

# 원적외선 활성수의 특성 및 화장품에의 응용

LG생활건강 화장품연구소 피부연구팀  
장민열, 황승진, 박선규, 이상민, 조완구

## 1. 서론

물은 인간을 비롯한 모든 생명체의 생명과 생존을 유지시켜 주는 기본 자원이다. 즉, 물은 소화과정, 영양분의 흡수, 노폐물의 배설 및 체온 조절 등의 생리작용을 하는데 최소한 성인은 하루에 1-2ℓ의 물을 마셔야 하며 사람의 몸은 60 - 70%가 물로 구성되어 있고 그 중 혈액의 경우는 90%, 뇌는 80%, 근육은 75%가 물로 이루어져 있다. 또한 인체 내에 있는 물은 약 60%정도는 세포안에 있고 나머지 40%정도는 세포밖에 있는데 이 중 10%정도가 혈관을 타고 온 몸을 돌고 있다. 이렇게 물은 인체내에서 중요한 역할을 하고 있다.

물은 화학적으로 H<sub>2</sub>O로 표시된다. 그러나 액체 상태의 물은 단일 H<sub>2</sub>O가 아닌 여러 물분자들이 서로 결합된 (H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>의 특정구조를 가지고 행동하고 있다고 여러 연구 결과에서 밝히고 있다. 액체 상태의 물속에는 5각형의 고리 모양의 물 구조와 6각형 고리(윤) 모양의 물구조가 기본단위이며 5각형 구조에서 6각형 구조로 10-11초의 아주 짧은 시간으로 바뀌고 있다.

화장품에서 사용되는 물은 주로 정제수이다. 제형에 따라 물이 차지하는 비율은 타입 구별없이 일반적으로 스킨이 70-80%, 로션이 55-65%, 크림이 30-50%, 에센스가 55-75% 정도를 차지한다. 즉, 물은 화장품을 구성하는 성분중 가장 높은 비율로 사용되는 원료이다. 따라서 만약 물에도 품질이 존재한다면 물의 품질 고하에 따라 화장품의 질이 달라질 수 있을 것이다. 타사 화장품과 차별화 된 물을 사용한다면 제품의 질에서도 그 차이를 구별할 수 있을 것이다. 현재 화장품 추세를 보면 심해저수나 광천수, 온천수 등을 이용한 제품이 많아 지고 있으며 이는 물에서 차별화를 시도해 보고자 하는 목적의 결과가 아닌가 생각한다.

다음 실험은 원적외선 활성수에 대한 효능 및 화장품에의 응용에 대한 연구 결과이다. 원적외선 활성수는 국내 C업체에서 제공받아 사용하였다. C업체의 원적외선 활성수는 특

허된 기술을 응용한 필터와 특수 처리를 이용하여 일반 물을 원적외선 활성수로 바꾼 물로서, 주위의 소비자들에 의해 여드름, 보습, 아토피 등에서 긍정적인 효과가 구전되던 물이다. 다음 실험은 이러한 원적외선 활성수의 구조적, 기능적 차이점을 밝히고, 나아가 임상 평가를 통해 원적외선 활성수의 화장품 응용 가능성을 타진해 보았다.

## 2. 실험 및 결과

### 2-1. 원적외선 방사시스템의 검증

#### 2-1. 1) 원적외선 방사율의 측정

원적외선 활성수는 원적외선 방사율이 높은 물질로 구성되어있는 필터와 특수처리 장치를 통해 얻게 되는데, 원적외선 활성수 자체의 원적외선 방사율 측정이 어려움에 따라, 원적외선 활성수 제조에 사용된 필터의 원적외선 방사 효능 평가를 통해 원적외선 활성수의 원적외선 방사 효능을 간접 평가하였다. 원적외선 활성수 제조에 필요한 필터의 직접적인 방사율 측정은 큰 의미가 없다고 판단되어, 원적외선 활성수 제조에 사용된 필터 성분과 동일한 것으로 구성된 비접촉식 원적외선 방사 시스템을 통해 특정 재료의 처리 전후의 원적외선 방사율을 이용하여 원적외선 방사시스템을 검증하였다.

원적외선 방사율 측정을 위한 재료로는 자체 원적외선 방사율이 낮은 물질을 이용하는 것이 바람직하며, 따라서 자체 원적외선 방사율이 낮은 스테인레스 스틸(stainless steel)을 이용하여 상기 원적외선 방사시스템의 효능을 평가 하였다. 국내 C업체의 비접촉식 원적외선 방사장치를 이용하여 스테인레스 스틸에 원적외선 코팅을 하였고, 이를 한국 원적외선 협회에 원적외선 방사율 측정을 의뢰하였다. 그 결과 원적외선 방사장치에 의해 약 5% 정도의 원적외선 방사율이 증가하였고, 한국 원적외선 협회는 유의한 결과라고 인정하였다.

국내 C업체의 비접촉식 원적외선 방사장치는 기존의 방식인 원적외선 방사율이 높은 물질을 대상 물질 표면에 코팅시키는 방식과는 다르게 비접촉 방식으로 단순 emission에 의해 대상물질의 원적외선 방사율을 증가시키는 독창적인 방법이다.

상기 결과를 통해 C업체에서 제공하는 원적외선 방사 장치의 효능이 확인되었고, 이에

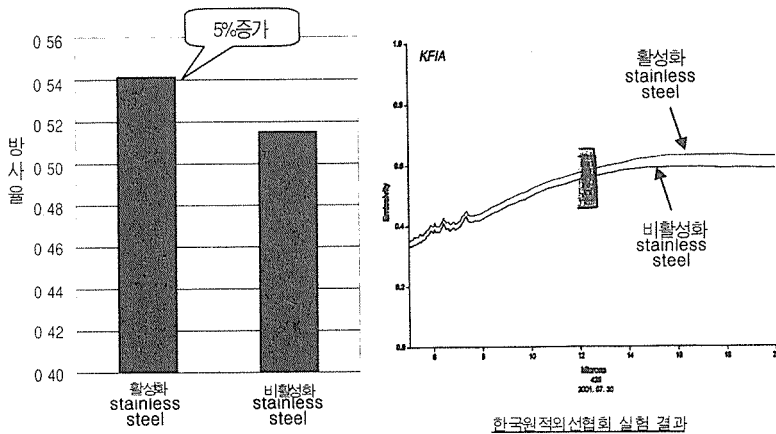


그림1. 원적외선 방사장치의 원적외선 방사율 증가 효과

원적외선 방사 시스템에 의해 활성화된 원적외선 활성화수는 일반적인 물과 차이가 있을 것이라 예측할 수 있다.

### 2-1. 2) 원적외선의 혈류속도 개선 효과

C업체의 비접촉식 원적외선 활성화 장치를 이용하여 일반 신용카드에 원적외선 코팅을 하였고, 이를 이용하여 16명을 무작위로 추출하여 혈류변화를 측정하였다. 측정은 을지대학병원(대전 소재) 흉부외과에서 수행하였고, 측정기기는 smartdrop ES-100sp II (Hayashi Denki Co., Ltd)를 이용하였다. 측정대상은 남성 11명, 여성 5명으로 평균나이는 38.6세(18 - 69세 범위)였다. 측정방법은 안정한 자세를 취한후 우측 요골동맥의 혈류를 측정한다 다음, 원적외선 활성화 카드를 심장부위에 대 다음 1분 경과후 혈류를 동일한 부위에서 측정하였고, 전후의 변화를 비교평가하였다. 그 결과는 다음과 같다.

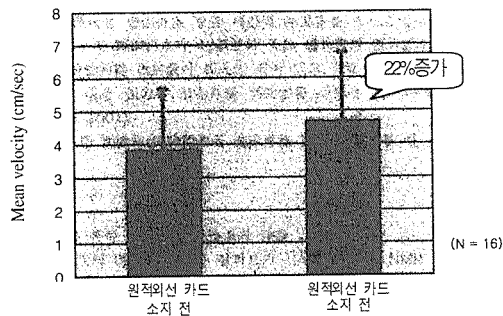


그림2 원적외선 활성화 카드의 혈류개선 효과

원적외선 카드를 소지한 후 혈류속도가 약 22% 증가하였다. 통계학적 유의성은 없었지만, 카드를 소지한 후 혈류 속도가 증가함을 알 수 있다.

상기 실험 결과를 통해 C업체의 원적외선 방사시스템의 효능과 원적외선은 어떠한 형태로든지 생체에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

## 2-2. 원적외선 활성수의 특징

### 2-2. 1) 원적외선 활성수의 제조

원적외선 활성수는 다음과 같은 시스템을 통해 만들어졌다.

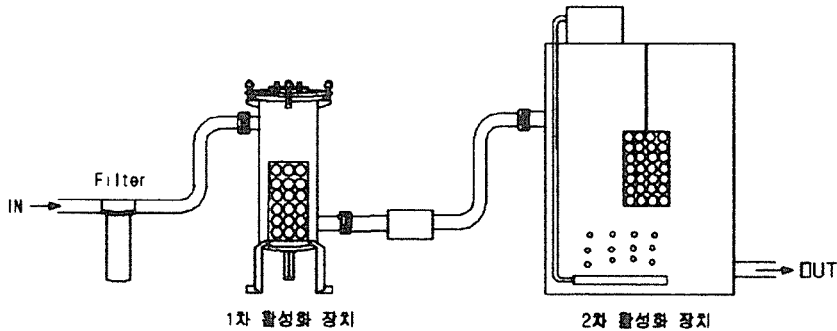


그림3. 원적외선활성수의 제조 시스템

1차 활성화 장치에는 원적외선 방출 세라믹 물질들을 중심으로  $8\sim 15\mu\text{m}$ 에 속하는 순도 99.9% 이상의 순동분말과 42개층의 천연 광물질의 혼합체로 처리한 첨단소재가 들어있어 원적외선 방사량이 극대화 되어 있고, 2차 활성화 장치는 자체 핵심 기술을 응용한 더욱 강력한 원적외선 활성수를 만드는 곳이다(월간 대한뉴스 vol 1, pp 124-125, 2001).

다음 아래의 모든 실험들은 정제수에 원적외선 활성화 처리를 한 원적외선 활성수를 이용하였다.

### 2-2. 2) NMR 분석을 통한 원적외선 활성수의 특징

원적외선 활성수의 구조적 특징을 살펴보기 위해 60 MHz NMR spectroscopy ( $^{17}\text{O}$  NMR) 기기를 이용하였다. 이 기기는 원자 핵이 자기장 속에 놓이면 핵의 고유한 양자적 성질

에 따라 일정 주파수의 전자기파를 흡수하거나 내어놓게 되는데, 이와 같은 공명현상을 이용하여 분자의 구조나 운동성을 연구할 수 있는 장비이다. 측정은 한국 과학 기술원 (KAIST)에서 수행하였다.

그 결과는 다음과 같다.

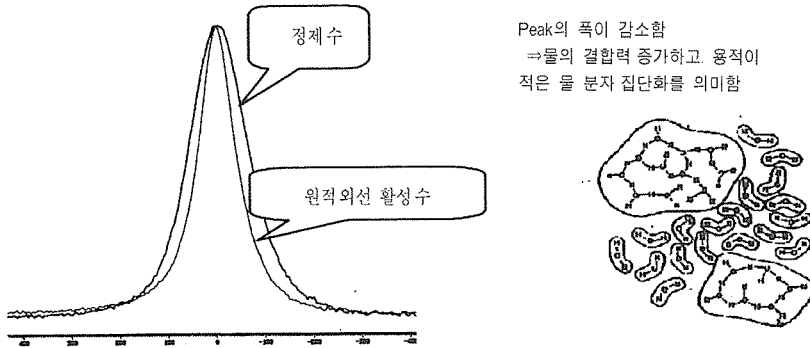


그림4. 원적외선활성수의 NMR peak변화

NMR peak의 분석은 반치폭(peak 중간 폭의 넓이)을 이용하여 비교하며, 상기 결과에서는 원적외선 활성화수의 반치폭이 정제수보다 감소되었음을 알 수 있다. 이는 원적외선 활성수를 구성하고 있는 물분자들의 결합력이 증가하였음과 큰 덩어리 구조의 물분자들이 작은 물분자들의 집단으로 전환되었음을 간접적으로 밝혀주고 있다.

즉, 원적외선 활성화 장치를 통한 원적외선 활성화수는 일반적인 정제수에 비해 그 결합력과 물분자들의 결합 크기에서 차이가 있음을 알 수 있다.

### 2-2. 3) 키를리안 효과(kirlian effects)

키를리안 효과는 키를리안 사진기를 통해 측정하며, 이 기기를 통해 각 물질이 내포하고 있는 고유한 에너지(bio-energy)를 측정할 수 있고, 각 물질은 그 종류에 따라 그 세기와 형태가 다양하다. 에너지가 높은 물질일 수록 키를리안 효과는 크고 형태는 완전하게 나타난다.

키를리안 사진기는 피사체에 고전압을 흐르게 하였을 때 피사체가 보여주는 corona 현상을 사진으로 인화하는 장치이다. 이때 각 물질마다 corona 방전 현상이 다르게 나타나며, 이를 이용하여 각 물질의 고유 에너지의 세기와 형태를 비교 평가한다.

정제수와 원적외선 활성화수의 키틀리안 효과는 다음과 같다.

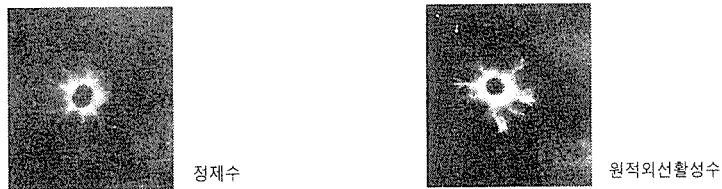


그림5. 원적외선활성수의 키틀리안 효과

영상분석 결과 원적외선 활성화수는 정제수에 비해 약 1.95배 정도로 키틀리안 효과가 증가하였다. 즉, 원적외선 활성화수의 고유에너지가 정제수의 고유에너지에 비해 높음을 알 수 있다.

상기 실험 결과를 통해 원적외선 활성화수는 일반 정제수에 비해 물분자들의 결합력이 크고, 자체 고유 에너지의 세기가 강함을 알 수 있다. 그리고 결합력이 커짐에 따라 물분자 군집의 크기가 작아져 생체 흡수가 용이하게 되고, 자체 고유 에너지가 강함에 따라 세포에 유익한 영향을 미칠 것으로 생각된다.

### 2-3. 원적외선 활성화수의 *in vitro* 효과

#### 2-3. 1) cell proliferation 효과

원적외선 활성화수의 cell proliferation 효과를 보기 위해 정제수와 원적외선 활성화수를 이용하여 동일한 방법으로 cell culture media를 제조하였다. 모두 fetal bovine serum을 1% 함유하도록 하였다. Cell은 human fibroblast를 이용하였다. 측정은 MTT assay 방법을 이용하였고, 570 nm에서의 흡광도를 이용하여 비교 평가하였다. 상기 동일한 실험을 3회 반복하였다. 그 결과는 다음의 Fig. 6과 같다.

원적외선 활성화수는 정제수에 비해 약 144% 정도의 통계적으로 유의한 세포 증식효과가 있었다(이분산 가정 t-검정). 세포 배양에 사용된 배지의 성분에는 차이가 없었고, 단지 물만 원적외선 활성화수로 교체하여 실험한 결과로, 원적외선 활성화수의 효능이라고 할 수 있다.

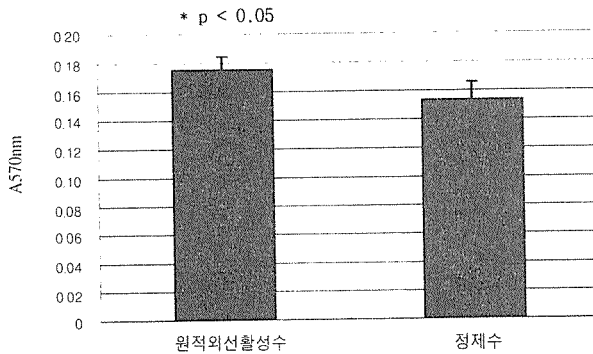


그림6. 원적외선활성수의 cell proliferation 효과

### 2-3. 2) 미생물 성장 억제 효과

원적외선 활성수의 미생물 성장 억제 효과를 다음과 같은 방법으로 실험하였다

세균 (S aureus, E. coli, P. aeruginosa)을 BHI고체배지에서 35°C, 24시간 배양후 사용하였고 칸디다균은 SDA배지에서 30°C, 48 시간 배양후에, 흑곰팡이는 SDA 사면배지에 배양하여 사용하였다. 시료는 원적외선 활성수와 정제수를 사용하였다. 균을 0.85% NaCl solution에 약 10<sup>9</sup> CFU/ml 농도로 제조 후 시료 50g에 0.1ml을 접종하여 10<sup>5</sup>-10<sup>6</sup>의 균수를 만든 다음, 균 접종후 0, 1day, 2day, 7day 별로 균수를 측정하였다. 균수는 시료 1g을 D/E Broth에 1/10로 희석한 후 세균은 SDC 배지 35°C, 진균은 SDA배지 30°C에서 3-4일간 배양 후 측정하였다.

그 결과 화농균과 대장균에서 원적외선 활성수는 항균 효과를 보였다.

그 결과는 표 1과 같다. 흑곰팡이균을 제외한 실험에 사용된 모든 균에서 정제수에 비해 감소하는 경향을 보였다.

표1. 원적외선활성수 미생물 성장억제효과(Unit : CFU/g)

	0 day		1 day		2 day		7 day	
	원적외선	정제수	원적외선	정제수	원적외선	정제수	원적외선	정제수
화농균	3.0×10 <sup>6</sup>	3.0×10 <sup>6</sup>	< 1	2.4×10 <sup>6</sup>	< 1	2.4×10 <sup>4</sup>	< 1	< 1
대장균	3.6×10 <sup>6</sup>	3.6×10 <sup>6</sup>	3.6×10 <sup>4</sup>	2.6×10 <sup>6</sup>	2.0×10 <sup>3</sup>	3.2×10 <sup>6</sup>	24	3.4×10 <sup>6</sup>
녹농균	4.2×10 <sup>6</sup>	4.2×10 <sup>6</sup>	6.0×10 <sup>4</sup>	3.6×10 <sup>6</sup>	5.4×10 <sup>3</sup>	3.2×10 <sup>6</sup>	1.1×10 <sup>6</sup>	3.2×10 <sup>6</sup>
칸디다균	2.8×10 <sup>5</sup>	2.8×10 <sup>5</sup>	2.4×10 <sup>5</sup>	2.8×10 <sup>5</sup>	6.0×10 <sup>4</sup>	1.6×10 <sup>6</sup>	2.2×10 <sup>5</sup>	4.8×10 <sup>5</sup>
흑곰팡이	9.6×10 <sup>4</sup>	9.6×10 <sup>4</sup>	4.0×10 <sup>4</sup>	4.0×10 <sup>4</sup>	4.0×10 <sup>4</sup>	4.0×10 <sup>4</sup>	6.0×10 <sup>4</sup>	6.0×10 <sup>4</sup>

2-4. 원적외선 활성수의 in vivo 효과

원적외선 활성수를 이용한 제형으로 스킨, 로션을 제조하여 수분보유능 평가, 자극성 평가, 여드름 완화 효과를 실험하였다.

2-4. 1) 수분 보유능 평가

기존 스킨 제형과 동일한 성분 구성으로 사용된 물만 원적외선 활성수로 대체하여 스킨 제형을 만들어 수분보유능 평가를 기존 스킨과 비교 평가하였다. 피시험자는 소내 10명을 대상으로 팔의 안쪽부위를 이용하였고, 시료 적용후 1시간, 3시간, 6시간 후의 수분 보유능을 skin-XX를 이용하여 측정하여 비교 평가하였다.

그 결과 기존 스킨에 비해 약 30% 정도의 수분 보유능이 증가하는 경향을 보여 주었으나, 통계학적 유의성은 없었다(그림 7).

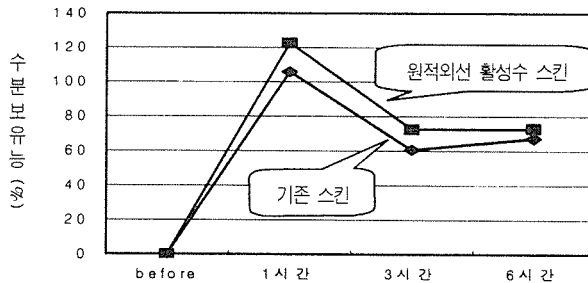


그림7. 원적외선활성수의 수분보유능효과

2-4. 2) 자극성 억제 효과

원적외선 활성수를 이용하여 스킨, 로션, 에멀전의 제형을 제조하여 소내 연구원을 대상으로 patch test를 실시하여 기존의 스킨, 로션, 에멀전과 자극성을 비교 평가하였다.

그 결과 기존 제형에 비해 자극성을 감소시키는 경향을 보였다(그림. 8).

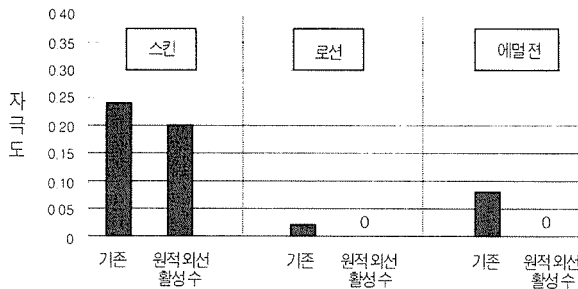


그림8. 원적외선활성수의 자극성 억제효과



스킨의 경우 약 17% 정도 자극도가 감소하였고, 로션과 에멀전에서는 자극도가 '0' 이었다. 원적외선 활성수는 피부 자극도를 감소시키는 경향이 있는 것 같다.

### 2-4. 3) 여드름 완화 효과

소년 연구원 10명을 대상으로 원적외선 활성수를 이용한 스킨 제형을 이용하여 여드름 완화 효과를 평가하였다. 원적외선 활성수 스킨 제형을 8주간 적용하도록 하여, 4주, 8주에 각각 스킨 적용전과 비교 평가하였다. 비교 평가는 동일한 부위에 대한 comedone, purple, pustule 등의 증상이 어느 정도 감소되었는가를 영상분석을 통해 실시하였다. 그 결과 피시험자 10명중 7명에서 여드름 완화효과가 관찰되었다. 뚜렷한 효과는 4주째 보다는 8주째 부터 관찰되었다. 시험 종료후 12주째 까지 관찰한 결과 여드름 완화효과는 계속 지속되었다. 시료 적용 도중 부작용을 호소한 피시험자는 없었다. 대조군으로는 정제수를 이용한 스킨 제형을 사용하였다.

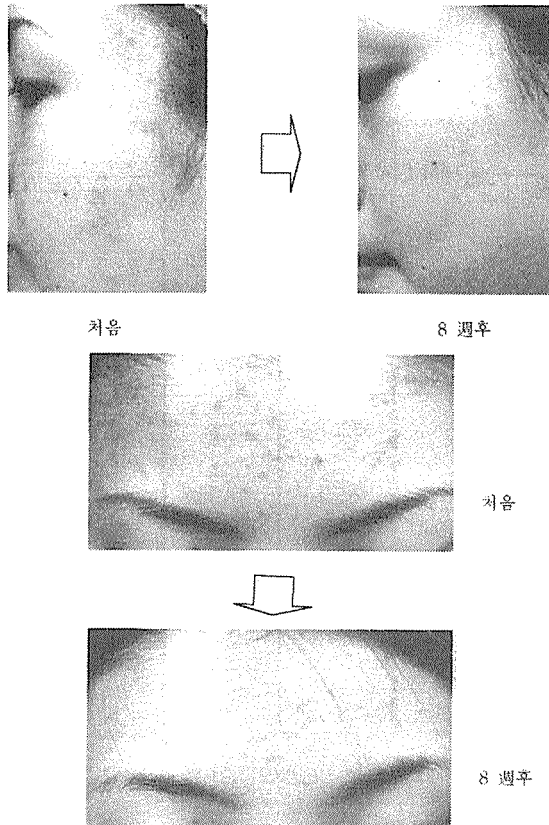


그림9. 원적외선활성수 완화효과

상기 in vitro 및 vivo 실험 결과를 통해 원적외선 활성수는 세포증식, 미생물 성장 억제, 수분 보유능, 여드름 완화 등에서 긍정적인 효과를 보여주었다. 이러한 원적외선 활성수의 긍정적인 효과 원인으로서는 NMR 분석결과에서 알 수 있듯이 물분자들이 생체 내에서 이용하기 쉬운 형태인 작은 물분자 집단으로 전환되었음과, 킬리안 효과에서 알 수 있듯이 원적외선 활성수 자체의 에너지가 증가함에 기인한다고 생각할 수 있다. 아울러 원료 개념이 아닌 단순한 물임을 감안할 때 화장품에의 그 이용범위가 매우 다양할 것으로 사료된다.

#### 2-5. 원적외선 활성수를 이용한 제형의 물성 변화

원적외선 활성수가 제형의 안정성에 미치는 영향을 보기위해 제형의 안정성, 물성, pH등을 관찰하였다. 물성변화 측정은 기초 3팀에서 수행하였다. 관찰기간은 약 4개월간 하였다. 물성변화를 관찰한 결과는 다음과 같다.

표2 원적외선활성수를 적용한 제법의 물성변화

		스킨		로션		에센스		크림	
		원적외선 활성수	정제수	원적외선 활성수	정제수	원적외선 활성수	정제수	원적외선 활성수	정제수
안정성	0 ℃	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정
	40 ℃	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정
점도	적조 직후	-	-	32.1	29.5	38.0	37.5	-	-
	2개월 후	-	-	28.3	26.0	50.0	46.5	-	-
	4개월 후	-	-	-	-	49.0	45.0	24.0	안정
Cycle		안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정	안정
pH		5.6	5.45	-	-	6.89	6.97	7.00	6.92

상기 결과를 보면 원적외선 활성수는 제형의 안정성, 점도, cycle 및 pH의 변화등에 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

### 3. 결론 및 고찰

원적외선 활성수는 일반 정제수와는 그 특성이 다르게 관찰되었다. NMR을 통해 구조 분석에서는 정제수에 비해 결합력이 강하였고, 물분자 집단의 크기가 작아졌음을 알 수 있었고, kirlian 효과를 통한 자체 에너지 비교에서는 약2배 정도 강하였다. Cell proliferation, 미생물 성장 억제, 수분 보유능 효과, 그리고 자극성 억제 효과등에서 긍정적인 효과를 보여준 것은 아마도 원적외선 활성수의 구조적, 에너지적 특성에 의한 것 같다. 더 나아가 원적외선 활성수를 이용한 스킨은 in vivo 여드름 임상 평가에서 그 완화효과가 뛰어났다.

원적외선 활성수를 이용한 제품의 안정성 평가에서도 큰 변화가 없었다. 이는 원적외선 활성수의 제품 적용 가능성이 매우 높음을 시사해 주는 결과이다.

이에 상기의 실험 결과를 종합해 볼 때 원적외선 활성수의 화장품에의 응용 방향이 매우 다양할 수 있음을 알 수 있다. 세포 활성 효과, 미생물 성장 억제 효과, in vivo 여드름 완화 효과가 뛰어남을 볼 때 원적외선 활성수를 여드름 전문 제품에 응용한다면 여드름 완화의 상승효과가 기대되고, 세포활성 효과와 혈류 개선 효과등을 통해 볼 때 항노화 제품의 노화방지 상승효과도 함께 기대할 수 있다. 또한 클린월드 하이테크의 비접촉식 원적외선 코팅 방법을 이용한다면 색조제품에도 많은 컨셉을 제공할 수 있으리라 사료된다.(상기 실험 결과에는 언급하지 않았지만 원적외선 처리를 한 TW cake의 사용감 품평을 실시한 결과, 발림성에서 통계적으로 유의한 결과를 얻었다).

#### 참고문헌

1. 실용원적외선(1999) 고전광일, 강천방신. 인간과 역사사(printed in Japan)
2. 원적외선 자료집: 생체응용분야, 한국원적외선협회
3. 원적외선 자료집: 응용 및 활용사례, 한국원적외선협회