

冷蔵庫用冷凍サイクルの冷媒封入量と冷却性能の関係

Studies on the Behavior of Refrigerant in Small Refrigerator

阿 部 順 常*
Yoritsune Abe

内 容 梗 概

本研究は冷蔵庫用冷凍サイクルの冷却性能と冷媒封入量の関係について検討したものである。

冷媒封入量はそれが多すぎる場合にはリキッドバックという現象を起こし、蒸発器にたまっている液冷媒は完全には蒸発しきれず、液状冷媒のままで圧縮機へ戻り、またそれが少なすぎる場合には蒸発器の全面が有効に使用されないという現象を起こし、どちらの場合も冷蔵庫の性能上あまり好ましいことではない。したがって冷凍サイクルにおいてはそれに適した冷媒量を封入しなければならない。

適性冷媒封入量については本誌第46巻第7号で報告したが、そのときには冷蔵庫の庫内の冷却到達温度が最も低くなるような冷媒封入量を適性値として、その適性範囲を提示したものである。

本報告はそのほかの冷却性能、たとえば冷却速度、製氷速度、消費電力などと冷媒封入量の間接関係をつかみ、冷媒封入量の冷凍サイクルへ及ぼす影響を明らかにしたものである。

1. 緒 言

冷蔵庫の冷却性能は圧縮機の性能、断熱器の断熱性能、蒸発器や凝縮器の性能などにより決定されるが、そのほかにサイクル内への冷媒の封入量の多少によっても影響を受ける。すなわち冷媒封入量が少なすぎると冷媒が蒸発器全面に行き渡らないで、蒸発器の一部が冷却されなくなり蒸発器の平均熱貫流率が悪くなる。したがって庫内の冷え方も悪くなる。逆に冷媒封入量が多すぎると冷媒は蒸発器内で完全に蒸発しきれずに吸込パイプを通して液状冷媒が圧縮機側に戻ってくる。この場合には吸込圧力が高くなり、蒸発器全体の温度が上昇してやはり庫内の冷え方は悪くなる。以上のように冷媒封入量は一つの冷凍サイクルについては一定の幅を持った適性値を有するのである。

冷蔵庫など(第1図)の適性冷媒封入量の範囲については本誌第46巻第7号で報告したが、そのときには冷蔵庫の庫内の冷却到達温度が最も低くなる状態における冷媒量を適正值として決定していた。その場合には冷媒封入量は計算された範囲内であればいくらかでもよいとしているが、実際にはほかの冷却性能たとえば冷却速度、消費電力などと冷媒封入量の間接関係を明らかにして冷却性能全体としては何gが良いかを決定する必要がある。

本報告はまず前回の冷媒封入量の理論式をさらに一般化して再掲し、続いて冷媒封入量を少なすぎる場合から多すぎる場合まで変えて冷凍サイクル内での冷媒の挙動を明らかにし、最後に各種冷却性能への影響を調査して、冷却性能全体を考慮した場合の冷媒封入量の決定法を明確にしたものである。

2. 冷媒封入量の計算式

冷媒封入量の計算式は本誌第46巻第7号⁽¹⁾で明らかにしているがそれを若干改良した計算式を再掲すると次のとおりである。

$$\omega = \omega_p + \omega_c + \omega_e \dots\dots\dots (1)$$

$$\omega_p = \gamma_p \left\{ V_p - V_m - \frac{G}{\gamma_m (1 - \eta)} \right\} + \frac{\eta G}{1 - \eta} \dots\dots\dots (2)$$

$$\omega_c = V_{c1} \gamma_{c1} + V_{c2} \{ K_c Y \gamma_{c2} + (1 - K_c Y) \gamma_{c1} \} + V_{c3} \gamma_{c2} \dots (3)$$

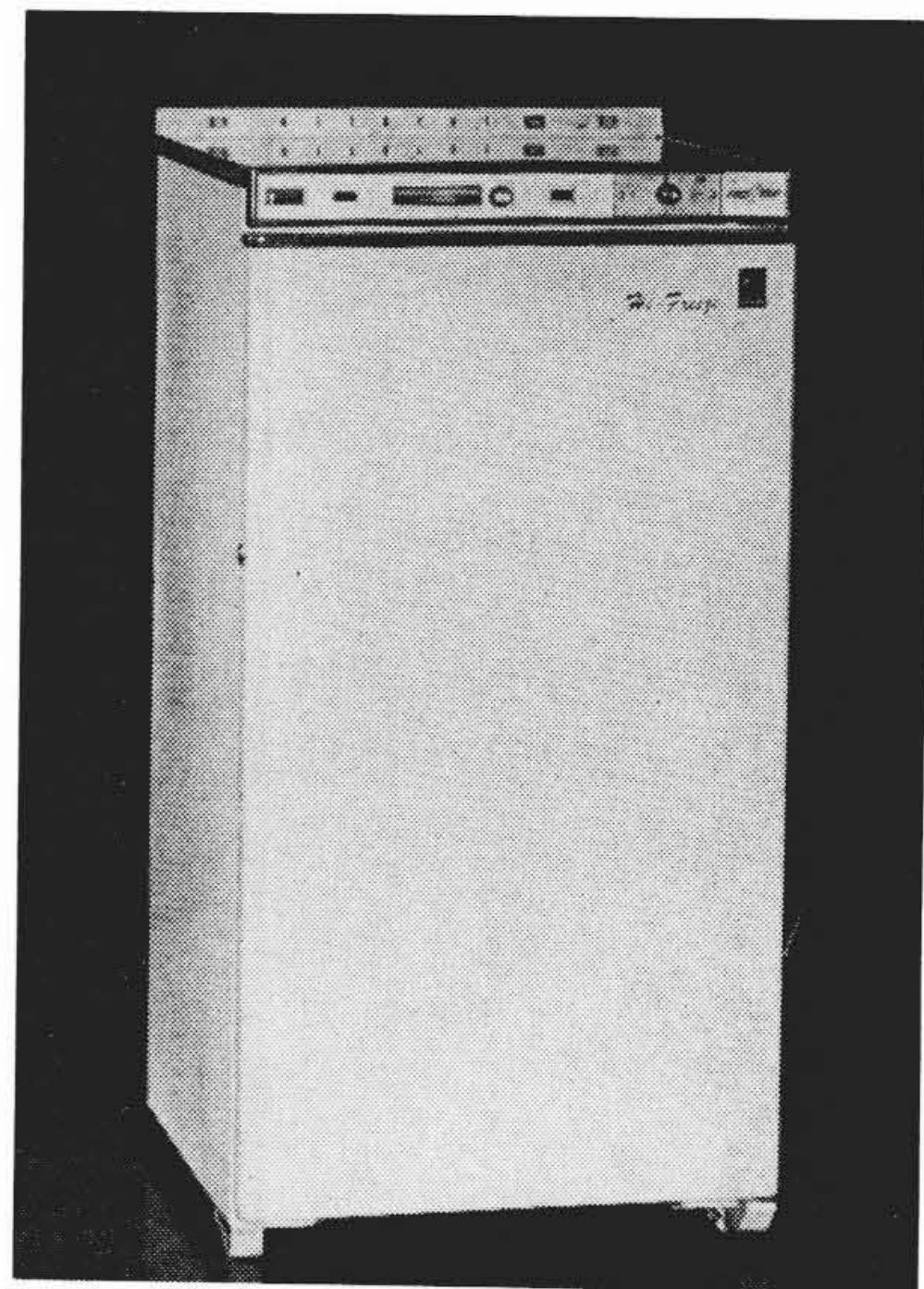
$$\omega_{e1} < \omega_e < \omega_{e2} \dots\dots\dots (4)$$

$$\omega_{e1} = (\sum K_{ei} V_{ei}) \gamma_{e2} \dots\dots\dots (5)$$

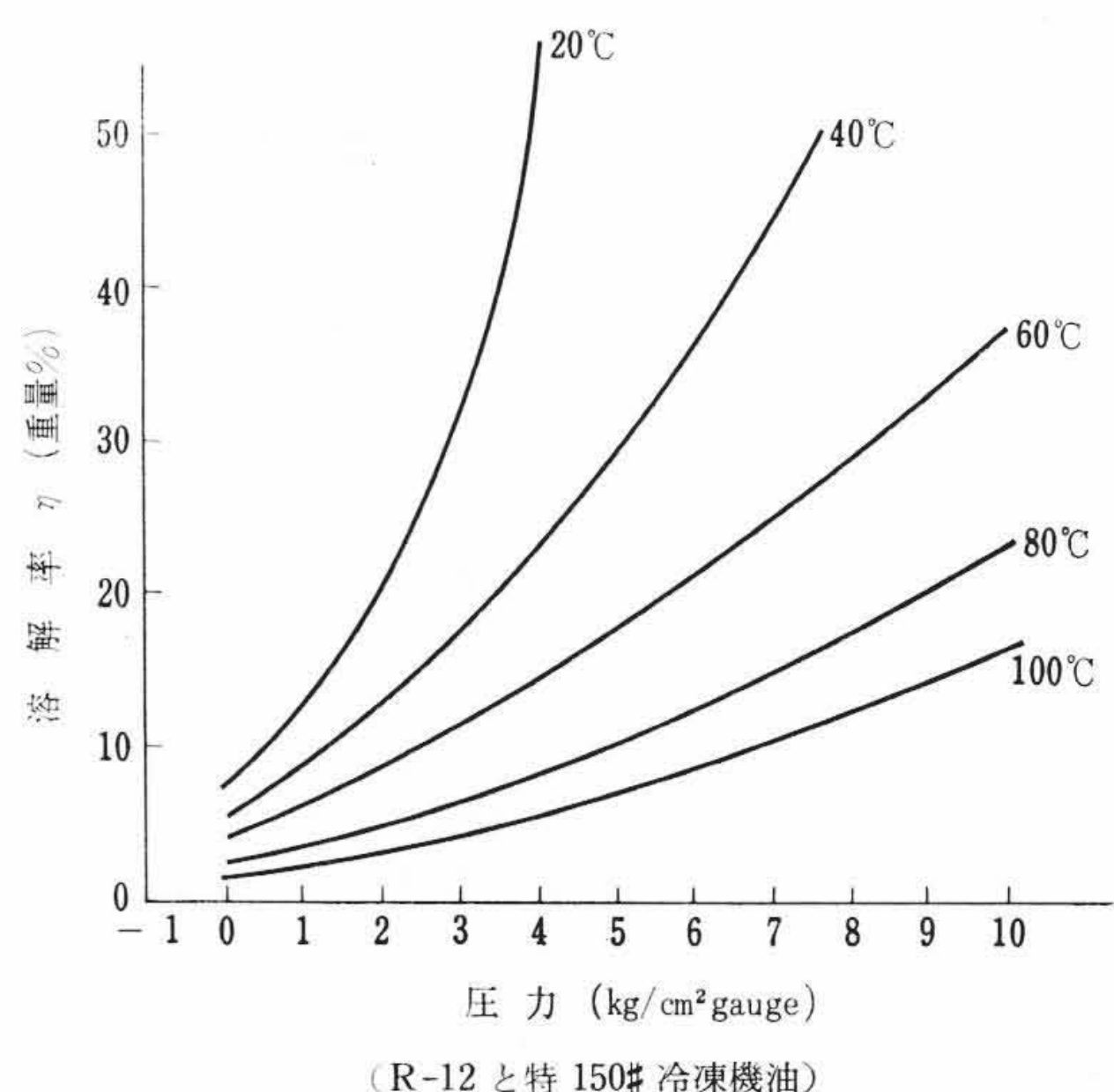
$$\omega_{e2} = \omega_{e1} + K_{e0} V_{e0} \gamma_{e2} \dots\dots\dots (6)$$

ただし、 ω : 冷 媒 封 入 量 (g)

* 日立製作所栃木工場



第1図 冷 蔵 庫



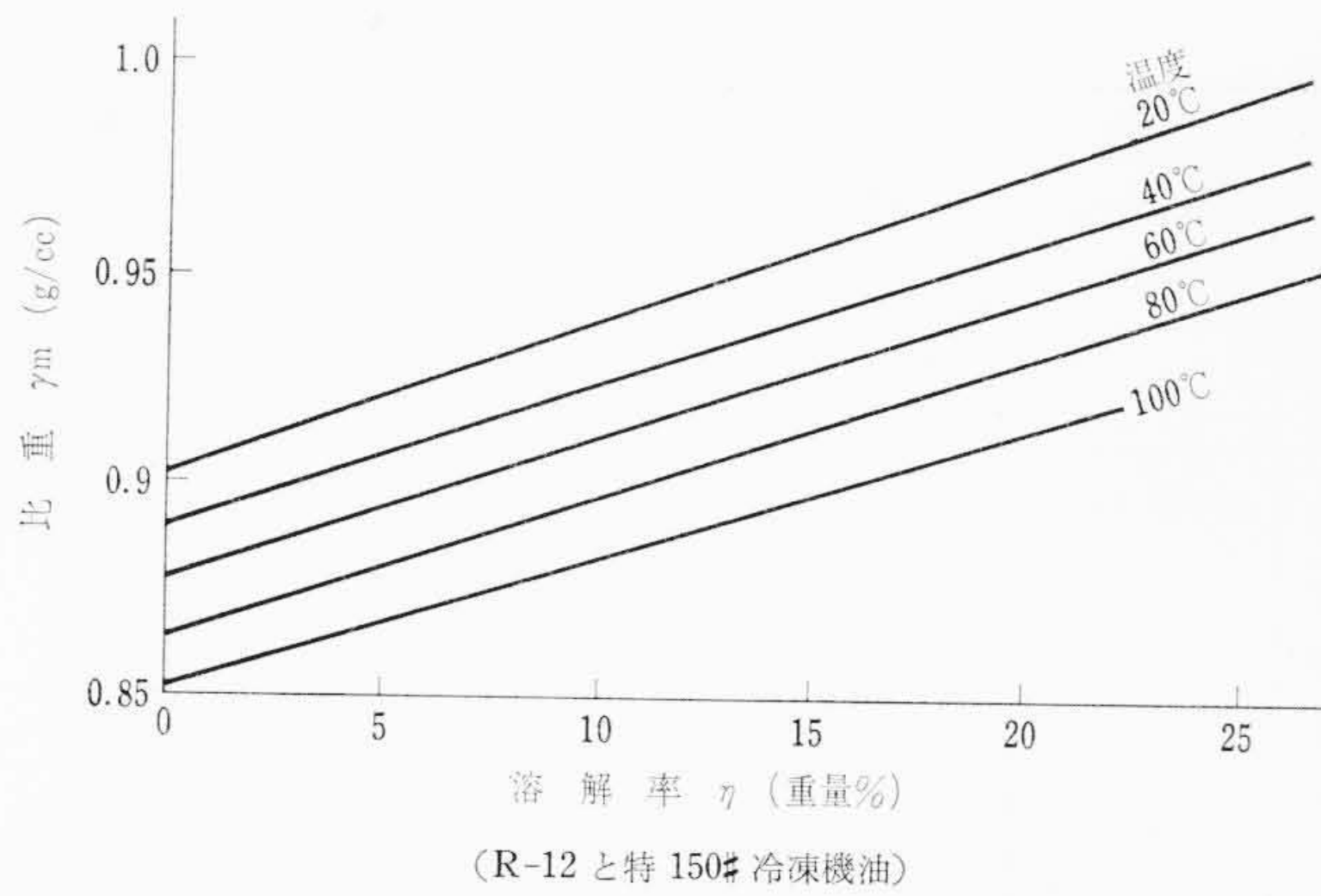
第2図 温度—圧力—溶解率曲線

ω_p : チャンバ部分の冷媒量 (g)

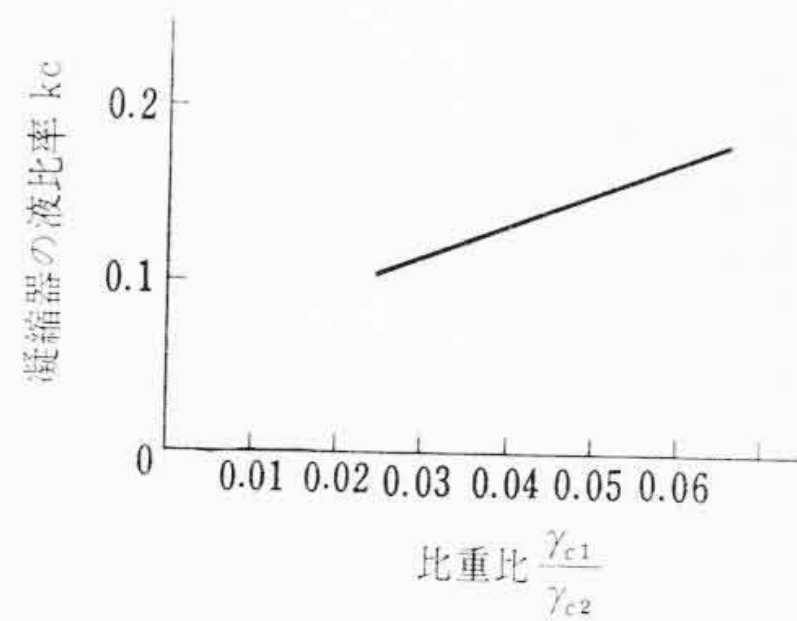
ω_c : 凝縮器部分の冷媒量 (g)

ω_e : 蒸発器部分の冷媒量 (g)

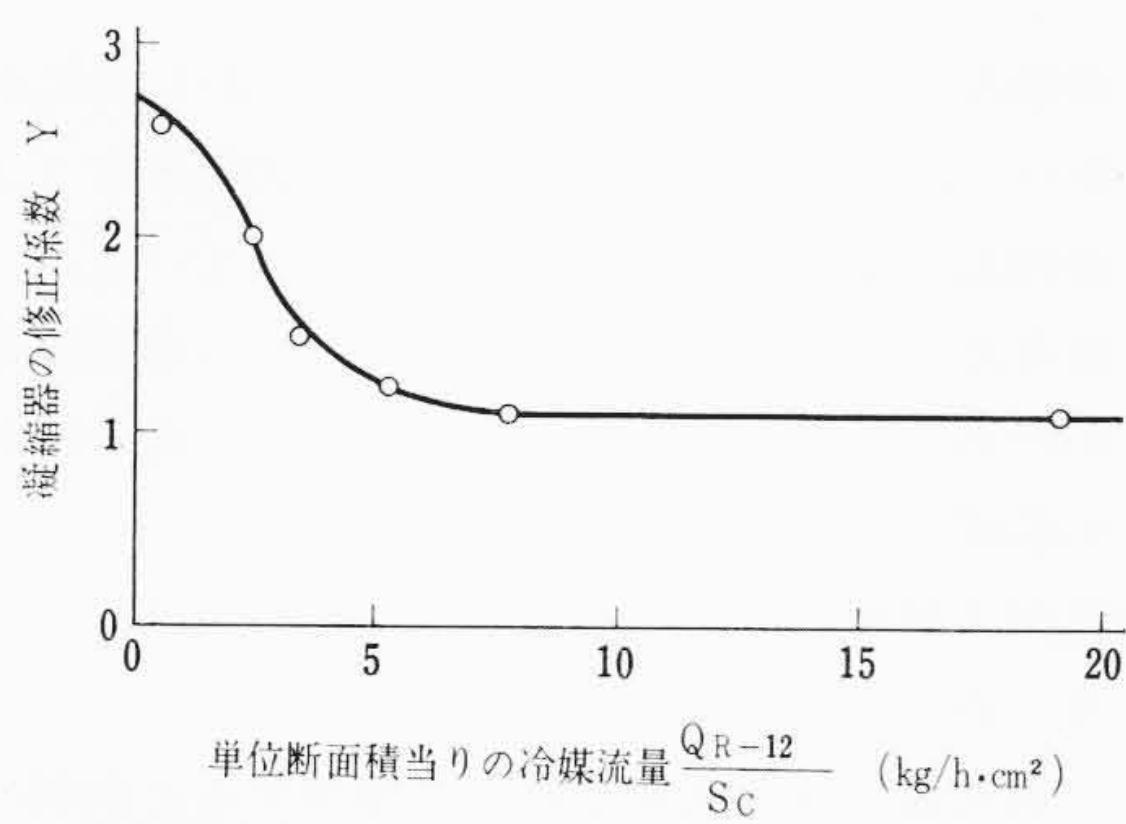
ω_{e1} : 蒸発器部分の最小必要冷媒量 (g)



第3図 温度—比重—溶解率曲線



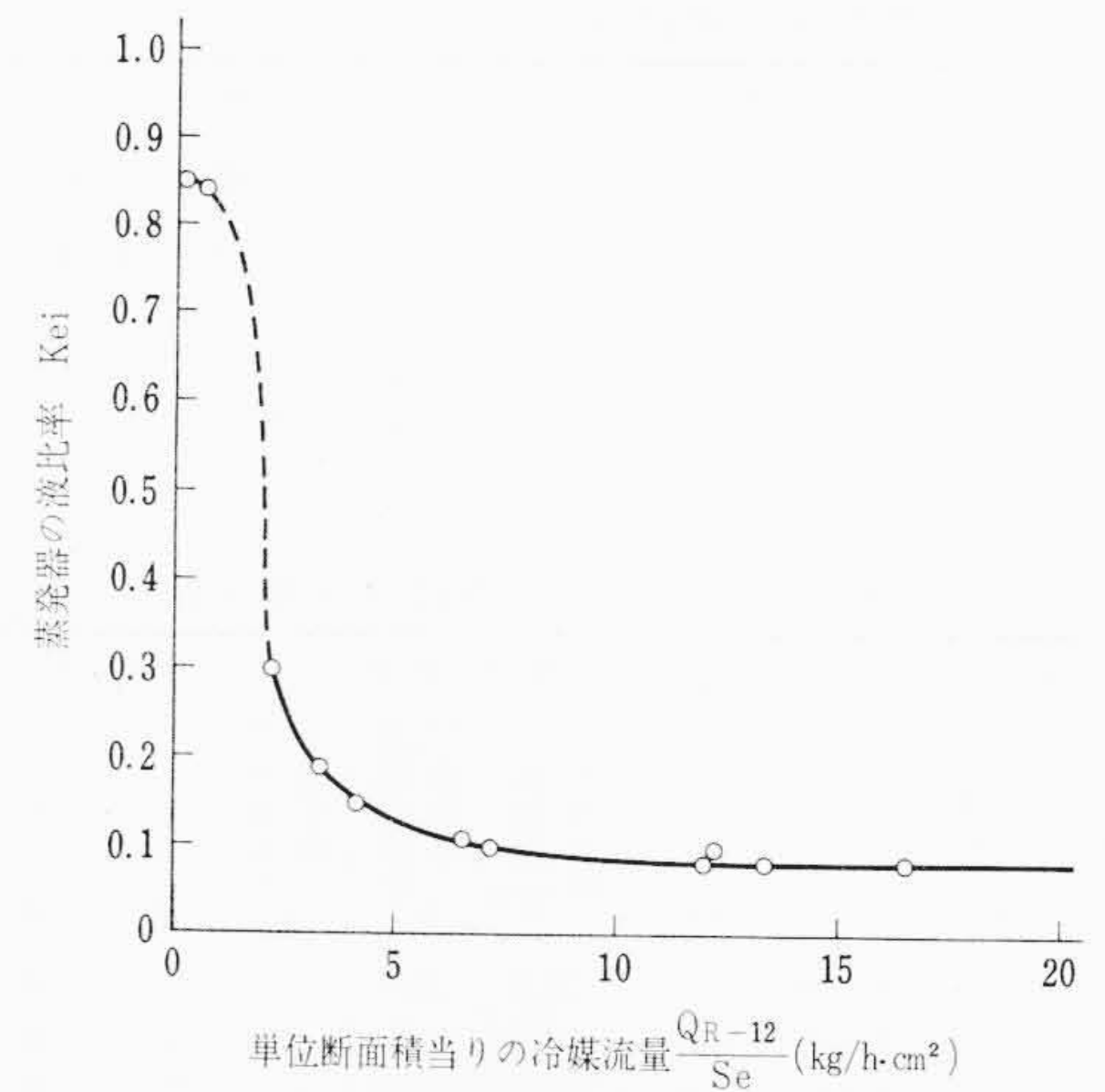
第4図 凝縮器の液比率



Q_{R-12} : 凝縮器内を流れる冷媒流量 (kg/h)
 S_c : 凝縮器冷媒通路の冷媒流出方向に直角な断面積 (cm²)

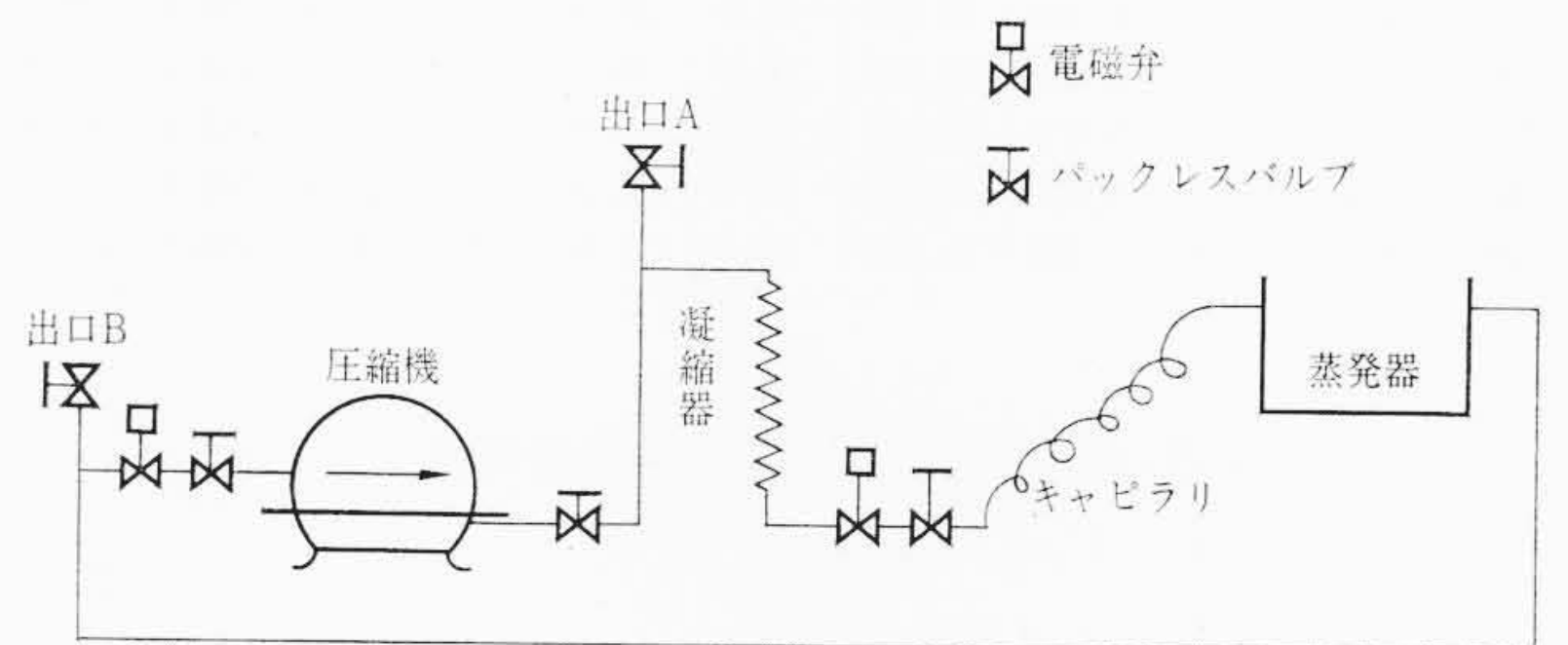
第5図 凝縮器の修正係数

- ω_{e2} : 蒸発器部分の最大許容冷媒量 (g)
 η : 冷媒の油に対する溶解度 (第2図参照)⁽²⁾
 γ_p : チャンバ内ガス状冷媒の比重 (g/cc)
 γ_m : 冷凍機油と冷媒の混合物の比重 (g/cc) (第3図参照)⁽³⁾
 γ_{c1} : 凝縮器内のガス状冷媒の比重 (g/cc)
 γ_{c2} : 凝縮器内の液状冷媒の比重 (g/cc)
 γ_{e2} : 蒸発器内の液状冷媒の比重 (g/cc)
 V_p : チャンバ内容積 (cc)
 V_m : モータ, 圧縮機の体積 (cc)
 G : 冷凍機油の重量 (g)
 V_{c1} : 凝縮器 (ドライヤ含む) 内のガス状冷媒部分の内容積 (cc)
 V_{c2} : 凝縮器内のガス液混合冷媒部分の内容積 (cc)
 V_{c3} : 凝縮器内の液状冷媒部分の内容積 (cc)
 V_{ei} : 蒸発器各部の内容積 (cc)
 V_{e0} : 蒸発器最終位置アキュムレータ部分の内容積 (cc)
 K_c : 凝縮器における液比率 (体積比率) (第4図参照)
 Y : 凝縮器における液比率の修正係数 (第5図参照)
 K_{ei} : 蒸発器各部 V_{ei} における液比率 (第6図参照)



Q_{R-12} : 蒸発器内を流れる冷媒流量 (kg/h)
 S_e : 蒸発器冷媒通路の冷媒流出方向に直角な断面積 (cm²)

第6図 蒸発器の液比率



第7図 実験サイクル

K_{e0} : 蒸発器最終位置アキュムレータ部分における液比率 (第6図参照)

本計算式の前回に対する改良点は

- (1) 凝縮器における液比率に修正係数を付加したこと。
- (2) ドライヤ部分は凝縮器と同等に取り扱ってさしつかえないこと。
- (3) 蒸発器の液比率を「冷媒循環量を流路断面積で除したもの」との関数で表わし、蒸発器の任意のパス形状のものに適用できるようにしたことである。

なお第5, 6図の結果は前回と同様の方法により行なった実験より求めたものである。

3. 冷媒封入量の多少による各部冷媒存在量の変化

3.1 実験方法

冷凍サイクル各部に存在する冷媒量は次の方法により求めた。

- (a) 冷凍サイクルを三つの部分 (チャンバ部分, 凝縮器部分, 蒸発器部分) に分け, そのおのおのに冷媒がどれだけ封入されているかを測定した。
- (b) 実験サイクルは第7図のようであり, 冷蔵庫のサイクルの途中に電磁弁およびバックレスバルブを取り付け, 各部分に冷媒取出口を設けた。なお供試冷凍サイクルは第1表に示すとおりである。
- (c) サイクルに一定量の冷媒を封入し, 安定するまで運転する。
- (d) 安定状態に達したら, 電磁弁と冷蔵庫を同時に切り, バックレスバルブをしめ, 続いて出口Aおよび出口Bをあけ第8図のようにそこから出てくる冷媒を水中に立てたびんに回収して各出口から出た冷媒量を求める。
- (e) 各部に存在する冷媒の量は次式により算出する。

第1表 供試冷凍サイクル仕様

蒸 発 器	内 容 積 160 cc
凝 縮 器	内 容 積 45 cc
圧 縮 機 チ ャ ン バ	内 容 積 3,200 cc
	油 封 入 量 500 cc
正 規 の 冷 媒 封 入 量	160 g (R-12)

第2表 冷凍サイクル各部の冷媒存在量実験データ

冷封入 媒量 (g)	安定運転時		冷 媒 存 在 量 測 定 時					各部冷媒存在量		
	庫 温 内 度 (℃)	吸 込 パイ プ 温 度 (℃)	V_c (cc)	V_e (cc)	V_c 冷 媒 測 定 時 温 度 (℃)	V_c 凝 縮 器 測 定 時 温 度 (℃)	V_e 蒸 発 器 測 定 時 温 度 (℃)	w_c (g)	w_e (g)	w_p (g)
30	—	—	4,000	—	26.0	30.0	—	19.5	0	10.5
50	—	—	4,940	—	26.0	30.0	—	24.0	0	26.0
60	—	—	5,180	—	26.0	30.0	—	25.3	0	34.7
70	30.0	28.5	6,160	520	26.0	32.0	24.0	29.8	2.6	37.6
80	16.5	29.3	6,250	3,050	26.0	32.0	10.0	30.6	14.9	34.5
100	0.2	30.5	6,590	6,990	26.0	31.0	-2.0	32.2	33.4	34.4
140	-4.0	30.0	5,630	15,920	26.0	30.0	4.0	27.6	77.0	35.4
170	-3.9	29.4	4,880	22,060	26.0	31.0	11.0	23.9	106.8	39.3
200	-1.8	24.0	5,160	27,500	26.0	30.0	2.0	25.3	133.1	41.6
220	0.3	10.5	5,630	31,380	26.0	32.0	9.0	27.6	152.0	40.4
260	8.4	0	5,420	33,550	26.0	31.0	10.0	26.5	162.4	71.1
300	16.3	7.0	5,300	31,810	26.0	31.0	7.0	26.0	154.3	119.7

(i) 凝縮器(蒸発器)部分に存在する冷媒量

$$\left. \begin{aligned} W_c &= V_c \cdot \gamma_c + V_c' \cdot \gamma_c' \\ (W_e &= V_e \cdot \gamma_e + V_e' \cdot \gamma_e') \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (7)$$

ただし, $W_c(W_e)$: 凝縮器(蒸発器)部分の冷媒量 (g)

$V_c(V_e)$: 出口A(B)から出てきた冷媒量 (cc)

$\gamma_c(\gamma_e)$: 出てきた冷媒の比重 (g/cc)

$V_c'(V_e')$: 凝縮器(蒸発器)の内容積 (cc)

$\gamma_c'(\gamma_e')$: 凝縮器(蒸発器)に残っている冷媒の比重 (g/cc)

(ii) チャンバ部分に存在する冷媒量

$$W_p = W - W_c - W_e \dots\dots\dots (8)$$

ただし, W_p : チャンバ部分に存在する冷媒量 (g)

W : 冷媒の全封入量 (g)

3.2 実 験 結 果

各冷媒封入量について実験し, 各部の冷媒存在量を求めた結果は第2表のとおりである。

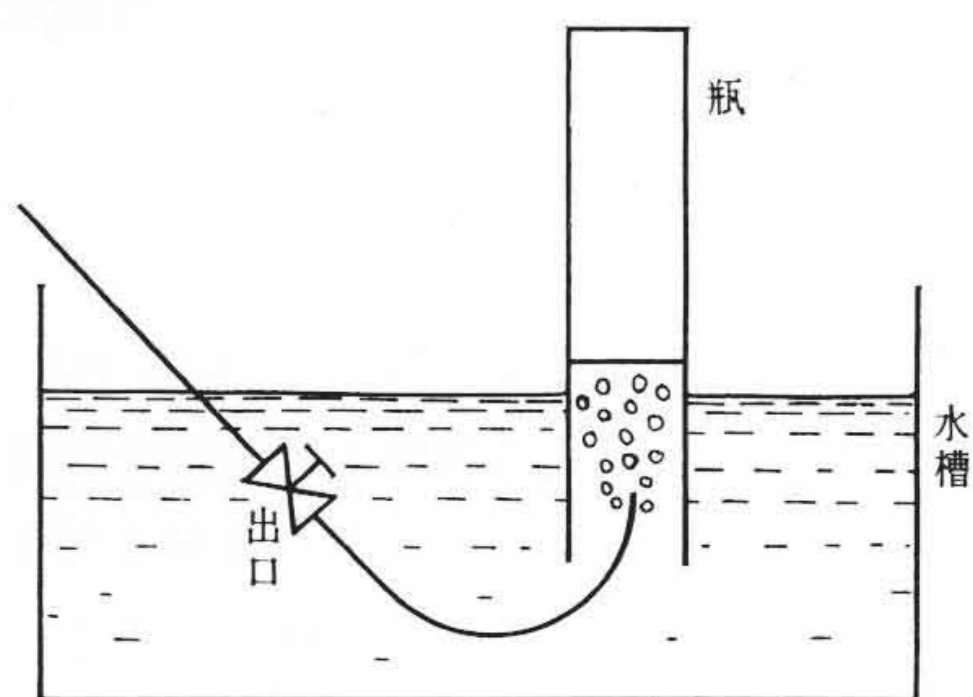
これを図に示すと第9図のようになる。

本冷凍サイクルの適性冷媒封入量は(1)～(6)式より計算すると第3表のようであり,「凝縮器部分, チャンバ部分の存在冷媒量が一定区間」の中央部の状態と一致している。

各部の冷媒量がこのように分布する理由は次のように考察される。

(1) 冷媒封入量が適性値の場合

(a) 一定の吸込圧力とチャンバ内温度においてチャンバ内の



第8図 冷 媒 量 測 定 方 法

第3表 冷媒封入量計算値

分類	計算結果	諸 量	備 考
チャンバ部分	$w_p=30.7\text{ g}$	$\gamma_p=0.0050\text{ g/cc}$ $V_p-V_m=3,215\text{ cc}$ $\gamma=0.037$ $\gamma_m=0.88\text{ g/cc}$ $G=450\text{ g}$	圧力 $1.2\text{ kg/cm}^2\text{ abs}$ 温度 70°C 油封入量 500 cc (封入時の比重 0.9 g/cc)
凝縮器部分	$w_c=27.6\text{ g}$	$V_{c1}=5\text{ cc}$ $V_{c2}=40+37(\text{ドライヤ})\text{ cc}$ $V_{c3}=0$ $\gamma_{c1}=0.053\text{ g/cc}$ $\gamma_{c2}=1.254\text{ g/cc}$ $Y_c=1.1(\text{パイプ部分})$ $Y_d=2.6(\text{ドライヤ部分})$ $K_c=0.138$	温度 40°C
蒸発器部分	$w_{e1}=59.4\text{ g}$ $w_{e2}=119.4\text{ g}$	$V_{e1}=38\text{ cc}$ $V_{e2}=23\text{ cc}$ $V_{e3}=51\text{ cc}$ $\gamma_{e2}=1.47\text{ g/cc}$ $K_{e1}=0.85$ $K_{e2}=0.14$ $K_{e3}=0.095$ $V_{e0}=48\text{ cc}$ $K_{e0}=0.85$	温度 -25°C
合計	$w_1=116.7\text{ g}$ $w_2=176.7\text{ g}$		

ガス状冷媒と油中に溶けている冷媒量はある量に決定される。

(b) 凝縮器は入口から数10 cmのところから液化が始まり, 出口ではほとんど液化が終わった状態となり, 吐出圧力, 凝縮器温度によりある量に決定されている。

(c) 蒸発器内は蒸発器全面が冷却されるに必要な最少冷媒量がパス部分および中間アキュムレータ部分にあり, 残りが最終アキュムレータ部分にたまっている。

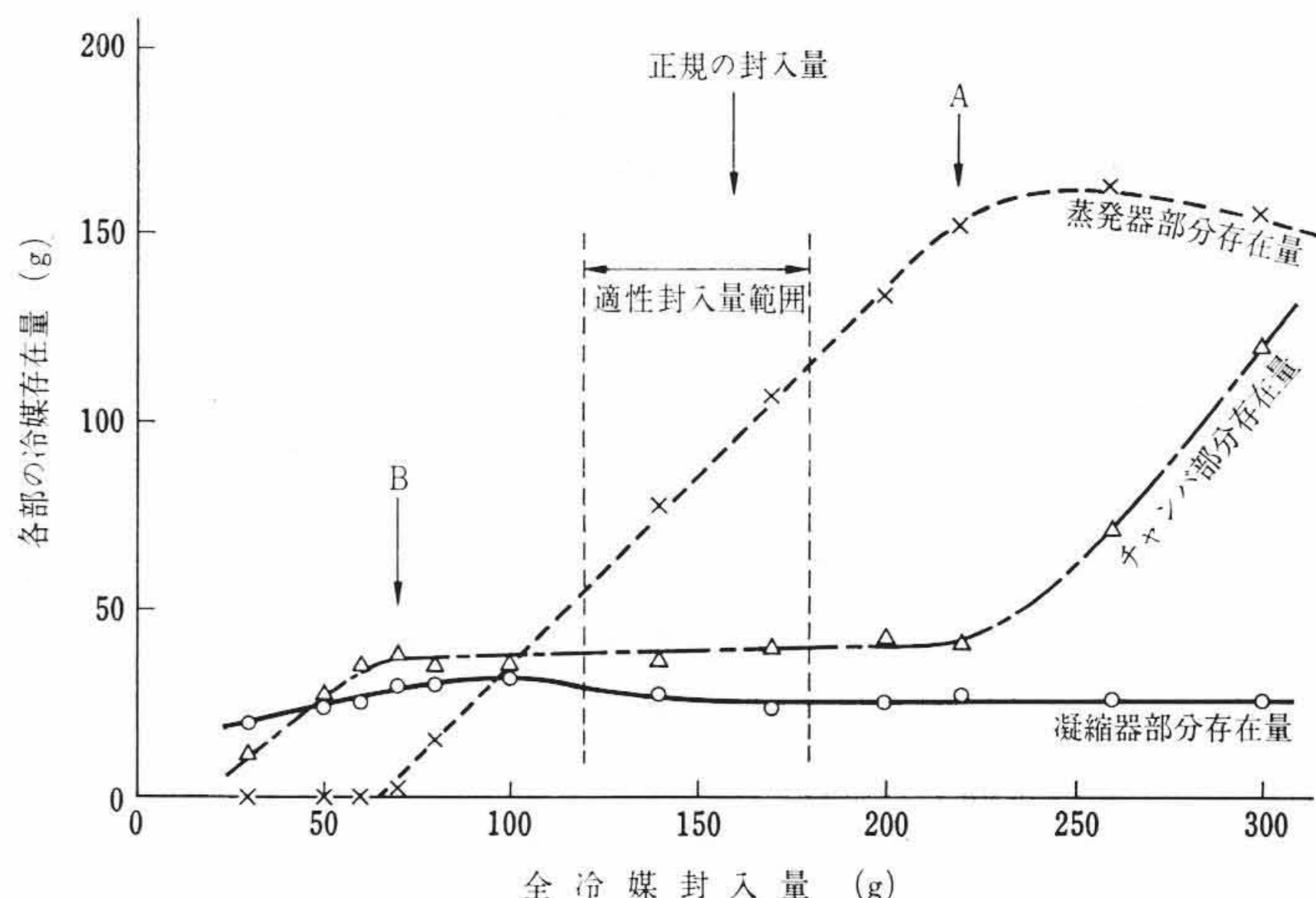
(2) 冷媒封入量が適性範囲より多くなった場合

(a) A 点 まで

(i) 封入量が適性範囲を越えて増加すると余剰の液冷媒は蒸発器のアキュムレータを満たし, あふれて吸込パイプへ送り出されそこで蒸発する。

(ii) したがって蒸発面積がふえたと同じ効果をもち, 同一冷凍能力では庫内または外部(一部分)との熱交換量が等しいため蒸発器温度は上昇させられ, 吸込圧力が若干高くなる⁽⁴⁾。

(iii) この場合には冷却能力が吸込パイプへも分配され, 一部は外部へ持ち出され庫内の冷えは悪くなる。



第9図 冷凍サイクル各部の冷媒存在量

- (iv) 吸込圧力が高くなる結果、(2)式より明らかなようにチャンバ部分の冷媒量は若干増加する。
 - (v) 吸込圧力の上昇のため吐出圧力も若干増加するが、(3)式より明らかなように凝縮器内の冷媒量は γ_{c2} が減少し、 γ_{c1} が増加するためほとんど変化しない。
 - (vi) 吸込パイプで液冷媒が蒸発するため、吸込パイプ温度は下がる。
 - (vii) 吸込パイプも蒸発器部分に入れれば、以上の過程においては蒸発器部分の冷媒量は増加する。
- (b) A 点を越えて
- (i) さらに封入量を増加させると吸込パイプの末端まで液冷媒が行き渡り、ついにチャンバ内に浸入するようになる。
 - (ii) チャンバ内に浸入した液冷媒はチャンバの熱により蒸発し急激な体積膨張を起こし、吸込圧力を大きく増加させる。
 - (iii) この状態ではもはや蒸発器部分では冷媒量は飽和点に達しており増加しない。
 - (iv) したがって増加させられた封入冷媒は吸込圧力の増大およびチャンバ内での冷媒蒸発によるチャンバ内温度低下によって、チャンバ部分の存在量の増大となって表われる。
 - (v) 吸込圧力の上昇により蒸発温度が高くなると、(6)式より明らかなように蒸発器部分の存在量は逆にわずかず減少する。
 - (vi) 吸込圧力の上昇により吐出圧力も上昇するが、(3)式より明らかなように凝縮器内の冷媒量への影響はわずかである。
 - (vii) 蒸発器温度が高くなる結果、庫内の冷えは急速に悪くなる。

(3) 冷媒封入量が適性範囲より少なくなった場合

(a) B 点まで

- (i) 封入量が適性範囲に満たないと液冷媒は蒸発器全面を冷却することができないため、蒸発器の一部分しか使用できず庫内の冷えは悪くなる。
- (ii) しかし冷えている部分の蒸発器温度は逆に低下する傾向にあり、吸込圧力も低下する。
- (iii) この範囲では蒸発器内に液冷媒がなくなるまで蒸発器部分の冷媒のみ減少し、そのほかの部分では(2)、(a)項に準じあまり大きな変化はない。

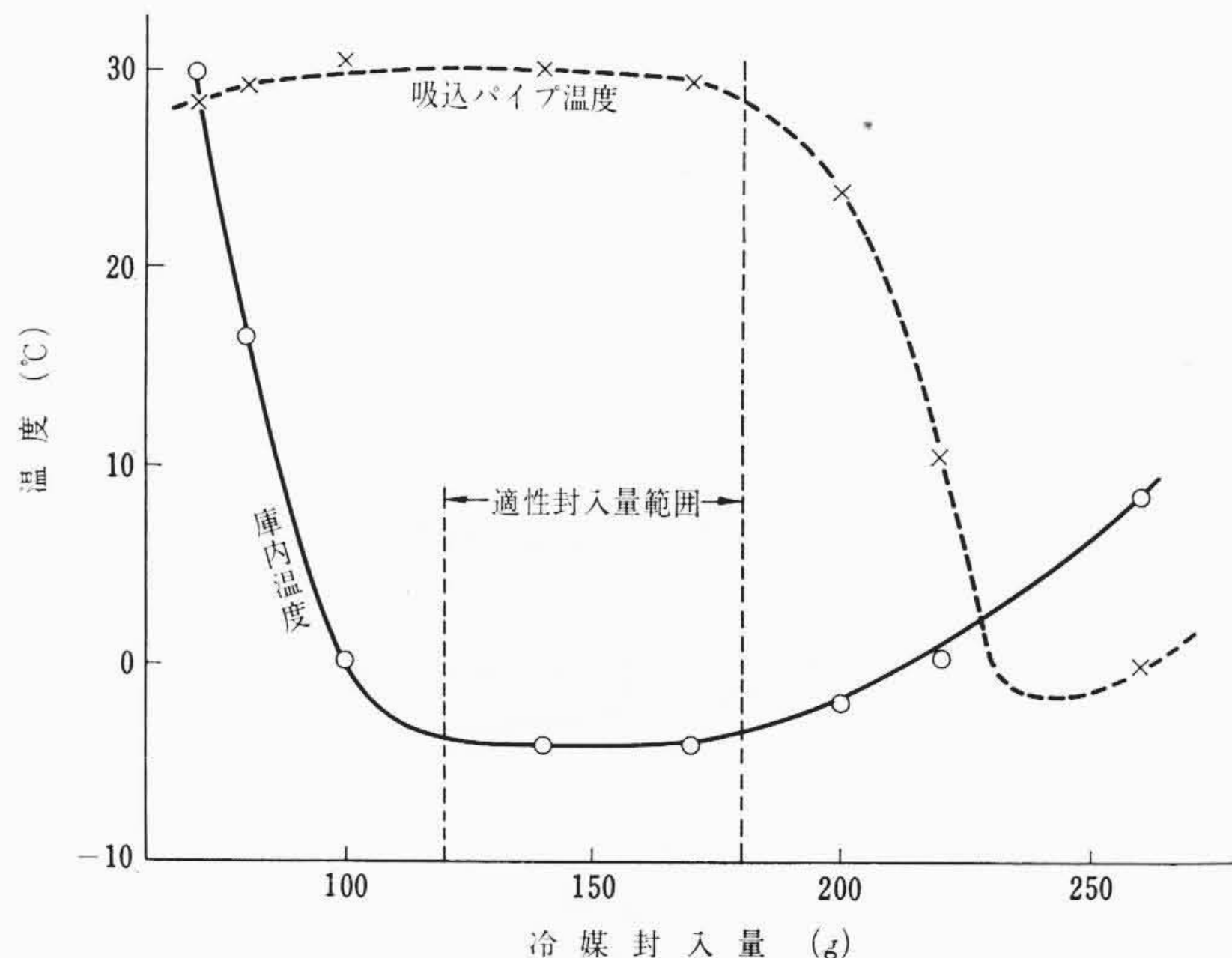
(b) B 点を越えて

- (i) さらに冷媒封入量を減少させると、蒸発器部分はガス状冷媒のみとなり、庫内はまったく冷えなくなる。
- (ii) したがって冷媒量の減少は吸込圧力、吐出圧力の減少になって表われる。
- (iii) この場合には圧縮機より出てきた冷媒は凝縮器で若干凝縮し、キャピラリを通して蒸発器へ移る過程ですべてガス状冷媒に戻る。したがって吐出圧力は外気温度平衡圧力より若干高い程度まで低下し、吸込圧力は残りの冷媒により決定されきわめて低下する。
- (iv) そのためチャンバ部分の冷媒量は急速に減少し、凝縮器部分の冷媒量も徐々に減少する。

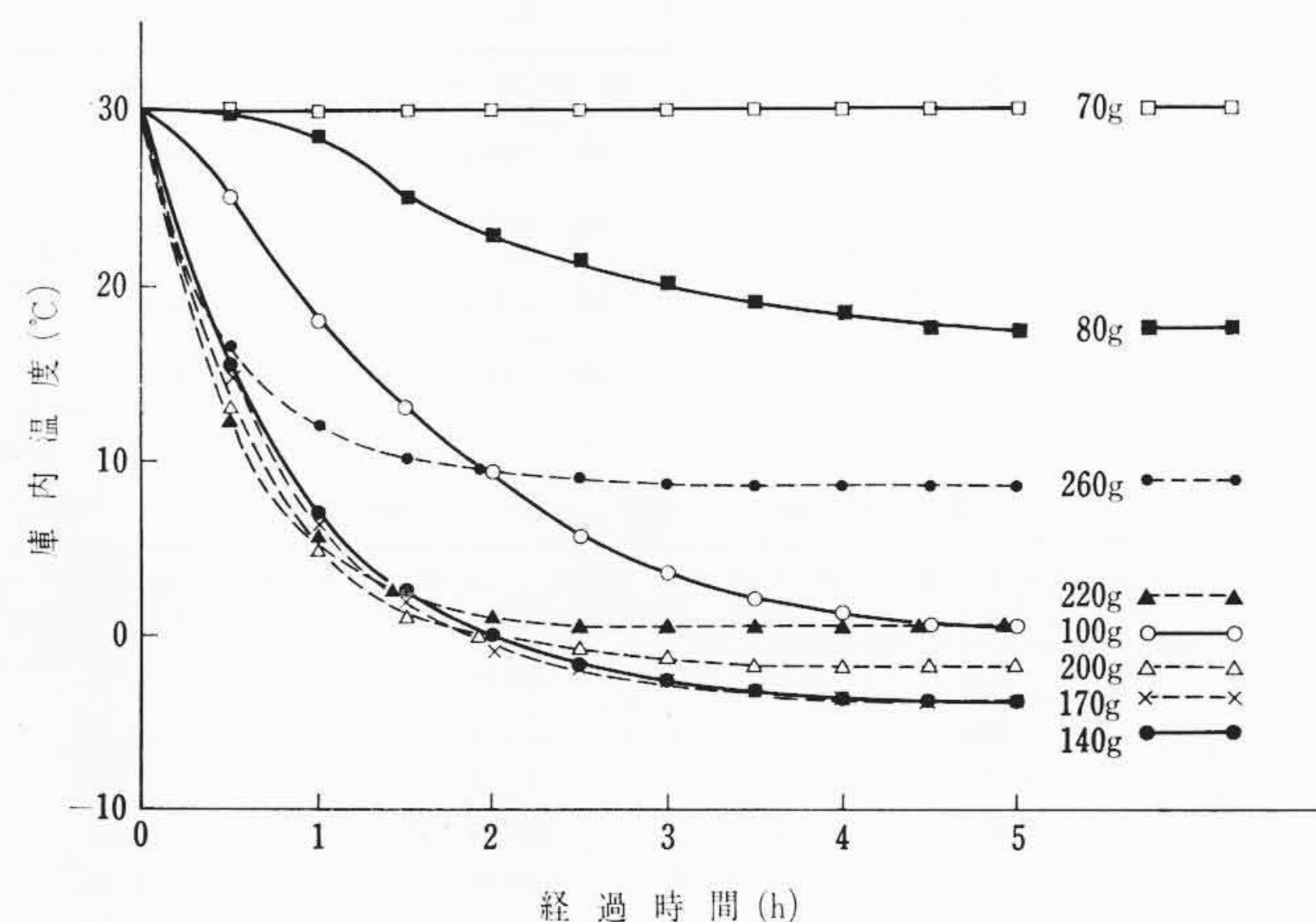
4. 冷媒封入量と各種冷却性能の関係

(1) 庫内到達温度および吸込パイプ温度

冷媒封入量を変えると庫内到達温度および吸込パイプ温度は変



第10図 冷媒封入量と庫内温度および吸込パイプ温度の関係



第11図 冷却速度

化する。その模様を第2表より図に示すと第10図のようになる。

第2章で示した封入量の計算式はこの2つの性能を基礎においており、多いほうの限界は吸込パイプの露付防止の意味から吸込パイプ温度が下がり始める所とし、少ないほうの限界は庫内到達温度が悪くなる所とした。この実験結果では多いほうは180g、少ないほうは120gである。

なお吸込パイプ温度がこうに変化する理由は第3.2章でも明らかにしたように、冷媒封入量が一定量以上になると液状冷媒が蒸発器よりあふれて吸込パイプに流れ込み、そこで蒸発して蒸発潜熱を奪うからである。

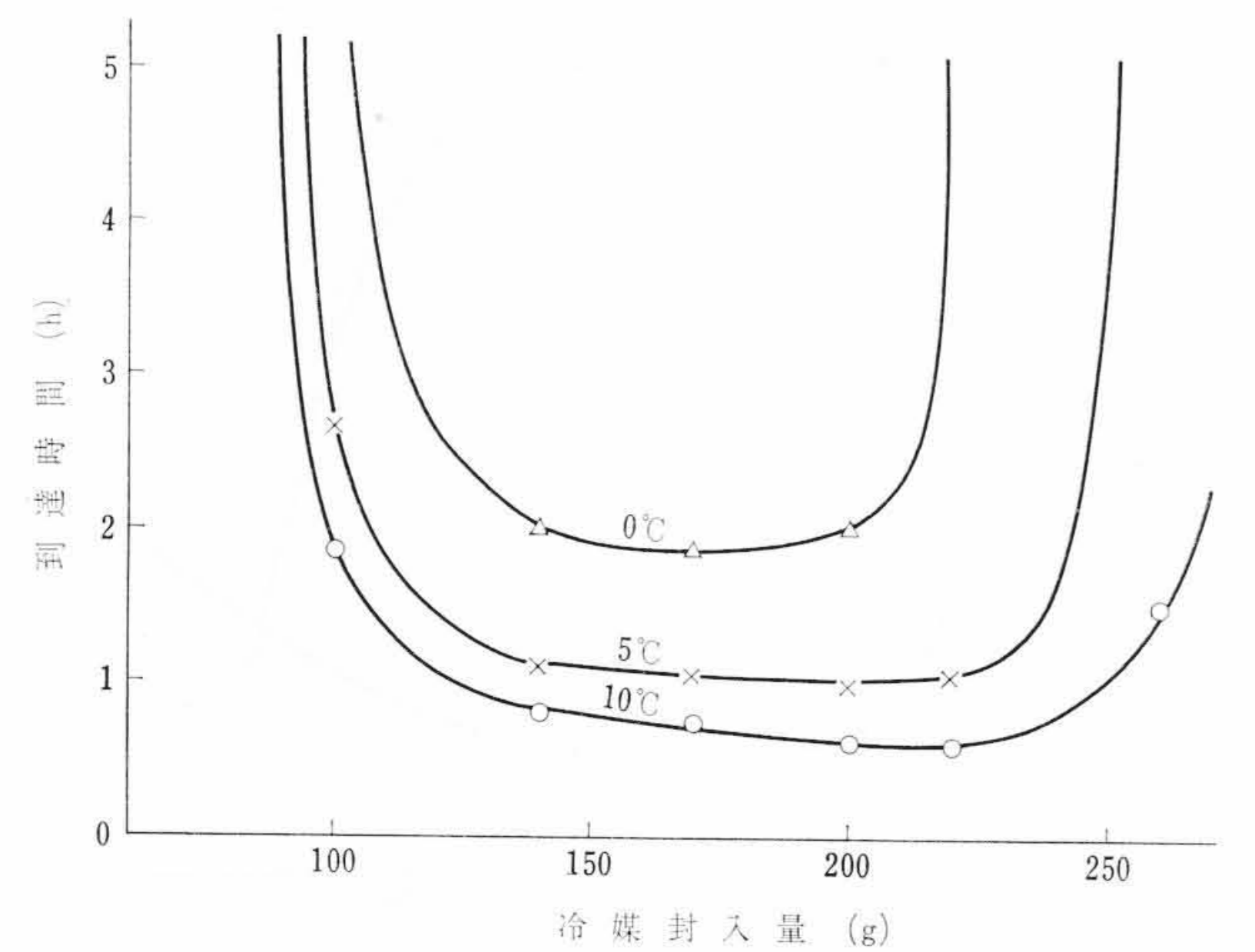
また庫内到達温度についても前述したように、冷媒量が少なすぎる場合には蒸発器全面が冷却されないため温度上昇し、多すぎる場合には吸込パイプを通して冷却力を庫外へ持ち出してしまうため温度上昇してしまう。

その中間では封入量は多少変化しても液状冷媒が蒸発器のアクムレータにたまるのみで庫内到達温度はほとんど変化しない。

(2) 冷却速度

冷蔵庫を外気温度30°C一定の部屋にドアを開けて一昼夜放置し、しかるのちドアをしめて冷蔵庫の運転を開始すれば、庫内の温度は30°Cから徐々に冷却される。この冷却される速さは速ければそのほうが良いわけであるが、冷媒封入量を変えると変化する。

実験結果は第11図のとおりであり、冷媒封入量を多くすると冷却速度は速くなる。ただし多くしすぎると庫内到達温度が高いた



第 12 図 冷媒封入量と冷却所要時間の関係

第 4 表 適 性 範 囲			
判 定 種 類		適 性 範 囲	最 良 値
庫内到達温度, 吸込パイプ温度		120~180 g	160 g
冷 却 速 度	0℃ まで	140~200 g	170 g
	5℃ まで	140~220 g	200 g
	10℃ まで	140~240 g	220 g

第 5 表 断 続 性 能					
温度調節器目盛	冷媒封入量 (g)	庫内温度 (℃)	入 力 (W)	運 転 率 (%)	消費電力 (kWh/day)
D E F	100	7.7~11.2	95.0	55.9	1.27
	140	10.0~12.3	115.0	27.5	0.76
	170	9.0~11.0	115.3	25.7	0.71
	200	9.8~11.5	119.0	21.3	0.61
	220	9.3~11.3	120.0	24.1	0.70
	260	10.0~11.2	123.0	31.3	0.93
4	100	3.3~5.5	94.5	74.0	1.68
	140	4.5~6.5	106.0	48.7	1.24
	170	5.0~6.3	106.0	43.0	1.10
	200	4.2~6.5	112.3	35.8	0.97
	220	4.5~6.0	114.5	47.6	1.31
7	140	1.2~2.6	104.5	81.0	2.16
	170	1.5~2.8	106.0	64.0	1.65
	200	1.0~2.5	106.3	60.3	1.39

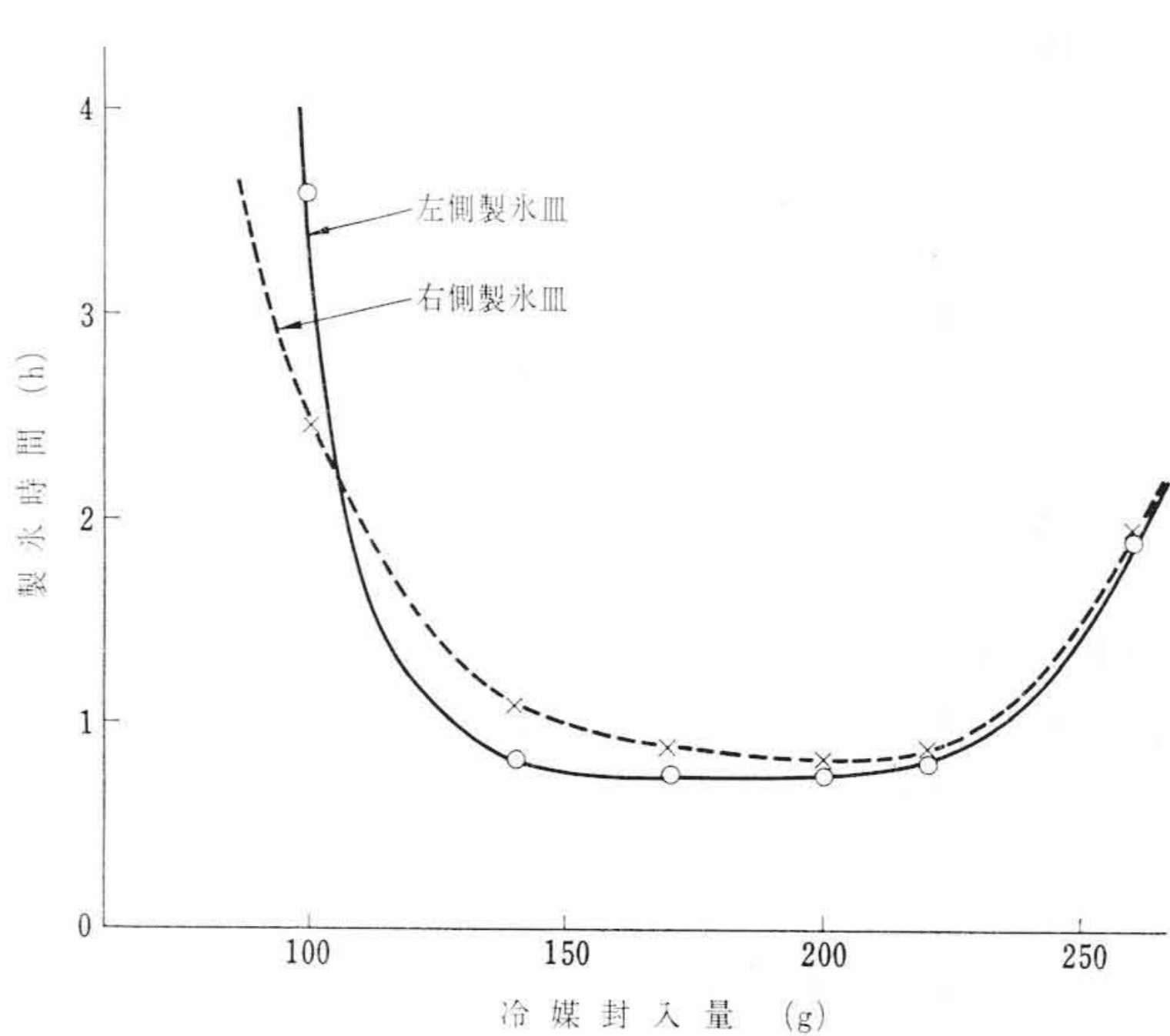
め低温部分で逆に遅くなる傾向がある。この傾向を明らかにするため庫内温度が 10℃ になるまでの時間および 5, 0℃ になるまでの時間についてまとめてみると第 11 図より第 12 図が得られる。

冷却速度から見た適性範囲は前に求めた庫内到達温度および吸込パイプ温度の適性範囲より若干多いほうにかたよっており、この関係を表に記すと第 4 表のようになる。すなわち 10℃ までの冷却速度だけを問題にするなら、封入量は 220 g にするのが最良といえる。

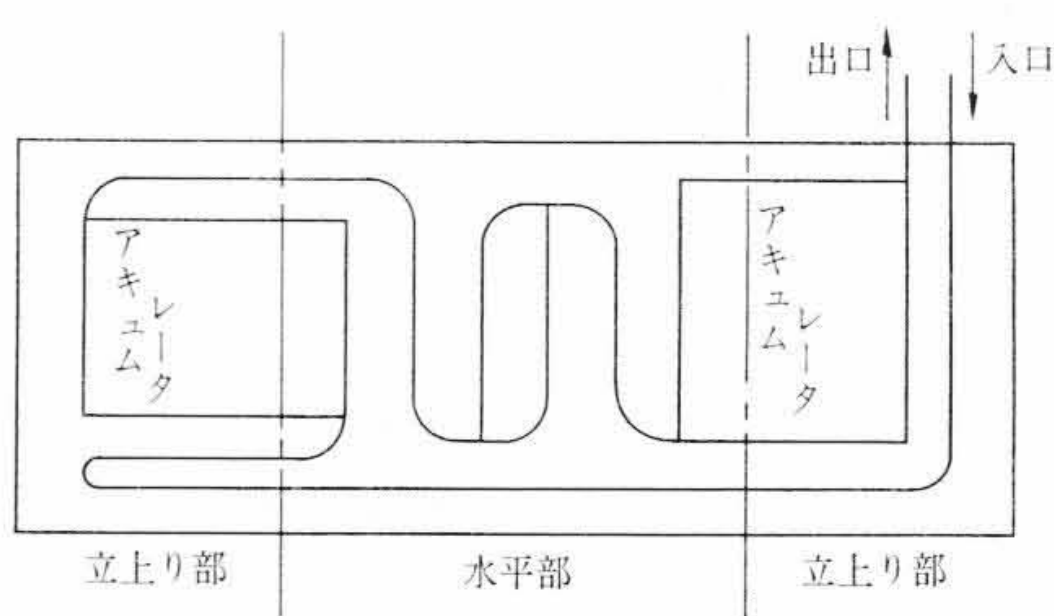
このようになる理由は次のように推測される。

(a) 冷媒量が少ない場合は蒸発器の一部しか利用されないため冷却速度も庫内到達温度も悪くなる。

(b) また運転を停止して長時間置くとチャンバ温度も外気温度まで低下しており、第 2 図より明らかなように冷凍機油に溶け込んでいる冷媒量が多くなる。また運転開始直後は蒸発器温度も高いため吸込圧力も比較的高い。したがって(1)~(6)式より明らかなようにチャンバ部分の冷媒存在量が多くなる結果、蒸発器部分の冷媒量が減少し運転開始直後は適性封入量では冷媒不足の現象を呈する。

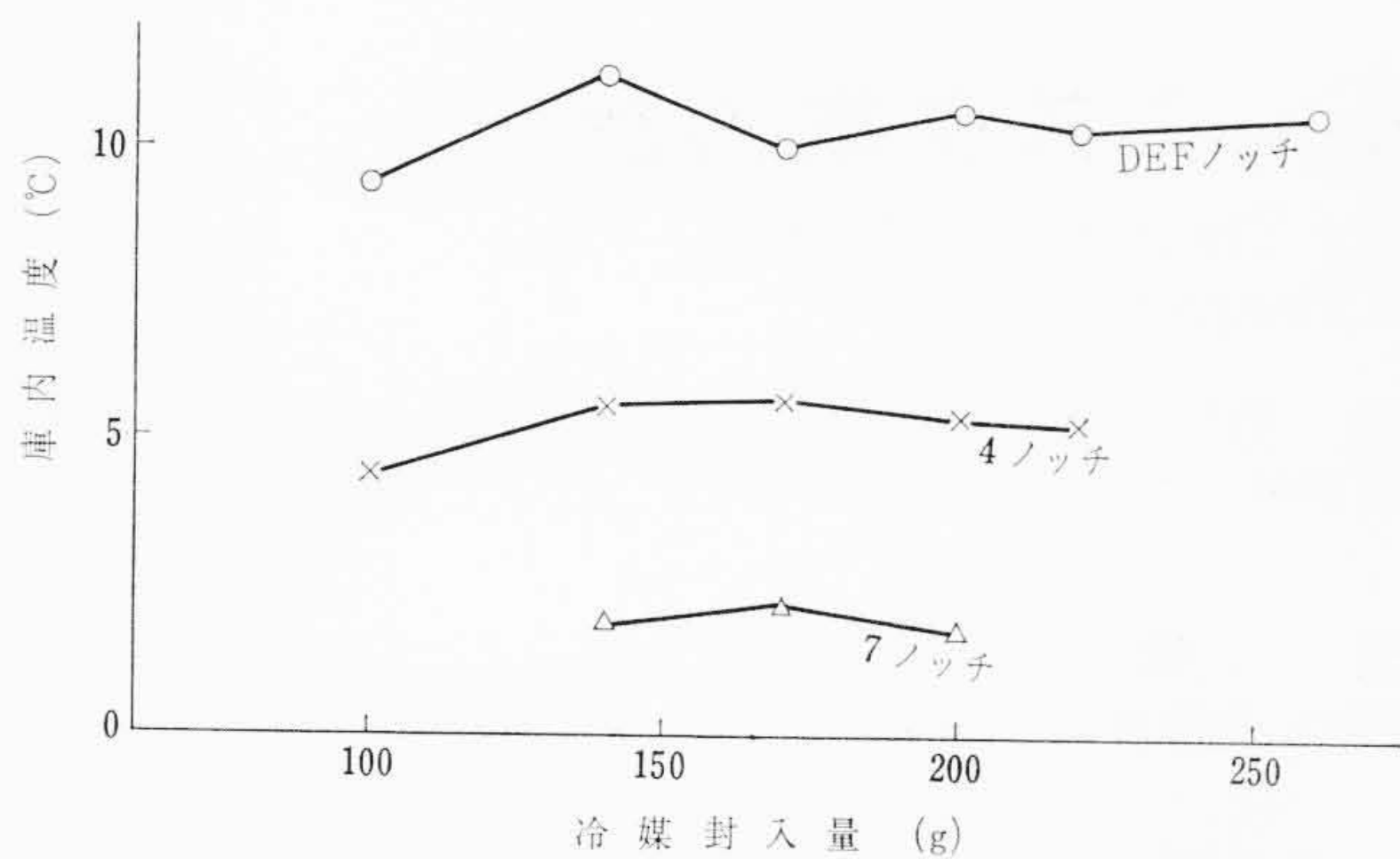


第 13 図 冷媒封入量と製氷時間の関係

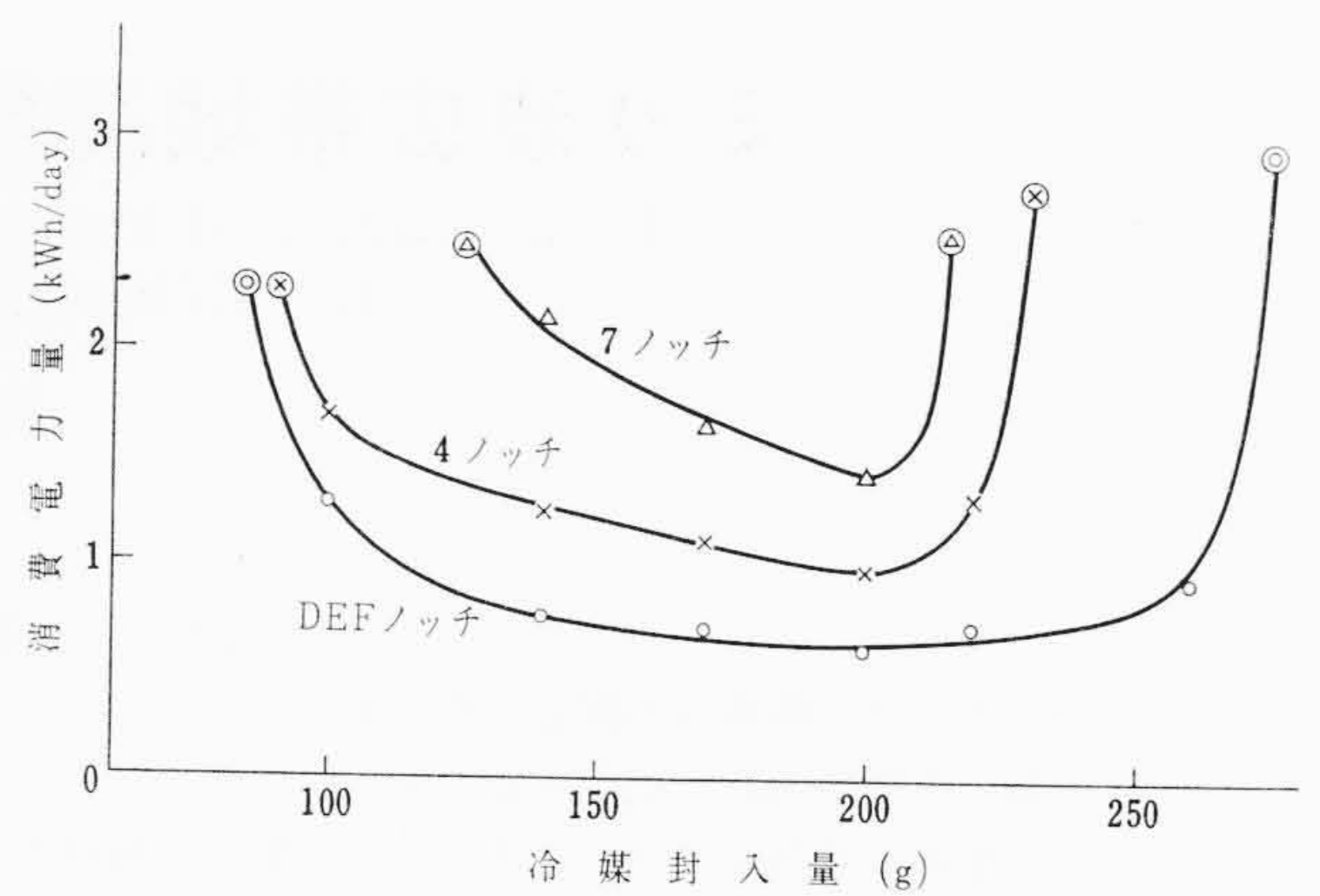


第 14 図 供試冷蔵庫の蒸発器冷媒通路

- (c) そのため多すぎるくらいに冷媒が封入されている場合は運転開始直後は逆にちょうど適当な状態となり速く冷却される。
- (d) 運転後ある程度時間が経過するとチャンバ温度も上昇し、吸込圧力も低下してくるので冷媒の分配が安定運転状態に近づくため、多すぎる場合は余剰の冷媒が吸込パイプへ流れ込み、冷却力が減少して一定値以上は冷えなくなる。
- (3) 製 氷 速 度
- 冷蔵庫は蒸発器に水を入れた皿を置くことにより氷を作ることができるが、この製氷の速度も速いほうが良いわけである。
- 蒸発器に 240 cc の水の入った製氷皿 2 個を置いて製氷試験を行なったが、その結果は第 13 図のとおりである。製氷時間がこのように変化する理由は蒸発器の冷媒通路と関係がある(第 14 図)。
- (a) 冷媒封入量が多く蒸発器全面に液状冷媒がある場合(200 g)には左右の製氷速度は変わらないが冷媒量が順次減少してくるとまず右側のアキュムレータ部の液状冷媒がなくなってくる。したがって第 13 図のように右側の皿のほうが若干遅くなる。
- (b) さらに冷媒量が少なくなると 110 g くらいになると左側のアキュムレータ部の液状冷媒もなくなって再び左右が同じ条件になり製氷速度は両方とも同じように遅くなる。
- (c) その限界を越えると液状冷媒は右側から入ってきてすぐガス状になってしまうので左側の皿のほうがよけいに遅くなる(左側の皿は右方からの熱伝導のみで冷却される)。
- (d) また冷媒が多すぎた場合(220 g 以上)には前記のようにリキッドバックによって吸込圧力が高い状態で安定状態



第15図 冷媒封入量と各ノッチにおける庫内温度の関係



第16図 冷媒封入量と消費電力量の関係

になるため、蒸発器温度が下がらずやはり製氷速度は遅くなる。

(e) 結局製氷に関しては140～220 gの封入量が良いといえる。

(4) 断続特性

冷蔵庫は温度調節器を利用して庫内温度が5℃一定になるように断続運転をさせて使用しているのが普通である。したがってこの状態で断続し、運転率および消費電力量などの小さいことが望ましい。

第5表は温度調節器の目盛がDEFノッチ、4ノッチ、7ノッチの場合の性能を記したものである。7ノッチのほうが冷媒封入量の実験範囲が小さいのは、この範囲外では連続運転になってしまうからである。

各場合の庫内温度の平均を図に示すと第15図のようになり、封入量の変化によってはそれほど大きな差は無くほぼ一定に調節されている。次に消費電力量について図に示すと第16図のようになる(各ノッチの端の点⊗⊕⊙は運転率の曲線より、運転率が100%になる状態を求めて算出したものである)。

第16図より次のことがいえる。

- 冷蔵庫が冷えるように調節されているほう(7ノッチ)が消費電力量は大きい。
- 冷媒封入量が多くなるにつれて消費電力量は減少する。
- 冷媒封入量がある範囲を越えると(多いほうおよび少ないほう)急激に消費電力量が増加し、ついに連続運転となる。
- DEFノッチ側のほうが冷媒封入量の広範囲にわたって消費電力量の変化が小さい。
- 消費電力量の面からは封入量は200 g付近が良い。
- このような現象になる理由は冷却速度と関係があり、
 - 冷却速度が速いほうが運転している時間が短くてすむ。したがって庫内温度が10℃に調節されるDEFノッチでは第12図の到達時間10℃に、4ノッチでは5℃に、7ノッチでは0℃にほぼ対照することができる。
 - しかし断続運転のほうがチャンバなどの温度も低く、したがって冷却速度の場合よりさらに封入量が多いほうに最適値が現われている。

- 封入量が多いほうが入力は大いなので最適値を越えて冷媒量を増加させると急激に性能劣化が生ずる。

(5) 総合

- 以上の結果を総合すると冷媒封入量は庫内到達温度、吸込パイプの露付などを無視すれば200 g付近が各性能に対して最も適した量といえることができる。
- しかし吸込パイプの露付は許せない問題であり、この条件も考慮すると初めの第10図の適性範囲120～180 gにおいては、上限値180 gを採用するのがよいといえる。
- さらに冷凍サイクルのバラツキ、冷媒封入時のバラツキなどを考慮すると、絶対に露付現象を起こさないためには本供試冷凍サイクルの場合はさらに約14 g余裕をとる必要があり、量産時の封入量としては160～165 gと決定するのが最良である。
- したがって最適冷媒封入量を求める式は次のようになる。

$$\omega_{\text{opt}} = \omega_p + \omega_c + \omega_{e2} - \Delta\omega \dots\dots\dots (9)$$

ただし、 ω_{opt} : 最適冷媒封入量 (g)

$\Delta\omega$: 冷凍サイクルのバラツキ、冷媒封入時のバラツキを考慮した冷媒量の最大バラツキ量 (g)
(各部分の寸法などのバラツキがわかれば(1)～(6)式より計算で求めることができる)

5. 結 言

冷蔵庫用冷凍サイクルについて冷媒封入量を多すぎる場合から少なすぎる場合まで種々変えて各種冷却性能を調査し、その検討を行なうことにより冷凍サイクル内での冷媒の挙動を明らかにすることができた。

またその結果をもとにして(9)式のような最適冷媒封入量を求める式を得た。

参 考 文 献

- (1) 佐藤, 阿部: 日立評論 46, 64(昭 39-7)
- (2), (3) 中山, 斎藤, 柴田, 清水, 小松: 潤滑 8, 33～34(昭 38-2)
- (4) 細田, 阿部: 日立評論 45, 86(昭 38-8)