

# イチゴ用選果・パック詰め機 FDX-3 の ‘とよのか’、‘さちのか’ への適応性

森山友幸・真鍋尚義・姫野修一  
(園芸研究所)

イチゴの選果・パック詰め作業の効率化と軽作業化を図るため、果皮硬度の異なる‘とよのか’、‘さちのか’を対象に、イチゴ用選果・パック詰め機 FDX-3 の適応性を検討した。

- 1 FDX-3 利用による選果・パック詰めでは‘とよのか’に比べて‘さちのか’の適応性が高く、‘とよのか’では4月下旬以降に機械による損傷果実の発生が増加した。
- 2 果皮硬度と商品性がない果実の出現頻度との間には有意な負の相関が認められた。また、果皮硬度が約43g以下においては果皮硬度と商品性がない果実の出現頻度との関係に品種間差が見られ、‘とよのか’は‘さちのか’に比べて果皮硬度の低い果実ほど商品性がない果実の出現頻度が高くなる傾向がみられた。
- 3 収穫後の果実の予冷、高CO<sub>2</sub>処理により、果皮硬度が高まるとともに、果実の損傷程度が軽減した。
- 4 FDX-3 利用による選果・パック詰めは果実選別の精度は高く、作業能率は慣行の手作業に比べて約5倍となった。  
[キーワード：イチゴ、とよのか、さちのか、選果・パック詰め機、果皮硬度、予冷、高CO<sub>2</sub>処理、作業能率]

Application of Sorting and Packing Machine FDX-3 on Strawberry Fruit Cultivars ‘TOYONOKA’ and ‘SATINOKA’ MORIYAMA Tomoyuki, Hisayosi MANABE, and Syuichi HIMENO (Fukuoka Agric.Res.Cent., Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 18 : 58-62 (1999)

To improve work efficiency and reduce the physical burden involved in sorting and packing strawberries, the applicability of using the sorting and packing machine FDX-3 was investigated using two cultivars, ‘TOYONOKA’ and ‘SATINOKA’. The applicability of FDX-3 was superior for ‘SATINOKA’ compared to ‘TOYONOKA’ because the occurrence of bruised fruit increased in the latter, especially during the latter part of April. There was a significant negative correlation between skin toughness and the occurrence of the frequency of non-marketable fruit. Under 43g, a varietal difference was observed between a decrease in skin toughness and the frequency of non-marketable fruit. As the skin toughness decreased, non-marketable ‘TOYONOKA’ fruit was more frequent compared with that of ‘SATINOKA’. The treatment of precooling and high carbon dioxide levels on harvested fruit increased skin toughness together with a reduction in the frequency of bruised fruit. The working accuracy of FDX-3 was high in sorting and packing strawberries. Furthermore, work efficiency using FDX-3 was enhanced as much as eight times compared to conventional work by hand.

[Key words: Strawberry, ‘TOYONOKA’, ‘SATINOKA’, Sorting and packing machine, Skin toughness, Precooling, High carbon dioxide levels, Working efficiency]

## 緒 言

本県のイチゴ生産額は全国1～2位を誇り、県内野菜の中でもトップを占める最重要作物である。しかし、イチゴは果皮が軟らかいため収穫、選果、パック詰めなどの作業はすべて人の手で慎重に行われている。特に、出荷規格が色沢・形状・大きさによって細かく区分されているため、選果・パック詰め労働時間は全労働時間の約3割を占めており<sup>①</sup>、本作業は精神的な負担が大きい作業<sup>②</sup>といわれている。中でも収穫量が急増する4月以降は作業量も増加するため真夜中まで作業がかかることもあり、作業負担の軽減が切望されている。これらのことから、栽培面積と生産者数は年々減少しており、今後産地の維持と経営規模の拡大を図るためには、選果・パック詰め作業における労働時間の大幅な短縮と労働負担の軽減が重要な課題の一つとなっている。

農産物の選果、箱詰め作業については、ミカン<sup>2,10)</sup>等で機械利用による損傷発生が報告されているが、イチゴで

は栽培条件<sup>③</sup>、品種<sup>④</sup>が日持ち性に及ぼす影響や輸送性<sup>⑤</sup>に関する報告がなされているものの、出荷規格の細分化や機械開発の遅れ(現在、市販されている機械はFDX-3のみ)などから、選果・パック詰め作業の機械化に関する報告は少ない。そこで、イチゴの選果・パック詰め作業の効率化と軽作業化を目的として、果皮硬度の異なる2品種に対するイチゴ用選果・パック詰め機 FDX-3 の適応性を検討し、果皮硬度と果実損傷との関係等について、いくつかの知見を得たので報告する。

## 試験方法

選果・パック詰め機として、FDX-3形：太興電機製作所製を用いた。FDX-3は、作業者が収穫した果実を荷受け台に載せた後、6本のベルト搬送により果実が3段階に重量選別(5本目のベルト上で1果重の重量を測定)され、その後果実がパックへ落下してバラ詰めをする仕組みである。また、本機はパック詰め部を取り外すことによって階級別に選果だけの機能で利用することも

可能である。試験には福岡県農業総合試験場の圃場で栽培した2品種の果実を用い、適応性試験は実験室内で実施した。

### 1 機械選果、パック詰めにおける果実の損傷程度

試験は1996年2月17日から5月9日までの間に計5回、‘とよのか’、‘さちのか’の2品種を供試し、選果・パック詰め後の果実損傷程度を調査した。選果・パック詰め方法として、①機械選果のみ行う、②機械により選果とパック詰め(以下機械選果+パック詰め)を行う、③人手により選果とパック詰め(置き並べ)を行うの3方法で検討した。選果・パック詰めする果実は、6g未満の果実(屑果)を取り除いた収穫果実を用い、予冷処理として収穫後に2℃の冷蔵庫に12時間静置した。選果・パック詰め後の果実は、金属容器に果実が重ならないように並べ直して15℃の冷蔵庫に2日間貯蔵した(以下の試験も同じ)。損傷程度は果重が10g以上15g未満の果実を調べ、貯蔵後に最も傷の多い面を観察して、傷の部分の面積が全体の5%程度(商品価値は認められる)を0、傷が10%程度(商品性の限界)を1、傷が10%~30%(商品性はない)を2、傷が30%以上(同)を3、の4段階に分類した(以下の試験も同じ)。

また、1997年4月14日に、品種‘とよのか’を用いて選果・パック詰め後の各果重階級の果実損傷程度を調査した。供試した果実は6g未満の屑果を取り除いた収穫果実を用い、重量選別の設定は10g未満、10g以上15g未満、15g以上の3段階とした。果実損傷程度調査は、貯蔵後に各段階当たり40果の2反復で行った。

### 2 果皮硬度と果実損傷程度との関係

品種は‘とよのか’、‘さちのか’を用いた。1997年の1月から5月上旬までの毎月2回の試験には予冷(試験1と同じ)した果実を供試し、その時の果皮硬度と選果・パック詰め後の果実損傷程度を調査した。

また、1996年4月21日の試験では選果前の果実の果皮硬度を高める処理として、①前日収穫し予冷(試験1と同じ)を行う、②予冷処理(12時間)の最初の4時間、高CO<sub>2</sub>処理(空気組成CO<sub>2</sub>24%、O<sub>2</sub>10%に調整したアクリルチャンパー内に静置)を行う、③当日に収穫して選果前処理をしない、の3処理法で検討した。機械選果前に果皮硬度を、選果・貯蔵後に損傷程度を調査した。果皮硬

度は、門馬らの測定法<sup>9)</sup>により果実の赤道部の果皮部分を測定し、測定には直径が2mmでディスク状のプランジャーを装着したダイナグラフを用い、ロードスピードは100mm/minとした。調査は処理当たり20果の2反復で行った。

### 3 パック詰め方法が振動処理後の果実損傷に及ぼす影響

試験は1997年4月14、18日に行い、品種は‘とよのか’を用い、振動処理後の果実損傷程度を調査した。パック詰めの方法としては、①FDX-3によるバラ詰めのまま、②バラ詰め後に人手でパック上段の果実を凹凸がなくなる様に並べ替える、③人手によりパック詰めする、の3方法で検討した。パック詰め後は、セロファン被覆をして出荷専用の箱に詰め、輸送を想定して土壌振とう機により1時間の振動(振幅80mm、振動回数120往復/min)処理を行った。調査は処理当たり40果の4反復を実施した。供試したパックは1パック設定重量が300g、果実重量が10g以上15g未満で1パック22果~26果のものを用いた。

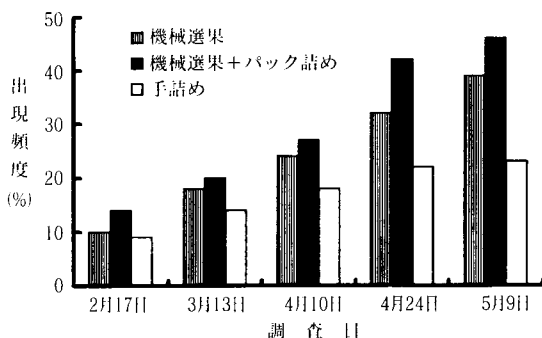
### 4 FDX-3の作業精度および作業能率

試験は1995年4月10日から5月8日の間に計4回、品種は‘とよのか’を供試し、作業精度と作業能率を調査した。1パック設定重量は300gとし、果実選別は10g未満、10g以上15g未満、15g以上の3段階に設定して、選果・パック詰めを行った。作業精度は選別後の1パック重量、パック内の1果重を調査した。作業は40才代と60才代の女性、2名が行った。調査には1日当たり2kg前後の果実(6g未満の屑果は含まない)を用いた。

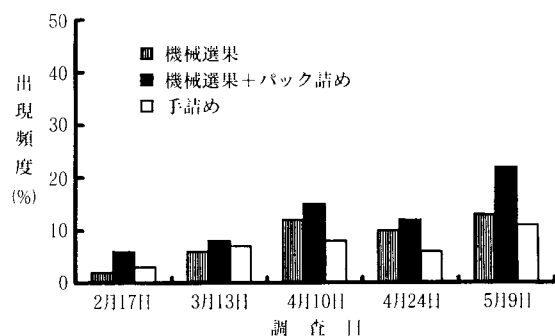
## 結果および考察

### 1 機械選果、パック詰めにおける果実の損傷程度

FDX-3利用による商品性がない果実の出現頻度を第1、2図に示した。FDX-3の選果、パック詰めへの適応性は、本試験の貯蔵環境が15℃の冷蔵庫であり実際の流通条件下とは異なるため、慣行の手詰めでの値との相対的評価を行った。‘とよのか’の手詰めにおける商品性がない果実の出現頻度は、2月17日以降、ゆるやかに増加した。機械選果では手詰めとの差が2月17日以降、1、4、6、13、16ポイント、機械選果+パック詰めでは5、6、9、20、23ポイントとなり、機械選果、機械選果+



第1図 ‘とよのか’の商品性がない果実の出現頻度



第2図 ‘さちのか’の商品性がない果実の出現頻度

注) ①商品性がない果実は損傷程度2,3の果実。

②損傷程度は、選果、パック詰め後、15℃に2日間静置後、最も傷の多い面を調査、0:傷が5%未満(商品価値は認められる)、1:傷が10%(商品性の限界)、2:傷が10~30%(商品性はない)、3:傷が30%以上(同)。

バック詰めとともにFDX-3利用による商品性がない果実の出現頻度が4月下旬以降急激に多くなった。機械選果、機械選果+バック詰めでの損傷発生の主な原因は、機械選果では果実が選果機のベルトを移動する際の果実の転がり、機械選果+バック詰めでは果実の転がりに加えてバックへの落下の衝撃によるものと思われる。イチゴの選果・バック詰め作業において最も省力化が望まれる4月以降に本県主要品種の‘とよのか’で損傷果実が多くなることは大きな問題であり、今後、損傷果実の発生を少なくするための選果前処理、本機の選果のみでの利用や本機の改良等について検討する必要がある。一方、‘さちのか’では、2月17日以降の全期間を通して商品性がない果実の出現頻度が‘とよのか’に比べて低い値で推移した。手詰めとの差は、機械選果では5月上旬まで最大で5ポイント程度であり、機械選果+バック詰めでも5月9日に11ポイントとやや大きくなったが、4月下旬までは1~6ポイントの範囲であった。したがって、FDX-3利用による選果・バック詰めでは‘とよのか’に比べて‘さちのか’の適応性が高いことが明らかになった。

次に、‘とよのか’における商品性がない果実の果重別の出現頻度を第1表に示した。機械選果、機械選果+バック詰めともに商品性がない果実の出現頻度は、15g以上の果実が10g未満、10g以上15g未満に比べて高い値を示した。果重と輸送時の振動による損傷程度の関係について、吉松らは果重が重い果実ほど輸送時の振動による衝撃の影響を受け、損傷果の発生が多くなる<sup>12)</sup>と報告している。今回の選果・バック詰めにおける機械利用においても、果重が重い果実ほど損傷果の発生が多くなる<sup>13)</sup>ことが明らかになった。

なお、FDX-3は3段階選別の内の一つだけをバック詰めしないようにすることも可能であることから、本機の利用においては、高価格の大果は選果のみ、低価格の小果はバック詰めまで行うというような、利用方法についても検討する必要がある。

第1表 果重が選果・貯蔵後の商品性がない果実の出現頻度に及ぼす影響

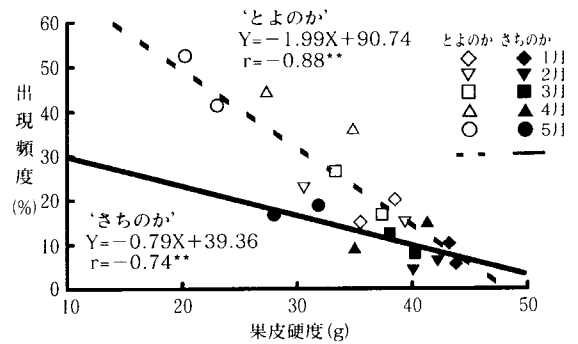
果 重	商品性がない果実の出現頻度	
	機械選果	機械選果+バック詰め
	%	%
10g未満	15	18
10g以上15g未満	20	25
15g以上	28	36

注)①試験日は、1997年4月14日。供試品種は‘とよのか’。

②損傷程度は第1,2図と同じ。

## 2 果皮硬度と果実損傷程度との関係

‘とよのか’と‘さちのか’における1月から5月上旬までの果皮硬度と商品性がない果実の出現頻度との関係を第3図に示した。‘とよのか’の果皮硬度は21g~39g、商品性がない果実の出現頻度は12%~51%の値を示した。収穫時期の早晚と商品性がない果実の出現頻度との間には明らかな規則性が認められなかったが、果皮硬度と商品性がない果実の出現頻度との間には1%水準で有意



第3図 ‘とよのか’と‘さちのか’の果皮硬度と商品性がない果実の出現頻度

注)①果皮硬度はダイナグラフで測定、プランジャーの直径2mm、ロードスピード10cm/秒。

②商品性がない果実の判定は第1及び2図と同じ。

な負の相関 ( $r = -0.88^{**}$ ) が認められ、収穫時期にかかわらず、果皮硬度が高い果実ほど、商品性がない果実の出現頻度は低い傾向がみられた。一方、‘さちのか’は果皮硬度が28g~44g、商品性がない果実の出現頻度は4%~19%の値を示した。果皮硬度と商品性がない果実の出現頻度との間には‘とよのか’と同様に、1%水準で有意な負の相関 ( $r = -0.74^{**}$ ) が認められた。また、果皮硬度が約43g以下の範囲では、‘とよのか’は‘さちのか’に比べて果皮硬度の低い果実ほど商品性がない果実の出現頻度が高くなる傾向を示した。門馬らは果実の硬さを果皮硬度と果肉硬度に分けて測定し<sup>4)</sup>、果皮硬度と貯蔵後の果実の減耗率並びに光沢の消失率との間に負の相関関係があることを報告している<sup>5)</sup>。また、Goodingは、イチゴ果実の日持ち性と輸送性を振とう機を用いて検討し、その結果、品種間差異があり、果実の硬い品種は損傷が少ない傾向にあることを報告している<sup>1)</sup>。本試験では、果皮硬度と機械選果、バック詰め後の果実の損傷程度との間に密接な関係が認められること、供試した2品種では、果皮硬度により商品性がない果実が出現する程度には品種間差があることが明らかになった。したがって、果皮硬度は選果・バック詰めの際の機械化に適する品種選定における重要な指標形質であるといえる。

第2表 予冷、高CO<sub>2</sub>処理が果皮硬度と選果・貯蔵後の商品性がない果実の出現頻度に及ぼす影響

品 種	処 理	果皮硬度	商品性がない果実の出現頻度	
			機械選果	機械選果+バック詰め
		g	%	%
とよのか	予冷+高CO <sub>2</sub>	39a	18	25
同 上	予 冷	34b	25	31
同 上	無 処 理	23c	32	41
さちのか	予冷+高CO <sub>2</sub>	46a	6	7
同 上	予 冷	43a	10	12
同 上	無 処 理	38b	14	16

注)①試験日は、1996年4月21日。

②予冷は収穫後、2℃の冷蔵庫に12時間静置、予冷+高CO<sub>2</sub>処理は予冷12時間の内、最初の4時間をCO<sub>2</sub>24%、O<sub>2</sub>10%のアクリルチャンパー内に静置。

③果皮硬度の測定は第3図と同じ。

④Tukeyの検定により、異文字間は5%水準で有意差あり。

予冷と高CO<sub>2</sub>処理が貯蔵後の果実の損傷に及ぼす影響について、第2表に示した。予冷や予冷+高CO<sub>2</sub>処理後の果皮硬度は無処理に比べてそれぞれ‘とよのか’では11g、16g、‘さちのか’では5g、8g高い値を示した。イチゴでは予冷と高CO<sub>2</sub>処理により果実硬度が上昇することが報告されており<sup>9,12)</sup>、本試験の結果もこれと一致した。予冷や予冷+高CO<sub>2</sub>処理後の機械選果と機械選果+パック詰めにおける商品性がない果実の出現頻度は‘とよのか’、‘さちのか’ともに無処理に比べて低かった。また、機械選果、機械選果+パック詰めにおける商品性がない果実の出現頻度は、予冷+高CO<sub>2</sub>処理が予冷に比べて4~7ポイント低かった。なお、本試験での果皮硬度と損傷程度との間には第3図と同様の傾向が見られることから、機械選果・パック詰めによる果実の傷み軽減には果皮硬度の低下抑制が強く関係していることが示唆された。

以上の結果から、選果前の予冷と高CO<sub>2</sub>処理が機械選果・パック詰め後の果実の損傷を軽減させることが明らかになった。

### 3 パック詰め方法が振動処理後の果実損傷に及ぼす影響

パック詰め方法が振動処理後の果実の損傷に及ぼす影響について第3表に示した。商品性がない果実の出現頻度は、FDX-3によりバラ詰めしたパックが42%で最も高く、次にバラ詰めした上段の果実を並べ替えたパックが31%、人手による置き並べをしたパックが24%であった。イチゴの輸送では振動によるオセ果やスレ果の発生が問題になる<sup>4)</sup>ので、慣行のパック詰めではこれらを防止するために、果実間の隙間が小さくなる様に、1果ずつ大きさと形を選択しながら詰め、詰めた後はセロファンで上から全体を固定している。FDX-3のパック詰めの方法は、重量選別した果実をパックへ落とし込むバラ詰めであることから、果実間の隙間が手詰めより明らかに大きくなり、またセロファンによる果実の固定も十分でないために手詰めに比べて果実の傷みが大きくなったものと思われる。しかし、パック詰め後に上段果実を並べ替える方法をとると、果実の隙間は小さくなり、セロファンによる固定もある程度効果を発揮するため、多くの機械詰めに比べれば傷みが少なくなるものと推察された。以上のことから、FDX-3利用では、上段の果実を並べ替えることによって、輸送中の振動による果実の傷みを軽減できることが明らかになった。よって、機械詰め作業における商品性の低下を防ぐため、機械利用の

第3表 パック詰め方法が振動処理後の商品性がない果実の出現頻度に及ぼす影響

パック詰め方法	商品性がない果実の出現頻度
	%
機械詰め(バラ詰め)	42
機械詰め後、再調製	31
人手による置き並べ	24

注)①試験日は、1997年4月14、18日。供試品種は‘とよのか’。  
 ②出現頻度の数値は平均値。損傷程度は第1、2図と同じ。  
 ③機械詰め後、再調製は機械詰め後、人手によりパック上段の果実を並び替えた。  
 ④振動処理はパック詰め後に土壌振とう機で1時間振動させた。

場合は上段果実の並べ替えが有効な作業と思われる。

### 4 FDX-3の作業精度および作業能率

FDX-3利用におけるパック重量と1果重の作業精度について第4表に示した。設定重量以外の果実を選別する頻度は4%から6%、選果後の1パック当たり重量が設定外であるパックの発生頻度は、2%から7%の間であり、実用的に十分な作業精度を示した。設定重量外の果実が選果される主な原因は、重量測定部分に、複数の果実が搬送されて1果実に計測してしまうことにある。

FDX-3利用における作業能率は、設定パック重量300g、パック果数が15果~38果の場合に時間当たり1,887果であり、その後、上段果実の並べ替え、セロファン被覆、箱詰め作業を加えても42パック/時間・人であった。これは、慣行手作業での能率が8パック/時間・人<sup>7)</sup>であるのに比べて約5倍の作業能率である。

第4表 イチゴ用選果・パック詰め機利用における作業精度

設定果実重量	設定重量外の果実発生頻度	設定重量外のパック発生頻度
	%	%
10g未満	4	5
10g以上15g未満	6	7
15g以上	3	2

注)①試験日は、1995年4月10~5月8日の計4回。数値は平均値。  
 ②設定重量外の果実発生頻度は各階級設定値±2gを許容範囲とし、それ以外の果実の頻度、設定重量外のパック発生頻度は設定値(300g)の+20gを許容範囲とし、それ以外のパックの頻度。  
 ③機械詰め作業は40才代と60才代の女性2名で行った。

本試験により、イチゴ用選果・パック詰め機FDX-3利用において‘さちのか’の適応性は高く、‘とよのか’では4月下旬以降に損傷果実の発生が増加すること、供試2品種では果皮硬度と機械利用後の果実の損傷程度との間に密接に関係があることが明らかになった。イチゴ産地の維持とイチゴ農家の経営規模の拡大を図るためには、選果・パック詰め作業の省力化は避けられない課題であり、その重要な手段の一つである機械化を実現するためには、今後、①選果・パック詰め機において果実の衝撃を軽くする機構や果実を形状によって選別し、置き並べてパック詰めをする機構の開発、②機械化に適する品種選定と育種、更には③高CO<sub>2</sub>処理を含めて選果時の果実損傷を軽減させる実用的な選果前処理法、等について検討する必要がある。

### 引用文献

- GOODING, H.J.(1976) Resistance to mechanical injury and assessment of shelf-life in fruits of strawberry (*Fragaria* × *Ananassa*). Hort. Res., 16, 71-82.
- 長谷川美典・矢野呂充・伊庭慶昭(1989)ウンシュウミカンの選果工程における果実品質、劣化要因とその改善。果樹試験場報告。B.16.29-40.
- 広瀬智久(1971)イチゴ果実の品質並びに貯蔵性に対する施肥の影響について。神奈川大学農学部研究報