

비금속 광물을 이용한 친환경 무기소재 원료 개발 사업 소개

글 _ 한경섭, 변윤기* || 한국과학기술연구원 복합기능세라믹센터
kshan@kist.re.kr, *kcera@kist.re.kr

1. 고부가가치 비금속 광물자원에 대한 연구 개발의 필요성

산업의 급속한 발달과 인구증가와 삶의 질 향상으로 인한 질적 수요증대로 인하여 광물자원의 수요는 지속적으로 증가하고 있으나, 국내 기술력 부재로 인하여 원료자원의 경우 단순 가공에 의한 저가용으로 대부분 활용되며, 고부가가치 제품은 대부분 수입에 의존하고 있는 실정이다.

이런 주장을 뒷받침할 수 있는 2004년 통계청에서 조사한 SKTC별 수출입통계자료를 살펴본다면 다음과 같다.

Fig. 1에서 보는 것과 같이 통계년도에 따른 수출입 무역적자는 매년 20~30% 증가하고 있는 추세며, 비철금속관련 무역적자대비는 년 30%이상 증가하고 있는 실정이다. 또한 1998년 외환위기 시 무역적자는 전년대비 150%증가하여 대외 경기에 높은 민감도를 가지는 것으로 분석된다.

또한 Fig. 2에서 보는바와 같이 비금속광물 군 제품별 생산자 물가지수를 비교하자면, 비금속광물제품이 유리,

도자기 건축용 점토제품에 비해서 비철금속 광물제품이 높은 것으로 통계되었다. 그리고 비금속광물 제품을 생산하는 기업의 부도율은 매년 10%증가하고 있으며 그 부가가치 기준은 1997년 시점에 머무르고 있는 것으로 조사 되었다. 뿐만 아니라, 부도가 나지 않는 기업이라 할지라도 자산 율은 경제 성장률에도 미치지 않는 3%미만으로 증가하는 것으로 조사되었다.

그러므로 이런 통계자료를 기준으로 보건데, 국내 비금속 광물에 대한 국내 생산 능력은 저부가가치 제품을 생산 또는 단순 가공 및 정제를 통한 수입으로 판단되며, 이는 값싼 중국산 제품과 고부가가치를 가지는 해외기업 제품에 무방비인 것으로 판단된다. 이를 해결하기 위해서는 자원 수요의 다양화와 질적 수요 증대에 맞는 차별화 전략과 동시에 고부가가치를 창출할 수 있는 다기능 신소재의 개발이 필수적이라 할 수 있다.

특히, EU환경 지침과, 미국·일본에서의 자동차 연비 규제 강화와 동유럽의 탄소세와 같은 환경관련 국제 규

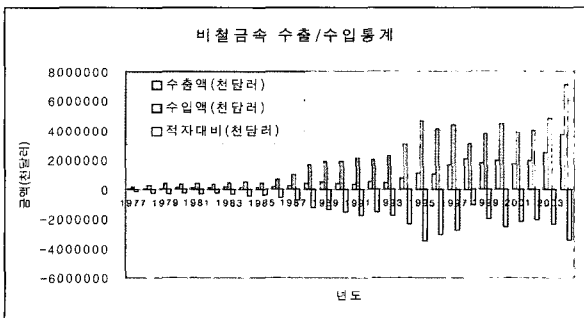


Fig. 1. 년차대비 SKTC별 수출입 및 적자대비 통계 분석.

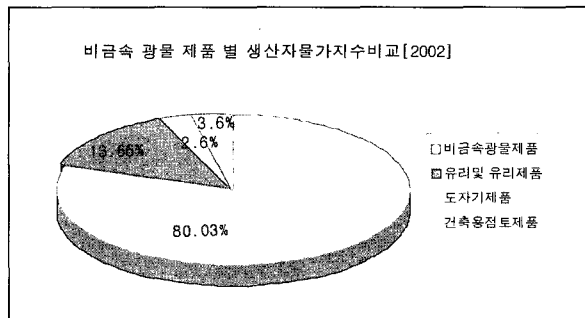


Fig. 2. 비금속 광물 제품별 생산자 물가지수 비교차트

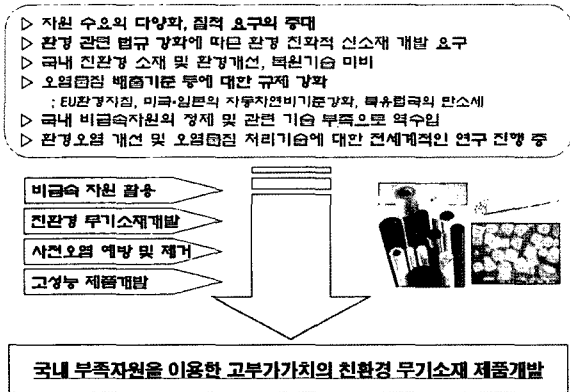


Fig. 3. 친환경 무기소재 원료개발을 위한 기술개발 모식도

제나 법령 강화로 인하여 친환경 산업의 필요성이 대두되고 있으며, 환경오염 개선 및 오염물질 처리기술에 대한 전 세계적인 연구가 활발히 진행되고 있으나, 국내에서는 친환경 소재 개발과 환경 복원 및 개선 기술의 미비로 인하여 수출 주도의 국내 경제가 많은 타격을 입고 있다. 뿐만 아니라 국내산 비금속 광물을 활용하여도 비금속 자원의 정제 및 관련 기술 부족으로 인하여 역수입 현상이 나타나고 있는 문제가 지적되어 오고 있다.

앞선 이런 문제점을 해결하기 위해서는 국내산 비금속 광물을 이용하여 친환경이라는 다기능성을 첨가한 고성능 친환경 무기소재 개발 및 이를 적극적으로 추진할 사업 전략이 필요한 실정이다.

이에 지난해 산업자원부 산하 에너지관리공단에서 실시하는 에너지·자원 중대형 사업의 일환으로 비금속 광물을 이용한 친환경 무기소재 원료 개발 사업이 발족되었다. 이 사업은 고성능 및 고기능성을 부여한 친환경 무기소재 개발을 통하여 국내 부족 자원의 활용과 고부가가치 창출을 위한 사업이다.

2. 친환경 무기소재 관련 국내 기술의 취약성

우선 본 사업에서 추진 중인 기술 소개에 앞서 현재 진행 중인 국내 관련기술 문제점과 실태를 살펴보면 다음과 같다.

국외에서는 EU의 환경지침, 미국·일본의 자동차 연비 기준 강화, 독일의 생산자확대 책임제도, 북유럽국가의

사전오염 예방			오염물질 제거	
자동차	전기·전자	기타	대기	수질
Pb-free solder, Pb-free sensor, Pb-free paste, Cr-free coating solution, Non-브롬계 난연제 등	무기 용인도 천연 석자 등		바라믹 원터, 초미립자, 유자농도 등	세라믹 분리막, 광촉매, 유자농도 등
Pb가 함유된 Sn/Pb solder 사용규제(EU 3차 directive) 유다 내역: 전 사용규제(2006년 1월 1일 이후 해당)				

Fig. 4. 친환경 무기소재 관련 기술의 응용분야

탄소세 등 환경오염을 유발하는 제품 및 산업에 다양한 규제수단 시행으로 전 세계적으로 환경오염 개선 및 각종 규제 대응을 위한 오염물질 처리기술 및 사전오염 예방기술 개발에 많은 연구를 진행 중에 있다.

하지만, 국내의 경우에는 환경 관련 법규 강화에 따른 환경 친화적 신소재에 대한 사회적 관심이 높아져 이에 대한 수요 증가하지만, 광물자원을 기반으로 친환경 소재 및 환경 개선·복원 기술개발이 부진하다. 또한, 효능이 검증 없는 광물 소재 환경 제품들이 시중에 범람함으로써 친환경 소재에 대한 부정적 인식 팽배해 있으며, 정부의 환경 관련 법률 및 규제가 강화 되고 있지만, 이에 대한 원천적인 기술개발 및 투자가 미비한 실정이다. 몇몇 기관과 기업에서 이와 관련한 제품 및 공정개발 연구를 수행하고 있으나, 공정개발이 주를 이루고 있으며 소재 개발 분야 또한 핵심 원료 등은 대부분 수입에 의존하고 있고, 연구개발을 통한 제품 상용화는 아직까지 미미한 실정이다. 따라서 국내 부족자원을 이용하여 사전오염 예방 및 오염물질 제거효율을 향상시킬 수 있는 친환경 소재 개발 및 고성능화 연구가 필요하다.

3. 친환경 무기소재 사업단의 기술개발 개요

본 과제에서 이루고자 하는 기술 개요는 다음과 같다. 본 사업단에서는 친환경 무기소재의 개발에 있어서 크게 두 가지 중점 개발 과제를 두고 있다. 첫 번째로는 친환경에 관련된 기술개발과 제품화를 위한 상용화 및 공정개발이며, 두 번째는 개발된 제품의 신뢰성 및 고성능을 확보 위한 표준화 및 기반응용 기술에 있다.



Table 1. 친환경무기소재 사업단에서 추진 중인 기술 명과 개발 목표

기술명	개발 목표
친환경 무기소재의 평가기술 표준화 및 기반응용기술 개발	· 친환경 무기소재의 평가기술 표준화 및 기반응용기술 개발
다공성 지지체의 하이브리드 기능성 환경·나노 소재원료 개발	· 가시광선 감응형 고효율 광기능성 나노 분말 제조 · 다공성 지지체의 가공크기 및 분포 제어 · 광기능성 나노 분말과 다공성 지지체의 집합 및 환경 특성 평가
국내산 비금속 광물을 이용한 친환경 벽지 및 바닥재 제조 기술 개발	· 비금속 광물 전처리 및 정제 기술개발 · VOCs 및 HCHO 제거 기술 개발 · 제품 양산화를 위한 제조 공정 최적화 기술 개발 및 표준화를 통한 제품의 신뢰성 확보
고 기능성 PP 및 PVC를 위한 세라믹 분말 소재 개발	· 단일 무기계 충전 소재 합성 · 세라믹 입자 형상 구현 기술 개발 ; fiber, plate etc. · 복합소재의 미세 구조 해석 및 제어 · 친환경 공정 개발을 통한 고기능성 복합소재 개발
구조토-전운모를 활용한 건축용 목모시멘트 패넬 개발	· 물리 성능 확보: 내열성, 흡음성능, 단열성능 확보 · 환경 성능 확보: HCHO, VOC, 석면, 라돈 미 함유, 원적외선, 탈취 성능, 조습 성능, 항균성능 확보 · 상용화 개발시제품 생산, 바이더 시제품 PP 구축
토양환경 보존 및 복원을 위한 무기 소재 개발	· 고농도 유기성 오염물질 처리용 소재 제조 · 소재활용을 위한 기능성 부여 기술 개발 · 경제적 제조 및 재료 이용 기술 개발

이에 Table 1과 같이 본 사업에서 추진 중에 있는 기술과 최종 개발 목표를 나타내었다.

우선 기능성 환경 소재개발에 대한 것으로 가시광선에 감응함으로서 효능을 내는 광기능성 나노소재 개발과 더불어 그 나노 소재의 분포 제어를 위하여 광기능성 나노 분말과 다공성 지지체를 결합하는 기술 개발이 있다. 그리고 비금속 광물의 전처리 기술과 정제 기술을 개발 하여 VOCs 및 HCHO 제거기술과 이 기술을 이용하여 제품을 양산하기 위한 제조공정 최적화 기술 개발이 있으며, 또한 단일 무기계 충전 소재를 합성과 함께 fiber나 plate 와 같은 형상을 구현하는 하기 위한 기능성 PP및 PVC를 위한 세라믹 분말 소재 개발이 있다. 또한 비금속 광물을 이용하여 건축용 자재로 응용하여 제품개발에 진행되고 있다. 이 기술은 내열성, 흡음성능, 단열 성능과 같은 물리 기능적 성능을 가지며 HCHO, VOC, 석면, 라돈을 함유하지 않으며 원적외선 방출, 탈취성능, 조습성능, 항균성능과 같은 환경성능을 가지고 있는 건축용 목모 시멘트 패넬 개발이 있다. 이러한 친환경 소재 개발과 더불어 이미 오염 되었거나 청정한 토양 환경을 복원하거나 보존을 위한 무기소재 개발이 동시에 진행되고 있으며, 이는 고농도 유기성 오염물질 처리용 소재 제조, 소재활용을 위한 기능성 부여 기술 개발 그리고 경제적 제조 및 재료 이용 기술 개발이 있다.

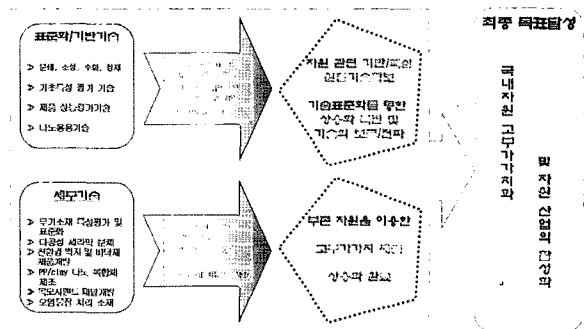


Fig. 5. 단위 세부기술과 추진 전략을 나타내는 모식도

그리고 기술 개발과 제품 상용화의 신뢰성과 성능평가를 위해서 표준화와 응용 및 기반 기술 개발이 있다.

이런 세부기술을 토대로 자원 관련 기반/핵심 원천기술을 확보하며, 기술 표준화를 통한 관련 제품의 상용화 촉진 및 기술의 보급을 추진 전략을 가지고 산·학·연 공동으로 사업이 진행 중에 있다. 이를 통하여 부족자원을 활용하여 국내 자원의 고부가가치화 및 자원 산업의 활성화를 하는 것이 본사업의 최종 목표라 할 수 있다.

4. 기술개발 기대효과 및 수입대체효과

4.1 기대효과

본 연구를 통하여 창출되는 기대효과는 다음과 같다. 첫째, 친환경 무기소재의 평가기술 표준화 및 기반응

용기술개발로 창출되는 친환경 무기소재 및 제품 관련 평가기술의 표준화에 의한 응용제품개발 활성화, 고기능화 요구에 대한 신속한 대처, 수입의존 친환경 제품의 정확한 평가 및 국산화 제품에 대한 신뢰성 확보가 있다.

둘째, 다공성 지지체와 복합 나노분말의 하이브리드 기능성 환경소재 제조 및 기술개발을 통한 기능성 흡착 분해 환경 나노소재의 제조기술 산업 재산권 획득, 환경·나노 소재 기술개발과 생산능력의 향상, 재료 및 환경 분야에 전반적인 기반기술 확보를 들 수 있다.

셋째, 국내산 비금속 광물을 이용한 친환경 벽지 및 바닥재 제조기술 개발과 세계보건기구(WHO), 미국 환경청(EPA)에 기준에 부합되는 친환경 건축자재 개발로서 VOC, HCHO의 원천 절감으로 연간 70억 규모의 수출 예상, 천연소재를 이용한 친환경 벽지 및 바닥재의 주요 수입대체 효과를 나타낼 수 있다.

넷째, 무기 나노입자를 사용한 PP, PVC 나노복합체의 제조 및 부품소재 개발 나노 비금속 소재 개발을 통한 고부가가치화를 실현함으로써 관련 시장의 연 1000억 원 규모의 수입대체효과와 탄산칼슘 제품의 안정적 공급 및 고품위 원료 보유국으로의 역 수출효과, 새로운 복합소재 개발을 통한 관련 산업 전반에 대한 활성화에 큰 영향을 줄 것이다.

다섯째, 구조토, 건운모를 활용한 친환경 목모시멘트 패널 개발 및 상용화를 이루면, 목모시멘트 패널에 국내 부존자원인 구조토 및 건운모 활용으로 신규수요창출, 목모시멘트 패널의 국산 품질 향상을 통한 연 1200억 원

생산 향상, 다수의 산업재산권 획득을 통한 원천기술 확보를 할 수 있다.

마지막으로 토양 환경 보존 및 복원용 무기소재 개발을 함으로서 환경소재 개발 적용에 따른 약 연간 3000억 원 규모적용기술 및 제품개발을 할 수 있다.

이상 본 사업을 통한 다음 과 같은 자원 대체효과 및 산업적/기술적 기대 효과를 창출 할 수 있다.

4.2 관련기술의 수입대체효과

친환경 무기소재 원료 개발 시 발생 하는 수입대체효과를 각 세부기술을 관련하여 정리 하면 다음과 같다.

- 광분해 기능성 제품의 시장현황은 일본 시장의 10%로 산정할 경우 연간 250억 원의 수입대체효과를 얻을 수 있다.
- 벽지와 바닥재를 기준으로 2004년 KOTRA에서 조사된 수입금액의 20%인 연간 100억 원의 수입대체효과와 친환경 벽지 및 바닥재의 기술개발을 통한 수출 증대에도 큰 영향을 미칠 것으로 판단된다.
- 무기 충전제인 침강성 탄산칼슘의 수입을 대체한다면 연간 1000억 원 이상의 수입대체효과를 가져 올 수 있다.
- 대부분 수입에 의존하고 있는 목모시멘트 제품에 친환경 무기 충전제를 사용한다면, 연간 200억 원의 수입대체효과와 고부가가치를 가지는 제품으로 역수출이 가능하다.
- 토양환경 보존용 무기소재 개발 시에는 구체적인 통계는 나오지 않았지만 개발 대상 기능성 소재의 수입 물량을 잠재 수입액의 1/3수준으로 감안 시 수입대체 효과는 연간 약 1,100억 원으로 추정된다.

5. 맺음말

산업의 발달과 인구증가 및 삶의 질 향상으로 인한 친환경 산업이 급속히 발달하고 있으며, 이와 맞물려 각종 환경 법률 및 규제가 강화 되면서 친환경 고기능 제품이 개발이 필수적이라 할 수 있다. 하지만 국내에서는 아직 관련 기술의 부재와 미흡한 투자로 인하여 비금속 광물 계 관련제품을 생산하는 업체의 부도율이 매년 증가하고

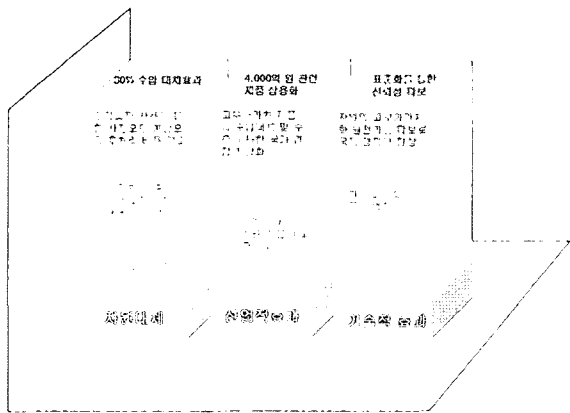


Fig. 6. 자원 대체효과 및 산업적/기술적 기대 효과.



무역역자 또한 매년 높은 비율로 증가하고 있는 실정이다. 이를 극복하기 위해서는 저부가가치 비금속 광물 제품을 친환경 고기능성 비금속 광물로 탈바꿈해야 되며, 제품의 신뢰성을 확보하기 위해서 관련 기술과 제품에 대한 표준화작업이 수행되어야 한다. 이는 단순히 제품을 생산하는 업체와 국가 환경규제 정책들에만 문제를 돌린다고 해결 될 수 없다. 이에 정부가 주도하여 관련기술의 원천기술을 확보고하고 제품의 신뢰성을 표준화하기 위해서 지난해 산업자원부 산하 에너지관리공단에서 추진하고 있는 친환경 무기소재 사업이 발족 되었다.

이에 사업단에서는 관련 제품 개발 및 상용화를 위하여 제조공정개발 및 특성평가를 시행하고 있으며, 개발된 제품 및 공정을 신뢰성을 확보하기위한 표준화사업을 추진 중에 있다. 본 사업은 이를 통하여 국내의 부족자원을 활용하는 한편, 저부가가치 제품에 다기능성 및 친환경성과 같은 특성을 부여함으로써 기능성 친환경 무기소재를 개발하는 것이 최종 목표이다.

이렇게 개발된 제품 및 공정과 표준화 기술은 강화된 각종 환경 정책에 대응할 수 있을 뿐만 아니라, 소비자 요구에 맞는 우수한 제품이 생산 될 것으로 판단된다. 이렇게 개발 된 관련 제품 및 기술은 연간 2,650억 원의 수입대체효과와 연간 1,134억 원의 원료확보효과를 가져다 줄 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 통계청 자료 <http://www.nso.go.kr>.
2. 특허검색 자료 <http://www.wips.co.kr/>.
3. 광촉매의 국내외 산업동향 및 업체별 추진전략, 한국과학기술정보연구원.
4. 실내공기질 관리 기본계획(안), 2004 환경부.
5. 산업체의 환경보전 정책과 환경친화제품 전략, 한국과학기술정보연구원.
6. 자동차 에너지와 환경문제, 한국과학기술정보연구원.
7. 환경친화형 주택, 한국과학기술정보연구원.
8. 고성능 다공성 세라믹 담체의 개발, 세라미스트, 2001.
9. 수질 정화용 세라믹 필터와 응용, 세라미스트, 2001.

한경섭



- ◎ 1972. 한양대학교 요업공학과(학사)
- ◎ 1984. Univ. de LIMOGES Limoges, France (박사)
- ◎ 1981. KORSIC(Korea Scientific Information Center) 연구원
- ◎ 1989. 한국과학기술연구원(KIST) 선임연구원
- ◎ 1993. 한국과학기술연구원, 센터장 책임연구원
- ◎ 현재. 한국과학기술연구원, 복합기능세라믹 센터, 책임연구원

변윤기



- ◎ 2001. 한양대학교 세라믹공학과(석사)
- ◎ 2001. 한국과학기술연구원, 연구원
- ◎ 현재. 한양대학교 세라믹공학과(박사과정)