

從有機農業談生物防治

文・圖／吳文希（植物病理與微生物學系教授）

有機農業是現今國際間普遍重視的農業發展課題。人類自古至今持續遭受到糧食短缺的威脅，糧食短缺主係因耕作技術、土壤性質、作物品種的不良及病蟲害危害之故；人類為求生存，並欲改善生活品質，因而逐年針對影響作物生產及品質的因子，研討改善之道，於是化學肥料、農藥、機械化、以及現今引起世人爭議的以基因工程技術改造植物遺傳性質等發展，相繼問世；可惜的是生產者為一味地追求生產結果時，大量使用化學肥料及農藥，因而造成生態失衡、土壤劣化、病原微生物及害蟲的抗藥性、及消費者身心健康受損；尤其於1962年 Rachel Carson 女士所著之《寧靜的春天》問世後，更是喚起世人對農藥的重視，因此以往被世人所肯定的許多良效農藥，紛紛被禁用，例如有機氯殺蟲劑，其中最為世人所知者，乃滴滴涕

（DDT），滴滴涕為二次世界大戰時廣被使用的殺蟲劑，尤其對防止病媒蚊傳播瘧疾方面，功不可沒，可惜有機氯劑安定性高，以致殘留性長，並易經由人畜消化系統進入體內，並且與脂肪結合，累積而易導致病變（此例近年已有爭議性證據予以駁斥）。但不論如何，過份人工化的農業生產所衍生的負面效應，仍是不爭之事實，所以維護自然生態平衡、改善土壤性狀、以生物防治病蟲害之有機農業，於1970年代在國際間因而展開。所以有機農業乃是運用現今科學知識及技能之自然農業生產方法，即作物生產過程中，一切資源取自於自然的耕作方法，諸如肥料及病蟲害防治資材；惟優良品種之培育，主張沿用傳統育種方法，而非贊成利用生物技術，將外來之基因，移植到原本不屬於此相關基因之作物體內。綜上所述，有機農業並非一成不

文承前頁

料與元件，包含高透明度與高導電性高分子薄膜，以及高電荷遷移率與開關比例高分子場效應電晶體。二為高效率光波導高分子材料與元件，以混成材料技術為研究主軸，將材料的組成奈米化，以分子結構設計控制高分子光電特性，並開發新合成技術製備光電元件及光學元件。

研究成果

本計畫在本年度已有提出六項中華民國專利申請，一項美國專利，開發六項新的技術，期刊論文10篇，研討會論文14篇，技術轉移二家廠商權

利金75萬元。

未來展望

本所與高分子奈米研究中心將更積極加強產官學的合作研究開發，以及增加研發人員的訓練，目前已規劃「高分子奈米學程」供大學部學生修習，以提高分子人才的培育作為更深入研究的基礎，本所成立將屆滿二年，實驗室的設備與場所還有待提升，以容納更多的研究設備與人員使用，定能提高學術的表現與產學的發展。（本欄本期策劃：機械學系黃漢邦教授）



- 百合在田間罹患灰黴病的情形。
- 處理拮抗微生物的百合，在田間不會發生灰黴病。

變之古老農業，其間甚值研究的課題仍然層出不窮，如有機肥料品質及性質的穩定化，有效拮抗微生物之篩選及製劑的產製，以及持續的育種工作等。

有機農業中所牽涉到的技術固然很多，然植物病蟲害之防治卻是其中最為關鍵性的課題，主要問題乃耕種者於察覺作物遭受病蟲危害時，作物上的病害或害蟲恐已為數不少，此時若不以化學農藥予以防治，作物上已發生之病蟲害幾乎已無法控制；故易言之，若擬不以化學農藥防治病蟲害，則耕種者必須清楚知道所栽種的作物，何時可能發生何種病害或蟲害，事先作好預防措施，亦可降低病蟲害對作物危害所造成的損失；可惜的是目前各地農民對作物病蟲害的認識甚少，因此根本無法判定何時病蟲害會發生在所栽種的特定作物上，積極者，乃自作物生長早期即開始從事病蟲害防治工作，因此極可能造成人力、物力及時間方面的浪費；擬實施恰到好處的防治措施，就必須對各種病害發生生態及害蟲習性要有所瞭解，如此始可在適當時機施用適當防治措施，以收事半功倍之效。以下以近年所研究的百合灰黴病的防治為例說明之。

百合為高經濟價值作物，本省於西元 2000 年時的

產值為新台幣八億元，本省以往甚至現今所栽種的百合開花球（鱗莖球根）多賴進口，產業界為節省生產成本，因此試探在本地生產開花球的可能性，但生產者於生產開花球時，恰好也是灰黴菌生長發育的適當時機，即灰黴菌喜好低溫多濕的環境，生長的適宜溫度為 15~20℃，是故於百合生長時，在田間腐生的灰黴菌就開始產生孢子，孢子再藉由氣流擴散各處，落在百合植株上的孢子在有濕度的狀況下，發芽而可直接經由百合表皮侵入組織，並且尚可經由氣孔及傷口入侵植物，另由於花器上含有比莖、葉上較多的營養物質，所以灰黴病菌更易感染花器，因灰黴菌含有各種植物細胞分解酵素，故百合一旦被其感染，在適宜的條件下（即低溫多濕），植株全株枯萎，輕者也會呈現葉斑，莖枯或花腐病徵；病原在感染的腐敗組織上又會持續繁殖，產生的孢子又再擴散、感染，如此週而復始，百合於生長期間所以可能會遭受若干次的重複感染，以致整個區域中的全數百合均可能死亡，因此根本無法生產開花球，或亦無法自開花球生長出理想品質的百合切花。瞭解百合灰黴病的發生生態後，於灰黴病菌開始產孢之前，作好各種預防措施，病害發生的嚴重程度自然就會降低，生物

防治就是預防措施中的一種方法。

生物防治的根本原理是根據凡是生物均會生病或均會遭受其他生物影響的道理。導致百合發生灰黴病的是一種微生物，即真菌，所以灰黴病病原也會生病，或受到其他生物所給予的競爭影響，若能找到可使之生病或產生負面影響的微生物，而這些微生物又不具污染環境，導致人畜疾病的作用，於是在百合尚未遭受灰黴病菌侵襲之前善加利用，即可收防治或降低病害發生的效果；所謂善加利用，就必須考慮到此等可保護百合生長發育的微生物，於施用到田間時，本身所可能遭遇到的不良環境衝擊，以及在百合植株上之適應性；所以以往於指導同學從事相關研究時，建議從擬保護的植物體上尋找；當指導邱安隆博士研究時，就是秉持著此等認知及方向，而自百合上分離到 *Bacillus amyloliquefaciens*，進一步研擬可使之賴以存活，又具保護百合功能的配方，將製成的製劑在不同地區、不同季節測試，均顯現明顯地具備防治灰黴病的效果。

由於台鹽實業股份有限公司從事多角化經營，並擬在本省有機農業方面盡一份力量，因此已與台灣大學簽訂技術轉移本項研究成果之合約，期待不久的未來，即可將雙方努力的成果貢獻於社會，對保護環境，維護人體健康，盡一份教育、研究、服務的責任。[吳文希]

參考文獻

1. Chiou, A. L. and Wu, W. S. 2003. Formulation of *Bacillus amyloliquefaciens* B190 for control of lily grey mould (*Botrytis elliptica*). Journal of Phytopathology. 151:131-138(SCI)
2. Chiou, A. L. and Wu, W. S. 2001. Efficacy of *Bacillus amyloliquefaciens* against grey mould on lily. Journal of Phytopathology. 149:319-324(SCI)
3. 鍾宜穎、吳文希。2000。利用 *Bacillus megaterium* 防治百合 *Rhizoctonia* 根腐病。植病會刊 9：61-70。

吳文希 小檔案



出生年月日：1943年9月9日

學歷：

美國康乃爾大學植物病理學博士 1972/09~1975/08
國立台灣大學植物病蟲害學碩士 1967/09~1966/06
國立台灣大學植物病蟲害學學士 1962/09~1966/06

經歷：

國立台灣大學名譽教授 2002/08~
台灣觀光學校校長 2002/08~2004/01
國立台灣大學植物病理學系教授 1998/08~2002/07
農學院院長 1998/08~2001/07
植物病蟲害學系系主任 1994/08~1997/7、
教授 1981/08~1998/07、副教授 1975/08~1981/07、
講師 1971/08~1975/07、助教 1969/08~1971/07

發明專利：

1. 用來檢查種媒黑斑病菌之半選擇性培養基組合物及其檢查方法（吳文希、陳子偉 / 美國）
2. 用來偵測種媒黑斑病菌之半選擇性培養基組合物及其偵測方法（吳文希、陳子偉 / 本國）

重要學術榮譽：

1. 國際種子檢查協會（ISTA）植物病害（1992~）、花卉種子（1989~）委員會委員；真菌研究組副主席（1993~）；*Alternaria brassicicola*及*A. zinniae*（1993~）、高粱種子病害（1981~1989）工作小組召集人；1995年大會“種子衛生”主題主席
2. 國際植物病理學會種子病理（1988~）、教學（2000~）委員會委員
3. 行政院服務獎章：一等（2002）、二等（1996）
4. 國立台灣大學教學傑出獎（2000年6月）
5. 中華民國植物病理學會著作貢獻獎（2000年12月）

台灣島的侵蝕率

文・圖／陳宏宇（地質科學系教授）

世界上最著名的“自然”（Nature）科學期刊在2003年12月11日第426期，發表了一篇有關台灣島近半世紀來大自然演化的論文——〈台灣島之侵蝕、逕流變化與地震間之關係〉。這篇由台灣大學地質科學系及英國劍橋大學地球科學系兩個研究團隊共同合作研究的成果指出，台灣島近30年來的侵蝕率比過去的一萬年或百萬年的侵蝕率高出了3至5倍以上的比例。由於這項特殊的研究成果可以提供給研究台灣島在大自然演化過程中的一個重要參考，而受到世界的肯定。因此，目前相關台灣島地質特性的探討，在國際地球科學界掀起了一股研究的熱潮。本項研究工作除了英國劍橋大學研究群的主持人 Hovious 教授，以及台灣大學地質科學系研究群的主持人陳宏宇教授之外，主要參與研究的人員還包括劍橋大學 Dadson 先生、美國 Dade 博士、Willett 博士、Stark 博士、台灣大學地質科學系胡植慶教授、謝孟龍博士、地理環境資源系林俊全教授、經濟部水利署洪銘堅博士以及太魯閣國家公園處陳孟江先生等多位研究人員。本研究工作也同時獲得了英國自然環境研究會、英國皇家學會、中華民國國家科學委員會，以及經濟部水利署的支持與贊助。

摘要

台灣島自1970至2000年以來，每年有將近384百萬噸之懸浮沈積物被運送至外海，共佔了全球懸浮沈積物總量的1.9%。如果再加上160百萬噸的河床沈積物，則總沈積物之輸出量每年會超過500百萬

噸，使得台灣平均侵蝕率可以達到每年5.2mm。對於台灣面積僅佔全球0.024%而言，可以想見，台灣島是受到了大自然快速的侵蝕作用。如果以近30年來部份地區每年15mm至60mm的侵蝕率來和過去幾個世紀作一個比較，可以發現這個結果比過去一萬年來5mm至12mm的侵蝕率，以及百萬年來3mm至6mm的侵蝕率高出了3至5倍左右。此侵蝕率之高低，不僅與島內不同的地質材料強度，以及斷層的分佈等地質環境有關係，更與地震及颱風有相當密切的關連性。

前言

台灣島係由於菲律賓海板塊碰撞於歐亞板塊所造成。過去五百萬年以來，碰撞造成之抬升作用，使得台灣地區每年約以5至7mm之速率持續上升，同時亦造成台灣地區岩性分佈的多樣性，從西部地區逆衝斷層前緣輕度變質的晚第三紀沈積物，至雪山山脈板岩區，再繼續往中央山脈延伸至早第三紀綠色片岩區。岩石分佈相當複雜，也成為許多國內外學者競相研究之對象。

台灣地處於亞熱帶氣候帶，平均每年受到大約4個颱風的襲擊，年平均降雨量可達到2500mm以上。另外，頻繁的地震所造成山崩發生的頻率，也相對的增加，例如921地震造成了中部地區約百分之五的山坡地發生崩坍的現象。由於河流之下切能力相當強，因此，台灣島在處於板塊擠壓以及快速抬升如此特殊的地質環境中，快速的侵蝕率可謂是必然的結果。



研究方法

本研究工作主要是以台灣地區近年來的侵蝕現象，來比較到過去一萬年來以及百萬年來，各不同時期的侵蝕率。首先，統計近 30 年來台灣地區河流之懸浮沈積物的含量，將台灣 150 條主要河流域測站量測到之資料，來計算近年來本島之侵蝕率。其次，收集台灣 20 個河階的碳 14 定年結果，從河階的下切速率中，來計算過去一萬年來的侵蝕率。過去百萬年以來之侵蝕率，主要是利用山嶺內岩體存有之磷灰石，以核飛跡定年的方法來推算。

研究結果

本研究發現，台灣每年（1970 年至 2000 年）有將近 384 百萬噸之懸浮沈積物被運送至外海，其侵蝕率為每年 3.9mm。如果加上 160 百萬噸的河床沈積物於運送至外海前先堆積於河道或氾濫平原中，則總沈積物之輸出量每年會超過 500 百萬噸，其平均侵蝕率可以達到每年 5.2mm。近 30 年來，台灣東部以及西南部侵蝕率較高，西部以及北部較低，而南部的逆衝斷層帶鄰近區域之侵蝕率，可達到每年 60mm，而北部及西部則僅為每年 1 ~ 4mm。

比較台灣過去一萬年以來的侵蝕率也同樣呈現出，南部較北部高，東部較西部高的趨勢。北部約為每年 1.5mm，東部介於 5 至 15mm 之間，而位於西部逆衝斷層帶之河流的下切速率則可達到 15 mm 以上。

核飛跡的研究顯示，在過去百萬年來，中央山脈以東之侵蝕率為介於 3 至 6mm 之間，中部逆衝斷層帶以及南部地區為介於 1.5 至 2.5mm 之間。相對來說，近一萬年來高達每年 5 至 12mm 的河流下切速率，以及近 30 年來西部逆衝斷層地區每年平均高達 15mm 的侵蝕率成為目前本島侵蝕率的一個重大特徵，也意謂著西部地區的構造作用正處於活躍的時期。

討論

近年來，台灣除了西南部地區侵蝕率為每年約 60mm，較過去高以外，其他各地區在一萬年來的侵蝕率與近 30 年來的侵蝕率，大抵上是相類似的，台灣北部地區侵蝕率則較其他地方稍低。各地區的農地發展以及土地利用雖然也會影響整體侵蝕率，但台灣都市化的地區主要集中在西部平原之沿海地區，山體內所佔之比例相當少，故對於侵蝕率的影響應該不大。因此，造成近 30 年來南北侵蝕率差異的原因並非上述兩項因素。

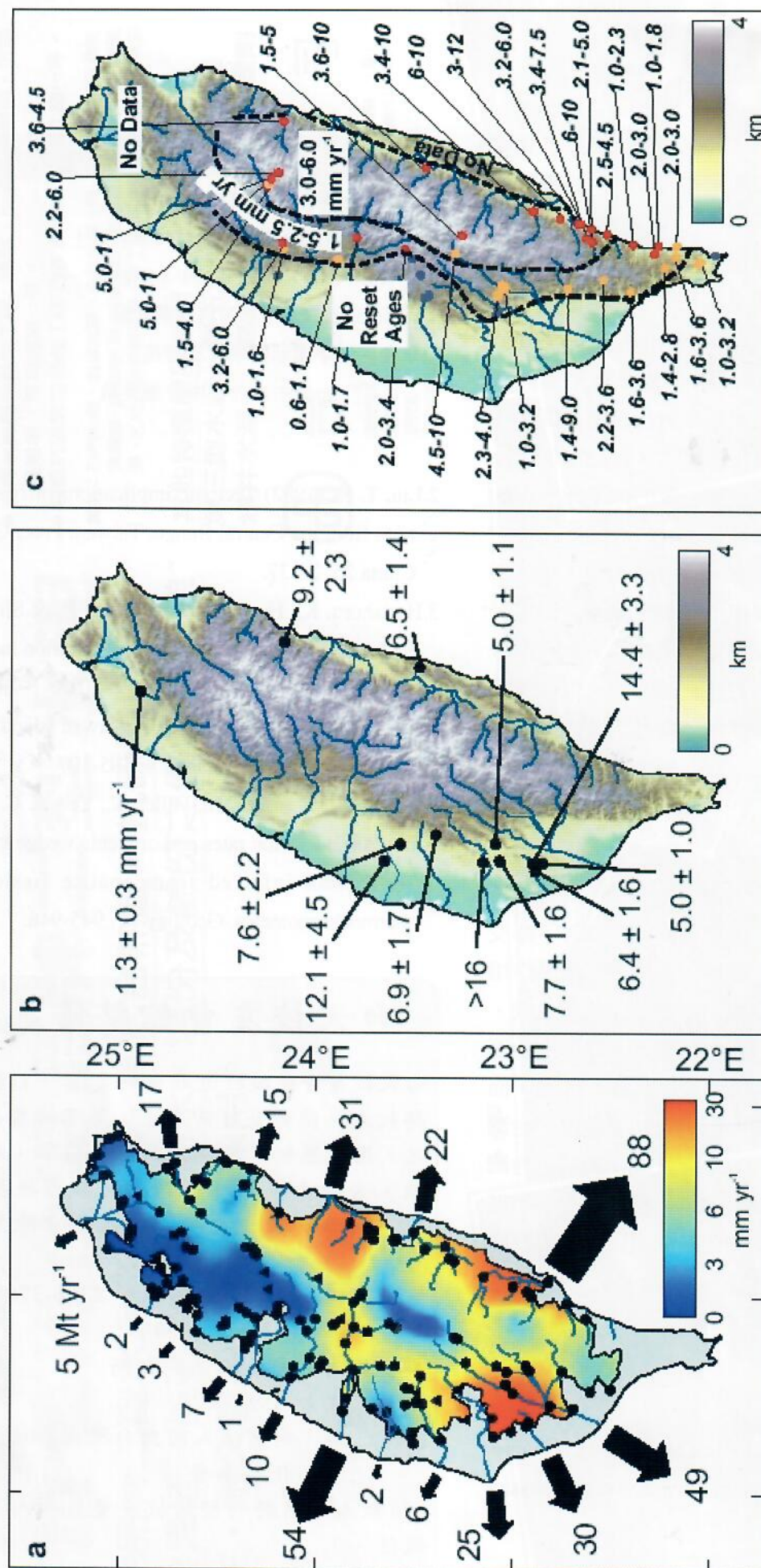
為了找出影響侵蝕率的主要因素，研究工作也將侵蝕率與其他資料進行對比結果發現，台灣各地區之河流動力與侵蝕率之關係在中央山脈地區是吻合的，即高河流動力之下會造成侵蝕率上升，不過在北部以及西部地區卻無法解釋，北部地區在高河流動力情況之下，侵蝕率並沒有相對提昇的現象。因此，其他因素也可能影響著侵蝕率的變化，包括了各地區岩石分佈變化以及沈積物的生成率。

本研究從 23 個區域共 1114 個不同岩石強度樣品的資料中發現，本島岩石強度介於 0.1 至 253MPa 之間。大致上，由南往北，岩石強度越高，越靠近中央山脈，由西往東，岩石強度亦有升高的趨勢。從研究中也發現，台灣侵蝕率最高的西部逆衝斷層帶，其岩石強度相當低，這點印證岩性對於侵蝕率產生相當程度之影響。

從西南部高侵蝕率與北部低侵蝕率的比較顯示，沈積物生成量對於侵蝕產生極大的影響，其主要的兩個動力，包括了(1)地震造成之崩落土石，以及(2)颱風引起之崩落土石。

就地震與侵蝕間的關係而言，過去的地震紀錄顯示台灣東部以及西南部為地震發生較頻繁之區域，相對的北部地區，發生地震之頻率較少。歷史記載，在 921 地震發生之前，北部共發生過 3 次芮氏規模超過 6 以上的地震，但南部卻發生過 11 次。由過去累積的地震釋放能量與侵蝕率相對比，發現其相關係數比其他因素來的高，由此顯示地震確實對於侵蝕之發生有著顯著的影響。

就颱風與侵蝕間的關係而言，由於颱風期間豐沛



三十年來的侵蝕率

一萬年來的侵蝕率

一百萬年來的侵蝕率



的雨量常會造成坡體不穩，形成山崩，使得沈積物的來源增加。當颱風發生的頻率較大時，逕流的變化量也較大。以台灣地區來說，逕流變化量最大的地區為東部，因為東部每年受到颱風侵襲的機會較台灣各地區都還要高，其次為北部以及南部，西部地區為最低，主要是因為北部及南部地區並不像西部一樣，可以受到中央山脈的保護減低颱風的威力。經過比對發現，逕流變化量與侵蝕率之間的相關性最高，也即當逕流變化量變大，侵蝕率便有上升之趨勢。因此，台灣侵蝕率主要的因子為逕流的變化量，也就是颱風的影響。

總體而言，從30年來侵蝕率之分析發現，侵蝕率主要受制於颱風以及大規模地震發生頻率之影響，各局部地區之地質、地貌以及降雨特性，雖有部分影響，並非決定侵蝕率之主要關鍵因素。但就長期而言，該地區斷層的分佈狀況，則是決定侵蝕作用速率的主要因素。

結論

台灣島的沈積物是主要來源於造山帶，而造山帶之演化過程除了受地底下擠壓變形的控制外，亦受到地表上表面侵蝕作用的影響。造山帶之侵蝕作用主要係由於河流在流動過程中之下切作用所造成。當然，山崩所造成之侵蝕亦佔有相當大之比例。而侵蝕之動力主要是來自於降雨與地震兩個因素，而不同年代會有不同的侵蝕率。研究結果發現，台灣過去之侵蝕率為介於3至6mm/yr之間。由最近台灣地區30年來之侵蝕率的變化發現，侵蝕之強弱不僅與島內不同岩石種類的分佈有關係，更與地震及颱風有相當密切的關連性。 (本欄本期策劃：海洋研究所陳汝勤教授)

參考文獻

1. Teng, L. S. (1990) Geotectonic evolution of late Cenozoic arc-continent collision in Taiwan. *Tectonophysics* 183, 57-76.

陳宏宇 小檔案

現任台灣大學地質科學系教授

1987 英國倫敦大學地質科學系博士

1988 台灣大學地質科學系副教授

1995 台灣大學地質科學系教授

曾任：中國地質學會秘書長、

台北市政府都市計畫委員

2. Liu, T. K. (1982) Tectonic implications of fission-track ages from the Central Range, Taiwan. *Proc. Geol. Soc. China* 25, 22-37.
3. Hartshorn, K., Hovius, N., Dade, W. B. & Slingerland, R. L. (2002) Climate-driven bedrock incision in an active mountain belt. *Science* 297, 2036-2038.
4. Li, Y. H. (1976) Denudation of Taiwan island since the Pleistocene epoch. *Geology* 4, 105-107.
5. Willett, S. D., Fisher, D., Fuller, C., Yeh, E. C. & Lu, C. Y. (2003) Erosion rates and orogenic wedge kinematics in Taiwan inferred from apatite fission track thermochronometry. *Geology* 31, 945-948.

台大校友會館整修募款

台大校友會館擬於近期重新裝潢，以擴大服務校友。但截至目前為止，募集經費尚有不足，因此懇祈 校友學長共襄盛舉，踴躍捐款，金額多少不拘，捐款金額可抵扣所得稅。請洽台大校友會文化基金會陳慧宜秘書。

電話：(02)2321-8415，2396-3708

傳真：(02)2392-0748

劃撥郵局：台北立法院郵局

帳號：19830027

戶名：財團法人國立台灣大學校友會文化基金會

(捐款人芳名將刊登於校友雙月刊內，以資徵信。)