

## ＜業界レポート＞ モロッコのりん酸肥料産業と OCP

(2016年8月22日作成)

りんは植物の生育に欠かせない三大栄養分の一つで、農業生産に使われるりん酸肥料はほとんどりん鉱石から生産されたものである。採掘されたりん鉱石の90%以上がりん酸化学肥料のために使われていると言われる。

りん鉱石資源の分布は偏って、北アフリカのモロッコとチュニジア、中国中西部、アメリカ南部フロリダに集中している。アメリカ地質調査所(USGS)は2016年に発表された最新のデータによれば、2015年現在、世界のりん酸塩類鉱石の商業ベースに採掘可能な経済埋蔵量が約690億トンと推定され、アフリカ、北米、アジア、中東、南米の60数ヶ国に分布しているが、最大の資源が北アフリカ地域にある。モロッコ(西サハラを含む)だけで500億トンの経済的埋蔵量が推定され、世界りん鉱石資源量の70%以上を占める。

モロッコは北アフリカ北西部に位置するイスラムの立憲君主制国家で、人口約3,250万人(2012年)、首都はラバトである。主な産業は鉱業と軽工業で、特に鉱業生産は最も重要な産業で、りん鉱石(採掘量世界第2位)、鉛鉱(同7位)、コバルト鉱(同8位)が有力で、銅、亜鉛、金、銀なども産出されている。天然ガスの埋蔵量も豊富である。

モロッコのりん資源はすべて沈積岩型のりん灰石で、すでに確認されたりん鉱石埋蔵量1,100億トン、そのうち経済的採掘可能な資源量500億トン以上、主に中部にある通称りん酸塩高原に分布し、主な産地はKhouribga地域、Ben GueriとYoussoufia地域の2ヶ所で、ほかに西サハラのOued Ed-Dhab地域にも豊富なりん鉱石資源を確認された。鉱脈が浅く、すべて露天採掘可能である。なお、西サハラの帰属が未定で、社会と経済が安定していないため、りん鉱石資源の詳細な調査が行っていない。

モロッコはりん鉱石資源を開発するために、OCP(Office Cherifien Des Phosphates、モロッコ王国りん鉱石公社)を設立し、りん鉱石の採掘と加工、りん酸及びりん酸肥料、りん酸塩化学品の生産・輸出事業を独占的に運営する。現在、OCPグループはモロッコ最大の国営企業で、世界第1位のにん酸肥料メーカーと世界最大のにん酸肥料を含むりん酸塩製品の輸出企業でもある。OCPを抜きにしてはモロッコのにん酸肥料産業を語るができない。以下はOCPの概要とモロッコのにん酸肥料産業を紹介する。

### 一、 OCP

OCPは1920年設立された国営企業で、モロッコ国内にりん鉱山4ヶ所、りん総合工場2ヶ所、港3ヶ所、その他の発電所や海水淡水化プラント、りん鉱石輸送用パイプラインやベルトコンベアなどを所有する。2013年のデータでは従業員23,000名、りん鉱石採掘量2,640万トン、輸出量860万トン、りん酸生産量(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>換算)450万トン、輸出量200万トン、りん酸肥料生産量480万トン、輸出量430万トン、全社の売上高46億ドル、純利益7.1億ドルである。

## 二、りん鉱山

OCP はモロッコ（西サハラを含む）全域のりん鉱石採掘権と加工権を独占する。現在採掘しているのは4鉱山で、2013年の採掘能力は年間3,220万トン、実採掘量2,640万トン、選鉱能力900万トンであった。なお、2011年制定された拡張計画では、2018年には採掘能力5,000万トンを超え、選鉱能力3,800万トンに達する予定である。

OCP 所有の最大の鉱山はKhouribga 地域にあるKhouribga 鉱山、資源量約380億トン。次いで Ben Gueri—Youssoufia 地域にある Gantour 鉱山（2鉱山から構成される）、資源量約310億トン。西サハラの Oued Ed-Dhab 地域の Boucraa 鉱山、資源量約11億トンである。現在の採掘量を基に計算して、約2000年以上が採掘できる。

ほかに Essaouira 州の Meskala にも豊富なりん鉱石が発見され、資源量約160億トンであるが、未開発である。

### 1. Khouribga 鉱山

Khouribga 鉱山はモロッコ中部内陸の Khouribga 市南東12kmの所にあり、世界最大のりん鉱山である。鉱山面積約400km<sup>2</sup>、経済的採掘可能な資源量約380億トン。鉱脈が地面前下10~20mの深さにあり、3層からなる。鉱石層の総厚さ40~60mもあり、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含有量が32%以上で、選鉱せずに使用することができる。

第1次世界大戦中の1917年、フランス軍が Khouribga 鉱山を発見して、1921年から採掘が始まった。最初はトンネルを掘って、地中からりん鉱石を掘り出す地中採鉱法であったが、採掘技術と採掘機械の発達に伴い、1951年から表土層を取り除き、発破してから大きな機械でりん鉱石を掘り出す露天採掘法に転換した（図1、図2）。



図1. 機械で表土層の除去



図2. りん鉱石採掘現場

2013年までに採掘しているのは1つの鉱区だけで、採掘能力1,800万トンで、実採掘量1,740万トンであった。2014年から順次に新たに3つの鉱区を開設し、計4つの鉱区にする予定である。2018年には3,800万トンの採掘能力を目指している。

採掘したりん鉱石の一部は表土層や岩石層からの異物が混ざっているため、浮遊選鉱でこれらの異物を取り除き、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含有量33~34%の精鉱にする。異物混入のないりん鉱石はそのまま出荷する。2013年までは選鉱場は Ouled Fares だけで、選鉱能力900万トンであ

ったが、2013年から鉍区の増設もあり順次に Miram Lahrach、Sidi Daout、El Malassa の3選鉍場を新設して、2018年までに4選鉍場、選鉍能力3,800万トンまでに拡大し、採掘されたりん鉍石をすべて選鉍にかける予定である（図3、図4）。



図3. 選鉍前のりん鉍石置場



図4. Miram Lahrach 選鉍場

従来、採掘されたりん鉍石は専用鉄道で約190km離れた Jorf Lasfar りんハブ工場に運び、りん酸とりん酸肥料の生産に供するほか、一部がそのまま Jorf Lasfa 港と Casablanca 港から輸出される。りん鉍石の生産コスト削減と輸送効率化のために、2011年からりん精鉍スラリー専用のパイプラインを敷設し、2013年完成した。当該パイプラインは直径0.9m、主幹の長さ187km、総延長235km、りん精鉍スラリーを1時間4,400トン運ぶことができる。2018年以降は採掘されたりん鉍石が全量選鉍して、精鉍スラリーの形でパイプラインを使って輸送する（図5、図6）。



図5. スラリー輸送用パイプライン



図6. パイプラインターミナル

なお、Khouribga 市は典型的な鉍山町で、人口約22万人で、その80%の生計が何らかの形で Khouribga りん鉍山に依存している。

## 2. Gantour 鉍山

Gantour 鉍山はモロッコ中部内陸 Ben Gueri-Youssoufia 地域にあり、Khouribga 鉍山の南西約100~120kmに位置する。



鉍脈が東から西に延びる細長い形となり、その長さが 125km、幅 10～15km である。経済的採掘可能な資源量約 310 億トン。一部の鉍脈が地面に露出して、露天採掘が容易である。鉍石層の厚さ 40～50m、 $P_2O_5$  含有量が 32%以上で、選鉍せずに使用することができる。

Gantour 鉍山は Youssoufia 鉍山 (Bouchane 鉍山) と Benguerir 鉍山の 2 つの鉍山から構成され、全体の採掘能力が年間 800 万トンである。

① **Benguerir 鉍山**： 鉍山は古城マラケシュ (Marrakish) 市の北約 70km に位置し、1979～1980 年から採掘を開始した。2013 年のデータでは、採掘能力 300 万トン、実採掘量 270 万トンであった (図 7)。



図 7. Benguerir 鉍山



図 8. Youssoufia 鉍山 (Bouchane 鉍山)

② **Youssoufia 鉍山**： 旧鉍山は古城マラケシュ (Marrakish) 市の北西約 100km に位置し、Benguerir 鉍山から 60km のところにある。1931 年から採掘を始め、2005 年の閉山までずっと地下採掘法で掘り続けて、最盛期の採掘量が年間 120 万トンであった。Youssoufia 鉍山から産出されるりん鉍石が 2 種類あり、その一つは有機物 3～4% を含む黒褐色のもので、「ブラックりん鉍石」と呼ばれている。採掘したりん鉍石を浮遊選鉍して、精鉍を鉄道で約 100km 離れた Safi りんハブ工場に運ぶ。Youssoufia の旧鉍山は採掘コストの上昇と鉍山周辺に形成された Youssoufia 市 (人口 65,000 人) への環境影響を考慮して、2005 年閉山した。

1998 年 OCP は旧 Youssoufia 鉍山の代わりに西 40km 離れたところに新鉍山を開発し、Bouchane 鉍山と命名した。但し、対外には Youssoufia 鉍山の名前をそのまま使うことが多い。Bouchane 鉍山は鉍脈が非常に浅く、露天採掘が容易で、2013 年の採掘能力 500 万トン、実採掘量 420 万トンに達した (図 8)。新鉍山は採掘されたりん鉍石は  $P_2O_5$  含有量が 32% を超えたものが選鉍を省いて、そのまま出荷される。 $P_2O_5$  含有量が 32% 未満のものは Youssoufia 市に運び、選鉍場で浮遊選鉍されてから出荷される。なお、Youssoufia 選鉍場の選鉍能力が 140 万トン/年である。

Gantour 鉱山から採掘されたりん鉱石は鉄道で約 100km 離れた Safi リンハブ工場に運び、りん酸とりん酸肥料の原料として使用される（図 9）。一部のりん鉱石が Safi 港から輸出される。



図 9. Youssoufia 鉱山から Sari リンハブ工場へのりん鉱石輸送列車

#### 4. Boucraa 鉱山

Boucraa 鉱山は西サハラの Oued Ed-Dhab 地域にあり、西サハラ最大都市 Laayoune 市（El Aaiun 市とも呼ばれる）の南東約 80km にある。1947 年りん鉱石が発見され、1973 年から採掘が始まった。現在の鉱山面積約 100km<sup>2</sup>、鉱脈が 2 層から構成され、現時点では確認された資源量が約 11 億トンである。なお、西サハラは帰属未定の紛争地域で、詳細な調査がまだ行っていないため、資源量がさらに増える可能性が充分ある。

鉱山が砂漠にあり、地面が平らで、約 1~2m の表土層を剥離すれば、鉱石層に到達するため、採掘が非常に容易である（図 10）。



図 10. Boucraa リン鉱山

Boucraa 鉱山は露天採掘で、大型機械を導入した結果、2013 年現在の採掘能力 260 万トン、実採掘量 210 万トンであった。採掘された鉱石は「ホワイトりん鉱石」とも呼ばれる

ほど白い鉱石で、品質が非常に良く、 $P_2O_5$ 含有量が35～36%に達するため、選鉱せず、そのままベルトコンベアで El Aaiun 港に運び、全量輸出される。

Boucraa 鉱山から El Aaiun 港までのベルトコンベアは世界最長のもので総延長約100km、全密閉式で、輸送能力 2,000 トン/時間である。輸送中に砂漠の風によりりん鉱石の粉がベルトコンベアの周囲に飛散して、衛星写真から砂漠中にベルトコンベアが横たわる白い帯状をはっきり映されている（図 11、図 12）。



図 11. りん鉱石を運ぶベルトコンベア

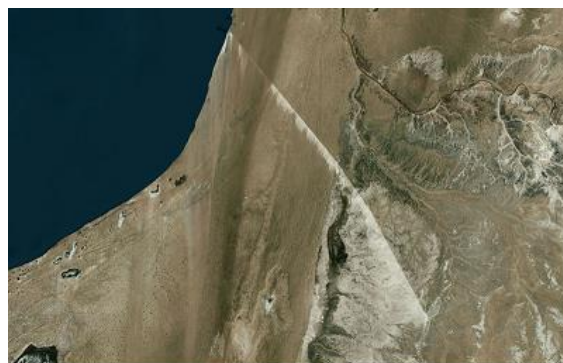


図 12. ベルトコンベアの衛星写真

現在、モロッコのりん鉱山はすべて露天採掘で、りん鉱石の  $P_2O_5$  含有量が 32% 以上のものが多く、選鉱せずにそのまま利用することが多いため、生産コストが非常に安い。また、年間約 850～900 万トンのりん鉱石が輸出され、国際りん鉱石貿易量のシェア 33% 以上を占める。りん鉱石の主な輸出先がアメリカ、オランダやドイツ、インドなどである。特にアメリカはフロリダのりん鉱山が資源の減少と環境問題で採掘がほとんど中止となり、りん安生産に必要なりん鉱石の約 70% がモロッコからの輸入に依存している。

### 三、りん酸とりん酸肥料工場

OCP は Jorf Lasfar りんハブ工場と Safi りんハブ工場を所有している。この 2 ヶ所のりん酸工場はりん鉱石を硫酸で分解するいわゆる湿式分解法でりん酸を生産する。

#### 1. Jorf Lasfar りんハブ工場

Jorf Lasfer りんハブ工場はモロッコの最大都市カサブランカ市の南方約 80km にあり、敷地面積 700 万  $m^2$ 、世界最大のりん酸とりん酸肥料の総合工場である。1986 年操業開始、2013 年のりん酸生産量が  $P_2O_5$  換算で 350 万トンであった。その後、りん酸プラントの増設もあり、2015 年末の生産能力が  $P_2O_5$  換算で 500 万トンを突破した。一方、2013 年現在 MAP と DAP の生産能力 450 万トン、実生産量 400 万トンであった。2013 年から新たに 4 つのりん安プラントを増設して、2015 年末現在の生産能力が 650 万トンに達したはずである（図 13）。

原料りん鉱石はすべて約 190km 離れた Khouribga 鉱山から運んできたものである。最初は鉄道を利用してりん鉱石を輸送したが、2013 年スラリー用パイプラインが完成されて



から選鉱した精鉱スラリーをそのままパイプラインを使って Jorf Lasfer 工場に送り、輸送コストが一段と削減された。



図 13. Jorf Lasfer りんハブ工場



図 14. Jorf Lasfer りんハブ工場のりん酸プラント

りん酸抽出用の硫酸はすべて硫黄から生産されたもので、国内天然ガスからの副産硫黄が足りなくて、半分以上が北アフリカと中東湾岸諸国から輸入される。1986 年操業開始時に硫酸プラントは 3 本硫酸生産ラインがあり、硫酸生産能力 7,200 トン/日である。2009 年 3 本生産ラインを有する硫酸プラントを新設して、硫酸生産能力が 15,900 トン/日に増加した。

1986 年操業開始時りん酸プラントは 3 本の生産ラインで、 $P_2O_5$  濃度 29% の粗りん酸を 7,200 トン/日を生産する。2011 年から順次に 8 本生産ラインを増設した。2015 年現在、りん酸生産能力が  $P_2O_5$  換算で 500 万トン/年になった (図 14)。



図 15. Jorf Lasfer りんハブ工場のりん安肥料プラント

Jorf Lasfer 工場のりん酸プラントから生産されたりん酸は精製されていない粗りん酸で、大部分がそのままパイプラインで同じ敷地にあるりん酸肥料プラントに移送し、MAP や DAP、重過りん酸石灰を作る。りん安プラントは OCP 独自のもののほか、インド、パキスタン、ブラジルも OCP と合弁の形で同じ敷地にそれぞれりん安プラントを設けている。

2013年以降、新たに4基のプラントを順次に増設して、2018年りん安プラント10基、りん安生産能力が850万トンにする計画である(図15)。

りん安生産用のアンモニア原料はすべて北アフリカと中東から輸入される。

粗りん酸の一部は同じ敷地に設けているOCPとベルギーとの合弁りん酸精製工場(1997年完成)で純度の高いりん酸に精製され、りん酸一カルシウム、りん酸二カルシウム、りん酸一アンモニウムなど工業用と飼料用りん酸塩製品を生産している。現在、新たにりん酸塩製品工場を建設中で、2017年完成する予定である。

また、当該工場生産した粗りん酸の約30%が $P_2O_5$ 濃度54%に濃縮してからりん安の原料としてインドなどに輸出される(図16)。

OCPはJorf Lasfar工場のために海水淡水化プラント(淡水製造能力 $75,800m^3$ /日)とJorf Lasfar港(7つのバース)も所有している(図17)。



図16. Jorf Lasfar 港の粗りん酸輸出設備



図17. Jorf Lasfar 港

## 2. Safi りんハブ工場

Safi りんハブ工場はモロッコ首都ラバト南西約300kmのSafi市郊外にあり、Jorf Lasfar りんハブ工場との距離が約130km、総面積130万 $m^2$ 、OCPの2大りん酸生産基地のひとつである。Safi りんハブ工場はOCP最初のりん酸工場で、1965年操業開始し、増設もあり、現在計3つのユニットから構成されている(図18、図19)。



図18. Safi りんハブ工場第1ユニット



図19. Safi りんハブ工場第2ユニット

1965年稼働開始当時のデモユニットは面積50万 $m^2$ 、硫酸生産ラインとりん酸生産ラインがそれぞれ3本、年間粗りん酸( $P_2O_5$ 換算)40万トンの生産能力を有するほか、NPK化成肥料25万トンも製造できる。1975年完成した第1ユニットは面積36万 $m^2$ 、硫酸生



産ラインとりん酸生産ラインがそれぞれ4本、年間生産能力りん酸63万トン（ $P_2O_5$ 換算）とりん安110万トンである。1996年完成した第2ユニットは年間生産能力りん酸47万トン（ $P_2O_5$ 換算）とりん安40万トンである。2013年の実績ではりん酸140万トン（ $P_2O_5$ 換算）、りん安と化成肥料80万トンであった。

原料りん鉱石はすべて約100km離れたBenguerir 鉱山とYoussoufia 鉱山から鉄道で運んできたものである。

りん酸抽出用の硫酸はすべて硫黄から生産されたもので、ほとんど北アフリカと中東湾岸諸国から輸入される（図20）。りん安生産用のアンモニア原料もすべて北アフリカと中東から輸入される。

Safi りんハブ工場の最大特徴は、生産されたりん酸はりん安ではなく、年間約80万トンのりん酸が精製され、りん酸一アンモニウム、りん酸一カルシウム、りん酸二カルシウムなど工業用と医薬品用及び飼料用りん酸塩製品を生産している（図21）。また、粗りん酸と精製りん酸の輸出も行われている。



図 20. Safi りんハブ工場の硫酸プラント



図 21. Safi りんハブ工場のりん酸塩プラント

また、2013年、OCPはSafi りんハブ工場の拡張計画を発表した。その概要は10年間に新たに生産能力140万トン/年の硫酸生産ラインと生産能力45万トン/年のりん酸生産ラインそれぞれ5本ずつを建設し、りん安と化成肥料プラントも増設する。海水淡水化プラントと350MWの火力発電所を含めて総額26.9億ユーロを投資する。

OCPはSafi工場のために火力発電所、海水淡水化プラントとSafi港も所有している。

OCPはりん酸プラントから発生した副産りん石膏は再利用することがなく、ほとんど海に埋め立て、処理費用が安い。

モロッコのにん酸とりん安肥料は生産コストが安いうえ品質が良く、国際市場、特にインドや南米に歓迎されている。但し、日本との距離が遠いうえ、貿易の繋がりが緊密ではないため、日本ではモロッコ産りん安を目にすることがほとんどない。このレポートを機にモロッコのにん酸とりん酸肥料産業について理解を深めることを期待する。