

### Ⅲ 搾油技術

#### 1. 植物油の採油方法（抽出法、圧搾法及び圧抽法）

植物種子等から油を取り出す方法には、大きく分けて抽出法と圧搾法がある。抽出法は、化学的処理により油分を溶かし出す。圧搾法は、圧力を加えて油分を搾り出す方法である。

また、圧搾法で油分を取り出した後に、抽出法で残りの油分を抜き取る方法がある。これは、圧抽法と称され、大変効率的な採油方法である。大量生産方式に向くので、国内の食品工場化した大規模製油工場で用いられている。このような工場は港湾施設の近くにあり、輸入してきた菜種をタンカーからサイロに移して圧搾・抽出後に精製等を行ってサラダオイル（表8参照）として商品化する。サラダオイルを作る一般的な工程（圧抽法）は、原料選別→コンディショニング→前処理（細砕）→圧搾→ヘキサンのような溶媒を使って抽出→目的に合わせて精製・濾過・脱ガム・洗浄・脱色・脱酸等を行って油として売り出す。

これらに対して、圧搾法は製油所と呼ばれるような小規模搾油施設で行われてきたが、最近になって中～大規模な搾油施設も出現している。

## 地油の規格（なたね）

区 分	基 準		
	なたね油	精製なたね油	なたねサラダ油
一 般 状 態	なたね特有の香味を有し、清澄であること。	清澄で、香味良好であること。	清澄で、舌ざわりよく、香味良好であること。
色	特有の色であること。	同左	黄色 20 以下、赤 2.0 以下であること。（ロビボンド法 199.4mm セル）
水分及び夾雑物	0.20%以下であること。	0.10%以下であること。	同左
比重（25/25℃）	0.907～0.919であること。	同左	同左
屈折率（25℃）	1.469～1.474であること。	同左	同左
冷 却 試 験	—	—	5 時間 30 分清澄であること。
酸 価	2.0 以下であること。	0.20 以下であること。	0.16 以下であること。
け ん 化 価	169～193 であること。	同左	同左
よ う 素 価	94～126 であること。	同左	同左
不 け ん 化 物	1.5%以下であること。	同左	同左

表8 なたね油の規格（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）

## 2. 圧搾法による菜種油の製造

1960年頃には全国に多数あった小規模搾油施設は、探すのが大変なくらいに減ってしまった。今では、菜種を生産しても搾油に出す所を探すのに苦労するほどである。しかし、最近では「国内にて処理能力30～100kg/h程度の搾油機を入手することができる。これらの搾油機を用いて搾油を行うことで、域内でなたねの栽培・収穫・乾燥・調製・搾油までを一貫して行うことができ、地域ブランドの食用油の生産、バイオ燃料原料の生産、更に、搾油粕等の副産物のカスケード利用が可能となるなど、資源循環型社会システムの構築に貢献することができる。」<sup>6)</sup>

### 1) 圧搾法による採油過程及び精製工程と「なたね油」の規格

#### (1) 採油過程

圧搾法による採油過程は、およそ次の通りである。

原料種子に前処理を施した後、圧搾して圧搾粗油と搾り粕を作り出す。

前処理としては主に次のような方法で行われる。

①**破碎**：材料を細かく砕いて搾油効率を高める。

②**圧扁**：ロール等により材料を扁平状に押しつぶして、搾り出しやすくする（後掲の写真72参照）。

③**コンディショニング**：焙煎（後掲の写真49参照）や蒸煮（後掲の写真73参照）を行って、油粘性を低下させて搾油効率を高める。

小規模施設に求められることは、採油効率が高いこと、貯蔵性が良いこと、方法が簡単であることが挙げられる。そのため、前処理における破碎や圧扁工程を省略してコンディショニングだけとする場合が多い。更に、焙煎や蒸煮等のコンディショニングさへも行わないで、機械的に強く加圧して効率的に搾油する方法も行われる。

#### (2) 精製工程

採油過程で得られた圧搾粗油に、必要に応じて精製処理を加えて植物油を製造する。副産物として廃液・澱（オリ）が出る。精製処理は主として濾過、脱酸、脱色等であるが、これらの中でも濾過は大抵の所で行われる。濾過の方法としては、通常はタンク内に1～2週間程度貯留して重い澱や水分等を下層に沈め、上澄み液の油を取り出して、次にフィルタープレス（菜種油を圧送して濾布及び濾紙で濾過する装置）で濾過する。この濾過後にガム質を除去するために湯洗を行うこともある。このように、小規模搾油施設では精製も沈殿・濾過・湯洗といった簡易なことが多い。

### (3) 「なたね油」の規格

国内の小規模搾油施設で生産された“地油”は、日本農林規格（JAS規格）のなたね油脂の規格として、「なたね油」として区分される事例が多い。その規格（表8）は、なたね特有の香味を有し清澄であること等である。水分、酸価に注意すれば、規格に合った油を作ることができる。そこで、小規模施設（圧搾法）では、乾燥・調製（精選）した菜種原料を物理的な圧搾のみで搾って黄色い油を取り出し、簡易な精製処理を加えれば「なたね油」の規格に合うものができ、これを販売する事例が多い。

なお、搾油所の開設に当たっては当該地域保健所の指導を受ける必要がある。

## 3. 搾油方式と適正種子水分及び製品の品質

搾油方式には大規模工場で行われる圧抽法と小規模～中規模施設で行われる圧搾法とがある。ここで扱うのは後者である。これにはケージプレス方式とエキスペラー方式がある（図13）。

### 1) ケージプレス方式

ケージプレス（玉締め）方式（図13左側参照）は、円筒の中に種子を入れてジャッキのようなもので直接圧力をかけるという方法で、搾油する。摩擦熱が小さく、圧搾後の油への夾雑物の混入が少ない（きれいな油が搾れる）という長所があるが、回分式（バッチ式）であるため生産効率が低いという短所を有する。

小規模適応技術である。

### 2) エキスペラー方式

エキスペラー方式は、スクリューオーガーにより圧力をかけて搾油する。連続式であるため生産効率高いという長所を有するが、摩擦熱が大きく、圧搾後の油への夾雑物の混入が多いという短所がある。

我が国の小～中規模搾油施設で使用されている多くのものが加熱式エキスペラー方式であり、エキスペラーによる圧搾では水分は低いほど良いとされているが、搾油速度や澱の発生量の関係から6～8%位が丁度良いとされる。また、種子温度を高くする（加熱する）ほど圧搾率が増加するという特性がある。

### 3) コールドプレス

コールドプレスとは、圧搾の前処理段階で一切の加熱を行わずに圧搾する方法であり、国際食品規格（コーデックス規格）では、この手法によって搾られた油をコールドプレスオイルとして規格化されている。また、50℃以下の低温で圧搾

## 圧搾

### ケージプレス方式



(S社製, K3-4000型)

長所：摩擦熱が小さく、圧搾後の油への夾雑物の混入が少ない

短所：回分式なので生産効率は低い

### エキスペラー方式



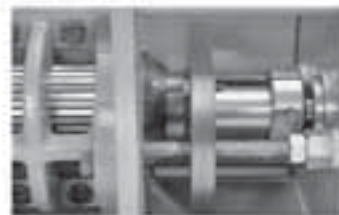
(H社製, H-54型 処理能力70~100kg/時)

長所：連続式なので生産効率が  
高い

短所：摩擦熱が大きく、圧搾後の油への夾雑物の混入が多い

図 13 圧搾法 (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)

## コールドプレスマシーン



種子を加熱しなくても、効率よく圧搾できるエキスペラー

水分7~8%の種子を圧搾。圧搾ケーキの厚みが1.5~2.0mm  
となるように圧力調整(プレッシャーコーンの開度)

図 14 コールドプレスマシーン

(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)

した場合もコールドプレスとしている場合もある。コールドプレス用の搾油機（図 14）には主として輸入機（例えばドイツ製）が使用される。この機械は、上記のエキスペラー方式の搾油機であるが、種子を事前に加熱しなくても効率よく圧搾できる。エキスペラー方式であるので、圧搾後の油への夾雑物の混入が多いという短所がある。

機種を選択によって、我が国では小規模から大規模まで適応可能である。

#### 4) 種子水分と搾油効率

エキスペラー方式で一番問題なのは種子水分で、6～8%が丁度良い。それ以下では摩擦熱が上がり過ぎて種が少し焦げてくる。搾油機それぞれに適した種子水分があるが、それでも 10%、11%位になると途端に搾油効率が低下する。摩擦熱が十分に上がらず、種子から油を取り切れないということによる。

#### 5) 沈殿・濾過による精製後菜種油の品質

一例として、コールドプレス式の搾油後に沈殿・濾過による精製後の菜種油の品質分析結果が図 15 に示されている。これによると、できた油の酸価に関しては収穫時期により日本農林規格「なたね油」ぎりぎりとなることもある。しかし、海外ではコールドプレスという油の枠組みがあり、酸価が4以下であればよいということである。したがって、国内でもこのような規格ができれば十分商品化できる。（以上、加藤 仁主任研究員より。）

なお、コールドプレスの場合は、焙煎等のやや高温の加熱を行わないので、油糧種子の独特の風味を損わないという利点がある。

### 4. エキスペラー方式による搾油システム

国内の中規模搾油施設では、エキスペラー方式による搾油システムを使用している。

#### 1) 搾油システム

##### (1) 中規模システムの代表的例

中規模搾油システムの代表的例は次の通りである。

まず、焙煎機で前処理を行う（写真 49）。次に、加熱された種子を搾油機（写真 50）に投入する。この搾油機の搾油能力は約 30kg 菜種重量/h で、菜種重量の約 3 割が油になって出る（約 7 割が搾り粕になる）。油は沈殿槽（図 15 参照）に入れて自然沈下の方法で油より重い水分を除去する。上澄みの油分をフィルタープレス（写真 51）に送って濾紙及び濾布による濾過を行う。この後、湯洗い等の精製処理を行った後、瓶詰めして製品化する。

この場合、種々の機械・装置の配置と、種子・油・搾り粕の搬送といった、

## 精製・・・ろ過



図 15 沈殿・濾過による精製(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)

備考) 酸価：油脂（トリグリセライド）1g 中に存在する遊離脂肪酸（熱分解などで増加する）を中和する水酸化カリウム（KOH）量を mg で表わしたもので、値が大きいほど劣化が大きい。

ヨウ素価：トリグリセライドを構成する不飽和脂肪酸の二重結合総数に比例する指標である。大きいほど不飽和脂肪酸の含有量が多い。

けん化：アルカリで油脂をグリセリンと石鹼とに分解すること。けん化価は、油脂 1g を完全にけん化するのに要する水酸化カリウム量を mg で表わしたもの。

以上、基準油脂分析試験法（日本油化学会編）による。<sup>7)</sup>



写真 49 焙煎機



写真 50 搾油機



写真 51 フィルタープレス

システム設計が重要になる。また、加熱エネルギーの供給についても検討する必要がある。これらについて、以下の調査事例が参考になる。

## (2) 種子加熱温度

コールドプレス以外のエキスペラー方式では種子を事前に加熱して油を出やすくしなければならず、85℃が温度的には良いとされているが、搾油率の点では更に上げて良いという研究結果が得られている。ただし、焙煎機で加熱温度を余り上げ過ぎると、焙煎臭や焦げ臭が出てくるので注意を要する。

## (3) 焙煎・搾油・精製・製品化・販売・搾り粕システムの調査事例

前処理に焙煎機を使用する場合のエキスペラー方式搾油システムの一般的な構成は、(1)に上げた通りである。ここでは、現地調査を行った事例について特徴的なことを中心にして紹介する。

### ①瀬戸内海島内の事例

焙煎機（ガス加熱 85℃）に放熱を防ぐための断熱材が巻かれている（写真 52）→搾油機（エキスペラー方式）の出口のところで濾紙による一次濾過（写真 53）→濾紙の使用前後の状態（写真 54）→搾り粕搬送機（搾油機と合わせた配置設計を要す、油粕販売 30～50 円/kg、写真 55）→フィルタープレス（油はポンプで送られる、写真 56）→湯洗いタンク及び製品タンク（右手に瓶詰め室がある、写真 57）→瓶詰め室内の菜種油製品（販売価格 1200 円/830g、780 円/460g、写真 58）→島内産菜種油（販売価格付き、写真 59）→菜種油とひまわり油（ひまわり油市販化の検討、写真 60）→工程管理者（写真 61）。

### ②関西平坦水田地域の事例

焙煎機には籾殻炭化プラントの排熱を利用したスチームケトル 87℃温水加熱→稼働中の搾油機（エキスペラー方式、種子投入用シュートが見える、写真 62）→搾り粕搬送機（写真 55 参照）から出た搾り粕の状態（油分が残っている様子、写真 63）→特産菜種油粕（1 袋 6 kg 税込み 550 円、写真 64）。（備考：菜種油：750 円/490g、1,400 円/940g。）

### ③関東平坦水田地域の事例

菜の花プロジェクト製油工房（不要になったプレハブをもらい受けて新品同様に作り直した、写真 65）→焙煎機（写真 49）→搾油機（エキスペラー方式、写真 50）→菜種搾り粕（手で握ると粉状に崩れる、油粕は主に野菜畑用肥料として使用する、写真 66）→フィルタープレス（写真 51）→菜種油製品



写真 52 焙煎機



写真 53 搾油機 (→濾過)



写真 54 濾紙 (使用前後の汚れ方)



写真 55 搾り粕搬送機



写真 56 フィルタープレス



写真 57 手前：湯洗いタンク  
奥：製品タンク  
右側に製品室がある。



写真 58 瓶詰め室内の菜種油製品



写真 59 島内産なたね油



写真 60 右：なたね油  
左：ひまわり油（市販化検討）



写真 61 乾燥・調製・搾油・瓶詰めを一人で管理



写真 62 稼働中の搾油機

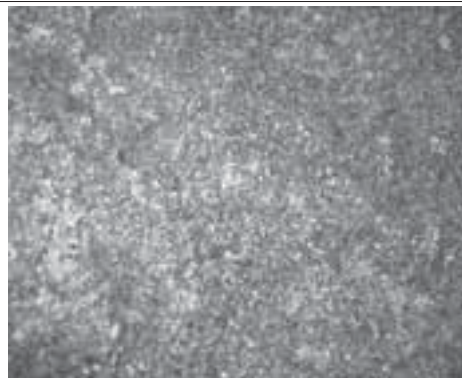


写真 63 搾り粕（油分が残っているように見える）

室（整理・整頓・清掃されている、長靴に履き替えて入った搾油室から更にスリッパに履き替えて製品室に入る、販売店における菜種油製品価格 1,200 円/640g、写真 67）→油容器（角の丸いものを使用する、写真 68）→地油の調理場（加熱処理用鍋等が見える、写真 69）。

（以上、平成 21 年度調査）

## 5. コールドプレス式搾油システム

### 1) コールドプレス式

一般的にコールドプレス式は、種子に一切の加熱処理を行わずにそのままコールドプレスマシンに投入する方法であるが、50℃位まで加熱して圧搾する低温圧搾もコールドプレスと呼ぶこともある。現状では明確な規格はないため、ここでは低温圧搾もコールドプレス式とした。

#### (1) コールドプレス式搾油システム

##### ①中央農業総合研究センターの例

中央農業総合研究センターでは、圃場で乾燥した菜種を唐箕選程度で精製して搾油機（コールドプレスマシン、処理量 100kg/h 及び 30kg/h の 2 機種を使用）にかけ、出てきた圧搾粗油をタンクに入れる。1, 2 週間程度沈下させ、上澄みだけをフィルタープレスに通して菜種油を作り地油として使う（図 15 参照）。

##### ②山陰地域への導入例

この事例では、菜種油を直接燃料にすること（S.V.O.）を目的に、水稲跡や水田転換畑に菜種（キザキノナタネ）を栽培し、コールドプレスマシン（写真 70、処理量 30kg/h のもの）で搾油し、軽油代替燃料の製造に取り組んでいる。搾油施設はコールドプレスマシンとフィルタープレス（写真 71）のみで、システムが単純化されている。搾油率は平成 21 年度 30.3%で、貯留タンクで沈殿させればフィルタープレスできれいにできている。

##### ③低温圧搾の例

北海道の畑作地域で大規模経営を行う会社所有の搾油施設の工程（フロー）図によると、

搾油原料タンク→ロール機→クッカー→搾油機→フィルタープレス→濾過タンク→脱水分・脱酸・濾過等精製装置→瓶詰め

となっており、主要な機械・装置と特性等をフロー図の順に上げると次の通



写真 64 菜種の油粕（成分：窒素 5.3%、りん酸 2.0%）1kg550円（税込み）



写真 65 菜の花プロジェクト製油工房（中古プレハブを作り直した）



写真 66 菜種搾り粕（手で握るだけで粉状に崩れる）



写真 67 菜種油製品室



写真 68 油容器（角の丸いものを使用）



写真 69 地油の調理場（加熱処理用鍋等）



写真 70 コールドプレス式搾油機



写真 71 フィルタープレス

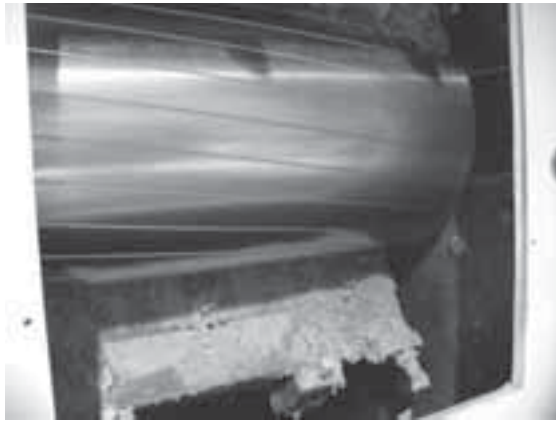


写真 72 ロール機



写真 73 クッカー



写真 74 搾油機 (エキスペラー式)

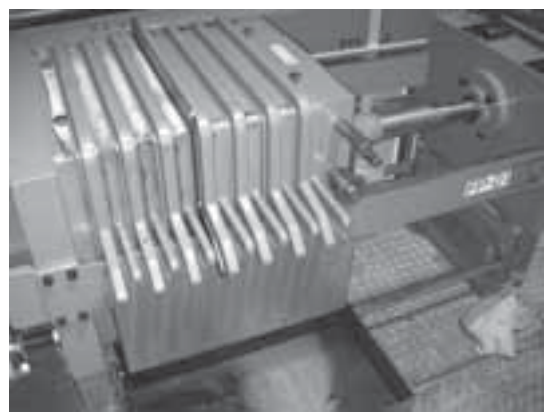


写真 75 フィルタープレス

りである。

ロール機（圧扁機、写真 72）→クッカー（蒸気蒸し機、1 回搾り時 50℃位、油の質を良くするため 60℃以上には上げない。ただし、2 回搾り時は温度を 100℃以上 120℃以内まで上げる。菜種本来の香りや酵素成分を損なわない低温圧搾製法で行うことを特徴とする。写真 73）→搾油機（英国製エキスペラー方式、300kg/h、35kW。最終油脂肥料（2 回搾り粕）70 円/kg～100 円/kg、ペレット化を検討中（平成 21 年度調査）（写真 74）→フィルタープレス（写真 75）→脱ガム装置（ガムは肥料にしたり、飼料のタンパク源としての添加剤にする）（写真 76）→瓶詰め作業（天ぷら用：1,800 円/1.65kg、1,200 円/815g、680 円/440g、生食用（サラダ用）：2,700 円/1.65kg、945 円/270g、630 円/kg、地油を名古屋方面へも出荷）（写真 77）（平成 21 年度調査）。

## 6. 国産菜種油の販売と搾り粕の利活用

### 1) 国産菜種油の出荷・販売・利用

#### (1) 国産菜種油の出荷・販売

瓶詰め出荷された国産菜種油（地油）として“道の駅”等の身近な売店で販売されている。香りや風味の良いことで好評である。販売価格は、大瓶になるほど安いですが、現地調査した 4 か所の天ぷら用中瓶程度の価格は 1 L 当りに換算しておよそ 1,300～1,600 円、平均 1,450 円である。生食（サラダ）用としては、一例ではこの倍以上も高い値段で売られている。

#### (2) 国産菜種油の利用の拡大・増加

菜種と菜種油の生産が増えると、飲食店や家庭での利用の増加を図る必要がある。

国産菜種油利用の拡大・増加を図ることは、輸入菜種油に比較して高価格になる点で厳しい面もある一方、学校給食に利用している事例も見られる。地域特産菜種の栽培（菜の花畑）から廃食用油の回収に結びつく菜種油の使用、そして B.D.F.へとつながる地域資源循環システムと環境問題への地域ぐるみの取り組みが必要になる。

### 2) 菜種油粕の利活用

#### (1) 菜種油粕の販売

搾油工程でおよそ油 3 に対して 7 の重量割合で生ずる搾り粕は畑等の上質な肥料になるため、通常は菜種油粕肥料として比較的高くられている。

東北農業研究センターの調査<sup>7)</sup>によれば、50～100円/kg位で売り渡されており、平均的には75円/kg位である。現地調査を行った3点の事例では、1kg当たり30～50円、92円、70～100円となっていて、1kg当たり70円～90円で一般販売が十分可能と考えられる。

一般に市販されている菜種油粕は、外国産菜種を圧抽法によりほぼ完全に油分を取り去った残り粕である。国産菜種を圧搾法により搾油した後の搾り粕には10%程もの油分が残っていることが多い。このようなことで国産菜種油粕肥料の価値が一層高く評価されてしかるべきである。

なお、菜種油搾り粕の上手な施用により甘みのある野菜を作ることができるとして、野菜栽培には特に喜ばれている事例がある。また、菜種油搾り粕をそのまま肥料として用いる方法の他に、籾殻に搾り粕を混合して良質の発酵堆肥とする方法も行われることがある。この場合も野菜に使うと、甘みが向上するとされる。

## (2) 菜種油粕のペレット化

東北農業研究センターでは、搾油後の菜種油粕を容易にペレット化する技術を開発した。この技術は、図16に見られるように、菜種搾油残渣を破碎後水分30%弱に調整し、米糠用ペレット成形機に供給すると、容易にペレットに成形できるというものである。ペレットにすることによって、菜種油粕は粒状肥料と同様にブロードキャスターで能率的に散布できるようになる。

北海道十勝地方のような大規模畑作地帯では、粉状よりはペレットの方が散布作業に著しく適する。



写真 76 脱ガム（リン脂質）装置



写真 77 菜種油のびん詰め作業



## 菜種搾油かすの ペレット製造および散布

### 供試機概要



- 米糠用の市販機
- 成形方式: 押し出し先端カット方式
- 主軸回転数(rpm)  
92(50Hz), 110(60Hz)
- 処理能力(kg/hr)  
生糠換算240~270
- 内蔵モーター:  
3.7kw三相200V

## ペレットの製造: 成形条件別物性

「キラリボシ」搾油残さは、粉碎して加水混合して水分調製することで、市販のペレット成形機を利用してペレット化できる。

ディスク 穴径mm	切断刃 ピッチ	能率 kg/h	ペレット外径 (mm)	ペレット長 (mm)	長短比	かさ密度	減容率 %
φ 4.0	120°	331	3.8±0.1	10.2±1.0	2.66	0.58	93.9
	90°	295	3.8±0.1	9.1±1.3	2.39	0.60	92.0
	72°	375	3.9±0.1	6.4±1.0	1.64	0.59	93.3
φ 5.0	120°	369	4.8±0.1	11.5±1.6	2.39	0.61	89.5
	90°	283	4.8±0.1	7.9±1.4	1.65	0.60	90.8
	72°	315	4.9±0.1	5.9±1.1	1.21	0.55	99.7
φ 6.0	120°	275	5.9±0.2	11.0±1.9	1.87	0.59	92.2
	90°	296	5.9±0.1	8.7±1.1	1.48	0.61	89.2
	72°	366	5.9±0.1	8.3±1.1	1.42	0.60	90.7

注:水分14.2%のナタネ搾油残さを破碎後、水分29%に調製し、ペレットに成形。  
ペレット外径・ペレット長は各30個の平均±標準偏差。  
減容率は、粉碎したナタネ搾油残さを基準とした。

図 16 菜種油粕のペレット化と散布方法 (東北農業研究センター)