

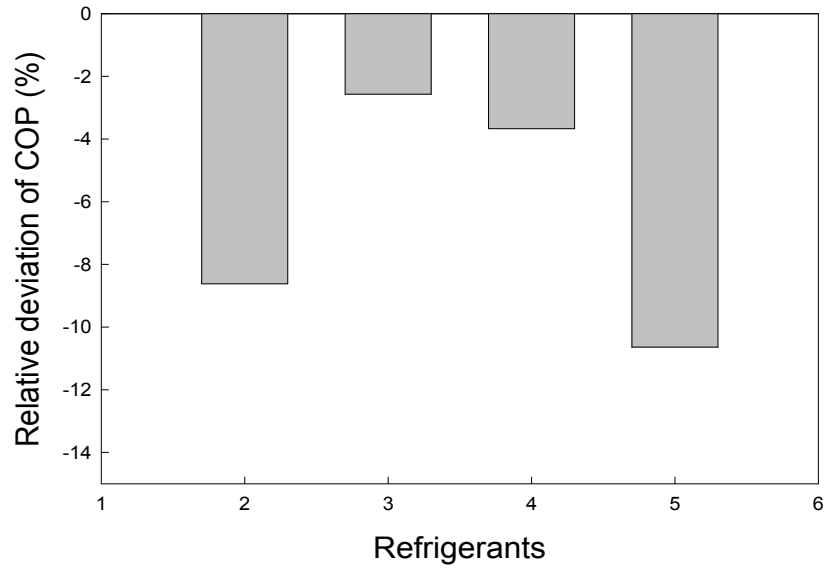
HCFC-22와 대체냉매의 성능비교

표 1은 각 냉매에 대하여 냉동성능 전산모사 결과를 보여주고 있다. 그림 1, 2 및 3은 표 1에 나타낸 계산결과를 HCFC-22와 성능비교를 위해 그림으로 표시한 것이다. 그림 1은 HCFC-22에 대하여 계산한 성능과 선정기준으로 선정된 대체냉매 성능 사이의 상대오차를 보여주고 있으며 그림 2와 3은 압축기 입·출구의 압력과 2상상태에서의 온도구배를 보여주고 있다.

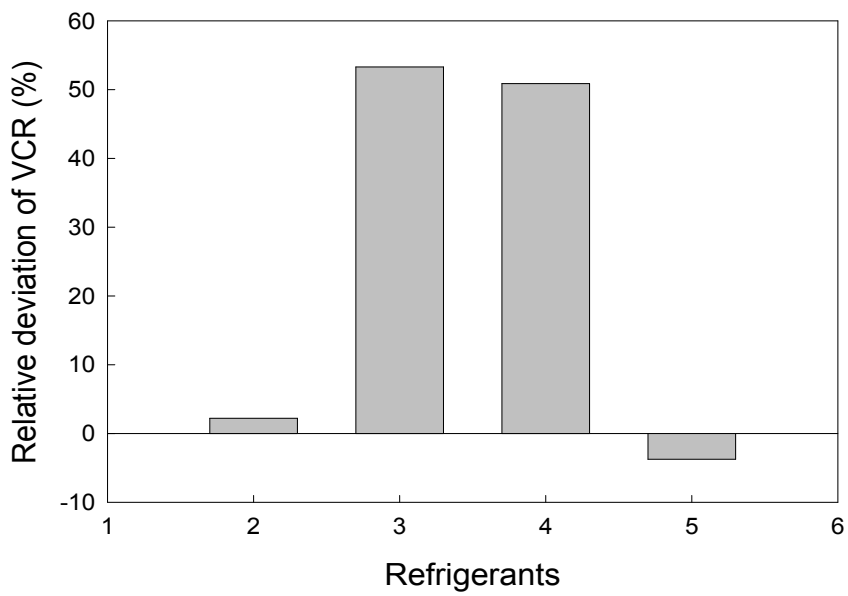
그림 1(a)를 살펴보면, 선정기준으로 선정된 모든 대체 냉매들의 성능계수는 HCFC-22의 성능계수보다 작은 것을 알 수 있다. 그리고 4가지 대체냉매 중 R-410A의 성능계수가 가장 높은 것을 알 수 있으며 FX220의 성능계수가 가장 작다. 그림 1(b)에서 FX220을 제외한 3종류의 혼합냉매의 VCR은 HCFC-22의 VCR보다 크다. VCR이 크다는 것은 동일한 체적에서 더 많은 열량을 갖는다는 것을 의미하므로 VCR이 클수록 더 좋은 성능을 갖을 수 있다. 그림 1(c)를 보면 압력비는 모든 냉매가 HCFC-22 보다 큰 것을 알 수 있다. 압력비가 크면 클수록 압축기에 소요되는 동력은 더욱 커진다. 따라서 동일한 질량유량이 흐를 때 모든 냉매의 압축기 소비동력은 HCFC-22의 압축기 소비동력보다 클 것으로 예측된다. 본 계산에서는 냉동용량을 일정한 값으로 설정하였기 때문에 압축기 소비동력에 따라 성능계수가 변화한다. 즉 성능계수와 소비동력은 반비례 거동을 한다. 따라서 그림 1(a)와 (c)를 비교해 보면 압력비가 R-22보다 상대적으로 큰 냉매의 성능계수가 HCFC-22의 성능계수보다 더 작은 것을 알 수 있다. 정량적으로는 알 수 없지

표 1. HCFC-22, R-407C, R-410A, R-410B 및 FX220의 성능비교

	조성비율 (wt.%)	COP	VCR (kJ/m ³)	P _L (kPa)	P _H (kPa)	Mass flow rate (kg/h)
HCFC-22	HCFC-22=100	5.45	3338	455	1254	40.77
R-407C	HFC-32/125/134a =23/25/52	4.98	3412	460	1445	39.80
R-410A	HFC-32/125 =50/50	5.31	5117	730	1993	36.96
R-410B	HFC-32/125 =45/55	5.25	5036	725	1992	38.90
FX220	HFC-23/32/134a =4.5/21.5/74	4.87	3213	420	1392	36.85

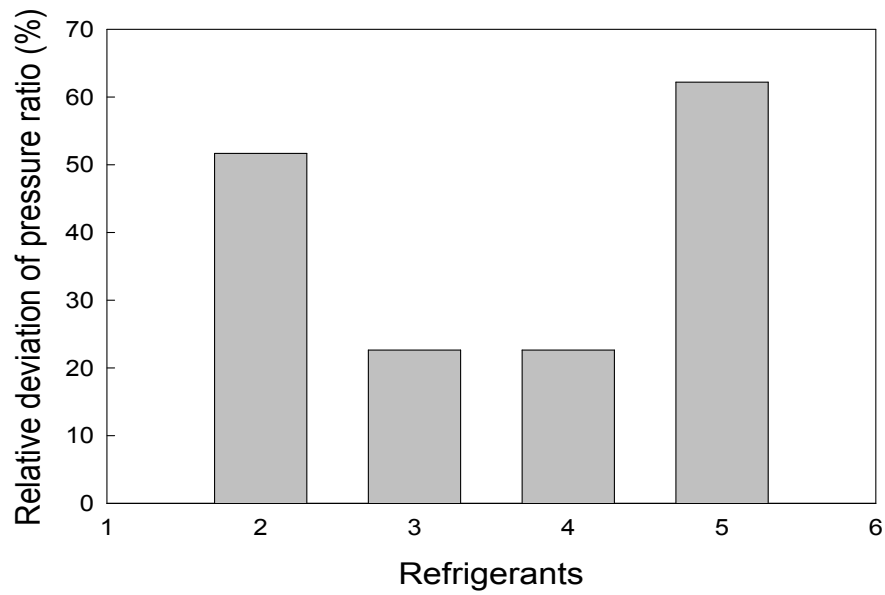


(a) COP

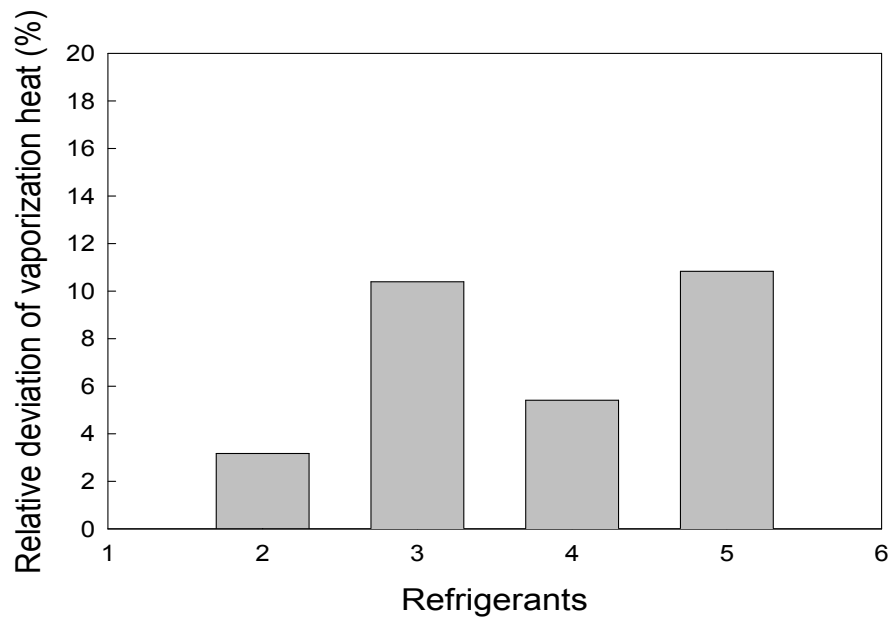


(b) VCR

그림 1. Relative deviation of the calculated results of R-407C(2), R-410A(3), R-410B(4), FX220(5) with those of R-22(1).

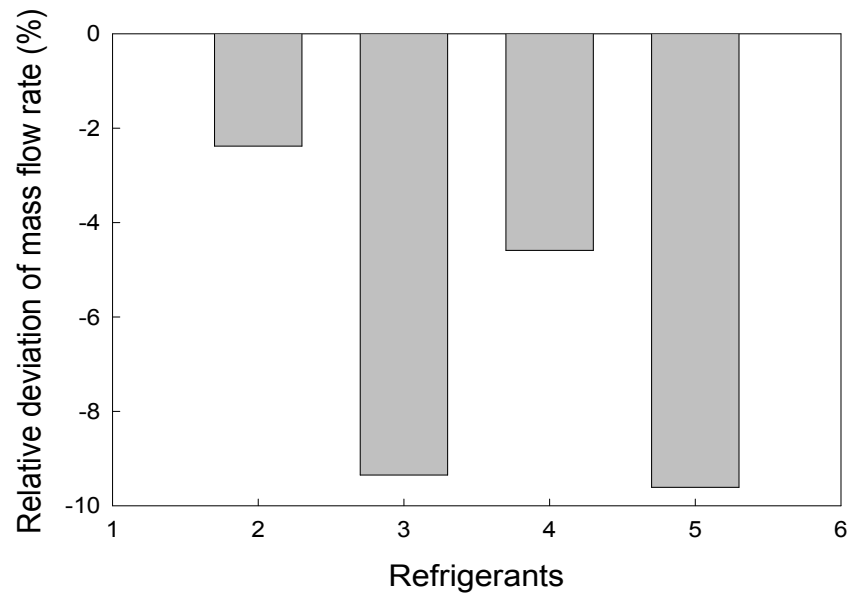


(c) Pressure ratio

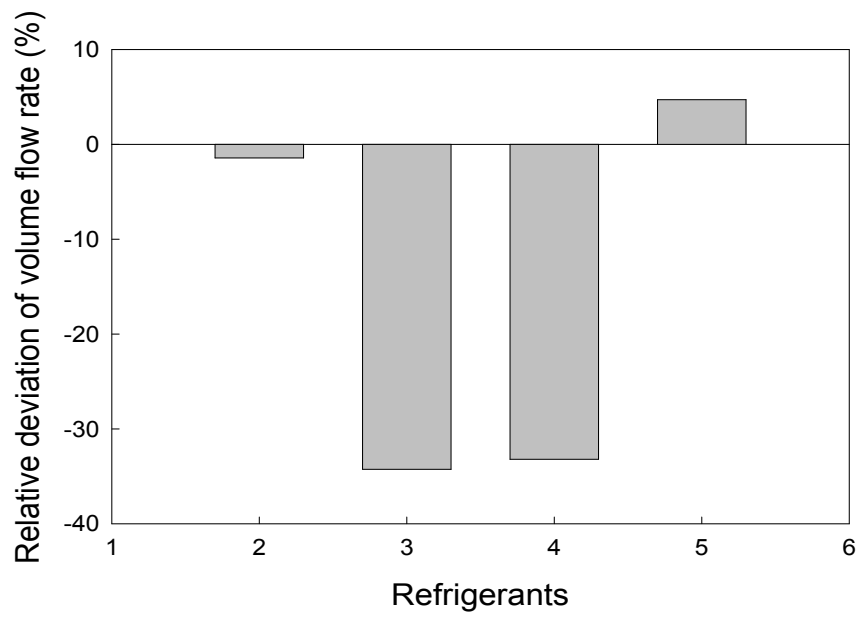


(d) Vaporization heat

그림 1. Relative deviation of the calculated results of R-407C(2), R-410A(3), R-410B(4), FX220(5) with those of R-22(1) (continued).



(e) Mass flow rate



(f) Volume flow rate

그림 1. Relative deviation of the calculated results of R-407C(2), R-410A(3), R-410B(4), FX220(5) with those of R-22(1) (continued).

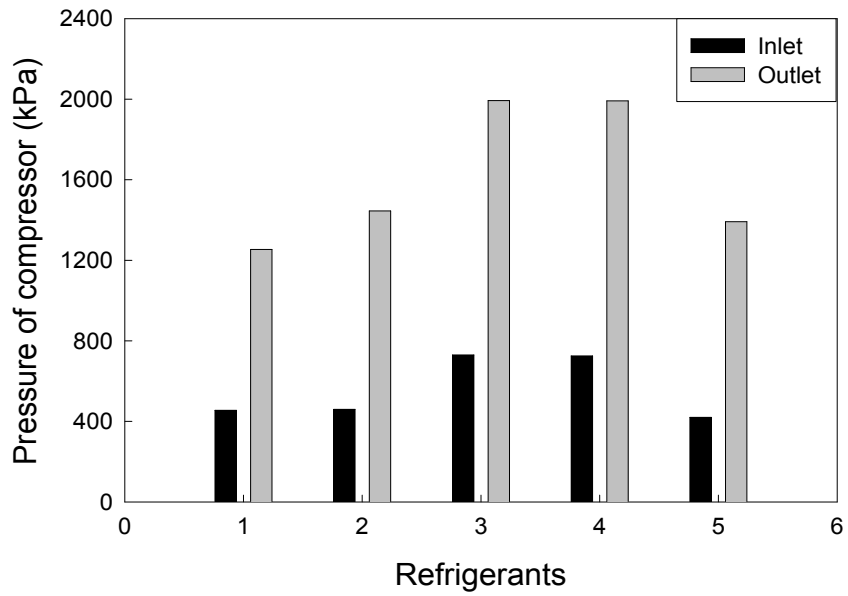


그림 2. Pressure of compressor inlet and outlet for HCFC-22(1), R-407C(2), R-410A(3), R-410B(4) and FX220(5)

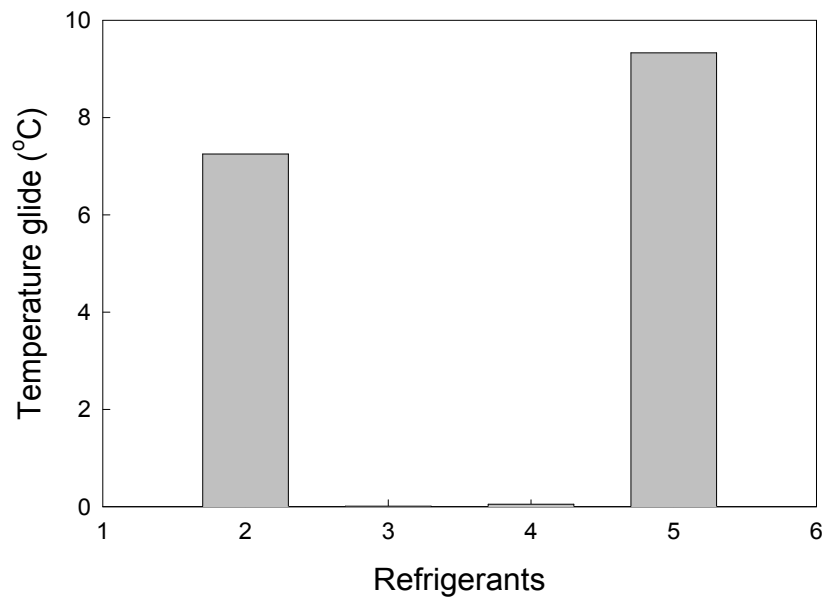


그림 3. Temperature glide for R-407C(2), R-410A(3), R-410B(4), and FX220(5) at 101.325 kPa.

만 정성적으로는 압력비를 이용하여 각 냉매의 압축기 소비동력을 비교 예측할 수 있을 것이다. 그림 1(d)는 각 혼합냉매의 증발잠열과 HCFC-22의 증발잠열과의 상대오차를 보여주고 있다. 모든 혼합냉매의 증발잠열이 HCFC-22의 증발잠열보다 크다는 것을 알 수 있다. 증발잠열이 크다는 것은 단위 질량당 흡수할 수 있는 열량이 많다는 것을 의미한다. 그림 1(e)은 질량유량을 비교한 것이다. 앞에서도 언급하였듯이 냉방용량이 일정하기 때문에 그림 1(d)에서 증발잠열이 가장 큰 냉매이면 질량유량은 반대로 가장 작을 것이다.

그림 1(f)는 체적유량을 비교한 것이다. 체적유량은 압축기의 크기와 관련이 있다. 즉 체적유량은 압축기의 배제체적 및 회전속도에 따라 변화한다. 따라서 HCFC-22와 동일한 냉동용량에 동일한 체적유량을 갖는다는 것은 현재 HCFC-22에 사용하고 있는 압축기를 사용할 수 있다는 것을 의미한다. 반면 체적유량이 HCFC-22보다 작다는 것은 대체냉매를 적용하기 위해서는 압축기의 크기를 줄여야 하며, 체적유량이 더 크다는 것은 압축기의 크기를 키워야 한다는 것을 의미한다. R-407C의 경우 HCFC-22보다 체적유량이 1.43%정도 작으며 R-410A와 R-410B는 HCFC-22보다 상대적으로 상당히 작다. 반면 FX220은 HCFC-22보다 체적유량이 4.7%정도 더 크다.

이상의 결과들을 종합해 보면 이미 상용화된 혼합냉매 중에서 HCFC-22를 대체할 수 있는 냉매로는 열역학적 성능면에서 R-410A가 가장 가능성이 높다. R-410A의 경우 VCR도 HCFC-22보다 크고 증발잠열도 HCFC-22보다 크기 때문에 소형화도 가능할 것으로 예측된다. 단 R-410A의 압력비가 HCFC-22의 압력비보다 크기 때문에 압축기 소비동력은 HCFC-22보다 클 것이다. 반면 열역학적 성질면에서는 R-407C가 단기적으로 HCFC-22를 대체할 수 있을 것이다. R-407C는 열역학적 성질면에서 HCFC-22와 유사하다. 그러나 R-407C는 비공비 혼합냉매이며 HCFC-22보다 성능이 다소 떨어진다. 비공비 혼합냉매의 경우 냉동시스템에서 적용하였을 때 누설에 의한 성분변화와 그에 따른 성능변화를 우려하고 있다.

결론적으로 R-22의 대체냉매를 선정하는 기준은 위의 5가지 냉매의 성능계수, VCR, 응축 및 증발압력 등을 고려하여 결정할 수 있다. 각 혼합냉매의 계산결과가 다음과 같은 범위에 포함되면 R-22를 대체할 수 있는 가능성이 있다고 판단된다.

- i) COP : 5.00 이상
- ii) VCR : 3000 kJ/m³ 이상
- iii) 압축기 출구압력 : 1100~1990 kPa
- iv) 압축기 입구압력 : 400~750 kPa