

ダイコンの機械化一貫作業技術の開発と体系化

大 場 貞 信

(青森県畑作園芸試験場)

Development of Mechanization System by Integrated Work for Japanese Radish

Sadanobu OHBA

(Aomori Field Crops and Horticultural Experiment Station)

1. はじめに

野菜は種類が多く、同じ作物でも普通栽培やトンネル栽培、ハウス栽培と作型が多様化している。栽培技術においてもマルチングや誘引といった技術があるため、水稻に比べて作業の機械化が遅れている。また、個々の作業をみても、重量物の運搬、長時間にわたる無理な姿勢の持続、早朝作業などといった作業が多く、農業者にとって大きな負担となっており、高齢化した農業者は労働意欲を失うような状況にある。特に、ダイコンのような重量野菜の産地においては、深刻な問題となっている。

全国のダイコンの作付け面積の推移をみると、平成元年の62,300haから平成7年には53,300haに減少している。この間における減少面積は9,000haに達し、元年の85%と大幅に減少している。

青森県において、ダイコンは最も作付け面積の多い野菜である。土地利用型の作物として平坦地や高冷地、砂丘地の重要な基幹品目となっている。作付け面積のここ数年の推移をみると、3,200haを維持しており、全国の傾向と異なり作付け面積の減少傾向はまだ認められていない。

しかし、農業者の高齢化と労働不足が今後一層激しく進行するなかで、人力に大きく依存した栽

培は今後困難になると思われる。このためダイコンのような重量野菜の機械化一貫作業技術の開発は、今後の産地の維持・定着を図るために重要な課題となっている。

ここでは、平成6年度から開始している地域基幹農業技術体系化促進研究(大規模重量野菜産地における機械化一貫作業技術)で得られた、主要成果について報告する。

2. ダイコンの機械化の現状と問題点

ダイコンの機械化の現状を作業別にみると、耕起・整地、施肥防除、中耕等の栽培管理においては、作業機の利用が進んでいる。しかし、は種作業や収穫のようにダイコンを個体で取り扱う作業では、機械化は遅れている。

は種作業についてみると、トラクタ装者型のは種機やシードテープ利用の産地はまだ少なく、ほとんどが人力用は種機で作業が行われている。マルチ栽培のように、マルチングはマルチャーの導入によって機械化が進んでいるものの、は種作業は依然人力で行なわれている。

長時間にわたるは種や収穫・搬出作業は、肩こりや腰痛の大きな原因であり、これら作業の機械化を早急に進めることが緊急の課題となってい

る。

3. は種機を利用したコート種子の1粒まきと間引きの省力化

現在の栽培では種子は複数まき、発芽後1～2回の間引きを行って、生育の揃った株を1株残す方法がとられている。機械は種によってこの間引き作業を省略できれば、労働時間の減少と長時間にわたり無理な姿勢の持続を解消できる。

そこで、は種機でコーティング種子の1粒まきをおこなった場合の、は種精度、作業能率、労働時間、栽植本数と収量について検討をおこなった。

は種作業は、クボタの乗用管理機（KPS11-120GW）にロターリとは種マルチャ（JMS-201.）を装着しておこなった（写真-1、2）。

(1)普通栽培における1粒まき

普通栽培では種の作業能率は、作業速度0.44m/sで10a当たり0.65時間であった。は種精度についてみると、1カ所に1粒まきされた個所は100%で良好であった。は種深度についてみると、適深には種された個所は60%で、地表面に種子がでた個所が10%あり、ややは種深度が不安定であった。この原因は、ほ場の均平がやや悪かつ

たためと思われた。

手まきの作業能率は10a当たり13.5時間であり、は種機で1粒まきすると労働時間を95%減少でき大幅に省力化できた（表-1）。

(2)マルチ栽培における1粒まき

は種の作業能率は、作業速度0.44m/sで10a当たり0.88時間であった。は種精度は、1カ所に1粒まきされた個所は93.7%で良好であった。は種深度も適深には種された個所が97.7%で良好であった。また、は種位置についてみても、マルチの穴の中に100%は種されていた。このうち穴の中心から±2cm以内に位置したものが87.3%で、は種精度は良く機械は種の実用性は高いと思われた。

は種機による1粒まきでは、手まきの労働時間の87%を省力化できた。また、複数種は種された個所を間引きする労働時間は手まきの20%にとどまった（表-2、3）。

(3)1粒まき栽培における栽植株数と収量

コート種子1粒まきを前提とした機械は種では、発芽条件や生育中の障害によって、欠株の発生が懸念される。現行の間引きを前提とした栽培体系では10a当たりの栽植株数は5,000株程度、収量は5t程度が目標になっている。したがって機

表一 1 粒まきの作業速度と作業能率、は種精度（平成6年 青森畑園試）

作業速度 (m/s)	作業能率 (hr/10a)	は種粒数比率 (%)			は種深さの比率 (%)			
		0粒	1粒	2粒	深い	適	浅い	地表
0.44	0.65	0	100	0	20	60	10	10

は種：8月3日 品種：献夏青首（コート3L） うね幅：120cm 2条まき は種深さ：適 2cm
作業人員：1人 ほ場区画：75m×15m コート種子の粒径：平均5.6mm

表－2 1粒まきの作業速度と作業能率、は種精度（平成7年 青森畑園試）

作業速度 (m/s)	作業能率 (hr/10a)	は種粒数比率 (%)			は種深さの比率 (%)			
		0粒	1粒	2粒	深い	適	浅い	地表
0.44	0.88	5.7	93.7	0.6	0	97.2	2.1	0.6

は種：4月5日 品種：若宮（コート3L） うね幅：120cm 2条まき 株間：20cm 2条
組作業人員：2人 使用ポリ：200m巻き穴径8cm ほ場区画：75m×15m

表－3 マルチ栽培における間引き作業の労働時間（平成7年 青森畑園試）

は種方法	労働時間 (hr/10a)	同左比率	備 考
機械は種手まき	1.02	20.1	コート種子 1粒
	5.06	100	手まき：裸種子3粒まき

は種、品種、うね幅・株間、使用ポリ、ほ場区画 表－2と同じ

械でコート種子を1粒まきする場合の目標収量を5tとした。機械は種では、機械の作業性をよくするため、うね幅が広くなりやすいため、株間を調整して密植栽培での収量性を検討した。

マルチ栽培、普通栽培とも栽植株数が多くなるほど収穫までの日数が長くなる傾向であった。また、密植にするほど総収量が多くなるものの、マルチ栽培では1万株を越えるとS規格（600～800g）の発生が多かった。しかし、普通栽培ではマルチ栽培ほどS規格の発生が多くなり、密植すれば現行なみの収量確保は可能と思われた。M級以上の可販収量を5t以上確保するためには、マルチ栽培では8,333株/10a（株間20cm）以上、普通栽培では7,246株/10a（株間23cm）以上で、手まきなみの収量を確保できると思われた（表-4）。

(4)現地実証ほにおける1粒まきの実用性

車力村に設置した実証ほにおいて、1粒まきの

実用性について検討した。は種作業の作業能率は、マルチ栽培では10a当たり0.95時間、普通栽培では0.82時間であった。マルチ栽培では1人作業を行ったが、場内試験の2人組作業にくらべ作業能率に大きな差は認められなかった。

マルチ栽培（株間20cm）では収穫株率が70.9%と欠株が目立ったものの、可販収量は5,541kgと目標収量を確保できた。普通栽培（株間23cm）においては収穫株率が89.7%と高く、目標収量を確保できた（表-5、6）。

4. マルチ回収機の開発と回収作業の省力化

マルチ栽培で収穫後のマルチ回収作業は、人力でおこなわれており、高齢化した農業者にとって重労働である。後作に夏まき野菜のは種作業がある場合には、フィルム回収を急がねばならない。また、放置されたフィルムは飛散して環境汚染の

表-4 マルチ栽培、普通栽培の栽植株数と収量（平成7年 青森畑園試）

作 型	栽植株数 (株)	株間 (cm)	可 販 収 量 (kg/10a)				
			計	2 L	L	M	S
マルチ栽培 4/25まき	7,246	(23)	6,162	913	2,355	1,294	1,600
	8,333	(20)	5,847	0	3,628	2,219	0
	9,804	(17)	7,231	1,220	3,164	2,214	633
	11,111	(15)	6,063	0	1,839	1,875	2,349
普通栽培 8/2まき	7,246	(23)	6,505	1,518	1,630	2,494	863
	8,333	(20)	6,868	498	2,627	2,288	1,455
	9,804	(17)	7,126	0	1,546	4,911	669
	11,111	(15)	9,044	1,522	1,260	4,650	1,612

試験場所：畑園試は場 種子：コート種子（3 L） 品種：4/25まき（若宮）
 施肥量（kg/10a）：窒素10，りん酸12，加里10 8/2まき（Y Rちひろ）
 規格：2 L（1,200～1,500 g） L（1,000～1,200 g）

表-5 作型別の1粒まきの作業速度と作業能率（平成7年 青森農試）

作型（は種期・品種）	作業速度 (m/s)	作業能率 (hr/10a)	組作業人員 (人)
マルチ栽培（5/9まき・若宮）	0.40	0.95	1
普通栽培（8/9まき・Y Rちひろ）	0.30	0.82	1

試験場所：車力村 実証は 土壌：砂土 マルチ：透明ポリ

表-6 作型別の収穫株数と収量（平成7年 青森農試）

作 型	栽植株数（株）	収穫株数（株）	収穫株率（%）	可販収量（kg/10a）
マルチ栽培	8,333	5,916	70.9	5,541
普通栽培	7,246	6,500	89.7	5,395

試験場所：車力村 実証は

〔マルチ栽培〕施肥（kg/10a）：全量基肥 窒素，りん酸，加里 各12
 （複合隣加安 S555 1/2，ロングL70日タイプ 1/2）

〔普通栽培〕基肥（kg/10a）：窒素，りん酸，加里各18
 （複合隣加安 S555 1/2，ロングL70日タイプ）
 追肥（kg/10a）：1回窒素，加里 各5（NK2号）

原因ともなっており、栽培終了後はすみやかに回収する必要がある。

このような問題点を解決するため、株式会社クボタと新しくマルチ回収機（MH-1）を共同で開発した（写真-3）。

このマルチ回収機は、トラクタ装着型標準3点リンク方式である。適応トラクタは20PS以上で、トラクタのオペレータ1人で回収作業ができる。回収工程は

- ①カッターでフィルムを2分割しながらリフターですそを土から出す。
- ②オペレータがフィルムの端を巻取部に絡める。
- ③走行を開始すると、スリップ機構によりモーター駆動でトラクタの進行した分だけフィルムを巻取る。
- ④円柱上に巻取られたフィルムを、回収機から人力で外し回収が終了する。

(1)マルチ回収機の作業速度と作業能率

作業能率は、うねの長さによって異なり、うね

が短い場合には、オペレータがフィルムの端を巻取部に絡める作業の回数が多くなるため、能率が落ちる。しかし、うねが長い場合には回収の能率が良い。10a当たり作業能率は、うね長50mの場合には作業速度75m/sで0.8時間で回収した。しかし、うね長120mの場合は、作業速度0.65m/sで0.49時間で回収でき、作業能率が良かった。回収作業中はフィルムが切れることもなく、順調に回収作業ができた。また、ほ場にダイコン茎葉の残さがあっても回収作業に支障はなかった。

うね長120mの場合には、マルチ回収機の利用によって人力による回収作業の約4分の1の労働時間に短縮できた。回収されたフィルムは円柱状に固く巻取られた状態となり、運搬作業もしやすかった。降雨後等で土壌水分が多い場合には、フィルムに土砂や水分の付着が多く、フィルムの重量が増大する。回収作業は、土壌水分が少ない時におこなうと、フィルムの重量が少なく運搬も楽である（表-7）。

表一7 マルチ回収作業の作業能率、労働時間（平成9年 青森畑園試・農試）

項 目	回 収 機	人力回収	備 考
試 験 場 所	畑園試ほ場	畑園試ほ場	使用ポリ
ほ場の土壌条件	黒ボク土	黒ボク土	幅 95cm
うねの長さ	50m	50m	厚さ 0.2mm
作 業 人 員 (人)	1人	2人	透明ポリ
作 業 速 度 (m/s)	0.75	—	
作 業 能 率 (hr/10a)	0.80	0.1	使用前の
労 働 時 間 (hr/10a)	0.80	2.0	ポリの重量
フィルム切れの有無	なし	なし	11.1kg/10a
回収フィルム重 (kg/10a)	75.4	71.6	

供試機械：マルチ回収機 クボタ（MH-1）トラクタ（GL467）

車力実証ほの回収時の土壌水分：マルチ下表面土壌含水比：12.2%

5. 掘取機の改良等による収穫・搬出作業の省力化

(1) 掘取機の改良と移動用フレーム装着台車の開発

収穫・搬出作業の省力化・軽作業化を図るため、クボタと共同で掘取機の改良を行った。クボタの改良前の掘取機（K・H-100）の作業行程は次のとおりである。

まず、走行方向右側のうねに振動板を差し込んで掘取り抵抗を減らし、2本のゴムベルトでダイコンの葉を挟んで掘取り、そのまま後方に持ち上げながら搬送して、トラクタの左側の地面に1列に置いていく行程をとっている。

したがって、掘取り後は茎葉を10cm程度残して余分な葉を切落し、ダイコンを1カ所に集めてトラックに積込まなければならない。

このような手間を省くため、掘取・茎葉カット作業が同一行程で作業できるよう掘取機の改良を行った。また、茎葉を切ったダイコンをコンテナに積込後、直ちに人力だけでトラックにコンテナを積載できるよう、移動用フレーム装着台車の開発を行った（写真-4、5）。

掘取機の改良点は、①搬送ベルトの下にベルトコンベアを装着して、ダイコンを横向きに搬送できるように改良し、作業者が楽な姿勢でダイコンを取りやすいようにした。②搬送部にディスク状のカッターと搬送部の左端に、ダイコン受け皿（40cm×40cm）を新たに設置した。これらの改良によって、掘取作業をしながら茎葉カットが可能となり、ダイコンのコンテナへの積み込みが余裕をもって出来る。また、収穫・搬出作業が連動してできるよう、コンテナ積載用の台車と移動用フレームを新たに開発した。これらの機械や装置を使うことによって、コンテナに収納されたダイコンを人力だけでトラックに移しかえることができ、収穫・搬出作業の機械化が可能となった。

(2) 生食用ダイコンの収穫・搬出作業の省力化

改良掘取機等を使用して、収穫・搬出作業を現地実証ほで行った。組作業人員3名で作業を行ったところ、作業能率は10a当たり4.04時間であった。また、労働時間は10a当たり11.06時間で、現行の労働時間（26.4時間）の約40％に省力化でき

表一 8 収穫・搬出作業の作業能率と作業精度（平成8年 青森農試）

項	目	備	考
作	業 速 度 (m/s)	0.20	試 験 場 所：車力村 実証ほ
作	業 能 率 (hr/10a)	4.04	組作業人員：3人
内	掘 取 ・ 積 込	2.37	ほ 場 区 画：150m×15m
	旋回・ほ場内走行	0.53	作 型：普通栽培
	枕 地 手 掘 り	0.12	は 種：8月9日
訳	搬 出	1.02	品 種：Y Rちひろ
			栽 植 距 離：うね幅 60cm
			株 間 20cm
			供試機械
	労 働 時 間 (hr/10a)	11.06	改良ダイコン掘取機
	損傷株の発生率 (%)	1.4	(ANS-D型)
	落下株の発生率 (%)	0	移動用フレーム装着台車
			(ANS-H型)

た。掘取作業時にダイコンが搬出ベルトから落下することなく、またダイコンの首部をベルトが挟んだ時に発生する損傷株の発生率も1.4%と少なく、作業精度も良好であった（表-8）。

(3)加工用ダイコンの収穫・搬出作業の省力化

加工用に供給されるダイコンは1次加工（塩漬）されて出荷される。掘取後は直ちに漬け込みしやすいように、ダイコンはネットに収納されて

いる。このため、ネットにダイコンを収納しやすいように、フック付きのネット支柱を新しく開発した。これをコンテナの4隅に装着することによって、ネットへの収納が可能になった。収穫作業の前に、あらかじめネットをコンテナの底に広げネットの4隅を支柱のフックにかけて収穫作業を行う。収穫・搬出の作業能率は、3人組作業で10a当たり4.2～4.5時間であった。また、労働時

表－9 収穫時の作物条件（平成9年 青森農試）

場所	項目	葉 長 (cm)	根 長 (cm)	根 重 (g)	抽根長 (cm)	総収量 (kg/10a)	規格内収量 (kg/10a)
農試 ほ場		43.3	31.0	1,036	14.8	6,967	5,947
車力実証ほ		40.0	42.6	1,240	18.1	8,482	7,484

農試ほ場：品種 YRちひろ は種 8月15日
車力ほ場：品種 YRちひろ は種 8月20日

表－10 収穫・搬出作業の作業能率と作業精度（平成8年 青森農試）

項 目	農 試 ほ 場		車 力 実 証 ほ		人 力 (現行)	
	3 人組作業	2 人組作業	3 人組作業	2 人組作業		
作 業 速 度 (m/s)	0.19	0.12	0.20	0.12	—	
作 業 能 率 (hr/10a)	4.54	6.04	4.19	5.83	—	
内 訳	ネ ッ ト 取 付	0.22	0.33	0.22	0.33	—
	掘 取 ・ 積 込	3.04	4.40	2.72	4.17	—
	旋回・ほ場内走行	0.42	0.42	0.46	0.46	—
	枕 地 手 掘 り	0.06	0.09	0.17	0.25	—
	搬 出	0.80	0.80	0.62	0.62	—
労 働 時 間 (hr/10a)	12.78	11.66	11.65	11.24	26.4	
同 上 の 比 率 率 (%)	48.4	44.2	44.1	2.4	100	
損 傷 株 率 (%)	0.7	0.7	0	0		

損傷株（ネットによる傷の発生）

ほ場区画：農試ほ場100m×30m 車力実証ほ：150m×15m

間は11.7～12.8時間であった。作業速度を遅くすることによって組作業人員が2名でも作業が可能であった。この場合の作業能率は5.8～6.0時間、労働時間は11.2～11.7時間であった。ダイコンの茎葉部を外側に向けてネット内に収納すれば、加工時にネットを吊り上げて水槽に入れる場合にも、ネットによる揖傷はほとんど発生しなかった。

以上の結果、10a当たり労働時間は、現行の26.4時間に対して2人組作業では42～44%、3人組作

業では44～48%に減少できた（表-9, 10）。

6. 機械化一貫作業技術の体系化に向けて

は種機を利用したコート種子の1粒まき技術や間引きの簡略化と収穫・搬出作業の機械化技術の開発によって、労働時間の短縮と軽作業化が可能となり、当初の目標労働時間と収量を達成できる目途がついた。

これまでに開発した①は種機を利用したコート種子の1粒まき技術②マルチ回収機の開発による

表-11 ダイコンの機械化一貫作業技術マニュアル

作業区分	主要な新しい技術	普 通 栽 培		マ ル チ 栽 培	
		改善	現行の労働時間*	改善	現行
耕起・施肥		4.0	4.0	3.0	3.0
			(追記含む)		
マルチング	◎マルチングとは種の同時作業				0.7
は 種	◎コート種子の1粒まき ◎欠株に対応した密植栽培(7,246株) ◎乗用管理機やトラクタ装着型は種機の利用	0.82	1.0 (シードテープ)	0.95 (マルチングを含む)	13.5
間 引 き	◎複数発芽部分だけの1回間引き	0.2	8.0	0.2	8.0
病虫害防除	ブームスプレーヤの利用	0.4	5.0	0.4	5.0
雑 草 防 除	ブームスプレーヤの利用	0.1	1.0	0.1	1.0
中耕・培土		0.2	0.2	—	—
収穫・搬出	◎掘取機の改良と移動用フレーム装着台車の開発による収穫・搬出作業の機械化技術	11.06	26.4	13.83	26.4
洗浄・選別	作業の委託 個選→共選	—	57.6	—	57.6
箱 詰 め	(経費 100円/10kg)				
跡 片 付 け		0.5	0.5	0.5	0.5
マルチ回収	◎マルチ回収機の開発と機械化技術			0.49	2.0
合 計		17.28	103.7	19.47	117.7

*労働時間 (hr/10a)

回収作業の機械化技術③掘取機の開発と移動用フレーム装着台車の開発による収穫・搬出作業の機械化技術を導入した場合に想定される機械化一貫作業技術のマニュアルの概要は表-11のとおりである。

普通栽培、マルチ栽培とも、現行の作業体系では、全体の労働時間の約80%は収穫・搬出作業と洗浄・選別作業が占めている。これまでに開発した機械化技術のうち、最も労働時間を削減できる効果の大きい作業は、収穫・搬出作業である。また、マルチ栽培においては、は種作業での労働時間の削減効果も大きくなっている。耕起・施肥から収穫・搬出作業までの労働時間をみると、普通栽培では改善体系は現行の37%に削減できる。マルチ栽培においても、改善体系は現行の32%に削減でき、労働時間の短縮に大きく貢献できると思われた。

この研究対象地区には、野菜の販売を一元化するための組織として、(社)屏風山野菜振興会がある。この振興会では、大型機械やダイコンの共同選果場をもち、農作業の受託をおこなっている。

したがって、個人選果による洗浄・選別作業を振興会に委託して共同選果とすれば、さらに全体の労働時間の短縮が可能となる。

7. 今後の課題

機械化一貫作業技術体系化の確立にあたっては、今まで開発してきた技術を現地実証ほで総合的に組み立て実証するとともに、経営的観点からの検討をさらに進めなければならない。

機械化技術の導入は、他の作物の農作業と競合する時期に労働のピークを回避でき、他作物への労働力の振り向けが可能となるなど、経営面に及ぼす効果が大きい。また、機械化技術の導入を速やかに産地に導入するためには、機械化技術体系の効率的運営のための土地利用計画の策定や収益効果におよぼす影響など、経営面における課題が残っており、今後さらに研究が必要である。

研究の最終年度にあたり、高齢化と労働力不足に対応した現地実用性の高い機械化一貫作業技術体系化の確立に向けてさらに研究を進める。



写真-1 乗用管理機での機械は種作業

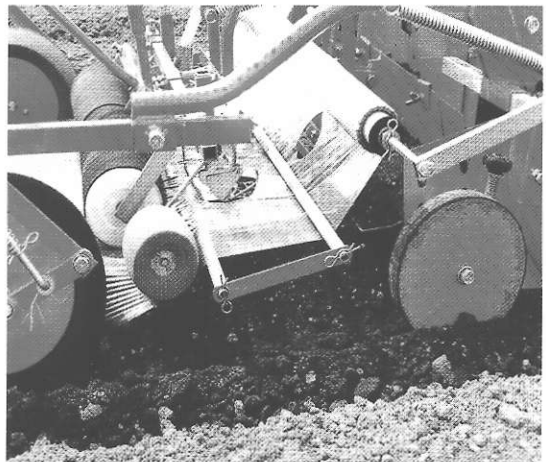


写真-2 は種マルチャのフィルム穴検知器

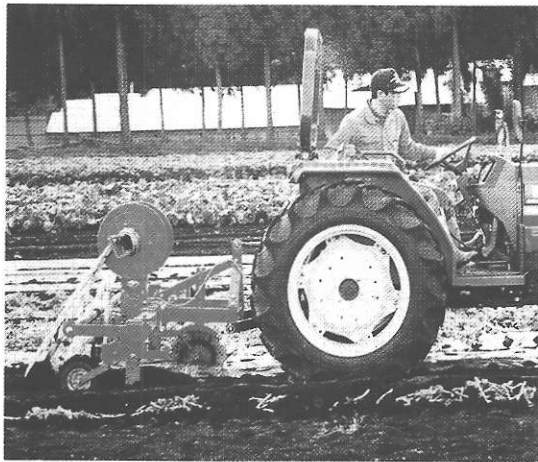


写真-3 マルチ回収機での回収作業 フレーム装着台車

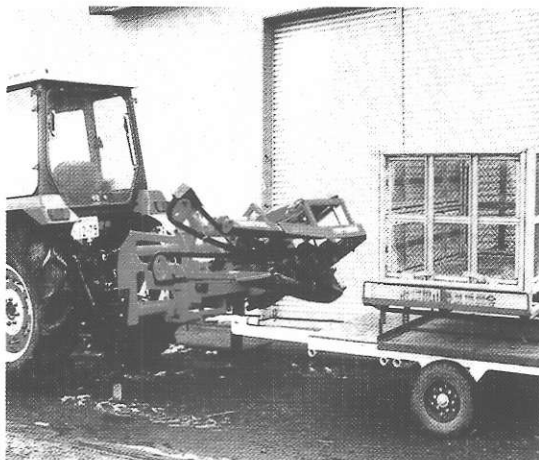


写真-4 改良した掘取機と新開発の移動用



写真-5 移動用フレームで人力でコンテナ
をトラックに搬出