

01 글로벌 불소계 가스(냉매·발포제) 시장트렌드



하니웰 PMT, 첨단소재/
유기출 한국법인대표

불소계 가스 트렌드 / CO2 감축 및 대체 물질 관점

Honeywell

❖ 목 차 / Agenda

1. Honeywell 소개
2. What if HFC / HCFC?
3. 전 세계 규제 현황
3. 한국 현황
4. 대체 물질을 통한 CO2 절감
5. 결론

Honeywell Confidential - © 2018 by Honeywell International Inc. All rights reserved.

2 양이원영·이수진(비) 더불어민주당 국회의원, 기후변화센터 공동주최 국회포럼

01 글로벌 불소계 가스(냉매·발포제) 시장트렌드

FP | 비즈니스 라인

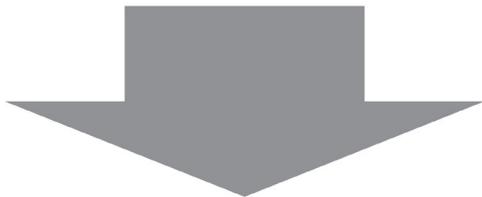
친환경 HFO 기술 기반 전 세계 HFC / HCFC 전환		
자동차 에어컨	냉동공조	발포제 및 산업용 제품
 MAC용 Solstice yf	 HVAC/R 시스템용 냉매	 발포제, 솔벤트 및 에어로졸
<ul style="list-style-type: none"> 100곳이 넘는 전 세계 자동차 조립 공장에 직접 판매 차량 서비스 애프터마켓 비즈니스 분야의 최고 제품 장기 계약에 따른 OEM 판매 	<ul style="list-style-type: none"> HVAC/R OEM 및 애프터마켓 도매상에게 판매 2019년 고정식 에어컨 시스템을 위한 차세대 불연성 HFC 대체 제품 출시 	<ul style="list-style-type: none"> 가전기기 OEM 및 건설업체, 에어로졸 제조사, 대리점 및 정유사에게 판매 2019년 Solstice 분자 용도를 퍼스널케어 및 XPS 응용 분야까지 확대

분야별 대체 물질 제안

Honeywell 대외비 - ©2019 by Honeywell International Inc. All rights reserved.

냉매, 발포제: HFC/HCFC?

- HFC: Hydrofluorocarbon (수소불화탄소)
- HCFC: Hydrochlorofluorocarbons (수소염화불화탄소)



HFC & HCFC examples
HCFC 141b: 우레탄 발포용 (스프레이, 판넬 등) → GWP 1980 = CO2 1.9MT 100 yrs remain in atmosphere → ODP 0.11
HFC 410a: 에어컨용 냉매 → GWP 1,924 = CO2 1.9MT 100 yrs remain in atmosphere
HFC 404a: 냉동냉장 유니트 / 창고 → GWP 3,943 = CO2 3.9MT 100 yrs remain in atmosphere

GWP: Global Warming Potential (지구 온난화 지수)
ODP: Ozone Depletion Potential (오존 파괴 지수)



냉동공조 기계에서의 냉매 / 건설용 단열재 제작시 발포제로 사용됨

HFC ,HCFC는 오존층 / 지구 온난화의 주범

Honeywell 대외비 - ©2019 by Honeywell International Inc. All rights reserved.

6

4 양의원영·이수진(비) 더불어민주당 국회의원, 기후변화센터 공동주최 국회포럼

글로벌 규제 현황 요약

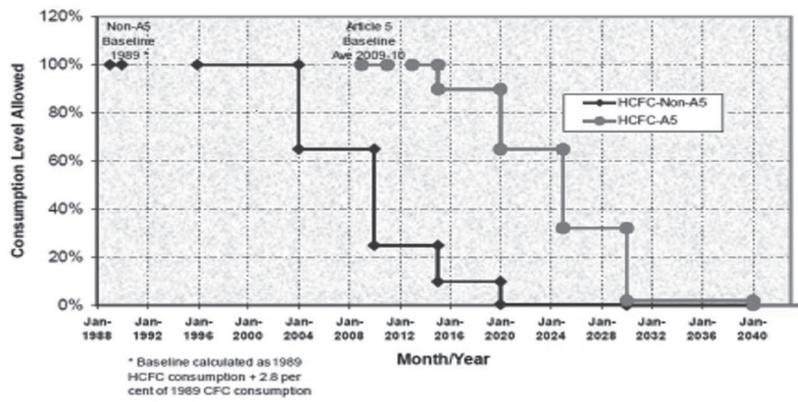
	1987 Montreal Protocol Ozone Depletion Concerns	1996 Kyoto Protocol Global Warming Concerns	Kigali Amendment (KR, needs ratification)
CFCs Chlorofluorocarbons	HCFCs Hydrochlorofluorocarbons	HFCs Hydrofluorocarbons	HFOs & 자연 냉매 Hydrofluoroolefins
Ozone Depleting			
ODP 1.0	ODP 0.1	ODP ~0	ODP ~0
Global Warming			
GWP 8000	GWP 2000	GWP 1000	GWP ≤ 1
R-11/12	141b/ 142b/ R-22	134a / 410a / 404a	HFO 암모니아 / CO2

Global regulation on HCFC and HFC

Honeywell 대외비 - ©2019 by Honeywell International Inc. All rights reserved.

7

몬트리올 의정서 감축 계획



몬트리올 의정서에 따른 A5 국가 (한국 포함) HCFC 감축 계획

- 2013년 동결
- 2015년 10% 감축
- 2020년 35% 감축(매년 6.34%)
- 2025년 67.5% 감축(매년 13.09%)
- 2030년 97.5% 감축

Honeywell Confidential - © 2018 by Honeywell International Inc. All rights reserved.

Honeywell
THE POWER OF CONNECTED

01 글로벌 불소계 가스(냉매·발포제) 시장트렌드

킬가리 의정서

- Developed countries (개발국): 미국, 유럽, 일본 등. 2011~2013년 평균 소요량을 기준 실적으로 2019년도부터 10%~2036년까지 85% 감축.
- 개도국 A5 Group 1: 중국, 한국 등. 2020~2022년도 평균 소요량을 기준 실적으로 2024년 생산/ 수입 추가 생산 전면 금지 후 2029년부터 10%~2045년도까지 80% 감축
- 개도국 A5 Group 2: 인도, 이란, 파키스탄, 중동국가등. 2024~2026년도 평균 소요량을 기준 실적으로 2028년부터 생산 / 수입 추가 전면 금지 후 2032년부터 10%~2047년까지 85% 감축.

Timeline	Developed Countries (미국, 유럽국, 일본 등)	Developing Countries Group 1 (대한민국 / 중국 등)	Developing Countries Group 2 (인도, 파키스탄, 이란, 중동국 등)
HFC baseline	2011-2013 average HFC consumption	2020-2022 average HFC consumption	2024-2026 average HFC consumption
HCFC baseline	15% of baseline	65% of baseline	65% of baseline
Freeze	N/A	2024	2028
First Step	2019 – 10%	2029 – 10%	2032 – 10%
Second Step	2024 – 40%	2035 – 30%	2037 – 20%
Third Step	2029 – 70%	2040 – 50%	2042 – 30%
Fourth Step	2034 – 80%	2045 – 80%	2047 – 85%
Fifth Step	2036 – 85%	N/A	N/A

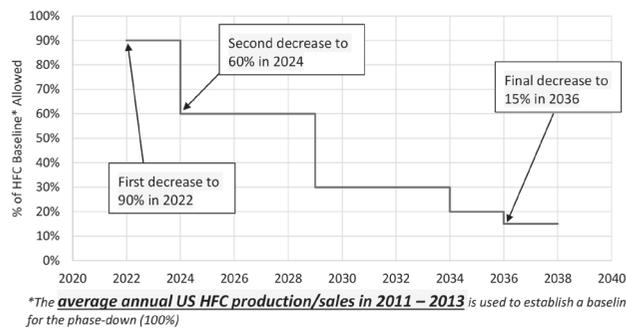
현재 중국, 인도 등 약 129국가 비준 통과

미국 환경 보호청 AIM (미국혁신 제조법)

미환경청 HFC 관련 첫 규정- HFC에 대한 판매 및 사용에 대한 프레임워크

1. 유통 및 판매에 대한 할당: 환경청은 생산/ 수입자들에게 대한 제한적인 생산/판매 허용
2. 감축 계획: 생산/수입업 물량에 대한 할당은 오른쪽 표와 같이 감축 일정에 따름
3. 내용: 현 시점에서는 22~23년만의 할당이 결정됨
4. 추후 계획: 24년도 이후의 물량은 사용처 분야에 따라 결정 될 예정임

Figure 1: 미국 HFC 감축 계획안



Enables EPA implementation of Kigali – more rules to follow

분야별 규제 요약

환경 보호청은 AIM에 근거 분야별 제약을 정의함

권한: 의회는 미환경 보호청에 부문별 금지를 요청하는 업계 청원을 승인하거나 거부할 수 있는 권한을 부여함

시점: 환경 보호청은 청원 접수 후 180일 이내에 청원된 금지 조치를 시행할 수 있음 (최대 2년이 소요 가능)

Figure 1: 21년 4월 사용 제한 청원의 예시

End-Use	Substances Banned	Effective Date
추진제	125, 134a, 227ea and 227ea/134a blends	January 1, 2023
XPS 단열제	134a, 245fa, 365mfc, and blends thereof, Formacel T1, Formacel B, Formacel Z-6	January 1, 2023
독립형 냉동냉장 기기	404A, 507A	January 1, 2023
상업용 자동차 에어컨 시스템 (light duty)	134a, 406A, 414A, 414B...	January 1, 2023*

The above examples were included in the NRDC/CDPHE/IGSD petition submitted to the EPA on April 13, 2021. This petition largely requested the re-implementation of SNAP 20/21 rulings at a federal level.

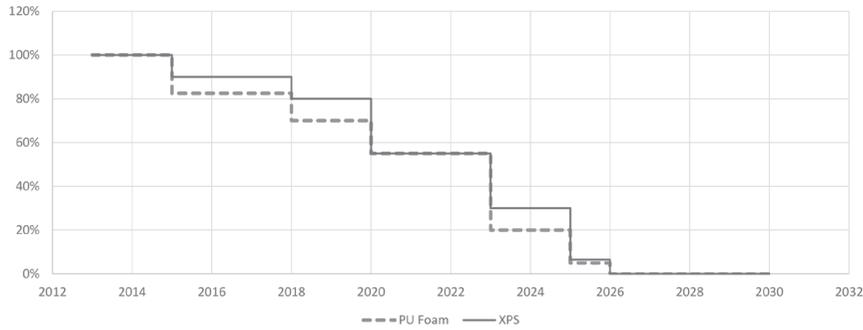
The above are examples taken from the full list of petitioned bans submitted April 13, 2021

미국 선진 제조법은 환경 보호청이 분야별 전환을 할 수 있는 권한을 줌

*Except for exports to countries with limited servicing infrastructure until Model Year 2025

11

중국 PU/XPS 분야 HCFC 감축 계획



		Baseline	2015	2018	2020	2023	2025	2026
PU (HCFC-141b)	쿼터 물량 (MT)	49,020	40,451	34,314	26,961	9,804	3,000	-
	감축량 (MT)		8,596	6,137	7,353	17,157	6,804	3,000
XPS (HCFC-22/142b)	쿼터 물량 (MT)	43,025	38,745	35,339	24,296	13,252	3,000	-
	감축량 (MT)		4,305	4,417	11,043	11,043	10,252	3,000

HPMP (HCFC Phase Management Plan) 보다 빠른 감축 계획

01 글로벌 불소계 가스(냉매·발포제) 시장트렌드

일본 / 유럽 용도별 GWP 제한

Regulated by "Act on Rational Use and Proper Management of Fluorocarbons"

Designated Products	Target GWP (Weighted Average GWP)	Target year
Residential A/Cs (Mini-Split)	750	2018
Commercial A/Cs (Split / smaller than 6HP*)	750	2020
Larger Commercial A/Cs (Split / exclude VRF)	750	2023
Centrifugal (Turbo) Chillers	100	2025
Mobile A/Cs	150	2023
Condensing unit & refrigerating unit	1500	2025
Cold storage warehouses	100	2019
Urethane foam	100	2020
Dust blowers	10	2019

Two product categories will be added in April 2019

- 칠러 냉동기: 100 이하
- 에어컨 (VRF): 750 이하
- 자동차 에어컨 150 이하
- 냉동냉장 설비: 1500이하
- 우레탄 발포: 100 이하
- XPS 발포: 150 이하

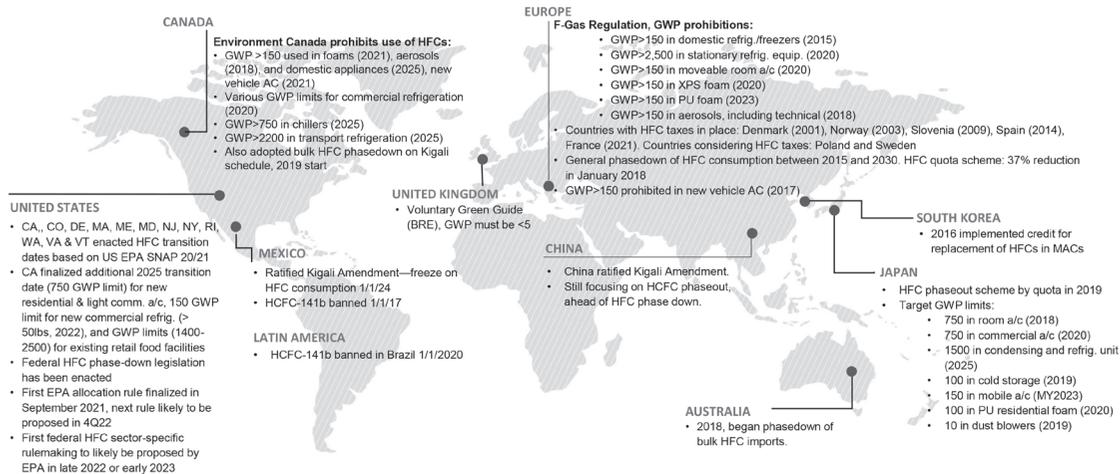
Products and equipment	Date of prohibition	
Fire protection equipment that contain HFC-23	1 January 2016	
Domestic refrigerators and freezers that contain HFCs [...] with GWP of 150 or more	1 January 2015	
Refrigerators and freezers [...] for commercial use (hermetically sealed systems)	that contain HFCs with GWP of 2500 or more	1 January 2020
	that contain HFCs with GWP of 150 or more	1 January 2022
Stationary refrigeration equipment, that contains, or that relies upon for its functioning HFCs with GWP of 2500 or more except equipment intended for application designed to cool products to temperatures below -50°C	1 January 2020	
Multipack centralised refrigeration systems for commercial use with a capacity of 40kW or more that contain, or that rely upon for their functioning, fluorinated greenhouse gases with GWP of 150 or more, except in the primary refrigerant circuit of cascade systems where fluorinated greenhouse gases with a GWP of less than 1500 may be used	1 January 2022	
Movable room air-conditioning appliances (hermetically sealed equipment which is movable between rooms by the end user) that contain HFCs with GWP of 150 or more	1 January 2020	
Single split air-conditioning systems containing less than 3kg of fluorinated greenhouse gases, that contain, or that rely upon for their functioning, fluorinated greenhouse gases with GWP of 750 or more	1 January 2025	
Foams that contain HFCs with GWP of 150 or more except when required to meet national safety standards	Extruded polystyrene (XPS)	1 January 2020
	Other foams	1 January 2023
Technical aerosols that contain HFCs with GWP of 150 or more, except when required to meet national safety standards or when used for medical applications	1 January 2018	

Note: HFCs refers to blends, not individual components of blends



Honeywell Confidential - © 2018 by Honeywell International Inc. All rights reserved.

HFCS UNDER PRESSURE FOR GLOBAL REDUCTION



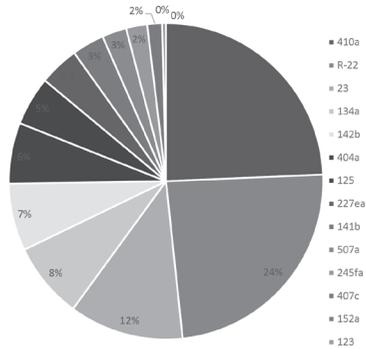
Kigali Amendment Ratified by 100+ Countries - Global Phasedown Began 1/1/19

8 양의원영·이수진(비) 더불어민주당 국회의원, 기후변화센터 공동주최 국회포럼

01 글로벌 불소계 가스(냉매·발포제) 시장트렌드

국내: 2020년 HCFC / HFC CO2 환산 기준

2020년도 HFC/HCFC CO2 환산량 기준 (MT)

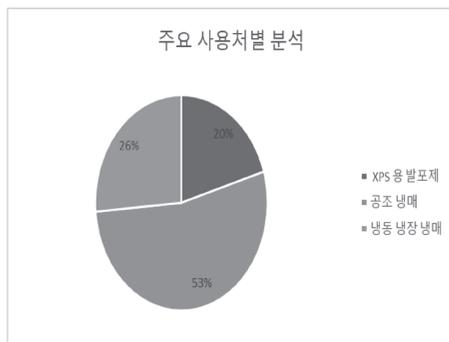


물질	GWP	CO2 환산 톤	차지 비율 (%)
410a	1924	20,240,480	24%
R-22	1760	19,953,120	24%
23	12400	9,783,600	12%
134a	1300	6,496,100	8%
142b	1980	5,726,160	7%
404a	3943	5,185,045	6%
125	3170	4,168,550	5%
227ea	6450	3,392,700	4%
141b	782	2,757,332	3%
507a	3985	2,096,110	3%
245fa	858	1,805,232	2%
407c	1624	1,281,336	2%
152a	138	290,352	0%
123	79	24,648	0%
HCFC / HFC 총계		83,200,765	

국내 CO2 환산 톤 총 83백만 / 中 6개 물질 총 CO2 환산량의 81% 차지

17

국내: 주요 사용처별 분석



물질명	CO2 Ton 환산량	주요 적용 분야			주요 사용처
		XPS 용 발포제	공조 냉매	냉동냉장 냉매	
R-22	19,953,120	XPS 단열제 (전체량 30% 차지)	냉동기 (약 20% 차지 추산)	냉동창고 / 콜드체인 냉동냉장 시스템 (약 50% 차지 추산)	XPS 단열제 생산 업체 / 냉동냉장 시공 업체
410a	20,240,480		가정용 / 시스템 에어컨		에어컨 제조업체 및 애프터마켓 서비스 업체
142b	5,726,160	XPS 단열제			XPS 단열제 생산 업체
HFC-134a	6,496,100		자동차용 에어컨 / 칠러 냉동기		자동차 OEM / 자동차 정비 센터
404A	5,185,045			냉동창고 / 콜드체인 냉동냉장 시스템	냉동냉장 창고 / 유통점 등
총	57,600,905	11,712,096	30,727,204	15,161,605	

❖ 총 57백만 CO2 톤 물량의 70%를 차지하는 사용처별 분석

- XPS 분야: 142b/R-22 (30%) 혼합 시스템 약 11.7백만 톤 (20% 차지)
- 에어컨 / 공조 분야: 410a / 134a 약 30.7백만 톤 (53% 차지)
- 냉동냉장 시스템 분야: 404a / R22 (70%) 약 15.1백만톤 (26% 차지)

3개의 적용분야에서 전체 CO2 기준 물량의 70%를 차지함

18

국내: 주요 분야별 대체 물질 전환 현황:

	134a GWP 1300	<ul style="list-style-type: none"> □ 환경부: 자동차 평균에너지소비효율 온실가스 배출 (CAFE') → 134a 에서 GWP1 의 1234yf 로 전환 중 → 매년 자동차 생산 기준 약 2,000 Tons 의 134a 전환 → 연간 2.6백만 CO2 영구 제거 → 추후 애프터 마켓으로 확대 예정
	410a GWP 1925	<ul style="list-style-type: none"> □ 국가 기술 표준원: A2L(약가연성) 냉매 사용 개정 ✓ 일부 가정용 에어컨 / 소용량 히트펌프 R-32 (GWP 675) 전환 발판 마련 ✓ 대용량의 시스템 에어컨등에 대한 Guide 부제
	- 142b:ODP 0.065 / GWP 1980 - R-22: ODP 0.055 / GWP 1760	<ul style="list-style-type: none"> ✓ HCFC의 쿼터 감소 및 가격 상승으로 인해 일부 업체 위주로 134a (GWP 1300) 152a 등의 HFC로 전환중 ✓ HFO + 자연냉매 기반 솔루션 개발
	- R-22: ODP 0.055 / GWP 1760 - R-404A: GWP 3943	<ul style="list-style-type: none"> ✓ R-22 GWP (1760) → 404a / 507 (GWP 3943) 전환 중 ✓ 대체 물질: R-448a (GWP 1273) / 자연 냉매 (Amonia, CO2) → 60~80% CO2 감소

성공적인 자동차 냉매 전환 사례 / 기타 분야 HCFC → HFC 전환 중

19

주요 분야별 / 물질별 전환 기대 효과

물질	2020 사용량 기준	GWP(AR5)	CO2 환산 톤	대체 물질	GWP	CO2 환산 톤	CO2 Tons 제거	CO2 제거 %
R-22 xps	3,401	1760	5,985,936	HFO / 하이드로카본	1	3,401	- 5,982,535	-100%
R-22 ref	7,936	1760	13,967,184	HFO / 자연 냉매	1273	10,102,401	- 3,864,783	-28%
410a	10,520	1924	20,240,480	R32 / HFO 혼합 냉매	700	7,364,000	- 12,876,480	-64%
142b	2,892	1980	5,726,160	HFO / 하이드로카본	1	2,892	- 5,723,268	-100%
HFC-134a	4,997	1300	6,496,100	1234yf (HFO)	1	4,997	- 6,491,103	-100%
404A	1,315	3943	5,185,045	HFO 혼합 냉매 / 자연 냉매	1230	1,617,450	- 3,567,595	-69%
R-125	1,315	3170	4,168,550	HFE 소화약제	10	13,150	- 4,155,400	-100%
141b	3,526	782	2,757,332	HFO / 하이드로카본	1	3,526	- 2,753,806	-100%
HFC 245fa	2,104	858	1,805,232	HFO / 하이드로카본	1	2,104	- 1,803,128	-100%
407C	789	1624	1,281,336	HFO 혼합 냉매 / 자연 냉매	1230	970,470	- 310,866	-24%
23	789	12400	9,783,600	HFO 혼합 냉매 / 자연 냉매	1230	970,470	- 8,813,130	-90%
507a	526	3985	2,096,110	HFO 혼합 냉매 / 자연 냉매	1230	646,980	- 1,449,130	-69%
227ea	526	6450	3,392,700	HFE 소화약제	1	526	- 3,392,174	-100%
123	312	79	24,648	HFO 냉매	1	312	- 24,336	-99%
152a	2104	138	290,352	HFO 혼합 냉매 / 자연 냉매	1	2,104	- 288,248	-99%
총계	43,052	1,933	83,200,765	총계	504	21,704,783	- 61,495,982	-74%

❖ 4만3천톤 HCFC/HFC 사용량 기준 평균 GWP 1933 / 83백만 CO2 톤

→ 약 61백만 CO2 톤 영구 제거 / 74% 제거

→ 평균 GWP 1933 → 504

성공적 전환시 61백만 CO2 톤을 영구 제거 (BAU 대비 11%)

20

01 글로벌 불소계 가스(냉매·발포제) 시장트렌드

시사점 및 결론

- HFC /HCFC는 온실가스의 주 원인중 하나이며 기후변화와 지구 온난화의 실질적 위협임
- XPS 단열제 제조 / 냉동공조에 사용되는 5개의 물질 비중이 70%를 차지함
- 자동차 냉매 전환 성공의 사례 / 해외 사례를 바탕으로 적용 분야별 적절한 지원 제도 및 규제 개발이 필요
- HCFC/HFC에 대한 온실가스 주범으로의 인식 전환 및 국가적 통계 수립 / 전환 로드맵 필요
- 대체 물질로의 전환을 위한 주요 분야별 R&D 과제 및 지원책 필요
- 더 높은 GWP 물질로의 전환 되는 특정 분야에 대한 빠른 가이드 필요 (예: 냉동창고 분야)
- 공급망 리스크 관리를 위해 대체 물질 제조/공급 업체와의 협업의 필요성

Honeywell

This document contains certain statements that may be deemed "forward-looking statements" within the meaning of Section 21E of the Securities Exchange Act of 1934. All statements, other than statements of historical fact, that address activities, events or developments that we or our management intends, expects, projects, believes or anticipates will or may occur in the future are forward-looking statements. Such statements are based upon certain assumptions and assessments made by our management in light of their experience and their perception of historical trends, current economic and industry conditions, expected future developments and other factors they believe to be appropriate. The forward-looking statements included in this release are also subject to a number of material risks and uncertainties, including but not limited to economic, competitive, governmental, and technological factors affecting our operations, markets, products, services and prices. Such forward-looking statements are not guarantees of future performance, and actual results, developments and business decisions may differ from those envisaged by such forward-looking statements. We identify the principal risks and uncertainties that affect our performance in our Form 10-K and other filings with the Securities and Exchange Commission.

Honeywell 22

12 양이원영·이수진(비) 더불어민주당 국회의원, 기후변화센터 공동주최 국회포럼

02

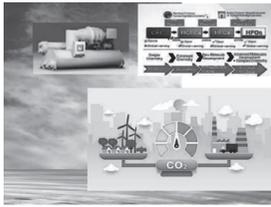
냉동공조기기의 냉매활용 동향 및 차세대 냉매



최준영

대한설비공학회 국제협력위원장

02 냉동공조기기의 냉매활용 동향 및 차세대 냉매



탄소중립 실현을 위한 불소계 가스 관리방안 - HFCs, HCFCs 냉매/발포제 감축 및 회수 처리 방안
국회 토론회, 2022년 4월 12일

탄소중립 실현을 위한 불소계 가스 관리 - 냉동공조기기의 냉매활용 동향 및 차세대 냉매

2022년 4월 12일

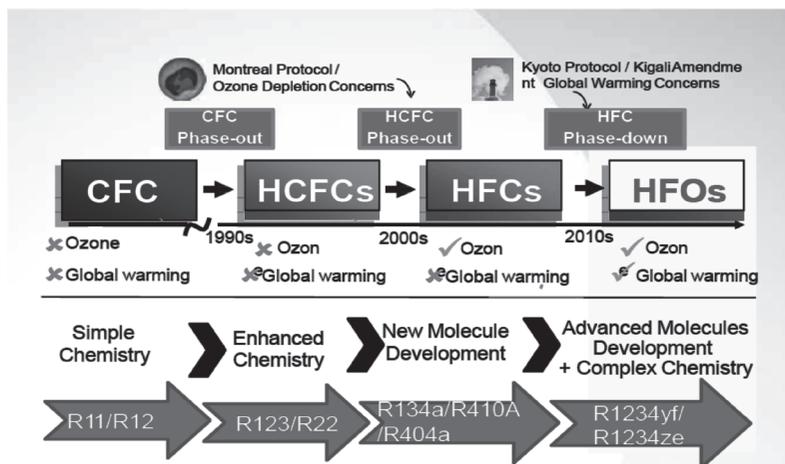
최준영

대한설비공학회
한국산업기술시험원

kti 한국산업기술시험원
Korea Testing Laboratory

배경

- 냉매 변천사



Resource : Honeywell International Inc., Additional Disclaimers As Needed

2

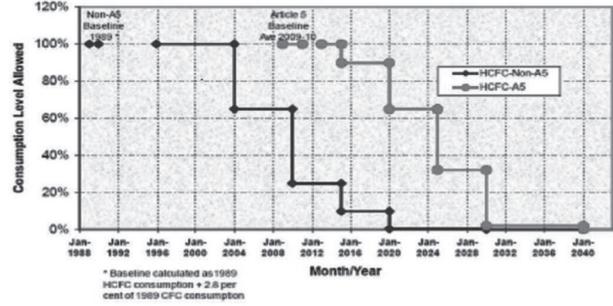
02 냉동공조기기의 냉매활용 동향 및 차세대 냉매

● 몬트리올 프로토콜

- A5 국가 (대한민국 포함) HFCF 감축계획

- 2013년 까지 동결
- 2015년 10% 감축
- 2020년 35% 감축 (매년 약 6.34%)
- 2025년 67.5% 감축 (매년 6.34%)
- 2030년 97.5% 감축

몬트리올 의정서 감축 계획



3

● 키갈리 협약 (Kigali Amendment)

- 선진국 : 미국, 유럽, 일본 등

- 2011-2013년 평균 소요량을 기준 실적으로 2019년도부터 10%, 2036년까지 85% 감축

- 개도국 A5 Group 1: 중국, 한국 등

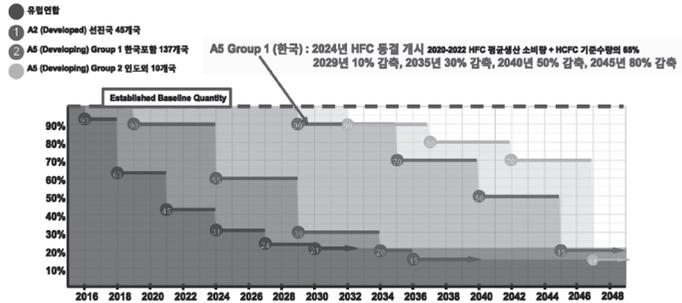
- 2020~2022년도 평균 소요량을 기준 실적으로 2024년 생산/수입 추가 생산 전면 금지 후 2029년부터 10%, 2045년도까지 80% 감축

- 개도국 A5 Group 2: 인도, 이란, 파키스탄, 중동국가 등

- 2024-2026년도 평균 소요량을 기준 실적으로 2028년부터 생산/수입 추가 전면 금지 후 2032년부터 10%, 2047년까지 85% 감축

	A5국 그룹1	A5국 그룹2	A2국																																									
적용 대상	그림 2 제외 한국 포함 모든 A5국(13개)	GCC, 인도, 이란, 파키스탄, 중동국가	우측 제외 모든 A2국 (46개)																																									
기준 수량	20-22 HFC 평균 생산 소비량 + HFC 기준수량의 65%	24-26 HFC 평균 생산 소비량 + HFC 기준수량의 65%	11-13 HFC 평균 생산 소비량 + HFC 기준수량의 15%																																									
감축 일정	<table border="1"> <tr><td>동결</td><td>24</td></tr> <tr><td>10% 감축</td><td>29</td></tr> <tr><td>30% 감축</td><td>35</td></tr> <tr><td>50% 감축</td><td>40</td></tr> <tr><td>65% 감축</td><td>45</td></tr> </table>	동결	24	10% 감축	29	30% 감축	35	50% 감축	40	65% 감축	45	<table border="1"> <tr><td>동결</td><td>28</td></tr> <tr><td>10% 감축</td><td>32</td></tr> <tr><td>20% 감축</td><td>37</td></tr> <tr><td>30% 감축</td><td>42</td></tr> <tr><td>45% 감축</td><td>47</td></tr> </table>	동결	28	10% 감축	32	20% 감축	37	30% 감축	42	45% 감축	47	<table border="1"> <tr><td>30% 감축</td><td>19</td></tr> <tr><td>40% 감축</td><td>24</td></tr> <tr><td>50% 감축</td><td>29</td></tr> <tr><td>60% 감축</td><td>34</td></tr> <tr><td>75% 감축</td><td>36</td></tr> </table>	30% 감축	19	40% 감축	24	50% 감축	29	60% 감축	34	75% 감축	36	<table border="1"> <tr><td>30% 감축</td><td>20</td></tr> <tr><td>35% 감축</td><td>25</td></tr> <tr><td>40% 감축</td><td>29</td></tr> <tr><td>45% 감축</td><td>34</td></tr> <tr><td>50% 감축</td><td>35</td></tr> </table>	30% 감축	20	35% 감축	25	40% 감축	29	45% 감축	34	50% 감축	35
동결	24																																											
10% 감축	29																																											
30% 감축	35																																											
50% 감축	40																																											
65% 감축	45																																											
동결	28																																											
10% 감축	32																																											
20% 감축	37																																											
30% 감축	42																																											
45% 감축	47																																											
30% 감축	19																																											
40% 감축	24																																											
50% 감축	29																																											
60% 감축	34																																											
75% 감축	36																																											
30% 감축	20																																											
35% 감축	25																																											
40% 감축	29																																											
45% 감축	34																																											
50% 감축	35																																											

* '22년부터 5년마다 기술검토 실시
** '28년 이전 A5국 그룹2 국가의 '28년 동결 2년 연장여부에 관한 기술검토 실시



4

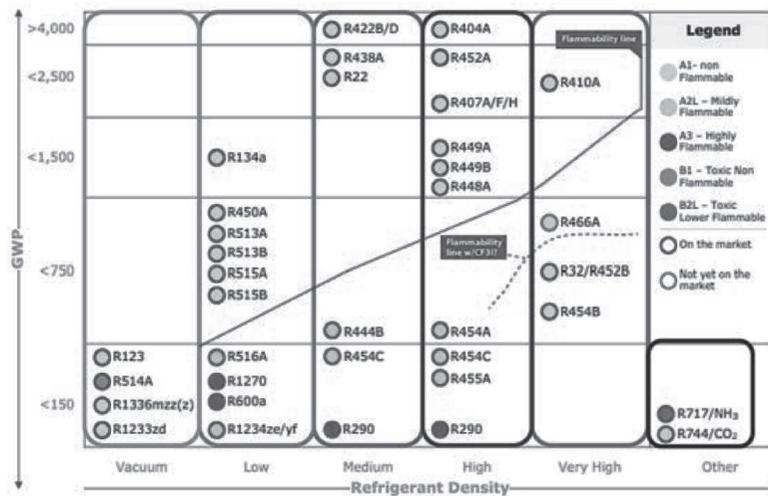
02 냉동공조기기의 냉매활용 동향 및 차세대 냉매

지속 가능한 냉매

- **지속 가능한 냉매**
 - 환경적(Environment) 요소로서 GWP, ODP가 낮은 냉매를 고려해야 함
 - 안정적(Safety) 요소로서 독성의 존재 여부와 가연성의 정도를 고려해야 함
 - 적용성(Affordability) 요소로서 적용처의 온도 및 압력 조건에서 열적 특성이 좋고 화학적 변이가 적어야 할 뿐 아니라, 저렴하고 취급이 용이해야 한다는 점 등을 고려해야 함
- **선택의 7가지 인자**
 - 초기투자비(Investment cost)
 - 생애주기비용(LCC, Life cycle cost) : 냉매의 적용성(affordability)이 높을수록 LCC가 낮음
 - 공정 및 판매의 복잡성(Complexity)
 - 위험인식(Risk awareness) : 예측하지 못한 돌발상황이 발생할 확률이 낮아야 위험인식이 높아짐
 - 시장 수용성(Market readiness)
 - 기술 성숙도(Technical ability)
 - 규정과 표준(Legislation and Standard) : 해당 냉매와 기술들이 시장에서 유통 가능한지 판가를 내게 됨

5

대체 냉매 후보군들의 GWP 및 안정성



Source : Danfoss white paper: Refrigerant options now and in the future, 2018

6

02 냉동공조기기의 냉매활용 동향 및 차세대 냉매

응용 분야별 대체 냉매

HFO			
Current Product	Non Flammable(ASHRAE A1)	Mildly Flammable (ASHRAE A2L)	Select Application Examples
HFC-134A GWP=1300		1234yf GWP < 1	Mobile A/C, Vending, Refrigerators
HFC-134A GWP=1300		1234ze GWP < 1	Cascade – Med Temp Refrigerators
HFC-134A GWP=1300		1234ze GWP < 1	Chillers – High Pressure
HCFC-123 GWP=79, ODP=0.02	1333zd GWP < 1		Chillers – Med Pressure
Mixed			
Current Product	Reduced GWP Option Non Flammable (ASHRAE A1)	Lowest GWP Option Mildly Flammable (ASHRAE A2L)	Select Application Examples
HFC-134a GWP=1300	R-450a GWP=547		Chillers, Med-temp Refrigeration
HCFC-22 GWP=1760, ODP=0.05	R-448a GWP=1273		Stationary A/C, Refrigeration
R-404A GWP=3943	R-448a GWP=1273		Low-Temp Refrigeration & Transport
R-410A GWP=1924	Provisional ASHRAE R466a GWP=733	R-32 GWP=677	Heat pump Stationary A/C Applications

7

HFC 냉매 현황

● The HFC Chemical

- HFC는 각각은 수소, 불소 및 탄소의 다양한 조합으로 구성
- 현재 GWP가 100 미만에서 거의 15,000에 이르는 19 가지 HFC가 존재
 - 단지 5개의 HFC만이 시장을 지배
 - 5개의 HFC가 전체의 90 % 이상을 차지 : HFC-134a, HFC-125, HFC-143a, HFC-32 및 HFC-152a
- HFC-134a, HFC-125 및 HFC-143a는 GWP 가중치의 약 90 %를 차지
 - HFC-32와 HFC-152a는 모두 가중 GWP가 적어, CO2 배출량은 상대적으로 적음

Figure 1 : Split of global HFC consumption, metric tonnes 2012

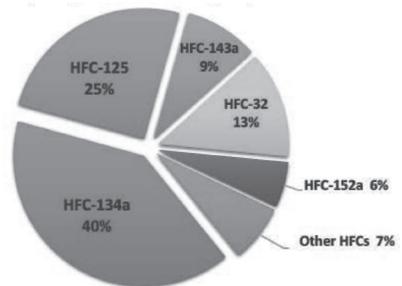
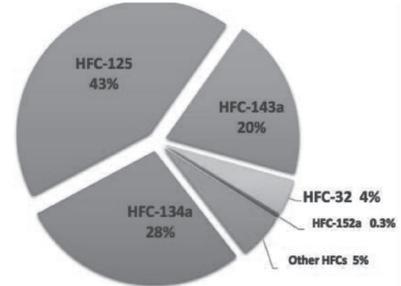


Figure 2 : Split of global HFC consumption, tonnes CO₂ 2012



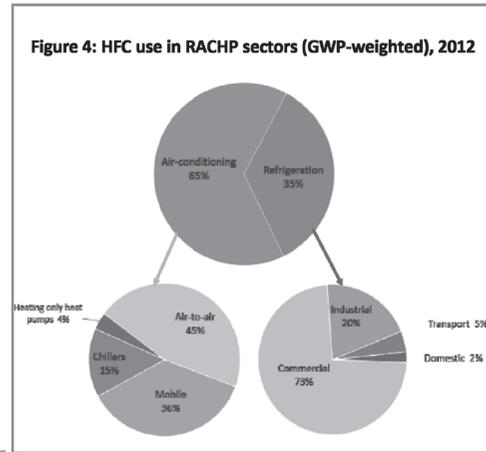
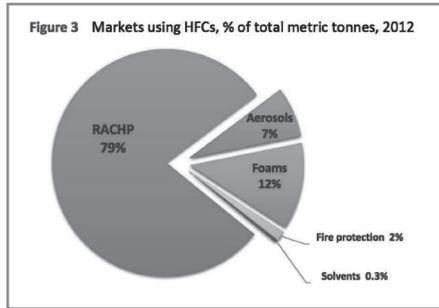
Resource : UNEP Ozone Secretariat, Bangkok, Thailand 20-21 April 2015

8

02 냉동공조기기의 냉매활용 동향 및 차세대 냉매

● HFC Market

- There are 5 main market sectors that use HFCs
 - RACHP (refrigeration, air-conditioning and heat pumps)
 - Foam insulation
 - Aerosols
 - Fire protection systems
 - Solvents



9

사용 분야

	Applications	Sub-sectors / Systems
Refrigeration	Domestic refrigeration	Refrigerators and freezers
	Commercial refrigeration (상업용 냉동냉장 기기)	Small stand-alone equipment Condensing units Large central pack systems
	Industrial refrigeration	Small / medium sized systems Large distributed systems Large secondary chiller systems
	Transport refrigeration	Road vehicles(vans, trucks, trailers) Intermodal containers; Ships
Stationary Air Conditioning and Heat Pumps	Small self-contained air-conditioning	Portable systems, window units, through-the-wall units, packaged terminal units
	Small split air-conditioning	Single splits < 12kW
	Larger split air-conditioning and other types of air-to-air system	Larger single splits and multi-splits VRF systems Ducted and packaged roof-top systems
	Chiller systems	Small and medium sized chillers Large space heating system
	Heating only heat pumps	Space heating: domestic /commercial Water heating: domestic /commercial Large space heating systems
MAC	Mobile air-conditioning(MAC)	Cars Larger vehicles(bus, trains etc.)

10

상업용 냉동냉장 분야

● 시장 개요

- 본 시장은 제조 및 공정 산업에서 사용되는 냉동시스템이며, 상업용 냉동냉장의 대부분은 (a) 식품 및 음료의 가공 및 저장과 (b) 석유 화학 제품, 화학 제품 및 의약품 제조에 사용됨
 - a) 중소 규모의 시스템으로 일반적으로 특정 냉각에만 사용되며, 종종 냉각이 요구되는 곳에 가깝게 위치함
 - b) 대형 1차 냉매 분산 시스템으로 본 시스템은 블라스트 냉동기, 공정 열교환 기 및 냉장 보관 시설과 같은 공정에서 큰 부하를 냉각시키는 데 사용됨. 1차 냉매는 중앙 계실 (대형 냉동 압축기를 포함)에서 하나 이상의 냉각이 요구되어 다수의 증발기로 연결됨. 1차 냉매는 종종 상당한 거리 (수백 미터)로 연결됨.
 - c) 대형 2차 냉매 칠러로서 1차 냉매는 다수의 분리된 냉각요구에 순환되는 2차 열전달 유체를 냉각시키기 위해 사용됨

● 시스템 디자인

- 대부분의 시스템은 증기 압축 사이클을 사용
- 대부분의 대형 1차 냉매 분배시스템은 펌프식 냉매 시스템 또는 중력순환시스템에 의해 공급되는 만액식 증발기를 사용
- 대형 시스템은 대개 증발식 또는 수냉식 응축기를 사용
- 저온 시스템 (예 : -20°C 이하의 제품 냉각 용)은 효율을 높이고 온도를 낮추기 위해 일반적으로 2단 압축을 사용
- 매우 낮은 온도 시스템 (예 : -40°C 이하 제품)은 캐스캐이드 시스템을 사용

Cold Storage and Refrigerated Warehouses			냉매	GWP	가연성*	의견
			R-404A 대안 (신규장비 및 기존장비의 개장을 위한)			
Size of store	Current higher GWP refrigerants (GWP kg-CO ₂)	Alternative lower GWP refrigerants (GWP kg-CO ₂)	R-407A	2107	1	R-404A 대체 냉매 (새로운 시스템 및 개장용)으로 유럽에서 많이 사용되며, R-404A 시스템보다 높은 효율을 나타낼 수 있음.
			R-407F	1825	1	
			R-448A	1387	1	R-407A 및 R-407F와 유사한 특성을 가진 신개발 혼합물로 GWP가 낮으며, 현재 제한적으로 상업용으로 사용됨.
			R-449A	1397	1	
			오직 새로운 장비에 대한 대안			
Small store: less than 100 m ³	HFC-134a (1360), HFC-404A (4200), HCFC-22 (1810), HFC-410A (1920), HFC-407C (1920), HFC-507A (3990), HFC-422D (2470)	Wide range of HFO and HFO blend refrigerants, HC-290 (5), HC-1270 (1.8)	R-717 (ammonia)	0	2L	대형시스템 및 칠러에 가장 널리 사용되는 냉매. 하지만 높은 특성으로 다양한 안전사항이 필요하므로 중소규모시스템에 R-717을 효율적으로 사용할 수 없음.
Large store: Larger than 100 m ³		Primary: R-744 (1), R-717 (0) Secondary: Brine, glycols, silicon oils	HC-290	3	3	대형산업시스템(분산 및 칠러), 특히 석유화학플랜트에 사용되며, 철저한 안전예방조치가 필요함. HC는 중소산업시스템의 사용 비율은 낮음.
			HC-1270	2	3	
			R-744 (CO ₂)	1	1	R-744는 냉장보관 및 냉동건조기와 같은 대형 산업용 응용분야에서 지난 10년간 사용률이 증가하였으며, 일부 중소시스템에서 고려되고 있음.
			HFO-1234ze	7	2L	HFC-134a의 대안으로 산업용 칠러에 사용되며, 저압 냉각기(HCFC-123의 대안)에 적합한 HFO-1233zd 및 HFO-1336mzz와 같은 다른 HFO도 개발 중임.
			R-450A R-513A R-451A R-451B	601 631 140 150	1 1 2L 2L	HFC-134a와 유사한 특성을 가진 새로 개발된 혼합물로 중소규모의 냉장 시스템에 사용될 수 있음.
			Blends awaiting ASHRAE number	150 to 300	2L	HFC-404A와 유사한 특성을 가지고 있으며 중소규모의 냉동시스템에 사용될 수 있음.
			R-446A R-447A	460 582	2L 2L	HFC-410A와 유사한 특성을 가진 새로 개발된 혼합물로 중소규모의 시스템에 사용될 수 있음.
			HFC-32	675	2L	중소규모의 시스템에 사용될 수 있음.

*UNEP, 2017. Montreal Protocol on Substances that deplete the ozone layer. UNEP, Report of the Technology and Economic Assessment Panel.

냉동냉장창고에 사용되는 대체 냉매

- F-gas regulation 에 따른 최근 유럽의 신규 상업용 냉동냉장기기의 대부분은 CO2 시스템 적용

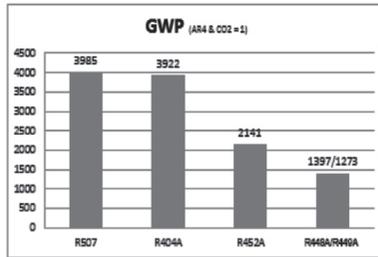
02 냉동공조기기의 냉매활용 동향 및 차세대 냉매

	R-507	R-404A	R-449A	R-448A	R-452A
R-143a	50%	52%	0%		0%
R-32	0%	0%	24%	26%	11%
R-125	50%	44%	25%	26%	59%
R-134a	0%	4%	26%	21%	0%
R-1234yf	0%	0%	25%	20%	30%
R-1234ze				7%	

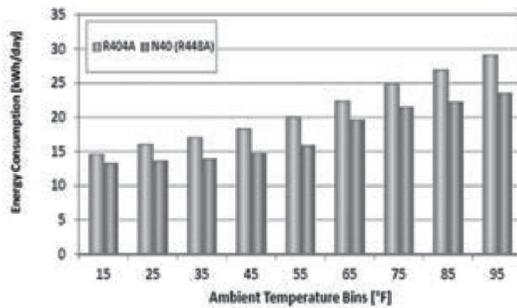
Refrigerant Properties	R-404A	R-448A/ R-449A	R-452A
Boiling point at 1 bar (°C / °F)	-46.5 / -51.7	-46 / -50.8	-47 / -52.6
Critical temperature (°C / °F)	72.1 / 161.8	80.1 / 176.2	74.9 / 166.8
Critical pressure (bar abs / PSIG)	37.3 / 541	44.1 / 639.6	40.0 / 580.2
Liquid density at 32°C / 90°F (kg/m ³)	1010	1061	1093
Vapor density at -30°C / -22°F (kg/m ³)	10.7	7.3	10.1

새로운 HFO 냉매 혼합비율

새로운 HFO 냉매 물성치



13



시스템 사양

- 저온 (49 kBTU/h) 및 중온 (128 kBTU/h) 스크롤 압축기
- 총 14개 종류의 R404A를 사용하는 시스템 (LT 및 MT)

개조

- R448A에 POE 오일 사용
- 제어를 위해 미세한 조정이 필요함.
- 가계의 설치 조건에 따라 결과가 일부 다를 수 있음

- R448A가 모든 외기온도에서 약 9~20% 에너지절약 효과가 있음.
- 평균 56°F에서 R448A가 약 16% 정도 소비전력이 적게 나옴.

소형 식료품 점 냉동냉장기기에 R-404a와 R-448a 사용 시 비교

14

20 양이원영·이수진(비) 더불어민주당 국회의원, 기후변화센터 공동주최 국회포럼

02 냉동공조기기의 냉매활용 동향 및 차세대 냉매

중요 고려 사항

- **안전 및 실용성**
 - R-717은 이미 널리 사용되고 안전 문제를 잘 이해하고 있음.
 - 새로운 HFC와 HFO / HFC 블렌드 중 많은 부분이 온도 편차를 가지고있어 만액식 증발기를 사용하는 대형 분산시스템에는 적합하지 않음
- **상업성**
 - R-717 시스템이 널리 보급됨
 - R-744는 많은 응용 분야에서 고려 중이며 슈퍼마켓용 신규 냉동냉장기기에는 대부분이 사용 중
- **비용**
 - R-717은 이미 많은 응용분야에서 가장 저렴한 옵션임
- **에너지 효율**
 - R-717 시스템은 MT 및 LT 조건 모두에서 고효율에 적합
 - R-744는 매우 효율적이며 열회수를 위한 추가 기회를 제공 할 수 있음
 - 새로운 HFC와 HFO / HFC 블렌드가 기존 HFCF 보다 효율적인 경우도 보고됨
- **기술자 교육**
 - R-717 : 유지 보수를 담당하는 기술자는 특히 독성이 높은 냉매 사용과 관련하여 R-717 취급을 다루는 교육이 절대적 필요
 - 낮은 인화성 HFC / HFO : 인화성이 낮은 냉매를 사용하는 시스템의 유지 보수를 위해서는 교육이 필수적. 하지만 아직 널리 사용되지 않았기 때문에 훈련을 받지 못함
 - R-744 : 기술자는 R-744 시스템에서 작업하기 위해 추가 교육이 필요.
 - HC : 유지 보수를 담당하는 기술자는 높은 인화성 냉매 취급을 다루는 교육이 필요

15

대기환경분석과 대체냉매 기술

- **간접 배출**
 - 냉동부하, 발전의 연료 혼합 및 발전소의 효율성에 의해 영향. 에너지 사용량에 따른 배출
- **직접배출**
 - 환경 친화적인 낮은 지구 온난화 잠재력 (GWP) 냉매의 사용

		냉장 (kWh·m ³ . year ⁻¹)	냉동 및 혼합 (kWh·m ³ . year ⁻¹)
조사 대상 가계	냉동냉장창고 수	167	262
	평균	55.7	71.5
	최소	4.4	6.0
	최대	250.4	391.6
	표준편차	34.7	40.6

조사된 냉동냉장창고의 특정 에너지소비
(2007, 영국 Defra)

종류	대표적 용량 (kg)	설치시 배출율 (% 최초 충전의)	가동시 배출율 (% 최초충전/년)	폐기 시 존재 냉매율 (% 최초 충전의)	냉매 회수율 (% 남은량)
가정용 냉동냉장고	0.05-0.5	1.0%	0.3%	80%	99.0%
단독형 상업용기기	0.2 - 6	1.5%	2.0%	80%	94.5%
중대형 상업용기기	50 - 2,000	2.0%	11.0%	100%	95.0%
수송용 냉동냉장	3 - 8	1.0%	8.0%	50%	94.0%
산업용 냉장냉동 (식품 처리 및 냉동냉장창고)	10 - 10,000	1.0%	8.0%	100%	95.0%
월러	10 - 2,000	1.0%	3.0%	100%	94.0%
가정용 및 상업용 에어컨/열펌프	0.5 - 100	1.0%	8.5%	80%	95.0%
차량용 에어컨	0.5 - 1.5	1.0%	7.5%	50%	88.0%

16

02 냉동공조기기의 냉매활용 동향 및 차세대 냉매

국가별 HFC 냉매의 규제 관리제도

- **키갈리 선언은 현재 약 65개국**이 비준됨
 - 2019년 1월부터 감축이 시작됨

구분	EU F-gas 규칙 (EC842/EC517)	미국 EPA 대기정화법/SNAP	미국 캘리포니아 건강안전법 (SB1383)	일본 프레온회수파괴법/프레온배출억제법	중국 오존층파괴물질 관리조례
시행	2006년 8월 2014년 4월	1990(개정)/ 1994(제정)	2016년 1월	2002년 4월 2015년 4월 (개정)	2010년 6월
적용냉매	HFC	HFC	HFC	ODS 및 HFC	ODS
(파괴기준)	○	○	SNAP채택	○	○
기술자 인정	○	○	○	○	-
업자등록/ 인정	○	○	○	○	○
대상시설 (냉매충전량)	○	○	○	○	○
정기누출점검	○	○	○	○	○
누출수리	○	○	○	○	○
기존보통	○	○	○	○	○
보고	○	○	○	○	○

주)1 : 미국 EPA 경우의 기록·점검 : 냉매 보충, 수리 기록의 보관, 자격 : 점검, 수리 또는 폐기하는 기술자는 EPA의 인정을 받아야 함

17

대한민국

- **오존층 파괴물질 규제**
 - 몬트리올의정서에서 규정한 오존층파괴물질의 규제조치의 국내 이행을 위하여 매년 특정물질의 생산, 수입 및 판매량 배정계획을 세움
 - '오존층 보호를 위한 특정물질의 제조 규제 등에 관한 법률 제9조' 등에 근거
- **HFCF 사용 감축**
 - 2013년부터 오존층을 파괴하는 특정 물질인 HCFC 사용 감축이 시작됨
 - 감축의 기준이 되는 수량: 2009~2010년 평균 생산량(395ODP톤) 및 소비량(1,908ODP톤)

규제물질	감축기간	용도
HCFC(염화불화탄소), HCFC-22, 141B, 142B, 123, 124, 225ca	2013~2040년	에어컨 등의 냉매(51%), 단열재의 발포제(44%), 반도체·정밀기계 등의 세정제(3%), 소화설비의 소화제(1%)에 사용

특정물질	감축 일정									
	통계	△10%	△20%	△30%	△35%	△50%	△67.5%	△70%	△85%	△100%
CFC(15종)	99.1.1					05.1.1			07.1.1	10.1.1
Halon(3종)	02.1.1					05.1.1			05.1.1	10.1.1
사염화탄소(1종)										10.1.1
111-TEC(1종)	03.1.1			05.1.1				10.1.1		15.1.1
HCFC(40종)	13.1.1	15.1.1			20.1.1		25.1.1		30.1.1	40.1.1
메틸브로마이드(1종)	02.1.1		05.1.1							15.1.1

18

02 냉동공조기기의 냉매활용 동향 및 차세대 냉매

- 공기조화기 냉매관리 규정
 - '대기환경보전법'에 공기조화기 냉매 관리 관련 조항 신설 (2012년 5월)
 - '대기환경보전법' 제9조의3제1항, 동법 시행규칙 제14조의4제3항에 따라 '공기조화기 냉매 관리규정' 고시 제정 추진
 - 관리대상
 - 2017년까지 100 kg 이상, 2018년 이후 50 kg 이상 냉매사용 공기조화기
 - [100 kg 규제시 3천개 건물(9천개 공기조화기), 50 kg 규제시 8천개 건물(2만4천개 공기조화기) 관리대상

공기조화기 냉매의 종류 및 사용현황

종류	오존층파괴지수/ 지구온난화지수	사용현황 (2010년 기준)	비고
CFCs	1 / 8500		몬트리올 의정서에 의거 2010년부터 생산, 소비 금지
HCFCs	0.055 / 1700	8,849천 kg / 65%	2040년부터 생산, 소비 금지
HFCs	0 / 1300	5,786천 kg / 35%	온실가스 물질

- HFCs 관리는 추진 예정 : 환경부, 산업부

19

냉매 관리의 대 전환

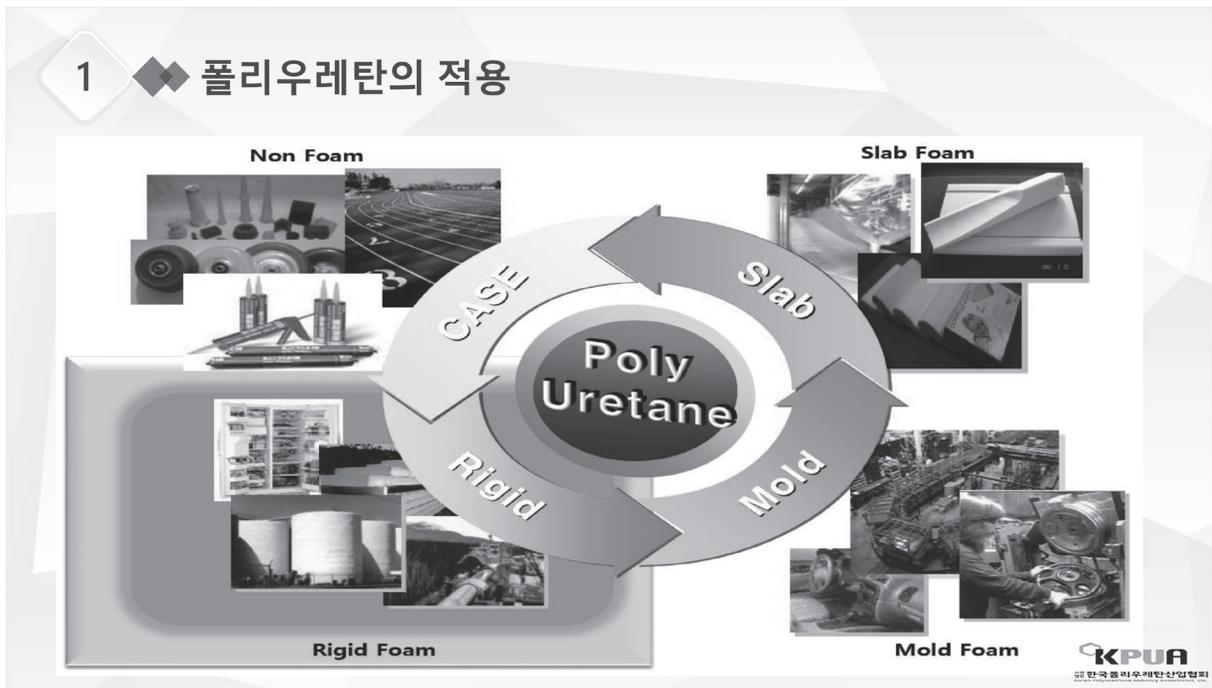
- **As is**
 - 세계 5위의 냉동공조기기 생산국으로서 전체 냉매 중 HCFC와 HFC계열이 95% 이상
 - 국내 냉매관리제도는 2013년 건물 등 공기조화기 냉매에 대한 관리를 시작으로 처음 시행
 - 전세계적인 냉매규제는 2016년 키갈리의정서에서 대체 프레온 가스인 수소불화탄소(HFCs) 사용을 단계적으로 사용을 중단해야 함
- **To be**
 - **Low-GWP 냉매 전환**
 - Low-GWP 냉매에는 탄화수소계 냉매(이소부탄 등)와 자연냉매(암모니아/이산화탄소 등) 및 HFO계열 냉매(R1234yf 등)의 사용 시 인센티브
 - 국제 기준에 부합되는 기준 적용으로 Low-GWP 냉매 사용 활성화
 - IEC 60335 series, ISO 5149 series 기준 등
 - **냉매 회수, 폐기 및 처리 관리 강화**
 - 관련 법을 수정·보완 : 저압, 고압 모든 냉매 관리 강화
 - '냉매회수업' 등록 강화 : 냉매회수기기의 성능기준 및 기술인력 보유 요건 강화
 - 대용량 냉매 폐기처리 기술개발, 기존 냉매처리업체들의 설비 증설 지원방안 및 신규 업체들의 참여를 유도할 수 있는 정책적인 지원
 - 현재 3곳 (병석엔지니어링, 선진환경, 오윤알투박), 총 처리시설용량이 연간 1,500톤 수준
 - **온실가스 배출량 산정에 냉매 포함**
 - 현재 국가온실가스 산정 및 감축 목표에도 제외 : 냉매관리의 근본적인 어려움은 '배출권거래법'에서 할당대상기업들의 배출량 산정기준에 냉매부분은 별도 보고대상으로 제외
 - 할당대상업체들의 배출량 산정에 냉매를 포함하고 감축을 유도한다면 법 규제로 강제하는 것 보다 효율적인 냉매관리
 - 공공부문과 민간부문에서의 온실가스 감축의 일환으로 냉매에 대한 관리가 체계화

20

CONTENTS

- 1 폴리우레탄의 적용.
- 2 경질 폴리우레탄의 사용 분야.
- 3 국내 폴리우레탄 제품군별 생산량 현황.
- 4 국내 폴리우레탄 제품군별 발포제 대체 현황.
- 5 폴리우레탄 단열재 성능기준이 발포제 대체에 미치는 영향.
- 6 폴리우레탄 단열재 대체 발포제 검토.
- 7 폴리우레탄 단열재 발포제 대체의 문제점.
- 8 폴리우레탄 단열재 산업의 탄소중립 실현방안.

KPUA
한국폴리우레탄산업협회



03 국내 우레탄 단열재 발포제 활용동향 및 탄소중립 실현방안

2 ◆◆ 경질 폴리우레탄의 사용 분야



◇ 가전제품

- 냉장고
- Showcase
- 발포제 : CP



◇ 건축

- 샌드위치패널
- 보드형 단열재
- 스프레이폼
- 발포제 : HCFC-141b, CP
- 대체발포제 : HFC, HFO 검토 중



◇ LNG/LPG선박 및 기지

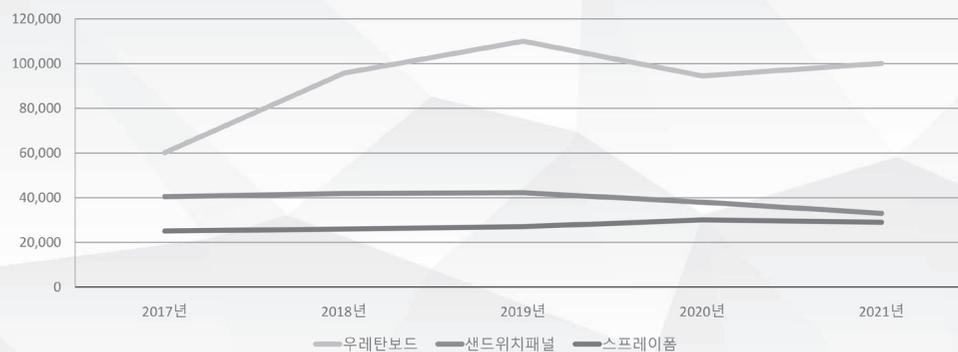
- 선박 및 기지의 극저온 저장고
- 발포제 : HFC-245fa, Hfc-365mfc, HFO-1233zd

KPUA
한국폴리우레탄산업협회

3 ◆◆ 국내 폴리우레탄 제품군별 생산량 현황

(단위 : M/T, 협회자체조사자료)

구분	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
보드형 단열재	60,141	95,740	110,000	94,530	100,120
샌드위치패널	40,500	41,850	42,200	37,980	33,000
스프레이폼	25,000	26,000	27,000	30,000	29,000
합계	125,641	163,590	179,200	162,510	162,120



KPUA
한국폴리우레탄산업협회

8 ◆◆ 폴리우레탄 단열재 산업의 탄소중립 실현방안

◇ 제도개선 및 지원정책 마련 필요

- 명확한 대체전환 방향 설정

HFC, HFO 외 대안이 없는 현여건에서 명확한 대체 방향 설정 없이 HFC 소비량을 제한하면 산업계 혼란만 가중시키고 공급부족에 따른 원자재 가격 상승과 수급 문제 야기

- 대체발포제 수급 관리

특정물질 쿼터를 통한 HFC 공급량 축소는 원가 경쟁이 치열한 산업 특성상 발포제 확보를 위한 과열 경쟁을 부추겨 가격 폭등을 야기할 수 있어 대체전환 방향 설정과 전환 정책에 적합한 대체발포제 물량 공급을 위한 공급망 관리 필요

- 지원정책 필요

발포제 대체로 인한 폴리우레탄 단열재 제품 가격 상승은 제품 및 산업경쟁력 저하를 야기하므로 기존 발포제 수준 가격 유지를 위한 보조금 지원과 대체물질 적용을 위한 대체 시설 및 설비 구축 자금 보조 지원정책 마련 필요

- HFO 발포제 국내생산을 위한 기술적 제도적 지원 필요 (제2, 제3의 요소수 사태 발생가능)

KPUA
한국폴리우레탄산업협회

감사합니다

KPUA 한국폴리우레탄산업협회
Korea Polyurethane Industry Association, Inc.

04

국내 압출발포폴리스티렌 단열재 발포제 활용동향 및 발포제 전환 동향



박기홍

XPS협의회 담당

04 국내 압출발포폴리스티렌 단열재 발포제 활용동향 및 발포제 전환 동향

BYUCKSAN CORE VALUE
공간에 ZERO를 더한다

Right here Right now

국내 압출발포폴리스티렌 단열재 발포제 활용현황 및 발포제 전환 동향

2022-04-12

시흥 중구 퇴계로 307 광희빌딩(10F/14F)
COPYRIGHT © BYUCKSAN co.,ltd. ALL RIGHTS RESERVED.

격 격이 다른 업무수행
• 통찰력
• 전문성

蓋 '1인 대표' 마인드
• 주인 의식
• 손익 중심

重 개선과 실행
• 집단 지성
• 진취적 실행

I. XPS 제품

1. XPS 제품 소개



Right here Right now

구분	내용	비고
정의	<ul style="list-style-type: none"> Extruded Polystyrene Foam으로 주원료인 폴리스티렌을 연속 압출 성형 발포한 단열재 	
주요 생산 업체	<ul style="list-style-type: none"> 유럽 - BASF, Knauf, Jackon, Ursa 등 미국 - Owens Corning 등 일본 - Dow Japan, Kaneka, JSP 한국 - 벽산, 세경, 명일, 금호 등 	
특성	<ul style="list-style-type: none"> 우수한 압축 강도, 내습내수성, 시공성, 단열성 등 특히, 기계적 강도 및 우수한 내습성은 고아중 바닥, 습기취약부위 등 특수 부위사용 가능 	



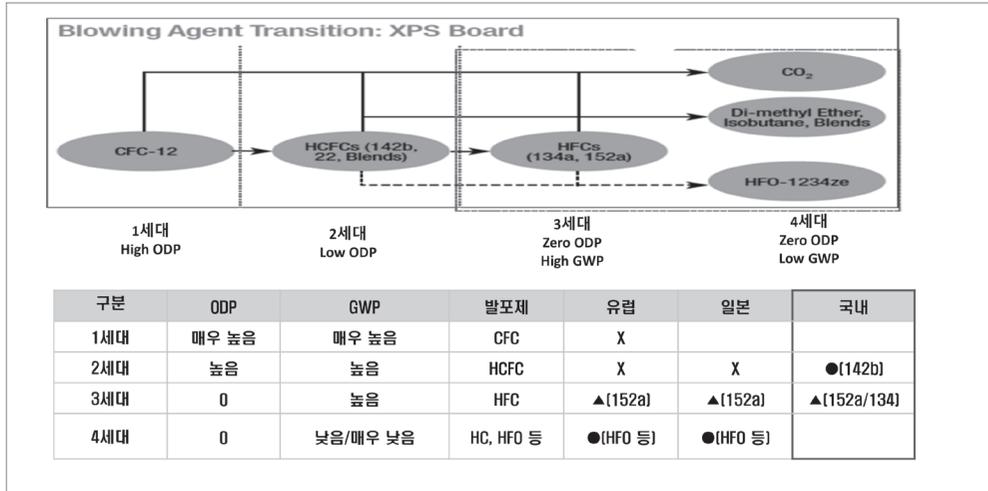
국내 압출폴리스티렌 단열재 발포제 활용 현황 및 전환 동향

공간에 ZERO를 더한다 | 1/9

04 국내 압출발포폴리스티렌 단열재 발포제 활용동향 및 발포제 전환 동향

II. XPS 발포제 활용 현황

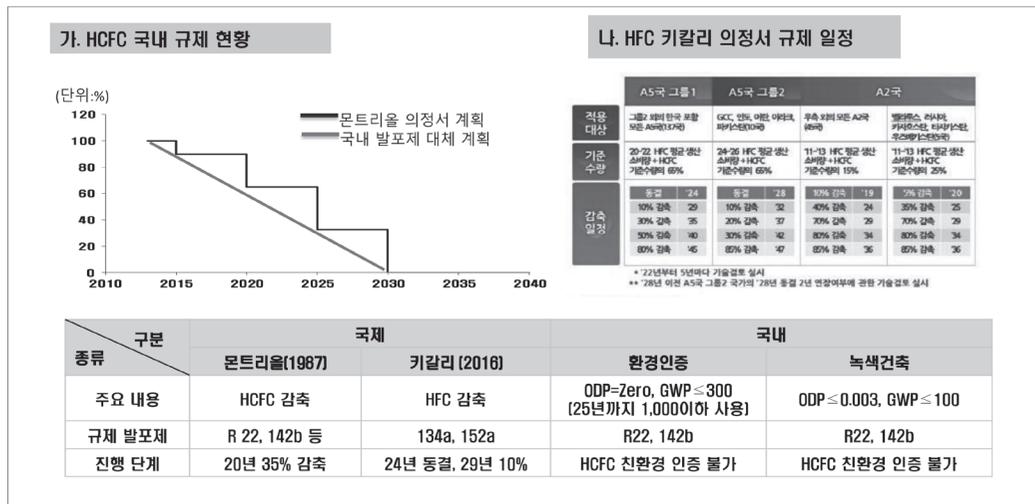
1. XPS 발포제 현황



국내 압출폴리스티렌 단열재 발포제 활용 현황 및 전환 동향

공간에 ZERO를 더한다 4/9

2. 발포제 규제 현황



국내 압출폴리스티렌 단열재 발포제 활용 현황 및 전환 동향

공간에 ZERO를 더한다 5/9

04 국내 압출발포폴리스티렌 단열재 발포제 활용동향 및 발포제 전환 동향

3. LGWP 대체 발포제 적용 평가



LGWP 적용 System	장 점	단 점
CO ₂ + EtOH	COST, Safety 우수	단열 성능 저하
HC (ISO butane + DME)	작업성 및 단열성 우수	화재 위험 및 자기소화 성능 저하
HFO - 1234ze	단열성, Safety 우수	COST 상승 응해도 문제로 인한 발포성 저하

가. 단일 LGWP 적용 System 으로는 기준 만족이 어려움
→ 발포제 Blending을 통한 장, 단점 보완을 통한 해결

나. 기존 KS 규격 개정 등을 통한 LGWP 발포제 적용 시스템 안착 필요

IV. 발포제 전환을 위한 KS 개정



현행 법규	문제점	개정방향
KS M 3808	1.2세대 발포제 사용시의 열전도를 값 반영	발포제 전환시의 열전도를 값 반영 필요 - 두께별 R-Value 계산을 통한 소비자 선택기회 부여

R-value계산 예)

열전도율 (W/m.K)	두께 (mm)	R-Value (m ² .K/W)
0.029	50	1.72
0.032	55	1.72

☞ 발포제 전환을 위한 ks 개정 필요

05

몬트리올의정서 관련 국내·외 이행동향



조진호

한국정밀화학산업진흥회 부장



오존층파괴물질에 관한 몬트리올의정서

- ▶ (의정서 채택) 오존층파괴물질(ODS)의 생산과 소비를 규제하기 위하여 '87.09.16. 채택
 - ⇒ 그동안 의정서를 5회 개정하여 신규물질 추가 및 규제조치 강화 시행
 - ⇒ '16년 수소불화탄소(HFCs)의 전세계 생산·소비 감축규제 결정 ⇨ 키갈리개정(Kigali Amendment)
- ▶ (규제물질) CFCs, HCFCs 등 오존층파괴물질 96종과 HFC 18종으로 구성

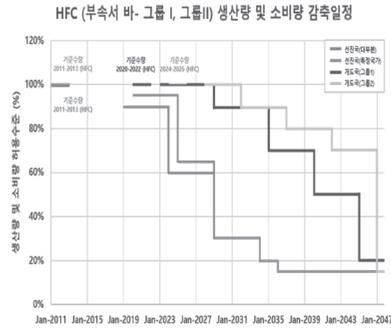
구분	ODS 종류		용도	규제조치(개도국)
1차 규제	CFCs(15종)	CFC-11, CFC-12 등	냉매, 발포제, 세정제, 소화약제, 분사제 등	'10년부터 전세계 생산·수입 금지(전폐, Phase-out)
	할론(3종)	Halon-1301 등	소화설비, 소화기	
	사염화탄소(CTC)		세정제, 특정물질(CFC-11/12) 제조원료	'15년 전폐
	메틸클로로포름(1,1,1-TCE)		세정제, 특정물질(HCFC-141b/142b) 제조원료	'15년 전폐
	메틸브로마이드(MB)		훈증제, 방역제	*단, OPS용 사용가능
2차 규제	HCFCs (40종)	HCFC-22, HCFC-141b, HCFC-142b HCFC-123, HCFC-124, HCFC-225	냉매, 발포제, 세정제, 소화약제, 분사제 등	'13년부터 감축 시작, '30년 전폐 *단, 이후 10년간 기준량비 A/S용 소비량 허용(기준수량의 2.5%내)
3차 규제	HFCs (18종)	- (그룹1) HFC-32, HFC-134a 등 17종 - (그룹2) HFC-23 1종	냉매, 발포제, 소화약제, 분사제, 반도체에칭제 등	'24년부터 감축 시작, '45년 80%까지 감축(Phase-down)

몬트리올의정서의 키갈리개정(I)

- (규제물질 추가) HFC 18종을 의정서 규제물질에 포함 ☞ 의정서 부속서 바(Annex F)
- (HFC 규제조치 신설) HFC 소비 및 생산 기준수량을 정하고, 단계적 감축 일정을 도입 ☞ 의정서 제2조의차(Article 2J)
 - 선진국(A2국)과 개도국(A5국) 구분, 최장 '47년까지 80~85% 감축
 - A5국 그룹1(우리나라 포함)의 경우 '24년 규제시작, '45년까지 80% 감축

HFC 기준수량 및 감축 일정	A5국 그룹1	A5국 그룹2	A2국																																									
	적용 대상 그룹2외의 한국 포함 모든 A5국(137국)	GCC, 인도, 이란, 이라크, 파키스탄(10국)	우측 외의 모든 A2국 (46국)	벨라루스, 러시아, 카자흐스탄, 타지키스탄, 우즈베키스탄(5국)																																								
	기준 수량 20-22 HFC 평균 소비량 생산량 + HFC 기준수량의 65%	24-26 HFC 평균 소비량 생산량 + HFC 기준수량의 65%	11-13 HFC 평균 소비량 생산량 + HFC 기준수량의 15%	11-13 HFC 평균 소비량 생산량 + HFC 기준수량의 25%																																								
감축 일정	<table border="1"> <tr><td>동결</td><td>'24</td></tr> <tr><td>10% 감축</td><td>29</td></tr> <tr><td>30% 감축</td><td>35</td></tr> <tr><td>50% 감축</td><td>40</td></tr> <tr><td>80% 감축</td><td>45</td></tr> </table>	동결	'24	10% 감축	29	30% 감축	35	50% 감축	40	80% 감축	45	<table border="1"> <tr><td>동결</td><td>'28</td></tr> <tr><td>10% 감축</td><td>32</td></tr> <tr><td>20% 감축</td><td>37</td></tr> <tr><td>30% 감축</td><td>42</td></tr> <tr><td>85% 감축</td><td>47</td></tr> </table>	동결	'28	10% 감축	32	20% 감축	37	30% 감축	42	85% 감축	47	<table border="1"> <tr><td>10% 감축</td><td>'19</td></tr> <tr><td>40% 감축</td><td>24</td></tr> <tr><td>70% 감축</td><td>29</td></tr> <tr><td>80% 감축</td><td>34</td></tr> <tr><td>85% 감축</td><td>36</td></tr> </table>	10% 감축	'19	40% 감축	24	70% 감축	29	80% 감축	34	85% 감축	36	<table border="1"> <tr><td>5% 감축</td><td>'20</td></tr> <tr><td>35% 감축</td><td>25</td></tr> <tr><td>70% 감축</td><td>29</td></tr> <tr><td>80% 감축</td><td>34</td></tr> <tr><td>85% 감축</td><td>36</td></tr> </table>	5% 감축	'20	35% 감축	25	70% 감축	29	80% 감축	34	85% 감축	36
동결	'24																																											
10% 감축	29																																											
30% 감축	35																																											
50% 감축	40																																											
80% 감축	45																																											
동결	'28																																											
10% 감축	32																																											
20% 감축	37																																											
30% 감축	42																																											
85% 감축	47																																											
10% 감축	'19																																											
40% 감축	24																																											
70% 감축	29																																											
80% 감축	34																																											
85% 감축	36																																											
5% 감축	'20																																											
35% 감축	25																																											
70% 감축	29																																											
80% 감축	34																																											
85% 감축	36																																											

* '22년부터 5년마다 기술검토 실시
** '28년 이전 A5국 그룹2 국가의 '28년 동결 2년 연장여부에 관한 기술검토 실시



몬트리올의정서의 키갈리개정(II)

❖ 키갈리개정 주요 내용

- (HFC-23 배출량 파괴) 부산물 생산, HFC-23(그룹II) 배출량을 '20년부터 실행가능한 한도 파괴
- (비당사국 무역규제) '33.1.1.부터 비당사국과의 수출입 금지 발효
- (수출입허가제 시행) '19.1.1. 수출입허가제 수립·시행 단, 개도국은 '21.1.1. 시행 (또는 자국발효후 3개월내)
- (통계자료 보고) 연간 생산량 및 수출입량 등의 국가실적, 매년 9월까지 제출
- (발효 조건) 20개국 이상 의정서 당사국이 비준할 경우 '19.1.1. 발효

'19. 1. 1. 키갈리개정 발효 ('22.3월 현재, 198개국 중 130개국 비준)

“세기말(2100년)까지 최대 0.5℃의 지구온난화 방지”

키갈리개정 관련 국내 계획

❖ 키갈리개정 비준(외교부)

⇒ 비준동의안 국회 제출 준비 중(최종 비준은 오존층보호법 개정완료 시기 고려)

❖ 국내 제도 정비(산업부)

① 「오존층보호법」 개정(개정안 발의('22.02.10.) : 국회산중위 이학영 의원 대표발의)

⇒ (키갈리개정 시행) 특정물질 정의를 확대하여 HFCs를 규제대상에 포함하고, 부산물 HFC-23 배출량 파괴 명문화 및 HFCs에 대한 생산·수출입 허가제 시행('23~) 가능

② 하위법령(시행령·시행규칙, 관련 고시) 개정

⇒ HFC 18종 추가(시행령), 부담금 부과대상 및 수입요건확인물품 대상 확대 등

③ HFC 국내 감축계획안 수립

⇒ HFC 감축 스케줄 협의(산업계, 관계부처), HFC 기준한도 공고('23)

키갈리개정 관련 주요국 동향 - 미국

➤ 키갈리개정 비준동의안 상원 제출('21.11.16.)

➤ HFC 감축을 위한 「미국혁신제조법」(AIM법) 제정('20.12.27.)

⇒ 주요 세가지 유형에 대해 EPA(미 환경보호청)에 권한 부여, △HFC 생산·소비량 감축(할당제 도입), △재생 극대화 및 대기방출 최소화 위한 HFC 및 대체물질 관리, △탈HFC의 차세대 기술로의 전환 촉진

➤ 할당제도 규칙 제정('21.11.04. 시행)

⇒ ① '22년·'23년 생산·소비량 할당('22년 할당: 소비량 40개사(5개 생산자 포함), 특정 허용량 32개사)

② 포괄적 추적시스템 도입(HFC 상거래 이동경로 관리), ③ 1회용 용기 단계적 사용금지('25.1~)

< HFC 감축 기준한도, 단위: 백만CO₂e톤 >

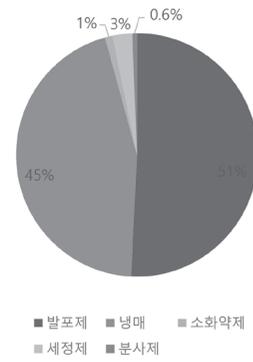
	'19년(△10%)	'24년(△40%)	'29년(△70%)	'34년(△80%)	'36년(△85%)
소비량(기준: 303.9)	273.5	182.3	91.2	60.8	45.6
생산량(기준: 382.6)	344.3	229.5	114.8	76.5	57.4

[참고1] 국내 HCFCs 사용 현황

< HCFCs 용도별 사용량, 단위: 톤 >

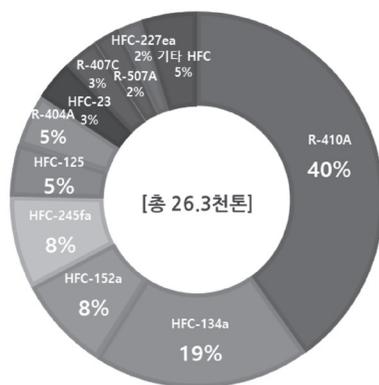
용도	물질명	2018	2019	2020	전년대비
냉매	HCFC-22	9,902	8,812	7,968	(844)
	HCFC-123	299	231	130	(101)
	HCFC-124	43	47	44	(3)
	HCFC-142b(혼합성분)	2	5	4	(1)
	계	10,246	9,095	8,146	(949)
발포제	HCFC-22	3,768	2,919	3,337	418
	HCFC-141b	2,388	1,977	3,047	1,070
	HCFC-142b	4,258	4,550	2,822	(1,728)
	계	10,414	9,446	9,206	(240)
세정제	HCFC-141b	452	608	479	(129)
	HCFC-225	3	4	-	(4)
	계	455	612	479	(133)
소화약제	HCFC-22	14	26	-	(26)
	HCFC-123	163	245	182	(63)
	HCFC-124	2	3	-	(3)
	계	179	274	182	(92)
분사제	HCFC-22	87	62	32	(30)
	HCFC-124	13	-	15	15
	HCFC-142b	84	65	66	1
	계	184	127	113	(14)
합계		21,478	19,554	18,126	* 기타 사용 제외

2020년 HCFCs 용도별 사용 비중

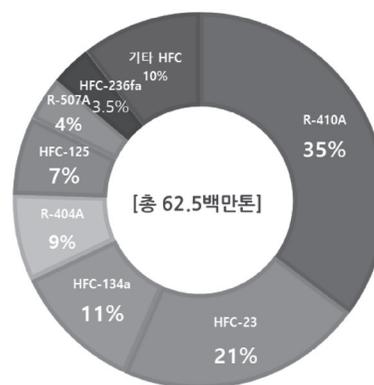


[참고 2-1] 국내 HFC 사용 현황(I)

2020년 소비량(실량톤의 %)



2020년 CO₂ 상당량(CO₂e톤의 %)



06

온실가스 관리 사각지대 '냉매' 합리적 관리방안



김소희

기후변화센터 사무총장

