

File No. 07 世界の加里資源とその詳細

加里（カリウム）は窒素、りん酸と並んで、植物生育に欠かせない重要な元素のひとつである。加里肥料は土壤に投入しなければ、作物の収量と品質が落ちる。地球上、カリウムを含む鉱物の種類が多数あるが、資源として利用できるのは主に固形鉱物の岩塩、塩化加里を主成分とするシルビン（Sylvine）、カーナリット（Carnallite）と液状の加里鹹水である。

2012年、アメリカ地質調査所（United States Geological Survey; USGS）から世界の加里資源に関する調査報告書を公開された。その内容を要訳し、管理人が長年に収集してきた関連資料も纏めて本件文章を作成したので、皆様のご参考になれば、幸いである。

一、世界の加里資源量とその分布

アメリカ地質調査所の報告によれば、2017年末現在、各国から発表されたデータにより既に確認された商業価値のある採掘可能な加里資源（K₂O換算、以下同）の埋蔵量が約39億トン、この数字から地球上の加里基礎資源総量が約180億トンと推算される。なお、現在の採掘生産レベルから、現時点では確認された採掘可能な加里資源だけでも約200年の採掘に耐えられる。（表1）

表1. 2017年末現在の世界商業的採掘可能な資源量と推定資源量（万トン）

	商業的採掘可能資源量	K ₂ O換算	推定資源量(K ₂ O)
アメリカ	100,000	21,000	30,000
ベラルーシ	31,000	75,000	100,000
ブラジル	170,000	2,400	60,000
カナダ	420,000	100,000	1,100,000
チリ	NA	15,000	5,000
中国	NA	36,000	45,000
ドイツ	NA	15,000	85,000
イスラエル	NA	27,000*	58,000
ヨルダン	NA	27,000*	58,000
ロシア	300,000	50,000	220,000
スペイン	NA	4,400	3,500
イギリス	NA	4,000	3,000
その他の国	25,000	9,000	32,500
世界合計	NA	390,000	1,800,000

NA：データなしまたは不明、*：死海の資源量をイスラエルとヨルダンに半分ずつ分ける。

データ出所：アメリカ地質調査所

また、加里の探鉱、採掘、精製技術が進歩しつつ、年に追って新たに商業的採掘可能な加里資源が増えた。例えば、2009年に比べ、2010年には計10.5億トンの加里資源が新たに確認され、その内訳がロシア15億トン、チリが6,000万トン、アメリカ4,000万トン、中国1,000万トン増加したが、逆にドイツが資源量を大幅に減らした。従って、20年後、50年後の採掘可能な加里資源量がさらに大幅に増える可能性が高く、加里資源不足の心配が無用である。

二、主な加里資源国

1. カナダ： カナダが世界第2位の加里資源を所有している。加里資源はサスカчевン州と東部沿海諸州に分布して、サスカчевン盆地には世界最大の加里鉍脈がある。その加里鉍脈が3層から構成され、第1層鉍脈の平均厚さが12m、第2層の平均厚さが9m、第3層の平均厚さが12mである。

サスカчевン盆地の加里資源は岩塩、シルビンとカーナリットにより構成され、シルビンが主である。シルビンはKClが主成分で、K 52.4%、Cl 47.6%を含み、純度の高いものは透明又は乳白色であるが、通常少量の塩化ナトリウムと酸化鉄を混ぜているため、赤色又は黄色を呈する。その採掘と精製が極めて簡単で、生産コストが低い。サスカчевン州には世界最大のシルビン鉍脈があり、K₂O含有量が20～30%である。

また、カナダ東部沿海諸州の加里資源は主に岩塩である。東部沿海には沈積炭酸塩系層があり、加里を含む岩塩の厚さが18～45m、主にニューブランズウィック州に分布し、KCl含有量が15%以上。

2. ロシア： ロシアと隣国のベラルーシが世界第1位の加里資源を有する。その加里資源が主に次の6つの盆地に分布される。A). ウラル山脈前縁陥入帯、 B). Dnipro-Donetz 盆地(ウクライナからベラルーシに渡る)、 C). Carpathian 前縁陥入帯、 D). Pre-Caspian Basin、 E). 中央アジア盆地、 F). 東シベリアのNepal 盆地。現在採掘されているロシアのウラル地区の加里鉍山とベラルーシのDnipro-Donetz 加里鉍山がその歴史と生産量が有名である。

ロシアの加里資源の中にはすでに究明され、採掘しやすい(C1級)の資源量は32.19億トン、世界総埋蔵量の34%を占める。その83%の27億トンはロシアのPerm KraiにあるVerhenekamsk 塩化加里鉍脈に集中する。当該鉍脈は主にシルビンで、埋蔵が浅い(地下350～450m)、K₂O含有量が平均で17.39%。

また、すでに探鉱されたが、採掘コストがかかるC2級資源の埋蔵量が157.45億トン。他にP1, P2級の予測資源量が126.5億トン。予測資源量は主に塩化加里鉍石で、シベリアのIrkutsk州に集中して、その中のNepapotassiumsaltdeposit 鉍山で面積が2.2万km²、鉍石はシルビンとカーナリットが主体で、KCl含有量25～55%、シルビン埋蔵量が700億トン、カーナリット埋蔵量が4,500億トンと予測している。また、ロシア南部には亜硫酸

塩化加里や亜硫酸加里等の加里資源鉱脈 40.15 億トンも確認された。

3. アメリカ： アメリカの加里資源約 70 億トン、主にカナダサスカチュワン州の加里鉱脈が延伸してカナダと接するモンタナ州とノースダコタ州に分布し、地下 1,800~3,100m に埋蔵されている。また、ユタ州のバラドックス盆地の地下 1,200m に約 20 億トンのカーナリット、アリゾナ州のホルブルック盆地に約 10 億トン、ミシガン州中部の地下 2,100m に約 4,000 万トンの加里資源埋蔵量が確認された。

4. ドイツ： ドイツの加里資源は北部に集中している。有名な鉱山は Werra - Fulda、Landkreis Mansfeld-Südharz、Stassfurt、Magdeburg、Rhin、Hannover 等がある。主な加里鉱石はシルビンである。一方、その延伸として、フランス北東部のアルザスにもシルビンの鉱山がある。2010 年にドイツから公表された最新の加里資源量は従来のデータより大幅減少した。その理由は元来の調査精度が低く、近年の詳細調査により、多く見積もった埋蔵量が修正されたとのことである。

5. 他の地域： 近年、アジア、アフリカ、ラテンアメリカの一部地域にも加里資源が相次いで発見された。

アジアでは、タイ王国東部のコラート高原 (Khorat Plateau) には白亜紀後期に形成された 17 万 km² の大型加里鉱脈が発見された。鉱石の種類は岩塩、シルビンとカーナリットで、Bana Nakhon には 8,340 万トン、Sakon Nakhon と Udon Thani には 2,500 万トン K₂O の資源量が確認された。シルビンの最大 KCl 含有量が 25% に達した。また、隣国ラオスにはタイから加里鉱脈の延伸があり、主にビエンチャン平野に分布している。

中央アジアのトルキスタン、ウズベキスタン、タジキスタンに跨る中央アジア盆地には北東から南西まで長さ約 110km、幅 10~40km、面積約 4,000km² の加里岩塩の鉱脈が発見された。加里岩塩は地下 1,000~1,200m にあり、岩塩層平均厚さ 3.3m、KCl 含有量が 32% に達した。

パキスタンのパンジャーブ州 Jhelum 県に沈積した泥灰岩とドロマイトで組成した地層があり、厚さが 2,100m に及び、その中に加里を含む硫酸塩類の層が発見された。K₂O 含有率が 1.8~18.8% であるが、採掘と精製が容易ではないようである。

中国では、2010 年末現在主にチベット、新疆、雲南、内モンゴルに分布している近代に形成された塩湖等 39 ヶ所から 9 億 3000 万トン (KCl 計算) の資源量が確認された。その存在はすべて鹹水で、主な塩湖は青海省の察爾漢塩湖と新疆の羅布泊である。

イランは GariShikh、Pehr、PehrGarbi の 3 ヶ所に加里鉱脈が発見され、埋蔵量が 300 万トン、K₂O 含有率が 12% であることも確認された。

南米では、ブラジルのアマゾン盆地 Taquari-Vassouras の地下 1,000~1,200m に 130km² の加里岩塩鉱脈が発見され、鉱脈の厚さが平均 2.8m、KCl 含有量 28%。また、東北部沿海

の Sergipe 州に加里資源が埋蔵されている盆地が発見された。主要な加里鉱物は岩塩とカーナリットで、 K_2O 含有量が 20~25% である。チリ、ペルー、アルゼンチンにも乾固した塩湖から加里鹹水資源が発見される。特にチリの Atacama 乾塩湖は南北 80km、東西 40km の広さを有する世界有数の大塩湖で、鹹水には豊富なりチウムを含み、加里の含有量も高い。

アフリカのエチオピア北部の Danakil 盆地から加里岩塩とシルビンの鉱脈が発見された。当該盆地は長さ 185km、幅 64km、厚さ 3.1~3.7m のシルビン鉱層の上に平均厚さ 7.6m の加里岩塩層を覆う形で、 KCl 含有量が 35~40%、埋蔵が浅く、有望な鉱脈である。

エジプトのスエズ湾の近海部に中新世の硬石膏、頁岩、数層の岩塩の沈積層があり、その中から厚さ 7~23m、 K_2O 含有量が 27% の加里岩塩層が発見された。

ガボンとコンゴの両国に亘る盆地には海相沈積層があり、加里を含有する岩塩とカーナリットが発見され、特にカーナリットが多く、約 20% を占める。岩塩とカーナリット層の厚さが 1.9~20m、 K_2O 含有量が 18% である。

加里資源の分布について、当 HP の「肥料業界の参考資料」に掲載しているレポート「世界の加里資源とその詳細」をご参考ください。

三、加里の生産状況

2007 年のリーマンショックに伴い、2008~2009 年の需要減少による価格低迷時期を経て、2010 年から塩化加里の価格がゆっくり上昇し続けている。2010 年の加里肥料生産量が 2009 年より 57.7% 増の 3375.33 万トン (K_2O 換算)。生産設備の稼働率が 88% に達した。しかし、旺盛の需要により、2011 年下半年から供給不足の現象が起きる可能性がある。

加里を商業的に採掘し、生産する国は世界ただ 15 ヶ国で、その中、カナダ、ベラルーシ、ロシア、中国、ドイツ、イスラエル、ヨルダンの 7 ヶ国では世界総生産量の 90% 以上を占めている。(表 2)

表 2. 2010~2017 年主要な加里生産国の加里生産量 (K_2O 換算、万トン)

国名	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
アメリカ	93	110	90	96	85	77	50	48
ベラルーシ	525	550	560	424	629	650	618	640
ブラジル	45	45	46	43	31	31	30	30
カナダ	979	1,100	900	1,010	1,100	1,100	1,080	1,200
チリ	80	98	90	105	120	120	120	120
中国	320	370	390	430	440	420	620	620
ドイツ	300	301	300	320	300	300	280	290
イスラエル	196	196	190	210	177	180	205	220
ヨルダン	120	138	140	108	126	125	120	130

ロシア	628	650	650	610	738	740	648	720
スペイン	42	42	43	42	72	70	67	68
イギリス	43	43	43	47	61	61	45	45
その他の国	NA	NA	NA	NA	5	5	48	50
世界全体	3,375	3,640	3,400	3,450	3,880	3,880	3,930	4,200

NA：データなしまたは不明

表に示した 12 カ国の他、ラオス、ウズベキスタン、トルクメニスタンも 2010 年以降商業的加里の生産を始めた。

データ出所：アメリカ地質調査所

2005～2010 年の 6 年間、世界の加里鉱山や加里生産設備に対する投資総額は 370 億ドル、生産能力が 10%以上増加した。現在、約 150 の加里採掘と精製の施設が稼働中で、約 15 の加里鉱山が建設中で、約 100 の加里鉱山が採鉱中である。今後 5 年間に加里肥料の生産量が大幅に増加する。2015 年には、加里肥料の生産能力が 2010 年より 1,000 万トン (K_2O 計算、以下同) 増の 5,294 万トンに、2020 年にはさらに 1,150 万トン増の 6,450 万トンになると見込んでいる。新たに増加する生産能力は主にカナダ、ベラルーシ、ロシア、イスラエルとヨルダンに集中する。逆に西ヨーロッパ地域は生産能力が大幅に減少する (表 3)

表 3. 2015～2020 年の加里生産能力増加量の見込み

地 域	加里生産能力増加量 (K_2O)
北米	350 万トン
旧ソビエト地域 (東欧、ロシア、中央アジア)	700 万トン
アジア	180 万トン
西ヨーロッパ	-100 万トン

データ出所： FAO

四、主要加里肥料生産国の現状

1、カナダ： カナダの塩化加里生産能力は世界シェアの 30%以上、主なメーカーは Potash Corp、Mosaic、Agrium である。この 3 社は 11 の加里鉱山とその精製設備を有し、2010 年の生産能力は塩化加里 2,430 万トン、2015 年に 3,400 万トンに達する予定。但し、増産分は現有鉱山と精製設備の拡張によるもので、新鉱山を予定していない。但し、すでに 2 ヶ所に地下鉱山の建設が進行中で、2016 年以降生産開始予定。

各メーカーの詳細については下記の通りである。

Potash Corp： 世界最大の加里メーカー、その生産能力は世界シェアの 17%、2013 年の生産能力が 2010 年より 660 万トン増の 1,800 万トン KCl に達する予定である。Potash Corp は現在 5 つの加里鉱山を有し、4 つはサスカチュワン州にあり、(Patience 鉱山、Cory

鉍山、Allan 鉍山、Rocanville 鉍山)、一つはニューブランズウィック州にある PCS 鉍山。また、Rocanville には新たに一つの鉍山を開発中で、2014 年から生産開始、年間 270 万トン KCl の予定。

Mosaic : 世界第 2 の加里メーカー、生産能力は世界シェアの 16%、2010 年の生産能力が 1,030 万トン KCl。2012~2013 年に Berry 平原に 70 万トン、2013 年に Colonsay 鉍山に 60 万トン、2013 年と 2015 年に Esterhazy にそれぞれ 90 万トンの 2 つの拡張計画があり、2015 年には 1,330 万トン KCl 生産能力を有する。

Agrium : Agrium 社は Vanscoy 地域における生産能力は 210 万トン、2011~2012 年に新たに 20 万トンを増加させる。

カナダサスカチュワン州は加里資源の開発に熱心で、2010 年現在、新たに 11 ヶ所の加里採掘契約と 174 ヶ所の探鉍許可証を発行している。現在 30 社以上がカナダに加里資源の開発に着手して、資源メジャーのブラジルのヴァーレ (Vale do Rio Doce)、オーストラリアとイギリスの BHP BILLITON、ロシアの Acron、ドイツの K+S も参入している。探鉍については、Potash West、Karnalyte、Potash Encanto、中川国際等の中小企業も活動している。

2008 年 BHP BILLITON はサスカチュワン州に数ヶ所の加里鉍山探鉍許可証を買収した。現在、Regina と Jansen に 800 万トン KCl 生産能力を有する伝統の地下採掘方式の加里鉍山建設を計画し、2015 年から生産開始と予定している。

ヴァーレは 2009 年に Rio Tinto 社から Belle-Plaine 地区の加里探鉍許可を取得した。現在探鉍中で、Regina に有望な加里資源を確認した模様である。2016 年から 280 万トン KCl /年の地下溶解採掘式加里鉍山を建設する計画である。

K+S は 2010 年末にカナダの Potash One 社を買収したことにより、Legacy 鉍山を入手した。2012 年から建設に着工、2015 年から生産開始の予定。完成後、年間 270 万トン KCl の生産能力を有する。

カナダの Potash West は主にサスカチュワン州に隣接しているマニトバ州の Manitoba 湖の西地区に加里資源の探鉍を行い、2010 年から Regina 東南部の Milestone に加里鉍山を開発し、200 万トン KCl の溶解採掘式加里鉍山を建設する計画である。

Karnalyte は初期探鉍会社であるが、サスカチュワン州の Wynward に 50~200 万トン KCl /年の溶解採掘式加里鉍山を建設する計画、2011 年に環境アセスメントと事前調査報告を提出、2013 年から鉍山の建設を開始する予定である。

中川国際 (Zhongchuan International Mining Holding) は中国の民間企業で、2009 年からサスカチュワン州の Yark 地域に加里資源の探鉍を始め、2011 年に Harley 鉍山の事前採掘可能性の検討を完了し、年間生産量 300 万トン KCl の鉍山建設に移行する予定であるが、資金と技術に問題があり、計画通りに進むかは疑問である。

2、アメリカ

アメリカはニューメキシコ州の Carlsbad、ミシガン州の Hersey、ユタ州の Great Salt Lake の 3 ヶ所に塩化加里を生産している。最大手の Mosaic 社は上記の 3 ヶ所で加里を生産している。二番手の Intrepid 社はニューメキシコ州の Carlsbad とユタ州の Wendover および Moad に塩化加里を生産している。また、Intrepid 社はユタ州の鉱山を拡張し、2015 年に生産能力を 120 万トン KCl/年に引き上げる計画。

他にユタ州、ノースダコタ州、ネバダ州、アリゾナ州、ニューメキシコ州に新たに 10 数件の探鉱があるが、2016 年までに新規生産開始の可能性がない。アメリカでは 2015 年に 180 万トン K₂O の生産を見込んでいる。

3、ロシア

ロシアの Uralkali と Silvinit は 2011 年 6 月に合併後、新たにできた Uralkali は 1,100 万トン KCl/年の生産能力を有し、世界第 3 位の加里会社となった。合併前では、Uralkali は 2 ヶ所の地下鉱山と 4 つの選鉱精製工場を有し、生産能力 560 万トン KCl/年。Silvinit は生産能力 550 万トン KCl/年、2016 年から Perm Krai 地区の Verhenekamsk 鉱脈に新しい加里鉱山を建設する計画である。両者が合併した現在、1,100 万トン KCl の生産能力を有する。

Eurochem 社は新参組として頭角を現れた。まず、Volgograd 連邦 Perm Krai 地区にある 2010 年に停止した Grameachinsk 加里鉱山を再開し、230 万トンの生産能力を有する第 1 期を 2013 年から、第二期は 2015 年から生産開始と予定している。また、Kotelnikovocomplex 鉱山の初期開発を継続する。2015 年以降、Palashersky と Balakhontsevsky にある加里資源を開発し、最終に 340 万トンの生産能力を達する計画である。

4、ベラルーシ

国営のベラルーシ加里 (BPC) は世界最大の加里メーカーの一員である。加里肥料の生産量は世界シェアの 15%、輸出量に占めるシェアは 16%である。該社の主な加里鉱山は Brzezovsky 鉱山 (生産能力 600 万トン)、Soligorsk 第 2 鉱山と Soligorsk 第 3 鉱山。計画では、BPC は 2010 年の 900 万トン KCl の生産能力を 2015 年に 1,100 万トンに増大させる。

2010 年、ロシアとベラルーシを含む旧ソビエトのヨーロッパ地域の加里生産能力は 2,030 万トン KCl、世界シェアの 29%を占める。2011~2015 年の 5 年間、生産能力は 45%増の 2,950 万トン KCl になる予測である。増加分 900 万トンの半分以上の 460 万トンは Eurochem 社を占め、ほかに Uralkali の 240 万トンと BPC の 200 万トンである。

5、ウズベキスタン

ウズベキスタンの加里資源採掘の歴史が浅い。2010年から国営 UzKimyoSanoat 社は Dekhkanabad 鉱山を商業上の採掘と生産を始めた。現在当該鉱山から採掘された加里は主に化成肥料の原料として、年間生産量が塩化加里 20 万トンである。一方、Kashkadarya 地区の Tyubegatan に発見された地下加里鉱脈が非常に有望で、その Potashore 鉱山が開発中で、2014年に20万トン、2015年にさらに20万トン塩化加里の生産能力が見込まれている。

6、中国

2010年末現在、中国国内に加里メーカーが50社を超えた。その内訳は、塩化加里メーカー28社、その中の18社が青海省の察尔漢塩湖に生産拠点をもち、生産能力390万トンKCl/年、硫酸加里メーカー3社、生産能力132万トン/年、硫酸加里苦土メーカー7社、主に新疆の羅布泊に生産拠点をもち、生産能力が硫酸加里苦土142.5万トン/年。K₂O換算では、中国の加里生産能力は約450万トン/年である。なお、2010年の生産量は334.13万トンK₂Oであった。

中国加里資源の特徴はほとんど西部少数民族地域に位置する塩湖に存在する鹹水である。現在、開発されている塩湖は、青海省の察尔漢、台吉乃尔、大浪灘、大塩灘、大柴旦、茶卡塩湖、新疆ウイグル自治区の羅布泊である。これらの塩湖は加里を大量に含む鹹水があり、その鹹水を蒸発、沈殿等の工程を経て、塩化加里又は硫酸加里、硫酸加里苦土を生産することができる。ただし、環境、運輸、技術等の問題があり、これ以上の生産規模拡大が難しい。

7、ラオス

10数年前にラオスの首都所在地のビエンチャン平野の地下にカーナリットの加里鉱脈が発見された。その後、中国企業が大挙に進出して、現在ベトナム化学も含めて、6つの探鉱と開発プロジェクトが進行中で、2010年に中部のカムムアン県に生産能力10万トンKClの工場、2011年にビエンチャンに生産能力計17万トンKClの2つ工場を完成する予定である。計画としては、2014年にラオス国内では生産能力100万トンKClに達するが、カーナリットから塩化加里を抽出精製する工程が多量の廃棄物を排出し、環境に与える影響が大きいと見られ、計画通りに進みかは不明である。

8、イスラエルとヨルダン

イスラエルとヨルダンの加里資源はすべて両国に亘る死海にある。イスラエル ICL は現在 Sodom 工場の生産拡張を行い、2013年に生産能力410万トンKClに引き上げる一方、新たに100万トン級のKCl工場を建設中で、2015年完成する予定。2015年に生産能力が500万トンKClに達する計画である。

ヨルダンの APC は2010年末に新たに50万トンKClの生産能力拡張工事を終了した。

2015年にAPCの生産能力を250万トンKClにする予定である。

9、南米地域

現時点、Taquari-Vassourasはブラジル唯一の加里鉱山である。しかし、ヴァーレ社はCarnalitaに新たに加里鉱脈を発見、採掘井戸と精製工場を建設中で、2015年に年間120万トンの生産を目論んでいる。ほかに、アマゾン流域やSergipe州、Bahia州、Minas Gerais州に14ヶ所の加里探鉱プロジェクトを進行中で、すでにHugeに加里鉱脈が発見されたようである。

アルゼンチンの加里生産はほとんど西部のMendoza州にある。ブラジルのヴァーレ社がVale's Potasio Rio Coloradoプロジェクトに59億ドルを投じ、2010年に採掘井戸を建設、2014年から生産開始、2016年に生産能力210万トン、2023年に430万トンにする計画であるが、採算がとれないため、2013年にその事業から撤退した。

チリのSQM社はAtacama砂漠の地下塩湖から鹹水を吸上げ、塩化加里及び硫酸加里を生産する。2010年生産量が160万トン、2011年に40万トンを増加し、生産能力を200万トン／年に引き上げる。現在、リチウム加里岩塩から加里を抽出する実用化研究を進んでいる。

南米の加里資源は塩湖の鹹水が多いため、メーカーは北米と違い、塩化加里のほか、硫酸加里、硝酸加里を多く生産している。今後10年間、新たに数ヶ所の加里鉱山が生産開始し、この地域の加里自給率が上がる予測である。