

嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

整合型計畫：台灣溫泉資源調查及永續利用之研究 總主持人：李孫榮
CNEE93-01 子計畫(3) 關子嶺泥漿泉加氯消毒之研究

計畫類別：☐個別型計畫 ☒整合型計畫

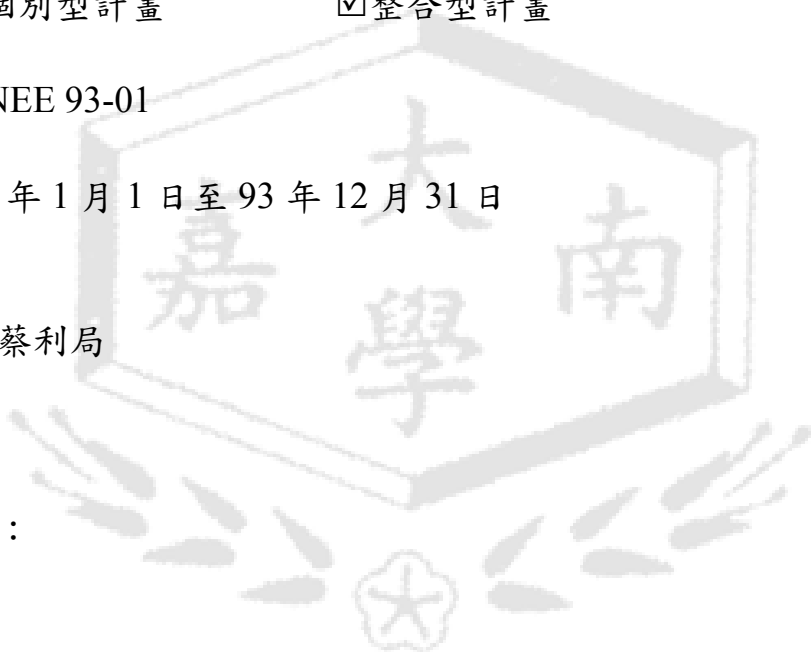
計畫編號：CNEE 93-01

執行期間：93 年 1 月 1 日至 93 年 12 月 31 日

計畫主持人：蔡利局

共同主持人：

計畫參與人員：



執行單位：嘉南藥理科技大學環境工程與科學系

中華民國 94 年 2 月 24 日

摘要

關子嶺溫泉區具備有南部最為悠久的溫泉歷史、全國唯一的泥漿溫泉，為全世界三個泥漿泉之一等特性。但其泉水出水量會受到乾季及雨季之影響，且溫泉出口只有二處天然露頭，無法以人工鑽井方式增加溫泉取得量。故溫泉水量無法藉由機械動力方式增加，每遇例假日旅客增加，溫泉用量需求增加時則不符所需。因此珍貴之泥漿泉更不符消費者需求量。

本計畫擬研究以加氯（次氯酸鈉溶液）消毒方式提高泥漿泉廢棄前之旅客使用次數，提升泥漿泉使用效率，減少每家溫泉業者對新鮮泥漿泉之需求量，達到以有限之泥漿泉供應整個溫泉區之需求。研究方式為取使用過泥漿溫泉，加入不同次氯酸鹽量，測試溫泉水中大腸桿菌群細菌、加氯量及餘氯量對濁泉中大腸桿菌群細菌之控制能力，做為溫泉業者提高溫泉使用效率之參考，並且可使有限量之溫泉水供應更多之溫泉業者營業，提高旅客消費者浸泡使用溫泉水之信心，加速溫泉產業之發展，實驗結果顯示，次氯酸鹽使用量高於普通泳池水之消耗量，次氯酸鹽確實可使溫泉水中大腸桿菌群數量快速之減少。

關鍵詞：溫泉、加氯消毒、大腸桿菌群、次氯酸鈉、

Abstract

Turbid hot spring in Tainan county is the only one source and have specific characteristic in Taiwan. There are three turbid hot springs found in the world. The flow rate of turbid hot spring, which was gained by natural sources and can not increase with mechanic power, in Tainan county is effected with dry or rainy season. The supply of hot spring can not meet the consume in vacation. The value of this special hot spring increased in vacation.

The aim of this study focuses on the increase of time before the hot spring was discharged so as to reduce the spent of valuable turbid hot spring source. Sodium hyperchloride with different

dosage was discharged to the spring to reduce the number of coliform group for the reason of sanitary. The confidence of consumer can be increased with the addition of sodium hyperchloride in the hot spring. The consume of Sodium hyperchloride in turbid hot spring was higher than in the swimming pool and was useful for the number reduction of coliform group.

Keywords: hot spring, chlorination, coliform group, sodium hyperchloride

前言

關子嶺溫泉屬於自然湧出之濁泉，內含大量之微細顆粒泥沙，全球只有三個國家(台灣關子嶺、日本北海道及義大利)有發現，屬於世界級之珍貴資源。目前關子嶺溫泉之取得方式主要依靠二處天然湧出口（警光山莊旁及火王爺廟下方），且由於形成之方式特殊，不易以人工鑿井方式取得，因此關子嶺濁泉之產量受到天候、季節、雨量、甚至地震也會造成溫泉水流量劇減或斷流。民國 93 年農曆春節後關子嶺溫泉二處溫泉出口之一之火王爺即受到地殼位移之影響而斷流時間長達半年之久。921 大地震也造成警光山莊旁溫泉口溫泉湧出水量劇減。溫泉產業之發展在台灣已有百年歷史，關子嶺溫泉屬於較早開發利用者，尤其近年來水利署大力推展溫泉產業並由立法院通過溫泉法，台南縣政府亦大力支持觀光產業之發展並訂為縣政發展之要項，因此關子嶺溫泉區之設立及建設亦投注大量之經費，但美中不足者為關子嶺溫泉水量之開發多年來投注大量經費及人力亦未能成功，影響溫泉休閒產業之發展推廣。因此當前可行之變通方法之一為考慮以消毒方式延長溫泉水之使用次數及時間，尤其溫泉水浸泡可能引發傳染性疾病之傳言甚囂塵上之際，以加氯劑消毒之簡便方式甚為可行。引起衛生問題之微生物種類繁多、通常由人類

浸泡出現於溫泉水中之頻率及時間難確定且出現之濃度通常很低，使得監測分析工作困難度大增。因此大腸桿菌群細菌不失為恰當之指標微生物，通常水中致病菌之存在與否，大家都已能接受採用大腸桿菌群細菌為指標，且分析方法簡易並且不具危險性(Wyer et al., 1997)。本研究將使用大腸桿菌群細菌代表經人體浸泡使用後溫泉水之病菌污染程度，以次氯酸鈉溶液為消毒劑(Duckhouse et al., 2004; Hassen et al., 2000; Sanchez, 1993; Saunier, 1979)，探討消毒劑作用時間、劑量、餘氯量對濁泉中大腸桿菌群細菌之控制能力，做為關子嶺溫泉業者控制溫泉水使用衛生之管理及操作依據。

研究方法及步驟

1. 溫泉水樣

自關子嶺警光山莊旁溫泉湧出水口採取濁泉，採樣當時溫泉水溫度為 81℃，直接裝入 PC 材質塑膠筒中帶回實驗室冷卻靜置使用。

2. 溫泉水粒徑分佈分析

為了解濁泉中顆粒粒徑分佈之特性，使用雷射粒徑分析儀(Beckman Coulter, N5, Submicron Particle Size Analyzer)進行濁泉中粒徑分佈之分析。

3. 溫泉水消毒操作

取燒杯裝入 1 升溫泉水放在杯瓶試驗機上，轉速控制在 100RPM 下，加入 500ppm 之 100、70、40、20、及 5 mL 次氯酸鈉溶液消毒劑，每杯溫泉水中次氯酸鈉溶液加入劑量以最終消毒反應後殘留劑量推估，加入量約為預定殘留劑量之 30 倍。加入次氯酸鈉溶液後每隔 4、10、30、60、及 120 分鐘後取樣 50mL，以水中餘氯檢測方法—分光光度計/DPD 法測定餘氯量(包括總餘氯、自由餘氯及結合餘氯)，另取樣 10mL 加入 1%硫代硫酸鈉溶液先去除餘氯量，以水中大腸桿菌群檢測方法

—多管發酵法測定水樣中殘留之大腸桿菌群數量。

4. 分析方法

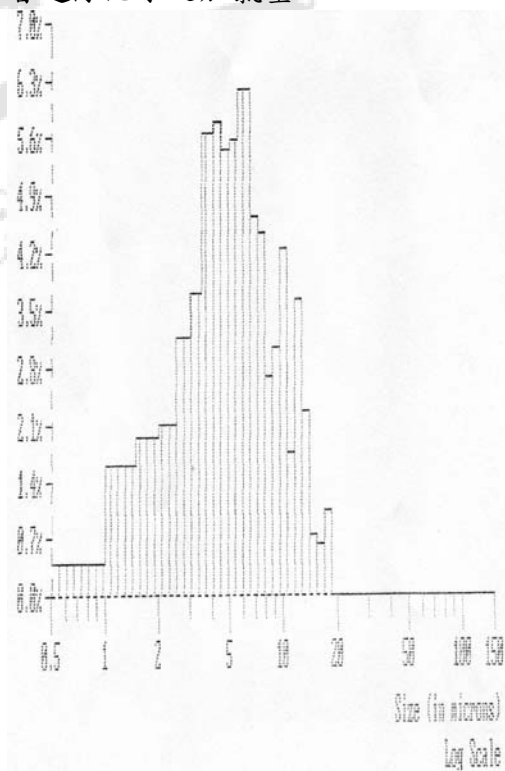
4.1 水中餘氯檢測方法—分光光度計/DPD 法：採用環保署公告之方法，(83)環署檢字第 19170 號(NIEA W408.50A)。

4.2 水中大腸桿菌群檢測方法—多管發酵法：採用環保署公告之方法，環署檢字第 0390022285 號(NIEA E201.52B)。

結果與討論

1. 溫泉顆粒粒徑分佈特性

圖一為關子嶺溫泉水經雷射粒徑分析儀分析後粒徑分佈結果，平均粒徑約 5.44μm，最大粒徑不高於 20μm，絕大部分粒徑分佈於 3 至 8μm。因為其粒徑顆粒細，相對提升比表面積，增加次氯酸鈉溶液消毒劑反應消耗量，因此其次氯酸鈉溶液消毒劑用量將高於普通泳池水之加氯量。

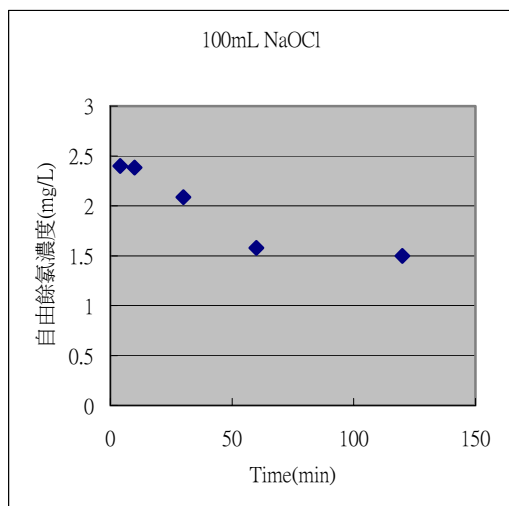


圖一 關子嶺溫泉水顆粒粒徑分佈圖

2. 餘氯量與溫泉接觸反應時間之變化

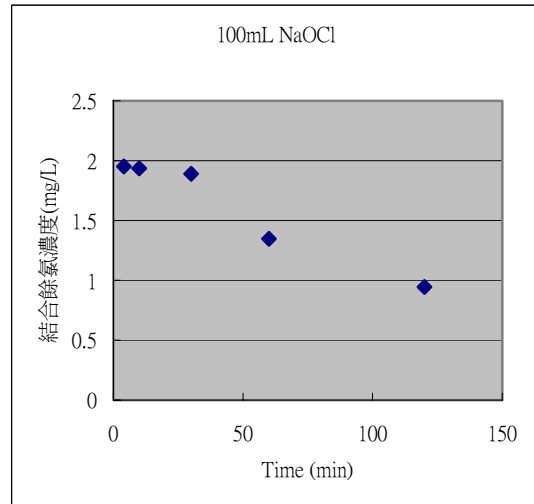
游泳池水之餘氯量要求濃度需維持於

0.6ppm 以上才能合乎衛生標準，溫泉水之營業衛生標準除台北市外尚未公告餘氯量標準。關子嶺溫泉因含有大量細顆粒之泥沙，因此加入之次氯酸鈉溶液消毒劑會快速被消耗；當加入 100 mL NaOCl 藥量(圖二及三)，4 分鐘後測得之自由餘氯及結合餘氯量分別為 2.36 及 1.95ppm，60 分鐘後測得之自由餘氯及結合餘氯量分別為 1.57 及 1.35ppm，120 分鐘後測得之自由餘氯及結合餘氯量分別為 1.49 及 0.9ppm。當加入 70 mL NaOCl 藥量(圖四及五)，4 分鐘後測得之自由餘氯及結合餘氯量分別為 2.15 及 2.06ppm，60 分鐘後測得之自由餘氯及結合餘氯量分別為 1.5 及 0.7ppm，120 分鐘後測得之自由餘氯及結合餘氯量分別為 0.08 及 0.02ppm。當加入 40 mL NaOCl 藥量(圖六及七)，4 分鐘後測得之自由餘氯及結合餘氯量分別為 1.27 及 0.38ppm，60 分鐘後測得之自由餘氯及結合餘氯量分別為 0.81 及 0.35ppm，120 分鐘後測得之自由餘氯及結合餘氯量分別為 0.08 及 0.02ppm。當加入 20 mL NaOCl 藥量，4 分鐘後測得之自由餘氯及結合餘氯量分別為 0.1 ppm 及低於偵測極限，10 分鐘後測得之自由餘氯及結合餘氯量皆低於偵測極限，當加入 5 mL NaOCl 藥量，4 分鐘後測得之自由餘氯及結合餘氯量皆低於偵測極限。至於溫泉業者之加藥量應設定多少，可以餘氯量維持於 0.6ppm 以上做為操作之參數。



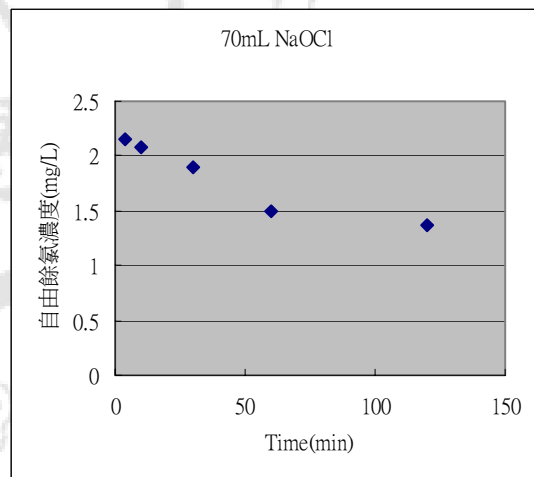
圖二

100 mL NaOCl 藥量下，溫泉水中自由餘氯量隨時間之變化



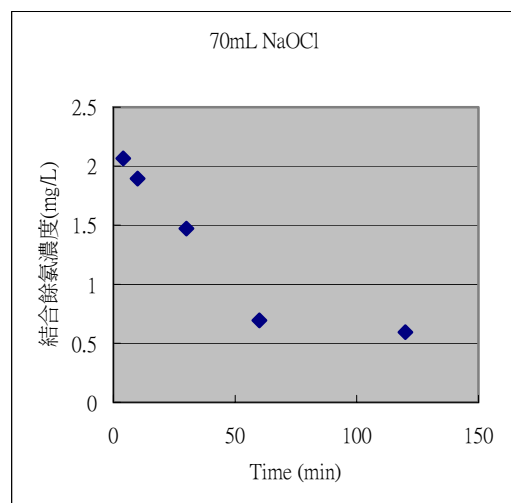
圖三

100 mL NaOCl 藥量下，溫泉水中結合餘氯量隨時間之變化



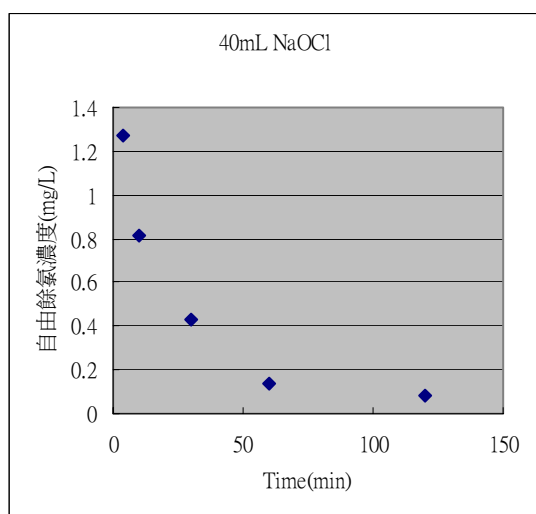
圖四

70 mL NaOCl 藥量下，溫泉水中自由餘氯量隨時間之變化

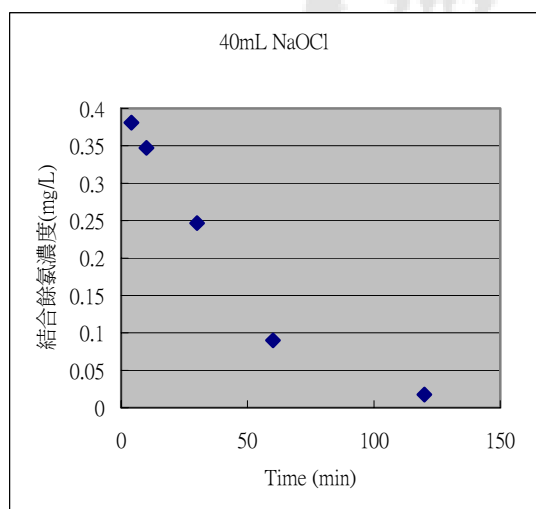


圖五

70 mL NaOCl 藥量下，溫泉水中結合餘氯量
隨時間之變化



六 40 mL NaOCl 藥量下，溫泉水中自由餘氯
量隨時間之變化

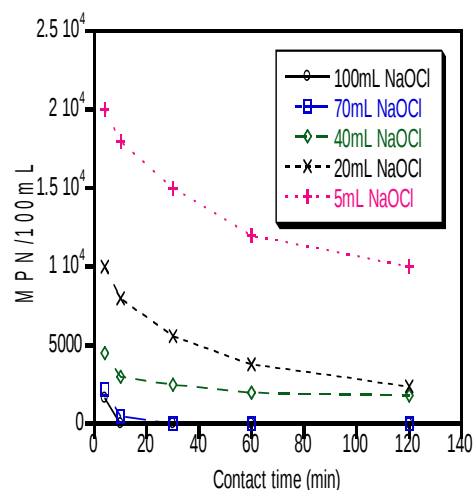


圖七

40 mL NaOCl 藥量下，溫泉水中結合餘氯量
隨時間之變化

3. 餘氯量與大腸桿菌群數量之變化

當加入 100 mL NaOCl 藥量經十分鐘後，溫泉水中餘氯量降至 2.3ppm，大腸桿菌群數量低於 10MPN/100mL。但 NaOCl 藥量小於 70 mL，雖經過 120 分鐘之接觸時間雖可降低濁泉中大腸桿菌群數量如圖八所示，但仍無法達到衛生之標準且溫泉水中餘氯量不合乎泳池水之衛生標準。



圖八 溫泉水中大腸桿菌數隨時間之變化

結論

關子嶺溫泉水加氯消毒確實可降低水中大腸菌含量，初步測試之加藥量高於泳池水之需求。至於此種消毒方式可否被消費者接受則有待更深入之探討。

誌謝

本研究承蒙嘉南藥理科技大學經費補助才得以完成，在此致上謝意，經費補助編號 CNEE93-01。

參考文獻

- Duckhouse H., Mason T.J., Phull S.S., Lorimer J.P., 2004. The effect of sonication on microbial disinfection using hypochlorite. *Ultrasonics Sonochemistry* 11, 173-176.
- Hassen A., Heyouni A., Shayeb H., Cherif M. Boudabous A., 2000. Inactivation of indicator bacteria in waste water by chlorine –a kinetics study. *Bioresource Technology* 72, 85-93.
- Sanchez J.M.C., 1993. Reaction kinetics of humic acid with sodium hypochlorite. *Water Res.* 27, 815-820.
- Saunier B.M., 1979. The kinetics of break point chlorination in continuous flow system. *J. Wat. Wks. Ass.* 71, 164-172.
- Wyer M. D., O'Neill G., Kay D., Crowther J., 1997. Non outfall sources of faecal

indicator organisms affecting the compliance of coastal waters with directive 76/160/EEC. Wat. Sci. Technol. 35, 141-156.

水中餘氯檢測方法—分光光度計/DPD 法，中華民國 83 年 8 月 3 日(83)環署檢字第 19170 號(NIEA W408.50A)。

水中大腸桿菌群檢測方法—多管發酵法，中華民國 93 年 3 月 29 日環署檢字第 0390022285 號(NIEA E201.52B)。

