

## 산업광물 물질표준: KSRM

산업광물은행

### KSRM 이란?

KSRM(Korean Standard Reference Mineral)은 광물소재의 국가지정 소재은행인 산업광물은행이 국내 최초로 수립한 국내산 주요 산업광물(industrial mineral)에 대한 검증된 물질표준을 의미한다. 구체적으로 이는 체계적인 조사·분석 및 평가 과정을 통해서 구해진 분체상의 표준 시료와 일정한 규격의 제반 광물학적 감정 및 분석 자료로 구성된다.

### 수립취지 및 배경

무릇 한 나라의 물질표준은 산업발전을 위해서 필수적인 국내외의 공업표준규격, 즉 ASTM, JS 및 KS와 같은 것으로써, 통상 국가에 의해서 지정되는 중요한 공업적 기준 사항이다.

선진국에서는 이미 일반적인 공업제품뿐만 아니라 산업화될 수 있는 자연산물, 즉 일부 생명물질과 광물질에 대해서도 물질표준 제도를 적용하고 있다.

이에 비해서 국내에서는 산업자원부 산하에 KS 공업규격을 관장하는 전담기관이 있음에도 불구하고, 광물자원에 대한 인식부족으로 아직 광물의 물질표준과 관련된 어떠한 형태의 규격도 마련되어 있지 않은 실정이다.

### 산업광물 물질표준



그림 1. KSRM의 구성체계와 첨부자료.

최근에 생명공학의 비약적인 발전과 더불어 국내에서도 생명물질에 대한 표준화 사업이 활발히 이루어지고 있는 상황에 비추어, 전통적인 산업분야를 갖고 있는 광물질에 대해서도 표준화 사업의 필요성이 점증되고 있는 상황이다.

광물소재에 대한 물질과학적 지식토대의 마련과 신개념의 활용분야 개척을 위해 노력해온 산업광물은행에서는 2000년도부터 연구사업의 일환으로 '산업광물표준화' 사업을 준비해왔고 현재는 관련 기관과 제휴하여 그 사업을 추진 중에 있다. 국내에서 처음으로 시행되는 이 연구개발 사업을 통해서 각종 산업광물들에 대한 감정 및 분석 기준의 체계가 확립될 수 있을 것으로 기대

한다. 또한 이 사업이 산업광물에 대한 연구개발 촉진과 효율성 제고에 큰 기여를 하게 될 것으로 여겨진다. KSRM은 이같은 광물표준화 사업의 일환으로 준비되었다. 2006년부터 주요 산업광물인 제올라이트(zeolite) 광종을 필두로 하여 앞으로 단계적으로 국내산 주요 산업광물들의 10 여개 광종에 대해서 물질표준을 수립해 나갈 예정이다.

### 준비과정

KSRM의 원광은 국내산 광석들 중에서 그 산출 규모, 광석의 균질성 및 대표성을 평가하여 선택되었다. 산업광물은행이 그동안 조사해왔던 국내 400 여 곳의 광물산지에서 수집된 광석들을 감정·평가하여 표품을 선정하였다. 이같이 선택된 광석 표품을 일차적으로 현미경 관찰, X-선회절분석 및 화학분석으로 이루어지는 정밀 감정 단계를 거쳐서 그 광석 표품의 균질성과 대표성을 평가하였다.

이같이 검증된 광석들을 대상으로 'ball mill' 등을 이용한 체계적인 분쇄과정을 거친 후에, 최종적으로는 오염을 최소화하기 위해서 'agate mortar'를 사용하여 수작업을 통해서 분말시료(200 mesh 이하)를 준비하였다.

분말상의 시료들은 X-선회절정량분석과 화학분석을 비롯한 백색도, CEC 등과 같은 각종 응용광물학적 시험 및 분석을 복수로 시행하였고 그 결과를 검토해서 관련 자료들의 재현성과 표준화를 이룰 수 있도록 노력하였다. 특히 XRF와 ICPS 법으로 시행된 화학분석은 국내뿐만 아니라 국외의 우수한 분석기관에도 의뢰하여 외국의 광물표준 자료와 비교·검토하였다.

이같이 준비된 KSRM 시료들은 소정의 상표를 부착한 용기에 10g 단위로 포장되어 광물 관련 대학, 연구소 및 기타 연구기관에 연구개발 목적으로 분양된다. 앞으로 관련기관들과 연계하여 KSRM에 대한 연구나 분석 자료들을 공유

할 예정이고, 그 결과가 이 물질표준의 DB 체계를 보완하는 역할을 할 수 있도록 운영할 예정이다.

### 특징

KSRM은 산업 용도에 대한 표준분석 자료들을 각 광종의 특성에 따라 다양하게 구비되어 있는 것이 특징이다. X-선회절분석이나 화학분석 자료 위주로 비교적 단순하게 자료명세가 제시되는 외국의 물질표준에 비해서, KSRM은 산업광물에 대한 물질표준인 관계로 현미경 사진 자료를 비롯해서 CEC, 백색도, 비표면적 등의 물리화학적 및 물성적 실험 자료들이 부가적으로 포함된다. 따라서 KSRM은 앞으로 관련 자료의 검증이 지속되어 보완된다면 국외의 어떤 광물표준 보다도 내용적으로 충실하고 다양한 국제적 물질표준이 될 수 있을 것이다.

### 활용

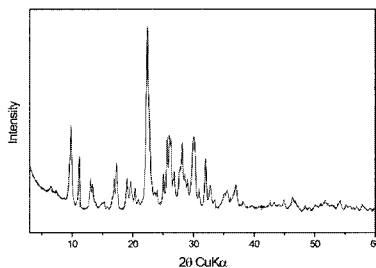
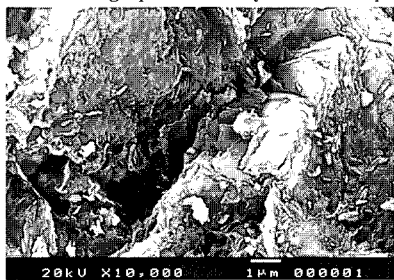
KSRM은 광물, 암석, 재료 등과 같은 비금속 물질계를 연구하는 학계에서 시행하는 각종 분석에서 그 자료의 신뢰성을 검증할 수 있는 지표 역할을 할 수 있을 것이다. 특히 아직 이론적으로 미숙하고 기술적으로 숙련되지 않은 학생들의 광물, 암석 및 각종 비금속 소재들에 대한 시험·분석법을 교육하는데 유용한 교육 자료가 될 것이다. 산업계에서도 광물산업, 화학공업 및 각종 비금속 소재공업 분야의 연구개발이나 품질관리에 있어서 유용한 물질표준이 될 수 있을 것이다. 또한 광업관련 행정 부서나 광산물 통관 및 유통 관리 부서에서 품위 및 품질 인증과 관련된 각종 시험·분석의 지표로도 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

# ZC-1 Korean Standard Reference Mineral

Orre type: Zeolite Mineral name: Clinoptilolite Catalogue No: Ze001244-2

Locality & Occurrence: Occurred as massive beds in the Nuldairi Tuff in Guryongpo area, Korea (경북 포항시 남구 구룡포읍 심정리 구룡포 광산)

◆ SEM micrograph and X-ray diffraction pattern.



◆ X-ray diffraction data.

| d-obs | hkl  | d-obs | hkl  | d-obs | hkl  | d-obs | hkl  | d-obs | hkl | (unit: Å)  |
|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-----|--|
| 11.88 | 110  | 4.64  | 1̄31 | 3.51  | 1̄12 | 3.00  | 3̄51 | 2.58  | 540 | Crystal system:<br>Monoclinic<br>a = 17.71 Å      α = 90.00°<br>b = 18.02 Å      β = 116.25°<br>c = 7.41 Å        γ = 90.00°<br>V = 2124.68 Å <sup>3</sup> |
| 8.95  | 020  | 4.45  | 031  | 3.49  | 150  | 2.98  | 060  | 2.55  | 222 |  |
| 7.90  | 200  | 4.35  | 4̄01 | 3.48  | 5̄11 | 2.97  | 151  | 2.53  | 542 |  |
| 6.84  | 1̄11 | 3.97  | 131  | 3.42  | 2̄22 | 2.96  | 350  | 2.52  | 170 |  |
| 6.77  | 2̄01 | 3.95  | 330  | 3.39  | 4̄02 | 2.95  | 432  | 2.51  | 551 |  |
| 6.63  | 001  | 3.91  | 4̄21 | 3.38  | 311  | 2.94  | 6̄01 | 2.48  | 711 |  |
| 5.94  | 220  | 3.89  | 240  | 3.17  | 2̄51 | 2.88  | 401  | 2.46  | 452 |  |
| 5.58  | 130  | 3.83  | 1̄41 | 3.12  | 4̄41 | 2.79  | 260  | 2.44  | 511 |  |
| 5.33  | 021  | 3.73  | 2̄41 | 3.10  | 3̄32 | 2.74  | 6̄02 | 2.43  | 203 |  |
| 5.24  | 3̄11 | 3.71  | 041  | 3.08  | 241  | 2.73  | 532  | 2.42  | 441 |  |
| 5.10  | 111  | 3.70  | 2̄02 | 3.07  | 5̄02 | 2.67  | 132  | 2.38  | 460 |  |
| 5.08  | 310  | 3.55  | 5̄12 | 3.02  | 5̄12 | 2.66  | 042  | 1.96  | 153 |  |

◆ XRD quantitative phase analyses (wt%).

| Cl   | Pl   | K-f | Mnt | Mo  | Qtz | Op  |
|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 64.3 | 15.0 | 9.5 | 4.5 | 2.9 | 2.5 | 1.3 |

Cl. clinoptilolite, Pl. plagioclase, K-f. K-feldspar, Mnt. montmorillonite, Mo. mordenite, Qtz. quartz, Op. opal-CT

◆ Major element analyses (wt%) determined by XRF and EMPA methods.

| SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MgO  | MnO  | CaO  | SrO  | BaO  | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | H <sub>2</sub> O | Total  | 72 Oxygen cell |       |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |       |        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
|------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|-------------------|------------------|-------------------------------|------------------|--------|----------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|--------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
|                  |                                |                  |                                |      |      |      |      |      |                   |                  |                               |                  |        | Si             | Al    | Fe   | Mg   | Ca   | Sr   | Ba   | Na   | K    | E (%) | SVA1 |      |       |        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
| 64.78            | 12.28                          | 0.26             | 1.10                           | 0.99 | 0.01 | 2.02 | n.d. | n.d. | 2.21              | 3.07             | 0.05                          | 13.60            | 100.19 | 61.67          | 11.11 | n.d. | 0.05 | 1.03 | n.d. | 3.89 | 0.11 | 0.03 | 0.42  | 1.21 | n.d. | 19.67 | 100.00 | 29.23 | 6.32 | 0.33 | 0.72 | 0.64 | 0.03 | 0.01 | 2.18 | 2.17 | 6.9 | 4.63 |

◆ Trace element and REE analyses (ppm) determined by ICP-MS method.

| Mo  | Zn   | Ni   | Ba    | Co   | V    | Zr    | Sc   | Sr    | Ga   | Li   | Be  | Cu  | As   | Se  | Rb   | Y    | Nb  | Cd  | Sn  | Sb  |
|-----|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|-----|-----|------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|
| 3.2 | 38.0 | <1.3 | 490.2 | <1.3 | 10.5 | 151.6 | <1.3 | 258.0 | 87.3 | 18.0 | 2.8 | 4.7 | 16.9 | 1.8 | 64.4 | 12.5 | 7.4 | 0.1 | 2.0 | 0.3 |
| Cs  | La   | Ce   | Pr    | Nd   | Eu   | Sm    | Tb   | Gd    | Dy   | Ho   | Er  | Tm  | Yb   | Lu  | Hf   | Pb   | Bi  | Th  | U   |     |
| 4.2 | 24.2 | 45.5 | 4.8   | 16.5 | 0.7  | 2.9   | 0.4  | 2.5   | 2.4  | 0.4  | 1.5 | 0.2 | 1.7  | 0.2 | 4.3  | 15.9 | 0.4 | 9.2 | 2.5 |     |

◆ Optical and physical properties.

| Morphology and Habit                            | Specific gravity | Microhardness (Vickers) | Sign of elongation | Refractive index | Whiteness | BET surface area |
|---|------------------|-------------------------|--------------------|------------------|-----------|------------------|
| lamellar, cleavage {010}<br>aspect ratio: 10-12 | 2.17             | 139                     | (-)                | 1.475-1.487      | 84.6      | 90m/g            |

◆ References.

Bish, D.H., Ming, D.W., 2001. Natural Zeolites: Occurrence, properties, applications. Mineralogical Society of America, 654 p.  
 Glauco, G. and Ermanno, G., 1985. Natural zeolites. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 257 p.  
 Noh, J.H. and Kim, S.J., 1986. Zeolites from Tertiary tuffaceous rocks in Yeongil area, Korea. In: Murakami, Y., Iijima, A., and Ward, J.W., eds., New Developments in Zeolite Science and Technology. Kodansha, Tokyo, 1081 p.  
 Noh, J.H., 1989. Thermo-chemical characterization of some heulandite-group zeolites from Yeongil area.

그림 2. KSRM에 첨부되는 물질 표준 자료 사양 예시(ZC-1)