

■公開

□密件、不公開

執行機關(計畫)識別碼：150102F208

行政院農業委員會漁業署九十六年度科技計畫研究報告

計畫名稱：探討海洋環境因子對於臺灣鮪延繩釣漁業大西洋黑皮旗魚與紅肉旗魚釣獲率之影響 (第1年/全程1年)

(英文名稱) **Environmental effects on blue marlin (*Makaira nigricans*) and white marlin (*Tetrapturus albidus*) catch rates in the Taiwanese Atlantic longline fishery**

計畫編號：96農科-15.1.2-漁-F2(8)

全程計畫期間：96年5月29日至96年12月31日

本年計畫期間：96年5月29日至96年12月31日

計畫主持人：葉裕民

執行機關：私立南華大學



961561

目錄

中文摘要.....	IV
英文摘要.....	V
一、 前言.....	1
二、 材料方法.....	3
(一)、 商業性鮪延繩釣漁獲統計資料.....	3
(二)、 觀察員資料.....	3
(四)、 群聚分析 (CLUSTER ANALYSIS).....	5
(五)、 RRF.....	6
(六)、 泛線性加法模式 (GENERALIZED ADDITIVE MODELS, GAM).....	6
三、 結果.....	8
(一)、 群聚分析 (CLUSTER ANALYSIS) 與填報率分析(RRF).....	8
(二)、 泛線性加法模式 (GAM).....	9
四、 討論與檢討建議.....	11
參考文獻.....	14
附錄.....	20
附表.....	20
表一 應用 2002-2006 年觀察員資料驗證群聚分析：誤判表.....	20
表二 2002-2006 年觀察員資料漁獲組成分析.....	20
表三 2002-2006 年漁獲日誌統計資料漁獲組成分析.....	21
表四 2002-2006 年漁獲日誌統計資料分組.....	21
表五 2002-2006 年漁獲日誌統計資料各群組之漁獲組成分析.....	- 18 -
表六 2002-2006 年漁獲日誌統計資料各群組之各魚種填報率分析.....	- 18 -
表七 觀察員資料紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果.....	- 19 -
表八 觀察員資料紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果.....	- 20 -
表九 觀察員資料黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果.....	- 21 -

表九	觀察員資料黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果.....	- 21 -
表十	觀察員資料黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果.....	- 22 -
表十一	漁獲日誌資料群組一紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果.....	- 23 -
表十二	漁獲日誌資料群組一紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果.....	- 24 -
表十三	漁獲日誌資料群組一黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果.....	- 25 -
表十四	漁獲日誌資料群組一黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果.....	- 26 -
表十五	漁獲日誌資料群組二紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果.....	- 27 -
表十六	漁獲日誌資料群組二紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果.....	- 28 -
表十七	漁獲日誌資料群組二黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果.....	- 29 -
表十八	漁獲日誌資料群組二黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果.....	- 30 -
表十九	漁獲日誌資料群組三紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果.....	- 31 -
表二十	漁獲日誌資料群組三紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果.....	- 32 -
表二十一	漁獲日誌資料群組三黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果.....	- 33 -
表二十二	漁獲日誌資料群組三黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果.....	- 34 -
表二十三	漁獲日誌資料群組四紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果.....	- 35 -
表二十四	漁獲日誌資料群組四紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果.....	- 36 -
表二十五	漁獲日誌資料群組四黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果.....	- 37 -
表二十六	漁獲日誌資料群組四黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果.....	- 38 -
表二十七	漁獲日誌資料群組五紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果.....	- 39 -
表二十八	漁獲日誌資料群組五紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果.....	- 40 -
表二十九	漁獲日誌資料群組五黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果.....	- 41 -
表三十	漁獲日誌資料群組五黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果.....	- 42 -
附圖	- 43 -
圖一	2001 年第 248 天海水表面水溫與表水溫鋒面能量空間分佈.....	- 43 -
圖二	2002-2006 年週別統計：在不同表水溫區塊努力量總量之分佈（圖左之縱軸一.....	- 44 -
圖三	2002-2006 年週別統計：在不同表水溫區塊紅肉旗魚單位努力漁獲量之分佈.....	- 44 -
圖四	2002-2006 年週別統計：在不同表水溫區塊黑皮旗魚單位努力漁獲量之分佈.....	- 44 -
圖五	群聚分析組別數的選擇依據之相關統計量圖.....	- 45 -
圖六	群聚分析組別數的選擇依據之相關統計量圖.....	- 45 -

圖七	各群組內紅肉旗魚名目單位努力漁獲量的變動趨勢	- 46 -
圖八	各群組內黑皮旗魚名目單位努力漁獲量的變動趨勢	- 46 -
圖九	觀察員資料紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果	- 47 -
圖十	觀察員資料紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果	- 48 -
圖十一	觀察員資料黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果	- 49 -
圖十二	觀察員資料黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果	- 50 -
圖十三	漁獲日誌資料群組一紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果	- 51 -
圖十四	漁獲日誌資料群組一紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果	- 52 -
圖十五	漁獲日誌資料群組一黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果	- 53 -
圖十六	漁獲日誌資料群組一黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果	- 54 -
圖十七	漁獲日誌資料群組二紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果	- 55 -
圖十八	漁獲日誌資料群組二紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果	- 56 -
圖十九	漁獲日誌資料群組二黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果	- 57 -
圖二十	漁獲日誌資料群組二黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果	- 58 -
圖二十一	漁獲日誌資料群組三紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果	- 59 -
圖二十二	漁獲日誌資料群組三紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果	- 60 -
圖二十三	漁獲日誌資料群組三黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果	- 61 -
圖二十四	漁獲日誌資料群組三黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果	- 62 -
圖二十五	漁獲日誌資料群組四紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果	- 63 -
圖二十六	漁獲日誌資料群組四紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果	- 64 -
圖二十七	漁獲日誌資料群組四黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果	- 65 -
圖二十八	漁獲日誌資料群組四黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果	- 66 -
圖二十九	漁獲日誌資料群組五紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果	- 67 -
圖三十	漁獲日誌資料群組五紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果	- 68 -
圖三十一	漁獲日誌資料群組五黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果	- 69 -
圖三十二	漁獲日誌資料群組五黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果	- 70 -

中文摘要

大西洋黑皮旗魚與紅肉旗魚是臺灣大西洋鮪延繩釣漁業的混獲魚種。然而臺灣大西洋鮪延繩釣漁業仍是大西洋黑皮旗魚與紅肉旗魚資源主要的漁獲國，對於這兩種資源動態的掌握有不可忽視的份量。本研究應用臺灣鮪延繩釣漁業漁獲統計資料檢視分析海洋環境因子對於大西洋黑皮旗魚與紅肉旗魚釣獲率的影響，以作為後續資源量指標估計的參考依據。本研究利用泛線性加法模式，以2002年至2006年台灣鮪延繩釣漁業在大西洋作業之漁獲日誌統計資料作為的分析依據，探討海洋環境因子對於大西洋黑皮旗魚與紅肉旗魚釣獲率的影響。分析結果顯示在紅肉旗魚釣獲率的部分，月相因子與表水溫鋒面能量的變化無顯示效應，而具有顯著影響的因子依序為表水溫、緯度、表水溫鋒面能量、表水溫鋒面能量的變化、表水溫的變化、經度、海盆深度。而黑皮旗魚釣獲率的部分，則是月相因子與表水溫的變化無顯示效應，而具有顯著影響的因子依序為緯度、表水溫鋒面能量的變化、經度、表水溫、海盆深度、表水溫的變化、表水溫鋒面能量。

英文摘要

Generalized additive models (GAMs) were applied to examine the relative influence of various factors on nominal catch per unit effort of white marlin and blue marlin in Taiwanese longline fishery operated in the Atlantic Ocean. Observation data and commercial fisheries data from 2002 to 2006 were used for this analysis. Factors including latitude, longitude, SST, SST frontal energy, temporal changes in SST, SST frontal energy, bathymetry, and lunar index which may affect the availability of marlin to fishery were taken into consideration in the GAM model fitting. GAM building revealed the relative importance of the factors in explaining the variance in CPUE. For white marlin, by decreasing importance, the factors ranked: (1) SST, (2) latitude, (3) SST frontal energy, (4) Δ SST frontal energy, (5) Δ SST, (6) longitude, and (7) bathymetry. For blue marlin, by decreasing importance, the factors ranked: (1) latitude, (2) Δ SST frontal energy, (3) longitude, (4) SST, (5) bathymetry, (6) Δ SST, and (7) SST frontal energy.

一、前言

大西洋黑皮旗魚與紅肉旗魚一直是台灣大西洋鮪延繩釣漁業的混獲魚種。雖然歷年來這兩魚種之漁獲量佔台灣大西洋鮪延繩釣漁業總漁獲量不到百分之一，但是以整個大西洋黑皮旗魚與紅肉旗魚的漁獲量來看，由台灣大西洋鮪延繩釣漁業混獲黑皮旗魚與紅肉旗魚的漁獲量佔總漁獲量的比例分別曾高達百分之十與百分之五十。因此，大西洋國際漁業組織大西洋鮪類資源保育委員會ICCAT

(International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas) 進行這兩種重要魚種資源評估時，一再強調台灣、日本等擁有強大漁獲實力的遠洋延繩釣漁業國的漁獲統計資料是非常重要的訊息來源。

不同漁業所反映出的魚種漁獲率，也就是單位努力漁獲量CPUE (Catch Per Unit Effort)，常是反應此魚種生物量變動的重要指標。然而影響作業漁獲率的因素除生物量之外，有甚多其他因素，如魚群的時空分佈、生物生態行為、作業漁船軟（如標的魚種）硬（如漁船噸級）體特徵以及海洋環境特性等等。因此利用商業漁獲統計資料進行分析，為得不偏資源量變動指標時，勢必需要瞭解各個不同因子對於漁獲率的影響，才能使得標準化後的CPUE趨勢變化成為適當的不偏資源量變動指標。相關的研究發現，因為旗魚的棲息與覓食空間的相關海洋環境特性需求使得垂直迴游的行為非常明顯，也有相關科學證據顯示這些海洋環境的差異對於漁業旗魚釣獲率的影響不容忽視。而先前相關研究顯示認為分析台灣大西洋鮪延繩釣漁業黑皮旗魚與紅肉旗魚的漁獲率時，若只考慮作業漁季、作業漁區以及漁獲組成等因子，並無法對於大西洋黑皮旗魚與紅肉旗魚漁獲率的變異進行適當的掌握，因此本研究擬解決的問題是探討海洋環境因子對於臺灣大西洋鮪延繩釣漁業黑皮旗魚與紅肉旗魚釣獲率之影響，試圖能對於漁獲率的變異作更進一步的掌握，以期以此為依據進行標準化CPUE所得的趨勢能作為更適當的不偏資源量變動指標。

海洋環境是影響漁業資源分佈很重要的因素，也因如此，在不同的時空尺度下，各種海洋環境因子的特性與變異也一定程度決定了一個漁業對於一種漁業資源的釣獲率。例如劍旗魚會聚集在食物豐富的區塊，通常就是沿著鋒面地帶，這個鋒面地帶既是洋流或水塊匯集之處，此區域常有擾動以及劇烈的溫度與鹽度變

化的特徵(Sakagawa,1989)。然而也有研究顯示，劍旗魚之所以常在鋒面地帶的原因，或許也可能是因為那兒是聚合帶(convergence)或輻射帶(divergence)，因為這個現象更是導致魚類與浮游生物遍佈(Olson and Backus, 1985)。

研究海洋環境因子對於劍旗魚與鯊魚釣獲率影響的報告指出，標的魚種不同，漁業作業深度也會有異，如劍旗魚延繩釣漁業特徵是在夜間作業，作業深度約為 30-90 公尺，而鮪延繩釣漁業則在日間作業，作業深度若在 100-250 公尺可專抓長期鮪或黃鰭鮪，作業深度若在 250-400 公尺可專抓大目鮪(Bigelow, et al., 1999)。這類研究考慮影響魚類分佈的可能海洋環境因子有經緯度、海水表面水溫(表水溫)、表水溫鋒面能量、表水溫變化率、表水溫鋒面能量的變化率、海底深度)，以及可能會影響漁具有效性的月相因子(lunar index)。

本研究的目的是嘗試就臺灣大西洋鮪延繩釣漁業黑皮旗魚與紅肉旗魚釣獲率而言，鑑別出哪些海洋環境因子可顯著地解釋這些釣獲率的變異，進而日後得以將海洋環境的資訊納入各種大西洋黑皮旗魚與紅肉旗魚漁業資源管理分析模式中應用，以期對於漁業資源概況具有更真切的瞭解。

採用泛線性加法模式進行各種因子對於台灣鮪延繩釣漁業在大西洋作業時黑皮旗魚與紅肉旗魚釣獲率之影響評估。考慮的因子含物理因子(經度、緯度、海水表面水溫(表水溫)、表水溫鋒面能量、表水溫變化率、表水溫鋒面能量的變化率以及海底深度)，在有限資訊中可能會影響此二種魚種與漁業相遇率(availability)的因子以及可能會影響漁具有效性的月相因子(lunar index)(Bigelow, et al., 1999)。表水溫鋒面能量的指標是利用 Sobel 濾器來找出梯度變化最劇烈的位置，常用在影像分析。 ΔSST 可用來判斷等溫線移動經過漁區的速率， ΔSST frontal energy 是用來判斷鋒面是處於形成或消散階段。

二、 材料方法

此研究的目的是探討海洋環境因子對於紅肉旗魚與黑皮旗魚釣獲率的影響。然而此兩種魚種對於在大西洋作業的臺灣鮪延繩釣漁船屬於混獲魚種，低報與漏報的現象可能會造成以漁獲日誌依據的分析結果。因此在進行主體分析之前，嘗試由漁獲組成的特性為分類依據，試圖瞭解在大西洋作業的臺灣鮪延繩釣漁船填報之漁獲日誌是否可以反映出造成漁獲組成差異之不同作業型態或填報行為。考慮觀察員資料以及作業漁船作業型態的紀錄（如大目鮪船組、在地中海作業之大目鮪船組、南長鰭鮪船組以及北長鰭鮪船組）始自 2002 年得有資料，因此此研究僅針對 2002 年至 2006 年的資料進行檢視、分析與比較。

（一）、 商業性鮪延繩釣漁獲統計資料

本研究此部分的資料是由對外漁協提供之 1995 年至 2005 年臺灣大西洋鮪延繩釣漁船之漁獲日誌資料。此份漁獲日誌資料經由漁業署召開三次大西洋資料檢視會議後，已將資料中一些不合理紀錄進行加註（請參考附錄）。根據漁協提供之註記說明，考慮本研究之需求，將註記為 C1-2, C8-9, D1, E1-3, E9, F1-2, G1-5, Q1-2, W1, 以及*之紀錄刪除不納入後續分析。大西洋作業之漁船自 2002 年起，每艘漁船皆有登記作業組別（大目鮪船組、在地中海作業之大目鮪船組、南長鰭鮪船組以及北長鰭鮪船組）。

（二）、 觀察員資料

由對外漁協提供之 2002 年至 2006 年觀察員資料。將觀察員資料作週別與 1 度方格別累計處理。觀察之作業漁船皆有記錄其作業組別（大目鮪組及長鰭鮪組）。

（三）、 物理海洋環境資料

根據以往相關的研究建議，並考慮漁獲日誌作業紀錄位置可能存在的誤差，選擇緯度、經度、表水溫(SST)、表水溫的改變量(Δ SST)、表水溫的時空變化梯度(SST frontal energy)、表水溫改變量的時空變化梯度(Δ SST frontal energy)、月相因

子以及海洋深度共八個環境與作業時空因子，探討單位努力漁獲量與此八個因子之間的關係。

1. 水溫資料

考慮漁獲日誌資料（日別 5°方格別）與觀察員資料（日別 1°方格別）的解析度現況，水溫資料採用週別與 1°方格別的解析度，2002-2006 年水溫資料可由美國太空總署下的噴射推進實驗室所提供的 POET (PO.DAAC Ocean ESIP Tool) 海洋物理環境線上系統下載 Reynolds 最優插值海面溫度 (Reynolds Optimally Interpolated SST)，此表水溫資料是由高解析度輻射計衛星量測值 (AVHRR, Advanced very high resolution radiometer) 以及現場資料 (in situ data) 整合而得

(ftp://podaac.jpl.nasa.gov/pub/sea_surface_temperature/reynolds/oisst/)。海水表面水溫估計值的誤差在 0.7 華氏溫度之內，造成誤差的來源有雲霧遮蔽、地震後高密度空中浮質等。AVHRR 感應器裝設在 NOAA-14 以及 NOAA-16 兩個衛星上，進行多重光譜的測量以供氣象學、海洋學以及水文學之用 (Anonymous, 2001)。

2. 表水溫鋒面能量

鋒面通常是在 1 公里以淺被觀察到，但是各種深度都也可能。鋒面最重要的特徵是水表面會有聚集流 (convergence flow)。會發生鋒面的地帶可能是因為 bottom topography (地形、深度)、湧升流以及河川匯入處。監測鋒面需要依據海水表面溫度，要監測鋒面的形成與移動，時間的解析度最好細一點，小於一個月，因此我們採用一週的時間解析度 (Breaker, et al., 2005)。

表水溫鋒面能量的指標是利用 Sobel 濾器來找出溫度梯度變化最劇烈的位置，Sobel operator 常用在影像分析，尤其是用在邊緣擷取。Sobel Operator 的理論計算簡述如下：尋找影像的邊緣最常見的就是使用 Sobel Filter，這個運算包含兩個運算子如下：

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

$$G_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

$$|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

G_x 及 G_y 分別負責檢知 X 與 Y 方向的邊緣變化，因為 $\sum G_x$ 與 $\sum G_y$ 皆為零所以如果一個點其相鄰的八個點都是相同值，表示沒有邊緣變化，其值也會是零。如果左右的值不同， G_x 輸出結果就不會是零，但 G_y 仍會是零直到上下的值不同為止。對於每一點的 G_x 與 G_y 計算結果會累加起來存於另一張圖上，以確保兩個方向的邊緣變化都會被找到。

3. 表水溫的改變量(ΔSST)以及表水溫改變量的時空變化梯度(ΔSST frontal energy) 分別由下列公式計算而得：

$$\Delta SST_t = SST_t - SST_{t-1}$$

$$\Delta SST_t \text{ frontal energy} = SST_t \text{ frontal energy} - SST_{t-1} \text{ frontal energy}$$

4. Lunar index

旗魚類魚種常在夜間垂直迴游至表層水域，一般認為月相與漁獲率有某種程度的關連(He, et al., 1997; Bigelow, et al., 1999)。一個農曆月約 29.5 天，可區分為三個月相階段，新月 (new moon)、滿月(full moon)，以及上弦月與下弦月 (the first and third quarters)。每筆作業依據其作業日期轉換得其月相指標，以探討月相因子的影響。

5. Bathymetry

海盆水深的資料是下載自 ETOPO5 資料庫 (<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/etopo5.html>)，解析度為五分 (5-minute, 1/12 度)。根據研究解析度所需，分別平均計算求得解析度為 1 度及 5 度的海盆水深數據。

(四)、 群聚分析 (Cluster Analysis)

考慮紅肉旗魚與黑皮旗魚為混獲魚種，以漁獲魚種多為大目魷、黃鰭魷與長鰭魷等標的魚種的魷延釣漁業而言，漁獲作業日誌中紅肉旗魚與黑皮旗魚的漁獲量可能有低報或漏報的情況。將 2002-2006 年的漁獲日誌資料合併成一組資料進行群聚分析，納入此分析的歷年作業筆數共 66273 筆。有效漁獲紀錄的魚種共為

12種，分別為長鰭鮪、大目鮪黃鰭鮪、其他鮪類、紅肉旗魚、黑皮旗魚、白皮旗魚、其他旗魚(含芭蕉旗魚)、鰹魚、沙魚以及其他魚類。分類依據為每筆作業紀錄之漁獲組成，漁獲組成的計算方式採用各魚種佔總漁獲的比例。

考慮龐大的資料量，因此本分析分成兩階段進行。第一階段採用非階層式群聚分析法(K-mean method)，利用統計分析軟體 SAS 所提供的 PROC FASTCLUS 工具先將所有的紀錄資料依據其漁獲組成的特徵，分類成 K(嘗試 50、250、1000 或 2500)個群聚。此階段分析的目的是將大量的紀錄進行粗部歸類以利後續進一步進行分類，同時藉此檢視是否有異常紀錄存在可能會干擾後續分析。第二階段採用階層式群聚分析法 (Ward method)，利用統計分析軟體 SAS 所提供的 PROC CLUSTER 工具再將第一階段所分離出之 K 個群聚進行最後的分類。關於群聚數的選用，則根據分類所計算出的新群集的樣本標準差的均方根 (RMSSTD)、半偏 R^2 (SPR)、 R^2 (SPR)、兩個群集間的距離、CCC、pseudo F、以及 t^2 統計量值等作為依據。群聚分析結果則探討各群聚漁獲組成的特徵差異。

(五)、 RRF

計算各群聚之漁獲日誌填報率 (RR, Reporting Rate) 以檢視漏報的可能性(Nakaho and Clarke, 2006)。

$$RR = \frac{\text{Number of Sets with marlin}}{\text{Total number of sets}}$$

(六)、 泛線性加法模式 (Generalized Additive Models, GAM)

釣獲率與海洋環境因子之間的關係很可能不是線性關係，所以擬採用泛線性加法模式GAMs (Generalized additive models)進行分析。GAMs 是複線性迴歸模式，的無母數泛線性加法模式，也就是對於資料的統計分佈特性減少了很多的假設要求。參數估計的方法也異於用在一般線性迴歸的最小平方估計法。利用此泛線性加法模式鑑別出是哪些海洋環境因子顯著地可以解釋這些釣獲率的變異程度，進而可利用臺灣大西洋鮪延繩釣漁業漁獲統計資料估計出大西洋黑皮旗魚與紅肉旗魚釣獲率之標準化後的CPUE。

考慮黑皮旗魚與紅肉旗魚，分別針對2002年至2006年臺灣鮪延繩釣漁業在大

西洋不同漁獲組成之漁獲作業紀錄(週別五度方格別為解析度)以及2002年至2006年觀察員資料(週別一度方格別為解析度)進行GAM分析。考慮的因子有緯度、經度、表水溫(SST)、表水溫的改變量(Δ SST)、表水溫的時空變化梯度(SST frontal energy)、表水溫改變量的時空變化梯度(Δ SST frontal energy)、月相因子以及海洋深度八個海洋及作業時空因子。單位努力漁獲量的分佈並非常態分佈，需選用一連接單位函數(link function)轉換使得單位努力漁獲量的期望值始可利用此八個因子的線性加法模式作估計。可能模式如下：

$$\begin{aligned} \ln(\text{CPUE} + \text{constant}) = & \mu + \text{spline}_1(\text{Latitude}) + \text{spline}_2(\text{Longitude}) + \text{spline}_3(\text{SST}) \\ & + \text{spline}_4(\text{SST frontal energy}) + \text{spline}_5(\Delta\text{SST}) \\ & + \text{spline}_6(\Delta\text{SST frontal energy}) + \text{spline}_7(\text{Lunar index}) \\ & + \text{spline}_8(\text{Bathymetry}) + \text{spline}_9(\text{Time}) + \varepsilon \end{aligned}$$

式中 CPUE 代表單位努力漁獲量； constant 代表 10% 的平均名目 CPUE； μ 代表平均值； ε 服從卜瓦松分佈(Poisson distribution)。模式的套適是利用 SAS 統計軟體提供之 Procedure GAM 進行。

三、 結果

表水溫鋒面能量的計算是經由 Fortran 程式的撰寫批次執行，以 2001 年第 248 天為例（圖一），檢視表水溫鋒面能量計算的正確性。另將觀察員資料可獲得年份（2002-2006）和表水溫資料結合，圖二呈現的是 2002-2006 年週別時間序列在不同溫度下努力量投入的鈎數，努力量分佈大約都在表水溫 11 度至 25 度之間，以 21 度左右努力量分佈最大。圖三呈現的是 2002-2006 年週別時間序列在不同溫度下紅肉旗魚名目鈎獲率的分佈，紅肉旗魚的漁獲紀錄不多，大部分的紀錄發生在表水溫 17 度至 22 度之間，以 17 度至 21 度間，紅肉旗魚名目鈎獲率較大。圖四呈現的是 2002-2006 年週別時間序列在不同溫度下黑皮旗魚名目鈎獲率的分佈，黑皮旗魚的漁獲紀錄多發生在表水溫 17 度以上，尤以 17 度至 22 度間，黑皮旗魚名目鈎獲率較大。

(一)、 群聚分析 (Cluster Analysis) 與填報率分析(RRF)

利用 2002-2006 年觀察員資料記錄之漁船作業組別（大目鯖組以及長鰭鯖組）作為群聚分析方法模式選取的依據。第一階段採用非階層式群聚分析法(K-mean method)，利用統計分析軟體 SAS 所提供的 PROC FASTCLUS 工具先將所有的紀錄資料依據其漁獲組成的特徵，分類成 K(嘗試 25 或 50)個群聚。二階段採用階層式群聚分析法，利用統計分析軟體 SAS 所提供的 PROC CLUSTER 工具再將第一階段所分離出之 K 個群聚進行最後的分類分別嘗試 Ward method 以及 Two-stage。群聚數因應兩種作業組別，設定為 2。結果以 Ward method 的誤判率較低(表一)，1389 筆作業紀錄，僅兩筆誤判。故後續群聚分析即採用 Ward method。

用觀察員資料作測試作為分群方法 (Ward method) 選用的適當性。有效作業紀錄筆數為 1389 筆，誤判率為 0.43% (表一)。比較表二及表三 2002 年至 2006 年觀察員資料與漁獲日誌統計資料之漁獲組成。相較之下，在漁獲日誌的資料中，紅肉旗魚的部分顯示所佔之漁獲比例並未較低。黑皮旗魚的部分，在大目鯖船組紀錄中，漁獲日誌紀錄顯示或許有明顯低報的可能，然而在長鰭鯖組紀錄中，低報現象似乎並不嚴重。

表四則是 2002 年至 2006 年漁獲日誌統計資料之群聚分析結果。因為這五年，每艘船有登記作業組別，因此可以交叉分析檢視各群組的作業組別的分佈。綜

觀五個群聚中，不同作業組別（大目鯖船組、在地中海作業之大目鯖船組、南長鰭鯖船組以及北長鰭鯖船組）所佔的比例。南北長鰭鯖船組的作業記錄近 97% 都歸類於群組三。在地中海作業之大目鯖船組的作業記錄則有 44% 歸類於群組二，40% 歸類於群組五。大目鯖船組的作業記錄則有 37% 歸類於群組二，34% 歸類於群組五。群組一與群組四則包含的作業筆數較少，佔全部的 19%。

表五說明各群組的漁獲特徵。群組一最主要的標的魚種雖然是大目鯖，但比例約佔 33%，最大的特徵是劍旗魚、黑皮旗魚、紅肉旗魚、鯊魚以及其他魚種的比例相對於其他群組而言都較高。群組二最主要的標的魚種為大目鯖與黃鰭鯖。群組三最主要的標的魚種為長鰭鯖。群組四最主要的標的魚種為黃鰭鯖與大目鯖。群組五最主要的標的魚種為大目鯖，比例高達 94%。考慮各群組的填報率 (RRF)，表六顯示群組內紅肉旗魚與黑皮旗魚的填報率越高，群組內紅肉旗魚與黑皮旗魚的所佔之漁獲比例填報率越高，除了群組二與群組三之紅肉旗魚，以及群組四與群組五之黑皮旗魚有較異常的關係。圖五與圖六顯示 2002 年至 2006 年各群組紅肉旗魚與黑皮旗魚非零漁獲的釣獲率，群組二的趨勢明顯與它組相異，群組二的作業筆數約為群組一的三倍，也是僅次於群組一，紅肉旗魚與黑皮旗魚的漁獲組成與填報率最高的。

(二)、 泛線性加法模式 (GAM)

2002 年至 2006 年漁獲日誌統計資料筆數共 71183 筆納入分析。表七至表三十顯示出觀察員資料與各群組漁獲日誌統計資料紅肉旗魚非零漁獲比例與非零漁獲釣獲率與黑皮旗魚非零漁獲比例與非零漁獲釣獲率的統計分析結果，觀察各個環境因子對於紅肉旗魚非零漁獲比例與非零漁獲釣獲率與黑皮旗魚非零漁獲比例與非零漁獲釣獲率的影響程度可由分析圖十三至圖三十二得知，比較各個因子的 y 軸範圍即可得知各個因子的相對影響程度，範圍愈廣，影響程度越大。

綜合而論，月相因子與表水溫鋒面能量的變化無顯示效應，其餘的因子皆呈現對於紅肉旗魚釣獲率有顯著的效應。因此依序排列為表水溫(0.06)、緯度(0.04)、表水溫鋒面能量(0.04)、表水溫鋒面能量的變化(0.04)、表水溫的變化(0.03)、經度(0.015)、海盆深度(0.003)。

在黑皮旗魚釣獲率的部分，月相因子與表水溫的變化無顯示效應，其餘的因子皆呈現對於黑皮旗魚釣獲率有顯著的效應。依序排列為緯度(0.045)、表水溫鋒

面能量的變化(0.04) 、經度(0.02)、表水溫(0.02)、海盆深度(0.015) 、表水溫的變化(0.01)、表水溫鋒面能量(0.005)。

四、討論與檢討建議

相關研究探討如何利用鮪延繩釣漁業意外捕獲之鯊魚資料獲得鯊魚族群資源量變動指標。因鯊魚常是意外捕獲的魚種，所以有低報、漏報等情事，還有漁獲記錄未將鯊魚分魚種記錄，所以藉由分析漁船作業行為以及觀察員的資料找出一套較佳計算鯊魚族群資源量變動指標的方式。如相關研究嘗試分析漁民作業行和和漁業記錄習慣對應關係，藉由實際漁業作業資訊及紀錄漁獲組成的蒐集和比對，如計算填報率 (RRF)(Nakaho and Clarke, 2006)。鑑於此，考慮黑皮旗魚與紅肉旗魚亦是混獲魚種，本研究亦嘗試此一概念處理我旗魚類的問題。但是分析結果還未提供完整的結論。整體模式套適的結果不盡理想，納入 GAM 分析的解釋變數未能充分解釋漁獲表現的變異。建議未來應嘗試幾項細部分析，如鑑別出長年有以旗魚為標的魚種的船隻，或可作為後續處理依據；將漁獲作業記錄和觀察員資料進行詳細比對；比對同一時空下觀察員資料與漁獲資料所記錄的漁獲尾數（要先做標準化）檢驗低報情形；以及當資料依時空去累計時，需進一步檢驗累計的影響。

一般而言，漁業資源評估的資料來源有商業性漁獲與努力量統計資料、卸售拍賣資料、觀察員資料、標釋放流資料等。美國即是利用此漁業自 1997 年起的觀察員資料與卸售資料檢視分析在夏威夷海域作業之延繩釣漁業黑皮旗魚、劍旗魚、鯊魚等漁獲統計資料的準確度以及制訂修訂原則，如此對於這些魚類資源的掌握更確切，同時也修正了以往對於此資源的動態錯誤的認知。鑑於 2002 年起至今，漁管單位持續派遣觀察員至台灣商業鮪延繩釣漁船現場紀錄漁獲資料，五年可信度相當高的觀察員資料使得我國有機會對於歷史商業漁獲日誌統計資料做一全面科學性與系統性的檢視分析與修訂。後續研究擬採用期末審查評審委員的意見充分利用觀察員資料進行商業漁獲統計資料的校正，研擬利用泛加法模式考慮多種可能影響單次作業旗魚漁獲量的環境與作業特性因子，對於觀察員資料進行套適，嘗試建立一單次作業旗魚漁獲量之預測模式。此預測模式即應可應用在商業性漁獲作業上，根據漁獲日誌紀錄之環境與作業特性因子，進行旗魚漁獲量預測。後續再對於漁獲日誌紀錄之漁獲觀測值與模式預測值進行迴歸分析，檢視殘差分佈，篩選出觀測值與預測值差異過大的可疑漁獲日誌紀錄，再以航次別漁

獲日誌資料對照此航次之卸售資料進行系統性差異確認並進行修訂。修訂後的漁獲日誌統計資料再與模式套適後的預測值進行比對分析以確認修訂原則的合理性。期能建立一套高度可信度之2002年至2006年台灣鮪延繩釣漁業大西洋旗魚漁獲統計序列資料，以供後續國際管理組織進行旗魚資源評估之用，並建立一套標準檢視修正系統可供三大洋區各魚種漁獲統計資料修訂之用。在基礎資料的正確性提升後，擬可展開評審委員對於不確定性來源的類別進行瞭解，如觀察或量測誤差（Observer Uncertainty）或系統誤差（Process Uncertainty）的掌握。

後續研究即將採用下列研究方法與進行步驟：

1. 卸售資料蒐集

卸售資料的部分需向漁業署、對外漁協、鮪魚工會、代理商等處蒐集相關拍賣資料或由OPRT(Organization for the Promotion of Responsible Tuna Fisheries)資料庫取得。

2. 漁獲統計資料與海洋環境資料解析處理

根據此次研究經驗，因漁獲統計資料的空間解析度為五度方格，造成模式分析不盡理想，本研究嘗試用漁船監測系統（VMS）對於作業漁船位置的自動回報系統之紀錄解決此一問題。

3. 泛線性加法模式分析(Generalized Additive Model, GAM)觀察員資料以鑑別影響單次作業漁獲量之重要因子

為解析2002年至2006年觀察員資料每次作業旗魚漁獲量與與作業特性以及海洋環境因子之間的關係，考慮此關係很可能不是線性關係，擬採用泛線性加法模式 GAMs (Generalized additive models)進行分析。利用此泛線性加法模式鑑別出是有效解釋單次作業黑皮旗魚漁獲量變異的因子以及影響變因所對應之係數估。考慮的因子除了此次研究考慮之緯度、經度、表水溫(SST)、表水溫的改變量(Δ SST)、表水溫的時空變化梯度(SST frontal energy)、表水溫改變量的時空變化梯度(Δ SST frontal energy)、海洋深度外，應再考慮溫水層（thermocline）深度、作業鉤數、每筐鉤數、重要鮪類魚種漁獲量、浸棍漁法的採用與否等作業漁法因子。

4. 漁獲日誌記錄之黑皮旗魚漁獲量與GAM之預測漁獲量之迴歸分析與殘差分析

利用上述觀察員所套適後得之係數與同模式所採用之參數以估得未配觀察員

之其餘商業漁獲日誌記錄，以檢視商業漁獲日誌紀錄之合理正確性，此部分即用簡單線性回歸檢視商業漁獲日誌記錄與模式預測值之間的關係，並檢視其殘差分佈，是否有系統性誤差，如某艘船的殘差都是負值，則有低報或誤報情事，再和oprt代理商等的拍賣紀錄比對！

根據GAM套適觀察員資料所鑑別出的變因及相對應之係數，可依商業漁獲日誌作業所紀錄之變因觀測值套入GAM模式以預測相對之黑皮旗魚漁獲量。將漁獲日誌作業所紀錄之黑皮旗魚漁獲量與GAM模式所預測之黑皮旗魚漁獲量進行迴歸分析後，檢視其殘差分佈。將距離平均值大於兩個標準差以上的殘差所對應之漁業作業紀錄篩選出作後續追蹤分析。

5. 卸售資料與漁獲日誌航次資料交叉比對

經步驟4所篩選出的紀錄，以全部航次別資料和相對應之卸售資料進行比對，確認是否呈現系統性差異。

6. 訂定資料修訂原則與利用GAM模式驗證其合理性

考慮可獲得資料的完整性問題，此部分資料修訂原則需視步驟5的檢視結果訂定之，同時利用GAM模式驗證不同修訂原則之合理性。

另一方面，關於群聚結果分析步驟應再補強的檢驗步驟應包括：每年月別船別大目魷和長鰭魷漁獲比例、噸別月別五度方格別每筐鉤數別大目魷和長鰭魷漁獲比例、每年（1995-2004）日別船別每筐鉤數圖、每年每艘船所有的漁獲日誌作業紀錄與群聚分析結果交叉分析表，理念是若某一艘某年的作業紀錄被切割分屬多個群聚，則應屬不合理現象。

本篇可當作初步研究魚種釣獲率和海洋環境因子之關連，但是海洋環境因子的解析度是一個要考量的因子，以及是否要將鹽度等所謂氣候型資料放入考量也是一個應注意的地方，再者，相關研究指出作業記錄的位置是一個重要的關鍵資料(Bigelow, et al., 1999)，未來我國的VMS資料應就可以作為進一步研究的依據。

參考文獻

- Andrade, H.A., Travassos, P. Standardized CPUE for the blue marlin (*Makaira nigricans*) caught in the west of south atlantic. In *ICCAT SCRS*, 2005.
- Arocha, F., Marcano, L.A., Valle, M., Kleisner, K., Die, D. Catch rates for white marlin (*Tetrapturus albidus*) and blue marlin (*Makaira nigricans*) from the small scale fishery off La guaira, Venezulea: period 1991-2004. In *ICCAT SCRS*, 2005.
- Arocha, F., Ortiz, M. Standardized catch rates for blue marlin (*Makaira nigricans*) and white marlin (*Tetrapturus albidus*) from the venezulan pelagic lonline fishery off the carribbean sea and the western central atlantic: period 1991-2004. In *ICCAT SCRS*, 2005.
- Babcock, E.a. Application of a bayesian surplus production model to Atlantic white marlin. *SCRS*, 2006, 2006.
- Braun, M.H., Brill, R.W., Gosline, J.M., Jones, D.R., 2003. Form and function of the bulbus arteriosus in yellowfin tuna (*Thunnus albacares*), bigeye tuna (*Thunnus obesus*) and blue marlin (*Makaira nigricans*): static properties. *Journal of Experimental Biology*. 206 (19), 3311-3326.
- Buonaccorsi, V.P., Reece, K.S., 1999. Geographic distribution of molecular variance within the blue marlin (*Makaira Nigricans*): A hierarchical analysis of allozyme, single-copy nuclear DNA, and mitochondrial DNA markers. *Evolution*. 53 (2), 568.
- Buonaccorsi, V.P., Graves, J.E., 2000. Isolation and characterization of novel polymorphic tetra-nucleotide microsatellite markers from the blue marlin, *Makaira nigricans*. *Molecular Ecology*. 9 (6), 820-821.
- Buonaccorsi, V.P., McDowell, J.R., Graves, J.E., 2001. Reconciling patterns of inter-ocean molecular variance from four classes of molecular markers in blue marlin (*Makaira nigricans*). *Molecular Ecology*. 10 (5), 1179-1196.
- Chang, S.-K. Analysis of Taiwanese white marlin catch data and standardization of catch rates. *SCRS*, 2002, 2003, 2003; 453-466.

- Diaz, G.A., Ortiz, M. Updated white marlin(*Tetrapturus albidus*) and blue marlin(*Makaira nigricans*) catch rates from the U.S. pelagic longline fishery in the northwest Atlantic and Gulf of Mexico. SCRS, 2005, 2005.
- Diaz, G.A., Ortiz, M. Updated white marlin(*Tetrapturus albidus*) and blue marlin(*Makaira nigricans*) catch rates from the US recreational tournament fishery in the Northwest Atlantic and the US Gulf of Mexico 1973-2004. SCRS, 2005, 2005.
- Drew, K., Die, D., Arocha, F. Current efforts to develop an age and growth model of blue marlin (*Makaira nigricans*) and white marlin (*Tetrapturus albidus*). In SCRS, 2005.
- Friedlander, A., 1995. The recreational fishery for blue marlin, *Makaira nigricans* (Pisces: Istiophoridae), in the US Virgin Islands. Fisheries Research. 22, 163-173.
- Goodyear, C.P. A simulation model for atlantic blue marlin and its application to test robustness of stock assessment using ASPIC. ICCAT, 1998, 1998; 503-513.
- Goodyear, C.P. Simulated responses of the size distribution of blue marlin to fishing mortality. ICCAT, 2002, 2002; 869-881.
- Goodyear, C.P. Simulated Japanese Longline CPUE for Blue and White Marlin. In SCRS, 2005.
- Goodyear, C.P., Luo, J., Prince, E.D., Serafy, J.E. Temperature-depth habitat utilization of blue marlin monitored with Psat tags in the context of simulation modeling of pelagic longline CPUE. In SCRS, 2005.
- Hamaguchi, P.Y., Yin, W.W., Tanaka, M., 2007. Effect of pH on the formation of edible films made from the muscle proteins of Blue marlin (*Makaira mazara*). Food Chemistry 100, 914-920.
- Horodysky, A.Z., Graves, J.E., 2005. Application of pop-up satellite archival tag technology to postrelease survival of white marlin (*Tetrapturus albidus*) caught on circle and straight-shank ("J") hooks in the western North Atlantic recreational fishery. Fishery Bulletin. 103 (1), 84-96.

- Horodysky, A.Z., Kerstetter, D.W., Latour, R.J., Graves, J.E. Habitat utilization and vertical movements of white marlin (*Tetrapturus albidus*) released from commercial and recreational fishing gears in the western North Atlantic Ocean: inferences from short-duration pop-up archival satellite tags(PSATs). In *SCRS*, 2005.
- Hsu, C.-C. Catch, fishing effort and catch per unit effort of Taiwanese longline fishery for blue marlin and white marlin in the atlantic. *ICCAT*, 2000, 2000; 307-317.
- Hsu, C.-C., 2001. Catch, fishing effort and catch per unit effort of Taiwanese longline fishery for blue marlin and white marlin in the atlantic. *COL. VOL. Sci. Pap. ICCAT*. 53, 307-317.
- Ingram, A.L., Parker, A.R., 2005. The anatomy and attachment mechanism of the haptor of a *Capsala* sp. (Platyhelminthes: Monogenea: Capsalidae) on the blue marlin, *Makaira nigricans* (Istiophoridae). *Journal of Natural History*. 39(42), 3633-3647.
- Jiangang, L.U.O., Prince, E.D., Goodyear, C.P., Luckhurst, B.E., Serafy, J.E., 2006. Vertical habitat utilization by large pelagic animals: a quantitative framework and numerical method for use with pop-up satellite tag data. *Fisheries Oceanography*. 15 (3), 208-229.
- Kerstetter, D.W., Graves, J.E. Survival of white marlin(*Tetrapturus albidus*) released from commercial pelagic longline gear in the western north atlantic. In *SCRS*, 2005.
- Kerstetter, D.W., Graves, J.E., 2006. Survival of white marlin (*Tetrapturus albidus*) released from commercial pelagic longline gear in the western North Atlantic. *Fisheries Bulletin*. 104 (3), 434-444.
- Londrville, R.L., Cramer, T.D., Franck, J.P.C., Tullis, A., Block, B.A., 2000. Cloning of a neonatal calcium atpase isoform (SERCA 1B) from extraocular muscle of adult blue marlin (*Makaira nigricans*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part B* 127, 223-233.
- Luo, J., Prince, E.D., Goodyear, C.P., Luckhurst, B.E., Serafy, J.E. Vertical habitat

- utilization by large pelagic animals: A quantitative framework and numerical method for use with pop-up satellite tag data. In *scrs*, 2005.
- Luthy, S.A., Cowen, R.K., Serafy, J.E., McDowell, J.R., 2005. Toward identification of larval sailfish (*Istiophorus platypterus*), white marlin (*Tetrapturus albidus*), and blue marlin (*Makaira nigricans*) in the western North Atlantic Ocean. *Fisheries Bulletin*. 103 (4), 588-600.
- Morrisette, J.M., Franck, J.P.G., Block, B.A., 2002. Characterization of ryanodine receptor and Ca²⁺-ATPase isoforms in the thermogenic heater organ of blue marlin (*Makaira nigricans*). *The Journal of Experimental Biology* 206, 805-812.
- Morrisette, J.M., Franck, J.P.G., Block, B.A., 2003. Characterization of ryanodine receptor and Ca^[sup 2+]-ATPase isoforms in the thermogenic heater organ of blue marlin (*Makaira nigricans*). *Journal of Experimental Biology*. 206 (5), 805.
- Ortiz, M., 2003. Standardized catch rates for white marlin (*tetrapturus Albidus*) from the U.S. recreational tournaments fishery in the northwest atlantic and the US gulf of mexico. *COL. VOL. Sci. Pap. ICCAT*. 55(2), 529-540.
- Pikitch, E.K., Santora, C., Babcock, E.A., Bakun, A., Bonfil, R., Conover, D.O., Dayton, P., Doukakis, P., Fluharty, D., Heneman, B., Houde, E.D., Link, J., Livingston, P.A., Mangel, M., McAllister, M.K., Pope, J., Sainsbury, K.J., 2004. Ecosystem-Based Fishery Management. *Science*. 305 (5682), 346-347.
- Porch, C.E. Preliminary assessment of atlantic white marlin (*TETRAPTURNS ALBIDUS*) using S state-space implementation of an age-structured production model. *ICCAT*, 2003, 2003; 559-577.
- Prince, E.D., Cowen, R.K., Orbesen, E.S., Luthy, S.A., Llopiz, J.K., Richardson, D.E., Serafy, J.E., 2005. Movements and spawning of white marlin (*Tetrapturus albidus*) and blue marlin (*Makaira nigricans*) off Punta Cana, Dominican Republic. *Fisheries Bulletin*. 103 (4), 659-669.
- Renon, P., Bernardi, C., Malandra, R., Biondi, P.A., 2005. Isoelectric focusing of sarcoplasmic proteins to distinguish swordfish, blue marlin and Mediterranean

- spearfish. *Food Control*. 16 473-477.
- Rice, P.H., Goodyear, C.P., Prince, E.D., Serafy, J.E., Snodgrass, D. Hook time at depths for experimental longline sets in the windward passage in 2003. In *SCRS*, 2005.
- Saito, H., Takahashi, M., Yokawa, K., Uozumi, Y. Recent status of blue and white marlin catches by the Japanese longline fishery in the atlantic ocean. *SCRS*, 2001, 2001; 365-370.
- Saito, H., Yokawa, K. Use of pop-up tags to estimate vertical distribution of atlantic blue marlin (*Makaira nigricans*) released from the commercial and research longline ruse during 2002 and 2003. In *SCRS*, 2005.
- Seki, M.P., Lumpkin, R., Flament, P., 2002. Hawaii Cyclonic Eddies and Blue Marlin Catches: The Case Study of the 1995 Hawaiian International Billfish Tournament. *Journal of Oceanography*. 58, 739-745.
- Serafy, J.E., Diaz, G.A., Prince, E.D., Orbesen, E.S., Legault, C.M., 2004. Atlantic Blue Marlin, *Makaira nigricans*, and White Marlin, *Tetrapterus albidus*, Bycatch of the Japanese Pelagic Longline Fishery, 1960-2000. *Marine Fisheries Review*. 66 (2), 9-20.
- Suzuki, Z. A note on the stock assessments results of the fourth ICCAT billfish workshop held in Miami, Florida. In *SCRS*, 2000.
- Uddin, M., Ishizaki, S., Tanaka, M., 2000. Coagulation test for determining end-point temperature of heated blue marlin meat. *Fisheries Science*. 66 (1), 153-160.
- Uosaki, K. The CPUE trend for atlantic blue marlin caught by Japanese longline fishery. *SCRS*, 1998, 1998; 245-254.
- Uozumi, Y. Standardization of CPUE white marlin caught by Japanese longline fishery in the atlantic. *ICCAT*, 1998, 1998; 255-265.
- Witzell, W.N., Scott, E.L., 1990. Blue marlin, *Makaira nigricans*, movements in the western. *Marine Fisheries Review*. 52 (2), 12.
- Yokawa, K., Takenchi, Y., Okazaki, M., Uozumi, Y. Standardization of CPUE of blue marlin and white marlin caught by Japanese longliners in the atlantic ocean. *ICCAT*, 2001, 2001; 345-355.

Yokawa, K., Uozumi, Y. Analysis of operation pattern of Japanese longliners in the tropical Atlantic and their blue marlin catch. *ICCAT*, 2001, 2001; 318-336.

Yokawa, K., Uozumi, Y. Analysis of operation pattern of Japanese longliners in the tropical Atlantic and their blue marlin catch. *SCRS*, 2001, 2001; 318-336.

Yokawa, K., Saito, H. Vertical distribution pattern of CPUE for blue marlin and white marlin estimated with data of the time, depth and temperature recorders collected through a longline research cruise of Shoyo-maru in 2002 in the tropical Atlantic. In *SCRS*, 2005.

附錄

附表

表一 應用 2002-2006 年觀察員資料驗證群聚分析：誤判表

Table of CLUSTER by TYPE				
Frequency Percent Row Pct Col Pct	CLUSTER	TYPE		Total
		ALB	BET	
	1	809	1	
		58.24	0.07	810
		99.88	0.12	58.32
		99.88	0.17	
	2	1	578	
		0.07	41.61	579
		0.17	99.83	41.68
		0.12	99.83	
	Total	810	579	1389
		58.32	41.68	100.00

Frequency Missing = 91

表二 2002-2006 年觀察員資料漁獲組成分析

Type	ALB	BET	YFT	TUN	SWO	WHM	BUM	BLM	BIL	SKJ	SKX	OTH
ALB	0.96	0.01	0.01	0.0006	0.003	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	0.006	0.001
BET	0.018	0.55	0.13	0.000	0.148	0.000	0.016	0.001	0.018	0.007	0.095	0.017

表三 2002-2006 年漁獲日誌統計資料漁獲組成分析

Type	ALB	BET	YFT	TUN	SWO	WHM	BUM	BLM	BIL	SKJ	SKX	OTH
BET	0.056	0.594	0.200	0.001	0.034	0.003	0.007	0.001	0.001	0.006	0.033	0.057
BETMED	0.016	0.659	0.263	0	0.037	0	0.005	0.	0.001	0.005	0.006	0.010
NALB	0.909	0.019	0.031	0.004	0.002	0.001	0.001	0.000	0.004	0.007	0.005	0.015
SALB	0.899	0.021	0.022	0.000	0.005	0.004	0.002	0.000	0.006	0.002	0.017	0.022

表四 2002-2006 年漁獲日誌統計資料分組

Frequency Percent Row Pct Col Pct	CLUSTER	TYPE				Total
		BET	BETMED	NALB	SALB	
	1	5222	90	90	22	5506
		8.16	0.14	0.14	0.03	
		94.84	1.63	1.63	0.40	
		12.48	2.76	2.76	0.37	
	2	15333	1419	1	113	16866
		23.95	2.22	0.00	0.18	
		90.91	8.41	0.01	0.67	
		36.64	43.59	0.02	0.87	
	3	921	10	5884	12418	19233
		1.44	0.02	9.19	19.40	
		4.79	0.05	30.59	64.57	
		2.20	0.31	99.16	95.60	
	4	6010	494	23	161	6688
		9.39	0.77	0.04	0.25	
		89.86	7.39	0.34	2.41	
		14.36	15.18	0.39	1.24	
	5	14359	1242	4	126	15731
		22.43	1.94	0.01	0.20	
		91.28	7.90	0.03	0.80	
		34.31	38.16	0.07	0.97	
	Total	810	579	5934	12990	64024
		58.32	41.68	9.27	20.29	100.00

Frequency Missing = 2249



表五 2002-2006 年漁獲日誌統計資料各群組之漁獲組成分析

CLUSTER_FREQ_	ralb_no	rbet_no	ryft_no	rtun_no	rswo_no	rwlm_no	rbum_no	rblm_no	rbl_no	rskj_no	rskx_no	roth_no
1	5803	1.74%	33.19%	5.97%	0.09%	15.14%	0.78%	0.03%	2.45%	2.03%	13.68%	21.99%
2	17677	1.96%	65.69%	18.34%	0.06%	4.03%	0.33%	0.05%	1.07%	0.62%	1.42%	5.17%
3	19386	89.48%	2.27%	2.50%	0.15%	0.45%	0.33%	0.07%	0.70%	0.36%	1.44%	2.07%
4	6777	1.30%	20.99%	70.38%	0.02%	2.10%	0.24%	0.05%	0.68%	0.18%	0.71%	2.64%
5	16630	0.69%	93.85%	1.78%	0.03%	1.47%	0.13%	0.02%	0.25%	0.14%	0.48%	0.61%

表六 2002-2006 年漁獲日誌統計資料各群組之各魚種填報率分析

CLUSTER_FREQ_	ralb_no	rbet_no	ryft_no	rtun_no	rswo_no	rwlm_no	rbum_no	rblm_no	rbl_no	rskj_no	rskx_no	roth_no
1	5803	11.01%	85.92%	41.13%	0.24%	50.75%	4.08%	0.64%	17.97%	5.76%	40.29%	61.66%
2	17677	13.57%	100.00%	78.02%	0.51%	30.91%	3.52%	0.93%	9.57%	4.98%	13.15%	33.30%
3	19386	100.00%	35.48%	37.77%	3.32%	13.73%	7.80%	1.21%	11.85%	7.31%	18.76%	31.71%
4	6777	8.26%	72.05%	100.00%	0.10%	14.18%	2.58%	0.74%	5.40%	1.73%	5.81%	20.24%
5	16630	7.56%	100.00%	23.72%	0.45%	18.82%	1.61%	0.37%	3.90%	1.61%	6.46%	9.40%

表七 觀察員資料紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	4639
Number of Missing Observations	0
Distribution	Binomial
Link Function	Logit

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	.	.	.
Spline(lat)	2.00000	12618	12617.8917	<.0001
Spline(moonind)	2.00000	35459	35459.0399	<.0001
Spline(deep)	2.00000	.	.	.
Spline(keeptemp)	2.00000	.	.	.
Spline(keepfe)	1.99964	12607	12607.1364	<.0001
Spline(keepdsst)	2.00000	10225	10224.9534	<.0001
Spline(keepdfe)	1.99960	8970.676132	8970.6761	<.0001
Spline(time)	2.00000	16707	16707.1941	<.0001

表八 觀察員資料紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	144
Number of Missing Observations	0
Distribution	Poisson
Link Function	Log

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	0.706187	0.7062	0.7025
Spline(lat)	2.00000	3.571731	3.5717	0.1677
Spline(moonind)	2.00000	1.134649	1.1346	0.5670
Spline(deep)	2.00000	2.783809	2.7838	0.2486
Spline(keeptemp)	2.00000	11.796832	11.7968	0.0027
Spline(keepfe)	2.00000	1.600808	1.6008	0.4491
Spline(keepdsst)	2.00000	1.346217	1.3462	0.5101
Spline(keepdfe)	2.00000	2.196273	2.1963	0.3335
Spline(time)	2.00000	1.125634	1.1256	0.5696

表九 觀察員資料黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	4639
Number of Missing Observations	0
Distribution	Binomial
Link Function	Logit

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	10.735900	10.7359	0.0047
Spline(lat)	2.00000	9.822569	9.8226	0.0074
Spline(moonind)	2.00002	2.699370	2.6994	0.2593
Spline(deep)	1.99999	.	.	.
Spline(keeptemp)	2.00000	14.098745	14.0987	0.0009
Spline(keepfe)	2.00176	3.729698	3.7297	0.1551
Spline(keepdsst)	2.00000	8.502350	8.5023	0.0142
Spline(keepdfe)	1.99819	3.890627	3.8906	0.1427
Spline(time)	2.00000	76.209701	76.2097	<.0001

表十 觀察員資料黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	750
Number of Missing Observations	0
Distribution	Gamma
Link Function	- Reciprocal

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	1.184633	6.2429	0.0441
Spline(lat)	2.00000	1.874421	9.8780	0.0072
Spline(moonind)	2.00000	2.207460	11.6331	0.0030
Spline(deep)	2.00000	0.991299	5.2240	0.0734
Spline(keeptemp)	2.00000	1.418071	7.4731	0.0238
Spline(keepfe)	2.00000	2.435435	12.8345	0.0016
Spline(keepdsst)	2.00000	0.308090	1.6236	0.4441
Spline(keepdfe)	1.99999	2.158720	11.3762	0.0034
Spline(time)	2.00000	5.307175	27.9682	<.0001

表十一 漁獲日誌資料群組一紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	5530
Number of Missing Observations	21
Distribution	Binomial
Link Function	Logit

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	3.422275	3.4223	0.1807
Spline(lat)	2.00000	9.190601	9.1906	0.0101
Spline(moonind)	2.00000	1.332667	1.3327	0.5136
Spline(deep)	2.00000	6.098142	6.0981	0.0474
Spline(keeptemp)	1.99992	16.574822	16.5748	0.0003
Spline(keepfe)	2.00033	4.594051	4.5941	0.1006
Spline(keepdsst)	2.00000	9.795812	9.7958	0.0075
Spline(keepdfe)	1.99980	4.025427	4.0254	0.1336
Spline(time)	2.00000	6.268480	6.2685	0.0435

表十二 漁獲日誌資料群組一紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	225
Number of Missing Observations	0
Distribution	Gamma
Link Function	- Reciprocal

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	2.004835	6.1280	0.0467
Spline(lat)	2.00000	3.724013	11.3829	0.0034
Spline(moonind)	2.00000	0.874912	2.6743	0.2626
Spline(deep)	2.00000	0.736666	2.2517	0.3244
Spline(keeptemp)	2.00000	1.093278	3.3417	0.1881
Spline(keepfe)	2.00000	0.522307	1.5965	0.4501
Spline(keepdsst)	2.00000	2.197493	6.7169	0.0348
Spline(keepdfe)	2.00000	2.203430	6.7350	0.0345
Spline(time)	2.00000	3.462917	10.5848	0.0050

表十三 漁獲日誌資料群組一黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	5530
Number of Missing Observations	21
Distribution	Binomial
Link Function	Logit

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	42.479079	42.4791	<.0001
Spline(lat)	2.00000	2.127192	2.1272	0.3452
Spline(moonind)	2.00000	2.105293	2.1053	0.3490
Spline(deep)	2.00000	7.642907	7.6429	0.0219
Spline(keeptemp)	1.99993	13.952174	13.9522	0.0009
Spline(keepfe)	2.00145	1.541844	1.5418	0.4629
Spline(keepdsst)	2.00001	6.147299	6.1473	0.0463
Spline(keepdfe)	2.00014	5.425116	5.4251	0.0664
Spline(time)	2.00000	45.728787	45.7288	

表十四 漁獲日誌資料群組一黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	902
Number of Missing Observations	5
Distribution	Poisson
Link Function	Log

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	3.247311	3.2473	0.1972
Spline(lat)	2.00000	1.062574	1.0626	0.5878
Spline(moonind)	2.00000	3.665109	3.6651	0.1600
Spline(deep)	2.00000	0.838383	0.8384	0.6576
Spline(keeptemp)	2.00000	5.682695	5.6827	0.0583
Spline(keepfe)	2.00000	3.142253	3.1423	0.2078
Spline(keepdsst)	2.00000	4.353658	4.3537	0.1134
Spline(keepdfe)	2.00000	4.241437	4.2414	0.1199
Spline(time)	2.00000	18.579724	18.5797	<.0001

表十五 漁獲日誌資料群組二紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	16724
Number of Missing Observations	110
Distribution	Binomial
Link Function	Logit

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	10.782330	10.7823	0.0046
Spline(lat)	2.00000	0.632366	0.6324	0.7289
Spline(moonind)	2.00000	2.670229	2.6702	0.2631
Spline(deep)	2.00000	8.967461	8.9675	0.0113
Spline(keeptemp)	2.00031	13.309732	13.3097	0.0013
Spline(keepfe)	2.00525	4.791098	4.7911	0.0915
Spline(keepdsst)	2.00004	9.616034	9.6160	0.0082
Spline(keepdfe)	2.00050	2.482048	2.4820	0.2892
Spline(time)	2.00000	71.931253	71.9313	<.0001

表十六 漁獲日誌資料群組二紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	568
Number of Missing Observations	5
Distribution	Poisson
Link Function	Log

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	0.916449	0.9164	0.6324
Spline(lat)	2.00000	4.617455	4.6175	0.0994
Spline(moonind)	2.00000	1.167414	1.1674	0.5578
Spline(deep)	2.00000	3.367913	3.3679	0.1856
Spline(keeptemp)	2.00000	7.793950	7.7939	0.0203
Spline(keepfe)	2.00000	2.455237	2.4552	0.2930
Spline(keepdsst)	2.00000	2.199421	2.1994	0.3330
Spline(keepdfe)	2.00000	6.012478	6.0125	0.0495
Spline(time)	2.00000	18.447508	18.4475	<.0001

表十七 漁獲日誌資料群組二黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	16724
Number of Missing Observations	110
Distribution	Binomial
Link Function	Logit

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	8.789594	8.7896	0.0123
Spline(lat)	2.00000	7.138010	7.1380	0.0282
Spline(moonind)	2.00000	0.640221	0.6402	0.7261
Spline(deep)	2.00000	6.388950	6.3890	0.0410
Spline(keeptemp)	2.00043	4.565512	4.5655	0.1020
Spline(keepfe)	2.01244	10.556828	10.5568	0.0052
Spline(keepdsst)	1.99998	5.325738	5.3257	0.0697
Spline(keepdfe)	1.99390	10.139925	10.1399	0.0062
Spline(time)	2.00000	76.771050	76.7711	<.0001

表十八 漁獲日誌資料群組二黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	2138
Number of Missing Observations	28
Distribution	Gamma
Link Function	- Reciprocal

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	8.335047	30.2056	<.0001
Spline(lat)	2.00000	1.661364	6.0207	0.0493
Spline(moonind)	2.00000	0.965613	3.4993	0.1738
Spline(deep)	2.00000	4.988798	18.0791	0.0001
Spline(keeptemp)	1.99999	1.369640	4.9635	0.0836
Spline(keepfe)	1.99982	0.134466	0.4873	0.7837
Spline(keepdsst)	2.00000	1.725775	6.2541	0.0438
Spline(keepdfe)	1.99993	6.472294	23.4551	<.0001
Spline(time)	2.00000	5.354691	19.4050	<.0001

表十九 漁獲日誌資料群組三紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	17358
Number of Missing Observations	191
Distribution	Binomial
Link Function	Logit

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	18.679782	18.6798	<.0001
Spline(lat)	2.00000	38.929711	38.9297	<.0001
Spline(moonind)	1.99999	5.297167	5.2972	0.0708
Spline(deep)	2.00000	24.785206	24.7852	<.0001
Spline(keeptemp)	2.00074	85.425199	85.4252	<.0001
Spline(keepfe)	2.01175	27.150142	27.1501	<.0001
Spline(keepdsst)	2.00009	4.814311	4.8143	0.0901
Spline(keepdfe)	2.00108	1.199202	1.1992	0.5493
Spline(time)	2.00000	70.192748	70.1927	<.0001

表二十 漁獲日誌資料群組三紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	1346
Number of Missing Observations	28
Distribution	Gamma
Link Function	- Reciprocal

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	11.802199	26.6807	<.0001
Spline(lat)	2.00000	14.275014	32.2709	<.0001
Spline(moonind)	2.00000	0.409119	0.9249	0.6297
Spline(deep)	2.00000	3.045280	6.8843	0.0320
Spline(keeptemp)	2.00000	13.497481	30.5131	<.0001
Spline(keepfe)	1.99998	1.192854	2.6966	0.2597
Spline(keepdsst)	2.00000	1.250552	2.8271	0.2433
Spline(keepdfe)	2.00000	1.613716	3.6481	0.1614
Spline(time)	2.00000	13.640700	30.8369	<.0001

表二十一 漁獲日誌資料群組三黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	17358
Number of Missing Observations	191
Distribution	Binomial
Link Function	Logit

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	28.059985	28.0600	<.0001
Spline(lat)	2.00000	110.604105	110.6041	<.0001
Spline(moonind)	2.00000	1.726036	1.7260	0.4219
Spline(deep)	2.00000	4.928334	4.9283	0.0851
Spline(keeptemp)	2.00102	7.917558	7.9176	0.0191
Spline(keepfe)	2.00003	30.921095	30.9211	<.0001
Spline(keepdsst)	1.99998	7.231862	7.2319	0.0269
Spline(keepdfe)	1.98949	1.599754	1.5998	0.4469
Spline(time)	2.00000	103.656691	103.6567	<.0001

表二十二 漁獲日誌資料群組三黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	963
Number of Missing Observations	26
Distribution	Gamma
Link Function	- Reciprocal

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	3.716768	13.0229	0.0015
Spline(lat)	2.00000	7.355606	25.7728	<.0001
Spline(moonind)	2.00000	1.138067	3.9876	0.1362
Spline(deep)	2.00000	1.857902	6.5098	0.0386
Spline(keeptemp)	2.00000	2.220926	7.7818	0.0204
Spline(keepfe)	2.00000	1.000393	3.5052	0.1733
Spline(keepdsst)	2.00000	0.410406	1.4380	0.4872
Spline(keepdfe)	2.00000	5.077030	17.7891	0.0001
Spline(time)	2.00000	13.880714	48.6357	<.0001

表二十三 漁獲日誌資料群組四紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	5806
Number of Missing Observations	9
Distribution	Binomial
Link Function	Logit

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	8.885556	8.8856	0.0118
Spline(lat)	2.00000	5.622121	5.6221	0.0601
Spline(moonind)	2.00000	4.349426	4.3494	0.1136
Spline(deep)	2.00000	12.907742	12.9077	0.0016
Spline(keeptemp)	2.00007	5.921092	5.9211	0.0518
Spline(keepfe)	2.00035	12.009857	12.0099	0.0025
Spline(keepdsst)	2.00002	5.167836	5.1678	0.0755
Spline(keepdfe)	1.99992	9.962533	9.9625	0.0069
Spline(time)	2.00000	17.654219	17.6542	0.0001

表二十四 漁獲日誌資料群組四紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	158
Number of Missing Observations	2
Distribution	Gamma
Link Function	- Reciprocal

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	1.447423	5.0950	0.0783
Spline(lat)	2.00000	2.365257	8.3259	0.0156
Spline(moonind)	2.00000	1.735595	6.1094	0.0471
Spline(deep)	2.00000	0.836160	2.9433	0.2295
Spline(keeptemp)	2.00000	2.401242	8.4525	0.0146
Spline(keepfe)	2.00000	0.471813	1.6608	0.4359
Spline(keepdsst)	2.00000	0.104747	0.3687	0.8316
Spline(keepdfe)	2.00000	0.617306	2.1730	0.3374
Spline(time)	2.00000	0.532533	1.8746	0.3917

表二十五 漁獲日誌資料群組四黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	5806
Number of Missing Observations	9
Distribution	Binomial
Link Function	Logit

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	8.631361	8.6314	0.0134
Spline(lat)	2.00000	3.119254	3.1193	0.2102
Spline(moonind)	2.00000	3.821491	3.8215	0.1480
Spline(deep)	2.00000	2.071476	2.0715	0.3550
Spline(keeptemp)	1.99985	12.840872	12.8409	0.0016
Spline(keepfe)	1.99885	1.611975	1.6120	0.4464
Spline(keepdsst)	2.00001	3.378366	3.3784	0.1847
Spline(keepdfe)	2.00011	3.643344	3.6433	0.1618
Spline(time)	2.00000	38.261145	38.2611	<.0001

表二十六 漁獲日誌資料群組四黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	412
Number of Missing Observations	1
Distribution	Gamma
Link Function	- Reciprocal

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	4.694128	15.6701	0.0004
Spline(lat)	2.00000	1.159835	3.8718	0.1443
Spline(moonind)	2.00000	0.859033	2.8677	0.2384
Spline(deep)	2.00000	0.227027	0.7579	0.6846
Spline(keeptemp)	2.00000	1.577730	5.2668	0.0718
Spline(keepfe)	2.00000	0.922400	3.0792	0.2145
Spline(keepdsst)	2.00000	0.127713	0.4263	0.8080
Spline(keepdfe)	2.00000	0.378771	1.2644	0.5314
Spline(time)	2.00000	5.705709	19.0470	<.0001

表二十七 漁獲日誌資料群組五紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	15806
Number of Missing Observations	151
Distribution	Binomial
Link Function	Logit

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	3.518960	3.5190	0.1721
Spline(lat)	2.00000	6.270877	6.2709	0.0435
Spline(moonind)	2.00001	0.265916	0.2659	0.8755
Spline(deep)	2.00000	2.670907	2.6709	0.2630
Spline(keeptemp)	1.99889	15.661807	15.6618	0.0004
Spline(keepfe)	1.99048	3.592698	3.5927	0.1647
Spline(keepdsst)	2.00002	2.655940	2.6559	0.2650
Spline(keepdfe)	1.99739	.	.	.
Spline(time)	2.00000	18.939605	18.9396	<.0001

表二十八 漁獲日誌資料群組五紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	241
Number of Missing Observations	3
Distribution	Gamma
Link Function	- Reciprocal

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	1.600645	7.1182	0.0285
Spline(lat)	2.00000	0.624962	2.7793	0.2492
Spline(moonind)	2.00000	0.608311	2.7052	0.2586
Spline(deep)	2.00000	0.449967	2.0010	0.3677
Spline(keeptemp)	2.00000	2.762460	12.2849	0.0021
Spline(keepfe)	2.00000	0.627297	2.7897	0.2479
Spline(keepdsst)	2.00000	0.887747	3.9479	0.1389
Spline(keepdfe)	2.00000	0.526248	2.3403	0.3103
Spline(time)	2.00000	2.204626	9.8042	0.0074

表二十九 漁獲日誌資料群組五黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果

Summary of Input Data Set	
Number of Observations	15806
Number of Missing Observations	151
Distribution	Binomial
Link Function	Logit

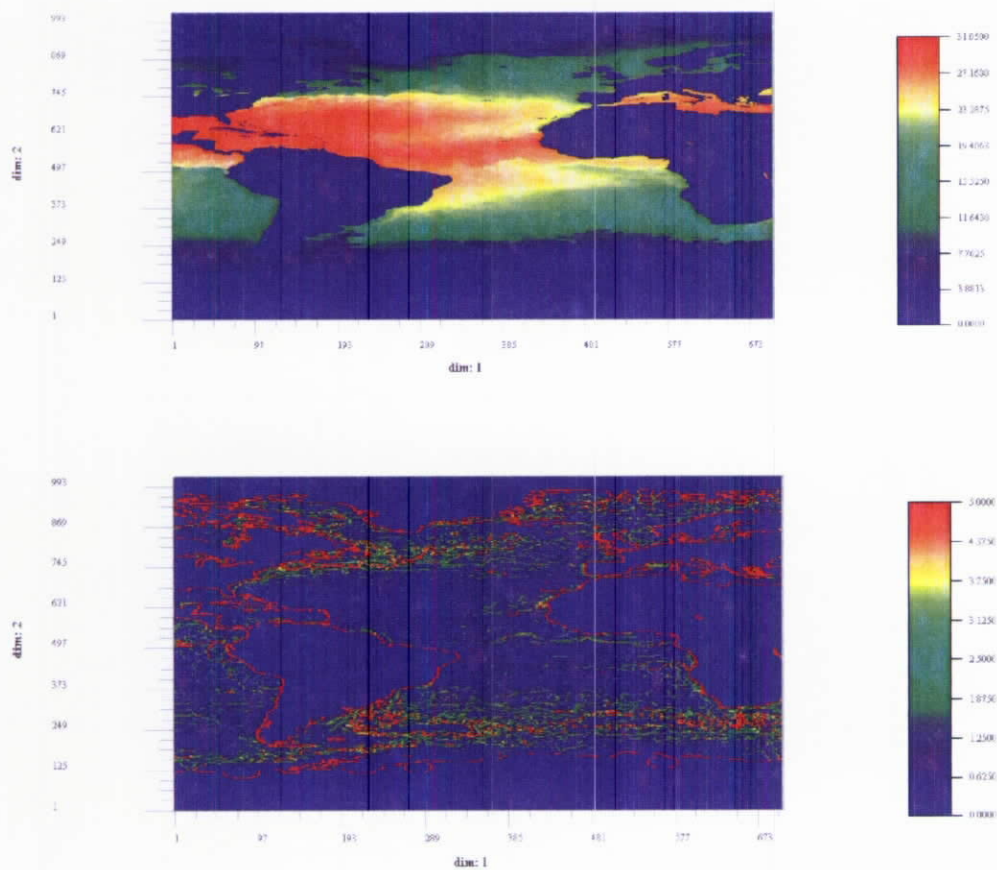
Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	5.844192	5.8442	0.0538
Spline(lat)	2.00000	11.312366	11.3124	0.0035
Spline(moonind)	2.00000	3.273743	3.2737	0.1946
Spline(deep)	2.00000	2.539962	2.5400	0.2808
Spline(keeptemp)	1.99994	4.629322	4.6293	0.0988
Spline(keepfe)	1.98652	2.779473	2.7795	0.2468
Spline(keepdsst)	2.00003	1.689162	1.6892	0.4297
Spline(keepdfe)	2.00153	2.584948	2.5849	0.2749
Spline(time)	2.00000	7.156043	7.1560	0.0279

表三十 漁獲日誌資料群組五黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果

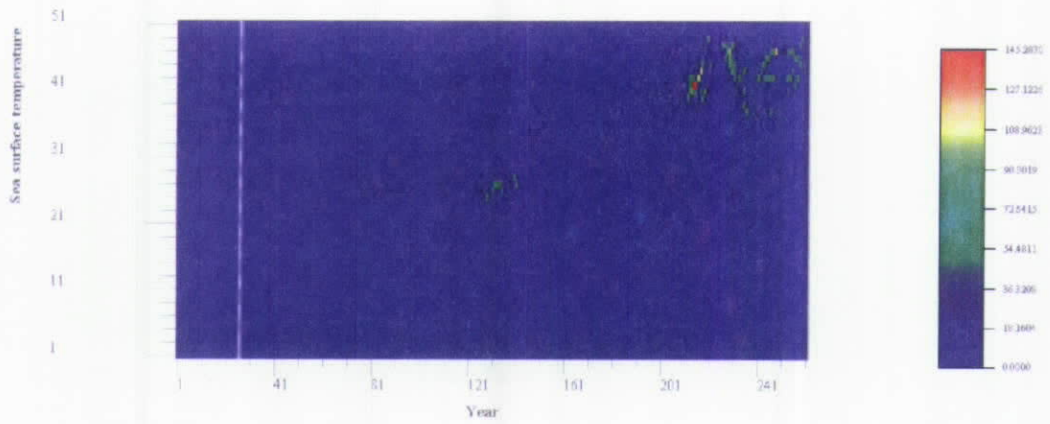
Summary of Input Data Set	
Number of Observations	1235
Number of Missing Observations	31
Distribution	Poisson
Link Function	Log

Smoothing Model Analysis Analysis of Deviance				
Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2.00000	4.447384	4.4474	0.1082
Spline(lat)	2.00000	2.117060	2.1171	0.3470
Spline(moonind)	2.00000	1.269916	1.2699	0.5300
Spline(deep)	2.00000	1.084033	1.0840	0.5816
Spline(keeptemp)	1.99999	5.350160	5.3502	0.0689
Spline(keepfe)	2.00003	3.421491	3.4215	0.1807
Spline(keepdsst)	2.00000	6.142380	6.1424	0.0464
Spline(keepdfe)	2.00000	1.617507	1.6175	0.4454
Spline(time)	2.00000	8.358757	8.3588	0.0153

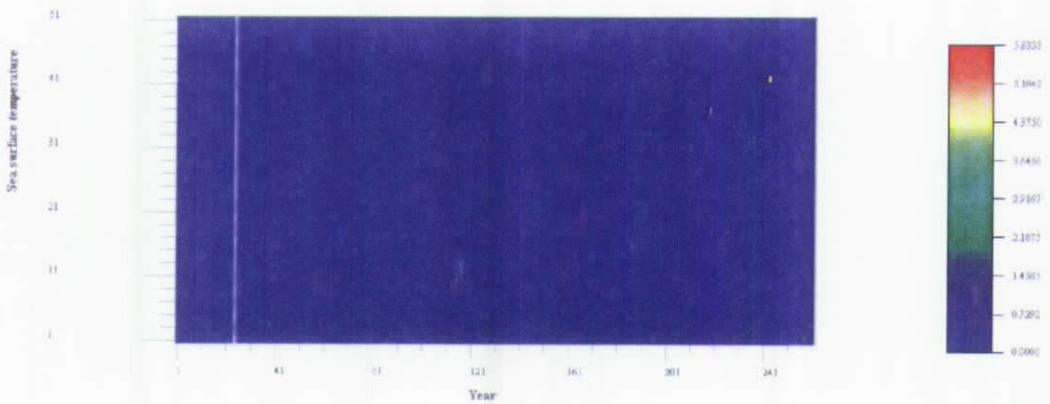
附圖



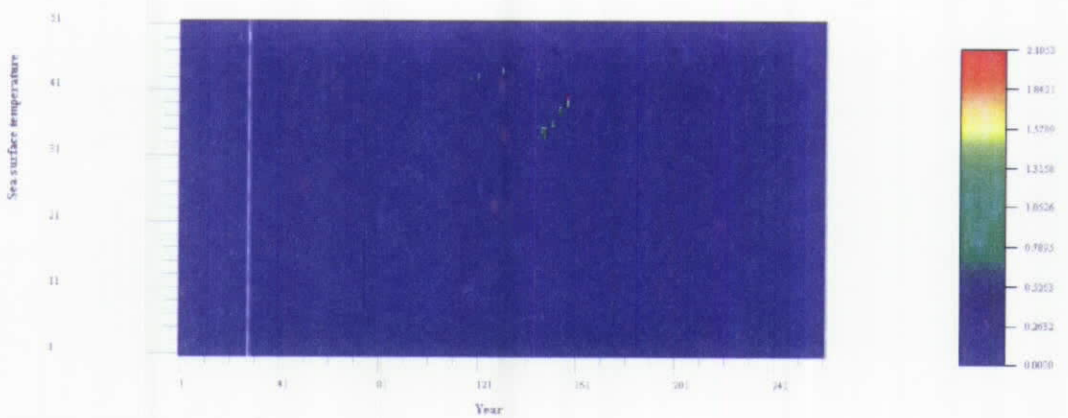
圖一 2001 年第 248 天海水表面水溫與表水溫鋒面能量空間分佈



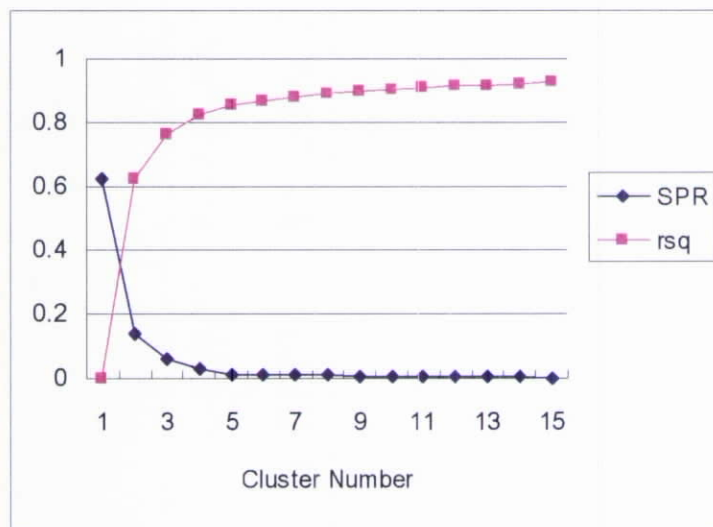
圖二 2002-2006 年週別統計：在不同表水溫區塊努力量總量之分佈（圖左之縱軸一單位為 0.5 度，圖右之縱軸為努力量的刻度）



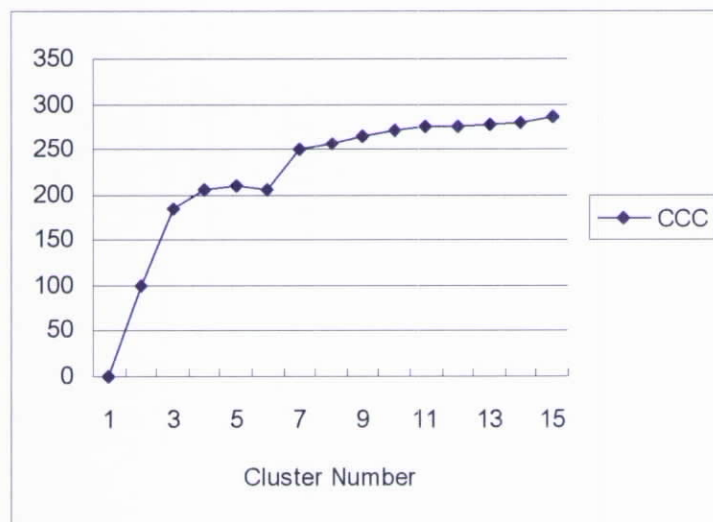
圖三 2002-2006 年週別統計：在不同表水溫區塊紅肉旗魚單位努力漁獲量之分佈（圖左之縱軸一單位為 0.5 度，圖右之縱軸為單位努力漁獲量的刻度）



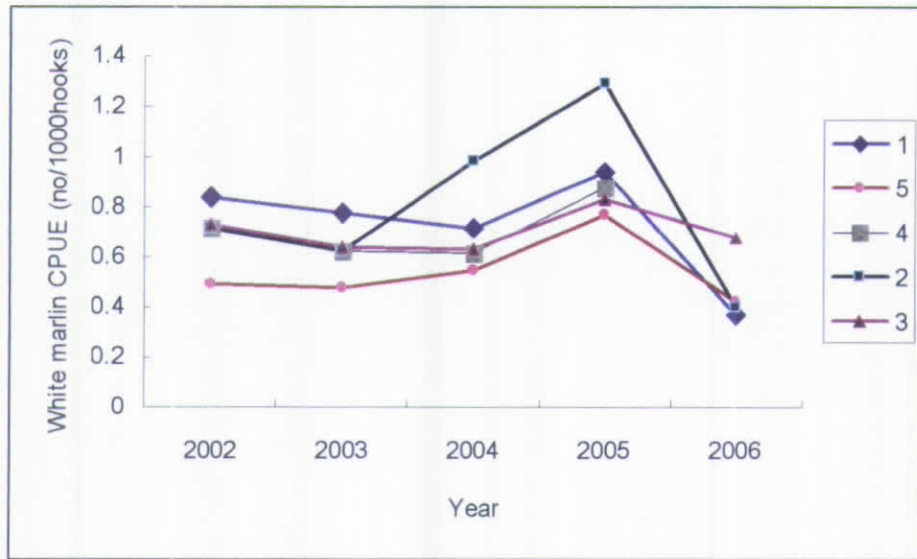
圖四 2002-2006 年週別統計：在不同表水溫區塊黑皮旗魚單位努力漁獲量之分佈（圖左之縱軸一單位為 0.5 度，圖右之縱軸為單位努力漁獲量的刻度）



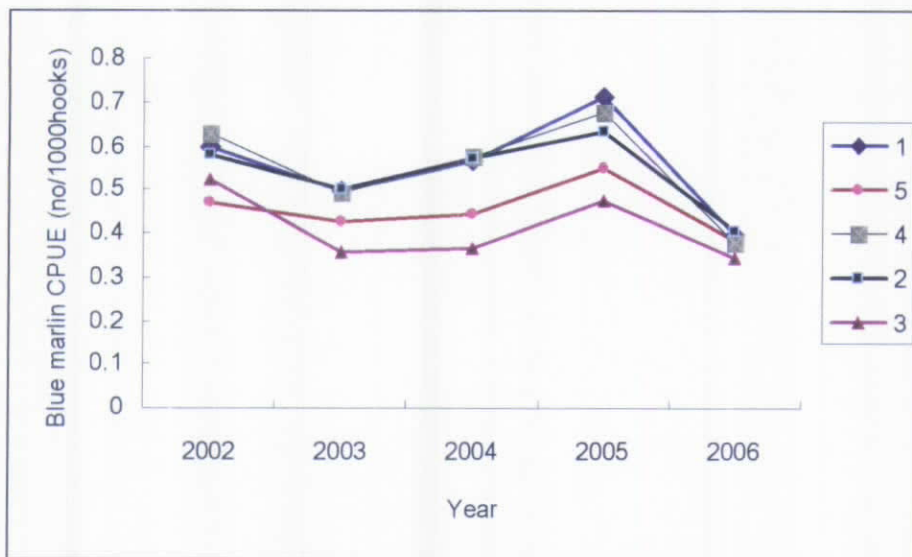
圖五 群聚分析組別數的選擇依據之相關統計量圖



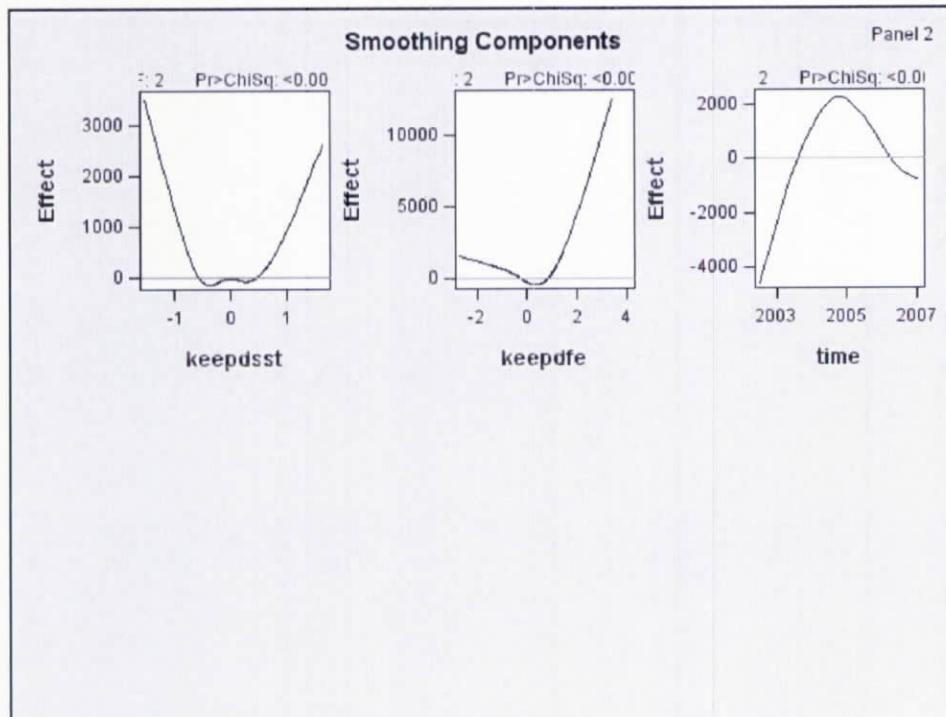
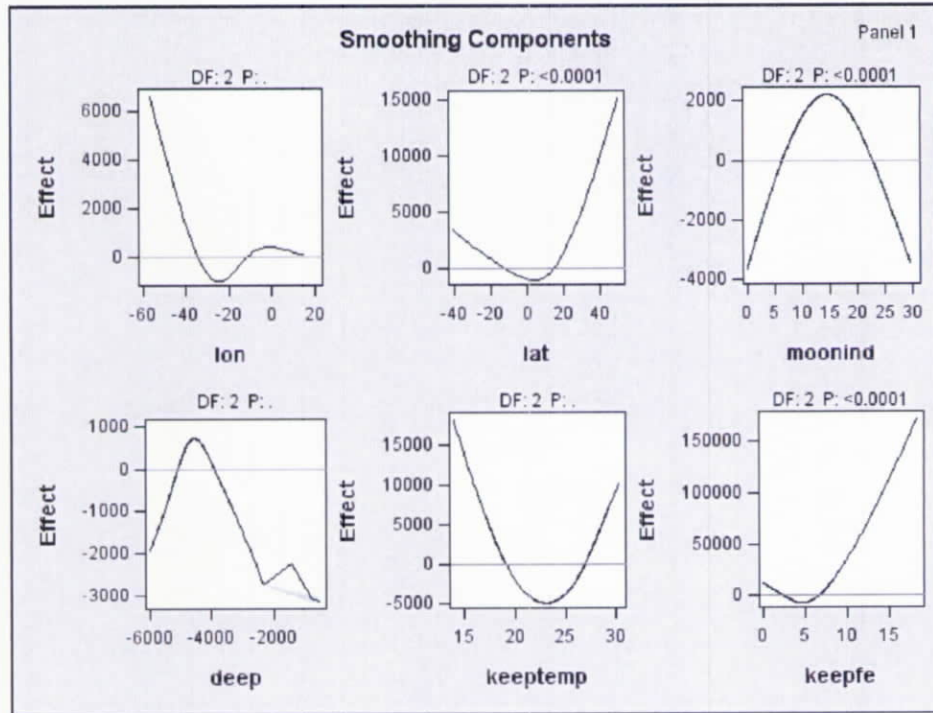
圖六 群聚分析組別數的選擇依據之相關統計量圖



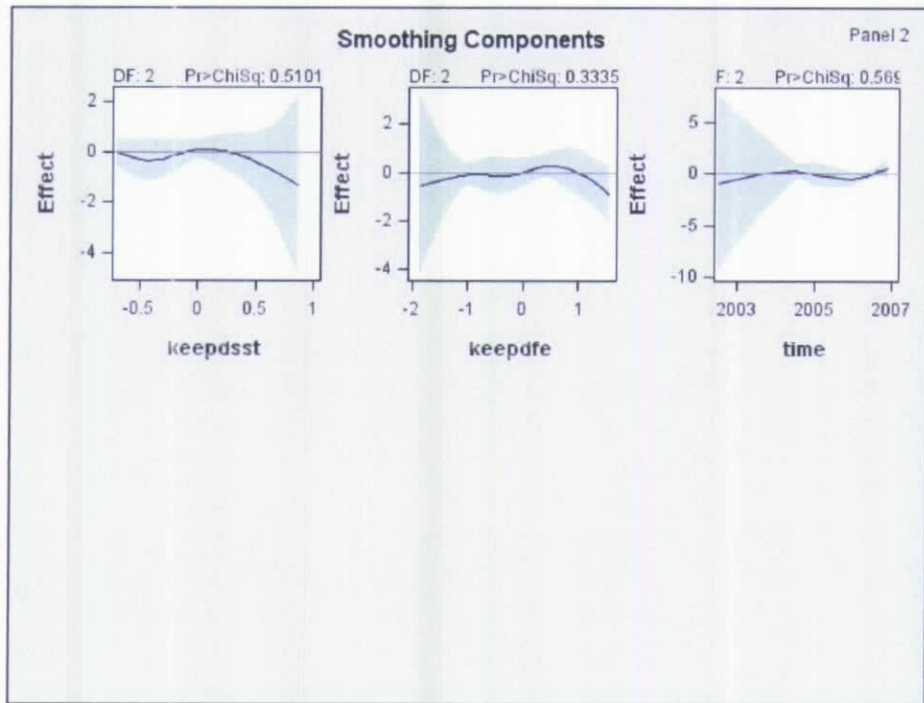
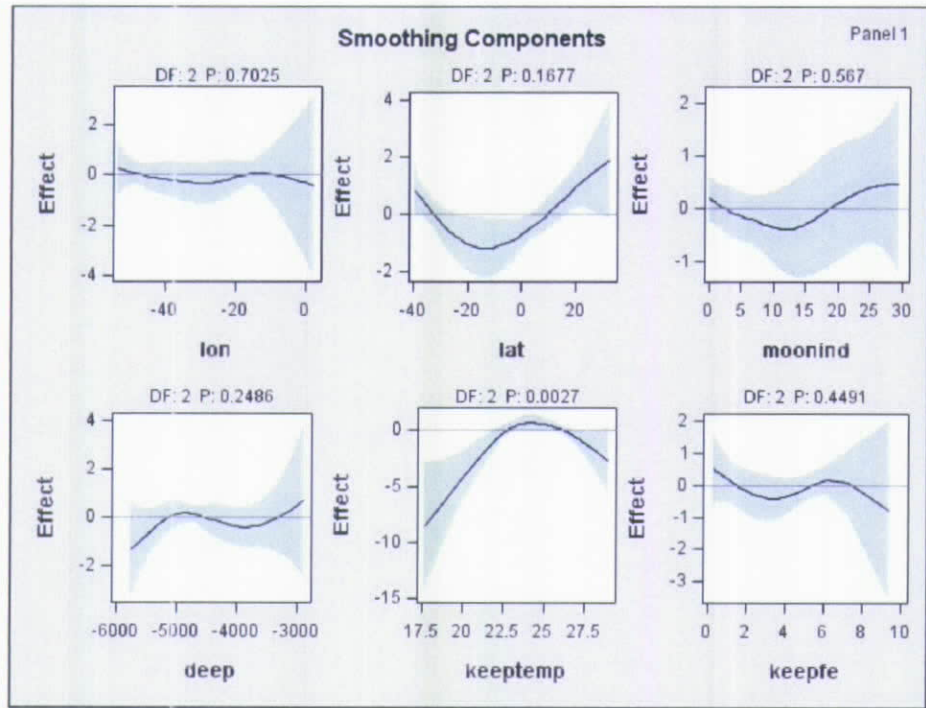
圖七 各群組內紅肉旗魚名目單位努力漁獲量的變動趨勢



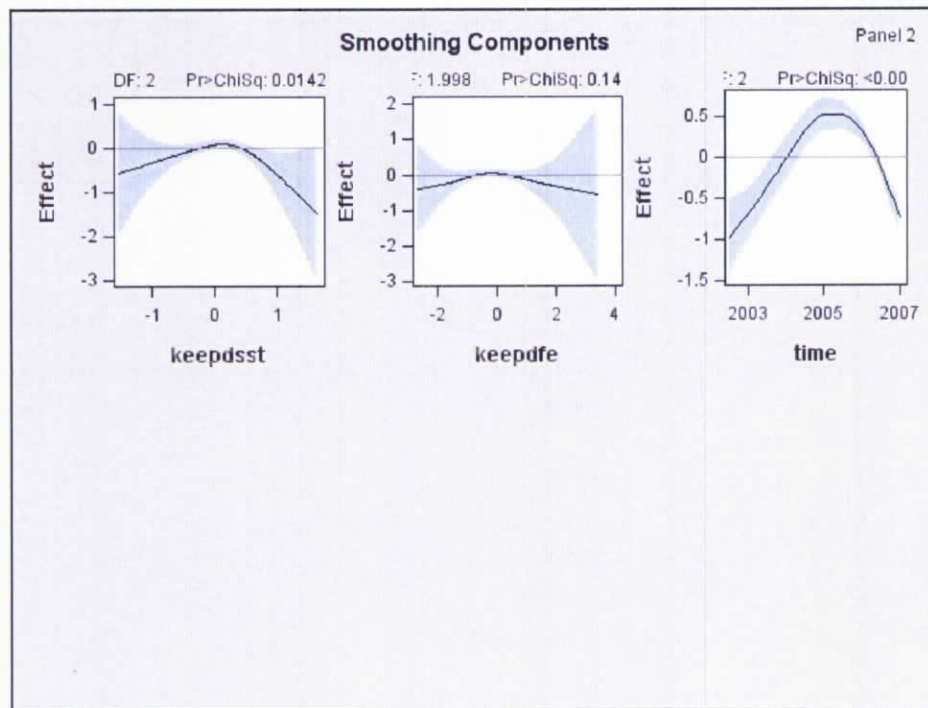
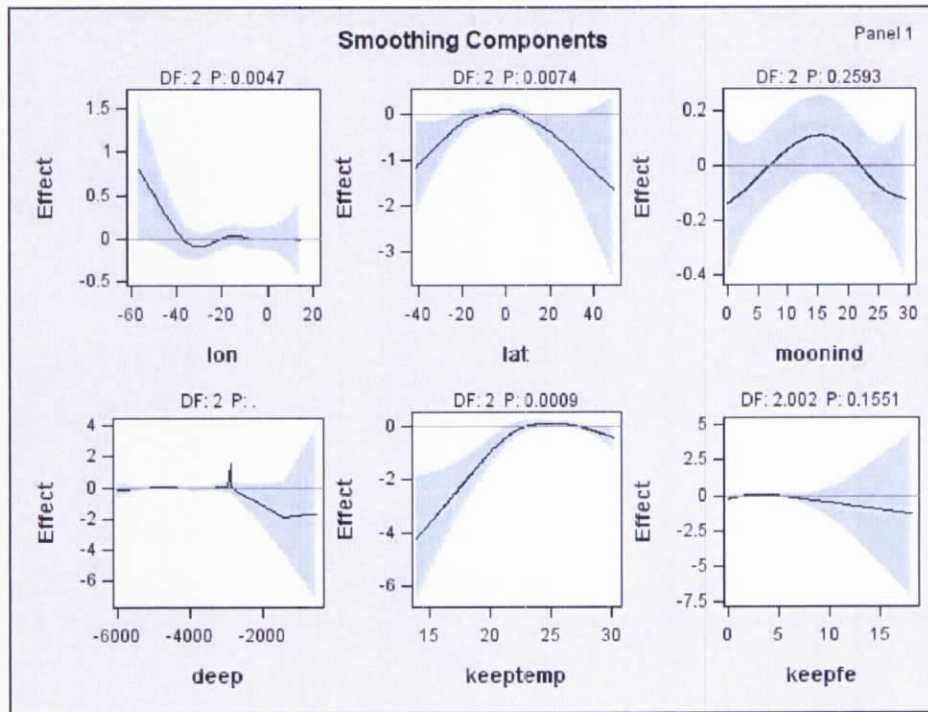
圖八 各群組內黑皮旗魚名目單位努力漁獲量的變動趨勢



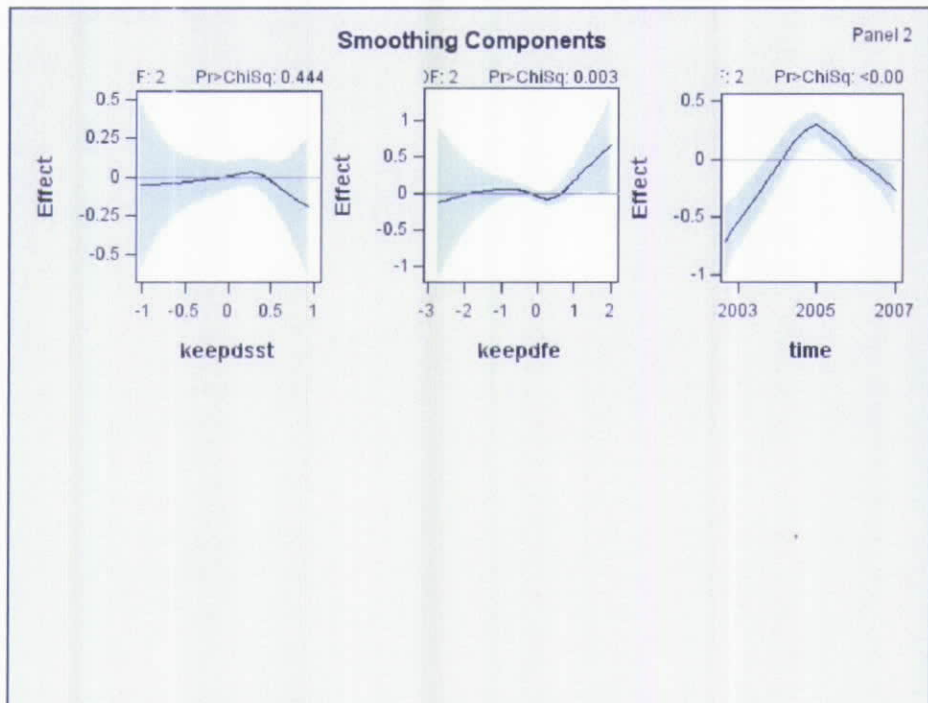
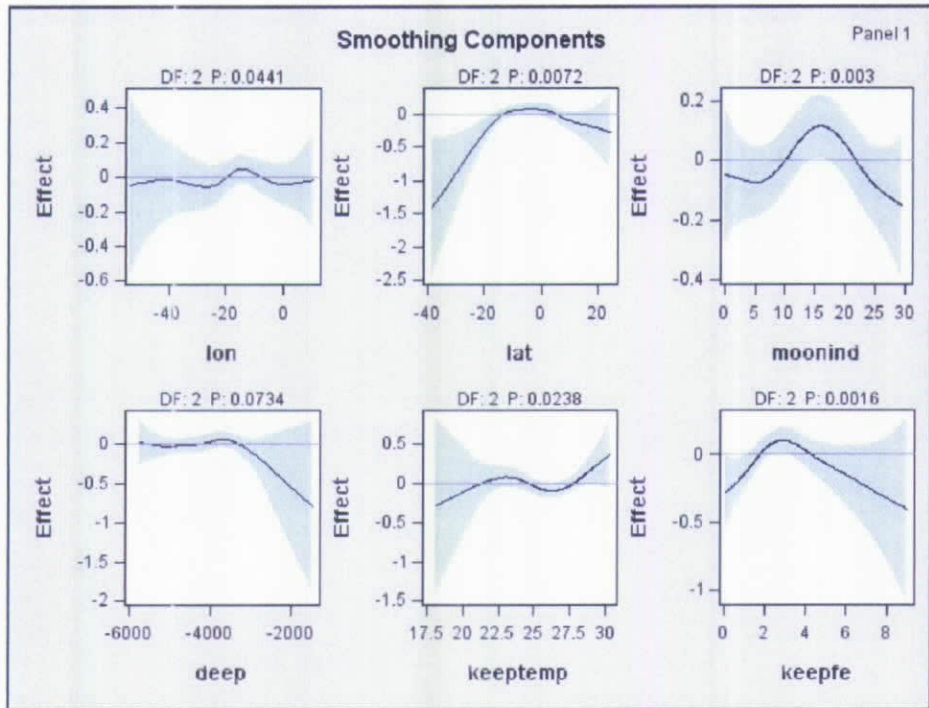
圖九 觀察員資料紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果



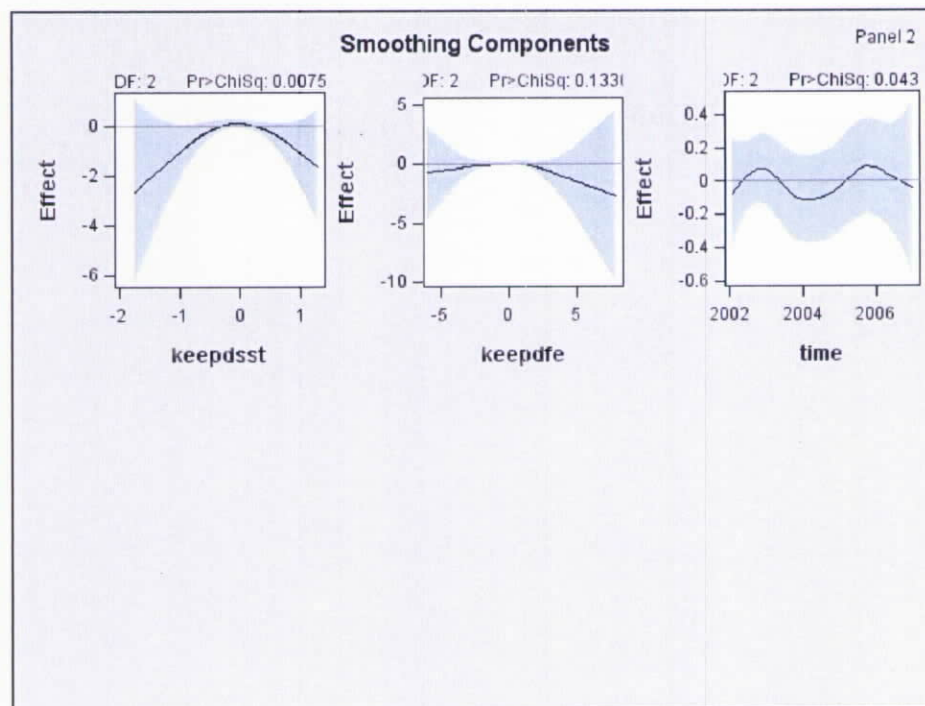
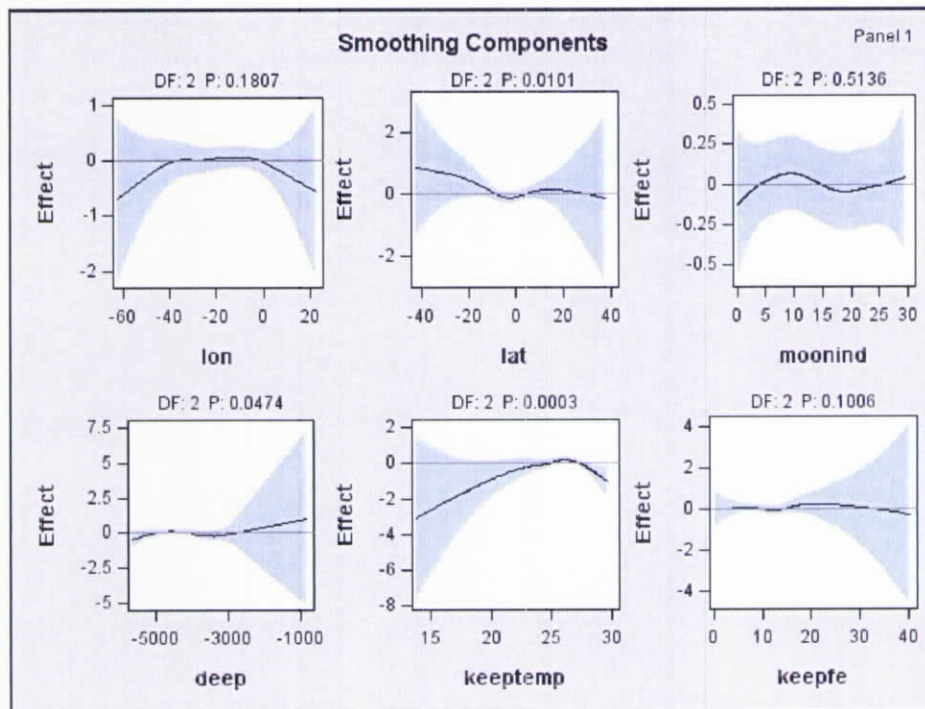
圖十 觀察員資料紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果



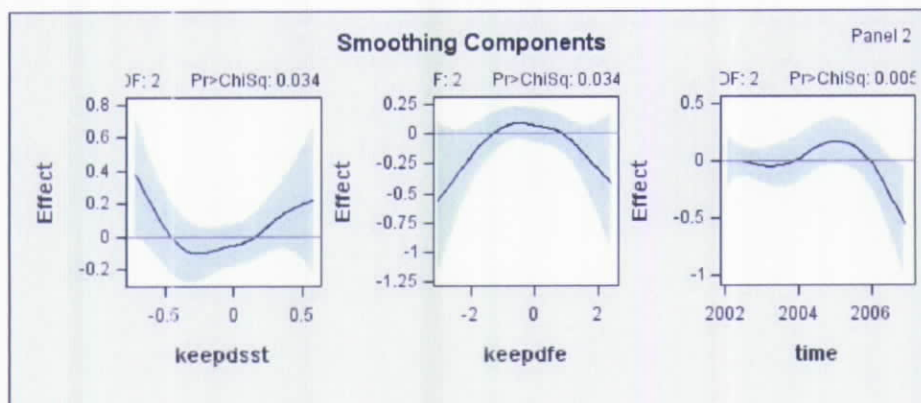
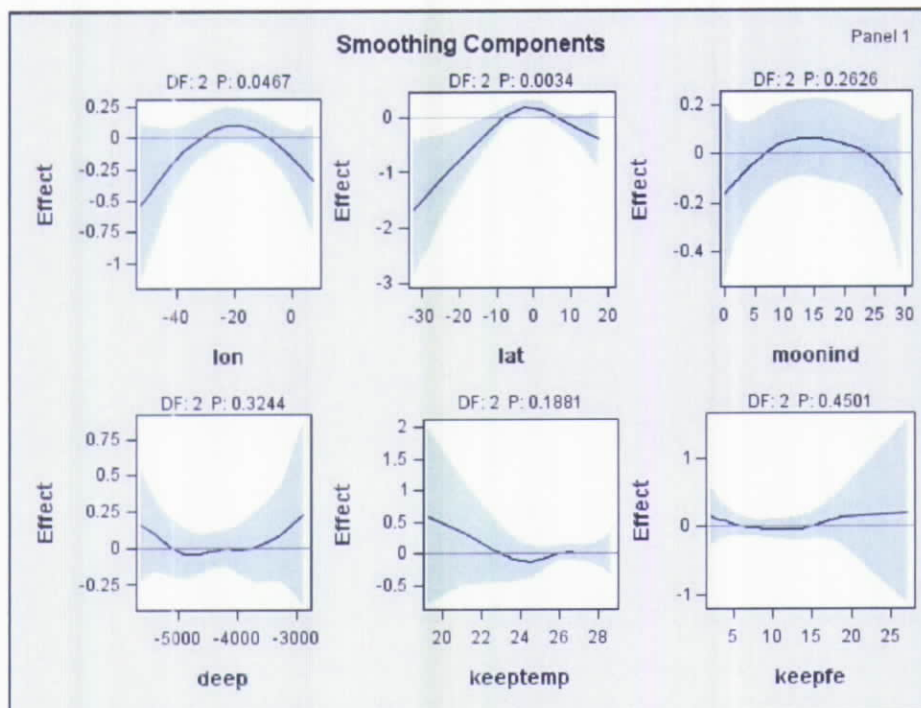
圖十一 觀察員資料黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果



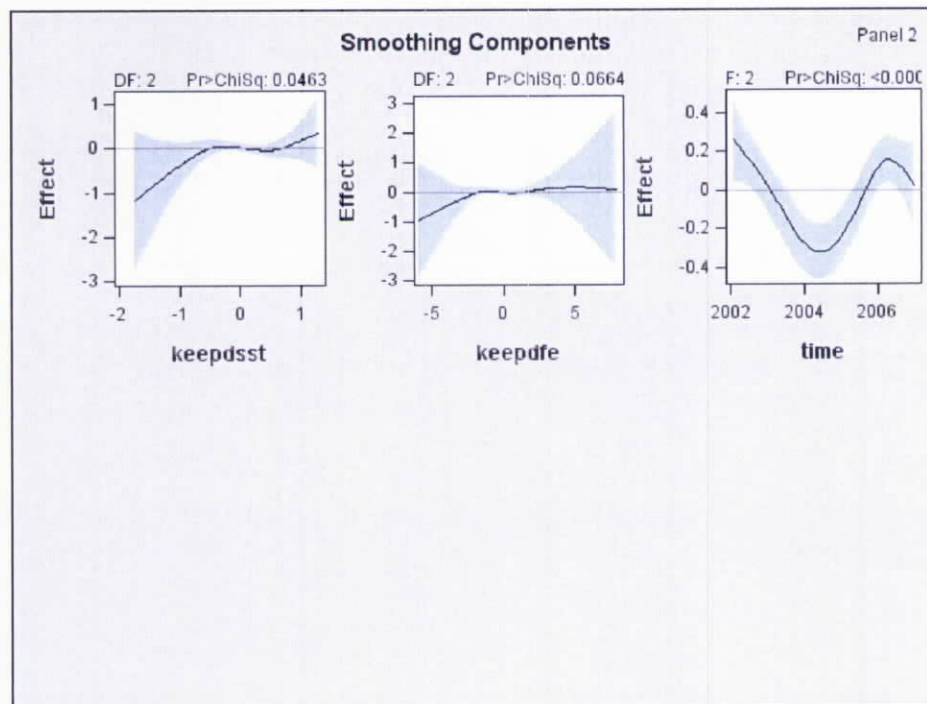
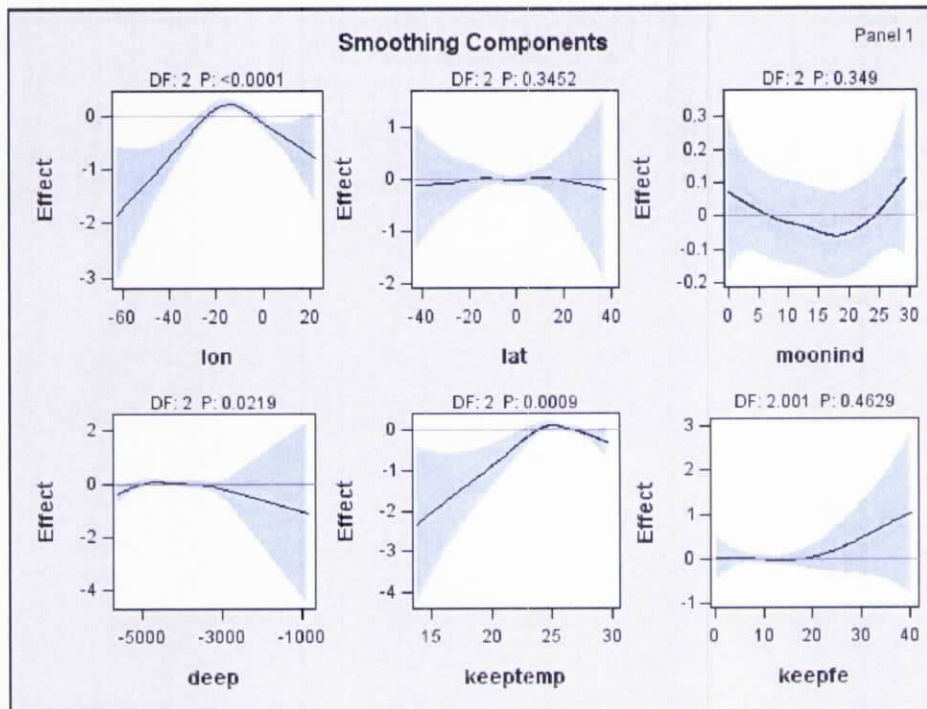
圖十二 觀察員資料黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果



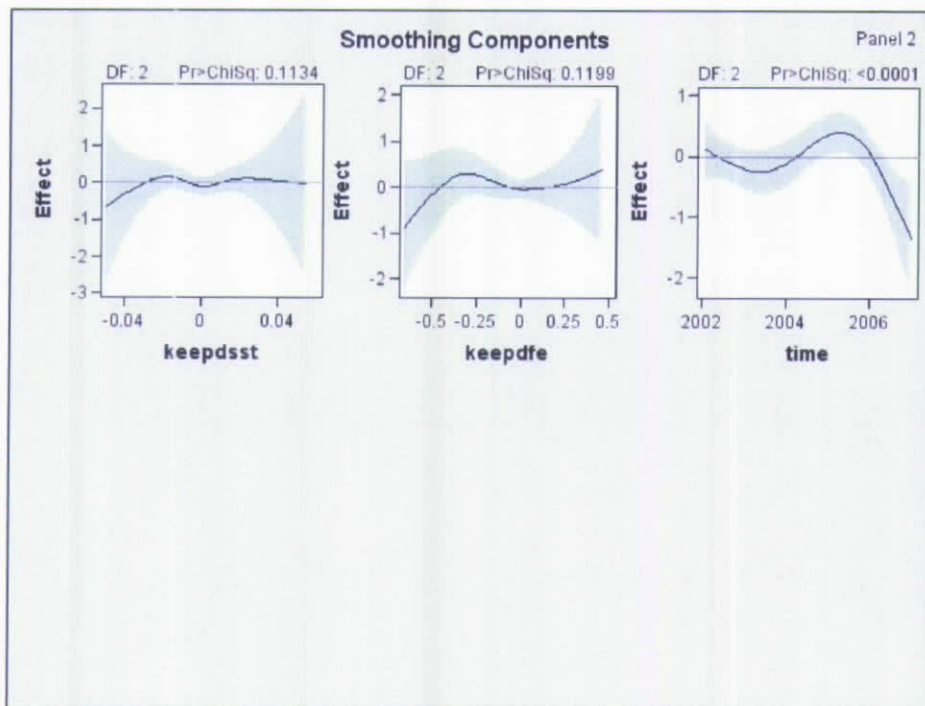
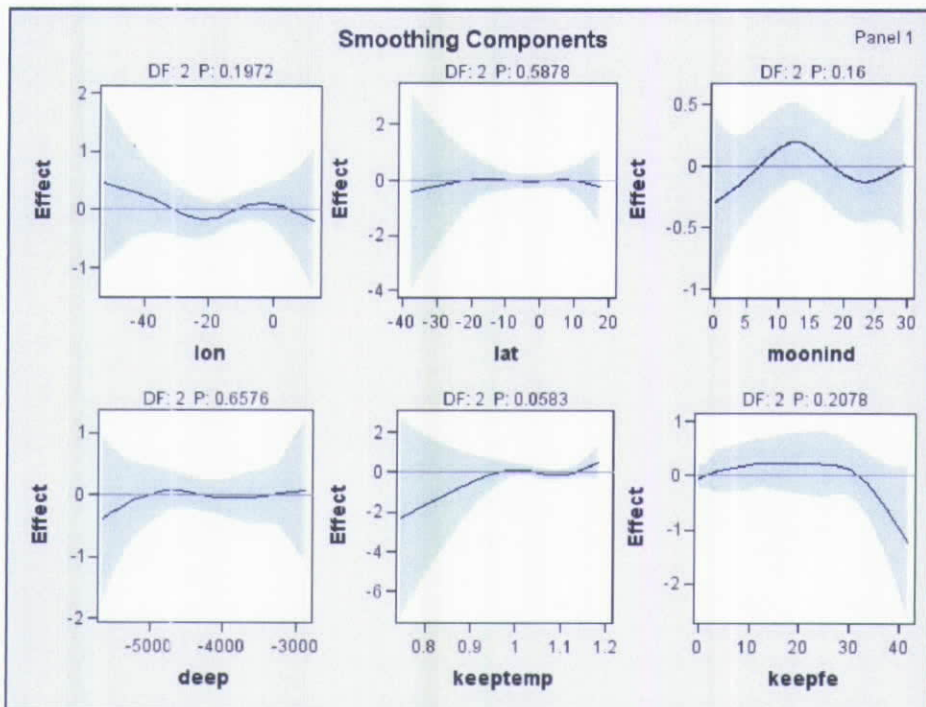
圖十三 漁獲日誌資料群組一紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果



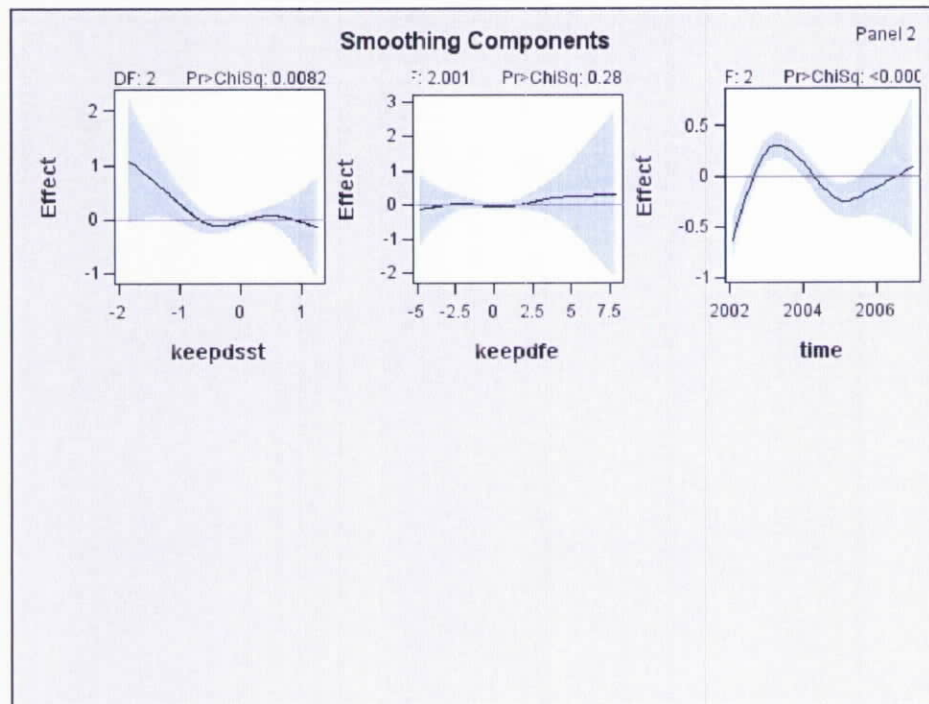
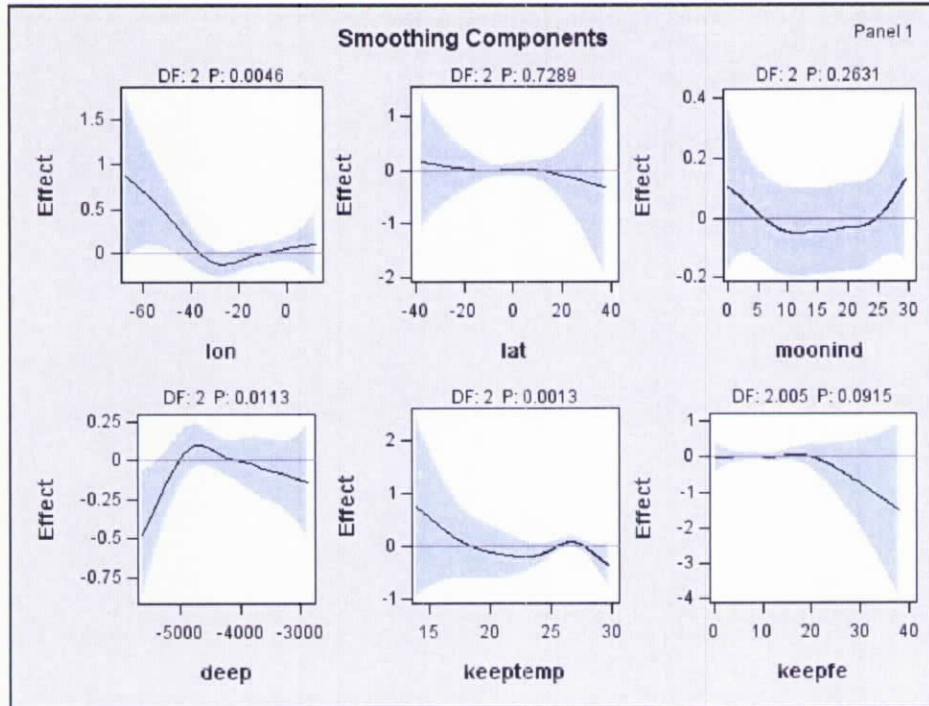
圖十四 漁獲日誌資料群組一紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果



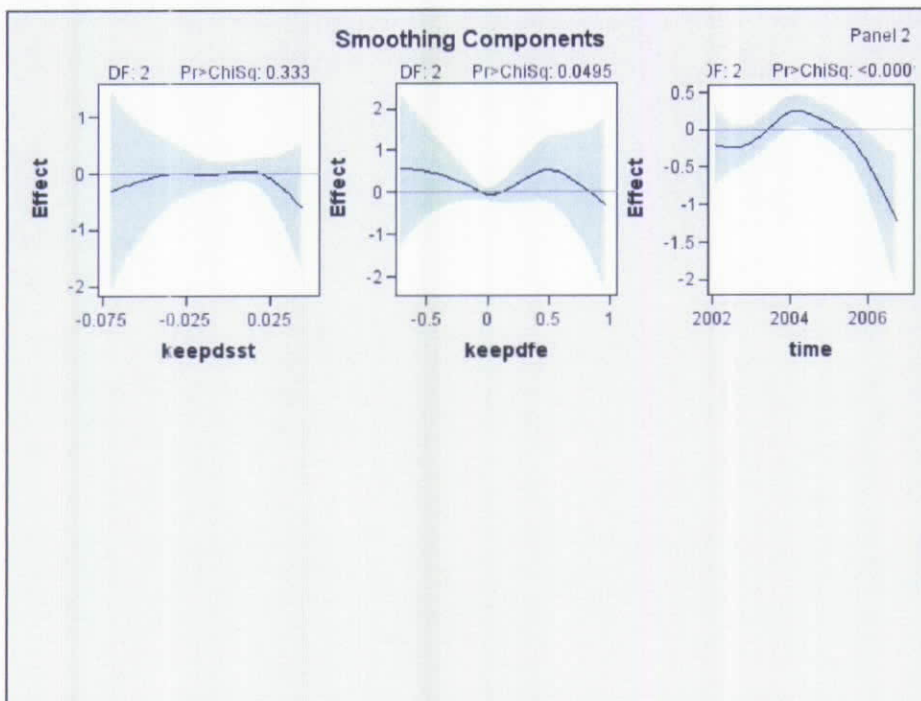
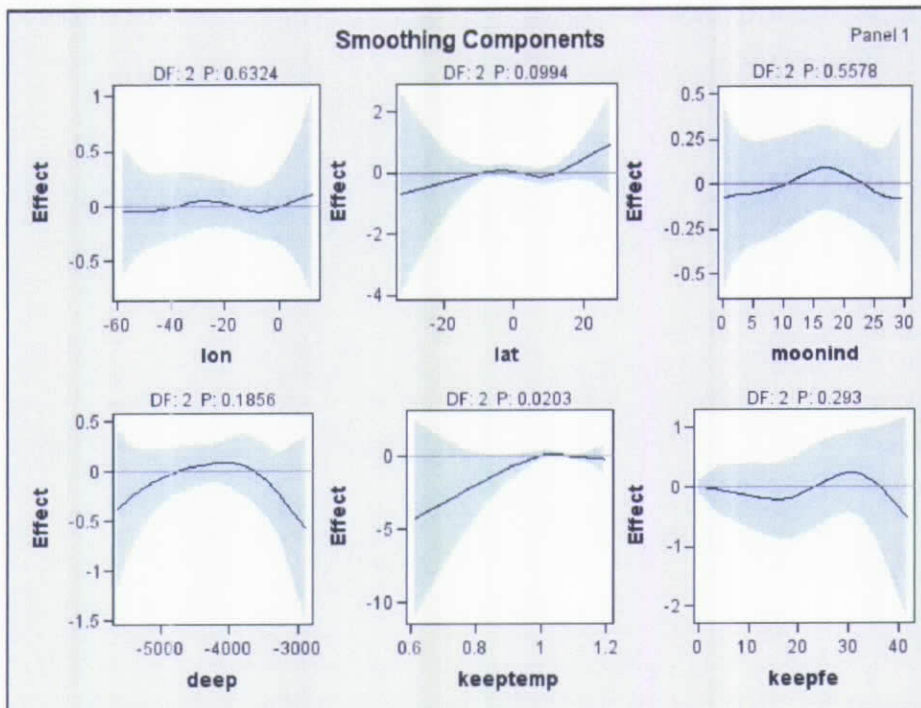
圖十五 漁獲日誌資料群組一黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果



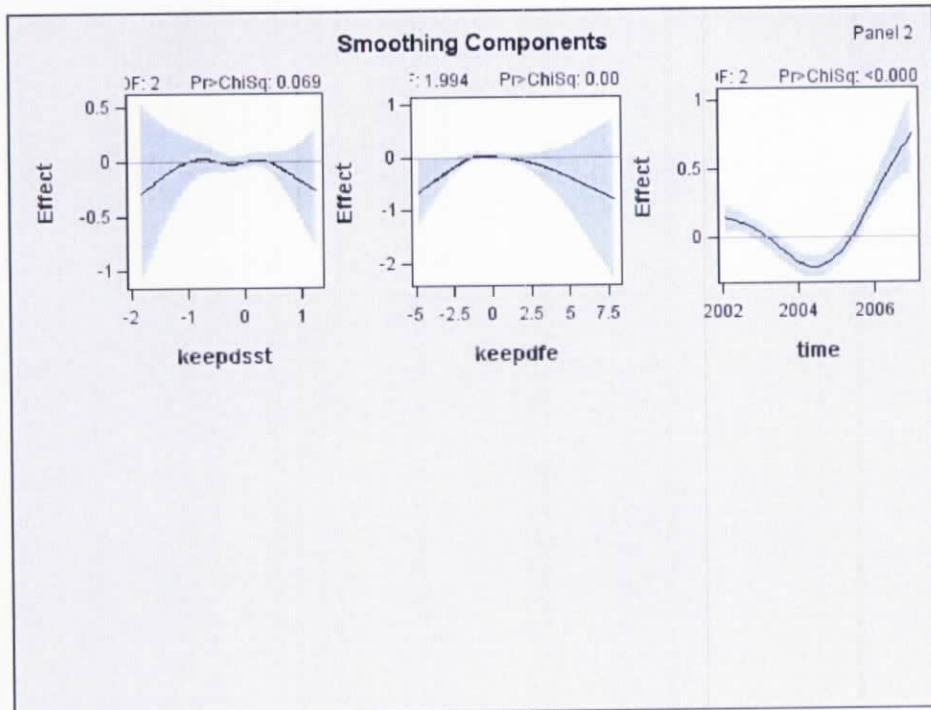
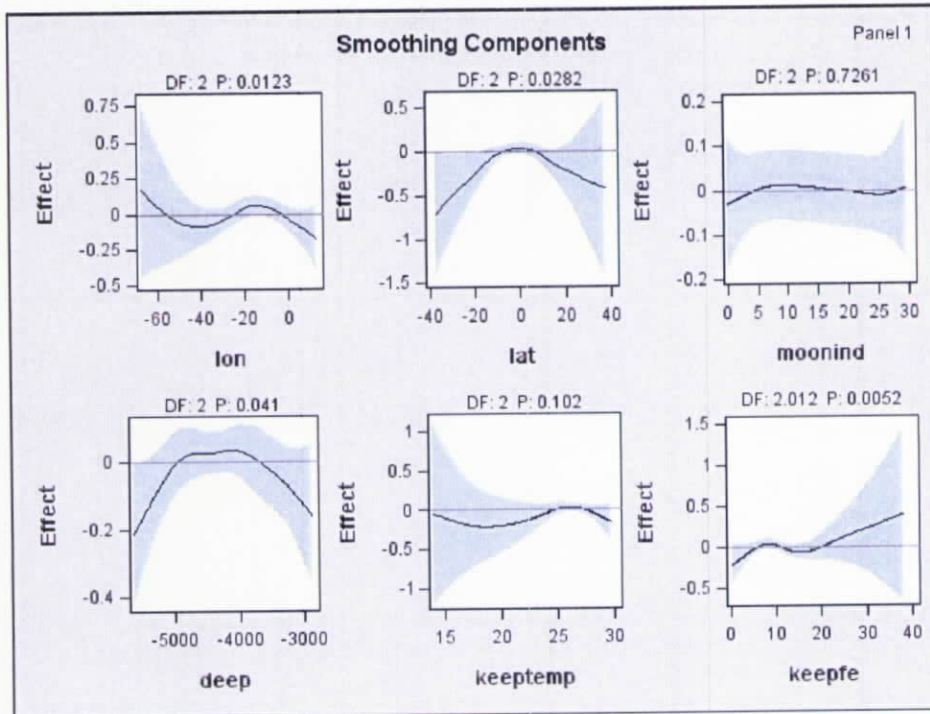
圖十六 漁獲日誌資料群組一黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果



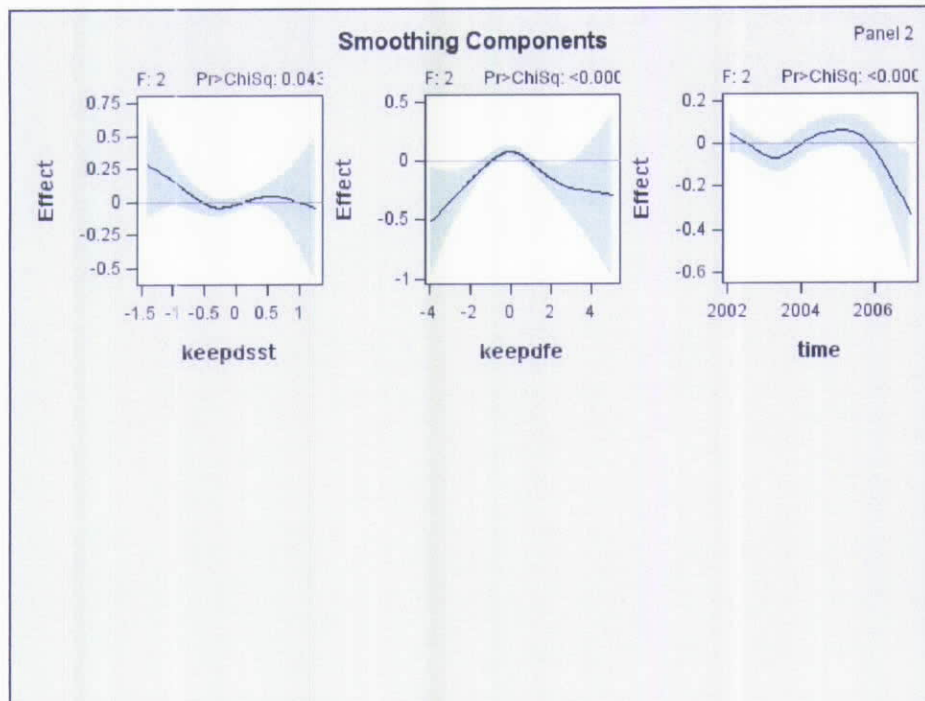
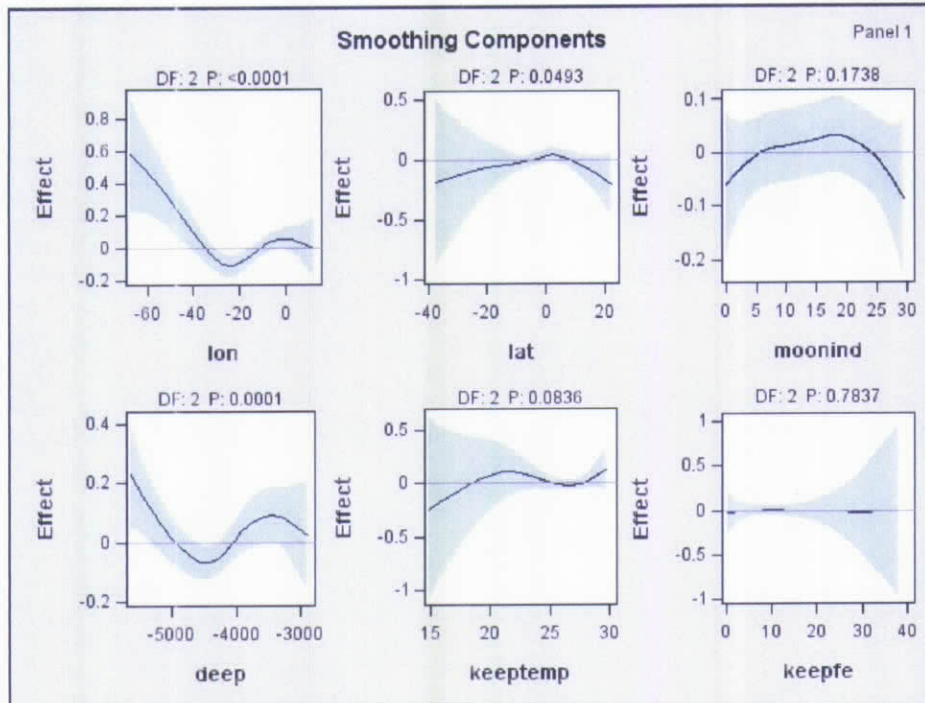
圖十七 漁獲日誌資料群組二紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果



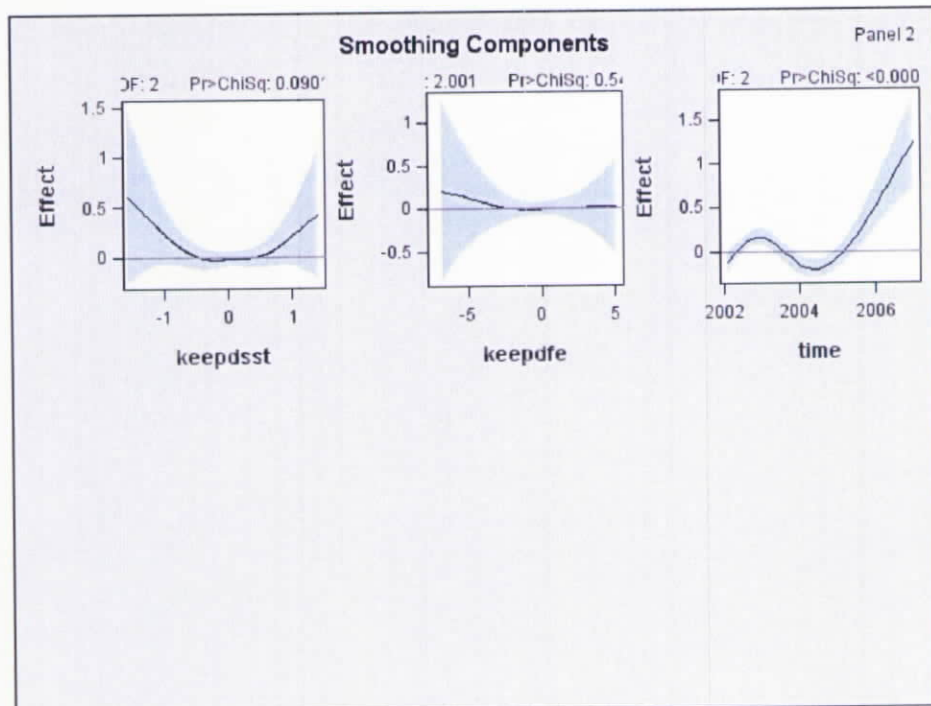
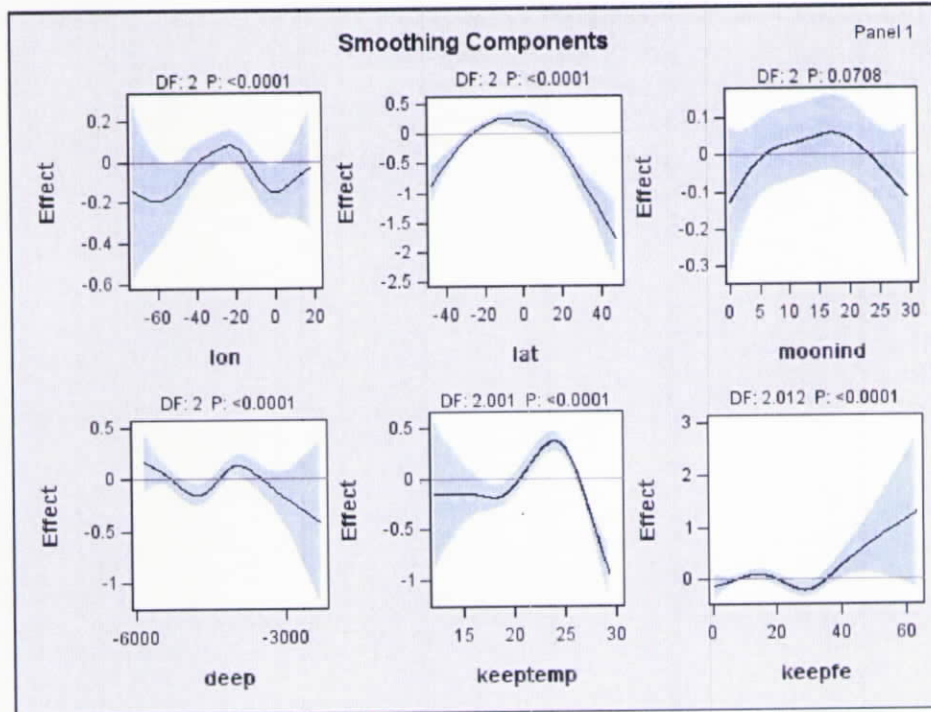
圖十八 漁獲日誌資料群組二紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果



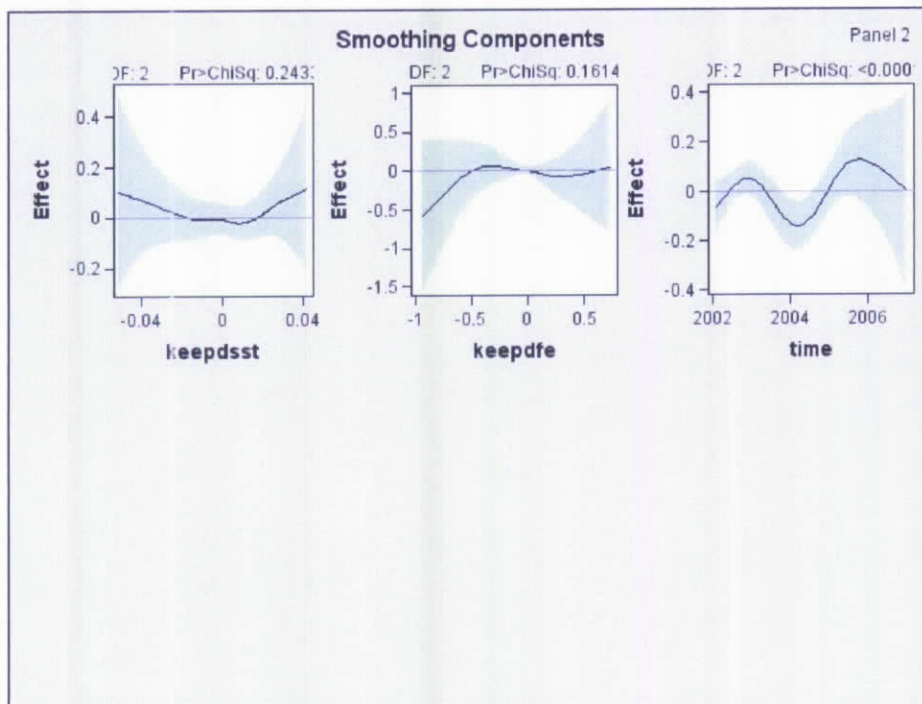
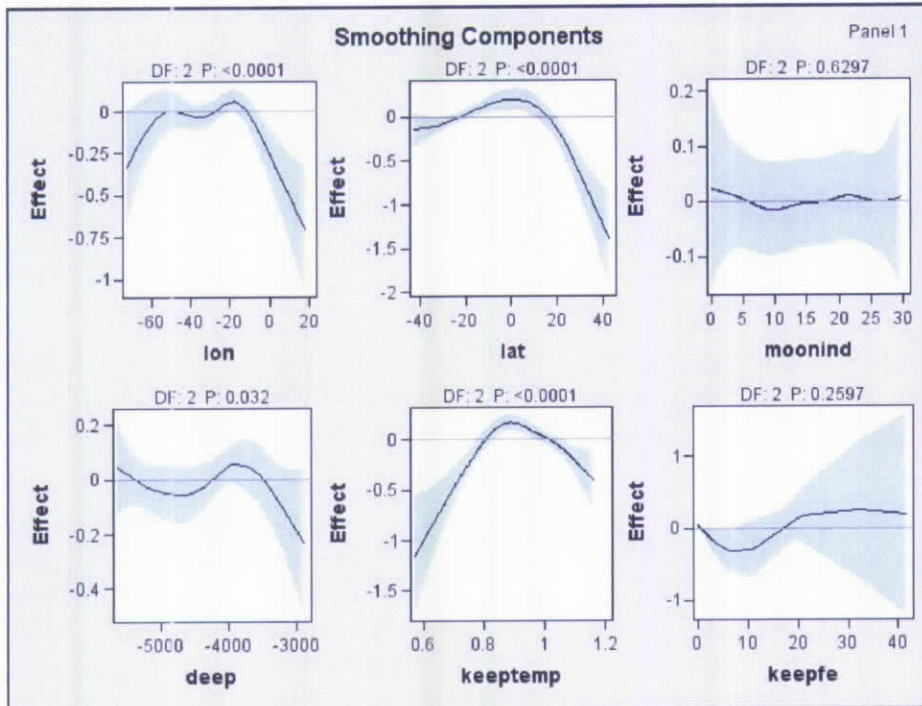
圖十九 漁獲日誌資料群組二黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果



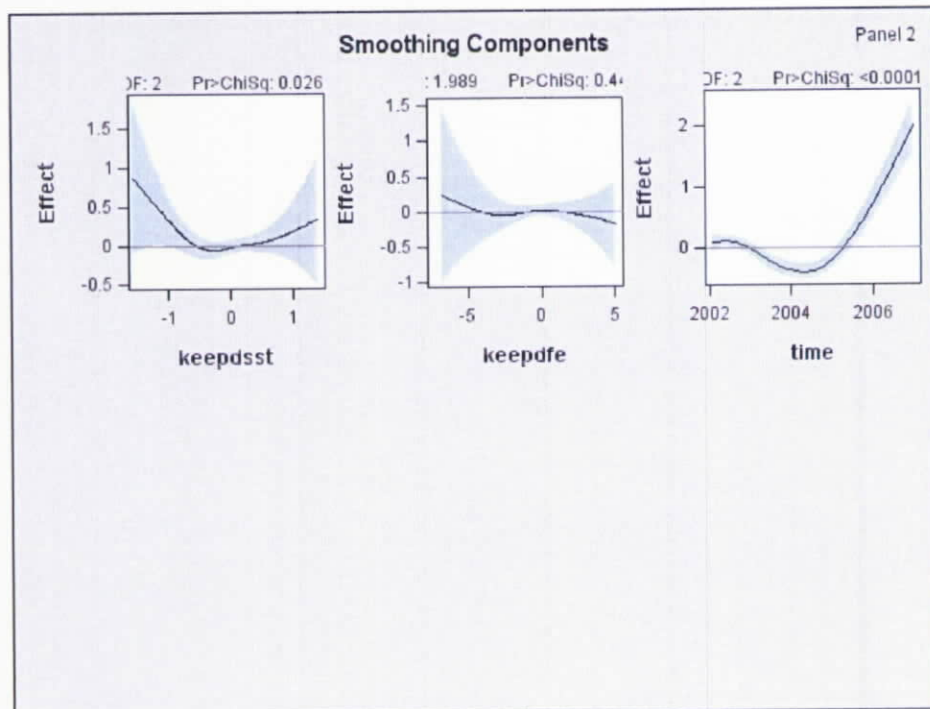
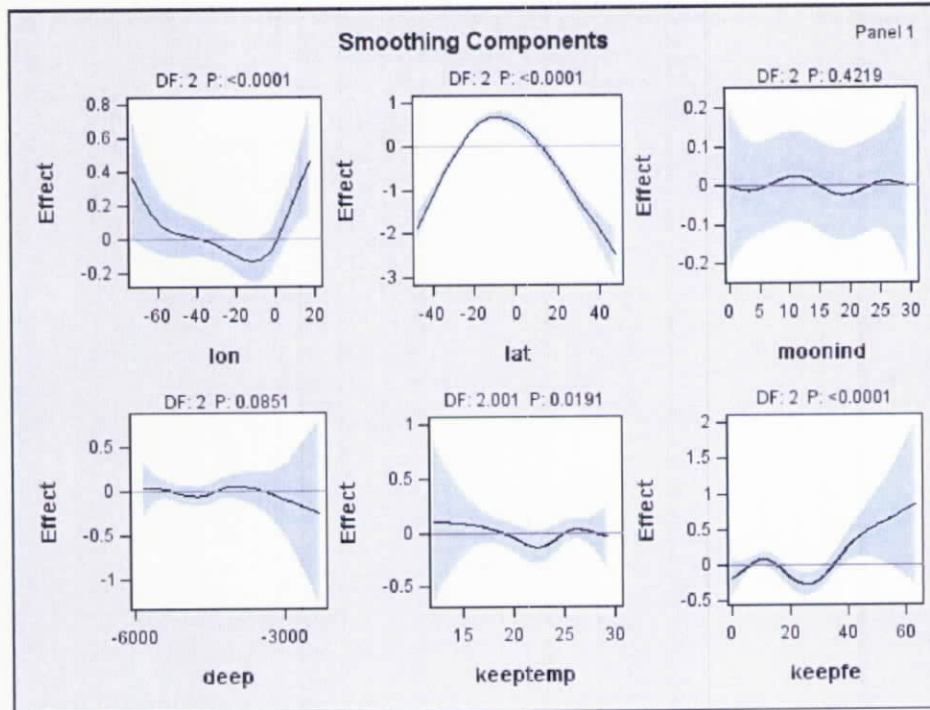
圖二十 漁獲日誌資料群組二黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果



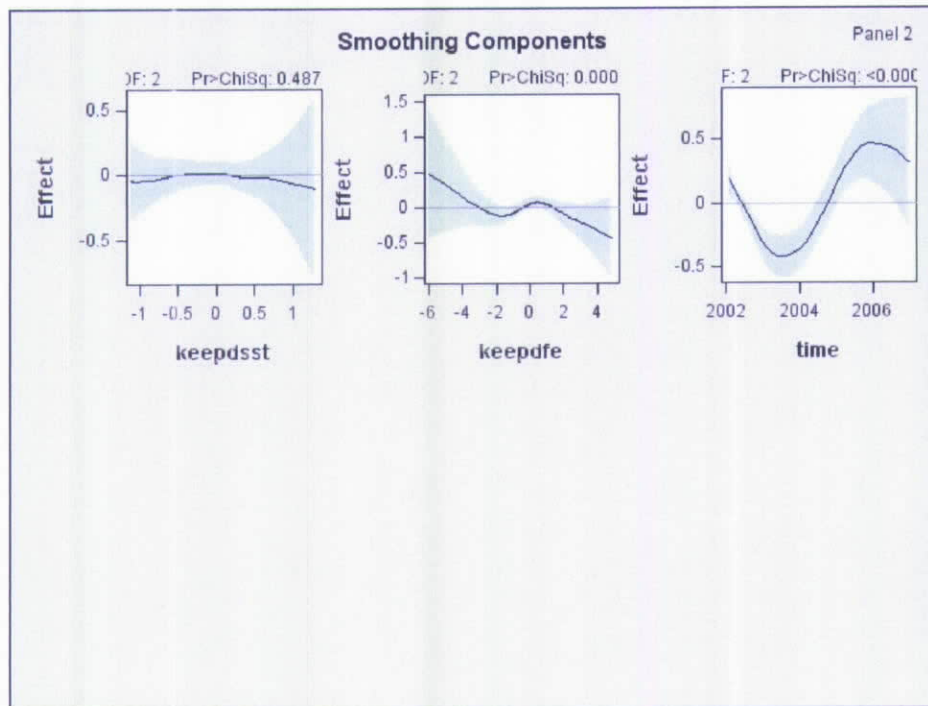
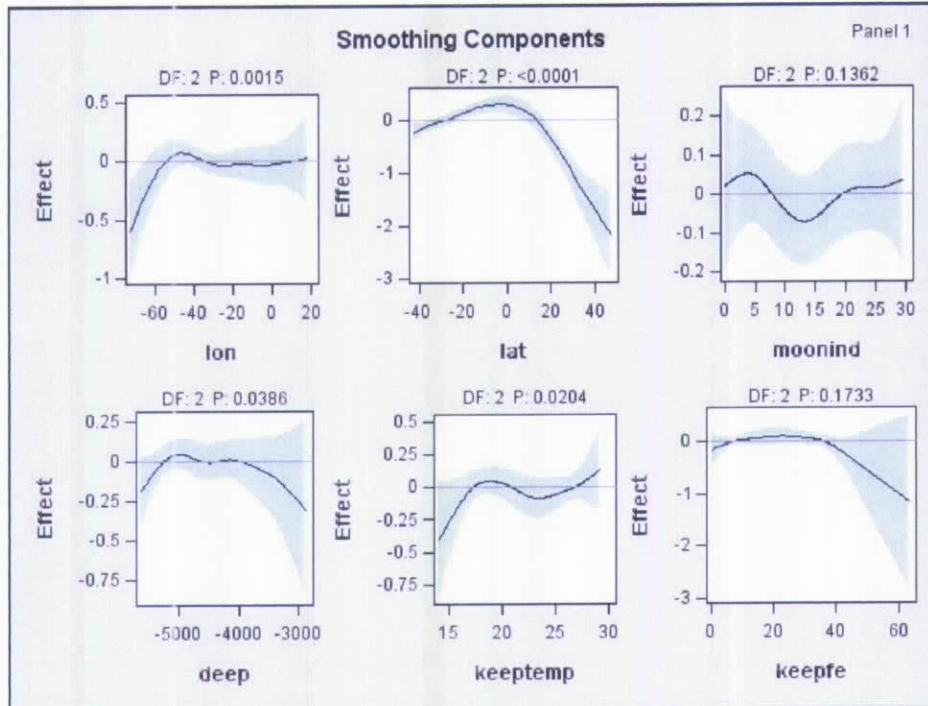
圖二十一 漁獲日誌資料群組三紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果



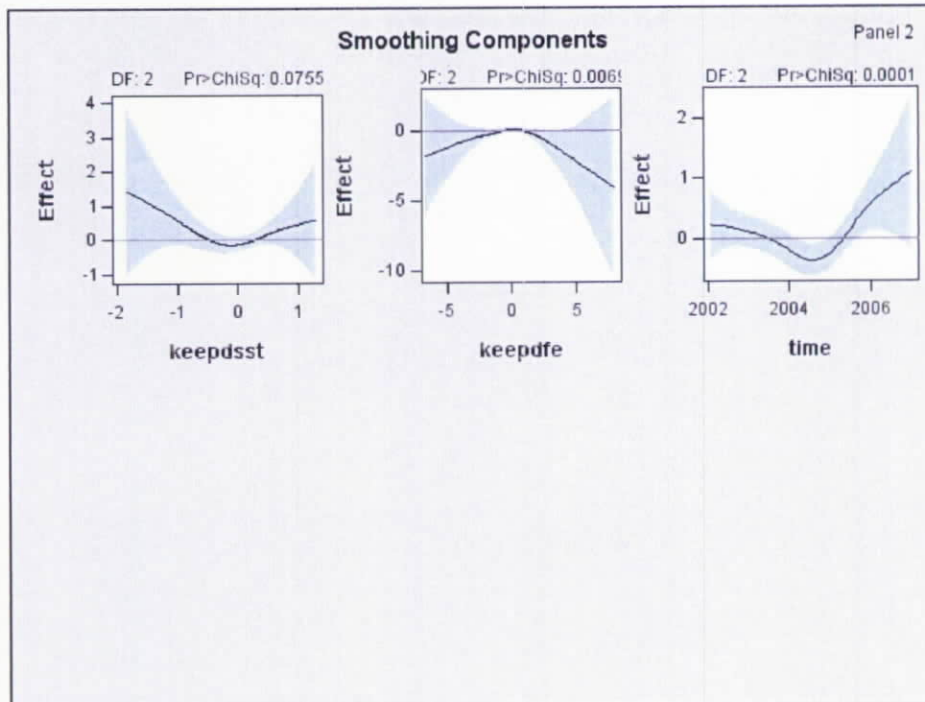
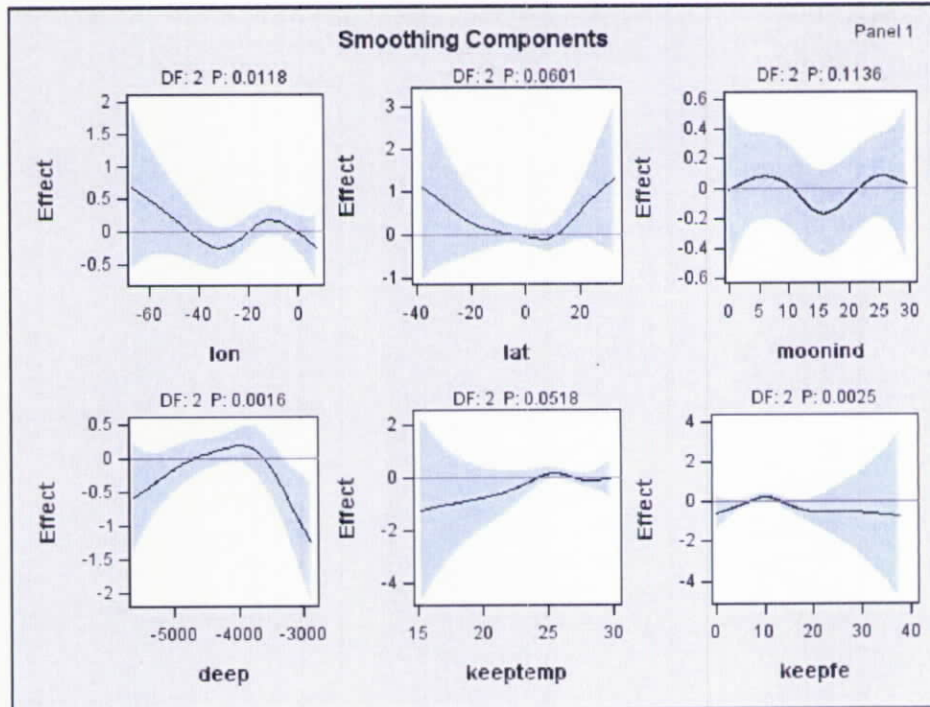
圖二十二 漁獲日誌資料群組三紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果



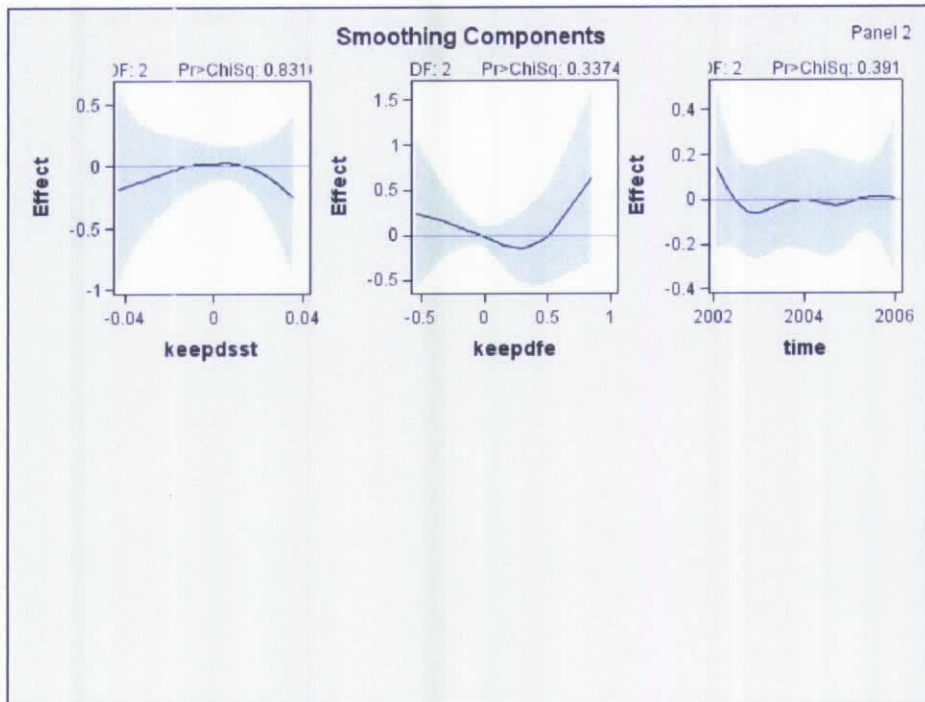
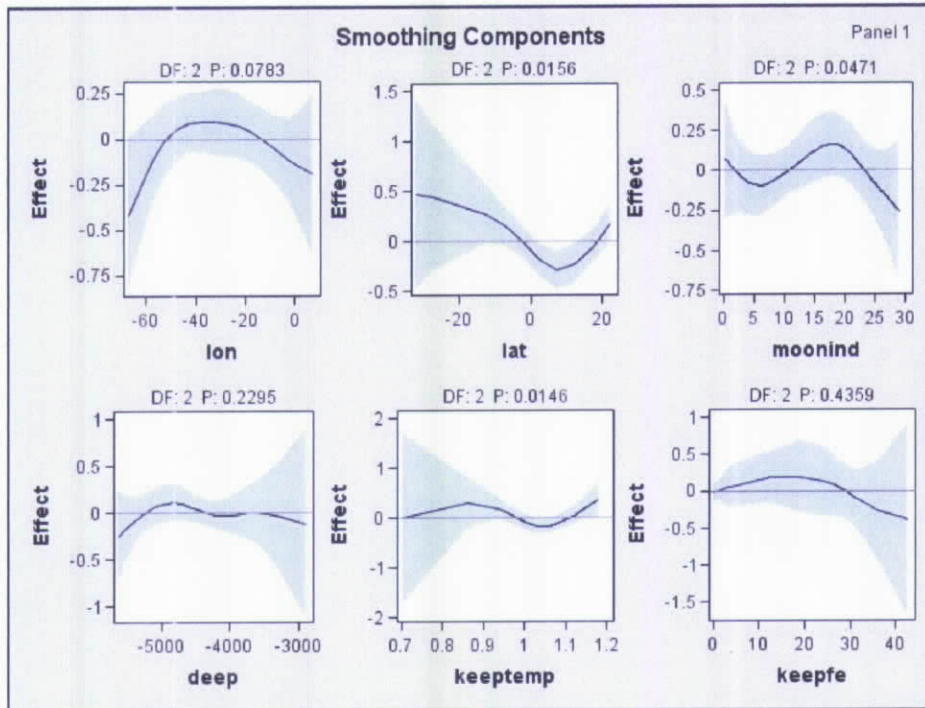
圖二十三 漁獲日誌資料群組三黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果



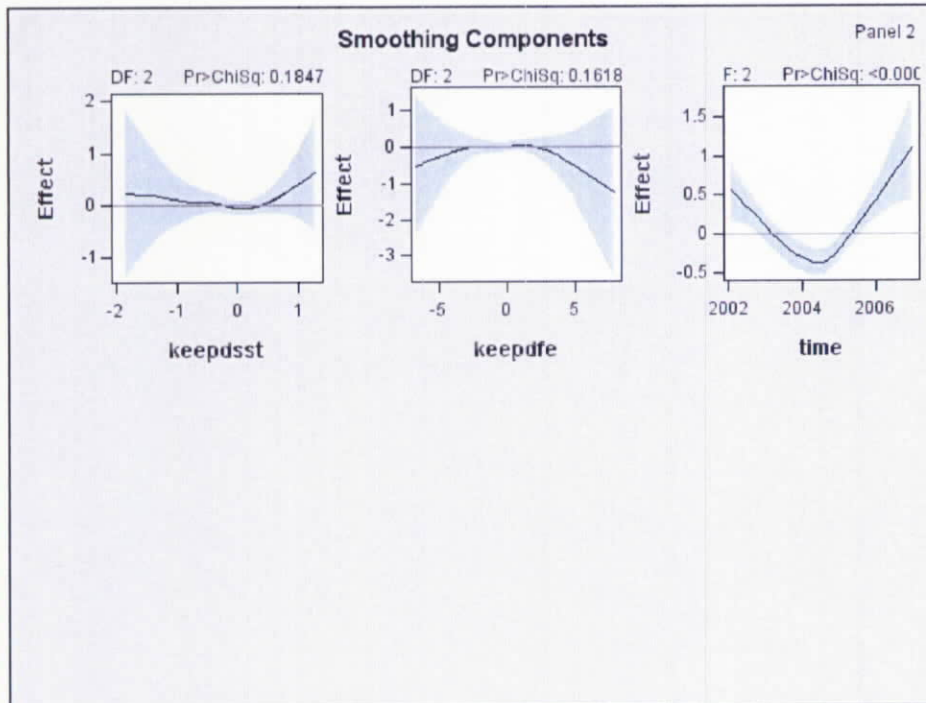
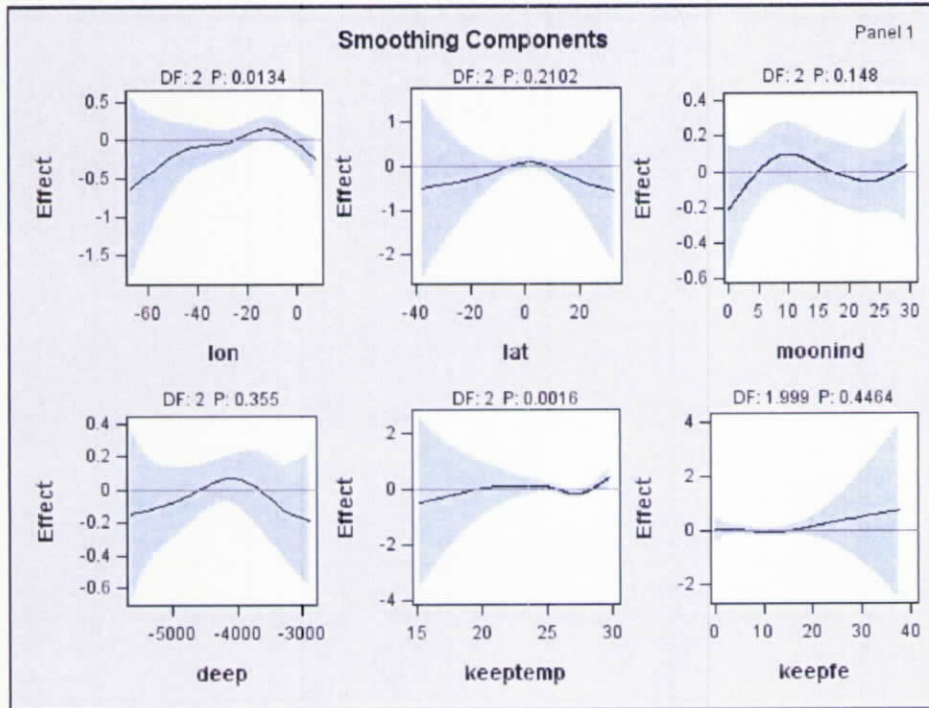
圖二十四 漁獲日誌資料群組三黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果



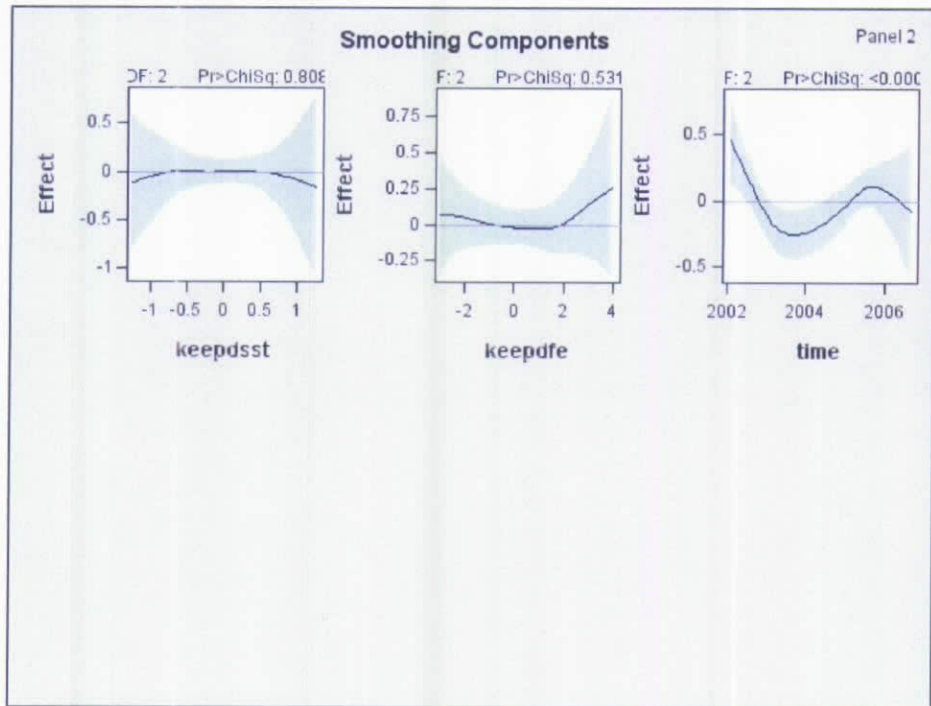
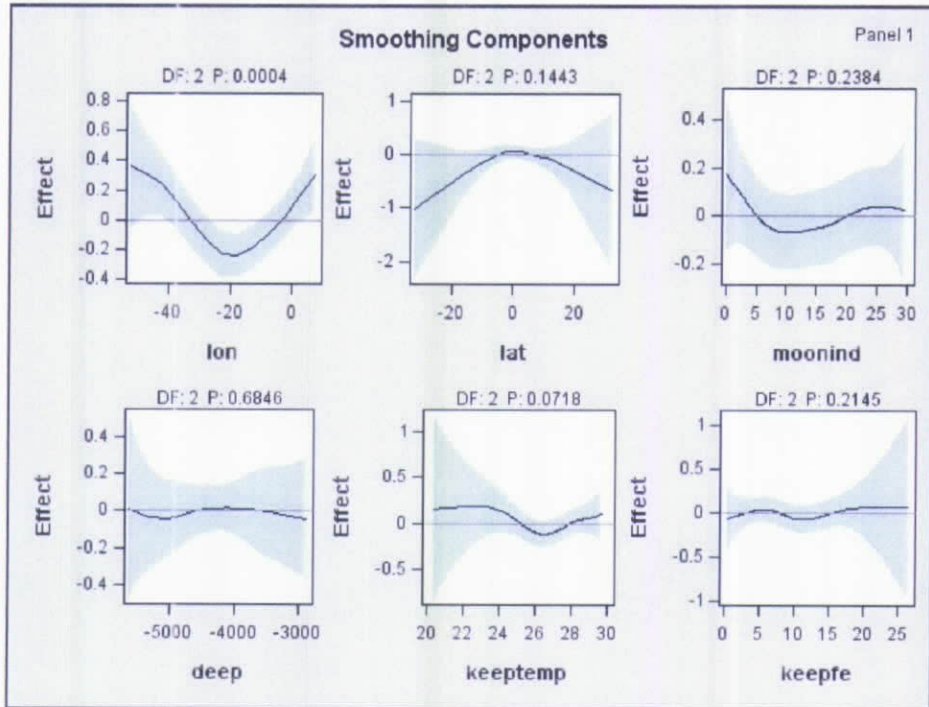
圖二十五 漁獲日誌資料群組四紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果



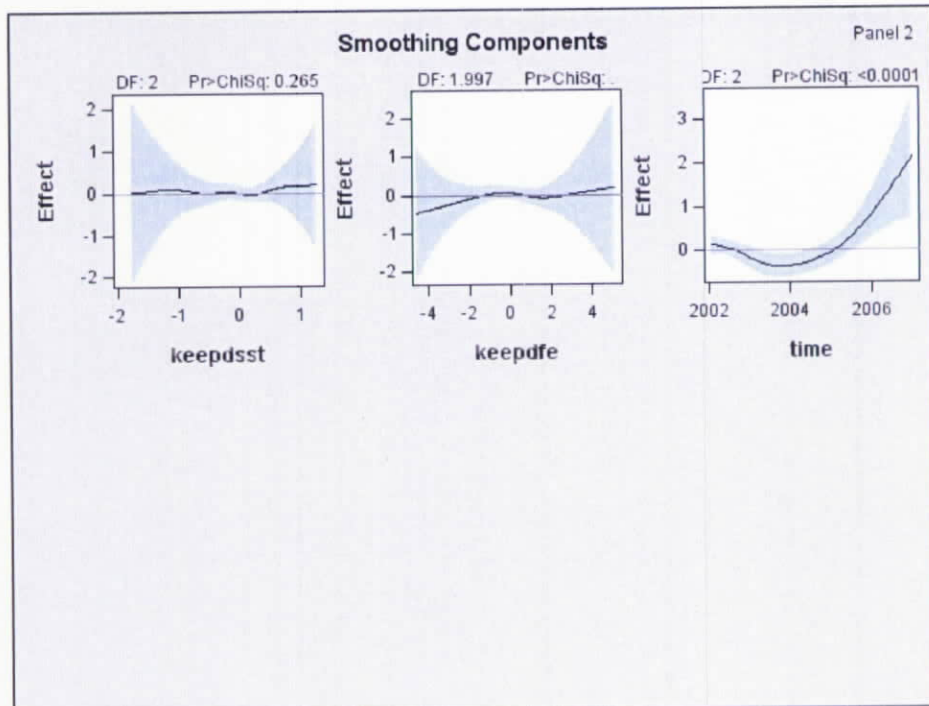
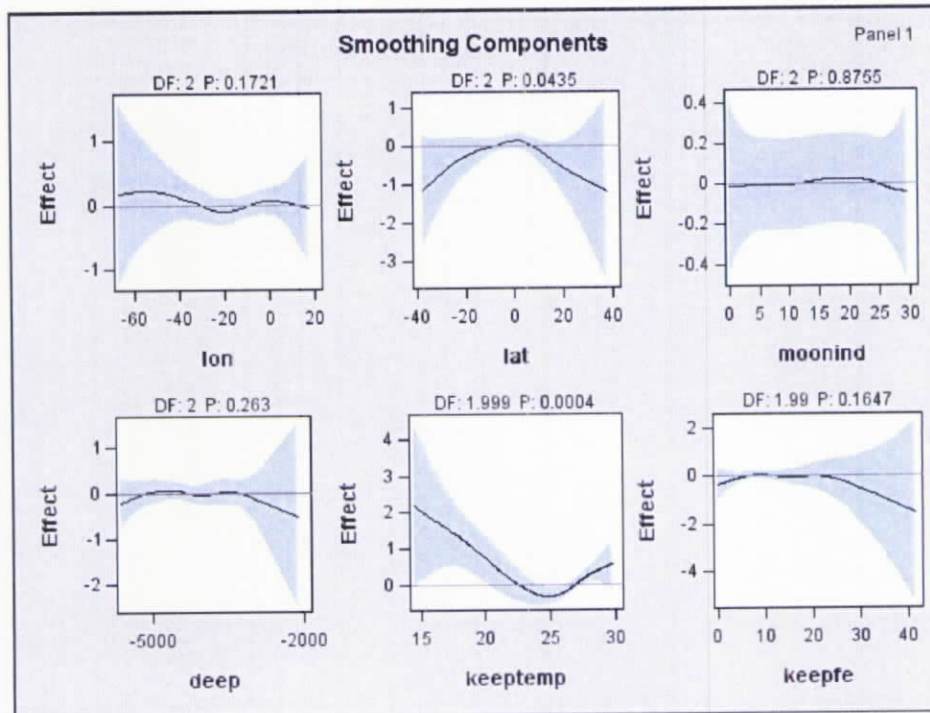
圖二十六 漁獲日誌資料群組四紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果



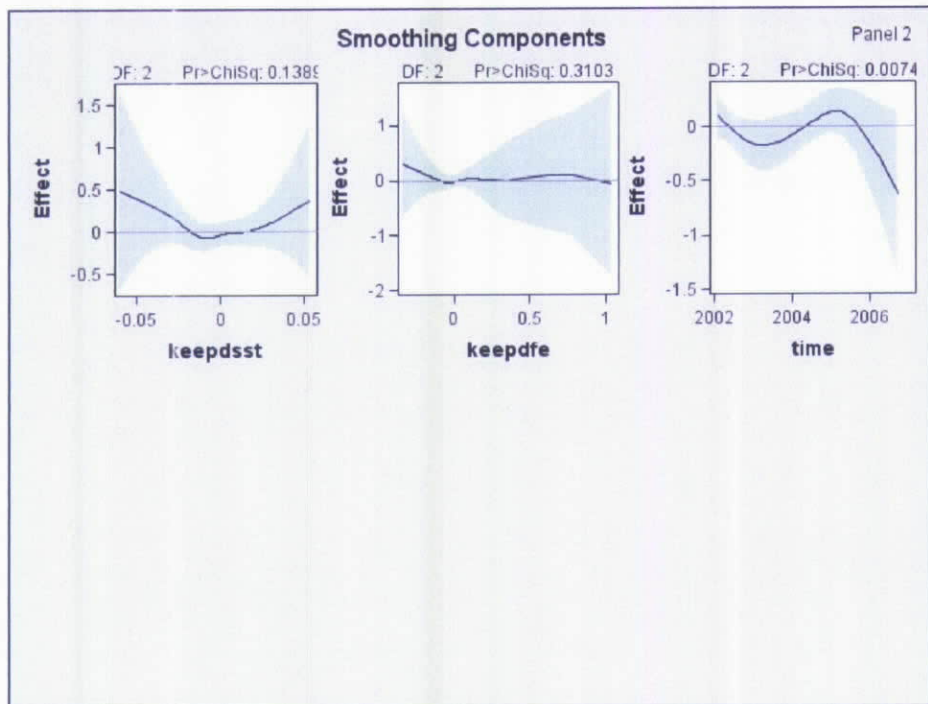
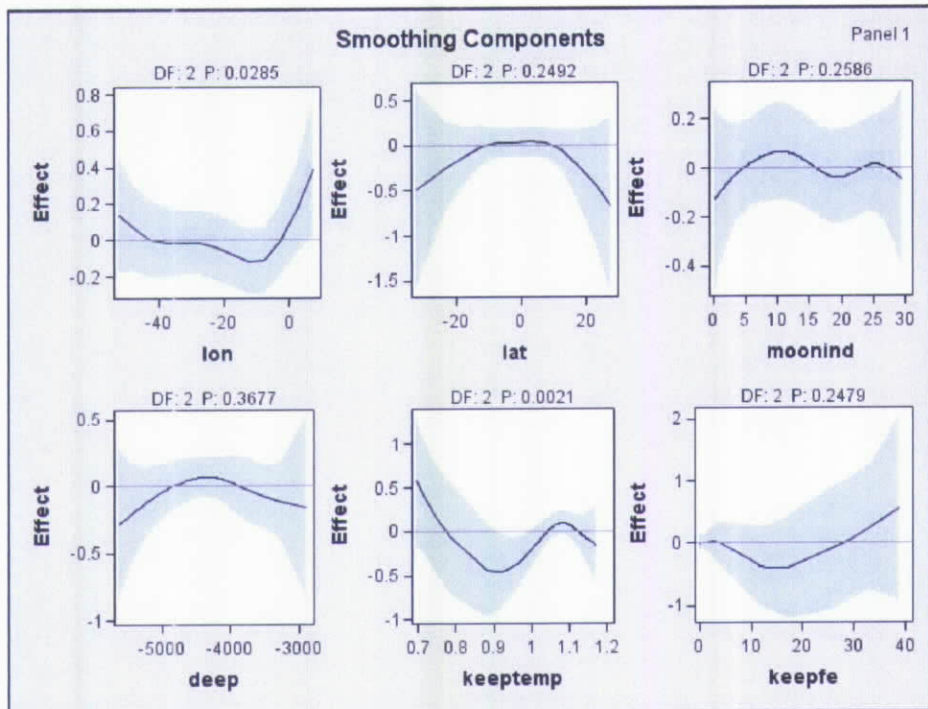
圖二十七 漁獲日誌資料群組四黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果



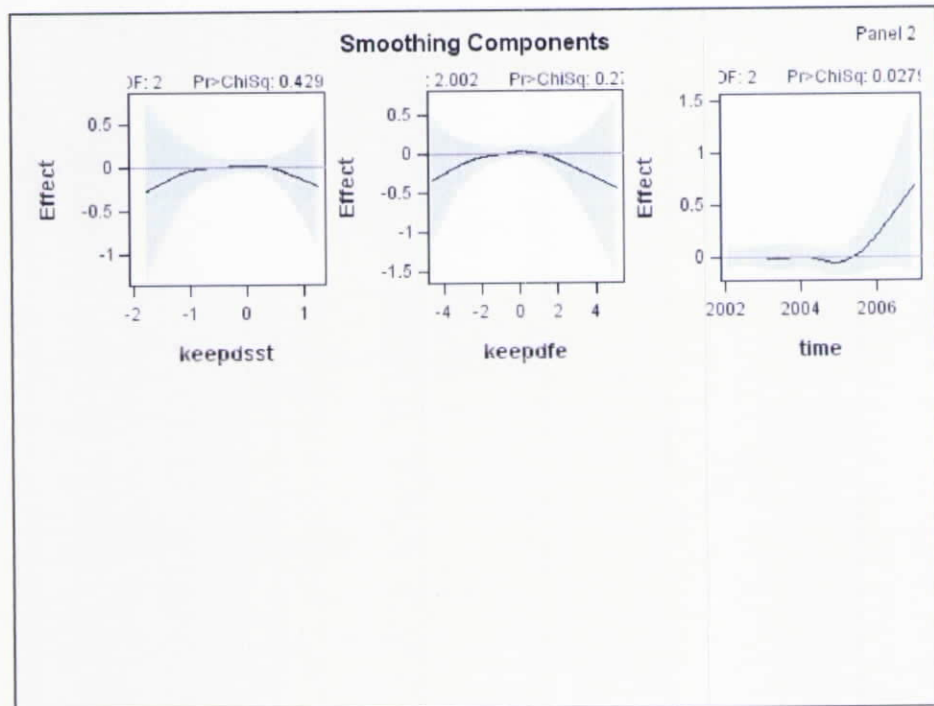
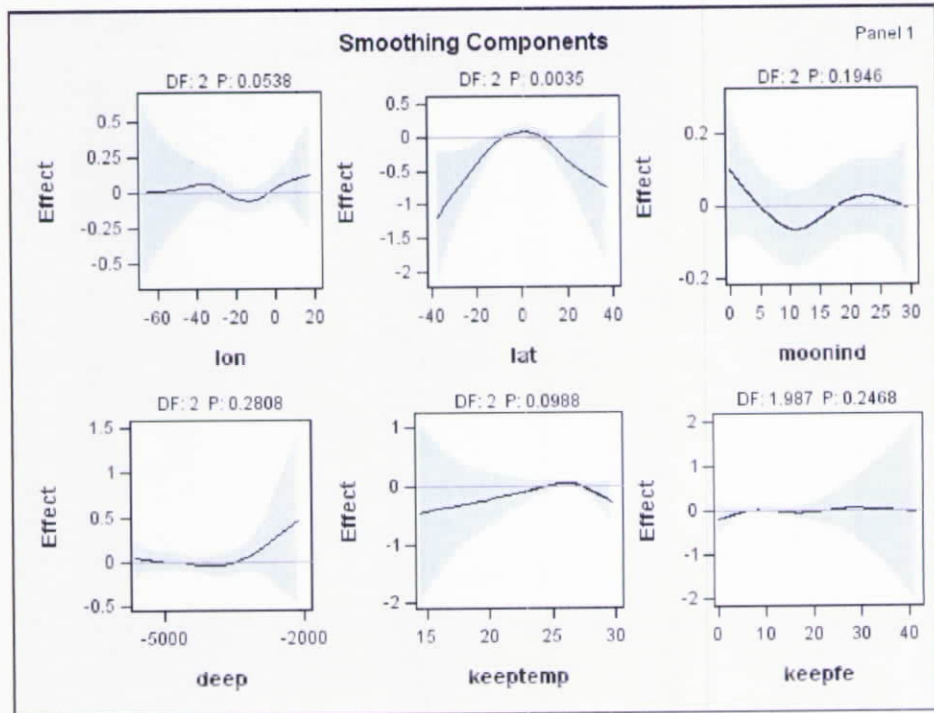
圖二十八 漁獲日誌資料群組四黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果



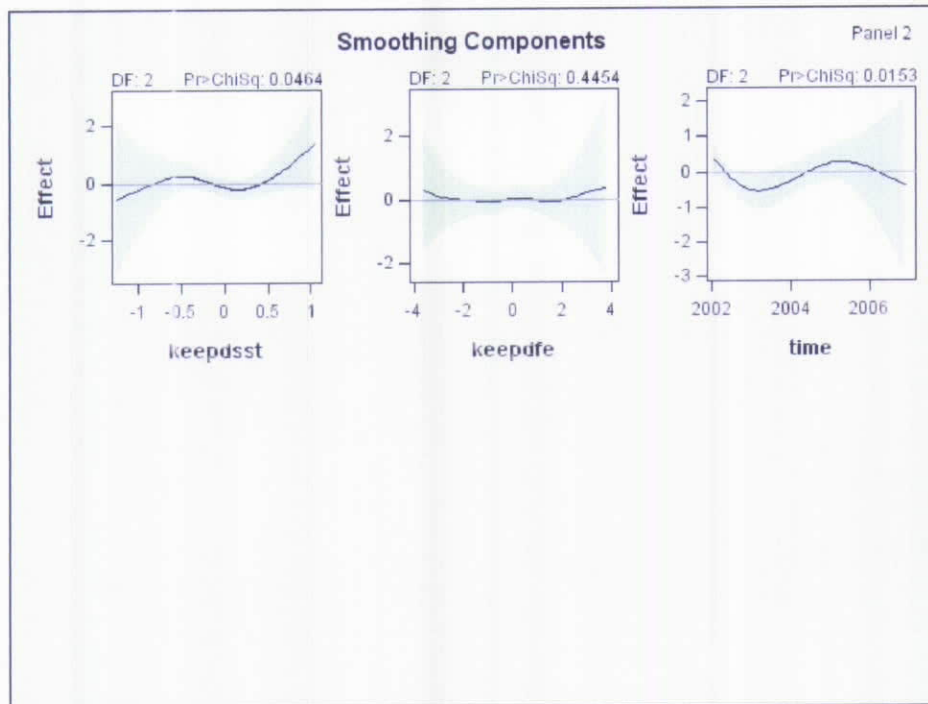
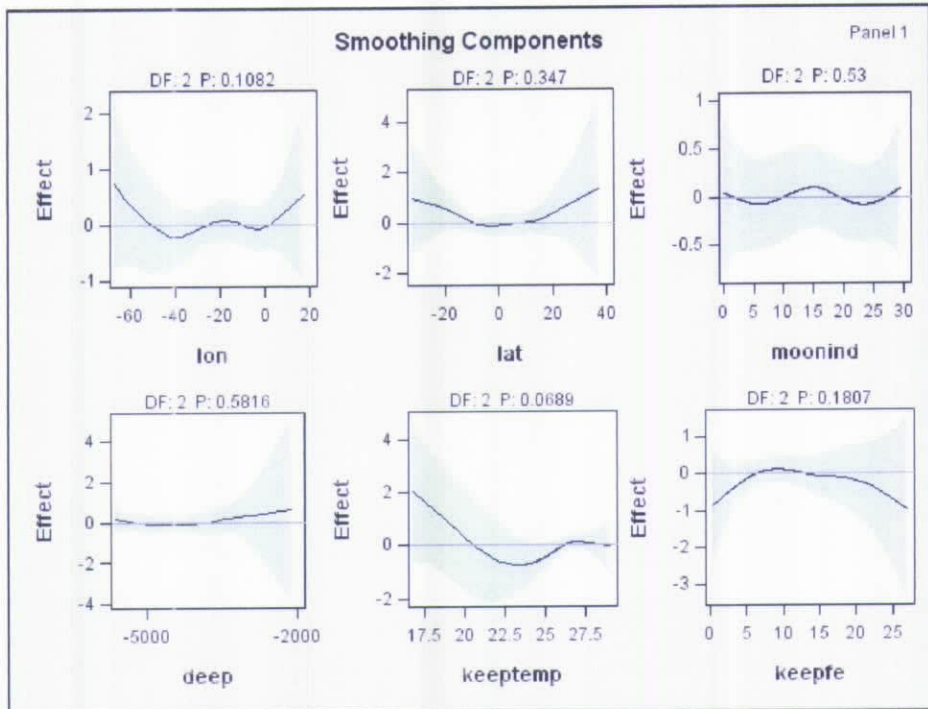
圖二十九 漁獲日誌資料群組五紅肉旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果



圖三十 漁獲日誌資料群組五紅肉旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果



圖三十一 漁獲日誌資料群組五黑皮旗魚非零漁獲比例 GAM 套適結果



圖三十二 漁獲日誌資料群組五黑皮旗魚非零漁獲單位努力漁獲量 GAM 套適結果