

## 국내 장식 자원의 특성 및 현황

김대업\* · 이한영

한국지질자원연구원 지질연구부(kdo@kigam.re.kr)

### 요약

최근 급속한 첨단산업의 발전과 더불어 각분야에서 신소재 개발등의 연구가 활발히 진행되고 있어 비금속 자원은 그 수요가 점차 증가하는 추세에 있다. 여러 비금속 자원중 장식은 세라믹, 법랑, 타일, 유약용 등의 요업원료와 유리, 용접봉, 플라스틱, 페인트, 카리비료등 무기 재료 공업원료로 다양하게 사용되고 있는 비금속자원 이다. 2001년도 우리나라 장식 생산량은 389,361톤 (2001년도 광산물 수급현황, 2002, 5, 산업자원부)이며 매장량은 41,470,000톤 (2001년도 광산물 수급현황, 2002,5,산업자원부)이며 전국적으로 등록된 장식 광구수는 811개에 개발광산은 69개 이른다. 이상의 예를 보면 막대한 양의 매장량과 장식 광산이 알려져 있지만 실제 연중 가행 광산은 10개 광산 미만이며 영세한 상태로 체계적인 개발이 이루어지지 못하고 있다. 이런 문제점을 해소하고 장식 자원의 확보 및 안정적 공급을 위하여 장식의 정의, 용도, 품질요건, 부존, 산출상태, 가행광산현황 및 장식자원현황등을 규명하여 장식광산의 향후 개발대책 및 고부가가치화에 필요한 자료를 제공하고자 한다.

### 장식의 정의

장식은 국내광업법상 법정광물로 규정되어 있는 주요산업광물 이다. 장식류는 석영, 운모와 더불어 암석을 구성하는 대표적인 조암광물로서 화성암의 경우 조암광물 중 약 60%는 장식으로 구성되고 있다. 그러나 장식 광상은 장식 자체만으로 형성되어 있는 경우는 드물고 페그마타이트(Pegmatite), 반상화강암(Porphyritic Granite), 우백질화강암(Leucocratic Granite), 반화강암(Aplite)의 조암광물로서 광상을 형성하고 석영과 운모가 수반되는 경우가 많다. 산출되는 장식은 대부분이 칼리장석과 소다장석이며 이들 장석이 혼합된 알칼리장석계로서 산출되기도 한다.

대표적인 장식 광물에는 정장석(Orthoclase), 조장석(Albite), 회장석(Anorthite) 등이 있으며 화학조성에 따라서는 칼륨(K)을 함유하는 칼리장석과 나트륨(Na)을 함유하는 소다장석으로 구분되며 이들을 총칭하여 알칼리장석이라고 부른다.

일반적으로 칼리장석에는 정장석, 미사장석, 퍼사이트가 해당되고 소다장석은 조장석이 대종을 이룬다.

장식류는 정장석(Orthoclase,  $KAlSi_3O_8$ ), 미사장석(Microcline,  $KAlSi_3O_8$ ), 퍼사이트(Perthite) 등과 사장석 계열(Plagioclase series)로 나누어진다. 정장석은 가장 흔한 조

암광물의 하나로 각종 화성암, 특히 화강암, 사이어나이트, 네펠린사이어나이트, 페그마타이트 및 아코스사암등에 풍부히 포함된다. 주로 석영, 백운모 알바이트와 수반된다. 색상은 유리광택으로 무색, 백색, 회백색을 띠는 것도 있으나 담홍색이며 변종으로 애둘라리아(Adularia), 월장석(Moon stone), 사니딘(Sanidine)등이 있다.

미사장석의 산출상태는 정장석의 경우와 마찬가지로이며 서로 공생하기도 한다. 색상은 유리광택으로 백색 내지 담황색이며 드물게 적색을 띠기도 한다.

퍼사이트(Perthite)는 정장석이나 미사장석에 조장석(Albite)이나 소다질사장석(Sodic plagioclase)이 인터그로우스(Intergrowth)됨으로서 퍼사이트가 이루어진다. 이 인터그로우스는 크게 두 개의 형태로 구분되어진다. 즉, 용리퍼사이트(Exsolution Perthite)와 교대퍼사이트(Replacement Perthite)로 나누어지고 용리퍼사이트는 사장석이 인터그로우스된 형태에 따라 여러 가지로 분류되고 있는데 스트링상(String), 룯드(Rods)상 브레이드(Braid)상 대(Zoned)상 맥(Vein)상 패치(Patch)상등의 형태를 나타낸다.

사장석은 조암광물로서 칼리장석보다 더 광범위하게 분포되는 광물이다.

사장석은 화성암, 변성암 드물게는 퇴적암에도 나타난다. 사장석 계열은 화성암의 분류에 있어서 한 기준이 된다. 즉 산성암일수록 알카리장석(알바이트)이 많이 포함되며 염기성암일수록 사장석이 많이 포함된다. 즉 조장석(Albite), 회조장석(Oligoclase), 중성장석(Andesine), 조회장석(Labradorite), 아회장석(Bytownite), 회장석(Anorthite) 등 6개로 분류되고 있다.

이들 조장석(Na장석)과 회장석(Ca) 사이에는 완전한 연속혼정관계가 있으며 이들은 Ab와 An의 상호함몰에 따라 구분된다. 화학성분상으로는 K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, CaO, BaO 등의 성분이 수반조성됨에 따라 칼리, 소다, 회, 바륨장석 등으로 구분하고 있다. 대표적 장석광물의 이론적인 화학조성과 물성은 표1과 같다. 천연상으로 산출되는 장석은 상기표와 같은 순수한 것은 매우 드물고, 칼리성분이 일부 소다성분으로, 소다성분이 일부 칼리성분으로 치환되어 있다.

표 1. 대표적 장석광물의 종류 및 물성

| 광물    |      |      | 화학조성(%)          |                   |      |                                |                  | 비중        | 강도    | 용융온도  |
|-------|------|------|------------------|-------------------|------|--------------------------------|------------------|-----------|-------|-------|
|       |      |      | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | CaO  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> |           |       |       |
| 알카리장석 | 칼리장석 | 정장석  | 16.9             | -                 | -    | 18.4                           | 64.7             | 2.4-2.6   | 6     | 1,220 |
|       |      | 미사장석 | 16.9             | -                 | -    | 18.4                           | 64.7             | 2.54-2.57 | 6-7.5 | 1,220 |
|       | 소다장석 | 조장석  | -                | 11.8              | -    | 19.4                           | 68.8             | 2.5-2.7   | 6-6.5 | 1,100 |
| 회장석   |      |      | -                | -                 | 20.1 | 36.6                           | 43.3             | 2.6-2.7   | 6-6.5 | 1,552 |

## 장석의 용도 및 품질요건

장석의 용도는 이용 목적에 따라서 3가지로 구분할 수 있다. 첫째는 장석의 물리적 특성을 이용하는 것으로 ① 용융온도가 낮은 특성을 이용하는 용제로서의 용도와 ② 용융물의 점성이 크고 결정화하기 어려운 특성을 이용하는 점결제로서의 용도이다. ①의 용도는 도자기의 소지 및 유약용과 범랑칠기의 유약용이며, ②의 용도는 연삭제, 연마제, 내화벽돌의 결합제용과 유리섬유, 용접봉의 용착결합제용이 있다.

둘째는 장석의 화학 성분을 이용하는 것으로서 ① 장석의 진성분을 이용 목적으로 하는 용도와 ② 특정성분만을 이용 목적으로 하는 용도가 있다. ①에는 판유리, 병유리, 관유리 등 유리제품용이며 ②에는 칼리성분의 추출용 또는 가용성 칼리비료의 제조용이다.

셋째는 분체로서의 특성을 이용하는 것으로 고무, 페인트, 플라스틱의 충전제로서의 용도가 있으나 아직 국내에서는 조사된 바가 없다. 장석의 특성을 평가함에 있어 화학 성분을 주이용 목적으로 하는 경우는 화학성분 분석결과로부터 유용성분과 유해성분의 함유량을 기준하여 품질을 비교적 쉽게 판정할 수 있다. 그러나 장석을 물리적성상을 주 이용목적으로 하는 경우는 화학성분 외에 용융온도, 용융물의 점도, 내화도, 소성백색도, 투광성, 다른 원료와의 반응성, 유리상의 열팽창을 등도 고려하여야 함으로 특성의 평가가 용이치 않고 또 품질도 일률적으로 설명되지 않는다.

따라서 장석의 특성상 동일용도에서도 수요업체에 따른 품질요건이 다소 상이하므로 본 보고서에서는 일반적인 정석의 등급기준과 품질요건 그리고 실제수요업체에 납품되는 광산물의 품질현황을 표2, 표3, 표4에 제시하였다.

표 2. 장석의 등급기준(자료 : 요업기술원)

| 구분/항목 | K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O(%) | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 내화도 (#) | 비고                            |
|-------|---|--------------------------------|---------|-------------------------------|
| 특급    | 12이상                                    | 0.20이하                         | 8이하     | 기타 특성은 당사자간의 협정에 의하여 정할 수 있음. |
| 1급    | 11이상                                    | 0.35이하                         | 9이하     |                               |
| 2급    | 10이상                                    | 0.50이하                         | 10이하    |                               |
| 3급    | 7이상                                     | 0.65이하                         | 11이하    |                               |

표 3. 유리 공업용 장석의 품질 현황표(자료: 광업진흥공사)

| 제품별   | 품질요건             |                                |                                |                  |                   |              | 비고         |
|-------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-------------------|--------------|------------|
|       | 화학적 성질 (%)       |                                |                                |                  |                   | 물리적 성질<br>입도 |            |
|       | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O |              |            |
| 판유리용  | 66±3             | 18±3                           | 0.15이하                         | 10이상             |                   | 30-100Mesh   |            |
| 병유리용  | 66±3             | 18±3                           | 0.15이하                         | 10이상             |                   | 30-100Mesh   | 주로 소다장석 사용 |
| 브라운판용 | 69               | 17이상                           | 0.13이하                         | 11이상             |                   |              | 칼리장석 사용    |

표 4. 도자기용 장식의 품질 현황표

| 구분       | 화 학 조 성 (%)      |                                |                 |                  |                   |                                |                  | 광 물 조 성          |                |               |             | 비고       |                      |
|----------|------------------|--------------------------------|-----------------|------------------|-------------------|--------------------------------|------------------|------------------|----------------|---------------|-------------|----------|----------------------|
|          | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | RO              | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Ig. loss         | 장석               | 석영             | 견운모           | 카오린         |          |                      |
| 식기 및 노벨티 | 칼리 장식 (A)        | 64-67<br>(66)                  | 17-20<br>(18)   | 0.3이하            | 10-13<br>(12)     | 2.5-4.5<br>(3)                 | 0.1<br>내외        | 0.3-0.8<br>(0.5) | 90-100<br>(95) | 0-10<br>(5)   | 0-5<br>T    |          | 계북, 정송, 청암 등         |
|          | 칼리 장식 (A')       | 68-74<br>(71)                  | 14-17<br>(15.5) | 0.2-1.5<br>(0.6) | 7-9<br>(8)        | 2.5-4<br>(3)                   | 0.2<br>내외        | 0.3-1.9<br>(1)   | 70-90<br>(80)  | 5-30<br>(20)  | 0-5<br>T    | 0-5<br>T | 황지, 공주, 정송, 청암 등     |
|          | 소다 장식 (B)        | 66-70<br>(69)                  | 16-20<br>(18)   | 0.2-0.9<br>(0.6) | 0.5-3<br>(2)      | 7-10<br>(8.5)                  | 0.1-0.3<br>(0.2) | 0.6-2<br>(1)     | 80-95<br>(85)  | 5-15<br>(10)  | 0-10<br>(5) |          | 안양, 월성               |
|          | 소다 장식 (B')       | 70-76<br>(73)                  | 14-18<br>(16)   | 0.3내외            | 2.5-3.7<br>(3.2)  | 6-8<br>(7)                     | 0.1-0.3<br>(0.2) | 0.2-1.2<br>(0.6) | 70-85<br>(75)  | 15-25<br>(20) | 0-10<br>(5) |          | 부여, 무주, 충남 등         |
|          | 칼리 소다 장식 (C)     | 74-78<br>(76)                  | 12-15<br>(13.5) | 0.3-0.7<br>(0.5) | 4-7<br>(5)        | 3-4<br>(3.5)                   | 0.2-0.5<br>(0.3) | 0.5-1.7<br>(1)   | 55-65<br>(60)  | 30-40<br>(35) | 0-10<br>(5) |          | 현동, 백산, 당진, 가곡 등     |
|          | 칼리 소다 장식 (D)     | 76-79<br>(78)                  | 11-14<br>(13)   | 1.5내외            | 3-5<br>(4)        | 3내외                            | 0.2              | 0.4내외            | 55-65<br>(60)  | 35-45<br>(40) | T           |          |                      |
| 위생도기     |                  |                                |                 |                  |                   | 0.4-0.7<br>(0.5)               |                  |                  |                |               |             |          | 충남, 당진, 송산 등         |
| 타일       | (C)              | 74-78<br>(76)                  | 12-15<br>(13.5) | 0.3-1.0<br>(0.5) | 4-6<br>(4.5)      | 2.5-4.5<br>(3.5)               | 0.2-1<br>(0.5)   | 1-2.5<br>(1.5)   | 45-60<br>(55)  | 30-40<br>(35) | 0-10<br>(5) |          | 당진, 가곡, 풍진, 충주, 백산 등 |
|          | 소다 장식 (B')       | 75-78<br>(76.5)                | 12-15<br>(14)   | 0.5내외            | 0.5-1.5<br>(1)    | 0.5-1.5<br>(1)                 | 0.3-1<br>(0.5)   | 0.8-1.6<br>(1.2) | 50-70<br>(60)  | 30-40<br>(35) | 0-10<br>(5) |          | 한진 등                 |

(자료: 광업진흥공사)

## 장석광상의 부존 및 산출상태

국내 장석광은 전국에 걸쳐 광범위하게 분포하고 있으나 대부분 대보화강암 및 불국사화강암 등의 관입암체나 그 주변 변성암에 주로 부존되어 있다. 이들 장석광상을 유형별로 분류하면 화성기원, 열수기원, 동력변성기원, 풍화잔류기원 등으로 대별할 수 있다.

화성기원광상으로는 페그마타이트형광상, 우백화강암형광상, 반화강암형광상, 산성암맥(장석맥), 규장암질형광상 및 화산암류형광상 등이 있다.

페그마타이트 유형의 장석광상은 맥상 혹은 포켓상으로 발달하는 것이 일반적이며 전국각지에 산재한다. 주요 산출지는 무주, 진안, 장수, 금화, 안동, 영주, 운천 일대에 주로 분포한다. 이들은 고품위 카리장석으로 주로 석영과 공생하며 백운모, 전기석을 함유하고 있는것이 일반적이다.

우백화강암 유형의 장석광상은 이차적인 열수교대작용으로 장석이 부화된 부분과 우백질화강암 중 장석부화대가 가행대상이며 주요산출지는 충남 당진, 부여, 전남 순천 등지에 분포하며  $K_2O$  성분과  $Na_2O$ 성분이 비슷하게 나타난다.

이들은 사장석, 피사이트, 정장석 등의 장석류와 백운모, 석영, 석류석 등의 광물을 수반한다.

반화강암, 산성암맥(장석맥), 규장암 및 화산암 유형의 장석광상은 맥상 내지 포켓상으로 장석이 배태되나 대부분 소규모이거나 품위가 낮은 경향을 보여 경제성 있는 광상을 형성하지 못하고 있다. 그 중 산성암맥 및 규장암질형 장석광상으로 채광되고 있는 장석광상은 강원도의 원동광산과 삼부광산 정도이다.

열수기원 광상은 대체로  $Na_2O$ 성분이  $K_2O$ 성분보다 높은 소다장석으로 경기도 안양, 삼양, 충남 한진 광산 등이 대표적인 열수기원 광상으로 이들 광산의 일부 또는 전부가 열수교대로 형성된 장석광산이다.

열수기원 광상은 상당부분 화성기원 광상의 우백화강암질 장석 유형과 공존하고 있다.

동력변성 기원의 장석 광상은 화강편마암 중의 반상변정편마암과 페그마티틱 미그마타이트(Pegmatitic migmatite) 및 석영장석질 편마암 에서 장석우세 부분이 발달된다. 장석 우세부분은 그후 수차례의 변성과정에서 장석 및 석영이 유동성을 갖게되어 장석이 농집되고 부화되는 과정을 거친다. 이렇게 형성된 광상이 동력변성 광상이다.

상기 유형의 장석광상은 강원도 영월일대, 경북 영풍군 부석면, 단산면 일대 및 안동시 서후면 북후면 일대에 대부분 분포하고 있다.

'풍화잔류기원 광상은 충북제천일대에 분포하는 제천화강암체와 충북옥천일대에 분포하는 청산화강암체의 반상화강암이 풍화되어 잔류된 장석반정을 대상으로 하는 장석광상이다. 반상화강암체 내에는 단경 1-3cm, 장경 3-8cm의 카리장석반정이 암석내에 20-30% 함유되어 있다. 본 암석의 기질부는 풍화되어 토양화되었으나, 장석반정은 미풍화잔류되어 기계적 분리가 가능하다. 이상의 여러 장석광상 유형 중 규모가 큰 광상은

화성기원의 우백질화강암형 광상, 동력변성기원형 광상 및 풍화잔류형 광상으로 앞으로 체계적인 개발이 기대된다. 국내 장식광상의 산상별 특성을 요약하면 표5와 같다.

표 5. 국내 장식 광상의 유형별 구분

| 유형     | 암석                                   | 특 성  | 대표적인 국내광산  |
|--------|--------------------------------------|--|--|
| 화성기원   | 페그마타이트                               | 품위는 양호하나 규모가 작음. 석영과 공존하는 경우가 많음. 고품위 카리장석 산출.   | 전북무주 대유, 영우 광산<br>전북 장수 영동 광산<br>※대부분 채진 되었음                           |
|        | 우백화강암                                | 저품위 이나 매장량 풍부, 일부를 제외하고는 선광필요.<br>$K_2O$ 와 $Na_2O$ 성분이 비슷하게 나타남<br>광상성인①열수교대 작용<br>②우백질 화강암 장식 부화대 | 충남 당진, 당진장석광산<br>충남 부여, 부여장석광산<br>전남 순천, 보진, 협진 장석광산                   |
|        | 반화강암(맥)                              | 저품위 이며 규모가 다양함.<br>일부를 제외하고는 선광필요.   | 현재 개발 광산 없음  |
|        | 산성암 맥 (장석맥)                          | 양질의 장석광을 형성하나 산출이 드문편임.  | 강원도 태백 원동장석광산<br>휴광상태, 거의 채진되었음  |
|        | 규장암                                  | 비교적 매장량이 많으나 저품위임.   | 강원도 삼척 삼부광산<br>폐광 상태   |
|        | 화산암                                  | 저품위 이며 산출이 드문편임.   | 현재 개발 광산 없음  |
| 동력변성기원 | 반상변정 편마암, 페그마타이트, 미그마타이트 및 석영장석질 편마암 | 저품위 이나 매장량 풍부, 대부분 선광 요함.<br>우백질 편마암으로 보임.<br>(안동 장석)  | 강원도 영월 일대(소백산 주변부), 경북 영주시 부석면 일대, 경북 안동시 서후면 북후면일대에 분포<br>현재 개발 광산 없음 |
| 열수기원   | 우백화강암                                | 중품위 이며 매장량은 비교적 소규모임, 화성기원의 우백화강암 유형보다는 변질도가 높음.<br>맥상형태로 나타나기도 하며 소다 장석이 주로 산출됨.                  | 경기도 안양시, 안양 삼양 장석광산<br>충남 당진군, 한진<br>충남 광산<br>※안양 일대는 거의 채진상태          |
| 풍화잔류기원 | 반상화강암                                | 풍화잔류된 장석반정을 대상으로함.<br>반정의 품위는 고품위임.<br>대규모 카리 장석 광산임.  | 충북 옥천, 신장, 청산 광산<br>충북 제천, 봉정 장석 광산                                    |

### 국내 가행 장식 광산현황

현재 산업자원부에 생산 실적 보고가 올라오는 가행광상은 69개 이나 이중 생산량 상위10개 정도의 광산을 제외한 대부분의 광산은 거의 휴광이나 폐광상태이다. 69개광산중 문경에 소재한 고모치 광산을 비롯한 몇 개 광산은 홍색화강암을 대상으로 석재

를 개발하고 있으며 경기도 일대의 몇 개 광산은 골재로 개발하고 있는 상태이다. 2001, 12 월 기준 생산 실적별 장석 가행 광산은 다음 표6과 같다.

표 6. 국내 가행 장석 광산 (2001, 12)

| 광<br>종<br>류 | 순<br>서 | 광산명      | 소재지       | 1997  | 1998  | 1999   | 2000<br>(A) | 2001<br>(B) | 증감율<br>B/A<br>(%) |
|-------------|--------|----------|-----------|-------|-------|--------|-------------|-------------|-------------------|
| 장<br>석      | 1      | 신장       | 충북 옥천 청성  | 52802 | 62501 | 81841  | 52356       | 52405       |                   |
|             | 2      | 신장제2     | 충북 옥천 청성  | 0     | 0     | 31440  | 52250       | 49634       | 0.1               |
|             | 3      | 우신       | 강원 강릉 옥계  | 39900 | 21150 | 29200  | 35200       | 36400       | -5.               |
|             | 4      | 봉성제2     | 충북 제천 봉양  | 0     | 0     | 0      | 0           | 36400       | 3.4               |
|             | 5      | 보전       | 전남 순천 황전  | 7850  | 9300  | 10147  | 28605       | 33500       |                   |
|             | 6      | 협진장석     | 전남 순천 승주  | 14331 | 14454 | 20986  | 24075       | 32284       | 17.1              |
|             | 7      | 부여       | 충남 부여 장암  | 25320 | 17181 | 20469  | 25050       | 27650       | 34.1              |
|             | 8      | 봉정-제천장석  | 충북 제천 봉양  | 21100 | 16900 | 113280 | 8100        | 20300       | 10.4              |
|             | 9      | 풍진-당진    | 충남 당진 송산  | 28595 | 17510 | 16375  | 19668       | 16695       | 150.6             |
|             | 10     | 광성       | 울산 울주 두서  | 320   | 860   | 9600   | 830         | 10580       | -15.1             |
|             | 11     | 지가       | 경북 포항 기계  | 0     | 0     | 2360   | 4210        | 10530       | 1174.7            |
|             | 12     | 청산장석     | 충북 옥천 청산  | 20495 | 7987  | 8994   | 8870        | 9300        | 150.1             |
|             | 13     | 동원소재-둔포  | 충남 아산 둔포  | 0     | 0     | 4270   | 1550        | 9070        | 4.8               |
|             | 14     | 백산장석     | 강원 영월 수주  | 3400  | 2450  | 4250   | 7100        | 7300        | 485.2             |
|             | 15     | 대일       | 충남 청양 청양  | 394   | 0     | 0      | 7730        | 6300        | 2.8               |
|             | 16     | 현동장석     | 경북 울진 서   | 4022  | 1641  | 4122   | 2803        | 4328        | -18.5             |
|             | 17     | 동원       | 경기 여주 점동  | 0     | 0     | 0      | 0           | 4200        | 54.4              |
|             | 18     | 고모치      | 경북 문경 농암  | 2179  | 2596  | 3030   | 5599        | 3857        |                   |
|             | 19     | 명덕       | 전북 장수 장계  | 0     | 0     | 500    | 0           | 3023        | -13.1             |
|             | 20     | 청남장석     | 충남 당진 고대  | 3120  | 1150  | 3930   | 2920        | 2740        |                   |
|             | 21     | 금곡장석     | 경기 남양주 진접 |       |       |        |             | 270         | -6.2              |
|             | 22     | 남성       | 경남 창원 북   | 0     | 172   | 728    | 9840        | 1955        |                   |
|             | 23     | 도립       | 경남 함양 안의  | 1010  | 820   | 1390   | 949         | 1198        | -80.1             |
|             | 24     | 소백       | 충북 단양 대강  | 0     | 0     | 0      | 0           | 950         | 26.2              |
|             | 25     | 대풍       | 경북 안동 풍산  | 0     | 871   | 696    | 1085        | 937         |                   |
|             | 26     | 양남장석     | 경북 경주 양남  | 10987 | 2820  | 2631   | 1203        | 912         | -13.6             |
|             | 27     | 중리장석     | 경북 김천 조마  | 335   | 4500  | 0      | 0           | 770         | -24.2             |
|             | 28     | 세진       | 경북 문경 동로  | 0     | 0     | 484    | 230         | 765         |                   |
|             | 29     | 대덕       | 경북 김천 대덕  | 0     | 0     | 0      | 350         | 670         | 232.6             |
|             | 30     | (주)에스엔에스 | 전남 순천 황전  | 400   | 0     | 0      | 0           | 500         | 91.4              |
|             | 31     | 영동       | 전북 장수 장계  | 0     | 0     | 0      | 41          | 365         |                   |
|             | 32     | 광회       | 경북 울진 서   | 150   | 0     | 0      | 0           | 330         |                   |
|             | 33     | 삼척       | 강원 삼척 원덕  | 0     | 6000  | 9200   | 0           | 300         |                   |

국내 장식 자원의 특성 및 현황  
 김대업 · 이한영

|    |       |          |        |        |        |        |        |       |
|----|-------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 34 | 도토리   | 충북 옥천 청성 | 500    | 200    | 0      | 0      | 260    |       |
| 35 | 영남실업  | 충북 옥천 영동 | 0      | 0      | 0      | 420    | 150    |       |
| 36 | 한국운모  | 전북 남원 금지 | 104    | 70     | 95     | 160    | 56     | 790.2 |
| 37 | 봉화도장석 | 경북 봉화 봉화 | 0      | 0      | 227    | 14     | 40     |       |
| 38 | 영주    | 경북 영주 이산 | 61     | 45     | 29     | 22     | 7      |       |
| 39 | 승우    | 충북 제천 봉양 | 2100   | 5440   | 14955  | 11175  | 0      |       |
| 40 | 원경    | 경북 문경 가은 | 28200  | 14787  | 12543  | 9416   | 0      | -64.3 |
| 41 | 신광    | 전북 진안 백운 | 19297  | 7000   | 4500   | 4200   | 0      | -65.  |
| 42 | 남신    | 전북 남원 고죽 | 0      | 3000   | 0      | 3500   | 0      | 185.7 |
| 43 | 덕산    | 경북 안동 풍산 | 0      | 6300   | 1350   | 400    | 0      | -68.2 |
| 44 | 영우    | 전북 무주 적상 | 675    | 0      | 0      | 250    | 0      |       |
| 45 | 안양장석  | 경기 안양 석수 | 600    | 340    | 360    | 120    | 0      |       |
| 46 | 대륙    | 경북 봉화 법전 | 0      | 0      | 310    | 70     | 0      |       |
| 47 | 광풍    | 경북 울진 서  | 100    | 0      | 0      | 47     | 0      |       |
| 48 | 인제    | 강원 인제 인제 | 0      | 108    | 0      | 10     | 0      |       |
| 49 | 삼정-한진 | 충남 당진 송악 | 23600  | 10350  | 1503   | 0      | 0      |       |
| 50 | 남양    | 경기 용인 기흥 | 660    | 585    | 890    | 0      | 0      |       |
| 51 | 금음    | 경북 울진 후포 | 536    | 5      | 854    | 0      | 0      |       |
| 52 | 대륙    | 강원 평창 도암 | 0      | 0      | 180    | 0      | 0      |       |
| 53 | 동보    | 강원 삼척 하장 | 0      | 0      | 55     | 0      | 0      |       |
| 54 | 삼양    | 경기 포천 관인 | 7500   | 9150   | 0      | 0      | 0      |       |
| 55 | 영주장석  | 경북 영주 부석 | 175    | 130    | 0      | 0      | 0      |       |
| 56 | 봉재    | 경기 양주 은현 | 210    | 60     | 0      | 0      | 0      |       |
| 57 | 조광    | 강원 태백 원  | 0      | 60     | 0      | 0      | 0      |       |
| 58 | 대광    | 충북 제천 봉양 | 14350  | 0      | 0      | 0      | 0      |       |
| 59 | 대천    | 충남 보령 청라 | 3000   | 0      | 0      | 0      | 0      |       |
| 60 | 삼죽    | 경기 안성 삼죽 | 1320   | 0      | 0      | 0      | 0      |       |
| 61 | 금릉장석  | 경북 김천 조마 | 500    | 0      | 0      | 0      | 0      |       |
| 62 | 전곡    | 경북 울진 서  | 300    | 0      | 0      | 0      | 0      |       |
| 63 | 좌석    | 경북 영주 단산 | 280    | 0      | 0      | 0      | 0      |       |
| 64 | 여주장석  | 경기 여주 대신 | 200    | 0      | 0      | 0      | 0      |       |
| 65 | 동성장석  | 경북 구미 선산 | 40     | 0      | 0      | 0      | 0      |       |
| 66 | 원동    | 강원 태백 원  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |       |
| 67 | 대유    | 전북 진안 동향 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |       |
| 68 | 월현장석  | 충남 홍성 홍동 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |       |
| 69 | 신석    | 충남 당진 당진 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |       |
| 합계 |       |          | 341018 | 248493 | 409334 | 330417 | 389361 | 17.8  |

## 장석 자원의 현황 및 향후 개발 대책

### 1. 장석 자원의 현황

국내 장석 자원의 현황은 매장량, 생산활동분석, 생산 규모별 광산수, 상위가행광산 생산실적, 수출입실적 및 장석 용도별 판매가격 등의 순서로 기술하였다.

#### ① 매 장 량

표 7. 국내 장석 매장량 현황(자료 : 산업자원부) (단위: 천톤)

| 도  | 품위 | 확정  | 추정       | 예정       | 계        |
|----|----|-----|----------|----------|----------|
| 경기 | 각급 | 0.6 | 1,792.2  |          | 1,792.8  |
| 강원 |    | 9.8 | 3,932.9  |          | 3,932.7  |
| 충북 |    |     | 9,272.4  |          | 9,272.4  |
| 충남 |    |     | 10,000.4 |          | 10,000.4 |
| 전북 |    |     | 2,634.9  |          | 2,634.9  |
| 전남 |    |     | 6,651.0  |          | 6,651.0  |
| 경북 |    |     | 7,238.8  |          | 7,238.8  |
| 합계 |    |     | 10.4     | 41,459.6 |          |

#### ② 생산 활동 분석

- 전년보다 약 6만톤이 증산되어 389,361톤을 기록했다.
- 2001년도 광산수는 전년과 동일했지만 1만-5만톤 규모의 광산 수가 증가하며 생산량은 증가했다. 그러나 전년에 비해 가행 지표는 모두 저하되어 인력과 가행회수 모두 감소 추이를 보였다. 보고광산 38개소 중 경북지역에 11개소로 가장 많이 분포하나 생산 점유율은 5.9%로 전년보다 감소했다. 이는 석재용 생산이 저조했기 때문이다.
- 지역별로는 생산비중이 높은 충북, 충남 및 전남지역이 전년보다 증산되고, 경남북 지역 및 전북지역의 감산율이 컸다.

표 8. 도별 장석 생산 활동 현황(자료: 산업자원부 (2001, 12))

| 구분         | 강원   | 충북   | 충남   | 전북    | 전남   | 경북   | 경남    | 기타   |
|------------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|
| 광산수        | 3    | 8    | 5    | 3     | 3    | 11   | 2     | 3    |
| 생산비중(%)    | 11.3 | 43.5 | 16.0 | 0.9   | 17.0 | 5.9  | 0.8   | 4.5  |
| 전년비 증산율(%) | 4.0  | 27.2 | 9.7  | -57.7 | 25.8 | -9.0 | -70.8 | 1740 |

### ③ 생산 규모별 광산수

표 9. 장식 생산 규모별 광산수(자료: 산업자원부 (2001, 12))

| 구 분     | 98 | 99 | 2000 | 2001 | 생산량 구성비 |
|---------|----|----|------|------|---------|
| 5 만톤 이상 | 1  | 2  | 2    | 1    | 13.5    |
| 1만-5만   | 7  | 8  | 6    | 10   | 70.4    |
| 5천-1만톤  | 7  | 2  | 7    | 4    | 8.2     |
| 1천-5천톤  | 7  | 11 | 8    | 8    | 6.2     |
| 1천톤 미만  | 14 | 14 | 21   | 15   | 1.8     |
| 계       | 36 | 37 | 38   | 38   | 100.0   |

### ④ 상위 가행 광산 생산실적

표 10. 장식 상위 가행 광산 생산실적 (단위:천톤) (자료: 산업자원부 (2001, 12))

| 광산명  | 위치       | 1998   | 1999   | 2000   | 2001   | 증감 % |
|------|----------|--------|--------|--------|--------|------|
| 신장   | 충북 옥천 청성 | 62,501 | 81,841 | 52,356 | 52,405 | 0.1  |
| 신장제2 | 충북 옥천 청성 | -      | 31,440 | 52,250 | 49,634 | -5   |
| 우신   | 강원 강릉 옥계 | 21,150 | 29,200 | 35,200 | 36,400 | 3.4  |
| 보전   | 전남 순천 황전 | 9,300  | 10,147 | 28,605 | 33,500 | 17.1 |
| 협진   | 전남 순천 승주 | 14,450 | 20,986 | 24,075 | 32,284 | 34.1 |
| 부여   | 충남 부여 장암 | 17,181 | 20,469 | 25,050 | 27,650 | 10.4 |

### ⑤ 수출입 실적

#### 가) 수출

표 11. 장식 수출 실적 (자료: 산업자원부 (2001, 12))

| 국 별 | 1999  |     | 2000  |     | 2001  |     | 증감율(%)<br>B/A |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|---------------|
|     | 톤     | 천불  | 톤(A)  | 천불  | 톤(B)  | 천불  |               |
|     | 2,454 | 115 | 152   | 21  | 123   | 17  | -19.1         |
|     | 2,954 | 459 | 3,675 | 528 | 2,369 | 359 | -35.5         |
|     | 72    | 22  | 143   | 40  | 144   | 38  |               |
| 합계  | 5,481 | 596 | 3,970 | 589 | 2,636 | 415 | -33.6         |

-전통적인 주 수출지역인 동남아 지역의 경제가 아직 활성화되지 못함에 따라 관련 원료들의 수출도 전년에 이어 계속해서 감소하였다. 주로 도자기원료로 수출되었다.

-주요 수출업체: 행남자기, 정석세라믹스, 한국도자기

## 나) 수입

표 12. 장석 수입 실적(자료: 산업자원부 (2001, 12))

| 국 별   | 1999  |     | 2000  |     | 2001  |     | 증감율(%)<br>B/A |
|-------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|---------------|
|       | 톤     | 천불  | 톤(A)  | 천불  | 톤(B)  | 천불  |               |
| 말레이시아 | 40    | 5   | 220   | 26  | 120   | 14  | -45.5         |
| 미국    | 11    | 14  | 17    | 5   | 17    | 5   |               |
| 스웨덴   | 840   | 269 | 269   | 76  |       |     |               |
| 영국    | 786   | 280 | 586   | 206 | 648   | 225 | 10.6          |
| 인도    | 61    | 8   | 126   | 15  | 100   | 12  | -20.6         |
| 일본    | 18    | 5   | 3     | 2   | 11    | 3   |               |
| 중국    | 136   | 7   | 389   | 26  | 420   | 31  | 8.0           |
| 기타    |       |     | 19    | 6   |       | 1   |               |
| 합계    | 1,933 | 599 | 1,629 | 364 | 1,316 | 291 | -19.2         |

-도자기용 고급질 원료를 중심으로 수요가 줄며 전년보다 물량기준으로 19.2% 금액기준으로 20.1% 감소했다. 그러나 제품 고급화 경향으로 연국에서의 고급용 소지 수입은 증가하였고 동남아 등지에서의 저가품 수입은 감소하였다.

표 13. 장석 주요 수입국 및 수입업체(자료: 산업자원부 (2001, 12))

| 수입국   | 수입업체                              |
|-------|-----------------------------------|
| 영국    | 한국도자기                             |
| 스웨덴   | 조광요턴                              |
| 말레이시아 | 한국도자기                             |
| 중국    | 신우HR, 우원무역, 덕유세라믹통상, 삼양연마공업, 왕표화학 |
| 인도    | 덕유세라믹통상, 연합무역                     |

### ⑥ 장석 주요 수요처 및 판매 가격

가) 국내산 장석의 주요 수요처

- 대부분의 타일공장들은 연간 3-4천톤 정도를 구매하고 있음.
- 연간 100톤 미만을 구입한 업체가 33개사에 이를 정도로 매우 소량씩 다방면으로 이용되고 있다.

표 14. 국내산 장식의 주요 수요처 (자료: 산업자원부 (2001, 12))

| 수요처    | 년 구매량(톤) | 주요 판매광산  |
|--------|----------|--|
| 대동산업   | 68,470   | 부여 45,840, 우신 20,973, 동원 1,657                         |
| 삼성코닝   | 49,490   | 신장 23,723, 신장제2 25,616, 영남실업 150                       |
| 한국전기초자 | 44,909   | 신장 21,061, 신장제2 23,848                                 |
| 동서산업   | 16,686   | 동원소재-둔포 3,890, 보전 6,265, 협진 5,535<br>충남 851, 풍진-당진 145 |
| 한보요업   | 16,452   | 보전 9,323, 협진 7,129                                     |
| 삼현     | 16,116   | 우신 15,413, 동원소재-둔포 703                                 |
| 삼영산업   | 10,042   | 협진장석 10,042  |

나) 가격

- 품질과 가공도에 따라 판매가격은 큰 차이를 보이고 있음.

표 15. 장식 판매 가격 (자료: 산업자원부 (2001, 12))

| 구 분 | 타일용           | 식기용           | 소지용           | 정제가공품  | 분체용 정제원료      |
|-----|---------------|---------------|---------------|--------|---------------|
| 원/톤 | 10,000-15,000 | 30,000-35,000 | 27,000-30,000 | 90,000 | 50,000-60,000 |

- 2001년도 기준가격은 전년에 비해 하락하였는데 이는 골재용등 기타용으로 주로 판매되는 품질의 저가품 판매량이 증가했기 때문이다. 삼성코닝과 전기초자등에 납품하고 있는 신장 광산은 평균 판매가가 10만원을 상회하나, 골재등 기타용도는 1만원 미만에 그치고 있다.

다) 내수

장식은 중간 수집상이 취급하는 물량이 많아 최종 수요자를 기준으로 한 용도별 구성을 가늠하기 어려운 광종이다. 국내산을 기준으로 한 걸보기 수요의 경우 요업분야에 34.9%, 석재용이 2.4%, 유리용이 24.35 되고 나머지 38.4%는 최종 수요처를 확인할 수 없는 양이었다. 국내산에 비하면 수입량은 적은 양이기 때문에 전체를 종합해도 비슷한 구성비를 보일 것으로 판단된다. 전년과 비교하면 유리용과 기타용이 각기 7.0% 포인트와 1.4% 포인트 증가한 반면 석재용은 2.4% 포인트, 요업용은 6.2% 포인트 감소하였다.

2. 향후 개발 대책

① 국내 대규모 잠재 장식광산의 체계적인 개발 필요

현재 국내외 비금속 광산 개발의 전제조건은 기계화 작업을 통한 대량생산이 가능

해야하며 이를 충족하기 위해서는 대규모 매장량이 부존되어 있어야 한다. 이러한 조건을 충족하는 국내 장석광상 부존 지역으로는 충북 옥천군 청산면 일대, 충북 제천시 봉양읍 일대, 경북 안동시 서후면, 북후면 일대 및 충남 부여군 장암면 일대가 해당된다. 그 외 전남 순천시 보전면 일대 및 강원 강릉시 옥계면 일대의 우백화강암 분포 지역도 주목대상이다.

#### - 충북 옥천군 청산면 일대 -

- 청산 장석 광상은 장석 광상의 모암인 반상화강암이 풍화 작용을 받아 기질부는 토양화되었으나 함유된 장석반정은 풍화되지 않고 잔류하여 기계적 분리가 가능한 풍화잔류형 광상을 형성하고 있다.
- 청산지역 장석 광상 동측으로 옥천군 청성면 거포리 일대 서측으로는 상주군 모서면 화현리 일대 북측으로는 청산면 만월리 일대 남측으로는 영동군 용산면 한국리 일대를 경계로 하는 동서 연장 15Km, 남북 10Km의 타원형 형태로 분포하며 장석 광상은 해발 200m 이하의 구릉지에 형성되어 있다.
- 본역의 예상 장석 매장량은 2,400만톤 (M/T)이며 평균 분석치는  $K_2O$  10,62%,  $Na_2O$  2,32%,  $R_2O$  ( $K_2O + Na_2O$ ) 12,94%,  $Fe_2O_3$  0,67%의 특급 카리장석이다.
- 현재 본 광장에서 개발중인 광산은 신장, 신장 제2 및 청성 장석 광산 등이 있다.

#### - 충북 제천시 봉양읍 일대 -

- 제천 장석 광상은 장석 광상의 모암인 반상화강암이 풍화작용을 받아 기질부는 토양화되었으나 함유된 장석반정은 풍화되지 않고 잔류하여 기계적분리가 가능한 풍화잔류형 광상을 형성하고 있다.
- 제천지역 장석 광상의 분포지역은 동측으로는 제천시 제천역, 서측으로는 봉양면 공전역, 북측으로는 봉양면 봉양리 안골마을, 남측으로는 금성면 국사봉을 경계로 하는 동서 연장 11Km, 남북 폭 8Km의 타원형 광상으로 약 80Km<sup>2</sup>면적에 장석이 부존되어 있다.
- 본역의 장석 예상 매장량은 7,900만톤(M/T)이며 평균 분석치는  $K_2O$  7,91%,  $Na_2O$  2,94%,  $R_2O$  ( $K_2O + Na_2O$ ) 10,85%,  $Fe_2O_3$  0,98%의 2급 카리장석이다.
- 제천장석 광상은 성인상 청산 장석 광상과 동일하나 청산장석 광상에 비해 매장량은 풍부한 편이나 불순광물의 함량이 높고 상대적으로 저품위이다.
- 현재 본역에서 가행하는 광산은 봉정장석 광산이 있다.

- 경북 안동시 서후면 북후면 일대 -

- 안동 장석 광상은 석영장석편마암이 열수변질 작용, 동력변성 작용을 받아 장석이 부화되었으며 일부는 석영장석편마암중 장석 함량이 많은 우백질편마암 자체가 장석 광상을 형성하고 있다. 안동장석은 상기 요인들이 복합적으로 작용해 형성된 광상이나 동력변성 작용이 주된 요인으로 사료된다.
- 안동장석 광산의 분포지역은 안동시 서후면 태장리, 자품리, 성곡리, 북후면 신전리, 도촌리 일대에 대규모로 대상 분포하고 있다.
- 본역의 장석 예상 매장량은 7억 2천 7백만톤 으로 대규모이며 평균품위는  $K_2O$  5.39%,  $Na_2O$  3.11%,  $R_2O$  ( $K_2O + Na_2O$ ) 8.5%,  $Fe_2O_3$  0.41%, 내화도(SK) 10 의 3급 장석 광상이다.
- 안동장석은 대규모 장석 광상이나 석류석 운모, 석영등 불순광물의 함량이 높은 저급 장석으로 선광 작업과 용도개발이 필요하다.
- 현재 본 광장에서 개발 광산은 없는 상태임.

- 충남 부여군 장암면 -

- 부여장석 광상은 열수교대작용에 의한 변질 작용으로 장석이 형성된 부분과 우백질화강편마암중 장석부화대 부분이 혼합되어 장석 광상을 형성하고 있다.  
이는 광상성인상 화성기원의 우백화강암형에 속하는 것으로 보인다.
- 부여장석은 부여군 장암면 원문리 일대에 부존하며 부존면적은 1370m × 750m 정도 이며 타원형태를 나타낸다.
- 본광산의 예상 매장량은 6,500만톤 (M/T)이며 평균 분석치는  $K_2O$  5.20%,  $Na_2O$  4.24%,  $R_2O$ ( $K_2O + Na_2O$ ) 8.73%, 내화도(SK) 10으로 2급 수준의 장석 광상이다.
- 현재 본 광장에서 개발중인 광산은 부여 장석 광산이 있다.  
이상과 같이 우리나라에 부존하는 대규모 장석 광상은 성인적으로 풍화잔류광상, 동력 변성광상, 우백화강암형 광상등 이며 향후 장석 탐사 개발은 상기 유형의 광상을 대상으로 하여야 할 것이다.

② 활용 기술 개발의 필요성 및 국내외 기술 현황

유리 및 도자기공업 등에서 주원료로 사용되는 장석은 소다, 카리 및 칼슘 성분이 고용체 형태로 함께 혼재된 채 부존되어 있다. 소다장석 (조장석,  $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ) 및 카리장석 (정장석,  $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ )은 요업 및 공업 원료로 널리 이용되고 있으나, 석회장석 (회장석,  $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ )은 거의 이용되지 않고 있다. 이태리와 미국이 생산과 소비에서 상위를 점유하고 있으며 세계적으로 연간 약 6백만톤 가량 생산 및 소비가 되고 교역량도 약 150만톤 규모가 되는 것으로 집계되고 있다. 우

리나라 장석 이용도는 저부가가치용인 요업용 원료로 주로사용되며 고부가가치용인 공업용 원료로서의 이용율은 낮은편 이지만 장석 특성을 이용하는 활용기술을 개발하  
 그로서 활용성은 확대가능 할 것이다. 따라서, 요업용 및 공업용 원료소재로서의 고급  
 화를 위해서는 고순도화 기술과 분체의 물성개질 기술, 미분체의 제조 및 복합소재 제  
 조기술 등이 개발되어야만 활용성 증대와 품질 고급화가 이루어질 수 있다.

다음 표 16은 국내장석 활용성 증대에 필요한 기술을 선진국대비 비교 나열 하였다.

표 16. 국내외 장석 활용기술 대비표(에너지자원 기술개발사업 기술연구회, 1998년)

| 관련기술                          | 최고기술<br>보유국(100%) | 현재<br>국내수준 | 기술수준도달목표<br>(향후 3년 이내) |
|-------------------------------|-------------------|------------|------------------------|
| 저품위 장석의 불순물 제거 및 정제 기술        | 일본                | 80         | 90                     |
| 정제 장석의 미분체 제조 기술              | 일본                | 80         | 90                     |
| 정제 장석의 분립체 물성 개질 기술           | 일본                | 70         | 90                     |
| 정제 장석의 촉매화 설계 기술              | 일본                | 50         | 70                     |
| 장석의 공업용 충전제 제조 기술             | 일본                | 30         | 50                     |
| 장석의 충전제용 미립자 분급 및<br>입도 조절 기술 | 일본                | 30         | 50                     |
| 미립자 장석의 농축, 탈수, 건조 및 처리<br>기술 | 일본                | 50         | 70                     |

## 참 고 문 헌

- 산업자원부, 2002. 5, 2001년도 광산물수급현황  
 김대업외, 1996~1998, 비금속광상 조사연구, 산업자원부  
 이한영외, 2001.3, 국내광물자원 조사연구, 산업자원부  
 성학제외, 2000.1 전통도자기원료개발(제Ⅲ보), 산업자원부