

II 菜種生産技術

1. 菜種の国内生産に特に取り組む理由

そのほとんどを輸入に頼る菜種油の原料になる菜種の生産に取り組む理由について考えてみる。

1) ディーゼルエンジンには植物油が活用できる

1900年に開催された第1回万国博覧会において、落花生（ピーナッツ）油をルドルフ・ディーゼルがディーゼルエンジン用燃料として使用した（S.V.O.: ストレート・ベジタブル・オイル）。このことから分かるように、ひまわり油、菜種油や大豆油等の植物油をディーゼルエンジン用燃料とすることは、現在でも植物油を加熱して供給する等の方策によって可能である。この植物油をメタノールとのエステル交換によって脂肪酸メチルエステルに変換すると、動粘度が軽油に近くなる。また、ディーゼルエンジン用燃料としては、高圧縮された空気内に吹き込んだ時に燃料自体が着火する特性（セタン価）の高いことが求められる。この脂肪酸メチルエステルのセタン価は軽油と同程度に高いので、エステル交換によって植物油をディーゼルエンジンに適した燃料にすることができる。

2) 「菜種」は採油性が高い

国内で栽培される油糧作物としては「ナタネ」、「ヒマワリ」、「ゴマ」、「ラッカセイ」等がある。これら油糧作物の中でも「ナタネ」は“アブラナ”とも呼ばれるように、単位面積当たりの平均的な油収量 1.02t/ha（2005年 FAOSTAT による平均搾油部位収量 t/ha と油含有率%より算出）が比較的大きい部類に入る。「ナタネ」は「ラッカセイ」1.09t/ha より僅かに少なく、「ヒマワリ」0.74t/ha よりも多く、「ダイズ」0.48t/ha よりかなり多い。国外の油糧作物としては、「オイルパーム」や「ジャトロファ」がよく知られている。「オイルパーム」は 3.84t/ha と「ナタネ」より断然多いが、「ジャトロファ」は 0.48—0.71t/ha と「ナタネ」より少ない。（以上、中央農業総合研究センターバイオマス資源循環研究チーム作成資料より。）ただし、「オイルパーム」を原料とした B.D.F. は気温の比較的低い我が国では流動性が悪くなりやすい。

3) 「菜種」は作りやすい

「菜種」は他の油糧作物と比べると耐湿性が強く、種子も F1 でない（毎年収穫も容易であること）等、その栽培が我が国の自然に合っており、また、作業の機械化が容易なため、地域で取り組みやすい作物である。また、菜種は冬作物であり、数少ない利点のある作物である。一方、ヒマワリは夏作物であるため他作物との競合が大きく、関東では苗立期に梅雨、収穫期に秋雨の被害に会いやすい作物である。また、コ

ンバイン収穫時にヘッドロスを起こしやすい等、機械作業上の課題があり、現在のところ国内で安定生産するには至っていない。

4) 菜種生産量の推移と搾油技術

江戸時代に入ってから、油菜が広く全国的に作付けされるようになった。以来、菜の花畑が唱歌や俳句で誰もが知っている程に懐かしい日本的風景となってきた。しかし、1961年の大豆輸入自由化に象徴される自由化政策に伴って我が国の菜種栽培は著しく減少し、1971年の菜種自由化により激減した。更に、我が国の従来品種はWHO（勧告 1977）で心臓病によくないと言うエルシン酸を多く含んでいたため、無エルシン酸の品種やそれから製造された安価な菜種油の流入に最早、抗する術を持つことができなかつた。結局、1957年に26万haあった我が国の菜種栽培面積は1990年以降1,000haを切っている。そのため、搾油施設は数えられるほどに少なくなったが、それでも搾油技術は国内に残されており、未だ地域で取り組むことができる。

5) 菜種及び菜種油の産地形成への期待

エルシン酸を含まない菜種品種が東北農業研究センターで育成されたので、全国各地に“菜の花プロジェクト”が発足して、再び国内各地に菜種及び菜種油の産地形成が行われることを期待できる。「わが国はなたねを種子で毎年200万t強輸入し、菜種油を約90万t生産している。これに対し、国内のなたね収穫量は約1,000tであるので、自給率は0.05%となる。輸入量のおよそ80%はカナダ、20%はオーストラリアからである。」²⁾したがって、国内で菜種の産地形成を図ることができれば、菜種油の自給率向上にも資することが期待できる。

2. 菜種の栽培管理技術

菜種の栽培管理技術について、栽培とその機械化技術の要点、実例、問題点とその解決方法を掲げる。これによって菜種栽培管理技術の指針とする。

栽培技術と機械化栽培体系の例を表1及び図1、図2に掲げる。

これらに見られる通り、作業は概ね、

- ①石灰・基肥散布、溝掘り、耕耘等播種床造成作業、②播種、(覆土)、(除草剤散布)、
- ③追肥、④収穫

の順に行われる。ただし、耕耘・施肥・播種を同時作業で行う方法もある。

当第Ⅱ章では、④収穫以前の栽培管理と④以後の収穫・乾燥・調製の二つに分けて、それぞれのこととし、ここでは①～③における栽培管理技術の要点について述べる。

1) 栽培暦

菜種の栽培については、通常各地域に適した栽培暦があるので、これに基づいて作業等を計画・実施する。その一例を図3に掲げる。ただし、同じ地域であっても北部・南部や平地・山地等によって変わり得るので、計画・実施に当たっては農業改良普及指導センター等の指導を受けるようにする。

2) 品種の選定

(1) 食用油用菜種品種の特性

国内で栽培する菜種品種としては、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構東北農業研究センター育成の無エルシン酸品種「キザキノナタネ」、「キラリボシ」及び「ななしきぶ」が推奨される。これらの国内で栽培する食用油用菜種品種の特性は、表2の通りである。これらの特性は、以下の通りに要約される。

①「キザキノナタネ」

「キザキノナタネ」(なたね農林47号)は作物体が大きいので収量性が高く、耐寒・耐雪性、菌核病抵抗性共に強い。やや晩生であり、東北地方北部から北海道一円に適する。関東地方では成熟期がやや遅く、梅雨に遭遇しやすい傾向がある。北海道の秋播き用として力を発揮するであろう。

なお、「キザキノナタネ」はダブルロー(心機能に障害をもたらす恐れのあるエルシン酸を含まず、家畜の甲状腺肥大の原因物質となり得るグルコシノレート含量の低い)品種ではなく、茎葉に辛味があり、イノシン等の食害を受けにくいと言われる。

②「キラリボシ」

「キラリボシ」(なたね農林48号)は、作物体は「キザキノナタネ」より若干小さく、それより早生である(中生)。東北地方南部の平坦地が適地である。北海

菜の花プロジェクトの循環過程－栽培～収穫－

菜種栽培(9月下旬～10月初旬)



- 栽培時
 - 基肥:10アール当り
 - ・苦土石灰 100kg ・EM有機 35kg
 - ・PK化成 2号 20kg (発酵糞糞300kg)
 - 畝立て: 麦と同様
 - 播種: 500g～700g/10a
 - 散粒機または動力散布機を利用
- 追肥
 - 12月と3月に硫酸を散布(生育状況に応じて開花期にも散布)



基肥散布



畝立て、排水対策は十分にずる



播種作業

図1 菜種の栽培から収穫まで(1)(あいうエコブラザ菜の花館)



図2 菜種の栽培から収穫まで(2)(あいうエコブラザ菜の花館)

搾油用菜の花 栽培ごよみ(一例)

作成 / 洲本市役所農政課

指導 / 南淡路農業改良普及センター・JA淡路日の出五色支店

月別	旬別	生育過程	作業管理	詳細・備考	
9月	上	}	元肥施用 額線明渠	堆肥は早期施用が望ましい 水はけが悪い圃場は、額線明渠を施工すると良い	
	中		耕うん(砕土は十分に) 畝立て(谷差し)	雑草が繁茂しないよう 畝(谷)間隔は3.5~5m, 排水対策は特に重要となる	
	下				
10月	上	}	播種(手回し散粒機使用)	ばら撒きで1kg / 10a, ばら撒きにより雑草抑制 覆土は帚で掃く程度に薄く(水田ハロー等使用) 播種前後の天候に注意(播種後に少雨が望ましい)	
	中		覆土直後に除草剤散布	雑草に負けないように	
	下				
11月	上 中 下	莖葉伸長期	○施肥例(10aあたり)		
12月	上 中 下		元肥	完熟堆肥	2~3t
	中 下			くみあい化成48号	50kg
1月	上 中 下	越冬期	苦土石灰	100kg	
	上 中 下		追肥1 硫安	10kg	
2月	上 中 下	}	追肥2 硫安	10kg	
	上 中 下		追肥1(必要に応じて)	葉や莖に当たらないように施用する	
3月	上 中 下	莖立ち 抽苔期	追肥2(必要に応じて)	葉や莖に当たらないように施用する	
	上 中 下				
4月		開花期			
5月		成熟期	排水確認	水稲作付水田からの浸水に注意(収穫遅延に繋がる)	
6月	上	収穫期	}	収穫適期・乾燥調整	コンバインでの収穫の場合、ほとんどの莢が水分を失い、 一部の莢が少し弾けるくらい成熟すれば収穫適期
	中			(梅雨入りまでが望ましい)	収穫物はコンバインから排出後、速やかに乾燥調整
	下				



図3 洲本市菜の花
エコプロジェクト

発行日 平成21年3月

発行者 洲本市役所農林水産部農政課

表1 関東地方における機械栽培体系の例³⁾

暦日	生育ステージ	作業	備考
10月		額縁明渠 弾丸暗渠 石灰散布 耕うん 耕うん・施肥・播種 除草剤散布	消石灰60kg/10a程度 ロータリー 小明渠浅耕播種機 うね幅33cm, 播種量300～500g/10a 平型肥料で窒素6～8kg/10a程度 トリフルラリン乳剤250ml/10a
1月～	厳寒期(霜柱)		
3月上旬		追肥	窒素4kg/10a程度
3月～	抽苔期		
4月中旬	開花始期		
5月上旬	開花終期		
6月上旬	(手刈り収穫期)		
6月中旬		コンバイン収穫 残渣細断・すき込み	普通型コンバイン

注 栽培品種はキラリボシを用いた

表2

品種の選定(表)

■栽培地の環境に応じた品種を選定(表の「適地」を参照)。

■東北農業研究センターが育成した表の品種は、栄養学的に好ましくないエルシン酸をほとんど油中に含まないので、推奨される。

■なたねは原則として自家採種をせず、隔離採種圃で増殖した種子を購入する。

(購入先一覧：<http://tohoku.naro.affrc.go.jp/seika/hinsyu/seed.html>)

表. 搾油用なたね品種の特性(エルシン酸をほとんど含まない。東北農研(盛岡市)のデータ)

品種 ¹⁾	抽苔期 (月日)	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	草丈 (cm)	収量性 (kg/a)	千粒重 (g)	適地	主な栽培県
キザキノナタネ	4.20	5.4	7.5	154	多(37.8)	3.9	東北地方北部	青森県、北海道
キラリボシ	4.19	5.5	6.28	135	やや多(29.9)	3.4	東北地方南部	山形県
ななしきぶ	4.12	5.2	7.2	126	多(35.5)	3.6	関東以西	滋賀県

1)各品種の登録申請時のデータなどを参照した。

品種	成熟期	耐寒雪性	菌核病抵抗性	その他
キザキノナタネ	やや晩生	強	強	日本で最も多く作付け
キラリボシ	中生	やや強	やや強	絞り粕は飼料に適する
ななしきぶ	中生	やや強	やや強	東南北部少雪地帯にも適する

東北農業研究センター「なたね栽培の手引き(東北地方向け)」2008.3 より

道の春播き用として、また、関東地方などの梅雨が来る地方にも使える。

なお、「キラリボシ」は国内初、現在では唯一のダブルロー品種であり、搾り粕が飼料用にも適する。しかし、鳥害に会いやすいとされる。

③「ななしきぶ」

「ななしきぶ」(なたね農林 49 号)は、成熟期(中生)及び耐寒雪性・菌核病抵抗性(共にやや強い)は「キラリボシ」と同様であるが、収量性はそれより高い。関東以西が栽培適地で、東北地方南部少雪地帯にも適する。

④その他の品種

以上の3品種の他には「アサカノナタネ」(なたね農林 46 号)と「菜々みどり」を挙げることができるが、前者は菌核病に弱く、耐寒雪性も中程度で、後者は搾油用ではなく野菜(ナバナ)として青森県内で栽培されている。何れも東北農業研究センター育成の無エルシン酸品種である。

(2) 東北農業研究センター育成品種の菜種種子の入手先

東北農業研究センターが育成した菜種品種の種子の入手先は、表3及び表4の通りである。

なお、東北農業研究センターでは各地域に適した、収量性の高い、ダブルロー品種を育成中である。

(3) 菜種種子の更新

菜種の種子は原則として毎年更新する(原種を購入する)。アブラナ科植物は交雑しやすいので、付近にエルシン酸ナタネ品種、カラシナなどがあると種子のエルシン酸含有率が増える可能性がある。このため、止むを得ず自家採種する場合には、周辺のアブラナ科植物を極力除去して隔離圃場並にすると共に、自家採種の繰り返しは避ける必要がある。

3) 湿害回避・冠水害軽減技術

(1) 菜種の特性

菜種は油糧作物としては耐湿性が強いが、種子の栄養分である脂肪は酸素がないと分解できないので、水をかぶって種の周りに酸素がないと発芽がかなり阻害される。このため、初期(発芽・出芽時期)に湿害(冠水害)を受けると被害が大きくなる。

表 3

許諾契約先：種子を正式に販売しているところ			
キザキノナタネ 育成者権は平成 19年6月まで	(社)青森県農産物改良協会 (青森県内のみ配布)	030-0852 青森市大字大野字前田87-1	TEL017-729-8600
	(社)北海道総合研究調査会	060-0004 北海道札幌市中央区北四条西6丁目1 毎日札幌会館3階	TEL011-222-3669
アサカノナタネ 育成者権は平成 19年6月まで	福島県米改良協会	980-231 福島市飯坂町平野字三枚長1-1 JA福島ビル内	TEL024-554-3520
キラリボシ	山形県三川町(役場農政課)	997-1301 山形県東田川郡三川町大字横山 字西田85	TEL011-222-3669
	(社)北海道総合研究調査会	060-0004 北海道札幌市中央区北四条西6丁目1 毎日札幌会館3階	TEL011-222-3669
ななしきぶ	滋賀県種苗生産販売協同組 合	520-0047 滋賀県大津市浜大津3-7-20 (株)滋賀種苗内	TEL0775-24-3394

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 寒冷地特産作物研究チーム長
東北農業研究センター 本田 裕

表 4 育成した品種の種子入手先リスト (2009年9月1日現在)
東北農業研究センター「なたね栽培の手引き(東北地方向け)」2008.3より

なたね			
キラリボシ	(社)北海道総合研究調 査会*	060-0004 札幌市中央区北4条西6丁目1 毎日札幌会館3階	011-222-3669
	(有)影山製油所	693-0035 島根県出雲市芦渡町583-1	0853-21-1948
	三川町キラリボシ振興協 議会	997-1322 山形県東田川郡三川町 大字土口字村中121	0235-66-2012
	特定非営利活動法人 バイオライフ	301-0033 茨城県龍ヶ崎市佐貫町 字蛭川629-2	0297-65-8864
	特定非営利活動法人 知音	990-2404 山形県山形市八森字中坪49-1	023-635-3804
ななしきぶ	滋賀県種苗生産販売協 同組合*	520-0047 滋賀県大津市浜大津3-7-20 (株)滋賀種苗内	077-524-3394
	(有)影山製油所	693-0035 島根県出雲市芦渡町583-1	0853-21-1948

1. 商行為を目的として種子を無断で増殖すると種苗法違反になりますので、事前に東北農業研究センター(TEL 019-643-3406)にご照会ください。
2. *が付いている照会先は、提供条件がありますので、各々ご確認下さい。

[お問い合わせ先] 東北農業研究センター 企画管理部 情報広報課

TEL 019-643-3414 FAX 019-643-3588 <http://tohoku.naro.affrc.go.jp/>

(2) 生育初期の湿害回避

菜種は水田転換畑のような水田跡に作付けされることが多い。この場合、初期の湿害（冠水害）の回避が特に重要である。そのためには、菜種の作付けには本暗渠が施工された水田を用いて、弾丸暗渠等を施工して高い地下排水性を備えた圃場にした上で、更に地表面排水性を備えるために簡易明渠を施工する。写真1に振動式弾丸暗渠穿孔機を示す。

畑の場合は、圃場の傾斜、排水施設の有無などに着目し、滞水しにくい圃場を選定する。また、サブソイラー（心土破碎機）の施工によって地下排水性の確保に努める。

(3) 簡易明渠の施工（溝掘機、培土板付きロータリ）

簡易明渠の施工には溝掘機を使用する方法と、培土板付きロータリを使用する方法とがある。

① 溝掘機

通常のトレンチャーによる掘削より浅い、簡易溝掘り用の機械を使用する。写真2にスクリュウオーガー式トレンチャー形溝掘機を例示する。通常のトレンチャーよりスクリュウオーガーの長さが短くされており、また、スクリュウオーガーの上部に回転バネが設けられていて、掘り上げられた土砂を拡散することができる。

次に、図1右側中央及び写真3（左下）に細長いエキステンションを付けたプラウ式溝掘機による作業が見られる。これは、比較的浅い小明渠を作る麦用の栽培技術（広幅の畝立て一平畝一栽培）の応用として行われる。ただし、麦の場合より更に地表面排水性が高まるように、枕地に平行する、いわゆる額縁明渠も施工する。（写真4参照）

プラウ式溝掘機では溝の片側に土が盛り上がるので、この後のロータリ耕耘（写真3右上参照）でできるだけ均す。しかし、縦横方向の溝が突き当たる部分では片方の溝が土で遮られることになる（手直しすることが必要になる）。これに対して、掘削土を砕いて放出することで土の盛り上がりを作ることなく、溝への排水の邪魔をしない方法として、ロータリディッチャー（図4）がある。ただし、湿潤な粘質土壌の作業には不適當である。

以上に述べた溝掘機は中規模から比較的大規模まで適用可能で、けん引作業であったりP T O軸所要動力が大きかったりするので、多少大きめのトラクタが必要になる。

② 培土板付きロータリ

小規模から比較的中規模まで適用可能な溝掘り方法としては、ロータリのリヤカバー中央部に培土板を取り付ける方法がある（写真5）。通常はロータリそ



写真1 振動式弾丸暗渠穿孔機



写真2 スクリューオーガー式トレンチャー
(溝切り用、拡散羽根付き)



写真3 施肥・溝掘り・耕耘・播種作業工程

(左上：ブロードキャスターによる基肥散布 右上：ロータリ耕耘
左下：エクステンション付プラウ式溝堀機 右下：畦畔ホース付背負い式動力散布機)

のものに培土板を取り付けて、耕耘と同時に溝を開ける。したがって、ロータリ1行程毎に1本の溝ができる。これに対して写真6にあるのは、培土板直前のロータリ爪以外は取り外して使用する方法である。これは、ロータリ耕耘後に溝開けを行う作業方法である。したがって、ロータリの作業幅に係わらず必要とする畝幅に合わせて溝を開けることができるが、二度手間にはなる。(写真7参照)

①、②の他に、耕耘整地後に管理機型の溝開け機で小溝を開ける方法も行われる。

4) 生育量確保のための適期播種と播種方法

北海道では春播きもあり得るが、菜種は通常、国内では秋播きする越冬作物であるので、冬の寒さを如何にして乗り切るか(作物に体力を付けておく、即ち、乾物重を一定程度確保する)ということが菜種の栽培での大きな問題になる。関東地方の場合でも、1月の霜柱による凍上害があったり、 $-5\sim-6^{\circ}\text{C}$ という低温が来て枯死することもあるので注意を要する。

(1) 適期播種

越冬前生育量を確保するため、関東地方では10月下旬(24~30日位、平均気温が 15°C 程度の時期)までに播く。それ以降になると、枯死、凍上の影響が大きくなる。寒冷地、積雪地では更に(できるだけ)早く播種する。例えば、北海道(滝川、十勝)では平均気温が 20°C 前後となる8月下旬が目安であり、東北地方北部で9月上旬、東北南部と北陸地方では9月下旬が播種適期の目安である。一方、九州(平地)では11月上旬が播種適期とされるが、開花期頃にいわゆる菜種梅雨(多雨)に会うと菌核病の被害が大きくなりやすいため、むしろ早播きは避けるようにする。

(2) 耕耘整地及び播種(散播・条播と播種機)

特に断らない限り、水田跡に菜種を作付ける場合について検討する。

播種方法には散播と条播がある。散播は、耕耘作業も播種作業も、また、その後の管理作業も比較的精度を重視しないで行う方法である。散播では、覆土を行わないことが多いため、出芽率が低くても大丈夫なように播種量を多目にして対処する。

これに対して、条播は比較的精密な耕耘・播種・管理を要する方法であり、播種量が散播よりも少なく済むが、トラクタによる能率的な作業を行い得るような作付け規模である必要がある。通常使用する条播機では、浅く溝を開けた所へ種子を条状に播種した後、軽く土を寄せて覆土する。このため、ロータ



写真4 菜種栽培圃場(菜種生産組合の圃場・・・31戸、転作を含め水田60ha位、転作：麦10haと菜種16.3ha・・・3分割してローテーション)、10月4日播種(キザキノナタネ、ナナシキブ)、40m×75m、動噴(ホース)往復播き(それでも中央畝が端よりも薄い)、溝間の幅：汎用コンバイン1往復分幅

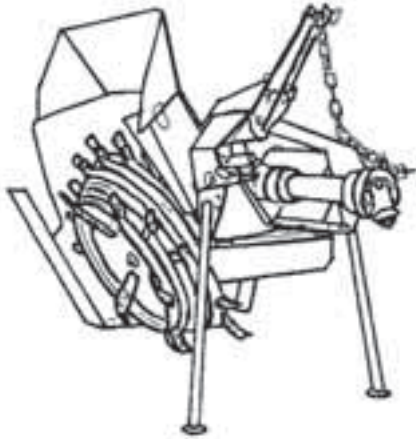


図4 ロータリディッチャー



写真5 培土板付きロータリ(耕耘爪付き)



写真6 培土板付きロータリ(中央以外は耕耘爪除去、農家所有)



写真7 耕耘後の培土板付きロータリによる溝開け状態

り耕耘などで碎土をかなり細かくしておくことが必要である。

①播種量

菜種は厚播きが可能で、条播（条間 33cm）による試験では 200～500g/10a 程度の播種量で播種されており、一般的に散播では条播より 50%以上増しの播種量（500～800g/10a ほど）で播く。この程度の播種量なら、密植による減収はない。

②散播（胸掛け式散粒機及び動力散布機）

散播のための播種作業には、極小規模用としては胸掛け式散粒機（図 2 左上参照）が使えるが、より広い圃場では背負い式動力散布機（散粒機）を利用すると低コストに散播を行うことができる。畦畔ホース付き背負い式動力散布機（散粒機）による作業状況の一例を写真 3（右下）に示す。また、流し噴頭付き背負い式動力散布機による作業状況を写真 8 に示す。畦畔から中央に向かって飛散させるが、散布種子の到達点に補助者 1 人が付くと作業しやすい。動力散布機では両方式とも、中央部分が手前側より薄く（少なく）なりやすいことに注意する。また、散播方式は低コストであるが、作業時の風の影響が大きいことと播種精度の低いことが難点である。

なお、散播は熟れ具合が多少不均一になる。5～30ha 程度の中規模適応技術である。

散播栽培では、排水性を重視して粗い土塊上に散播し、数日置いて適当な深さに土をかぶった種子だけが発芽すれば良い（播種量を多くすれば良い）という考え方で播種を行うこともある。しかし、一般的に水稻後の裏作として菜種を作付けする場合には、畑作物の播種・覆土に適する碎土状態を得ることが難しいので、播種前に 1 回ロータリ耕耘するなどして碎土性、覆土深の確保に努めることが望ましい。菜種の場合、適正な覆土深は 20±10mm（図 6 参照）とされており、覆土深が 3cm 以上にならないようにする。このため、散播の場合は、播種後にロータリハローまたは水田ハローで深さ 2～3cm の耕耘・攪拌を行う（写真 9 参照）。ハローをかける代わりに、パッカーやタイヤローラー等で鎮圧が行われることもある。5～30ha 程度の中規模対応技術である。

③条播（ロータリシーダー及び小明渠浅耕播種機）

条播栽培（図 5 参照）のための播種作業には、通常麦等に使用されるロール式播種機とロータリを組み合わせたロータリシーダーを使うことができるが、菜種種子は麦よりかなり小さいのでロールを改造する必要がある。

通常麦等に使用されるロール式播種機の改造の方法等を中央農業総合研究セ



写真8 流し噴頭付き背負い式動力散布機



写真9 水田ハローによる覆土作業

原料の生産（なたね栽培）



初期育成期



開花期



収穫満期



収穫なたね出し風景



コンバイン収穫風景

図5 大規模な菜種の条播栽培と大型コンバインによる収穫等

ンターバイオマス資源循環研究チームが図6のように示している。また、条播（図5参照）は散播（図2中央上参照）に比べて精度の高い播種方法であり、このような高精度播種の方法を同チームが図7のように示している。

この方法は、図6にあるように“小明渠浅耕播種機”と称され、耕耘・施肥・播種・覆土・鎮圧・小明渠作溝を同時に行う。

改造することなく菜種をかなり精密に播く方法として用いられるのが、写真10-1、10-2に示される野菜等用の小粒種子用ロール式播種機（いわゆるクリーンシーダー）である。

これらの条播機は何れも中規模から比較的大規模に適応する技術である。

なお、条播方式は比較的斉一に成熟するので収穫は好都合である。収穫適期を逃さないことが必要になる。

④レーキ付きアップカットロータリ

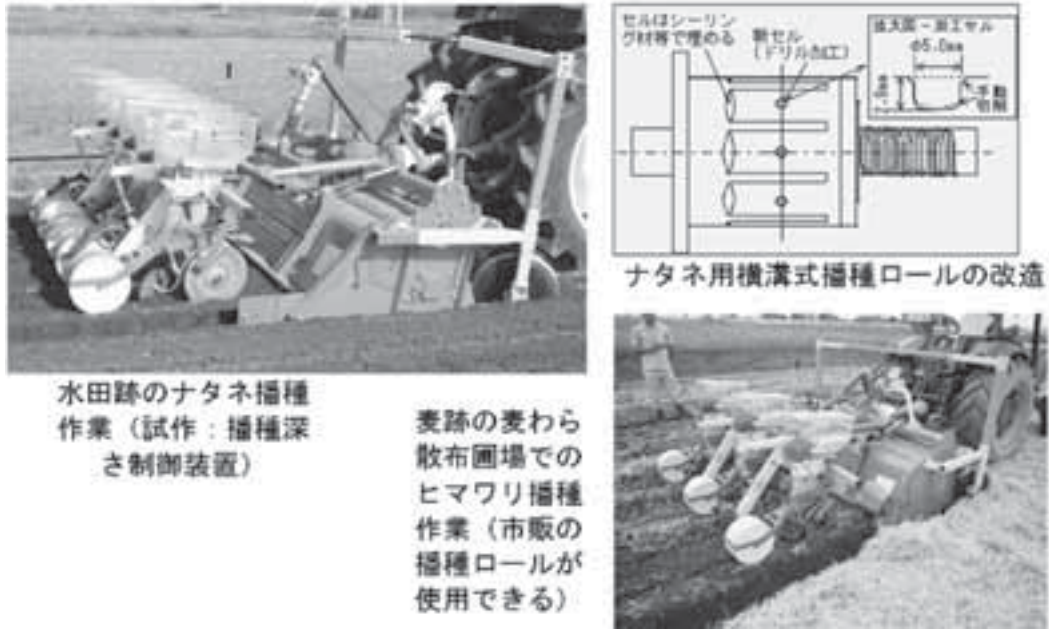
前述の小明渠浅耕播種機を使用する場合には、水田跡では予めロータリで耕耘を行っておく（計2回のロータリ耕を行う）ようにする。この場合、1回目のロータリ耕（一次耕耘）の直後に2回目のロータリ耕（あるいは小明渠浅耕播種機の作業）を行っても碎土の程度・状態はほとんど良くなる。間を置いて土塊の乾燥が進むのを待つ必要がある。これに対して、レーキ（熊手）付きアップカット（逆転）ロータリ（図8）は細かい碎土を表層に集めることができるので、一次耕耘直後であっても2回目の耕耘で播種する耕耘土表層に細碎土を多く分布する。したがって、散播のための耕耘作業にも適するが、播種機を搭載すればロータリシーダー（耕耘・条状播種機）として使用することができる。その一例として、最近では北陸の重粘土地帯における野菜作用として、レーキ付きアップカットロータリを利用した耕耘・施肥・播種同時作業機の技術開発が行われている。比較的中規模に対応可能な方法であるが、逆転ロータリであるためトラクタにけん引抵抗が作用し、また、レーキと称する篩い分け装置に湿潤な土壌が付着して目詰まりを起しやすいため、軟弱な圃場条件での作業には不適である。

⑤大規模畑作地帯における耕耘・施肥・播種作業体系：スタブルカルチ・パーティカルハロー・プランター

これまでは、主に水稻跡地に菜種を作付けする場合の播種床造成・播種作業技術について述べてきた。ここでは、北海道十勝地方の大規模畑作地帯で行われている高能率・高精度な耕耘・施肥・播種作業技術について述べる。これは畑地の作業技術であるが、水田の作業に対しても示唆に富むところがある。

先ず、菜種専用普通型コンバインによる菜種の収穫後に行われる耕起作業に

耕うん・施肥・播種・明渠作溝
 — 小明渠浅耕播種機 (水田輪作東海サブチーム開発) —



水田跡のナタネ播種作業 (試作: 播種深さ制御装置)

麦跡の麦わら散布圃場でのヒマワリ播種作業 (市販の播種ロールが使用できる)

ナタネ用横溝式播種ロールの改造

図6 菜種播種作業の方法 (中央農業研究センターバイオマス資源循環研究センター)

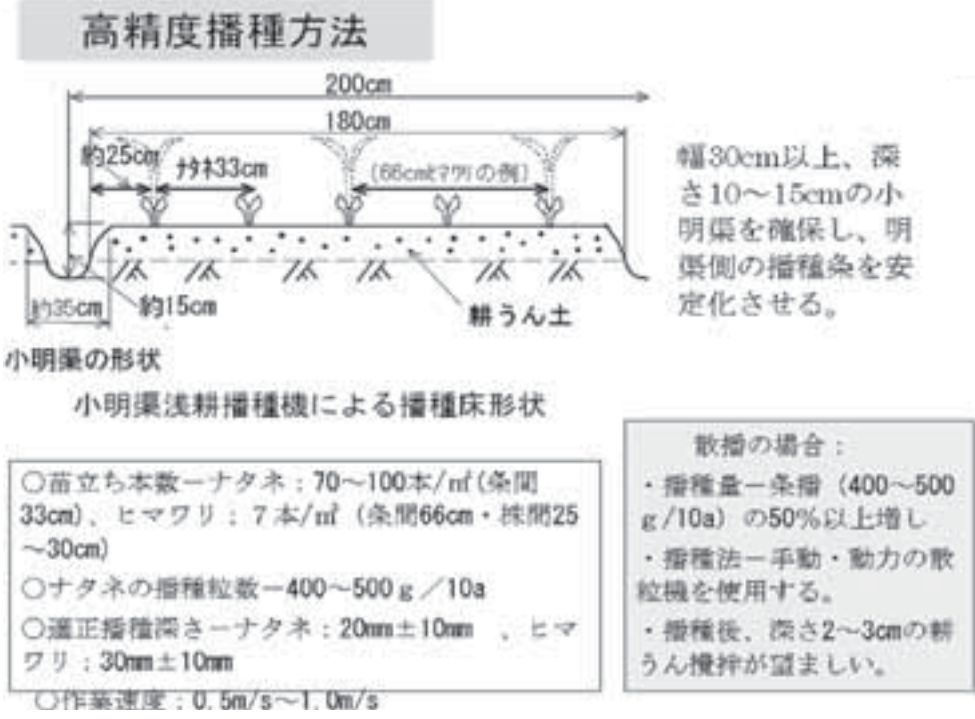


図7 菜種の高精度播種方法 (中央農業研究センターバイオマス資源循環研究センター)



写真 10-1 菜種用ロータリシーダー



写真 10-2 野菜（小粒種子）用ロール式播種機

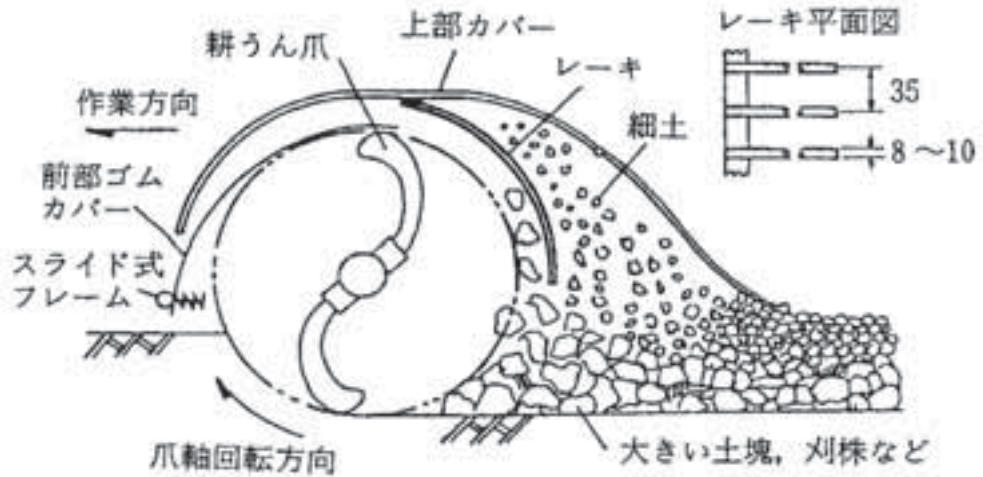


図8 レーキ付きアップカットロータリの構造と作用



写真 11 かごローラー付きスタブルカルチ



写真 12 かごローラー付きバーティカルハロー

については、緑肥等の鋤込み以外は長い間使われてきたはつ土板プラウが使われることは少なくなって、写真 11 のようなスタブルカルチ（かごローラ付き）と称される破砕式の耕起用機械による作業が一般的になっている。即ち、昔から畑地における標準的耕耘法として行われてきた反転耕起法がほとんど行われなくなっている。

次に写真 12 にあるバーティカルハロー（かごローラ付き）で碎土・均平化を図る。作業後の畑は写真 13 のようになる。ただし、これは菜種跡であり、菜種の作付けは小麦等の収穫後に行うことになる。写真 13 で注意すべきは、菜種が均一に発芽していることと、この後もう少し置いてからロータリ耕を行い、菜種を絶やしてから輪作用の他作物を播種することによって除草剤を使わなくて済むようにしていることである。このような体系が可能となっているのは、菜種専用コンバインによる著しく損失の少ない収穫が行われるため落ち種が極めて少ない上に、ロータリによる（上下層の）攪拌耕を行わないために地表に落ちた種子が土中に埋没されないためと考えられる。水田転換畑で菜種収穫後にロータリ耕を行ったところ、3回繰り返して耕耘しても菜種種子の発芽が多くて困ったと言う事例があり、その一例（これほどの落ち種による菜種の生育状況は珍しい）を写真 15 に示す。

ロータリ耕の後に、写真 14 に見られるプランター（点播機）で溝切り施肥・覆土・鎮圧・傾斜皿式播種・覆土・鎮圧される。非常に高精度な播種が行われ、播種量は約 300~400g/10a、出芽数 100~200 本/m²とされる（北海道立十勝農業試験場）。

⑥新しい耕耘・播種同時作業方法

新しい耕耘・播種同時作業方法として次の二つが試みられている。しかし、土塊の粗さと発芽率及び排水性との間には大きな相反性があると考えられる。今後の試験研究の進展に期待しなければならない。

a 2山成形式ロータリ播種機

一つは、写真 16 に見られるようにロータリに小粒用播種機（ここでは4条用）を搭載して、写真 17 に見られるように耕耘後の畝が2山になるように耕耘爪の向きを配列し、2山の4側面に種子をばら播き落とすようにする方法である。滋賀県で試行されていた（平成 21 年）。これによって、写真 18 に見られる通り、培土板で開けられた溝でかなりの排水をしつつ、ロータリ 1 行程毎にできた 2 山で播種部分の排水が行えている。こうすることによって、台風による大雨に遭って広幅畝の圃場は種子が泥をかぶって窒息死する（播き直しが必要になる）と思われる状態になったのに対して、この 2 山方式の方は、写真 19 に見られるように、土塊がかなり粗



写真 13 パーティカルハロー・かごロータリ作業後の畑圃場：菜種が均一に発芽中→後少し置いてロータリ耕耘し菜種を絶やす→他作物播種（除草剤不使用）



写真 14 プランター（点播機）：溝切りディスク・施肥管・覆土ディスク・鎮圧輪・傾斜目皿式播種機・覆土爪・鎮圧輪



写真 15 ロータリ耕耘後落ちこぼれ種の再生状況（平成 21 年 10 月 1 日、関東地域）



写真 16 試作開発中のロータリ菜種播種機



写真 17 2山成形用爪配列ロータリ（2山の4側面に散播する形にしている）



写真 18 台風による大雨後の2山成形式播種圃場

いこともあって、被害を軽減できていた。比較的小規模から中規模まで、強排水性を持たせられる方法として有望であるが、発芽・出芽・株立の安定性には問題がある。

b チゼルプラウシーダー

写真 20 に見られるソイルクランブラやスタブルカルチと称される破碎耕起を行いつつ施肥・播種（散播）する方法（チゼルプラウシーダー）である。後ろにあるかごローラで若干の均し・覆土を行う。菜種栽培の省エネルギー化を図る方法を開発する目的で、東北農業研究センターで研究されている。半履帯式トラクタを使用することによって、比較的高速度・高能率な耕起・施肥・播種を行い得るが、水田転換畑での菜種播種状態は丁度写真 19 のようになる。中規模から大規模向きの省エネルギー的作業技術として期待されるが、現地実証試験による平成 22 年産菜種の収量は遅雪・積雪による被害を受けてかなりの低収であった。

5) 施肥

(1) 基肥

菜種は 1 粒の重さが 5 mg 程度と非常に小さいので、窒素栄養分が必ず必要で、基肥（窒素 6～8 kg/10a 程度）の施用（ブロードキャスター写真 3 左上参照、中～大規模適応一等による散布）は必須である。窒素、リン酸、カリはほぼ同量必要であり、基肥量 15・15・15 化成肥料を 10a 当たり 1.5 袋（30kg）～2.5 袋（50kg）入れる例がある。必要な場合には、ホウ素及び、特に菜種はカルシウムの吸収量が大きいため石灰（生石灰や消石灰の過剰施用による障害の恐れが少ない炭酸カルシウムが望ましい）も施用する。石灰は施用量が多いので、施肥・播種前に施す。石灰の施用は通常ライムソーワで行う（大きさによって比較的小規模から大規模まで適応する）。写真 21（ただし、導管ホースのない状態）にあるような、トラクタ前装式の施用機を用いるとロータリ耕耘と同時に施用することができる。小規模適応技術である。菜種の根は肥料焼けをしやすいため、散播なら全面全層施肥、条播の場合は少し離して施し、肥料焼けを起こさないで生育を確保するようにする。³⁾

(2) 追肥

菜種の生育経過は、関東では、1 月の下旬から花が分化し始めて、3 月から 4 月にかけて乾物重の増加が非常に大きくなる。そのため、3 月頃に窒素を施すと、乾物重の増加にも寄与し、葉の色が濃くなって光合成量が多くなる。したがって、3 月頭の追肥が有効である。窒素追肥は、例えば動力噴霧機（小規模適応）等による硫安の散布で行うとよい。ブームスプレーヤ（写真 22 参照）



写真 19 菜種の出芽状況（土塊が粗いが、この方が排水が良いので強いて粗い土塊になるようにしているとのこと



写真 20 チゼルプラウシーダー（ソイルクラムブラ）



写真 21 前装式施肥機及びロータリ装着
24.5PS トラクタ



写真 22 乗用管理機搭載ブームスプレーヤによる播種・覆土後の除草剤散布作業

(中～大規模適応技術)を使用すれば、能率的な作業を行い得る。

兵庫県洲本市の場合には、必要に応じて2月上旬に追肥1回目、3月上旬に追肥2回目(1・2回とも流安10kg/10a)を施す(図3の栽培暦による)。

北海道滝川市の場合には、早春から開花前までに2～3回に分けて窒素成分で10～12kg/10aを施す。肥料には、1回目は尿素、2回目は硫安を用いる。⁴⁾

なお、菜種は開花時期に落葉し、その後に莢・種子ができる。この開花期以降の後期追肥は避ける方が良いとされる。(以上、松崎守夫主任研究員)

[トピックス] 北海道滝川市において平均340kg/10aという記録的高収量⁴⁾

“ナタネは石灰吸収量が多く、発芽時の過湿状態は発芽率の低下に結びつく。高収量の要因としては、次のような努力と栽培技術の向上が高収量の一番の要因”。

①播種前の土壌診断に基づいたpH矯正(石灰でpH6.5に)

これはpH矯正だけでなく、ナタネの石灰吸収を補う意味もある。滝川市の土壌は地区によって異なるため、pHを1上げるために必要な石灰(炭カルを施用)の量は約200～400kg/10aと幅が広い。

②圃場の透排水性の改良

排水不良のところは明渠の設置やサブソイラによる心土破碎を行う。

③連作や窒素肥料の多用を避ける

菌核病が発生しやすくなるので、連作を極力回避し、窒素肥料の多用も避ける。

④適期播種、適期収穫の確立

適期播種と適期収穫に努める。

以上のような栽培・作業技術の励行と普及によって、平成20年度滝川市で全面積250haの平均収量で340kg/10aの実績を上げることができた。

平成20年度産ナタネは転作田が半分を占めるようになり、収量においては畑、転作田もほぼ同量であった。

[トピックス] 菜種収量の年次変動と水田における平均的収量

平成20年度収量：200～230kg/10a(滋賀県愛東地域)。

平成21年度コンバイン収量：244kg/10a(栃木県宇都宮)。

平成21年度坪刈り収量：270kg/10a(滋賀県試験栽培事例)。

平成22年度：異常気象により100以下～1か所のみ最大210kg/10a。

通常は150～160kg/10a程度の収量(滋賀県愛東地域)。

6) 雑草防除、病害防除等管理

(1) 雑草防除

菜種に適応することができる除草剤としてトリフルラリン剤があるので、播種直後に土壌表面処理する（動力噴霧機等による覆土後処理、写真 22 参照）。ただし、この剤はイネ科雑草に比べ広葉雑草に対してはやや効果が劣る。広葉雑草対策としては、条播方式の場合は大豆用の中耕機等を用いて早めの機械除草、散播の場合は除草作業を行えない。

北海道滝川市の場合、出芽時期が8月下旬から9月初めで、除草剤は使わない。このため、9月に入って、生えてくる雑草が多い場合は根雪になる前にカルチベータにより中耕除草する。融雪後にもナタネの生育と同時に雑草も出てくるので、必要に応じて開花期までに中耕除草を2～3回行う。

(2) 病害防除

菜種も菌核病という土壌病害に罹病する。これは開花期に雨が連続すると発病が促進される。この対策としては、水田転換畑であれば水稲と輪作することでかなり防除できる。例えば、3年位のブロックローテーションで防除している地区、最低3圃式を行って水稲と3年に1回菜種を栽培すると有機物が入って土も良くなってきたとする事例もある。

北海道滝川市の場合、菜種を5年輪作に組み入れることで対処しており、6年目に再び菜種が栽培されている。

(3) 獣害対策

キザキノナタネを作付けるとイノシシの食害を受けなかったとされ、管理の間がほとんどかからない点で菜種が有利な作物と見られている事例がある。

[参考]



その1 東北農業研究センター
育種圃場の菜の花畑
(キザキノナタネと
姫神山)



その2 東北農業研究センター
育種圃場の菜の花畑
(キザキノナタネと
姫神山)



その3 東北農業研究センター
育種圃場の菜の花畑
(キザキノナタネと
岩手山)

3. 収穫・乾燥・調製技術及び貯蔵・出荷

1) 収穫

(1) 収穫適期

コンバインで収穫する時期は、手刈り収穫の場合よりも1週間程度遅らせる。外見的には、莢が退緑した時がコンバイン収穫期になる(写真 23 参照)。これは、菜種が莢で光合成をするためである。コンバイン収穫時期が早過ぎると緑の莢が残っていて脱粒損失(扱ぎ残し)が増加する上に、菜種の水分が高く、黒い種の中に青い種や赤い種が混じって品質の悪い油が取れるものになってしまう。莢の退緑は主茎よりは分枝で遅いので、コンバイン収穫では全ての莢が退緑した後に収穫すべきである。したがって、我慢して一呼吸(2~3日)置いて全ての莢が茶色になってから収穫する。しかし、遅過ぎると鳥害を受けることがあるので、各地における機械収穫適期の判断方法を工夫する必要がある。例えば、鳥(“ヒワ”とか“アオジ”と言われる)が菜種を食べに入ってくるのを見ていて判断するという人がある(遅くなると食害を受ける量が多くなるので収穫適期は1週間位とされる)。

また、北海道滝川市⁴⁾では「(手刈り)収穫適期は、主茎の穂先から3分の1の部分の莢中の種子が、5~6粒黒色に変わった成熟期。コンバインでの収穫は、成熟期後10~15日が適期である。(略)脱粒直後の子実は、水分15%前後である。」

(2) 普通型コンバインの利用

我が国で開発され普及している軸流式コンバインは一般に汎用コンバインと称されているが、ここでは普通型コンバインの中に含めることとする。また、大豆用コンバインと称されるものも、普通型コンバインの中に含めることとする。

菜種の収穫は小麦の場合と同様に長梅雨に当たることもあるので、収穫適期が来れば一気に収穫してしまいたい。そのため、収穫機には一般に汎用コンバインと称される普通型コンバイン(写真 24)が使用される。刈り幅・エンジン出力で1.5m・35~36PS、2.1~2.6m・90~98PS、3.6m・145PSの機種があり、中規模から比較的大規模まで適応する。

[利用事例1]

①使用方法

東北農業研究センター⁵⁾が行った普通型コンバインの菜種収穫用使用法は、次の通りであった。

「普通型コンバインの利用に際して、脱穀部の部品交換や選別部の唐箕風量の



写真 23 収穫時菜種「キザキノナタネ」の立ち姿（東北農業研究センター）



写真 24 汎用コンバインによる菜種の収穫

収穫ー1（生研センター・梅田）

・大豆用コンバインの利用例

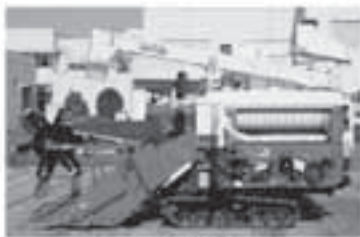
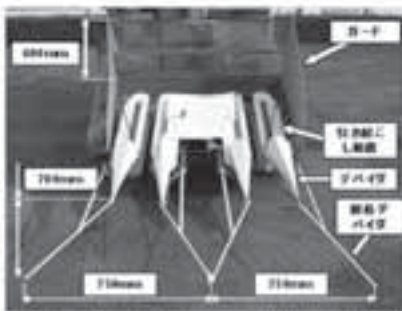


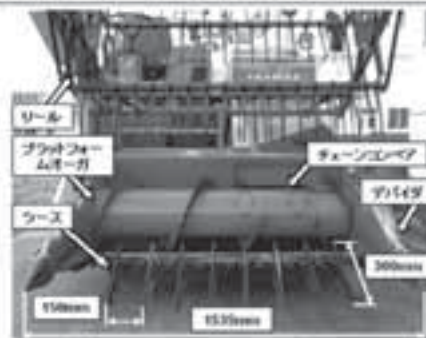
図9 大豆用コンバインの構造

- ・ナタネは麦用仕様とし、選別ファン風速を調整する。
- ・ヒマワリは大豆仕様とし刈り取り部ヘッドを交換し、ファン風速を調整する。

ヒマワリの収穫では、倒伏程度や種子部（花托）の高さが一定であるかどうかヘッドロスに大きく影響するので、栽培の均一性が重要である。



引き起こし型ヘッド部(ヒマワリ収穫)



輪形ヘッド部(ナタネ収穫)

図9 大豆用コンバインの利用例

(中央農業総合研究センターバイオマス資源循環研究チーム)

調整などを実施する。東北農研が持つ刈り幅 1,446mm の汎用（ダイズ・ソバ・ムギ用）コンバインの場合、刈取り部、脱穀部、グレンタンク部内の穀粒および刈り桿の通過部分に、ムギ・ソバ用の底板を取り付け、更に、脱穀部こぎ胴回転数をムギ仕様（836rpm）、受け網をソバ仕様（直径 20mm 格子受け網）とした。」

②作業性能

「ナタネ収穫時の調査結果によれば、作業精度は、走行速度 0.79～0.84m/s、穀粒流量 1,201～1,307kg/h の条件下で、刈取り部損失 1.6～4.1%、脱穀部損失 4.6～6.3%、総損失 6.2～10.4%で、作業能率は 4.0h/ha であった。」茎稈の流入量を減少して脱穀や選別での損失の減少を図るため、刈り残しが発生しない範囲で高刈りすることに留意する。

③高刈り菜種の残茎処理

「刈り残された茎については、アップカットフレールモアにより細断でき、その作業能率は 4.3h/ha であった。」

④留意点

上記の通り東北農業研究センターでの結果によると、汎用コンバインによる菜種収穫時圃場損失は多くて 10%程度となった。一方、10%を優に超える損失が発生していたと推察された事例が幾つか認められた。今仮に 10%の損失としても、収量が 200kg/10a の場合、20kg/10a の落ち種が生じたことになる。これは、散播で播種量が多い場合（1.0kg/10a）に比べても、20 倍もの大きい播種量に相当する。落ち種の発芽・生育を考えると、これは問題である。コンバイン収穫実収量の増加の点からも、圃場損失のできる限りの低減対策が必要とされる。

[利用事例 2]

一般に大豆用コンバインと称されることのある普通型コンバイン（図 9）を麦用仕様として利用されることがある。中規模適応技術である。ただし、スクリーコンベアの受け板を孔のないものにする等、用意されている菜種用キットに交換して使用する。また、菜種の収穫ではファンの速度を遅くして（風量を小さくして）種を外へ出さないようにし、その代わり夾雑物も種子と一緒に持って入るので、夾雑物はこの後の乾燥・調製時に除去する。

[利用事例 3]

淡路島内の棚田状水田向けに刈り幅 1.5m 程度・36PS の普通型コンバインが菜種用として導入されている。

(3) 菜種専用普通型コンバインの利用

北海道十勝畑作地帯（帯広市を中心とする 3 町村）において大規模な菜種の栽培・生産が行われている（図 5 参照、平成 20 年度作付け面積 100ha、5 ヵ年計画目標 250ha）。

ここで稼働しているコンバイン（写真 25）は、菜種専用にしたヨーロッパ（ドイツ）製大形普通型コンバインである。

このコンバインの最大の特徴は、両サイドカッター装備及びフロントテーブルの 90cm 前出し可能式であり、その他には刈高さ自動追従機能及び機体自動水平制御機能がある。主に前者の二つ、とりわけフロントテーブルを 90cm も前に出すことができる点で、菜種収穫時の落ちこぼれ損失の減少を図ることができる。北海道のように 300kg/10a の高収量を上げる条件では、これらは重要な技術である。

北海道立十勝農業試験場の調査によれば、通常作業速度 5 km/h 程度で、収穫損失は 0.4%と極めて少なかった。

帯広を中心とした 3 町村を自走（ヘッダーは取り外して本機けん引のトレーラに搭載）で移動し、同一箇所内では 1 日に 20ha を収穫するとのことである。

2) 乾燥・調製

菜種の感想・調製作業は、コンバイン収穫物から莢や茎等を除去する粗選別、菜種を水分 8%位に乾燥する乾燥及び細かい屑や塵を除去する精選別の 3 工程より成り、これらの工程を適切に機械化して省力的に行うことが重要である（図 10 参照）。機械化の一例を図 11 に示す。

(1) 粗選別

①万石あるいは唐箕の利用

倉庫に眠っていた“万石”や“唐箕”と称される古い米麦用選別機の利用によって、菜種のコンバイン収穫物（写真 26 にその一例を示す）を粗く選別することができる。写真 27 は万石式籾摺機で、籾摺り用ロールの間隙を最大限に広げて素通りさせて万石部分だけを利用することにより、粗選別機として使用している。万石や唐箕の使用に当たっては、ファンの回転を止めて網目揺動選別だけを行う（風選は使用しない）。

使用されなくなった機械を活用することができる。小規模から中規模まで適応可能である。

②米麦用円筒式選別機の利用

米麦用円筒（シリンダー）式選別機が菜種の粗選別機として利用できる。写真 28 にその全景を、また、写真 29 に円筒（シリンダー）部分を示す。ただし、後述するように一つの導入事例では、菜種が生の状態では選別できなかったため、乾燥後に荒選別機（写真 30 参照）を通した後、この選別機で粗選別している。

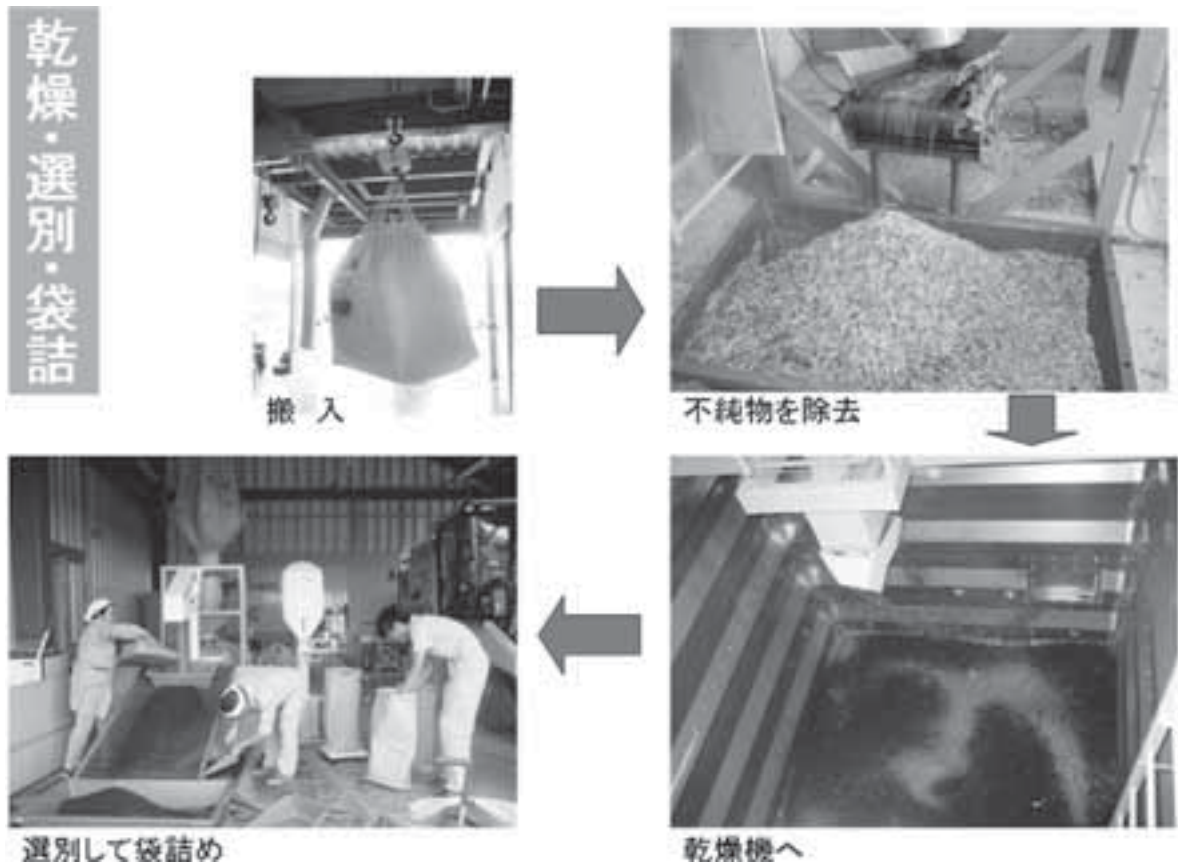


図 10 収穫物搬入・粗選別・乾燥・精選別・袋詰め

粗選別

莢や茎、葉の除去
ナタネの粒径1.7~2mm



土砂用の篩（改造）



円筒式米選機

乾燥

水分8%位に乾燥させる
循環乾燥機
排塵ファンを停止
熱風路への種子滞留に注意



K社製横巻8層方式
ナタネの乾燥に使用



F社製乾燥機
熱風路に種子が滞留した状態

図 11 粗選別及び乾燥工程（中央農業総合研究センターバイオマス資源循環研究チーム）



写真 25 CLARS 社製菜種専用コンバイン (350PS, 刈り幅 5.4m) による収穫作業



写真 26 汎用コンバインによる菜種収穫物



写真 27 万石式舂摺機 (舂摺りロールの間隙を開けて素通りさせる) の菜種粗選別機への活用方法



写真 28 米麦用円筒式選別機

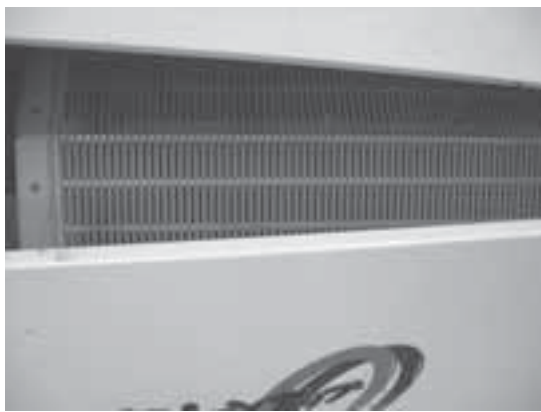


写真 29 粗選別機の回転式網 (縦目 2mm 幅スリット)



写真 30 コンテナ荷受けホッパー (かなり開きの大きい金網式荒選別機を兼ねる)

この粗選別機は、円筒に無数に開けられたスリットの幅（隙間）が2mmであるのに対して、菜種の直径が1.7～2mmであり、また、菜種はその油分のために塵等が付着しやすいので、2mmの隙間からの通過が容易でないためである。後述するように、3mm程度の隙間が適することになる。ただし、スリットの縦方向の長さがかなり大きいため、分枝等の細片が抜け落ちる可能性がある。したがって、逆に選別精度の低下が生じるかもしれない。

中規模から大規模まで適応可能である。留意点は、菜種は油分があつて塵等が付着しやすいので、油糧作物専用になってしまう点である。

③砂篩機の簡易改造使用方法⁵⁾

東北農業研究センターでは、写真31に見られる砂篩機の金網を菜種用のやや細かい物に張り替えて菜種用粗選別機とする方法を提示している。砂篩機は横方向揺動式であり、①の縦方向揺動式及び②の回転式と異なる。金網を張り替えた砂篩機の半円筒状篩を写真32に示す。この篩は、網目3.0mm、線径1.0mmである。大きい異物は写真の手前側に排出され、網を通過した菜種は機体下部に落下するので、これを漏斗状に集めて落とした後、ベルトコンベアで受けて乾燥機等へ運ぶ（物流の機械化が容易である）。この改造砂篩機の支持脚の下に下駄を履かせて若干傾斜を強めて使用する時の選別性能データは、選別能率3t/h、篩下除去量2.85%（湿重比）とされる。既に農業機械メーカーにより、金網を張り替えて傾斜度調節式の台を設ける等の対応事例が見られた（平成22年）。写真33に粗選別後の菜種（乾燥機に張り込む時）の状態を示す。

（2）乾燥

乾燥所要時間及び作業省力化の点から穀物用熱風式循環型乾燥機の利用が一般的である。一方、生状態の菜種に熱風はかけたくないということから、除湿加温送風する方法が用いられることがある。また、同様の視点から除湿空気を送風し、省力性の点でも工夫改良された平型乾燥機が使用される例もある。

①穀物用循環型乾燥機の利用

a 穀物用循環型乾燥機の中でも横掛け8層式と称される循環型（写真34）が、粒が細かくて密度が高くなりやすい菜種の乾燥によく利用される。また、最近では省エネルギー（燃費）の点での有利性から遠赤外線乾燥機（写真35）の利用が増えている。

機種を選定及び設置台数によって中規模から大規模まで適応する。

b 循環型乾燥機の使用に当たっては、異物を取り除く目的で装備されている排塵機の送風を止めて、菜種が排塵機から外へ排出されないようにする。



写真 31 砂篩機を改良した菜種用粗選別機
(東北農業研究センター)

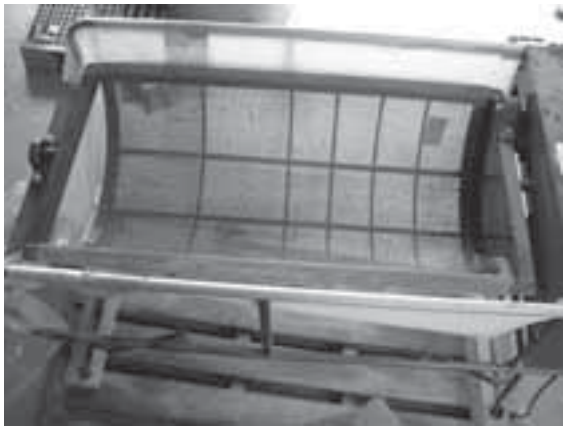


写真 32 砂篩機の主な改良部分（目の細かい金網—1穴7in、3mm位—の張り付け）

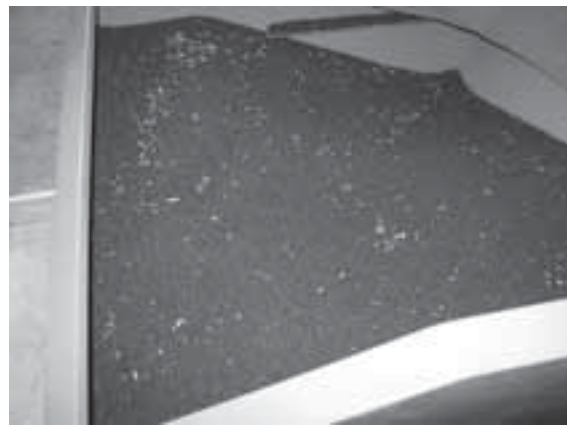


写真 33 粗選別後の菜種（乾燥機張り込み）
(東北農業研究センター)



写真 34 循環式（横掛け8層式）乾燥機



写真 35 遠赤汎用乾燥機

また、機種によっては機内の送風路途中に菜種の飛散防止板を装備する等の措置が必要である。更に、菜種の乾燥時はゴミが溜まりやすいので、こまめに掃除することが肝要で、特に、乾燥終了・排出完了後は排風室内の飛散した菜種を掃除・回収する（東北農業研究センターの実施例では、乾燥終了後の機内清掃時に、機内残として総乾燥量の0.8%の量を回収した）。

- c 生産地では、菜種の水分が8%になると推定される乾燥機付属水分計表示値13.7%より若干低めの水分値を設定水分として、乾燥機の自動運転を実施している例が多い。これは、東北農業研究センターで、穀類汎用乾燥機で菜種を穀物水分計（高周波容量式）表示値8%まで乾燥した際の、標準法（105℃24h法）水分値と乾燥機備え付けの水分計の粗モード表示値との関係を示した回帰線図を得て、この関係線図を低水分側に外挿して得られる方法である。⁵⁾

②平型（静置式）乾燥機の使用例

- a 通常は張り込み時及び、特に排出時における作業の省力性に難点があるが安価であることから、一般的な平型乾燥機（網目0.5mm程度のネットを底に敷く）が使用されることがある。
- b 張り込み・排出時の作業性の点で工夫改良された平型（静置式）乾燥機の使用例を次に上げる。

写真36に静置式乾燥用コンテナが示されており、この乾燥用コンテナにコンバインから収穫物を排出してトラックで搬入後、フォークリフトでこのコンテナを下ろして乾燥場所に設置する。乾燥後は、このコンテナの底が傾斜されているのでフォークリフトでダンプ式に下ろすことができる。

乾燥機としての使用状態は写真37の通りである。乾燥用コンテナ左右2段3連の合計12連式静置型乾燥機である。除湿機より出た空気を吸い込んで中央風洞に圧送し、ここから各コンテナの底へ分送する。遮蔽板の使用により、コンテナ1台でも乾燥することができる。

このような大がかりなものからフレコンバッグ1袋で乾燥作業を行うものまでであるので、機種の選定次第で小規模から中規模まで対応可能である。

（3）精選別

菜種のような小粒種子を精度良く選別できる方法は、風力選別を使用できないため、これまで一般的には良い方法が見つけれないで困っていた（図10参照）。しかし、揺動式籾摺機の選別装置の部分利用方法、籾用揺動式選別機の適用や、大豆用ベルト式選別機の適用技術が開発されるに至った。

①揺動式籾摺機の利用

揺動式籾摺機の選別装置を上手く使うと、細かいゴミをきれいに選別できるという技術が見出されている。これは、揺動式籾摺機から揺動式選別装置以外の部分（籾摺りロール及びファン）を取り外して（写真 38）、揺動板（7層）の角度を緩い方へ調節する、という方法である。ただし、やはり塵等の付着は起こっているのが認められた。

この技術は、揺動式選別装置単体では市販機がないので、現状では中古品を取り寄せて分割・利用するより方法がない。中古の機械が手に入れば経済的に行い得る比較的小～中規模適応技術である。

②籾用揺動式選別機の利用

写真 39 に荷受けホッパー（かなり開きの大きい金網式荒選別機を兼ねる）、米麦用粗選別機（回転式）と米麦用精選別機（揺動式）を連結した状態で菜種の選別作業を行っている事例が上げられている。これは（1）の②米麦用円筒式選別機の利用の所で述べたように、菜種が生の状態では粗選別できなかつたために、止むを得ず取られた処置である。ただし、コンテナ形乾燥用容器に収穫物を入れて搬入し、これを一度コンテナから排出して粗選別後に再びコンテナに戻すという大変な作業を避けるために、止むを得ない方法である。写真 39 で用いられている精選別機は写真 40 に示すように、無数の凹みを付けられた板が多段に配置されて縦方向に揺動する。凹みに入った種子は運び上げられ、凹みの上に跨るような大きな物は流下する。

しかし、凹みの大きさが籾用に作られているので、菜種には合っていない。そのため写真 41 に見られるように、菜種に対しては選別精度が若干劣ると思われる。また現場で見られたように、塵等が付着して凹みを塞ぐようになるので、掃除をこまめに行わないと選別精度に変化がある。

中規模からやや大規模まで適用することができる。

③大豆用ベルト式選別機の利用技術⁵⁾

東北農業研究センターは写真 42 にある大豆用ベルト式選別機による菜種の精選別技術を開発した。このベルト式選別機の原理が図 12 に示されている。

図 12 のように、広幅ゴムベルトが3段に配置されていて、ベルトに載った物を運び上げるようになっている。種子のように丸くて転がりやすい物は流下して、ベルトに対する接触力の大きな物は運び上げられる。第1選別ベルト及び第2選別ベルトから流下した物が製品口に出て、第3選別ベルトから流下した物は2番口へ、第3ベルトで運び上げられた物が屑出口へ出る。



写真 36 静置式乾燥機コンテナとフォークリフトによる搬送



写真 37 2段積み12連式静置型乾燥機（奥の右側に除湿機があつて、奥の中央にその空気の常温送風機がある）

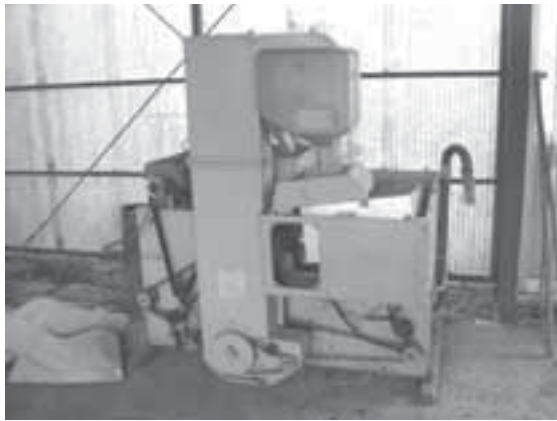


写真 38 籾摺機を活用した菜種精選別機（籾摺り装置・ファン部分を取り外して7層揺動式選別部を利用）



写真 39 （左から）コンテナ荷受けホッパー、粗選別機、精選別機



写真 40 揺動式精選別機（籾用選別機）



写真 41 原料菜種（精選別後：選別精度が多少劣る）

東北農業研究センターでは、

ア 第1選別ベルトへの菜種の供給をできるだけ均一に広げられるようにするため、写真43に示すようなシュート（樋）延長アタッチメントを試作して取り付ける、

イ ベルトの傾斜を12°に調節する、

ウ 大豆用粒径選別シリンダーを取り外す、
という改良・利用技術を明らかにした。

大豆選別機のカタログ表示能力510kg/hに対し、菜種では50kg/h程度であるが、投入口の改良により100kg/hはいくようにされた。

製品口に出た物を写真44に示す。このように選別精度は手選別に劣らない程である。

中規模に適応する高精度な菜種選別技術である。大豆用ベルト式選別機が既に導入されている所であれば（あるいは利用させてもらえる所であれば）、延長用シュートを簡単に製作できるので、経済性の高い技術になる。

なお、東北農業研究センターでは製品出口の菜種を使用して高品質の食用菜種油を製造すると共に、2番口等から排出される菜種を搾油して燃料として利用する、いわゆるストレート・ベジタブル・オイルとして利用する技術開発研究を行っている。

④高速ベルト式選別装置

写真45に見られる大型のベルト式選別装置（ヨーロッパ製）である。前述の大豆用ベルト式選別機と異なる点は、ベルトが1層で二次元方向に傾斜していることである。広幅で高速回転するベルトの下手の上方に投入された乾燥後の材料は運び上げられる時に、茎等はベルトの上側に載ったまま移動し、菜種（種子）は下側に転がりつつ運び上げられる。二次元方向に傾斜したベルトの上側（写真45では手前側）の出口は3分割されていて、上側は屑出口で、下側が精選された種子の出口になっている。中央3分の1は元の投入口へ戻されて再選別される。

写真45に見られるように、かなりの流量で選別精度も結構高い。大規模適応技術である。

⑤ロータリーシフター

高速度パイプレーションにより三つの排出口（右側1個の出口が製品口）に選別される（写真46）。高能率・高精度で大規模適応技術である。

3) 貯蔵・出荷

精選別された菜種は、多くの所で麻袋（50kg）（写真47）あるいは紙袋（図10参



写真 42 大豆用ベルト式選別機による菜種精選別技術（東北農業研究センター）



写真 43 試作開発された菜種用シュート延長アタッチメント（東北農業研究センター）

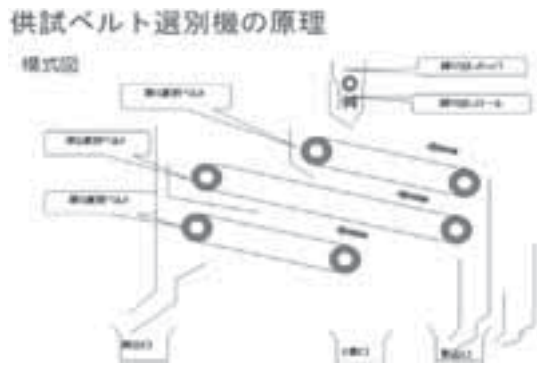


図 12 大豆用ベルト式選別機の原理



写真 44 精選された菜種（製品口）（東北農業研究センター）

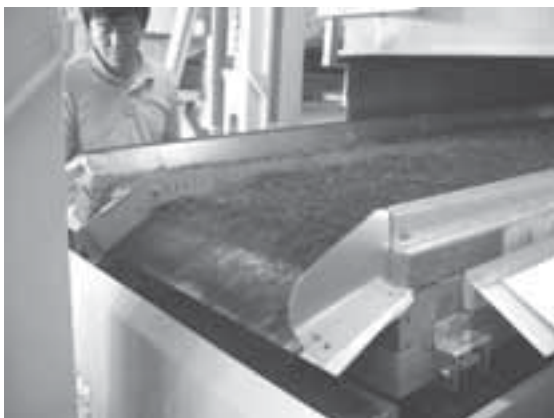


写真 45 Oliver 精選別機による精選状況（一番奥：屑、中央：戻し部分、手前 3 分の 1：精選部）



写真 46 ロータリーシフター（右側出口 1 個：製品、左側出口 2 個：屑及び 2 番口）



写真 47 菜種の麻袋詰め（50kg）作業



写真 48 農家別貯留コンテナ

照）に詰めて一時貯蔵後、搾油工程を持たない場合は搾油所等へ出荷される。北海道の大規模経営の場合には、農家別に金網製の大型コンテナに詰めて積み上げ、貯蔵している（写真 48）。随時搾油工程へ出すことにより、一年を通じて菜種油の製品を届けられる。また、後熟の狙いもあるとされる。即ち、ある程度の期間を置くと脂肪酸組成が安定するとされる。更に、2年以上熟成させてプレミアム商品にして販売されている。東北地方でキラリボシの原種生産を行っている事例では、凶作年に備えて種子（原種）を3年まで残して置くということであり、種子の貯蔵と何らかの関連のある可能性が高い。

4. 菜種の生産コスト

1) 菜種生産コスト

農林水産統計によると、平成 21 年産のなたねの生産費の調査結果の概要は以下の通りである。

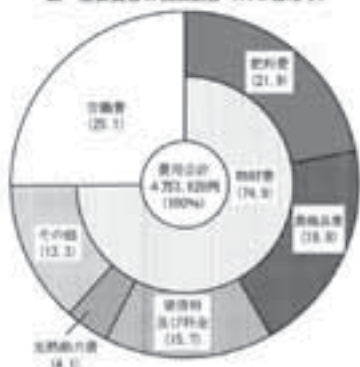
『平成 21 年産なたねの 10a 当たり資本利子・地代全額算入生産費（以下「全算入生産費」という。）は 5 万 2,116 円であり、物財費は 3 万 2,892 円、労働費は 1 万 1,036 円であった。また、60kg 当たり全算入生産費は 1 万 3,730 円であった。』

表 平成 21 年産なたね生産費

		単位：円	
区 分		10a 当たり	60kg 当たり
生 産 費	物 財 費	32 892	8 665
	勞 働 費	11 036	2 908
	費用合計	43 928	11 573
	生産費（副産物価額差引）	43 928	11 573
	支払利子・地代算入生産費	46 944	12 367
	資本利子・地代全額算入生産費	52 116	13 730
収	量 (kg)	227	-
1 経営体当たり作付面積 (a)		111.3	-

注：経営体とは、2005年農林業センサスに基づく農業経営体のうち、世帯による農業経営を行う経営体のことである。調査の対象などについては、【調査の概要】P 6を参照。

図 主要費目の構成割合（10a 当たり）



（出典：農林水産省ホームページ、農林水産統計 なたね、そば等生産費調査 平成 21 年度 なたね生産費 平成 22 年 11 月 22 日公表）

なお、地域や様々な機関において、なたねの生産にかかる費用を試算する事例もある。表 5 の事例（東北農業研究センター）によると、種苗・肥料・収穫・乾燥調製農機具に関する費用の合計は 10a 当たり約 20,000 円で、出荷経費（10a 当たり収量 200kg とする）を加えると約 27,000 円である。

十勝管内の農家における事例では、物財費・労働費の費用合計は 10a 当たり 22,525 円であった（平成 19～21 年北海道立十勝農業試験場なたねプロジェクトチーム）。

また、北海道滝川農協における菜種栽培の経営収支（2008）によると、種子・肥料・光熱動力・材料・修繕・減価償却などの合計は 10a 当たり 45,002 円である。⁴⁾

一方、中央農業総合研究センターでは表 6 のようななたねーヒマワリ作付け体系を立て、表 7 のような生産費等の試算を行っている。これによると、菜種の生産における流動費・出荷経費・固定費の合計費用は 10a 当たり 40,847 円であった。

表5 ナタネ生産の10a当たり収支（東北農業研究センター調査事例）

項目	金額（円）	備考
収入		
出荷額	19696	収量 200kg、等級は全てBと仮定
国庫助成	23176	25kg 当たり 2897 円
合計	42872	
支出		
種苗費	304	800g
肥料費	3294	化成肥料 40kg
収穫料金	8500	コンバイン 7500 円、運搬料 1000 円
乾燥調製料金	4800	水分含量 20%と仮定
農機具費	3000	油代など
出荷経費	6888	紙袋代・保管料・手数料など
合計	26768	
収支	16104	

（青森県横浜町農協からのヒアリングによる、2006年、川手ら）

「国の助成金なし」ならば→10a272kg 以上で収支プラス

表6 ナタネ、ヒマワリの栽培方法（バイオマス資源循環研究チーム）

	ナタネ	ヒマワリ
品種	キラリボシ 無エルシン酸 低グルコシノレート	春りん蔵 NuSun (63M80) ハイブリッド
播種前作業	—額縁明渠、弾丸暗渠— 石灰散布 耕耘（残渣処理）	
播種期	10月下旬	6月下旬
栽植密度	33cm 条播（500g/10a）	66cm×30cm
施肥量	—S200（ホウ素入り 12・10・10）70kg/10a—	
除草剤	—トレファノサイド乳剤 250ml/10a—	
中耕	（播種後 2～3 週）	播種後 3 週
培土		播種後 4 週
追肥	3月上旬 4kgN/10a	播種後 4 週 2 kgN/10a
収穫期	—普通型コンバイン＋縦型乾燥機で収穫・乾燥— 6月中旬	
		9月下旬～10月上旬 —フレールモアで残渣を細断—

注）輪作体系は水稻、ナタネ、ヒマワリを想定。

表7 油糧作物の生産費、所得（バイオマス資源循環研究チーム）

		ナタネ	ヒマワリ	備考
10a 当たり粗収益				
収量	kg/10a	230	200	
含油率	%	45	45	
搾油率	%	85	85	
搾油量	kg/10a	87.975	76.5	
	L/10a	97.75	85	(換算比重 0.9kg/L)
単価	円/L	800	1,000	
粗収益	円/10a	78,200	85,000	
(計)		163,200		ナタネ+ヒマワリ
10a 当たり生産費				
(油糧原料生産コスト)				(ナタネ：静岡県資料より)
流動費	円/10a	33,063		
出荷経費等		753		
固定費		7,031		
(小計)		40,847	45,000	(ヒマワリ：ナタネより換算)
(搾油工程)				(滋賀県愛知製油)
搾油コスト	円/10a	25,300	22,000	搾油委託料 11,000 円/100kg
10a 当たり所得				
	円/10a	12,053	18,000	
		30,053		

2) 菜種生産における収益増加方策

表5の場合の売り渡し価格はおよそ100円/kg（本州における買い入れ価格の例：90～120円/kg）であったので、本州での目標収量である200kg/10aの場合には収入2万円に対して生産コストが前述のように約3～4万円であるから、10a当たり1万円から2万円ほども赤字になる。一方、北海道では通常は収量300kg/10aを得られる（収入約3万円）ということであるが、それでも生産者（農家）は赤字である。

したがって、次に述べるような菜種生産における収益増加対策等に取り組むことが必要である。

(1) 収量の向上

圃場管理及び栽培技術の励行・普及により、本州においてはコンバイン収穫実収量200kg/10a、及び北海道においては300kg/10aを確実に得ることが必須であ

る。更には、これらを 250kg/10a 及び 350kg/10a に高める努力が必要である。
同時に、コンバイン収穫における圃場損失を極力低減する技術開発が望まれる。

(2) 菜種—ヒマワリの作付け体系

中央農業総合研究センター（茨城県つくば市）では、菜種後にヒマワリを作付けて収益性を高める研究を行っている（水稲—ナタネ—ヒマワリの輪作体系、連作障害の回避及び菜種の雑草化の抑制効果を兼ねる）。しかし、この標準体系では菜種収穫からヒマワリ播種までの期間が 10 日程度と短いこと、ヒマワリの汎用コンバインによる収穫ではヘッドロスを起こしやすいこと、また、ある程度広く作付けしないと鳥害による減収を受けやすいと言った問題がある。

また、滋賀県と兵庫県で行われている菜の花プロジェクトにおいても菜種後にヒマワリの数ヘクタール作付けを始めたが、前者の話では、菜種の収穫が早生で 6 月 10 日頃でヒマワリの播種が 20 日頃なのでせいぜい 10 日位の期間しかないこと（菜種が晩生であると菜種収穫中にヒマワリ播種ということになる）、ヒマワリ油は香りも良く美味しいが、菜種はかなりの期間貯蔵後にも搾油しているので、2 ha 以上ヒマワリを作られると対応しかねる等、の制約があるとされる。

なお、東北農業研究センターは、そばの収穫前に、開発した立毛間播種機で菜種を播種するそば—なたね作付け体系を確立しようとしている。

農業機械・装置・施設の汎用利用によって、コストの低下を図ることは重要である。同時に、規模拡大によるコスト低減に努めることも必要である。

(3) 菜種種子売り渡し価格

我が国では、海外と比較するような菜種の低コスト生産は難しい。一方、北海道では、無農薬栽培による特産品ということや、ロットの確保により交渉力をつけて、150 円/kg の売り渡し価格を得ることができている。規模拡大によるロット確保により、本州でもこのようなことができるようにする必要がある。

(4) 搾油工程の所有による菜種油と搾り粕の販売

国産で無農薬栽培による特産品ということで、搾油工程を自前で持つことができると、次章で述べるように“地油”菜種油は現在でも 1 L 当たり 1,300~1,600 円という高い価格で売られている。また、国産菜種の搾り粕も次章で述べるように 1 kg 当たり 50~100 円位で売られており、菜種の収益性改善に大きく寄与することができる。更に、菜種の一部を鋤込むことで土作りを行って、特徴のある米作り（高値販売）を行うことで収益性の改善が図れるとする事例もある。