

バインダによる長稈雑穀の収穫について

武田純一*・上所茉莉**・西 政佳***・佐川 了***・星野次汪***

Mechanical Harvesting of Long Stem Barnyard Millet by Binder

Jun-ichi TAKEDA*, Mari JYOSHO**, Masayoshi NISHI***, Satoru SAGAWA***, Tsuguhiro HOSHINO***

[Keywords] barnyard millet, mechanical harvesting, binder

1. はじめに

雑穀は、近年アレルギー対策食品としての効果や健康食品としてのイメージが定着したこと等々により注目を浴びており、全国での栽培も一時ほとんど統計にも上がらなくなったものが、栽培面積も僅かであるが増加している。岩手県は図1に示すように雑穀の生産量が全国一位で、中でもヒエ、アワおよびアマランスの生産量はそれぞれ全国の87.1、64.0、76.9%を占めている。主産地は、表1に示すようにソバが主体の盛岡普及所管内、ヒエ、ハトムギが主体の花巻市周辺、アワ、キビが主体の二戸市を中心とした県北地方および北上山系地域である。花巻市周辺では水田転作作物として大型の稲作用機械で生産を行っているが、二戸市を中心とする県北地域および北上山系地域では主として中山間地での栽培が多く、大型機械の導入が困難で手作業を中心とした小規模栽培が行われているのが現状である。

雑穀生産で最も労力のかかる作業は除草作業で、次には収穫作業が挙げられる。収穫作業用の機械としては、近年雑穀収穫用バインダが市販されているが、長稈の雑穀の収穫作業には対応できないのが現状である。本報告では、既存の雑穀用バインダに新たに改良を加えて長稈雑穀に対する適応性を検討し、かつ今後の改善点などを検討したので報告する。

2. 試験装置

1) 供試機

供試機として、既存のイネ用バインダをベースとして既に製品化されている雑穀用バインダ（和同産業（株）製、ワドー雑穀刈取機、ZRE35）に、改良を加えたものを供試した。ベースマシンの諸元を表2に示す。

2) 供試機の改良

平成18年度は、1次改良として、右駆動輪及び穂部受けカバーの新設、サイド分草かんの中型化を行い、2次改良では更にサイド分草かんを大型化した。3次改良では、倒伏分草かんと詰まり排出レバーを新設した。倒伏分草かんは左デバイダの外側から茎稈搬送部を交差するようにして、穂受けカバー側に鉄製の丸棒を装着した。詰まり排

出レバーは、穂受けカバーの一部を切り取り、茎稈が搬送部の上部で詰まった場合に排出できるよう設置した。更に4次改良では軽微であるが排出レバーの枠外れを防止し、倒伏分草かん位置を左デバイダの内側へ変更した（図2、3）。平成19年度には、5次改良として機体左側の未刈り雑穀との分別を良くするために更にサイド分草かんを増設した。また、刈取り部への稈の流入・排出が一定になるよう、新たに丸棒で第2倒伏分草かんを装着し、排出棒の改良も行った（図4、5）。

3. 試験方法

1) 傾斜地における作業速度

一般に中山間地での雑穀栽培は、傾斜地を利用している場合が多く、作業速度と操作性や安全性と検討が必要と思われることから、エンジン回転速度と圃場傾斜および走行速度の関係を求めることにした。本試験は、岩手

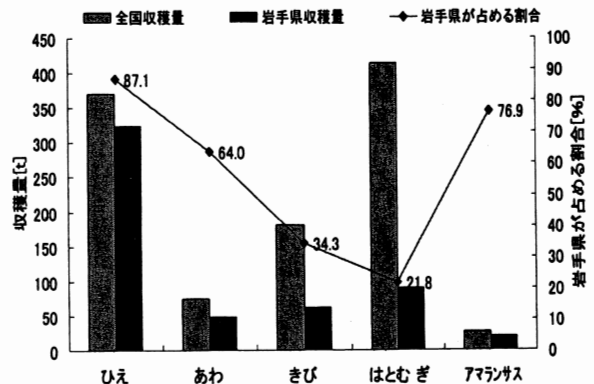


表1 岩手県内の雑穀生産量

	そば	ひえ	あわ	きび	はとむぎ	アマランス	計
盛岡	352	24.0	8.2	8.4	1.0	1.6	394.8
花巻	65	94.6	24.9	41.7	88.6	0.0	314.9
北上	39	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.2
水沢	40	0.0	0.0	0.0	19.2	0.1	58.9
一関	15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.1
千厩	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大船渡	13	0.4	0.2	1.1	0.0	0.0	14.7
遠野	14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2
釜石	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
宮古	5	0.9	3.2	2.9	0.0	0.9	12.2
久慈	62	8.4	3.0	1.1	0.0	2.2	76.6
二戸	13	15.1	23.1	22.3	0.0	16.5	89.5
計	617	143.0	62.6	77.5	108.8	21.3	1030.2

*岩手大学農学部 ** (現)丸山製作所 ***岩手大学農学部附属寒冷FSC 滝沢農場

大学農学部内のアスファルト路面上にて実施した。エンジン回転数を3条件、傾斜度は平地を含めて4条件、変

表2 ベースマシンの主要諸元

全 長	[mm]	2100
全 幅	[mm]	793, 878
全 高	[mm]	1280
機体質量	[kg]	130
エンジン型式		クボタ GS130-2JI ガソリンエンジン
エンジン出力	[kW(PS)/rpm]	1.6(2.2)/1700 [最大 2.5(3.4)]
走行速度前進	[m/s]	0.55, 0.92, 1.63
走行速度後進	[m/s]	0.52
刈り幅	[mm]	200
刈り高さ範囲	[mm]	350
適応作物全長	[mm]	最長 1500
作業能率	[分/10a]	65~115

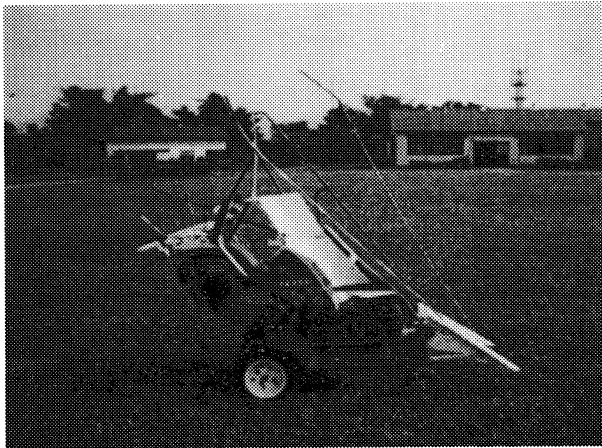


図2 4次改良後の供試機（側面）

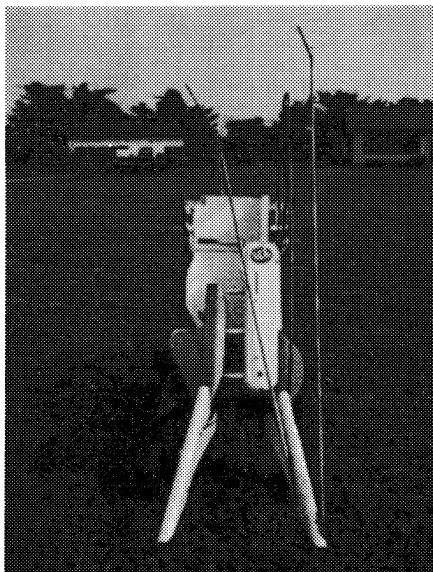


図3 4次改良後の供試機（正面）

速段は2種（低速、標準）である。なお、走行は斜面を上方から下方に向かって実施した。

2) 刈取り試験

試験日は、2次改良機に対しては平成18年9月29日、3次改良機には10月4および5日、5次改良機に対して平成19年9月26日に実施した。試験圃場は、岩手大学農学部附属寒冷 FSC 滝沢農場内のほぼ平坦な畑圃場および水田で、供試雑穀は、草丈およそ2mのモチヒエである。

作業条件は、変速を2条件（低速、標準）、エンジン回転速度を3条件（2200、2600、3200rpm）組み合わせて実施し、結東束については、9月26日の試験のみ中束の設定とし、その他の試験日では小束条件とし試験を行った。走行速度は3~5mの直線区間の通過時間より算出した。また、刈取り試験の様子をビデオカメラと写真で記録し、後日映像をもとに刈取り状況の評価を行った。刈取り試験を行う前には、草丈と単位長さ当たりの茎の本数等を測定した。水田圃場での試験は、田植機で移植栽培した圃場で、畝間60cm、株間16cmであった。

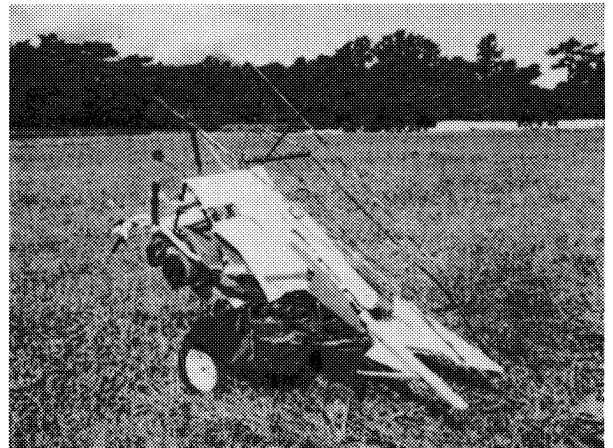


図4 5次改良後の供試機（側面）

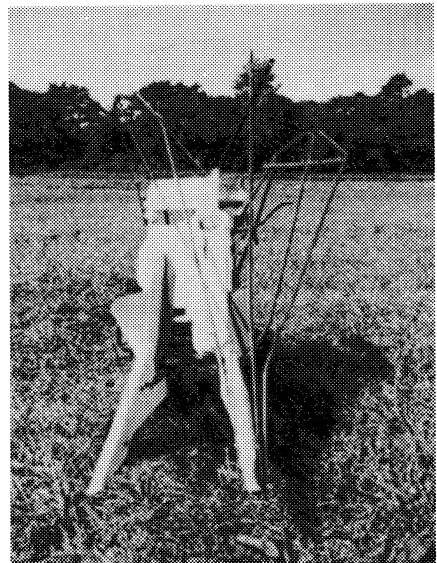


図5 5次改良後の供試機（正面）

4. 結果及び考察

1) 傾斜地における走行速度

重回帰分析を行った結果、走行速度は、次式で示されることが分かった。

$$\begin{cases} v_1 = 0.0001781x + 0.004035y - 0.03141 \\ v_2 = 0.0002887x + 0.006053y - 0.06653 \end{cases}$$

ここで、 v_1 と v_2 は変速条件が低速および標準刈取り時の走行速度[m/s]、 x および y はそれぞれエンジン回転速度[rpm]および圃場面傾斜度[°]である。

傾斜10度の斜面を下方へ走行した場合の、走行速度の予測値は、変速が低速走行の場合、エンジン回転速度2200rpmで0.40m/s、3100rpmで0.56m/sであった。また、標準走行では、エンジン回転速度2200rpmで0.63m/s、3100rpmで0.95m/sであった。これは同条件での平地での走行速度の約8~14%増しであった。傾斜地の場合、走行速度が速くなると危険を伴うので、最低速度がもう少し低速でも良いように思われる。

2) 刈取り試験の結果

2次改良時点(H18, 9/29)では、走行速度が低速であっても結束後の束の排出時に搬送カバー上部で詰まりを生じることがあった(図6)が、3次改良の後(H18, 10/4, 5)では、この詰まりが改善し、作物状態によっては高速であっても刈取り可能となり(図7)、倒伏分草かん及び排出レバーにより排出の改善がみられたが、図7の×と△は、比較的倒伏度の大きな条件であった。なお、4次改良機は、主として倒伏の顕著な圃場で試験をしてみたが、補助者が倒伏部を立ち上げないと刈ることはできなかった。

5次改良機は、既存の水稲用田植機を用い、モチヒエの水田での移植栽培圃場にて試験したが、1畝刈りの条件では、ほぼ満足な結果であった。しかし、2畝刈りでは、搬出部が詰まって排出できない条件もあった。

3) 機械的改良点の評価

本試験では、供試機の長稈ヒエに対する刈取り適応性を増すために、各種改良を加えたが、以下にその結果の概要と考察を取纏める。

(1) サイド分草かん

2次改良で装着したサイド分草かんについては、錯綜した左側の未刈り部の隣接作物と刈取り対象作物を分離する効果は大きかった。3次改良まではほとんど直立した状態で作業したが、右側へ倒伏した作物を刈る場合はより左側へと分別する必要を認めたので、5次改良では横方向に水平に装着した。この結果、分草性能の改善が認められた。ただし、あまり横に張り過ぎると、次に刈る作物の稈が折れてしまうので、横方向への張出し長さは30cm程度が適当と考えられる。また、左分草デバイダの先端から伸ばす方がより大きな効果が得られると考えられたので、4次改良後は、左分草デバイダの先

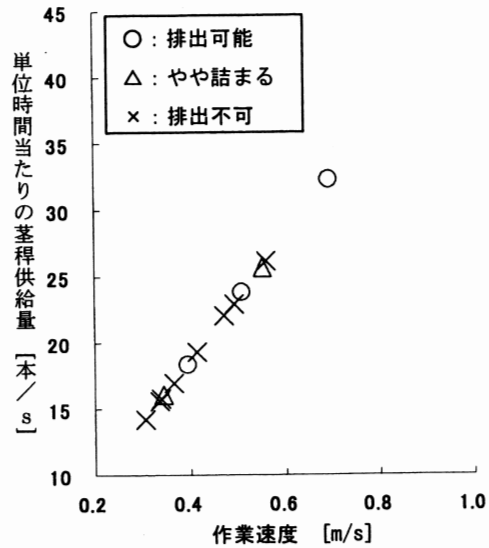


図6 茎稈の排出結果 (H18.9.29)

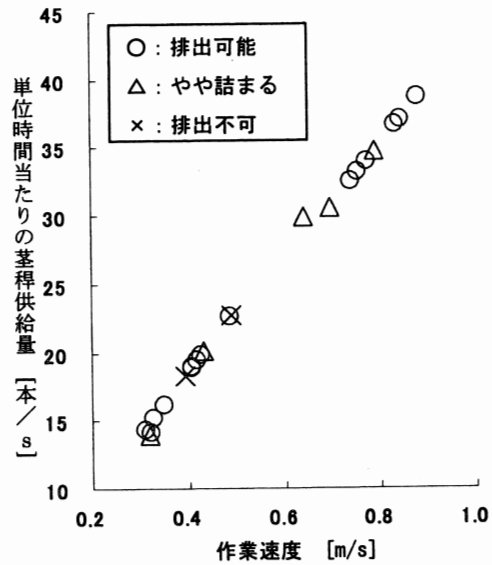


図7 茎稈の排出結果 (H18.10.4.5)

端部外側から伸ばすことにした。

(2) 倒伏分草かん

本分草かんは、4次改良時点では左分草デバイダ先端部内側からピックアップティン移動部の中央上部に交差するように設置した。本分草かんを設置することにより、茎稈を右方向に寄せ、穂部が左側へ傾くのを防止する効果がみられた。また、穂部の散逸を防止し、結束後の排出を容易にする効果があった。5次改良後は、左分草デバイダ先端から更にもう1本丸棒にて茎稈ガイドを設けたことにより、よりスムーズに茎稈が左方へ移動できるようになった。

(3) 茎稈排出レバー

詰まりが生じた場合の茎稈排出レバーの操作は、レバーを一旦前方に押し出ししながら、そのまま左方に動かす

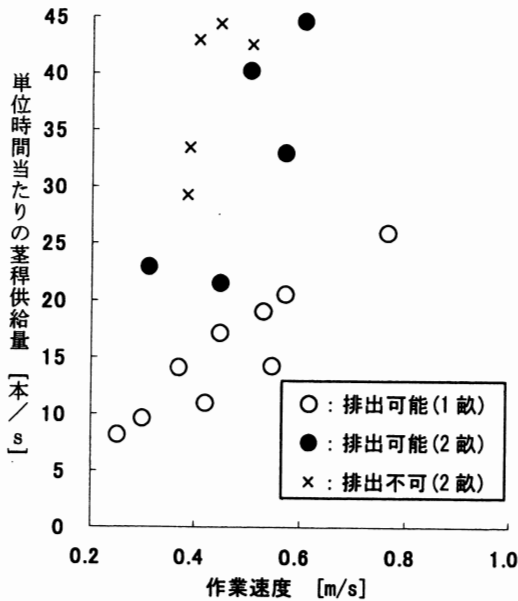


図8 茎稈の排出結果 (H19. 9. 26)

こととし、手を離すと2本のバネによりレバーが自動的に初期位置に戻るようにした。

4次改良時点では、レバーの操作位置をオペレータが操作しやすいように比較的運転レバーの近くにもってきたが、結果的に茎稈排出レバーの俯角が小さくなり、レバーの詰まり部への到達距離(ストローク 105mm)がやや不足となった。5次改良時には以上の結果をふまえ、レバーの俯角を30度、ストロークを約2.5倍の250mmにし、またレバーの操作部の操作性を向上させるため球状の握り手とし、手のひらのみで操作できるように配慮した。この結果、操作性、排出性も向上した。ただし、茎稈排出レバーは、初期の茎稈の詰まりをスムーズに右方へ排出する効果が得られたが、あくまでも補助手段として用いるべきであり、できるだけ詰まりのない条件で刈るのが基本である。

(4) 結束束の設定

結束束の設定は、作物の栽植密度と走行速度との関係から適切に設定されなければ、詰まりの原因となってしまうので注意が必要である。本試験では当初中束の設定で刈取り試験を行っていたが、結束部に茎稈が滞留している時間が長くなり、結果的に排出が遅れて搬送部の中・上部の茎稈のからみつきにより詰まりが助長されることになった。従って、平成18年10月4、5日以降の刈取り試験では小束の設定にして刈取ったところ、かなり詰まりも解消され排出がスムーズになった(図6, 7, 8)。倒伏分草かんの効果により搬送部の左側に茎稈が倒れることが抑制され、比較的整然と茎稈が揃うようになったこととの相乗効果により、茎稈がやや倒伏していても無理なく刈取ることができるようになった。

4. まとめと課題

作物の状態が良く、茎稈が比較的直立し剛であれば、草丈が2m程度のものでもほぼ刈取り可能で、圃場の傾斜や隣畝などとの錯綜があまり無い場合では、作業速度を0.8m/s程度まで速くしても刈取ることが可能である。

しかし、5次改良機でも作物の倒伏程度が大きい場合では、人が倒伏部を立ち上げないと刈れる見込みは無い。この原因は、主として引き起こし機構のストロークが短いことが根本的な原因と考えられる。ベースマシンが稲収穫用であり、できるだけ安価に改造を施して行く必要があったので、基本的な収穫部分はベースマシンそのままであることから、草丈の適用範囲は1.6m程度までとなっている。引き起こし機構のストロークを長くすることができるようであれば、茎稈の詰まりも解消される可能性があるが、大きな改造となり価格的に農家への導入が更に不利になると思われる。また、作物の側の条件として、供試したヒエの稈が比較的柔らかいことも一因と考えられる。今後は、品種改良により低稈の品種を開発するなど、作物側から機械側への歩み寄りも平行して必要であると考えられる。

排出に関しては、1度詰まってしまうと、次回または次々回の結束で排出される場合もあるが、通常は詰まってしまったものが原因で、次第に詰まりの固まりが上方に移動してしまう。従って、最初の詰まりをいかに速やかに排出できるかが重要である。その対策として排出レバーを付けたが、5次改良機が最も効果的であった。

総じて、改良の効果は顕著であったが、今後各種作物条件を供試して適応能力を検討するべきである。

謝辞

本研究は、平成17～18年度岩手大学農学部中期計画重点領域プロジェクト、課題名「ヒエ在来種の高品質化及びヒエ収穫の機械化に関する研究」の一部として実施したものである。ここに記して、関係各位に謝意を表す。また、和同産業株式会社技術部には機械の改良に関し多大なご配慮頂いた。記して謝意を表す。更に暑い中でのヒエの栽培管理および収穫試験・機械の改良には、本学附属寒冷FSC滝沢農場の技術専門職員各位および吉田純技術専門職員、各研究室配属の学生各位の献身的なご援助を頂いた。ここに記して深く感謝申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 江崎春雄：穀類収穫機，イセブ，1986