

青森県におけるリンゴM.26台‘ふじ’の収量と木の大きさ

外崎 武範・長内 敬明・石沢 清¹⁾・斎藤 貞昭

Yield and Tree Size of Apple Cultivar ‘Fuji’ on M.26 Rootstock in Aomori Prefecture

Takenori TONOSAKI, Yoshiaki OSANAI, Kiyoshi ISHIZAWA¹⁾ and Sadaaki SAITO

Aomori Apple Experiment Station
Kuroishi, Aomori 036 - 03, JAPAN

平成2年6月14日受理

本報告の一部は園芸学会東北支部平成元年度大会で発表した。

1) 現青森県津軽地域病害虫防除所。036-03 黒石市緑ヶ丘95

目 次

I	緒 言	137
II	調 査 方 法	137
	1. 調査園地と調査樹	137
	2. 収量調査	138
	3. 樹体調査	139
	4. 地上高別の側枝量と着果数の調査	139
III	結 果	139
	1. 検討データ	139
	2. 収 量	140
	(1) 全調査樹から算出した収量	140
	(2) 健全樹だけから算出した収量	141
	(3) 1果重及び着果数と収量との関係	141
	3. 木の生育	142
	(1) 低生産力樹の割合と内訳	142
	(2) 樹冠の大きさ	143
	4. 樹体の生育と収量との関係	144
	(1) 低生産力樹の割合と収量との関係	144
	(2) 樹冠の大きさ、側枝量及び栽植密度と収量との関係	144
	(3) 樹冠の大きさ、側枝量及び栽植密度、相互間の関係	146
	(4) 樹冠及び側枝の容積と単位容積当たり収量との関係	147
	(5) 最上位側枝発出高の上昇にともなう側枝量及び着果量の地上高別分布 割合の変化	147
IV	考 察	149
	1. 収 量	149
	2. 収量に影響する要因	151
	(1) 低生産力樹の影響	151
	(2) 樹冠の大きさ、側枝量及び栽植密度の影響	151
	(3) 樹冠及び側枝の大きさと果実生産効率	152
	(4) 樹冠の高さと果実生産形態	153
	(5) 総 括	153
V	摘 要	154
	引用文献	155
	Summary	157

I 緒 言

我国においてリンゴ栽培にわい性台木が利用され始めた時期は1970年代前半で、青森県においてもこのころから一般農家でわい化栽培が試みられ始めた。この当時すでにわい化栽培では省力、早期多収並びに高品質果実生産の有利性が期待できる反面、積雪などの自然災害に弱く、土壌適応性が狭いなどの問題があることも知られていた(1)。またこの当時の我国のわい化栽培技術、とりわけ台木、栽植様式及び樹形に関しては、その歴史が古いヨーロッパ諸国で行なわれていた方法を参考にした部分が多かったため(1)、我国の栽培条件にそれらが適合するかどうか不明な点も多かった。

それから10数年の試行錯誤を経た今日、わい化栽培技術は当初に比較すれば格段に進歩したとはいえるものの、前述した問題点はまだ必ずしも十分には解決されていない。実際、青森県における盛果期に達したわい化栽培園の現状を観察すると、当初に期待したような成果が十分得られていないように見受けられる園地が少なくない。そこにはさまざまな問題があるが、特に注目されるのは収量の園地間差がかなり大きいとみられることである。この点も含め、今後の技術的課題を明確にし、

その改善を図るためにはまず農家園地の実態を把握する必要がある。また、我国のリンゴ栽培においては収量は必ずしも最優先事項ではないが、経営規模の小さい農家が多いことを考えるとその重要度は高い。わい性台リンゴ樹の収量に影響する要因としては台木の種類、栽植密度、樹形及び土壌条件などが報告されているが(11, 19, 20, 21, 22, 25)、収量の多少に密接に関係すると考えられる樹体の大きさや樹冠構造については十分に検討されていない。

そこで、一般農家のわい化栽培園の実態を把握するとともに収量の多少に影響する樹体生育上の要因を明らかにするために、青森県津軽地方において盛果期に達したM.26台‘ふじ’の園地23か所を対象に収量、樹体の大きさ及び側枝量などを調査し、それらの間の関係についても検討した。

本調査を実施するに当たり、調査園地の園主各位には快く調査を了承していただいた上に栽培経過の聞き取りなどにもご協力を賜った。また、本調査の遂行と取りまとめに際し青森県りんご試験場の研究員各位には有意義なご助言を多数いただいた。ここに深く感謝の意を表する。

II 調査方法

1. 調査園地と調査樹

1984年に青森県津軽地方において、台木M.26(下にマルバカイドウなどがついた二重台方式も含む)、品種‘ふじ’、樹齢8年生以上、栽培面積がまとまった状態で10a以上あり、栽培管理が青森県の現状に対比して普通程度以上の水準で行われている園地という条件の下に調査園地を選定した。

選定した調査園地は23か所で、それらの概況を第1表に示した。調査園地の所在地は8市町に渡り、樹齢は最も古い園地で13年生であった。栽植した苗木の台木条件はM.26そのものだけであった園地が12か所、その他の園地はいずれもM.26の

下にマルバカイドウ又は実生がついた苗木を使用し、M.26部分も土中に埋まるように植え付けた二重台方式であった。10a当たりの栽植樹数は56～160本の範囲にあり、その中でも栽植距離4m×2mの125本植えの園地が9か所で多かった。なお、一部の園地ではもともとの列間や樹間に苗木が間植されていたが、栽植密度を調査する際にはそれらを無視した。現在の木を植える前の土地状態は、リンゴ園であった所が11か所、水田であった所が7か所、その他は山林などであった。土壌の種類で分類すると火山灰土壌が14か所、残積土壌が5か所、沖積土壌が4か所であった。また、

第1表 調査園地の所在地, 樹齡, 栽植様式及び土壌条件

園地	所在地	樹齡 (1984年)	台木 ^y	栽植距離 ^z (m)	栽植樹数 /10a	園地 前歴	土壌	備考
A	弘前市下湯口	10	M. 26	(3.3+1.7)×2.5	160	既存園	火山灰	2列千鳥植え
B	" 下湯口	9	M. 26/マルバ	4×3	83	水田	沖積	
C	" 下湯口	11	M. 26	4×2	125	既存園	火山灰	
D	" 小沢	11	M. 26	5×2	100	既存園	火山灰	
E	" 小沢	11	M. 26	4.5×2.5	89	既存園	火山灰	1982年春に9年生樹を移植
F	" 一野渡	9	M. 26/マルバ	4×3	83	山林	残積	傾斜地(約10°)
G	" 鬼沢	8	M. 26/マルバ	(4+2+2)×3	125	山林	残積	傾斜地(約15°), 3列並木植え
H	平賀町唐竹	11	M. 26	(4+3)×2	143		残積	採土跡地に園地造成
I	" 新館	10	M. 26	4×2	125	既存園	火山灰	
J	" 新館	10	M. 26/マルバ	4×2	125	水田	火山灰	
K	" 新館	10	M. 26	4×2	125	既存園	火山灰	
L	" 新館	10	M. 26	4×2	125	既存園	火山灰	
M	黒石市牡丹平	9	M. 26	4×2	125	既存園	火山灰	
N	" 赤坂	8	M. 26/マルバ	5×2.5	80	既存園	火山灰	
O	" 赤坂	11	M. 26/マルバ	6×3	56	水田	火山灰	1982年に3m×3m植えを間伐
P	浪岡町北中野	10	M. 26	4×2	125	水田	火山灰	
Q	" 北中野	13	M. 26	4×2	125	水田	火山灰	
R	" 吉野田	9	M. 26/マルバ	3.5×4	71	野菜畑	火山灰	列間, 樹間に苗木間植
S	藤崎町林崎	8	M. 26	4×2	125	既存園	沖積	1986年に園地改植のため一部伐採
T	板柳町掛落林	11	M. 26/実生	6×2	83	水田	沖積	列間に苗木間植
U	" 掛落林	9	M. 26/マルバ	5×3	67	既存園	沖積	1986年に園地改植のため一部伐採
V	鶴田町廻堰	10	M. 26/マルバ	(4+2)×3.5	95	原野	残積	2列千鳥植え, 列間に苗木間植
W	五所川原市福岡	9	M. 26/マルバ	4×2.5	100	水田	残積	

y M. 26/マルバ(マルバカイドウ)及びM. 26/実生は, いずれもM. 26の部分も土中に埋まるように植えられていた。

z 2~3列植えの場合は(作業通路の列間隔+通路でない列間隔+……)×列方向樹間隔で示した。

これらの園地の樹形はすべて広い意味での主幹形に属し, 大部分の木は円筒と円錐の中間的な形状であった。なお, 樹齡, 台木条件及び園地前歴は園主からの聞き取りによった。

23園地それぞれにおいて, systematic sampling (8)を応用して欠木や障害樹なども含め無作為に30樹を抽出し, 調査樹とした。ただし, 園地最外周の木と授粉樹はその対象から除外した。調査は1984年から1986年までの3か年行ったが, この間, 調査樹は変更せず, 以下に述べる各種の調査はすべて調査樹だけを対象に行った。

2. 収量調査

毎年10月に着果数を調査し, 10月末~11月始めにそれぞれの木で平均的な大きさの果実10個について赤道部の周を調査した。また, 周調査時にそれぞれの園地から果実10数個をサンプリングして個々の果実の周と重量を調査し, 全園地のデータを一括して果実の周と重量との回帰式を求めた。それぞれの園地の収量は, この回帰式を利用して果実の周より1果平均重を求め, この値に着果数を乗じて推定した。なお, 果実の周と重量との回帰式は下記のとおりであった。

1984年 $\log W = 2.777 \log C - 4.313$ ($r = 0.986^{**}$)

1985年 $\log W = 2.956 \log C - 4.732$ ($r = 0.991^{**}$)

1986年 $\log W = 2.739 \log C - 4.191$ ($r = 0.989^{**}$)

ここで、Wは重量(g)、Cは周(mm)、**は1%水準で有意であることを示す。

3. 樹体調査

毎年秋に調査樹において欠木、補植、著しい樹勢衰弱又は種々の障害発生など、果実生産能力が全くないか若しくは正常な木に比較して極めて低いとみられる生育状態になっていないか調査した。以下、このような木を一括して低生産力樹と呼ぶが、これには樹勢の強過ぎが低生産の原因になっているとみられる木は含めなかった。

1984年及び1986年それぞれの秋に、各調査樹ごとに幹周(接ぎ木部の20cm上)、側枝本数、心枝先端高(h_1)、最上位側枝の発出高(地上からの高さ)、最下位側枝の発出高(h_2)、樹列間方向樹冠幅(w_1)、樹列方向樹冠幅(w_2)及び樹勢を調査した。ただし、側枝に関する調査は、その主軸に枝齢2年生(前年伸長した部分を1年、その前の年に伸長した部分を2年と数える)以上の部分が長さ10cm以上あり、延長新梢も含めた全長が50cm以上のものを対象とした。また、側枝本数の調査においては、1本の側枝が基部付近で勢力が同等な複数の枝に分岐していた場合は複数の本数として数えた。樹冠幅の調査においては、部分的に突出した枝は無視し、1樹全体を見渡して判断した樹冠輪郭の最大幅を測定するようにした。樹勢は菊池ら¹⁰の方法に準じ、著しく弱い=1~著しく強い=5とした5段階指数で調査した。

上記の調査値を基に次のような生長量を算出し

た。すなわち、幹断面積は幹周から円として算出した。樹冠占有面積は2方向の樹冠幅より楕円形 [$\pi (w_1/2)(w_2/2)$]として算出した。樹冠容積は藤根ら¹⁰の提唱する方法を一部変更し、樹冠占有面積を底面積とし、[心枝先端高-最下位側枝発出高]の値を高さとする半楕円体 [$2\pi(w_1/2)(w_2/2)(h_1-h_2)/3$]として算出した。ただし、1樹平均の樹冠容積は各樹の測定値をそのまま利用して算出したが、10a当たりの樹冠の占有面積と容積を算出する際には、調査樹の樹冠幅が栽植距離以上に拡大していた場合は樹冠幅=同方向の栽植距離として計算し、樹冠の重なりを排除するようにした。本報告では[最上位側枝発出高-最下位側枝発出高]の値を樹冠結実部の厚さ(以下、単に樹冠の厚さという)とした。また、10a当たりの側枝容積は、1986年秋に各園地とも調査樹2本の全側枝を対象に調査した側枝容積(詳しく後述する)から側枝平均容積を求め、それに10a当たりの側枝本数を乗じて算出した。

4. 地上高別の側枝量と着果数の調査

1986年秋に、S及びU園を除く21園地それぞれにおいて調査樹の中から1984年と1985年の合計収量が最も多かった木2本を選出し、それらの木の全側枝(先に述べた側枝条件に合う枝だけを対象とした)についてそれぞれの発出地上高、長さ、横幅、上下幅及び着果数を調査した。側枝の横及び上下の幅は、側枝主軸の背面から数本発出した新梢など部分的に突出した枝を無視し、1側枝全体を見渡して判断した輪郭の最大幅を測定するようにした。また、それぞれの側枝について[長さ×横幅×上下幅]を計算し、この値を側枝容積とした。

III 結 果

1. 検討データ

以下においては、特に断らない限り園地を標本単位とし、収量は1984~1986年の3か年平均値、樹体の生育に関係した項目は1984年と1986年の2か年平均値を用いた。また、収量や樹体生育量な

どの10a当たり換算数量は、全調査樹から算出した値と健全樹だけから算出した値との二通り又はそれらのどちらか一方で示した。前者は欠木や障害樹なども含めた全調査樹のデータに基づいて計算した値で、後者は調査樹の中から欠木や障害

樹のデータを除き、園地全体が健全樹で占められた状態を仮定して計算した値である。ただし、いずれの場合においても樹勢指数は各園地の調査樹平均値を用い、栽植密度は欠木なども含めたそれぞれの園地における本来の単位圃場面積当たりの栽植樹数で検討した。なお、本報告で示した樹冠容積と側枝容積の値は相互に絶対値的に対応するものでないことを予め注意しておく。

2. 収 量

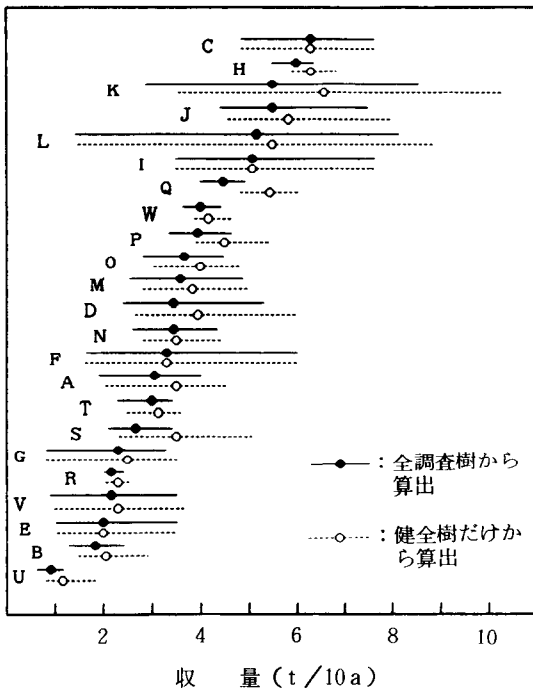
(1) 全調査樹から算出した収量

それぞれの園地の10 a当たり収量の3か年平均値と変動範囲を第1図に示した。この中の全調査樹から算出した収量についてみると、3か年平均収量が最も少なかったのはU園地で0.9 t、最も多かったのはC園地の6.3 tで、収量の園地間差は極

めて大きかった。また、園地によっては年による収量の変動がかなり大きく、それぞれの園地における3か年の収量の中で最も高い値に対する最も低い値の割合が50%以下であった園地が23園地中9園地(A, D, E, F, G, I, K, L及びV園)あった。また、データとしては示していないが、それぞれの園地において3か年の中で最も収量が少なかった年を拾い出してみると、3園地(Q, T及びV園)が1986年、9園地(C, E, M, N, O, P, R, S及びW園)が1984年、残りの11園地は1985年であった。逆に、3か年の中で最も収量が多かった年は、1園地(H園)が1984年、5園地(M, D, Q, T及びV園)が1985年、残りの17園地は1986年で、これらの中での最高収量は1986年におけるK園の8.6 tであった。

それぞれの園地の3か年平均の10 a当たり収量をt単位で階級分けすると、2 t未満は2園地(B及びU園)、2 t台が5園地(E, G, R, S及びV園)、3 t台が8園地(A, D, F, M, N, O, P及びT園)、4 t台が2園地(Q及びW園)、5 t台が4園地(I, J, K及びL園)、6 t台が2園地(C及びH園)あった。4 t以上の園地は23園地中8園地あったが、3か年連続して4 t以上であったのは4園地(C, H, J及びQ園)だけであった。これらの中でもH園は3か年収量の変動範囲が5.5 ~ 6.3 t、平均が6.0 tで最も安定的に高い収量をあげていた。一方、3か年の中で一度も4 t以上の収量をあげることができなかった園地が8園地(B, E, G, R, S, T, U及びV園)あった。

全園地平均の1果重、10 a当たりの着果数及び収量を第2表に示した。この中の全調査樹から算出した値についてみると、10 a当たり収量は3か年の中では1986年が4.6 tで最も多く、この年は他の2年より1果重並びに着果数ともに勝っていた。1984年と1985年とでは、収量はそれぞれ3.3及び3.1 tで大きな違いはないが、1984年は果実が小さかったのに対し、1985年は着果数が少な



第1図 各園地の10 a当たり収量の3か年平均値と変動範囲

図中のアルファベットは園地を示し(第1表参照)、全調査樹から算出した3か年平均収量の多い順に並べた。丸マークの位置は平均値を、それから伸びた横線は変動範囲を示す。

第2表 23園地平均の1果重，10a当たり着果数及び収量

調査年	1果重 (g)	全調査樹から算出		健全樹だけから算出		健全樹率 (%)
		着果数 ($\times 10^2/10a$)	収量 (t/10a)	着果数 ($\times 10^2/10a$)	収量 (t/10a)	
1984	254	128	3.3	138	3.5	91.4
1985	288	107	3.1	116	3.3	91.0
1986	312	146	4.6	160	5.0	89.3
3か年平均	285	127	3.6	138	4.0	90.6

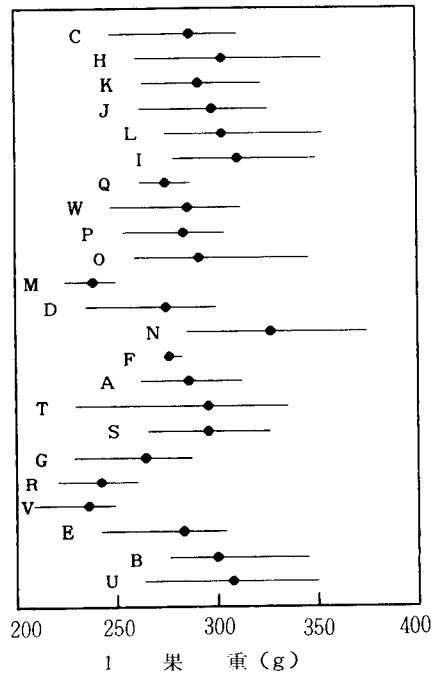
ったという状況で、内容的には異なっていた。なお、全園地の3か年平均収量は3.6tであった。

(2) 健全樹だけから算出した収量

第1図及び第2表の中の健全樹だけから算出した10a当たりの収量でみると、調査園地の中で3か年平均収量が最も少なかったのは、全調査樹から算出した収量の場合と同じくU園で1.2t、最も多かったのはK園の6.7tであった。全園地の3か年平均収量は4.0tで、全調査樹から算出した収量より約10%多かった。3か年の収量の中で最も高い値に対する最も低い値の割合が50%以下であった園地は23園地中11園地で、全調査樹から算出した収量でみた場合より2園地(S及びU園)多かった。10a当たり収量の3か年平均が4t以上であった園地は23園地中10園地で、全調査樹から算出した収量でみた場合より2園地(O及びP園)多かった。これらの中で3か年連続して4t以上であったのは全調査樹から算出した収量でみた場合と同じ4園地であった。単年度で比較した最高収量は全調査樹から算出した収量の場合と同じ1986年におけるK園の10.3tであった。また、ここでの収量の園地間差や年次変動などは全調査樹から算出した収量の場合とおおむね同じ傾向で、収量の多さの園地順位も若干の入れ替えはあるが、全体的には大きな変化はなかった。

(3) 1果重及び着果数と収量との関係

それぞれの園地の1果重の3か年平均値と変動範囲を第2図に示した。1果重の3か年平均が最も小さかったのはV園で234g、最も大きかった

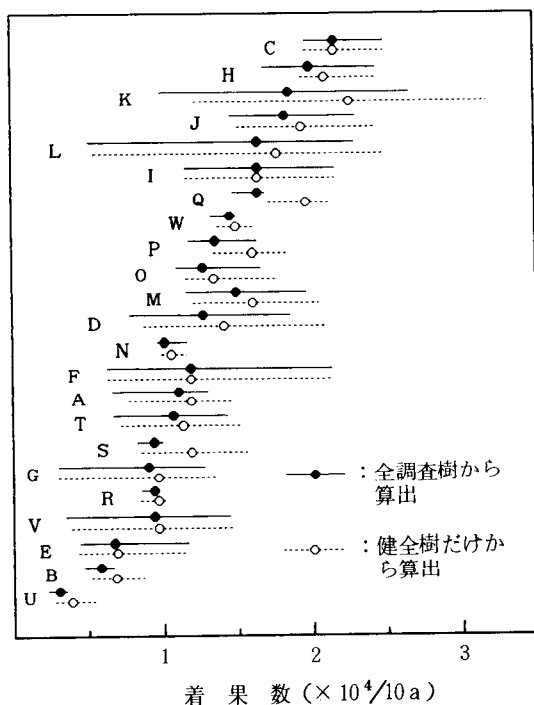


第2図 各園地の1果重の3か年平均値と変動範囲
 図中のアルファベットは園地を示し(第1表参照)、全調査樹から算出した3か年平均収量の多い順(第1図と同じ順序)に並べた。丸マークの位置は平均値を、それから伸びた横線は変動範囲を示す。

のはN園の327gでV園の1.4倍であった。また、それぞれの園地における1果重の変動幅、すなわち、3か年の中で果実が最も大きかった年と最も小さかった年との重量格差が最も小さかったのはF園で8g、最も大きかったのはT園の106gであり、全園地平均の変動幅は61gであった。

それぞれの園地の10 a 当たり着果数の3 か年平均値と変動範囲を第3図に示した。全調査樹から算出した10 a 当たり着果数では、3 か年平均が最も少なかったのはU園で3,100 果、最も多かったのはC園の21,800 果で、U園の7倍であった。それぞれの園地における着果数の変動幅が最も小さかったのはU園で、1,100 果、最も大きかったのはL園の17,900 果であり、全園地平均の変動幅は7,100 果であった。また、健全樹だけから算出した10 a 当たり着果数でも、全調査樹から算出した着果数の場合と同程度に変動していた。

1 果重及び着果数と収量との関係は第1～3図を相互に対比してみても明らかであるが、ここではそれらのデータを基に別に計算した結果で述べ



第3図 各園地の10 a 当たり着果数の3 か年平均値と変動範囲

図中のアルファベットは園地を示し(第1表参照)、全調査樹から算出した3 か年平均収量の多い順(第1図と同じ順序)に並べた。丸マークの位置は平均値を、それから伸びた横線は変動範囲を示す。

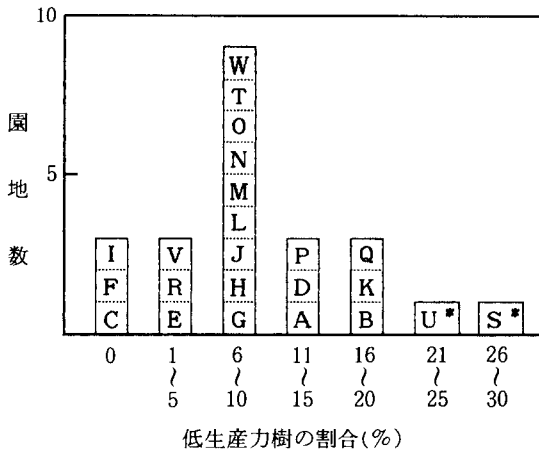
る。個々の園地における収量の年次変動には1 果重と着果数の変動が関係する。そこで、それぞれの園地の1 果重と全調査樹から算出した10 a 当たり着果数の3 か年データの変動係数を比較した結果、両者の変動係数がほぼ同等であった園地は4 園地(C, H, Q及びU園)、1 果重の変動係数の方が大きかった園地は4 園地(N, R, S及びW園)、残りの15園地は着果数の変動係数の方が大きく、1 果重よりも着果数の変動の影響を強く受けている園地が多かった。次に、収量の園地間差を、それぞれの園地の3 か年平均の1 果重及び全調査樹から算出した10 a 当たり着果数と全調査樹から算出した10 a 当たり収量との間の回帰で検討した。その結果、1 果重の変動は収量の変動の0.6%しか説明できないのに対し、着果量の変動は収量の変動の92%を説明し、収量の園地間差はほとんど着果数の違いによって説明された。

3. 木の生育

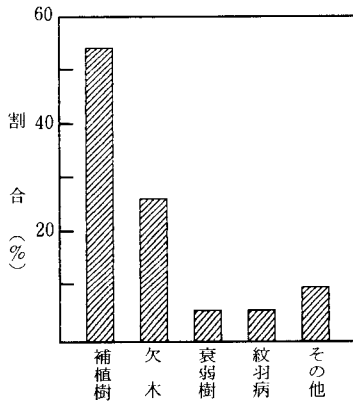
(1) 低生産力樹の割合と内訳

それぞれの園地の3 か年平均の低生産力樹割合を5%間隔の階級に分類して第4図に示した。低生産力樹、すなわち果実生産にほとんど寄与しない木の割合は、0～30%の範囲にあり、23園地平均では9.4%であった。なお、S及びU園では低生産力樹の割合がそれぞれ27及び22%で、調査園地の中で最も高かったが、これらの値は両園で1986年に園地改造のために伐採された木も含めて計算したもので、それを除けば両園とも前記の値より5%低い値であった。

1986年秋の時点における23園地全体の低生産力樹の内訳を第5図に示した。低生産力樹の約80%は補植された若木と欠木で占められ、残りの20%は樹勢衰弱樹(樹勢指数1と判定された木で病害が認められなかったもの)、紋羽病り病樹などであった。なお、補植樹や欠木の場合、それに至った元々の原因を特定することができなかった。



第4図 各園地の3年平均の低生産力樹割合
 図中のアルファベットは園地を示す(第1表参照)．*：改植のために一部伐採されたことによる欠木も含む。

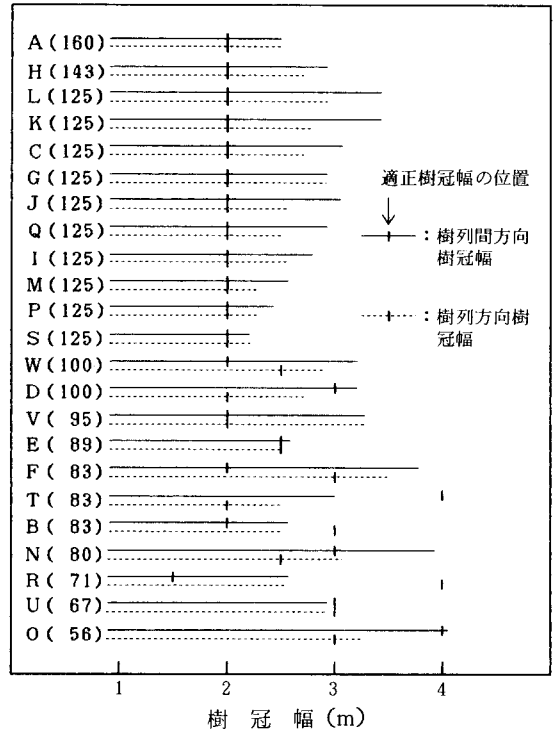


第5図 23園地全体の低生産力樹の内訳(1986年)

(2) 樹冠の大きさ

それぞれの園地の健全樹だけで計算した平均樹冠幅を第6図に示した。ここでは適正樹冠幅という表現を用いたが、1列植えの場合は「樹列間栽植距離-2m(作業通路のスペース)」の値を樹列間方向の適正樹冠幅とし、樹列方向栽植距離を同方向の適正樹冠幅とした。2~3列植えの場合は栽植位置を中心として互いに重ならず、かつ、作業通路2mを確保できる最大の円を描いた時の直径を樹列間方向及び樹列方向の適正樹冠幅とした。

樹列間方向及び樹列方向の樹冠幅ともほぼ適正の大きさであったのは4園地(E, O, S及び



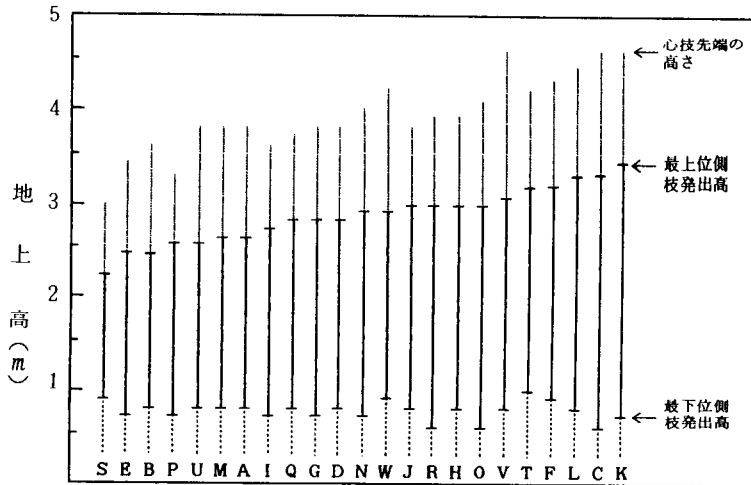
第6図 各園地の健全樹だけから求めた平均樹冠幅

図中のアルファベットは園地を示し(第1表参照), ()中の数値は10a当たり栽植樹数で、その多い順に園地を並べた。

U園)だけであった。その他の園地では樹冠の方向によっては適正の大きさに到達していなかったものも一部あるが、多くの場合は適正樹冠幅以上に樹冠が拡大していた。適正樹冠幅からのみ出し程度は栽植密度の高い園地で大きい傾向にあり、樹列間方向と樹列方向とでは前者でのみ出しが大きい園地が多かった。

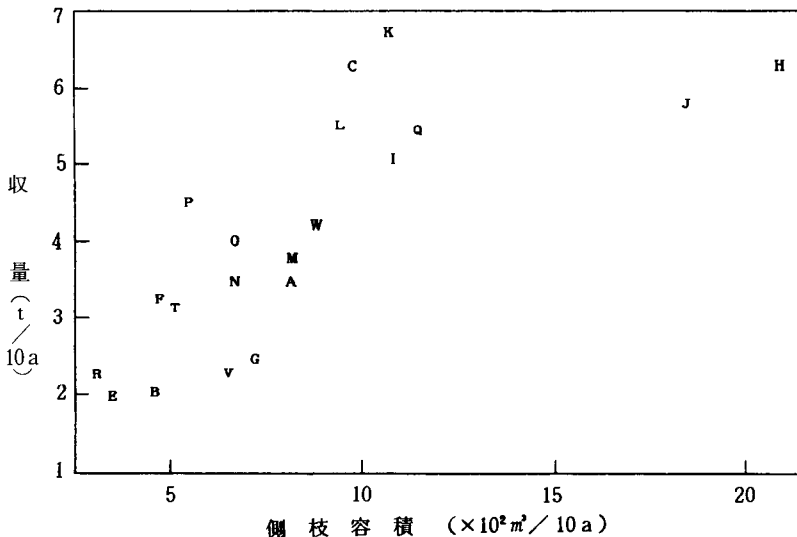
それぞれの園地の健全樹だけで計算した平均の樹冠の高さを第7図に示した。最下位側枝発出高は最も低い園地で0.6m、最も高い園地では1.0mであったが、ほとんどの園地は0.7~0.9mの範囲にあって園地による大きな違いがみられず、全園地平均では0.8mであった。一方、最上位側枝発出高は最も低い園地(S)が2.2m、最も高い園地(K)では3.5mと、園地間差が大きく、全園

地平均の高さは2.9 mであった。それを高さ別に区分してみると、2.5 m以下が5園地、2.6~3.0 mが12園地、3.1~3.5 mが6園地であった。また、心枝先端の高さはいずれの園地においても最上位側枝発出高より1 mほど高く、全園地平均の心枝先端高は3.9 mであった。



第7図 各園地の健全樹だけから求めた平均の樹冠の高さ

図中のアルファベットは園地を示し(第1表参照)、最上位側枝発出高の高い順に園地を並べた。



第8図 それぞれの園地の健全樹だけから算出した10 a 当たりの側枝容積と収量との関係

図中のアルファベットは園地を示す(第1表参照)

4. 樹体の生育と収量との関係

(1) 低生産力樹の割合と収量との関係

それぞれの園地の3か年平均の低生産力樹の割合と全調査樹から算出した10 a 当たり収量との関係を検討したが、両者の間には一定の関係が認められなかった。

(2) 樹冠の大きさ、側枝量及び栽植密度と収量との関係

それぞれの園地の健全樹だけから算出した10 a 当たり積算の幹断面積、樹冠の厚さ、樹冠占有面積、樹冠容積、側枝本数、側枝容積、平均樹勢指数及び栽植密度の8項目と収量との間の相関係数を第3表に示した。ただし、これらの中で側枝容積と収量との関係は、第8図に示したように、側枝容積が約1,100 m³まではその増加に伴って収量は直線的に増大したが、側枝容量が2,000 m³前後のH及びJ園の収量は側枝容積1,000 m³前後の園地と同程度で、直線的関係に適合しなかった。そこで、第3表では側枝容積と収量との間の相関係数だけはH及びJ園と調査しなかったS及びU園を除いた19園地のデータで計算した結果を示し、これ以外の関係はすべて23園地のデータで計算した。

その結果、樹勢指数を除いた7項目はいずれも

収量と5%水準で有意な正の相関関係にあり、それらの中でも樹冠の厚さと側枝本数はともに相関係数が0.82前後で収量と最も高い関係にあった。また、データの範囲を限定すれば側枝容積も前の2項目と同等に収量と高い関係にあった。

10a当たり積算の幹断面積、樹冠の厚さ、樹冠占有面積、樹冠容積、側枝本数及び栽植密度の場

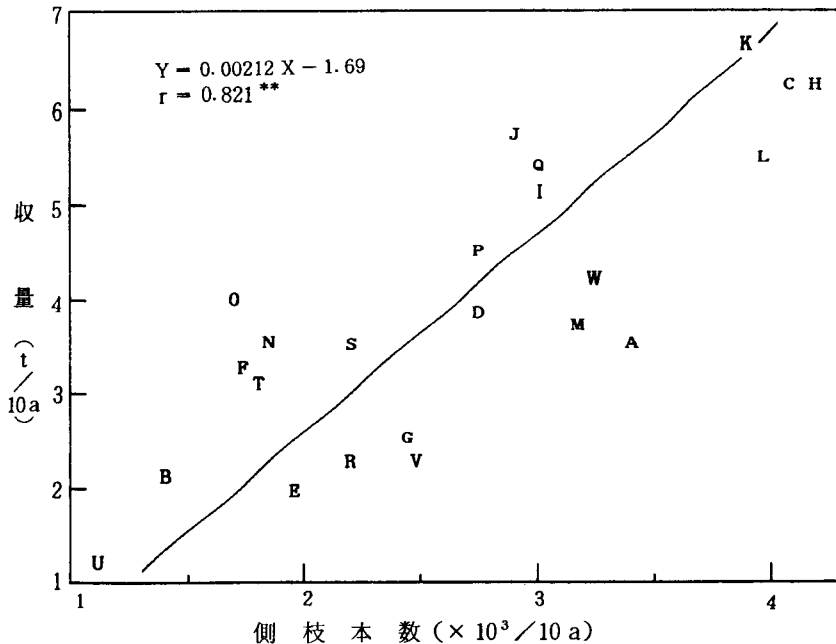
合は、いずれも調査した範囲内ではそれらの増加に伴って10a当たりの収量はほぼ直線的に増大する関係にあった。ここでは、それらの代表として10a当たりの側枝本数と収量との関係だけを第9図に示した。両者の間の回帰式は $Y = 0.00212 X - 1.69$ （ただし、Yは収量t/10a、Xは側枝本数/10a）であった。

第3表 園地を標本単位とし、健全樹だけから算出した10a当たりの樹冠の大きさ、側枝量及び栽植密度と収量との間の相関係数

項目	使用データ			相関係数
	n	範囲	平均	
幹断面積 ($m^2/10a$)	23	0.39 ~ 1.09	0.70	0.754** z
樹冠の厚さ ($m/10a$)	23	110 ~ 339	222	0.817**
樹冠占有面積 ($m^2/10a$)	23	368 ~ 704	535	0.580**
樹冠容積 ($m^3/10a$)	23	590 ~ 1730	1157	0.515*
側枝本数 ($/10a$)	23	1130 ~ 4200	2663	0.821**
側枝容積 ($m^3/10a$)	19 y	310 ~ 1140	737	0.813**
樹勢指数 (平均値)	23	2.4 ~ 3.6	3.1	0.003
栽植密度 (樹数/10a)	23	56 ~ 160	107	0.598**

y H, J, S及びUの4園地を除いて計算した。

z *及び**は、それぞれ5及び1%水準で有意であることを示す。



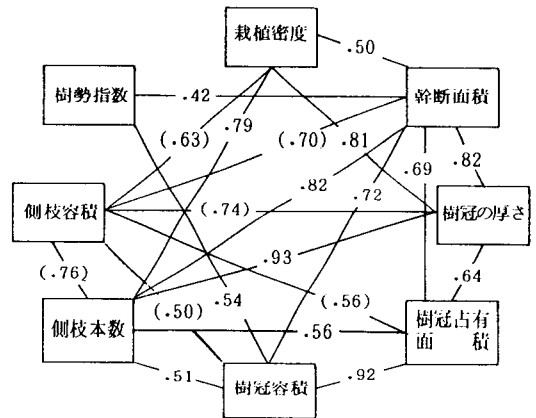
第9図 それぞれの園地の健全樹だけから算出した10a当たりの側枝本数と収量との関係

図中のアルファベットは園地を示し（第1表参照），**は1%水準で有意であることを示す。

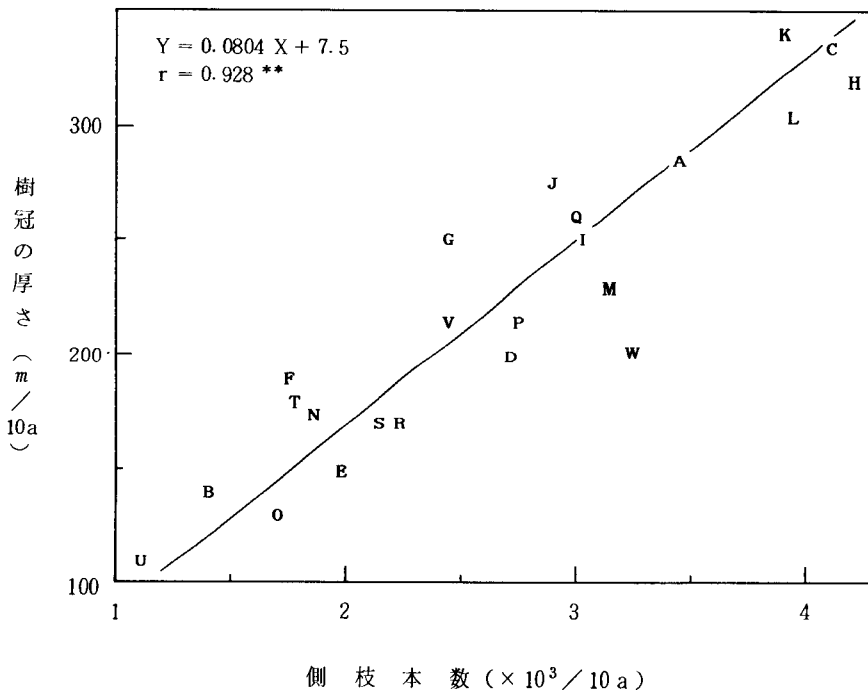
(3) 樹冠の大きさ、側枝量及び栽植密度、相互間の関係

先に収量との関係を検討した8項目相互間の相関関係を第10図に示した。ここでも側枝容積だけはその他の項目との関係においてH及びJ園のデータは直線関係に適合しないが多かったため、それらと調査しなかった園地を除く19園地のデータで相関を計算した。これらの8項目は複雑に関連し合っていたが、収量と最も高い相関にあった樹冠の厚さと側枝本数は互いに密接な関係にあり ($r = 0.93$)、これら2項目は栽植密度とも高い正の相関関係にあった ($r = 0.8$ 前後)。また、これらの8項目の中では幹断面積だけが他のすべての項目との間に有意な正の相関が認められた。

10 a 当たりの側枝本数と樹冠の厚さとの関係を第11図に示した。両者は調査した範囲内ではほぼ直線関係にあり、両者の間の回帰式は $Y = 0.0804 X + 7.5$ (ただし、Yは樹冠の厚さ $m/10a$ 、X



第10図 園地を標本単位とし、健全樹だけから算出した10 a 当たりの樹冠の大きさ、側枝量及び栽植密度、相互間の相関関係
5%水準で有意性が認められた項目間だけ線で結び、相関係数を示した。側枝容積との関係だけはH、J、S及びU園を除く19園地、その他は23園地のデータで計算した。



第11図 それぞれの園地の健全樹だけから算出した10 a 当たりの側枝本数と樹冠の厚さとの関係
図中のアルファベットは園地を示し (第1表参照), **は1%水準で有意であることを示す。

は側枝本数/10 a) であった。本図から読み取れるように、樹冠の厚さに対する側枝本数密度の園地間差はそれほど大きくなく、樹冠の厚さ1 m 当たりの側枝本数は、W園の16.0本とF園の9.3本を除けば、他の園地はいずれも12±2本の範囲内にあった。

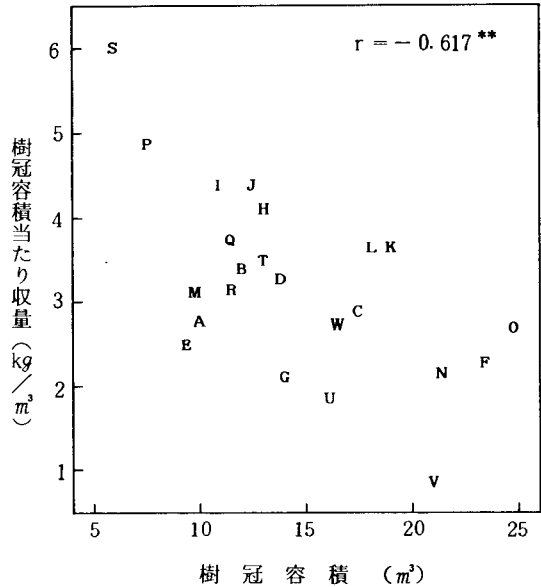
(4) 樹冠及び側枝の容積と単位容積当たり収量との関係

それぞれの園地の健全樹だけから算出した1樹平均の樹冠容積と単位樹冠容積当たり収量との関係を第12図に示した。両者の関係においてはばらつきが大きい。樹冠容積が大きくなるにつれて単位樹冠容積当たり収量は減少する傾向が認められた。

1986年にS及びU園を除く21園地それぞれにおいて2樹の全側枝を対象に調査した個々の側枝の容積と単位側枝容積当たり着果数との関係を第13図に示した。本図では、果実が成っていない側枝は除外したが、それでも果実の成り方のばらつきの影響がかなり大きく表れていた。そこで、側枝容積とそれぞれの側枝容積における単位側枝容積当たり着果数の分布の上端との関係、すなわち、果実がよく成った場合における関係についてみると、側枝容積が大きくなるにともなって単位側枝容積当たりの着果数は指数曲線的に減少する関係が認められた。なお、それぞれの木の樹冠を上部、中央部及び下部に3等分し、それぞれの高さから発出した側枝別に同様な関係を検討してみたが、側枝容積とそれぞれの側枝容積における単位側枝容積当たり着果数の分布の上端との関係には大きな違いはみられなかった。

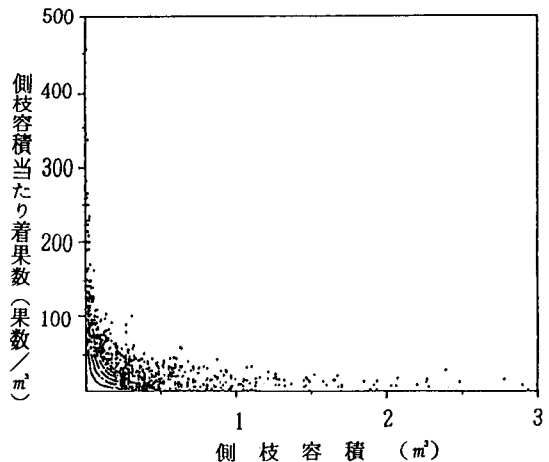
(5) 最上位側枝発出高の上昇にともなう側枝量及び着果量の地上高別分布割合の変化

木を標本単位とした最上位側枝発出高と各樹の側枝本数、側枝容積及び着果数それぞれの全量に占める地上高別分布割合との関係を第14図に示した。ここでは1986年にS及びU園を除く21園地それぞれにおいて2樹を対象に調査した中から、こ



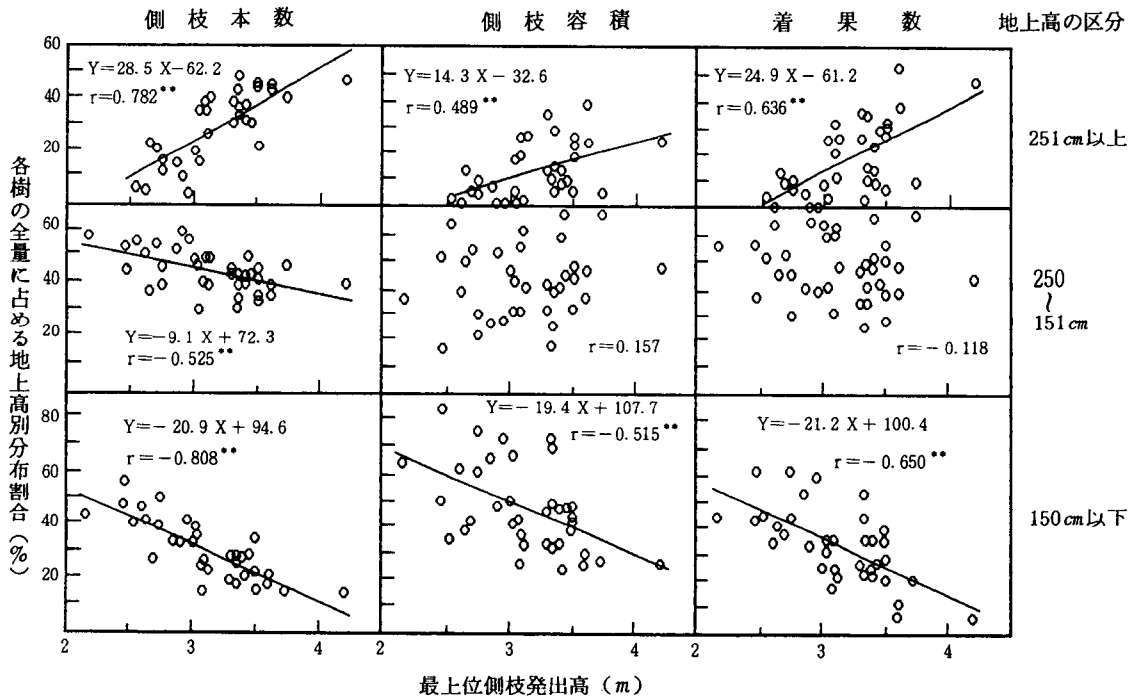
第12図 それぞれの園地の健全樹だけから算出した1樹平均の樹冠容積と単位樹冠容積当たり収量との関係

図中のアルファベットは園地を示し(第1表参照)、**は1%水準で有意であることを示す。



第13図 側枝を標本単位とした側枝容積と単位側枝容積当たり着果数との関係

の年の着果数が50個以上であった木37本のデータを用いた。地上高は身長160 cm位の人の目の高さを基準に、脚立無しで楽に作業できる範囲として150 cm以下、脚立4段目(高さ約1.2 m)まで登



第14図 木を標本単位とした最上位側枝発出高と各樹の側枝本数、側枝容積及び着果数それぞれの全量に占める地上高別分布割合との関係
 **は1%水準で有意であることを示す。

って作業できる高さとして151～250 cm、5段階(高さ約1.5 m)以上に登らないと作業できない高さとして251 cm以上の3段階に区分した。ただし、側枝量及び着果数の地上高別区分は、各地上高に存在する側枝量とそれに成った果実量に対応させるため、側枝の発出高に基づいて行った。なお、側枝量や着果量を1樹の全量に対する割合で示したのは園地によって栽植密度が異なるためである。

1樹の側枝本数、側枝容積及び着果数それぞれの全量に対する各地上高の占める割合は、当然のことながら高さ150 cm以下の範囲では最上位側枝発出高が高い木ほど低下し、高さ251 cm以上の範囲では最上位側枝発出高の高い木ほど増加した。しかし、これらの回帰線を地上高の区分ごとに比較すると、高さ150 cm以下では側枝本数割合の回

帰線がY軸(地上高別分布割合)に対して最も低い値に位置し、次いで着果数割合の回帰線、側枝容積割合の回帰線の順に高い値を示す位置にあったが、高さ251 cm以上においてはそれらの回帰線は高さ150 cm以下の場合とはY軸に対して逆の順の位置にあった。このことより、高さ251 cm以上から発出した側枝の方が150 cm以下から発出した側枝より個々の側枝の容積は小さく、果実生産性は側枝本数を基に比較すれば劣るが側枝容積に基ずくと優れることが示された。ただし、最上位側枝発出高と着果数割合との回帰線の傾きを高さ150 cm以下と251 cm以上とで比較するとそれぞれ-21.2及び24.9で、最上位側枝発出高の高まりに対する着果数割合の増減率には大きな違いはなかった。

IV 考 察

1. 収量

青森県のリンゴ栽培における現在の重点課題は木の老齢化や腐らん病などの障害で収量が低下した園地の生産力回復にある。また、労働力の不足と老齢化の問題は年々深刻になってきており、省力化の重要度はますます高まっている(2)。このような状況に対応するための有力な栽培様式の一つとしてわい化栽培は推進されてきた。1989年におけるわい化栽培の普及率は、青森県ではまだ約10%で低い状況にあるが、リンゴ主産県平均では約19%にまでなっている(2)。わい化栽培における収量や木の生育に関しては近年多く報告されるようになったが、これらの多くは実験的に検討されたもので、一般農家の園地の実態を調査報告した例は少ない(12, 18)。わい化栽培の得失についてはこれまで種々指摘されているが(17)、実際に農家園地はどのような状況にあるか知ることが、栽培技術を向上する上で不可欠である。

本調査は品種、樹齢及び栽培管理状況など一定の条件の下に選定した園地を対象に実施した。また、調査した園地は青森県におけるわい化栽培園の中でも先駆的立場にあったため、栽培技術に関して未知の部分が多く必ずしも恵まれた状況になかったという事情にある。したがって、本調査の結果は必ずしも青森県全体のわい化栽培の状況を示すものではないが、これら先駆的園地の生育生産過程はこれまでもわい化栽培技術の改善に大きく貢献してきたという実績がある。また、本報告で調査した園地の中には生産量を検討する上では必ずしも適当でない園地がいくつかある。すなわち、E園は9年生樹を移植した園地、O園は栽植距離が初め3m×3mであったものを列間伐して6m×3mとした園地、S及びU園では改植のため一部の木が伐採され、R、T及びV園の場合は列間や樹間に苗木が間植されていた。しかし、このようなことは今後もわい化栽培園においてあり得ることなので、これらの園地も検討に含めるこ

とにした。

わい化栽培の有利性の一つに早期多収があげられており、一般的に樹齢8年生位で盛果期に達するとされている。また、その時点における収量目標は、実際的には個々の農家の経営方針や栽培環境などによって異なるが、標準的には10a当たり4t程度が適当であろうとされている。本報告のようにさまざまな条件下にある農家園地を対象に調査した場合は収量の目標値を一つに限定することは必ずしも適当でないが、収量を考察する際の基準を4tに一定とした。

リンゴの収量は年どしの花芽形成率、結実率、果実の肥大及び気象災害などの影響を強く受ける。そこで、本調査を行った1984～1986年の青森県全体におけるそれらの状況のうち特徴的であった点を示すと、1984年は開花の遅れと8月の高温、干ばつの影響により品種全体的に果実の肥大が悪く、青森県の各地農林事務所でも調査した‘ふじ’の収穫期の平均果実体積は平年の95%であった(3)。1985年は品種全体的に全頂芽数に対する開花頂芽数の割合が低く、‘ふじ’では平年値より11%低い46%であった(4)。また、この年の9月1日には台風が来襲し、品種によっては落果等のかなり大きな被害を受けたが、‘ふじ’の場合はこの時期にはまだ果実はそれほど大きくなく、落果被害は比較的軽かったように見受けられた。1986年は果実の肥大が良好で、青森県の各地農林事務所でも調査した‘ふじ’の収穫期の平均果実体積は平年の113%であった(5)。なお、これらのデータはマルバカイドウなど喬木性台木を利用した疎植、開心形仕立ての木(以下、このような木を普通台樹とし、この栽培方法を慣行栽培という)を主体に調査されたものである。

本報告で示したM、26台‘ふじ’の園地の場合においても、全園地平均で見ると調査3か年の中で1984年は果実の大きさが最も小さい、1985年は着果数が最も少ない、1986年は果実の肥大及び着

果数ともに最も良好であったという状況で、青森県全体でみた‘ふじ’の生産概況とはほぼ一致していた。また、本報告の1985年の着果数が少なかった原因には、花芽不足と台風による落果の二つが考えられるが、園主からの聞き取りによると台風による落果被害はいずれの園地も軽く、花芽不足の影響の方が大きいようであった。

前述したように、本調査を実施した期間の中にはリンゴ生産上望ましい条件になかった年もあるが、全調査樹から算出した10a当たり収量の全園地平均は3.6tで、標準的な目標収量の4tに若干足りないだけであった。しかし、個々の園地についてみると、10a当たり収量の3か年平均が4tを越えた園地は35%しかなく、3か年連続して4t以上であった園地はわずか17%に留まり、3か年の中で一度も4t以上の収量をあげることのできなかった園地が全体の35%を占めていた。健全樹だけから算出した収量でも、それらの状況には大きな違いはなく、個々の園地で3か年平均が4tを越えたのは全園地の43%で、半数には至らなかった。

菊池ら(8)も青森県における盛果期に達した密植リンゴ園の収量を1983～1985年の3か年調査している。その結果によると、M.26台‘ふじ’の園地12か所の10a当たり収量の3か年平均は園地による差が大きく(最大5.4t, 最少1.8t)、全園地の平均は3.7t、5園地が4t以上であったとしている。菊池らの報告と本報告とは調査を実施した年や園地で共通している部分が多いこともあり、両調査結果はほぼ一致した。また、M.26台‘ふじ’の試験栽培結果では、福田ら(11)の報告では栽培距離5m×2mにおいて11年の試験期間内で10a当たり収量が4tを越えたのは2年間だけである。後藤ら(13)は栽植距離4.5m×1.5mにおける15年生までの収量経過を報告している。それによると5年生で10a当たり4tに達し、その後もほぼ4t前後を維持しているとはいうものの、4t以上であったのは4か年だけである。

これらの結果からみると、M.26台‘ふじ’の栽培においては、条件のよい年には4t以上の収量が得られても、それを毎年安定的に維持することは容易なことではないように思われる。

わい化栽培に関して興味深い点に、安定的に生産できる収量の上限はどの程度であろうかということがある。これは品種や栽培条件の違いなどによって変わるだけでなく、栽培技術が進歩すれば当然生産量も増大するであろうから即断はできないが、本調査の結果だけからみれば青森県の条件下におけるM.26台‘ふじ’の安定的生産を前提とした収量の上限は10a当たり6t位であろうと考えられる。

現在、青森県におけるリンゴ栽培面積の約90%は慣行栽培で占められている。そのため、リンゴを生産する上でわい化栽培と慣行栽培のどちらが有利かという点が常に論議的になる。収量に関して早期多収性においてはわい化栽培の方が慣行栽培より優れるようであるが、両者とも盛果期に達した以降のことについてはまだ十分検討されていない。

浅田(6)は青森県津軽地方において慣行栽培における‘ふじ’の収量を優良園27園地を対象に1985～1987年の3か年調査している。その結果によると3か年平均の10a当たり収量は最も多い園地が8.1t、最も少ない園地が3.0t、全園平均が5.1tであった。また、彼のデータを基に、それぞれの園地における3か年の中の最多収量に対する最少収量の割合を計算すると、その値が50%以下であった園地は27園地中4園地だけであった。これに対し、本報告で示したM.26台‘ふじ’の場合、健全樹だけから算出した全園地の10a当たり平均収量は4.0tで、それぞれの園地の3か年の中の最多収量に対する最少収量の割合が50%以下であった園地は全体のほぼ半数を占めていた。浅田の報告と本報告とでは調査の対象とした園地や木の選定方法及び調査園地の環境条件などが異なるので、同等には比較できない面も多いが、慣行栽培にお

いても優良といわれる園地ではかなり高い収量を達成しており、収量の年次変動は本報告で調査したわい化栽培園より小さいようである。

本報告で示した収量の年次変動及び園地間差は主として着果数の変動や違いによるもので、それには花芽形成率が大きく影響したとみられる。わい性台樹は普通台樹より根圏が浅く狭いことは明らかで、わい性台樹は普通台樹に比べて果実に対する同化生産物の分配率が高いことも認められている(11)。また、リンゴ樹の花芽形成は着果程度の影響を受けることは古くから知られており、加藤ら(16)は花芽形成には水分ストレスも影響すると報告している。これらのことより、わい化栽培では慣行栽培より花芽形成を不安定にする要素が多い上に、‘ふじ’のように隔年結果性の強い品種ではさらにそれが助長されるように考えられる。

2. 収量に影響する要因

(1) 低生産力樹の影響

わい性台樹は樹勢が衰弱しやすく紋羽病にり病しやすくとされている。本調査の結果では、全園地平均の低生産力樹割合は9.4%、その中に占める樹勢衰弱樹と紋羽病り病樹の合計割合は10%でさほど大きい値ではなかった。しかし、問題は低生産力樹の80%を占める欠木や補植樹で、本調査ではそれに至った原因を明らかにすることはできなかったが、そのかなりの部分が紋羽病で占められると推測される。青森県が1986～1988年に行ったリンゴ園実態調査の結果では、普通台樹においては収量が健全樹の半分以下の障害樹は全体の17.2%を占めるとしている(2)、本報告で調査したわい化栽培園の低生産力樹割合はそれの約半分で低い値であった。

本調査の結果では、一般的に想定される低生産力樹割合が高い園地ほど収量は低いという関係は認められなかったが、個々の園地の収量においては低生産力樹が増えればそれは確実に減少する。したがって、欠木や障害樹をできるだけ少なくすることは生産力維持の基本である。

(2) 樹冠の大きさ、側枝量及び栽植密度の影響
わい化栽培においては樹齢の進みとともに、盛果期に達した以降の生産力維持のための樹形管理が重要視されるようになってきている。現在、我国におけるわい化栽培の主流は、台木としてM. 26を使用し、栽植距離は4 m前後×2 m前後(栽植密度125 樹前後/10 a)、樹形をスレンダースピンドルとした栽培方式である。しかし、本報告で調査した園地の状況からも分るように、青森県においてわい化栽培といわれている園地の共通点はわい性台木を利用し、樹形の基本が広い意味での主幹形に属するという点ぐらいで、実際的にはさまざまな様式で栽培されている。この場合、栽植密度の高い園地と低い園地とでは個々の木の樹冠及びそれを形成する側枝の大きさや形状が異なるのは当然としても、同程度の栽植密度の園地を比較してもそれらにはかなりの違いがある。したがって、わい化栽培における樹冠の大きさやその構造上の違いが収量の多少とどのような関係にあるか明らかにしておく必要がある。

樹体の大きさに関しては、松井ら(20)はM. 26台‘ふじ’において樹高が収量と密接な関係にあることを認めている。側枝量については、Oosten(24)はリンゴ苗木を栽植する場合、フェザーの多い苗木を使用した方がその少ない苗木より早期収量が高いと報告している。本報告で検討した中でも単位圃場面積当たりの樹冠の厚さと側枝本数の2項目が収量と最も高い関係(約 $r=0.82$)にあり、さらに、これら2項目自体、互いに極めて高い相関関係($r=0.93$)にあることが認められた。したがって、樹冠の厚さと側枝本数は切り離して考えられない生長関係にあるとみるのが自然であるが、それらの果実生産上の機能や剪定などの人為操作の影響などを考慮すると、側枝本数の方が樹冠の厚さより生産力要因としての重要度が高いと考えられる。なお、栽植密度125 樹/10 aで10 a当たりの目標収量を4 tに設定した場合、どの程度の側枝本数と樹冠の厚さが必要かを第9及び11

図に示した回帰式を用いて単純に推定すると、1 樹当たりの側枝本数は22本、樹冠の厚さは1.8 m あればよく、最下位側枝発出高を0.8 m とすれば最上位側枝発出高は2.6 m という計算結果になる。ただし、これらの推定値はあくまで現状から導いたもので、これが収量4 t を目標としたときの理想的な木の姿であるということではない。

リンゴの単位圃場面積当たり収量は栽植密度が高いほど多いという結果が、わい性台樹を利用した広範囲の密度比較においてだけでなく、栽植密度が低い慣行栽培の中においても認められている(6, 22, 25)。本調査の結果でも栽植密度は収量と有意な正の相関関係にあったものの、相関係数は0.598で樹冠の厚さや側枝本数との関係に比べると低かった。しかし、収量と密接な関係にあった樹冠の厚さと側枝本数の2項目はいずれも栽植密度と高い正の相関関係($r = 0.8$ 前後)にあったことから、間接的には栽植密度も重要な生産力要因になっているものと考えられる。

リンゴ樹の幹断面積は生産力を把握する上で簡単に測定できる有用な生長量とされている(20)。本調査の結果でも単位圃場面積当たりの幹断面積は樹冠の厚さや側枝本数に次いで収量と高い相関関係($r = 0.754$)にあり、収量との関係を検討した他の7項目すべてとの間にも有意な相関が認められた。しかし、幹の生長は枝葉の生長にともなうものであるため、幹断面積は生産力を判定するための指標には成り得るが、その増大を栽培管理上の目標にはしづらい問題がある。

本調査の結果では、単位圃場面積当たりの樹冠占有面積と樹冠容積は収量との間に予想したほど高い関係が認められなかった。このことには、本調査で採用した樹冠の占有面積と容積の求め方は樹冠内部に枝葉のない大きな空間があってもそれを除外できないという問題も影響していると思われるが、それ以上に、この結果は樹冠が所定の広がりと高さに到達した状態においては、その輪郭の大きさよりも、それを形成する側枝量の方が

果実生産上、重要であることを示唆するものであろう。また、本報告で収量との関係を検討した項目の中で、樹勢指数だけは有意な相関関係になかった。しかし、この結果はわい化栽培における樹勢の重要性を否定するものではない。調査園地それぞれの平均樹勢指数は2.4~3.8の範囲、すなわち適正と考えられる樹勢付近に集中的に分布し、樹勢が極端に弱い若しくは極端に強いという園地はなかった。このことが、樹勢と収量との間に一定の関係がみられなかった原因になっているものと思われる。

本報告で示した樹冠の大きさ、側枝量及び栽植密度などと収量との関係は、いずれの場合も個々の項目が果実生産に対して独立的に影響しているのではなく、第10図に示したような樹体各部位の生長量や栽植密度などの相対的關係の上に成立していると考えべきである。また、黒田(19)は、リンゴ樹は収量が最大となる栽植密度領域を有することを認めており、同様なことは樹冠の大きさと側枝量と収量との間の関係にも存在することが予想される。本報告の中では、単位圃場面積当たりの側枝容積と収量との間にそれらしき傾向がみられただけで、その他の項目との関係はすべて直線的であった。一般生産者の園地では収量などは常に改善の方向で管理されているので収量増大の限界域がみられないのは当然であろう。

(3) 樹冠及び側枝の大きさと果実生産効率

リンゴ樹では樹冠の小さい木が大きい木より1 樹当たりの生産量は少ないが、単位土地面積当たり又は単位樹冠容積当たりの生産量、すなわち生産効率が高いことはこれまでも報告されている(9, 21)。本報告では樹冠のみならず側枝の大きさにおいても小さいものほど生産効率が高いことを明らかにした。樹冠の大きさによって生産効率が異なる理由として、CHILDERS (7)は樹冠が大きくなるにつれてその内部に光が十分到達しなくなるため、樹冠中心部に果実の成らない空間が生じることを示している。本調査を実施した木を観察

すると、樹冠が大きくなるにつれて樹冠全体の大きさととらえた容積に対する作業のための空間や側枝の重なりを避けるための空間の占める割合が高まるようにみられ、そのことも生産効率の低下に影響しているように考えられる。

(4) 樹冠の高さと果実生産形態

実際の栽培においては樹高の高まりとともに果実の生産形態がどのように変化するかを知ることが作業性との係わりで重要である。本報告でこの点を最上位側枝発出高との関係で検討した結果、最上位側枝発出高が地上2.5 mより1 m増すごとに1樹全体の着果数に占める地上251 cm以上の側枝に成る果数割合は25%ずつ増え、逆に地上150 cm以下の側枝に成る果数割合は47%から21%ずつ減少することが認められた。したがって、最上位側枝発出高が高くなれば収量は増大するであろうが、それにもなって作業性は低下すると考えられる。ただし、このような高さ別着果数割合の増減率が、作業時間など実際の作業能率とどのような関係にあるかについてはさらに検討を要する。

また、樹冠結実部の高さには作業管理上の限界がある。現在のような脚立を使用した作業形態を前提とし、それに安全性も考慮すると果実生産の限界の高さは、脚立6段目(高さ約1.8 m)に上って楽に手の届く地上3.5 m位と考えられる。

(5) 総括

本調査の結果を総合的にみれば、主幹形に準じた樹形で高収量を達成するためには先ず単位圃場面積当たりの側枝本数を多く確保することが重要である。ただし、そのために樹冠の厚さを大きくする、すなわち樹高を高くすることには作業能率上、問題がある。わい化栽培の目的に添うためには栽植密度を可能な範囲で高くし、樹冠や側枝をコンパクトにつくることによって側枝本数の増大や生産効率の向上を図り、生産力を高めるべきである。しかし、実際の栽培を考えるとそこには多くの問題がある。特に、我国のリンゴ栽培においては外観及び食味の両面で高品質果実の生産が

要求されるので、果実品質も無視することはできない。

JACKSONら(15)は通路幅を一定とした場合、樹高を高くするほど樹冠下部の受光量が低下することを示している。したがって、樹高は低いほど作業能率が高まるだけでなく、樹冠下部の果実品質向上にもつながると考えられる。しかし、栽植密度と目標収量を一定として樹高を低くしようとした場合はその分、主幹の長さに対する側枝本数密度を高くしなければならず、そのためには個々の側枝をよりコンパクトにつくる必要もある。最近、側枝の小型化を目指した切り詰めや夏期剪定を多用した剪定方法の検討もなされているが(14)、側枝密度を高くすれば樹冠内光条件が悪化するであろうことは容易に想像される。したがって、生産力や果実品質を低下させずにどの程度まで側枝本数密度を高めることが可能か検討する必要がある。

栽植密度に関しては、密植にし過ぎると強剪定や樹冠交差による混み過ぎの悪影響が生じる。斉藤(25)はM. 26台‘ふじ’を種々の樹形と栽植密度(67～533 樹/10 a)で栽培試験した結果、栽植距離が狭い樹形では収量は多いが、果実品質は劣ると報告している。また、M. 26台‘ふじ’の場合は、我国におけるわい化栽培の標準的な樹列方向栽植距離である2 m及びそれ以下の距離においては、樹冠の広がりとその範囲内に納めるのが難しいことが多く(12, 13, 22)、本調査でもその傾向が認められた。小野田(23)は、樹冠の交差が激しいM. 26台‘ふじ’の園地においては間伐又は縮伐を行った方が果実品質の向上を始めとする多くの利点が生じるとしている。このような状況から、M. 26台‘ふじ’については栽植距離を4 m×2 mより広げた方がよいとする考えが最近強まっているが、栽植密度を低くするほどわい化栽培の有利性は薄らぐ。したがって、剪定方法の改善や新しいわい性台木の探索も含め、収量、果実品質及び作業性の3点が調和した樹形や栽植密度を解明することが今後の重要な課題である。

V 摘 要

青森県におけるリンゴわい化栽培園の収量や木の生育などの状況を把握するとともに収量の多少に関与する栽培的要因、主として樹冠の構造や大きさに係わる生長量との関係を明らかにする目的で、津軽地方の盛果期に達したM.26台‘ふじ’の園地23か所を対象に1984～1986年の3か年間、収量、樹体の大きさ及び側枝量などを調査した。

3か年平均の10a当たり収量は全園地平均では3.6tであったが、園地による差が大きく、収量が最も少なかった園地では0.9t、最も多かった園地では6.3tであった。また、園地によっては年による収量の変動が大きく、それぞれの園地における3か年の収量の中で最も高い値に対する最も低い値の割合が50%以下であった園地は全園地の約40%を占めていた。欠木、補植樹及び病害樹など果実生産力が低い木の割合は全園地平均約10%であった。

それぞれの園地の健全樹だけを対象にみると、最下位側枝の発出高は全園地平均0.8mで、園地による大きな違いはみられなかった。一方、最上位側枝の発出高は最も低い園地では2.2m、最も

高い園地では3.5mで園地間差が大きく、全園地平均では2.9mであった。また、全園地平均の樹冠最頂部の高さは最上位側枝発出高よりさらに1m高い3.9mであった。樹冠の広がり、ほとんどの園地が栽植距離から計算した適正樹冠幅以上に拡大していた。

園地を標本単位とし、健全樹だけから計算した単位圃場面積当たりの収量、樹冠の大きさ、側枝量及び栽植密度など9項目相互間の関係を検討した。その結果、収量は側枝本数(枝齢2年生以上で長さ50cm以上の枝)並びに樹冠結実部の厚さ

(最上位側枝発出高から最下位側枝発出高を引いた値の積算)と最も高い正の相関関係にあり(それぞれ $r = 0.821^{**}$ 及び 0.817^{**})、それらの増加にともなって収量は直線的に増大した。また、単位圃場面積当たりの側枝本数と樹冠結実部の厚さは互いに密接な関係($r = 0.93^{**}$)にあるだけでなく、それらは栽植密度とも高い相関関係にあった(それぞれ $r = 0.79^{**}$ 及び 0.81^{**})。

引 用 文 献

1. 青森県農林部りんご課（1974）りんごわい化栽培の手引き。
2. 青森県農林部りんご課（1990）平成2年度りんご指導要項（生産編）。
3. 青森県りんご試験場（1984）昭和59年青森県リンゴ生産概要。昭和59年度業務年報：135-138。
4. 青森県りんご試験場（1985）昭和60年青森県リンゴ生産概要。昭和60年度業務年報：143-146。
5. 青森県りんご試験場（1986）昭和61年青森県リンゴ生産概要。昭和61年度業務年報：140-143。
6. 浅田武典（1988）開心形リンゴ樹の果実生産性に関する研究。第1報 津軽地域における優良リンゴ園の収量。弘大農報，49：47-60。
7. CHILDERS, N. F. (1983) Pruning apple trees. Modern Fruit Science：40-58. Horticultural Publications, Florida.
8. COCHRAN, W. G. (1960) Systematic sampling. Sampling Techniques：160-188. Charles E. Tuttle Company, Tokyo.
9. FORSHEY, C. G. and M. W. MCKEE (1970) Production efficiency of a large and a small 'McIntosh' apple tree. HortScience, 5：164-165.
10. 藤根勝栄・伊藤明治・武藤和夫・能勢拓夫（1981）わい性リンゴ樹の樹容積の算出式について。園学要旨，昭56秋：48-49。
11. 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 わい性台木リンゴ樹の生産力。果樹試報C，14：27-38。
12. 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2報 密植栽培下における樹形変化。果樹試報C，14：39-52。
13. 後藤久太郎・井上重雄・国沢高明・沢田吉男（1987）リンゴのわい化栽培に関する試験。（第1報）M26台ふじの樹体，収量，果実品質の経年変化について。園学要旨，昭62春：176-177。
14. 一戸治孝・鎌田長一（1989）剪定法の違いがわい性台北斗の生育，収量及び果実の品質に及ぼす影響。東北農業研究，42：235-236。
15. JACKSON, J. E. and J. W. PALMER (1972) Interception of light by model hedgerow orchards in relation to latitude, time of year and hedgerow configuration and orientation. J. Appl. Ecol., 9：341-357.
16. 加藤 正・成田春蔵・桜田 哲・今 智之（1985）干天時におけるリンゴ樹の水分ストレスと収穫果の大きさ及び花芽形成。園学要旨，昭60東北支部：3-4。
17. 菊池卓郎（1986）わい化栽培技術体系の特徴と位置づけ—慣行栽培との比較において—。農文協編 果樹全書リンゴ：123-130。農山漁村文化協会，東京。
18. 菊池卓郎・佐藤健勝（1987）青森県における密植リンゴ園の盛果期収量。第1報‘ふじ’，‘ジョナゴールド’，‘つがる’の樹勢と収量。弘大農報，48：136-147。
19. 黒田治之・千葉和彦・西山保直（1983）リンゴわい性樹における密度効果。（第2報）果実収量に関する密度効果。園学要旨，昭58秋：94-95。

20. 松井 巖・佐々木高・村井 隆・佐々木美佐子 (1984) リンゴわい性台木の土壌適応性に関する研究. 第4報 M26わい性樹の生育, 収量と土壌の理化学性との関係. 秋田果試研報, 15: 27-35.
21. 小原信実・三上敏弘・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. 青森りんご試験報, 20: 53-77.
22. OGATA, R., K. GOTO, T. KUNISAWA and R. HARADA (1986) Productivity and fruit quality of four apple cultivars on three different rootstocks and at different planting densities. *Acta Horticulturae*, 160: 97-104.
23. 小野田和夫 (1986) わい化リンゴ園での間伐による品質向上効果. 東北農業研究, 39: 217-218.
24. OOSTEN H. J. van (1978) Effect of initial tree quality on yield. *Acta Horticulturae*, 65: 123-127.
25. 斉藤貞昭 (1985) わい性樹の樹形別収量及び果実品質の比較. 園学要旨, 昭60東北支部: 13-14.
26. 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.

Yield and Tree Size of Apple Cultivar ‘Fuji’ on M.26 Rootstock in Aomori Prefecture

Takenori TONOSAKI, Yoshiaki OSANAI, Kiyoshi ISHIZAWA¹⁾
and Sadaaki SAITO

Aomori Apple Experiment Station,
Kuroishi, Aomori 036-03, JAPAN

Summary

Yield and tree size of an apple cultivar ‘Fuji’ on M.26 rootstock were surveyed at 23 commercial orchards in Aomori Prefecture from 1984 to 1986. Surveyed trees ranged from 8 to 13 years old at the start of survey and planting density from 560 to 1,600 trees per ha.

The yield per ha per year varied from 9 to 63 tons according to orchards, with an overall average of 36 tons. Annual yield fluctuated greatly; in about 40 percent of the orchards, the highest yield was more than twofold of the lowest one in three years. On average, about 10 percent of trees were unproductive from various causes.

The height from the ground surface at which the first branch of a tree developed varied little between orchards and averaged 0.8m, while those of the last branches greatly differed ranging from 2.2 to 3.5 m with an average of 2.9m. The height of trees averaged 3.9 m for all orchards. In most orchards, canopies spread beyond an allotted space to individual trees.

Among several items of measurement of trees, the accumulated value of vertical depth of canopies per ha and the number of branches (older than 2 years and longer than 50 cm) per ha showed particularly higher correlations with the yield per ha, $r=0.817$ and 0.821 respectively. These two measurements were mutually correlated ($r=0.928$) and each of them was closely related with the planting density ($r=0.812$ and 0.789 , respectively).

Received for publication, June 14, 1990.

1) Present address ; Tsugaru Plant Protection Office, Kuroishi, Aomori 036-03.

