

以上の点を踏まえて、USGS データを整理した米国のアタパルジャイト産出量を表 3-1 に示した。この表では、米国のフラーズアース産出量の合計も合わせて示してある。また、ゲル性能に優れたアタパルジャイトの産出量を表 3-2 示した。1974 年以降、ジョージア・フロリダの 2 州から年間 100 万トン前後のフラーズアースを産出しており、その約 80% がアタパルジャイトと推定される。ジョージア州南部の Attapulcus とフロリダ州 Quincy のアタパルジャイトはパリゴルスカイトに富む（70～80%）タイプとみなしてよい。一方、ジョージア州北部のアタパルジャイトはパリゴルスカイト含有量が低い（～20%）タイプである。

表 3-2 ゲル性状に優れたアタパルジャイトの産出量 (USGS: Minerals Yearbook による)

西暦（年）	産出量（千トン）
1999	289
2000	292
2001	292
2002	218
2003	244
2004	237
2005	282
2006	285
2007	245
2008	170
2009	330

Russell (1991) によるとジョージア・フロリダ 2 州の主要企業の産出能力は、パリゴルスカイトに富むアタパルジャイトの産出量が 57 万トン、パリゴルスカイト含有量が低いアタパルジャイトの産出量が 28 万トンで、2 : 1 の比率となる。この比率をあてはめると、アタパルジャイト 80 万トンの内の約 45 万トンがパリゴルスカイト産出量と見積もられる。

1999 年から 2009 年までの 11 年間の Gellang-grade アタパルジャイトの総産出量は 288.4 万トンである。このアタパルジャイトはパリゴルスカイトに富む（70～80%）タイプとみなすことができる。

(2) オーストラリア

オーストラリア産アタパルジャイトの BGS と USGS による産出量は推計または概数値で示されており正確な数量を把握しにくい、これは、オーストラリアの統計データが 7 月から翌年 6 月までの年度で集計されることも理由と考えられる。1993 年～2005 年までの間、

表 3-3 オーストラリアのアタパルジャイト産出量 (西オーストラリア州政府鉱山石油省の年報, BGS: World Mineral Production による)

西暦 (年)	産出量 (トン)	西暦 (年)	産出量 (トン)
1979	10067	1995	18159
1980	11407	1996	17173
1981	50	1997	28262
1982	14769	1998	15670
1983	*1	1999	10240
1984	*1	2000	11860
1985	*1	2001	13194
1986	47376	2002	11926
1987	10960	2003	11187
1988	27221	2004	10142
1989	35965	2005	9784
1990	27983	2006	10000 *2
1991	17245	2007	10000 *2
1992	20697	2008	10000 *2
1993	20632	2009	10000 *2
1994	19412	2010	10000 *2

*1 各年で15000トンの推定産出量の報告があるが、1986年産出量に含まれると判断した。

*2 推定値

西オーストラリア州政府鉱山石油省の統計データと BGS は一致しており、鉱山石油省の統計データを元に、BGS データで補い 1979 年から 2010 年までの産出量を整理し表 3-3 に示した。この中で、1983-1985 年の 3 年間のデータが無く、1986 年に約 4 万 7 千トンが報告されている。BGS 等ではこの 3 年間で計 4 万 5 千トンの産出としており、1986 年の約 4 万 7 千トンはこれらを含むデータと考えられる。また、2006 年以降は鉱山石油省の統計が得られないため、BGS からの推定値である。1986 年から 2005 年までの 20 年間の総産出量は 38.5 万トンと見積もられる。

(3) スペイン

スペインのアタパルジャイト産出量に関しては、BGS の統計データが 1977 年から、IGME のデータが 1982 年から、USGS のデータが 1996 年から確認できた。BGS データでは 1981 年版からスペインでの産出に Fuller's earth の項目が追加され、1982 年版からはアタパルジャイトとセピオライトの項目に変更され、Fuller's earth の数値はアタパルジャイトの数値で表されている (1977 年データは推定値である)。1982 年以降の IGEM デー

タと BGS データは一時期を除いて同じまたは数百トン程度の差で一致している。しかし 1990 年から 1992 年までの BGS データは推定値となっており、1993 年データを含めて IGME データとは数千トンから 3 万 t 近い差が生じている。何らかの理由でこの時期スペイン側データが利用できなかったためと考えられる。なお、2000 年の産出量について IGME では 58307 万トンの値を示しているが、BGS では 28307 万トンとなっている。この違いは、IGME では Guadalajara 地域の 3 万トン算入していることによると考えられる。グワダハラ (Guadalajara) 地域の産出は 2000 年で止まっており予測値の可能性があり、BGS データが妥当と判断した。一方、USGS データは最初の数年間は推定値とみられ、2000 年からは BGS データと同一となるが、2005 年以降は推定値としての 2 万 t となっている。

以上の点を踏まえて、スペインのアタパルジャイト産出量については、BGS データを基本として、1990 年から 1993 年については IGEM データに置き換えるのが適当と判断し、表 3-4 に示した。

表 3-4 スペインのアタパルジャイト産出量 (BGS: World Mineral Production, IGME: Panorama Minero による)

西暦 (年)	産出量 (トン)	西暦 (年)	産出量 (トン)
1977	36300	1994	91100
1978	39230	1995	94266
1979	62423	1996	130140
1980	48020	1997	133035
1981	47227	1998	113330
1982	42926	1999	90282
1983	41654	2000	28307
1984	43907	2001	24477
1985	59697	2002	22918
1986	67820	2003	18975
1987	40818	2004	20796
1988	43585	2005	20565
1989	23990	2006	20933
1990	53900 *1	2007	24615
1991	74345 *1	2008	27348
1992	94546 *1	2009	21110
1993	98336 *1	2010	27941

スペインのアタパルジャイト産出量は 1980 年代までは 4~6 万トン台で推移したが、1990 年代に産出量のピークを迎え 1997 年に 13 万トン台の最大を示したが、2000 年頃に

は 2 万トン台の産出量に急落し現在に至っている。表 3-5 に示すように、現在の主要産地は 1990 年代に生産を開始した Segovia 地域であり、それまで年間数～8 万トン規模を産出していた主要産地の Cadiz, Guadalajara, Sevilla の各地域では 1990 年代で生産を終えたようである。Caceres (Torrejon) は年平均 2000 トンの産出を続けている。

表 3-5 スペイン国内の産地別アタパルジャイト産出量 (IGME, Panorama Minero による)

西暦(年)	産出量(トン)						合計
	Cadiz	Sevilla	Guadalajara	Segovia	Caceres	Soria	
1987	14753	19089			6976		40818
1988							
1989							
1990	25308	24818			3774		53900
1991	47655	22895			2433		72983
1992	78023	6952			2352		87327
1993	81643	6936		7337	2420		98336
1994	57741	22909		9265	1209		91124
1995	70958	12980		9517	811		94266
1996	63008		53900	12561	949		130418
1997	58523		55000	31000	1370		145893
1998	21860		70000	20266	1204		113330
1999			63000	25426	1856		90282
2000			30000	25756	2551		58307
2001				21506	3227		24733
2002				19860	3058		22918
2003				17139	1836		18975
2004				17850	2848		20698
2005				18100	1865		19965
2006				18708	2225		20933
2007				22316	2299		24615
2008				21980	2368	3000	24348
2009				19671	1409	30	21080
2010				25734	2107		27841

(4) その他

中国のアタパルジャイト産出量に関してまとまったデータは不明であるが、2003 年に安徽省 (Anhui) の主要企業が年間 3 万トンの生産能力を持つ加工工場を設立 (Wilson, 2003), あるいは推定年間産出量が 8 万トン (Wilson, 2008) などの記述が見られる。

南アフリカ産アタパルジャイトの産出量データは BGS で 1978 年分から確認することができる。1985 年以降の USGS データとほぼ同じで、千トン未満の差が生じている年もあるが、BGS データを主に採用し、2007 年以降は USGS データを採用した。1978 年から 2010 年までの 33 年間の産出量は 56 万トンとなる。

セネガルの産出量データは、BGS と USGS で最大 3.8 万トンの差が生じている年があるなど一致しない部分が多く、その理由は不明である。ここでは BGS データを採用したが、

前後の年の産出量と比べて明らかに数値が大きい 1988 年データは USGS データに差替えて採用した, 1974 年から 2010 年までの 37 年間の総産出量は 376 万トンとなる。

図 3-2 から図 3-5 に, アタパルジャイト産出量をグラフにしたものをまとめて示す。

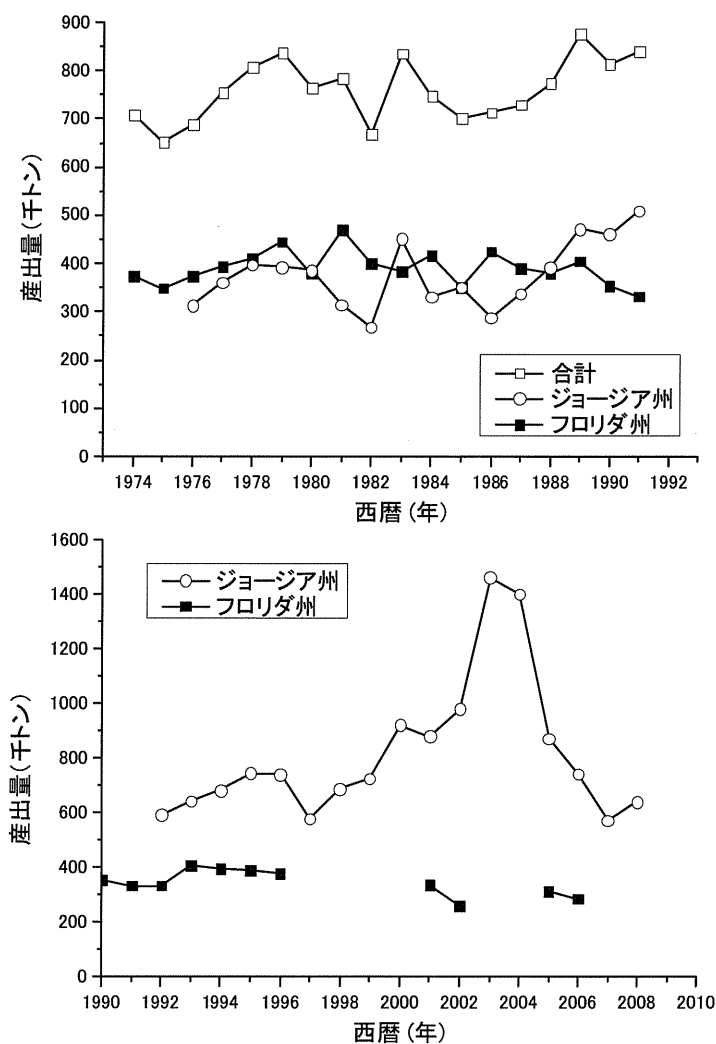


図 3-2 米国産アタパルジャイトの産出量 (USGS: Minerals Yearbook による)

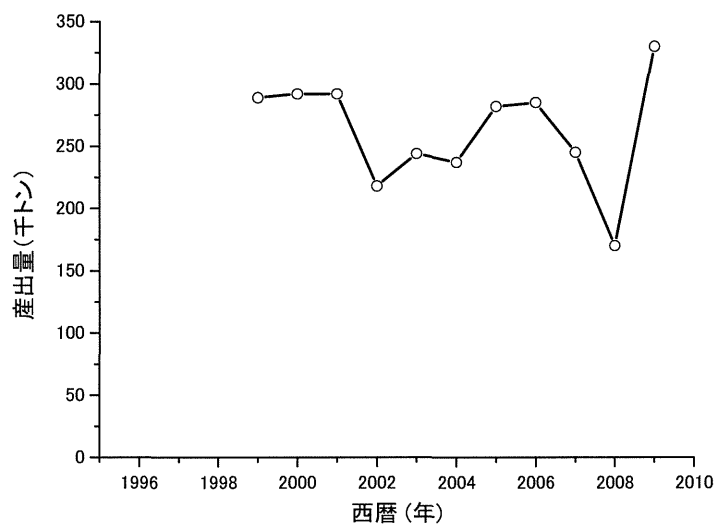


図 3-3 ゲル性能に優れたアタパルジャイトの産出量
(USGS: Minerals Yearbook による)

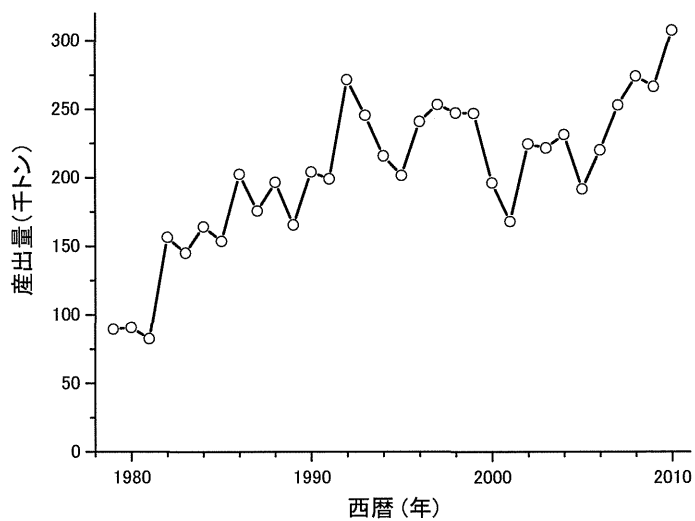


図 3-4 米国を除く主要国のアタパルジャイト産出量
(BGS: World Mineral Production 等による)

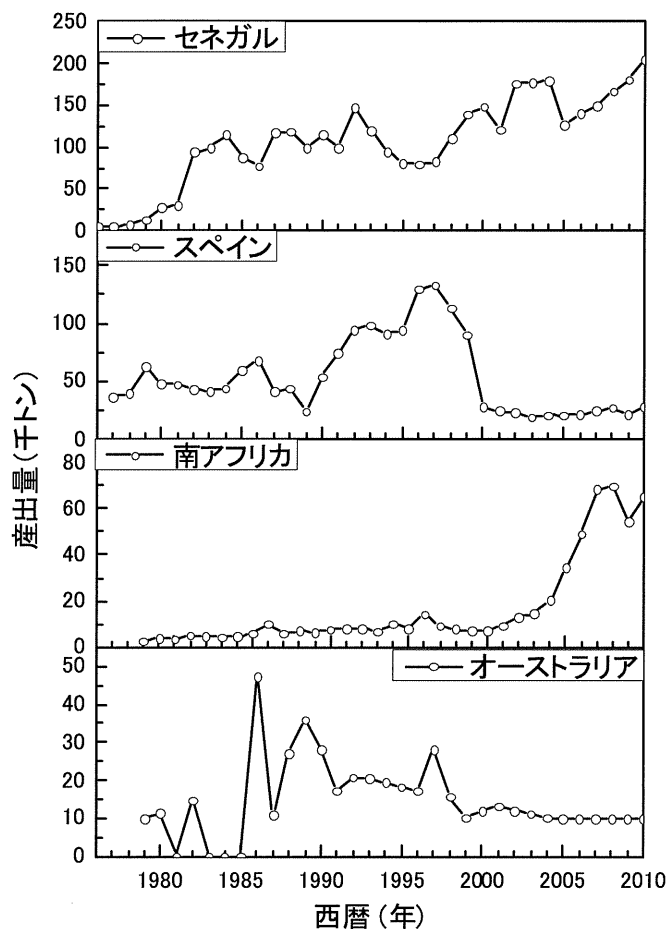


図 3-5 セネガル，スペイン，南アフリカ，オーストラリアの
アタパルジャイト産出量
(BGS: World Mineral Production 等による)

3-3. 日本の輸入状況

財務省貿易統計の輸出入品目ではパリゴルスカイト（アタパルジャイト）の品目はなく、「その他粘土」あるいは「その他鉱産物」に一括して含まれている。しかし、1988年～2006年まで統計のある「デカラライジングアース及びフーラーズアース (Decolourising earths and fuller's earth)、品目コード: 2508.20」の中に含まれている場合があると考えられる。この期間の輸入量を表 3-5 に示した。この間の輸入国として、米国、中国、オーストラリアの他に、英国等の欧州国名がみられるが、この中では、米国、オーストラリアからの輸入量はアタパルジャイトに該当する可能性が高いと考えられる。これ以外の国からの輸入量

は多い場合でも約 500 トン以下である。中国からの輸入量については、アタパルジャイト以外のベントナイト、酸性白土のようなものも含まれる可能性があり、詳細はわからない。

表 3-5 日本の国別デカラライジングアース及びフラーズアース輸入量
(財務省貿易統計による、欧州からの輸入量は省略した。単位：トン)

西暦（年）	中国	米国	オーストラリア	合計（トン）
1988	502	3724		4226
1989	50	5519	270	5839
1990	1900	5631	1080	8611
1991	1923	4972	1219	8114
1992	1662	5417	1139	8218
1993	1650	5490	1140	8280
1994	1628	4338	1092	7058
1995	1961	4038	1016	7015
1996	1718	4770	990	7478
1997	1670	5720	960	8350
1998	1563	5754	808	8125
1999	1569	5855	815	8239
2000	2406	5198	620	8224
2001	3230	5346	564	9140
2002	3348	6293	434	10075
2003	4792	4539	451	9782
2004	6932	3817	314	11063
2005	7825	4902	130	12857
2006	9061	3790	19	12870

米国産のフラーズアース全体の輸出量は、USGS によると毎年 10 万トン前後であるが、その内日本への輸出量は千トン未満の場合が多いようである。しかし詳細については不明である。

中国産アタパルジャイトの輸出量は不明であるが、中国の貿易統計にある「デカラライジングアース及びフラーズアース」品目の日本向け輸出量は、財務省貿易統計にある中国からの輸入量に比べて少ない量が記録されている傾向にある。

オーストラリア産アタパルジャイトの輸出先は、日本を含むアジア諸国が多いとされるが、詳細は不明である。オーストラリアの貿易統計にある「デカラライジングアース及び

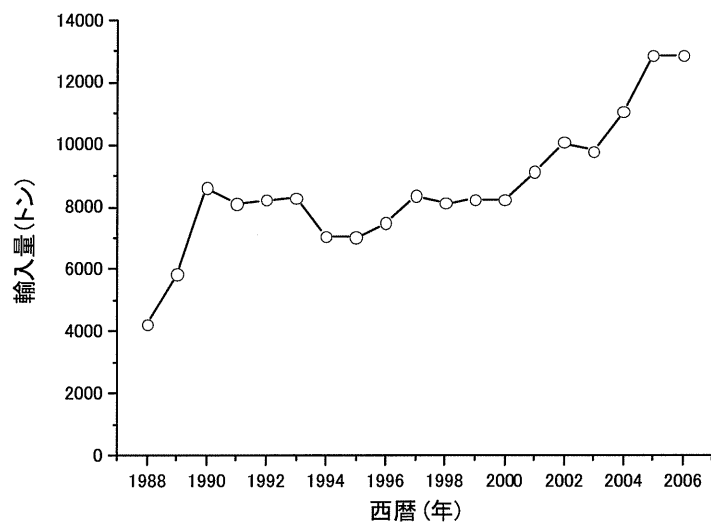


図 3-6 日本のデカラライジングアース及びフラーズアースの輸入量
(財務省貿易統計による)

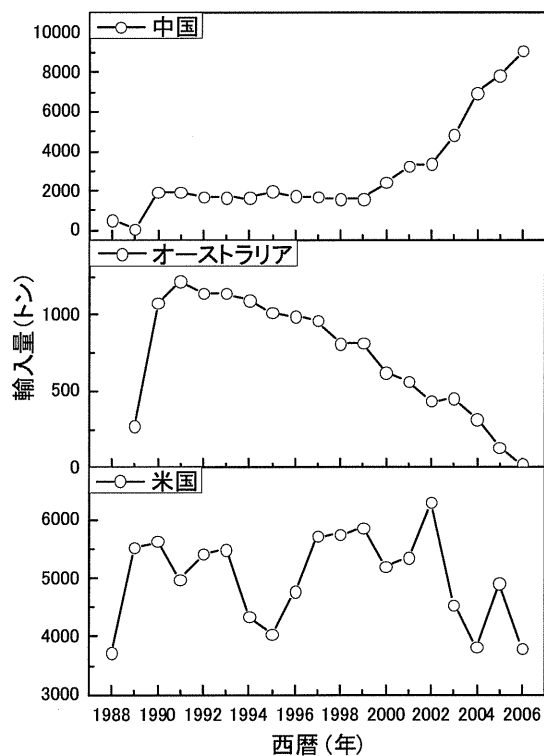


図 3-7 日本のデカラライジングアース及びフラーズアースの
主要国別輸入量 (財務省貿易統計による)

フーラーズアース」の輸出先は、ニュージーランドが多く、日本も含まれている。

スペイン、セネガル産のアタパルジャイトは主に欧州諸国へ輸出されているとみられる。また、南アフリカ産アタパルジャイトの輸出状況については不明である。

引用文献

- 1) Galan, E. and Pozo, M. (2011) Palygorskite and sepiolite deposits in continental environment. Description, genetic patterns and sedimentary settings. In *Development in Palygorskite-Sepiolite Research*, 125-173, Elsevier, Amsterdam.
- 2) Harven, P.W. and Kuzvart, M. (1996) Clays: Attapulgitic and sepiolite. *in Industrial Minerals: A Global Geology*, 139-142. Industrial Minerals Information, London.
- 3) Murray, H.H. and Zhou, H. (2006) Palygorskite and sepiolite (hormites). *in Industrial Minerals and Rocks* (7th ed.), 401-406, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Colorado.
- 4) Murray, H.H. (2007) *Applied Clay Mineralogy*. 180p, Elsevier, Amsterdam.
- 5) 日本粘土学会 (編) (2009) 粘土ハンドブック (第三版). 990p, 技報堂出版.
- 6) Russell, A. (1991) Speciality clays. *Industrial Minerals*, **Jun.1991**, 49-59.
- 7) 坂本尚史・後内貴胤・地下まゆみ・安藤生大 (2006) 中華人民共和国貴州省における長繊維状パリゴルスカイトの産状とその鉱物学的性質について. *粘土科学*, **45**, 200-210.
- 8) Tien, P-L. (1973) Palygorskite from Warren Quarry, Enderby, Leicestershire, England. *Clay Minerals*, **10**, 27-34.
- 9) Wilson, I. (2004) Special clays. *Industrial Minerals*, **Nov. 2004**, 54-61.
- 10) Wilson, I. (2008) Special clays. *Industrial Minerals*, **Mar. 2008**, 52-57.

4. セピオライトの産出状況と日本の輸入状況

4-1. 産出状況

セピオライトの産状は、1) アルカリ性ないし塩度 (Mg 濃度) の高い環境下で生成した成底堆積物、2) ドロマイト岩、石灰岩中の層状・脈状生成物、3) 熱水溶液からの沈殿・熱水変質鉱物、4) 蛇紋岩中の変質物、5) 海成層中の化学的沈殿生成物などに分けられる (大塚ら, 1992)。その内で工業原料鉱物として採掘がおこなわれている大規模な鉱床の多くは1)の場合に該当している。日本では2)~4)の産状の発見例があり、鉱物学的検討が行われ、その特性の工業的利用に関する研究も多いが、採掘可能な規模で産出することはない。

(1) スペイン

マドリッド近郊の湖成層堆積物として7km²の範囲に鉱床が存在する。セピオライトに富む部分では、セピオライト含有量が80%以上あり、他にスメクタイト(15%)、方解石・苦灰石(2%)、石英(<2%)、長石(<1%)を伴っている。

(2) 米国

ネバダ州 Amargosa に湖成層堆積物としてセピオライト鉱床が存在する。セピオライト品位は70~90%程度であり、方解石・ドロマイトを伴っている。セピオライトの繊維長は1~2 μ mである。この鉱床からはサポナイト、ベントナイトも産出し採掘がおこなわれている。

(3) トルコ

Eskisehir-Konya, Denizli, Sivasなどに湖成層堆積物としてセピオライト鉱床が存在する。Eskisehir 南東の Shivihsar の南部 Yenidogan に規模の大きな鉱床があり、ドロマイト層中に品位90%以上のセピオライトが産する (福嶋・山崎, 1994)。

(4) 中国

湖南省~江西省に分布する古生代の浅海堆積層中にセピオライト鉱床が知られている。江西省楽平 (Leping) の鉱床からは繊維長1 μ m程度であるが高結晶質のAl質セピオライトが産する。品位は40%程度で石英を多く伴っている (坂本ら, 1988)。

中国からは肉眼的に繊維形状が確認できる長繊維セピオライトの採掘も小規模に行われている (坂本ら, 2006)。鉱床は河南省と河北省にあり、石灰岩~苦灰岩中に脈状に産する。タルクまたは少量のトレモライトを伴う場合があるため、繊維状トレモライトを含まない部分が選別されている (増子ら, 2004)。

セピオライトは古くから、結晶度が高く繊維状の α -セピオライトと、結晶度が低く塊状

ないし土状の β -セピオライトに区別されることがあった。両者の区別は厳密なものではないが、スペインのマドリッド近郊と中国産のセピオライトは α -セピオライトが主で、米国 Amargosa 産とトルコ Eskisehir 産のセピオライトは β -セピオライトを主としている（坂本，2010）。

4-2. 産出量

セピオライトを商業的に産出し、日本へ輸出している国は、スペイン、米国、トルコ、中国が挙げられる。これらの中で詳しい産出量の統計データが得られたのはスペインのみである。

(1) スペイン

スペインのセピオライト産出量に関しては、BGS の統計データが 1979 年から、IGME のデータが 1982 年から、USGS のデータが 2000 年から確認できた。IGME データの精鉱データと BGS データは 1982 年から 1989 年まで同一であり、IGME 精鉱データの確定値は 1992 年までであるので、BGS データにある 1990 年から 1992 年までの推定値は IGME 精鉱データで補えると考えられる。IGME データは 1993 年以降、それまでの原鉱に相当するデータのみとなっている。従って BGS データの 1993 年から 2005 年までは IGME データとは一致せず、出典は不明であるが精選鉱データを採用してきたものと考えられる。2006 年以降は、BGS データと IGME データは同一である。一方、USGS データは最初の 2 年は BGS データと同一であるが、2002 年から 2004 年までは IGME データと同じであり（ただし 2003 年の USGS データは他のどのデータとも異なっている）、2005 年以降は推定値としての 80 万トンとなっている。

以上の点を踏まえて、スペインのセピオライト産出量について原鉱は IGEM データから、精鉱は BGS データからまとめると、表 4-1、図 4-1 のよう整理できる。ただし、この表中 1990-1992 年の精鉱データは IGME の精鉱データである。

原鉱生産量で見ると 1986 年に 45 万トン台にのり、概ね増加する傾向にあり、2004 年に 85 万トン台の最大生産量に達したが、その後減少傾向となり 2010 年では 55 万トン台に低下している。精選鉱生産量も 2005 年に約 72 万トンでこの時期に最大生産量に達したと考えられる。精鉱/原鉱の比率は平均 78.6%で最大 90.0%、最小 71.4%であった。

表 4-1 スペインのセピオライト産出量 (BGS: World Mineral Production, IGME: Panorama Minero による)

西暦 (年)	原鉱産出量 (千トン)	精鉱産出量 (千トン)	西暦 (年)	原鉱産出量 (千トン)	精鉱産出量 (千トン)
1979		209	1995	715	531
1980		252	1996	762	566
1981	366	288	1997	744	554
1982	346	329	1998	775	554
1983	361	307	1999	669	509
1984	341	284	2000	794	596
1985	455	267	2001	756	674
1986	483	369	2002	733	565
1987	508	375	2003	718	549
1988	495	384	2004	852	655
1989	515	384	2005	808	718
1990	515	395	2006	806	
1991	629	400	2007	718	
1992	608	495	2008	738	
1993	663	466	2009	574	
1994	366	495	2010	558	

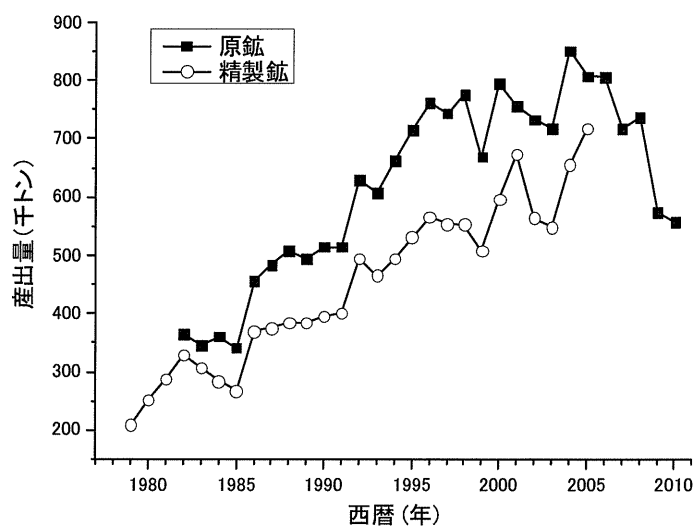


図 4-1 スペインのセピオライト産出量 (1979 - 2010 年)

(2) トルコ

トルコはセピオライト（海泡石，メアシヤム）を加工したパイプの生産で古くから有名であるが，産出量に関しては 1996 年以降の BGS, USGS に同一データが確認できる。細かな数値が確認できるのは，1996～2001 年までの 5 年間で（記録の無い 1998 年を除く）6.4 万トンの産出量が記録されている。2002 年以降の産出量は年間 1 万トンと推定されている。

トルコのセピオライト資源の埋蔵量は数百万トンの規模と推定されており，パイプ・工芸品などに使われる塊状セピオライトの年間産出量は 20～40 トン，堆積性鉱床セピオライトは 1990 年代で年間 2～6 万トンの産出量とされている（Yalcin and Bozkaya, 2011）。しかし，ドロマイトを伴う湖成堆積性起源の鉱床が多く，高品位セピオライトの産出量は少なく利用もそれほど進んでいないとみられる。

また，Eskisehir 南東の鉱床では，3%程度の炭質物を含む高純度セピオライトと少量のドロマイトを含むセピオライトを年間 3000 トン産出しており，日本に輸出しているとするレポートもある（Russel, 1991）

(3) 米国

米国ではセピオライト産出地がネバダ州に幾つかあるが，商業的に採掘されているのは Amargosa 産が唯一である。Amargosa 鉱床ではセピオライト以外にサポナイト等の粘土鉱物も採掘されているが，産出量の 8 割はセピオライトが占めているとみられる。ネバダ地質調査所の年報によると，1980 年代後半からセピオライトを主とする採掘を行っており，2000 年以降は，年間平均 3 万トン程度の産出量が報告されている。

(4) 中国

中国のセピオライト鉱床は小規模なものが多く，産出量に関する統計データを得ることはできなかった。

4-3. 日本の輸入状況

財務省貿易統計の輸出入品目ではセピオライトは「その他粘土」あるいは「その他鉱産物」に一括して含まれるため，輸入量を直接把握することはできない。1987 年までは「海泡石のくず及びこはくのくず」の品目があり，海泡石はセピオライトに該当するが，1978 年に米国から 53t，1980 年にスペインから 150t，1985 年に中国から 30t，1987 年に中国から 444.5t の海泡石と琥珀の輸入記録が確認できる程度である。

日本無機薬品協会のセピオライト部会（現在は解散）が公表した資料によると，2006 年の産地別セピオライト輸入比率として，スペイン 37%，米国 26%，トルコ 16%，中国 21% が示されている。この比率は当時部会に参加していた 2～3 社の輸入実績からまとめたもので，その他の輸入商社等を含めた国内の輸入実績は不明である。

セピオライトの最大産出国であるスペインから日本への輸出量については、スペインの貿易統計から把握することができる。スペインの貿易統計では「その他鉱産物」の中にセピオライト（品目コード：25309020（1995～2009年）、2530904（1981～1992年）、2532231（1980年以前））の項目を設けている。1978年から2009年までのセピオライト輸出量を確認することができるが、途中1993～1994年の記載が欠けており確認できない部分があった。2008年までの日本への輸出量は表4-2とグラフに示すとおりである。日本への輸出量は1985年に1000トンを超えて以降、1990年代にかけて増加し、1992年に1万4952トン記録している。この後2年間の数量は確認できないが2001年まで9000トン前後で推移している。1990年代をピークとして2000年以降は減少傾向となり、2007年以降は3000トン弱まで減少している。1990年代以降のアスベスト輸入量が減少し始めた時期に、セピオライトの輸入量が一時期増加していたことになる。

表4-2 スペインから日本へのセピオライト輸出量（スペイン貿易統計による）

西暦（年）	輸出量（トン）	西暦（年）	輸出量（トン）
1978	13	1995	7594
1979	94	1996	8964
1980	85	1997	10051
1981	227	1998	10816
1982	155	1999	9941
1983	637	2000	9098
1984	651	2001	9171
1985	1001	2002	7419
1986	1524	2003	4553
1987	1883	2004	4827
1988	1265	2005	4091
1989	2082	2006	4505
1990	5901	2007	2857
1991	3863	2008	2706
1992	14952	2009	2834
1993	(NA)	2010*	1264
1994	(NA)	2011*	435

NA:不明

*: その他鉱産物の輸出量

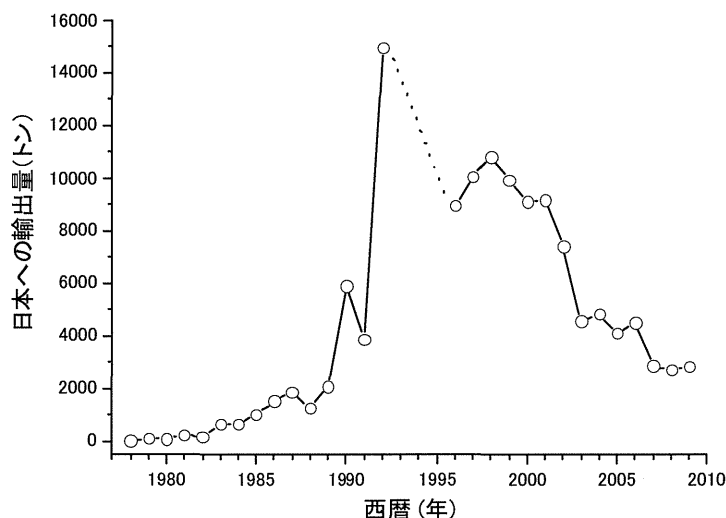


図 4-2 スペインから日本へのセピオライト輸出量

1978年から2009年まで（1993、1994年を除く）30年間の、スペインから日本へのセピオライト総輸出量は13万3759トンである。なお、2010年以降の輸出量は「其他鉱産物」に一括されたとみられるが、2010年1264トン、2011年435トンが推定される。

スペインは産出するセピオライトのかなりの量を輸出に回しているが、その90%以上は欧州向けである。1991年でみると、スペインから欧州連合への輸出量は51.3万トンで全体の95%（金額ベースで92%）を占めている。それ以外の国への輸出量は多い順に、スイス（1万8千トン）、日本（3.9千トン）、ノルウェー（2.5千トン）などであった。トン当たり単価でみると、欧州連合の平均が13200ペセタに対して、それ以外の国平均が20100ペセタであった。また、ノルウェーの単価20500ペセタ、スイスの単価17200ペセタであるのに対して、日本は32100ペセタであった。

米国のセピオライトはネバダ（Amargosa）産に限られるが、年間のセピオライト産出量は2.5万トン、その他にサポナイト3千トン、ベントナイト2千トンを含めて合計3万トンの産出量とされる。この3万トンの内6千トンを輸出しており、主な輸出先は日本、韓国とされる（Wahl and Papke, 2004）。1988年のネバダ地質調査所年報には、Thermogel（商品名）は日本でよく知られた製品であると記述されている（Castor, 1988）。

引用文献

- 1) Castor, S.B. (1988) Industrial minerals. *in* The Nevada Mineral Industry 1988, 27-30. Nevada Bureau of Mines & Geology.

- 2) 福嶋喜章・山崎淳司 (1994) 各地セピオライト鉱床の現状. 粘土科学, **33**, 186-192.
- 3) 増子貴胤・松村 亮・小坂征雄・茅原信暁・神山宣彦 (2004) 長繊維セピオライト中の繊維状トリモライトの定量方法. 粘土科学, **43**, 192-196.
- 4) 大塚良平・下田 右・下坂康哉・永田 洋・篠原也寸志・清水雅浩・坂本尚史 (1992) セピオライトの産状と鉱物学的性質. 粘土科学, **32**, 154-172.
- 5) 坂本尚史・安藤 徹・大塚良平 (1988) 中国江西省楽平市産セピオライトについて. 粘土科学, **28**, 134-142.
- 6) 坂本尚史・水戸洋彦・山崎淳司・地下まゆみ (2006) 中華人民共和国河南省および河北省における長繊維状セピオライトの産状について. 粘土科学, **45**, 188-199.
- 7) 坂本尚史 (2010) セピオライト・パリゴルスカイト. 機能性粘土素材の最新動向, 20-30, シーエムシー出版.
- 8) Wahl, B. and Papke, K. (2004) The IMV story – sepiolite and saponite. Proc. 39th Forum on the Geology of Industrial Minerals, Nevada Bureau of Mines and Geology Special Pub.33, 224-228.
- 9) Yalcin, H. and Bozkaya, O. (2011) Sepiolite-palygorskite occurrences in Turkey. *in* Developments in Palygorskite-Sepiolite Research. 175-200, Elsevier.

5. パリゴルスカイトとセピオライトの用途

パリゴルスカイトとセピオライトは、繊維方向に沿ったチャンネル（トンネル、導管）構造を持つ多孔質粘土であり、吸収・収着性能、コロイド・ゲル性状の特性を利用する用途は共通している。

比表面積の大きい多孔質粘土であり、水・油を吸収・吸着する特徴から、吸着剤としての利用も多い。図 5-1 に米国での 1980～1990 年代前半の、アタパルジャイトの用途の変遷を示すが、油類の吸着剤、ペットリッターのような吸着用途が全体の半数以上を占めており、これらが伝統的な用途であることがわかる。

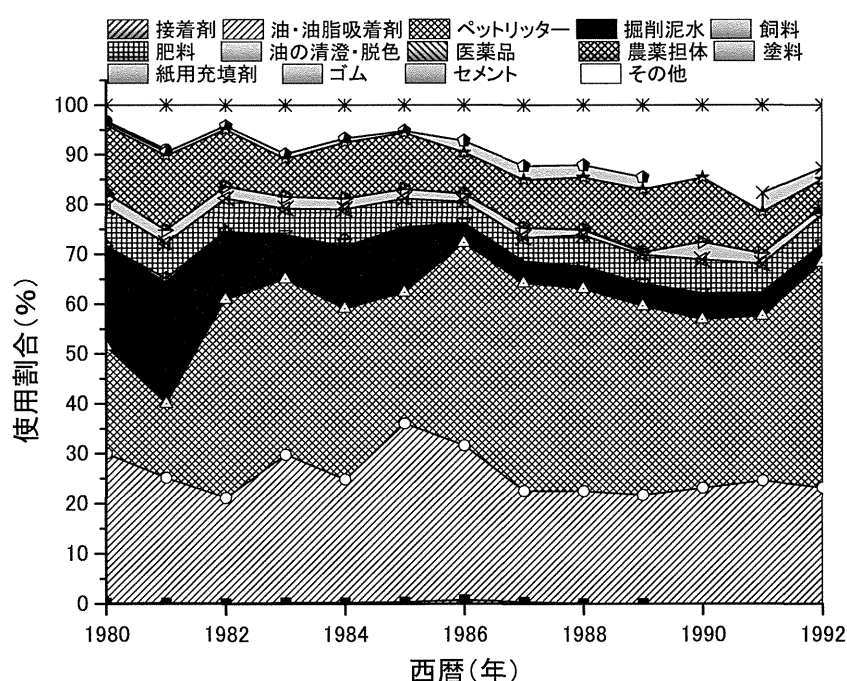


図 5-1 米国内のアタパルジャイトの用途別消費割合 (USGS: Minerals Yearbook による)

一方で、針状ないし繊維状の細長い形状をしており、板状形状である他の粘土粒子に比べてコロイド粒子として特徴のある性質を持っている。特に電解質溶液中でもコロイド性状を保つ性能に優れているとされる。

このような、液体・気体に対する収着性能、ゲル性状などの特性はベントナイトと競合する部分が多いが、パリゴルスカイトとセピオライトは、針状～繊維状形状であり成形・加工性が高いこと、チャンネル内に吸収・収着サイトを持ち、吸収・収着時に膨潤・凝集しないことがベントナイトに無い特性となっている。

大規模なパリゴルスカイト鉱床は米国に、セピオライト鉱床はスペインに偏って存在す

ることから、消費地として北米または欧州が主市場となり、入手しやすい吸着剤としての用途が主流として続いてきたものとみられる。一方、日本では、酸性白土を含めたベントナイト資源が豊富であるため、これらモンモリロナイト系粘土を吸着・コロイド性能を利用する用途に利用してきたとみられる。

Galan (1996) は、パリゴルスカイトとセピオライトの応用に関して、1) 吸収・収着性を利用する用途、2) 触媒担体、3) 有機修飾粘土、4) レオロジー特性、5) フィラー用途、などの点から述べている。また、Murray (2007) は表 5-1 のような用途を示しており、この内の掘削泥水 (Drilling fluids) ～産業用吸収剤 (Industrial floor absorbents) の 6 種類が消費量の多い用途としている。6 種類の内、ペットリッター・産業用吸収剤・農薬担体は 1) の用途に該当し、掘削泥水・塗料は 4) に該当し、目地材は 5) に該当する。

表 5-1. パリゴルスカイト・セピオライトの用途 (Murray, 2007)

Drilling fluids	Floor absorbents
Cat litter	Foundry sand binder
Agricultural carriers	Granulation binders
Tape joint compounds	Laundry washing powders
Paint	Liquid suspension fertilizers
Industrial floor absorbents	Medicines
Adhesives and caulks	Metal drawing lubricants
Animal feed binders	Percolation adsorbents
Anti-caking agents	Pharmaceuticals
Bleaching earths	Polishes
Catalyst supports	Reinforcing fillers
Ceramics	Wax emulsion stabilizer
Cosmetics	

以下では、パリゴルスカイトとセピオライトについて、収着性 (吸着・吸収性) と、コロイド・ゲル性状を利用する用途に分け、主な用途の説明を加える。

5-1. 収着性を利用する用途

BET 比表面積で見ると、パリゴルスカイトは 150m²/g、セピオライトは 300m²/g 程度と大きな値を持つ特徴がある。アタパルジャイトは、採掘時に 50% 程度の水分を含むため、200℃または 500～600℃に加熱した後、吸着剤用途に使用される。高温で加熱した製品は固結し水中で崩れにくいいため、工業用吸収材に使用されている。主な用途として、ペットリッター、農薬用担体、工業用吸収材が挙げられ、粒状形態で製品化されている。

- (1) ペットリッター (猫砂, ペット用トイレ・消臭砂)

米国では猫のトイレ砂にアタパルジャイトが利用されてきた。アタパルジャイトは吸水性・消臭性に優れ、埃が出にくく、軽量で色感が良いとされている。一方で1980年代後半から尿を吸収した後の凝集性・固結性が高く交換処理性に優れたNa-ベントナイトの利用も増えているとされる。

欧州ではスペインのセピオライトが利用できるため、セピオライトの70%がペットリッターに使用されている。軽量のため、輸送コストが抑えられる利点があり、吸水性・消臭性に優れ、埃が出にくい特徴はアタパルジャイトと同様である。

日本では、1980年代後半からペットリッターの需要が増えてきたとみられる。国内のペットリッターに使用される鉱物原料はベントナイト・ゼオライトが主流であり、セピオライトは利用されていないとみられる。しかし、セピオライトは活性炭に比べてアンモニアの吸着量が高いため(杉浦・福本, 1993)、消臭・防臭剤としての利用が国内でみられる。例えば活性炭とセピオライト等をハニカム状に押し出し成形した消臭カートリッジ製品がある。

(2) 工業用吸収材

パリゴルスカイトとセピオライトは自重以上の水、油、油脂、インク、塗料などの液体を吸収できるため、作業場、工場等の床にこぼれた液体を吸収させ回収するために散布する不燃性の吸収材として利用されている。

日本国内では、例えば道路上の油を回収するための吸収剤として利用するアタパルジャイト製品がみられる。また、床下調湿材として、輸入アタパルジャイト・セピオライトが使用されているようである。

(3) 農薬用担体

農薬、殺虫剤、除草剤の多くは液体ないしペースト状であり、単独では効果的に散布できないため、薬品の吸収性と徐放性に優れ、薬品に対して不活性なアタパルジャイトあるいはセピオライトが利用されている。

鎌田(1985)は、米国ではアタパルジャイトを粒剤、水和剤に使用しているが、日本での使用例はない、と述べており国内需要は少ないとみられるが、海外メーカーによる輸入製品の中にはアタパルジャイトを使用するものがみられる。

5-2. コロイド・ゲル性状を利用する用途

パリゴルスカイトとセピオライトは、分散媒体中で膨潤することなく、針状結晶であるため格子状にからまりあい分散媒を捕捉する。また表面積も大きいため、増粘性、分散性、チクソトロピー性(分散媒体中でゲル状態となるが、攪拌などの応力が加わると流動性を持つ性質)に優れている。微粉に粉碎したものが製品化されている。