リンゴの栽植密度，樹形が作業能率に及ぼす影響

塩崎雄之輔

Effect of Planting Density and Tree Form on the Operation Efficiency of Apple Orchards

Yunosuke SHIOZAKI

1 緒 言

わが国のリンゴ栽培における疎植開心形仕立ては，昭和10年（1935年）頃にその技術が確立され⁴⁾，現在まで60年余にわたって改良を加えながら採用され続けてきた．一方，矮性台木を用いた密植栽培は1970年代の初頭より各試験研究機関において試作され，またほぼ同時に普及に移されていった．両栽培法を比較すると疎植栽培は成園化するまでに長年月を要すること，大きな樹であるために作業が不便で労力が多くなることなどが問題にされる．これに対して密植栽培は早期多収，品質向上などの利点があげられているが，普及の当初から懸念されていた土壌適応性の狭さや雪害なども問題^{5), 6)}にされるようになった．また当初，密植栽培は西欧の栽培法をよりどころにほとんど“スレンダースピンドル”⁸⁾を目標樹形として出発したのであるが，栽植密度，樹形などの異なったものが見られるようになった．なかには隣接樹どうしの側枝の交差が激しくなったため，間伐して半密植の密度にした園もある．このような状況の中で著者は慣行の疎植栽培と密植栽培の欠点を補うべく半密植栽培を考え，それに適した主幹形樹を試作し検討を重ねてきた^{10, 11, 12, 13, 14, 15)}．

本報告は半密植栽培の技術確立の一環として，

半密植主幹形樹，疎植開心形樹および密植主幹形樹を用い二，三の作業について労働時間を調査し，比較検討したものである．

2 材料および方法

供試材料は弘前大学農学部附属藤崎農場（青森県南津軽郡藤崎町）に栽植されているマルバカイドウ台‘ふじ’の半密植主幹形樹，疎植開心形樹および密植主幹形樹である．供試樹の栽植様式，樹齢，調査項目などは表1に示した．

人工授粉，摘果，摘葉・実廻し，収穫の作業時間は，着果（花）量の多少と密接な関係にあるので収穫果1個あたりの所要時間（秒／果実）で表すとともに，文献との比較のために10a当たりの作業時間も算出した．また，剪定，薬剤散布作業には結実量の多少が直接影響しないので，これらは10a当たりの作業時間で示した．

わが国のリンゴ栽培においては，主として短い前年生枝の頂芽に着生した果実のうち，中心果を残すのが普通である．果実が直接着生する枝を短果枝（5cm以下），中果枝（6～10cm）および長果枝（11～20cm）に分け，これらを結果枝と称している²⁾．従って，人工授粉の対象となる花は，1花叢に約5個咲くうちの中心の花，そして風船状に膨らんだ蕾から開花直後のものまでである．

平成4年3月5日

弘前大学農学部附属農場 〒038-38 青森県南津軽郡藤崎町下袋7-1

Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Hirosaki University, Fujisaki, Aomori 038-38

表1 供試樹の栽植様式，調査作業，樹齢および調査樹数

	疎植樹	半密植樹	密植樹
樹形	開心形	主幹形	主幹形
栽植距離	9 m × 9 m	6 m × 4 m	4 m × 2.5 m
栽植本数	12.3本/10a	41.7本/10a	100.0本/10a
人工授粉 摘果 摘葉・実廻し 収穫	18年生～20年生 (1982年～1984年)	10年生～12年生 (1982年～1984年)	8年生，9年生 (1983年，1984年)
供試樹数	12本	10本	20本
剪定	24年生～26年生 (1988年～1990年)	16年生～18年生 (1988年～1990年)	13年生～15年生 (1988年～1990年)
供試樹数	12本	10本	20本
薬剤散布	23年生～25年生 (1987年～1989年)	15年生～17年生 (1987年～1989年)	12年生～14年生 (1987年～1989年)
供試樹数	25本	25本	64本

蕾に対しては花卉を突き通す針のついた蕾授粉器を，開いた花には綿棒（実際は綿毛を束にして直径3 cmの球状に刈り込み50 cmの柄をつけている）を用いる。本調査では蕾と開いた花が混在する時期に授粉を実施したので，蕾授粉器と綿棒を併用した。なお，人工授粉において蕾授粉器は綿棒を用いるよりもかなり能率が劣る。

果実が小さい時期ほど果実の形状や大小が見分けにくいので，一般に摘果は果実の肥大に合わせて2～3回に分けて行う。本調査では3回に分けて行った。1回目は指で腋芽の全果実と頂芽の側果および一部の発育の劣る頂芽の中心果を間引く粗摘果，果柄が硬くなる2回目は摘果鋏を用いてさらに発育不良の果実を間引く仕上げ摘果，3回目は見落とした不良果を間引く摘果である。

赤色品種では着色増進のために摘葉や実廻しが行われる。摘葉は果実に日陰を作る葉を摘む作業で2～3回に分けて行われる。また実廻しは果実の非陽光面に光線を当てるために果実をほぼ半回転させる（果柄がねじられる）作業で摘葉時に1回ないし2回行うのが普通である。本調査の1回目の摘葉は果実の周囲葉，2回目の摘葉は果実から離れた位置の葉でも果実に日陰を作るものを摘み取った。2回目の摘葉時に実廻しも行った。

収穫には当地方で古くから用いている竹製の手かごを使用した。収穫時間は，あらかじめ樹の下に多数用意した手かごを用い，樹上の果実がなく

なるまで繰り返しもぎ取り，樹の下に置くまでの時間とした。

以上の人工授粉，摘果，摘葉・実廻しおよび収穫作業は，毎年同一の熟練した4人の女子に行わせた。

剪定時には鋸と鋏で枝を切り落とす時間のほかに剪定のための思考時間も含まれる。剪定に用いた鋸は刃渡り32 cm，柄の長さ17 cm，鋏は刃の長さ5.5 cm，全長20 cmでいずれも一般に使用されているものである。剪定は毎年著者が行った。

上記作業で使用した脚立は，密植樹と半密植樹の場合は樹冠が小さく4本脚脚立が使用しにくいので6尺（1.8 m）の3本脚，疎植樹の場合は6尺を主体に極一部7尺（2.1 m）の4本脚，いずれも木製である。4本脚の脚立は青森県津軽地方で古くから用いられているもの，また3本脚の脚立は1975年に製作させて以来使用しているものである。

薬剤散布は自走式3輪型スピードスプレーヤ（昭信株式会社製）を用い，毎年同一人に行わせた。

樹高，最上段の側枝着生高，樹冠直径なども測定した。樹高は，主幹形樹においては主幹延長部の新梢先端までの高さ，開心形樹においては主枝や垂主枝の先端またはこれに代わる枝の新梢先端までの高さを1樹当たり10数か所測定し平均値で示した。最上段側枝着生高は最も高い位置に着生

表2 樹の仕立て方と果実1個当たりの作業時間

単位：秒

	1982年			1983年				1984年			10a当たり換算時間(時間) ^y		
	疎植樹	半密植樹	有意性	疎植樹	半密植樹	有意性	密植樹 ^z	疎植樹	半密植樹	密植樹	疎植樹	半密植樹	密植樹
人工授粉	5.89	5.81	NS	5.50	4.27	*	5.56	2.76 ^a	2.69 ^a	2.20 ^b	25.15	24.83	25.28
摘果 ^①	17.92	11.58	***	17.03	15.83	*	16.57	15.93 ^a	10.40 ^b	8.43 ^c			
②	6.07	4.16	***	6.17	4.73	**	6.29	4.87 ^a	4.20 ^b	3.49 ^c			
小計	23.99	15.74	***	23.20	20.56	**	22.86	20.80 ^a	14.60 ^b	11.92 ^c	120.73	98.95	112.82
摘葉 ^①	8.09	6.06	*	7.63	6.41	*	7.35	4.75 ^a	3.57 ^c	4.16 ^b			
実廻し ^②	11.01	9.09	*	5.99	4.43	*	5.11	5.91 ^a	4.38 ^c	5.18 ^b			
小計	19.10	15.15	**	13.62	10.84	***	12.46	10.66 ^a	7.95 ^c	9.34 ^b	77.05	65.95	70.72
収穫	3.55	3.39	NS	3.70	4.21	NS	4.32	2.94 ^a	2.70 ^{ab}	2.50 ^b	18.12	20.00	22.12
着果数/10a	13,451	17,531		15,993	18,356		20,797	28,098	27,087	25,914	19,181	20,991	23,356
kg/10a	3,983	4,772		5,181	5,643		5,840	5,899	6,017	5,758	5,021	5,477	5,799

z：密植樹は列単位で調査したので統計処理を行わなかった。

y：3か年(密植樹は2か年)の平均値から換算した。

x：①は1回目の時間、②は2回目と3回目の合計時間である。

*、**、***はそれぞれ5%、1%、0.1%水準で有意差がある。同じ英小文字間には5%水準で有意差がないことを示す。

する3年生以上、長さ1m以上の側枝の分岐点と地面との距離である。樹冠直径は主幹から樹冠外縁部までの距離を、樹冠の凹と凸の部分について交互に、密植樹では数か所、半密植樹では10か所以内、疎植開心形樹では10数か所測定して求めた。また、結果枝頂芽の花芽分化率、花芽数も調査した。

3 結 果

人工授粉、摘果、摘葉・実廻しおよび収穫の所要時間は一括して表2に示した。

半密植樹と疎植樹の人工授粉所要時間は1982年、1984年に有意差がなく、1983年に半密植樹が少なかった。また密植樹の場合は1983年が疎植樹とほぼ同等、1984年が疎植樹、半密植樹よりも少なかった。なお、表3に示したように結果枝頂芽の花芽分化率は疎植樹が半密植樹、密植樹より高い傾向、10a当たり花芽数は疎植樹より半密植樹、密植樹が多い傾向にあった。

摘果の所要時間は3か年とも半密植樹が疎植樹より粗摘果、仕上げ摘果いずれも少なかった。また密植樹は、1983年に半密植樹と疎植樹のほぼ中間、1984年に粗摘果も仕上げ摘果も他の2方式より少なかった。

摘葉・実廻しの所要時間は、3か年とも半密植樹が疎植樹より少なかった。また密植樹は1983年、1984年ともに半密植樹と疎植樹の中間の傾向であった。

収穫の所要時間は3か年とも半密植樹と疎植樹の間で差がなかった。また密植樹は1984年に他の2方式より少ない傾向にあった。

剪定の所要時間は表4に示した。1988年と1990年は3方式の間で差がなく、1989年は半密植樹が密植樹より少なかった。また半密植樹の剪枝量は3か年のうち2か年が疎植樹より多かった。

薬剤散布の所要時間は表5に示した。走行速度は密植樹>半密植樹>疎植樹の順であった。しかし、栽植様式が10a当たりの走行距離に差異をもたらす結果、10a当たり換算の薬剤散布時間は半密植樹<疎植樹≒密植樹の順で、半密植樹が約40%省力になった。

樹の大きさは表6に示した。樹高および最上段側枝着生高は2か年とも疎植樹<密植樹<半密植樹の順であった。半密植、密植両主幹形樹の樹冠の重なり指数を比較すると1983年は半密植樹が密植樹より小さく1984年には両者同じであった。表7に1983年と1984年における両主幹形樹の側枝の長さ別本数を示した。密植樹の側枝は1983年に対し1984年が短い、これは樹列、通路側に伸び過ぎた側枝を切り返したためである。

4 考 察

マルバカイドウ台は普通10a当たり20本程度の疎植栽培に用いられている。しかし、供試のマルバカイドウ台密植樹はスコアリング、整枝剪定の工夫などによって適正な樹勢が保たれ、高密度が

表3 花芽分化率(%)及び10a当たり花芽数^z

	1982年		1983年		1984年	
	花芽分化率	花芽数	花芽分化率	花芽数	花芽分化率	花芽数
疎植樹	72 ^{NS}	26,855 ^{NS}	89 ^a	41,623 ^a	90 ^a	36,929 ^a
半密植樹	56	31,167	79 ^a	45,200 ^a	74 ^{ab}	38,766 ^a
密植樹	—	—	77 ^a	52,050 ^a	62 ^b	41,740 ^a

z：調査は結果枝を対象に花芽分化翌年の開花期に行った。

花芽は表示年度の前年に分化している。

NSは有意差がないことを、また同じ英小文字間には5%水準で有意差がないことを示す。

表4 樹の仕立て方と10a当たり剪定時間 単位：時間

	1988年 ^z			1989年 ^y			1990年 ^x		
	疎植樹	半密植樹	密植樹	疎植樹	半密植樹	密植樹	疎植樹	半密植樹	密植樹
剪定時間	18.93 ^a	16.73 ^a	17.12 ^a	15.42 ^{ab}	13.90 ^b	16.81 ^a	17.42 ^a	15.65 ^a	15.98 ^a
剪枝量(kg/10a)	694 ^b	1,166 ^a	710 ^b	492 ^b	709 ^a	876 ^a	749 ^a	903 ^a	520 ^b

z：1989年12月に剪定。

y：1990年2月に剪定。

x：1991年2月に剪定。

同じ英小文字間には5%水準で有意差がないことを示す。

表5 樹の仕立て方と10a当たり薬剤散布時間^z 単位：分/回

	1987年			1988年			1989年		
	疎植樹	半密植樹	密植樹	疎植樹	半密植樹	密植樹	疎植樹	半密植樹	密植樹
薬剤散布時間	8.81 ^a	6.22 ^b	9.00 ^a	9.20 ^a	6.47 ^b	9.42 ^a	8.58 ^a	6.16 ^b	8.68 ^a
走行速度(m/分)	25.23	26.80	27.78	24.17	25.77	26.55	25.88	27.08	28.80

z：各年の6月～8月に2～4回測定した平均値より、回転せず直線走行したものとして算出した。

同じ英小文字間には5%水準で有意差がないことを示す。

表6 栽植密度と樹の大きさ 単位：cm

	株間	樹高		最上段側枝の着生高		樹冠直径		樹冠の重なり指数 ^z	
		1983年	1984年	1983年	1984年	1983年	1984年	1983年	1984年
疎植樹	900	381 ^b	388 ^c	276 ^c	306 ^c	820	842	0.91 ^c	0.94 ^b
半密植樹	400	474 ^a	484 ^a	328 ^a	327 ^a	493	501	1.23 ^b	1.25 ^a
密植樹	250	464 ^{ab}	464 ^b	306 ^b	316 ^b	354	316	1.42 ^a	1.26 ^a

z：樹冠直径÷株間距離。

同じ英小文字間には5%水準で有意差がないことを示す。

表7 半密植樹と密植樹の側枝^zの長さ別本数

側枝長 (cm)		21 50	51 100	101 150	151 200	201 250	251 300	301 350	351 400	401 450	451 500	計	株間距離より 長い側枝本数
半密植樹	1983年	1.4	4.6	5.4	4.0	2.9	3.1	1.8	1.9	1.2	0.4	26.7	1.6 (6%)
	1984年	1.2	3.5	4.8	5.7	3.7	2.3	1.5	1.8	1.5	0.3	26.3	1.8 (7%)
密植樹	1983年	6.8	8.3	5.9	6.0	6.6	2.7	1.0	0.1	0	0	37.4	3.8 (10%)
	1984年	4.3	8.4	10.6	9.4	4.5	1.5	0	0	0	0	38.7	1.5 (4%)

z：枝齢3年生以上、長さ21cm以上を対象とした。

維持されている。また、収量は10 a 当たり5トン以上で本調査以降も維持されている。菊池ら⁷⁾が青森県の密植園を調査した結果、‘ふじ’の収量は10 a 当たり4.4トン、中田ら⁹⁾が労働時間調査に用いた‘ふじ’矮化（密植）園の10 a 当たり収量は3,445kgである。これらと比較すると本調査で用いたマルバカイドウ台密植樹の収量は全く遜色がないと考える。

半密植主幹形樹は側面投影形が底辺の広い三角形を呈しているため、樹冠の低い位置の花（果実）の着生割合が多い^{14, 15)}。これに対して疎植開心形樹は半円形ないし矩形（供試樹）であることから半密植樹よりも樹冠下部の花（果実）の着生割合が少ない^{4, 14)}。また樹冠の大きい開心形樹は樹冠内部の農薬付着を良好にするため樹冠下にスピードスプレーや走行の空間があり、これが一層低位置の着花（果）割合を低くしている。樹冠の低位置に果実が多く分布する樹形は、脚立の使用時間が少なくなるので、摘果、摘葉、収穫などのように果実に直接触れる作業の能率が向上するものと考えられる。

半密植樹と疎植樹の人工授粉の所要時間を比較すると、前者は樹形の特性上、花が樹冠内の低位置に多く分布しているにもかかわらず、作業能率が高かったのは1年だけであった。一般に花芽分化率の低い樹は開花が不揃いで蕾と開いた花が混在し、開花期間も長いことが観察される。授粉時に蕾の多い樹は蕾授粉器の使用頻度が高くなるので、樹冠の低位置の花の分布割合が多くてもその割りに人工授粉所要時間が短縮されないものと考えられる。

わが国では、果実を大きくするために頂芽の中心花を結実させ、また‘ふじ’のような品種では4頂芽に1果の割合で残す強い摘果を行う¹⁾。摘果の所要時間は1回目も2回目も半密植樹が疎植樹より少なかった。これは主として樹形の特性に由来する樹冠内の果実分布の差が大きく影響したものと推察される。

摘葉・実廻しの所要時間は3か年とも半密植樹が疎植樹より少なかった。これも前述の樹形の違いによる果実分布の差によってもたらされたものと考えられる。

片手に6 kg前後のリンゴが入った手かごを持って脚立を昇降する収穫作業においては、4本脚よ

りやや安定性に欠ける3本脚脚立を使用する半密植樹の方が疎植樹より動作が慎重になる。そのために樹形の特徴の影響が消失し、作業速度に差が認められなかったものと推察される。

以上、作業によって多少の違いはあるが、果実（花）に直接触れる人工授粉、摘果、摘葉・実廻しの作業能率は、半密植樹の方が疎植樹よりも高いことが、あるいはその可能性が示唆された。

密植樹が半密植樹より最上段側枝の着生高が低かったことから、当初は密植樹が半密植樹よりさらに省力になるものと考えた。しかし、2か年の人工授粉、摘果、摘葉・実廻し、収穫の所要時間の調査において、1983年の密植樹は疎植樹と同じか半密植樹と疎植樹の間であったが、1984年の密植樹は他の2方式より短くなっていた。これは2年目に密植樹の長い側枝を切り返して短くしたことにより、樹内部の作業がしやすくなって作業時間が短縮したものと推察される。従って、密植樹が疎植樹や半密植樹より省力であるためには、側枝の長さをかなり制限することが肝要であると考えられる。

10 a 当たり剪定の所要時間は3方式の間でほとんど差がなかった。開心形樹の剪定においては、広い空間を効率的に利用するために数年先の状況を想定しながら作業を進めるので思考時間が増す。一方、主幹形樹は主幹に直接側枝が着生する単純な構造であるため、一般開心形樹に較べて剪定作業中に枝の配置について迷うことが少ない。従って、剪定の所要時間も短くなると考えられる。この傾向は側枝の構造がより単純な密植樹においてさらに顕著であると考えられる。本調査で3方式間に差がなかったのは、樹高、枝量、樹勢、栽植密度、その他様々な要因が複雑に関係しているためと推察される。

薬剤散布において、半密植樹、密植樹の列間がそれぞれ6 m、4 mであるから、密植樹園は通路数が半密植樹園の1.5倍となり、その分多く走行しなければならない。また疎植樹は列間9 mで広いが、列間の他に樹冠下も走行するために半密植樹と密植樹の中間の走行距離となる。また走行速度は疎植樹に対して半密植樹が約6%、密植樹が約10%速いが、これは密植するほど樹冠幅が小さくなり樹冠内の薬剤の到達が容易となるためである。薬剤散布の所要時間は、このように栽植密度

がもたらす10a当たり走行距離と走行速度によって決定するものと考えられる。

福地ら³⁾は、‘スパタイプ’の並木植え(密植)リング園の薬剤散布速度の実験で1m/秒速度の速度で作業ができると述べているが、本調査の密植樹の平均速度は半分以上の0.46m/秒であった。走行速度は樹冠の広がりがある程度であれば主として樹冠内の枝葉密度の影響を受けるものと考えられる。供試樹は10a当たりの収量が5トン以上と高水準であり、それに応じて枝量も多いものと推測される。このことが走行速度の低下をもたらす一つの原因になっていると考えられる。

中田ら⁹⁾は、‘ふじ’の矮性(密植)樹、普通(疎植)樹における10a当たり労働時間は人工授粉、剪定を除いた多くの作業で矮性樹が普通樹より少なく、また果実1,000kg(10a当たり収量は矮性樹3,445kg、普通樹2,948kg)当たりの換算作業時間は矮性樹の方がさらに少なかったと報告している。これらの結果は本報告の結果ともほぼ一致する。しかし、人工授粉、摘果、摘葉・実廻し、剪定の10a当たり換算所要時間について本調査結果と中田らの結果を比較すると、疎植(普通)樹、密植(矮化)樹ともに前者の方が多い。一方、果実1,000kgあたりに換算した所要時間は疎植樹、密植樹ともに前者の方が少ない。これは前者の収量が両樹ともに多いことによるものである。従って、作業能率を高めるためには果実品質を低下させない範囲で果実を多く着生させることが肝要であると考えられる。

5 摘 要

マルバカイドウ台‘ふじ’の疎植開心形(9m×9m植栽)、半密植主幹形(6m×4m植栽)、密植主幹形(4m×2.5m植栽)の樹を用い、3年間にわたって作業時間の調査をした。その結果は次の通りである。

人工授粉と収穫の1果当たり所要時間は半密植樹と疎植樹の間で明瞭な差が認められなかった。摘果および摘葉・実廻しの1果当たり所要時間は半密植樹が疎植樹より少なかった。また、密植樹における人工授粉、摘果、収穫の所要時間は、2か年調査したうち1年目はほぼ疎植樹並みで、2年目は他の2方式より少なくなった。2年目が少なくなったのは側枝を短くしたためと推察され

た。

また、上記の諸作業における1果当たりの作業所要時間は、着果数の多いほど少なくなることが示唆された。

剪定の10a当たり所要時間は、3方式の間で明瞭な差が認められなかった。薬剤散布の10a当たり所要時間は半密植樹<疎植樹≒密植樹の順であった。

謝 辞 本報告をまとめるに当たり、有益な助言を賜るとともに校閲の労を執って戴いた本学菊池卓郎教授に心から感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 青森県(1991), 平成3年りんご指導要綱生産編, 177-178, 230-231, 青森県。
- 2) 福島住雄(1961), りんご栽培全編, 344-418, 養賢堂。
- 3) 福地博・金須正幸(1984), リンゴわい化栽培の現状と発展方向に関する研究(文部省特定研究), 128-132, 弘前大学農学部。
- 4) 波多江久吉・斉藤康司(1977), 青森県りんご百年史, 412-432, 青森県りんご百年史記念事業会。
- 5) 川島東洋一(1982), リンゴわい化栽培の新技術, 41-50, 誠文堂新光社。
- 6) 菊池卓郎(1979), 西欧のリンゴ密植栽培, 農業および園芸, 54-3, 408-414。
- 7) 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。
- 8) 三上敏弘・神 昭三・鈴木 宏・石塚昭吾・原田良平・宮川健一(1982), リンゴわい化栽培の新技術, 64-117, 誠文堂新光社。
- 9) 中田嘉博・今井勝重・今井安穂・藤田公(1986), リンゴわい化栽培の経済性, 農業経営研究資料, 20, 1-58。
- 10) 塩崎雄之輔・菊池卓郎・今 満・藤井明彦・三上道彦(1988), 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1報 半密植主幹形樹と疎植開心形樹の収量, 品質の比較, 弘大農報, 49, 22-33。

- 11) 塩崎雄之輔 (1989), マルバカイドウ台リンゴ半密植栽培の技術確立に関する研究 第2報 マルバカイドウ台とわい性台の収量の経年変化, 弘大農報, 51, 51-68.
- 12) 塩崎雄之輔 (1990), マルバカイドウ台リンゴ半密植栽培の技術確立に関する研究 第3報 樹の仕立て方, 台木の種類および穂品種が根系に及ぼす影響, 弘大農報, 52, 44-52.
- 13) 塩崎雄之輔 (1990), リンゴ半密植栽培の技術確立に関する研究 (第7報) マルバカイドウ, M26を台木にした‘ふじ’の品質の比較, 園芸学会雑誌別冊59, 2, 82-83.
- 14) 塩崎雄之輔・荒川 修・菊池卓郎 (1991), リンゴ半密植栽培の技術確立に関する研究 (第8報) 主幹形樹における樹冠内の果実と光分布特性, 園芸学会雑誌別冊60, 2, 88-89.
- 15) 塩崎雄之輔・菊池卓郎 (1991), マルバカイドウ台リンゴ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, 55, 40-47.

SUMMARY

Labor requirements for several orchard operations were monitored over three consecutive years with three orchard systems of Fuji trees grown on Marubakaido (*Malus prunifolia* Borkh. var. ringo

Asami) rootstocks. Orchard systems studied were ; low-density system (9m×9m) with conventional open-center trees, medium-density system (6m×4m) with central leader trees, and high-density system (4m×2.5m) with central leader trees. Labor requirements were determined in terms of seconds perharvested fruit.

The low-density and medium-density systems did not differ significantly in labor requirements for hand pollination and harvesting. The medium-density system, however, was less labor-consuming than the low-density system with regard to fruit thinning as well as leaf removing and fruit turning both practiced in the fall to improve red color development.

It was suggested that cutting-back of lateral branches lead to a remarkable reduction of labor requirements for hand pollination, fruit thinning, and harvest operations in the high-density system, otherwise comparable with those for the low-density system, the lowest of the three orchard systems. Labor efficiency on the per fruit basis for the above-mentioned operations was suggested to be improved with higher crop load of the trees.

No significant differences were detected in labor requirements on the 0.1ha basis for pruning operation among the three orchard systems.

Traveling times of air-blast sprayers were in the order of ; medium-density system<low-density system≐high-density system.