

## CFC 대체관련 연구현황

### The Current Situation of Research Relating to CFC Alternatives

조 성 진  
S. J. Cho  
금성사 창원전기연구소



- 1964년생
- 냉동공조 분야를 전공하였으며 대체 냉매 관련 냉동공조 시스템에 관심을 가지고 있다.

#### 1. 머리말

완전 할로젠화 변화수소(fully halogenated hydrocarbon)류에 의한 지구 오존층 감소문제와 관련하여 국제적으로 오존층 보호를 위한 국제협정인 몬트리올 의정서가 1987년에 채택되었으며 그후 1990년 6월 런던협정에 의해 보다 강화된 내용으로 공표되어 향후 2000년까지 CFC 규제 대상물질의 전폐가 결정됨에 따라 국내에서도 이러한 추세에 맞춰 지구 오존층을 파괴하지 않는 새로운 물질의 개발 및 이의 시스템 적용(응용) 기술 확보가 절실하게 요구되고 있다.

본 장에서는 CFC 규제 대상물질 가운데 car-aircon. 및 가정용 냉장고, 기타 냉동기에 냉매로 쓰이는 CFC-12의 유효한 대체 냉매품에 대한 열역학적 특성 및 시스템 응용방안에 대하여 서술하고 국내의 CFC 대체기술 개발 현황을 간략히 소개하고자 한다.

#### 2. 대체냉매의 종류와 특성

냉장고에는 현재 발포용의 CFC-11과 냉동사이클용의 CFC-12. 2종류가 사용되고 있는

표1. CFC-12 및 HFC-134a의 특성

	HFC-134a	CFC-12
화 학 식	CH <sub>2</sub> FCF <sub>2</sub>	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>
분 자 량	102.03	120.91
비 점 [°C]	-26.3	-29.8
응 고 점 [°C]	-101	-157.8
임계온도 [°C]	102	111.8
임계압력 [kgf/cm <sup>2</sup> ]	42.0	42.1
비열(상압증기 at 25°C) [cal/g °C]	0.200	0.146
증발잠열(at 비점) [cal/g]	51.7	39.68
열전도율 포화액(25°C) [kcal/m hr °C]	0.07	0.06
열전도율 포화증기(25°C) [kcal/m hr °C]	0.009	0.0088
인 화 성	불연성	불연성
독 성	독성시험중(PAFT) 1992 완료 예정	없 음
ODP(ozone depletion potential)	0	1.0

데 CFC-12에 대응한 대체물질로서 현재 거론되고 있는 냉매는 HFC-134a, HCFC-22, R502, ternary blend 등으로 대체 유력시되고 있으며 이들 냉매는 열역학적 특성면에서는 CFC-12와 유사하지만 시스템 적용 측면에서 해결해야 할 과제가 많이 남아 있고, 발포용으로 쓰이는 CFC-11의 대체물질로서는 HCFC-123, HCFC-141b를 검토하고 있는 중이다.

냉동 사이클용 냉매의 대체물질에 대한 특성치와 해결과제는 다음과 같으며 지면 관계로 냉동 사이클용 냉매에 국한해서 서술하도록 한다.

2.1 유력한 후보냉매의 특성비교

2.2.1 HFC-134a 특성

HFC-134a는 현재 전세계적으로 CFC-12의 대체냉매로서 유력시되고 있는 냉매인데 그 이유는 표1과 같이 ODP가 0이며 열역학적 특성이 유사하기 때문이다. 그러나 동일압력에서 CFC-12에 비해 비점이 3~4℃ 높고 비체적이 상대적으로 HFC-134a가 큰 관계로 냉매순환량 감소에 따라 냉동능력에 영향을 미치게 되므로 기존 적용하던 압축기의 변경과 냉동 시스템의 적정화 개량이 필요하며 화학적, 전기적 특성에 대한 신뢰성 측면에 많은 연구가 요구되고 있다.

2.1.2 Ternary blend

Ternary blend는 미국 DuPont에서 CFC-12 대체용으로 개발하였으며 그 조성비에 따라 특성이 표2와 같다.

이 ternary blend중 KCD-9433은 HCFC-22, HFC-152a, HCFC-124의 삼중혼합냉매로서 비공비 혼합냉매이다. Ternary blend의 열역학적 특성은 CFC-12와 매우 유사하다. 비등점 및 포화온도, 포화압력이 CFC-12와 같은 경향을 보이고 있으며 현 냉동 시스템에 그대로 적용 가능하며 냉동기유 또한 기존 압축기에 적합한 것으로 되어 있다.

따라서 단기적인 CFC-12 대체냉매로서 현재 유력시되고 있으나 ODP 관계로 장기적인 냉매로서는 추이를 좀 더 관찰해야 할 것으로 표3과 같다.

표2. Ternary Blend의 특성

	ternary blend (KCD-9433)	CFC-12
비 점(℃)	-28.9	-29.8
인 화 성	없 음	없 음
독 성	//	//
ODP	0.03	1.0
GWP(global warming potentia)	0.16	3

표3. 각종 대체냉매에 대한 해결과제

CFC-12 대체냉매종류	해 결 과 제
HCFC-22	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CFC-12 대비 높은 증기압</li> <li>• 재료관계</li> <li>• 수분관리</li> <li>• 시스템의 개량</li> <li>• 단기 대체용 냉매(ODP = 0.05)</li> </ul>
HFC-134a	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CFC-12 대비 낮은 C. O. P</li> <li>• 수분 문제</li> <li>• 냉동기유 문제</li> <li>• 시스템의 개량</li> <li>• 장기 대체용 냉매(ODP = 0)</li> </ul>
Ternary blend	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CFC-12 대비 동등수준의 C. O. P</li> <li>• 현 시스템 적용가능</li> <li>• 열교환기 개선</li> <li>• 단기 대체용 냉매(ODP = 0.03)</li> </ul>

3. 국내의 CFC-12 대체냉매 관련 개발현황

국내에서도 1989년부터 CFC-12 대체냉매 및 시스템 개발을 착수하여 국제화 추세에 맞춰 상용화시킬 계획으로 연구중에 있으며, 가정용 냉장고에 대하여 CFC-12 적용시의 성능보다 향상된 수준을 목표로 하고 있다.

참고로 국내 모 가전업체에서의 대체냉매 관련 개발내용을 표4에 예시하였다.

표 4. 국내의 CFC-12 대체냉매 관련 연구현황

구 분	현 황
1. CFC 대체냉매 선정	대체냉매에 대한 열역학적, 화학적, 전기적 특성 검토 (HFC-134a, 혼합냉매 등)
2. compressor 개발	대체냉매용 고효율 compressor 개발
3. 냉동 사이클 개발	대체냉매 적용을 위한 냉동 사이클 개발
4. 냉동기유 개발	대체냉매에 적합한 냉동기유 선정 검토
5. 냉매와 냉동기유의 재료 적합성 검토	냉매 및 냉동기유 변경시 재료에 대한 적합성 검토 및 신재료 개발
6. 신뢰성 시험 (수명시험)	시스템의 수명과 관련된 문제점 파악 및 개선
7. 생산기술	대체냉매 적용시 생산공정에 대한 검토

#### 4. 맺 음 말

CFC-12 규제에 대한 대비 뿐만 아니라 자연환경 보존적 차원에서 대체냉매개발 및 응용기술 확보는 국내 냉장고 및 car-aircon 등을 생산하는 업체에 있어 다른 무엇보다도 중점을 두고 연구 매진해야 될 과제이며 이와 관련한 당사의 현황을 간략히 소개하였는 바, 현재까지 CFC-12 대체냉매로서는 HFC-134a와 혼합냉매가 가장 확실시 되어, 이에 대한 시스템 응용기술은 국내 산업체에서도 중점연구 과제로 하여 조만간의 실용화 목표로 개발에 박차를 가하고 있으므로 선진국과의 경쟁력 확보측면과 특히 근자에 관심을 모으고 있는 자연환경 보존적 차원에도 많은 기여가 될 것으로 본다.