

일부 세탁소의 유기용제 관리실태 및 공기중 노출농도에 관한 조사

노영만[†] · 권기범¹⁾ · 박승현²⁾ · 정지연²⁾

가톨릭대학교 의과대학 예방의학교실[†], 안양 중앙병원 산업의학연구소¹⁾, 한국산업안전공단 산업안전보건연구원²⁾

A Survey on the Management of Chemical Substances and Airborne Concentration in Laundries Exposed to Organic Solvents

Young-Man Roh[†] · Gi-Bum Kwon¹⁾ · Seoung-Hyun Park²⁾ · Jee-Yeon Jeong²⁾

Catholic Industrial Medical Center, Dept. of Preventive Medicine, College of Medicine, The Catholic University of Korea
Institute of Industrial Medicine, Joongang Medical center¹⁾,
Occupational Safety and Health Research Institute, Korean Occupational Safety and Health Agency²⁾

This study was conducted to identify the current status of occupational safety and health by checklist and to evaluate the airborne exposure to chemicals and to provide the appropriate recommendation for safety and health of laundries. A total of 20 laundries located in the Gyeonggi district area were surveyed from July 20 to September 15, 2000.

The prevalence of laundries having a stove and gas range were found to be 25 % and 55 %, respectively. Smoking is not allowed in 60 % of the laundries. Only 10 % of dry-cleaners were isolated. Ventilation systems in laundries had not been annually inspected. Most of the workers didn't put on respirators. MSDS were not available, and storage bottles did not contain warning labels. The bulk samples of dry cleaning agent include many chemicals that are not controlled by the MOL in Korea. The detected airborne organic solvents in the laundries were benzene, toluene, p-

xylylene, m-xylene, o-xylene, perchloroethylene, and 2-butoxy ethanol. The airborne concentrations of organic solvents were much less than the occupational exposure limits proposed by the Ministry of Labor(MOL) in Korea. But the concentrations of benzene exceeded the TLV of ACGIH.

This study showed that the current status of occupational safety and health was not appropriate for workers in laundries. It is recommended that laundry workers should be educated for the treatment and storage of hazardous organic solvents to improve the occupational safety and health of the working environment as well as MSDS usage. Also, extended research and survey for the organic solvents that are not controlled by the MOL has to be conducted.

Key Words : laundry, safety, Health, Organic solvent, Drycleaning, MSDS

I. 서 론

유기용제를 이용하여 의복의 오염 물질을 제거하기 시작한 것은 대략 18세기로

프랑스와 독일에서 터펜틴유(turpentine oil)를 사용한 것이 드라이클리닝의 시초이다. 그 후 1857년경 벤젠으로 대체되었고, 1928년경 인화성과 냄새가 적은 석유

계 드라이클리닝 용제가 사용되었으며 1930년경부터 사염화탄소, 삼염화에틸렌 등의 불연성 염화탄화수소가 용제로 등장하였으나 독성이 커서 점차 퍼클로로에틸렌(perchloroethylene, PCE)으로 대체되기 시작하였다(김성린, 1998).

그러나 최근들어 환경오염에 대한 사회적 관심과 인체 유해성에 관한 일반의

접수일 : 2001년 2월 19일, 채택일 : 2001년 4월 27일

[†] 교신저자 : 노영만(서울시 영등포구 여의도동 62 가톨릭의대 산업의학센터

Tel : 02-3779-1408, Fax : 02-782-6017, E-mail : ymroh@cmc.cuk.ac.kr)

식이 높아지면서 드라이클리닝에서도 환경 친화적 용제의 사용과 독성이 낮은 용제에 대한 요구가 증가하고 있다. 이러한 요구에 부합되는 용제로 기존의 PCE에 비해 환경오염이 적은 탄화수소계 용제가 다시 각광을 받고 있으며, 이에 탄화수소계 용제의 제조업체들은 기존 용제보다 독성이 낮은 탈방향족(dearomatized) 용제를 공급하고 있다. 또한 기존에 사용해 오던 PCE의 대체를 위해 설비업체를 중심으로 다각적인 시도가 이루어지고 있다(한국의류시험연구원, 1997). 미국의 경우도 PCE를 사용하는 드라이클리닝을 대체할 대체품을 시중에 내놓기 위한 폭넓은 연구와 개발이 이루어지고 있다(Korean cleaners monthly, 1998).

세탁소에서 작업자들이 일반적으로 수행하는 작업에는 크게 혼합 용매를 이용한 드라이클리닝 및 부분 얼룩제거, 세탁기를 가동하는 세탁, 다림질 및 그 외에 간단한 의류 수선작업 등을 들 수 있다. 드라이클리닝 및 부분 얼룩제거(전처리 및 후처리)는 세탁소에서 수행되는 작업 중에서 상당히 많은 부분을 차지하고 있다(안선희, 1994).

드라이클리닝 용제로 사용하는 솔벤트(뉴크리너)의 성분 분석 결과 지방족 염화탄화수소, 지방족 탄화수소와 방향족 탄화수소 등 다양하게 검출되고 있으며, 그 함량도 서로 비슷한 분포를 보이고 있을 뿐 만 아니라 사용되는 물질에 대한 물질안전보건자료(material safety data sheet, MSDS)도 비치하고 있지 않은 것으로 나타났다(노영만 등, 2000).

미국의 전체 세탁소 중 작업자가 5인 이하인 사업장이 70 %를 차지하고 있으며(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH, 1977), 우리나라의 경우도 90 %이상을 차지하고 있다(한국세탁업중앙회, 1999).

현재 5인 이상 세탁소는 산업안전보건법에 의해 관리가 되고 있으나, 5인 미만인 대부분의 세탁소는 관리가 되고 있지 않은 실정이다(산업안전보건법, 1999). 그러나 2000년 7월부터 산재보험이 5인 미만 사업장으로 확대 적용되고 있어 세탁

업도 이에 포함되며, 2002년부터는 작업환경측정 및 특수건강검진 역시 적용될 것이다(산업안전보건법, 2000).

미국의 경우 석유계 드라이클리닝 용제를 사용하는 세탁소는 10 %정도이며 화재의 위험성에 관한 연구 등이 간헐적으로 보고되고 있다(NIOSH, 1997). 한편 우리나라 세탁소의 90 %이상이 석유계 드라이클리닝 용제를 사용하고 있으나(장병규, 1994), 그 동안 우리나라에서는 이경우(1988), 안선희(1994) 등에 의해 PCE를 사용하는 세탁소에 대한 연구가 있었을 뿐이고, 석유계 용제를 사용하는 세탁소의 안전보건에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 세탁소의 안전보건 실태를 조사하고, 드라이클리닝 및 부분 얼룩제거 작업(전처리 및 후처리)시 사용하는 유기용제의 성분 분석 및 공기중 노출농도를 파악하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

2000년 7월부터 9월까지 경기 남부지역(안양, 군포, 의왕)에 위치한 세탁소 중 드라이클리닝 및 부분 얼룩제거 작업시 유기용제를 사용하는 20개소의 세탁소를 대상으로 하였다.

2. 연구방법

1) 세탁소의 안전보건 실태조사

본 실태조사에 사용된 조사항목은 산업

안전보건연구원(1999)에서 개발한 실험실 안전 지침, 이한주(1996), 노영만 등(2000)의 작업환경 실태 점검표에서 발췌한 후 점검표 형식으로 실태조사표를 작성하였다. 크게 세탁소의 일반사항에 관한 7개 문항, 안전사항에 관한 15개 문항, 화학물질 관리사항에 관한 16개 문항, 보호장비에 관한 6개 문항 및 국소배기장치에 관한 3개 문항 등으로 구성하였다.

조사의 수준을 동일하고, 정확하게 하기 위하여 연구자가 임의의 2곳을 선정하여 실태조사표를 작성한 후, 부족한 부분과 필요치 않은 부분 등을 보완, 수정하여 최종적으로 본 연구에 적용하였고, 연구자가 직접 세탁소를 방문하여 세탁소의 대표자에게 조사목적 등을 자세히 설명하였으며, 세탁소를 순회하면서 실태조사표를 작성하였다.

2) 유기용제 성분 분석

드라이클리닝 용제 3종과 부분 얼룩제거 용제 9종을 50 ml병에 각각 10 ml정도 담아 알루미늄으로 코팅된 마개로 막고 테프론 필름으로 밀봉한 후, 즉시 실험실로 옮겨 냉동 보관하면서 30일 이내에 분석하였다.

시료의 성분 분석은 가스크로마토그래피(Hewlett Packard, 5890 series-II)/질량분석기(Hewlett Packard, 5971 series)를 사용하여 벌크 시료 원액 0.1 ~ 0.5 μ l를 주입하였으며, Table 1과 같은 조건에서 분석하였다. Figure 1은 세탁소의 드라이클리닝 용제중 1종을 선정하여 분석한 크로마토그램이다. 그 중 undecane에 대해 질량분석기로 분석한 스펙트럼을 Figure 2에 도시하였다.

Table 1. Instrumental conditions to identify components of drycleaning solvents

Items	Condition
Instrument	GC/MSD
Injection mode	Split (100:1)
Injector temperature	300 °C
Oven temperature	90 °C
Detector temperature	350 °C
Carrier gas rate	He (0.702 ml/min)
Column	HP1 (50 m \times 0.2 mm)
Electron energy	70 eV
Database for searching mass spectrum	Wiley 138 Library

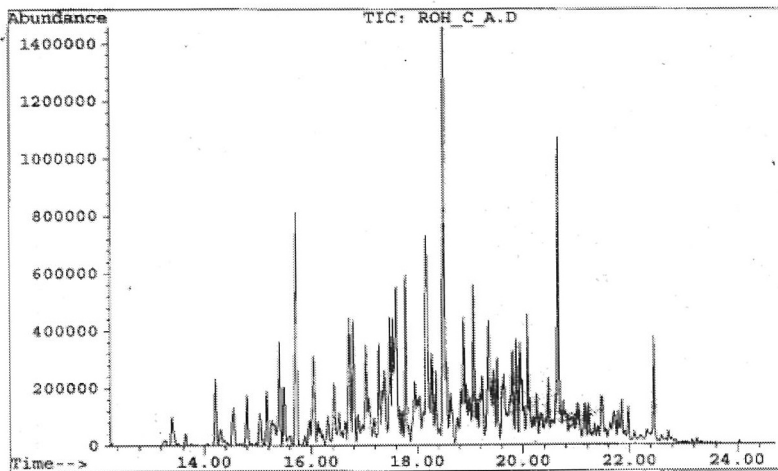


Figure 1. Total ion chromatogram of a drycleaning solvent by GC/MSD.

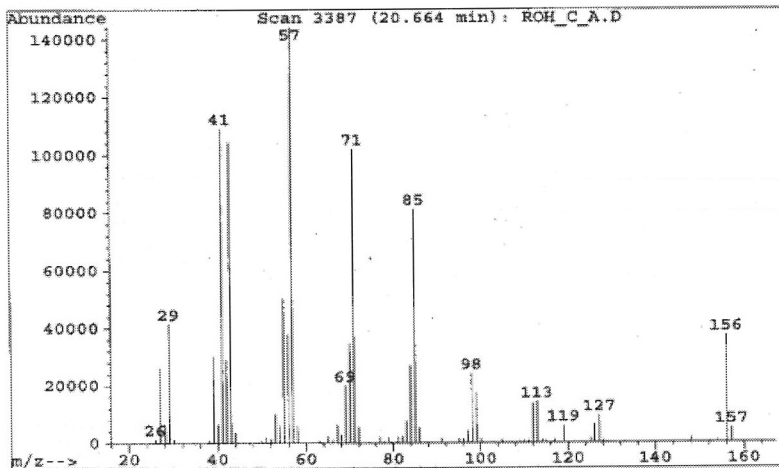


Figure 2. Mass spectrum of undecane.

3) 공기중 유기용제 농도

시료의 채취와 분석은 미국 국립산업안전보건연구원(NIOSH)의 공정시험법 1501 (NIOSH, 1994)에 준하여 실시하였다. 시료 채취 전후에 비누거품법으로 유량을 보정한 저유량 시료 포집기(low flow sampler, SKC, U.S.A)에 활성탄 관을 연결하여 0.05 ~ 0.2 lpm의 유속으로 드라이 클리닝 작업이 이루어지는 날에 6시간 이상 동안 작업자의 호흡기 주변에서 개인의 공기중 시료를 채취하였다.

세탁소 내부의 공기중 유기용제 농도를 측정하기 위해 작업대 주변 및 세탁기 주변에서 개인시료와 같은 조건으로 지역시료를 채취하였다. 시료채취가 끝난 활성

탄 관(SKC Co., U.S.A, 100 mg/50 mg)은 즉시 양끝을 마개로 막고, 테프론 필름으로 밀봉한 후 즉시 실험실로 옮겨 냉동 보관하면서 30일 이내에 분석하였다. 활성탄 관의 앞층과 뒷층을 분리하여 각각 다른 바이알에 넣고 각 바이알에 1.0 ml의 이황화탄소(특급, Yakuri Pure Chemicals Co., Japan)를 넣어 흔들면서 탈착 시켰다.

가스크로마토그래피(gas chromatography, HP 5890-II, Hewlett Packard, U.S. A)를 사용하여 검지된 석유계 용제 성분중 benzene, toluene, p-xylene, m-xylene, o-xylene, perchloroethylene, 2-butoxy ethanol을 정량하였다. 분석조건은 Table 2와 같다.

4) 자료 분석

자료분석은 SAS System for Windows Release 6.12(SAS Institute Inc, U.S.A)를 이용하였고, 세탁소에서 사용하는 용제의 공기중 노출농도는 대수정규분포성을 나타내어 기하평균(geometric mean)과 기하표준편차(geometric standard deviation)로 산출하였다

Table 2. System and operating condition of gas chromatographic

Items	Condition
Instrument	
Gas chromatograph	HP 5890-II, Hewlett Packard
Detector	FID (Flame Ionization Detector)
Column	SupelcowaxM 10 (30 m × 0.25 m × 0.25 m)
Operating Conditions	
Flow rate	HP 5890-II, Hewlett Packard
Injection volume	FID (Flame Ionization Detector)
Injector mode	SupelcowaxM 10 (30 m × 0.25 m × 0.25 m)
Injector temperature	N ₂ (30 ml/min), Air (300 ml/min)
Detector temperature	1 μ l
Oven temperature programming	
Initial temperature	50 $^{\circ}$ C
Initial time	3 min
Programming rate	18 $^{\circ}$ C/min
Final temperature	160 $^{\circ}$ C
Final time	1.5 min

III. 결 과

1. 세탁소의 안전보건 실태

1) 세탁소에 대한 일반 특성사항

세탁소에서 근무하는 작업자는 평균 2명(최소:1명, 최대:3명)이었다. 그 중 드라이클리닝 및 부분 얼룩제거 작업(전처리 및 후처리)을 하는 인원은 평균 1.5명(최소:1명, 최대:3명)이었다(Table 3).

세탁소의 바닥 면적은 평균 26 m²(최소:20 m², 최대:50 m²)이었으며, 세탁소에서 근무 시간은 평균 14시간(최소:12시간, 최대:15시간), 근무시간중 유기용제에 노출되는 시간은 평균 95분(최소:40분, 최대:210분)이었다.

2) 안전에 대한 사항

안전에 대한 조사결과 출입구가 1개인 업소는 12개 업소(60 %)이었고, 2개 이상인 업소는 8개 업소(40 %)이었다. 소화기의 비치 정도를 파악한 결과 전혀 비치가 되지 않은 업소는 1개 업소(5 %)이었으며, 1대가 설치된 업소는 4개 업소(20 %), 2대 이상 설치된 업소는 15개 업소(75 %)이었다. 또한 안전수칙에 대한 전문교육을 받은 업소는 19개 업소(95 %)이었다. 세탁소 내에서 금연을 실시하고 있는 업소는 12개 업소(60 %)이었으며, 취사행위를 하고 있는 업소는 11개 업소(55 %)이었다. 드라이클리닝기는 모두 접지 되어 있었다.

또한 세탁소의 냉·난방 조절방법은 여름에는 자연환기와 선풍기를 이용하는 업소가 17개 업소(85 %), 자연환기, 선풍기, 에어컨을 동시에 이용하는 업소는 3개 업소(15 %)이었다. 그리고 겨울에는 스팀보일러를 이용하는 업소가 12개 업소(60 %), 석유난로는 3개 업소(15 %), 가스난로는 2개 업소(10 %), 석유보일러는 2개 업소(10 %), 중앙난방식은 1개 업소(5 %)이었다(Table 3).

3) 화학물질 관리에 대한 사항

세탁소 외부에 드라이클리닝이 격리 설치된 업소는 2개 업소(10 %)이었다. 또한 세탁소 내에 유해화학물질 취급을 알리는 경고 표지 및 포스터가 부착된 업소는 1

Table 3. The items about safety management in the laundries

Items	No. of laundries(%)	
Workers	2*	1 - 3†
Workers exposed to organic solvents	1.5	1 - 3
Area (m ²)	26*	20 - 50†
Working hours (hrs.)	14	12 - 15
Exposure duration of organic solvent (min.)	95	40 - 210
Number of exit		
1		12(60)
≥ 2		8(40)
Number of fire extinguisher		
0		1(5)
1		4(20)
≥ 2		15(75)
Education for industrial hygiene and safety (N)		19(95)
No smoking policy (N)		12(60)
Cooking in the laundry (N)		11(55)
Ground connection of drycleaning machine (N)		20(100)
Airconditioning system (N)		
Summer		
Natural and electric fan		17(85)
Natural, electric fan and airconditioner		3(15)
Winter		
Steam boiler		12(60)
Oil stove		3(15)
Gas stove		2(10)
Petroleum boiler		2(10)
Central heating system		1(5)

*: Median

†: Range

개 업소(5 %)이었다. 그리고 구급약품이 비치된 업소는 12개 업소(60 %)이었다.

Table 4에서와 같이 MSDS를 게시한 업소는 전혀 없었으며, 납품업자에게 MSDS를 제공받은 업소도 전혀 없었다. 또한 화학물질 취급용기에 화학물질명, 유해성을

기술한 경고표지가 전혀 부착되어 있지 않았으며, 중간 용기에 일부 화학물질명이 기술되어 있는 업소는 9개 업소(45 %)이었다. 또한 보관장소가 있는 업소는 1개 업소(5 %)이었고, 사용 후 빈 용기를 폐기 및 옥외에 보관하는 업소는 15개 업

Table 4. Number of laundries for chemicals and waste management in the laundries

Items	No. of laundries(%)
Isolation of drycleaner	2(10)
Warning sign on the wall	1(5)
First aid kits	12(60)
Notice for MSDS	0(0)
Providing MSDS from distributor	0(0)
Warning sign on the bottle	0(0)
Label on the bottle	9(45)
Storage in the cabinet	1(5)
Disposal of waste bottle	15(75)
Disposal by regulation	12(60)
Warning sign on the waste container	0(0)
Type of waste container	
Plastic	14(70)
Metal	6(30)

소(75 %)이었다.

모든 세탁소가 드라이클리닝 폐기물은 옥외에 보관하고 있었으나 보관용기 및 보관장소에 경고표지가 전혀 부착되어 있지 않았다. 또한 플라스틱 재질의 보관용기를 사용하는 업소가 14개 업소(70 %), 금속 재질을 사용하는 업소가 6개 업소(30 %)이었다.

4) 보호장비 및 국소배기장치에 대한 사항
작업복, 호흡용 보호구, 보호 장화 및 보호 앞치마를 갖추고 있지 않은 세탁소는 20개소이었으며, 보호용 장갑을 갖춘 업소는 4개 업소(20 %)이었지만, 국가 검정을 받지 않은 제품을 사용하고 있었다.

국소배기장치가 설치된 업소는 12개 업소(60 %)이었으나, 자체검사를 실시하는

업소는 전혀 없었다.

2. 유기용제 성분 분석

조사대상 20개 업소중 9개 업소에서 부분 얼룩제거작업(전처리 및 후처리)시 주로 단일물질을 사용하고 있었고, 사용하는 9종 용제의 성분 분석결과 ethanol, methanol, 2-butoxy ethanol, N,N-dimethylformamide, perchloroethylene, toluene, p-xylene, n-butyl acetate 등이 검출되었다.

Table 5는 드라이클리닝 용제의 성분 중 1 %이상 되는 성분의 결과로 benzene, toluene, p-xylene, m-xylene, o-xylene등의 방향족 탄화수소화합물과 2-butoxy ethanol등의 지방족 탄화수소화합물 및 perchloroethylene이 함유되어 있었다.

3. 세탁소내의 공기중 유기용제 농도

세탁소의 작업위치에 따른 공기중 유기용제 농도의 기하평균과 기하표준편차는 Table 6과 같다.

공기중 유기용제의 개인노출 평균 농도는 benzene 1.43 ppm, toluene 0.47 ppm, p-xylene 0.27 ppm, m-xylene 0.16 ppm, o-xylene 0.15 ppm, perchloroethylene 0.91 ppm, 2-butoxy ethanol 0.12 ppm이었다.

또한 지역시료로 포집한 공기중 유기용제의 공기중 평균 농도는 작업대 주변에서 benzene 1.19 ppm, toluene 0.38 ppm, p-xylene 0.11 ppm, m-xylene 0.11 ppm, o-xylene 0.14 ppm, perchloroethylene 0.73 ppm, 2-butoxy ethanol 0.08 ppm이었다.

드라이클리닝기 주변에서의 평균 농도

Table 5. Analysis of organics solvent component in drycleaning solvents

Organics drycleaning solvents*	Solvent A (%)	Solvent B (%)	Solvent C (%)
Aromatic hydrocarbons			
Benzene	-	1.28	-
1-Ethyl-2,3-dimethyl-benzene	-	-	1.16
2-Ethyl-1,3-dimethyl-benzene	-	-	1.37
2-Ethyl-1,4-dimethyl-benzene	-	1.13	3.17
4-Ethyl-1,2-dimethyl-benzene	1.10	2.11	1.71
1-Ethyl-2-methyl-benzene	-	2.77	2.10
1-Ethyl-3-methyl-benzene	1.42	3.15	1.98
1-Ethyl-4-methyl-benzene	-	-	1.54
1-Methyl-3-propyl-benzene	-	1.70	1.86
Propyl-benzene	-	1.73	1.12
Toluene	-	1.23	-
1,2,3,4-Tetramethyl-benzene	1.07	-	-
1,2,4,5-Tetramethyl-benzene	-	-	1.19
1,2,3-Trimehtyl-benzene	1.80	2.89	-
1,2,4-Trimehtyl-benzene	1.80	8.46	2.59
1,3,5-Trimehtyl-benzene	4.16	5.35	5.69
Aliphatic hydrocarbons			
Butyl-cyclohexane	2.34	2.39	1.46
Cyclohexane	2.12	-	-
1-Ethyl-2-methyl-cyclohexane	-	1.86	-
Decane	8.22	12.07	10.07
2,3-Dihydro-4-furan	1.57	-	-
2,4-Dimethyl-heptane	3.50	-	-
2,6-Dimethyl-nonane	-	2.55	-
2,6-Dimethyl-octane	-	-	3.53
Dodecane	1.33	-	2.50
2-Methyl-decane	1.31	-	1.91
8-Methyl-heptadecane	-	-	1.31
2-Methyl-nonane	-	2.07	1.86
3-Methyl-nonane	2.12	2.10	2.10
4-Methyl-nonane	1.60	-	-
4-Methyl-undecane	-	-	3.04
Nonane	-	7.16	-
Undecane	3.74	2.16	7.82

*: Components less than 1.0 % were excluded

Table 6. The concentrations of airborne organic solvents in the laundries (unit : ppm)

Organic solvents	Airborne organic solvent concentrate		
	No.	GM	GSD
Personal air sampling*			
Benzene	17	1.43	2.63
Toluene	17	0.47	3.29
p-Xylene	7	0.27	2.39
m-Xylene	10	0.16	2.59
o-Xylene	12	0.15	1.94
Perchloroethylene	16	0.91	2.60
2-Butoxy ethanol	2	0.12	1.38
Area sampling †			
Work table			
Benzene	18	1.19	2.83
Toluene	18	0.38	2.94
p-Xylene	9	0.11	3.36
m-Xylene ⁷	11	0.11	2.67
o-Xylene	13	0.14	2.00
Perchloroethylene	17	0.73	2.74
2-Butoxy ethanol	2	0.08	1.31
Drycleaning machine			
Benzene	20	1.48	3.09
Toluene	18	0.35	2.76
p-Xylene	7	0.20	2.93
m-Xylene	10	0.19	2.97
o-Xylene	13	0.15	2.35
Perchloroethylene	18	0.95	3.00
2-Butoxy ethanol	3	0.14	1.27

No.: Number of chemicals detected in drycleaning solvent

GM: Geometric mean

GSD: Geometric standard deviation

*: TWA concentration of one sample from each laundries

†: Area concentration of one sample from each laundries

는 benzene 1.48 ppm, toluene 0.35 ppm, p-xylene 0.20 ppm, m-xylene 0.19 ppm, o-xylene 0.15 ppm, perchloroethylene 0.95 ppm, 2-butoxy ethanol 0.14 ppm이었다.

본 연구에서 노동부 노출기준이 100 ppm인 toluene은 0.35 - 0.47 ppm, p-xylene은 0.11 - 0.27 ppm, m-xylene은 0.11 - 0.19 ppm, o-xylene은 0.14 - 0.15 ppm으로 노출기준을 초과하지 않았다. 또한 노출기준이 50 ppm인 perchloroethylene은 0.73 - 0.95 ppm이었으며, 노출기준이 25 ppm인 2-butoxy ethanol은 0.08 - 0.14 ppm으로 노출기준을 초과하지 않았다. 그리고 benzene은 1.19 - 1.48 ppm으로 노동부 노출기준인 10 ppm를 초과하지 않았으나 ACGIH의 0.5 ppm, OSHA의 1 ppm을 초과하였다.

benzene은 조사된 모든 세탁소에서 검출되었으며, toluene은 1개 업소를 제외한 모든 세탁소에서 검출되었다. p-xylene은

10개 업소, m-xylene은 13개 업소, o-xylene은 15개 업소, perchloroethylene은 18개 업소에서 검출되었다. 그러나 2-butoxy ethanol은 3개 업소에서만 검출되었다.

IV. 고 찰

세탁소의 위치는 사람들이 거주하는 장소와 밀접하게 관련되어 있고 필요에 따라 많은 사람들이 출입하는 장소이기도 하다. 생활수준의 향상과 의류의 다양화로 세탁소의 이용율은 높아지고 있으며 세탁소의 규모도 점점 대형화 되어가고 있다. 이로 인하여 세탁업에 종사하는 작업자의 수는 날로 증가하고 있다(이경우, 1988).

퍼클로로에틸렌(perchloroethylene)은 주로 산업장에서 금속기계 공업의 탈유지 세정제, 섬유공업의 세척과 염색, 일반 용

해제, 피혁의 지방제거제, 열교환 매체 및 세탁소의 세정제 등의 용도로 사용되고 있는 물질이다(NIOSH, 1976; Ludwig et al, 1983; IPCS, 1984). 특히 뛰어난 세척력과 비가연성 등의 여러 가지 특성이 드라이클리닝용 용제로 적당하여 구미지역에서는 90 %이상, 일본은 30~40 %를 사용하고 있으나 우리나라에서는 5 %정도만의 시설이 이 용제를 사용하고 있고 세탁소의 90 % 이상이 석유계 용제를 사용하고 있는 실정이다(장병규, 1994). 본 연구에서 조사대상인 20개소의 세탁소는 모두 석유계 용제를 사용하고 있었다.

세탁소의 바닥 면적은 평균 26 m²이었으며, 이는 공중위생법(1997)의 시설기준(15 m²이상)에 부합하였다.

우리 나라 공중위생법 시행규칙(1997)에 의하면 세탁소에는 수동식 소화기(분말 등) 1대 및 자동식 소화기를 각각 1대 이상 비치하여야 한다고 하였으며, 또한

미국의 경우 화재시를 대비하여 소화기를 2대 이상을 비치하도록 소방 규정에서 정하고 있어(Korean cleaners monthly, 1998), 본 조사 결과 소화기를 2대 이상 비치하고 있는 업소가 15개 업소(75 %)로 대부분 양호한 상태이었다. 그러나 전혀 비치하고 있지 않는 곳도 1개 업소(5 %)가 있었다.

또한 겨울철 난방용으로 화재의 위험성이 있는 가스난로 및 석유난로를 업소 내에서 사용하는 곳이 25 %이었다. 그리고 세탁소 내에서 금연을 실시하고 있는 업소가 60 %이었으며, 취사 등을 이유로 가스레인지 등이 설치된 업소가 55 %인 것으로 보아 작업자들이 화재의 직접적인 요인에 노출되고 있었다.

위생 및 안전교육은 사단법인 한국세탁업중앙회의 주관에 의해 지역 단위로 실시되고 있었으며 95 %이상의 세탁소가 정기적으로 교육을 이수받고 있는 아주 양호한 상태이었다. 이는 공중위생법(1997)에 의해 4시간 이상의 위생 및 안전교육을 실시하여야 하기 때문인 것으로 생각된다.

미국의 경우 드라이클리닝기와 부분 얼룩제거 작업은 그 외 일반 작업장과는 반드시 격리하도록 규정하고 있지만(Korean cleaners monthly, 1998) 본 조사의 경우는 드라이클리닝기가 격리 설치되어 있는 곳은 2개 업소(10 %)뿐이었다.

또한 사업장의 유해 또는 위험한 시설 및 장소에 대한 경고, 비상시 조치의 안내 및 기타 안전의식의 고취를 위하여 안전·보건표지를 설치하거나 부착하여야 한다(산업안전보건법, 1999)라고 명시되어 있으나, 안전표지가 부착된 곳은 단 1개 업소로 대부분 지켜지지 않고 있었다.

산업안전보건법 제 41조에 의해 1996년도부터 우리 나라에서 물질안전보건자료(MSDS)제도가 도입되어 화학물질을 제조·취급·저장 및 양도하고자 하는 자는 반드시 MSDS를 근로자가 보기 쉬운 장소에 비치 또는 게시하고 화학물질의 취급·저장용기에는 경고표지를 부착하여야 하며 화학물질 취급 근로자에 대하여 화학물질 취급에 따른 안전보건교육을 실

시하도록 의무화하였고, 화학물질 취급장소에는 공정별 관리요령을 게시하도록 규정(산업안전보건법, 1999)하고 있으나, Table 4에서와 같이 MSDS를 작성, 게시하거나 납품업자에게 제공받는 업소는 전혀 없었다. 또한 화학물질 취급용기에 화학물질명, 유해성을 기술한 경고표지가 전혀 부착되어 있지 않았으며, 덜어 쓰는 중간 용기에 일부 화학물질명을 기술하는 업소는 전체의 45 %로 나타나 MSDS제도의 도입이 필요한 실정이다.

세탁업의 시설 및 설비기준(공중위생법, 1997)을 보면 세탁용 약품을 보관할 수 있는 견고한 약품장을 설치하여야 한다고 되어 있으나 약품을 보관할 수 있는 장소를 확보하고 있는 업소는 1개 업소(5 %)뿐이었으며 대부분의 업소는 다림판 위나 주변에 방치하고 있었다.

한국세탁업중앙회(1999)의 자료에 의하면 부분 얼룩제거용 용제의 종류로는 석유에테르, 석유벤젠, 석유나프타, 리구로인, 터펜틴유, 시크로헥산, 메탄올, 에탄올, 이소프로필알콜, 에칠에테르, 1,1,1-트리클로로에탄, 테트라클로로에틸렌, 사염화탄소, 디옥산, 테트라하이드로프란, 아세톤, 메칠에틸케톤, 시크로헥사놀, 개미산, 초산, 초산에틸, 초산아밀, 초산이소아밀, 디메틸포름아미드, 벤젠, 크실렌, 염화에틸렌, 톨루엔 및 사염화탄소 등이 있다고 하였으나, 본 조사에서는 위에서 열거한 물질 외에 2-butoxy ethanol, n-butyl acetate도 검출되었다.

안선회(1994)에 의하면 세탁소에서의 드라이클리닝 작업에 사용되는 유기용제들은 주로 호흡기나 피부를 통해 체내에 침입할 수 있으며, 이러한 유기용제들은 인체에 여러 가지 건강장애를 유발시킬 수 있다고 하였으며, 본 조사에서도 조혈기능장애와 중추신경장애를 유발하는 toluene, xylene 등도 함유되어 있었다. 또한 백혈병을 일으킬 수 있는 발암물질인 benzene도 함유되어 있었다(Scott, 1989). 그리고 친척성 기관지염과 혈액질환을 유발할 수 있는 trimehtyl-benzene 등도 함유되어 있었다(ACGIH, 1997). 더불어 인체에 미치는 영향, 노출기준 등이 알려지지

않은 물질들이 다수 존재하고 있었으며, 추후의 연구과제로 석유계 용제에 대한 좀 더 정확한 정성, 정량 분석 및 다양한 물질의 노출기준이 정립되어야 할 것이라고 판단된다.

세탁소 작업자의 호흡기, 작업대, 및 세탁기 주변에서 시료를 채취하여 정량 분석한 유기용제중 toluene, p-xylene, m-xylene, o-xylene, perchloroethylene, 2-butoxy ethanol의 농도는 전체 업소가 우리 나라 산업안전보건법 및 미국산업위생전문가협회(American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH, 1997)의 노출기준보다 현저히 낮았다. 그러나 benzene의 경우 총 60개의 시료중 미국산업위생전문가협회(ACGIH) 노출기준(0.5 ppm)을 초과하는 시료가 전체의 75 %를 차지하였다. 이번 조사에서 노출농도가 낮게 검출된 이유는 세탁업무량이 많지 않은 7 ~ 9월 사이에 이루어졌으며, 출입문 및 창문 등이 개방된 상태로 작업이 이루어졌기 때문으로 사료된다. 따라서 세탁업무량이 가장 많은 2 ~ 4월경에는 비교적 높은 농도에 작업자들이 노출될 것으로 판단된다. 이에 대한 평가는 추후에 계절적 변동에 의한 노출정도를 조사함으로써 정확한 현황을 파악할 수 있을 것으로 판단된다.

한국세탁업중앙회(1999)의 자료를 기초로 하여 본 연구의 정량 분석시 좀 더 많은 종류의 물질을 검출하려 했으나 분석상 기중에 혼재되어 있는 석유계 용제와 분리가 되지않아 benzene, toluene, p-xylene, m-xylene, o-xylene, perchloroethylene, 2-butoxy ethanol의 성분만을 확인하였고, 또한 세탁물을 드라이클리닝기에서 꺼낼 때의 단시간 노출농도(short term exposure limit, STEL)를 측정하지 못한 점 등이 제한점으로 남는다.

V. 결 론

본 연구는 2000년 7월부터 9월까지 경기 남부지역(안양, 군포, 의왕)에 위치한 세탁소 중 20개소를 대상으로 안전보건

실태에 관한 조사를 실시하였으며, 드라이클리닝용 용제와 부분 얼룩제거용 용제의 성분 분석을 하였고, 작업자의 호흡 위치, 작업대 주변 및 세탁기 주변의 공기중 유기용제 노출농도를 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 드라이클리닝기가 격리 설치된 업소는 10 %이었고, 국소배기장치가 설치된 업소는 60 %이었으나, 정기적으로 국소배기를 점검한 업소는 한 곳도 없었다.

2. 각 종 개인용 보호구의 구비 및 관리가 전혀 이루어지고 있지 않았으며, 물질안전보건자료(MSDS)를 비치하고 있는 업소는 한 곳도 없었다. 또한 폐기물의 보관장소 및 용기의 표면에 유해성을 알리는 표지는 전혀 부착되어 있지 않았다.

3. 드라이클리닝 용제의 성분분석결과 방향족 탄화수소화합물(aromatic hydrocarbons), 지방족 탄화수소화합물(aliphatic hydrocarbons) 등이 검출되었으며, 그 중 법정관리 대상물질에 해당하지 않는 물질들이 다수 검출되었다.

4. 세탁소내 공기중 발암성 물질인 benzene이 검출되었으나 노동부의 노출기준(10 ppm)을 초과하지는 않았다.

이상의 결과로 볼 때 세탁소의 산업안전보건에 관한 관리가 제대로 이루어지지 않은 것으로 나타났다. 세탁소의 쾌적한 작업환경을 조성하기 위해서는 물질안전보건자료의 비치 및 제공뿐만 아니라, 유기용제의 사용과 저장에 관하여 세탁소의 작업자를 대상으로 한 교육이 요구된다. 또한 세탁소에서 사용중인 화학물질중에는 법정관리 대상물질 이외에 다수의 물질(decane, dodecane, undecane, nonane 외)이 존재하고 있으므로 이에 대한 유해물질관리에 연구와 노출기준의 정립이 필요하다.

REFERENCES

- 김성련. 세제와 세탁의 과학. 교문사; 1998. (253-330쪽.)
- 노동부. 산업안전보건법. 노문사; 1999. (120-137쪽.)
- 노동부. 산업안전보건법. 노문사; 2000. (254-255쪽.)
- 노영만, 김치년, 김강운, 한진구, 고원경 등. 우리 나라의 화학물질 관리모델 개발: 세정용 유기용 제를 중심으로. 한국산업위생학회지 2000;10(1): 126-155
- 대한산업보건협회. 작업환경관리. 대한산업보건협회; 2000.
- 보건복지부. 공중위생법. 홍문관; 1997.
- 사단법인 한국세탁업중앙회. 위생, 기술교육 교재. 사단법인 한국세탁업중앙회; 1999. (32-64쪽.)
- 산업안전보건연구원. 실험실 안전 지침. 산업안전보건연구원; 1999.
- 안선희, 이중화, 박종안. perchloroethylene을 사용하는 세탁소 작업자들의 직업성 폭로와 건강에 관한 연구. 한국산업위생학회지 1994;4(2):224-237
- 이경우. 일부 세탁소 공기 중 trichloroethylene, perchloroethylene 농도에 관한 조사연구. 서울대학교 보건대학원; 1988
- 이한주. 일부 대학 화학실험실의 안전보건 실태조사. 서울대학교 보건대학원; 1996
- 장병규. 세탁용제(溶劑)에 관한 연구. 한국세탁문화연구원; 1994.
- 한국의류시험연구원. Cleaning Q 세탁기 술정보지. 한국의류시험연구원, 1997; 11:8-23
- 환경부. 폐기물관리법. 홍문관; 1996.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Documentation of threshold limit values, 6th ed. ACGIH; 1997.
- IPCS. Environmental health criteria 31 tetrachloroethylene. Geneva: WHO; 1984.
- Korean cleaners monthly. 드라이클리닝에 관한 NIOSH 「위험통제」 bulletin. Korean cleaners monthly 1998;2: 54-67
- Ludwig HR, Meister MV, Roberts DR, Cox C. Worker exposure to perchloroethylene in the commercial dry cleaning industry. Am Ind Hyg Assoc J., 1983;44:600-605
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Control of fire hazards in commercial drycleaning shops using petroleum-based solvents. DHHS (NIOSH) Pub. No.97-159, NIOSH, 1997.
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Criteria for a recommended standard-occupational exposure to refined petroleum solvents. DHHS (NIOSH) Pub. No. 77-192, NIOSH, 1977.
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Criteria for a recommended standard, occupation exposure to tetrachloroethylene. DHEW (NIOSH) Pub. No. 76-185, NIOSH, 1976.
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH manual of analytical methods. method No. 1501. 4th ed. NIOSH; 1994.
- SAS Institute Inc. SAS/STAT User's Guide. Version 6.12 Cary NC. SAS Institute Inc; 1999.
- Scott, RM. Chemical hazards in the workplace. Michigan: Lewis Publishers, Inc; 1989.