

원적외선 방사물질 제조 및 물질의 특성 분석

조 봉 희*

수원대학교 자연과학대학 생명과학과 WISE 경기지역센터, 기초과학연구소
(2008. 4. 29. 접수. 2008. 6. 26. 승인)

Manufacture of the far infrared ray emission materials and analysis of the characterization of materials

Bong-Heuy Cho*

Department of Life Science, University of Suwon, Suwon 445-743, Korea
Gyeonggi Center of Women into Science and Engineering, Institute for natural Science
(Received April 29, 2008; Accepted June 26, 2008)

요 약: 혈토와 규사토, 맥반석, 혈토를 혼합한 물질을 1100°C에서 소형 및 소결하여 원적외선 방사물질 볼로 사용하였다. 각각 제조된 볼의 방사에너지는 8~12 μm 파장 범위에서 상대적으로 높았다. 혼합 볼의 이온용출은 소량이고, 혼합 볼로 처리된 활성수와 에너지수의 중금속인 Cd^{2+} 이온 제거능력은 높았다. 활성수와 에너지수는 음용수보다는 상대적으로 UV 차단효과가 높았다.

Abstract: Blood soil and the mixture of blood soil, elvan soil and, silica soil materials were molded, then they were sintered in 1100°C and were used for the emission of the far infrared ray boll. The emission from the manufactured bolls was relatively high in the range of 8~12 μm wavelength each. The elution of minerals from mixture bolls was very low, but the elimination of heavy metal cadmium ion in activated water and energy water treated with mixture bolls was very high. Activated water and energy water had a high to the UV protected ability in comparison to drinking water.

Key words : far infrared ray, activated water, energy water, boll, cadmium

1. 서 론

건강에 대한 관심이 높아지면서 특수기능이나 생체 활성 기능을 하는 신물질 및 신소재에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그 중에서 원적외선을 방사하는 물질은 농업, 식품과 의료분야 등 폭넓은 응용분야

에 이용되고 있으며, 최근에는 가정용 난방기구나, 식품 및 조리기구 등에서도 원적외선 방사를 이용한 새로운 기술들이 도입되고 있다.¹⁻³

원적외선 범위는 학자들 간에 정확한 수치는 아직 없지만 대체적으로 근적외선 범위 0.75~1.5 μm , 중적외선 범위 1.5~15 μm , 원적외선 범위 15~100

★ Corresponding author

Phone : +82-(0)31-220-2482 Fax : +82-(0)31-220-2657

E-mail : bhcho@suwon.ac.kr

μm , 극적외선 범위 100~1,000 μm 로 잡고, 인체에 유익한 원적외선 범위를 5~20 μm 로 보고 있다.¹ 원적외선은 인체의 피하지방을 파고들어 공명작용, 공진들을 일으켜서 신진대사의 촉진, 통증완화, 중금속의 제거, 숙면, 탈취, 항균작용 등 다양하게 적용된다.^{4,7}

원적외선 방사물질로는 황토, 맥반석, 석영, 규사, 규사토, 숯 등 천연재료들을 이용하나,^{1,4,16} 원석을 그대로 사용할 경우 순도의 편차 때문에 공업분야에서는 어려운 문제가 발생 할 수도 있다. 따라서 원석을 분쇄, 소성 및 소결하여 양질의 원적외선 방사특성을 갖는 물질을 새롭게 제조하여 원적외선 방사물 더 효율적으로 일상생활에 응용할 수 있도록 하고,¹ 비용도 싸게 생산할 수 있다면 더욱 바람직 할 것이다. 본 연구에서는 다양한 산화물로 구성된 맥반석, 규사들의 분말을 이용하여 고온에서 다공성인 구형 불을 제조하여 원적외선 방사량 및 그 특성을 분석하고자 한다.⁴ 고온에서 다공적으로 제작된 구형 불은 방사량을 균일하게 방사할 수 있다는 것이 강점이 될 수도 있다.

물에 용해된 중금속은 뿌리를 통해서 쉽게 흡수된 후 식물의 다른 기관으로 수송되어져서 식물생장을 방해하거나 감소시키는 원인이 된다.⁸ 중금속은 일반적인 생체 내의 대사와 발생과정 그리고 다양한 광합성 작용을 담당하는 필수적인 많은 효소들을 방해하는 원인이 되고,^{9,10} 식물에 있는 여러 펩티드와 결합하는 화학반응을 방해한다는 보고가 있다.¹¹

환경오염에 대한 심각성이 커짐에 따라 식물체가 중금속에 의하여 받는 피해와 식물체 내에서 변화하는 여러 반응에 관한 연구는 증가되는 추세에 있다. 중금속 중 Cd^{2+} 이온은 현재까지의 연구 중에서 관심의 초점이 되고 있는 가장 독성이 강한 원소이므로 Cd^{2+} 이온의 식물독성 효과는 영양학적인 면에 집중되었고, 특히 생물체가 Cd^{2+} 이온에 의하여 입는 여러 가지 피해와 역할에 관한 내용은 이미 잘 알려져 있다.^{3,9,13} 최근에는 Cd^{2+} 이온이 생체 내로 어떤 경로를 통해서 수송되는지, 또 어떤 농도의 범위로 수송되는지를 규명하였다.¹⁴

따라서 우리가 섭취하는 음식물 또는 주변 환경으로부터 Cd^{2+} 이온의 제거는 우리 일상생활과도 긴밀하게 연결되는 중요한 문제이므로 본 연구에서는 자체 제작된 원적외선 방사 불이 Cd^{2+} 이온을 제거시킬 수 있는지도 함께 알아보려고 하였다.

2 실 험

2.1. 재료 및 시약

실험에 사용된 맥반석, 규사토는 이천에서 구입하여 43 μm 에 통과된 분말을 사용하였고, 혈토와 백토(채취자의 명명에 따름),¹⁵ 그리고 황토는 포천 덕원에게서 기부 받은 것이다.¹⁵ 원적외선을 방사하도록 사용된 물질의 성분은 윤 등¹¹의 결과에서 발표된 주요 구성 성분인 맥반석과 규사와 유사한 성분이다. 실험에 사용된 증류수는 탈이온수(pure ultra system, Barnstead, U.S.A)를 사용하였고, 음용수는 본교 주변 식수(지하수)를 사용하였고, 시약은 Sigma Company U.S.A.를 사용하였다.

2.2. 기기 및 장치

이온원소의 측정은 ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer, HP 4500 Series, Agilent, U.S.A)로 측정하였고, 측정 조건은 Table 1과 같다. 원적외선 방사물질의 영향을 주는 흡수과정과 투과도의

Table 1. Operating condition of ICP-MS for mineral analysis

Contents	Analysis condition	
Power	1200W	
HF mating	1.97V	
Pressure (nebulizer)	2×10^{-5} pa	
Peripump (aerosol flow rate)	0.1rps	
Sheath gas flow	15 L/min	
Aux gas flow	1.0 L/min	
Carrier gas	argon	
Carrier gas flow	1.26 L/min	
Sample depth	7.1 mm	
Mass	Mg	24
	Al	27
	Ca	43
	Sc	45
	V	51
	Fe	57
	Ni	60
	Cu	63
	Zn	66
	Ga	69
Se	82	
Sr	88	
Cd	111	
Ba	137	

측정은 UV-spectrometer (Hitachi, U-2000, Japan)를 사용하였다. 원적외선 방사량은 FT-IR Spectrometer (MIDA Comp. M, 2400-C, U.S.A.)로 Black Body를 1로 하여 대비 측정결과로 환산하였고, 원심분리기, autoclave, oven 등은 비전과학 (주)를 사용하였다.

2.3. 원적외선 시료 제조

모든 시료들은 실온에서 건조시킨 후 혈토:백반석:규사토의 비율을 1:3:1로 섞거나, 또는 혈토, 백토, 황토만을 각각 600°C에서 8시간 소성시킨 후 13% 증류수, 30%의 NaCl (NaCl은 사용 용도에 따라 첨가함, 에너지수 제조할 때는 물에 0.1%를 넣음)을 넣어 잘 섞은 후 1일간 밀봉하여 어두운 곳에서 숙성시킨다. 지름 2 cm의 원형 볼을 소형하여, 2일간 30°C에서 건조시키거나 자연 건조시킨다. 잘 건조된 원형 볼은 1,100°C에서 10시간 소결시켜서 원적외선 방사 볼을 준비하였다. 이들 볼은 활성수, 에너지수 등을 제조하는 데에 재료로 사용되며, 다양한 용도로 사용될 수 있다.

2.4. 활성수와 에너지수 제조

증류수 또는 음용수에 제조된 볼을 시료와 물의 무게비로 달아 넣고, 진탕기에서 250 rpm으로 3시간, 5시간, 12시간 또는 overnight 교반한 후 일정량을 취하여 3,000 rpm으로 원심분리하였다. 볼을 담가 얻어진 물은 독특한 특성(다양한 활성을 나타냄)을 가지므로 이를 활성수로 명명하였다. 에너지수의 제조는 활성수를 autoclave가 가능한 1.5 L 병에 1 L를 넣어 뚜껑을 덮고, 또 다른 작은 병에는 0.1% NaCl을 뚜껑을 열어 각각을 autoclave 속에 넣는다(이미 NaCl이 첨가된 경우에는 제외됨). Autoclave는 145°C 약 4기압에서 2시간 처리하여 식힌 후 다시 동일 온도와 기압에서 3시간, 4시간 또는 5시간 반복 처리하여 활성수를 생산하였다. 연속처리 보다는 한번 처리하고 식힌 후 재차 처리 하는 것이 훨씬 효율이 높아서 2시간 처리 한 후 식히고, 다시 처리 하는 것을 반복하였다. 생성된 에너지수는 3,000 rpm으로 원심분리하여 상등액만을 사용할 때까지 실온에서 보존하였다. 에너지수는 수개월동안 변질이 없는 관계로(곰팡이, 미생물 및 이끼 등이 관찰되지 않음) 실온에서 그대로 보존하였다.

2.5. Ca²⁺이온의 처리

에너지수와 활성수를 제조하는 과정에서 cadmium chloride 100 µg/L^{4,7}의 처리 실험을 하였다. 에너지수와 활성수는 cadmium chloride를 100 µg/L 넣은 것을 4기

압에서 3시간 처리 한 후 각각을 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 상등액을 ICP-MS로 분석하였다. cadmium chloride의 준비과정과 증류수로 Cd²⁺이온을 사용하고 실험한 자세한 내용은 조 등¹⁴에서 설명되었다. 음용수와 에너지수의 처리는 2.4의 제조과정과 같다.

3. 결과 및 논의

3.1. 제조된 볼에서 원적외선 방사량 측정

제조된 원적외선 방사 볼에서 원적외선 방사 상대비의 값은 Table 2와 같다. 10 µm 파장에서 흑체 방사를 상대비는 혈토에서는 0.93, 혼합에서는 0.92로 가장 높았고, 방사에너지는 3.72 × 10² W/m² 이고, 대체로 8~12 µm 파장범위에서 높은 방사율을 보였다. 이 결과는 박 등¹이 전이원소 산화물을 이용하여 소형, 소결한 물질로부터 얻어진 결과와 큰 차이를 보이지 않았다. 백토도 10 µm 파장에서 0.91의 방사 에너지를 방사하였고, 황토는 약간 낮은 0.90의 방사 에너지를 방사하였으나 본문에 자료는 나타나지 않았다. 백토도 황토와 마찬가지로 원적외선 방사물질로 사용될 수 있다. 본 연구에서 제조된 원적외선 방사 볼은 원적외선 방사율이 매우 양호하다고 판단한다.

3.2. 원적외선 방사 볼의 미네랄 용출과 Cd²⁺이온 제거 작용

음용수에 혼합 볼을 담가둔 후 무기물 용출량을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 증류수에서는 Mg, Ni, Cu, Zn, Ga 이온들이 원적외선 방사 볼로부터 미량 용출되었다(증류수에는 이온들이 없어 자료화 하지 않

Table 2. Measurement of the far infrared ray emission rate from molded, sintered boll with blood soil and soil mixtures at 1,100°C

Wavelength (µm)	W/m ² × 10 ²		Emissivity (Ratio of relative Black Body)	
	Blood soil	Mixture	Blood soil	Mixture
5	1.04	1.05	0.26	0.26
6	1.98	1.96	0.50	0.49
8	3.46	3.33	0.90	0.84
10	3.72	3.69	0.93	0.92
12	3.34	3.33	0.84	0.84
14	2.73	2.65	0.68	0.66
16	2.11	2.20	0.52	0.52
18	1.65	1.71	0.41	0.42
20	1.26	1.29	0.31	0.31

Table 3. Mineral composition of deionized water & drinking water immersed with the far infrared ray emission Boll unit : $\mu\text{g/L}$

Element	Deionized water	Drinking water (DW)	Activated Water (AW)	Energy water (EW)	AW + Cd ²⁺	EW + Cd ²⁺
Mg	5.19	4,357	4,037	1,064	3,961	1.064
Al	N.D	12.950	19.260	16.120	18.30	41.92
Ca	N.D	49.270	55.740	15,850	35.030	15.71
Sc	N.D	0.481	0.474	1.288	0.463	0.427
V	N.D	0.191	1.647	1.553	1.127	521.2
Fe	N.D	34.520	42.050	10.37	33.601	1.961
Ni	3.023	0.994	2.028	2.472	0.387	0.213
Cu	1.032	8.938	5.220	1.680	4.321	5.629
Zn	3.841	2.617	9.261	1.174	2.103	4.830
Ga	1.718	3.395	3.690	6.410	3.199	4.485
Se	N.D	0.818	0.669	0.057	0.854	0.238
Sr	N.D	998.3	994.7	435.7	945.5	0.238
Cd	N.D	N.D	N.D	N.D	7.618	26.88
Ba	8.723	121.9	131.9	108.0	121.6	195.1

N.D = not detected

있음). 음용수와 음용수에 제조된 볼을 담가두었던 활성수를 비교해 보면 Al, Ca, V, Fe, Ni, Zn, Ba 이온 등이 소량 증가되었고, Mg, Al, Cu 이온 등이 소량 감소되었다. 이외는 달리 음용수에 볼을 담가두었다가 고온, 고압을 처리하여 얻어진 에너지 수에서는 여러 이온들이 미량 증감되었다. 본 실험결과는 활성수를 제조한 후 원심분리 시킨 후 상등액만 분석한 것이다. 본 실험에서는 원적외선 방사 물질이 물에 녹아 있는 이온들의 영향 때문이 아닐 것이라는 추측을 가능하게 한다. 제조된 원적외선 방사 볼에서 미네랄 용출량은 황 등^{4,7}이 맥반석으로 분석한 결과와는 처리 방법과 결과가 비교되며, 그 차이점은 황 등^{4,7}은 원석을 무게 비로 그대로 사용한 것이고, 본 연구에서는 분말을 고온에서 소형, 소결하여 숙성시키고, 고온, 고압 처리한 것을 사용한 차이라고 판단된다. 본 연구에서 제조된 원적외선 방사 볼은 중금속을 완전히 제거시키지는 못하였지만, 상대적으로 Cd²⁺이온이 에너지수와 활성수를 처리한 것에서 많이 제거된 것으로 나타났다.^{4,7,17}

3.3. UV 흡수와 투과도의 변화

일반적으로 UV A는 320~400 nm로 성층권 오존층에서 전혀 흡수되지 않으며, 직사하면 눈, 수정체, 각막의 이상, 백내장 등을 유발하게 되고, UV B는 286~320 nm로 오존층에서 일부는 흡수되나 일부는 지표면에 도달하므로 직사하면, 피부암, 각막손실, 검은 피부 등을 유발하게 되고, UV C는 286 nm 이하

Table 4. Measurement of the ultraviolet absorption with drinking water, activated water, energy water under condition for 4 atm, 145°C treatment

Wavelength (nm)	Absorbance (A)			
	Drinking water	Activated water	Energy water	
			4-2-3 ⁿ¹	4-2-5 ⁿ²
190	0.127	1.706	3.588	3.702
200	0.083	0.670	3.702	3.734
210	0.08	0.481	2.372	3.710
220	0.08	0.263	1.135	1.728
230	0.074	0.130	0.394	0.876
240	0.072	0.090	0.177	0.179
250	0.068	0.081	0.139	0.145
260	0.007	0.097	0.127	0.129
270	0.067	0.093	0.119	0.128
280	0.060	0.080	0.108	0.138
290	0.051	0.065	0.091	0.094
300	0.041	0.052	0.069	0.065
310	0.031	0.033	0.051	0.054
320	0.023	0.023	0.037	0.035

N1= 4 atm, 145°C, 2hrs, 3 hrs treatment, N2 = 4 atm, 145°C, 2hrs, 5hrs treatment

파장으로 오존층에 대부분 흡수되지만 오존층에 파괴로 직사하면 실명을 초래한다. 특히 260 nm는 DNA와 일부 아미노산의 흡수파장이므로 DNA, 단백질의 손상과도 연관이 있다고 판단된다.

음용수, 활성수, 에너지수의 UV 흡수도의 결과는

Table 5. Measurement of the ultraviolet transmission with drink water, activated water and energy water under 4atm, 145°C treatment

Wavelength (nm)	Transmission %			
	Drinking Water	Activated Water	Energy water	
			4-2-3 ⁿ¹	4-2-5 ⁿ²
190	53.5	0.0	0.0	0.0
200	74.3	19.1	3.3	0.0
210	80.1	32.4	9.4	0.0
220	80.9	53.1	30.2	2.6
230	81.6	71.6	60.4	26.3
240	81.9	78.6	73.8	53.6
250	81.1	79.9	76.9	59.6
260	81.1	79.9	77.4	61.0
270	81.1	79.9	77.3	62.5
280	81.1	79.9	77.6	65.2
290	81.1	79.9	77.6	65.2

N1= 4atm, 145°C, 2hrs, 3hrs treatment, N2 = 4atm, 145°C, 2hrs, 5hrs treatment

Table 4와 같다. 에너지수에서는 UV C 영역에서 흡수가 가장 잘 일어나고 있다. UV B 영역도 일반 음료수보다는 흡수가 높게 나타났다. 활성수와 에너지수의 흡광도도 UV C 영역에서 큰 차이를 보여주고 있다. 에너지수와 활성수는 다양한 효과를 나타내고, 특히 에너지수는 화장수, 화장품 등 UV 차단에도 이용될 수 있고, 또한 에너지수와 활성수는 앞으로 연구결과에 따라 다양한 용도로 사용할 수 있다고 판단한다. UV 흡광도는 5시간이 최고이고, 5시간이상 처리에서는 더 이상 상승효과는 없었다.

UV 투과도를 분석한 결과는 Table 5와 같다. 음용수는 UV C 영역 190 nm에서 47% 차단하고, 220 nm 이상에서는 20%의 차단 효과를 나타내었다. 활성수는 UV C 영역인 190~230 nm 범위에서는 40% 차단효과를 보였고, 260 nm 이상에서도 20% 이상의 차단 작용이 강하게 나타났다. 에너지수에서는 UV C 영역 190~240 nm에서는 50%를 차단하였고, UV B 영역에서는 40% 차단 효과를 보였다. 따라서 본 연구에서 제조된 활성수와 에너지 수는 UV 차단을 하는 다양한 용도로 이용될 수 있다고 판단된다.

4. 결 론

헬토와 규사, 맥반석, 헬토를 혼합한 물질을 1100°C에서 소형 및 소결하여 원적외선 방출물질 볼로 사용하였다. 제조된 볼의 방사에너지의 방사는 각각 8~12

μm 파장범위에서 상대적으로 높았다. 혼합 볼의 이온 용출은 매우 낮았고, 중금속 중 Cd²⁺이온의 제거능력은 매우 높았다. 활성수와 에너지수는 음용수보다는 상대적으로 UV C와 UV B 영역에서 차단효과가 매우 높았다.

감사의 글

본 연구를 진행하도록 백토, 헬토, 황토를 제공해주신 덕원 선생에게 감사드립니다

참고문헌

1. 박종옥, 최태섭, 조명, 전기설비학회지, **135**, 32-40(1999).
2. 진갑덕, 이신용, 이수근, 자원문제연구, **5**, 55-68(1986).
3. 이영은, 석사학위논문, 중앙대학교, 서울.
4. 황진봉, 양미숙, 구민성, 한국분석과학회지, **9**, 210-219(1996).
5. 최성민, 이정희, 이서래, 한국식품과학회지, **26**, 745-749(1994).
6. 최성민, 이정희, 이서래, 한국식품과학회지, **26**, 740-744(1994).
7. 황진봉, 양미숙, 구민아, 박성훈, 한국분석과학회지, **9**, 310-319(1996).
8. A. M. Pahlsson, *Water, Air and Soil Pollut.* **47**, 28-70 (1989).
9. T. Bazzynski, L. Wajda, M. Krol, D. Wolinska, Z. Krupa and A. Tukenforf, *Physiol. Plant*, **48**, 365-374(1980).
10. R. J. Lamoreaux and W. R. Chaney, *J. Environ. Qual.* **6**, 201-207(1977).
11. H. Crisjsters and F. V. Assche, *Photosynth. Res.* **7**, 31-40(1985).
12. B. L. Vallee and D. D. Ulmer, *Annu. Rev. Biochem.* **41**, 91-99(1972).
13. F. A. Bazzaz, G. L. Rolfe and R. W. Carlson, *Physiol. Plant*, **32**, 373(1974).
14. 박선영, 박면용, 조봉희, 한국분석과학회지, **9**, 134-138(1996).
15. 덕 원, 명당의 원리, 정신세계사, **26**, 1-278(2005).
16. 윤윤열, 권영인, 조수영, 이길동, 한국분석과학회지, **20**, 468-473(2007).
17. 맥반석 이온용출 및 흡착효과평가, 국립보건의원 (1991).