

第12章

飼料の種類と その特徴

第1節 飼料自給の必要性

第2節 飼料の分類

第3節 濃厚飼料

第1節 飼料自給の必要性

農林水産省畜産部畜産振興課（2009年4月）の資料によると、わが国の飼料需要量は家畜の飼養頭羽数の減少などを反映して減少傾向にあったが、TDNベースで約2,500万tとほぼ横ばいとなっている。一方、粗飼料の国内供給量（自給量）はTDNベースで約420万tと粗飼料供給量全体の約80%で、濃厚飼料自給量には変動があるものの約210万tで約10%となっており、TDNベースで濃厚飼料の約90%を輸入に頼っていることになる。乳牛に対する飼料自給率は、飼養頭数規模の拡大に見合う飼料基盤確保の遅れや労働力不足などの理由で、利便性のよい輸入飼料の利用傾向が高まっていることから、2005年度以降は約33%（TDNベース）で推移している（農林水産省生産局畜産部畜産振興課 2009）。すなわち、わが国の酪農の現状は、輸入飼料に依存しているといってもよいだろう。

濃厚飼料の供給源である配合飼料価格は、飼料メーカーが自由競争の下で、飼料穀物の国際相場、海上運賃、為替レートなどの動向を反映して形成されている。このため、国際相場や為替レートの変動は飼料価格に大きく影響し、生産コストの上昇を招くことになる（村田 2004）。2006年以降、シカゴ相場では燃料用エタノール生産向けの需要拡大により、配合飼料原料のトウモロコシ価格が値上がりし、2007年1月の約5.8万円/tから2008年10月には約6.8万円/tまで上昇した（農林水産省生産局畜産部畜産振興課 2009）。2009年1月以降は約5.5万円/tまで低下したが、社会情勢の影響を大きく受けたことは否めない。また、飼料穀物の価格はその年の気象条件に大きく左右され、さらには開発途上国の畜産物消費状況、家畜や家禽への穀物利用状況などによっても大きく変動する。飼料メーカーは配合飼料の原料価格が上昇すると、販売価格を上げざるを得ない。しかし、近年は牛乳の出荷制限などが行われる場合もあり、酪農経営への影響は避けられない。また、値上げ幅を抑えるため、飼料メーカーは製造コスト削減などの努力も行っているが、酪農家の要望で配合飼料を製造する場合もあり、簡単には製造コストを下げるできない現

状にある（増子 1999）。

配合飼料価格上昇によって酪農家が被る影響を軽減するため、わが国では配合飼料価格安定制度（図12-1-1）が設けられており、通常補填と異常補填の二段階の仕組みで取り組んでいる。通常補填は民間（生産者と

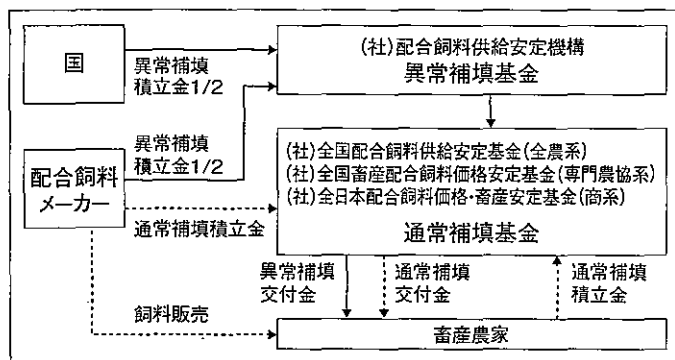


図12-1-1 配合飼料価格安定制度（農林水産省生産局畜産部 2008）

配合飼料メーカー)の積立で運用されており、異常補填は異常な価格高騰時に通常補填を補完するものである。異常補填は輸入原料価格が直前1カ月の平均値と比べて115%を超えた場合に、超えた額が交付される(農林水産省生産局畜産部 2008)。

農林水産省は、国際的に需要が急増しているトウモロコシなどの飼料用穀物の安定供給を図るため、飼料穀物備蓄対策事業を実施している(図12-1-2)。この事業は輸出国の凶作など不測の事態に備え、飼料穀物(トウモロコシおよびグレインソルガム)の計画的な備蓄を行い、有事の際にその安定的供給の確保を図ろうとするものである。備蓄穀物の保管は毎年度、国が策定する飼料需給計画と備蓄計画に基づき、配合飼料安定機構を通じて備蓄受託者(全農、全酪連、日鶏連および配合飼料メーカー)に備蓄穀物の保管を委託している。現在、トウモロコシおよびグレインソルガムの備蓄総量は60万tであり、大麦は35万tが備蓄されている。

このほかの対策として、国産飼料の生産と利用拡大の取り組みも行われている。反芻家畜は単胃家畜と異なり、牧草などの粗飼料給与が可能である。このため、コントラクターやTMRセンターの育成、飼料用トウモロコシの栽培拡大、エコフィードなどの未利用資源の利用促進などを図っている。輸入飼料の価格変動は、配合飼料メーカーにも酪農家にも負担がかかり、消費者である国民にも負担が求められることになる。わが国の穀類生産は食料用のみで限界であるが、幸いにも乳牛用の粗飼料は自給できる環境にある。輸入飼料の価格変動の影響を少しでも防ぐためには自給粗飼料の生産性を高め、国産飼料に立脚した畜産が望まれる。

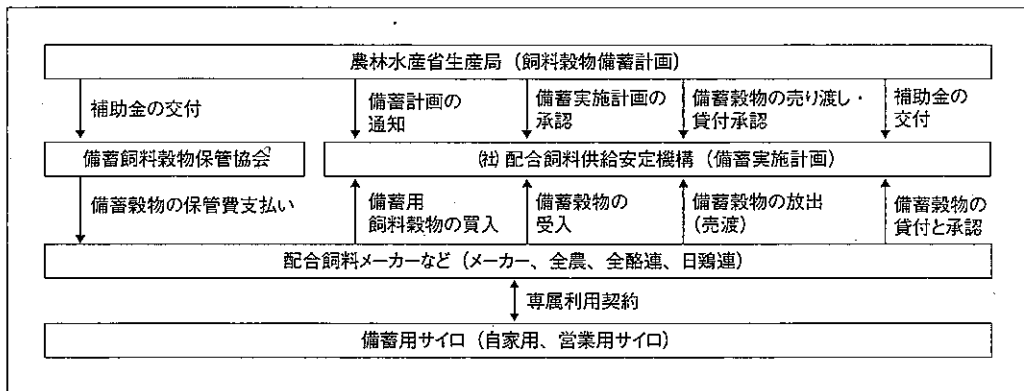


図12-1-2 飼料穀物備蓄対策事業

(配合飼料供給安定機構 2009)

第2節 飼料の分類

飼料の種類は極めて多い。このため、飼料の分類方法はさまざまであり、目的によって異なる。ここでは、日本標準飼料成分表(2001年版)に掲載され、通常用いられている栄

養価による分類（粗飼料、濃厚飼料、特殊飼料）を基に解説する。

1. 粗飼料

一般的に容積が大きく、粗繊維が多く、可消化養分が少ない（唐澤 2004）。粗飼料は家畜に満腹感を与え、牛では体を維持するための飼料として幅広く利用されている。

(1) 水分含量が少ない粗飼料

乾草類、ワラ類および穀類の茎葉などがある。乾草は牧草を乾燥調製したものであり、乾燥方法によって人工乾草（dried grass）と天日乾草（hay）がある。乾草は調製工程で栄養成分の変動が大きく、とくに雨露に当たると栄養損失が大きくなる。ワラ類には稲ワラや麦ワラなどがあり、穀類にはトウモロコシやソルガム、ナタネ、大豆などの枯熟した茎葉がある。

(2) 水分含量が多い粗飼料

牧草類、青刈作物、根菜類や果菜類、野草類および、樹葉類などの生草類、これらを材料にしたサイレージがある。牧草類などの水分含量は刈り取り時の生育ステージで変動する。イネ科牧草のチモシー1番草の例では、出穂前の水分含量は82%だが、開花期には75%になる。青刈作物にはトウモロコシやソルガムなどがあげられる。元来は種実生産のために栽培され、残った茎葉を利用していたが、現在では種実と茎葉を含めた全体をホールクロップ（whole crop）として利用している。サイレージは牧草や青刈作物などを嫌気的条件下で乳酸発酵させたもので、貯蔵粗飼料として乾草とともによく用いられている。

2. 濃厚飼料

濃厚飼料は一般に容積が小さく、粗繊維が少なく、可消化養分が多い。穀類、豆類、イモ類、植物性油粕類、ヌカ類、製造粕類および動物質飼料などがある。

濃厚飼料は、利用方法によって単体飼料（単味飼料）と配合飼料に分けられる。単体飼料は飼料原料でもあり、畜種や成長過程に合わせて混合され、配合飼料として利用される。配合飼料は、単体飼料のほかにも飼料添加物も混合されている。

動物質飼料は魚介類由来タンパク質（魚粉、フィッシュソリュブルなど）、哺乳動物由来蛋白質（肉骨粉や肉粉、骨粉、血粉など）、家禽由来蛋白質（フェザーミールなど）、動物性油脂（タロー、グリースなど）があげられるが、2001年にわが国でBSE感染牛発見以降、飼料安全法に基づく政令が改正され、乳および乳製品や農林水産大臣が指定するものを除き、乳牛をはじめとする反芻家畜への給与が禁止されている。

3. 特殊飼料

特殊飼料は粗飼料にも濃厚飼料にも属さず、特殊な効果をもつものである。ミネラル飼料、ビタミン飼料、単体アミノ酸、抗生物質、ホルモン剤、酵素剤、科学的保存剤、呈味料・着色料・乳化剤・粘結剤、非蛋白態窒素化合物および茎葉タンパク質などがある。

わが国で使用される飼料添加物は「飼料の安全性の確保及び品質の改善に関する法律」(昭和28年法律第35号)第2条第3項に基づき、表12-2-1のように規定されている。その用途は、①飼料品質低下の防止、②飼料の栄養成分とその他有効成分の補給、③飼料が含有している栄養成分の有効な利用の促進、などに限定されている(唐澤 2004)。

飼料添加物は濃厚飼料に添加して、そのまま家畜に給与する場合がおもであるが、サイレージ調製時に添加物として使用されるギ酸や乳酸菌製剤なども含まれている。

第3節 濃厚飼料

穀類はエネルギーを供給するデンプン質飼料で、主要な飼料原料の一つである(小林ら 2004)。穀類は主としてトウモロコシが利用されている。

1. 穀類

(1) トウモロコシ

イネ科の一年生草本であり、飼料用のトウモロコシには黄色デントコーン種(馬齒種)とフリントコーン種(硬粒種)が使用されている。トウモロコシは種実のみを飼料原料とする以外に、青刈飼料やサイレージとして茎葉と種実のすべてを飼料に使用することもある。国内で用いられるトウモロコシの約90%が米国からの輸入であり、配合飼料原料の約50%がトウモロコシで占められている。

トウモロコシの主成分はデンプンであり、種実のTDN含量は乾物中92%と高いが、CP含量は乾物中約9%と低い。通常、デンプンの消化性を高めるために、粉碎や圧片(フレーク状)などの加工をして使用される。

(2) グレインソルガム

イネ科の一年生草本で、米国ではマイロ(Milo)、中国ではコウリャンともよばれる。ソルガムはトウモロコシと同様に種実のみを飼料原料とする以外に、青刈飼料やサイレージとして茎葉と種実のすべてを飼料に使用されている。グレインソルガムはトウモロコシに次いで使用割合の多い原料であり、国内で使用されるグレインソルガムの約60%が米国か

表12-2-1 飼料添加物指定品目一覧 (2009年6月23日現在)

農林水産省令で定められている用途	類別	指定されている飼料添加物の種類
飼料の品質の低下の防止 (17種)	抗酸化剤(3種)	エトキシキン、ジブチルヒドロキシトルエン、ブチルヒドロキシアニソール
	防かび剤(☆)(3種)	プロピオン酸、プロピオン酸カルシウム、プロピオン酸ナトリウム
	粘結剤 (5種)	アルギン酸ナトリウム、カゼインナトリウム、カルボキシメチルセルロースナトリウム、プロピレングリコール、ポリアクリル酸ナトリウム
	乳化剤(5種)	グリセリン脂肪酸エステル、シオ糖脂肪酸エステル、ソルビタン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレングリセリン脂肪酸エステル
	調整剤(1種)	辛酸
飼料の栄養成分 その他の有効成分の補給 (87種)	アミノ酸等 (13種)	アミノ酢酸、DL-アラニン、L-アルギニン、塩酸L-リジン、L-グルタミン酸ナトリウム、タウリン、2-デアミノ-2-ヒドロキシメチオニン、DL-トリプトファン、L-トリプトファン、L-トレオニン、L-バリン、DL-メチオニン、硫酸L-リジン
	ビタミン (33種)	L-アスコルビン酸、L-アスコルビン酸カルシウム、L-アスコルビン酸ナトリウム、L-アスコルビン酸-2-リン酸エステルナトリウムカルシウム、L-アスコルビン酸-2-リン酸エステルマグネシウム、アセトメナフロン、イノシトール、塩酸ジベンゾイルチアミン、エルゴカルシフェロール、塩化コリン、塩酸チアミン、塩酸ピリドキシン、β-カロテン、コレカルシフェロール、酢酸DL-α-トコフェロール、シアノコバラミン、硝酸チアミン、ニコチン酸、ニコチン酸アミド、パラアミノ安息香酸、D-パントテン酸カルシウム、DL-パントテン酸カルシウム、D-ビオチン、ビタミンA粉末、ビタミンA油、ビタミンD粉末、ビタミンD3油、ビタミンE粉末、メナジオン亜硫酸水素ナトリウム、メナジオン亜硫酸水素ナトリウム、葉酸、リボフラビン、リボフラビン酪酸エステル
	ミネラル(38種)	塩化カリウム、クエン酸鉄、グルコン酸カルシウム、コハク酸クエン酸鉄ナトリウム、酸化マグネシウム、水酸化アルミニウム、炭酸亜鉛、炭酸コバルト、炭酸水素ナトリウム、炭酸マグネシウム、炭酸マンガン、DL-トレオニン鉄、乳酸カルシウム、フマル酸第一鉄、ペプチド亜鉛、ペプチド鉄、ペプチド銅、ペプチドマンガン、ヨウ化カリウム、ヨウ素酸カリウム、ヨウ素酸カルシウム、硫酸亜鉛(乾燥)、硫酸亜鉛(結晶)、硫酸亜鉛メチオニン、硫酸ナトリウム(乾燥)、硫酸マグネシウム(乾燥)、硫酸マグネシウム(結晶)、硫酸コバルト(乾燥)、硫酸コバルト(結晶)、硫酸鉄(乾燥)、硫酸銅(乾燥)、硫酸銅(結晶)、硫酸マンガン、リン酸一水素ナトリウム(乾燥)、リン酸一水素ナトリウム(乾燥)、リン酸二水素ナトリウム(乾燥)、リン酸二水素ナトリウム(結晶)
	色素(3種)	アスタキサンチン、β-アポ-8'-カロチン酸エチルエステル、カンタキサンチン
飼料が含有している栄養成分の 有効な利用の促進 (54種)	合成抗菌剤(☆) (6種)	アンプロリウム・エトパベート、アンプロリウム・エトパベート・スルファキノキサリン、クエン酸モランテル、デコキネート、ナイカルバジン、ハロフジノンポリスチレンスルホン酸カルシウム
	抗生物質(☆★) (19種)	亜鉛バシトラス、アピラマイシン、アルキルトリメチルアンモニウムカルシウムオキソテトラサイクリン、エフロマイシン、エンラマイシン、クロルテトラサイクリン、サリノマイシンナトリウム、セデカマイシン、センデュラマイシンナトリウム、デストマイシンA、ナラシン、ジシヘブタイド、パージニアマイシン、ピコザマイシン、フラボフォスフォリボル、モネンシンナトリウム、ラサロシドナトリウム、硫酸コリスチン、リン酸タイロシン
	薫香料(1種)	薫香料(エステル類、エーテル類、ケトン類、脂肪酸類、脂肪族高級アルコール類、脂肪族高級アルデヒド類、脂肪族高級炭化水素類、テルペン系炭化水素類、フェニールエーテル類、フェノール類、芳香族アルコール類、芳香族アルデヒド類及びラクトン類のうち、1種又は2種以上を有効成分として含有し、薫香の目的で使用されるものをいう。)
	呈味料(1種)	サッカリンナトリウム
	酵素(12種)	アミラーゼ、アルカリ性プロテアーゼ、キシラーゼ、キシラーゼ・ペクチナーゼ複合酵素、β-グルカナーゼ、酸性プロテアーゼ、セルラーゼ、セルラーゼ・プロテアーゼ・ペクチナーゼ複合酵素、中性プロテアーゼ、フィターゼ、ラクターゼ、リパーゼ
	生菌剤(11種)	エンテロコッカス フェッカーリス、エンテロコッカス フェシウム、クロストリジウム プチリカム、バチルス コアグランス、バチルス サプチルス、バチルス セレウス、バチルス バディウス、ビフィドバクテリウム サーモフィラム、ビフィドバクテリウム シュードロンガム、ラクトバチルス アシドフィルス、ラクトバチルス サリバリウス
	その他(4種)	辛酸カルシウム、グルコン酸ナトリウム、ニギ酸カリウム、フマル酸
	(合計 158種)	

☆…抗菌性物質製剤 ★…特定添加物

(農林水産消費安全技術センター 2009)

らの輸入である。

グレイソルガムの主成分もデンプンであり、TDN含量は乾物中90%、CP含量は乾物中10%とトウモロコシの栄養価に近い。小粒で硬いため、通常は粉碎や圧片などに加工して使用される。

(3) 大麦

イネ科の一、二年生草本で、播種時期によって冬大麦と春大麦に区別される。また、脱皮大麦とハダカ麦を総称して大麦とよぶこともある。大麦は全粒または精白時に生産される副産物のヌカが利用されている。大麦はオーストラリア、米国、カナダより輸入している。

大麦のTDN含量は乾物中84%、CP含量は乾物中12%で、トウモロコシよりもTDN含量が低く、CP含量がやや高い。トウモロコシよりもデンプン含量は少ないが、ルーメン内でのデンプンの消化速度は早い。ビタミンAとDの含量は低く、チアミンとナイアシン含量は高い。デンプンの消化性を高めるために、ひき割りや圧片に加工し、単体飼料として利用される場合が多い。

(4) 小麦

イネ科の一、二年生草本で、特性や栽培面から硬質小麦と軟質小麦、あるいは冬小麦と春小麦に区別される。大麦と同様に、小麦も全粒または精白時に生産される副産物のフスマが利用されている。中国、オーストラリアおよびカナダからの輸入が多い。

小麦のTDN含量は乾物中89%、CP含量は乾物中14%とトウモロコシよりもCP含量が高い。小麦の蛋白質はカゼインと類似したグリアジンおよびグリテリンとプロラミンの会合によって形成されるグルテンが主である。カルシウムやビタミンAおよびDの含量が低く、チアミンとナイアシン含量が高い。デンプンの消化性を高めるために、粉碎や圧片に加工して使用される。

(5) エンバク

イネ科の一、二年生草本で、カラス麦ともよばれる。不良環境でも生育がよいことから、世界各国で生産されている。オーストラリアおよびカナダからの輸入が多い。

エンバクのTDN含量は乾物中81%、CP含量は乾物中11%であり、TDN含量は先にあげた穀類よりも低い。また、殻の割合が多いため、粗繊維含量が乾物中12%、ADF含量が乾物中14%とほかの穀類よりも高い。アミノ酸はグルタミン酸含量が高く、メチオニン、ヒスチジン、トリプトファンおよびリジン含量が低い。カルシウム含量は低く、リン含量は高く、カロテンとビタミンD含量は低い。デンプンの消化性を高めるために、粉碎して使用されている。

(6) 米

古米、碎米（こごめ）または未熟米（しいな）など、人の食用に適さない低品質のものが使用される。1970～1980年代に過剰米対策として、古米の利用あるいは飼料用イネの開発が進んだ。米粒（全粒）は粳（もみ）ともよばれ、粳から粳殻を除いたものを玄米とよぶ。数年前から飼料用イネの種実を分離して、豚に給与する試みが行われている。

粳のTDN含量は乾物中77%、CP含量は乾物中10%、玄米のTDN含量は94%、CP含量は9%であり、玄米の栄養価はトウモロコシに近い。

2. マメ類

マメ類はマメ科植物の種子である。もっとも重要なものは大豆だが、そのほとんどを輸入に頼っている。BSE発生以降、動物性蛋白質源の給与が禁止されており、CPとTDNの含量が高いマメ類は重要になっている（小林ら 2004）。

(1) 大豆

マメ科の一年生草本でありマメ類のうちでもっとも重要な飼料として、米国から多く輸入されている。大豆のTDN含量は乾物中103%、CP含量は乾物中41%、粗脂肪含量は乾物中21%と高い。粗繊維、カルシウムおよびリン含量は低く、カロチンとビタミンD含量は低い。アミノ酸はメチオニンとシスチンの含硫アミノ酸含量が低い。

大豆はエネルギー源としても蛋白質源としても優れているが、トリプシンインヒビター、サポニン、血球凝集素などの不良因子を含んでいる。これらの不良因子は加熱により有害作用が消失することから、加熱後に圧片や粉碎して使用される。ただし、加熱しすぎるとリジン、アルギニン、トリプトファン、およびシスチンなどが破壊される。

(2) そのほかの豆類

大豆以外のマメ類にはソラマメ（horse bean）、エンドウ（pea）、ルーピン（lupine）などがあるが、一般には食用のマメ類のうち、不適格（規格外など）のものが飼料として使用されている。これらのマメ類のTDN含量は乾物中85～93%、CP含量は乾物中26～34%である。

3. イモ類

飼料用にはバレイショ、カンショおよびキャッサバ（タピオカ）がある。主成分はデンプンで、TDN含量は乾物中80～83%、CP含量は乾物中3～5%である。キャッサバは青酸毒物質を含む種があるため、注意が必要である。

4. 植物性油粕類

油脂含量の高い種実から、採油後に得られた残さが植物性油粕類である。採油は圧搾と抽出を併用したものが多く、植物性油粕類も蛋白質源として重要な飼料になっている。

(1) 大豆粕

大豆粕は植物性蛋白質として重要であり、植物性油粕類の70%以上を占めている。採油の過程で加熱処理されているため、不良因子は不活化されている。大豆粕には脱皮大豆粕、エクストルーダ処理大豆粕、屑大豆粕、膨化脱皮大豆粕、濃縮大豆粕および分離大豆粕などがある。これらの大豆粕のTDN含量は乾物中85~91%、CP含量は乾物中36~90%である。アミノ酸はメチオニン含量が低い。カルシウムとリン含量が低く、カロチンとビタミンD含量も低い。

(2) 綿実粕

綿実には綿花を採取した後の種実で、綿実粕は綿実から短綿毛（リントー）と殻（ハル）を取り除き採油した残さである。綿実はそれ自体で飼料となり、TDN含量は乾物中88%、CP含量は乾物中22%、粗脂肪含量が乾物中21%であり、乳牛の乳脂率を高めるとされている。綿実粕はTDN含量が65%、CP含量は乾物中40%である。アミノ酸はリジン、メチオニンおよびシスチン含量が低い。リンの大部分はフィチン態であり、その含量は高く、カルシウム含量は低い。

綿実粕にはあまり多くないが、ゴシポールを含んでおり、単胃家畜に対しては毒性が強い。反芻家畜ではルーメン微生物によりゴシポールは不活化されるために比較的耐性はあるが、飼料乾物中20%以下に制限するように推奨されている。

(3) アマニ粕

アマニ粕はアマ（亜麻）の種子（亜麻仁）から採油した後の残さである。種子をそのまま利用することはない。アマニ粕のTDN含量は乾物中80%、CP含量は乾物中41%である。アミノ酸はリジンとメチオニン含量が低い。カルシウム含量は高く、リン含量は低い。

未熟な種子には青酸配糖体リナマリンを含み、種子中に共存するリナマラーゼが作用すると青酸を生産し、有毒作用を示す。しかし、採油工程で高温処理するため、これらの物質は破壊される。

(4) ラッカセイ粕

ラッカセイ粕はラッカセイ（落花生）の種子から採油した後の残さである。ラッカセイ粕のTDN含量は乾物中75%、CP含量は乾物中49%である。アミノ酸はリジン含量が低く、アルギニンとヒスチジン含量は高い。カルシウムとリン含量は低く、カロチンとビタミンD含量も低い。

ラッカセイ粕は貯蔵を誤るとカビからアフラトキシンが生成されることがある。アフラトキシンは家畜と人に害をもたらすため、ラッカセイ粕中のアフラトキシン含量は1 ppm以下と規定されている。

(5) ナタネ粕

ナタネ粕はナタネ（菜種）から採油した後の残さである。ナタネ粕のTDN含量は乾物中74%、CP含量は乾物中42%であり、いずれの値も大豆粕より低い。

ナタネは長い間セイヨウアブラナが原料として用いられてきたが、アブラナ科の植物にはイソチアシオネート（辛み成分）とゴイトリン（甲状腺肥大因子）が不良因子として知られている。これらの不良因子を低減したカノーラ種がカナダで開発されたことから、植物性油粕類の中では国内での使用量が大豆粕に次いで多くなった。

(6) ヤシ粕

ココヤシの核肉（胚乳）を乾燥したものをコブラ（copra）とよび、コブラから採油した後の残さをヤシ粕（コブラミール）とよんでいる。ヤシ粕のTDN含量は乾物中72%、CP含量は乾物中24%であり、大豆粕よりも低い。アミノ酸はリジン含量が低い。カルシウムとリン含量は高く、ビタミンB群の含量も高い。

5. ヌカ類

ヌカ類は穀粒の外側にある食用に適さない部分（果皮、種皮および外胚乳）を飼料として利用するもので、総称でヌカ類とよんでいる（図12-3-1）。飼料として最も重要なヌカ類はフスマであり、年間80万t以上が使用されている。

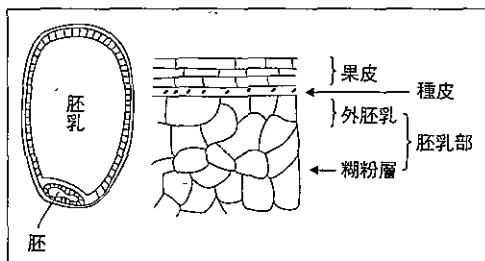


図12-3-1 玄米の断面(左:玄米粒の断面、右:ヌカに相当する部分) (唐澤 2004)

ヌカ類は製造粕類を含め糟糠（ソウコウ）類とよぶことがある。ヌカ類は穀類と比べてTDN含量は低く、CPと粗繊維含量は高い。また、リンとビタミンB群の含量も高い。ヌカ類の栄養価は精白や製粉の歩留りによって異なっている。

(1) 米ヌカ

玄米の精白時に削り取られるヌカ層の部分である。ヌカ層は玄米の果皮、種皮、外胚乳および糊粉層などが混ざったものであり、玄米の精白度によって品質や生産量が異なり、白米の場合は7～8%、五分づき米で35～4%が生産量となる。

米ヌカには生米ヌカ、脱脂米ヌカ、白酒ヌカおよび青米ヌカなどの種類がある。生米ヌ

カはわが国伝統の飼料であり、粗脂肪が乾物中21%と高いが、高温・多湿では保存性が悪くなる。このため、保存性が高まるため生米ヌカを採油した残さを脱脂米ヌカとして使用しており、プレミックスの希釈剤としても用いられている。白酒ヌカは酒造米を精白するときに出るもので、白ヌカともよばれている。脱脂米ヌカよりもCPと粗繊維含量が高く、可溶無窒素物含量も高い。青米ヌカは未熟米からつくられ、生米ヌカよりもTDNとCP含量ともに低い。

(2) フスマ

フスマは小麦の製粉時に派生する副産物で、小麦の果皮、種皮、外胚乳および湖粉層などが混ざったものである。フスマは原粒に対して22~25%発生するが、極めて重要な飼料であることから、政府がフスマ供給に関与し、政府操作飼料として扱われていた。このため、需要を満たすために製粉歩留りを著しく低くした専管フスマ（政府指定の飼料用小麦専門工場で生産）および増産フスマ（政府指定の一般製粉工場で生産）があり、いずれもフスマの生産割合が60%以上に指定された特殊フスマが生産されていた。このため、小麦粉が多く含まれる特殊フスマは、フスマに比べてCP含量はやや低いが、TDN含量は13%高い。

現在は1987年度の「新たな麦政策大綱」において、2002年度に専管フスマと増産フスマの廃止が決定された。これによって、特殊フスマとほぼ同じ成分となるようにフスマと全粒粉砕小麦を4：6で混合した代替飼料が検討されている。

6. 製造粕類

農産物製造時に出る副産物は製造粕類とよばれ、それらの大部分は飼料として利用されている。製造原料の違いによりデンプン製造副産物、製糖副産物、発酵工業副産物、果汁加工副産物などの種類がある。原料の水分含量が高いことから、製造副産物も水分含量が高く、乾燥したものや乳酸発酵させたものが流通されている。製造粕類はByproduct feedsと英訳されるため、バイプロダクトとよばれることがある。近年の輸入飼料価格の上昇から、トウモロコシの代替などにデンプン粕をはじめとする製造粕類の利用が注目されている。このため、わが国ではヌカ類を含めて食品残さをエコフィード（eco feed）として取り扱い、「食品残さ等利用飼料等の安全性確保のためのガイドライン」（2006年8月30日付け、18消安第6074号、農林水産省消費・安全局長通知）の遵守、一定比率以上の食品循環資源の利用および栄養成分などが把握されていることを条件にエコフィード認証制度が実施されている（農林水産省生産局畜産部 2008）。

(1) デンプン粕

バレイショおよびカンショからデンプンを製造する際に排出される残さである。デンプン粕の水分含量は80%以上と高く、変質しやすい。長期保存や流通の関係から、製造工場から生のまま運搬し、フスマなどを混合して水分調整後にサイレージ調製したもの、乾燥処理したものが使用される。デンプン粕のTDN含量は乾物中69~77%、CP含量は乾物中2~6%である。主成分の可溶無窒素物は乾物中73~77%と高い含量である。ミネラルとビタミン類の含量は低い。

(2) コーングルテンフィード

トウモロコシからデンプン (starch) を製造する際、副産物として胚芽、ヌカ、グルテン (gluten) およびコーンソリュブル (corn solubles) などが得られる (図12-3-2)。コーングルテンフィードはコーングルテンミールとトウモロコシヌカが混合されたものであり、このほかコーンソリュブルとコーンジャムミールの一部を含むことがある。コーングルテンフィードのTDN含量は乾物中83%、CP含量は乾物中22%である。コーングルテンミールのTDN含量は90%、CP含量は44~72%である。アミノ酸はリジンとトリプトファン含量が低い。

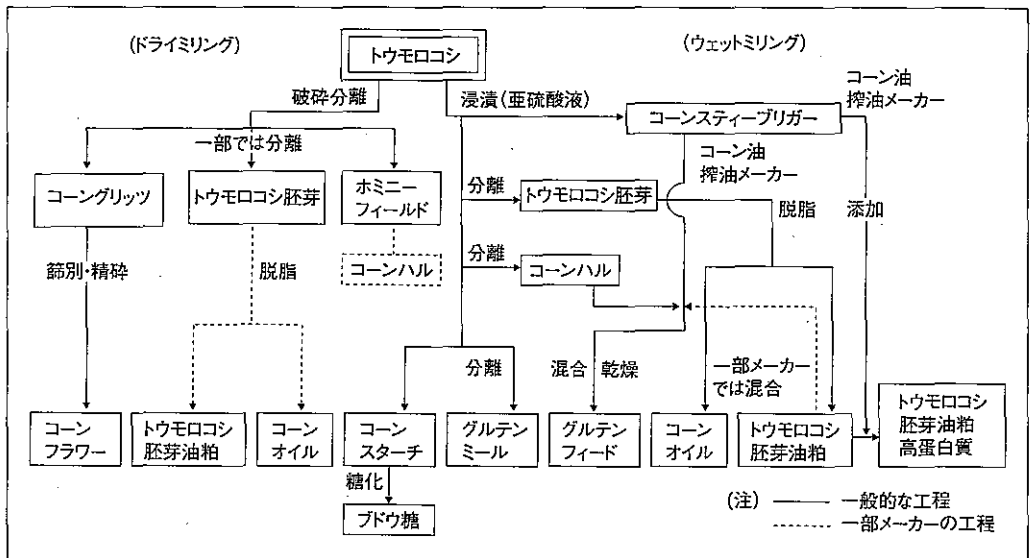


図12-3-2 トウモロコシの加工品製造のフローシート

(日本科学飼料協会 2006)

(3) 糖蜜

テンサイ (甜菜) およびサトウキビから砂糖を製造する際に、糖蜜と固形分の残さが得られる。テンサイの残さをビートパルプ、サトウキビの残さをバガスという。糖蜜は搾汁液を蒸発し、スクロースを結晶させて取り出した後の残さで、粘度の高いシロップ状の液

体である。家畜の嗜好性はよいが、軽い軟便性がある。糖蜜の主成分は糖分であり、糖含量は55%である。糖蜜は食欲を増進させるために利用されるほか、糖含量の低い材料をサイレージにする場合に添加されることがある。

(4) ビートパルプ

テンサイ（甜菜）から砂糖を製造する工程において、糖分を浸出した残さをビートパルプとよんでいる。生のビートパルプは水分含量が高く、長期間の貯蔵ができない。製造工場から近いところでは生のままで運搬し利用されることもあるが、流通用には乾燥し、ブロック状やペレット状に圧縮梱包されたものが使用されている。ビートパルプのTDN含量は乾物中75%、CP含量は乾物中13%である。主成分の可溶無窒素物は乾物中61%含まれているが、繊維質も多く、NDF含量は乾物中50%である。

(5) ビール粕

ビールの製造工程で大麦の麦芽の糖化液をろ過した残さは、ビール粕として飼料に利用されている。この工程で得られたビール粕は水分含量が高く、製造工場から近いところでは生のまま運搬して利用されている。通常、乾燥処理やサイレージ調製されたビール粕が市販されている。ビール粕のTDN含量は乾物中71%、CP含量は乾物中27%、粗脂肪含量は乾物中9%、NDF含量は乾物中63%である。

(6) 醤油粕

醤油製造時の副産物で、大豆および小麦を原料として酵母を加えて麴（こうじ）を作り、熟成して得られたモロミを濾過した残さである。醤油粕のTDN含量は乾物中66%、CP含量は乾物中31%、粗脂肪含量は乾物中26%である。塩分を7%程度含んでおり、使用にあたっては注意を要する

(7) トウフ粕

オカラともよばれ、トウフ製造時に豆乳をろ過した残さである。生のものは水分が多く、変質しやすいため、近くの酪農家へはそのまま運搬され利用されることもあるが、乾燥処理やサイレージ調製して利用することがある。トウフ粕のTDN含量は乾物中88%、CP含量は乾物中26%である。

(8) サイトラスパルプ

ミカン類を原料としたオレンジジュース、缶詰などの製品を製造する際に出る副産物で、ミカンの皮を含んだ残さである。米国では原料の種類によってグレープフルーツパルプ、レモンパルプおよびオレンジパルプなどとよばれている。わが国では夏ミカンや温州ミカンが原料として用いられ、得られた残さをミカンジュース粕とよんでいる。

生のミカンジュース粕は水分含量が高く変敗しやすいため、製造工場の近隣ではサイレージ調製して利用している。ミカンジュース粕の主成分は可溶無窒素物で、その含有量は

乾物中77%であり、TDN含量は乾物中82%、CP含量は乾物中8%である。

(9) 脱脂粉乳、ホエー

全乳から乳脂肪分を分離したものが脱脂乳で、脱脂乳を粉末化したものが脱脂粉乳である。脱脂粉乳のTDN含量は乾物中91%、CP含量は乾物中35%であり、ビタミンB群含量が高い。ホエーはチーズ製造時に得られる副産物の乳清で、全乳からカゼインや乳脂肪の大部分を取り除いたものである。乳糖、アルブミンおよびミネラルの大部分を含んでいる。使用時には粉末にして利用されている。ホエーのTDN含量は乾物中87%、CP含量は乾物中13%である。脱脂粉乳とホエーは哺乳期子牛代用乳用の原料として用いられている。

(10) アルコール粕

大麦、トウモロコシ、糖蜜およびカンショからエチルアルコールを発酵によって製造する際に得られる副産物は、アルコール粕として飼料に利用されている。アルコール粕には、蒸留残液から固形分を分別したジスチラス・グレイン (Distiller's grains) と蒸留残液をろ過して濃縮したジスチラス・ソリュブル (Distiller's solubles)、両者を混合したジスチラス・グレイン・ソリュブル (Distiller's grains with solubles) があり、日本標準飼料成分表 (2001年版) では主原料名を頭書して表示している。アルコール粕のTDN含量は乾物中64~103%、CP含量は乾物中23~35%である。

(11) DDGS

ドライ・ジスチラス・グレイン・ソリュブル (Dried distiller's grains with solubles : DDGS) は、穀物の主要成分のうちのデンプンを糖化し、アルコール醸造した際の副産物で、乾燥処理がされている (図12-3-3)。DDGSにはデンプン以外の蛋白質や脂肪など多くの栄養成分が多量に残っているため、古くから配合飼料原料として使用されてきた。主にウイスキーや燃料用アルコールの醸造粕を指しており、原料はトウモロコシと大麦である。近年の燃料用アルコール製造拡大に伴い、DDGSの利用促進も検討されている (農林水産省生産局畜産部 2008) が、製造工程によって、その飼料価値や家畜の給与限度が大きく異なる。DDGSのTDN含量は乾物中88%、CP含量は乾物中32%である。

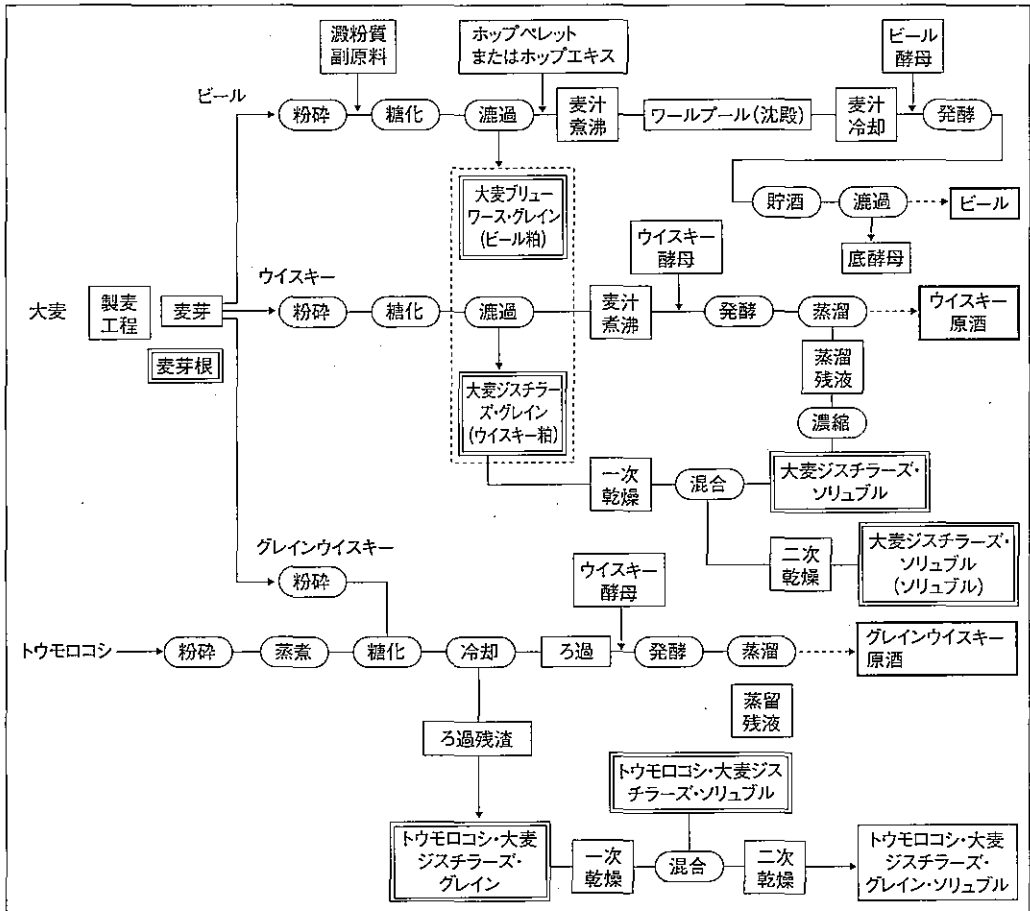


図12-3-3 ビール、ウイスキー副産物の製造フローシート (日本科学飼料協会 2006)

引用文献

唐澤 豊. 2004. 飼料とは. 動物の飼料 (唐澤 豊編). 10-19. 文永堂. 東京

小林茂樹・神 勝紀・上田博史・木村信熙. 2004. 飼料資源. 動物の飼料 (唐澤 豊編). 57-93. 文永堂. 東京

増子孝義. 1999. 乳牛の栄養学. 111-128. デーリィ・ジャパン. 東京

村田富夫. 2004. 飼料の生産と流通. 動物の飼料 (唐澤 豊編). 43-56. 文永堂. 東京

日本科学飼料協会. 2006. 飼料原料図鑑. 1-62, 109-112. 日本科学飼料協会. 東京

農林水産省生産局畜産部. 2008. 飼料をめぐる情勢と飼料政策の展開状況について (平成20年1月).

農林水産省生産局畜産部畜産振興課. 消費・安全局畜産安全管理課. 2009. 飼料をめぐる情勢 (平成21年4月).

農林水産省消費安全センター. 2009. 飼料添加物一覧. http://www.famic.go.jp/ffis/feed/sub3_feedadditives.html