

# 關於都市用水之處理 其二

## 臺省中南部各都市用水之氯殺菌

李 漢 英 陳 世 學

關於含鐵鹽錳鹽，配合試水之氯殺菌變質情形及其抑止辦法已載於第一報<sup>(1)</sup>。於此更就本省中南部各地區如臺中，彰化，嘉義，臺南及高雄之都市用水氯殺菌變質情形及其抑止辦法作詳細報告，以供各都市在用水處理上之參攷。

### 實 驗 及 結 果

#### 水質分析

取東海用水及本省中南部各地用水，照一般方法<sup>(2)</sup>分析  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ，並用比色法<sup>(3)</sup>分析  $\text{Mn}^{++}$  含量，結果如第一一四表。

第 一 析  
東 海 用 水 \* 之 分 表

水 樣	採 樣	pH	總溶解物 ppm	$\text{SiO}_2$ ppm	$\text{R}_2\text{O}_3$ ppm	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ ppm	$\text{CaO}$ ppm	$\text{MgO}$ ppm	$\text{Mn}^{++}$ ppm
深 井	雨季前	7.0	81.0	18.0	0.6	0.1	11.0	10.8	0
	雨季後	6.4	116.0	34.0	0.6	0.1	7.0	11.7	0
加 壓 站	雨季前	6.6	98.4	24.0	1.0	0.1	10.5	6.2	0
	雨季後	6.8	120.0	20.0	1.0	0.1	15.0	8.7	0
水 塔	雨季前	6.4	88.4	15.0	1.6	0.1	15.5	11.6	0
	雨季後	6.8	104.0	30.0	1.5	0.1	12.0	10.9	0
實 驗 室	雨季前	6.4	100.0	21.0	1.6	0.1	16.0	7.8	0
	雨季後	6.2	113.0	27.0	2.0	0.1	10.0	8.0	0
化 工 工 廠	雨季前	6.4	89.0	24.0	5.0	0.1	12.0	13.2	0
	雨季後	6.2	101.0	15.0	3.0	0.1	11.0	9.2	0
筏子溪 (東海橋下)	雨季後	7.0	146.0	14.0	2.0	0.2	20.0	16.4	0

\* 筏子溪畔深井。

水源均為福安里深井，分析結果大致相同，雨季前後稍有變動，筏子溪東海橋下水樣總溶解物和鐵含量稍高，但均含鐵而不含錳。

第 二 表  
臺中區都市用水之分析

水 樣	水源	採樣 月日	pH	總溶解物 ppm	SiO <sub>2</sub> ppm	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ppm	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ppm	CaO ppm	MgO ppm	Mn <sup>++</sup> ppm
臺中市用水	井	6,16	6.8	183.0	25.0	0.4	0.1	32.0	8.4	0
彰化市用水	井, 河	6,16	6.8	228.0	15.0	1.2	0.3	29.0	8.3	0.1
豐原用水	河	9,	6.2	101.0	8.1	2.0	1.3	23.0	10.2	0
潭子用水	河	9,	6.8	110.8	9.8	1.0	0.3	34.0	4.7	0

臺中市用水水質最好含鐵少無錳，豐原自來水含鐵最多，彰化市用水含鐵又含錳。

第 三 表  
臺南區用水之分析

水 樣	水源	採樣 月日	pH	總溶解物 ppm	SiO <sub>2</sub> ppm	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ppm	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ppm	CaO ppm	MgO ppm	Mn <sup>++</sup> ppm
嵌腳水廠	井	5,12	6.8	188.0	24.0	4.0	0.8	47.0	19.0	0
山上水廠	河	5,12	6.8	423.0	24.0	30.0	1.0	71.0	30.2	0.1
彎裡水廠	井	6,5	6.8	410.0	42.0	3.0	0.2	93.0	29.0	0.3
彎裡用水	井	6,12	7.0	297.0	25.0	2.0	0.8	69.0	23.0	0.3
大林水	淺井	6,12	7.0	392.0	23.0	1.0	0.2	74.0	39.0	0.4

總溶解物均甚多，除嵌腳深井水外，都含有稍多的錳和鐵。

第 四 表  
南部各地區用水之分析

水 樣	水源	採樣 月	pH	總溶解物 ppm	SiO <sub>2</sub> ppm	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ppm	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ppm	CaO ppm	MgO ppm	Mn <sup>++</sup> ppm
嘉義市用水	河	9	6.8	144.0	12.0	2.0	1.2	30.0	12.0	0
嘉義酒廠	井	9	6.8	322.0	24.0	3.0	0.3	85.0	18.6	1.0
高雄市用水	河	10	6.8	206.0	12.0	2.6	0.6	57.0	18.2	0
左營煉油廠	淺井	10	7.0	324.0	27.0	4.0	0.7	117.0	14.9	0.8

嘉義深井和左營淺井含 Mn<sup>++</sup>最多，嘉義河水含鐵最多。

#### 氯水之調製

於無鐵容器內，通氯水中使成含自由氯 300 ppm 之氯水，加入水樣使成含自由氯 1 ppm, 5 ppm, 15 ppm 或 30 ppm 之含氯水樣。

錳鹽及偏磷酸貯液錳

鹽——秤準硫酸錳 ( $MnSO_4 \cdot H_2O$ ) 3g, 約含  $Mn^{++}$  1g, 加蒸餾水溶解之, 再充稀成爲每 cc 含 1mg  $Mn^{++}$  之無色透明液。

偏磷酸鈉——秤準六偏磷酸鈉 ( $Na PO_3$ )<sub>6</sub> 2g 加蒸餾水溶解之, 再充稀成爲每 cc 含 1mg  $P_2O_5$  之無色透明液。

無鐵容器內之變質

取各水樣 250cc 過濾之, 於玻璃容器或陶瓷容器內加氯水使含自由氯 10—30ppm. 於加氯前, 後和放置數日後測其液色及吸光度, 結果如第五表。

第 五 表  
無 鐵 容 器 之 變 質

水 樣	液 色			吸 光 度		
	加氯前	加氯後	放 置	加氯前	加氯後	放 置
筏 子 溪	無	無	無	0	0	0
臺中市用水	無	無	無	0	0	0
彰化市用水	無	無	無	0	0	0
嘉義深井	無	微黃	淡橙	0	2.5	2.3
臺南嵌脚水廠	無	無	無	0	0	0
臺南水上水廠	無	淡黃	淡黃	0	3.0	3.0
臺南灣裡水廠	無	無	無	0	2.0	2.2
臺南灣裡用水	無	微黃	微黃	0	2.5	2.5
大林淺井	無	無	無	0	2.0	2.0

臺南山上, 灣裡, 大林, 嘉義各處井水經加氯均稍變質, 但均無加抑止劑之必要。臺中井水, 臺南嵌脚井水均不變質, 彰化井水因含鐵錳量少亦不變質。

鐵及非鐵容器內之變質

取東海井水 5l 通氯放置製成含自由氯 5 ppm 和 30 ppm 之氯水, 加錳鹽貯液於其 250 cc 中使含  $Mn^{++}$  0.4 ppm. 將東海氯水或加錳氯水各 250 cc 分別裝入鐵管, 生鐵管, 瓦管及水泥管中, 於放置期中陸續取出 20 cc 測其液色及吸光度, 測後再行倒回。含自由氯 5 ppm 和 30 ppm 之實驗結果各如第六表和第七表。

第 六 表  
鐵及非鐵容器內之變質, 自由氯 5 ppm

容 器	$Mn^{++}$ ppm	自由氯 ppm	液 色				吸 光 度			
			0	1	放 置 24 時	48	0	放 置 1 時	24 時	48
鐵 管	0	5	無	淡黃	橙黃沉澱	橙黃沉澱	0	14.0	135.0	237.0
	0.4	5	無	淡黃	橙黃沉澱	橙黃沉澱	0	10.0	140.5	240.0

生鐵管	0	5	無	淡黃	橙黃沉澱	橙黃沉澱	0	21.2	136.0	218.0
	0.4	5	無	淡黃	橙黃	黃沉澱	0	13.5	123.0	187.0
瓦管	0	5	無	無	無	無	0	1.0	1.0	1.0
	0.4	5	無	無	無	無	0	2.0	2.0	2.0
水泥管	0	5	無	無	無	無	0	1.0	1.0	1.0
	0.4	5	無	無	無	無	0	2.0	2.0	2.0

第七表

非鐵容器內之變質，自由氯 30 ppm

容 器	Mn <sup>++</sup> ppm	自由氯 ppm	液 色 時				吸 光 度			
			0	1	放 置 24	48	0	放 1	光 置 24	48
瓦 管	0	30	無	無	無	無	2.0	2.8	2.0	1.5
	0.4	30	無	無	無	無	2.0	6.5	13.5	14.8
水泥管	0	30	無	無	無	無	2.0	2.2	2.0	1.0
	0.4	30	無	淡黃	淡黃	淡黃	2.0	10.2	28.	23.6

瓦管，水泥管中變質不大。

鐵容器內之變質抑止

含自由氯東海水樣加偏磷酸鈉貯液使含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0—80 ppm，放於鐵容器內，陸續取出 20 cc 測其液色及吸光度以決定偏磷酸鈉之抑止作用，結果如第八表—第十表。

第八表

對含自由氯 30 ppm 東海水樣之抑止

容 器	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm	液 色 時				吸 光 度			
		0	1	放 置 24	48	0	放 1	光 置 24	48
鐵 管	0	無	黃	橙黃沉澱	橙黃沉澱	2.0	84.0	278.0	340.0
	20	無	黃	橙黃沉澱	橙黃沉澱	2.0	67.0	280.0	398.0
	40	無	黃	橙黃沉澱	橙黃沉澱	2.0	51.5	229.0	324.0
	60	無	黃	黃沉澱	黃沉澱	2.0	32.5	119.0	188.0
	80	無	黃	黃沉澱	黃沉澱	2.0	25.0	139.0	235.0

在鐵管內停留 1 小時即發生變質，偏磷酸鈉對此自由氯含量高之水無抑止作用。

第 九 表

對含自由氯 5 ppm 東海水樣之抑止

容 器	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm	液 色				0	吸 光 度		
		0	1	放 置, 時 24	48		放 1	光 置, 時 24	48
鐵 管	20	無	無	黃	黃沉澱	0	5.8	92.0	191.0
	40	無	無	黃	黃沉澱	0	4.2	27.0	127.0
	60	無	無	黃	黃沉澱	0	2.8	74.0	152.0
	80	無	無	黃	黃沉澱	0	3.5	66.0	137.0
生鐵管	20	無	淡黃	淡黃	橙黃沉澱	0	6.9	76.2	154.0
	40	無	無	黃	橙黃沉澱	0	4.7	68.5	130.0
	60	無	無	黃	橙黃沉澱	0	2.5	91.5	163.0
	80	無	無	黃	橙黃沉澱	0	5.0	103.0	193.0

液色稍被抑止，吸光度略降低，知抑止作用不强。

第 十 表

對含自由氯 1 ppm 東海水樣之抑止

容 器	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm	液 色				0	吸 光 度		
		0	1	放 置, 時 24	48		放 1	光 置, 時 24	48
鐵 管	0	無	淡黃	黃沉澱	橙黃沉澱	0	29.0	162.0	271.0
	20	無	淡黃	黃沉澱	橙黃沉澱	0	21.0	105.5	196.0
	40	無	淡黃	黃	黃沉澱	0	15.0	79.2	148.0
	60	無	淡黃	黃	黃沉澱	0	15.0	90.0	159.0
	80	無	淡黃	黃沉澱	橙黃沉澱	0	15.0	102.0	177.0
生鐵管	0	無	黃	黃沉澱	黃沉澱	0	31.2	120.5	168.0
	20	無	淡黃	黃沉澱	黃沉澱	0	24.0	95.6	163.0
	40	無	淡黃	黃沉澱	黃沉澱	0	22.8	77.6	134.0
	60	無	淡黃	黃	黃沉澱	0	16.2	96.0	163.0
	80	無	淡黃	黃沉澱	橙黃沉澱	0	18.3	105.0	182.0

在管中停留 2 小時即變質，其吸光度仍甚高，知抑止作用亦不强。

含 Mn<sup>++</sup> 水之抑止作用

降低自由氯為 1 ppm, 加 Mn<sup>++</sup> 0.4 ppm, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 20—80 ppm 放置於鐵容器，陸續測其液色及吸光度以決定偏磷酸鈉之抑止作用，結果如第十一表。

## 第十表

對含  $Mn^{++}$  0.4 ppm, 自由氯 1 ppm 東海水樣之抑止

容 器	$P_2O_5$ ppm	液 色					吸 光 度			
		0	1	放 置, 24	時 48	0	放 1	置, 24	時 48	
鐵 管	20	無	無	淡黃	黃沉澱	0	3.2	57.0	131.0	
	40	無	無	淡黃	黃沉澱	0	3.2	75.0	145.0	
	60	無	無	淡黃	黃沉澱	0	3.5	71.0	138.0	
	80	無	無	淡黃	黃沉澱	0	3.2	87.5	167.0	
生鐵管	20	無	淡黃	淡黃	黃	0	8.2	62.0	126.0	
	40	無	淡黃	淡黃	黃	0	4.5	59.0	96.0	
	60	無	無	淡黃	黃	0	4.5	72.3	117.0	
	80	無	無	黃	橙黃沉澱	0	6.3	123.0	192.0	

同樣自由氯 1 ppm, 水中含有  $Mn^{++}$  其變質之抑止效果稍好。

用水在非鐵容器內之變質抑止

取嘉義深井和彎裡水廠水放水泥管中加氯水及偏磷酸鈉貯液, 使含自由氯 30 ppm 及  $P_2O_5$  0—40 ppm, 其變質抑止情形如第十二表。

## 第十二表

用水在非鐵容器內之變質抑止

水 樣	$P_2O_5$ ppm	液 色					吸 光 度				
		0	0.5	放 置, 1.5	時 4	24	0	放 0.5	置, 1.5	時 4	24
嘉義深井	0	無	無	淡黃	淡橙黃	赤橙	2.5	5.5	15.1	24.3	23.5
	10	無	無	無	無	無	1.0	1.2	1.5	5.5	13
	20	無	無	無	無	無	1.0	1.2	1.5	3.0	11
	30	無	無	無	無	無	1.0	1.2	1.5	3.0	11
	40	無	無	無	無	無	1.0	1.2	1.0	3.5	13

抑止效果相當高, 加  $P_2O_5$  10 ppm 即可在管中停留一日而不變質。

用水在鐵容器內之變質抑止

取彎裡水廠水放鐵管中加氯水和偏磷酸貯液含自由氯 30 ppm 或 2 ppm 及  $P_2O_5$  0—40 ppm, 其變質抑止情形如第十三表。

第 十 三 表

灣裡水廠水在鐵容器內之變質抑止

自由氯 ppm	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm	液 色 放 置 , 時						吸 光 度 放 置 , 時			
		0	0.5	1	3	24	0	0.5	1	3	24
30	0	無	淡黃	淡黃沉澱	淡黃沉澱	淡黃沉澱	0	43.2	65.0	104.0	236.0
30	10	無	淡黃	淡黃沉澱	淡黃沉澱	橙沉澱	0	31.0	55.0	102.0	266.0
30	20	無	淡黃	淡黃沉澱	淡黃沉澱	黃橙沉澱	0	23.0	45.5	83.0	248.0
30	30	無	淡黃	淡黃沉澱	淡黃沉澱	黃橙沉澱	0	27.0	53.0	95.0	260.0
30	40	無	淡黃	淡黃沉澱	淡黃沉澱	黃橙沉澱	0	27.3	51.5	92.3	267.0
2	0	無	無	白沉澱	白沉澱	橙黃沉澱	0	27.6	49.5	94.0	258.0
2	10	無	無	白沉澱	白沉澱	橙黃沉澱	0	18.3	30.5	76.0	244.0
2	20	無	無	白沉澱	白沉澱	橙黃沉澱	0	14.0	26.0	87.0	314.0
2	30	無	無	白沉澱	白沉澱	橙黃沉澱	0	15.0	28.0	82.6	282
2	40	無	無	白沉澱	白沉澱	橙黃沉澱	0	12.2	28.0	87.0	291.0

含 30 ppm 自由氯水不可停留, 含 2 ppm 自由氯水可停留 0.5 時, 此時 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 10 ppm 即有抑止效果。

討 論

Mn<sup>++</sup> 含量與水源

臺中地區包括臺中市, 豐原, 潭子均不含 Mn<sup>++</sup>, 只彰化市用水有 Mn<sup>++</sup>; 嘉義市, 臺南地區, 高雄市, 左營各地用水凡係河水多不含 Mn<sup>++</sup>, 凡係井水均含 Mn<sup>++</sup>, 各地水源與 Mn<sup>++</sup> 含量有如第十四表。

第 十 四 表

各地水源之 Mn<sup>++</sup> 含量, ppm

水源	臺中	彰化	嘉義	臺南	高雄
河水	0	0.1	0	0.1	0
深井	0	—	1.0	0.3	—
淺井	0	—	—	0.4	0.8

知臺中以南各地地表土壤已含錳鹽不多故河水少錳, 下層土壤含 Mn<sup>++</sup> 尚多, 因而與井水一同汲出。

容器與通氣變質

1. 在玻璃容器內中南各地區用水, 除嘉義深井水含錳較多, 加氯放置則變成淡橙色, 吸光度高達 23.5 外, 變質情形均不高, 無加抑止劑之必要。

2. 在瓦管或水泥管內, 東海深井水雖含自由氯 30 ppm 亦不變質。如加 Mn<sup>++</sup> 0.4 ppm 放置 24 小時即變成淡黃, 吸光度達 28.5。

3. 在鐵管或生鐵管內, 東海深井水, 無論加 Mn<sup>++</sup> 與否, 放置 1 小時後即變成淡黃色, 吸光度達 21, 24 小時後則生沉澱吸光度高達 240。水雖不含錳亦不得在鐵器內通氣, 但可使用水泥或瓦器。

偏磷酸鹽在鐵容器內之抑止作用

1. 含偏磷酸鈉 20—80 ppm, 自由氯 1—30 ppm 東海深井水樣, 由八一十表知只在低氯含量在 1 小時內有效, 停留稍久則變橙黃色而帶沉澱。

2. 含偏磷酸鈉 20—80 ppm, 自由氯 1 ppm,  $Mn^{++}$  0.4 ppm 之東海深井水樣, 由第十一表知停留數小時內偏磷酸鈉有抑止效果, 過久則變色或生沉澱。

含錳鹽都市用水之氯殺菌

1. 含自由氯 30 ppm 及  $P_2O_5$  10—40 ppm 之嘉義深井水, 臺南灣裡水廠水在水泥管中之變質抑止情形甚佳, 停留 24 小時以下變質可完全抑止。

2. 含自由氯 30 ppm 及  $P_2O_5$  10—40 ppm 之灣裡水廠水在鐵管中變質仍大, 30 分鐘後即變成淡黃帶沉澱, 吸光度 20—30, 抑止力不强。

3. 含自由氯 2 ppm 以下及  $P_2O_5$  10—40 ppm 之灣裡水在廠水鐵管中變質稍可抑止至停留 30 分鐘, 吸光度為 12—18。

## 總 括

在本省中南各地區都市用水之因含錳含鐵而加氯變質及其抑止實驗得到下列結果。

1. 彰化以南各地層含有錳鹽溶於地下水中, 故彰化, 嘉義, 臺南, 高雄各地區井水均含有多量之錳。地表因多年雨水沖洗, 已不含多量錳鹽故河水含量最少。

2. 淺井  $Mn^{++}$  含量最高 0.8—1.0 ppm, 深井含量為 0.3—0.4 ppm, 河水最少含量為 0.1 ppm. 可推定地下錳鹽乃在地表附近 30 尺內最多。

3. 都市用水雖不含錳, 亦不宜在鐵管內加氯, 得用水泥槽加氯再通至管中。

4. 含  $Mn^{++}$  都市用水加偏磷酸鈉抑止變質時亦得在水泥槽或磚槽加氯, 不得在鐵管中為之, 亦不得在鐵管中停留過久。

5. 本省中南部各地含  $Mn^{++}$  都市用水加偏磷酸鈉  $P_2O_5$  10 ppm 以下即可抑止加氯變質, 即水 1,000 噸需加六偏磷酸鈉約 10—15 公斤。

6. 在含  $Mn^{++}$  都市用水之實際處理所需六偏磷酸鈉量以其  $Fe^{++}$   $Mn^{++}$  含量計算恰等於配合水樣之需用量。

## 參 攷 文 獻

- (1) 李漢英, 陳世學, 東海學報 3 卷 2 期, 1—12 (民 50)
- (2) Griffin, Technical Methods of Analysis, p 695—699 (1955)
- (3) Scott, Standard Methods of Chemical Analysis Vol. 2, p 2063—2064 (1939)



STUDIES ON MUNICIPAL WATER CONDITIONG. II.  
CHLORINE TREATMENT OF  $Mn^{++}$  BEARING WATER IN THE  
MIDDLE AND SOUTHERN REGION OF TAIWAN

Lee Han-Ying and Chen Shih-Shieh

In the experimental work on the property change and its conditioning process of  $Mn^{++}$  bearing municipal water in chlorine treatment, we found:

I. Since there are many manganese salts dissolved underground in Chayi and south, all the ground water pumped out there contains much  $Mn^{++}$ . But in the surface of earth only a trace of manganese are left by years washing with rain water and, therefore all the river water contains very few  $Mn^{++}$ .

II. Well water contains  $Mn^{++}$  0.8—1.0 ppm max., deep well water 0.3—0.4 ppm and the river water 0.1 ppm only. It is not difficult to realize that manganese salts are contained in earth withih 30 feet only.

III. Municipal water should not be treated with chlorine in steel pipes even it does not contain manganese. It should be treated in cement vessel and then send it to steel pipes.

IV. Cinditioning of  $Mn^{++}$  bearing municipal water by sodium hexametaphosphate prefers cement, brick or other ceramic vessel to steel pipes or vessels. Even though the conditioned water can not stay in steel pipe overnight.

V. In the conditioning of municipal water in the midde or southern region the amount of sodium hexametaphosphate of less than 10 ppm  $P_2O_5$  is enough to prevent property change caused by chlorine treatment. It cost 10-15 Kg of sodium hexameta-phosphate in conditioning 1,000 tons of water.

VI. Calculating from the  $Fe^{++}$  and  $Mg^{++}$  bearing amount, the sodium hexameta-phosphate used in conditioning of municipal water is nearly the same as used in case of  $Mn^{++}$  bearing water samples.

