

지구온난화방지를 위한 최신 냉매 사용의 국외 동향

선진국에서 사용하는 냉매에 대하여 알아보고 냉매에 대한 수요와 개발, 규제에 대한 내용에 대하여 알아보도록 한다.

서론

현재 우리는 세계적인 경제적 침체와 더불어 지구 온난화 등의 환경문제도 동시에 직면하고 있으며 산업용 냉동 냉장 설비 분야에서도 그 대응을 요구당하고 있는 실정이다. 1987년 몬트리올 의정서에 의해 오존층 파괴 규제 물질로 HCFC-22가 규정된 뒤 선진국의 경우 2020년 전폐될 예정임에 따라 수많은 냉각설비에 사용 중인 HCFC-22를 대체할 대책마련이 필요한 이 시점에서 대체냉매 사용에 대한 세계적인 흐름에 대하여 알아보고자 한다.

세계적 냉매의 현황

세계적 차세대 냉매 동향 (프레온의 향후)

현재 많은 설비에 사용되는 프레온 냉매는 원래 암모니아를 대체하기 위해 개발돼 지금까지 냉동냉장설비의 냉매로 사용돼 왔다. 하지만 현재 오존층 파괴물질인 특정프레온 CFC와 HCFC는 몬트리올의 정서로 인한 국제규제로 생산, 수입금지의 대상이 되었고 CFC는 1996년 전폐, HCFC는 현재 전폐 스케줄이 진행되고 있어 선진국의 경우 2020년에 전폐 예정에 있다. 대체 프레온인 HFC계 냉매를 대체냉매로

김 창 한

한국마이콤

kitee@mycomkorea.com

박 하 연

한국마이콤

phy@mycomkorea.com

〈표 1〉 유럽의 최신 프레온가스 규제

제품 · 시스템	GWP 제한치	금지 적용 기일
가정용 냉장고	150 이상	2015년 1월 1일
업무용 냉장고, 프리저 (밀폐 시스템)	2,500 이상 150 이상	2020년 1월 1일 2022년 1월 1일
고정형 냉동장치*1	2,500 이상	2020년 1월 1일
멀티팩 중앙식 냉동장치 40 kW 이상	150 이상*2	2022년 1월 1일
휴대형 에어컨 (포터블)	150 이상	2020년 1월 1일
싱글, 스플릿 에어컨 프레온냉매 총진 3 kg미만	750 이상	2025년 1월 1일

- *1 -50℃이하로 냉각하는 용도는 제외.
- *2 Cascade system의 1차 측에는 GWP 1,500미만으로 프레온 가스도 사용가능.
- HFC 소비량은 2030년까지 79% 단계적 삭감.(현재의 21%까지 삭감)
- 공장에서의 냉매 프리 차지는 금지하지 않고 이력제(traceability) 확립.

현재 많이 사용하고 있으나 HFC계 냉매는 오존층 파괴지수(ODP)가 없는 대신 지구온난화지수(GWP)가 높아 이 또한 교토의정서에 삭감대상인 온실효과 가스이다.

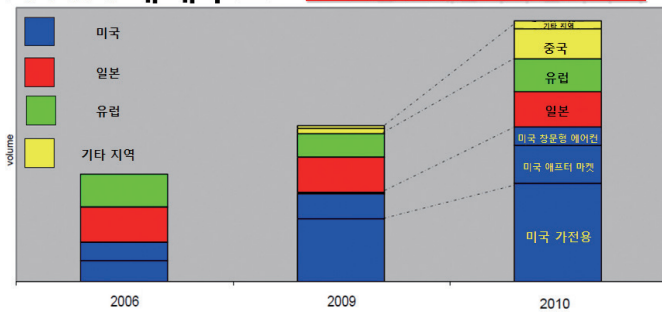
특히 현재 세계적으로 지구온난화에 대한 문제가 화두되고 있어 지구온난화지수(GWP)가 높은 대체 프레온 HFC계 냉매의 규제가 활발히 진행되고 있다. 표 1은 최근 유럽에서 개정된 프레온 가스 규제를 요약해 놓은 것이다. 프레온 냉매가 사용되는 제품마다 지구온난화지수(GWP)에 제한치를 두고 그 이상이 되면 금지적용기일을 정해 그 이후로는 사용이 금지된다.

위의 내용처럼 일반적으로 프레온가스는 지구환경문제로 인해 규제의 대상이 되지만 또 다른 중요한 본질적인 문제점으로 “프레온가스의 공급 취약성”도 있다.

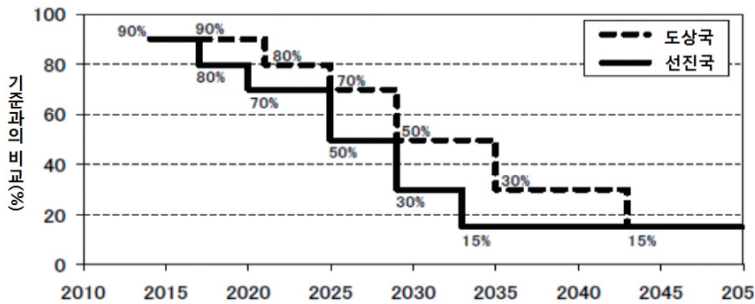
한편 세계적으로 2010년에 대체 프레온인 R410A의 수요가 급등하였는데 그 요인으로는 미국 애프터마켓 즉 서비스 시장의 급신장, 지구온난화 현상 때문에 세계적인 무더위로 인한 에너지절약 에어컨의 보조금 제도의 확대, 몬트리올의정서 스케줄보다 빠른 시기에 개발도상국이 R22에서 R410A으로의 전환, 특히 중국 내수용 냉매의 R410A화 등이 있다.(그림 1)

하지만 HFC 규제와 선진국의 새로운 HFC 생산설비의 투자 회피로 인해 수요에 대한 앞으로의 공급이 걱정되는 상황에서 HCFC 및 HFC의 원료인 형석과 불산은 높은 순도를 요구하기 때문에 멕시코산으로 대처할 수 없는 부분이 많아 대부분 중국에서 수입하고 있는 실정이다. 하지만 현 중국 정부에서 형석의 채굴제한규

R410A 세계수요 ⇒ 모든 프레온의 수급의 부족



[그림 1] 2010년 R410A의 수요증가요인



[그림 2] 북미 3개국 제안에 의한 HFC 삭감 스케줄표

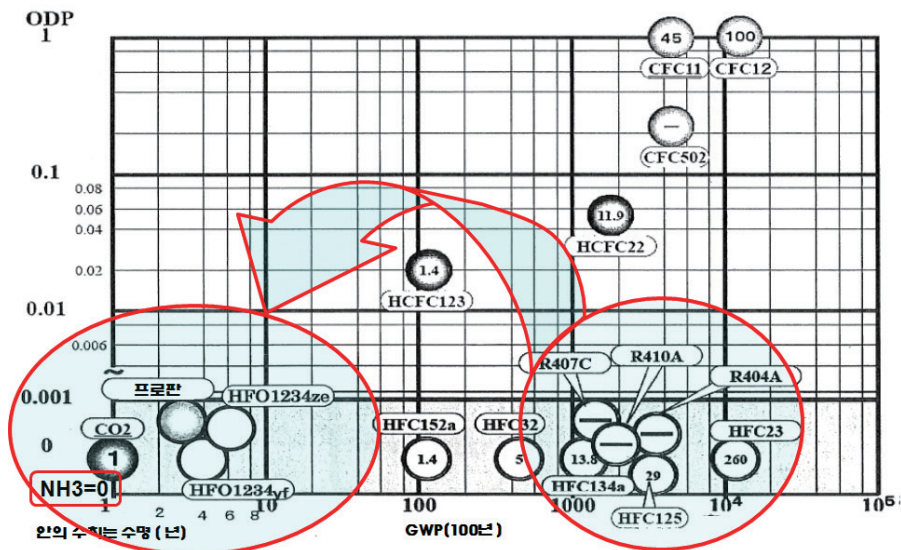
제를 강화하고 자원수출제한조치의 영향으로 원료의 가격이 급등하고 있으며 현재 원료 가격의 상승으로 냉매가격 또한 상승하고 있다.

이로 인해 2011년과 2012년은 세계적 냉매경동의 해라고 할 수 있다. 유럽은 프레온가스의 규제법을 재검토하여 자동차 에어컨에 사용하는 HFC 냉매를 금지하였으며 자연 냉매화를 진행하고 있고, 미국에서는 미국, 캐나다, 멕시코 3개국의 제안으로 대체프레온 HFC(R410A, R404A)의 삭감 스케줄을 발표했다. 유럽과 일본도 역시 삭감 스케줄에 동조하였으며 이후 2030년까지 현

재와 비교하여 70%이상 단계적 삭감을 목표로 하고 있다.(그림 2) 또한 개발도상국에서도 몬트리올 의정서를 시작으로 HCFC의 전폐 계획을 시작하였다.

위의 내용을 정리하자면 지구환경 문제와 더불어 프레온 냉매 가스의 가

격 상승, 공급의 부족 문제로 인해 향후 용도의 확대가 전망되는 차세대 냉매로는 오존층 파괴문제와 온실효과문제를 동시에 해결하기 위한 탈프레온 냉매가 주류이다. 그림 3을 보면 세로축은 오존층 파괴지수 ODP, 가로축은 지구 온난화지수인 GWP를 나타낸다. 주로 대체프레온 HFC는 우측 원안에 있으며, ODP는 0.001 미만이나 GWP는 1000 이상이다. 현재 많이 사용되고 있지만 온실효과가 매우 크다는 것을 알 수 있다. 그에 비해 좌측 원안에 있는 자연냉매는 GWP가 10 미만이다. 좌측 원의 탈프레온 냉매의 종류로는 또 다



[그림 3] 차세대 냉매의 ODP와 GWP

른 대체 냉매인 HFO계 냉매와 자연냉매인 NH₃, CO₂, 프로판 등이 있다. 현재 선진국에서 HFO계 냉매를 주로 공조분야로 대체중이며 냉동냉장설비의 냉매로는 주로 NH₃, CO₂ 등을 사용하고 있다.

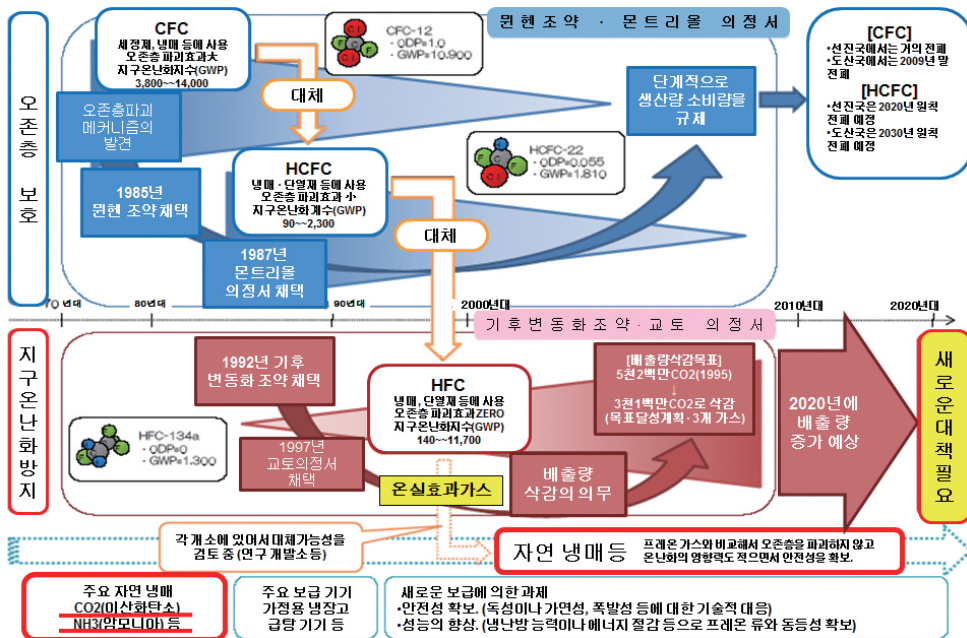
지금까지는 세계적으로 냉동냉장설비의 냉동기에 사용하던 냉매는 온실효과에 영향을 주는 프레온계가 주류였으나 현재는 자연 냉매인 암모니아와 CO₂ 냉매를 사용함으로써 에너지절감과 동시에 탈프레온화를 실현하는 기술이 개발되고 있다. 종래에 암모니아는 프레온계에 비해 능력이 뛰어나지만, 가연성 독성인 냉매특성이 우려되어 사용을 기피하였지만 최근에는 기술의 향상으로 안전성, 신뢰성이 인정되어 현재 세계 많은 업체에서 사용되어지고 있다.

일본에서 도입 검토 중인 프레온 대책

일본에서도 역시 프레온으로부터 자연 냉매로

의 전환을 그림 4와 같이 오존층보호와 지구온난화 방지를 큰 축으로 하여 CFC→HCFC→HFC→자연 냉매로 대체하는 정책을 시행하고 있다.

1980년대에 사용하였던 CFC계, HCFC계 냉매를 1985년 뮌헨조약 채택과 1987년 몬트리올 의정서를 채택하므로 HFC계 냉매로 대체하였지만 이후 1992년 기후변동화조약과 1997년 교토 의정서 채택으로 온실효과가스 HFC를 대체가능한 자연냉매의 연구, 개발 등을 검토하였다. 그 결과 주요 자연냉매로는 암모니아와 이산화탄소 등으로 프레온가스와 비교하여 오존층파괴와 온난화영향력이 낮아 안정성을 확보할 수 있는 연구 개발을 지속적으로 진행하였으며 안전향상을 위해 암모니아 냉매를 열원으로 한 브라인이나, CO₂를 이차냉매로 사용하는 시스템을 개발, 사용하고 있다. 또한, 온실효과 가스인 CO₂의 2020년 배출량 증가 예상으로 배출량 삭감의 의무를 가지고 새로운 대책을 세우고 있다.



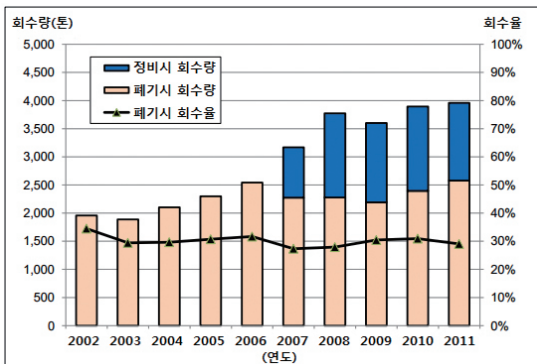
[그림 4] 일본의 자연냉매 전환 정책

이러한 일본의 정책에 대해 일본 냉동공조 공업회에서는 온난화방지를 위해 다음의 기본적인 세 가지의 큰 원칙을 수립하였다.

첫 번째로는 에너지 효율이 높은 기기를 개발하고 사용하여 에너지를 절감함으로써 에너지의 기원이 되는 CO₂의 배출을 근본적으로 억제하는 것이다.

두 번째로는 냉매의 대기방출을 억제하는 것이다. 대기방출을 억제하기 위해 냉매회수율을 높이고 냉매 제조 시 배출을 억제하며 냉매 충전량의 저감을 유도하는 것 등이 있다.

일본에서는 “특정제품에 관한 프레온 회수 및 파괴 실시 확보 등에 관한 법률”에 따라 업무용 에어컨과 냉동냉장기기 사용 및 폐기 시 냉매로 사용한 프레온을 회수하도록 규정하고 있다. 일본의 경제산업성에서 업무용 냉동공조기기의 프레온 회수량 집계 결과 2011년도에 전년과 비교하여 폐기 시 회수율은 8% 증가하였고 정비 시 회수율은 8% 감소하였다. 기기의 연도별 출하대수, 연도별 폐기대수 배율, 프레온 초기 충전량 등으로부터 폐기 시 잔존 냉매량을 추산하여 이에 대한 비율로 프레온 회수율을 산출하고 있는데 위의 법률시행으로 꾸준한 프레온 회수 실시에도 불구하고 **그림 5**에서와 같이 회수율은 법률이 시



[그림 5] 업무용 냉동공조기기 프레온 회수량 등의 연간 추이

행된 2002년부터 최근까지도 30% 수준에 그치고 있다.

그리하여 현재 관계 행정기관과 경제 산업성은 이후 프레온 대책으로 경제적 수단을 활용하여 ‘프레온 세금’ 제도를 도입 검토 중이며, ‘프레온 세금’ 제도는 크게 다음의 3가지의 유형으로 상정하고 구체적인 제도를 설정하고 있다.

A. 냉매 제조업체 과세 제도 프레온 회수책임자는 기기 사용자로 한다.(**그림 6**)

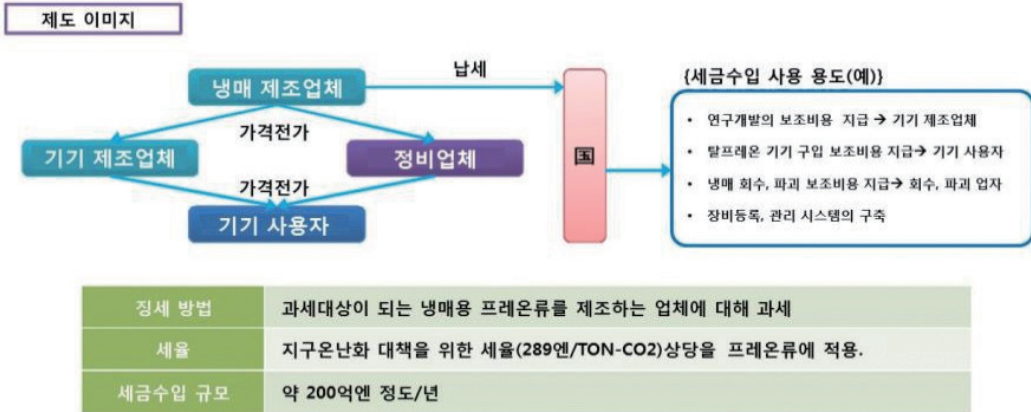
B. 기기 제조업체 예치금 제도 프레온 회수책임자는 기기 사용자로 한다.(**그림 7**)

C. 기기 제조업체 과금 제도 프레온 회수 책임자는 기기 제조업체로 한다.(**그림 8**)

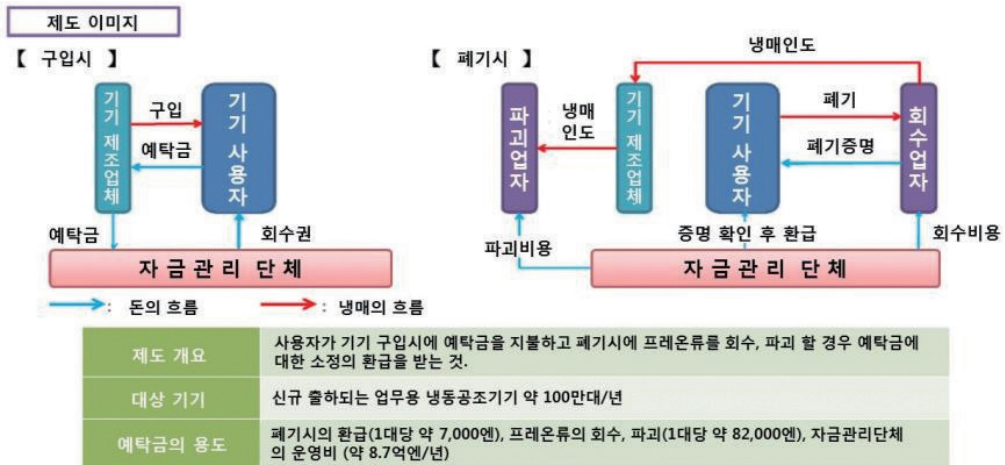
이러한 제도를 도입하게 되면 지금 시행하고 있는 법규보다 앞으로 프레온 회수가 더욱 촉진되어 대기 중 프레온 가스 배출을 억제할 수 있을 것으로 예상된다.

세 번째로는 신냉매로의 전환을 추진하는 것이다.

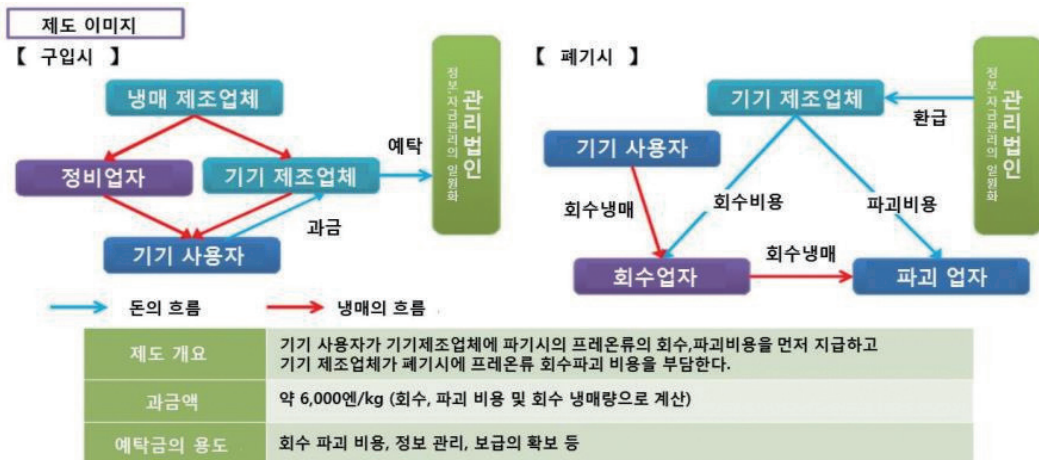
신냉매로 전환을 추진하는 것은 자연냉매를 이용하는 것과 지구온난화지수 GWP가 낮은 대체냉매의 탐색을 활발하게 하는 것으로서 이미 일본에서는 산업용 냉동냉장창고 등에서 자연 냉매의 보급이 급속도로 진행되고 있다. **그림 9**와 같이 온도영역 -5℃에서 -60℃의 산업용 냉동 영역은 주로 현장 설치형이며 냉매의 충전량이 많고, 주로 대형 냉동냉장창고, 물류창고, 초저온 냉동창고 등이 있으며 현재 암모니아, 이산화탄소, 공기 등 자연 냉매를 이용한 기기설비가 제품화되어 많은 업체에서 도입하고 있다. 하지만 온도영역 10℃에서 40℃의 공조영역의 업무용 공조시설과 룸에어컨의 경우 아직 신냉매의 전환이 이루어지지 않았으며 현재 유력한 대체냉매를 계속 탐색 중에 있다.



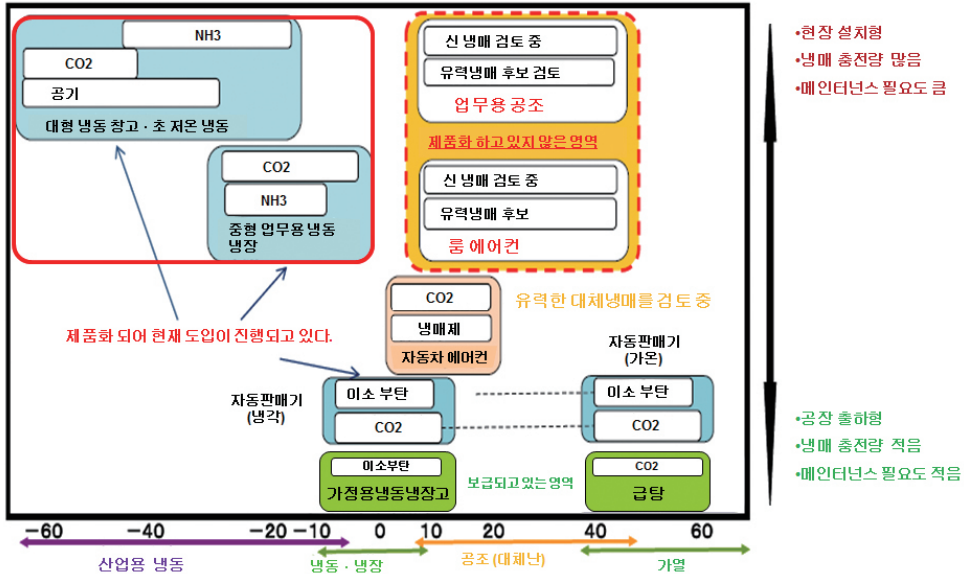
[그림6] 냉매제조업체과세제도



[그림7] 기기제조업체 예치금제도



[그림8] 기기제조업체 과징금제도



[그림9] 기가마다 냉매 대체 기술의 현상

결론

냉동냉장 설비에 사용되는 냉매는 오존층 보호와 지구 온난화 방지에 직접적인 연관이 있어서 오존층을 파괴하는 물질에 관한 '몬트리올 의정서'와 기후변동에 관한 국제 연합 범위 조약인 '교토 의정서'에 따르고 있다.

국제적으로도 지구 환경 문제의 변화를 중요시하고 있는 요즘 HCFC계, HFC계에서 자연냉매로의 변화, 즉 오존층 파괴지수 ODP가 낮은 냉매, 지구 온난화 계수 GWP가 낮은 냉매로의 변화하는 과정은 선진국에서도 볼 수 있듯이 우리나라에서도 시대에 적극적으로 대처하기 위해서 정부는 물론 산·학·연이 대체냉매, 자연 냉매에 대한 적극적인 연구 개발에 힘을 쏟아야 하겠다.

참고문헌

1. 2009년 3월 일본 경제산업성 산업구조심의회의 공표자료
2. 2011년 2월 일본 경제산업성 산업구조심의회의 공표자료
3. 일본냉동공조공업회 자료 발취
4. 2010년 6월 14일 일본 산업구조 심의회 화학·바이오부서 지구 온난화 방지 대책 소위원회 경제산업성 자료 발취
5. 일본 산업구조 심의회 화학·바이오부서 지구 온난화 방지 대책 소위원회 제 2회 합동 회의자료 (경제 산업성과 환경성의 합동 회의 2012년 5월 28일 개최 시 공표자료)
6. 다이킨공업(주) 「HFC계 냉매 핸드북」자료 발취
7. 냉매회사 美浜(주) 자료 발취