

일부 절삭유 제조 및 취급 사업장의 오일 미스트의 노출농도 및 성분에 관한 연구

정동인 · 변상훈* · 박승현 · 오세민 · 문영한
한국산업안전공단 산업보건연구원 · 고려대학교 병설 보건대학 환경위생과*

Exposures to Oil Mist by Metal Machining Shop Workers and Analysis of Some Oils

Dong-In Chung · Sang-Hoon Byeon* · Seung-Hyun Park · Se-Min Oh · Young-Hahn Moon
*Industrial Health Research Institute, Korea Industrial Safety Corporation,
Dept. of Environmental Sanitation, College of Allied Health Sciences, Korea University**

Abstract

This study investigated exposures to oil mist obtained from an cutting oil manufacture shop and 5 machining shops and also analysis of some oils. The results were that geometric average concentrations of oil mist were 0.29 mg/m^3 , which was less than current TLV(5 mg/m^3) in Korea.

The proper case of either type of system will ensure that atmospheric concentrations of oil mist in machine shops will be within the TLV. It should be remembered, however, that this TLV was established before there was any suggestion that in the inhalable of oil mist might rarely be carcinogenic, and so it seems prudent to keep atmospheric content as low as possible.

The analysis of insoluble cutting oils with GC-MSD showed that considerable suspected PAHs were contained. But soluble cutting oil(KSM-W2) didn't almost contain PAHs.

Key words : mineral oil, cutting oil, PAH, soluble cutting oil, insoluble cutting oil

I. 서 론

광물유는 근래 들어 산업계에서 주로 윤활제, 절삭유 그리고 에너지원으로 많은 양이 사용되고 있다. 윤활유는 스피들 유로부터 중기계와 내부연소 엔진에서 사용하는 오일까지 물리적 특성에 따라 여러 가지로 나눌 수 있다. 절삭유는 수많은 금속 작업공정 즉 밀링, 선반세공, 그라인딩 등과

같은 곳에서 냉각제와 윤활제 역할을 한다. 거기서 그들의 역할은 가공공구가 금속과 달라붙는 것을 방지하는 것이다. 절삭유의 종류는 비수용성 절삭유제와 수용성 절삭유제 2종류로 분류된다¹⁾.

광물유의 폐에 대한 악영향은 Laughlen²⁾에 의해 최초로 보고되었다. 그 이후로 인간과 실험동물에 대한 지방성 폐렴에 대한 많은 보고가 있었다³⁾.

피부암을 유발하는 공업용 오일 노출 평가에 관한 보고는 1936년경 방직공업에서 윤활유로 사용된 혈암유(shale oil)를 사용한 후에 나타났다는 보고가 있다. 피부암의 증가는 산업체에서 사용되는 절삭유가 산으로 정제된 오일을 사용할 때인 1950년경 영국 버밍햄 지역에서 보고되었으며 유사한 경우도 다른 나라에서 발생하였다. 많은 연구자들은 산으로 약하게 정제된 절삭유가 실험 동물에서 피부암을 유발시킬 수 있다는 것을 보고하였으며, 오일이 함유하고 있을지도 모르는 다핵방향족 탄화수소(Polynuclear Aromatic Hydrocarbons, PAH)가 피부암에 대한 중요한 연관성이 있다는 것이 오랫동안 인식되고 있었다. 광물유에 의한 암 발생에 있어서 PAH의 중요성은 Grimmer⁴⁾ 등에 의해 확인된 바 있다. 산으로 잘 정제된 오일의 사용은 오일과 관련된 피부암의 발생을 크게 감소시킨다고 보고된다⁵⁾.

아직 우리 나라에서는 절삭유 사용업체의 근로자에 대한 오일미스트 노출농도가 어느 정도 되는지 그리고 사용하는 오일 중에 PAH 등의 발암성 물질의 존재 확인 여부에 대한 연구가 거의 없었다. 따라서 본 연구에서는 우리 나라에서 절삭유 제조 및 사용업체에 대한 오일미스트의 근로자에 대한 노출 정도를 알아보고, 사용하고 있는 오일 중 PAH 등의 유해물질의 존재여부를 알아봄으로써, 근로자의 직업병 예방을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 조사대상 및 실험방법

1. 조사대상

우리 나라 윤활유 취급사업장은 '94년도 실태조사⁶⁾에 따르면 총 831개 기업체가 있고 이중 식물성유 취급사업장은 93개소이고 나머지 738개소는 광물성유 취급사업장이다. 국내 윤활유 제조업체에서 생산되는 종류 수를 대별하면 21종이며 이것을 사용용도에 따라 소분류하면 약 296종에 이른다고 보고하였다⁷⁾.

본 연구에서는 주로 금속 가공업체에서 많이 사용되며 피부염을 일으킬 수 있는 절삭유 취급업체를 6곳을 선정하여 조사하였다. 그 중 절삭유의

제조업체는 한 곳이고 나머지 5개업체는 사용업체이었다.

2. 실험방법

2.1 시료 포집 방법

작업장내의 오일미스트 농도측정을 위해 미국 국립산업안전보건연구원(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH)의 공정시험법⁸⁾에 의해 시료를 포집하였다. 개인용 시료 포집기를 이용하여 사용 전·후에 유량보정계로 유량을 보정한 후 PVC 여과지(직경 37 mm, 공극 크기 0.8 μ m)를 장착시켜 1.7~2.1 l/min의 유속으로 5~7시간 동안 근로자의 호흡위치에서 시료를 포집하였다.

2.2 분석 방법

오일미스트 농도의 정량 분석은 NIOSH의 공정시험법 5026⁸⁾에 따라 행하였고 분석 기기는 FT-IR(Bruker Model IFS-66, Germany)를 사용하였으며 파장영역은 3,200~2,700 cm^{-1} (3.1~3.7 μ m) 사이에 나타나는 최대파장을 선택하여 분석하였다. 포집시료 중의 오일미스트의 분리는 1,1,2-Trichloro-1,2,2,-trifluoroethane(CFC-113)을 이용해 추출하여 사용하였고 표준물질로는 사용 중인 Bulk Mineral Oil을 사용하였다.

그리고 오일미스트 중에 PAH와 같은 유해물질이 포함되어 있는가를 확인하기 위하여 사용 중인 절삭유에 대한 정성분석을 실시하였다. 정성분석은 GC-MSD(Hewlett Packard Model 5890, GC-5971 MSD)를 이용하였고, 분석 칼럼은 HP-1(길이: 50 m, 내경: 0.2 mm)이고, 200 $^{\circ}$ C에서 250 $^{\circ}$ C까지 승온분석(10 $^{\circ}$ C/min)하였으며 주입기온도는 300 $^{\circ}$ C, 검출기 온도는 320 $^{\circ}$ C로 하였다. 성분검색은 Wiley 138 데이터베이스를 이용하였다.

III. 실험결과

1. 각 사업장 별 오일미스트 노출 농도

A 사업장은 절삭유를 직접 사용하는 업체가 아니라 9종의 절삭유를 제조하는 회사이며 근로자가

제품을 접촉하는 장소는 소분하여 드럼에 넣는 작업을 하고 있고 또한 온도는 상온으로 매우 온화한 조건이고 배기 시설이 비교적 효율적으로 설치되어 있어 Fig. 1.에서 보는 바와 같이 오일 미스트의 농도는 적게는 검출한계 미만에서 1.16 mg/m³이며 기하 평균치는 0.13 mg/m³으로 나타났다. B 사업장은 가스버너(가정용 및 산업용)를 제작하는 회사로 수치제어 자동선반(N.C)공정에서만 절삭유를 사용하고 있었는데, 이곳에서는 기계자체에 완전밀폐식 덮개가 있어 비교적 오일미스트의 노출량이 적게 나타나고 있다. 측정결과 작업장은 전체적으로 0.039~0.844 mg/m³의 농도분포를 보이고 있으며 작업장 평균 오일미스트의 농도는 0.15 mg/m³이었다. C 사업장은 절삭유 및 냉동유를 사용하는 업체로서 철선을 열처리 및 표면 처리하여 볼트, 너트 및 공구를 생산 제작하는 업체로 오일미스트 노출 농도는 검지한계 미만에서 최고치는 0.76 mg/m³로 나타났으나 참고적으로 지역시료를 측정된 결과 최고치는 1.20 mg/m³이었으며 나머지 지역시료는 개인시료의 평균값과 큰 차이가 없었다. 이 전체 작업장의 기하평균(geometric mean, GM)은 0.33 mg/m³으로 나타났다. D 사업장은 절삭유 등을 사용하여 원재를 제품별로 신선 후 가공 및 표면 처리하여 산업용 및 일반용 못을 생산하는 소규모의 업체이며 Fig. 1.에서 보는 바와 같이 오일미스트의 노출량은 타 작업장에 비해 비교적 양호한 편이었으며 평균 오일미스트의 농도는 0.04 mg/m³으로 나타났다. E 사업장은 절삭유 및 냉각유를 사용하여 볼트 및 너트를 생산하는 근로자가 30여명의 소규모 업체로서 작업장의 전체적인 오일미스트의 농도 분포는 0.23~1.65 mg/m³의 농도 분포를 보이고 있고 평균 노출값은 0.62 mg/m³이었다. F 사업장은 절삭유 등을 사용하여 원재를 제품별로 신선 가공하여 볼트와 너트를 생산하는 업체로서 작업장 평균 오일미스트 농도는 0.10~2.61 mg/m³의 농도값을 보였으며 평균값은 0.44 mg/m³이었다.

2. 사업장의(A~F)의 공정별 오일미스트 노출 농도 비교

6개 대상사업장에서 측정된 공기중 오일미스트 농도값들의 분포를 본 결과 Fi. 2.에서 보듯이 대

수정규분포를 하는 것으로 나타났다. 오일미스트의 전체 기하평균은 Fig. 2.에서 보듯이 0.29 mg/m³로 나타났다.

A사는 절삭유를 제조하는 제조업체로서 기하평균 농도값은 0.13 mg/m³로서 대체적으로 농도값이 크지 않았다. 그러나 B~F의 절삭유 사용업체의 측정결과를 보면 D사가 농도값이 각별히 적은 이유는 사용하는 절삭유 자체의 양이 타사에 비해 월등히 적었고 D사의 인산피막공정에서 사용되는 절삭유는 수용성 절삭유로서 끓힌 상태에서 사용되므로 측정 농도치가 제일 적게 나타난 것으로 판단된다.

Fig. 1.을 보면 B, C, E, F사 들은 각각의 기하 평균 농도값은 0.15, 0.33, 0.62 및 0.44 mg/m³으로 절삭유는 직접 제조하는 A사보다는 1.15배에서 4.77배만큼의 농도값이 크게 분석되었다. 이 실험치로 보아 제조업체에서 발생하는 오일미스트 보다는 사용업체에서의 오일미스트 노출 농도가 높게 나타났다.

각 사업장을 공정별로 오일미스트의 노출 농도 값을 알아보기 위해 도표화하여 결과를 고찰해 보면 A 사업장은 공정이 단순하여 비교할 수 없고 B, D 사업장 역시 수치제어 자동선반(N.C.) 공정 및 인산피막 공정 등으로 단조로워서 공정별 비교가 곤란하여 C, E, F 사업장만을 각각 공정별로

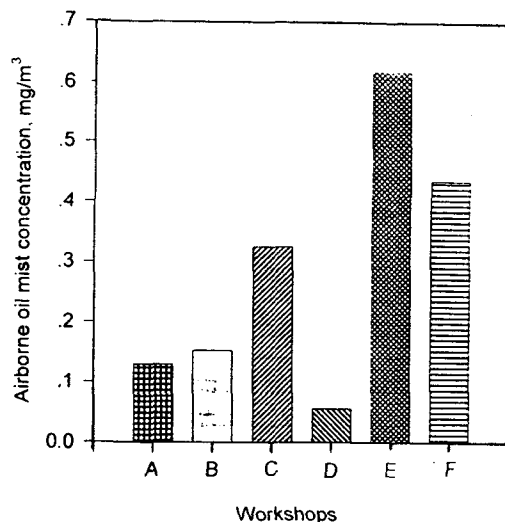


Fig. 1. Airborne oil mist concentrations of workshops for oil consumption companies

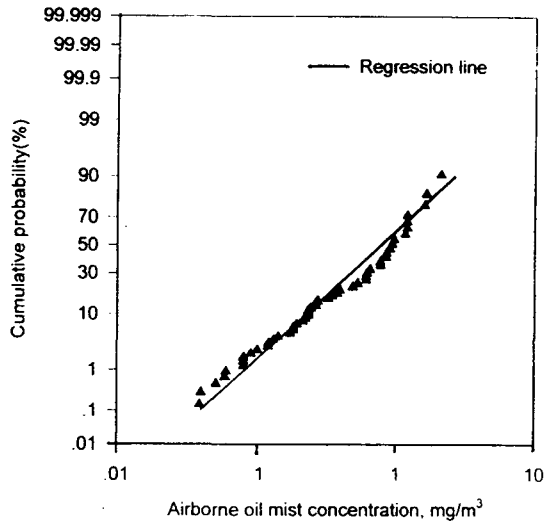


Fig. 2. Cumulative probability plot of oil mist concentrations.

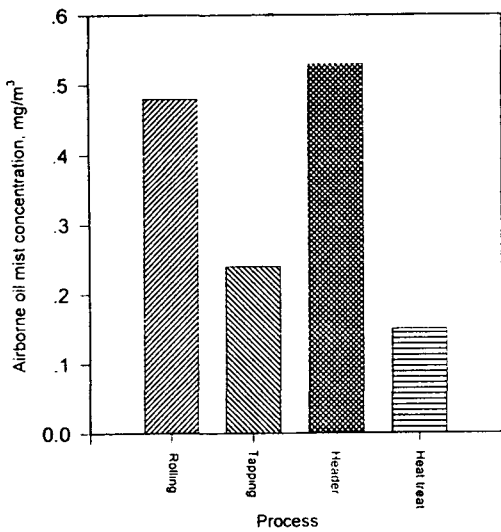


Fig. 3. Airborne oil mist concentrations of C, E, F workshops according to process.

분류하여 그래프로 나타낸 결과 Fig. 3.과 같이 나타낼 수 있었다.

Fig. 3.에서 보는 바와 같이 C 사업장에는 헤더 공정에서 가장 오일미스트의 노출 농도값이 크고 E 사업장에서는 롤링 공정에서 가장 노출 농도값이 크며, F 사업장에는 볼트 포밍 공정이 가장 노출 농도 값이 큰 것으로 나타났다.

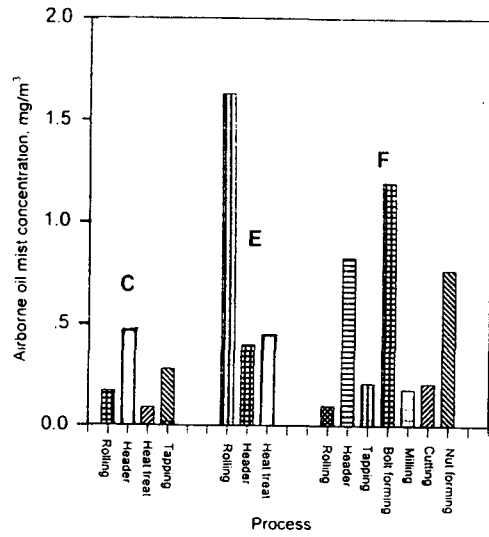


Fig. 4. Average concentrations of oil mist according to process of C, E, F workshops.

C, E 및 F사의 각 공정은 사업장에 따라 공정명칭이 달리 표현된다. 볼트 및 너트 포밍이 롤링 공정으로 불리는 경우도 있어 유사공정을 모두 합하여 Fig. 4.에 나타내었다.

Fig. 4.에서 보는 바와 같이 노출이 심한 공정은 헤더(header)공정으로 볼트나 너트를 짜는 공정으로 오일미스트가 많이 발생하고 롤링(rolling) 공정도 쇠에 흠을 파는 작업이므로 평균 노출농도가 심하게 나타나며 제일 적은 열처리 공정은 완제품을 열처리하여 절삭유를 제거하는 공정이므로 노출농도는 제일 적다고 판단된다.

3. 절삭유의 성분분석

다음의 성분분석결과는 오일 중에 포함되어 있는 유기물질 중 b.p. 300 °C 이하에서 휘발 가능한 성분을 "Wiley-138 MS Library"와 비교하여 추정된 결과이며 "GC-MSD%"는 오일의 실제 구성성분비와는 다르며 MS의 상대적인 반응 비를 나타낸 것임을 밝혀둔다. 오일에 대한 정확한 성분분석을 위해서는 오일 중에 포함되어 있는 구성성분 모두에 대한 표준물질을 구해야 가능하며, 휘발성에 대한 제약을 극복하기 위해서는 LC-MS에 의한 분석에 병행되어야 할 것으로 판단된다.

일부 절삭유에 대한 GC-MSD를 이용한 성분분

Table 1. Results of components analysis of insoluble cutting oil made of mineral oil(10HR)

No.	Components	GC-MSD %
1	Pentadecane	1.07
2	Hexadecane	2.73
3	Heptadecane	5.03
4	Octadecane	5.25
5	Nonadecane	4.18
6	Eicosane	5.25
7	Triethanolamine	8.84
8	Trimethyl-naphthalene	1.23
9	Dibenzothiophene or Thiaphenalene	1.98
10	Methyl-dibenzothiophene	5.03
11	Methyl-phenanthrene or Methyl-anthracene	2.04
12	Ethyl-dibenzothiophene	1.18
13	Dimethyl-dibenzothiophene	3.27
14	Dimethyl-naphtho(2,3-b) thiophene	2.25
15	Dimethyl-phenanthrene or isomers	2.41
16	Others	48.26

석결과 naphthalene 및 phenanthrene의 유도체 또는 이들과 유사한 구조를 가지고 있는 물질이 기유 10HR로 제조된 절삭유의 경우 Table 1.에서 보는 바와 같이 No. 8~15번까지 함유되어 있는 것으로 추정되었으며 Fig. 5.에서 보는 바와 같이 복잡한 형태의 크로마토그램을 나타내고 있었다. 또한 절삭유 4KS의 경우는 Table 2.에서 보는 바와 같이 No. 13~19 사이의 6종의 물질, 7EK의 경우는 표 3.에서와 같이 No. 14~19 사이의 5종의 물질이 함유되어 있는 것으로 추정되었다.

절삭유 중 PAH의 실제적인 함유량은 알 수는 없었으나 절삭유 중에 naphthalene 및 phenanthrene의 유도체 또는 이들과 유사한 구조를 가지고 있는 물질이 포함되어있는 것을 알 수 있었다. 한편 수용성 절삭유(KSM-W2)에 대한 성분분석 결과 Table 4.에서 보는 바와 같이 PAH로 간주할 수 있는 화합물은 거의 포함하고 있지 않은 것으로 나타났다.

Table 2. Results of components analysis of cutting oil(4KS)

No.	Components	GC-MSD%
1	Undecane	0.46
2	Dodecane	0.84
3	Tridecane	1.69
4	Tetradecane	3.10
5	Pentadecane	3.83
6	Hexadecane	4.38
7	Heptadecane	3.79
8	Octadecane	3.13
9	Nonadecane	2.93
10	Eicosane	2.97
11	Tetramethyl benzene	0.42
12	Diethyl-methyl-benzene	0.46
13	Methyl-naphthalene	1.65
14	Dimethyl-naphthalene	4.97
15	Trimethyl-naphthalene	7.53
16	Ethyl-dimethyl-azulene or isomers	0.53
17	Triethanol-amine	1.80
18	Methyl-dibenzothiophenene	2.35
19	Dimethyl-dibenzothiophene	3.59
20	Others	49.58

Table 3. Results of components analysis of cutting oil(7EK)

No.	Components	GC-MSD%
1	Nonane	0.46
2	Decane	0.55
3	Dodecene and isomer	2.77
4	Dodecane	1.11
5	Tridecane	2.03
6	Tetradecane	3.23
7	Pentadecane	4.25
8	Hexadecane	4.90
9	Heptadecane	4.71
10	Octadecane	4.71
11	Nonadecane	3.88
12	Eicosane	3.23
13	Tetramethyl-benzene	0.55
14	Methyl-naphthalene	1.57
15	Dimethyl-naphthalene	3.23
16	Trimethyl-naphthalene	4.34
17	2,6-Bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-phenol	6.93
18	Methyl-dibenzothiophenene	2.50
19	Dimethyl-dibenzothiophene	0.46
20	Others	44.55

Table 4. Results of components analysis of soluble cutting oil(KSM-W2)

No.	Components	GC-MSD %
1	1,2-Ethanediol	14.12
2	2-Butylamino-ethanol	0.57
3	Diethanol amine	25.69
4	Nomanoic acid	1.42
5	Triethanol amine	29.09
6	Boron 2,2,2-mitrilo -triethoxide	26.72
7	Others	2.39

IV. 고 찰

공기 중 오일미스트에 대한 기준이 5 mg/m^3 이라는 것은 폐의 경미한 변화에 대해서도 상당한 안전계수를 감안하여 정한 것으로 믿어져왔다⁹⁾. 이러한 가정은 Goldstein 등¹⁰⁾과 Ely 등¹¹⁾의 역학적 연구결과 음성적으로 나타난 것과 Lushbauth 등¹²⁾, Stula와 Kwon¹³⁾ 그리고 Wagner 등¹⁴⁾에 의해 보고된 동물 실험 결과에 기초를 둔 것이다.

그러나 오일미스트 노출 근로자의 호흡기질병과 관련된 징후로서 폐 섬유화가 있다는 것을 보고하였다¹⁵⁻¹⁶⁾. 또한 Johnes¹⁷⁾는 19명의 노출된 근로자중 12명이 임상적 징후 없는 폐 섬유화의 경우를 보고하였다. Lingen과 Sundell¹⁶⁾, Skyberg 등¹⁸⁾은 5~35년 동안 광물유의 오일미스트에 노출된 25개 케이블 공장 근로자를 조사하여 본 결과 노출된 근로자들의 흉부 사진에서 경미한 폐 섬유화가 진행하고 있음을 발견하였다. 측정된 공기중 오일 미스트 농도는 $0.15-0.30 \text{ mg/m}^3$ 수준이었다. 조사대상 사업장 6개 중 A사는 윤활유 및 절삭유를 제조하는 업체로서 오일미스트의 기하평균 농도값은 0.13 mg/m^3 이고 나머지 절삭유 사용업체의 평균은 0.32 mg/m^3 로서 제조업체보다는 사용업체의 경우 공기 중 노출농도가 훨씬 높았다. 그러나 제조업체의 경우 근로자의 오일 미스트 공기 중 노출보다는 오일의 취급으로 인한 피부염 등의 발생이 우려되었다.

절삭유 제조 및 사용업체 6개소에 대한 오일미스트 노출농도 및 오일중의 유해물질 성분조사 결

과 허용기준치(5 mg/m^3) 이하의 농도인 0.29 mg/m^3 의 평균농도를 나타내고 있었다. 절삭유 사용업체들의 경우 적절한 환경관리를 통해 5 mg/m^3 의 TLV를 유지할 수 있을 것이다.

본 연구에서 조사하여 본 결과 절삭유 사용업체 중 비수용성 절삭유도 많이 사용하고 있었다. 비수용성 절삭유의 경우 대부분 광물유(mineral oil)를 기초로 하여 가공된 것으로 광물유로 만든 절삭유 중 PAH 유도체로 간주되는 물질이 함유되어 있을 것으로 의심되어졌다. 이것은 Woodhouse와 Irwine 등¹⁹⁾이 열분해한 석유계 오일 중에서 고비점 발암성 탄화수소를 포함하고 있을 것이라고 주장한 것과 일치한다. 또한 일반적으로 점도가 높은 고비점의 광물유로 만든 절삭유 일수록 PAH의 함량이 높다고 알려져 있다¹¹⁾.

ACGIH에서는 오일 미스트 중에 15종의 PAH가 함유되어 있다고 의심되는 경우는 허용기준을 0.005 mg/m^3 으로 정하고자 개정 공고를 낸 바 있다²⁰⁾. 본 연구에서 조사하여 본 결과 비수용성 절삭유 중에는 GC-MSD로 분석하여 본 결과 약 5~7종 이상의 PAH 유도체가 함유되고 있는 것으로 나타났다. 그러나 이 성분분석결과는 오일 중에 포함되어 있는 유기물질 중 b.p. 300°C 이하에서 휘발 가능한 성분을 "Wiley-138 MS Library"와 비교하여 추정된 결과이며 "GC-MSD%"는 오일의 실제 구성성분 비와는 다르며 MS의 상대적인 반응 비를 나타낸 것이므로 오일에 대한 정확한 성분 분석을 위해서는 이에 대한 연구가 좀더 필요할 것이다.

하지만 수용성 절삭유 속에 PAH는 거의 존재하지 않은 것으로 나타났다. 그러나 Gilman²¹⁾의 보고에 의하면 수용성 절삭유도 생쥐에 대한 실험 결과 발암성이 있는 것으로 나타났으며 이러한 수용성 절삭유의 희석비율을 증가시키면 종양을 보이는 생쥐의 비율이 감소하고 종양이 생기는 유도기간도 길어졌음을 보고하였다.

V. 결 론

절삭유 제조 및 사용업체 6개소에 대한 오일미스트 노출농도 및 오일중의 유해물질 성분조사결과 허용기준치(5 mg/m^3) 이하의 농도인 0.29 mg/

m³의 평균농도를 나타내고 있었다. 그러나 비수용성 절삭유의 경우 대부분 GC-MSD로 측정하여 본 결과 PAH 유도체를 함유하고 있는 것으로 의심되고 있었으며 정확한 PAH의 종류와 함량을 알기 위한 연구가 계속될 필요가 있다.

비수용성 절삭유의 경우 비록 발암성 및 변이원성등이 확인된 물질은 아니지만 naphthalene 및 phenanthrene의 유도체 또는 이들과 유사한 구조를 가지고 있는 물질들을 함유하고 있으므로 취급시의 주의 및 근로자의 노출 저감을 위한 적절한 조치가 요구된다.

참 고 문 헌

1. Waldron, HA : Health care of people at work. J. Soc. Occup. Med. 27, 45-49, 1977.
2. Laughlen, GF : Studies of pneumonia following naso-pharyngeal injections of oil, Amer. J. Path. 1, 407-414, 1925.
3. Thomass, SE, FP Scott, FT Hearne, WT Stille : A study of mortality, symptoms, and respiratory function in humans occupationally exposed to oil mist, J. of Occu. Med. 12, 253-261, 1970.
4. Grimmer, G : Environmental carcinogens: Polycyclic aromatic Hydrocarbons, CRC Press, Inc., Boca Raton, FL 1983.
5. Järveholm B, L Lillienberg : Cancer mobility among men exposed to oil mist in the metal industry, J. of Occup. Med. 23, 333-337, 1981.
6. 최승부 : 제조업체 작업환경실태조사, 한국산업안전공단, 금강문화사, 112-165, 1994.
7. 박상태 : 윤활유의 분류, 윤활유협회보, 80호, 21, 1997.
8. National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH) : NIOSH manual of analytical methods 5026, 4th ed, 1994.
9. ACGIH : Documentation of Threshold Limit Values 4 th ed, Cincinnati, Ohio, 1980.
10. Goldstein, DH, JN Benoit, and HA Tyroler : An epidemiologic study of an oil mist exposure. Arch Environ Health. 21, 600-603, 1970.
11. Ely, TS et al. : A study of mortality, symptoms and respiratory function in humans occupationally exposed to oil mist. J. Occup. Med. 12, 253-261, 1970.
12. Lushbaugh, CC, JW Green, and CE Redemann : Effects of prolonged inhalation of oil frogs on experimental animals, Arch. Ind. Hyg. Occup. Med. 1, 237-247, 1950.
13. Stula, EF and BK Kwon : Pulmonary pathology from inhalation of a complex mineral oil mist ins dogs, rats, mice and gerbils. Amer. Ind. Hyg. Assoc. J., 39 : 393-399. 1978.
14. Wagner, WD, PD Wright and HE Stokinger : Inhalation toxicology of oil mists, I. Chronic effects of white mineral oil, Amer. Ind. Hyg. J., 25 : 158-168. 1964.
15. Cullen et al. : Lipid pneumonia caused by oil mist exposure from a steel rolling tanem mill, Amer. J. Ind. Med. 2, 51-58, 1981.
16. Lingen, M.L. and CG Sundell : Pulmonary changes obserbd after inhalation of contaminated air, Nor. Med. 19, 1974-1975, 1957.
17. Johnes, JG : An investigation into the effects of exposure to an oil mist on workers in a mill for the cold reduction of steel trip. Ann. Occup. Hyg., 3 : 264-271, 1961.
18. Skyberg K., et al. : Pulmonary fibrosis in cable plant workers exposed to mist and vapor of petroleum distillates. Environmental Research, 40, 261-273, 1986.
19. Woodhouse, D.L. and Irwin, J.O. : J. Hyg. Camb. 48, 121, 1950.
20. ACGIH : TLVs and BEIs, Notice of Intended Change(Oil Mist, Mineral), 41, 1997.
21. Gilman, JP and Vesselinovitch SD : Cutting oils and squamous-cell carcinoma, Brit. J. Industr. Med, 12, 244, 1955.