

드라이클리닝 용제의 안전성에 관한 고찰

A Study on Safety of Drycleaning Solvents

한양대학교 가정대학 의류학과
강사 신 정 숙

Department of Clothing & Textiles,
College of Home Economics, Han Yang University
lecturer Jung Sook Shin

〈 목 차 〉

- | | |
|------------------|-----------------------|
| I. 서론 | Ⅲ. 드라이클리닝 용제에 의한 환경오염 |
| Ⅱ. 드라이클리닝 용제의 특성 | Ⅳ. 결 론 |
| | 참고문헌 |

〈Abstract〉

This study is to investigate the problems of pollution caused by drycleaning solvents.

From the problem of each solvents, safety count-step have to set up.

It is following.

- 1) Solvent: Smog phenomenon of optical chemistry.
It has to develop safety tumbler that is attached retrievable device.
- 2) Perchloroethylene: Pollution of underground water and cause of cancer.
Considering the influence on environment and human bing, it has to set up more strong safty plan than now.
- 3) Chlorofluorocabon : Destroy of ozon layer and green house effect on earth.
It is being to stop the production until the early part of the year 2000.
So it is developing a substitute for chlorofluorocarbon.
- 4) 1,1,1-trichloroethane : Pollution of underground water and destroy of ozon layer.
At the end of the year 2004, there will be end production of it.

I. 서 론

드라이클리닝업은 청결·위생적인 생활을 제공하기 위한 것으로 1807년경 J. B. Georry가 파리에 있는 M. Belin의 染色공장을 인수하여 Georry-Belin社를 차린 후 최초로 Paraffin을 염색공장에서 사용하다가 차례로 테레핀유-벤졸-벤젠을 단순히 전처리 (press potting)에 사용하던 것이 드라이클리닝의 시작이 되었다.¹⁾

소득의 증가로 인하여 섬유제품의 구입량과 개인 소비가 증가함에 따라 용제를 사용하여 세탁하는 드라이클리닝 이용율도 증가하고 있다.

현행 공중위생법상 드라이클리닝의 영업조건이 시설 및 시설기준만 신고조건으로 규정되어 있을 뿐 일부 드라이클리닝점의 경우 영세성으로 인하여 공중위생법에서 정한 시설기준이 미비하므로²⁾ 주변 사람과 환경에 많은 회생을 강요한다. 드라이클리

닝점에서 의류용 저분자 유기 halogen 化合物은 오존층을 파괴하고³⁾ 피부암 증가등의 가능성이 있는 등 인체에 관한 영향이 현저하다.^{4),5),6),7)}

또한 지구의 온난화, 수질, 대기, 소음, 진동, 악취 등에 깊이 관련되어 있다. 그러나 드라이클리닝점은 유해한 화학물질의 취급에 상당히 부주의한 상태이고 공해 및 지구 환경문제도 무관심한 상태에 있다. 이 연구의 목적은 드라이클리닝 용제에 의한 환경, 인체에 미치는 영향에 대한 문제의식을 고취시키고 더 나아가서 용제에 의한 환경오염, 인체손상 등을 방지하도록 하는데 있다.

II. 드라이클리닝 용제의 특성

현재 사용하고 있는 드라이클리닝 용제는 4종류이다. 가장 오래전부터 사용하고 있는 용제는 석유계 용제로 한국에서는 85%, 미국에서는 10%, 일본에

〈표 1〉 드라이클리닝 용제의 특성

항 목	염소계 합성용제		불소계 합성용제		석유계용제 포화탄화수소 혼합물
	1,1,1 트리클로로에탄	퍼크로로에틸렌	F - 11	F - 113	
화 학 구 조	CH ₂ CCl ₃	C ₂ Cl ₄	CFC 1 ₁	C ₂ FCl ₃ F ₃	탄화수소혼합물
분 자 량	133.4	165.8	137	187.4	C ₈ -C ₁₆
비 점 ℃	74	121	24	47	149-210
비열 칼로리 / g (20℃)	0.255	0.215	0.209	0.218	0.520
비점에 있어서 증발열 (cal / g)	54	50	43	35	30
용해력(KB值)	124	90	60	30	27-45
T.L.V.(ppm)	200	50	1000	1000	500
인 화 성	0	0	0	0	0
비중 (25℃) (g / cm ³)	1.35 (20℃)	1.62	1.48	1.57	0.75-0.85
표면장력(dyne / cm) (20℃)	25.6	32.0	18.0	17.3	27.6
물의 용해성(%)	0.05	0.0105	0.01	0.01	0.007
증발속도 (사염화탄소를 100으로 할 때)	91	39	225	170	6

서는 70%정도 사용하고 있으며 유럽에서는 거의 사용하지 않고 있다. 세계적으로 가장 많이 사용하고 있는 것은 perchloroethylene이다. 미국이나 유럽은 80~90%, 일본에서는 20%, 한국에서는 15% 정도를 사용하고 있다. 불소계 용제는 영국에서 30%정도 사용하고 있다. 각용제의 특성은 다음과 같다.

1. 석유계 용제

종래의 석유계 용제는 파라핀계, 나프틴계, 방향족계 등 각종 탄화수소를 혼합했던 것으로 인화성이 있다는 것 외에 특히 주의를 필요하지 않고 취급할 수 있다. 최근에는 독성과 냄새를 적게하도록 하기위해 방향족 성분을 단일성분으로 정제한다. 석유계 용제에 의한 클리닝은 세탁공정과 건조공정을 별도의 기계에서 행한다. 건조는 주로 tumbler를 사용한 강제 건조를 한다. 기타 용제에 비해 건조시 냄새때문에 tumbler에서 건조하는 시간이 길어 건조공정중 의류를 상하게 할 가능성이 높다. 특히 delicate한 衣類는 장시간 tumbler건조에서 건디지 못하므로 자연건조가 필요하다.

이 점이 클리닝업자에게 생산성뿐만 아니라 작업환경면에서도 좋지않다.

2. Perchloroethylene

석유계 용제에 비해 세정력이 우수하고 건조시간도 단축할 수 있기 때문에 세계적으로 가장 널리 보급되고 있는 용제이다. 독성이 크므로 취급시 주의해야 하며 드라이클리닝시에는 밀폐장치가 필요하다. 발암성이 있고 작업환경, 지하수 오염, 대기오염, 토양오염의 문제가 점차 대두되고 있다.

3. 불소계 용제(1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoroethane : F-113)

세정력이 적고 건조를 단시간에 할 수 있는 용제이다. 안전성이 높고 인체에 무해하기 때문에 유럽에서는 불소계용제를 사용하는 업자가 많고 영국에서는 30%정도 사용하고 있으며 일본에서는 perchloroethylene기의 보조기로서 delicate한 의류의 세정제로 사용하고 있는 예가 많다. 한국에서는 몇몇 곳이 있을 뿐이다.

4. 1,1,1-trichloroethane

금속세정 등으로 perchloroethylene 대체용제로 사용하고 있다. 드라이클리닝 용제로서는 유럽에서 일시적으로 사용되고 washer 자체와 주변기구를 부식시킨다. 용제 손실도 많으나 용제의 안전성과 washer의 개량이 진전되어 perchloroethylene에 필적하는 정도로 되었다.

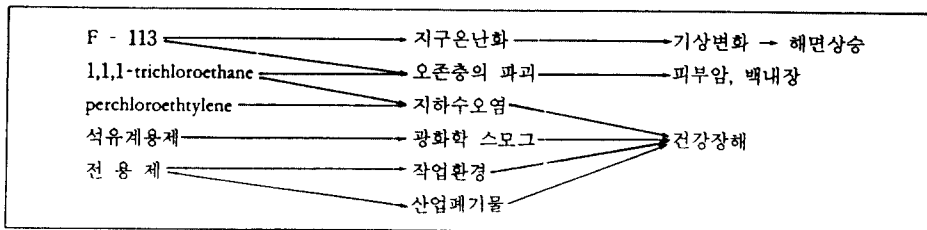
Ⅲ. 드라이클리닝 용제에 의한 환경오염

드라이클리닝 용제로 사용하고 있는 perchloroethylene 등은 적절한 사용을 하지 않으면 환경오염과 인체에 해를 끼치는 원인이 되고 있다.^{8),9)}

1. 석유계 용제 : 광화학 스모그 현상

최초의 대기오염은 1930년 Belgium Muse에서 집단 환자 63명을 초과 사망자로 낸 사건을 시작으로 1948년 미국 Pennsylvania, 영국 London, 1966년 New York에서 수천명의 집단환자가 발생한 사건

(표 2) 드라이클리닝 용제와 환경오염 문제



〈표 3〉 각 드라이클리닝 용제의 독성 비교

		1,1,1-트리클로로 에탄	퍼클로로에틸렌	3염화 3불화 에탄(F-113)	석유계	
유 해 작 용	피부에 의한 침입	—	○	—	—	
	피부점막장해	—	○	—	—	
	호흡기에 의한 침입	○	○	○	○	
독 성	마 취	○	◎	—	○	
	신 경	중추	○	◎	—	○
		자율	○	◎	—	○
	적	간 장 해	△	◎	—	—
		신장장해	△	◎	—	—
		조혈장해	—	—	—	○
허용농도(ppm)		200	50	1000	500	

독성강도표시 ◎)○)△

이 역사적인 기록으로 전해오고 있다. 정부가 마련한 6가지 대기오염 물질은 SO_2 , Co, 질소산화물(NO_x), 탄화수소(HC), 부유분진물(TSP), 옥시던트(O_3)등으로 드라이클리닝용제는 탄화수소(Hydrocarbon)와 관련된다.¹⁰⁾ 탄화수소는 자동차, 정유공장, 페인트, 유기용제 제조업소 등에서 대량으로 발생한다. 탄화수소 발생량은 1984년 99,000 ton, 1990년 221만 ton이다.

석유계 용제에서 가장 문제가 되는 것은 자연건조에 의해 대기중에 배출되는 용제가스로 기타 용제가 밀폐형의 washer 중에서 회수건조 되어지는 것에 대해서 tumbler 건조에서도, 자연건조에서도 회수조작은 거의 행하지 않는다. 세탁공정후 탈액을 하여 의류에 남아있는 용제는 모두 대기중에 방출한다. 배출된 용제는 질소산화물과 혼합되어 태양의 자외선을 받아 복잡한 광화학 반응을 일으키고 오존과 기타 과산화물을 생성하고 눈과 기관지 점막을 자극하여 시력감퇴, 각종 호흡질환, 피로감을 일으키는 독성물질인 aldehyde를 생성시키고 농작물에 피해를 준다. aldehyde는 1ppm수준에서 5분 노출시 눈을 자극하고 20ppm을 넘어서면 어린이들의 호흡기 질환을 일으킨다. 석유계 용제는 소방법에서 위험물로 취급하고 있으며 기타용제가 많은 문제점을 가지고 있는 현재 석유계 용제에 대해 광화학 스모그의 발생을 방지하기 위해 발생원인 물질의 배출을 억

제할 수 있도록 안전하고 효율이 좋은 회수장치를 부착한 건조기의 개발이 요구된다.

2. perchloroethylene : 지하수 오염

perchloroethylene, 1,1,1-trichloroethane에 의한 지하수 오염 문제는 1974년 미국 New York시에서 수도수중에서 trihalomethane 등의 化學物質이 검출된 것이 발단이 되었다. 점차 미국, 영국, 서독, 네델란드에서도 수도수에서 trichloroethylene 등이 검출되었기 때문에 세계보건기구(WHO)에서 이러한 종류의 화학물질에 관한 자료수집 및 안전성 검토를 하여 음료수에 관한 WHO 잠정가이드라인(1,1,1-trichloroethane 제외)을 제기하는 것에 이르렀다.¹¹⁾ 日本에서는 1981년에 수도수에서 trichloroethylene이 검출되었고 1982년에는 WHO의 가이드라인 0.03mg/l (0.03ppm)을 30배 초과한 0.93ppm의 trichloroethylene이 검출되었다는 보고로 이 문제가 클로즈업되어 환경청이 전국 주요15개 도시의 지하수를 조사한 결과 여러 도시에서 perchloroethylene(27%), trichloroethylene(28%) 등이 발견되었다.¹²⁾ 1984년에는 trichloroethylene 85%, perchloroethylene 98%가 검출되어 유기염소 용제에 의한 지하수 오염이 전국적인 규모에 이르고 있다.

1984년에는 드라이클리닝에 있어서 trichloroethy-

lene 등의 잠정적 수질기준을 정하여 지하수 오염 리 장치로부터 배수농도 관리목표를 다음과 같이 을 방지하고 공공수역의 배출을 억제하도록 배수처 정했다(표 4, 5).

〈표 4〉 1984년 지하수 실태 조사결과

일본의 경우

분석항목	trichloroethylene					perchloroethylene				
	검출수	가이드라인 초과한수	농도의 증감			검출수	가이드라인 초과한수	농도의 증감		
			감소	같음	증가			감소	같음	증가
검출비율 (%)	28/33 85	21/33 61	20/33 61	3/33 9	10/33 30	41/42 98	32/42 76	20/42 48	9/42 21	13/42 31

〈표 5〉 오염물질의 배출허용기준

일본 : 1984년 적용

종 류	지하수 침투 방지에 관한 관리 목표	공공수역에의 배출억제에 관한 관리 목표
trichloroethylene	0.03mg / l 이하	0.3mg / l 이하
perchloroethylene	0.01mg / l 이하	0.1mg / l 이하(0.1ppm 이하)
1,1,1-trichloroethane	0.3 mg / l 이하	3ml 이하(3ppm 이하)

배수농도단위 1mg / l = 1ppm
= 0.0001%

〈표 6〉 오염물질의 배출허용기준

한국 : 1993년 1월 1일부터 적용

종 류	지 역 구 분			
	청 정	가	나	특 례
trichloroethylene	0.06 이하	0.3 이하	0.3 이하	0.3 이하
perchloroethylene	0.02 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하

* 청정지역 : 1등급정도의 수질보전
가 지역 : 2등급정도의 수질보전
나 지역 : 3,4,5등급정도의 수질보전
특별지역 : 공단폐수 종말 처리 구역
폐수배출량의 산정은 시설용량을 기준으로 함.¹³⁾

〈표 7〉 수질환경 보전법

폐수배출시설	배출시설	시설합계	포함시설
세탁시설	세척시설	용적 2m ³ 이상 또는 용수 1m ³ / 시간	기계세탁시설

〈표 8〉 드라이기로부터 perchloroethylene의 배출량

공 정	perchloroethylene의 배출량(kg / 의류 100kg)	개선된 경우의 perchloroethylene의 배출량(kg / 의류 100kg)
1. 탈취공정	3-4	0.03-1
2. 의류부착	1-2	0.1 -0.5
3. 증류슬러치	1-2	0.05-0.2
4. 기계누수, 분해	1 이하	0.1 이하
5. 물분리기	0.05 이하	0.01 이하
합 계	6.05-8	0.27-1.7

우리나라의 경우 현재 드라이클리닝협회 가입회 원수는 약 22785업체소로¹⁴⁾ 오염배출 허용기준 적용을 받는 드라이클리닝점은 31개점이다.¹⁵⁾

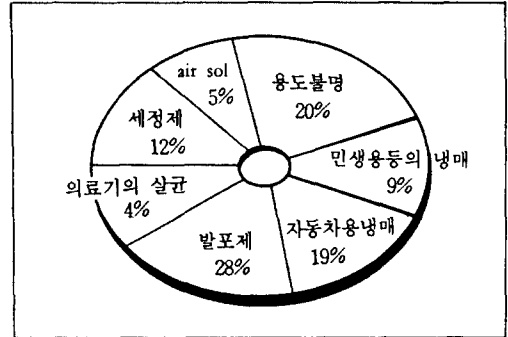
그러나 이러한 배농도 관리목표가 정해져 있음에도 불구하고 특히 사업소의 배수중 perchloroethylene 농도가 관리목표(0.1mg / l)를 초과하는 경우의 비율은 日本에서 클리닝점이 85년 31.1%, 86년 37.1%, 87년 32.6%로 과거 3년간 top을 차지하고 있다. 衣類 100kg을 처리했을 때 드라이기로부터 배출되는 perchloroethylene의 양은 다음과 같다.¹⁶⁾

탈취공정에 활성탄 흡착식 용제의 회수장치를 설치하고 건조를 충분히 해서 의류의 부착량을 감소시키며 증류 Sludge를 적정히 처리하여 누수되지 않도록 기계보수 관리를 한다. 물분리기에 배수처리 장치를 부착하면 배수량은 2kg이하로 꽤 감소할 수 있으며 배액처리장치에 배액중의 perchloroethylene의 잔유농도 관리목표를 달성하기 위한 효과적인 방법으로 활성탄 흡착식이 있다.

유기염소화합물은 자연계에 존재하지 않으므로 인간이 人工적으로 合成한 물질이다. 따라서 지하수 오염은 인간활동에 따른 인위적인 것으로 취급자가 각별히 주의를 기울여야 한다.

3. 불소계 용제(1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoroethane : F-113)

F-113은 ethane 계열의 chlorofluorocarbon(CFC)이다. Chlorofluorocarbon은 freon이나 genetron으로 더 잘 알려져 있는데 이것은 상품명으로 학술용어로는 사용하지 않는다. 또한 천연에는 존재하지 않으

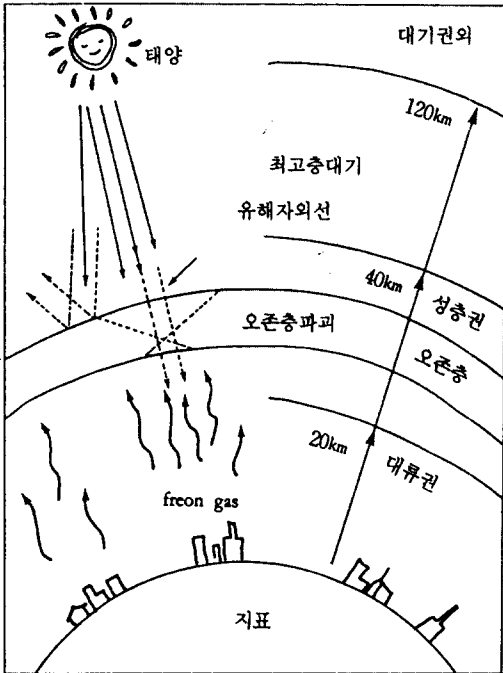


〈그림 1〉 Chlorofluorocarbon의 사용용도

며 인간이 만든 금세기 최고의 화학물질이라고 말하고 있으며 1928년 GM연구소의 Thomas Midgley가 비독성, 불가연성인 냉매의 개발요청을 받은 후부터 연구되기 시작했다. 무색, 무취한 기체 혹은 액체이며 사용용도는 다음과 같다.^{17), 18)}

1) 오존층의 파괴

California 대학에서 光化學을 연구하고 있는 F.S. Rowland와 M.J. Molina가 1974년에 Chlorofluorocarbon에 의한 성층권, 오존층의 파괴 mechanism을 세계에서 처음으로 지적했다. 이물질은 화학적으로 불활성 이기도하고 대기중 장시간 잔유시 그 농도가 현재 수준의 수십배에 달할 가능성이 있고 地表에서 방출된 난분해성의 Chlorofluorocarbon이 성층권까지 확산되어 오존층을 파괴하고 따라서 지구상의 환경을 파괴하는 요인이 되고 있다. 오존층은 생물에 의해서 유해한 파장영역의 자외선을 대부분 흡수하고 있어 지구의 환경보존에 큰 역할을 하고 있다.



(그림 2) Chlorofluorocarbon의 오존문제에 관한 개념

오존층의 파괴시 유행한 자외선의 지표조사량이 증대하고 지표의 생태계는 각종 나쁜 영향을 받는다. 실제 오존량이 감소하고 있다는 것이 관측된 것은 1985년이 되어서였다. 1%의 오존이 감소하면 2%의 유해 자외선의 조사량이 증가하는 것으로 추측되고 있다. 그 결과 지구상의 생태계는 각종 좋지 않은 영향을 받는다. 그한 예로써 피부암 발생비율이 높아진다. 오존층 1.2~6.2%가 감소하는 2075년까지 300만~1500만명의 새로운 환자가 발생할 가능성이 있다. 그밖에 백내장 발생율이 증가, 면역시스템억제, 기후의 변화, 농작물, 수중생물의 피해가 있다. 또한 대기중의 오존분포의 변화가 일어나기도 하고 대기중의 온도구조의 변화에 의한 기후에 중대한 영향이 나타나기도 한다.

2) 지구온난화 현상

온실효과에 의한 지구온난화 현상은 적외선이 대기중의 어떤 물질을 흡수하여 다시 그 적외선을 지표로 방사해 지구를 온난화 하는 효과를 말한다. 적

(표 9) Chlorofluorocarbon의 용도별 대체 후보품

용도		특정 프론	대체 프론	
			기존 프론	신규 프론
냉매	카-에어콘	CFC12	HCFC22	HFC134a HCFC22 / HFC152a / HCFC124
	전기냉장고	CFC12	HCFC22, 502 HCFC22, 142b	HFC134a
	터보냉동기	CFC11		HCFC123
	기타냉동기	CFC12	HCFC22, 502	
발포제	연질폴리우레탄	CFC11		HCFC123,141b
	경질폴리우레탄	CFC11		HCFC123,142b
	폴리스틸렌	CFC12	HCFC22, 142b HCFC22, 142b	HFC134a HCFC124, HFC134a
분사제	인체용품	CFC11 / 12	HCFC22 / 142b	HCFC123 / HFC134a
	의약품	CFC114 / 12 CFC11 / 12	HCFC22 / 142b	HCFC124 / HFC134a HCFC123 / HFC134a
세정제	정밀세정	CFC113		HCFC225ca HCFC225cb HCFC123 / 141b

도의 온실효과는 지표의 보온에 상당히 중요하지만 그 효과가 적을 경우 지구는 과냉상태가 되기도 하고 반대로 많을 경우에는 과온 상태가 되어 생태계에 나쁜 영향을 미친다. 현재 지구는 서서히 온난화되고 있다. 가장 큰 원인은 석유, 천연가스 등의 연소에 의해 방출되는 이산화탄소이다. 이산화탄소의 발생량은 2030년경에는 산업혁명 이전의 두배가 될 것으로 추측하고 있다. 그외에 ethane, 산화질소, chlorofluorocarbon의 영향도 무시할 수 없는 것으로 지적되고 있다. 특히 chlorofluorocarbon은 이산화탄소에 비해 수천배의 적외선 흡수능력을 가지고 있다. 2030년까지 지구의 기온은 1.5~4.5℃ 상승하고海面은 20~140cm 상승할 것으로 예측되고 있다. 세계보건기구(WHO)는 온난화에 의한 피해로써 환경난민이 수만명 발생할 것으로 생각되고 남극, 북극의 빙해, 해수의 팽창에 의한 해면의 상승, 홍수, 침수의 피해, 강력한 폭풍우의 多發, 온지대와 건조지대의 교체 식료품 생산력의 저하, 영양발육불량, 콜레라 등의 경구전염병 대유행, 해충의 번식 그에 따른 농약오염, 열선에 의한 사망자 증가 등이다. 현재 이러한 가스의 연간 증가율은 이산화탄소 0.5%, 산화질소 0.25%, methane 1%, chlorofluorocarbon 3%이기때문에 chlorofluorocarbon의 조속한 규제가 필요하다.¹⁹⁾

세계에서 가장 공해에 대해 엄격한 서독에서는 1995년에 전폐계획으로 1995년 1월 1일 이후 불소계 드라이기 사용금지를 위해 불소계 드라이기는 현재 판매하고 있지 않다. 1987년 Canada의 Montreal에서 90여개국의 대표들이 모여 freon계열 냉매를 2000년초까지 전부 혹은 일부생산 중지를 조인²⁰⁾하므로써 각용제 메이커에서 대체용제의 개발이 활발히 진행되고 있으며 예상 대체용제는 다음과 같다.

이들 용제의 특성(KB值, 불점, 인화점 등) 재오염성, 의류의 영향을 조사한 결과 HCFC 225가 F-113에 가장 가까운 특성을 지닌 것으로 유망시 되고 있다. 현재 한국은 Montreal의정서 가입국이 되기 위해 외무부에서 1992년 2월27일 UN사무국에 가입신청서를 기탁했으며 신청후 3개월후에 가입여부가 발효된다.

3) 1,1,1-trichloroethane: 오존층파괴 지하수 오염
오존층 파괴 능력은 낮지만 특정 CFC처럼 오존층 파괴에 기여하고 있고 perchloroethylene처럼 지하수 오염을 일으키고 있다. 일본에서는 CFC와 같은 보급율을 보이고 있고 서독은 사용금지 방향으로, 미국은 무관심한 상태이다(일부피혁 세정에는 주목되고 있다). 오존층 보호를 위한 국제회의에서는 CFC와 함께 규제대상 물질로 추가되어 생산량, 소비량의 소멸계획이 나와 2004년말까지는 전폐할 계획으로 있다.

IV. 결 론

드라이클리닝 용제의 특성과 환경, 인체에 미치는 문제점을 살펴보았다. 각 용제의 문제점으로 지적될 수 있는 것으로 석유계: 광화학 스모그현상, 염소계: 지하수오염, 발암성, 불소계: 오존층파괴, 지구온난화현상, 1,1,1-trichloroethane: 오존층파괴, 지하수오염으로 이에 대한 대책으로는

1. 석유계: 자연건조로 인한 작업환경, 생산성문제를 해결할 수 있는 회수장치가 부착된 안전한 건조기 개발이 요망된다.
2. 염소계: 환경, 인체에 미치는 영향을 고려하여 좀더 강화된 안전대책이 세워져야 한다고 본다.
3. 불소계: 2000년초까지는 전폐 혹은 일부생산중지 계획에 있다. 현재 대체품이 개발되어 독성실험중에 있다.

이와같이 각 드라이클리닝 용제의 문제점을 살펴봄으로써 환경, 인체에 대한 안전성에 관심을 가져 건강상태를 예방하는 대책마련이 되어야 한다고 본다.

[참 고 문 헌]

- 1) 五十嵐充, History of Cleaning, My Cleaning, Vol 8, 1986, p. 34. p. 16~17.
- 2) 韓國消費者保護院調查報告書, 洗濯所實態調査, 韓國消費者保護院情報管理部, 1988.
- 3) L.R. Embler, P.L. Layman, W. Lepkowski and P.S. Zurer, The Change Atmosphere, Chemical

- Engineering News, Vol 64, No 47, 1986, p. 4~64.
- 4) 比爪稔外, 드라이클리닝작업자의 클리닝용제による健康影響調査(第2報), 日本公衆衛生學雜誌, Vol 37, No 3, 1990, p. 165~175.
 - 5) 林正孝外, 드라이클리닝작업자의 클리닝용제による健康影響調査(第2報), 日本公衆衛生學雜誌, Vol 37, No 3, 1990, p. 177~185.
 - 6) M. Imbrian, S. Ghittori, G. Pezzagno and E. Capodaglio, Uriary Excretion of Tetrachloroethylene in Experimental and Occupational Exposure, Arch Environ Health, Vol 43, No 4, 1988, p. 292~298.
 - 7) A. Sato, K. Yamaguch and J. Nakajina, A New Health Problem Due to Trichloroethylene, Arch Environ Health, Vol 42, No 2, 1987, p. 144~147.
 - 8) 金聲連, 洗制와洗濯의科學, 敎文社, 1992, p. 229.
 - 9) 高坂孝一, 드라이클리닝용劑と環境汚染, 織消誌, Vol 31, No 2, 1990, p. 360~364.
 - 10) 김건열, 대기오염과 건강위해, 한국대기보전학회, Vol 5, No 2, 1991, p. 22~23.
 - 11) 紫田建吉, パクロの取扱対策, Cleaning News, 全國クリーニング環境衛生同業組合連合會, 1月號, 1991, p. 12~15.
 - 12) 林田德治, 環境汚染と化學物質, 公海と對策, Vol 22, No 9, 1986, p. 49.
 - 13) 전국환경관리인 연합회, 환경관계법규, 환경처, 1991, p. 268~274.
 - 14) 세탁업협회중앙회 자료제공
 - 15) 환경처, '90폐수배출시설조사결과보고서, 1991, p. 268.
 - 16) 出島茂, パクロ經濟の排出対策 Cleaning News, 全國クリーニング環境衛生同業組合連合會, 5月號, 1987, p. 28~29.
 - 17) T. Midgley, From the Periodic Table to Production, Ind. and Engr. Chemistry, Vol 29, 1937, p. 241~244.
 - 18) 小林光, アメリカ環境保護廳のフロン規制とオゾン層保護對策の最近の動向Ⅱ, 公海と對策, Vol 25, No 8, 1989, p. 765.
 - 19) 由中寬城, フロンと地球環境, 染色工業, Vol 39, No 1, 1991, p. 17~28.
 - 20) Montreal Protocol, 1987.