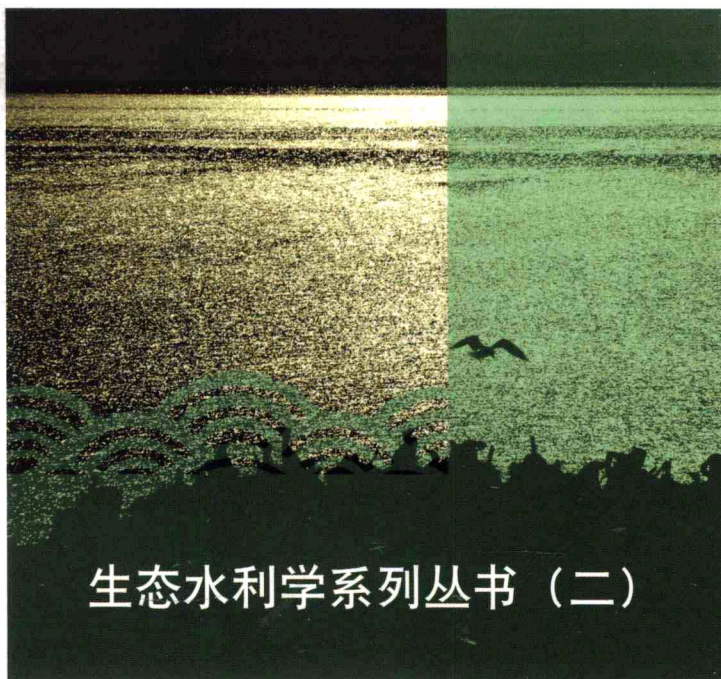




河川廊道栖息地恢复 ——理论与实践

李鸿源 胡通哲 著

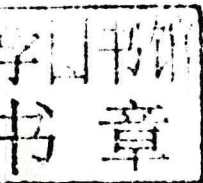


中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

生态水利学系列丛书（二）

河川廊道栖息地恢复 ——理论与实践

李鸿源 胡通哲 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

河川廊道的横向组成主要为河道、河滩地及漫流高地，纵向的组成从上游到下游区分为源头区、转换区及沉积区。传统的河川治理，多以工程安全与力学的观点切入，本书提供不同的视野来看待，除了既有的河相与水文水力，更融入生态复育的观点，从河川廊道的空间与时间尺度、特性与功能、干扰分析、问题界定，到确认河川复育的目标，再进行替代方案选择与规划设计，最后的阶段则是实施与评估，涵盖完整的工作内容。

该书可适合水利水电工程建设、管理和从事生态环境保护人员，也可作为大专院校和研究人员的参考书

图书在版编目（C I P）数据

河川廊道栖息地恢复：理论与实践 / 李鸿源，胡通哲著. — 北京：中国水利水电出版社，2012.7
（生态水利学系列丛书. 第2辑）
ISBN 978-7-5084-9965-9

I. ①河… II. ①李… ②胡… III. ①河流—廊道—栖息地—生态恢复 IV. ①X171.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第155401号

书 名	生态水利学系列丛书（二） 河川廊道栖息地恢复——理论与实践
作 者	李鸿源 胡通哲 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京博图彩色印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 9.25印张 219千字
版 次	2012年7月第1版 2012年7月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	48.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

作者简介

李鸿源

李鸿源教授为台湾治水专家，国际知名水利理论与实务学者，台湾大学土木工程学系教授，联合国教科文组织荷兰 IHE 大学客座教授，中国水利水电科学研究院客座教授。长期致力于推广可持续发展、生物多样性、节能减碳、清洁生产、绿色能源、低碳社会等新观念以及相关政策推动、规划与执行，提出前瞻性和永续性的“整合治水方案”，以持久构建解决因全球暖化气候变迁而不断恶化的居住环境。

学历：美国艾奥瓦大学土木与环境工程学系，博士

美国艾奥瓦大学土木与环境工程学系，硕士

成功大学水利工程学系，学士

胡通哲

胡通哲副教授的专长为水利工程。曾获得台湾颁布的杰出研究奖。在 1995 年时因缘际会进入台湾特有生物研究保育中心，开始从事河川拦河堰与防洪防沙设施对生态影响减轻课题的研究，之后持续地进行生态工程的研究，至今已十数年。目前研究的领域多为河川溪流、农田水利与森林集水区等淡水水域生态与工程建设相冲突的议题，主持或参与的研究计划已超过 50 件。

学历：台湾大学土木工程研究所，博士、硕士

台湾大学土木工程系，学士

自序（一）

先民逐水草而居，河川自古以来即与人类文明发展有着不可分割的关系，由于水资源利用，如发电、灌溉、休憩等，以及防洪、防灾考虑，修筑各式的跨河及沿河构造物，如堤防、水坝、拦河堰等，满足了人类的需求，但也对河川的稳定、河川型态、栖息地生态造成不可弥补的伤害。

传统的工程思考逻辑，人是唯一的指标物种，所有的设计都以满足人类的需求为主。自20世纪80年代开始，生态保育的概念慢慢被重视，于是类似鱼道、石梁等近自然工法开始出现在一些设计概念中，这些只是点状的工程个案，少有从整个河川的整体生态通路进行考虑，于是有生态廊道的概念被提出来，希望在河川工程设计中，除了确保人类的需求之外，也可以让整个生态系在沿着河川的通路，甚至接近河川的通路不会受阻。

美国农业部尝试对所谓的“河川廊道”这个概念做定位，但是严格来说，其对所谓河川廊道的了解，大多还停留在定性的描述，基本上尚未达到当工程设计准则的程度。然而，他山之石可以攻玉，这就是撰写本书的目的。针对台湾的河川廊道栖息地做理论与实践的验证和了解，希望对不管是学工程的人或学生物的人也好，对所谓河川廊道都有一定的了解，更重要的是，试图在实证过程中对河川廊道栖息地作定量的描述，以利做工程设计时有所依循。

本书前三章从河川廊道的概述着手，介绍基本的河流形态学概念，接着阐述水文及水力特性及生态系统；接着第四章描述河川廊道所面临的干扰；第五章为问题界定，开始叙述从资料搜集、分析，提出目前河川廊道所面临的问题；第六章为组织动员，包含顾问与技术团队的组成，与在河川修复过程中人与人之间的互动；第七章开始介绍解决问题的工具及方案；第八章为河川廊道分析；第九章为改善规划的设计与技术；最后一章为第十章，说明实

施过程、监测评估与维护管理、工作执行与评估所需技术。

河川廊道的整体概念，应该是从一条线性河川上、中、下游，最后变成一整个带状河流，不但与水利工程有关，也跟土地利用与都市规划有关，甚至更广义、更长远而言，与国土规划也有密不可分的关系。希望这本书对研究从事者可以激发一些新的灵感，对工程实务从事人员提供解决问题的方法，更期待因为本书的出版，有更多的人愿意投入这一学科的研究。

李鸿源谨识

2010 年 7 月于台湾大学土木工程学系

自 序 （二）

本书的编纂缘起于执行《河川廊道栖息地改善复育技术及对策之研究》计划，该计划完成河川廊道恢复手册。为力求完整，经会商决定以美国农业部 USDA 所出版的《河川廊道恢复理论与实证》（Stream Corridor Restoration - principles, processes, and practices）手册为本，取得该单位的授权进行编译，经过该单位的同意，希望能加入本土的研究资料，因此在撰写的方向朝这方面来努力，特别是仅适用在美国的生物物种，在适当的地方加入对台湾特有物种的看法。

本书共分十章，包含河川廊道的定义、特性、常见干扰、分析，进而说明如何进行问题界定与确定目标，最后才是说明规划设计技术与恢复方案如何实施。本书可作为大专院校生态工程相关方面的参考教材，亦可供水利、土木从业工程人员参考，以期减轻河川工程对生态的影响。在编纂过程中，承蒙王筱雯助理教授、蔡慧萍小姐的协助，特此致谢，此外一并感谢美国农业部授权、施上粟博士的辛劳联系及《河川廊道栖息地改善恢复技术及对策之研究》经费的资助，方使本书有机会问世。通哲学识有限，舛误难免，尚祈博雅先进，不吝指正。

另外，感谢美国农业部自然资源保育署保育工程处的 Jerry M. Bernard 来函同意本书的翻译，遵其嘱咐注明“这个翻译的版本并非是经过美国审核同意的出版品”。

胡通哲谨识

2010 年 7 月于台北木栅寓所

目 录

自序（一）

自序（二）

第一章 绪论	1
第二章 河川廊道概述	4
一、多重空间尺度与时间尺度	4
二、横向观点的河川廊道	8
三、纵向观点的河川廊道	14
第三章 河川廊道特性与功能	20
一、水文与水力历程及特性	20
二、地形空间历程及特性	25
三、物理和化学特性	30
四、各种措施对水质的影响	36
五、生物族群特性	37
六、功能与动态平衡	44
第四章 河川廊道干扰	48
一、自然干扰	48
二、人为干扰	49
第五章 问题界定	59
一、资料搜集	59
二、资料搜集工作项目	60
三、河川廊道现状特性描述	62
四、比较现状与未来要达成的状况	62
五、分析河川干扰因素	63
六、管理措施	63
七、陈述问题	65
第六章 组织动员	66
一、组成顾问团队	66
二、组成技术团队	67
三、确认资金来源	67

四、建立决策组织和联系点	67
五、信息分享与参与	68
六、记录过程	70
第七章 确定目标与替代方案	71
一、修复目标与目的	71
二、替代方案选择与设计	76
第八章 河川廊道分析	83
一、水文分析	83
二、河流形态分析	83
三、水力输沙分析	85
四、安全性分析	85
五、生物多样性指数分析	85
六、生物分析指标	86
七、地理信息系统数据库	87
八、河川状况指数分析	91
九、河川栖息地管理模式	92
十、定性栖息地评估指数	93
第九章 改善规划设计与技术	94
一、河谷型态、连续性及尺寸	94
二、土壤性质	95
三、植物社会	95
四、栖息地生态工程（工法）	98
五、河川恢复	99
六、土地使用愿景	103
七、物理栖息地模拟	109
八、改善规划设计查询表	110
第十章 实施与评估	114
一、实施	114
二、监测评估与维护管理	116
三、工作执行	120
四、评估所需技术	124
附录	128
参考文献	132



第一章 绪 论

本书旨在介绍如何以河川廊道 (Corridor) 的概念推动河川恢复工作, 促进持久发展与生物多样性, 多数篇幅翻译自美国农业部的《河川廊道修复手册》[Stream Corridor Restoration - Principles, Processes, and Practices (USDA, 2001)], 已获美国农业部的授权同意翻译与采用图片, 依其建议将台湾的河川廊道功能特性编写入本书。

本书共分十章, 以下分别就各章主要内容进行说明。第二章概述河川廊道的定义, 介绍其主要组成的部分河道 (Stream Channel)、河滩地 (Floodplain) 和漫流高地 (Transitional Upland Fringe), 探讨说明河川的空间尺度与时间尺度。恢复工作的规划与执行者必须拟定多个时间尺度方案, 恢复工作的时间尺度通常是以数年到数十年为主。本章还阐释了河川廊道的横向与纵向观点, 河川横向观点主要在河道、河滩地和漫流高地三个部分, 并简要说明如何区分三者间的分界。

第三章介绍河川廊道特性与功能, 主要有以下五个特性, 包含水文与水力 (利) 历程 (Processes) 与特性、地形空间历程及特性、物理与化学特性、各种措施对水质的影响、生物族群特性及功能与动态平衡等。在水文与水力历程一节中, 介绍河川廊道横向与纵向的水文水力历程, 包含水文循环、流量分析, 最后提到流量变化对生态的影响与冲击。地形空间 (河流形态) 历程特性则对基础水文过程中的物理或地理功能加以说明, 包括河川地形的发展过程中与水相关的侵蚀、运移、沉积三种过程, 并分成河川廊道横向、纵向地形历程两个章节介绍。本书认为无论是积极恢复 (直接的改变) 或消极恢复 (管理或移除干扰因子), 成功的不二法门就是充分了解河川发展过程中水和泥沙的特性与功能。物理和化学特性中阐述了水质是恢复的首要目标, 必须进行考虑, 本章包含物理特性与化学特性两节, 物理特性着重于泥沙、河川廊道横向沉积及河川廊道纵向沉积的水质观点; 化学特性着重于酸碱度 (pH)、碱度 (Alkalinity) 和酸度 (Acidity)、溶解氧 (Dissolved Oxygen, DO)、养分 (Nutrients)、毒性有机化合物等方面的叙述。生物族群特性说明了鱼类、野生动物、植物及人类都是恢复河川廊道时必须考虑的重要生物因子, 分成水域生态系统、陆域生态系统两个部分。在功能和动态平衡一节中, 介绍了河川廊道的六个主要功能: 栖息地 (Habitat)、通道 (Conduit)、障碍 (Barrier)、过滤 (Filter)、源头 (Source) 及渗透 (Sink), 河川廊道的生态系统是否健全, 取决于这些功能是否运作良好。

第四章说明河川廊道受到干扰, 进行栖息地恢复必须厘清河川廊道内部与邻近的干扰, 进行诊断以对症下药, 一般的干扰可分为自然干扰 (Natural Disturbances) 和人为干扰 (Human-induced Disturbances) 两大类。自然干扰可区分为洪水、森林火灾、地震、病虫害、山崩地滑、干旱、气候异常等自然事件; 人为干扰有许多种, 常见的为水坝、



曾文水库集水区



北势溪防沙坝



北势溪防沙坝鱼道捕获的鱼类

人工渠道化和外来种入侵等。在河川恢复工作中,最为困扰的人为干扰应该是土地使用方面的问题。

第五章的重点在于河川廊道的问题界定,这项工作很困难但却很重要,首先要充分了解目前廊道中的各项资源状况,进而对问题详加描述,包括待改善的问题是什么,恢复工作完成后能获得的收益有多少等问题。本章包含资料搜集、资料搜集工作项目(物化环境及生物数据)、现状特性描述、比较现状与欲达成之状况、分析河川干扰因素、决定适当管理措施(非工程方法),最后则以简要的方式陈述问题。

第六章则针对组织动员工作加以说明,属于人与人的层面,内容包含组成顾问团队(咨询小组)、组成技术团队、确认资金来源与建立决策组织、各团队间的联系人员、信息共享和记录过程。

第七章则介绍如何确定目标(Goals)与替代方案(Alternatives),基础步骤包括:确定目标和目的(Objectives)、选择替代方案、设计恢复方案、成本效益的评估。在本章中,有关恢复目标与目的的确定,首先要确定希望达成的河川廊道状态,再进行合适的空间尺度的判定,据此判断栖息地改善的限制因素与项目,最后才是确定出恢复目标与目的,一旦确定,便要努力推动以达成目标,避免轻易修改。

第八章则针对河川廊道的问题进行分析,也是本书中较为重要的部分,分析的工作包括水文分析、洪峰量分析、河流形态分析、输沙分析、安全性分析、生物多样性指数分析、生物分析指标、地理信息系统数据库、河川环境指数分析、河川栖息地管理模式、定性栖息地评估指数等,共有十节,书中的说明有台湾的实证经验支持,撰写的方式采取点到为止的方式撰写,不同专业背景的读者若有兴趣作进一步的延伸研究。

第九章主要在说明河川廊道恢复工作的改善规划设计与技术,其考虑的方面包含河川廊道中变动的结构性特征,如河谷型态、连续性及尺寸、土壤性质、植物群落、河川栖息地工法、河川恢复、土地使用愿景、物理栖息地模拟等。其中在河谷型态一节中,有两种方法可运用:参考性质类似的河川廊道和目标物种功能上的需求。在植物群(Plant Communities)一节中,原著花了相当的篇幅介绍,本书仅介绍重点内容,其中对于植物的缓冲带,补充了台湾在这方面的文献与研究。其它地区的缓冲带标准,应该参考当地环境与植物特性。本章最后一节整理了规划设计可参考的查阅表,依照规划设计步骤进行查询检查,才能不遗漏重要准则。

第十章则针对恢复方案的实施与评估进行说明,包含如何推动恢复工作、监测评估与维护管理、工作执行、评估所需技术。其中在监测评估与维护管理一节中,说明恢复方案的工程完工后,并不意味着全部的工作都已经完成,监测(Monitoring)、评估(Evaluation)与适应性管理(Adaptive Management),是相当重要的工作,这部分所需经费不高,然而开展得好却有画龙点睛的效果。

第二章 河川廊道概述

本章旨在介绍河川廊道的概念，及其构成的主要元素（河道、河滩地和漫流高地）。河川廊道的五个空间尺度包括区域尺度（Region Scale）、地景尺度（Landscape Scale）、河川廊道尺度（River/Stream Corridor Scale）、河川尺度（River Scale）和河段尺度（Reach Scale）。一般河川廊道尺度比河川尺度大，但比地景尺度小，此外流域治理常被提及的集水区尺度（Watershed Scale），可能与地景尺度重叠，但包含河川廊道尺度。

地景生态学家常将空间结构区分为基质（Matrix）、区块（Patch）、廊道、镶嵌块（Mosaic）等四个基本项目，可用来说明河川廊道空间的组成结构。

河川廊道包括三个主要组成部分（Major Components）：河道；河滩地；漫流高地。

河道、河滩地和漫流高地在景观中并不是独立的单元，而是以动态的方式相互结合运作（图 2.1），意即河道可能因为洪水拓展范围，使得河滩地范围缩小，漫流高地亦可能因河滩地拓展范围而缩小，这些都是动态互动的关系，会随时间改变，范围无法用统一标准界定，需因地制宜。本书提供相关的概念，方便读者区分河道、河滩地和漫流高地三者的差别。

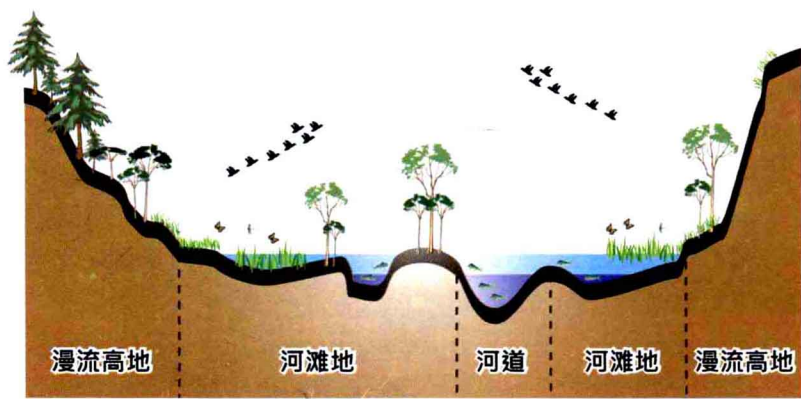


图 2.1 河川廊道三大元素示意图

在河川廊道中，水、物质、能量和有机物随时随地都在进行交互作用，提供维持生命不可或缺的重要功能，如养分的循环；径流所携带的污染物，经过滤、吸收后，逐渐脱离水量；提供维持鱼类和野生动物栖息地；补充地下水和维持河川流量。

一、多重空间尺度与时间尺度

空间尺度分为五种，由大至小（图 2.2）分别是区域尺度、地景尺度、河川廊道尺

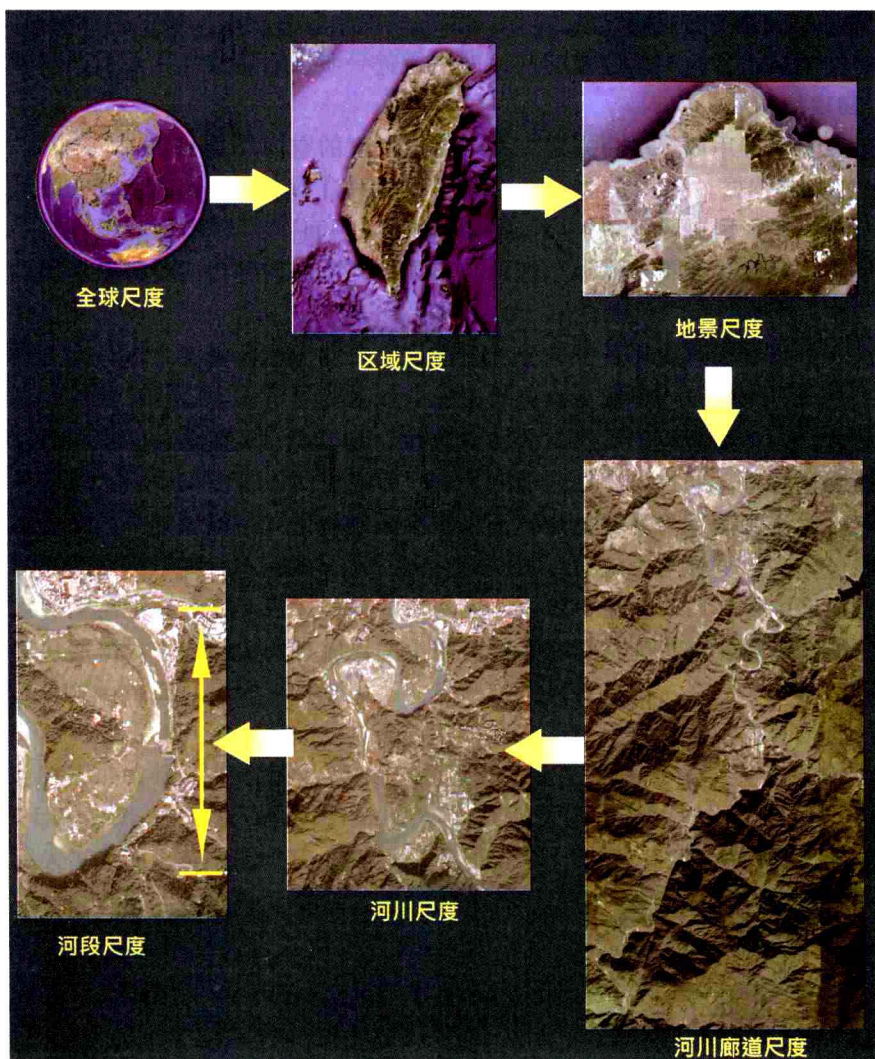


图 2.2 不同空间尺度的生态系统
(资料来源: Google earth 与南势溪航拍图)

度、河川尺度、河段尺度。空间尺度中每个元素都和其它的生态系统息息相关,这种生态系统外部的连接和生态系统内部的功能一样重要 (Odum, 1989)。

地景和河川廊道分属不同的空间尺度,把它们分别当做独立的生态系统会有助于容易了解地景、集水区、河川廊道及河川相互间的运作情形。大部分的生态系统运作受到内部与外部环境的影响,如能量的交换(河川水体的冷热变化可能受到太阳光照射或外在气候的变化所致);如生物的行为(哺乳类的迁徙、鱼类的群聚等现象会受到阳光照射、食物来源等外在输入环境的影响);如物质的运动(泥沙的运动,会受到外在降雨所形成的暴雨径流的影响)。

每一个大尺度的生态系统都会包括一个或数个小尺度的生态系统,这个小尺度生态系统的功能与结构即是大尺度生态系统功能与结构的一部分,且可能受到周边邻近生态系统



物质或能量输入或输出的影响。

以下对空间结构、空间尺度及时间尺度进行进一步说明。

(一) 物理结构

地景生态学家常用四个项目来定义某个特定尺度的空间结构 (Spatial Structure) (图 2.3)。

(1) 基质: 构成地表土地覆盖 (Cover) 的主要项目, 并与其它不同的地表覆盖物相连接, 基质可能是大片森林、农地、湿地、都市区, 也可能是由两种以上不同的土地形式所组成。

(2) 区块: 通常是多边形地区, 比基质面积小, 例如大片国有林地 (基质) 中的小片丛林 (区块)、草地 (区块)、湖泊 (区块)。

(3) 廊道: 一种线型或狭长型态的特殊区块, 和其它区块相互连接, 例如河川廊道、滨溪廊道或公路廊道。

(4) 镶嵌块: 又可称为马赛克片, 是一些小区块的集合, 例如某个尺寸大小的方形镶嵌块中可能包含小片丛林与农地。

在所有尺度中, 基质—区块—廊道—镶嵌块的模式适用于描述环境结构。以图 2.3 为例, 基质为大片森林, 区块为丛林, 廊道为图中的溪流与周边的绿带, 镶嵌块则包含了小型丛林或草地。

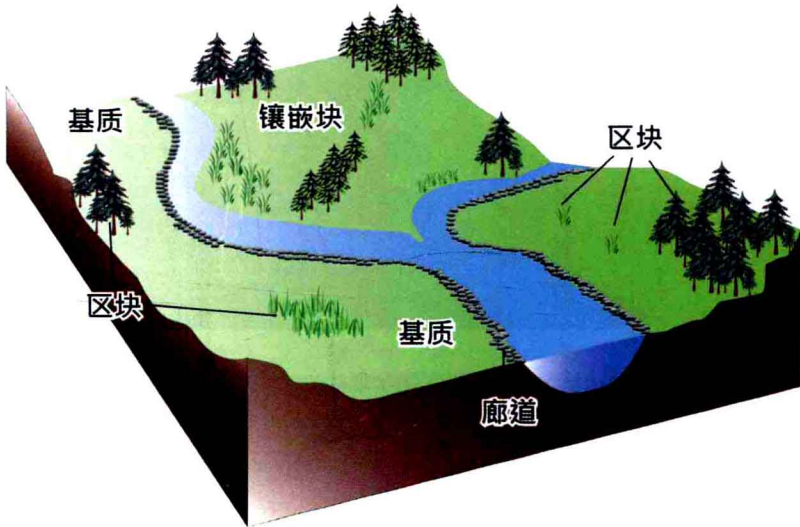


图 2.3 基质、区块、廊道、镶嵌块示意图

(改绘自美国农业部的《河川廊道修复手册》, 2001)

(二) 空间尺度

空间尺度包括区域尺度、地景尺度、集水区尺度、河川廊道尺度和河段尺度等, 下面作进一步说明, 由于河川尺度显而易见, 故不进行说明。

1. 区域尺度

区域是指一个宽广的地理范围, 有共同的气候条件的人类活动范围 (Forman,

1995)。在区域尺度中所见的空间元素就是地景,可能包括山脉、主要河谷和廊道间的区域,因为区域的尺度太大,所以大部分的河川廊道恢复规划与执行者不会利用区域尺度进行设计。

2. 地景尺度

地景是指一个地理区,分布着自然群落、湿地及人类使用区(如农地和村落)。在地景的尺度下,区块(如湿地、湖泊)和廊道(如河川廊道)通常被当做一个生态系统,基质通常是主要的自然植物群落(如大草原、森林及湿地)或主要的土地利用生态系统(如农业区或都市)。

廊道在每个尺度中都扮演着很重要的角色,生态系统关键的特性就是系统内外能量和有机质的流动。廊道所扮演的角色就是流动的主要通道,连接区块与区块,并且作为生态系统和外部环境的流通管道。

对廊道来说,空间结构帮助能量流转;相反地,经过一段时间,这些运作流转也会改变结构,因为空间结构是过去能量运转的结果。了解结构与能量循环的历程,才能顺利掌握每种尺度下的生态系统运作规则。

3. 集水区尺度

集水区尺度是另一种河川廊道的尺度,因为河川廊道的许多功能都和排水形式相关,所以集水区尺度最常被河川廊道恢复方案的规划与执行者采用。

大部分河川廊道和外部环境的能量流转都跟水有关,所以集水区概念是规划和设计河川廊道恢复方案的关键。集水区是指某区的水、泥沙及溶解物在河道某点有共同的出口(Dunne 和 Leopold, 1978)。集水区可以是一个大型的河川集水区。也可以是一个小型集水区。由于大小差距可能非常悬殊,用空间尺度概念来表示集水区并不恰当,因此本书在空间尺度的分类中并未将集水区纳入其中。

然而,集水区的生态结构(Ecological Structure)仍然由基质、区块、廊道及镶嵌块所组成,但是通常会用上游、中游、下游地带、分水岭、边坡、台地、河滩地、三角洲、河道等名词来讨论集水区的不同组成。简言之,集水区尺度和地景尺度是重叠的,但两者的环境过程不同。地景是依据地表覆盖的连续形式来区分,而集水区的边界是由分水岭来区分,集水区的生态历程跟水息息相关。

制定恢复方案时,必须清楚地了解集水区和地景的不同,同时考虑水文和能量流转因素,综合考虑集水区的科学研究和地景生态学,才能让恢复的观点更加完整。

4. 河川廊道尺度

河川廊道是介于地景与集水区尺度中间的尺度。在河川廊道中,经常可见由大型带状的植物群落构成的滨溪林廊道、由沿溪公路组成的公路廊道(Road Corridor)、或由数个小河中岛连成的区块。关于河川廊道的尺度,建议读者可从山岭高处俯瞰或根据航拍图,帮助体会其尺度的意义(见图 2.4 中的宜兰县武荖坑溪河川廊道,河道与河滩地仅占小部分,而漫流高地的范围将会延伸到高处的分水岭)。

河川廊道尺度可能包括自然区地和人为区块。

(1) 自然区块。包括湿地;森林、灌木区或草地区;牛轭湖(Oxbow lakes);河中岛(Island);位于受水流冲刷护岸的保护区;低流量时,河道中的主河道。



图 2.4 宜兰县武荖坑溪的河川廊道
(拍摄者: 胡通哲)

(2) 人为区块。包括住宅区或商业发展区; 游憩区; 人类划定的边界。

5. 河段尺度

河段的定义方法有很多种, 如根据流速可将河道区分为流速快的急流区与流速慢的深潭区; 或者用化学因子、生物因子、支流的影响或其它人为影响进行区分。

河川和河段中的区块可能还包括: 滩和潭; 枯倒树木; 水生植物底床; 河中岛和自然的河曲沙洲 (Point Bars)。

(三) 时间尺度

时间尺度和空间尺度是并行的, 通常在恢复刚开始时, 过大的时间尺度和过大的空间尺度 (如全球尺度等) 皆不适用。通常恢复的时间尺度以数年到数十年为主, 地形、气候的改变

时间可能要比恢复的时间尺度长远。

举例来说, 集水区的土地使用改变就会对河川廊道产生许多干扰。土地使用改变影响的时间尺度有许多, 例如 1 年 (农作物轮作) 到 10 年 (都市化), 甚至一个世纪 (长期的森林管理) 等。因此, 恢复方案规划与执行时, 必须考虑土地使用等的时间尺度。

洪水是另一项空间与时间的自然历程。在台湾, 梅雨季节或锋面降雨造成的径流, 有些是可预测的, 而大型暴风雨或台风所带来的洪水往往无法预测, 但是在设计恢复方案时还是必须要考虑的。水利工程师把洪水依照时间尺度分为不同重现期的事件, 如 (Return Period) 10 年、100 年及 200 年等, 这在设计恢复方案时是非常实用的信息。

恢复规划与执行者必须草拟多个时间尺度的方案。例如, 如果要在河川中设置结构物, 就必须考虑以下情况:

- (1) 水生生物产卵期不可施工 (短期考虑)。
- (2) 结构体必须能承受 100 年或更久重现期的洪水 (长期考虑, 因地制宜)。

恢复方案一旦开始进行, 就不可以任意中止。只有设计符合生态系统动态原则的恢复计划, 才能更好地克服时间上的挑战, 有时适应性管理是必要的。

二、横向观点的河川廊道

前一节讨论了基质—区块—廊道和镶嵌块的模式, 也讨论了河川廊道和其外部环境的各种尺度。本节将讨论横向观点 (Lateral View) 的河川廊道物理结构。横断面的河川廊道包含三个主要组成部分:

- (1) 河道: 一年间至少有一段时间水道中有流动的水。