CFC 관련 동향 및 향후대응방안(1)

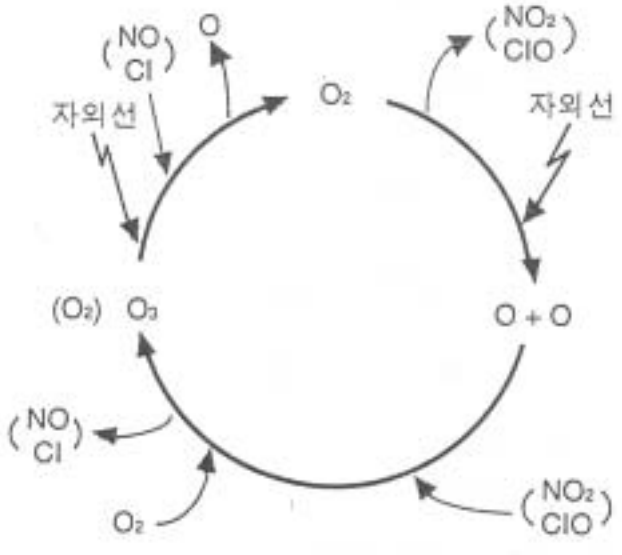
I. CFC관련 동향

1. 오존층 파괴이론

1-1. 지구 오존층

(1) 생성원리

지상에 있는 산소분자 (O_2)가 높은 에너지를 지닌 자외선에 의해 산소원자(O)로 분해되면서, 이것이 다시 다른 산소분자 (O_2)와 결합해 오존(O_3)을 생성함. 이렇게 형성된 오존은 다시 자외선에 의한 분해와 결합에 의한 재생을 되풀이 하게됨.



(2) 오존의 분포

오존은 지표에서부터 지상 60Km까지 분포되어 있으나 성층권(11-50Km)에 약 90%가 밀집되어 있음.

그중 오존층이라고 불리우는 고도는 지상 15Km~35Km 사이의 약 20Km 두께이며, 특히 지상 25Km에서 가장 높은 농도 (약 100 ppm)를 나타냄.

(3) 오존층의 두께

오존층의 두께는 성층권내에 약 20Km 정도이나 실제 관측단위는 Dobson으로 (1mm는 100 Dobson) 표준온도, 표준기압 상태로 환산하기 때문에 평균 약 300 Dobson(3mm)으로 관측되고 있음.

1-2. 오존층의 역할

지구의 오존층은 태양으로부터 방사되는 자외선을 흡수하여 강한 자외선(UV-B)이 지상에 미치는 악영향을 차단함.

- 직접피해

◦ 인　체 : 피부암, 백내장유발, 면역체계 악화

◦ 식　물 : 농작물 생산감소

◦ 수냉생물 : 해양 플랑크톤 사멸, 먹이사슬 파괴

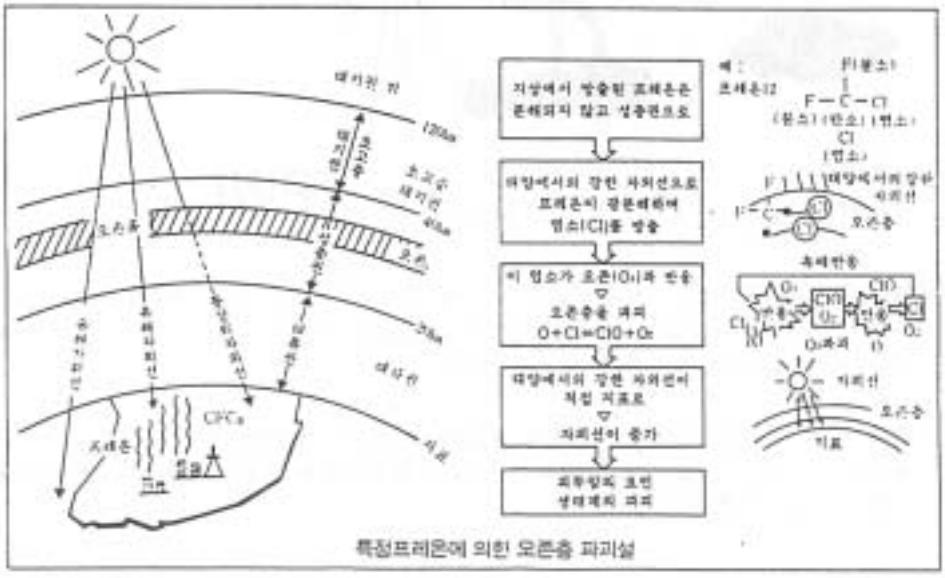
◦ 산　업 : 플라스틱 제품과 페인트 도장의 색깔 및 강도변화

- 간접피해

◦ 온실효과 : 기온상승으로 빙산이 녹아서 해수면 유발

1-3. 오존층 파괴이론

1974년 미국 캘리포니아 대학 F.S.ROWLAND 교수와 M.J.MOLINA 박사에 의하여 발표된 특정 프레온에 의한 오존층 파괴이론은 그림 1과 같음. 따라서, 그 이후 인류는 UNEP (UN환경계획)를 중심으로 CFC를 규제하고자 많은 노력을 경주해 왔음.



<그림 1>

2. 지구 온난화 현상

2-1. 온실효과 이론

대기중의 탄산가스, 후레온가스, 메탄, 탄소화합물등의 가스층 형성

↓

지표에서 자외선(열선)을 흡수

↓

지열 흡수

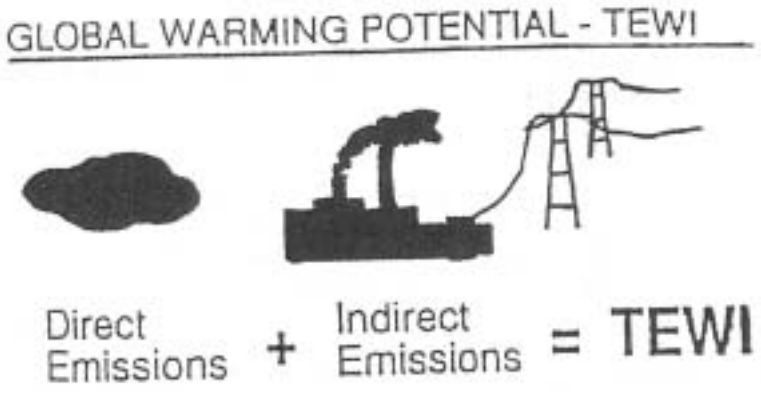
↓

기온상승 효과

2-2. 온실효과에 영향을 끼치는 요소 (부록 A 참조)

• DIRECT EMISSIONS (HCFC, HFC GAS) : 전세계 온실효과의 2% 정도 영향을 끼침.

• INDIRECT EMISSIONS (발전소등을 중심으로 배출되는 탄산가스) : 전세계 온실효과의 98% 정도 영향을 끼침.



따라서, HCFC 및 HFC 냉매는 지구온실 효과에 영향력이 매우 음.

참고로, 향후 국제 경제 협력 개발기구(OECD) 회원국들은 온실가스를 2000년 까지 수준으로 동결토록 하고 있음.

3. CFC 규제 현황

3-1. CFC 규제관련 역사

No.	시 기	현 황	비 고
1	1972.	• 미·일 EC등의 후레온 제조업체가 CFC의 환경에 미치는 영향을 연구하기 시작	해외
2	1974.	• 미국의 California 대학 F.S.Rowland 교수와 M.J.Molina 박사가 CFC로 오존층 감소와 인류 생태계에의 영향을 줄 가능성 발표	해외
3	1977.	• UNEP에 오존 문제 조정위원회를 설치함으로써 오존문제 검토개시	해외
4	1978.	• 미국에서 프레온 11, 12을 분사제로하는 에어졸 제품의 제조금지	해외
5	1979.	• 캐나다, EC에서 에어졸용 프레온의 사용금지	해외
6	1980. 12.	• OECD (Organization For Economic Cooperation and Development) 회의에서 일본, EC가 프레온 11, 12의 생산 능력동결, 에어졸용 프레온의 삭감노력을 표명	해외

No.	시 기	현 황	비 고
7	1985. 3.	• UNEP에서 오존층 보호를 위한 비엔나 조약채택	해외
8	1987. 9.	• UNEP에서 오존층을 파괴하는 물질에 관한 몬트리올의 정서 채택 - 주내용 : 오존층 파괴물질의 생산과 사용을 제한 - 가입국 : '87.9 – 25개국 '91.8 – 72개국	해외
9	1988.	• 국내에서는 김효경 교수가 공기조화 냉동공학회 추계 학술대회에서 [냉매소고]란 발표를 통하여 처음으로 CFC 문제를 제기하는 계기가 됨	국내
10	1989. 5.	• UNEP 빈조약, 몬트리올의 정서 제 1차 체결국회의를 헬싱키에서 개최 - 향후의 규제 강화표명	해외
11	1990. 6.	• 몬트리올 의정서 체결국 제 2차 회의를 런던에서 개최 - 개정 몬트리올 의정서 채택	해외
12	1991. 1.14.	• 국내에서 오존층 보호를 위한 특정물질의 제조규제등에 관한 법률을 제정 공포 ('91.11.21일 동법시행령, 시행 규칙 제정공포)	국내
13	1991. 6.	• 몬트리올 의정서 체결국 제 3차 히의를 나이로비에서 개최 - 규제 물질을 포함한 무역제한 List 채택	해외
14	1992. 5.27.	• 한국 몬트리올 의정서 가입	국내
15	1992. 6.	• 브라질에서 국제환경 개발회의개최 - 지구온난화 문제거론	해외
16	1992. 11.	• 몬트리올 의정서 체결국 제 4차 회의를 덴마크 코펜하겐에서 개최 - CFC 및 HCFC의 사용중지 시기 합의	해외
17	1993. 11.	• 몬트리올 의정서 체결국 제 5차 회의 태국 방콕에서 개최	해외

3-2. CFC 규제 (안)변천과정

규제대상물질	몬트리올 의정서(안) ('87.9)	개정 의정서(안) ('90.6)	몬트리올 의정서체결국 제4차 회의(안) ('92.11) (현재 규제 현황)
CFC - 11 - 12 - 113 - 114 - 115	1989년7월1일 이후 1986년비 100% 이하 1993년7월1일 이후 1986년비 80% 이하 1998년7월1일 이후 1986년비 50% 이하	1995년1월 이후 1986년비 50% 이하 1997년1월 이후 1986년비 15% 이하 2000년1월 이후 전폐	1994년1월1일부터 1986년비 25% 이하로 축소 1996년1월1일 이후 전폐
HCFC 과도물질	규제없음	생산량 : 수출입량 MONITORING하고 결정될 것임.	1996년1월1일 이후 : '89 CFC소비량 * 0.031 + '89 HCFC소비량 = A 2004.1.1부터 A의 65%까지 축소 2010.1.1부터 A의 35%까지 축소 2015.1.1부터 A의 10%까지 축소 2020.1.1부터 A의 0.5%까지 축소 2030.1.1이후 전폐
HALON - 1211 - 1301 - 2402	1992년1월1일 이후 1986년비 100% 이하	1992년1월1일 이후 1986년비 100% 이하 1995년1월1일 이후 1986년비 50% 이하 2000년1월1일 이후 전폐	1994년1월1일 이후 생상중단

주) '92.11월의 덴마크(안)이 최종(안)이 아니며 향후 계속적인 회의를 통해서 HCFC 과도물질의 규제시기가 앞당겨질 것임.

4. CFC 관련 국내외 동향

4-1. 국내동향

• 국내의 용도별 CFC이용 상황

용도	CFC 사용비율(%)							
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994계획
냉 매	22	18	16	30	30	31	32	37
발포제	44	45	45	49	53	48	51	49
세정제	22	22	29	18	14	20	16	13
분사추진체	11	12	9	2	2	0.1	0.6	0.7
기 타	1	3	1	1	1	0.9	0.4	0.3
계	100	100	100	100	100	100	100	100

상기표에서 보듯이 세정제의 대체 프레온 개발이 활발히 이루어지고 있음을 알 수 있으며, 냉매 및 발포제용 프레온 개발은 서서히 이루어지고 있어 1995년 이후 대체 프레온 냉매가스의 개발 및 국내 생산 능력유무가 HVAC 산업에 큰 영향을 미칠 것으로 판단됨.

• 특정 프레온 용도별 냉매 대체품 개발 현황

용도	특정 프레온	신규 프레온	대체개발현황
자동차 에어컨	CFC-12	HCFC-22 HFC-134a	국내 각 자동차 에어컨 제조회사에서 HFC-134a용 CAR에어컨 개발 완료
전기 냉장고	CFC-12	HFC-134a	국내 주요 가전사에서 이미 HFC-134a 냉매 대체완료 또는 대체중
원심식 냉동기	CFC-11	HCFC-22 HCFC-123 HFC-134a	당사 : HCFC-123, HCFC-22 냉동기 개발 완료 또는 개발 중 HFC-134a 냉동기 국산화 예정 타사 : HCFC-123 냉동기 개발 완료
업무용 냉동기	CFC-12	HFC-134a HCFC-22	HCFC-22는 적용 중에 있으나 최종 대체 냉매인 HFC-134a 적용은 개발 검토 중

• 대체 냉매개발 현황

HCFC-123 냉매 개발은 활용성의 한계로 1993년 중반기에 개발 진행 중단 상태이고, HFC-134a는 1993년 7월에 KIST에서 개발 완료하여 1995년 국내생

산 예정임.

• '94년도 CFC가스의 배정계획

(ODP 환산론)

종류별	용도별	수요업종별	'93공급실적		'94배정계획		비고
			'93 공급량	92배정 대비%	'94 배정량	93실적 대비%	
CFC-11	발포용	냉장고단열재	1,852	92.2	1,546	83.5	
		경질발포제품	2,765	66.6	2,398	86.7	
		연질발포제품	864	75.5	610	70.6	
		(소계)	(5,481)	75.0	(4,554)	83.1	
	냉매용	원심식냉동기	246	52.3	239	97.1	
		보충분	238	91.5	246	103.4	
		(소계)	(484)	66.3	(485)	100.2	
	분사용	의료·의약	5	100.0	5	100.0	
	기타	기타	81	52.2	81	100.0	
	계		6,051	73.8	5,125	84.7	
CFC-12	발포용	경질발포제품	539	68.1	418	77.6	
	냉매용	냉장고	624	81.9	582	93.3	
		수송용냉동기	1,214	74.7	1,091	89.9	
		보충분	1,437	70.8	1,532	106.6	
		(소계)	(3,275)	73.6	(3,205)	97.9	
	분사용	의료·의약	61	610.0	61	100.0	
	계		3,875	73.8	3,684	95.1	
CFC-113	세정용	전자·전기등	1,900	55.9	1,288	67.8	
CFC-114	냉매용	보충분	9	450.0	10	111.1	
	분사용	의료·의약	2	100.0	2	100.0	
	계		11	275.0	12	109.1	
CFC-115	냉매용	보충분 R-502	38	80.9	38	100.0	
CFC 합계			11,875	70.3	10,147	85.4	
HALON							
-1301	소화용	소화기용 및	3,030	62.2	2,625	86.6	
-1211		공정소화설비	540	120.0	445	82.4	
-2402	기타	기타	30	-	-	-	
HALON 합계			3,600	67.7	3,070	85.3	

총 계	15,475	69.7	13,217	85.4	
배정 유보	-	-	119	-	

(1) 미국

• CFC 규제 동향 (부록B 참조)

규제 물질	미국환경청 규제 SCHEDULE	REMARK
CFC -11 -12 -113 -114 -115	· 1994년 1월 1일 부터 1986년 소비량의 25% 이하로 축소 · 1996년 1월 1일 이후 전폐	몬트리올의 정서 제결국 제4차 회의 결과와 동일
HCFC-141b	· 2003년 1월 1일 부터 전폐	HCFC-22 규제 SCHEDULE 가속화
HCFC-142b/HCFC-22	· 2020년 1월 1일 부터 전폐	
그밖의 HCFCS	· 2030년 1월 1일 부터 전폐	

• 미국의 대기 정화법에 따라 1993년 11월 CFC 물질에 이어 1994년 1월1일부터 HCFC가 함유된 모든 상품의 수출입을 규제하고 있음. 따라서, 향후 HCFC를 사용한 제품은 대미 수출이 전면 금지될 전망임. (부록C 참조)

• 미국 터보냉동기 주요 제작사들의 판매정책

- YORK : 현재는 HCFC-123와 HCFC-22 냉동기를 동시 판매하고 있으나 조만간 HFC-134a 냉동기 판매정책으로 전환할 것 임.

- TRANE : 고압냉동기 제조를 위한 설비투자 자금 부족 때문에 당분간 HCFC-123 냉동기 판매정책에 주력할 것 임. LONG TERM PLAN은 HFC-134a 냉동기 판매 전략임.

- MCQUAY : 10년 전에 HFC-134a 냉동기를 개발하여 현재 COST DOWN에 치중함. 그러나, PERFORMANCE에 대한 신뢰성이 약함.

- DUNHAM-BUSH : HCFC-22 냉동기 판매에 주력. 판매기반이 약함.

- CARRIER : 1996년부터 모든 HVAC 제품에 HFC-134a 냉매 적용.

(2) 일본 (부록D 참조)

일본 건설성은 1992년 11월 1일부터 정부가 발주하는 모든 공사의 설비는 HFC계 냉매(오존층 파괴지수 0)를 사용하라고 공시하였음.

일본 하다찌사는 1993년 4월부터 HFC-134a용 터보 냉동기를 개발 생산하고 있음.

또한, MISUBISHI, HITACHI, EBARA사는 기존 CFC-11 냉동기를 HCFC-123 냉동기로 전환시키는 작업을 하고 있음. 그러나, 일본 터보 냉동기 제조사들의 LONG TERM 전략은 HFC-134a용 터보 냉동기를 개발 생산하는 것임.

그리고, 일본의 많은 기업들이 미국의 대체 냉매 개발 PROGRAM에 참여하여 대체 냉매 개발에 주력하고 있음.

(3) 호주 (부록E 참조)

호주 정부의 CFC 및 HCFC 규제 관련 냉매 사용에 대한 정책 우선 순위는 아래와 같음.

1. R-134a 냉매 사용

2. R-134a 냉매 사용이 불가능한 경우는 R-22 냉매 사용

3. 암모니아 사용

따라서, 호주는 벌써부터 HCFC의 규제 SCHEDULE의 조기 단축에 전 HVAC 산업계가 대비해 나가고 있음.

(4) 이태리 (부록F 참조)

이태리 회의는 1999년 12월31일 이후 모든 HCFC들과 메틸브로마이드의 생산과 사용을 금지시키는 법을 승인했음. 그것은 이태리가 유럽공동체의 HCFC 폐기 마감시간 보다 15년 먼저 마감시킨 것임. 또한, 이태리는 1995년 1월 1일부터 정부허가 없이 HCFC용 제품을 생산할 수 없도록 입법화 했음.

(5) EC

1994년 2월 9일에 유럽 의회는 HCFC들과 메틸브로마이드 폐기에 대한 유럽 공동체 입법 초안을 더 강화하기로 의결했음. 의회는 유럽 각국 각료들의 심의회에 의해서 1993년 12월에 승인된 HCFC 규제 SCHEDULE 보다 더 빠르게 1997년에 HCFC들을 폐기하기 시작해서 2003년에 이들을 완전히 폐기할 것을 의결했음.

<u>유럽공동체 환경처 장관들의 HCFC 규제안 ('93.12월)</u>

• 1996년 1월 1일 이후 '89년 CFC 소비량의 2.5% + '89년 HCFC 소비량 만큼 축소

• 2000년 1월 1일 이후 1989년 HCFC 소비량의 85%까지 축소

• 2004년 1월 1일 이후 1989년 HCFC 소비량의 45%까지 축소

• 2014년 1월 1일 전폐

5. 냉동기 각종 냉매의 특성

5-1. 냉동기 냉매 특성 비교 (부록G 참조)

구분	R-11	R-22	R-123	R-134a	REMARK
분자식	CCl_3F	$CHClF_2$	$CHCl_2CF_3$	CF_3CH_2F	
분자크기(무게)	137.4	86.47	152.9	102	냉동기 크기와 비례함.

구분	R-11	R-22	R-123	R-134a	REMARK
허용노출한계치 (PPM)	1,000	1,000	30	1,000	암모니아 AEL25PPM
독성정도	보통	보통	문제있음	보통	
가연성	적음	적음	적음	적음	
오존층파괴 지수	1	0.05	0.02	0	
지구온난화 지수	1	0.34	0.02	0.27	
AVAILABILITY	· 1996년부터 생산중지 이후 더욱더 구매하기 어려울 것임. · 울산화학 생산 CAPA. : 9,000 TON/년	· 200년대 초반까지는 다소 사용하기 용이할 것이나 HCFC 규제 SCHEDULE이 가속화 될수록 구매하기 어려울 것임. · 울산화학 생산능력 : 4,500TON/년	· 국내개발 계획이 1993년 중반기에 취소되어 수입에 의하지 않고는 구매하기 어려울 것임. 현재, 기존 해외 생산 CAPA.는 동결 상태임. (활용성 한계 : 오직 대형 냉동기 냉매로만 사용되고 있음)	· 1993년 중반기에 국내 KIST에서 개발 완료되어 1995년부터 국내 생산예정이므로 향후 사용하기 훨씬 용이해질것으로 전망됨. 현재, CAR 에어컨 및 냉장고등의 대체 냉매로 사용되므로 각 냉매 제조 회사들이 생산 CAPA.를 늘려갈 것임.	

5-2. HCFC-123 안전성 ISSUE

• HCFC-123 냉매독성 TEST 결과 (PAFT-PROGRAMME FOR ALTERNATIVE FLUOROCARBON TOXICITY TESTING)

- MECHANISTIC STUDY

MECHANISTIC STUDY는 HCFC-123가 신체 장기들에게 암을 유발 시키는 작용을 하는지에 대한 연구인데, 냉매제조 회사인 ICI에 따르면 HCFC-123 냉매는 그 자체가 유독성 있다는 납득할 만한 증거는 없다고 발표함.

- 2 YEAR INHALATION (2년 흡연연구) : 부록H 참조

미국 듀폰사에서 쥐에 2년 동안 HCFC-123 냉매를 흡입시킨 결과 주의 췌장과 고환에서 종양이 발견되었음을 발표

- METABOLIC STUDY (신진대사 연구)

독일의 연구소에서 인체 각 장기에 대한 HCFC-123 냉매의 영향을 연구 중에 있음

- REPRODUCTIVE STUDY (유전에 대한 연구)

HCFC-123 냉매는 잠복성이 강한 냉매이기 때문에 냉매가 자손에 미치는 영향을 연구 중에 있음

R-123 냉매의 허용 노출 한계 30PPM

• HCFC-123 냉매 사용에 대한 주의사항

- DUPONT사 GUIDELINE : 부록I 참조

- JOHNSON CONTROLS사 SERVICE INSTRUCTION : 부록J 참조

- HCFC-123 냉매 누출과련 사고기사 (캐나다 La Press 신문 1993sus 7월 8일자) : 부록K 참조

“1993년 7월 7일 캐나다 퀘벡주 LAVAL에 있는 ARMAND FRAPPIER INSTITUTE의 신설 연구소에서 HCFC-123 냉매누출 사고가 발생 23명이 병원에 후송되고 22명이 현장에서 치료를 받는 사건이 발생했었음.

사고 원인은 냉동기내의 압력 상승으로 인한 RUPTURE DISKS의 파열이었음.

• HCFC-123 냉매 사용시 ASHRAE 15 CODE에 따른 의무조항 및 권장사항

- 냉매 10PPM의 누출여부를 감지할 수 있는 냉매 SENSOR 장치

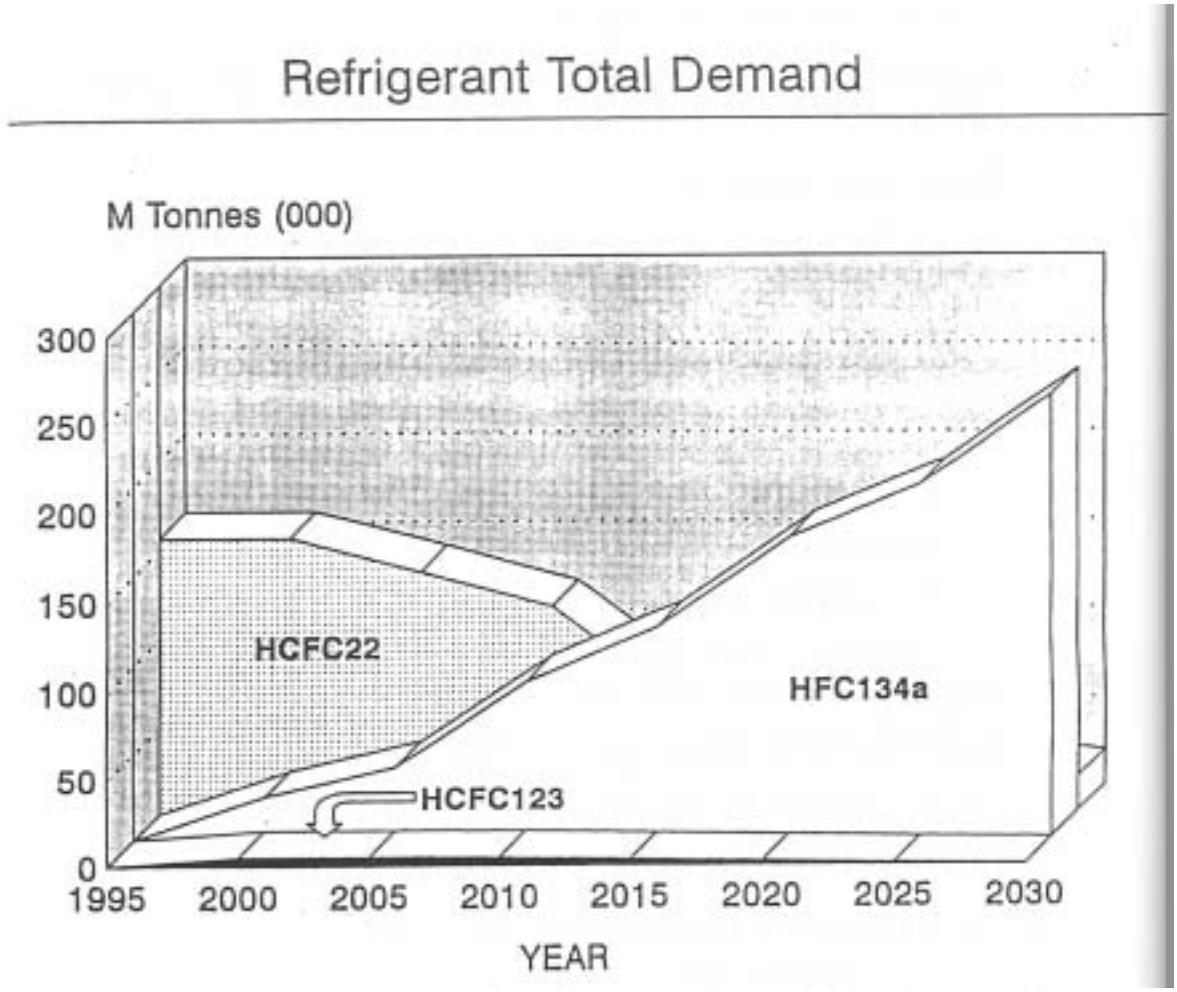
- 고효율 추기장치

- SERVICE 및 냉동기를 사용하지 않을 때 냉매를 저장할 수 있는 TANK 및 ISOLATION VALVE

- RELIEF VALVE

6. 냉매수급 동향 및 가격 변동추이

6-1. 냉매수요 예측 (WORLDWIDE)



6-2. 냉매 생산능력 (WORLDWIDE)

TON/YEAR

냉매제조회사		HFC-134a	HCFC-123
미국	DU PONT	32,000	2,000
	ICI	11,000	
	ALLIED SIGNAL	30,000	
	소계	73,000	2,000
일본	DU PONT	9,000	
	ASAHI GLASS	5,500	2,000
	DAIKIN	5,500	
	SHOWADENICO	5,500	
	소계	25,500	2,000
유럽	DU PONT	6,000	
	ELF ATOCHEM	10,000	
	AUSMANT	1,000	
	소계	17,000	0
합계		115,500	4,000

NOTE : 1993년 5월 기준

6-3. 냉매가격 변동추이 (미국)