

コンバイン排出わらの収集乾燥技術について（第1報）

結束わら連結装置の開発と収集、乾燥法の改良

細木俊樹*・高野總十良*・服部昭三*・布野精治*

On the Technique of Carrying and Drying Rice Straw Harvested with Head-Feed-Combine

I. Development of Attachment (of Combine Knotter) Connecting Straw Bundle, and the Method of Carrying and Drying the Straw

Shunju Hosogi, Sōjurō Takano, Shōzō Hattori and Seiji Funo

I. 結 言

し、乾燥わらにしたものが運搬、貯蔵および取扱いの点において、はるかに優れている。このことから架干による天日乾燥を前提にし、飼料用わらの簡易な生産を目的とした収集と乾燥の省力化技術確立試験を行なったため、飼料用をはじめ堆肥用、加工用などのわら不足が問題になっている。このためその結果を報告する。

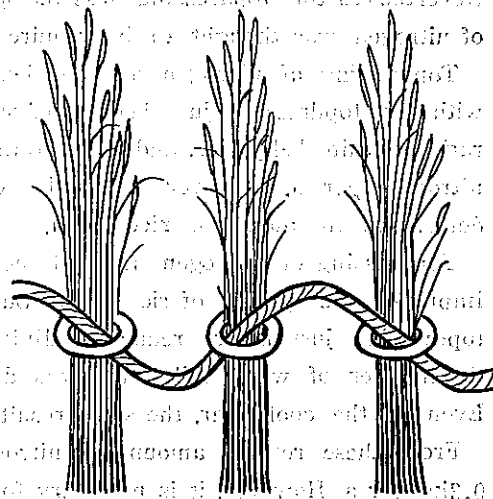
これらのわら収集と乾燥については水稻収穫時期に降雨量が少なく、しかも排水の良好な地帯では、地耐力も大きく、また天日による乾燥も容易であり、牧草収集用作業機等の利用が可能である。一方、排水の不良な地帯でもこれに対処するため、走行部をクローラにした牧草収集用作業機の改良型、また、わら収集専用機が市販され、軟弱地用の作業機もかなり改良されてきた。さらに乾燥わらにすることが困難な場合には、ホリパック²⁾ やスタックサイロ³⁾ などのサイレーン¹⁾ にして処理するための収集、貯蔵技術が確立されつつある。既存の作業機による収集、運搬作業能率は、牧草収集用大型機の場合20~40a/hr²⁾、わら収集専用機の場合10~20a/hr¹⁾、またコンバインノッタで結束したものを運搬車によって人力で積載、荷下ろしの場合5~7a/hr²⁾ である。

本県は水稻収穫時期に比較的多雨、低温で、しかも排水不良田が多いので、飼料として加工するためにはサイレーンのほうが乾燥わらより容易である。しか

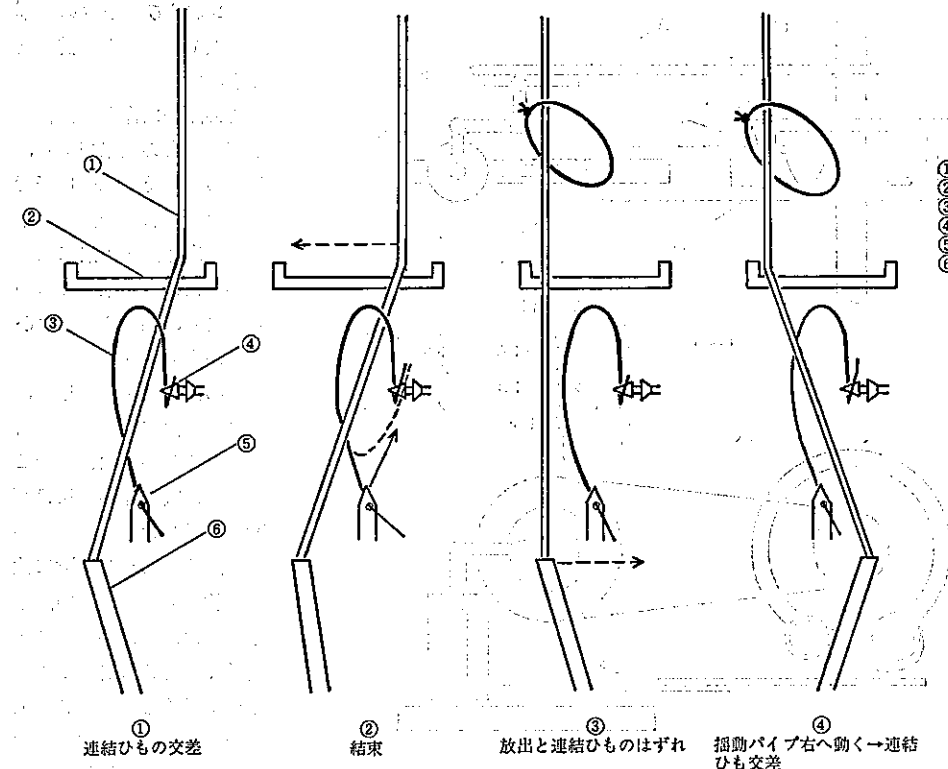
II ノッタ装着用連結装置の試作

1 連結機構（作動原理）

結束わらの連結は、結束ひもの内側に別の丈夫なひ



第1図 わら束の連結状態



第2図 作動の原理

もを通し、このひもでわら束を数珠状につなぐもので、第1図のような状態で連結される。このひもを通す作動原理は第2図のとおりである。① ホルダで保持されている結束ひもがわらを巻き、そのひもの他端はニードルで保持され、連結ひもがこれに交差する状態にある。② この時クラッチが入り、結束動作が行われると、連結ひももわらと一緒に結束され、連結ひもは結束ひもの内側に入る。③ わら束が放出される時、トリップフック側の連結ひもは揺動パイプのひも出口と同じ側（結束ひもに対して）に寄るため、新しく半輪をつくった結束ひもと連結ひもは交差しない状態になる。④ 次の結束動作が始まるまでに揺動パイプをトリップフック上の連結ひもと反対側に振り、結束ひもと交差させる。以上の①~④の作動を繰返すことによって、わら束に連結ひもが通ることになるが、ひもの通過は穂先側からと根本側から入る場合が交互になる。

2 連結装置の構造

連結装置の動力伝達経路は第3図のとおりで、結束軸（一束結束ごとに1回転）→スプロケットA（同軸）→チェーン→スプロケットB（1/2回転）→ロッド（往復運動）→縦スピンドル（揺動運動）→揺動パイプ（揺動運動）→連結ひもの順で、結束軸の回転による作動タイミングによって揺動パイプから出た連結ひもを左（右）に動かし、結束ひもと交差させることにより、結束ひもの内側に連結ひもが入るように作動する。

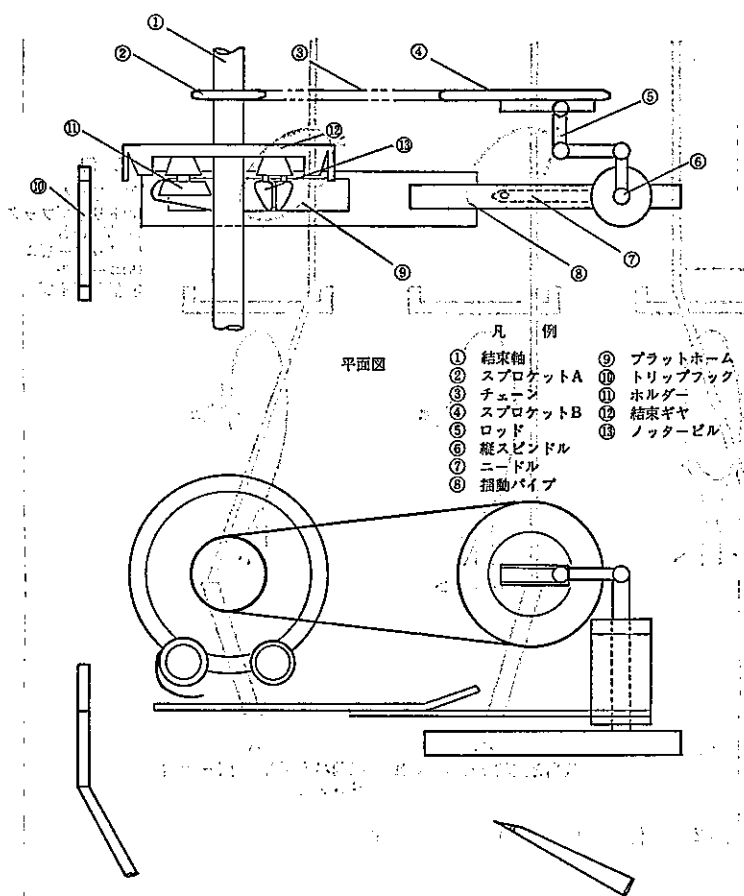
一方、連結ひもの経路は第4図のとおりで、ひも置台→タイトナ→ガイドパイプ→揺動パイプ→プラットフォームの下→トリップフック→放出わら束の順になっている。

3 連結装置の性能

この連結装置による性能試験を行ったが、試験条件、作業能率および連結精度は第1表のとおりである。作業能率はコンバインの付属機であるから、コン

* 農業機械科

注1) 島根県農業試験場成績概要集 (1977) : 13~14

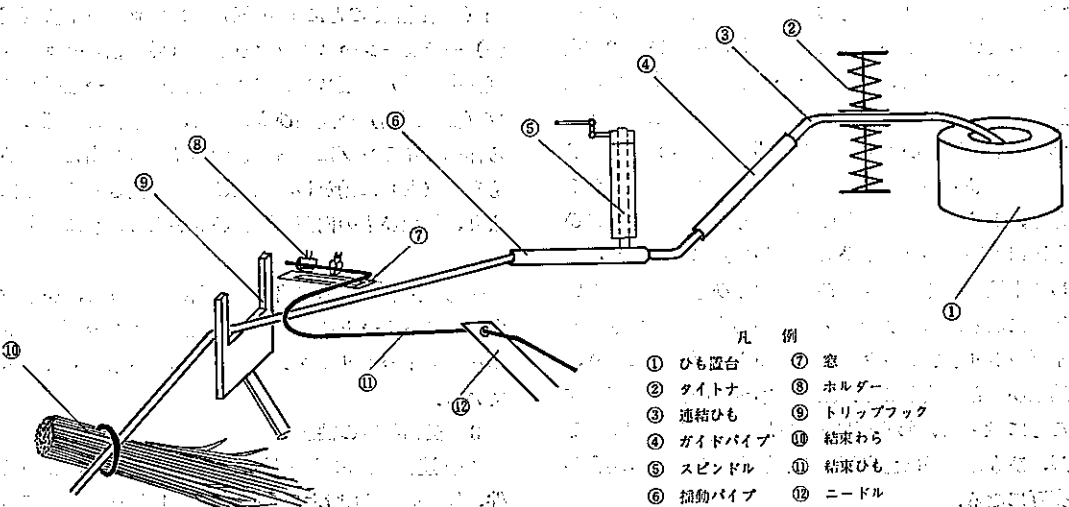


第3図 連結機構造図

バインおよびノッタの能率が上限であるとは言ってもない。

この調査は作業が比較的
不調な場合の結果であり、
装置の調整その他は良好で
あったが、わらの流入が乱
れ、放出作動が円滑になら
なかつたので結束部でのわ
ら詰まり、結束ミスおよび
連結ひものトリップフック
からのはずれが多発して、
これらを直すために休止時
間が多かかった。このこ
とから、圃場作業量14.1a/
hrと供試したコンバインの
一般的性能20~30a/hrに比
べ、約半分程度の低い能率
となった。また結束ミスと
連結ミスとの合計が7.1%
とやや多くなり、これは別
の方法で収集しなければな
らず、この作業損失はやや
大きいと考えられる。

この装置をノッタに取り
付けると、わら放出時に連
結ひもと結束ひもおよびわ



第4図 連結ひもの経路

項 目		測 定 結 果	
供 試 機 械	コンバイン	キセキ HD2000	
	ノッター	キセキ FN2000	
	連結装置	高根農試作機	
圃 場 条 件	形 状	矩 形	
	面積、長さ×幅 土壌硬度、クローラ沈下深	(a, m×m) (cm)	4.9 50.0×9.8 硬 0.8
作 物 条 件	稈 長、穂 長	(cm)	75.7 19.9
	穂 数	(本/m ²)	202
	条 間、株 間	(cm)	30, 13
	わ ら 重 (風乾重)	(kg/a)	52.7
	粗 重 (風乾重)	(kg/a)	66.8
	わら含水率 (収穫時)	(%)	68.8
作 業 条 件	ひもブレーキ強度、連結ひも、結束ひも 束の大きさ調整	(g)	50, 1200
	作 業 人 員	(人)	小束 オペレーター1, 補助者1
作 業 精 度	1 束 重 量 (風乾重)	(g)	1400
	連 結 結 束 結 束 結 束 結 束 結 束	(束, %)	23, 5.5
	結 束 結 束 結 束 結 束 結 束 結 束	(束, %)	7, 1.6
	精 小 計, 損 失 束 数, 比 率	(束, %)	30, 7.1
	度 連 結 束 数, 比 率	(束, %)	392, 92.9
	合 計 収 穫 束 数, 比 率	(束, %)	422, 100.0
作 業 能 率	作 業 幅	(m)	1.25
	作 業 速 度	(m/s)	0.50
	総 作 業 時 間	(分, 秒)	20, 50,
	内 刈 取 時 間	(分, 秒)	7, 06,
	回 行 時 間	(分, 秒)	2, 54,
	訳 故 障 調 整 時 間	(分, 秒)	10, 50,
	圃 場 作 業 能 率	(時/10a)	0.72,
	圃 場 作 業 量	(a/時)	14.1
	理 論 作 業 量	(a/時)	22.5
	圃 場 作 業 効 率	(%)	62.7

らとの摩擦抵抗、特に結束ひもの摩擦抵抗が大きくなり、この影響で放出力を低下させると考えられ、放出不良とノッタビレでのひものはなし不良によって結束ミスが生じやすくなると推定される。このことは予備調査において観察された次のことから裏付けられる。結束ひもおよび連結ひものブレーキを強くした場合、また結束位置の径が大きい場合においてノッタビ

ルのひもはなし不良による結束ミスの多発がみられ、このため作業を中断してビレ部のひも切れの処置を行わねばならなかった。さらに作業速度を早くして、わらの流量を多くした場合、また、わら含水率が高く、わらのさばきが悪い場合も同様な結果がみられた。これを防止するには、わらの流れをスムーズにするようにパッカまでのガイド装置改良と放出アームの放出力

を強化することが必要である。

Ⅲ 連結わら束の収集、運搬、乾燥作業技術体系

1 作業体系

連結したわら束による乾燥わら生産の作業体系は第2表のような構想である。

第2表 作業体系

機械等	コンバインノッタと連結装置	トラクタまたは運搬車とフック	簡易わら架	トラック
作業	結束わらの連結	収集運搬	連結ひも掛けと架干し	架おろしと運搬



第5図 収集作業前のわら束、地干列

収集作業は第5図のように連結ひもを通して圃場内に放置したわらを1~2日間ぐらい地干しを行い、予乾したわらを、トラクタ等走行車の後部に取付けたフックに連結ひもをかけて田面を引きずりながら収集する。この時わら束は連結ひもを滑って後方に集まる。架掛けは地面に倒したわら架に連結ひもの一端を引掛け、このわら架をトラクタのローダ等で引起すことにより架干し労力の節減をはかろうとするものである。

2 トラクタによる収集作業

収集作業の試験条件とその能率は第3表のとおりである。供試前のわら束地干列の状態は前記第5図のとおりで、コンバイン収穫作業中結束わら放出時に、わら束の乱れを生じないように人力で補助したため、整

然とした地干列となった。収集作業は地干し3日後に行ったが、収集する前に準備作業として、架干しに便利のように連結を10束と15束単位として連結ひもを切り、その両端を結束ひもに人力で結んだ。この準備作業の時間はトラクタによる収集時間と同程度かかったため、作業量は22.8 a/hrとなった。

この収集作業能率は牧草用大型作業機の20~40 a/hrと比較してもあまり差はなく、中型トラクタと簡単な器具だけの作業ということから有利な作業法である。

しかし、作業の円滑化、能率化および資材費節減など若干の問題がある。すなわち第1に架干しには約1m間隔に並んでいる結束わらを、間隔のないように連接させておかねばならない。このためには収集時にわら束が連結ひもを滑らなければならないが、供試コンバインの場合、わら束の地干列は穂側が必ず連結ひもの右側(進行方向に対して)にあり、結束ひものねじれができないようにしなければならない。現在の連結装置では、わら束放出時に抵抗が増大するので、調整と作物条件が不良の場合には地干列の乱れが多少発生する恐れがある。

第2に架干しのため10~15束を一連とするが、この処理を人力で行うため収集作業の能率が低下している。第3に連結ひもが10a当り900~1,000m必要で、約2,000円かかる点も単価の低い飼料用わらにとっては問題がある。

以上のことはノッタと連結装置の改良、さらに付加装置の開発にまたねばならないので今後の研究課題である。

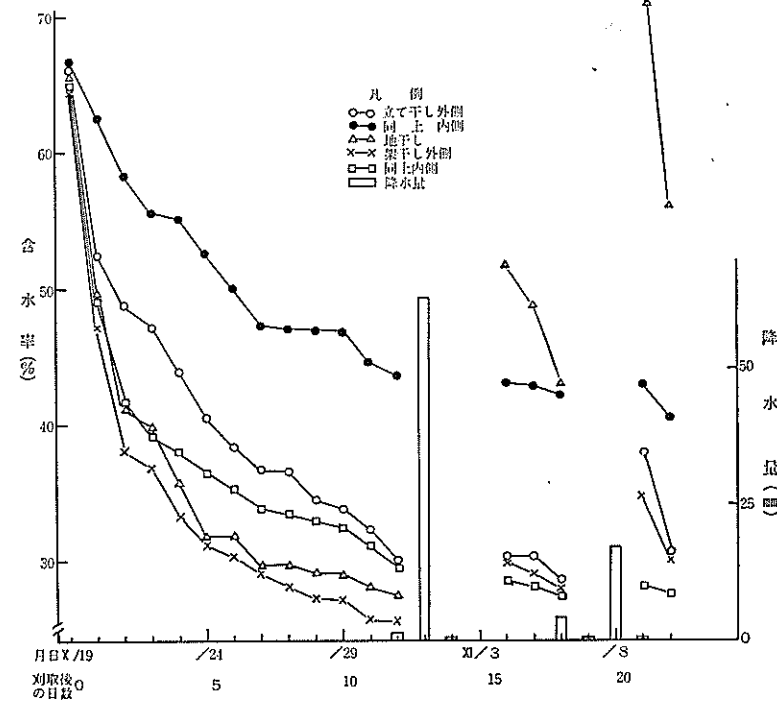
3 連結わら束の含水率変化

1) 試験方法

試験区は地干し、立干し、架干しの3区とし、立干し、架干しは内側と外側に区分した。地干し区は連結束を刈株上に横に置いた。立干し区は中心に2束を置き、その外側を10束で巻いて全体を軽くひもでしばり、立てて干した。架干し区は連結されたわら束を三角架に吊り下げたが、外側と中心部の乾燥状態を明確にするため、中心部に20束を掛け、その外側を円錐状に巻くようにして100束を掛け、更にその外周を20束で巻き、調査は中心部と最外側のそれぞれ20束について行った。供試材料は前項の試験で収集したわら束を使用した。含水率は毎日(降雨日は除く)15時に各区全重を秤量し、供試前に測定した含水率から算出し

第3表 収集作業能率

項目		測定結果
供試機械	収集運搬車	車輪型乗用トラクタ(25PS) (けん引桿、フック)
圃場条件	形状 面積、長さ×幅	矩形 7.17 62.1×11.6
	土壌硬度、車輪沈下深	硬 1.5
作業条件	わら重	(kg) 551
	わら含水率	(%) 39
	列間隔	(m) 1.16
	列数	(列) 8
	束数	(束) 500
作業能率	一連の束数	(束) 10と15
	作業人員	(人) 2
	総作業時間	(分、秒) 18, 52
	内 収集準備時間	(分、秒) 9, 30
	収 収集運搬時間	(分、秒) 9, 22
	圃場作業能率	(時/10a) 0.44
	圃場作業量	(a/時) 22.8



第6図 天日乾燥法の種類とわら含水率の推移

2) 試験結果および考察

試験結果は第6図のとおりである。試験を実施した1977年の9月、10月は特に好天に恵まれ田面の乾燥もよく、この試験でも収穫日の10月19日から12日間は無降雨であった。そのため全般に乾燥が早く、なかでも架干し区外側と地干し区が含水率の低下が最も大きく、架干し区は内外側とも12日後には含水率が26~28%まで低下した。また降雨による含水率の増加は地干し区が最も大きく、架干し区の外側は立干し区外側と同程度に小さく、架干し区内側が最も小さかった。さ

らに降雨後における含水率の低下も架干し区が早く、降雨後3日で内外側とも30%以下になった。架干し区はその中心部と外側部では含水率の経日変化と降雨による影響も異なるが、その差は他区よりはるかに小さく、また地干し区と立干し区内側においては変質したが、架干し区は内、外側ともに変質せず、他の方法より明らかに優れていた。この試験では、収穫後22日までの調査であり、含水率は架干し区外側で最低が26%であったが、従来の架干し稲では冬季の季節風が吹くと収納、脱くすかれ、わらも加工用として保存されることからみて、季節風により急速に乾燥するのでこの場合も、季節風の吹く時期まで架干しを続けることによって、長期貯蔵に耐える含水率15%以下になることが可能と考えられる。

IV 摘 要

コンバイン排出わらの収集と乾燥のため、コンバインノッタで結束されるわら束を別のひもで連結する装置を試作した。この装置の性能とこれを使用したときの収集乾燥作業について次の結果を得た。

1 この装置はノッタの結束軸に取付け、連結ひもはノッタの結束ひもと交差するようになるため、わら束と一緒に結束され、このひもによってわら束は連結される。

2 開発した連結装置は機構的には成功したが、こ

れをノッタに装着すると、能率がやや低下した。

3 試作した装置の作業能率は作業が不調であったため、装着時の収穫作業量は14.1 a/hr、結束、連結ミスの合計は7.1%で、能率、精度いずれもやや不良であった。

4 収集、運搬作業はトラクタのヒッチにフックを取付けて、連結ひもを引掛け、わら束を収集した。その圃場作業量は22.8 a/hrであった。

5 連結したわら束は架干しの乾燥速度が最も早く、また降雨による影響も少なかった。含水率は収穫後12日で26~28%まで低下し、この間において変質はみられなかった。

引用文献

- 1) 川崎健・金谷豊・富田貢 (1976) : コンバイン排出わら搬出法の提案, 北海道の現況から. 農業技術 31 : 198—204.
- 2) 小中俊雄 (1965) : 水田作の大型機械化作業, フラ処理作業. 機械化農業 9 ; 60—63.
- 3) 桑田幸人 (1977) : 生わらサイレーズのポリパック方式. 畜産の研究 31 : 1232—1236.
- 4) 佐藤清美 (1976) : 稲わら収集と飼料化技術の動向. 農業技術 31 : 49—52, 97—100.
- 5) 高野信雄 (1974) : 生わらの梱包サイレーズ調製. 機械化農業 10 ; 28—29.

Summary

For carrying-out-work from paddy field and drying of straw bundle, a new machinery was invented. We could connect straw bundles by combine knotter with a cord using this machinery. The results of tests using this mechanism to confirm its characteristics are as follows.

1) As this machinery is fitted with a driving shaft for knotting section and lays a cord across a binding twine, rice straws were binded with a cord. Therefore straw bundles were connected by a cord.

2) Though this machinery was successful in mechanism, the result of field experiment was unsatisfactory. The throwing power of the knotter was dropped by attaching this machinery.

3) The efficiency of connecting straw bundles by this machinery was 14.1a/hr. The ratio of both non-binded and non-connected were 7.1% of all.

4) The efficiency of carrying-out-work from paddy field was 22.8a/hr. Its method was to drag cords hanged on the hook of tractor drawbar.

5) On the drying rate of connected straw bundles in the field, the drying by hanging was the fastest among the methods tested in this experiment and the water contents were 26—28% after 12 days. They had the least water contents at raining and the quality of straw was not changed after a long time in paddy field.