

「第十屆海峽兩岸土壤肥料學術交流研討會」暨

「土壤肥料推廣研究成果研討會」及「肥料管理與肥效增進及肥料應用技術研討會」議程

時間：中華民國一〇三年十月十五、十六日（星期三、星期四）

會議地點：中興大學農業暨自然資源學院大樓十樓(國際會議廳、土環系演講廳)

10月15日

時間	議題	主講人	主持人
8:30~9:00	報到、繳費、壁報論文張貼		
9:00~9:30	國際會議廳		
	開幕式與來賓致詞	中華土壤肥料學會 申雍 理事長 中國土壤學會 蔣新 秘書長 中華肥料協會 陳仁炫 理事長	
9:30~10:00	管理土壤與環境資源之指標建立與運用	李家興、崔君至、郭鴻裕、 陳尊賢*	申雍 理事長
10:00~10:30	產地環境污染控制與農產品質量安全	蔣新*、王芳、楊興倫	
10:30~11:00	茶敘		
時間	國際會議廳	土環系演講廳	
	土壤基礎研究(一)	土壤肥力與施肥技術(一)	
	主持人：徐仁扣、許正一	主持人：田有國、陳仁炫	
11:00~11:15	寧夏不同類型鹽鹼地向日葵養分吸收運轉特點研究	快速處理有機廢棄物技術之發展	
	何文壽*、李曉慧、何進尚、陳萍、陳淑娟、 王曉軍、王蓉	楊秋忠*	
11:15~11:30	電場施加對於黏土礦物構造與電性之影響	高產高效施肥措施下的水稻產量與氮肥的氮揮發損失	
	楊庭豪*、鄒裕民	曹彥聖、趙淼、田玉華、尹斌*、朱兆良	
11:30~11:45	可變電荷土壤中帶相反電荷的顆粒表面雙電層重疊與表面電化學性質	氮肥施用對作物吸收土壤氮的影響—兼論土壤“激發效應”	
	徐仁扣*、李九玉、薑軍	宇萬太*、周樺、馬強	
11:45~12:00	鉻鐵礦在蛇紋岩母質水田土壤中的地球化學特徵	水稻及蔬菜有機栽培專用有機質肥料配方開發	
	許正一*、飯塚義之	莊浚釗*、羅秋雄	
12:00~12:15	水稻秸稈中植矽體固碳及其調控潛力研究	中國土壤鉀素狀況與鉀肥生產及施用	
	劉勤*、孫星、谷傑	田有國*	
12:15~12:30	黑河綠洲防護林對農田生態系統土壤硝態氮運動的影響	奈米零價鐵應用於難分解有機污染物之處理	
	樊軍*、喬豔琴	Chih-ping Tso, Yuh-fan Su, Yu-huei Peng, Meng-yi Chen, Cheng-han Lin, Yu-tsung Tai, Chung-yu Hsu, Yao-cyong Chen, and 施養信*	

12:30~13:00	午餐	
13:00~13:30	國際會議廳	
	中華土壤肥料學會一〇三年度會員大會 申雍 理事長	
13:30~14:30	壁報論文展示與討論 (農環大樓土環系十樓走廊)	

時間	國際會議廳	土環系演講廳
		土壤汙染與整治技術(一)
	主持人：蔣新、陳尊賢	主持人：李輝信、楊秋忠
14:30~14:45	使用黑麥草與高羊茅於柴油污染土壤之植 生復育	土著食細菌線蟲對細菌的取食偏好及其可能 機制
	王敏昭*、張簡水紋、洪苙嘉	李輝信*、虞麗、胡鋒
14:45~15:00	中國農田重金屬問題的若干思考	亞熱帶海岸沙丘林細菌族群之組成
	曾希柏、徐建明*、黃巧雲、唐世榮、李永 濤、李芳柏、周東美、武志傑	林育德、陳財輝、邱志郁*
15:00~15:15	施用 EDDS 與 NTA 增強空心菜的鎘植生 萃取效率	三峽庫區紫色土旱坡地-桑樹配置模式對土 壤微生物生物量碳氮的影響
	許正一*、王思惠、鄧宏維	倪九派*
15:15~15:30	污泥施用對楊樹生長和土壤性質的影響	<i>Pichia caribbica</i> 醱酵木糖水溶液與玉米穗軸 水解液產出木糖醇之研究
	王艮梅*、張煥朝、楊麗	簡宣裕*、郭威志、陳齊聖
15:30~15:45	矽肥施用增加砷污染水田土壤中砷的釋出 和對水稻幼苗之毒害	叢枝菌根菌在有機洋香瓜之生產應用研究
	李家興、黃宣翰、許健輝、林紫慧、李達 源*	黃瑞彰*、江汶錦、林國詞
15:45~16:00	鎘累積植物孔雀草抗壞血酸過氧化酶基因 的選殖與功能分析	耕地土壤肥力演變的微生物學機理及其展望
	陳寬宇、洪傳揚*	梁永超(Yongchao Liang)*、Fenliang Fan、 Peiyuan Cui、Chang Yin、Zhaojun Li、Alin Song、Tingqiang Li
16:00~17:30	團體照及校園參訪	
18:00~	貴賓餐敘	

10月16日

時間	國際會議廳	土環系演講廳
		土壤資訊與管理應用 主持人：田長彥、申雍
9:00~9:15	土壤資訊系統在臺灣農田管理之應用 郭鴻裕*	稻田轉作玉米之肥料效應 譚增偉*、江志峰、陳桂暖
	基於遙感與近地高光譜的區域土壤有機質數位製圖研究 史舟*、劉麗雅、周銀、盧豔麗	外源有機、無機氮素(15N)對小麥季潮土氮庫的影響 姜慧敏、楊俊誠*、張建峰、李樹山、李玲玲、郭俊媤
9:30~9:45	評估 XRF 篩測結合地理統計分析界定重金屬污染範圍的不確定性 莊愷瑋*、楊晴晴、鄭景智	不同水稻品種的氮肥施用量對其利用率與產量之效應 江志峰*、郭鴻裕、譚增偉
	新疆鹽生植物資源及其利用 田長彥*	中國冬油菜區土壤肥力變化及施肥效果演變 魯劍巍*、鄒娟、陳防、李小坤、任濤
10:00~10:15	利用數位化土壤圖推估臺灣地區亞熱帶森林土壤有機碳的貯存量 蔡呈奇、陳尊賢*、杜清澤	生態文明背景下的土壤肥料工作的發展方向 趙永志*、顏芳、王勝濤、郭甯、王維瑞
	多時期 RADARSAT-2 對水稻判釋精確度之研究 許歆仁*、郭鴻裕、羅維伸、蘇倫平	草莓土壤養分與合理化施肥之研究 蔡正賢*、吳添益
10:30~11:00	茶敘	
時間	國際會議廳	土環系演講廳
	土壤基礎研究(二) 主持人：趙同科、莊愷瑋	農業廢棄物再利用 主持人：王德建、黃裕銘
11:00~11:15	土壤物理性狀變化對表面活性劑污染物的回應 戚興超、劉豔麗、李成亮*、張民	長期不同施肥模式下秸稈還田對稻麥產量與環境效應的影響 王德建*、張剛、王燦
	土壤腐植質超分子結構之計算化學研究進展 張家銘*	堆肥化微生物篩選及加速腐熟之研究 蔡宜峰*、陳俊位
11:30~11:45	土壤中的“電場-量子漲落”耦合作用：微觀機制與宏觀表現 李航*、楊剛、劉新敏、田銳	秸稈深還與土壤亞表層培肥研究 竇森*、張豔鴻、黃毅、王瑞麗
	台灣農地造林之生態系統碳量蓄積 鄭智馨*、黃于軒、林苡涵	台灣畜牧廢水處理現況與農地再利用試行 陳琦玲*、廖崇億、周明顯、徐慶霖、林正斌、蕭庭訓、郭鴻裕
12:00~12:15	泛環渤海地區地下水硝酸鹽時空變異與農	強化溶磷菌堆肥之肥效研究

	業	
	趙同科*、張成軍、李鵬、田有國、趙永志	呂嘉偉、陳萱如、黃裕銘*、黃政華
12:15~12:30	天然有機物對鐵鋁氫氧化物共沈澱之結構影響	銀杏殘葉添加比例對豬糞好氧堆肥的影響
	許良境、宋睿哲、鄒裕民、劉雨庭*	徐宏強、沈加禾、張煥朝*、王艮梅、曹福亮
12:30~13:00	午餐	
13:00~13:30		土環系演講廳
		中華肥料協會一〇三年度會員大會 陳仁炫 理事長
13:30~14:30	壁報論文展示與討論 (農環大樓土環系十樓走廊)	
時間	國際會議廳	土環系演講廳
	土壤汙染與整治技術(二)	土壤品質與改良
	主持人：王昌全、鄒裕民	主持人：任軍、李達源
14:30~14:45	水管理對不同砷污染土壤之水稻砷物種組成之影響	遼寧省鹽鹼土改良技術研究
	黃泰祥、崔君至、陳尊賢*	孫毅*、楊明、蔣正德、樊月玲
14:45~15:00	成都平原農田鎘(Cd)污染成因分析與稻米安全生產技術研究	添加不同溫度製備稻殼炭對土壤團粒穩定度之影響
	王昌全*、李冰、鄭順強	林瓚良、王重棋、劉睿呈、簡士濠*
15:00~15:15	松花江流域畜禽養殖時空特徵與糞便負荷估算	不同施肥制度對黑土有機質及主要物理性狀的影響
	高洪生*、王曉軍	任軍*、朱平、郭金瑞、彭暢、蔡紅光、高洪軍、閔孝貢、李強、劉劍釗
15:15~15:30	鉬尾礦農用對作物產量和土壤環境的影響	長期有機質肥料施用對設施有機蔬菜生長效應研究
	寶德俊*、楊占平、李壯	李宗翰*、羅秋雄
15:30~15:45	土壤可溶性有機質與 Fe(III)形成共沉澱結構及其對 Cr(VI)的還原作用	西藏農業土壤類型分布及可持續利用研究
	陳楷岳、劉雨庭、鄒裕民*	達娃*、邱城、張唐偉、劉青海
15:45~16:00	非洲鳳仙對鎘污染土壤之植生萃取效率	長期施肥黑土有效磷的演變特徵
	賴鴻裕*、林淳純、魏甄蓮、陳尊賢	張麗、展曉瑩、張淑香*
16:10~16:30	國際會議廳	
	閉幕式、優秀壁報論文頒獎	申雍 理事長 蔣新 秘書長

「第十屆海峽兩岸土壤肥料學術交流研討會」暨

「土壤肥料推廣研究成果研討會」及「肥料管理與肥效增進及肥料應用技術研討會」

壁報論文展示與討論

時間：中華民國一〇三年十月十五、十六日（星期三、星期四）

壁報展示地點：中興大學農業暨自然資源學院大樓十樓(農環大樓土環系十樓走廊)

(敬請壁報作者於 10/15 8:30-9:00 張貼壁報，10/16 16:00 將壁報取下)

編號	作者	單位	題目
1	鄭亦均、陳尊賢*	臺灣大學農業化學系	兩個不同風化時間的地形序列中火山土壤特性比較
2	譚增偉*、江志峰、陳桂暖	行政院農業委員會農業試驗所	氮肥用量對蔬菜產量硝酸鹽含量關係之調查研究
3	吳添益*、蔡正賢	行政院農業委員會苗栗區農業改良場	土系間氮肥用量對水稻產量及養分吸收與土壤化學性之影響
4	林芳竹、莊愷瑋*	嘉義大學農藝學系	添加生質炭於酸性土壤對水稻幼苗吸收磷的影響
5	林永鴻*、胡智傑	行政院農業委員會高雄區農業改良場	霧園草生栽培對土壤性質及果實品質的影響
6	林永鴻*	行政院農業委員會高雄區農業改良場	粟生育期均衡養液補充對果實品質的影響
7	王尚禮 ¹ 、崔君至 ¹ 、張瑀芳 ² 、陳尊賢 ¹ 、蔡呈奇 ^{2,*}	¹ 臺灣大學農業化學系 ² 宜蘭大學森林暨自然資源學系	三種雞糞原料在不同溫度下製備之雞糞生物炭的特性
8	蔡呈奇 ^{1,*} 、張瑀芳 ¹ 、陳尊賢 ² 、王尚禮 ²	¹ 宜蘭大學森林暨自然資源學系 ² 臺灣大學農業化學系	比較不同林木與農業廢棄物做為原料之生物炭的特性
9	楊圃臺 ¹ 、郭聆亦 ¹ 、蔡呈奇 ² 、王尚禮 ^{1,*} 、陳尊賢 ¹	¹ 臺灣大學農業化學系 ² 宜蘭大學森林暨自然資源學系	炭化溫度對雞糞生物炭之磷組成劃分和釋出的影響
10	陳文棋、簡士濠*	屏東科技大學水土保持系	短期施用不同生物炭對土壤氮礦化潛勢之影響
11	許正一 ^{1,*} 、黃宥端 ² 、席行正 ³	¹ 屏東科技大學環境工程與科學系 ² Department of Earth and Ocean Sciences, University of Waikato, Hamilton, New Zealand ³ 臺灣大學環境工程學研究	以整治鏈模式處理含汞之多種重金屬污染土壤

		所	
12	李家興、陳尊賢*	臺灣大學農業化學系	預估田間 pH 範圍中銅與可溶性有機碳受高嶺石之吸持
13	陳柏翰、李家興、陳尊賢*	臺灣大學農業化學系	稻殼添加對兩種排水不良的砷污染土壤中糙米砷濃度之影響
14	張顯嚴、崔君至、陳尊賢*	臺灣大學農業化學系	水分管理及土壤性質對水稻砷累積之影響
15	朱莉嘉、王品傑、莊愷璋*	嘉義大學農藝學系	不同品種玉米對土壤中鎘的吸收與累積
16	吳榮章、池哲宇、莊愷璋*	嘉義大學農藝學系	生質炭的氧化處理對鎘吸附及其植物毒性的影響
17	張雅婷、宋昶毅、江育婷、莊愷璋*	嘉義大學農藝學系	不同品種水稻根部鐵膜生成對吸收土壤鉛的影響
18	吳翰典、鄒裕民*	中興大學土壤環境科學系	腐植酸改質之 Bentonite 對於四環類抗生素的吸附
19	陳百嫻、鄒裕民*	中興大學土壤環境科學系	不同施肥處理對水稻田中抗生素與微生物抗藥性的影響
20	黃喆恩、鄒裕民*	中興大學土壤環境科學系	鐵離子影響零價鋁(ZVAI)及鋁罐氧化水溶液中的三價砷
21	詹雅婷、鄒裕民*	中興大學土壤環境科學系	利用非離子型界面活性劑修飾 Bentonite 來移除黃麴毒素
22	鄭靜芸、鄒裕民*	中興大學土壤環境科學系	UV 輻射或二價銅離子影響對苯二酚與六價鉻的反應
23	王孟宇 ¹ 、張耀聰 ^{2,3} 、許正一 ³ 、張焜標 ^{1,*}	¹ 屏東科技大學森林系 ² 高雄區農業改良場 ³ 屏東科技大學環境工程與科學系	矽砂混合生物炭對相思樹接種叢枝菌根菌產孢之影響
24	林晉卿、江汶錦、潘佳辰*、王瓊慧	行政院農業委員會台南區農業改良場	無線感測網路即時資料在水稻栽培管理研究上之應用
25	黃郁瑄、沈佛亭*、楊秋忠	中興大學土壤環境科學系	兼性少養分營微生物肥料之開發
26	周于盟 ¹ 、沈佛亭 ^{1,*} 、蔣世超 ² 、張春梅 ² 、陳美珍 ² 、楊秋忠 ¹	¹ 中興大學土壤環境科學系 ² 台灣香蕉研究所	利用培養策略探討長期有機農耕與慣行農耕對蕉園土壤細菌豐富度與族群多樣性之影響
27	江汶錦*、黃瑞彰	行政院農業委員會臺南區農業改良場	臺南地區水稻品種氮肥利用效率比較
28	柯伯宗、羅致述*	行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所	以 PCR 檢驗堆肥中大腸桿菌 O157:H7 與沙門氏桿菌
29	陳淑娟、羅致述*	行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所	農場中食媒性病原菌之調查
30	陳麗淑、羅致述*	行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所	羽毛分解菌於土壤改良之應用
31	劉天麟*、戴佳如、邱垂豐、邱逸貞	行政院農業委員會茶業改良場	普洱茶與臺灣特色茶類元素含量差異之研究

32	黃裕銘*、邱建中、陳宣如	中興大學土壤環境科學系	蛋雞糞低調整材添加之快速堆肥化研究
33	陳仁炫*、詹明泓、蔡侑忠	中興大學土壤環境科學系	不同預堆時間之豬糞與菇類養殖廢棄包的混合物對蚯蚓生長及蚓糞堆肥的影響
34	申雍*、王依蘋、戴逸豪	中興大學土壤環境科學系	應用遙測資訊協助判釋影響水稻產量土壤限制因子之研究
35	黃裕銘*、黃煜誠、黃玉舜	中興大學土壤環境科學系	田菁鹽害復育與作物生長
36	潘薇如 ¹ 、施養信 ^{1,*} 、李俊璋 ²	¹ 臺灣大學農業化學系 ² 成功大學工業衛生學科暨環境醫學研究所	Uptake of polybromodiphenyl ethers by leafy vegetables from the soil in a contaminated site
37	陳仁炫*、林佳宏、游捷	中興大學土壤環境科學系	添加不同資材對高磷累積之石灰質土壤的磷行為之影響
38	顏名沂、黃裕銘*	中興大學土壤環境科學系	土壤性質對菜豆共生性根瘤菌結瘤效益影響之研究
39	何任于 ¹ 、陳鴻基 ^{1,*} 、曾志明 ² 、許得美 ¹	¹ 中興大學土壤環境科學系 ² 中興大學化學系	甲基藍在黏粒修飾電極表面上的電化學反應
40	楊千瑩、施養信*	臺灣大學農業化學系	The uptake of petroleum and emerging organic compounds into rice
41	楊婷勻、鄒裕民*、蔡青翰	中興大學土壤環境科學系	陶斯松在茶樹葉面上的光降解研究
42	張容蓉、鄒裕民*、曹芳瑀	中興大學土壤環境科學系	火山灰土壤萃取腐植物質之特性
43	李芳胤 ^{1,*} 、賴文亮 ¹ 、郭耀綸 ² 、許正一 ³	¹ 大仁科技大學環境管理研究所 ² 屏東科技大學森林系 ³ 屏東科技大學環境工程與科學系	以血桐及構樹復育重金屬污染場址之可行性初評
44	柯詠紋、洪群雅、鄒裕民*	中興大學土壤環境科學系	豬糞於堆肥過程中抗生素濃度之變化
45	蔡正國 ¹ 、陳琦玲 ^{1,*} 、張哲璋 ¹ 、吳泓書 ¹ 、孫文章 ² 、林儒宏 ³ 、侯平君 ⁴ 、楊秋忠 ⁵ 、王瑞章 ² 、張仁育 ¹	¹ 行政院農業委員會農業試驗所 ² 行政院農業委員會台南區農業改良場 ³ 行政院農業委員會茶業改良場 ⁴ 成功大學生命科學系 ⁵ 中興大學土壤環境科學系	肥料與農藥施用對農業生態系產量及生物多樣性之衝擊探討
46	朱家瑩 ¹ 、陳鴻基 ^{1,*} 、曾志明 ² 、王皓葳 ¹	¹ 中興大學土壤環境科學系 ² 中興大學化學系	黏土礦物層面電荷對對硝基苯酚電化學反應之影響
47	王至全、徐巧芳、黃裕銘*	中興大學土壤環境科學系	有機農場土中分離抗 <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Lycopersici</i> 之放線菌
48	張耀聰 ^{1,2,*} 、許正一 ²	¹ 行政院農業委員會高雄區農業改良場	木瓜接種叢枝菌根菌田間生長效應比較

		² 屏東科技大學環境工程與科學系	
49	陳楷岳 ¹ 、劉雨庭 ² 、鄒裕民 ^{1,*}	¹ 中興大學土壤環境科學系 ² 東海大學環境科學與工程學系	土壤可溶性有機質與 Fe(III)形成共沉澱結構及其對 Cr(VI)的還原作用
50	林宜*、李俊錡、王尚禮	臺灣大學農業化學系	臺灣嘉義地區季節性變化之地下水層中砷之氧化還原與機制
51	魏庭竹、黃裕銘*、楊津銘	中興大學土壤環境科學系	重金屬污染土壤接種 <i>Aspergillus niger</i> 對重金屬之移除能力
52	林素禎 ^{1,*} 、王朝儀 ¹ 、蘇慶昌 ²	¹ 行政院農業委員會農業試驗所 ² 台灣香蕉研究所	綜合農耕技術與微生物菌劑在香蕉黃葉病防治之應用
53	黃聰閔、沈佛亭*、楊秋忠	中興大學土壤環境科學系	桔梗根圈與內生細菌之分離及基因型分析
54	沈佛亭*、王郁甯、周于盟、楊秋忠、彭聖宸	中興大學土壤環境科學系	戈登氏菌屬生成生物界面活性劑之潛力探討
55	張馨方、張傑誠、王尚禮*	臺灣大學農業化學系	模擬土壤在不同鐵含量下對硫酸根還原之影響
56	許歆仁*、郭鴻裕、羅維伸、蘇倫平	行政院農業委員會農業試驗所	多時期 RADARSAT-2 對水稻判釋精確度之研究
57	林詩耀、許伊含、劉祐誠、洪美華、哈錫夫、賴威安、顏文紹、楊秋忠*、黃振盛	中興大學土壤環境科學系	稻稈表面分離之新種微生物 <i>Rhizobium straminoryzae</i>

論文集目錄

大會專題演講

管理土壤與環境資源之指標建立與運用	1
產地環境污染控制與農產品質量安全	2
土壤基礎研究（一）	
寧夏不同類型鹽鹼地向日葵養分吸收運轉特點研究	3
電場施加對於黏土礦物構造與電性之影響	4
可變電荷土壤中帶相反電荷的顆粒表面雙電層重疊與表面電化學性質	5
鉻鐵礦在蛇紋岩母質水田土壤中的地球化學特徵	6
水稻秸稈中植砂體固碳及其調控潛力研究	7
黑河綠洲防護林對農田生態系統土壤硝態氮運動的影響	8
土壤基礎研究（二）	
土壤物理性狀變化對表面活性劑污染物的回應	9
土壤腐植質超分子結構之計算化學研究進展	10
土壤中的“電場-量子漲落”耦合作用：微觀機制與宏觀表現	11
台灣農地造林之生態系統碳量蓄積	12
泛環渤海地區地下水硝酸鹽時空變異與農業	13
天然有機物對鐵鋁氫氧化物共沈澱之結構影響	14
土壤肥力與施肥技術（一）	
快速處理有機廢棄物技術之發展	15
高產高效施肥措施下的水稻產量與氮肥的氮揮發損失	16
氮肥施用對作物吸收土壤氮的影響—兼論土壤“激發效應”	17
水稻及蔬菜有機栽培專用有機質肥料配方開發	18
中國土壤鉀素狀況與鉀肥生產及施用	19
奈米零價鐵應用於難分解有機污染物之處理	20
土壤肥力與施肥技術（二）	
稻田轉作玉米之肥料效應	21
外源有機、無機氮素（ ¹⁵ N）對小麥季潮土氮庫的影響	22

不同水稻品種的氮肥施用量對其利用率與產量之效應	23
中國冬油菜區土壤肥力變化及施肥效果演變	24
生態文明背景下的土壤肥料工作的發展方向	25
草莓土壤養分與合理化施肥之研究	26
土壤汙染與整治技術 (一)	
使用黑麥草與高羊茅於柴油污染土壤之植生復育	27
中國農田重金屬問題的若干思考	28
施用 EDDS 與 NTA 增強空心菜的鎘植生萃取效率	29
污泥施用對楊樹生長和土壤性質的影響	30
矽肥施用增加砷污染水田土壤中砷的釋出和對水稻幼苗之毒害	31
鎘累積植物孔雀草抗壞血酸過氧化酶基因的選殖與功能分析	32
土壤汙染與整治技術 (二)	
水管理對不同砷污染土壤之水稻砷物種組成之影響	33
成都平原農田鎘 (Cd) 污染成因分析與稻米安全生產技術研究	34
松花江流域畜禽養殖時空特徵與糞便負荷估算	35
鉬尾礦農用對作物產量和土壤環境的影響	36
土壤可溶性有機質與 Fe(III) 形成共沉澱結構及其對 Cr(VI) 的還原作用	37
非洲鳳仙對鎘污染土壤之植生萃取效率	38
土壤生態與微生物利用	
土著食細菌線蟲對細菌的取食偏好及其可能機制	39
亞熱帶海岸沙丘林細菌族群之組成	40
三峽庫區紫色土早坡地-桑樹配置模式對土壤微生物生物量碳氮的影響	41
<i>Pichia caribbica</i> 醱酵木糖水溶液與玉米穗軸水解液產出木糖醇之研究	42
叢枝菌根菌在有機洋香瓜之生產應用研究	43
耕地土壤肥力演變的微生物學機理及其展望	44
土壤資訊與管理應用	
土壤資訊系統在臺灣農田管理之應用	45
基於遙感與近地高光譜的區域土壤有機質數位製圖研究	46

評估 XRF 篩測結合地理統計分析界定重金屬污染範圍的不確定性	47
新疆鹽生植物資源及其利用	48
利用數位化土壤圖推估臺灣地區亞熱帶森林土壤有機碳的貯存量	49
多時期 RADARSAT-2 對水稻判釋精確度之研究	50
農業廢棄物再利用	
長期不同施肥模式下秸稈還田對稻麥產量與環境效應的影響	51
堆肥化微生物篩選及加速腐熟之研究	52
秸稈深還與土壤亞表層培肥研究	53
台灣畜牧廢水處理現況與農地再利用試行	54
強化溶磷菌堆肥之肥效研究	55
銀杏殘葉添加比例對豬糞好氧堆肥的影響	56
土壤品質與改良	
遼寧省鹽鹼土改良技術研究	57
添加不同溫度製備稻殼炭對土壤團粒穩定度之影響	58
不同施肥制度對黑土有機質及主要物理性狀的影響	59
長期有機質肥料施用對設施有機蔬菜生長效應研究	60
西藏農業土壤類型分布及可持續利用研究	61
長期施肥黑土有效磷的演變特徵	62
壁報論文	
兩個不同風化時間的地形序列中火山土壤特性比較	63
氮肥用量對蔬菜產量硝酸鹽含量關係之調查研究	64
土系間氮肥用量對水稻產量及養分吸收與土壤化學性之影響	65
添加生質炭於酸性土壤對水稻幼苗吸收磷的影響	66
蓮霧園草生栽培對土壤性質及果實品質的影響	67
棗生育期均衡養液補充對果實品質的影響	68
三種雞糞原料在不同溫度下製備之雞糞生物炭的特性	69
比較不同林木與農業廢棄物做為原料之生物炭的特性	70
炭化溫度對雞糞生物炭之磷組成劃分和釋出的影響	71

短期施用不同生物炭對土壤氮礦化潛勢之影響	72
以整治鏈模式處理含汞之多種重金屬污染土壤	73
預估田間 pH 範圍中銅與可溶性有機碳受高嶺石之吸持	74
稻殼添加對兩種排水不良的砷污染土壤中糙米砷濃度之影響	75
水管理及土壤性質對水稻砷累積之影響	76
不同品種玉米對土壤中鎘的吸收與累積	77
生質炭的氧化處理對鎘吸附及其植物毒性的影響	78
不同品種水稻根部鐵膜生成對吸收土壤鉛的影響	79
腐植酸改質之 Bentonite 對於四環類抗生素的吸附	80
不同施肥處理對水稻田中抗生素與微生物抗藥性的影響	81
鐵離子影響零價鋁(ZVI)及鋁罐氧化水溶液中的三價砷	82
利用非離子型界面活性劑修飾 Bentonite 來移除黃麴毒素	83
UV 輻射或二價銅離子影響對苯二酚與六價鉻的反應	84
矽砂混合生物炭對相思樹接種叢枝菌根菌產孢之影響	85
無線感測網路即時資料在水稻栽培管理研究上之應用	86
兼性少養分營微生物肥料之開發	87
利用培養策略探討長期有機農耕與慣行農耕對蕉園土壤細菌豐富度與族群多樣性之影響	88
臺南地區水稻品種氮肥利用效率比較	89
以 PCR 檢驗堆肥中大腸桿菌 O157:H7 與沙門氏桿菌	90
農場中食媒性病原菌之調查	91
羽毛分解菌於土壤改良之應用	92
普洱茶與臺灣特色茶類元素含量差異之研究	93
蛋雞糞低調整材添加之快速堆肥化研究	95
不同預堆時間之豬糞與菇類養殖廢棄包的混合物對蚯蚓生長及蚓糞堆肥的影響	97
應用遙測資訊協助判釋影響水稻產量土壤限制因子之研究	99
田菁鹽害復育與作物生長	101
Uptake of polybromodiphenyl ethers by leafy vegetables from the soil in a contaminated site.....	103
添加不同資材對高磷累積之石灰質土壤的磷行為之影響	105

土壤性質對菜豆共生性根瘤菌結瘤效益影響之研究	107
甲基藍在黏粒修飾電極表面上的電化學反應	109
The uptake of petroleum and emerging organic compounds into rice	111
陶斯松在茶樹葉面上的光降解研究	113
火山灰土壤萃取腐植物質之特性	115
以血桐及構樹復育重金屬污染場址之可行性初評	117
豬糞於堆肥過程中抗生素濃度之變化	119
肥料與農藥施用對農業生態系產量及生物多樣性之衝擊探討	121
黏土礦物層面電荷對對硝基苯酚電化學反應之影響	123
有機農場土中分離抗 <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Lycopersici</i> 之放線菌	125
木瓜接種叢枝菌根菌田間生長效應比較	127
土壤可溶性有機質與 Fe(III)形成共沉澱結構及其對 Cr(VI)的還原作用	129
臺灣嘉義地區季節性變化之地下水層中砷之氧化還原與機制	131
重金屬污染土壤接種 <i>Aspergillus niger</i> 對重金屬之移除能力	133
綜合農耕技術與微生物菌劑在香蕉黃葉病防治之應用	135
桔梗根圈與內生細菌之分離及基因型分析	137
戈登氏菌屬生成生物界面活性劑之潛力探討	139
模擬土壤在不同鐵含量下對硫酸根還原及鎘有效性之影響	141
多時期 RADARSAT-2 對水稻判釋精確度之研究	143
稻稈表面分離之新種微生物 <i>Rhizobium straminoryzae</i>	145

大會專題演講

管理土壤與環境資源之指標建立與運用 Development and utilization of indicators to manage soil and environmental resources

李家興¹、崔君至¹、郭鴻裕²、陳尊賢^{1,*}

¹臺灣大學農業化學系

²行政院農業委員會農業試驗所

*E-mail: soilchen@ntu.edu.tw

土壤品質評估的架構可整合性地評估土壤利用與管理方式對土壤與環境的影響，亦可監測土壤-作物系統中土壤品質在時間上的趨勢。土壤品質評估的觀念及應用於近二十年成為重要的議題。我們將介紹土壤品質評估在結構上的概念與評估方法，並說明幾個案例中為了不同土壤利用管理決策而發展的指標及其應用。土壤品質可以簡要的定義為"土壤發揮功能的能力"，因此，評估土壤品質首先即須選定符合評估目的土壤功能。目前最重要的評估目的是發展永續農業的管理策略，即安全而經濟的農業生產，可保護自然環境資源與人體健康，據以選定的土壤功能如作物生產力、水的吸持與有效性、碳的源與庫、生物多樣性的維持及水土保持。這些功能的相關土壤性質可被選為土壤品質指標的最少資料組，監測這些指標可反應土壤品質的改變。一般農業土壤中已發展出的物理、化學及生物性指標主要包括土壤有機碳、構造、總體密度、pH、電導度、有效水分含量、有效養分含量、團粒穩定度、蚯蚓族群密度、微生物生質碳/氮含量等。土壤有機碳對全球碳吸存量、氣候變遷與食物安全有關鍵影響且成為跨學科的整合性指標。印尼與韓國監測近十年土壤中碳含量，推論長期水稻耕作下因施肥增加了植物生質量而提高了土壤中的碳封存，並指出土壤管理可遮蔽氣候暖化導致土壤溫度提升而降低碳吸存的效應。在臺灣陽明山國家公園火山土壤剖面調查結果顯示，調查區域內土壤有機碳存量在具火山灰性質的新成土與弱育土間沒有顯著差異，在芒草與竹林植被區則高於次生林植被區，且土壤有機碳存量與海拔等級有顯著線性相關。潛在污染物的移動性亦可作為反應土壤保育功能的指標。如以土壤溶液中的砷含量評估不同土壤水分管理方式以降低糙米中砷的風險，研究發現土壤通氣處理可抑制砷的移動性、降低並改變糙米中砷含量，於開花後通氣處理則可增加糙米中砷在有機態的比例。水稻品種與土壤性質對稻米吸收鎘影響很大，因此發展出數種模式以預測稻米中對鎘的累積，我們將介紹兩種有效的模式並指出土壤中有效性抽出的鎘與鋅可作為稻米安全生產的良好指標。類似的砷、鎘、鉛及汞相關的指標與法規建立漸受重視。土壤指標可以標準評分函數轉化為簡單之數值，各指標的評分可進一步以土壤品質指數模式計算為一簡單指數以利推廣與解釋。在臺灣大學試驗農場以4年輪作系統中施用豬糞堆肥並評估土壤品質指標與指數，目的為尋求豬糞堆肥合理的最大消耗量，其中土壤有效性銅與鋅的含量亦納入最少資料組中，結果顯示在首年60 tons/ha的施用量下，土壤品質指數與作物產量皆顯著增加。在永續農業與環境境保育中土壤品質評估架構是評估不同土壤管理方式對土壤資源影響的有用工具，且指標的建立與驗證仍需要持續地研究。

關鍵詞：土壤功能、土壤品質評估、指標、土壤品質指數。

大會專題演講

產地環境污染控制與農產品質量安全 Environmental pollution control in arable land and security of agricultural products

蔣新*、王芳、楊興倫
中國科學院南京土壤研究所
*E-mail: jiangxin@issas.ac.cn

土壤是人類賴以生存和發展的極其重要的物質基礎，它的環境質量不僅影響農產品的安全，而且影響生態環境健康，因而對農業清潔生產和環境保護有著雙重重要性。隨著大陸工農業生產的迅速發展，城市化進程的加快，有毒化學污染物已從多管道進入人們賴以生存的土壤環境，致使產地環境和農產品污染日趨嚴重，並對水體和大氣環境質量產生嚴重影響。大陸土壤利用強度大、受人為影響強烈，既面臨工業、交通和城市等外源污染，又有高度集約化農業本身產生的污染，且處於複合污染狀況，造成局域農產品污染超標率增加，農產品品質下降，嚴重威脅農產品安全，影響人民的身體健康。因此，產地環境和農產品污染已成為大陸亟待解決的重大環境、食品安全與健康問題之一。本文總結分析了大陸改革開放以來土壤高強度集約化利用對農業發展的貢獻與新模式，初步揭示了農業產地環境質量的演變規律，明確了土壤污染現狀、污染類型與污染程度，解析了產地環境污染來源與歸趨途徑及其對農產品質量安全的影響；針對日益嚴重的產地環境污染問題，國家需明確土壤污染控制的重點任務：嚴格控制新增土壤污染，確定土壤環境保護優先區域，強化被污染土壤的環境風險控制，提升土壤環境監管與污染預警能力，開展土壤污染治理與修復；國家亟需行之有效的措施作保障：健全法律法規體系，加強現有相關法律法規的銜接與統一，同時亟需制定專門的《農業用地土壤污染防治法》。完善土壤環境保護標準體系，制訂土壤環境質量、污染土壤風險評估、污染土壤治理與修復標準等，研發推廣適合我國國情的土壤環境保護和綜合治理技術，從根本上遏制產地環境污染，保障農產品質量安全。農業產地環境污染與農產品安全也是全球關注的熱點問題。當前，大陸農業已由數量型向質量效益型轉變，農業環境污染已成為實現這一轉變的“瓶頸”。針對上述諸多問題，通過政府、科學家和全社會的共同努力，早日實現藍天、碧水、淨土、潔食的良好生態環境，促進人與自然、人與環境的和諧共處。

關鍵詞：土壤環境、污染控制、農產品安全。

土壤基礎研究(一)

寧夏不同類型鹽鹼地向日葵養分吸收運轉特點研究
Characteristics of nutrient absorption and transport by oilseed
sunflower at different types of Saline-alkali lands in Ningxia Province

何文壽^{1,*}、李曉慧¹、何進尚²、陳萍¹、陳淑娟¹、王曉軍¹、王蓉¹

¹ 寧夏大學，寧夏銀川 750011

² 寧夏農林科學院，寧夏永寧 750105

*E-mail: hews@nxu.edu.cn

向日葵是我國主要油料作物之一，也是耐鹽鹼先鋒作物。寧夏鹽鹼地面積達 15.3 萬 hm^2 ，灌區耕地鹽漬化面積占 33.5%。由於向日葵籽價格優勢，利用鹽鹼地種植面積逐年擴大，但因缺乏施肥參數，施肥技術問題日漸突出。為此，於 2007-2013 年，選擇不同類型鹽鹼地分別進行了肥料田間試驗，測定了油用向日葵不同時期不同器官幹物質累積量、氮磷鉀含量及其累積量，旨在探明向日葵養分吸收、運轉的變化特點、單位經濟產量所需氮磷鉀數量等，為不同類型鹽鹼地向日葵合理施肥提供理論依據。其主要結果如下：(1) 試驗地土壤特點。平羅縣西大灘龜裂城土，土壤 pH9.0，鹼化度 29.0%，土壤結構和通透性極差，有機質和氮磷養分缺乏。惠農區鹽化土壤，土壤水溶性鹽 3.0-10.0g/kg，pH8.5，土壤有機質、氮磷養分缺乏，速效鉀較豐富。同心縣非鹽漬化土壤，水溶性鹽分為 0.58-1.02g/kg，土壤有機質 4.6-11.4g/kg，有效氮磷養分較缺乏，速效鉀較豐富，微量元素含量較豐富。(2) 鹼化土壤油用向日葵氮磷鉀養分吸收特點。地上部含氮量現蕾前在 0.50%-1.00%，之後在 0.50% 以下；含磷量整個生育期變化在 0.70%-0.40%；含鉀量變化在 9.95%-3.76% 之間。氮主要累積在葉和盤，約占 60%-80%；磷主要累積在葉、盤和籽中，鉀主要累積在莖、葉和盤中。每形成 100kg 籽實所需 $\text{N}2.9\text{-}3.1\text{kg}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_51.1\text{-}1.8\text{kg}$ 、 $\text{K}_2\text{O}3.0\text{-}4.3\text{kg}$ ， $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ 為 1:0.43:1.03-1.21。(3) 鹽化土壤油用向日葵氮磷鉀養分吸收特點。氮、磷、鉀含量從三對葉到成熟期均呈下降趨勢，但全鉀含量下降較緩。全氮和全鉀含量低於鹼化土壤，而全磷含量略高於鹼化土壤。氮主要累積在葉、盤、莖中，磷、鉀主要累積在盤、莖、葉中；根系中養分累積較少，單一元素累積不足 10%。每形成 100kg 籽實所需 $\text{N}4.0\text{-}4.2\text{kg}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_51.6\text{-}2.6\text{kg}$ 、 $\text{K}_2\text{O}4.0\text{-}8.2\text{kg}$ ， $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ 為 1:0.52:1.48。(4) 非鹽漬化土壤油用向日葵氮磷鉀養分吸收特點。氮、磷、鉀含量生育前期高於生育後期。氮含量變化在 1.5%-4.0% 之間，明顯高於鹽漬化土壤；磷變化在 0.2%-0.4% 之間，明顯低於鹼化和鹽化土壤；鉀隨生育期呈緩慢下降趨勢，變化在 2.0%-4.0% 之間，也低於鹼化和鹽化土壤。成熟期氮、磷主要累積在籽和葉中，分別占 50%-70%，鉀主要累積在莖和盤，分別約占 40%、30.0%。每形成 100kg 籽實所需 $\text{N}3.5\text{-}6.2\text{kg}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_51.5\text{-}2.1\text{kg}$ 、 $\text{K}_2\text{O}6.9\text{-}15.0\text{kg}$ ， $\text{N}4.1\text{kg}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_51.9\text{kg}$ 、 $\text{K}_2\text{O}8.1\text{kg}$ ， $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ 為 1:0.46:1.99。不同類型鹽漬化土壤條件下，油用向日葵不同時期不同器官氮磷鉀養分含量及其累積量不盡相同，每形成 100kg 籽實所需氮磷鉀養分的吸收比例隨鹼化程度的增加鉀素的吸收比例降低，氮、磷無明顯變化；三種鹽漬化土壤向日葵幹物質隨生育期的累積曲線基本相似，均呈“S 型”變化曲線。

關鍵詞：鹽鹼地、向日葵、養分、吸收、累積。

土壤基礎研究(一)

電場施加對於黏土礦物構造與電性之影響

Effects of direct current electro-process on the structures and charge properties of clay minerals

Ting-Hao Yang^{*}, Yu-Min Tzou

Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University,
Taiwan, R.O.C.

*E-mail: yangth@mail.com

Applications and developments of electro-process technology in pharmaceutical, food, and electronic industries have been well addressed in the literatures; however, this technique was less applied in the fields of soil sciences. Electro-process technology exhibits many advantages, including strong reactivity, unnecessary the addition of redox agents, avoiding extreme environments settings, easy control of the adverse reactions and economical benefits. Although the application of electric fields is a useful technology for controlling the mobility of charged ions and pollutants in soil systems, the effects of accumulative protons upon applying an electric field on the properties and structures of clay minerals remain unclear. In the present work, a pair of stainless electrodes coupled to a 20 V direct current was applied in a tank containing clay suspensions. The clays in both electrodes were then collected separately and identified by Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) and X-ray diffraction (XRD). Zeta potential analyzer and acid-base titration were also used for measuring the surface properties and charge densities of the electric-field-modified clays. Based on the spectra of FTIR, some characteristic absorbance, such as Al—OH and Si—O vibrations, were found and the spectroscopic differences for each clay collected upon electro-process were indiscernible. XRD diagrams showed that a hydroxide was formed in the interlayer of a 2:1 clay, collected from the anode after proceeding the electro-progress. Both the results of potential and titration analyses showed that additional negative charges were produced on the edges of aluminol and silanol groups of the clays collected from the anode. Under the electro-process, protons were accumulated at the anode which may result in the polarization, movement and exchange of cations in clay's framework. Besides, the clay lattice seemed to be broken as evidenced by the releasing of a great numbers of silicon ions during the electro-process. Further studies are required to clarify the reactive mechanisms of the structural changes and the practical applications of electro-process of clays in the soil or environmental fields, e.g., the polymerization reactions of organic molecules as catalyzed by electro-process clays.

Keywords: clay mineral, electro-process, structure, charge properties.

土壤基礎研究(一)

可變電荷土壤中帶相反電荷的顆粒表面雙電層重疊與表面電化學性質
Overlapping of electric double layers on oppositely charged particles in
variable charge soils and electrochemical properties of the soils

徐仁扣*、李九玉、薑軍

中國科學院南京土壤研究所，土壤與農業可持續發展國家重點實驗室，南京 210008

*E-mail: rkxu@issas.ac.cn

熱帶、亞熱帶地區的可變電荷土壤其黏土礦物組成和表面電荷性質與溫帶地區的恒電荷土壤具有不同的特點，因此這類土壤中會產生一些與溫帶地區恒電荷土壤不同的特殊化學現象，如鹽吸附現象、鐵鋁氧化物對酸化的抑制等。這些特殊化學現象至今沒有得到很完善的解釋。為闡明可變電荷土壤中特殊化學現象產生的機制，我們採用土柱淋溶實驗、電滲析實驗結合表面有效電荷和土壤膠體 zeta 電位的測定，系統研究了可變電荷土壤中帶負電荷的矽酸鹽礦物與帶正電荷的鐵鋁氧化物表面雙電層的相互作用及其與特殊化學現象之間的關係。研究結果表明帶相反電荷顆粒表面雙電層的相互作用是可變電荷土壤中普遍存在的現象。可變電荷土壤遭受強烈淋溶作用後土壤可溶鹽和交換性鹽基陽離子逐漸淋失，土壤溶液離子強度降低，帶電顆粒表面雙電層的擴散層厚度增加，導致相鄰的帶相反電荷顆粒表面擴散層發生重疊。這一過程導致 2 種帶電顆粒表面正、負電荷發生部分中和，顆粒表面有效電荷量下降。研究發現擴散層重疊為可逆過程，當向已發生擴散層重疊的土壤中添加電解質溶液時，電解質的陰、陽離子分別作為反號離子進入帶正電荷和負電荷的顆粒表面的擴散層中，土壤對陰、陽離子發生同時的淨吸附，即鹽吸附。隨著電解質濃度增加，顆粒表面擴散層厚度和擴散層重疊程度減小，顆粒表面有效電荷量增加。因此，可變電荷土壤中帶相反電荷顆粒表面擴散層重疊是鹽吸附現象產生的主要原因。擴散層重疊導致土壤顆粒表面有效電荷量減小，對離子的吸附親和力降低，土壤中重金屬活性增加，鹽基陽離子更易淋失。研究發現雙電層重疊也是鐵鋁氧化物抑制可變電荷土壤酸化的主要原因。土壤遭受淋溶作用時，由於顆粒表面擴散層發生重疊，正負電荷部分中和，因此不需要產生交換性 H^+ 和 Al^{3+} 來取代鹽基陽離子淋失後的陽離子交換位，顆粒表面仍保持電中性狀態，交換性酸的產生和酸化過程被抑制。這一發現豐富了建立在恒電荷土壤基礎上的傳統土壤酸化理論。

關鍵詞：可變電荷土壤、矽酸鹽礦物、鐵鋁氧化物、擴散雙電層、擴散層重疊。

土壤基礎研究(一)

鉻鐵礦在蛇紋岩母質水田土壤中的地球化學特徵
Pedogeochemical characteristics of chromite in a paddy soil derived from serpentinites

Zeng-Yei Hseu (許正一)^{1,*} and Yoshiyuki Iizuka (飯塚義之)²

¹Department of Environmental Science and Engineering, Pingtung University of Science and Technology, Pingtung 91201, Taiwan.

²Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taipei 11529, Taiwan

*E-mail: zyhseu@mail.npust.edu.tw

Chromite is a primary Cr-bearing mineral in serpentinitic soil; therefore, these soils generally contain a high concentration of Cr, which causes a potential risk to human health after Cr is mobilized by chromite weathering into the environment. This study examined the micromorphological characteristics of chromite and identified chromite weathering as a source of Cr in a paddy soil profile derived from serpentinites in Eastern Taiwan. The soil samples were tested by partitioning Cr in the bulk soil and measuring the element composition in the chromite. The fractionation of Cr in all soil horizons was performed using a selective sequential procedure (SSE). The SSE results demonstrated that the original Cr was primarily fixed in the recalcitrant minerals of the serpentinitic soils. However, labile Cr fractions were also clearly observed in the soils. During chemical weathering, Cr(III) was released from hydrolysis in chromite under the submergence of the pedon, whereas Cr(VI) examined using XANES spectra was absent in the soils. The micromorphological observation using polarized-light microscopic and SEM-BSE images indicated that chromite was altered, which corresponded to the increase of labile Cr toward the surface soil. In the chromite grain, Cr decreased with the increase of Fe and decrease of Al, Mn, Mg, and Zn during pedogenesis. Chromite acted as a source of Cr through dissolution in the pedon.

Keywords: Chromium, EMPA, geochemistry, micromorphology, XANES.

土壤基礎研究(一)

水稻秸稈中植矽體固碳及其調控潛力研究
The accumulation of phytolith occluded carbon in rice straw and its regulation potentiality

劉勤*、孫星、谷傑

中國科學院南京土壤研究所，南京 210008

*E-mail: qliu@issas.ac.cn

水稻是我國極為重要的糧食作物，水稻收穫後產生大量秸稈。2010 年我國稻草秸稈約 2.1 億噸。秸稈隨意拋棄、焚燒會帶來一系列環境問題。秸稈還田是秸稈利用的一種重要方式，可以明顯增加土壤有機質含量。氣候變化是當今全球面臨的重大的挑戰，如何通過增加生態系統有機碳庫以減緩大氣 CO₂ 濃度升高，受到了廣泛關注。土壤有機碳是陸地生態系統重要的碳庫，在碳收集、減緩和應對全球氣候變化方面具有重要的作用。植矽體碳是植矽體在形成過程中封存的植物細胞內的有機碳，隨植物的死亡及其有機質殘體分解，植矽體碳可以隨植矽體長期存在於土壤和沉積物中。秸稈歸還農田，不但通過有機物料的輸入增加農田土壤碳庫，而且秸稈中的植矽體及其封存的有機碳得以進入土壤，成為土壤有機碳不可忽視的重要組成。因此，研究水稻秸稈還田後植矽體固碳對土壤總有機碳貢獻及其調控潛力，為揭示農田管理對農田碳迴圈變化的影響，準確估算農田土壤固碳潛力提供理論依據。本研究通過田間社區試驗、盆栽試驗研究了不同水稻品種植矽體及其固存碳含量，施矽肥對水稻秸稈植矽體及其固存碳含量影響，分析了長期秸稈還田下水稻秸稈植矽體碳變化規律。初步結果表明，35 個品種水稻種子植矽體含量在 71.6 mg g⁻¹ to 150.1 mg g⁻¹，植矽體碳含量在 6.4 mg g⁻¹ to 38.4 mg g⁻¹。35 個品種種子固碳 y 0.45-3.46 kg CO₂ ha⁻¹ year⁻¹，其中天優 998 最高 3.46 kg CO₂ ha⁻¹ year⁻¹，最低為岡優 188，0.45 kg CO₂ ha⁻¹ year⁻¹，相差 8 倍。施矽肥在缺矽的紅壤性水稻土和烏柵土上均顯著增加水稻產量。秸稈還田 24 年烏柵土結果表明，長期施 NPK 化肥土壤有效矽含量顯著低於長期不施肥對照，長期施秸稈 2250kg/ha 處理，有效矽增加不明顯，長期施 4500kg/ha 稻草處理，顯著增加土壤有效矽含量。長期秸稈還田土壤種植南粳 46 水稻，水稻鞘和葉片植矽體含量最高，其次是根，莖中植矽體含量最低。施雙倍稻草處理，土壤植矽體含量顯著高於施 NPK 化肥，對應土壤上生長的水稻植株，根系、籽粒和莖的植矽體含量沒有顯著差異，而葉片和鞘植矽體含量顯著增加，說明通過土壤矽含量，增加矽在葉片和鞘中的累積。對應植株植矽體碳含量並沒有顯著增加。比較水稻整株植矽體固碳量，長期雙倍稻草還田，水稻植矽體固碳達 0.0146±0.0006a Mg-CO₂ ha⁻¹yr⁻¹，顯著高於施化肥處理的 0.0128±0.0006b Mg-CO₂ ha⁻¹yr⁻¹。水稻秸稈還田對農田固碳減排具有較大的潛力。

關鍵詞：水稻、植矽體、植矽體碳、秸稈。

土壤基礎研究(一)

黑河綠洲防護林對農田生態系統土壤硝態氮運動的影響
Effect of tree belt on nitrate movement under the farm land of the oasis in northwest China

樊軍^{1,2,*}、喬豔琴²

¹ 中國科學院水利部水土保持研究所黃土高原土壤侵蝕與旱地農業國家重點實驗室

² 西北農林科技大學黃土高原土壤侵蝕與旱地農業國家重點實驗室

*E-mail: fanjun@ms.iswc.ac.cn

地處甘肅河西走廊黑河中游張掖綠洲是依賴地表水與地下水而存在的農業區，是國家重要的商品糧、棉、油生產基地。由於對糧食增產的需求，高灌溉、高施肥的農業生產手段不僅造成肥料與水資源利用率降低，並且可能引起地下水水質惡化。殘留的氮素隨灌溉水淋溶，導致硝態氮在根區以下土層無效積累或進入地下水，成為水土污染的重要來源。故本研究以黑河中游綠洲農林生態系統為研究物件，旨在研究林帶對農田深層土壤硝態氮的影響作用，以及對農田土壤水分和作物產量的影響。以期為改善綠洲農田環境、減緩地下水污染風險提供理論依據。試驗在位於甘肅省張掖市臨澤縣的臨澤內陸河流域研究站進行，為老綠洲向荒漠擴展的邊緣綠洲區，常年平均地下水位 4.2 m。試驗選取一 22 m×50 m 的農田，按照距離防護林由近到遠分為四塊不同的樣地，利用土鑽從第一塊樣地到第四塊樣地依次取土樣測其含水量與硝態氮含量，並測量產量等相關指標。結果表明：產量及其構成要素隨著靠近林帶而降低，影響的水準距離至少有 29 m。土壤水分含量也隨著與林帶距離的減小而逐漸減小，影響的水準距離至少有 15 m。但是土壤硝態氮含量隨著靠近林帶而增加：樣地 1 在灌漿期（144 kg/hm²）、收穫期（633 kg/hm²）與收穫後（654 kg/hm²）土壤總硝態氮積累量都最大，且都主要集中於 200-300cm 土層，地下水硝態氮濃度也隨著與林帶距離的減小而增大。樣地 1 範圍內（距林帶 4.5 m），由於防護林的遮陰作用及根系水分養分競爭，作物嚴重減產，吸氮量顯著降低，同時防護林的枯枝落葉提高了農田土壤養分含量，越靠近林帶的農作物生長越差，養分利用率越低，導致更多的硝態氮被淋洗到深層土壤，嚴重威脅地下水安全。故應該合理選擇造林樹種與靠近作物種類，並減少施肥量，降低靠近林帶農田深層養分的累積。

關鍵詞：土壤硝態氮、綠洲農田、海峽兩岸、研討會。

土壤基礎研究(二)

土壤物理性狀變化對表面活性劑污染物的回應
Response of soil physical properties to invasive surfactant pollutants

戚興超、劉豔麗、李成亮*、張民

土肥資源高效利用國家工程實驗室，山東農業大學資源與環境學院，山東泰安，
271018

*E-mail: chengliang_li11@163.com

隨著表面活性劑使用量的增加，越來越多的表面活性劑通過各種途徑進入土壤環境中，對土壤的理化性質造成影響。但是目前人們對表面活性劑對土壤團聚體穩定性和土壤水分入滲的影響的研究還比較少。本研究選擇十六烷基三甲基溴化銨（CTAB）和十二烷基硫酸鈉（SDS）兩種表面活性劑，研究其在土壤上的吸附等溫特性，以及對土壤團聚體穩定性和疏水性的影響。結果表明：Langmuir 模型可以很好的擬合 CTAB 和 SDS 的吸附過程。CTAB 和 SDS 處理後的土壤，0.25 mm-0.053 mm 粒級的團聚體遭到破壞，2 mm-0.25 mm 和 <0.053 mm 粒級的團聚體數量增加；土壤團聚體的平均重量直徑（MWD）都增加，說明土壤團聚體的穩定性總體得到提高。CTAB 處理中，除 200 mg L⁻¹ 外，其它濃度的處理與對照相比，水分的入滲速率都增加；SDS 處理中，與對照處理相比，所用濃度的處理水分入滲速率都降低；計算疏水指數 R 發現，對照處理的 R 為 1.22，小於臨界值 1.95；CTAB 處理中，除 400mg L⁻¹ 處理外，其它處理的 R 值都大於臨界值 1.95，；SDS 處理中，R 值都大於 1.95。總體來看 CTAB 處理後的土壤沒有疏水性，SDS 處理後的土壤表現出疏水性。

關鍵詞：表面活性劑、土壤團聚體、吸附、入滲速率、疏水性。

土壤基礎研究(二)

土壤腐植質超分子結構之計算化學研究進展
Advances of computational chemistry of supramolecular structure in soil humic substances

張家銘*

中興大學土壤環境科學系，台中市，台灣

*E-mail: abinitio@dragon.nchu.edu.tw

土壤腐植質結構的早期概念，被認為是一種以共價鍵交聯的高分子聚合物，其在鹼性與低離子強度的溶液中是伸展的形狀，而在酸性與高離子強度的溶液中形狀則是捲曲的，這種腐植質的聚合物模型(polymer model)被沿用了相當久的一段時間。而在 20 世紀 90 年代末，一群腐植質化學方面的研究學者進行了一連串的膠體層析與光譜實驗，以不同有機酸之混合溶液溶解萃取腐植質，發現腐植質得以被輕易溶解分離開來，並證明腐植質是由許多相對較小的有機與生物分子以氫鍵與疏水性交互作用等弱鍵結所組裝結合而成，而提出腐植質的超分子模型(supramolecular model)，這種分子結構概念的變革，對於了解土壤腐植質的形成機制、汙染物吸附與催化降解特性、粘土礦物-腐植質交互作用與腐植質在環境中的宿命都有著極大的影響。在本報告中將彙整此方面的分子模擬研究，說明水分子、金屬陽離子與粘土礦物對於維持土壤腐植質的這種超分子結構的貢獻，最後並以量子化學計算解釋腐植質特性中相當重要的自由基反應特性。

關鍵詞：土壤腐植質、超分子模型、計算化學、自由基反應。

土壤基礎研究(二)

土壤中的“電場-量子漲落”耦合作用：微觀機制與宏觀表現
Coupling of electric field and quantum fluctuation in soil:
Micro-mechanism and macro-behaviour

李航^{*}、楊剛、劉新敏、田銳
西南大學資源環境學院
*E-mail: lihanswu@163.com

眾所周知，在過去的二十世紀中，人類在物理學和生物學方面都各自取得了巨大的發展。但是，人們發現物理學和生物學兩大學科本質上是脫節的，物理學在解釋系列生物學現象中顯得幾乎“無能為力”，物理學與生物學之間表現出巨大的知識壁壘。但是，近二十年來自然科學正在發生一個重大變化：基於對 120 年前發現的 Hofmeister 效應的深入研究，發現該效應的下面深藏著重大科學基礎，在那裡物理學與生物學之間的壁壘消失了。這些新的科學基礎指出，在介觀尺度的強電場條件下和在非理想、非線性、多體和多互作系統中，經典的自然科學知識面臨嚴峻挑戰。而土壤正是典型的這樣一個系統，因此基礎土壤學所依賴的、已經在土壤學中廣泛應用的經典自然科學知識可能同樣地並不適用於土壤。據此可以認為，近二十年來自然科學新的發現已經動搖了土壤學這座大廈的“地基”。然而遺憾的是，目前整個土壤學界幾乎對此並不知曉。本研究通過對 Hofmeister 效應科學基礎的深入研究，發現土壤中存在一種十分重要的非經典相互作用效應：電場-量子漲落耦合作用效應。這一效應表明，土壤中的所有原子、分子、離子的非價電子能量將出現超乎尋常的變化，而且正是“土壤系統”中物質非價電子能量的這種變化使得土壤完全不同於經典物理化學理論所能描述的“經典系統”。初步的理論和實驗研究進一步發現，土壤中的電場-量子漲落耦合作用可能是土壤中獨特的物理、化學和生物學過程發生的內在原因；土壤中的電場-量子漲落耦合作用深刻地影響著土壤中的各種微觀過程，並通過對微觀機制的影響來影響土壤系列宏觀現象的發生。因此，本研究提出的電場-量子漲落耦合作用理論可能開啟基礎土壤學研究新的大門。

關鍵詞：土壤、電場、量子漲落、Hofmeister 效應。

土壤基礎研究(二)

台灣農地造林之生態系統碳量蓄積
Ecosystem carbon sequestration in cropland afforestation in Taiwan

鄭智馨*、黃于軒、林苡涵
臺灣大學森林環境暨資源學系
*E-mail: chengch@ntu.edu.tw

隨著全球暖化問題的日益惡化，如何減緩溫室氣體效應的負面危害，成了現今最重要的環境議題。對農地或劣化土地的造林，是減緩溫室氣體效應危害有效且經濟可行的方法之一。台灣自 2002 年開始積極推動「平地景觀造林及綠美化方案」，此方案預計增加平地造林面積 25,100 公頃，並期望能夠達到六萬公頃。不過，對平地造林的碳蓄積潛能以及相關蓄積碳量分布，目前仍缺乏直接證據可用以評估。本研究評估農地造林下可能的生態系統碳吸存量，包括林木碳量、地表殘材碳量、地表枯落物碳量與土壤有機碳量等不同部分碳量的評估。研究主要來自兩部分樣區，第一部分樣區為 2002 年以後的農地造林樣區，地點來自彰化、花蓮、嘉義與屏東等，利用這些造林樣區進行增加林木碳量、地表殘材碳量與地表枯落物碳量的評估。第二部分樣區為長期(> 15 年)造林與廢耕下樣區，來自農民自發性的造林與廢耕，此部分主要用於土壤有機碳量的評估。研究結果顯示林木碳量的累積增加，受到造林樹種與立地環境影響，短期而言，速生樹種(如桃花心木(*Swietenia macrophylla*)、苦楝(*Melia azedarach*))有較高的林木碳量累積速率；較佳的立地環境，特別是土壤深度較深的彰化與屏東造林地，呈現較佳的林木碳量累積速率。於造林時間 20 年時，預測的平均蓄積林木碳量為 $74.7 \text{ Mg C ha}^{-1}$ 。地表殘材碳量與地表枯落物碳量隨造林時間增加而增加，於造林時間 20 年時，分別可達到 2.1 與 4.2 Mg C ha^{-1} 。長期農地的廢耕與造林，平均可較鄰近農地增加土壤 $14.2 \text{ Mg C ha}^{-1}$ 土壤有機碳量(0-20 cm)，但 70% 的增加碳量在表層 0-10 cm 土壤。長期廢耕地土壤 pH 值與總體密度(bulk density)普遍低於農地土壤 pH 與總體密度，而土壤有效性磷含量則在個別樣區間呈現極大變異，使得土壤有效性磷含量在造林與廢耕土壤以及鄰近農地土壤間無顯著差異。綜合而言，台灣平地造林將可增加生態系統碳量蓄積，以林木碳量蓄積最高，長期造林林地也造成土壤性質的改變。

關鍵詞：造林、廢耕、林木碳量、土壤有機碳。

土壤基礎研究(二)

泛環渤海地區地下水硝酸鹽時空變異與農業
Relationship between groundwater nitrate variation and agriculture in the region around the Bohai Sea

趙同科^{1,*}、張成軍¹、李鵬¹、田有國²、趙永志³

¹北京市農林科學院植物營養與資源研究所

²農業部全國農業技術推廣服務中心

³北京市土肥工作站

*E-mail: tkzhao@126.com

針對農業生產活動對地下水的影響，選擇泛環渤海地區的北京、天津、河北、山東、河南和遼寧四省兩市作為研究區域，在 2005~2012 年共採取水樣 21331 個，分析地下水硝酸鹽含量分佈及時空變異特徵，探索影響地下水硝酸鹽變化的主要因素，並對其脆弱性進行科學評價。研究發現，農田利用類型對地下水的影響較大，在糧田、菜地、果園等幾種類型中，菜地的影響最大， $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 平均含量達到 $15.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，其次是糧田和果園。隨著地下水埋深的增加， $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 含量呈現明顯下降趨勢，其中 30 m 以內的水體 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 含量最高，達 $16.6 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。由於不同地區施肥習慣不同，地區之間硝酸鹽含量存在很大變異性。研究並確定了影響地下水硝酸鹽格局的主要因素分別為距地表水域距離、地下水埋深、單位面積肥料量等，並建立了地下水硝酸鹽含量預測模型。同時，建立了地下水硝酸鹽污染脆弱性評價體系，結果顯示，脆弱性強、較強區域占泛環渤海區域總面積的 36%，中等脆弱性區域占 33%，脆弱性弱和較弱區域占 31%。

關鍵詞：地下水、硝酸鹽、泛環渤海、時空變異、脆弱性評價、農業。

土壤基礎研究(二)

天然有機物對鐵鋁氫氧化物共沈澱之結構影響
**Structure changes of Fe/Al hydroxides as affected by coprecipitation
with nature organic matter**

Liang-Ching Hsu (許良境)¹, Jui-Che Sung (宋睿哲)², Yu-Min Tzou (鄒裕民)¹, and
Yu-Ting Liu (劉雨庭)^{2,*}

¹Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing, Taichung 402,
Taiwan.

²Department of Environmental Science and Engineering, Tunghai University, Taichung
407, Taiwan.

*E-mail: ytliu@thu.edu.tw

Poorly crystalline Fe/Al hydroxides serve as superior sinks to retain heavy metals, trace elements, metalloids, and nutrients like phosphate (PO₄) in soils and sediments. Proposed by our previous study, PO₄ retention on mineral assemblages is controlled by the accessibility of sorption sites on particle surfaces rather than the binding affinity. Therefore, how the structural changes of complex mineral-organic matter (OM) assemblages affect sorption behavior of PO₄ has been of interest to soil scientists. This study aimed to determine at a mechanistic level the structural changes of Fe/Al hydroxides as affected by the coprecipitation with various humic acids. Coprecipitates of Fe/Al hydroxide (AFH) and humic acid (HA) were synthesized by hydrolyzing Fe/Al solution using 1 M KOH to pH 7.5 in the presence of various HA with the C/(Fe+Al) molar ratio from 0 to 0.5. Three types of HA were tested in this study: yangming mountain HA (YHA), changhua HA (CHA), and aldrich HA (AHA). The YHA and CHA were collected from Yangming mountain and Changhua county, and the AHA is a commercial product. The local structure environments of AFH-HA coprecipitates were characterized using Fe K-edge extended X-ray absorption fine structure (EXAFS) spectroscopy. Spectra for EXAFS were collected at Beamline BL17C1 at the National Synchrotron Radiation Research Center (NSRRC) in Hsinchu, Taiwan. Results of Fe K-edge EXAFS suggested that coprecipitation of HA affected the development of edge-shared octahedral linkages in Fe domain. Of all the tested HA, YHA changed the structure of AFH most intensely. The most possible explanation is that YHA contains more Fe impurities that disrupted the structure development of Fe hydroxide. However, such enriched Fe content also promotes the structural ordering of Fe domain as the concentration of YHA increased. This study indicates that coprecipitated HA likely plays a critical role in structural transformation and stability for poorly crystalline Fe hydroxides.

Keywords: Fe/Al hydroxide, ferrihydrite, humic acid, coprecipitation, EXAFS.

土壤肥力與施肥技術(二)

快速處理有機廢棄物技術之發展
Development of highly efficient technology used in organic waste decomposition

楊秋忠*

教育部 終生榮譽 國家講座

中興大學土壤環境科學系 中興講座教授

*E-mail: ccyoung@mail.nchu.edu.tw

全球數據顯示不同城市的人均產生廢棄物有很大的差異，低收入地區人均約 225 公斤/年，在中等收入地區約 330 公斤，和高收入地區約 550 公斤，其中有機廢棄物占有很高之比例。有機廢棄物不當處理，將造成環境污染及危害人畜健康，有鑑於傳統之堆肥化方法需要大量調整材料配合，及堆肥化過程易發生惡臭及污水，並需要大的堆肥場空間，腐熟耗時至少需 2~4 個月。土壤有機質含量是土壤肥力的指標，有機質肥料是穩定糧食生產的根基，以減少化學肥料之施用，可提升作物、產量、品質、健康、安全的良方，並增加農民收益，以達成農業永續經營之目標。未來農業資材需求之分析顯示：1. 農業化學肥料的問題：石油價格高漲，化肥價格居高不下。全球普遍土壤酸化及劣化嚴重，增加改良土壤之有機質肥料的需求。各國政府皆已著手減用化肥量。2. 傳統堆肥引起的環保意識之高漲：有機廢棄物的處理需要無臭及高效快速處理方式之須求。避免傳統堆肥造成溫室氣體之釋放。3. 消費者及生產者之覺醒：消費者對食品安全之關切與重視。農作需要大量有機質肥料之供應。

本研究採用快速處理有機廢棄物及環保創新生技，以 3 小時內處理生產有機質肥料，取代傳統 2~4 個月之堆肥過程。經利用產品品質與功能分析腐熟度(安定性之呼吸作用分析)、安全性(病原菌分析)、無毒性(種子生物分析)、有效性(化學成分及品質分析)測定驗證，及利用土壤盆栽與田間試驗之驗證，已證實快速處理有機廢棄物產品之品質及促進植物生長之功效，並達證實無病蟲及病原菌之有機肥料產品。本技術是(1)全球唯一創新之最快速處理有機廢棄物再生技術。(2)設廠投資小：土地及廠房占空間小(堆肥場之 1/10)，設施投資小(堆肥場之 1/3)。(3)省人力及工時：機械系統化流程，可一人操作，省工及省時。(4)環保效益：占地空間小，無廢水、無惡臭、無毒、無病原菌等二次公害。無 CO₂ 之釋放及氮肥之損失。(5)農業效益：各種有機廢棄物資源再生，可供有機肥及土壤改良劑，增堆地力及節能減碳。快速處理技術可應用之有機廢棄物之原料包括 1、農、林、漁、畜牧業之有機廢棄物。2、民生有機廢棄物。3、事業有機廢棄物等之有機廢棄物。

關鍵詞：有機廢棄物、有機質肥料、快速處理再生技術。

土壤肥力與施肥技術(二)

高產高效施肥措施下的水稻產量與氮肥的氮揮發損失
Rice yield and ammonia volatilization of nitrogen fertilizer from paddy fields under integrated crop management practices

曹彥聖、趙淼、田玉華、尹斌*、朱兆良

土壤與農業可持續發展國家重點實驗室，中國科學院南京土壤研究所，210008

*E-mail: byin@issas.ac.cn

我國人均耕地面積較少，糧食生產壓力較大，不能採取降低糧食產量以減少環境污染的對策，而要研究既能使糧食保持高產，又能最大限度地減少對生態環境的不利影響的技術方法及措施。本研究在中國科學院常熟農業生態試驗站內進行。通過社區試驗，設計了 4 個不同的處理：空白、常規、高效及高產處理，研究了稻麥輪作體系中不同氮肥運籌及作物種植密度對氮揮發及糧食產量的影響，旨在為減少氮揮發損失，提高糧食產量，確定適宜的氮肥運籌提供科學依據。試驗站位於北緯 31°32'45"，東經 120°41'57"，海拔 1.3 m，地處太湖流域。區域氣候為亞熱帶季風氣候，年平均氣溫為 15.5 °C，年平均降雨量為 1 038 mm。試驗站土壤類型屬於湖泊沉積物發育的潛育型水稻土。在整個水稻生育期，氮揮發損失率（氮揮發損失占肥料氮施用量的比例）平均為 6%~17%。採取減少施氮量、降低基肥投入、增加施肥次數及提高作物種植密度等可以顯著減少氮揮發損失。氮揮發通量及各施肥期氮揮發損失通常均隨施氮量的降低而減少。這與以前的研究結果是一致的。在本研究中，稻季基肥期氮揮發損失量較大，占氮揮發總損失量的 29%~54%。降低基肥投入可顯著減少稻季氮揮發總損失。與常規處理相比，高效處理的基肥施氮量減少了 37.5%，這個時期的氮揮發損失也減少了 59%~73%；在促花肥期，水稻處於快速生長時期需要吸收大量的氮素，施入的氮肥大部分被作物吸收，殘留在土壤中的易於發生氮揮發的肥料氮顯著減少。高效處理在促花肥期氮揮發損失僅占稻季氮揮發總損失的 8.3%，為基肥期的 20%。因此，在水稻快速生長期追肥顯然可以減少氮揮發損失。當地常規情況下，為了降低種子成本，農民在種植雜交水稻時往往採取稀植和減少本苗數的方法，這將降低水稻對氮肥的吸收利用效率。而通過提高稻秧移栽時的種植密度，可增加作物對肥料氮的利用效率，從而減少氮揮發損失。這在很大程度上使氮素供應與作物氮素需求相匹配，所以，儘管與常規處理相比，高效處理的施氮量減少了 25%，但糧食產量卻提高了 6.2%~10.3%，並且使氮揮發損失減少了 54%~73%。通過同時採取降低基肥投入、增加施肥次數及提高作物種植密度等措施，可以使氮素供應與作物氮素需求相匹配，從而在減少氮揮發的同時保持糧食高產。這對於我國尤其是太湖地區農業可持續發展具有重要的現實意義。

關鍵詞：高產高效、氮肥、水稻、氮揮發。

土壤肥力與施肥技術(二)

氮肥施用對作物吸收土壤氮的影響—兼論土壤“激發效應”
Effect of N fertilizer on uptake of soil N by crops with special discussion on fertilizer N use efficiency

宇萬太*、周樺、馬強
中國科學院瀋陽應用生態研究所，瀋陽 110016
*E-mail: wtyu@iae.ac.cn

本研究以長期定位試驗為平臺，以同位素示蹤技術為手段，其目的除驗證了土壤氮素轉化過程中存在正的“ANI”過程外，還存在負的“ANI”過程。研究表明，當施入硝態氮肥時($K^{15}NO_3$)，微生物對肥料氮的固持作用減弱，標記微生物體氮占全部微生物體氮不足 1%，表明微生物的固持作用對象主要是土壤氮。隨著施肥量增加，作物對土壤氮的吸收逐漸減少，表現出明顯的與正“ANI”相反的趨勢，表明在土壤氮素轉化過程中，確實存在一個負的“ANI”過程，即肥料氮的施入會抑制作物對土壤氮的吸收。當施入土壤是硫酸銨及玉米秸稈時，由於存在充足的碳源，微生物固持作用比較強，其對肥料氮的固持量也明顯增多，作物吸收的土壤氮量隨著施肥量的增加逐漸提高，表現出明顯的正“ANI”趨勢。由此可知，無論是施硝態氮肥，還是施銨態氮肥，施肥處理作物吸收的土壤氮與對照處理吸收的土壤氮明顯不同，而肥料利用率計算公式成立的前提假設是兩者相等，本結果徹底顛覆了這一假設，表明目前使用的肥料利用率計算方法有問題，需要構建新方法。

關鍵詞：土壤微生物、ANI、肥料利用率、氮的固持。

土壤肥力與施肥技術(二)

水稻及蔬菜有機栽培專用有機質肥料配方開發
Development of organic fertilizer specific for paddy rice
and leaf vegetable of organic farming

莊浚釗*、羅秋雄

行政院農業委員會桃園區農業改良場

*E-mail: chuang@tydais.gov.tw

近年隨著國家經濟繁榮，國民所得及生活水準普遍提高，民眾平日對購買高品質且安全衛生之農產品日益注重，有機農業也因而隨著世界潮流在國內逐漸發展，惟農民施用有機質肥料未依土壤肥力概況及作物營養需求選用或調配，長期連續大量施用情況下，易導致土壤養分不平衡及重金屬累積問題，影響土壤及作物品質。故本試驗係利用農畜產副產物及礦物等材料，調配適合作物有機栽培專用之有機質肥料為本研究之目的。本研究先行調查水稻及蔬菜養分吸收量及生長情形，依據其調查資料，選用本場轄區內大宗農產廢棄物，調製數種有機栽培有機質肥料配方，進行田間試驗，篩選對作物產量及品質最佳的專用配方，並分別於 2011 年及 2013 年技術轉移廠商進行量產，以提供有機栽培農戶施用有機肥料選擇之參考。水稻試驗 2008-2010 年於桃園縣新屋鄉本場試驗田及有機栽培農戶分別進行，結果顯示，施用本專用配方 1 及 2 期作稻穀產量 5.37 t/ha 及 4.42 t/ha，較對照(市售有機質肥料)4.66 t/ha 及 3.55 t/ha，分別增產 0.71 t/ha (15.2%)及 0.87 t/ha(24.5%)。蔬菜試驗 2011-2012 年於桃園縣新屋鄉本場試驗田及有機農場分別進行，共計種植小白菜、萵苣各 4 期作及莧菜、青梗白菜各 2 期作，計 12 期作，平均產量以桃改 1 號有機質肥料配方 24.5 t/ha 最高，較對照處理(市售有機質肥料)22 t/ha，增產 2.5 t/ha(11.4%)。

關鍵詞：水稻、蔬菜、有機質肥料、有機栽培。

土壤肥力與施肥技術(二)

中國土壤鉀素狀況與鉀肥生產及施用
Current situation of potash contents in Chinese soils and K fertilizer production and application

Tian Youguo*

National agricultural technology extension and service center, Ministry of Agriculture,
China

*E-mail: tianyouguo@agri.gov.cn

Fertilizer plays a really important role in the food safety in the world, much more to an overpopulated country like China. However, the self-sufficiency rate for potash fertilizer in 2012 in China is about 51%, due to the shortage of K resources, while 112% and 117% for N and P fertilizer, respectively. Increasing the self-sufficiency of K fertilizer and its usage efficiency is a big challenge for Chinese agriculture. The aim of this paper is to clarify the current situation of K contents and its changes trend in Chinese soils through the data mining and paper reviewing, and make the recommendation for policy makers, producers, extensioners and farmers. Analysing or summarizing the results from the undergoing projects of National Balanced fertilization, National Soil Monitoring, and others, mining the data from related scientific papers, reports and presentations, with the institutes of NATESC, CAAS, CAU, CNCIC, industry associations and other organizations, interviewing consultants or scientists and local technicians. K fertilizer demand was increasing globally all the way since 1960s, and will be increasing in the future due to population rising by 300-400 million every 5 years. China was the biggest country with the share of 22% of the world K fertilizer demand. However, according to USGS report in 2013, K resource reserve in China is only 2.2% to it in the world. China is limited in potash resources but has been trying to improve its production capacity. According to CNBS, the output of potash fertilizers in China was only 26000t K₂O in 1980s but increased to 377.4t K₂O in 2012, and rate of self-sufficiency increased to 53.3% in 2013. Most important countries for potash supply for Chinese market is Russia federation, Canada, Belarus and Israel. Besides of domestic produce and abroad import, China are exploring of using oversea potash resources and developing potash feldspar resources. Although K consumption increased since 1970s, trials and investigation showed soil K contents varies very much, but TK and AK are getting lower, especially in South China. Chinese soils are widely K deficient. According to incompletely statistics, there is 30 mhm². It is estimated that it requires 8-9 mt K₂O per year to compensate K takeout by crops (products and straws) and leaching. K fertilization also varied very much from crop to crop. As estimated, about 30% of K fertilizer applied on fruits, 27% on rice, 19% on vegetables, and 4% on wheat and 1% on maize. K fertilizer is important to Chinese agriculture and getting more and more important because of decline of K contents in Chinese soils in recent years. It is important to increase the K fertilizer self sufficiency but more importantly it is to increase its usage efficiency by applying balanced fertilization and fertigation.

Keywords: Potash fertilizer; K contents; production; application.

土壤肥力與施肥技術(二)

奈米零價鐵應用於難分解有機污染物之處理
Nanoscale zerovalent iron particles treat recalcitrant organic contaminants

Chih-ping Tso¹, Yuh-fan Su¹, Yu-huei Peng¹, Meng-yi Chen^{1,2}, Cheng-han Lin¹,
Yu-tsung Tai², Chung-yu Hsu², Yao-cyong Chen², and Yang-hsin Shih^{1,*}

¹ Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan University, Taipei, Taiwan

² Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University, Taichung

*E-mail: yhs@ntu.edu.tw

Nanoscale zerovalent irons (NZVIs) have been used in the remediation of soil and groundwater contamination sites. For persistent organic pollutants, the feasibility of NZVI treatment, the removal mechanisms, and the combination of other technologies should be evaluated. NZVI particles we synthesized are used to investigate the effect of material properties and environmental factors on the reduction kinetics and degradation mechanisms of recalcitrant aromatic contaminants such as Congo red (CR) and some halogenated organic compounds including polybrominated diphenyl ethers (PBDEs), hexachlorobenzene (HCB), pentachlorophenol (PCP), and hexabromocyclododecane (HBCD) (Shih et al., 2011ab; Shih and Tai, 2010; Shih and Tso, 2012; Su et al., 2012; Su et al., 2013; Tso and Shih, 2014). Adsorption plays a role on the removal of PBDEs on NZVI (Shih and Tai, 2010). Pd/Fe bimetallic particles can effectively remove HCB and PCP (Shih et al., 2011a). The environmental effects on the degradation of HCB and PCP were also studied. Furthermore, the addition of cetyltrimethylammonium bromide, CTAB) can enhance the dehalogenation of PCP with Ni/Fe bimetallic nanoparticles (Lin and Shih, accepted). On the other hand, the great longevity of microscale zerovalent iron (MZVI) on the PBDE degradation was found (Peng et al., 2013). The combined effects of MZVI and anaerobic microbes in decabrominated diphenyl ether (DBDE) result from that MZVI leads to the enrichment of heterotrophic microbial populations bearing nitrate- or iron-reducing activities. The interaction between MZVI and microbes contributed to the synergistic effect (Shih et al., 2012ab). The fast decolorization of CR with NZVI was found; however, the mineralization of CR with NZVI was very low. Sequential NZVI/H₂O₂ processes can effectively decompose CR due to the Fenton reaction through ferrous ions from the oxidized NZVI (Shih and Tso, 2012). Our experimental results contribute to a better understanding of aromatic contaminant degradation and serve as a useful reference for remediation design and prediction of treatment efficiency of recalcitrant contaminants with NZVIs

Keywords: nanoscale zerovalent iron (NZVI), halogenated organic compounds, adsorption, dehalogenation, mineralization, synergistic effect.

土壤肥力與施肥技術(二)

稻田轉作玉米之肥料效應

Studies on fertilizer response of corn production in converted-paddies

譚增偉、江志峰、陳桂暖

行政院農業委員會農業試驗所

過去本省施肥推荐(如 P.K 推荐)均以表土有效養分測定結果為依據，實際上施肥量與土壤中有效養分間之關係受其他土壤性質之影響，如表底土質地，pH、排水，CEC 等重要土壤性質均應加以考慮。Buol 等人曾提出土壤肥力能限分類，該分類係一種技術性的分類系統，以作為肥力管理的依據，該分類即以土壤的表底土型及肥力限制因子為依據構成土壤肥力能限分類的單位。故如將此分類與有效養分之測定一併應用於施肥推荐，應可獲得更經濟有效之推荐方法。臺灣省農業試驗所曾於 1978-1981 年與各區農業改良場合作，完成本省土壤肥力能限分類調查工作，並將此分類系統應用於水稻三要素施肥推荐。然此分類系統尚未應用於旱作物(玉米)施肥推荐。唯在諸多肥力限制因子中，僅就 a(強酸性)、b(石灰性)、g(排水不良)、i(Fe-P 固定)及 k(低非交換性鉀含量)等因子探討其對施肥效應之影響。本研究於本省中南部沖積土進行多處秋作玉米肥料三要素試驗，探討土壤肥力能限分類(FCC)應用於旱作施肥推荐之可行性。各地玉米之施肥效應大致以氮較高、磷次之、鉀最低。各別氮肥效應之土壤間差異很大，轉作田犁底層之存在降低不同表底土型間之差異，具 a 因子(強酸性)者氮肥效應最差，具 b 因子(pH>7.3)氮肥需要量較高，而 g 因子(排水不良)者氮肥效應亦最低。磷肥效應與土壤有效磷(Bray 氏第一法)測定值之關係顯著，唯本試驗結果有效磷之臨界值極高，此與轉作田之無定形鐵含量及鐵活性比有關，可作為磷之施肥診斷參考。鉀肥效應與交換性鉀含量呈極顯著相關，與非交換性鉀則否，但交換性鉀含量低時，非交換性鉀含量低者(k 因子)呈更佳之鉀肥效應。又排水不良土壤之 k 肥效應亦較為明顯，因此對鉀肥效應，除依表土有效鉀含量預測外，尚需考慮非交換性鉀含量及排水不良等因子酌量施肥。土壤管理(整地與否、灌溉)及氣候異常均影響肥料效應與產量。

關鍵詞：肥力能限分類、有效性磷、交換性鉀、非交換性鉀、強酸性、石灰性。

土壤肥力與施肥技術(二)

外源有機、無機氮素 (^{15}N) 對小麥季潮土氮庫的影響
Effects of external organic, inorganic nitrogen (^{15}N) on nitrogen pool in fluvo-aquic soil with winter wheat

姜慧敏、楊俊誠*、張建峰、李樹山、李玲玲、郭俊梅

中國農業科學院農業資源與農業區劃研究所，耕地培育技術國家工程實驗室

*E-mail: yangjuncheng@caas.cn

外源肥料氮是農田生態系統中最重要輸入性氮，直接影響氮素在土壤氮庫中的轉化。本研究以華北地區典型潮土為研究物件，利用 ^{15}N 分別製備有機無機氮素標記物，研究外源有機、無機氮肥進入土壤後氮素的形態轉化和對土壤氮庫各組分的貢獻，以闡明外源肥料氮對土壤氮庫的影響，為土壤合理施肥提供理論依據。試驗包括不施氮肥 (CK)、標記化肥 (CF^*)、標記有機肥 (OM^*) 和標記有機肥配施普通化肥 (OM^*+CF) 共 4 個處理。結果表明：(1) OM^* 和 OM^*+CF 處理土壤全氮含量較 CK 分別顯著提高了 24.8% 和 13.7% ($P<0.05$)； OM^* 和 OM^*+CF 處理土壤酸解有機氮含量較 CK 分別顯著提高了 25.3% 和 15.6% ($P<0.05$)；氨基酸態氮和酸解性銨態氮是土壤酸解有機氮庫的主體，分別占土壤酸解有機氮的 42.2%-45.4% 和 29.4%-31.0%；硝態氮是土壤無機氮的主要組分，占 93.2%-95.4%， OM^* 和 OM^*+CF 處理土壤硝態氮含量顯著高於 CK ($P<0.05$)，說明外源有機或有機無機配施對土壤全氮、酸解有機氮和硝態氮均影響顯著；(2) OM^*+CF 處理來自外源肥料氮的酸解有機氮含量最高，分別是 CF^* 和 OM^* 處理的 1.4 和 1.5 倍； CF^* 處理各形態酸解有機氮中來自外源無機氮的比例以酸解性銨態氮最高，為 7.8%； OM^* 處理各形態酸解有機氮中來自外源有機氮的比例以酸解未知氮最高，為 4.5%； OM^*+CF 處理各形態酸解有機氮中來自外源有機氮的比例以酸解未知氮最高，為 18.0%； CF^* 處理下土壤無機氮中來自外源無機氮的比例為 27%， OM^* 處理下土壤無機氮中來自外源有機氮的比例為 8.0%， OM^*+CF 處理下土壤無機氮中來自外源有機氮的比例為 5.0%，說明外源有機無機配施提高了外源有機氮在土壤酸解有機氮庫中的殘留且主要以酸解未知氮形態存在，單施化肥處理提高了外源無機氮在土壤無機氮庫中的殘留；(3) CF^* 處理下來自外源無機氮的酸解性銨態氮對土壤殘留氮庫的貢獻最大，dff 比值為 1.72， OM^* 處理下來自外源有機氮的非酸解有機氮對土壤殘留氮庫的貢獻最大，dff 比值為 1.32， OM^*+CF 處理來自外源有機氮的酸解未知氮對土壤殘留氮庫的貢獻最大，dff 比值為 3.72； CF^* 處理下來自外源無機氮的硝態氮對土壤殘留氮的貢獻最大，dff 比值為 6.05，顯著高於其他處理 ($P<0.05$)。說明外源有機或有機、無機配施對土壤有機氮庫的貢獻更大，外源無機氮對土壤無機氮庫的貢獻更大；有機無機配施更易培肥土壤，減少環境風險。

關鍵詞：外源肥料氮、 ^{15}N 示蹤、氮素形態。

土壤肥力與施肥技術(二)

不同水稻品種的氮肥施用量對其利用率與產量之效應
Effect of grain yield and fertilizer nitrogen use efficiency in different varieties and applied rates in paddy rice

江志峰*、郭鴻裕、譚增偉

行政院農業委員會農業試驗所

*E-mail: cfchiang@tari.gov.tw

摘要

氮素對水稻的生產潛力於三要素中最為敏感，同時也控制其它大量元素的吸收。同其他作物一樣，氮素過多或不足均會給水稻生長發育帶來不利影響。不同基因型水稻產量的差異是由氮吸收和利用效率共同引起的，兩者主要受外界栽培環境與人為管理影響，本研究為水稻地區性高產量目標的達成，根據群體對供氮反應的田間氮肥試驗之生育資料觀測，期以關聯出台灣稻田土壤為提高水稻競爭吸收力的調整生長階段氮肥投入量或關鍵性管理措施，評估提升我國稻田土壤氮肥利用率的合理的氮肥施用技術。2012年進行本省不同水稻氣候區與土壤類型之16點位的田間試驗當地推廣之5種水稻品種，共計14個不同品種，5種不同氮肥施用量(0、90、150、210、270 kg N/ha)之氮肥田間試驗，氮肥為尿素，除基肥採全層施肥外，分別不同生長階段進行三次的追肥，均採面施後淹灌水的施肥方式。以定址的水稻專區可以觀測乾物質重、氮含量與區域氣溫累積的生長溫度明確的定義這種指標關係。初步結果顯示，兩期作不同水稻品種偏生產力(PFP)隨施氮量的增加而降低，一期作施用90 kg N/ha明顯高於其它氮肥等級，二期作施用90 kg N/ha與150 kg N/ha的關係不明顯。相同期作粳秈不同品型其對施氮肥的產量與PFP並無明顯的差異。氮肥施用210 kg N/ha，平均產量較施用150 kg N/ha有增加的趨勢，施用超過210 kg N/ha時，稻穀產量反而隨著施肥量之增加而減少，但此氮肥施用水準，其農學利用率(AE)僅為5~6 kg，吸收利用率(RE)也僅為12~14%。兩期作不同品種施氮等級各種氮素利用效率指標的比較，隨施氮量的增加，其農學利用率(AE)、內部利用率(IE)和吸收利用率(RE)有降低的趨勢，根據二期作於施用90~210 kg N/ha時其RE相對穩定和無氮區的IE高於施氮區的資料，顯示，一期作期間為提高稻田氮肥利用率，以調節氮肥施用量的效果較二期作為高。

關鍵詞：水稻、氮肥利用率、自然環境供氮力。

土壤肥力與施肥技術(二)

中國冬油菜區土壤肥力變化及施肥效果演變
Variation of soil fertility and evolution of NPKB fertilizer efficiency in
winter rapeseed-growing region of China

魯劍巍^{1,*}、鄒娟¹、陳防²、李小坤¹、任濤¹

¹ 華中農業大學資源與環境學院

² 中國科學院武漢植物園

*E-mail: lujianwei@mail.hzau.edu.cn

我國是油菜種植大國，種植面積和總產量約占世界 30%。在影響油菜生長發育的諸多因素中，養分是其重要的物質基礎，而養分的供應則主要取決於土壤的自身養分肥力水準和施肥措施。本文通過對過去試驗結果的總結，並結合近年多點的田間肥效試驗結果，綜述分析了 1961-1965 年、1981-1985 年及 2008-2013 年 3 個不同時期我國冬油菜種植區土壤肥力狀況，氮、磷、鉀及硼肥施用的增產效果，氮、磷、鉀肥農學效率以及不同時期肥料的貢獻率，以期從一定的角度闡明我國冬油菜產區土壤肥力的變化及對施肥效果的影響，為土壤培肥及科學施用肥料提供依據。結果顯示，與 20 世紀 60 年代相比，當前油菜主產區耕地土壤有機質、全氮、硝態氮、速效磷及有效硼含量大幅度上升，2008-2013 年供試土壤樣本平均有機質、硝態氮、速效磷及有效硼含量分別為 26.1 g/kg、1.5 g/kg、105 mg/kg、16.2 mg/kg 和 0.37 mg/kg，分別比 60 年代增加 7.8 g/kg、0.3 g/kg、52.0mg/kg、7.7 mg/kg 和 0.21 mg/kg。此外，當前土壤有機質、速效磷及有效硼含量較 80 年代也略有增加。當前土壤樣本中有效氮、磷、鉀、硼缺乏的比例分別高達 94.9%、88.6%、78.5% 和 87.3%，主要養分缺乏範圍存在擴大趨勢。田間肥效試驗結果表明，以增產量為標準，目前油菜施用氮、磷、鉀、硼分別平均增收油菜籽 1113 kg/hm²、661 kg/hm²、348 kg/hm² 和 343 kg/hm²，高於其他兩個時期；以增產率為標準，氮、磷、鉀和硼肥增產率最高的時期分別是 80 年代、60 年代、當前和 60 年代。研究表明，氮、磷、鉀肥農學利用率隨時間的推移有逐步增加的趨勢，3 種養分的效率均以當前最高，分別是 6.18 kg/kg、7.34 kg/kg 和 2.90 kg/kg。3 個時期肥料施用在油菜籽產量中的貢獻率顯示，60 年代貢獻率為 23.8%，80 年代為 54.5%，當前為 55.1%。結果說明，我國冬油菜種植區土壤養分肥力穩中有升，但速效養分相對缺乏面積擴大，肥料在油菜籽單產增加的貢獻率增大，油菜豐產必需建立在肥料的科學管理基礎上。

關鍵詞：冬油菜、土壤肥力、肥料、產量、農學效率。

土壤肥力與施肥技術(二)

生態文明背景下的土壤肥料工作的發展方向
The development road of soil fertilization under the background of ecological civilization

趙永志*、顏芳、王勝濤、郭甯、王維瑞

北京市土肥工作站

*E-mail: zhaoyongzhi8456@sina.com

生態文明是中國“五位一體”總體建設佈局的重要組成部分，生態文明建設對農業可持續發展提出了更高的要求。土壤肥料是農業生產的基礎，土肥基礎的好壞，直接制約著農業可持續發展以及生態農業的建設。因此，土壤肥料工作的發展需要有生態文明的理論和方法加以引導。本文結合實際的土壤肥料工作，反思了目前在生態文明建設中土肥發展存在的問題，例如，耕地品質和數量不容樂觀，養分資源管理不科學，土肥水迴圈利用有待加強，土肥工作現代化水準不高等。結合現狀，作者指出生態文明視域下的土肥工作必須按照現代農業和生態農業的綠色化、迴圈化、低碳化、資訊化、標準化、創新化的方向前進。所謂的綠色發展就是要保障土壤健康可持續，加強土壤品質管制，提升土壤肥力，形成綠色土壤環境，建立良好的生態系統。低碳發展就是要增強土壤的碳匯能力，通過推進化肥減量化模式，推行立體種養、全方位農業節水、平衡施肥、綠色防控等技術，實現土肥由“碳源”轉變為“碳匯”。迴圈發展就是要促進土、肥、水、作物的協調，既要實現土肥水作物諸要素的迴圈協調，也要實現土壤管理工作、肥料管理工作、作物管理工作和水管理工作的迴圈協調。標準化發展的目標是提升農產品品牌影響力，農業標準化是農業現代化的重要體征，只有實施農業標準化，才能有效、合理、充分利用各種資源，才能真正保障農產品品質安全和生態安全，實現農產品品牌化，增強農產品國際競爭力。資訊化發展重點為提高土、肥、水協調與效率，因地制宜地開展“精準土肥”試點示範工作，探索符合我國土肥工作實際的“精準土肥”發展之路。創新發展是指通過創新發展加快土肥水工作的落地，要創新觀念，創新技術推廣模式，創新體制機制，傳新推廣內容等。

關鍵詞：生態文明、土壤肥料工作、發展方向。

土壤肥力與施肥技術(二)

草莓土壤養分與合理化施肥之研究
Study on soil nutrient and reasonable fertilization of strawberry

蔡正賢*、吳添益

行政院農業委員會苗栗區農業改良場

*E-mail: tsaijh@mdais.gov.tw

為建立草莓生產肥力標準，降低肥料用量，本研究針對田間調查資料，以收支平衡方式，評估草莓一般生產條件所需的氮，並選定不同土壤磷、鉀含量之土壤，進行草莓盆栽試驗，並以不同磷、鉀肥料施用量，以單一養分用量為變因，探討不同磷、鉀用量對草莓的影響。結果顯示，草莓生長初期土壤礦物氮含量為 10.1 mg kg^{-1} ，葉片氮含量即可達到適宜值 20 g kg^{-1} ；草莓收穫晚期土壤礦物氮須達 50 mg kg^{-1} ，才能維持葉片氮適宜值下限 28 g kg^{-1} 。假設每公頃產量 20 公噸，種植前的土壤礦物氮含量為 20 mg kg^{-1} ，一般土壤條件下，化學肥料氮推薦量最高為 150 kg ha^{-1} ，氮礦化潛勢大的土壤，氮推薦量可減少。以動力模式評估，採取適當的施肥分配策略，例如兼用化學肥料及有機質肥料，可避免土壤短期內礦物氮含量過高，造成生長障礙或氮的損失。草莓葉片磷含量隨磷肥用量增加而增加，且有明顯正相關，過多施用磷肥會導致草莓葉片磷含量遠超過適宜值上限 4.0 g kg^{-1} ；土壤有效性磷(Bray No.1)含量為 30 mg kg^{-1} 以上，不施磷肥，草莓葉片磷含量即可達到適宜值下限 2.0 g kg^{-1} ；三種有效磷含量同為 80 mg kg^{-1} 的土壤（酸鹼度分別為 5.93、5.98 及 5.66），草莓葉片磷含量以砂質壤土含量最高。土壤交換性鉀含量 70 mg kg^{-1} 以上，不施鉀肥，草莓葉片鉀含量即可達到適宜值下限 15 g kg^{-1} ，鉀肥施用量對草莓葉片鉀含量的影響不大；施用鉀肥對平均單株產量沒有影響，但以黏壤土最高，坵壤土最低，二種砂壤土交換性鉀含量不同之土壤則產量沒有差異。第 4 週葉片鉀含量鈣含量呈明顯負相關，可能與拮抗作用有關；後期葉片鉀含量鈣含量無明顯相關。

關鍵詞：草莓、土壤養分、肥料推薦。

土壤污染與整治技術(一)

使用黑麥草與高羊茅於柴油污染土壤之植生復育
Phytoremediation of diesel contaminated soils by ryegrass (*Lolium perenne* L.) and tall fescue (*Festuca arundinacea*)

王敏昭^{1,*}、張簡水紋²、洪苙嘉³

¹ 朝陽科技大學教授

² 朝陽科技大學教授

³ 朝陽科技大學研究生

*E-mail: mcwang@gmail.com

植生復育(phytoremediation)是對環境友善的土壤污染處理方法，能有效降解受有機物質污染之土壤。本研究設計一玻璃盆栽箱(15×15×25 cm)種植黑麥草(ryegrass)或高羊茅(tall fescue)於柴油污染土壤之植生復育，分別使用紅壤及沖積土，並以石英砂作為栽培基質之對照組，於中心點添加柴油，使土壤與石英砂中柴油濃度為 10000 mg kg⁻¹，以模擬貯油槽破裂之土壤污染場址之植生復育，土壤與石英砂中柴油受重力及擴散傳輸，因此每一盆盆栽表面劃分九宮格(5×5 cm)，深度分上中下層(7 cm)，有 27 種不同柴油濃度，土壤與石英砂再分有添加重量比 5% 堆肥及未添加堆肥處理，種植草種 225 株及未種植，所有處理皆進行四重複。自種植草種起 60 天後，生物濃縮因子(Bio-concentration factor, BCF)，未添加 5% 堆肥地下部大於地上部，而添加 5% 堆肥後地上部 BCF 值會提高，地下部降低。無種植草種柴油污染土壤及石英砂之自然降解 60 天後能達到 5—20% 之降解率。柴油污染土壤及石英砂種植草種可達到 10—50% 之降解率。柴油污染土壤及石英砂添加土重 5% 之堆肥再種植黑麥草或高羊茅，可提昇柴油污染土壤及石英砂之柴油降解率，可達 30—80%。菌落數與根圈土壤水溶性酚類香草酸(vanillic acid)濃度會隨著土壤及石英砂柴油污染濃度增加而增加，種植草種與添加堆肥皆能提高土壤與石英砂之總菌落數與水溶性酚類香草酸之濃度與土壤及石英砂之柴油降解率，而高羊茅對柴油污染土壤及石英砂有較高的耐受程度，因此有較好之生長狀況與較高柴油污染土壤與石英砂之降解率。種植草種之根系與菌落數、水溶性酚類、添加有機堆肥處理之共同作用皆能提高根際柴油污染土壤及石英砂之降解率。

關鍵詞：植生復育、柴油、黑麥草、高羊茅、菌落數。

土壤污染與整治技術(一)

中國農田重金屬問題的若干思考

Some deliberations on the issues of heavy metals in farmlands of China

曾希柏¹、徐建明^{2,*}、黃巧雲³、唐世榮⁴、李永濤⁵、李芳柏⁶、周東美⁷、武志傑⁸

¹ 中國農業科學院農業環境與可持續發展研究所，北京 100081

² 浙江大學環境與資源學院，杭州 310058

³ 華中農業大學資源與環境學院，武漢 430070

⁴ 農業部天津環境保護科研監測所，天津 300191

⁵ 華南農業大學資源環境學院，廣州 510642

⁶ 廣東省生態環境與土壤研究所，廣州 510650

⁷ 中國科學院南京土壤研究所，南京 210008

⁸ 中國科學院瀋陽應用生態研究所，瀋陽 110016

*E-mail: jmxu@zju.edu.cn

對我國若干典型區域進行取樣調研及資料分析，特別是在山東、甘肅、河南、吉林等較典型農業區，以及採礦區、冶煉區周邊和部分城郊區等重金屬高風險區採樣調研的結果，典型農業區農田土壤重金屬含量超過《土壤環境品質標準(GB15618-1995)》Ⅱ級的樣品比例在 2.3%~21.1%，主要超標的元素是 Cd，此外 Ni、Zn 含量亦有部分樣品超標；超過Ⅲ級標準的樣品比例在 0.7%~7.5%，全部為 Cd，其他元素沒有出現超過Ⅲ級的樣品。而高風險區的土壤樣品大多有三種以上元素超過Ⅲ級含量標準，占採集樣品的比例達 10%以上，最高甚至達 91.2%，其中超標最嚴重、超標樣品比率最高的是 Cd，其次為 As、其超標比例達 21.1%~62.3%，而 Zn、Cu、Pb 等元素超標樣品的比例則相對較低。根據相關結果，認為當前我國耕地重金屬“主產區基本安全，重點區域風險較大”，但農業主產區農田重金屬存在明顯的累積趨勢。針對當前對重金屬超標（或高風險）和污染等理解的差別，提出了針對農田土壤採用“重金屬含量超標”替代“重金屬污染”的觀點，以避免不必要的混亂，同時，在研究中應根據農田的重金屬狀況採取相應的防控策略。在對我國土壤重金屬鈍化和活化、植物吸收和阻控、微生物轉化和利用等研究成果進行總結和借鑒基礎上，針對重金屬超標（或高風險）農田，提出了強化安全利用、重金屬含量閾值制訂、重金屬的源頭和過程阻控、污染農田修復以及產地環境安全保障體系等系列建議。

關鍵詞：農田、重金屬、超標、風險。

土壤污染與整治技術(一)

施用 EDDS 與 NTA 增強空心菜的鎘植生萃取效率
Using EDDS and NTA for enhanced phytoextraction of Cd by water spinach

Zeng-Yei Hseu (許正一)*, Shih-Hui Wang (王思惠), and Hong-Wei Deng (鄧宏維)
Department of Environmental Science and Engineering, National Pingtung University
of Science and Technology, Pingtung 91201, Taiwan

*E-mail: zyhseu@mail.npust.edu.tw

A greenhouse experiment was used to test the applicability of [S,S]-Ethylenediaminedisuccinic acid (EDDS) and nitrilotriacetic acid (NTA) at rates of 2.5 mmol kg⁻¹ and 5.0 mmol kg⁻¹, respectively, to increase the uptake of Cd by water spinach (*Ipomoea aquatica* Forsk) in soils with 2.5-30 mg Cd kg⁻¹. The addition of EDDS and NTA significantly increased water soluble Cd in soils. However, the Cd concentration in the root and shoot was higher in the NTA treatment than in the EDDS treatment. No instance of Cd hyperaccumulation was observed; however, the 5.0 mmol kg⁻¹ NTA treatment for soil with 30 mg Cd kg⁻¹ caused the Cd concentration to increase to 86 mg kg⁻¹, which is close to the critical concentration (100 mg kg⁻¹) of a hyperaccumulator. The total Cd uptake in the treatments of EDDS and NTA for soils with 2.5, 5.0, and 10 mg Cd kg⁻¹ was acceptable, and was higher than the control. The level of 5.0 mmol kg⁻¹ EDDS was excessively high for enhanced phytoextraction in soils with 20 and 30 mg Cd kg⁻¹. Water spinach for Cd phytoextraction is a viable alternative to using herbaceous hyperaccumulators.

Keywords: cadmium, [S,S]-Ethylenediaminedisuccinic acid, Nitrilotriacetic acid, phytoextraction, water spinach.

土壤污染與整治技術(一)

污泥施用對楊樹生長和土壤性質的影響
Effects of forestland utilization of sewage sludge on poplar growth and soil properties

王艮梅*、張煥朝、楊麗
南京林業大學森林資源與環境學院
*E-mail: wangyinmei519@163.com

隨著楊樹(*Populus sp.*)楊樹栽培面積的擴大和產業化進展的加快,楊樹人工林出現了一些不容忽視的土壤環境問題,尤其是楊樹人工純林的多代連作導致土壤肥力的降低(養分含量下降、土壤物理性質及生物學性質)以及土地生產力下降問題,這些問題已成為限制楊樹產業大力發展的關鍵技術問題。城市污泥的肥料資源化是當前國際上污泥的重要處置途徑之一,然而污泥中的有毒有害物質如病原菌、寄生蟲卵、重金屬及有機物污染物,特別是重金屬的存在,直接限制了污泥作為肥料在農地中的推行,而污泥林地施用具有農田施用不可替代的優勢。本文以楊樹人工林地土壤為研究物件,以無錫盧村汙水處理廠厭氧消化的脫水污泥為有機肥源,設計了5種處理,分別為不施污泥(CK,對照處理)、污泥施用量占土重的3%(3%)、占土重6%(6%)、占土重12%(12%)和占土重24%(24%)。採用盆栽試驗研究了不同用量污泥施用對楊樹生長、土壤基本性質及土壤中重金屬活性的影響。結果表明,黃棕壤上不同用量污泥施用後,楊樹的樹高、地徑和生物量都有一定的增加,且3%處理的效果最好;而潮土上3%污泥用量的處理對楊樹生長有促進作用,其餘處理都表現為抑制作用。結果還表明,污泥施用後不僅明顯提高了土壤中養分元素及有機質的含量,且土壤中交換態Cu、Zn的含量也都有明顯的提高,且污泥用量與交換態金屬含量之間呈顯著的正相關關係。黃棕壤中過氧化氫酶的活性平均比潮土中的高5.2%,隨污泥用量的增加潮土中過氧化氫酶活性提高,而黃棕壤中的無明顯變化;與對照相比,土壤脲酶活性在兩種土壤上分別增加55.6—122%(黃棕壤)和46.2—67.5%(潮土),且與土壤全氮、全磷、水解氮、速效磷和有機質(黃棕壤)和土壤全氮、水解氮和有機質(潮土)呈正相關;結果還顯示污泥使用增加了土壤蔗糖酶活性,但不同污泥用量之間無明顯差異。

關鍵詞：污泥、楊樹、盆栽試驗、土壤性質、重金屬。

土壤污染與整治技術(一)

矽肥施用增加砷污染水田土壤中砷的釋出和對水稻幼苗之毒害
Arsenic release and phytotoxicity to rice seedlings in As-contaminated paddy soils are increased by Si fertilizer application

C.H. Lee (李家興), H.H. Huang (黃宣翰), C.H. Syu (許健輝), T.H. Lin (林紫慧), and D.Y. Lee (李達源)*

Department of Agricultural Chemistry

National Taiwan University, Taipei, Taiwan

*E-mail: DYLee@ntu.edu.tw

Silicon (Si) was shown to be able to reduce arsenic (As) uptake by rice in hydroponic culture or in low As soils using high Si application rates. However, the effect of Si application on As uptake of rice grown in As-contaminated soils using Si fertilizer recommendation rate has not been investigated. In this study, the effect of Si application using Si fertilizer recommendation rate on As release and phytotoxicity in soils with different properties and contents of As was examined. The results show that the concentrations of As in soil solutions increased after Si applications due to competitive adsorption between As and Si on soil solids and the Si concentrations in soil solutions were also elevated to beneficial levels for rice growth. The rice seedlings accumulated more As and its growth was inhibited by Si application in As contaminated/spiked soils. The results indicate that there is an initial aggravation in As toxicity before the beneficial effects of Si fertilizing to rice were revealed when Si application based on fertilizer recommend rate to As-contaminated paddy soils. Therefore, for As-contaminated paddy soils with high levels of As, the application of Si fertilizer could result in increasing As phytotoxicity and uptake by rice.

Keywords: paddy rice; Arsenic; Si fertilizer; As uptake; phytotoxicity.

土壤污染與整治技術(一)

鎘累積植物孔雀草抗壞血酸過氧化酶基因的選殖與功能分析
Molecular cloning and functional characterization of an Ascorbate peroxidase from cadmium accumulator *Tagetes patula*

陳寬宇、洪傳揚*

臺灣大學農業化學系

*E-mail: cyhong@ntu.edu.tw

孔雀草屬於菊科 (Compositae) 萬壽菊屬 (*Tagetes*) 的一年生雙子葉植物，水耕系統中葉片可累積至少 400 ppm 鎘，具有環境適應性強，生質量大的特性，根部會分泌毒殺線蟲的物質三聯噻吩 (alpha-terthienyl)，對根腐線蟲及根瘤線蟲的防治具有相當好的效果，常做為作物栽培之間作或敷蓋作物。抗壞血酸過氧化酶 (APX) 是重要的抗氧化酵素，可分解 H_2O_2 ，我們過去的研究發現鎘會誘導孔雀草 APX 活性，為了解 APX 在孔雀草鎘耐受性扮演的角色，本試驗進行孔雀草 APX 基因的選殖與功能分析。利用 RACE-PCR 方法，從孔雀草中選殖出一個由 251 個胺基酸組成全長 cDNA，命名為 *TpAPX1*，其染色體組 DNA 具有 8 個顯子與 7 個隱子，演化樹分析顯示與草莓的 APX 親緣性最接近。*TpAPX1* mRNA 在花有較高表現，老葉最少，受 $CdCl_2$ 誘導，但受到銅與三價砷的抑制。蛋白質特性方面，次細胞定位分析顯示 *TpAPX1* 表現在細胞質，在大腸桿菌表現 *TpAPX1* 可表達出具有高 APX 活性的蛋白質。將 *TpAPX1* 大量表現在阿拉伯芥，種在含有 100 μM $CdCl_2$ 與 0.1 μM Methyl Viologen (MV) 培養基之中，可比未轉殖植株表現出較高的逆境抗性，顯示孔雀草 *APX1* 基因具有幫助植物抵抗氧化逆境，以提高植物鎘耐受性之功能。

關鍵詞：孔雀草、鎘、抗壞血酸過氧化酶、阿拉伯芥。

土壤污染與整治技術(二)

水管理對不同砷污染土壤之水稻砷物種組成之影響
Effects of water management on arsenic species in brown rice grown on different soils

黃泰祥、崔君至、陳尊賢*

臺灣大學農業化學系

*E-mail: soilchen@ntu.edu.tw

水稻栽培長時期浸水及砷(V, III)在厭氧境況下之還原特性，造成栽培水稻易受砷污染而危及食品安全。土壤砷的型態分布中，氫氧化鐵為砷主要的載體，在厭氧境況下砷與鐵還原降低結合力、增加砷的移動性，而透過水管理策略適時排水、形成土壤好氧境況可降低土壤溶液砷濃度。土壤砷的型態分布在不同母質土壤間有所差異，或受人為操作方式而改變，進而影響水管理的成效。因此，本研究目的為針對不同性質土壤發展適合的水管理策略。以二林(Er)及關渡(Gd)砷污染土進行水稻盆栽試驗以探討砷物種之分布，採用下列五種土壤水管理方式：(1)田間慣行操作方式，維持土壤浸水至水稻之最大分蘗期，曬田一週後週期性灌溉 (conventional)；(2)水稻開花期前維持土壤好氧狀態，開花後保持土壤浸水境況(A/F)；(3)水稻開花期前維持土壤浸水狀態，開花後保持土壤好氧狀態 (F/A)；(4)水稻全生長期維持土壤孔隙為水所飽和 (saturated)；及(5)水稻全生長期維持土壤浸水狀態 (flooding)。研究結果發現：由於兩種砷污染土壤性質的差異，以致 conventional 處理可降低關渡土壤的糙米砷濃度，而在二林土壤中則無法達到效果。以 A/F 及 saturated 處理維持土壤好氧境況，在兩種土壤中皆可降低糙米砷濃度及減輕水稻砷毒害徵狀。土壤水管理顯著改變水稻糙米砷物種濃度及組成，本研究糙米中砷物種為無機砷及雙甲基砷 (DMA) 為主，與文獻調查報告一致。在 conventional、F/A 及 flooding 三種處理下，糙米 DMA 濃度與糙米總砷濃度呈顯著正相關($p < 0.05$)，在 A/F 及 saturated 處理下，糙米砷物種以三價砷 As(III)為主，約佔總砷濃度 60-100%。由研究結果推論，水稻抽穗開花期之前(A/F)進行土壤好氧處理及維持土壤水飽和處理(saturated)，可降低砷污染土壤水稻糙米總砷濃度，然而其砷物種多為 As(III)，故該方法在應用之前，應依照國人飲食習慣以評估糙米無機砷攝食量是否超過 WHO 的建議規範。

關鍵詞：砷物種、水管理、土壤好氧處理、水稻。

土壤污染與整治技術(二)

成都平原農田鎘 (Cd) 污染成因分析與稻米安全生產技術研究

Cadmium sources investigation and rice safety cultivation in the farmland, Chengdu Plain

王昌全*、李冰、鄭順強

四川農業大學資源環境學院

*E-mail: w.changquan@163.com

近年來，全國土壤污染狀況日益嚴重，其點位超標率已達 19.4%，農田土壤重金屬污染以輕微和輕度為主，主要污染元素鎘 (Cd)，具有較強的遷移轉化、吸收積累特性，屬於毒性較強的污染元素之一。因此，開展農田土壤 Cd 污染及其生態環境效應調查評估，並對 Cd 輕度污染農田進行有機-無機調控技術研究與應用，具有重要的現實意義。以成都平原核心經濟區—德陽市旌陽區為例，調查了農田土壤鎘污染的主要來源與環境通量；採用地質累積指數法、潛在生態危害指數法等評價了土壤 Cd 污染現狀，評估了該區域水稻、小麥 Cd 污染的健康風險；利用有機-無機改良劑配合調控技術，探討了 Cd 污染土壤的修復效果與稻米 Cd 吸收累積特性。結果如下：(1) 旌陽區農田土壤 Cd 含量在 0.14~1.42 mg kg⁻¹ 之間，平均為 0.45mg kg⁻¹，是國家土壤環境品質二級標準的 1.5 倍；局部區域污染較為嚴重，中度-重度污染區域達 15% 左右；靠近工業區和城區的天元鎮、八角井鎮和孝感鎮農田土壤 Cd 含量較高，達到 0.50mg kg⁻¹ 以上，竹林地、蔬菜地、水稻田土壤 Cd 超標較為嚴重；研究區域農田 Cd 淨通量為 18.62 g/hm²·a，輸入通量主要是大氣幹濕沉降，年均輸入 19.47g/hm²·a，占 82.77%，其次是灌溉水源，年均輸入 3.69 g/hm²·a，占 15.7%，農業生產中化肥所帶來的 Cd 通量比例最小，僅占 1.53%；輸出通量（農作物收穫）為 4.90 g/hm²·a；旌陽區局部區域稻米 Cd 污染風險指數較高，通過食用稻米攝入重金屬 Cd，就可能對當地居民健康構成一定威脅。(2) 公路路域 200m 以內土壤存在較高生態安全風險；化工企業附近 50m 範圍以內處於中度污染水準，50-400m 範圍內處於輕度污染水準；河流 200m 以外的農田土壤 Cd 污染較輕。距離公路和河流 200m 以內、工礦企業 400m 以內種植園林苗木等觀賞性植物較為適宜。(3) 不同有機-無機改良劑配合調控處理下，土壤 pH 上升 0.64~1.09 個單位，淹水農田 Cd 活性明顯降低，土壤交換態 Cd 含量降幅 6%~25%，有效降低了糙米中 Cd 的積累，降幅為 4%~52%；與食品中污染物限量標準 (GB2762-2012) 相比，對照處理 (常規施肥) 糙米 Cd 含量超標 (約 0.25 mg kg⁻¹)，海泡石、石灰與牛糞或秸稈配合處理後糙米 Cd 含量均低於 0.2 mg kg⁻¹。海泡石、石灰等無機改良劑與有機物類的牛糞配合施用，其調控效果優於與秸稈 (小麥或油菜) 的配合處理，但在實際生產中，秸稈相較牛糞、石灰相較海泡石獲取更容易，成本更低。因此，建議應用秸稈+石灰進行農田土壤 Cd 生物有效性調控，實現稻米安全生產。

關鍵詞：農田土壤鎘 (Cd)、成因分析、有機-無機調控技術。

土壤污染與整治技術(二)

松花江流域畜禽養殖時空特徵與糞便負荷估算

Spatial and temporal features of livestock and poultry breeding and load estimation of livestock manure in Songhua river basin

高洪生*、王曉軍

黑龍江省農科院土壤肥料與環境資源研究所

*E-mail: ghs6837@163.com

本文主要通過對松花江流域黑龍江控制區畜禽養殖數量、結構、規模以及空間佈局進行分析，參考國內外相關研究成果，研究和評價畜禽糞便負荷，為環保和農業部門養殖業污染物減排提供參考借鑒。

關鍵詞：松花江流域 畜禽養殖 時空特徵 糞便負荷。

前言

松花江流域是國家重要畜禽產品生產基地。“十一五”以來，在主輔換位規劃建設中，松花江流域黑龍江控制區畜禽養殖發展迅速，畜禽糞便產生量大幅上升，耕地承載糞便負荷增加，環境風險逐步累積。

1. 研究目的

目前松花江流域黑龍江控制區畜禽糞便處置率低、種養脫節現象嚴重。加大耕地畜禽糞便負荷研究，為合理利用畜禽糞便資源，降低環境風險提供技術支撐。

2. 材料與方法

2.1 資料收集

1991-2011 養殖和種植資料來自於黑龍江省統計年鑒和黑龍江墾區統計年鑒，委託黑龍江省測繪局提供行政區劃圖、流域規劃圖。

2.2 分析方法

參照農業出版社《農業技術經濟手冊》以及其他文獻，確定本文畜禽糞便排放係數和畜禽糞便中污染物含量。負荷量=畜禽量×排泄量×排汙係數。

3. 結果與討論

3.1 1991-2011 二十年間，大牲畜馬驢騾存欄大幅下降，黃牛及肉牛存欄數先增加，後下降。受飲食結構調整帶動，奶牛存欄一直穩步增加，豬、羊存欄數直線上升，近五年驢存欄數回升，家禽存欄先高後低，近五年穩定回升。

3.2 2011 年黑龍江省生豬、奶牛、肉牛、蛋雞、肉雞以及羊規模化養殖場（區）出（存）欄比例分別為 28.37%、11.77%、11.77%、25.67%、17.63%和 43.15%；

3.3 黑龍江控制區年畜禽存欄 2.03 億頭（只），畜禽糞便年排放約為 7245 萬噸。控制單元畜禽糞便負荷沒有超過 24t/hm²（全國平均）和 30t/hm²（研究推薦標準）；畜禽糞便中 COD、純氮和純磷的耕地負荷超出國內研究標準和國際公認標準。

4. 結論

4.1 畜禽養殖受生產消費方式雙重影響，大牲畜馬驢騾存欄大幅下降，奶牛、豬、羊存欄數直線上升，家禽存欄穩中有升；畜禽養殖規模化養殖比例不高。

4.2 耕地畜禽糞便負荷空間較大，畜禽糞便中水質污染物流失風險較高。

土壤污染與整治技術(二)

鉬尾礦農用對作物產量和土壤環境的影響
Agricultural fertilization of Molybdenum tailings and its effects on crop yield and soil property

寶德俊^{1,*}、楊占平¹、李壯²

¹河南省農業科學院植物營養與資源環境研究所

²河南煤業化工集團研究院

*E-mail: hndejnbao@163.com

以經過無害化處理後的鉬尾礦為原料生產的鉬尾礦氮磷鉀 BB 肥，在等量養分條件下，與相同配方的氮磷鉀 BB 肥為對照進行田間試驗，比較鉬尾礦 BB 肥在河南省主要土壤類型上施用，對主要作物的產量和耕層土壤重金屬含量的影響，為鉬尾礦農用提供依據。鉬尾礦原料由河南煤化集團研究院提供。一、材料和方法：試驗設不施肥、氮磷鉀 BB 肥、鉬尾礦氮磷鉀 BB 肥 3 個處理；小麥、水稻、油菜作底肥，玉米、花生、大豆作追肥；土壤類型有潮土、褐土、砂薑黑土、水稻土。二、結果與討論：1、施用鉬尾礦 BB 肥對作物產量的影響。施用鉬尾礦 BB 肥與氮磷鉀 BB 肥比較，11 個試驗點小麥增產 2.0-12.0%，8 個點玉米增產-0.9-15.1%，6 個點花生增產 2.7-14.4%，8 個點大豆增產 4.1-13.0%，2 個點油菜增產 9.6-18.5%，表明在同樣的配方和施用量條件下，鉬尾礦 BB 肥對以上作物的增產效果與氮磷鉀 BB 肥是等效的；受土壤類型、土壤肥力等因素的影響，增產效果有差異。2、施用鉬尾礦 BB 肥對耕層土壤重金屬含量的影響。與空白對照、氮磷鉀 BB 肥處理比較，鉬尾礦 BB 肥處理 0-20cm、20-40cm 土層中鎘 (Cd)、鉻 (Cr)、鉛 (Pb) 的含量均略有降低；砷 (As) 的含量 0-20cm 土層中有同樣趨勢，但 20-40cm 土層又略高於空白對照和氮磷鉀 BB 肥處理；汞 (Hg) 的含量均低於檢出限，未檢出。3、施用鉬尾礦 BB 肥對作物籽實重金屬含量的影響。施用鉬尾礦 BB 肥處理，小麥籽實中鎘 (Cd)、鉻 (Cr)、鉛 (Pb)、砷 (As) 的含量，均低於空白對照和氮磷鉀 BB 肥處理，汞 (Hg) 的含量各處理均低於檢出限，未檢出；玉米籽實中鎘 (Cd) 的含量同樣均低於空白對照和氮磷鉀 BB 肥處理，而鉻 (Cr) 的含量則略高於空白對照和氮磷鉀 BB 肥處理；鉛 (Pb)、汞 (Hg)、砷 (As) 的含量各處理均低於檢出限，未檢出。三、小結。1、田間試驗結果表明，在相同配方和施用量條件下，鉬尾礦 BB 肥對小麥、玉米的增產效果與氮磷鉀 BB 肥是等效的；受土壤類型、土壤肥力等因素的影響，增產效果有差異。2、施用鉬尾礦 BB 肥，對耕層土壤以及小麥、玉米籽實重金屬含量的影響不明顯。

關鍵詞：鉬尾礦、BB 肥、作物產量、土壤環境。

土壤可溶性有機質與 Fe(III)形成共沉澱結構及其對 Cr(VI)的還原作用

Cr(VI) reduction on Co-precipitates of soil dissolved organic matter and Fe(III)

陳楷岳¹、劉雨庭²、鄒裕民^{1,*}

¹ 中興大學土壤環境科學系

² 東海大學環境科學與工程學系

*E-mail: ymtzou@dragon.nchu.edu.tw

Dissolved organic matter (DOM) exists widely in the ecosystems. The interactions of DOM with soil minerals are a common process, which may alter the surface properties of soil minerals and control the reactions within the interfaces of solutions and colloids. Besides, the strong association of soil minerals with DOM would protect the organic compounds against biodegradation, affecting biogeochemical carbon cycle in soils. It has been found that Fe(III) could bond DOM and form stable co-precipitates in a weak acidic solution. The nano-size DOM/Fe coprecipitates may serve as a carrier controlling the mobility and bioavailability of environmental organic and inorganic elements, including pollutants such as Cr(VI). In this study, we aim to determine and reactivity of Cr(VI) with Fe/DOM co-precipitates and examine the structures of Fe/DOM co-precipitates before and after reactions with Cr(VI) using the synchrotron technique. The Fe/DOM co-precipitates were synthesized at pH 4.5 by adding 1 mM Fe(III) to two types of DOM (8.33 mM C) derived from Changhua (CHA) and Yangminshan (YS), Taiwan. After incubation for 1 h, 0.2 mM Cr(VI) was added to the co-precipitates and reacted for another 12 h. Results showed that 100 and 88 % of added Cr(VI) were reduced to Cr(III) by YS DOM and YS/Fe co-precipitates, respectively. However, only 20 and 26 % of Cr(VI) reduction were found in the system with CHA DOM and CHA/Fe co-precipitates, respectively. X-ray absorption spectroscopy (XAS) was used to determine the structures of DOM-Fe coprecipitates and that involved Cr. The spectra of Fe-EXAFS indicated that coordinated environment of Fe in DOM/Fe-Cr(III) and DOM/Fe coprecipitates were similar; however, Fe oxide structures in the DOM/Fe co-precipitates were changed while reacting Cr(VI). The spectra of Cr-EXAFS showed that the coordination number and bond distances of surrounding Cr atom were different in both DOM/Fe-Cr(III) and DOM/Fe-Cr(VI) systems.

Keywords: DOM, Fe(III), Cr(VI), coprecipitate, reduction.

土壤污染與整治技術(二)

非洲鳳仙對鎘污染土壤之植生萃取效率
**Phytoextraction efficiency of impatiens grown in
cadmium-contaminated soils**

賴鴻裕^{1,*}、林淳純²、魏甄蓮³、陳尊賢⁴

¹ 明道大學精緻農業學系

² 美商潔明工程顧問(股)台灣分公司

³ 上準環境科技股份有限公司

⁴ 臺灣大學農業化學系

*E-mail: soil.lai@mdu.edu.tw

許多臺灣本土的花卉植物已被證明可以累積高濃度的鎘(cadmium)，且可以將根部所攝取的鎘有效轉移到地上部(shoot)之中，使植生萃取(phytoextraction)的效率增加。以市售幼苗所進行的盆栽試驗結果顯示，在全量濃度為 9~18 mg/kg 的人工配製鎘污染土壤中種植 35 天，非洲鳳仙(*impatiens*; *Impatiens walleriana*)地上部累積的鎘濃度可達 48~100 mg/kg，生物濃縮係數(bioconcentration factor)及轉移係數(transfer coefficient)分別達 5.0~5.7 及 1.0~1.7。若進一步將市售的非洲鳳仙幼苗在全量濃度為 20~80 mg/kg 的人工配製鎘污染土壤中種植 35 天，植物體地上部累積的鎘濃度更高達 280~1200 mg/kg，且生物濃縮係數及轉移係數分別達 9.1~14.8 及 1.7~2.6。若以扦插苗進行盆栽試驗，試驗結果顯示，種植在全量濃度為 38 mg/kg 的人工配製鎘污染土壤中，根部、莖部及葉部累積的鎘濃度分別達 525、102 及 49 mg/kg，莖部及葉部的生物濃縮係數及轉移係數則為 1.3~2.7 及 0.1~0.2，其中扦插苗的轉移係數遠低於市售幼苗之試驗結果。扦插苗的次細胞分布(subcellular distribution)分析結果顯示，鎘在非洲鳳仙不同部位的分布有顯著之差異，根部中的鎘主要存在於移動性較高的可溶性型態(soluble fraction)，葉部中的鎘則主要存在於細胞壁型態(cell wall fraction)，次細胞分布的特性是造成非洲鳳仙可以耐受鎘的毒害及地上部可以累積高濃度的原因。

關鍵詞：鎘、非洲鳳仙、植生萃取、次細胞分布。

土壤生態與微生物利用

土著食細菌線蟲對細菌的取食偏好及其可能機制 Food preference of soil native bacterial-feeding nematodes and its mechanism

李輝信*、虞麗、胡鋒

南京農業大學資源與環境科學學院土壤生態研究室，南京 210095

*E-mail: huixinli@njau.edu.cn

土著食細菌線蟲通過取食細菌調控微生物的數量、活性和群落結構，參與土壤 C、N、P 轉化等生態過程，由於土著食細菌線蟲對細菌的取食存在偏好性，因此，研究土著食細菌線蟲取食細菌偏好性特徵及其分子機制是揭示土著食細菌線蟲調控微生物數量、活性和群落結構等生態功能的關鍵。首先，我們從土壤中分離、純化並富集培養土著食細菌線蟲和細菌，通過接種培養試驗研究土著食細菌線蟲對不同細菌取食的選擇性和偏好性特徵（以模式線蟲 *C. elegans* 為參照），同時我們用供試細菌分別餵食供試土著食細菌線蟲，分析取食不同細菌後，土著食細菌線蟲壽命、繁殖等特徵的回應；然後，從模式線蟲 *C. elegans* 出發，在土著食細菌線蟲中克隆 *C. elegans* 取食偏好相關功能基因，在此基礎上，利用 RNAi (RNA interference) 技術使克隆得到的基因在土著食細菌線蟲中沉默，形成土著食細菌線蟲突變體，研究突變體線蟲取食供試細菌時的偏好性等特徵，從而確認該基因在土著食細菌線蟲取食偏好性中的功能。研究結果表明：1) 在面對不同的細菌時，食細菌線蟲（土著食細菌線蟲和 *C. elegans*）均表現出了取食的選擇性和偏好性，且均偏愛革蘭氏陰性菌，這可能是因為革蘭氏陰性菌的細胞壁比革蘭氏陽性菌的薄，線蟲取食革蘭氏陰性菌後易於消化利用其養分；2) 食細菌線蟲取食偏好性與線蟲的壽命呈負相關關係，食細菌線蟲長期取食不喜歡的細菌後，線蟲的壽命顯著長於長期取食偏愛細菌的線蟲的壽命，已有報導指出節食或少食能夠延長 *C. elegans* 的壽命，所以面對不喜歡的細菌，線蟲對其的取食量可能比較少，因而延長自身的壽命；3) 食細菌線蟲取食偏好性卻與線蟲的繁殖呈正相關關係，食細菌線蟲長期取食偏愛的細菌後，其產卵數顯著高於長期取食不喜歡的細菌的線蟲的產卵數，這可能是由於線蟲的壽命和繁殖呈負相關關係，線蟲要延長其壽命就需要降低其繁殖。食細菌線蟲的取食偏好性及其取食不同細菌後壽命和繁殖的變化受多種因素影響，我們還在繼續探索。關於食細菌線蟲取食偏好相關功能基因的克隆，我們確定了兩種基因——*egl-4* (Egg Laying defective) 和 *gcy-28* (GuanylylCyclase)，已經在兩種土著食細菌線蟲中克隆得到了這兩種基因，並已經用 RNAi 技術使這兩種基因在土著食細菌線蟲中沉默。下一步將研究取食偏好基因沉默後的取食表現。預期上述工作能明確土壤生態系統中食細菌線蟲取食偏好的功能基因，為揭示土著食細菌線蟲與細菌相互作用的分子機制和食細菌線蟲功能調控的基因手段奠定基礎。

關鍵詞：食細菌線蟲、取食偏好、基因、克隆、RNAi。

土壤生態與微生物利用

亞熱帶海岸沙丘林細菌族群之組成 Composition of bacterial communities in sand dunes of subtropical coastal forests

林育德¹、陳財輝²、邱志郁^{1,*}

¹ 中央研究院生物多樣性研究中心

² 台灣林業試驗所

*E-mail: bochiu@sinica.edu.tw

海岸沙丘風勢強勁、高鹽分且土壤瘠劣，原本為不適合植物生長之惡劣環境，但經妥善經營管理仍可撫育成林。迄今，有關沙丘海岸林的土壤細菌族群的組成和多樣性，所知仍甚為有限。本項研究是針對台灣西北部苗栗後龍地區，已穩定成林超過八十年的沙丘海岸林生態系，比較演替中的高地和低地木麻黃 (*Casuarina*) 林、低地黃槿 (*Hibiscus*) 林之土壤細菌族群。透過建構 16S rRNA 基因庫以分析細菌族群結構與多樣性。*Acidobacteria* 和 *Proteobacteria* 是沙丘海岸林族群最豐富細菌族群，但三處樣區的菌群所佔比例並不相同。許多屬於 *Actinobacteria* 和 *Bradyrhizobium* 的細菌族群僅存在或多量存在於木麻黃林土壤。因為木麻黃能支持土壤共生性固氮細菌族群之生長，微生物族群組成顯示其在氮循環的角色和植被之影響。根據多樣性指數，低地木麻黃林土壤細菌呈現最低的族群多樣性，而高地木麻黃林土壤細菌族群的多樣性則最高。若與內陸天然林土壤細菌族群加以比較，沙丘海岸林土壤細菌族群呈現較高的多樣性，且較豐富的細菌族群所佔的比例亦異於內陸天然林。海岸林和內陸林在較豐富的操作分類單元 (operational taxonomic units) 之分布情形亦不相同。地形和植被型態足以影響沙丘海岸林土壤細菌族群之組成。沙丘海岸林土壤細菌族群具備較高的多樣性，可能與海岸林生態系演化程度尚淺有關。

關鍵詞：土壤、細菌、分子生物、生態系演化。

土壤生態與微生物利用

三峽庫區紫色土旱坡地-桑樹配置模式對土壤微生物生物量碳氮的影響 Effects of purple arid hillside field-mulberry configuration mode on SMBC and SMBN in Three Gorges Reservoir

倪九派*

西南大學資源環境學院，重慶 400716

*E-mail: nijiupai@163.com

為探討評價三峽庫區紫色土旱坡地土壤肥力及土壤品質的生物學指標，本試驗研究了三峽庫區典型水土保育模式——桑樹護坡對土壤微生物量碳氮的影響。試驗共設橫坡農作、雙邊桑樹+橫坡農作、等高桑樹+雙邊桑樹+橫坡農作及四邊桑樹+等高桑樹+橫坡農作 4 個處理，結果表明不同坡長及桑樹佈局間土壤微生物量碳氮差異顯著；雙邊桑樹+橫坡農作處理能夠顯著降低土壤微生物量氮對土壤氮庫的貢獻，使土壤微生物量碳平均提高 $23.43 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ；而四邊桑樹+等高桑樹+橫坡農作處理卻能夠顯著降低土壤微生物商，使土壤微生物量氮平均提高 $21.81 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。此外，在橫坡農作處理中土壤微生物量碳氮與土壤碳氮具有極顯著相關性，而在旱坡地-桑樹系統中，土壤微生物量碳氮與土壤碳氮相關性大多不顯著。由此可知，旱坡地-農桑配置模式在一定程度上可以提高土壤微生物量碳氮，但不同桑樹佈局對土壤微生物量碳氮在三峽庫區紫色土旱坡地-桑樹系統中的維持能力並不一致，將其作為紫色土旱坡地土壤品質演變的評價指標值得商榷。

關鍵詞：微生物量碳、微生物量氮、旱坡地-桑樹系統、三峽庫區、土壤肥力評價、微生物商。

***Pichia caribbica* 醱酵木糖水溶液與玉米穗軸水解液產出木糖醇之研究** **The research of *Pichia caribbica* isolated from soil fermented xylose aqueous solution and corn cob hydrolysate for producing xylitol**

簡宣裕^{1,*}、郭威志²、陳齊聖²

¹行政院農業委員會農業試驗所

²朝陽科技大學

*E-mail: sychien@tari.gov.tw

前言：木糖醇能有效預防齲齒發生、做為糖尿病患者之甜味劑，是一種具有高經濟價值的醇糖類，以往生產木糖醇所使用的原料是純木糖，但木糖成本高，故如何利用微生物醱酵低成本的替代原料，以產出木糖醇是值得進行的研究工作。研究目的：探討利用農業資源物玉米穗軸為醱酵基質，接種分離自土壤之酵母菌 *Pichia caribbica* 以產出木糖醇之可行性。材料與方法：以水果為營養源，自土壤樣品分離純化、篩選出具醱酵木糖產出木糖醇能力之酵母菌 *P. caribbica*；探討 *P. caribbica* 醱酵木糖，產出木糖醇之較合適條件；以硫酸溶液水解玉米穗軸，水解液經固定化鈣離子交換樹脂沖提，分離會抑制酵母菌醱酵之色素與鹽類化合物，然後接種 *P. caribbica* 進行醱酵，以高效率層析儀測定醱酵液中的木糖醇濃度。結果與討論：試驗結果顯示醱酵條件為溫度 35 °C、木糖濃度為 10% - 15% 及繞轉速度為 50 - 100 rpm 時，*P. caribbica* 醱酵木糖產出木糖醇之產率較高；菌液接種於液體培養基之比例 (v:v) 由 1% 增加至 3% 時，木糖醇的產率可增加 0.09 g.g⁻¹；以 1.5% 硫酸水解十二種農業資源物，以白玉米穗軸水解液之木糖濃度 (2.45%) 為較高；玉米穗軸水解液饋料體積 1 mL，配合固定化鈣離子層析管柱之沖提液流速度 3 mL.min⁻¹ 與管柱溫度為 45 °C 時，木糖與色素、鹽類化合物之分離度較高，為 63.25%；經鈣離子層析管柱沖提後之水解液，接種 *P. caribbica* 進行醱酵，木糖醇的產率為 0.39 g.g⁻¹ (水解液未經沖提者，則醱酵液測不到木糖醇)，仍較 *P. caribbica* 醱酵含木糖水溶液產出木糖醇的產率 (0.54 g.g⁻¹) 為低，顯然經鈣層析管柱分離水解液中木糖與色素、鹽類化合物是有效果的，但仍有改善之空間。結論：玉米是許多國家的主食與重要飼料，故會產生大量玉米穗軸，本研究已獲得 *P. caribbica* 醱酵含木糖水溶液產出木糖醇與酸水解玉米穗軸產出木糖之較合適條件，雖然酸水解液經鈣離子層析管柱，沖提分離木糖與色素、鹽類化合物之技術仍需改進，但此些成果可提供日後利用玉米穗軸有效率的產出木糖醇之參考。

關鍵詞：*Pichia caribbica*、玉米穗軸、木糖、醱酵、木糖醇。

土壤生態與微生物利用

叢枝菌根菌在有機洋香瓜之生產應用研究
Research on application of mycorrhizal fung to the growth of organic muskmelons (*Cucumis melo* L.)

黃瑞彰^{1,*}、江汶錦²、林國詞³

行政院農業委員會臺南區農業改良場 副研究員¹

行政院農業委員會臺南區農業改良場 助理研究員²

行政院農業委員會臺南區農業改良場 助理研究員³

*E-mail: jchuang@mail.tndais.gov.tw

菌根菌在作物育苗期接種是最經濟最有效率的時期，但菌根菌使用時，必須配合適當的肥料量，方能使菌根菌效果顯著。目前並無市售添加菌根菌之育苗介質，本計畫擬透過合理有機土壤與肥培管理，配合微生物肥料使用，健康土壤與作物，提昇瓜果類產量與品質，以達到永續農業利用及降低有機栽培生產成本。開發可增加菌根菌效能之栽培介質配方，探討二種不同配方介質與菌種對洋香瓜之菌根苗感染率情形，試驗結果顯示洋香瓜台南 11 號及台南 12 號菌根苗感染率均以細椰纖：蛭石(V/V,1:2) 接菌最高，分別達 51 及 53 %。田間植株生長勢則以 Favorit：蛭石(V/V,1:2)未接菌最佳，細椰纖：蛭石(v/v;1:2)未接菌最差；台南 12 號移植存活率則以細椰纖：蛭石(V/V,1:2) 接菌最高；兩品種果實產量均以細椰纖：蛭石(v/v;1:2) 接菌較佳，Favorit：蛭石(v/v;1:2)未接菌最低；果實糖度檢測結果顯示，在台南 11 號以細椰纖：蛭石(v/v;1:2) 接菌較佳，而台南 12 號則無差異。

關鍵詞：生物性肥料，內生菌根菌，洋香瓜，根瘤線蟲。

土壤生態與微生物利用

耕地土壤肥力演變的微生物學機理及其展望

Evolution of soil fertility: its microbial mechanisms and perspectives

Yongchao Liang^{1,2*}、Fenliang Fan¹、Peiyuan Cui¹、ChangYin¹、Zhaojun Li¹、Alin Song¹、Tingqiang Li²

¹Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081 China

²College of Environmental and Resource Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China

*E-mail: ycliang@zju.edu.cn

Soil quality is conceptually composed of soil fertility, soil environment and soil health. Soil fertility is the basis of crop production and sustainable agriculture. Soil fertility evolution is closely associated with soil microbe-driven processes. In this paper we reported on the relationships between soil biota and soil fertility, and on microbial processes related to soil carbon and nitrogen transformation relative to soil quality. Finally, further research needs are discussed. The results show that 1) soil biota, a sensitive index, is closely related to soil quality; 2) significant differences exist not only in soil productivity among different soil ecotypes but also in soil nutrients supply capacities and crop productivity within the same ecotype differing in fertilization; and 3) the soil nutrients supply capacities and crop productivity are correlated with the microbial-driven processes of C, N and P transformation. Long-term trials also show that enhanced C storage by mineral fertilizer addition occurs not only from extra organic carbon input, but may also be affected through the cellulose decomposing community in arable soil. Soil potential nitrification rate (PNR) in Alfisol was suppressed by long-term mineral fertilization but was enhanced by manuring. The alleviating effect on the suppressed PNR by mineral fertilization is related to shifts in ammonia oxidizing bacteria (AOB) rather than ammonia oxidizing archae (AOA) community. It is also shown that both the increase and decrease in N₂O emission in the urea and urea plus nitrification inhibitor (NI) treatment were consistent with variation in AOB but not AOA growth in the alluvial and paddy soils tested, suggesting that differential responses of N₂O emission to urea and NI in arable soils can be explained mainly by differences in growth of soil AOB.

Keywords: soil biota, soil molecular biology, microbial processes, soil quality.

土壤資訊與管理應用

土壤資訊系統在臺灣農田管理之應用

Soil GIS application in the management of Taiwan farming practice

郭鴻裕*

行政院農業委員會農業試驗所農業化學組

*E-mail: hyguo@tari.gov.tw

本文論述台灣土壤資訊系統在區域的土壤肥培管理的應用範例及近程的發展與應用方向。台灣土壤資訊系統分為 2 大重點，在土壤肥培管理方面以土壤肥力資料庫(土壤網格調查及其他資料庫)而成為基礎，配合在個別農田的營養管理，目前各場所每年完成土壤分析與植體診斷的推薦有 2 萬餘件及示範農田的輔導，對於土壤肥培科學化管理具有一定貢獻。若要落實合理化施肥計畫，還需要進行區域農田養分管理；區域農田營養管理需要了解區域農田的養分狀態、養分評估及養分管理策略，有賴於大量的土壤養分分析數據及其地理空間分布資料。透過地理資訊系統分析與展示區域農田養分狀態，可以讓管理者容易瞭解整體計畫的管理措施重點與制定管理政策。另一重點是目前正在進行中的土壤資源調查計畫，該土壤資料庫內容主要以國際通用的土壤調查方法進行，著重於土壤物理性質屬性資料的收集及整合平地與坡地的土壤繪圖為主，在主要農田範圍的精度與廣度的資料應用已達其實用價值。

關鍵詞：土壤資訊、肥培管理。

基於遙感與近地高光譜的區域土壤有機質數位製圖研究 Regional scale mapping of soil organic matter using remote sensing and vis-NIR spectroscopy

史舟^{1,*}、劉麗雅¹、周銀¹、盧豔麗²

¹ 浙江大學環境與資源學院農業遙感與資訊技術應用研究所，杭州 310058

² 中國農業科學院農業部作物營養與施肥重點實驗室，北京 100081

*E-mail: sizhou@zju.edu.cn

充分挖掘多尺度、多時相的遙感資料和地面土壤景觀環境因數資料相結合的優勢是當前大面積土壤數字製圖的重要方向。本文以中國東北至華北區域跨六省一市的大面積農田區為研究樣區，選取衛星遙感、數位地面模型（SRTM）、近地可見-近紅外高光譜等多來源資料進行土壤有機質空間分佈的區域數位化製圖。研究共提取了 11 個與土壤發生相關的環境因數。其中衛星遙感資料主要來自 MODIS 的晝夜地表溫度、淨初級生產量和植被指數，TRMM 的多年平均降雨量資料；基於 SRTM 資料的高程、坡度、坡向、曲率、MrVBF 等數據；近地高光譜資料主要利用美國 ASD 公司的 FieldSpec 3 型光譜儀採集了地面 1078 個土樣的可見-近紅外漫反射光譜（400 nm-2500 nm），並通過光譜資料預處理和 Savitzky-Golay 平滑加一階微分資料轉換，採用主成份分析方法提取前三個組分作為數字製圖因數。採用地統計和基於規則的資料採擷演算法來預測東北華北大區域尺度下土壤有機質的空間分佈特徵。研究結果表明：基於 M5 分類樹演算法的有機質預測模型，其預測結果的 R^2 、MAE（平均誤差）和 MRE（相對誤差）分別為 0.81，3.83 g/kg 和 0.36，達到可預測水準。通過資料採擷演算法優選出與土壤有機質空間分佈相關的重要因數包括白天地表溫度、地面可見-近紅外光譜前三個主成分、夜晚地表溫度、TRMM 降雨資料等。利用建立的規則模型進行東北華北區域 1km 解析度的土壤有機質分佈預測與製圖。該方法可以為土壤其他屬性的大區域製圖提供參考，同時也可以為土壤的宏觀管理和綜合利用提供參考依據。

關鍵詞：數位土壤製圖、遙感資料、有機質、資料採擷。

評估 XRF 篩測結合地理統計分析界定重金屬污染範圍的不確定性

莊愷瑋^{1,*}、楊晴晴¹、鄭景智²

¹ 嘉義大學農藝學系

² 上準環境科技股份有限公司

*E-mail: kwjuang@mail.ncyu.edu.tw

目前，利用 X-射線螢光光譜儀(X-ray fluorescence spectroscopy, 以下簡稱 XRF) 進行土壤重金屬調查的快速篩測，已成為提升採樣效益及確認樣本代表性的重要輔助工具；並可藉由地理統計技術，以較少樣本資料估算出土壤重金屬濃度的空間分佈，有效地應用於界定重金屬污染的範圍。由於採樣位置與樣本數受限於調查成本與執行時效，先以 XRF 取得大量篩測資料，經由地理統計技術的空間變異分析和模擬，確認重金屬濃度分佈的空間變異性及臨界法規標準的區域範圍，據此選取代表性土壤樣本(位置與個數)並進行採樣，再以法定公告的土壤重金屬檢測方法(王水法)進行分析，以供界定污染範圍之依據，如此不但可大幅縮減土壤採樣與檢測成本，亦可提升界定重金屬污染範圍的準確度。然而，經由調查至決策的過程，會在取樣、樣本分析、資料處理和資訊整合等步驟產生誤差傳播(error propagation)的效應，進而衍生造成決策的不確定性，故評估 XRF 結合地理統計技術界定土壤重金屬污染的適用性時，造成決策不確定性的誤差和變異是必須被優先考慮並處理的議題。由於 XRF 的測值會受土壤樣本特性所干擾，各重金屬元素的濃度適用範圍不同，且適用範圍不一定涵蓋法規值，因此 XRF 讀值與公告方法測值間的誤差與變異，將可能是決策不確定性的重要來源。故本研究彙整相關文獻報告，對結合 XRF 篩測與地理統計分析界定重金屬污染範圍的不確定性，提出綜合討論與說明。

關鍵詞：土壤污染、土壤採樣、空間變異、克利金法、錯判率。

新疆鹽生植物資源及其利用 The resources and utilization of halophytes in Xinjiang

田長彥*

中國科學院新疆生態與地理研究所，烏魯木齊，830011

*E-mail: tianchy@ms.xjb.ac.cn

1、新疆鹽生植物資源：新疆有鹽生植物 320 種，約占全國鹽生植物的 60%，其中特有種 7 種，國家瀕危保護植物 7 種。其中，食用鹽生植物有 20 餘種，可作為飼料牧草的鹽生植物有 200 餘種。很多鹽生植物可以提供優質蛋白和食用油，且在醫藥和工業上也有廣泛用途。2、鹽生植物耐鹽的機制：鹽生植物根據其對過量鹽分的適應性差異分為泌鹽植物、拒鹽植物、真鹽生植物三類。泌鹽鹽生植物從鹽漬土中吸取過多的鹽分，但並不積存在體內，而是通過葉片或莖上的鹽腺細胞把鹽分離子排出體外，從而可以在鹽漬土壤上正常生長並完成其生活史；拒鹽鹽生植物主要是根系具有離子選擇吸收能力，儘量減少有害鹽類離子的吸收，同時體內含有大量的可溶性有機物進行滲透調節，使植物具有抗鹽作用。真鹽植物細胞的滲透調節主要以無機物（鈉和氯離子）為主進行滲透調節，它們的細胞液無機鹽濃度很高，並有極高的滲透壓，因此能從高鹽濃度鹽土中吸收水分和養分。除此之外，鹽生植物在形態、種子生理上具有特殊孔結構和對策。3、幾種鹽生植物的種植適應性與用途：鹽地城蓬在全鹽含量 2~5% 的鹽土上種植，產幹 900~1300 kg/畝，植株體含鹽量 30%。其營養成分全面而豐富，其鮮嫩莖葉的蛋白質含量占幹物質的 40%，籽粒的脂肪含量高達 36.4%（內含共軛亞油酸，一種高級保健品），遠高於大豆（18.8%）；野榆錢菠菜作飼草栽培用，主要用於做青儲飼料。0~30 cm 土層含鹽量 1.5~2.0% 的鹽漬化土壤，野榆錢菠菜幹重畝產可達 2000kg/畝；鹽角草在土壤含鹽 3~7% 的鹽鹼地人工種植畝產乾草 700~800 kg/畝，植株含鹽量超過 40%，可作為提煉生物鈉鹽等化學品的原料。4、鹽生植物在改良重鹽鹼地的效果實踐：2008 年以來，在克拉瑪依市農業園區、小拐鄉和庫爾勒市的重度鹽鹼地上進行鹽生植物規模的種植試驗，在土壤含鹽量大於 40 g/kg 土的鹽鹼地，種植鹽地城蓬、鹽角草、野榆錢菠菜等，每年每畝地帶走鹽分 431 kg。連續四年之後，土壤被“淡化”，鹽分降到 10 g/kg 土以下。經過改良的鹽鹼地，連續多年種植棉花等作物，單產可達 400 kg/畝。

關鍵詞：鹽生植物、資源、種植、鹽鹼地改良。

利用數位化土壤圖推估臺灣地區亞熱帶森林土壤有機碳的貯存量
Estimation of soil organic carbon stock in subtropical forest region
based on digital soil map in Taiwan

Chen-Chi Tsai¹, Zueng-Sang Chen^{2,*}, Chin-Tzer Duh³

¹ Department of Forestry and Natural Resources, National I-Lan University, Ilan 26047, Taiwan.

² Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan.

³ Division of Silviculture, Taiwan Forestry Research Institute, Council of Agriculture, Taipei 10056, Taiwan.

*E-mail: soilchen@ntu.edu.tw

Soil organic C (SOC) is a critical component of a terrestrial ecosystem. In Taiwan, the detail forest soil survey was conducted by Taiwan Forestry Research Institute (TFRI). But less soil sample was collected in this survey and it is difficult to use these few soil data to estimate forest SOC stocks. Based on the detail digital soil series map and few SOC database, the objective of this study was attempted to estimate the SOC sequestration of Laoulongshi Forest Working Circles (LLS-FWC) as a case study in Taiwan. In LLS-FWC, twenty one soil series were established and classified into Inceptisols, Ultisols, Entisols, and Spodosols, and the soil series map was composed of 68 soil mapping units and 585 polygons. The assumption of this study is that those 585 polygons are considered as “new soil point data” in study area. The spatial distribution of SOC was calculated by Kriging method and the DSM of SOC was produced by ArcGIS. The results showed that the SOC stock of soil series in LLS-FWC was 36~622, 55~682, 68~722 Mg ha⁻¹ for 0-30, 0-50, and 0-100 cm soil depth intervals, respectively. The Gaussian model was the best fitted model of semivariance variogram ($r^2 = 0.71-0.86$). The regression coefficient (r^2) between actual and estimated SOC values was about 0.36. In conclusion, the estimated SOC stock in LLS-FWC was about 7.30 (0-30 cm), 8.94 (0-50 cm), and 10.9 Tg (0-100 cm). The assumption of this study could be as a reference for forest SOC estimation in Taiwan.

Keywords: soil organic carbon (SOC), carbon sequestration, forest soil, soil series, mapping unit.

土壤資訊與管理應用

多時期 RADARSAT-2 對水稻判釋精確度之研究 The research of accuracy of rice interpretation by multi-temporal RADARSAT-2 SAR images

許欽仁^{*}、郭鴻裕、羅維伸、蘇倫平

行政院農業委員會農業試驗所

*E-mail: solarmax2000@gmail.com

水稻為台灣重要的糧食來源，為準確掌握國家水稻栽種的面積，衛星影像監測為相當有效率且準確的判釋方式，尤其衛星影像中的雷達影像，具有穿透雲霧不受天候影響的特性，相當適合在台灣一期作梅雨且多雲的氣候條件下，取得農作物不同生長期的連貫的資料。本研究使用 2014 年 4 月到 6 月間於雲林所拍攝的 6 幅 RADARSAT-2 C 波段合成孔徑雷達 (SAR) 衛星影像，同時對 6 個不同時間點以及不同偏極化 (VV 和 VH) 影像進行分析，並以同時期雲林縣黃金廊道區域一期作現地調查資料作為影像的訓練樣區 (Region of Interest, ROI)，以及進行分類後的精確度分析。而水稻田因含水量較旱田高，在雷達影像上和旱田有一定差異，本研究首先使用決策樹分析法將明顯非農作物區域去除，再應用監督式分類法配合最大概似法 (Maximum-Likelihood) 進行水稻栽種分布判釋，判釋結果可作為相關單位估算該期水稻產量的基礎資料。目前初步判釋水稻田的 Kappa 值已可達到 0.76，並且總體精確度已經達到 0.88。而鄰近水稻田的建築物和有畦的旱田會因為角反射而產生強烈反射雷達波而產生干擾現象，影響水稻田分類精確度。

關鍵詞：遙測、合成孔徑雷達、水稻、RADARSAT-2。

土壤品質與改良

長期不同施肥模式下秸稈還田對稻麥產量與環境效應的影響
Effect of long-term different fertilization patterns with all harvested straw return on rice-wheat yield and soil environmental influence

王德建*、張剛、王燦
中國科學院南京土壤研究所
*E-mail: djwang@issas.ac.cn

隨著全球對溫室氣體排放增加的關注，秸稈還田作為一項重要的農田固碳措施被賦予新的含義。有關秸稈還田農學效應與環境效應有大量的研究報導，但這些研究大多是短期的試驗結果，難以對秸稈還田的長期效應有一合適評價，而且有關秸稈還田對作物產量的影響結果也迥異，這嚴重影響秸稈還田措施的推廣。鑒於此，本文基於長江三角洲地區典型稻-麥輪作農田系統長期試驗的分析，旨在闡明不同施肥模式下秸稈還田對稻麥產量與環境效應的影響。試驗從 2006 年 10 月開始已進行了 7 年 14 季稻-麥種植，試驗設化肥處理 CK(無肥)、N、NP、NPK 與“化肥+秸稈”CK+S、N+S、NP+S、NPK+S 共 8 個處理，小麥與水稻的 N-P-K 肥用量分別為 150-30-60、180-15-90 kg/ha。7 年的試驗結果表明：對於小麥，秸稈還田處理 CK+S、N+S、NP+S、NPK+S 的平均產量分別為 2.55、4.25、5.28、5.26 t/ha，分別比對應的化肥處理增產 2.0% (範圍：-6.8~15.1%)、31.8% (14.4~59.6%)、6.1% (-3.0~12.8%) 與 1.1% (-10.9~14.4%)；在不同施肥模式中，隨著秸稈還田年份的增加，N+S 處理從第 3 季起有顯著增產效應 (P<0.05)，NP+S 僅在第 5 季有顯著增產效應，NPK+S 與 CK+S 處理沒有顯著增產效果；在 NPK 三要素中，當小麥 NP 養分得到滿足後，秸稈還田對小麥產量影響不大，而當 NPK 三要素得到滿足後，秸稈還田在前 3 年還導致小麥減產，其主要原因是秸稈還田影響小麥的出苗率。對於水稻，秸稈還田處理 CK+S、N+S、NP+S、NPK+S 的平均產量分別為 5.91、7.47、7.66、7.55 t/ha，分別比對應的化肥處理高 16.4%、5.1%、7.0%、-1.0%，除 NPK+S 處理外，均具有顯著的增產效應；同樣，秸稈還田的增產效應是隨著 NPK 元素供應的增加而延後，CK+S 處理從第 2 季呈現增產，N+S 與 NP+S 處理從第 10 季開始呈現顯著增產，而 NPK+S 處理沒有顯著增產效應。土壤養分變化表明：除土壤全 N 外，秸稈還田土壤 OM、城解 N、有效 P、速效 K 均有顯著增加，土壤 OM 比對照增加 4.1~5.0 g/kg(增幅 10.5~13.6%)，耕層 15cm 固 C 量增加 4.10-5.04 t/ha，有效 P、K 含量比對照分別增加 2.5~10.5、18~43 mg/kg。養分平衡計算表明：小麥秸稈吸收 N、P、K 養分分別占地上部總吸收量的 24.1%、13.4%、85.9%，水稻秸稈占 44.5%、38.9%、86.4%，秸稈是寶貴的養分資源，尤其是鉀。綜上所述，秸稈還田在養分虧缺情況下增產效果顯著，並隨著養分供應的增加而降低，秸稈還田對水稻的增產效應大於小麥；秸稈還田能顯著提高土壤養分，土壤固碳效果顯著。因此從提高農業綜合效益來講，應大力推行秸稈還田，同時應調減現行的習慣化肥用量。

關鍵詞：稻麥輪作、施肥模式、秸稈還田、產量、土壤養分。

土壤品質與改良

堆肥化微生物篩選及加速腐熟之研究

Research of the available microorganisms and development an efficient way for composting

蔡宜峰^{1*}、陳俊位²

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場埔里分場 研究員兼分場長

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場 副研究員

*E-mail: tsaiyf@tdais.gov.tw

本研究目的為篩選有益微生物並開發利用於加速堆肥腐熟之相關技術，以供日後研究與推廣應用之參考。本研究主要工作項目及成果包括：1. 篩選獲得木黴菌 (*Trichoderma* spp.)、枯草桿菌 (*Bacillus* spp.) 及放線菌 (*Streptomyces* spp.) 等有益微生物計 15 株分離菌株，2. 成功研發將上述有益微生物菌種應用於製作禽畜糞堆肥、果菜渣堆肥、落葉堆肥、有機液肥及有機介質等多項產品，3. 研發利用有益微生物及袋式堆肥法製作稻殼雞糞堆肥，4. 研發利用上述產品於農業生產之效益評估與最適宜施用技術。由多項試驗結果顯示，利用本研究篩選之有益微生物於堆（液）肥及有機介質製作過程中，可誘發大量有益微生物，具有加速腐熟、降低臭味、增進產品品質優良穩定，且施用於農田後，具有增進作物生長與產能之效益。至今本技術相關研究成果已獲得中華民國發明專利案計 12 項，並經農委會同意辦理完成技術移轉授權案計 34 件，相關產品已有多項正式商品化。

關鍵詞：有益微生物、堆肥、有機液肥、有機介質。

土壤品質與改良

秸稈深還與土壤亞表層培肥研究

Effect of corn stalk application to subsoil layer on fertility and humus of soils in China

竇森^{1,*}、張豔鴻¹、黃毅²、王瑞麗³

¹ 吉林農業大學資源與環境學院

² 瀋陽農業大學土地與環境學院

³ 瀋陽農業大學工程學院

*E-mail: dousen1959@126.com

現行的秸稈還田，主要是覆蓋和淺施，增加土壤有機質（特別是腐殖質）效果不佳（過多釋放溫室氣體）；同時由於影響耕種、病蟲害增加等原因，農民不喜歡，往往一燒了之。針對秸稈露天焚燒污染環境和有機肥缺乏土壤有機質下降問題，提出把秸稈施入到土壤亞表層（20-40cm）新的機械化秸稈還田模式，即“秸稈深還”（stalk application to subsoil layer, SASL）。另外，過去的肥料長期定位試驗，肥料施在表層，研究肥力變化重點也在表層。但實踐證明，亞表層（subsoil layer, SL）對作物產量，特別是高產的貢獻很大。因此無論從措施還是觀測上，都應該重視亞表層培肥措施及機理研究。本文在吉林省長春市吉林農業大學試驗站黑土和遼寧省阜新市阜新蒙古族自治縣阜新鎮西扣莫村褐土進行 SASL 試驗。收穫玉米後將秸稈粉碎成 3-5cm 施入 20-40cm 亞表層，秸稈用量為 0, 6000, 12000, 18000, 和 24000kg/hm²，採用大壟雙行種植玉米，SASL 後觀測產量、土壤物理性質、有機碳和腐殖質變化。初步結果如下：(1) SASL 用量在 12000 kg/hm² 以下，第一年不影響產量或略有增產；第二年以後隨秸稈用量增加產量提高；第三年，產量也是隨秸稈用量增加而提高，但增產幅度減小。(2) SASL 後，土壤緊實度、容重下降，大粒級團聚體比例增加。(3) SASL 後，黑土 0-40cm 土壤剖面 SOC 含量提高；褐土以秸稈用量 12 000 kg/hm² 時土壤有機碳 (SOC) 含量最高。(4) SASL 後，黑土 0-40cm 剖面胡敏酸 (HA)、富裡酸 (FA) 含量提高，腐殖化指數 (PQ) 無規律性變化；褐土 HA、胡敏素 (Hu) 也以秸稈用量 12 000 kg/hm² 最高，與 SOC 規律一致。(5) SASL 後，HA、Hu 的元素組成、可見光色調係數 ($\Delta\log K$)、UV 光譜、IR 光譜等反映的結構特徵沒有規律性變化。綜上，可以初步得出實驗條件下全量秸稈深還 (12000 kg/hm²) 並沒有引起當年減產，相反有一定的增產和改土培肥作用，第二年效果最好。用量超過 12000 kg/hm²，可引起當年減產。這一結果對推進秸稈深還和闡明土壤亞表層培肥機理，解決秸稈露天焚燒問題有重要的理論和實際意義。

關鍵詞：秸稈深還、土壤亞表層、玉米產量、培肥機理、腐殖質組成。

土壤品質與改良

台灣畜牧廢水處理現況與農地再利用試行

Waste management and land utilization of livestock in Taiwan

陳琦玲^{1,*}、廖崇億¹、周明顯²、徐慶霖³、林正斌⁴、蕭庭訓⁵、郭鴻裕¹

¹ 行政院農委會農業試驗所農化組 ² 中山大學環境工程研究所

³ 中興大學獸醫系 ^{4,5} 行政院農委會畜產試驗所飼作組與經營組

*E-mail: chiling@tari.gov.tw

台灣畜牧業產生之大量禽畜排泄物，增加環境營養鹽類之負荷。農政單位自民國 76 年左右開始輔導畜牧業建立三段式廢水處理，多年來對降低環境負荷有相當貢獻。然而，處理過程既消耗能源又損失可利用資源，且處理費用亦高，另一方面，在國際原油與原物料飆漲，化肥價格高漲與供應不足的壓力下，農畜產廢棄物之妥善再利用值得鼓勵。歐美一些國家將禽畜糞尿直接施用於農田作為肥料使用，已行之多年，並未造成明顯公共衛生與環保問題。依據台灣廢棄物清理法之規範，可透過試驗研究之評估與審查，提出再利用方式。為探討未經處理養豬廢水直接農地再利用的可行性，本研究進行多處試驗。試驗結果如下：(1)臭味逸散：採用注入式施肥時，24 小時內臭味及空氣中氨濃度均在環境標準之內；採用隨水灌溝或是噴灑施肥方式，僅在施肥點異味及空氣中氨濃度超過環境標準，在距施用點下風處約 100 公尺後，則降至標準以下。(2)環境衛生：試驗期間並未發現人畜共通傳染病源或寄生蟲散播問題；(3)肥效：施用等量肥分豬糞尿之一期作水稻產量可達施用化肥之九成以上；施用沖水式畜舍之廢水則約為八成。藉機械將廢水均勻撒佈於田區，不致造成局部發酵，影響作物生長；(4)土壤重金屬累積：短期試驗並未見土壤重金屬累積現象；但以每年施用 400 kg N/ha 估算，某些豬場廢水約在 50 年後，土壤銅或鋅即會達土壤監測基準，仍應注意飼料中重金屬含量的管制；(5)氮素與重金屬淋洗：試驗監測期間中並未發現地下水有遭受污染現象；(6)處置成本估算：農地再利用成本高於三段式廢水處理之成本，但可減輕環境負荷。本試驗在取得國內實績後，已開放養豬廢水農地再利用個案許可申請，可在現行三段式廢水處理之外，提供養豬業者另一廢棄物處置方式，亦可減少化學肥料之施用量。然而，依據作物營養所需計算，一公頃農地約僅能消納 50 頭豬廢水，因此需要與相當數目的農戶協調或擬訂契約，若有代耕中心或廢棄物處理公司協助提供此服務系統，應是比較可行的方式。

關鍵詞：畜牧廢水、農地再利用、公共衛生、肥效、重金屬累積。

土壤品質與改良

強化溶磷菌堆肥之肥效研究

The efficiency of compost enriched with phosphate solubilizing microorganisms

呂嘉偉、陳萱如、黃裕銘*、黃政華

國立中興大學研究助理、研究生、副教授、助理教授

*E-mail: ymhwang@dragon.nchu.edu.tw

磷為植物必要的大量元素之一，但磷肥施用後易被土壤固定，形成難溶性磷酸鹽使肥效降低。溶磷菌為一種可促進難溶性磷酸鹽溶出的微生物，是目前非常普遍被開發的微生物肥料。溶磷菌溶磷機制以普遍認為釋出質子及有機酸，無論哪一機制皆需要相當多能源。多數溶磷菌為腐生菌，雖然有許多報告指出溶磷菌在根圈利用植物根分泌物，但是，可預期其能源耗損量大。本研究的目的為在堆肥化過程中添加溶磷強的溶磷菌，透過有機質材的高有機質含量作為溶磷菌碳源，使溶磷菌先適應於堆肥中，以利於往後施用於土壤後的作用，增加堆肥對作物之效益。本研究選擇兩種土壤做溫室盆栽試驗驗證添加溶磷菌製作堆肥的肥效。堆肥製作使用杏鮑菇太空包廢棄物、肉雞糞及篩選的四株溶磷菌(含溶鈣磷、鋁磷、及鐵磷)作為菌種。試驗共有 11 種處理：C(對照組)，C1、C2、C3 分別 1、2 及 3 倍化學磷肥，O1(堆肥磷含量等於 C1)、O2(O1+1/2C1)、O3(O1+C1)，OA1(O1 經滅菌)、OA2(OA1+C1)、OA3(OA1+溶磷菌)、OA4(OA1+1/2C1+溶磷菌)。盆栽試驗使用大雅(pH 6.78)及通霄(pH 5.00)兩種低有效性磷土壤栽種白莧菜(*Amarantbus mangostanus* L)，並於盆栽試驗後分析其土壤性質及作物生長狀況及產量。試驗結果顯示施用溶磷菌堆肥可增加白莧菜之鮮、乾重、株高及根長，並顯著提高土壤水溶性及 Bray 有效性磷含量，其磷肥效益更可抵 3 倍化學肥料。施用堆肥處理兩種土壤含有較高量的硝酸態氮，沒有施堆肥處理兩種土壤主要以銨態氮存在，顯示施用堆肥的效益本僅磷肥效益提高，且增加土壤通氣性提高硝化作用，有利蔬菜生長。結果顯示強化溶磷菌堆肥經滅菌後再添加溶磷菌之效果較低，顯示溶磷菌在堆肥化過程中加入可以提高對抗土壤微生物能力提升肥效。堆肥再填加化學磷肥對莧菜產量的效果在大雅土壤有反應，在通霄土壤沒有；但是在提升土壤有效性磷的效果在兩種土壤都有顯著效果。

關鍵詞：堆肥、溶磷菌、莧菜、compost, phosphate solubilizing microorganisms, *Amarantbus mangostanus* L.

土壤品質與改良

銀杏殘葉添加比例對豬糞好氧堆肥的影響 Effects of Ginkgo leaves residues ratio on aerobic composting of pig manure

徐宏強¹、沈加禾²、張煥朝^{3,*}、王艮梅³、曹福亮³

¹江蘇省林業局

²金壇市土壤肥料技術指導站

³南京林業大學林學院

*E-mail: hc Zhang@njfu.edu.cn

銀杏葉中含有豐富的黃酮類物質、萜內脂、銀杏葉酸等，因而被主要用於提取銀杏葉中的有益成分。然而提取有益成分（GBE）後剩餘的銀杏殘葉卻沒有很好的利用，甚至被當作廢物被丟棄，這既是一種資源浪費，又可能帶來環境污染。因此，本文在分析銀杏殘葉基本性質的基礎上，將其作為添加材料用於以豬糞為主要原料的堆肥研究，探討不同銀杏殘葉添加比例對堆肥進程及堆體腐熟度的影響，明確適宜的銀杏殘葉添加比例，為銀杏殘葉的資源化利用及銀杏產業的持續發展提供科學的依據。採用條垛式好氧堆肥方法，研究了不同銀杏殘葉添加比例（0%，10%，20%，30%，40%）對豬糞堆肥的影響。堆制過程中，每天定時測定堆體的溫度，並分別於第1d、7d、14d、21d、28d、35d、42d、50d定期採樣，測定樣品pH值、有機碳、全氮含量及種子發芽指數（GI）。結果表明，添加20%和30%銀杏殘葉堆肥在第3天分別達到最高溫65°C和63°C，且高溫階段（>55°C）持續時間達7天，完成主要發酵過程所需約28d，明顯少於未添加銀杏殘葉堆肥（對照）所需時間（約37d）。堆熟後，各處理堆肥有機碳含量在25-28%之間，無顯著差異，均符合有機肥國家標準（NY525-2002）。各處理堆肥全氮（TN）含量在2.26-3.20%之間。與對照相比，添加銀杏殘葉的堆肥TN含量均有所增加，而添加20%銀杏殘葉處理TN增加最高，達41.5%。各處理堆肥的C/N和T值均符合豬糞堆肥腐熟標準（C/N<20，T<0.6）。各處理堆肥的玉米種子發芽指數，隨堆制時間逐漸上升，並在堆熟後均達到80%以上。添加20%和添加30%銀杏殘葉處理的GI值在堆制28d時，已達80%以上，而其它處理則在35d後才達到。綜合來看，添加20-30%的銀杏殘葉有利於豬糞好氧堆肥的熟化、穩定及品質提高。

關鍵詞：銀杏殘葉、豬糞、堆肥、發芽指數。

土壤品質與改良

遼寧省鹽鹼土改良技術研究 Researches on reforming techniques of saline-alkali soils in Liaoning Province

孫毅*、楊明、蔣正德、樊月玲
中國科學院沈陽應用生態研究所
*E-mail: sunyi@iae.ac.cn

遼寧省鹽鹼土約 110.5 萬 hm^2 ，占全省土地面積的 7.6%，50% 以上為內陸鹽鹼土，生產力低下，制約了糧食總產，改良已迫在眉睫。本文採用盆栽試驗的方法研究化學措施的改良內陸鹽鹼土作用，力求通過幾年的研究獲得化學改良劑、有機肥、秸稈還田的最佳用量。速效改良劑硫酸鋁，緩效改良劑脫硫石膏及速效與緩效改良劑各 50% 的結合型改良劑分別占土重的 0.00‰、0.13‰、0.27‰、0.40‰、0.53‰、0.67‰、0.80‰、1.06‰，0.00‰、0.11‰、0.23‰、0.34‰、0.45‰、0.56‰、0.67‰、0.90‰，0.00‰、0.12‰、0.25‰、0.37‰、0.49‰、0.62‰、0.74‰、0.98‰，有機肥（豬糞）用量分別占土重的 0.00%、0.67%、1.33%、2.00%、2.67%、4.00%，秸稈還田量分別占土重的 0.00%、0.89%、1.78%、2.67%，均三次重複。四年的試驗結果：有機肥培肥了地力，改良效果最佳；有機肥、改良劑及秸稈還田各處理明顯增強了土壤通透性。有機肥、速效改良劑、緩效改良劑、結合型改良劑及秸稈還田分別以占土重的 2.00%、0.53‰、0.45‰、0.49‰、1.78‰ 為最佳用量。

關鍵詞：遼寧省、內陸鹽鹼土、改良。

土壤品質與改良

添加不同溫度製備稻殼炭對土壤團粒穩定度之影響
Effects of application of rice hull biochars pyrolyzed at different temperatures on soil aggregate stability

林瓚良¹、王重棋¹、劉睿呈¹、簡士濠^{1,*}

屏東科技大學水土保持系

*E-mail: shjien@mail.npust.edu.tw

生物炭(biochar)為一具有明顯提升土壤品質之土壤改良資材。然而，生物炭與土壤團粒(aggregate)間作用機制沿至目前仍尚未明確。本次研究選擇台灣地區南部之泥岩土壤，分別添加 2.5%、5%、10%之 400°C 及 700°C 厭氧熱烈解稻殼炭，在 70% 田間容水量，室內培育 6 個月後，以濕篩法分離各處理土壤下各不同粒徑團粒之分布情形，並探討生物炭添加是否具改善泥岩土壤團粒穩定度。試驗結果顯示，添加稻殼炭可顯著改善泥岩土壤團粒之平均重量直徑(mean weight diameter, MWD)。對照組(未添加稻殼炭)之 MWD 為 1.15 mm，而添加 2.5%、5% 及 10% 之 400°C 稻殼炭分別為 1.67 mm、1.74 mm 及 2.09 mm；添加 2.5%、5% 及 10% 之 700°C 稻殼炭的土壤團穩定度分別為 1.43 mm、1.48 mm 及 2.20 mm。結果顯示，添加稻殼炭至少可增加 52% 之 MWD，尤以添加 10% 之 700°C 稻殼炭效果最佳；同時，MWD 值越大亦顯示團粒穩定度越高。此外，搭配電子顯微鏡(scanning electron microscope)與偏光顯微鏡(polarizing microscope)之觀察結果顯示，團粒穩定度隨稻殼炭添加比例增加之主要機制為，稻殼炭自體為一含有多細微孔隙之構造體，孔隙能夠有效的將天然有機質或黏粒顆粒固定，進而增加土壤顆粒或稻殼炭間之結合能力，因而促進土壤團粒穩定度。

關鍵詞: 生物炭、泥岩土壤、稻殼炭、團粒穩定度、平均重量直徑。

土壤品質與改良

不同施肥制度對黑土有機質及主要物理性狀的影響
The effect on the main physics traits and organic of black soil under
different fertilizer applications

任軍*、朱平、郭金瑞、彭暢、蔡紅光、高洪軍、閔孝貢、李強、劉劍釗

吉林省農業科學院

*E-mail: renjun557@163.com

土壤腐殖質和物理性狀是土壤肥力的主要標誌。長期定位施肥條件下，土壤有機質及物理性狀變化是土壤培肥研究領域的重要指標。近年來，諸多學者在不同地區的長期定位試驗條件下開展了大量研究工作，在土壤有機質及主要物理性狀等領域取得了明顯研究進展。本項定位試驗已連續進行 20 年，本文闡述了長期施肥對黑土有機質及主要物理性狀的影響，為科學施肥提供依據。本項研究土壤類型為薄層黑土，該項定位試驗已連續進行 20 年。試驗設休閒、空白、NPK、有機肥(M)+NPK、秸稈(S)+NPK 等 5 個處理。秋收後採集土壤樣本，測定土壤有機碳及其它主要物理性狀。結果表明，不同培肥途徑對耕層土壤腐殖質特徵影響明顯。施用玉米秸稈處理和施用有機肥+輪作處理均顯著增加了土壤胡敏酸中脂肪族結構成分，單施有機肥處理顯著增加了土壤胡敏酸中羥基含量，玉米秸稈處理游離羧基含量顯著增多。有機肥種類不同對土壤胡敏酸結構存在差異性影響，不同來源有機肥料對土壤的培肥作用明顯不同。不同培肥途徑對剖面土壤腐殖質空間分佈特徵影響較大。與休閒區相比，空白種植明顯降低土壤有機碳含量，單施化肥變化較小，有機物料可提高土壤有機碳含量，有機肥效果好於秸稈，土壤有機碳總量隨土層加深明顯下降。不同培肥途徑對土壤理化性狀具有不同的影響。從土壤容重、土壤三相比和土壤孔隙度等方面分析，有機肥料的培肥效果最佳，秸稈還田的培肥效果次之，空白種植和單施化學肥料可導致土壤物理性狀惡化；化學肥料的長期單一施用可導致土壤酸化趨勢的發生，而有機-無機配合可防止土壤酸化趨勢的發生。定量化地明確了不同培肥途徑對土壤酸化趨勢的影響。連續單施化學肥料可加重土壤酸化趨勢，施用有機肥料可防止土壤酸化趨勢的發生。

關鍵詞：施肥、黑土、有機質、物理性狀、變異特性。

土壤品質與改良

長期有機質肥料施用對設施有機蔬菜生長效應研究 Influence of long term application of organic compost on vegetable and soil quality

李宗翰*、羅秋雄

行政院農業委員會桃園區農業改良場

*E-mail: wdwin88@tydais.gov.tw

cslo@tydais.gov.tw

本試驗自西元 2000 至 2013 年於桃園縣新屋鄉桃園區農業改良場簡易溫室設施進行，旨在評估長期有機質肥料施用對設施有機蔬菜生長效應之影響，以長期施用牛糞堆肥、豬糞堆肥、雞糞堆肥、大豆粕、豌豆苗殘體堆肥及輪施(上述 5 種)為處理，栽培短期葉菜類蔬菜。試驗結果顯示，土壤酸鹼度就長期而言，受有機質肥料鈣元素總投入量、有機質降解產生有機酸及硝化作用等影響，除施用雞糞堆肥處理土壤 pH 6.9 較試驗前(6.7)提升外，其餘牛糞堆肥、豬糞堆肥、大豆粕、豌豆苗殘體堆肥及輪施處理土壤 pH 均呈現下降趨勢，尤以豌豆苗殘體堆肥處理 pH 4.0 降幅最大。土壤有機質含量隨有機質肥料添加量增加而提高，以豌豆苗殘體堆肥及豬糞堆肥處理最為顯著，土壤有機質含量已高達 140 g kg^{-1} 以上，輪施處理也高達 120 g kg^{-1} ，大豆粕處理僅 51 g kg^{-1} ，較試驗前(28 g kg^{-1})提高約 23 g kg^{-1} 。土壤電導度(EC)隨有機質肥料添加量增加而提高，以豬糞堆肥處理提高幅度最大，豌豆苗殘體堆肥及輪施區處理次之，大豆粕處理最低，但各處理之 EC(土:水=1:5)仍遠低於 0.6 dS m^{-1} 。土壤有效性磷含量除豬糞堆肥處理仍維持試驗前水準外，各種有機質肥料處理均較試驗前增加，有效性鉀含量除大豆粕及牛糞堆肥處理較試驗前降低外，其餘處理也呈小幅度增加，有效性鈣含量牛糞堆肥、大豆粕及豌豆苗殘體堆肥處理均較試驗前降低，尤以大豆粕處理降幅最大，有效性鎂含量除大豆粕處理較試驗前降低外，其餘處理均較試驗前增加，其中以豬糞堆肥處理增加幅度最大。土壤 0.1N HCl 重金屬含量受重金屬總投入量、土壤 pH 及有機質含量高低影響，0.1N HCl Zn 含量除大豆粕處理 30.4 mg kg^{-1} 以下外，其餘處理皆已超過我國有機農業灌溉水質及土壤之重金屬容許量基準土壤 Zn 容許量 50 mg kg^{-1} ，其中豬糞堆肥處理含量高達 156 mg kg^{-1} ，另 0.1N HCl Cd 含量雞糞堆肥處理最高含量 0.43 mg kg^{-1} ，已超過容許量基準(0.39 mg kg^{-1})，其餘 Cu、Ni、Cr 及 Pb 含量雖有累積現象，但含量仍遠低於容許量基準。短期葉菜類蔬菜近七(2007-2013)年平均產量指數，以豌豆苗殘體堆肥處理 134.6% 最高，較大豆粕處理(100%計)增產 34.6%，次為豬糞堆肥處理 28.8%，另牛糞堆肥、有機質肥料輪施及雞糞堆肥處理也分別增產 23.2%、20.2% 及 12.5%，至於蔬菜植體重金屬含量處理間無顯著差異，且均在自然含量範圍內。

關鍵詞：有機、蔬菜、設施栽培、重金屬。

土壤品質與改良

西藏農業土壤類型分布及可持續利用研究
Distribution and sustainable utilization of agricultural soil types in
Tibet

达娃^{*}、邱城、张唐伟、刘青海

西藏自治区农牧科学院农业质量标准与检测研究所

*E-mail: Jzdawa@126.com

本文通过文献调查、总结、研究，对西藏农业的土壤类型分布、土壤理化指标和它们在农业生产利用上的适宜性能及空间分异等特点、分布范围、主要耕地土壤资源利用等方面进行了较为系统的探索分析，并从全区耕地土壤类型中存在的问题着手提出了相应的耕地土壤持续利用的对策。

关键词：土壤、海峡两岸、研讨会。

土壤品質與改良

長期施肥黑土有效磷的演變特徵

Change of Olsen-P in black soil with long-term fertilization

張麗、展曉瑩、張淑香*

中國農科院農業資源與農業區劃研究所

*E-mail: zhangshuxiang@caas.cn

土壤有效磷作為土壤磷庫中對作物最為有效的部分，能夠直接被作物所吸收利用，是確定磷肥用量和磷環境風險評價的重要指標，其含量高低也是土壤供磷能力和保障作物生長發育的重要指標。黑土是我國東北主要土壤類型之一，是我國寶貴的土壤資源與糧食安全的重要保障。探明黑土有效磷的演變規律、有效磷與累積磷盈虧的關係及其機理，可為我國東北黑土肥力的培育、磷資源的持續利用與合理施肥提供科學依據，本論文對哈爾濱長期定量和常規施肥的黑土監測點土壤有效磷的變化、累積磷盈虧情況及其二者的關係進行分析，並對不同施肥處理土壤磷吸附解吸特性、磷活化係數（PAC）等及回應關係的影響進行了探討。得出的主要結論如下：（1）哈爾濱長期不施磷處理 CK、N 和 NK 黑土有效磷顯著降低，年下降速率分別為 0.55 mg/kg、0.48 mg/kg 和 0.64 mg/kg；施磷處理黑土有效磷顯著增加，年增加速率從高到低為 NPKM（1.64 mg/kg）>NPK（1.34 mg/kg）>NP（1.02 mg/kg）。常規施肥條件下，不同監測點土壤有效磷的變化速率不同，其年變化速率為-2.05 mg/kg~5.10 mg/kg。（2）黑土有效磷變化量與累積磷盈虧呈顯著正相關（土壤每盈虧 100 kg P/hm² 有效磷的變化量定義為有效磷效率）。哈爾濱不施磷處理 CK、N 和 NK 土壤有效磷效率分別為 3.35 mg/kg、2.43 mg/kg 和 1.39 mg/kg；施磷處理 NP、NPK 和 NPKM 土壤有效磷效率分別為 4.80 mg/kg、7.75 mg/kg 和 6.95 mg/kg。（3）黑土不施磷處理土壤吸附能力較強，其磷素有效性較低，施磷處理土壤吸附能力較低，其磷素有效性較高。黑土磷的吸附特徵與有效磷效率有很大的關係，施磷處理低吸附能力、低最大緩衝容量和高吸附飽和度可以解釋其有效磷效率高的原因。總之，近年來黑土有效磷含量每年以 1.08 mg/kg 的速度增加，不同處理有效磷的變化量與土壤累積磷盈虧呈正相關，有效磷效率值為 1.39 mg/kg~7.75 mg/kg。土壤磷活化係數、吸附解吸特性是影響土壤有效磷效率的重要指標。

關鍵詞：黑土、土壤有效磷演變、長期試驗、土壤磷平衡。

壁報論文

兩個不同風化時間的地形序列中火山土壤特性比較 Comparisons of volcanic soil characteristics from two toposequences with different weathering time

鄭亦均、陳尊賢*

臺灣大學農業化學系

*E-mail: soilchen@ntu.edu.tw

臺灣早期火山活動以北部的大屯火山群為主，因此大屯火山群化育生成的土壤多可分類於灰燼土綱 (Andisols)，隨海拔降低逐漸轉變成弱育土綱 (Inceptisols) 與極育土綱 (Ultisols)。從火山噴發活動的時間來看，紗帽山 (Sms) 在大屯火山群中最晚停止 (30 萬年前)，土壤化育過程受母質影響較大；丁火朽山 (Dhx) 約 79 萬年前停止噴發，土壤受時間與氣候的影響較大。本研究選擇大屯火山群土壤化育時間差異最大的兩地區，探討火山土壤之特性差異與化育作用。分別在紗帽山與丁火朽山的地形序列各調查三個土壤剖面，計六個土壤樣體，進行土壤形態描述、基本理化性質與選擇性化學抽出之性質測定。調查結果顯示，相似的土壤溫度與水分境況下，風化時間的長短會影響兩地區土壤化育程度。Sms 樣體土層薄 (<100 公分)、色黑 (2.5YR 2/1)、結持度易脆且構造以團粒為主。Dhx 樣體土層厚 (>250 公分)、色呈紅褐 (2.5-7.5YR 4/4)、結持度緊實且構造以塊狀為主，高海拔地區有黏粒膜 (Clay film) 生成。Sms 三個土壤樣體總體密度 (0.3-0.7 Mg/m³)、磷酸結持度 (> 85%) 與草酸抽出鋁+1/2 鐵含量 (3-6%) 符合火山灰土壤性質 (Andic soil properties) 且厚度達到標準，屬於灰燼土綱。其中 Sms- Summit 與 Sms-Backslope-2 樣體有機碳含量高 (>6%) 且 Melanic Index < 1.7，分類為典型烏黑濕潤灰燼土 (Typic Melanudand)；Sms-Backslope-1 則分類為黑瘠濕潤灰燼土 (Typic Hapludands)。Dhx 樣體化育時間長，已經不具火山灰土壤性質，受地形與氣候影響而化育成弱育土或極育土，300 公尺以上地區風化程度高、淋洗作用強烈，土層厚、有黏粒聚積層及低鹽基飽和度等特性，屬於典型厚育濕潤極育土 (Typic Paleudults)。300 公尺以下地區土壤不具上述特性，也不符合灰燼土綱的土壤特性標準，分類屬於具火山灰特性的低鹽基濕潤弱育土 (Andic Dystrudepts)。風化時間短的紗帽山與風化時間長的丁火朽山，兩地區火山土壤特性明顯不同，隨風化時間增加，有從灰燼土化育成弱育土或極育土的趨勢。在本研究的區域中，長時間的風化作用在巨觀上會減弱火山灰土壤性質，地形與海拔則是影響其他土壤分類項目的主要因子。

關鍵詞：成土作用、灰燼土、火山灰土壤性質、弱育土、極育土、黏粒聚積。

壁報論文

氮肥用量對蔬菜產量硝酸鹽含量關係之調查研究 Effect of nitrogen amounts on yields and nitrate content of vegetable

譚增偉*、江志峰、陳桂暖
行政院農業委員會農業試驗所

田間試驗顯示，當氮肥量用量增加(5級氮素用量 0、90、180、270、360 kg/ha，使用硫酸銨，全作基肥，碎土時混入土壤)，莧菜硝酸鹽含量呈大量增加趨勢，若氮肥用量增加至 180-270 N kg/ha 時，則不論土壤為強酸性(pH 值 5.6)或中性土壤(pH 值為 6.7)，且在早、午採收之莧菜等(包含白莧菜與紅莧菜)，易出現硝酸鹽含量超過 4500 mg/kg 者。試驗前原土壤有效性氮含量(硝酸態氮與銨態氮之總量)僅 6.4 kg/ha，屬極低含量，故莧菜中之硝酸鹽含量完全來自新加入之氮肥-硫酸銨，此可由不施氮肥情形下，顯示莧菜中硝酸鹽含量超低之反應。又施石灰後或 pH 值較高土壤，一般蔬菜硝酸鹽含量亦高。蔬菜產區(西螺、二崙、溪州)調查農戶 N 素用量與蔬菜硝酸鹽含量情形顯示，極易出現硝酸鹽含量高 74500mg/kg 之蔬菜為素江菜、小白菜、油菜、莧菜，且在氮素用量超過 200 Kg/ha 時，即易出現蔬菜中硝酸鹽含量大於 4500 mg/Kg 情形。有些蔬菜如空心菜、大陸妹及養液栽培的萵苣，硝酸鹽含量較低(<3000 mg/kg)，其中空心菜之含量極低(<1500 mg/kg)，可能與其低 N 素用量有關(<200 kg/ha)，而大白菜(結球白菜)之 N 素用量最高，達 680 kg/ha，但可食用部份(結球)之硝酸鹽含量卻極低(1500 mg/ha)，非食用之外菜部份則含量較高(>4000 mg/ha)。上述蔬菜產區，調查芸薹屬六種菜類 N 素平均施量 32kg/ha，最高施用量平均 417 Kg/ha，最低施用量平均 122 Kg/ha;N 素高低施用量間差異極大。二崙蔬菜專業區採取正採收期(30 天)之青江菜，自早上 7 時 43 分起至下午 5 時 43 分止，每 2 小時採樣並現場分析硝酸鹽含量，任何時間之採樣均超過歐盟 4500mg/kg 之標準，時間之差異不很明顯。其中青江菜葉柄部份硝酸鹽含量較高，為上端綠葉部份之 1.4 倍。此調查之農戶氮肥用量極高，其氮素用量高達 400kg/ha，採田間網室栽培，測定網室內、外之光照度顯示，一日內明顯出現陽光之平均照度為 $7.5 \times 10^4 \text{ lux} \pm 2.3 \times 10^4 \text{ lux}$ ，網室內則降低至 $5.4 \times 10^4 \text{ lux} \pm 1.6 \times 10^4 \text{ lux}$ ，平均減少 $27.3\% \pm 40\%$ ，遮蔭會造成蔬菜中硝酸鹽累積之效果，國內早有報導，依上述，氮肥用量確實嚴重影響蔬菜硝酸鹽含量，而大部份蔬菜專業區之氮肥用量又屬偏高；綜合此次分析，蔬菜硝酸鹽含量平均小於 4000 mg/kg 含量之施肥量平均在 200 kg/ha 左右，以此擬定產區農家氮素施肥輔導目標為 200 kgN (kg/ha)。

關鍵詞：蔬菜、硝酸鹽、芸薹屬菜類、氮肥用量。

壁報論文

土系間氮肥用量對水稻產量及養分吸收與土壤化學性之影響 The influence of soil series and nitrogen rates on rice yield, nutrient uptake and soil chemical properties

吳添益*、蔡正賢

行政院農業委員會苗栗區農業改良場

*E-mail: tianyh@mdais.gov.tw

探討苗栗區番子坡系(Fp)，五分埔系(Wn)，栗子園系(Su)等土系水田處，供試品種：台南 11 號，氮肥分 0、90、150、210、270 公斤/公頃等 5 變級，三重複；每處磷酐及氧化鉀用量，每公頃各為 60 及 90 公斤。實施期作：101 年分一、二期共 2 作。本研究試驗結果，在各土系間之產量差異比較，一期作以 90kg N / ha 處理組最好，且在試驗組中氮肥利用效率為 8.2kg/kg-N 最高；二期作以 150kg N / ha 以上的處理組產量最好，且在試驗組中以 90kg N / ha 處理組之氮肥利用效率 14.5kg/kg-N 為最高。另外，栽培一、二期作後對土壤化學性影響，土壤酸鹼值於各土系試驗區都隨氮肥用量增加而呈現下降，土壤電導度值於各土系試驗區都隨氮肥用量增加而呈現上升，土壤養分以有效磷、交換性鉀含量變化雖無統計上差異，但都呈現減少趨勢。採收前稻體養分濃度、生質量及吸收量方面，一、二期作稻體生質量於對照區平均 36.7-41.7 公克/每樣；試驗區都隨氮肥用量增加而呈現上升後趨緩趨勢，一期作 49.0-54.6 公克/每樣高於二期作 43.3-48.8 公克/每樣。一、二期作稻體氮養分吸收量對照區平均 24.9-26.8 公斤/公頃；試驗區都隨氮肥用量增加而呈現上升後趨緩趨勢，一期作 53.8-97.3 公斤/公頃高於二期作 44.8-81.5 公斤/公頃。稻體磷養分吸收量對照區平均 5.3-10.0 公斤/公頃；試驗區都隨氮肥用量增加而呈現上升後趨緩趨勢，一期作 15.5-20.9 公斤/公頃高於二期作 8.0-10.8 公斤/公頃。稻體鉀養分吸收量對照區平均 59.5-94.9 公斤/公頃；試驗區都隨氮肥用量增加而呈現上升後趨緩趨勢，一期作 123.9-128.5 公斤/公頃高於二期作 87.3-100.4 公斤/公頃。一、二期作稻體氮養分濃度對照區平均 3.6-4.4 公克/公斤；試驗區都隨氮肥用量增加而呈現上升後趨緩趨勢，一期作 6.3-10.5 公克/公斤高於二期作 6.1-10.1 公克/公斤。稻體磷養分濃度對照區平均 0.83-1.45 公克/公斤；試驗區都隨氮肥用量增加而呈現上升後趨緩趨勢，一期作 1.82-2.29 公克/公斤高於二期作 1.04-1.33 公克/公斤。稻體鉀養分濃度對照區平均 9.3-13.7 公克/公斤；試驗區都隨氮肥用量增加而呈現上升後緩降趨勢，一期作 13.9-15.1 公克/公斤高於二期作 11.2-12.2 公克/公斤。

關鍵詞：土系、水稻、產量、氮肥。

壁報論文

添加生質炭於酸性土壤對水稻幼苗吸收磷的影響

林芳竹、莊愷瑋*

嘉義大學農藝學系

*E-mail: kwjuang@mail.ncyu.edu.tw

生質炭多具較高的石灰性，也含來自原料物質炭化後的無機養分元素，施用於酸性土壤可能同時兼具提高 pH 和補充土壤養分的作用，將有利於植物對養分的吸收。然而土壤性質不同亦可能導致添加生質炭的作用有所差異，而且生質炭的製備條件及施用量不同也會影響施用生質炭的效益。本研究以台灣酸性土壤(平鎮系及老埤系)，分別添加製備溫度 300°C 和 500°C 的生質炭，添加量處理為 0.5 和 1.0 %，混合土壤和生質炭待反應平衡後，再施以不同用量的磷處理(0, 250, 500 mg kg⁻¹)，然後以水稻幼苗的盆栽試驗評估供試土壤添加生質炭對土壤磷有效性的影響。結果顯示，兩種酸性土壤添加生質炭後，水稻幼苗植體的磷濃度皆顯著上升，因此添加生質炭處理確實有提升酸性土壤磷有效性之作用，並且隨著磷施用量增加，添加生質炭促進植株磷吸收的效應也更為明顯，如此表示土壤先經添加生質炭處理後，會促使施入土壤的磷有較高比例維持在有效性磷的狀態供植株吸收。再者，由於兩種供試土壤的性質差異，相較於平鎮系土壤，培植於老埤系土壤的水稻植株體內有較高的磷濃度，因此添加生質炭促進磷吸收的效應在老埤系土壤較為顯著，這與添加生質炭對土壤磷有效性的影響有密切直接的關係，將可進一步經由分析兩種土壤中磷有效性因添加生質炭處理所產生的改變，得到進一步的說明與解釋。

關鍵詞：土壤磷、有效性磷、可溶性磷、黑炭、酸性土壤。

壁報論文

蓮霧園草生栽培對土壤性質及果實品質的影響

Effects of weed cultivation in orchards on soil properties and fruit quality of waxapple

林永鴻*、胡智傑

行政院農業委員會高雄區農業改良場

*E-mail: jack55@mail.kdais.gov.tw

高屏地區多數栽種蓮霧之農民認為果園維持地表裸露可免除病蟲害滋生及雜草競爭養分等缺點，然而維持地表裸露除了需耗費大量人工及除草劑外，對土壤性質的改良亦毫無助益。本研究於蓮霧園以淺根性的黃花蜜菜及紅葉滿天星進行草生栽培，並以地表裸露為對照，探討果園經草生栽培後對土壤性質及蓮霧果實品質的影響，提供果農實施草生栽培的參考。結果顯示，草種種植後 8 個月，土壤孔隙度、有機質含量及含水率均呈現黃花蜜菜區 > 紅葉滿天星區 > 地表裸露區，由此可知，種植黃花蜜菜及紅葉滿天星對土壤孔隙度、土壤有機質及保水力的提升效果均較地表裸露方式為佳。至於對蓮霧果實品質的影響，平均單果重以紅葉滿天星區表現較佳 (112.5 克)，地表裸露區次之 (111.6 克)，黃花蜜菜區較差 (109.4 克)；可溶性固形物以黃花蜜菜最高 (11.4 °Brix)，紅葉滿天星次之 (11.1 °Brix)，地表裸露區最低 (10.8 °Brix)；果實裂果率則以黃花蜜菜區最低 (9.5%)，紅葉滿天星區次之 (10.6%)，地表裸露區最高 (11.8%)。以兩個草種進行草生栽培，雖然對蓮霧果實平均單果重的提升無顯著效益，但對可溶性固形物的提升及裂果率的降低具正面功效。

關鍵詞：蓮霧、草生栽培、土壤性質、果實品質。

壁報論文

棗生育期均衡養液補充對果實品質的影響 Effects of abundant nutrient supplement on the quality of jujube

林永鴻*

行政院農業委員會高雄區農業改良場

*E-mail: jack55@mail.kdais.gov.tw

果樹對養分的吸收常受限於根部發育不良及理化性質不良的土壤，因此尚能以養液注射方式將各生長期所需的營養配方直接導入果樹吸收，將使果樹各種營養成分不虞匱乏。本研究以棗開花期之植體各要素含量為比例進行養液配製，大量要素(%): N: P₂O₅: K₂O:CaO:MgO=8:12:24:6:4; 微量元素(mg/kg), Fe:Mn:Cu:Zn:B:Mo=500:500: 200: 200:200:10。以上述營養比例原液配製 500 倍及 1000 倍稀釋液，並於營養液中添加適當濃度之腐植酸及直鏈性有機酸等生長輔助劑，自幼果期開始利用養液注射方式補充入木質部，並確定養液為果樹吸收，營養液平均流量 10-15 ml/hr，至採收期共補充 3 次 (共 1500 ml)。結果顯示，棗果之果長、果寬、平均單果重及可溶性固形物均以原液稀釋 500 倍進行注射補充之處理較高，稀釋 1000 倍之處理次之，對照組則完全不進行營養液注射補充者為最低。當中 500 倍稀釋液者之平均單果重可較對照組提升約 8-10 克，而可溶性固形物則較對照組提升 1.2-1.6 °Brix。

關鍵詞：棗、養液補充、果實品質。

壁報論文

三種雞糞原料在不同溫度下製備之雞糞生物炭的特性

王尚禮¹、崔君至¹、張瑀芳²、陳尊賢¹、蔡呈奇^{2,*}

¹臺灣大學農業化學系

²宜蘭大學森林暨自然資源學系

*E-mail: cctsai@niu.edu.tw

臺灣主要的有機廢棄物全年約 3000 萬公噸以上，以畜產廢棄物占最大宗，其中生雞糞年產量約為 112 萬公噸。以往農畜廢棄物多採直接施用，但由於雞糞中通常含有較高濃度的重金屬及鹽類化合物，直接施用可能會導致環境汙染或食安問題；另一方面，臺灣氣候高溫多雨，加上耕作頻繁，土壤有機質和肥力消耗迅速，土地品質劣化造成土地生產力下降，因而需要依賴肥料來增加產量。若可妥善利用禽畜糞來增進土壤肥力與土壤品質，有助於達到農地永續利用，以及環保和經濟雙贏之目標。因此本研究探討將不同來源之雞糞在不同溫度下鍛燒後，所產生之雞糞生物炭的特性，以作為後續評估雞糞生物炭對土壤肥力和品質的作用。本研究使用之雞糞生物炭來源為市售乾雞糞、肉雞糞和蛋雞糞三種，經 70 °C 烘乾後分成四等份，其中一份不鍛燒處理，其餘則在 250、350 和 550 °C 溫度下通氣加熱處理。研究結果指出：隨加熱溫度升高，雞糞生物炭中 C 的組成比例也隨之升高，氧和氫的組成比例有下降的趨勢，這顯示雞糞之有機組成的官能基隨溫度升高而降低，碳結構逐漸芳香化所致。雞糞生物炭的主要元素組成為 C、O、Ca、Mg、Na、K、Al、Fe、Mn 和 P，並含重金屬 Cu、Zn 和 Cr，而 Ni、Pb 和 As 含量則低於分析極限。金屬元素含量和 P 元素含量皆隨產製溫度上升而上升，其中 P 最高可達 20000 – 35000 ppm。以 0.01 M HCl 和 EDTA 萃取評估有效性，發現重金屬有效性皆隨產製溫度之上升而下降，此乃可能因為形成不可溶之金屬氧化物所致。由初步研究顯示，將雞糞製成生物炭可以保留肥力組成，同時限制重金屬有效性。在後續研究將以土壤孵育試驗來觀察各元素組成的釋出狀況，以評估雞糞生物炭對土壤肥力和品質的作用。

關鍵詞：雞糞生物炭、肉雞糞、蛋雞糞、重金屬、土壤肥力。

壁報論文

比較不同林木與農業廢棄物做為原料之生物炭的特性

蔡呈奇^{1,*}、張瑀芳¹、陳尊賢²、王尚禮²

¹宜蘭大學森林暨自然資源學系

²臺灣大學農業化學系

*E-mail: cctsai@niu.edu.tw

生物炭(biochar)為一種富含碳(carbon-rich)的固體物質，在限制氧氣供應(即裂解)的環境下加熱生物質(biomass)(森林和農業廢棄物、城市垃圾或禽畜糞便等天然有機燃料)後所產生的產物，可加到土壤中當做吸存碳的方法與維持或改善土壤的功能，為一種較低廉且低技術的有益資材。臺灣主要的有機廢棄物全年約 3000 萬公噸以上，以畜產廢棄物占最大宗，其次為廚餘、作物節桿等；其中生雞糞年產量約為 112 萬公噸，稻殼廢棄物總量約 28 萬公噸。本研究的目的為利用生雞糞(雞糞墊料)與稻殼作為原料，探討與比較不同來源與製備溫度下這些生物炭的特性，並進一步與不同原料的木質生物炭(竹、光臘樹、銀合歡)做比較，評估施用於台灣農地土壤的可行性。由研究結果可知：生物炭中所包含的主要礦物元素的含量，與燃燒前原料(feedstock)中所包含礦物元素的含量間有直接的相關。來自雞糞(墊料)的有機生物質包含大量的碳及巨量、微量營養素，但稻殼與林木之養分的含量與有效性明顯低很多。生物炭的物理及化學特性的變化主要受到生產原料的物質的影響，以及在熱裂解過程中氧氣和溫度的可得性。即使在不同的熱裂解環境下生產，燃料中的養分值仍然可以以相對不同程度被保存下來。另外，生物炭中碳與氮的比值因為燃料與熱裂解環境不同而有許多的變異，這個比值會影響生物炭頑抗的特性，也可能會影響生物炭施用在土壤後，土壤礦質化作用(mineralization)過程中 C 和 N 的釋放速率。對改善土壤及環境而言，生物炭目前臺灣在方面的研究所投入的關注相當少，在地小人稠的臺灣如何永續利用寶貴的土地資源，生物炭的投入值得探究。

關鍵詞：生物炭、稻殼、雞糞、農業廢棄物。

壁報論文

炭化溫度對雞糞生物炭之磷組成劃分和釋出的影響

楊圓臺¹、郭聆亦¹、蔡呈奇²、王尚禮^{1,*}、陳尊賢¹

¹臺灣大學農業化學系

²宜蘭大學森林暨自然資源學系

*E-mail: slwang@ntu.edu.tw

近日全球人口增加促使農畜產品的需求大增，也造成農畜廢棄物的大量累積。雞糞一般直接施用於土壤或製成堆肥後施用以增進土壤肥力，但由於公共衛生的疑慮，導致雞糞去化不易。將雞糞製成生物炭有利於解決儲藏、運輸和施用過程中的公衛疑慮，惟目前尚不了解生物炭中營養元素的組成和釋出速率，因此本研究欲探討將雞糞在不同溫度下鍛燒為生物炭後，生物炭的磷組成劃分，以及施用於農田土壤後磷釋出之情形。本研究將市售乾雞糞分別在 70、250、400 及 600 °C 下處理，分析產物的元素組成，並以 ³¹P 固態核磁共振光譜分析磷的組成。將生物炭以 2.5% 及 5% 之比例與桃園改良場土壤混合後進行孵育，每 10 天抽取土壤溶液後以鉬藍法及 ICP-AES 測量土壤溶液中無機磷和總磷之含量，並以 pH、Eh 計測量土壤之酸鹼及氧化還原狀態之變化。結果顯示隨生物炭鍛燒溫度上升，磷的相對含量增加，且有機磷部分轉化為無機磷，而無機磷則能被植物直接吸收。因此，將雞糞製成生物炭能使得無機磷含量上升，施用生物炭於土壤將有助於提升土壤磷的有效性。

關鍵詞：雞糞、生物炭、土壤肥力、磷組成劃分。

壁報論文

短期施用不同生物炭對土壤氮礦化潛勢之影響 Effects of application of different biochars on nitrogen mineralization in a sandy loam soil

陳文棋、簡士濠*

屏東科技大學水土保持系

*E-mail: shjien@mail.npust.edu.tw

台灣地區高溫多雨，施加於土壤中的有機質分解快速，為提高作物產量，化學肥料或堆肥施用量有增加的趨勢。近年來利用生物炭(biochar)改良土壤物化學性質已漸被關注。然而，不同的生物質原料及熱裂解溫度及過程皆影響生物炭本身的基本性質，進而影響生物炭對土壤性質的改善效益。本研究利運用農業廢棄物銀合歡木材與稻殼以 700°C 熱裂解製成之的生物炭，同時添加堆肥後，分別進行室內土壤 56 天之室內孵育試驗及溫室小白菜盆栽試驗。研究目的在評估添加不同生物炭後，土壤氮礦化潛勢之變化，並藉由小白菜盆栽試驗評估添加生物炭後，小白菜產量與其氮吸收養分效率之影響。結果顯示，添加生物炭後至土壤 56 天後，顯著可提升土壤 pH 值至 7.0 附近，以木質炭之效果較佳。孵育 21 天內，各處理氮礦化皆最旺盛，尤其以稻殼炭處理者最高，此可能為孵育初期，各添加有機資材(生物炭及堆肥)之易分解有機物礦化之故。然而，孵育 21 天後，所有處理即轉為以生物固氮作用(N immobilization)為主，且添加木質炭及稻殼炭皆促具有促進固氮作用之效果。此外，本試驗結果指出，若土壤僅單獨添加生物炭並不會提升促進小白菜產量生長，建議須搭配堆肥共同使用；本研究結果顯示，小白菜產量與其氮、磷吸收量以共同添加 4% 木質銀合歡炭與 60 t/ha 堆肥顯著最高。

關鍵詞：生物炭、氮、礦化潛勢、固氮作用。

壁報論文

以整治鏈模式處理含汞之多種重金屬污染土壤
Effects of remediation train sequence on decontamination of heavy metal-contaminated soil containing mercury

Zeng-Yei Hseu (許正一)^{1,*}, Yu-Tuan Huang (黃宥端)², Hsing-Cheng His (席行正)³

¹Department of Environmental Science and Engineering, Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan

²Department of Earth and Ocean Sciences, University of Waikato, Hamilton, New Zealand

³Graduate Institute of Environmental Engineering, Taiwan University, Taipei, Taiwan

*E-mail: zyhseu@mail.npust.edu.tw

When a contaminated site contains pollutants including both non-volatile metals and Hg, one single remediation technology may not satisfactorily remove all contaminants. Therefore in this study, chemical extraction and thermal treatment were combined as a remediation train to remove heavy metals, including Hg, from contaminated soil. A 0.2 M solution of EDTA was shown to be the most effective reagent for extraction of considerable amounts of Cu, Pb, and Zn (> 50%). Hg removal was ineffective using 0.2 M EDTA, but thermogravimetric analysis suggested that heating to 550 °C with a heating rate of 5 °C/min for a duration of 1 hr appeared to be an effective approach for Hg removal. With the employment of thermal treatment, up to 99% of Hg could be removed. However, executing thermal treatment prior to chemical extraction reduced the effectiveness of the subsequent EDTA extraction because non-volatile heavy metals were immobilized in soil aggregates after the 550 °C treatment. The remediation train combining chemical extraction followed by thermal treatment appears to remediate soils that have been contaminated by many non-volatile heavy metals and Hg.

Keywords: heavy metal, mercury, soil contamination, soil remediation.

壁報論文

預估田間 pH 範圍中銅與可溶性有機碳受高嶺石之吸持 Prediction of Cu and dissolved organic carbon (DOC) sorption onto Kaolinite in field pH range

李家興、陳尊賢*

臺灣大學農業化學系

*E-mail: soilchen@ntu.edu.tw

重金屬在土壤中的移動性對環境及人體健康受重金屬危害的風險非常重要。近期的研究指出土壤中的有機質對重金屬的移動性或在土壤中的吸持有支配性的作用。相較於不可溶的有機質劃分，可溶性有機質分子中的官能基密度高，因此，可溶性有機碳 (dissolved organic carbon; DOC) 常被作為影響土壤中重金屬動態的研究標的。DOC 可含有不同官能基，各有不同酸解常數，且與重金屬的親合力不同，與重金屬鍵結後，可維持溶解態亦可沉澱。在土壤懸液系統中，DOC 可與重金屬競爭固相表面位置而減少重金屬的吸持量，但被吸持的 DOC 外露的官能基亦可吸持重金屬而吸持在固相表面的重金屬亦可形成重金屬鍵橋而與 DOC 鍵結。因此，土壤懸液中固相表面、重金屬與 DOC 之間的反應複雜且難以簡單的理論模式描述。本研究以豬糞堆肥萃取出之 DOC、二價 Cu 溶液與高嶺石進行田間 pH 範圍內 (pH 3-10) 兩兩之間的批次吸持試驗，建立可描述其反應之經驗式，並據以預估 DOC-Cu-黏粒三者混合系統中 Cu 之吸持行為。研究結果顯示，在含有 2.7-16 mM DOC 的高嶺石懸液中 (s:w=1:25；離子強度 0.025 M KNO₃；pH 3-10)，DOC 的平衡濃度 [DOC]_B 與其總濃度 [DOC]_T 或初始濃度成正比，其比值與 pH 呈曲線關係，可以二次函數描述為 $[DOC]_B = (-0.0057 \text{ pH}^2 + 0.1139 \text{ pH} + 0.3470) \cdot [DOC]_T$ ； $R^2=0.973$ 。在固定濃度的 10 mM DOC 溶液中加入 37.5-600 μM Cu 後 (離子強度 0.025 M KNO₃；pH 3-10)，Cu 與 DOC 皆有沉澱發生且生成量會受 pH 影響，但平衡後液相 [DOC]_B 及液相 Cu 濃度 [Cu]_B 的乘積與 Cu 的總濃度 [Cu]_T 或初始濃度呈正比而與 pH 無關，可以直線描述為 $[Cu]_B \cdot [DOC]_B = 0.0088 [Cu]_T$ ； $R^2=0.997$ 。在含有固定濃度 10 mM DOC 與不同總濃度 40-320 μM Cu 之高嶺石懸液中 (s:w=1:25；離子強度 0.025 M KNO₃；pH 3-10)，假設 Cu 在高嶺石上的吸持作用與對 DOC 吸持的影響為一常數 a，由前述兩經驗式合併可得 $[Cu]_B = a \cdot \{0.008 [Cu]_T / (-0.0057 \text{ pH}^2 + 0.1139 \text{ pH} + 0.3470) \cdot [DOC]_T\}$ ，以實測做迴歸後得 $a = 0.593$ ， $R^2=0.973$ 。本研究之結果對田間 pH 範圍中，DOC 影響高嶺石吸持 Cu 的行為可得到很好的描述。對於其他環境條件，如不同來源的 DOC、不同黏粒種類、不同濃度範圍是否適用，則需要更進一步的研究。

關鍵詞：銅、可溶性有機碳、高嶺石、蒙特石、吸持。

壁報論文

稻殼添加對兩種排水不良的砷污染土壤中糙米砷濃度之影響 The effects of adding husk on arsenic concentration of brown rice grown in two poor-drained arsenic-contaminated soils

陳柏翰、李家興、陳尊賢*

臺灣大學農業化學系

*E-mail: soilchen@ntu.edu.tw

土壤中的砷主要可分為有機態的單甲基砷與雙甲基砷以及無機態的三價砷與五價砷。水稻是亞洲地區主要糧食作物，由於水稻生長需長期浸水，厭氣環境下土壤中的砷主要為移動性及毒性較高的三價砷，若水稻種植於砷污染地區，容易吸收砷累積於穀粒當中，進而影響水稻生長及食品安全。前人研究發現水稻生長期間進行不同水管理方式，在不影響產量的前提下，透過排水曬田可有效降低穀粒砷濃度，但效果卻會受到土壤質地而影響，在排水不良的土壤中，排水與曬田處理對水稻吸收累積砷的抑制效果可能降低。在土壤中添加稻殼可改良土壤的排水性。因此，本試驗目的在探討不同土壤水管理方式配合稻殼的添加對兩種排水不良的砷污染土中糙米砷濃度的影響。本試驗選用兩種不同土系的農田土壤表土，分別外添加 10 與 15 mg As kg⁻¹，計有二林系土壤（總砷濃度 10 及 20 mg kg⁻¹）及後湖系土壤（總砷濃度 9 及 24 mg kg⁻¹）。水管理方式為在水稻最大分蘗期曬田十天之通氣處理（aeration）及水稻生長期間維持土表浸水 3-5 cm 之連續淹水處理（flooding），並配合未添加及添加 2.5 % 稻殼之兩種稻殼處理，探討對各處理對水稻糙米砷濃度的影響。研究結果顯示，兩種土壤在人工模擬砷污染環境下，相較於連續淹水處理，通氣處理可有效地提高土壤的氧化還原電位，降低孔隙水中砷的生物有效性，進而提高產量，並降低糙米中的總砷含量。雖然稻殼的添加可促進排水，但新鮮稻殼在土壤中因微生物作用快速分解，而使土壤呈強還原的狀態，造成土壤孔隙中砷濃度增加且水稻生長受砷毒害，而穀粒產量顯著降低且糙米總砷濃度提高。根據本試驗結果，稻殼的添加對於水稻生長負面的影響高於其促進排水對水稻生長的正面效果。而糙米中高濃度的砷，經物種分析後發現僅 0.2 至 0.3 mg/kg 為三價砷，其餘皆為雙甲基砷物種。種植於後湖土系砷污染土壤的糙米雙甲基砷濃度甚至高達 3 至 4 mg/kg，因此總砷濃度雖高，但大部分為毒性較低的雙甲基砷物種，是否仍具高毒性則需進一步的研究。

關鍵詞：砷、水稻、糙米、稻殼、水管理方式。

壁報論文

水分管理及土壤性質對水稻砷累積之影響 Effects of water management and soil properties on arsenic accumulation of rice grown in arsenic-contaminated paddy soils

張顥巖、崔君至、陳尊賢*

臺灣大學農業化學系

*E-mail: soilchen@ntu.edu.tw

以砷污染土壤栽培水稻，土壤長期浸水而使砷溶出；水稻因其生理特性之故，比其他穀類作物更容易累積砷，可能導致稻米受砷污染而危及食品安全。土壤水分管理被認為是降低穀粒砷污染風險的可行方案，在臺灣的水稻生產中已存在慣行的水分管理模式，本試驗採用另三種為降低穀粒砷污染風險所設計的水分管理模式，以評估是否較慣行方法更能降低糙米砷濃度。水分管理方法如下：(1) 水稻插秧後 35 日進行 10 天土壤好氧處理的慣行方法 (CK)，(2) 抽穗前進行 3 週土壤好氧處理 (A)，(3) 抽穗後進行 3 週土壤好氧處理 (B)，與(4) 抽穗前 3 週與抽穗後 3 週進行土壤好氧處理 (C)。由於土壤性質亦影響水分管理成效，本試驗選用不同性質的二林系與平鎮系土壤進行盆栽試驗，偏鹼性的二林系土壤母質屬黏板岩沖積土，黏粒含量不高，假使此土壤受到砷污染，作物受到砷污染的風險較大；平鎮系土壤屬洪積母質紅土，黏粒含量高且鐵鋁錳氧化物含量高，理論上砷在此土壤中有效性應極低。添加至土壤的砷劑量分別為(i)二林系 10 及 20 mg As/kg，(ii)平鎮系 20 及 40 mg/kg，外添加的砷物質為砷酸氫二鈉七水合物(sodium hydrogen arsenate heptahydrate, $\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)，栽種水稻為台南 11 號(*Oryza sativa* L. Cv Tainan 11)。結果顯示二林系土壤各種水分管理間之糙米砷濃度未有顯著差異；在平鎮系外添加 40 mg/kg 砷的土壤中，A 處理之糙米砷濃度 (0.29 mg/kg) 顯著低於 CK 處理 (0.42 mg/kg)。平鎮系土壤種植之水稻總砷吸收量隨土壤砷濃度提昇而增加；但在土壤有效性砷含量高的二林系土壤中，水稻總砷吸收量反而隨土壤砷濃度的增加而降低，除了砷逆境可能影響水稻生長外，也可能存在限制砷傳輸至穀粒之生理調控機制。在有效性砷濃度未達影響水稻生長的等級，但仍會造成糙米砷含量過高的土壤種植水稻，如本試驗中平鎮系添加 40 mg/kg 砷的土壤，水稻抽穗前 3 週的土壤好氧處理 (策略 A) 是降低糙米砷污染風險較可行的方法。

關鍵詞：砷、水分管理、土壤好氧處理、水稻。

壁報論文

不同品種玉米對土壤中鎘的吸收與累積

朱莉嘉、王品傑、莊愷璋*

嘉義大學農藝學系

*E-mail: kwjuang@mail.ncyu.edu.tw

本研究以受鎘污染之農地土壤，選取台灣地區主要之食用(華珍、雪珍、玉美珍、黑美珍、台南 26 號)及飼料用(台農 1 號、農興 688、台南 20 號、台南 24 號)玉米品種，進行幼苗盆栽試驗，考慮玉米植株對鎘的低累積性及高生物量的生長特性，以不同品種玉米植株對鎘吸收與累積分佈之特性，對高污染風險農地提出可優先推薦栽種之食用或飼料安全玉米品種。本研究之盆栽試驗，以每一品種種植三盆做為試驗重覆，每盆種植 8 株，分別於種植後 2、4、6、10 週各採收兩株，將收取植株之樣本以地上部和地下部分別收集，烘乾秤重後粉碎，以混合酸(硝酸:次氯酸=4:1, v/v)消化分解，再以原子吸收光譜儀測定分解液的鎘濃度，並計算植體乾基濃度。結果顯示，種植後 2 週及 4 週，植株地上部和地下部鎘濃度有累積升高的趨勢，但於種植後 6 週及 10 週，則植株鎘濃度反有下降的趨勢，甚至各品種玉米之地上部鎘濃度皆低於偵測極限(0.76 mg kg^{-1})，這可能是因為植株生長快速而生物量增加，而且鎘在玉米植株體內的轉移能力有限所致；相較於食用玉米，飼料玉米於種植後 6 週至 10 週間植株鎘濃度下降的幅度更大。

關鍵詞：土壤污染、重金屬、植物有效性、旱田、根圈。

壁報論文

生質炭的氧化處理對鎘吸附及其植物毒性的影響

吳榮章、池哲宇、莊愷瑋*

嘉義大學農藝學系

*E-mail: kwjuang@mail.ncyu.edu.tw

生質炭(biochar)因比表面積大、多孔及富含表面官能基等性質，而被視為一種具有良好吸附能力的材料，也逐漸被推廣使用於土壤改良。生質炭於土壤中會因表面氧化而改變其特性並對土壤性質的影響有所轉變，了解生質炭表面氧化作用對土壤重金屬的吸附與有效性之影響，將可藉以評估生質炭應用於改良重金屬污染土壤的可行性。本研究以甘蔗渣為原料，於氧氣濃度 5% 以下，在 350°C 維持 1.5 h 的炭化條件製成生質炭，並在室溫下將該生質炭包埋於維持田間容水量的土壤中進行孵育 90 D，以促其表面氧化，再將生質炭取出分別進行對鎘的等溫吸附實驗與小麥幼苗的毒性試驗，以供說明生質炭表面氧化處理對鎘吸附與其植物毒性的影響。結果顯示，經孵育過程促進生質炭表面氧化後，生質炭的 pH 值、零電位點(zpc)和電導度(EC)顯著下降，而陽離子交換容量(CEC)則有升高的趨勢，經 FTIR 圖譜分析亦發現部份酸性官能基的特定波峰訊號趨於明顯，將可有利於對陽離子的吸附。然而，等溫吸附實驗的結果顯示，經氧化處理後之生質炭對溶液中鎘離子的吸附量低於未經氧化處理之生質炭；而盆栽試驗結果則顯示，添加經氧化處理後之生質炭對減緩小麥幼苗鎘毒性的作用較顯著。

關鍵詞：重金屬、植物有效性、等溫吸附、黑炭、表面電荷。

壁報論文

不同品種水稻根部鐵膜生成對吸收土壤鉛的影響

張雅婷、宋昶毅、江育婷、莊愷瑋*

嘉義大學農藝學系

*E-mail: kwjuang@mail.ncyu.edu.tw

目前在台灣中部有多次檢驗出糙米鉛含量超過食米限量標準(0.2 mg kg^{-1})的案例，極可能與農地土壤受鉛污染有關。當水田在浸水缺氧的情況下，水稻根部會釋出氧氣，而使還原態亞鐵離子在根表氧化形成氧化鐵堆積，稱為鐵膜(iron plaque)，鐵膜可能藉由吸附或共沉澱作用干擾根圈元素的有效性和植物的吸收與轉運，故水稻根部鐵膜生成可能是影響鉛吸收的重要因素之一。本研究選用台農 71 和高雄 145 兩種水稻品種，分別以取自台中市烏日區(Site D)及南投縣(Site N)兩處鉛污染農地的表土(0-15 cm)樣本，經由不同添加量(0、1000、2000 mg kg^{-1})的鐵處理，進行水稻盆栽試驗，藉以探討不同品種水稻的鐵膜生成對鉛吸收之影響。結果顯示，添加鐵處理顯著降低水稻植株的鉛濃度，而且水稻根表面能萃取測得之鐵膜量亦隨鐵添加量提高而增加。然而，種植於 Site D 土壤的水稻植株鉛濃度顯著高於 Site N 土壤的植株，而從植株根表面能萃取測得之鐵膜量，也是 Site D 高於 Site N，似乎較高的鐵膜生成量並無顯著干擾鉛吸收的作用。在水稻品種差異的比較亦發現，台農 71 植株的鉛濃度有高於高雄 145 植株的趨勢，而且台農 71 根表鐵膜的生成量亦高於高雄 145，顯示根表面能萃取測得之鐵膜量與植體鉛吸收量呈正相關。因此，增加土壤中的鐵雖可降低水稻對鉛的吸收，也會促進根表鐵膜的生成，但鐵膜生成量的增加雖然是因為提高鐵的添加量，卻不是提高鐵的添加量會降低鉛吸收的原因。

關鍵詞：土壤污染、重金屬、泌氧作用、水田、根圈。

壁報論文

腐植酸改質之 Bentonite 對於四環類抗生素的吸附 Adsorption of tetracycline antibiotics by humic acid-modified bentonite

吳翰典、鄒裕民*

中興大學土壤環境科學系

*E-mail: ymtzou@dragon.nchu.edu.tw

四環黴素(TC)，為一種常用的抗生素，長期以來一直被添加在動物飼料中來治療病菌感染或是促進動物的生長，但抗生素不會在動物體內完全自然代謝，因此約有 30-90%的抗生素會經由動物的排泄物排出體外，可能導致其散布在土壤及自然水體中。當 TC 被釋放至環境中，土壤礦物與 TC 的親和力常強烈影響 TC 的移動性及生物有效性。根據前人研究，除了帶電性會影響 TC 與土壤礦物的吸附外，因為 TC 分子具有四個芳香環，其可與環境中的芳香性有機物以 π - π 鍵來增進彼此的交互作用，而土壤中腐植酸於高溫下碳化會轉變為芳香性為主的有機分子，因此本研究除了進一步瞭解 TC 與 bentonite 的反應如何受 pH 的影響外，也嘗試利用腐植酸改質後的 bentonite，以不同溫度碳化後於不同 pH 條件下對 TC 進行吸附試驗。結果顯示，因 TC 為一兩性化合物，其 pKa 分別為 3.3、7.7 以及 9.7，在 pH 3 的環境下，TC 主要以陽離子型態(TC^+)存在，與帶負電荷的 bentonite 可因電性相吸而提高 TC 的吸附。當碳化溫度達 400°C 以上時，隨著碳化溫度的升高，腐植酸中的含氧官能基逐漸減少，芳香性結構逐漸生成，此芳香性結構可增加了 TC 的吸附作用。

關鍵詞：四環黴素、Bentonite、腐植酸。

壁報論文

不同施肥處理對水稻田中抗生素與微生物抗藥性的影響
Effects of different fertilization treatments on the antibiotic concentrations and resistance in the paddy soils

陳百嫻、鄒裕民*

中興大學土壤環境科學系

*E-mail: ymtzou@dragon.nchu.edu.tw

四環素類(tetracyclines,TCs)與磺胺類(sulfonamides,SAs)抗生素常做為禽畜動物用藥，以促進動物生長與預防疾病的發生，亦可預防或治療人類疾病，但由於僅少量的抗生素可經由代謝作用被動物的腸胃道所吸收，大部分的抗生素會以原結構經由動物的尿液及排泄物排至動物體外，故常導致抗生素及其代謝衍生物被釋放到環境之中，更可能造成環境微生物抗藥性增加，對公共衛生造成威脅。隨著近年來有機農業的興起，施用禽畜糞有機質肥料有逐年提升的趨勢，因此，了解含抗生素禽畜糞肥料施用於農田裡，是否會影響土壤中微生物相的轉變，及其對土壤微生物抗藥性的產生相當重要，因為抗生素或抗藥性基因有可能經由食物鏈移轉，影響人類的健康。故本研究分別將施用有機質肥料的水稻田土壤、三年未添加任何肥料的水稻田土壤，以及施用化學肥料的水稻田土壤，以高效液相層析儀(HPLC-UV)測定土壤中四環素類(tetracycline, oxytetracycline, chlortetracycline)與磺胺類(sulfadiazine, sulfadimethoxine, sulfaquinoxaline)抗生素的含量，並以紙錠擴散法進行土壤中微生物對藥物感受性試驗。初步結果發現，此三種測試土壤，皆未檢測出四環素類及磺胺類抗生素；在抗藥性方面，土壤樣品中以 TSA 培養基培養的微生物中，對六種抗生素的抗藥性比率皆低於 4%，而其中含二重抗藥性比例皆小於 1%，一重抗藥性則皆小於 3%，由於有機肥施用的時期與持續時間及氧化還原電位有可能影響具抗藥性微生物的生長，影響抗生素及抗藥性微生物的含量，故未來的研究將針對上述因子來進行抗生素與抗藥性的探討，此外，也將選取旱作土壤來進一步驗證氧化還原電位轉變對抗藥性微生物生長的影響。

關鍵詞：土壤、抗生素、有機質肥料。

壁報論文

鐵離子影響零價鋁(ZVAL)及鋁罐氧化水溶液中的三價砷 Oxidative removal of arsenite by zero-valent aluminum and aluminum beverage cans in an aerobic solution with Fe ions

黃喆恩、鄒裕民*

中興大學土壤環境科學系

*E-mail: ymtzou@dragon.nchu.edu.tw

環境水體中的砷(As)污染已是全球關注的議題之一，其中三價砷 As(III)的毒性及移動性都較五價砷 As(V)來的高，如何將 As(III)氧化為 As(V)並將其移除即是近來研究的重點。前人研究已經證實零價鐵(ZVI)在酸性通氧條件下會產生 Fenton 反應，能生成氫氧自由基(OH radical)來氧化 As(III)。然而 OH radical 除了氧化污染物外，亦會與 ZVI 反應而造成消耗，且零價鐵粉易氧化在保存上並不容易，因此本研究將使用較易取得的零價鋁(ZVAL)取代 Fenton 反應中的 ZVI 來進行 As(III)的氧化研究。鋁較鐵具有更高的氧化還原電位，且在酸性(pH 1)通氧環境下能比鐵產生更多的雙氧水(即 Fenton 反應的前驅物)，可得到更好的 As(III)氧化效率，然而前置研究中發現，ZVAL 系統中雙氧水濃度可持續累積，但反應 160 分鐘內觀察不到 OH radical 的生成及 As(III)的氧化。故本實驗的目的是希望能藉由添加 Fe(II)以及 Fe(III)產生類 Fenton 反應來促進 As(III)的氧化，同時比較不同 Fe 離子添加量下的氧化速率，另再以鋁罐來取代 ZVAL 氧化 As(III)，評估回收之鋁罐是否也能應用在砷污染的整治上。動力學結果顯示，無論是 ZVAL/Fe(II) 或是 ZVAL/Fe(III)系統，80 μM 的 As(III)都會在 240 分鐘內被完全氧化，且氧化速率皆隨著鐵初始濃度增加而增快，顯示 Fe(II)以及 Fe(III)確實可以有效提高 ZVAL 氧化 As(III)的效率。在使用鋁罐(刮去表面防水塗料)的實驗中，即使不加入鐵離子，As(III)在 120 分鐘內可完全被氧化，同樣的在 Fe(II)存在下，As(III)的氧化速率也會大大的提升，鋁罐對 As(III)的氧化速率比 ZVAL 高的原因可能是其具有較大的比表面積。在 As(III)被完全氧化成 As(V)之後，將反應溶液的 pH 提高到 6，此時會形成鐵鋁氧化物的沉澱同時帶走水中的 As(V)，達到砷移除之目的。由以上結果顯示，處理後的鋁罐在酸性溶液中確實能有效的氧化 As(III)，由於鋁罐的較零價鐵容易取得，其對含砷的酸性廢水或礦區尾水(tailing waters of mine sites)的處理上具有很大的潛力。

關鍵詞：砷、零價鋁、類 Fenton 反應。

壁報論文

利用非離子型界面活性劑修飾 Bentonite 來移除黃麴毒素 Aflatoxin B1 removal on bentonite modified by nonionic surfactants

Ya-Ting Chan and Yu-Min Tzou *

Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University,

*E-mail: ymtzou@nchu.edu.tw

Mycotoxin has been considered to be a major risk factor for the productions of crops and animals. It was estimated that the influences of mycotoxin on the world's food crops reached as high as 25% each year. Aflatoxins B1 (AfB1), one of the mycotoxins, has caused a potential impact to the agricultural products due to its toxicity and its occurrence as a natural contaminant of human food and animal feed. The applications of pristine clay or organo-clay composites to scavenge the organic pollutants have received considerable attentions during the last two decades. In the study, the effectiveness of AfB1 removal on bentonite intercalated with two nonionic surfactants, i.e., Brij 30 and Igepal CO890, was evaluated. Results showed that the contents of non-ionic surfactants in the interlayer of bentonite increased with an increase in the loadings of surfactants. The adsorption isotherms of AfB1 on bentonite intercalated by Beij 30 or Igepal CO890 could be described well by Freundlich model ($R^2 > 0.95$). The bentonite intercalated with 1 % wt surfactant exhibited an enhancement of AfB1 adsorption as compared with the pristine bentonite; nonetheless, AfB1 removal decreased with an increase in the concentrations of intercalated surfactants. The results suggested that the slight conversion of the surface properties of clays from hydrophilic to hydrophobic would enhance AfB1 sorption, but excess surfactants were unfavorable for AfB1 removal. Further studies, including spectroscopic analyses, are required to clarify how the structural arrangements of surfactants as a function of concentrations in the interlayers of bentonite affect AfB1 removal.

Keywords: mycotoxin, aflatoxins B1 (AfB1), bentonite, organo-clay, nonionic surfactants.

壁報論文

UV 輻射或二價銅離子影響對苯二酚與六價鉻的反應
The interactions of hydroquinone with Cr(VI) as influenced by UV irradiation or free Cu(II) ions

Ching-Yun Cheng and Yu-Min Tzou*

Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University,
Taiwan

*E-mail: ymtzou@dragon.nchu.edu.tw

Hydroquinone (H₂Q), a low molecule weight polyphenol, occurs naturally and is considered as an important precursor of humic substances in soils. Chromium(VI), a strong oxidizing agent, may be distributed widely in the environment due to inappropriate handling and disposal of Cr-containing wastes. In this study, the interactions of H₂Q with Cr(VI) in the presence or absence of UV light and free Cu(II) ions at an acidic solution were investigated. Results showed that Cr(VI) could be reduced by H₂Q and the redox reaction was indifferent to the presence of UV irradiation; however, the redox products seemed to rely greatly on the presence of light. For instance, upon Cr(VI) reduction by H₂Q in the dark, the solution color was changed from yellowish to colorless, and the intensity of absorption peak at 246 nm increased over the course of reaction time, indicating the formation of 1,4-benzoquinone (BQ). On the contrary, under UV irradiation, the Cr(VI) was rapidly reduced within 75 min and the solution color was changed from yellowish to yellow-brown. It was presumed that a larger organic molecule was formed via probably the oxidative polymerization reactions. Besides, with the addition of Cu(II) into Cr(VI) and H₂Q system, the first-order rate constants of Cr(VI) reduction increased greatly with an increase in Cu(II) concentrations. This indicated that Cu(II) could be reduced to Cu(I) by H₂Q priority and then the reduction of Cr(VI) by Cu(I) occurred fast compare with H₂Q.

Keywords: Hydroquinone, oxidative polymerization, chromium, 1,4-benzoquinone, copper

壁報論文

矽砂混合生物炭對相思樹接種叢枝菌根菌產孢之影響
Effects of sporulation of arbuscular mycorrhizal fungi on *Acacia confuse* Merr. cultured by silica sand mixed with biochar

王孟宇¹、張耀聰^{2,3}、許正一³、張焜標^{1*}

¹屏東科技大學森林系碩士、教授

²高雄區農業改良場助理研究員

³屏東科技大學環境工程與科學系博士班研究生、教授

*E-mail: ytc@mail.kdais.gov.tw

生物炭添加至土壤可改變土壤理化性質，提升土壤養分有效性，具有提高植物生質量之效益，為近年來新興且受到關注的土壤改良方法，然少有研究著重在生物炭對土壤微生物群落結構之潛在影響，而叢枝菌根菌即是許多重要土壤微生物群之一，故本文探討相思樹接種叢枝菌根菌，培養在不同處理之矽砂混合生物炭介質中，觀察接種植物菌根產孢情形，以瞭解彼此間影響作用。叢枝菌根菌選用 *Glomus mosseae* (Nicol. and Gerd.) Gerdemann and Trappe，菌根宿主選用相思樹 (*Acacia confusa* Merr.)，培育介質為矽砂混合不同溫度(300°C、500°C、700°C)及添加量(1%、3%、5%)之生物炭，包含對照組(CK)共10處理，培育48 weeks後將介質風乾秤重，並計算其孢子數(spores 100 g⁻¹ soil)。結果顯示 *G. mosseae* 以矽砂混合300°C 生物炭之所有添加量處理為較高，添加量1%、3%及5%之產孢量分別為1875、1842及1760 spores 100 g⁻¹ soil，最低為700°C 5%之處理，產孢量為99 spores 100 g⁻¹ soil，由試驗結果可確認，不同溫度製成之生物炭及添加比例，對叢枝菌根菌繁殖產孢具有不同影響效益。

關鍵詞：相思樹、生物炭、矽砂、叢枝菌根菌、產孢。

壁報論文

無線感測網路即時資料在水稻栽培管理研究上之應用 Application of real time data of the wireless networks for research on rice cultural management

林晉卿、江汶錦、潘佳辰^{*}、王瓊慧
行政院農業委員會台南區農業改良場
^{*}E-mail: ccpan@mail.tndais.gov.tw

長期生態研究為對環境做長時間及大範圍的監測，有助於瞭解人為、自然因素及氣候變遷對環境之長期影響。美國自 1980 年起，至今已成立 26 個長期生態研究站；而密西根州立大學所屬 Kellogg Biology Station(KBS)為唯一農業長期生態研究站，長期關注糧食作物及栽培環境下的生物多樣性。臺灣於 2006 年成立第一個農業生態系長期生態研究站，目前有台南農業改良場雲林分場、農業試驗嘉義分所溪口農場、農試所嘉義分所荔枝原生種保存園及茶葉改良場名間茶園作為農業長期生態試驗區域。透過無線網路傳輸生態資料，可以使研究人員直接透過網路收集資料並維護設備正常運作。為探討長期採行永續農耕(Sustainable agro-ecosystem, SA)(視每期作物採收後土壤養分狀況做施肥量調整)及傳統農耕(Conventional agro-ecosystem, CA)(施用 $N:P_2O_5:K_2O=160:72:84$)對於作物產量及生長之影響，本研究於農試所溪口農場以台南 11 號水稻品種進行多年水稻雙期作試驗。水稻種植期間，設定攝影機於每天早上九點及下午三點紀錄水稻生長情形，收集之影像經 Photoshop 影像處理軟體，轉換為植被率及葉色值，以此建立永續農耕及傳統農耕下水稻生長模型。本次報告以 2013 及 2014 之第一期作水稻植被率、葉色值做討論：依攝影機影像轉換植被率建立水稻生長模型，發現植被率變化呈現遲滯期、對數期、穩定期及衰退期。2013 年 CA 之植被率在插秧後 80 天達 80%，SA 在插秧後 115 天達 80%；2014 年 CA 在插秧後第 66 天達 80%，SA 則在插秧後第 80 天達 80%。葉色值除 2013 年永續處理外，約在插秧後 80-100 天會達到葉色值最大值然後開始下降。由作物影像處理發現傳統農耕由於施肥量較多使植被率達到 80% 之天數較永續農耕早；葉色值下降原因可能為植株將氮轉移至穀粒及自然老化。透過攝影機可即時獲得作物影像，若要進一步由作物影像探討耕作模式對作物生長影響，則需要配合其他資訊(如土壤肥力分析及植株調查)做輔助。

關鍵詞：長期生態研究、農業生態系、即時資料、植被率。

壁報論文

兼性少養分營微生物肥料之開發

Exploration of microbial fertilizer with facultatively oligotrophic behavior

Yu-Shiuan Huang (黃郁瑄)、Fo-Ting Shen (沈佛亭)*、Chiu-Chung Young (楊秋忠)

Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University

*E-mail: ftshen@dragon.nchu.edu.tw

Soils harbor diverse and considerable quantities of bacteria which exist in various niches. Among them, *K*-strategist bacteria which show oligotrophic behavior can survive under low concentration of available nutrients (especially carbon source). Oligotrophic bacteria were seldom cultivated and characterized from soils since the conventional isolation methods relied on nutrient rich medium or selective medium and easily enriched fast growers or bacteria with specific carbon source preference. This motivated us to explore microbial fertilizer with facultative oligotrophic behavior. In the present studies we have attempted to perform isolation of oligotrophic bacteria and determination of their plant growth promoting traits. Besides, seed bioassay was conducted to evaluate inoculation effect of selected isolates on lettuce growth. A total of 74 isolates were obtained from 1,000-fold-diluted nutrient agar. Half of these isolates can even grow on water agar without any addition of carbon source. Requirement of CO₂ or light for growth of some isolates were demonstrated. All these isolates showed facultatively oligotrophic behavior since they can also form colonies on nutrient agar. More than half can solubilize tricalcium phosphate when either glucose or sucrose was used as carbon source in cultural media. 13 out of 74 isolates showed utilization of single carbon compound such as methanol, which provided hints of their association with plant leaf. The length of radical and epicotyl increased after inoculation of some of the isolates. These facultatively oligotrophic bacteria may serve as microbial fertilizers which can survive under nutrient limited condition while proliferate when carbon source was available.

Keywords: microbial fertilizer, facultatively oligotrophic behavior, plant growth promoting traits, methanol utilization.

壁報論文

利用培養策略探討長期有機農耕與慣行農耕對蕉園土壤細菌豐富度與族群多樣性之影響

Effects of long-term organic and conventional farming on bacterial abundance and population diversity in banana plantation soils as evidenced through culture-dependent approach

Yu-Meng Chou (周于盟)¹、Fo-Ting Shen (沈佛亭)^{1*}、Shih-Chao Chiang (蔣世超)²、Chun-Mei Chang (張春梅)²、Mei-Jen Chen (陳美珍)²、Chiu-Chung Young (楊秋忠)¹

¹ Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University

² Taiwan Banana Research Institute

*E-mail: ftshen@dragon.nchu.edu.tw

Organic farming is a comprehensive management system which relies on naturally agricultural practices. It brings benefits to soil health and plant safety since synthetic compounds such as chemical fertilizer or chemical pesticide are not allowed to be used. Every long-term farming manipulation may cause succession of microorganisms in soils, and the degree of impact depends on biotic and/or abiotic factors. In the present studies attempts have been made to study bacterial abundance and population diversity in banana plantation soils under different long-term farming systems. These were achieved by selective cultivation, enumeration, isolation and phylogenetic analysis of representative bacterial groups. In general, viable numbers of total bacteria, nitrogen fixers, tricalcium phosphate solubilizers and protease producers were higher in organic farming soils than that in conventional farming soils. A total of 106 isolates belonging to phylum Actinobacteria, Firmicutes and Proteobacteria were obtained on tryptic soy agar (TSA) and skimmed milk agar, and *Bacillus* was the dominant genus existing in all these farming soils. Overall, 12, 7 and 7 genera were obtained on TSA plates from soils under 15-year-organic farming, 5-year-organic farming and 15-year-conventional farming system, respectively. Some of the taxa representing indigenous bacteria were found in banana plantation soils under all these farming systems. Isolates belonging to bacterial lineages which only obtained from organic farming soils might provide hints of their association with organic matter amendments under selection.

Keywords: bacterial abundance, population diversity, banana plantation soils, long-term organic farming.

壁報論文

臺南地區水稻品種氮肥利用效率比較 Research on nitrogen efficiency of rice varieties in Tainan

江汶錦*、黃瑞彰

行政院農業委員會臺南區農業改良場

*E-mail: wjjiang@mail.tndais.gov.tw

全臺因水稻栽培面積大，相對每年投入的肥料量極其驚人，但不正確的施肥習慣，常衍生嚴重的土壤問題，因此合理施肥與健康土壤管理，更顯重要。供農友施肥參考的作物施肥手冊由 1972 年初版，至今已增修多次，水稻栽培主要品種已由手冊內列為參考品種的稞稻臺農 67 號、私稻臺中私 10 號二種，轉變為臺南 11 號，水稻施肥技術之關鍵在氮肥之施用，而氮肥之需要性，受土壤間差異之影響很大，且不同的水稻品種對氮肥的需求也不同。2012 年 1、2 期作試驗結果，對臺南地區水稻產量、氮肥與氮肥平方迴歸分析，方程式的 $R^2=0.73\sim 0.92$ ，當氮肥施用量為 215~230 kg/ha 時，有最高乾穀產量 7,390~9,420 kg/ha。因試驗地點後壁與佳里二地區之土壤性質差異頗大，包含水稻專業區與二期作休耕區，所推估的方程式應可套用於臺南地區水稻的產量與氮肥用量之關係，在不考慮病蟲害防治經費狀況下，以氮肥肥料單價 \$25/kg，乾穀收購價 \$25/kg 估算，則以氮肥用量 210 kg/ha，可達最高經濟效益，較施用氮肥 150 kg/ha 者，每公頃收入增加 6,930~6,210 元，較施用氮肥 270 kg/ha 者，每公頃收入增加 3,510~7,470 元。依據基礎產量與初期氮肥利用率數據，可用來推薦臺南地區適栽的品種，稞稻方面，臺南地區建議以臺南 11 號，私稻以臺中私 17 號為主。

關鍵詞：氮肥施用量、合理化施肥、臺南地區、水稻產量。

壁報論文

以 PCR 檢驗堆肥中大腸桿菌 O157:H7 與沙門氏桿菌 Detection of *E.coli* O157:H7 and *salmonella* spp. in compost by PCR

柯伯宗、羅致遠*

行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所

*E-mail: lcc@tactri.gov.tw

近年來常見許多食媒性病原菌造成食物中毒的新聞，其中又以病原性大腸桿菌(pathogenic *E.coli*) O157:H7 與沙門氏桿菌最受到重視。國內農委會推薦堆肥廠商約有 70 家共 180 件品牌(102 年)，為了解堆肥是否可能含有上述危害健康之病原菌，本研究室曾評估如以培養法進行病原性大腸桿菌之檢測，需使用到 21 種培養基。而沙門氏桿菌需使用 6 種培養基，耗費許多成本與時間。因此本研究發展以較簡單之 PCR 方法檢驗堆肥中大腸桿菌 O157:H7 與沙門氏桿菌的可行性。在堆肥中添加不同菌量之 *E.coli* O157:H7 (BCRC15377, ATCC 43894)與腸炎沙門氏桿菌 (*Salmonella enterica* subsp. *Enterica*, BCRC 10744, ATCC 13076)後進行確效分析，結果顯示本方法可檢測大腸桿菌 O157:H7 與沙門氏桿菌至 10^1 CFU/30 克。目前以本方法調查 50 件堆肥樣品，範圍包括市售與農民自製，結果皆未檢出。

關鍵詞：堆肥、病原性大腸桿菌、沙門氏桿菌、PCR 檢驗。

壁報論文

農場中食媒性病原菌之調查 Investigation of food borne pathogenes in farm

陳淑娟、羅致遠*

行政院農委會農業藥物毒物試驗所

*E-mail: lcc@tactri.gov.tw

近年陸續發生生食蔬果造成的細菌感染，如德國發生芽菜含出血性大腸桿菌 O104:H4 (*Escherichia coli* O104:H4) 事件、美國發生的哈密瓜含李斯特菌 (*Listeria* sp.) 事件，共造成 70 人死亡案例。為了解國內農業生產區中病原菌之情形，以及時控管農場中生食蔬果安全，確保食用安全。本研究室自民國 99 年起開始建立農業環境與農產品中食媒性病原菌檢驗技術，並於民國 99 年起陸續完成農業資材中出血性大腸桿菌 (*Escherichia coli* O157:H7)、金黃色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*)、李斯特菌 (*L. monocytogenes*) 與沙門氏桿菌 (*Salmonella* spp.) 之檢驗確效試驗，及標準操作手冊 (SOP)。迄今已完成 11 家農場中農業資材致病菌檢驗，共進行四個病原菌檢驗項目：(1) 大腸桿菌群，(2) 糞生大腸桿菌，(3) 出血性大腸桿菌 O157:H7，及(4) 沙門氏桿菌。在 22 個土壤與堆肥樣品中，有 14 件 (63.6%) 含有大腸桿菌群 ($<3.0\sim3.5\times 10^3$ MPN/30 克)，9 件 (40.9%) 含有糞生大腸桿菌 ($<2.0\sim9.2\times 10^3$ MPN/30 克)，所有樣品均無沙門氏桿菌檢出。另隨機抽檢 14 件堆肥樣品檢驗出血性大腸桿菌 O157:H7，結果為陰性 (未檢出)。

關鍵詞：大腸桿菌、大腸桿菌群、糞生大腸桿菌、沙門氏桿菌。

壁報論文

羽毛分解菌於土壤改良之應用 Application of feather degradation bacteria in soil amendment

陳麗淑、羅致遠*

行政院農委會農業藥物毒物試驗所

lcc@tactri.gov.tw

由於現代化大規模的家禽養殖業、屠宰場及肉類加工場等，造成大量羽毛廢棄物的產生與累積。早期羽毛廢棄物除少部份回收再利用外，多以焚燒方式處理。最近則已開始利用羽毛分解液回收蛋白與胺基酸，作動物飼料與肥料之研究。本研究於農業環境中篩選有潛力之羽毛分解菌，並分析雞羽毛分解液中釋出的有效養分。4株羽毛分解菌 LA-fw-1、TSA-fw-1、TSA-fw-19 及 FGJ-424，羽毛重量損失介於 41%~52%，pH 值介於 8.8~9.1。其他肥力分析包括可溶性蛋白介於 5032.8~6022.7 μ g/mL，角蛋白酶活性介於 13.6~19.2 U/ml，有效性氮含量為 0.69~0.85 mg/ml，有效性磷含量為 0.34~0.37 mg/ml，及有效性鉀含量為 0.71~0.78 mg/ml。將此四株菌株以 16S rDNA 進行鑑定後得知，LA-fw-1、TSA-fw-1、TSA-fw-19 菌株均為液化澱粉芽孢桿菌(*Bacillus amyloliquefaciens*)，而 FGJ-424 菌株為短小芽孢桿菌(*Bacillus pumilus*)。

關鍵詞：羽毛分解菌、重量損失、pH 值、肥力分析。

壁報論文

普洱茶與臺灣特色茶類元素含量差異之研究 Study on the difference between Pu-Erh tea and Taiwan specialty tea in elemental contents

劉天麟*、戴佳如、邱垂豐、邱逸貞

行政院農業委員會茶業改良場

*E-mail: tres806@ttes.gov.tw

摘要

本研究嘗試以茶葉中元素含量特徵，探討普洱茶及國內特色茶之區別。研究結果顯示，曬菁綠茶及普洱茶類之部分元素含量與本國各種特色茶類有顯著差異，包括 Sc (鈦)、V (釩)、Rb (鉀)、Cs (銻)、Ce (鈰)、Tm (釹)、Yb (鐿)、Lu (鑷) 與 Th (釷) 等 10 種元素。這可能反映了其生產環境的背景含量上的不同；此外，稀土元素會隨著葉片越成熟而含量越高，而普洱茶會以較成熟葉片製造，如此亦可能為普洱茶之部分稀土元素含量高於國內特色茶之原因。

前言

目前臺灣並未生產普洱茶，國內普洱茶多自中國大陸與越南進口。為防止不肖業者假借普洱茶名義夾帶其他茶葉進口，亟需儘速建立普洱茶鑑別方法。普洱茶能以感官品評方式與國內其他茶類，如綠茶、部分發酵茶或紅茶等，明顯的識別出來；另一方面，在需要公正裁判下之鑑識方式，仍需要有科學量化之數據為佐證之一。前人研究顯示，不同地區之茶葉能以元素含量特徵及化學成分差異進行區別 (Pilgrim *et al.*, 2010)，因此本研究將進行普洱茶及國內所產之特色茶之元素成分分析，以期提供作為識別普洱茶的方法之一。

材料與方法

茶樣包括台灣特色茶之綠茶、文山包種茶、清香型半球型包種茶、熟香型半球型包種茶、東方美人茶、紅茶，及來自中國大陸之曬菁綠茶、散狀普洱熟茶、緊壓普洱熟茶與緊壓普洱生茶等 10 種茶類，總計 123 個茶樣。

元素分析以微波輔助酸消化法分解樣品，經定量後分別以感應耦合電漿光譜儀(ICP-OES)及質譜儀(ICP-MS)分析樣本中各種元素之濃度。數據資料進行多變量統計方法之主成分分析 (principal components analysis, PCA) 以 STATISTICA 6.1 進行計算與分析。

結果與討論

元素分析：曬菁綠茶及普洱茶類 (包括緊壓普洱生茶、散狀普洱熟茶與壓普洱熟茶) 之元素含量與本國各種特色茶類有顯著差異者，包括 Sc (鈦)、V (釩)、Rb (鉀)、Cs (銻)、Ce (鈰)、Tm (釹)、Yb (鐿)、Lu (鑷) 與 Th (釷) 等 10 種元素，普洱茶之含量均明顯高於本國之各種特色茶，其原因可能為茶類原產地不同所致。其中 Ce (鈰)、Tm (釹)、Yb (鐿)、Lu (鑷) 等(圖 1)元素為稀土元素，茶葉中稀土元素含量

壁報論文

之差異，可能受到作物特性及土壤背景含量之差異所影響；另一方面，稀土元素在茶葉中隨著葉片成熟度越高而含量越高，普洱茶會使用成熟度較高之茶菁，因此可能造成普洱茶類部分稀土元素含量明顯高於臺灣茶葉。

主成分特徵根及貢獻比例：將 Sc(釷)、V(釩)、As(砷)、Rb(鉀)、Cs(銫)、Ce(鈰)、Tm(鐳)、Yb(鐿)、Lu(鑰)、Th(釷)等 10 個變數進行主成分分析。主成分 1 之特徵根已達到 7.82，解釋變異量已達到 71.05%，顯示主成分 1 即可將不同茶類進行良好的分群。以第 1 及第 2 主成分繪製各種茶類之關係圖可看出曬菁綠茶及普洱茶與臺灣特色茶可明顯分群。

綜合以上結果，普洱茶與臺灣特色茶在非植物必須營養元素上有顯著之差異，包括 Sc(釷)、V(釩)、Rb(鉀)、Cs(銫)、Ce(鈰)、Tm(鐳)、Yb(鐿)、Lu(鑰)與 Th(釷)等 10 種元素，其原因可能為製造普洱茶之原料茶樹，其所栽種地域之土壤中，此些元素含量與臺灣地區明顯不同，或因使用茶菁原料成熟度之差別，因而反映在製成茶葉上之差異。

參考文獻

Pilgrim, T.S., R. J. Watling, and K. Grice. 2010. Application of trace element and stable isotope signatures to determine the provenance of tea (*Camellia sinensis*) samples. Food Chemistry 118:921-926.

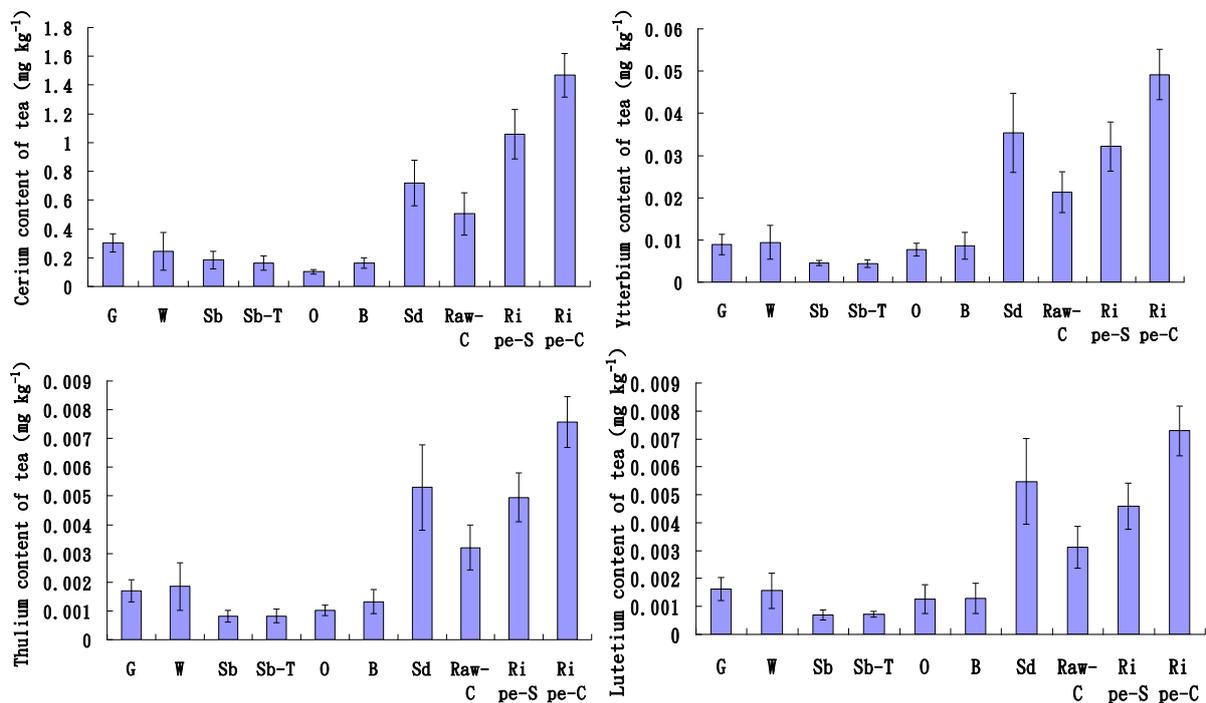


圖1、不同茶類之Ce(鈰)、Tm(鐳)、Yb(鐿)、Lu(鑰)等元素含量。G：綠茶；W：文山包種茶；Sb：清香型半球形包種茶；Sb-T：熟香型半球形包種茶；O：東方美人茶；B：紅茶；Sd：曬菁綠茶；Raw-C：緊壓普洱生茶；Ripe-S：散狀普洱熟茶。

壁報論文

蛋雞糞低調整材添加之快速堆肥化研究 The fast composting of hen-manure with low eztra raw material addition

黃裕銘*、邱建中、陳宣如

中興大學土壤環境科學系

*E-mail: ymhwang@dragon.nchu.edu.tw

摘要

本研究主要是針對新鮮蛋雞糞要如何立即處理並利用低調整材添加但可以減少其有機質氮嚴重損失之問題而設計幾個試驗。試驗中探討回填堆肥製程的適合比例、梯次間差異之探討。

前言

新鮮蛋雞糞(未參雜墊料)不易立即處理需要大量調整材或以曬乾方式降低其高含水量難通氣之問題，但調整材運輸取得亦需成本。禽畜糞主要由水與乾物重組成而乾物重由無機物及有機物組成，有機物又可分為易分解與難分解物質兩種。禽畜糞水分含量大約 70~90% 不等。水分含量甚高情況下，若不進行通氣則易發生通氣不良導致厭氣發酵溫度無法上升。製作好氣堆肥需要充足營養來源、合適水分含量、充足氧氣以及豐富微生物活性。許多文獻將未發酵禽畜糞添加調整材再與堆肥混和發酵，其利用堆肥中的微生物快速分解，堆肥使用量約 10~15% 不等，回接堆肥已存在許多嗜熱性微生物，所以使發酵快速啟動升溫並因分解快速所以溫度易快速下降，堆肥水分含量與總體密度相較於新鮮禽畜糞低，混入堆肥也是一種調整水分、整體孔隙率與通氣的方式。

材料方法

一、回填堆肥製程適合比例之探討

新鮮蛋雞糞與調整材比例分別為 4:1 與 2:1 下發酵情形探討。將稻殼、新鮮蛋雞糞、菇包廢棄物及蛋雞糞堆肥依不同先重比(w/w/w)調製成(為無外添加水)RC10 水分為 50.0%、RC17 水分為 43.7%、MC10 水分為 54.2%、MC17 水分為 53.4%，發酵持續進行 7 天。分析不同時間下發酵溫度及最後發芽率測試。

二、回填堆肥製程梯次間差異試驗

以 RC10 與 MC17 配方做連續 3 梯次試驗，RC10 與 MC17 依三種不同含水量(50.0%、54.4%、59.7%)、(53.4%、60.1%、62.6%)分成三種梯次。流程為第一梯次為(1RC10、1MC17)，將第一批次成品回流進行第二梯次組別稱

壁報論文

(2RC10、2MC17)，以此類推第三梯次組別為(3RC10、3MC17)，共發酵 21 天。分析 pH、EC、水分含水量、有機質及相對發芽率。

結果與討論

一、 回填堆肥製程適合比例之探討

RC10、RC17、MC10、MC17 四組別進行試驗發現 1RC17 最高溫無法升至 50°C，可能是因調整材過多或總量不足，2RC10、3RC10、2MC17、3MC17 可以順利升至 50°C 而 2MC10 最高溫無法升至 50°C，從堆肥外貌得知 MC10 處理者已結塊成球無法順利鬆軟可見通氣不良。本試驗中溫度最好的組別 RC10、MC17 最高溫皆可達 55°C 以上甚至接近 60°C。將 7 天各處理樣品進行發芽率測試。發芽率平均值 1RC10 大於 RC17；1MC17 優於 1MC10，因此往後試驗針對 RC10 與 MC17 做設計。

二、 回填堆肥製程梯次間差異試驗

RC10 最高溫均可升至 60°C，MC17 三梯次亦可達 50°C。由溫度變化可以看出三梯次皆可順利升溫進行好氣發酵。RC10 經過 7 日成品 1RC10、2RC10、3RC10 統計，pH、EC、水分含水量、有機質有顯著差異但相對發芽率無顯著差異，而梯次相互之間有所差異(表一)。MC17 經過 7 日成品 1MC17、2MC17、3MC17 統計，pH、EC、水分含水量、有機質有顯著差異而有機質及相對發芽率無顯著差異，其 pH、EC、水分含水量差異主要在於一梯次與二、三梯次間 (表二)。

表一、RC10 處理堆肥化 7 天之 pH、EC、水分含水量、有機質及相對發芽率

	pH	EC	O.M.	Moisture	RSG
		mS/cm	%	%	%
1RC10-7	9.1±0.02 b	6.71±0.34 a	47.7±1.1 c	44.0±0.2 c	102±7 a
2RC10-7	8.96±0.03 c	4.41±0.08 b	56.3±0.1 a	49.9±0.9 b	92.7±3.3 a
3RC10-7	9.19±0.02 a	4.01±0.22 c	58.2±1.4 a	54.0±1.2 a	88.2±9.2 a

表二、MC17 處理堆肥化 7 天之 pH、EC、水分含水量、有機質及相對發芽率

	pH	EC	O.M.	Moisture	RSG
		mS/cm	%	%	%
1MC17-7	8.82±0.04 a	6.10±0.06 a	40.9±7.0 a	45.4±1.4 b	89.3±13.0 a
2MC17-7	8.55±0.08 c	3.43±0.38 b	51.7±0.2 a	58.8±0.5 a	96.4±6.3 a
3MC17-7	8.91±0.05 a	2.79±0.40 b	51.3±3.1 a	57.1±0.4 a	100±14 a

參考文獻

黃裕銘、陳仁炫、吳正宗。2000。全省禽畜糞堆肥場堆肥成分分析手冊。中興大學。

壁報論文

不同預堆時間之豬糞與菇類養殖廢棄包的混合物對蚯蚓生長及蚓糞堆肥的影響

Effects of different mixtures of pig manure and mushroom culture waste with different pre-composting time on earthworm growth and quality of vermicomposts

陳仁炫*、詹明泓、蔡侑忠

中興大學土壤環境科學系

*E-mail: jhchen1@dragon.nchu.edu.tw

摘要

隨預堆時間的增加，原料中的養分可能會降低，致影響蚯蚓的生長及生殖能力，進而影響產出的蚓糞堆肥之品質。本研究以不同預堆時間（0、1、2、3 週）之豬糞與廢菇包混合物飼養蚯蚓 (*Eisenia fetida*) 8 週，並定期測定成蚓生質量、存活隻數、卵囊數目及幼蚯蚓隻數。試驗結果顯示，未預堆的豬糞與廢菇包混合物處理有較高的成蚓生質量，此與其蚯蚓可食用之碳及氮量較高有關；預堆三週的豬糞與廢菇包混合物之處理有較高的幼蚯蚓數，此乃因其有害幼蚯蚓生長的物質降低所致。而四種不同堆肥時間的豬糞與菇包混合物經八週蚓糞堆肥化處理後，均已符合雜項堆肥之品目標準。

前言

蚯蚓已被應用於農業、工業及都市廢棄物之處理，而產出的蚓糞堆肥可作為有機質肥料使用。蚓糞堆肥化過程中的溫度須維持在 10 - 35°C 以適合蚯蚓生長，然而，此溫度並無法有效消除禽畜糞中的病原菌、寄生蟲、雜草種子及降低氮含量，因此，須以預先堆肥化(pre-composting) 處理禽畜糞，降低禽畜糞病原菌、寄生蟲、雜草種子的數量及氮含量。隨著預堆時間增加，會造成原料的養分有效性變化，進而影響蚯蚓生殖，而鮮少有研究評估經不同預堆時間的禽畜糞在蚓糞堆肥化過程中對蚯蚓生長生殖及堆肥成品之品質影響，故有待探討之。

材料與方法

以 40 % 菇類養殖廢棄物混合 60 % (重量比) 新鮮豬糞，碳氮比約為 30 - 40。後放置於醱酵槽內進行堆肥化，豬糞混合物的堆積高度為 2 m，水分含量控制在 60 - 70 %，每週翻堆兩次。依經過的時間分為未預堆(PM₀)、預堆一週(PM₁)、預堆二週(PM₂)、預堆三週(PM₃) 等處理。

(一) 不同預堆時間的豬糞與廢菇包混合物對蚯蚓生長生殖的影響

分別秤取濕重 500 g 之不同預堆時間的豬糞與廢菇包混合物置入圓盒中，每個圓筒置入 20 隻蚯蚓，每 14 天翻動資材一次且維持水分含量至 70 % - 80 %，每 28 天測定成蚓存活隻數、成蚓生質量、幼蚯蚓數及卵囊數。於試驗第 42 天翻動豬糞與廢菇包之混合物後，再添加濕重 500 g 的相同預堆時間之豬糞與廢菇包混合物至圓盒中以作為蚯蚓食物來源，試驗持續至第 56 天。

(二) 不同預堆時間之豬糞蚓糞堆肥之品質評估與比較

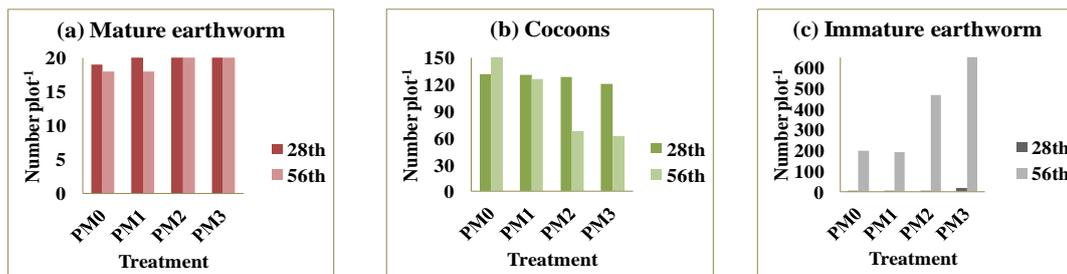
分別秤取濕重 5 kg 之不同預堆時間的豬糞與廢菇包混合物置入保麗龍箱中，每箱置入 256 g 蚯蚓，每 14 天翻動資材一次且維持水分含量至 70 % - 80 %，試驗 8 週後，挑除蚯蚓及卵囊，所得之蚓糞堆肥以供分析基本性質。

結果與討論

壁報論文

表一、蚓糞堆肥化過程中不同預堆時間之豬糞與廢菇包混合物處理的 *Eisenia fetida* 之平均重量變化

Days	0	28	56
Parameter	Mean individual biomass (mg worm ⁻¹)		
PM ₀	386	830 a	673 a
PM ₁	356	750 a	505 b
PM ₂	355	625 b	305 c
PM ₃	352	600 b	250 c



圖一、蚓糞堆肥化第 28、56 天時，在不同預堆時間的豬糞與廢菇包混合物處理的(a)平均成蚓隻數、(b)產出卵囊數及(c)幼蚯蚓數

表一顯示，最大成蚓生質量的處理為 PM₀，最低則為 PM₃，推估隨著預堆的時間增加，豬糞中部分氮會以氨氣型態揮失，碳亦會以 CO₂ 方式逸出，而降低蚯蚓食物中的碳和氮供應量，以致蚯蚓平均重量隨之降低。圖一顯示，在試驗 56 天後，因預堆時間較短的處理所含抑制卵囊孵化的毒害物質可能較多，因此，卵囊較不容易孵化，故幼蚯蚓數較低，且會造成 56 天測數之卵囊亦包括前期產出而未孵化的卵囊，故卵囊數有較多的現象。在預堆時間較長的處理因毒害物質較少，幼蚯蚓的孵化數較高。

表二、不同預堆時間的豬糞與廢菇包之混合物與第八週蚓糞堆肥之成分分析比較

Parameter	PM ₀	PM ₁	PM ₂	PM ₃	Standards of general compost
pH	6.9 a	7.4 a	7.5 a	7.2 a	5 ~ 9
OM (%)	76 ab	73 cd	71 d	72 cd	> 50
TN (%)	3.1 b	3.1 b	3.7 a	3.3 b	0.6 ~ 5.0
P ₂ O ₅ (%)	3.8 d	4.9 b	6.0 a	4.4 c	0.3 ~ 6.0
K ₂ O (%)	0.75 d	1.3 bc	1.5 a	1.1 c	0.3 ~ 4.0
C/N ratio	16 a	16 a	13 b	16 a	10 ~ 20
Cu (mg kg ⁻¹)	74 b	72 b	89 a	69 b	< 100
Zn (mg kg ⁻¹)	418 b	415 b	4901 a	460 ab	< 500
Pb (mg kg ⁻¹)	28 a	10 a	6.8 a	5.8 a	< 150
Ni (mg kg ⁻¹)	5.7 e	9.4 c	13 a	7.8 d	< 25
Cr (mg kg ⁻¹)	4.7 c	8.3 b	11 a	10 a	< 150
Cd (mg kg ⁻¹)	ND*	ND	ND	ND	< 2.0

*ND:Non-detectable

本研究結果顯示，不同預堆時間之豬糞和廢菇包混合物在經蚓糞堆肥化處理八週後，所有處理之蚓糞堆肥的養分、重金屬含量、碳氮比皆符合雜項堆肥品目標準。

參考文獻

詹明泓。2014。不同預堆時間之豬糞與菇類養殖廢棄包的混合物對蚯蚓生長及蚓糞堆肥的影響。中興大學土壤環境科學系碩士論文。

壁報論文

應用遙測資訊協助判釋影響水稻產量土壤限制因子之研究
Identifying and characterizing yield limiting factors in paddy rice
using remote sensing yield maps

申雍*、王依蘋、戴逸豪

中興大學土壤環境科學系

*E-mail: yshen@nchu.edu.tw

摘要

水稻為台灣地區主要的糧食作物，也是種植面積最大的作物。本研究結合衛星影像和地面的調查資料，找出穩定高產、低產的區域，探討導致樣區水稻產量的時空變異分佈和可能的土壤限制因子。研究以外埔鄉 200 公頃的水稻田區為例，透過三年六期作衛星影像處理和地面的調查資料，尋找土壤限制因子，結果顯示外埔土壤砂粒含量高的區域，氮肥淋洗損失大，一、二期作穀粒產量主要依局地淋洗損失程度而異。

前言

遙測技術已被認知為可快速取得大面積作物資訊的有用工具(Frazier, et al., 1997; Hatfield, et al., 2008)。葉片中主要的色素(葉綠素)，會吸收入射日射中的藍光與紅光，使得植被反射光譜在可見光段的反射值偏低(Blackmer et al., 1994; Hansen and Schjoerring, 2003)；而植被反射光譜在近紅外光段的反射值卻會隨著作物的生質量和葉面積指數的增加而增加(Broge and Leblanch, 2000; Thenkabail et al., 2000; Thenkabail, 2002)，因此，植被反射光譜在可見光段和近紅外光段的資訊可用於推估作物的產量(Wiegand et al., 1994; Aparico et al., 2000)。

材料與方法

1. 研究區域

試驗區位於台中縣外埔鄉大甲溪河堤內，約栽種 200ha 的水稻。

2. 樣區水稻產量推估與產量等級分級

研究自 2006 年二期作起~2009 年一期作止，持續購買外埔試驗田區每一期作孕穗期的 SPOT 影像，研究先透過六期作之產量的分布趨勢之相關，以了解外埔水稻高、低產的差異趨勢有無共通之處，並進一步將每一水稻像元界定為屬於穩定高、中、低產或不穩定類別。

3. 土壤與植體採點規劃與採樣分析方法

土壤樣品分別於 2007 和 2008 二期作水稻收穫後採集，土樣烘乾、研磨過 2mm 篩網，再分析其主要土壤理化性質。植體採集方面，在營養期、分蘗期及收穫期皆有採集植體樣品以分析其產量。

結果與討論

1. 產量分級空間分佈分析

壁報論文

試驗區內共有 2018 點像元的產量，刪除其中因休耕、轉作或是像元內非水稻含量百分比比較高(如雲、柏油路)等無法獲知正確產量資訊的像元。

2. 一、二期作產量級別變化之闡釋

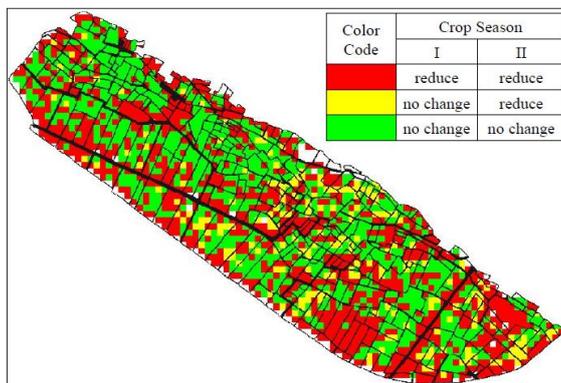
為探討一、二期作產量的變化特性是否與土壤性質有關，將一期作到二期作產量級別的變化再進行產量級別變化分類(yield class changes, 簡稱 YCC)YCC 為 2 個字母組成，第 1 個字母代表一期作的產量 L、M、H 等級，而第 2 個字母代表一期作到二期作的產量趨勢，S 為維持相同等級，I 為提高等級，D 為降低等級。表一顯示土壤的 EC 值間仍存有顯著差異，顯示氮肥的淋洗損失是影響樣區內水稻產量的主要因素。若土壤中黏粒含量高而氮肥施用過量，可能會因葉面積過多所產生之遮蔭和呼吸消耗的影響，反而導致二期作產量相對減少。

表一、一二期作產量級別變化趨勢與土壤性質間差異

YCC	No	Sand	Clay	pH	EC	C	N	P	K	Ca	Mg	Fe
		%			mS m ⁻¹	%		mg kg ⁻¹				
HS	6	71.8 a	11.7 a	4.8	1.04 b	1.52	0.16	58.2	75.5	602	215	591
MS	28	67.5 ab	12.4 ab	4.9	0.84 ab	1.49	0.16	49.2	68.0	620	202	684
LS	3	65.8 ab	13.4 ab	5.1	0.34 a	1.66	0.18	59.9	72.6	772	229	566
HD	14	64.0 ab	14.4 ab	5.0	0.67 ab	1.53	0.17	57.9	58.8	572	183	665
MD	6	62.1 b	17.2 b	5.2	0.49 a	1.49	0.17	64.2	60.5	605	218	653
MI	7	67.5 ab	12.6 ab	4.8	0.98 b	1.43	0.17	44.3	74.6	619	213	581
LI	8	67.0 ab	13.0 ab	4.9	0.56 ab	1.63	0.18	51.8	73.9	608	211	598

3. 田間管理組圖與施肥改進方向

圖中綠色為產量級別變化分類屬於 HS、MS 和 MI 的區域，因此目前使用的氮肥追肥用量不需減少，即可穩定獲得高產或平產；紅色為一期或二期作產量等級分類屬於 L 的區域，代表該地土壤淋洗損失大，過量施肥並無助於產量的提升，反而會因大量的淋洗損失而污染環境，因此應減少一期作和二期作的追肥用量；黃色為產量級別一期作屬於 H，但二期作降級為 M 的區域，建議一期作可維持相同的追肥用量以維持高產，二期作則需減少追肥用量，降低因葉片過多造成後期遮蔽效應而減產的問題發生。



圖一、氮肥推薦用量建議圖

參考文獻

王依蘋。2010。應用遙測資訊協助判釋影響水稻產量土壤限制因子之研究。中興大學土壤環境科學系博士論文。

壁報論文

田菁鹽害復育與作物生長 Reducing Salt Stress by Sesbania and Crop Growth

黃裕銘*、黃煜誠、黃玉舜

中興大學土壤環境科學系

*E-mail: ymhwang@dragon.nchu.edu.tw

摘要

鹽害問題在設施栽培中很常見，而改良的方法常見的有淋洗法與施用石膏等方法，本次實驗是以植生復育的方式來進行，藉由田菁耐高溫與耐鹽的特性，並且能與根瘤菌共生，用以降低土壤電導度值與增進土壤肥力改善作物生長。結果顯示在種植田菁後 10 天，不論在表土(0~20 公分)或是底土(0~40 公分)，有接菌及無接菌處理的土壤 EC 值有明顯的下降，而在第十天之後無接菌處理的 EC 值開始上升，有接菌處理 EC 值維持在一定範圍，第 30 天兩處理之 EC 值有顯著的差異。改良後的土壤種植低耐鹽性的萵苣 40 天，四個處理中有接菌並混入田菁之處理的萵苣株高最高，但與其他三處理的相比並無明顯差異。

關鍵字：鹽害、田菁、電導度

前言

鹽害是目前土壤其中一項很嚴重的問題，全球大約有 $380\sim 995 \times 10^6$ 公頃有鹽害的問題(Qadie et al., 2000)。鹽害會使土壤物理性質變差，土粒分散和肥料養分容易被淋洗或是被固定，並產生滲透逆境、養分逆境與特殊離子逆境(Asharf, 2004; Koyro et al., 2008)。而前人研究指出利用植生復育的方式，利用植株地上部的生質量來累積大量鹽害陽離子在植體內，也可成為解決鹽害問題的另一種管道。在台灣地區，利用設施栽培來抵抗惡劣的天氣，避免供應出現嚴重的問題，因設施栽培因阻擋了天然降雨所造成的淋洗，故鹽害問題是很常見的。本試驗接續前人研究(黃，2013)，利用田菁耐高溫、耐鹽性與高生質產量的特性，測試其降低鹽害的能力，並在經田菁改良過的土壤種植低耐鹽性的萵苣 40 天，觀察其生長情形。

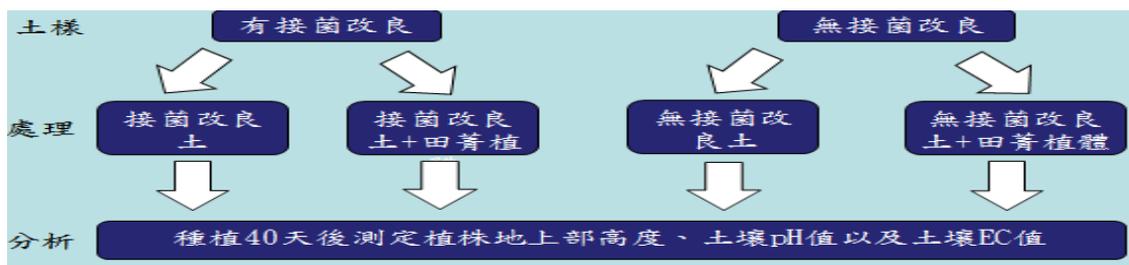
材料與方法

(1) 鹽害改良

田間設施試驗地點在彰化永靖，分為兩畦，每畦長 3 公尺、寬 0.7 公尺，並種植田菁。一是有加菌液處理，另一則無加菌液處理，菌種為 *Rhizobium sp.* R5-557，經 EC 值 2 mS/cm 的環境篩出，菌液施用量為一升菌液稀釋 500 倍， 20 L m^{-2} 。

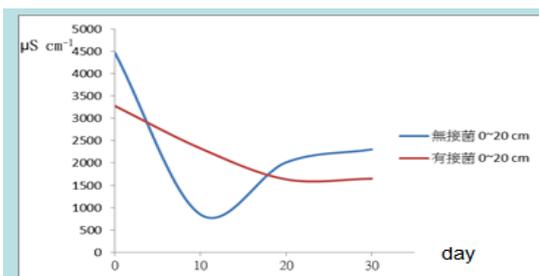
(2) 作物生長觀察

壁報論文

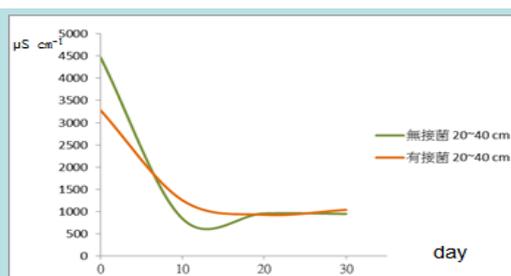


結果與討論

圖一與圖二顯示接菌與無接菌處理皆能使表底土的土壤 EC 值下降，在第 0 天至第 10 天這段期間下降幅度最大，無接菌處理 EC 值下降較接菌處理大。推測為接種的菌並非由田間試驗地所篩出，以至於效果變差。在第 10 天後，無接菌處理的 EC 值開始上升，表土上升的幅度大於底土，但有接菌處理的 EC 值在第 10 天後趨於穩定，其原因可能為田間試驗地之根瘤菌有促進田菁降低鹽度的效果。而有接菌處理在第 20 天後，土壤 EC 值趨於穩定，其原因可能為添加菌種本身喜愛低鹽度的環境，故可以持續促進田菁吸收土壤中的鹽類離子，使 EC 值維持在一定的範圍中。

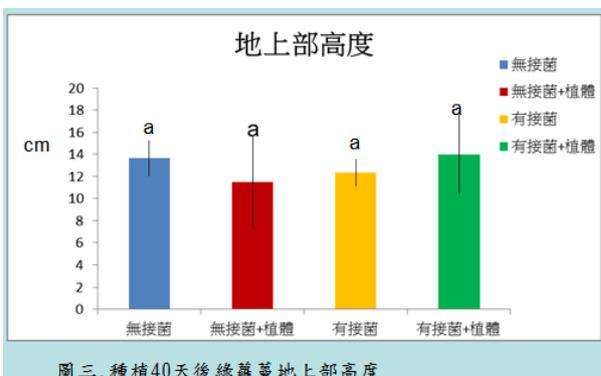


圖一. 表土各處理之土壤EC值與天數之關係圖



圖二. 底土各處理之土壤EC值與天數之關係圖

圖三為種植 40 天後各處理地上部高度，有接菌改良土與混入田菁植體之處理地上部高度最高，而以無接菌改良土混入田菁之處理，其植株地上部高度最低，但這四個處理並無顯著的差異。推測原因可能為試驗一以田菁改良土壤的時間較短，根瘤菌與田菁共生固氮的量並不够多，以至於差距不明顯。



圖三. 種植40天後綠蘿蔓地上部高度

參考文獻

黃煜誠。2013。研究根瘤菌對田菁吸收鹽分能力的影響。中興大學土壤環境科學系碩士論文。

壁報論文

Uptake of polybromodiphenyl ethers by leafy vegetables from the soil in a contaminated site

Wei-ru Pan (潘薇如)¹, Yang-hsin Shih (施養信)^{1,*}, and Ching-Chang Lee (李俊璋)²

¹ Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan University

² Department of Environmental and Occupational Health, Medical College, National Cheng Kung University; Research Center of Environmental Trace Toxic Substances, National Cheng Kung University

*E-mail: yhs@ntu.edu.tw

Abstract

Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs), widely used flame retardants, have polluted the environment and might enter into agricultural products that could threaten food safety and the health of human. In this study, pot and hydroponic experiments were performed to confirm whether leafy vegetables can uptake decabromodiphenyl ether (BDE-209) from hydroponic solutions and soils. The soil used in these experiments was taken from a farmland in a contaminated site. In the hydroponic experiments, the sorption reached equilibrium in 2 to 3 days after exposed. The concentration of BDE-209 in shoots with leaves of sweet potato vine was lower than roots. The same trend was found in the pot experiments. Here we showed that BDE-209 can transport to the food chain via leafy vegetable from its roots in PBDE contaminated soils.

Introduction

Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) are widely used as flame retardants in plastics, textiles, and electronics. The production and use of decabromodiphenyl ether (BDE-209) have increased in recent years (Huang *et al.*, 2010). Industrial waste, waste air and wastewater containing BDE-209 might enter agricultural regions and contaminate soils, but human have no awareness. BDE-209 might be presumed its low bioavailability in soil because of its high molecular weight and hydrophobicity but lack of evidence to support such speculation. If PBDEs were taken up by plants, these agricultural products threaten food safety and the health of human. This study is aimed to confirm whether leafy vegetables can uptake PBDEs from hydroponic solutions and soils, and to understand the uptake concentration in plants.

Materials and methods

Soil from 0~10 cm depth was collected at a farmland in a PBDE contaminated site. Sweet potato vine was grown there so it was chosen as the test plant. In hydroponic

壁報論文

experiments, uncontaminated plants were transferred to a hydroponic solution containing 1.8 mg/L BDE-209. Uncontaminated plants were transferred to the pots concluding PBDE contaminated soil from the site. Pots were kept in greenhouse for 14 days and 28 days. After the uptake experiments, plants and soil samples were harvested and placed in amber glass vials and then was extracted for analysis by Agilent 6890 II gas chromatography with a microelectron-capture detector (GC- μ ECD), and GC-High resolution mass spectrometry (HRMS).

Results and discussion

In the hydroponic experiments, the sweet potato vine was planted in BDE-209-spiked solution. The concentration of BDE-209 in the solution decreased from 1.8 mg/L to 1.5 mg/L, 0.98 mg/L, 0.96 mg/L and 0.81 mg/L after 1, 2, 3 and 6 days, respectively, indicated that the sorption reached equilibrium in 2 to 3 days after exposed. The concentration of BDE-209 in both roots and leaves with shoots was reached the highest levels at second day and then decreased. Moreover, a higher concentration of BDE-209 was detected in root of sweet potato vine than shoots with leaves. In the pot experiments, sweet potato vine was planted in the contaminate soils. Harvest some sweet potato vine for the analysis after 14 and 28 days. The concentrations of BDE-209 in these two points were not different, suggesting the equilibrium achieved within 14 days. Leafy vegetable can uptake BDE-209 from solution and soils by roots. Furthermore, BDE-209 could translocate from roots to shoots and leaves, implying its potential transportation and accumulation in the food chain.

Reference

Huang H, Zhang SZ, Christie P, Wang S and Xie M. 2010. Environ. Sci. Tech. 44: 663–667.

壁報論文

添加不同資材對高磷累積之石灰質土壤的磷行為之影響 Impact of different materials application on the behavior of phosphorus in high phosphorus accumulation of calcareous soils

陳仁炫*、林佳宏、游捷

中興大學土壤環境科學系

*E-mail: jhchen1@dragon.nchu.edu.tw

摘要

本試驗以管柱淋洗方式探討土壤混合翻堆(0-8cm)與添加四種不同質材之改良方式，對磷在土壤剖面移動及其有效性影響探究。試驗結果顯示，表土施用稻殼灰與腐植酸鉀處理者，其增進磷往下移動及有效性的效果最佳，且優於表土與下層土壤混合處理者，因此在表面施用該兩種質材可做為高磷石灰質土壤之磷肥管理策略。

關鍵字:石灰質土壤;磷移動性;改良資材;管柱淋洗

前言

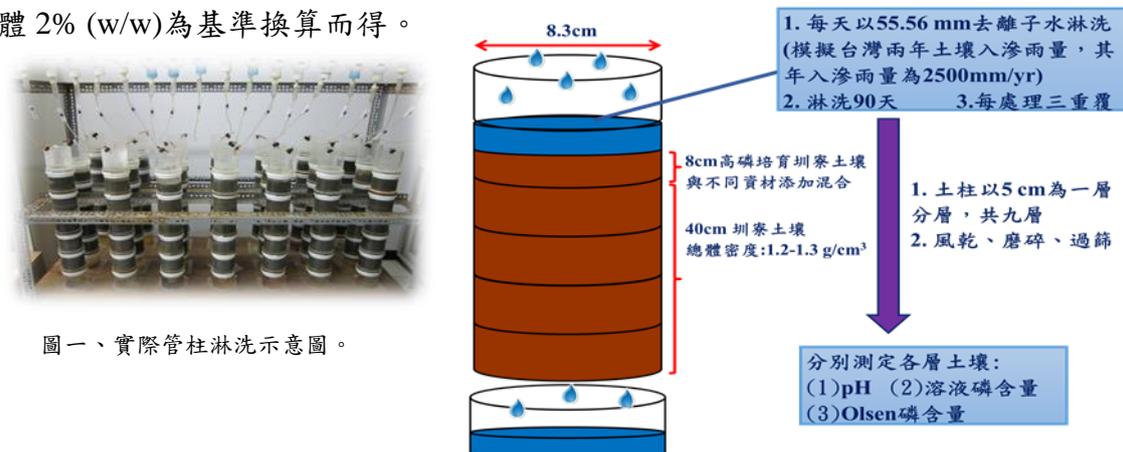
石灰質土壤本身 pH 值高且含大量碳酸鈣，常導致磷被土壤固定而降低其有效性。磷在土壤中不易移動，台灣農友習慣以條施方式施肥，故常使磷富集於表土，除易因表土流失、汙染水體，而造成優養化作用外，過多的磷甚難往下移動以供應深根性作物需求，致使作物生長品質不佳;故高磷石灰質土壤表土富集磷之有效利用，可減少磷肥的施用量及減輕對環境的負面效應，誠值得探討。

材料與方法

供試材料

(1)供試土壤:黏板岩新沖積土(圳寮系，Olsen-P: 7.4mg/kg)，採其表土 0-30 公分，經風乾、磨碎並過篩(2 mm)後備用;另利用添加過磷酸鈣，經乾濕交替製備高磷圳寮土壤(Olsen-P: 85mg/kg)。

(2)供試資材:粕類、稻殼灰(矽酸鉀)、腐植酸鉀、蔗渣堆肥。資材施用量係以土壤 2% (w/w)為基準換算而得。



圖一、實際管柱淋洗示意圖。

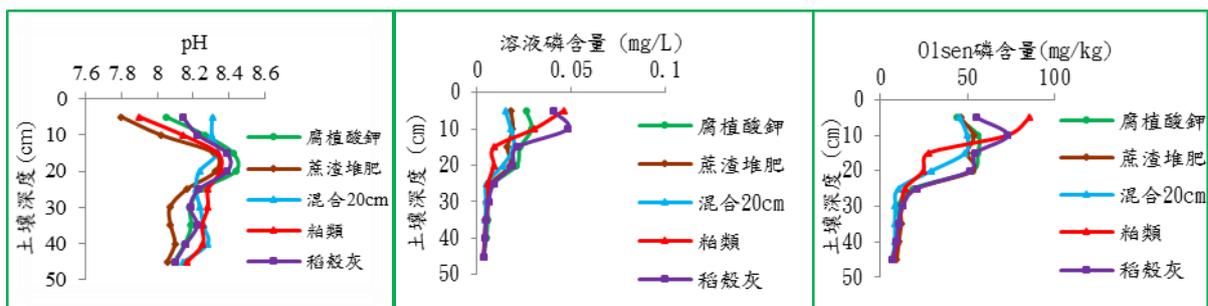
壁報論文

結果與討論

高磷表土與下層土壤(8-20cm)之混合處理與添加改良資材處理者淋洗效果佳，乃因混合處理將土壤適度翻鬆，改善其土壤結構與滲透性，而添加的有機資材也有助於增進土壤通氣性及導水度。另外，資材分解產生之 H^+ 亦會促進土壤中部分磷酸鈣之溶出，因此由圖二得知，經 90 天淋洗後，表層土壤之鹼性離子(例： OH^- 和 Ca^{2+})隨水往下層移動。所有處理之 pH 值皆高於培育後圳寮土壤 pH 值(7.3)，除混合處理無統計顯著差異外，其餘處理在 0-20cm 有明顯變化，推測除資材本身之 pH 特性外，淋洗初期短暫積水現象，造成土壤產生硝酸還原反應，消耗土壤中之 H^+ ，使土壤表層 pH 較高。

圖三顯示，所有處理於土壤 20cm 以下，皆無法促進溶液磷往更下層移動，顯示磷受土壤強烈固定作用。依各種處理而言，混合土壤 20cm 者，其溶液磷均勻稀釋於表土 20cm 內，未受翻動之土層溶液磷則明顯缺乏。四種資材的添加，皆使表層溶液磷往下移動，其中以粕類總磷含量和 C/P 高以及 pH 較低，較易使難溶性磷釋出。若依移動至土壤 20cm 溶液磷含量的增進效應來評估，以稻殼灰與腐植酸鉀的施用效果較佳。

圖四顯示所有處理之 Olsen-P 均有不同程度往下層移動的現象，由於表土(0-8cm)高磷培育土壤 Olsen-P 含量為 85 mg/kg，因此上層土壤之磷含量低於此者，即證實土壤中的磷受淋洗往下層移動。稻殼灰因富含矽酸根離子，在土壤深度 20cm 前可與磷酸根離子結合，帶動磷從表面移動至下層土壤。腐植酸鉀則因有機碳含量達 31%，能使脫附之磷迅速與有機碳結合，不易被土中鈣離子結合形成難溶性磷酸鈣。所有處理在超過 20cm 深度後，磷再度被土壤表面吸附固定或形成難溶性鹽類沉澱，致其改良程度在本試驗條件下，仍不易觀出。



圖二、不同改良資材添加與土壤混合處理對高磷圳寮土壤 90 天淋洗後 pH 變化影響。

圖三、不同改良資材添加與土壤混合處理對土壤溶液磷的含量影響。

圖四、不同改良資材添加與土壤混合處理對土壤剖面 Olsen-P 的含量影響。

參考文獻

林佳宏。2014。添加不同資材對高磷累積之石灰質土壤的磷行為之影響。中興大學土壤環境科學系。

壁報論文

土壤性質對菜豆共生性根瘤菌結瘤效益影響之研究 Effect of soil properties to nodulation benefit of rhizobium from *Phaseolus vulgaris*.

顏名沂、黃裕銘*

中興大學土壤環境科學系

*E-mail: ymhwang@dragon.nchu.edu.tw

摘要

在不同地區之間，其土壤根瘤菌族群的豐富性、結瘤效益和固定大氣中的氮氣能力，常常有很大的差異性。為了評估土壤性質對菜豆共生性根瘤菌結瘤效益的影響，進行了盆栽試驗，結果顯示土壤無機氮含量低的土壤中，引入優良根瘤菌種可得較佳的接種效果。有效性無機氮含量高時，會降低接種的效應(例如：潭南土壤)。以結瘤效益來說，人和及新鄉土壤的所篩選出根瘤菌結合力及感染力較佳，優於雙龍及地利土壤的根瘤菌。

前言

農業肥料製作過程中，氮肥製造所需能源約占農業生產能源 50% (Norouzi et al., 2011)，透過施用生物性肥料可以降低化學氮肥的施用，降低能源的消耗進而延緩氣候暖化。共生性固氮菌為主要固氮族群，共生性固氮菌在與植物共生的情況下才具有固氮能力或才能有效地固氮，固氮的產物氮可直接為共生植物提供氮源。在固氮菌中，主要有根瘤菌屬 (*Rhizobium*) 的細菌與豆科植物共生，形成的根瘤共生體。土壤中根瘤菌族群與其具有共生關係的豆科作物，在不同地區之間其土壤根瘤菌族群的豐富性、結瘤效益和固定大氣中的氮氣能力，常常有很大的差異性(Denton et al. 2000; Ballard et al. 2004)。因此，透過盆栽試驗，種植相同的作物-菜豆，使不同地區的根瘤菌群落，在同時並存兩地群落的生長狀況下與原本單一群落的生長狀況下，比較對作物的生長為抑制或是促進，檢視根瘤菌群落的共生效益之優劣、探討土壤性質與根瘤菌群落之關係。

材料與方法

五種土壤樣品分別是雙龍(A)、人和(B)、潭南(C)、地利(D)和新鄉(E)，其 pH 值與有效性無機氮含量如表一。先分別進行原生土壤種植菜豆一個月，取其根瘤，混合培養成菌液後，回接回各個土壤樣品(取相同但未種植過之土樣)，同樣種植菜豆，一個月後採收，並記錄其根瘤數。

結果與討論

圖的代號中，S 表示土壤，R 表示接種的根瘤菌。表一中，可以看出當 pH 值越低時，土壤有效性無機氮含量就越高。其中在潭南 C 土壤中，原生土壤結瘤數為零，因此沒有做回接試驗，且其回接其他土壤根瘤菌的效果也不佳，這顯示，在酸性環境下根瘤菌的感染與根瘤的行成均會減低，有些根瘤菌在 pH 太低時會失

壁報論文

去感染效果(鄭, 1991)。

前人研究中得知, 土壤有效性氮含量低的土壤中, 引入優良根瘤菌種可得較佳的接種效果。有效性無機氮含量高時, 會降低接種效應(Turk *et al.*, 1993)。在圖一、圖四結果顯示結瘤數與土壤有效性氮含量呈現負相關, 當土壤有效性氮含量低時, 其結瘤數明顯最高, 但隨著土壤有效性氮含量的增加呈現遞減。透過此試驗得知, 即使挑選出該地區最具優勢之菌種, 在其它地區不一定可以獲得相同的結瘤效益。對D區的菌種來說(圖三), 其每區所顯示的結瘤數, 相較於各原生土壤之根瘤數是較低的, 表示D區的根瘤菌在移地後會抑制結瘤之形成。但是, 於圖二中所顯示的B區根瘤菌, 其結瘤效益在其餘四種相較潭南土壤之下, 其有效性氮含量較低的土壤中, 都獲得了相當好的結瘤效益。表示B區所篩選出的優良根瘤菌種其感染及結合力較佳。以結瘤效益來說, 人和B及新鄉E土壤所篩選出的根瘤菌結合力及感染力較佳, 無論回接回原生土壤還是其他土壤, 根瘤數都有明顯增加, 而雙龍A及地利D的土壤根瘤菌結瘤效益則較差。

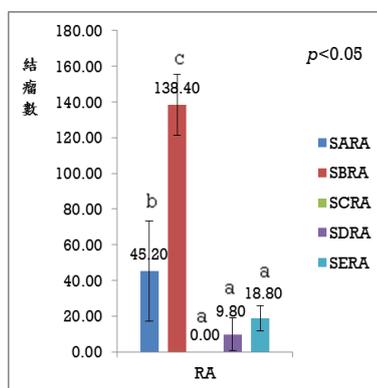
參考文獻

潘佳辰. 2013。豇豆根瘤菌篩選、固氮能力評估培養基比較及對豇豆生長影響之研究。中興大學土壤環境科學系碩士論文。

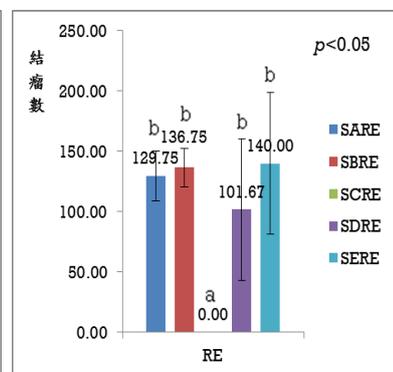
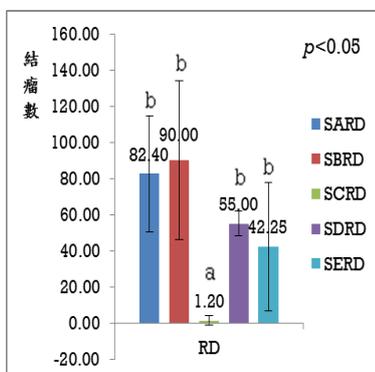
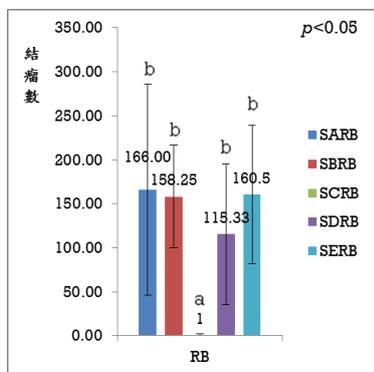
圖表

表一：土壤 pH 值及有效性氮含量。

土壤樣品	pH(1:1)	有效性氮(mg/kg)
雙龍 A	6.87	16.94
人和 B	7.53	13.16
潭南 C	4.35	294.84
地利 D	5.66	63.56
新鄉 E	5.76	44.52



圖一：A地根瘤菌回接其他土壤的結瘤數。



圖二：B地根瘤菌回接其他土壤的結瘤數。

圖四：E地根瘤菌回接其他土壤的結瘤數。

圖三(中)：D地根瘤菌回接其他土壤的結瘤

壁報論文

甲基藍在黏粒修飾電極表面上的電化學反應 Electrochemical Reaction of Methylene Blue on the Surface of Clay-modified Electrodes

何任于¹、陳鴻基^{1,*}、曾志明²、許得美¹

¹ 中興大學土壤環境科學系

² 中興大學化學系

*E-mail: hgchen@dragon.nchu.edu.tw

摘要

甲基藍常被用於製藥與工業上的感光劑，以及以黏土礦物為載體作為藥劑和抗菌劑等。以六種黏粒修飾電極對甲基藍進行電化學分析研究結果指出，以坡縷石(PFl-1)修飾電極對甲基藍所偵測到的還原波峯電流量為最大 ($i_{pc} = 47.1 \mu A$)，而氧化波峯電流量則以 SWa-1 修飾電極最大 ($i_{pa} = 46.3 \mu A$)，且其對甲基藍偵測到的可逆性也是最大 ($i_{pc}/i_{pa} = 0.98$)。甲基藍通過六種黏粒膜層到電極表面進行的還原反應主要以擴散機制為主，此可應用於有機污染物通過黏粒層之移動與工業用藥劑效能之研究。

前言

甲基藍以黏土礦物當載體作為殺菌製劑(Bujdák *et al.*, 2009)，甲基藍具有氧化還原的能力在電化學的研究中常被作為電催化或電子傳遞的介質(Khoo and Chen, 2002)。黏粒修飾電極的研究可以透過電化學物質在通過黏粒修飾電極上帶負電荷黏粒膜層的傳輸過程，並應用到自然環境中污染物在黏粒層(如垃圾掩埋場、油井、核廢料存放所及土壤等)中的移動情況(Probstein and Hicks, 1993; Macha and Fitch, 1998)；此外，作為電化學分析的修飾電極時，電活性物質進入黏粒層間的機制、黏粒本身具有的物化性質(如黏粒的種類、結晶構造、表面電荷特性及陽離子交換容量等)均會影響電化學分析的結果。本研究目的乃欲探討修飾在電極表面上之不同結晶構造、組成分與層面電荷特性的黏土礦物對甲基藍之作用與電化學活性之影響，以及對苯二酚的存在下對甲基藍在黏粒膜層中電化學活性的作用，期望作為以電化學方法進行甲基藍在黏土礦物表面反應與黏粒層中移動性研究的基礎。

材料與方法

(一) 黏粒修飾電極的製備

分別取標準黏土礦物：高嶺石(KGa-1)、鈉蒙特石(SWy-1)、多鐵蒙特石(SWa-1)、水輝石(SHCa-1)、蛭石(VTx-1)及坡縷石(PFl-1)之懸浮液各 8 μL 滴在網版印刷環盤電極中間圓形部份的工作電極表面。

(二) 黏粒修飾電極對甲基藍之電化學分析試驗

將空白與不同黏粒修飾之網版印刷環盤電極分別放入 1 mM 甲基藍溶液(以 pH 7 的 0.1 M 磷酸緩衝溶液為背景電解質溶液)中，利用電化學分析儀(CH Instruments Model 621A, USA) 中的循環伏安法，在掃描速率為 5、10、20、30、

壁報論文

40 及 50 mV s^{-1} ，掃描範圍為 0.6 ~ -0.9 V 下進行循環伏安法掃描，記錄其循環伏安圖、還原波峰電流 (i_{pc})、氧化波峰電流 (i_{pa}) 及 i_{pc}/i_{pa} 比值。將還原波峰電流與掃描速率的平方根作線性迴歸並求得其斜率。

結果與討論

六種黏粒修飾電極對甲基藍所偵測到的還原波峰電流量以坡縷石(PFI-1)修飾電極最大 ($i_{pc} = 47.1 \mu\text{A}$)，而氧化波峰電流量則以 SWa-1 修飾電極最大 ($i_{pa} = 46.3 \mu\text{A}$)。甲基藍通過 PFI-1 膜層的速率是六種黏粒修飾電極中最大者，此可由還原波峰電流量與掃描速率平方根之線性關係的斜率(6.78)是六種黏粒修飾電極中最大者得知。PFI-1 邊緣具有較多的氫氧官能基會影響其對甲基藍偵測到之氧化還原波峰的可逆性，且邊緣較多的可變性電荷會影響電子傳遞因而影響甲基藍通過 PFI-1 膜層的速率(圖 1)。屬於 2:1 型膨潤石類黏土礦物的 SWa-1 修飾電極對甲基藍所測到的還原波峰電流量($i_{pc} = 45.6 \mu\text{A}$)僅次於 PFI-1 修飾電極，而其偵測到的氧化波峰電流量($i_{pa} = 46.3 \mu\text{A}$)卻是六種黏粒修飾電極中最大者，且 SWa-1 修飾電極對甲基藍所偵測到的氧化還原波峰之可逆性($i_{pc}/i_{pa} = 0.98$)也是六種黏粒修飾電極中最好(圖 2)。SWa-1 是二八面體構造，其中鐵的莫耳數佔有八面體層中陽離子莫耳數的 67%。前人的研究中指出 SWa-1 八面體層中的 $\text{Fe}^{2+/3+}$ 具有很好的電子傳遞功能 (陳等，1995；曾等，2012a,b)。

結論

六種黏粒修飾電極對甲基藍所偵測到的還原波峰電流量以坡縷石(PFI-1)修飾電極偵測到的最大($i_{pc} = 47.1 \mu\text{A}$)，由於坡縷石是一種纖維狀具有隧道式孔洞結構的層狀矽酸鹽礦物，其結晶層邊緣擁有較多的氫氧官能基與可變性電荷，導致在電子傳遞上有較明顯的作用，使得甲基藍通過 PFI-1 膜層的速率是六種黏粒修飾電極中最大者。對苯二酚的存在使 PFI-1 修飾電極對甲基藍偵測到的氧化波峰電流量由 18.4 μA 增大到 47.9 μA ，顯示對苯二酚的電子傳遞可促進氧化態甲基藍變成還原態甲基藍，導致氧化波峰電流量增加。

參考文獻

何任于、陳鴻基、曾志明。2013。以黏粒修飾電極法探討甲基藍之電化學活性。台灣農學會報 14：354-372。

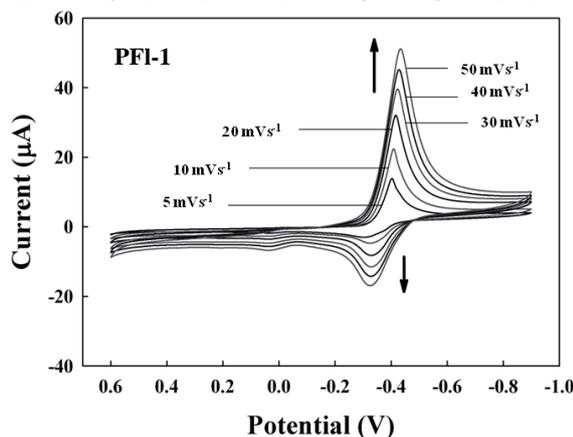


圖 1 以 PFI-1 修飾電極於不同掃描速率對 1 mM 甲基藍偵測之循環伏安圖

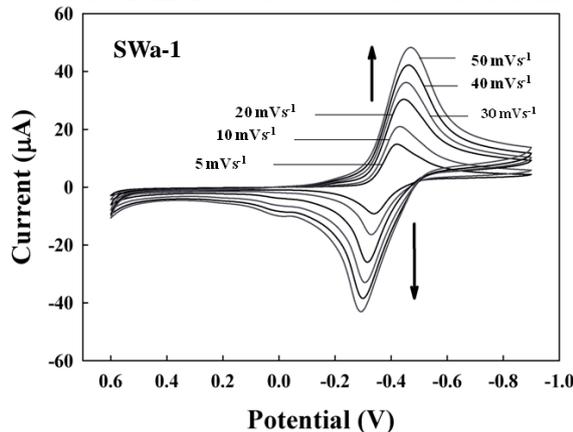


圖 2 以 SWa-1 修飾電極於不同掃描速率對 1 mM 甲基藍偵測之循環伏安圖

壁報論文

The uptake of petroleum and emerging organic compounds into rice

Chien-ying Yang (楊千瑩) and Yang-hsin Shih* (施養信)

Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan University

*E-mail: yhs@ntu.edu.tw

Abstract

Plant uptake of organic pollutants from soil or water could enter into our food chain. Organic pollutants from industries contaminate agricultural farms by gas leakage, oil spill and wastewater and could be taken by the crops. In addition, pharmaceuticals and personal care products became the emerging pollutants found in river and wastewater in recently years. In this study, rice, the major staple food of Asia, was used to perform the uptake experiments of various pollutants including toluene, xylene, bisphenol A and sulfamethoxazole (SMZ) separately. The analysis methods of different pollutants in rice were built, and the recoveries of them in rice were above 98% by using ultrasonic extraction. For rice uptake, toluene, xylene, bisphenol A and SMZ reached equilibrium with rice after 4 days. Different parts of rice were analyzed at different uptake time. All of toluene, xylene, bisphenol A and SMZ were found in the straws; furthermore, toluene and SMZ can transport to the rice grains. Uptake capacities were estimated by composition model we built and compared with the measured values.

Keywords: uptake, rice, organic pollutants, uptake model

Introduction

The rapid development of science and technology leads to the increase of possible industrial pollutions which cause the seriously environmental issues. A large amount of highly hazardous substances emitted from various industries possibly pollute environment. Organic solvents, gas leakage, oil spill, and persistent organic pollutants are common pollutants in recent years. Moreover, pharmaceuticals and personal care products have been extensively used for both personal health and cosmetic reasons. These chemicals of emerging concern with increasing evidence suggest their potential adverse effects in the environment. They might enter into the rivers and agricultural farms, which seriously affected the crop safety and health of people. These agricultural products from these polluted farms or unknown groundwater pollutions could pose a serious risk to the health of human. Therefore, this study will develop analytical methods of the organic pollutants in rice, perform the uptake kinetics and equilibrium of organic compounds into rice, and build the simple uptake model of organic pollutants

壁報論文

into rice.

Materials and methods

Uptake kinetic of pollutants into rice was studied during 8 days. Rice was around 3 months of growth in field and transferred to pot experiment. The solution of 100 ppm toluene or xylene or 50 ppm bisphenol or sulfamethoxazole (SMZ) was added in the pots separately. The double concentration was also processed for the uptake experiments. At selected intervals, the soil solutions were withdrawn and extracted for analysis by LC and GC. After the equilibrium time, straw and rice grain were extracted and analyzed.

Results and discussion

The ultrasonic extraction was the highly efficient way to extract the different pollutants in rice. To use hexane to extract toluene, xylene, bisphenol and SMZ in rice could reach above 98% recovery with 10 minutes by ultrasonic extraction, which was used in the following experiments. The uptake kinetics of toluene, xylene, bisphenol and SMZ in rice showed that all of them reached equilibrium after 4 days with rice. The straw and rice grain were analyzed individually after uptake experiments. Toluene, xylene, bisphenol A and SMZ were found in the straws. The concentration of bisphenol A and SMZ in straw are higher than toluene and xylene on the 4th day. Since both of toluene and xylene are volatile compounds, they could volatilize from pot gradually. However, toluene and xylene were detected in the rice grain. On the 8th day, concentration of bisphenol A and SMZ left half on the 4th day in straw which might degrade in the soil and plant, and toluene was still analyzed in rice grain. In uptake experiment of double concentration showed the similar result. There was only a discrepancy in the result of toluene which was almost entirely volatilized after the 3rd day and could not be analyzed in straw and rice grain. SMZ was found in the rice grain at the 3rd day and 8th day. Result in this study indicated that those chemicals could enter the plant via plant uptake through roots, and part of them even possibly transport into food chain as rice grain which needs more attention. Furthermore, uptake capacities were estimated by composition model (Chiou *et al.* 2001) with the parameters we built and compared with the measured values for a further step in understanding the relation between the plant and organic compounds.

Reference

Chiou CT, Sheng G, Manes M. 2001. *Environ. Sci. Tech.* 35: 1437-1444.

壁報論文

陶斯松在茶樹葉面上的光降解研究

楊婷勻、鄒裕民*、蔡青翰

中興大學土壤環境科學系

*E-mail: ymtzou@dragon.nchu.edu.tw

摘要

陶斯松的使用在國內的茶樹種植上尤其常見，雖然已被用來替代其他高毒性農藥，但陶斯松的施用給人類健康、土壤和水環境以及生態安全造成的隱患也是不容忽視的。陶斯松的殘留以及環境行為的研究更是顯得重要，本篇研究為探討紫外光、可見光以及太陽光為光源，研究陶斯松分別在臺茶十八號的老葉及嫩葉葉片表面上的直接光降解作用。結果顯示，陶斯松在 UV 光下的光降解效果會較可見光的明顯。另外，試驗中，葉齡較高、葉表面蠟質較厚的臺茶十八號老葉相對其葉齡小、葉面蠟質較薄的嫩葉，雖然可吸收或反射較多的太陽光、UV 光以及可見光，但三種不同光源下，老葉上的陶斯松光降解速率卻較為快速。這結果推測可能與葉面溫度的改變有關造成臺茶十八號老葉及嫩葉上陶斯松的降解速率差異。

前言

在國內登記的化學合成農藥中，有機磷農藥(Organophosphates)為最大宗，其中陶斯松是一種非常有效的廣效性有機磷殺蟲劑，陶斯松於我國使用量很大。一般噴灑施用於茶葉葉面上的陶斯松會分別殘留在茶樹的老葉及嫩葉上，其在不同葉齡葉面上的光降解動力、途徑、及機制可以完整的瞭解陶斯松在茶園環境的移轉。

材料與方法

一、供試材料:

本研究中新鮮茶葉採自南投縣鹿谷鄉初鄉茶業改良場凍頂工作站茶園，於春季時採收，分別採摘一般作為製茶原料的「茶菁」，即茶樹新長出的嫩葉(一心二葉)，以及老葉部分。

試驗光源：20W UV 紫外線燈管、太陽光以及 6000K 黃光燈管。

二、試驗方法:

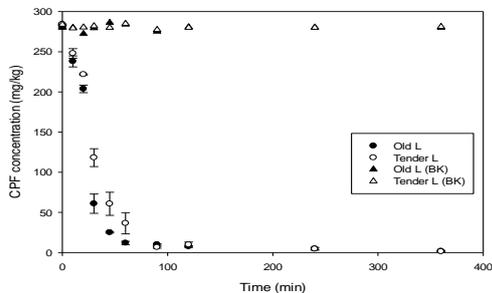
取出適量之新鮮茶葉葉片-區分為嫩葉及老葉，擦拭去葉面之水分，以點滴方式使陶斯松溶液遍佈於葉表上，再將沾有陶斯松之茶葉放置於不同光源下開始照光，於不同反應時間點(0、10、20、30、45、60、90、120、240、360 分鐘)取出葉片，以氣相層析儀/電子捕捉偵檢器(GC/ECD)分析陶斯松之濃度。

結果與討論:

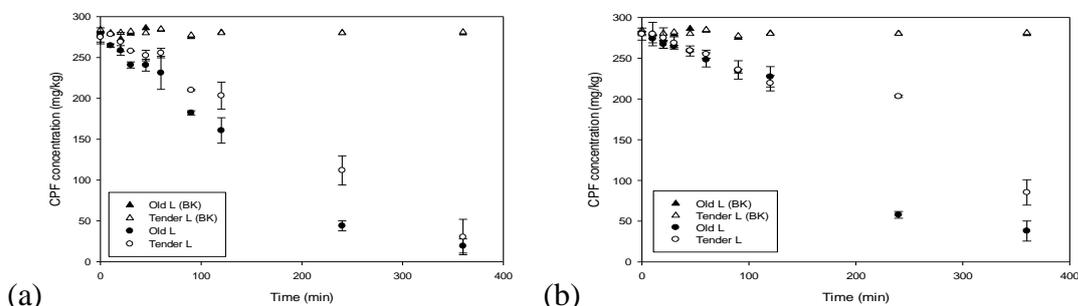
由圖一、圖二(a)、(b)的結果顯示出當以太陽光照射下，陶斯松明顯的發生光降解反應，於 1 小時左右可完全將陶斯松分解。此外不論照射 UV 光或可見光燈管，

壁報論文

兩種不同生長時期的葉表面上陶斯松可偵測到的濃度下降的速率都較為緩慢(同樣在六小時的反應時間內), 皆約在 6 個小時後葉面上陶斯松的濃度會降至 50 mg L⁻¹ 以下。而同樣的現象是陶斯松在老葉上可偵測的濃度消逝的都較嫩葉上的來得快。



圖一、在太陽光照射下，陶斯松在老葉以及嫩葉上的濃度變化。



圖二、(a)在 UV 光照射下，陶斯松在老葉以及嫩葉上的濃度變化。

(b)在可見燈管照射下，陶斯松在老葉以及嫩葉上的濃度變化。

試驗結果顯示，在降解速率是照射太陽光>UV 光>可見光，而不論在太陽光、UV 光以及可見光照射下，老葉上的陶斯松降解速率皆會較嫩葉上的來的快速。造成臺茶十八號老葉及嫩葉上陶斯松的降解速率差異，推測可能與植體葉片蠟質與環境溫度有關，需要更進一步的之試驗來確認。

表一、不同光源下，臺茶十八號老葉及嫩葉上陶斯松的光降解速率常數(k)及半衰期(t_{1/2})。

	太陽光		UV光		可見光	
	k (min ⁻¹)	t _{1/2} (min)	k (min ⁻¹)	t _{1/2} (min)	k (min ⁻¹)	t _{1/2} (min)
老葉	0.0292	23.7	0.0071	97.4	0.0052	132.2
嫩葉	0.0269	25.7	0.0059	118.1	0.0030	231.8

參考文獻

楊婷勻。2014。陶斯松在茶樹土壤中的吸附及在茶樹葉面上的光降解研究。中興大學土壤環境科學系碩士論文。

壁報論文

火山灰土壤萃取腐植物質之特性

The characteristics of humic substances extracted from a volcanic soil

張容蓉、鄒裕民*、曹芳瑀

中興大學土壤環境科學系

E-mail: ymtzou@dragon.nchu.edu.tw

Abstract

Recently, a sequential exhaustive extraction (SEE) process has been shown to be capable of isolating and separating the major components of the classically defined HSs from the soils of the temperate and tropical regions. The SEE system was used in the present study to isolate the HA/FA and Hu fractions from a subtropical volcanic Taiwanese soil. Chemical and compositional properties of these extracts were then compared with similarly obtained isolates from soils from the different climatic regions. Increases in the aliphatic relative to aromatic carbon contents were observed for both the HA and FA fractions when the pH values of the extraction media were increased.

Introduction

Humic substances (HSs) are components of humus, contains compounds belonging to the recognizable classes of organic compounds, such as polysaccharides, polypeptides, altered lignins, flavonoids, tannins, and terpenes. Such molecules can be regarded as components of HSs only when covalently linked to the humic core and satisfying the solubility criteria for humic acids, and fulvic acids (Hayes and Swift 1978; Aiken et al. 1985; Stevenson 1994). Kang et al. (2003) used a sequential extraction technique to isolate HAs from SOM. Based on the results of their carbon-13 nuclear magnetic resonance (^{13}C -NMR) and Fourier transform infrared (FTIR) spectral analyses, the authors categorized the organic domains in the residual soil as Hu, enriched with hydrophobic components, such as paraffins and cutins, and having the lowest oxygen-containing functional groups.

Materials and method

SEE process : The Yangmingshan soil(25°09'N, 121°32'E) was first acidified to pH 1–2 (1 M HCl), followed by washing extensively with de-ionized water to remove the chloride. The solids were then extracted stepwise (exhaustively) with 0.1 M NaOH adjusted to pH 7.0, then to pH 10.6, and then at pH 12.6, and then with a solution of 0.1 M NaOH+6 M urea. The extractions, except at pH 7.0, were carried out under N_2 . The supernatants obtained from the base extractions. The filtrates were adjusted to pH 2 by adding 6 M HCl to precipitate the HAs.

Sample characterizations : FTIR, and ^{13}C -NMR spectroscopy procedures were used

壁報論文

to characterize functionalities and components of the HAs, FAs

Results and Discussion

The FTIR spectra indicated that the aliphatic structure bands of HA samples at 2,905 and 2,850 cm^{-1} became increasingly distinctive for the extractions at pH 12.6. Unlike the results for HAs, the FTIR spectra of FA samples (Fig. 1b) are similar to each other and show only a slight increase in aliphatic carbon with an increase in the pH of the extractant. The peak at 1,609 cm^{-1} , assigned to carbonyl groups and aromatic C=C stretching, decreased gradually from HA-7 to the uHA extracts (Fig. 1a). It is evident that the HA and FA fractions increases in the aliphatic carbon contents relative to the aromatic carbon occurred as the pH of the extraction solvents increased, and the inclusion of urea increased further the alkyl C content (Fig. 2). These increases coincide with a decrease in the aromaticity. On the other hand, the uHA sample shows a strong evidence for aliphatic hydrocarbon. With the exception of the uHA sample (Fig. 2a), the aliphatic hydrocarbon resonance of the HAs extracted by SEE methods lacks the distinctive resonance characteristic of crystalline or ordered polymethylene structures (33ppm). The spectra for the FA fractions (Fig. 2b) showed increased relative amounts of aliphatic hydrocarbon in the FA pH 12.6 and uFA isolates, and with some evidence for crystalline polymethylene components in the case of the uFA isolate.

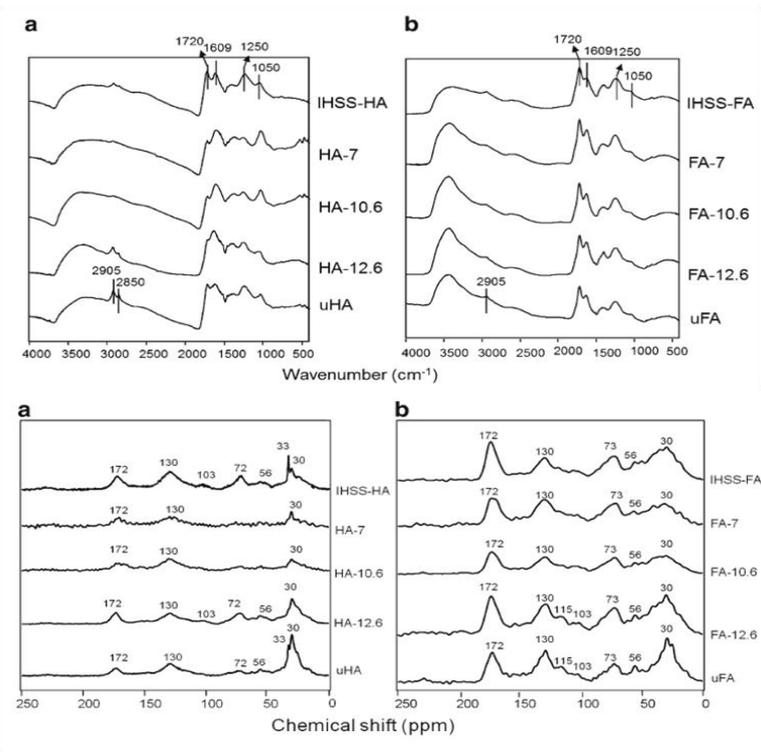


Fig.1. The FTIR spectra for the (a) HAs and (b) FAs isolated by SEE process at different pH values.

Fig.2. The ^{13}C -NMR spectra for the (a) HAs and (b) FAs isolated by SEE process at different pH values.

References

張容蓉。2014。火山灰土壤所萃取之腐植物質特性與其對吸附於黏土礦物及鐵(氫)氧化物的影響。中興大學土壤環境科學系博士論文。

壁報論文

以血桐及構樹復育重金屬污染場址之可行性初評 Phytoremediation of a heavy-metal contaminated site by Macaranga and Papermulberry

李芳胤^{1,*}、賴文亮¹、郭耀綸²、許正一³

¹大仁科技大學環境管理研究所教授 ²屏東科技大學森林系教授

³屏東科技大學環境工程與科學系教授

*E-mail: ky32829@gmail.com

摘要

本試驗場址之污染物為重金屬鋅、鎳、銅、鉻。試驗之目的在於探討以血桐及構樹復育污染場址之可行性。在場址內設置一個對照區與五個處理區，並於各試驗區分別栽植血桐及構樹。在半年的試驗後，生育調查與生理試驗之結果皆顯示，兩種植物皆可於試驗區中生長，惟各項數據皆顯示血桐之適應性優於構樹。而植體分析結果發現，兩種植物對土壤中污染量最高之 Zn 皆有較大之吸收累積量，Ni 次之，再其次為 Cu 與 Cr。但因栽植時程仍短，故而重金屬濃度及其吸收累積量仍低，其植生復育效益有待持續試驗與觀察。

關鍵詞：重金屬、植生復育、血桐、構樹。

前言

本試驗場址屬屏東縣政府之公有地，因受污染行為人非法從事廢機油提煉與回收處理作業而導致土壤污染。計畫之主要目的在於應用本土植物血桐及構樹進行植生復育法(Phytoremediation)以清除污染場址土壤中的污染物(Manshadi et al., 2013; Pulford and Watson, 2013)。

材料與方法

本場址之污染物為鋅、鎳、銅、鉻等重金屬，其中以鋅最高，為環保署列管之土壤污染整治場址。在場址內共設置六個試驗區，包括一個對照區(CK)與五個進行植生復育之處理區(PR1~PR5)。試驗內容包括(1)植物生理試驗與生育調查：對血桐及構樹進行株高量測與淨光合作用率測定，藉以評析植物之健康情形；(2)植體採集與重金屬分析，藉以評析植物之重金屬吸收效益。

結果與討論

本研究執行六個月所得之初步成果分述如下：(1)植物生育調查：本研究於栽種血桐與構樹當日即進行株高量測，隨後再進行二次調查，其結果如表 1 與表 2，由表資料可知，經三個月之栽植後，其成長率分別為血桐之 12~35%與構樹之 12

壁報論文

~350%，且由外觀可知其生長狀況尚屬正常。不過，就其成長率而言，對照區有顯著高於處理區之現象，表示此階段污染物對兩種植物之生長有影響。(2) 植物生理試驗：表 3 與表 4 分別為血桐與構樹之淨光合作用率測定結果，此測值代表植物光合潛力的高低。表中測值指出，血桐以 CK 區的光合潛力顯著最高，其次為 PR5 > PR2，而 PR4、PR1 及 PR3 則呈顯著低於對照區之現象；構樹之光合潛力亦以 CK 區顯著最高，各處理區之測值排序雖與血桐略有差異，但有相似趨勢，此結果與土壤中之重金屬濃度趨勢相反，也與對照區植物之成長率顯著高於處理區之結果相呼應，可見本階段重金屬對兩種植物幼苗之光合作用率具有負面影響。至於構樹在 PR1 之光合潛力低至 $1.9 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 之現象是否持續發生，未來將密切觀察。(3) 植體採集與重金屬分析：本研究將採集之血桐與構樹植體進行重金屬分析。分析結果發現(表 5 與表 6)，兩種復育植物對土壤中污染量最高之 Zn 皆有最大之吸收累積量，Ni 次之，再其次為 Cu 與 Cr，但因栽植時程仍短，故重金屬濃度及其吸收累積量仍低，其植生復育效益有待持續試驗與觀察。

表 1 血桐生育調查結果

試驗區	CK	PR1	PR 2	PR 3	PR4	PR5
第一次	86	98	78	85	79	71
第二次	100	86	83	96	89	85
第三次	116	96	89	98	105	86
成長率	35 ^{a*}	12 ^b	14 ^b	15 ^b	33 ^a	21 ^b

*不同處理有不同英文字母者，具顯著差異(p < 0.05)

表 2 構樹生育調查結果

試驗區	CK	PR1	PR 2	PR 3	PR4	PR5
第一次	12	14	17	11	19	12
第二次	32	16	13	13	23	13
第三次	54	22	19	13	40	24
成長率	350 ^{a*}	38 ^b	12 ^b	18 ^b	111 ^c	100 ^c

*不同處理有不同英文字母者，具顯著差異(p < 0.05)

表 3 血桐之淨光合作用率測定結果 表 4 構樹之淨光合作用率測定結果

編號	淨光合作用率($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)					
	CK	PR1	PR 2	PR 3	PR4	PR5
1	25.3	17.5	23.7	18.0	20.6	26.2
2	23.9	19.9	26.6	18.2	24.3	25.9
3	24.0	16.1	23.7	9.2	22.2	24.3
4	23.7	12.2	21.4	9.4	17.9	26.5
5	25.9	18.0	22.3	19.6	18.3	21.2
6	27.7	19.1	24.7	21.4	23.2	22.0
mean±SE	25.1±0.6 ^{a*}	17.1±1.1 ^c	23.8±0.7 ^{ab}	16.0±2.2 ^c	21.1±1.1 ^b	24.4±0.9 ^{ab}

*不同處理有不同英文字母者，具顯著差異(p < 0.05)

編號	淨光合作用率($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)					
	CK	PR1	PR 2	PR 3	PR4	PR5
1	31.2	1.5	23.3	18.2	26.1	25.7
2	30.4	2.1	21.4	17.9	20.9	20.5
3	32.6	2.0	22.8	18.9	2.1	21.1
4	30.8	2.0	24.2	17.6	3.7	21.3
5	31.8	2.2	23.3	18.4	11.8	10.2
6	30.7	1.2	22.9	17.2	2.4	19.7
mean±SE	31.3±0.3 ^{a*}	1.9±0.2 ^d	23.0±0.4 ^b	18.0±0.3 ^b	11.2±4.2 ^c	19.7±2.1 ^b

*不同處理有不同英文字母者，具顯著差異(p < 0.05)

表 5 血桐重金屬分析結果

編號	Cr	Cu	Ni	Zn
	(mg/kg)			
CK	1.00	6.00	5.00	45.0
PR1	1.00	8.00	7.00	124
PR2	1.00	5.00	7.00	202
PR3	1.00	6.00	7.00	99.0
PR4	1.00	11.0	5.00	63.0
PR5	1.00	7.00	6.00	65.0

表 6 構樹重金屬分析結果

編號	Cr	Cu	Ni	Zn
	(mg/kg)			
CK	1.00	14.0	4.00	13.0
PR1	1.00	5.00	11.0	190
PR2	1.00	5.00	8.00	194
PR3	1.00	5.00	10.0	139
PR4	1.00	7.00	16.0	241
PR5	1.00	6.00	11.0	188

參考文獻

Manshadi, M., P. Ziarati, M. Ahmadi, and K. Fekri. 2013. Greenhouse study of cadmium and lead phytoextraction by five Pelargonium spices. Intl. J. Farm & Alli. Sci. 2:665-669.

Pulford, I. D., and C. Watson. 2003. Phytoremediation of heavy metal-contaminated land by trees—a review. Environ. Intl. 29:529–540.

壁報論文

豬糞於堆肥過程中抗生素濃度之變化 Effects of the composting processes of swine manure on antibiotic concentrations

柯詠紋、洪群雅、鄒裕民*

中興大學土壤環境科學系

*E-mail: ymtzou@dragon.nchu.edu.tw

摘要

四環黴素類(tetracyclines, TCs)與磺胺類(sulfonamides, SAs)抗生素為全球廣泛使用的動物用抗生素之一。由於可預防疾病及促進動物生長，且價格低廉容易取得，因而其使用量逐年上升。隨著農業的發展與農業廢棄物資源化觀念的興起，農業上常以堆肥化來處理這些動物排泄物，然而在堆肥處理過程中，抗生素的轉變需詳加了解，亦保障有機堆肥施用於土壤之安全性。故本研究取堆肥廠豬糞樣品、堆肥半成品與堆肥成品，以了解堆肥化對於 TCs 和 SAs 的濃度。

前言

由於抗生素在動物體內通常無法被完全吸收或代謝掉，因此約有 40 - 90% 的抗生素會以原有的型態或不活化的型態排出動物體外(Bound and Voulvoulis, 2004)，這些抗生素隨著糞尿一起排出後，可能殘留在當地的土壤中或順著排水溝流入河川、海洋，也可能繼續滲漏至地下水體，因此在禽畜養殖場附近的土壤及水體中常發現抗生素的存在(Hu *et al.*, 2010)。少部分殘留在禽畜體內的抗生素，可能經由人類攝食而進入人體，也有可能輾轉進入食物鏈中，並有研究發現抗生素可以被蔬菜吸收(Kong *et al.*, 2007)。

台灣對抗生素的管理方面，抗生素的使用在肉品、內臟、海鮮、乳品等皆有可容許的殘留濃度制定，在禽畜養殖上的投藥以及飼料也有相關管理規定，但對於禽畜糞中的抗生素則較少監測控制，這些禽畜糞廢棄物常常以堆肥的方式，做為肥料施用，但台灣對於堆肥成品中卻少有抗生素的檢測。因此本研究希望採集堆肥場之真實樣品，探討豬糞在堆肥過程中，抗生素的濃度變化。

材料與方法

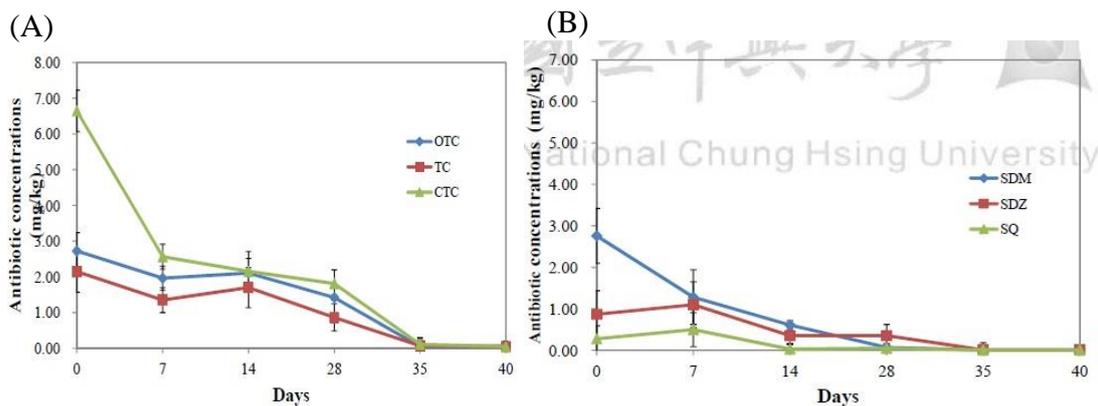
樣品採集於中南部地區 11 家堆肥廠，新鮮豬糞由豬隻養殖場送入堆肥廠，於進入堆肥化前採集之樣品歸類為新鮮豬糞樣品；拌入有機資材後，直至堆肥化完成前所採集之樣品皆歸類為豬糞半成品；堆肥化完成後包裝，由包裝袋中所採集之樣品為豬糞堆肥成品。本研究採集之新鮮豬糞樣品共計 55 個，豬糞堆肥中期樣品 46 個，豬糞堆肥成品 49 個。所有樣品經前處理及萃取後，以高效液像層析儀(HPLC)分析。

壁報論文

結果與討論

豬糞中抗生素濃度，除了豬隻本身攝入的抗生素量不同外，豬隻個體差異及不同生長期皆會影響抗生素的殘留濃度。在豬隻方面，約有 72% 的 TCs 會隨著糞尿排出，而 SAs 施用在動物身上後，約有 50 - 100% 會陸續排出動物體外，這些排出的 SAs 中，30 - 95% 是原本的型態，而 5 - 60% 則是經過乙醯化的型態(Mojica and Aga, 2011)，並藉由本試驗新鮮豬糞數據可推知，這些豬隻養殖場有部分仍有使用抗生素的情形，另由新鮮豬糞所殘留之抗生素平均濃度可以推測 TCs 的使用量高於 SAs。本試驗中採集之新鮮豬糞樣品中，TCs 的平均濃度約 3.4 (± 0.07) mg/kg，SAs 平均濃度則為 1.33 (± 0.5) mg/kg。經過堆肥化後，抗生素濃度及可檢出的樣品數量皆下降，但仍有少許樣品中測得低濃度抗生素殘留。然而儘管這些豬糞堆成品中的抗生素濃度很低，仍可能因為多次施用，而使抗生素繼續累積在土壤中(Hamscher *et al.*, 2005)。而經過堆肥化後的成品中抗生素的濃度明顯下降許多的原因，除了是抗生素本身被分解而濃度降低外，也有可能是製作堆肥時添加的其他資材而使濃度被稀釋而降低。

堆肥過程中抗生素的濃度逐漸下降，由於堆肥中期取樣的時間不同，為了更加了解堆肥時期對抗生素的濃度影響，因此再次取同一養殖場來源之新鮮豬糞樣品及同一批堆肥過程之樣品比較不同時間下，抗生素濃度之變化，如圖一所示。由於堆肥場的堆肥方式為堆積發酵式堆肥，每隔七天會將堆肥往前翻堆，約經過 40 天可完成堆肥化，在採樣上可一次採集到來自同養殖場的第 0 到 40 天的堆肥。總體來說，豬糞經堆置 40 天之後，成品中皆未測得 TCs 與 SAs，顯示堆肥化確實能降低豬糞中抗生素的濃度。



圖一 不同堆肥時期採集之樣品中(A) TCs 與(B)SAs 之濃度

參考文獻

洪群雅。2013。豬糞於堆肥過程中抗生素濃度與微生物抗藥性之變化。中興大學土壤環境科學系碩士論文。

壁報論文

肥料與農藥施用對農業生態系產量及生物多樣性之衝擊探討
Impacts of fertilization and pesticide application on productivity and biodiversity on agricultural ecosystem in Taiwan

蔡正國¹、陳琦玲^{1,*}、張哲璋¹、吳泓書¹、孫文章²
、林儒宏³、侯平君⁴、楊秋忠⁵、王瑞章²、張仁育¹

¹行政院農委會農業試驗所 ²行政院農委會台南改良場 ³行政院農委會茶業改良場
⁴成功大學生命科學系 ⁵中興大學土壤環境科學系

*E-mail: Chiling@tari.gov.tw

摘要

農業生態系係以糧食生產為其主要目的，然而農民在追求增產與降低勞力支出之際常施灑過量之肥料及農藥，可能造成地下水之氮素污染及生物多樣性之銳減。本研究探討農業生態系不同氮素及農藥投入量對生物多樣性之衝擊，及其對一年生(包括水稻、花生及甘藷)及多年生作物(包括荔枝及茶)生產力之影響。結果顯示降低水田與旱田之氮素與農藥投入後仍可維持相當於高投入之產量，然而卻無顯著增加生物多樣性；荔枝園與茶園之生物多樣性在降低氮素與農藥投入後顯著增加，然而卻無法維持其產量。此結果與溫帶地區試驗所獲得之「增加生物多樣性有助於作物生產」之結論不同。

關鍵詞：農業生態系、生物多樣性、生產力。

前言

農業生產為同時達到增產、生物多樣性保存與保育及減少對環境衝擊，透過系統性研究，累積農田生態基礎知識，了解農事操作對農田及其週遭生物多樣性及生態環境的影響，以探求較佳之農田管理方式。研究顯示提升農業生態系生物多樣性有助作物產量之維持(Tilman *et al.*, 1996; Picasso *et al.*, 2008; Hadgu *et al.*, 2009)，合理降低肥料及農藥施用量將有助落實農業永續利用與生物多樣性保育。

材料與方法

於 2006 年建立之亞熱帶農業生態系長期研究站進行高投入之慣行農耕(Conventional Agro-ecosystem)與肥料及農藥減量之低投入永續農耕(Sustainable Agro-ecosystem)之監測試驗，探究作物產量與生物多樣性之關聯性。耕作制度包括：(1)嘉義分所溪口農場(8.0 ha)及台南場雲林分場(7.0 ha)雙期作水田、水旱輪作田及早田連作田生態研究；(2)農試所嘉義分所荔枝園(2.5 ha)；(3)茶改場名間三處茶園(1.32 ha)。

結果與討論

多年試驗結果顯示，無論水田或旱田，在合理減少肥料投入及農藥施用下，仍可獲得兼具維持相當於慣行農耕的產量(圖 1a)，然而生物多樣性在不同投入間皆

壁報論文

無明顯差異(圖 1b、1c);荔枝園之試驗結果自然生長園由於蟲害嚴重,並無產量(圖 1a),但其生物多樣性顯著高於慣行農耕區(圖 1b、1c);茶園試驗區在降低投入後生物多樣性明顯提升(圖 1b),但有機生態茶園之茶乾產量約僅慣行區之 30%(圖 1a),顯示低投入之有機生態管理方式有助生物多樣性的保存,但產量明顯受到影響。

綜合上述試驗結果,在廣泛的慣行農業操作區內進行試驗,一年生農藝作物的永續農耕較少投入處理,並未提升生物多樣性;多年生作物雖可明顯提升生物多樣性,但產量仍遠不及慣行農場,此結果與溫帶地區試驗所獲得之「增加生物多樣性有助於作物生產」之結論不同。

參考文獻

Hadgu, K. M. H., W. A. H. Rossing, L. Kooistra, and H. C. van Bruggen. 2009. Spatial variation in biodiversity, soil degradation and productivity in agricultural landscapes in the highlands of Tigray, northern Ethiopia. *Food Security*. 1: 83-97.

Picasso, V. D., E. C. Brummer, M. Liebman, P. M. Dixon, and B. J. Wilsey. 2008. Crop species diversity affects productivity and weed suppression in perennial polycultures under two management strategies. *Crop Sci.* 48:331-342.

Tilman D., D. Wedin, and J. Knops. 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature*. 379:718-720.

圖表

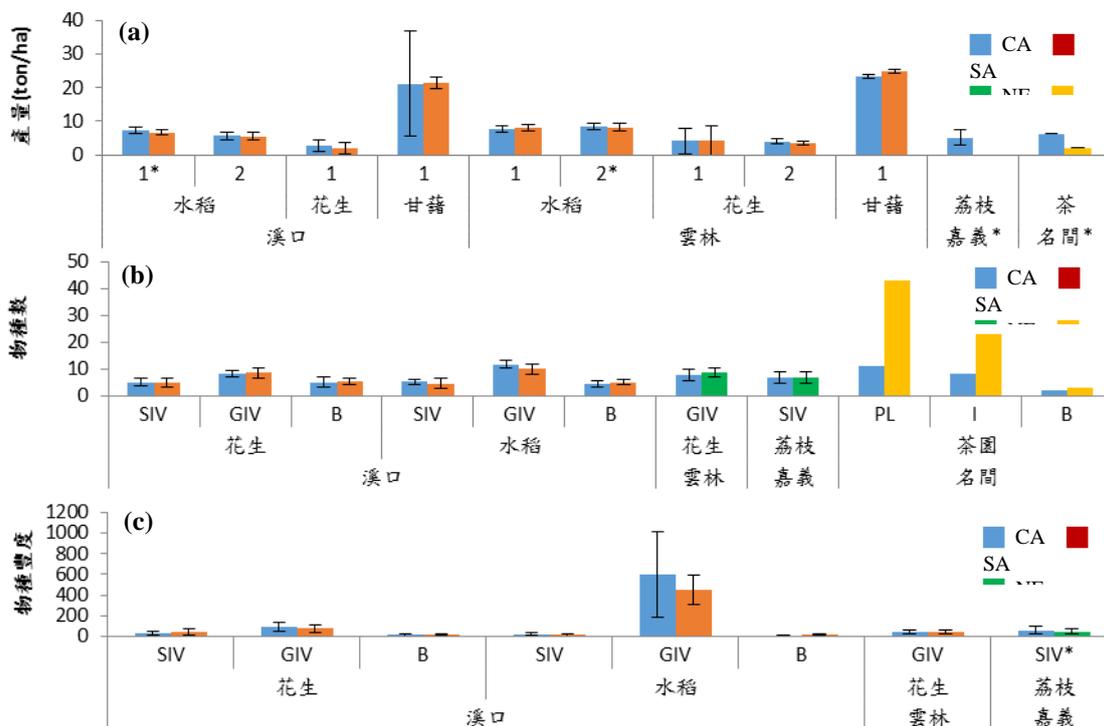


圖 1、溪口農場、雲林分場、嘉義分所及名間茶園不同作物系統在不同投入處理之生產力與各生物多樣性指數:(a)產量、(b)物種數、(c)物種豐度。CA—慣行農耕、SA—永續農耕、NE—自然生長園、OA—生態有機茶園;1—一期作、2—二期作;SIV—土壤無脊椎動物、GIV—地表無脊椎動物、B—鳥類、PL—植物、I—昆蟲;*符號表示兩處理間有顯著差異(p<0.05)。

壁報論文

黏土礦物層面電荷對對硝基苯酚電化學反應之影響 Effects of Layer Charge of Clay Minerals on Electrochemical Reaction of *p*-Nitrophenol

朱家瑩¹、陳鴻基^{1,*}、曾志明²、王皓葳¹

¹ 中興大學土壤環境科學系

² 中興大學化學系

*E-mail: hjchen-1@mail.nchu.edu.tw

摘要

硝基苯酚常被使用於製藥、染料與塑化劑等的生產，對人體與生物體具有較大的毒害，會造成蛋白質分解、中樞神經系統麻痺、肝臟、腎臟及胰臟等的傷害。本研究之目的在以不同黏土礦物修飾網版印刷碳電極 (SPCE) 配合電化學分析法探討對硝基苯酚的電化學行為。試驗結果指出六種黏粒修飾 SPCE 對對硝基苯酚由 $\text{HOC}_6\text{H}_4\text{NO}_2$ 還原到 $\text{HOC}_6\text{H}_4\text{NHOH}$ 所測到的還原波峰電流量以 SWy-1 最大，而以 KGa-1 最小；六種黏粒修飾預氧化網版印刷碳電極 (SPCE*) 可測到更大的還原波峰及氧化波峰電流量。

前言

硝基苯酚類是人工合成、有毒、被管制及生物性難分解的有機化合物，使用於農藥、染料、製藥與塑化劑等的生產，具有毒性在低濃度會對人類、動物與植物造成傷害，美國環保署將其列為首要有毒污染物(Liu,2009; Stanković, 2012)。近三十年許多學者專家投入黏粒修飾電極的研究 (Mousty,2010;Fitch, 2011)，受到關注的主要原因是黏土礦物為便宜又穩定的材料，且具有預濃縮分析物的能力，在分析上可以有更高靈敏度與更低偵測極限，可用於有機化合物、重金屬及農藥的偵測，由於黏粒層中所具有的電子傳導特性也適用於電化學分析、光催化性、感測器和生化感測器等(陳與曾，2003；Manisankar,2006; Fitch,2011)。

材料與方法

一、黏粒修飾網版印刷碳電極的製備

分別取標準黏土礦物 KGa-1、PFl-1、SHCa-1、SWy-1、SWa-1 及 VTx-1 之懸浮液各 30 μL ，滴在網版印刷碳電極表面後，使其自然風乾，重複此修飾電極的動作三次即完成試驗所用之黏粒修飾電極的製備。

二、黏粒修飾電極對對硝基苯酚的電化學分析

以網版印刷碳電極與黏粒修飾網版印刷碳電極為工作電極、Ag/AgCl 為參考電極及白金絲為輔助電極，將三電極系統放入 2 mM 對硝基苯酚溶液中，利用電化學分析儀之循環伏安法在掃描速率為 50 mV s^{-1} 及掃描範圍由 1.1 V 到 -1.1 V 下進行

壁報論文

五圈循環掃描，藉此穩定工作電極，在相同的條件下，再進行兩圈的掃描，記錄其循環伏安圖、陰極波峰電流量與陽極波峰電流量。同上步驟，經預氧化處理後的網版印刷碳電極及黏粒修飾預氧化網版印刷碳電極來偵測。

結果與討論

預氧化在對硝基苯酚電化學分析上的影響

六種黏土礦物修飾在 SPCE* 上對對硝基苯酚所測得之循環伏安圖與波峰電流量明顯與六種黏土礦物修飾在 SPCE 上的情形不同。SPCE* 上的黏粒修飾電極可偵測到更大的還原波峰電流量。針對此結果可以圖 1 解釋：

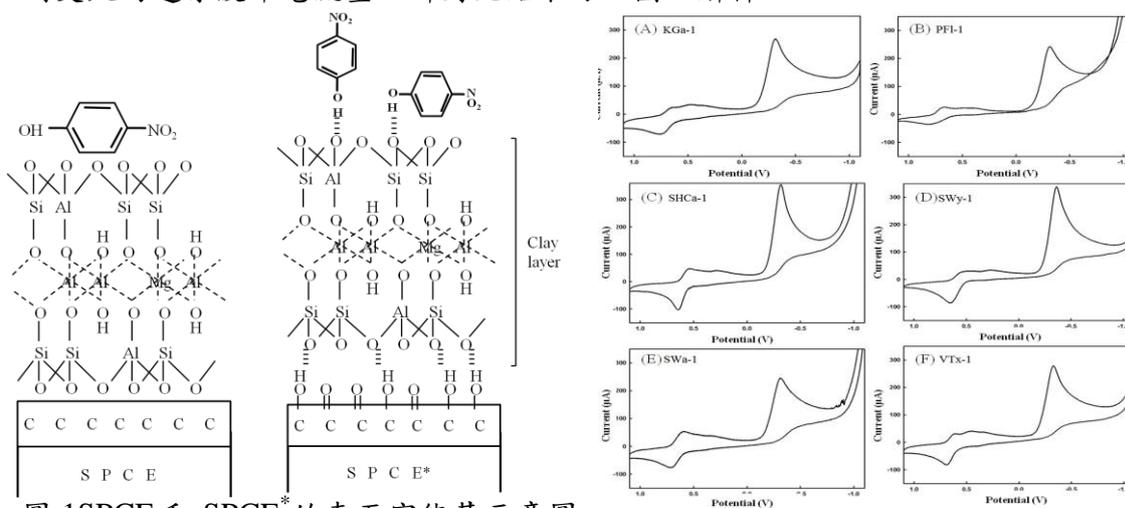


圖 1 SPCE 和 SPCE* 的表面官能基示意圖

圖 2 不同黏粒修飾預氧化網版印刷碳電極對 2 mM 對硝基苯酚所偵測之循環伏安圖 SPCE* 表面的氧化層膜有羥基和羰基，與黏土礦物表面間產生的氫鍵會牽引或誘導黏土礦物表面電荷的電場效應，進而影響對硝基苯酚與黏土礦物表面間的交互作用，影響電極表面對對硝基苯酚所偵測到的波峰電流量(圖 1)。如果黏土礦物表面電荷的電場效應對對硝基苯酚之-NO₂的極化較大，則易促使對硝基苯酚之-NO₂還原成-NHOH，故 SPCE* 與黏土礦物間的氫鍵會影響電場效應，進而影響對硝基苯酚被黏粒修飾 SPCE* 測得之還原波峰的電流量(圖 2)。

結論

由於 SPCE* 表面的氧化官能基影響黏土礦物的電場與對硝基苯酚的極化，導致所測得之還原波峰形狀較尖銳且波峰電流量較大。六種黏粒修飾 SPCE 中，以 KGa-1、PFI-1 及 VTx-1 三種修飾電極所測得的還原波峰電流量會因巴拉刈的存在而增加；有巴拉刈存在時，KGa-1、PFI-1 及 VTx-1 修飾電極測到的還原波峰電流量分別是 223µA、271µA 及 243µA，顯示巴拉刈的氧化力在對硝基苯酚氧化還原反應上的影響，其明顯與 SPCE* 表面氧化層膜對對硝基苯酚之作用機制不同。

文獻

朱家瑩、陳鴻基、曾志明。2013。以黏粒修飾電極法探討對硝基苯酚的電化學反應。台灣農學會報 14：607-630。

壁報論文

有機農場土中分離抗 *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* 之放線菌

王至全、徐巧芳、黃裕銘*

中興大學土壤環境科學系

*E-mail: ymhwang@dragon.nchu.edu.tw

摘要

番茄萎凋病是由 *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* 所造成的一種土壤傳播性病害，發病之後便無法補救，造成農民鉅額損失的事情時有所聞。放線菌為一種在土壤中廣泛分布的微生物，前人研究中，部分放線菌具有抑制真菌效果。本試驗在有機農場的番茄根圈土壤中篩選出 45 種不同之放線菌，經過純化後與 *Fusarium* 做對峙試驗，最後將所有放線菌保存在甘油管中，儲存於-20 度冰箱。對峙試驗中共有 11 種放線菌對 *Fusarium* 有抑制效果，其中以 A297 效果最好。而在此試驗中大多數有效之放線菌是從澱粉酪蛋白培養基(SCA)中分離出來，幾丁質培養基(CA)只分離出一種有效菌，推測原因為對峙試驗中所使用的培養基較適合從 SCA 培養基分離出來之放線菌生長，或是放線菌抑制真菌之途徑除了幾丁質酶之外還有其他代謝物。

前言

Fusarium oxysporum f. sp. *Lycopersici* 會造成番茄萎凋病，發病時整株葉片黃化、萎凋並死亡。每年對農業生產造成巨大的損失。由於萎凋病是屬於土壤傳播型病害，以厚胞膜子在土中存活，並可寓寄於數種雜草中，因此一但病原菌進入了土壤中就難以防治。在土壤溫度 28°C，土壤水份低，短日照，光照弱及酸性土可促進萎凋病之發生。

放線菌廣泛分布於土壤中，歸類於細菌中，但型態特徵介於細菌與真菌之間。大部分的放線菌屬於好氧菌，喜歡生長於微鹼性的環境中。在過去文獻中有提到部分的放線菌可以防治多種植物病害，土壤中的微生物在競爭生態位、感染點、拮抗作用、誘導抗性或行腐生於寄主根系能力之結果都有可能為防治植物病害的機制。放線菌也會產生許多抗生物質，如鏈黴素(streptomycin)可防治果樹及蔬菜細菌性病害、四環黴素(tetracycline)可防治柑橘立枯病。也有些研究報告指出，有些鏈黴菌會寄生在真菌上，達到防治病害的效果。因此，本實驗希望能篩選出抑制 *Fusarium* 之放線菌，貢獻於農業生產中。

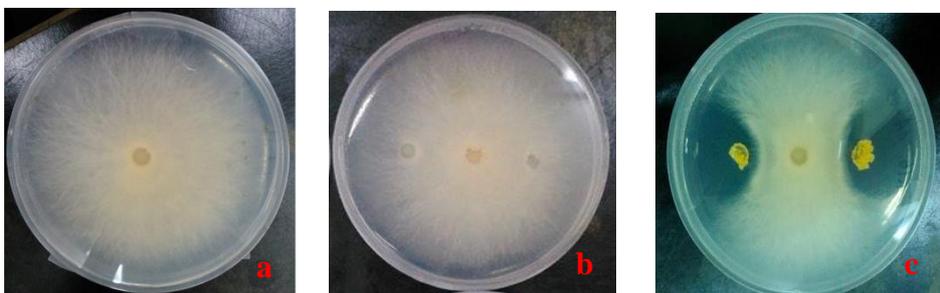
材料與方法

自台南勝源有機農場採集蕃茄根圈土壤，取 5 克土壤放入加有 45 毫升無菌水的錐形瓶震盪 24 小時，連續稀釋並以 10^{-4} 、 10^{-5} 、 10^{-6} 三個濃度塗抹在腐植質(HA)、幾丁質(CA)以及蔗糖酪蛋白(SCA)三種培養基上。挑選不同放線菌種並純化，純化第三次後，將放線菌與 *Fusarium* 培養七天，在馬鈴薯葡萄糖培養基(PDA)與 1/2 (SCA+PDA)培養基上做對峙。純化第四次時，以無菌水將孢子洗入甘油管中，儲存於-20 度冰箱中。

壁報論文

結果與討論

從台南勝源有機農場的蕃茄土中，共篩選 45 種不同放線菌，在放線菌與 *Fusarium* 的對峙試驗中，1/2(SCA+PDA)培養基上有十一隻放線菌對 *Fusarium* 有顯著的抑制效果，在 PDA 培養基上有五隻有抑制效果，可能原因為 PDA 培養基較適合真菌的生長，影響放線菌的抑制效果。對峙情形如圖一所示，並以對峙試驗之 *Fusarium* 與對照組的直徑差來當作抑制程度，如表一所示。從表中可以發現大部分具有抑制效果之放線菌都是從 SCA 培養基培養出來的，與從 CA 培養基培養出較多有效菌種的預期不同，可能理由為在對峙試驗中所使用的培養基有 SCA 的成分，較適合從 SCA 培養基分離出來的菌種生長，也可以同時解釋 1/2(SCA+PDA)培養基抑制效果比 PDA 培養基好的原因。另外一種可能為除了幾丁質酶外，放線菌還會分泌其他代謝物來抑制真菌。在試驗中，A297 放線菌在兩種培養基上皆有很好的抑制效果，可望成為很好的抗 *Fusarium* 之生物農藥。



圖一、放線菌與 *fusarium* 對峙情形(a、對照組。 b、不具拮抗性之放線菌。c、具拮抗性之放線菌。)

表一、對峙試驗中有效之放線菌與 *fusarium* 對峙情形(單位:毫米)

編號	來源	1/2(SCA+PDA)	PDA
blank		0	0
A292	SCA-VS 10 ⁻⁴ -1	18.4	-
A293	SCA-VS 10 ⁻⁴ -4	14.9	-
A294	SCA-VS 10 ⁻⁴ -8	16.1	-
A295	SCA-VS 10 ⁻⁴ -16	17.6	-
A296	SCA-VS 10 ⁻⁴ -21	17.7	10.5
A297	SCA-VS 10 ⁻⁵ -4	19.7	10.4
A298	SCA-VS 10 ⁻⁶ -1	20.2	-
A299	HA-VS 10 ⁻⁴ -8	15.7	-
A300	CA-VS 10 ⁻⁴ -5	14.5	9.2
A301	CA-VS 10 ⁻⁵ -3	13.5	7.9
A302	SCA-VS 10 ⁻⁵ -8	-	7.9

參考文獻

吳昇晏。2011。香蕉內生細菌對镰胞菌之拮抗特性研究。中興大學土壤環境科學系碩士論文。

壁報論文

木瓜接種叢枝菌根菌田間生長效應比較 Effects of arbuscular mycorrhizal fungi inoculated on growth of papaya (*Carica papaya* L.cv. Tainung No.2) plant in the field

張耀聰^{1,2,*}、許正一²

¹行政院農業委員會高雄區農業改良場

²屏東科技大學環境工程與科學系

*E-mail: ytc@mail.kdais.gov.tw

摘要

本研究目的在瞭解木瓜幼苗接種叢枝菌根菌定植於田間之生長效益，由試驗結果顯示，木瓜能與叢枝菌根菌形成良好共生，且經叢枝菌根菌接種處理，可有效提升幼苗移植存活率 14.2%，並於雨季期間能減少木瓜苗木浸水死亡率，在果實調查方面，接種處理可提早 13 天果實收穫，並具有較低之結果位置，且能促進木瓜作物磷肥養分吸收，及增加木瓜單果重量，並能提升果實可溶性固形物含量。關鍵詞：木瓜、叢枝菌根菌、生長效應

前言

木瓜原名番木瓜 (*Carica papaya* Linn)，屬番木瓜科 (Caricaceae)，番木瓜屬 (*Carica*) 為淺根性植物，為南部地區重要經濟果樹，亦為輸日與外銷之重要果品。依據農糧署統計資料顯示，近 5 年番木瓜收穫面積約 2,650-2,910 公頃，每公頃產量約 28.5-48.8 公噸，主要產地為屏東縣、台南縣、高雄縣、嘉義縣、南投縣及雲林縣等地。台灣番木瓜主要栽培品種為台農二號 (Tainung No.2)，約佔總裁培面的 90%。但由於木瓜作物，對水分逆境抗性較差，往往連日豪雨即造成木瓜根系危害，進而影響植株生長，而叢枝菌根菌為微生物肥料之一種，能與作物共生形成菌根，並經由幫助植物對礦質養分尤其磷素及水分之吸收，提升作物耐旱、耐鹽及抗病力等，並促進大多數作物之生產及產量 (吳與林, 1998)。因此本研究將以台農二號木瓜為試驗品種，進行叢枝菌根菌接種試驗，並定植於田間，進行生長試驗調查，以利後續相關試驗及農民木瓜定植參考。

材料及方法

本研究於屏東高樹地區 (22°49'54.81" N, 120°35'29.38" E)，栽植台農 2 號之白色 32 目網室木瓜果園為試驗地點，屬於下水埔系玢質壤土 (Sp4) 為粘板岩質砂礫沉積而成之排水優良石礫土。而試驗苗木為台農二號組織培養苗，接種叢枝菌根菌 5 種菌種混合 (*Entrophospora kentinensis*、*Glomus spurcum*、*G. intraradices*、*G. mosseae* 及 *G. etunicatum*)，每株苗木約接種 2g 孢子土 (68±16spores/g-soil)，

壁報論文

並在定植於田間前，逢機抽樣進行根片段染色，確認根系感染菌絲後，再將幼苗移入連作田中定植。本試驗苗木分為對照組及接種叢枝菌根菌 2 種處理，RCBD 設計 4 小區重複，每小區 20 株。試驗期間記錄木瓜生長特性（始花高度、苗高生長、開始採果高度等），及定植 3 週後進行木瓜幼苗移植存活率調查，並於雨季期間調查木瓜植株耐逆境情形等。

結果與討論

調查結果顯示：木瓜育苗期接種叢枝菌根菌確定感染並田間定植後 3 週，進行田間幼苗移植存活率調查。接種處理移植存活率達 100%，而未接種之對照組移植存活率僅有 85.8±12.4% 顯示接種處理，能有效提升幼苗移植存活率 14.2%。令於試驗期間，試驗田附近連續 10 天之降雨量達 1009.5mm（中央氣象局，2012），經 3 週後，進行田間木瓜植株存活率調查，發現接種處理（77.0±8.6%）與對照組（72.9±7.3%）2 種處理間，接種處理雖有較佳之苗木存活率表現，但差異並不顯著。

表 1. 木瓜作物進行不同接種處理初期果實生長性狀調查（數值為 12 重複平均值）

處理	開始採 收天數	始花高度 (cm)	開始採果 株高 (cm)	果長 (cm)	果寬 (cm)	果重 (cm)	可溶性固 形物 ^a Brix
對照組	190±4 ^a	66.8±1.4 [*]	193.3±5.2	22.7±1.4	9.7±1.00	802.2±121.9	13.8±0.66
接種組	177±3 ^b	65.6±1.6	184.5±3.9	22.6±0.7	9.8±0.58	808.3±48.2	13.9±0.85

*Mean±SE; 同列英文字母不同表示，差異顯著 (p≤0.05)，無標列英文字母表示差異不顯著。

在木瓜初期果實生育性狀方面，調查結果顯示（表 1），接種叢枝菌根菌之處理組，木瓜在始花高度及開始採果株高表現上，相對位置均比對照組低，且在開始採收木瓜天數上，時間較短，約可提早對照組 13 天，顯示接種 AMF 處理能有效促進木瓜作物提早開花及採收，但在果實初期性狀表現上，並無顯著之差異。

參考文獻

- 中央氣象局. 2012. 農業氣象旬報。59 (17) : 1-4.
- 王均琍、陳昭榮. 1998. 木瓜接種叢枝菌根菌對生長與產量之影響。土壤與環境。1 (1) :61~71。
- 王德男. 1995. 番木瓜。農家要覽。p.109-116. 農委會/豐年社。
- 李文立. 2009 木瓜栽培管理手冊。農業試所特刊140號。83頁。
- 吳繼光、林素禎 1998 囊叢枝內生菌根菌應用技術手冊。台灣省農業試驗所印行。pp.232。

壁報論文

土壤可溶性有機質與 Fe(III)形成共沉澱結構及其對 Cr(VI)的還原作用 Cr(VI) Reduction Induced by Co-Precipitates of Dissolved Organic Matter and Fe(III)

Kai-Yue Chen (陳楷岳)¹, Yu-Ting Liu (劉雨庭)², and Yu-Min Tzou (鄒裕民)^{1,*}

¹Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan

²Department of Environmental Science and Engineering, Tunghai University, Taichung, Taiwan

*E-mail: ymtzou@dragon.nchu.edu.tw

Abstract

In soil and environmental systems, dissolved organic matter (DOM) shows the promise to modify surface properties of soil minerals. In addition, the coprecipitation of DOM and metals that released from soil minerals may affect the mobility and bioavailability of the associated organic molecular and inorganic elements. In this study, we aimed to determine the retention mechanisms of Cr(VI) on DOM/Fe coprecipitates to understand how organic/metal coprecipitates fix Cr in natural environments. The coprecipitates were synthesized by adding Fe(III) to two types of DOM - Changhua (CHA) and Yangminshan (YS) collected in Taiwan - at pH 4.5. After incubated for 1 h, Cr(VI) was added to individual coprecipitates and reacted for another 12 h. Results showed that in terms of Cr(VI) reduction, there were 42% of Cr(VI) reduced to Cr(III) while reacted with YS/Fe co-precipitates, but only 15% of reduction was found in the CHA/Fe systems. X-ray absorption spectroscopy (XAS) was used to determine the local structure transformation of these DOM-Fe co-precipitates. Fe-EXAFS results indicated that Cr(VI) could affect Fe oxides structures in YS Fe/Cr(VI)/DOM co-precipitates but no obvious structures changes in CHA/Fe/Cr(VI)/DOM co-precipitates. Cr-XAS results indicated that Cr(VI) reduced to Cr(III) after it reacted with Fe/DOM co-precipitates. Cr-XANES-LCF results also showed that Cr(VI) entered YS DOM/Fe(III) co-precipitates were attributed Cr-Fe(III). However, Cr(VI) entered CHA DOM/Fe(III) co-precipitates were attributed Cr(III)-humic acids.

Keywords: DOM, Fe(III), Cr(VI), coprecipitate, reduction

Introduction

Chromium is a pollutant commonly found in the environment due to inappropriate handlings and treatments of Cr-containing wastes from various industrial activities. Cr(VI) and Cr(III) are two major oxidation state of chromium existing in the ecosystems. Because Cr(VI) is a toxic and carcinogenic chemical with high mobility in soils, the conversions of Cr(VI) to less toxic Cr(III) by natural materials, such as dissolved organic matter (DOM), are an important process of eliminating its hazard or organisms. The DOM exists widely in the environments. The interactions of DOM with soil

壁報論文

minerals are a common process, which can modify the surface properties of soil minerals and control the reactions occurred in the interfaces of solutions and soil colloids. The DOM can also bind ferric ions (Fe(III)) and form stable co-precipitates in a slight acidic solution, and the nano-size co-precipitates may serve as a carrier controlling the mobility and bioavailability of environmental inorganic pollutant of Cr(VI). However, the structural change and the reactivity of Fe/DOM co-precipitates upon reaction with Cr(VI) receive less scientific attentions.

Experiments

1. Soil samples were collected by Changhua (CHA) and Yangminshan (YS) peat soils of Taiwan. CHA soil bears higher organic matter contents than that of YS soil, but the Fe contents in YS soil are higher than that of CHA soil. De-ionized water was used to extract DOMs from the two soils, followed by passing the solutions through a 0.45 μm-pore size membrane filter.
2. DOM/Fe co-precipitates were prepared by adding 1 mM Fe(III) to the DOM at pH 4.5 and reacted for 1 h. Interactions of 0.2 mM Cr(VI) with the co-precipitates were then conducted for another 24 h.
3. A portion of the DOM/Fe co-precipitates and Cr-containing DOM/Fe co-precipitated were analyzed by using XAS technique to study the speciation and coordination environments of Fe and Cr.

Results

Fig 1. The kinetic experiment of two DOM/Fe co-precipitates react with Cr(VI).

Fig 2. Magnitude of Fourier transformed Fe K-edge $k^3 \chi(k)$ data for YS and CHA co-precipitated with Fe(III) and reacted with Cr(VI) at pH 4.5.

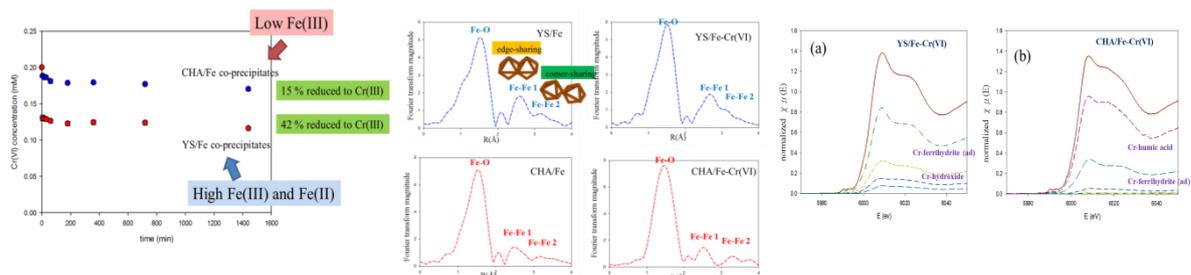


Fig 3. Linear combination fitting of normalized Cr K-edge XANES spectra for (a) YS/Fe and (b) CHA/Fe co-precipitates reacted with Cr(VI) at pH 4.5.

Reference

Karlsson, T. and P. Persson. 2012. Complexes with aquatic organic matter suppress hydrolysis and precipitation of Fe(III). *Chem. Geol.* 322–323:19–27.
 Liu, Y.T. and D. Hesterberg. 2011. Phosphate bonding noncrystalline Al/Fe-hydroxide coprecipitates. *Environ. Sci. Technol.* 45:6283-6289.

壁報論文

臺灣嘉義地區季節性變化之地下水層中砷之氧化還原與機制 The Mechanism of Arsenic Seasonal Change in Groundwater in Chiayi County Taiwan

林宜*、李俊錡、王尚禮

臺灣大學農業化學系

*E-mail: r02623001@ntu.edu.tw

摘要

在臺灣嘉南平原地區因天然地質因素之影響，使得該地區之地下水層中含有高濃度的重金屬砷 (Arsenic, As)，由於砷對於人體會造成不可逆的傷害，因此曾一度引起社會關切。地下水面季節性之變動可能伴隨著氧化還原反應之發生，並進一步影響砷之移動性。本篇研究目的為研究嘉南平原地區之地下水層砷之移動性。在採樣深度 50- 70 公尺的範圍內，豐水期與枯水期之總砷濃度皆相對較高，硫化物濃度值較低， Fe^{2+} 對於總鐵濃度的貢獻減少，可能原因為 Fe^{2+} 與 H_2S 反應後，產生 FeS 之沉澱，造成水中二價鐵與硫化物的濃度降低 ($\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{FeS}_{(s)} + 2\text{H}^+$)。FeS 的產生，造成岩芯礦物相的轉變，進一步造成砷從岩芯釋出而進入水體，使得地下水中的砷濃度相對其他深度高，且 pH 值相對較低。

關鍵詞：砷 (Arsenic)、砷移動性 (Arsenic Mobility)、X 光吸收近緣結構 (XANES)、延伸 X 光吸收細微結構 (EXAFS)

前言

砷是一種廣泛存在地殼中的自然元素之一，對於人體具有高毒性及致癌性。臺灣嘉南平原地區之農用水源大多取自於地下水，而砷為地下水中常見之有害物質，因此瞭解地層中砷如何釋出進入水體之機制是很重要的，希望藉由此研究瞭解岩芯及地下水中砷物種之比例，進一步觀察砷與鐵、硫、錳之間交互作用以及砷之移動性。

材料與方法

(一) 監測井水樣測定

監測井叢設置地點在嘉義縣溪口鄉上崙段 206-1 地號上，依照地下水水質監測井設置作業原則，共設置五口不同深度之監測井叢，井深分別為 10 公尺、20 公尺、30 公尺、40 公尺以及 80 公尺。採樣時間分為枯水期及豐水期，水樣取至於 10-11 個不同深度之採樣點。水樣經由過濾管線抽進厭氧手套袋 (充氮氣) 內，直接進樣於事先裝 1mL 1M H_3PO_4 保存劑的 100 mL 棕色瓶中，裝滿後密封，並避光冷藏 4°C 保存。現場測定水樣 pH 與 Eh，並以比色法測定鐵與硫化物之濃度。經樣品前處理後，利用 ICP-MS 測定水樣總砷濃度，

壁報論文

HPLC-ICP-MS 測定砷物種濃度。

(二) 岩芯測定

採樣深度從 0.5 公尺到 77.5 公尺，分為 20 層。針對不同深度之岩芯分析其總砷、砷物種含量，利用 X 光吸收光譜 (X-ray absorption spectroscopy, XAS) 及 X 光繞射儀 (XRD) 測定其中砷礦物的組成。

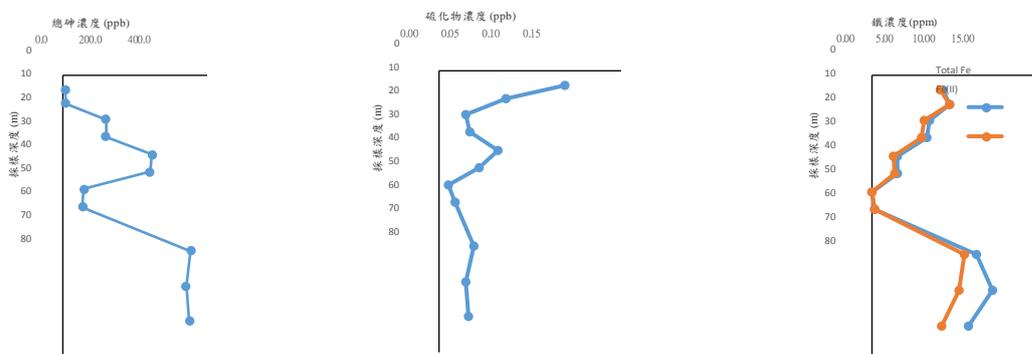
結果與討論

(一) 監測井地下水分析

以取樣深度 27.5 公尺為分界，27.5 公尺以上之豐水期地下水總砷濃度較枯水期之總砷濃度高，27.5 公尺以下之總砷濃度則反之。水樣中之總砷濃度大多由 As(III) 所貢獻；總鐵濃度大部分由 Fe^{2+} 貢獻。在採樣深度 50-70 公尺的範圍內，豐水期與枯水期之總砷濃度皆相對較高，硫化物濃度值較低， Fe^{2+} 對於總鐵濃度的貢獻減少，可能原因為 Fe^{2+} 與 H_2S 反應後，產生 FeS 之沉澱，造成水中二價鐵與硫化物的濃度降低 ($\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{FeS}_{(s)} + 2\text{H}^+$)。FeS 的產生，造成岩芯礦物相的轉變，進一步造成砷從岩芯釋出而進入水體，使得地下水中的砷濃度相對其他深度高，且 pH 值相對較低。

(二) 岩芯分析

經 XRD 分析後，岩芯中存在大量的石英、長石和雲母，但沒有接近的含砷礦物相存在。岩芯中砷物種含量以 As(V) 的比例較高，與水體中砷物種之比例恰好相反，可能原因為岩芯由 As(V) 礦物所組成，或岩芯表面帶負電，容易吸附水體中的 As(V)。



參考文獻

Edward D. Burton, Scott G. Johnston, Peter Kraal, Richard T. Bush, and Salirian Claff. Sulfate Availability Drives Divergent Evolution of Arsenic Speciation during Microbially Mediated Reductive Transformation of Schwertmannite. Environ. Sci. Technol. 2013, 47, 2221-2229.

壁報論文

重金屬污染土壤接種 *Aspergillus niger* 對重金屬之移除能力
The removal of heavy metals of polluted soils by inoculating
Aspergillus niger

魏庭竹、黃裕銘*、楊津銘

中興大學土壤環境科學系

*E-mail: ymhwang@dragon.nchu.edu.tw

摘要

在台灣及世界各地，許多可耕地受到重金屬污染，採用本研究室所篩選產具產酸能力的 *Aspergillus niger* (An) 以及 887F1(F)，經添加糖及孵育後測定其重金屬移除比率。結果顯示絕對移除率在添加 5% 蔗糖及 An 可以去除銅、鉻、鎳、鋅各 157.80%、11.61%、26.38%、22.10%；添加 10% 蔗糖及 An 可以去除銅、鉻、鎳、鋅各 193.44%、23.06%、33.85%、36.69%；添加 5% 蔗糖及 F 可以去除銅、鉻、鎳、鋅各 147.20%、14.23%、29.61%、39.85%；添加 10% 蔗糖及 F 可以去除銅、鉻、鎳、鋅各 140.65%、14.39%、33.03%、35.99%，相對對照組移除率在添加 5% 蔗糖及 An 可以去除銅、鉻、鎳、鋅各 51.92%、4.44%、4.97%、3.56%；添加 10% 蔗糖及 An 可以去除銅、鉻、鎳、鋅各 43.17%、12.86%、6.53%、4.11%；添加 5% 蔗糖及 F 可以去除銅、鉻、鎳、鋅各 41.31%、7.06%、8.20%、21.31%；添加 10% 蔗糖及 F 可以去除銅、鉻、鎳、鋅各 -9.61%、4.19%、5.71%、3.42%。此研究顯示利用真菌可以短時間移除大量土壤中重金屬鋅。

關鍵詞：重金屬、微生物、生物復育。

前言

近代工業快速的發展，產生了許多重金屬的污染，使可耕地越來越少，因此，重金屬污染土壤之整治即成為重要的課題，目前常用的重金屬污染土壤整治法如客土排土法、淋(酸)洗法以及植生復育法；但常需耗費較多時間及費用，因此，本篇論文之目的在於探討添加可產生有機酸之微生物以及菌絲之微生物於受重金屬污染之土壤中，觀察其產酸以及生物性吸附對於土壤中重金屬移除之影響。

材料方法

土壤來源為彰化市荊桐段地號 No.887，磨碎以 2mm 不鏽鋼篩網過篩，保存於塑膠袋備用。菌種為可溶骨粉磷之 *Aspergillus niger* (An)，以及由污染土壤中所篩選出之相似真菌菌種 887F1(F)。土壤分別接種 An 及 F，添加 5%、10% 蔗糖，在室溫下孵育七天土壤 pH、菌絲之生成量及銅、鉻、鎳、鋅之溶出量。

結果與討論

表 1、地號 No. 887 之土壤基本性質

pH(1:1)	Cu (mg / kg)	Cr (mg / kg)	Ni(mg / kg)	Zn(mg / kg)
6.73	217	347	424	2154.7

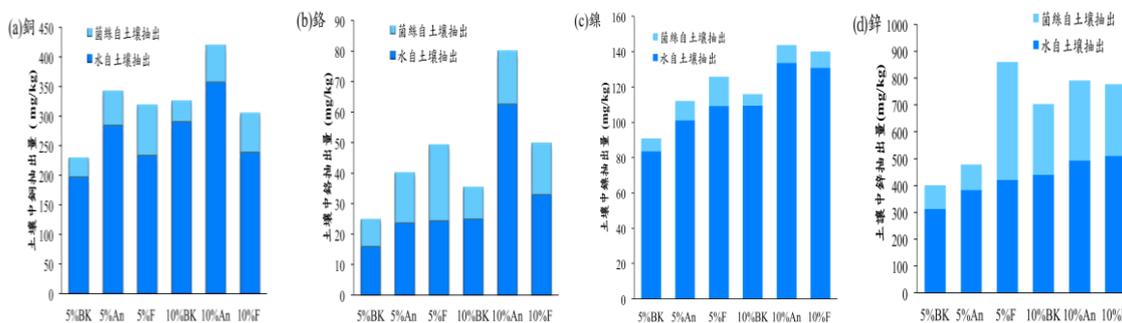
壁報論文

表 2、接種 *Aspergillus niger* (An)及 887F1 (F)於不同蔗糖添加濃度之 887 號土壤經七日孵育後對土壤 pH 之影響及對菌絲產量之影響

處理	pH		菌絲乾重(g)	
	5% 蔗糖	10% 蔗糖	5% 蔗糖	10% 蔗糖
BK	4.43 ± 0.18	4.23 ± 0.03	0.11 ± 0.02	0.15 ± 0.01
An	4.24 ± 0.10	4.08 ± 0.36	0.24 ± 0.03	0.29 ± 0.07
F	4.45 ± 0.02	4.19 ± 0.02	0.34 ± 0.11	0.26 ± 0.04

由表 1 及表 2 的比較可以發現，經由微生物處理後，土壤的 pH 值下降，表示微生物具有產酸能力；由表 2 中可發現，添加 10%的蔗糖，可以增加微生物菌絲的生質量。

圖 1、不同處理下，對(a)銅、(b)鉻、(c)鎳、(d)鋅抽出量



在圖 1 中，絕對移除率在添加 5% 蔗糖及 An 可以去除銅、鉻、鎳、鋅各 157.80%、11.61%、26.38%、22.10%；添加 10% 蔗糖及 An 可以去除銅、鉻、鎳、鋅各 193.44%、23.06%、33.85%、36.69%；添加 5% 蔗糖及 F 可以去除銅、鉻、鎳、鋅各 147.20%、14.23%、29.61%、39.85%；添加 10% 蔗糖及 F 可以去除銅、鉻、鎳、鋅各 140.65%、14.39%、33.03%、35.99%，相對對照組移除率在添加 5% 蔗糖及 An 可以去除銅、鉻、鎳、鋅各 51.92%、4.44%、4.97%、3.56%；添加 10% 蔗糖及 An 可以去除銅、鉻、鎳、鋅各 43.17%、12.86%、6.53%、4.11%；添加 5% 蔗糖及 F 可以去除銅、鉻、鎳、鋅各 41.31%、7.06%、8.20%、21.31%；添加 10% 蔗糖及 F 可以去除銅、鉻、鎳、鋅各 -9.61%、4.19%、5.71%、3.42%。由表 2 可得知，隨糖加入的比例增加，pH 值下降幅度較明顯；而在菌絲生質量的部分，因為營養源豐富，所以微生物的生長較好，因此，相對於重金屬藉菌絲移除量亦增加，且 pH 值下降，增加了重金屬於土壤中之移動性；而在水抽出部分，隨著糖添加量的增加，水的重金屬抽出量也跟著增加。在菌種處理差異部分，由表 2 菌絲生長量部分可以看到，F 是篩選自 887 土壤，因此相較於 An 有較佳的生長量，因此在重金屬總抽出量部分，除銅外，在大多數重金屬中，F 抽出量大於 An，而菌絲移除量的部分，經 F 處理大於 An 處理，也是由於 F 為原生菌，耐重金屬性較佳而得。

參考文獻

楊津銘，2013，接種微生物於重金屬污染土壤對於重金屬移除之可行性評估，中興大學土壤環境科學系碩士論文。

壁報論文

綜合農耕技術與微生物菌劑在香蕉黃葉病防治之應用
Integrated application of farming techniques and microbial agents in
the control of banana *Fusarium* wilt

林素禎^{1,*}、王朝儀¹、蘇慶昌²

¹行政院農業委員會農業試驗所 ²台灣香蕉研究所

*E-mail: linmay@tari.gov.tw

摘要

香蕉黃葉病 (*Fusarium* wilt) 是目前影響台灣香蕉產業發展之最大限制因子之一。本研究利用綜合農耕技術(浸水、土壤營養調控及接種拮抗微生物)，並種植忌避作物—韭菜，期能降低香蕉黃葉病之發病率。本研究在香蕉研究所設立試驗田區，田間試驗前先分析土壤理化性質，瞭解土壤養份狀況。試驗中所使用之香蕉組織培養苗由台灣香蕉研究所提供，品種為台蕉5號 [*Musa acuminata* Colla (Cavendish Group) cv. 'Tai Chiao No. 5']。定期調查香蕉黃葉病發病率。試驗結果顯示：綜合農耕技術處理土壤並種植韭菜之香蕉其黃葉病發病率(20%)明顯 ($P < 0.05$) 比對照組(63%)低。本試驗所使用之綜合農耕技術並間作韭菜可降低香蕉黃葉病發病率 43%。

前言

香蕉是本省重要經濟果樹，外銷到日本市場約有百年之歷史。農業統計年報民國93年到102年資料顯示，全台灣香蕉栽培面積為10,184–14,072公頃，產區主要集中於屏東縣、南投縣、嘉義縣與高雄市等地。香蕉黃葉病又稱巴拿馬病或鏽孢菌萎凋病，1967年首次出現在屏東縣佳冬地區，由於當時未能立即採取隔離及撲滅措施，1980年期間已由南台灣擴及台蕉所有主產區，在2002年期間香蕉受黃葉病波及者達四千多公頃 (Hwang 2002)，當年全省種植面積為10,353公頃，台灣香蕉產業受到嚴重威脅。

材料與方法

試驗田區與試驗處理：本試驗在台灣香蕉研究所病園田區進行。試驗處理有4種，(1)對照組，即農民慣行組；(2)種植韭菜組：香蕉定植前田間操作與對照組一樣，定植時在香蕉周圍種植韭菜。(3)綜合農耕技術處理組：香蕉定植前先處理土壤，定植後調控土壤養分，並定期澆灌拮抗菌(*Streptomyces* sp.)，菌種密度為 1.7×10^6 cfu/ml，每株香蕉施用量為1000ml。(4)綜合農耕技術處理並種植韭菜組：香蕉定植前後田間操作與綜合農耕技術處理組一樣，定植時在香蕉周圍種植韭菜。每處理3重複(3個畦)，每重複各種植10株，共計120株。試驗區肥料之施用量、施肥時期與分配率依照「作物施肥手冊」進行。

土壤理化性質分析：採集土壤先風乾過篩後進行土壤理化性質分析，包括土壤pH值、EC值、質地、有機質、有效性氮、磷、鉀、鈣、鎂、鐵、錳、銅、鋅、鉬等。

生育調查：香蕉移植田間後定期調查株高。

壁報論文

病害調查：香蕉移植田間 60 天後定期調查黃葉病發病率。香蕉黃葉病發病率之判定標準如下：香蕉葉片黃化且假莖維管束褐化判定為發病，發病率 (%) = 發病株數 ÷ 總株數 × 100。

資料統計與分析：上述資料利用 SAS 套裝統計分析軟體先進行變方分析，若處理效應顯著 (P < 0.05)，則再利用最小顯著性差異測驗以比較各處理平均值間之差異性。

結果與討論

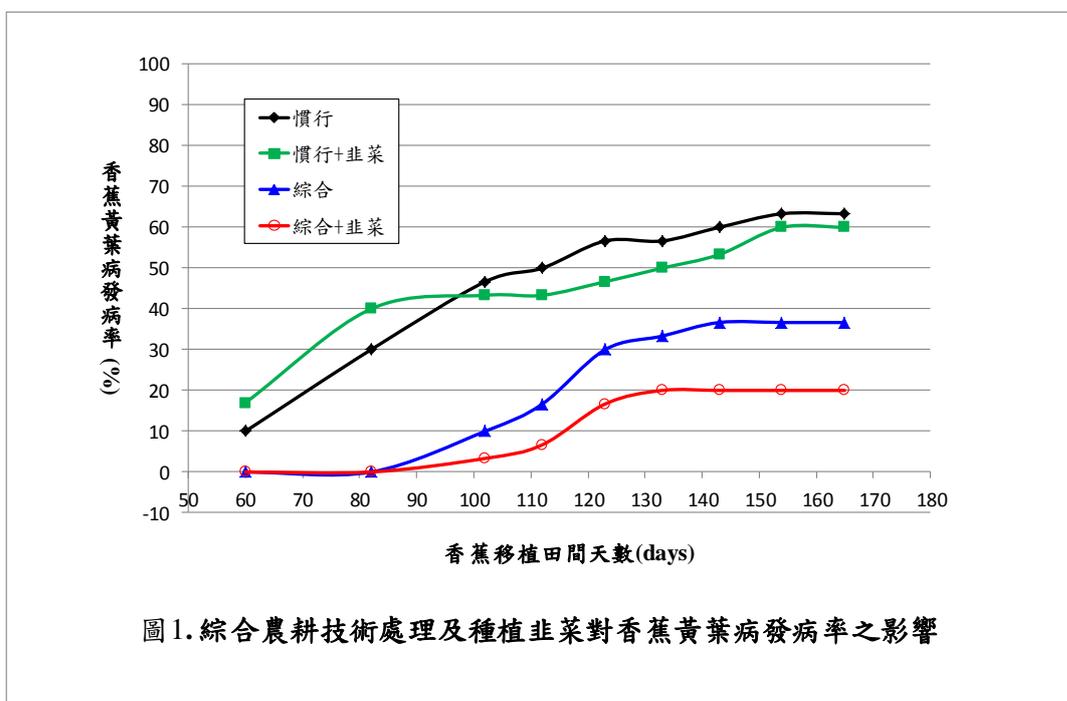
香蕉在定植 165 天後調查株高，綜合農耕技術處理並種植韭菜組之香蕉其株高最高 201cm，明顯比對照組(178cm)高 23cm，其次為綜合農耕技術處理組之香蕉株高為 193cm，土壤未處理而間作韭菜組之香蕉株高為 168cm。

香蕉在定植 165 天後調查黃葉病發病率，綜合農耕技術處理並間作韭菜組其黃葉病發病率最低 20%，明顯比對照組(63%)低 43%，其次為綜合農耕技術處理組之香蕉發病率為 37%，土壤未處理而間作韭菜組之香蕉發病率為 60%。

試驗結果顯示：土壤經綜合農耕技術處理後，可降低香蕉黃葉病的發病率，若土壤未處理而間作韭菜則無法明顯降低黃葉病的發病率。試驗中拮抗微生物使用量受限於實驗室設備產能，並未隨著香蕉生長而增加用量，拮抗微生物的量產技術將是我們下一個要探討與努力的目標。

參考文獻

- Alabouvette, C. 1986. *Fusarium*-wilt suppressive soils from the Châteaurenard region: review of a 10-year study. *Agronomie* 6:273–284.
- Höper, H., C. Steinberg, and C. Alabouvette. 1995. Involvement of clay type and pH in the mechanisms of soil suppressiveness to *Fusarium* wilt of flax. *Soil Biol. Biochem.* 27:955–967.



壁報論文

桔梗根圈與內生細菌之分離及基因型分析

Isolation and genotyping of rhizospheric and endophytic bacteria from Balloon flower (*Platycodon grandiflorum*) roots

Cong-Min Huang (黃聰閔)、Fo-Ting Shen (沈佛亭)*、Chiu-Chung Young (楊秋忠)

Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University

*E-mail: ftshen@dragon.nchu.edu.tw

Abstract

Soil microbes may serve as biofertilizers or biocontrol agents and used in organic farming. Explorations of beneficial bacteria not only promote plant growth but maintain soil quality through various ways. We have attempted to perform isolation and genotyping of rhizospheric and endophytic bacteria from Balloon flower (*Platycodon grandiflorum*) roots. Samples were collected either from rhizosphere or interior of roots and used for bacterial isolation. Genotyping of these isolates were conducted based on their 16S rDNA sequence analyses. Isolates belonging to a variety of genera were obtained from rhizosphere, while the genus *Burkholderia* was dominant. Endophytic populations were quite distinct from bacteria inhabiting rhizosphere, demonstrating their unique invading behavior or under natural selection by their plant host.

Keywords: rhizospheric bacteria, endophytic bacteria, Balloon flower.

Introduction

Interactions between bacteria and plants are complicated in rhizosphere, which led to the formation of unique microbial community structure and adaptation for plants. Many rhizospheric bacteria may promote plant growth through providing available nutrients or hormones to plants, but some are detrimental to their hosts. The present study was undertaken to study bacteria associated with a medicinal plant namely Balloon flower, which is a useful remedy for asthma in East Asia.

Materials and methods

Soils from rhizosphere and root samples of Balloon flower were collected separately. Rhizospheric bacteria were isolated directly by serial dilution-plating method while endophytic bacteria were obtained after surface sterilization and disruption of roots. Three cultural media commonly used for isolation of total bacteria (NA), nitrogen fixing bacteria (NFB) and phosphate solubilizing bacteria (PSB) were used. Bacterial identification was carried out based on 16S rDNA sequence analysis.

壁報論文

Results and discussion

A total of nine species which belonged to genera *Bacillus*, *Burkholderia*, *Chromobacterium*, *Leifsonia*, and *Rhizobium* were obtained from rhizosphere of Balloon flower (Table 1). Five species affiliated with *Bacillus*, *Burkholderia*, *Klebsiella*, *Pantoea* were found inside roots. The endophytic isolates were distinct from bacteria inhabiting rhizosphere. Bacteria which showed nitrogen fixing or phosphate solubilizing activities may serve as biofertilizers and will be studied in more details in a near future.

Table 1. Identification of bacteria isolated from the present study.

Isolate	The most closely related species	Identity	Isolation medium
Rhizospheric bacteria			
N6	<i>Bacillus niacin</i> IFO 15566 ^T	99.73%	NA
NF1	<i>Burkholderia dabaoshanensis</i> GIMN1.004 ^T	99.06%	NFB
N4	<i>Burkholderia heleia</i> SA41 ^T	100%	NA
N13	<i>Burkholderia sacchari</i> IPT101 ^T	98.95%	NA
NF10	<i>Burkholderia thailandensis</i> E264 ^T	98.22%	NFB
N1	<i>Chromobacterium violaceum</i> ATCC 12472 ^T	99.87%	NA
NF8	<i>Leifsonia shinshuensis</i> JCM 10591 ^T	99.22%	NFB
N7	<i>Rhizobium freirei</i> PRF81 ^T	100%	NA
NF2	<i>Rhizobium lusitanum</i> P1-7 ^T	99.87%	NFB
Endophytic bacteria			
IN1	<i>Bacillus thuringiensis</i> ATCC 10792 ^T	100%	NA
IN2	<i>Burkholderia cenocepacia</i> J2315 ^T	99.87%	NA/NFB/PSB
IN3	<i>Burkholderia cepacia</i> ATCC 25416 ^T	99.87%	NA/PSB
INF5	<i>Klebsiella variicola</i> F2R9 ^T	99.35%	NFB
IN4	<i>Pantoea dispersa</i> LMG 2603 ^T	100%	NA/NFB/PSB

Reference

- Chi, F., S.H. Shen, H.P. Cheng, Y.X. Jing, Y.G. Yanni, and F.B. Dazzo. 2005. Ascending migration of endophytic rhizobia, from roots to leaves, inside rice plants and assessment of benefits to rice growth physiology. *Appl. Environ. Microbiol.* 71:7271-7278.
- Sessitsch, A., B. Reiter, and G. Berg. 2004. Endophytic bacterial communities of field-grown potato plants and their plant-growth-promoting and antagonistic abilities. *Can. J. Microbiol.* 50:239-249.

壁報論文

戈登氏菌屬生成生物界面活性劑之潛力探討
Biosurfactant producing potential of *Gordonia* spp.

沈佛亭*、王郁甯、周于盟、楊秋忠、彭聖宸

中興大學土壤環境科學系

*E-mail: ftshen@dragon.nchu.edu.tw

摘要

本研究旨在解析戈登氏菌屬放線菌之生物界面活性劑生合成機制，針對不同菌種在生物界面活性劑生成之基因型及表現型進行探討，以開發可應用於生物復育上之多功能微生物製劑。研究中自己定序完成之不同菌種基因體序列中搜尋與 trehalose、mycolic acid 生合成相關基因後進行分析，再利用特定碳源培養微生物後分析培養液之表面張力變化，以得知各菌種在生物界面活性劑生成上之能力。研究結果顯示與生物界面活性劑 trehalose 合成相關基因 *treY*、*treZ*、TPS 基因與 TPP 基因分別位於戈登氏菌屬放線菌基因體中的兩個合成路徑，各基因及其胺基酸序列在菌種間差異程度最大的是 *treY*，其次依序為 TPP 基因、*treZ* 與 TPS 基因，均高於 16S rRNA 基因之變異。大部分測試菌種在以正十六烷或柴油作為碳源的培養基中均可降低培養液表面張力，但去除菌體之濾液則無上述特性，顯示戈登氏菌屬放線菌之細胞表面特性與界面活化有關。目前已完成戈登氏菌屬放線菌內不同菌種中生合成序列解析及遺傳變異研究，未來將持續探討不同菌種在生合成路徑中相關結構基因及調控機制，有助於戈登氏菌屬放線菌在環境上之應用。

關鍵詞：戈登氏菌屬、生物界面活性劑、生物復育。

前言

環境生物復育是近年來逐漸受到重視的課題，如何利用具有多功能之微生物菌種快速降解土壤或水體環境中的有機污染物，已成為目前主要的研究方向。戈登氏菌屬放線菌具有分解脂肪族及芳香族碳氫化合物的能力、在環境中穩定存在、細胞壁含有可與油類物質親合的黴菌酸成分、可產生界面活性劑等特徵，是可應用於污染場址整治上極佳的目標微生物。本研究即在利用基因型與表現型分析開發具生成生物界面活性劑潛力之戈登氏菌屬放線菌。

材料與方法

研究中首先自 NCBI GenBank 與 UniProt Knowledgebase (Swiss-Prot and TrEMBL) 搜尋戈登氏菌屬放線菌之界面活性劑 trehalose lipid 與 mycolic acid 合成相關基因序列，分別利用 CLUSTAL_X 1.83 程式進行多序列比對，並以 Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) version 5 程式進行各菌種序列之群叢分

壁報論文

析，根據各基因重建之種系發生樹解析不同戈登氏菌屬放線菌之親緣關係，並了解各基因在菌種鑑別上之能力。此外以 MegAlign (DNASTAR Inc., Madison, WI, USA) 程式分析目標基因在不同菌種間之基因保留區域及變異區域，並探討各基因在戈登氏菌屬放線菌內不同菌種間之基因多樣性，以了解不同菌種在生物界面活性劑合成上之潛力。在戈登氏菌屬放線菌內不同菌種培養液之表面張力分析中，將試驗菌株分別接種至含正十六烷或柴油為唯一碳源之無機鹽培養基中進行孵育，經三至六天培養後進行取樣，利用表面張力計測定培養液或去除菌體濾液之表面張力。

結果與討論

研究結果顯示與生物界面活性劑 trehalose 合成相關基因 *treY*、*treZ*、TPS 基因與 TPP 基因在不同菌種間之核苷酸序列相似度分別介於 33.8% 至 90.7%、38.1% 至 93.2%、36% 至 93.3%、33.8% 至 89.6% 之間，而 TreY、TreZ、TPS 與 TPP 在不同菌種間之胺基酸序列相似度則分別介於 42.9% 至 91.2%、61.6% 至 95.1%、62.7% 至 98.7%、52% 至 91.5% 之間。與 mycolic acid 合成相關的 *pks13* 基因，在不同菌種間其核苷酸序列相似度介於 41.3% 至 94.1% 之間、Pks13 胺基酸序列相似度介於 75.9% 至 96.5% 之間。以上述合成相關基因之胺基酸序列重建之戈登氏菌屬放線菌種系發生樹，均與 16S rRNA 基因序列重建之種系發生群叢分析結果相似。將不同菌種分別接種於含正十六烷或柴油之培養基，經培養後測定各培養液中的表面張力，結果顯示以脂肪族碳氫化合物正十六烷作為培養基中的唯一碳源，經培養後以 *Gordonia desulfuricans* DSM 44462 菌株表現最佳，於 96 小時培養後可使培養液之表面張力由對照組的 67 dyne cm⁻² 下降至 27 dyne cm⁻²。其他測試菌株如 *Gordonia paraffinivorans* DSM 44604 與 *Gordonia cholesterolivorans* DSM 45229 之培養液表面張力亦下降至約 35 dyne cm⁻²，顯示許多戈登氏菌屬放線菌在以正十六烷作為碳源的培養基中可產生界面活性物質，提高正十六烷與水之親和性而達到利用基質之目的。以柴油作為培養基中的唯一碳源，經培養後以 *Gordonia namibiensis* DSM 44568 菌種表現最佳，於 72 小時培養後可使培養液之表面張力由對照組的 42 dyne cm⁻² 下降至 27 dyne cm⁻²，顯示戈登氏菌屬放線菌在以柴油作為碳源的培養基中亦可產生界面活性物質，有助於柴油之生物降解。

參考文獻

- Lee, M., M.K. Kim, I. Singleton, M. Goodfellow, and S.-T. Lee. 2006. Enhanced biodegradation of diesel oil by a newly identified *Rhodococcus baikonurensis* EN3 in the presence of mycolic acid. *J. Appl. Microbiol.* 100:325-333.
- Lin, T.C., C.C. Young, M.J. Ho, M.S. Yeh, J.L. Chou, Y.H. Wei, and J.S. Chang. 2005. Characterization of floating activity of indigenous diesel-assimilating bacterial isolates. *J. Biosci. Bioeng.* 99:466-472.

壁報論文

模擬土壤在不同鐵含量下對硫酸根還原及鎘有效性之影響
Influence of sulfate reduction on availability of Cadmium by different Iron(III) content in soil

張馨方、張傑誠、王尚禮*

臺灣大學農業化學系

*E-mail: Wangsl@ntu.edu.tw

摘要

本研究的目的是在於評估水田土壤鐵氧化還原序位對硫化鎘礦物的穩定性之影響。預期鐵(III)添加濃度差異，將改變土壤氧化還原的動態，進而影響系統中鐵與鎘物種的轉變，以及對植物的有效性。以四個不同 Fe (III)濃度的土壤微孵育溶液，並持續曝氣 14 天。於孵育第 1、2、3、5、7、9、11、14 天測量溶液 pH 值、Eh 值、鎘(II)、硫化鎘、鐵(II)、鐵(III)濃度的變化情形。研究結果顯示，在充足的鐵(III)源供應的條件下，限制硫酸根還原為硫離子的反應發生，而進一步影響鎘的有效性，導致鎘(II)以自由離子的形態存在，而非形成硫化鎘沈澱。本實驗為探討還原條件下鎘和鐵交互作用的機制，此結果將有助於水田鎘污染的防治。

材料與方法

(一) 供試土壤

本試驗將選用畜試所之土壤(表土 0 至 30 公分)。將採集的土壤風乾，磨碎後通過 10 mesh (2 mm)篩網，充分混合後保存於塑膠桶內備用。

(二) 土壤基本性質測定

利用玻璃電極法(McLean, 1982)測量土壤 pH 值、比重計法(Gee and Bauder, 1986)測定土壤質地。

(三) 供試鐵礦合成

取六水合氯化鐵 10g 於 1000ml 塑膠燒杯中，添加 1000ml 蒸餾水，並以 1N NaOH_(aq)將 pH 值調整至 12，以攪拌子持續攪拌 1 天。之後，將溶液以離心機(8,000×g)離心 10 分鐘，倒掉上清液，剩下的固體以冷凍乾燥法移除殘餘水分。

(四) 土壤浸水孵育實驗

秤取 10 g 土壤於 1000 ml 錐形瓶中，加入 10⁻⁴ M 硫酸鎘溶液 800 ml，再分別進行不同濃度之鐵(III)處理：添加鐵礦 0 g (0%)、0.040 g (0.5%)、0.160 g (2%)、0.400 g (5%)於溶液中。將錐形瓶置於手套袋中於是溫下浸水孵育 1、2、3、5、7、11、14 天，每個時間點二重複。取樣時以土壤濾水裝置(Lysimeter)

壁報論文

抽取水溶液 20ml，之後以 0.45 μ m 濾模過濾，測定濾液 pH 值，陰離子含量以及鎘、鐵濃度。利用 IC 分析陰離子濃度、ICP-MS 分析鎘以及鐵的總量，鎘離子選擇電極分析鎘離子濃度，二價鐵比色法分析鐵(II)濃度。為了防止溶液中鐵(III)沈澱，分析前先將樣品保存於 5% 硝酸中。土壤氧化還原電位的測定是將白金電極插入溶液中。測定時搭配 Ag/AgCl, 3M KCl 參考電極，於不同取樣時間點測定土壤的氧化還原電位。

結果與討論

土壤中鎘、鐵及陰離子的濃度

隨著浸水時間的推移，土壤溶液 pH 值逐漸上升，而氧化還原電位逐漸下降，浸水二天後趨於平衡。由於提供足夠的碳源 (額外添加 2% glucose)使微生物大量繁殖，且在沒有外來氧氣來源 (將樣品置於手套袋中)的條件下，更加速氧化還原電位下降的速率，進一步促使溶液中鐵的還原溶解。預期結果，不同鐵濃度處理的樣品，溶液中鐵(II)隨浸水時間增加均呈現增加的趨勢，而總鐵量幾乎都維持在其處理濃度下的範圍之內。鎘(II)以及總鎘量的變化。顯示，土壤溶液中鎘離子濃度隨浸水時間增加而逐漸降低，在較高鐵濃度處理的條件下，鎘離子的下降幅度則是較低的，以添加 5% 鐵(III)處理為例。Fiedler 等人 (2007)研究指出，在缺氧的條件下，土壤中微生物被迫使用較(氧氣)弱的電子接受者，於本系統中，氧氣之後，次強的電子接受者是鐵(III)，之後便是硫酸根的還原。由此可推測，在環境中有足夠鐵(III)源的供給下，會限制硫酸根的還原反應，而進一步影響鎘的有效性。

壁報論文

多時期 RADARSAT-2 對水稻判釋精確度之研究 The research of rice interpretation accuracy by multi temporal RADARSAT-2 images

許歆仁*、郭鴻裕、羅維伸、蘇倫平

行政院農業委員會農業試驗所

*E-mail: solarmax2000@gmail.com

水稻是台灣重要的糧食來源，因此水稻的種植面積與產量是糧食政策重要參考。本研究使用 2014 年 4 月 10 日到 6 月 1 日共 6 幅 RADARSAT-2 衛星的 C 波段合成孔徑雷達 (SAR) 的雲林縣影像，對 6 個不同時間點以及不同偏極化 (VV 和 VH) 影像進行分析，並以同時期雲林縣黃金廊道區域地真資料作為水稻田雷達波反射值的取樣區域，以及精確度判定的標準。SAR 成像不受氣候和晝夜影響，追蹤農作物不同生長期的雷達波強度變化時可取得時間上較為連貫的資料。水稻田因含水量較旱田高，雷達影像上和旱田有一定差異。本研究首先以決策樹分析法去除明顯非農作物區域，再以監督式分類法配合最大似然法演算法分離出可能是水稻田的區域。判釋結果可作為相關單位估算該期水稻產量的基礎。目前初步判釋水稻田的 Kappa 值已可達到 0.76，並且總體精度為 88%。而鄰近水稻田的建築物和畦田會因為角反射產生強烈反射雷達波而受干擾，影響水稻田分類精確度。

關鍵詞：遙測、合成孔徑雷達、水稻、RADARSAT-2。

前言

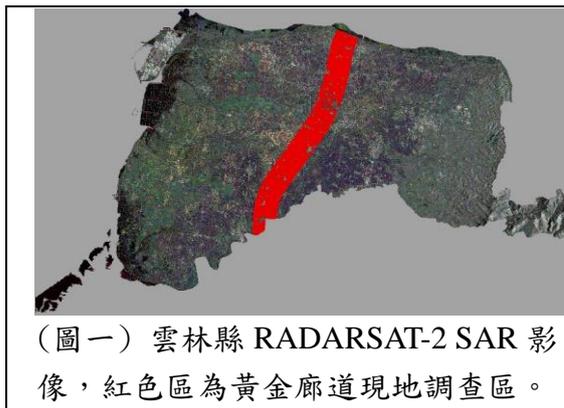
水稻是台灣的主要糧食作物之一，因此水稻的種植面積與產量可做為台灣的糧食政策重要參考資料。目前台灣水稻田判釋與產量估算常用衛星遙測或航照光學影像，但台灣的水稻生長期多雨且多雲，使光學影像應用受限。近年已有國家 (Mohan et al, 1992) 開始應用不受雲層與晝夜限制的合成孔徑雷達 (SAR) 進行水稻田判釋與產量估算，Kappa 值已可超過 0.8 (Zhang et al, 2009)。由於水田的雷達波反射狀況與旱田不同，可利用相關特徵判釋水稻田 (Le Toan et al, 1989)。水稻田從整地到收割期間，土壤含水量、水稻生長狀況等因素使雷達波的反射行為變化。前人研究顯示水稻田後向散射強度自插秧後開始上升，抽穗期為最高，之後小幅下降至收割前的成熟期 (Shao et al, 1997a)。本研究以 2014 年一期作期間 6 幅不同時期 SAR 衛星影像進行水稻判釋的研究，以表現水稻在不同生長期對雷達波反射變化，進而作為開發雷達判釋水稻種植區與產量估算有效方式的基礎。

研究原理與方法

壁報論文

本研究用雲林縣 2014 年 4 月 6 日、14 日、30 日、5 月 8 日、24 日和 6 月 1 日之 6 幅 VV-VH 雙偏極 C 波段 RADARSAT-2 衛星雷達影像。4 月 14 日、5 月 8 日、6 月 1 日為 Descending，其他日期為 Ascending。

本研究的 2014 年的現地調查資料區為雲林縣內高鐵沿線左右 3 km 的黃金廊道區域。分析流程為以決策樹分析法除去影像上建築物等非水稻區域，再配合現地資料選取訓練樣區，最後以監督式分類的最大似然法(Maximum Likelihood)進行水稻分類。



判釋結果

成果顯示水稻判釋 Kappa 值 0.76，總體精度 88% (表一)。比對地真資料，判釋錯誤主要原因與特定作物混淆、栽植時間不同、及強反射地物影響(如建築物)。

表一 2014 年雲林縣一期稻 RADARSAT-2 多時期影像分類判釋準確率

		地真資料			使用者精度	總體精度
		水稻田	非水稻田	總數		
分類結果	水稻田	10782	1664	12446	88.7%	88%
	非水稻田	1377	11555	12932	87.4%	
	總數	12159	13219	25378		Kappa 值
	生產者精度	86.6%	89.4%			0.76

結論與建議

本研究顯示，利用雷達影像進行水稻判釋的優勢為不受雲層遮蔽影響，因此可獲得作物生長的連續性資料，未來可利用於台灣全島水稻栽植面積判釋。但有畦田、建築物等地物會因角反射產生強烈雷達波，使鄰近的水稻田被干擾而影響分類精度，未來可考慮配合可見光衛星影像或利用影像處理方式進行解決。

參考文獻

Le toan, T., Laur, H., Mougin, E., et al. Multitemporal and dual-polarization observations of agricultural vegetation covers by X-band SAR images. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1989, 27(6): 709-718.

Mohan, S., Mehta, N. S., Mehta, R. L., et al. Scientific Note SAR/RCA/RSAG/SIR-C/SN/01/92. India: Space Application Centre, 1992: 31.

Shao, Y., Fan, X. T., Wang, C. Z., Liu, H. 1997a. Estimation rice growth stage using Radarsat data. Proc. IEEE IGRASS'97: 1430-1432.

Zhang, Yuan; Wang, Cuizhen; Wu, Jiaping; Qi, Jianguo; Salas, William. 2009. Mapping paddy rice with multitemporal ALOS/PALSAR imagery in southeast China. International Journal of Remote Sensing, Volume 30, Number 23, 2009, pp. 6301-6315(15)

壁報論文

**稻稈表面分離之新種微生物 *Rhizobium straminoryzae*
Rhizobium straminoryzae sp. nov., isolated from the surface of rice straw**

Shih-Yao Lin, Yi-Han Hsu, You-Cheng Liu, Mei-Hua Hung, Asif Hameed, Wei-An Lai, Wen-Shao Yen, and Chiu-Chung Young*, Ng Chin Sheng

Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University

* E-mail: ccyoung@mail.nchu.edu.tw

Abstract

An aerobic, Gram-stain-negative, rod-shaped bacterium, 3.2–3.5 mm long and 1.3–1.5 mm in diameter. designated strain CC-LY845^T, was isolated from the surface of rice straw in Taiwan. Cells were non-motile, and no flagellum was detected. Comparison of 16S rRNA gene sequences indicated that the strain was phylogenetically related to species of the genus *Rhizobium*. The temperature range for growth was 25–42 °C, the pH range was 5.0–9.0 and NaCl concentrations up to 4.0% (w/v) were tolerated. The major fatty acids were C_{16:0} and summed feature 8 (C_{18:1} ω7c / C_{18:1} ω6c). The DNA G+C content was 68.3±2.4 mol %. Base on its phylogenetic, phenotypic and chemotaxonomic features, strain CC-LY845^T is proposed to represent a novel species within the genus *Rhizobium*, for which the name *Rhizobium straminoryzae* sp. nov. is proposed.

Keywords: *Rhizobium*, physiological, phylogenetic.

Introduction

Members of the genus *Rhizobium* are traditionally considered as legume endosymbionts and have generally been isolated from nodules on leguminous plants. Large populations of rhizobia are found both in the bulk soil and in the rice (Peng et al., 2008). While investigating the bacterial diversity of the plant surface, a strain designated CC-LY845^T was isolated from rice straw.

Materials and methods

Physiological analysis

Growth was tested using yeast extractmannitol broth (YMB) at different temperature (4–50 °C) and pH 5 to 10. Salt tolerance was determined by cultivating the organism in YMB supplemented with NaCl at final concentrations of 0–5 %. Carbon source utilization patterns were determined by using the Biolog GN2 MicroPlate. The activities of various enzymes were determined by using the API ZYM system

壁報論文

(bioMérieux). For analysis of the DNA G+C content, DNA samples were prepared and degraded enzymically into nucleosides as described by Mesbah et al. (1989).

Phylogenetic Analysis

Phylogenetic analysis was performed with MEGA 6 software (Tamura et al., 2013) and phylogenetic trees based on 16S rRNA gene sequences were reconstructed with the neighbour-joining (Saitou & Nei, 1987), maximum-likelihood (Felsenstein, 1981) and were evaluated by bootstrap analyses (Felsenstein, 1985) after 1000 replications.

Cellular Fatty acid contents

For extraction of fatty acid methyl esters, strain CC-LY845^T and reference type strains were cultured simultaneously on NA for 48h at 30 °C. Harvested biomass was subjected to saponification, methylation and extraction.

Results

A comparison of the phenotypic properties of strain CC-LY845^T and the type strains of related species in the genus *Rhizobium*. Comparison of the 16S rRNA gene sequence of strain CC-LY845^T revealed the highest similarity to *R. pseudoryzae* KCTC 23294^T (97.6 %), *R. rhizoryzae* KCTC 23652^T (97.0 %) and *R. oryzae* LMG 24253^T (96.7 %); other strains showed lower levels of similarity (<96.6 %) to strain CCLY845^T. The major fatty acids in strain CC-LY845^T were C_{16:0} (9.0 %) and summed feature 8 (C_{18:1} ω7c / C_{18:1} ω6c; 68.0 %).

References

1. Felsenstein, J. (1981). Evolutionary trees from DNA sequences: a maximum likelihood approach. *J Mol Evol* 17, 368–376.
2. Felsenstein, J. (1985). Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution* 39, 783–791.
3. Mesbah, M., Premachandran, U. & Whitman, W. B. (1989). Precise measurement of the G+C content of deoxyribonucleic acid by highperformance liquid chromatography. *Int J Syst Bacteriol* 39, 159–167.
4. Peng, G. X., Yuan, Q. H., Li, H. X., Zhang, W. & Tan, Z. Y. (2008). *Rhizobium oryzae* sp. nov., isolated from the wild rice *Oryza alta*. *Int J Syst Evol Microbiol* 58, 2158–2163.
5. Saitou, N. & Nei, M. (1987). The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol Biol Evol* 4, 406–425.
6. Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipowski, A. & Kumar, S. (2013). MEGA6: molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. *Mol Biol Evol* 30, 2725–2729.