

지류 포장재 생산에 사용되는 섬유상 원료의 중금속 함량 평가방법에 관한 연구

이태주, 김형진, 고승태, 엄기증
국 민 대 학 교

1. 서 론

유럽을 중심으로 포장재 내의 중금속 함유 기준 4대 중금속의 합이 100ppm에 대한 규제가 점점 강화되고 있을 뿐만 아니라 포장재를 비롯한 포장제품까지 폐기 또는 반송해야 하는 엄격해지는 현실을 감안해 볼 때 반도체를 비롯한 많은 물품을 교역하고 있는 우리나라의 입장에서 지류포장재에 대한 국제적 환경규제에 선 응하며 대응기술을 모색하는 것은 매우 중요하다. 특히 우리나라는 지류포장재를 생산하는데 있어 90% 이상을 재활용 폐지를 원료로 사용하기 때문에 폐지의 유통 과정 및 야적장에서의 중금속을 비롯한 각종 유해물질에 노출되어 있어 어느 지류 포장재의 경우 중금속 원소의 검출 개연성이 높은 지종 중의 하나이다. 그러나 현재 국내 지류 포장재를 생산하는 폐지와 섬유상 원료 및 생산품에 대한 중금속 함량을 측정하기 위한 전처리 방법에 대한 연구 개발은 활발히 이루어지고 있지 않으며, 이에 대한 근본적인 대책 수립 및 정확한 분석기법의 개발이 절실히 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 지류 포장재 생산에 사용되는 압축 폐지 내 섬유상 원료의 중금속 함량을 분석하고 효과적인 전처리 방법에 대하여 탐색하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

재생섬유 원료의 중금속 함량을 측정하고자 압축 폐지 내에 포함된 지류상 물질 중 KOCC(Korean Old Corrugated Container), AOCC(American Old Corrugated Container), Kraft sack paper, White duplex board 등 4가지 대표 지종을 선택하여 실험실 내 상온에서 48시간 동안 방치한 후 각각의 시료를 1cm × 1cm 이하로 절단한

다음 전동밀을 이용하여 분쇄하고 60 mesh 스크린으로 분급하여 사용하였다. 시약은 초순도의 전자급 시약을, 초자류는 내산성이 우수한 A급을 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 전처리 반복 횟수에 따른 중금속 함량 변화 비교

전처리 반복 횟수에 따른 중금속 함량 변화를 측정하기 위하여 '포장재의 중금속 함량 권장 기준 및 시험 방법 등에 관한 고시, 환경부 (2006. 08)'에 명시되어 있는 질산, 과산화수소, 염산을 이용한 습식 분해법에 의거 1회, 5회, 10회 전처리를 실시하였다.

2.2.3 매질 실험과 용출 실험의 비교

매질 실험과 용출 실험을 비교하기 위하여 용출 조작 후 산 분해를 실시하였다. 용출 조작 시험에는 'BS EN 12497 ; Paper and board - Paper and board intended to come into contact with foodstuffs - Determination of cadmium and lead in an aqueous extract (2005)'와 'BS EN 12497 ; Paper and board - Paper and board intended to come into contact with foodstuffs - Determination of mercury in an aqueous extract (2005)', '폐기물 처리 공정 시험법의 용출시험방법 및 시료의 전처리 방법'의 시험법을 기초로 하였다.

2.3 분석기기

Axial type의 유도결합플라즈마 질량분석법 (ICP-AES, Varian)을 이용하여 Pb, Cd, Cr를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 압축 고지 내에 포함된 재생 섬유 중금속 함량 측정 결과

3.1.1 전처리 반복 횟수에 따른 중금속 함량 변화 비교

Fig. 1~4는 지류 포장재를 만드는데 사용되는 섬유상 원료 중 대표적인 지종을 이용하여 전처리 반복 횟수에 따른 중금속 함량을 비교하였다. Pb, Cd, Cr 중 Cr의 검출 함량이 가장 높았다. KOCC와 White duplex board에서 Cr은 30~40ppm정도의 범위를 나타냈으며 AOCC와 Kraft sack paper에서 Cr은 약 15~20ppm정도 범위 내에서 검출

되었다. 그러나 전처리 반복 횟수에 따른 중금속 농도 변화가 불균일한 결과를 나타냈으며 압축 베일 내의 각 섬유상 원료를 대표할 수 있는 시료의 대표성이 결여되어 나타난 것으로 판단된다.

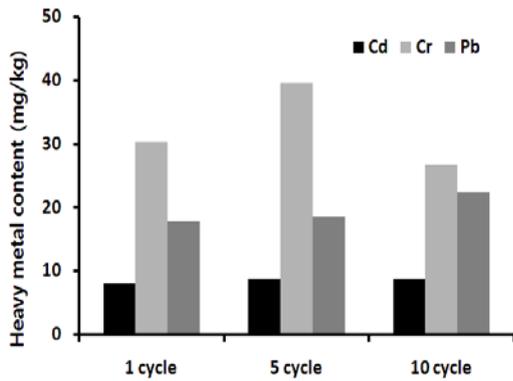


Fig. 1 Heavy metal content of KOCC

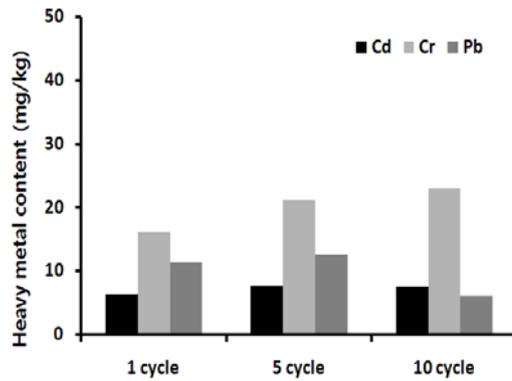


Fig. 2 Heavy metal content of AOCC

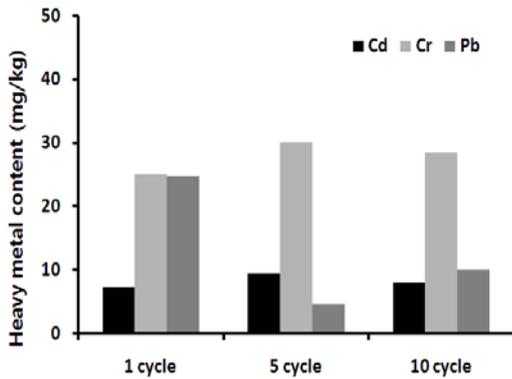


Fig. 3 Heavy metal content of White duplex Board

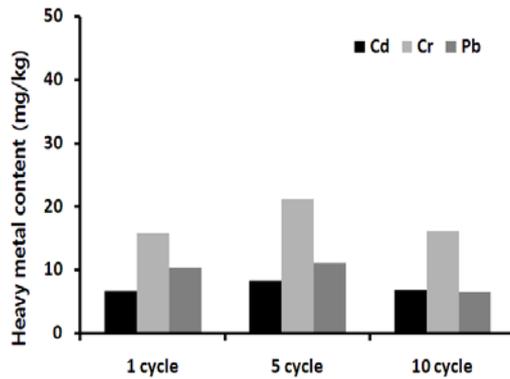


Fig. 4 Heavy metal content of Kraft sack paper

3.1.2 매질 실험과 용출 실험에 따른 중금속 함량 비교

매질 실험과 용출 실험에 따른 중금속 함량에 대한 결과를 Tables 3~5에 나타냈다. Cd의 경우 모든 전처리 방법에서 6~8ppm 정도의 비슷한 수준의 검출 결과를 보

였으나 Cr과 Pb의 경우 매질 실험과 용출 실험에 따른 결과는 상당히 넓은 범위에 걸쳐 측정되었다. 이와 같은 결과는 시료의 대표성이 결여되어 나타난 것으로 판단된다. 즉, 분석용 시료의 채취과정에서 오차가 발생하면 노련한 분석자가 우수한 최신 분석기기를 이용한다 하더라도 정확한 분석 결과를 얻을 수 없기 때문이다. 대상 시료는 극소량을 채취하여 분석할 지라도 전체를 대표할 수 있어야 하지만 압축베일과 같이 많은 이물질 및 다양한 종류의 원료가 혼재되어 있는 경우에는 대표성을 확보하기 어렵기 때문에 시료의 채취가 매우 중요하다고 판단된다.

Table 1. Comparison of cadmium content by pre-treatment in various methods

Metal	Samples	Pre-treatment in various standard methods			
		Decomposition	Extraction		
		Heavy metal measurement method for packaging materials	BS EN 12497	BS EN 12498	Heavy metal measurement method for waste materials
Cd	KOCC	8.04	6.61	7.23	5.31
	AOCC	9.48	7.36	6.40	7.20
	White duplex board	7.37	7.29	6.99	8.48
	Kraft sack paper	6.73	7.41	7.25	8.00

Table 2. Comparison of total chrome content by pre-treatment in various methods

Metal	Samples	Pre-treatment in various standard methods			
		Decomposition	Extraction		
		Heavy metal measurement method for packaging materials	BS EN 12497	BS EN 12498	Heavy metal measurement method for waste materials
Cr	KOCC	29.68	15.91	16.85	14.27
	AOCC	13.87	16.32	15.86	24.21
	White duplex board	24.39	14.24	15.58	11.49
	Kraft sack paper	15.22	16.31	16.61	6.59

Table 3. Comparison of lead content by pre-treatment in various methods

Metal	Samples	Pre-treatment in various standard methods			
		Decomposition	Extraction		
		Heavy metal measurement method for packaging materials	BS EN 12497	BS EN 12498	Heavy metal measurement method for waste materials
Pb	KOCC	6.28	9.8	1.57	10.27
	AOCC	1.57	14.74	13.33	12.01
	White duplex board	23.19	14.80	2.97	11.62
	Kraft sack paper	8.83	8.27	1.57	4.77

4. 결 론

지류 포장재 생산에 사용되는 섬유상 폐지 원료 내의 중금속을 분석하기 위하여 관련 4종류의 시험법에 의거하여 분석을 실시하였다. 압축 베일에서 섬유상 원료의 중금속 함량 분석 결과 Cr, Pb, Cd 중 Cr의 함량이 가장 높은 결과를 나타냈다. Cd의 경우 지종에 관계없이 7~8ppm정도로 일정한 범위를 나타냈으나 Pb, Cr은 넓은 범위에 걸쳐 중금속이 검출되었으며 전처리 반복횟수에 따른 중금속 농도 변화 또한 불균일하였다.

참 고 문 헌

1. 포장재의 중금속 함량 권장기준 및 시험방법 등에 관한 고시, 환경부, 2006. 08
2. 폐기물 공정 시험법, 환경부, 2004. 12
3. BS EN 12497:2005 Paper and board - Paper and board intended to come into contact with foodstuffs - Determination of cadmium and lead in an aqueous extract, 2005, CEN
4. BS EN 12497 : 2005 Paper and board - Paper and board intended to come into contact with foodstuffs - Determination of mercury in an aqueous extract, 2005,

CEN

5. Jo, B.M., Jeoung, M.J., Effect of pretreatments in the content of heavy metals in packaging paper, 2006 Pan Pacific Conference Proceedings, Korea TAPPI 2006.
6. 김선태, 원자 분광법을 위한 시료 전처리, 자유아카데미, 2004
7. 전태환, 정다위, 신선경, 최훈근, 정영희, 인증표준물질을 이용한 중금속류와 플루오르화물 전처리 방법 비교 연구, Vol 19, No. 2, 172-180, 2006
8. 포장용 청정 M/F 골판지 포장재의 개발, 한국골판지협동조합, 2005