

[illegible]

台灣環境變遷與氣候變遷之衝擊評估-海岸環境(I)

Environmental Changes of Taiwan and the Assessment of Vulnerability to the Impact of Global change: Coastal Environment (I)

計畫編號：NSC 88-2621-Z-002-021

執行期限：87年8月1日至88年7月31日

主持人：施學銘 台大海洋研究所

計畫參與人員：蕭代基、郭彥廉 中興大學資源管理研究所
林元興 文化大學建築研究所

一、中文摘要

為了解氣候變遷對台灣海岸環境所帶來的衝擊，本計劃針對台灣海岸環境之自然特性、變遷史、未來變遷趨勢進行分析為。主要研究項目為海平面上升對海岸環境之衝擊初步評估、海岸致災潛能指數之建立、與海岸保護經濟成本分析。主要資料為全省 240 段海岸之自然及社經參數，據以評估海岸致災潛能及海岸保護經濟成本估算研究。

結果顯示台灣中南部海岸受地層下陷及海岸侵蝕威脅，以及土地開發程度高之因素，致災潛能及海岸保護比例明顯高於東部海岸及北部海岸，東部海岸因為坡度較陡且地價較低，北部海岸海岸侵蝕威脅較少，除少數港口及遊憩區域之臨海地價較高外，保護比例並不高。目前實際海岸保護比例超過 50%，顯示由於社會及政治因素考慮，保護比例明顯偏高，未來應持續精確評估海岸致災潛能及改良海岸保護成本估算模式，以供海岸永續發展規劃之參考。

關鍵詞：海平面上升、海岸環境、衝擊評估、氣候變遷

Abstract

Based on the data related to the coastal vulnerability and land value, cost of constructing sea wall of the entire coast of Taiwan. This project identify the most vulnerable coasts are located in low-lying areas on the southwest coast of Taiwan. According to our analysis on the economic

cost of sea-level rise protection, the optimal protection proportion against a 50cm sea-level rise in 2100 is 9% in Taiwan. Total cost is 35.7 billion NT\$ in terms of 1998 NT\$.

Keywords: rise, coastal environments, impact assessment, climate change.

二、緣由與目的

台灣的海岸目前正逐步邁向開發熱潮，海岸環境日漸惡化已令人憂心忡忡，氣候變遷所帶來的海水面加速上升、海面風暴頻率增加、濕地面積的縮減、水資源的減少等衝擊將使台灣自然海岸的保護更為困難、海岸開發的投資效益減少、海岸永續發展的前景受到挑戰。為了解氣候變遷對台灣海岸環境所帶來的衝擊，本計劃針對台灣海岸環境之自然特性、變遷史、未來變遷趨勢進行分析，以供決策者及其他研究對我國經濟社會體系氣候變遷衝擊評估之參考，整體計劃目標為就台灣海岸環境變遷及全球增溫對我國海岸的衝擊提供明確的科學基礎，作為我國永續發展藍圖之規劃參考。

由於海岸環境變遷的回顧及未來衝擊評估為一大型的研究題目，有必要選擇可行性高，可立即獲致成果的研究項目積極進行，第一年度的研究重點將以(1)IPCC 建議的共同評估法(Common Methodology)，針對立即而明顯的海平面上升對海岸的威脅進行初步衝擊評估，此一部份之研究成果凝於報告篇幅，請參閱相關文獻[1-3]，(2)發展整合性的海岸致災潛能指標，以及(3)未來海平面上升情景下，台灣海岸保護所需付出的經濟成本之評估與分析。此一

部份原列於後續研究項目，因與計劃參與人員的合作順利，提前完成相關資料收集分析，亦一併於本年度報告提出。

三、海岸致災潛能指數之建立與分析

為便於評估台灣海岸面臨未來全球海平面加速上升，長期海岸環境災害之評估與後續資料之，本研究將台灣海岸劃分為240段，每段3-6公里，分段建立海岸致災潛能地理資訊系統。各段分界點為河口、海岬等自然地形或港口、突堤等人為結構物。每一段海岸按地形高度、地形起伏、地質(岩性)、海平面昇降、海岸線位移、潮汐、浪高、颱風登陸機率等參數收集資料建立分項致災指數。然後根據Gornitz等人[4]所發展的致災潛能指數評估法，賦於各個參數不同權值分析各段海岸之致災潛能。如賦於各參數相同權值，整體而言，台灣海岸之致災潛能以西南海岸較高，主要高致災潛能地區為淡水河南岸、永安、南寮、北港溪口、東石、布袋、將軍、高雄港及東港。東海岸致災潛能較高地區為宜蘭、和平、花蓮、及成功海岸。

如針對侵蝕潛能(包括地質、海岸線位移、浪高)加重權值計算致災潛能指數，指數明顯增加地區為永安與福隆，而秀姑巒溪口與磯碇指數反而降低。代表這些地區對侵蝕潛能之敏感性。如對長期洪水溢淹潛能(包括高程、地形、地盤下陷、地殼上升)加重權值，西南沿海及宜蘭海岸致災潛能明顯增加。

如將海岸分項致災潛能作為變數，240段海岸視為標本，進行多變數統計分析，分析結果顯示，依照致災特性台灣海岸可大致分為三大類型，分別為(1)花東海岸：地形起伏大、波能較強、颱風侵蝕率、地殼上升率也較高；(2)西部海岸地區：地勢低緩、岩性鬆軟、颱風侵蝕率偏低；(3)南部、北部、東北角地區：岩性堅硬，地勢起伏略高、颱風侵蝕率次高。若再予以細分，則可將台灣海岸分為十一段。

四、海岸保護經濟成本分析

綜合致災潛能指數中之地形高度起伏

參數所計算出來之坡度，地層下陷、未來海平面上升估計值、海岸長度、海岸土地價值、濕地之估算價值、海堤興建成本等資料，根據Fankhauser[5-6]之模式，可據以估算至2100年海平面上升，為保護台灣海岸所必須付出的海堤興建成本以及海岸土地受侵蝕而損失的成本。

由於對於未來100年間台灣海岸海升予土地淹沒的演變軌跡推測仍有所困難，本研究所建立的海升調適模式假設在2100年時可能發生的海岸情境(包括全球增溫海平面上升、地層下陷、地殼上升、海岸保護工法發展)為決策的外生變數，必且假設此一情境發生於現在，推測我們應進行的最適調適作為為何，然後據以估算調適成本與損害成本。本研究所採用的評估模式與Fankhauser[5-6]之差異在於忽略動態，增高海堤的考量但納入了調適作為的考量。

依據台灣省水利局全省海堤整建工程六年計劃中之預算表，依據海堤的不同形式及設計高度，每公尺單價從2.4萬元至27萬元不等，中南部地區由於海堤侵蝕情況較為嚴重，其海堤興建成本較高，平均為每公尺11萬元。前述實際施工預算與工程單位之規劃預算相較明顯偏低，根據行政院公共工程委員會「公共建設工程經費估算編列手冊」，設計高度為三公呎的海堤每公尺單價為24至30萬元。本研究假設可保護50公尺海升的三種可能海堤單價成本為每公尺5萬、10萬、與25萬元，計算不同情境下之調適成本。全台灣各海岸分段不同用地的地價由林元興教授實地訪查收集(圖一)。台灣沿海濕地的價值根據Chen[7]的研究，結合生態評估與經濟評估，採假設市場價值評估法，估計台灣地區人民每年願賦749年以保護台灣的28個濕地，將此值平均分配於台灣濕地的總面積上，估計每年每平方公尺濕地的價值約為13,217元，大於大部分海岸土地的公告地價。

綜合收集的模式參數資料帶入評估模式計算，最適海岸保護比例平均為9%，依照區域特性不同，北部海岸為7%、中南部13%，東部7%(圖一)，最適保護比例會隨海堤興建成本(圖二)增加而降低。海岸保護

比例以及總成本均會隨地價增加而成比例增加。海岸保護成本與損失成本之總成本約為 357 億元(按 87 年物價水準)，年金化成本約為 10.7 億元，此一成本相當為目前海岸防護的年度預算，因此仍為可負擔的範圍。

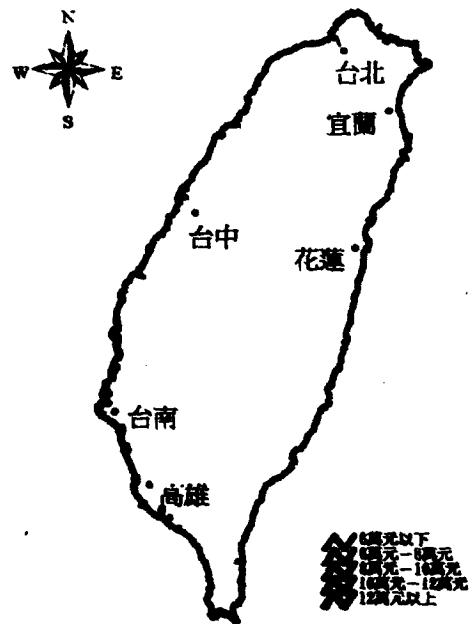
五、結論

綜合海岸致災潛能及海岸保護經濟成本估算研究，台灣中南部海岸受地層下陷及海岸侵蝕威脅，以及土地開發程度高之因素，致災潛能及海岸保護比例明顯高於東部海岸及北部海岸，東部海岸因為坡度較陡且地價較低，北部海岸海岸侵蝕威脅較少，除少數港口及遊憩區域之臨海地價較高外，保護比例並不高。目前實際海岸保護比例超過 50%，顯示由於社會及政治因素考慮，保護比例明顯偏高，未來應參考最新研究方法[8]，精確評估海岸致災潛能及改良海岸保護成本估算模式，以供海岸永續發展規劃之參考。

六、參考文獻

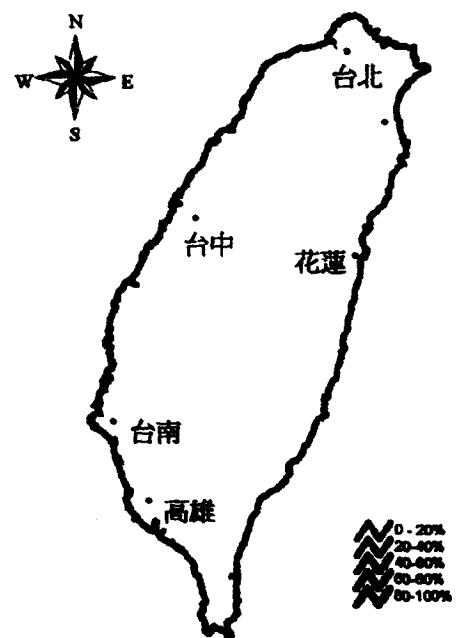
- [1] 施學銘，1997。全球增溫對台灣海岸環境之衝擊—整體性致災潛能指數之發展：中國地質學會八十六年年會暨學術討論會論文摘要，第 541-545 頁。
- [2] 施學銘，1997。海岸環境變遷的回顧與展望，邁向二十一世紀：全球變遷之衝擊與因應研討會論文集，第 40-54 頁。
- [3] 施學銘、邱昭蓉，1999。邁向海洋新世紀：台灣海岸永續經營的困境與突破。海洋與水資源永續經營研討會論文集，經濟部水資源局。
- [4] Gortinz, V.M., Daniels, R.C., White, T. W., and Birdwell, W. R., 1994. The development of a coastal vulnerability risk assessment database: vulnerability to sea-level rise in the U. S. Southeast: *Journal of Coastal Research*, Special issues No. 12, p.327-338.
- [5] Fankhauser, S. 1994. Valuing climate change: *The Economics of the Greenhouse Effect*. London:Earthscan.
- [6] Fankhauser, S. 1995. Protection versus retreat: The economics costs of sea-level rise: *Environmental and Planning A*, 27.
- [7] Cehn, Kai-Lih, 1999. Combination of ecological evaluation and economic valuation of wetland in Taiwan: *Journal of Environmental Economics and policy studies*, v.2(1).
- [8] Nicholas, R. J., Hoozemans, F.M.J., Marchand, M., 1999. Increasing flood risk and wetland losses due to global sea-level rise: regional and global analyses: *Global Environmental Change*, v, 9, p. S69-S87.

單位興建保護成本



圖一：台灣海岸海堤興建成本之分佈圖。

保護比例



圖二：台灣海岸最適海岸保護比例之分佈圖