

台灣海岸地區溢油污染及清理方式之生態風險評估原則-以珊瑚礁生態系為例

張慶生、陳宜清

E-mail: 9302490@mail.dyu.edu.tw

摘要

墾丁國家公園龍坑生態保護區受擱淺貨輪滲漏燃油污染，由於清理時效延宕造成污染擴大，危及海岸珊瑚礁生態，然而反觀於國內並無一套可資運用工具來評估生態之受損風險，對於長期之影響也未能確實評估，因而有必要加強此一方面之研究。「生態風險評估」是提供一個具有系統性及原則性之架構與方法，能可靠預測生態反應之危機潛勢，補強環境影響評估不夠嚴謹之缺陷。而本研究主要著重於問題形成階段之架構建立，首先確定施壓源及受壓體相互關係，確定所關切的問題是什麼；接著列出施壓源之各類可能暴露途徑及其衍生之相關影響問題，以及列出受壓體在不同污染源及其暴露途徑下之可能產生的不良反應，尋找其間相關性來連結出特定施壓源、暴露途徑、受壓體及效應之一貫因果關聯，由引用充分證據來再確認因果關係，如此可選定此一程序中之具代表性的評估目標及設定容易量化的評估終結點；最後再建立概念模式，以區塊箭頭等圖形化聯結來串聯縱向及橫向之各個程序，由直線向之因果關係演化至全面性整體評估。在此就珊瑚礁生態系敏感地帶之溢油污染及清理方式，來探討生態風險問題及建立適當之台灣本土性生態風險評估基本架構，期望未來能再配合以風險估計及風險管理來消彌可能之生態風險。

關鍵詞：生態風險評估；評估終結點；概念模式；珊瑚礁

目錄

封面內頁 簽名頁 博碩士論文授權書.....	iii	中文摘要.....	iv	英文摘要.....	v	
誌謝.....	vii	目錄.....	viii	圖目錄.....	xii	
表目錄.....	xiv	第一章 緒論	1.1 研究緣起.....	1	1.2 近岸溢油污染處理概述.....	5
1.2.1 國內外溢油事件概述.....	5	1.2.2 溢油污染之特性及清理方法.....	10	1.2.3 國內相關因應法規及對策.....	17	
1.3 台灣敏感海岸特性.....	31	1.3.1 海岸型態及其分佈.....	31	1.3.2 自然保護區之劃定.....	34	
第二章 珊瑚礁生態系	2.1 珊瑚礁生態特性.....	43	2.1.1 珊瑚種類及生態.....	43	2.1.2 珊瑚礁生長環境.....	46
2.2 台灣海岸之珊瑚分佈.....	54	2.3 珊瑚生態之危機.....	62	2.3.1 危機因子之描述.....	62	
2.3.2 台灣珊瑚礁之現況危機.....	65	第三章 生態風險評估之內涵	3.1 文獻回顧.....	69	3.2 評估方法.....	73
3.2.1 問題形成階段.....	73	3.2.2 分析階段.....	75	3.2.3 風險特性階段.....	78	
3.2.4 風險管理.....	80	3.2.5 重覆評估.....	81	3.3 研究方法之應用.....	88	
第四章 溢油污染對生態衝擊之定性描述	4.1 污染源之生態衝擊.....	91	4.1.1 對生態受污染而言.....	91	4.1.2 對區域受污染而言.....	99
4.2 清理方式之生態衝擊.....	105	4.3 其他衍生之生態衝擊.....	119	4.4 近岸溢油污染清理之風險.....	121	
第五章 溢油污染對珊瑚衝擊之定量描述	5.1 暴露途徑及相關影響.....	134	5.2 溢油污染影響之相關試驗.....	143	5.2.1 相關試驗之整理.....	143
5.2.2 相關試驗之心得及討論.....	144	5.3 油污清理之相關影響.....	153	5.3.1 分散劑使用之概述.....	153	
5.3.2 分散劑之種類及性質.....	155	5.3.3 分散劑之毒性概述.....	156	5.4 毒性測試方法概述.....	165	
5.4.1 測試指標.....	165	5.4.2 實驗室內生物毒性試驗.....	167	5.4.3 現場試驗.....	170	
第六章 施壓源確認及概念模式	6.1 確認程序.....	177	6.1.1 原因列出.....	177	6.1.2 分析證據.....	179
6.1.3 最終確認.....	183	6.2 珊瑚生態風險之施壓源確認及可量化評估終結點之設定.....	190	6.2.1 施壓源確認.....	190	
6.2.2 可量化評估終結點之設定.....	190	6.3 概念模式.....	196	6.3.1 概念模式描述.....	196	
6.3.2 概念模式之建立.....	197	第七章 生態風險分析原則	7.1 風險分析階段之概述.....	200	7.1.1 分析之程序.....	200
7.1.2 檢驗資料之度量結果.....	201	7.2 暴露度分析及生態反應分析原則.....	204	7.2.1 暴露度分析原則.....	204	
7.2.2 生態反應分析原則.....	207	7.3 暴露度剖析及施壓受壓剖析原則.....	212	7.3.1 暴露度剖析.....	212	
7.3.2 施壓及受壓反應剖析.....	212	7.4 不確定性之探討.....	214	7.4.1 不確定性的概念.....	214	
7.4.2 不確定性的來源.....	216	第八章 結論	8.1 結論.....	221	8.2 建議及未來展望.....	225
參考文獻.....	227					

參考文獻

1. ITOF (2001), ITOF Handbook, 中英洩油污染應變研討會研習手冊。
2. Jane Walker (1995), 人為災害篇-石油污染, 文庫出版事業股份有限公司。
3. Larry W. Canter (1994), 「環境影響評估」, 美商麥格羅·希爾國際股份有限公司台灣分公司。
4. 中油煉製所 (1998), 除油劑使用需知, 海上漏油處理技術研討會。
5. 內政部營建署 (1986), 台灣沿海地區自然環境保護計畫: 北海岸、北門、尖山、九棚、好美寮, 內政部營建署, 台北市。
6. 內政部營建署 (1986), 台灣沿海地區自然環境保護計畫: 淡水、蘭陽、蘇花、花東、彭雲嘉、東北角、墾丁, 內政部營建署, 台北市。
7. 方力行 (1989), 「珊瑚學-兼論台灣的珊瑚資源」, 黎明文化事業股份有限公司。
8. 方良, 「台灣沿海珊瑚礁的保育」, 野生動物保育彙報及通訊, 第6卷第2期。
9. 何孝鏞 (1982), 海水油污染, 交通部交通研究所編印。
10. 吳珮瑛 (2000), 國家公園資源經濟效益評估-以墾丁國家公園為例, 內政部營建署國家公園組專題研究報告, 台灣綜合研究院, 台北。
11. 吳佩瑛、蘇明達 (2001), 六十億元的由來-墾丁國家公園資源經濟價值評估, 前衛出版社。
12. 吳佩瑛 (2001/2/10), 墾丁國家公園資源價值六十億的解讀, 中國時報。
13. 李永適 (1999), 消失中的台灣珊瑚礁, 大地地理出版事業股份有限公司。
14. 李永適 (1997), 南灣珊瑚的輓歌, 大地地理雜誌第107期, 大地地理出版事業股份有限公司, 第76-94頁。
15. 李永適 (1998), 記錄一場台灣珊瑚的浩劫-珊瑚礁總體檢, 大地地理雜誌第129期, 大地地理出版事業股份有限公司, 第34-63頁。
16. 何立德、王鑫 (2002), 「台灣的珊瑚礁」, 遠足文化事業有限公司。
17. 吳清山、林天佑 (2001), 德懷術, 教育研究月刊, 第92期, p127。
18. 呂理德 (2001/2/9), 珍貴椰子蟹凶多吉少, 中國時報。
19. 邱文雅 (1999), 關渡濕地水土特性與生態風險之評估, 台灣大學農業工程研究所碩士論文。
20. 邵廣昭 (1999), 海洋生態學, 明文書局。
21. 周金柱 (2001/2/8), 搶救 別讓海鳥葬身鵝鸞鼻, 中國時報。
22. 范光龍 (2001), 台灣沿海環境之現況, 台美澳日國際海洋環境污染監測技術及環境保育研習會研習手冊。
23. 洪慶宜 (2002), 「生態風險評估與海洋環境保護」, 海下技術季刊, 第12卷第1期, 第48-59頁。
24. 胡念祖 (1995), 「由典章制度觀點論 我國海洋環保何去何從」, 科學月刊, 第311期。
25. 徐建華 (1995), 石油污染不致造成長期生態災難, 航運季刊。
26. 高宜明 (2001), 參訓心得-EIA訓練班, 行政院環保署環境保護人員訓練所-環保訓練園地第57期。
27. 海洋環境污染清除處理辦法, 九十一年三月六日環署水字第 九一 一三八四一號公告。
28. 陳大鵬、黃文彥 (2000), 土壤與地下水污染場址之健康風險評估方法-風險基準矯正行動(RBCA), 工業污染防治, 第75期, 頁26-48。
29. 張崑雄 (1986), 墾丁國家公園海域珊瑚礁及海洋生物生態研究-海域之底棲無脊椎動物之調查研究(續), 內政部營建署墾丁國家公園管理處。
30. 張崑雄、詹榮桂 (1981), 「珊瑚礁魚類的空間分配」, 科學月刊, 第138期。
31. 張介耀 (2001), 「許台灣海洋一個未來吧」, 第二屆生命教育與管理學術研討會論文。
32. 張揚祺 (1992), 環台海域溢油污染風險評估, 台灣海洋水質環境管理資料庫系統操作研習會, 中山大學, 高雄。
33. 陳淨修 (2001), 「健康風險評估在環境管理的角色」, 行政院環保署環境保護人員訓練所-環保訓練園地第53期。
34. 陳慶福 (2001/2/4), 鵝鸞鼻海域 油污3公里, 中國時報。
35. 陳宜清 (2003), 生態風險評估之內涵、方法及應用, 大葉學報, 第11卷, 第2期, 頁129-143。
36. 許黃嫦娥 (2001/2/12), 妥善處理攔油繩 避免二次公害, 中國時報。
37. 曾福成 (1995), 化油劑之應用與環境考量, 航運季刊, 第4卷第2期, 第17-47頁。
38. 華健 (1999), 海上洩油事故處理之成本效益評估, 海運學報, 第7期, 頁53-64。
39. 楊磊 (2001), 「海洋洩油污染防治之工程技術」, 環保月刊, 第1卷第5期, 第94-103頁。
40. 楊磊 (2002), 「海洋及海岸洩油污染應變及處理技術」, 海下技術季刊, 第12卷第1期, 第32-40頁。
41. 詹榮桂、張崑雄 (1993), 「台灣海岸生態與生產力及評價」, 工程環境特刊, 第五號, 第1-48頁。
42. 趙大衛 (2000), 貝類生物指標在環境變遷及污染評估上的應用, 環境教育季刊, 第67-76頁。
43. 蔡伸章 (1995), 生態學是什麼?, Owen, D.F.原著, 書泉出版社, 台北。
44. 鄭先祐 (1992), 生態環境影響評估學, 國立編譯館主編, 徐氏基金會出版, 台北。
45. 鄭先祐 (1996), 重大工程建設的「環境影響評估」: 生態環保的問題, 1996年民間環保高峰會, 台北。
46. 劉莉蓮 (2002), 「經濟損失-生態環境」, 台灣海洋油污染水質環境管理資料庫系統操作研習會, 中山大學。
47. 蕭葆義 (1991), 拉氏獨立小塊法模擬廢油排放擴散之研究, 行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告, 國立台灣海洋大學河海工程系。
48. 謝明村 (1999), 台灣高雄港區及其鄰近海域沉積物中石油衍生性化合物含量分佈之研究, 國立中山大學海洋環境及工程學系研究所碩士論文。
49. 戴昌鳳 (1986), 墾丁國家公園海域珊瑚礁類分類學暨生態學之研究, 內政部營建署墾丁國家公園管理處。
50. 戴昌鳳 (1993), 「海洋的綠洲-珊瑚礁資源」, 科學月刊, 第24卷第9期, 第667-673頁。
51. 戴昌鳳 (1997), 「珊瑚的生命之歌」, 大地地理雜誌第107期, 大地地理出版事業股份有限公司, 第54-68頁。
52. 戴昌鳳 (1995), 「珊瑚白化」, 科學月刊, 第301期。
53. 龔誠山、陳宜清、蘇國旭、鄧耀里 (1996), 近岸海域溢油污染之漂移擴散研究, 中興工程顧問社。
54. Aurand, D. (1995). The application of ecological risk assessment principles to dispersant use planning. Spills Science & Technology, 2(4), 241-247.
55. API, NOAA, USCG, USEPA. (2001). Characteristics of Response Strategies: A Guide for Spill Response Planning in Marine Environments.
56. Barnthouse, L.W., G.W. II Suter, S.M. Bartell, J.J. Beauchamp, R.H. Gardner, E. Linder, R.V. O'Neill & A.E. Rosen (1986). User's Manual for Ecological Risk Assessment. Environmental Sciences Division No. 2679. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN., ORNL-6251.
57. Bartell, S.M., R.H. Gardner & R.V. O'Neill (1992). Ecological Risk Estimation. Lewis Publishers.
58. Bartell, S.M., G. Lefebvre, G. Kaminski, M. Carreau & K.R. Campbell (1999) An ecosystem model for assessing ecological risks in Quebec rivers, lakes and reservoirs. Ecological Modelling, 124, 43-67.
59. Brody, M.S., M.E. Troyer & Y. Valette (1993). Ecological risk assessment case study: modeling future losses of bottomland forest wetlands and changes in wildlife habitat within a Louisiana basin. A review of ecological assessment case studies from a risk assessment perspective. Risk Assessment Forum, U.S. EPA. EPA/630/R-92/005.
60. Birkeland, C.A.A. Reimer, and J.R. Young. (1976). Survey of marine communities in Panama and experiments with oil. EPA Report EPA-600/13-76-028. Narragansett, Rhode Island: U.S. Environmental Protection Agency. ,177 pp.
61. Brey, L., J.R. Grau, and W. Feragotto. (1995). Toxicity evaluation of Orimulsion, Bitumen Cerro Negro, Intern 100, and Fuel Oil No. 6 on the fertility of the sea urchin species Echinometra lucunter, and on survival of the coral species Tubastrea aurea. In Compilation of Environmental Field and Laboratory Studies on Orimulsion, Its Constituents and Fuel Oil No. 6 Conducted by Intevp. 8 pp.
62. Brown B. E. & L. S. Howard, Assessing the Effects of " Stress " on Reef Corals, Advances in Marine Biology. 63. Calabrese,

E.J. & L.A. Baldwin (1993). Performing Ecological Risk Assessment. Lewis Publishers. 64. CCME(Canadian Council of Ministers of the Environment)(1996). A framework for ecological risk assessment:general guidance. Ottawa, ON, Canada, PN-1195. 65. CCME(Canadian Council of Ministers of the Environment)(1997). A framework for ecological risk assessment:technical appendices. Ottawa, ON, Canada, PN-1274. 66. Claassen, M. (1999). Ecological risk assessment as a framework for environmental impact assessment. *Wat. Sci. Tech.*, 39(10-11), 151-154. 67. Convention on Wetlands (1999). People and Wetlands: The Vital Link (Resolution VII.10). The 7th Meeting of the Conference of the Contracting Parties to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971), San Jose, Costa Rica. 68. Cohen, Y., A. Nissenbaum & R. Eisler (1977). Effects of Iranian crude oil on the Red Sea octocoral *Heteroxenia fuscescens*. *Environmental Pollution* 12:173-186. 69. Department of the Army (1999). Wildlife toxicity assessment. Draft. U.S. Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine. Washington D.C. 70. Dodge, R.E., B.J. Baca, A.H. Knap, S.C. Snedaker & T.D. Sleeter. (1995). The effects of oil and chemically dispersed oil in tropical ecosystem: 10 years of monitoring experimental sites, MSRC Technical Report Series 95-014. Washington D.C., Marine Spill Response Corporation. 93p. 71. Efromson, R.A., W.H. Rose, S. Nemeth & G.W. II Suter (2000). Ecological risk assessment framework for low-altitude overflights by fixed-wing and rotary-wing military aircraft. Report prepared for the U.S. Department of Defence, ORNL/TM-2000/289. 72. Europe Commission (1996). Technical guidance documents in support of the Commission Directive 93/67/EEC on risk assessment for new notified substances and the Commission Regulation EC/1488/94 on risk assessment for existing substances. Luxembourg. 73. Elgershuizen, J.H.B.W. and H.A.M. deKruif. (1976). Toxicity of crude oils and a dispersant to the stoney coral *Madracis mirabilis*. *Marine Pollution Bulletin* 7(2): pp.22-25. 74. Fucik, K.W., T.J. Bright, and K.S. Goodman. 1984. Measurements of damage, recovery, and rehabilitation of coral reefs exposed to oil. In J. Cairns and A.L. Buikema, eds., *Restoration of Habitats Impacted by Oil Spills*, Butterworth, London, pp. 115-133. 75. Hakanson, L. (1979). An Ecological index for aquatic pollution control- a sedimentological approach. *Water Research*, 14, 975-1001. 76. Hill, R.A., P.M. Chapman, G.S. Mann & G.S. Lawrence (2000). Level of detail in ecological risk assessments. *Marine Pollution Bulletin*, 40(6), 471-477. 77. Harrison, P.L., J.C. Collins, C.G. Alexander and B.A. Harrison. (1990). The effects of fuel oil and dispersant on the tissues of a staghorn coral *Acropora formosa*: A pilot study. In *Scientific Input to Oil Spill Response, Proceedings of Second National Workshop on Role of Scientific Support Co-ordinator*, HMAS Cerberus (Hastings, Vic.), March 26-30, pp. 51-61. 78. IPIECA(1992). Biological impacts of oil pollutions: coral reefs. 79. IOMC(1999). Chemical risk assessment, UNEP/IPCS Training Module 3. 80. Johnston, R.K., P.E. Woods, G.G. Pesch & W.R. Munns. (1989). Assessing the impact of hazardous waste disposal sites on the environment: case studies of ecological risk assessments at selected Navy hazardous waste disposal sites. 14 Annual Army Environmental R&D Symposium. 81. Johannes, R.E. J. Maragos and S.L. Coles. (1972). Oil damages corals exposed to air. *Marine Pollution Bulletin* 3: pp.29-30. 82. Karman, C.C. (2000). The role of time in environmental risk assessment. *Spill Science & Technology Bulletin*, 6(2), 159-164. 83. Kuznetsov, V. & N. Maslova (1999). NATO bombing to affect ecology of whole region. *Itar - Tass News Wire*; New York; Apr 20, 1999. 84. Liang, Y., M.H. Wong & R.B.E. Shutes (1999). Ecological risk assessment of polychlorinated biphenyl contamination in the Mai Po Marshes Nature Reserve, Hong Kong. *Water Research*, 33(6), 1337-1346. 85. LeGore, R.S., D.S. Marszalek, J.E. Hoffman, and J.E. Cuddeback. (1983). A field experiment to assess impact of chemically dispersed oil on Arabian Gulf corals. Paper SPE 11444 in *Proceedings of the Middle East Oil Technical Conference*, Society of Petroleum Engineers, Manama, Bahrain, March 14-17, pp.51-60. 86. LeGore, S., D.S. Marszalek, L.J. Danek, M.S. Tomlinson, J.E. Hofmann and J.E. Cuddeback. (1989). Effect of chemically dispersed oil on Arabian Gulf corals: A field experiment. In *Proceedings of the 1989 International Oil Spill Conference*, pp.375-381. 87. Lewis, J.B. (1971). Effects of crude oil and oil spill dispersant on reef corals. *Marine Pollution Bulletin* 2:59-62. 88. Moore, D.R. & G.R. Biddinger (1995). The interaction between risk assessors and risk managers during the problem formulation phase. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 14(12), 2013-2014. 89. NOAA (1992). An introduction to coastal habitats and biological resources, Chapter 2, Oil behavior and toxicity, Report No. HMRAD 92-4, Seattle, Washington. 90. NOAA (1996). Injury assessment - guidance document for natural resource damage assessment under the oil pollution act of 1990. 91. NOAA (2000). Characteristic coastal habitats - choosing spill response alternatives, U.S. Department of Commerce, NOAA. 92. NOAA (2001). Oil Spills in Coral Reefs : Planning and Respons Considerations, U.S. Department of Commerce, NOAA. 93. NOAA (2001). Toxicity of Oil to Reef-Building Corals : A Spill Respons Perspective, Donald L. Evans, Secretary U.S. Department of Commerce, NOAA. 94. NOAA (2002). Environmental sensitivity index guidelines, NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 11, Seattle, Washington. 95. Oil and Gas Risk Assessment Subgroup of the Gore-Chernomyrdin Commission ' s Environmental Working Group (1998). Environmental Risk Assessments of Oil and Gas Activities Using National Security and Civilian Data Sources. Final Report. 96. Rinkevich, B. and Y. Loya. (1977). Harmful effects of chronic oil pollution on a Red Sea scleractinian coral population. In D.L. Taylor (ed.), *Third International Coral Reef Symposium*, Miami, Vol. 2, pp. 585-591, Univ. Miami, FL. 97. Ross J. J. & Ove H-G (1999). Effects of cyanide on coral photosynthesis: implications for identifying the cause of coral bleaching and for assessing the environmental effects of cyanide fishing, *Marine Ecology Progress Series*, 177, pp.83-91. 98. Suter, G.W., II and J.M. Loar (1992). Weighing the ecological risk of hazardous waste sites, the Oak Ridge case. *Environ. Sci. Technol.* 26(3), 432-438. 99. Suter, G.W.,II. (1993). Ecological risk assessment. Lewis Publishers. 100. Suter, G.W.,II. (1996). Risk Characterization for Ecological Risk Assessment of Contaminated Sites. Report prepared for the U.S. Department of Energy, ES/ER/TM-200. 101. Suter, II G.W., (1996). Guide for developing conceptual models for ecological risk assessments, report prepared for the U.S. Department of Energy, ES/ER/TM-186. 102. Singer, M.M., D. Aurand, G.E. Bragin, J.R. Clark, G.M. Coelho, M.L. Sowby, and R.S. Tjeerdema.(2000). Standardization of the preparation and quantitation of water-accommodated fractions of petroleum for toxicity testing. *Marine Pollution Bulletin* 40(11):1007-1016. 103. Te, F. T. (1991). Effects of two petroleum products on *Pocillopora damicornis* planulae. *Pacific Science* 45(3):290-298. 104. U.S.EPA (1996a). Clinch Valley Watershed: Ecological Risk Assessment-

Planning and Problem Formulation. Risk Assessment Forum, Washington D.C. EPA/630/R-96/005a. 105. U.S.EPA (1996b). Big Darby Creek Watershed: Ecological Risk Assessment -Planning and Problem Formulation. Risk Assessment Forum. EPA/630/R-96/006a. 106. U.S.EPA (1996c). Middle Snake River Watershed: Ecological Risk Assessment - Planning and Problem Formulation. Risk Assessment Forum. EPA/630/R-96/008a. 107. U.S. EPA (1998) Guidelines for ecological risk assessment. Risk Assessment Forum, Washington D.C. EPA/630/R-95/F002. 108. U.S.EPA (1999). An SAB report: review of the index of watershed indicators. Science Advisory Board. EPA-SAB-EPEC-99-014. 109. U.S.EPA (2000). Stressor identification guidance document, EPA-822-B-00-025, Washington D.C. 110. Vogt, H.P. (1995). Coral reefs in Saudi Arabia: 3.5 years after the Gulf War oil spill. Coral Reefs 14(4):271-273. 111. Warren-Hicks, W. J. & D. R.J. Moore (1998). Uncertainty analysis in ecological risk assessment, SETAC Press. 112. Yoe, C.E. & L. Skaggs (1997). Risk and uncertainty procedures for the evaluation of environmental outputs, U.S. Army Corps of Engineers, IWR Report 97-R-7. 113. 中華民國珊瑚礁學會 <http://www.mbi.nsysu.edu.tw/~tcrs/main-4.htm> 114. 中國環保網, 被污染的海洋-歐洲發生環境史上最嚴重的海洋污染 <http://www.chinaenvironment.com/chinese/redalert/main.1.m.ocean.ou.htm> 115. “台灣地區自然保護區初探” - 中華民國野鳥學會「台灣野資訊網」 <http://bird.org.tw/about/creserve.html> 116. 行政院農業委員會, 自然資源與生態資料庫 <http://ngis.zo.ntu.edu.tw/new/index1.htm> 117. 成報, 遭油污 西班牙索償179億 <http://www.singpao.com/20030518/international/374681.html> 118. 林建元, 土地使用計畫 環境開發風險管理之策略, 縣市綜合發展計畫講習班講義(C13S07) <http://cpis.e-land.gov.tw/cpclass/class13/ch07/sec2.htm> 119. 邵廣昭 (2001) 海難油污處理事件之評議, 國家政策研究基金會 <http://www.npf.org.tw/e-newsletter/report/900225-SD-R5.htm> 120. 珊瑚生與死, Teens清蔚園 <http://vm.nthu.edu.tw/science/shows/nuclear/coral/know/index.html> 121. 洪楚璋 (2001), 從布拉格號到阿瑪斯號處理油污事件, 國家政策研究基金會 <http://www.npf.org.tw/e-newsletter/report/900225-SD-R10.htm> 122. 國立海洋生物博物館-珊瑚的世界 <http://www.nmmba.gov.tw/web/education/coral/01/08.htm> 123. 野生動植物網 - 珊瑚的危機 <http://www.wow.org.tw/species/coral/crisis-c.htm> 124. 野生動植物網 - 台灣珊瑚礁現況 <http://www.wow.org.tw/species-i.htm> 125. 農委會水產試驗所 <http://www.tfrin.gov.tw/service/aquabio/taiwan/reef.html> 126. 楊磊, 以自然處理法清除龍坑殘留油污 <http://study.nmmba.gov.tw/upload/Resource/conserv1023.htm> 127. 鄭安怡(1999) “台灣生物多樣性現況” <http://bc.zo.ntu.edu.tw/article/007.htm> 128. 龍坑油污污染特展區 <http://www.nmmba.gov.tw/special/homepage.html> 129. 墾丁龍坑生態保護區油污污染事件全記錄 <http://kenting.24cc.com/> 130. 墾丁國家公園管理處 <http://www.ktnp.gov.tw/home/index.asp> 131. CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment, Canada) <http://www.ccme.ca> 132. CEHR (Center for Ecological Health Research, University of California, Davis, U.S.A.) <http://ice.ucdavis.edu/cehr/> 133. ERAM (Center for Ecological Risk Assessment & Management, Colorado State University, U.S.A.) <http://www.cnr.colostate.edu/RES/eram/> 134. http://content.edu.tw/primary/country/tc_ua/n010/crab/tides.htm 135. <http://www.bud.org.tw/answer/0110/011038.htm> 136. <http://wagner.zo.ntu.edu.tw/guandu/article/4-4%B7%C3%A6%AA%BA%BB%F9%AD%C8%BB%A5%CD%BAA%A5/%AF%E0.htm> 137. ICTM (International Center for Toxicology and Medicine) <http://www.ictm.com/main.html> 138. MERAC (Midwest Ecological Risk Assessment Center, University of Minnesota, U.S.A.) <http://www.merac.umn.edu/home.htm> 139. NCEA (National Center for Environmental Assessment, U.S. EPA) <http://www.epa.gov/ncea> 140. ORNL (Oak Ridge National Lab., U.S.A.) <http://www.esd.ornl.gov/iab> 141. SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) <http://www.mindspring.com/~Ejwillson/SETAC/ERAAG/eramainframeset.htm>