

摘要

大鵬灣位於屏東縣東港鎮與林邊鄉交界處，為一熱帶沿岸潟湖，面積為 5.32km^2 ，平均深度 2.2m，對海開口只有一個，為幾乎封閉的水體。由於規劃為國家風景區使得灣內全面禁止養殖漁業，原本用來養牡蠣之蚵架也一併拆除。為了了解此現象對生態系結構與功能之衝擊程度，利用 Ecopath with Ecosim 建構大鵬灣蚵架拆除前的生態系模式，分析模式能量流動與結構功能，然後預測蚵架拆除後對生物分布及生態系結構與功能之影響，最後模擬大鵬灣在不同管理策略下生態系之變化。結果顯示：養殖牡蠣對許多生物群造成負面影響。相較於其他沿岸生態系，大鵬灣淨生產力偏高，能量來源較依賴碎屑，傳輸效率及能量再循環比例偏低。而模擬拆除蚵架後，大部分生物群生物量增加，碎屑被利用比例變少、傳輸效率提高。雖然系統總流量下降，但整體生產力上升使初級生產量與呼吸量之比值(P/R)升高到 4.1。生態系健康指數之變化，系統綜合健康程度幾乎不變（A 上升 0.01%），但在三個健康向度方面，系統活力與系統抗逆力降低（T 降低 9.6%，O 降低 35.6%），而系統組織性上升（AMI 上升 13.2%）。管理策略模擬方面，在生態穩定最佳化的管理下，待袋網與流刺網的漁獲量須減少為原來的 0.016 倍和 0.009 倍，使魚類生物量上升。驗證方面，野外觀測結果中顯示移除蚵架造成潟湖浮游藻類生物量增加 3.9 倍，而

模式模擬結果浮游藻類生物量增加 1.40 倍。而灣蚵架拆除前後，野外觀測動物性浮游生物之生物量相差約 21 倍，而模式模擬結果動物性浮游生物生物量提高 3.2 ~ 8.1 倍。大鵬灣蚵架拆除前後全年平均淨有機碳生成量相差約 2 倍，而模式模擬之結果由則增加為 2.7 倍，且 P/R ratio 由 1.5 上升到 4.1。因此模式模擬結果之趨勢與野外實測值相符。

Abstract

Tapong Bay, a tropical coastal lagoon, is located on the southwestern coast of Taiwan, has only one inlet to the sea. The surface area is 5.32 km² and the mean depth is 2.2 m. Because it has been designed as National Scenic Area, all aquaculture activities were not allowed in the lagoon and all consequently the oyster-culture pens were removed. In order to examine the impacts on the structure and functioning of the ecosystem, we constructed a trophic model for Tapong Bay before the removal of oyster-culture pens by using Ecopath with Ecosim to understand the energy flow and structure, and then to simulate the influence after the removal of oyster-culture pens. The model showed that oyster-culture pens had negative influences on many communities. Comparing with other coastal ecosystems, net primary production of Tapong Bay was high, a greater proportion of food sources was from detritus, but transfer efficiencies and proportion of recycled energy (FCI %) were low. After removal of oyster-culture pens, most community biomasses would increase, the proportion of utilization of detritus would decrease, and the transfer efficiencies would thus increase. Although the total system throughput would decrease, the net primary production

would increase and the primary production: respiration ratio (P/R ratio) would increase to 4.1. As a result, ecosystem health indices would change: the system vigor (T) would decrease $4425 \text{ g WW m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$, and the system resilience (O) would decrease 36.5%, the system organization (AMI) would increase 0.14 bit and the system combinations (A) increase $852 \text{ g WW m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$. This shows that the ecosystem would become more unhealthy after the removal of oyster-culture pens. For optimum ecosystem stability, set-net and gill-net would decrease to 0.016 and 0.009 fold, and it would result in the increase of most fish biomass.

目錄

中文摘要	I
英文摘要	III
目錄	V
表目錄	VII
圖目錄	VIII
前言	1
地點與方法	5
1. 研究地點	5
2. 大鵬灣生態系模式之建構	5
2.1 Ecopath 之原理	6
2.2 生物群、各項參數	7
2.3 模式驗證與比較	9
3. 拆除蚵架之時空動態變化模擬	9
3.1 Ecosim 之原理	9
3.2 模擬拆除蚵架之設定	10
3.3 Ecospace 之原理	11
3.4 模擬棲地及拆除蚵架之設定	11
4. 搜尋最佳經營管理策略	12
結果	14
1. 大鵬灣生態系模式	14
1.1 生態系食物網絡圖	14
1.2 生物量之變化	14
1.3 生態區位重疊性	15

1.3.1 蚵架拆除前	15
1.3.2 蚵架拆除後	16
1.4 綜合營養衝擊圖	16
1.4.1 蚵架拆除前	16
1.4.2 蚵架拆除後	17
1.5 營養階層物質傳輸模式	17
1.5.1 蚵架拆除前	18
1.5.2 蚵架拆除後	18
2. 拆除蚵架後的生物群空間分布	19
3. 經營管理策略	19
討論	22
1. 大鵬灣生態系模式之驗證	22
2. 摘要性指數	23
3. 生態系健康程度	24
4. 大鵬灣特性	26
結論	29
參考文獻	62

表目錄

表 1 大鵬灣生態系模式各項生物群之參數值	30
表 2 大鵬灣各漁法之漁獲量	31
表 3 食性組成表	32
表 4 大鵬灣蚵架拆除前各生物群及漁法對棲地偏好之設定	33
表 5 大鵬灣蚵架拆除後各生物群及漁法對棲地偏好之設定	34
表 6 大鵬灣管理策略之權重設定	35
表 7 大鵬灣漁獲價格表	36
表 8 大鵬灣三種漁法之相對漁獲工作人數比值	37
表 9 生態系模式摘要性指數	38
表 10 生態系模式之基本輸出值	39
表 11 大鵬灣與其他沿岸生態系模式之系統能量比境	40

圖目錄

圖 1 大鵬灣空照圖	42
圖 2 生物個體能量收支平衡圖	43
圖 3 可被掠食比例之示意圖	44
圖 4 調控值之設定	45
圖 5 大鵬灣棲地分布示意圖	46
圖 6 大鵬灣餘流資料	47
圖 7 大鵬灣生態系食物網絡圖	48
圖 8 大鵬灣拆除蚵架之生物量變化	49
圖 9 大鵬灣生態棲位重疊圖	51
圖 10 大鵬灣綜合營養衝擊圖圖	52
圖 11 大鵬灣 Linderman 營養階層能量傳遞模式	53
圖 12 大鵬灣生物群空間分佈之變化	57
圖 13 不同經營管理策略下漁獲量之變化	58
圖 14 不同管理策略下在經濟、社會及生態三方面的發展性 . . .	59
圖 15 不同管理策略下各生物群生物量之變化	60
圖 16 衡量生態系健康程度的三個向度	61