

## マルバカイドウ台木利用によるリンゴ半密植栽培の 技術確立に関する研究

久米 靖穂

### 目 次

I. 緒 言	1
II. 誘引の有無が側枝の生長と花芽に及ぼす影響	2
1. 材料及び方法	
2. 結果及び考察	
III. 幹周、樹高、樹冠幅の年次別変化	3
1. 材料及び方法	
2. 結果及び考察	
IV. 頂芽数、着果数の年次別変化	4
1. 材料及び方法	
2. 結果及び考察	
V. 側枝の変化と果実品質	6
1. 材料及び方法	
2. 結果及び考察	
VI. 果実の大きさ、等級区分	7
1. 材料及び方法	
2. 結果及び考察	
VII. 受光量と果実品質	8
1. 材料及び方法	
2. 結果及び考察	
VIII. 土壌断面と根量	10
1. 材料及び方法	
2. 結果及び考察	
IX. 総合考察	11
X. 摘 要	13
XI. 引用文献	14

### I. 緒 言

マルバカイドウ (*Malus prunifolia* Borkh. var. *ringo* Asami) は中部支那の原産で、古くからわが

国に伝わりリンゴの台木に使われるようになった。元来、マルバカイドウという名称は栽培者が裂葉を有するミツバカイドウに比較して与えた呼称らしい<sup>1)</sup>が、葉はミツバカイドウのように2つの切れ込みがあるものとないものがあり、2つの切れ込みのある系統は葉の裏面に毛茸がなく、葉面は光沢があって凹凸の波を生ずる。切れ込みのないものは裏表面に毛茸があって光沢がない。マルバカイドウの特長としては①さし木繁殖ができる、②根量が多く、乾燥に対して抵抗力がある、③錠虫免疫性がある、④品種、樹齢、地帯の如何にかかわらず台勝ちする<sup>2)</sup>などがある。

現在一般的に実用化されているマルバカイドウの2つの系統は *Malus prunifolia* Borkh. の変種で直立型は var. *ringo* Asami のマルバカイドウ、一名、キミノイヌリンゴに該当するものと判定する。もう一つの下垂型については記載がない。

今ら<sup>3)</sup>は下垂型の樹姿は直立型と異なり、たれ性で、葉は皺曲して光沢があり、種子、さし木の難易性及び根系などよりみて明らかに直立型とは異なり、下垂型のマルバカイドウには *Malus prunifolia* var. *ringo* Kubota と命名した。

一般は場において直立型マルバカイドウと下垂型マルバカイドウに接いた品種の樹体を比較すると、後者の樹体がコンパクトで、わい化傾向が示され、早期結果している事例が多かったので、下垂型マルバカイドウに‘ふじ’(秋ふ1)を接ぎ、半密植栽培の技術確立に関して検討した。樹形は主幹形であるが、特に収量と果実品質について13か年にわたって調査した結果、わい性台樹と比較しても劣らない早期多収性で、品質も良好なことが認められたので報告する。

この研究を行うに当たっては当場栽培担当職員のご援助をいただき厚くお礼申し上げる。ここに明記して

謝意を表します。

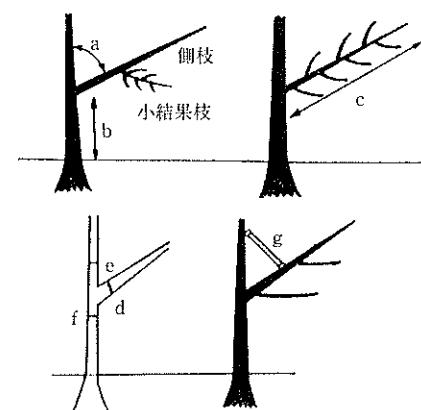
## II. 誘引の有無が側枝の生長と花芽に及ぼす影響

マルバカイドウに接いだ‘ふじ’はわい性台のものより樹勢が強く、枝が立ちやすく、結実を遅延させるので誘引の効果について検討した。

### 1. 材料及び方法

試験場所は秋田県平鹿郡平鹿町醸町字街道下65、東経140度32分、北緯39度14分、海拔85mに所在する秋田県果樹試験場 11号地(20a)で行った。

1979年4月、‘ふじ’(秋ふ1)/マルバカイドウ(下垂型) (*Malus prunifolia* var. *ringo* Kubota)を列間5.5m×樹間5.0m、10a当たり、36本定植し、細型の主幹形を目指して整枝した。20aの調査は場の中に見かけ上の樹勢が強い樹とやや弱い樹が発生したので、見かけ上の樹勢が強い樹には1983年、6月にスコアリング処理した。肥培管理としては樹齢3年生の春に、1樹当たり、果樹化成肥料(苦土、ほう素入り)を150g樹冠下に施肥した。その後、1984年と1987年には腐熟堆肥を10a当たり、2トン樹冠下に散布した。



第1図 調査部位

- a : 側枝の発出角度
- b : 地上からの高さ
- c : 側枝の長さ
- d : 側枝の太さ
- e : 側枝発出部の幹周(直上部)
- f : 側枝発出部の幹周(直下部)
- g : スプレッダーの有無

1988年には見かけ上の樹勢の弱い樹だけに10a当たり、油粕40kg、魚粕40kgを樹冠下に散布し、1990年には全樹に10a当たり、油粕40kg、魚粕40kgを施用した。

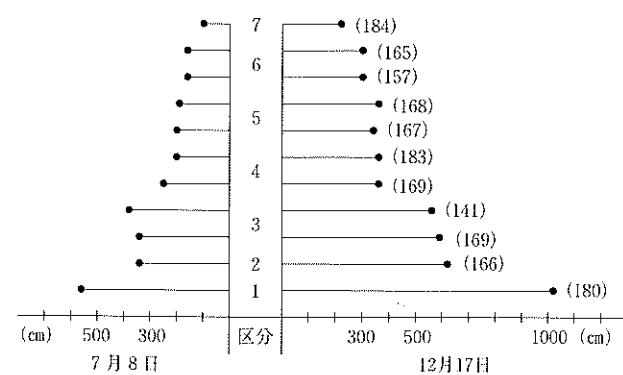
1982年に4年生樹、20木から側枝50本を選び、発出角度の狭い1区から広い7区まで、発出角度別に区分した。そしてほぼ同じ角度の側枝にスプレッダーをかけたもの、かけないものに分けて7月8日に発出角度、側枝の長さなど、第1図に示した部位を測定した。その後、10月14日にも前回と同じ項目について調べ、12月17日には供試した側枝の全頂芽を採取し花芽分化率を調査した。

### 2. 結果及び考察

側枝の発出角度と枝の長さの関係をみると、1区のように狭いものと、7区のように広い区で枝伸びの割合が高くなっていた。1区では徒長枝の発生が多く、新梢の停止時期も遅れていた。7区では側枝の曲がった部位から徒長枝の発生が多く、二次伸長も多くみられた。

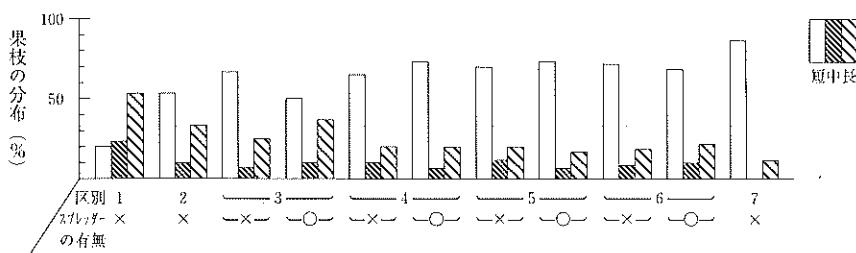
7月8日と10月14日の総枝長を比較すると、1区では581cmのものが、1,043cmになり伸長割合が1.8倍に、7区では122cmのものが224cmになり、1区同様1.8倍になっていた。枝長の伸長割合が低いのは発出角度が水平に近い6区であった。

花芽分化率の比較では、発出角度が30度の1区では16.7%，2区の48度では24.2%，3区の52度では20.6%，4区の67度では24.0%，5区の75度では19.8%，6区の85度では17.1%であったが、ほぼ同じ角度の側



第2図 総枝長の変化(1982)

( ) 内は7月8日を100とした指数



第3図 側枝の短・中・長果枝分布（%）(1982)

第1表 誘引の有無が側枝の生長と花芽に及ぼす影響 (1982年 4年生樹)

区分別 発出角度 <sup>a</sup>	地上から 側枝の 高さ <sup>b</sup> (cm)	側枝の 長さ <sup>c</sup> (cm)	側枝の 太さ(径) <sup>d</sup> (cm)	1樹全体 の側枝数	側枝発出部 の幹 周 直上部直下部 (cm) (cm)	スプレッ ダーの 有無 <sup>e</sup>	7月8日		総葉数 (枚)	総枝長 (cm)	調査 10月14日 (cm)	花芽 分化率 (%)
							5月 有	無				
1	30	56	141	1.57	45	3.00	3.05	×	581.0	454	1,043.0	56 16.7
2	48	73	128	1.66	29	2.56	3.12	×	366.5	335	606.7	54 24.2
3	52	83	150	1.70	31	2.55	3.05	×	359.5	387	607.5	58 20.6
	60	95	134	1.80	41	2.60	2.93	○	399.3	346	562.5	86 45.3
4	67	110	125	1.55	39	2.40	2.64	×	221.6	278	374.2	191 24.0
	67	95	121	1.45	38	2.47	2.76	○	210.9	226	386.3	91 30.1
5	75	102	118	1.46	40	2.64	2.77	×	215.6	262	359.7	170 19.8
	76	116	129	1.60	40	2.45	2.58	○	216.3	280	362.4	278 30.9
6	85	115	130	1.65	40	2.49	2.80	×	194.3	240	305.7	56 17.1
	86	104	123	1.43	36	2.40	2.51	○	186.1	226	307.0	103 32.7
7	105	83	125	1.46	47	2.75	2.95	×	122.0	177	224.5	44 0

\* a ~ g : 第1図の調査部位

枝にスプレッダーを入れて開張させたところ3区の60度では45.3%に上昇した。同様に発出角度67度の側枝では30.1%, 76度では30.9%, 86度では32.7%といずれも花芽分化率は大幅に上昇した。発出角度105度の供試側枝は樹冠下部にあり、徒長枝の発出が多く、受光量不足から全頂芽が葉芽であった。

以上のことからマルバカイドウ主幹形における幼木時代からの誘引は早期結実、樹勢安定のための必要条件であり、スプレッダーの材料としては細めの側枝には6番線か8番線の針金を適当な長さに切って使用し、太めの側枝には板切れを使用すれば効果的である。

### III. 幹周、樹高、樹冠幅の年次別変化

‘ふじ’／マルバカイドウ主幹形の生長と経年変化を正確に把握する。

### 1. 材料及び方法

1979年4月に定植してから毎年、4月に幹周、樹高、樹冠幅を測定した。試験は場は20aであり、全樹について調査した。

幹周：地上30cmの部位に印をつけ、毎年同じ部位を測定した。

樹高：せん定後、地上から樹冠上部の新梢最先端までの高さを測定した。

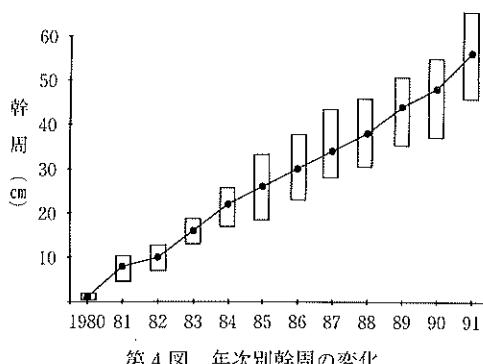
樹冠幅：せん定後、樹冠外側の新梢先端部位間の距離を東西方向、南北方向について測定した。

### 2. 結果及び考察

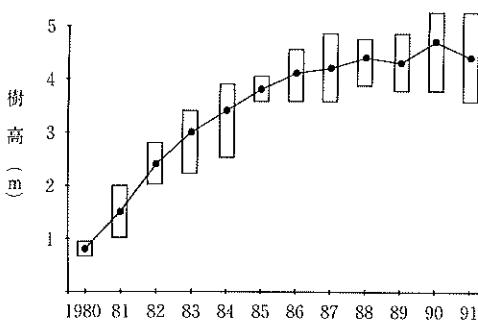
1980年から1991年までの年次別幹周の変化を第4図に示した。幹周は年々肥大しているが、平均値はほぼ直線的に変化している。1983年の5年生樹では平均値が16.4cmであるが、最も太い樹では19.0cm、最も細い樹では13.4cmであり5.6cmの差があった。1988年の10

年生樹では平均値が31.0cmに対して最も太い樹では47.0cm、最も細い樹では38.7cmでその差は8.3cmであった。同様に1991年の13年生樹では平均値が55.8cmであるが、最も太い樹では64.0cm、最も細い樹では44.0cmで20cmの差が認められ、年次の経過によって最も太い樹の肥大と最も細い樹の肥大差はつく傾向にあった。

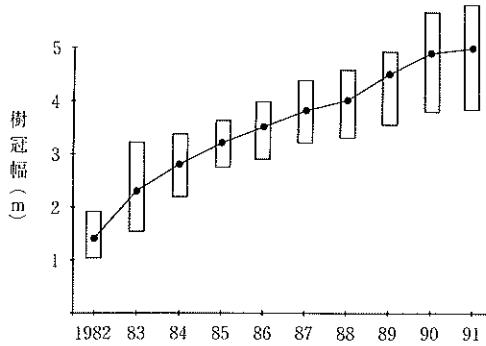
樹高は1983年の5年生樹の平均値は3.0mであったが、最も樹高が高い樹では3.4m、最も低い樹では2.2mで1.2mの差があった。10年生樹では平均値が3.8mで最も樹高が高い樹が4.7m、最も低い樹では4.3mで



第4図 年次別幹周の変化



第5図 年次別樹高の変化



第6図 年次別樹冠幅の変化

あった（第5図）。

樹冠幅の年次別変化は樹高の変化と似ており、平均値をみると、5年生樹では2.28m、10年生樹では4.01m、1991年の13年生樹では4.99mであったが、最も樹冠幅の大きい樹では5.75mで隣樹と枝が交差したが、樹冠幅の小さい樹では3.7mで隣樹との間に空間を残していた（第6図）。

樹高、樹冠幅の年次別変化（平均値）は幹周のように直線的でないが、これは作業性や受光態勢を考えた人為的操作のほかに立地条件、側枝数、側枝の太さ、心枝の交換時期、着果数の増加、外科処理の影響などがあったものと推察される。

#### IV. 頂芽数、着果数の年次別変化

‘ふじ’／マルバカイドウ主幹形の頂芽数、着果数の経年変化を把握する。

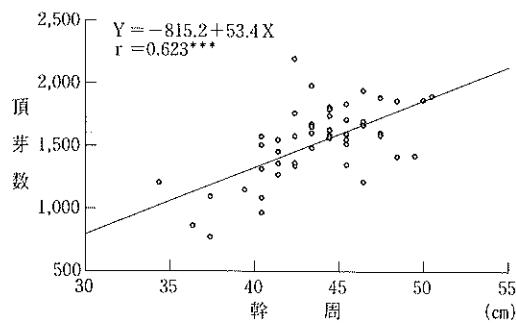
##### 1. 材料及び方法

試験は場は20aであるが、全樹についてせん定後に頂芽数を調査した。着果数は仕上げ摘果後の7月中旬に数取器を用いて全樹について測定した。

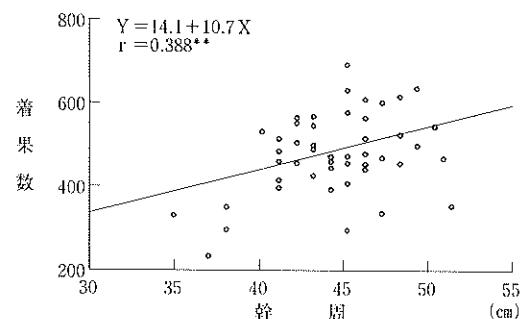
##### 2. 結果及び考察

1989年の幹周、樹高、樹冠容積と頂芽数、着果数の関係を第7図から第12図に示した。幹周と頂芽数の関係は $r = 0.623^{***}$ 、幹周と着果数は $r = 0.388^{**}$ と相関関係が高かった。また樹高と頂芽数は $r = 0.548^{***}$ 、樹高と着果数は $r = 0.576^{***}$ 、樹冠容積と頂芽数は $r = 0.579^{***}$ 、樹冠容積と着果数は $r = 0.593^{***}$ と相関関係が高く、樹冠容積が大きくなるに従って頂芽数、着果数とも増加した。

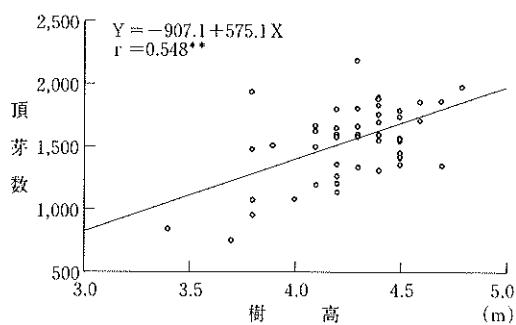
年次別にみると、1983年の5年生樹では1樹当たりの平均が169芽、多い樹では279芽、少ない樹では69芽であった。1988年の10年生樹では平均頂芽数が1,457芽、多い樹では2,057芽、少ない樹では863芽で成本並みの頂芽数となった。10年後は太めの側枝のせん去によってわずかに変化はあるものの安定しており、平均頂芽数は1,400～1,500芽、樹冠容積の大きい樹で



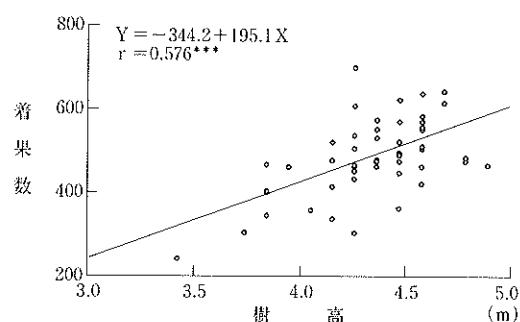
第7図 幹周と頂芽数の関係



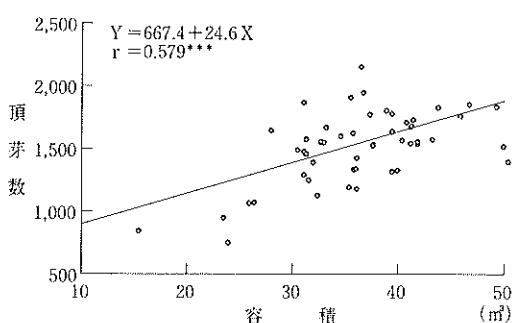
第8図 幹周と着果数の関係



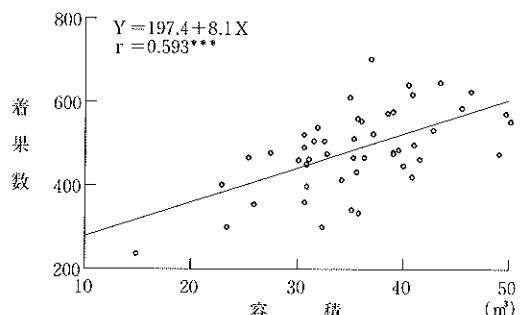
第9図 樹高と頂芽数の関係



第10図 樹高と着果数の関係



第11図 樹冠容積と頂芽数の関係



第12図 樹冠容積と着果数の関係

第2表 年次別頂芽数の変化（1樹当たり）

年次	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
頂芽数	最高	40	90	279	493	1,066	1,510	1,822	2,057	2,203	1,718
	最低	11	25	69	180	529	613	736	863	981	631
	平均	22	52	169	346	790	1,032	1,106	1,457	1,522	1,393

第3表 年次別着果数の変化（1樹当たり）

年次	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
着果数	最高	13	25	53	215	330	369	470	567	706	450
	最低	0	0	2	54	33	161	186	181	306	162
	平均	2	9	23	119	135	270	320	352	488	308

第4表 年次別10a当たり収量(箱数)の変化

年次	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
10a当たり収量(箱数)	—	5	11	58	64	182	175	170	319	173	209
* 1箱 20kg入											

2,000芽程度を保持していく（第2表）。

果実は樹齢3年生で初成りしたが、5年生で1樹当たり、23果着果しており、その後急激に増加し、10年生で352果、その後も300果以上の着果数を確保できた（第3表）。

10a当たりの収量を第4表に示したが、樹齢8年生の1986年には182箱、9年生では175箱、10年生で170箱、11年生では319箱生産した。12年生の1990年には隔年結果により173箱に低下したが、1991年には209箱に回復した。果実が大きめで高品質の果実生産には10a当たり、200箱（4t）付近に目標をおいて経済性の高いリンゴを生産した方が得策と考えられる。

## V. 側枝の変化と果実品質

‘ふじ’／マルバカイドウ主幹形の側枝数の変化と果実品質の変化を把握する。

### 1. 材料及び方法

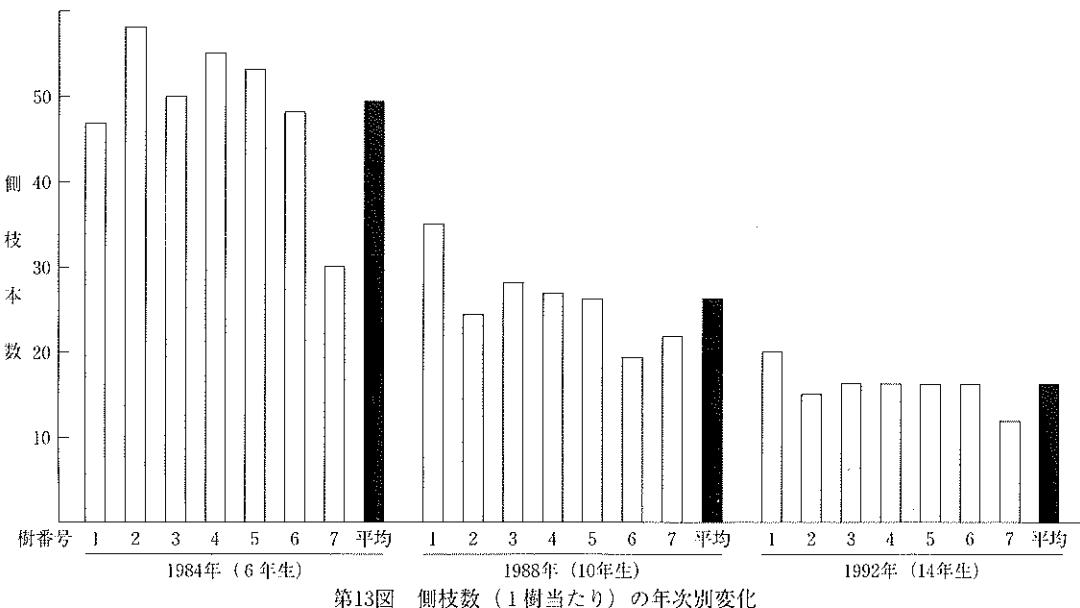
側枝は主幹から分岐している枝で、枝齢が3年生以上の枝を側枝とし、1984年と1988年、1991年にせん定後、20aの全樹について数えた。

1988年と1991年には側枝が20本発出している代表樹を選定し、側枝の長さと幅を計測して変化をみ、1989年は11月6日に各側枝から全果実を収穫し、11月13日に果実品質を調査した。1991年は11月5日に同様の方法で収穫し11月26日に果実品質を調査した。

### 2. 結果及び考察

1984年の樹齢6年生における側枝数は平均49本存在していた。下枝は地上0.7m付近から分岐し、車状である。その後、積雪により毎年埋没する枝や作業空間をとるために間引きせん定した結果、1988年の樹齢10年生では26本程度となった。1991年の樹齢13年生では平均16本で、多い樹でも20本程度に制限されていた（第13図）。

側枝の発出方向をみると、南側と北側に作業空間を作っているため、北東、北西、南東、南西に集中して



第13図 側枝数（1樹当たり）の年次別変化

第5表 側枝の大きさと果実品質

側枝 番号*	1988					1991						
	側枝長 (m)	側枝幅 (m)	果重 (g)	硬度 (lbs)	糖度 (%)	リンゴ酸 (g/100ml)	側枝長 (m)	側枝幅 (m)	果重 (g)	硬度 (lbs)	糖度 (%)	リンゴ酸 (g/100ml)
1	3.30	1.50	301.9	13.9	13.1	0.276	3.70	2.20	318.6	14.1	14.8	0.369
2	3.95	1.90	420.2	13.8	13.7	0.352	3.85	1.90	371.7	14.9	15.3	0.452
3	3.30	2.00	370.5	14.2	13.8	0.319	3.40	2.10	307.6	14.7	15.1	0.444
4	2.75	1.80	372.7	14.0	13.7	0.354	3.50	1.90	380.7	14.6	15.0	0.448
5	3.40	1.70	405.0	14.0	14.4	0.342	4.00	2.10	328.9	15.3	15.0	0.405
6	2.90	1.40	389.4	13.9	14.1	0.351	2.50	1.00	312.1	14.8	15.4	0.436
7	3.05	1.25	389.0	13.9	14.3	0.313	3.00	1.80	329.0	14.3	14.8	0.443
8	2.90	2.20	352.5	14.5	13.4	0.348	3.10	1.95	309.0	14.7	15.5	0.509
9	2.50	2.10	341.6	14.4	13.6	0.316	2.80	2.00	305.5	15.2	15.1	0.452
10	2.40	1.50	366.3	13.7	13.8	0.322	2.50	1.25	278.8	15.3	15.8	0.456
11	1.90	1.00	353.7	14.2	13.2	0.283	2.10	1.40	331.7	16.2	15.2	0.466
12	1.85	0.57	363.6	14.6	13.8	0.334	2.50	1.05	334.2	14.9	15.8	0.477
13	1.50	1.00	337.6	14.2	13.6	0.355	2.50	1.00	339.4	14.7	15.5	0.509
14	1.25	0.74	399.7	13.7	14.4	0.339	2.50	0.90	346.0	15.9	16.3	0.529
15	1.70	0.95	416.6	13.9	14.4	0.345	1.70	0.60	321.9	14.7	16.0	0.472
16	1.55	1.14	351.6	14.2	14.1	0.338	1.80	0.85	335.9	15.7	15.4	0.460
17	1.10	0.67	308.1	14.6	14.0	0.306	1.40	0.70	298.2	14.6	15.7	0.482
18	0.60	0.37	362.7	13.8	14.0	0.277	1.80	1.10	375.9	14.9	15.8	0.503
19	1.20	0.60	382.2	14.6	13.8	0.307	1.90	1.15	326.8	14.8	16.1	0.489
20	1.30	0.80	390.1	13.8	14.3	0.327	1.20	0.50	346.1	15.0	15.8	0.452
平均	2.22	1.26	368.8	14.1	13.9	0.325	2.59	1.37	329.9	15.0	15.5	0.463

\* 側枝番号は地上に近い側枝からラベルをして調査した。

いた。側枝数の多めの樹について側枝の状態と果実品質を調査し第5表に示した。これによると地上に近い側枝ほど太く、長く、幅も広く、樹高が高くなるに従って側枝長も短かく、幅も狭い傾向がみられた。両年を比較してみると1988年の平均側枝長は2.22m、1991年は2.59mで37cmほど長くなっていた。側枝幅は1988年は1.26mであったのに対し1991年は1.37mで11cmほど広くなっていた。

果実品質をみると、平均果重では1988年は368gと異常に大きく、平均糖度は13.9%で側枝間にバラツキがみられたが、1991年の平均果重は329g、糖度は15.5%を保持して食味もよく、側枝間の糖度のバラツキはあまりみられなかった。

1988年から1991年の3年間に1樹当たり、平均10本の側枝を間引きしたが、収量は低下することなく、むしろ上昇傾向にあった。この20本程度の側枝本数は樹齢20年生ぐらいまでは維持していくように思われる。

## VI. 果実の大きさ、等級区分

'ふじ' /マルバカイドウ主幹形の果実の大きさと着色状態を把握する。

## 1. 材料及び方法

1982年から1991年までの期間、収穫果実の1果重を測定し、平均して算出した。また1984年、1987年、1991年の3か年は20aの供試場、7列から代表樹を1列から1本ずつ選び、収穫期に全果実を採取し、次の基準に従って区分した。

果実の大きさ：大玉 301g以上  
中玉 251g～300g

小玉 250g以下

果実の等級：秀 着色割合 81%以上のもの  
優 着色割合 61%～80%のもの  
良 着色割合 41%～60%のもの

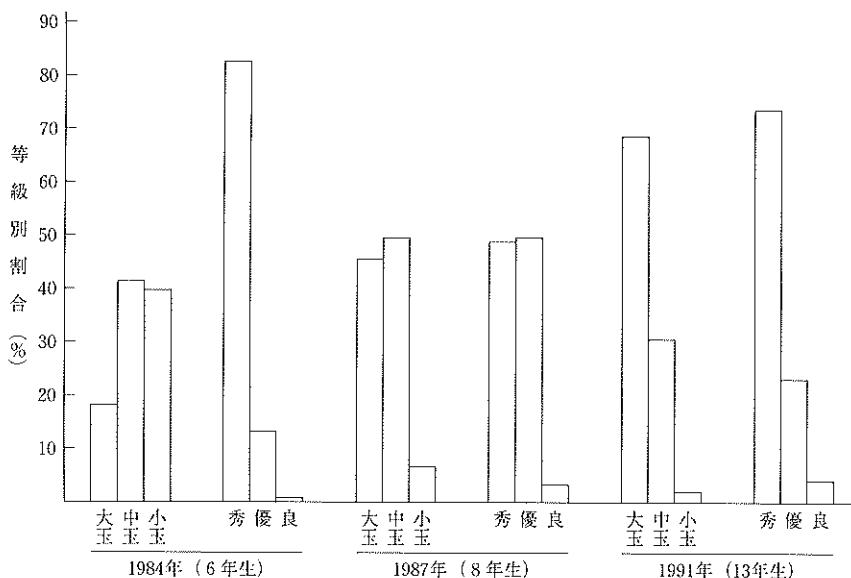
## 2. 結果及び考察

供試場20aの平均1果重をみると、1983年、1984年、1985年、1988年の4か年は260g～270g台で小さめであったが、残り6年間は300g以上の果実が生産され、特に1986年は374gと大玉であった(第6表)。

各列から選抜した樹で果実の大きさ分布を調査すると、1984年の樹齢6年生樹では大玉が18.5%、中玉が41.7%、小玉が39.8%分布していた。樹齢9年生になると大玉が44.7%、中玉が49.0%、小玉が6.3%で大玉の割合が増加した。さらに樹齢13年生になると、大

第6表 年次別平均果重の変化

年次	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
平均果重(g)	—	329.9	270.0	271.0	261.3	374.6	303.8	267.9	363.5	313.7	331.0



第14図 果実の大きさ、果実等級の年次別変化

玉が68.0%，中玉が30.0%，小玉が2.0%で大玉の割合が著しく増加した。これは側枝の間引きと切りつめによって受光態勢が改善され花芽の充実と樹勢の安定が要因と考えられた。

果実を等級別に区分すると、1984年の樹齢6年生では秀の割合が82.6%，優が16.7%，良が0.7%で着色良好の果実が生産されたが、樹齢9年生になると秀が48.2%，優が48.8%，良が3.0%で秀の割合が激減した。これは樹冠の拡大によって受光態勢が悪化した結果であるが、側枝の間引き、切りつめを行った結果、1991年の樹齢13年生樹では秀が72.5%，優が23.0%，良が4.0%と着色良好果が増加した。今後は側枝間の距離、側枝の太さ、側枝幅などに注意して整枝せん定を行うことによって秀率70%程度を十分維持していくものと思われる（第14図）。

## VII. 受光量と果実品質

‘ふじ’／マルバカイドウ主幹形の受光量変化と果実品質を把握する。

### 1. 材料及び方法

1987年8月に樹齢9年生で樹高が4.3m、樹冠幅3.8m、側枝本数37本の代表樹を選び、部位別の受光量、樹体形質を明らかにするためグリッドシステムを作った。主幹より1m間隔に垂直にポールを立て、地表面から1m間隔に樹冠内を通してワイヤーを張った。受光量は東芝照度計2台を用い、1987年9月3日（快晴）の正午に1台は自然光、1台はグリッドワイヤーの交差点で測定した。葉数、着果数は1m<sup>2</sup>の区域の数をかぞえ、11月9日に全果実を収穫し果実品質を調査した。

1990年にも同一樹（樹高4.5m、樹冠幅4.9m、側枝本数28本）で8月5日（快晴）に東芝照度計を用い1987年と同じ方法で測定した。11月15日に全果実を収

種し、区域ごとに果実品質を調査した。

1989年には生育シーズンを通してどれくらいの光が透入しているかを11年生樹（樹高4.2m、樹冠幅4.5m、側枝数28本）で調査した。受光量はロビッチ自記日射計を用い、地上60mの高さに主幹より80cm離して東、西、南、北におき、1台は自然光を測定するため遮へい物のない場所におき、その数値を100とし、樹冠下における晴天日の1日の受光量を指数で示した。

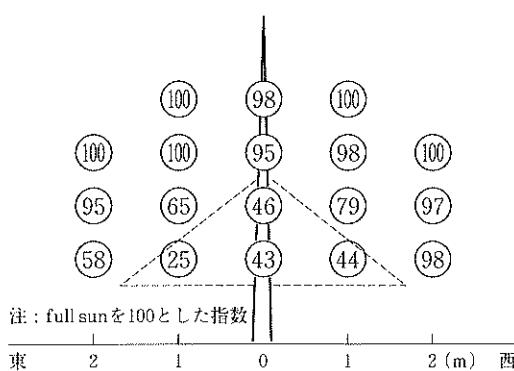
## 2. 結果及び考察

1987年の場合、調査樹を南北方向からみたら、樹冠下部で、主幹に近い部位の日照量が少なく、最も条件の悪い部位は主幹より1m離れた東側の部位で自然光の25%であった（第15図、第16図）。「ふじ」の場合、自然光の50%以下になると着色が悪くなり糖度も低下した。また翌年の花芽形成に悪影響があるものと思わ

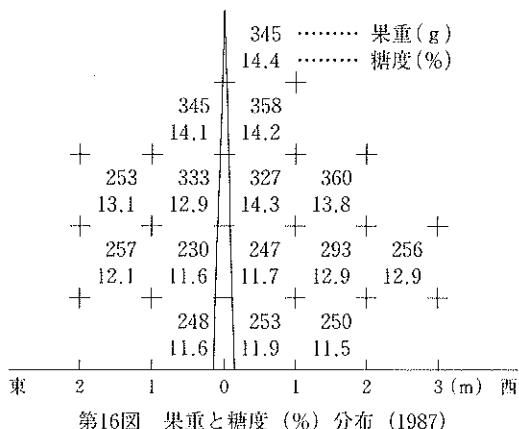
れた。葉数、着果数分布は側枝の密度と関係深いが、調査樹の頂芽数は1,822芽、着果数は417果、全葉数は20,648枚で1果当たりの葉数はほぼ50枚であった。

同一樹について1990年、樹齢12年生でみると自然光の50%以下の部位は樹冠下部の主幹に近い部位で30～45%であったが、その部位は縮小され受光態勢は改善されていた。この要因は太めの側枝の間引きが影響したものと考えられる（第17図、第18図）。果実品質では1987年の場合、樹冠上部と下部で果実の大きさ、糖度に差がみられた。1990年にもその差がみられたものの樹全体のレベルは向上していた。

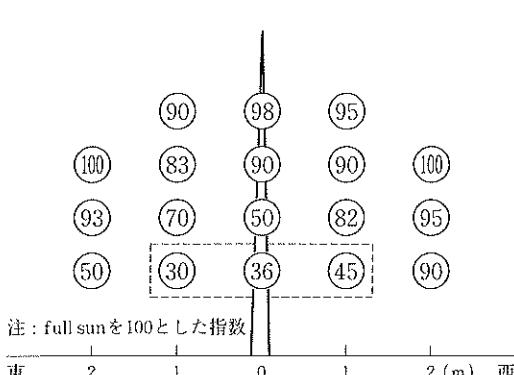
1989年に行った樹冠下における晴天日の受光量を第19図に示した。これは最も光環境条件の良い南側における受光量変化を示したものである。発芽、展葉期に自然光指数100近いものが、葉の発育、新梢伸長によつて減少し、7月6日には受光指数が23まで低下した。



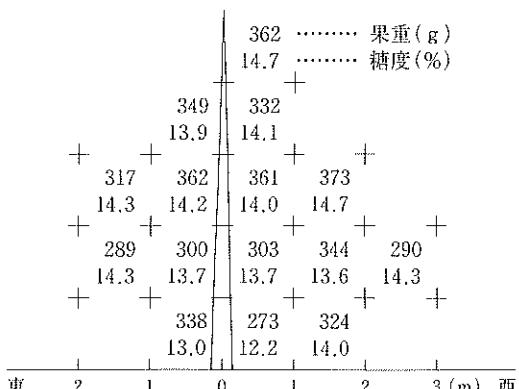
第15図 樹冠内の光分布（1987）



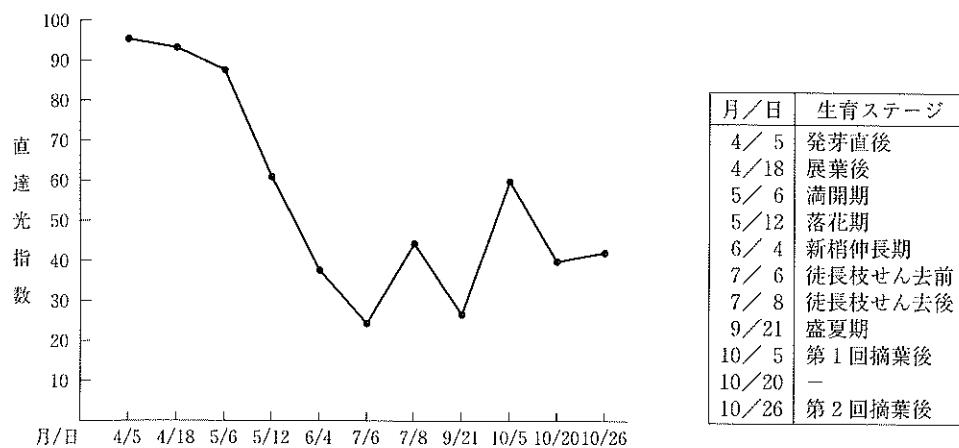
第16図 果重と糖度（%）分布（1987）



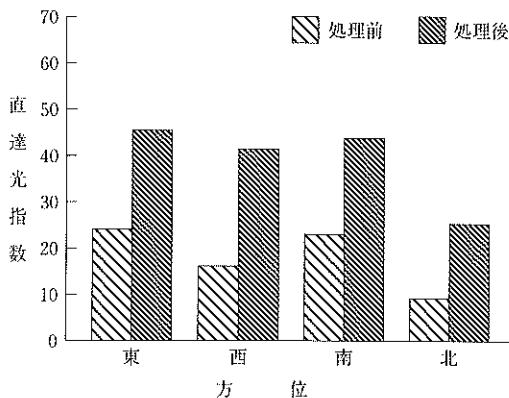
第17図 樹冠内の光分布（1990）



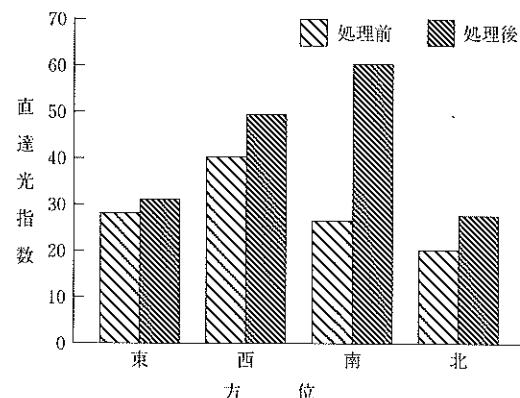
第18図 果重と糖度（%）分布（1990）



第19図 生育期間中の受光量変化（南側）



第20図 徒長枝せん去前後の光の変化



第21図 葉つみ前後の光の変化

7月7日に徒長枝をせん去したところ7月8日には受光指数が44まで回復した。その後果実の膨大に伴う側枝の下垂で受光量は減少したが、10月4日の第1回の摘葉により受光指数が60まで上昇した。徒長枝せん去前後の方向別受光量を第20図に示したが、受光指数は北側と西側が東側、南側より低かった。徒長枝のせん去により東側では21%、西側では25%、南側では20%、北側では16%ほど受光量は上昇した。10月4日の第1回の摘葉前には北側の受光指数が20、南側が26、東側が28、西側が40と減少していたが、摘葉により東側は3%、西側は9%、南側は34%、北側は8%の受光量が上昇し、特に南側が大幅に改善された（第21図）。これは樹冠内部に光を入れるために意識的に行ったもの

である。リンゴ樹の場合どうしても樹冠北側の受光量が低いので整枝せん定に当たってはこれへの受光量を高める整枝せん定が必要である。

### VIII. 土壌断面と根量

‘ふじ’／マルバカイドウ主幹形の試験は場の中に見かけ上の樹勢がやや強めの樹と見かけ上の樹勢がやや弱めの樹が表れたので土壌条件と根量の関係をみる。

#### 1. 材料及び方法

1987年7月15日に主幹より2.5m離れた場所を第22

第7表 樹勢の差異と果実品質

樹勢	縦径	横径	果重	硬度	糖度	リンゴ酸	ミツ入り指數	調査	平均	等級別(%)	新梢長
	(cm)	(cm)	(g)	(lbs)	(%)	(g/100ml)	(%)	果数	(g)	秀 優 良	(cm)
やや強め	8.84	9.41	390	12.5	13.5	0.339	2.8	313	359	65.8 30.4 3.8	38.2
やや弱め	8.23	9.01	321	13.1	14.3	0.339	3.4	277	300	87.0 11.9 1.1	20.6

図に示したように幅100cm、深さ100cmまで垂直に土壤断面を出した。調査後厚さ20cmで土壤を取り、この中に含まれている根量、重量を測定した。果実は11月10日に全果実を収穫し、大きさ別、等級別に区分し、代表果実を12月9日に品質調査した。

## 2. 結果及び考察

見かけ上の樹勢がやや強めの樹が栽植されている土層は地表面から40cmが軽植土で、41~55cmが微砂質壤

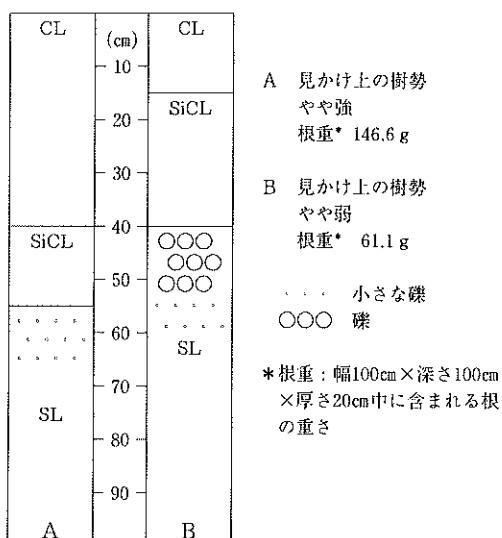
土であった。また56cmから下層は砂質壤土で小さい礫が混合していた。見かけ上の樹勢がやや弱めの樹が栽植されている土層は地表面から25cmが軽植土で、26cmから40cmまでは微砂質壤土、41~55cmまでは大きな礫、その下は小さな礫で構成され土層は異っていた。見かけ上の樹勢がやや強めの樹の根は地下100cmまで観察され、深い砂質壤土にも中根、細根がみられたが、地上から55cmまでの間に70%ほどの根が分布していた。さらにこの断面より一定容積の土壤を採取して根量を調査したところ新鮮重で61.1g含まれていた。見かけ上の樹勢がやや弱めの樹は直根がみられず、地下10cmより中根、細根が張っており、地下40cmにも細根が侵入していた。細根の分布は地下25cmの部分に70%と大部分があり、一定容積内の根量は146.6gで細根数が多くあった。樹勢を平均新梢長でみると、見かけ上の樹勢がやや強い樹では38.2cmの伸長に対して見かけ上の樹勢がやや弱い樹では20.6cmの伸長であった。

収穫時に調査樹の全果を採取し大きさ別に区分したところ、見かけ上の樹勢がやや弱い樹では251~350gにピークがあったが、見かけ上の樹勢がやや強い樹では301~400gにピークがあり果実は大きかった。収穫した全果実を等級別に区分すると、見かけ上の樹勢がやや強い樹では秀の割合が65.8%に対して見かけ上の樹勢がやや弱めの樹では87.0%で着色は良好のものが多かった。

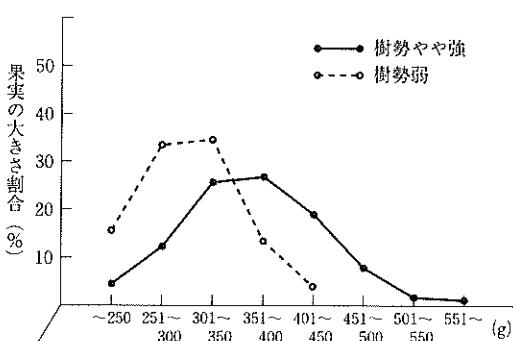
果実品質は見かけ上の樹勢がやや強い樹では果肉硬度が12.5lbs、糖度が13.5%で軟化気味で淡泊な食味であったが、見かけ上の樹勢がやや弱めの樹では果肉硬度が13.1lbs、糖度が14.3%で食味はすぐれていた。

## IX. 総合考察

吉田<sup>10</sup>はマッケンジー博士の主幹形の紹介において「半密植栽培」という語を用い、この意味は単純にマ



第22図 土壌断面と根量



第23図 樹勢の強弱と果実の大きさ

ルバカイドウ台や実生台による大樹疎植とM.9, M.27台利用の小樹超密植の中間であると述べている。またミシガン州立大学のH.A. Rollins Jr.<sup>11</sup>は1970年「Apple orchards of tomorrow」という論文の中でエーカー当たり、140本植えを Semi standardと呼び、栽植距離は14×22フィート、樹高はほぼ14~16フィート、樹冠の直径は14フィートのものをいい Semi dwafing rootstockを使ったものや、実生台にスパートタイプ品種を接いだものなどがこの樹の大きさに該当すると述べている。

わが国では昔からマルバカイドウを台木に使ってきましたが、実生台のものより樹体が小さく、外国の台木の大きさ分類に当てはめると半わい性台木に分類することができる。さらに下垂型マルバカイドウはさらに小型であるから慣行栽培と比較しても早期結実し、収取も多く、果重、着色、糖度も劣らないことが明らかとなつた。このような成果は整枝せん定を行う際、①主幹を目標の高さまでしっかりと丈夫に立たせたこと、②側枝には当初スプレッダーを入れて開張させ、上段にいくほど側枝を短かく水平にした；③枝は多く着させ、微弱せん定とし、早期結実を促した。④小結果枝は側枝の中腹より側方斜めにつけ、結実によって下垂するような枝を選択した。⑤作業空間は1樹につき二、三方向につけ作業しやすいように改造した。⑥光の透入をよくするため隣接樹と枝が交差しない程度の間隔をつけた。⑦肥料は主に有機肥料とし樹勢に応じて施肥した。以上の点を留意したことによってもたらされたものである。

塩崎と菊池<sup>9</sup>は弘前大学農学部附属藤崎農場においてマルバカイドウを用いた主幹形仕立て、半密植栽培を研究し、この樹形を‘弘大方式’主幹形と名づけた。この樹形は最下段側枝は樹列と45度に配置し、約45度に斜立させ、上段の側枝を短かく維持するものである。主幹形に対する考え方や、整枝せん定法は大方一致するが幼木時代の側枝の取り扱い、すなわち発出角度の強い側枝には上段から下段まで徹底して水平誘引し、細めに調整したことが異なる点である。

H.Tulkey<sup>20</sup>はわい化を誘発させる園芸的手法をいろいろ挙げているが、その中で枝の湾曲と開張は1729年にはLangley、1803年にはThomas Andrew

Knightによって発表され、立ち気味の枝を水平方向に開張させた場合、樹液の速度は減少し、花芽の着生が良好であることを観察している。これは枝先きに出てきたオーキシンが重力によって枝の基部へ流れやすくなり、根からのサイトカインも枝の背面の芽に強く流れすぎることがなくなり着果促進にきわめて効果的なことが証明されている。

マルバカイドウに接がれた‘ふじ’はわい性台木に接がれたものに比較すると側枝は立ちやすく、花芽の着生が遅く、早期結実において劣る。花芽着生を促進するために発出角度の異なる側枝を選び、ほぼ同じ角度の側枝にスプレッダーをかけたもの、かけないものに分けて新梢伸長や花芽分化率を調査した。この結果、スプレッダー処理は早期結実を促がし、樹勢安定のため必要な技術であった。

‘ふじ’／マルバカイドウ主幹形、半密植栽培における幹周、樹高、樹冠幅の年次別変化をみると、幹周はほぼ直線的に肥大し、樹齢13年生における平均幹周は55.8cmであった。幹周と頂芽数の関係は  $r = 0.623^{***}$ 、幹周と着果数は  $r = 0.388^{**}$  と相関関係が高かった。樹高と樹冠幅は整枝せん定によって制限されたためか同様の生育パターンを示したが、樹高と頂芽数の関係は  $r = 0.548^{***}$ 、樹高と着果数は  $r = 0.576^{***}$  と相関関係が高かった。樹冠容積と頂芽数の関係をみると  $r = 0.579^{***}$ 、樹冠容積と着果数は  $r = 0.593^{***}$  と相関関係が高かった。これはゴールデン・デリシャス／マルバカイドウの生育結果と同じ傾向であった<sup>6</sup>。

1樹当たりの頂芽数、着果数、10a当たりの収量を年次別にみると、樹齢8年生で1,000頂芽をオーバーした。整枝せん定の年次別強、弱によって差が認められるものの、樹齢8年生以降の頂芽を平均すると1,329芽であった。

着果数は年々増加し、樹齢8年生では1樹当たり270果着果し、その後の着果数を平均すると348果であった。収量は樹齢8年生で10a当たり182箱、その後多少の増減はあるが平均箱数は205箱(4.1t)であった。

試験場(20a)全樹の側枝本数は樹齢6年生において49本であったが、受光態勢の改善や作業性などから年々減少し、樹齢10年生では平均26本、樹齢13年生では16本に減少していた。

果実の大きさを年次別に比較すると、樹齢6年生では大玉の割合が18.5%生産されたが、樹齢8年生になると44.7%，樹齢13年生では68.0%と年次を重ねるにつれて大きくなつた。これは花芽や側枝の充実が原因と考えられる。

果実を等級別に区分すると、秀の割合が樹齢6年生では82.6%と高かったが、樹齢8年生では樹冠の拡大によって日かけ部位が多くなり48.2%に減少した。その後、側枝の間引きや横枝の切りつめによって72.5%まで上昇した。秋田県南部の‘ふじ’の秀率をみると、立地条件によって差が認められ、平地産の平均は22%であり、山手産は32%となっている<sup>5)</sup>。これに対比しても着色はかなりすぐれたものが生産されていた。

1987年と1990年は樹冠内に透入する光量を東芝照度計（5号型）を使って測定した。1989年にはロッピチ自記日射計を用いて生育シーズンを通して測定した。その結果、樹冠下部の主幹に近い部分の日照量が自然光の50%以下で、この部位の果実は糖度が低く食味も劣った。‘ふじ’の場合、自然光の50%以上入るような樹形の確立が必要と思われる。1989年の結果は、発芽当初は自然光指数が95%程度樹冠下に到達していたが、葉の発育、新梢伸長によって次第に減少し、7月6日には受光指数が23まで低下した。側枝の背面に立った徒長枝をせん去したところ受光指数は44まで回復した。その後、果実の肥大による側枝の下垂により受光量は減少した。栽培管理としては支柱入れや摘葉によって受光量は大幅に上昇した。樹冠の部位別では北側、下部の受光量が低いので、この部位の受光量を高める整枝せん定が必要である。

試験場（20a）の中でも樹勢の異なる樹が列状に存在していたので土壌と根の関係について調査した。その結果、見かけ上の樹勢がやや弱めの樹の立地は地表面から25cmが軽植土で、26cmから40cmまでは微砂質壤土、41cmから55cmまでは大きな礫があり直根がみられなかった。見かけ上樹勢がやや強い樹の立地は地表面から40cmが軽植土で、41cmから55cmまでが微砂質壤土、56cmからは砂質壤土で大きな礫はみられなかった。直根は地下100cmまで入っており、根量と直根の土壤中の侵入の深さが樹勢の強弱に影響していた。

‘ふじ’／マルバカイドウ主幹形を長期間維持する

ためには地力の足りない園地に栽植する方が望ましく、樹勢の抑制が整枝せん定技術のみで困難な場合はスコアリング、リンギングなど外科処理を行うことも必要である。この研究は13年間の調査結果であるが、わい性台木と変わらぬほど早期結実し、反収も多く、果実重量、着色、糖度も劣らないことが明らかになった。またマルバカイドウはわい性台木より根系が発達していることから倒伏しにくく、丈夫な支柱などは不用である。栽植に当たっては密植栽培よりも苗木代が少なくて済むし、既成園を改植する場合はわい性台木よりも生育障害が少ないなどの利点がある。

## X. 摘要

この研究は1979年にマルバカイドウ（下垂型）に接いだ‘ふじ’主幹形、半密植栽培（5.5m×5.0m, 36本/10a）の技術確立を目的に行ったもので、これが生産力、受光量、果実品質などに及ぼす影響を調査した結果、実用化しえることを実験的に実証した。その概要は次のとおりである。

1. 側枝の誘引による開張によって新梢伸長は抑制され、花芽分化率を向上させた。これはマルバカイドウを使用した主幹形の早期結実、樹相安定のために必要な技術であった。
2. 幹周の肥大を年次的にみると直線的に変化したが、樹高、樹冠幅は作業性や受光態勢を考えた人為的操作により制限され、生長は緩やかであった。
3. 頂芽数、着果数、収量は年々増加した。樹齢5年生樹では平均頂芽数が1樹当たり346芽、着果数は119果であったが、その後急激に増加し、樹齢10年生樹では1樹当たりの平均頂芽数が1522芽、着果数は488果で、収量は319箱（6.4t）生産された。
4. 側枝は積雪などの自然条件や作業空間、側枝の過密による受光態勢の改善のため年々せん去されて減少し、樹齢14年生では平均16本が残存していた。
5. 果実の大きさ分布を調査すると、樹齢6年生樹では大玉が18.5%，中玉が41.7%，小玉が39.8%であったが、樹齢9年生樹になると大玉が44.7%，中玉が49.0%，小玉が6.3%で大玉の割合が増加した。果

実を等級別に区分すると、樹齢6年生樹では秀の割合が82.6%，優が16.7%，良が0.7%，樹齢9年生樹になると秀が48.2%，優が48.8%，良が3.0%と樹冠の拡大によって着色は悪くなつたが、側枝の間引き、切りつめによって秀の割合は向上した。

6. 受光条件の悪い部位は、樹冠下部の主幹に近い部位で、この部位の果実は糖度が低く、品質も劣った。生育期間を通して受光量変化を調査したところ、葉の発育、新梢伸長、果実の肥大に伴う側枝の下垂などで低下した。これは徒長枝せん去、支柱いれ、摘葉等によって樹冠内受光量を改善することができた。

7. マルバカイドウでも有効土層が薄い場所では直根が浅く、見かけ上の樹勢もやや弱めであった。反対に有効土層が厚い場所では直根が1mの深さにまで入っており、見かけ上の樹勢はやや強かった。

- : Varieties, Rootstocks, Outlook. 181-197.
8. 島 善鄰 (1934) 実験りんごの研究. p.115-136. 養賢堂. 東京.
9. 塩崎雄之輔・菊池卓郎 (1992) マルバカイドウ台りんご半密植栽培の技術確立に関する研究 第4報 ‘弘大方式’ 主幹形の特性. 弘大農報. No.55:39-46.
10. 吉田義雄 (1978) リンゴの半密植栽培. p.1-51. 青森りんご協会.

## XI. 引用文献

1. C. G. Forshey, D. C. Elfving and Robert L. Stebbins (1992) Training and Pruning Apple and Pear Trees. p.73-100. Amer. Soc. Hort. Sci.
2. Harold B. Tukey (1970) Dwarfed Fruit Trees p.83-100.
3. 木村甚弥 (1961) りんご栽培全編. p.267-275. 養賢堂. 東京.
4. 今 喜代治・神戸和猛登・久米靖穂 (1969) リンゴの苗木生育障害に関する研究 第1報 ゴールデン・デリシャスの苗木生育に及ぼす台木、穂木・ウイルスの相互関係. 秋果試研報. 1:1-19.
5. 久米靖穂・熊谷征文・松井 巍・佐藤 広 (1983) リンゴ「ふじ」の無袋栽培技術. 農および園. 58: 1503-1508.
6. 久米靖穂 (1993) リンゴ計画密植園の垣根方式への転換方法に関する研究. 秋果試研報. 23:15-44.
7. R.F.Carlson James B.Mowry, E. S. Degman, Howard A.Rollins, JR., A.P.French, R.Paul Larsen, W.H.Upshall, Virginia Maas and Emery Wilcox (1970) North American Apples

Studies on the Semi-Intensive Orcharding System of  
Apple Tree on *Malus prunifolia* Rootstock

Yasuho Kume

Summary

In 1979, we grafted 'Fuji' (Akifu-1) shoots onto *Malus prunifolia* var. *ringo* Kubota rootstocks. These grafted trees were planted at a ratio of 36 trees/10 a with line intervals of 5.5m and tree intervals of 5.0m. To establish techniques for the semi-intensive orcharding system, the tree form was regulated to the central leader and effects on the productivity, light-interception dose and fruit qualities were examined.

1. Due to spreading through the training of lateral branches, elongation of young shoots was suppressed and the ratio of flower-bud differentiation was elevated. This technique is essentially required for the early bearing and the stabilization of tree vigor of the central leader with the use of *Malus prunifolia*.
2. Although the trunk circumference increased linearly, the tree height and the crown diameter were artificially restricted by taking the working efficiency and light-interception characteristics into consideration. Thus the trees showed mild growth.
3. The terminal bud count, the fruit setting count and the yielded were all increased year by year. The trees aged 5 years showed an average terminal bud count of 346/tree and an average fruit setting count of 119/tree. Then these data were rapidly increased. The trees aged 10 years showed an average terminal bud count of 1,522/tree, an average fruit setting count of 488/tree and a yield of 319 boxes(6.4t).
4. Lateral branches were reduced year by year because of natural factors such as snow cover and improvements in the working space and the light-interception characteristics due to overcrowded lateral branches. Sixteen lateral branches on average remained in the trees aged 14 years.
5. Regarding the size distribution of the fruits in the case of the trees aged 6 years, large fruits weighing 281g or above, medium ones weighing 241 to 280g and small ones weighing 240g or below amounted respectively to 18.5%, 41.7% and 39.8%. In contrast, in the case of the trees aged 9 years, large fruits, medium ones and small ones amounted respectively to 44.7%, 49.0% and 6.3%, thus showing an increase in the ratio of larger fruits. Regarding the grade distribution of the fruits in the case of the trees aged 6 years, the first grade fruits ("shu";coloration raito $\geq$ 81%), the second grade ones (61 $\leq$ coloration raito $\leq$ 80%) and the third grade ones (coloration raito $\leq$ 60%) amounted respectively to 82.6%, 16.7% and 0.7%. In the case of the trees aged 9 years, on the other hand, the first grade fruits, the second grade ones and the third grade ones amounted respectively to 48.2%, 48.8% and 3.0%. That is to say, in the

latter case, the coloration raito was lowered due to the enlargement of the crown but the raito of the first grade fruits was increased by thinning and cutting the lateral branches.

6. Fruits on parts suffering from poor light-interception (i.e., parts close to the trunk below the crown) showed a low sugar content and poor qualities. Changes in the light-interception dose were monitored throughout the growth period. As a result, it was found out that the light-interception dose was lowered by, for example, the growth of leaves, the elongation of young shoots, and the dropping of the lateral branches accompanying the thickening of the fruits. Thus the light-interception dose in the crown could be elevated by removing spindly growing branches, providing stakes, defoliation etc.

7. *Malus prunifolia* rootstocks planted in an area with a small available depth of soil had thin axial roots and showed somewhat poor tree vigor. On the contrary, those planted in an area with a large available depth of soil showed deep axial roots (i.e., 1m) and somewhat excellent tree vigor.

写真1  
せん定後の樹形  
(1993)



写真2  
側枝の状態  
(1993)



写真3  
収穫前の着果状態  
(1993)



