

出國報告(出國類別：交換學生)

捷克科技大學交換學生心得報告

服務機關：土壤環境科學系

姓名職稱：謝佳美 大學部學生

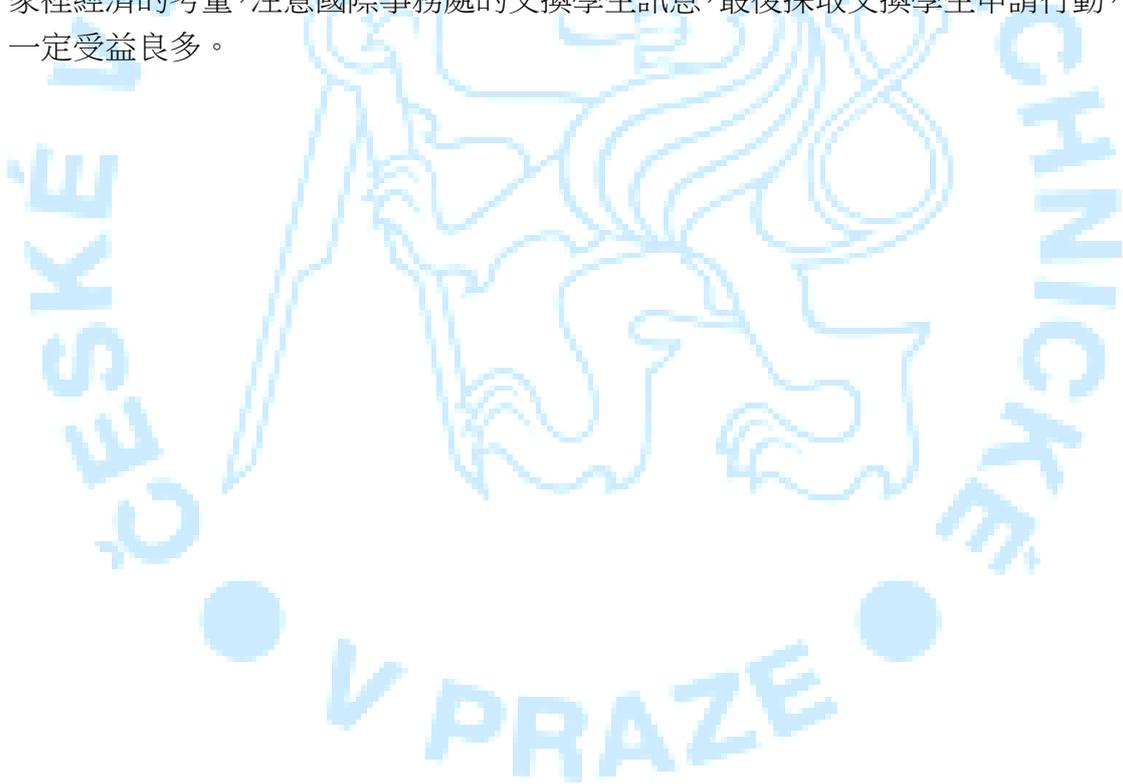
派赴國家：捷克

出國期間：101年9月5日至102年8月7日

提交出國報告日期：102年9月23日

摘要

出國讀書是我從小就有的夢想，因此在英文學習方面上，有認真的下功夫，由於國際事務處與許多國外學校有交換學生的合作以及許多學長姐國外交換學生的心得分享，促使我的夢想有了行動，而在大四這一年終於實現了。我所交換的學校是捷克科技大學，位於捷克首都布拉格，此間學校在 2008 年與本校簽訂了基業工程博士學位雙學制，使興大成為全臺大學第一間與捷克簽訂雙學制的大學。在這一年當中選了三門主要的科目—環境工程、奈米科技以及土壤污染與復育。土壤污染與復育是與我在土壤環境科學系裡的選修課，老師授課內容從基本的土壤物化性質介紹、污染物的來源、種類及危害，到污染場址的調查，以及最後污染復育的技術。在學期間老師也讓學生觀察一個簡單處理污染物的實驗。這一年最大的收穫是英文能力的進步，不論是在課堂聽講、討論，或是日常生活與國際生的相處，去除了我對英文說方面的恐懼。土壤污染與處理知識上也學到許多。建議想去國外讀書生活的同學，首先要加強英文或其他語言，並與家人溝通以及家裡經濟的考量，注意國際事務處的交換學生訊息，最後採取交換學生申請行動，一定受益良多。



目次

壹、緣起與目的	1
貳、研修學校簡介	2
參、交換學生過程	3
肆、心得與建議	8
伍、附錄	9



壹、緣起與目的

出身於基督徒家庭的我，從小在教會中常常看到不同國家的人來台灣訪問，所以對於外國人的生活和文化有很深的興趣，再加上許多雜誌及新聞報導關於西方的教育是啟發而非「填鴨式」教育，心裡嚮往著哪一天若有機會出國，一定要好好把握，因此從國中開始加強自己的英文能力。在學習英文的過程中發現自己在聽、說方面練習上很缺乏，高中後，課餘之外會聽聽英文廣播及看英文雜誌內容，慢慢地培養對於英文的熟悉度。大一英文選了一個聽、說、讀、寫都很著重的英文老師，上課會要同學們聽英國廣播電台(BBC)之網站【學習英文】(Learning English)，幫助我聽得懂英式口音及用詞。在課堂上老師也會強迫我們兩人一組練習說英文以及用英文回答老師的問題；期中、期末考的口試考試，不僅培養表達能力，也加強了寫作的順暢度。

到了大二就開始注意學校國際事務處關於交換學生的信息，以及與之前有去海外交換學生的學長姐諮詢、聽聽他們的心得並詢問哪個年級去比較適合。藉由網路和學長姐的建議，以及本系上每年級課程的輕重程度，我決定申請大四一學年的時間交換學生，回來由於系上大四仍有必修課，所以已有延畢一年的心理準備。

在選擇交換學校志願填寫上，考量了與本科系相關與家裡財力的狀況，我選擇兩所大學：第一志願為波蘭華沙生命科學大學，第二為捷克科技大學；前者與我所讀的課系相關性較大，後者是偏工程的學校，極少部分課程是偏環境類學科，然而因為回國後還需延畢一年，所以依舊填寫其為志願。最後學校的審核，我申請上了本校唯一去捷克科技大學的名額，展開了一年在國外求學的經歷。

因就讀國立中興大學的土壤環境科學系，對於土壤汙染及各類環境汙染議題有興趣，盼望能找出有效的解決方案或材料。又因加入了本系環境奈米材料實驗室，在林耀東指導教授的鼓勵和啟發之下，讓我深刻的體會到需要趁在學期間抓住能和國際學生交流的機會，以擴大視野且激發更多的思考，因此決定參與交換學生計畫，利用最經濟實惠且最安全的管道到國外學習，充實專業知識，並藉由這一年獨自在外求學的經驗培養出獨立自主的個性。

在捷克科技大學的學習期間將選擇較有興趣之領域的實驗室，跟老師及同學在課業及生活上多交流，以學習環境方面的專業知識，平日閱讀相關的論文及期刊，充實專業知識，以補足「非就讀環境工程本科系」之專業背景不足的缺憾。因為捷克科技大學為歷史悠久且以工程為主的大學，所以課程方面不僅有教授授課，授課後會有實際操作的教學，使課堂上所學的知識化為應用。雖然捷克語不像英文是國際通用的語言，又是斯拉夫語系，對台灣人來說是很陌生的，藉由這次的機會能多學第三外語，對自己也是獲益良多，將來若想學其他斯拉夫語系的語言也會比較容易。捷克科技大學有附設語言中心，提供小班制且有系統的捷克語課

程教學，期待能藉此學好捷克語，至少足夠應付日常生活溝通之需要。

雖然在中興大學讀的科系是隸屬於農學院，但自己對於環境污染防治方面有很大的興趣，希望藉由出國能學習其他國家的技術和方法，並結合本科系所學，必定能產生更大的效益。

這一年的海外求學目的及預期效益：一、藉由與來自各州的同學交談、相處去體驗不同文化生活，文化的衝擊帶來許多人生的省思；二、加強英文溝通表達能力：英文為全球的國際語言，然而在台灣很少有機會進入全英文的課程和環境，期許自己在未來一年間好好把握機會，能說英文的時機(如上台報告)就盡量說；三、吸收各國學生在讀書上和生活中的長處；四、對於本科系相關的唯一科目—土壤汙染與復育這門課，能夠深入研究探討，期許自己未來成為一名環境污染防治專家。我認為這些點可以幫助我不論是在往後的求學，或是將來出社會工作都有很大的啟發。

貳、研修學校簡介

捷克科技大學(Czech Technical University in Prague)位於捷克首都布拉格，距離機場及市區搭大眾運輸約 30 分鐘，學校周邊交通發達，地鐵、有軌電車、火車、公車皆有，附近有大賣場，生活機能方便。本學校創立於 1707 年，以工學院起家，共有八個學院-土木工程、機械工程、電子工程、核能科學與物理工程、建築、運輸科學、生物醫學工程以及資訊科技，在捷克與國際學術地位相當高(2010 年泰晤士高等教育—QS 世界大學排名科技大學第 121 名)，在高科技、機械、建築方面表現亮眼，是捷克國內最好也是歷史最悠久理工大學，該校有兩名著名的教授—提出都卜勒效應的都卜勒(Doppler)和獲得諾貝爾化學獎的佛拉迪米爾 普雷洛格(Vladimir Prelog)。這所大學學生數約兩萬四千人，授課人員約一千五百位。本校機械工程系與捷克科技大學機械工程系在 2008 年簽訂博士學位雙學制；興大為台灣第一個與捷克合作頒授雙博士學位的大學。

與許多歐洲的大學一樣，捷克科技大學的學制是大學和研究所為五年。選課方面，國際生僅能選修英文授課的課程，沒有分年級的限制，亦即沒有像台灣大學有同班同學，對於非歐洲的學生沒有須選多少學分課程的限制，因此選課自由，也可以藉此認識不同學系的學生，唯一一點不方便的是，選課是人工作業，加退選皆需至系上辦公室辦理，但仍舊有網路選課系統，可以看到自己所選的課程及上課時間；在期末考試方面，有些老師會要同學在網路上註冊勾選考試的時間。考試方面，學校行事曆是僅有學期末一個月的期末考月，不過視老師對於課程的進度及輕重而定，如我修的環境工程課，由四位老師共同授課，因此學期間共考了四次考試。打成績為 A 到 E 算及格，以百分比換算為 50 以上即通過，F 為不

通過，而有些課程可讓學生選擇拿學分和打成績一起，或是僅拿學分但無成績。關於考試與台灣不同的方式是，有些科目需要筆試加上口試，或是僅有口試，老師會就著學生的筆試成績及口頭考試來評估學生對於課程的理解打分數，我認為這對台灣的大學生是一大挑戰，可能筆試的問題都會寫，但當老師問一些相關的應用是就不知如何回答；另外一個考試特別的點是：若是老師定考試的時間無法參加考試，可以另外跟老師約時間，或是老師會開放幾個時間點考試，可選擇自己想要哪個時間點考，並且有補考至少三次的機會。聽一位本地捷克學生的經驗，甚至在暑假期間也可以補考，且是在老師的家裡進行。

參、交換學生過程

在捷克科技大學這一年總共修習了五門課，三門跟本系相關以及初級捷克文(兩學期)以及體育：以下表格簡述三門主要課程及課綱

環境工程 (Environmental Engineering) 學分數:6	奈米科技 (Nanotechnology) 學分數:4	土壤汙染與復育(Soil Contamination and Remediation) 學分數:2
1. 室內環境與溫度舒適度(Indoor Environment and Thermal Comfort) 2. 基礎流體力學(Fundamentals of Fluid Mechanics) 3. 基礎熱傳輸(Fundamentals of Heat Transfer) 4. 濕度測量學(Psychrometrics) 5. 熱原理(Fundamentals of Heating) 6. 通風原理	1. 奈米材料簡介 2. 掃描隧道顯微鏡(STM)與原子力顯微鏡(AFM)及其他顯微晶之原理及應用 3. 奈米材料的合成 4. 常見奈米材料的特性及性質 5. 奈米科技應用	1. 土壤科學簡介 2. 土壤化學簡介 3. 土壤汙染與復育起源與污染物在環境的影響 4. 污染物的運輸 5. 污染物的種類 6. 田野調查法 7. 土壤汙染處理方法

(Fundamentals of Ventilation) 7.空氣調節原理 (Fundamentals of Air-conditioning) 8.再生能源系統 (Systems with Renewable Energy Sources) 9.噪音減低基礎 (Fundamentals of Noise Reduction)		
---	--	--

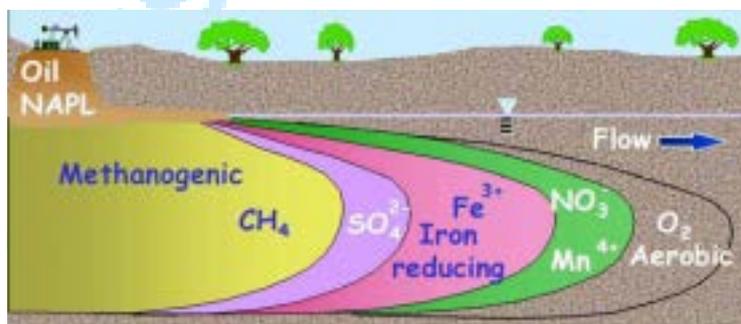
就讀於土壤環境科學系的我，去了工程的大學，對於工程方面沒有什麼接觸，因此除了一科關於與土壤相關的課程，另兩門課是依自己的興趣選擇較基礎的學科—環境工程與奈米科技。環境工程這門課老師前三個小時是授課，後兩個小時相當於演算課，就著課程進行一些題目計算講解，由於老師教授的為基本觀念與簡單的計算，對於非工科的我來說可以跟上；評分方式為紙筆測驗。奈米科技課程是機械工程系的老師開課的，所以許多關於機械工程上的原理及一些專有名詞不大懂，但對於奈米尺度之材料物化性質及製造有較深的領會，另外因為在興大系上加入的實驗室研究環境奈米材料和光觸媒二氧化鈦，藉由這堂課更能夠了解二氧化鈦的應用；一學期的課程約有四到五次校外參觀工廠及學術單位；評分方式有一口頭報告與口頭考試。

以下以與本系所學最相關之課程—土壤污染與復育進行詳細說明：

土壤污染與復育：此課程是由土木工程學院下之「灌溉、排水及地形工程學系」(Department of Irrigation, Drainage and Landscape Engineering)的老師授課，大部分來修課的是土木工程系的學生，因此老師首先對土壤進行簡單的介紹，如：土壤是岩石圈、生物圈以及大氣圈的交集、土壤的物理、化學性質 以及對環境和人類的影響等。尤其著重在土壤裡的化學反應，以水為媒介(溶劑)的反應是較多的，在土壤裡的水合作用、水解、溶解、氧化還原的反應接與水有關係。對於土壤有相當程度的了解後，開始介紹土壤內的污染物來源與種類：其來源有工業、農業、城市化及由自然環境產生，美國環保署(EPA)列舉出土壤中前十名之污染物中，金屬有鎘、鉛、汞、砷，有機物有石油、多氯聯苯(PCBs)，且說明這些污染物對人體的傷害。而在處理污染物之前，最重要即為廠址調查，包括污染物的種類(金屬、有機物或無機物)、性質(密度高低、揮發性)及污染地區的地形、污染物未來的流向、危害的程度等，才討論整治的方針，未來也須持續監控。

復育方法可分為物理、化學、生物方法。物理方法如：取處理法(Pump-and-Treat)、空氣注入法(Air Sparging)、氣提法(Air Stripping)等，化學方法：土壤淋洗(Soil Flushing)、化學氧化法(Chemical Oxidation)、固化與穩定化法(Solidification/Stabilization)等，生物方法：植物復育法、生物復育法、監控式自然降解法(Monitored Natural Attenuation)等。物理化學方法的原理，是利用污染物的物化特性，達到破壞、去除的目的，此種方法效果較佳，處理時間較短。而生物復育原理主要是利用微生物或植物進行吸收或分解污染物的作用，以達到整治的效果，此種方法花費成本較低，然而進行的時間較長。

出身為農學院的我，對於生物的方法是較熟悉且支持的，在學習過程中，我對於監控式自然降解法(簡稱MNA)有較多的興趣，以下為MNA法微生物分解作用的簡圖：



➤ MNA 法

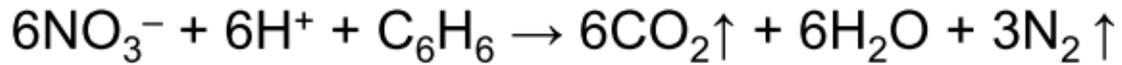
此方法主要是處理石油污染物，生物分解作用之先後順序是從圖中右到左方向進行，以下進行不同階段的反應描述及化學反應式說明：

首先是有氧生物分解作用(Aerobic Biodegradation)，以氧氣為電子接受者與碳氫化合物反應，使其反應生為二氧化碳和水，降低碳氫化合物的濃度。因此可以利用檢測氧氣和碳氫化合物濃度的減少為此分解作用的指標物。

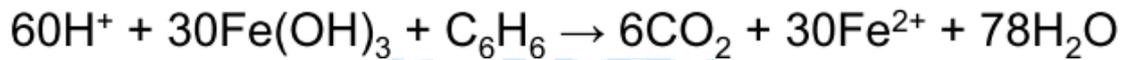


第二為脫氮作用(Denitrification)，硝酸為電子接受者，經由許多可以分解硝酸鹽

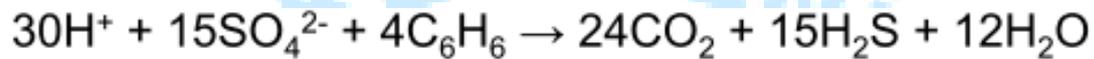
以及其相關中間物之細菌，使其成為最終還原成氮氣。此作用是在缺氧環境下進行。反應指標物為：硝酸鹽減少、脫氮細菌的出現，以及缺氧的環境(氧氣<1 mg/L)



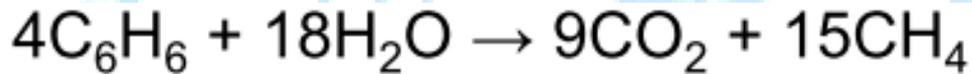
第三為鐵還原作用(Iron Reduction)，將汙染物中的三價鐵(Fe^{3+})還原成二價鐵(Fe^{2+})，參與反應的細菌為鐵還原細菌，與脫氮作用一樣，皆在缺氧環境下發生。指標物為二價鐵增加、溶氧量非常低。



第四為硫酸鹽還原作用(Sulfate Reduction)

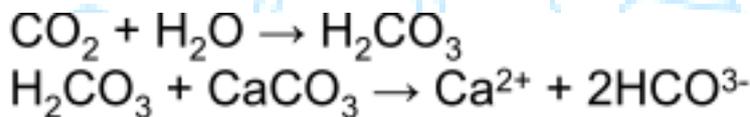


第五為甲烷化作用(Methanogenesis)



此反應不是氧化還原反應而是發酵反應，在極度厭氧條件下發生，產物為二氧化碳和甲烷。

此五種反應產物皆含有二氧化碳，在土壤中與水及碳酸鈣發生中和反應，增加環境的鹼性，若汙染地區是農田，需要注意其種植作物使否耐鹼性。



在一連串反應間及後續皆須監控，如產物中的硫化氫為有毒氣體、甲烷為溫室氣體，需要將其轉換或做其他用途：硫化氫可與二氧化硫反應生成元素硫和水；甲烷可以儲存當燃料。

這門課有做汙染物的貫流曲線(Breakthrough Curve)，簡易的模擬汙染物在土壤中的流動速率以及計算汙染物去除的效率，詳見附錄。

監控式自然降解法最大的缺點是復育時間相當長，少則三到五年，多則幾十年，是污染場址的汙染情況而定，此方法的優點為利用微生物之生物技術來處理，可以大大降低工程方面的成本，不會另外造成土壤的破壞。

從土壤汙染復育這門課中深深的體悟：每年政府或企業在去除汙染花費很大的功夫，但許多的汙染是由人類故意或不小心中排放廢棄物所導致的，然而在排放廢棄物時，常常會有「不會影響到我的生活」的心態，殊不知這樣的想法對於大自

然和別人甚至自己都是一大危害，以土壤—地球的皮膚—來說，若是良好的土壤上，可以種植人類生活所需健康無害的作物、蔬果，給植物適合生長的环境，生活在其上的動物、人們過得舒服自在；反之，因為人為的破壞，人們的心理往往是想著如何補救，而不是預防，這樣的想法造成了汙染發生後需要消耗大量的資金和時間才能稍微地將土壤恢復起初的原貌，若是無法復育的土壤，就將那個地方訂為永久性場址，採不處理的政策，對於人口不斷上升的壓力來看，一定是弊大於利。許多的企業常常是為達目的不擇手段，以自己的利益優先，等到最大獲利達到後，才開始履行企業社會責任，用金錢來解決事情。教授呼籲同學們(因為大部分同學為土木營造之工程科系)未來若從事建築方面的工作，要謹慎考慮土壤的物化性質、是否有汙染物等負面影響。



肆、心得與建議

一年在國外求學，最大的受益是英文能力的加強，不管是在課堂上聽教授帶有捷克口音的英文，或是與各國同學的討論及口頭報告，雖不能說是百分之百了解他們所說的每個字，但關鍵的重點大致都可以抓得住。英文會話能力也因為課堂上口頭報告與回答老師問題以及平常與國際生的生活進步許多，一剛開始有點怕自己單字量不足和文法錯誤而不敢說，但在跟老師和同學上課及生活相處的過程，發現他們都會很認真地聽我說不大完整的句子，我說完後他們大都可以了解我之前說的意義，在這一來一往的交流中，漸漸地以英文的角度說英文，而非中文的角度。西方長幼有序的觀念沒有東方國家重，老師和學生就如朋友一般，在學習中遇到問題時，通過電子郵件詢問，老師大都會很仔細地回答問題，並且在課堂結束後也會關心之前提問的是否了解了。有些課程老師會帶學生去校外參觀相關學術單位及工廠，請各單位的研究員講解儀器、機器的原理和操作步驟，使學生們對於課堂上所得的知識有更主觀、進一步的了解。

畢業後打算攻取國內外環境相關的研究所，因為環境問題對於人類生活的影響甚大，在科技進步的同時，對於環境方面也需要更加注重，因此將來會朝著這方面深入的研究。捷克科技大學是一所國際化的學校，常與世界各國著名的大學交流，在這樣學習環境的薰陶和國際交流下，對國際間的事物更加了解，因為解決環境問題絕非各國能獨自解決的，需要全球人民達成共識且一同努力才有可能達成。

在與同學的相處中發現，有些的歐美學生想唸大學的原因不是因為「同學都去念，所以我也去」的心態，他們對於讀大學這件事都有自己的理想，對自己也有高的期許，許多人在大一就積極找尋自己有興趣領域的機構實習，很欣賞他們的上進心。在關於國家對於高等學校的重視來看，如德國很重視技職體系這一環，及本國的科技大學，強調實用而非理論，在所謂「高等學校」裡的學生不會看不起技職學生，技職學生也不會覺得自卑，總歸一句話：術業有專攻。另有一點我覺得很驚訝的是：美國來的同學很多都有雙主修，而且有些人的雙主修是科學領域雙修社會科學或音樂，我想在台灣來說是不大可能的。

學校國際事務處近來與越來越多國外學校簽訂學術合作合約，提供更多的交換學生名額機會，且有些國外姊妹校給與大學生不少的補助(如生活獎學金、免宿舍費用、免繳對方學校學費等)，對於像我家裡經濟狀況小康的家庭的同學是個不錯的選擇。有想要出國體驗不同風俗文化及上課型態的同學，若在家人支持且經濟能力許可的條件下，且審慎考慮哪一年級要出國(大三還是大四？去一個學期還是一學年？通常大部分的科系大三的課較重，而大四上學期去會與研究所考試重疊。可以以此為考量)，鼓勵同學積極申請交換學生的機會。

伍、附錄

一、土壤汙染與復育實驗報告

Breakthrough with Rhodamine G

Introduction

To make a breakthrough curve by using the simple equipment- water flows in the contaminated column filled with glass beads, then the concentration of the contaminants are measured by the flurometer. Furthermore, calculate mass influx and outflux and the recovery efficiency.

Materials and Methods

1. Materials: Rhodamine solution, water, column, pump, flourometer
2. Methods:
 - (A)Calibration
 - a. Inject the standard solution(100ppb) to the fluorometer
 - b. Calibrate the concentration data of the fluorometer to 100ppb
 - c. Inject water to eliminate the standard solution
 - (B)Breakthrough experiment
 - a. Inject 1liter of Rhodamine(100ppb) to the column with glass beads.(Record the duration of injection 1 liter solution)
 - b. After injection of Rhodamine, inject water into the column to wash out the solution of Rhodamine.
 - c. Wait for the data of concentration.

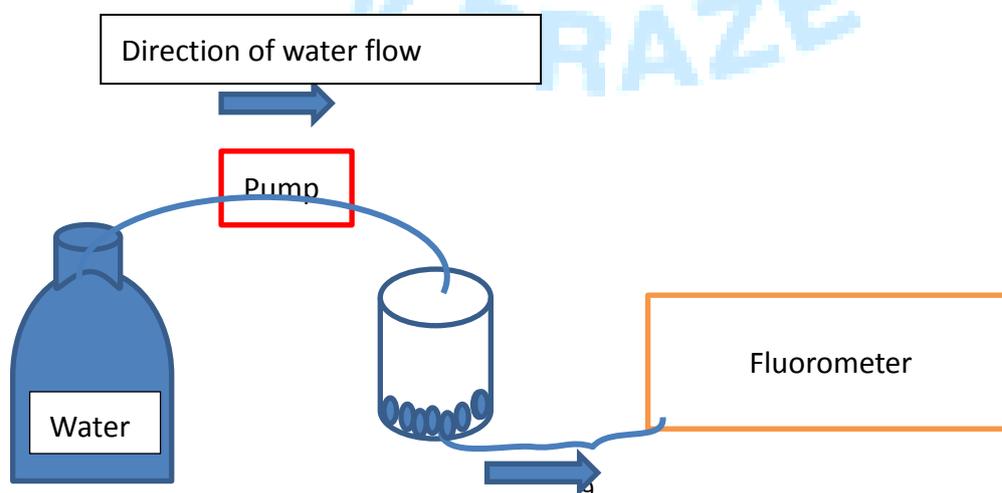


Fig. 1 Setup of the experiment

C. Results and Discussion

1. Results

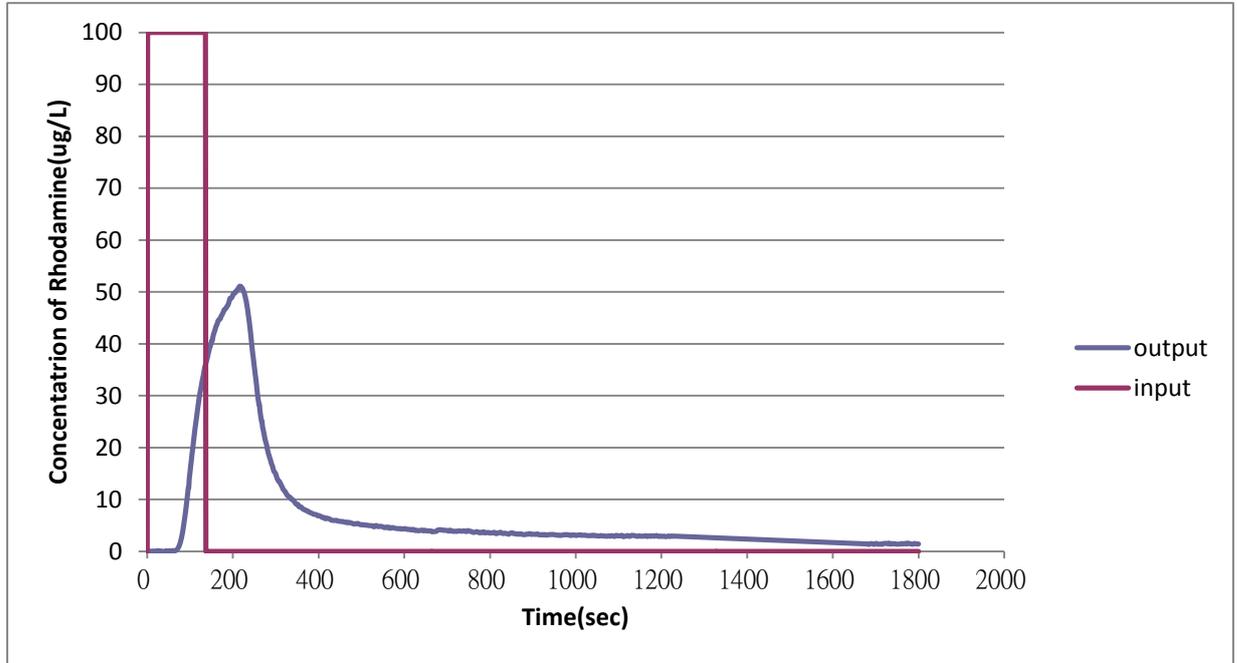


Fig2. Input pulse and output breakthrough curve- concentration of Rhodamine of input and output in time.

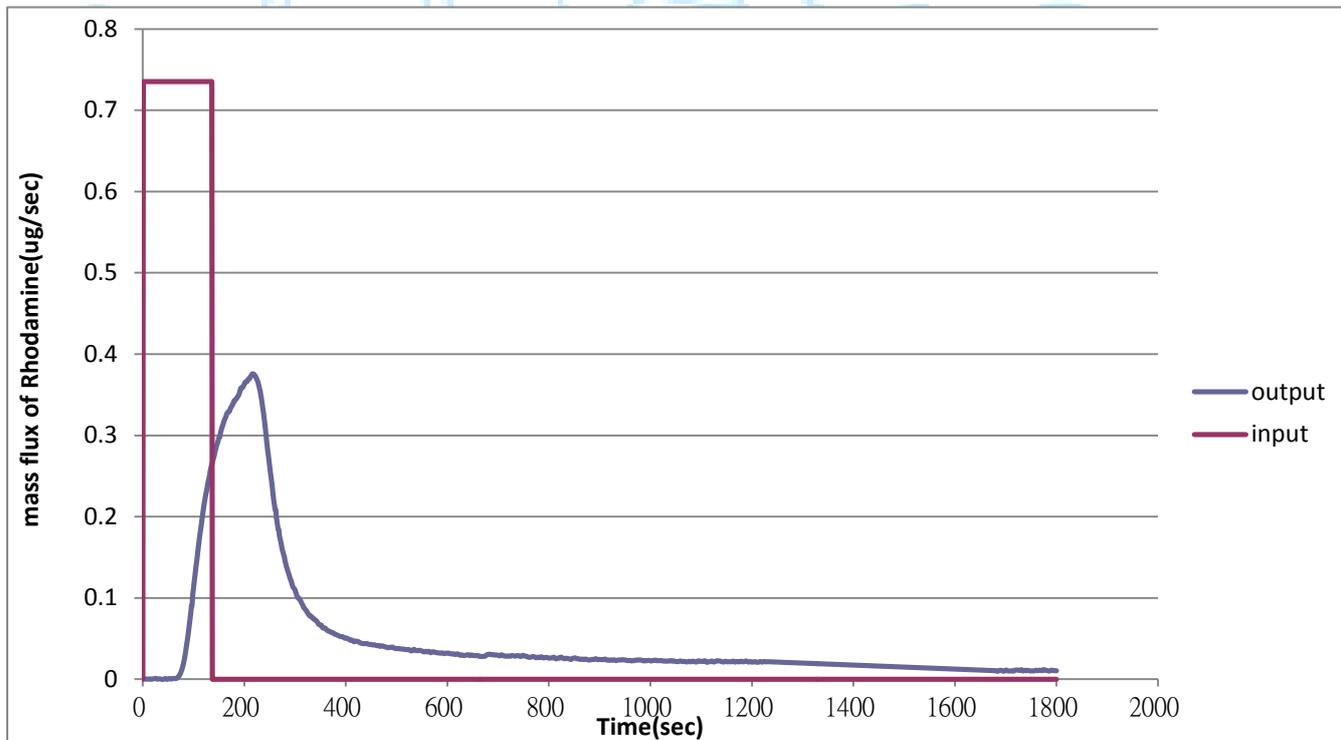


Fig3. Input and output Rhodamine mass flux in time.

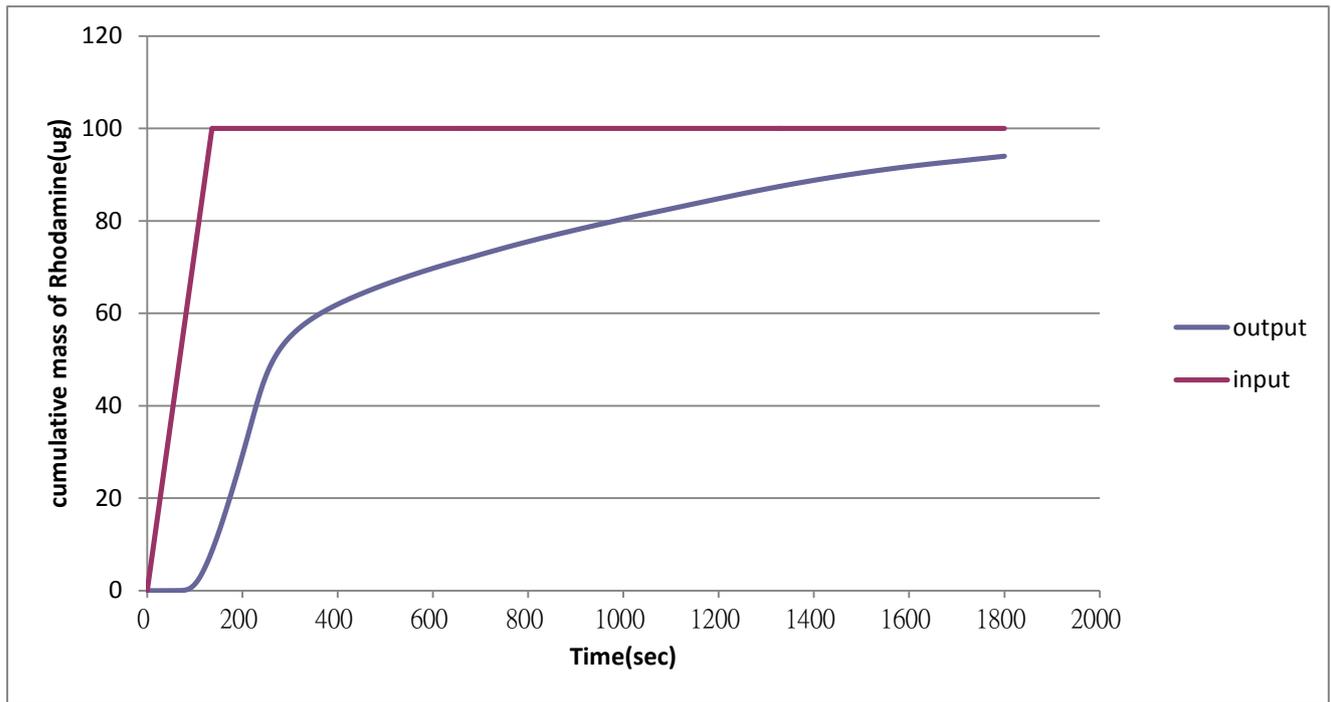


Fig4. Cumulative input and output mass of Rhodamine in time.

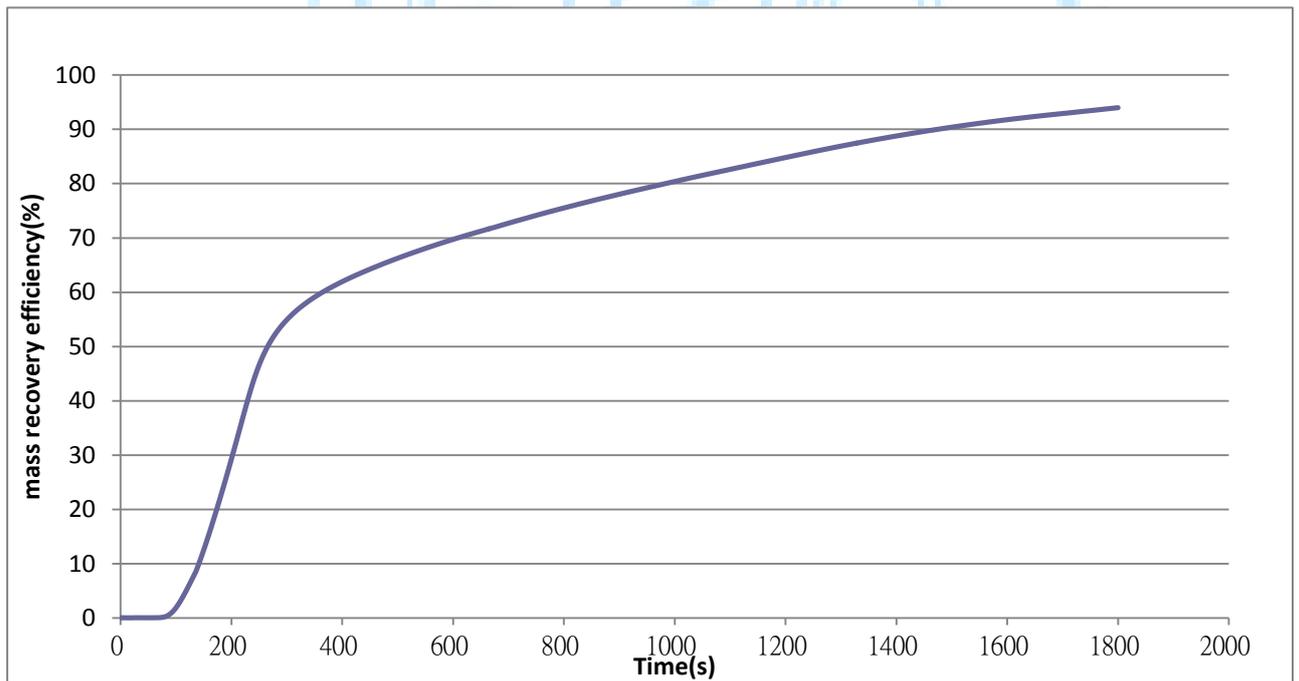


Fig5. Efficiency of Rhodamine recovery in time. The final value of efficiency in 30 min is 94%.

2. Discussion

Around 4 minutes in the experiment, the highest concentration of output flow appeared. This indicates that the contaminant easily moved out with

water flow. So the period which is from the beginning to 4 min. can call advection. After 4 min, the measured concentration of output flow decreased. From 4 min to 6 min, the concentration dropped dramatically, from 50ppb to 10ppb. There was a visible amount of contaminants staying in the glass-beads column. The last 24 min (from 6 min to 30 min), the concentration changed slightly which meant the cleanup process becomes less efficient.

Appendix

Equation of calculating mass flux

$$J = Q \cdot c$$

J-mass flux [ug/s]
Q-speed of pump [L/sec]
c- contaminants concentration [ug/L]

We got the speed of pump by injecting 1 liter solution to the column, then recorded the processing time.

Equation of recovery efficiency

$$\text{efficiency} = \frac{M_{out}}{M_{in}} \quad \text{efficiency- [\%]}$$

M_{out}- cumulative output mass of contaminants in time [ug]

M_{in}- cumulative input mass of contaminants in time [ug]