

不同土地利用与覆盖之景观生态水文变迁探讨

张俊斌

(中州科技大学,台湾 员林)

摘要:以景观生态理论为基础,配合水文现象的变化,应用统计分析技术计算各种景观生态指标,生态意涵在不同时期上之变异与能量循环上之改变及其生态代表意义,结果显示嵌块体的聚合大多由泥岩及竹林二种景观所造成,对于不同时期之景观生态变迁,因素分析之三个主成分的解释变异达 93.2%。景观嵌块体形状因子与水质之有机营养盐供给因子,具有整体性的高相关性。在景观生态水文方面,景观多样性均一度因子,也能显著地影响到与水库淤积量、冲蚀深度有关之集水区土壤冲蚀因子。综合结果可知泥岩景观嵌块体较为破碎,边缘指数较高,因此能量、物质和营养流在嵌块体中的流转较快亦较多,而这些流动主要为暴雨所带来的冲刷,而致使水土资源大量流失,也与水库之淤积、流氧量、生化需氧量有密切之关系。

关键词:景观生态水文;景观健康度;卫星影像;因素分析

中图分类号:P901;X171.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2006)04-0033-04

Discussion on the Landscape Ecohydrology Change of Different Land Use and Cover at Taiwan Mudstone Area

ZHANG Jun bin

(Department of Landscape Architecture, Chung-Chou Institute of Technology, Taiwan, China)

Abstract: Due to the poor condition of soil and micro-climate condition, the mudstone area in the South - Western Taiwan was hard to plant and then always in bare condition which got a nickname of Moon World. In the respect of ecosystem, ecological index in different periods were calculated based upon landscape ecological theory. To explain its meanings, and the danger behind the bare mudstone area. The results indicated that, mosaic gathering was caused by mudstone and thorn bamboo. Mosaic is fracture and high edge. The results illustrated that the landscape ecological factor such as patch shape factor, and Shannon evenness factor that have significant canonical correlation with water qualities and erosion of the study area. Therefore, energy and material flow in mosaic are faster which will cause soil and water resources loss. In study area, there are many styles of fracture, variation, and mosaic distribution landscape.

Key words: landscape ecohydrology; landscape health; satellite image; factor analysis

1 前言

航照调查数据显示 1967 年裸露面积 2 532.58 hm²,至 1987 年增加成为 3 836.28 hm²,而到 1997 年以 Landsat TM 卫星影像分类判释,泥岩裸露面积扩大为 1 1179.5 hm²(周天颖,1997),十几年间迅速增加 3 倍之多,显示泥岩裸露面积扩大有加速恶化之情形。从每年 65 hm²之裸露扩张率(1967~1987),激增至 730 hm²(1987~1997),最近几年亦持续高涨,促使泥岩裸露后之植生入侵困难与人工植生不易,已使广大之荒漠化土地趋于沙漠化,更引起地区微气候之改变,使得泥岩在土壤型态与微气候异常之互为因果之作用下,造成西南部泥岩地区生态环境的危害(张等,2001、2002、2003;张俊斌,2002;林等,2003),更突显此问题之严重性。土地覆盖和使用变迁的议题是为全球环境变迁所重视,研究泥岩不但有助于实现全球变迁在地方研究向度的探讨,对于未来泥岩裸露防治也可以提出不同面向的方法。对于泥岩地区而言,无论是自然环境的变化、不同的土地利用方

式、或人为活动的干扰等,在不同时空尺度上均会产生不同之效应,而由此引发的生态过程的变化也将大为不同。而景观生态理论着重在空间异质性的生态意义及空间与分布之内涵,强调在人为处理与自然现象共同作用下,对于区域生态系统的影响(肖笃宁,1999),可有效地评估植生的空间结构及其生态效益。是以对于泥岩地区而言,无论是自然环境的变化、不同的土地利用方式、还是人为活动的干扰等,在不同时空尺度上都会产生不同之效应,而由此引发的生态过程的变化也将大为不同。

许多生态学者相继指出生态方面的研究需要有量化方法,如空间型式之量化、地理位置之比较、明显异同之界定、以及相互间之相关性等,此法可在时空尺度上解释与分析地理之空间型式、生态过程与变迁(Forman,1986)。因此,利用指数与计量方法探讨地理结构的型式、大小、形状、离散、破裂程度(碎形)及异质性等,为目前研究地区之生态结构、功能与空间变迁等之有效工具。在实务应用方面,Heggen 等(1998)在路易斯安那州的集水区,以景观生态指标

及水质作集水区的生态评估,并结合卫星影像及地理信息系统,对防治非点源污染作出最佳的决策。再者,Dramstad (1996)等人成功地将景观指标纳入挪威土地管理局之农业用地监测管理上,并认为景观指标对于环境快速改变的趋势有侦测的能力。Aspenall 与 Pearson (2000)亦结合景观生态、环境模式及地理信息系统,于美国落基山脉黄石河上游集水区作一整合性之评估,于集水区内建立预测性之指标,以提供作为环境决策所需之信息。因此,对地理环境特殊的泥岩恶地、生物多样性突出、生态系统循环不良,发展该区的景观结构与格局分析,不仅可提供从事泥岩地区景观生态规划者之参考,订定景观生态之容忍指标植作为健康度之有效监控与管理,为流域环境生态资源经营管理之所需。

2 研究方法

本研究对于泥岩地区其景观之变迁、时间、空间尺度上之选择,乃依层级理论及台湾和大陆相关学者之经验建议(鄢建国,2002;傅伯杰等,2001),选择土地利用变迁较明显之约 1 000 hm² 的太阳谷地区,以每年监测一次的频率,作为泥岩地区景观变迁之空间、时间尺度,来探讨典型泥岩主要土地利用区域,其景观生态之变异与预测。而因研究地区泥岩景观较为单纯,除植被外大都为裸露地、建地与农舍等,而此类分布零散且所占面积小于一像元。

2.1 遥测影像之处理

购自于台湾中央大学遥测中心的卫星影像图文件,其属 SPOT Level 10 之多光谱卫星影像,并已经过前处理(辐射及几何校正)且像元精度为 12.5 m * 12.5 m 影像。以 ERDAS IMAGE 软件包进行影像处理工作,将原始文件组合后,经由选取训练样区以监督性影像分类之高斯最大相似法进行影像分类判识。并将分类精度做检核以完成各时期之影像分类,运用 ERDAS IMAGE 影像处理软件进行泥岩地区主要四种土地利用类别的判识,并选定训练样区辅以現地调查进行影像监督性分类,其所得之多时期各类土地利用的分布情形、空间型态与各类别历年所占比例。另一方面,整合入 Arc View 地理信息系统中,应用以美国农业部西北太平洋森林研究中心开发的 FRAGSTATS 为主体的 Arc View 的外挂模块 Patch Analysis 来计算其景观生态指标,以量测景观结构和组成,并分析不同土地利用结构之景观生态涵义,再以因素分析方法探讨其生态结构与变迁。

2.2 景观生态指标之应用

不就景观变迁之研究而言,景观生态学者常以景观生态指数与转移矩阵(transition matrix)进行景观结构之量化与变迁分析。运用不同的景观指数能够分析、解释生态系统之大小、形状、类别及分布等空间信息,而其变化程度则能有效反应景观空间排列的变迁方向与大小。评量指标为分析探讨、判别与批注复杂环境问题之一重要工具,联合国与许多如美国、英国等先进国家也已订定国土永续评量指针系统,来检核国家永续发展的机制。有鉴于推动国家永续发展的需求与参考他之经验,国内亦陆续研究发展适合的指针评量系统,惟各领域之指标分歧,无法整合且大都偏重产经、政策等社会人文方面,成果亦缺乏实际应用,更少对于环境生态方面之专业评估指,标然国外之景观生态指标已逐渐成熟,可作为我们评估环境生态之变化、内涵与趋势之依据,检讨环境生态之恶化现状或改善程度,研拟环境永续发展之对策。近年来也多应用于集水区管理及环境影响评估上。

选择台湾西南部泥岩地区之一代表性区域高雄燕巢之太阳谷,藉由不同时期之卫星影像基本数据,分析计算出该

区域之生态嵌块体之变化、结构与功能,进而解释其生态内涵,作为该区景观生态变迁之依据与探讨。

2.3 景观生态水文

了解景观生态水库之水质、水文状况之影响,乃进行太阳谷试验区之景观生态指数之变化与其下游地区之阿公店水库的水库溶氧、酸碱度及导度等水质状况与水库淤积率、集水区冲蚀深度等关系之探讨。由于所选之试验区面积占阿公店小集水区之 50% 以上,可与下游水库水质、淤砂特性作一关连性研究,而水质、水文的资料乃由台湾环保署与水利署之网站上所下载,再配合本研究计算出之景观生态指数。

3 结果与讨论

3.1 卫星影像分类结果与探讨

以 SPOT 卫星影像判识泥岩裸露面积,及经实测泥岩反射光谱(Ocean Optic USB2000 Spectrometer)比对判别分析与监督式分类结果,其裸露地分布之面积,1997 年 11 月为 12 179 hm²,到 2001 年 11 月已扩大为 15 539 hm²。而太阳谷泥岩研究地区,其竹林地、农耕地、林地及泥岩景观分布之面积与变迁情形如表 1 所示。

表 1 泥岩太阳谷地区 4 期分类成果表

	景观	像元数	1997/ 11		像元数	2000/ 01	
			面积/ m ²	%		面积/ m ²	%
	林地	13329	2082656	25.0	13818	2159063	25.9
	农耕地	11683	1825469	21.9	17765	2775781	33.3
	泥 岩	19752	3086250	37.1	11622	1815938	21.8
	竹 林	8533	1333281	16.0	10092	1576875	18.9
	总 和	53297	8327656	100.0	53297	8327656	100.0
	景观	像元数	2001/ 11		像元数	2002/ 11	
			面积/ m ²	%		面积/ m ²	%
	林地	13012	2033125	24.4	13252	2070625	24.9
	农耕地	17619	2752969	33.1	17067	2666719	32.0
	泥岩	10323	1612969	19.4	11141	1740781	20.9
	竹林	12343	1928594	23.2	11837	1849531	22.2
	总和	53297	8327656	100.0	53297	8327656	100.0

各期各类景观之面积变化趋势与相关情形,经无母数检定结果,各类景观之相关情形除竹林与泥岩显著性(0.019)较高外,其余较无显著性,且各类景观中,以泥岩与竹林之相关性最高(kendall's 相关系数为 - 0.988, Spearman's 相关系数为 - 0.997)。由此可知在泥岩地区竹林的消长(特别是刺竹)与泥岩裸露面积的持续扩大增加有密切关系,也可呼应前人(张等,1999)所提之泥岩裸化与刺竹林所带来之土壤冲蚀,环境生态所带来之问题。泥岩地区之裸露面积仍持续扩大且裸化速率有加大趋势,与竹林地之扩张相似,但却与林地地相反。显示泥岩之加速裸露与林相均一化(刺竹林)有密切之关系,足以抑制林地之生长。

3.2 景观生态系统结构与变迁

3.2.1 景观嵌块体变迁情形

由太阳谷整体景观之嵌块体指标中可看出,整体景观结构由 1997 逐渐零碎的情形到 2001 年转为聚合,于 2002 年又转为零碎,而由 2000 年至 2001 年嵌块体出现整合而使得嵌块体数量(NP)由多转少,且平均嵌块体大小(MPS)由小变大,嵌块体大小标准差也因此有由小转大的趋势,但 2001 年至 2002 年的情形则完全相反,嵌块体数量增多,而平均嵌块体大小转为细小,嵌块体面积变异系数(PSCoV)随之变大。然而,嵌块体大小的变动亦反映在嵌块体相邻关系上,平均相邻指针(MPI)和散置并排指标(IJ)皆随着嵌块体大

小的趋势而变动,当 2000 年至 2001 年嵌块体大小转为聚合的同时,嵌块体彼此相邻的关系也随之变得较为密切,而 2001 年至 2002 年,嵌块体大小转为零碎化时,嵌块体相邻关系随之转为离散,其平均相邻指针(MPI)和散置并排指标(II)皆随之变大。由以上之结果显示 2002 年所呈现的整体嵌块体大小型态为,嵌块体数量最多(NumP),平均大小最小(MPS),变异系数最大(PSCoV),离散度(II)最大。

景观聚集度为描述景观中不同景观要素的团聚程度,反映一定数量的景观要素在景观中的相互分散性,因其包含了景观中各类要素之间的空间关联性,常被用来分析景观结构与异质性,由表 2 之聚集度指标(II)可知 1997 年整体景观之 II 值最小(71.21),表示景观由少数较大嵌块体所组成,而 2002 年最高(85.31),表示景观由相互分散交错分布的许多异质小嵌块体所组成,景观的异质程度较高。此结果与该表中嵌块体数目之变化一致(1997 年数目最少,2002 年最多),更说明泥岩地区之愈来愈破碎化现象。在景观多样性(SDI)方面,逐年增加,呈现 2002 年 > 2001 年 > 2000 年 > 1997 年的趋势,景观均一性(SEI)亦呈现相同的趋势,也就是说泥岩的景观,其整体异质性程度越来越高(变异程度高)。可见在 2001 年嵌块体聚合,是倾向于单一类别的聚合,由四种景观类别在 4 个年代上的变动,泥岩及竹林的数量呈现长消情形,而林地(混合林)呈现较稳定,农耕地(果树)则趋于增加,可见人为的土地利用使得嵌块体破碎,整体的聚合大多由泥岩及竹林二种景观变动大(PSCoV),能量多且交互移转。而此结果说明刺竹林地表土壤冲蚀与其它林地之明显差异等,亦可更加说明泥岩面积增加乃由于竹林对于其它植群之强烈排他性,其它植群难以入侵,而形成大面积地裸露。在缺乏地表植生覆盖之泥岩恶地,一经暴雨冲刷更易产生大量泥砂且影响边坡稳定。如此恶性循环下,裸露造成面积不断扩大,且竹林又合适于泥岩环境,因此竹林成为泥岩的优势种(Lin & Chang,1999),其植群不断扩大并造成生态歧异度降低,进而可能导致生态失衡。

表 2 不同时期之太阳谷整体景观之嵌块体指标				
指标	1997	2000	2001	2002
NumP	781	913	897	977
MPS	1.07	0.91	0.93	0.85
PSCoV	1011.03	788.14	820.68	1020.17
SHDI	1.34	1.36	1.37	1.38
SHEI	0.971	0.987	0.993	0.997
TE	228675	237762.5	236412.5	237387.5
ED	274.6	285.51	283.89	285.06
LSI	19.81	20.6	20.48	20.57
AWMSI	8.75	6.34	5.86	7.27
AWMPFD	1.27	1.26	1.25	1.28
MNN	31.7	27.7	30.8	29.6
II	71.21	77.87	80.03	85.31
MPI	1835.76	845.54	616.99	965.92

3.2.2 边缘变迁情形

边缘指标的变化与嵌块体指变化之趋势一致,嵌块体较为零碎者,边缘长度(TE)及边缘密度(ED)亦较高。边缘指标大小可代表能量、物质和营养流在嵌块体间的交换情形(Dramstad 等,1996),以上结果搭配嵌块体大小指标(NumP, MPS, PSCoV)更可说明 2000 年之泥岩整体景观嵌块体较为破碎,边缘较高,因此能量、物质和营养流在嵌块体中的流动较快亦较多,而这些流动主要为台风、暴雨(特殊天候)及土壤

特性(特殊地质)所造成地表与坡面严重冲刷,而致使水土流失,植群入侵受到阻隔,进而造成 2001 年泥岩与竹林嵌块体扩大,数量减少,相对地较不破碎化分布。而在近年来致活于泥岩地区之植生集水区治后,使得景观暂趋于稳定后,其它植群又开始入侵,因而使得景观开始变为破碎。

3.2.3 形状变迁情形

形状指标方面,景观形状指标(LSI)以 2000 年最高,为 20.6,其次为 2002 年的 20.57,1997 年最低(19.81),而 2001 年的景观形状最为不规整,此结果亦反映出嵌块体较零碎者,形状上较容易产生不规整的现象,但面积权重平均形状指数(AWMSI)则呈现不同的结果,1997 年最高者,为 8.75,但其次却为 2002 年的 7.27,2000 年的 6.34 最少,面积权重平均碎形维度(AWMPFD)的变化情形与面积权重平均形状指数(AWMSI)一致,由此结果显示,1997 年的嵌块体中,大的嵌块体其形状不规整的情形亦多,导致 AWMSI 最高,相对而言,2000 年的景观则较为规整且稳定,由此亦可得知,太阳谷泥岩景观于 1997 年后受到南二高田寮、燕巢段重大土木工程之相当程度的干扰,以致于景观变化呈现先聚合再趋于破碎,于此期间生态亦受到一定程度之干扰。

3.2.4 个别景观变化

林地嵌块体数量于各期之变化,如表 2 所示,以 2000 年的 196 个最高,其次为 2002 年的 119 个,最低者为 2001 年的 115 个,而以嵌块体大小变异系数而言,亦是以 2000 年的 979.22 最高,其次为 2002 年的 777.66,最低者仍是 2001 年的 759.62 最低,其变化趋势与嵌块体数量变化是一致的。显示泥岩地区之林地在 2000 年在重大工程(南部第二条高速公路的兴建)的干扰下,使得嵌块体快速破碎,其后又呈现聚合、稳定的情形,且其变化趋势与聚合速率皆较其它景观类型大,说明了泥岩地区之景观(林地、农耕地、竹林、泥岩)之生态恢复趋势以林地恢复较快。就景观之空间结构指针而言,其各期之最邻近距离(MNN),皆以竹林最低,平均值为 25.091,最高者为泥岩之 47.87,且由各期之变化趋势可知,竹林之最邻近距离(MNN)变化不大,由此更可显示其基质(Matrix)的特性。而散置并排指标(II)有升 降 升之趋势,其变化与泥岩之 II 变化一致,由此表示泥岩地区竹林地之景观,常与泥岩裸露景观,共同伴随出现的成份居多。以农耕地的平均嵌块体大小(MPS)而言,农耕地嵌块数目逐年增加(316 个 320 个 322 个 347 个),但其平均嵌块体大小(MPS)却呈现相反的情形(0.58 0.57 0.54 0.46),显示在泥岩地区,由于农耕地的人为开发利用,以及筑路等干扰下农耕愈破碎化,其嵌块体数目逐渐变多,但嵌块体面积却逐渐变细小。在嵌块体形状方面之各期变化方面,以泥岩为例,其面积权重平均形状指针(AWMSI);由 3.78 4.2 7.67 7.81,显示嵌块体愈来愈零乱,而其散置与并列指数也愈来愈大(11.89 31.49 47.45 65.94),如此之生态讯息,说明泥岩之裸露景观,随时间之增长与人为开发利用大,嵌块体形状却愈来愈破碎、零散且在空间上亦分布不均,呼应西南部泥岩裸露区域之持续扩大与分散的实际现象。

3.3 景观生态因素萃取与分析

因素分析之检定与共同性可显示作分析之适当性(KMO 指数皆达 0.7 以上,另以 Bartlett 球形检定,亦达显著水平)。而其生态指数之相关性中,各指数之相关性高,尤以嵌块体数目影响较大。将不同时期之竹林地、农耕地、林地及泥岩景观,所计算出之各类生态指标进行因素分析,结果显示特征值大于 1 者有 3 个主成分。亦即可达 93.2%的总变异量解释。第一因子解释之整体变异量为 52.8%,于此因子嵌块体

数量、边缘指针等多样性结构有较高的因子负荷(分别为 0.949、0.762 及 0.998);第二因子解释之整体变异量为 24.5%,具较高因子负荷之指数为面积加权平均形状指数、面积加权平均碎形维度、嵌块体面积变异系数(分别为 0.968、0.843 及 0.835)。第三因子可解释整体变异量的 15.9%,平均最近距离(负荷值 0.943)、散置并排空间结构(负荷值 0.76)等有较高之值。因此,第一因子可命名为景观多样性边缘因子,第二因子可诠释为嵌块体形状变异因子,第三因子为嵌块体分布空间结构因子。由历年不同土地利用与整体景观之变量结构图(第一因子对第二因子),可知林地的变动范围明显较小,在生态族群与能量交换上是较稳定的。以历年竹林分布而言,其分布落于第 2.3 象限中且近第二因子轴,且随时间朝第二因子轴方向增加,表示泥岩竹林区历年之整体景观变化朝向形状变异方面发展(由 AWMSI 及 AWMPFD 之特征方向指示可知),换言之,可能受自然及人为影响同时存在。此与景观指数变迁之结果相印证,此方面之变异可解释总变异的 68%,且可较明显地区分 3 个群落(整体、竹林与林地、泥岩与农耕地),显示其在生态结构上是类似的。由第 1 因子对第 2 因子可知,各期之整体的生态指标变化与竹林、泥岩等各类景观有明显之差异,整体景观主要朝向多样性(SHDI 向量)与嵌块体数目(NP 向量)之变化。以第 2 因子轴来看,泥岩裸露景观的变动(成分分数),从 1997 到 2002 年,由上往上逐渐增加,与竹林的消长一致,可知泥岩的生态结构内涵与竹林的生态意义是一致的,亦即面积权重、碎形维度(AWMPFD)、平均形状指数(AWMSI)与平均邻近指数(MPI)的变化趋势是一致相关的,也就是说泥岩与竹林在第 2 因子(景观多样性边缘因子)有一致性之变动。

3.4 景观生态指数与水质之分析

以嵌块体数目(NP)、边缘密度(ED)及多样性指数(SHEI)等之景观指数与研究区下游之阿公店水库水文、水质变化量作相关性探讨,可了解景观之变化,对水文、水质之影响。多样性均一度指数(SHEI)与冲蚀深度、溶氧量及 pH 值等水质指标达显著水平,亦即景观均匀度之变化对水质具有一定之影响;嵌块体变异系数(PSCOV)与化学需氧量也达 5%之显著水平之相关性(0.47)。然个别的简单相关,往往会忽略了整体其它相关变量所造成的影响。因此,本研究利用群体的典型相关方法,以得知多个景观指数与多个水文、水质

参考文献:

- [1] 肖笃宁. 论现代景观科学的形成与发展[J]. 地理科学, 1999, 19(4): 1 - 5.
- [2] 林信辉, 张俊斌, 周跃. 台湾西南部泥岩土地利用型态与环境劣化趋势之分析[J]. 云南地理环境研究, 2003, 15(3): 40 - 47.
- [3] 林裕彬, 邓东波, 吴振发. 景观生态计量方法于农业景观生态系统之空间结构探讨[J]. 农业工程学报, 2001, 47(2): 75 - 91.
- [4] 张俊斌, 林信辉. 台湾西南泥岩刺竹林更新与泥沙控制工法[J]. 水土保持研究, 1999, 6(3): 88 - 99.
- [5] 张俊斌, 颜正平, 李庆瑞, 等. 台湾泥岩恶地适生植物蒸发散模式之研究[J]. 水土保持研究, 2001, 8(4): 136 - 145.
- [6] 张俊斌, 李明儒, 刘大根. 台湾泥岩集水区整体生态经营策略之研究[J]. 水土保持研究, 2002, 9(3): 103 - 108.
- [7] 张俊斌. 台湾泥岩地区刺竹林之微气候模式[J]. 水土保持研究, 2002, 9(3): 92 - 97.
- [8] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. 景观生态学原理及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2001. 1 - 20.
- [9] 邬建国. 景观生态学 - 格局、过程、尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002. 89 - 103, 123 - 145.
- [10] Aspenall, R. D. Pearson Integrated, geographical assessment of environmental condition in water catchments: Linking landscape ecology, environmental modeling and GIS[J]. Journal of Environmental Management, 2000, 59: 299 - 319.
- [11] Dramstad, W E, J D Olson, R T T Forman. Landscape Principles in Landscape Architecture and Land-use Planning [M]. Island Press, 1996.
- [12] Forman, R T T, M Godron. Landscape Ecology [M]. New York: John Wiley & Sons, 1986.
- [13] Heggem, D T, A C Neal, C Edmonds, et al. Tensas River Basin - A landscape approach to community-based environmental protection, [M]. Las Vegas: EPA - Las Vegas Research Expo, 1998. 81 - 92.
- [14] Hokit, D G, B M Stith, L C Branch. Effect of landscape structure in Florida scrub - a population perspective [J]. Ecological Application, 1999, 9(1): 124 - 134.

的群体相关性。由典型相关分析结果可知,三组的典型相关系数分别为 0.98、0.91 及 0.79,共可解释 96.7%的变异,其中第一组(P=0.01)、第二组(P=0.05)有显著性的相关性。第一组典型相关函数中,负荷量较大者为面积权重平均嵌块体碎形维度(AWMPFD, - 0.48)、最大嵌块体指标(LPI, - 0.35)与嵌块体面积变异(PSCOV, - 0.24),而这些皆与景观之嵌块体形状有关;在水质方面,水库之电导度(- 0.87)、生化需氧量(- 0.72)及悬浮固体(- 0.86)有较高之负荷量,而电导度、生化需氧量乃来自于集水区盐类、有机物之供给,进而造成悬浮体之增加。由此可知,景观嵌块体形状因子与水质之有机营养盐供给因子,具有整体性的高相关性(典型相关系数为 0.98),亦即是说明了集水区景观的嵌块体形状变化,能显著地(第一典型相关函数之显著性为 0.01)影响该集水区之有机营养盐含量。由第二组典型函数中之较高负荷量之多样性均一度指数(SHEI, 0.86)与最大嵌块体指标(LPI, - 0.47),可知集水区之景观多样性均一度因子,能显著地(第二典型相关函数之显著性为 0.05)影响到与水库淤积量(负荷量 - 0.53)、冲蚀深度(负荷量 - 0.59)有关之集水区土壤冲蚀因子。

4 结论与建议

台湾泥岩地区之裸露面积仍持续扩大与竹林地之扩张相似,但却与林地地相反。显示泥岩之加速裸露与林相均一化有密切之关系,竹林之优势性及排他性足以抑制混杂林之生长,反应刺竹林相更新有其必要性。边缘指标的变化与嵌块体指标变化之趋势一致,边缘指标大小可代表能量、物质和营养流在嵌块体间的交换情形,而 1997 年嵌块体较为破碎,边缘较高,因此能量、物质和营养流在嵌块体中的流转较快亦较多,而这些流动主要为暴雨所带来的冲刷,而致使水土资源大量流失,植群不易生存,进而造成 2000 年泥岩与竹林嵌块体扩大,而在景观趋于稳定后,其它植群又开始入侵,因而使得景观开始变为零散与破碎。景观生态指标,虽是经过理论与广泛的景观型态,所表现出的生态意涵,但要作区域性之真实生态物理意义与评价,仍须透过长期的监测,建立区域性特定景观与其它因子(冲蚀、植被减少,水质、流量及环境污染等)之比较与其复杂关系之建立,才能更具实质上的生态意义,也才能透过长期的监测,找出巨变的临界点,进而订定适合的标准与容忍范围,以供实际规范所需。