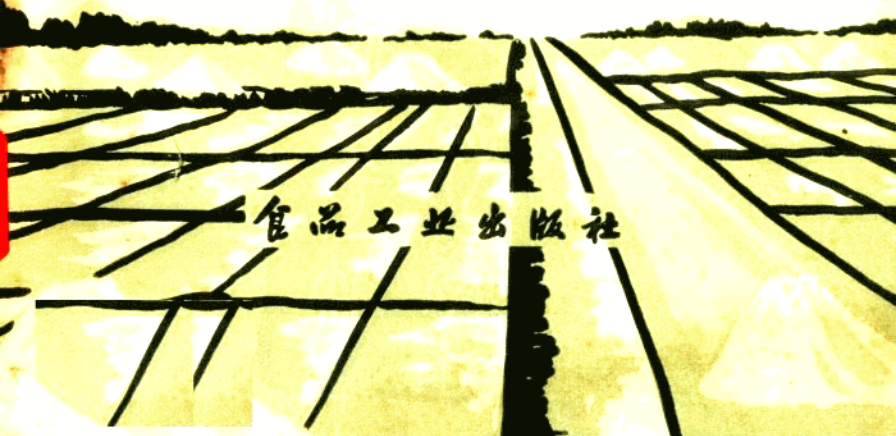


制 盐 译 丛

第 二 輯

食品工業出版社編輯室編



食品工業出版社

制 鹽 譯 叢

第 二 輯

食品工業出版社編輯室編

食品工業出版社

1958年·北 京

內 容 介 紹

本輯選譯了日本鹽學會志中關於真空、加壓、噴霧、攪拌架等各種制鹽制鹽工藝方法與其基本原理以及真空、加壓等各種制鹽設備的文獻15篇。可供制鹽工業的生產技術人員、工程設計人員、科學研究人員及有關院校師生參考。

制 鹽 譯 叢

第 二 輯

食品工業出版社編輯室編

食品工業出版社出版

(北京市廣安門內白廣路)

北京市書刊出版業營業許可證出字第 069 号

北京市印刷二廠印刷

新華書店發行

850×1168 公厘 1/32 · 7 $\frac{3}{4}$ 印張 · 166,000 字

1958 年 3 月北京第 1 版

1958 年 3 月北京第 1 次印刷

附錄: 1—450 定價: (10) 1.32 元

統一書號: 15065 · 食 97·(175)

目 录

关于蒸汽加压式制鹽	日本专卖局制鹽試驗場	4
蒸汽加压式蒸發法的理論研究	野口武	32
加压制鹽法的諸条件	内田俊一	50
介紹三种蒸發制鹽法	J. A. 李	55
关于噴霧式制鹽法的理論	川原琢麿	66
关于枝条架的試驗	水谷嘉隆、佐藤惟將、草田开作	84
在滴下濃縮过程中鹽分分佈的研究	小川恒彦、船田周、新田健三	89
制鹽蒸發罐中的防止泡沫	杉二郎、清水和雄、原田武夫	104
排鹽脚的基本試驗	杉二郎、清水幸夫	123
关于自动控制的研究	兼重寬九郎等	132
关于蒸汽噴射器的研究	堺嘉之、岡本速雄	164
真空蒸發罐的自动調节裝置	波止濱鹽厂	170
滴水对于金屬的腐蝕与防蝕	中野順	172
異种金屬組合在海滴水中的腐蝕	中野順、渡边政孝	189
利用鍋爐蒸發精制海水	鈴木寬等	203

关于蒸汽加压式制鹽

日本專賣局制鹽試驗場

I. 緒 言

蒸汽加压式制鹽方法是使自体所發生的蒸汽成为高压、高温而加以利用的方法。

然而在这种情况下，靠电动机所增加的热能是很少的，仅靠这些热源，只能得到相当于在蒸發上所需潛热的热量，为使液温上昇就必须用其他热能来补充。

由于从加热罐所排出的凝結水有相当高的温度，故本制鹽方法，对凝結水的热的利用就極為必要。而且为使液温充分上昇，不仅需要經常地补充热能，每逢作業开始和洗罐以后，更特別需要补充很大的热量。如果补充方法得当，就会取得优良成績。

蒸汽加压式裝置是于 1929 年在本試驗場安裝的，尔来，共进行了 15 次的各种試驗。本文只介紹其中 3 次有代表性的試驗結果做为研究資料。並將其他試驗的概要亦一併加以介紹以供参考。

II. 制鹽設備的概要

本裝置的主要部分为加热罐、蒸發罐、蒸汽压縮机和循环泵等，而每种相同構造的設備均設有兩套。其構造的概要如下。

加热罐 2 台；

材料 生鉄制。

直徑 1.83m (氣室為 2.13m)。

高度 約4.15m。

推進器 軸徑69.85 mm 黃銅，機葉徑 6.69 砲銅。

推進器轉數 140轉 (每分鐘)。

刮削器 軸徑 25.4mm 磷青銅，機葉厚 1.15mm 磷青銅。

刮削器轉數 5轉 (每分鐘)。

循環管 徑 0.76m 砲銅制。

加熱管 外徑101.6mm，厚3.4mm，無縫銅管，有效長度 1.22m，
根數為 77 根。

滴水室容量 約 3.74 m³。

加熱面積 27.87 m²。

蒸發罐 2 台：

材料 生鐵制。

直徑 1.83 m。

高度 6.20m (集鹽器 (又稱鹽箱) 除外)。

總高度 10.97m (從地基面上算起)。

全部容積 12.63 m³。

滴水容量 3.97 m³ (從水表玻璃管上部起 250 mm)。

250 mm 鑄鐵管 全部容積 0.736 m³。

集鹽器 內徑 0.91 m，高度 1.62 m，容積約 0.63 kl。

蒸汽壓縮機 2 台：

種類 臥式往復式皮帶傳動蒸汽壓縮機。

汽筒 直徑 0.61 m。

沖程 0.30 m。

皮帶輪 直徑 1.83 m。

飛輪 直徑 1.52 m。

轉數 約 140 轉 (每分鐘)。

排氣量 24.78 m³ (每分鐘)。

壓力 1.41 kg (每平方厘米)。

所需最大馬力 75 HP。

電動機 75 HP 高壓三相交流誘導型。

電動機轉數 890 轉 (每分鐘)。

电压 2,300 V。

周波数 60周波。

循环泵：

种类 双吸皮带传动离心泵。

材料 外套生铁制，机叶及其他为砲铜制。

吸入管及送水管 径 254 mm。

轉数 700轉（每分鐘）。

揚水量 約 400.49 kl（每小时）。

揚程 4.57 m。

在机叶兩旁的軸外周設有水箱，以便冷却。

电动机 15 HP 三相交流誘導密閉型。

电动机轉数 1,150 轉（每分鐘）。

电压 200 V。

周波数 60 周波。

III. 試驗方法

加壓式制鹽試驗曾做过 15 次之多，以下仅就其中的 3 次試驗予以介紹。

A 試驗 在 2 台設備之中，以 1 台为蒸發部、1 台为結晶部来運轉，蒸發部所排出的飽和滴水，不經過濾即移注結晶部中。

B 試驗 設備運轉方法与 A 試驗相同，但蒸發部的飽和滴水須過濾后，才灌進結晶部中。

C 試驗 只運轉 1 台，利用苦滴灌入的方法。

A. 試驗

1. 原滴不予精制即行過濾，然后通过溫水槽和預热器灌到蒸發部的加熱罐里。

2. 試驗开始时在蒸發部裝滿飽和滴水（24.9°Bé），在結晶部先灌進苦滴（30°Bé）5.5 kl，再陸續灌進上述飽和滴水進行制鹽。

在連續操作过程中，大約每隔 12 小时即將蒸發部与 結晶部交替使用，同时罐內的波美度在蒸發部应保持在飽和点左右，在結晶部应保持在 30 度左右。

3. 結晶部与蒸發部交替使用时，应先把結晶部里的母液

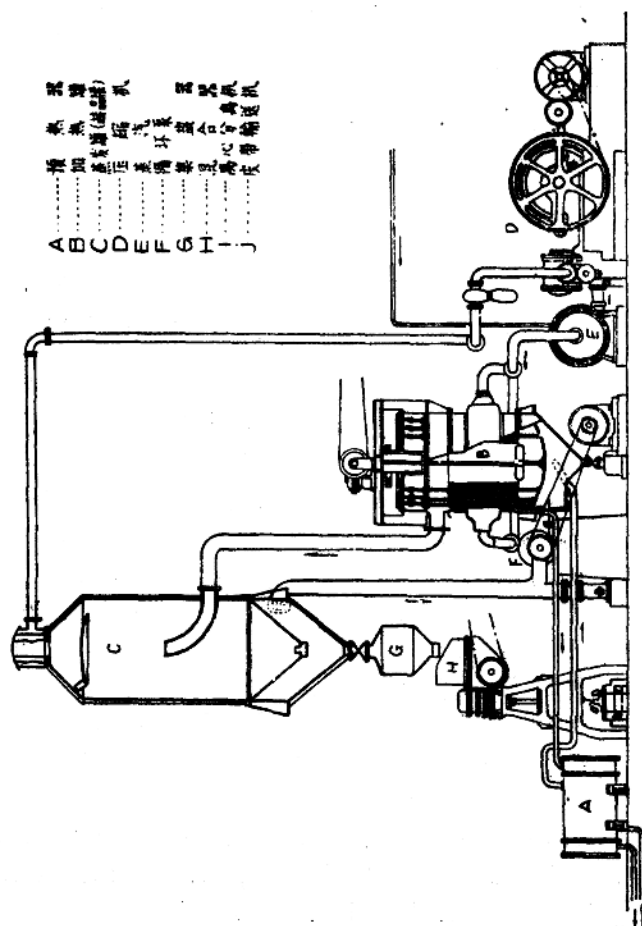


圖 1 加壓式制鹽裝置略圖

全部通过鍋垢桶排到母液池里，再灌进滴水做为蒸發部繼續运转，同时將上述排出的母液移注苦滴蒸發鍋里。

上述出料母液及离心分离机排出的母液中比較稀薄的，应利用室外母液过滤器进行过滤澄清，而后再灌到结晶部，其灌滴时期大致应在蒸發部与结晶部交替使用的最初。

4. 由蒸發部过来的饱和滴水通过連絡管直接灌入结晶部。

5. 补充蒸汽是由大小不同的 2 台鍋爐补充的蒸汽，压力（大小鍋爐均为 3.9 kg/cm^2 ）要減低到 $1 \sim 1.5 \text{ kg/cm}^2$ 使用。

B. 試驗

1. 在 A 試驗里，蒸發部內的濃縮饱和滴水是直接灌入结晶部的，由于从鹵水中所析出的鈣鹽类未能充分除淨，故增設除去鍋垢的裝置。

这一裝置是在室內設置鉄板制的鍋垢过滤器、饱和滴水槽与鍋垢排出池，將蒸發部的濃縮饱和滴水用該器排出，然后把所析出的鍋垢分离出去。

a. 鍋垢过滤器 鍋垢过滤器是下部帶有圓錐形沉淀槽和排出管的橢圓形軟鋼板制容器，安裝在鋼筋混凝土台上。器內上部划分为兩個部分。一部分做为滴水儲存槽，为了尽量防止滴水波动而設有多数小孔的木制防止板。另一部分做为过滤槽，在槽的下部安有格子型的生鉄板，在其上面鋪設草蓆，並用防止噴出的鉄板压紧再填上砂子，然后再用草蓆和帶格鉄板压住，在过滤槽的上面还要敷設帶有多数小孔的滴水管，这是利用泵从过滤槽上面的四周适当地噴射稀薄滴水以进行洗滌的設備；在过滤器外面施以保温裝置。

蒸發部的濃縮饱和滴水預先排到該容器的儲存槽里，使从下部到过滤槽之間所析出的鍋垢能大部分沉降，再利用过滤槽除去鍋垢，然后由上部的排出管灌进饱和滴水槽里。

材料 厚 6 mm, 軟鋼板制。
長度及寬度 2,200 mm × 1,220 mm。
總高度 3,685 mm。
總容積 4.5 m³。

b. 鍋垢排出管 鍋垢排出池為混凝土造的長方形池子，設置在上述過濾器的下面，用排出閥將過濾器內沉降的鍋垢適當地排到池內，等到鍋垢沉降，用泵把上部澄清的滴水抽出，然後再採取鍋垢。

材料 混凝土造。
長度及寬度 1,500 mm × 1,300 mm。
深度 800 mm。
總容量 1.56 kl。

c. 飽和滴水槽 飽和滴水槽為軟鋼板製造的長方形槽，由鍋垢過濾器所排出的飽和滴水暫時在此槽中儲藏，然後適當地用泵灌入結晶部里。

材料 厚度 6 mm, 軟鋼板制。
長度及寬度 3,660 mm × 1,830 mm。
深度 510 mm。
總容量 3.416 kl。

2. 本裝置分為蒸發部和結晶部，從溫水槽出來的滴水只灌入到蒸發部，等到大致濃縮到飽和點以後，便從蒸發罐下面所設置的 3 吋排出管排到鍋垢過濾器里，使鍋垢沉降。然後再經過過濾灌進飽和滴水槽里貯存，再適當地注入結晶部里。

3. 在蒸發部里的滴水濃縮程度，雖大體上以飽和點為標準，但須在能與結晶部相配合的濃度時排出。

4. 加熱罐的補充蒸汽主要使用蒸汽機（一般動力用的）廢氣，由於灌滴及其他原因使鍋爐內壓力降低或成為真空而不易恢復原狀的場合，才補充生蒸汽。

5. 在鍋垢過濾器內沉降的鍋垢，每當飽和滴水排到此器中之前，應即排到下面的鍋垢池里。

6. 饱和滴水过滤器内的滴水每一晝夜往下面的鍋垢池里排出一次，並利用洗滌用配管以稀薄滴水进行过滤槽的洗滌。

7. 在鍋垢池里沉降的鍋垢，將其澄清液用泵打到結晶部以后，应取样称量。但在鍋垢里混有結晶鹽时，須灌入适当数量的稀薄滴水或淡水，並加以攪拌使之充分溶解以后再行採取。

8. 結晶部的採鹽方法是每隔 1 小时乃至 1 小时半把在 10 吋循环管上所按設的制水閥（水門）閉塞使鹽沉降，排出到攪拌机后停止攪拌，並將澄清液完全放出，再灌入澄清母液（波美 27 度左右），經過攪拌洗滌，用离心分离机进行脫水。但在第一次和最終一次的採鹽时須灌入另外所准备的饱和滴水充分洗滌。

9. 在兩部輪換使用时，当原来結晶部里的母液排出以后，把滴水灌入溫水槽內时，罐內压力降低成为真空的場合，应暫時停止蒸汽压缩机的運轉，而在补充生蒸汽以后予以加溫，等到压力恢复原有状态时才开始運轉。

C. 試驗

1. 本試驗只使用 1 台裝置，使苦滴灌入法和加热管內的液速增大，以求制鹽方式的簡化，同时亦可对鍋垢的附着状态进行考察，以便改进設備。其大要如下：

（1）加热罐为促进滴水循环起見，將外徑 100 mm 的加热管 77 根之中閉塞 38 根，並对其余的 39 根分別插进外徑 63 mm 的棒，

（2）为了防止鹽附着在蒸發罐罐身上，而且为了便于洗罐起見，安設撒水管。

（3）將加热罐內所裝設的除鍋垢所用的刮削器全部撤掉。

2. 滴水除經溫水槽及預热器加溫后灌到加热罐外，也可

直接灌到蒸發罐里。

3. 加熱罐和蒸發罐每晝夜須用滴水洗滌1次，以除去在加熱面上所附着的鍋垢及鹽。

4. 加熱罐的補充蒸汽主要使用氣機廢氣，但當由於灌入滴水及其他原因而使蒸汽壓力降低時，應補充生蒸汽，同時調節蒸汽壓縮機的轉數。

5. 罐內滴水的濃度通常保持在波美30度（罐內溫度）左右繼續進行制鹽，所灌入的滴水和母液儘可能少量地陸續灌入。

6. 離心分離母液和攪拌機洗滌後的母液，經過濾後儲存在母液預熱槽里，用加熱罐冷凝水予以加熱，然後再灌到加熱罐及攪拌機內。

7. 罐內母液濃縮到波美32度（罐內溫度）左右，將蒸發罐內的全部母液排到苦滴蒸發鍋內，提取粗鹽以後用做苦滴。

IV. 試驗成績

試驗成績如下：

區 別		A 試 驗	B 試 驗	C 試 驗
試 驗 時 間		1930年9月30日 ~同年10月10日	1932年12月8日 ~同年12月24日	1938年7月21日 ~同年7月31日
1 晝夜 所用滴水 水量	容量(kl)	58.77	44.75 { 原滴 43.359 飽和滴水 1.394	15.85
	比重(Bé)	16.8	原滴 飽和滴水 17.4 28.0	16.4
	溫度(°C)	20.4	11.8 12.7	28.6
1 晝夜耗煤量(kg)		2,870.1	2,629.5	1,250.7
煤的發熱量(kcal)		4,908.0	5,038.8	4,922.0
1 晝夜耗電量(KWH)		2,262.9	2,303.7	1,232.3
{	抽水機滴水及母液泵用	—	36.9	—
	離心分離機及循環泵用	—	389.6	—
	蒸汽壓縮機用	—	1,877.2	—

(續)

区 別	A 試 驗	B 試 驗	C 試 驗
試 驗 时 間	1930 年 9 月 30 日 ~同年10月10日	1932 年 12 月 8 日 ~同年12月24日	1938 年 7 月 21 日 ~同年7月31日
1 晝夜产鹽量(kl)	9,277.74	7,203.6	2,171.51
1 晝夜 { 容量(kl)	5.55	3.87	0.53
排出的 { 比重(Bé)	31.4	31.5	31.6
苦 滴 { 温度(°C)	92.3	81.1	96.9
1 晝夜 { 容量(kl)	5.4	3.51	0.42
的苦滴 { 比重(Bé)	31.9	32.9	34.6
产 量 { 温度(°C)	85.3	60.1	54.0
每 1 kl 滴水	产鹽量(kg)	157.9	137.0
	每波美1度(kg)	9.36	8.35
	耗煤量(kg)	48.83	78.91
	耗 电 量 (KWH)	38.5	77.75
	排出苦滴量(kl)	0.094	0.033
	苦滴产量(kl)	0.092	0.026
	排除鍋垢量(kg)	—	(含有水分) 12.68
	滴水用量(kl)	6.33	7.3
	耗煤量(kg)	309.4	576.0
	耗 电 量 (KWH)	243.9	567.5

分 析 成 績 表

所用的原滴

种 类	分 析 时		每 100 g 里含有的成分量(g)						
	比重 (Bé)	温度 (°C)	硫酸 鈣	硫酸 鎂	氯化 鎂	氯化 鉀	氯化 鈉	合計	
A 試驗	17.8	17.8	0.26	1.37	1.85	0.31	14.08	17.87	
B 試驗	18.0	10.5	0.29	1.30	1.91	0.39	13.95	17.84	
C 試驗	16.8	29.0	0.28	1.37	1.77	0.38	13.49	17.29	

排出母液及所产的苦油

种 类	採 取 时		每 100 g 里含有的成分量(g)					
	比重 (B ₄)	温度 (°C)	硫酸 鈣	硫酸 鎂	氯化 鎂	氯化 鉀	氯化 鈉	合 計
A 試驗	31.5	86.4	—	7.80	14.08	2.32	9.39	33.59
B 試驗	—	—	—	—	—	—	—	—
(生产的苦油)								
C 試驗	34.6	54.0	—	8.16	21.38	3.06	2.47	35.07

所 产 的 鹽

种 类	含 有 成 分 比 例(%)							
	水分	不溶 解分	硫酸 鈣	硫酸 鎂	氯化 鎂	氯化 鉀	氯化 鈉	合 計
A 試驗	2.64	0.01	1.00	1.34	0.26	0.22	94.21	99.68
B 試驗	2.6			夾杂物	2.44		94.96	99.96
B 試驗	2.75	微量	0.30	2.18	0.03	0.28	94.02	
C 試驗	2.2	微量	0.28	1.28	0.02	0.23	95.90	99.91

表示1933
年的試
驗成績

各部的轉數(每分鐘)

区 別	汽 机	蒸汽压 縮机	同 (75 HP) 电 动机	循环泵 (10吋)	同附属 电动机	加热槽 推进机	攪拌机
A 試驗	—	—	—	—	—	—	—
B 試驗	58.6	140.3	888.9	647.0	1,187.4	129.6	49
C 試驗	60.6	135.8	857.8	648.0	1,163.2	127.1	76

各部 的 状 态

区 别	蒸 汽 池		加 热 罐		循 环 泵 (口径 10吋)				蒸 發 罐		压缩机 电动机 电流 (amp)		
	压 力 (kg/cm ²)	温 度 (°C)	滴水室 温度 (°C)	气 室 温度 (°C)	气 室 压力 (kg/cm ²)	滴水进 口温度 (°C)	滴水出 口温度 (°C)	滴水 比重 (Bé)	压 力 (kg/cm ²)	电 流 (amp)		压 力 (kg/cm ²)	温 度 (°C)
A 試驗	1.42	151.2	119.0	127.0	1.2	113.5	119.0	27.0	0.67	35.1	0.42	106.8	12.6
B 試驗	1.26	156.05	114.1	123.95	0.88	110.25	112.0	—	0.36	30.3	0.225	106.7	11.8
C 試驗	1.07	155.8	110.0	119.5	0.91	106.0	108.4	27.6	0.21	30.8	0.07	100.9	10.5

区 别	銅 罐		温 水 槽		苦 滴 罐		冷 凝 水 槽		預 熱 器		电 压		工 厂 內		烟道煤 气温度 (°C)
	压 力 (kg/cm ²)	比 重 (Bé)	温度 (°C)	比 重 (Bé)	温度 (°C)	温 水 槽 出 口 (°C)	凝 結 水 槽 (°C)	灌 入 时 压 力 (kg/cm ²)	滴 水 温度 (°C)	冷 凝 水 温度 (°C)	高 压 (V)	低 压 (V)	温 度 (°C)		
A 試驗	3.88	15.5	69.6	30.1	90.8	6.22	59.7	—	1.2	88.9	95.4	3,152.0	198.0	28.7	—
B 試驗	4.90	16.0	61.7	32.6	69.8	53.0	—	—	0.99	90.0	101.1	3,282.7	202.1	12.8	222.1
C 試驗	5.40	15.5	61.8	34.4	58.4	28.5	67.2	57.1	—	—	—	3,260.4	206.9	28.7	136.0

V. 試驗結果的考察

1. 所产鹽的質量

在A試驗里，由于罐內析出鹽类的分离提除不徹底，所以如分析成績表中所示，硫酸鈣含有量为1.0%，而在B試驗里便減少到0.3%。在C試驗里为0.28%，这被認為是由搅拌机把鹽进行了充分洗滌的結果。

2. 煤电的消耗比例

根据A、B、C三种試驗結果，每吨鹽的滴水、煤、电消耗量，以A試驗为100来加以比較，則如下表所示：

区 别	A 試驗	B 試驗	C 試驗
耗滴水量的比例	100	118.1	115.3
耗煤量的比例	100	117.9	186.1
耗电量的比例	100	131.0	233.6

如上表所示，耗煤量以A为100时，B增加17.9%、C增加86.1%。其原因是B由于除去鍋垢使滴水温度下降；C則由于：

(1) 进行了洗罐操作，(2) 鍋垢附着較多，(3) 因灌入苦滴使蒸發減退以致需要多量的补充蒸汽。在耗电量方面，B較A增加31.0%和C較A增加133.6%的原因，認為是B由于灌进低温滴水使蒸汽压力降低；C則除同样具有这一原因外，並因其罐內蒸汽压力比較A、B經常处在低压的状态所致。

3. 鍋垢

A試驗 对加热銅管及其他罐内外进行考察的結果，得知完全沒有鍋垢附着現象；各刮刮器除稍有磨損外，亦未呈現任何不正常状态。因此，認定利用普通鹽灘滴水进行相当長時間的連續制鹽是不会發生問題的。（試驗期間和准备期間共21天。）

B 試驗 在蒸發罐和加熱罐的內壁以及刮削器上有少量鍋垢附着，但在加熱銅管上則看不到有附着現象，故與 A 試驗同樣可以進行連續制鹽。（試驗時間和準備時間共 20 天。）

C 試驗 在加熱管上有相當數量的鍋垢。茲將其附着狀態的考察結果列下（試驗時間和準備時間共 20 天）：

a. 各部分附着鍋垢的厚度

地 點	鍋垢厚度
加熱罐花板（上面）	0.5 mm
同 （下面）	0.5 mm
降液管內壁（中間）	0.3 mm
加熱管	0.3 mm
同 （一端堵塞的）	0.3 mm
溢	0.2 mm
罐身	0.6 mm

b. 各部分附着鍋垢量

地 點	重 量
加熱管 3 根的量	163.0 g
同 3 根的量（一端堵塞的）	218.0 g
降液管	795.0 g

依上述結果來看，A、B、C 均附着鍋垢，但認定 A、B 可以連續制鹽。在 C 試驗中因附着相當數量的鍋垢，認定連續制鹽是有障礙的，但這是由於操作不當所致。

〔參考〕嗣後用和本試驗相同的方法進行了 2 次試驗，鍋垢附着量極少（20 天的期間在 3 根管子上的附着鍋垢量約 40 克），顯示了連續制鹽是不會發生障礙的。

4. 對 B 試驗的热量計算

為了明了加壓式制鹽法的热量分佈狀態，按照 B 試驗的結果，進行了如下所述的热量計算。但在下述热量計算中，假定食鹽比熱為 0.24 kcal、滴水及苦滴比熱為 0.82 kcal、大氣中的蒸發熱為 530 kcal。