

일본 냉장창고업계의 소비 전력 및 프레온 냉매 문제

최근 일본의 냉장 업계 현황을 둘러보고 일본의 전기
요금 상승과 냉매문제 등에 대응하는 일본정부의 보조
지원 사업에 대해 소개하고자 한다.

머리말

냉동 냉장 및 공조장치는 냉동식품, 가공 공장 등을 비롯하여 냉
동·냉장창고 및 저온 물류 창고 등에서 폭넓게 사용되고 있다. 이러한
장치는 대량의 에너지를 소비하고 있으나 최근에는 에너지 절약 성능
이 우수하고 온실효과가 높은 가스를 배출하는 프레온 냉매보다는 친
환경적인 자연 냉매를 이용한 새로운 장치가 개발되고 있다. 현재 일본
에서는 전력 단가의 상승으로 전기료가 상승하고 프레온 냉매의 규제
및 차세대 냉매 보조 지원 사업이 강화되고 있어 에너지 절약형 탈 프
레온 냉동 냉장 공조 장치에 대한 요구가 점점 높아지고 있다. 이러한
냉동 냉장 공조 장치를 도입함으로써 사용 전력량을 절감시켜 에너지
사용으로 발생하는 CO₂배출량을 절감하고 냉매의 탈 프레온화로 인한
프레온 가스의 배출 삭감 효과를 기대할 수 있다. 본 원고는 이러한 일
본의 냉장창고 업계의 현황을 소개하고 냉장창고 업계를 둘러싼 향후
해결과제를 짚어본 후 일본 정부의 보조 지원 사업에 관하여 서술한다.

일본 냉장창고 업계의 현황

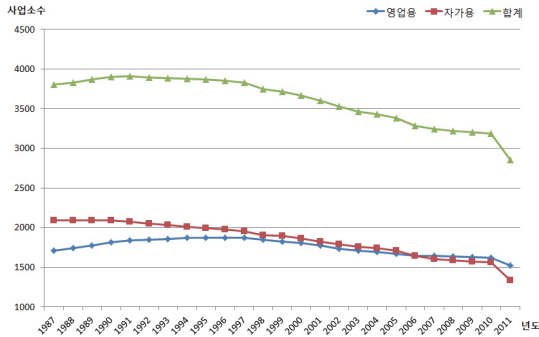
일본 냉장창고의 규모

일본의 냉장 사업소는 1987년 3,804개소로 이 중 영업용 창고가 약

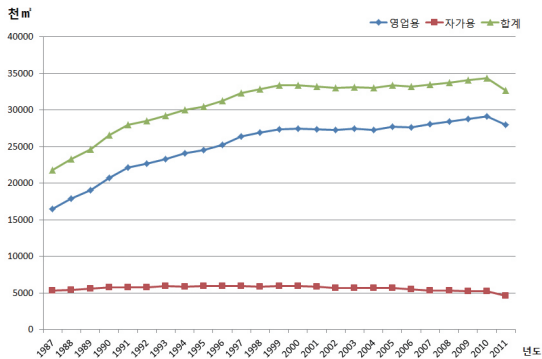
김 병 주

냉동냉장수산업협동조합

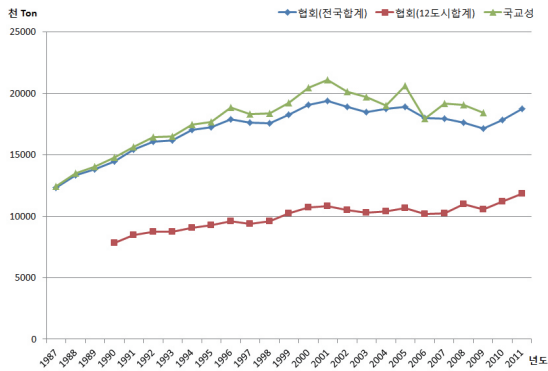
bjkim04@hanmail.net



[그림 1] 사업소수 연도별 추이



[그림 2] 실용적 연도별 추이



[그림 3] 전국 12개 도시 합계 입고량

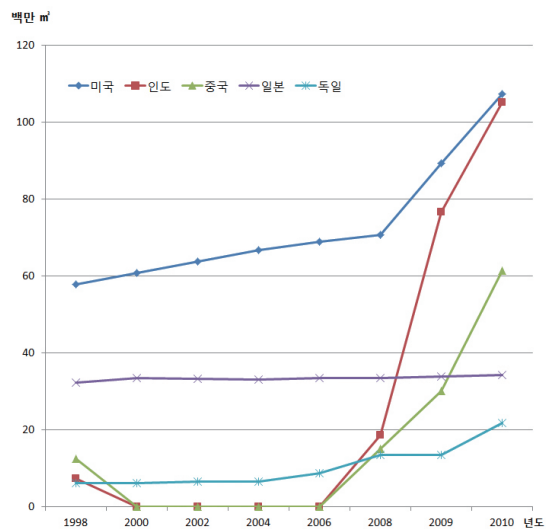
45%(1,711개소)를 차지하였다. 이후 1998년을 기점으로 하여 사업소의 수가 해마다 감소하는 추세를 보이며 2010년에는 3,184개소로 약 700개소가 줄었으며 2011년 현재 기준으로는 2,856

개소로 급격히 감소하였다. (그림 1)

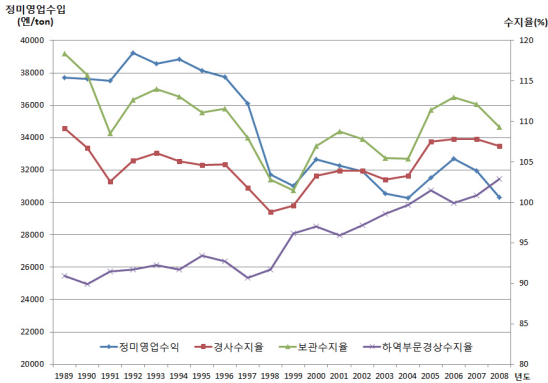
이에 비해, 연도별 실용적은 그림 2와 같이, 1987년 총 용적이 21,781,000 m³이었으나 점점 증가하는 추세를 보이며 2011년 현재 32,657,000 m³로 약 24년간 50%가량 증가하였다. 이는, 1987년부터 증가 추세를 보이던 일본 전국 및 12개 도시의 입고량 변화의 영향에 의한 것으로 해가 거듭될수록 단위 냉장창고 당 수용 실용적이 증가하였음을 알 수 있다. (그림 3)

최근 12년간(1998년~2010년), 전 세계 주요 국가들의 냉장창고 실용적 변화 추이는 그림 4와 같으며, 일본은 약 105%로서 대체로 미약한 증가에 그쳤으나 미국은 2008년을 기점으로 152% 증가하였고 동년을 기점으로 중국 및 인도의 경우 각각 400%와 560% 정도로 냉장창고의 실용적이 비약적으로 증가되었음을 알 수 있다.

일본 냉장창고협회 조사에 의하면 일본 냉장창고의 상위 20개사의 냉장창고 실용적 비율은 전체 실용적의 41.2%를 차지하고 있어 냉장창고가 계열화 및 대형화하고 있음을 알 수 있다. 실



[그림 4] 냉장창고 실용적 상위 5개국 추이



[그림 5] 부문별 수지율 추이

용적의 전국 합계 비율 1위인 (주)니치레이(ニチレイ)의 경우, 단일 회사로서 3,395,182 m³의 창고를 보유하고 있어 일본 전체 실용적의 10.4%의 비중을 차지하고 있다.

일본 냉장창고의 부문별 수지

그림 5는 1989년부터 최근 2008년까지의 보관 및 하역부문을 포함한 일본 냉장창고의 경

상 수지율을 나타내고 있다. 경상 수지율은 손익분기점 100%를 밑돌고 있는 하역부문에 비해 100%를 웃돌고 있는 보관부문의 수지율로 인하여, 최근 2008년까지 100%대 이상을 꾸준히 유지하여 이익을 창출하였고, 1998년부터 1년간은 100% 이하로서 일시적으로 감소하였는데, 이는, 당시 한국이 IMF로 고초를 겪던 1998년부터 약 1년간 일본의 냉장창고 업계 또한 국내외적인 영향을 받은 것으로 파악된다.

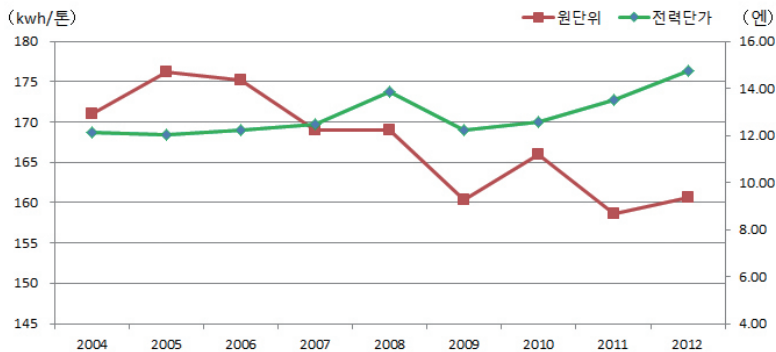
일본 냉장창고 업계를 둘러싼 향후 과제

전기료 상승 문제

1. 일본 냉장창고 업계의 전력 사정과 냉장 사업에서의 전기 원 단위

일본 냉장창고 업계에서 최근 대두되고 있는 과제 중의 하나로서, 전기료 상승 문제를 들 수 있다. 최근 들어 전력 사용량 대비 전력 단가가 상승하고 있어, 전기료가 꾸준히 증가하고 있다. 그림

년도		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
기준년 2010 년도	전력단가(엔)	12.11	12.06	12.25	12.48	13.87	12.22	12.56	13.50	14.77
	전력단가차(엔)	-0.46	-0.53	-0.31	-0.07	1.31	-0.34	-	0.94	2.21
	전력단가비	0.96	0.96	0.98	0.99	1.10	0.97	1.00	1.07	1.18
	전력사용량(전 kwh)	1,866,000	1,952,010	1,937,700	1,899,460	1,918,940	1,847,610	1,932,560	1,775,670	1,869,840
	원단위(kwh/ton)	171	176	175	169	169	160	166	159	161
	원단위차(kwh/ton)	5	10	9	3	3	-6	-	-7	-5
	원단위비	1.03	1.06	1.06	1.02	1.02	0.97	1.00	0.96	0.97
	상시설비능력 (천톤)	10,914	11,076	11,062	11,239	11,357	11,524	11,642	11,196	11,635



[그림 6] 일본 냉장창고 업계 전력 관련 지표(2004~2012)

6은 2004년부터 2012년까지의, 일본 냉장창고 업계의 전력 관련 지표를 2010년도를 기준으로 하여 나타낸 것이다. **그림 6**에 의하면, 2004년도 일본의 냉장창고 원단위(화물 1 Ton을 1년간 보관하는데 소모되는 전력량)는 171 kWh/ton,year 이었으나 업계의 지속적인 에너지 절감 노력으로, 2012년에는 161 kWh/ton,year까지 약 6%의 전력 사용량을 저감시켰다. 이와 반대로 전력단가는 2004년 12.11 원/kWh에서 2012년 14.77 원/kWh로 약 122% 상승하였다. 이러한 전기료의 상승은, 냉장보관수입이 일본 냉장창고 업계 전체 수입에서 차지하는 비율이 89%가 되기 때문이다. 그리고 고전기료가 일본 냉장창고업 지출의 약 10%를 차지하기 때문에 해당 업계의 수입과 지출 현황으로 보아 결코 간과할 수 없는 과제라고 생각된다.

2. 냉장창고의 에너지 절약 대책 및 사례

그림 6의 그래프를 통해, 가령 향후에도 전력 단가의 상승이 계속된다면, 냉장창고에 사용되는 전기 에너지를 절약할 수 있는 방안을 모색해야 한다. 일본의 경우 냉장창고의 연간 소비전력의 약 54%가 냉장창고의 냉각설비에 의해 사용하고 있다. 따라서 냉장창고 및 전설 냉각설비의 최적운전을 실시함으로써, 냉각설비에 소모되는 소비전력을 절감하여 전기료의 절약을 도모해야 한다. 기본적으로 운전 일보를 통해 운전상황을 상시 관리하며 계기(압력, 온도 등)를 정기적으로 점검하고 필요에 따라서는 냉동기 Overhaul의 실시 및 저온 출하 전설의 공조기기의 정비를 통해 외기의 침입을 차단하여 최적운전을 시행하도록 해야 한다. 이러한 설비적 측면의 점검을 비롯해 디맨드 컨트롤(Demand Control)의 실시 및 보관조건의 적정화를 꾀하는 운영적 측면의 관리 또한 소홀히 해서는 안 될 것이다. 이외에도 조

명설비의 소등과 변경, 공조기기의 운전 관리, 에너지 절약의 계발 및 관리를 통해 불필요한 전력의 소모를 줄여나가는 방안을 적극적으로 강구하여 실시해야 할 것이다. 구체적인 대책방안은 다음과 같다.

(1) 냉동기의 Overhaul

정기적인 분해, 점검을 통해 소모부품을 교체하고, 냉동기를 최적의 상태로 유지하여 불필요한 운전을 막을 수 있다.

(2) 냉각기의 핀(Fin) 세정

핀에 부착된 먼지나 오염원을 제거하여 냉각기의 열 교환 효율을 회복시킴으로써 냉각능력이 상승하고 운전시간의 절감이 가능하다.

(3) 고효율 냉각기의 채용

고효율 냉각기를 채용함으로써 에너지 절감 운전이 가능하다.

(4) 실외기 주변 물 뿌리기

냉각탑 오버플로의 물을 이용하여 응축기 주변에 물을 뿌려 주면, 뿌린 물의 효과로 주위 온도가 내려간다. 따라서 냉동기의 토출압력이 내려가고 압축기 소비전력이 저감되며 결과적으로 냉동능력이 향상된다.

(5) 실외기의 햇빛 차양

주위를 단열재로 감싸 응축기 부위에 그늘을 만들어 직사광선을 막음으로써 냉동기의 토출압력이 내려가고, 압축기 소비전력이 저감되어 냉동능력이 상승한다.

(6) 냉각탑의 정기 청소

냉각탑의 충전재를 청소함으로써, 열교환 효율이 회복된다. 이로써, 냉각수온이 저하되어 팬의 운전시간이 단축되고 결과적으로 냉동기의 토출압력이 내려가고 압축기 소비전력이 저감되며 냉동능력이 상승한다. 약품을 사용하여 조류나 물때를 제거하는 것도 효과적이다.

(7) 디맨드컨트롤

조건이 좋은 (설정 값에 근접한) 냉동기를 순차 정지시킴으로써 피크 전류를 줄일 수 있다.

(8) 전자식 팽창밸브의 채용

팽창밸브를 디지털 제어하여 적정 개도율을 유지함으로써 냉각기에 공급되는 냉매량을 최적화할 수 있다.

(9) 제상 시간, 간격의 적정화

계절이나 부분 부하 운전, 부하 변동에 맞춘 적정 제상시간이나 제상 간격을 조정함으로써 불필요한 전력 소모를 막을 수 있다.

(10) 지게차용 리모콘식 개폐장치의 채용

매직아이클을 이용하여 지게차에 승차한 채로 문의 개폐가 가능하며 적정한 방열문의 개방으로 냉장창고 내의 외기 침입을 억제할 수 있다.

(11) 외기 침입을 막는 기타 설비

냉장고 내의 침입외기는 통상 전체 부하의 약 30% 정도로, 고효율의 셔모서터나 시트 셔터를 이용함으로써 침입외기를 막을 수 있다.

(12) 차량 점차시의 외기 침입 방지

접차 부스와 차량의 사이를 막아 외기침입을 막도록 하며 스트레치 필름을 재이용하거나 페드를 설치함으로써 외기침입을 방지할 수 있다.

(13) 지게차 조명의 LED화

지게차의 전조등에 LED를 채용하여 작업 스페이스의 조도를 올림으로써 창고 내부 전체의 조명을 내릴 수 있다.

(14) LED 조명과 매직아이의 조합

LED의 즉시 점등과 에너지 절감이라는 특성을 활용하고 매직아이와 조합해 지게차에 승차한 채로 조명의 ON/OFF의 간단 조작이 가능하다.

(15) LED조명과 Material Handling¹⁾ 기기의 조합 LED 조명과 Material Handling기기의 조합으

로 통로의 빈 공간 상황에 맞춰 LED가 점등한다. LED 조명과 이동 랙 제어의 연동으로 작업하는 통로에만 조명이 점등되어 불필요한 전력 소모를 막을 수 있다.

이 외에도 저온 출하실의 플로어 히터를 정지해, 출하실의 저온화에 상반되는 히터의 전원을 차단하거나 작업조명을 구획화하여 소등하는 등의 대책방안을 실시함으로써 불필요한 전력을 절감하여 전기료 상승 대비가 가능하다.

프레온 냉매 문제

1. 일본의 프레온 규제 동향

1973년말경까지 일본의 냉장창고는 100% 암모니아 설비를 사용하였다. 그러나 이후 정부가 독성을 띄는 폭발성 가스인 암모니아 냉매를 규제하고 프레온으로의 전환을 추진하며 1974년 2월, 고압가스 보안 심의회가 통산산업성 장관을 통해, 냉장창고의 신설 및 증설에 있어서 독성이 없는 프레온으로의 전환을 도모하는 것이 바람직하다는 요지의 견해를 피력하였다. 1975년부터는 본격적으로 신설 및 증설 시, 프레온 설비가 채용됨과 동시에 역이나 선로, 주택에 근접한 기존 냉장창고의 설비는 암모니아에서 프레온으로 전환되었다. 이 후 일본 정부는 1987년부터 1991년까지 약 5년간, 산업 안전 위생 시설 등 정비 대체 제도(프레온 전환)를 시행하는 등 기존 냉장창고의 프레온 전환을 추진하는 데 총력을 기울였다. 그 결과, 1973년 100%에 해당하던 암모니아 설비가 최근 2012년에는 약 17%로 줄어들어 일본 냉장 설비의 83%가 프레온 냉매를 사용하게 되었다.

그러나 1987년 몬트리올 의정서와 1997년 교토의정서 발효 등 세계적으로 환경문제의 심각성

1) Material Handling

: 운반 관리에 따른 적업 순서의 총칭. 물류에는 수송, 하역, 포장, 보관 등의 기능이 있는데 수송을 제외한 각 기능을 효과적으로 조작해 비용을 최대한 절약하는 기술 관리 방법.

의 인식이 확산됨에 따라, 일본에서도 대표적인 프레온 가스인 HCFC의 소비량을 규제하고 프레온법을 개정하는 등 프레온 냉매의 사용을 규제하는 움직임이 나타났다. **그림 7**은 HCFC 냉매의 소비량 규제 스케줄을 나타내고 있다. 이 자료에 의하면, 1989년부터 HCFC 냉매의 국내 소비량을 점차 줄여 2030년에 전폐된다. 국내 소비량이 소비 실적치를 급격히 밑도는 2015년부터는 냉매 입수권란이나 가격급등이 예상되며 2020년에는 현재의 냉장창고의 필요 냉매량만 만족시키는 보충용 생산량(153 ton)만 생산하므로 냉매 입수는 어려울 것으로 예상된다. 또한, 에어컨이나 냉장창고의 냉매 등으로 사용되어 지구온난화의 원인이 되는 프레온 가스의 배출량을 줄이고자 일본 정부는 프레온 가스 제조에서 폐기까지의 각 단계의 당사자에게 판단 기준의 준수를 요구하는 개정 프레온법을 2013년 6월 공포하고 금년 4월부터 시행하고 있다. 주요 내용은 다음과 같다.

- (1) 프레온 제조 수입업자
자연냉매로의 전환, 재생 이용하는 방법으로

신규 제조 수입량을 계획적으로 삭감

- (2) 프레온 사용 제품(냉동 공조 기기 등) 제조 수입업자

제품마다 목표한 연도까지 탈 프레온·저 GWP 프레온 제품으로 전환

- (3) 냉동 공조 기기 사용자(유통업체 등)

정기 점검을 통한 프레온 누설 방지, 누설량을 연차적으로 보고 및 공표

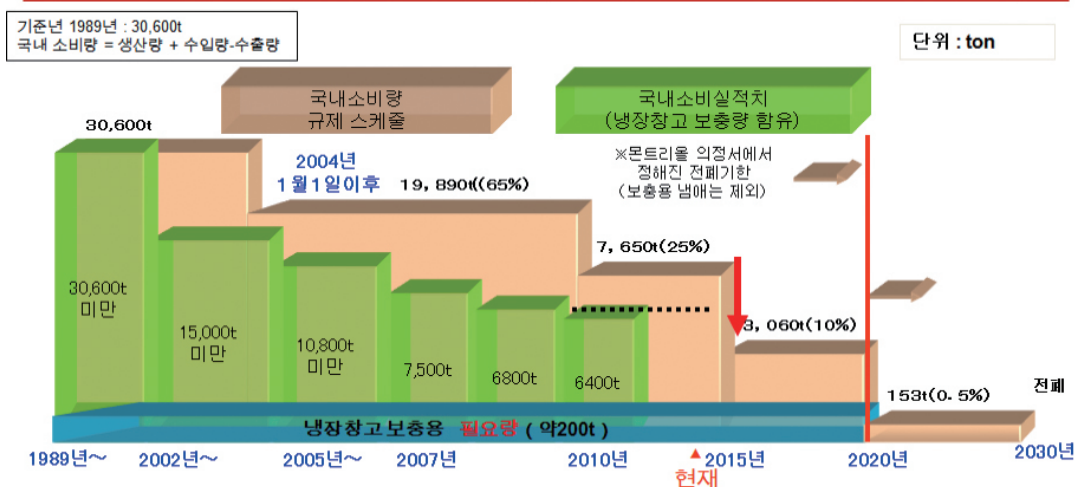
- (4) 기타

등록업자에 의한 충전, 허가업자에 의한 재생, 재생/파괴 증명서의 교부 등

개정 전 프레온법은 사용이 끝난 특정기기의 프레온 회수 및 파괴만 대상이었으나 프레온 제조에서 폐기에 이르기까지 그 해당 범위를 확대하였다는 점에서 프레온 배출량의 삭감 대책을 한층 더 강화한 것이라고 할 수 있다.

2. 향후의 대응

일본 정부는 상기 기술한 바와 같이 프레온의 규제안을 시행함과 동시에 냉매 생산 전폐에 따른 대책안으로서 보조금 지원사업을 추진하고 있



[그림 7] HCFC22 소비량 규제 스케줄과 문제·과제

으며, R-22냉매(HCFC)를 대신할 자연냉매²⁾, 대체 프레온 냉매³⁾, R-22 재생냉매⁴⁾의 사용을 독려하고 있다.

일본 정부에 의한 보조금 지원사업 (냉장창고 관련)

1. 에너지 절감계 보조사업

일본 정부는 사업자의 에너지 사용량의 절감을 촉진하고자 경제산업성을 통해 [에너지 사용합리화 등 사업자 지원 보조금]을 개설하여, 1/3의 보조비율로 지원하고 있다.(예산 410억엔)

또한, 환경성을 통해 [저탄소 가치 향상을 위한 이산화탄소 배출 억제 사업 보조금]을 개설하여 1/2의 보조비율로 (상한 5,000만엔) 지원하고 있다.(예산:94억엔)

2. 자연 냉매계 보조사업

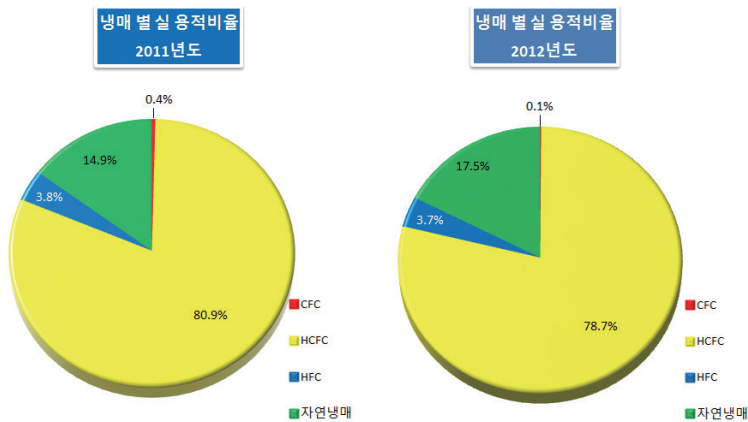
일본 정부는 에너지 절감계 보조사업과 더불어, 자연 냉매계 보조사업을 추진하며 사업장 내 자연냉매의 전환을 독려하고 있다. 환경성을 통

해, '선진 기술을 이용한 에너지 절약형 자연 냉매 기기 보급 촉진 사업 보조금'을 개설하여 1/2의 보조비율로 지원하고 있다.(예산:50억엔)

상기 기술한 바와 같이, 일본 정부의 적극적인 보조지원의 결과, 2011년과 2012년 일본의 냉매별 실용적 비율은 HCFC냉매의 경우 80.9%에서 78.7%로 2.2% 감소한 것에 비해 자연 냉매의 경우 2.4% 증가하였다(그림 8). 이는 일본 국내의 2011년도 평균 냉장창고 설비능력 13,058,400 ton의 2.2%인 약 287,000 ton의 냉장창고가 프레온 냉매에서 자연 냉매로 전환되었음을 알 수 있다. 따라서 앞서 일본 냉장창고의 규모에서 기술하였듯이, 근래 일본 냉장창고의 실용적의 변동(창고의 신설 등)은 거의 없으며 노후시설의 교체로 인한 냉매의 전환이 활발하게 이루어지고 있음을 알 수 있다.

맺음말

본문에서 살펴본 바와 같이, 최근 일본의 전력사정과 프레온의 규제 동향은 일본 냉장창고 업



[그림 8] 냉매별 실용적비율

2) NH₃, CO₂ 또는 NH₃, 등이 해당되며, GWP(지구온난화계수)는, NH₃, (1, CO₂ = 1. 정부 보조금이 많을 것으로 기대.
3) R-404 또는 R-410등이 해당되며, GWP(지구온난화계수)는, R-404=3, R-410=2. 일부 에너지 절감으로 정부 보조금 가능.
4) GWP(지구온난화계수)=1,810. ODP(오존층파괴계수)=0.055. 순도)99.98%

계에도 많은 영향을 끼치고 있다. 전력 단가가 상승하고 있는 현황을 인식하여 전력 사용량 절감을 위한 대책을 강구함으로써 에너지 절약형 설비 및 장치의 개발 촉진 효과가 기대되며 에너지 사용으로 발생하는 CO₂의 배출량을 삭감할 수 있다. 현재 일본에서는 냉장창고 업계를 비롯하여 저 GWP 냉매로의 전환이 계속되고 있다. 이러한 차세대 냉매로의 전환을 촉진시키기 위해 일본 정부에서는 단순히 규제만이 아닌 보조 지원 사업을 활성화시킴으로써 냉장창고 업계의 자발적인 참여를 유도하고 있다.

마지막으로, 본 원고는 2014년 4월 24일 일본 냉장창고 협회 오다 타츠로(小田達郎)부장이 부

산 심포지움에서 발표한 자료를 요약, 정리한 것으로 일본의 냉동·냉장창고와 발전과정이 유사한 우리나라 냉동·냉장창고 업계의 발전에 기여할 수 있는 유용한 자료가 될 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Tatsuro Oda, 2014, 일본 냉장 창고 업계의 전력, 냉매 문제에 대하여, 일본 냉장 창고 협회, pp.1-26.
2. 기업 그룹별 냉장창고 설비 능력·실용적 조사, 2011, 일본 냉장 창고 협회 