

경인지역 산업위생 분석자의  
이황화탄소 노출에 관한 연구

연세대학교 보건대학원

산업보건학과

이 효 순

경인지역 산업위생 분석자의  
이황화탄소 노출에 관한 연구

지도 노 재 훈 교수

이 논문을 보건학석사 학위논문으로 제출함

2005년 12월 일

연세대학교 보건대학원

산업보건학과

이 효 순

# 이효순의 보건학석사 학위논문을 인준함

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

연세대학교 보건대학원

2005년 12월 일

## 감사의 말씀

산업보건 업무를 하면서 이 학문을 보다 깊게 접하기 위하여 배움의 열망을 갖고 시작한 2년 반의 대학원 생활을 하면서 뜻있고 보람을 느낄 수 있도록 도와주신 주위의 모든 분들께 감사드립니다.

바쁘신 와중에도 논문이 완성되기까지 세심한 지도와 조언을 아끼지 않으신 노재훈 교수님께 머리숙여 깊이 감사드립니다. 학부때나 대학원 생활을 하면서 용기와 격려를 아낌없이 주시고 잦은 지방출장으로 인해 바쁘신데도 불구하고 세심하게 신경 써주신 김치년 교수님, 저의 부족함을 인내와 자상함으로 격려해 주신 조영봉 교수님께 감사드립니다.

또한 산업보건에 첫발을 디게 해주시고 대학원에 진학 할 수 있도록 용기와 격려를 해주신 박정균 교수님과 이병수 교수님께 감사한 마음을 전하고 싶습니다. 논문이 순조롭게 진행될 수 있도록 실험을 도와주신 김현수 선생님과 연구소 선생님들께도 고마움을 전하고 싶습니다.

시료포집과 설문작업에 도움을 주신 경인지역 산업위생 실험실 선생님들께 감사드립니다.

무엇보다 대학원에 들어와 대학원 생활에 적응할 수 있도록 서로 의지하고 격려하여 큰 힘이 되어 준 현정언니와 미경이, 동기언니들, 선배님들, 후배들에게도 고마움을 전합니다.

바쁘다는 핑계로 자주 찾아 뵈지도 못하는 저를 한결같은 사랑으로 이해해 주시는 아버지님, 어머니님, 아주버님, 언제나 어린 아이처럼 다치기라도 할까봐서 걱정하시고 안쓰러워하시는 우리 아빠, 엄마께 너무나 죄송스럽고 감사한 마음을 금할 길이 없습니다. 하나 밖에 없는 동생이라 귀하게 여기는 듬직한 만훈이 오빠, 그리고 승미언니, 우리 귀여운 조카 상규에게도 고마움을 전합니다.

마지막으로 철부지 아내를 사랑과 이해, 격려로 감싸주는 나의 정신적 지주인 든든한 남편, 광훈이 오빠에게도 고마움을 전하며 이 결실과 기쁨을 함께 나누고 싶습니다.

2005년 12월

이효순 사립

# 차 례

국문 요약 .....	i
<b>I. 서론</b> .....	1
<b>II. 연구 방법</b> .....	4
1. 연구 대상 .....	4
2. 연구 방법 .....	4
<b>III. 연구 결과</b> .....	9
1. 일반적 특성 .....	9
2. 작업환경측정결과 .....	14
3. 작업환경특성에 따른 노출농도 .....	16
4. 노출농도에 따른 자각증상 .....	23
<b>IV. 고찰</b> .....	26
<b>V. 결론</b> .....	31
참고 문헌 .....	33
영문 초록 .....	37

## 표 차 례

표 1. 공기 중 이황화탄소를 분석하기 위한 GC의 조건 .....	5
표 2. 설문에 사용된 변수 .....	7
표 3. 실험실 작업환경 .....	11
표 4. 분석자의 일반적 특성 .....	13
표 5. 공기 중 이황화탄소의 농도 .....	15
표 6. 실험실 작업환경 특성에 따른 이황화탄소의 농도 .....	20
표 7. 이황화탄소 농도에 영향을 주는 환경요인간의 상관관계 .....	22
표 8. 분석자의 자각증상 .....	24
표 9. 이황화탄소의 농도에 따른 자각증상의 상관성 .....	25

## 그 립 차 례

그림 1. 이황화탄소의 크로마토그램 .....	6
그림 2. 산업위생 실험실 유기용제 사용현황 .....	10
그림 3. 흡 후드(드래프트 챔버) .....	17
그림 4. 상방향 외부식 후드 .....	17
그림 5. 탈착작업(실험대 위) .....	18
그림 6. 탈착작업(흡 후드 안) .....	18



## 국 문 요 약

산업위생 실험실에서 탈착용매로 사용되는 이황화탄소는 중추신경계에 영향을 미치는 물질로 알려져 있으나 노출평가에 대한 연구는 없었다.

본 연구는 2005년 9월~10월까지 경인지역에 소재한 산업위생 실험실을 대상으로 작업환경조사와 이황화탄소의 노출량을 측정하고 설문조사를 통한 건강 자각증상을 알아보았다.

가스크로마토그래피(Gas Chromatography, GC) 분석시 이황화탄소 평균 농도는 개인시료의 경우  $0.219 \pm 0.129$ ppm, 지역시료 경우  $0.180 \pm 0.131$ ppm이었으며, GC 분석이 없는 날의 이황화탄소 평균 농도는 개인시료의 경우  $0.055 \pm 0.054$ ppm, 지역시료의 경우  $0.064 \pm 0.072$ ppm이었다. 개인시료의 경우 분석이 있는 날의 이황화탄소 농도가 분석이 없는 날에 비해 통계학적으로 유의하게 높았다. 대조적으로 지역시료 농도는 분석이 없는 날의 이황화탄소 농도가 분석이 있는 날에 비해 높았으나 유의한 수준은 아니었다.

작업환경에 따른 이황화탄소의 농도는 개인 업무처리 여부와 사용한 피펫 팁 처리 여부에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다.

이황화탄소 농도와 자각증상의 상관관계에서는 지역시료의 경우 노출농도가 높을수록 흉통, 두통, 피로감( $p < 0.05$ )의 증상에서 통계학적으로 유의하게 높았으며, 개인시료 농도의 경우 노출농도가 높을수록 현기증( $p < 0.05$ )의 증상에서 통계학적으로 유의하게 높았다.

연구결과를 종합해 보면 이황화탄소에 노출되고 있는 산업위생 실험실 분석자들의 건강장애 예방을 위하여 분석자의 유해화학물질 전처리(탈착작업)와 피펫 팁 관리 등의 안전수칙 준수가 강화되어야 하며 수많은 종류의 화학물질을 취급하는 점을 고려하여 정기적인 작업환경측정과 분석자에 적합한 특수건강진단이 필요하다.

---

핵심되는 말 : 실험실, 이황화탄소, 작업환경측정, 자각증상

## I. 서론

산업위생 실험실에서는 사업장에서 채취한 많은 종류의 미지의 유해화학 물질을 분석자들이 취급하게 되며 시료의 전처리와 분석과정에서 이들 물질에 노출된다. 이황화탄소(carbon disulfide, CS<sub>2</sub>)는 산업위생 실험실에서 추출제(탈착용매)로 가장 많이 사용하는 물질이다(ACGIH, 1997).

이황화탄소는 무색 내지 노란색을 가진 가연성이 매우 높은 액체로서 폭발위험이 있으며 인견사, 셀로판지, 사염화탄소, 농약제조업 및 고무공업 등 각종 제조업에서 널리 사용되어 왔다. 또한 지방, 파라핀, 올리브유, 야자수 등의 추출용제로도 이용한다(Zenz, 1988).

과거에는 고무공장에서 경화작업에 이황화탄소가 주로 사용되어 중독환자가 많이 발생되었지만 지금은 비스코스레이온 합성공장, 셀로판공장 그리고 농약공장에 주로 사용하고 있다. 우리나라에서는 1987년 원진레이온의 이황화탄소 중독사건 이후 사회적으로 매우 심각한 문제로 대두되었으며 이황화탄소에 오랜 기간 노출되면 중추신경에 독성을 나타내어 큰 장애를 주며, 신경계통에 영구적인 손상을 준다고 보고하였다. 또한 이황화탄소는 동맥경화증(atherosclerosis)과 관상동맥질환(coronary artery disease)을 유발시키는 독성이 강한 유기용제 중의 하나이다(Beauchamp 등, 1983).

최재욱과 장성훈(1991)에 의하면 우리나라에서의 이황화탄소중독 임상양상은 중추신경장해(34.3-87.5%)와 말초신경장해(34.2-100.0%)가 주요증상이고 이밖에도 안저소견이상(31.6-87.5%)과 신장해소견(23.7-50.0%)이 있다고 보고하였다.

현재 공기중 이황화탄소에 대한 노출기준은 미국 산업위생전문가협회(American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH)와

우리나라 노동부에서 신경장해 뿐만 아니라 심혈관계 질환을 예방하기 위해 8시간 시간가중노출기준(threshold limit value-time weighted average, TLV-TWA)을 10ppm으로 권고하고 있다. 미국 산업안전보건청(Occupational Safety and Health Administration, OSHA)에서는 노출기준(permissible exposure limit, PEL)을 20ppm으로 규정하고 있다.

미국 국립산업안전보건연구소(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH)에서는 건강장해를 일으킨다고 증명된 가장 낮은 농도인 10ppm에 안전계수를 적용하여 8시간 시간가중노출기준(Time Weight Average, TWA)을 1ppm으로 정하고 있다(ACGIH, 1997).

산업위생 실험실에서는 톨루엔, 메탄올, 이소프로필알콜 등 다양한 종류의 화학물질을 사용하고 있다. 이 중 이황화탄소는 유기용제를 탈착하기 위한 용매로 사용되며 사용량도 다른 화학물질에 비해 많은 것으로 조사되었다. 또한 이황화탄소는 분석 실험시 가스크로마토그래피의 split/purge vent를 통해 실험실로 확산되어 분석자가 노출될 가능성이 있다.

우리나라의 산업안전보건법에서는 유해화학물질을 취급하는 사업장에 대하여 정기적인 작업환경측정을 실시하여 유해화학물질의 농도를 노출기준 이하로 유지하도록 하고 있으며 취급 근로자에 대해서는 특수건강진단을 실시하도록 규정하고 있다. 그러나 유해화학물질 취급근로자를 보호하기 위한 제도는 제조업체에 국한되어 왔고 산업위생 실험실은 작업환경측정 및 평가 대상에서 제외되어 왔다.

기존 산업보건기관 분석실험실이나 대학의 화학실험실 안전보건실태에 관한 선행연구로서 유계목(2000)은 산업위생 분석실험실 종사자에 대한 안전보건교육의 고취가 요구되고, 분석실험실의 안전보건 수준을 향상시키기 위한 세부적인 실험실 안전지침의 교육이 강화되어야 하며, 분석실험실의 안전보건 환경을 개선하기 위한 시설 투자가 필요하다고 하였다. 또한 김

명신(1998)은 대학내 화학실험실의 공기중 유기화합물농도를 측정한 결과 일부 화학물질이 노출기준을 초과하였고 화학물질의 농도는 환기율에 따라 영향이 있다고 하였다. 이한주(1996)는 대학 화학실험의 안전보건 실태 조사결과 실험실의 국소배기시설(hood)의 면속도는 50% 이상이 미국 산업안전보건청에서 정한 기준에 미치지 못하며 실험자들의 안전교육이나 안전인식 정도가 빈약하다고 하였다.

위와 같은 연구들을 종합해 보면 산업위생 실험실에 종사하는 분석자들은 다양한 유해인자에 노출될 가능성이 높으며, 이러한 노출을 줄이기 위해서는 사용 및 취급량이 많은 이황화탄소의 노출평가가 선행되어야 할 것이다. 그러나 현재 우리나라에서는 산업위생 실험실에서의 이황화탄소에 대한 노출평가 연구가 미흡한 실정이다. 따라서 산업위생 실험실의 작업환경 개선 및 분석자의 건강보호를 위해서는 이황화탄소와 관련된 분석실 환경 실태조사와 노출양상 평가가 필요하다.

연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 산업위생 실험실의 작업환경 특성과 분석자의 일반적 특성을 조사한다.

둘째, 이황화탄소에 대한 분석자의 노출농도와 산업위생 실험실의 농도를 측정한다.

셋째, 이황화탄소의 노출에 영향을 미치는 작업환경 인자와 이황화탄소 농도와의 상관관계를 분석한다.

넷째, 이황화탄소의 농도와 자각증상의 상관관계를 분석한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 2005년 9월 10일 부터 10월 28일 까지 경인지역에 소재한 산업위생 실험실 10개소를 대상으로 시료포집은 10개소에서 실시하였고 설문 조사는 15명을 대상으로 실시하였다. 작업시간 중 분석이 있는 날과 분석이 없는 날(사무업무)을 구분하여 기중 시료를 포집하였으며, 기중 시료 채취시 산업위생 실험실 분석자의 작업환경 특성과 일반적 특성, 자각증상에 대한 설문조사를 함께 시행하였다.

### 2. 연구방법

#### 가. 공기 중 이황화탄소의 시료 채취 방법

시료채취와 분석방법은 미국 국립산업안전보건연구소(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH)에서 추천하는 공정시험법인 NIOSH Method No. 1600에 따라 실시하였다. 시료는 drying 튜브와 100mg/50mg 활성탄관의 양끝을 절단한 후 PTFE (Polytetrafluoroethylene) 튜브로 연결한 후 유연성 튜브로 공기시료포집기(Gilian, USA 및 MSA, USA, Personal air sampler)에 연결하였다. 시료채취 전·후 유량보정기(Gilibrator, Gilian, USA)로 보정한 후 공기시료포집기에 연결하여 0.2ℓ/min이하로 전 작업시간동안을 채취하였다. 시료 채취는 분석이 있는 날(가스크로마토그래피 분석)과 분석이 없는 날(사무업무)로 구분하여 개인시료는 분석자의 호흡위치에 지역시료는 가스크로마토그래피 split/purge

vent 부근에서 8시간동안 채취하였다. 시료채취 끝난 활성탄관은 즉시 양 끝을 플라스틱 마개로 막아(고무마개는 피한다) 냉장 운반하여 전처리 전 까지 냉동 보관하였다.

#### 나. 공기 중 이황화탄소의 분석방법

채취한 시료의 포집매체를 바이알에 넣고 톨루엔 1ml를 넣은 후 즉시 마개를 닫아 흔들어 주면서 30분간 이황화탄소를 탈착시켜 불꽃광도검출기(Flame Photometric Detector, FPD)가 부착된 가스크로마토그래피(Gas Chromatography, GC, CP-3800)를 이용하여 표 1의 조건에서 정량분석 하였다.

이황화탄소의 크로마토그램은 그림 1과 같다.

표 1. 공기 중 이황화탄소를 분석하기 위한 GC의 조건

구 분	분석조건
System	
Gas Chromatography	CP-3800, VARIAN
Detector	PFPD
Column	Capillary Column
Operating Conditions	
Carrier Gas	N2 18psi
Flow Rate	20ml/min
Injection Mode	Split
Injection Volume	1 $\mu$ l
Injector Temperature	150 $^{\circ}$ C
Detector Temperature	150 $^{\circ}$ C
Oven Temperature	80 $^{\circ}$ C

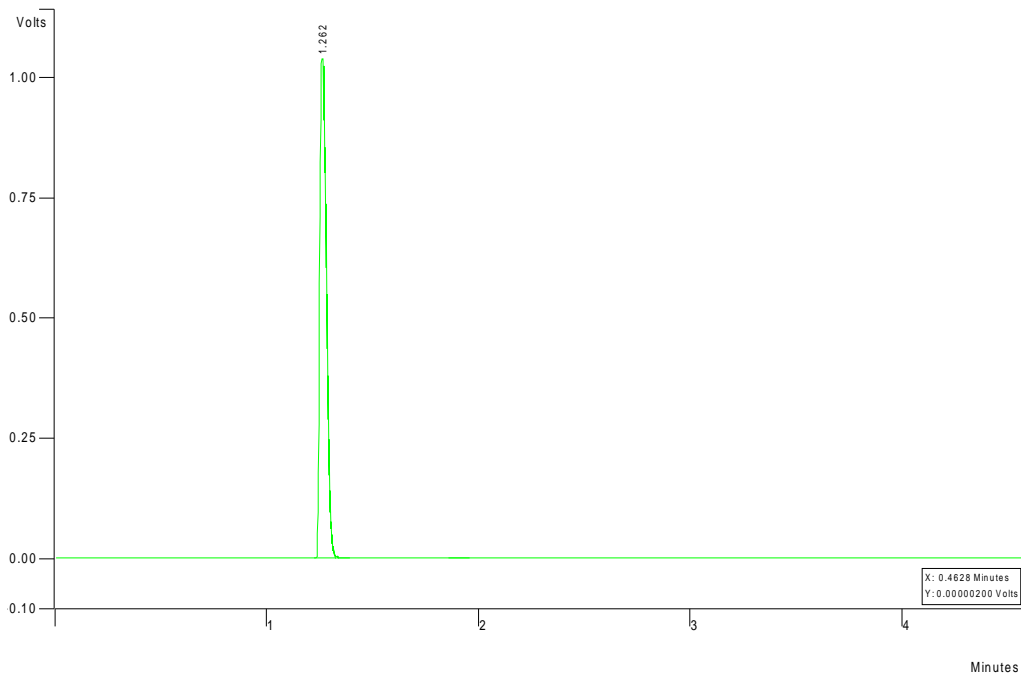


그림 1. 이황화탄소의 크로마토그램

이황화탄소의 검량선은 0.02-0.5mg/ml의 범위에서 5개의 표준물질로 작성하였다.

분석기기의 검출한계(Limit of detection, LOD)는 NIOSH에서 제시한 방법에 따라 산출하였으며(NIOSH, 1995) 시료량과 반응면적간의 선형회귀식(Linear regression equation,  $Y=mX+b$ )을 작성하여 각 시료량에 따른 반응기대값( $y$ )과 표준오차(Standard error of regression,  $s_y$ ) 식(2) 구하여 아래와 같은 식으로 검출한계 식(1)을 구하였다.

$$LOD = 3 s_y / m \text{ ----(1)}$$

$$s_y = [\sum(y_i - Y_i)^2 / (N-2)]^{1/2} \text{ ----(2)}$$

(N = 표준용액 시료수, m = 기울기)

이와 같이 구한 검출한계와 가장 낮은 표준용액의 시료량 또는 X 절편 (Y절편이 음수인 경우)을 서로 비교하여 가장 높은 값을 최종적인 검출한계로 구하였다.

#### 다. 작업환경 특성 및 자각증상 조사

연구 대상인 분석자들의 이황화탄소 농도 측정과 동시에 분석자들에게 설문지를 이용하여 일반적인 특성, 작업환경 특성에 대하여 조사하였고, 각 특성에 포함된 변수는 표 2와 같다.

표 2. 설문에 사용된 변수

변 수	내 용
일반적 특성	성별, 연령, 분석경력, 근무년수, 근무시간, 흡연력, 건강상태, 업무시 어려운 점
작업환경 특성	실험실의 체적, 실험실과 사무실의 분리여부, 국소배기장치 설치 유무, 후드 설치 유무, 탈착작업 여부, 사용한 피펫 팁 처리 여부, split/purge vent 처리 여부, 국소배기 여부

이황화탄소의 자·타각 증상 중 18문항을 선별하여 각 문항에 대하여 응답에 따라 1점에서 5점까지의 5점 척도로 측정하였다.



#### 라. 통계학적 검정

SPSS WINDOWS 10.0 프로그램을 이용하여 응답자의 일반적인 특성과 작업환경을 파악하기 위하여 빈도분석을 실시하였고, 실험실에서의 이황화탄소 농도 수치를 평균과 표준편차의 기술통계량으로 산출하였다.

작업환경에 따른 이황화탄소의 농도와 증상경험을 알아보기 위하여 t-test, anova분석의 이변량 분석을 실시하였다.

이황화탄소 농도에 따른 증상경험의 상관관계를 파악하기 위하여 피어슨 상관관계 분석(pearson's correlation test)을 실시하였다.

### Ⅲ. 연구결과

#### 1. 일반적 특성

##### 가. 실험실 작업환경 특성

산업위생 실험실에 대한 조사는 표 3과 같이 10개 영역에 대하여 조사하였다.

실험실의 체적은 25m<sup>3</sup> 이상이 8개소(80.0%)이었고 25m<sup>3</sup> 미만이 2개소(20.0%)이었다. 개인 업무처리는 대부분이 실험실내에서 7개소(70.0%)로 이루어졌고 별도의 사무실에서 이루어지는 곳은 3개소(30.0%)에 불과하였다. 국소배기장치가 설치되어 있는 곳은 9개소(90.0%)이었고 GC 시료주입 부위에 후드가 설치되어 있는 곳은 4개소(40.0%)이었다. split/purge vent 처리여부는 ‘아무런 조치를 하지 않는다’가 8개소(80.0%)이었고 ‘튜브로 연결하여 별도로 배출한다’가 2개소(20.0%)에 불과하였다.

활성탄 탈착작업을 후드 안에서 하는 곳은 3개소(30.0%)이었고 일반 실험대에서는 하는 곳은 7개소(70.0%)이었다.

실험이 완료된 후 활성탄 바이알에 남은 이황화탄소 처리 여부는 ‘후드 내에서 휘발한다’가 7개소(70.0%)이었다. 사용한 피펫 팁의 처리 여부는 ‘그냥 버린다’가 7개소(70.0%)이었고, ‘처리하여 버린다’가 3개소(30.0%)이었다.

국소배기장치의 면속도는 배기성능이 전혀 없거나 후드가 설치되어 있지 기관은 3개소(30.0%)이었고 0-0.2m/sec에 해당하는 기관은 2개소(20.0%), 0.2-0.4m/sec에 해당하는 기관은 2개소(20.0%)로 0.4m/sec이상인 기관은 2개소(20.0%)에 불과하였다. 외부식 후드의 제어속도는 후드가 설치되어 있

지 않은 기관은 6개소(60.0%)이었고 0.1-1.0m/sec에 해당하는 기관은 2개소(20.0%)로 1.0m/sec이상인 기관 2개소(20.0%)에 불과하였다.

산업위생 실험실에서는 톨루엔, 메탄올, 이소프로필알콜 등 다양한 종류의 화학물질을 사용하고 있다(그림 2).

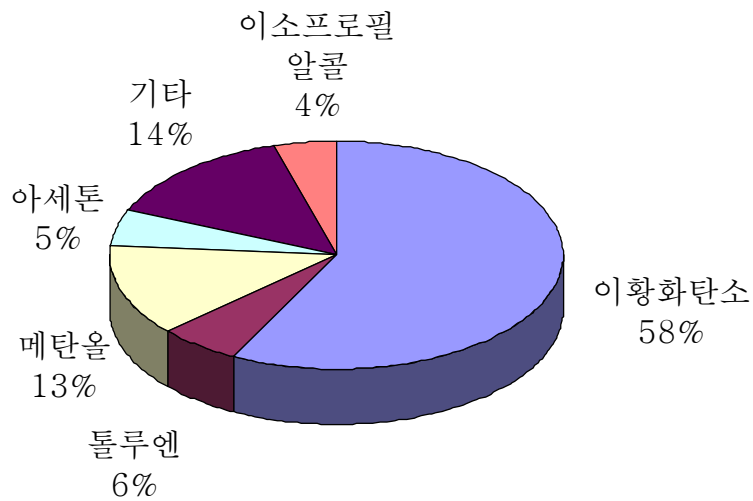


그림 2. 산업위생 실험실 유기용제 사용현황

표 3. 실험실 작업환경

변 수	구 분	n=10(%)
실험실 체적	25m <sup>3</sup> 이상	8(80.0)
	25m <sup>3</sup> 미만	2(20.0)
개인용 업무처리	실험실내	7(70.0)
	별도의 사무실	3(30.0)
국소배기장치 <sup>1)</sup> 유무	있다	9(90.0)
	없다	1(10.0)
후드 <sup>2)</sup> 유무	있다	4(40.0)
	없다	6(60.0)
split/purge vent 처리	별도로 배출(튜브연결)	2(20.0)
	조치가 안함	8(80.0)
활성탄 탈착작업	후드 안	3(30.0)
	실험대 위	7(70.0)
활성탄 바이알의 이황화탄소 처리	후드내 휘발	7(70.0)
	기 타	3(30.0)
사용한 피펫팁 처리	처리하여 버린다	3(30.0)
	그냥 버린다	7(70.0)
국소배기장치 면속도	0 미만	3(30.0)
	0.0-0.2m <sup>3</sup>	2(20.0)
	0.2-0.4m <sup>3</sup>	2(20.0)
후드 제어속도	0.4m <sup>3</sup> 이상	3(30.0)
	0 미만	6(60.0)
	0.1-1.0m <sup>3</sup>	2(20.0)
	1.0m <sup>3</sup> 이상	2(20.0)

<sup>1)</sup>흡후드(드래프트 챔버); <sup>2)</sup>상방향 외부식 후드(그림 3, 4)

#### 나. 분석자의 일반적 특성

이황화탄소에 직접 노출되는 작업환경측정기관 분석사의 성별, 연령, 분석경력, 근무시간, 흡연력, 건강상태, 업무시 어려운점에 대한 일반적 특성은 표 4와 같다. 성별은 남자가 5명(33.3%), 여자가 10명(66.7%)이었고 연령은 21세에서 39세까지의 범위이며 대상자의 60.0%가 26-30세에 속하는 것으로 나타났다. 분석경력은 1년 미만이 1명(6.7%), 1-5년이 9명(60.0%), 6-10년이 4명(26.6%), 11년 이상이 1명(6.7%)이었다.

근무시간은 8시간이 13명(86.7%), 8시간 이상이 2명(13.3%)이었다. 흡연을 하고 있는 사람은 없었으며 흡연을 하지 않는 사람은 13명(86.7%), 과거 흡연력이 있는 사람은 2명(13.3%)이었다. 건강상태는 '보통이다'가 9명(60.0%)으로 가장 많았고 '좋다'가 5명(33.3%)이었다.

분석업무를 하면서 가장 어려운 점은 과도한 업무량과 업무스트레스가 각각 4명(26.7%), 열악한 분석실 환경이 3명(20.0%), 분석실내 화학약품 냄새가 3명(20.0%), 불규칙한 출퇴근시간이 1명(6.6%) 순이었다(표 4).

표 4. 분석자의 일반적 특성

특 성	구 분	n=15(%)
성 별	남	5(33.3)
	여	10(66.7)
연 령	21-25세	1(6.7)
	26-30세	9(60.0)
	31세 이상	5(33.3)
경 력	1년 미만	1(6.7)
	1-5년	9(60.0)
	6-10년	4(26.6)
	11년 이상	1(6.7)
근무년수	1년 미만	1(6.7)
	1-5년	11(73.3)
	6-10년	2(13.3)
	11년 이상	1(6.7)
근무시간	8시간	13(86.7)
	8시간 이상	2(13.3)
흡 연	흡연	0(0)
	비흡연	13(86.7)
	과거 흡연력	2(13.3)
건강상태	좋다	5(33.3)
	보통이다	9(60.0)
	나쁘다	1(6.7)
업무시 어려운점	과다한 업무량	4(26.7)
	불규칙한 출퇴근시간	1(6.6)
	업무스트레스	4(26.7)
	열악한 분석실 환경	3(20.0)
	분석실내 화학약품 냄새	3(20.0)

## 2. 작업환경측정결과

검량선에 대한  $R^2$  값은 0.99891이며 검출한계(limit of detection, LOD)는  $0.419\mu\text{g}/\text{ml}$ 이다.

이황화탄소의 노출평가는 분석이 있는 날과 없는 날에 실시하였으며 분석이 있는 날의 이황화탄소의 농도가 없는 날에 비해 높았다. 분석이 있는 날의 개인시료의 평균농도는 0.219ppm이고 표준편차는 0.129, 최소값은 0.008ppm이고 최대값은 0.416ppm이다. 지역시료의 평균농도는 0.180ppm이고 표준편차는 0.131, 최소값은 0.005ppm이고 최대값은 0.409ppm이다.

반면 가스크로마토그래피 분석이 없는 날의 개인시료의 평균농도는 0.055ppm이고 표준편차는 0.054, 최소값은 0.004ppm이고 최대값은 0.134ppm이다. 지역시료의 평균농도는 0.064ppm이고 표준편차는 0.072, 최소값은 0.003ppm이고 최대값은 0.208ppm이다.

가스크로마토그래피 분석이 있는 날의 개인노출 농도가 지역시료 농도보다 높았으며, 대조적으로 분석이 없는 날은 개인노출 농도가 지역시료 농도보다 낮았다(표 5).

표 5. 공기 중 이황화탄소의 농도

단위 : ppm

구 분	분석이 있는 날		분석이 없는 날	
	mean±SD	range (min ~ max)	mean±SD	range (min ~ max)
개인시료 (n=15)	0.219 ± 0.129	0.008 ~ 0.416	0.055 ± 0.054	0.004 ~ 0.134
지역시료 (n=10)	0.180 ± 0.131	0.005 ~ 0.409	0.064 ± 0.072	0.003 ~ 0.208



### 3. 작업환경특성에 따른 노출농도

#### 가. 노출농도에 영향을 미치는 요인

실험실의 이황화탄소 노출농도에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 실험실의 면적, 개인 업무처리 여부, 국소배기장치 설치 유무, 후드 설치 유무, split/purge vent 처리 여부, 활성탄 탈착작업 여부, 실험 완료된 활성탄 바이알 처리여부, 사용한 피펫 팁 처리 여부, 국소배기정도 등을 변수로 하여 상관분석을 실시하였다.

##### (1) 실험실의 체적

실험실의 체적은 10m<sup>3</sup> 부터 32m<sup>3</sup> 까지이며, 개인시료에서만 25 m<sup>3</sup>이하의 체적을 지닌 실험실에서의 이황화탄소의 공기 중 농도가 그 이상의 체적을 지닌 실험실에서의 농도보다 높으나 통계학적으로 유의하지 않았다.

##### (2) 개인 업무처리 여부

실험실과 격리된 별도의 사무실에서 업무 처리를 하는 기관은 3개소이며 개인 업무처리 여부에 따른 이황화탄소 농도차이는 개인시료의 경우에서만 실험실에서 업무처리를 하는 기관에서의 이황화탄소 농도가 별도의 사무실에서 업무처리를 하는 기관보다 높으며 통계학적으로 유의하였다( $p < 0.05$ ).

##### (3) 국소배기장치(흡 후드) 설치 유무

연구 대상인 실험실 10개소 중 9개소의 실험실에서 흡 후드(그림 3)가 설치되어 있었고 1개소에서는 흡 후드가 설치되어 있지 않았다. 이황화탄소 농도 분석결과, 유의하지는 않았지만 지역시료의 경우에서만 국소배기장치가 설치되어 있지 않은 기관에서 이황화탄소의 농도가 높았다.

#### (4) 후드 설치 유무

검출기 상방에 설치되어 있는 외부식 후드(그림 4)는 4개 기관에만 설치되어 있었으며 이 중 외부식 후드는 법적 기준 속도인 1.0m/sec 이상을 만족하는 기관은 2개 기관 뿐이었다. 나머지 기관은 후드의 기준 속도가 기준치에 미달하였는데 나머지 6개 기관은 전혀 후드가 설치되어 있지 않았다. 이에 따른 공기 중 이황화탄소의 노출농도는 두 경우에 차이가 없었다.



그림 3. 흡 후드



그림 4. 상방향 외부식 후드

#### (5) split/purge vent 처리 여부

split/purge vent 처리 여부에 따른 공기 중 이황화탄소의 농도를 분석한 결과, 통계학적으로 유의하지는 않지만 지역시료의 경우에만 튜브를 연결하여 가스를 별도로 배출하는 기관이 아무런 조치를 하지 않는 기관보다 이황화탄소의 농도가 높았다.

#### (6) 활성탄 탈착작업 여부

활성탄 탈착작업 여부에 따른 공기 중 이황화탄소의 농도를 분석한 결과, 통계학적으로 유의하지는 않지만 지역시료의 경우에만 활성탄 탈착작업을 실험대 위(그림 5)에서 하는 기관이 후드 안(그림 6)에서 하는 기관보

다 이황화탄소의 농도가 높았다.



그림 5. 탈착작업(실험대 위)



그림 6. 탈착작업(흡 후드 안)

(7) 실험 완료된 활성탄 바이알 처리여부

실험 완료된 활성탄 바이알 처리여부에 따른 공기 중 이황화탄소의 농도를 분석한 결과, 통계학적으로 유의하지는 않지만 후드 안에 방치하는 기관이 후드 안에서 휘발하는 기관보다 이황화탄소의 농도가 높았다.

(8) 사용한 피펫 팁 처리 여부

사용한 피펫 팁의 처리 여부에 대하여 처리하여 버리는 기관은 2개소이며 개인시료의 경우에서만 그냥 버리는 기관에서의 이황화탄소 농도가 처리하여 버리는 기관보다 높았으며 통계학적으로 유의하였다( $p < 0.05$ ).

(9) 국소배기 정도

대개의 실험실에서는 법적장비로 흡 후드가 설치되어 있지만 1개 기관의 경우 설치되어 있지 않았다. 후드의 면속도를 측정된 결과 평균 면속도가 ANSI의 기준인 0.4m/sec 이상을 만족하는 기관은 3개소 뿐이었다. 나머지 기관은 후드의 면속도가 기준치에 미달하였는데 2개 기관은 배기 성능이

전혀 없는 후드를 사용하고 있었다. 또한 검출기 상방에 설치되어 있는 외부식 후드의 경우 4개의 기관에 설치되어 있었으며 후드의 제어속도를 측정한 결과 법적 기준인 1.0m/sec 이상을 만족하는 기관은 2개소였으며 나머지 2개 기관은 법적 기준치에 근접하는 수준이었다.

이를 국소배기속도에 따라 흡 후드의 경우 0, 0-0.2m/sec, 0.2-0.4m/sec, 0.4m/sec이상, 외부식 후드의 경우 0m/sec, 0-0.5m/sec, 0.5-1.0m/sec, 1.0m/sec이상으로 나누어 조사한 결과 공기 중 이황화탄소의 농도에 유의한 차이를 나타내지 않았다. 이로 보아 본 연구에서 나타난 범위의 포집속도로는 공기 중 이황화탄소의 노출농도에 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

표 6. 실험실 작업환경 특성에 따른 이황화탄소의 농도

단위 : ppm

특 성	구 분	n (=10)	개인시료		지역시료	
			Mean±SD	p-value	Mean±SD	p-value
실험실 체적	25m <sup>3</sup> 이상	8	0.22±0.09	0.350	0.22±0.11	0.350
	25m <sup>3</sup> 미만	2	0.30±0.20		0.02	
개인용 업무처리	실험실내	7	0.26±0.12	0.042*	0.18±0.14	0.981
	별도의 사무실	3	0.01		0.02	
국소배기설치 유무	있다	9	0.23±0.13	0.763	0.17±0.14	0.954
	없다	1	0.15		0.24	
후드 설치유무	있다	4	0.31±0.08	0.838	0.31±0.09	0.175
	없다	6	0.31±0.09		0.31±0.13	
split/purge vent 처리	별도로 배출(튜브연결)	2	0.30±0.05	0.055	0.13±0.18	0.572
	조치가 안함	8	0.18±0.11		0.19±0.13	
활성탄 탈착작업	후드 안	3	0.23±0.19	0.966	0.15±0.23	0.615
	실험대 위	7	0.18±0.06		0.20±0.09	
활성탄 바이알의 이황화탄소 처리	후드내 휘발	7	0.18±0.11	0.432	0.16±0.11	0.573
	기 타	3	0.28±0.11		0.22±0.20	
사용한 피펫 처리	처리하여 버린다	7	0.08±0.06	0.032*	0.13±0.10	0.793
	그냥 버린다	3	0.26±0.08		0.20±0.14	
국소배기장치 면속도	0미만	3	0.15±0.04	0.314	0.24±0.03	0.314
	0.0-0.2m <sup>3</sup>	2	0.24±0.04		0.23±0.03	
	0.2-0.4m <sup>3</sup>	2	0.35±0.02		0.21±0.29	
후드 제어속도	0.4m <sup>3</sup> 이상	3	0.14±0.15	0.333	0.06±0.08	0.333
	0	6	0.22±0.09		0.23±0.13	
	0.1-1.0m <sup>3</sup>	2	0.30±0.05		0.13±0.18	
	1.0m <sup>3</sup> 이상	2	0.06±0.08		0.09±0.09	

\*,p<0.05

#### **나. 이황화탄소 농도에 영향을 주는 환경요인간의 상관관계**

이황화탄소 농도와 관련된 요인간의 단순상관관계 분석을 실시한 결과는 다음과 같다(표 7). 실험실 체적과 흡 후드의 면속도의 상관계수는 0.63로 나타났으며 탈착작업 여부와 상방향 외부식 후드 설치 유무의 상관관계는 0.55, 탈착작업 여부와 split/purge vent 처리 여부의 상관관계는 0.57, 상방향 외부식 후드 설치 유무와 split/purge vent 처리 여부의 상관관계는 0.57, 상방향 외부식 후드 설치 유무와 상방향 외부식 후드 제어속도의 상관관계는 -0.97로 99.9%에서 높은 상관성을 보여주었다.

표 7. 이황화탄소 농도에 영향을 주는 환경요인간의 상관관계

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1.00									
B	.22	1.00								
C	-.17	.17	1.00							
D	-.22	-.26	.24	1.00						
E	-.10	-.30	.32	.55**	1.00					
F	-.33	-.36	.42	.18	.37	1.00				
G	.10	.18	-.17	-.12	-.11	.00	1.00			
H	.25	-.25	.18	.57**	.57**	.18	-.14	1.00		
I	.63*	-.28	-.42	-.36	-.44	-.20	.00	.09	1.00	
J	.20	.00	-.26	-.35	-.97**	-.17	.32	-.40	.54	1.00

\*, $p < 0.05$  \*\*, $p < 0.01$

A : 실험실 체적

B : 업무처리 여부

C : 국소배기설치(흡 후드) 유무

D : 탈착작업 여부

E : 후드(상방향 외부식) 설치 유무

F : 사용한 활성탄 바이알 처리 여부

G : 사용한 피펫팁 처리 여부

H : split/purge vent 처리 여부

I : 국소배기장치(흡 후드) 먼속도

J : 후드(상방향 외부식) 제어속도

## 4. 노출농도에 따른 자각증상

### 가. 항목별 자각증상

산업위생 실험실에서의 분석자는 18개 항목의 증상을 경험한 적이 있는가를 5점 척도(경험이 없다 : 1점, 경험한 적은 있다 : 2점, 가끔 느낀다 : 3점, 자주 느낀다 : 4점, 항상 느낀다 : 5점)으로 구분하여 점수화하여 나타내었으며, 점수가 높을수록 자각증상이 많이 나타난 것으로 측정되었다. 응답한 결과는 표 8과 같다.

항목별 점수결과를 살펴보면, 전체적인 자각증상의 평균점수는 1.81점으로 위의 증상들을 경험한 적은 있다. 증상경험 항목 중 피로감(평균 2.92)을 가장 자주 느끼고, 졸음(평균 2.88), 두통(평균 2.84)의 증상을 경험하였다.



표 8. 분석자의 자각증상

증 상	증상점수
흉통	1.60 ± 0.76
호흡곤란	1.36 ± 0.57
두통	2.84 ± 0.85
졸음	2.88 ± 0.78
현기증	2.20 ± 0.91
혈압변화	1.28 ± 0.61
수면장애	1.56 ± 0.77
청력상실	1.64 ± 1.08
알레르기 반응	1.60 ± 1.15
피부장애	1.80 ± 0.87
얼얼한 느낌	1.48 ± 0.71
시력 불선명	1.96 ± 1.02
저체온, 발열	1.60 ± 0.82
구역, 구토	1.68 ± 0.75
기억력 상실	1.68 ± 0.75
피로감	2.92 ± 1.00
불안함	2.08 ± 0.81
신경질	2.20 ± 0.82
평 균	1.81 ± 0.84

mean±S.D.

## 나. 이황화탄소 농도에 따른 자각증상

이황화탄소의 농도와 자각증상의 상관관계를 조사한 결과, 개인시료의 경우 농도가 높을수록 현기증의 증상이 많았고 지역시료의 경우 농도가 높을수록 흉통, 두통, 피로감등의 증상이 많았다( $p < 0.05$ )(표 9).

표 9. 이황화탄소의 농도에 따른 자각증상의 상관성

증 상	개인시료 농도(n=15)	지역시료 농도(n=10)
	p-value	p-value
흉통	0.778	0.011*
호흡곤란	0.877	0.848
두통	0.182	0.033*
졸음	0.582	0.110
현기증	0.035*	0.715
혈압변화	0.444	0.968
수면장애	0.358	0.172
칭력상실	0.703	0.084
알레르기 반응	0.646	0.556
피부장애	0.594	0.630
얼얼한 느낌	0.743	0.188
시력 불선명	0.381	0.051
저체온, 발열	0.834	0.435
구역, 구토	0.411	0.888
기억력 상실	0.103	0.635
피로감	0.438	0.045*
불안함	0.754	0.425
신경질	0.727	0.356

\*, $p < 0.05$

## V. 고 찰

이황화탄소는 본래 무색이며 유동성과 굴절력이 있고, 달콤한 냄새를 가진 용액이나, 공업생산물은 불쾌한 냄새가 나는 노란색의 액체이다. 이황화탄소는 실온에서 증발하여, 그 증기는 공기보다 2.62배가 더 무겁고 또한 공기와 함께 매우 폭발성 있는 혼합물을 형성한다. 이황화탄소는 지방과 지질에서의 용해성으로 인하여, 지방, 지질, 수지, 고무, 백색인 그리고 기타 물질에 용제로써 널리 사용되고 있다. 또한 이황화탄소는 레이온, 토양 살균제 및 사염화탄소 제조에 주로 사용되며 산업위생 실험실에서 탈착용매(추출제)로도 많이 사용된다(ACGIH, 1997).

이황화탄소는 1850년경 유럽의 고무공장에서 경화과정에 이용되면서부터 중독에 대한 보고가 시작되었다. 이에 관한 최초의 보고는 1856년 프랑스의 Auguste Delpech로 “이황화탄소 신경증”이라고 명명하였으며 신경정신 장애를 유발시켜 초기에는 흥분을, 다음 단계는 우울증을 유발시킨다고 하였다(Davidon. 1972).

외국의 연구에 의하면 이황화탄소에 의한 건강장해로는 중추신경계 및 말초신경계 장애와 안신경장애 등과 뇌혈관 장애가 있으며 안저혈과 장애, 심혈과 장애 등을 나타내며 기타 신장장애, 간장장애, 내분비계장애, 감각신경성 난청 등 여러 기관의 장애가 보고되었다(Braeckman et al., 2001; Kotseva et al., 2001; Liss et al., 1996; Omae et al., 1998; Takebaysahi et al., 1998; Lewis et al., 1999; Wang et al., 2002).

산업위생 실험실에서는 이황화탄소, toluene, methanol, isopropanol 등 다양한 종류의 화학물질을 사용하며, methylene chloride, acetone, ethylbenzene, isopropanol, xylene, methylisobutylketone, trichloroethylene,

toluene 등의 유기용제가 검출된다는 보고도 있다(유계목, 2000). 또한 대학의 화학실험실에서 이한주(1996)는 n-hexane, ethyl acetate, methylene chloride 순으로 많이 취급하는 것으로 나타났고 김명신(1998)은 ethyl eter, methylene chloride, n-hexane, ethyl acetate, chloroform, benzene 이 검출된다고 하였다.

이황화탄소는 분석 실험시 가스크로마토그래피의 split/purge vent를 통해 기중 내 확산되고 위와 같은 유해화학물질을 검출하기 위한 추출제로 산업위생 실험실에서는 다른 용매에 비해 많이 취급된다(그림 2).

산업위생 실험실에서 탈착용매로 사용되는 이황화탄소는 분석자들에게 중추신경계에 영향을 미치는 물질로 알려져 있으며, 현재까지 이황화탄소의 대사물질이나 증상에 관한 연구가 많이 수행되어 왔다(김치년 등, 1992; 조영봉 등, 1996; Roh 등, 1999). 그러나 아직 국내에서는 산업위생 실험실 내 이황화탄소의 다양한 노출평가를 측정 한 사례가 없는 실정이다.

그리하여 경인지역에 소재한 산업위생 실험실 10개소를 대상으로 실험실의 면적, 개인 업무처리 여부, 국소배기장치 설치유무, 후드설치유무, split/purge vent 처리 여부, 활성탄 탈착작업 여부, 실험 완료된 활성탄 바이알 처리여부, 사용한 피펫 팁 처리 여부, 국소배기 정도에 대하여 조사하였고, 각 실험실의 분석자를 대상으로 하여 이황화탄소의 공기 중 지역 농도와 개인 노출농도를 측정하여 그에 대한 건강 영향평가로 자각증상 설문 조사를 실시하였다.

그 결과 측정된 이황화탄소 농도의 지역 농도는  $0.180 \pm 0.131\text{ppm}$ , 개인 노출 농도는  $0.219 \pm 0.129\text{ppm}$  로서 모든 측정값이 노동부의 허용기준인 10ppm미만의 낮은 수준이었다.

작업환경에 따른 이황화탄소의 농도를 분석한 결과 개인 업무처리 여부에 따라 별도의 사무실은 3개소, 실험실은 7개소로 대부분이 실험실에서

개인업무가 이루어졌고 실험실에서 업무처리를 하는 기관일수록 지역, 개인의 이황화탄소 농도가 높았고, 통계학적으로 유의한 차이가 있었다 ( $p < 0.05$ ). 김명신(1997)이 학습공간과 실험공간 분리여부에 대한 조사 결과 9개 실험실 중 1개의 실험실만 분리되어 있는 것과 비교하면 이는 실험실의 안전보건환경 개선에 대한 투자가 빈약함을 알 수 있다.

국소배기장치(흡 후드)는 유해화학물질의 증기가 작업공간 내 확산되기 전에 유해화학물질 발생원의 가장 가까운 곳에서 제어하여 작업자가 유해물질에 노출되는 것을 줄이기 위하여 산업위생 실험실에서는 반드시 필요한 필수 설비로 규정되어 있으나 국소배기장치(흡 후드)는 1개 기관에서는 설치되어 있지 않았으며 가스크로마토그래피 검출기에서 기화된 증기를 포집하기 위한 상방향 외부식 후드의 경우 4개의 기관은 설치되어 있었으며 나머지 6개 기관에는 설치되어 있지 않았다. 또한 각각의 국소배기장치의 제어(면) 속도를 측정한 결과 흡 후드의 경우 미국 국립표준연구원(American National Standard Institute, ANSI, 1992) 법적 기준인 0.4m/sec 이상을 만족하는 기관은 9개소 중 3개소이었고 상방향 외부식 후드의 경우 ANSI(1992) 법적 기준인 1.0m/sec 이상을 만족하는 기관은 4개소 중 2개소였다. 이로 조사한 결과 외부식 상방향 후드의 경우 법적 설비가 아닌 경우라고 하여도 유해요인이 발생하는 곳에서는 유해요인을 포집할 수 있는 설비가 마련되어야 하는 것으로 판단되나 이것으로 보아 현재 산업위생 실험실의 시설 투자가 매우 빈약함을 알 수 있다.

일례로 분석실에 근무하는 여성이 용매로서 이황화탄소를 사용하는데 6개월 근무 후 이황화탄소 중독으로 심신 발작으로 일으켜 의식혼탁 상태가 되었고 2개월간 입원하였으나 흥분과 혼탁을 거듭하는 정신상태가 지속되면서 고도의 빈혈과 간기능 장애를 나타냈다. 이것은 불충분한 실내 환기가 원인인 것으로 판명되었다고 보도하였다(문경환). 따라서 산업위생 실험

실에서도 국소배기자체 검사와 특수건강진단과 같은 지속적인 관리가 필요하다고 사료된다.

사용한 피펫 팁 처리 여부에 따라 개인 시료에서 이황화탄소의 농도에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 사용한 피펫 팁을 그냥 버리는 기관이 처리하여 버리는 기관보다 이황화탄소의 농도가 높게 나타났다. 이는 실험실 분석자의 작업습관에 따른 것으로 사료된다. 유계목 등(2000)에 따르면 실험실 종사자는 대부분이 실험실 안전에 대한 전문적인 교육을 받지 않았으며, 점검표에 의해 위험성 평가 및 확인도 실시한 적이 없다고 하였다.

자각증상과 이황화탄소 농도와 의 상관관계에서 지역시료의 경우 노출농도가 높을수록 흉통, 두통, 피로감( $p < 0.05$ )의 증상에서 통계학적으로 유의하였으며, 개인시료의 경우 노출농도가 높을수록 현기증( $p < 0.05$ )의 증상에서 통계학적으로 유의하였다. 이러한 결과는 산업위생 실험실의 작업환경 개선이 필요하다는 것을 제시하는 것이다.

본 연구는 공기 중 이황화탄소 농도와 작업환경에 따른 이황화탄소 농도, 자각증상을 알 수 있었으나 산업위생 실험실에서 종사하는 분석자가 1-2명의 소수 인원이기 때문에 표본수가 적은 것과 경인지역 일부만을 대상으로 하여 그 결과를 일반화하기에는 어렵다는 제한점이 있다.

그러나 산업위생 실험실의 작업환경에 대한 이황화탄소 농도와 그 외 유해물질, 분석자의 자각증상을 비교하여 산업위생 실험실의 미흡한 작업환경의 문제점을 보완하고 산업위생 실험실에서 사용되는 이황화탄소에 대한 연구를 처음으로 시도하여 이를 기초로 유해물질 개선을 위한 작업환경 개선과 이황화탄소 연구의 기초 자료로 유용성을 가질 것이라 사료된다.

향후 경인지역 뿐만이 아닌 전국 산업위생 실험실을 대상으로 작업환경 평가시 작업장 내 유해물질의 환경모니터링과 생물학적 모니터링을 상호보

완적으로 실시하고 작업자의 작업내용과 작업형태 등을 함께 조사하여 보다 다각적인 연구가 시행되어야 할 것이다.

## V. 결 론

이 연구는 산업위생 실험실을 대상으로 공기 중 이황화탄소 노출농도를 측정하였고 작업환경에 따른 분석자의 건강상태에 대해 알아보기 위해 경인지역 내의 산업위생 분석실험실 10개의 작업환경을 조사하였다.

연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 실험실의 체적은 25m<sup>3</sup> 이상인 기관은 80.0%, 개인 업무처리가 별도의 사무실에서 이루어지는 기관은 30.0% 이었고 국소배기장치(흡 후드)가 설치되어 있는 기관은 90.0%, GC 시료주입부위에 상방향 외부식 후드가 설치되어 있는 기관은 40.0%이었다. split/purge vent 처리여부는 튜브로 연결하여 별도로 배출하는 기관은 20.0%이었고 활성탄 탈착작업을 후드 안에서 하는 기관은 30.0%이었다. 실험이 완료된 후 활성탄 바이알에 남은 이황화탄소를 후드내에서 휘발하는 곳은 70.0%, 사용한 피펫 팁을 처리하여 버리는 곳은 30.0%이었다.

국소배기장치의 면속도와 상방향 외부식 후드의 제어속도는 법적 기준을 준수하는 기관은 20-30%에 불과하였다.

2. 공기 중 가스크로마토그래피 분석이 있는 날의 이황화탄소 평균 농도는 개인시료의 경우  $0.219 \pm 0.129$ ppm, 지역시료의 경우  $0.180 \pm 0.131$ ppm이었으며, 가스크로마토그래피 분석이 없는 날의 이황화탄소 평균 농도는 개인시료의 경우  $0.055 \pm 0.054$ ppm, 지역시료의 경우  $0.064 \pm 0.072$ ppm이었다. 개인시료 농도의 경우 분석이 있는 날의 이황화탄소 농도가 분석이 없는 날



에 비해 유의하게 높았다( $p < 0.01$ ). 대조적으로 지역시료 농도는 분석이 없는 날의 이황화탄소 농도가 분석이 있는 날에 비해 높았으나 유의한 수준은 아니었다.

3. 개인 이황화탄소의 농도는 개인 업무처리 여부에 따라 실험실내에서 업무처리를 하는 기관에서 높게 나타났고, 사용한 피펫 팁 처리 여부에 따라 아무런 처리없이 그냥 버리는 기관에서 높게 나타났으며 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ).

4. 분석실험실 분석자의 일반적 특성으로는 여자가 66.7%, 연령은 26-30세가 60.0%, 근무경력은 1-5년이 60.0%, 근무시간은 8시간이 86.7%로 가장 많았다. 자각증상 항목에서는 피로감, 졸음, 두통 순으로 많이 경험하였다. 자각증상과 이황화탄소 농도와의 상관관계에서 지역시료의 경우 노출농도가 높을수록 흉통, 두통, 피로감( $p < 0.05$ )의 증상에서 통계학적으로 유의하였으며, 개인시료의 경우 노출농도가 높을수록 현기증( $p < 0.05$ )의 증상에서 통계학적으로 유의하였다.

이 결과로 보아 이황화탄소에 노출되고 있는 산업위생 실험실 분석자들의 건강장애 예방을 위하여 실내 환기와 적절한 국소배기장치가 설치되어야 하고 수많은 종류의 화학물질을 취급하는 점을 고려하여 분석자에 적합한 특수건강진단 항목 및 방법이 절실히 요구되어 진다.

또한 산업위생 실험실에서 사용되는 이황화탄소에 대한 연구를 처음으로 시도하여 이를 기초로 작업환경 개선의 기초 자료가 될 수 있을 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 김명신. 일부 대학 화학실험실에서의 유기용매 노출에 관한 연구. 서울대학교 보건대학원 석사학위 논문, 1998
- 김치년, 문영한. 흰쥐에서의 요중 이황화탄소 대사물질에 관한 연구. 연세대학교 보건대학원 석사학위 논문, 1982
- 노동부. 유해물질의 허용농도. 노동부 고시 제 2003-62호, 노동부, 2003
- 노동부. 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준. 노동부고시 제2002-8호, 2002
- 문경환. 화학 실험실의 안전성 확보를 위한 방안. 고려대학교 병설 보건대학 환경위생과
- 유계묵, 노영만, 한진구, 원정일. 일부 산업보건관련 기관의 분석실험실 안전보건에 관한 실태와 대책. 한국산업위생학회지 2000; 제10권 제 150-164
- 이한주. 일부 대학 화학실험실의 안전 보건 실태조사. 서울대학교 보건대학원 석사학위 논문, 1996
- 조영봉, 배문주, 최홍순, 노재훈. 적출 흰쥐 간 관류법에 의한 이황화탄소 대사에 관한 연구. 한국산업위생학회지 1996
- 최재욱, 장성훈. 우리나라에서 발생한 만성 이황화탄소 중독에 대한 고찰. 대한산업의학회지 1991;3(1):11-20
- 한국산업안전공단. 유해물질 작업환경 측정·분석방법. 기술자료 보건 04-9-35, 2004
- 한국산업안전공단. 산업환기 설비기준(KOSHA CODE H-3-2000). 한국산업안전공단, 2000

- 한국산업안전공단. 실험실 안전지침(99-8-24). 한국산업안전공단, 1999
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists(ACGIH) :  
Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical  
Biological Indices 1997. Cincinnati, ACGIH, 1997
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists(ACGIH).  
Industrial Ventilation, A Manual of Recommended Practice,  
Metric Version, 23rd Edition. ACGIH, 1998:(10-40)-(10-41)
- American National Standard Institute(ANSI)/American Institute Hygiene  
Association(AIHA). American National Standard for laboratory  
Ventilation. AIHA ; 1992
- Beauchamp RO Jr, Bus JS, Popp JS, Boreiko CJ, Goldberg L, A critical  
review of the literature on carbon disulfide toxicity. Crit Rev  
Toxicol 1983; 11: 169-278
- Braeckmama L, Kotseva K, Duprez D, De Bacquer S, De Buyzere M,  
Van De Veire N, Vanhoorne M. Cardiovascular effects in  
viscose rayon workers exposed to carbon disulfide. Int J Occup  
Environ Health 2001;7(1):7-13
- Davidson M., Feinleib M.: Carbondisulfide poisoning. A review. Am. J  
83:100, 1972
- Lewis JG, Graham DG, Valentine WM, Morris RW, Morgan DL.  
Exposure of C57B/6 mice to carbon disulfide induces early  
lesions of atherosclerosis and enhances arterial fatty deposits  
induced by a high fat diet. Toxicol Sci 1999;49(1):124-32
- Liss GM, Finkelstein MM. Mortality among workers exposed to carbon  
disulfide. Arch Environ Health 1996;51(3):193-200

- National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH) : NIOSH Manual of Analytical Methods, 1984, carbon disulfide Method 1600
- Kotseva K, Braeckman L. De Bacquer D, Bulat P, Vanhoorne M. Cardiovascular effects in viscose rayon workers exposed to carbon disulfide. *Int J Occup Environ Health* 2001;7(1) 7-13
- Occupational Safty and Health Administration(OSHA). Laboratory Standard, 29 CFR 1910.1450, Appendix A, National Research Council Recommendations Concerning Chemical Hygiene in Laboratories(non mandatory), U.S., OSHA, 1990
- Omae K, Takebayashi T, Nomiya T, Ishizuka C, Nakaxhima H, Uemura T, Tanaka S, Yamauchi T, O'uchi T, Horich Y, Sakurai H. Cross-sectional observation of the effects of Carbon disulfide on arterosclerosis in rayon manufacturing workers. *Occup Environ Med* 1998;55(7):468-72
- Roh JH, Kim CN, Lim NG, Chang JH, Cho YB. Simultaneous analysis of urinary 2-thiothiazolidine-4-carboxylic acid and thiocarbamide as a biological exposure index for carbon disulfide exposure. *Yonsei Med J* 1999; 40(3): 265-72
- Takebayashi T, Omae K, Ishizuke C, Nomiya T, Sakurai H. Cross-sectional observation ofthe effects of carbon disulfide on the nervous system, and subjective symptoms in rayon manufacturing workers. *Environ Occup Med* 1998,55(7):473-9
- Wang C, Ten X, Bi Y. Yan J, Ma S, He J, Braeckman L. De Bacquer D, Wang F, Vanhoorne M. Cross-sectional study of the

ophthalmological effects of carbon disulfide in Chinese viscose workers. *Int J Hyg Environ Health* 2002;205(5) 367-72

Zenz C. Occupational medicine. Chicago; Year Book Medicine Publisher 1988;1013-1015

= ABSTRACT =

## Carbon disulfide exposure of industrial hygiene analysts

**Lee Hyo Soon**

*Department of Occupational Health*

*Graduate School of Public Health*

*Yonsei University*

(Directed by Professor Jaehoon Roh, M.D., Ph.D.)

Carbon disulfide used to desorption solvent at an industrial hygiene laboratory was known as substance that affect in central nervous system but there was no study about exposure estimation.

Two studies measure exposure of working environment investigation and carbon disulfide and recognized health subjective symptom through questionnaire to an industrial hygiene laboratory which locate in Seoul and Incheon area during October and September, 2005.

Carbon disulfide average concentration at gas chromatography (Gas Chromatography, GC) analysis was  $0.219 \pm 0.129$ ppm, area free medical care occasion  $0.180 \pm 0.131$ ppm in occasion of free medical care that is a dog, and carbon disulfide average concentration of a day that GC analysis does not exist was  $0.064 \pm 0.072$ ppm in the case of  $0.055 \pm 0.054$ ppm, area free medical care in occasion of free medical care that is a dog. In occasion of individual free medical care, was high as carbon disulfide concentration of day with analysis keeps in mind as statistical than a day that analysis does not exist. Area free medical care concentration was high than a day that carbon disulfide concentration

of a day that analysis does not exist is analysis in contrast but was not level that keep in mind.

Concentration of carbon disulfide by working environment was business processing availability that is a dog and difference that keep in mind as statistical in using pipet tip processing availability ( $p < 0.05$ ).

In the case of free medical care concentration that high , and are a dog to keep in mind as statistical in pain in the chest, a headache, symptoms of fatigue mind ( $p < 0.05$ ) as exposure concentration is high in occasion of area free medical care in carbon disulfide concentration and interrelation of subjective symptom, was high to keep in mind as statistical in symptoms of mannerism ( $p < 0.05$ ) as exposure concentration is high.

If synthesize study finding, safety precaution observance of analyst's hazardous chemical pretreatment (desorption work) and pipet tip management etc. should be solidified and considers point that handle great many kinds of chemical substance and need suitable special procurements health examination to on-time measurement of working environment and analyst for health obstacle prevention of industrial hygiene laboratory analysts been revealing to carbon disulfide.

---

**Keywords** : laboratory, carbon disulfide, measurement of working environment, subjective symptom