

우리나라에서 사용되는 일부 신나의 구성성분에 관한 연구

서울대학교 보건대학원 산업보건학교실

백남원 · 윤충식 · 조경이 · 정희명

— Abstract —

A Study on Composition of Thinners Used in Korea

Nam Won Paik, Chung Sik Yoon, Kyung Ehi Zoh, Hoi Myung Jeong

*Industrial Health Program, School of Public Health, Seoul National University,
Seoul, Korea*

In this study, 108 thinners were analyzed to identify their composition. The purposes of this study were to provide the data for MSDS and worker exposure levels. Thinners were collected from manufacturing industries, distributors and users.

Wide ranges of thinner components were found ; Toluene, xylene, and ethyl benzene were most often found. Next, MIBK, cellosolve acetate, butyl cellosolve, and butyl acetate were found in 20-40 thinners. Others, such as acetone, n-hexane, cyclohexane, heptane, methylcyclohexane, octane and nonane were also found. There were about 5-6 components in each thinner.

In the view point of Industrial Hygiene, Benzene was the most important component of thinners, which procures leukemia. Benzene was found from 8 kinds of thinners out of the total 108 surveyed. Thus, Content of benzene in thinners must be evaluated when industrial hygiene surveys are performed.

Aromatic hydrocarbons were identified from 71 kinds of thinners out of total 108 and their contents were 10-87 %. Alkanes were not contained in automobile painting, spraying, degreasing, urethane and epoxy thinners but lacquer, enamel and coating thinners.

Key Words : Thinners, Organic solvent, Benzene, Threshold limit value, Worker exposure

* 본 연구는 1995년도 한국과학재단 핵심전문연구과제 (과제번호 KOSEF 951-0707-060-2) 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

I. 서 론

유기용제는 산업장에서 가장 많이 쓰이는 물질이며 페인트 및 기타 용제로 흔히 사용되는 것은 신나(thinner)이다. 신나의 사전적인 정의를 보면 작업하기 바로 전에 페인트의 점성을 감소시키기 위해 첨가되는 탄화수소 또는 함유 수지성 용매라고 되어 있다. 즉, 신나는 탁월한 용해력을 가지고 있는 액체 화석제라고 볼 수 있다.

신나는 주로 화석제와 세척제로 쓰이며 대표적으로 많이 사용되고 있는 곳은 도장작업으로서 페인트와 신나를 적절한 비율로 섞어 사용하고 있다. 이러한 신나는 보통 벤젠계 화합물, 케톤류 화합물, 알콜류 화합물, 아세테이트류 화합물 등으로 구성되어 있는 혼합 유기용제인데 Bakin과 Jones (1985)는 페인트에 사용되는 신나의 구성성분으로서 20여 종류의 유기용제를 보고하였다. 국내에서 사용되는 대부분의 신나에 대해서는 정확한 구성성분이 알려져 있지 않다. 이는 국내의 신나 제조회사에서 신나의 구성성분과 함유량을 회사의 기밀로 취급하기 때문이며 따라서 근로자는 자신이 사용하는 물질의 구성성분과 함유량을 알 수 없고 또한 그 독성을 예측할 수 없다. 한편 미국, 캐나다, 유럽연합 등의 선진국에서는 이미 근로자의 알 권리(Right to know)를 중시하여 유해물질안전표시제도(Material Safety Data Sheet)가 정착되어 있으며 그 나라에서 사용되고 있는 각 제품마다 성분과 함유량을 반드시 표시하도록 하고 있다(Ignatowski와 Weiler, 1995). 우리나라는 1996년부터 물질안전보건자료제도를 시행하고 있는데 이 제도가 성공적이라면 사용되고 있는 물질들의 구성성분에 대한 정확한 확인이 필요하다.

신나의 구성성분 중 산업보건분야에서 가장 중요시 해야 할 점은 발암성 물질인 벤젠이 포함되는 경우이다. 벤젠은 백혈병을 일으키는 발암성물질로 확인되어 1996년 미국산업위생전문가협회(American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH)에서는 TLV(Threshold Limit Value, 허용농도)를 10 ppm에서 0.5 ppm으로 낮출 것을 제안하여 1997년 0.5 ppm으로 확정하였다(ACGIH, 1996; ACGIH, 1997).

작업장에서 근로자가 신나에 노출될 때 평가하는 일반적인 방법은 흡착관으로 채취하여 가스크로마토그래피로 분석하는 방법이다. 이 방법으로 근로자의 노출을 정확히 평가하려면 노출 가능한 성분을 미리 조사해야 한다. 왜냐하면 현재 일반적으로 사용하는 가스크로마토그래피로는 복잡한 신나의 구성성분을 모두 동정하기란 어려우며 또한 신나의 구성성분에 따라 흡착관, 탈착용매가 달라지기 때문이다. 적절한 흡착관과 탈착용매를 사용하지 않고는 분석을 아무리 정확히 해도 정확한 노출평가를 할 수 없다.

따라서 신나의 구성성분에 관한 정보는 근로자의 알권리는 물론 작업장의 유기용제 노출을 평가할 때 필수적인 자료이다. 그러므로 신나의 구성 성분을 파악하는 것은 우리나라 산업보건분야에서 해결해야 할 중요한 과제이다.

이 연구의 목적은 우리나라에서 사용되고 있는 신나의 구성성분과 함량을 조사하여 근로자의 알권리를 충족시키고 정확한 작업환경측정을 위한 자료를 제공하는데 있다.

II. 연구방법

1. 신나의 수집

연구대상으로 우리나라에서 제조 판매되거나 수입되어 사용되고 있는 신나 108종을 수집하여 분석하였다. 신나를 수집하기 위하여 우리나라의 대표적인 페인트 제조회사를 방문하였고, 여러 페인트 판매상을 통해 영세업체에서 제조하는 신나를 구입하였다. 또한 사용중인 신나를 채취하기 위하여 대기업 2곳, 대기업 협력업체 2곳, 그리고 중소기업 10개 공장을 방문하여 사용중인 신나를 구하였다.

2. 신나의 분석

수집한 신나를 적절히 희석하여 가스크로마토그래피-불꽃 이온화검출기(Gas Chromatography - Flame Ionization Detector, GC-FID), 가스크로마토그래피/질량분석기(Gas Chromatography/Mass Spectrometer, GC/MS)를 이용하여 정성정량분석을 실시하였다. 특히 발암성 물질인 벤젠에 대해서는 미량까지도 분석하였다. 분석조건은 다음과 같다(NIOSH, 1994).

Table 1. Systems and operating conditions of gas chromatography

Variable	Condition
Systems	
Gas Chromatography	Hewlett Packard 5890
Detector	FID(Flame Ionization Detector) or MS(Mass Spectrometer)
Column	HP-20M(Carbowax20M), or Ultra 1 Capillary Column(0.32 mm x 0.2 μ m x 25 m) Hewlett Packard, U.S.A.
Operating Conditions	
Injection Mode	Split(10:1 ~ 100:1)
Injector Temperature	250 $^{\circ}$ C
Detector Temperature	250 $^{\circ}$ C
Oven Temperature	35 to 130 $^{\circ}$ C, 4 $^{\circ}$ C/min or,
Programming	7 $^{\circ}$ C/min, 10 $^{\circ}$ C/min

표 1에서 설정된 변수들을 고정시킨 상태에서 분리관의 유량을 0.5 - 3 ml/분으로 변화시키고 운반가스의 분리비 (split ratio)도 적절히 변경시켜 가면서 신나 원액과 이황화탄소의 회석비율을 5 : 1000, 7.5 : 1000, 10 : 1000으로 각각 달리하여 가스크로마토그래피의 주입구에 주입해 각 조건에서의 크로마토그램을 얻었다. 단, 가스크로마토그래피의 분리비는 이렇게 얻어진 27개의 크로마토그램에서 인접 피크들 사이의 분리정도를 나타내는 척도인 Rs (Resolution, 분해능)값을 계산하여 최적의 분리조건을 찾아내었다.

최적분리조건을 찾아낸 후 신나를 적절히 회석하여 정성분석하였다. 여러가지 물질들이 혼합되어 있어 매우 복잡한 피크분포를 나타내는 신나의 경우에는 추가적으로 GC/MS를 이용하여 보다 정확한 정성분석을 하였다. 신나 시료중의 유기용제 성분들이 파악되면 이 성분들로 구성된 표준용액을 여러 가지 농도수준으로 제조하여 GC/FID 분석으로 얻어진 표준검량선으로부터 정량분석을 실시하였다. 정량분석은 일반적으로 많이 검출되고, 산업보건학적으로 중요하며 작업환경측정기관에서 측정가능하거나 공기중 허용기준이 설정되어 있는 20가지 물질로 한정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 신나의 구성성분

연구대상으로 수집한 총 108개의 신나를 용도별로 구분하면 표 2와 같다. 표 2에서 보는 바와 같이 페인트 신나가 가장 많고 락카 신나, 에나멜 신나, 우레탄 신나, 에폭시 신나, 코트 신나 순으로 많고 특수 용도에 사용되는 신나도 다수 포함하였다. 이중 페인트 신나는 구체적으로 자동차용으로 분류된 것이 13건, 스프레이용으로 분류된 것이 8건, 단순히 페인트 신나로 분류된 것이 11건이었다. 여기에서 신나의 분류는 사업장에서 분류하는데로 따른 것으로 다소 혼용되어 사용되기도 한다. 예를 들어 제조업체에 따라 우레탄 신나라 하더라도 자동차 범퍼 등에 칠할 때는 자동차 신나로 구분하기도 하고 그 역으로 구분하기도 한다.

신나의 용도별로 함유된 구성성분 수를 구해 보면 다음 표 3과 같다. 신나에서 가장 흔히 검출된 물질은 톨루엔, 키킬렌 및 에틸벤젠 등으로서 108개중 60개 이상에서 검출되었다. 다음으로 메칠이소부틸케톤 (MIBK), 셀루솔브아세테이트, 부틸셀루솔브 및 부틸 아세테이트 등도 20-40개 범위에서 검출되었다. 108개중 10-20개의 신나에서 검출된 물질로는 아세톤, 노말-핵산, 사이클로 핵산, 헵탄, 메틸 사이클로핵산, 옥탄 및 노난 등이었다. 그 이외에도 여러 종류의 물질이 미량으로 검출되었다. 키킬렌은 이성질체로서 오르쏘 (ortho-), 메타 (meta-) 및 파라 (para-) 키킬렌이 섞여 검출되었다.

자동차용 페인트 신나에서 빈번히 검출되는 것은 키킬렌, 셀루솔브아세테이트, 톨루엔, 부틸셀루솔브, 에틸벤젠이며, 메칠이소부틸케톤, 부틸아세테이트, 큐멘, 노난도 일부시료에서 검출되었다. 이 중 작업장에서 허용기준이 50 ppm 이하로 낮게 설정되어 있는 것은 셀루솔브아세테이트 (5 ppm), 톨루엔 (50 ppm), 부틸셀루솔브 (25 ppm), 메칠이소부틸케톤 (50 ppm), 큐멘 (50 ppm)이므로, 작업환경 측정시 반드시 이들을 정성 정량하여야 한다. 또한 키킬렌은 사용량이 많으므로 반드시 측정하여야 한다. 자동차용 페인트 신나에서는 다른 신나에서 검출되는 에틸 아세테이트, 벤젠, 핵산, 사이클로핵산, 헵탄, 메틸사이클로핵산, 옥탄 등이 검출되지 않는다. 이러한 결과는 박 등의 연구(1991)에서 일부 시료에서 검출된 성분과 대체적으로 일치한다.

표 3의 스프레이용 신나는 대부분 가구에 칠하는 스프레이 신나를 나타내는데(8건중 7건), 특징은 자동차용 신나와는 달리 메틸사이클로hex산이 자주 검출되고 있는 점이고 자동차 신나에서 자주 검출되는 부틸아세테이트나 부틸셀룰로오브, 셀룰로오브아세테이트 등이 잘 함유되어 있지 않다는 점이다.

락카 신나는 표 3에서 보듯이 다양한 성분을 함유하고 있다. 락카신나에 공통적으로 빈번히 함유된 성분은 톨루엔, 에틸벤젠, 키실렌, 부틸셀룰로오브 및 셀룰로오브아세테이트 등이다. 표 3에서 보듯이 락카신나에서 벤젠이 함유된 신나가 있으므로 이를 잘 확인하는 것도 중요하다. 에나멜 신나도 락카 신나와 비슷한 빈도로 각 성분들이 분포하고 있다. 우레탄 신나는 락카신나나 에나멜 신나와는 달리 자동차 도장용 신나와 비슷한 성분을 가지고 있다. 실제로 자동차 도장용에는 자동차 범퍼 같은 곳은 우레탄 신나가 사용되므로 제조회사에 따라 우레탄 신나를

자동차 도장용으로 분류하기도 하고 그 역으로 분류하기도 한다. 에폭시 신나에서는 톨루엔과 키실렌이 빈번히 검출된다.

표 3을 보면 hex산, heptan, 옥탄, 노난 등의 알칸류 구성성분은 자동차용이나 스프레이용, 세척용, 우레탄, 에폭시 및 리타다(지연제) 신나에는 잘 사용하지 않는 것이 특징이다. 대신 알칸류는 락카나 에나멜신나 또는 코트신나에 자주 사용되고 있었다.

그러나 표 3에서 보듯이 전반적으로 용도별로 뚜렷한 구성성분간 발견빈도의 뚜렷한 차이를 발견하기는 힘들다. 용도에 관계없이 한 신나에는 20가지 물질중 5~6개의 성분을 함유하고 있는 것이 대부분이다. 이는 Winder와 Ng (1995)의 연구결과와 일치한다. 그러나 위 20가지 구성성분 중 12가지 성분을 함유한 것도 있었고 톨루엔 1가지 성분만으로 구성되어 신나로 판매되는 종류도 있었다.

Table 2. Number of collected thinners by usage

Classification by Common Name		No. of Thinners	Remarks
Paint Thinner	Automobile Painting	13	
	Spraying	8	Furniture Spraying
	Other Paint Thinner	11	
Lacquer Thinner		16	Contains Urethane Lacquer(3)
Enamel Thinner		11	
Degreasing Thinner		9	
Urethane Thinner		10	Contains Polyurethane Thinner
Epoxy Thinner		6	
Coating Thinner		4	
Electronic Thinner		3	For Electronic Industry
Retarding Thinner		3	
Alkid resin Thinner		1	
SoBu Thinner		1	
Phenol Thinner		1	
Bond Degreaser		1	
Cracking Thinner		1	
Acron Thinner		1	
Acrok Thinner		1	
Inorganic Thinner		1	
Vinyl Chloride Thinner		1	For Vinyl Chloride
Chloro Rubber Thinner		1	For Rubber Industry
Not Classified		4	
Total		108	

Table 3. Summary of thinner components by usage

Thinner	No. of Thinners Analysed	Number of Thinners by Component																			
		Acetone	Ethyl acetate	Benzene	n-Hexane	Cyclo- hexane	Heptane	Methyl cyclohexane	MEK	MIBK	Toluene	Octane	n-Butyl acetate	Ethyl benzene	m-Xylene	p-Xylene	o-Xylene	Nonane	Butyl cellosolve	Cellosolve acetate	Cumene
Automobile Painting	13	1								4	7		4	6	4	7	10	1	6	8	2
Paint Thinner																					
Spraying	8							4	4	4	3	3		6	6	6	6		1	1	
others	11	2			5	4	4	2		6	6	3		8	7	8	7	3	2	5	
Lacquer Thinner	16	6	1	3	2	1	1	2		6	15	2	5	9	6	8	7		6	4	1
Enamel Thinner	11			1	3	5	5	2			6	4	1	8	5	8	8	5		1	
Degreasing Thinner	9	1	2	1					2	2	8		2	5	2	5	6		2	1	
Urethane Thinner	10		2						1	5	6		6	8	6	7	8			8	1
Epoxi Thinner	6		2	1		1				3	5		1	3	2	3	4		3	1	
Coating Thinner	4		1	1	1		1	2		1	3	1	1	2	1	1	2	1	1	1	
Electronic Thinner	3	2		1				1	1	1	2	1		1	1	1	1				
Retarding Thinner	3									1	1		1	2	2	2	2		1	2	
Others	14		1		3	3	3	2		4	8	3		11	4	11	13	4	2	3	2
Total	108	12	9	8	14	14	14	15	1	37	70	17	21	69	46	67	74	14	24	35	6

2. 신나 구성성분의 함량

Winder와 Ng (1995)는 신나를 구성물질에 따라 6가지 종류로 구분한 바 있다. 본 연구결과와 Winder와 Ng (1995)의 연구 결과를 요약하면 다음 표 4와 같다. 표 4에서 보는 바와 같이 본 연구에서는 벤젠, 톨루엔, 키실렌 및 에틸 벤젠 등 방향족 탄화수소가 주성분인 신나가 가장 많았고 (108개 중 71개), 다음으로 노말헥산, 헵탄, 옥탄 및 노난 등 알칸류 신나와 메틸이소부틸케톤, 메틸에틸케톤 및 아세톤 등 케톤류 신나가 많았다. 또한 방향족 탄화수소, 케톤류 및 에스테르류가 비슷한 농도로 함유되어 있어서 구분하기 어려운 신나도 있었다. 본 연구와 Winder와 Ng (1995)의 연구에서 빈도수에는 차이가 나고 있지만 구성성분 함량의 차이는 비슷하게 나타나고 있다.

표 5는 산업보건학적으로 중요한 벤젠이 함유된 신나의 특성을 요약한 것이다. 108개 신나중 8개 (7.4 %)에서 발암성 물질인 벤젠이 검출되었으며 함유량은 0.1~56.7 %로 범위가 넓었다. 신나의 벤젠 함유량이 적은 것은 아마도 정제과정에서 잘 정제되지 않아서 불순물로 함유되어 있다고 생각할 수

있으나 함유량이 23.3 %나 56.7 %인 것은 벤젠이 아직도 상업용으로 사용됨을 나타내고 있고, 특히 대기업 제품이 56.7 %를 함유하고 있는 사실은 우리나라 신나 제조업체에서 유해인자에 관한 인식이 안되어 있음을 잘 나타내고 있다. 벤젠의 독성을 고려하여 볼 때 제조업체에서는 일부러 벤젠을 상업용으로 제조하여서는 아니된다고 생각한다.

표 6에서는 표 4의 20가지 구성성분이 각 용도별로 조사 건수의 1/3이상 신나에서 검출되거나 평균 함량비가 10 %이상인 성분의 부피 함량비를 표시한 것이다.

신나의 각 성분별 함량비를 볼 때 톨루엔이 용도별로 11.2~50.23 %를 함유하고 있어 가장 많이 함유되어 있고 그 다음에 키실렌이 8.8~27.8 %의 함량비를 차지하고 있다. 이외에도 거의 모든 신나에 함유되어 있고 그 함량비도 많은 것은 에틸벤젠 (1.32~16.10 %)과 메틸이소부틸케톤 (36.36 %이하)이다. 스프레이용 페인트는 다른 용도의 신나에는 함유되어 있지 않거나 미량 함유되어 있는 메틸사이클로헥산이 3.9 %함유되어 있는 것이 특징이다. 락카 신나에서는 아세톤이 2.9 % 정도 함유되어 있는데 이는 다른 용도의 신나에서는 잘 발견되지 않는다.

Table 4. Classification of thinners by types of organics

Type of Organics	This Study		Other Study(Winder and Ng)	
	Amount %	Frequency (%)	Amount %	Frequency (%)
Aromatic Hydrocarbons	10 - 87	71/108(65.7)	0.4 - 63	11/20(55)
Alkanes	8 - 34	14/108(13.0)	-	-
Ketones	9 - 100	11/108(10.2)	5 - 47	14/20(70)
Esters	16 - 73	5/108(4.6)	5 - 87	10/20(50)
Glycol ethers	8 - 76	7/108(6.5)	4.7 - 35	4/20(20)

Table 5. Characteristics of thinners containing benzene

Type of Thinner	No. of Thinners Containing Benzene	Content of Benzene %	Scale of Manufacturing Company
Lacquer Thinner	3	0.6 ~ 2.8	Large, small
Coating Thinner	1	56.7	Large
Enamel Thinner	1	0.3	Small
Epoxy Thinner	1	1.3	Large
Degreasing Thinner	1	23.3	Not identified
Electronics Thinner	1	0.1	Not identified
Total	8	0.1 ~ 56.7	

Table 6. Content percentage of thinners by usage (%)

Thinner	Statistics	Acetone	n-Hexane	Cyclo- hexane	Heptane	Methyl cyclohexane	MIBK	Toluene	Octane	n-Butyl acetate	Ethyl benzene	Xylene	Nonane	Butyl cellosolve acetate
Auto	Mean						14.93	19.53			3.88	8.84		14.25
Thinner	RSD*						0.87	0.90			1.19	0.97		0.60
Paint	Mean					3.88	8.33	11.23	8.0		7.05	27.85		
Thinner	RSD					1.08	0.85	0.26	0.31		0.79	0.56		
Others	Mean		11.1	2.4			7.75	20.25			5.42	15.38		14.78
	RSD		1.34	0.99			0.69	0.73			0.76	0.90		1.32
Lacquer Thinner	Mean	2.92					11.70	46.29		3.42	2.87	14.17		2.48
	RSD	0.64					1.03	0.48		0.79	1.94	1.37		0.51
Enamalt Thinner	Mean			6.68	8.00			29.15	6.60		1.91	18.50	3.28	
	RSD			1.24	0.58			1.34	0.64		0.75	0.98	1.05	
Degreasing Thinner	Mean							50.23			1.32	8.80		
	RSD							0.31			0.93	0.83		
Urethane Thinner	Mean						36.36	33.42		14.46	6.21	23.5		8.84
	RSD						0.61	0.38		0.66	0.78	0.80		0.97
Eposi Thinner	Mean						12.37	48.08			16.10	19.42	10.73	
	RSD						0.46	0.53			1.61	1.15	1.25	
Vapor Pressure at 20°C (mmHg)		180	124	97.6**	47.7	37	7.5	28.4**	14**	10	7.1	6.7 ~ 8.8	10***	1.2

* : Relative Standard Deviation

** : Vapor Pressure at 25 °C

*** : Vapor Pressure at 38 °C

구성성분 중 헵탄은 에나멜 신나에서 주로 발견되고 옥탄은 스프레이용 페인트 신나와 에나멜 신나에서만 주로 발견되고, 부틸 셀룰로스는 자동차용 락카 신나에, 셀룰로브아세테이트는 주로 자동차용, 우레탄용에서 발견되었다.

표 6에는 제시하지 않았지만 키실렌의 이성질체 함량은 용도별로 차이가 있었다. 예를 들어 자동차용 신나에는 메타 키실렌이 6.0 %로 가장 많이 포함되어 있고 파라 키실렌 (5.4 %), 오르쏘 키실렌 (3.5 %) 순이었다. 우레탄 신나도 자동차 신나처럼 메타 키실렌이 가장 많고 (13.13), 파라 키실렌 (11.56), 오르쏘 키실렌 (6.4 %) 순이었다. 가구 스프레이용 신나에는 오르쏘 키실렌이 12.1 %로 가장 많이 함유되었고 파라 키실렌 (10.5 %), 메타 키실렌 (7.1 %) 순이었다. 락카 신나에는 파라 키실렌이 11.4 %로 가장 많이 함유되어 있고 메타 키실렌 (8.8 %),

오르쏘 키실렌 (2.9 %) 순이었다. 에나멜 신나는 파라 키실렌이 많이 사용되었고 (11.7 %), 메타 키실렌 (4.8 %)과 오르쏘 키실렌 (5.3 %)이 비슷하게 함유되어 있었다. 세척용으로 사용되는 것은 특이적으로 메타 키실렌의 사용이 적고 파라 키실렌 (4.0 %)과 오르쏘 키실렌 (3.1 %)으로 비슷하였다.

3. 신나의 구성성분과 작업환경측정

위 신나의 구성성분 중 허용기준이 설정된 18개의 물질에 대한 ACGIH-TLVs(American Conference of Governmental Industrial Hygienists - Threshold Limit Values)를 보면 다음 표 7과 같다(ACGIH, 1997).

벤젠외에도 독성이 강하고 허용농도가 비교적 낮은 50 ppm이하인 물질로는 셀룰로브아세테이트, 부틸 셀룰로스, 큐멘, 노말렉산, 톨루엔 및 메틸이소부

Table 7. ACGIH-TLVs for thinner component

Chemicals	ACGIH-TLVs, ppm	
	8-hr Time Weighted Average (8-hr TWA)	Short Term Exposure Limit (STEL)
Acetone	500	750
Benzene - Skin ¹⁾	0.5 A1 ²⁾	-
Ethyl benzene	100	125
n-Butyl acetate	150	200
Cellosolve acetate (2-Ethoxyethylacetate: EGEEA)	5	-
Ethyl acetate	400	-
Butyl cellosolve (2-Butoxyethanol: EGBE)	25	-
Cumene	50	-
n-Hexane	50	-
Cyclohexane	300	-
Methyl cyclohexane	400	-
Heptane (n-Heptane)	400	500
Octane	300	375
Nonane, all isomers	200	-
MEK (Methyl ethyl ketone)	200	300
MIBK (Methyl isobutyl ketone)	50	75
Toluene - Skin	50	-
Xylene (o-, m-, p-isomers)	100	150

1): "Skin"이란 표시가 부착된 물질은 증기나 액체상태로 피부흡수 (점막, 눈)가 가능하며 전체 흡수량에 중요한 부분을 담당할 수 있다는 의미이다.

2): "A1"이란 표시가 부착된 물질은 "인체에 암을 일으키는 물질"에 속한다.

틸케톤 등이다. 이러한 물질이 포함될 경우에는 공기 중 농도를 측정하여 근로자의 노출을 평가해야 한다. 일반적으로 신나는 독성이 낮은 물질로 취급되고 있으나 본 연구결과 그렇지 않음이 확인되었다.

우리나라 작업환경측정현황에서 보면 자동차, 트레일러 및 기타 운송장비 제조업 697개 사업장에서 유기용제 측정현황을 살펴보면 톨루엔 (1059건 측정 중 2.7 % 허용기준 초과), 키킬렌 (700건 측정 중 1.0 % 허용기준 초과), 메탄올 (51건 측정 중 0 % 허용기준초과), hexan (442건 측정 중 2 % 허용기준 초과), 트리클로로에틸렌 (156건 측정 중 3.9 % 허용기준 초과나 이는 신나의 구성성분이 아니라 대부분 세척제로 사용됨), 이소프로필알콜 (131건 중 0 % 허용기준 초과), 메틸메틸케톤 (311건 중 1.6 % 허용기준 초과), 아세톤 193건 중 (2.1 % 허용기준 초과) 및 기타 물질 (1302건 중 2.3 % 초과)로 나타났다(작업환경측정기술협의회, 1995).

이 결과를 볼 때 작업환경측정시 자동차 제조업에서 신나의 주요 구성성분인 셀루솔브아세테이트, 부틸셀루솔브, 메틸이소부틸케톤, 큐멘 등도 추가 측정되어야 한다(Jaycock and Levin, 1984). 만일 이들이 기타로 분류되고 있다면 이들은 대부분 신나에서 검출되고 허용기준도 낮으므로 위의 다른 물질처럼 따로 통계 처리하여야 사업장 관리를 잘 할 수 있다. 따라서 작업환경측정시 함유물질에 대한 정확한 정보를 파악한 후에 구성성분에 알맞은 흡착제와 탈착용매를 사용하여야 정확한 작업환경측정을 할 수 있다 (Ford et al., 1991).

표 6에서는 각 물질의 증기압이 제시되어 있어 이들이 정상조건에서 작업환경중으로 휘발될 수 있는 가능성을 표시하고 있다. 따라서 표 6에서 성분함량이 많고 증기압이 높은 물질은 반드시 작업환경 측정시 고려하여야 하는 물질이다. 예를 들어 락카 신나를 사용할 때는 아세톤이 들어 있고 증기압도 높으므로 이 물질을 측정하는 것이 바람직하다. 따라서 근로자가 노출되는 작업환경 측정시는 반드시 사용하는 신나의 구성성분에 관한 확인을 하고 측정하는 것이 바람직하다.

IV. 결 론

본 연구는 우리나라 산업장에서 사용하는 신나

108종을 임의적으로 수집하여 이들의 성분 및 함량을 조사하여 근로자의 알권리와 정확한 작업환경측정의 자료를 제공하기 위하여 수행되었다. 신나는 제조업체와 판매업체, 사용업체에서 임의적으로 수집되었다. 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 신나의 구성성분은 매우 다양하였고 조사대상 108개 신나중 가장 흔히 검출된 물질은 톨루엔, 키킬렌 및 에틸 벤젠 등으로서 60개 이상에서 검출되었고 다음으로 메틸이소부틸케톤, 셀루솔브아세테이트, 부틸셀루솔브 및 부틸아세테이트 등으로서 20-40개에서 검출되었다. 그 외에도 아세톤, 노말hexan, 사이크로hexan, 헵탄, 메틸 사이클로 hexan, 옥탄 및 노난 등이 검출되었다.
2. 한 신나에는 연구대상인 20가지 구성성분 중 평균 5~6개의 구성성분이 포함되어 있었으나 많게는 12성분, 적게는 한 종류로만 구성되어 있는 경우도 있었다.
3. 산업보건학적 측면에서 가장 우려되는 것은 108개 신나 중 8개에서 벤젠이 검출되었다는 사실이다. 벤젠은 백혈병의 원인물질로 알려졌으므로 신나를 취급할 때는 먼저 벤젠의 유무를 확인해야 한다.
4. 신나의 구성성분 중 방향족 탄화수소가 108개 시료중 71개시료에서 검출되었으며 그 함량도 10 ~ 87 %를 차지하였다. 구성 함량비로 볼 때 용도에 상관없이 톨루엔, 키킬렌, 메틸이소부틸케톤, 에틸벤젠 순으로 함유되어 있다.
5. 용도에 따라 신나의 구성성분이 특징적으로 구분되지 않고 혼합되어 사용되고 있다. 단, 알칸류 구성성분은 자동차용이나 스프레이용, 세척용, 우레탄, 에폭시 및 리타다(지연제) 신나에는 잘 사용하지 않고 락카나 에나멜 신나 또는 코트 신나에 자주 사용되고 있었다.
6. 근로자의 정확한 노출을 평가하기 위해서는 반드시 신나의 구성성분을 파악해야 한다.

REFERENCES

- 작업환경측정기술협의회: 작업환경측정연보, 서울 1995; 73-93.
- 김광중, 박 원, 김정철: 도장작업장 공기중 복합유기용제 농도 분석에 관한 조사연구. 한국산업위생학회지 1991;1:8-15.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH): Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. ACGIH, Ohio, 1996.
- ACGIH: Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. ACGIH, Ohio, 1997.
- Bakin, MA and RD Jones: Gassing due to methylene chloride, toluene, xylene and styrene reported to her majesty's inspectorate 1961-80. British Journal of Industrial Medicine 1985; 42:184-190.
- Jaycock, MA and L Levin: Health hazards in a small automotive body repair shop. Ann Occup Hyg 1984; 28:19-29.
- Ignatowski AJ and ED Weiler: Managing material safety data sheets world-wide. Am Ind Hyg Assoc J 1995; 56:698-705.
- Ford, DP, BS Schwartz, S Powell and T Nelson: A quantitative approach to the characteristics and average solvent exposure in paint manufacturing plants. Am Ind Hyg Assoc J 1991;52:226-234.
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH): NIOSH Manual of Analytical Methods, 4th Edition, DHHS (NIOSH) Publication No. 94-113, NIOSH, Cincinnati, Ohio, 1994.
- Winder C and SK Ng: The problem of variable ingredients and concentration in solvent thinners, Am Ind Hyg Assoc J 1995; 56:1225-1228.