

特集 雑穀・豆類の機械化

新しい機械の開発・改良とその利用 —アワ・ヒエ・キビ—

既存機械の利用による雑穀の省力化栽培

岩手大学 教授 武田 純一

1. はじめに

岩手県はヒエ、アワ、キビ等の雑穀の生産量が日本一であるが、生産様式は県内の地域で異なる。県北部の二戸地域では畑圃場でのアワ、キビを主とした栽培で小規模栽培が主体であったが、近年では生産組合を構成して機械化栽培を行っているところもある。一方、県中央部の花巻地域はヒエ、ハトムギの主産地で、水稲用の機械を利用した転作栽培を行っている。この地域の栽培では、ヒエを水稲と同様に移植用の苗を育苗して田植機で移植し、収穫は普通型コンバインで収穫しており、機械化栽培の体系もできている。

本学でも、これまでに雑穀栽培の機械化の問題について取組んできたが、ここでその一端についてご紹介する。

2. 田植機を利用したヒエの移植栽培

移植栽培は除草回数を低減できるので、有効な省力化手段の一つと考えられるが、上述のように水田への移植栽培は、既に花巻地域で実際に行われているものの、畑圃場へのヒエの移植栽培はまだ研究段階である。ここでは、既存の田植機を利用した移植栽培試験についてご紹介する。田植機は年間の稼働日数が限られるため、他の栽培にも利用してコストを下げるができる可能性もある。

供試品種は、ノゲヒエ（在来種）である。苗は、6月5日に水稲用の苗箱に5条件(3500粒(A区)、4000粒(B区)、4500粒(C区)、5000粒(D区)、5500粒(E区)で播種し、25℃のファイトトロンで発芽揃いまで生育し、その後屋外で第4葉期まで育苗した。この時期は気温が高くなることもあり、苗が徒長したため、移植前日に株元から15cm程度に鋏で切り揃えた。移植は6月29日に行っ



図1 田植機にヒエの苗をセットした状態

た。圃場は、雑草や前作の残渣が無いように移植前にロータリで十分耕起しておいた。田植機は乗用の4条植えを用い、苗は図1に示すように、畝間が60cmになるように苗載せ台にセットし、株間は16cmとした。

移植後の欠株率と播種密度の関係は、播種密度が大きいほど欠株率が低下する傾向が見られ、1ヶ月後の欠株率ではB区で高かったものの、ほぼ同様の傾向が見られた。また、1株当たりの植付本数は播種密度が多くなるほど多くなる傾向があった。

表1には、播種密度が雑穀乾物重、主要形質に及ぼす影響について示した。この結果、播種密度が多くなると、わずかに稈長が長くなる傾向が認められたが、雑穀乾物重、主要形質は播種密度とは統計的な有意差は認められなかった。

しかし、雑穀の乾物重が多くなると玄穀重が減少する傾向が見られ、欠株率と玄穀重の間には明確な負の相関が見られた。除草回数と玄穀重、播種密度の関係を見ると、E区の2回除草が350kg/10aで最も玄穀重が多く、次いでA区の無除草

表1 播種密度が主要形質に及ぼす影響

播種密度	雑草乾物重 [g/m ²]	稈長 [cm]	穂長 [cm]	玄穀重 [kg/10a]	千粒重 [g]
A	25.5	148.1	15.6	249.7	2.6
B	31.6	148.5	15.8	229.5	2.6
C	21.5	153.4	15.2	253.1	2.6
D	26.6	151.2	15.6	243.5	2.6
E	27.3	151.6	15.5	247.4	2.6

注1) 玄穀重、千粒重は水分含量13.5%に換算
2) 分散分析の結果、播種密度間に有意差はない

表2 除草回数が主要形質に及ぼす影響

除草回数	雑草量 [g/m ²]	稈長 [cm]	穂長 [cm]	玄穀重 [kg/10a]	千粒重 [g]
0回	54.9b	162.7b	14.9b	249.7a	2.54a
1回	22.8a	142.0a	15.3a	227.5a	2.62a
2回	4.0a	151.3a	16.2a	267.7a	2.58a

形質内の英文字が異なる場合には5%水準で有意である (Tukey)

が300kg / 10 a と高かったが、その他の区は150kg~250kg / 10 a の間にあり、除草回数による差は見られなかった。表2に示すように、除草回数と雑草量、主要形質への影響は、無除草は1回除草、2回除草に比較して有意に雑草量が多く、稈長は長く、穂長も短くなり、倒伏も認められた。しかし、除草回数と玄穀重、千粒重との間には有意な関係は見られなかった。

以上の結果より、多収を得るには播種粒数が多いほど良好な結果が得られたが、種子量、倒伏などを総合的に考慮すると、播種粒数は4500粒/箱(23g)が適当と考えられる。除草については小型管理機により、移植後1~2回除草を行うことで雑草量はかなり抑えられるので、除草作業の省力化が可能であり、6月下旬の移植栽培でも250kg / 10 a の玄穀重を得ることができた。

ただし、4条植の田植機では車輪の轍と植え付けた畦の一方が重なり、移植深度浅くなることから、できれば5条植えを用い、培土板やフロートと後輪の間に小型ロータや、均平板の設置を検討した方が良いと思われる。更に植え付け爪からの

苗の離れをよくするために、植え込みフォークの先端を塞いだり、床土の水分量を検討するなどの課題が残されているものの、既存機械の有効利用や労力分散などに期待が持てる技術である。特に中古農機を利用することが可能であれば、ローコストで能率的な作業が可能と考えられる。

雑穀の移植栽培での抑草効果に関する、岩手県農業研究センターの試験結果によると、移植栽培は直播栽培に比べ生育初期の雑草との競合に有利であり、その後の遮蔽効果などにより雑草の発生量が少なく直播栽培よりも収量が多くなるとされている。ただ、この試験はセルトレイ育苗を行い、3人組で手作業により移植を行ったものであり、早期の機械化が望まれている。なお、アワやキビは乾燥に弱いので、移植前に根鉢への水分補給や移植先の圃場水分状態に注意しなければならない。

3. バインダによる長稈雑穀の収穫試験

雑穀は栽培面積が大きくなると、普通型コンバインで収穫している例が見られるが、機械コストが高くなるので、中規模の栽培農家では市販の雑穀用バインダを利用している例も見られる。しかし、この機械は1.5m程度の草丈までは対応できるが、これ以上の草丈になると刈取り不能や結束不能になることがある。従って市販機にいくつか

表3 供試バインダの諸元

全長	[mm]	2100
全幅	[mm]	793,878
全高	[mm]	1280
機体質量	[kg]	130
エンジン出力	[kW/rpm]	1.6/1700
走行速度前進	[m/s]	0.55, 0.92, 1.63
走行速度後進	[m/s]	0.52
刈幅	[mm]	200
刈高さ範囲	[mm]	350
適応作物全長	[mm]	最長1500
作業能率	[分/10a]	65~115

改良を加えて、できるだけスムーズに刈取り作業を行えるよう改造してみた結果について述べる。

ベースマシンは、表3に示すような雑穀用バインダである。このバインダはイネ用のバインダを4輪タイプにし、全体の車高を30cm上げて、水稲よりも草丈が大きく、畝栽培されることもある雑穀の刈取りに対応するように製作されたものである。

供試した長稈雑穀は、草丈約2m程度のヒエやアワ等である。

本ベースマシンの改良のポイントは、1) 進行方向左側の未刈部分と刈取りする畝列の分草をしっかり行うこと、2) 刈り取った茎稈がスムーズに右側の排出方向へ移動すること、3) 結束のために集められた茎稈をスムーズに結束して排出させることである。従って、図2～図3に示すように市販の直径10mm程度の鋼棒またはパイプを利用して、左側の未刈部を分草するようにした(サイド分草かん)。横方向への押し出しは30cm程度が適当と考えられ、これ以上横へ張り出すと未刈部の茎稈が折れてしまう可能性があった。また、この分草かんは左分草デバイダの先端から伸ばす方が、より効果が大きかった。

分草された茎稈は穂重が重い場合上方がきれいに右側に導かれるとは限らない。これは市販のイネ用バインダをそのまま利用したこともあり、長稈の雑穀に対してはピックアップタインのストロークが短いことも起因している。そこで、鋼棒を用いて、ピックアップタインの上方と左側のデバイダ内側にかけてガイドを設けた。また、同じく左側の分草デバイダ先端からもう1本ガイドを設置することにより、よりスムーズに茎稈が右方へ移動するようになった。

更に、結束部等につまりが生じそうになった場合に進行方向右側に素早く茎稈が排出できるよう、図4に示すような排出棒を装着することにした。この排出棒のストロークは250mmで、は普段は中空のガイドに入っていて、必要ときに押し出しながら右側に茎稈を寄せることが出来るようにした。また、必要のない場合手を離すとバネの力で元の長さになり元に位置に戻るようにした。この動作は右手の手のひらのみで操作でき操



図2 改造後の雑穀バインダ (側面)



図3 改造後の雑穀バインダ (正面)



図4 改造後の雑穀バインダ (茎稈排出棒)

作性が向上し、初期の茎稈の詰まりをスムーズに右側へ排出する効果は高かったが、あくまでも補助的に用いるべきで、できるだけ詰まりのないような条件で刈るのが基本である。

結束する束の設定は、作物の栽植密度と走行速度との関係から適切に設定しなければ、茎稈の詰まりの原因となるので、注意しなければならない。詰まるようであれば束設定を小束にして早めの結束・排出を心がけたい。各種のガイドの効果により、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出来るようになった。

4. 普通型コンバインによるタカキビの収穫試験

海外ではグレインソルガムなどが栽培されているが、この品種は稈長が1.5m程度で穂は紡錘型で、機械収穫も比較的容易である。我が国では秋に降雨があつたりするため紡錘型の穂では水分が乾きにくいので好まれず、岩手県内ではあまりこの種は栽培されていない。県内で多く栽培されている種は稈長が3m程度になり穂が稲のようにふさふさの形で、水分も抜け易い種類で、タカキビと呼ばれている。

機械収穫での問題は、稈長が長いため前述の雑穀用バインダでは到底収穫できず、刈幅1.5mの普通型コンバインでの収穫を試みた。畝間は60cm、株間は20cmの1本立てとした。

収穫試験は、平成13年10月15～16日に岩手大学農学部附属滝沢農場（現：寒冷FSC）にて行われた。畝間は60cm、株間は20cmとし、1本立てとした。供試機はヤンマー農機株式会社製の軸流式普通コンバイン（GS320GC）で、刈幅は1.444mで、主要諸元を表4に、実験時の運転条件を表5に示す。

予備刈取り試験によって、以下の検討点が示唆されたので、改良を施した。収穫時期のタカキビは、隣接している畝同士の茎稈が錯綜している場合が多く、市販機の装備品だけでは刈取り部を最大限に上昇させても、リールの位置を上下に変えても茎稈を適切にヘッダ部に取り込むことが出来なかった。この場合は、茎を押し倒す、穂首を2

表4 供試機の諸元

全長	[mm]	4825
全幅	[mm]	1780
全高	[mm]	2310
エンジン出力	[kW/rpm]	23.5/2800
刈幅	[mm]	1444
刈高さ範囲	[mm]	-50～880
リール回転径×幅	[mm]	1000×1283
脱穀部形式		軸流式
タンク容量	[リットル]	700
作業能率	[分/10a]	18～23

表5 供試機の運転条件

送塵弁開度	4
コンケーブ	前部2枚（ダイズ用） 後部2枚（格子状）
とうみ回転速度	高い方から2つ目
チャフシーブ	CS2（前後）、後全開（1）
ロータ回転速度	ダイズ用
PFオーガ	ダイズ用
副変速	低
リール回転速度	高速
エンジン回転速度	2806rpm（無負荷時）
第1とうみ回転速度	821rpm（無負荷時）
第2とうみ回転速度	306rpm（無負荷時）
こぎ胴回転速度	377rpm（無負荷時）

度刈りするなど現象が生じ、適切な分草装置が必要であること。刈取られたタカキビの稈長がなお長く、ヘッダ部のオーガにスムーズに入りきらないため、ヘッダの最上部に何らかの仕切り板が必要であること。リールの回転軸やヘッダ部の狭い部分に茎葉が挟まり、刈取り不能に陥ることがあるので、ヘッダ部の各部には穂や茎葉が挟まる様な隙間を作らないこと等、が必要である。

以上を踏まえて、図5と図6に示すように市販機に所用の改良を施した。収穫試験の結果を表6に示す。試験時の10a当たりの総株数は約8400株で、収量の推定値は376kgであるが、茎の折れている株が約25%程度あったことやヘッダ部での損失が20%程度あったことから、実際の収量は約230kgであった。

刈取り状況については、稈長が長いことによる穂首の2度刈りがあった以外は順調に収穫することが出来た。頭部（ヘッダ部）損失が大きいのは、



図5 改造後の供試機(その1)



図6 改造後の供試機(その2)

主に2度刈りのためである。刈高さは約60cm程度であった。低く刈取ると茎葉が脱穀部に多く入り込み、脱穀・選別時の損失が大きくなるので注意が必要である。

以上、市販機に比較的簡便な改良を施してタカキビの刈取り試験を行った結果を示したが、収穫面積が増えるようであれば今後更に改良を加える必要があるが、未刈部との分草については、タカキビに限って必要なことではなく、他の雑穀に共通な事であるので、よりよい分草方法が検討されることを期待する。なお、草丈については機械収穫をするのであれば、できるだけ1.5m以下になるように、品種改良を望みたい。

表6 刈取り試験の結果

作業速度	[m/s]	0.29
平均刈高さ (標準偏差)	[cm]	63.6(4.1)
全流量	[kg/h]	2316
穀粒流量	[kg/h]	533
MOG 流量	[kg/h]	1783
単粒	[%]	98.1
枝梗付粒, 穂切れ粒	[%]	1.5
損傷粒	[%]	0.0
夾雑物	[%]	0.4
穀粒口穀粒割合	[%]	75.0
穀粒損失割合	[%]	25.0
刈残し損失割合	[%]	0.0
頭部損失割合	[%]	19.9
脱穀損失割合	[%]	5.1

5. おわりに

本報告では、田植機を利用した畑圃場ヒエの移植栽培と、収穫機について紹介した。一口に雑穀といっても様々な種類が有り、その栽培状況も多種多様である。特に収穫機については、分草をしっかり行い刈取り部までいかにロス無く穂と茎稈を導くかが鍵になるので、適切な分草かんが販売されていない場合は、現場で一工夫するのも良いかと思われる。また、畑作地では傾斜地での栽培も多く、対応する小型収穫機があっても良いと思われる。

田植機を利用した畑圃場への移植栽培は、登録農薬の殆どない雑穀栽培では、除草回数削減の観点から研究するべきテーマかと思われる。

機械化栽培上、もう一点指摘したいのは、機械化栽培に適した品種の育成である。できるだけ草丈を低く、倒伏せず穂があまり絡まないような品種の開発を望みたい。

参考文献

- 1) 武田純一ら (2002) : タカキビの機械収穫について、農業機械学会東北支部報、No.49, 43-46.
- 2) 武田純一ら (2007) : バイндаによる長稈雑穀の収穫について、農業機械学会東北支部報、No.54, 27-30.
- 3) 西 政佳ら (2007) : 田植機を利用したヒエの畑圃場への移植栽培、日作東北支部報、No.50, 137-138.