解説

(1) 加工方法によってではなく，加工の度合いや組み合わせの有無によって分けられている。
(2) 食品衛生法で「pH が 4.6 を越え，かつ水分活性が 0.94 を越えるものを加圧加熱殺菌する場合，中心温度 120 ℃，4 分間，または，これと同等以上の効力を有する方法，または該当する食品に存在し，かつ，発育し得る微生物を死滅させるに十分な効力を持つ方法で殺菌すること」と定められている。
(4) 調味済食品はそのまま，または温めるだけで食べられる食品のことで，チルド食品や冷凍食品も含まれる。
(5) 日本は低温流通網も充実している。

問 11 加工食品に関する以下の記述のうち正しいものはどれか。1 つ選べ。

(1) 加工食品は一次，二次，三次があり，加工方法によって分けられている。
(2) 水分活性が 0.94 を超える食品を常温流通させる場合は，容器包装詰加圧加熱殺菌食品の製造基準が適用される。
(3) 店で売っている弁当や惣菜などは調理済食品である。
(4) チルド食品と冷凍食品は調理済食品に該当しない。
(5) 日本は食品の加工技術は進歩しているが低温流通網は脆弱である。

解説

(1) 過冷却状態は，物質の相変化において変化すべき温度以下でも，その状態が変化しないでいる状態である。
(2) インスタントラーメンは，日本で発明された。
(4) 食品衛生法の保存基準により，清潔で衛生的な合成樹脂，アルミニウム箔または耐水性の加工紙で包装して保存しなければならない，と定められている。
(5) 調理済食品は，もとの食品に何らかの加工を加えてあり，そのまま持ち帰って食べたり，長期保存を可能にしたり，電子レンジで温めるだけで簡単に食べられるようにしたりした食品である。

問 12 加工食品に関する記述である。正しいものはどれか。1 つ選べ。

(1) 過冷却状態とは，冷凍されている食品をさらに低い温度で貯蔵することで保存性を高めた状態のことである。
(2) インスタントラーメンは，アメリカで発明され世界に広がったインスタント食品である。
(3) 加熱殺菌には加熱空気による乾熱殺菌と蒸気や熱水による湿熱殺菌があり，後者の殺菌効果が大きい。
(4) 冷凍食品には包装材料に関する定めはない。
(5) 調理済食品は，一次加工した食品を原料としてさらに加工した食品をさし，パン，麺，ゼリー，マヨネーズ，たれ，つゆなどがあげられる。

解　答
問題 11 (3)　　問題 12 (3)

3 加工食品とその利用

3-1 穀　類

穀類の定義は一定ではなく，通常は，種子を主食あるいは主食に準じる形で食べるものを対象としている場合が多い。イネ科に属するいね，むぎ，あわ，きび，ひえ，もろこし，とうもろこし，タデ科のそばの種実が主として穀類といわれ，マメ科のだいず，あずきとゴマ科のごまの種実を加える場合もある。

世界で最も多く栽培されているのはこむぎで，次いでいね，とうもろこしの順で，これらを「世界主要三大作物」と呼ぶことがある。

穀物の食べ方は粒食と粉食に大別され，粒食の代表がいねで粉食の代表がこむぎであるが，近年，いねの粉食への利用が進んできている。

3-1-1 こ　め

こめは一般的に収穫されたいねの種子をいう。こめは**アミロース**と**アミロペクチン**の 2 種類のでんぷんを含んでいる。共にグルコースの**グルコシド結合**による高分子物質であるが，アミロースは直鎖状の高分子物質で，アミロペクチンは多数の枝分かれを持つ巨大な高分子物質である。うるち米はアミロース約 20 %とアミロペクチン約 80 %を含み，もち米はアミロペクチンのみからなる。アミロペクチンの多いでんぷんは糊化した際の粘性が高く，餅の粘りが強いのはアミロペクチンのみからなっているためである。

こめは白色の他，黒，紫，赤などいろいろな色素を持つものがあり，近年，量は少ないが黒米（古代米）が生産されている。

こめは収穫後に乾燥され，籾殻（もみがら）を外されて玄米となる。玄米は精米され，ご飯として食べられる白米となる。白米は玄米から胚芽と胚乳表面を削り落としたもので，精米歩合は約 92 % である。精米歩合は用途で異なり，日本酒の場合は，清酒の品質表示基準で，本醸造酒の場合は 70 %以下，吟醸酒の場合は 60 %以下，大吟醸酒の場合は 50 %以下の精米歩合とすることが定められている。

（1）無洗米

無洗米は，精米工程後に表面に残っている肌ぬか（通常洗米で洗い流しているぬか）を無洗米加工（図 3-1）により取り除いたもので，近年その手軽さと環境負荷軽減の観点から需要が増加している。無洗米加工は，大きく 4 種に大別され，BG（ブラン・グラインド）精米法，水洗乾燥法・湿式法，NTWP（ネオ・テイスティ・ホワイト・プロセス）加工法，研磨法がある（表 3-1）。

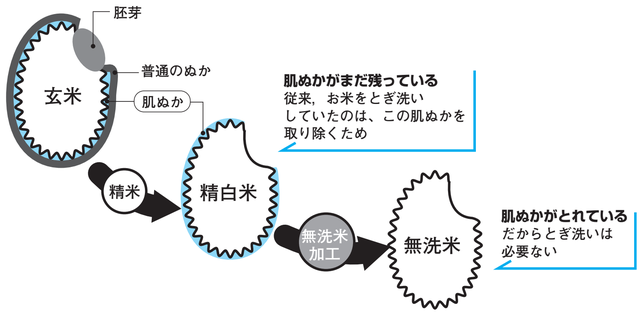


図 3-1　無洗米の製造方法（特定非営利活動法人全国無洗米協会ホームページより引用）
肌ぬか：精白米の表面に残っている粘着性の高いぬかのこと

表 3-1　各種無洗米の製法

製法名	処理方法
BG 精米法	精米後の白米表面に残る肌ぬかの粘着性を利用し，くっつけてはがし取り除く方法．BG とは Bran（糠）Grind（削る）の頭文字．
水洗乾燥法・湿式法	肌ヌカを洗米して除去した後，乾燥させる方法．
NTWP 加工法	米表面を湿らせ肌ぬかを軟らかくした後，加熱したタピオカでんぷんに付着させ取り除く方法．NTWP（ネオ・テイスティ・ホワイト・プロセス）．
研磨法	特殊ブラシや不織布を用いて肌ヌカを取る方法や，乾式研米機を使う方法などがある．製造時に水は使用しないので乾燥工程は不要であるが，肌ぬかが取りきれない．

（2）アルファ化米

アルファ化米は，炊飯した精白米を急速に乾燥させたもので，こめのでんぷんがアルファ化状態（糊化状態）を維持したまま乾燥されている。水やぬるま湯などにより短時間で元に戻る。日本国内ではアルファ（α）米と呼ばれることが多い。

（3）米粉（米穀粉）

米粉は，精白したうるち米やもち米をそのまま製粉した製品と，加熱しアルファ化した後に製粉した製品がある（表 3-2）。米粉の主な加工用途は菓子，ライスペーパー，ビーフンである。菓子では団子や白玉餅，落雁（らくがん）などに用いられている。近年，米粉の粒度をより細かくする製粉が可能となり，パンへの利用が広がってきている。米粉の普及に向け平成 29 年度に農林水産省から「米粉の用途別基準，用途表記（表 3-3）」が示された。基準は項目として粒度，でんぷん損傷度，アミロース含有率，水分含有率があり，アミロース含有率によって用途表記 1 番（菓子・料理用），2 番（パン用），3 番（麺用）と主な用途で区分されている。こめはこむぎが持つグルテンを含まないため，そのままではパンの製造は困難であることから，小麦グルテンの添加が行われる場合が多い。現在，小麦グルテンを添加しない米粉パンの製法の開発や米粉の加工適性に影響する要因の解析など，米粉の利用拡大に向けた検討が進んでいる。

表 3-2　米粉とその加工品

原料米	加熱	でんぷんの状態	名称	用途
うるち米	無	生	上新粉	団子，すあま，草餅，ういろう，柏餅
もち米	無	生	白玉粉	白玉団子，大福餅，求肥
	有	糊化（α化）	求肥粉	求肥，大福餅，しるこ餅
			落雁粉	落雁
			道明寺粉	桜餅，おはぎ

表 3-3　米粉の用途別基準・用途表記

用途表記	1 番	2 番	3 番	測定法
主な用途 ／ 項目	菓子・料理用	パン用	麺用（一部，菓子・料理用を含む）	
粒度（μm）	粒径 75 μm 以下の比率が 50 %以上			レーザー回折散乱式
でんぷん損傷度（%）	10 %未満			酵素法（AACC 法 76 -31）
アミロース含有率（%）	20 %未満	15 %以上 25 %未満	20 %以上	ヨウ素呈色比色法または近赤外分光方式
水分含有率（%）	10 %以上 15 %未満			105 ℃絶乾法または電気抵抗式（電気水分計）
グルテン添加率（%）	[－]	[18～20 %程度（グルテンを添加している旨を明記する必要）]	[－]	[－]

適用する用途の詳細	アミロース含有率		パン全般	麺全般	アミロース含有率	
	ソフトタイプ	ミドルタイプ			ハードタイプ	
	15 %未満	15 %以上 20 %未満			25 %以上	
	柔らかいスポンジケーキ（シフォンケーキなど），クッキー	スポンジケーキ，クッキー，天ぷら粉，お好み焼き粉，唐揚げ粉，惣菜類（とろみ付けなど）			強弾力の麺，洋酒に浸すなどの固めのケーキ	

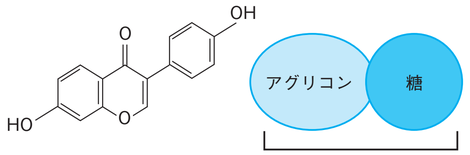
注）上新粉など，既存用途向けの米殻粉は対象としない．

3-1-2　こ　む　ぎ

こむぎ（小麦）は，主に製粉されて小麦粉として利用される。こむぎには**グリアジン**という伸びやすい性質のたんぱく質と**グルテニン**という弾力性のあるたんぱく質が含まれる。小麦粉に加水して捏ねていくとグリアジンとグルテニンが絡まり合って網目構造を持つ**グルテン**を形成する。グルテンは双方のたんぱく質の性質を引き継いだ粘弾性のあるたんぱく質で，グルテンの形成によって食品に粘りやコシが付与される。

https://www.sankyoshuppan.co.jp/products/detail.php?product_id=699

健康機能性の観点から食品としての需要が伸びている。



大豆に含まれるイソフラボンの一種であるダイゼインの構造式（アグリコン）　グリコシド（配糖体）

アグリコン・糖・グリコシドとの模式図
大豆イソフラボン配糖体　10 mg ＝大豆イソフラボンアグリコン　6.25 mg

図 3-8　イソフラボンの構造

あずきやいんげんなど，だいずと落花生以外の豆は雑豆（ざつまめ）とも呼ばれる。あずきやいんげんなどの雑豆には食物繊維やミネラルなどが豊富に含まれており，その機能性も注目されているが，餡や煮豆などの伝統的な調理分野以外では消費者になじみが薄い。

3-4-1　だいず

だいずはたんぱく質約 34 %，脂肪約 20 %を含み（国産黄大豆乾の値），たんぱく質と脂肪の豆と表現できる。この 2 つの量が肉に近いことから，畑の肉といわれる。この高いたんぱく質含量を活かして豆腐が作られ，みそやしょうゆではたんぱく質が分解したアミノ酸によりうま味が作り出される。だいずは低糖質であることから低糖質食品への利用が拡大している。また，代替肉原料としても注目されている。

（1）豆　腐

豆腐の製法は，まず，だいずを約 3 倍量の水に浸し十分に吸水させた後，水と共に磨り潰し呉汁（ごじる）を作る。次に等量の水と混合して沸騰させ固液分離する。液体部分が豆乳，固形物がおからである。さらに，豆乳ににがり（凝固剤）を添加し，素早く十分に撹拌して静置し凝固させる。木綿豆腐は凝固し分離してきた固形分を型に入れて余分な湯（水分）を除去して固めたものであり，絹ごし豆腐は豆乳の濃度を木綿豆腐の場合よりも高くし，凝固剤を入れたものをそのまま型に入れて固めたもので，なめらかな食感が得られる（図 3-9）。木綿や絹といった表現は，呉汁を漉す時に使う布の種類ではなく，食感の違いによるものである。

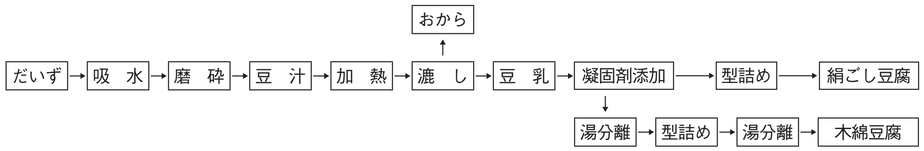


図 3-9　豆腐の製造工程

凝固剤には，にがり（塩化マグネシウム），すまし粉（硫酸カルシウム），グルコノ－δ（デルタ）－ラクトン（GDL）などがある。にがりとすまし粉はマグネシウムイオン，カルシウムイオンにより大豆たんぱく質が架橋し凝固する。グルコノ－δ－ラクトンは，加熱によって加水分解され，生成したグルコン酸により豆乳の pH が低下し，大豆たんぱく質が酸凝固する。

（2）湯　葉（ゆば）

湯葉は，豆乳を煮つめ，表面にできる被膜状のものをすくい取ったもので，そのままを生（なま）湯葉，乾燥させたものを干し湯葉と呼ぶ。一般的に湯葉と言われるのは干し湯葉である。湯葉は豆乳中のたんぱく質が主要な成分で，干し湯葉で約 50 %含まれている。生湯葉はそのまま食べる他，から揚げ，煮物，吸い物に用い，干し湯葉は水戻し，煮物，吸い物，鍋物などの具材として用いる。どちらも精進料理には欠かせない食材である。

（3）きな粉

きな粉は，だいずを焙煎して剥き，挽いた粉で，加熱により消化酵素の阻害成分であるトリプシンインヒビターが失活すると共にだいず特有の臭みが抜け，香ばしい香りがつく。きな粉は消化が良く，たんぱく質，食物繊維の他，カルシウム，マグネシウム，カリウム，リン，鉄などのミネラルが多く含まれている。

（4）大豆たんぱく質

大豆たんぱく質は，大豆油を抽出した後の脱脂大豆を原料とし，処理方法の違いにより濃縮大豆たんぱく質，分離大豆たんぱく質，脱脂大豆たんぱく質がある。**濃縮大豆たんぱく質**は，脱脂大豆粉を酸またはアルコール洗浄後中和して乾燥したものである。**分離大豆たんぱく質**は，脱脂大豆を水または薄いアルカリ性水溶液で可溶性画分を抽出し，酸を加え抽出液の pH を等電点（pH4.3）にしてたんぱく質を沈殿させ，中和後，乾燥したものである。なお，**等電点**とはアニオン（陰イオン）になる官能基とカチオン（陽イオン）になる官能基の両方を持つ化合物において，電離後の化合物全体の電荷平均が 0 となる pH のことである。**脱脂大豆たんぱく質**は，脱脂大豆を加熱乾燥したものである（図 3-10）。いずれも，製菓，製パン，食肉加工など多くの加工食品の原料として使用されている。

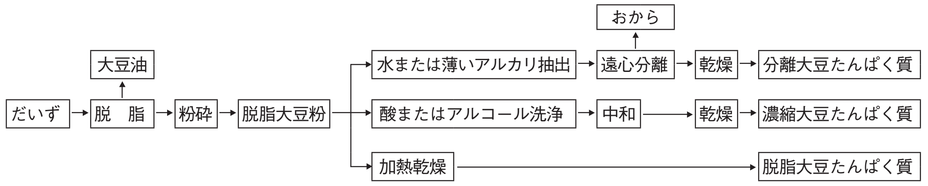


図 3-10　大豆たんぱく質の製造工程

分離大豆たんぱく質は，アルカリ水溶液に溶解し多数のノズルから酢酸溶液中に吹き出し，繊維状に凝固させることで繊維状大豆たんぱく質となり，結着剤や脂肪，香辛料などを加えると食肉に近い食品となる。また，濃縮大豆たんぱく質と共にエクストルージョン処理（圧縮－高温高圧処理－常圧）することにより，多孔質で肉様の食感を有する粒状大

5 加工および保存中の成分変化

一般に食品において品質劣化をもたらす環境因子としては，温度，湿度，酸素濃度があり，他の因子としては微生物の混入や光，pH，流通の際の振動・衝撃なども影響因子として考えられる。

5-1 脂質の変化

脂質は他の食品成分であるたんぱく質，糖質などと比べ，不安定で変質しやすい成分である。そのため，脂質を多く含む食品は変質しやすく，貯蔵中に不快な臭気や異味を生じ，変色してしまうことが多く見られる。脂質の変化は物理的または化学的な要因による。この反応は光や熱，酸素，金属などの化学的な要因によって促進される。これを**酸敗**または**変敗**といい，単に物性，嗜好性，栄養性が低下するだけではなく，毒性を示すようになる。また，他の食品成分であるビタミンやアミノ酸，たんぱく質の機能低下，特に過酸化脂質によるたんぱく質の重合反応が起こりやすくなる。以下に４つの代表的な変化について紹介する。

5-1-1 自動酸化

植物油やナッツ類など脂質を多く含む食品を空気中に放置しておくと，脂質の酸化が進行し不快な異臭を放つ。これは脂質の自動酸化によるものである。**自動酸化**とは油脂の不飽和脂肪酸に空気中の $^3O_2$（三重項酸素）が結合する反応である。脂質の自動酸化はその構成不飽和脂肪酸に起こる。図 5-1 にその概略を示すが，自動酸化の初期には酸素の吸収，すなわち**ヒドロペルオキシド**の蓄積がほとんど見られない誘導期と呼ばれる期間がある。この期間には油特有のにおいが発生する「戻り」と呼ばれる現象があり，これを過ぎると，酸化は急速に進行し，ヒドロペルオキシド（一次生成物）が生成される。酸化がさらに進行すると，蓄積したヒドロペルオキシドは二次生成物へと分解され，さらに重合物が生じ，著しい粘度上昇が見られる。一般には重合物のほうが多く，約 90 %を占めるが，

低分子分解物にはアルデヒドのように揮発性でにおいの閾値が低いものもあり，微量でも問題となる。ヒドロペルオキシド分解による二次生成物としては，アルデヒド，アルコール，ケトン，酸などがあり，これらはアルコキシラジカルを中心とした反応により生成されてくると考えられている。

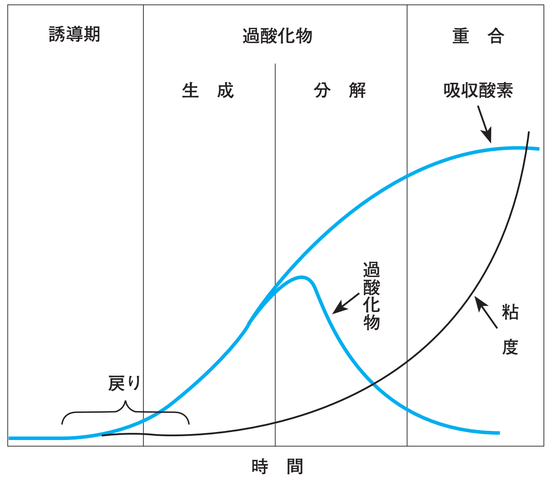


図 5-1　脂質の自動酸化の過程

この過程を化学反応式に基づいて説明すると，図 5-2 に示す４つのステップ（開始，成長，分解，停止）に分けて考えることができる。まず，不飽和脂肪酸（RH）から水素原子が１つ引き抜かれ，**ラジカル**（R·）が生じる（反応１）。次に，生じたラジカルに $^3O_2$（三重項酸素）が結合し，**ペルオキシラジカル**（ROO·）となる（反応 2）。ペルオキシラジカルは，さらに他の不飽和脂肪酸から水素原子を奪って，自らはヒドロペルオキシド（ROOH）となる（反応 3）。ヒドロペルオキシドが蓄積してくると，反応４と５により分解して**アルコキシラジカル**（RO·）や**ヒドロキシラジカル**（·OH）を生じる。このように，1〜5 の反応が繰り返され，不飽和脂肪酸が減少してくると，ラジカル同士が結合して安定な非ラジカル性化合物となり，連鎖反応は停止する（反応 6〜8）。

開　始	RH（脂肪酸）⟶ R·（アルキルラジカル）＋ H·（水素原子）	反応１
成　長	R· ＋ O_2 ⟶ ROO·（ペルオキシラジカル）	反応２
	ROO· ＋ RH ⟶ ROOH（ヒドロペルオキシド）＋ R·	反応３
分　解	ROOH ⟶ RO·（アルコキシラジカル）＋ ·OH（ヒドロキシラジカル）	反応４
	2ROOH ⟶ ROO· ＋ RO· ＋ H_2O	反応５
停　止	R· ＋ R· ⟶ RR	反応６
	R· ＋ ROO· ⟶ ROOR	反応７
	ROO· ＋ ROO· ⟶ ROOR ＋ O_2	反応８

図 5-2　不飽和脂肪酸（RH）の自動酸化（ラジカル連鎖反応）の過程

脂肪酸からの水素原子の離脱は C-H 結合の強さに依存するため，二重結合に対するα位に起こりやすい。このため，二重結合に挟まれたメチレン基（-CH_2- または =CH_2）の

7 食品の表示

食品の表示は消費者に商品内容を正しく伝える情報手段であり，消費者と生産者や流通業者をつなぐ役割を果たしている。消費者は商品を選択するときに，食品表示からその製品の原材料名，原料原産地名，消費（または賞味）期限，食品添加物，アレルギー物質，遺伝子組換え食品，および製造者などの情報を読み取り活用している。食品表示は，その商品の特徴を表すだけでなく，消費者が安全な食品を安心して摂取し，豊かな食生活を営むことを目的に行われる。

7-1 食品表示の法律

これまで食品表示に関係する法律は，農林物資の規格化および品質表示の適正化に関する法律（JAS 法），食品衛生法，健康増進法，および景品表示法（不当景品類および不当表示防止法）などいくつかあった。しかし，名称，賞味・消費期限，保存方法，遺伝子組

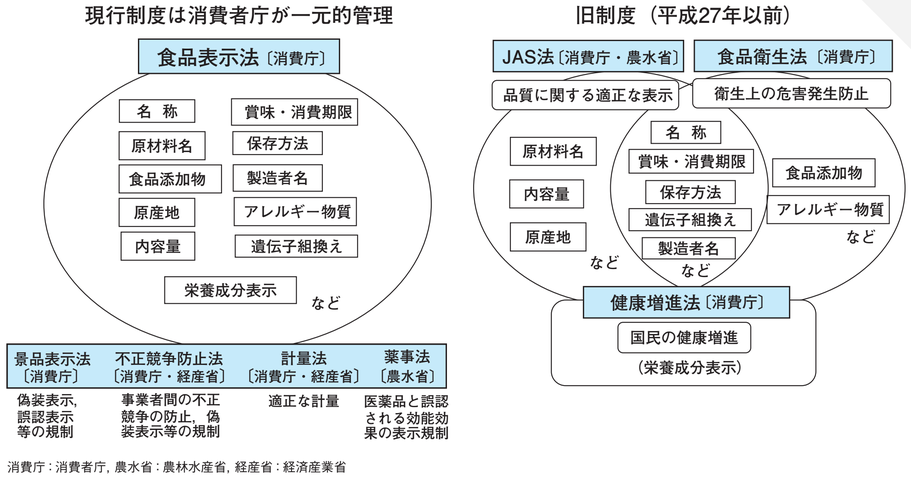


図 7-1　食品表示制度，および関係法規と管轄省庁

換え，製造者名等の表示事項がJAS 法と食品衛生法とで重複して規定しており，事業者にも消費者にも分かり難い制度であった。これを改善するため，2009（平成 21）年に**消費者庁**が設置され，2015（平成 27）年 4 月 1 日より，従来の JAS 法，食品衛生法，健康増進法の 3 法の表示規制に関わる規定を**消費者庁**が包括的かつ一元的に掌握し，事業者にも消費者にもわかりやすい制度を目指した新しい「**食品表示法**」（図 7-1）が施行された。

7-1-1　JAS 規格制度（任意制度）

日本農林規格（JAS,Japanese Agricultural Standards）は，「農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律」（JAS 法）である。**JAS 規格制度（任意制度）**と**品質表示基準制度（義務制度）**からなり，「農林物資の生産及び流通の円滑化，消費者の需要に即した農業生産等の振興並びに消費者の利益の保護に寄与すること」を目的として，1950（昭和 25）年に制定された。JAS 規格制度は，「農林物資の品質の改善，生産の合理化，取引の単純公正化，及び使用または消費の合理化を図る」ため，農林水産大臣が制定した JAS 規格による検査に合格した製品に JAS マークを付けることを認めた任意制度である。一方，品質表示基準制度（義務制度）は，2015（平成 27）年 4 月の食品表示法の施行に伴い，JAS 法の食品表示に関する規定が食品表示法に移管されたため，現時点で JAS 法に基づく品質表示基準はない。

JAS 法における**農林物資**とは，酒類，医薬品などを除く飲食料品および油脂，農産物，林産物，畜産物および水産物，並びにこれらを原料または材料として製造し，または加工した物資である。国内生産品および輸入品も JAS 規格制度の対象となる。表 7-1 に示すように，JAS 規格には，①品質についての規格として**一般 JAS**，②生産方法についての規格として**有機 JAS**，**特定 JAS**，**生産情報公表 JAS**，および③流通方法についての規格として**流通 JAS** が制定されている。JAS 規格が定められた品目について，JAS 規格に適合していると判定することを**格付け**といい，格付けを行った製品には，JAS 認定マー

表　7-1　JAS マークの種類と JAS 規格が定められている食品

①品質についての JAS 規格	②生産方法についての JAS 規格			③流通方法についての JAS 規格
一般 JAS	特定 JAS	有機 JAS	生産情報公表 JAS	低温管理流通 JAS
JAS 認定機関名	JAS 認定機関名	JAS 認定機関名	JAS 認定機関名	JAS 認定機関名
飲食料品 40 品目（果実飲料，ハム類，即席めん，ドレッシング，食用植物油脂等），林産物 9 品目（製材，合板等），生糸，畳表	熟成ハム類，熟成ソーセージ類，熟成ベーコン類，地鶏類，手延べ干しめん，りんごストレートピュアジュース	有機農産物，有機加工食品，有機畜産物，有機飼料	生産情報公表牛肉，生産情報公表豚肉，生産情報公表農産物，生産情報公表加工品，生産情報公表養殖魚	低温管理流通加工食品