

生物多樣性與農村環境

Rural Landscape on Biodiversity

生態規劃與工法

Ecological Planning and Ecotechnology

盧惠敏 著

ARCHIDATA 建築情報



生物多樣性與農村環境

Rural Landscape on Biodiversity

生態規劃與工法

Ecological Planning and Ecotechnology

盧惠敏 著

ARCHIDATA 建築情報



環境生態規劃與工法：生物多樣性與農村環境
= Rural landscape on biodiversity / 盧惠敏作. -- 第
二版. -- 臺北市：建築情報季刊, 2006[民 95]
面： 公分
參考書目:面
ISBN 978-957-0454-68-0(平裝)
1. 生態工法 2. 生物多樣性 3. 農村
441.52 95004089

環境生態規劃與工法：生物多樣性與農村環境

作 者/ 盧惠敏

出 版/ 建築情報季刊雜誌社

地 址/ 台北市新生南路 1 段 62 號 5 樓

電 話/ (02)2397-0185, 2707-1329 FAX: (02)2397-4583

網 址/ www.archi-online.com

初 版/ 2006 年 7 月

定 價/ 新台幣 380 元

ISBN / 978-957-0454-68-0(平裝)

二版序

此書第二版的內容主要是增加個人實際執行的生態地景規劃設計案例的相關探討以及國科會「農村環境生物多樣性研究」部分研究成果。同時架構上亦做了調整，第二、三、四章偏重理論性的內容，第五章增加生態環境營造的實例，以整合規劃概念，落實生態環境的營造。最後增加第六章的研究範例，基於前述建構之理論基礎，提供農村環境場域中生態地景研究的研究方法，強調農村環境生物多樣性的研究價值。

自任教於農村規劃系九年以來，農村文化與生態保護一直是個人努力的方向，希望藉此書在農村環境保護的領域中貢獻一些心力。常有人講台灣沒有農村了，可是每當看到一望無際綠油油的稻田、清澈的溪流蜿蜒於長滿芒草的墓地、農村聚落周圍殘存的刺竹林、檳榔園中的湧泉窟、或者水圳裏蜻蜓與豆娘的群舞，更不用說廢棄的漁塭形成的沼澤成了水鳥天堂……種種殘存但生生不息的農村生態景象，不禁受感動而喜悅起來。這些殘留的農村生態猶如農村的古厝廟宇，岌岌可危，同樣也彌足珍貴，需要特別的關懷與保護。農村的生態與農村的古蹟一樣需用保護與修復的概念去維護它。農村生態環境不是自然保護區的生態地景，而是與人文發展並存的生態地景的呈現，是就在我們身邊環境掬手可得的生態。農村環境是可以實現結合生活模式、產業型態、耕作行為、與生物生存的共生哲學的場域。

此書第二版的完成要特別感謝建築情報編輯委員會審查委員們的寶貴意見。希望此書對於維護農村環境生物多樣性的生態規劃與工法的理論與實務有所累積，進而能對台灣這塊土地有些許助益。

盧惠敏 民國九十五年七月於屏東

初版序

對於生態研究著迷，近可追溯到在美國賓大攻讀建築博士期間某一年的夏天，參加景觀建築研究所野外實習課，認識到美國景觀中溼地的種種課題，回國後到屏東科技大學任教，開始從事有關環境規劃設計方面的教學工作，並且進行相關的實務工作，研究方向也開始往生態的取向探討農村暨景觀規劃。遠則來自於我的成長經驗，在我兒童時期的農村環境中，聚落外圍到處是蔥鬱的樹林，有著甜美果實的果園，農村巷道的圍籬就是開著紅花的扶桑，可不時地供孩子們飽嚙甜美花汁，結滿蘋婆的大樹是兒時爬樹遊玩的場所，高大蓮霧樹是行道樹，路上遍植走路都會撞到頭的文旦樹，轉個彎就可到清澈大湖釣魚，甚至垃圾堆都可長出香甜的棗子；充滿蝴蝶、蜻蜓及蛙鳴、鳥叫聲的早期農村環境經驗是永遠的回憶，家裡牆上一幅森林溪流油畫是我一次又一次的臨摹對象，及至青少年時期幾乎是在風景水彩寫生與國畫山水中構思中度過。大學及研究所時期的建築學習正好延續我青少年時期的繪畫經驗，我一直認為不管環境或景觀都不離建築領域，在規劃領域與技術層面都是相通的，「生態」則是串聯這些相關領域的重要主題。

這本書是寫給對生態與空間規劃有興趣的同學看的，我想早在西元前的佛教思想已經非常精確告訴我們什麼是生態，和如何去「觀」這個生態世界。「生」在佛法的定義中是「緣有生者，云何為生？若彼彼眾生，彼彼身種類，一生超越和合出生，得陰、得界、得入處、得命根，是各為生（雜阿含經·二九八）」。佛告婆羅門：「有因有緣集世間，有因有緣世間集，有因有緣滅世間，有因有緣世間滅（雜阿含經·五三）」說明宇宙萬物現象都是因緣和合。「觀」的尺度可以是千變萬化，由粗入細至極細微，如觀無量壽經中的十六觀：觀日、觀水、觀地、觀樹、觀池、總想觀、華座想、像想、遍觀一切色身想、觀觀世音菩薩色身想、觀見大勢至菩薩、普觀想、雜想觀、上輩生想、中輩生想、下輩生想。如果把觀的法門能應用到規劃上，將可開拓廣且深的視野。

觀察樹可想像是隻大鵬鳥，看到重重的樹群落，飛遠觀察樹形、樹的疏密景緻，飛近則感受到樹之高大（八萬五千旬）與七寶做成的華葉，放金、紅、綠、白、黃光，觀到披覆在樹葉上的網，網間容納「五百億」宮殿，宮殿有一童子擁有五百億摩尼寶珠的瓔珞，輝映無限遠處，樹與樹的空間尺寸豁然開朗。此為觀樹之第一步，樹之尺寸、樹群以及樹與樹之間

的空間關係。再者觀想樹葉果、葉間的花與花上七寶果，葉千色、百種畫，葉間之湧生諸果化成幢幡寶蓋，寶蓋中映現三千大世界。觀完樹葉次第觀樹莖、枝葉、華果，皆全然分明，是為「樹想」。此巨觀至微觀至極細微的觀想並且穿梭其空間。觀樹之尺度從至大到至微令人嘆為觀止，生態規劃能如此巨細靡遺地從多種尺度、多種角度去解析透徹了了分明，則必臻至善至美。

生態的系統從底層微生物的細微尺度到高層的消費者，亦是如此的複雜與細微，本書藉由前人研究的眾多經驗，從三種尺度去進行環境分析與生態規劃，也只是多種尺度中的一種歸納方式，為規劃的「方便法門」而已，無法真如光譜般地分析環境。另一方面，我相信我那兒童時期看見大湖水的心與日後徧遊窮鄉僻壤攝入眼簾能見的心，從未斷滅變遷過，雖然一些外界的現象不斷在改變、衰壞當中，本書仍企圖喚醒找回能見的真真心本性，不致遺失能見的真心、顛倒行事，同時觀察入微，再塑生物多樣性的農村環境。

今將這幾年在農村生態方面之研究成果出版，也僅是生態研究領域冰山之一角，希望把生態規劃與工法的探討，扣住「生物」的對象上，以達到「生」在生態上的真義，亦是結合「生物領域」與「空間領域」的整合性初步研究。本書內容除第一章緒論外，另有四章分篇敘述在農村環境規劃與設計過程中應具備的基本概念：1) 探討農村生態系、2) 地景型態與農村指標物種的對應關係、3) 農村環境生態規劃、4) 生態工法的各種類型。

如此長度範圍的一本書避免不了是一種集體的作品呈現，我必須感謝兩年行政院農委會科技計畫的支持，特別是邱湧忠處長與周若男技正，使我得以有機會進行有關農村環境生態的研究，APO 使我有機會至日本及韓國考察，於此期間要感謝日本開發企劃委員會理事長楠本佑司先生提供寶貴資料，屏東科技大學提供我做環境生態研究的環境，以及國科會永續會研究計劃的支持與共同合作的老師的指導：賴博永所長、陳仁昭副教授、葉慶龍副教授、郭文健副教授、丁澈士副教授、彭仁君副教授；部分日文資料要感謝余崇生教授和我的父親的耐心指導翻譯日文。同時要感謝曾經在課程上聆聽我上課的學生，另外並感謝系上同仁的支持與助教在行政上的協助，同時感謝台大韓選棠教授、蔡厚男教授及中興大學劉建哲教授、張俊彥教授、台北大學黃書禮教授等都曾給予觀念上的啟發；在賓大建築博士求學期間 Marco Frascari, Joseph Rykwert, Susan Blum, David Leatherbarrow, Peter Maccleay 在研究上及方法上對我的訓練是這本書

的基礎。

還要感謝最近溘然長逝的父親，他對我的幫助遠超過我的言語所能表達，以及耐心幫我照顧女兒的母親，也感謝先生劉玉仁在一些想法上的批判，還有我那兩個可愛的女兒，思如、思亞願意諒解我犧牲與她們相伴的時光，感謝佛陀讓我無怨無悔地度過這些漫長的研究時光。

民國九十二年一月於屏東

目 錄

二版序	iii
初版序	iv
圖目錄	ix
表目錄	xv
壹、緒論	1
貳、農村環境生態的構成	7
一、農村環境生態觀	8
二、農村環境生態系	12
三、生態與生物多樣性	22
參、農村指標物種及其地景型態的關係	29
一、生物托邦	30
二、水生昆蟲	33
三、蜻蜓	39
四、水棲螢火蟲	54
五、蛙類	60
六、野鳥	62
肆、生態工法的類型	69
一、「生態工程」及「生態工法」之衍義	70
二、生態工法的應用範疇	77
三、土壤的生態工法	80
四、水的生態工法	98
五、生態工法案例	107
伍、農村生態環境的營造	111
一、農村環境地景生態	112
二、農村環境生態規劃原則	122
三、農村環境生態規劃流程	129

四、農村環境三種尺度生態分析與營造	137
五、農村環境生態營造實例	155
陸、農村環境生物多樣性研究—以屏東五溝村水圳地景為例	173
一、前言	175
二、研究理論	178
三、研究方法	187
四、生態調查	194
五、數值分析	213
六、結果與討論	228
七、結論與建議	238
柒、結語	242
參考文獻	245
附錄一、生物多樣性的相關指數	260
附錄二、蜻蜓種類的生態簡述	263
附錄三、植物名錄	267

圖目錄

圖 1.1 老七佳山林原住民聚落	4
圖 2.1 農村領域概念圖	8
圖 2.2 人與土地消長變化之生態系統	9
圖 2.3 農村地區自然資源利用情況	11
圖 2.4 農村生物食物鏈	14
圖 2.5 埤塘生物食物鏈	17
圖 2.6 牡丹鄉東源湖埤塘生態	17
圖 2.7 水田生物食物鏈	18
圖 2.8 水稻田休耕時種植油菜花作為有機肥	18
圖 2.9 旱田生物食物鏈	19
圖 2.10 原住民聚落常見芋頭園	19
圖 2.11 漁塭生物食物鏈	20
圖 2.12 四草蚵棚漁塭生態	20
圖 2.13 河川生物食物鏈	21
圖 2.14 東港溪河川生態	21
圖 2.15 生態構成三要素	23
圖 2.16 農村水圳生態的食物鏈	27
圖 2.17 農村水圳生態系的構成要素與相互作用	28
圖 2.18 農村水圳生物多樣性消失過程	28
圖 3.1 生物生息場所的尺度關係	33
圖 3.2 河川型態模式圖	34
圖 3.3 河床型的區分和特徵	34
圖 3.4 瀨和淵的水深及流速	35
圖 3.5 瀨和淵的構造和機能	35
圖 3.6 水生昆蟲	37
圖 3.7 石蠶蛾生活史的環境	37
圖 3.8 蜻蜓未熟成蟲的生活場所	40
圖 3.9 霜白蜻蜓正在交配	40
圖 3.10 正在休憩黃魴蜻蜓	40
圖 3.11 細鉤產卵與黃魴蜻蜓	40
圖 3.12 蜻蜓的繁殖場所	40

圖 3.13 黃紉蜻蜓羽化	41
圖 3.14 水田的構造與蜻蜓的生息	43
圖 3.15 南仁山廢耕水田	43
圖 3.16 南仁山谷湖區	44
圖 3.17 南仁山谷湖區	44
圖 3.18 南仁山區說明圖	44
圖 3.19 長剖 A-A' 南仁山至南仁湖海拔高度變化	44
圖 3.20 面 B-B' 南仁山植物分佈圖	45
圖 3.21 粗鉤春蜓和天王弓蜓	45
圖 3.22 細鉤春蜓羽化失敗	45
圖 3.23 紫紅蜻蜓(雄)	45
圖 3.24 褐斑蜻蜓	45
圖 3.25 南仁山地景型態與蜻蜓的對應關係	46
圖 3.26 蜻蜓水蜚(稚蟲)在水中之一般食物鏈	49
圖 3.27 春蜓蛻皮-1	50
圖 3.28 春蜓蛻皮-2	50
圖 3.29 春蜓蛻皮	50
圖 3.30 細鉤蜻蜓與粗鉤春蜓	50
圖 3.31 細鉤蜻蜓與粗鉤春蜓的生活領域比較	51
圖 3.32 夏季螢火蟲生物活史的循環	56
圖 3.33 水棲螢火蟲的生息場所	56
圖 3.34 日本神奈川縣橫須賀市岩戶螢火蟲護岸工程模式	57
圖 3.35 靜止水域蛙類之生態棲位	61
圖 3.36 以美國亞利桑那州南部為例之鳥類分佈情形	63
圖 3.37 不同種的野鳥及其他生物之生態棲位	64
圖 3.38 四草魚塭內高蹺鵠正在覓食	65
圖 3.39 各種水鳥的覓食棲位	65
圖 3.40 蒼鷺	66
圖 3.41 鴨足型與鷺足型之覓食棲位	66
圖 3.42 青足鵠	66
圖 3.43 鵠足型與雞足型之覓食棲位	66
圖 3.44 不同水禽類對水邊不同植生空間的利用	67
圖 4.1 氮與磷的營養循環過程	80

圖 4.2 植物根莖的型態	80
圖 4.3 固結蓆土	81
圖 4.4 河岸水位相對於植物的分佈	81
圖 4.5 灌木蓆與楊柳護岸	81
圖 4.6 抗沖蝕網	82
圖 4.7 地工合成材料及沖蝕網	82
圖 4.8 活枝條工法	84
圖 4.9 栽植木束工法	84
圖 4.10 栽植活枝條並打木樁工法	85
圖 4.11 打樁編柵工法	86
圖 4.12 植栽、地工物及木樁工法	87
圖 4.13 活枝條＋地工織物工法	87
圖 4.14 活枝條、合成材、地工織物工法	88
圖 4.15 格柵工法	89
圖 4.16 活枝條及格柵工法	89
圖 4.17 蛇籠與活枝條工法	90
圖 4.18 石籠蓆工法	90
圖 4.19 拋石工法	91
圖 4.20 塊石工法	91
圖 4.21 板岩工法	91
圖 4.22 植岩互層法	92
圖 4.23 溝壑堤工法	93
圖 4.24 蘆葦捲工法	93
圖 4.25 緩流緩坡岸	94
圖 4.26 緩流陡坡岸	94
圖 4.27 中流陡坡岸	94
圖 4.28 自然石工法	95
圖 4.29 小川落差工法	96
圖 4.30 圓木板護岸	96
圖 4.31 碎石塊石砂護岸	96
圖 4.32 竹樁護岸	97
圖 4.33 自然塊石護岸	97

圖 4.34 碎石護岸	97
圖 4.35 慢滲法示意圖	102
圖 4.36 漫地流示意圖	102
圖 4.37 地面流溼地剖面圖	103
圖 4.38 次地面流濕系統剖面圖	104
圖 4.39 生態溝渠水的淨化	104
圖 4.40 污水溜池平面配置圖	105
圖 4.41 鑑賞型木棧道	106
圖 4.42 體驗型木棧道	106
圖 4.43 土壤生物系統工程	107
圖 4.44 坡面土壤生態工程	108
圖 4.45 東港溪護岸工程	108
圖 4.46 水圳生態護岸	109
圖 4.47 坎頂生物多樣性公園生態工程	110
圖 5.1 屏東平原區東港溪流域所呈現的地景生態圖示	118
圖 5.2 屏東平原區東港溪流域生態網絡示意圖	119
圖 5.3 麗江的農村聚落環境—樹圍地是生物遷徙的生態廊道	123
圖 5.4 聚落建築基地的綠地與綠籬系統	124
圖 5.5 日本岩手縣北上川農村生態網路系統	125
圖 5.6 日本北陸地區模範純農村案例	126
圖 5.7 綠地保全案例	127
圖 5.8 日本福井縣宮崎村江波第聚落	128
圖 5.9 Mcharg 的生態規劃流程，Mcharg 於 Potmac 流域	134
圖 5.10 生態規劃流程圖	135
圖 5.11 生態規劃流程圖	136
圖 5.12 屏東縣生態網路規劃	138
圖 5.13 蝴蝶數量、種類與地景型態關係圖	139
圖 5.14 農地區間道路、水路、水塘、邊緣等積極的綠化	139
圖 5.15 新加坡 Kenn Park 的多層次的植相是多樣鳥類躲避、覓食、繁殖及休憩的場所	141
圖 5.16 以止水域為中心之各種生息場所	144
圖 5.17 獨立木不同空間之不同物種利用情形	145
圖 5.18 新加坡植物園	145

圖 5.19 沼澤植物、水生植物與動物界生態的機能關係	146
圖 5.20 農村環境生物烏托邦	147
圖 5.21 田心生態教育園配置圖	148
圖 5.22 炭頂生物多樣性公園	149
圖 5.23 湖岸塊石護岸工程照片（施工中）	151
圖 5.24 炭頂生物多樣性公園水生植物	153
圖 5.25 植栽設計圖	154
圖 5.26 珠格里周圍環境	155
圖 5.27 珠格里茭白筍田景觀	156
圖 5.28 珠格里自然環境保全	157
圖 5.29 珠格里農村聚落重建規劃構想圖	159
圖 5.30 永安地區生態環境營造地域尺度生態綠網圖	160
圖 5.31 永安溼地現況圖	161
圖 5.32 地景生態元素分析	162
圖 5.33 規劃構想	162
圖 5.34 四草地區保護良好的紅樹林生態	162
圖 5.35 永安溼地現況	163
圖 5.36 地景生態元素	163
圖 5.37 規劃構想	163
圖 5.38 依照鳥類足形之分區示意圖	164
圖 5.39 新坡埤塘區位	165
圖 5.40 階段埤塘地景系統變遷的四階段	166
圖 5.41 新坡埤塘第景變遷	166
圖 5.42 新坡埤塘灌溉系統	167
圖 5.43 新塘水川網路系統的保存	167
圖 5.44 農村生態烏托邦構想圖	168
圖 5.45 4R 水域空間系統	169
圖 5.46 廢水再處理的溼地埤塘	169
圖 5.47 人類安居的生活埤塘	170
圖 5.48 生物棲息的生活托邦埤塘	171
圖 5.49 休閒遊憩的景觀埤塘	171
圖 6.1 農村水圳生態系	178
圖 6.2 農村水圳空間結構	181

圖 6.3 五溝村水圳與十一個調查地點圖	189
圖 6.4 五溝村 500m×500m 地景調查地區圖	190
圖 6.5 泉水窟調查結果	207
圖 6.6 工寮調查結果	208
圖 6.7 水閘門調查結果	209
圖 6.8 墓地調結果	210
圖 6.9 三合水調查結果	211
圖 6.10 大林河調查結果	212
圖 6.11 水生昆蟲多樣性指數	214
圖 6.12 屏東縣五溝村各樣區各次調查鳥類多樣性指數比較	215
圖 6.13 屏東縣五溝村各樣區鳥類多樣性指數比較	217
圖 6.14 植物多樣性指數	218
圖 6.15 屏東縣五溝村各樣區地景類型比例	223
圖 6.16 屏東縣五溝村各樣區干擾情形	224
圖 6.17 屏東縣五溝村 500m×500m 尺度各樣區地景多樣性指數	224
圖 6.18 大林河—自然水圳型（三）	226
圖 6.19 水閘門—半自然水圳型	226
圖 6.20 萬金—較人工水圳型	227
圖 6.21 墓地—自然水圳型（一）	228
圖 6.22 屏東縣五溝村地景多樣性與鳥類多樣性具顯著相關性	232
圖 6.23 屏東縣五溝村地景多樣性與鳥類多樣性不具顯著相關性	231
圖 6.24 屏東縣五溝村綠地比與鳥類多樣性具顯著相關性	232
圖 6.25 剖面結構指數、不同月份水生昆蟲多樣性之關係	235

表 目 錄

表 2.1 農村空間中生物捕食表	13
表 2.2 農村生物食物鏈	14
表 3.1 底質和蜉蝣稚蟲的生活型	37
表 3.2 蜻蜓繁殖產卵場所與其種類的對應關係	42
表 3.3 台灣南仁山蜻蜓種類與生息場所調查整理	47
表 3.4 蜻蜓生活史所需之地景型態	53
表 3.5 水棲螢火蟲棲地變化分析表	55
表 3.6 台灣蛙類繁殖的地點	60
表 3.7 陸棲鳥類的棲所類型	64
表 4.1 Mitsch & Jorgensn 的生態工程之四大應用範疇與 Brooks & Shields Jr 的四種工程技術之應對關係表	77
表 4.2 日本河川生態系管理技術	78
表 4.3 日本河川水質等級分類表	98
表 4.4 台灣河川污染水質等級分類表	98
表 4.4 親水等級與親水工法	99
表 4.6 農村生物多樣性環境營造之水質、水文參考數值	100
表 4.7 五溝村各調查點水生昆蟲種類	100
表 5.1 農村生態系地景生態元素	122
表 5.2 農村環境生態調查表	132
表 5.3 農村整備六個層面三種尺度的規劃營造	137
表 5.4 溪水環境營造種類與指標物種的關係	143
表 6.1 空間結構評估項目與準則	185
表 6.2 五溝村調查水生昆蟲、水生植物、水質與水文的調查地點座標與乾溼水分	188
表 6.3 調查點生態屬性資料（第一點）-泉水窟	194
表 6.4 調查點生態屬性資料（第二點）-工寮	196
表 6.5 調查點生態屬性資料（第三點）-水閘門	197
表 6.6 調查點生態屬性資料（第四點）-生活水	198
表 6.7 調查點生態屬性資料（第五點）-墓地	199
表 6.8 調查點生態屬性資料（第六點）-五溝	200
表 6.9 調查點生態屬性資料（第七點）-萬金	201

表 6.10 調查點生態屬性資料（第八點）-赤山	202
表 6.11 調查點生態屬性資料（第九點）-三合水	203
表 6.12 調查點生態屬性資料（第十點）-四合水	204
表 6.13 調查點生態屬性資料（第十一點）-大林河	205
表 6.14 五溝村各調查點水生昆蟲種類	214
表 6.15 鳥類多樣性指數	215
表 6.16 屏東縣五溝村各樣區出現的鳥種與個體數	216
表 6.17 屏東縣五溝村各樣區前五種優勢種	217
表 6.18 各調查點水文分析數據與曼寧粗糙係數	220
表 6.19 各調查點水質分析數據表（2004/6/29）	221
表 6.20 對應於上中下游五溝村水質數值（6/29/04）	222
表 6.21 地景多樣性指數	225
表 6.22 空間結構指數	226
表 2.23 農村生物多樣性環境營造之水質參考數值	234
表 2.24 空間結構指數、地景多樣性指數（100m）與水生昆多樣性之關係 ..	234
表 2.25 空間結構指數評估項目與水生昆蟲多樣性之關係	236