

Activation of Industrial Landscape of the Chu Hung Keng Oil Field through Constructing a Landscape Ecological Map

Shiang-Yuarn Chen¹, Chen-Meng Kuo²

¹Department of Landscape Architecture, Chung-Hua University, Hsinchu

²Department of Landscape Architecture, Chung-Yuan Christian University, Taoyuan
Email: sharon@chu.edu.tw, kuocm@ntu.edu.tw

Received: Nov. 29th, 2012; revised: Dec. 28th, 2012; accepted: Jan. 8th, 2013

Abstract: The Chu Hung Keng oil field is the first gas and oil field in Taiwan, which is also the second oil field developed in the world. Followed with the reduction in oil production, it induced the come-down of Chu Hung Keng district concurrently. Local government thus planned to reform the oil field as a tourist spot by activating its industrial landscape. However, many improper actions proceeded without surveying local natural and cultural resources. As a result, the integrity of fauna and flora were seriously destroyed. Instead of showing the interdependent relationship or the niche of species, traditional ecological survey only provides a name list of local wildlife, which is actually not practical for environmental planning. In this study, the natural and cultural resources were surveyed and mapped on the topographic map. Subsequently, a landscape ecological map was constructed. It aimed to bring forward a more appropriate land use and management for Chu Hung Keng district with a concept of sustainable management. By taking local natural and cultural resources into account, the industrial landscape could be activated and reused in a more proper manner. Our results suggested that, in order to preserve the subtropical broad-leaved forest and industrial landscape, the Chu Hung Keng oil field should be developed into an ecological and geological park. Furthermore, it could become an excellent place for environmental education and ecotourism.

Keywords: Industrial Landscape; Sustainable Management; Carrying Capacity; Activation and Reuse

从景观生态地图之建构探讨出磺坑产业地景之活化

陈湘媛¹, 郭城孟²

¹中华大学景观建筑学系, 新竹

²中原大学景观建筑学系, 桃园

Email: sharon@chu.edu.tw, kuocm@ntu.edu.tw

收稿日期: 2012年11月29日; 修回日期: 2012年12月28日; 录用日期: 2013年1月8日

摘要: 苗栗县公馆乡的出磺坑是台湾第一口以石油与天然气开采为主的油井, 也是全世界第二口油井, 然而随着采油量减少而逐年没落, 近来地方政府计划将出磺坑的产业地景重新整理, 并开放为观光游憩区, 却因未对本区的自然与人文资源详加调查之前即匆忙发包许多硬件工程, 对植被的完整性与动物资源造成很大的破坏。鉴于传统的生态调查多为建立一份动植物的学名清单, 并无法反应出物种间的依存关系, 也无法反应其在空间上的分布区位, 对实质环境规划的帮助有限, 因此, 本研究从环境永续经营的理念, 将资源调查结果套绘于地形图上, 为出磺坑的自然环境与产业地景建构一份景观生态地图, 据以建议适宜的土地利用与经营型态, 以达到产业地景活化与再利用的目的, 研究结果同时建议出磺坑未来应朝向“生态地质园区”发展, 以保全其亚热带阔叶林与产业地景, 进而成为台湾生态旅游与教学之环境教育据点。

关键词: 产业地景; 永续经营; 承载量; 活化与再利用

1. 研究动机与目的

苗栗县公馆乡的出磺坑是台湾第一口以石油与天然气开采为主的油井，也是全世界第二口油井，早在十九世纪中期，清政府即陆续展开开采作业，但是较具规模的计划性开采则是在日据时期，开采量曾达全台产量 95% 以上。先民在此开采石油的事迹过去曾经成为本土电影的拍摄题材，是苗栗八景的“磺窟响泉”之所在。

根据环境调查，出磺坑采油地景代表的是台湾两百多年来的石油产业发展，其环境述说的则包括自然生态的演替、背斜地质的纹理与教育价值，而随着油气产业兴衰而改变的南寮、北寮聚落，则是很好的人文研究题材。鉴于地方政府计划将出磺坑的产业地景重新整理，以开放做为观光游憩区，但部分工程在未对自然与人文资源详细调查前即草率发包，使得本区的地景产业设施与动植物生态面临不当开发的威胁，因此研究希望从永续发展的角度，为拥有产业地景、人文历史以及自然生态的出磺坑地区建构景观生态地图，据以建议适宜的土地利用与经营型态，进而在发展观光的政策下保全其亚热带阔叶林的景观生态。

2. 研究区域环境概况

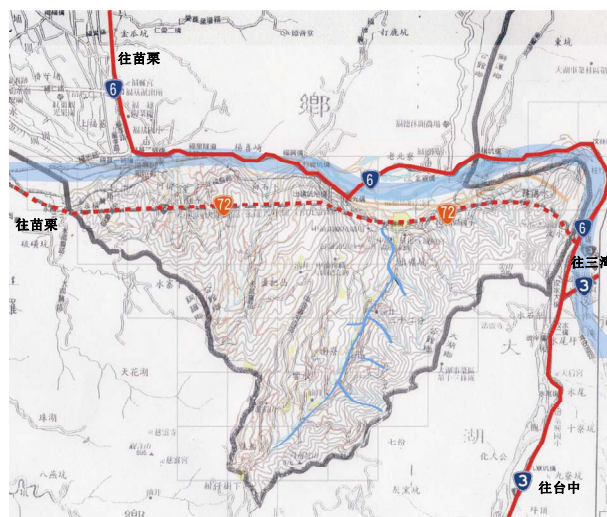
2.1. 出磺坑之地理区位与交通动线

出磺坑位于苗栗县公馆乡的开矿村，在地理区位上，北邻后龙溪，东、西、南侧群山环绕，在地形上中央高而向两翼倾斜。在联外交通动线上，主要以东西向快速道路与苗栗市、大湖乡等地区联系，相邻重要动线尚有台三线与台六线，台三线往北可接三湾、头份，往南可接台中东势；与后龙溪平行的台六线则是进入苗栗市的主要动线，在联外交通上堪称便利，可及性很高(图 1)。

2.2. 地形地质

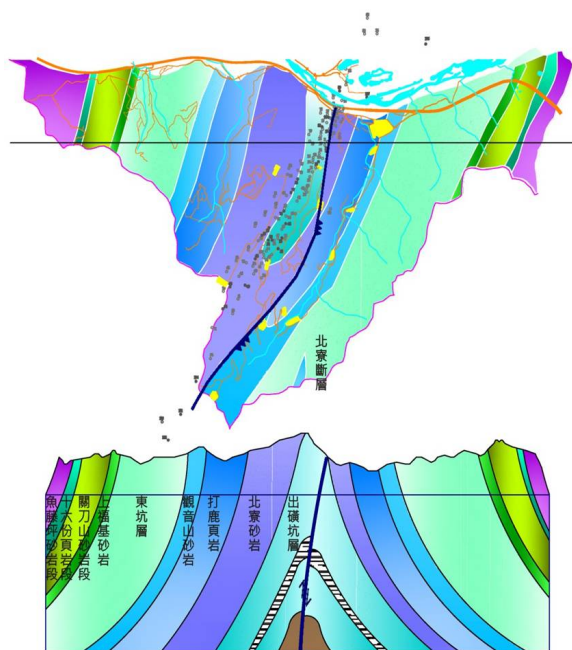
出磺坑在地形上属于背斜构造，北段为八角崇山脉，呈东北 - 西南走向，背斜的两翼非常陡峭，倾斜角度达 $50^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 。此一背斜构造为台湾西部山麓一系列东北向雁行排列之褶皱群之一，其背斜轴之轴部与两侧即是出磺坑油气田的位置^[1]，而出磺坑地区的水系基本上也是顺应背斜构造，呈西南往东北走向(图 1 和 2)。

公馆乡东半部八角崇山区原是矿产蕴藏量丰富的地区，产有石油天然气、煤矿、石英砂与黏土，矿藏的种类决定了公馆地区的产业型态，例如石英砂为玻璃产业的原料，黏土则造就公馆成为“陶瓷之乡”，煤矿目前已经停采，而石油与天然气则造就了出磺坑地区早期的繁荣。



(资料来源：依据公馆乡公所地图重绘)

Figure 1. Location of Chu Hung Keng oil field
图 1. 出磺坑地理区位图



(资料来源：参考中央地质调查所图资绘制^[2], 2012)

Figure 2. The anticline geological structure and layout of wells of Chu Hung Keng oil field
图 2. 出磺坑背斜地质构造及油井配置图

出磺坑背斜地质之储油形式为目前世界上已知油气田中,最重要而且最为普遍之封闭类型。根据中油的记载,断层构造封闭主要系由于岩层之断裂造成地层错开及相对位移而形成,而断层在地底下又形成更加复杂的封闭状态,也使得油气聚集,至于断层破碎面则成为油气移动和聚集之极佳通道。而以出磺坑的地质情况来看,石油乃是顺着断层移动到地表产生石油露头,使得当时汉人邱苟得以于后龙溪河床发现石油踪迹,在当年没有足够知识及设备的情况下,出磺坑断层的产生可以说是油矿能够被发现的主要原因^[3]。而此一地质结构的特性与石油开采的历史也是出磺坑极佳的地质与产业文化教材(图 2)。

2.3. 动植物资源

在植被方面,属于人为干扰区的新北寮与南寮地区,在植被上多以人工栽植的景观树种为主,如龙眼、凤凰木、龙柏、玉兰花、小叶南洋杉等,然而路径外侧由于近年来人为干扰少,踏勘时可见许多中低海拔的代表性植物、鸟类、蝴蝶与蛙类,具有发展为生态赏游路径的潜力。

2.4. 历史人文背景

根据公馆乡志的记录,出磺坑一带直到清咸丰、同治年间才陆续开发,为公馆地区最晚开发的地区。出磺坑在行政上隶属于开矿村,开矿村原名“硫磺窟”,源于清咸丰十一年间,拓殖者邱苟在现今的吊桥附近,发现后龙溪河床有黄色油质浮出,可以用做火把照明燃料,故将其一窟一窟积有硫磺油的地形名之为“出磺坑”,公元 1978 年正式将硫磺窟定名为“开矿村”^[1]。根据老油人周友锦先生的说法,出磺坑产出的石油虽然量少但却质精,不同于印度尼西亚等东南亚国家的石油,在管线内常因过度黏稠而无法流动,隔一段时间必须加热以便利管线顺畅,所以出磺坑生产的石油很受欢迎。

根据台湾总督府公文类纂的资料,早期出磺坑的矿场范围最北接后龙溪,形成“新北寮”聚落,最南则是至龙船山与芎蕉坑山间,形成“南寮”聚落,日据时期重要的采油设备均集中于此二聚落^[4]。

目前的新北寮地区,还存有办公设备与火药库、石油槽等设备,由于出磺坑的天然气含 40% 之量二氧化碳,热值偏低,乃设置有二氧化碳脱除槽,至于

脱离出来的二氧化碳则成为中油的次要产品。

位于后龙溪南岸龙船山麓的南寮,是出磺坑背斜地形的轴心区位,也是运输台车轨道的终端,早期中油员工在此建立宿舍自成一聚落,故称为“南寮”。随着宿舍迁往开矿国小附近,原来的宿舍、采油设备、福利社等建物与台车轨道系统均已荒置多年。根据老油人口述,台车终端由于地形的缘故,几乎呈垂直角度上下,其刺激程度不输云霄飞车,由此可知早期矿采的危险与艰辛。

出磺坑的基础建设在日据时期已然完备,当年为便于各油井间的联系,全区皆配置有电话与电灯等设施,日本政府并在 1928 年为在出磺坑工作的日籍员工子女设立小学,除校舍外,另有教职员宿舍与跑道操场,是当时很先进的小学设备,但不收台籍学生,目前学校旧址已被树林掩盖^[1,4](资料来源:公馆乡公所,1993、黄俊铭,2008、周友锦口述,2009)。

3. 研究方法

本研究在方法上同时采取宏观与微观的角度探讨出磺坑的生态地位,在宏观的部分,首先从台湾在世界的生态地位出发,说明台湾岛屿的生态特色;在微观的部分,则是就出磺坑周边环境的实际勘察,建立当地的生态档案,以便进一步说明出磺坑的生态特色以及其在台湾生态上的地位。

在环境调查方面,调查范围包括出磺坑的石油产业设施及其邻近山脊与河谷地区,根据 1/5000 的地形图划定调查地区及范围,进而現地踏勘了解林相、产业设备、土地使用现状及步道系统。在植被的调查方面,首先依地形分为山脊、山坡与山谷三种生育地,沿主要步道以穿越线方式调查两侧之植物种类,并选择较具代表性之地区设置样区,以 Braun-Blanquet 调查法,进行较细致之植被组成调查,并辅以样线法,记录样区内各物种的覆盖度^[5]。沿途并对地形、气候、土壤、周边土地开发利用情形详加纪录并标注于地形图上。

在潜在植被调查方面,潜在植被其实就是土地未来林相发展的方向,鉴于森林的形成主要有三种阶段:先锋期、半熟期与成熟期,利用潜在植被调查数据可以有效掌握森林的发展趋势,也可以将土地本身的潜力诱发出来,例如:藉由潜在种子数据库的建立,未来如拟进行出磺坑之景观设计或环境复育,均可从

潜在植被的数据库中选取适性树种，可以有效降低环境管理维护的成本。

动物的调查方法则包括日间与夜间两种时段，在日间调查的对象于陆域方面主要有大型动物、中小型动物与微小动物。夜间调查方面，对于大型动物主要利用灯光与热感应相机侦查。昆虫类、爬行动物类等，系以目视法及网捕法鉴定逢机遇到之物种；另外哺乳类、鸟类及两生类除了目视外，另辅以聆听鸣叫声来辨识。水域部份由于出磺坑流域窄小，平日水深最深仅及膝，因此蟹虾类及鱼类调查主要以放置虾笼方式进行，另以目视、访谈游客或当地居民辅助记录。所有的调查结果均以坐标标注于地形图上，建立明确的动物资源分布图。藉由此调查记录所得之物种及族群密度则做为未来物种保护、复育以及生态旅游之参考。

根据生态规划理论，自然环境对土地利用形式有其一定之承载量(Carrying Capacity)，当土地超载使用时，对环境将产生不可逆之伤害，所以分析基地的土地使用适宜性，可将前阶段的资源调查结果反应在基地的基本图上，例如：植生调查图可显示各种植群之分布状况，应保护植群的配置区位、待复育区、可开发利用区等；动物调查图则显示基地中各种动物栖居之区位与范畴，如：鸟类觅食或栖息之分布位置、两栖类的分布与生长习性、昆虫与水生动物之分布特性等，可标示出应特别保护的动物配置区位、大致的活动范围等；景观调查图则标明重要视景区以及景观冲击区的区位等，当将各种资源调查图迭图后，可以进一步检讨现行土地利用型态是否对基地环境产生压力，例如不当的开发利用，或周边聚落之逐渐扩张产生的潜在压力等，此外，亦可找出基地的敏感区或脆弱区，做为划定土地使用分区计划的依据^[6,7]，而此一整合各种生态、人文信息的地图，即是本研究所谓的“景观生态地图”。

4. 研究结果

4.1. 环境调查结果

4.1.1. 动植物资源

由于出磺坑地区地形变化丰富，乃造就其不同的植物生态与景观，例如在地形凹处，可见到隶属于亚热带雨林的指标植物大叶楠、热带雨林的水同木，以及亚热带破坏地潮湿区的优势树种“山黄麻”，而在

地形凸起处，可见属于台湾较高海拔中性环境的优势树种“青刚栎”；至于在中油采油专用道路的边坡与岩石环境发达区，则可以见到甚多之榉木及属于冰河时期的孑遗树种，亦即落叶树种“糙叶树”，代表了演替成熟的植物社会。此外，本地区亦可见主要分布于台湾南部的植物，如：薄叶三叉蕨及台湾栎树等。由植物之生态属性可见本区域同时拥有热带、亚热带、暖温带、岩石、海岸及台湾南部等各种环境特性的植物种类，显见本区域虽然不大，但是生态环境却非常多样，可谓小范围内有多样变化，各种生态环境被高度压缩在一个小空间内，也使得本区域的景观与生态价值大为提高。

在动物资源方面，根据调查，在研究基地发现的鸟类主要为低海拔鸟类，可见树鹊、五色鸟、白头翁与大卷尾；蝶类的资源由于产业道路周边多已垦殖为柚子园，因此种类并不很丰富，计有青带凤蝶、粉蝶、蛱蝶、灰蝶与弄蝶等 44 种。由于一般做为观赏性的蝶类为凤蝶与斑蝶，而青带凤蝶主要的寄主植物为樟科植物，日后规划植栽时应考虑樟科植物的应用或一些诱蝶植物材料的运用，例如贼仔树或右骨消等^[8]。除了蝴蝶资源，出磺坑也有 6 种萤火虫，其中黄绿萤观赏季节从每年 3 月至 10 月，很具开发价值。

从以上环境调查与相关文献回顾中，可以发现出磺坑不仅在产业方面有其重要性，同时也蕴藏了丰富的植物与动物资源，如何将这些资源整合，做最适当的土地利用规划，乃是非常重要的课题。

4.1.2. 土地使用现状

土地使用现状调查包括现地调查、耆老访谈与文献搜集。研究将出磺坑中油办公室附近之土地使用现状区分为办公空间、民宅、员工宿舍、公共设施、产业设备、闲置空间、运输设备等七种属性之空间(图 3)，并将闲置空间细分为现况良好、局部破损、已为遗迹等三类(图 4)。调查发现，多数日式宿舍已有将近 50 年历史，空间虽局部破损但却有其历史价值，未来可考虑修建并供作民众参观或其他游憩设施使用，在遗迹部分，从前的澡堂以及少数宿舍空间目前已经转作菜园或耕地使用。

4.2. 出磺坑地区的生态地位

在植被分布上，台湾是北方针叶林分布的最南

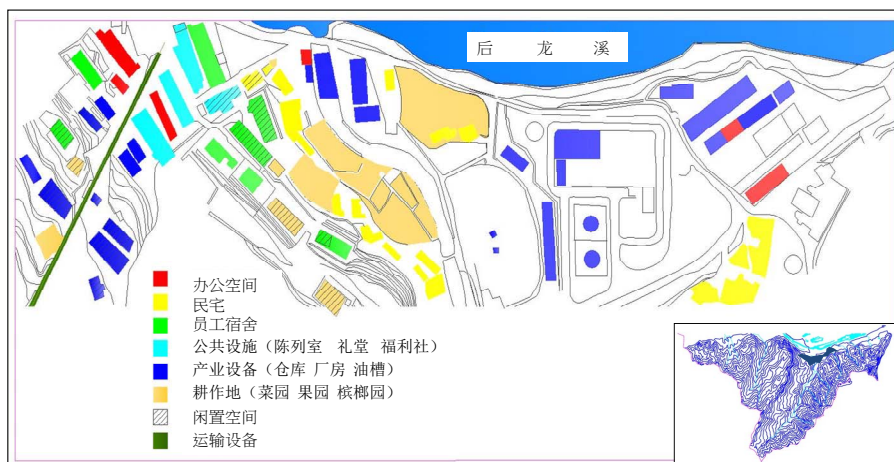


Figure 3. Analysis of existing land use of Chu Hung Keng
图 3. 出磺坑土地使用现状分析图

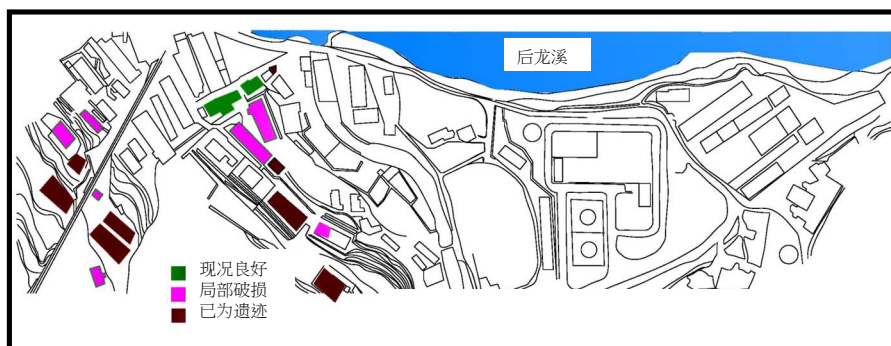


Figure 4. Analysis of deserted spaces of Chu Hung Keng
图 4. 出磺坑闲置空间现状分析图

端，也是热带生态系分布的最北端，海拔高度与纬度同时影响了台湾岛的生态体系，因此，植物的种类和数量在岛的南北呈现了梯度性差异。由于中央山脉的阻隔，因此气候又分东西两部份向南北两端递变，连带形成不同的植物生态景观^[9]。

在台湾北部，500 公尺以下的地区，主要的林木种类为樟科的樟树、楠木，因而造就了早期的樟脑王国。苗栗县位在台湾西部低海拔、介于北部温暖多雨的森林过渡到嘉南地区季节性干旱的疏林环境，属于中性的环境，因此形成典型的亚热带阔叶林相，而樟脑油与脑沙即是早期苗栗公馆地区非常重要的产业，此一产业特色与公馆地区的地形、气候均有密切的关系，位于海拔 100~700 公尺的出磺坑亦属于此一典型的亚热带阔叶林低海拔丘陵区。海拔最低处在后龙溪河滩地，标高仅 100 公尺，两侧山棱高度约为 300~500 公尺，山坡地可见以香楠为主的亚热带森林，因采油开发的缘故，多见次生林环境如江某、贼仔树等植栽

种类，以及相思树和油桐造林区；在较干燥的山坡则可见到无患子等物种；山脊线因处于风冲环境，可见较高海拔才会出现的青刚栎、山柏等植栽；于谷地则有属于台湾亚热带溪谷的大叶楠和属于台湾热带溪谷的茄苳等物种，形成了压缩型的生态系。

研究区内小山沟众多，山沟是水流的汇集处，将集水区切割成许多小流域，小流域自成系统且彼此相关，也创造了出磺坑地区许多生物的栖息空间，而其带来的土壤和养分的堆积，也提供生物较优渥的生育环境，因此其物种歧异度大，可谓大自然的种源库^[8]。

4.3. 建立植群演替序列及分析潜在植被

透过以上各样区的调查结果，依植被分布所在地形分区标注于地形图上，可以建立各分区的优势物种（指覆盖度总和大于 50%者），据以推估出磺坑地区之植群演替序列，并从各样区调查所记录的林下小苗的种类与数量，分析其潜在植被，建构山脊、山坡、溪

谷与岩石环境之潜在植被地图(图 5 和 6),可以为日后的环境复育提供周详的背景资料与规划设计之依据,也可为生态教育提供完整的素材。

4.4. 建构景观生态地图

根据调查,出磺坑在过去中油采油路径与聚落地

区已是人为干扰区,但周边山区却仍保持典型的亚热带阔叶林相,山坡地可见以香楠为主的亚热带森林景观,山脊线则可见青刚栎、糙叶树等较高海拔的物种,于谷地则另形成热带溪谷的植物景观,形成压缩型的生态系,说明台湾曾经成为“樟脑王国”的环境特质,然而这样的生态特质并无法以传统生态调查之

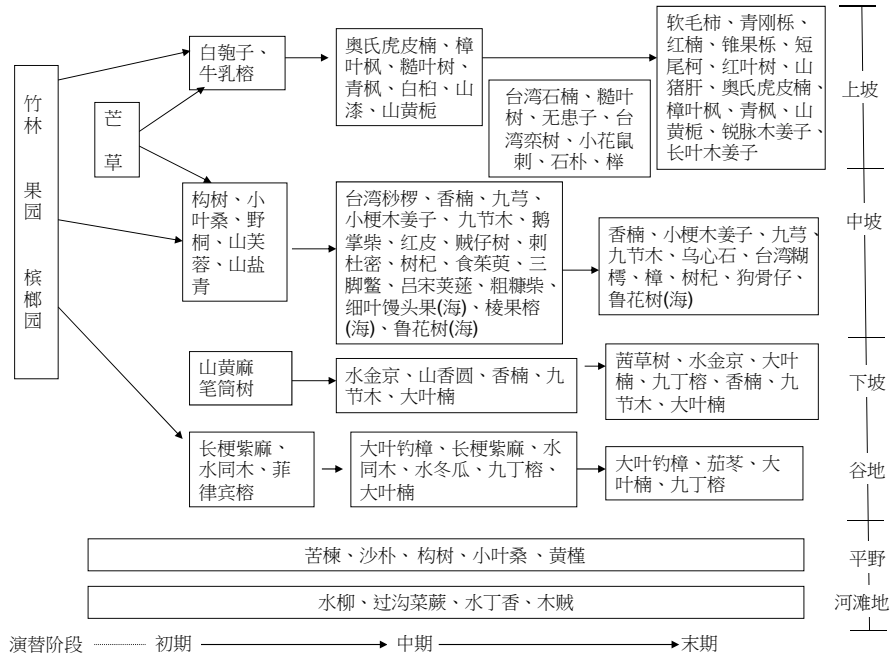


Figure 5. Sequences of plant succession of Chu Hung Keng oil field
图 5. 出磺坑植群演替序列

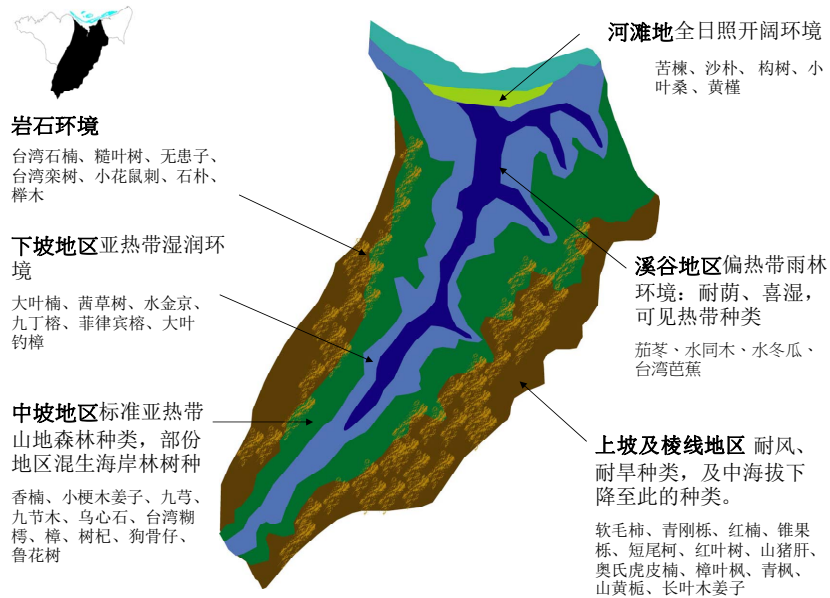


Figure 6. Layout of potential vegetation of Chu Hung Keng oil field
图 6. 出磺坑地区潜在植被分布图

结果具体呈现。由于传统生态调查常是建立一份动植物的学名清单或图档，并无法反应出物种间的依存关系，也无法反应其在空间上的分布区位，造成环境设计者在无法确实掌握设计对象的生态信息下，贸然进行空间分区与规划设计，因而造成对环境的伤害，因此，本研究在生态调查上乃将动植物、地形地质与产业地景调查资料转化为“景观生态地图”(图 7)，以进

行出磺坑地区之土地使用适宜性分析，除了可为生态导览的基本资料外，更有助于未来推动生态旅游与实质规划作业之执行。

4.5. 景观生态地图之资源运用

近年来，由于对环境生态保育之重视，许多动、植物均被视为环境指标或生态旅游之资源。其中鸟

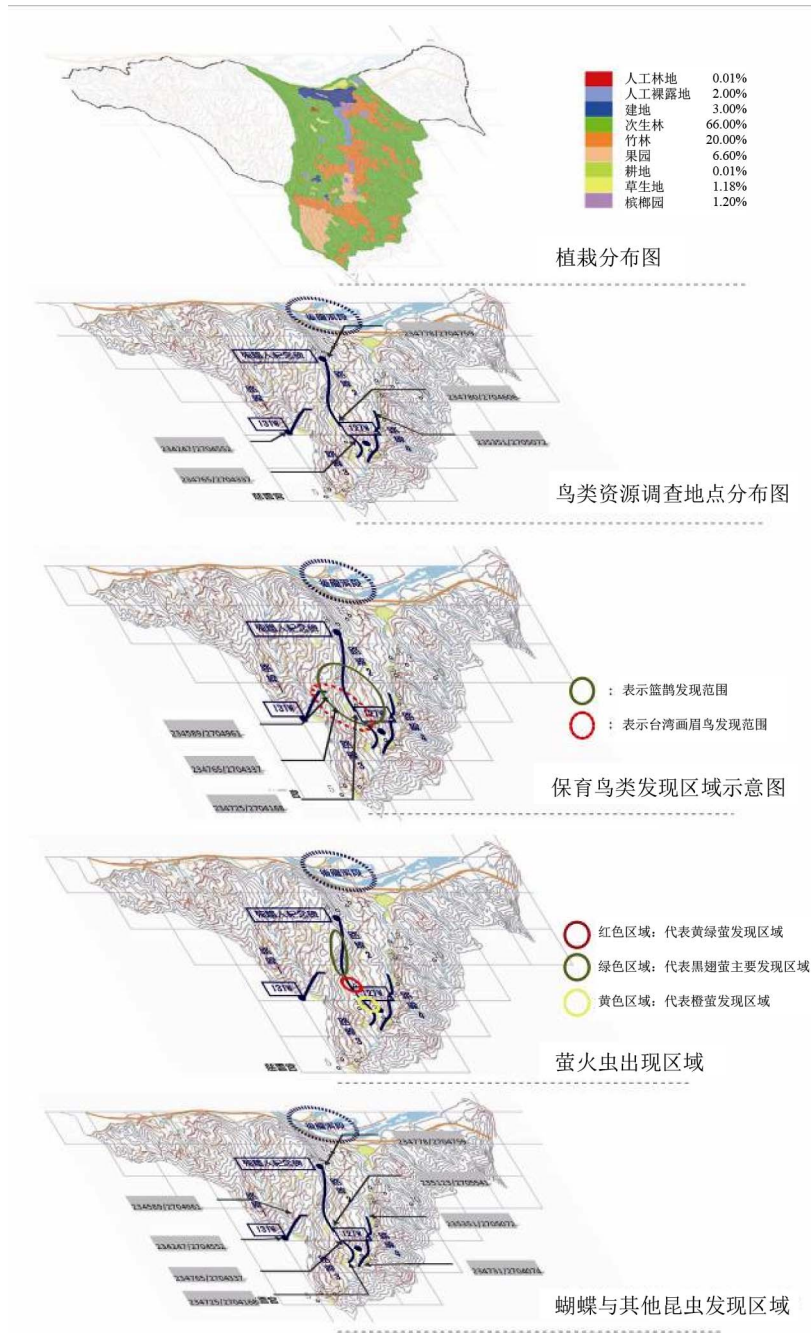


Figure 7. Landscape ecology map of Chu Hung Keng oil field
图 7. 出磺坑景观生态地图

类、蛙类、蝴蝶、蜻蜓、萤火虫等，因为较容易亲近观察，因此为多数推动生态观光者所重视。调查发现出磺坑动物资源中，亦以鸟类、蛙类、蝶类及萤火虫较适合推展成为生态旅游之主角。兹就其生态特性与资源运用予以说明。

4.5.1. 鸟类资源与运用

研究期间共发现鸟类 27 科 53 种，其中保育类有 11 种，外来种有红耳鹎，大多为低海拔之常见种^[10]，由于当地高海拔地区仍保有相当面积之原生林相，所以仍可发现大冠鹩、蓝腹鹇及领角鸮等食物链上层之物种或数量较稀少之保育鸟类。鉴于蓝腹鹇与台湾画眉有着华丽的羽毛或优美的鸣叫声而有被猎捕的压力，因此除明文禁止猎捕外，并应加强当地居民正确的保育观念及鼓励其投入保育志工行列。

4.5.2. 蛙类资源与运用

在生态旅游中，蛙类的特色在于其特殊的鸣叫声，且仅在繁殖期会有雄蛙鸣叫现象^[11]。本研究中，除艾氏树蛙与面天树蛙之外，所有鸣叫之蛙类均是在山沟、溪畔或水池周围发现，未来若要增加赏蛙资源，最简单之方式即是营造湿地并保护既有水域环境，以增加其繁殖场所。

4.5.3. 蝶类资源与运用

蝶类生态与植被有密不可分的关系，多数蝶类之幼虫期系以特定植物之叶、果实或花朵为食，成蝶则以花蜜、果实或树液为食。因此，环境中的植被状况往往决定当地的蝴蝶种类与数量。

根据调查，出磺坑当地有 44 种蝴蝶的幼虫，其中约有 15 种蝴蝶幼生期可以当地居民之经济作物或庭园植物为寄主植物，由于这些种类之幼虫寄主植物并不专一，因此雌蝶产卵可有多样选择，不致影响到经济作物。其中除台湾纹白蝶主要以十字花科植物为主要寄主植物外，其余种类对经济作物或庭园植物之危害均可忽略。如从生态景观的发展潜力着眼，未来可以考虑增植部份寄主植物及庭园蜜源植物，于植栽规划时考虑樟科植物或蚧仔树、冇骨消等诱蝶植物材料的应用。

4.5.4. 萤科昆虫之资源与运用

研究调查发现之萤火虫有 6 种，其中 4 种是夜行性种类，2 种为日行性种类。夜行性种类包括黄缘萤、

橙萤、黑翅萤与红胸窗萤^[12]。由于调查发现之萤火虫种类囊括了 4~11 月低海拔最主要之赏萤物种，且发生期有接续现象，因此具有发展以萤火虫为主题之生态旅游的潜力。若能保护既有萤火虫之栖息环境，控制并劝阻果园之农药喷洒，以营造出更多适当的自然条件，必可增加萤火虫之族群数量。此外，可考虑结合当地社区居民与学校师生，规划萤火虫生态教育解说课程，将可带动当地之生态观光产业。

4.6. 规划景观生态导览路线

4.6.1. 植物观赏路线

调查期间发现出磺坑地区具观赏性与生态教育价值的植栽种类甚多，例如种类多样的蕨类、色彩缤纷的开花植物如玉叶金花、台湾栎树、山芙蓉；新芽红嫩欲滴的大型乔木“樟叶槭”、果实长在树干上的干花榕等等，均是十分有趣的生态教材，日后可依植被分布的地区规划适当的生态导览路线(图 8(a))。而植物观赏路线则从最低海拔的 100 m 到高海拔的 600 m，随着海拔变化，沿路可观赏热带雨林生态环境、亚热带中性生态环境、暖温带生态环境、岩石生态环境与海边生态环境生长之植物。

4.6.2. 赏蝶、赏萤、赏蛙与地质教学路线

出磺坑之蝶类资源丰富，未来可建立赏蝶路线；沿山沟溪则于不同季节可观赏萤火虫与蛙类(图 8(b)和(c))。

相关文献显示，出磺坑全盛期陆续有 200 多口油井，均沿断层线密集分布，目前沿后龙溪河谷仍可观察到裸露岩层之纹理。对于这些重要的地质标本与采矿遗迹，应将其与出磺坑油矿博物馆作一整体性更新规划，将展示的空间更活泼化，并邀请中小学校参与编列相关教案，甚至利用出磺坑闲置空间提供住宿，办理短期生态地质知性之旅，相信对年轻学子会更具吸引力。本研究亦针对地质部分提出一段可以观察岩层纹里的路段，建议规划为地质教学路线(图 8(d))。

5. 结论与建议

从出磺坑的环境调查，可发现出磺坑地区不但是重要的产业地景，其特殊的背斜地形构造、丰富的动植物生态资源，则是地质、生态教育最好的户外教室。由于全基地超过 85% 以上的面积为平均坡度大于 30°

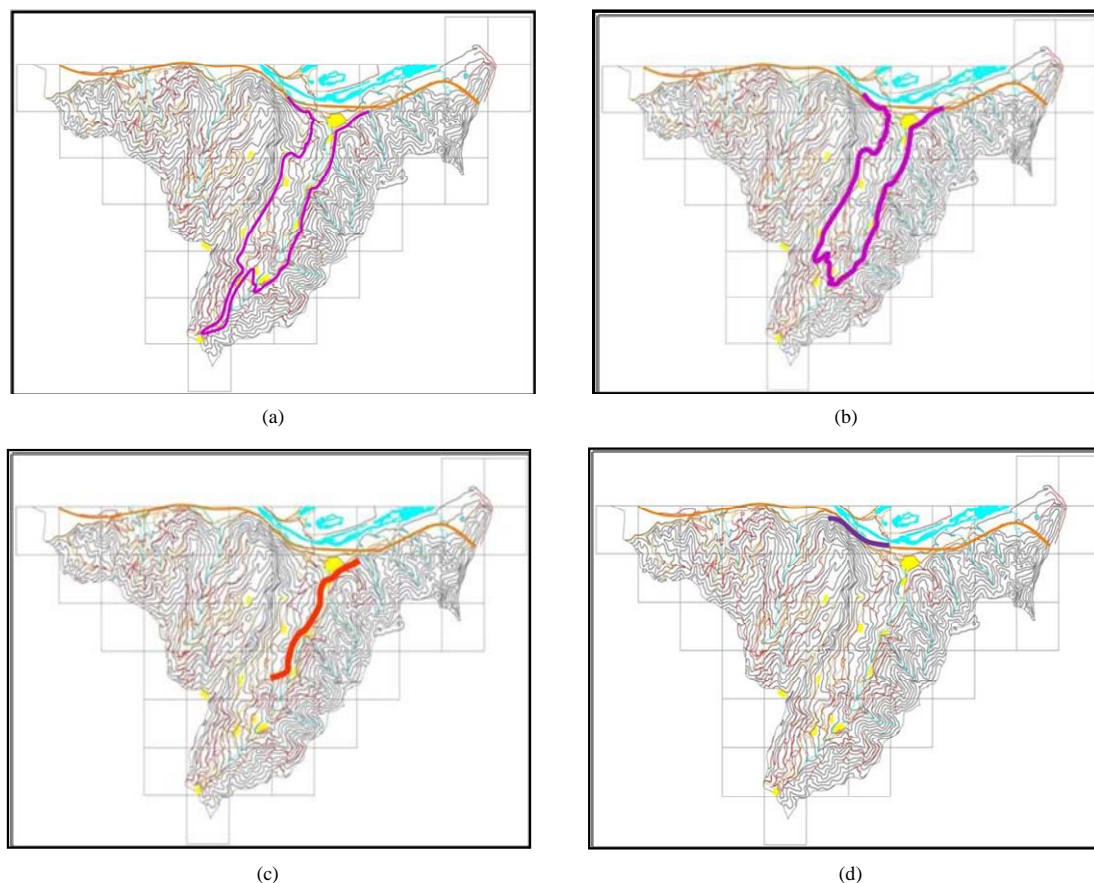


Figure 8. (a) Plants visiting path; (b) Butterflies visiting path; (c) Fireflies and frogs visiting path; (d) Geology teaching path
图 8. (a) 植物观赏路线; (b) 赏蝶路线; (c) 夜间赏萤、赏蛙路线; (d) 地质教学路线

之山坡地，并不适宜建筑开发，因此未来做为一处“生态地质园区”应是最适当的利用方式，亦可鼓励学校单位就出磺坑之生态资源进行生态旅游或生态教学之教案开发。

在环境经营方面，对于一些动植物资源丰富的中高海拔地区，除了修复原登山路径外，不宜再有任何开发。部分闲置空间为早年采油时的重要产业地景遗迹，是很具潜力的地景元素，建议应该善加利用这些资源，避免进行大规模的建筑改建，危及区内之动植物生态。在基地内的动物资源经营与管理方面，则必须重视保留动物栖息环境之隐蔽性，各项生态观察活动，均应沿既有道路加以规范，避免不必要之开挖铺设以及破坏既有原生林相之行为。地方政府应当认知，唯有透过上述各项环境教育与管理，才能确保出磺坑产业地景的活化与再利用，大规模开发建设只会为地方再建几处闲置的“蚊子馆”，并造成生态无可恢复的破坏。

参考文献 (References)

- [1] 公馆乡公所. 公馆乡志[Z]. 苗栗: 公馆乡公所, 1993.
- [2] 中央地质调查所. 地质资料整合查询[URL], 2012. <http://gis.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-1/sys8/index.cf>
- [3] 苗栗县政府. 重修苗栗县志[Z]. 苗栗县政府, 2006.
- [4] 黄俊铭. 苗栗县公馆乡出磺坑石油产业文化景观保存活化调查研究计划[Z]. 苗栗县政府国际文化观光局, 2008.
- [5] D. Mueller-Dombois, H. Ellenberg. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley and Sons, 1974.
- [6] I. L. McHarg. Design with nature. New York: John Wiley and Sons, 1992: 127-161.
- [7] 黄书礼. 生态土地使用规划[M]. 台北: 詹氏书局, 2000: 307-319.
- [8] 郭城孟, 陈湘媛. 出磺坑地区自然生态资源调查研究计划[Z]. 苗栗县国际文化观光局, 2009.
- [9] 郭城孟. 台湾森林的故事[Z]. 台北: 行政院农委会林务局, 2005: 1-28.
- [10] 野鸟学会. 台湾鸟类名录[M]. 台北: 中华民国野鸟学会, 2008.
- [11] 吕光洋, 杜铭章, 向高世. 台湾两栖爬行动物图鉴[M]. 台北: 大自然出版社, 2002.
- [12] 赖郁雯, 佐藤正孝, 杨平世. 台湾萤科名录[J]. 中华昆虫, 1998, 18: 207-214.