

## 飼料イネの効率的収穫作業マニュアル(2) 「ロールキャリア」による収穫作業の能率向上



平成20年3月

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
中央農業総合研究センター・北陸研究センター

# 目 次

1. はじめに .....	1
1) 背景	
2) ロールキャリア開発のねらい	
2. ロールキャリアの構成 .....	2
1) ロールキャリア各部の構造と機能	
2) 荷台フレームの自動復帰動作	
3) 収穫機への装着方法	
3. ロールキャリアを用いた作業方法 .....	7
1) ロールキャリアの操作方法	
2) 一般的な水田での使用例	
3) 農道ターン方式の大区画圃場での使用例	
4) 小区画水田での事例	
4. 作業能率の改善効果 .....	10
1) シミュレーションによる作業能率の計算	
2) 圃場試験による作業能率の検討	
5. まとめ .....	12
6. 参考文献 .....	12

## 表紙写真

左上： ロールキャリアによる刈り取り同時運搬作業

右上： 自走式バールラップとの連携作業

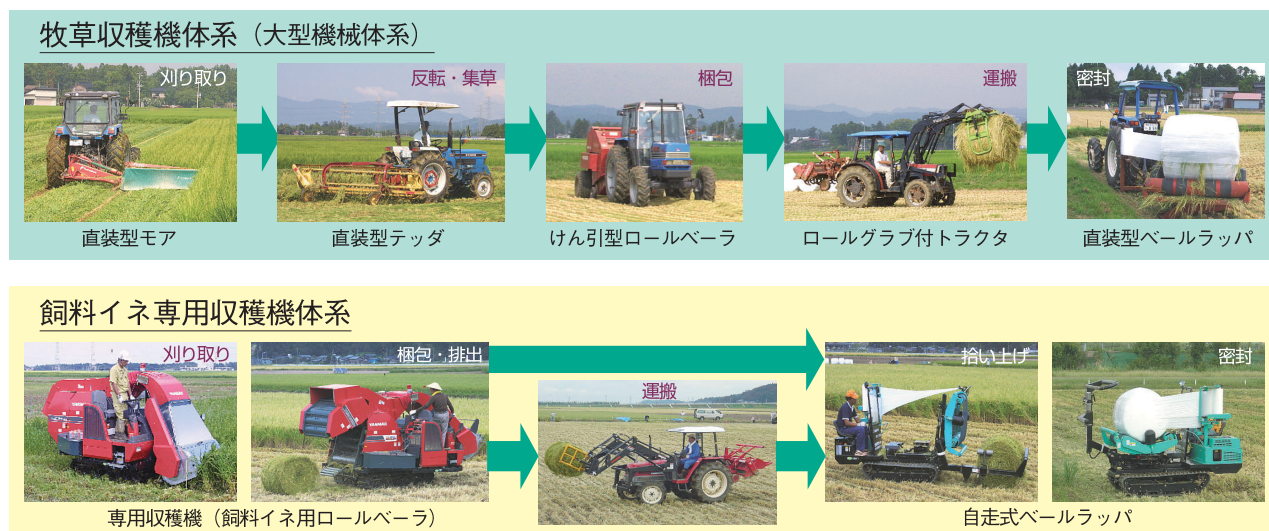
左下： ロールキャリアの外観（試作機）

右下： 輸送のために跳ね上げ固定した状態

# 1. はじめに

## 1) 背景

飼料イネの収穫・調製作業において、飼料イネ用ロールベアラを基軸とする専用収穫機体系<sup>1)</sup>は、クローラ式の走行装置により湿田における走行性や操作性に優れるほか、狭小な水田にも容易に対応できる。しかし、ホールクropp収穫となる飼料イネの収量は現物で3～4 t/10aと一般水稲の5倍以上になり、収穫・調製に要する時間も1 haあたり5～6時間を要しているのが実状である。また、飼料イネは転作作物として栽培されることが多く、主作目である一般水稲等との作業競合を低減するためにも、作業能率の向上に対する要求は高い。そこで、圃場内での収穫・調製作業の能率を向上して全体の作業時間を短縮するために、収穫機に装着する簡易なロールベール運搬装置「ロールキャリア」を開発した。



牧草収穫機体系と専用収穫機体系

## 2) ロールキャリア開発のねらい

専用収穫機体系による飼料イネの収穫は、飼料イネ用ロールベアラ（以下、収穫機）と自走式ベールラップ（以下、ベールラップ）の組み合わせが一般的である。この場合、収穫作業全体としての能率を向上するためには、成形されたロールベールを効率よく農道まで搬出することが重要である。特に、運搬作業はベールラップで行うだけでなく、収穫機が成形済みのロールベールを任意に運搬してから放出することもできるため、両機の連携作業の能率向上のポイントである。

そこで、圃場内で収穫機から放出されたロールベールを圃場外まで搬出するのに要する運搬時間を短縮することを目的に、収穫機が刈り取りを行いながら同時にロールベールを運搬（刈り取り同時運搬）できる簡易な運搬装置「ロールキャリア」を開発した。これは、収穫機の後部に着脱可能な運搬装置で、トワイン結束されて排出されたロールベール1個を受け止めてこ

れを積載し、任意の位置まで運搬した後に荷降ろしするものである。開発に際しては、軽量・簡易な構造であることを前提とし、油圧等の外部動力を必要としないことに加え、走行中でも運転席からワンタッチで荷降ろしできる機構とした。

### ロールキャリアの主要諸元

運搬能力	トワイン又はネットで結束済みのロールベール 1個
動作方式	手動開放（運転席から遠隔操作可能）、自動復帰・再固定
所要動力	不要
車輪	3.50-7、ラグ付きダブルタイヤ
外形	長さ1700mm×幅750mm×高さ650mm
質量	56kg
適応ロールベール	外径80～110cm、幅80～120cm程度
平均接地圧	54kPa（180kg積載時）
対応収穫機	飼料イネ用ロールベアラ（ヤンマー-YWH-1400A、スター-JCB1420など）

注) 外形・質量には、収穫機側に固定される荷受けガイド、遠隔操作レバー等を含まない。なお、本装置は原理的にはけん引型ロールベアラも含めて取り付け対象機を選ばないが、ここでは対象をフレール型の飼料イネ用ロールベアラに限定して開発を行った。この収穫機単体の平均接地圧は約26kPaである。



開発したロールキャリア（試作機）

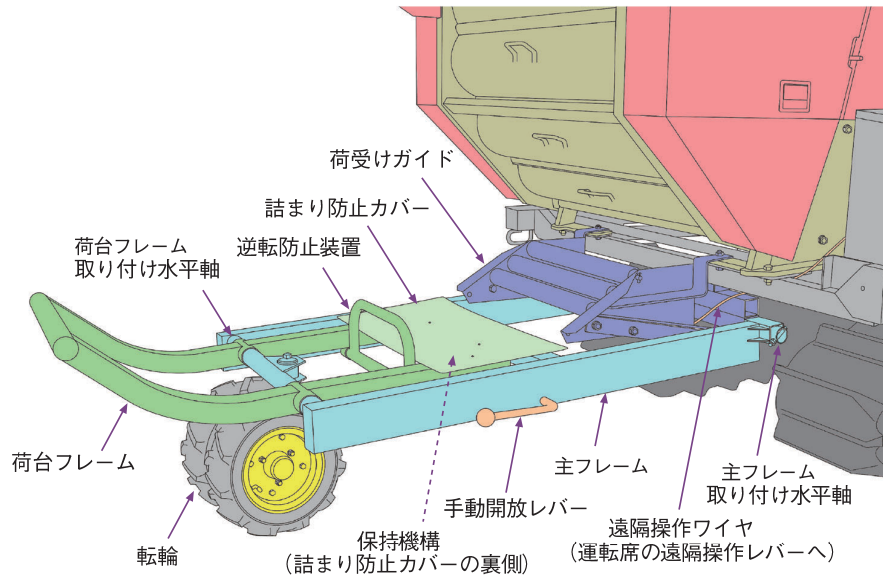


フレール型収穫機に取り付けた状態

## 2. ロールキャリアの構成

### 1) ロールキャリア各部の構造と機能

開発したロールキャリアは、主フレーム、転輪、荷受けガイド、荷台フレーム、逆転防止装置、保持機構及び遠隔操作レバー等で構成される。各部の構造と機能は以下の通りである。



ロールキャリアの構成図（試作機）

### (1) 主フレームと転輪

主フレームは梯子型のフレーム構造をしており、主フレームの前端部は水平軸を介して収穫機に接続・支持されており、主フレーム全体はこの水平軸を中心に上下に揺動可能である。左右方向には屈折しない接続方式であり、転輪の車軸がオフセット取り付けされているため、収穫機の旋回・反転や逆転に際しても主フレームは容易に追従して向きを変え、ロールベール放出部に対して常に適正な位置関係に保たれる。

### (2) 荷台フレームと逆転防止装置

荷台フレームは主フレームの内側に「シーソー」状に取り付けられており、通常は後述する保持機構によって固定されている。荷台フレーム前方に取り付けた詰まり防止カバーは、ロールベール放出時にこぼれ落ちるワラ屑の保持機構への詰まりを防止する。また、逆転防止装置は、後方にのみ転倒し、バネにより直立位置に自動復帰するもので、ロールベールが逆転して放出ゲート開閉の妨げになることを防止する。

### (3) 保持機構と自動復帰動作

保持機構は荷台フレームの動作を固定するもので、保持爪、手動開放レバー、遠隔操作ワイヤ等で構成される。保持爪は、ロールベールを積載している時にその自重によって後方に転倒しようとする荷台フレームの前端を保持する。手動開放レバー又は運転席近くにある遠隔操作レバーによりこの保持爪を操作すると、保持状態が解除され荷台フレームが後方に転倒して荷降ろしされる。荷降ろし後は、荷台フレーム単体の重心位置が取り付け水平軸より前方にあるため、自重により直ちに水平位置にまで戻り、保持爪のラッチ機構により再び固定されて次の荷受け待ち状態となる。

#### (4) 荷受けガイド

荷受けガイドは、自在に回転する金属製ローラをスロープ状に平行に設置したもので、収穫機に直接固定されている。これは、収穫機から放出されるロールベールを滑らかに後方に導くもので、放出口の直下からロールベールをやや後方に送り出して、排出ゲートの開閉を妨げない効果を併せ持つ。



ロールキャリアの外観 (1)



ロールキャリアの外観 (2)



運転席にある遠隔操作レバー



運転席から後方を見た状態



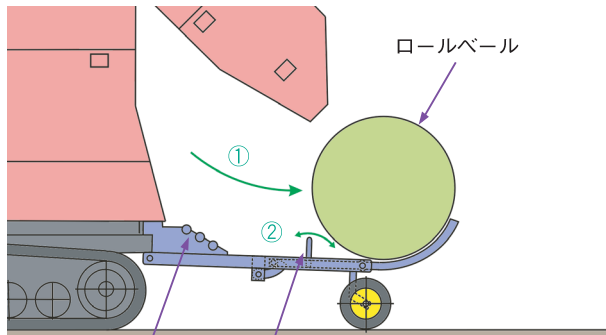
跳ね上げて固定した状態



跳ね上げ固定フック

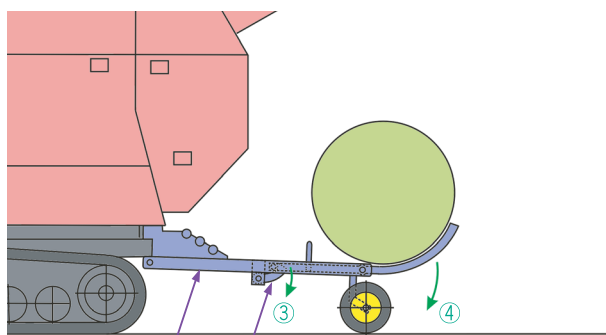
## 2) 荷台フレームの自動復帰動作

荷降ろしはワンタッチで行うことができ、荷台フレームは自動復帰・再固定される。



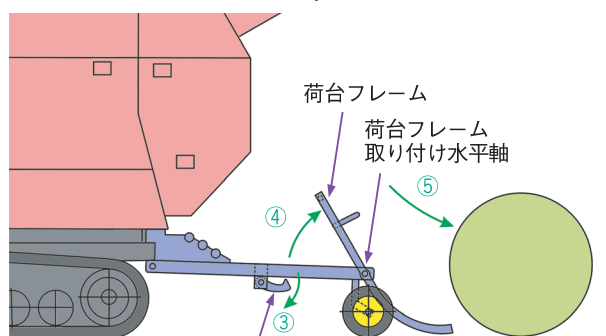
### (1) 放出されたロールベールを荷受け

ロールベールは後端まで転がる (①)。  
その際、逆転防止装置は押し倒され、通過後に再度直立する (②)。



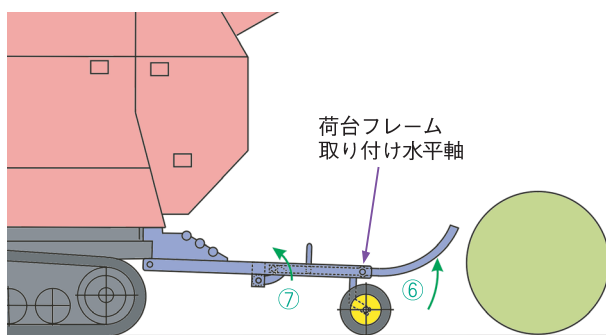
### (2) 積載状態のまま運搬

荷降ろしするには、運転席近くの遠隔操作レバーを操作して保持機構を解除 (③)。  
保持状態が解除されると、荷台フレームはロールベールの自重で後方に転倒する (④)。



### (3) ロールベールの自重で荷降ろし

荷台フレームが後方に転倒 (④) すると、  
ロールベールは荷降ろしされる (⑤)。



### (4) 荷台フレームは自重で復帰・再固定

荷台フレームの重心位置は取り付け水平軸より前方であるため、荷降ろし後は自動的に水平位置まで復帰する (⑥)。  
保持爪のラッチ機構により、荷台フレームは再固定される (⑦)。

荷台フレームの自動復帰動作

### 3) 収穫機への装着方法

ロールキャリアは収穫機に加工することなく装着できる。まず最初に、荷受けガイドと取り付けステーを、既存の6本のボルトで収穫機後部に固定する。このとき、ボルト類は仮止め状態とし、6本のボルト全てが装着されてから本締めすると能率的である。また、この作業にプラットホーム等を利用するときは落下・転落に十分注意する。さらに、作業時は必ずエンジンを切るとともに、放出ゲートを開いて作業するときは開閉ロックレバーを必ずロックする。

次に、ロールキャリアの前端部が取り付けステーを挟み込むように、取り付けシャフトを貫通させる。さらに、運転席後部にある既存ボルト孔に遠隔操作レバーを取り付けて、遠隔操作ワイヤを接続する。最後に、荷台確認ミラーと跳ね上げフックを取り付ける。

収穫機に荷受けガイドと取り付けステーを一旦取り付けしてしまえば、それ以後の作業は極めて容易である。また、荷受けガイドは放出されたロールベールを後方に送り出す機能をもつため、ロールキャリアを使わない場合でも、荷受けガイド単体で利用できる。



装着作業時は安全に十分注意する



ロールキャリアの構成部品



荷受けガイドの取り付けには既存のボルトを利用する



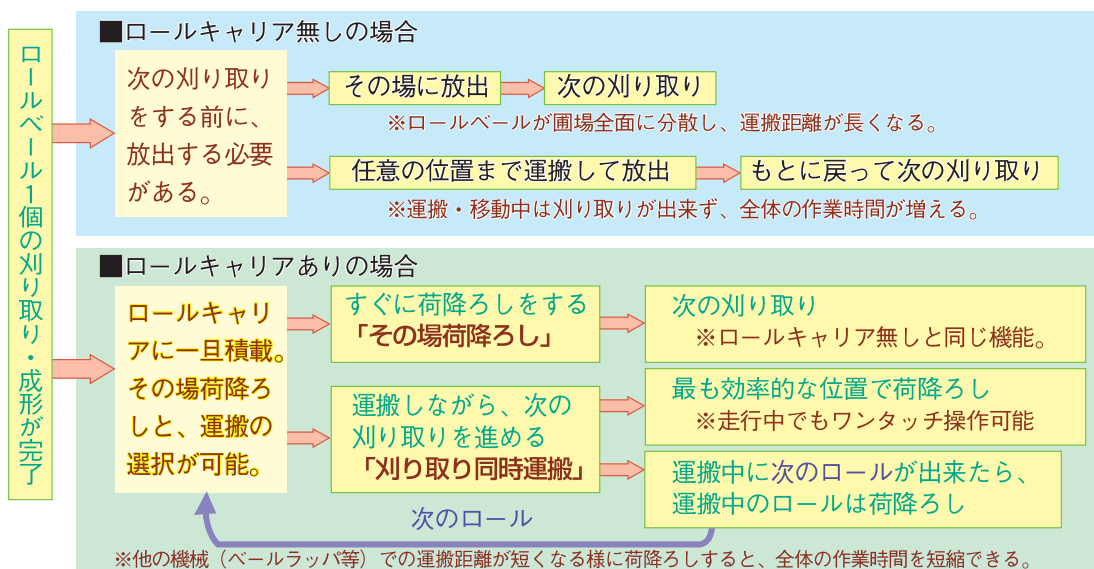
荷受けガイドだけを取り付けた状態



### 3. ロールキャリアを用いた作業方法

#### 1) ロールキャリアの操作方法

通常、収穫機は成形を終えたロールベールをその場に放出するか、または適宜運搬してからこれを放出する。この場合、運搬中は成形室内にロールベールを保持しているために次の刈り取りができず、運搬することにより収穫機としての作業能率は低下する。これに対してロールキャリアを用いると、成形・結束済みロールベール1個をロール成形室外に保持することにより、刈り取りと同時に運搬すること（刈り取り同時運搬）が可能になる。このため、収穫機としての作業を中断することなく、次のロールが成形されるまでロールベール1個を運搬することが可能になる。そして、刈り取り同時運搬と生成位置でのその場荷降ろしを適宜組み合わせれば、その後のベールラップ等での運搬距離が短縮することができ、全体としての作業能率を向上できる。



ロールキャリアの有無による操作フローの違い



刈り取り同時運搬

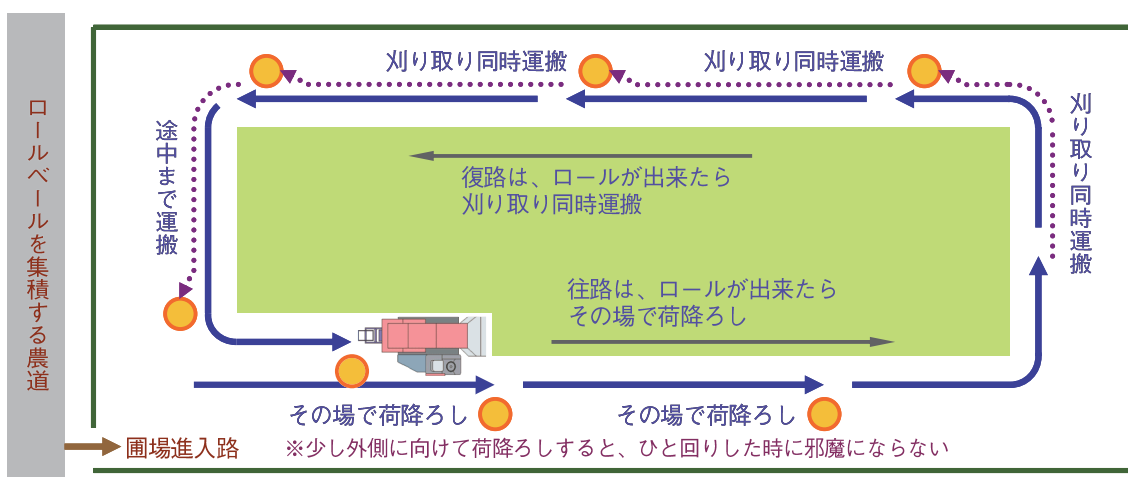


その場荷降ろし

以下では、幾つかの具体的な事例について、ロールキャリアの運用方法を示す。

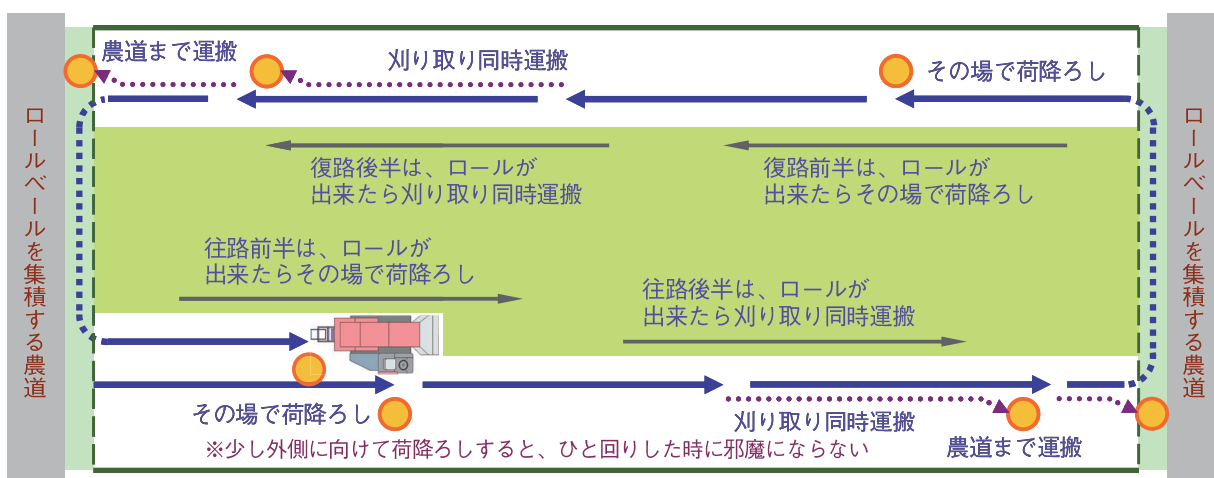
## 2) 一般的な水田での使用例

圃場進入路が1箇所一般的な水田では、通常は回り刈り作業となる。ロールベールを最終的に圃場進入路側に集積（片側搬出法）するためには、収穫機での荷降ろし位置も出来るだけ進入路に近づけると良い。すなわち、往路はロールベールが成形されたら直ちにその場に荷降ろしし、復路は刈り取り同時運搬で出来るだけ進入路側に運んでから荷降ろしする。運搬中に成形室が満量になった場合は、荷台上のロールベールを荷降ろしして、成形室内のロールベールを荷台上に積載して再び刈り取り同時運搬を行う。



## 3) 農道ターン方式の大区画圃場での使用例

農道ターン方式の大区画圃場では、圃場の両側にロールベールを集積することができる（両側搬出法）。往復刈りで作業をする場合、往路・復路とも行程の前半ではその場で荷降ろしし、行程の後半では刈り取り同時運搬により荷降ろし位置を出来るだけ農道に近づけると良い。





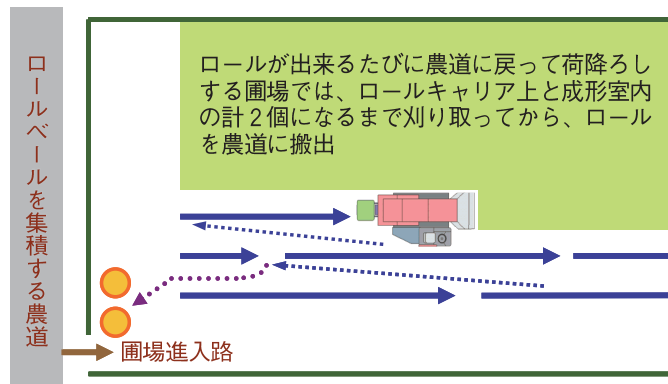
べールラップとの連携作業  
(斜めに後退して排出すると作業しやすい)



大区画圃場での作業風景  
(ローンを圃場の奥側に寄せる荷降ろし法)

#### 4) 小区画水田での事例

区画の小さな水田で、圃場を荒らさないよう片方向にのみ刈り取った後、圃場入り口付近まで戻ってローンを荷降ろしする事例もある。このような圃場では、ひとつ目のローンは積載し、次のローンを成形室が満量になるまで作業を続け、その後に荷降ろし位置まで戻って2つのローンを同時に荷降ろしすると良い。そうすることにより、荷降ろし位置までの運搬回数が半減され作業能率は向上する。



ロールキャリアによる最適な運搬方法は、圃場の大きさや形状、単位面積収量、ロールベール質量、刈り取り経路、ロールベール集積方法等によって様々である。このため、収穫機での運搬やべールラップとの作業連携については、個々の圃場の条件に応じて最適な組み合わせを策定すること必要がある。ロールベールが成形されたとき、その場荷降ろしにするか刈り取り同時運搬にするかの判断は、1つのロールベール成形に要する刈り取り距離に応じて変動する。前述の片側搬出法及び両側搬出法における詳細な距離条件の検討は、参考文献<sup>2)</sup>で詳しく述べられている。

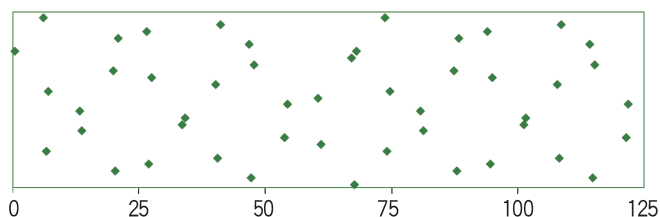
## 4. 作業能率の改善効果

### 1) シミュレーションによる作業能率の計算

ロールキャリアを使用した場合の作業能率向上の効果を検討するために、「飼料イネ収穫作業シミュレーションモデル<sup>3)</sup>」により解析を行った。作業体系はフレール式専用収穫機及び自走式ベールラップ各1台を想定し、面積46a (125m×37m) の農道ターン方式の圃場において往復刈りを行うこととした。(a)はロールキャリアを使用しない場合で、収穫機がロールベールを運搬せず、それぞれの生成位置に順次荷降ろししたときのロールベールの分布である。これら全てのロールベールをベールラップで農道まで運搬するのに要する積算距離は、片側搬出法では3000m、両側搬出法では1500mである。(b)及び(c)はロールキャリアを使って、それぞれ片側及び両側搬出法に適した運搬を行う場合である。ベールラップでの運搬距離が最短になるように収穫機で運搬・荷降ろしすると、ベールラップの積算運搬距離は片側搬出法で1601m、両側搬出法では324mとなる。

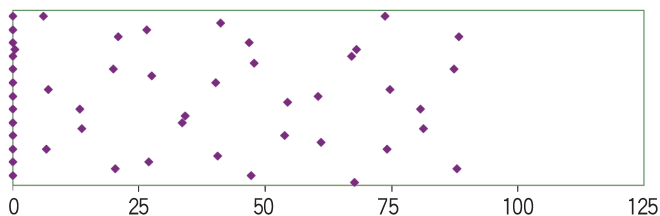
#### (a) ロールキャリア無し

収穫機では運搬せず、その場荷降ろしを繰り返して、ベールラップで片側又は両側短辺に運ぶ。



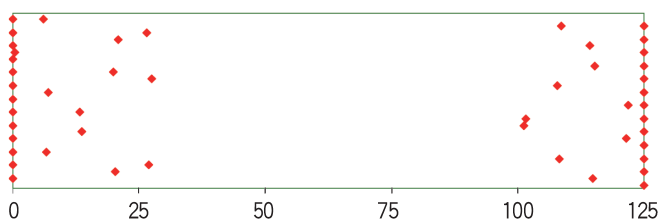
#### (b) ロールキャリアあり (片側搬出法)

収穫機で刈り取り同時運搬とその場荷降ろしを組み合わせ、ベールラップで片側の短辺に集積する。



#### (c) ロールキャリアあり (両側搬出法)

収穫機で刈り取り同時運搬とその場荷降ろしを組み合わせ、ベールラップで両側の短辺に分配する。



次に、それぞれの場合について、刈り取り開始から全てのロールベールを密封（ラッピング）して片側又は両側いずれかの農道に集積するまでに要する時間を求めた。収穫機は、刈り取り同時運搬を行っても本来の作業能率は低下しないことから、いずれの場合も作業時間は136分である。これに対してベールラップは、例えば両側搬出法でロールキャリアを用いると全体の作業時間は225分から147分に短縮され、全体の作業能率は約35%向上すると算出された。

作業能率の向上効果は、作物の生育や収量、機械の使用条件等により変動するが、ロールキャリアにより作業能率が大幅に向上することが示される。

シミュレーションによる作業能率の比較

区 分	収穫機 (常に一定)	自走式ベールラップ	
		片側搬出法	両側搬出法
<b>ロールキャリア無し</b>			
総運搬距離	—	300m	1500m
必要作業時間	136分	317分	225分
<b>ロールキャリアあり</b>			
総運搬距離	—	1601m	324m
必要作業時間	136分	223分	147分

【解析条件】  
作業速度  
収穫機 0.8m/s  
ベールラップ0.5m/s

作業時間が  
約35%短縮

注) 農道ターン方式で面積46a (125m×37m) の区画において、往復刈り作業を行った場合の結果である。総運搬距離は、自走式ベールラップでの必要運搬距離の積算値を示す。

## 2) 圃場試験による作業能率の検討

実機を用いた圃場試験を行い、シミュレーション結果と併せて、ロールキャリアによる作業能率の改善効果を検証した。供試機は、フレール式専用収穫機 (YWH-1400A) 及び自走式ベールラップ (SW1010W) である。圃場試験のうちロールキャリアありの場合についてはシミュレーションと同条件での試験だが、ロールキャリアなしの場合については晩期移植圃場での試験結果である。晩期移植では単位面積収量やロールベール数が大きく異なるため、ここでは単位面積当たりの作業時間 (分/10a) ではなく、ロールベール 1 個当たりの処理時間 (分/個) で作業能率を比較した。いずれの場合も圃場試験の作業能率はシミュレーションに対してやや劣るが、これは実際の現場での機械調整等の時間が含まれるためである。また、両機が同時並行して作業をすすめる場合の全体の作業能率は、より多くの作業時間を要する作業機によって決まる。下表は両側搬出法の結果である。圃場試験とシミュレーションではほぼ同等の傾向を示し、ロールキャリアの使用により全体の作業能率は35%程度向上すると示される。

圃場試験による作業能率の評価 (両側搬出法)

区 分	現物反収 kg/10a	ロールベール数 個/10a	収穫機の作業能率		ベールラップの作業能率	
			分/10a	分/個	分/10a	分/個
<b>ロールキャリア無し</b>						
シミュレーション	1996	10.4	29.4	2.83	48.7	4.69
圃場試験	1353	7.5	39.0	5.23	38.1	5.16
<b>ロールキャリアあり</b>						
シミュレーション	1996	10.4	29.4	2.83	31.7	3.05
圃場試験	1996	10.4	31.8	3.06	30.6	3.31

約35%向上  
約35%向上

注) 面積46～82aの圃場において、収穫機 (ヤンマーYWH1400A) 及び自走式ベールラップ (タカキタSW1010W) 各1台により行った試験の結果である。圃場試験の作業能率には機械調整等の時間が含まれる。また、青色太字の値は、それぞれの場合の全体の作業能率を決定する値を示す。

## 5. まとめ

ロールキャリアは簡易な構造、安価な装置で高い実用性を有しており、他の専用運搬車やロールグラブ付きトラクタ等を導入することなく、圃場内でのロールベール運搬を効率化することができる。生産現場での適応試験でも、現場での着脱が容易で適応性が高い、作業時間の短縮だけでなく燃料費の節減効果もある、飼料イネ収穫のみならず牧草収穫や稲わら・麦稈の収集等の広範な利用が可能である、といった良好な評価を得ている。なお、圃場試験でのロールキャリアの様子は下記URLで閲覧可能である。

◎稲発酵粗飼料生産利用ネットワーク

URL <http://narc.naro.affrc.go.jp/inada/wcs.htm>

ロールキャリアは特許出願<sup>4)</sup>されるとともに、2007年には市販化され、株式会社ロールクリエートで受注生産の体制をとっている。なお、本マニュアルで用いた写真は開発中の試作機のものであり、改良のため市販機とは細部が異なることがある。ロールキャリアの販売についての照会先は下記の通りである。

◎株式会社ロールクリエート

〒082-0043 北海道河西郡芽室町芽室基線19-16

Tel 0155-62-5676 Fax 0155-62-5603

URL <http://www.roll-create.co.jp/>

## 参考文献

- 1) 全国飼料増産行動会議：稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル，p.25-27，2006.
- 2) 元林浩太・湯川智行・小島 誠：飼料イネ用ロールベアラのためのロールベール運搬装置，農業機械学会誌 70(1)，p.72-78，2008.
- 3) 元林浩太・湯川智行・佐々木良治：飼料イネ専用収穫機体系の作業能率向上のためのシミュレーション，農作業研究 42(2)，p.123-131，2007.
- 4) 元林ら：ロールベアラ用ロールベール運搬装置，特許公開2007-259748，2007.

この技術マニュアルは、平成15～19年度地域農業確立総合研究「北陸地域における高品質大麦－飼料用イネ輪作システムの確立」において得られた成果である。

**執筆者および研究担当者**

元林 浩太（執筆者）、湯川 智行、小島 誠

**問い合わせ先**

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構

中央農業総合研究センター 北陸研究センター

〒943-0193 新潟県上越市稲田1-2-1

TEL：025-523-4131 FAX：025-524-8578

**発行**

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構

中央農業総合研究センター 北陸研究センター

〒943-0193 新潟県上越市稲田1-2-1

TEL：025-523-4131 FAX：025-524-8578

ホームページ <http://narc.naro.affrc.go.jp/inada/>

*memo*

-----