

総 説

リンゴ栽培における省力化の現状

福田博之[†]・増田哲男

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構

果樹研究所リンゴ研究部

020-0123 岩手県盛岡市下厨川

Saving of Labor Inputs to Grow Apple Fruit

Hiroyuki FUKUDA[†] and Tetsuo MASUDA

Department of Apple Research, National Institute of Fruit Tree Science
National Agriculture and Bio-oriented Research Organization
Shimokuriyagawa, Morioka, Iwate 020-0123, Japan

Synopsis

Studies on labor inputs in Japanese apple orchards were reviewed.

Analysis of the statistical data suggested that labor inputs tended to increase with fruit yield in an orchard. The apple growing system in Japan is far more labor-intensive than in any other country. One of the reasons is that heavy flower and fruit thinning is mainly done by hand to raise big apples, which often weigh more than 280g. Heavy leaf thinning by hand is a task done only in Japan just before harvest season to improve fruit appearance.

However, it is necessary to reduce labor inputs, since apple growers are now under pressure to expand orchard size to secure a profit. This report examines the effect on labor-saving of lowering tree height in an orchard.

Key words: apple growing, flower and fruit thinning, labor input, leaf thinning, lowering of tree height, pruning

1. はじめに

農林水産省から2005年3月25日に発表された「果樹農業振興基本方針（以下、基本方針とする）」には、今後の方向として新たに担い手の育成などの施策が示されている。

リンゴ栽培においては、担い手の経営面積は、家族経営として2.4ha、収益は約600万円を目標とされ、また、2015年までに10a当たり収量を現在の30%増、作業時間を現行の70%程度に削減するとしている。具体的な数値としては、マルバカイドウ台を用いた普通栽培（以下、

普通栽培とする）で10a当たり収量を3トン、作業所要時間を180時間、わい化栽培では、それぞれ3.6トン、156時間が示されている。

省力化に関しては、これまでも多くの研究、調査が行われてきたが（福田ら、1998）、実際のリンゴ栽培では、省力化に関してあまり大きな進展がみられていないのが実情である。「基本方針」でも、作業所要時間を70%程度に削減するとしているが、明確な方策が示されていない。

リンゴ栽培における作業の省力化についての研究、調

[†] 元果樹試験場盛岡支場 020-0123 岩手県盛岡市下厨川

査は、これまで実施されても学会誌などに発表されることが少なく、各種資料のなかに埋もれ忘れられてしまうことが多かった。そこで、本稿ではそれらの調査・研究資料を取り集めて考察を行うとともに、行政機関による作業所要時間に関する各種統計データを関連させて、リンゴ栽培における省力化の現状を検討した。

2. 担い手の経営面積と収量

「基本方針」では、担い手の経営面積を2.4haとしている。

青森県では、1980年から2000年の間に、リンゴ栽培農家が29,671戸から19,689戸に減少した。減少したのは1ha未満の農家で、この20年間に11,170戸が少なくなっている。1ha未満の層は、リンゴ生産による収入だけでは生計維持が難しく、今後も農家戸数、栽培面積ともに減少するものと思われる。現在、戸数が増えているのは2ha以上の層だけである。

2000年には、2ha以上の層は農家戸数では全体の11.8%に過ぎなかったが(第1表)、栽培面積の構成比ではすでに32.6%に達し、1ha以下の層の面積構成比28.6%を超えている。さらに、販売収入の8割以上をリンゴが占める、いわゆるリンゴ専業農家の栽培面積12,372haと比較すると、青森県では48.2%がすでに2ha以上の農家の経営になっている。なお、青森県だけでなく全国平均でも、リンゴ専業農家の栽培面積が23,659ha、2ha以上の農家の経営面積が9,129haで、その割合は38.6%に達している(2000年世界農林業センサス)。

これらのことから、担い手として設定されている2.4haという目標の達成はそれほど難しくないとと思われる。

収量については、青森県では平均で2.1トン程度と(青森県りんご果樹課, 2002)、「基本方針」の収量目標である普通栽培3トンとはかなりの差がある。しかし、優秀な農家では3トン以上の収量を確保しているところも少なくない。浅田(1988b)は、津軽地方の優れた栽培技術を持つ農家について調査し、3年間の平均収量が普通栽培で5.05トンに達していたとしている。ただし、この

第1表 青森県におけるリンゴ農家戸数と面積の構成比(2000)

	農家戸数		面積	
	戸数	構成比(%)	ha	構成比(%)
1ha未満	11,882	60.3	5,242	28.6
1ha~1.5ha	3,528	17.9	3,981	21.8
1.5ha~2ha	1,951	9.9	3,111	17.0
2ha以上	2,328	11.8	5,966	32.6
合計	19,689	100	18,301	100
うちリンゴ販売収入80%以上	10,219	51.9	12,372	

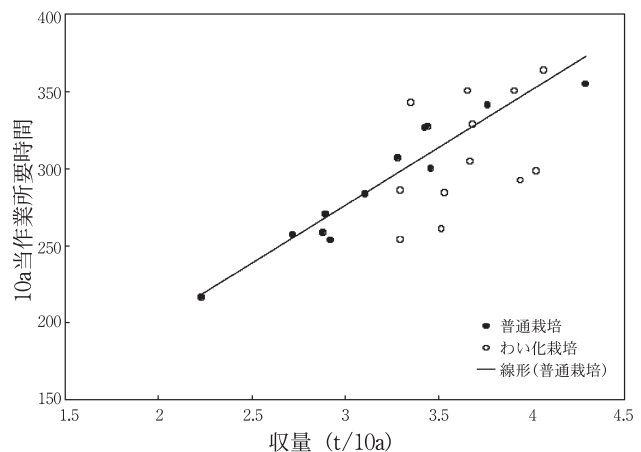
2000年世界農林業センサス(農林水産省)を改変

数値は、生産の著しく低い低収樹や欠木がないものとして計算されたもので、実際の収量はこれより低くなるが、県の平均よりかなり多い収量を上げている農家が少なくないことを示している。わい化栽培については、菊池・佐藤(1987)は青森県の12園について調査を行い、3年間の平均で最高5.4トン、最低1.8トン、平均3.7トンであったとしている。外崎ら(1990)も、青森県のわい化栽培23園の調査で、3年間の平均収量が3.6トンであったと報告している。これらの数値は、「基本方針」におけるわい化栽培の3.6トンという目標と変わりはない。優れた栽培技術を持つということを前提にすると、「基本方針」の示す10a当たり普通栽培で3トン、わい化栽培で3.6トンの収量目標は達成可能であろう。

3. リンゴ栽培における作業所要時間

(1) 我が国における事例

農水省果樹花き課編「果樹農業に関する資料」(1994, 1996)によると、1983年から1994年までの12年間ににおける10a当り作業所要時間には、普通栽培で216.7~355.3時間(平均291.4時間)、わい化栽培では260.9~363.8時間(平均309.8時間)の変動が認められた。最も作業所要時間が多かった年度と少なかった年度の間には、普通栽培、わい化栽培とも100時間以上の差があった。このような差異が生じたのは、年度による収量の変動が大きな要因となっているため、第1図のとおり、収量と作業所要時間の間には正の相関関係が認められた(福田, 1999)。この比例関係には、普通栽培とわい化栽培とでほとんど差異がなかったため、両者をまとめて回帰式を算出した。作業所要時間(Y)と収量(X)の間には、

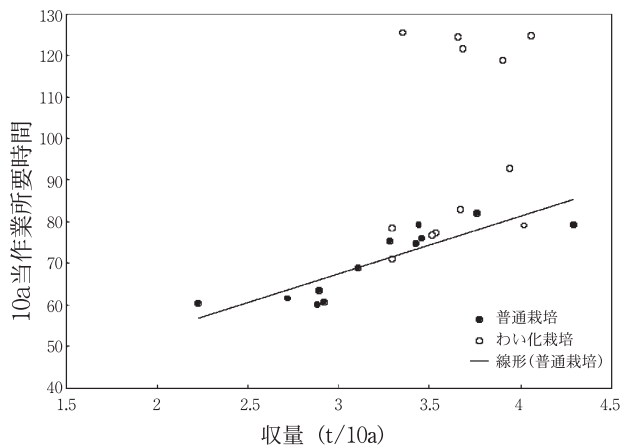


第1図 収量と全作業所要時間との関係
(農水省果樹花き課「果樹農業に関する資料」による)

$$Y=64.35X + 79.87 \quad (r=0.78^{**})$$

の関係が認められた。この回帰式によると、10a当たり収量が3トンの場合は所要時間が271.9時間、3.6トンの場合は311.5時間と推定される。この数値がわが国の平均的な作業所要時間だとすると、普通栽培における収量を「基本方針」の目標である3トンとした場合、作業所要時間を180時間とするのには、約90時間の省力化が必要になる。

第2図は、「果樹農業に関する資料」について、収量と受粉・摘果所要時間との関係を示したものである。これらの作業の所要時間も収量に比例して増加する傾向が認められるが、わい化栽培では、年度によって収量のわりには受粉・摘果の所要時間が著しく多くなっている。これらの年度には、花芽形成が極めて多く、摘果に著しく時間がかかったことが推定される。わい化栽培は花芽



第2図 収量と受粉摘果作業所要時間の関係
(農水省果樹花き課「果樹農業に関する資料」による)

の形成が多く、このことから、収量が確保しやすいといわれているが、受粉・摘果の作業所要時間が100時間を越えた年度には、第1図において、いずれも回帰直線より上部に分布していた。著者らの青森県や岩手県など寒冷地における経験では、花芽が著しく着生した年度でも受粉・摘果の作業所要時間が100時間を越えることはない。後述の第2、3表でも、東北地方北部の各県では、受粉・摘果時間は50時間前後であり、100時間以上は山梨県だけである。これらの年度にも、この作業時間が仮に第2、3表の平均値である58.0～62.7時間とすると、第1図において、わい化栽培は回帰直線より下部に分布することになる。下部に分布することは、普通栽培よりわい化栽培のほうが若干、作業所要時間が節減できる可能性が示唆される。

このように、「果樹農業に関する資料」の数値には、検討すべき面もあるが、第1図では作業所要時間(Y)と収量(X)が普通栽培とわい化栽培がほぼ同じ回帰直線に乗っていると考えられるので、前述の回帰式のY値を推定Y値と呼び、「果樹農業に関する資料」以外の資料と比較することにする。

収量増とともに作業所要時間が増えることは、中田ら(1986)も青森県の事例調査で報告している。ただし、彼らの結果では、3トンの収量でわい化栽培が202.4時間、普通栽培では217時間と算出されている。「基本方針」の180時間より37時間多いだけである。一方、長野県の調査では、わい化栽培で収量2.3トンの場合、288時間であったという結果も報告されている(長野県農総試, 1999)。地域によって作業所要時間に差異が認められることについては、あとでさらに論議することにする。

第2表 各県におけるリンゴ園の収量と所要時間(2002)

	青森	岩手	秋田	山形	福島	山梨	長野	平均
集計戸数	33	5	4	5	5	5	15	—
専従者数	2.2	0.8	1.0	2.4	1.8	2.0	2.8	
作付面積(ha)	2.35	1.44	1.07	1.00	0.83	0.36	1.42	1.69
収量(t/10a)	2.51	1.75	2.85	2.40	2.22	2.50	2.84	2.52
販売量(t/10a)	2.48	1.47	2.11	2.34	2.20	2.35	2.77	2.45
所得(千円/10a)	149	70	35	154	115	396	300	169
10a当作業時間	233.4	176.7	233.0	208.1	241.9	346.0	282.5	239.6
同上(Y値*)	241.6	192.1	263.5	234.7	222.6	240.9	262.4	242.1
同上(雇用)	44.1	38.3	11.8	18.6	16.2	16.5	46.5	40.6
受粉摘果時間**	56.2	53.2	59.4	50.7	76.9	115.7	86.7	62.7

農林水産省「平成14年度 野菜・果樹品目別統計」を改変

* Y=64.35X + 79.87による推定値, ** 10a当たり作業所要時間

第3表 各県におけるリンゴ園の収量と所要時間 (2003)

	青森	岩手	秋田	山形	福島	山梨	長野	平均
集計戸数	35	5	5	5	5	5	15	—
専従者数	2.2	0.8	1.0	2.2	1.8	2.0	2.8	
作付面積(ha)	2.31	1.47	1.09	0.94	0.89	0.36	1.42	1.68
収量(t/10a)	2.26	1.40	2.10	1.89	2.11	2.43	2.83	2.18
販売量(t/10a)	2.23	1.23	2.06	1.88	2.09	2.28	2.76	2.14
所得(千円/10a)	154	51	137	129	146	350	298	188
10a当作業時間	215.4	155.2	224.8	208.1	241.9	346.0	282.5	224.5
同上(Y値)	225.3	170.0	215.0	200.8	215.6	236.2	262.0	220.2
同上(雇用)	40.6	31.2	11.3	18.6	16.2	16.5	46.5	40.6
受粉摘果時間	52.1	41.5	54.5	49.7	79.7	112.6	79.2	58.0

農林水産省「平成15年度 野菜・果樹品目別統計」を改変

* $Y=64.35X+79.87$ による推定値, ** 10a当たり作業所要時間

第2, 3表には, 農林水産省の「野菜・果樹品目別統計」に記載された2002, 2003年度の調査結果を示した。これらのデータは, 第1図のものと調査された県, 果樹園数とも同じでなく, 普通栽培とわい化栽培の区分も記載されていない。また, 10a当たり収量も平均して3トン以下になっている。

これらの事例について, 10a当り作業所要時間と前述の回帰式によって算出した推定Y値とを比較すると, 両年度とも, 全県平均での差異は2.5~4.3と極めて少なかった。このことから, 第1図とは10年ほど新しいデータであるが, この期間に作業の省力化の程度は変らなかったと判断される。

しかし, 県ごとにみると, 青森県, 岩手県など寒冷地では推定Y値より低くなっているのに対して, 山梨県, 福島県および長野県の温暖地の3県では, 2年とも実測値が推定Y値より20時間以上高かった。これらの3県では受粉・摘果の作業所要時間が寒冷地の各県より多くなっており, 76.9~115.7時間を要していた。その理由は明らかでないが, 温暖地では花芽形成率が高かったこと, あるいは作業方法に差異があること, などが考えられる。また, 菊池(1990)は, 青森県と長野県において合計約

350園を調査し, 普通栽培園の樹高は長野県のほうが高かったことを報告している。第2, 3表の事例では, 調査園における樹高が統計資料に示されていないが, 温暖地と寒冷地とで樹高に差があることも推察される。

なお, 青森県の結果をみると, 推定Y値と実測値の差は10時間以内であり, 前述した中田ら(1986)の結果ほど大きな差異はなかった。

また, 第2, 3表によると, 調査園における作付面積の小さかった秋田, 山形, 福島, 山梨の各県では, 雇用による作業所要時間が10a当たり全作業時間の1/10以下であったのに対し, 作付面積が1.4ha以上の各県では, 雇用に頼る割合が大幅に上昇していた。

(2) ヨーロッパとの比較

第4表に, オランダのわい化リンゴ園における作業所要時間の一例を示した(Goedegebure, 1980)。それによると, 剪定が12時間に対し, 摘果, 防除など, 収穫を除いた生育期間中の作業所要時間は6時間にすぎない。ヨーロッパでは, 収穫を除いた作業所要時間のうち2/3が剪定作業に費やされている(Jackson, 1988)。

一方, 日本の事例としては, 農林水産省の統計資料で

第4表 オランダにおけるわい化リンゴ園の作業所要時間の一例 (Goedegebure, 1980)

	剪定	受粉・摘果	防除	草刈施肥	着色手入れ	その他	収穫	合計
10a当作業時間	12.0	2.5	1.8	1.0	—	0.7	22.4	40.4

第5表 青森県におけるわい化リンゴ園の作業所要時間の一例 (中田ら, 1986)

	剪定	受粉・摘果	防除	草刈施肥	着色手入れ	その他	収穫	合計
10a当作業時間	27.1	62.9	8.3	20.8	48.7	15.8	35.3	218.9

4果樹園, 3年間の平均値

は、着色管理の作業時間が区別して示されていないので、ここでは青森県におけるわい化リンゴ園の一例を示した(第5表)。この事例では、作業所要時間の合計が218.9時間で、オランダの40.4時間と比べ、大きな差が認められた。日本の場合、受粉・摘果だけで剪定の約2倍の作業時間になっている。

受粉・摘果作業の所要時間は、オランダでは2.5時間に過ぎないが、青森県では62.9時間に達している。オランダなど欧米諸国では、200g程度の小玉果が最も値段が高いので、日本並みの摘果をすると果実が大きくなりすぎる恐れがある。摘果剤の散布だけで済ませ、果実を鈴なりに成らせていることも少なくない。一方、日本では、280g以上の大きな果実でないと市場価格が著しく低下するため、強い摘果が必要である。作業は、摘花から粗摘果、仕上げ摘果まで、同じ園に数回、人手が入ることが多い。また、62.9時間のうち、18.0時間が受粉の作業時間であるが、外国では人工受粉まで行うところは極めて限られる。

着色手入れも日本だけの作業で、葉摘み、玉回しなどは、外国ではあまり行われていない。収穫前に葉を摘み取るので、‘ふじ’のような品種では糖度が少し低下し、ミツ入り程度が低下するなど、必ずしも品質面ではプラスではない(近藤・高橋, 1985; 山谷・岡本, 1985)。野呂ら(1995)によると、葉摘みによりミツ入りに関係するソルビトールの集積が低下する。しかし、果面の着色程度が大幅に促進され(長内ら, 1998)、果実の外観がよくなるので、市場で有利に販売するのに欠かせない作業である。なお、大場ら(1996)によると、収穫20日前であれば、かなり強い摘葉でも品質に大きな影響はなかった。

さらに最近では、樹冠下に反射シートを敷いて太陽光を反射させ、果実の萼あ部にまで着色させることが一般化している。第5表によると、着色管理の作業所要時間は10a当り48.7時間で、収穫作業より多くの時間を要している。

剪定作業も、第4、5表の比較では、所要時間に2倍以上の差があるが、日本の場合、このなかに生育期間中の誘引・結束作業の所要時間(10.9時間)が含まれている。さらに、果実の着色をよくするために、年間に数回、徒長枝切りの作業を行う(塩崎, 2000)。これを差し引くと、休眠期間中に行われる剪定作業の所要時間は16.2時間で、オランダの例とあまり大きな差がなくなる。オランダの場合も、集約的な園地では、丁寧な誘引・結束作業が行われているが、その場合は作業時間が増える。

収穫については、わが国では手かごで行っているが、

オランダなどでは収穫袋が用いられている。収穫袋のほうが作業能率が高いが、果実に傷がつきやすい(福田ら, 1975)。わが国でも収穫袋の導入が試みられたことがあるが、わずかな傷でも商品性が著しく低下するため、実用化には至らなかった。手かごでは作業所要時間が増えるが、それでもオランダの2倍までには至っていない。

なお、薬剤散布は、オランダ、日本ともスピードスプレーヤーによって散布が行われているが、日本では500 l/10aの希釈散布法を採っているのに対し、オランダでは、薬液濃度を10倍程度に濃縮した、いわゆる濃厚少量散布法が行われている。10a当たりの散布量は50リットル程度である。1000リットル容のスピードスプレーヤーでは、日本では20aごとに薬液を補給しなければならないが、オランダでは2haを1回で散布できる。この差が所要時間にかかなりの影響を与えている。日本では、農業登録において薬液濃度を高めて散布することが許可されていない。その他に、青森県など積雪地では、特別な作業として雪害防止対策が含まれている。また、有機物など土壌改良資材の施用を行えば、かなりの作業時間の増加がある。

4. 栽培管理作業の省力化

第4表のオランダの例では、作業所要時間の合計が40.4時間になっている。しかし、実際にはかなりの変動がみられるようであり、浅田(1988a)は、ヨーロッパ視察の際、作業時間が80~120時間と説明されたことを記している。オランダでも着色のよい果実のほうが高く売れるので、樹冠内部への日光透過をよくするため、生育期間に丁寧な枝の誘引・結束が行われている。また、摘果剤の効果が不十分な場合には、人手による摘果を行うこともある。実際には、第4表より作業時間がかかなり多い園も少なくないと思われる。

この作業時間を浅田(1988a)に従って仮に100時間程度として、第5表の合計作業所要時間から受粉・摘果と着色管理の作業時間を差し引くと、107.3時間となり、オランダの作業所要時間にかかなり近づく。言い換えれば、日本で作業所要時間が非常に多くなるのは、受粉・摘果と着色管理のためである。リンゴ園で作業の省力化をはかるとすれば、受粉・摘果と着色管理の所要時間を節減できるかにかかっている。しかし、実際にはこれら省力化のための技術がなかなか普及しない。

青森県の統計によると、1980年代から受粉作業にマメコバチが急速に導入され、1996年度にはマメコバチが17,668ha、ミツバチが783haになっている(青森県りんご生産指導要項, 2004)。全栽培面積の86%にマメコバチかミツバチが導入されている。その結果、人工受粉を行

第6表 摘花剤利用による‘ふじ’の摘果作業の省力化 (増田ら, 2004)

処理区	結実率(%)				摘果作業時間	
	頂花芽		腋花芽		時間/10a	対照区との比較
	中心花	側花	中心花	側花		
A	63.3	25.4	42.3	62.7	51.9	72.8
B	75.0	21.8	18.6	35.4	45.0	63.1
C	80.0	36.6	40.4	51.9	56.6	79.4
対照区	83.3	65.3	73.3	59.1	71.3	100

処理区: A 石灰硫黄合剤, B 石灰硫黄合剤+蟻酸カルシウム, C 蟻酸カルシウム

対照区: 摘花剤無散布

うりんご園がかなり少なくなった。しかし、訪花昆虫による受粉にも問題があり、天候条件が悪い年には、種子数が減少して、果形がくずれた果実が多くなることがある(川嶋ら, 1987; 上村ら, 2001)。このような場合には、マメコバチを導入した園でも人工受粉を行うことが少なくない。人工受粉には綿棒を用いて行うが、省力化のため電池式受粉器が実用化されている。この種の受粉器によると受粉の作業所要時間は4.3時間に短縮された(上村ら, 1997)。

摘花・果の省力化には摘花剤・摘果剤が実用化されている。摘花剤は従来から使用されてきた石灰硫黄合剤のほか、最近、蟻酸カルシウムが実用化されている(石川ら, 2000)。増田ら(2004)によると、摘花剤の散布によって、摘果作業の省力化の程度は30%程度であった(第6表)。また、森田ら(1996)も、石灰硫黄合剤の2回散布で約30%の節減としている。摘果剤カーバリルによる摘果効果は、品種によって差異があり、‘つがる’などの品種では落果しすぎることがある(今井ら, 1995; 古谷・鈴木, 1985)。しかし、‘ふじ’は落ちすぎことは少なく、摘果剤だけの散布によって作業時間は5年間の平均で24%節減された(久保田ら, 1977)。また、摘花剤と摘果剤を併用した場合、‘ふじ’では約41%の削減が報告されている(石川ら, 1999)。

しかし、摘花剤は開花時期の気象条件が悪い年や散布後に遅霜の被害があったときには結実が不足することがある。開花期に人工受粉をした上で摘花剤を散布する栽培者も少なくない。また、摘果剤のカーバリルは満開後2~3週間の時期に散布するが、効果の発現までさらに2週間ほどかかるので、仕上げ摘果の時期を失う恐れがある(今井ら, 1995)。特に、‘ふじ’はこの摘果剤による効果が不十分な場合があり、人手による摘果が遅れると、果実の肥大が遅れるほか、翌年の花芽形成が抑制される恐れもある。河崎(1985)によると、‘ふじ’では、5花そう1果に摘果した場合、翌年の花芽率が50%以上

になるのは落花20日後摘果区で、40日後摘果区では50%以下であった。また、外崎(1989)も、仕上げ摘果の時期が遅れるほど花芽形成率が低下することを示している。久米・工藤(1982)は果実肥大の面から落花30日後までに摘果を終えるべきことを述べている。

いずれにしても、摘花・摘果剤の処理後、人手による仕上げ摘果が必要になる。結実枝の側面の短果枝は枝の下面についた短果枝より果実が大きくなりやすいこと(山田・栗生, 1978)、短果枝より中果枝のほうが果実の肥大がよいこと(久米・工藤, 1982; 牧田・竹前, 1973)など、作業者は、摘果の際に残すものと除くものを選択しなければならない。人手が確保できる限り、摘果作業は人手によって行われている。特に、仕上げ摘果は若干の熟練が必要とされ、雇用による単純労働では対応できないとされている(長谷川ら, 2000)。青森県では、摘花・摘果剤の使用は、2003年度でも全栽培面積の10.7%にとどまっている(青森県りんご生産指導要項, 2004)。

玉回し、葉摘みの省力化については、「葉とらずりんご」栽培が一部の産地で実施されている。その方法については地域によって差異があるが、葉摘みをまったく行わず玉回しだけを行うことが多い。岩手県の調査では、玉まわしと葉摘みの作業所要時間が29.5時間であったのに対し、玉まわしだけでは6.3時間であった(岩手県農業研究センター, 2005)。しかし、その場合も着色程度は一定以上の水準が必要なため、剪定作業を入念に行い、個々の果実に太陽光線が到達するようにしなければならない。長谷川ら(2001)の報告している岩手県江刺市の例では、冬季の整枝剪定だけでなく、生育期間中の徒長枝切りにも作業時間が大幅に増えるため、全体としての作業時間はほとんど減らないか、むしろ増加している。ただし、秋季における労働ピークが大幅に削減されるため、この時期における、雇用労力の確保が楽になるメリットがないわけではない。

「葉とらずりんご」は、どうしても果面に着色不良の

部分が残る。一般の市場を通じての販売ではなく、特定の小売店などとの契約栽培のような形をとっており、現在はまだ特殊な栽培形態にとどまっている。

最近、収穫40～50日前に散布して落葉を促進する摘葉剤（キノキサリン系・DEP水和剤およびキノキサリン系・MEP水和剤）が実用化された。増田ら（2003）によると、摘葉剤によって果そう葉が約25%落葉した場合、人手による摘葉作業が10%ほど節減された。また、展着剤を加用した場合、展着剤の種類によっては葉が落ちすぎることがある。落ちすぎた場合、果実品質に影響が出ることが懸念され、農家での使用はまだ限られたものにとどまっている。

一方、青森県では、かなりの有袋栽培が行われており、‘つがる’、‘ジョナゴールド’などの品種は、袋掛によって着色を良くする効果を狙っており、‘ふじ’では、着色とともに、貯蔵性を高めるために行われている。無袋果に比べ、有袋果は貯蔵中における果肉硬度と酸含有量の低下が少ない。無袋の‘ふじ’が冷蔵で3月まで、有袋では5月までが貯蔵適正期間とされている（工藤、1985）。長期貯蔵される‘ふじ’は全て有袋になる。2003年度で‘ふじ’の有袋率は51.1%であった（青森県りんご生産指導要項、2004）。長野県でも、‘つがる’の着色をよくするため袋掛けが一部で行われている。

受粉、摘果、着色管理などの作業は植物生育調節剤の利用などによって一定の省力化ができる。しかし、個々の農家では、これら技術の導入はそれほど進んでいない。商品性の高い果実を生産するためには、人手による摘花・摘果や葉摘み・玉回しの作業が欠かせないためである。

5. 経営規模と省力化

第5表によると、5月から6月にかけての労働ピークを形成する受粉と摘花・摘果の総労働時間は10a当り62.9時間である。1日8時間労働として計算すると約8日になる。1haでは約80日である。夫婦二人で経営して

いるとすると、一人当たり約40日の労働になる。多忙期には1日当たり10時間働くことも想定して、この程度の労働時間であれば、夫婦2人で1haまではほとんど雇用に頼らなくても経営が可能だと考えられる。また、秋の労働ピークを形成する着色管理と収穫は、合計で84.0時間になり、10a当り約11日、1haとすると約110日になる。長谷川ら（2000）は、夫婦ふたりで雇いなしの場合の上限規模を1.3haと計算している。また、青森県の佐々木（1995a）は、「労働配分の適正化を前提にした品種の組み合わせを行えば、労働力一人で50aの経営が可能であり…」としている。

第2、3表でも、作付け平均面積が小さかった秋田県、山形県、福島県および山梨県の各県では、雇用による作業所要時間が全体の1/10以下であった。1ha程度の規模では雇用労力を入れたとしても賃金として支払われる金額はごくわずかであり、省力化して雇用労力をゼロにしても、栽培農家の手取りはあまり増えない。むしろ省力化することによって、生産される果実の商品性が低下すれば、農家の所得が減少する。人手が確保できれば、雇ってでも受粉、摘花・摘果、さらには着色管理を実施したほうが、農家の所得が向上する。

第7表は、中田ら（1994）による青森県相馬村で面積階層別に収益性などを調査した結果である。報告では、労働日数は人日で示されているので、仮に1人が1日当たり8時間働くものとして、人日×8で作業所要時間を算出したのが、第8表である。リンゴ経営面積が2ha以下の階層Ⅰでは、10a当たり作業所要時間が323.9時間、階層Ⅳでは131.1時間と、大きな差異があった。前述の回帰式で計算した推定Y値に比べて、階層Ⅰでは約100時間のプラス、階層Ⅳでは逆に約40時間のマイナスになっている。

階層Ⅰでは、袋掛けをはじめとする集約栽培技術を用いて、20kg当たり4,436円の高い粗収益をあげている（第8表）。集約栽培によって生産物を高く販売し、その結果

第7表 リンゴ栽培規模別経営の特徴と収益性（中田ら、1994）

階層	調査区分	経営耕地面積 (a)		農業専従者 (人)	労働日数 (人日)			リンゴの経営成果	
		水田	リンゴ (成園%)		家族	雇用	合計	収量 t/10a	所得 千円/戸
I	11	34	144(82%)	2.4	504	79	583	2.25	3,894
II	23	63	239(82%)	3.0	630	111	741	2.15	5,613
III	7	63	318(79%)	3.7	777	158	935	2.06	6,453
IV	3	59	538(68%)	3.0	630	252	882	1.46	6,368

階層区分 I : 0.8～2.0ha, II : 2.0～3.0ha, III : 3.0～4.0ha, IV : 4.0ha以上

第8表 10a当たり所要時間と収益性 (中田ら, 1994を改変)

階層 区分	調査 農家	10a当たり作業所要時間*			20kg 当 粗収益 (円)	専従者一人当 所得 (千円)
		所要時間	推定Y値	差異		
		(A)	(B)	(A-B)		
I		323.9	224.7	99.2	4,436	1,647
II		310.0	218.2	91.8	3,953	1,844
III		235.2	212.4	22.8	3,794	1,737
IV		131.2	173.8	-42.4	3,392	2,123

* 所要時間 (A) は第8表の人日に、1日あたりの労働時間である8時間を乗じ算出した

として、ようやく3,894千円の所得を確保している(第7表)。一方、階層IVでは、推定Y値より実際の作業所要時間が約40時間も少なく、かなりの省力化栽培を行っていると思われる。しかし、10a当たり収量が大幅に低下しており、また、20kg当たり粗収益は、階層Iより約1,000円も少なくなっている。おそらく省力化の結果、収量、果実の商品性とも低下したと思われるが、広い経営面積を利用して、6,368千円の高い所得を得ている(第7表)。

前述のように、「労働配分の適正化を前提にした品種の組み合わせを行えば、労働力一人で50aの経営が可能であり…」(佐々木, 1995a)とすると、第7表の階層Iはほとんど人手を雇用しなくても栽培が可能である。しかし、実際には、10a当たり約5.5人日の雇用を入れている。1人日が8時間とすると、約43時間である。これだけの労力を入れて集約栽培が行われ、収益を増やしているのである。これは階層IIでも同じことで、実際の所要時間は推定Y値より約92時間も多くなっており、手は抜いていない。階層IIは、「基本計画」で担い手として設定されている2.4haに近い規模である。しかし、この階層も集約的な栽培によって、階層IVに近い所得をなんとか確保しているのである。

日本の市場では、品質、大きさ、外観によって、リンゴ果実の値段が大きく変動するため、生産者は高く売れる果実を生産しないと、経営ができない。人手が確保できる限り、これまで開発された省力化技術はなかなかリンゴ園には取り入れられない。

しかし、手をかけて生産された日本の品質の高いリン

ゴは、わが国の市場で競争力を得ていることを注目すべきである。1995年には、アメリカのリンゴが輸入解禁され、一時はかなりの量が輸入されたが、消費者に歓迎されず、現在はスーパーマーケットでもほとんどみられなくなった。低価格ではあったが、果実の品質の低さから日本の消費者から背かれたのである。さらに、最近、品質の高い日本産リンゴの外国への輸出が増えている。

青森県相馬村は、リンゴ園経営の大規模化がかなり進んだ産地であるが、中田ら(1994)は、2.5ha規模の園を集約型と省力型とに分けて収益性を調査している。第9表はその結果を示しているが、リンゴ面積がほぼ同じ2.5ha規模の農家で、労働日数が集約型で882人日、省力型では622人日である。農家においては1日当たり何時間働くかは、必ずしも一定していないが、1日8時間労働として計算すると、成園10a当たりの合計労働時間(含雇用)は、集約型が279.2時間に対して、省力型は198.4時間であった。しかし、成園面積10a当たりの収量を計算すると、この事例では集約型が約2.47トン、省力型が約1.82トンで、かなりの差が認められる。

そこで、前述の回帰式($Y=64.35X+79.87$)を当てはめると、収量(X)が2.47トンの集約型では推定作業時間(Y)が238.8時間、省力型では197.0時間となり、集約型は推定作業時間よりかなり多くの労力を使っていることが認められる。この報告では、集約型は袋掛けを行っているとされている。20kg当たりの粗収益は、省力型が3,972円であったのに対し、集約型では4,127円になっている。kg当たりに換算すると、集約型のほうが約7.7円

第9表 リンゴ園2.5ha経営の特徴と収益性 (中田ら, 1994)

階層 区分	調査 農家 (戸)	経営耕地面積 (a)		農 業 専従者 (人)	労働日数 (人日)			リンゴの経営成果	
		水田	リンゴ (成園%)		家族	雇用	合計	収量 t/10a	所得 (千円/戸)
集約型	6	85	253(84%)	3.7	770	112	882	2.47	7,804
省力型	5	44	251(91%)	2.8	546	76	622	1.82	5,394
平均	11	66	252(87%)	3.2	668	95	767	2.18	6,708

高い。

この結果から、2.5ha規模の経営でも、集約的な栽培のほうが農家の収益が大きくなることが示される。省力的な栽培によって、なおかつ「基本方針」のいう600万円以上の収益を確保するためには、さらに大きな規模の経営が必要になると考えられる。なお、省力型とされた経営でも、198.4時間という作業所要時間は、推定Y値との比較からみると、それほどの省力栽培ではない。ただし、作業所要時間の調査で人日によって帳簿が記載されている場合、実際には1日当たり8時間も働いていない可能性もあり、この点は検討が必要である。

6. 作業所要時間と収量

第7表、第9表の事例では、実際の作業所要時間が推定Y値と同程度か少ない園では収量も低い傾向が認められる。その理由については明確ではないが、整枝剪定や摘花・摘果作業に手を抜いたことも関係していると考えられる。

わい化栽培では、10年生ぐらまでは収量が増えていくが、その後は枝が混みすぎて、樹齢とともに果実の着色程度が低下する（久米，2000）。日陰の部分では、花芽形成が少なくなり、減収になることもある。日光の透過をよくするため、剪定作業の所要時間が増えていく。オランダのわい化栽培では、10年生程度で枝が混んでくると、新たな若木に植え換え更新する栽培が行われている。作業所要時間のうち剪定作業が大きな割合を占めているので（Jackson，1988）、植え替え更新が省力化になるのである。しかし、経営面積が小さいわが国のわい化リンゴ園では、10年ごとに更新するのでは経費がかかるので、手をかけてでも樹の生産寿命を延ばしている。その結果、剪定技術の改善によって21年以上の栽培が可能になり（伊藤ら，1994）、最近では30年以上も高い収量を維持している園も出てきている。

このことは、普通栽培園でも同様である。長内ら（1998）によると、葉面積指数（LAI）が高い、即ち葉数が多いほうが増収になる傾向があったが、果実の糖度、着色は低下した。太陽光線到達量が多い着果部位ほど、果実の肥大がよく、糖度が高くなった（久米・工藤，1982）。収量を維持しながら果実品質を高めるには、集約的な整枝剪定が必要になる。大きな果実を生産するには、1果当たりの葉面積が多いほうがよいが、葉が多くなりすぎると、果実肥大に影響した（浅田，1989）。また、冬季に頂芽を多く取り除いた樹では、果実肥大がよく、頂芽を多く形成させた（佐藤ら，2002）。

収量を維持しながら、よく着色した大きな果実の生産

量を多くするためには、剪定作業の手を抜くことは難しい。また、剪定には熟練が必要であり、リンゴ園の経営者は、高度な整枝剪定技術を習得しなければならない。雇用労力による対応はかなり難しい。

剪定とともに収量に大きな影響を与えるのが、摘花・摘果作業である。ある程度の収量を確保している農家では、開花時期の前後に、人手による摘花を行うところが少なくない。開花前の蕾の時期における摘花は、満開時の摘花より翌年の頂芽数を増やす（河崎，1985）。また、‘ふじ’の仕上げ摘果は時期が早いほうが望ましく、遅くとも落花後30日までに終わらなければならない（久米・工藤，1982）。早い時期の摘花・摘果を確実に行うことにより花芽の形成が促進される。

7. 省力化技術の必要性

1～2ha程度の経営であれば、集約栽培でも雇用労力の割合はそれほど多くない。労賃の支出より商品性向上による収益増のほうがはるかに大きくなる。現在でも、この経営規模のリンゴ農家は戸数からみると圧倒的に多い（第1表）。しかし、この階層ではすでにリンゴ栽培だけで生計を維持することはきわめて難しく、今後、リンゴ専業農家としてはさらに戸数が減少するであろう。「基本方針」でも、農業の構造改革の立ち遅れの一つとして、規模拡大の遅れがあげられている。

「基本方針」では、担い手の経営面積として2.4haが設定されている。しかし、この階層も省力化を進めると、600万円程度の所得を確保することが容易ではなくなる。市場側から、大きくて外観の優れた果実を求められる限り、省力栽培には限界がある。

リンゴ園での省力化は、ある程度の収量と生産された果実の商品性を維持した上でなければならない。特に作業の省力化が必要とされている摘果と着色管理は、これまで述べたように、植物生育調節剤の利用などによる省力化には限界がある。雇用労力は、摘果、着色管理など熟練度の低い作業が主になるが（長谷川ら，2000）、青森県や岩手県など、東北地方北部では、まだ努力すれば労賃がそれほど高くない労力を確保できる地域が少なくない。これらの地域では、現行の労働体系による2.4ha程度の経営も可能と考えられる。しかし、農村における労働人口の低下によって、このような栽培を維持できる地域はしだいに少なくなる可能性がある。このような場合は、2.4ha程度の経営でも、植物生育調節剤の利用などの省力技術を一部で導入するとともに、次に述べる低樹高栽培が検討されている。

これより大規模の経営では、第7表に示した階層Ⅳ（リ

ンゴ経営面積約5ha)の農家のように、かなりの省力化が試みられているところがある。販売量が経営面積に比例して大きくなるので、省力化によって収量と価格が若干低下しても、生活できるだけの収益は確保できるからである。「基本方針」が示している労働時間を現行の70%程度の削減に近づけることが比較的容易なのは、これらの大規模経営であろう。

8. 低樹高栽培と省力化

わが国の普通台リンゴ園では、以前から着果部位が高さ4m程度になるように整枝剪定が行われてきた。着果部位が4mというのは、6尺(1.8m)の脚立を用いて作業することを前提にしている。欧米では、かつては樹高が6m~7mに達するリンゴ樹が普通であり、わが国のリンゴ樹は、ヨーロッパでわい化栽培が普及する前には、おそらく世界でもっとも低い樹高であったと思われる。

わが国で4m程度の樹高が一般化したのは、袋掛けが行われていたためである。6尺脚立の上で袋掛けを行うには、あまり樹を高く仕立てられない。この樹高は、その後、袋掛けが減少してからほぼ踏襲されてきた。さらに、いまから約30年前にわが国ではわい化栽培が導入されたが、わい化栽培でもこの樹高が採用された(福田ら, 1987)。わい化栽培では、樹高が高いほうが収量の多いことが報告されている(松井ら, 1984; 外崎ら, 1991)。外崎ら(1990)によると、側枝数と収量との間には正の相関がある。樹高の高いリンゴ樹ほど多くの側枝を配置できることが関係している。

しかし、ヨーロッパでは、わい化栽培はもともと着果部位を2m程度に仕立てられてきた(福田, 1989)。第10表に示したように、低樹高に仕立てると収量がいくらか低下する可能性があるが、作業所要時間を節減できる

可能性がある(増田ら, 2005)。最近では、日本でも樹高を2m~3mに仕立てる栽培法の検討が行われ、低樹高栽培と呼ばれるようになった。

しかし、ヨーロッパではわい化栽培はもともと2m程度の樹高であったので、低樹高わい化栽培という用語は存在しない。低樹高栽培はわが国だけの用語である。中田(1983)によると、樹高4.35mの普通栽培に対して、樹高3.14mのわい化栽培では人工受粉、摘葉、収穫の各作業時間は約半分に減少したが、摘果ではむしろわい化栽培のほうが多く時間がかかった。わい化栽培では花芽形成率が高く、摘果される幼果の数が増えたためと推定している。長野県では、着果部位が低いわい化栽培では作業所要時間が210.9時間で、普通栽培より省力化されたと報告されている(柳沢・桐山, 1982)。また、岩手県では、着果部位を2.5m以下になるように仕立てることによって、摘果作業が約30%、着色管理作業が約20%、収穫作業が約10%節減された(畠山・藤根, 1995; 小原・石川, 1998)。この樹形によっても、3トン程度の収量が維持されるとしている(小原, 1998)。

低樹高栽培によって省力化できるのは、脚立の上での作業の割合が少なくなるからである(福田ら, 1975)。従って、作業能率の面からは、ヨーロッパのように着果部位を2m程度に仕立てることが望ましい。しかし、高温多湿なわが国の気象条件下では、わい性台リンゴ樹でも枝の伸びが著しく、この高さでリンゴ樹を維持することはかなり難しい。従って、実際には着果部位を2.5~3m程度に仕立てるのを低樹高栽培ということが多い。その場合、脚立を完全には追放できないが、80%以上の果実は脚立なしで収穫が可能であり、作業の省力化ができる。

岩手県では、結実部位を2~2.5mとする低樹高栽培が提案され(小原・石川, 1998)、それに準じた栽培法が

第10表 ‘ふじ’ わい化栽培の低樹高化による収穫作業の省力化(増田ら, 2005)

	樹高 (m)	最高着果位置 (m)	収穫作業時間 時間/ton
低樹高	2.66	1.82	2.54
一般	4.27	3.16	3.20

第11表 岩手県わい化栽培園における労働作業時間の調査(佐藤ら, 1995を改変)

	I園	J園	H園	B園	G園	A園	K園
10a当収量(ton)	3.11	2.79	2.63	3.31	3.09	3.56	2.29
10a当労働時間	152.8	227.4	202.0	207.0	256.0	347.9	144.8
推定 Y 値*	280.3	259.2	249.2	293.1	278.4	309.1	227.1

* $Y=64.35X+79.87$ による推定値

すでにかなり一般化している。第11表は、これらのリンゴ園における作業所要時間を聞き取りによって調査した結果である（佐藤ら、1996）が、調査7園のうち1園を除いて、推定Y値より作業所要時間がかなり少なくなっていた。ただし、聞き取り調査は各園とも1時間程度の短時間に行われたもので、I園のように10a当たり労働時間と推定Y値のあいだに100時間以上の差異がみられた例は、調査に問題があった可能性もないわけではない。また、同県における実証試験では、低樹高化によって作業所要時間が約20時間/10a節減された（佐々木、1995b）。ただし、低樹高栽培は収量が若干低下する可能性もあるので（小原・石川、1998）、経営面積の拡大と結びつける必要がある。

わい化栽培も、全国的にみると、まだ着果部位が3.5mを超える園が少なくない。樹を低く仕立てると収量が上らないと考える栽培者が多いためである。なかには、樹高が5mを超える園もある。また、日本だけの特異な問題として、雪害がある。特に、青森県や秋田県などの積雪地帯では、低樹高栽培は被害が多くなる可能性がある。

樹高の高い園で、高所作業車を用いて省力化する試みも行われているが、着果部位が6尺脚立で対応できる樹高では、ほとんど省力化の効果は期待できないようである。また、わずかな省力化ができたとしても、高所作業車の購入経費を考えると、農家はむしろ経費の持ち出しになる。「基本方針」では、担い手の持つべき技術として高所作業車をあげているが、これは省力化技術というより、作業者の労働負担を軽減する機械、あるいは軽労働化のための機械と考えたほうがよい。

マルバカイドウ台を用いた普通栽培では、枝の伸びが大きいので、低樹高化が難しいが、山形県では着果部位を3～3.3mに抑えた栽培が行われている（野口、1998）。福島県では、着果部位を2.3mに仕立てたマルバ低樹高栽培では、ほとんど脚立なしで作業ができるので、着果部位が3.0mのわい化栽培に比べても、収穫作業能率が高かった（福島県農試、1999）。また、塩崎（1993）は、普通栽培の開心形仕立てと主幹形仕立ての樹を比較し、低い部位に着果の多い主幹形仕立てのほうが、摘果や葉摘みの作業所要時間が軽減されたことを報告している。

着果部位を低くすることによって、普通栽培でも省力化できるが、整枝剪定法など検討すべき多くの課題が残っている。

摘 要

リンゴ栽培における省力化に関し、これまで実施され

た多くの研究・調査と、公的機関によって行われた作業所要時間の統計調査とを結びつけて検討を行った。

リンゴ栽培における作業所要時間は収量に比例して増加することから、作業所要時間の多寡を論じる場合、収量を考慮に入れて検討しなければならないことが認められた。なお、寒冷地に比べて温暖地の各県では、摘果・受粉時間が多く、そのため全作業所要時間も多い傾向が認められた。

また、日本のリンゴ栽培における作業所要時間はオランダに比べ、著しく多かったが、受粉・摘果、着色管理の両作業に多くの人手を導入しているためと考えられた。これらの作業を省力化するために、植物生育調節剤の利用などが検討され、一定の省力効果が報告されている。しかし、大きさが280gを超え、さらに着色がそろった果実でないと商品性が著しく低下する日本の栽培条件下では、これら省力化技術の導入はなかなか進まない。特に、1ha以下の小規模経営では、手をかけて商品性の高い果実を生産するほうが、省力技術の導入より収益が高まることを論じた。

しかし、リンゴ生産地帯においても、農業人口の減少などにより労働事情は少しずつ深刻化しており、省力化の必要性が増している。とくに、「基本方針」が目標とする2.4ha、あるいはそれ以上の大規模経営では、雇用労力の節減のため、大幅な省力化が望まれている。可能な方策として、低樹高栽培について検討を行った。

引用文献

- 1) 青森県りんご果樹課。2004。りんご生産指導要項（平成16年）p.389。
- 2) 青森県りんご果樹課。2002。青森県りんご生産確保・経営改善方策青森県資料。p.27。
- 3) 浅田武典。1988a。視察国のりんご栽培事情。剪定（1987視察報告特集号—ヨーロッパのわい化栽培）。p.12-35。りんご剪定技術研究会、弘前。
- 4) 浅田武典。1988b。開心形リンゴ樹の果実生産性に関する研究。第1報。津軽地方における優良リンゴ園の収量。弘大農報。50:46-54。
- 5) 浅田武典。1989。開心形リンゴ樹の果実生産性に関する研究。第3報。収穫果の果径分布と発育良果の多収について。弘大農報。51:69-79。
- 6) 福田博之。1989。リンゴわい化栽培におけるスピンドル樹形の歴史。農及園。64:1178-1186。
- 7) 福田博之。1999。リンゴ園における収量と作業所要時間との関係。弘大農生学報。1:18-23。

- 8) 福田博之・千葉和彦・久保田貞三・川村英五郎・山根弘康. 1975. リンゴの収穫, せん定における大型作業機械利用に関する研究. 果樹試報. C2:43-72
- 9) 福田博之・櫻村芳記・工藤和典・瀧下文孝・西山保直・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. C14:39-52.
- 10) 福田博之・小池洋男・岩垣功. 1998. 栽培管理の省力化. p.116-138. 新園芸学全編. 養賢堂, 東京.
- 11) 福島県農業試験場. 1999. リンゴわい化栽培の実態把握. p.56-57. 東北地域基幹農業技術体系化促進研究研究成果No.3「早期多収技術を基幹とした高品質リンゴの低コスト生産技術」. 東北農試研推進会議.
- 12) 古谷一男・鈴木栄司. 1985. デナボンによるりんご薬剤摘果技術の利用拡大. 第2報. つがる, 王林, 陸奥, ふじ, M.26台ふじの摘果効果. 昭60園学(東北) 発要. p.27-28.
- 13) Goedegebure, J. 1980. Economic aspects of high density plantings in apple-growing in the Netherlands. Acta Hort. 114:388-398.
- 14) 長谷川啓哉・折登一隆・宮武恭一・角田毅. 2000. 受粉樹制限と作業別熟練度を組み込んだりんご作経営モデル. 東北農研成果情報. No.184.
- 15) 長谷川啓哉・折登一隆・宮武恭一・角田毅. 2001. 岩手県江刺りんご産地における葉とらず栽培の導入. 東北農研総合研究(A) 5:103No.112.
- 16) 畠山俊行・藤根勝栄. 1995. 低樹高化によるリンゴ面積拡大の可能性. 東北農業研究. 48:321-322.
- 17) 今井勝重・岡本道夫・山谷秀明・工藤仁郎. 1995. カーパリアルによるリンゴの摘果. 青森試研報. 28:23-51.
- 18) 石川勝規・小原繁・小野田和夫. 1999. リンゴの摘花剤・摘果剤による省力効果. p.17. 東北地域基幹農業技術体系化促進研究研究成果No.3「早期多収技術を基幹とした高品質リンゴの低コスト生産技術」. 東北農試研推進会議.
- 19) 石川勝規・小野田和夫・小原繁. 2000. リンゴにおける蟻酸カルシウムの摘果効果. 平12園学(東北) 発要. p.23-24.
- 20) 伊藤明治・藤根勝栄・小野田和夫・久米正明・小原繁・佐々木真人. 1994. リンゴわい性台木使用による「ふじ」のわい化栽培. 第1報. M.9台及びM.26台「ふじ」の生育と果実品質. 岩手園試研報. 7:117-124.
- 21) 岩手県農業研究センター. 2005. 「葉とらずりんご」の着色管理における玉回し作業の省力効果. 岩手農研レポートNo.236.
- 22) Jackson,J.E. 1988. World-wide development of high density planting in research and practice. Acta Hort. 243:17-27.
- 23) 河崎進. 1985. リンゴ「ふじ」の高品質安定生産に関する研究. 第3報. リンゴ「ふじ」の頂芽及び花芽の着生に関連する二、三の栽培要因. 富山農研報. 16:6-13.
- 24) 川嶋浩三・斉藤貞昭・白崎将瑛. 1987. 授粉手段と結実率及び果実品質. 昭62寒冷地果樹試研概要集. p.117-118. 農水省果樹試.
- 25) 菊池卓郎. 1990. 青森県と長野県のリンゴの樹形に関する研究. 弘大農学報. 53:10-32.
- 26) 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.
- 27) 近藤悟・高橋佑治. 1985. ふじの品質向上に関する試験. 昭60寒冷地果樹試研概要集. p.81-82. 農水省果樹試.
- 28) 久保田貞三・千葉和彦・福田博之. 1977. リンゴの薬剤摘果に関する試験. デナボンの一斉散布と品種別摘果効果について. 昭51寒冷地果樹試研打合せ資料. p.137-138. 農水省果樹試.
- 29) 工藤亜義. 1985. 果実の貯蔵(5) リンゴ. p.296-308. 伊庭慶昭ら編「果実の貯蔵と成熟」. 養賢堂, 東京.
- 30) 久米正明. 2000. わい性台木使用リンゴの樹齢が果実品質に及ぼす影響. 平12園学(東北) 発要. p.5-6.
- 31) 久米靖穂・工藤哲男. 1982. ふじの無袋栽培に関する研究. 第1報. 各種管理と果実品質向上の関係. 秋田果試研報. 14:1-17.
- 32) 牧田弘・竹前四郎. 1973. ふじの花芽と果実肥大に関する調査. 昭47寒冷地果樹打合せ資料. p.73. 農水省果樹試.
- 33) 増田哲男・中元陽一・藤沢弘幸・別所英男・工藤和典・猪俣雄司. 2003. リンゴ栽培における摘葉および収穫作業性に及ぼす樹の形質の影響. 東北農研. 56:149-150.
- 34) 増田哲男・中元陽一・藤沢弘幸・別所英男・工藤和典・猪俣雄司. 2004. 摘花剤利用によるリンゴの摘果作業の省力化. 東北農研. 57:161-162.
- 35) 増田哲男・中元陽一・藤沢弘幸・別所英男・工藤和典・猪俣雄司. 2005. リンゴ収穫作業における作業特性. 東北農研. 58:155-156.
- 36) 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. 秋田果樹試研報. 15:27-35.
- 37) 森田泉・上田仁悦・田口茂春・上村大策・久米靖穂・照井真・瀬田川守. 1996. 石灰硫黄合剤利用によるリンゴ「ふじ」の摘花効果と作業の省力化. 平8東北農研成果

- 情報. p127-128.
- 38) 長野県農業総合試験場. 1999. 大規模農家におけるリンゴ生産コスト. p60-61. 東北地域基幹農業技術体系化促進研究研究成果No.3「早期多収技術を基幹とした高品質リンゴの低コスト生産技術」, 東北農試研推進会議.
- 39) 中田嘉博. 1983. リンゴわい化栽培の経済性. 第1報. わい化栽培の省力効果. 東北農研. 33:317-318.
- 40) 中田嘉博・長谷川重幸・吉原雅彦. 1994. りんご産地における農業労働力の現状と課題. —北東北園芸産地における農業労働力の確保・利用調整システムの確立—, 農業経営研究資料. 48:59-91, 青森農経研.
- 41) 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, 青森農経研.
- 42) 農水省. 2005. 果樹農業振興基本方針. p.14.
- 43) 農水省統計部. 2002. 平成14年度産野菜・果樹品目別統計. p62-71.
- 44) 農水省統計部. 2003. 平成15年度産野菜・果樹品目別統計. p62-71.
- 45) 農水省農蚕園芸局果樹花き課. 1994. 果樹農業に関する資料(平成6年). p92-95.
- 46) 農水省農蚕園芸局果樹花き課. 1996. 果樹農業に関する資料(平成8年). p92-95.
- 47) 野呂昭司・斉藤貞昭・工藤亜義. 1995. 摘葉がリンゴ品質に及ぼす影響. 平7園学(東北)発要. p11-12.
- 48) 野口協一. 1998. ‘ふじ’マルパ台普通栽培における樹形改善の現状と課題. 平10寒冷地果樹課題別研資料. p31-38. 農水省果樹試.
- 49) 大場誠司, 菊池秀喜, 千葉佳朗, 佐藤寛. 1996. 摘葉時期がリンゴ‘ふじ’の樹体生育と果実品質に及ぼす影響. 園学雑(別2) 62:134-135.
- 50) 小原繁. 1998. 低樹高化による品質向上と省力化. 平10寒冷地果樹課題別研資料. p11-18. 農水省果樹試.
- 51) 小原繁・石川勝規. 1998. リンゴわい性樹の結実部位の低下と省力型低樹高栽培法. 平10東北農研成果情報. p161-162.
- 52) 長内敬明・野呂昭司・斉藤貞昭. 1998. リンゴの葉とらず樹と葉取り樹における葉面積指数(LAI)と品質及び収量との関係. 平10園学(東北)発要. p9-10.
- 53) 佐々木勝美. 1995a. 青森県のリンゴ作経営におけるコスト低減と規模拡大の可能性. 平6寒冷地果樹課題別研資料. p1-4. 農水省果樹試.
- 54) 佐々木崇. 1995b. りんご経営における規模拡大の可能性と検討課題. 平6寒冷地果樹課題別研資料. p5-8. 農水省果樹試.
- 55) 佐藤和憲・椿越夫・福田博之・鈴木邦彦・高辻豊二・猪俣雄司・藤根勝栄・黒瀬一吉・柴田康男. 1996. 岩手県リンゴ栽培農家の現状と展開方向(リンゴ経営実態調査の報告). p.71. 農水省果樹試・(財)中央果実生産出荷安定基金協会.
- 56) 佐藤良人・浅田武典・塩崎雄之輔. 2002. リンゴ‘王林’の果実肥大に及ぼす剪定の影響. 平14園学(東北)発要. p3-4.
- 57) 塩崎雄之輔. 1993. リンゴの栽植密度, 樹形が作業能率に及ぼす影響. 農作業研究. 28:33-39.
- 58) 塩崎雄之輔. 2000. ‘ふじ’の徒長枝発生に及ぼす基肥の影響, 剪除方法の影響. 平10園学(東北)発要. p11-12.
- 59) 外崎武範. 1989. リンゴ樹M. 26台‘ふじ’の花芽形成及び果実品質に対する摘果時期の影響. 平元寒冷地果樹試研概要集. p45-46. 農水省果樹試.
- 60) 外崎武範・長内敬明・石沢清・斉藤貞昭. 1990. 青森県におけるリンゴM.26台‘ふじ’の収量と樹の大きさ. 青森り試報. 26:135-157.
- 61) 上村大策・森田泉・金塚朱美・田口茂春・久米靖穂. 1997. リンゴ‘ふじ’に対する受粉作業の効率化. 平9園学(東北)発要. p21-22.
- 62) 上村大策・森田泉・金塚朱美・田口辰雄・久米靖穂・田口茂春. 2001. リンゴ‘ふじ’に対する受粉作業の効率化. 秋田果樹試研報. 27:1-13.
- 63) 山田崇・栗生和夫. 1978. リンゴふじ品種の花芽形成と果実品質の関係. 青森畑園試研報. 3:61-76.
- 64) 山谷秀明・岡本道夫. 1985. リンゴ果実に及ぼす摘葉の影響. 昭60寒冷地果樹試研成概要集. p79-80. 農水省果樹試.
- 65) 柳澤昭功・桐山英一. 1982. リンゴわい化栽培の経営経済的研究. 第1報. 10a当たり労働時間について. 長野農総試報. 2:72-76.