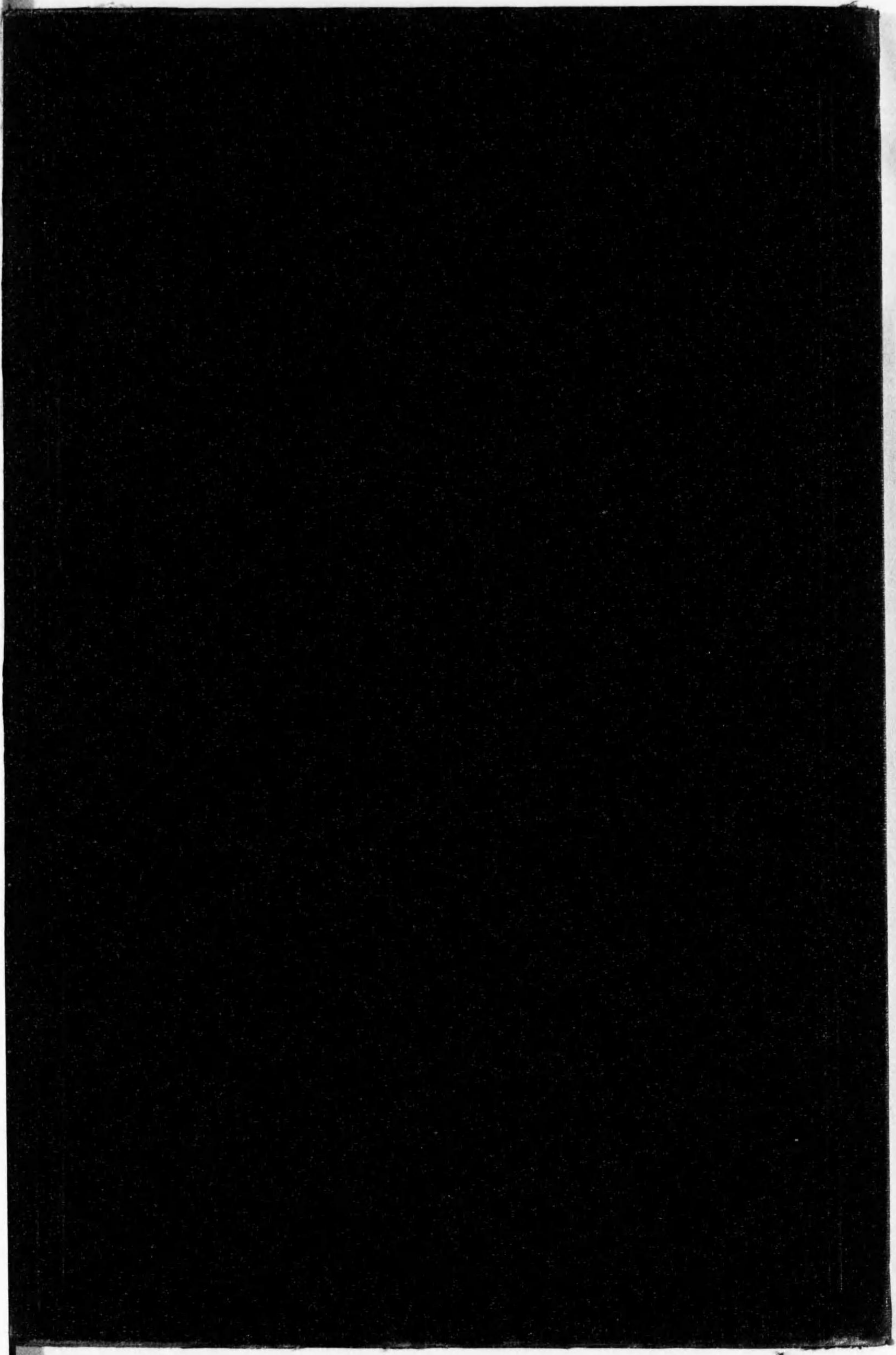




始





上下水道其他の殺菌剤としての

漂白粉並に鹽素

工 學 士

宮 島 忠 雄 著

東 京

丸 善 株 式 會 社

大 正
15. 6. 25
内 交

序 文

現代の文明國中日本ほど國民の死亡率の高い國はない。例へば腸チフスの如きは全國的に蔓延して患者や死者の常に多いことは公衆衛生上の一大缺點である。加之コレラの如き猛烈な傳染病さへ屢海外から侵入し來りて國內に流行し慘毒を流すことは吾人の記憶に新な處である。かゝる消化器傳染病の豫防には上下水道の完備が最緊要であることは特に言ふまでもない。然るに今日までに上水道の出來て居るのは全國の都市の半數にすぎず尙その布設を要する市町村の數は頗る多い。又下水道に至つては帝都たる東京市に於てすら未だ完成せぬ有様でその全國に普及する日は何時であるやら分らない。然のみならず我國では古來の習慣として人糞尿は農作物の肥料として普く使用

せられつゝあるから消化器傳染病や寄生蟲の蔓延は當然の歸結とも云ひ得るのである。かゝる状態の今日上水や下水竝に不潔物等の消毒に簡便な殺菌劑は必要にして缺くべからざるものである。而して漂白粉や鹽素は諸種の殺菌劑中最この目的に適したもので已に今日は可なり廣く應用せられて居る。此時に際し漂白粉並鹽素の性状や使用法等を詳説せる本書の世に公にせらるゝのは公衆衛生上に裨益する處決して尠くあるまい。これ予が敢て卷頭に處思を述べて本書を江湖に薦むる所以である。

大正十五年五月

醫學博士 宮島幹之助識

序

數日前大連にある末弟から著書を出版するについて序文をかく様にご云ふ手紙を受取つた。然るに自分は著書は勿論序文等は此迄一度も書いた經驗がない。出版界には全く縁故がない。まして専門的な學術上の著書等に序文を書く柄では更々ない。専門的な著書の良否等は分らぬ門外漢である。自分が序文を書いたこと邪魔にこそなれ飾りにはならぬ。然し頼まれゝば越後から米搗きにも來るご云ふから出來るならば尤らしい事でも書いてやりたい。

日本人の著書には昔は題字ごか序文ごかが盛澤山にあつたものだが題字があるから知名の士の序文があるからご云ふてそれだけの點で本をかふ人もまさかあるまい。西洋人の著書で自分の持つて居るものを見るに著書の序文が

あるだけでくださぐだしい知名の士の序文等は見當らぬ様だ、さつぱりして却ていゝ。簡略を貴ぶ忙しい世の中にむだなもの等はあらずもがなご思ふ。然し少しでも多く読者がある様に本が賣れる様に祈るのは兄弟の情だ、知名の士の序文で賣れるならば知名の士にも頼んでやりたいがそれも望まぬらしい。又自分で手前味噌が並べられぬから代つて書けよ云ふ意味でもないらしい。末弟は自分と違つて勉強もするし考へたり本をつくつたりする事が好きで時代がつけば相應な者にはなる見込はある様に思ふ。其初門出を祝してやりたい。其の意味で持ち甲斐のない提灯を持つてごにかく弟のかいた始めての本を讀んでやつて下さいと願ふのも兄弟の情として諒として戴きたい。

自序

珍らしいものが流行ると「傳染病の様だ」と云ふ。餘り結構な譬では無いが日本の都市と傳染病とはしかくお仲好しであるから強ち間違つた言草と許りも云へまい。

液體鹽素が舶來して我國でも製造に着手したと成ると鹽素殺菌法ならでは夜が明けぬ様に持て囃したものであつた。昨年の傳染病季節には漂白粉と云ふお藥のある事を喧傳した雑誌が多かつた。即ち凡て之れ傳染病的であつたのである。

私は假令傳染病の様であらうが無からうがイ、ものは流行るがイ、と思ふ。其の結果として出来る丈多くの博士が輩出し出来る丈多くの成金が簇生し出来る丈多くの人命が助かり出来る丈多くの健康都市が生れ、ば之程ウマイ話は無いと思ふ。そして其の流行が何時迄も續けば更にイ、。遂には此の流行を以てあらゆる流行病を驅逐し得れば更に一層イ、のである。

ところが社會は何と云ふ健忘症か。——夫等の利器が未だ完全に了解されぬうちに傳染病が大風の後の様に影をひそめると跡には枯葉一片程の記憶すら殘

しては居ない。宵越の命迄も使はぬでは餘り氣前が良過ぎはせぬか。——一方には親を失ひ子を失ひ妻を失つた鰥寡孤獨があり一方には場當りの博士と成金とが残つて居るのを何と見るべきであらうか。即ち之れ流行の傳染病視せらるゝ所以ではあるまいか。

著者は都市衛生工學中特に汚水尿尿及塵芥の處分に興味を持つものである。其の中には勿論殺菌法なる部門が無いではないがドチラかと云へば醫學者藥學者の領分であつて工學者には尠なからず鬼門に屬するとされる傾がある。然るに大抵の汚水處分装置には所謂クロールカルキ殺菌室なるものが附隨し特許と銘打つて堂々と社會に横行して居るに拘はらず其操作法が至極オマジナイ式のものであつて殆使用せられず或は形式的にお申譯を相勤めて居るのが尠くない様に見へる。是れ畢竟衛生工學者の怠慢に歸せらるべきであつて決して醫學者藥學者の罪では無い。即ちかくて我等は遂に眼藥では鼻が癒らず二階から滴下した眼藥の効能が如何に果敢なきものであつたかを教へられたのである。

於此我等は衛生工學的立脚地から更に深く殺菌劑と殺菌法とに對する研鑽の歩を進めねばならぬ境遇に置かれてあると同時に一般市民諸君も亦之に對して更に多くの了解を求められつゝある事を信ずる。

即ち衛生都市の建立は都會生活者の理想であり之が實現に向つては凡ての市民が成るべく多くの了解を持つ事を條件とするからである。

本書は此の目的に叶はしむべくはチト偏り過ぎて居るかも知れない。又少しく學究的に失して居るかも知れないが此の意味に於て主として市民諸君の一般的閱讀を希望したいと思ふ。若し夫れ専門大家の叱正を得ば望外の幸である。

大正十五年五月

於大連 著者 識

上下水道其他の
殺菌劑としての 漂白粉並に鹽素

目 次

[一] 漂白粉の性狀	ページ 1
漂白粉、晒粉の名稱	1
製法の大略	1
化學組成分に對する解釋の變遷	2
外國市場品の組成分	3
漂白防臭及殺菌作用の解釋	5
oxydation nascent pxygen	
酸化作用說——發生機酸素說	5
chlorination	
鹽化作用說	8
available chlorine	
有効鹽素	13
貯藏中に失はるゝ鹽素量及貯藏 に就ての注意	13
[二] 漂白粉の溶解法	14
溶液中の殘渣及乳狀溶液の發生	14
純粹溶液の使用	14
溶液製造の法則	14
溶液使用の實例	15
標準溶液の濃度	16
溶液使用量の概念	16

漂白粉中の有効鹽素量	17
漂白粉の容器及重量	20
○漂白粉の取扱方	20
漂白粉溶液の注加法	20
(一) 混合槽	21
(二) 貯溜槽	22
(三) 注加装置	23
[三] 給水に於ける漂白粉の使用	25
ハーゼンの定理	25
シカゴの實例	26
始めて漂白粉を給水の殺菌に使用	
せし當時の米國都市	28
シカゴ市に於ける漂白粉殺菌法及	
濾過法に要する年經費概算	30
ミネアポリスの實例	31
所要漂白粉量決定の要件	31
酸化性物質と鹽素所要量	31
溫度と鹽素所要量	34
漂白粉注加法と殺菌力との關係	37
接觸時間と殺菌力との關係	39
復活現象	41
濁度と殺菌力との關係	41
日光と殺菌力との關係	42

上水殺菌に使用しつゝある漂白粉の量	43
クリーブランドの實例	44
ミルラーキーの實例	44
紐育市の實例	44
ジャーシー市の實例	47
エリー市の實例	48
モントリアールの實例	48
クリーブランドの實例	49
オマハの實例	50
ハーリスブルグの實例	50
バルチモア給水組合の實例	50
トロントの實例	51
ナイアガラを水源とするものゝ實例	51
ピッツバーグの實例	52
ラーウエーの實例	53
[四] 漂白粉の使用量並に水の味臭其他	54
漂白粉所要量決定法	54
酸素吸収量と所要鹽素量との關係	54
佛軍にて行ひたる決定法	54
英國軍にて行ひたる決定法	55
漂白粉及鹽素と味臭の問題	56
ジャーシー市の訴訟とリール博士	
の説明	59

水溫と味臭	62
有機性鹽素化合物の味臭	62
有効鹽素量と味臭を感せしむる	
鹽素量との間隔	62
色度と味臭	22
オッタワ川の實例	63
ミルラーキーの實例	64
洪水暴風其他の異變と味臭	64
鹽素處理水と疝痛	65
鹽素處理水と茶の風味	65
鹽素處理水と魚類及小禽の生活	65
鹽素處理水と植物の發育	66
鹽素處理水と鐵管並に鉛管	67
濁濁水に對する漂白粉の殺菌力	68
各種殺菌劑の効力比較	69
ジャーシー市の使用例	71
オマハ市の使用例	71
ミネアポリスの使用例	72
モントリアールの實例	72
プレーナードの實例	73
[五] 水泳場並に公衆浴場	74
水泳場公衆浴場に於ける傳染病	74
バーヂュー大學の水泳場	75

ブラウン大學の水泳場	75
イェール大學の水泳場	75
ウィスコンシン大學の水泳場	76
カリフォルニア大學の戶外水泳池	77
水浴場に對する漂白粉注加法注意	78
[六] 下水の殺菌	79
都市近海の汚染	79
酸 酵	80
自動掃除機	80
下水中の細菌の種類及數量	81
糞尿中の細菌	81
汚水の性質と細菌	83
月による汚水細菌數の變化	84
日による汚水細菌數の變化	84
時刻による汚水細菌數の變化	85
汚水細菌の種類	86
汚水細菌中最重要なる最意義を	
有する種類	87
大腸桿菌の意義	88
大腸桿菌の特質及試験法	90
大腸菌數と水の汚染度	93
汚水の處理法と大腸菌發見率	96
フィラデルフィア市の汚水殺菌例	97

漂白粉殺菌水と酸素溶解量	101
汚水殺菌法の概説	102
(一) 酸	102
(二) 加熱	105
(三) オゾン	105
(四) 硫酸銅	105
水の細菌的標準	107
標準に達せしむるに要する漂白粉量	108
接觸時間と漂白粉所要量比	111
傳染病時期一帯菌者	112
窒扶斯菌の生存	113
石灰及漂白粉の殺菌効果	114
○ 漂白粉殺菌汚水の安定度	117
濾過前後の殺菌比較	119
プロピデンス殺菌装置	121
フィラデルフィア殺菌装置	123
⊕ 小規模の漂白粉殺菌装置	125
○ 漂白粉所要量	125
ニウベツドフォードの殺菌法	126
漂白粉殺菌法所要經費	127
▷ 漂白粉殺菌法の利點	130
[七] クロールアミン	132
鹽素と安母尼亞	132

安母尼亞量と殺菌効果	135
鹽素と安母尼亞との量的關係	139
クロールアミン殺菌の接觸時間	140
復活現象比較	140
クロールアミンの味臭	141
クロールアミンの安定度	142
過量安尼亞の存在	142
人尿殺菌劑としてのクロールアミン	143
[八] 細菌の生殘並に復活現象	145
生殘現象,後發現象及復活現象	145
殺菌劑と防腐劑の意義	145
汚水中の細菌の復活	149
チフス菌と大腸菌との比較	151
芽胞形成菌	151
鹽素殺菌と生殘菌の種類	152
培養溫度	153
後發現象	155
給水管の盲端に於ける細菌の増加	159
[九] 病原菌概説	161
細菌及病原菌——毒素	161
(一) 傷の細菌	162
(二) 結核菌	163
(三) 腸窒扶斯	168

(四) 赤痢	170
(五) 虎列刺	170
(六) 肺炎	171
(七) インフルエンザ	172
(八) 感冒	172
(九) チフテリア	173
(一〇) 破傷風	173
(一一) 脳膜炎	174
(一二) ペスト	174
(一三) 天然痘麻疹及猩紅熱	175
(一四) マラリア	175
(一五) 黄熱病	175
(一六) 其他	175
(一) 飲食物	176
(二) 水及氷	178
(三) 空氣	182
[一〇] 道路の瀉掃並に撒水	186
塵埃中の細菌	186
幼兒死亡率と其原因	189
塵埃による病菌の傳播	193
塵埃防止法の研究	193
路面撒水に使用する漂白粉の量	197
[一一] 流行病外科其他一般衛生	199

(一) 漂白粉溶液	199
(二) ジャベル水 Javel water	199
(三) 酸注加法	200
殺菌剤の必要條件	201
ジャベル水使用法	202
[一二] 蠅の驅除	205
蠅による傳染系路	206
家蠅の有する細菌數	207
家蠅の傳染する疾病	207
(一) 蠅と幼兒死亡率	208
(二) 蠅と腸窒扶斯	209
(三) 蠅とコレラ	211
(四) 蠅と結核	212
(五) 蠅と其他の疾病	213
マラリヤ及黄熱病とアノフェール及	
ステゴミーア	215
蠅の驅除期	217
蠅の飛程	217
蠅の驅除——村落と都會	219
焼却法と消毒法	221
[一三] 鹽素の性状	223
鹽素の化合物	223
遊離鹽素製造の嚆矢	223

鹽素瓦斯製造法	223
鹽素瓦斯及液化鹽素の重量	226
鹽素の水に對する溶解係數	227
鹽素水 Chlorine water	228
飽水鹽素 Chlorine hydrate	228
[一四] 液化鹽素	230
鹽化鹽素殺菌法の起原	230
乾式と濕式	232
鹽素使用量と水質	234
遊離鹽素測定法	235
オートリジンによる化學的測定法	236
使用鹽素決定要件	237
鹽素殺菌効果に對する各地の實例	239
液化鹽素殺菌と漂白粉殺菌法との 優劣	241
液化鹽素殺菌法に於ける安母尼亞の 影響	248
[一五] 液化鹽素殺菌裝置	249
第一 乾式法の例	250
第二 濕式法の例	256
興業費及經費概算	263

圖の說明

	頁
第一圖 漂白粉混合槽	22
第二圖 オリフィス調製裝置	22
第三圖 不定水頭注加裝置	23
第四圖 所要漂白粉量と水溫との關係	36
第五圖 所要鹽素注加量と溫度との關係	36
第六圖 所要鹽素量と酸素吸收量との關係	55
第七圖 プロピデンス漂白粉殺菌裝置	121
第八圖 フィラデルフィア漂白粉殺菌裝置	124
第九圖 小規模の漂白粉殺菌裝置	126
第一〇圖 フロールアミン殺菌効果	138
第一一圖 粟粒結核	163
第一二圖 結核	164
第一三圖 結核腔	165
第一四圖 噴嚏中の細菌	167
第一五圖 汚染せられたる肺臟	184
第一六圖 蠅の足跡に生じたる細菌	206
第一七圖 遊離鹽素量測定機	236
第一八圖 種々の溫度に於ける鹽素瓦斯壓力	251
第一九圖 乾式殺菌機	253
第二〇圖 濕式殺菌機	257
第二一圖 脈動計量器	258
第二二圖 給水量、鹽素消費量及使用鹽素單位圖表	260
第二三圖 鹽素、鹽素注加量、水量圖表	261
第二四圖 脈動數と鹽素量	262

表 の 説 明

	頁
第一表 獨逸及カナダ市場に於ける漂白粉の化學成分の實例	4
第二表 漂白粉と過滿俺酸加里との殺菌力の比較 實例一檢水 10cc 中に於ける大腸菌數	12
第三表 漂白粉量と有効鹽素量との關係一米國法による計算	17
第四表 漂白粉量と有効鹽素量との關係一米突法による計算	18
第五表 有効鹽素量と漂白粉量との關係一日本藥局法による計算	19
第六表 シカゴ全市上水殺菌費概算及濾過費概算	30
第七表 鹽素所要量に及ぼす色度の影響	32
第八表 アルカリ度、色度及酸素吸收量と鹽素所要量	33
第九表 上水河水及下水殺菌に對して必要なる鹽素量	33
第一〇表 酸素吸收量と鹽素吸收量	34
第一一表 鹽素の殺菌速度と溫度との關係	35
第一二表 上水及源水に對して必要なる鹽素量と溫度との關係	36
第一三表 鹽素注加法の優劣と殺菌力	38
第一四表 同 上	38
第一五表 同 上	39
第一六表 接觸時間と殺菌力	40
第一七表 同 上	40
第一八表 同 上	41
第一九表 殺菌力に及ぼす日光の影響	42
第二〇表 エリー市の漂白粉殺菌成績	48
第二一表 モントリアル市の窒扶斯發生並に死亡率	49
第二二表 オマハに於ける細菌減少率	50

表 の 説 明

第二三表 トロント水道細菌減少狀況	51
第二四表 殺菌後の窒扶斯發生件數	52
第二五表 細網を以て挾雜物を除去したる汚水の殺菌	68
第二六表 殺菌劑の効力比較	69
第二七表 水泳場に於ける傳染病及傳染率	75
第二八表 ウィスコンシン大學水泳場に於ける漂白粉使用による殺菌効果	76
第二九表 紐育市汚水の放流する固形物	79
第三〇表 ローレンス市の汚水細菌數	82
第三一表 トイレット汚水の細菌數	83
第三二表 コロンブス汚水の細菌數	83
第三三表 フィラデルフィアの汚水細菌	84
第三四表 一週間中の細菌數變化	84
第三五表 マールボロー及ガードナー兩市に於ける一日中各時間の細菌數の變化	85
第三六表 大腸桿菌及連鎖球菌發見率比較	88
第三七表 水の汚染度と大腸菌	93
第三八表 ボストン市調査による汚水處理法と細菌數及大腸菌發見率	96
第三九表 マサチウセツツ保健局調査による汚水處理法と細菌數	96
第四〇表 フィラデルフィア市實驗の結果による漂白粉殺菌効果	98
第四一表 汚水處理に使用したる漂白粉の殘留鹽素量	99
第四二表 漂白粉殺菌法に於ける接觸時間と殺菌効果	100
第四三表 漂白粉殺菌汚水の酸素溶解量	101
第四四表 酸の殺菌力	104
第四五表 硫酸銅の殺菌効果	105
第四六表 漂白粉の殺菌効果	107
第四七表 水の細菌的標準	108

第四八表	標準に達せしむべき漂白粉量	108
第四九表	細菌數減少率を基準とせる所要漂白粉量	109
第五〇表	接觸時間と漂白粉所要量比	111
第五一表	石灰及漂白粉殺菌と接觸時間	115
第五二表	漂白粉處理水中の安母尼亞量	117
第五三表	石灰及漂白粉處理成績	118
第五四表	漂白粉處理成績	118
第五五表	有効鹽素量及所要經費	128
第五六表	漂白粉處理經費	129
第五七表	漂白粉處理所要資金及繰業費	129
第五八表	鹽素及安母尼亞の量と殺菌力	133
第五九表	有効鹽素量對安母尼亞比を種々に變更せる 場合の鹽素殘量	134
第六〇表	漂白處理水及漂白粉安母尼亞處理水の殺菌効果	136
第六一表	同上 細菌減少率	136
第六二表	同上 經費比較表	137
第六三表	同一水源を有する二市の漂白粉及クロール アミン効果比較	137
第六四表	クロールアミン溶液の濃度と有効鹽素消失量	142
第六五表	少量の漂白粉を以て處理せる場合の細菌數變化	146
第六六表	煮沸殺菌水を以て稀釋せる水の細菌數變化	147
第六七表	多量の漂白粉を以て處理せる場合の細菌數變化	147
第六八表	殺菌汚水中の復活現象	148
第六九表	チフス菌と大腸菌との比較	151
第七〇表	殺菌後に於ける生殘菌の種類	152
第七一表	接觸時間と大腸菌發生率	157
第七二表	砂濾過による大腸菌發見率	160
第七三表	砂濾過による細菌の増減	160
第七四表	空中塵埃中の細菌數	188
第七五表	主要都市に於ける幼兒死亡率	190

第七六表	各種殺菌劑の効力	195
第七七表	次鹽素酸鹽の殺菌効果	196
第七八表	家蠅の有する細菌數	207
第七九表	蠅の飛程	218
第八〇表	鹽素瓦斯及液化鹽素の比重及重量	226
第八一表	鹽素の溶解量	227
第八二表	遊離鹽素の化學測定法に於ける比色試 驗標準液の合成比	237
第八三表	鹽素の殺菌力 (Elmira 市)	239
第八四表	漂白粉殺菌法と液化鹽素殺菌法との効率比較	243
第八五表	同上	245
第八六表	液化鹽素殺菌法に於ける安母尼亞の影響	248
第八七表	溫度と鹽素瓦斯壓力との關係	251

表の説明終

上下水道其他の
殺菌剤としての **漂白粉並に鹽素**

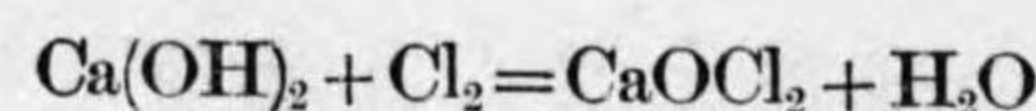
工學士 **宮島忠雄** 著

〔一〕 **漂白粉の性狀**

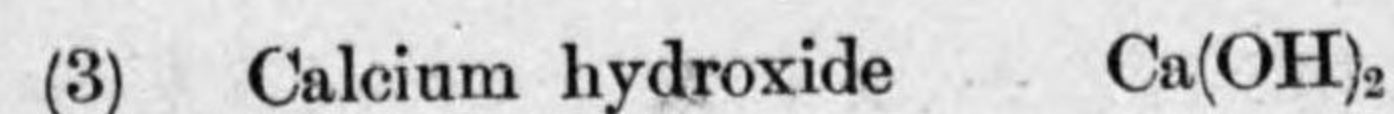
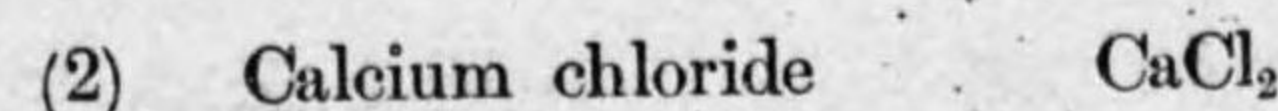
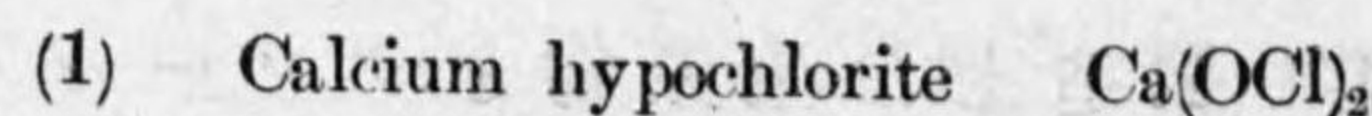
漂白粉は又クロール・カルキ晒粉クロール石灰等の名を以て呼ばれて居る。英名には Chloride of lime, Calcium hypochlorite, Calcium oxychloride, Calx chlorinata, Bleaching powder 等があり獨逸では Chlorkalk 或は Bleichkalk 佛蘭西では Chlorure de Chaux 等と稱する。グラスゴー市の Charles Tennants 氏が一七九九年創めて其製造に着手して以來短日月の間に長足の發展を爲し其産額も年を逐ふて増加の趨勢に向ひ製法亦逐次改良せられ種々の方法が案出されたが原理は要するに鹽素瓦斯を消石灰に吸収せしめたるに過ぎない。例へば消石灰を所謂クロール・カルキ室の上部から投入して攪拌摺動しつゝ下底に達せしめる間に下部から送入した鹽素瓦斯を吸収せしめるシリンダー装置を想像すれば容易に其繰業系統を了解し得るであらう。之に用ひる消石灰は成る可く鐵・滿俺及苦土等の含有量の尠い石灰を煨焼して造つたものが宜しい。

斯かる繰業に因て製造した生産物をクロール石灰

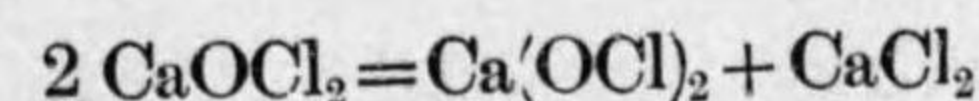
等の名を以て呼び來つた事は誠に其所と云ふべきであつて以前は之を消石灰の鹽化物と考へて居つたに基くのである。現今に於てすら Chemical Dictionary の一種には其化學式を掲げて簡單に $\text{Ca}(\text{ClO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ として居る所から見れば之等の想像は必しも甚咎むべきではあるまい。然し乍ら $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ は決して漂白粉其物を表はすに最適當なものでは無く實は Calcium hypochlorite を意味するのである。Calcium oxychloride と云ふ名前も亦決して適切であるとは稱し難いが CaOCl_2 が漂白粉の主要成分を爲すと云ふ點に於て眞に近いと言はねばならぬ。此名稱は恐らく消石灰に鹽素瓦斯を吸収せしめれば



なる化學變化を惹起するであらうと云ふ考から出達したものであらうが果して此結果を眞ならしめば漂白粉中の鹽素含有量は五〇%に達せねばならぬ筈であつて事實工業的に斯の如き多量の鹽素を含有する生産物を求め得べきでなく古き名稱に従て直に之を信ずるは稍早計に類するであらう。此種の問題に關して合理的理論を發表したのは Barard 氏を以て嚆矢とする。氏は一八三五年始めて漂白粉の組成成分を明にし



から成立すると主張した。然るに其後 Olding 氏其他の研究の結果によれば乾燥せる漂白粉中には CaCl_2 が存在し得ないのであつて之が水に接觸して始めて CaCl_2 を發生するものであるから $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ も亦漂白粉水溶液中に存在すべく乾燥せる漂白粉の組成成分は Barard 氏の發表とは異なり CaOCl_2 を主要成分としなければならぬ。即之に水を加ふる時始めて



と成る事が明になつた。

元來漂白粉は其重さの約二〇倍の水に溶解し得るものであるが其小部分は常に殘渣として遺留せられ水溶液中には $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ と CaCl_2 とが存在し殘渣は主として Calcium hypochlorite から成るのである。此水溶液が漂白防臭乃至殺菌等の働を爲すのは主として $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ の作用であるから漂白粉を表はすに Calcium hypochlorite と云ひ或は其原因を爲す Calcium oxychloride と稱するも敢て大なる誤謬とも云へない。

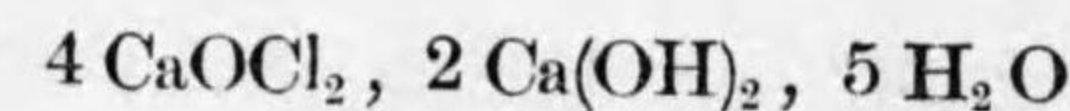
市場に賣買せられて居る漂白粉に就て其化學組成成分を研究したのは Lunge 氏であるが今同氏の發表に懸る獨逸市場の代表的漂白粉二種と Race 氏の分析にかゝるカナダ市場の漂白粉一種とに就て其結果を掲

げれば次の通りである。

第一表

組 成 分	獨 逸 市 場 品		カナダ市場品
	ル ン ゲ 氏		レ ー ス 氏
Available Chlorine 有効鹽素量	37,00%	38,30%	37,50%
Chlorine as Chlorides 鹽化物中の鹽素	0,35	0,59	0,52
Chlorine as Chlorate 鹽素酸鹽中の鹽素	0,25	0,08	0,18
Lime 石灰	44,49	43,34	44,12
Magnesia 苦土	0,40	0,31	1,28
Iron oxide 鐵酸化物	0,05	0,04	0,11
Alumina 礬土	0,43	0,41	0,46
Carbon dioxide 炭酸	0,18	0,31	0,22
Silica 硅酸	0,40	0,30	0,52
Water & loss 水及損失	16,45	16,32	15,09

此結果に依れば普通市場に賣買せらるゝ漂白粉の組成分は

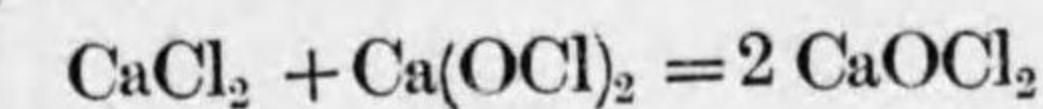


即ち 石灰 (CaO)	45.10%
水 (H ₂ O)	16.85%
鹽素 (Cl)	38.05%

から成ると見る事が出来或は

CaOCl ₂	68.0%
Ca(OH) ₂	20.0%
H ₂ O	12.0%

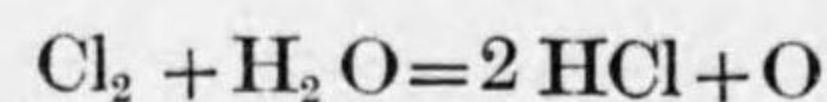
を以て其組成分と考へる事が出来る。此内 CaOCl₂ は現今尙 Calcium hypochlorite と稱せらるゝ事があるが Ca(OCl)₂ よりは酸素の含有量が少いのであつて前者は Calcium oxychloride と稱する方が眞實である。又以前は CaOCl₂ は CaCl₂ と Ca(OCl)₂ との混合物であつて



と考へられた時代もあるが前にも述べた様に既に CaCl₂ が夫自身の形で乾燥漂白粉中に存在し得ない事が明に成つた今日では CaOCl₂ なる一種の化合物であつて決して斯の如き混合物で無い事が明白になつて居る。

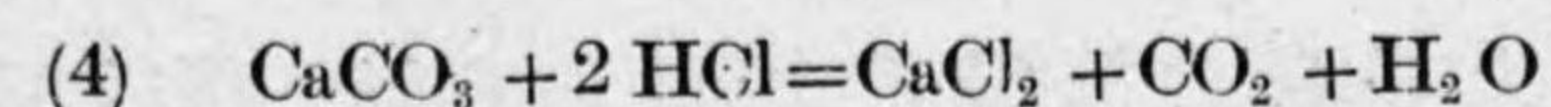
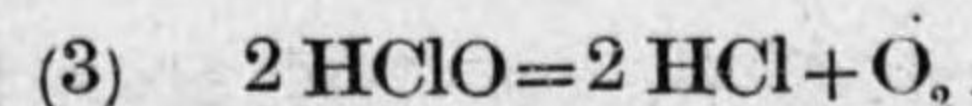
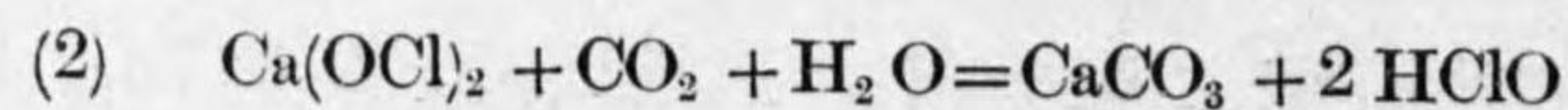
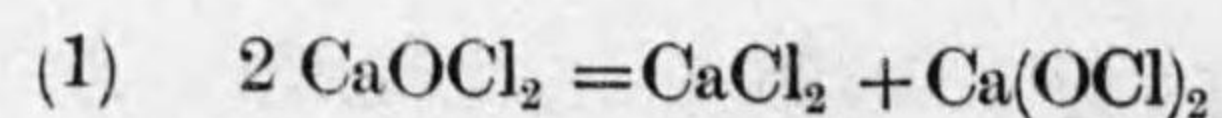
然らば漂白粉の水溶液が如何なる作用に因て漂白防臭並に殺菌等の効果を齎すものであらうか。蓋し諸説の生ずる所であるが Hooker 氏は其著 Chloride of lime in Sanitation に於て「漂白粉を漂白防臭並に殺菌等の工業的目的に使用する場合其効果は鹽素の直接作用に因るものではなく之が含む酸素の作用に職由するものである事を忘れてはならぬ。即其作用は鹽化作用ではなく酸化作用である」と述べて居る。此酸化作用説は既にフーカー氏以前に唱導せられて居つたもので Lavoisier 氏は漂白作用の研究に際し酸素を含有する化合物の強大なる漂白力を認め此種化合物の水溶液を日光の直射光線に曝露すれば漸時酸素を失ひ遂に

漂白力を失ふに至るものであると云ふて居るのは明に酸化作用説を裏書したものに外ならぬ。然るに其後 Watt 氏は之を論駁して漂白剤中の酸素の發生は全く鹽素の作用に依るもので之が水に作用する時始めて

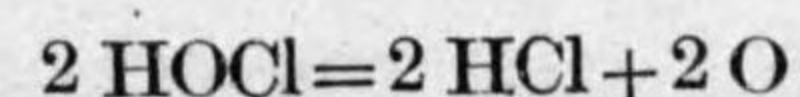


となり其漂白作用は鹽素自身の作用ではなく水濕中に生ずる發生機酸素^{Nascent oxygen}の作用によるものとして説明する方が至當であると言ふて居る。何れにしても酸化作用論者である事に相違は無いのであつて其後漂白粉其他の鹽素化合物が漂白防臭殺菌等に使用せらるゝに至つても亦此の酸化説に追隨したのは自然の勢と言はねばならぬ。

Leal 教授は此の發生機酸素説を簡明直截に説述して「漂白粉に水を加ふる時は CaCl_2 と $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ とに分離すべく $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ は水中に遊離状態或は結合状態に於て存在する炭酸の作用を受けて CaCO_3 と HOCl とに分離する。此内 HOCl は酸素を遊離して水中の酸化性物質を酸化し後に HCl を残すが之は更に弱酸性の炭酸を逐出してカルシウムと結合し鹽化カルシウムとなる。即ち



之に因て明な様に漂白乃至殺菌は全然酸化作用に依るもので HOCl 中の酸素が水中の物質に奪取せらるゝに基くのである」と云ふて居る。換言すれば次鹽素酸鹽の溶液は空氣中或は水中に存在する炭酸其他の稀薄な酸類の作用に因て次鹽素酸を發生するのであつて之が漂白粉をして偉大なる酸化力を發揮せしめると云ふのである。更に Hooker 氏は漂白粉の偉大なる殺菌力を説明して「此酸は極めて弱酸性であつて殆如何なる他の酸類を使用する場合も又如何に之等の酸類を稀薄ならしめても之を用ゐて漂白粉中から次鹽素酸を逐出し得る程であるが恐らくは最強大な酸化剤であらう。即最容易に發生機酸素を生ずるもので

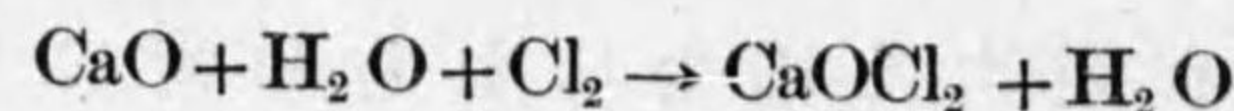


なる化學變化を惹起するのである。從而空中或は水中に存在する炭酸は其極微量が漂白粉に作用するものであるから漸次之が酸化力を發揮せしめ次々と其作用が續けられる事になる。即之を以て視れば次鹽素酸鹽が如何に最少限度の消費を以て足る酸化剤であるか判るし又有機物及細菌に對し如何に有効なる作用を爲すものであるか明であらう。即此酸

は最小抵抗の部分から追々に酸化させ常に或る限定せられた量以上の發生機酸素を生ずる様の事が無いのである」と結論して居る。

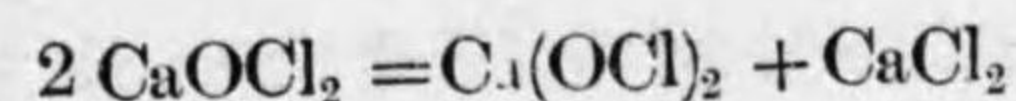
以上は酸化作用説の大要であるが不幸にして此説發祥の當時から既に幾多の疑問を以て迎ひられて居つた。例へば *Phelps* 氏の如きも次鹽素酸鹽が直接的に細菌に有害であるのだらうと想像したが當時尙之を反駁するに足る實證を得られなかつた爲に其後一般に是認せられ今日に於ても亦た此説に従ふ學者も少くない。けれども之に因ては解釋し得ない幾多の事實を認めねばならぬ事は如何とも致し難い所である。例へば *Rideal* 博士は一九一〇年次鹽素酸ナトリウムに等量の安母尼亞を加へた溶液が偉大なる殺菌力を有する事實に徴じ次鹽素酸鹽の殺菌作用は最早單純な酸化作用丈で説明する事が出来なくなつた苟くもクロールアミンを化生し得るに足る鹽素が残留すれば其殺菌力の幾分はハロゲンの効果に歸しなればならぬ」と主張して居る。*Race* 氏は鹽化作用説の熱心なる主唱者であつて幾多の有力なる實驗の結果其著 *Chlorination of water* に次の如く説いて居る。

(一) 漂白粉の殺菌作用は

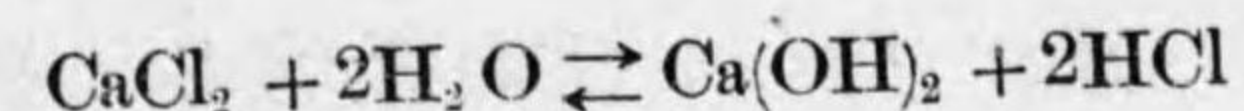
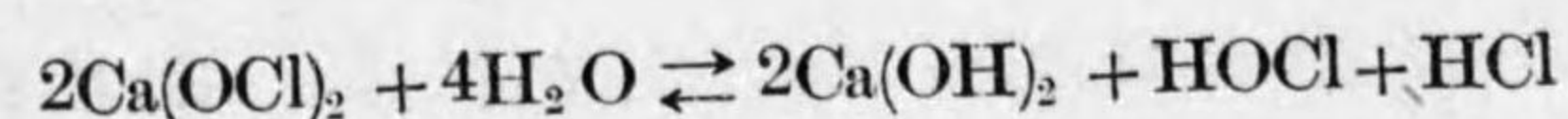


なる異相混合状態に於て行はれると考へるのが最適

當である。此状態は製造繰業の際に得らるゝ温度及壓力に對して平衡を保つもので最適状態に於ては鹽素含有量四〇乃至四二%に達する事が出来るけれども極めて不安定であつて約二〇%の過剰水酸化石灰を含有する場でなければ安定を保ち得ない。但し其一部は苦土を以ても代用する事は出来るが少くも五%の遊離水酸化石灰が無ければ不安定である。(二) 今斯の如き漂白粉を水に溶解すれば先づ CaOCl_2 は分解して

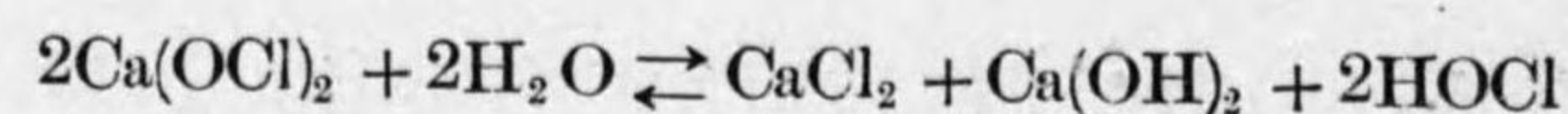


となる。之等は稀薄な溶液の中で加水分解を起し夫々次の形をとる



右の内 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と HCl とは共に完全に分解するものである。即實際には H^+ イオン及 OH^- イオンは多量に且等量に存在し尙又水より生ずるイオンに比し甚多量である爲であつて此等のイオンが結合した後は中性の溶液が残り解離せざる酸或は鹽基の残留を認める事が出来ない。 HOCl は極めて微量分解するに過ぎない殊に $\text{Ca}(\text{OH})_2$ に比して $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ の分解に因て生じた OCl^- イオンが存在する場合には殊に甚しい。 $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ の加水分解は溶液の濃度稀薄なるに従つて進

行の度も著しくなる。従て此間の作用は寧ろ次の様になる。



(三) 漂白粉溶液中の加水分解作用は遊離鹽基から生ずる OH' イオンに因て減退せられ CaCl_2 の解離或は其部分的加水分解作用に因て生ずる H' イオンの過剰に因て促進せしめられる。即ち其結果は夫等の相關的比率と普通優位を占めつゝある遊離鹽基の影響に因て決定される。従而何等か水酸イオンを減退せしむるに足る物を注加すれば加水分解を完全ならしめる事が出来るのであつて此事柄は硼酸の如き弱酸を注加すればよく HOCl を發生し殺菌の目的を達する事が出来ると云ふ事實に對する證明となる。加水分解作用は又苛性アルカリ及アルカリ性炭酸鹽類に因て減退せられ酸及酸性炭酸鹽に因て促進せしめられる

(四) 鹽化物の影響に關しては稍變則的で現今尙之を説明するに足るべきものが無いが少量の食鹽 (0.1%) を加ふる時は加水分解作用を増進するが其量が多くなれば却て減退すると云ふ様に反對の現象が表はれる。

(五) 水酸化ナトリウムの量約百萬分の五以内に於ては其影響は甚微弱であるが五乃至一〇に増加すると漂白粉の殺菌作用は著るしく減退され苛性曹達の量

を更に多くするとアルカリの殺菌作用が始まり次鹽素酸鹽に對する減退作用が認められなくなる。普通の炭酸鹽類は殺菌速度を減退せしめるが酸性炭酸鹽類は之に反して増進せしめる。

(六) 硫酸は甚少量でも(百萬分の五)著るしく其殺菌力を増進せしめるもので酸丈の殺菌力に比べれば非常に偉大な力を發揮する事が認められる。炭酸及醋酸の如き弱酸類も亦有効な促進劑である。

(七) 安母尼亞は漂白粉其他の次鹽素酸鹽溶液の水素イオンを減少せしめるけれども反應速度は之が爲に著るしく増加せしめられる。即ち安母尼亞の鹽化誘導體なるクロールアミンの成生に基くものである。(クロールアミンの殺菌力に就ては *Rideal* 氏の實驗を以て明であるから後に述べるであらう。)

(八) *Rideal* 氏の實驗に徴すれば次鹽素酸ナトリウムに安母尼亞を加ふる時は此酸性溶液の漂白力は失はるるものである。此現象は次鹽素酸カルシウムに於ても亦同様であるから漂白粉の漂白力なるものは安母尼亞を加ふる事に因て破壊せられたと考へねばならぬ。水中に於ける有機物の酸化作用に就ても同様である。

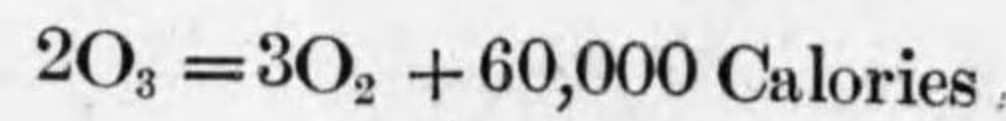
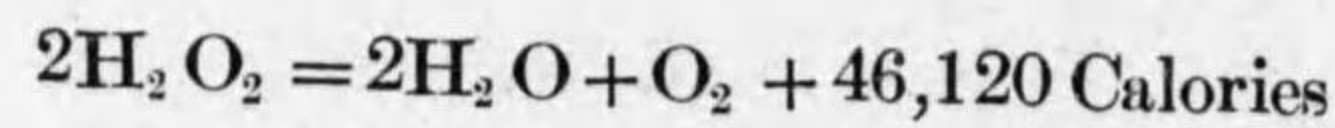
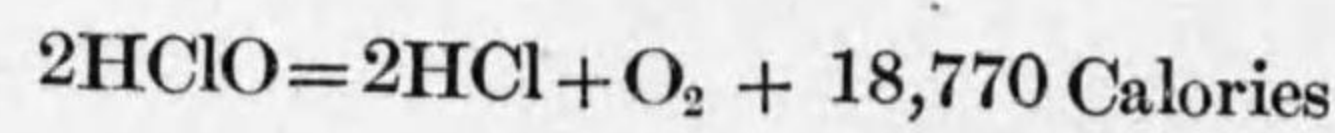
(九) ソジウム、ポタツシウム、過酸化水素等の有力なる酸化劑は等量の酸素を有する夫等の鹽類を以て比較

すると遠く鹽素の殺菌力に及ばない。例へば一〇立方糶の檢體をとり大腸菌を用ゐて漂白粉と過滿俺酸加里との殺菌力を比較すれば前者は約五倍の力を有する事が判る。

第二表

接 觸 時 間 (時)	漂白粉(有効鹽素量 0.35p.p.m.)	過 滿 俺 酸 加 里		
	酸 素 當 量	p.	p.	m.
	0.08	0.133	0.266	0.400
—	140	—	—	—
0.5	90	122	115	110
1.0	63	115	100	80
1.5	63	108	95	75
4.0	50	95	80	50

(十) 酸化劑の殺菌力は *Novey* 氏其他の研究に因て明な様に反應の間に發生するエネルギーに比例するものであるが此係数を考慮しても尙鹽素化合物の殺菌力が他の殺菌劑に優る事を認める事が出来る。即次鹽素酸は過酸化水素に比べて遙に殺菌力に富み非常のエネルギーを發生するオゾンと同等の力を有するものである。例へば



以上で大體鹽化作用説の面目を窺ふに足るであらう。

今此等兩説の何れに依るにせよ漂白粉の價格は之が含む「^{Available Chlorine}有効鹽素」の量で決定せらるべきものである。有効鹽素量は強酸類の作用により漂白粉から析出し得べき遊離鹽素の總量を以て表はすのであるから其一半は次鹽素酸カルシウムから他の一半は析出に用ゐた鹽酸或は其他の強酸類に因つて鹽化カルシウムを分解して生ずるものでなければならぬ。之等の有効鹽素は漂白粉貯藏中に失はるゝ所も少くない。

Hooker 氏の説によれば一ヶ月間に冬季に於ては〇・三%夏季に於ては一%に及ぶと云ふ事であつて炭酸濕氣日光及熱氣を避け密閉した容器に入れ乾燥せる冷所に置けば損失を減する事が出来ると説いて居る。

〔二〕漂白粉の溶解法

CaOCl_2 が漂白粉中に於ける有力なる殺菌防臭並に漂白劑なる事は既に述べた通りである。今之を有機物を含む溶液中に投ずる時は Ca(OCl)_2 と CaCl_2 とに分解し更に Ca(OH)_2 並に HOCl を發生する爲偉大なる殺菌作用を附與せらるゝに至るものであるが溶液中に残存する餘分の Ca(OH)_2 等は容易に溶解せざるが爲殘渣及乳狀溶液の發生を伴ふを普通とする。

漂白粉を上水或は下水の淨化に用ゐる或は漂白工業に使ふ場合其純粹溶液を與へ得るの一事は漂白粉溶液の特徴であつて有効鹽素又は次鹽素酸鹽が相當冷水にすら容易に溶解し得るに反し不溶性殘渣硅酸其他の不純物は容易に沈澱せしめ得る點に在る。即ち之を使用するには大約次の如き法則に従へば足るのである。

(一) 餘りに濃厚な糊狀溶液を混和してはならぬ。然らざれば膠化作用を惹起し沈澱に困難を來す虞がある。少くも漂白粉一封度に對し一米哦(一盃に付約九立)以下の水を以て溶解せる糊狀溶液を加へてはならぬ。

(二) 漂白粉中に固化した部分がある場合には之を完全に粉碎する程の必要はない。有効鹽素は殆凡て容

易に溶解し盡すものであるから餘り多く攪拌しない方がいゝ。攪拌が過ぎて過敏の沈澱を爲す場合には多量の有効鹽素が沈澱物中に奪取せられる虞がある。従て以上の法則から觀れば有効鹽素含有量二%程度の溶液を造つて準備して置く方が得策であると考へられる。然るに外國市場に販賣せらるゝ漂白粉の例に徴すれば其中には平均約三五%の有効鹽素を含むものであるから其三〇〇封度中には約一〇五封度の有効鹽素がある筈であつて其内五封度は殘渣中に逸出するものとするれば溶液中には一〇〇封度の有効鹽素が溶解すると見積れば宜しい。従て二%の標準溶液を造るには三〇〇封度の漂白粉を六〇〇米哦の水に溶解しなければならぬ。(水一哦の重量を約八三四封度と見積れば六〇〇哦の水は約五〇〇〇封度の重さを有する)然るに殘渣の中には溶液と同じ濃度の鹽素溶液が含有せらるゝのであつて之を其儘流過する不經濟を免れんが爲には其洗滌に必要な餘祐をも見積つて置くのが當然であらう。殘渣の量は使用漂白粉五封度に付約一米哦即一盃に付約一七立の割合と見れば宜しい。従て經濟的に繰業しやうとすれば溶液槽を二個にしなければならぬ。

例へば今此處に容量七〇〇哦の水槽二個を施設したものとすれば漂白粉三〇〇封度を六〇〇哦の水に

溶解すれば二%の溶液が出来から之を一時に混和して二つの水槽に貯溜する。之等の貯溜溶液を使用した後は最初第一槽中に第二槽の洗滌水約二〇〇哦を注入し之に三〇〇封度の漂白粉を加へ約三〇分間攪拌混合し然る後第二槽を洗滌しつゝ其水を第一槽に入れて六六〇哦の點迄達せしめる。此水は必しもさして綺麗な必要はない。斯くして溶液は少くも八時間沈澱せしめるのであるが出来れば一夜を經過した方が宜しい。すると此貯溜槽中には六〇〇哦の純粹溶液があり之を使用した後には尙約六〇哦の残渣溶液を止めるから其中に残溜する有効鹽素は再び前の様にして之を利用せねばならぬ即攪拌機を使用しながら水を注加洗滌して六六〇哦の點迄達せしめ之を沈澱せしめた後六〇〇哦は第二槽の溶媒として用ゐる此後に残つた残渣を流出すべきである。

斯くして造つた標準溶液は一哦に付漂白粉半封度を含むから重量に於て鹽素二%漂白粉六%の溶液である。普通濾過水の殺菌には其百萬哦に對し漂白粉八封度位の割合に使ふものであるから標準溶液一六哦で處理する事が出来る。百萬哦に付一六哦と云ふ數字は頗る大きく見へるが其實極めて微量であつて一哦即約二升一合に一滴を要しない計算となるのである。

次表は普通上水の殺菌に用ゐられ來つた漂白粉量の限度を示すもので比較研究上重要な意義を有するものであると思ふ。

第三表

水百萬哦に付使用漂白粉量 (封度)	水百萬分に付漂白粉量 (分)	水百萬分に付鹽素含有量 (分)	水一哦中漂白粉量 (グレーン)	水一哦中の有効鹽素量 (グレーン)	一哦の水に注加する標準溶液 (滴下數)
2	0.24	0.08	0.014	0.005	0.25
4	0.48	0.16	0.028	0.009	0.50
6	0.72	0.24	0.042	0.014	0.75
8	0.96	0.32	0.056	0.019	1.00
10	1.20	0.40	0.070	0.023	1.25
12	1.44	0.48	0.084	0.028	1.50
14	1.68	0.56	0.098	0.033	1.75
16	1.92	0.64	0.112	0.037	2.00
18	2.16	0.72	0.126	0.042	2.25
20	2.40	0.80	0.140	0.047	2.50
22	2.64	0.88	0.154	0.051	2.75
24	2.88	0.96	0.168	0.056	3.00
26	3.12	1.04	0.182	0.061	3.25
28	3.36	1.12	0.196	0.065	3.50
30	3.60	1.20	0.210	0.070	3.75

但し百萬分の何分は普通 p. p. m. なる記號を以て表はす即ち Parts per million の略稱である。

1 grain は 7,000 分の 1 封度に相當する。

更にメートル法に依る關係を表示すれば次の如くなる。

第四表

水 1.000 Cub. m. に付漂白粉量 kg.	水百萬分に付漂白粉量 p. p. m.	水百萬分に付鹽素含有量 p. p. m.	水一L中漂白粉量 gr.	水一L中鹽素量 gr.
0.2	0.2	0.07	2×10^{-4}	7×10^{-5}
0.4	0.4	0.13	4×10^{-4}	13×10^{-5}

0.6	0.6	0.20	6×10^{-4}	20×10^{-5}
0.8	0.8	0.27	8×10^{-4}	27×10^{-5}
1.0	1.0	0.33	10×10^{-4}	33×10^{-5}
1.2	1.2	0.40	12×10^{-4}	40×10^{-5}
1.4	1.4	0.47	14×10^{-4}	47×10^{-5}
1.6	1.6	0.53	16×10^{-4}	53×10^{-5}
1.8	1.8	0.60	18×10^{-4}	60×10^{-5}
2.0	2.0	0.67	20×10^{-4}	67×10^{-5}
2.2	2.2	0.73	22×10^{-4}	73×10^{-5}
2.4	2.4	0.80	24×10^{-4}	80×10^{-5}
2.6	2.6	0.87	26×10^{-4}	87×10^{-5}
2.8	2.8	0.93	28×10^{-4}	93×10^{-5}
3.0	3.0	1.00	30×10^{-4}	100×10^{-5}

但し水は 1 Cub. m. の重量 1,000 kg. であり 1 L の重さ 1 kg. 即 1,000 gr. であるから以下計算を行ふに容易である。尙 Cub. m. は立方米 kg. は 鈞 gr. は 瓦 L は 立の記號として用ゐた。

以上は漂白粉の有効鹽素含有量三五%を標準として居るが日本藥局法の示す所に従へば有効鹽素含有量著るしく低く二五%以上と規定してあり日本市場には實際上三〇%以上に上るものあるを聞かない。今若し此標準に従ふ時は大體二五%を以て漂白粉溶液中の有効鹽素量と見積るを適當と思ふ。然る時は所要漂白粉量は次表の如くなるのである。

第五表

水百萬分に付 有効鹽素含有量 p. p. m.	水百萬分に付 漂白粉量 p. p. m.	水1,000Cub.mに付 漂白粉量 kg.	水百萬米噸に付 漂白粉量 封度
0.05	0.20	02.0	1.67
0.10	0.40	0.40	3.34

0.15	0.60	0.60	5.00
0.20	0.80	0.80	6.67
0.25	1.00	1.00	8.34
0.30	1.20	1.20	10.00
0.35	1.40	1.40	11.68
0.40	1.60	1.60	13.34
0.45	1.80	1.80	15.01
0.50	2.00	2.00	16.68
0.55	2.20	2.20	18.35
0.60	2.40	2.40	20.02
0.65	2.60	2.60	21.68
0.70	2.80	2.80	23.35
0.75	3.00	3.00	25.02
0.80	3.20	3.20	26.69
0.85	3.40	3.40	28.36
0.90	3.60	3.60	30.02
0.95	3.80	3.80	31.69
1.00	4.00	4.00	33.36

何れにしても漂白粉の容器は大抵鋼板製の樽で其高さ三九吋直徑二九吋半であれば約十四立方呎を容るゝに足り重さは約七五〇封度漂白粉の純粹重量六九〇封度位であるから需要の程度にもよるが一車扱ひとし七〇樽程の貯藏を有するを經濟的とするが前述の貯藏中に起る損失を考慮すれば少くも暑熱の候に於ては貯藏を少くし度々之を運搬するの得策なるに如かない。

漂白粉溶液を取扱ふ装置には種々複雑なものもあるが金屬材料を溶液中に浸せば不溶性物質が直に其

表面を被包し摩擦して之を取除けば迅速に腐蝕せられ設計に際して考慮した様な繊細な線業は遂に不可能であるから複雑に過ぐるものは却て宜しくない。混合槽貯溜槽等の築造材料には共に混凝土を用ゐたいが然らざる場合と雖膠泥を以て裡装する必要がある理想的には混凝土槽に二重の瀝青裡装を施したものを使ひ度い。木製水槽は次鹽素酸鹽に犯され速に漏水を來すものであるから是非混凝土其他を以て裡装すべきである。」

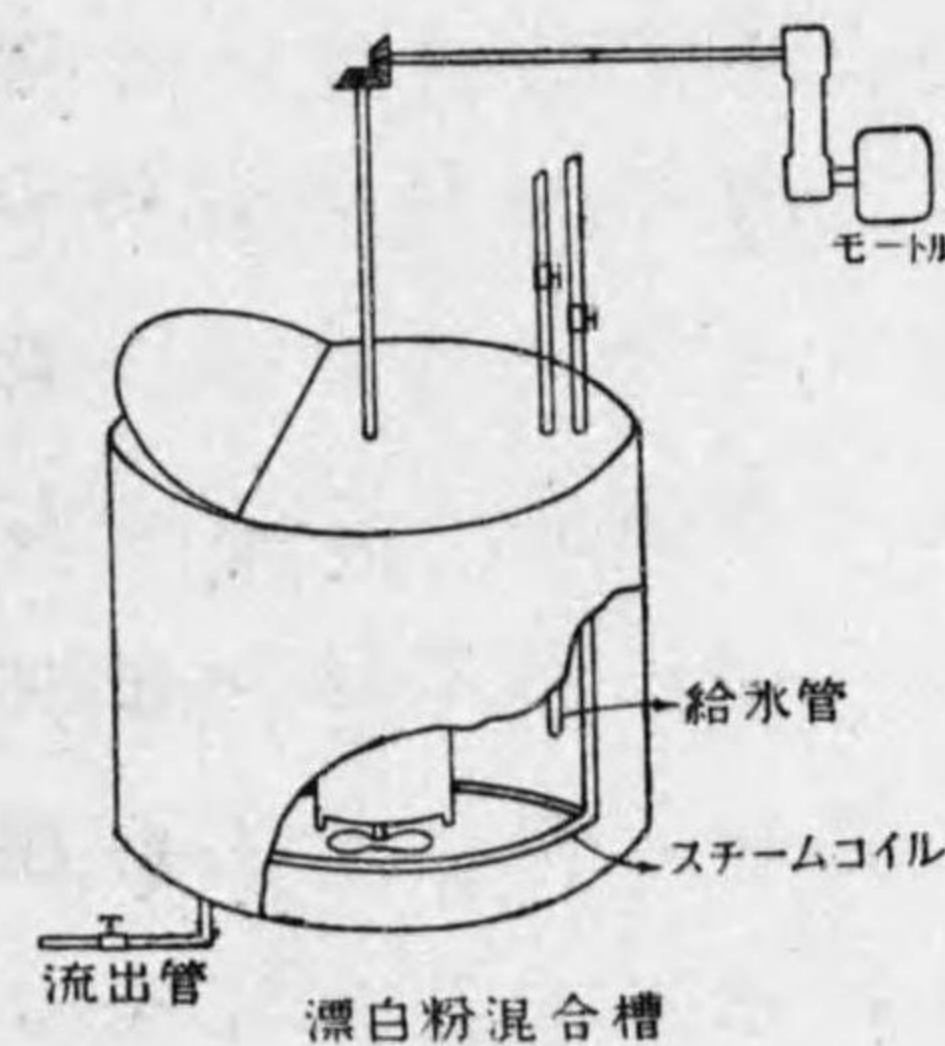
漂白粉溶液を注加するには大體溶液混合槽貯溜槽配管施設注加孔或は注加堰並に沈渣流出口を設けねばならぬ。

Mixing tank

(一)混合槽 混合槽内に於て混和製造する溶液の濃度は之を使用せんとする仕事の種類にもよるが實際には色々に違つて居る。例へば漂白粉一封度に付水約一噸の割合に混合し槽の中央に軸を有する木製の槌を以て一時間乃至二時間攪拌し糊狀溶液となしたる後攪拌を停止して之を貯溜槽中に送り更に混合槽の洗滌水を用ゐて所要濃度に稀釋するものがある。此方法は餘りに少量の水(約四%有効鹽素含有溶液となる)を以て稀釋する爲溶液は膠狀を呈し稀釋水を注加しても塊狀部分は之に蔽はれて溶解し得ないし貯溜槽中で更に攪拌しなければ溶液は層狀を呈し完全な

一體と成り得ない缺點がある。膠狀溶液は有効鹽素の損失を招き層狀溶液は所要濃度を有する溶液を注加する事が出来ない。例へば又最初から所要濃度を得る程度に混合し之を貯溜槽に送るものがある。之によれば貯溜槽を満水せしむる迄此作業を繰返し行ふても層狀となる事はなく又膠狀を呈する虞がない。Ottawa に於ては先づ漂白粉を粉碎秤量したる後圓形混凝土槽に入れ混和するものであるが攪拌装置には青銅製の軸にアルミニウムの唧輪^{impeller}を固定せしめて用ゐる之を水槽底部より稍上部に置かれた鐵管内に廻轉せしめる。(次圖参照) 即所要水量を入れた後青銅軸に連結せる發動機を以て混合し一五分乃至二〇分にして溶液を唧筒によつて貯溜槽に送る此間残渣を沈澱せしめる暇を與へない爲凡て貯溜槽内に送入せらるゝのであつて斯くして貯溜槽に溶液の充満する迄

第一圖



反覆する仕組である。混合槽と貯溜槽との間の配管には凡て亞鉛鍍管を使用し内部の垢殻に對する餘裕を見積り相當大きな徑を採用して居る。加之ならず凡て直管を用ゐる方向を轉換する位置では十字管として垢殻の

除去に便利ならしめる等の用意がある。水止栓には堅ゴム或は特殊の青銅を使用するが若し黄銅製水止栓を使用すれば恐らくは一ケ年に一回の割合を以て取換へる必要があらうと云ふ。

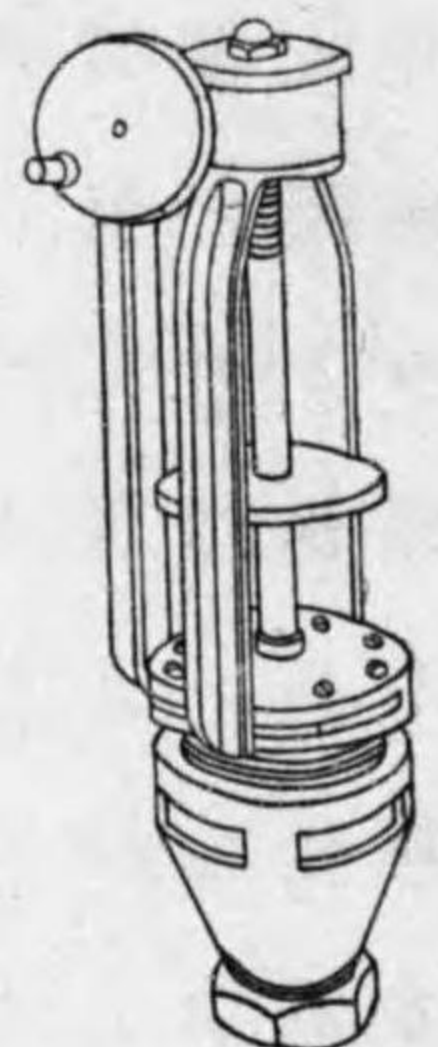
Storage tanks

(二)貯溜槽 貯溜槽を鐵筋混凝土を以て造る場合には裡裝瀝青層は時々之を修理し滲透に因て鐵筋を腐蝕せられぬ様に要心せねばならぬ。混合

槽を別に造り之に攪拌装置を取付ければ是非貯溜槽の必要ある事言ふ迄もない。此場合にも最少限度に於て二個を施設すべきであつて其操作法は前述の溶液槽に於けると殆同様である。溶液の流出管は底部から普通六吋乃至九吋の位置に置き以て殘渣の沈澱に備へしめ殘渣流出管は槽底に施設し四吋乃至六吋の鑄鐵管に適當の遮斷弁を附けたものを用ゐる。此他貯溜槽には硝子製ゲージ或は浮子表示器を施設しオリフイスの流量を時々検査し得る様にせねばならぬ。

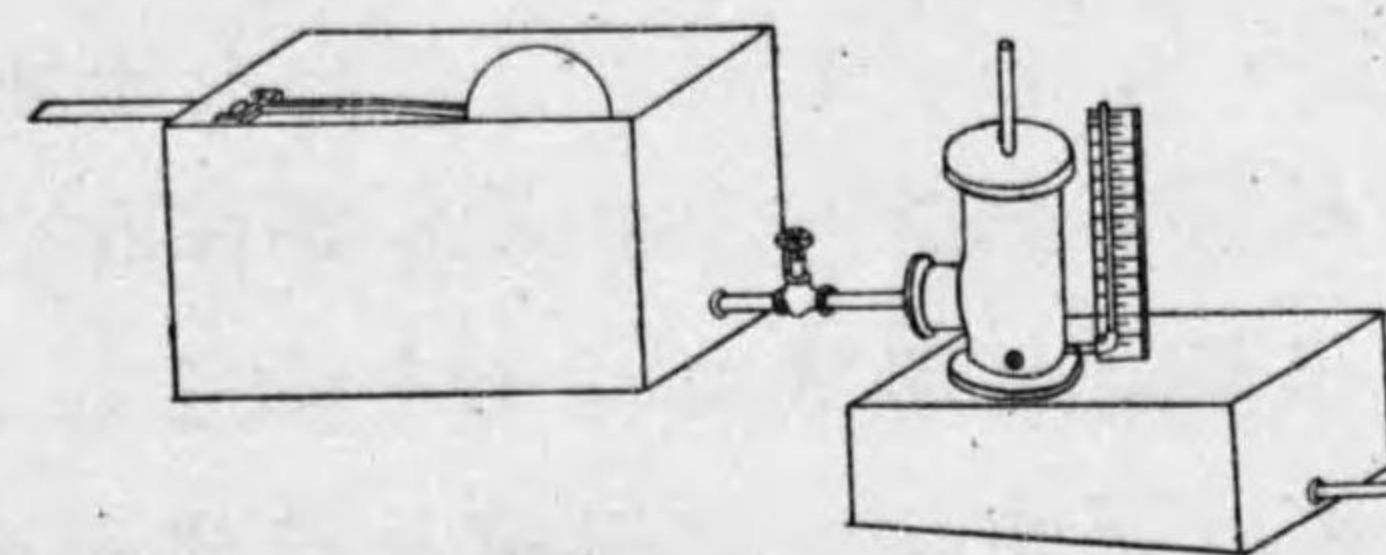
Dosing apparatus

(三)注加装置 飲用水の殺菌に對しては之に注加する漂白粉量を特に嚴正に加減せねばならぬ。之に對しては普通不變水頭を有するオリフイスを用ゐる其大きさを加減し得る様にし或はオリフイスの寸法を一定な



オリフイス調整装置

第三圖



不定水頭注加装置

らしめ水頭の變化に因て加減し得る様にする。ヴェーアも亦用ゐられぬでないが他の藥品の場合

に比し不適當とされて居る。

不變水頭法に於ては水頭を不變ならしむる装置に青銅弁を用ゐる之を硝子或は錫鍍銅製の浮子に連結せしめて居る。大抵は矩形のオリフイスを黄銅板に穿ち螺絲測微器の働きの因り黄銅製滑蓋を滑動せしめてオリフイスの大きさを加減するのであるが青銅板は腐蝕せられオリフイスの大きさを減少せしめる缺點がある爲決して非常に優秀な材料とは斷し難い。夫故オリフイスは堅ゴム圓板に圓形小孔を穿ち之を堅ゴム滑蓋を以て加減したのものもある。

不定水頭法に於ては弁を以てオリフイスを通過する溶液の量を加減し之に因て浮子の位置を定め以て測定槽内に流入する溶液の量を加減する様にした實例がある。此場合オリフイスから流出する溶液の量はオリフイスの取付けられた鑄鐵製圓筒に設備せるゲージ管の水頭を以て知るのであつてオリフイスは硝子に穿たれて居るから少しく垢殻の付いた時に刷

毛を以て軽く磨り或は酸を以て拭き取れば直ちに之を除去する事が出来る。

此他差壓水量計^{Ventulimeter}を以て處理すべき水量の測定をする場合には自動的に注加量を加減せしむる装置としたものもあるし小規模の操作には溶液槽及貯溜槽等として樽を使用し相當の成績を収めたものもあるが一般に云へば小施設の上水殺菌に漂白粉を使用するは困難であつて化學的に充分なる操作を行ひ得ないであらうから寧ろ液化鹽素の簡單なるに如くはないと思はれる。

〔三〕 給水に於ける漂白粉の使用

California 大學教授 *Charles Gilman Hyde* 氏は所謂ハーゼンの定理に就て次の如く説明して居る。「*Mills* (1893), *Reincke* (1893), *Hazen* (1904), *Sedgwick* (1910) 及其他の數氏は上水道水質の改良に因て水に原因すると認められて居る窒扶斯其他の典型的疾病流行の減少率は之を根據として直接的に計算することが出来る數字よりは遙に多いのが普通であると云ふて居る。即ち數多の都會に於ける統計的研究の結果によるに例へば適切な淨水施設を爲し充分なる操作に因て急激に給水の性質を良好にした爲に直接之に因て死亡を免れた居住者の數の約三倍は他の原因による死亡から救はれて居る計算である。而して其原因の大多數は曾而恐らく水と直接的交渉を有するものとも水質に因つて特に影響せられやうとも想像しなかつた所のものであつたのである。

斯の如き興味ある現象は一九〇三年乃至五年の間に於て *Allen Hazen* 氏に依り始めて發表せられたるものであるから多少とも給水々質の改良に直接關係を有する死亡率の減少を數字的に説明したものを *Hazen Theorem* と云ふ様になつた。現今では結核病肺炎氣管支炎及諸種の幼兒に對する致命的疾病すらも給

水の水質に因て著るしき影響が認めらるゝ様に成つた」と。

給水々質の優秀ならざるべからざる所以のものは以上の説明を待たずして明であるが以て如何に其の影響の範圍の大なるべきかを想像し得るであらう。

漂白粉を給水の殺菌に實施したのは一九〇八年を以て嚆矢とする。當時シカゴ家畜置場に於て家畜の飲用に供した水は Bubbly Creek の水を濾過したものであつた。然るに此水は多量の汚水を含有して居る關係上硫酸銅 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) を加へて濾過して居つたが此水を飲ませるとシカゴ市水道の水を與へる場合に比べて體重が殖へない。此事實は大家畜業者の甚苦痛とする所であつて物議の種子となつたのは當然の成行であつた。此に於てシカゴ市は此濾過装置の繰業者たる家畜置場聯合組合に其改良を命じたが組合は之を紐育市の *G. A. Johnson* 氏に委嘱し其解決を仰いだ爲に同氏は此難局にあたり遂に硫酸銅に代ゆるに漂白粉を以てし大なる成功を收め得るに至つた。かくして此水はシカゴ市上水に優るとも劣らざる水質のものと成つた事は次の大腸桿菌發見回數の對照に因て明である。

Bubbly Creek 處理水	大腸菌發見回數	0.34%
City of Chicago 上水		12.8 %

此處理に於ては濾過七時間半前に漂白粉溶液を注加したのであつて濾過後に之に加へた場合には好結果を得られなかつた。其混合の割合は水量百萬噸に付漂白粉四五封度である即有效鹽素量 一・八 p. p. m. に相當する。

漂白粉による上水淨化法の新記録を出し斯界に偉大なる貢獻を爲したものは正にジョンソン氏の功に歸すべきであるが上下水道の殺菌法に漂白粉を使用せんとする問題は同氏の施設以前約二十年來の研究題材であつたのであつて惜しい哉智識の斷片的なると性質の不定なるとの爲に未だ信を置くに足るものとされてなかつたのである。從而ジョンソン氏の此の斷定的解決は當時一百を越ゆる都會が迅速にして有力なる窒扶斯鎮和法を切實に要求しつゝあつた米國に於て全土を通じ多大の感動を與へた事は無理の無い成行であつたと云はねばならぬ。且又此の方法は水質の如何を問はず淨水装置の種類に關せず殆どあらゆる場合に實施する事が出来るものであるから施行の範圍は極めて廣く忽ち各所に施設せられ諸家の研究題材となつたのも亦當然の歸結であつたのである。

今試みに米國諸市水道に於ける當時の狀況を顧みるに *Calvin W. Hendrick* 氏はオハイオ河沿岸の諸市に

就て述べて曰く「Cincinnati 市は其水源を Ohio 河に求め之を市の上流から取つて居るが其下流に於ては市の下水を排除しつゝある爲オハイオ河沿岸下流の住民は必然的に同市の下水を飲用して居る。「Newport 及 Covington 兩市は其下水を同河に放流しつゝあるが Kentucky 州の線は同河のオハイオ州側迄延びて居るからシンシナーチ市は其汚水をケンタッキー州側へ流下して居る事になる。「加之合衆國政府は低水位上七呎の水路を得んが爲に同市の下流に堰提を築造した爲問題は益紛糾し政府は之に因つて水路を得たと同時に汚水を溯流せしめて飲用水取入口に達せしめる結果となつた。即ち飲用水汚染の問題は只に三市二州のみならず更に中央政府に迄も關する重要事項と成つたのである。」と。

此種の關係は湖畔の諸市に於て最甚しい。此等の都會は其汚水を此の天然の大水槽の中に放流し更に此水槽から其飲用水を採取するを常習とするが理論的には自淨細菌の活動に因て汚水の不淨を絶滅するとも考へられやうけれども事實は果して如何の状態に在るかと云ふに Lake Erie の咽喉を扼する Buffalo に於ては一九一一年九月中に五立方糶の檢水から大腸桿菌を發見せる事新取入口で七日舊取入口で十一日の多きに及んで居るし Lake Ontario の岸 Toronto に於て

は一立方糶に付き五千個の細菌を見る事決して稀でないのみならず其二五%は大腸桿菌であるの事實を如何とも致し難い状態に在る。エリー湖畔なる Erie に於ては一九一一年の春室扶斯の流行猖獗を極め最初の四ヶ月間に於ける死亡者數實に一七〇を數へた爲急遽漂白粉殺菌法を實施し辛ふじて其後の蔓延を防止し得たのであつた。同湖畔に於ける Cleveland は其水道に漂白粉殺菌法を行ひ幸にして同一の運命を免れ得たが Jackson 氏は當時に於ける調査の結果を報告して曰く「病原菌は湖岸に添ひ約一哩の半徑を以て描ける半圓形の地域に於ては一帶一様の害毒を撒布して居るが其地域を超へれば病毒の影をひそめて了ふ。即ち給水管中を長く送られる間に沈澱して了ふものであつて此有毒區域中に於ては靜止の状態に在る上水を水栓から取水すれば必ず夥しい大腸桿菌を認めたと。當時用ゐられた漂白粉量は有效鹽素〇・八 p. p. m. の割合であつた。」

シカゴ市に於ては Lake Michigan に放流する下水量は全市汚水の三〇%に過ぎないが其上水は湖畔他都市に比較し稍良好であると云ふに過ぎない状態であつて殊に六八番町取入口に於ては是非漂白粉殺菌法を行ふべきであるとし Wisner, George M. は一九一一年次の如く報告して居る。「少量の漂白粉を以てする殺

菌法は最適切なる救済方法である。之に要する薬品の量に百萬哦に付約五封度を以て足るのであつて建設費利子修繕費繰業費等を含み總経費は百萬哦に付僅々三五仙を以て足る計算である。現在に於ては六八番町取入口の水を除けば稍良好ではあるが船運に因て汚染せらるゝ機會を考慮せば全然安心して居る譯には行かぬと。更に之に要する總経費を計算して次表を示して居る。

第六表 全市上水殺菌費概算

年 度	人 口	平均一日給水量 (百萬哦)	年 經 費(弗)
1911	2,250,000	450	57,500
1922	3,000,000	600	76,700
1935	3,800,000	760	97,100
1942	4,200,000	840	107,300

全市上水濾過費概算

1922	3,000,000	600	1,860,000
1935	3,800,000	760	2,280,000
1942	4,200,000	840	2,530,000

同湖畔に於ける Milwaukee は其下水量六〇〇〇萬哦をミシガン湖西岸の三川全流個所に放流しつゝあるが一九一〇年六月に至り急遽上水濁濁防止の必要に迫られ一週間以内に漂白粉殺菌法を施設すべき命令に接し竣功と同時に操作を開始した様な状態である。

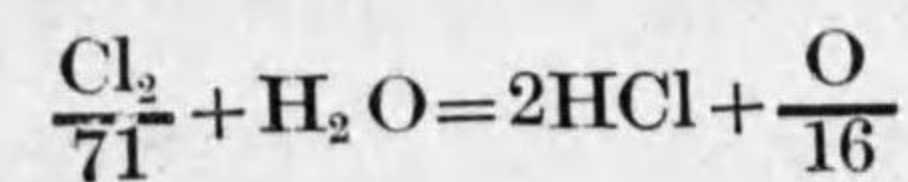
Minneapolis 市に於ては一九〇九年現在水道水質の不完全なるを痛感し Mississippi 川の水を完全に浄化し得べきや或は全然他に水源を求むべきやの研究に着手したが紐育の Rudolph Hering 氏主として其調査に當り一九一〇年三月十七日に至りミシシッピ川を水源とし機械濾過法と漂白粉殺菌法とを併用すべきを主張し一九一一年十一月遂に此案の採用に決し工事に着手したのである。

斯の如き實例は殆枚擧に違ない程であるが其之に要する漂白粉の量は如何にして定むべきかと云ふに大約

- (一) 水中に含有せらるゝ酸化性物質の量
- (二) 水溫
- (三) 鹽素を注加する方法
- (四) 接觸時間

の四條件を考慮せねばならぬ。

Oxidisable Matter
酸化性物質—酸化性物質と稱するものゝ中にも二通りの種類があるが水中にある無機物の中で容易に酸化されるものは第一鐵鹽類(普通炭酸鹽)亞硝酸鹽類及硫化水素等であつて之等の鹽類は全部酸化し盡さるゝ迄は定量的に鹽素との反應を續けるものである。然るに鹽素の原子量は三五・四六であるから



なる式に因つて明な様に鹽素の酸素價は有効鹽素含有量の約四分の一である。従而一 p. p. m. の有効鹽素を以てして第一鐵一・五八 p. p. m. 亞硝酸窒素〇・一九七 p. p. m. 及硫化水素〇・四七九を酸化することが出来る。

水中に於ける有機物は種々の方面から浸入する事勿論であるが就中尿アミノ化合物細胞膜質等を認めることが出来るし土壤及沼澤から流入した腐植土質も亦相當に多い。殊に此の腐植土質は水に特殊の色を附與するを普通とするもので之が所要鹽素量に如何なる影響を與ふるかを研究すれば酸化性物質が鹽素量に及ぼす影響を察知する事が出来る。今レース氏の研究の結果を表示すれば次の通りである。

第七表

色度の影響 (溫度華氏63°=攝氏17°22)

接觸時間	檢水 A. 色度3			檢水 B. 色度 40	
	有効鹽素量	0.2 p. p. m.	0.2	0.4	0.5
0		194	194	194	194
5分		121	165	129	66
1時間		7	95	20	1
5時間		0	4	0	0
24時間		0	1	1	0
48時間		0	0	0	0

此實驗に用ゐた細菌は大腸桿菌である。上の成績に因て明な様に殆色を有せざる水を華氏六三度に於

て一時間の接觸により淨化し得る程度に至るには四〇 p. p. m. の色を有する水に對しては二倍半の有効鹽素量を使はねばならぬのである。斯の如き現象は又 Harrington 氏に因て明にせられて居る。同氏は Montreal の水源たる Ottawa river 及 St. Lawrence river の河水に就て實驗し次の成績を發表した。

第八表

水源	アルカリ度	色度	三十分間に於ける酸素吸收量	鹽素所要量 p. p. m.	細菌數 (c. c. に付)	除去細菌數 %
オッタワ	15-20	50-70	14.0	1.50	3,000	98以上
セントローレンス	90-100	0	0.30	0.30	500	99以上

大阪市衛生試験所に於ては其水源たる淀川河水處理上水並に同市下水に就て實驗した成績を得て居る。

第九表

上水河水並に下水中に混じたる大腸菌を死滅せしむるに要する鹽素量接觸時間及溫度の關係

鹽素量 p.p.m.	低 温			室 温			高 温		
	上水	河水	下水	上水	河水	下水	上水	河水	下水
1.0	10分	1時間	48時間	5分	30分	3時間	5分	5分	1時間
0.7	20	2	48	20	1時間	3	5	30	1時間 48時間復活
0.5	1時間	24	48	30	5	5	20	1時間	2時間 48時間復活
0.3	7	48	48	2時間	7	24	1時間	2	3時間 24時間復活
0.2	48時間 死滅セズ	48時間 死滅セズ	48時間 死滅セズ	3	48	48時間 死滅セズ	2	5	5時間 24時間復活
0.1	++	++	++	24	48時間 死滅セズ	++	3	48時間 死滅セズ	48時間 死滅セズ
對照	++	++	++	24	++	++	3	++	++

低溫とは冬季水溫攝氏4°乃至9°内外の時

室溫とは春秋水溫攝氏10°乃至20°内外の時

高溫とは夏季水溫攝氏25°乃至30°内外の時を云ふ。

此試験は液化鹽素を使用して試験せる結果である。

斯くの如く有機物含有量の多少は所要鹽素量に非常の関係があるから他の係数を除去し兩者の関係を數字的に表はさうと云ふ企も少くない。例へば鹽素吸收率と酸素吸收率とを比較し一定係数を得やうとしたものには次の如き結果がある。

第十表

試 験 者	酸素吸收量：鹽素吸收量
Ronquette	1
Bonjean	0.5
Ortoni	1以下
Valeski & Elmanovitsch	0.4
Race	0.4
計算上の數字	0.22

此等の間には非常の相違があつて遽に斷定を下し得べくもない。現に *Heise* 氏の如きは鹽素の吸收率は其注加量に依るもので強ち有機物の量に關して變化すべきものではないとさへ云ふて居るのである。

Temperature
溫度—溫度と鹽素消費量との間の關係は頗復雜である。 *Ellms* 及 *Race* 諸氏は殺菌の速度と溫度とは比例

すると云ふ事實を認め殊に *レース* 氏は次の結果をあげて居る。

第十一表

接 觸 時 間	36° F=2° 22C	70° F=21° 11C	98° F=36° 67C
有 効 鹽 素 量 0.4 p. p. m.			
0	424	424	424
5分	320	280	240
1.5時間	148	76	12
4.5時間	38	14	3
24時間	2	0	0
48時間	2	0	0
有 効 鹽 素 量 0.2 p. p. m.			
0	240	240	240
5分	240	250	235
1時間	245	235	195
4時間	215	190	170
24時間	143	130	115
48時間	130	59	19
72時間	—	23	—
96時間	—	16	—
120時間	—	6	—

以上は 10 c. c. 中に於ける大腸桿菌による成績を意味する。

大阪市衛生試験所は前述の試験の成績に因て次の如き結論を與へて居る。

第十二表

季節	温度	鹽素所要量	
		上水	源水
夏	25° - 30°	0.2	0.5
春、秋	10° - 20°	0.3	0.7
冬	4° - 9°	0.5	1.0

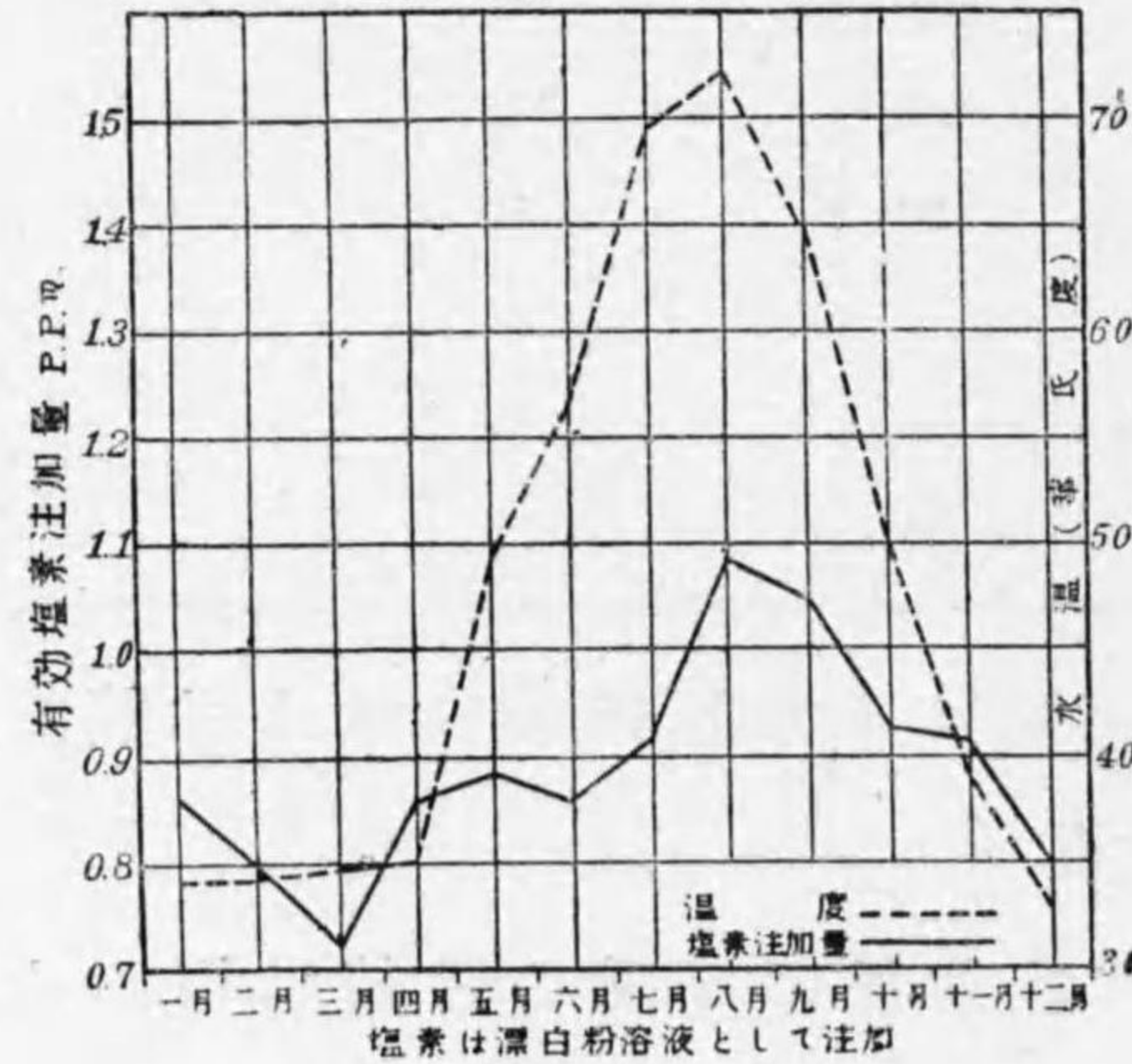
温度は攝氏で表はし鹽素所要量は p. p. m. を以て數へる。

上水とは處理後の飲用水で源水とは淀川の水道取入口に於ける河水である。

然るにレース氏の結果も大阪市の結論も共に實驗室内に於ける成績を基礎としたものであつて之を直

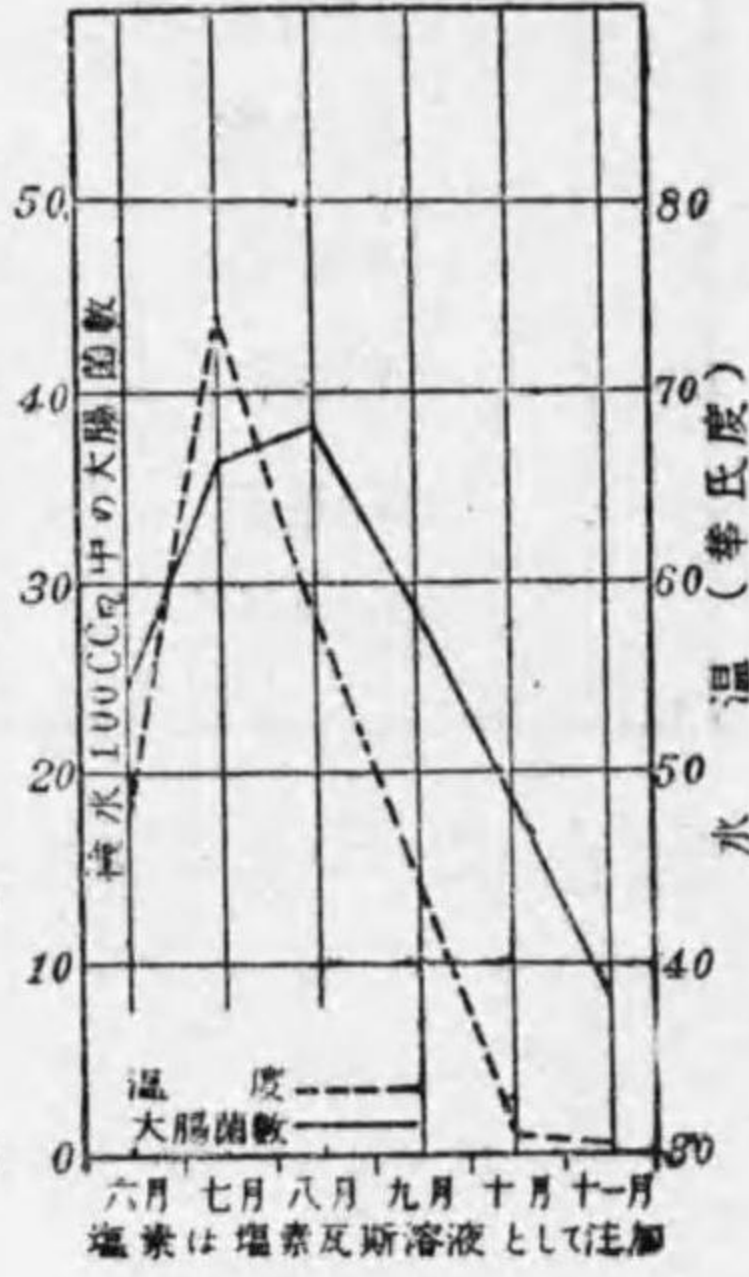
第四圖

温度の影響 (一)



第五圖

温度の影響 (二)



ちに實施し得るや否やは未だ遽に斷定する事が出来ぬ。現にレース氏は實際に之を施行して見た處が夏の方が却て冬季より多量の鹽素を要した事實をあげ次の結果を與へて居る。(第四圖第五圖)

即ち漂白粉溶液を注加した場合に對しては其水質を常に一定ならしむるに必要な注加量を示し鹽素溶液を以て處理した分に對しては注加量を一定ならしめ之に因て起る大腸桿菌の數を計上したものであつて何れも夏季に於て著るしき數量の増加を示して居る事を見逃す事が出来ぬ。

Method of Application

注加法一水と溶液とを完全に混和するを以て處理法上最重要なる條件の一と爲すべきは今更贅言を要せぬ所であるが如何にして完全なる混和を期し得べきかに就ては相當に考慮を費さねばならぬ。出来れば何等特別の方法を講せず自然に混和し得る様にするべきであるが若し疑はしければ機械的に混和の方法を講ずるも亦止むを得ざる所であらう。

今レース氏によりて引用せられたる次の實例をあげれば混和法の良否が如何に其殺菌力に影響するものなるかを知るに足るのである。

第十三表

月 別	有効鹽素量 p. p. m.		1 c. c. 中の細菌數		
	A	B	源 水	A	B
七 月	0.20	0.25	864	27	93
八 月	0.20	0.27	1,108	12	120

Aは良好なる混和法 Bは不良なる混和法

此の實驗に使用した水は毫も色を含まず有機物量亦極めて少量なる源水であつた。有機物含有量の多い場合にも亦同様であつて色度四〇乃至四五 p. p. m. の河水に漂白粉を注加するに最初其接觸時間を増加せんが爲二時間の給水量を貯溜し得べき阻板貯水池を造り無数の小孔を有する管を以て貯水池の入口に供給したが此場合に於ける成績は次の如くであつた。

第十四表

有効鹽素量 1.88 p. p. m.

	一 立 糶 に 付 細菌 數	
	20° C に於て3日間接觸	37° C に於て1日間接觸
源 水	410	104
處 理 水	49	26
淨 化 率 %	88.2	75.0

其の後漂白粉注加量を減少し其位置を唧筒の吸水管に移した處が次の成績を得た。

第十五表

有効鹽素量 1.55 p. p. m.

	一 立 糶 に 付 細菌 數	
	20° C に於て3日間接觸	37° C に於て1日間接觸
源 水	448	100
處 理 水	26	12
淨 化 率 %	91.9	88.0

即ち後者は單に其注加位置を變更し混和方法を改良した爲に比較的少量の鹽素を用ゐる短き接觸時間を以て尙且前者に比し遜色なき結果を得て居るのである。

Contact period

接觸時間—其他の事情を閉却し得るならば處理能率は或程度迄接觸時間の長短に比例するものであつて處理後直に送水しなければならぬ場合には二三分間以内に淨化し得べき鹽素量を注加する必要が起るが此の如き短時間を以て鹽素を充分吸収する事は不可能な場合が多く飲用水の味臭が爲に不良ならしめらるる事あるを免れぬ。勿論混和法の優良なる場合は接觸時間の短少を以てしてよく殺菌の効を奏し得る事前述の通であるし尙又數多の實例の示す處によれば處理後直に送水するが如き場合には多量の鹽素を注加するの要なきが如く相當の注意を拂へば味臭の問題は殆解決せらるゝのである。

接觸時間と殺菌作用との間の關係に關しては前に

掲げた實例に因ても明であるが更に二三の實驗の結果をあげれば

第 十 六 表

接觸時間	鹽 素 量 p. p. m.			
	0.3	0.4	0.55	1.21
0	3,800	—	—	—
1分	1,400	120	0	0
10分	720	5	0	0
20分	35	0	0	0

但し之はレース氏の實驗成績で10 c.c. 中の大腸菌数による結果である。

第 十 七 表

有効鹽素量 0.27 p. p. m.

檢水採酌箇所	1 c.c. 中の細菌數
唧筒所より 5,000 ^原	300
++ 6,000	203
++ 7,000	103
++ 12,000	86
++ 14,000	87

上は Wesbrock 氏による成績を示す

第 十 八 表

有 効 鹽 素 量 p. p. m.	接 觸 時 間 (溫度 22°—26° C)				
	30分	1.5時間	3時間	6.5時間	24時間
0	230,000	200,000	160,000	150,000	140,000
0.5	14,000	7,400	2,000	6,000	11,000

1.0	20	14	170	450	60,000
1.5	10	6	16	45	70,000
2.0	7	8	10	97	70,000
2.5	7	14	30	116	65,000
3.0	6	12	5	12	16,500

以上は1 c.c. 中の細菌数によるレース氏の成績である。

斯の如く鹽素殺菌法に於ては大體に於て接觸時間の長い程有効である事を示して居るが只最後の表は三時間以上経過した處理水に於ては却て其細菌数を増加する事を示すものであつて一晝夜を経過した後は殆源水同様に復歸するを知るであらう。此の現象を普通「復活現象」(Aftergrowth)と稱して居る。

其他の影響—以上述ぶる所の如く鹽素殺菌法は種々の事情に因て影響を蒙むるものであつて簡単に其注加量を決定する事は困難であるが更に濁度日光等の影響をも考慮する必要がある。濁度Turbidityの影響に就ては未だ判然たる數字的斷定を與へられて居らぬが水を濁濁せしむるものは主として細末狀の沈泥及粘土であつて之等自身は次鹽素酸鹽に對する活動力極めて薄弱であるに拘はらず之に因て汚濁を來し之等に因て生じた礦物質或は有機性物質中に潜む細菌は鹽素の作用を免れ遂に生存し得るに至るのである。日光は鹽素及次鹽素酸鹽の殺菌速度に著しき影響を與

へるもので處理水をして暗渠及鐵管中を流下せしむる場合に比し開渠を流下せしむる場合は其接觸時間を著るしく短縮し得るを常とする。實驗室内に行はるる試験が殆常に硝子瓶中に於て冷さるゝは實際の處理水成績との間に著るしき相違を來さしむる一の原因でなければならぬ。今レースの試験の結果をあげれば次の通りである。

第十九表

日光の影響(有効鹽素量 0.35 p. p. m.)

接觸時間	日光直射下に曝露(四月)	暗き戸柵中に安置
0	215	215
30分	130	145
1時間	122	136
2.5時間	61	130
3.5時間	0	32

斯くの如く種々の事情が相錯綜し相干涉しつゝある鹽素殺菌法の實施に當り漂白粉或は液化鹽素の注加量を決定する事は難事の中の難事であつて其都市に付き其場合に臨み一々周到なる調査の下に確實なる根據を得て始めて爲し得べく何等の調査施設を爲さず卒然として現業員の手任せ漫然たる操作に甘んずるが如きは都市衛生上寒心に堪へざるものと云はねばならぬ。然も斯の如き調査研究に對して最参考

となるべきものは既に各地に施設せられた同一處理法に對する實例であると信するが故に以下暫らく其方面の事實を記載して見やうと思ふ。

上水殺菌に使用しつゝある漂白粉の量一源水の性質其他の事情に因て漂白粉の注加量に相違のあるべきは既に前に述べた通りであるが現今各地に行はれつゝある漂白粉殺菌法の實例に於ては百萬哦に付漂白粉量五乃至十二封度即ち有効鹽素量〇・二乃至〇・四八 p. p. m. を普通とするが Cleveland に於ては日々 Lake Erie の水を採取し百萬哦に付十六磅即ち有効鹽素量〇・六四 p. p. m. を使用し紐育市亦 Croton の水を殺菌するに十六封度を用ゐた實例があり更に多量に使用したものには二十五封度即一〇〇 p. p. m. なる實例さへも見る事が出来る。其少量を使用した實例には Milwaukee に於ける六封度(〇・二四 p. p. m.) Pittsburg に於ける三封度(〇・一四 p. p. m.)等を擧げ得るであらう。

之等の相違は勿論種々の原因によつて起るが最實際的の立場から云へば源水若くは濾過せざる場合には注加量が多く濾過其他の操作を経たものに於ては比較的の使用量が少いと云ふても餘り大して間違では無い。今此處に源水に對する殺菌の實例として操作方法の概畧を説明しやう。

紐育市に於ては一九一二年 Dunwoodie に殺菌装置

を施設し一日最大送水量三億八千萬噸に對して處理を行ふ設備を造つた。漂白粉を市場から購入する場合には金屬製の樽で送られて來るが一樽の重さは七五〇封度乃至八〇〇封度に達するから一度之を地上に却し屋内に施設せる二噸懸架起重機を以て取扱ひ之をピットに運ぶ。此處で樽を切り開き樞軸を廻轉して漂白粉の所要量を可動鋼製漏斗^{Hopper}中に入れる。此漏斗の底には箱があつて箱の前面には目盛を施した硝子板が取付けてあるから漂白粉の分量を読む事が出来るし漏斗の底部は恰も普通のストーブに使つて居る火格子の様になつて居るから曲柄を廻轉すれば爐格が廻つて漂白粉の塊を粉碎するので箱の中で測定する漂白粉は悉く細粉であるのみならず投入量が平均されて居るのである。かくして轉倒せる樽と漏斗とは再び起重機を以て引上げ之を漂白粉溶液槽上の床に運ぶ。溶液槽は二個あつて其上の床には漏斗底部の測定箱の底より較、小さな空所を設け漏斗及樽を此の口の上に齎し漂白粉量を測定しつゝ測定箱底の滑蓋を引きあげ之を溶液槽中に投入するのであつて滑蓋は溶液槽の蓋に密着せしめられ且帆布蓋を以て粉末の飛散を防止する様にしてある。

溶液槽は鐵筋混凝土を以て造られ其大さ各直徑十呎深約八呎半で凡ての點に於て同一の構造を有し兩

者の間の隔壁には青銅製の溢流堰を設けてある。蓋に設けられた口の直下には十一番青銅線を以て造り隅鐵構で支へられた八分の三吋鋼の籃篩^{Basketscreen}を備へ測定箱より投入せられたる乾燥漂白粉は直接其上に落下する。此の篩底の下に頂部に數多の小孔を穿てる三吋の亞鉛鍍金鍊鐵管を横へ之に向つて四呎半の不變水頭を保たしめつゝクロトン水路の水を送る様にしてあるが之が爲めには別に木製高架槽を施設し唧筒の連續運轉と溢流堰とを應用して其水位を一定ならしめ之より流出する水量は一分間に通過する噸量を以て目盛した指示付水栓に因て自由に加減し得る様な設備を有して居る。かくして一定の水頭を以て小孔より垂直に噴出せられたる射水は篩の底を通して吹き上げ漂白粉を溶解せしめ溶液槽中に貯溜せられる。溶液槽の水位は隔壁に施設した前記溢流堰に因て加減し槽の底部より常に六呎の高さを保たしめるから餘分の溶液は休止中の溶液槽中に貯ひられ毫も損失することが無い。溶液の濃度は二%を適度とし之をクロトンの水に注加する時〇・五 p. p. m. の鹽素量を與ふる事となるのであるが溶液の濃度を常に一定ならしむる爲溶液槽底部には數多の二吋有孔管を配置し此等の小孔から溶液の内部に向つて空氣を吹き込み以て攪拌する装置であつて之に使ふ空氣は機械

室内に施設せる送風機を電力を以て運轉して送入するのである。従而溶液槽中³には一も活動する部分一例へば攪拌用撓足等は無い。

溶液の注加量は溶液槽中の液の深さと出口のオリフイスの大きさとの二つの條件で決定される。然るに主要溶液槽の水面は出來得る限り不變ならしむる様にしてはあるが尙且空氣が泡立つのと漂白粉を新に投入するのとで幾分の變化は免れないから各溶液槽底部に十四吋の有網開口を施し夫々靜止室に連絡せしめ溶液は此靜止室底部に設けられたる分度オリフイスから重力に因て流下する様にし六吋管を以て水路拱部に導く。溶液槽中の殘渣は六吋の沈泥排除管を以て地下の沈泥室に流下せしめる。

水路拱部に導かれたる溶液をクロトンの水に混和する方法には二通りある。舊水路は一日八千萬哦の流量があるから二吋の管を垂直に立て之に徑八分の一吋の孔十個を穿ち之等の小孔から溶液を射出せしめ更に此の注入個所より少しく下流に二組の木製阻板を並べ水流を左右に屈曲せしむる事により充分に混和せしめんとして居る。

新水路に於ては日々約三億哦の流量がある。之に對する混和法は前者よりもやゝ複雑であつて拱部に穿たれた人孔を通し三吋の有孔主要供給管を下し之

を仰拱に達せしめ之に對し十字形に分れた二組の水平分岐管を出し其各分岐管から溶液を射出せしめる。従て此方法に於ては溶液を水流の中央部のみならず兩側にも注加する事が出來其配布を完全ならしめ得る筈であるが水路中の流速は断面の各所に於て異り中央部は兩側部に比し迅速であるから混和率は完全に一様であると云ふ譯には行かぬ。そこで此缺點を除去する爲に溶液注入箇所⁴の較々下流に一對の彎曲翼壁を取付け水流を渦卷し旋廻せしむる事により溶液の混和を良好ならしめたのである。此の翼壁は亞鉛鍍鍊鐵板を以て造り端を彎曲せしめ蝶番を以て垂直柱に取付け楔狀となし水流を劈開して分割された流を夫々水路の側方に突流させる様にしたもので兩翼の開きは一對の偏突輪^{Cam}を手動輪及螺子輪^{Handwheel}聯動機^{Worm Gearing}を以て動かし人孔の上から増減することが出来る様に裝置してある。

水路を流るゝ水の量は殆一定はして居るが時々其高さを觀測し以て其量を測定せねはならぬ。若し水量の變化相當に大なる場合にはオリフイスの大きさを加減し或は溶液の濃度を増減して之に應せしめる。溶液の濃度は漂白粉の注加量を加減するか或は指示付水栓を以て自由に變更し得るものである。

Jersey cityに於ては既に一九〇八年以來漂白粉處理

法を使用して居るが Boonton 貯水池の源水に對し百萬
 哦に付五乃至八封度即〇・二乃至〇・三二 p. p. m. を適量
 とするもので此結果を見るに六十二日間連続採酌せ
 る四五五個の檢水中大腸菌を發見した事が只一回に
 過ぎなかつた。

Erie 市は一九一一年三月十五日以降エリー湖の水
 に對し漂白粉殺菌法を施行して居るが注加量は百萬
 哦に付七乃至一〇封度即〇・二八乃至〇・四〇 p. p. m. 平
 均〇・三二 p. p. m. の鹽素量を適量として居る。施行後
 三月十五日より四月二十五日に至る間の細菌試験成
 績表によるに次の如く

第二十表

一立糶中の細菌數

水質	源水	處理水
最小	84	0.0
最大	720	49.0
平均	234	6.6
檢水の性質		
大腸菌あるもの	7	0
大腸菌なきもの	31	76

甚有效なるを示して居る。

Montreal に於ては一九一〇年以來其給水全量に對
 し漂白粉殺菌を施し百萬哦に付五乃至七五封度即〇・

二乃至〇・三 p. p. m. の鹽素量を使用して居るが其成績
 は頗る優秀で次表の如き統計を得て居る。

第二十一表

窒扶斯發生並に死亡率

	發生率		死亡率	
	1909年	1910年	1909年	1910年
十月	225	68	27	8
十一月	218	50	19	13
十二月	106	52	42	29

グリーンブランドに於ては前にも一言したるが如く
 エリー湖に水源を求め之を漂白粉に因て殺菌しつゝ
 あるもので溶液の注加に際しては直径四呎深三呎四
 吋の混合槽により之に機械的攪拌施設を施し別に直
 径十一呎八吋深七呎五吋の溶液槽二個を設け溶液は
 一%とし注加は浮子辨に因て加減し得る二個のオリ
 フイス槽を用ゐる。一日揚水量約七千萬哦で漂白粉
 使用量は水百萬哦に付一一乃至一八封度即有効鹽素
 量〇・四四乃至〇・七二 p. p. m. であるが時として突然揚
 水量に變化を來し或は漂白粉の強さが樽に因て違ふ
 事がある等の理由から操作が困難に陥入る事もない
 ではない。殊に漂白粉所要量が〇・八 p. p. m. なるが如
 き場合に於て困難が甚だしい。其後種々の實驗の結
 果〇・五乃至〇・七 p. p. m. を以て充分であつて 〇・八 p. p.

m.を使用する時は殊に寒冷の期に於て味臭に影響を與ふる事が分つた。

Coagulation Sedimentation

Omaha に於ては凝結沈澱の後濾過する事なく漂白粉殺菌を行ふものであるが其量七・五封度即〇・三 p. p. m.の鹽素を使用し次の結果を得て居る。

第二十二表
細菌數減少率

凝結沈澱	93.30%
凝結沈澱の後漂白粉注加	99.85%

以上は主として凝結沈澱以外の處理法を施さるる源水に對する漂白粉殺菌装置の概要であるが之を濾過設備と併用したものには次の如き例がある

Harrisburg に於ては濾過前明礬凝結法と漂白粉殺菌法とを併用し其細菌減少率九九・九四%に達せしむるを得たが之に使用した漂白粉量九封度即鹽素量〇・三六 p. p. m. である。

Baltimore Country Water Works Company

バルチモア給水組合に於ては濾過前に漂白粉溶液を加ふる装置とし漂白粉量一二・五封度即〇・五 p. p. m. を用ゐる經濟的には其繰業費を短縮し衛生的には偉効を奏し得た實例を有して居る。即漂白粉所要量は水一哦に付〇・〇八七グレーンであつて其爲に凝結用明礬の量を水一哦に付〇・八七グレーンから〇・五八グレーン迄減少せしめることが出来たし濾床の洗滌用水

も亦四・一%から二・九%迄減少せしめ得たのみならず濾床使用期間を一時間以上延長する事が出来たのである。従て水一哦に付〇・二ニグレーンの減少は百萬哦に付三一封度の減少であるから假に明礬二封度を一三仙とすれば百萬哦に付ては四一仙の利益を得る筈である。之れから漂白粉の價額一仙を差引けば凝結劑丈で百萬哦に付三〇仙の利益がある事となるが實際に於ては洗滌水の價額及濾床使用期間の延長に因て生じた給水量の増加等を加算すべきであるから繰業費總額に於て利益する所甚大であると云ふて居る。

Toronto に於ては一九一二年一月四日新たなる緩砂濾過池の竣功を見たが同時に漂白粉殺菌を行ひ百萬哦に付六封度即〇・二四 p. p. m. を用ゐて居る。其四月中の成績は次の通である。

第二十三表

源水中の細菌數	18,524
濾過水の細菌數	815
殺菌後の細菌數	5.3

一九一二年の初 Niagara Falls を水源とするものゝ内二つが新に淨水装置を施設したが其一は都市の施設で他の一は西部紐育給水組合の施設である。何れも

其方法は同一で凝結後急速用砂濾過法を行ひ之を漂白粉に因て殺菌するものであつて其後の窒扶斯發生數を見るに次の通である。

第二十四表

一	月	二	八	件
二	月	一	二	件
三	月	五		件
五	月	七		件
六	月	一		件
七	月	一		件

Pittsburg に於てはジョンソン氏の説に従ひ漂白粉殺菌法と緩砂濾過法とを併用し細菌學的に優秀なる結果を得たのみならず濾床の能率をも高める事が出来たのである。即ちジョンソン氏の説明に依れば漂白粉を使用する事により濾床掃除後十時間にして其濾過速度を復舊し得るのであつて之に使用した漂白粉は三封度即〇・一二 p. p. m. に過ぎぬに拘はらず濾過水の細菌聚落數は常に頗低く且下水に起因するものは一も認めぬ様になつたと云ふ。漂白粉の注加法は他と較々趣を異にし濾過水々路より堰を溢流して濾水池に入るに際し水門室に於て乾燥漂白粉末を投入するもので水は此點に於て濾水々路端を隔たる約二五呎の位置に在る段落壁に衝突し直角に曲折して濾

水池に入るのである。此装置は水と殺菌劑とを混合するに最好都合な状態にあると云はねばならぬ。

Rahway N. J. に於ては加壓濾過法と漂白粉殺菌法とを併用し爲に窒扶斯の流行頓に減じたが其使用量は實に二十五封度即一〇〇 p. p. m. であるに拘はらず曾而飲用者に氣付かれた事が無いと云ふ。

以上の實例に因て明な様に源水が天然に頗清透なる場合にも或は凝結劑を加へて沈澱させて清透なる水とした場合にも之に漂白粉殺菌法を適用する事が出来るのであつて更に源水が相當に不良な場合でも従來の淨水法と併用して偉効ある事が明である。

Winslow 教授は一九一〇年「従來淨水法と認められて來た二つの方法即ち濾過法並に貯水法に加ふるに此處に更に偉大なる第三の方法を加へたものである」と述べたのも決して過賞とのみは稱し難い。

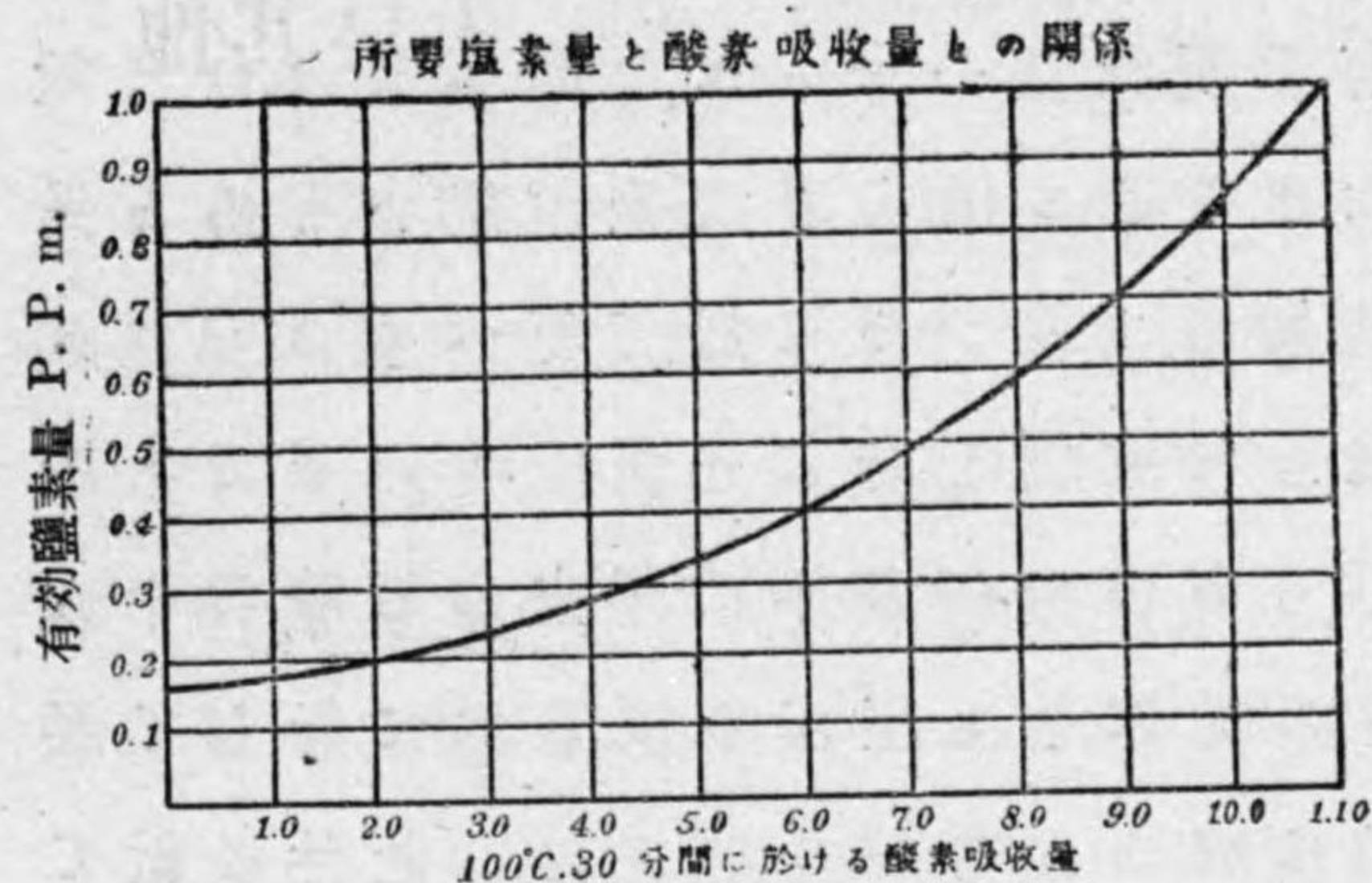
〔四〕漂白粉の使用量並に水の味臭其他

或る都市に於ける上水の殺菌に適當な漂白粉の量を決定する事は前節に述べた様に頗困難とせられて居るが正確な値を算出しやうとすれば使用せんとする源水を採酌し之に漂白粉の種々の量を注加して實際と適合する様な時間即漂白粉注加後使用者が飲用する迄の時間を經過せしめて其細菌數と大腸菌數とを測定するより外に良法は無い。勿論此試験中の水溫は檢水採酌時の水溫と同一ならしめねばならぬ。

然も若し從來の實驗に因て其限界量を決定するを以て足れりとすればレース氏の實驗の如く水の酸素吸収量を測定し大體次の圖表に因て定める事が出来る。此圖表は二時間に U. S. Treasury の標準(一〇〇 c. c. に付大腸菌數二)迄減じ得るに足る漂白粉或は液化鹽素の有効鹽素量を示すもので若し酸素吸収量が攝氏二七度に於て四時間を標準として決定せられたものであれば此量を二倍すれば宜しい。

此他歐洲大戰中に行はれた方法には數種の檢水中に標準鹽素溶液の定量を注加したる後時期を劃して其内に残留する遊離鹽素量を決定する事により其適量を定めるものがある。例へば佛蘭西軍に於て行へつゝあつたものは檢水一〇〇立櫃を取り各五個の容

第 六 圖



器に採酌し之等に對して夫々百分の一に稀釋した Javelle water (Calcium hypochlorite の溶液に曹達灰を加へて造つた

Sodium hypochlorite の溶液)の一、二、三、四及五滴を滴下攪拌したる後二十分間を經過せしめ更に一立櫃の沃度加里澱粉試薬(一〇〇立櫃に澱粉加里沃度及結晶せる炭酸ナトリウム各一瓦を加ふ)を加へて再び攪拌すれば其最稀薄なる溶液は一定の青色を呈するから此量を以て適量と定める。實際の濃度は滴下液の大きさ及溶液の強さによるが普通一〇〇立櫃に對して稀釋せざる Javelle water の一滴は一 p. p. m. に相當するものと見て宜しい。

又英國軍に行はれた Horrock 氏の方法は標準漂白粉溶液を注加し後直に亞鉛沃度澱粉試薬を以て試験するものである。Massay 氏は佛法及英法を比較し佛法は英法よりも平均〇・〇六 p. p. m. 丈高き價を與へると云ふて居る。

如此して大體飲用水に使用し得べき漂白粉量の最

大限度を決定する事が出来るが一般には百萬噸に付二十五封度即有効鹽素量一 p. p. m. を超へなければ飲用者に因て感知せらるゝ様の事は先づ無いものと見て宜しい。此結果はトロントに於て行へるオンタリオ湖の水で實驗した成績で時に一 p. p. m. 以下でも感知せられたものも有つたが多くは澤山の試験の中に搜入された何等の操作をも經ざる試験水に對して誤認した自己暗示に依るものが多かつた。此件に就て *Race, Joseph* 氏は次の如く云ふて居る。「少量の鹽素を以て給水を處理する場合幾多の不平が聞かれる様であるが大底は自己暗示と云ふ様な自然的にして如何とも致し難い原因に據るもので檢水を化學的に試験して見ても格別味臭を變へる様なものを認める事が出来なかつた。沃度加里と澱粉とを酸性溶液に加へて試験すれば口や鼻で判断するよりは少くも五倍も鋭敏であるから之に因て檢出されないのに味臭に感ぜられるとすれば之を自己暗示と斷定するのが當然であらう。殊に味臭に對する不平は多く殺菌劑の注加量と何等の關係が無いのであつて其著しい例はトロント島に於て表はれて居る。即一九一一年の初夏鹽素注加量を僅に〇・二 p. p. m. としたが此際非常な不平があつたに拘はらず晩夏に入つて其量を増加し一五〇%とした場合には全く非難の跡を斷つたので

あつた」と。同氏は更に「鹽素を使用しつゝある所は他都市でも同様の非難を聞くが大抵は同じ性質のもので其他疝痛等の疾病の原因を爲すと稱し家畜其他の動物が飲用を欲せずと爲し或は植物魚類及鳥類に害ありと云ひ或は茶より多量のタンニンが取り去らるゝと稱するが如きは何等根據あるものではなく概荒唐無稽の非難である」と云ふて居る。

一九一二年米國藥學會誌は其論說に於て論じて曰く「普通使用せられつゝある程度に於て飲用水中に漂白粉を注加するも公衆衛生上何等の害毒を認むる事が出来ぬ。曾而胃腸其他の機關に故障を來した痕跡もなく又如何なる範圍に於ても有害なるべしと豫想する事は出来ぬ。

「漂白粉處理法を行ひつゝあるが故に毛髪が白くなるとか繊細な織物が傷められるとか云ふ事は滑稽としてならば面白い。然るに漂白粉處理法を行はんとして居ると云ふ事が新聞紙上に發表せられた丈でまだ何等の操作もせぬ内に不快な味臭があると云ふ非難が居住者から發せられた實例があるのは皮肉を通り越して居る。漂白粉殺菌法の利益は既に知られ又は想像せられつゝある不利益を償つて餘りあるは確實である」と。

Heulett 教授はジャーシー市の水道に注加しつゝあ

りし漂白粉注加量一〇封度即有効鹽素量〇・四 p. p. m. であつたが遊離鹽素を検出する事が出来なかつたと云ふて居る。然も同氏の假説に従ひ電離説の教ふる處によれば學理的には〇・〇〇六四 p. p. m. の遊離鹽素があるべき筈であつて假令化學的に之を證明し得ざりしにしても一人一日一哦(約二升一合)を飲用するものとすれば窒扶斯等の場合防腐或は殺菌の目的で成年に施藥する一般の鹽素藥を七一八〇年に分ち與ふるに相當する計算であると云ふに徴する時は如何に凡ての非難の根據なきかを知るに足るであらう。殊に合衆國藥局法は船中飲用水の處理に對し水六十五哦に付き漂白粉一乃至二号(四〇乃至八〇 p. p. m.)を使用すべしとなせるを知らば此問題に理解なき多くの猜疑や躊躇を一掃する事が出来るであらうと思ふ。此量は現今各市の上水で使用して居る量に比べれば實に百倍乃至二百倍に上つて居るのである。

然るに漂白粉殺菌法或は鹽素處理法を採用し或は採用せんとしつゝある都會が此等の猜疑や非難の爲に或は裁判沙汰を引起し或は論難攻撃の標的と成つて一時其操作を中止するの止む無きに立至つた様の實例多きは驚くべきである。勿論其實例の多くは所謂自己暗示であつてレース氏の經驗談として傳へらるゝ所にも曾て或る上水工場の儀式に招待された市

長市會議員等の一行の一人が鹽素消毒を行はぬ善良なる水の飲用を所望したので技師はわざわざ鹽素消毒水を與へた所が其水の頗る美味なるを稱讚したが程經て一新聞記者がこの美味の水を飲まんが爲に同所を訪問し其何處より採酌したかを尋ね始めて鹽素消毒水なりし事實に氣付き一同啞然たらざるを得なかつたと云ふ滑稽談もある又ジャーシー市の如く上水々質に對する訴訟の結果積極的に漂白粉處理法を施行するに至つた實例もある。此施設は Rockaway River の河水を貯溜したもので Johnson 氏と Leal 博士との協力により漂白粉處理を行ひ試験の結果は遂に裁判所をして次の如き判決を下さしむるに至つたものである。即吾人は此計畫によりジャーシーの給水をして純粹完全ならしむる事を得べきを發見し此處に之を公告す。本法は訴訟に於て或時期に棲息し得べしと爲されたる危険なる微生物を水中より除去するに有効にして實證に徴するに本溶液を使用する事により水中に何等の有害物を殘留する事なきを認む」と。此施設に就ては Leal 博士の發表に成る化學的試験成績に關し數多の文獻があるが就中次の一節を見逃す事が出来ぬ。

「(一) 漂白粉を水に加へた場合には其漂白作用を停止するもので從來の之に關する判斷は根據なき臆説

である。

「(二) 漂白粉を水に混すれば CaCl_2 と Ca(OCl)_2 とに分解し其内 CaCl_2 は不活動性のもので Ca(OCl)_2 は水中に遊離し或は半ば結合しつゝある CO_2 と作用して CaCO_3 と HOCl とに分離する。この HOCl は酸化性物質の存在に伴つて酸素を発生し後には HCl を残すのである。この HCl は弱き炭酸を逐出して Ca と結合し CaCl_2 となる。

「(三) 此作用は全然酸化作用であつて酸化性物質の存在に伴ひ HOCl から遊離された酸素の作用に依て爲されるものである。此酸素は遊離状態に於て酸素原子の發生機に在るもので普通水中に存在する酸素とは全然其趣を異にして居る。此研究では其酸化力の程度を表はすに potential oxygen なる言葉を用ゐて居る。

「(四) 處理水中に酸化性物質の存在する間は遊離状態に在る次鹽素酸鹽或は HOCl は残留しない筈である。ジャーシー市の處理水中に時として所謂有効鹽素の反應を見出し得た事は事實であるが此の如き水中には常に酸化性物質を含有されて居る事は以上の事實を證明するものに外ならぬ。此事柄は既に Bowdoin College の Franklin C. Robinson 教授の實驗及發見に因て確定されたもので同氏は Boonton 貯水池の未處理

水中に於て此種の反應を最初に發見したのであつた。従而所謂有効鹽素に對する試験は單に如何なる形に於てにせよ水中に於ける酸化性物質の存在に對する試験に過ぎないと云ふのが當然である。

「(五) 最初の作用に因て比較的容易に酸化せらるべき化合物が分解し其後に残留する原子狀の酸素は追々酸化し難い物質と結合して緩漫に同一の結果に到達する。

「(六) 處理水中には遊離鹽素が残留し得ない即遊離鹽素はアルカリ性溶液中に存在する事が出来ない。

「(七) 如何なる場合に於ても漂白粉處理法を行つたが爲に其量を變化せしめ飲用或は工業用として支障を來す様の事は無い。

「(八) 配管接合等に有害なるが如き影響は絶対に無い。

HOCl から遊離せられた原子狀酸素が内臟菌に有効なる作用を及ぼす事は長期に渉る數多の實驗の結果確證せられた所である」

然し乍ら此等の事は或範圍内に於て信せらるべきであつて決して無條件的に全部を肯定する事は出来ない。過量の漂白粉或は液化鹽素を注加する時は鋭き刺戟性の臭氣ある事も事實であるし鹽素特有の酸味ある事も否み難い。殊に水溫の低い場合には多少

の鹽素化合物の存在も左程邪魔にならぬが温度の上昇するに従つて著しく感せらるゝものである。即ち鹽素殺菌法非難の聲が浴場より最多く發せらるゝ所以であつて水栓を開き壓力の減少すると同時に發生する幾多の瓦斯と相伴つて水中に溶解せる鹽素瓦斯も亦發生すると鑛物性鹽類を含有する冷水中に於て解離し得なかつた次鹽素酸鹽及次鹽素酸が温度の上昇と共に加水分解を起し熱に因て生じた炭酸の爲に遂に分解せらるゝに至ると水中に存在する有機物と鹽素とが化合して或種の有機性鹽素化合物を形成するとに因るのである。一九一一年 *Letton* 氏が *Trenton* に於て經驗したる實例に徴すれば始め *Delaware River* の河水を殺菌するに有効鹽素量一二 p. p. m. を用ゐたが化學的には遊離鹽素を検出し得なかつたに拘らず其味非常に不良であつた事實に鑒み「味臭は鹽素に因て生じたものでは無く水中に存在せる有機物と鹽素とが作用して生じた複雑な化學變化に基くものである」と結論して居る。從而若し非難を絶対に避け様とすれば極微量の含有有機物に對しても極めて正確な調整をしなければならぬ筈であつて *Race* 氏の意見では多くの濾過水に於ては之を完全に殺菌し得べき有効鹽素量と非難を惹起するに至る注加鹽素量との差の限界は極めて小さく恐らくは二五%を超へないであ

らうと云ふ。

然るに他の一方に於ては多量の有機物を含有する爲色度の高き上水に於ては殺菌に必要な程度を超へて鹽素を注加するも決して味臭を害する事がないと云ふ事實もある。例へば *Race* 氏が *Ottawa* 川の水に於て觀察した處に於ては一五 p. p. m. を注加するも毫も非難の聲を聞かなかつたのであつて實際殺菌に必要な鹽素量〇・八乃至〇・九 p. p. m. に比し實に七〇乃至七八%の過剰を使用したものであつた。斯の如き實例は *Montreal* に於ても認められたが水中に含まるゝ異物の種類に因ては極めて嫌惡すべき味臭を與ふる事もあるのであつて例へばクレオソート及タール等の有る場合にはヨードホルム及工場汚水の如き異臭を放つ事も亦見逃す事が出来ぬ。

又漂白粉溶液槽に生ずる沈渣を河川或は湖沼に放流しつゝある際には過量の鹽素を供給せられ異味異臭を感せしめる事がある。此事實は *Ottawa* 川に於て屢經驗せられた處であつて溶液貯水槽内の沈渣は之を沈澱池に至る取入口を隔る七〇呎の地點に於て河川に放流しつゝあつたが此放流時に於ては常に其内に含まるゝ次鹽素酸鹽の一部が取水口より沈澱池に吸水せられ原因不明なる有効鹽素量の増加を來さしめ種々の非難を蒙るに至つたが遂に此沈渣排水口を

遙か下流に移し沈渣の流速を減少せしむる事に因て事なきを得るに至つたのである。

處理水の味臭と水溫との間に密接なる關係の存在すべきは既に前に述べた所で想像し得る。水溫の低い場合には一定時間に吸収せらるべき鹽素量は比較的少いから注加量を一定ならしむれば遊離鹽素量の増加を來すべきや必然の勢であつて從而其味臭を不良ならしむるも亦當然の結果と云はねばならぬ。例へば Milwaukee に於ては春夏及秋の比較的高溫時には漂白粉注加量六封度即〇・二四 p. p. m. を以てして些の非難を招かなかつたが冬季に至り水溫華氏四〇度以下に至れば之を半減して〇・一二 p. p. m. とし以て僅に攻撃を免れ得たのであつた。

此他洪水暴風等の異變ある場合に於ても屢味臭に對する不平を聞く事がある。例へば Adams 氏の調査に由るにトロントに於ける非難は常に風向の變化と相伴ふを普通とし東風の場合が最甚しかつたと云ふ。其眞因は確定し難いが斯の如き場合には源水中の微生物數が必ず之に伴つて増加するを認め得た事は事實であると云ふし一般に洪水時には細菌的汚染率を増加するが常であつて之に伴ふ注加量の増加が不平の原因である様に思はれる。

其他鹽素處理水を使用する場合には痲痛其他の疾

病の原因と成ると云ふが如きは殆ど憂るに足らざる謬想であつて普通窒扶斯等の場合内臟殺菌の目的に鹽素の稀薄溶液を使用するに拘はらず何等粘膜質を刺戟せざるは人の知る處であるが之に使用する鹽素量は一グリーンを普通とするのである。從而若し水道水に注加せらるゝ鹽素の内〇・〇八 p. p. m. が遊離するとすれば百萬噸に付漂白粉量二封度の遊離を認むる譯であるが斯の如き場合でも一日一升の飲用に對し一年僅に〇・八七五グリーンに過ぎないから只一回の殺菌藥量にすら及ばない筈である。斯の如き量が痲痛其他の原因と成るとは殆ど解し得ない。

茶の味を不良ならしめると云ふ不平も斯の如き少量の漂白粉或は液化鹽素を以てして味を不良ならしむる程度のタンニンを抽出すべしとは如何にしても想像し能はざる所である。但し遊離鹽素が存在する場合茶の越幾斯に作用し不快の味を呈する事實あるは疑なき處であつてかゝる弊害を避けんが爲にも注加鹽素量に過不足なからしむるは最必要の條件なる事明である。

鹽素處理水が魚類及小禽に有害であると云ふ攻撃は屢反復せらるゝ所であるが此等の損害が給水の性質による事實に就ては未だ確證あるを聞かないが又一面絶対に給水の處理法に依るもので無いとも斷言

し得ない。Race氏は數秒間以前に漂白粉溶液を唧筒の吸水管に依りて送入せる處理水を用ゐる數ヶ月間に涉り魚類の生活に及ぼす影響を調査したが何等の害毒を及ぼさなかつたと云ふて居る。然し乍ら魚類が鹽素及漂白粉溶液に對する感受性の鋭敏なるは人の知る處であつて溪流に少量の漂白粉を投じ一舉に其全部を捕獲するが如きは實に其一例である。殊に汚水を鹽素處理したる流末は魚類に最危害を及ぼすもので小流に之を放流する時は遂に其の生息を停止する迄に脅威を受けるを普通とする。就中魚卵は最鋭敏であつて孵卵所經營者は異口同音に鹽素處理水の不良を唱へて居るが事實遊離鹽素量〇・一 p. p. m. に達すれば其内に生殘る魚卵の數は極めて僅少であると云ふ。然も此の現象も亦遊離鹽素の作用によるものであつてカナダ水産局の調査によれば遊離鹽素を含まざる場合には鹽素處理水に因て毫も不良の結果を齎す事が無い相である。

漂白粉處理水が植物の種子花卉類等に及ぼす影響に就てはカナダ農務局に於ける植物學者 Gussow 博士農藝化學者 Shutt 博士等の詳細な研究が行はれて居るが石竹薔薇小麥大根蕪菁豆類等各種植物の發芽及發育は之に因て何等影響を蒙らなかつたと云ふし其後オッタワに於ては蒸溜水に漂白粉を溶解して同様の

實驗を行つたが毫も漂白粉の影響を認めなかつたと云ふに徴すれば植物に對する鹽素の影響は全然考慮する必要が無いものと認められる。

鹽素處理水が亞鉛鍍鐵管殊に汽罐溫水裝置其他の水管を迅速に蝕腐せしめる原因を爲すとは既に屢唱導せられた處であるが漂白粉を使用する場合に於ても水の硬度に影響を與ふる處のものは主として CaCl_2 であつて之に因て垢殻を造る鹽類を増加する様の事は無いし其他鹽化有機物が存在すれば多少腐蝕性は増すにしても其影響は極めて少い。即普通飲用水の處理に使用せらるゝ次鹽素酸鹽は幾分電導性を増加する筈ではあるが低溫に於ては其影響を認め難い。只溫度が上昇すれば其電導性は著しく増加するものではあるが其影響も沸騰點に極めて近い場合僅に認め得る位の程度である。

Race氏が一九一四年二時の亞鉛鍍管を以て實驗した結果に徴すれば普通の鹽素量を以てしては腐蝕作用を識別する事が出来なかつたと云ふ事である。此種の實驗は又ピッツバーグに於ても行はれ一九一七年の報告に其結果が發表されて居るが管の腐蝕作用は主として管の性質の不良に歸すべきものが多く決して水の處理法に關するものでは無いと云ひ又一九〇四年 Houston に因て爲されたる研究に依れば有効鹽素

量一乃至一〇 p. p. m. を使用するも濾過水たると不濾過水たるとを問はず其鉛管腐蝕力を増加せしむる程度極めて低く殆認め得ないと云ふし Race 氏がトロント水道に於て實驗した結果に於ても源水濾過水及有効鹽素量〇・二五並に〇・五〇 p. p. m. を以て處理した水を比較するに二十四時間に夫等の内に溶解せらるゝ鉛の量は同一で且極めて少いと云ふに徴すれば鹽素處理水の鐵管並に鉛管に及ぼす影響は考慮を要しないと稱するも決して過言では無い。

鹽素處理法は有機物を含有する濁水の處理には比較的其効力少きを普通とする事は前にも述べた通りであるが次の實例は斯の如き場合に於てすら如何に有効なるかを示すものである。

(一) 細網を以て挾雜物を除去したる汚水の殺菌—二萬五千倍に稀釋(一九一〇年 Philadelphia 市にて行ひたる實驗—一二の成績に依る)

第二十五表

檢 水	有 効 鹽素量	流 去 水 中 残 留 鹽素量	攝氏20°に於て48時間 培養せる細菌數(立糞 セラチン)			Jackson氏推定試驗に依 る大腸菌數(立糞に付)		
			初	終	減少率	初	終	減少率
細網篩過 下水1:25,000 漂白粉量 1,000,000gals に付300分	12.4	4.7	2,470,000	337	99.99	121,000	20	99.98

即ち上水中には決して多量の有機物を含有するものではなく下水の百萬分の一に過ぎないが之に漂白

粉を加ふる場合にはペプトン蛋白其他の有機物と化合して中和される爲大いに其殺菌力を弱めらるゝを常とし其効力に疑を生ずる次第であるが此の實驗の示す通り既に二萬五千分の一に稀釋した汚水を殺菌して九九・九九%の効果を納め得る以上は有機物量の少い上水の殺菌に卓効ある事贅言を要せぬ所である。

(二) 純窒扶斯菌を肉汁培養したるものにつき五種の殺菌劑の効力比較(Manchester 大學 Delepine 教授による)

第二十六表

(1) 攝氏37°に於て48時間培養(Thread method)
溫度17° C 露出時間20分間

	殺菌に要する最少注加量		殺菌し得ざる最大注加量	
		100,000に付分		100,000に付分
硼 酸	—	—	1/12	5,000
石 炭 酸	1/70	1,428	1/80	1,250
レゾール	1/90	1,111	1/100	1,000
漂白粉(有効鹽素量 32%)	1/1600	62	1/2000	50
昇 汞	1/6400	15	1/10000	10

(2) 攝氏37°に於て24時間培養(Suspension method)
溫度17° C 露出時間10分間

硼 酸	1/80	1,250	1/90	1,111
石 炭 酸	1/200	500	1/300	333
レゾール	1/500	200	1/800	125
漂白粉(有効鹽素量 32%)	1/3200	31	1/6400	15
昇 汞	—	—	1/20	5,000

此の試験は窒扶斯菌を培養するに必要な肉汁等の有機物量に關する研究であつて漂白粉にとつては不得策なる條件の下に置かれたと言ふべきに拘はらず有機物の存否に因ては影響されない石炭酸が七〇分の一量を要する場合に漂白粉を使用すれば一六〇〇分の一量を以て足る事を示すもので如何に其殺菌力の顯著であるかを見る事が出来るであらうと思ふ。

以上説く所に因て大體鹽素殺菌法の偉大なる効力を察知し得ると共に其使用に當つては極めて細心の注意を拂はざるべからざる所以を了解し得るのであつて苟くも都市の給水に使用せんとするが如き場合には細菌學及化學の素養ある技術家の直接監督下に於て繰業せらるべく少くも日々細菌の検査を爲すと同時に一定時間を劃し一日數回漂白粉溶液の分析を爲し流量の變化と水質とに注意しつゝ之に従つて溶液注加量を加減する事は特に緊要なる事柄であると思ふ。殊に溶液混合装置並に注加位置等に關しては建設並に繰業の上に周到の注意を要する次第であつて前述せる種々の非難は概ね適量を完全に混和する事に因て除去し得るに徴すれば不當なる閑却が如何なる結果を招來すべきかは贅言を要せぬ所である。故に今此所に多少の重複を來すを顧みず更に二、三の實例を掲げて参考に資するの適切なるを信するもの

である。

ジャーシー市に於てはオリフィス槽を用ゐる溢流式を採用して居る。槽は偶發的事故に備へる爲二個を設備し混凝土製であつて各幅長共三呎六吋深二呎六吋オリフィスは銅鉛及錫より成る特殊の合金を以て造り流量を調整する事が出来るもので測微螺子を以て蓋を小口の前後に摺動せしめ一定水頭の下に自在に溶液流量を加減し得る様に開口面積を調節するのである。オリフィスを流出した溶液は重力で三吋亞鉛鍍鐵管線を下り門扉室床の直下に施設せられた網篩室内に流入する。此室に於て幹線は四個の一時半亞鉛鍍鐵管線に分岐し各貯水他より來る四八吋主幹線の面上に取付けられたる鐵格に達するのであつて鐵格は一時管を以て造り此管には下向に徑四分の一時の孔十二個を穿つてある。鐵管内の水流が停止するか或は唧筒の運轉を休止する場合には之に附屬する浮標信號により警報鈴が鳴るから直に溶液の供給を止める事が出来る。唧筒は特に青銅を以て造つたもので好成績をあげて居るが普通の鑄鐵管と雖二ヶ年以上使用する事が出来ると云ふ。

Omaha に於ては Lead 博士の指導に従ひ Jersey 市の例に倣ひ供給槽式を採用したがオリフィスが杜塞して多少の不便を感じた爲更に毎時漂白粉溶液貯溜槽の

流量を讀み之を圖示する方法を併用した漂白粉溶液を造るには先づ其塊狀部分を攪拌式撈足を以て破碎し少量の水を加へて濃厚なる糊狀とし約二時間攪拌した後幾分稀釋せしめて床下に施設した二個の鐵筋混凝土製貯溜槽内に導き一定濃度の溶液とするのである。此等の貯溜槽は容量各四、一〇〇噸で一日給水量一七、〇〇〇、〇〇〇噸であるから各槽三十二時間の使用に堪へ得る事となつて居る。貯溜槽中の溶液は繼續的に攪拌すべしと爲すは現今當市の法則である。其水源は Missouri 川河水であつて之を沈澱せしめた後殺菌を爲す施設である。

Mineapolis に於ては水を Mississippi 川に採り明礬凝結法及機械濾過法を施行し更に漂白粉殺菌を行つて居る。其方法に對しては Rudolph Hering 氏の考案に基き種々の改良を試みられ就中漂白粉を抽出するに全然水中に於て作業し得る様にした如きは新らしい計畫であつた。漂白粉溶液の供給には唧筒配管供給槽等凡て二重に施設し供給槽は溢流式としてある。溶液は徑二吋の鉛管を以て供給し淨水池に導く装置である。

Montreal に於ては浮球活嘴調整式とし供給槽は J. O. Meadows 氏の意見に基づき小曲柄を以て水位を昇降調節せしめるものである。

Brainard に於ては密閉せる槽を以て純粹漂白粉溶液の貯溜槽とし之に恒開式流出管を取付け以て小なる供給槽即オリフィス槽に連結してある。更に此密閉貯溜槽上部の空氣と下に在る無蓋供給槽上部の空氣層とを管を以て連結して置く。従て供給槽中の溶液が上昇して空氣管の口を閉塞する場合には空氣が貯溜槽中に入る事が出来なくなり供給槽に入る溶液の流れは一時的に停止する事に成るから此装置により溶液注加量を完全に調節する事が出来るのである。

〔五〕 水泳場並に公衆浴場

公衆浴場並に水泳場で使用せられつゝある水が間斷なく汚染せられつゝあるの事實は専門家を待たずして明なる所であつて時々之を消毒し衛生的無害の状態に在らしめざるべからずとなす議論は既に十數年以來唱導せられ來りたる所であるが少くも我國に於ては多く實行せられ來つたとは認め難い。

數多の實例に徴するに水泳場等の如きは傳染病菌培養所並に其仲介所として頗る危険の状態に在るのであつて窒扶斯眼病黴毒等のみならず流行性感冒咽喉諸病肺炎下痢等の傳染を爲すものである。即此種の細菌は華氏七五度(攝氏二三度)附近を以て其の繁殖に最好都合なる溫度となすのみならず使用者に因て排出せられた粘液性喀痰含嗽吐水洗身汚水等による浮遊物が其培養に好箇の條件を附與するからである。

一八二一年米國公衆保健協會に於て開かれた水泳場衛生委員會は耳鼻科咽喉科皮膚科等の各専門家五七一人の會合に於て水泳場が傳染せる諸病を例示して居るが其數の多き誠に戦慄に値すべきものがある。今其數種を掲ぐれば

第 二 十 七 表

傳染性結膜炎	249
乳嘴突起炎	27
感冒	223
ネブ 癩瘡	182
疥癬 ヒゼン タムシ	18
輪癬	152
癩病及膿漏眼	155
梅毒	116
窒扶斯及赤痢	230

の多きを示して居る。從而多少の曝氣法濾過法等のみを以てしては到底安心し得ないのであつて必ず何等かの殺菌法を講ずる必要がある事申す迄もない。米國諸市は最多く漂白粉或は液化鹽素處理法を採用して居るが以下其實例の二三を述べて見やう。

Purdue 大學では時々水泳場の檢水を探酌し其細菌聚落數を檢査したる後水面に漂白粉を撒布して偉効を奏して居ると云ふ。其使用量は百萬俄に付二十封度即有効鹽素量〇・八〇 p. p. m. である。

Brown 大學に於ては十二封度即有効鹽素量〇・四八 p. p. m. を用ゐて居る。

Yale 大學に於ては一五〇、〇〇〇俄の容量を有する水泳池に對し毎日或は少くも隔日百萬俄に付八乃至一二封度の漂白粉を注加するが最有効であると認められて居る。

Brown 大學 Brooklyn 工藝學校及 Northwestern 大學等の實際に鑒み Whipple 及 Bunker 兩氏は水泳池の消毒に對しては有効鹽素量〇・四乃至一 p. p. m. 即漂白粉量一〇乃至二五封度を隔日乃至四日毎に注加するを適當とすべく以て使用期日を數日間延長する事が出来るから經濟的にも一週間に付九弗七〇仙の利益があると云ふて居る。

Wisconsin 大學には男女學生に對し夫々一個の水泳池を施設してあつて毎土曜日に全部流去し床壁等の掃除をした後月曜日迄は水を入れない事になつて居るが其細菌數は日を経るに従て追々に増加し使用回數の増加につれ非常の溷濁を來す事を認め男學生水泳池から試験水二五〇を採り漂白粉殺菌を試みた結果百萬哦に付十二封度即有効鹽素量〇・四八 p. p. m. を以て殆完全に大腸菌の絶滅を期し得べき事を認め直に實施に着手し使用後三日目に百萬哦に付十封度の割合を以て注加し次の如き好成绩を得て居る。

第二十八表

試験期日 1911年11月11日	1立方糎に付細菌聚落數(37° C)	減少率 %	大腸菌	
			1立糎	10立糎
漂白粉注加前	3,600			
30分後	400	89	-	+
24時間後	500	86	-	+
48時間後	590	84	-	+

以上の結果に基き結論して曰く「漂白粉の注加は頗有効なる殺菌法であつて湖水に對しては〇・五 p. p. m. を以てしてよく實際的に完全なる殺菌水を得る事が出来るから衛生的水泳池たらしむるには甚優秀なる方法たるを失はぬ」と。

California 大學の戶外水泳池に於ては清淨なる地下水を供給して居るものであるが水泳池が無蓋なる爲約二〇日間之を貯溜するのみで細菌の發生頗著るしく最初十萬分の一量の硫酸銅を注加したが其後度々多量の銅鹽類を注加する危険を避けんが爲漂白粉を以て之に代へ七日乃至十日に一回百萬哦に付二五封度即有効鹽素量一〇〇 p. p. m. を注加しアルゲーを除去し細菌を滅殺するに非常に有効であつた而耳ならず水泳池一回の満水には約二百弗を要するものであるから使用期間を延長し得る點に於て經濟的の利益をあげ得た事は他の戸内小水泳池に於ける比では無かつたと云ふ。其注加法は頗簡單であつて漂白粉約十二封度を麻袋に入れ其兩側に綱を附け二人が兩岸に立つて交互に之を曳き水泳池の水面を一端から他端へと前後に引き乍ら歩いて行くのである。アルゲーは特に岸に近く發生する性質があるから之を取除くには漂白粉を小さな袋に容れ之を竿の一端に結び壁に沿ふて上下に摺動摩擦せしめれば宜しいと云ふ。

斯くの如き各所の實例は漂白粉殺菌法の如何に簡單にして有効なるかを示すものであるが Robert 博士は水泳池殺菌法に關し次の如く一般的の注意を與へて居る。

- (一) 殺菌を爲すには斷へず少量の漂白粉を注加する程度を以てしなければならぬ。
- (二) 少量の次鹽素酸を含有する水が迅速に水泳池を循環する様にせねばならぬ。
- (三) 數時間毎に比色試験を行はねばならぬ。
- (四) 比色試験の結果は常に次鹽素酸鹽の餘剰を含有しなければならぬ。

共同浴場の危險及其殺菌に對しては殆水泳場に於けると同工異曲であつて別に贅言を要せぬであらうと思ふ。

〔六〕 下水の殺菌

一九一〇年 Soper 博士の調査發表したる記録に従へば紐育市が年々紐育灣に放流しつゝある汚水量は實に六〇〇、〇〇〇、〇〇〇噸に達し之が含有する浮遊物挾雜物の量は一年間に次の如くなるべしと云ふ。

第二十九表

糞便	77,600 米噸
用便紙及新聞紙	44,300
石鹼及洗滌物	60,900
路塵	44,300
雜物	22,200
計	249,300

斯の如き多量の固形物が年々歳々日々夜々流入しつゝあるに拘はらず此灣内の水は依然として數十年以前の狀況と餘り大なる相違もないのは果して何故であらうか。斯くの如き疑問は單り紐育灣に就てのみ起るべき筈のものではない。東京灣に於て然り大阪灣に於て然り而して又河川湖沼の汚水を消化しつゝある物も亦凡て斯の如き狀況を具現しつゝあるは今や既に人の知る所である。此問題は現今に於てこそ殆疑ふの餘地を存しないが少くも二〇年以前の科學を以てしては明答し得なかつたのである。現に前世

紀の中葉に於ける化學者 *Liebig* 氏は *Pasteur* 氏の嫌氣菌醱酵に関する大發見を嘲笑しつゝあつた状態を考へれば劃世の觀があるであらう。

然し乍ら空氣の流通を疏止すれば有機物の破壊に偉功ありと爲す思想は細菌的汚水處分計畫の根本原理を爲すものであつて既に佛人 *Mouras* 氏は一八八二年自働掃除機なる名稱の下に米國特許を獲得して居り米國の田舎マレー半島等の農家には現今腐敗槽として處分に使用しつゝある装置を用ゐて尿尿を液化せしめつゝあるの狀に徴すれば早く既に實際化せられて居た事をも知り得るのであるが社會的に實用に供せられ汚水厨芥其他の有機物を氣密槽中に投入し液化するを以て處分の一法と爲すに至つたのは實に晩近の事なのである。此液化槽—即所謂自働掃除機—を使用するには先づ水を滿すべしとせられ之に諸種の有機物を投じ完全に機能を發揮するに至れば供給管から送られた有機物は同量の液體として流出するが此液體中には分解し且溶解せられたる種々の有機物を含むのである。

斯くの如き現象に関する研究は其後汚水を放流消化しつゝある水路河口及湖沼に就ても長き検討を経有力なる結論に到達するを得たのみならず更に水生動物植物に関する智識は長足の進歩を爲し多くの汚物

はプランクトンと總稱する下等生物の直接的食物となり水路中に放流せらるゝ有機物は最下等の生物より發して遂に健全なる魚類生活に至る生活活動圏内に交付せらるゝものであると云ふ貴重な事實を認めらるゝに至つた爲に遂に汚水處分問題は又水生動物學の問題に迄立入るに至つたのである。

下水中に含まるゝ細菌の種類乃至數量は種々の條件に因て異なる事勿論である。例へば地表水中に含まるゝ細菌に於ても峻岨なる岩山から流下する水には其數が極めて少く耕作地牧場等を流下するものには比較的多いが更に道路面を流下するものに於ては比較的交通の少い田舎乃至郊外を洗ふものでも非常な數に上り洪水時の水は更に頗る多數に上るを普通とするが如きは當然の事である。人間の排泄物中に存在する細菌の種類は *Ford* 氏の調査に依るに約五十種と稱し其數は *Houston* 博士が健康體十七人に對して研究したる結果に徴するに攝氏二〇度に於てゼラチンに培養したる場合も三七度に於てアガーに培養したる場合に於ても共に人糞一瓦中に一億乃至十億を數へ其一億以上は大腸桿菌であつたと云ふに徴すれば如何に此種の排泄物が危険であるかを想像するに難くない。家畜の排泄物中に於ける細菌も亦人類の夫と大差が無いと云ふ事である。汚水中の細菌は下水

の濃度及經過時間に因て大差があり之に注ぐ工場汚水の種類に因ても異ふ。例へば包装場製革場等の汚水中には細菌を増殖せしむるものがあり鍍金工場の汚水は殺菌剤を含み各戸汚水を緩勾配で長く流過すれば却て細菌数を増加する等は見逃す事の出来ぬ影響である。然し乍ら大體の平均数は稀釋水量多ければ其吐口に於ける汚水一立糶に付百萬乃至四百萬と見て大差がなからふと思はれる。例へば Lawrence の汚水は工場汚水の流入するもの比較的少く殆ど各戸汚水の平均を表はすものと見る事が出来るが一週一回の調査による年平均数は次の通である。

第三十表

年次	一立糶の細菌數
1909	1,136,400
1910	1,507,300
1911	2,033,100
1912	2,109,600

實際上の各戸汚水中に於ける細菌数は多少之と異なる所がある。尤洗滌水其他の家事用水量並に下水管に流入する地下水量に因て著るしく異なるものであつて Lawrence に於ける實驗の結果に徴すればトイレットの汚水を一週一回採酌し一年間の平均値を求めれば次の通である。

第三十一表

年次	一立糶の細菌數
1909	2,849,300
1910	3,158,200

George A. Johnson が一九〇四年並に五年に於て調査せる Columbus の結果は一日一人流下水量一二〇米哦なる時

第三十二表

最少細菌數一立糶に付	320,000
最大	27,000,000
平均	3,600,000

なる數字を與へて居るが使用水量の少量なる場合には細菌數が極めて多いのを普通とする例へば英國に於ては汚水量一日一人平均三二乃至四二米哦であつて Royal Commission on Sewage Disposal の發表に従へば二〇度に於てゼラチンに培養する場合一〇、〇〇〇、〇〇〇乃至一〇〇、〇〇〇、〇〇〇を數へ三七度に於てアガーに培養する時一、〇〇〇、〇〇〇乃至一〇、〇〇〇、〇〇〇を數へ得べしと云ふ。

細菌數が人間生活状態の相違に因て著るしき變化を起すべきは想像に難くない。例へば一九〇九乃至一〇年 Webster, Datesman 及 Stevenson 三氏に因て行はれた

Philadelphia の實驗に徴すれば攝氏二〇度に於てゼラチンに培養し得べき細菌數は下水一立糧に付

第三十三表

最少	一月	1,100,000
最大	八月	5,800,000
七月五日乃至四月三十日平均		3,000,000

であつて三月中の平均は次表の通である。

第三十四表

日	曜	日	1,500,000
月	曜	日	2,500,000
火	曜	日	2,300,000
水	曜	日	2,000,000
木	曜	日	1,800,000
金	曜	日	2,000,000
土	曜	日	1,600,000
平		均	2,000,000

斯くの如き結果は直ちに以て事情を異にする我國の夫と比較すべき材料とはならないが生活様式に因て如何に大なる變化あるかを知るに足るものであると思ふ。其時間による變化に就ては一八九四年マサチウセツツ州保健局の調査によるに Marlboro 及 Gardner 兩市に於ける結果次の通である。

第三十五表

Marlboro 1894年七月十日		Gardner 1894年七月廿六日	
時刻	一立糧細菌數	時刻	一立糧細菌數
午前十一時	2,077,600	正午	1,101,600
正午	1,652,400	午後一時	921,600
午後一時	2,529,200	二時	1,000,000
二時	2,937,600	三時	1,530,000
三時	2,019,600	四時	1,157,000
四時	2,133,200	五時	856,800
五時	1,958,400	六時	921,600
六時	1,897,200	七時	691,200
七時	1,382,400	八時	864,000
八時	1,497,600	九時	795,000
九時	1,440,000	十時	995,600
十時	1,396,000	十一時	918,000
十一時	1,219,600	午前五時	238,000
十二時	979,200	六時	204,000
午前五時	960,000	七時	856,000
六時	633,400	八時	2,142,000
七時	633,600	九時	1,346,400
八時	570,000	十時	1,409,600
九時	675,200	十一時	1,897,200
十時	979,200	正午	1,409,000

但し本表に於ける Marlboro の檢水は排水區域の終端を隔つる四哩の位置 Gardner の夫は一哩の位置に於て採酌したもので實際のものとは相當の時間的間隔あると同時に細菌數に増減あるを免れない。前者の

排水量は一日一人平均一四乃至三二平均二五米哦後者は一五乃至三一平均二四米哦である。

然らば斯の如き數多の細菌中には如何なる種類を含有し且夫等が汚水に向て如何なる作用乃至影響を與ふるであらうか。一九〇六年 *Rideal* 氏の著「汚水及其細菌的淨化」は汚水中の細菌を二分し絶對的嫌氣菌六種適的好氣乃至嫌氣菌約六十種を掲げ其作用に因て之を大別し

(一) 汚水中の有機物を分解並に酸化し得べき細菌。

此の内には硝酸菌を含む。

(二) 比較的清淨なる水が病原菌に依り過去現在乃至未來に汚染せられ或はせられんとするを判断する材料に供せらるべき細菌。例へば大腸桿菌の如きこれである。

(三) コレラ菌チフス菌の如き病原菌

として居る。此内(一)は主として細菌的汚水淨化法の範圍に屬するものであるから此處に贅言を費さない。(二)乃至(三)は汚水殺菌法上最考慮を要する材料であつて稍迂遠の譏を免れぬが多少の説明を加へ然る後各地に於ける實際に及ぶを以て説述の順序と爲すを便とすると信する。

概して水に起因する三病即コレラ、チフス及赤痢の傳染系統は帶菌者或は患者の排泄物中に含有せらる

細菌に基くものであつて之に因て汚染せられたる上水の飲用に發生し或は斯の如き事情に在る水中の生産物を食用する事に因て持ち來さるゝを普通とする。従て河海湖沼中に汚水を放流せんとするに先ち此種の危険を防止せざるべからざるや勿論であつて殊に上水の取入魚貝の培養を爲すが如き場合に於て最重要なる問題となるのである。斯の如きは實に汚水處分法の發達を促したる根本原因であるが如何に優秀なる細菌的乃至機械的處理法によるも河海湖沼中に於て相當に稀釋せられたる場合に於ても尙且病原菌の絶無を斷言するは早計であるとせねばならぬ幾多の事實があるのであつて其如何なる程度に處理せられたりやは此場合是非細菌的試験に頼らねばならぬ。換言すれば斯の如き水の内には幾何程度の病原菌を含有し得べきやを判断し因て以て之に善處すべき方針の確立を期する必要が生ずるのである。此目的に向て最適切なる方法は患者並に健康者の内臓より排泄せられたる細菌の有無乃至數量を以て判定する細菌試験法であるが就中大腸桿菌を以て標準とするを最可なりとせられて居る。

細菌學者が汚水細菌中最重要なる意義を有するものと認めつゝあるは

(一) ビー、コリー、(大腸桿菌)

(二)ビー、エンテリチヂス、スポロゲネス(腸炎芽胞桿菌)
 (三)シューヴェージ、ステレプトコツシー(汚水連鎖球菌)
 の三種であるが一九〇二年 Clark 及 Gage 兩氏は之に就て説明して曰く

「之等三種の内從來最多く標準として採用せられたるものは大腸桿菌であるが地方に因ては他の二者も亦相當に重要視せられて來た。一般に大腸桿菌の存在は現在並に過去就中最近の汚染を示し連鎖球菌は極めて最近の汚染のみを示すとせられて居るけれ共後者に關する證明は未だ明でない。腸炎桿菌は芽胞を發生する微生物であるから現在の汚染を示すのみならず相當過去の汚染を證據立てつゝあるもので因て以て危険の未だ全く去らざる事を示すに足るものである」と。

然るに兩氏が Lawrence に於て行つた實驗の結果に徴すれば大腸桿菌並に連鎖球菌の發見率は次表の通である。

第三十六表

稀 釋 度	大 腸 桿 菌 %	連 鎖 球 菌 %
10,000分1	95	67
50,000 ++	78	6
150,000 ++	40	0
1,000,000 ++	6	0

腸炎菌に至つては普通五〇〇分の一乃至一、〇〇〇分の一の稀釋度に於て辛ふじて發見し得べき程度であつて夫以上に於ては極めて稀であると云ふ。

斯くの如く大腸桿菌は他の二者に比して比較的鋭敏であるから汚染の試験材料としては此點に於て最好個のものと云ふべきであらう。

大腸桿菌は普通人間の尿尿中に現はるゝものであつて Jordan 氏に依れば長さ二乃至四ミクロン幅〇・四乃至〇・七ミクロンで球菌の如き状態で表はれるが最代表的なものは自動的で適當の染料を使へば鞭毛を見る事が出來ると。大腸桿菌には種々の種類がある。今一九一二年に於ける米國公衆衛生協會の分類に従へば其數二一種で其中四種は未だ分類せられぬが残一七種を四屬に分ち

- (一) ビー、コンムニオル
- (二) ビー、コンムニス
- (三) ビー、エーロゲネス
- (四) ビー、アシヂ、ラクチン

として居る。之等を通じて其の特徴と認むべきは酸及瓦斯を發生する事で適當の狀況に置けば著るしく之を認め得るものである。従而大腸菌を試験するにはアガーに一%の糖(ラクトース)及少量のリトマスを加へて培養基を青色ならしめ攝氏三七度に於て一八

時間乃至二四時間培養する時大腸菌の發生する酸は培養基を赤色に變ずるものであるが然も他にも亦酸を生ずる細菌があるからリトマスを赤化するも凡てが大腸桿菌屬であるとは決定する事が出来ない。故に斯くしてペトリー上に培養した赤化菌聚落の一部を更に一端閉塞せるU字管に移殖しラクトース及牛膽汁を含む肉汁中に培養しなければならぬ。若し斯くして攝氏三七度四八時間の経過により閉塞端に瓦斯を生ずる場合には此移殖細菌が腸菌類なる事を示すものである。發生瓦斯の量は平均閉塞肢管容積の約半分で其約三分の一は炭酸瓦斯より成る事は苛性加里溶液を以て吸収せしめ以て之を判定するを得るであらう。

大腸菌數稀薄なる場合には必しも最近の汚染を示すものではなくラクトース膽汁培養基は多少大腸菌に對し殊に其稀薄なる場合に於て繁殖を不適當ならしむるものであるから此培養基により多少の反應を認め得るが如き時は夫を以て最近の汚染を示すと爲すも障がないのである。

斯の如く凡ての大腸桿菌は糖肉汁中に培養する時瓦斯を發生しラクトース、リトマス、アガー培養基中に於ては赤變するの事實あるに對し他の細菌にして赤化聚落を作り且之と同様の比を以て瓦斯並に炭酸瓦

斯を生ずるもの極めて稀であるから以上の試験に因て大腸桿菌の推定試験を行ふを普通とする。

然し乍ら斯の如き推定試験を以て凡てを完結せりとは稱し得べからざるは勿論であつて次の如き特質ある事を忘れてはならぬ。

- (一) 大腸桿菌はゼラチンを液化する事がない。之を試験するには細き針の周圍に細菌を接種し之を試験管中の固化ゼラチンに搜入し攝氏二〇度に於て少くも一週間或は二週間以上培養すれば宜しい。
- (二) 大腸菌は攝氏二〇度四八時間以上の培養により酸を發生し以て乳汁を凝結せしむるものであるから青色リトマス乳汁培養基を用うれば之を赤變せしめる。
- (三) 大腸菌は糖を除去せる肉汁或はペプトン汁中に培養すればインドールを生ずるが故に之に濃硫酸二滴及稀薄亞硝酸ナトリウム一立粒を加ふれば赤色を呈する。
- (四) 硝酸鹽類を含有する培養基中に大腸菌を生育せしむれば之を亞硝酸鹽遊離安母尼亞又は遊離窒素瓦斯とする。
- (五) 以上の外檢鏡試験によるべきであるが大腸菌は兩端圓形を成す小桿菌で芽胞を形成せず Gram 氏法により其色を失ふものである。

斯くの如くして一定量の検水に於ける大腸桿菌の存在を明にしたならば先づ以て其水の濁濁の度を意味するものと認めねばならぬ。然るに一方に於ては大腸菌の存在夫自身が必しも水の汚染乃至濁濁を意味するものでは無く土壤空氣乃至些の汚染をも蒙らざる水中にも之を認むる事が出来るから強ち人畜の排泄物より招來せられたと斷言は出来ぬとも言はれて居るが之に對して *Savage* 氏は其著「給水」に於て述べて曰く「如何なる形式に於ても尿尿による汚染に曝露せられざりし原因により大腸菌を發見せる事ありとなす證明或は觀察を全然否定する事は出来ぬ迄も斯の如き事實を認めるには其數が實に甚尠いのである」と。又或は此微生物は體外に排出せらるゝや急激に其數を増加するとなす意見もあるが現今一般に認められつゝある所によれば一旦河海湖沼中に放流せられたる後も數週乃至數ヶ月間生存するに拘はらず急激に其生氣を失ひ其數を激減すると云ふに一致して居る。然らば則ち大腸菌の存在は汚染乃至濁濁を意味する者であつて化學的に條件を異にしなければ大腸菌存在程度の差は直ちに以て汚染程度の差を表はすと稱する事も出来る筈である。即ち *Prescott* 及 *Winslow* 兩氏は検水の量相當に大なる場合に於て少數の大腸菌を含有し或は屢少量の檢出あればとて必しも

特に危険であると云ふ證左とは成らぬが一立糞以下の検水に於て檢出するが如きは極めて最近に汚染せられたる證據であると云ふて居る。

Mc Laughlin, Mc Cullough, Amyot 及 *Dallyn* 諸氏は大腸菌聚落數を標準とし水の汚染度を定め次の五種に分つ事を提議して居る。

第三十七表

水の階級	検水 100 立糞中の大腸菌數	検水一立糞中の細菌總數(アガー、三七度)(+10)
1	2以下	10以下
2	2乃至10	10乃至25
3	10乃至20	25乃至50
4	20乃至50	50乃至100
5	50以上	100以上

但アガーの+10とは之を中和するには其一立に付標準水酸化ナトリウム(1立に付40瓦)10立糞を要する酸性のものなる事を示す。

即所謂水の階級中

「第一種は汚染區域の外に在る比較的純粹なる水で市街地に於ては之以上の純良なる地表水を長期に亘り日々求め得べきや否やは疑問である。

「第二種は比較的純粹なる水の稍汚染せられたるを示す。此汚染の性質原因及回數は之を飲用水として使用し安全なるべきや否やの尺度となる。此種の水は時として淨化装置に據らざれば危険なる事疑ない

場合が尠くない。

「第三種は著るしく汚染せられたるを示すもので此種の水は絶対に浄化の必要がある。

「第四種は非常なる汚染を示す。吾人は此種の水を以て良好なる水源なりとなす事が出来ぬと思推する。若し之を水源とする場合には第二種乃至第三種に比し其浄化装置を極端に嚴密なものとしなければならぬ。止むを得ずして取入口を此種の水に置く時は其汚染の原因を除去し或は之に流入する汚水を處理する事によりて汚染を避け以て第二或は第三種の水とせねばならぬ。

「第五種は極めて不潔なる汚染を示す。大腸桿菌聚落は檢水一〇〇立糧に對し五〇乃至三四、〇〇〇に達するであらうが最小限界に於てすら尙其波動的汚染を以て浄化装置に非常の重荷を與へ到底合理的なる處理を爲す事を得せしめぬものである。斯の如き汚染の原因は排泄物である事を思はゞ之を公共的の使用目的に供するが如きは到底不可能なる所以を明にするであらう。

以上の説述を以て水質乃至浄化の試験に對しては大體大腸菌を標準とするの適當なるを明にし得たと信するが此事柄は取つて以て直ちに大腸菌夫自身を危険視するの要ありと爲すものでは無い。即 Jo dan

氏其他の研究に依れば大腸桿菌は大低の場合人畜に對する病原とは成らぬのであつて Savage 氏の言の如く「大腸桿菌夫自身は無害であるか或は假令多少の危険ある場合と雖其影響頗僅微に過ぎぬが其存在は有害物に因る汚染の可能性を示すものであつて窒扶斯菌の存在する虞ありと認めねばならぬ場合を含む事を覺悟すべきは Clark 及 Gage 兩氏が「大腸桿菌を病原菌と認むる事は不可能であるが種々の事情の下に於ける生活状態は極めて窒扶斯菌と酷似するが故に濾過床より流出せられたる處理水中に大腸桿菌を含有するが如き場合には因て以て其濾過床の微生物除去能率を推論し得べきである」と稱するに徴しても明である。

今斯の如き標準に基き汚水の細菌的乃至機械的處理法として從來使用し來りたる種々の装置を批判するに其微生物除去に對する能率が必しも甚大なりとのみは稱し難いのであつて更に新に殺菌法の適用により益々之を高め或は殺菌法を以て他の處理装置に代へ以て處理目的に適合せしめざるべからざりし幾多の實例を生ずるに至つた。

例へば一九〇六年 Boston に於て調査したる實例に徴すれば汚水並に處理水中に含有せらるゝ細菌總數並に大腸菌發見率次の通である。

第三十八表

検水の性質	一立升中の細菌聚落数(ラクトース、アガー、三七度)	百萬分の一立升検液中に発見せる大腸菌率%
原汚水	1,300,000	65
原汚水を点滴濾過せるもの	750,000	35
腐敗槽流出水	1,650,000	66
腐敗槽流出水を点滴濾過せるもの	750,000	35

之に就て *Phelps* 教授の説く所に従へば濾過床を通過する種々の種類の細菌及或る一定の特殊微生物は實際上細菌總數に比例するものであつて他に之を覆へすに足る事實の徴すべきものなき限り斯の如き濾床は窒扶斯其他の病原菌に對しても亦大腸桿菌汚水連鎖球菌等に對する能率と同等以上の好影響を與ふるものと爲す事が出来ないのである。従て一九一〇年マサチウセツツ保健局報に掲載せられたる各種装置の細菌除去能率

第三十九表

處理法	一立升中の細菌聚落数(攝氏二〇度)	減少率 %
原汚水	3,476,100	
沈澱	1,461,800	58.0
インホーフタンク	1,730,000	46.6
接觸濾過法	1,107,600	47.2
点滴濾過法	169,400	87.9

其他に徴すれば流出位置に因つては此種の方法のみを以てして未だ全く安全なりと稱し得べからざるものあるを認めねばならぬ。

汚水殺菌法にも種々の種類ある事申す迄も無いが漂白粉を之に使用しよく偉効を奏し得べきは數多の實例に徴して明である。

例へば一九一〇乃至一一兩年に渡り *Datesman, Stevenson* 及 *Rudolph Hering* 諸氏が Philadelphia 市に於て行へる實驗の成績をあぐれば次の通りである。

「此の試験に於ては其豫備處理法の程度に従ひ汚水を三種に分ち細網篩過汚水、沈澱汚水及細網篩過沈澱汚水とした。即此等の汚水は其處理の程度に従つて浮游物の量從而又酸化性物質の量に相違あるもので之に對する漂白粉の所要量は酸化性物質量の多寡に比例する事を示して居る。故に汚水の性質は日により時によつて變化するものであるから或場合に適當なる漂白粉量は必しも常に適當である譯には行かぬが一方其殺菌効果は常に一定でなければならぬから漂白粉注加量は其最大所要量に適合するものでなければならぬ。

「大規模の試験に於ては漂白粉溶液接觸時間を種々に變更する事が出来なかつた爲其時間を一定し水槽流過所要時間を二時間としたが實際色素流下法で

測定した所要時間は二時間以下であつた。

「次表の結果に二種ある。其第一は病原菌聚落數顯著なる時期に下流諸市の危害を防止する目的で充分以上の殺菌劑を注加した場合第二は經濟的に大腸桿菌數の九五%を撲滅するに足る丈の殺菌劑を注加した場合である。實際には殺菌の後稀釋且酸加されるから後者を以て充分である。即第一の場合に於ては有効鹽素量一二 p. p. m. 下水百萬米哦に付漂白粉三〇〇封度を用ゐ殆完全な殺菌水を得且二時間接觸後に尙多量の殘量を認めたと第二の場合に於ては前者の半量以下を以て普通完全と認めらるゝ殺菌水を得て居るのである。從而經濟的漂白粉所要量は細網篩過污水に對し一五〇封度細網篩過沈澱污水に對し一〇五封度を以て足る事が分る。

「次表は一一二個の檢水を試験して得たる結果であつて少くも一耗以上の固形物を豫め除去した污水を用ゐたものである。

第四十表

檢水の性質	使用有効鹽素量 P. P. m.	流出污水中の殘留鹽素量 p. p. m.	一立糞中の細菌聚落數 ゼラチン、20度48時間			Jackson 氏推定試験法による一立糞中の大腸菌數		
			初	終	減少率 %	初	終	減少率 %
細網篩過	12.4	4.7	2,470,000	337	99.99	121,000	20	99.98
篩過	6.0	0.5	2,060,000	181,000	91.21	149,000	7,470	95.48

沈・澱	11.9	3.4	2,450,000	350	99.99	143,000	10	99.99
	5.4	0.7	760,000	31,000	95.92	67,000	745	98.89
篩過後沈・澱	12.0	3.1	2,130,000	310	99.99	86,000	20	99.98
	4.3	1.1	660,000	22,500	96.59	317,000	1,350	99.57

此の結果よりして見れば適當に注加量を加減しよく九九九九%の能率を發揮し得べき偉効があると云はねばならぬ。然らば則ち之を河海湖沼等に放流し相當に稀釋せらるゝ場合疾病乃至腐敗の原因と爲るべき細菌は殆撲滅せられ何等危険の状態に在らざる下水を得る事が出来る筈であつて此汚水中に幾分の殘留鹽素を含む場合と雖河海湖沼等に注がるゝに至れば殆其痕跡を止めざるに至るであらう。之に就ては前述の Philadelphia 市に於て行はれた實例を掲げる事が出来る。即

「下水管を遮斷して細網を横へ之に因て篩過した污水を六個の瓶に採酌し其各に對して夫々濃度を異にする漂白粉溶液を注加し夫等が消費せらるゝ時間を測定し次表の結果を得た即表示したる一定時間の後瓶中の水を攪拌し檢水を探つて夫々其殘留鹽素量を定量した成績である。

第四十一表

試験期日一九一〇年三月二四日

注加せる有効鹽素量	表示時間後に於ける残留鹽素量 (p.p.m.)									安定度 (メチレンブルー 20°C)
	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	
5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.47
7.5	2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.59
10.0	4.0	2.0	1.5	1.0	0	0	0	0	0	0.79
15.0		6.0	6.0	6.0	5.0	5.0	4.0	4.5	4.5	1.00
20.0		7.0		6.5	4.0	3.0	3.0	2.5	2.0	0.96
25.0		8.0		6.5	5.0	4.0	4.0	3.5	3.0	1.00

即ち百萬噸に付き一七五封度の漂白粉を使用すれば三十分乃至一時間にして消費せられ二五〇封度を用うれば二時間乃至三時間にして痕跡を止めざるに至るを知る事が出来る。然らば斯の如き短時間を以てしてよく殺菌の効を奏し得べきや否やの問題に移らなければならぬが之に就ては更に Philadelphia 市に於ける次の成績を擧ぐれば足ると思ふ。

第四十二表

汚水の種類	懸垂固形物總量 p.p.m.	酸素吸收量 p.p.m.	注加有効鹽素量 p.p.m.	10分間接觸			20分 々			30分 々		
				鹽素殘量	攝氏20°に於ける細菌減少率 %	安定度	鹽素殘量	攝氏20°に於ける細菌減少率 %	安定度	鹽素殘量	攝氏20°に於ける細菌減少率 %	安定度
篩過			5.0	0.7	99.88	.45	1.4	99.81	.50	0.7	99.97	.50
	120	58.4	7.5	3.6	99.90	.53	2.8	99.94	.53	2.8	99.92	.71
			10.0	7.7	99.87	.47	4.3	99.89	.62	3.5	99.95	.90

然るに汚水を河海湖沼中に放流すれば此處に於て急激に稀釋せられ汚水は夫等の稀釋水中に擴撒せら

るゝ爲汚水中の細菌は最初非常の勢を以て繁殖するから此部分の酸素は急激に消費せられ非常に多量の水が迅速に流下せざるに於ては腐敗作用を惹起し悪臭を發散するに至るものであるが漂白粉殺菌法を行へば之に因て非常の調節を受け稀釋水中の溶解酸素量減少率を著るしく救済し得るは理の當然でなければなれぬ。今 Philadelphia 市に於ける實驗の結果に徴すれば篩過乃至沈澱汚水を殺菌の後之を稀釋槽中に導き河水を以て種々の割合に稀釋したるに其酸素溶解量次表の通である。

第四十三表

試 驗 日 1909-10	一日平均度		稀釋度 (汚水に對し)	稀釋槽中の流過時間 (時)	汚水の種類	酸素溶解量(%飽和)		
	氣 溫	水 溫				河 水	流 入 水	流 出 水
月日 月日 9.27-10.7	21	20	20	21.5	篩過沈澱 殺菌	60.2	44.3	35.5
10.18-29	19	14	20	21.5	沈澱 殺菌	65.1	58.9	60.1
10.29-11.25	19	12	30	16.3	篩過沈澱 殺菌	67.6	70.8	68.2
11.5-12.13	13	7	40	12.0	++	81.2	89.6	85.3
1.15-24	12	4	20	24.0	++	93.0	90.2	89.5
1.25-2.1	11	3	20	24.0	細網篩過 殺菌	97.3	86.8	90.4
2.2-6	11	3	20	24.0	++	96.8	92.2	90.9
2.7-17	11	3	15	24.0	++	91.3	89.1	88.8
2.18-3.13	14	5	10	24.0	++	93.2	92.1	89.5
3.14-3.31	18	10	7	33.0	++	77.0	59.5	56.6
4.1-30	13	17	7	33.0	++	82.2	57.1	52.5

即此試驗に於ては稀釋後の汚水は化學的にも細菌的

にも繼續して淨化作用を營むべきを以て條件としたものであつて魚類の生存に適當なる溶解酸素量を基準とし English Royal Commission の制限に従へ飽和酸素量の五〇%以上を含有すべきを目途と爲す事によりメチレンブルー試験並に色相臭氣共無害なるを目的としたものである。此結果に徴すれば汚水を細網を以て篩過し充分沈澱せしめたるものは六 p. p. m. を以て殺菌すれば十倍の稀釋度を以てよく目的を達し得る事が出來るとせられて居る。

元來篩過沈澱其物が汚水細菌聚落數の減少に力あるは明なる事柄であつて石灰硫酸礬土或は硫酸鐵等の凝結劑を使用すれば沈澱能率を増大し後而細菌數を減少せしむるに効あるべきは當然の事ではなればならぬ。然も實際に於て沈澱或は化學處理後其流出汚水中に殘留する細菌數は決して尠く無いのであつて特に氣溫の高き場合に於ては細菌の活動頗る活潑である關係上原水に比し却て多數の細菌を見る場合も亦屢あるのである。即沈澱時間を相當に長からしむる爲上層に浮揚せる汚水中に殘留する細菌は著しく其數を増し同時に最初沈澱に因て大部分の有機固形物を除去したに拘はらず槽底及槽壁に附着せる汚泥中には莫大なる細菌の集積を見るによるのである。從而斯の如き處理法は普通の狀態に於て實際上

有利なりと認むる程充分なる細菌的能力を發揮し得ないものであつて細菌數は多少減少せしめ得るを普通とするが一般に之を以て殺菌法とは見做し得ないと云はねばならぬ。今此處に殺菌の汎論を繰り返すは少しく岐路に涉る虞もあるが因て以て本書の所謂鹽素殺菌に及ぶ方が説明上に多少便利もあると信するので普通汚水殺菌法に使用せらるゝものに就て其概略を記述しやうと思ふ。

(一) 酸、酸は一般に殺菌劑として有効なるものであつて諸種の酸を使用する時其の汚水殺菌に必要な量に就ては幾多の實驗を重ねられて居る。例へば硫酸を汚水量の〇・〇八%(即百萬噸に付六・六五〇封度)を加ふれば十五分間にしてコレラ、チフス等の細菌を絶滅し得るし工場汚水中に含まるゝ諸種の酸並に其鹽類が汚水中の細菌數を減少せしめつゝあるは各地に於て認められて居る所である。鑛山汚水も亦同様の影響を與ふるものなる事は Pittsburg の實例に於て興味ある結果を見る事が出來るであらう。同市は Ohio 川の支流なる Allegheny 川及 Monongahela 川の合流點に位し一九一〇年に於ける人口約五三四、〇〇〇を數へ其下水は無處理の儘諸所に於て此等の河川に放流するもので普通夏季平均流下量 Allegheny 川に對しては六〇〇〇立呎 Monongahela 川に對しては四〇〇〇立呎

に達して居る。然るに此等の兩河川は何れも相當に鑛山汚水を流下しつゝあるが就中 Monongahela 川に流入するもの殊に著るしく充分殺菌作用を表はすに足るべき量を有して居る爲 Allegheny 川の細菌數は同市の境界と Monongahela 川との合流點との間に於て非常の激増を爲すに反し Monongahela 川に於ては之に流入する汚水量と河水流量との割合が前者に比し多いに拘はらず其細菌數は殆増加の跡を認める事が出来ない。而耳ならず同市から約十二哩の下流に於ける細菌數は同市の稍上流に於ける細菌數より稍多き程度に過ぎぬに徴すれば如何に其殺菌力の効果の大なるかを知るに足るであらう。之に就て Hazen, Whipple 兩氏は次の如き關係ある事を示して居る。

第四十四表

酸 度 (p.p.m.)	アルカリ度 (p.p.m.)	細菌 數(立種に付)
35	—	150
30	—	280
25	—	360
20	—	500
15	—	750
10	—	1,400
5	—	2,800
0	0	7,800
—	5	30,000

即酸の殺菌力が相當に偉大なる事明であるが酸其物

を注加する事は經費の關係上決して得策ではない。

(二) 加熱. 汚水に熱を加ふれば之を殺菌し得ると同時に安母尼亞を蒸溜し得る爲其處理費を低減する事が出来るであらうと考へられて居るが今日の事情に於ては多量の汚水に向つて加熱處理を行ひ得べき望は先づ無いのであつて單に理論上の問題と爲すに過ぎない。

(三) オゾン. オゾン殺菌法は既に大規模に行へつゝあるものもあるが其經費の不廉なると水に溶解し得る量極めて少きと濁度に因て影響せらるゝ所多きとの爲未だ汚水處理法として完璧のものとは稱し難い。恐らく今後幾多研鑽の餘地があらうと思はれる。

(四) 硫酸銅. 硫酸銅及漂白粉の殺菌作用に就ては夙に一九〇六年乃至七年に渡る Ohio 市の比較試験に因て明である。今 Kellerman, Pratt 及 Kimberly 三氏の實施結果を擧ぐれば

第四十五表

硫酸銅 使用量 p.p.m.	處理汚水 性 質	接 觸 時 間	殺菌効果 %	記 事
63	沈澱汚水	...	98.94	
5-57	セブチック タンク並に 接觸床	...	59-95	溫度20°C 硫酸銅使用量には大なる影響なく 40 p.p.m. を使用したる場合最大の効果あり
40	++	...	93	20°に於て

++	++	...	94	37° に於て
4-22	間歇濾過汚水	...	80-88	20° 15p. p. m. を使用したる場合最大の効果あり
++	++		64-97	37°
5-116	++	1時間	58-92	20°
++	++	...	53-93	37°

更に一九〇五年 Johnson 及 Copeland 兩氏が Columbus に於て行へる實驗の結果に徴するに硫酸銅五乃至二〇 p. p. m. を使用し九九%の効果を擧げて居るが其接觸時間は二四時間であつて實施に適し得べしとは思はれない。

斯の如く硫酸銅は前三者に比し成績の見るべきものがあり且其價も比較的廉ではあるが漂白粉に比し決して優秀であるとは稱し得ないのである。之に就ては Ohio 市に於ける實驗の結論を引用すれば明であらう。曰く「漂白粉並に硫酸銅は之を半處理したる汚水に使用すれば共に顯著なる殺菌力を發揮するが前者の作用は後者に比し遙に迅速なるのみならず廉價を以て完全なる殺菌を爲し得る點に於て溫度及炭酸鹽類の存在に因て影響せらるゝ事尠き點に於て遙に漂白粉を優秀とせねばならぬ」と。

漂白粉の殺菌力に就ては既に Philadelphia 市に於ける實驗の結果に徴して明であらうと思ふが更に諸所の實例を記載して見やう。

Ohio 市が前掲硫酸銅との比較試験に使用した漂白粉の量並に成績は次の通である。

第四十六表

漂白粉中 有効鹽素 量p.p.m.	處理汚水 性質	接觸 時間	殺菌効果 %	記 事
3.6-4.3	間歇濾過 流出汚水	...	99.8-99.9	20° C
++	++	...	99.6-99.7	37° C
1.5-3.8	++		98.8-94.3	20° C
++	++	...	98.5-99.2	37° C
2.9-5.0	接觸床 流出汚水		97.6-99.8	20° C
++	++		99.4-99.5	37° C
4.3-7.6	セブチック タンク汚水		?	約25p.p.m. 以上の有効鹽素量を注加する場合に有効なるも浮遊物の量に變化ありて確實なる價を得る能はず
7.3-48.5	++		?	++

Massachusetts 保健局に於ては漂白粉殺菌法に關し一九一一年其局報に好參考資料を發表して居る。同所に使用した檢水の標準は約三種であつて其細菌的定規は細菌聚落總數の計算に對しては培養基をアガーとし四日間室溫に於けるものとリトマス、ラクトース、アガーを用ひ體溫にて二四時間培養したるものとの二種とし此他に後者と同一の標準を以て赤化細菌數を算へ第三の定規とする。之に依る標準は

第四十七表

檢 水	四日間室溫に於ける細菌聚落總數(立種に付)	二四時間體溫に於ける細菌聚落數(++)	二四時間體溫に於ける赤化菌聚落數(++)
第一種	100	10	5
第二種	1,000	100	50
第三種	10,000	1,000	500

右の内第一種は普通一〇〇ノ一〇ノ五なる形を以て表はすもので細菌の聚落數が夫々此數以下である場合には之を飲用に適する水と定める。第二種第三種は夫々第一種を一〇倍及一〇〇倍したもので同様に一、〇〇〇ノ一〇〇ノ五〇及一〇、〇〇〇ノ一、〇〇〇ノ五〇〇なる形を以て表はし汚染せられたる河水の最小及最大限を示す標準とするのである。今此標準に達するに要する漂白粉の量を實驗に因て定めた結果を掲ぐれば次表の通である。其接觸時間は凡て二時間乃至四時間であつた。

第四十八表

汚水の種類	滅菌	100-10-5			1,000-100-50			10,000-1,000-500		
		20° C		40° C	20° C		40° C	20° C		40° C
		100	10	5	1,000	100	50	10,000	1,000	500
無處理汚水										
最大	+37.5	18.8	+37.5	+37.5	11.3	11.3	11.3	11.3	7.5	7.5
最小	26.3	3.8	7.5	3.8	-3.8	3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8
平均	34.7	9.4	22.5	21.3	6.6	7.5	7.6	6.6	4.7	4.7

沈澱汚水										
最大	+37.5	18.8	+37.5	+37.5	15.0	26.3	26.3	15.0	11.3	11.3
最小	+37.5	3.8	15.0	7.5	-3.8	3.8	3.8	-3.8	-3.8	-3.8
平均	+37.5	9.0	29.3	21.0	8.3	15.0	11.3	7.5	6.8	6.8
セブチツクタンク										
最大	+37.5	11.3	+37.5	+37.5	7.5	11.3	11.3	7.5	7.5	7.5
最小	+37.5	3.8	+37.5	+37.5	-3.8	7.5	3.8	-3.8	3.8	-3.8
平均	+37.5	8.8	+37.5	+37.5	6.3	8.8	7.5	6.3	6.3	6.3
接觸濾過										
最大	+37.5	18.8	+37.5	+37.5	11.3	22.5	11.3	7.5	11.3	11.3
最小	37.5	3.8	30.0	11.3	-3.8	3.8	3.8	-3.8	-3.8	-3.8
平均	+37.5	6.8	36.8	25.5	5.7	7.2	6.0	4.9	5.3	4.9
滴下濾床										
最大	+37.5	33.8	+37.5	33.8	7.5	18.8	7.5	3.8	7.5	7.5
最小	37.5	-3.8	3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8
平均	+37.5	6.9	26.9	20.4	4.4	5.7	4.1	3.8	4.1	4.1
砂濾過										
最大	+37.5	3.8	18.8	18.8	-3.8	3.8	3.8	*	-3.8	-3.8
最小	3.8	*	*	*	*	*	*	*	*	*
平均	17.2	3.8	7.5	8.5	3.8	3.8	3.8	*	-3.8	-3.8

1. 上表の數字は有効鹽素量 p. p. m. を以て表はす
2. -印は其量よりも少なる事を示し+印は其量よりも多き事を表はす
3. *印は最初の細菌數が標準より少き事を意味す

更に之を流出物中の細菌數に對する減少率を標準とし夫々七五、九〇及九九%の効果を擧ぐるに要する

漂白粉量を定めたる結果を見るに次表の數字を得る。

第四十九表

汚水の種類	99%			90%			75%		
	20° C	40° C		20° C	40° C		20° C	40° C	
		總數	赤化菌		總數	赤化菌		總數	赤化菌
無處理汚水									
最大	11.3	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
最小	3.8	-3.8	3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8
平均	6.6	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
沈澱汚水									
最大	11.3	11.3	11.3	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
最小	3.8	3.8	3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8
平均	6.8	5.3	6.8	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
セブチックタンク									
最大	7.5	7.5	7.5	-7.5	7.5	7.5	3.8	7.5	7.5
最小	-3.8	3.8	3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8
平均	6.3	6.3	6.3	5.0	6.3	6.3	3.8	5.0	5.0
接觸濾過									
最大	11.3	11.3	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	3.8	7.5
最小	3.8	3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8
平均	5.3	4.9	4.5	4.5	4.2	4.2	4.5	3.8	4.2
滴下濾過									
最大	7.5	7.5	7.5	-3.8	3.8	3.8	-3.8	-3.8	-3.8
最小	3.8	3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8
平均	4.1	4.7	4.1	-3.8	3.8	3.8	-3.8	-3.8	-3.8
砂濾過									
最大	37.5	11.3	7.5	11.3	7.5	3.8	-3.8	7.5	-3.8
最小	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8
平均	8.6	7.0	4.9	4.9	4.9	3.8	-3.8	4.9	-3.8

前後兩表を比較するに一〇、〇〇〇ノ一、〇〇〇ノ五〇〇なる標準は恰も減少率七五%なる標準に適合し砂濾過法以外の九九%標準は一〇〇ノ一〇ノ五標準よりは稍低き價を與へてゐる。砂濾過法に於ては流出物の細菌數極めて低き爲之より更に九九%を減少せしむる事は實際上相當困難であつて多くの場合流出物其物が一〇〇ノ一〇ノ五標準より低き細菌數を與ふるものが多いと云ふ。接觸時間と漂白粉量との間の關係に就ては次の如き値が發表されて居る。

第五十表

接觸時間	1時間	2時間	4時間	6時間	24時間
漂白粉所要比	100	84	82	77	61

Providence は人口約二三〇、〇〇〇を有する大都會であつて其汚水は Narragansett 灣口に近く Providence 川に放流しつゝあるが之が爲めに生ずる溷濁は引いて同灣内に於ける養貝業に著るしき脅威を與へ市場は遂に同灣内の牡蠣に向て第三流品たる評價を宣告するに至つた。

於此乎汚水處分の問題は適切なる緊急事項と認められ合衆國政府の標準たる標品五個中三個の試験に於て貝汁〇・一立櫃中の大腸菌聚落數一以下ならしむべき努力を盡さるゝに至つたのである。

元來流行病の時期に於て其危険を未然に防止し汚水が水路に流入する以前充分之を殺菌し都市の水源を保護し或は水中の産物を救助せんとする企圖は悲しむべき幾多の代償に因つて得られた根本觀念であるが現今に於ては特に流行病の時期と稱すべき劃然たる期間は認められず常に帶菌者に因て其病原菌を運搬されるものであると云ふ解釋を以て穩當とせらるゝ様になつた。 *Ledingham* 博士が *Government Board for England & Wales* の年報に發表せる所によれば腸窒扶斯患者中恢復後慢性となるもの相當に多く幾多の實例を綜合するに患者數の三・八% 二・二% 或は三・一% 等が慢性となつたと云ふ事であるし又南獨逸の實例に於ては六七〇八人中其の二・四七% が慢性となつた事を報じて居る。然るに更に恐るべきは普通健康體と認められつつある人々に就き任意に排泄物を採取検査した結果によれば窒扶斯患者發生地附近居住者一、七〇〇人を調査したるに其一、〇〇〇人中八・八人は窒扶斯菌を保有して居たと云ひ *Washington* 市の調査は一、〇〇〇人中三人乃至五人の保菌者ある事を報じて居る。斯くの如き數字を例へば人口十萬の都會に就て當てはめて見れば三〇〇人五〇〇人乃至八八〇人の保菌者が日々其病原菌を排出しつゝある危険を想像せねばならぬのであつて現に英國 *Walmer* の傳染

は其下水吐口の一より相當上流に在る水泳場が上潮の爲に汚染せられ之を使用した兵士が媒介傳播したものであるとせられ傳染病發生地は多く水邊に在るは下水の吐口が大低の場合河川の低水位以上に施設せらるる關係上下水中の固形物が河岸に曝露せられ遂に蠅族の蔽ふ所となり傳染病の傳播に幾多の好機會を與ふるに因る所も決して少くないとせらるるに見ても汚水處分法の完璧を期せざるべからざる所以を知る事が出来るであらう。

由來汚水中に於ける病原菌に就ては頗る輕視せられたる傾あるは疑ふの餘地を存しないが今一例を窒扶斯菌にとり更に其如何に危険なるかを考慮したいと思ふ。

窒扶斯菌の繁殖は體温に於て最好適であつて比較的低温なる河水中では有利でないのみならず其敵手にとつては斯の如き低温を好都合とするものが多い爲に食物さへ豊富であれば敵手の繁殖には益好結果を與へることになる。純粹に窒扶斯菌を培養するには河水或は湖水よりも寧ろ蒸溜水を使用するを可とするは即此理に基くものである。然るに拘はらず此菌は一面又河水を流下すること九〇哩にして尙よく生存し得ると云ふ強健な所もあるのであつて *Savage* 博士の研究によれば窒扶斯菌は少くも二週間汚泥中

に生存することが出来ると推測するを正當とするが如く Klein 博士の調査に従へば「窒扶斯菌が牡蠣貝中に生活し得るは決定的の事實であつて數多の窒扶斯菌に因つて汚染せられた牡蠣を清水中に入れ屢水を替へ九日乃至十二日を經過すれば始めて無害とする事が出来るし牡蠣を乾燥せしむれば細菌を消滅する事を得るが新陳代謝する清水中に置く場合に比べれば汚染の期間が長い」と云ふ。斯の如きは實に Providence に於ける汚水殺菌を緊急缺くべからざるものとなした所以であつて米國に於ける養貝業が財政上頗る重要な位置を占め之に因つて數百萬人の食膳を賑はし數千人の生計を維持し紐育一市を以てよく年數十百萬弗の牡蠣蛤帆立貝等を消費しつゝある實狀に鑒みれば之に向つて周到の科學的研究を爲さるべからざりし所以も亦自ら明であらうと思ふ。即同市は日々二千萬噸の汚水を殺菌すべく一九一〇年之が大規模の調査を開始し最初綠礬 (FeSO₄) 及石灰を以てせる處理法を改め石灰並びに漂白粉を使用するに至つたのであるが今其調査の方針を窺ふに先づ汚水一、〇〇〇、〇〇〇噸に對し約七五〇封度の石灰を加へ之を平行に設置せる三個の沈澱槽中に導き緩流に因て沈澱せしむる事四時間にして之に漂白粉を加へ八個或は十六個の水槽中に入れ以て其接觸時間を三時

第五十一表

番 號	仕上槽 使用數	石 灰 注加量 lbs/m.g.	有 効 鹽素量 p.p.m.	最終流出處理水 中の細菌數(立糶)		最終流出處理水 中の細菌數(立糶)		最終流出處理水 中の細菌數(立糶)	
				20°Cに於 ける總數	減少率 %	37°Cに於 ける總數	減少率 %	37°Cに於 ける赤化 菌數	減少率 %
(1)	8	0	2.00	...	...	200	99.97	-100	99.00
(2)	8	0	2.00	...	...	875,000	増加	-100	90±
(3)	8	705	2.60	95,000	90.00	...	...	...	...
(4)	8	869	3.00	90,000	91.81	...	...	7,100	79.71
(5)	8	774	3.25	3,600	98.97	...	...	400	96.00
(6)	8	755	3.50	30,500	86.45	...	...	2,050	90.24
(7)	8	800	4.00	8,000	96.67	...	...	1,000	90.00
(8)	8	0	4.15	...	...	100	99.95	-100	90±
(9)	8	0	4.15	...	...	2,500,000	増加	3,100	増加
(10)	8	765	4.60	225	99.55	...	...	50	96.67
(11)	8	731	4.60	1,800	99.28	...	...	120	99.56
(12)	8	886	4.69	...	...	-100	99.94	-100	99.87
(13)	8	886	4.69	...	...	100	99.91	100	99.75
(14)	8	738	5.40	750	99.70	...	...	525	89.50
(15)	8	589	5.80	4,750	99.50	...	...	100	99.70
(16)	8	721	5.89	...	...	300	99.40	100	99.60
(17)	8	721	5.89	...	...	100	99.94	-100	99.86
(18)	8	0	7.38	...	...	125,000	83.33	100	99.80
(19)	8	0	7.38	...	...	90,000	83.08	100	98.50
(20)	16	703	3.00	29,000	97.36	...	...	400	98.86
(21)	16	724	3.25	14,500	96.78	...	...	2,300	84.67
(22)	16	723	3.87	830,000	増加	916,700	5.5	...	*
(23)	16	820	3.96	...	...	133,600	19.62	...	*
(24)	16	742	4.25	300	99.70	...	...	-100	99.00
(25)	16	636	4.41	...	...	458,000	増加	...	*
(26)	16	777	4.57	...	...	8,400	98.27	...	*
(27)	16	828	4.64	100	99.95	13,500	95.45	...	...
(28)	16	841	4.70	1,500	99.40	...	...	...	...
(29)	16	853	4.79	700	99.00	10,600	96.72	...	...
(30)	16	147	4.95	...	...	8,800	98.74	...	...
(31)	16	746	6.56	...	...	17,900	96.54	...	...

* 印は4日間の内唧筒運轉時(12-14時間)にのみ漂白粉を加へたる事を示す

- 印は記載せる數字よりも少き事を示す例へば-100は100以内±は内外の意味例へば±90は90内外

間半以上たらしむる様にした。此時間は實驗中に於ける流速を以て此等の水槽を充滿せしむるに足る時間を表はすもので八槽を使用する場合に於ては三・四九乃至六・一八時間十六槽を使用せる場合には七・四〇乃至一・二五〇時間を要したのである。之に使用した漂白粉の量により或は之等の接觸時間の相違により成績に及ぼした相違は前表に因て知る事を得るであらう。

汚水が水槽中を緩流する間に細菌總數の増加したのは石灰處理後に於て起り漂白粉處理後に起つたものではない。其第一は十一時間中に一・七〇〇、〇〇〇より一二、七〇〇、〇〇〇に増加し第二及第三は共に十九時間中に夫々一、二〇〇、〇〇〇より一四、五〇〇、〇〇〇に又一、三〇〇、〇〇〇より二二、三〇〇、〇〇〇に増加したものであると云ふ。

豫め石灰を以て處理せずして直ちに漂白粉處理を行へる結果は(1)(2)(8)(9)(18)及(19)に記載せられて居るが石灰處理を行つたものに比べて成績不良のものが多い。其内(9)に使用した有効鹽素量は四・一五 p. p. m. であつて全然不適當なるを示すが(8)に於ては同量を以て頗好結果を得て居るのは恐らく後者が夜間の汚水

を含む爲比較的稀薄である關係上斯の如き相違を來したものであらうと想像せられて居る。

有効鹽素量四 p. p. m. 以下なるものゝ成績は一定して居らぬが四乃至六を使用したものに於ては室溫なる場合も體溫なる場合も其効果が殆一樣である事が認められるし接觸時間を延長すれば却て其細菌數を増加せしめるものである事を知る事が出来る。

更に漂白粉處理法に於ける重要な性質は流出物の安定を高め得る點にある。即メチーレン青試験に因るに處理せざる汚水は一日以内に腐敗するに拘はらず三五〇 p. p. m. を以て處理したものは一日半乃至七日半安定であり三五〇 p. p. m. 以上を以て處理したるものは一樣に二〇日間の安定を保ち得たと云ふ。此の調査に使用せられたる汚水並に處理水の化學成分中安母尼亞並に蛋白性安母尼亞は次の通りである。

第五十二表

試 驗 水	安 母 尼 亞	蛋 白 性 安 母 尼 亞		
		總 量	溶 解	浮 遊
汚水十五檢水平均	19.60	9.93	4.79	5.14
處理水十五檢水平均	21.90	5.45	4.68	0.77
減 少 率 %		45.1	2.3	85.0

本試驗中唧筒運轉時のみ漂白粉を注加したものは唧筒運轉時間十二時間乃至十四時間の中間に挟まれ

たる少量の夜間汚水は水槽を通過する際自然に殺菌せらるべき見込を以て此間の漂白粉注加を停止したものであつたが實際に於ては之が爲に全汚水の濁濁を來し既處理部分の効果を奪ふに至つたと云ふ。

斯の如き試験の結果は遂に漂白粉處理法の採用に決し一九一一年中の最初五ヶ月間は本實驗の方法と殆全く同様の方法を使用し一九一二乃至一三兩年に於ては石灰豫備處理法を中止して漂白粉のみを用ゐ一九一四年に於て再び石灰處理併用に返つた。夫等の成績は次の二表の示す處に見る事が出来る。

第五十三表

石灰及漂白粉處理成績(一九一一年)

月別	有効鹽素量	石灰量	細菌總數(立糶37°C)					酸發生菌數(立糶)				
			原水	石灰處理水	全處理流出水	減少率%		原水	石灰處理水	全處理流出水	減少率%	
						石灰	全處理				石灰	全處理
一	3.6	417	69,800	30,000	1,340	57.02	98.02	36,100	17,600	670	51.25	98.14
二	3.6	419	88,000	14,300	3,190	83.29	96.38	43,300	10,400	1,550	75.98	96.42
三	3.7	466	63,700	32,300	430	49.29	99.33	35,800	18,500	200	48.03	99.44
四	4.1	444	43,900	26,500	200	39.63	99.54	38,800	19,600	120	49.49	99.69
五	5.0	492	83,900	245,000	200	192.01	99.77	43,200	138,000	140	319.44	99.68

第五十四表

漂白粉處理成績(一九一二・一九一三年)

月別	有効鹽素量p.p.m.		細菌減少率37°C%		大腸菌減少率37°C%	
	1912	1913	1912	1913	1912	1913
一	5.34	4.86	98.2	75.7	99.1	98.2

二	5.36	4.07	96.8	74.9	99.4	98.4
三	3.41	4.88	92.4	72.9	97.1	97.6
四	3.90	5.35	99.2	76.9	94.3	99.6
五	5.26	5.46	99.9	76.8	97.3	97.5
六	7.07	5.44	93.3	67.1	98.0	97.9
七	7.70	5.43	70.6	70.8	95.1	99.2
八	8.25	4.68	59.9	66.9	98.8	97.1
九	8.46	3.46	70.2	59.3	96.2	96.7
十	7.41	3.59	66.7	67.1	99.1	94.6
十一	5.23	3.74	71.7	55.1	98.3	94.7
十二	4.25	3.54	71.3	69.3	98.5	96.9

以上の實例は漂白粉の殺菌力が如何に偉大なるかを示すものであつて殊に排泄物に基因する大腸菌類の殺菌に偉効あるを物語るに足る好例と云はねばならぬ。然らば之を如何なる位置に注加すべきか殊に之を濾過以前に注加するも濾過床内に於ける硝化作用を障ぐる事なきや否やの問題は必ずや提起せらるべき所であらうと思ふ。之に關する各所の實驗は何れも濾過以前に行ふの有利なるを説いて居るのであつて決して常識的判斷を以て濾過床内に於ける細菌による淨化作用の停止を肯定するが如き獨斷を許さないのである。

例へば Massachusetts 州保健局は一九〇八年の報告に於て「有効鹽素量二五 p. p. m. を使用し三ヶ月間砂濾過以前に處理したるも毫も其硝化作用の減退を認めず」

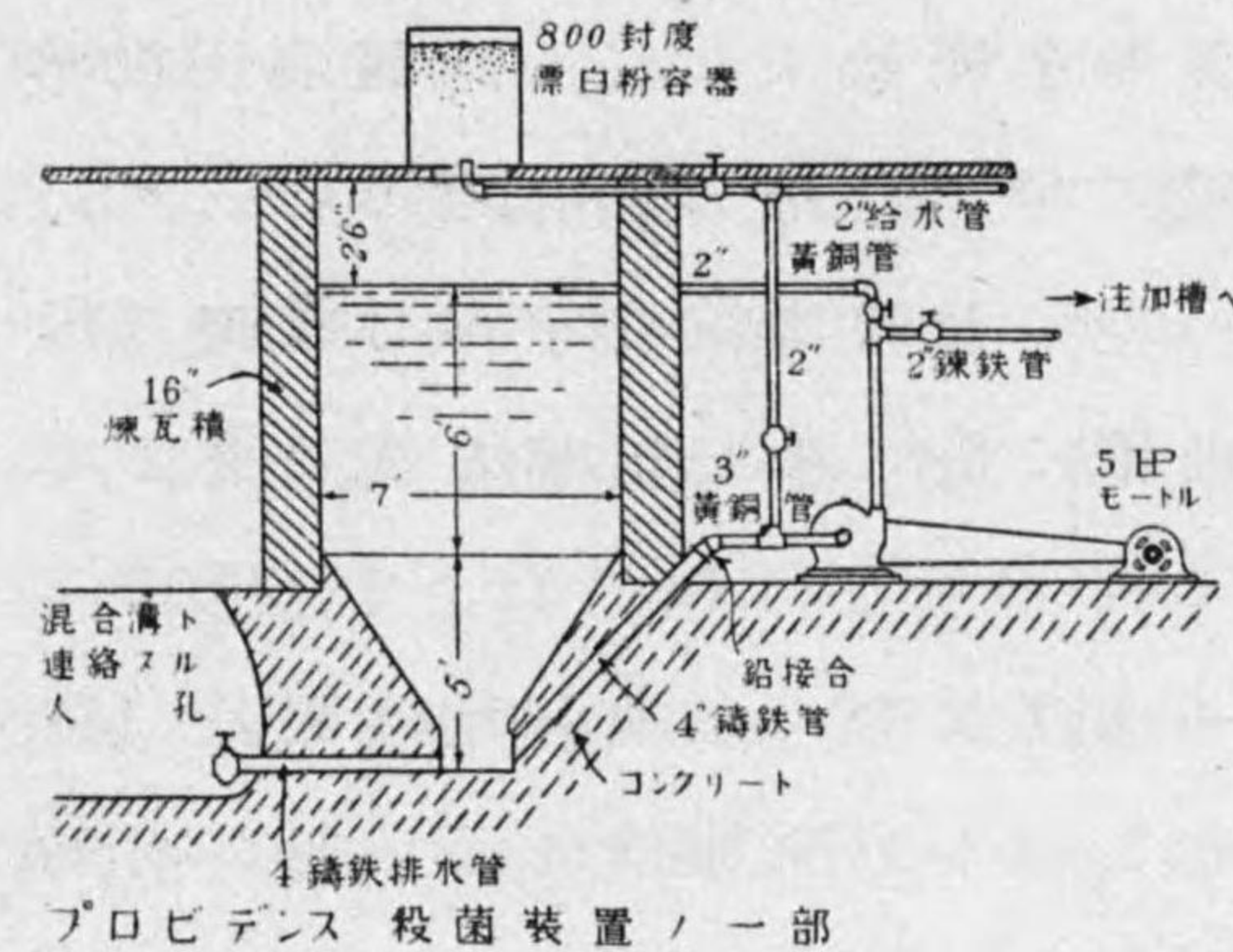
と云ひ更に之を試験的滴下濾床に用ひ有効鹽素量を五乃至五〇 p. p. m. に増加したが五〇 p. p. m. を以て三ヶ月間繼續處理したる結果は硝酸量を二〇 p. p. m. より一・五 p. p. m. に減じたるも硝化作用は停止せられなかつたと云ふて居るし又 *Dunbar* 博士の研究によれば濾過以前に漂白粉を注加すれば濾床上部の細菌作用を減ずるが下層に於ては毫も影響を蒙らずして鋭敏なる硝化菌の作用が繼續されるから淨化作用及酸化作用は妨げらるゝ事が無いと云ふ事である。

従て特に流行病の發生期に於ては濾過以前に殺菌を行ふを得策とするものであつて一九一四年 *Watson* 氏が Report Metropolitan Sewerage Commission of New York に發表して居る様に以て濾床を杜塞し易き有機物の發生を防止し且濾床に發生する小蠅を滅殺する事をも得るのである。之に就ては *Haumer* 氏の研究を引用するを便とすると思ふ。同氏は一日三回一六、七二〇哦の汚水量に對し乾燥漂白粉十二封度即二八・七 p. p. m. を加へ其後第二日に更に之を繰返したが成蟲を絶滅する事は出来なかつたが若き蠅及幼蟲を殺滅し得た爲に此方法を以て非常に蠅を減少し得たのであつた。

漂白粉注加に使用せらるべき装置に就ては大體前に説明した處を以て明であるが今二三の實例を擧げて些か補足しようと思ふ。

Providence に於ては一九一二年七月以來 *Bugbee* 氏の設計に成る溶液槽を使用し其成績優秀であると云ふ。大體は次圖に示す通り底部圓錐形漏斗狀を爲せる圓槽より成り上部は床を以て蔽はれ槽の最底部は三吋の吸水管を以て五馬力電動機を附屬する離心唧筒と連結されて居る。此唧筒は鑄鐵套黃銅軸及黃銅動子を以て造り漂白粉溶液の腐蝕作用を防止し得る装置とし更に其供給管は槽の溶液面に近く混合槽に取付けられ之より注加槽に連結されるのである。今溶液

第七圖



注加槽に至るべき供給管の水止栓を閉鎖し混合槽に逆流する供給管の水止栓を開放すれば溶液は反復して混合槽を通過し之に因て水と漂白粉

とを充分に混合し得べく最早充分なる混合状態に達した場合には混合槽に至る水止栓を閉鎖し注加槽に至る水止栓を開放して溶液を注加槽に送入し得る装置である。

溶液槽の床には槽の中央部に於て直徑一八吋の開

口を設け此開口の中心部には上向に二吋の鍊鐵給水管を開かしてある其處で漂白粉は約八百封度入の金屬製圓筒を以て賣買せられるから其内の有離鹽素を放出しない様に圓筒底部に徑八吋程の孔を穿ち此孔の中央を二吋給水管口の直上に在らしむる如く溶液槽上床中央の開口に置きかくして給水管の水止栓を開けば水は漂白粉容器中より溶解流下して溶液中に落ち些少の損失をも持ち來す事なく従て操作の不便を來すが如き事が無い。

溶液槽の容積は二、三〇〇哦であるが之に一定水位迄水を滿し唧筒の運轉を開始すれば一時間の反復溶解の結果は一〇〇哦に付漂白粉二五封度即約三%の漂白粉溶液又は一%の有効鹽素溶液を得るに至るべく此處に始めて注加槽に送る事が出来る様に成るのである。

溶液混合槽は只一個注加槽は二個各幅八呎長二〇呎深三五呎を裝置してあるが注加槽は深一吋に付約一〇〇哦の容積を有するから漂白粉量二五封度を含有するに等しい。即ちかくして幾何の溶液が汚水に注加せられたるかを測定し易からしむるものであつて注加水位は常に一定ならしめ一定時間に流出する溶液量を測定するものである。

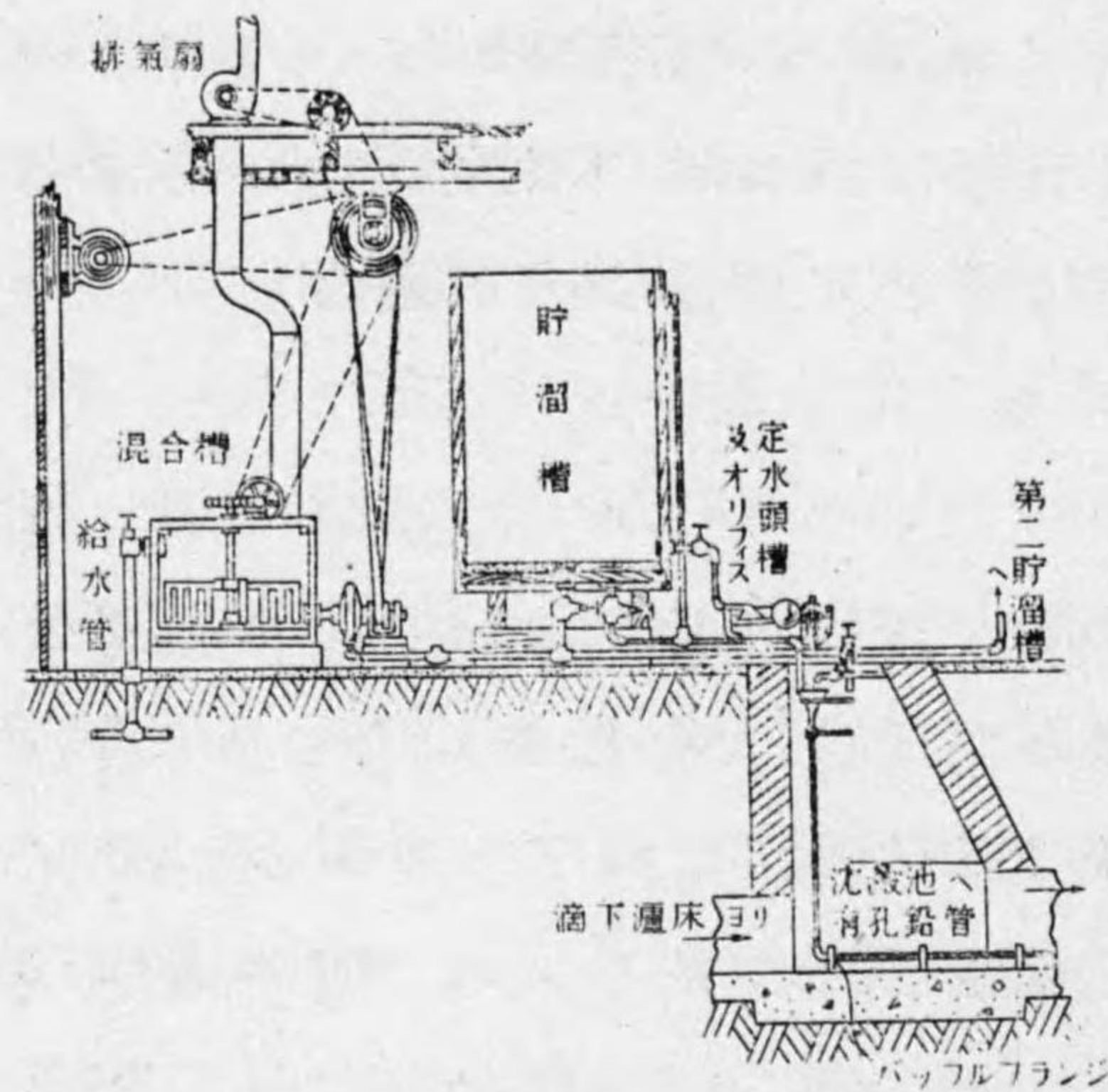
此方法を以てする時は單に混合槽中の溶液を唧筒

により反復送水するを以て充分であつて注加時の攪拌を要しないと云ふ。此他唧筒配管及溶液槽等を洗滌し得べからしむる爲め送水装置を施設し漂白粉により腐蝕作用を防止しつゝあるもので此装置丈で充分防腐の目的を達し殆ど侵された形跡が無いが唧筒のランナー動子のみは多少塊狀漂白粉の爲に摩擦された模様であるから黃銅よりは鐵を使用する方が適當でないかと云はれて居る。

Philadelphia に於ける Pennypach Creek 汚水處分場に施設せられたる装置は人口約一萬の地域の汚水を處分せんとするものであつて Webster 氏並に Stevenson 氏の設計に成り混合槽は徑三呎深二呎半の木製とし針金木摺上に膠灰裡裝を施したに過ぎない。其木蓋には戸を設け漂白粉の裝入に宛て別に管を取付けて排氣扇に連結せられて居る混合槽中の溶液を貯溜槽中に送るには一吋半の離心唧筒を使用するものであるが其位置極めて低き爲ブライミングを要しない事は次圖に因て明瞭であらう。貯溜槽は二個とし各直徑四呎深六呎木製膠灰裡裝なる事混合槽と同様である。其供給管にはチェックバルブを備へ以て溶液の逆流を防ぐ装置であつて唧筒の運轉を中止する場合には貯溜槽入口に於ける弁は開放の儘として支障ない。此他各槽共溶液の深さを指示するインデケーター沈

渣流出管及溢流管を有し且浮遊肢管は水面より六時の位置に開口し以て最清淨なる溶液の供給に便ならしめ之より溶液は定水頭オリフイス槽中に導かれ汚

第八圖



水中に注加せらるゝ事圖に示す通であるが此溶液は人孔に於て稀釋せらるゝ以外少しの操作をも施されない事に注意ねばならぬ。操作法に就て

Stevenson氏の説く處を引用すれば「漂白粉圓筒を混合槽の傍に置き塵埃帽を被せて排氣扇に連結し之を運轉しつゝ漂白粉を布製圓筒下に於て秤量して後混合槽に装入しかくして少量の水を加へ撓足を以て攪拌し遂に乳狀溶液程度に至らしめる。然る後更に少量の水を加へ唧筒を以て此濃厚溶液を貯溜槽中に送るものであるが供給管が貯溜槽底に施設せられて居る爲前に使用せられたる溶液の洗渣は新なる溶液を送入する際改めて攪拌せられ殘溜鹽素を完全に消費し得

る様に成るのである。而して又溶液の製造に使用する水は凡て混合槽唧筒及配管を通過する装置なるが故に此等の部分は貯溜槽が充滿せらるゝ迄に洗滌せられ錆を生ずる虞を少なからしめ得るものである」と

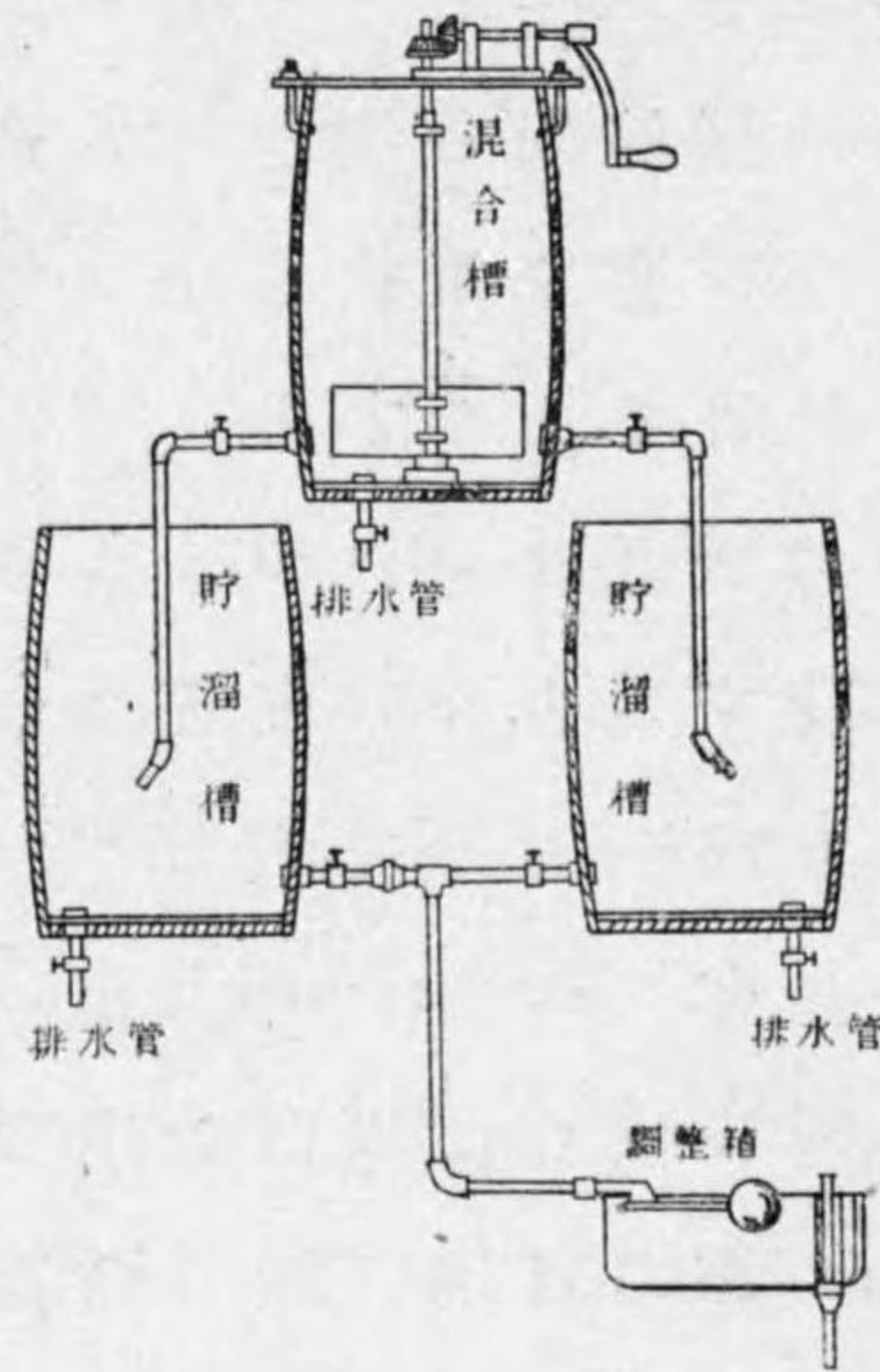
Engineering & Contracting の一九一一年七月十七日號は一時的殺菌施設として Indiana 保健局の築造せる極めて簡單なる装置を掲げて居るが應急策或は小規模の施設としては極めて面白い計畫であると思ふ。即圖に示す様に三個の樽と市場に販賣せられつゝある定水位調整弁とを用ゐる之に附隨する少許の配管並に齒車を以てする混合装置とより成るものである。

Fuller 及 Hering 兩氏が一九一一年 New Brunswick 市の汚水處分法に對し提案したる所に依れば「漂白粉所要量は Baston, Red Bank, 及 Baltimore 等の實例に徴し百萬噸に付七五乃至一五〇封度を以て充分であらう。漂白粉處理計畫中最主要な特色は常に變化しつゝある流量に對し如何にして適當量の溶液を自動的に加減し得るかにある。其殺菌力は九八乃至九九%を除去し得るに足る偉力を發揮するが普通である。

汚水を沈澱せしめた後漂白粉を作用せしめんが爲には混和室及抑留室を造らなければならない。此等は共に混凝土基礎上に煉瓦を以て積み上げ有蓋として監査孔を穿たなければならぬし普通沈澱液に對向

すべき位置に置く方が宜しからう。元より汚水と溶液とを完全に混和する目的に使用せらるべきものであつて特に後者は其中に沈澱物を残留せしめぬ様に

第九圖



流速を加減せねばならぬ。抑留の期間は殺菌剤注加後約十分間を適度とし且處理汚水が處理場を出て、河水に流下する前約十分間位である方が宜しい。

此装置は一度良好な運轉を開始すれば其後の操作は極めて容易で且簡單である。即殺菌剤溶液は一日約二回の程度を以て準備すれば充分であるし沈澱物は一週一

回或は二回除去すれば充分である」と

Phelps 氏は一九一一年八月 New Bedford 市の汚水殺菌法に就て報告して曰く

「漂白粉殺菌装置の使用に當り少量の石灰を共用する時は其能率を増加し且其繰業費を低減する事が出来るが實際に於ては各種の汚水に適當なる石灰と漂白粉との量を正確に決定せねばならぬ。殺菌剤を注加した後は淨化に必要な時間之を貯留すべきであ

つて約十五分間水槽中に在らしむるを可とするが此中では出来得る限り沈澱を避けねばならぬ。

殺菌剤をよく混和せしめんが爲には先づ出来得る限り之を水平斷面上に於てし然る後水平阻板を越流せしめて垂直面上に於て混和するを得策とする」と

斯くの如く各地に於ける實驗並に實例が漂白粉の混合法注加法並に夫に對する時間に就て如何に深甚の注意を拂ひつゝあるかを考慮せしむるに充分であらうと思ふが現今我國に於て行はれつゝある諸種の特許物等が果して此等の點に留意せりや否やを思ふ時此方面に對する考案が更に一段の研究を要するを知るに足るではあるまいか。

更に今之に要する經費に就て諸家の發表する所を見るに一九一四年 F. D. West 氏は次の如く述べて居る。

「漂白粉の價格は百封度に付一二二乃至一七〇弗で平均一四〇弗と見積る事が出来るが一九一三年の使用量は一日平均一二〇〇封度であるから一六・八〇弗となる之に一時間二五仙の勞賃を加算し八時間の作業に對し四弗を支拂ふものとするれば修繕費檢水採酌費及化學分析費等の外二〇・八〇弗を要する筈である」と

Stevenson 氏が Philadelphia 市 Pennypack Creek に就て計算

した結果によれば次の通りである。

第 五 十 五 表

月 日 1913年	1,000,000哦 の殺菌に使用 せし漂白粉 量(封度)	有 効 鹽素量 p.p.m.	1,000,000哦 に對し使用 せし漂白粉 價格	アガー24時間37°Cにて 聚落せし細菌數(立糞)		
				總 數	酸發生菌	大腸菌類
1月 22-30	92.6	3.8	1.36	...	...	...
2. 1-6	54.5	2.2	0.80	7	0	0
2. 7-11	42.9	1.8	0.63	3	0	0
2. 12-13	33.5	1.4	0.49	6	0	0
2.14-3月31	23.4	0.9	0.36	38	4	2
4. 1-2	21.0	0.9	0.34	12	2	0
4. 3-30	20.5	0.9	0.34	14	1	0
5. 1-21	19.8	0.84	0.32	10	0	0

此表は時日の経過するに従ひ其使用量益低下し經費亦一三六弗より〇・三二弗に減じて居るのは既に前にも述べた様にインホフタンクの流出水を滴下濾床にかけた際其流出物の性質に相當の相違があり操作に際し直に其適量を決定し難く實驗的に最少有効量を決定しやうとしたのに因るのである。

New Brunswick に於て施設せんとする三ヶ所の處理場に對する見積は一九一一年の Henry, Fuller 兩氏の調査に依れば殆次の通りである。但し本處理場一日の流量は夫々九〇萬哦三〇〇萬哦及二五〇萬哦であつて單に篩過處分を適用したる後殺菌せんとする装置である。

第 五 十 六 表

監 督 費	年	1,200 弗
監 督 助 手 費	同	2,160 同
掃 除 費 及 篩 過 費	同	500 同
馭 車 費	同	600 同
藥 品 費	同	2,500 同
石 炭 費	同	1,500 同
篩 及 運 輸 機 運 轉 費	同	1,500 同
修 繕 費 及 改 築 費	同	750 同
合 計	年 額	10,710 弗

普通殺菌に要する經費は建設費利子勞力其他を含み濾過汚水に對し百萬哦に付一弗以下粗汚水に對し約三弗を平均とするのであるから此經費は普通の状態に比し稍高價(百萬哦に付四弗)な様に思はれる。之は合計六四〇萬哦を三ヶ所に分離して處分する關係上種々の装置利子勞力等が約三倍に昇つて居る爲であつて其建設費は總計七萬弗を要して居る。

Phelps 教授が一九一一年漂白粉所要量を種々に變じ之に要する建設費及繰業費を計算して次表を與へて居る。但本表は汚水流量を一日五〇〇萬哦と假定してある。

第 五 十 七 表

平均有効 鹽素注加 量 p.p.m.	百萬哦に 付漂白粉 所要量 (封度)	接 觸 時 間 (時)	百 萬 哦 の 處 理 に 要 す る 費 用					總 計
			固 定 資 金		繰 業 費			
			貯溜槽	其 他	漂 白 粉	勞 力	動 力	
1	25	5.0	弗 0.10	弗 0.02	弗 0.30	弗 0.10	—	弗 0.52

2	50	2.5	0.05	0.04	0.60	0.10	—	0.79
3	75	1.6	0.04	0.05	0.90	0.10	0.02	1.11
4	100	1.2	0.03	0.07	1.20	0.10	0.02	1.42
5	125	0.8	0.03	0.08	1.50	0.10	0.03	1.74
10	250	0.5	0.02	0.16	3.00	0.15	0.06	3.39
15	375	0.5	0.02	0.24	4.50	0.20	0.09	5.05

之を他の処理法と比較するに Columbus に於ける腐敗槽及濾過床処理法に對しては九・〇三弗(内四・〇三弗は固定資本によるもの) Worcester に於ける化學沈澱法に對しては一・一〇〇弗(内五・七五弗は固定資本によるもの)同地に於ける砂濾過床処理法に對しては一七・二一弗(内八・五六弗は固定資本によるもの)等であつて若し他に理由の存するなければ何れも漂白粉処理法の安値なるに如かないと言はねばならぬ。

從而漂白粉殺菌法の利點をあぐれば Hooker 氏の言の如く

一、水路の汚染を防止する上には殆ど絶對的に正確であるから窒扶斯帶菌者による危険等の如きは確實に避ける事が出来る。

二、海水浴場及養貝所等に對しては完全に安全である。

三、操業が單純で建設費操業費共に低廉であるから小都市の汚水處分に適用しても有利である。

四、所要面積が少いから位置の選定に自由である。

五、所要面積が少いのと位置の選定に自由なるとから處分場を一ヶ所に纏める必要が無くなり數ヶ所の吐口で各別に處分する事が出来る利益がある。

六、河川其他の水路に放流しても自淨作用に對する負擔が少いから其内で腐敗する事を防止し得る利益がある。

七、建設費が低廉であるのと土地費が少額なるとの爲普通人口十萬の都會では處分場に七千坪内外の面積と漂白處理装置の數倍の建設費とを要するに比し頗有利である。

八、操業費低廉なる上固定資本は建設費及土地費から非常に減少する。

と稱しても過言では無い。

〔七〕 クロールアミン

Chloramine

クロールアミン(NH₂Cl)は安母尼亞(NH₃)の水素の一原子が鹽素一原子を以て置換せられたもので一九〇七年 Raschig 氏が始めて発見した化合物である。同氏が實驗室に於て作つた方法は漂白粉の稀薄溶液をフラスコ中に入れ之を寒冷劑を以て冷却しつゝ、其中に安母尼亞の稀薄溶液を加へ兩者の割合を無水安母尼亞と有効鹽素との相等量即鹽素三五・四六瓦に對し安母尼亞一七・〇三瓦の割合(約二と一との比)としかくして瓦斯の發散了りたる後此混合物を鹽化亞鉛を用ゐて滲み込ませ此の沈渣を低壓の下に蒸溜したのであつて斯くして得た蒸溜液は比較的純粹なるクロールアミンの稀薄溶液であつた。

此化合物は安母尼亞を含有する水に漂白粉を注加する場合にも亦同様に發生するものであつて偉大なる殺菌力を有し汚水處理法上に於ける漂白粉の價値は之に因て益其眞價を認めらるゝに至り漂白粉上水殺菌法にも亦應用せらるゝに至つたのである。此の現象を發見したるは *Rideal* 博士であるが今同氏の一九一〇年に於ける發表を見るに次鹽素酸鹽は蛋白質其他の有機窒素化合物に作用しクロールアミンを作り遊離鹽素或は次鹽素酸鹽の消失後も亦尙其殺菌力

を發輝する性能を有し有効鹽素量一%の溶液が石炭酸係數二・一八なりしものが等量の安母尼亞を加へたる後六・三六即約三倍の殺菌力に増進せしめられ加之二四時間後も亦此殺菌力を有し更に七二時間後に於てすら偉力を認め得たと云ふ事である。今同氏の實驗に成る窒扶斯桿菌殺菌力成績を表示すれば次の通りである。

第五十八表

有 効 鹽 素 量	接 觸 時 間 (分)		
	5	10	15
ソヂウム、ハイポクロライト $\left(\frac{1}{24,000}\right)$	+	-	-
++ 等量ノ安母尼亞 $\left(\frac{1}{46,000}\right)$	-	-	-
++ ++ $\left(\frac{1}{50,000}\right)$	-	-	-
++ ++ $\left(\frac{1}{70,000}\right)$	+	-	-
$\frac{1}{110}$ 石炭酸	+	-	-
$\frac{1}{120}$ ++	+	+	-

但し細菌は37.5Cに於て24時間肉汁を以て培養し試験は17°Cに於て行ふ。

其後 *Race* 氏に因て種々の研究を重ねられたが一九一五年に於ける數多の實驗に於て氏は有効鹽素量〇・二〇 p. p. m. の漂白粉溶液に安母尼亞〇・一〇 p. p. m. を加ふる時は其殺菌力に於て有効鹽素量〇・六〇 p. p. m. の漂白粉溶液に等しき事を發見して居る。

クロールアミンを上水殺菌に應用せんが爲には漂白粉溶液に加ふべき安母尼亞量の最有効なる比率を求めねばならぬが之に就て Race 氏は有効鹽素量と安母尼亞量との比を八對一乃至一對二の間に變化せしめ漂白粉の酸化作用が斯の如き安母尼亞量により如何に影響せらるべきかを調査した結果インデigo 試験は其間に何等の比率を示さなかつた而耳ならず其殺菌速度に於ても亦何等の相違を認めなかつたに反し Ottawa 河水に注加したる場合有機物に因て吸收せられたる有効鹽素量は次表の如き變化を示して居る事を發表した。

第五十九表

有効鹽素量 安母尼亞量	一定時間接觸後に於ける有効鹽素量		
	10 分 間 後	4 時 間 後	20 時 間 後
∞(アムモニア量=0)	66.8	40.0	25.0
8 : 1	83.2	77.8	67.3
4 : 1	97.2	94.7	88.5
2.7 : 1	98.3	96.5	92.8
2 : 1	99.8	98.2	96.2

即此結果の示す處に従へば八對一なる場合に於ける有効鹽素消費量は安母尼亞を含まざる場合に比し著るしく減少して居るに拘らず四對一以上に至れば安母尼亞量増加の影響は甚微弱である。従而上水道殺

菌に於て多量の安母尼亞を使用するは單に科學的に興味ある現象を呈すると云ふべく殊にクロールアミンの成生は時として不快なる味臭を與ふる事 Rideal 博士の言の如くなるに鑑みば徒に其量を増加するの不利なるを知るに足るであらう。

然るに實施に因て齎さるべきは必ずしも常に實驗室内に於ける成績より導からべき結論乃至推定にのみ添ふべき筈のものでない事は諸家の經驗に徴して明なる所であつて例へば Race 氏は一九一五乃至一六年冬季に於ける漂白粉價格の暴騰に鑑みクロールアミン殺菌法を上水道に實施せんとし Ottawa 水道中一日二四萬米哦を處理せんが爲純粹安母尼亞を漂白粉溶液槽中に投下するに鹽素二に對し安母尼亞一を以てしたが此の結果は使用漂白粉量より計算せる強さよりも遙に低き價を與へつゝある事を發見したので更に其後數日に渡つて同法を繰返し遂に安母尼亞量の多き程此現象の甚だしく現はるゝを知るに至つたのである。此結果は漂白粉と安母尼亞とを濃厚溶液として混和せると其接觸時間の長きに失せるとに據るもので其後夫等兩者を各別の容器に容れ各其稀釋溶液となしたる後唧筒吸水管に注加する以前僅々數秒間の混合を以てしたるに僅少の鹽素を以てして其成績頗優秀なるを得たのであつて此時使用したる有

効鹽素量と安母尼亞量との比は二と一との比を保たしめたものであつた。今其細菌聚落數を見るに次の通りである。

第 六 十 表

試験 期間	原 水		漂 白 粉 處 理 水				漂 白 粉 及 安 母 尼 亞 處 理 水							
	細菌聚落數 (立糵)		100立糵に對する大腸桿菌指數		細菌聚落數 (立糵)		100立糵に對する大腸桿菌指數		有効鹽素量 p.p.m.	細菌聚落數 (立糵)	100立糵に對する大腸桿菌指數		有効鹽素量 p.p.m.	安母尼亞量 p.p.m.
	アガー 1日 37°C	アガー 3日 20°C	アガー 1日 37°C	アガー 3日 20°C	アガー 1日 37°C	アガー 3日 20°C	アガー 1日 37°C	アガー 3日 20°C						
1916 3月 15-31	44	238	35.7	4	12	0.14	0.90	4	12	0.14	0.22	0.11		
4月 1-19	3,099	14,408	195.5	32	56	0.50	1.10	33	246	0.74	0.25	0.13		

上表二時期中上は春季洪水時の直前にして水質最良好なる時下は其直後にして水質最不良なる時を示すものである。今之を細菌の減少率に因て表はせば次表を得るであらう。

第 六 十 一 表

1916年	漂 白 粉 處 理 水			漂 白 粉 及 安 母 尼 亞 處 理 水				
	細菌聚落數 (立糵)		100立糵に對する大腸桿菌指數	有 効 鹽素量 p.p.m.	細菌聚落數 (立糵)		100立糵に對する大腸桿菌指數	有 効 鹽素量 p.p.m.
	アガー 1日 37°C	アガー 3日 20°C			アガー 1日 37°C	アガー 3日 20°C		
3月 15-31	90.9	95.8	99.9+	0.90	90.0	95.0	99.7	0.22
4月 1-19	98.9	99.6	99.7	1.10	98.3	98.9	99.6	0.25

更に之に要したる費用を比較すれば

第 六 十 二 表

處理水1,000,000噸に付	漂 白 粉 處 理 水	漂 白 粉 及 安 母 尼 亞 處 理 水
三 月 15-31	1.12	0.46
四 月 1-19	1.26	0.54

但し漂白粉一〇〇封度に付三八〇弗安母尼亞液(二六バウメ度)一封度五七五仙の計算である。バウメ二六度の安母尼亞液は殆二九%の無水安母尼亞を含む。

此の結果より見る時は上水に於けるクロールアミン殺菌法が極めて優秀に且經濟的なる事を窺知し得るのであるが之を實際に使用するに至つたのは一九一七年二月を以て嚆矢とする。次表は則ち同年二月乃至十月に於ける Ottawa 水道の成績であつて最後の Hull 水道の結果は同一原水に對し有効鹽素量〇・七乃至〇・八 p. p. m. を以て處理した水の大腸菌指數を示し比較研究に備へたものである。

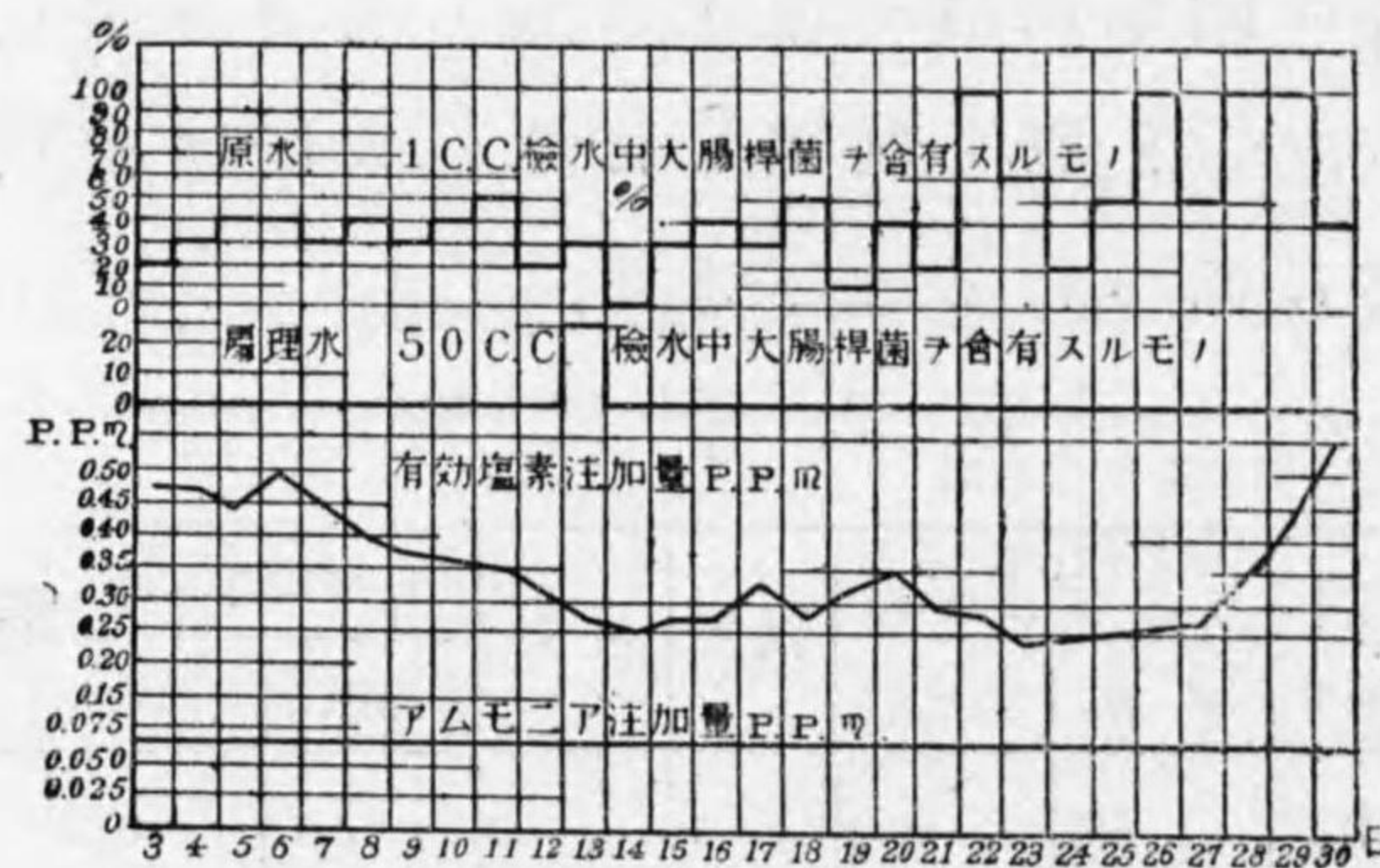
第 六 十 三 表

1917年	100立糵に對する大腸桿菌指數		濁度	色度	注加量 p.p.m.		Hullに於ける大腸桿菌100立糵
	原 水	處 理 水			有効鹽素	安母尼亞	
二 月	268	0.88	3	40	0.57	0.05	...
三月 1-18	250	0.96	4	40	0.32	0.11	...
三月 1-31	643	0.43	4	40	0.47	0.14	...
四 月	5,228	0.34	31	32	0.56	0.10	...
五 月	162	< 0.08	3	39	0.52	0.08	...
六 月	114	< 0.08	3	41	0.51	0.08	...

七月	237	0.08	5	41	0.51	0.08	44.4
八月	165	0.08	4	42	0.51	0.10	28.0
九月	55	<0.08	6	42	0.50	0.09	15.2
十月	31	0.15	5	42	0.42	0.08	1.1
平均	211	0.22	7	40	0.51	0.09	

春季洪水時には原水の濁度八〇 p. p. m. 一立櫃中の大腸桿菌數五〇〇以上に達したが Ottawa に於ては之を鹽素〇・六 p. p. m. 安母尼亞〇・一三 p. p. m. を以て處理したる結果大腸桿菌指數は百立櫃中二・五に減じたるに反し同日鹽素〇・七乃至〇・八 p. p. m. を以て處理しつゝあつた Hull に於ては百立櫃中大腸桿菌指數二六七

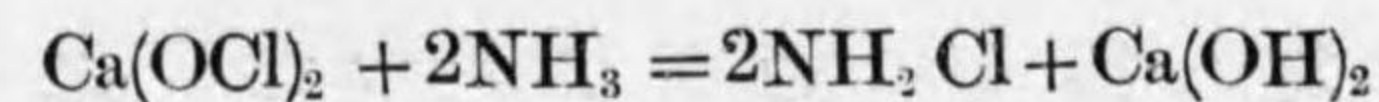
第十圖



に達して居り又 Ottawa に於ける實驗の結果によれば二・〇に低下せしむる爲には實に一・五 p. p. m. の鹽素を要する事を示しつゝあるに鑑みばクロールアミンの殺菌力が如何に偉大なるかを想像し得るであらうと

思ふ。

更に Ottawa に於ては有効鹽素量〇・五 p. p. m. 以下安母尼亞量〇・〇六乃至〇・〇八 p. p. m. を以て得らるべき安全率の調査を爲し一日四乃至七個の檢水に因て五〇立櫃中の大腸桿菌發見率を見たるに次の如き結果を得たのである。即ち此成績に因て見れば有効鹽素量〇・二五 p. p. m. 安母尼亞〇・〇六 p. p. m. を以て處理するも細菌的清淨水を得るに充分なる事を示すものであつて又鹽素と安母尼亞との比は四對一を最低となすべく前述の二對一を使用するを要しない事が明になつたのである今之を分子量と比較すれば



となるから漂白粉二分子量を以てクロールアミン二分子量を得べき筈である。従つて漂白粉二分子量中に含まるゝ有効鹽素量は

$$35.46 \times 2 \times 2 = 141.84 \approx 142$$

安母尼亞の二分子量は

$$2 \times (14.01 + 3 \times 1.008) = 34.068 \approx 34$$

であるから化學的に必要なる鹽素對安母尼亞の比は約四對一でなければならぬ。従而 Raschig 氏の製法及 Rideal, Race 兩氏の實驗中に表はれたる一對一乃至二對一は安母尼亞の浪費を示すと云ふべく經濟的に

は四對一(正確には四・一六四對一)を以て充分であると稱し得るのである。

クロールアミン殺菌法に於ける接觸時間に關しては Ottawa 及 Denver の成績に徴することが出来る。

Race 氏の説によればクロールアミンの特徴は殺菌劑の吸收せられざる點に在るのであつて少量の殺菌劑を使用して偉功を收めんが爲には其接觸時間を延長すれば宜しいと云ふ。從而貯水池の入口に於て殺菌劑を注加するか然らざれば數時間の接觸を期し得べからしむる事により最大能率を發揮せしめる事が出来る筈である。Ottawa に於ては唧筒所即殺菌劑投入個所と給水本管とを連絡する送水管の容積から一時間一五分の接觸を爲し得るに過ぎなかつたが之を延長し得ば更に優秀なる結果を得たであらうと考へられて居る。然るに一方漂白粉殺菌法に於ては細菌の復活現象を認められつゝあつたに拘はらず一九一七年クロールアミン殺菌法の採用以來此現象は殆其跡を斷ち配水管の終端に近き位置に於ける檢水が比較的給水本管に近き位置に於ける配水管中の檢水に比し常に却て大腸菌數の小なる事を示して居る。

Denver に於ても亦同様であつてクロールアミン殺菌法採用後四日に於ける Capital Hill 貯水池の復活細菌數は立櫃に付一五、〇〇〇個より一〇個に激減した而

耳ならず漂白粉注加量は鹽素量〇・二六より〇・一三 p. p. m. に減せられ之に換ふるに安母尼亞量〇・〇六五 p. p. m. を注加するに至つた爲に經濟的にも亦頗有利なる結果を示したのである。

クロールアミンの味臭は既に *Rideal* 博士に因て述べられたるが如く漂白粉に比し不良なるは明なる所であるが Ottawa の實例に徴するに毫も不平非難の聲を聞かなかつたのであつて恐らくは注加量の減少と常に非難の原因となる鹽素注加量の變化に比し其増減極めて小なるとに依るものであらうが其注加量を非常に減少せりと爲す報告に因て自己暗示的に極めて有利なる結果を導いたであらう事も亦想像せらるゝのである。

クロールアミン處理法に於て最注意を要するは漂白粉と安母尼亞との混和法であつて常に其稀薄溶液を使用する事に留意せねばならぬ。Race 氏の實驗に依れば有効鹽素量〇・三乃至〇・五%の漂白粉溶液と無水安母尼亞量〇・三乃至〇・五%の溶液とを以て能く四對一或は八對一の混合溶液を作る事が出来る。此方法によれば四對一なる場合の有効鹽素消失量は十五分間に於て僅に二乃至三%五時間に於て一〇%以下に過ぎぬと云ふ。然るに濃厚溶液の混和に際しては其消失量極めて多く今之を同氏の實驗に徴すれば有

効鹽素量四・三五%の漂白粉溶液と二・二%の安母尼亞溶液とを混合すれば次の如き損失を招くのである。

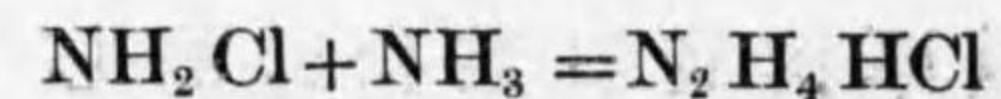
第六十四表

有効鹽素量 安母尼亞量	一定時間經過後に於ける鹽素消失量		
	數分間	一時間	24時間
6:1	19%	19%	19%
4:1	24	25	25
2:1	45	47	47
1:1	91	91	92
1:2	20	28	65

此結果は安母尼亞含有量比較多量なる下水の處理に於ては相當多量の漂白粉を使用するも尙鹽素の殘量極めて少く實驗室に於ける結果より推斷して水生動物植物に有害なりとなすが如きの必しもあたらざるを證するものでなければならぬ。

クロールアミンの安定度は *Rasc* 氏の説によれば其濃度と濕度とに因て變化するものであつて實施に當つては其最高溫度に於ける最高濃度を實驗的に決定して置かねばならぬ。

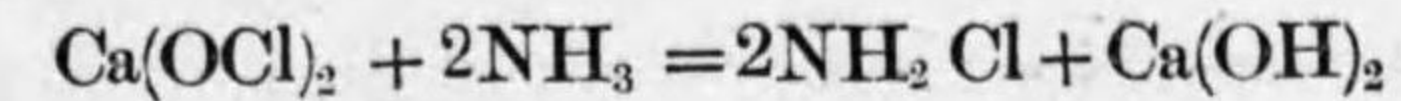
Raschig 氏によれば安母尼亞量過多なる場合にはクロールアミンは更に安母尼亞と化合し



及 $3\text{NH}_2\text{Cl} + 2\text{NH}_3 = \text{N}_2 + 3\text{NH}_4\text{Cl}$

となり NH_2Cl は毫も殺菌作用を爲さず $\text{N}_2\text{H}_4\text{HCl}$ は石炭酸係數僅に〇・二四に過ぎぬ状態であるから斯の如き化合物の發生は絶対に防止すべきである。

更にクロールアミン處理法に於ては漂白粉と安母尼亞との化合の結果



を生じ石灰の沈澱を來す筈であるからクロールアミン溶液を流下すべき管は其徑を相當大ならしむると同時に之を掃除し得べき装置を備へる必要がある。

以上は主として上水殺菌に於けるクロールアミン處理法の要點であるが *Rideal* 博士は漂白粉を人尿の殺菌に對して使用し水を以て之を五分の一に稀釋せる後漂白粉を加へ三十分間の接觸による殺菌力を試験したが漂白粉の効率は計算上求めたる處より僅に四%を減じたのみで殘餘の九六%は完全に作用し有機性クロールアミンとして遙に強力なる殺菌性を現はしつゝあつたのである。(新鮮人尿中の安母尼亞量を約〇・八五四瓦と見れば尿量平均一四〇〇立櫃に對し約〇・〇六%。從而之を五倍に稀釋せば〇・〇一二%) 又 *Clayton* 氏は既に一八九六年蛋白質を含有する化合物に對する次鹽素酸ナトリウムの影響に關し腐敗せる卵及肉汁溶液を以て實驗を重ね有効鹽素量〇・二%を以てよく殺菌の効を納め又〇・一%溶液を用うれば

乾草喘息桿菌以外の微生物は凡て絶滅し得たる事實に徴し漂白粉及次鹽素酸ナトリウムは昇汞、石炭酸及數多のクレゾール性殺菌劑以上の殺菌力を有し鹽素化合物は蛋白質を溶解し之を沈澱する事なく之に因て固形沈渣性物質を分解し因つて以て殺菌に好都合ならしむるのである」と云ふて居る。

[八] 細菌の生殘並に復活現象

漂白粉或は液化鹽素等に因て殺菌した上水並に下水が時間の経過に伴ひ殺菌當時に比し却つて其細菌聚落數の増加を來す事あるは既に屢述べた所であつて此現象を生殘現象 (Surviving phenomena) 後發現象 (After-growth) 或は復活現象等と云ふ。

普通殺菌劑とは細菌及其他の微生物を滅殺し得べき藥品であり防腐劑とは此等の微生物の發生並に再發を抑止し或は妨碍するに足る藥品であると定義せられて居るが殺菌なる語の意味其物が既に不定的であつて殺菌劑の能力が微生物を滅盡し得るや或は單に其發生を抑止し得るに止まるやは一に其濃度に因つて決定せらるべき性質のものたる以上極微量の投入に因て殺菌せられたる消毒水中に於ける細菌の再生は又免れざる所と云はねばなるまい。

此現象は液化鹽素乃至漂白粉の注加に於ても亦同様である。其少量も亦微生物を死に至らしむるに足る消毒作用を有するに拘はらず其極微量を使用するに於ては之が有する消毒作用は漸次其効力を失ひ微生物は再其繁殖能力を恢復するに至るは當然の事に屬する。細菌をゼラチン或はアガー等の固化物質中に培養し以て其聚落數を計算するを得るは實に微生

物が迅速なる繁殖を遂げ終に孵卵期間以内に肉眼を以て観察し得るに足る聚落を生ずるを得るによるものであつて斯の如き聚落の發生を防止するに充分なる藥劑は之を殺菌劑と定義し得べき筈であると雖實際於ては絶對完全なる殺菌劑と認むべきはなく更に長期に渡つて孵卵せしむる時は其聚落數も亦非常に増加し遂に未處理水中の聚落數と殆同數となり注加劑は單に防腐劑の作用を爲しつゝあるに過ぎぬ状態に立至るを見るであらう。然も實際に於ては絶對完全なる防腐劑と稱すべきも亦認め得ないのであつて微生物中其抵抗力微弱なるものは殺滅せられ單に抵抗力大なるものに對してのみ或期間防腐劑たるの効果を表はすものであると云ふに過ぎない。

今少量の漂白粉注加に基づく殺菌並に之に次で誘導せられたる防腐作用の實例をあげんが爲 Race 氏著 Chlorination of Water 中の一例を引用せば

第六十五表

檢水を有効鹽素量 0.1p. p. m. なる漂白粉にて處理

培養時日		孵卵機中の培養期間(日) (立 糶)					細菌聚落數比		
日	時	2	3	4	5	6	2日:4日	2日:5日	2日:6日
1	前 11時	520	940	1,350	2,360	2,780	1:2.6	1:4.5	1:5.3
1	正 午	390	770	1,030	2,040	2,320	2.8	5.2	5.8
1	後 2時	187	260	690	1,840	2,030	3.7	9.9	16.4

1	後 4時	91	130	280	760	840	3.1	8.3	9.2
2	前 10時	42	120	670	920	...	15.9	22	...
3	前 10時	321	1,210	3,500	...	...	10.9	...	...
4	前 10時	8,700	14,200	26,000	...	...	2.9	...	...

第六十六表

前者と同一原水を用ゐる鹽素を加ふる事なく細菌聚落數を殆前者と同一ならしむる爲同一原水を煮沸殺菌せる水を以て稀釋し殺菌空氣を以て再通風せる檢水の細菌數

培養日時		孵卵機中の培養期間(日) (立 糶)					細菌聚落數比		
日	時	2	3	4	5	6	2日:4日	2日:5日	2日:6日
1	前11時	121	184	285	液化	...	1:2.4	1:...	...
1	正 午	115	171	223	380	392	1.9	1:3.2	1:3.2
1	後 2時	109	152	221	362	375	2.0	3.3	3.4
1	4時	121	175	251	410	415	2.1	3.4	3.4
2	前10時	6,200	8,500	8,800	8,900	液化	1.4	1.4	...
3	前10時	425,000	650,000	670,000	液化	...	1.5	...	...

原水、未處理未稀釋

1日	前11時	915	1,410	1,630	2,150	3,200	1:2.2	1:2.8	1:3.5
----	------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

第六十七表

有効鹽素量 1.00p. p. m. なる漂白粉溶液を以て殺菌

培養時日		孵卵機中の培養期間(日) (立 糶)				
日	時	2	3	4	5	6
1	前 11時	2	5	7	8	10
1	正 午	1	1	2	2	4

1	後 2時	0	0	0	2	2
1	後 4時	1	2	2	6	6
2	前 10時	0	0	0	1	...
3	前 10時	0	0	0	...	...
4	前 10時	5	13	16	...	...
5	前 10時	79	166	...	...	...
未 處 理 水		915	1,410	1,680	2,150	3,200

前者は極めて微量の鹽素量を用ゐて處理したる關係上其復活現象殊に著るしきものあるを示すが就中處理後相當時日經過の後培養したるものに於ける聚落數が經過時間小なるものに比し聚落數の少きは培養基中の生活在水中の生活に比し適當なるを示すものであつて水中に於ける細菌の増加率は本表に現はれたる數字に比し遙に小なるべきは想像に難くない此現象は一、〇〇 p. p. m. を使用したる場合に於ても同様であるが此程度の注加は完全なる殺菌を爲し得る點に於て遙に其趣を異にするものと云はねばならぬ。

汚水及處理汚水に於ても亦同様の現象を認め得べきは次表の通である。

第六十八表

殺菌汚水中の復活現象率(Massachusetts 保健局報1911年)

汚水種類	試 験 回 數	細菌數の増加を認 めたる 試 験 回 數			細菌數増加を防止し得 べからざる漂白粉最大 注加量 p. p. m.		
		20°C 總數	40°C 赤化菌	40°C 赤化菌	20°C	40°C 總 數	40 C 赤化菌
汚 水 原 水	4	1	1	2	7.5	3.8	3.8, 7.5

透明ならし めたる汚水	10	5	5	7	3.8	3.8(4)	3.8(6)
					7.5(3)	...	...
					15.0	11.3	11.3
接觸濾床汚水	10	2	2	4	15.0	3.8	3.8(2)
					18.8	7.5	7.5(2)
滴下濾床汚水	12	3	2	2	7.5(2)	3.8	3.8
					11.3	7.5	11.3
砂 濾 過 水	7	0	0	0	...	...	...

()内の數字は同一數字を得たる實驗回數を示す

砂を以て濾過した場合毫も復活現象を見ざりし理由に就て Clark 及 Gage 兩氏は流出水が含有する溶解酸素に基づくと説明し漂白粉の作用に因て放出せられたる酸素が一度吸収し盡さるゝや漂白粉の殺菌作用は此處に消滅すべき事をあげて居る。原水及接觸濾床或は滴下濾床の流出水中には此酸素を吸収すべき比較的少量の有機物を有するが故に漂白粉の殺菌作用は只其一部を發揮し得るに過ぎないのであつて若し完全に殺菌し得る前に凡ての酸素を吸収し盡さるゝ場合には殘留細菌が無制限に繁殖すべき筈であるし之に加ふるに實際には汚水中に含まるゝ細菌は恐らく凡ての種類に涉り非常なる多數が殺滅せられ爲に細菌の平衡状態は攪拌せられ生存競争が相當に緩和せらるゝと同時に有機物中酸化せられしもの多數

に上つた爲に汚水中の溶質は細菌の食物として寧ろ適當なる状態を呈するに至り残留細菌の繁殖は激増に好適なるを得たと考へねばならぬ。前表に掲げられた實驗の結果も亦明に此事實を示すものであつて實際的には殆凡ての細菌が滅殺し盡されたのであるが其少數は特に生存の機會を得て殺菌劑の消費せられたる後其繁殖に好都合なる状態の下に遂に數百倍數千倍の増殖を爲すを得たものである。只砂濾過水のみは非常によく酸化せられたると有機物が少量なる爲殺菌劑より吸収したる酸素の量が極めて少なりしとの爲に事情を異にするもので之に使用した漂白粉量も亦極めて少量を以て足り有効鹽素量三・八 p. p. m. を以てしてよく殺菌の効を納め而耳ならず處理水中には多少の残留鹽素を生じ復活を防止し得たものである。

細菌の種類と殺菌劑の效果との間には特に著るしき相違ありと認むべき事實は無いが普通上下水道水中に表はるゝ細菌中普通の内臓細菌は酸素の殺菌性に對する感受性に富み就中大腸桿菌は鹽素に對し比較的弱く窒扶斯、虎列刺等の病原菌も普通大腸菌以上の抵抗力を有するものでは無いと認められて居る。殊に此等の病原菌は *Phelps* 氏の研究に因て明なるが如く特に培養する場合の外人體外に於て繁殖する事

極めて稀であると云ふ。同氏は大腸桿菌並に窒扶斯桿菌の抵抗力を比較せんが爲兩者を乳狀液中に於て漂白粉溶液を以て殺菌し次の如き結果を得て居る。

第六十九表

接觸時間	細菌減少率 (%)	
	チフス菌	大腸菌
20分	90.5	92.0
40分	98.2	98.0
1時間	99.45	99.53
2時間	99.60	99.70
4時間	99.92	99.96
18時間	99.99	99.99

此試験に於て使用した漂白粉は有効鹽素量三・五乃至六 p. p. m. 平均五 p. p. m. で其結果は頗る區々であつたが十二組の試験成績を綜合し上表を以て平均の結果と認め得るものであると云ふに徴すれば大腸桿菌試験を以て病原菌の有無を判定するは決して不當でない事が判るであらう。

芽胞を形成する細菌が漂白粉乃至鹽素に對する抵抗力の大なるべきは勿論であつて *Wesbrook* 氏の研究によれば *Mississippi* 河水中より分離培養せる芽胞形成細菌に對して試験せるに三 p. p. m. の有効鹽素量を以てしても殆何等の影響を認むる事が出来なかつたと云ひ *Thomas* 氏が *Bethlehem* 水道に於ける經驗に就て述

べし所に依るも二 p. p. m. の鹽素を用ゐる尙四種の芽胞形成菌を如何とも爲し得なかつたと云ふ事である。

然も實際に於ては幸にも芽胞形成菌の殺滅を希圖する程の必要は無いのであつて其存在は概衛生的に意味を有するものでは無いし過量の鹽素を注加すれば水の味臭乃至水産生物に影響を與へる事を考慮せば寧ろ浪費を少なからしむる點に於て注加量を加減すべきであらう。殊に數多の研究によれば檢水二五乃至五〇立糶中の大腸桿菌を殺滅するに足るべき鹽素を注加せば殘存細菌の大部分は芽胞形成菌に屬すると云ふに徴すれば必しも徹底的の滅菌を要するものとは稱し得ない今 *Smeeton* 氏が New York 市の Croton 水道に於て實驗したる結果に徴すれば〇・五 p. p. m. の鹽素を有する漂白粉溶液を以て處理したる後の殘存細菌の種類は次の通である。

第七十表

		種 屬 の 數	%
形 態	桿 菌	100	95.2
	球 菌	5	4.7
芽 胞 形 成 菌	+	89	95.2
	-	16	4.7
セラチン液化菌	+	68	64.7
	-	37	35.2

リトマス乳に作用する菌	+	98	93.3
	-	7	6.6
インドールを生ずる菌	+	75	71.4
	-	30	28.5
グルコースに酸を生成する菌	+	61	58
	-	44	41.9
硝酸鹽を還元する菌	+	40	38
	-	65	61.9
ケンチアナ紫による阻碍	+	98	93.3
	-	7	6.6

芽胞を形成する細菌は主として水が土壤を洗ふ場合に流入するもので汚水或は排泄物に原因すと認めらるべきは概ビー、エンチリチヂス、スポロゲネスと稱する一種であるとせられて居るが *Smeeton* 氏の實驗に於て現はれた芽胞形成菌中に於ても少くも其六六種類六二・八%はビー、サブチリスと稱する土壤細菌であつたと云ふ。

培養温度の相違に因ても細菌聚落數に著るしき差違あるは久しく認められ來たつた處であるが之に就て *Clark* 及 *De Gage* 兩氏が一九一〇年に發表せる所を見れば鹽素殺菌法を施せる檢水を攝氏三七度に於て培養せるものは室温を以てせる場合に比し聚落數多

きを常とせられつゝあるも「此現象は原水に於ても亦屢認めらるゝに拘はらず實際に於ては數千の検水中僅々三乃至五%に過ぎない。反之漂白粉を以て處理せるものは二〇乃至二五%に及ぶ」と云ふ。

此原因に關する正確なる斷定を得る迄には至らなかつたが兩氏の意見では處理水中に於ける芽胞形成菌數の多い爲ではあるまいとせられ反之芽胞形成菌は鹽素に對する抵抗力大にして且熱細菌的なりとなす論者もある。

然し乍ら此等の研究の目的とする處は處理水中に於ける内臟菌數の如何であつて内臟菌の除去なる事柄は勿論單に比較的の問題に過ぎないのである。

一九一五年 Race 氏は鹽素殺菌法に於ける生殘大腸桿菌が以前よりも鹽素に對する抵抗力を増加するものなるや否やを研究して居るのも一に之に基づくもので無ければならぬ。同氏は比較的少量の殺菌劑を注加したる後に生殘する種類をラクトース肉汁中に培養し更に第二の處理を行ひ斯くして數回繼續處理したのであるが殺菌作用の速度は菌の種類に因て幾分の相違あるに拘はらず必ずしも常に同一方向に向ふとは限らず其變化も亦決して最初の試験に比し長くは無いと云ふて居る。即ち鹽素殺菌法に生殘せる細菌は鹽素に對する抵抗力大なりと爲す理由は一も

之を見出し得ないのであるが一方同氏は數回の處理後生殘せる數種の細菌を更にラクトース肉汁中に培養し斯くして發生せる酸の量を決定したるに後に培養せるものは元のものに比し酸を發生する事少なく其平均は前のものに比し著るしく減少して居る事が分つたのであつて此結果は鹽素の殺菌力の著るしく減少せられたるを示すものに外ならぬ。此兩者の相違は前試験に於ける生殘細菌の培養に對し其度毎に鹽素を含まざる中間培養基を用ひた爲鹽素のみの影響を統一的に表はして居らぬ所から起るものであつて兩者を比較せば鹽素の影響大ならざる生殘細菌を認め得べく従つて生殘現象と後發現象とは明に區別せられざるべからざる性質のものと見ねばならぬ事が判る。

後發現象に就ては既に屢例示したるが如く殺菌劑の效果の減少に從而細菌の再發を見急激に聚落數を増加する現象である。即ち鹽化作用乃至消費時間が短い場合には殺菌作用に後續すべき現象は起らないが一度處理水を貯水池に收容し相當期間之を貯溜すれば忽ち後發現象の發生を認めねばならぬ様になるものであつて甚だしきは立糞中の聚落數五〇以下に殺菌したる處理水が貯水池内に於て二〇、〇〇〇に達した實例をすら有する。此現象の解釋は諸家に因て

意見を異にし或は未処理水中に存在する殆凡ての細菌は其幼年期に際し鹽素に對する抵抗力大なる爲時間の経過と共に後發するものなりとなし或は其一部の原因を細菌の假死に基くものと解し殺菌當時に於ては單に浮遊しつゝあるに過ぎざるものが時間の経過と共に其活力を恢復し細菌として生活を後發すべしとなし又或は鹽素注加量にして適當ならば殺菌を免れ得るものは單に芽胞形成菌に過ぎず後發現象は凡て此等の芽胞の發育に基くとなす等區々として未だ定説をなさぬ。

然し乍ら普通行はれつゝある状態の下に作業する以上後發現象が鹽素の注加量に因て變化すべきは論ずる迄もない事であつて以上の凡ての想像は恐らく其一部を説明し得るに足るのみであらうと思考するが穩當であらう。注加量の少い場合には活動しつゝある細菌を殺滅する數も芽胞を破壊する數も共に甚少いし注加量が多ければ復活の可能性を破壊し盡す事も出来るのである。即斯の如き事情の下に於ける此等兩者の相違は單に細菌中鹽素に對する感受性の最強き大部分のものが除去せられたるか或は更に抵抗力大なる種類中の比較的弱き細菌迄も除去せられたるかに在るに過ぎない。從而更に注加量を増加せる場合には此種の差異は最早大なる意義を有しない

のであつて残る所の細菌は最抵抗力大なる芽胞に過ぎない事になるから後發現象の發生は殆全部芽胞形成菌に依る事必然の結果である。但し實際に於ては芽胞を形成せざる細菌も亦多少後發するを認めらるゝが其數は極めて少く鹽素に對する抵抗力の頗る強大なる種類に限る事勿論である。然らば此等の殘存細菌は衛生上如何なる意義を有するであらうか。

衛生上の判斷に資すべき所のものは大腸菌の復活現象に對する考察でなければならぬが今の處之に關する研究は其數に乏しい。此處に二三の實例に徴すれば一九一五年 *Jordan* 氏が *Eng. Record* 誌上に報告したる結果によるに檢水數二〇一個中處理後直ちに大腸桿菌の存在を示せるもの二一個二四時間後に於て表はれたるもの三九個四八時間後に表はれたるもの四二個と稱して居るが何れも溫暖の季節に於ける結果であつて寒冷なる場合には漸減するを普通とする。然るに *Race* 氏の一九一三乃至一四年に於ける實驗の結果に徴すれば必ずしも温度の爲に漸増し或は漸減するとは限らないのであつて接觸時間の長短により其大腸菌發生率を示せば次表の通である。

第七十一表

10立糞中に於ける大腸桿菌發見率

	檢 水 採 酌 的 個 所				
	第一號	第二號	第三號	第四號	第五號
1913年	15.2	14.4	16.3	16.8	26.8
1914年	7.0	5.7	6.0	...	11.6

上は各所とも約二九〇個の檢水を採酌試験したる結果であつて第二號採酌所に於ては尙未だ殺菌作用繼續せられつゝあり第五號採酌所は市の邊隅に位し大腸菌の増加特に著るしきを示すものであると。

然るに第七表第十一表其他の成績に徴して明なるが如く大腸菌數は一般に接觸時間の延長と共に減少するを常とするものであつて殺菌劑注加量少なる時は殺菌期間從而短く一般細菌後發現象の發生は速であり注加量多き場合には後發現象の發生頗遅く四八時間を経過しなければ起らない又高温の場合には殺菌作用極めて迅速である代りには後發現象も亦速に表はれ低温の場合には之と相反するを普通とするも大腸桿菌族は之と異り常に漸減する傾向にある事が認められて居る。故に若し病原菌が大腸桿菌と同様の性質を有するものならば後發現象は敢て意とするに足らぬ筈であるが以上の實驗の結果は凡て培養基上に於ける成績より導かれたるものであつて必しも直ちに實際に適合すべきでないから更に今後の成績に待たねば明にするを得ない。

給水管の死端 dead end (盲端) に於ける檢水中の大腸菌數は然らざる位置の檢水に比し其含有量並に含有率遙に多きは後發現象の一好例であつて時々此水を放出するか或は兩死端を連絡する事に因て救ひ得べきものである。即ち鹽素殺菌後に於ける水生細菌數の増加は同一源水を同一状態に貯溜する場合に比し甚多きを示せる實例に乏しくないが特に有機物の存在する場合に於て著るしいのは鹽素が有機物に作用する際細菌の食物として好適なる状態の化合物に變化せしめたるに依るものと思考せらるゝのであつて死端に於ける水は恰も斯の如き状態に在る爲であらう。現に *Houston* 氏が一九〇五年 Lincoln 水道に於て實驗したる處に因れば上水を濾過以前に於て殺菌し攝氏三七度に於ける細菌聚落數並に大腸桿菌數を求めたるに其成績は充分の殺菌効果を表はしつゝあるを示したるに拘はらず攝氏二〇度に於てゼラチンに培養したるものに於ては殆常に細菌數の増加を來したるを示しつゝあるのであつて此結果は取も直さず前記の化學的性質に依るものであると考へられて居るし更に有機物量は濾過以前に比し濾過水に於て多い事が明になつた此事實は *Rideal* 氏が Guildford の下水に使用せる接觸床に於ても見出され Yonkers に於て濾過以前の水に漂白粉を注加したる場合にも亦認められて居

るのであつて鹽素が有機物の平衡状態を攪亂せる後濾過水中に後發現象を起さしめたるものであると認められて居る。今 Race 氏が小規模の砂濾過床に就て實驗したる成績を掲ぐれば次表の通である。

第七十二表

注加せる 有効鹽素 量p.p.m.	砂1瓦中の 細菌聚落數		24時間後の大腸桿菌發見率				24時間後の 遊離鹽素	
	3時間後	24時間後	100瓦	10瓦	1瓦	0.1瓦	酸性と爲 さざる時	酸性と せる後
0	12,000	21,000	+	+	+	-	-	-
3.0	80	114,000	-	-	-	-	-	-
5.0	50	150,000	-	-	-	-	-	-
7.0	25	214,000	-	-	-	-	-	-
10.0	26	500,000	-	-	-	-	-	-

第七十三表

有 効 鹽 素 注 加 量 p.p.m.	砂 一 瓦 中 の 細 菌 數		
	3時間後	24時間後	48時間後
0	70,000	...	...
0.1	7,200	20,400	12,800
0.3	5,240	6,400	11,200
0.5	5,120	4,700	10,800
1.0	1,100	8,800	20,400

〔九〕病原菌概説

上水汚水及尿尿中には幾多の細菌あり其淨化に對し種々の作用を爲しつゝあるは既に前に概説した通であるが此他醸造に乃至耕作に常に人類の伴侶となると共に又時に砂糖の製造を防碍し或は罐詰を腐敗に至らしむる事あり或は直接病原と成つて人體を犯す事あるは皆人の知る所である。今此處に各種細菌の一般を物語るは著るしく本書の範圍を脱するの嫌があり且夫等の事に關しては自ら他に譲るべき性質のものと思考するから此處には殺菌と直接關係ある病原菌に就て其大略を記述するに止めやうと思ふ。

病原菌は一般に他の細菌と異り空氣中或は水中に於て生活し或は腐敗しつゝある有機物中に於て繁殖し得るものではないが何等特殊の形態を有せず或は球狀を呈し又は桿狀なるあり乃至は又螺旋形を保つ事他の細菌と異なる所なく適當なる状態の下に於ては彼等の接觸しつゝある周圍より有機物を攝取して他の化學組成分を有する物質を發生しつゝ生活を保つ點に於て又何等普通の細菌と異なる所が無い。從而之等の細菌が人體中に潛入する場合に於ても亦同様に夫々其菌の生活に適すべき物質を攝取して各種の細菌に特有なる組成分の物質を發散しつゝ生活し斯

くして生じたる組成分が人體に病的現象を起さしむるに至るもので此種の有毒物を一般に毒素 *toxines* と稱し毒素を發生する細菌を總稱して病原菌 *pathogenic bacteria* と云ひ人體の門戸より侵入して此處に多くの病原微生物を發生せしむるものを傳染病 *infectious diseases* と云ふ。傳染病の病原たる微生物中には酵母の如き微細なる植物或は原生動物 *protozoa* 等もあるが多くは細菌なるを普通とする。

(一) 傷の細菌 瘍腫、膿瘡、丹毒其他極めて輕微なる炎症を誘致するものも凡て外傷より侵入せる細菌の作用に依るものであつて病原菌中最普遍的にして且危険なる種類に屬する。就中最多きは連鎖狀化膿球菌 *St. reptococcus Pyogenes* 並に葡萄狀化膿球菌 *Staphylococcus Pyogenes* の二種で人の群集する場所、塵埃多くして空氣の溷濁せる所、特に病人の集合する病院の如き所に多く塵埃に乗じて空中に浮遊し或は口中乃至衣服上に宿るを以て人體に傷碍を與ふる事頗る多く單に外傷個所を襲ふ而耳ならず血液に混じて體中に循環し時として生命に危険を及ぼすに至る事すらあるのであつて以前幼兒熱と稱し殆致命的の疾病と認められたるものは實に普通の外傷菌と同種の細菌に依る疾病であつたが現今に於ては其病原菌の發見と共に此種の病氣は殆跡を絶つに至つた。

(二) 結核菌 普通死亡數の七分の一以上は肺結核による早世であるとされて居る程結核菌の蔓延は廣範且深甚なるに拘はらず其病因に就て確實なる知識を得たるは實に最近の事に屬し *Koch* 氏の研究に待つ處非常に多いのである。

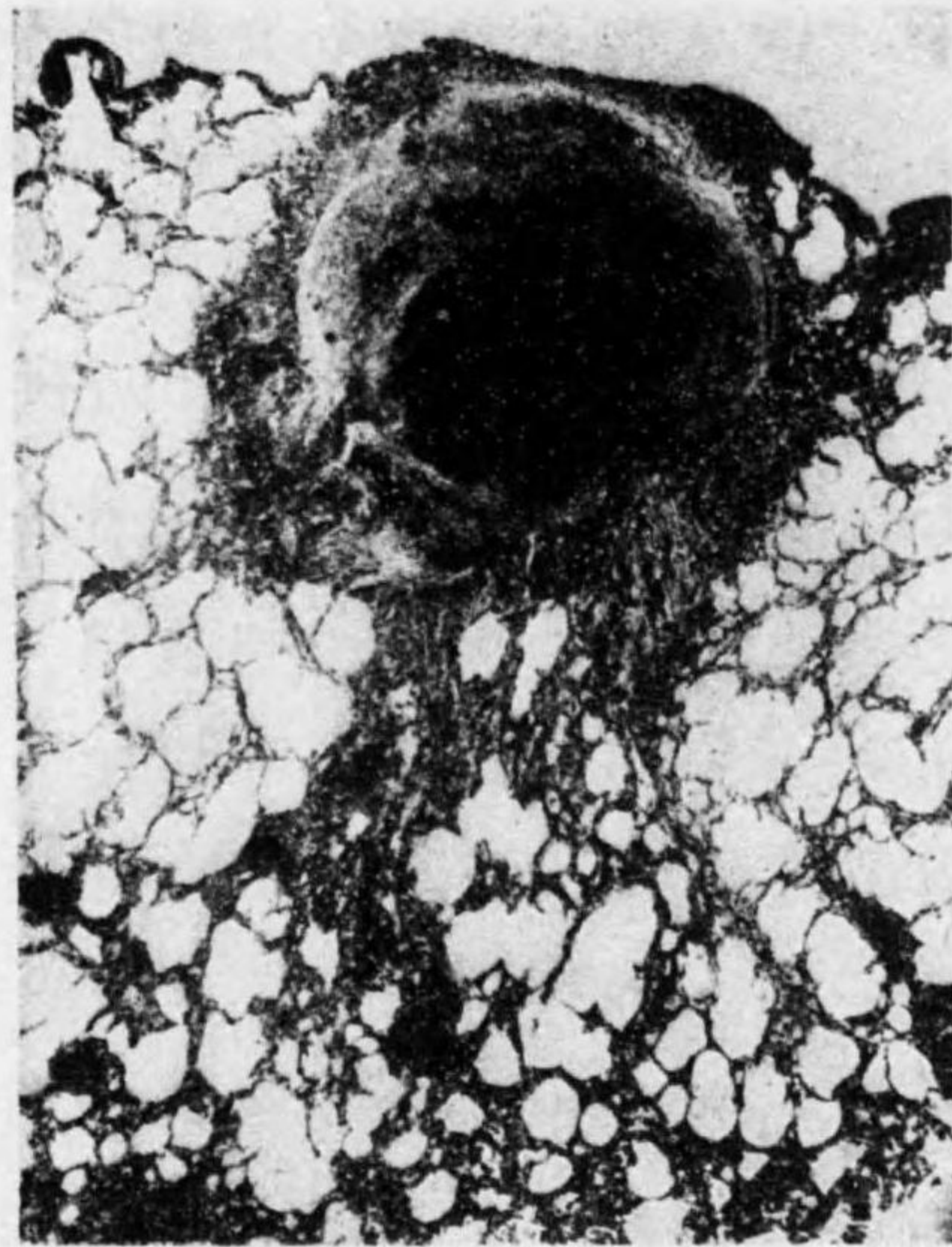
結核菌は甚めて微小なる桿菌であつて之を適當に培養する時は其周圍に結核と稱する少量の新組織を構成するを見る事が出する。人體に於ても亦同様で就中最普通に侵さるゝは肺であるが其他の部分と雖決して安全ではない。其肺を侵せるものに於ては結核の位置概小部分に極限せられ胸の最上部を普通とするが次圖に示す小白點の如く廣く其全面に撒布せらるゝ場合もある。此種の結核は其白點の狀態より特に之を粟粒結核 *Miliary tuberculosis* と云ふ。

普通肺に結核を生ずる場合には其微小なる空氣房は破壊せられ肺は遂に固化するに至る事次圖の通である。即其表面に近き暗黒部は結核であつて其周圍な

第十一圖

粟粒結核
(Prudden氏)

第十二圖

結核
(Prudden氏)

るは未だ完全にして
使用に堪ふべき氣房
を示すものであるが
やがて病勢の進むに
従ひ此等の新成結核
も肺自身も共に結核
菌の爲に侵蝕せられ
遂に脆弱となりて破
壊せられ了るに至る。
次圖は則かくして生
じたる空腔で其周壁
には數多の結核菌を
發生し普通氣管支と

連絡せらるゝ爲病菌は喀痰と共に體外に飛散せしめられるのである。

即ち今や結核病は結核菌を原因と爲す以外他に病因と見做すべきものなく遺傳其他何等かの機會に因て發病したる人々も外界より病原菌の侵入なくしては罹病し能はざるものなる事明となり殊に遺傳其物が直接的に表はるゝ事極めて稀なりとせらるゝ以上此菌を人類生活圏外に驅逐し得ば結核病を絶滅し各人の遺傳的傾向も亦其跡を絶つに至るべきや必然の結果であると云はねばならぬ。現に人體其物が結核

第十三圖



結核腔 (Prudden氏)

菌の侵入に對する抵抗力極めて大なるは醫家が過失其他結核以外の原因に因て死亡したる數多の青年を檢屍せる場合其殆全てが曾て結核に侵されたる痕跡を有するに拘はらず何等疾病と感ずる事なかりしに徴して明なるべく人體細胞がよく之と戦ひ之を驅逐し得たるが故

に外ならぬのである。然も一面此事柄は結核菌撒布の範圍が如何に廣く且多きかを證明するに足るものであつて豫防の困難も亦推知し得るであらう。

然らば結核菌は如何なる所より來るものであるか。第一に結核菌は特に培養する場合の外人體或は溫血動物の體内以外に生活繁殖し得るものではない。従て下水汚水不潔なる野菜或は腐爛しつゝある食物等を以て其巢窟と見做すべき筈はなく寧ろ人と家畜とに注意すべきである。人體中に於ける結核菌は先づ其周圍に結核なる新組織を生じて繁殖するが此組織は遂に血液の運行滯滞し細菌が生長し繁殖し死滅する間に發生する毒素は之を脆弱ならしめ破壊するに

至れば其微小部分が咳嗽に因て導かれ喀痰と共に外界に放出される。此の喀痰中には數百萬の活動性細菌を含むが故に其危険は云ふ迄もないが口腔に或は時として鼻孔に又は唇邊に無数の細菌を有するものであるから病原菌の傳播は人類の口を以て直接的の原因と爲す場合が最多い。従て患者の口腔より排除せらるゝ喀痰を常に焼却し或は殺菌するに努力する時は傳染の第一原因は此處に完全に除去せられると云ふ事が出来る。然し乍ら不幸にして斯の如き場合は極めて少く日々數千數萬の保菌者が都市の街衢を彷徨し名所を訪ね集會所劇場寺院或は學校等に入出し有毒性の喀痰を其舗装或は床面に吐き撒すを常としやがて其乾燥と共に微粉となり空中の塵埃中に浮遊すべくかくて更に健康者或は患者の鼻口に侵入し細菌の新なる發育を爲さしむるに至るのであつて之を單に手巾等の中に包み自然に乾燥せしむる場合に於ても尙且同様の結果を招來する事毫も前者と異なる所なく新なる傳染性は健康者のみならず患者自身に對しても亦極めて危険なる原因を持來すものである事に注意せねばならぬ。

然るに一面に於て完全に濕潤なる表面上の細菌は空中に浮離し能はざるを常とし濕性の微粉をも併せて飛揚せしむるが如き烈風ならざる限り如何なる細

菌も其面を離るる事がないから患者の呼吸の如き濕潤なる氣管を通りて吐き出ださるゝ氣體中に細菌を含有する筈がないのである。

故に直接的原因を除去せんには接吻を避け不潔なる食器手巾等を使用せざるを緊要とするが一面又咳噴嚏等による傳染力を忽苟に附する事が出来ない。即ち此等の原因に因て空中に放出せらるゝ活動性細菌數は極めて多く殊に其前方數尺の遠距離に達するのみならず空中に於て生息し得る時間も亦驚くべき長さに互るものであるからである。第十四圖は則ち噴嚏中其三呎の距離に置きたる直徑三吋のペトリー皿中に落ちたる細菌を四日間ゼラチン中に培養したる

第十四圖



噴嚏中の細菌 (Prudden氏)

聚落數を示すものであつて以て如何に多くの細菌が空中に放撒せらるゝかを知るに足るであらう。

家畜による結核病の傳染は近來大いに減少せられたる觀がある。即昔は結核菌を有する

家畜の肉を食用とし不完全なる料理法の爲に非常の脅威を受けたのであるが近來國家の家畜改良策に伴ひ大いに其危険を減じたる傾あるは争ふべからざる事實であつて此方面に對しては今や殆何等の警戒を要しない譯であるが然も尙殖民地等に於ては現に屠畜場を經由せざる肉類の安價なる提供あるものゝ如く決して直ちに安心する事が出来ない様に思はれる。殊に牛乳は結核牛より搾乳せるものゝ中に猛烈なる結核菌を含有する事あるに拘はらずまゝ市場に齎するゝ事實に乏しからざるものゝ如く一層の注意を要する所であると思ふ。

此種の原因に因る傳染は青年よりは寧ろ幼兒に多く細菌は扁桃腺或は内臓を通りて侵入し數年間潜伏するを常とするが首胸或は下腹部に小なる瘤となりて現はれ後年普通の傳染病的性状を呈するに至るものである。

(三) 腸窒扶斯 窒扶斯に就ては既に屢述べた通り水に原因する疾病中最代表的なるもので其病原は結核菌に比し遙に大なる桿狀細菌である。此細菌は特に培養するか或は乳汁中に於ての外人體外に在つて繁殖する事能はざるものであつて人以外の動物に窒扶斯の發生する事は無いが乳汁、水、土壤、魚貝其他氷の内に於てすら數週間の壽命を保ち得るものなる事も

亦既に前に述べた所である。傳染系統は飲食による場合最多く一度此細菌が腸に侵入し繁殖に適當なる状態に置かるゝ時は急激なる増殖を遂げ其一部は屢血液中に混じて全身に遍滿し膽膀胱等の内臓機關に侵入するが多くは腸の内部に生活繁殖し尿尿と共に外界に排出される腸其他の機關内に繁殖したる細菌は可溶性毒素を發生するが故に諸機關は恰も食物の如くに之を吸収し以て疾病の徴候を呈するに至るのである。

然るに斯くの如き明なる患者の排泄物のみならず一見何等健康者と異なる所なくも此菌を保有しつゝあるもの相當に多きは曾而既に述べた處の如くであるが更に今其著るしき一例をあげ危険なる傳染系統の實狀を示さう。一九〇六年の夏季 Long Island に居住して居つた一家に頻々として窒扶斯を發生した爲に Howard 及 Soper 兩氏は其原因を調査し遂に之を料理人 Mary に歸するに至り彼女の慢性保菌者なる事實を明にしたので溯て其過去に及び曾而彼女を雇傭したる家族に就て調査せるに七家族中二十六人の患者を發生せしめたるを知るに至つたのである。此處に於て Mary は直ちに隔離せられ三ヶ年間監視せられたる後今後料理人として雇傭せらるゝ事なく且時々其行動を報告すべき約束の下に釋放せられたが職を得るの