

국내 냉동·냉장업체 시설 및 냉매 사용 현황

본 학회 저온설비부문위원회에서는 환국환경공단으로부터 용역을 의뢰받아 국내 저온창고 시설 현황 및 기기, 냉매 등의 관리 실태를 조사 분석하였다. 본고에서는 이를 바탕으로 국내 냉동·냉장업 시설 현황 및 냉매 사용에 대해 알아보고 앞으로 이 분야의 프레온 사용 규제 대책에 대해 논의하고자 하였다.

서론

농림수산물식품부 및 냉동냉장수산업협동조합 2013년 10월 31일 기준 통계에 의하면 국내 냉동·냉장업 시설은 890개 업체(식품산업진흥법에 등록된 냉동냉장창고 774개 업체, 구 화물유통촉진법에 의한 냉동냉장창고, 보세장치장 및 검역시행장과 식품산업진흥법에 등록하지 않고 냉동냉장업을 하는 116개 업체)이며, 그 능력은 냉장 3,969,786(M/T), 동결 19,008(T/D), 제빙 4,063(T/D), 저빙 57,241(M/T)이다. 식품산업진흥법에 등록된 774개 업체의 10년 전인 2003년과 비교하면 업체 수 112%, 동결능력 124%, 냉장능력은 141%로 각각 증가하였으며, 특히 1개 업체당 냉장능력은 3,574(M/T)로서 2003년보다 26.6% 증가하였다. 이와 같은 증가는 저온의 생산 및 유통을 위해 냉동시스템 설치 및 냉매 사용량을 증가시키고 그로 인해 장치에서의 냉매 누설, 정기 및 비정기적인 점검과 수리에 의한 대기로의 냉매 방출 등, 프레온 냉매로 인해 지구온난화를 촉진시키는 결과

오종택

전남대학교 냉동공조공학과

교수

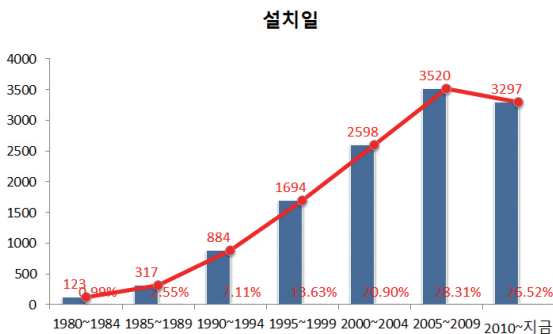
ohjt@chonnam.ac.kr

를 초래하고 있다. 이웃 나라인 일본은 2004년부터 이에 대한 대책을 수립하고 냉동시스템의 사용 냉매를 NH₃, CO₂ 등 자연냉매로 전환시키고 있다. 이미 국내에서도 수년 전부터 지구온난화 방지 및 녹색성장을 위한 프레온 냉매를 이산화시키고 대책을 수립하고 있으며, 그 중 하나로서 2012년 기존의 대기환경보존법에 냉매의 사용 및 관리 등에 대한 내용을 추가시키고 일부 산업 현장에서는 금년부터 시행되고 있다. 본 특집에서는 2013년 본 학회 저온설비부문위원회가 한국환경공단으로부터 용역을 의뢰받아 실시한 국내 저온창고 시설 현황 및 기기, 냉매 등의 관리 실태 조사 분석을 토대로 하였다. 국내 냉동·냉장업체 시설 현황 및 냉매 사용에 대해 알아보고 앞으로 이 분야의 프레온 냉매 사용 대책에 대해 논의해 보고자 하였다.

등록된 냉동기의 분류

설치년도에 따른 분류

산업통상자원부 산하의 한국가스안전공사 규정에 따르면 20 RT 이상의 냉동 용량을 가진 고압 가스 충전 냉동기를 설치하거나 사용할 때는 신고 및 허가를 받아야 하며, 이 규정에 의해 2012년까지 등록된 냉동기의 연도별 변화 및 비율은



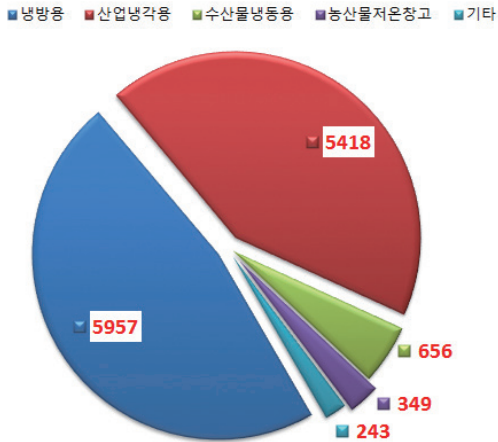
[그림 1] 20RT 이상 냉동기의 연도별 변화(업체수) 추이 및 비율

그림 1과 같다.

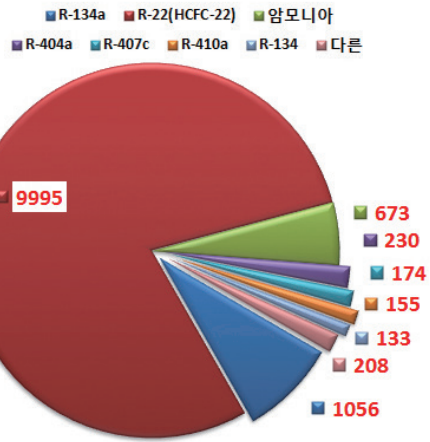
즉, 전국 20 RT 이상의 냉동기가 설치된 기업체 수가 2013년 현재 12,633개소이며, 설치년도 기준으로 기간별 설치 장소의 수를 정리한 것이다. 그림 1에서 알 수 있듯이 10년 미만된 냉동기가 설치한 업체 수가 전체 약 54.8% 이상으로서 2004년 설치된 것까지 고려하면 업체 수는 더 증가할 것으로 예상된다. 냉매 누설량은 관리 유지 및 보수에 따라 차이가 있겠지만, 일반적으로 냉동기를 설치한 후 약 15년 이상이 되면 기계 및 기기의 수명과 배관의 노후에 의해 그 양이 상당히 많아지는 것으로 알려져 있다. 따라서 위의 통계를 통해 유추할 수 있는 점은, 현재 가동 중인 냉동기의 가동 기간 및 비율과 유지 보수(오버홀)를 적절히 유지한다면 냉동기의 노후화에 따른 누설량을 감소시킬 수 있을 것으로 예상할 수 있다.

사용 용도에 따른 분류

냉동기는 사용 용도에 따라 주거지의 공기조화를 위한 냉방용, 제품의 생산 과정 중 온도제어를 위해 사용되는 산업냉각용, 수산물의 냉동 보관을 위한 냉동냉장창고용, 농산물의 저장 및 유통을 위한 농산물 저온창고용 등으로 구분할 수 있다. 그림 2는 국내 냉동기의 사용 용도에 따른 업체 수 및 그 비율을 나타낸 것이다. 그림 2에서 알 수 있듯이 한국가스안전공사에 등록된 20 RT 이상의 냉동기를 소유한 업체의 약 47%가 공조용으로 사용되고 있다. 제품의 생산과 관련된 온도제어 및 냉동, 냉장에 사용되는 산업냉각용 냉동기의 업체 수도 공조기와 거의 비슷한 43% 정도의 높은 비중을 갖고 있음을 알 수 있다. 이와 같이 설치 장소에 따라 분류하면 공기조화를 위한 냉방용과 제품 공정 과정 중 온도제어를 위한 산업냉각용의 비중이 전체 약 90% 정도를 차지



[그림 2] 국내 냉동기 사용 용도에 의한 업체수



[그림 3] 사용 냉매에 따른 업체수

한다.

수산물 냉동냉장창고 및 농산물 저온창고의 업체 수는 전체의 업체 수에서 차지하는 비율이 각각 5%와 3% 정도로 낮으나 공기조화용과 달리 지역에 따라서는 대용량이므로 장치에 따라서는 다량의 프레온 냉매를 사용하기 때문에 대기환경 보전을 위해 자연냉매 대체 등 업체 스스로도 계획을 세워 앞으로의 규제에 대비해야 할 것이다.

농수산물 저온창고의 비율이 낮은 원인에는 여러 가지가 있을 수 있다. 20 RT 이상의 용량만을 등록해야 하는 현 제도에서 그 용량 이하의 냉동기를 실제 농어촌에서 많이 사용하고 있으나 이와 관련된 통계는 나와 있지 않을 뿐만 아니라 전국 각 지자체에서 보조금에 의해 설치된 용량 1-3 RT 프레온 냉동기는 신고 및 허가의 의무가 없기 때문에 각 지자체에서도 모두 파악하기에는 어려움이 상당히 많다. 실제 많은 농수산물 창고가 신고가 필요 없는 소용량의 냉동기를 다수 사용하고 있으므로 차후 이러한 현황을 파악하기 위한 노력이 필요할 것으로 생각된다.

사용 냉매에 따른 분류

냉동기에 사용되는 냉매의 대부분은 R22, R134a, R404A, R407C, R410A 등으로 조사되었다. R22는 오존층 파괴지수가 0.05이고, 작동압력이 암모니아, R-410A 및 R-404A보다 상대적으로 낮으며, 상당히 안정되고 성능이 우수하므로 광범위하게 사용되고 있을 뿐만 아니라 그 냉매와 물성치 및 성능이 같은 단일 냉매가 아직 개발되지 못했기 때문에 프레온 대체냉매로서 2성분 또는 3성분 냉매가 사용되고 있다. R22 대신 사용하도록 권장하는 R404A, R407C 및 R410A는 작동압력이 높고 상대적으로 가격이 높아 R22보다는 적게 사용되고 있다. R134a는 자동차와 같은 소형 시스템에, R410A는 일반 가정용 에어컨에, 그리고 R404A와 R407C는 저온 냉동시스템에 주로 활용된다.

그림 3은 사용 냉매 종류에 따른 업체 수를 나타낸 것이다. R22 대체냉매로써 사용되고 있는 프레온 R134a, R404A, R407C 및 R410A의 사용 비율은 R22보다 상당히 적으며 약 80%에 해당하는 대부분의 시스템이 R22를 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

암모니아는 이미 알고 있었던 것처럼 대형 냉

동시스템에 많이 사용되고 있으나 자연냉매로서 오존층파괴 지수 및 온난화 지수가 0이기 때문에 온난화 관련 규제 물질에는 포함되어 있지 않다. R22 다음으로 많이 사용되는 프레온 냉매는 R134a로서 전체 이용 수요의 약 8% 정도를 차지하고 있다.

그러므로 앞으로 냉동·냉장업계의 냉매 누출량 규제 시에는 산업현장 및 농어촌 지역에서 R22 냉동기 사용 및 수리가 어느 정도 이루어지고 있는지 그리고 누설 및 충전 시의 실제 신뢰성 있는 데이터를 고려하여 약 10년의 기간을 두고 점진적으로 시행하는 것이 바람직한 방향이라고 생각된다.

사용 냉매의 냉동기 용량에 따른 분류

그림 4는 암모니아를 적용한 냉동기의 용량별 분류를 나타낸 것이다. 다른 냉매의 냉동기는 100 RT 미만이 대부분을 차지하는 데 비하여, 그림 4에서 알 수 있듯이 100 RT 미만은 33%를 차지하고 그 이상의 용량이 약 67%를 차지하는 분포를 나타내고 있다. 이것은 암모니아가 R-22보다 냉동능력이 약 5배 크고, 냉매누설 감지가 쉬울 뿐만 아니라 냉매의 특성이 R-22보다 우수하므로 폭발성 및 가연성이 있음에도 불구하고 대

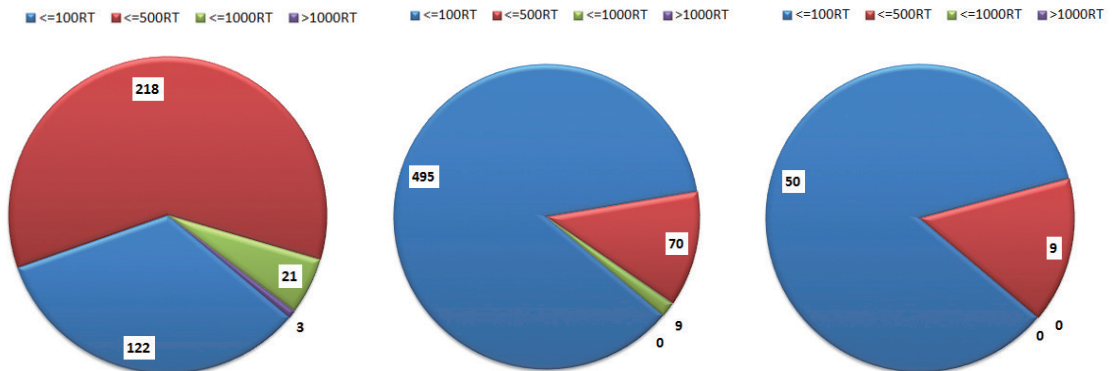
형 냉동시스템에서의 사용률이 높기 때문이다. 그리고 오존층파괴 및 지구온난화 지수가 0이므로 냉동·냉장업계에 자연냉매로서 이용률이 점점 증가되고 있다. 특히 일본은 암모니아 및 이산화탄소 등과 같이 자연냉매 사용률을 증가시키기 위하여 안전성은 더 강화하면서도 법적인 규제는 해소하고 있다.

그림 5는 R22를 적용한 냉동기의 용량별 분류 결과를 나타낸 것이다. R22는 대부분 100 RT 이하의 용량을 가진 냉동기에 사용되고 있으며, 이것은 그림 6에서 나타내고 있는 R-404A도 유사함을 알 수 있다.

냉동·냉장 창고용 냉동기에 대한 분류

설치 대수와 용량의 설치 연도별 분류

그림 7 및 그림 8은 각각 현재 가동 중인 수산물 냉동냉장창고와 농산물 저온창고의 연도별 업체 수와 용량을 나타낸 것이다. 그림 7의 냉동냉장창고는 1985년부터 업체 수 및 용량(RT) 모두 증가함을 알 수 있으며, 1995~1999년의 5년 기간이 2000~2004년의 5년 기간보다 업체 수는 적으나 용량은 더 증가되었음을 알 수 있다. 이것은 1995~1999년 동안 수산물 냉동냉장창고의 대형

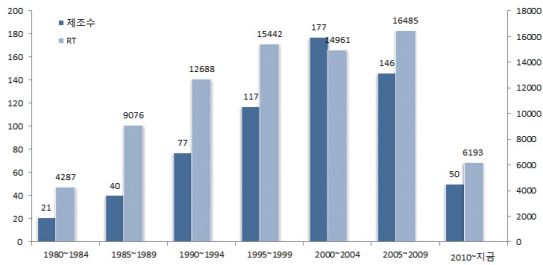


[그림 4] 냉동기 용량에 따른 암모니아이용률

[그림 5] 냉동기 용량에 따른 R-22사용률

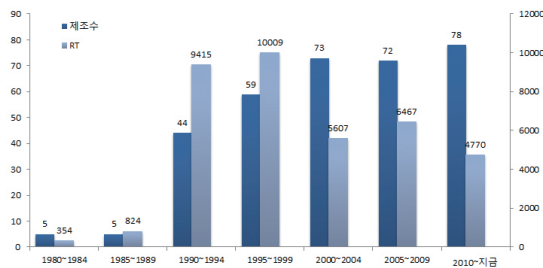
[그림 6] 냉동기 용량에 따른 R-404A이용률

수산물냉동용



[그림 7] 수산물 냉동창고의 사용 냉매분류

농산물저온창고



[그림 8] 농산물 저온창고의 사용 냉매분류

화가 이루어졌음을 의미한다. 2010~2014년 사이에는 이전보다 약간 낮은 용량의 냉동냉장창고가 건설될 것으로 예측되는데 이것은 국내 수산물 냉동냉장창고가 거의 포화상태이므로 그 증가세가 둔화되고 있음을 의미한다.

농산물 저온저장고는 수산물과는 상당히 다른 설치 양상이 나타나고 있음을 알 수 있다.

즉, 그림 8의 농산물 저온저장고는 1990년부터 업체 수와 용량이 갑자기 증가했는데, 이것은 1990년대 우루과이라운드에 의해 농산물 품질 향상을 위한 정부지원으로 저온저장고의 설치 및 그 용량이 증가했기 때문이다. 2000년대 이후 농산물 저온저장고의 업체 수는 증가하였으나 용량의 증가가 미미함을 알 수 있다. 이것은 지방 자치단체에서 보조금 지급이 활성화됨에 따라 소형의 농산물 저온창고가 증가했기 때문이다.

표 1은 각 연도별 생산대수와 용량이 차지하

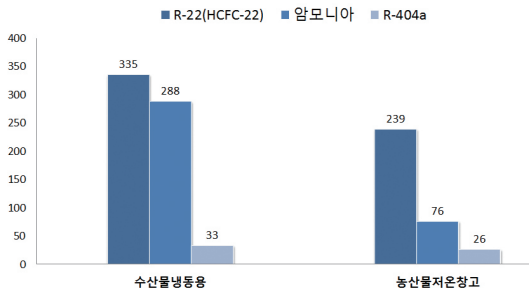
<표 1> 각 연도별 용량 비율

연도 기간	수산물 냉동창고 용량비율	농산물 저온창고 용량비율
1980 ~ 1984	5%	1%
1985 ~ 1989	11%	2%
1990 ~ 1994	16%	25%
1995 ~ 1999	20%	27%
2000 ~ 2004	19%	15%
2005 ~ 2009	21%	17%
2010 ~ 현재	8%	13%
계	100%	100%

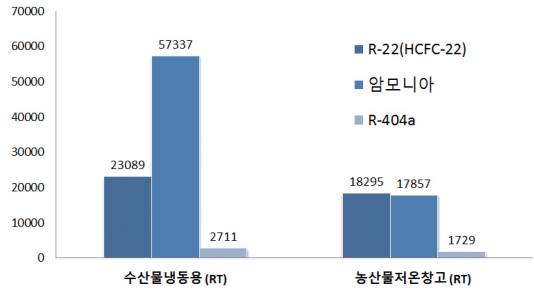
는 비율을 나타낸 것이다. 각 연도별 용량 비율과 냉매의 종류 및 누출을 고려하면 부분적이거나 연간 전체 프레온 가스의 누출량을 예상할 수 있다. 즉, 표 1을 분석하면 2000년 이전에 건축한 냉동냉장창고가 담당하는 용량이 50% 이상으로 약 15년 이상 운전 시 냉매의 누출이 심해질 수 있다는 시스템의 특성을 고려하면 누출 방지를 위한 정부 차원의 대책의 필요성을 제기하고 있다.

냉매 종류에 따른 분류

그림 9는 냉매 종류에 따른 수산물 냉동냉장창고 및 농산물 저온저장고의 냉동기 설치 업체 수를 나타낸 것이다. 수산물 냉동냉장용은 농산물 저온저장고보다 암모니아를 사용하는 냉동시스템이 많음을 알 수 있다. 이것은 그만큼 냉매누설관리가 수산물 냉동냉장용이 농산물 저온저장고보다 편리할 수 있음을 의미하며, 반면 농산물 저온저장고는 암모니아를 사용하는 창고가 R22의 약 34% 정도이다. 냉동의 경우 암모니아 냉매가 갖는 물리적 특성으로 인해 수산물 냉동에 상당히 많이 사용되고 있다. 이는 수산물 냉동의 경우 풍속이 존재하는 팬-코일 유닛 사용 시 수산물 건조에 의한 수산물 가치하락으로 인해 편이 없는 bare tube를 증발기로 활용하는 시스템이



[그림 9] 농수산물 냉동냉장창고 냉동기 설치 업체 수



[그림 10] 농수산물 냉동냉장창고의 냉매 종류에 따른 냉동시스템의 용량

주로 활용되며, 그럴 경우 냉기의 자연순환에 의해 저온을 유지하기 때문에 다량의 냉매가 필요하게 되므로 냉동능력이 R22보다 5배 정도가 큰 암모니아 냉매를 이용하게 된다.

농산물 저온저장고는 누설 시 문제가 큰 암모니아 사용은 상대적으로 적으며 또한 수산물 냉동냉장창고보다 소형이므로 R22를 사용하는 냉동시스템이 많다고 할 수 있다. R410A를 사용하는 수산물 냉동냉장창고와 농산물 저온저장고는 각각 33곳과 26곳으로 암모니아 또는 R-22보다 상당히 적음을 알 수 있는데, 이것은 최근에 지구온난화에 의한 R22의 점진적 사용금지를 고려하여 R22의 대체냉매로 사용한 것이라고 할 수 있다.

그림 10은 수산물 냉동냉장창고 및 농산물 저온저장고의 냉매 종류에 따른 냉동시스템의 용량을 나타낸 것이다. 수산물의 경우 약 65% 정도의 부하를 암모니아가 담당하고 있음을 보여주고, 업체 수와 비교해 보면 암모니아는 대용량의 시스템에 적용되며 R22는 소용량의 시스템에 많이 사용되고 있음을 알 수 있다. 농산물 저온저장고의 경우에도 부하의 비율로는 R22와 암모니아가 비슷하며 R22를 사용하는 저온저장고가 거의 50%임을 고려하면, 암모니아 냉매는 수산물 냉동냉장창고와 마찬가지로 대용량 시스템의 형태로 사용되고 있다. R410A를 사용하는 냉동기 용량은 **그림 9**의 업체 수 비율과 마찬가지로 암모

니아 또는 R22보다 상대적으로 상당히 적음을 알 수 있다.

그리고 프레온을 사용하는 수산물 냉동냉장창고의 지역별 업체 수를 나타내면 **표 2**와 같다. 경기 및 부산에서 업체 수가 많음을 알 수 있다. 이것은 경기도는 수도권의 소비지 냉동냉장창고가 1990년대부터 증가하였기 때문이고 부산은 정부 정책에 의해 감천 만에 냉동냉장창고 단지가 조성되는 등 우리나라의 냉동냉장업의 중심지로 전국 700업체 중 123개사가 소재하고 있기 때문이다.

그리고 본 설문에서 냉매 누출량에 대해 응답한 업체 중 최대 충전량은 약 60톤, 최소 충전량은 40 kg이며 회원사의 평균 충전량은 약 3,550 kg 정도로 나타났다. 이는 하나의 수산물 냉동냉장창고 회원사가 여러 대의 냉동기를 보유하는 경우가 대부분으로서 각각의 냉동냉장창고도 각 냉동기 대수마다 충전시키지 않고 전체 시스템으로 충전시키고 있기 때문에 설치 대수에 대한 누출량 통계가 없는 상황에서 1대 당 충전량을 파악하기에는 상당히 어려움이 있다.

맺음말

국내 대기환경보존법은 프레온 냉매를 사용하고 있는 저온물류 및 냉동·냉장업계 시설에 필

〈표 2〉 국내각 지역별 프레온 냉매사용 수산물 냉동냉장창고업체수

지역	업체수	비율
강원	4	6%
경기	18	27%
경남	10	15%
경북	7	10%
대전	1	2%
부산	13	20%
서울	3	4%
인천	2	3%
전남	1	2%
전북	2	3%
제주	1	2%
충남	4	6%
충북	0	0%
계	66	100%

수적인 냉동시스템에도 적용시키기 위하여, 환경부는 한국환경공단에 지자체별 불소계 냉매의 사용 및 소비 현황조사를 의뢰하였다. 본 학회 저온설비부문위원회도 본 용역에 참여하여 국내 저온창고 시설현황, 냉동시스템의 냉매사용량 및 누출, 회수, 재활용 및 충전 등에 대해 조사 분석하였으며, 본고에서는 본 학회 회원 및 회원사를 위해 향후 이 분야 규제에 대한 대책을 논의하고 언급하였다. 본고에서도 나타내었지만, 냉동·냉장

창고형 시설 50% 정도의 업체가 10년 미만의 냉동시스템을 사용하고 있으며, 그리고 수산물 냉동·냉장 및 농산물 저온저장 창고형 시설은 국내 전체 냉동제조 시설의 3~5% 정도로 파악되었다. 이는 신고 및 허가가 필요한 20 RT 이상에 국한된 것이고 20 RT 미만의 냉동시스템을 포함하면 냉동·냉장 시설업체 수도 많을 뿐만 아니라 소형은 대부분 프레온 냉매를 사용하므로 곧 대기환경보존법 규제 대상에 포함될 것으로 생각된다. 그러므로 현재는 대기환경보존법의 직접 적용대상의 밖이라고 할 수 있지만 HCFC계 프레온 냉매에 대한 국제 규제를 우리나라도 적용받게 되면 농수산물 저온물류 및 냉동·냉장시설 업체에서 사용하는 냉동시스템의 사용 냉매도 규제를 받을 수밖에 없다. 따라서 그 규제가 적용되기 전에 본 학회 회원 및 회원사는 미리 대책을 세우고 준비를 해야 할 것이다.

참고 문헌

1. 한국환경공단, 2013, 지자체별 불소계 냉매 사용량 및 현황조사 최종보고서, pp. 141-161.
2. 냉동냉장산업협동조, 2013, 냉동 냉장업 시설 현황, pp. 97-105. 