

電氣的蒸溜水製造法に就きて

(エレクトロ、オスモーズ (Electro-Osmose) 法に依る水中の鹽類の一部或は全部を除去する法)

(1) 緒 言

凡て天然水中には多少の鹽類含有せらるるものにして、其夾雜物の多少及種類に依り其の化學的及物理的性質に影響を持つものである。最も多く水中に含蓄せらるる鹽類としては、炭酸石灰 (CaCO_3) 炭酸マグネシウム (MgCO_3) 其の他、炭酸曹達 (Na_2CO_3) 硫酸石灰 (CaSO_4) 硫酸苦土 (MgSO_4) 硫酸曹達 (Na_2SO_4) 鹽化曹達 (NaCl) 又は鹽化苦土 (MgCl_2) 等であつて、更に鐵或は滿俺の鹽類時としては硝酸鹽類等を含む事もある。

一般に工業上の目的の爲めに天然水を使用する場合、鹽類の存在は常に障礙を來す事多く、特に夾雜鹽類が化學的反應を起すが如き場合は惡影響を起すものなる事を普通とする。

例へば、汽罐の給水の場合に於て其の水質の良否は、熱の傳導及び其の焔管の壽命等其の汽管の能率に對し、多大の影響を持つものなる事は何人も閑却せぬ事である。或は麥酒其の他酒類の醸造場の如き、其の水質の如何に依りて其の酒類の品質に關係を有する事は明にして、又清涼飲料水の製造に於て其の硬水なるが爲めに、濁濁或は不味の原因となる事がある。石鹼製造に於て鹽分の爲めに不溶解性の脂肪酸鹽を形成し、原料の損失を來すが如き、其の他、洗濯所、染色所、製膠所、鞣革所等何れも硬水を欲せざるが故に、其の工場設置に際して用水の問題及良否の決定に注意を拂ひ、時としては多大の犠牲を拂ふ事を餘義なくせらるる場合もあるのである。

然るが故に從來迄種々の化學的方法を以て硬性の水を軟化する爲めに、種々の清罐劑或は化學的軟化劑等坊間に現れたるものも尠くない。然れども此等は唯夾雜物中の或る成分の化學的置換に止まりて、絶對的なる鹽類の除去法ではない。故に其の姑息の手段たる事には些の疑を容れざる所にして、加之、一種の製劑を以て所有種類の水に適應せん事を計るが如きは誠に不可能の問題である。

然らば水の理想的精製法は如何と云ふに唯一の方法は鹽類及其の他の懸垂含有夾雜物を悉く除去するより外になしと云ふ事、即ち從來迄行はれたる蒸溜法に俟つより外に方法はなかつたのである。此の方法は實際に於て科學的研究、製劑工業其の他或る種の大工業の工程の一部に實行せられつつあるものなるが、一般に非常に費用の嵩む方法にして此れを普汎的に採用せしむる事は經濟上全く不可能の問題である事である。

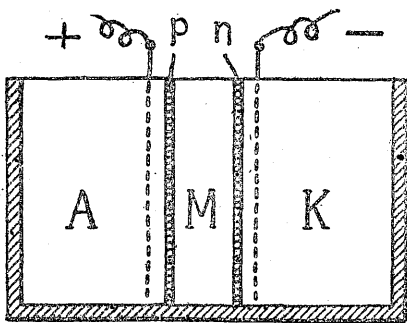
依つて前述の通り姑息の手段として水中の重炭酸鹽を沈澱せしむる爲めに石灰水を用ひて可溶

性の重碳酸鹽を不溶性の單碳酸鹽として沈澱せしむるとか、炭酸曹達或は水酸化曹達を用ひて、罐石生成物の主體たる石灰分を不溶性沈澱物に變化する等天然水中の含鹽分を除去する事なく、單に妨礙となる原因物即特殊の鹽類を他の種の鹽類を以て置換し其の性質を緩和するのである。

然るに今茲に説かんとする方法は全く此等と撰を異にし、天然水中の鹽類の一部或は全部を任意に除却し得る新機なる方法に屬するものであつて、以下順次説明を加へ様と思ふ。

(2) エレクトロ、オスモーズ (Electro-Osmose) 法に依る 鹽類除却の方法の原理

天然水中に陰陽二極を挿入し此れに電流を通ずる時は各鹽類のイオンは夫れ夫れ陰陽の兩極に斥出し來るものである。例へば水中に石膏分の存在する時は、陰極にはカルシウム (Ca) 陽極には硫酸根 (SO_4) 來り複分解を起して各々水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 及硫酸 (H_2SO_4) の形となりて現はれ來り依然として水中に溶解し殘存する故に、此の如き方法にては水中の鹽類を除却する事は出來ない。此の分解生成物を何等かの方法に依りて取り除く必要あり。此の目的に隔膜を用ふ。此の隔膜には水の自由なる出入を免さざるも電流に依りて運搬せらるるイオン其の他の物質の透過を免すが如き性質のものを選むのである。



第一圖

圖示の如く一つの器を二枚の隔膜を以て三室に分ち、中間室 (M) 中に精製すべき水を入れ、兩側室 (A及びK) に陰陽の兩極を懸垂する。電流に依りて運ばれたる (M) 室中の鹽類のイオン及び其の他は、半透膜を通りて (A) 及 (K) 室に來り兩極室内の水の環流に依り複分解生成物は順次室外に搬出せらるるのである。斯くして中間室の鹽類其の他の夾雜物は漸次減少し遂には殆んど存在せざる程度となる

のである。

此の方法が即ちエレクトロ、オスモーズ法の原理に基けるものにして蒸溜法に於ては純粹なる水を蒸發し夾雜物を後に殘せども、オスモーズ法に於ては不純物を遠けて純粹なる水を後に殘す方法を取るものである。前の化學的諸方法の如く同じ濃度に於けるイオンの置換に非ずして、蒸溜法と同結果に到達し得る精製法である。

(3) 装置及能力

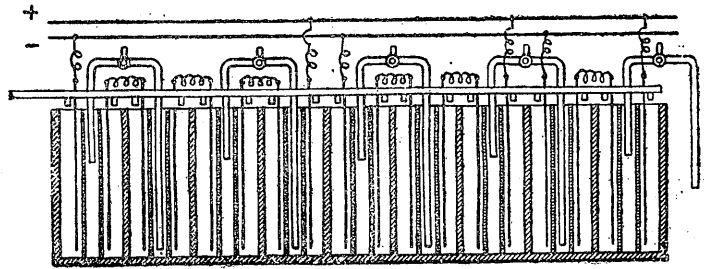
装置の原理は前に示したる第一圖と全く同様にして三室を設けたる基本的装置を數箇並列せるものなり。精製すべき水は中央室に導き、圖示の如くサイフォンに依りて第二第三と順次中央室

を移行行くものにして、其の時希望の精製度に應じて水の流速度を加減する時は常に一定の品質の清浄水を得るものである、装置に使用する電壓は任意なるも 110 ボルト或は時として 220 ボルトの直流が好都合である。

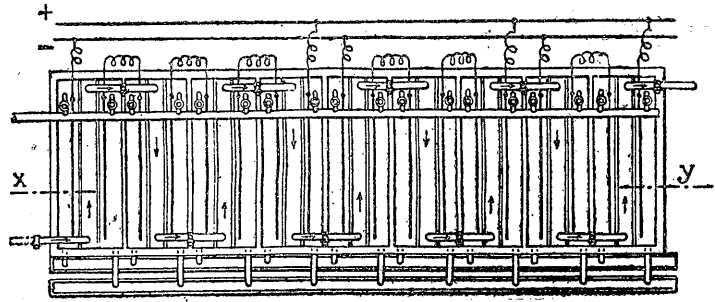
圖面によりて見る如く基本的装置を數箇連接せる外見は、普通の壓搾濾過装置の如き外見である。

現今市場に提供しつつある此のエレクトロ、オスモーズ浄水装置は、大小三種の型がある。

第一型 中央及兩側の三室を有する基本的装置十組を連接して一組となせるものにして、有効電極面積は一つの半透膜に對して一平方米突の廣さを持つて居る。枠の大きさは 1.5 米突の方形、全装置の長さは 1.5 米突である。



第二圖



第三圖

第二型 各一つの半透膜に對し 0.25 平方米突の有効電極面積を有す。枠は 60 糎平方にして装置の長さは 1.5 米突である。其の能力は第一型の四分の一である。

第三型 各一つの半透膜に對し 0.09 平方米突の有効電極面積を有す。枠の大きさは 35 糎平方にして装置の長さは 1.5 米突である。其の能力は第一型の十五分の一である。

今一概に装置の能力はどれ程と云ふ事は出来ない。精製すべき水の含鹽度及び要求する水の精製度に依りて其の能力に變化がある。然し或る種の水にはどれ程の能力を現はすかと云ふ事を實際の例につきて述べ様と思ふ。

第一型は二十四時間に中等程度の含鹽水 (100 立突中に 40 瓦の固形物) を處理して實際上鹽類なき蒸溜水と同様なる水 5,000 立突を精製し得べく、工業上の目的に叶ふ鹽類なき水 15,000 - 20,000 立突を得る事が出来る。装置の第一型を用ひて伯林の水道を使用し一日に五噸の蒸溜水程度の水を製出する時の結果は下の如し。

原水分析 (伯林水道、水100立突中)	エレクトロオスモーズ精製後
炭酸カルシウム (CaCO ₃) 19.0 瓦 塩素 (Cl ₂) 2.8 " 無水硫酸 (SO ₃) 4.7 " 酸化石灰 (CaO) 11.2 " 酸化マグネシア (MgO) 1.7 "	殆んど鹽類を含まずして如何なる點 にても獨逸藥局方の蒸溜水の仕様に 適合するものにして其の使用動力は 100立突の清浄水に對し 1.7KWH である。

次に工業上の目的に供する爲めに伯林の上水とスプレー (sprees) 河の水とを混合したる水を使用し、一日に 15 噸の割合にて精製したる成績次の如し。

原水分析 (伯林水道水及スプレー河水混合)	エレクトロ、オスモーズ精製後
炭酸カルシウム (CaCO ₃) 31.0 瓦 塩素 (Cl ₂) 1.0 " 無水硫酸 (SO ₃) 9.3 " 炭酸石灰 (CaO) 14.0 " 炭酸マグネシア (MgO) 9.6 "	0.5 瓦 0.0 " 0.8 " 0.5 " 0.6 "

上記の成績を擧ぐるに其の動力消費量は 100 立突の精製水に對し 1.2KWH である。

(4) 動力消費量と他法との比較

動力の使用量は装置の容量と同様に其の原水の含鹽量と其の要求の脱鹽程度の二つをファクトルとするものにして、含鹽度の高きに従ひ且つ脱鹽程度の高きに従ひて、動力消費量は高まるものである。多量の炭酸鹽を含む時は屢々動力節約の爲めに、石灰水を以て炭酸根の除去を豫め行ふべきものである。此の操作を行ふに本装置に於ては特殊の方法を施さずして、直接に陰極室に於て炭酸根除去を行ふ事を得べければ頗る簡單である。

前の例によりて見る如く、中等程度の含鹽水を脱鹽するに、一日に 5 噸(5000 立突)の蒸溜水

を得るに 100 立突につき 1.7KWH を要し此の水を一日に 10 噸の工業的用途の清淨水とする爲めには 1.2 KWH である、故に蒸溜水に等しき水を得る爲めには一般に 2.0 KWH を要し、工業的清淨水を得ん爲めには 1.0 KWH を要するものと見做す事が出来る。

以上のデータに依りて普通蒸溜法と本エレクトロ、オスモーズ法との經濟的考究をして見ると、本法は普通蒸溜法に比して大なる利益を有するものである。尙本法に於ては其の脱鹽程度を任意の點に止め、不必要の動力消費を要せざる爲めに、鹽類含有の調節不可能なる蒸溜法の如く必要以上の動力の浪費なきを特長とするのである。

其の他の特長としては普通蒸溜装置は尨大なる操業空間を要すれども、本オスモーズ装置は極く僅なる空間を利用し、如何なる床上にても此れを据へ付け得べきに依り頗る有利である。且つ据へ付けも至極簡單、重量も至つて輕き故に便利である。

又蒸溜装置は常に罐焚きを要すれども、オスモーズ装置にては一度調節を行へば自動的に作業を繼續し得る故に、殆んど番人を要せず面倒尠なく。唯一定期間後装置の掃除を行へば足るのである。

蒸溜法は冷却水として蒸溜する水量の數倍量の水を要すれども、オスモーズ装置に於ては電極室の水を環流するに止まり此に要する水は僅かに精製水と同量に止まるのである。

(5) 蒸溜法とオスモーズ法との動力消費比較

普通の蒸溜法に於ては 100 立突の蒸溜水を得る爲めには理論上 100 匁の蒸氣を凝縮せしむれば足りるのであるが實際に於ては 120 匁の蒸氣を要するものである。今 7000 WE の熱量を有する石炭を以て蒸氣を發生せしむれば石炭 1 匁につき 5 匁の蒸氣を得べし。故に 120 匁の蒸氣を得る爲めには 24 匁の石炭を要するのである、假りに石炭 1 噸 (1000kg) の値を 25 圓とせば 24 匁の石炭は 60 錢に相當す。即ち 100 匁の蒸溜水を得んが爲めには 60 錢の石炭代を要すと云ふ事になる。

然るにオスモーズ精製法にては既に述べたるが如く直流 2 KWH を要するのである。依りて交流 2.5 KWH を要すべく、1 KWH を 4 錢とせば 10 錢の電力代となる。

兩者の費用を比較せば普通蒸溜法は 60 錢の石炭を要しオスモーズ法は 10 錢の動力費を要するが故に、結局 60 對 10 即ち 100 對 17 の比となる。此れに依りて如何なる點よりも本エレクトロ、オスモーズ法は普通蒸溜法に比して經濟的である事が分る。若し工業用清淨水を得んが爲めには費用は此の半額である。

茲に參考の爲めに直接に蒸溜水を造る場合と此の蒸氣を用ひて電流を起し、エレクトロ、オスモーズ装置に依りて蒸溜水程度のもを得る場合とを想像し其の經濟的比較をなせば下の如くで

ある。

普通 1KW の直流を發生するには蒸氣汽關の 2 實効馬力を要す。従つて 2.5 指示馬力を要す。既に述べたる如く 100 立突のオスモーズ精製水を得んに 2 KWH を要すべき故に、此の動力を得んが爲めには 5 指示馬力時を要するのである。

凝汽器を備へたる蒸氣汽關は 1 指示馬力に對し 6 疋の蒸氣を要し不凝汽關は 15 疋の蒸氣を要するのである。今茲に表に依りて 100 立突中の精製水を得んが爲めに直接蒸溜法に委ぬるか或は汽關を用ひて發電しオスモーズ法に依りて精製法を行ふ場合に如何なる數字が出て來るか兩者を比較して見様と思ふ。

	オスモーズ法に依る精製法		直接蒸溜法を行ふ場合
	凝縮汽關を用ひて發電する場合	不凝縮汽關を用ひて發電する場合	
100 立突の水を精製するに要する蒸氣量	6×5=30疋	15×5=75疋	120 疋
同上 所要石炭量	6 疋	15 疋	24 疋
同上 石炭代價 (噸 25 圓)	15 錢	37.5 錢	60 錢
直接蒸溜法に對する比較	25 %	62.5 %	100 %

上の表に依れば直接蒸溜法を行ふ時は汽關を用ひて行ふよりも多大の不經濟なる事を示すものである。併し現今は如何なる所に於ても電流を容易に供給せられ得べく且つ簡単に直流に変更する事を得べければ、擧りて蒸溜法を捨て此の電氣的蒸溜水精製法を採用すべきものであると思ふ者である。

從來暖房裝置其の他の目的の爲めに汽罐を設置せらるる向きにては蒸溜水を得んが爲めに此の汽罐の蒸氣を使用する事が簡單にして、加之經濟的なりとて常に實行せられつつあるものなるが前記の表によりて示す如くオスモーズ精製法に比しては頗る不經濟的方法であると云ふ事は免れられない事柄である。若し本裝置を採用せば 8 割以上の節約となる事は争はれないのである。

最後に本エレクトロ、オスモーズ精製水裝置の特長を繰り返して一言すると

1. 脱鹽程度を任意に調節し得る事
2. 炭酸根の除去簡單なる事
3. 所要空間を多く要せざる事
4. 据付け及操作簡單なる事
5. 起働及中止の瞬間的なる事

6. 動力消費量の少き事
7. 装置の持久力大なる事
8. 番人を要せざる事
9. 修繕の機会少き事

等を列記し茲に本法紹介の筆を擱くものである。

(秋澤隆三)



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。