

4.2 収穫機技術の概要

4.2.1 収穫機の定義、範囲

作物を収穫するための道具、機械、装置を収穫機と定義する。ここで扱う収穫機の範囲は、明治時代に手作業で使用した鎌、人力用刈取機や足踏み脱穀機から、牛馬の畜力利用による運搬台車、稲束を手で保持し穂先を投入する半自動式の動力式脱穀機、刈取り、結束、脱穀動作を併せて行う全自動式自脱式コンバインなどまで幅広く捉える。

4.2.2 収穫機の分類

また収穫物の用途としては、穀物、果樹・野菜を原形のまま食用に、もしくは飼料作物として家畜用に供する場合と、一度加工して、原形の姿を変えて飲食用もしくは工業原料、工芸用などの特用に供する場合がある。ここでは、前節の作物分類に従い、穀物、野菜・果樹、飼料作物の3分野と特用作物別に収穫機を分類して解説する。

(1) 穀物用収穫機

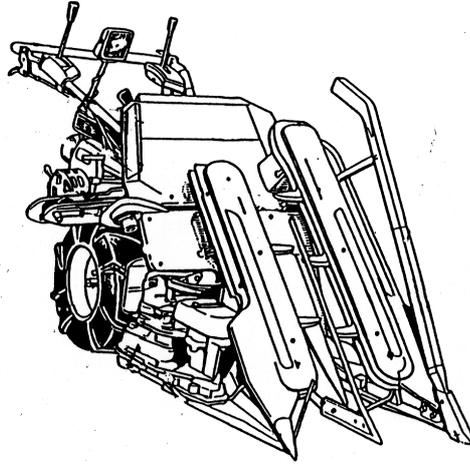
水稻収穫作業では、バインダーや自脱型コンバインなどの穀物収穫機が多く使用されている。1990年においては、わが国の作付け面積の76%で自脱型コンバインが利用され、残りの22%がバインダー、2%が普通（汎用）型コンバインで収穫されている。また、昭和45年ごろから稲作の減反、作付け転換対策がとられ、水稻から大豆、小麦、そば、飼料作物、野菜、果樹への転換が始まり、大豆用収穫機や水稻、むぎ、大豆など多種類の作物に利用できる汎用（普通）型コンバインが開発され、利用されることになった。

歴史的には、手作業の鎌に続き、作物を後方に刈り倒していく歩行型動力刈取機であるリーバが使用された。デバイダで刈幅内と隣の作物との絡まりを取り、スターホイールを回転させて作物を機体内に取り込み、取り込まれた作物は刈刃で切断し、搬送チェーンで連続的に搬送、機体側方に放出する。次にバインダーの前身として開発された刈取機の一つに遊星式集束型刈取機がある。取り扱い容易で、遊星歯車装置を用いて集束するので、倒伏作物の刈取に対応可能であるとの特長を持つことから、農家から一定の評価を勝ち得た。他には、間欠式刈取結束機がある。刈取移動、結束の一連の工程を交互に行うタイプの結束機であるが、バインダーのように、結束中に次の刈取が同時進行するわけではないので、走行部の移動と停止が繰り返され、作業効率は良くない。

バインダーの概観を図4.2.2-1に示す。作物を刈取って結束する歩行型動力刈取機である。デバイダで刈幅内と隣の作物の絡まりを取る。引き起こしチェーンが回転して倒れた作物を引き起こし、刈刃で切断する。切断された作物は、搬送チェーンで連続的に結束部に搬送される。結束部では作物が一定量に達すると結束し、穀稈を機外に放出する。

従来、稲の脱穀は重労働であり、籾を扱取る扱箸や稲束を打ちつけて手前に扱取る千歯扱などの道具が用いられた。その後、動力式脱穀機が開発された。株の根本がフィードチェーンとチェーンレールの間で保持されながら穂先のみをこぎ室に供給し、こぎ胴で脱穀される。脱穀された穀粒やわら屑は受網より漏下し、選別部に落下する。落下する過程で唐みファンからの風に当たり穀粒と塵に選別され、穀粒は一定の容器に回収され、塵は他の出口から排出されるタイプである。

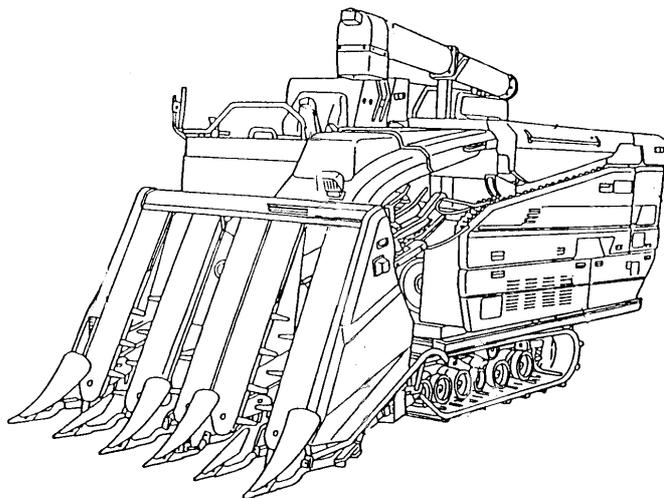
図 4.2.2-1 バインダー概観



作物を刈取る刈取部と、穀稈を搬送し、脱穀する脱穀部を組み合わせた収穫機をコンバインと呼ぶ。

歴史的には、まず現在の前面刈り自脱型コンバインの前身として、側面刈り自脱型コンバインが登場した。これは刈取が側面になるので、コンバインを投入する前に、コンバインの走行部に相当する幅の道を手刈りで確保する作業が必要であり、使用前の準備作業に労力を要する点に難点があった。その後、現在の日本独特の自脱型コンバインが開発され、1990年の普及台数は約124万台で、わが国の水稲作付け面積の76%において利用されている。水稲の標準条間30cmに対し2～6条刈の5種類の機種がある。図4.2.2-2にその概観を示す。

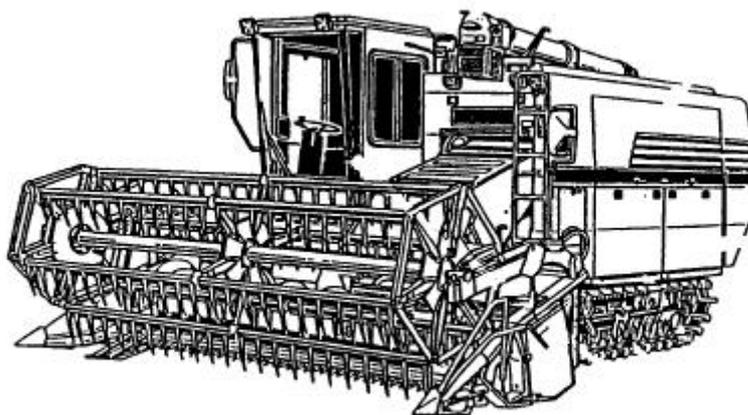
図 4.2.2-2 コンバイン概観



デバイダで刈取る作物と刈取らない作物を分けて、引き起こし装置に導く。引き起こし装置でチェーンに取り付けたタインで倒伏した作物を立てたり、作物のからみをさばきながら、作物が切断されるまで上部を支える。往復動刃による切断後、株元側はかき込みベルトによりしっかり保持・搬送され、穂先側はタイン付き穂先搬送チェーンによってゆるく保持・搬送される。次に、フィードチェーンとレールの間刈りわらを保持し、穂先がこぎ室に挿入される。こぎ胴で脱穀され、こぎ胴から漏下したものは揺動選別装置にて穀粒やわらなどに選別される。穀粒処理部では、得られた穀粒を穀粒タンクにより回収する。脱穀済みのわらはディスク型カッターで切断するのが一般的である。走行部は軟弱な水田での走行を考慮してゴムクローラ型である。

一方、普通型コンバインは、刈取った作物の全量を脱穀部に供給して脱穀するコンバインで、穂先のみを脱穀部に供給し、排わら部を持つ自脱型コンバインとは異なっている。普通型コンバインは、専用コンバインと汎用コンバインに分類される。専用コンバインは、大豆用コンバインのように単一の作物の収穫に適用されるもので、汎用コンバインは、水稲、大豆、むぎなど多くの作物の収穫に適用されるものであるが、通常普通型コンバインという時は、後者の汎用コンバインを指す。ここでは、汎用型コンバインについて解説する。図 4.2.2-3 にその概観を示す。

図 4.2.2-3 汎用型コンバイン概観



刈取られた作物は、前面のロールでヘッダー内に引き込まれ、オーガに送られる。作物は、オーガのスクリー羽根により1箇所に集められ、チェーンコンベアを経て脱穀部に供給される。脱穀部に入った作物は、こぎ胴外部に取り付けられたスクリーおよびこぎ歯により脱穀され、穀粒は細かいわら屑とともにこぎ室受網から選別部に落下し、穀粒が選別される。選別された穀粒はコンベアおよびバケットコンベアによりグレンタンクに回収される。なお、普通型コンバインの脱穀機には、扱胴が進行方向に直角の直流型と、扱胴が進行方向に平行な軸流型（スクリー型）があるが、現在市販されている普通型コンバインは、いずれも生研機構が開発されたスクリー型脱穀機構を搭載しており汎用型で

ある。

ビーンハーベスターは、大豆を収穫し、穀稈を圃場に置いていく刈取収穫機である。まず大豆は回転刃や往復動刃で刈取られ、その後突起付きチェーンあるいは突起付きゴムベルトで挟持されながら集束バケットへ搬送される。集束バケットに大豆の穀稈が一定量貯まると自動的にカムの動きによりバケットが開閉され、穀稈が圃場に落とされるようになっている。圃場の穀稈は、島立て乾燥または、にお乾燥された後に大豆脱穀機で脱穀される。また、直流型大豆専用コンバインでは、刈取られた立毛大豆は脱穀部に送られる。脱穀部には、他のコンバインで見られる受網はなく、大豆は、脱穀ロータ（こぎ胴）に取り付けられたラスプバとこぎ胴カバー内側に取り付けられた抵抗板により脱穀される。穀粒や莖莢などの脱穀物は揺動選別装置、選別ベルトや風選装置などにより選別され、穀粒は穀粒袋に回収される。一方、軸流型のコンバインでは、前述の米麦などの穀粒と同様に脱穀される。なお、詳細な仕様ならびに性能に関しては、農林水産省園芸局畑作振興課作成の大豆のコンバイン収穫マニュアル（平成6年10月作成）を参照されたい。

(2) 野菜・果樹用収穫機

わが国の野菜栽培面積は、昭和59年に771,000ha、平成6年に734,000ha、平成10年に640,000haと次第に減少してきている。その原因の一つとして、野菜生産者の高齢化による労働力不足があげられ、今後ともこの傾向が続くと予測されている。野菜生産に要する10a当たりの労働時間は、施設野菜作で約480時間、露地野菜作で約270時間と、稲作の約60時間と比べて長い。このうち、収穫・調整に要する時間の割合が2分の1～3分の1とかなり大きく、労働負担も大きい。この対策として、野菜収穫機が開発されてきた。しかしながら、野菜収穫機開発の現状は表4.2.2-1に示されるように、最も機械化の進んでいる根菜類でも、一部の地域、作業における機械化にとどまっております。葉茎菜類では開発機が2、3機種投入され評価している段階で、果菜類に至っては開発の緒についたばかりであり十分なものではない。以下個別の収穫機の概要を述べる。

表 4.2.2-1 野菜収穫機の開発状況

種別	根菜				葉茎菜		
	だいこん	にんじん	さといも	ばれいしょ	たまねぎ	キャベツ	はくさい
収穫機							
種別	葉茎菜			果菜			
	レタス	ほうれんそう	ねぎ	きゅうり	トマト	なす	ピーマン
収穫機				×	×	×	×

(注) : 多くの場所で機械が利用されているが、より高機能化が期待されている。

: 一部の地域、作業で機械が利用されているが、労働負担が大きい、または性能向上が期待されている。

× : 手作業または補助的な機械が利用されている

根菜類収穫機として、いも類収穫機がある。これには、コンベア型自走式掘取機と自走式収穫機の2機種がある。前者の掘取機は、ばれいしょ、かんしょ、さといもなどのいも類の収穫に利用され、掘取刃で土とともにいも類を掘上げ、コンベアで搬送しながら、土を篩い、掘上げた根菜類を地表面に置いていく機械である。後者の自走式は、かんしょ、ばれいしょなどを土壌とともに掘上げ、土砂を分離していもを収容する機械であり、ばれ

いしょ用の自走式大形収穫機（ポテトハーベスター）が大規模経営の行われている北海道で主として使用されている。

長いも掘取機は、地表面下1mにも達する長さの長いもを掘取るための、土木工事用のトレンチャを改造した人力補助作業付の自走式収穫機である。脇掘り用オーガ付掘取機では、長いもの脇を掘削チェーンにより掘削していき、その溝に入って長いもを人力で掘取る。土壌の埋め戻しのため、次に掘り上げる土壌を、先に長いもを収穫した隣の溝に、掘削チェーンの後部に装着したオーガにより埋め戻している。

ごぼう収穫機は、ごぼうの葉をフレールモアなどで粉碎処理した後で、土中深さ1m程度のごぼうを引き抜き搬出する自走式乗用型収穫機である。振動式掘取り刃でごぼうを土中より浮かし、浮いたごぼうを挟持ベルトで拾い上げ收容する。ごぼうの收容部は上段、下段の2段コンベアからなる。上部コンベアで補助作業者が土砂などの分離や選別作業を行った後、ごぼうを下部コンベアに送る人力補助作業付の収穫機である。

にんじん収穫機は、にんじんを掘取、葉切りを行って、コンテナに收容し、圃場内を運搬する自走式乗用型収穫機である。掘取刃でにんじんの周囲を柔らかくした後、引き抜きベルトでにんじんの葉を挟持して引き抜く。引き抜きベルトで搬送されたにんじんは、葉の切断位置を一定にそろえ、切断刃で葉が切断される。その後、コンベアで搬送中に人力で不良品が選別除去されて、コンテナに收容される。

だいこん収穫機は、振動刃で土壌を膨軟にした後、スポンジ製の引き抜き・搬送ベルトでだいこんの葉または根部を挟持して搬送し、コンテナに収納するタイプの自走式乗用型収穫機である。コンテナへの收容は補助作業者が人力で行う。2a/時程度の能率で処理することのできる乗用型収穫機である。作業能率は人力の3倍で、マルチ栽培にも対応可能な機器も開発されている。

葉茎菜類収穫機として種々のタイプのたまねぎ収穫機がある。たまねぎ収穫には、根切り機、ディガ、ピッカ、タッパ付ピッカやハーベスターがそれぞれの用途に応じて使用される。根切り機は、収穫の予備作業用として地下数cmのところにあるたまねぎの根を広幅のカッターバーで確実に切断し、球を浮かせることなく安定した状態に保ち、収穫前の球茎、熟度をそろえるための機械でありトラクタ牽引式である。ディガは、たまねぎの掘取機であり、トラクタで牽引される。掘取られたたまねぎは、上部にコンベア搬送されて、地干しするため集列されていく。ピッカは、たまねぎの掘取り、かき込み、バーコンベアやエレベータによる搬送、コンテナへの積み込みを行うトラクタ牽引型の収穫機である。次いで、螺旋付ローラを使用してタッピングするタッパ付ピッカがある。たまねぎはローラ上を移動しながら茎葉が下方に引き込まれ、その姿勢が制御され、ローラの端のディスクナイフで茎葉を切断することによりタッピングされる。ハーベスターはタッパ付ピッカなどと同じ性能を持つ。また、葉切り装置付歩行型小型たまねぎハーベスターも利用されている。その葉切り作業は、たまねぎを掘取刃で浮かし掘りした後、分草板で寄せた茎葉を引き抜き部のスポンジベルトで挟持して行う。搬送ベルトにより葉切り部に運ばれたたまねぎの茎葉を、任意の長さに調節して切断する。茎葉の切断されたたまねぎは、整列ベルトにより一定の向きで圃場に並べられ、切り取られた葉は機体外面に放出される。

しろねぎ収穫機は、しろねぎを掘取り、土を落として搬送し、収納する自走式乗用型収穫機である。掘取刃でねぎを掘取り、掘取ったねぎの葉を挟持して搬送するベルトコンベ

アとこれに同期して根と土を持ち上げるコンベアがあり、搬送過程で根についた土は強制的に落とされ、ねぎの姿勢がそろえられて根切り、葉切り装置で不用部を切り落とされ、収穫物がコンテナに収納される。手作業の約3倍の能率がある。

キャベツの収穫作業を2a/時以上の能率で行うことができる自走式乗用型キャベツ収穫機が開発されている。従来手作業の約3.5倍の能率で作業ができる。キャベツを取り込む2枚の回転円板と、茎を挟んで引き抜く2本のスクリューを備えている。キャベツは搬送途中で回転刃により土のついた根を切り落とされ、さらに第2の回転刃で外葉を除去される。収穫されたキャベツは、後部のコンテナに収納される。

はくさい収穫機は、畝面センサを搭載し、回転刃で地上すれすれの根と外葉を切断し、スポンジゴムベルトではくさいの結球部を挟んで機上に拾い上げ、これをコンテナに収納するタイプの自走式乗用型収穫機である。この時、コンテナの取り替え、移送は補助作業者が行う。一畝一条用のものが開発されている。

非結球性葉菜収穫機は、ほうれんそうなどの葉菜を収穫、収納する自走乗用式収穫機である。分草機で葉を分け、掘取深さ自動制御用センサで設定した深さで掘上刃を前後にバイプレートして、ほうれんそうを掘上げて、スポンジベルトで挟持して搬送し、後方の収納コンテナへ収納する。作業能率は手作業の2倍である。

いちご収穫作業車は、ハウス内のいちご収穫作業を楽な姿勢で行えて、適切に速度を調節できる走行部、座った状態で収穫作業ができる座席および収穫物の積載装置を備えた電動式乗用型作業車である。

加工用トマト収穫機には、一挙収穫を行う自走式、牽引式の全自動式収穫機と作物を人力で供給し、機械で果実を振るい落とし、手選別する半自動式収穫機が使用されている。クローラ型多目的作業車に装着の一挙収穫装置では、株元から切り取った作物全体を振動機の上に載せて果実を振るい落とし、コンベアの輸送途中および終端の選別台で未熟果などを除去する。選別された果実は選別台下のコンテナなどに落とし、定量に満たした箱を荷台部に横移動する。

果実収穫機は、稲などに比べてかなり遅れている。その理由としては、樹種によって栽培様式が多様であること、傾斜園地栽培が多く、密植栽培であるなどのため機械の走行空間が制限されることがあげられる。このような中で下記に述べる高所果実収穫作業機が普及している。直接的に作業を行うわけではないので、大幅な能率の向上は期待できないが、軽労化にはつながっている。高所果実収穫作業機は、クローラーまたは総輪駆動による走行部、昇降装置により上下するデッキおよびその上で旋回かつ上下する高所作業用作業台を備えた収穫作業機である。脚立を利用した慣行作業に比べて約13%作業能率が向上し、収穫作業の能率化と軽労化が図られている。

また、振動収穫機もうめの収穫に使用されている。果実のついている枝に振動を与えて、果実を落下させるため、対象とする枝を把手する把手部、伸縮自在の腕部および振動を発生する駆動エンジン部からなる可搬形の振動収穫機である。作業能率は、2.0~2.5a/時である。