

대체냉매 및 윤활유 동향

Trends in alternative refrigerants and lubricants

정 동 수
D. S. Jung
인하대학교 기계공학과



- 1959년생
- 대체냉매 개발, 냉동 및 공조기 실험, 이상열전달·사이클 해석 분야에 관심을 가지고 있다.

1. 머리말

지난 10여년간의 연구를 통해 오존층 붕괴를 막을 수 있는 다양한 대체냉매들이 개발되었고, 그 결과 현재는 냉동/공조 분야의 여러 부문에서 신냉매 혹은 보충용 냉매가 적용되고 있다. 한국 경제가 수출 지향적이라는 점을 고려 해 볼 때, 선진국, 특히 미국이 규제하는 냉매나 윤활유를 사용해서는 장기적으로 수출에 많은 어려움이 있을 것으로 판단된다. 이에 본고에서는 국내 냉동/공조 산업계에 꼭 필요한 참고 자료로서 미국의 환경청(Environmental Protection Agency, EPA)과 보험자 협회 연구소(Underwriter's Laboratories, UL)에서 승인한 냉매 및 윤활유 목록을 제공하려 한다. 이런 목록을 통해서, 앞으로 대체냉매 추세가 어떻게 변할지 추측해 볼 수 있으리라 생각된다.

현재 미국에서는 냉동공조협회(ARI) 및 표준연구소 등의 주관하에 21세기형 냉동공조산업 선도기술을 집중적으로 연구하고 있으므로, 이들의 홈페이지에 접속하면 여러 가지 정보를 얻을 수 있다. 특히 ARI의 MCRL 프로그램은 냉매 및 윤활유 관련 최신정보를 제공하므로 반드시 참고해야 한다.

2. 미국 EPA의 승인 및 비승인 냉매 목록

현재 미국의 EPA는 “중요한 신 대체물질 프로그램(Significant New Alternatives Program, SNAP)”을 통하여 소비자들이 냉동/공조기에 사용해도 좋은 환경친화적 CFC 및 HCFC 대체냉매를 선정하여 발표하고 있다. 미국에서 판매되는 제품은 -수입품의 경우에도- 반드시 SNAP에서 인정한 냉매를 사용해야만 하며 이를 위반하는 경우에는 강력한 제재조치를 받게 된다. 지금까지 SNAP에서는 1년에 한두 차례씩 승인된 물질 명단을 갱신하고 있으며, 따라서 이번 호에서는 국내 소비자들 및 업계에도 이 목록을 알리는 것이 필요할 것으로 생각되어, 1998년에 개정된 명단을 신고자 한다. 이에 대해 좀 더 자세히 알기를 원하거나, 기타 EPA 관련 다른 사항들을 알기 원하는 독자는 다음의 홈페이지로 접속하기 바란다 :

<http://www.epa.gov/ozone/title6/snap/>

한편 UN의 환경프로그램(UNEP)에서도 오존층 보호와 관련된 새로운 기술을 소개하고 있으므로 가끔씩 UNEP의 홈페이지를 참고하면 좋은 자료를 얻을 수 있다.

<http://www.unepie.org/ozonaction.html>

표 1 CFC-12 대체 냉매

상 품 명	ASHRAE 번호	HCFCs			HFCs			HCs	
		22	124	142b	134a	152a	227ea	부탄 R-600	이소부탄 R-600a
MP-39	401A	53	34			13			
MP-66	401B	61	28			11			
MP-52	401C	33	52			15			
GHG	406A	55		41				4	
FX-56	409A	60	25	15					
FRIGC			39		59		2		
Free Zone**				19	79				
GHG-HP		65		31				4	
Hot Shot	414B	50	39	9.5				1.5	
GHG-X4	414A	51	28.5	16.5				4	
Freeze 12				20	80				
GHG-X5		41		15			40	4	

* 표의 난에 있는 수치는 무게를 기준으로 한 조성비(백분율)이다.

** 'Free Zone' 냉매는 2%의 윤활유를 함유하고 있다.

표 2 HCFC-22 대체 냉매

상 품 명	ASHRAE 번호	HFC-32	HFC-125	HFC-134a
KLEA 407C AC9000	407C	23	25	52
AZ-20	410A	50	50	
AC-9000	410B	45	55	

표 3 R-502 대체 냉매

상 품 명	ASHRAE 번호	HCFC	HFCs				HCs	
		22	32	125	134a	143a	152a	프로판
HP-80	402A	38		60				2
HP-81	402B	60		38				2
HP-62, FX-70	404A			44	4	52		
KLEA 407A	407A		20	40	40			
KLEA 407B	407B		10	70	20			
FX-10	408A	46		7		47		
R-411A	411A	87.5					11	15
R-411B	411B	94					3	3
G2018C		95.5					1.5	3
AZ-50	507			50		50		

표 4 CFC-13, R-13B1, R-503 대체 냉매

상 품 명	ASHRAE 번호	HCFC	HFCs		PFCs		HC
		22	152a	23	116	218	Propane
R-403B		56				39	5
R-508A	508A			39	61		
R-508B	508B			46	64		
NARM-502		90	5	5			

표 5 1998년 2월 24일 SNAP 승인 공기조화용 대체 냉매

대체 냉매	상 품 명	CFC-11 원심식 칠러	CFC-12, CFC114, R500 원심식 칠러	CFC-12, R-500 왕복동식 칠러	CFC-12 자동차 공조기	CFC-114 산업공정 공조기	CFC-12, R-500 가정용 계습기
HCFC-123	123	R, N	N				
HCFC-22	22	N	N	N	R, N* (buses only)	N (only<115F)	R, N
HCFC-124	124		R, N (CFC-114 only)			R, N	

표 5 계속

대체 냉매	상품명	CFC-11 원심식 칠러	CFC-12, CFC114, R500 원심식 칠러	CFC-12, R-500 양복동식 칠러	CFC-12 자동차 공조기	CFC-114 산업공정 공조기	CFC-12, R-500 가정용 계습기
HFC-134a	134a	N	R, N	R, N	R, N*	N (only<125F)	R, N
HFC-227ea		N	N	N			
HFC-236fa			R, N (CFC-114 only)				
R-401A, R-401B	MP-39, MP-66			R, N		R, N	R, N
R-406A	GHG		R, N (R-500 only)		R, N**		R
R-409A (HCFC Blend Gamma)	409A			R, N			R
R-411A, R-411B	411A, 411B			R, N			
FRIGC (HCFC Blend Beta)	FRIGC FR-12		R, N (CFC-12, R-500 only)	R, N	R, N*		R, N
Free Zone (HCFC Blend Delta)	Freezone /RB-276		R, N (CFC-12, R-500 only)	R, N	R, N*		R, N
Blend Zeta	lkon				R, N*		
Hot Shot	Hot Shot, Kar Kool		R, N (CFC-12, R-500 only)	R, N	R, N**		R, N
GHG-X4	GHG-X4, Autofrost, Chill-it		R, N (CFC-12, R-500 only)	R, N	R, N**		R, N
GHG-X5	GHG-X5		R, N (CFC-12, R-500 only)	R, N	R, N**		R, N
GHG-HP (HCFC Blend Lambda)	GHG-HP				R, N**		R, N
Freeze 12	Freeze 12		R, N (CFC-12, R-500 only)	R, N	R, N*		R, N
G2018C	411C		R, N (CFC-12, R-500 only)	R, N			
MT-31	MT-31		R, N (CFC-12 only)	R, N (CFC-12 only)			R, N (CFC-12 only)
HCFC-22/HCFC-142b			R, N (CFC-12 only)	R, N (CFC-12 only)			R, N (CFC-12 only)
암모니아 증기 압축		N	N				
중발 냉각		N	N	N	N*		
테씨컨트 냉방		N	N	N			
암모니아/물 흡수식		N	N				
물/리튬브로마이드 흡수식		N	N				

R : 개보수용(Retrofit Uses), N : 신제품용(New Uses)

표 6 1998년 2월 24일 SNAP 승인 상업용 냉동 대체 냉매

대체 냉매	상 품 명	대체하는 냉매	저 온 저장고	냉 동 수 송	소매 음식 냉동	제빙기	자판기	물냉각	비기계식 열 전 달	초저온 냉 동
HCFC-22	22	12, 502	R, N	R, N	R, N	N	R, N	N		
HFC-134a	134a	12	R, N	R, N	R, N	N	R, N	R, N		
HFC-227ea		12	N		N					
R-401A, R-401B	MP39, MP66	12	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N		
R-402A, R-402B	HP80, HP81	502	R, N	R, N	R, N	R, N				
R-404A	HP62, 404A	502	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N			
R-406A	GHG	12, 500	R	R	R	R	R	R		
R-407A, R-407B	Klea 407A, 407B	502	R, N	R, N	R, N	R, N				
R-408A (HCFC Blend Epsilon)	408A	502	R	R	R	R				
R-409A (HCFC Blend Gamma)	409A	12		R	R	R	R	R		
R-411A, R-411B	411A, 411B	12, 500, 502	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N		
R-507	AZ-50	502	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N			
R-508A, R-508B		13, 13B1, 503								R, N
FRIGC (HCFC Blend Beta)	FRIGC FR-12	12, 500	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N		
Free Zone (HCFC Blend Delta)	Free Zone/RB-276	12	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N		
Hot Shot	Hot Shot	12, 500	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N		
GHG-X4	GHG-X4	12, 500	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N		
GHG-X5	GHG-X5	12, 500	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N		
(HCFC Blend Lambda)	GHG-HP	12	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N		
FREEZE 12	FREEZE 12	12	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N		
G2018C	411C	12, 500, 502	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N		
MT-31	MT-31	12	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N		
HCFC-22 /HCFC-142b		12	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N		
암모니아 증기 압축		all	N		N	N				
Golden Fluids		11, 12, 113, 114, 115							R	
증발/채습 냉각		all	N							
스털링 사이클		all		N						
절소 직접 팽창		all		N						
압력강하		all	N							

표 6 계속

대체냉매	상 품 명	대체하는 냉매	저 온 저장고	냉 동 수 송	소매 음식 냉동	제빙기	자판기	물냉각	비기계식 열 전 달	초저온 냉 동
CO ₂		11, 12, 13, 113, 114, 115, 13B1, 503							R, N	R, N
CO ₂ 이용 냉각팬		12, 502	R, N	R, N	R, N		R, N			
휘발성 Methyl Silixanes, 물, 광유		11, 12, 113, 114, 115							R, N	
NARM-502		13, 13B1, 503								R, N

표 7 1998년 2월 24일 SNAP 승인 비상업용 대체 냉매

대체냉매	상 품 명	대체하는 냉매	산업공정 냉 동	아 이 스 스케이트장	가정용 냉장고	가정용 냉동고
HCFC-123	123	11	R, N			
HCFC-22	22	12, 502	R, N	R, N	R, N	R, N
HFC-23		13, 13B1, 503	R, N			
HFC-134a	134a	12	R, N		R, N	R, N
HFC-152a		12			N	N
HFC-227ea		12	N			
HFC-236fa		114	R, N			
R-401A, R-401B	MP-39, MP-66	12	R, N	R	R, N	R, N
R-402A, R-402B	HP-80, HP-81	502	R, N			R, N
R-403B	Isceon 69-L	13, 13B1, 503	R, N*			
R-404A	HP-62, 404A	502	R, N			R, N
R-406A	GHG	12, 500	R		R	R
R-407A, R-407B	Klea 407A, 407B	502	R, N	R, N		
R-408A (HCFC Blend Epsilon)	408A	502	R			
R-409A (HCFC Blend Gamma)	409A	12			R	R
R-411A, R-411B	411A, 411B	12, 500, 502	R, N			
R-507	AZ-50	502	R, N			
R-508A, R-508B		13, 13B1, 503	R, N			
FRIGC (HCFC Blend Beta)	FRIGC FR-12	12, 500	R, N		R, N	R, N
Free Zone (HCFC Blend Delta)	Free Zone /RB-276	12	R, N	R, N	R, N	R, N

표 7 계속

대체냉매	상품명	대체하는 냉매	산업공정 냉 동	아 이 스 스케이트장	가정용 냉장고	가정용 냉동고
Hot Shot	Hot Shot	12, 500	R, N	R, N	R, N	R, N
GHG-X4	GHG-X4	12, 500	R, N	R, N	R, N	R, N
GHG-X5	GHG-X5	12, 500	R, N		R, N	R, N
(HCFC Blend Lambda)	GHG-HP	12	R, N		R, N	R, N
FREEZE 12	FREEZE 12	12	R, N	R, N	R, N	R, N
G2018C	411C	12, 500, 502	R, N	R, N		
NARM-502	NARM-502	13, 503	R, N			
MT-31	MT-31	12	R, N		R, N	R, N
THR01	THR01	12			N	N
HCFC-22/HCFC-142b		12	R, N		R, N	R, N
CO ₂		13, 13B1, 503	R, N			
암모니아 증기 압축		12, 502	R, N	R, N		
암모니아 흡수식		12			N	N
Propane, Propylene, Butane, HC Blend A, B	HC-12a, OZ-12	모두	R, N*			
CO ₂ 이용 냉각캔		12, 502			R, N	
Chlorine		모두	R, N			
증발/제습 냉각		모두	N			

표 8 1998년 2월 24일 SNAP 비승인 대체 냉매

대체 냉매	상품명	대체하는 냉매	최종 사용처	이 유
OZ-12와 HC-12a를 포함하는 모든 가연성 냉매		CFC-12	자동차 에어컨 개보수 및 신규	가연성으로 인한 위험 평가를 안함
OZ-12와 HC-12a	OZ-12, HC-12a	CFC-12	산업공정냉동을 제외한 기타 다른 모든 용도, 개보수 신규	가연성으로 인한 위험 평가를 안함
R-176*		CFC-12	모든 용도 개보수 및 신규	CFC-12 포함
R-403B		R-502	산업공정냉동을 제외한 기타 다른 모든 용도, 개보수 및 신규	GWP가 큰 PFC 포함
R-405A		CFC-12	모든 용도 개보수 및 신규	GWP가 큰 PFC 포함

표 9 1998년 2월 24일 SNAP 승인 제2종(HCFC) 대체 물질

대체 냉매	상품명	가정용 및 경상업용 공조	상업용 공 조	산업 공정 냉동	산업 공정 공조	저 온 저 장 시스템	스케이트 링크	수송 냉동	소매 음식 냉동	제빙기	가전 제품
R-401A	AZ-20	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
R-410B	SUVA 9100	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
R-407C	SUVA 9000, KLEA 66	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N	R, N
R-134a	HFC-134a	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-507	AZ-50	N	N	N	N	N	-	N	N	N	-
MT-31	MT-31	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
CO ₂ 이용 냉각엔		-	-	-	-	R, N	-	R, N	R, N	-	R, N
암모니아		N1	N2	N3	N3	N3	N3	-	N4	N3	N1
중발 냉각		N	N	-	N	-	-	-	-	-	-
제습 냉각		N	N	-	N	-	-	-	-	-	-
물/리튬브로 마이드 흡수식		-	N	-	-	-	-	-	-	-	-

표 10 제2종 물질 사용처

사 용 처	공기조화 냉동 시스템	오존분괴물질
가정용 및 경상업용 공조	허트펌프, 중앙집중식 공조, 직접 팽창 상업용 공조, 패키지 공조기, 창문형 공조기, 분리형 공조기	HCFC-22
상업용 공조	왕복동식 원심식, 스크류 칠러	HCFC-22, CFC-12, R-500, CFC-11
산업공정냉동	화학, 제약, 석유산업, 정유산업, 제련산업, 환경, 스포츠, 레저시설, 식품 가공용 냉동	HCFC-22, CFC-12, R-500, R-502
산업공정공조	위험한 고온 산업 환경, 조종실 또는 컴퓨터실 냉각과 같은 열악한 산업 환경에서 작동하는 공조	HCFC-22, CFC-12, CFC-114
저온저장 시스템	고기, 농산물, 낙농식품, 냉동식품, 기타 썩기 쉬운 생산품의 저장고	HCFC-22, R-502, CFC-12
아이스케이팅장	아이스 스케이트 링크	HCFC-22, CFC-12, R-502
수송 냉동	트럭, 트레일러, 철도차량, 선박, 컨테이너, 수송선의 냉동과 버스나 철도의 공조	CFC-12, R-500, R-502
소매음식 냉동	편의점, 간이음식점, 기타 음식점용 소형 냉동고, 슈퍼마켓의 대형 시스템, 그 밖의 광범위한 소매점과 서비스점의 HCFC-22 시스템	HCFC-22, CFC-12, R-502
제빙기	음식점이나 호텔에 납품하는 모든 얼음취급소	CFC-12
가정용 가전제품	냉장고, 냉동기, 빙수기, 자동판매기, 제습기	CFC-12, R-502

표 11 대체 냉매 제조업체 및 전화 번호

냉 매	Allied Signal	Dupont	Elf Atochem	ICI	People Welding Supply	Greencool
	800-522-8001	800-235-7882	800-343-7940	800-275-5532	800-382-9006	701-643-2376
HCFC-123	Genetron 123	Suva 123	Forane 123			
HCFC-22	Genetron 22	Freon 22	Forane 22	Arcton-22		
HFC-134a	Genetron 134a	Suva 134a	Forane 134a	Klea 134a		
HCFC-124	Genetron 124	HCFC-124	Forane 124			
R-401A, R-401B	MP39, MP66	Suva MP39, MP66	Forane 401A, 401B			
R-402A, R-402B	HP80, HP81	Suva HP80, HP81	Forane 402A, 402B			
R-404A	Genetron 404A	Suva HP62	Forane 404A			
R-406A					GHG	
R-407A, R-407B				Klea 407A, 407B		
R-408A	Genetron-408A		Forane 408A			
R-409A	Genetron-409A		Forane 409A			
R-411A, R-411B						R-411A, B
R-507	AZ-50					
R-508A				Klea 5R3		
HCFC Blend Beta						
HCFC Blend Delta						
GHG-X4					Autofrost/ Chill-It	
GHG-X5					GHG-X5	
GHG-HP					GHG-HP	
Hot Shot						
MT-31						
Freeze 12						
G2018C						R-411C
냉 매	Refrigerant Gases	IKON	Intermagnetic General	ICOR	Millenia Tech	Technical Chemical
	888-373-3066	505-345-2707	800-555-1442	800-357-4062	334-661-7977	800-527-0885
HCFC Blend Beta			FRIGC FR-12			
HCFC Blend Delta	Free Zone/RB-276					
Hot Shot				Hot shot		
Blend Zeta		IKON-12				
MT-31					MT-31	
Freeze 12						Freeze 12

3. 미국 UL이 분류한 대체냉매들

다음의 표는 1998년 4월에 미국의 보험자 협회 연구소에서 자신들이 승인한 냉매들의 명단을 공개한 것이다. 한국 기업의 국제 경쟁력 제고를 위해 수출 상품에 UL이 승인한 냉매를 사용하고 또 라벨을 붙이는 것이 매우 중요하므로, 이번 호에서는 UL 승인 냉매 명단을 열거하였

다. 사실상 미국에서는 UL 마크가 없이 상품을 판다는 것은 그리 쉽지 않으므로, 수출 기업의 입장에서는 UL 승인 냉매를 사용하는 것이 매우 중요하다 할 수 있다. 이에 대해 좀 더 자세한 내용을 원하는 독자는 다음으로 연락을 하기 바란다. Underwriters Laboratories, 847-272-8800(P), 847-509-6225(F), Website : www.ul.com

표 12 UL 분류 대체냉매 명단

UL 분류여부	냉매 번호	ASHRAE 가연성/독성분류	냉매 조성/이름 (중량 %) (상품명)	최소 설계 압력 (kPa, 게이지압)		
				저압부	고압부 (물 냉각)	고압부 (공기 냉각)
Yes	R11	A1	Trichlorofluoromethane	103	103	145
No	R21	B1	Dichlorofluoromethane	103	200	317
Yes	R22	A1	Chlorodifluoromethane	993	1,455	1,917
Yes	R23	A1	Trifluoromethane	주의사항 2		
No	R30	B2	Methylene Chloride	103	103	103
No	R40	B2	Methyl Chloride	496	772	1,041
Yes	4113	A1	Trichlorotrifluoroethane	103	103	103
Yes	R114	A1	Dichlorotrifluoroethane	124	241	365
Yes	R115	A1	Chloropentafluoroethane	1,048	1,338	1,738
Yes	R123	B1	Dichlorotrifluoroethane	103	103	124
Yes	R125	A1	Pentafluoroethane	1,333	1,930	2,528
Yes	R134a	A1	Tetrafluoroethane	606	930	1,282
No	R170	A3	Ethane	4,247	4,888	4,888
Yes	R245fa	A1	Genetron [®] 245fa	주의사항 1, 2		
No	R290	A3	Propane	889	1,296	1,682
No	RC318	A1	Octafluorocyclobutane	234	407	586
Yes	R401A	A1/A1	R22/152a/124(53%/13%/34%) (SUVA [®] MP-39)	586	917	1,255
Yes	R401B	A1/A1	R22/152a/124(61%/11%/28%) (SUVA [®] MP-66, Genetron [®] MP-66)	641	986	1,344
No	-	A1/A1	R22/152a/124(40%/17%/43%) (SUVA [®] MP-33)	주의사항 2		
No	R401C	A1/A1	R22/152a/124(53%/15%/52%)	주의사항 2		
Yes	R402A	A1/A1	R22/125/290(38%/60%/2%) (SUVA [®] HP-80)	1,262	1,828	2,394

표 12 계속

UL 분류여부	냉매 번호	ASHRAE 가연성/ 독성분류	냉매 조성/이름 (중량 %) (상품명)	최소 설계 압력 (kPa, 게이지압)		
				저압부	고압부 (물 냉각)	고압부 (공기 냉각)
Yes	R402B	A1/A1	R22/125/290(60%/38%/2%) (SUVA [®] HP-81)	1,172	1,730	2,234
No	R403A	A1/A1	R22/218/290(75%/20%/5%)	주의사항 2		
No	R403B	A1/A1	R22/218/290(56%/39%/5%)	주의사항 2		
Yes	R404A	A1/A1	R125/143a/134a(44%/52%/4%) (Forane [®] 404A, SUVA [®] HP-62)	1,200	1,745	2,281
No	R405A	A1/A1	R22/152a/142b/c318 (45%/7%/5.5%/42.5%) G2015	주의사항 2		
No	R406A	A1/A2	R22/600a/142b(55%/4%/41%)(GHG12)	주의사항 2		
No	-	-	R22/600a/142b(65%/4%/31%)(GHGHP)	주의사항 2		
Yes	R407A	A1/A1	R134a/125/32(40%/40%/20%) (KLEA [®] 407A)	1,220	1,771	2,308
Yes	R407B	A1/A1	R134a/125/32(20%/70%/10%) (KLEA [®] 407B)	1,282	1,881	2,446
Yes	R407C	A1/A1	R134a/125/32(52%/25%/23%) (KLEA [®] 407C, SUVA [®] 9000, Forane [®] 407C, Genetron [®] 407C)	1,151	1,674	2,205
Yes	R407b	A1/A1	R134a/125/32(70%/15%/15%) (KLEA [®] 407b)	797	1,237	1,683
Yes	-	-	R22/125/134a(25%/15%/60%) (KLEA [®] 25/15/60)	주의사항 2		
Yes	R408A	A1/A1	R22/143a/125(47%/46%/7%) (Forane [®] 408A)	1,096	1,606	2,116
Yes	R409A	A1/A1	R22/124/142b(60%/25%/15%) (Forane [®] 409A)	738	1,096	1,462
Yes	R409B	A1/A1	R22/124/142b(65%/25%/10%) (Forane [®] FX57)	776	1,154	1,532
Yes	R410A	A1/A1	R125/32(50%/50%) (Genetron [®] AZ-20, SUVA [®] 9100)	1,641	2,372	3,096
No	R410B	A1/A1	R125/32(55%/45%)	주의사항 2		
No	R411A	A1/A2	R1270/22/152a(1.5%/87.5%/11%)(G2018A)	주의사항 2		
No	R411B	A1/A2	R1270/22/152a(3%/94%/3%)(G2018B)	주의사항 2를 볼 것		
Yes	R411C	A1/A1	R1270/22/152a(3%/95.5%/1.5%)(G2018C)	982	1,443	1,900
No	R412A	A1/A2	R22/218/142b(70%/5%/25%) (Arcton TP5R)	주의사항 2		
No	R413A	A1/A2	R218/134a/600a(9%/88%/3%)(Isceon 49)	주의사항 2		

표 12 계속

UL 분류여부	냉매 번호	ASHRAE 가연성/ 독성분류	냉매 조성/이름 (중량 %) (상품명)	최소 설계 압력 (kPa, 게이지압)		
				저압부	고압부 (물 냉각)	고압부 (공기 냉각)
No	-	-	R125/134a/600a(46%/50%/4%)(Isceon 59)	주의사항 2		
Yes	R414A*	A1/A1	R22/124/142b/600a (51%/28.5%/16.5%/4%)(GHG-X4)	주의사항 2		
Yes	R414B*	A1/A1	R22/124/142b/600a (50%/39%/9.5%/1.5%)(Hot Shot)	694	1,037	1,380
No	R500	A1	R12/Ethylidene Fluoride(73.8%/26.2%)	703	1,048	1,399
Yes	R502	A1	R22/R115/48.8%/51.2%	1,117	1,599	2,082
Yes	R503		R23/13(40.1%/59.9%)(Freon [®] 503)	주의사항 2		
Yes	R507 or R507A	A1	R125/143a(50%/50%) (Genetron [®] AZ-50)	1,242	1,808	2,374
Yes	R508 or R508A	A1	R23/116(39%/61%) (KLEA [®] 508, KLEA [®] 5R3)	주의사항 2		
Yes	R508B	A1/A1	R23/116(46%/54%)SUVA [®] 95)	주의사항 2		
No	R509 or R509A	A1	R22/218(44%/56%)(Arcton TP5R2)	주의사항 2		
No	-	-	R134a/142b(79%/19%/2%) (Lubricant)(Freezone)	주의사항 2		
Yes	-	A1/A1	R134a/124/600(50%/39.5%/1.5%) (FRIGC [®] FR-12)	주의사항 1, 2		
No	-	-	R134a/142b(80%/20%)(Freez-12)	주의사항 1, 2		
No	-	A2	R32/134a(30%/70%)	주의사항 1, 2		
No	-	-	R23/22/152a(5%/90%/5%)(Moncton)	주의사항 1, 2		
No	R600	A3	N-Butane	159	290	421
Yes	R600a	A3	Isobutane(Phillips Chemical Co.)	269	434	607
No	R611	B2	Methyl Formate	103	103	103
No	R717	B2	Ammonia	958	1,482	2,020
No	R744	A1	Carbon Dioxide	6,685	7,295	7,295
No	R764	B1	Sulfur Dioxide	310	538	793
No	R1150	A3	Ethylene	5,047	5,047	5,047

주의사항 1 : 기타 다른 냉매에 대해서는 최소 설계 압력이 다음 온도에 상응하는 냉매의 포화증기압보다 커야 한다.
저압부 : 26.5℃, 고압부(공기냉각) : 51.7℃, 고압부(물 냉각) : 40.6℃

주의사항 2 : 작동 중에 혹은 운반 중에 시스템의 압력이 냉매의 임계 온도를 넘지 않는 한, 설계 압력은 냉매의 임계 압력을 넘지 말아야 한다.

주의사항 3 : 이 표에 열거되지 않는 냉매에 대해서는 기계냉동법규, ASHRAE 15 법규, CAN/CSA-B52 법규 등을 참고하기 바라며, "냉매 표준 가이드" (Guide for the Standard for Refrigerants)라는 UL 2182 표준을 원하면 다음의 주소로 연락하기 바란다. Ronda Sizelove at UL, (847) 272-8800(교환 42371), E-mail : sizelove@ul.com

400ppm 이하의 농도에서 독성 없음
400ppm 이하의 농도에서 독성 있음

가연성 높음	A3 (C ₃ H ₈ , 프로판)	B3	LFL < 0.10kg/m ³ ΔH _{comb} ≥ 19.0MJ/kg
가연성 낮음	A2 (R-32)	B2 (NH ₃)	
가연성 없음	A1 (R-134a)	B1 (R-123)	
	독성 낮음	독성 높음	

LFL : 저가연한계점(Lower flammability limit)
ΔH_{comb} : 연소엔탈피

그림 1 냉매의 가연성과 독성에 관한 ASHRAE 34 표준

4. UL 분류 냉동기용 윤활유

한편 UL은 냉동공조기기의 밀폐형 압축기에 사용될 윤활유를 분류하기 위한 규격을 개발했다. 이번에 분류된 새 윤활유들은 모두 다 합성유로서 성능 개선을 위해 여러 가지 화학물 첨가제를 포함하고 있고 여러 등급의 점도를 지니고 있다. 윤활유들은 밀폐형 압축기에 사용되는 냉매/윤활유와 전기절연재와의 호환성을 조사하는데 적용되는 UL984A 규격의 요구 사항에 따라 그 성능이 평가되었다. 이번의 UL 프로그램은 표시된 냉매와 더불어 모든 종류의 인정받은만한 밀폐형 압축기에 사용되는 전기 절연재에 대한 윤활유 분류를 포함하고 있다. 다음의 표에 있는 것처럼, 어떤 제품에 UL의 분류 표시가 있다는 것은 그 제품이 UL 프로그램 하에서 성능 평가를 받았음을 의미한다. 다음의 표는 냉매통에 표시된 냉매와 모든 종류의 인정받은만한 밀폐형 압축기에 사용되는 모터 전기 절연재에 대한 윤활유의 호환성을 보여주는 것으로, 표안의 윤활유는 UL 프로그램 하에서 승인을 받은 것이다.

표 13 UL이 분류한 냉동기용 윤활유

제조회사	윤활유 이름	호환 냉매
CPI Engineering	Solest 31-HE, Solest 370	R22, R134a, R404A, R407A, R407B, R407C and R507
ICI	Emkarate RL68S, RL68H	R22, R134a, R404A and R507
Lubrizol	Lubrikuhl Lubrizol 2916S	R22, R134a, R404A, R407A, R407B, R407C and R507
Mobil	EAL Artic 22, 32, 46, 48, 100, 150 and 220	R134a, R404A, R407A, R407B, R407C, R410A and R507
Witco Corp.	Excel 10	R22 and R134a
Castrol	Icematic E68, E68a, E100, SW20, SW22, SW32, SW32a, SW46, SW68, SW68C, SW100, SW150, SW220	R134a, R404A, R407C, R507, R410A

5. 맺음말

미국 정부는 냉동/공조 분야가 앞으로 미국의 수출을 주도할 유망한 분야로 판단하여 상무성 등에서 대대적인 연구 계획을 수립하고 있으며, 동시에 미국 냉동공조협회(ARI)는 "21세기를 위한 냉동공조 연구"(HVAC&R Research for the 21st Century, 21-CR)라는 매우 획기적인 연구 프로그램을 수행하려 한다. "21-CR" 프로그램은 다가오는 10년동안 장비제조업자들로 하여금 자기들이 만드는 장비를 획기적으로 개선할 수 있게 해 줄 수 있는 연구들을 수행할 것이다. 이 프로그램의 목표는 실내공기조건(indoor air quality)을 만족시키면서 장비제조업체들이 에너지 효율이 높은 장비들을 만들 수 있는 정보와 도구들을 제공하는 것이다. 이같은 에너지 및 실내공기조건 향상은 난방, 통풍, 냉동 및 공기조화에 사용되는 장비 자체를 기술혁신을 통해 향상시킴으로써 이루어질 것이다. 이외에도 이처럼 향상된 시스템을 건물이나 냉동공조 과정 등에 실제로 적용시킴으로써 여러 가지 부가적 이득도 창출할 것이다.

"21-CR" 프로그램은 먼저 기술적 장애물이

무엇인지 확인하고, 그것을 해결할 수 있는 방법을 조사한 뒤 정보를 공유하는 일에 중점을 두려 하며 현재로서는 다음과 같은 연구에 초점을 두려 한다.

- ① 대체장비
- ② 고효율장비
- ③ 지능시스템적용
- ④ 실내환경 조절
- ⑤ 환경친화적 냉매개발

이에 대해 더 자세한 정보를 원하는 독자는 ARI의 웹사이트(<http://www.ari.org>)를 참조하기 바란다. 전세계가 환경 및 에너지 보존을 위해 급속도로 연구를 진행하고 신제품을 내고 있다. 따라서 국내 공조/산업계도 위와 같은 정보들을 활용하고 자체 연구 개발을 통해 환경친화적인 기술을 개발하여 전세계 시장을 석권할 수 있도록 노력해야 할 것이다.