

식품첨가물중 불용성광물성물질의 물리화학적 특성

김희연 · 이영자 · 홍기형 · 권용관 · 김소희 · 김현종 · 이철원 · 김길생 · 이상훈*
식품의약품안전청 식품첨가물평가부 천연첨가물과, *대한광업진흥공사 기술연구소

Physicochemical Properties of Insoluble Mineral Substances in Food Additives

Hee-Yun Kim, Young-Ja Lee, Ki-Hyoung Hong, Yong-Kwan Kwon, So-hee Kim, Hyun-Jong Kim,
Chul-Won Lee, Kil-Saeng Kim and Sang-Hoon Lee*

Division of Natural Food Additives, Korea Food and Drug Administration,
*Technology & Research Institute of KORES

Abstract

This study was conducted to determine basic mineral compositions, chemical components, description of particle size distribution and whiteness for 32 items of insoluble mineral substances, i.e., 3 items of diatomaceous earth, 1 item of kaolin, 10 items of bentonite, 13 items of acid clay, 3 items of talc and 2 items of perlite. The chemical components and XRD (X-Ray diffractometer) for insoluble mineral substances were similar with those of the reported references except kaolin. However, whiteness was determined in 90% level for talc, diatomaceous earth and kaolin. The contents of heavy metals in insoluble mineral substances were determined as follows : Pb, nd~23.10 ppm ; Cd, nd~0.67 ppm ; Hg, nd~0.58 ppm ; As, nd~1.42 ppm ; Cu, nd~39.35 ppm. These data were significantly lower than the references.

Key words : insoluble mineral substances, diatomaceous earth, kaolin, bentonite, acid clay, talc, perite, heavy metals, XRD

서 론

최근 WTO 무역협정 체결에 따라 수입 자유화 및 식품산업의 발달로 인하여 인스턴트 식품의 소비가 급증하고 있으며, 이에 따라 식품첨가물의 수도 급격히 증가되고 있는 실정이다. 현재 우리나라는 식품첨가물 공전⁽¹⁾에 식품첨가물 559종이 수재되어 있으며, 이중 천연첨가물은 천연색소류 46종, 효소류 29종, 불용성 광물성물질 6종 및 기타 86종 등 총 167종이 지정 사용되어지고 있다.

불용성광물성물질은 다양한 식품공업의 발달로 식품 제조과정중 산성백토 및 벤토나이트는 양조공업과 유지 등의 탈취 및 탈색, 규조토와 페라이트는 설탕의 정제나 맥주, 위스키, 포도주, 간장 및 청량음료 등의 정제, 탈크는 간장의 여과보조제 및 추잉검에 굽힘힘(bending power)을 주고 물성을 개선하기 위하여, 백도토는 탈크와 같이 여과보조제의 목적으로 널리 사용

되어 지고 있다.^(2,4)

현재 우리나라에서 식품첨가물로서 지정되어 있는 불용성광물성물질은 규조토(diatomaceous earth), 백도토(kaolin), 벤토나이트(bentonite), 산성백토(acid clay), 탈크(talc) 및 페라이트(perite) 등 6종이며, 식품첨가물 공전에 산성백토를 제외한 나머지 품목에 대하여 성분규격을 설정하고 있다. 또한 이들 불용성광물성물질은 “식품의 제조 또는 가공상 필요불가결한 경우 이외는 사용하여서는 아니 되며, 식품중의 잔존량은 0.5% 이하” 로 규정되어 있다⁽¹⁾.

산성백토는 몬모릴로나이트(montmorillonite)계 점토성 광물을 황산 처리, 정제하여 얻어지는 것⁽²⁾으로서 여러가지 불용성광물성물질로 조성되어 있으며 우리나라에서는 1972년도에 지정되어 사용되고 있는데, 강한 흡착력을 가진 특성때문에 오래 전부터 여과보조제로서 당류, 맥주, 포도주 및 식용유지 등의 제조 시 사용되고 있다. 산성백토를 포함한 불용성광물성물질들은 현행 식품첨가물공전의 기준규격의 사용기준에 준하여 필요불가결한 경우에만 한하여 사용한다면 안전성에는 문제가 없는 것으로 생각되어지나 1998년도

Corresponding author : Hee-Yun Kim, Division of Natural Food Additives, Korea Food and Drug Administration, 5 Nok-bun-Dong, Eungpyung-Ku, Seoul 122-704, Korea

에 산성백토를 여과보조제의 식품첨가물 목적이 아닌 건강식품의 원료로서 남용한 것이 크게 사회문제화 됨에 따라 현행 식품첨가물공전에 수재되어 있는 산성백토에 성분규격의 설정 필요성이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

산성백토를 포함한 퍼라이트, 백도토, 벤토나이트 및 탈크 등은 단일 성분이 아닌 SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, K₂O, Na₂O 및 TiO₂ 등의 다양한 화학적 조성비로 유사하게 혼합⁽²⁾되어 있으며, 또한 이들은 산지에 따른 특성들의 차이가 있으므로 산성백토의 규격 설정을 위하여는 이들 유사 불용성광물성물질들의 종합적인 비교 검토가 필요하다고 사료된다. 또한 무기재료 측면에서는 이들에 대한 단편적인 연구보고⁽⁵⁻⁸⁾가 있었으나 식품학적 측면 즉, 식품첨가물로서 지정되어 사용되고 있는 불용성광물성물질들에 대한 이화학적 연구가 종합적으로 분석, 검토된 보고는 국내외 거의 없는 실정을 감안할 때 식품위생학적 측면에서의 연구의 필요성이 절실히 요구되고 있다고 판단된다.

따라서 본 실험에서는 식품첨가물로서 사용되어지고 있는 불용성광물성물질인 규조토 3품목, 백도토 1품목, 벤토나이트 10품목, 산성백토 13품목, 탈크 3품목 및 퍼라이트 2품목 등 총 32품목의 시료를 대상으로 그 기본적인 구성 광물 성분 및 화학성분 특성을 비교 분석하고 각 시료들의 입도 분포와 백색도 등을 측정하였으며, 또한 본 시료 등이 식품첨가물로 사용시 가장 중요한 성분규격의 하나인 중금속(Pb, Cd, Hg, As, Cu)에 대하여 검토하였기에 보고하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

시료는 국내 및 수입산을 구입하여 Table 1과 같이 규조토 3품목, 백도토 1품목, 벤토나이트 10품목, 산성백토 13품목, 탈크 3품목 및 퍼라이트 2품목 등 총 32 품목을 실험에 사용하였다.

측정기기중 입도분포는 Cilas Alcatel사제 715 model 레이저 방식의 미립도 분포 측정기를 사용하였고, 분말 백색도는 Tokyo Denshoko사제 Reflectometer TC-6D를 사용하였다. 한편 구성 광물질 분석을 위한 X-ray 회절분석기는 Rigaku사제 DMAXB형을 사용하여 Cu-Kα 타겟으로 35kv, 15mA 회절조건에서 측정하였으며, 화학성분 분석은 습식화학분석과 Optima Model 3000 DV. I.C.P.를 병용하였고 중금속 분석은 Perkin Elmer Model 5100 A.A.로 측정하였다.

Table 1. List of insoluble mineral substances collected from nationwide

Species	Items
Acid clay	1 raw material A(Korea)
	2 raw material B (Korea)
	3 raw material C (Korea)
	4 product A (Korea)
	5 product B (Korea)
	6 product C (Korea)
	7 product D (China)
	8 product E (Indonesia)
	9 product F (Indonesia)
	10 product G (Indonesia)
	11 product H (Indonesia)
	12 product I (Korea)
	13 product J (Korea)
Bentonite	1 product A (China)
	2 raw material C (China)
	3 product B (England)
	4 raw material A (England)
	5 product C (Korea)
	6 raw material D (Korea)
	7 raw material B (Korea)
	8 product E (Korea)
	9 product F (Korea)
	10 product G (Korea)
Talc	1 product A (China)
	2 product B (Indonesia)
	3 product C (Japan)
Diatomaceous Earth	1 product A (Korea)
	2 product B (Korea)
	3 product C (Korea)
Perite	1 raw material A (Japan)
	2 raw material B (Japan)
Kaolin	1 product A (Japan)

중금속 함량측정

본 연구의 주목적인 불용성광물성물질의 중금속 측정을 위한 시험용액의 조제는 미국 Food Chemicals Codex⁽⁹⁾에 수재된 벤토나이트를 참고로 하여 조제하였다. Table 1의 각 시료는 예비 건조 후 3.75 g을 취하여 4%(v/v) 염산 100 mL를 가하여 용해 후 여지를 사용하여 빠른 유속으로 여과시키고 여지 위의 잔류물은 열탕 25 mL씩으로 4회 세척하였다. 앞의 여액 및 세액을 합한 다음 조용히 가열하여 약 20 mL정도가 될 때까지 농축하였으며 침전물이 생긴 경우, 질산 2~3 방울을 가하여 가열하고 실온으로 냉각시켰다. 농축액은 50 mL플라스크에 여지를 사용하여 빠른 유속으로 여과시키고 비이커 및 여지위의 잔류물은 물로 잘 세척한 다음 다시 여액 및 세액을 합하여 50 mL로 정용한 액을 시험용액으로 하였다.

상기 조작에 따라 얻어진 중금속 시험용액을 Table

Table 2. The operating condition of atomic absorption spectrophotometer

Condition	Element				
	Pb	Cd	Hg	As	Cu
Wavelength (nm)	283.3	228.8	253.7	193.7	324.8
Lamp current (mA)	10	4	6	18	30
Slit width (nm)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Air flow rate (l/min)	10	10	-	-	10
Acetylene flow rate (l/min)	2	2	-	-	2
Argon (l/min)	-	-	70	70	-

2의 조작조건으로 원자흡광광도법에 따라 측정하였다.

결과 및 고찰

화학적 성분 분석

Table 3에는 총 32품목의 대상 시료중 각 광물별로 대표적인 시료 20품목(규조토 3품목, 백도토 1품목, 벤토나이트 5품목, 산성백토 6품목, 탈크 3품목 및 퍼라이트 2품목)에 대한 화학성분 분석결과 측정치를 나타내었다.

문헌⁽²⁾에 의하면 탈크는 SiO₂ 61.69%, Al₂O₃ 0.63%, Fe₂O₃ 1.96%, MgO 30.52% 및 Na₂O 0.24%, 퍼라이트는 SiO₂ 71~75%, Al₂O₃ 12~18%, Fe₂O₃ 0.5~1.5%, CaO 0.2~2% 및 K₂O 4~5%, 산성백토는 SiO₂ 60~70%, Al₂O₃ 10~20%, Fe₂O₃ 1~5%, CaO 0.5~3%, MgO 0.5~4%, K₂O 및 Na₂O 0.5~4%, 벤토나이트는 산성백토와 유사하며 몬모릴로나이트가 약 90%, 나머

지 10%는 장석, 황산칼슘, 석영 등으로 (MgCa) OAl₂O·5SiO₂·xH₂O로 표시되며 규조토는 SiO₂가 85% 전후이며, 백도토는 SiO₂ 42~46%, Al₂O₃ 37~40%, Fe₂O₃ 0.5~0.9%, TiO₂ 0~1%, CaO 0.7%, MgO 0~0.3%, K₂O 0~0.5% 및 Na₂O 0~0.6%의 조성비로 보고되었는데, 분석 결과 백도토를 제외하고는 모두 유사하게 나타났다.

물리적 특성 분석

32품목의 대상 시료중 각 광물별로 대표적인 시료 20품목(규조토 3품목, 백도토 1품목, 벤토나이트 5품목, 산성백토 6품목, 탈크 3품목 및 퍼라이트 2품목)에 대한 입도 분포는 Figs. 1~6과 같이 나타났으며, XRD 분석결과는 Figs. 7~12와 같이 얻어졌다.

벤토나이트 시료의 경우 모든 시료가 거의 유사한 구성광물 성상을 보여주고 있는데, 몬모릴로나이트계의 함수알루미늄노실리케이트 점토광물을 주 구성광물로 하고 미 열수 변성 광물인 석영·장석이 다량 혼재되어 형성된 전형적인 천연 벤토나이트의 광물상을 보이고 있다. 그러나 천연 광물 자원의 주요한 착색 원인이 되는 Fe₂O₃, TiO₂등의 불순물 함량이 비교적 높아 분말 백색도가 낮고, 심한 경우 짙은 갈색을 보이고 있으며(Product C(Korea)의 경우 8.7), 입도분포 폭이 넓고, 평균입경(D₅₀)이 8~10 μm이므로 실제로 식품첨가물로서 이용시 적절한 입도 조절 처리와 제품에 미치는 색도 변화 평가 등이 선결되어야 할 중요한 문

Table 3. Chemical compositions and whiteness of each testing samples

(unit : %)

SAMPLE NAME		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	LOI	Total	Whiteness
Kaolin	Product A(Japan)	81.6	13.3	0.14	0.04	0.09	0.42	1.46	0.11	tr	0.01	2.71	99.98	89.0
	Raw Material A(China)	54.9	14.3	2.48	3.62	2.29	2.37	0.61	0.28	tr	0.07	18.9	99.82	20.4
	Product B(England)	59.2	15.8	2.91	3.57	2.22	2.84	0.61	0.32	0.02	0.06	12.4	99.95	46.4
Bentonite	Raw Material C(China)	66.6	13.5	2.07	1.93	0.79	2.04	0.95	0.2	tr	0.01	11.8	99.89	44.4
	Product A(China)	65.3	12.8	2.11	1.89	1.19	2.03	1.01	0.18	0	0.02	13.4	99.93	49.6
	Product C(Korea)	48.6	14.9	4.97	1.81	2.26	3.21	0.89	0.75	0.02	0.05	22.6	100.06	8.7
Acid Clay	Raw Material A(Korea)	63.1	12.4	3.26	1.15	2.19	1.22	0.73	0.84	tr	0.03	15.1	100.02	35.5
	Product (Korea)	58.8	10.5	3.21	3.19	5.02	1.32	0.92	1.15	0.06	0.02	15.7	99.89	21.1
	Product D(China)	68.4	10.5	2.02	1.28	0.39	0.55	0.95	0.26	tr	0.02	15.5	99.87	57.8
	Product F(Indonesia)	66.5	9.01	2.56	1.56	0.46	0.18	0.51	0.89	tr	0.01	18.2	99.88	47.5
	Product H(Indonesia)	67.6	9.01	1.85	1.19	0.63	0.4	0.42	0.64	tr	0.01	18.1	99.85	51.9
Talc	Product E(Indonesia)	65.9	7.62	2.36	1.21	0.55	0.15	0.59	1.05	tr	0.01	20.5	99.94	41.5
	Product C(Japan)	61.3	0.54	0.57	32.5	0.26	0.11	0.03	0.01	tr	0.01	4.52	99.85	98.6
	Product B(Indonesia)	57.4	0.37	0.56	31.6	1.93	0.49	0.05	0.01	0.02	0.01	7.45	99.89	93.6
Perlite	Product A(China)	56.9	0.31	0.06	33.2	0.68	0.34	0.07	0.01	0.01	0.01	8.31	99.9	96.2
	Raw Material A(Japan)	75	16	0.3	0.3	1.0	4.0	2.5	0.1	0.2	-	-	99.4	65.4
Diatomaceous Earth	Raw Material B(Japan)	74	16	0.6	0.4	1.2	3.8	3.0	0.1	0.2	-	-	99.3	15.5
	Product C(Korea)	89.6	4.0	1.5	0.7	0.8	0.6	0.9	0.2	0.2	-	0.2	99.7	85.0
	Product A(Korea)	89.6	4.0	1.3	0.6	0.5	0.8	1.2	0.2	0.2	-	0.2	99.6	89.1
Product B (Korea)	91.1	4.0	1.3	0.6	0.5	0.5	0.7	0.2	0.2	-	0.2	99.3	91.4	

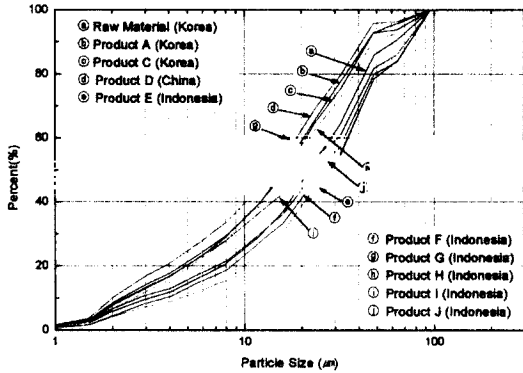


Fig. 1. Particle Size Distribution of Acid Clay.

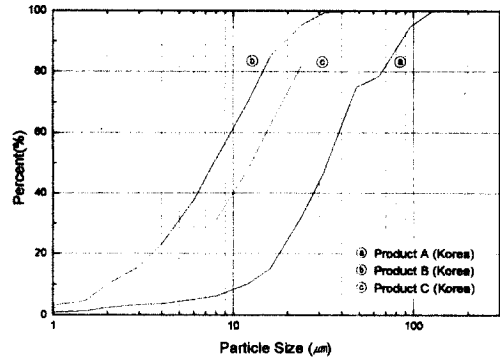


Fig. 4. Particle Size Distribution of Diatomaceous Earth.

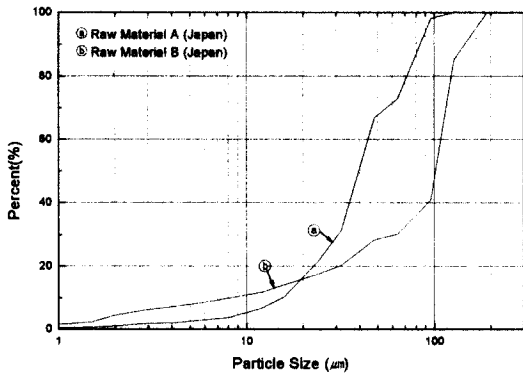


Fig. 2. Particle Size Distribution of Perite.

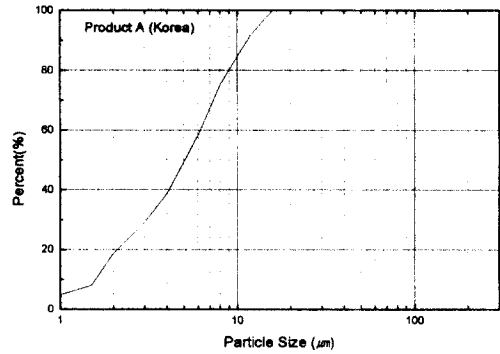


Fig. 5. Particle Size Distribution of Kaolin.

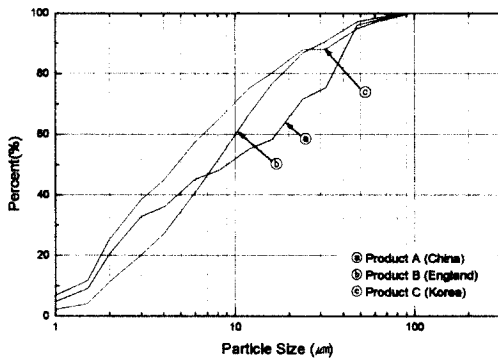


Fig. 3. Particle Size Distribution of Bentonite.

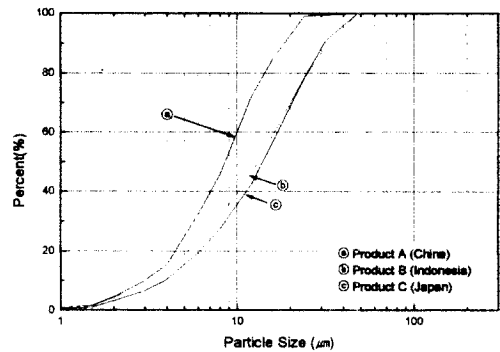


Fig. 6. Particle Size Distribution of Talc.

제점으로 생각된다.

산성백토 시료의 경우 중국산 산성백토 이외에는 몬모릴로나이트계 점토광물질의 변성이 아닌 백도토계 점토광물질의 변성 경향이 강하여, 백도토계의 함수 알루미노 실리케이트 점토광물질을 주 구성광물로 하고, 석영(quartz), 장석(feldspar) 등이 기타 잔류 광물로 다량 잔재하고 있는 점을 특징으로 하는 광물 성상을 보여

주고 있다. 한편 상기한 벤토나이트와 동일하게 백색도가 나쁘고, 굵은 입자들로 형성되어 있는 점(D_{50} 는 15~30 μm)들이 실제 식품첨가물로서 이용에는 많은 전처리 공정이 필요하리라 생각된다.

백도토 시료의 경우 실험에 이용된 제품의 경우 화학성분분석 결과와 XRD분석결과에 의하면 SiO_2 함량이 극단적으로 높고, kaolin화가 진행되기 이전의 모양인 quartz 및 feldspar 함유량이 높은 점등에서 완벽한

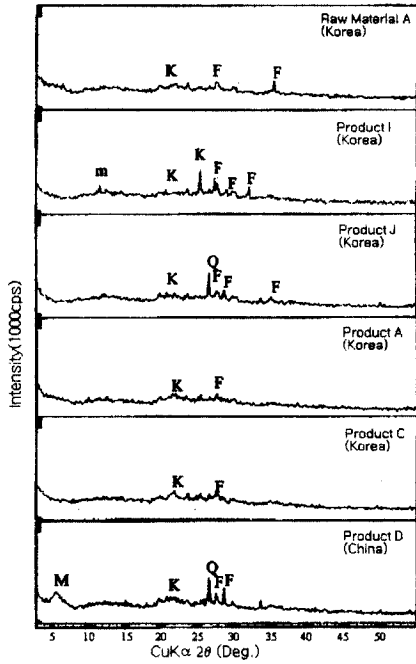


Fig. 7. XRD patterns of Acid Clay.

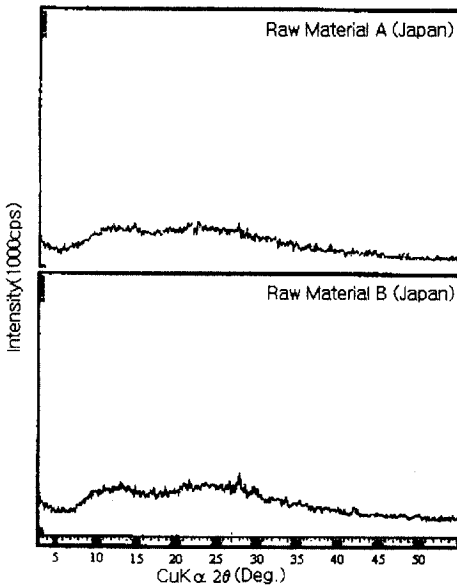


Fig. 8. XRD patterns of Perlite.

고령토광물이 아닌 도석류등에 가까운 특성을 보여주고 있다⁽⁵⁻⁸⁾.

퍼라이트 시료의 경우, 천연에서 조성된 유리질 실리카원으로서 비교적 적은 불순 광물 및 불순 성분 함유량과, 또 그에 따른 높은 백색도 특성치를 보이고

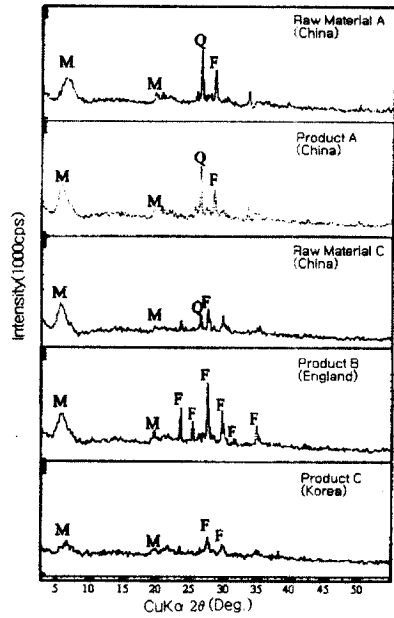


Fig. 9. XRD patterns of Bentonite.

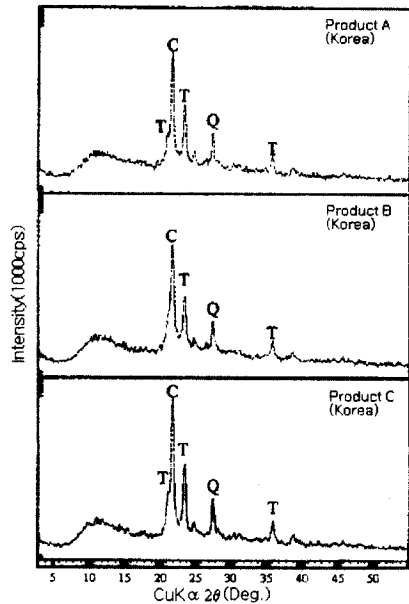


Fig. 10. XRD patterns of Diatomaceous Earth.

있는 반면에 입도가 너무 커서($D_{50} \approx 30\sim 100 \mu\text{m}$) 이에 따른 조정이 필요하리라 여겨진다.

규조토 시료의 경우 실험에 이용된 제품은 화학성분 분석 결과, 백색도 측정치, XRD 분석 결과 등에서 전형적인 고품위 불용성 광물성 물질로서의 특성치를 보이고 있으나, 각 제품별 입도분포치의 차이가 커서

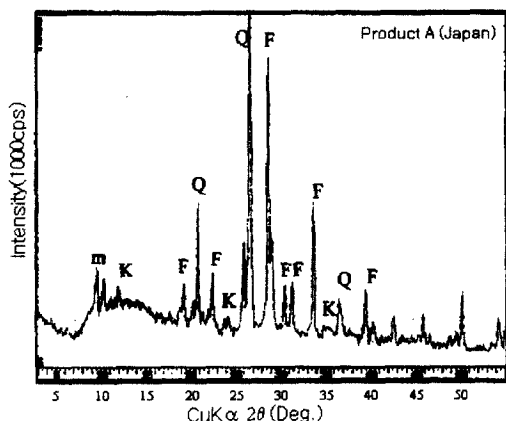


Fig. 11. XRD patterns of Kaolin.

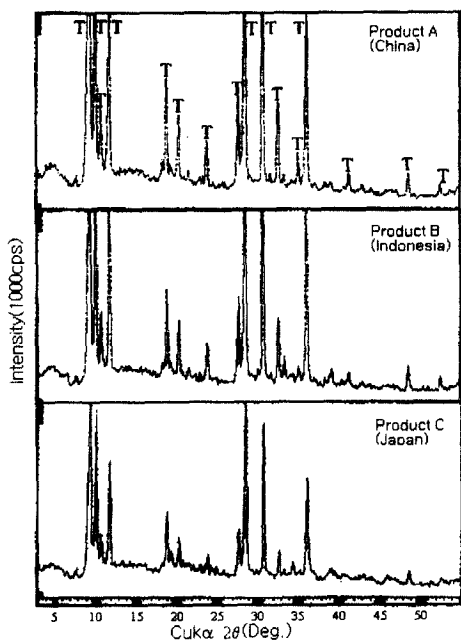


Fig. 12. XRD patterns of Talc.

제품별, 용도별로 선택 사용함이 요구된다.

탈크 시료의 경우, 모든 분석 결과에서 볼 수 있듯이 고순도·고품질의 미립 분체로서의 요구 특성을 가장 이상적으로 보여주고 있는 바, 실제 식품첨가물로 사용시의 물리적 특성상의 큰 문제점은 없을 것으로 생각되어진다.

중금속 분석

분석대상 불용성광물성물질 총 32품목에 대한 중금속의 분석 결과는 Tables 4-8과 같이 얻어졌다.

Table 4. Lead contents of various insoluble mineral substances

sample	No. of sample	Min. value (ppm)	Max. value (ppm)	Mean value ± SD ¹⁾ (ppm)
Acid clay	13	3.84	23.10	13.67 ± 5.62
Bentonite	10	4.04	18.47	7.11 ± 4.72
Talc	3	nd ²⁾	4.25	2.38 ± 1.50
Diatomaceous Earth	3	nd	0.86	0.85 ± 0.02
Kaolin	1	2.81	3.80	3.22 ± 0.57
Perlite	2	nd	2.22	1.53 ± 0.80

¹⁾average of triplicate

²⁾not detected

Table 5. Cadmium contents of various insoluble mineral substances

sample	No. of sample	Min. value (ppm)	Max. value (ppm)	Mean value ± SD ¹⁾ (ppm)
Acid clay	13	nd ²⁾	0.67	0.19 ± 0.16
Bentonite	10	0.1	0.54	0.24 ± 0.13
Talc	3	nd	0.33	0.15 ± 0.12
Diatomaceous Earth	3	nd	0.13	0.09 ± 0.04
Kaolin	1	nd	nd	nd ± 0.00
Perlite	2	0.52	0.59	0.56 ± 0.03

¹⁾average of triplicate

²⁾not detected

납(Pb)은 6,000년 전부터 사용되어 왔으며, 지각에는 약 16 mg/kg, 토양에는 약 10 mg/kg이 포함되어 있다고 한다⁽¹⁰⁾. 납에 의한 식품오염은 인간활동이 있는 한 불가피한 일로 모든 식품에 자연적으로 존재하거나 가공공정에서 오염되기도 한다. 분석 대상 시료인 불용성광물성물질들의 납 분석치는 Table 5와 같다. 산성백토는 13품목에서 평균 13.67 ppm, 벤토나이트는 10 품목에서 평균 7.31 ppm, 탈크는 3품목에서 평균 2.38 ppm, 규조토는 평균 0.85 ppm, 백도토는 1품목에서 평균 3.22 ppm 및 퍼라이트는 2품목에서 평균 1.15 ppm 이 검출되었다. 이는 현행 식품첨가물공전에는 납 규격이 벤토나이트 40 ppm, 탈크 10 ppm, 규조토 10 ppm 및 퍼라이트 10 ppm으로 설정되어 있어 이들 불용성광물성물질들을 현행 사용기준에 따라 사용한다면 문제가 없을 것으로 생각된다.

카드뮴(Cd)은 1968년 일본에서 발생하여 신경통, 골다공증 및 폐암등을 유발⁽¹¹⁾한 이타이이타이병의 원인 물질로서 널리 알려져 있으며, 카드뮴은 일반적으로 주로 식품으로부터 인체에 이행되며 일반적인 하루 섭취량은 10-50 µg/kg으로 보고⁽¹²⁾ 되어지고 있다. 분석 대상 시료인 불용성광물성물질들의 카드뮴 분석치는 Table 5과 같다. 산성백토는 13품목에서 평균 0.25

Table 6. Mercury contents of various insoluble mineral substances

sample	No. of sample	Min. value (ppm)	Max. value (ppm)	Mean value \pm SD ¹⁾ (ppm)
Acid clay	13	0.01	0.58	0.29 \pm 0.18
Bentonite	10	nd ²⁾	0.14	0.03 \pm 0.04
Talc	3	nd	0.04	0.03 \pm 0.02
Diatomaceous Earth	3	nd	0.01	0.01 \pm 0.00
Kaolin	1	nd	0.01	0.01 \pm 0.00
Perlite	2	nd	0.02	0.02 \pm 0.00

¹⁾average of triplicate²⁾not detected

ppm, 벤토나이트는 10품목에서 평균 0.24 ppm, 탈크는 3품목에서 평균 0.15 ppm, 규조토는 평균 0.09 ppm, 백도토는 1품목에서 nd 및 퍼라이트는 2품목에서 평균 0.56 ppm이 검출되었다.

수은(Hg)은 오래 전부터 화장품, 의약품, 도료 등에 사용되어온 금속으로서 WHO의 자료에 의하면 식품에서 무기형태로 존재하는 수은 함량은 20 μ g/kg이며⁽¹³⁾ 식품을 통해 사람이 섭취하는 수은량은 하루 0.05~0.02 mg이라고 알려져 있다⁽¹⁴⁾. 분석 대상 시료인 불용성광물성물질들의 수은 분석치는 Table 6과 같다. 산성백토는 13품목에서 평균 0.29 ppm, 벤토나이트는 10품목에서 평균 0.03 ppm, 탈크는 3품목에서 평균 0.03 ppm, 규조토는 평균 0.01 ppm, 백도토는 1품목에서 0.01 ppm 및 퍼라이트는 2품목에서 평균 0.02 ppm이 검출되었다.

비소(As)는 지구상에 존재하는 동·식물 조직에 다양하게 존재되어 있으며, 대부분의 식품은 비소가 함유되어 있다⁽¹⁵⁾. 오염되지 않는 식품을 섭취하더라도 1일 약 0.5 mg을 섭취하는 것으로 알려져 있으며, 대부분의 식품에는 1 mg/kg의 수준 정도의 비소가 함유되어 있다고 보고되어 있다⁽¹⁶⁾. 분석 대상 시료인 불용성광물성물질들의 비소 분석치는 Table 7과 같다. 산성백토는 13품목에서 평균 0.32 ppm, 벤토나이트는 10품목에서 평균 0.19 ppm, 탈크는 3품목에서 평균 0.02 ppm, 규조토는 평균 0.11 ppm, 백도토는 1품목에서 0.04 ppm 및 퍼라이트는 2품목에서 평균 0.01 ppm이 검출되었다. 이는 현행 식품첨가물공전에는 비소 규격이 벤토나이트 4 ppm, 탈크 4 ppm, 규조토 10 ppm, 백도토 4 ppm 및 퍼라이트 4 ppm으로 설정되어 있어 이들 불용성광물성물질들을 현행 사용기준에 따라 사용하면 문제가 없을 것으로 생각된다.

구리(Cu)는 모든 금속 중 고대로부터 인간에 의해 가장 많이 이용되고 있는 금속중의 하나로서 전 세계적으로 걸쳐 지각에 폭넓게 분포되어 있으며, 분석 대

Table 7. Arsenic contents of various insoluble mineral substances

sample	No. of sample	Min. value (ppm)	Max. value (ppm)	Mean value \pm SD (ppm)
Acid clay	13	0.06	0.07	0.32 \pm 0.30
Bentonite	10	0.01	1.42	0.19 \pm 0.40
Talc	3	nd2)	0.03	0.02 \pm 0.01
Diatomaceous Earth	3	0.03	0.21	0.11 \pm 0.06
Kaolin	1	0.04	0.05	0.04 \pm 0.01
Perlite	2	0.01	0.03	0.01 \pm 0.01

¹⁾average of triplicate²⁾not detected**Table 8. Copper contents of various insoluble mineral substances**

sample	No. of sample	Min. value (ppm)	Max. value (ppm)	Mean value \pm SD ¹⁾ (ppm)
Acid clay	13	nd ²⁾	39.35	8.33 \pm 12.4
Bentonite	10	nd	12.32	3.15 \pm 3.22
Talc	3	nd	0.97	0.56 \pm 0.46
Diatomaceous Earth	3	nd	2.30	2.18 \pm 0.16
Kaolin	1	nd	1.12	1.12 \pm 0.00
Perlite	2	nd	0.43	0.33 \pm 0.09

¹⁾average of triplicate²⁾not detected

상 시료인 불용성광물성물질들의 구리 분석치는 Table 8과 같다. 산성백토의 경우 13품목에서 평균 8.33 ppm, 벤토나이트는 10품목에서 평균 3.15 ppm, 탈크는 경우 3품목에서 평균 0.56 ppm, 규조토는 평균 2.16 ppm, 백도토의 경우 1품목에서 1.12 ppm 및 퍼라이트는 2품목에서 평균 0.33 ppm이 검출되었다.

이상에서 살펴 본 바와 같이 분석대상 불용성광물성물질들의 중금속(Pb, Cd, Hg, As 및 Cu) 분석결과는 매우 낮은 수치이며, 특히 산성백토의 성분규격 설정 시 미국 Food Chemicals Codex에 수재된 벤토나이트를 참고로 하여 검토중인 비소 4 ppm, 납 40 ppm과 비교하여 볼 때, 본 실험에서의 분석치는 매우 안정된 수치이다. 또한 식품첨가물로서의 이들 불용성광물성물질들은 식품의 원료로서 직접 첨가되어지는 것이 아니며 탈취, 탈색 및 여과보조제 등의 목적으로 사용되어지는 것이기 때문에 현행 사용기준에 준하여 필요불가결한 경우에만 한하여 사용한다면 식품안전성 측면에서 문제가 없는 것으로 판단되었다.

요 약

식품첨가물로서 사용되어지고 있는 불용성광물성물

질인 규조토 3품목, 백도토 1품목, 벤토나이트 10품목, 산성백토 13품목, 탈크 3품목 및 퍼라이트 2품목 등 총 32품목의 시료를 대상으로 그 기본적인 구성 광물 성분 및 화학성분 특성을 비교 분석하고 각 시료들의 입도 분포와 백색도 등을 측정하였다. 분석 대상 시료인 불용성광물성물질들의 화학성분 분석 및 XRD (X-Ray Diffractometer) 분석결과는 백도토를 제외한 모든 불용성광물성물질들은 그 화학적 조성비가 보고된 문헌에서와 같이 일치하였으며, 다만 백색도는 탈크, 규조토 및 백도토의 경우에만 90% 수준으로 측정되었다. 분석대상 불용성광물성물질에 대한 중금속의 분석결과는 납(Pb)은 $nd \sim 23.10$ ppm, 카드뮴(Cd)은 $nd \sim 0.67$ ppm, 수은(Hg)은 $nd \sim 0.58$ ppm, 비소(As)는 $nd \sim 1.42$ ppm 및 구리(Cu)는 $nd \sim 39.35$ ppm이 검출되었다. 이들 분석대상 불용성광물성물질들의 중금속 분석결과는 기준에 비해 낮은 수치이다.

문 헌

1. Korea Food and Drug Administration. Korean Food Additive Code, pp. 592-593, 635-636, 641-642, 649, 741-742, 757 (1998)
2. Association of Japanese Food Additives. The note of food additives list except chemical synthetics, pp. 485-491 (1991)
3. Song, J.C. and Yang, H.C. Food Additives, pp. 526-534, Semun Press, Seoul, Korea (1992)
4. Ji, S.G. Food Additives, Balgum Press, pp. 575-578 (1994)
5. Lee, E.S. and Lee, S.H. A study on the hydrothermal

- synthesis of clay mineral(I). Journal of the Korean Ceramic Society 32(1): 71-82 (1995)
6. Lee, E.S. and Lee, S.H. A study on the hydrothermal synthesis of clay mineral(II). Journal of the Korean Ceramic Society 32(6): 735-747 (1995)
7. Lee, E.S., Lee, S.H. and Kimura, K.A. study on the hydrothermal synthesis of clay mineral(III). Journal of the Korean Ceramic Society 32(7): 777-782 (1995)
8. Lee, S.H., Park, C.W., Choi, S.C. and Lee, E.S. Separation of quartz-feldspar component from waste stone powder sludge and product evaluation test for the raw material of white chinaware, Journal of the Korean Institute of Mineral and Energy Resources Engineers 34(5): 463-470 (1997)
9. Institute of Medicine. Food Chemicals Codex, pp. 45-46 National Academy Press, Washington, D.C., USA (1996)
10. Lee, S.R. The Study of Food Safety. Ehwa Women's University Press, Seoul, Korea (1993)
11. WHO. Cadmium (Environmental Health Criteria 134), pp. 131-195 (1992)
12. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. Technical Report Series (WHO) 776, pp. 8-9 (1989)
13. WHO. Methyl Mercury (Environmental Health Criteria 101), pp. 59-60 (1990)
14. Go, I.S. and Ro, J.B. The Annual Report of NIH 10: 437-453 (1973)
15. Choi, S.Y. Food Contamination. Ulsan University Press, Ulsan, Korea (1994)
16. Reilly, C. Metal Contamination of Food, pp. 119-122 Applied Science Publisher Ltd., London, UK (1980)

(1999년 8월 27일 접수)