

〔短報〕

高所作業台車および低樹高化によるわい性台木M26を用いたリンゴ栽培の省力化と軽労化

菅原 彰^{*1} 野田 智明^{*2} 稲川 裕^{*3} 村松 裕司^{*3}

わい性台木M26を用いたリンゴ栽培の省力化と軽労化のため、高所作業台車による作業性向上のための樹形改善とさらなる低樹高化を検討した。高所作業台車の投下労働量当り収量は樹形改善により対慣行樹形比109%と大きく改善されたが、台車上での作業姿勢に改善の余地を残した。既存樹の低樹高化による投下労働量当り収量は、改善2年目から慣行樹形に近づいた。低樹高化により脚立作業時間は約20%減少したが、地上作業の姿勢改善に課題を残した。

緒 言

北海道のリンゴ栽培では、樹高の低下による省力栽培と作業の軽労化を目的として、わい性台木M26を用いたわい化栽培が導入された²⁾。しかし、M26はわい化性が不十分で、樹齢が進むに従って樹高が高くなり、脚立での作業時間が長くなる傾向にあるため、省力性、労働強度の面から改善が必要とされる。

リンゴ栽培省力化の手法としては北海道の果樹農家で導入が進む高所作業台車の利用とさらなる低樹高化の二つが考えられる。前者については1996年、北海道が実施した高所作業台車の導入農家に対するアンケート調査において、高所作業台車の作業性が充分発揮されているとは言えず、台車の特性に合わせた園地の整備や樹形改善の必要性が指摘されている¹⁾。

また、経営規模を考慮し、高額な高所作業台車の導入が困難な場合、軽労化、作業性向上のためには成木を低樹高化することにより脚立上での作業時間を低減することが有効と考えられる。

これらのことを踏まえ、わい性台木M26を用いたリンゴ栽培の省力化および軽労化を図るため、高所作業台車の利用における樹形改善および既存樹の低樹高化の効果について検討した。

試験方法

試験は北海道立中央農業試験場果樹園（褐色森林土）で実施した。供試樹は1988年に定植した「ハックナイン」で、台木はM26である。栽植密度は10aあたり100本である。高所作業台車の利用試験は1997年から2001年にかけて実施し、低樹高化試験は1999年から2001年の3年間実施した。

1. 高所作業台車の利用

用いた高所作業台車（以降、台車と略記）は野沢製作所シザース形高所作業台車CF-3-30SEKB（図1）で、脚立は木製、開脚時高さ1.6m、重量7.5kgを用いた（図2）。試験対象作業は、リンゴ栽培の年間作業時間の中で多くを占める着果管理（摘果）、着色管理（葉摘み）および収穫とした。作業時期は、摘果が6月下旬、葉摘みが8月下旬、収穫が10月中旬である。1997年冬季に、台車の進行を妨げる側枝の剪定および誘引による樹形改善を行い、台車を使った作業を改善樹形と慣行樹形で各3樹供試し、比較した。側枝の誘引は台車の進行方向に対して45°方向に行った（図3）。

作業は地上1名、台車上1名の組作業とした。地上作業者は高さ1.8m（下部）を分担し、これを超える高さ（上部）を台車上の作業者が分担した。対象樹を挟んで台車作業の反対側で地上作業を行い、1往復で両側の作業を終えるようにした。

樹形改善前の台車作業は台車の高さを対象樹に合わせて上下させ実施した。これに対し樹形改善区では台車の高さを地上者の肩の高さに合わせ、一定に保持して作業を行った。

2. 低樹高化

低樹高化のための樹高処理は1999年の冬季剪定時に実施した。樹勢が強くないように主幹の切り下げは行

2008年9月25日受理

*1 北海道立中央農業試験場（現：北海道立道南農業試験場、041-1201 北斗市）

*2 同上（現：北海道立花・野菜技術センター、073-0026 滝川市）

*3 同上、069-1395 夕張郡長沼町

わず、高さ2.3m以上の側枝を剪去し、結実部位を低くした(図4)。供試樹数は慣行2樹、低樹高区8樹であった。

3. 調査内容と方法

軽労化の程度は作業の負担度で評価した。作業の負担度は、OWAS法³⁾(Ovaco Working Posture Analyzing System)に準拠した。OWAS法は、作業姿勢負担度と改善要求度に応じて、作業姿勢をAC1(Action Category1)からAC4に区分して評価する方法である。2000年の摘果作業風景をビデオ録画し、再生しながら一定時間間隔ごとに姿勢を確認し、Action Categoryスコアを付け、カテゴリ毎の頻度を集計して評価した。この他、各作業所要時間、供試樹毎の収量、1果重、Brix糖度、酸度を測定した。

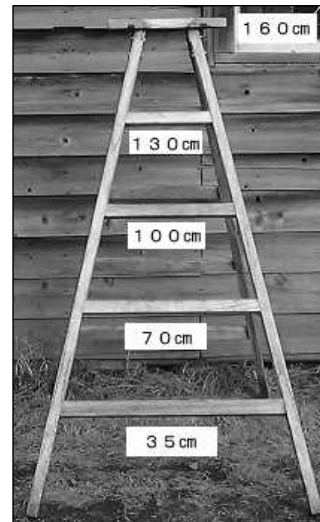


図2 木製脚立



図1 シザース型高所作業台車

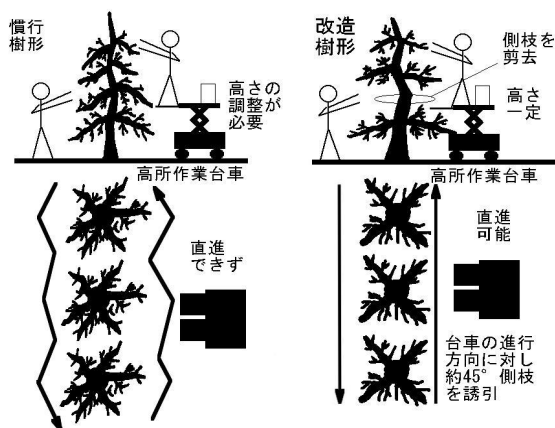


図3 高所作業台車の利用に適した樹型改造

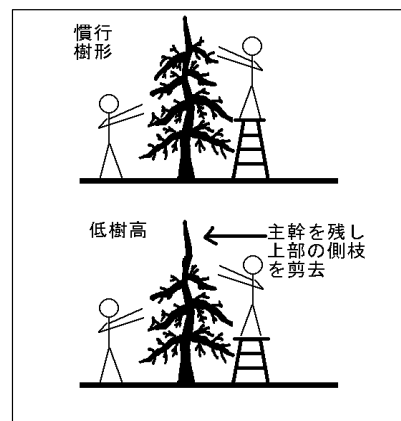


図4 既存樹の低樹高化

結果および考察

1. 高所作業台車利用における樹形改善

台車の作業性改善を目的とした改善区と慣行区について、収量、作業時間、労働生産性を示す投下労働当り収量を比較した（表1）。年次別に見ると、1樹当り作業時間は、1997年では対慣行比103%と増加したが、1樹当り収量は同比114%と増収したため、投下労働当り収量は同比111%と大きく優った。1998年では1樹当り収量は対慣行比91%と減収したものの、1樹当り作業時間は同比78%と大幅に短縮したため、投下労働当り収量は同比128%と大きく優った。1999年では1樹当り作業時間は対慣行比85%と大幅に短縮し、1樹当り収量は同比105%と増収したため、投下労働当り収量は同比124%と大きく優った。2000年では1樹当り収量は対慣行比86%と減収したものの、1樹当り作業時間は同比80%と大幅に短縮したため、投下労働当り収量は同比107%と優った。2001年の1樹当り作業時間は対慣行比107%と増加したが、1樹当り収量は同比107%と増収したことから、投下労働当り収量は同比100%と同等であった。5カ年平均の1樹当たり収量は対慣行区比98%とやや減収したが、1樹当り作業時間は同89%と大きく減少した。このため投下労働当り収量は同109%と大きく優った。なお、樹形改善による果実品質への影響は小さかった（表2）。

表1 高所作業台車利用における作業時間と労働生産性

試験 年次	樹形	作業時間(秒/樹)				時間 比(%)	1樹収量 (kg)	収量 比(%)	投下労働当り	
		摘果	葉摘み	収穫	計				収量(kg/h)	比(%)
1997	改善	85	417	89	591	103	17.7	114	107.8	111
	慣行	91	390	93	574	100	15.5	100	97.2	100
1998	改善	332	684	147	1163	71	36.2	91	112.1	128
	慣行	484	961	183	1628	100	39.7	100	87.8	100
1999	改善	1117	954	186	2257	85	43.6	105	69.5	124
	慣行	1510	945	203	2658	100	41.4	100	56.1	100
2000	改善	568	1265	244	2077	80	49.4	86	85.6	107
	慣行	801	1523	264	2588	100	57.6	100	80.1	100
2001	改善	1635	1569	235	3439	107	44.9	107	47.0	100
	慣行	1577	1374	269	3220	100	42.1	100	47.1	100
平均	改善	747	978	180	1905	89	38.4	98	72.6	109
	慣行	893	1039	202	2134	100	39.3	100	66.3	100

注) 作業人数は各年2人

表3 高所作業台車を利用した摘果作業時の作業時間と作業姿勢

樹形	作業 部位	姿勢別作業時間(秒/樹)				作業時間 (秒/樹)	同割合 (%)	作業姿勢の割合(%)				備考
		AC1	AC2	AC3	AC4			AC1	AC2	AC3	AC4	
改善	上部	182	62	0	0	244	43.0	74.7	25.3	0.0	0.0	台車利用 地上作業
	下部	246	55	21	2	324	57.0	75.8	17.0	6.6	0.6	
慣行	上部	273	63	0	0	336	42.0	81.2	18.8	0.0	0.0	台車利用 地上作業
	下部	300	141	22	2	465	58.0	64.5	30.3	4.8	0.4	

注) OWAS法による作業姿勢の区分 AC1：改善の必要なし

AC2：有害であり、将来的に改善が必要 AC3：有害であり、出来るだけ早く改善が必要

AC4：非常に有害であり、即刻改善が必要

これは、通常の剪定技術で樹形改善を行ったことにより、果実への影響が少なかったためと考えられた。

作業姿勢をOWAS法により姿勢負担度で分類し、カテゴリ別の時間を比較すると、台車作業では樹形改善区でAC1と分類される時間が大幅に減少し、AC2以上と分類される時間は慣行区とほとんど変わらず、総作業時間が減少したため、割合は増加した。慣行樹型では台車の位置や高さを調整しながら作業するのに対し、改善樹形では台車の高さを一定にするので、体幹をねじる、あるいは前屈する動作を減らすことができなかったためと推察された。また地上作業ではAC1の割合が増加し、AC2は減少した。これは、改善樹形では側枝を誘引することで地上部の作業空間が広がり、姿勢を変える頻度が減少したためと考えられた（表3）。また、作業時間は改善区で減少するが、台車作業と地上作業時間の割合はほぼ同等であった。

表2 樹形改善が果実品質に及ぼす影響

樹形	一果重 (g)	着色	Brix (%)	酸度 (g/100ml)
改善	340	7.7	13.6	0.55
慣行	350	7.6	13.3	0.55

注) 1997年から2000年までの4カ年平均。

着色：着色面積 0（着色無し）～10（全面に着色）

以上から、樹形を改善することにより台車利用時の労働生産性は向上し、栽培規模の拡大を目的として台車を導入する場合、樹形改善を実施することで栽培面積の拡大が可能と考えられた。一方、作業姿勢は台車利用時に負担が増加する場合もあり、台車の位置や高さを調整して作業することが望ましいと考えられた。

2. 既存樹の低樹高化による軽労化

処理当年の1999年における低樹高区の1樹当り収量は、対慣行区比78%と大幅に減収したが、2000年では90%、2001年では98%と減収割合が縮小し、3カ年平均では対慣行区比90%となった(表4)。収穫部位別に見ると、着果部位1.8m以上での収穫割合が3カ年平均で慣行区よりも22%低く、上部での減収が大きかった。これは、処理当年は上部の側枝の剪去が減収に直結したが、翌年以降下部の剪定により減収を緩和できたためと考えられた。しかし、収量を確保するため剪定時に枝を多く残すと、樹冠内の日当たりが悪化し果実の着色が劣る可能性があるため、剪定強度については更に検討を要する。

年次別に見ると、1樹当り作業時間は、1999年では対慣行比88%と大幅に短縮したが、減収に伴い投下労働当り収量は同比88%と劣った。2000年の1樹当り作業時間は対慣行比88%と大幅に短縮され、収量も回復したことから投下労働当り収量は同比103%とやや優った。2001年の1樹当り作業時間は対慣行比96%と短縮され、減収が小幅であったことから投下労働当り収量は同比103%とやや優った。3カ年平均で見ると、作業時間は対慣行

比91%に短縮されたが、減収に伴い、投下労働当り収量は同比98%と劣った(表4)。しかし、年次を経るごとに投下労働当り収量に改善が見えることを考慮すると、低樹高樹の労働生産性は慣行樹とほぼ同等の水準まで回復すると推察された。低樹高化による果実品質への影響は、1999年は果実重がやや軽くなったが、2000年は明瞭な差は見られなかった(表5)。

低樹高区の作業姿勢は、脚立を利用する上部の作業では作業強度が最も低い姿勢であるAC1の割合が100%となり、慣行区で観察されたAC2、AC3の作業姿勢が無くなった(表6)。これは、地上で作業可能な部位の割合が増加したのに伴い、脚立上で作業負担が大きい作業姿勢を取る必要が無くなったためと考えられた。一方、地上作業では慣行区に比べ作業時間が長くなるとともにAC2からAC4の作業姿勢の割合が増加した。これは、低樹高化に伴う減収を補うため、地上部の枝を慣行区よりも多くしたことにより作業空間が狭まったことが原因と推察された。従って、作業姿勢を改善するには、側枝の

表5 低樹高化が果実品質に及ぼす影響

試験年次	樹形	果実重 (g)	着色	Brix (%)	酸度 (g/100ml)
1999	低樹高	319	7.4	13.0	0.49
	慣行	340	7.6	13.1	0.49
2000	低樹高	346	8.5	12.7	0.55
	慣行	348	8.7	12.7	0.56

注) 着色: 着色面積 0 (着色無し)~10 (全面に着色)

表4 低樹高化が作業時間と労働生産性に与える影響

試験年次	樹形	作業時間(秒/樹)				時間比 (%)	1樹収量 (kg)	収量比 (%)	果実数	着果部位が 1.8mを越える 割合(%)	投下労働当り 収量(kg/h)	比(%)
		摘果	葉摘み	収穫	計							
1999	低樹高	951	874	165	1990	88	34.3	78	100	14	62.1	88
	慣行	1135	933	193	2261	100	44.1	100	128	41	70.2	100
2000	低樹高	636	1148	226	2010	88	45.3	90	131	16	81.1	103
	慣行	690	1366	228	2284	100	50.1	100	145	40	79.0	100
2001	低樹高	1113	1459	283	2855	96	50.8	98	174	19	64.1	103
	慣行	1098	1577	304	2979	100	51.7	100	193	38	62.5	100
平均	低樹高	900	1160	225	2285	91	43.5	90	135	17	68.5	98
	慣行	974	1292	242	2508	100	48.6	100	155	39	69.8	100

注) 作業人数は各年2人

表6 低樹高樹形と慣行樹形における作業時間と作業姿勢

樹形	作業部位	作業時間 (秒/樹)	姿勢別作業時間(秒/樹)				作業姿勢の割合(%)				備考
			AC1	AC2	AC3	AC4	AC1	AC2	AC3	AC4	
低樹高	上部	514	514	0	0	0	100.0	0.0	0.0	0.0	脚立利用
	下部	1496	1029	373	90	4	68.8	24.9	6.0	0.3	地上作業
慣行	上部	1017	709	267	41	0	69.7	26.3	4.0	0.0	脚立利用
	下部	1267	1005	231	32	0	79.3	18.2	2.5	0.0	地上作業

注) OWAS法による作業姿勢の区分 AC1: 改善の必要なし

AC2: 有害であり、将来的に改善が必要 AC3: 有害であり、出来るだけ早く改善が必要

AC4: 非常に有害であり、即刻改善が必要

配置を一定方向に誘引し、作業者が一定の位置で作業できる空間を作る必要があると考えられた。

以上より、低樹高化による労働生産性は、低樹高処理当年は慣行に比べ減収するので劣るものの、経年的に見ると収量が回復するにつれ慣行栽培と同等に近付くことが見込まれた。また脚立を使用する作業時間は減少し、その作業姿勢も改善されることから、低樹高化により脚立作業の安全性向上が期待されるが、地上作業の姿勢改善に課題が残った。

謝 辞 本研究の遂行にあたり、中央農業試験場機械科ならびに技術普及部には作業姿勢評価について多大なご支援をいただいた。ここに記して感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 北海道農政部畑作園芸課，北海道立中央農業試験場.
“りんご栽培省力化技術の普及手引き”. 1997, p1-44
- 2) 北海道農政部農産園芸課. “果樹関係資料”. 2001,
p28-29
- 3) Karhu, O., Kansil, P., Kuorinka, I. “Correcting
working postures in industry : A practical method or a
nalysis”. Applied Ergonomics. 8, 199-201 (1977)

Load Reduction and saving of Labor for Dwarf Apple Culture with Stock M26 by Using Lifting Car or Lowering Tree Height

Akira SUGAWARA, Tomoaki NODA, Yutaka INAGAWA,
and Hiroshi MURAMATSU

Hokkaido Central Agricultural Experiment Station,
Naganuma, Hokkaido, 069-1395, Japan (Present;
Hokkaido Dounan Agricultural Experiment Station)