

リン酸

リン酸 (phosphoric acid) はリンのオキシ酸の一種で、化学式は H_3PO_4 の無機酸である。オルトリン酸 (orthophosphoric acid) とよばれる。

リンは、生体中のさまざまな化合物を構成しており、生物にとって不可欠な元素である。リン酸カルシウムは骨や歯をつくる。リンそのものもDNAなどの遺伝物質をつくるのに欠かせない。そして生体内のエネルギー源としてはたらくATPもリン酸の化合物である。ATPのエネルギーを使うことで、私達の筋肉は動いている。^[1]

リン化合物の出発原料はリン鉱石であり、リン鉱石 (phosphate ore) は、リン酸塩鉱物を主成分とした鉱石である。リン鉱石は、その成因によって、無機質と有機質リン鉱石とに分けられる。無機質リン鉱石は、マグマや火成岩の生成、活動によってできる鉱物であり、代表的な鉱物にリン灰石 (アパタイト) がある。その主成分は、リン酸三カルシウム ($\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$) で、化学組成は $3\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8 \cdot \text{Ca}(\text{Cl}, \text{F})_2$ である。有機質リン鉱石は、魚類や脊椎動物の遺骸が海底で堆積し、地殻の変動・隆起により陸化してリン灰土 (phosphorite) となったものをいう。^[5]

1. リン酸の製造法

乾式法：リン鉱石にコークスと珪石を混合し、電気炉に装入し熔融する。発生したリン蒸気を冷却器に入れ、リンを凝縮させて黄リンを造る。つぎに空気とともに燃焼させて五酸化リン (P_2O_5) にしてから水に吸収させて製造する。乾式法は湿式法と比較し、リン酸の純度は高く、無機薬品の原料として使用される。

湿式合成法：粉碎・浮遊選鉱により品位を高めたリン鉱石と約35%の硫酸とを反応させる事で得られる。この反応により副生成物として石膏及び過リン酸石灰が得られる。副生成物を濾過することによりリン酸の精製が可能であるが、フッ化水素酸などの不純物が混入することがあるため、乾式法と比較すると純度が落ちる。副生成物の石膏は主として石膏ボード、セメント用原料として使用される。また、過リン酸石灰は肥料として利用されている。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) 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ン

(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 にリン鉱石からリン酸を製造する湿式法及び乾式法の工程図を示す。

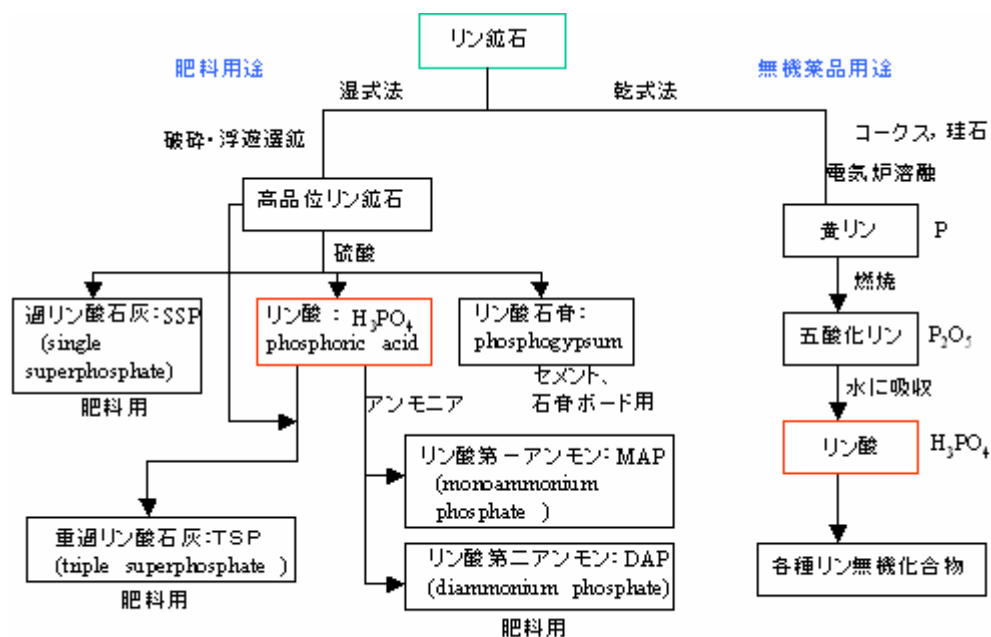


図-1 リン酸の製造工程

2. 日本におけるリン酸の製造量^[3]

日本においては輸入したリン鉱石から湿式法または乾式法によりリン酸を製造する方法と、輸入した黄リンや五酸化二リンからリン酸を製造する方法が行われている。経済産業省生産動態統計によれば、2008年には約15万3千トンのリン酸が製造された。表-1に2004年～2008年のリン酸製造量を示す。

表-1 リン酸製造量

経済産業省生産動態統計

単位：トン

	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
リン酸	177,317	179,152	167,329	144,866	152,976

3. リン酸、黄リン及び五酸化二リンの輸入量^[2]

リン鉱石から製造される五酸化二リン、黄リン、リン酸及びリン鉱石の輸入量をそれぞれ表2～表5に示す。

表2 五酸化二リン国別輸入量

財務省貿易統計 単位：トン

五酸化リン輸入国	1900年	1995年	2000年	2005年	2008年	%
中国		56			273	100
インド		18				
英国	88					
フランス	115	194	179			
ドイツ	0	0	82	0		
アメリカ	15					
南アフリカ		3,594				
合計	219	3,862	261	0	273	100

2008 年における五酸化二リンの輸入量は 273 トンであり全量中国から輸入している。また、黄リンは約 3 万 1 千トン輸入しており国別では中国（77.5%）、オランダ（13.2%）、ベトナム（8%）である。

表 3 黄リン国別輸入量

財務省貿易統計 単位：トン

黄リン輸入国	1900 年	1995 年	2000 年	2005 年	2008 年	%
中 国	2,750	14,312	24,612	30,906	24,255	77.5
オランダ	1,254	348	494	482	4,139	13.2
ベトナム	50			50	2,500	8.0
台 湾					348	1.1
カザフスタン					20	0.1
ドイツ	121	76	106	42	20	0.1
フランス	901	345				0.0
イタリア	1,308	10	10			0.0
ロシア	2,002					0.0
アメリカ	9,608	7,891	940			0.0
南アフリカ	2,434					0.0
合 計	20,427	22,982	26,163	31,481	31,282	100.0

表 4 リン酸国別輸入量

財務省貿易統計 単位：トン

リン酸輸入国	1900 年	1995 年	2000 年	2005 年	2008 年	%
中 国	2,030	13,174	13,269	19,511	41,704	64.3
韓 国		767	612	329	10,157	15.7
南アフリカ	9,750	28,808	12,221	13,783	9,978	15.4
台 湾	224	579	126	1,060	2,296	3.5
マレーシア	632	1,230	1,892	600	437	0.7
英 国	11		541	367	221	0.3
アメリカ	3,015	2	172	19	49	0.1
オランダ		8			5	0.0
ドイツ	19			2	2	0.0
インド		40				0.0
ベルギー		83				0.0
フランス	38					0.0
合 計	15,720	44,691	28,833	35,671	64,851	100.0

2008 年におけるリン酸の輸入量は約 6 万 5 千トンであり、国別では中国 (34.3%)、韓国 (15.7%)、南アフリカ (15.4%) である。リン鉱石の輸入量は約 7 7 万 6 千トンであり、国別では中国 (37.2%)、ヨルダン (24.0%)、モロッコ (19.6%)、南アフリカ (10.1%) である。

表 5 リン鉱石国別輸入量

財務省貿易統計 単位：トン

リン鉱石輸入 国	1900 年	1995 年	2000 年	2005 年	2008 年	%
中 国	43,075	228,451	343,473	387,333	288,621	37.2
ヨルダン	237,650	156,700	128,100	149,420	186,372	24.0
モロッコ	168,935	75,482	140,007	111,930	152,500	19.6
南アフリカ	249,027	305,347	258,305	111,274	78,506	10.1
ベトナム					33,059	4.3
イスラエル	39,050	22,700	29,300	11,700	21,073	2.7
西サハラ					10,000	1.3
アメリカ	749,560	500,860	5		6,050	0.8
韓 国				2,640	20	0.0
インドネシア					20	0.0
セネガル	56,005	43,033				0.0
合 計	1,543,302	1,332,573	899,190	774,297	776,221	100.0

4. リン酸の用途^[4]

リン酸には pH 調整の機能や保水作用があり、これらの性質を生かし、様々な用途につかわれている。化粧品には少量添加することにより、化粧品の保水性を高めることができました、各種飲料の酸味料や醸造用の pH 調整剤としても使用される。リン酸のおだやかな酸としての性質を利用した金属研磨剤、金属洗浄剤などにも使用される。また、各種食品に微量添加されているリン酸塩類の製造用原料として使用されている。

乾式法で製造するリン酸は、湿式法で製造するリン酸に比べ不純物が少ないという長所があり、高純度リン酸は液晶ディスプレイを製造する際、余分なアルミニウム膜を除去するためにリン酸が使用されます。また、半導体を製造する際のエッチング剤として使用されている。その他リン酸塩類製造用原料、金属防錆加剤、塗装下地処理剤、精錬染色、石油・油脂精製、ペニシリン・ストレプトマイシン培養剤、ジュース・コーラ類その他食品の添加物、水処理剤など広く使用されている。

5. 参考資料

- [1] Newton 別冊：完全図解 周期表，株式会社ニュートンプレス
- [2] 財務省貿易統計
- [3] 経済産業省生産動態統計
- [4] 燐化学工業株式会社 <http://www.rinka.co.jp/> 2010 年 7 月
- [5] 吉田國夫：鈇産物の知識と取引，財団法人通商産業調査会