

유아용 일회용 기저귀의 유해성 평가

신정화 · 윤혜은 · 박미애* · 안윤경

한국기초과학지원연구원

*건국대학교

Hazardous Substance Analysis of Disposable Diaper for Infant

Jeounghwa Shin · Hyeon Yoon · Miae Park* · Yungyong Ahn

Korea Basic Science Institute

*Konkuk University

(2003. 8. 12. 접수)

Abstract

The analytical method of toxic heavy metals in disposable diapers was developed. Disposable diapers obtained from Korea, Japan, America and German were determined and quantified. Sample treatment (Total Digestion) was wet chemical acid digestion for extraction of nine hazardous inorganic elements (Sb, As, Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Ni, Hg) in disposable diapers. Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer (ICP-MS) and Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer (ICP-AES) have been used for analyzing nine hazardous inorganic elements. The results were as follows : The concentration of extractable Sb which was treated for 3 hours with artificial urine and disposable diapers was higher than those of 6 hours and 24 hours. The concentration of extractable Cr was same as Sb. On the other hands, the behavior of Cu and Ni were different from Sb and Cr. Concentrations of extractable Cu and Ni increased as increasing the reaction time between artificial urine and disposable diapers.

Key words: Disposable Diaper, Inorganic Compounds, Heavy Metals, ICP-AES, ICP-MS; 종이기저귀, 무기화합물, 중금속, 원자방출분광법, 원자방출질량분석기

I. 서 론

현대사회에서 화학공업의 급속한 발달과 그 응용분야의 확대로 다량의 화학물질이 여러 분야에 응용되면서 건강 및 환경오염 문제가 크게 대두되어 왔다. 특히, 섬유제품의 실용성 및 촉감의 개선, 합성섬유의 고기능성 부여를 위해 각종 가공이 이루어지고 있으며, 이에 는 유연제, 방축 가공제, 대전 방지제, 살균 방충제, 계면활성제, 형광 증백제 등 약 1200여종이 응용되고 있

다(홍태기 등, 2000). 하지만 그 가공된 섬유제품에 의 해 의류장해가 많이 발생하고 있다. 섬유제품에 의한 의류장해는 착용즉시, 장기간 착용으로 나타나거나 착용 후 수일 후에 나타나는 경우도 있다(이순원 등, 1979). 의복 첨가물에 의한 피부과민반응 중 포름알데히드에 양성반응을 보이며 포름알데히드는 탈리에 의 한 발암성 물질이 발생하여 후두암 형태로 진행되고 심한 경우 홍역, 염증이 생긴다고 보고하고 있다(환경청, 1987). 섬유제품에 의한 의류장해, 포름알데히드에 의 한 피부장해, 특히 성인보다 유아의 경우 그 의류장해 가 치명적이라고 보고하고 있다(青山光子, 1970; 石原勝, 1974; 紫恒健, 1975; 송화순, 1983). 이러한 섬유제품

본 연구는 한국과학재단 우수여성과학자 도약지원연구(R04-2002-000-20114-0)지원으로 수행된 것의 일부임.

의 유해물질에 의해 피부장해, 내분비계 장애, 발암성에 까지 미치는 경우도 많이 발생하고 있다. 또한 성인보다 유아의 경우 성인보다 땀이 많고 피부가 연약해서 물리적, 화학적 자극을 쉽게 받기 때문이다. 또한 옷을 입으로 빨기 쉬워 체내로 독성이 유입될 우려가 있기 때문에 유아용 의류제품에 사용되는 염료, 조제, 가공제 등에 대한 규제와 대책이 요구된다(송화순, 1981; 대한메리야스시험검사소, 1976). 섬유제품의 유해물질은 여러 번의 세탁에 의해 그 유해성이 경감된다(남윤자 등, 1987). 하지만 유아용품 중 그 사용량이 점점 확대되고 빈번해지는 일회용 기저귀는 세탁이 불가능한 실정이다. 일회용기저귀에 사용되어지는 여러 가지 염료 및 강력 흡수젤, 표백종이가 피부와 건강에 치명적인 문제를 유발시킬 수도 있다고 주장하고 있다(Lavin, 1986; Hermansen et al, 1988; Newman et al, 1992).

우리나라 섬유제품에 대한 유해물질 함량조사와 유해성에 관한 연구로는 섬유제품 가공처리제의 공해실태에 관한 연구에서 시판되는 원단 및 의류제품에 대해서 포름알데히드 함량조사와 인체장해 실태가 조사된바 있을 뿐이며, 무기화합물에 대한 유해성 평가는 적은 실정이며, 섬유제품에 잔류한 가공제들은 안정성이 확보된 것도 있지만 유해성을 갖는 물질과 아직까지 유해성이 확인 되지 않은 물질들이 있다. 이러한 문제점들을 해결하기위해서 환경친화적 상품을 보증하는 환경마크제도가 정착되고 있고, 유럽에서는 Texproof, SG, Ecoproof, Ecollection, Otto-Versand, Blue Angel Mark, NF Environment, MST, 미국에서는 Green Seal, 캐나다에서는 Environmental Choice Program, 일본에서는 Eco Mark 등이 있으며, 그 중 섬유제품에 유해물질이 함유되어 있는지를 확인하는 Oeko-Tex Standard 100 이라는 섬유라벨을 정립하여 많은 나라에서 이 규정을 따르고 있다.

본 연구는 유아용품 중 가장 빈번히 사용되고 세탁이 불가능한 일회용기저귀의 유해 물질 등을 분석하여, 유아에 대해 더 나아가서는 인간의 안전하고 쾌적한 의생활환경을 갖추어 주는 것을 기대한다.

II. 연구방법

1. 시료

한국, 일본, 미국, 독일에서 시판중인 일회용 종이 기저귀를 각각 3개사의 상품(독일 2개사)을 선정, 구입하였다.

2. 중금속분석조건

기저귀자체의 중금속 함량분석, 인공 소변을 부하한 일회용기저귀를 유아의 착용 시와 동일한 온도 조건하(40°C)의 온도 하에서 3시간, 6시간, 24시간 용출한 중금속의 함량을 분석하였다.

3. 전처리

1) 기저귀자체의 중금속 함량분석을 위한 전처리

습식분해법을 이용하여 잘게 자른 종이 기저귀 시료 1g을 Pyrex beaker에 넣고 질산 8-10ml를 가하고 hot plate 상에서 가열 반응시킨다. 유기물 분해가 어느 정도 진행되어 갈색 기체 반응이 찾아들면 beaker에 watch glass를 덮고 질산을 다시 가한 후 가열반응시킨다. 질산에 의한 Acid digestion이 끝나 시료가 맑은 용액으로 되면 증류수를 첨가하여 산을 증발시켜 ICP 분석용 시료로 30ml를 만든다.

2) 용출실험에 의한 중금속 함량분석을 위한 전처리

잘게 자른 종이 기저귀 시료 1g에 인공소변(H₂O: 97.21%, Urea:2%, Ammonia:0.04%, PO₄:0.15%, Cl: 0.6% as NaCl) 50ml를 부하하여 40°C의 욕조에서 3시간, 6시간, 24시간 동안 추출하였다.

4. 분석장치

유도결합 플라즈마 원자방출분광법(Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometer, 138 Ultrace, Jobin Yvon사, Korea Basic Science Institute)과 유도결합 플라즈마 원자방출질량분석법(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer, Elan 6100, Korea Basic Science Institute)을 이용하여 9종류의 중금속(Sb, As, Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Ni, Hg)을 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 기저귀자체의 중금속함량분석

Table 1은 각국의 종이기저귀의 중금속 함량을 제시하고 있다. 종축은 측정항목이고 횡축은 4개의 나라로 K는 한국, J는 일본, U는 미국, G는 독일을 나타내고 있다.

Table 1. Concentration of heavy metals in the diapers produced by Korea, Japan, USA and German (ppm)

	K1	K2	K3	J1	J2	J3	U1	U2	U3	G1	G2
Sb	0.144	N.D	0.205	N.D	0.054	15.394	6.427	6.427	11.942	0.073	4.597
As	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Pb	0.089	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Cd	0.173	N.D	0.314	N.D	N.D	0.022	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Cr	N.D	N.D	N.D	N.D	1.073	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Co	0.021	0.021	0.028	N.D	N.D	0.084	1.397	0.025	N.D	N.D	N.D
Cu	1.159	0.905	1.134	0.268	0.585	1.304	0.952	0.704	0.429	N.D	0.245
Ni	0.659	0.345	0.133	0.035	N.D	0.142	0.199	N.D	0.154	N.D	0.191
Hg	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

K:Korea, J:Japan, U:USA, G:German, N.D:not detected

분석항목별로 비교해보면 Sb의 경우 한국시료 중 K2가 검출한계 이하이고 K1(0.144ppm), K3(0.205 ppm)는 유사한 값을 나타내었고, 일본시료 중 J1이 검출한계 이하이고 J2(0.054ppm), J3(15.394ppm)중 J3의 값이 다른 나라의 시료보다 제일 큰 값을 나타내고 있다. 미국시료 중 U1(6.427ppm), U2(6.470 ppm)가 비슷한 값을 나타내고, U3(11.942ppm)가 세 시료 중 가장 큰 값을 나타내고 있다. 독일 시료 중 G1(0.073ppm), G2(4.597ppm)는 서로 큰 차이를 나타내고 있다. 이들 각 나라별의 Sb 함량의 결과를 비교하면 미국의 시료가 전체적으로 높은 값을 나타내고 있음을 알 수 있다.

As와 Hg의 경우는 4개국의 모든 시료가 검출한계 이하이고 Pb의 경우 K1(0.089ppm)을 제외하고 모든 시료가 검출한계 이하였다.

Cd의 경우 K1(0.173ppm), K3(0.3314ppm)를 제외한 모든 시료가 검출한계 이하였고, Cr의 경우 J2(1.073 ppm)를 제외한 모든 시료가 검출한계 이하였다.

Co의 경우 한국 시료 모두와 일본시료 중 J1, J2가 검출한계 이하이고 J3(0.084ppm)가 검출되었다. 미국 시료 중 U1(1.397ppm), U2(0.025ppm)가 검출되었고, U3는 검출한계 이하였고, U1의 값이 다른 나라의 시료보다 큰 값을 나타내고 있다. 독일 시료는 전부 검출한계 이하였다.

Cu의 경우 한국 시료는 K1(1.158ppm), K2(0.905 ppm), K3(1.134ppm)가 서로 유사한 값으로 검출되었고 일본시료 중 J1(0.268ppm), J2(0.585ppm), J3(1.304 ppm) 모두 검출되었다. 미국 시료 중 U1(0.952ppm), U2(0.704ppm), U3(0.429ppm) 모두 검출되었다. 독일 시료 중 G1는 검출한계 이하이고 G2(0.244ppm)가 다른 나라

의 값보다 낮은 값으로 검출되었다.

Ni의 경우 한국 시료에서는 모두, 일본시료 중 J2, 미국 시료 중 U2, 독일 시료 중 G1를 제외한 시료에서 검출되었다.

나라별로 비교해보면 독일의 G1의 시료가 Sb에서 0.073ppm이 검출되었을 뿐 다른 분석항목에 대해서 모두 검출한계 이하였다. 일본의 J1의 시료는 Cu가 0.268ppm, Ni가 0.035ppm이 검출되었을 뿐 다른 분석항목에 대해서 모두 검출한계 이하였다. 미국의 시료는 다른 나라보다 검출빈도도 높고 검출된 각 항목의 값들이 높은 경향을 보여주고 있다.

검출된 값들은 환경기준치와 비교해보면 기준치 이하였다.

2. 인공소변의 용출실험에 의한 중금속함량분석

1) 3시간 용출실험

Table 2는 각국의 종이기저귀의 인공소변에서 3시간 용출에 의한 중금속 함량을 제시하고 있다. 측정항목별로 비교해보면 As, Pb, Cd, Co, Ni, Hg는 검출한계 이하였다. Sb의 경우 한국 시료는 K1(0.079 ppm), K2(0.055ppm), K3(0.035ppm) 모두 검출되었으며, 일본시료 중 J1(0.091ppm), J3(0.069ppm)는 검출되었고, J2는 검출한계 이하였다. 미국 시료는 U1(0.059ppm), U2(0.170ppm), U3(0.175 ppm) 모든 시료에서 검출되었다. 독일의 시료는 G1(0.166ppm), G2(0.179ppm) 모두 검출되었다. 하지만 검출된 것 모두 Oeko-Tex Standard 100의 기준치인 30.0ppm보다 낮은 값을 나타내고 있다.

Cr의 경우 모든 나라의 시료 모두 비슷한 값으로 검

출되었다. 한국 시료는 K1(0.267ppm), K2(0.260 ppm), K3(0.320ppm) 모두 검출되었다. 일본시료 중 J1(0.292 ppm), J2(0.218ppm), J3(0.193ppm)도 검출 되었다. 미국 시료는 U1(0.255ppm), U2(0.221ppm), U3(0.313ppm)로 검출되었다. 독일의 시료중 G1(0.255ppm), G2(0.246 ppm)도 검출되었다. 하지만 검출된 것 모두 Oeko-Text Standard 100의 Cr의 기준치인 1.0ppm보다 낮은 값을 나타내고 있다.

Cu의 경우 독일의 두 시료와 K2, J3, U3는 검출한계 이하였고, K1(0.133ppm), K3(0.101ppm), J1(0.180 ppm), J2(0.066ppm), U1(0.078ppm), U2(0.054ppm)가 검출되었으나 Oeko-Text Standard 100의 Cu기준치인 25ppm보다 모두 낮은 값을 나타내고 있다.

2) 6시간 용출실험

Table 3은 각국의 종이거저귀의 인공소변에서 6시

간 용출한 결과를 나타내고 있다.

측정항목별로 비교해보면 Sb, As, Cd, Co, Hg는 검출한계 이하였다.

Pb의 경우 한국시료 중 K3(0.068ppm)만이 검출되었으며 다른 시료들은 검출한계 이하였다. Cr의 경우 한국시료 중 K1(0.150ppm), K2(0.142ppm), K3(0.202 ppm)는 다른 나라의 시료보다 높은 경향을 나타냈으며, 일본시료인 J1(0.030ppm), J2(0.093ppm), J3(0.100 ppm)도 검출되었다. 미국시료 U1(0.132ppm), U2(0.063 ppm), U3(0.110ppm)도 검출되었다. 독일의 시료는 G1(0.095ppm), G2(0.079ppm)가 검출되었다. 하지만 검출된 것 모두 Oeko-Text Standard 100의 기준치인 1.0ppm보다 낮은 값을 나타내고 있다.

Cu의 경우, 한국시료 중 K1(0.063ppm), K2(0.137 ppm), K3(0.202ppm)가 검출되었고, 일본시료 중 J1(0.217ppm), J2(0.130ppm), J3(0.221ppm)도 검출되었

Table 2. Concentration of extractable heavy metals in the diapers produced by Korea, Japan, USA and German (3hours)

	K1	K2	K3	J1	J2	J3	U1	U2	U3	G1	G2
Sb	0.079	0.055	0.035	0.091	N.D	0.069	0.059	0.170	0.175	0.166	0.179
As	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Pb	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Cd	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Cr	0.267	0.260	0.320	0.292	0.218	0.193	0.255	0.221	0.313	0.255	0.246
Co	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Cu	0.133	N.D	0.101	0.180	0.066	N.D	0.078	0.054	N.D	N.D	N.D
Ni	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Hg	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

K:Korea, J:Japan, U:USA, G:German, N.D:not detected

Table 3. Concentration of extractable heavy metals in the diapers produced by Korea, Japan, USA and German (6hours)

	K1	K2	K3	J1	J2	J3	U1	U2	U3	G1	G2
Sb	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
As	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Pb	N.D	N.D	0.068	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Cd	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Cr	0.150	0.142	0.202	0.030	0.093	0.100	0.132	0.063	0.110	0.095	0.079
Co	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Cu	0.063	0.137	0.202	0.217	0.130	0.221	0.193	0.060	0.169	0.089	0.084
Ni	0.033	0.080	0.140	0.078	0.114	0.119	0.104	0.059	0.112	0.100	0.088
Hg	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

K:Korea, J:Japan, U:USA, G:German, N.D:not detected

다. 미국시료는 U1(0.193ppm), U2(0.060ppm), U3 (0.169 ppm)도 검출되었다. 독일의 시료는 G1(0.089 ppm), G2(0.084ppm)도 검출되었다. 하지만 검출된 것 모두 Oeko-Tex Standard 100의 기준치인 25ppm 보다 낮은 값을 나타내고 있다.

Ni의 경우 한국시료 중 K1(0.033ppm), K2(0.080 ppm), K3(0.140ppm)가 검출 되었다. 일본시료 중 J1(0.078ppm), J2(0.114ppm), J3(0.119ppm)도 검출되었다. 미국시료는 U1(0.104ppm), U2(0.059ppm), U3 (0.112ppm)도 검출되었다. 독일의 시료는 G1(0.100 ppm), G2(0.088ppm)도 검출되었다. 하지만 검출된 것 모두 Oeko-Tex Standard 100의 기준치인 1.0ppm 보다 낮은 값을 나타내고 있다.

3. 24시간 용출실험

Table 4는 각국의 종이기저귀의 인공소변에서 24 시간 용출한 결과를 나타내고 있다.

측정항목별로 비교해보면 As, Cd, Cd, Co, Hg는 각국 시료 다 검출한계 이하였다.

Sb의 경우 J1(0.063ppm), U2(0.056ppm)만이 검출되었고 다른 시료들은 검출한계 이하였다. 하지만 검출된 것도 Oeko-Tex Standard 100의 기준치인 30.0 ppm보다 낮은 값을 나타내고 있다.

Pb의 경우, 한국 시료는 모두 검출한계 이하였고, 일본시료 중 J1(0.053ppm), J2(0.069ppm)가 검출되었으며 J3는 검출한계 이하였다. 미국시료 중 U1, U3는 검출한계 이하였고, U2(0.088ppm)만이 검출되었다. 독일의 경우 G1(0.059ppm)이고 G2는 검출한계

이하였다. 하지만 검출된 것도 Oeko-Tex Standard 100의 기준치인 0.2ppm보다 낮은 값을 나타내고 있다.

Cr의 경우 모든 나라의 시료에서 검출되었고 서로 비슷한 값을 나타내고 있으나 Oeko-Tex Standard 100의 기준치인 1.0ppm보다 낮은 값을 나타내고 있다.

Cu의 경우 일본시료와 독일의 시료의 검출값이 높은 경향을 나타내고 있으나 검출된 것 모두 Oeko-Tex Standard 100의 기준치인 25ppm보다 낮은 값을 나타내고 있다.

Ni의 경우 한국 시료의 검출량이 다른 나라에 비해 낮은 값을 나타내고 있으며 독일의 검출량이 높게 나타내고 있음을 알 수 있다. 하지만 검출된 것 모두 Oeko-Tex Standard 100의 기준치인 1.0ppm보다 낮은 값을 나타내고 있다.

용출시간대별로 비교해보면 Sb의 경우 3시간 용출 실험에서 6시간 24시간 용출실험에서보다 검출되었으며, Cu의 경우 용출시간의 증가에 의해 검출되는 양도 증가되어짐을 알 수 있었다. Cr의 경우 3시간 용출실험에서의 검출량이 제일 컸으며 6시간 용출실험시 낮은 값을 나타내며 24시간 용출실험에 의해 다시 증가하는 경향을 나타내었다. Pb의 경우 3시간 용출 시에는 검출되지 않다가 24시간의 용출 시에 일본의 시료 중 2개, 미국, 독일 각각 1개사의 시료에서 검출을 보였다. Ni의 경우 3시간 용출 시에는 검출되지 않았으나 용출시간의 증가에 의해 검출량도 증가하였다.

각각의 시간대별 용출 실험 결과 처음 반응 시간인 3시간대에서 Sb의 용출이 거의 모든 종이 기저귀에서 공통적으로 현저히 나타났고, 이후 6시간 24시간

Table 4. Concentration of extractable heavy metals in the diapers produced by Korea, Japan, USA and German (24hours) (ppm)

	K1	K2	K3	J1	J2	J3	U1	U2	U3	G1	G2
Sb	N.D	N.D	N.D	0.063	N.D	N.D	N.D	0.056	N.D	N.D	N.D
As	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Pb	N.D	N.D	N.D	0.053	0.069	N.D	N.D	0.088	N.D	0.059	N.D
Cd	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Cr	0.198	0.169	0.158	0.209	0.164	0.111	0.191	0.152	0.169	0.195	0.159
Co	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
Cu	N.D	0.052	0.088	0.189	0.160	N.D	0.052	0.111	N.D	0.169	0.337
Ni	0.068	0.084	0.105	0.133	0.132	0.097	N.D	0.088	0.134	0.140	0.170
Hg	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

K : Korea J : Japan U : USA G : German N.D : not detected

동안의 지속적인 용출실험 결과는 검출한계 아래로 분석되었다. 이와 같은 현상은 Cr의 경우에도 유사하게 나타나는데 3시간 용출시험 뒤의 분석 값이 6시간 24시간 뒤에 분석한 값에 비하여 현저히 큼을 알 수 있다. 이와 반면에 Cu나 Ni의 경우는 반대의 경향을 보여주는데 초기 반응시간(3시간 용출) 보다 지속적인 반응에서 점차 대부분의 종이 기저귀에서 증가하는 현상을 보여준다.

일반적으로 종이기저귀와 이와 유사한 제품들의 성능은 강한 흡습력을 기본 메카니즘으로 하는 중간층 흡습제의 흡습력에 의하여 결정되어지는데 흡습제 충전 물질의 표면화학적 특성에 의하여 인공노나 자연상태의 노 등에 포함되어 있는 수분을 비롯한 기타 무·유기원소들을 흡수하는 경향이 달라지게 된다.

유사한 예로서 중금속 이온들을 고체표면과의 표면 흡착반응에 의하여 제거하고자 할 때도 이와 같이 흡착제의 표면 특성을 이용하여 제거하고자 하는 중금속 이온을 가장 잘 흡착하는 흡착제를 사용하게 된다.

본 연구결과에서 나타난 초기 용출 시간대의 Sb 및 Cr 등 중금속 이온들의 차별적인 용출 현상이 시간의 경과에 따라 낮은 값으로 나타나게 된 것은 용출에 의하여 용액(인공노 등)으로 평형을 이루기보다 강한 흡착력에 의하여 종이 기저귀로의 흡착 평형을 이룬 것으로 사료된다.

본 연구의 결과로부터 초기 용출된 Sb와 Cr은 용출시간이 경과함에 따라 저하한 것은 용출에 의해 용액으로서 평형이 된 것보다 강한 흡착력에 의해 종이 기저귀로의 흡착평형이 되었다고 생각되어진다. 반대로 Cu와 Ni는 초기반응시간보다 지속적인 반응에 의해 증가하는 현상을 나타냈다. 일반적으로 종이기저귀와 이와 같은 제품의 성능은 강한 흡습력을 기본 메카니즘으로 하는 중간층의 흡습제의 흡습력에 의해 다르지만 흡습제의 표면화학적 특성에 의해 인공소변 또는 소변에 함유된 수분 또는 무, 유기원소 등의 흡수하는 경향이 다르다.

IV. 결 론

본 연구는 일회용기저귀의 무기화합물에 의한 유해성 분석, 평가를 한국(3개사), 일본(3개사), 미국(3개사), 독일(2개사)의 시료를 대상으로 일회용 기저귀 자체 내의 중금속 함량평가와 인공 소변 하에서 3시간, 6시간, 24시간의 용출에 의한 중금속 함량평가를

행하였다. 그 분석 결과는 다음과 같다.

1. 각국의 종이기저귀의 중금속농도는 Sb, Cu, Ni의 경우 과반수 이상의 시료에서 검출되었고, As, Pb, Cd, Cr, Co, Hg는 검출빈도가 낮던가 검출한계 이하였다. 나라별로 비교해보면 한국의 K1, K3과 J3은 5항목 이상에서 검출되었고, 독일 시료는 검출항목도 검출량도 적었으며 환경기준치와 비교해보면 기준치 이하였으며 아주 미량에 불과했다.

2. 각국의 종이기저귀의 인공소변에서 3시간 용출한 결과로 Cr는 모든 나라의 시료로 부터 검출되고, Sb, Cu순으로 검출되었다. 그 외의 항목은 검출한계 이하였다. 나라별로 비교해보면 전체적으로 유사한 경향을 나타내고 있다. Oeko-Text Standard 100의 기준치보다 낮았다.

3. 각국의 종이기저귀의 인공소변에서 6시간 용출한 결과로는 Cr, Cu는 3시간의 결과로는 검출되지 않았던 Ni는 모든 시료에서 검출되었다. 또한 3시간의 결과에서 모든 시료로부터 검출된 Sb와 그 외 항목은 검출한계 이하였다. 나라별로 비교해보면 전체적으로 유사한 경향을 나타내고 있다. Oeko-Text Standard 100의 기준치보다 낮았다.

4. 각국의 종이기저귀의 인공소변에서 24시간 용출한 결과로는 6시간의 결과와 비슷하며 Cr, Cu, Ni는 많은 시료에서 검출되었다. 또한 Sb는 J1과 U2에서 검출되었다. Pb는 J1, J2, U2, G1에서 검출되었다. 나라별로 비교해보면 6시간의 결과보다는 높게 검출되었고, 3시간의 결과와 비슷하게 검출되었지만 다른 패턴으로 검출되었다. 또한 모든 검출된량은 Oeko-Text Standard 100의 기준치보다 낮았다. 그러므로 본 연구에서 분석한 유해중금속에 대한 인체 유해성은 없는 것으로 판단되어진다.

본 연구에서 중점적으로 고찰된 Sb, Cr, Cu, Ni 등의 유해중금속의 경우 종이기저귀로부터 용출된 인공소변 또는 소변에 용출되어 있는 상태와 종이기저귀의 흡수층에 흡착된 상태의 어느 쪽인가가 실제 인체에 흡수되는지 피부장애등을 일으키는지의 연구는 여러 다른 조건하에서 검토 되어져야 한다고 생각되어진다.

참고문헌

- 남윤자, 라의숙. (1987). 유아피부의 formaldehyde 함유량에 대한 위생적 연구. *경희대학교 논문집*, 16집.

- 대한메리야스시험검사소. (1976). *低 Formaline 수지가공*, 46.
- 송화순. (1981). 의복으로 인한 피부장애에 관한 연구 -의사, 성인, 어린이를 대상으로-. *청주대학교 논문집, 제14집*.
- 송화순. (1983). 의복으로 인한 피부장애에 관한 연구. *청주대학교 논문집, 제16집*.
- 이순원, 김성련. (1979). 섬유제품 가공처리제의 공해실태에 관한 연구. *서울대학교 가정대학 논문집, 제4권*.
- 홍태기, 이영훈, 신연수, 박상준, 남상규. (2000). 시판중인 속옷 중 유해성 물질의 평가. *한국환경분석학회지*, 3(2), 141-146.
- 환경청. (1987). *유해화학물질 해설집(II)*, 240-304.
- 青山光子. (1970). 衣料加工處理の問題點. *消費科學*, 11, 512.
- 石原勝. (1974). 衣服の安全性. *消費科學*, 15, 293.
- 大川章. (1974). 衣料による皮膚障害. *消費科學*, 15, 29.
- 石原勝. (1974). 衣服の安全性. *消費科學*, 15, 29.
- 紫恒健. (1975). 衣料におけるホルマリン規制の現状と試験法. *纖維學會誌*, 31(6).
- Hermansen, M. C., & Buches, M. (1988). Urine output determination from superabsorbent and regular diapers under radiant heat. *Pediatrics*, 81(3), 428-431.
- Lavin, A. (1986). Super effective diaper can cause confusion. *Pediatrics*, 78, 1173-1174.
- Newman, E., & Daskiet, K. (1992). The diaper controversy. *Pediatrics*, 89, 978-979.