

# 肥 料

## (窒素肥料・リン酸肥料・カリ肥料)

日本の肥料取締法では、肥料とは「植物の栄養に供すること、または植物の栽培に資するため土壌に化学的变化をもたらすことを目的として土地にほどこされる物、及び植物の栄養に供することを目的として植物に施される物」と定義している。

植物が正常に生育するために必要な元素は、炭素、水素、酸素、窒素、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウム、硫黄、ホウ素、塩素、銅、鉄、マンガン、モリブデン、亜鉛の16元素とされている。このうち炭素、水素、酸素は大気中から二酸化炭素、酸素ガス、根からの水の形で吸収・利用できるのもので、人為的に外部から供給する必要はない。それ以外の元素は根から吸収するが、土壌で不足しやすい元素は肥料として供給する必要がある。もっとも土壌中で不足になりやすく、その施用が経済的に大きな効果をもたらすのは窒素、リン、カリウムであり、これらを肥料三要素という。カルシウム、マグネシウム、硫黄は三要素に次いで重要であり、これらを二次要素という。<sup>[5]</sup>

### 1. 肥料の種類と分類<sup>[5][2][6][7]</sup>

肥料は入手経路、生産手段、原料の供給源、化学的組成、主成分により表-1の様に分類される。また肥料取締法では含有される有効成分により表-2のように分類している。

表-1. 肥料の分類

出典：土壌・植物栄養・環境辞典

分類基準	名 称	適 用
入手経路	自給肥料	自家生産するもの。手間肥。
	販売肥料	購入するもの。金肥、購入肥料ともいう。
生産手段	天然肥料	天然に産するものと、これに加工を加えたもの。
	化学肥料	化学的操作を加えて製造したもの。人造肥料。
原料の給源	動物質肥料	一緒にして動植物質肥料ともいう。
	植物質肥料	
	鉱物質肥料	化学肥料、無機質肥料とほとんど内容は同じ
化学的組成	有機質肥料	有機化合物の形。動・植物質肥料
	無機質肥料	無機化合物の形。大部分の化学肥料。
主 成 分	窒素質肥料など	窒素などをとくに多量に含むもの。
	複合肥料	三要素のうち、2以上を含有するもの。
	特殊成分肥料	マグネシウム、ケイ素を主成分とするもの。
	微量元素肥料	微量元素一つ以上含有するもの。

表-2. 肥料取締法による肥料の分類

出典：土壌・植物栄養・環境辞典

普通肥料	窒素質肥料	窒素、リン酸、カリウム(加里)、石灰(アルカリ分)、ケイ酸、マグネシウム(苦土)、マンガン、ホウ素をそれぞれ主成分とする肥料。有機質肥料(動植物に限られる)は含まれない。苦土肥料ではマグネシウムのみを主成分とするが、他の肥料ではリン酸とマグネシウムのように2以上の主成分を含むことがある。ただし、三要素を2以上含む場合は複合肥料となる。	
	リン酸質肥料		
	カリ質肥料		
	石灰質肥料		
	ケイ酸質肥料		
	苦土肥料		
	マンガン質肥料		
	ホウ素質肥料		
	複合肥料		三要素の2以上含む
	微量要素複合肥料		マンガン、ホウ素の両者を含むもの
有機質肥料	動植物起源の肥料。窒素、またはこれにリン酸、カリウムを少なくとも1%以上含むもので、種類が規定されている。		
農薬その他の物が混合される肥料	農薬が混合された肥料で、農薬の種類、混合できる肥料の種類が規定されている。微量元素(Fe, Cu, Zn, Mo)、ベントナイト、硝酸化成抑制剤等は、肥効発現促進、肥効調節のための材料として扱われ、この欄でいう混合を許される物としては扱わない。		
特殊肥料	肉眼等で識別できる粉末にしない魚かす等や、自給肥料等で農林水産省告示で指定されているもの。		

肥料を大別すると化学組成からは無機質肥料と有機質肥料に分類出来る。無機質肥料は大部分が化学肥料であり、化学的方法により製造される肥料をいい、有機質肥料は動植物質資材を原料とした肥料をいう。化学肥料は硫酸アンモニウム、塩化アンモニウム、尿素、石灰窒素、硝酸ナトリウム、硝酸アンモニウム、過リン酸石灰、重過リン酸石灰、塩化カリ、リン酸アンモニウム等一般的に速効性のものが多い。有機質肥料は、油粕類、魚粕粉末類、骨粉類、米ぬか、堆肥、汚泥肥等がある。

#### 1-1. 窒素肥料

窒素肥料は主成分として窒素を含む肥料であり、肥料取締法では硫酸アンモニウム、塩化アンモニウム、尿素、石灰窒素、硝酸ナトリウム、硝酸アンモニウムなどを窒素肥料と呼んでいる。植物はアミノ酸などの低分子の窒素化合物を根から、また尿素などを葉から吸収できる。実際に植物が吸収するのはアンモニウム( $\text{NH}_4^+$ )または硝酸( $\text{NO}_3^-$ )の形態である。肥料として供給される窒素の化学形態はアンモニウム塩、硝酸塩または土壌中で化学的または微生物学的にこれらの形態に変化出来る物に限られる。窒素肥料の原料はアンモニアが主体であり、硫酸アンモニウム、塩化アンモニウム、尿素、硝酸アンモニウムはアンモニアを原料として合成される。

硝酸ナトリウムの原料はチリ硝石であり、採掘した原石を選鉱・精製して得られる。19世紀末までは窒素肥料は有機質肥料を除くとチリ硝石のみであった。

石灰窒素の成分はカルシウムシアナミド、副成分は生石灰、炭素等であり、土壌中でカルシウムシアナミドが分解して毒性のあるシアナミドが生成し、更に分解してアンモニア性窒素に変化して肥効を表す。シアナミドの毒性により農薬としての効果もある。石灰窒素はコークスと生石灰を電気炉で加熱し、生成したカーバイドと窒素を窒化炉で過熱し製造する。表-3に主な窒素肥料の種類及び肥料効果を示す。

表-3. 窒素肥料の種類 土壌・植物栄養・環境辞典、鉱産物の知識と取引を参考に編集

	窒素肥料の種類	主な成分	肥料の性質・効果など
窒素肥料	硫酸アンモニウム	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	水溶性で肥効は速効性であり、基肥、追肥に使用される。硫黄の供給源としても重要である。土壌中のカルシウム、マグネシウムを溶出させ土壌の酸性壊変生成物招く。
	塩化アンモニウム	$\text{NH}_4\text{Cl}$	水に容易に溶け速効性である。無硫酸根肥料であるから秋落ち水田では硫安より勝る。
	尿 素	$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$	尿素は土壌中で土壌微生物の作用により炭酸アンモニウムとなり土壌に吸着される。尿素は葉面から直接吸収されやすい野菜類、農作物、果樹等に葉面散布がおこなわれる。
	硝酸アンモニウム	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	窒素源として主要な肥料である。追肥として使用される場合もある。
	硝酸ナトリウム	$\text{NaNO}_3$	チリ硝石。吸湿性があり潮解しやすい。水田では肥効が落ちる。ピート肥料としても使用される
	石灰窒素	$\text{CaCN}_2, \text{CaO}$	石灰窒素はシアナミド、尿素を経てアンモニアを生成して肥効が現れる。シアナミドの毒性により線虫類や雑草の防除効果があり農薬としての効果もある。土壌酸性矯正能力をもっている。

### 1-2. リン酸肥料

リンは肥料三要素の1つである。リンは天然ではリン酸塩として存在するが、アンモニウム塩、アルカリ金属塩、カルシウム塩を除いては溶解度が小さい。リンの土壌溶液中の濃度は低く植物への供給が限定される。特に火山灰土壌でのリンの供給力は低く、リン酸肥料の効果は高い。1843年にイギリスのローズによりリン鉱石

を硫酸で処理した過リン酸石灰が化学肥料の第1号である。

リン鉱石は、リンを含み、リン酸肥料の原料はすべてリン鉱石から出発する。ただ、鉱石中のリン分が不溶性のフッ素と結合したフッ素アパタイトはそのままでは水に溶けず、植物の吸収が悪い。そのため硫酸や硝酸による酸分解や溶融、焼成による熱分解で植物に吸収されやすい形にして肥料を製造する。リン酸製造の際に発生する弗化水素は吸収塔でフッ素を回収しフッ素工業の主発原料として利用する。

主なリン酸肥料の種類としては過リン酸石灰、重過リン酸石灰、熔性リン肥、焼成リン肥等がある。

過リン酸石灰は、リン鉱石を硫酸と反応させ生成するリン酸一カルシウムと硫酸カルシウム(石膏)の混合物である。

重過リン酸石灰は、リン鉱石とリン酸を反応させ、リン酸一カルシウムを製造する。リン酸アンモニウムはリン鉱石と硫酸を反応させて得られたリン酸とアンモニウムとを反応させて得られる。

熔性リン肥は、リン鉱石と蛇紋岩を電気炉で加熱融解して得られる。リン鉱石中のフッ素アパタイトを加熱により分解し、フッ素を除去しリン酸肥料とする。

焼成リン肥は、リン鉱石を炭酸ナトリウム、リン酸と融解しない程度の高温で焼成し、アパタイト構造を破壊し、フッ素を除去しリン酸肥料を製造する。

表-4. に主なリン酸肥料の種類及び肥料効果を示す。

表-4. リン酸肥料の種類 土壌・植物栄養・環境辞典、鉱産物の知識と取引を参考に編集

	リン酸肥料の種類	主な組成	肥料の性質・効果など
リン酸肥料	過リン酸石灰 (single superphosphate: SSP)	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ と $\text{CaSO}_4$ の混合物	日本では硫酸とともに化学肥料の代表として発達してきた。リン酸一カルシウムは土壌中でリン酸二カルシウム $\text{CaH}_2\text{PO}_4$ を生成する。これは溶解度が低い事から施用位置から大きく動くことは少ない。副成分の石膏はカルシウム及び硫黄の供給源となりマメ科植物や野菜などで効果がある場合がある。
	重過リン酸石灰 (triple superphosphate: TSP)	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	肥効は過リン酸石灰と同様。単肥として用いられることは少なく複合肥料の原料とする。
	熔性リン肥		酸性土壌に好適であり、火山灰土壌などでは土壌改良材としても使用される。
	焼成リン肥	$\text{Ca}_5\text{Na}_2(\text{PO}_4)_4$	蛇紋岩粉末を加えリン酸を反応させ重焼リンとしても使用する。飼料としての需要もある。肥効は溶成リン肥と同様。

### 1-3. カリ肥料

カリは窒素、リン酸とともに肥料の三要素の一つである。俗に根肥と言ひ、根の發育を促進する。塩化カリウムは代表的なカリ肥料であり、水に容易に溶解、速効性である。カリ塩は肥料の他にカリ塩工業の出発原料としても使用される。硫酸カリは主としてたばこ用肥料としても使用される。

塩化カリは鉍石(シルピナイト、カーナリタイトなど)を選鉍または再結晶などを行つて得る方法と天然かん水を濃縮、分別結晶などを行ひ得る方法がある。

硫酸カリは塩化カリウムに硫酸を反応させ得る。

ケイ酸カリウム肥料はフライアッシュの有効利用として開發された緩効性肥料。フライアッシュ、水酸化カリウム及び水酸化マグネシウムを混合・造粒して焼成して得られる。

表-5 に主なカリ肥料の種類及び肥料効果を示す

表-5. カリ肥料の種類 土壤・植物栄養・環境辞典、鉍産物の知識と取引を参考に編集

	カリ肥料の種類	主な組成	肥料の性質・効果など
カリ肥料	塩化カリ(塩加)	KCl	水溶性であり速効性である。塩化物イオンを好まない作物もある。(タバコ、イチゴ、ジャガイモ、レタス)一方ホウレンソウ、キャベツ、セロリ、ニンジン、ネギなどは塩化物を好む。
	硫酸カリ(硫加)	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	水溶性であり速効性。肥効としては塩化カリウムと同様である。タバコでは専用となっている。
	ケイ酸カリウム肥料		カリウムは緩効的であるため濃度障害の発生が少なく、植物の根張りも良くなる。ケイ酸の補給にも有効であり、水稻によく吸収される。

### 1-4. 複合肥料

窒素、リン、カリウムの肥料三要素の2以上を含有する多成分肥料を複合肥料という。代表的なものが化成肥料と配合肥料である。1960年代までは単肥が主体として使用されていたが、現在は複合肥料の割合が高い。

化成肥料とは原料肥料または肥料原料に何らかの化学的操作を加えた肥料、および各種原料肥料を配合し、造粒または成形した肥料で、肥料3成分のうち2成分以上の合計が10%以上の肥料である。

高度化成肥料にはリン酸アンモニウム、重過リン酸石灰、リン鉱石を硝酸で分解した硝酸系化成肥料などがある。リン酸アンモニウムはそれ自体が最も重要な高度化成肥料であり、さらにこれを原料として多くの高度化成肥料がつくられる。リン酸アンモニウムはリン鉱石を硫酸で分解し、得られたリン酸とアンモニアを反応して得られる。リン酸第一アンモン(MAP)とリン酸第二アンモン(DAP)がある。

低度化成肥料には硫安、石灰窒素、過リン酸石灰、塩化カリウム、などの肥料を主原料とし、これらを配合し成形、造粒したものである。

配合肥料は、原料肥料を配合してつくる複合肥料である。有機質肥料を加えた粉状の肥料が多い。

吸着複合肥料は、肥料成分にベントナイトや珪藻土、ゼオライトなどの保湿剤を吸着させた肥料

被覆複合肥料は樹脂やアルク、珪藻土で肥料をコーティングし、肥効の緩行や肥料成分の流失を図った被覆複合肥料。

表-6 に主な複合肥料の種類、原料肥料及び肥料効果を示す

表-6. 複合肥料の種類 土壌・植物栄養・環境辞典、鉱産物の知識と取引を参考に編集

	複合肥料の種類	主な原料肥料	肥料の性質・効果など
複合肥料	高度化成肥料	リン酸アンモニウム、 重過リン酸石灰、 硝酸系化成肥料	3要素含有量の合計が30%以上の化成肥料。化学操作を施した肥料。輸送、貯蔵、施肥などの労力、手間が少なくて済み、肥料の消費の過半を占めている。
	低度化成肥料	硫酸アンモニウム、 石灰窒素、 過リン酸石灰、 塩化カリウム、 有機質肥料	3要素含有量の合計が10%～30%以下の化成肥料。原料、製法によりさまざまなものがあり、肥効についても一概ではない。三要素の比率、リン酸の形態、可溶率、三要素以外の成分を目安にして使用する。
	配合肥料		原料肥料同士を化学操作を施さないで混ぜ合わせたもの、主として粉状
	吸着複合肥料		肥料成分にベントナイトや珪藻土、ゼオライトなどの保湿剤を吸着させた肥料
	被覆複合肥料		樹脂やタルク、珪藻土で肥料をコーティングし、肥効の緩行や肥料成分の流失防止を図った被覆複合肥料。

## 2. 肥料原料<sup>[2]</sup>

肥料を製造するために、種々の天然鉱物や化学合成品が使用されている。窒素肥料は硫酸アンモニウム、塩化アンモニウム、尿素、硝酸アンモニウムはアンモニアを主原料としている。天然鉱物を原料としている肥料は石灰窒素及び硝酸ナトリウムなどである。石灰窒素は石炭から得られるコークスと生石灰、硝酸ナトリウムはチリ硝石を原料としている。

リン酸肥料の出発原料はリン鉱石であり、リン鉱石から得られた過リン酸石灰、重過リン酸石灰、リン酸アンモニウム等は単肥及び化成肥料として利用されている。

カリ肥料の出発原料はカリ鉱石(シルビナイト、カーナリタイト等)であり選鉱、精製して塩化カリが得られる。

表-7 におもな肥料用天然鉱物を示した。

表-7 肥料用天然鉱物

鉱産物の知識と取引を参考に編集

鉱物の種類	主な天然鉱物原料名	英名	主な組成
窒素鉱物	チリ硝石	chile saltpeter	NaNO <sub>3</sub> 、KN <sub>3</sub> 、NaCl、Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> など
	硝石	saltpeter	KN <sub>3</sub> 、を主成分とする硝酸塩の混合物
カリ鉱物	カーナリット	carnallite	カーナリット (MgSO <sub>4</sub> ・KCl・3H <sub>2</sub> O) 40-60%、 岩塩 (NaCl) 30-40%、 キーゼリット (kieserite : MgSO <sub>4</sub> ・2H <sub>2</sub> O) 7-15%、 その他粘土や無水石膏の混合物
	シルビニット	sylvinite	シルビン (KCl) と岩塩 (NaCl) との混合物
	ハートザルト	hartsalz	シルビン (KCl) 10-25%、 キーゼリット (MgSO <sub>4</sub> ・H <sub>2</sub> O) 8-50% 岩塩 (NaCl) 30-75%、の混合物
	カイニット	kainite	純粋なカイニット (MgSO <sub>4</sub> ・KCl・3H <sub>2</sub> O) に岩塩が入る。
リン鉱物	リン灰石	apatite	3Ca <sub>3</sub> P <sub>2</sub> O <sub>8</sub> ・Ca (Cl, F) <sub>2</sub>
	リン灰土	phosphorite	3Ca <sub>3</sub> P <sub>2</sub> O <sub>8</sub> ・Ca (Cl, F) <sub>2</sub>

## 3. 肥料用天然鉱石の精製及び誘導品の製造法<sup>[2]</sup>

### 3-1. 窒素鉱物

チリ硝石はアンデス高地の窒素分が地下水で運ばれ蒸発、濃縮され堆積したり、グアノや海草が堆積した産物といわれる。原石は採掘後粉碎し、砂礫や泥を取り除き、濾過、結晶させて硝酸ソーダを精製する。また、硝酸ソーダは化学的には硝酸

にソーダ灰(炭酸ナトリウム)または苛性ソーダを加えて製造する方法がある。これを人造チリ硝石という。

### 3-2. カリ鉱物

カリ鉱は、古い地質時代に塩湖や熱帯・亜熱帯地方の内湾や入江で、水分が蒸発して濃縮し、他の塩類とともに沈殿、堆積した資源である。世界の有名なカリ鉱床は、すべて岩塩や石膏を含む地層のなかに発達する。主な産出国はカナダ、ベラルーシ、ロシア、ドイツで全世界生産量の80%を占める。カリ鉱の採掘には坑内堀や高温の水を地下に流し込み、カリ塩を溶かして地上に汲み上げる方法がある。採掘された原石は無機塩類や粘土を含んでいるため、精製工場で粉碎・溶解後、溶液を冷却し、濾過器や遠心分離器で脱水し、塩化カリを造る。

### 1-3. リン鉱石

肥料用に使用されるリン鉱石は、大部分が海成のリン鉱床から採掘されたリン鉱石を使用する。焼成リン肥や熔成リン肥は、直接鉱石から肥料にするが、化成肥料は、採掘されたリン鉱石を粉碎し、浮遊選鉱などにより品位を上げたリン鉱石を硫酸と反応させて、リン酸を製造(湿式法)する。硫酸との反応により副生成物として、リン酸石膏、過リン酸石灰(single superphosphate : SSP、リン酸一カルシウム  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  と石膏  $\text{CaSO}_4$  の混合物)、が得られる。湿式法により製造したリン酸とリン鉱石を反応させて重過リン酸石灰(triple superphosphate : TSP、リン酸一カルシウム  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )を製造する。過リン酸石灰、重過リン酸石灰は肥料として使用される。また、化成肥料であるリン安は、湿式法により製造したリン酸をアンモニアと中和して製造する。リン安にはリン酸一アンモ(monoammonium phosphate : MAP,  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) とリン酸二アンモン(diammonium phosphate : DAM,  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ )がある。図-1 にリン鉱石から肥料を製造する工程を示す。



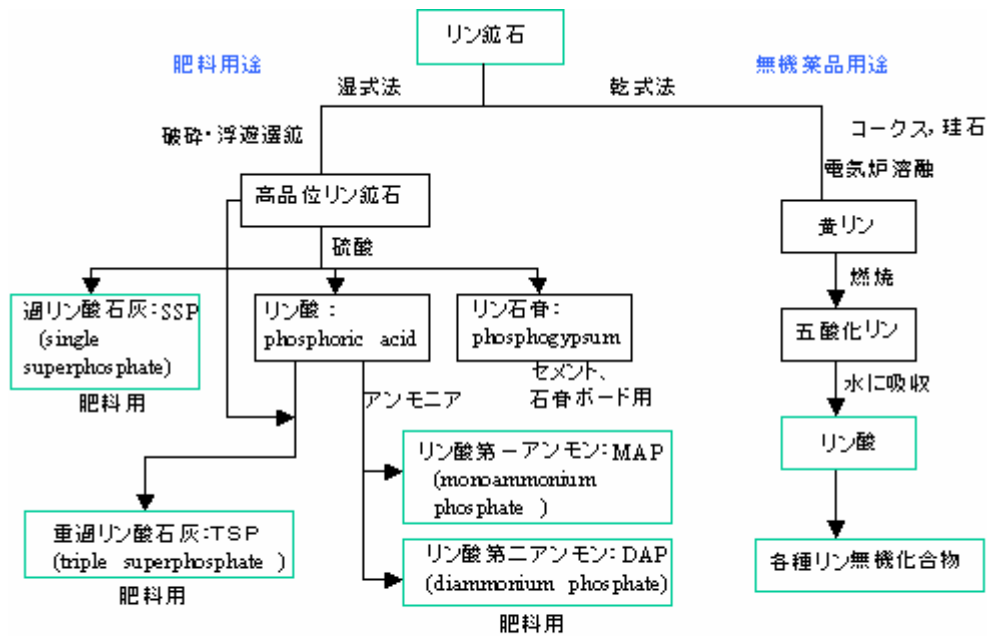


図-1 リン鉱石の精製と誘導品の製造経路

#### 4. 世界における肥料用天然鉱石の産地及び国別生産 [2][3][4]

##### 4-1. チリ硝石

チリの北部にはアタカマ(Atacama)の砂漠が広がる。この砂漠は雨量が少なく、乾燥地帯として知られている。チリ硝石の成因は、砂漠の東に連なるアンデス高地に生息する動物のラマやビクーナのこやし(窒素分)が地下水で運ばれて蒸発し堆積したり、グアノ(海鳥糞)や海草が西風に運ばれて堆積した産物といわれる。チリ硝石は1910~1930年代は年間200~300万トン生産されていたが、アンモニアが窒素肥料の原料として使用されるに従いチリ硝石の生産は減少した。2008年には、日本はチリから精製したチリ硝石を硝酸ソーダの形態で約2万トン輸入している。

##### 4-2. カリ鉱石

カリ鉱石としては表-4に示した様にカーナリット、シルビニット、ハートザルツ、カイニット等がある。世界の主な産出国はカナダ、ロシア、ベラルーシ、ドイツであり、全世界生産量の70%以上を占める。

表-8にカリ鉱石の国別生産量及び資源量を示す。

表-8. カリ鉱石の国別生産量・資源量 U.S.G.S.Mineral Commodity Summaries

国名	1995年	2000年	2005年	2008年	%	資源量	%
カナダ	9,010	8,600	10,120	10,500	30.0	11,000	61.1
ロシア	2,814	3,700	5,500	6,730	19.2	2,200	12.2
ベラルーシ	2,790	3,400	4,800	4,970	14.2	1,000	5.6

ドイツ		3,409	3,600	3,280	9.4	850	4.7
中国	80	250	600	2,750	7.9	450	2.5
イスラエル	1,330	1,710	2,060	2,300	6.6	580	3.2
ヨルダン	1,070	1,110	1,230	1,220	3.5	580	3.2
アメリカ	1,480	1,300	1,200	1,100	3.1	300	1.7
チリ	50	23	370	559	1.6	50	0.3
ブラジル	223	350	405	471	1.3	600	3.3
スペイン		522	500	435	1.2	35	0.2
英国	582	600	600	427	1.2	30	0.2
その他					0.0	140	0.8
全世界	24,300	25,300	31,100	35,000	100.0	18,000	100.0

注：1995年から2008年までの生産量の単位は千トン(K<sub>2</sub>O)換算

資源量の単位は百万トン(K<sub>2</sub>O)換算

カナダのカリ資源は1947年にサスカチュワン州(Saskatchewan)でシルビンからなる鉱床が発見され、カナダは世界最大のカリ生産国になった。資源量についてもカナダは全世界の約60%をしめている。ウズベキスタンのKarlyukの塩湖にもカリ塩が濃縮している。ロシアのカリ鉱床は、ウラル山脈西のBerlznikiやSdlikamsh地方にあり鉱床は地下70~300メートルに分布する。東南アジアでは、タイのコアトラ台地(Khorat basin)やサコンナコン盆地(Sakon Nakhon basin)にカリ塩が分布する。日本にはカリの資源はない。

#### 4-3. リン鉱石

2008年における世界のリン鉱石の主な生産国は中国、アメリカ、モロッコ、ロシアであり4ヶ国で全世界の生産量の約72%を占める。2005年まではアメリカが世界第1位の実産国であったが、2006年から中国の実産が拡大し2008年においては世界生産量の約30%を占めている。資源量については、モロッコと中国の2ヶ国で全世界資源量の約68%を占めている。表-9にリン鉱石の国別生産量及び2008年の資源量を示す。

表-9. リン鉱石の国別生産量・資源量 U.S.G.S.Mineral Commodity Summaries

国名	1995年	2000年	2005年	2008年	%	資源量	%
中国	21,000	19,400	30,400	50,700	31.5	130.0	26.0
アメリカ	43,500	38,600	36,300	30,200	18.8	34.0	6.8
モロッコ	20,200	21,600	25,200	25,000	15.5	210.0	42.0
ロシア	8,800	11,100	11,000	10,400	6.5	10.0	2.0
チュニジア	7,410	8,340	8,000	8,000	5.0	6.0	1.2

その他	9,092	11,300	6,500	7,440	4.6	22.0	4.4
ヨルダン	4,984	5,510	6,230	6,270	3.9	17.0	3.4
ブラジル	3,530	4,900	6,100	6,200	3.9	3.7	0.7
シリア		2,170	3,500	3,220	2.0	8.0	1.6
イスラエル	4,063	4,110	2,900	3,090	1.9	8.0	1.6
エジプト			2,730	3,000	1.9	7.6	1.5
オーストラリア			2,050	2,800	1.7	12.0	2.4
南アフリカ	2,790	2,800	2,580	2,290	1.4	25.0	5.0
カナダ			1,000	950	0.6	2.0	0.4
トーゴ	2,000	1,370	1,220	800	0.5	0.6	0.1
セネガル	1,600	1,800	1,520	700	0.4	1.6	0.3
全世界	131,000	133,000	147,000	161,000	100.0	500.0	100.0

注：1995年から2008年までの生産量の単位は千トン、資源量の単位は百万トン

中国は世界最大の生産国であり、主にドロマイトを含む無機質のリン灰石が分布する。中国の主な産地は広西壮族自治区の老開鉱山や雲南省昆明市の昆陽、海口、晋寧の鉱床、湖北省、貴州省、湖南省、四川省、江蘇省等に多数の鉱山がある。アメリカのフロリダ州はアメリカ全生産量の、70%にあたる量を産出している。フロリダ州には、大規模な海成のリン鉱層が分布する。その鉱床はリン分を含む礫(小石, land pebble)、砂(phosphatic sand)と砂混じりの粘土からなる。モロッコには大規模な海成のリン鉱層が分布する。カサブランカ近郊のクリーブガ(Khouribga)鉱山、サフィ近郊のユーソフィア(Youssoufia)鉱山等がある。ロシアではコラ半島の霞石閃長岩中にリン灰石が採れる。日本のリン鉱石は、石川県能登島西岸の半浦付近で、以前は少量採掘されていたが、鉱床の規模が小さく、低品位であったため、現在、採掘は行われていない。

## 5. 日本のリン鉱石国別輸入量<sup>[1]</sup>

日本はリン原料を全量輸入しており、リン鉱石及びリン鉱石を出発原料として誘導されるリン(黄リン、赤リン)、リン酸、ポリリン酸、リン酸塩類、次亜リン酸塩類、亜リン酸塩類、過リン酸石灰、重過リン酸石灰、リン酸第一アンモン、リン酸第二アンモンなどの形態で輸入している。このうちリン鉱石、リン酸、過リン酸石灰、重過リン酸石灰、リン酸第一アンモン、リン酸第二アンモン等は主として肥料用として利用される。表-10にリン鉱石の国別輸入量を示す。2008年におけるリン鉱石の輸入量は77万6千トンであり、国別では中国(37%)、ヨルダン(24%)、モロッコ(20%)、南アフリカ(10%)である。

表-10 国別リン鉱石輸入量 単位：トン 財務省貿易統計

	1995年	2000年	2005年	2008年	%
中国	228,451	343,473	387,333	288,621	37.2
ヨルダン	156,700	128,100	149,420	186,372	24.0
モロッコ	75,482	140,007	111,930	152,500	19.6
南アフリカ	305,347	258,305	111,274	78,506	10.1
ベトナム				33,059	4.3
イスラエル	22,700	29,300	11,700	21,073	2.7
西サハラ				10,000	1.3
アメリカ	500,860			6,050	0.8
韓国			2,640	20	0.0
インドネシア				20	0.0
セネガル	43,033				0.0
合計	1,332,573	899,185	774,297	776,221	100.0

## 6. 日本の肥料及び肥料用原料の国別輸入量<sup>[1]</sup>

表-11 に肥料の国別輸入量をしめす。日本の肥料の輸入量は、動植物性肥料、窒素

肥料、リン酸肥料、カリ肥料、複合肥料及び肥料成分合計で2008年は約218万トンであった。各肥料の輸入量は動植物性肥料が約5万1千トン(2.4%)、窒素肥料が約27万8千トン(12.7%)、リン酸肥料が約10万6千トン(4.9%)、カリ肥料が約93万6千トン(42.8%)、複合肥料が約32万1千トン(14.7%)及び肥料成分が約49万2千トン(22.5%)であった。主な輸入品目の輸入量、輸入国は尿素が約22万トン(マレーシア48%、中国42%)、硝酸ナトリウム(チリ硝石)が約2万トン(チリ100%)、過リン酸石灰及び重過リン酸石灰が約6万トン(中国62%)、リン鉱石が約77万トン(中国37%、ヨルダン24%、モロッコ20%)、塩化カリが約71万トン(カナダ60%)及びリン酸第一アンモニウムが約35万トン(アメリカ75%、ヨルダン12%)である。一方、肥料の輸出に関しては、ほとんどが東南アジア向けであり、約81万トン輸出している。輸出品目では硫酸アンモニウムが約73万トンであり輸出量全体の90%程度を占めている。

表-11 肥料国別輸入量

単位：トン 財務省貿易統計

	肥料名	国名	1995年	2000年	2005年	2008年	比率	
動・植物性肥料		インドネシア	6,923	9,766	12,070	17,821	34	
		韓国	22,071	27,943	568	13,696	26	
		中国	13,061	20,683	16,066	10,806	21	
	合計		45,420	64,850	34,008	51,814	100	
窒素肥料	尿素	マレーシア	30,553	72,674	97,082	110,533	48	
		中国	560	8,514	154,854	96,851	42	
		カタール	50,650	36,209	131,824	15,523	7	
		小計	201,462	244,831	389,242	228,951	100	
	硝酸アンモニウム	フランス	616	2,394	3,602	3,125	28	
		オーストラリア			3	2,751	25	
		南アフリカ		2,811	2,271	2,673	24	
		小計	3,033	10,458	9,527	11,153	100	
	硝酸ナトリウム	チリ	21,256	21,909	25,821	20,601	100	
		ドイツ	90	119		0	0	
		小計	21,506	22,048	25,870	20,601	100	
	合計		251,149	315,012	456,856	278,171		
	りん酸肥料	過りん酸石灰及び重過りん酸石灰	中国	2,641	3,418	24,312	36,186	62
			モロッコ				10,400	18
			イスラエル	3,000	5,207		6,800	12
小計			55,356	61,184	73,381	58,655	100	
その他のりん酸肥料		中国	82,300	88,500	83,955	46,858	97	
		ベトナム		110		705	1	
		韓国	7,533	3,304	9,298	642	1	
		小計	89,969	96,142	93,253	48,245	100	
合計		145,325	157,326	166,634	106,900			

表-11 肥料国別輸入量 (つづき)

単位：トン 財務省貿易統計

	肥料名	国名	1995年	2000年	2005年	2008年	比率	
カリ肥料	塩化カリウム	カナダ	539,104	446,709	500,102	562,420	60	
		ロシア	171,433	60,393	89,753	85,285	9	
		ヨルダン	46,100	45,800	31,400	30,273	3	
		小計	968,381	731,893	690,864	714,283	76	
	硫酸カリウム	アメリカ	42,228	41,037	47,521	50,243	30	
		フランス		101	262	41,545	25	
		ドイツ	30,161	9,640	42,503	39,000	23	
		小計	158,783	148,970	154,262	168,242	100	
	合計			1,214,849	954,051	903,455	936,237	
	複合肥料	タブレット状に10Kg以下に包装したもの	韓国	14	32	4,790	10,399	39
中国				230	8,729	7,639	29	
ドイツ					20	4,408	17	
小計			44	676	17,026	26,504	100	
窒素、りん及びカリウムを含有する肥料		ヨルダン		172,650	127,800	99,026	40	
		韓国	40,160	21,060	38,474	63,149	26	
		中国	3,322	14,091	48,365	52,148	21	
		小計	84,508	254,846	256,094	245,757	100	
窒素及びりんを含有する肥料		韓国	14			24,380	93	
		中国	221	2,181	3,537	1,775	7	
		カナダ				71	0	
		小計	7,519	2,324	3,555	26,322	100	
りん及びカリウムを含有する肥料		中国			967	2,196	91	
		アメリカ	48	97	137	118	5	
		オーストラリア			89	83	3	
		小計	69	758	1,298	2,420	100	
合計			101,810	273,007	296,724	321,815		

表-11 肥料国別輸入量（つづき）

単位：トン 財務省貿易統計

	肥料名	国名	1995年	2000年	2005年	2008年	比率	
肥料成分	DAP	アメリカ	463,352	373,996	288,964	263,496	75	
		ヨルダン		86,000	75,170	43,500	12	
		中国	1,783	2,570	5,792	30,676	9	
		小計	479,916	463,912	373,179	352,771	100	
	MAPとDAPの混合品	アメリカ	134,581	138,388	113,882	115,462	83	
		オーストラリア				12,000	9	
		中国	233	2,223	5,516	7,704	6	
		小計	138,606	146,175	124,481	139,931	100	
	合計			618,522	610,087	497,660	492,702	
	肥料合計			2,377,075	2,374,333	2,355,337	2,187,639	

7. 日本の肥料生産量<sup>[6]</sup>

表-12 に日本における肥料（カリ肥料単肥を除く）の生産量を示す

表-12 肥料生産量

単位：トン 日本肥料アンモニア協会

	肥料名	2002年	2005年	2008年	%
窒素肥料（単肥）	硫安	1,614,740	1,419,512	1,208,438	73.6
	尿素	476,639	427,150	403,417	24.6
	その他	46,001	39,319	30,400	1.9
	合計	2,137,380	1,885,981	1,642,255	100.0
リン酸肥料（単肥）	過リン酸石灰	235,060	186,831	163,741	56.7
	重過リン酸石灰	15,108	19,223	22,465	7.8
	苦土過リン酸石灰	49,601	46,526	25,780	8.9
	重焼リン肥	80,232	79,804	52,788	18.3
	加工リン酸	26,447	27,854	14,663	5.1
	混合リン肥	6,380	5,497	4,602	1.6
	その他リン肥	6,372	8,394	4,560	1.6
	合計	419,200	374,129	288,599	100.0
複合肥料	高度化成肥料	1,258,867	1,196,695	868,020	42.9
	普通化成肥料	320,012	294,814	249,852	12.3
	NK化成肥料	60,085	59,508	55,758	2.8
	液状複合肥料	50,088	48,200	44,137	2.2
	成形複合肥料	27,555	28,608	24,863	1.2
	配合肥料	796,776	784,688	782,768	38.6
	合計	2,513,383	2,412,513	2,025,398	100.0

## 8. 参考資料

- [1] 財務省貿易統計
- [2] 吉田國夫：鉍産物の知識と取引，財団法人通商産業調査会
- [3] U.S.Geological Survey, Mineral Commodity Summaries
- [4] USGS 2008 Minerals Yearbook 2008
- [5] 土壌・植物栄養・環境辞典：松阪泰明他監修
- [6] 日本肥料アンモニア協会 ホームページ <http://www.jaf.gr.jp/>2010年5月
- [7] 日本石灰窒素工業会 ホームページ <http://www.cacn.jp/> 2010年5月