

リン P

【用途】大半が肥料で、近年は化合物半導体にも利用

リンは、黄リン(白リン)、赤リン、紫リン(α金属リン)、黒リン(β金属リン)など数種類の同素体を有する。リンは生体必須元素の一つで人体には乾燥重量当たり1.4%含まれる。リン酸の用途としてはリン酸アンモニウム肥料などの化学肥料原料としての用途が大きい。赤リンは農薬や殺虫剤、脱酸剤等に使用される。近年では GaP、InP 等の化合物半導体として利用され、発光ダイオード、レーザダイオード等幅広く利用されている。また洗剤等に利用されたリン酸ナトリウムは、排水に高濃度のリンが含まれ微生物の異常発生の一因となるなどの環境への影響により国内ではほとんど使用されていない。

【特性】

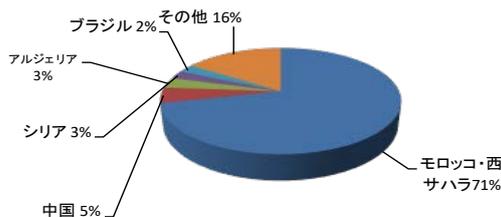
- ・熱力学的に最も安定な同素体は黒リンであり、反応性は同素体により異なる
- ・黄リンは最も酸化性が強く、湿った空气中で酸化され自然発火するため水中で保存され、毒性が強く、にんにく臭がある

【資源国と消費国】

[国名、構成比(%)](2017年世界計) USGS 2018

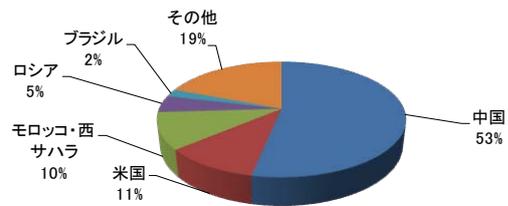
国別リン鉱石埋蔵量

(合計 70,000 マテリアル百万t)



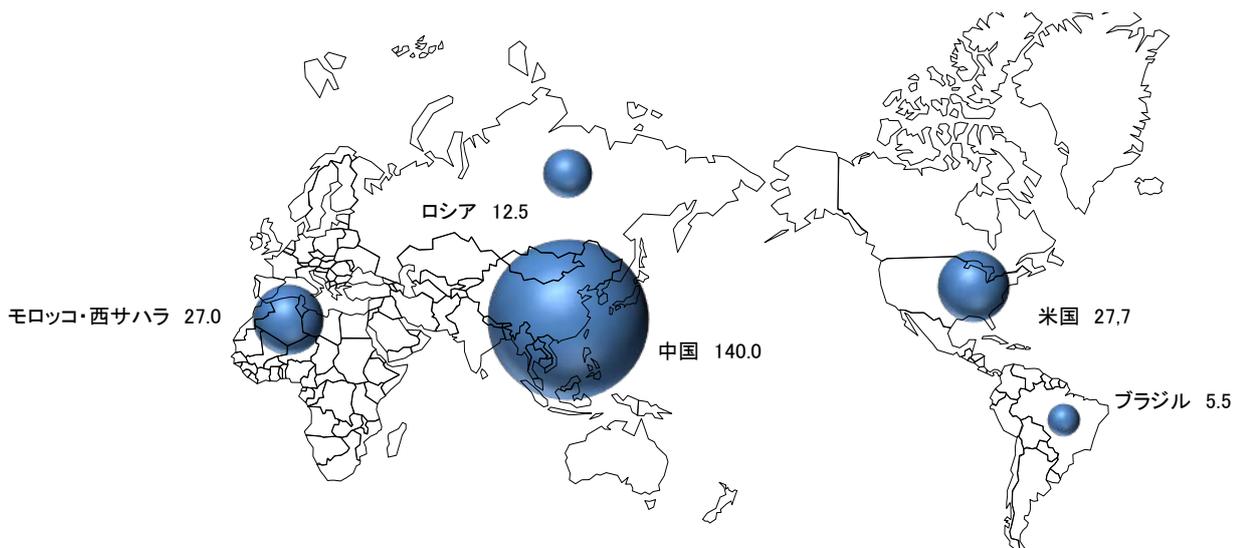
国別リン鉱石生産量

(合計 263 マテリアル百万t)



世界の主要リン鉱石生産国】国名、国別生産量(マテリアル百万t、2017年間値)、出典 USGS2018

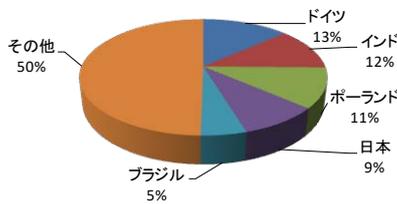
中国、米国、モロッコ・西サハラが主要生産国



【貿易概況】 出典: Global Trade Atlas、
財務省貿易統計

■世界 黄リン主要輸入国

(2016年合計 237,194 純分 t)



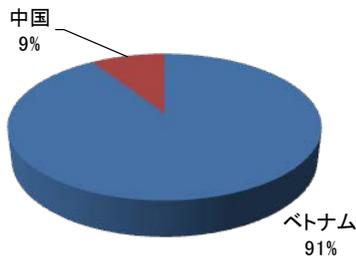
■世界 黄リン主要輸出国

(2016年合計 164,432 純分 t)



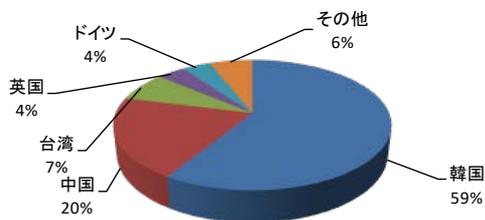
■日本 黄リン主要輸入相手国

(2017年合計 21,249 純分 t)



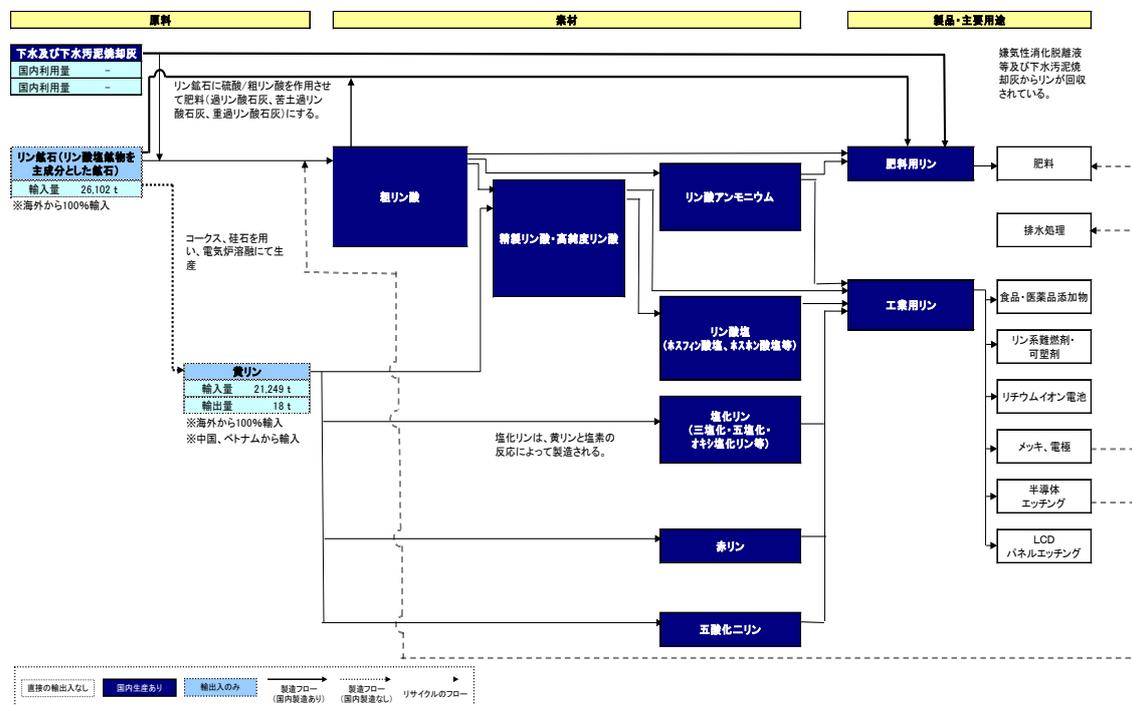
■日本 黄リン主要輸出相手国

(2017年合計 17.8 純分 t)



【鉱石から製品まで】 出典: 財務省貿易統計

Pのマテリアルフロー(2017年)



【概要】

- ・2017年の世界リン鉱石生産量は前年比103%であった。主要生産国は中国、米国、モロッコ・西サハラ等で、上位3か国で全体の74%を占めている。生産国第一位の中国は前年比104%であった。
- ・国内のリン供給量は前年比95%、需要量は前年比97%であった。内需には肥料用需要及び工業用需要があり、前者は、内需の約8割以上であるが、施肥の適正化、施肥技術の開発等により下降傾向にある。後者は、用途として半導体、コンデンサ、金属表面処理等があり、前年比102%で増加し、それに伴い輸入原料(リン鉱石、黄リン)の輸入量も前年比109%で増加した。その要因は、国内自動車生産が増加し、家電、電子機器の分野等が好調のため半導体エッチング向け等の需要が堅調に推移したためである。

1.特性・用途

リン鉱石資源として重要な鉱床は、成因により次の3種類に分類される。

- ①:化石質鉱床;古代の動植物や微生物が起源となった比較的大規模なリン鉱石鉱床で、アメリカ、モロッコ、ヨルダンなどに存在し、現在のリン鉱石の大半はこの鉱床から供給されている。
- ②:グアノ鉱床;鳥糞石、糞化石質リン鉱石ともいう。ペルーのチンチャ諸島、ナウル、アンガウル島、日本国内では沖大東島(ラサ島)などに存在する。
- ③:火成鉱床;地殻変動によって生じた金属鉱床などと同じ無機質のリン鉱石鉱床で、ロシアのコラ半島に大規模なものが存在する

リン鉱石の多くが化学肥料の原料として使用される。

リンを用いた肥料(化学肥料)には、リン酸質肥料と複合肥料があり、原料はほとんど全てをリン鉱石から出発する。リン酸質肥料には、電気熔融した溶成リン肥、硫酸処理した過リン酸石灰などリン鉱石を原料に製造したものと、リン鉱石以外の原料から製造されたリン成分のみを含む肥料がある。複合肥料とは、リン酸にアンモニアを加えたリン安など、リンの他に窒素やカリを加えた肥料である。

工業用に使用されるリンは、リン鉱石から湿式法で生産される湿式リン酸と、乾式法で生産される黄リンを原料としたリン化合物の2種類がある。

<湿式法>

採掘されたリン鉱石を粉砕、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粗リン酸(PA)を製造し、PAを精製して精製リン酸(PPA)を製造後、PPAにアンモニアやカルシウムを添加し二次塩¹を製造し、その後二次塩を用途に合わせて製造・販売(必要に応じてブレンドして販売)する方法。

<乾式法>

リン鉱石をケイ素、炭素とともに電気炉において1,400~1,500°Cの高温で分解し黄リンを生産し、黄リンに水を加えてPPAを生産した後、PPAを高純度化又はアンモニアやカルシウムの添加で二次塩を製造し、最後に二次塩を各種用途に製造・販売(必要に応じてブレンドして販売)する方法。

日本では、リン鉱石から黄リンを取り出すには電気炉における高温分解による大量の電力が必要であるため、電気料金が安いベトナムや中国から全量を輸入している。

工業用リンの用途には、リン酸(精製リン酸・高純度リン酸)として半導体エッチング等に用いられるほか、各種リン酸塩等は、食品添加物等にも少量の添加物として使用されている。また、リン酸化合物が繊維製品の難燃加工にも利用され、最近では、リチウム電池で使用される電解質を構成するリチウム塩として六フッ化リン酸リチウム等にも利用されている。

またリン酸の関連化合物の用途は、農薬や殺虫剤としての利用も多く、化学兵器として研究されるほど強力な毒性を持った製品も開発されたが、その多くは使用が中止されている。現在はリン酸エステル系の殺虫剤が主力になっている。

¹二次塩: 過リン酸石灰(single superphosphate: SSP)、重過リン酸石灰(triple superphosphate: TSP)のこと。

同じリン酸化合物であるリン酸ナトリウム水溶液は強塩基性を示すため、単独で金属の洗浄剤として使われるほか、次亜塩素酸と混合することで強力な洗剤となり、三リン酸ナトリウムは洗剤として広く利用されていたが、排水に高濃度のリンが含まれるために微生物の異常な繁殖の原因となり、赤潮等の公害を引き起こしたため、環境への配慮から日本国内での使用はほとんどなくなってきている。リン酸水素カルシウムは研磨剤として歯磨きなどに含まれ、フッ素を含む歯磨き粉には二リン酸カルシウム等、口腔衛生にかかわる用途にリン酸化合物が数多く配合されている。

そのほかにも、コーンフレークやベーキングパウダー、飼料にもリン酸化合物が含まれるほか、ハムやチーズなどの製造時にも使用されている。

2.需給動向

2-1.世界の需給動向

世界のリン鉱石生産量を表 2-1、図 2-1 に示す。

2017 年の世界リン鉱石生産量は前年比 103%の 26,300 千 t であった。主要生産国は中国、米国、モロッコ・西サハラ等であり、上位 3 か国で全体の 74%を占めている。主要国の生産量をみると、中国は前年比 104%の 14,000 千 t、米国は前年比 102%の 2,770 千 t と微増、モロッコ・西サハラは前年並みで 2,700 千 t であった。

米国では、リン鉱石の主産地であるフロリダに 2017 年 9 月にハリケーン・イルマが上陸し、停電や洪水の被害により、リン鉱山やリン酸肥料施設が一時的に閉鎖されたが、表 2-1 に示すように米国のリン鉱石生産量には影響がなかった。

サウジアラビアについては国営の鉱業会社 Saudi Arabian Mining Company.(略称:Ma'aden)が世界最大のリン安プラント(リン安の生産量 300 万 t/年)を立ち上げ、その原料となるリン鉱石の生産が同時に行われ、2017 年には、新たに米国の大手リン酸肥料メーカー(Mosaic 社)等が投資したリン酸プロジェクトが進み、リン鉱山とリン肥料工場が完成し、稼働し始め前年比 107%の 450 千 t と増加した。チュニジアについては政情が不安定な面があるものの増加傾向にある。これは新しい鉱山が開発されてきたことに加え、ストライキによる影響が収まって復活してきたことによると見られ、2017 年は、前年比 101%の 370 千 t と微増であった。カザフスタンは黄リン主要生産国の一つで前年比 107%の 160 千 t と増加した。また、ペルーでは Minera Miski Mayo 社のリン鉱床開発事業が進展しており、これには、Mosaic 社や三井物産が参画している。

もともとリン鉱石にはアルミニウムやマグネシウムに加え様々な元素が不純物として含まれており、産出される地域及び鉱山によって不純物の成分や含有量が異なる。リン鉱石から製造されるリン酸は用途によって不純物含有率の許容範囲が異なり、例えば工業用では不純物除去に対する要求が非常に厳しく、鉄、アルミニウム、マグネシウム成分を ppm 単位まで下げる必要があるが、肥料用はこれらが 2~3%含まれていても許容される。リンを肥料用、工業用に使用する場合、不純物が少なく、含まれていても簡単に除去できるなど、各用途に適した品質で加工のしやすい鉱石を調達できるかが問題となる。

世界の需給動向について、需要に関する公開データはないが、人口増を受けて肥料用リンの需要については年 2~3%は増大していると見られる。

主要用途が肥料であるリンは世界各国において、食糧政策に直接かかわる戦略物資と位置付けられており、リン鉱石の権益を保有している国がリンをどのような形で、どの程度の規模で販売するかは国家戦略に通じるものがある。例えば、どの国でも自国内の食糧調達を優先し、国内、あるいは権益を持つ海外鉱山で採れるリン資源は国内で使用する肥料としてまず確保している。米国のようにリン鉱石での輸出は行わず、全てリン化合物の形で輸出(リン酸までのプロセスを自国内で行う)するケースもある。また、中国は国内需要の優遇措置を実施し、徐々に輸出量を減らしている。

各国がリンを戦略物資と位置付けている以上、高品質で使いやすいリン鉱石は将来入手しにくくなる可能性もある。日本では農業人口、作付面積とも減少しているが、何らかの状況によりリンや肥料の輸入に制限がかけられた場合のリスクは非常に大きい。

こうした中、大手肥料メーカーや商社では海外の鉱山プロジェクトへの出資を検討したり、工業用に
加え、肥料用リンの取扱いを新たに検討したりする動きもある。

表 2-1 世界のリン鉱石生産量

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
中国	5,070	6,020	6,800	8,100	9,530	10,800	10,000	12,000	13,500	14,000	104%	53%
米国	3,020	2,640	2,580	2,810	3,010	3,120	2,530	2,740	2,710	2,770	102%	11%
モロッコ・西サハラ	2,500	2,300	2,580	2,800	2,800	2,640	3,000	2,900	2,690	2,700	100%	10%
ロシア	1,040	1,000	1,100	1,120	1,120	1,000	1,100	1,160	1,240	1,250	101%	5%
ヨルダン	627	528	600	650	638	540	714	834	799	820	103%	3%
ブラジル	620	635	570	620	675	600	604	610	520	550	106%	2%
エジプト	300	500	600	350	624	650	550	550	500	500	100%	2%
サウジアラビア	-	-	-	100	300	300	300	400	420	450	107%	2%
イスラエル	309	270	314	310	351	350	336	354	395	400	101%	2%
ペルー	-	-	791	254	321	258	380	388	385	390	101%	1%
チュニジア	800	740	760	500	260	350	378	280	366	370	101%	1%
豪州	280	280	260	265	260	260	260	250	300	300	100%	1%
ベトナム	-	-	-	-	-	237	270	250	280	300	107%	1%
セネガル	70	65	95	98	138	80	90	124	220	220	100%	1%
メキシコ	-	-	151	151	170	176	170	168	170	200	118%	1%
インド	-	-	124	125	126	127	111	150	200	180	90%	1%
南ア	229	224	250	250	224	230	216	198	170	180	106%	1%
カザフスタン	-	-	-	-	-	160	160	184	150	160	107%	1%
アルジェリア	-	180	180	150	125	150	150	140	127	130	102%	0%
トーゴ	80	85	85	73	87	111	120	110	-	100	-	-
その他	1,656	633	561	1,074	940	361	361	310	358	330	92%	1%
世界	16,600	16,100	18,400	19,800	21,700	22,500	21,800	24,100	25,500	26,300	103%	100%

出典：United States Geological Survey (USGS)「Minerals Yearbook PHOSPHATE ROCK」, World Production by Country

2013年-2017年はUSGS「Mineral Commodity Summaries Phosphosphate Rock」 Mine Production

純分換算率：リン鉱石10%

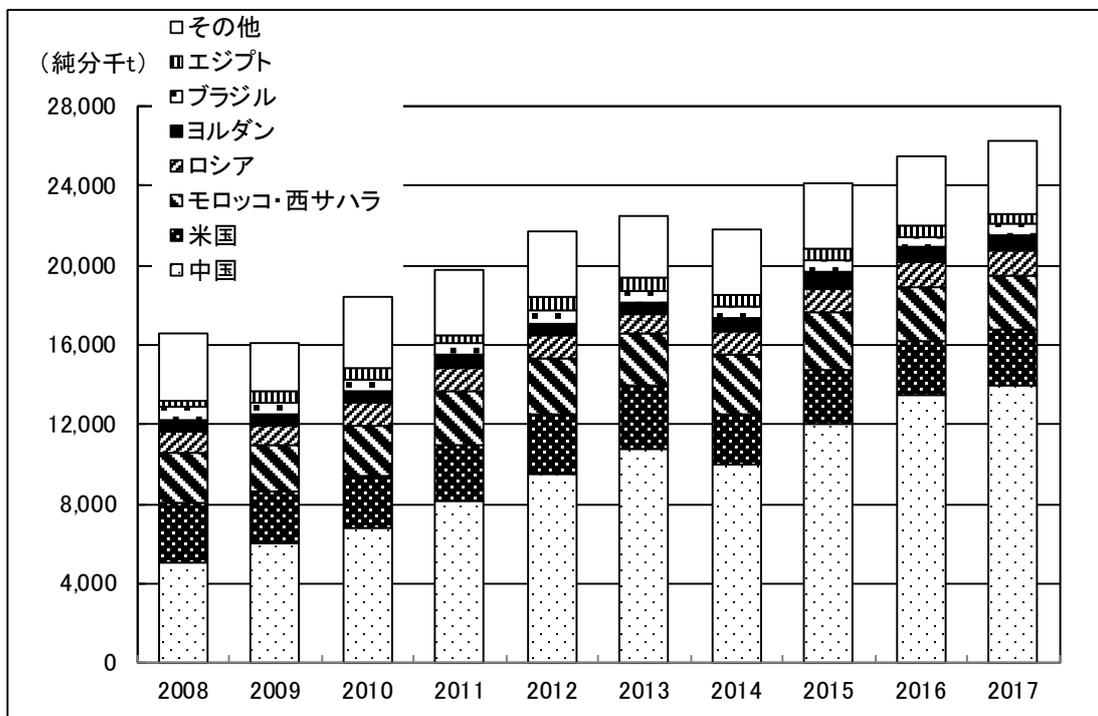


図 2-1 世界のリン鉱石生産量

2-2.国内の需給動向

リンの国内需給を表 2-2、図 2-2 に示す。また、リンの種類別内需(肥料用及び工業用)を図 2-3、図 2-4 に示す。

2017年のリンの供給量は前年比95%の177.9千t、需要量は前年比97%の194.3千t(内需182.2千t、輸出12.1千t)で微減であった。

内需の約88.3%が肥料用であり、肥料の需要は、施肥の適正化、施肥技術の開発等により、減少している。

2017年の工業用リンの需要は前年比102%の21.3千tと推計される。需要の約20%が添加剤など食品関連であるとされているが、国内の人口増加が見込めない中で食品添加剤用の需要は成熟状態となっている。その他の用途としては、半導体、コンデンサ、金属表面処理などである。

表 2-2 リンの国内需給

単位: 純分千t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16年比	
供給	在庫 ¹⁾	リン酸質肥料	8.9	11.6	10.4	12.1	13.0	9.7	9.3	8.6	8.2	7.4	90%
		複合肥料	40.7	47.6	43.4	43.1	47.0	41.5	45.7	41.2	41.2	33.9	82%
		工業用リン ³⁾	3.2	2.7	3.0	2.2	2.0	1.5	1.4	1.4	1.5	1.7	110%
		小計	52.8	62.0	56.8	57.4	62.0	52.7	56.5	51.2	51.0	43.0	84%
供給	輸入 ²⁾	224.7	152.2	158.1	181.8	162.6	159.7	149.2	138.2	137.0	134.9	98%	
	合計	277.5	214.2	214.9	239.2	224.7	212.4	205.7	189.4	188.0	177.9	95%	
需要	肥料用 ¹⁾	リン酸質肥料	34.8	32.5	33.4	32.5	33.4	27.6	28.1	21.9	25.2	23.7	94%
		複合肥料	133.7	142.5	145.9	138.9	150.0	138.7	139.9	131.9	142.2	137.1	96%
		小計	168.4	174.9	179.3	171.4	183.5	166.3	167.9	153.8	167.4	160.8	96%
	工業用 ³⁾	リン酸	20.1	16.4	20.4	15.8	16.0	—	—	—	—	—	—
		オキシ塩化リン	2.2	2.6	2.6	2.0	1.4	—	—	—	—	—	—
		無水リン酸(五酸化リン)	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	—	—	—	—	—	—
		リン酸ナトリウム	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	—	—	—	—	—	—
		縮合リン酸ナトリウム類	1.1	1.0	1.1	0.9	0.9	—	—	—	—	—	—
		三塩化リン	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	—	—	—	—	—	—
		リン酸アンモニウム	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	—	—	—	—	—	—
		リン酸カリウム	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	—	—	—	—	—	—
		トリポリリン酸ナトリウム	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	—	—	—	—	—	—
		赤リン	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	—	—	—	—	—	—
		リン酸カルシウム	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	—	—	—	—	—	—
		ピロリン酸カリウム	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	—	—	—	—	—	—
	小計	28.0	24.4	28.6	22.7	22.0	22.9	23.1	21.8	20.9	21.3	102%	
小計	196.4	199.3	207.8	194.1	205.5	189.2	191.1	175.6	188.3	182.2	97%		
供給	輸出 ²⁾	13.57	6.65	7.93	6.99	6.79	6.83	7.94	8.91	11.39	12.10	106%	
供給	合計	210.0	206.0	215.8	201.1	212.2	196.0	199.0	184.5	199.7	194.3	97%	
供給	供給-需要	67.5	8.2	-0.8	38.1	12.4	16.4	6.7	4.9	-11.7	-16.4		

出典: 1) 日本肥料アンモニア協会(肥料年度7月～翌6月)、2) 財務省貿易統計(暦年数値)、3) 日本無機薬品協会(年度数値)

純分換算率: 肥料用リン リン酸質肥料13%、複合肥料7%、

工業用リン リン酸39%、オキシ塩化リン20%、無水リン酸(五酸化リン)44%、リン酸ナトリウム20%、縮合リン酸ナトリウム類

ピロリン酸ナトリウム26%、メタ・ヘキサメタリン酸ナトリウム30%、テトラリン酸ナトリウム26%、三塩化リン23%、リン酸アンモニウム25%、

リン酸カリウム19%、トリポリリン酸ナトリウム25%、赤リン100%、リン酸カルシウム23%、ピロリン酸カリウム19%

※内需のうち2013年以降の工業用の内訳は日本無機薬品協会の資料「無機薬品の実績と見通し」廃刊のためデータなし。

2014年、2015年、2016年工業用小計は化学工業日報(2015.06.22、2016.06.28及び2017.06.27付)記載の日本無機薬品協会データによる。

2017年工業用小計は化学工業日報(2018.06.26付)記載の日本無機薬品協会データによる。

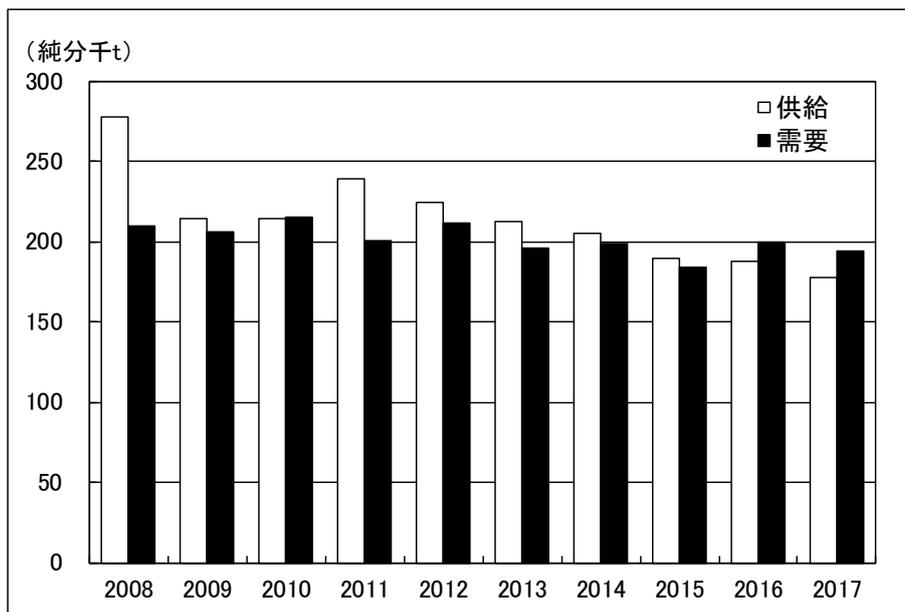


図 2-2 リンの国内需給

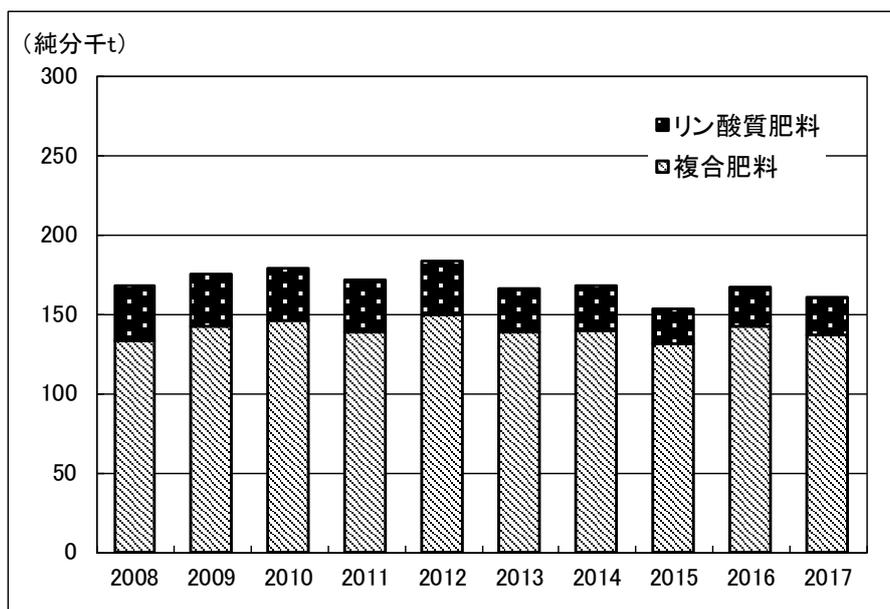


図 2-3 リンの内需(肥料用:種類別)

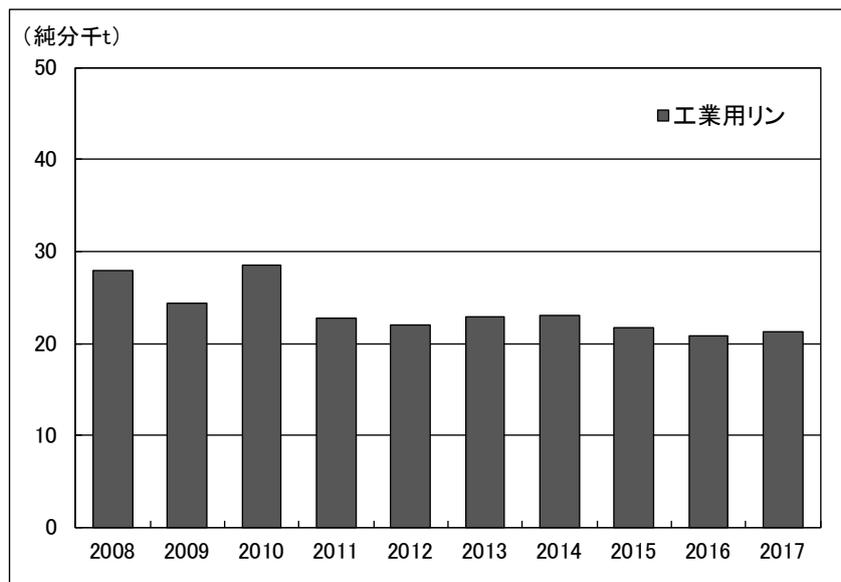


図 2-4 リンの内需(工業用)

3.輸出入動向

3-1.輸出入動向

日本ではリン鉍石が産出されないために、全量を輸入に依存している。リンの輸出入数量を表 3-1、図 3-1、図 3-2 に示す。

2017 年の原料(リン鉍石、黄リン)の輸入量は前年比 109%の 47,351t で増加した。

リン鉍石の輸入量が 2011 年以降、減少傾向が続いているのは、主な用途である肥料の需要縮小と肥料メーカーが輸入リン安や輸入リン酸に切り替えているためであるが、日本の農業自体が農家の高齢化や減反政策などにより縮小傾向が続いていること、施肥量が減少していることも輸入量減少の要因である。

工業用原料となる黄リンの輸入量は 2011 年以降 3 年連続して減少していたが、2017 年は前年比 112%の 21,249t で 2014 年以降 4 年連続して増加となった。この主な要因は、2017 年当初は世界経済に若干の不安定さ見られたが後半持ち直し、国内自動車生産が 5.2%増(968 万台)、家電、電子機器の分野でも民生用の製品に堅調な動きがみられ、半導体エッチング向けにおいてスマホ・携帯端末用などの NAND 型フラッシュメモリー、自動車に搭載される LSI システム等の堅実な伸びにより、需要が概ね堅調に推移したためと推察される。

しかし、2017 年のリン酸などの中間原料及び素材の輸入量は、前年比 86%の 29,633t で減少した。このうちリン酸の輸入量が前年比 90%の 15,627t と減少し、リン酸塩の輸入量も前年比 81%の 14,007t と大幅に減少した。これらのリン酸類はほとんどが工業用である。

肥料関係の輸入では、リン酸質肥料の輸入量が前年比 68% 9,983t で大幅に減少した。その要因としては、前述にもあるが農業人口の減少及びリン肥料(リン酸質肥料)使用量が削減されていること等が上げられる。また複合肥料の輸入量は前年比 108%の 47,944t と増加した。

2017 年のリンの輸出は前年比 106%の 12,102t で 5 年連続、リン酸の輸出量は前年比 111%の 5,816t で 4 年連続増加し、リン酸塩の輸出量は前年比 95%となった。また、原料として輸出されている黄リンは前年比 121%、18t で難燃剤用に使用されている。輸出用リン酸には、半導体エッチング向けに要求される高純度品と金属表面処理用がある。

肥料関係の輸出ではリン酸質肥料の輸出量が 2017 年には前年同様、960.6t で、複合肥料は前年比 113%、2,453t であった。輸出肥料製品は、日本メーカーのみ生産可能な特殊な製品が含まれている。

表 3-1 リンの輸出入数量

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	
原料	鉱石	輸入	77,622	47,913	31,048	50,233	37,864	36,350	31,299	29,340	24,394	26,102	107%
		輸出	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	黄リン	輸入	31,282	13,774	24,272	20,678	18,255	16,306	17,772	18,570	18,959	21,249	112%
		輸出	67	36	26	9	12	13	18	15	15	18	121%
	小計	輸入	108,904	61,687	55,321	70,911	56,119	52,656	49,071	47,910	43,352	47,351	109%
		輸出	67	36	26	9	12	13	18	15	15	18	121%
輸入-輸出		108,837	61,651	55,294	70,901	56,108	52,643	49,053	47,895	43,338	47,333	109%	
素材	リン酸	輸入	25,412	21,892	26,531	24,572	19,501	17,437	19,987	14,232	17,357	15,627	90%
		輸出	7,833	3,304	4,030	3,669	3,244	2,876	3,708	4,695	5,236	5,816	111%
	リン酸塩	輸入	19,464	18,163	23,247	22,572	21,327	19,212	17,721	17,266	17,237	14,007	81%
		輸出	3,225	2,030	2,281	1,506	2,035	2,157	2,559	2,333	3,019	2,855	95%
	小計	輸入	44,876	40,055	49,778	47,143	40,828	36,649	37,708	31,498	34,594	29,633	86%
		輸出	11,058	5,333	6,311	5,174	5,279	5,032	6,267	7,029	8,255	8,671	105%
輸入-輸出	33,818	34,722	43,467	41,969	35,549	31,617	31,441	24,469	26,339	20,962	80%		
製品	リン酸質肥料	輸入	13,897	8,684	13,050	17,744	19,605	19,812	15,456	15,658	14,635	9,983	68%
		輸出	81.4	58.1	63.8	63.2	72.9	49.3	53.2	90.2	960.6	960.6	100%
	複合肥料	輸入	57,016	41,795	39,943	45,969	46,070	50,596	46,965	43,127	44,425	47,944	108%
		輸出	2,367	1,227	1,525	1,738	1,430	1,736	1,601	1,771	2,165	2,453	113%
	小計	輸入	70,913	50,479	52,993	63,713	65,675	70,408	62,421	58,785	59,059	57,927	98%
		輸出	2,449	1,285	1,589	1,801	1,503	1,785	1,654	1,862	3,125	3,414	109%
輸入-輸出	68,465	49,194	51,404	61,912	64,172	68,622	60,767	56,923	55,934	54,514	97%		
合計	輸入	224,694	152,221	158,091	181,767	162,622	159,713	149,200	138,192	137,006	134,911	98%	
	輸出	13,574	6,654	7,927	6,985	6,794	6,830	7,939	8,906	11,395	12,102	106%	
	輸入-輸出	211,120	145,567	150,164	174,782	155,829	152,883	141,261	129,287	125,611	122,809	98%	

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 鉱石10%、黄リン100%、リン酸(五酸化ニリン44%、リン酸・ポリリン酸39%)、リン酸塩30%、リン酸質肥料13%、複合肥料7%

※原料は鉱石、黄リン、素材はリン酸、リン酸塩、製品はリン酸質肥料、複合肥料による。

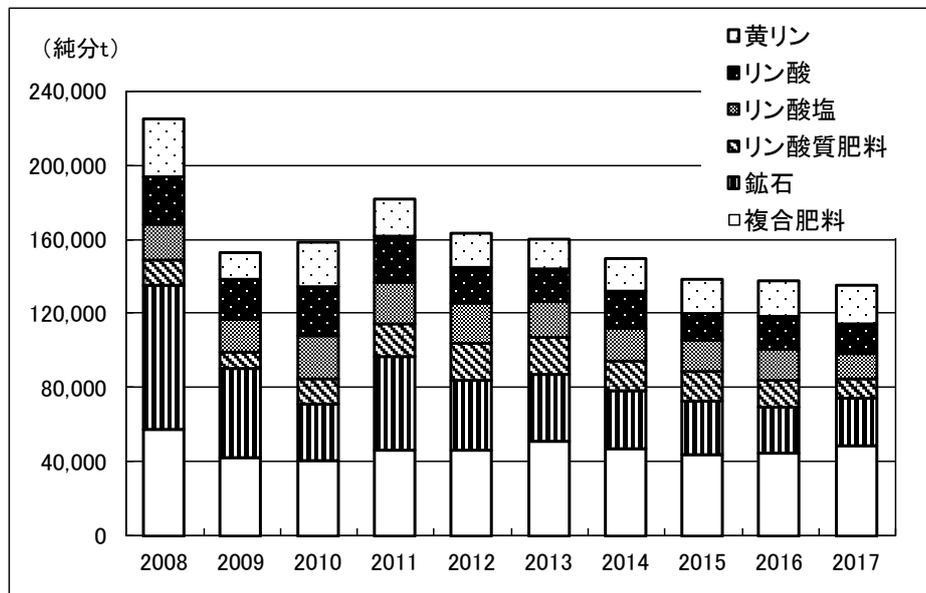


図 3-1 リンの輸入数量

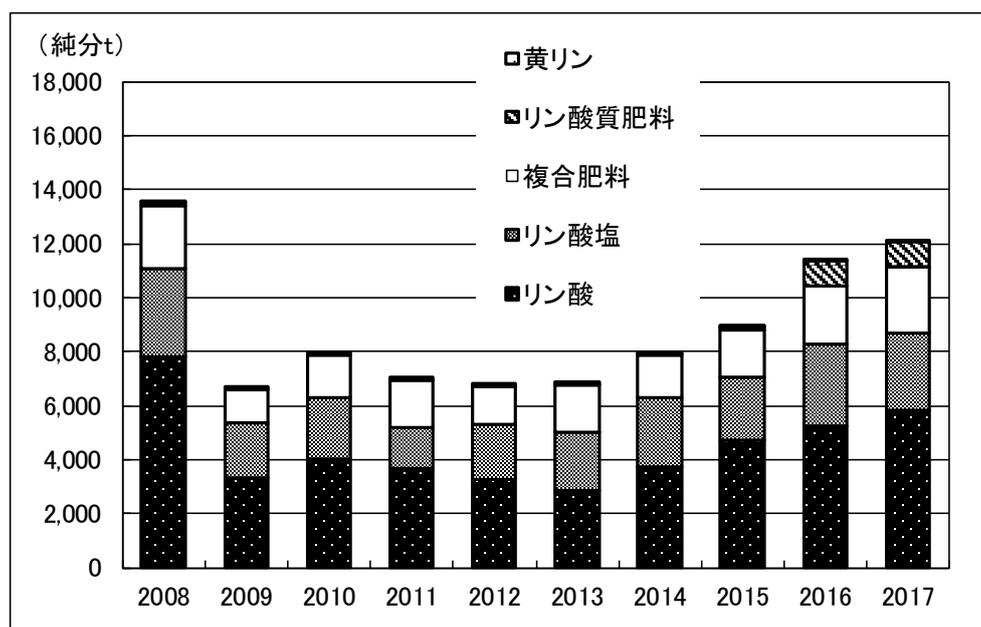


図 3-2 リンの輸出数量

3-2.輸出入相手国

3-2-1.リン鉱石

リン鉱石の輸入相手国を表 3-2、図 3-3 に示す。

主な輸入相手国は、中国、南ア、ヨルダン、モロッコである。この上位4か国で全体の79%を占める。中国からの輸入量は2016年は大幅に減少したが、2017年は前年比144%、7,115tで増加した。

南アからの輸入量は前年比91%、6,301tで減少した。ヨルダンからの輸入量は前年比65%、3,855tと大幅に減少した。モロッコからの輸入量は前年比188%、3,629tと大幅に増加し、ナウルからの輸入も前年比137%の2,943tと増加した。これらの変動は、輸入船が入港するタイミングも影響している。ベトナムの鉱石は大部分がリン酸質肥料である熔リン肥料として使用されており、熔リン肥料メーカーによる輸入が多い。ベトナムで採れる鉱石は中国からの鉱脈の延長上にあり、品質がほぼ中国と同じである。

2011年から輸入が始まったナウルでは国土全体が鳥糞由来のリン(ゲアノ)で形成されており、唯一の産業がリンの輸出である。ナウルからの輸入量は、2017年まで増加傾向が続いている。

表 3-2 リン鉱石の輸入相手国

単位:純分t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比	
輸入	中国	28,862	11,276	15,844	16,442	15,379	14,092	9,378	7,151	4,944	7,115	144%	27%
	南ア	7,851	5,009	5,420	13,666	7,805	6,106	5,894	7,028	6,951	6,301	91%	24%
	ヨルダン	18,637	13,051	1,900	9,297	6,000	9,320	7,880	5,300	5,958	3,855	65%	15%
	モロッコ	15,250	7,200	6,250	8,455	5,737	2,740	4,500	5,096	1,930	3,629	188%	14%
	ナウル	—	—	—	450	1,335	1,520	1,460	2,000	2,150	2,943	137%	11%
	ベトナム	3,306	2,681	912	814	1,070	2,250	1,741	2,103	1,740	1,393	80%	5%
	イスラエル	2,107	—	701	543	525	320	440	660	718	860	120%	3%
	その他	1,609	8,696	22	566	13	2	6	2	4	6	150%	0%
	合計	77,622	47,913	31,048	50,233	37,864	36,350	31,299	29,340	24,394	26,102	107%	100%

出典:財務省貿易統計
純分換算率:リン鉱石10%

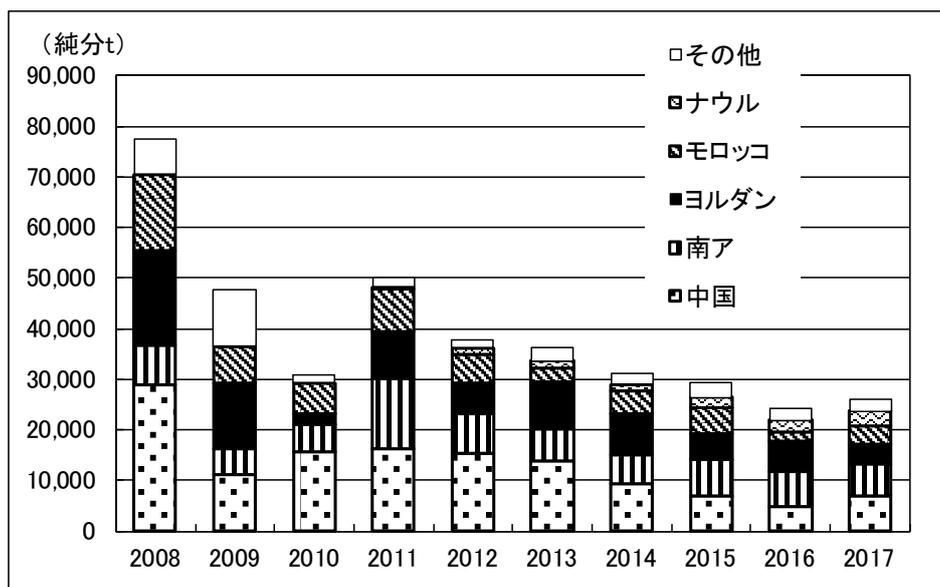


図 3-3 リン鉱石の輸入相手国

3-2-2.黄リン

黄リンの輸出入相手国を表 3-3、輸入相手国を図 3-4 に示す。

2017 年の輸入量は、前年比 112% の 21,249t と増加した。2017 年の輸入相手国はベトナム、中国の 2 か国である。2008 年までは中国からの輸入量が大部分を占めていたが、2011 年にほぼ半々となり、2012 年以降はベトナムからの輸入量の方が多くなっている。ベトナムからの輸入量は前年比 120%、19,316t で 2013 年を除きこの 10 年間増加している。中国からの輸入量は前年比 69%、1,933t で大幅に減少し、ベトナムからの輸入量のほぼ 10 分の 1 となっている。これはベトナムの生産能力が増えたからだと考えられる。このほか、オランダからの輸入が 2013 年に激減し、2014 年には輸入されなくなったが、これは現地の黄リンメーカーが倒産したためである。

表 3-3 黄リンの輸出入相手国

単位: 純分t

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比	
輸入	ベトナム	2,500	5,023	9,139	9,866	12,614	12,281	13,759	15,842	16,162	19,316	120%	91%
	中国	24,255	8,351	13,948	9,928	5,426	4,007	4,013	2,727	2,797	1,933	69%	9%
	台湾	348	101	—	—	—	—	—	—	0	0	—	0%
	オランダ	4,139	284	1,145	883	215	18	—	—	—	—	—	—
	その他	40	15	40	1	—	0	0	0	—	—	—	—
	合計	31,282	13,774	24,272	20,678	18,255	16,306	17,772	18,570	18,959	21,249	112%	100%
輸出	韓国	58.9	31.6	22.0	5.2	4.3	6.3	11.3	8.2	7.1	10.4	148%	59%
	中国	1.2	0.6	1.3	1.7	2.4	2.4	3.2	2.6	4.2	3.6	86%	20%
	台湾	0.6	0.9	1.2	1.2	1.1	1.4	1.4	1.2	1.2	1.3	108%	7%
	英国	0.2	0.0	0.1	0.1	0.4	0.4	0.6	0.6	0.9	0.7	78%	4%
	ドイツ	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.3	0.6	0.8	0.5	0.7	132%	4%
	米国	3.1	0.2	0.4	0.2	1.7	0.3	0.2	1.2	0.3	0.5	178%	3%
	その他	3.1	2.0	0.6	0.5	1.4	1.6	0.5	0.5	0.6	0.5	91%	3%
合計	67.4	35.6	26.2	9.4	11.7	12.7	17.9	15.1	14.8	17.8	121%	100%	

出典: 財務省貿易統計
純分換算率: 黄リン100%

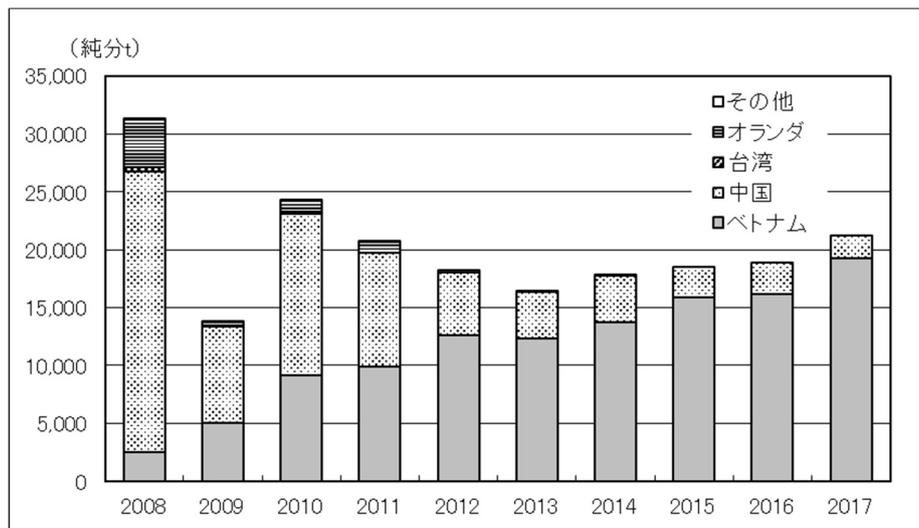


図 3-4 黄リンの輸入相手国

3-2-3.リン酸

リン酸の輸出入相手国を表 3-4、図 3-5、図 3-6 に示す。

輸出入量の中には、粗リン酸、精製リン酸、高純度リン酸が混在している。2017 年の主要輸入相手国は中国で、前年と同様に全体の 96%を占め、寡占状態である。業界内では中国に代わる原料ソース開拓が課題になってはいるものの、品質とコストを考えると難しい状況である。

リン鉱石から湿式で工業用リン酸を製造することは、不純物の混入が避けられないので大変難しい。

2017 年の輸出の主要相手国は、韓国が前年比 79%の 2,464tで大幅に減少したが全体の 41%を占めている。次いで、中国が 22%の 1,349t、米国が 16%の 942t となり、上位 3 か国では 79%となった。仕向け先でみると、韓国、米国、シンガポール向けは半導体向けの高純度リン酸であり、中国、インドネシア、タイ、マレーシア向けは金属表面処理用の精製リン酸と推定される。韓国向け輸出は 2014 年に 3 年振りに 2,000t を越え、韓国の半導体産業が好調であったため伸び続けていたが、2017 年は反転し下落した。

表 3-4 リン酸の輸出入相手国

単位: 純分t

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比	構成比
輸入	中国	16,385	16,575	16,826	19,004	14,103	13,930	15,173	13,579	16,547	15,320	93%	96%
	台湾	896	877	612	412	472	254	352	434	593	404	68%	3%
	ドイツ	1	1	0	404	174	78	111	77	133	118	88%	1%
	米国	19.2	18	37	35	79	127	78	106	53	54	101%	0%
	マレーシア	170.3	29.4	30.8	27.1	35	39	19	8	8	12	150%	0%
	ウルグアイ	—	—	12	4	1	19	27	25	19	11	58%	0%
	イタリア	—	—	1	2	3	4	1	2	3	4	133%	0%
	シンガポール	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	0%
	南ア	3,891	4,268	8,933	4,653	4,588	2,942	4,183	—	—	—	—	—
	その他	4,050	124	79	34	49	46	46	3	1	0	—	0%
合計	25,412	21,892	26,531	24,575	19,504	17,439	19,990	14,234	17,357	15,924	92%	100%	
輸出	韓国	4,554	2,261	2,286	2,127	1,476	1,214	2,052	2,505	3,125	2,464	79%	41%
	中国	578	268	300	99	88	79	79	297	640	1,349	211%	22%
	米国	1,449	257	730	702	812	687	632	763	672	942	140%	16%
	シンガポール	391	220	410	354	426	453	450	366	326	603	185%	10%
	台湾	625.9	49	63.7	43	47	43	71.5	47	90	195	217%	3%
	インドネシア	11	9	8	180	193	115	158	185	146	183	125%	3%
	タイ	180	152	126	70	104	121	94	110	107	167	157%	3%
	マレーシア	4	69	82	75	79	155	166	152	125	84	68%	1%
	その他	40	19	24	19	18	8	6	269	5	11	220%	0%
	合計	7,833	3,304	4,030	3,669	3,244	2,876	3,708	4,695	5,236	5,998	115%	100%

出典: 財務省貿易統計

純分換算率: 五酸化二リン44%、リン酸・ポリリン酸39%、オキシ塩化リン20%、三塩化リン23%、五塩化リン15%

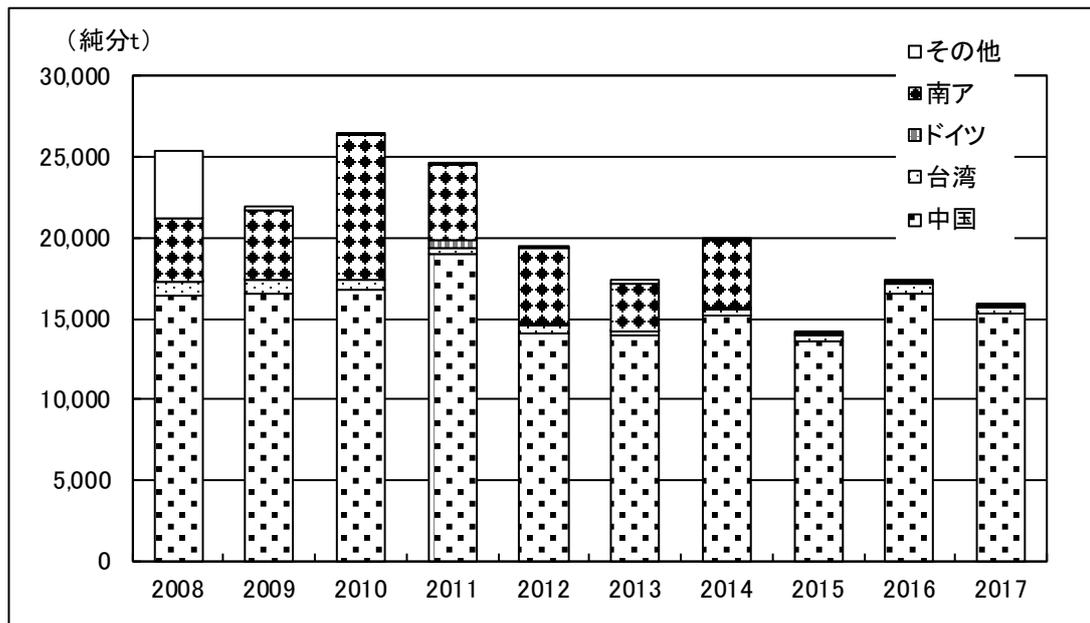


図 3-5 リン酸の輸入相手国

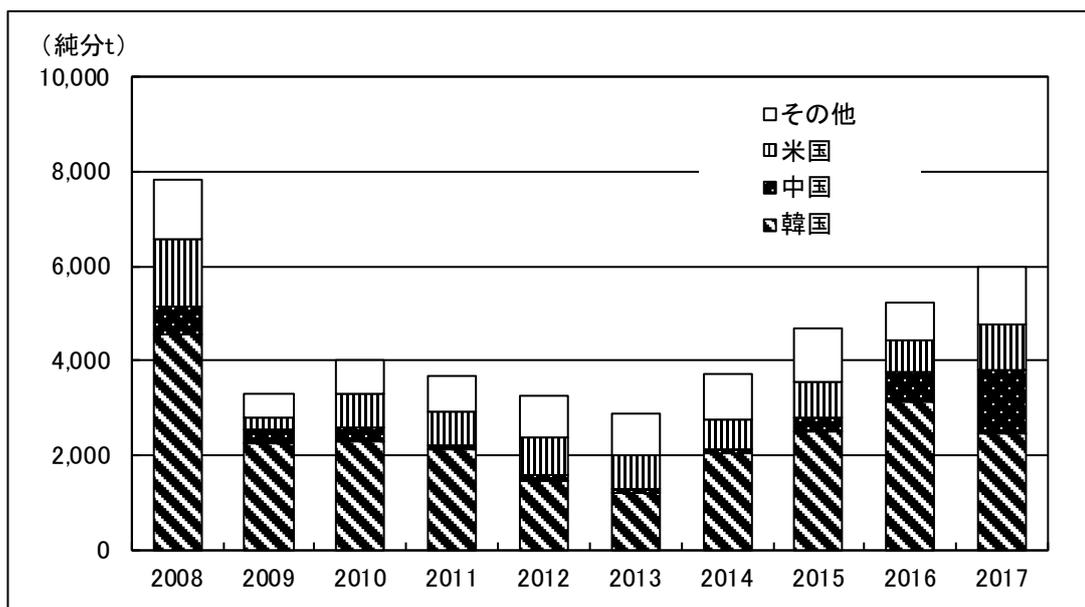


図 3-6 リン酸の輸出相手国

3-3.輸出入価格

リンの平均輸出入価格を表 3-5、図 3-7、図 3-8 に示す。

2017 年のリン鉱石の輸入価格は前年比 94%の 196.4\$/t、黄リンの輸入価格は前年比 98%の 2.8\$/kg、リン酸の輸入価格は前年比 98%の 0.8\$/kgであった。

リンの輸入価格を 10 年間通して見ると、原料、素材、製品とも 2008 年に生じたリンパニック²で全てのリンの価格が高騰して、2009 年には鉱石以外のリン価格は下落し、その後は増減を繰り返しながら、緩やかな価格下降傾向が見られる。

輸出価格はリンパニックで輸入価格が上がった翌年の 2009 年に大きく上昇しているが、これは価格が高騰した材料を使用して生産された各種リンが市場に出るのに 1 年程度のタイムラグが生じたためである。輸出の主力である工業用の精製リン酸(PPA)は半導体や金属表面処理に使用され、主なマーケットは欧州や中国である。自動車産業、半導体産業の状況が好調であれば PPA 使用量も増えて輸出価格も上がるが、不調になると輸出価格は下がる。

² リン鉱石の資源枯渇の可能性が指摘されたことと世界の人口増による食糧不足の危機が叫ばれたことで、鉱石から素材であるリン酸、製品である肥料まで価格上昇が生じた現象。

表 3-5 リンの平均輸出入価格

			単位	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	17/16比
原料	鉱石	輸入	\$/t	356.2	457.2	223.7	259.2	280.2	254.1	228.5	217.2	198.2	186.4	94%
		輸出		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	黄リン	輸入	\$/kg	6.6	3.4	3.1	3.4	3.6	3.6	3.4	3.2	2.9	2.8	98%
		輸出		33.8	48.0	93.2	216.7	245.1	218.3	152.7	167.1	173.5	198.2	114%
素材	リン酸	輸入	\$/kg	1.1	0.7	0.7	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	98%
		輸出		2.8	3.5	2.6	2.8	2.7	2.5	2.2	1.9	2.1	1.9	88%
	リン酸塩	輸入	\$/kg	1.3	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	1.1	1.0	0.9	92%
		輸出		3.2	4.0	4.7	8.0	6.2	5.5	4.8	5.1	4.8	5.2	107%
製品	リン酸質肥料	輸入	\$/t	671.2	409.1	380.0	462.1	448.7	460.9	420.9	387.3	370.2	387.8	105%
		輸出		1,057.1	1,461.3	1,756.4	1,901.4	1,658.0	1,296.6	1,267.0	783.7	155.8	151.1	97%
	複合肥料	輸入	\$/t	1,007.0	649.2	598.1	707.7	657.5	578.0	547.0	552.2	459.2	435.5	95%
		輸出		1,517.1	1,570.4	1,464.8	1,649.2	1,754.8	1,491.5	1,536.0	1,395.0	1,235.6	1,166.5	94%

出典：財務省貿易統計

※輸出入価格は貿易統計の貿易額を財務省による年間平均為替レートにより米ドルベースに換算し、年間平均価格を示した。

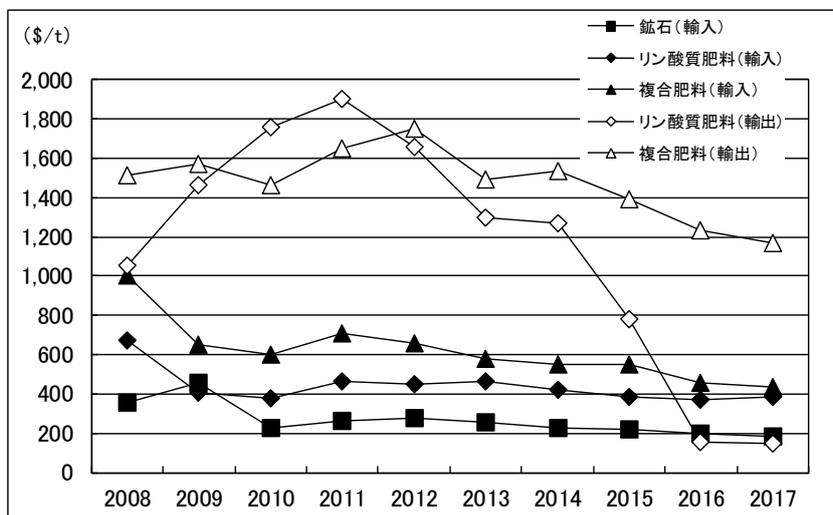


図 3-7 リン(鉱石、リン酸質肥料、複合肥料)の平均輸出入価格

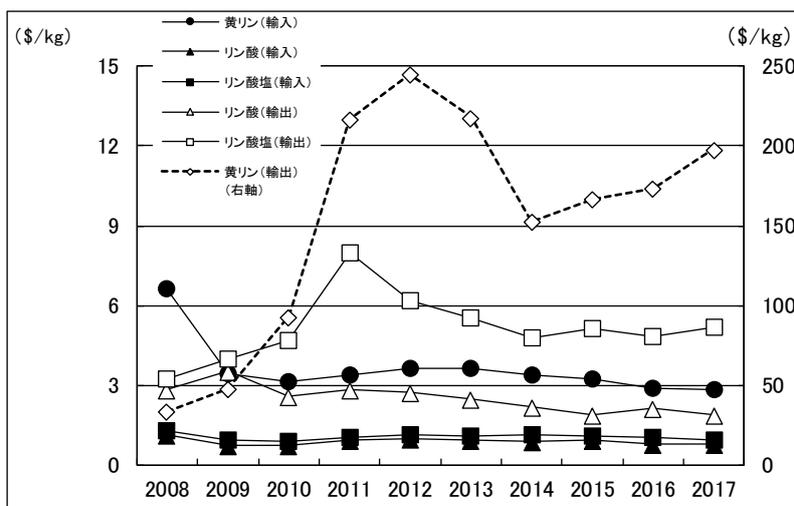


図 3-8 リン(黄リン、リン酸、リン酸塩)の平均輸出入価格

4.リサイクル

国内のリンのリサイクルへの取り組みは2008年のリン価格の急騰(リンパニック)をきっかけに始まった。現在、日本では、リン酸メーカーをはじめとする企業や国土交通省・地方自治体などにおいても、下水・下水汚泥焼却灰、畜産廃棄物、工業用途から出てくる廃液等からのリンの回収が行われている。

鉄鋼業では、鉄鋼特性に有害なリンを製鋼過程において製品から徹底的に除去するため、製鋼スラグ中にリンが濃縮される。製鋼スラグは年間約1,000万tも排出されるので、これを再利用できれば現在輸入しているリン鉍石分にほぼ匹敵するリン量を賄うことができるが、製鋼スラグはその大部分がコンクリート骨材や路盤材等の建設用材料に使用されており、スラグからのリンのリサイクルは行われていない。

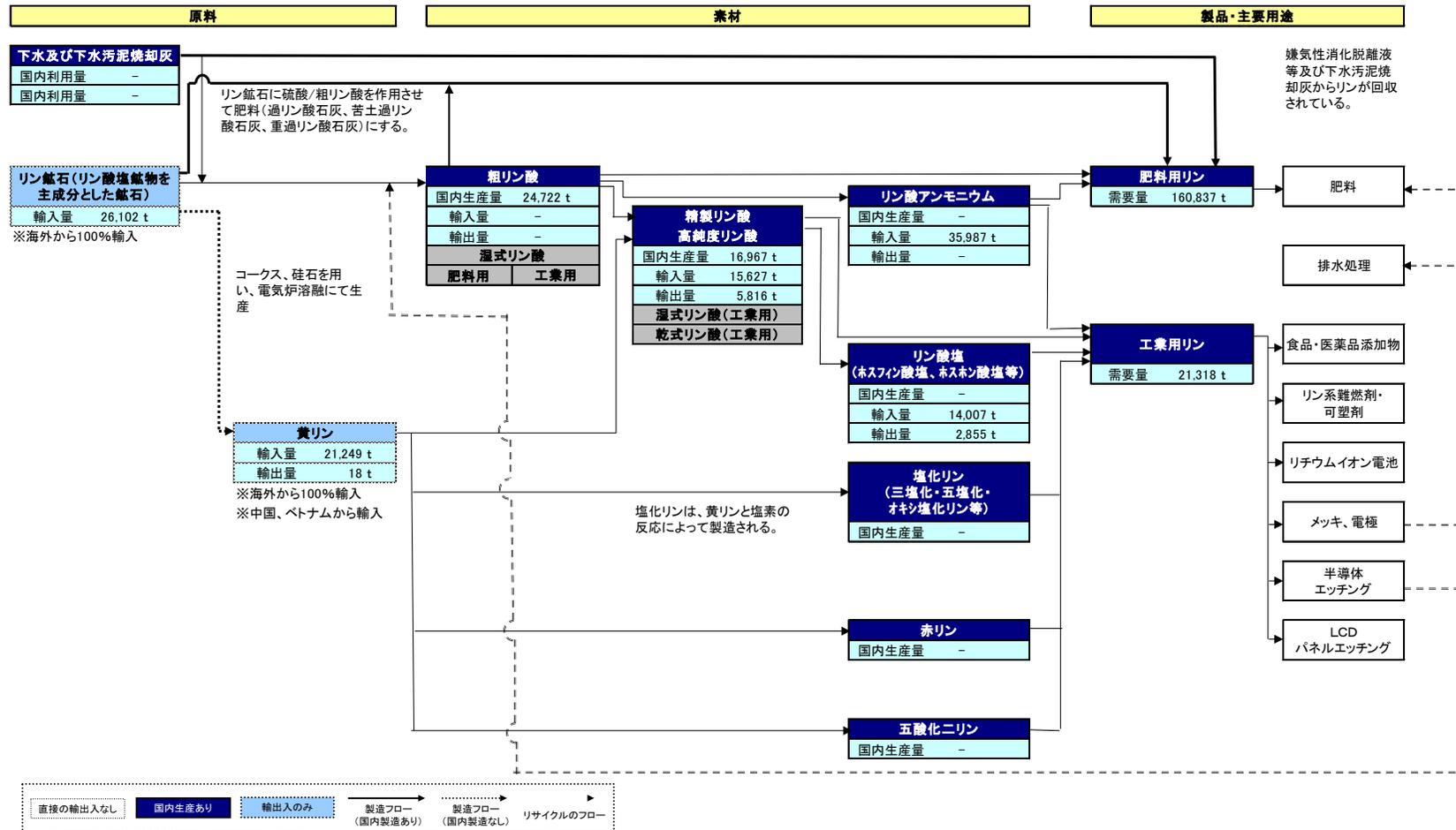
上記のように、実際には下水や廃液等からのリサイクルが行われているが、回収量を示す統計データがないため、リンのリサイクル率は以下の定義により推計すると0%となる。

リサイクル率	$= (\text{使用済み製品のマテリアルリサイクル量}) / (\text{見掛消費})$
見掛消費	$= (\text{国内生産}) + (\text{原料・素材の輸入}) - (\text{原料・素材の輸出})$

※原料は鉍石、黄リン、素材はリン酸、リン酸塩の合計値。

5.マテリアルフロー

リンのマテリアルフロー(2017年)



※純分換算率: 鉱石10%、黄リン100%、リン酸39%、リン酸塩30%、塩化リン(三塩化リン23%、オキシ塩化リン20%)、赤リン100%、五酸化リン44%、リン酸アンモニウム25%、リン酸肥料13%、複合肥料7%
 ※国内生産量は日本無機薬品協会統計、経済産業省生産動態統計より
 ※「-」: 生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。

