

4성분계 냉매혼합물 성능평가(III)

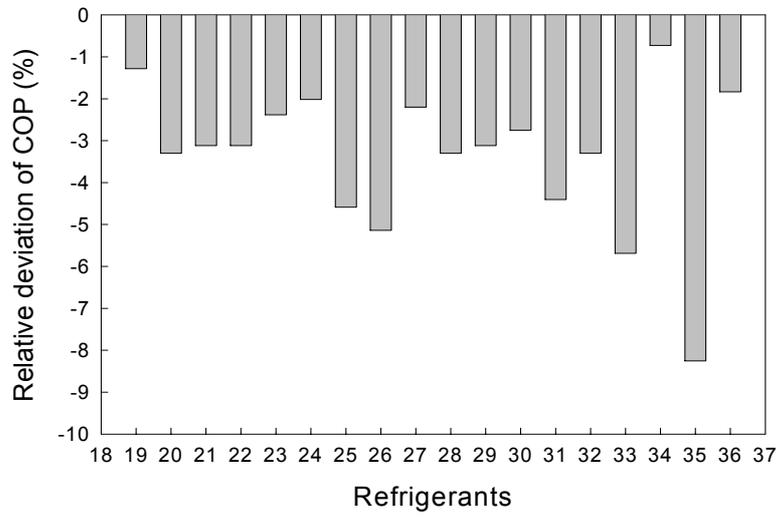
전산모사 결과 제시된 4성분계 냉매혼합물을 그중 일부를 선정하여 표 1에 나타내고 R-22와 성능을 비교하였다. 그림 1과 2에는 표 1에 제시한 4성분 혼합냉매에 대하여 계산한 성능과 R-22에 대하여 계산한 성능의 상대오차를 보여주고 있으며 그림 3과 4에서는 압축기 입·출구의 압력과 2상 상태에서의 온도구배를 보여주고 있다. 4성분계 냉매혼합물과 R-22의 성능계수를 비교한 결과를 보면 모든 4성분 혼합냉매의 성능계수가 R-22의 성능계수보다 작다. R-22의 성능계수와 오차가 2%이내에 있는 혼합냉매는 냉매번호 19번 R-32/125/143a/227ea (60/10/10/20 wt%), 24번 R-32/125/143a/600 (55/10/33/2 wt%), 34번 R-32/143a/134a/227ea (70/10/10/10 wt%), 36번 R-32/143a/134a/236ea (70/10/10/10 wt%), 38번 R-32/143a/152a/227ea (70/10/10/10 wt%)이다. 이들 혼합냉매의 조성을 살펴보면 R-32의 조성이 55 wt%이상이며 특히 34, 36, 38번 혼합냉매의 경우 R-32의 조성이 70 wt%이다. 이것은 앞에서도 언급하였듯이 R-32가 많이 들어갈수록 수치계산에 의한 성능계수는 좋아진다. 그러나 R-32의 경우 증기압이 매우 높아 실제 냉동시스템에서는 고압배관 및 모든 부속품을 고압용으로 사용해야 하는 문제가 발생한다. 위에서 R-22와의 오차를 2%로 잡은 이유는 R-410A의 성능계수와 R-22의 성능계수의 오차가 약 2%이기 때문이다.

VCR은 냉매번호 39, 43, 46번을 제외하고 나머지 혼합냉매가 R-22보다 크다. VCR은 크면 클수록 좋다. 그러나 R-22의 대체라는 개념에서 살펴보면 R-22와 유사해야만 R-22가 사용하던 시스템을 그대로 사용할 수 있다. 즉 대체냉매의 VCR이 R-22의 VCR과 비슷하여야지 기존 R-22가 사용하던 압축기를 그대로 사용할 가능성이 높으며 냉동시스템의 다른 부품도 그대로 사용할 가능성이 높다.

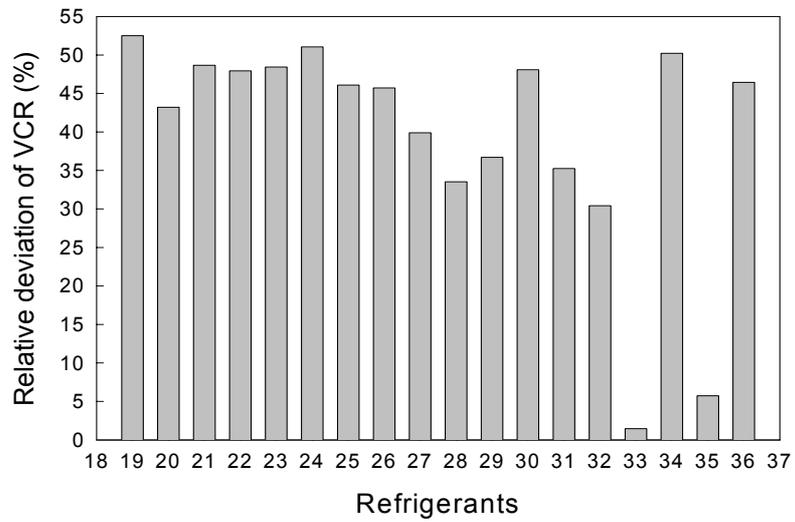
따라서 R-22의 VCR과 비슷한 4성분 혼합냉매를 살펴보면 33번 R-32/143a/134a/152a (30/10/50/10 wt%), 37번 R-32/143a/152a/227ea (40/10/40/10 wt%), 39번 R-32/143a/152a/600a (30/10/50/10 wt%), 41번 R-32/143a/152a/236ea (40/10/40/10 wt%), 43번 R-32/143a/152a/600 (30/20/40/10 wt%), 46번 R-32/134a/152a/227ea (30/40/20/10 wt%), 48번 R-32/134a/152a/236ea (40/20/30/10 wt%), 50번 R-32/134a/152a/600 (40/10/40/10 wt%) 혼합냉매이다. 이들 혼합냉매의 VCR은 R-22의 VCR과 $\pm 5.0\%$ 내의 오차범위에 있다. 이들 혼합냉매의 조성을 살펴보면 R-32의 조성이 40 wt%이하라는 공통점을 가지고 있다. 즉 R-32의 조성이 낮아야 혼합냉매의 VCR이 R-22의 VCR과 비슷하다는 것을 알 수 있다. 그러나 앞에서 성능계수는 R-32의 조성이 많을수록 더 좋은 결과를 가졌다.

표 1. 전산모사 결과 선정된 대표적인 4성분계 냉매혼합물

냉매번호	Components	Compositions
19	R-32/125/143a/227ea	60/10/10/20 wt%
20	R-32/125/143a/245cb	50/10/30/10 wt%
21	R-32/125/143a/600a	50/5/43/2 wt%
22	R-32/125/143a/318	48/10/40/2 wt%
23	R-32/125/143a/236ea	60/10/20/10 wt%
24	R-32/125/143a/600	55/10/33/2 wt%
25	R-32/125/143a/270	42/5/50/3 wt%
26	R-32/125/134a/270	50/20/20/10 wt%
27	R-32/125/134a/152a	70/10/10/10 wt%
28	R-32/125/134a/227ea	60/2/30/8 wt%
29	R-32/125/134a/245cb	60/10/20/10 wt%
30	R-32/125/134a/318	60/20/15/5 wt%
31	R-32/125/134a/236ea	60/10/20/10 wt%
32	R-32/143a/134a/152a	60/10/20/10 wt%
33	R-32/143a/134a/152a	30/10/50/10 wt%
34	R-32/143a/134a/227ea	70/10/10/10 wt%
35	R-32/143a/134a/227ea	30/10/40/20 wt%
36	R-32/143a/134a/236ea	70/10/10/10 wt%
37	R-32/143a/152a/227ea	40/10/40/10 wt%
38	R-32/143a/152a/227ea	70/10/10/10 wt%
39	R-32/143a/152a/600a	30/10/50/10 wt%
40	R-32/143a/152a/600a	60/20/10/10 wt%
41	R-32/143a/152a/236ea	40/10/40/10 wt%
42	R-32/143a/152a/236ea	70/10/10/10 wt%
43	R-32/143a/152a/600	30/20/40/10 wt%
44	R-32/143a/152a/600	70/10/10/10 wt%
45	R-32/143a/227ea/236ea	60/20/10/10 wt%
46	R-32/134a/152a/227ea	30/40/20/10 wt%
47	R-32/134a/152a/227ea	70/10/10/10 wt%
48	R-32/134a/152a/236ea	40/20/30/10 wt%
49	R-32/134a/152a/236ea	70/10/10/10 wt%
50	R-32/134a/152a/600	40/10/40/10 wt%
51	R-32/134a/152a/600	70/10/10/10 wt%
52	R-32/152a/227ea/600a	60/20/10/10 wt%
53	R-32/152a/227ea/236ea	70/10/10/10 wt%
54	R-32/152a/227ea/600	70/10/10/10 wt%

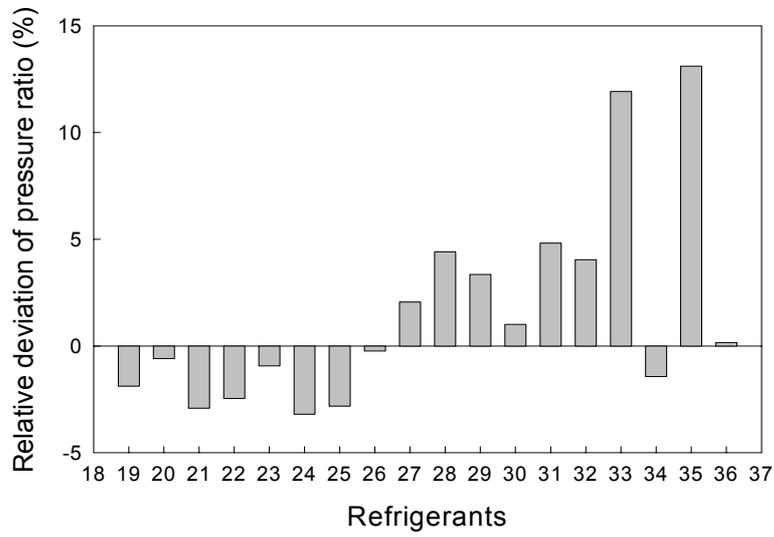


(a) COP

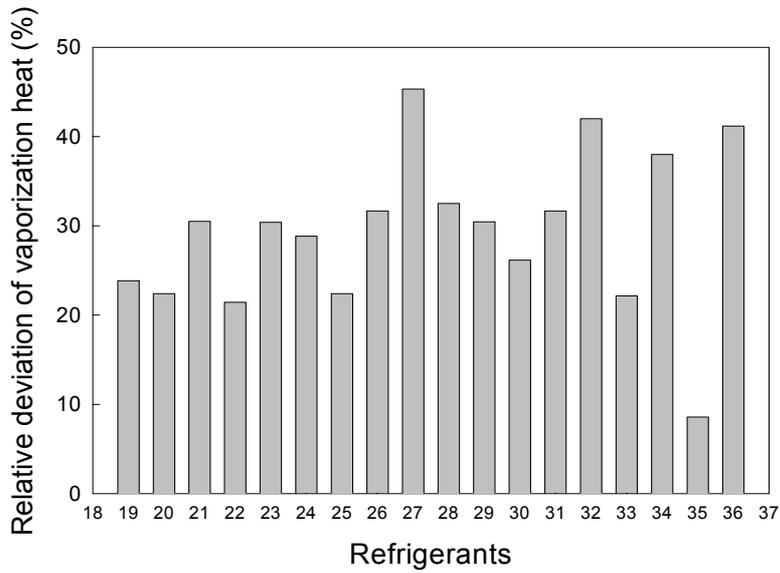


(b) VCR

그림 1. 표 1에 제시된 냉매혼합물(냉매번호 19 - 36)과 HCFC-22와의 상대적인 성능비교.

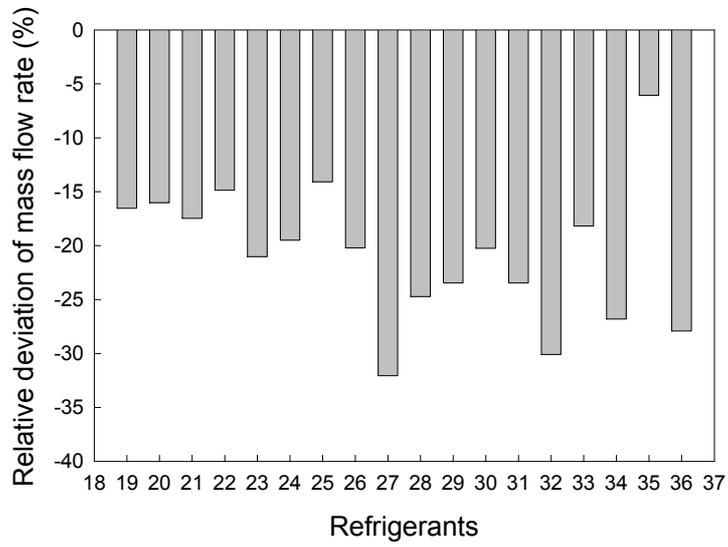


(c) Pressure ratio

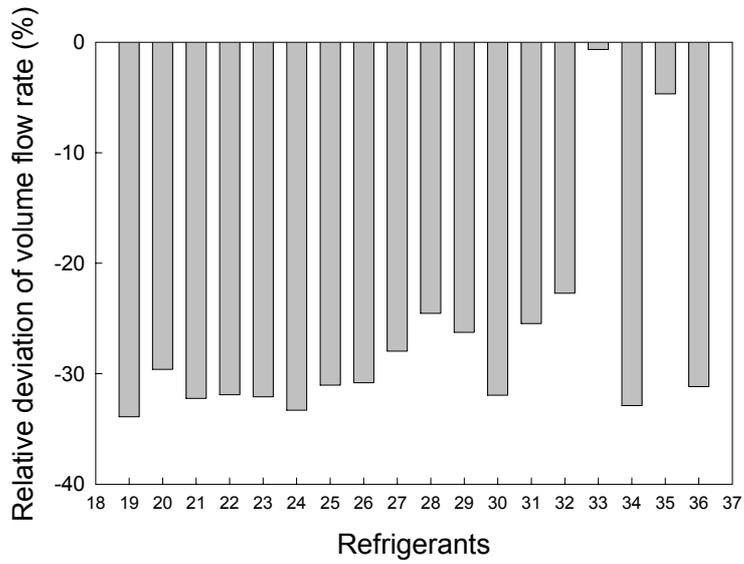


(d) Vaporization heat

그림 1. 표 1에 제시된 냉매혼합물(냉매번호 19 - 36)과 HCFC-22와의 상대적인 성능비교(계속).

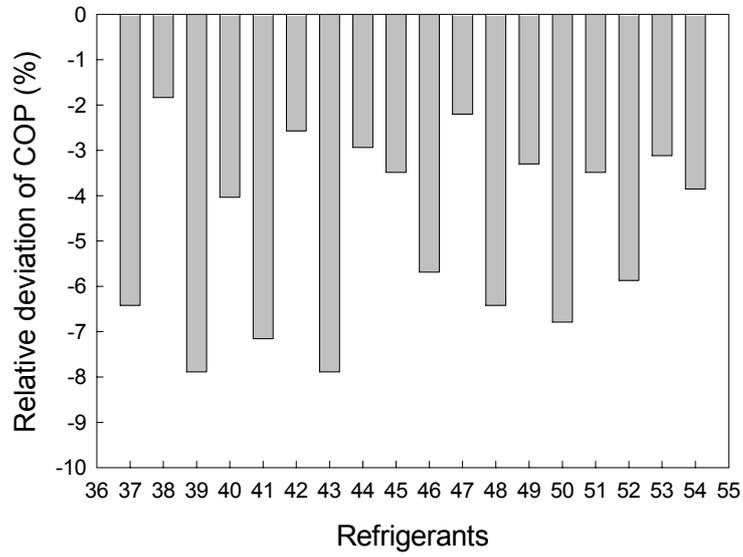


(e) Mass flow rate

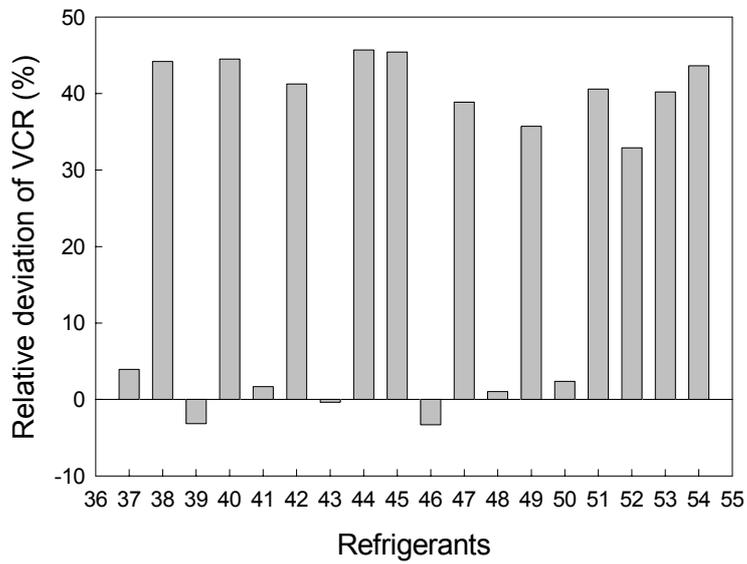


(f) Volume flow rate

그림 1. 표 1에 제시된 냉매혼합물(냉매번호 19 - 36)과 HCFC-22와의 상대적인 성능비교(계속).

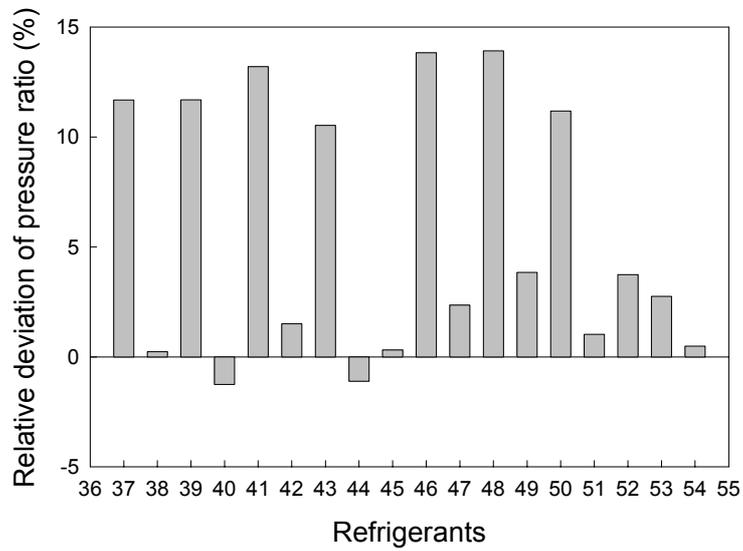


(a) COP

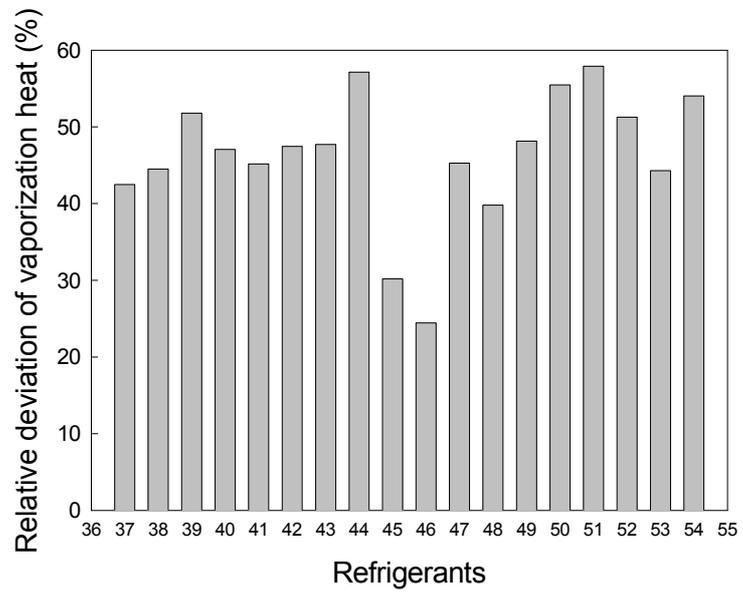


(b) VCR

그림 2. 표 1에 제시된 냉매혼합물(냉매번호 37 - 54)과 HCFC-22와의 상대적인 성능비교.

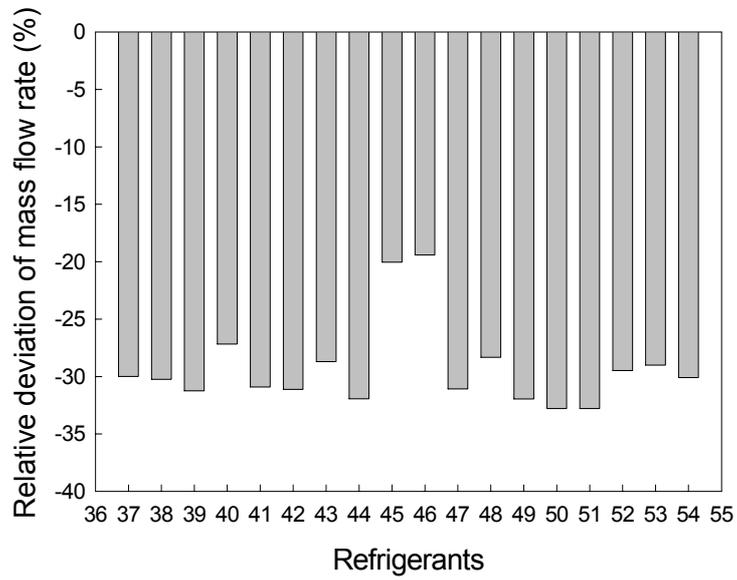


(c) Pressure ratio

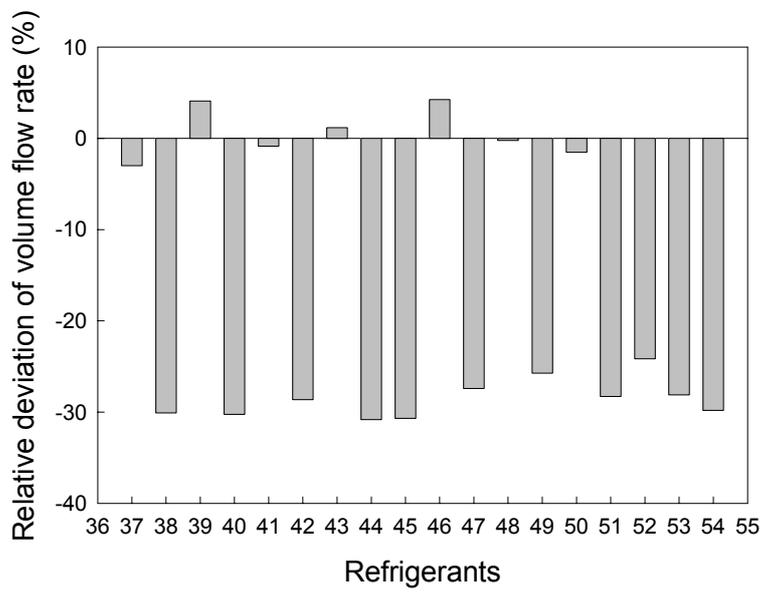


(d) Vaporization heat

그림 2. 표 1에 제시된 냉매혼합물(냉매번호 37 - 54)과 HCFC-22와의 상대적인 성능비교(계속).

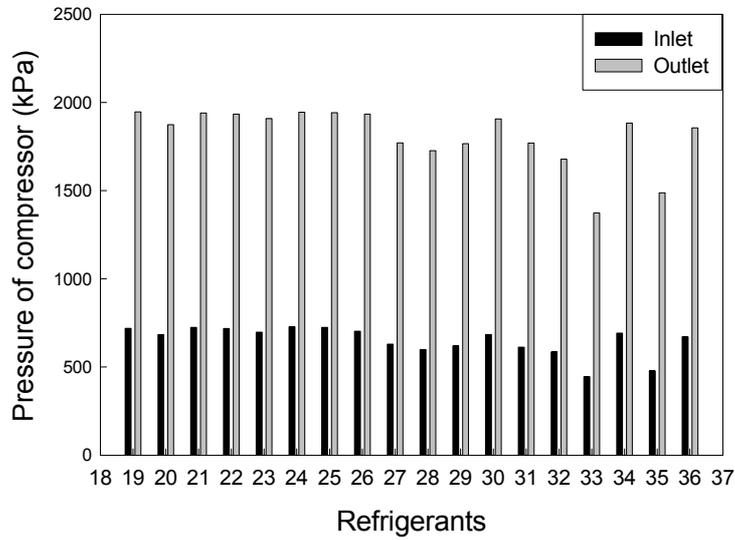


(e) Mass flow rate

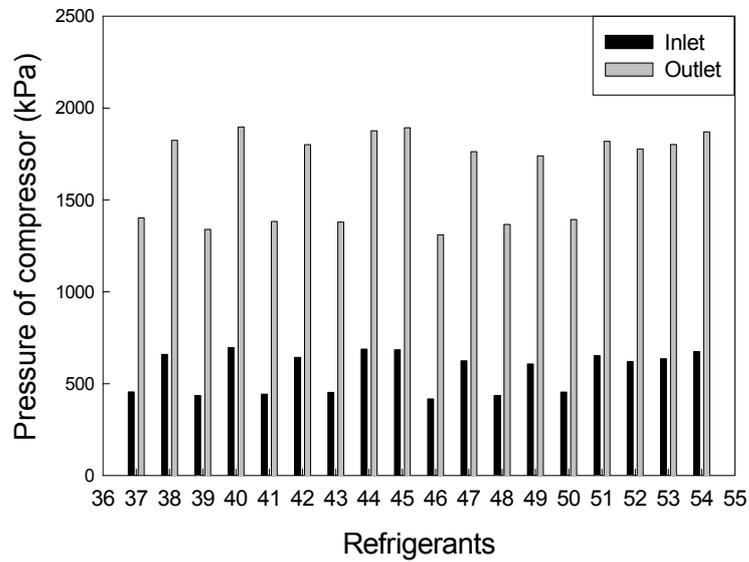


(f) Volume flow rate

그림 2. 표 1에 제시된 냉매혼합물(냉매번호 37 - 54)과 HCFC-22와의 상대적인 성능비교(계속).

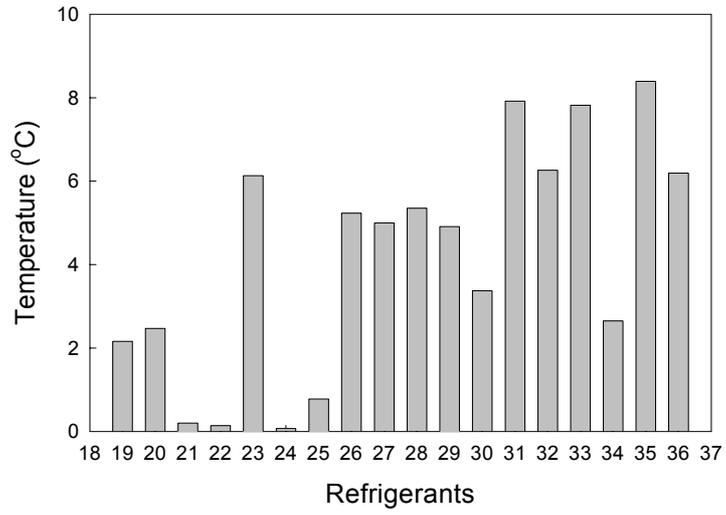


(a) Refrigerant number : 19~36

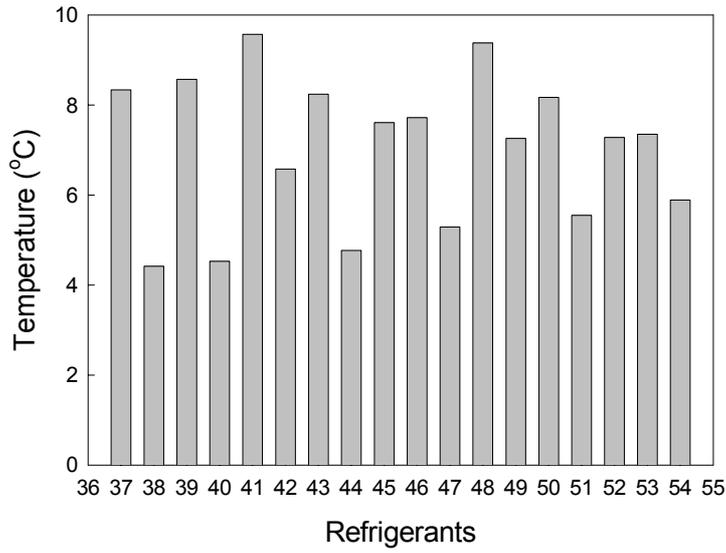


(b) Refrigerant number : 37~54

그림 3. 표 1에 제시된 냉매혼합물에 대한 압축기 입출구에서의 압력비교.



(a) Refrigerant number : 19~36



(b) Refrigerant number : 37~54

그림 3. 표 1에 제시된 냉매혼합물에 대한 Temperature glide

체적유량 또한 냉매번호 39, 43, 46번을 제외하고 나머지 혼합냉매가 R-22보다 작다. 체적유량의 거동은 VCR의 거동과 반대의 거동을 보이고 있다. 즉 R-22보다 VCR이 큰 혼합냉매는 체적유량은 작다. 그리고 R-22보다 VCR이 작은 혼합냉매는 체적유량은 크다. 체적유량이 R-22와 비슷하면 압축기의 크기라든지 배관의 크기 등의 많은 변화 없이 기존 R-22에 사용하던 부품을 그대로 사용할 수 있다.

결론적으로 4성분 혼합냉매에서 성능면에서 R-22를 대체한다면 냉매번호 19번 R-32/125/143a/227ea (60/10/10/20 wt%), 24번 R-32/125/143a/600 (55/10/33/2 wt%), 34번 R-32/143a/134a/227ea (70/10/10/10 wt%), 36번 R-32/143a/134a/236ea (70/10/10/10 wt%), 38번 R-32/143a/152a/227ea (70/10/10/10 wt%) 혼합냉매가 가능성이 높으며 기존 시스템을 그대로 사용할 수 있는 냉매를 찾는다면 33번 R-32/143a/134a/152a (30/10/50/10 wt%), 37번 R-32/143a/152a/227ea (40/10/40/10 wt%), 39번 R-32/143a/152a/600a (30/10/50/10 wt%), 41번 R-32/143a/152a/236ea (40/10/40/10 wt%), 43번 R-32/143a/152a/600 (30/20/40/10 wt%), 46번 R-32/134a/152a/227ea (30/40/20/10 wt%), 48번 R-32/134a/152a/236ea (40/20/30/10 wt%), 50번 R-32/134a/152a/600 (40/10/40/10 wt%) 혼합냉매가 가능성이 높다.