

追加

以上ハ書寫用「インキ」ニ要求セラル、處ノ諸要件中其主ナルモノニ就テ施シタル實驗ノ結果ニシテ之ニ據ルニ此等ノ條件ヲ完全ニ充スモノ一モナシ又之ヲ世上ニ求ムルハ余リニ過酷ニ失ス「標準インキ」ト雖モ未タ以テ甚ダ完全ナラズ然モヨリ以上良好ナル結果ヲ Stephen's Blue Black Fluid. ニ得タリ反之「標準インキ」ヨリ甚シク劣等ト認メラル、モノハ各條項ニ記スルガ如ク夥シ吾人ハ「インキ」製造ニ對シ更ニ化學的研究ノ益々進ミテ善良ナルモノノ世上ニ現ハレンコトヲ期待シテ已マザルナリ(四十四年十一月)

打狗水道源水軟化試驗報告

囑託 粕谷隆次

一 軟化方法

二 打狗水道源水ニ對スル軟化試驗

三 石灰石ノ化學的分析

四 生石灰ガ軟化作用ニ及ボス影響

五 生石灰使用ノ經濟

六 結論

緒言

硬水ガ衛生上及工業上其他ニ及ボス危害ニ就テハ茲ニ改メテ記スルノ要ナシ然レドモ熱帶地ニ於ケル硬水ガ鐵管通過ノ際ニ及ボス影響ニ關シテハ未ダ信頼スベキ記載アルヲ見ズ從ツテ該問題ノ解決セラレザル今日ニアリテ高度ノ硬水ヲ供給スルハ獨リ衛生上乃至工業上ニ於ケル問題ノミナラズ水道經營上ニ於テモ亦問題ナラザルベカラズ殊ニ沈澱池ニ於テ熱セラレタル硬水ガ比較的長距離ノ鐵管ヲ通過スル場合ノ如キ最モ考慮ヲ要スベキ問題ナリト

打狗水道源水軟化試驗報告

此等ノ諸問題ヲシテ何等慮ナカラシメンニハ完全ナル軟化方法ニヨリ硬水ヲ出來得ル限リ軟水タラシムルニアリ然
リト雖ドモ水道水ノ如ク事公共ニ屬シ一般住民ヲシテ治ク使用セシメント欲スルガ如キ場合ニ於テハ最も經濟的ナ
ル方法ヲ按出セザルベカラズ

由來硬水ノ軟化方法トシテ提出セラレタルモノ數多アリト雖ドモ大規模ノ下ニ經濟的ナルハ極メテ尠ナシトス而シ
テ甲地ニ於ケル經濟的方法モ乙地ニ於テ必ズシモ然ラズ且ツ軟化方法ニシテ理論上興味アルモノト雖モ衛生上及其
他ニ杞憂ヲ抱カシムルモノニアリテハ之レヲ使用スルヲ得ズ

茲ニ於テカ軟化劑ノ撰擇及其方法ノ難易經濟等ノ諸點ハ最モ慎重ナル調査ヲ重ネザル可カラズ

臺灣ハ其管内各地ニ於テ比較的石灰石ニ富ムヲ以テ之レヨリ製出セラルル生石灰ヲ用ヒテ完全ナル軟化成績ヲ得バ
獨リ經濟上ノミナラズ諸般ノ點ニ於テ好都合ナルベシ

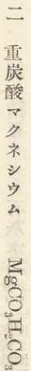
予ハ臺灣ニ於ケル硬水軟化劑トシテ第一ニ生石灰法ヲ撰定シ以テ一時硬度ヲ減退セシメント欲シ之レガ試驗ヲ行ヘ
リ以下述ブル處ハ即チ本法ニヨル結果ナリトス

一、軟化方法

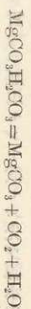
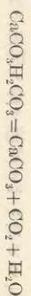
水中ノ硬度ハ之レヲ分チテ一時硬度及永久硬度ノ二種トス前者ハ石灰及「マグネシウム」ノ重碳酸鹽類ニシテ後者ハ
主トシテ石灰及「マグネシウム」ノ鹽酸（硫酸硝酸鹽）類ナリ
硬度ニ據ル諸般ノ有害作用ハ一時硬度ヲ以テ最モ甚シトス

永久硬度ニ據ル有害作用ハ極メテ些少ニシテ一時硬度ノ如ク顧慮スルノ要ナク且ツ其含重極メテ尠ナキ場合多ク而
シテ永久硬度ノ軟化方法ハ一時硬度ニ比シ困難ニ屬スルヲ以テ後日ノ研究事業トナシ先ツ一時硬度ヲ減退セシムベ
キ方法ヲ講ゼリ

水中ニアリテ一時硬度ヲ形成セル重碳酸石灰及重碳酸「マグネシウム」ノ構造ハ左ノ如シ



之レ等兩種ノ化合物ハ游離炭酸ノ補助ニヨリ自己ノ構造ヲ保持シ水中ニ溶存スルモノナリ故ニ水中ヨリ游離炭酸ヲ
除去スル時ハ彼レ等ハ直ニ分解ヲ起シ不溶性ノ炭酸鹽類ニ變ズルモノナリ即チ左ノ如シ



生石灰ヲ以テ軟化方法ヲ行フモノノ原理ヲ應用シタルモノナリ

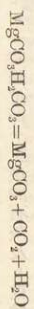
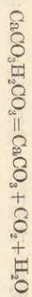
生石灰ガ硬水ニ會スルヤ水ノ一分子ヲ奪取シ水酸化石灰ニ變ズ即チ左ノ如シ



茲ニ生ジタル水酸化石灰ハ硬水中ニ含有スル游離炭酸ト化合シ不溶性性ノ炭酸石灰ヲ構成ス



此ノ際溶存セル一時硬度即チ重碳酸石灰及ヒ重碳酸「マグネシウム」ハ自己ノ溶存劑タル游離炭酸ヲ奪取セラルルニ
ヨリ左ノ變化ヲ起シ游離炭酸ト不溶性性ノ炭酸石灰及ヒ炭酸「マグネシウム」ニ變ズ



茲ニ生成セル游離炭酸ハ更ニ軟化劑タル水酸化石灰ト化合シ不溶性ノ炭酸石灰ニ變ズル事前ノ如シ即チ如斯化學變化ヲ繰返シテ遂ニ一時硬度タル重炭酸鹽類ハ殆ド悉ク不溶性ノ炭酸鹽トナリテ沈降シ數時間ノ後ハ澄明ナル軟水ヲ得ルニ至ル

二 打狗水道源水ニ對スル軟化試験

以上ノ方法ヲ實地ニ應用セント欲セバ先ヅ源水中ニ存スル游離炭酸及重炭酸石灰並ニ重炭酸「マグネシウム」ノ分解ニヨリ放出スル炭酸ノ量ヲ測定セザル可カラズ

試 藥

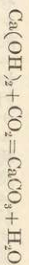
- 一 新ニ精製シタル石灰水(十分ノ一定規酸液ヲ以テ「ア」ルカリノ度ヲ測定スルモノ)
- 二 十分ノ一定規酸液

實 驗

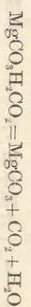
檢水一〇〇c.c.ヲ内容二五〇c.c.ノ「メスコルフ」ニ取り然ル後第一試藥タル石灰水五〇c.c.ヲ靜カニ檢水中ニ混入ス、茲ニ「メスコルフ」ノ活栓ヲ閉シ數回振盪シ約五時間靜置ス

此ノ際檢水中ノ各成分ハ左ノ變化ヲ受ク

一、檢水中ニ含有セル游離炭酸ハ水酸化石灰ト結合シテ盡ク不溶性ノ炭酸石灰トナリテ沈澱ス



一、檢水中ニ溶存セル重炭酸石灰及重炭酸「マグネシウム」ハ炭酸ヲ放出シ不溶性ノ炭酸石灰及ビ炭酸「マグネシウム」トナリテ沈澱ス



一、重炭酸石灰及重炭酸「マグネシウム」ヨリ發生シタル炭酸ハ水酸化石灰ト化合シ不溶性ノ炭酸石灰トナリテ沈澱ス



一、一度沈澱シタル炭酸「マグネシウム」ハ更ニ水酸化石灰ニ作用シ不溶性ノ水酸化「マグネシウム」及ビ不溶性ノ炭酸石灰ニ變ズ



檢水ハ上記ノ變化ヲ受ケ約四五時間ノ後ニ不溶解物ヲ盡ク沈澱シ上部透明トナル茲ニ得タル上澄液ノ二五c.c.乃至五〇c.c.ヲ取り第二試藥タル十分一ノ定規酸液ヲ以テ殘留セル「アルカリ」度ヲ測定スレバ茲ニ消費セル水酸化石灰ノ量ヲ得可シ

此ノ消費水酸化石灰ノ量ヨリ更ニ炭酸「マグネシウム」ガ反覆化合シタル水酸化石灰ノ量ヲ減ズレバ眞ニ水中ノ游離炭酸及ビ重炭酸石灰並ニ重炭酸「マグネシウム」ノ分解沈澱スル際ニ放出セル炭酸全部ト結合シタル水酸化石灰ノ量

ヲ算出シ得ベシ
而シテ此ノ水酸化石灰ノ消費量ヨリ得タル炭酸ノ總量ニ對スル生石灰ヲ加フレバ水中ノ一時硬度ハ盡ク沈澱スルノ理ナリ

應用

以上ノ方法ニ從ヒ游離炭酸及一時硬度ノ分解スル際ニ放出スル炭酸ヲ定量スルニ打狗水道源水(三十四年三月廿日)一「リール」中ノ含量左ノ如シ

九六、三「ミリグラム」

備考 此ノ場合ニ於ケル總硬度ハ一三六度(獨逸)ニシテ内「一時硬度九六度永久硬度四〇度」ナリ而シテ此ノ兩硬度ヲ形成セル石灰及ビ「マグネシウム」ノ「リール」中ニ於ケル含量ヲ示セバ左ノ如シ

酸化石灰トシテ 九六、〇〇「ミリグラム」

酸化「マグネシウム」 二八、五〇「ミリグラム」

此ノ實驗ノ結果ニヨレバ此ノ場合源水一「リール」ニ對シ生石灰約〇、一二「グラム」(約八千三百分の一)ヲ以テ一時硬度全部ヲ沈澱セシメ得ベキ理ナリ

然レドモ實際ニ應用スル場合ニ於テ斯ノ如ク最極量ヲ用ユルハ危險ナリトス如何トナレハ水中ノ硬度ハ終始同一ノモノニアラザルガ故ニ若シ急ニ硬度ノ減退スル事アランカ軟化劑タル生石灰ハ盡ク作用セズシテ幾分力水中ニ溶解スルニ至ルベシ故ニ如何ナル程度ニ於テ使用セバ安全ニシテ好結果ヲ得ベキヤノ問題ハ最重要ナリトス

左ニ生石灰消費量ト硬度ノ減退ニ就キ之レガ實驗ヲ掲ゲン

第一例

源	水	生石灰量 最極量タル 八三〇〇分ノ一	生石灰量 一〇〇〇分ノ一	生石灰量 一二〇〇分ノ一	生石灰量 一五〇〇分ノ一	生石灰量 二〇〇〇分ノ一	生石灰量 二五〇〇分ノ一	生石灰量 三〇〇〇分ノ一
酸化石灰量	九六、〇〇	三四〇〇	二六、三〇	一二、五〇	一五、二〇	二三、〇〇	二八、五〇	三七、七〇
酸化「マグネシウム」量	二八、五〇	二二〇〇	二五、〇〇	二六、五〇	二七、五〇	二八、〇〇	二八、五〇	二八、五〇
總硬度	一二、六〇	六四八	六、一三	五、一〇	五、三七	六、二〇	七、六九	七、六九
一時硬度	九、六〇	二四八	二、一三	一、一〇	一、三七	二、二〇	三、六九	三、六九
永久硬度	四、〇〇	四、〇〇	四、〇〇	四、〇〇	四、〇〇	四、〇〇	四、〇〇	四、〇〇

第二例

源	水	生石灰量 最極量タル 九〇〇〇分ノ一	生石灰量 一一〇〇分ノ一	生石灰量 一二五〇分ノ一	生石灰量 一四〇〇分ノ一	生石灰量 一六〇〇分ノ一	生石灰量 二一〇〇分ノ一	生石灰量 二八〇〇分ノ一
酸化石灰量	八二、一〇	三三〇〇	二二、六〇	一九、一〇	一二、七〇	二一、五〇	三五、四〇	三五、四〇
酸化「マグネシウム」量	二七、〇〇	二〇〇〇	二四、〇〇	二六、三〇	二七、〇〇	二七、〇〇	二七、〇〇	二七、〇〇
總硬度	一一、〇〇	六一〇	五、六七	五、五九	五、〇五	五、九〇	七、二八	七、二八
一時硬度	八、二〇	二三〇	一、八七	一、七九	一、二五	二、一〇	三、四八	三、四八
永久硬度	三、八〇	三、八〇	三、八〇	三、八〇	三、八〇	三、八〇	三、八〇	三、八〇

第一第二例共ニ「リール」中ノ含量ニシテ單位ハ「ミリグラム」、硬度ハ獨逸トス

此ノ實驗ハ打狗産生石灰ヲ用ヒテ十數回反覆シ略同一ノ結果ヲ得タリト雖モ游離炭酸及ビ一時硬度ノ放出スル炭酸

打狗水道源水軟化試験報告

ト之レニ結合スベキ生石灰トノ關係ニ就テノ詳細ハ未ダ研究中ニ屬ス
實驗ノ結果ニヨレバ結合スベキ全炭酸ニ一致スル生石灰ヲ加ヘタルモノヨリモ却テ其以下ニ於テ良好ノ成績ヲ得タ
リ之レ水中ニ於ケル僅微ノ游離炭酸ハ一時硬度ノ分解ニ影響セザルカ又ハ一時硬度ノ分解スル際ニ發生スル炭酸ノ
一部ガ空中ニ逸散スルニ原因スルナルベシ

即チ實驗ノ結果ニヨレバ水中ニ於ケル游離炭酸及ビ一時硬度ノ分解スル際ニ發生スル炭酸ノ全量ニ一致スル生石灰
ノ全量ニ對シ約三分ノ二ヲ以テ軟化方法ヲ行フトキハ安全ニシテ然カモ理想ニ近キ結果ヲ得ベシ

三 石灰石(打狗産)ノ化學分析

第一種

炭酸石灰	九七、一六%
珪酸	一、一一%
酸化鐵 (Fe ₂ O ₃)	〇、五一%
礬土	〇、五一%
酸化マグネシウム	〇、〇五%
アルカリ其他	痕跡
第二種	
炭酸石灰	八九、九一%
珪酸	二、六三%
酸化鐵 (Fe ₂ O ₃)	二、一一%

第三種

礬土	二、四〇%
酸化マグネシウム	〇、一一%
アルカリ (Na ₂ Oトミテ)	一、一〇%
炭酸石灰	八七、一九%
珪酸	八、三四%
酸化鐵 (Fe ₂ O ₃)	二、一六%
礬土	一、一〇%
酸化マグネシウム	痕跡
アルカリ (Na ₂ Oトミテ)	痕跡

其ノ他數種ノ檢體ニ就キ試驗シタレドモ其ノ成績略相均シキヲ以テ之レヲ略ス而シテ茲ニ試驗シタル石灰石
ハ去ル三月南部出張ノ際自ラ打狗附近ノ各石灰山ヲ視察シ採集セルモノナリ

石灰從業者ノ言ニヨレバ右成績中第一種ハ全産額ノ十分ノ一ニ過ギズシテ第二種最モ多ク産額ノ殆ド全部ヲ領ム第
三種モ其ノ産極メテ尠ナシト云フ即チ打狗産石灰石ノ代表者ト見做サル可キ第二種ハ品質優等ニアラザルモ石灰石
トシテ中等ニ位シ之レヨリ製出セラレタル生石灰ハ一時硬度ノ軟化劑トシテ充分ニ使用シ得ラル可キモノナリ

四 生石灰ガ軟化作用ニ及ボス影響

A 生石灰ト其ノ燃料トノ關係

生石灰ノ製造ニハ燃料トシテ多クノ場合石灰ヲ使用スルヲ以テ石灰ヨリ發生スル無水亞硫酸瓦斯ハ其ノ幾分ヲ生石

灰ノ爲メニ吸收セラレ而シテ茲ニ吸收セラレタル無水亞硫酸ハ更ニ酸化セラレテ硫酸トナリ製出セラレタル生石灰ノ表面ニ硫酸石灰トナリテ附着スルモノナリ
茲ニ形成セル硫酸石灰含量ノ多少ハ硬水ノ軟化ニ際シ影響スルコト大ナリ故ニ打狗產生石灰ノ數種ニ就キ硫酸石灰ノ含量ヲ定量スルニ左ノ如シ

第一	硫酸石灰	〇、二九%
第二	硫酸石灰	〇、三九%
第三	硫酸石灰	〇、四八%
第四	硫酸石灰	〇、三九%

又生石灰ノ製出ニ使用シタリト稱スル石灰ノ數種ニ就キ硫酸石灰ノ含量ヲ定量スルニ左ノ如シ

第一	硫酸	三、二〇%
第二	硫酸	三、三〇%
第三	硫酸	三、〇〇%
第四	硫酸	四、三〇%

是レニ由テ之レヲ觀レバ打狗產生石灰ヨリ製出シタル生石灰ガ燃料ノ爲メニ生ジタル硫酸石灰ノ含量ハ約〇、四五%ト見テ大差ナキガ如シ今假リニ軟化セントスル水ニ對シ一萬分ノ一ノ生石灰ヲ加ヘタル場合ニ於テ附着シタル硫酸石灰ニヨリ新ニ形成セララルル永久硬度ハ〇、〇二度ナリトス

打狗水道源水ノ如ク一〇、度以上ヲ算スル硬度ニ對シ僅カ〇、〇二度ノ上昇ハ敢テ顧慮スルニ足ラザル可キモ本目
ニ用ユベキ生石灰ノ製造ニハ成ル可ク硫酸石灰ノ含量少ナキ石灰ヲ撰ブ可キハ必要ノ事ナリトス

B 亞硫酸其他ノ硫酸化合物ノ有無

既ニ生石灰中ニ硫酸ヲ證明シタル以上ハ更ニ進ンデ亞硫酸及其他ノ硫酸化合物ノ存否ヲ試驗セザル可カラズ之レ衛生上ノ問題ナレバナリ然レドモ數回ノ試驗ニ於テ之レヲ檢出スルヲ得ザリキ

C 生石灰中ニ含有セル鐵ト水質トノ關係

生石灰中ニ存在スル鐵ハ燒却ノ後酸化鐵トシテ生石灰中ニ含有セラル而シテ此ノ酸化鐵ノ大部分ハ炭酸鐵トナリテ軟化ノ際沈澱ス可キモノナレドモ尙其幾部分ハ水中ニ溶存スルモノナリ
生石灰使用後ノ水ニ就キ鐵ノ含有量ヲ檢スルニ左ノ如シ

生石灰使用量	一〇〇〇〇分ノ一	一二〇〇〇分ノ一	一三五〇〇分ノ一	一五〇〇〇分ノ一
鐵檢出量	〇、二五	〇、一〇	〇、一〇	〇、一〇

表中鐵ノ量ハ水「リ」タル「中」ニ於ケル「ミ」グラム「ヲ」以テ表ハス

打狗水道源水ハ鐵ノ含量極メテ少ナク恐ラクハ「リ」タル「中」〇、一「ミ」グラム「以下」ナルベシ

「ケーニツヒ」氏其他ノ報告ヲ參照スルニ「リ」タル「中」最大〇、二五「ミ」グラム「ノ」鐵含有ハ鐵管其他ニ對シ危害ヲ與ヘザルベシ

D 生石灰ヲ使用シタル軟化水ト細菌トノ關係

軟化前後ニ於ケル細菌ノ増減ヲ試驗シタルニ其ノ成績左ノ如シ

軟化前ノ細菌數	二〇六〇	第二回試驗生石灰一萬分ノ一使用
軟化後三十分ニ於ケル細菌數	一八三〇	
軟化後一時間ニ於ケル細菌數	二〇五〇	
打狗水道源水軟化試驗報告	一二九	

即チ上記ノ試驗ハ一定量ノ檢水ヲ採リ先ツ其所含細菌數ヲ知ランガ爲メニ軟化前之ガ培養ヲ行ヒ然ル後石灰ヲ混和シテ三十分、一時間及三時間ニ於テ培養法ヲ施シ檢水一立方仙迷中ニ含有スル細菌數ヲ檢定セシモノニシテ何等ノ所置ヲ施スコトナクシテ靜置セル水中ニ於ケル細菌ハ通常三時間ノ後ニ於テハ現ニ其増殖ヲ認ムルニ係ラズ本試驗ニ於テハ特ニ細菌ノ繁殖ヲ認メズ是ニヨリテ之ヲ觀レハ本試驗ニ於ケル石灰ノ混入ハ少クトモ細菌ノ増加ヲ防止シ得タルモノト云ハザルベカラズ

五 生石灰使用ト經濟

本問題ハ研究日尙ホ淺キヲ以テ未ダ四季ニ於ケル打狗水道源水硬度ノ變化ヲ觀察スルヲ得ザルガ故ニ生石灰使用量ヲ正確ニ決定スル能ハザルモ今日マデノ實驗ニヨレバ水量ニ對シ一萬二千分ノ一乃至一萬八千分ノ一ノ間ヲ用ユルト見テ大差ナカルベシ

目下打狗ニ於テ品質優等ト稱セラルル生石灰ノ市價左ノ如シ

一萬斤 五十五圓乃至六十圓

一人一日ノ消費水量ヲ五立方尺ト定ムレバ一人一ヶ月ノ消費水量ハ一五〇立方尺ナリ

一人一ヶ月ノ消費量ヲ立方「センチメートル」ニ改算スレバ左ノ如シ

四、二七三、九〇〇立方「センチメートル」

今假リ一萬二千分ノ一ノ生石灰ヲ使用スル場合ニ於ケル四、二七三、九〇〇「立方センチメートル」ニ對スル生石灰

消費量ハ三九〇「グラム」ニシテ其ノ價四厘ナリ

但シ之レガ使用ニ際シテノ雜費ハ計算セズ

六 結 論

一 以上ノ實驗成績ヲ綜合スルニ打狗水道源水ハ一時硬度ヲ減退セシムルニハ生石灰軟化方法ヲ採用スルヲ良策ト信ズ

一 軟化劑トシテノ生石灰ハ最大ノ價値ヲ有スルニアラザルモ比較的良好ノ効果ヲ得ルモノトス

一 臺灣殊ニ南部ニ於テ使用ス可キ一時硬度ノ軟化劑ハ生石灰ヲ以テ最モ經濟的ナリトス

一 打狗産生石灰ヲ以テ軟化シタル水ハ衛生上危害ヲ與ヘズ

以上ハ生石灰ヲ以テ行ヒタル試驗報告ニ過ギザルヲ以テ之レガ實地ニ於ケル詳細及ビ其他種々ナル軟化劑ニ於ケル實驗ノ結果ハ次回ニ報告スベシ