

韓国のベントナイト鉱工業

高木 哲一¹⁾・高 尚模²⁾・内藤 一樹¹⁾・朴 成完³⁾

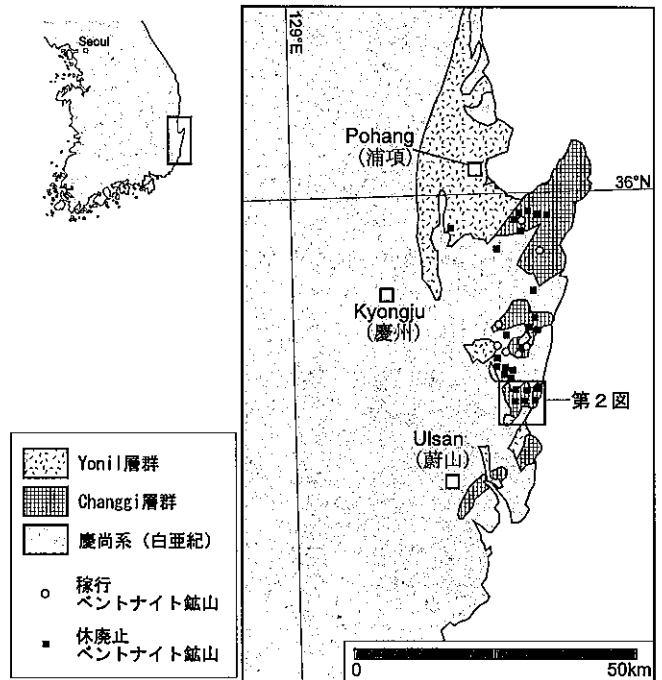
1. はじめに

ベントナイトは、モンモリロナイトを主成分とし石英・クリストバル石などを含む粘土状物質の総称である。鉱床は一般に層状・塊状を呈し、中性～珪長質なガラス質火山岩が続成作用または熱水変質作用を被り形成されると考えられている。ベントナイトには、1) 水を吸って膨潤する、2) 懸濁液が高い粘性を持つ、3) 無機物であるため安定性が高く毒性がない、という特性があり1000の用途を持つと言われるほど利用範囲が広い。これらの性質を利用して、ベントナイトは建設工事の止水材、掘削泥、鑄物砂の粘結剤、ペット用猫砂、洗剤、塗料、化粧品、薬品、農業キャリヤなどに盛んに利用されており、近代工業に不可欠な鉱物資源となっている。

韓国は、日本と並ぶアジア有数の工業国であり、多量のベントナイトが生産・消費されている。近年、韓国では産学官挙げてのベントナイト研究が盛んに行われるようになり、2000年に黄辰淵教授(釜山大)を代表とするベントナイト研究会が発足、以来各地で研究集会が活発に開催されている。筆者らは、韓国地質資源研究院(KIGAM)との共同研究により、それらの研究集会の一部に参加し、いくつかの韓国内ベントナイト鉱山・工場を訪問する機会を得た。そこで、本報告では、そこで得た情報をもとに、韓国のベントナイト鉱床および鉱工業の概要について報告したい。

2. 韓国ベントナイト鉱床の地質

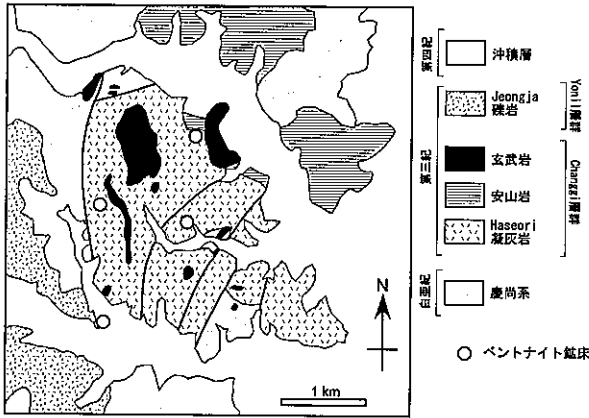
韓国のベントナイト鉱床は、日本と同じく新第三系中に賦存する(例えば、岡野, 1988)。韓国の新第三系は、日本のいわゆるグリーンタフ層に対比され、南東部の浦項(Pohang)-甘浦(Kampo)地域に局所的に分布する。これら新第三系は、長鬚(Changgi)層群とそれを不整合で覆う延日(Yonil)層群に分けられる。ベントナイト鉱床は、大部分が長鬚層



第1図 韓国の新第三系およびベントナイト鉱床の分布図。ごく小規模な新第三系堆積盆の分布域が図中で省略されているため、一部のベントナイト鉱床が慶尚系分布域に書かれているが、それらも全て新第三系中に賦存する。

1) 産総研 深部地質環境研究センター
2) 韓国地質資源研究院
3) 韓国シュードケミー社

キーワード: ベントナイト, 韓国, 鉱工業, スメクタイト



第2図 Yangnam地域の地質概略図およびベントナイト鉱床の分布 (Noh and Oh, 1994).

群の堆積岩・火砕岩中に賦存しており、浦項地区に3ヵ所、慶州(甘浦)地区に8ヵ所、蔚山地区に4ヵ所、その他の東海岸沿岸地域に3ヵ所が開発されている(第1図)。鉱体は、一般に厚さ0.5-30mの層状~レンズ状であるが、褶曲や断層により複雑な賦存形態を示す場合が多い。また、個々の新第三系堆積盆は、径数百m~十数kmと小規模で不連続に分布するため、鉱床も一般に中~小規模である。鉱床の原岩は主に凝灰質砂岩・礫岩で、安山岩類を伴うものが多い。ベントナイトはほぼ全てがCa型からなり、しばしば多量のゼオライトを伴う。

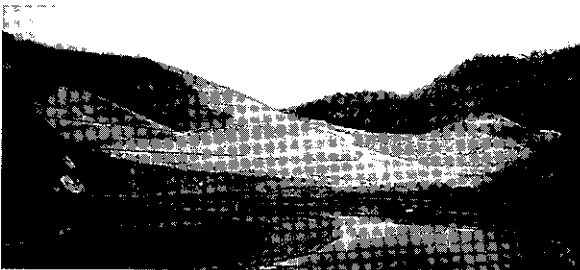
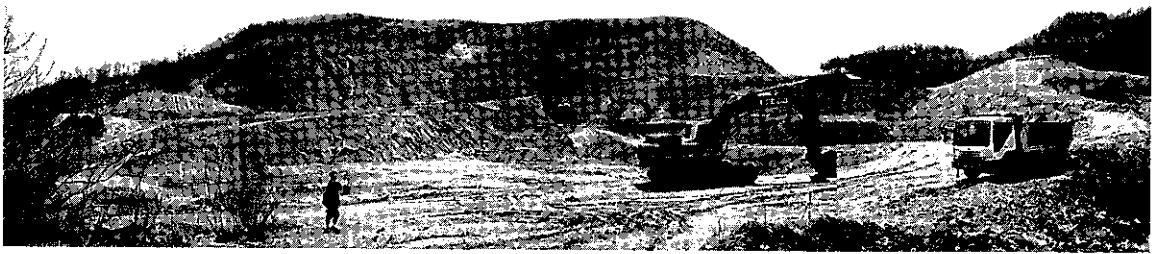


第4図 Naa鉱山新露天採掘場(2000年4月現在).

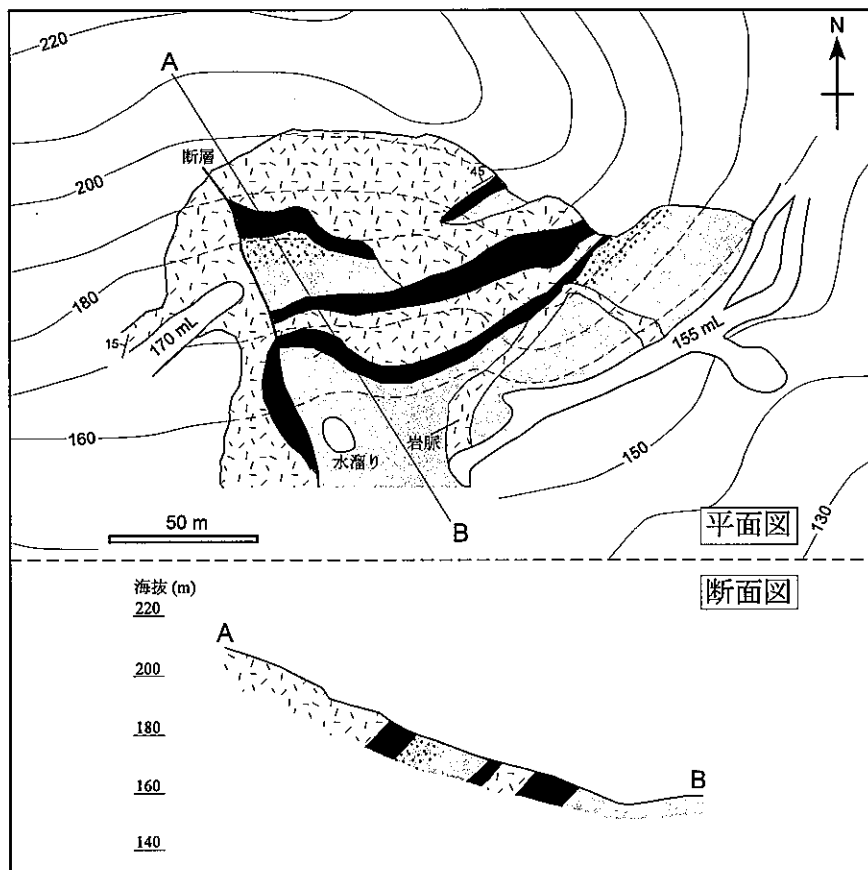
各々のベントナイト鉱床の地質に関する公表された資料は少ないが、Noh and Oh (1994)によるYangnam(陽南)地域に分布するベントナイト鉱床周辺の地質図を第2図に示す。これによると、本地域のベントナイト鉱床は、下部新第三系Haseori凝灰岩中の安山岩質ガラス質凝灰岩または火山礫凝灰岩が続成作用を被り形成されたもので、限られた層準に鉱床が発達する様子が理解される。





3. Naaベントナイト鉱床

甘浦地域内に位置するNaa(羅兒)ベントナイト鉱床は、韓国のベントナイト鉱床の中で最大級の規模を持つ。1999年訪問時には、径220m、高さ約50mの馬蹄形露天採掘場は既に終掘し埋め戻しの作業中であった(第3図)。2000年訪問時には、



第3図 (上) Naa鉱山旧露天採掘場(1999年4月現在)。既に終掘し埋め戻し作業が行われている。(下) Naa鉱山旧露天採掘場(2000年4月現在)。整地され緑地化が進められている。



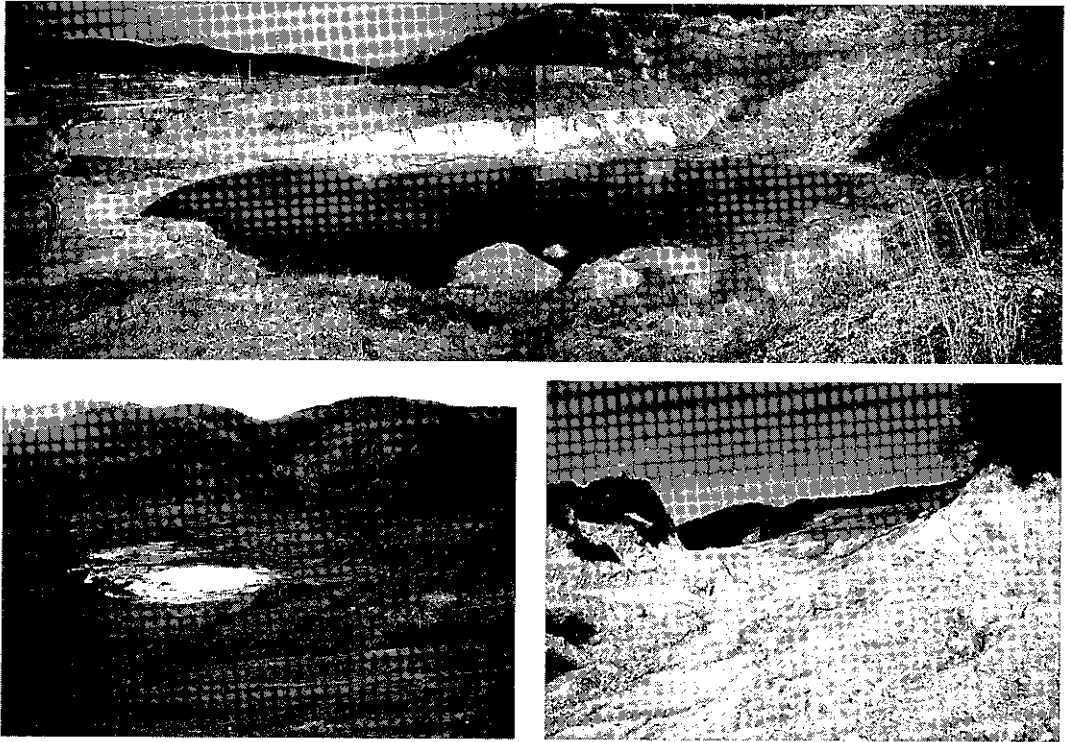
-  中～高品位ベントナイト
-  礫岩質低品位ベントナイト
-  砂礫質低品位ベントナイト
-  プロピライト質安山岩シル・岩脈

第5図
Naa鉱山新露天採掘場の平面図・断面図。筆者らがレーザー距離計とクリノメーターを用いて作成。



第6図 Naa鉱山における中品位ベントナイト層の拡大写真。砂礫を含めた全体がベントナイト化している。

旧採掘場の整地・緑地化が進められる一方で、旧鉱床の走向延長部に新たな露天採掘場が開発されていた(第4図)。鉱床は、北に約45度傾く砂質～砂礫質凝灰岩の一部がベントナイト化したもので(第5図)、鉱床は周囲にプロピライト化した安山岩シル・岩脈を密接に伴うことから、熱水変質作用により形成されたことが示唆される。全体がほぼ完全にCaベントナイト化した中～高品位部(第6図)は3層準(層厚各1～1.5m)認められ、未変質な砂礫を含む低品位部が高品位部の下位に付随する傾向がある。本採掘場は、2001年12月現在、すでに終掘しており、鉱床の走向延長部の開発が継続されている。



第7図 終掘したベントナイト鉱山。(上) Daehan鉱山：採掘跡の窪地が池になっている。(左下) JinMyong鉱山：採掘跡が広大な更地になっている。(右下) Dusan鉱山：最近まで高品位なベントナイトを生産した。

第1表 韓国内稼行ベントナイト鉱山数と生産量(韓国鉱業振興公社資料より)。

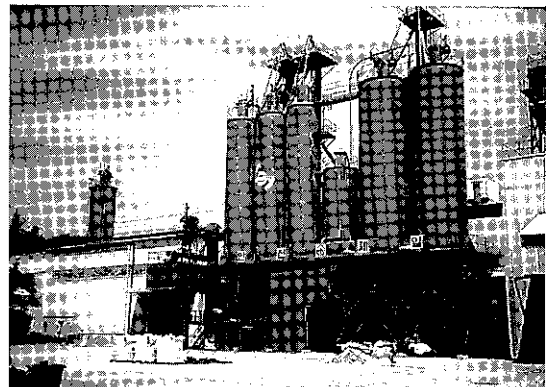
年度	1994	1995	1996	1997	1998	1999
鉱山数	12	12	17	17	11	8
生産量(ton)	121,262	66,158	93,864	142,027	59,765	103,453

4. 急がれる新鉱床探査・開発

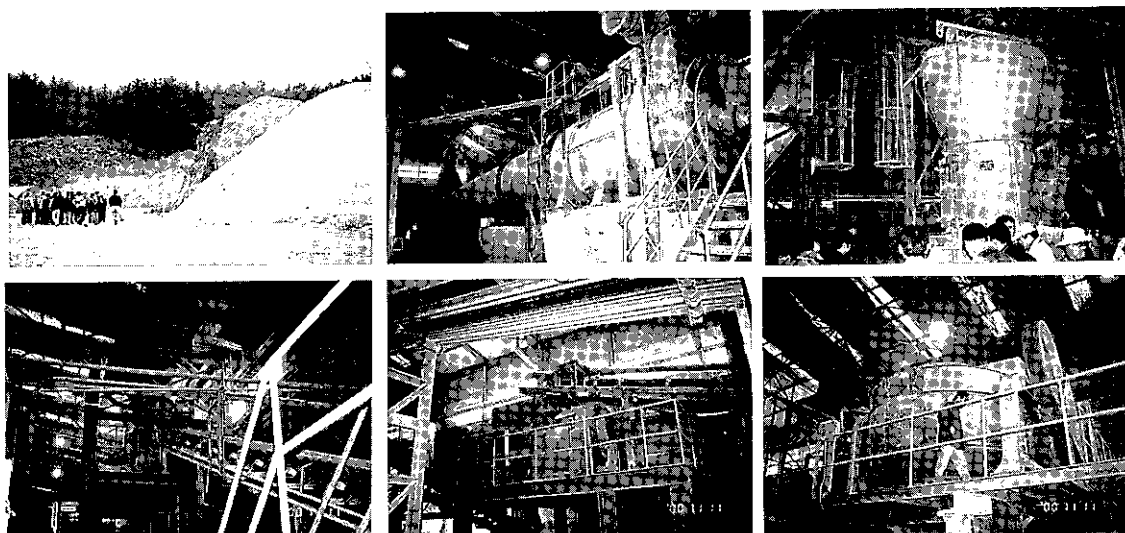
韓国のベントナイト鉱床は、個々の鉱床が中～小規模であるため、1つの採掘場の寿命が比較的短い。筆者らの調査でも、やや古い情報を頼りに採掘場を巡ったところ、既に終掘している場合が多かった(第7図)。従って、国内鉱の確保には絶え間ない新鉱床探査・開発が必要であり、韓国鉱業振興公社(KORES)を中心に試錐・踏査が精力的に進められている。しかし、国内鉱は現可採鉱量の約70%を既に終掘したと見積もられており、今後のベントナイトの安定供給には、国内鉱山のさらなる開発と共に良質な輸入鉱の安定的な確保が求められている。

5. 韓国のベントナイト工業

韓国のベントナイト生産量は年毎の変動が大きい



第8図 韓国シュードケミー社浦項工場。

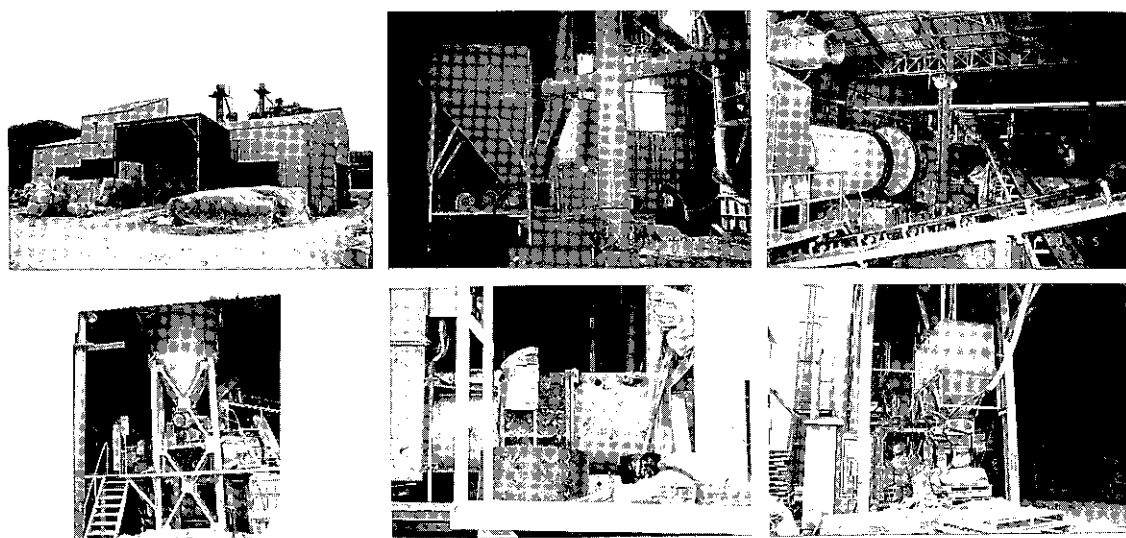


第9図 韓国シュードケミー社のベントナイト選鉱・加工設備。(左上)屋外貯鉱場：国内鉱・輸入鉱が種類別に積まれている。(中上)ロータリッドライヤー：原料を乾燥し水分を18%以下にコントロール。(右上)ローラーミル：原料を粉碎・乾燥し水分を10%程度にコントロール。(左下)アルカリ活性化ライン：原鉱に Na_2CO_3 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ を添加。(中下)エクストルーダー：スクリーとゲリルでアルカリ活性化を促進。(右下)パンミル：アルカリ活性化を促進。

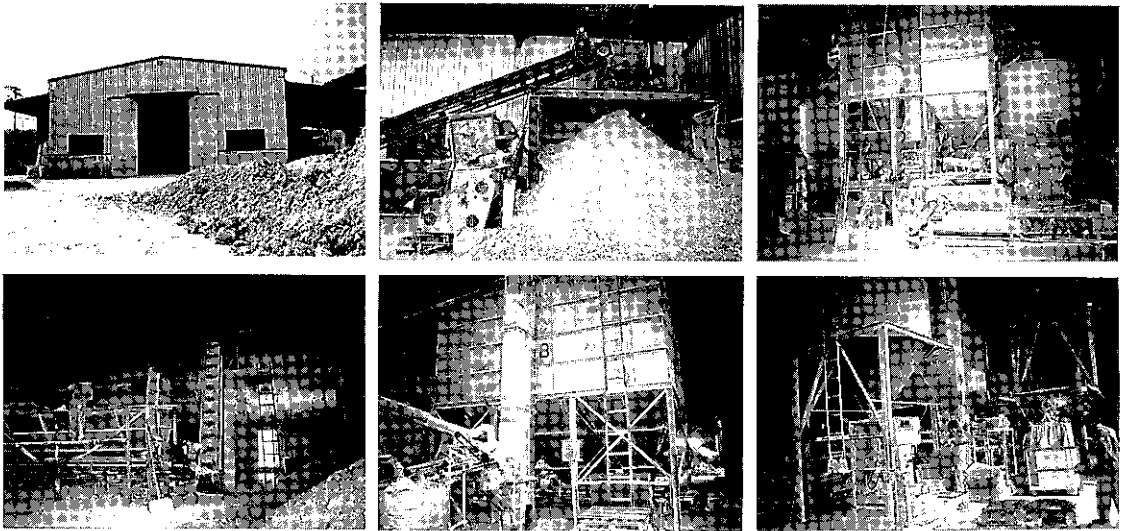
が、平均約10万トン/年であり、日本の生産量の約5分の1程度である(第1表)。このほか、酸性白土(ベントナイトが風化作用により白色化したもの)が、2~3万トン/年生産されている。近年、最も生産量の多い鉱山は、JinMyong鉱山(既に閉山)次いでOkSan鉱山で、1995-1999年間にそれぞれ146,740

トン、102,100トンを生産した(韓国鉱業振興公社資料)。

韓国内の主要ベントナイトメーカーは8社(韓国シュードケミー・東洋ベントナイト・ボルクレイコリア・東海化学・Ilseongケミカル・Boseong化学・Hanil化学・Hamchang炭素)であるが、韓国シュードケ



第10図 ボルクレイコリア社の選鉱・加工設備。(左上)選鉱・加工工場全景。(中上)レイモンドミル：原料の粉碎・乾燥。(右上)ロータリッドライヤー：原料の乾燥。(左下)アルカリ活性化ライン： Na_2CO_3 を2.5~3.5%添加。(中下)スクイザー：原料を搾りアルカリ活性化を促進。(右下)パッキング：製品の袋詰め。



第11図 東洋ベントナイト社の選鉱・加工設備。(左上)貯鉱場、(中上)クラッシャー：原料の一次粉碎、(右上)ミル：原料の粉碎・乾燥、(左下)ロータリードライヤー：原料は3日間天日で乾燥した後に本機で乾燥、(中下)サイロ：製品の貯蔵・均質化、(右下)パッキング：製品の袋詰め。

第2表 韓国国内ベントナイト工業(主要3社)の生産概要。

用途	韓国シュードケミー	ボルクレイコリア	東洋ベントナイト
鑄物用	59,000 t/y (74%)	13,000-15,000 t/y	6,000 t/y
土木用(遮水剤)	16,000 t/y (20%)		6,000 t/y
製紙産業用	3,600 t/y (4.5%) 1998年より生産開始	—	—
家畜飼料用	1,200 t/y (1.5%) 2000年より生産開始	—	—
その他の事項	輸入鉱比：10~15% 輸入先：中国、イタリア、トルコ	原料調達先： Wyoming 6,000 t/y 中国 4,000 t/y 国内 3,000-5,000 t/y	その他用途： 耐火物、ゴム充填剤 ゴム老化防止剤 顔料
総量	70,000-80,000 t/y (1995-2000)	13,000-15,000 t/y (1999)	10,000-12,000 t/y (1999)

ミー社製品が国内ベントナイト製品出荷量の約75%を占める。韓国シュードケミー社(Süd-Chemie Korea Co., Ltd.)は、シュードケミーグループ(ドイツの世界的触媒・吸着剤メーカー)傘下の企業で1985年に設立された。旧社名は韓国Industrial Minerals社で1999年に現社名に変更された。浦項市に近代的選鉱・加工場を持ち(第8, 9図)、ベントナイトのアルカリ・硫酸活性化や鑄物砂用添加剤などの研究開発も盛んに行っている。原鉱は、前述のNaa鉱山産をはじめとする国内鉱に加えて中国、トルコ、イタリアなどから盛んに輸入してい

る。業界2位のボルクレイコリア社(Volclay Korea Ltd.)は米国AMCOL International社(世界的工業原料鉱物メーカー)傘下の企業で、1998年にDaekwang化学を吸収合併し韓国に本格的に進出した(第10図)。ベントナイト鉱は、国内鉱のほかアメリカワイオミング・中国から輸入している。業界3位の東洋ベントナイト社(Dongyang Bentonite

Co., Ltd.)は、国内資本のベントナイトメーカーとしては最も長い歴史を持つ(第11図)。当社は1967年に東洋黒鉛製造社として操業を開始し、1970年よりベントナイト製造を開始、1980年に東洋ベントナイト社に社名を変更した。現在甘浦地区の5鉱区から原鉱を供給している。原鉱採掘から加工・販売まで自社系列企業で行うことができるベントナイトメーカーは、上記の3社のみである。第2表に上記3社の概要を示した。東海化学は酸性白土を主な原料とするメーカーで、近年約2万トン/年の酸性白土製品を加工・販売している。酸性白土を扱

メーカーとしては、このほかSamhwa化学と数社の窯業・セラミック関係企業が存在する。

6. これからの韓国ベントナイト鉱工業

最近の長期的景気低迷の影響もあり、日本のみならず韓国でも鋳物・土木用ベントナイトの大幅な需要増は当面期待できない。一方、世界的な流れであるベントナイトの環境汚染防止剤、廃水浄化剤としての需要は長期的には増加すると予想される。また、ベントナイトを含むスメクタイト産業は、様々な樹脂とのナノコンポジットやピラードクレーなどの新材料技術によりハイテク産業化しつつあり新たな用途が着実に拡大している(例えば、岩崎, 1992)。今後の韓国ベントナイト工業の発展には、当面の原料確保の問題を克服しつつ、これらの新技術に積極的に対応し製品の高付加価値化を進めていくことが不可欠であろう。これからのベントナイト研究会の活動による研究成果が期待される。また、韓国では日本のベントナイト工業が持つ高い技術力にも大きな関心を持っているが、韓国側企業が主に欧米系巨大企業の傘下であり一部で日本企業と競合関係にもあることから、今日まで両国の産業界レベルでの技術交流や人的交流はほとんど行われてこなかった。そこで、2001年9月より韓国地質資源研究院と産業技術総合研究所との間でベントナイ

ト資源の成因と利用に関する国際共同研究(3ヵ年計画)が開始され、まず両国の国立研究所レベルでの技術交流・人的交流を活性化させる目論みがなされている。本共同研究が、両国のベントナイト工業の発展に寄与し、さらにその研究成果が世界をリードする新技術開発につながることを期待したい。

謝辞: 韓国内のベントナイト鉱床調査にあたり、韓国地質資源研究院の金裕淑国際協力室長、全希永地質研究部長(当時)には様々な便宜を図っていただいた。ここに記して感謝申し上げます。

文 献

- 岩崎孝志(1992): スメクタイトとゼオライト。資源地質特別号, 13, 143-150.
- Noh Jin-Hwan and Oh Sung-Jin (1994): Geochemistry and mineral paragenesis of bentonite from the Tertiary formation in Yangnam area. J. Miner. Soc. Korea, vol.7, 111-127 (in Korean with English abstract).
- 岡野武雄(1988): 韓国の非金属鉱物資源(2)。地質ニュース, no.403, 40-54.

TAKAGI Tetsuichi, KOH Sang-Mo, NAITO Kazuki and PARK Seong-Wan (2002): Mining and Industries of bentonite in Korea.

< 受付: 2001年12月14日 >