: 15-31
8. 西澤勇男 (1980) 農業技術35: 77-79
9. 小野祐幸・岩垣 功・高原利雄 (1987) 果試研報D9: 51-62
10. 高木信雄・赤松 聰・渡部悦也・大和田厚 (1987) 愛媛果試研報9: 1-14
11. 橘 温・中井滋郎 (1989) 園学雑58(1): 83-96
12. 栃木農試主査 (1988) 総合助成試験研究報告書: 2-7
13. 薬師寺清司 (1970) 愛媛果試報6: 1-86
14. 依田恭二・沼田 真編著 (1974) 生態学辞典 築地書館: 21

The Relations between the Crown Density and Yield, between the Crown Density and Fruit Qualities in Japanese Pear "Kosui"

Ken-etsu YAMADA, Tomoaki KANEKO, Takeshi MISAKA,
Tatsuo TAKAHASHI and Eiichiro MATSUURA

Summary

In order to make clear the relations between the crown density and yield, between the crown density and fruit qualities in Japanese pear "Kosui", the experiment was carried out from 1988 to 1990 in several orchards in Tochigi Prefecture.

1. The crown density ranged from 60.1 to 93.7%. When the crown density exceeded 90%, the crowns came in contact with each other or overlapped one another.

2. There was a positive correlation between the crown density and yield per 10a. The close correlations were also observed between the crown density and leaf area index, between the crown density and branch length per 10a.

3. The relationship between the crown density and fruit growth was shown as a secondary curve. The fruit growth was maximum when the crown density ranged between 80 and 86%.

4. The sugar content of harvested fruits was negatively correlated with the crown density.

5. From these results, the optimum crown density was estimated at about 85% and then the leaf area index was estimated between 2.3 and 2.4.

{ Bull. Tochigi Agr. Exp.
Stn. No. 38 : 101 ~ 108 (1991) }