



第二課、生態工程的簡介

授課老師：張文亮



生態工程簡介

有人說，工程是邪惡的，
讓人一隻手學會更多的技能，
另一隻手用來欺壓窮人，破壞大自然。

有人說，工程是良善，
讓人一隻手學會更多的技能，
另一隻手用來扶持窮人，幫助大自然。

為什麼有這麼大的差別？

生態工程簡介

- 工程在人類文明中扮演非常重要的角色，愈強威的國家愈知道使用工程。
- 工程使人口往都市集中，、增加生產效率、方便運輸、交通順利、操作省力、使用能源、改善環境衛生、提昇醫學診斷、合成人工材料與燈光、音響、電腦等製造，增加人的享受與溝通。
- 但是，任何工程的製造都有風險、意外，常有負作用產生，全然依賴工程是高估工程的功用。

原住民鄒族的浮島技術

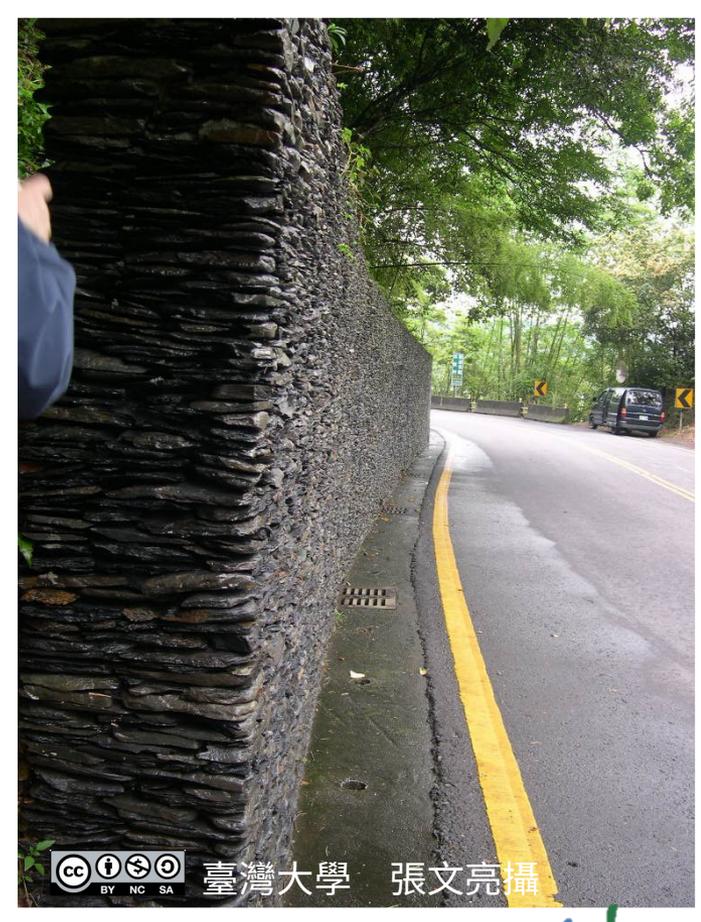


臺灣大學 張文亮攝

工程成功背後的陷阱

- 過去工程師常為委託者效力，經常成為獨裁、暴君、好戰份子的工具。
- 工程常陷入
- (1) 成為政府或財團工具，導致忽略窮人、勢弱者，造成利益不均的社會問題。
- (2) 以人的利益為主，不照顧大自然與其他動、植物的生存權，衍生環境污染、生態劣化、物種遽減等問題。
- (3) 人以自己所作的成果為驕傲，自認人定勝天。其實工程經常為了解決當時的一個小問題，製造未來更大的問題。

以原住民壘石技術做邊坡穩定



臺灣大學 張文亮攝

工程成功背後的陷阱

- 「生態工程」不是高舉工程有什麼加速成功的威力，或以生態優先的立場反對工程的開發，而是呈現另一種思維：
 - 工程不祇在幫助人解決問題，也在與大自然保持和諧；努力尋求維持人的利益，也能兼顧生態、人文，與社會。
 - 在二十世紀，這些思慮逐漸發展成一個整合型的學門
 - 美國：「生態工程」（Ecological Engineer）
 - 德國：「生態科技」（Eco-technology）
 - 日本：「近（擬）自然工程」（near natural engineer）
 - 荷蘭：「物理生態系統工程」（physical ecosystem engineer）
- 後來大都通稱為「生態工程」

溪頭 地下集水廊道減少河道沖刷



臺灣大學 張文亮攝



臺灣大學

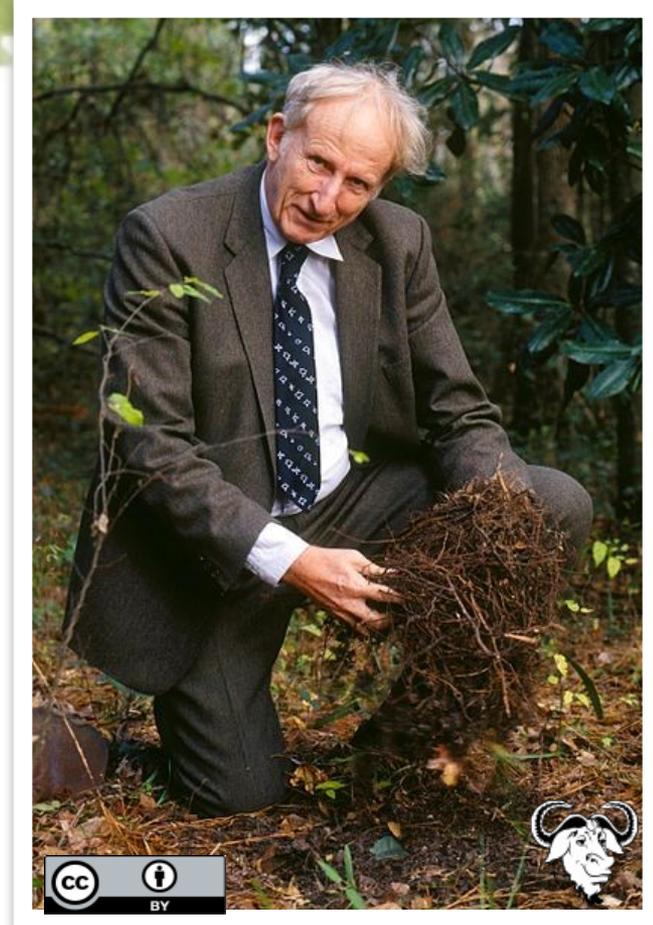
張文亮攝

溪頭多斷面減少沖刷生態工程

瞭解自然才做事

- 「生態工程」
- 一由奧登（Howard Thomas Odum, 1924-2002）在 1962 年提出

- 「最佳的工程，是先尋找大自然省力的槓桿。」
- 自然生態讓進入地球的太陽能分成許多部分，經過無數生物間的轉換，方能將能量產生最高的使用效率。因此大自然沒有廢棄物，沒有污染，而且有生物多樣與永續性的使用。



http://en.wikipedia.org/wiki/Howard_T._Odum

Wiki: Howard T. Odum

瞭解自然才做事

- 工程進行之初，「應該瞭解自然怎麼進行工作，然後我們才做」
（ How natural work then we work ）。
- 如果不瞭解寧可不作，或是讓以後的世代去執行。
- 工程師是配合大自然的設計師，工程的進行與否，必須先考慮大自然對人為改變的「承載能力」（ carrying capacity ），若超過就會造成生態不可復原的破壞，若不超過才會有永續性（ sustainability ）。



Wiki Zoohouse

<http://en.wikipedia.org/wiki/>

瞭解自然才做事

- 1973 年，奧登將佛羅里達州較低濃度的都市污水，導入當地的大沼澤國家公園（ Everglades National Park ），經由生態食物鏈的層層分解，汙水獲得淨化，濕地亦未產生劣化的影響
- 這產生後來用濕地來處理低濃度都市污水的先河。



http://en.wikipedia.org/wiki/Everglades_National_Park





Everglades American Crocodile

科技至上的危機

- 沒想到這論點後來成為反對「科技官僚」（technocracy）科技至上論的主力之一。
- **科技至上論**：十九世紀唯物主義興起後，一直影響至今的工程觀。
 - 人力→用科技機器大規模取代
 - 傳統生產→用科技高效率的生產取代，
 - 用科技管理掌控市場全球化。
- 科技至上論認為：
 - 過度使用自然資源，與能源枯竭→不可避免的遺憾？
 - 許多物種消失，生物多樣性減少→是可以忍受的損失
 - 產生高度污染，影響環境與食物安全→祇是工商業發展的瑕疵？
- 這股洪流在普世都受到政府強力保護，財團大力支持，有誰能擋得住？

工程的原意

- 1960 年代後，生態工程逐漸引起重視
- 生態工程不是屬於一個專業的領域，而是任何人，任何專業，祇為存著眷顧生態的心，以愛護其他生物的知識，去從事任何工程或工作，都是生態工程的一部份。
- 所以學校或是職業列有土木工程師、電機工程師、環境工程師等，沒有人稱自己是生態工程師。



減少土石流梳子棒

工程的原意

- 工程英文的字源：
engineer，源自兩個古老的希臘字 en 與 gin。
 - En 是 in 「在…裡面」
 - gin 是「創造」
- → 工程是合乎起初創造的參與，因此工程還可以延伸其他的人文、文化的領域，本著創造去解決問題。



山坡地上減少洪水沖刷的緩衝池



臺灣大學

張文亮攝



火炎山明挖覆蓋道路

火炎山上稀有植物：羅漢松



工程的原意

- 工程不是侷限在工學院的科系，或相屬專業的範疇，還包括
 - 「希望工程」（engineering of hope）：創意性地幫助貧瘠地區孩子，改善他們生活
 - 「未來工程」（future engineering）：預測與預防未來危機
 - 「組織工程」（tissue engineering）：將公司當成有機體去管理
 - 「文獻工程」（engineering literature）：將龐大文獻重整成有用資訊
 - 「音響工程」（music engineering）：音樂與工程結合
 - 「創意與科藝工程」（art and design engineering）：結合藝術原創
 - 「生命工程」（life engineering）：組織生命長期維護
 - 「仿生工程」（mimic nature engineering）：模仿大自然

南投挑米村廢耕地的生態溼地營造



野生動物的樂園

- 美國沙加緬度河（ Sacramento river ）畔
- 「孤立之丘盆地野生動物管理區」（ Butte Basin Wildlife Management Area ）
- 管理區面積約 124,000 公頃，隸屬於美國聯邦政府。



Flicker : Rajiv Patel



野生動物的樂園

- 沙丘鶴 (sandhill crane) 、三色黑鸛 (tricolored blackbird) 、尖尾鴨 (northern pintail) 、綠頭鴨 (mallard) 、小水鴨 (green-winged teal) 等冬候鳥遷移時以此為棲息地，且是瀕危鳥種白額雁 (greater white fronted goose) 在世界上最大一群的主棲地。

沙丘鶴



Photo by ZombieLeChuck



白額雁

野生動物的樂園

- 每年 11 月到隔年 3 月，雨使沙加緬度河（ Sacramento river ）河水上漲，淹了大片土地，形成大片溼地。
- 看似天然的溼地，其實隱藏一些工程，例如區分成許許多不同的水域，水域間的水流連通，地下涵管連接，水深用水門維持。
- 水域週邊的植物，是經過品種挑選。栽種的位置也經選定可增加水域的隱密，減少外在的干擾等考慮。

三色黑鵲



尖尾鴨

野地的老師

- 1990 年，規劃宜蘭無尾港與利澤簡濕地
- 1995 年，成為台北關渡自然公園的規劃與生態調查一員
- 2002 年，生態工程的概念才傳入台灣，政府開始推動。期間擔任環保署台灣人工濕地淨化污水的顧問，農委會各地水利圳啟生態化的指導等。
- 主辦公共工程委員會第一屆生態工程國際研討會。
- 台灣大學第一屆生態工程研究中心的主任，並開設生態工程的課程。
- 2008-2010 年生病休息兩年
- 2011 年開授生態工程導論為通識領域課程。

- 因為愛，所以教「生態工程」。我們的心是平靜，腳步是輕鬆，因為沙漠仍然可以有水流出，曠野也可以開道路。期待「生態工程導論」是這樣的一門課，也能回應起初通識課程的理想。



臺灣大學 張文亮攝



版權聲明

作品	授權條件	作者來源
		臺灣大學 張文亮
		臺灣大學 張文亮
		臺灣大學 張文亮
		臺灣大學 張文亮

版權聲明

作品	授權條件	作者來源
		Wiki: Howard T. Odum http://en.wikipedia.org/wiki/File:Odum, Howard T.jpg 2011/09/23 visited
		Everglades National Park http://en.wikipedia.org/wiki/File:Everglades - Blue Heron.jpg
		2011/09/23 visited Everglades National Park http://en.wikipedia.org/wiki/File:Everglades National Park cypress.jpg 2011/09/23 visited
		Wiki: Howard T. Odum http://en.wikipedia.org/wiki/File:Everglades Nat%27l Park Mangrove.jpg 2011/09/23 visited

版權聲明

作品	授權條件	作者來源
		Wiki: National Park Service http://en.wikipedia.org/wiki/File:Everglades_American_Crocodile.jpg
		2011/09/23 visited 臺灣大學 張文亮
		臺灣大學 張文亮
		臺灣大學 張文亮

版權聲明

作品	授權條件	作者來源
		臺灣大學 張文亮
		臺灣大學 張文亮
		臺灣大學 張文亮
		臺灣大學 張文亮
		臺灣大學 張文亮

版權聲明

作品	授權條件	作者來源
		Flicker : Rajiv Patel http://www.flickr.com/photos/23679420@N00/4101414736/in/photostream 2011/09/23 visited
		Flicker : nigel http://en.wikipedia.org/wiki/File:Grus_canadensis_-_British_Columbia,_Canada_-_upper_body-8.jpg 2011/09/23 visited
		Wiki: Greater White-fronted Goose http://en.wikipedia.org/wiki/File:White-fronted.goose.750pix.jpg 2011/09/23 visited
		Wiki: Tsuru8 http://en.wikipedia.org/wiki/File:Blackbird_tricolored_male_summer_california_monte-m-taylor.jpg 2011/09/23 visited

版權聲明

作品	授權條件	作者來源
		Wiki: J.M.Garg http://en.wikipedia.org/wiki/File:Northern_Pintails_(Male_%26_Female)_I_IMG_0911.jpg
		2011/09/23 visited 臺灣大學 張文亮