

CFC대체기술개발의 국내동향

The State of the Arts of R & D on CFC Technology in Korea

김 영 인
Y. I. Kim
생산기술연구원기술개발본부



- 1949년생
- 극저온 냉동, 빙축열, 가스 흡수식 냉동기 등 냉동기기 개발에 관심을 가지고 있다.

1. 머리말

CFC가 오존층을 파괴한다는 가설이 제기된 이래 국내외 학계, 연구계 및 산업계에서는 이에 대한 관심이 고조되어 왔고 CFC대체 기술개발에 노력을 기울이고 있다. 국내에서는 1988년 김효경교수의 냉매소고¹⁾가 공식적으로 CFC문제를 제기하는 계기가 되어 각 연구소, 학교 및 산업체가 독자적으로 기술자료 수집과 기술개발을 수행중에 있으며, 수차에 걸쳐 CFC관련 강연회 기술논문 및 학술논문^{2~8)}들이 발표되어 왔다.

본 고에서는 본 고 후속원고에 세부 응용기술의 개발동향에 대한 상세 설명이 있으므로 기관별, 산업분야별 기술개발 현황을 개략적으로 설명하고자 한다.

2. 기관별 개발동향

2.1 정부

상공부에서는 기초공업국의 정밀화학과가 주관이 되어 몬트리올의정서 가입 대응방안에 대한 대책을 수립하여 1989년 8월 산하 한국정밀화학 공업진흥회내에 할로겐화 탄소물질 대책

위원회를 설치하여 기업에 대처 방안을 제시하고 있다. 또한 1991년 1월에 오존층 보호를 위한 특정물질의 제조규정등에 관한 법률을 제정공포하여 생산량 및 소비량의 기준한도를 정하는 근거를 마련하였고 특정물질 합리화 기금을 조성하여 대체물질 개발에 투자를 하고 있다. 그러나 상공부는 신규 대체물질 제조기술과 특정물질의 회수 또는 파괴기술을 정부주도로 국책연구 개발사업으로 추진하고 있고 기타 응용기술은 수요산업별 수요자 중심으로 기술개발 과제를 발굴하여 민간주도로 개발하고 정부는 공업기반 기술개발 사업비와 특정물질 합리화기금으로 재원을 지원할 계획이다.

CFC 응용기술을 위하여 1990년부터 생산기술발전 5개년 계획의 공고대상과제로 CFC 분야를 선정하고 공업기반기술개발 사업을 추진하여 왔고 1991년 4월부터 CFC대체연구개발기획단을 구성하여 CFC대체 관련 개발 필요과제 수요조사를 수행하여 CFC대체 기술개발에 노력하고 있다.

과학기술처에서는 특정연구 개발사업비를 지원하여 KIST의 CFC대체 기술센터로 하여금 CFC대체물질을 개발하도록 하고 있으나 응용 관련 기술에는 지원을 하고 있지 않는 실정이다.

2.2 대학

서울대학교 기계공학과, 인하대학교 기계공학과, 부산수산대, 아주대 기계공학과 등에서 CFC대체 이용기술등 공기조화 냉동관련 기술에 대한 기본연구를 진행중에 있다. 정부와 산업체에서의 충분한 연구비 지원이 없어 실험실 규모의 CFC대체 냉매 물성치 측정 및 CFC대체용 냉동기 성능평가등 전산모사 프로그램 등의 개발에 집중하고 있는 실정이다.

(1) 서울대

서울대 기계공학과 열공학 실험실(노승탁교수)에서는 열역학, 유체역학, 열전달 및 물질전

달등의 기초이론을 바탕으로 냉동 및 공기조화 분야의 연구를 위해 CFC대체 물질의 열역학적 물성치 측정 및 계산등에 관한 기초연구 및 응용연구를 수행하고 있다. 특히 혼합냉매를 사용한 열펌프의 성능향상 및 분석의 연구로 혼합냉매의 성분의 변화에 따른 난방용량의 변화, 성능계수의 변화등을 고찰하기 위해 열펌프 제작과 실험, 수치조사를 통한 사이클 해석도 수행하고 있다. 또한 혼합냉매의 상변화 과정중의 열전달 특성에 관한 연구도 수행하고 있다. CFC관련 연구인력과 수행중인 연구과제는 아래와 같다.

○ 연구인력

성명	전공	관심분야
노승탁	열역학	축열물질, CFC물성치 측정, 냉동사이클 해석
이준식	열전달	축열시스템, 냉동사이클

○ 연구과제

분야	과제명	비고
혼합냉매이용	R22/R142b 혼합냉매를 사용한 열펌프의 성능	
CFC대체냉매 물성치 연구	CFC 대체냉매의 이용과 열역학적 특성	- Pure, Binary, Ternary Blend포함
비CFC계 냉난방 응용기술	Stirling Cycle에서의 열전달	

(2) 인하대

인하대에서는 1992년 CFC대체 시스템 공학 연구소를 설립하고 아래와 같은 연구인력으로서 CFC관련 연구를 수행할 예정으로 있다.

연구분야

-냉장고 capillary tube modelling

- 혼합냉매 사용 냉장고 연구
- 혼합냉매 사용 열펌프 연구
- HCFC-22 대체냉매 연구
- 대체냉매 사용 pool boiling 연구
- 대체냉매 사용 flow boiling 연구

○ 연구인력

성명	전공	관심분야
서정윤	열전달	CFC 대체기술
임장순	열전달	공조냉동시스템 개발
김종보	열전달	대체냉매 기기개발
채재우	열공학	대체에너지, 환경기술
정동수	열공학	공조냉동 시스템설계, CFC 대체기술

(3) 기타대학

서울대와 인하대를 제외한 타 대학에서는 과

학재단에서 연구비를 지원받아 산발적인 연구를 추진하고 있으며 주요 연구인력과 수행 연구과제는 아래와 같다.

○ 연구인력

성명	전공	관심분야	비고
박영무	열역학	CFC 대체냉매 물성치	아주대
오후규	에너지공학	냉동시스템 설계	부산수산대
이승홍	열전달	냉동사이클 시뮬레이션	부산대
원성필	열전달	혼합냉매 이용 열펌프	울산대

○ 연구과제

분야	과제명	비고
냉동사이클 시뮬레이션	- 냉매 R-134a의 물성치와 냉동사이클의 시뮬레이션	부산대
냉동시스템 설계	- 혼합냉매 R-22와 R-114를 이용한 열펌프의 냉난방 성능에 관한 연구	부산수산대
CFC 대체냉매 물성연구	- R-134a의 열역학적 물성치 계산과 냉동성능에 관한 연구	아주대
CFC 대체냉매 물성연구	- 혼합냉매의 전열특성을 고려한 열펌프의 시뮬레이션 모델개발	울산대

2.3 국가연구소

(1) 생산기술연구원

생산기술연구원은 1990년 5월 CFC대체 기술사업단을 중심으로 공기조화냉동관련 기술개발과 기술수요 조사를 수행하여 왔고 1990년도부

터 자체 연구개발비로 CFC 대체냉매 냉장고 기술개발과 대체냉매 압축기용 윤활기술의 개발 등을 수행하기 시작하여 CFC대체 응용기술 개발의 중심체로서 CFC관련 자료수집과 연구개발을 추진하고 있다.

○ 연구인력

성명	전공	관심분야
김영인	저온공학	축열, 흡수식냉동기, 저온냉동기
김현진	항공·열·유체역학	압축기 (설계, 해석)
이성일	음향공학	송풍기, 초음파기기
오명도	2상유동 열전달	환경설비, 흡수식냉방기, 수송용냉동기
은탁	제어, 계측	압축기 (가공)
윤재호	열전달	가정용 냉장고, 세정장치
유제인	열전달	축열, 세정장치
안영재	윤활	윤활

○ 연구수행중인 과제

분 야	과 제 명
세 정	○ CFC 대체 세정기술
냉동공조산업	○ CFC대체 냉매냉장고 설계 및 제작기술 ○ 저온 냉각 제습장치 개발 ○ 에어컨용 고효율 스크롤 압축기의 설계 및 제작 ○ 대체냉매 이용 포집화합물 축냉장치 개발 ○ HFC-134a 압축기용 윤활기술 개발 ○ HFC-134a용 Hi-EER 압축기 개발 ○ 가스 흡수식 냉난방기 개발 ○ 15RT급 흡수식 히트펌프 개발 ○ 15RT급 흡수식 냉난방기 개발 ○ 차량탑재형 냉동기 개발

(2) 한국과학기술연구원(KIST)

한국과학기술연구원(KIST)에서는 CFC대체 기술센터(센터장 이윤용박사)가 1990년 9월 26일 설립되어 CFC대체 기술개발을 위한 사전조사

연구를 시작으로 CFC 대체물질의 개발과 CFC 회수장치 개발과제를 수행하고 있으며 CFC 대체 물질개발 계획은 다음과 같다.

대 체 물 질 명	개 발 계 획
HCFC-141b/142b	- '92년말까지 상업화공장 기본설계 완료 - '94년말까지 공장건설 완료
HCFC-123/124/125	- '94년말까지 pilot test 완료
HFC-152a/134a	- '95년말까지 상업화공장 기본설계 완료
제3세대 대체물질	- '95년말까지 후보물질 합성

○ 연구인력

성 명	전 공	관 심 분 야
이 윤 용	분리공정	CFC 대체물질 개발
박 건 유	공정설계	CFC 대체물질 공정개발
권 영 수	공정설계	공정최적화, 장치설계
이 병 권	축매공학	CFC 대체물질 공정개발
김 훈 식	축매공학	CFC 대체물질 공정개발
최 대 기	증류공정	CFC 회수기술
김 재 덕	초임계 유체추출	화학장치 설계
이 윤 우	분리공정	CFC 대체물질 공정개발

2.4 기업 및 기업부설 연구소

CFC 관련산업의 규모는 자동차 A/C, 전자부품세정, 가정용냉장고, 냉동기, 발포제, 단열재, 에어로졸산업을 포함하여 연 4조원에 달한다고 알려져 있어 CFC 규제대응을 위해 관련업체의

구심체인 한국정밀화학진흥협회, 한국냉동공조공업협회등에서는 할로젠화 탄소물질대체위원회등을 설치하여 대처를 하고 있다. 관련기업에서는 자체기술연구소를 중심으로 CFC 대체 응용기술 개발에 진력하고 있다.(표 1, 표 2 참조)

표 1 기업 및 기업부설연구소 연구개발 현황(I)

기 업	과 제 명	비 고
금 성 사	물발포제 방식의 소형 냉장고 개발	'92년 하반기
삼성전자	'89년부터 대체냉매 위원회 구성 80억 투입 냉열기 본부, 연구인력 38명 '93년까지 중·대형 냉장고 개발	
만도기계	응축기 기술이전 검토 HCFC-123 사용 터보냉동기 개발	미국 요크사
현대자동차	한라공조에서 자동차 에어컨용 개발(HFC-134a)	
대우자동차	대우기전에서 설계·제작기술개발 소형차용 에어컨시스템 개발예정	
기아자동차	HFC-134a용 Car Air-Con. 장착 자동차의 field test중 (두원공조)	
경원세기	2단스크류 냉매 압축기 터보냉동기, 단열재, 실링재 검토	
대우기전	대체냉매를 사용한 자동차용 공조시스템 설계 및 제작기술	
유일정밀	차량탑재형 냉동기	
동환산업	자동차용 냉방장치 설계 및 제작	
신성엔지니어링	비 CFCs계 냉매용 냉방시스템 (물을 냉매로 사용하는 Desiccant 에어컨)	비CFC계
대성산업	비 CFCs계 냉매용 냉방시스템 (물을 냉매로 사용하는 흡수식 냉난방기)	비CFC계

표 2 기업 및 기업부설연구소 연구개발 현황(II)

기 업	과 제 명	비 고
범 양	터보냉동기 개발	
금성전선	흡수식 냉동기, HFC-134a 냉매용 냉동기	비CFC계
대우캐리어	HCFC-22와 HFC-134a 사용검토 중	
대우전자	발포제, 냉매, 세정제 개발추진	
이수화학	대체냉매용 윤활유 개발	
삼성중공업	흡수식 냉온수기	비CFC계
국제모터스	냉장고부품 모세관 개발	
한국듀폰	Du Pont사의 제품소개, 국내생산추진(SUVA)	
울산화학 / 한국종합화학	KIST와 공동으로 대체물질개발(39억원 출연)	
대한공조	자동차용 압축기생산 일본 잭센사와 HFC-134a용 압축기 생산기술 이전추진중	
한일초음파	세정용 CFC회수장치 일본 오사카 가스와 기술제휴	

3. 산업분야별 개발동향

국내에서 CFC를 사용하는 산업별 개발동향을 기술이용 측면에서 분류하면 표 3과 같다.

4. 기술개발의 문제점

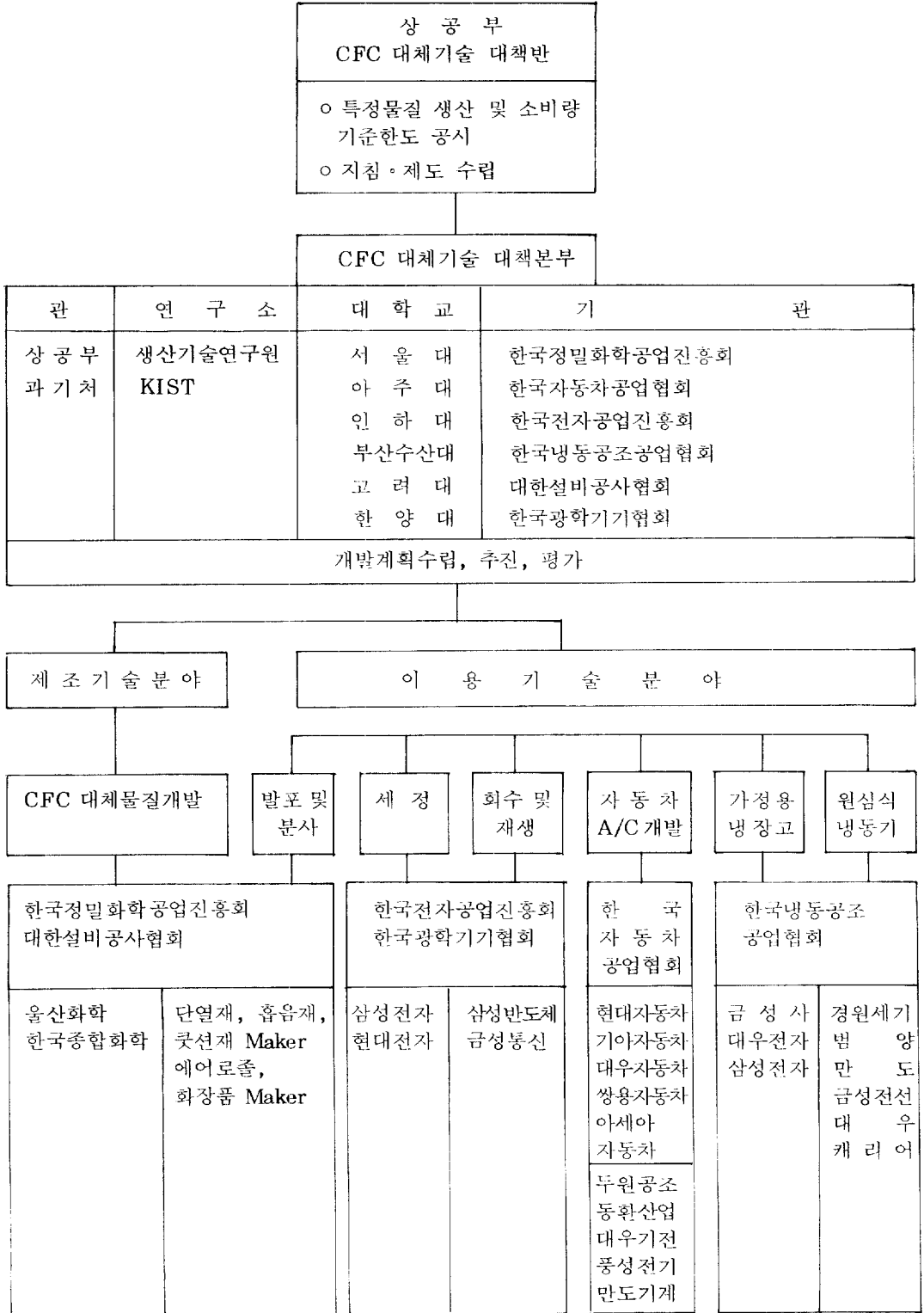
지금까지 기관별 및 산업별 개발동향을 살펴본 것처럼 CFC 대체물질 개발은 정부주도로 KIST의 CFC 대체기술 센터가 수행하고 있으나 몬트리올 의정서의 발효전에 양산의 가능성에 문제가 있으며 CFC대체 응용기술은 산발적으로 수행되고 있어 전 산업에 파급되는 영향을 고려할 수 없는 현황이다. CFC 사용량은 년 400

억원에 달하고 있으나 CFC관련 제품은 연 4조원에 달하고 있으므로 대체물질의 개발에만 주력할 것이 아니고 응용기술개발을 동시에 수행해야 할 것이다. CFC 사용제한으로 관련 1400여 업체는 연 1조5천억원의 생산감소가 예측되기 때문에 이에대한 대책마련이 시급히 요구된다. 특히 응용기술은 산업전반에 걸쳐 영향을 미치고 관련기술도 기계(냉동·공조설계, 가공), 화공 및 전자분야가 필요하므로 CFC 규제에 따른 관련산업 및 국민경제에 미치는 영향을 극소화하기 위하여 표 4와 같이 생산업체, 연구기관, 대학교 및 정부유관부처의 유기적인 기술개발 협동체제를 구축하고 체계적인 대응전략과 구체적인 기술개발 체제를 마련해야만 경쟁력있는 기술개발의 가능성이 있다.

표 3 CFC대체 응용기술 분류

대분야	분 야	주요 개발사업 내용	특 기 사 항
응용기술	냉동·공조	- 대체냉매용 냉장고 개발 - 대체냉매용 고효율 압축기 개발 - 신냉동, 냉방기기 개발 - 대체냉매용 에어컨 개발	- 룸에어콘, 자동차 에어컨, 냉동트럭, 냉동공조기기 등의 냉매사용 - 규제물질 총수용의 15% 차지
	자 동 차	- CFC대체용 Car A/C 콘덴서 개발 - CFC대체용 Car A/C 압축기 개발 - CFC대체용 Car A/C 주요부품 개발 - CFC대체용 Car A/C 설계 및 제작기술 개발	- Car A/C의 소형화, 경량화 및 고효율화가 요구됨. - 기존양산 설비교체로 인한 원가상승 예상
	전자부품	- 대체 세정제용 세척기기 개발 - 비CFC계 세정제 개발 - 누설방지, 회수 및 재사용 기술개발 - 전식 세정기술 개발	- Chip부품, 능동소자, 회로기판등의 세척제로 사용 - 규제물질 총수요의 19% 차지
	발 포	- 비CFC 발포제 개발 - 비CFC계 발포제 사용기술 개발 - 발포제 누설방지 및 재사용 기술개발 - CFC 사용량 극소화 발포기술 개발	- 단열재, 흡음재, 쿨선재, 식품포장재, 자동차 내장재 등의 발포제로 사용 - 규제물질 총수요의 38% 차지
	회 수	- CFC회수, 재생 및 처분기술 개발	- CFC사용 전분야와 관련 - 단기적 대응전략에 유효
	기 타	- CFC탐지 및 누설방지 기술개발 - 대체 소화물질 이용기기 개발 - 대체 분사기기의 개발	- 소화제, 에어로졸, 의료기기, 정밀기계 등의 사용 - 규제물질 총수요의 18% 차지

표 4 CFC 대체기술 개발을 위한 대책 추진체계(안)



5. 맺음말

이상과 같이 CFC 대체기술 개발의 국내동향에 대하여 간단히 살펴보았다. 지금까지 현대사회에 다대한 공헌을 해 왔고 인간이 만든 가장 안정되고 좋은 화합물인 CFC가 이제는 지구오존층 파괴 물질로 판명되어 생산 및 제조에 대한 규제가 시작되었다. 이러한 지구환경문제는 인류전체의 생활, 산업을 뿌리채 흔들어 놓을 수 있는 가능성을 갖고 있다는 데에 그 심각성이 있다. 따라서 CFC 규제에 따른 관련산업의 적절한 대책을 위해 생산업체, 연구기관, 대학교 및 정부유관 부처의 유기적인 기술협동의 구심체 역할을 할 수 있는 조직체를 구성하여 기술정보교환, 공동기술개발 및 국제시장 개방대책 등에 공동보조를 취할 수 있도록 해야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 김효경, 1988, "냉매소고", 공기조화 냉동공학회 추계학술대회.
2. 서정윤, 1991, "CFC 문제와 그 동향", 공기조화 냉동공학 제20권, 제3호, pp.179-189.
3. 정동수, 1991, "가정용 냉장고의 대체냉매와 성능향상을 위한 방안", 공기조화 냉동공학, 제20권, 제3호, pp.150-198.
4. 원성필, 1991, "대체냉매를 사용한 자동차용 냉방장치의 문제점과 대책", 공기조화·냉동공학, 제20권, 제3호, pp.199-204.
5. 김병철, 1991, "CFC와 대체화합물의 실태-미국을 중심으로", 공기조화·냉동공학, 제20권, 제3호, pp.205-214.
6. 조성진, 1991, "CFC대체 관련 연구현황", 공기조화·냉동공학, 제20권, 제3호, pp.205-214.
7. 이재승, 장필수, 1991, "냉장고의 대체냉매 냉동 Cycle의 특성연구", 공기조화·냉동공학, 제20권, 제3호, pp.218-223.
8. 이윤용 등, 1990, "CFC 사용규제와 대응반안", 냉동공조기술, 제7권, 제7호, pp.38-79.