

# 비금속광물을 이용한 천연벽지 제조기술 개발

글 \_ 남윤석, 경운섭, 최원희, 정연길\* || (주)에덴바이오 벽지, \*창원대학교 나노신소재공학부 edenwp@edenwp.com

## 1. 기술의 현황

### 1.1 개요

현대인들의 실내생활은 점차 증가함에 비해 건축내장재의 화학물질 사용은 확대됨으로 실내 오염발생원의 증가와 환기부족 등으로 실내공기오염이 심화되고 있다. 최근 국민들의 well-being 의식 확대로 ‘새집증후군’ 등 실내공기 오염과 환경문제에 대한 관심이 고조되고 좁은 국토와 높은 인구밀도에 기인한 공동주택 비율의 지속적 증가로 공동주택 등의 실내공기질에 대한 체계적 관리가 요구되고 있다. 다중이용시설과 공동주택의 지속적인 공급에 따른 건축자재 생산량이 증가되고 건축자재의 기능성과 생산량 향상을 위한 복합화합물질 사용량이 증가되고 있으므로 실내 중 VOCs(휘발성유기화합물) 및 HCHO(포알데하이드) 방출량이 증가된다. 지하역사, 지하상점가, 백화점, 실내주차장 등 대규모 다중이용시설의 지속적 증가에 따른 실내공기질 관리가 필요하며 친환경 건축자재 사용이 확대되어야 할 필요가 있다. 세계보건기구(WHO) 보고서(2000년 9월)에 따르면 공기오염에 의한 사망자 수는 최대 600만명이며 이중 실내 공기오염에 의한 사망자수는 280만명으로 분석하고 있다. 천식환자의 30~40%와 기관지 환자 20~30%가 공기오염과 관련된 것으로 추정되며, 실내 공기오염도를 20% 줄이면 급성 기관지 질환 사망률을 4~8% 감소시킬 수 있다고 했다. 미국 환경청(EPA)의 보고에 의해서도 실내공기 오염을 미국이 직면한 가장 시급히 처리해야 할 환경문제 5가

Table 1. 각종 건축자재에서 방출되는 VOCs

재 료	발생율( $\mu\text{g}/\text{m}^2 \text{ h}$ )	비 고
석고보드	3	
암면	106	
라텍스 페인트	1,861	
벽지	3,833	합지벽지
쿠션비닐 바닥재	4,898	PVC 바닥재

\* 2000년 환경부 후원 실내 VOCs 토론회 자료

지 중 하나로 간주하고 있으며 미국 폐협회 조사로 실내 오염물질의 농도가 실외보다 2배에서 5배에 이르며 심한 경우 100배까지 높은 것으로 파악되고 있다.

### 1.2 제도적 환경

#### 1.2.1 다중이용시설 등의 실내공기질 관리법(환경부, 법률 제6911호 2004.5.29 시행)

많은 사람이 이용하는 시설에 대한 실내공기질을 알맞게 유지하고 관리함으로써 국민의 건강을 보호하기 위함이며 인체에 해로운 오염물질을 방출하는 건축자재의 사용을 제한하고 새로 짓는 공동주택에 대해서는 실내공기질을 측정하여 공고하는 것을 의무화하고 있다. 실내공기오염에 대한 심각성으로 각종 공청회를 거쳐 환경부 ‘지하생활공간 공기질 관리법’이 ‘다중이용시설 등의 실내공기질 관리법’으로 개정 공포되고 현행 법률에 따라 지하역사, 지하도 상가, 여객터미널, 도서관, 종합병원, 아파트, 연립주택에 대한 실내공기질 관리가 강화되고 있다. 실내공기질 측정 공정시험법을 통한 실내 오염물질(VOCs, HCHO) 측정하고 실내의 VOCs, HCHO 방출량을 낮추기 위한 각종 건축자재와 제거를 위한 환기

설비를 모색하고 있다. 비금속광물과 천연재료를 이용한 벽지로 대체가 가능하다.

**1.2.2 친환경상품 구매촉진에 관한 법률(환경부, 법률 제7296호 2005.7.1시행)**

환경보전과 지속가능한 발전을 추구해 나가기 위해 제품의 생산·폐기 등 전 과정에서 환경오염 저감은 물론 자원의 절약에도 기여하는 친환경상품의 보급 확대가 목적이다. 대규모 수요처인 공공기관의 친환경상품 구매를 의무화하고 친환경상품 정보·평가원을 설립·운영하는 등 친환경상품의 지속적인 생산·구매를 촉진하는 기반연계를 마련한다. 공공기관의 장은 공공물품을 구매하고자 하는 경우에 친환경상품을 의무적으로 구매하여야 하는데 정부 및 지자체 건물 및 발주 공사에 포함하여 적용 대상이 되는 친환경상품은 환경표지(마크) 품목, 재활용 규격 설정 품목으로서 동 인증을 취득한 상품 또는 이와 동등 이상 품질을 갖춘 상품, 기타 환경부장관이 고시하는 품목별 친환경상품 판단기준에 부합되는 상품이 포함된다. 기반기술인 친환경 벽지는 환경마크를 획득한 제품으로 비금속 광물을 이용하여 개발된 친환경 벽지와 바닥재의 경우 상용화시점에서 환경마크를 획득하여 시책에 부응한다.

**1.2.3 환경표지 인증제(환경부-환경기술개발및지원에관한법률 제20조에 근거)**

동일용도의 제품 중 상대적으로 환경성이 우수한 제품을 공인함으로써 소비자로 하여금 제품구매시 환경상품 선택구매 유도하는데 목적이 있다. 생산자로 하여금 소비자의 녹색구매 경향에 부응하고 환경상품 및 관련기술 개발을 유도하여 지속가능한 사회를 건설한다. 타 제품에 비해 환경부하가 적은 것, 환경개선 효과가 큰 것, 사용 후 폐기단계에서 타 제품에 비해 환경부하가 적은 것을 인증한다. 2002년 4월 최초시행, 기반기술인 천연재료를 이용한 벽지는 2002년 5월 최초인증 받았다.

**1.2.4 친환경 건축물 인증제(건설교통부·환경부, 2002. 1시행)**

건축물로 인해 발생하는 에너지 및 환경부하를 최소화

하고 건축물이 환경에 미치는 영향에 대한 객관적 정보를 소비자에게 제공함으로써 환경친화적인 건축물 확대 보급을 목적으로 한다. 시공 및 시행사에 대한 인센티브제를 실시하고 환경표지 인증 제품을 사용 시 가산점을 부여한다.

**1.2.5 친환경 건축자재 품질 인증제(환경부, 2004.2 공고)**

쾌적하고 건강한 실내환경의 창출과 오염물질 방출이 적은 건축자재의 개발 및 생산을 유도하기 위하여 각종 건축자재(벽지, 바닥재 등)로부터 방출되는 오염물질의 정도에 따라 인증등급 부여하는 제도로써 각종 건축자재로부터 방출되는 화학물질(VOCs, HCHO)이 대부분 인체에 유해하고 거주자의 쾌적성과 건강에 악영향을 주고 있음에 기인한다. 친환경 건축자재 생산 및 사용을 권장하며 비금속광물을 이용하여 개발한 제품은 기반기술인 소나무 등의 나무를 이용한 기술의 문제점인 천연 테라핀류의 TVOC 발생율을 낮춤으로써 제도적 환경 범위 내 혜택이 가능하다.

**1.2.6 웰빙(Well-being) 및 로하스(LOHAS) 트렌드**

국민소득 수준의 향상으로 인한 보다 나은 삶을 추구하고 제품의 친환경성 및 편리성을 강조하는 추세이다. 천연소재의 제품에 대한 구매 욕구가 점차 증대되고 있다.

**1.2.7 인테리어 자재 유통 MARKECT PLACE 화**

종래의 인테리어나 지물포 개념이 아닌 편이점 형식의 새로운 유통문화 흐름이 진행되고 있으며 이는 이미 미국, 유럽, 일본 등지에서 폭넓게 형성되고 있다. 국내에서는 2003년부터 시도 되었으며 2005년 영국의 1위 인테리어 자재 유통 업체인 B&Q(영국내 연간 매출액 36,742 억원 규모)가 국내에 진입해 있다. 자재 선택에 있어서 소비자의 권한이 확대되고 미국, 유럽, 일본의 경우 보편화되어 있는 정확한 정보제공을 통한 인체 무해성 자재 선택이 증대된다. 기반기술인 천연재료를 이용한 벽지의 경우 이미 2003년 최초로 시도된 유통망에 참여한 적이 있으며 매장의 80% 이상을 국내제품으로 공급할 계획인 B&Q의 경우도 입점이 임박해 있으므로 차후 확대 될 것을 예상할 때 비금속광물을 이용한 기술개발은 시장의

선점에 대한 기회가 부여되어 있다.

### 1.3 시장 환경

2004년 통계청 광공업 동태조사에 따르면 PVC 바닥재 대체로 인한 국내 시장규모는 연간 2,000억원 시장이며 중국의 시장규모는 연간 1조원 규모, KOTRA survey(Wallpaper)에 의하면 미국의 경우 수입규모는 연간 1억 4천만불 규모로 예상되고 있다. 수입벽지 및 마루 바닥재 연간 100억원 이상의 수입대체 효과도 기대되고 있다. 신소재 개발로 인한 국내외 산업재산권 획득은 독점적 시장지위 선점이 가능하게 하며 수출에 대한 안정적인 기반을 제공한다. 개발기술의 에너지자원 효과로 황토 등 비금속 광물 신규 수요 창출이 가능하며 국내 벽지 및 바닥재 시장 20%(1,200억원) 대체 시 비금속 광물 사용량은 연간 240억 원 이상으로 예상된다.

#### 1.3.1 국내시장

벽지는 합지 및 PVC벽지, 바닥재는 PVC장판과 마루가 주류를 이루고 있으며 신규 공동주택(아파트) 물량과 리모델링 등을 통한 수요가 대부분이다. 주로 경제성과 심미적 기능성에 의해 선택되며 계절별 시장의 편차가 있다. 경제적 여건에 따른 시장의 팽창과 수축 정도가 심하며 사회적 흐름과 관련하여 각종 마스크를 통한 새집증후군 및 아토피, 비염, 천식 등의 질환이 벽지, 장판과 밀접한 관련이 있는 것으로 보도되어 친환경 제품이 시장에 점차

Table 2. 일반벽지, PVC 벽지, 장판의 생산량

연도별 생산량	벽지(천m <sup>2</sup> )	PVC벽지, 장판(TON)
2004	274,643	203,668
2003	226,932	226,910
2002	212,950	264,782
2001	221,267	243,604
2000	198,018	239,599

(통계청-광공업 동태조사 2004)

Table 3. 국내 벽지 및 바닥재 시장규모

구 분	1998년	1999년	2000년	2001년	2002년	연평균 증가율
벽지(10억원)	220	230	260	270	300	9%
바닥재(10억원)	549	552	710	817	900	16%
단열재(1,000m <sup>2</sup> )	43,202	60,904	77,200	94,107	107,357	37.1%
창호재(백만톤)	64,795	80,478	120,239	182,545	245,169	69.6%
페인트(k)	498,569	659,392	726,565	789,382	784,267	14.3%

\*실내공기질 관리 기본계획(안) (2004년 환경부 등)

확대되고 있다. 국내산 비금속 광물을 이용한 벽지개발은 계절별 편차에 국한되지 않고 균일한 수요증가가 예측되며 제도적 토대를 바탕으로 한 정부 및 지자체의 물량 SPEC화가 이루어지므로 비금속 광물을 이용한 벽지개발을 통해 안정적 공급이 가능할 것이다. VOCs, HCHO의 불검출 및 제거 효율증가에 따라 친환경성과 고기능성 확보로 기능성 내장재 시장 우선권을 확보할 전망이다.

#### 1.3.2 국외시장

시장규모로는 미국 내 벽지 수입규모 연간 138.5 백만 불, 영국 내수 규모 연간 60억 파운드, 미국, 유럽, 일본, 중국, 중동지역 국내 수출규모는 연간 PVC벽지, 바닥재 34,601 TON, 벽지 413천m<sup>2</sup> 이다. 시장성격은 국외시장은 국내시장과는 달리 환경적 기준이 엄격하고 기준미달 제품에 대해서는 시장 내 유통 불가하다. DIY(Do-It-Yourself) 자재 중심유통이 형성되어 있으며 화려한 문양과 환경성 중시하고 다양한 소재의 제품군이 구성되어 있다. 비금속광물 및 천연소재를 이용한 벽지와 바닥재 개발과 동시에 국제특허를 획득할 경우 세계에서 유일한 소재의 벽지와 바닥재로 세계 시장진출이 가능할 것이며 국제적 환경기준에 부합함으로써 환경규제의 장벽이 없고 기능성에 대한 검증을 통해 고기능성 내장재 시장을 확보할 수 있다.

### 1.4 적용대상

#### 1.4.1 실내장식용 벽지 및 바닥재

내장재의 보온성과 심미적 기능을 활용하고 기능성을 부가하여 환경적으로 우수한 성능으로 인한 다중이용시설 적용에 중점을 둔다. PVC 바닥재 및 마루를 대체하는 실내용 바닥재로 사용이 가능하며 온돌문화에 적합한 우수한 열전도율의 바닥재로 사용될 수 있다.

#### 1.4.2 가구 내장재

통상적인 내장 마감재인 POLY계열의 화학소재를 대체하며 방부 처리된 목재에서 방출되는 VOCs와 HCHO를 탈취하는 효과를 기대한다. 습도조절, 세균 및 곰팡이 제거 기능성, 통기성능 조절 및 표면 코팅기술을 개발하며 목재 전용 접합제도 개발한다.

#### 1.4.3 자동차 내장재

천연재료의 단점을 보완하고 비금속광물을 이용하여 자동차 내장재로 적용한다. 일광 및 온도에 따른 변형비율 보완하고 1차적 천장적용에 따른 표면 코팅기술 및 접합 기술을 개발하면 실용화가 가능하다. 대쉬보드를 비롯한 각종 POLY계열에서 방출되는 VOCs, HCHO 탈취가 가능하고 차내 습도조절 및 세균, 곰팡이 제거 가능성이 있다.

#### 1.4.4 파티션 및 분리식 판넬외장재

천연재료 및 비금속광물질의 질감 및 색상을 이용한 인테리어 소재로 사용이 가능하며 적용 효과에 대비한 경제성이 우수하다. 외장재 이용에 있어서는 내오염성 보강 기술 개발하며 표면마감이 용이한 형태로 제작하면 수요확대가 예상된다.

#### 1.4.5 비금속 광물을 이용한 난연소재

방염액 처리 위주의 방염인증 획득에서 소재의 난연성을 이용한 인증 획득이 필요하다. 재료의 난연성 강화 기술 개발이 함께 요구된다.

### 1.5 기술적 관심

국내산 비금속 광물들에 대한 고부가가치화를 선도하고 단순가공에 따른 저가용으로의 활용에서 탈피하여 국내 비금속 광물을 이용한 친환경 소재기술 개발 및 고성능화 기술 개발이 진행되어야 한다. 친환경 벽지 및 바닥재 제조기술은 최근 급속히 성장하는 웰빙과 친환경 건축내장재 산업분야에서 인체 유해성 제거에 필요한 비용과 시간을 줄일 수 있는 중요한 기술로 부상되고 있으며 이와 함께 가소제의 유해성이 심각한 자동차나 접착제, 페인트 등

의 유해 가스가 심각한 가구 등의 다양한 분야에 핵심기반 기술로서 응용될 수 있다. 요구되는 사항은 건축 내장재의 기능성에 필요한 요소인 인체무해성, 탈취, 항균, 원적외선 방사 기능이 포함되어야 하고 다른 설비 등에 치중한 방법보다 비용이 절감되어야 하며, 소규모 공간 적용이 가능 하여야 하고 시공에 소요되는 비용이 감소하는 효과가 있어야 한다. 제조 공정상 유해물질 방출이 없어 환경친화적 제조기술이어야 하며 면적에 비례하여 늘어나는 실내 방사물질의 특성에 따른 실내공간에서의 공기질 개선기능 향상 및 빠른 효과가 있어야 한다. 세계적으로 관심이 고조되는 환경인증제도와 더불어 건축자재의 친환경성에 대한 요구에도 부합할 수 있어야 한다.

## 2. 국내·외 기술 현황

### 2.1 국내 벽지기술개발 현황

#### 2.1.1 합지벽지

엠보싱(Embossing) 벽지라고도 하며 요철 모양의 입체 무늬를 프레스(Press)로 눌러 문양을 나타내고 두꺼운 백상지나 이중지를 사용하는 기술이다.

#### 2.1.2 비닐(PVC)벽지

염화비닐(PVC)을 졸(Sol) 상태로 만들어서 백상지에 부분 도포하여 열에 의해 발포시키는 기술을 이용하며 기포를 함유하여 보온, 방음, 효과와 표면의 발포 요철로 거친 벽면의 커버력이 우수하나 황변 현상과 정전기 발생으로 먼지가 잘 묻는 성질이 있다. 동조비닐벽지의 경우는 염화비닐을 졸(Sol) 상태로 만들어서 백상지에 전면 도포하여 무늬를 프린트 가공하여 입체무늬를 프레스(Press)로 눌러 문양을 나타내는 기술을 이용하며 문양의 입체감을 살리기 위해 프레스와 프린트를 맞추어서 생산하는데 내구성, 내오염성, 다양한 디자인 표현효과 등에 장점이 있다.

#### 2.1.3 특수벽지

지사 벽지는 이중 배접 용지에 화지를 가늘게 잘라 실처럼 연사하여 경사, 위사로 치밀하게 편직하여 배접한 기술을 이용한다. 표면이 섬유벽지 효과를 나타내며 특

Table 4. 국내 벽지제조 업체의 친환경 기술개발 현황(합지벽지 및 PVC 벽지)

업체	품목	내용
A	합지 벽지	수성잉크, 친환경원단 사용
B	합지 벽지	수성잉크 사용
C	합지 벽지	수성잉크 사용
D	합지 벽지	광촉매 사용
A	비닐(PVC) 벽지	수성잉크, 친환경 가소제 사용
F	비닐(PVC) 벽지	PVC에 황토를 접목시켜 발열시 열을 방출하는 효과를 이용한 기술
G	비닐(PVC) 벽지	수성잉크 사용
B	비닐(PVC) 벽지	실크벽지의 유해성분이 발생하는 PVC 층과 인쇄층에 신물질을 투여함으로써 유해물질을 감소, 분해시킴
H	비닐(PVC) 벽지	수성잉크 사용
C	비닐(PVC) 벽지	수성잉크 및 게르마늄 사용
D	비닐(PVC) 벽지	광촉매 사용
I	비닐(PVC) 벽지	나노실버 사용
J	비닐(PVC) 벽지	수성잉크, 광촉매 사용 환경친화성 가소제 및 안정제 사용 유기성 희석제 무첨가

성은 포근한 느낌과 방음의 효과도 있으나, 단점으로는 먼지가 잘 떨어지지 않고 습한 장소에는 곰팡이 서식이 있다.

갈포 벽지는 면의 날실에 천연 칩실을 씨실로 짜는 기술을 이용하여 자연스럽고 우아한 멋이 있는 반면 내구성이 약하며 오염에 약하다. 질석 벽지는 종이 위에 질석의 고운 가루를 살포하여 접착시키는 기술을 이용하는 것으로 주로 천장용으로 사용되며 내화성이 있다. 섬유 벽지는 짜여진 천위에 색이나 무늬를 프린트하여 종이를 배접하는 기술을 이용한 것으로 천연 직물의 포근함이 장점이나 시공성이 나쁘며 오염에 약한 단점이 있다. 마와 레이온 혼방을 이용하여 짜는 기술도 있으나 약간 울이 가는 것으로 직물의 고급스러움이 뛰어나지만, 시공성, 내오염성에 약한 단점을 가지고 있다. 한지벽지는 닥나무 80%에 천연 펄프 20%, 약간의 아크릴을 첨부하는 기술이며 닥나무 섬유질이 그대로 살아있어 부드러움과 고귀함 한지 특유의 향취가 배어 나온다. 한지의 일반적 특징으로 습도 조절력과 내구성이 강하며 표면 촉감이 쾌적하고 부드럽다.

## 2.2 국내 바닥재 기술개발 현황

PVC 바닥재를 대체하기 위한 기술개발로써 가정용에 있어서는 온돌난방으로 인한 열전도를 향상을 위해 종이

Table 5. 국내 벽지제조 업체의 친환경 기술개발 현황(특수벽지)

업체명	소재	기술개발 내용
C	지사	· 얇은 화지에 인쇄를 하여 꼬아 만든 종이실을 이용하여 직기에 여러 형태별로 제작한 다음 이지에 호부하는 기술 · 자연섬유 레이온 이용 · 선염을 통한 입체감 표현 기술 · 온도 및 습도조절 · 방음효과
K	갈포	· 칩, 황마, 사이살, 왕골등의 줄기를 種사로 쓰고 면 32-40을 經사로 하여 짠 뒤 원단 뒤에 종이를 붙이는 기술 · 방음의 효과
L	지사, 질석	· 종이를 촘촘히 엮어서 만드는 기술이나 돌가루를 정교하게 뿌려서 만드는 기술
M	한지	· 한지를 이용한 벽지 제조기술
N	지사	· 화선지에 물감으로 여러가지 색상으로 채색하여 꼬아 만든 종이실 즉 지사(紙絲)를 가지고 여러가지 형태로 직조(능직, 평직, 수자직 등)하여 생산된 면(面)을 종이에 붙이는 기술 · 한지(韓紙)를 특수가공한 제품으로 내구성 증대 및 라피어 코팅으로 곰팡이나 미생물이 서식할 수 있는 조건을 차단 · 섬유조직의 수많은 미세한 기공으로 냉난방 효과 및 흡음성이 있으며 결로현상도 방지효과 · 온도 및 습도 조절기능 · 통기성
	스트링벽지	· Rayon, Linen, Jute, Poly 등의 원사를 가지런히 정렬하여 일정한 간격과 팽팽함을 유지하면서 원지위에 접착시키는 기술 · 보온, 흡음기능 · 습도조절, 결로현상 방지 · 나염으로 다양한 색상과 디자인 표현가능
	갈포	· 새순이 돋아나 자란 6-7월 중에 채취한 칩냉물의 속살을 벗겨내 면사로 직포 원단을 만들고 원지에 붙여 만드는 기술 · 노동집약적이며 가공과정이 복잡
	사이살	· 사이살 나무의 잎에서 뽑아낸 실을 원료로 벽지를 제조하는 기술 · 시공성과 내구성
	황마	· 자연스런 색상과 미생물이나 해충에 강하고, 시공 및 관리에 용이성
	대나무	· 대나무를 세로로 얇게 썬 발처럼 늘어 직조한 후 원지에 배접하는 기술
	왕골	· 수분 흡수, 겨울 냉기 방지 · 오래 사용하여도 윤기가 강하고 부스러짐이 없고 절김
	둥나무	· 둥나무 줄기의 외피를 가공하여 종이에 붙이는 기술

장판 기술 개발에 집중되고 있다. 종이장판 제조기술은 재질의 특성상 표면코팅이 없이는 사용이 불가능하며, 생산이 까다롭고 수공이 많이 들어 대량 생산에 적합하지 않다. 수공이 많이 드는 방법의 단점을 보완하기 위한 공업적 제조기술은 강분 (Pb), 산화코발트, 삭산 코발트 등 중금성이 함유되어 있으며, 국부적 변색을 일으키는 단점이 있다. 석재와 목재를 이용한 타일 및 마루형식의

Table 6. 목재 바닥재(마루)에서 방출되는 VOCs

종류	오염원	VOCs 종류
목재 바닥재	목재 추출물, 락카, 접착제, 아교	Pentalnal, Hexane pinene, Camphene, 3-carene, HCHO, Solvents, Terpenes, Aldehyde(12 components indentified) etc

Table 7. HCHO 및 곰팡이가 인체에 미치는 영향

오염물질	인체영향
HCHO	눈, 코, 목 자극증상, 기침, 설사, 어지럼증, 구토, 피부질환, 비염, 정서불안증, 기억력 상실 등
곰팡이	알레르기성 질환, 호흡기 질환 등

바닥재는 시공 시 에폭시 접착제를 비롯한 각종 접착제가 다량으로 사용되어 HCHO가 다량 방출된다. 접착제를 사용하지 않는 시공에서는 완충공간에서 곰팡이가 서식현상이 있다. 비광물 출발물질을 다나무 펄프 또는 양지용 펄프에 합성한 장판지 제조기술은 출발물질을 소정의 온도에서 하소처리한 후 일정의 입도로 분쇄하여 물과 펄프가 혼합된 지료액에 일정 비율을 혼합 및 교반하여 압착탈수 건조하는 공정 기술이나 아직 실용화는 이

Table 8. 일본의 친환경 벽지 현황

제품명	제조사	소재	특징
오레핀	각 메이커	오레핀 수지	· 폴리에틸렌, 폴리프로필렌으로 대표되는 합성수지의 총칭으로 이 중에서 벽지에 적합한 소재를 주 원료로 하고 있음. · 염화비닐 대신에 식품포장 등에 사용되고 있음. · 보기에 비닐크로스라 비슷하지만 비염화비닐제품으로 가소제, 중금속, 유기연계 화합물을 포함하지 않음. · 소각시 다이옥신이 나오지 않음.
케나프울	東リ	케나프 + 재생지	· 천연자원인 1년초 케나프의 섬유(자원의 고갈이 없음) · 수성잉크를 사용. · 케나프를 화장층에 51%, 속지에 15% 사용함. · 가소제, 안정제, 발포제를 포함하지 않기 때문에 태워도 염화수소가스가 안나오고 그대로 폐기해도 분해되어 흠으로 돌아 감. · 보습성이 좋음.
무기울	東リ	비염화비닐 소재	· 표면층에 수산화알루미늄(수산화알루미늄 80%, 펄프20%)의 무기질소재를 사용하기 때문에 소각 시에도 염화수소 가스의 유독가스가 발생하지 않음. · 화재 시에도 잘 안담. 유기용제의 유성잉크가 아닌 수성잉크를 사용. · 항균, 때물음 방지, 표면강화, 항곰팡이 기능성이 있음.
화지	산게쯔, 東リ, 리리카라 등 각 메이커	안피나무, 닥나무, 삼지닥나무 등	· 일본전통 천연소재임. · 성장이 빠르므로 매년 벌채가 가능하고 자원의 고갈이 없음. · 촉감이 좋고 심플하며 고급스런 벽지임.
종이 천	각 메이커	종이	· 종이의 실을 짜서 벽지에 사용.
규조토 넣은 종이벽지		규조토, 종이	· 식물의 플라크톤이 퇴적되어온 흙인 규조토를 배합하여 탈취효과 조습기능이 있음.
규조토 코트	산게쯔	규조토	· 탈취효과, 조습기능이 있음.
마면	산게쯔	사이자루마, 황마	· 천연소재
	산게쯔	천연실크	· 천연섬유, 정전기 가 잘 안나고 조습기능, 통기성이 뛰어나.
뉴파피울	산게쯔	목화	· 이산화탄소를 흡수, 산소를 만들어내는 것으로 알려짐. · 포름알데히드는 거의 검출되지 않음. · 소각해도 다이옥신이 안나옴. · 때가 잘 끼지 않고 떨어내기 쉬움. · 밝고 떼기가 쉬움.
에코울		재생지 + 에바필름	· 50%이상 재생지를 사용하는 에코마크 제품. · 소각시 유해가스발생도 적음. · 에바필름 사용에 의해 때가 잘 안나고 강함. · 플라스틱수지 사용 30g/m <sup>2</sup> 이하 · 수성잉크 사용
직물	각 메이커	래온	· 래온은 펄프를 원료하여 만듦. · 조습성, 통기성이 있으므로 건강적인 공간 만들기에 좋음. · 촉감, 색, 무늬 모두 고급스런 느낌으로 고급스러운 고급벽지임.
오레핀 무기질 바가스지	토끼와	우레핀수지, 천연미네랄 광석	· 소각해도 다이옥신이 나오지 않음. · 천연미네랄 광석을 미세분말화하여 첨가함으로 심신이 릴렉스 할 수 있도록 음이온을 발생시킨다.
	토끼와	사토우카비	· 농산폐기물인 사탕수수, 껌묵을 사용
러너페이저	러너페이저	천연펄프 + 직물섬유	· 천연지의 소재로 강하고 튼튼하며 통기성, 토습성, 흡습성이 좋은 벽지임. · 도장용 벽지이므로 기호에 맞게 색을 칠하여 마감함.

Table 9. 마모륨에서 방출되는 VOCs

오염원	방출오염물질
지방산	Fatty acids, Toluene, 3-methylpentanes

루어지지 않고 있다.

### 2.3 국외 친환경 기술개발 현황

#### 2.3.1 벽지(일본)

종이계 벽지는 종이를 주 소재로 하는 벽지로 표면화장층에 플라스틱을 20g/m<sup>2</sup> 이상 사용한 것을 제외하고 있다. 유기질의 섬유를 주 소재로 하는 섬유계 벽지가 있으며 염화비닐수지를 주 소재로 하거나 또는 표면화장층에 20g/m<sup>2</sup> 이상 염화비닐수지를 사용하는 벽지 염화비닐수지계 벽지가 있다. 무기질계 벽지는 무기질을 주 소재로 하는 벽지로 표면화장층에 플라스틱을 20g/m<sup>2</sup> 이상 사용한 것은 제외한다. 주소재로는 무기질지, 무기질골재, 유리섬유 등이 있다.

#### 2.3.2 바닥재(영국)

영국인 Frederick Walton이 처음으로 개발하여 리놀륨(Linoleum)이라 명명한 천연재질의 친환경 바닥재이며 1899년도에 설립된 네델란드의 마모륨 전문생산업체인 Forbo-Krommenie B.V.가 최첨단 공법으로 자체 개발한

마모륨(Marmoleum)이 유일하다. PVC 바닥재 대체용으로 국내에서도 일부사용하고 있으며 100% 수입에 의존하고 높은 시장가격을 형성하고 있다. 국부적 압력에 흔적이 남으며, 부서지기 쉽고 옥외사용이 불가능하다.

### 3. 친환경 벽지 및 바닥재 제조기술

가능성 및 친환경성 벽지 및 바닥재는 다양한 가능성 발현과 함께 국내산 광물자원의 수요 증대라는 정부정책에 부응하면서 고부가가치화를 선도하게 될 것이다. 중요 기능으로는 1) 인체에 유해한 VOCs 및 HCHO의 불검출 및 제거기능, 2) 시멘트 및 페인트의 독성제거 기능, 3) 세균 및 곰팡이 제거기능, 4) 바이오 원적외선 방출기능, 5) 습도조절기능, 6) 높은 통기성으로 인한 접착제 사용 최소화, 그리고 7) 새집증후군 개선 및 재활용이 가능하다는 것이다. 이러한 우수한 기능성을 갖는 친환경 벽지 및 바닥재에 대한 제조기술 공정도를 Fig. 1에서 나타내었다.

친환경 벽지 및 바닥재 제조기술은 종이 지지체 표면 또는 표리면에 탈취, 향균, 원적외선 방사 등의 기능성을 갖는 비금속 광물과 기타 천연원료를 혼합한 현탁액을 적층 혹은 코팅하는 기술이며 국내산 부존자원 중 비금

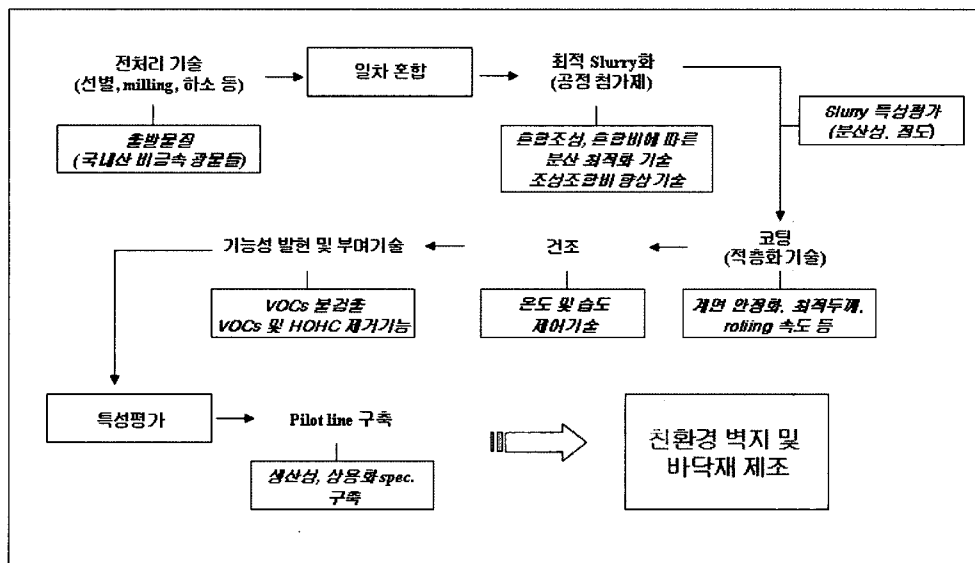


Fig. 1. 국내산 비금속 광물을 이용한 친환경 벽지 및 바닥재 제조기술.



속 광물에 대한 고부가가치화 및 활용도 향상을 위해 기초 기반 기술 및 핵심기술의 개발이 요구되고 있다. 전처

리 공정기술과 조성조합비에 따른 균일 혼합화 기술, 현탁액의 분산최적화를 위한 공정첨가제 제어기술, 건조공정, 표면베이스 투입 공정기술, 표면 코팅공정 기술 등 전반적 공정기술에 대한 체계적 database를 구축이 필요하며,출발원료의 제어를 통한 성분 배합비에 따른 기능성 발현 제어기술, 제품의 물성 및 특성화 기술 등에 대한 연구개발을 진행하고 있다. 이에 따른 구체적인 공정 기술은 1) 국내산 비금속 광물의 특성발현을 위한 전처리 공정기술, 2) 비금속 광물 (황토, 규조토, 견운모, 옥 등)에 대한 조성조합비 향상 기술 및 균일 혼합기술, 3) 복합 첨가물에 대한 혼합조성, 혼합비, 점도 제어기술, 4) 복합 현탁액의 분산 최적화를 첨가물 (binder 및 공정첨가제) 제어기술, 5) 현탁액의 최적 분산성을 통한 코팅기술 및 건조기술, 6) 계면의 접합력 향상을 위한 코팅기술 및 건조시 온도 최적화 기술, 7) 첨가되는 비금속 광물의 성분 배합비에 따른 기능성 발현 및 제어 기술, 그리고 8) 제품의 물성에 대한 특성화 및 평가기술이 있다.

이러한 친환경 벽지 및 바닥재에 대한 개발에 있어서 필수적으로 요구되는 구조도 및 제조 시스템의 구성도를 Fig. 2와 Table 10에서 나타내었다.

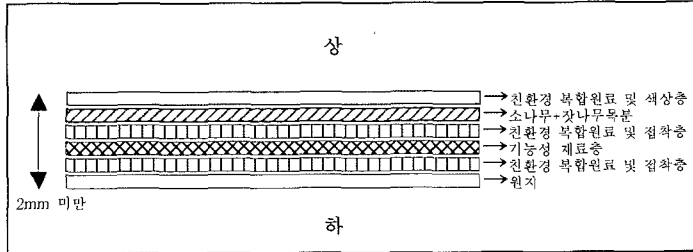
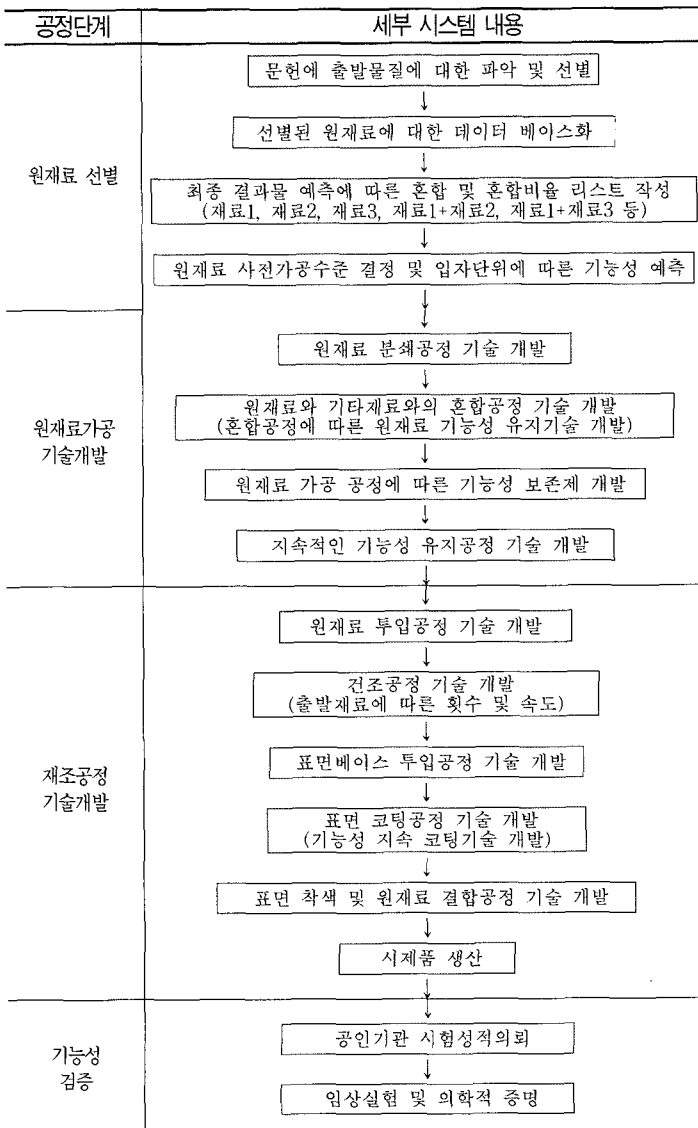


Fig. 2. 친환경 기능성 벽지 구조도.

Table 10. 친환경 벽지 및 바닥재 제조 시스템 구성도



#### 4. 기대효과

천연원료 및 국내 비금속광물을 이용한 친환경 벽지 및 바닥재를 개발함으로써 자원개발 및 국내 유희자원 활용도 증가되고 국내 관련 산업 활성화가 기대된다. 제조 과정에서 염소계 합성수지를 사용하지 않아야 하고 제조 과정에서 난연제로써 폴리브롬화비페닐(PBBs), 폴리브롬화디페닐에테르(PBDEs), 염소농도 50%이상인 단쇄염화파라핀을 사용하지 않아야 하며 바리지를 사용하는 제품의 경우 바리지는 고지 사용율이 20% 이상인 종이를 원료로 사용해야 하



며 고지로서 회수 및 재활용을 어렵게 하는 라미네이트 지 등을 사용하지 않아야 하는 환경표지인증용 소재의 차별성으로 획득이 가능하다. 저오염 고기능성의 차세대 핵심기술 개발로 건축물의 내장재 의존도는 100%이므로 신축주택 및 공동주택의 경우 벽지, 바닥재 100% 적용된다. 통계청 주택 총 조사(2000년)에 따르면 전국 주택호수 10,959,342호 규모이다. 벽지, 바닥재의 선택기준이 보온성, 심미성, 실용성에서 친환경성으로 이동하고

있으므로 수요의 증대가 기대되며 재활용가능성으로 폐기물 처리 용이하다.

### 참고문헌

1. 2000년 환경부 후원 실내 VOCs 토론회 자료.
2. 2004년 실내공기질 관리 기본 계획 (환경부 등).
3. 2004년 통계청 관공업 동태조사.
4. www.edenwp.com.

### ◎◎ 남윤석



- 1980. 기아산업 근무
- 1999. (주)신영와코루 근무
- 2006. (주)에덴바이오벽지 대표이사

### ◎◎ 경운섭



- 1981. 동양공전 기계과(전문학사)
- 1999. (주)신영섬유 근무
- 2006. (주)에덴바이오벽지 이사

### ◎◎ 최원희



- 1997. 경원대학교 도시계획학과(학사)
- 1998. 해군OCS 93차 수료
- 2006. (주)에덴바이오벽지 부장

### ◎◎ 정연길



- 1989. 한양대학교 무기재료공학과 공학사
- 1991. 한양대학교 무기재료공학과 공학석사
- 1996. 한양대학교 무기재료공학과 공학박사
- 1997-1999. 미국 NIST 객원연구원
- 2003-2004. 미국 NIST 초청연구원
- 1999-현재. 창원대학교 나노신소재공학부 부교수