

公開
 密件、不公開

執行機構(計畫)識別碼：
行政院農業委員會98年度科技計畫研究報告

資訊庫編號：○○○○

計畫名稱：印度洋黃鰹鮪及大目鰹之CPUE標準化研究暨以整合資源評估模式
分析資源狀況

Research on standardization of CPUE and stock assessment for Bigeye and
Yellowfin tuna in the Indian Ocean using Stock Synthesis III

計畫編號：98農科-10.1.1-漁-F2(2)

全程計畫期間：98年1月1日至100年12月31日

本年計畫期間：98年1月1日至98年12月31日

計畫主持人：葉裕民助理教授

執行機關：南華大學環境管理研究所

公開
 密件、不公開

執行機構（計畫）識別碼：
行政院農業委員會 98 年度科技計畫研究報告

資訊庫編號：○○○○

計畫名稱：印度洋黃鰭鮪及大目鮪之CPUE標準化研究暨以整合資源評估模式
分析資源狀況

Research on standardization of CPUE and stock assessment for Bigeye and
Yellowfin tuna in the Indian Ocean using Stock Synthesis III

計畫編號：98 農科-10.1.1-漁-F2(2)

全程計畫期間：98 年 1 月 1 日至 100 年 12 月 31 日

本年計畫期間：98 年 1 月 1 日至 98 年 12 月 31 日

計畫主持人：葉裕民助理教授

執行機關：南華大學環境管理研究所

目錄

中文摘要.....	IV
英文摘要.....	V
一、 前言.....	- 1 -
(一)、 計畫目標.....	- 3 -
(二)、 印度洋黃鰭鮪漁業現況.....	- 4 -
(三)、 印度洋黃鰭鮪資源評估現況與國際漁業管理現況.....	- 4 -
二、 材料方法.....	- 4 -
(一)、 臺灣商業性鮪延繩釣漁業漁船與漁獲資料.....	- 5 -
(二)、 臺灣商業性鮪延繩釣漁業觀察員資料.....	- 5 -
(三)、 泛線性加法模式 (GENERALIZED ADDITIVE MODEL, GAM) 與泛線性模式 (GENERALIZED LINEAR MODEL, GLM).....	- 5 -
三、 結果與結論.....	- 8 -
(一)、 臺灣鮪延繩釣漁業黃鰭鮪利用概況.....	- 8 -
(二)、 標準化單位努力漁獲量變動趨勢.....	- 8 -
四、 討論與建議.....	- 9 -
(一)、 西印度洋海盜問題.....	- 9 -
(二)、 漁具漁法歷史變革.....	- 9 -
(三)、 標準化單位努力漁獲量變動趨勢分析.....	- 9 -
參考文獻.....	- 11 -
圖表附錄.....	- 13 -
表一、1995 年 GAM 離差分析表與卡方檢定.....	- 13 -
表二、1996 年 GAM 離差分析表與卡方檢定.....	- 13 -
表三、1997 年 GAM 離差分析表與卡方檢定.....	- 14 -
表四、1998 年 GAM 離差分析表與卡方檢定.....	- 14 -
表五、1999 年 GAM 離差分析表與卡方檢定.....	- 15 -

表六、2000 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。	-15-
表七、2001 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。	-16-
表八、2002 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。	-16-
表九、2003 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。	-17-
表十、2004 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。	-17-
表十二、2006 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。	-18-
表十三、2007 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。	-18-
表十四、2008 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。	-19-
表十六、1979 年至 2008 年 GLM 模式設定。	-20-
圖一、印度洋統計分析細部劃分圖。	-23-
圖二、印度洋統計分析五大區域劃分圖。	-24-
圖三、臺灣鯖延繩釣漁業印度洋大目鯖、黃鰭鯖與長鰭鯖歷年漁獲量變動趨勢圖。	-25-
圖四、1980 年至 2008 年年別印度洋鯖延繩釣漁業努力量於各區域的分佈比例。	-26-
圖五、1980 年至 2008 年年別印度洋鯖延繩釣漁業努力量於各區域的分佈比例。	-27-
圖六、2002 年至 2008 年年別觀察員資料漁獲努力量於各區域的分佈比例。	-28-
圖七、2002 年至 2008 年年別觀察員資料漁獲努力量於各區域的分佈比例。	-29-
圖八、1980 年至 2008 年月別印度洋鯖延繩釣漁業努力量、黃鰭鯖單位努力漁獲量、大目鯖、黃鰭鯖與長鰭鯖漁獲量變動趨勢圖。	-30-
圖十一、1980 年至 2008 年月別印度洋鯖延繩釣漁業努力量、黃鰭鯖單位努力漁獲量、大目鯖、黃鰭鯖與長鰭鯖漁獲量變動趨勢圖。	-33-
圖十二、1995 年漁獲日誌統計資料 GAM 分析各因子與黃鰭鯖漁獲數量關係圖。	-34-
圖十三、1998 年漁獲日誌統計資料 GAM 分析各因子與黃鰭鯖漁獲數量關係圖。	-35-
圖十四、2001 年漁獲日誌統計資料 GAM 分析各因子與黃鰭鯖漁獲數量關係圖。	-36-
圖十五、2004 年漁獲日誌統計資料 GAM 分析各因子與黃鰭鯖漁獲數量關係圖。	-37-
圖十六、2006 年漁獲日誌統計資料 GAM 分析各因子與黃鰭鯖漁獲數量關係圖。	-38-
圖十七、2002 年至 2008 年觀察員資料 GAM 分析各因子與黃鰭鯖漁獲數量關係圖。	-39-
圖十八、1979 年至 2008 年商業性鯖延繩釣漁名目與標準化單位努力漁獲量 (BASE CASE) 歷年變動趨勢圖。	-40-
圖十九、BASE CASE 殘差分析圖。	-40-

圖二十、BASE CASE QQ PLOT 殘差分析圖。	- 41 -
圖二十一、1979 年至 2008 年商業性鮪延繩釣漁名目與標準化單位努力漁獲量 (SENSITIVITY CASE) 歷年變動趨勢圖。	- 41 -
圖二十二、SENSITIVITY CASE 殘差分析圖。	- 42 -
圖二十三、SENSITIVITY CASE QQ PLOT 殘差分析圖。	- 42 -
圖二十四、1979 年至 2008 年商業性鮪延繩釣漁名目與標準化單位努力漁獲量 (BASE CASE 與 SENSITIVITY CASE) 歷年變動趨勢圖比較圖。	- 43 -
圖二十五、1980 年至 2008 年分區分船組作業日誌填報單次作業釣數與每筐釣數月別變動。	- 44 -
圖二十六、2002 年至 2008 年分區分船觀察員資料單次作業釣數與每筐釣數月別變動。	- 56 -
圖二十七、索馬利亞海盜對於臺灣鮪延繩釣漁業努力量分佈示意圖。	- 85 -

中文摘要

印度洋黃鰭鮪單位努力漁獲量標準化是本年度重點研究項目。臺灣鮪延繩釣漁業在此資源利用上無論漁區、漁季或漁法都呈現時間上顯著的變異。解析臺灣鮪延繩釣商業漁獲與觀察員資料，在有限的漁獲統計資料下，考慮標的魚種移轉等多類因子對於臺灣印度洋黃鰭鮪釣獲率之影響，試圖能對於漁獲率的變異作更進一步的掌握，期所估計出的標準化 CPUE 趨勢，能作為適當的印度洋黃鰭鮪不偏資源量變動指標。

漁獲統計資料項目中可反應歷史努力量的捕獲率變化的原始資料有限。每筐鈎數與漁獲組成比例是可能的指標資訊 因此本研究嘗試針對觀察員資料進行檢視分析，希望藉著觀察員的資料等輔助資訊能對於歷史努力量捕獲率變化有更好的掌握。利用泛線性加法模式分析各影響因子與 CPUE 的關係，發現漁獲組成比例是非常顯著的因子，因此在 GLM 的分析設定上嘗試兩種模式對於漁獲組成比例分組作不同的設定以表現標的魚種的時空變異，然而自 1979 年至 2008 年不論是名目單位努力漁獲量或是兩種模式設定下之標準化單位努力漁獲量的變動趨勢皆相對平穩，沒有明顯趨勢。每千鈎的釣獲數量變異歷年來皆不超過四尾。

日後研究方向擬探究每筐鈎數與作業深度的關係，可藉由分析檢視觀察員資料所記載之自動投餌機使用與否、主材質繩、支繩材質、支繩加重、加浮球與否、餌類種類、以及餌料狀況等狀況瞭解，後續可供瞭解漁具漁法對於釣獲率的影響。另若瞭解支繩間距時間（秒）、投繩速度以及作業航速，才得以有足夠資訊估計每筐鈎數與深度的關係，此類資訊需由更基本的魚船基本資料，如所使用之揚繩機型號及投繩機型號記錄，進而估算之。

相關研究發現，以五度方格處理分析作業日誌，空間解析度太低，進而無法與海洋環境資料適切地對應連結分析單位努力漁獲量的變化。然後臺灣鮪延繩釣漁業之作業日誌漁獲統計資料自 1995 年始有以一度方格的漁業作業地點資訊，如此縱使在標準化單位努力漁獲量的歷年評估分析中納入了海洋環境進行校正，也無法確切地改善標準化單位努力漁獲量變動趨勢作為資源量變動趨勢的代表性。這也是未來必須面對的一大議題。

英文摘要

Taiwan began to develop distant water tuna longline fisheries in the mid-60s. Bigeye and yellowfin are the major species caught by the ultra-low freezing technology tuna longliners, while albacore is still a major target species for a large Taiwan fleet in the Indian Ocean longline. YFT is among the most primary target species for longline fishing in the open seas operating in the perimeter around Indian Ocean. The current status is total stock and spawning stock biomass above or just below MSY level (250,000-360,000 t), that is risk of overfished state. Since Fishing mortality is mostly above MSY level (1.22 – 1.75), this means overfishing is occurring. At this level of fishing pressure, it is obviously that the stock could be overfished in 3-5 years (medium term).

For stock assessment purposes, the standardizations of CPUE for YFT caught by Taiwanese longline fishery in the Indian Ocean were conducted by generalized linear model (GLM) and generalized linear mixed model (GLMM), on the set by set updated logbooks data. Another objective is to investigate the alternative target proxy based on the observer data which is available from 2002 to 2008.

The model of all runs explained less than 50% of the variance, both R squares were about 40% of the variance. The distributions of the standardized residuals for both cases appear to deviate slightly from normal distribution assumption. Relative standardized CPUE series obtained from two cases looked very similar. The CPUE series shows a relatively stable trend; slightly decreasing from 2004 to 2008.

However, observed trends between catch and Longline CPUEs are not consistent with any known theory of fishing. In this study, the researchers did very preliminary analysis of observer data. Hence, this may be worth further investigations on the observer data in the future to consider the technological effect issue in CPUE standardization.

一、前言

印度洋黃鰭鮪及大目鮪的資源狀態一直是國際漁業組織度洋鮪類資源保育委員會 (Indian Ocean Tuna Commission, IOTC) 關注的事項。印度洋熱帶鮪類的資源評估工作遇到最大的困境是面臨漁業漁具歷史演變，如何在進行單位努力漁獲量之標準化工作中辨識與處理分析漁具捕獲效率以及標的魚種的移轉所造成的影響。評估工作面臨最大的障礙是在於商業性漁獲統計資料相關紀錄不足。因此為了使得未來印度洋黃鰭鮪及大目鮪資源評估工作順利進行以及提高評估結果的切適性，各相關漁業國對於各國所提出的漁獲統計資料應進行徹底的檢視與改進。本研究擬針對我國漁獲統計資料從總漁獲量、努力量、漁獲量、漁獲體長、生物與生態資訊、數理棲地模式模擬研究等方面進行資料檢視，並進行單位努力漁獲量之標準化工作以作為資源量變化趨勢之參考依據。

印度洋黃鰭鮪及大目鮪一直是台灣印度洋鮪延繩釣漁業的主要漁獲魚種，歷年來這兩魚種之漁獲量佔全印度洋總漁獲量舉足輕重。因此，IOTC 進行這兩種重要魚種資源評估時，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(Catch Per Unit Effort, CPUE)，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，因為印度洋黃鰭鮪與大目鮪漁業漁具顯示出明顯的歷史演變，標的魚種的移轉對於各魚種釣獲率變化的影響不容忽視。

而先前相關研究顯示認為分析台灣印度洋鮪延繩釣漁業標的魚種黃鰭鮪與大目鮪的移轉的漁獲率時，若只考慮作業漁季、作業漁區以及漁獲組成等因子，並無法對於印度洋黃鰭鮪及大目鮪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在只

可獲得有限的漁獲統計資料時，考慮標的魚種移轉對於臺灣印度洋黃鰹及大目鰹釣獲率之影響，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。

為瞭解印度洋黃鰹及大目鰹魚種整體的資源概況，目前 IOTC 科學會議常使用的評估工具有 MULTIFAN-CL、Stock Synthesis II、生產量模式、貝式生產量模式、ASPM 以及 CASAL。但是近幾年來，將標識放流資料與資源評估應用整合已是越來越重要的議題。鑑於可獲得資料的多樣性增加以及對於各個模式的優缺點的更進一步的瞭解，未來若採用資源評估整合模式 Stock Synthesis III (SS3) 進行印度洋黃鰹及大目鰹魚種的資源評估工作，則可整合更多樣的資料型態，包括漁獲量、資源量調查的結果、來自於不同漁業的單位努力漁獲量時間序列、年齡組成、體長組成、體重組成拋棄量、平均體重以及標識放流的試驗資料等資料。此模式可整合所有利用印度洋黃鰹及大目鰹魚種資源的漁獲統計資料，標識放流的試驗資料以及分區移動模式假設。因此，本研究亦擬研究利用資料評估整合模式(SS3)進行印度洋黃鰹及大目鰹魚種資源評估，並分析比較應用其他評估工具如 MULTIFAN-CL、Stock Synthesis II、生產量模式、貝式生產量模式、ASPM 以及 CASAL 的結果。

分析鰹魚標識放流資料的各式方法以及標識放流資料與資源評估應用整合的研究是目前的主要研究方向之一(IOTC 2008)。因為標識放流實驗是目前對於生物資源動態掌握最受肯定的方法之一，對於造成資源評估不確定性之關鍵問題，標識放流實驗是目前最受青睞的解決手法。因此不論是國家級或跨國家的標識放流實驗日益增多，牽涉到各個技術層面的科技與方法也都不斷的進步。

印度洋區域鰹魚標識放流計畫 (RTTP-IO) 已進入到將全面性標識放流資料的結果應用在資源評估的工作階段。除了藉以瞭解熱帶鰹類的棲地範圍、存活率等生態的議題，當然提供了相當重要的資訊以增進 CPUE 標準化的適切性。此類標識放流資料對於後續的各資源評估模式的發展也提供了更多可能的嘗試空間。關於漁業漁獲資料的部分，各遠洋延繩釣漁業印度洋黃鰹及大目鰹釣獲率的估計與更新持續地進行與改善。關於生物生態的方面的瞭解也有顯著的進步，許多的相關研究包括了年齡與成長模式研究。關於海況環境、漁業與生物的影響如海洋環境對於資源量變動的影響以及漁具漁法所造成

的漁獲壓力的研究也是目前研究的方向。

(一)、計畫目標

此計畫之全程目標是採用資源評估整合模式 Stock Synthesis III (SS3)進行印度洋黃鰹及大目鰹魚種的資源評估工作，整合更多樣的資料型態，包括漁獲量、資源量調查的結果、來自於不同漁業的單位努力漁獲量時間序列、年齡組成、體長組成、體重組成拋棄量、平均體重以及標識放流的試驗資料等資料。此模式可整合所有利用印度洋黃鰹及大目鰹魚種資源的漁獲統計資料，標識放流的試驗資料以及分區移動模式假設。同時將利用資料評估整合模式(SS3)進行印度洋黃鰹及大目鰹魚種資源評估的結果，與應用其他評估工具如 MULTIFAN-CL(Langley et al. 2008)、Stock Synthesis II(Shono et al. 2007)、生產量模式、貝式生產量模式、ASPM(Nishida and Shono 2007)以及 CASAL(Hillary and Mosqueira 2006)的結果進行分析比較。

SS 評估架構理論的最初發展是用來評估美國西海岸的底棲魚類(Methot 2005)。原創理論是 1988 年建立的，SS3 是第三版模式。SSv3 可控制的模式參數包括了環境變數等，這也是它優於其他模式的優點之一，因為環境因素和補充量有密切的關係。在參數估計上，SS3 允許根據先前的經驗，設定必要的限制條件。此外，SSv3 能提供多樣的漁業管理所需要之最大持續生產量相關的參數估計。此部分重點是瞭解模式整理理論架構、模式所需假設、模式資料需求、估計參數的限制以及其敏感性分析。

SSv3 是一套漁業資源評估統計分析軟體，利用最大概似法進行族群動態模式參數估計。此最新版本在模式估計套適上有新的加強，譬如說可以檢測對於參數先驗機率分佈的敏感度分析、整合標識放流試驗資料等。今年度的研究重點在於蒐集、彙整、比對分析各式資料的完整性、妥適性與不確定性，建立滿足模式資料需求的資料檔。以供後續整合資源評估模式(SSv3)進行印度洋大目鰹魚種資源評估。

本年度目標是探討藉由分析臺灣鰹延繩釣漁業觀察員資料，在只可獲得有限的漁獲統計資料時，考慮標的魚種移轉對於臺灣印度洋黃鰹釣獲率之影響，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，期能所估計出的標準化 CPUE 趨勢能作為更適當的印度洋黃鰹不偏資源量變動指標。並蒐集整理後續整合資源評估模式(SS3)

所需之各式資料以利後續欲進行之印度洋黃鰭鮪全面性資源評估研究。

(二)、 印度洋黃鰭鮪漁業現況

最早紀錄商業性漁獲統計資料的日本鮪延繩漁業是在 1959 年，臺灣鮪延繩釣漁業約自 1967 年開始有漁業活動紀錄。在 1983 年後圍網漁業快速發展利用黃鰭鮪幼魚資源，至今將近百分之四十的漁獲量來自圍網漁業。1993 年加入了刺網漁業(Gillnet fishery)。另外許多印度洋的島國也多有利用黃鰭鮪資源。

(三)、 印度洋黃鰭鮪資源評估現況與國際漁業管理現況

今年黃鰭鮪資源評估為已接近或可能在近幾年已進入過漁狀態，漁獲壓力過高，已呈現過漁，特別是 2002 年至 2005 漁獲量皆非常很高，研究發現應是環境改變造成魚群聚集而易於被捕獲。最大持續生產量 (MSY) 估計在 25 萬至 35 萬噸之間。印度洋鮪類委員會科學委員會提出之管理建議是考慮前幾年之高漁獲量，及目前資源狀態，建議必須嚴密監控漁獲壓力，漁獲量應不超過 2003 年水準(33 萬 6 千噸)(Langley et al. 2008)。

二、 材料方法

印度洋黃鰭鮪單位努力漁獲量 (CPUE) 標準化是本年度重點研究項目。臺灣鮪延繩釣漁業在此資源利用上無論漁區、漁季或漁法都呈現時間上顯著的變異。以往相關研究結果顯示這些變異對於投入努力量的捕獲率 (catchability) 所造成的影響尚未有效地在標準化過程中校正，以致於標準化 CPUE 並無法作為資源量變動的有效指標(Ward 2007; Ward 2008; Ward et al. 2007; Ward and Myers 2007; Ward and Myers 2006)。這其中關鍵的困難點之一在於漁獲統計資料項目中可反應歷史努力量的捕獲率變化的原始資料有限。克服這一困難是此階段的重點目標，探究觀察員資料，進行檢視分析，希望藉著觀察員的資料等輔助資訊能對於歷史努力量捕獲率變化有更好的掌握。

對我國遠洋鮪延繩釣漁獲統計資料庫之總漁獲量、努力量、細部作業漁獲量、漁獲體長等項目資料進行檢視。檢視分析觀察員資料庫，研究在只可獲得有限的漁獲統計資料下，能夠考慮標的魚種移轉對於臺灣印度洋黃鰭鮪釣獲率之影響，試圖能對於漁獲率的變異作更進一步的掌握。

(一)、 臺灣商業性鮪延繩釣漁業漁船與漁獲資料

本研究的資料是由對外漁協提供之 1979 年至 2008 年臺灣印度洋鮪延繩釣漁船之漁獲日誌資料。

(二)、 臺灣商業性鮪延繩釣漁業觀察員資料

由對外漁協提供之 2002 年至 2008 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)、 泛線性加法模式 (Generalized Additive Model, GAM) 與泛線性模式 (Generalized Linear Model, GLM)

釣獲率與作業緯度、經度、月份、標的魚種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 GAM 進行分析。GAM 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(Preface 2004)。利用此泛線性加法模式鑑別出是哪些因子顯著地可以解釋這些釣獲率的變異程度(Gamblin et al. 2007)，進而可利用臺灣印度洋鮪延繩釣漁業漁獲統計資料估計出印度洋黃鰭鮪釣獲率之標準化後的 CPUE。

考慮黃鰭鮪，分別針對 1979 年至 2008 年臺灣鮪延繩釣漁業在印度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 2008 年觀察員資料（週別一度方格別為解析度）進行 GAM 分析。考慮的因子有年度、月份、緯度、經度、大目鮪漁獲比例、長鰭鮪漁獲比例、總鉤數、每筐鉤數八個作業相關因子。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六個因子的線性加法模式作估計。可能模式如下：

$$YFTNO = \mu + spline_1(\text{Latitude}) + spline_2(\text{Longitude}) + spline_3(\text{BET ratio}) \\ + spline_4(\text{ALB ratio}) + spline_5(\text{Year}) \\ + spline_6(\text{Month}) + spline_7(\text{Hook}) + spline_8(\text{NHBF}) + \varepsilon$$

式中 YFTNO 黃鰭鮪漁獲數量； 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。

針對 1979 年至 2008 年臺灣鮪延繩釣漁業資料，採用泛線性模式(GLM)校正印度洋黃鰭鮪單位努力漁獲量。考慮的因子有年效應、漁季效應、漁區效應（漁區定義於圖二）以及標的魚種指標效應（傳統式及深層式）。模式如下：

$$\ln(\text{CPUE} + \text{constant}) = \mu + \text{Year}_i + \text{Season}_j + \text{Area}_k + \text{Type}_l + \text{Interaction}_n + \varepsilon_{ijkl},$$

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； Year_i 代表 i 年之年效應； Season_j 代表 j 季之季效應； Area_k 代表 k 漁區之漁區效應； Type_l 代表 l 標的魚種效應；Interaction 代表交互作用效應以及 ε_{ijkl} 服從常態分佈 $N(0, \sigma^2)$ 。針對標的魚種效應的因子，採用的給定方式如下：第一層級為大目鮪漁獲比例小於 0.374，第二層級為大目鮪漁獲比例大於 0.374，小於 0.634，第三層級為大目鮪漁獲比例大於 0.634，小於 0.8 以及第四層級為大目鮪漁獲比例大於 0.8。

不論是海洋生物調查資料或是漁獲統計資料，漁獲量資料的統計分佈有一典型的特徵是漁獲量為零的資料佔據的比例非常高，也就是說許多樣本點沒有漁獲量。在此情況下，若是應用傳統統計方法，也就是利用樣本平均數作為生物量的估計量時，往往這樣的統計量是沒有效率的(inefficient)，也就是說此統計量的變異數都較大，對於生物量的掌握較不明確。為了克服這樣的問題，許多相關的研究就傾向將零與非零的漁獲量分別處理分析各自所隱含的資訊，Delta distribution 就是分別描述調查資料或漁獲資料中，零與非零的漁獲量的統計分佈，而生物量則以非零漁獲量所佔之比例與非零漁獲量之平均漁獲之乘積作為估計(Lo et al. 1992)。Delta distribution 常常被利用來處理分析資料中零所佔的比例與一般統計分佈高出許多的情形，例如應用在估計具高度群聚性浮游生物之生物量。

此類模式分析資料時通常分為兩個部分，第一個部分先估計非零漁獲所佔的比例值，第二個部分則估計非零漁獲資料之平均漁獲量。以本研究而言，以一單位時間與空間而言，假設單位努力漁獲量 CPUE 與生物量成比例，則第一個部分先估計非零 CPUE 在全部資料中所佔的比例值，第二個部分則估計非零 CPUE 之平均值。也就是將 CPUE 資料視作為二項分佈，可能的 CPUE 值僅只零與非零兩種，而發生非零事件的機率即第一部份的比例值，而非零事件發生時，CPUE 的平均值即在第二部分估計，根據二項分佈的統計理論，則 CPUE 的期望值即為所有可能值與發生機率之乘積的和，也就是資源量指

標的估計可由第一部份的比例值與第二部分的平均值的乘積而得。

每年的資源量指標(D)為

$$D = dP$$

其中 d 為非零 CPUE 之標準化單位努力漁獲量(standardized CPUE)，而 P 為非零 CPUE 在全部資料中所佔的標準化比例值。這兩部分標準化值的估計是應用泛線性模式 (Generalized Linear Model, GLM) 進行估計。因為考慮年度 (資源量)、作業漁季、作業漁區、主要漁獲組成 (標的魚種) 對於 CPUE 高低變化所造成的效應，所以應用 GLM 分析各個主效應的影響，進而估計各年度資源量指標 (standardized CPUE) 反映出的年度資源量的變化。

將 1979 年至 2008 年的漁獲統計資料以單位時空 (月、五度方格) 進行累計，進行下列模式套適，

$$\ln(d) = X\beta + Z\alpha + \varepsilon$$

式中， d 為所有累計後 CPUE 資料向量， X 主效應矩陣， β 為主效應對應之參數， Z 矩陣為各主效應交互作用項矩陣， α 為各主效應交互作用項對應之參數向量，以及 ε 為服從期望值為零，變異數為 σ^2 的常態分佈誤差項向量。

針對每一筆資料，假設

$$\ln(d_k) = f(\beta, \alpha, X_k) + \varepsilon_k$$

考慮每一個主效應與交互作用項對於影響 CPUE 的顯著性，以決定何者應納入模式進行 CPUE 標準化中。

另亦將 1979 年至 2008 年的漁獲統計資料以單位時空 (月、五度方格) 進行累計，計算出 P ，進行下列模式套適，

$$\ln(P) = f(\tau, \gamma, X_k) + \xi_k$$

式中， P 為非零漁獲量之比例資料向量， X 主效應矩陣， τ 為主效應對應之參數， γ 為各主效應交互作用項對應之參數向量，以及 ξ 為服從期望值為零，變異數為 δ^2 的常態分佈誤差項向量。每年資源量指標的估計即取二模式中的年效應估計值相乘而得。

三、結果與結論

(一)、 臺灣鮪延繩釣漁業黃鰭鮪利用概況

圖一是將印度洋分成十一個小區域探討我國在印度洋漁場利用情形。並根據今年(2009)印度洋鮪類委員會資源評估模式採用的五大分區(圖二)進行標準化單位努力漁獲量分析。由圖三可知,我國約在1986年黃鰭鮪的捕獲量快速攀升,並在1993及2005年兩年捕獲大量的長鰭鮪。這兩年高漁獲量的原因是漁場的移轉與黃鰭鮪資源因海洋環境較易被捕獲。

從圖四至七可以看出,自1993年我國在西印度洋區域投入很大的努力量。從圖八至十一可以看出月別印度洋鮪延繩釣漁業努力量、黃鰭鮪單位努力漁獲量、大目鮪、黃鰭鮪與長鰭鮪漁獲量變動趨勢圖。

(二)、 標準化單位努力漁獲量變動趨勢

利用GAM分析2002年至2008年觀察員資料發現(圖十二),經度與大目鮪漁獲比例對於黃鰭鮪捕獲數量影響頗巨(亦參考表一)。而圖十三至圖十七利用GAM分析1995年、1998年、2001年、2004年與2006年漁獲日誌資料發現,緯度亦是重要的的影響因子(亦參考表二至表六)。

GLM的分析設定、結果與檢定結果(表七至表九與圖十八至圖二十四)亦確認作業漁區與大目鮪漁獲比例是解釋單位努力漁獲量變動的最主要的因子。然而自1979年至2008年不論是名目單位努力漁獲量或是標準化單位努力漁獲量的變動趨勢皆相對平穩,沒有明顯趨勢。

為探討此現在,特將漁獲日誌統計資料與觀察員資料作詳密地解析,見圖二十五及二十六系列。圖二十五是檢視1980年至2008年分區分船組作業日誌填報單次作業鈎數與每筐鈎數月別變動。圖二十六是檢視2002年至2008年分區分船觀察員資料單次作業鈎數與每筐鈎數月別變動。整體而言,發現作業鈎數近年來持續增加至每次作業可投至5000鈎。而在阿拉伯海域部分淺灣處,每筐鈎數有達15、16鈎之深。

四、討論與建議

(一)、西印度洋海盜問題

自 2005 年後西印度洋海域即有海盜問題，國際漁業組織已意識到此一問題會影響漁業行為，進一步會影響漁獲統計資料的解釋分析，初步繪圖後（圖二十七）確實於 2006 年後索馬利亞附近海域，甚至至賽席爾附近海域，作業活動有減少趨勢，因此後續分析亦應將此問題納入考慮。

(二)、漁具漁法歷史變革

關於每筐鈎數與作業深度的關係，可藉由分析檢視觀察員資料所記載之自動投餌機使用與否、主材質繩、支繩材質、支繩加重、加浮球與否、餌類種類、以及餌料狀況等狀況瞭解，後續可供瞭解漁具漁法對於鈎獲率的影響。另若瞭解支繩間距時間（秒）、投繩速度以及作業航速，才得以有足夠資訊估計每筐鈎數與深度的關係，此類資訊需由更基本的魚船基本資料，如所使用之揚繩機型號及投繩機型號記錄，進而估算之。

(三)、標準化單位努力漁獲量變動趨勢分析

臺灣鮪延繩釣漁業之作業日誌漁獲統計資料自 1995 年始有紀錄每筐鈎數漁業作業資訊，此一資訊在標準化單位努力漁獲量的評估分析是一相關重要的校正因子。理論上每筐鈎數可以反映漁業作業的垂直深度，若作業鈎數與標的魚種的棲息深度重疊越多，預期鈎獲率應越高。然而因為海洋環境因素(Delord et al. 2008)，諸如水流方向強度等以及漁具材質之選用，都會影響每筐鈎數與漁業作業的垂直深度之間的關係，因此，往往縱使在標準化單位努力漁獲量的評估分析中納入了每筐鈎數的因子進行校正，也無法確切地改善標準化單位努力漁獲量變動趨勢作為資源量變動趨勢的代表性。因此建議後續分析，可以觀察員資料為依據，考慮漁具的規格以及海洋環境的變因等探討每筐鈎數與漁業作業的垂直深度之間的關係，進而提高標準化單位努力漁獲量變動趨勢作為資源量變動趨勢的代表性。

相關研究發現，以五度方格處理分析作業日誌，空間解析度太低，進而無法與海洋環境資料適切地對應連結分析單位努力漁獲量的變化。然後臺灣鮪延繩釣漁業之作業日

誌漁獲統計資料自 1995 年始有以一度方格的漁業作業地點資訊，如此縱使在標準化單位努力漁獲量的歷年評估分析中納入了海洋環境進行校正，也無法確切地改善標準化單位努力漁獲量變動趨勢作為資源量變動趨勢的代表性。

印度洋委員會已進行多年的標識放流計畫，目前回收資料已提供許多珍貴訊息。在回收標識的部分，我國政府已被視為非常配合之鮪延繩釣漁業國，然而目前標識回收率在鮪延繩釣部分仍被視為偏低，建議我國繼續努力廣為宣導，如此可提昇國際形象，並對於整理漁業資源盡一份心力。

參考文獻

Delord K, Besson D, Barbraud C, Weimerskirch H (2008) Population trends in a community of large Procellariiforms of Indian Ocean: Potential effects of environment and fisheries interactions. 141(7):1840-1856.

Gamblin C, Bach P, Lucas V (2007) Capture depths of longline targeted species (yellowfin, bigeye, swordfish): preliminary results obtained from experimental longline fishing carried out in Seychelles' oceanic waters, in The Ninth Session of the IOTC Working Party on Tropical Tunas, Seychelles.

Hillary RM, Mosqueira I (2006) Assessment of the Indian Ocean bigeye tuna stock using CASAL, in The Eighth Session of the IOTC Working Party on Tropical Tunas, Seychelles.

IOTC (2008) Report of the First Session of the IOTC working party on tagging data analysis, in The first session of the IOTC working party, Seychelles.

Langley A, Hampton J, Herrera M, Million J (2008) Preliminary stock assessment of yellowfin tuna in the Indian Ocean using MULTIFAN-CL, in the Tenth Session of the IOTC Working Party on Tropical Tunas, Bangkok, Thailand.

Lo NC-h, Jacobson LD, Squire JL (1992) Indices of relative abundance from fish spotter data based on Delta-Lognormal Models. Can J Fish Aquat Sci 49:2515-2526.

Methot RD (2005) Technical description of the stock synthesis II assessment program. NOAA Fisheries, Seattle, WA.

Nishida T, Shono H (2007) Stock assessment of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Indian Ocean by the age structured production model(ASPM) analyses, in The Ninth

'Session of the IOTC' Working Party on Tropical Tunas, Seychelles.

Preface (2004) Models in fisheries research: GLMs, GAMS and GLMMs. 70: 137-139.

Shono H, Satoh K, Okamoto H (2007) Preliminary stock assessment for yellowfin tuna in the indian ocean using stock synthesis II (SS2), in IOTC-2007-WPTT-11.

Ward P (2007) An overview of historical changes in the fishing gear and practices of pelagic longliners, with particular reference to Japan's Pacific fleet. 17(DOI 10.1007/s11160-007-9051-0):501-516.

Ward P (2008) Empirical estimates of historical variations in the catchability and fishing power of pelagic longline fishing gear. (DOI 10.1007/s11160-007-9082-6).

Ward P, Lawrence E, Darbyshire R, Hindmarsh S (2007) Large-scale experiment shows that nylon leaders reduce shark bycatch and benefit pelagic longline fishers.

Ward P, Myers RA (2007) Bait loss and its potential effects on fishing power in pelagic longline fisheries. 86:69-76.

Ward PJ, Myers RA (2006) Do habitat models accurately predict the depth distribution of pelagic fishes? 15(1):60-66.

圖表附錄

表一、1995 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。

Smoothing Model Analysis

Analysis of Deviance

Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2	893.523	893.523	<.0001
Spline(lat)	2	377.080	377.080	<.0001
Spline(mon)	2	698.720	698.720	<.0001
Spline(ratiobet)	2.00001	1732.051	1732.051	<.0001
Spline(ratioalb)	2	697.147	697.147	<.0001
Spline(nhbf)	2	669.342	669.342	<.0001
Spline(hook)	2	302.381	302.381	<.0001

表二、1996 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。

Smoothing Model Analysis

Analysis of Deviance

Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2	1509.569	1509.569	<.0001
Spline(lat)	2	1434.572	1434.572	<.0001
Spline(mon)	2	1576.571	1576.571	<.0001
Spline(ratiobet)	2.00003	1433.579	1433.579	<.0001
Spline(ratioalb)	1.99999	2445.613	2445.613	<.0001
Spline(nhbf)	2	1861.907	1861.907	<.0001
Spline(hook)	2	208.248	208.248	<.0001

表三、1997 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。

Smoothing Model Analysis

Analysis of Deviance

Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2	1232.188	1232.188	<.0001
Spline(lat)	2	1448.285	1448.285	<.0001
Spline(mon)	2	128.069	128.069	<.0001
Spline(ratiobet)	1.99974	4127.569	4127.569	<.0001
Spline(ratioalb)	2.00003	523.154	523.154	<.0001
Spline(nhbf)	2	83.595	83.595	<.0001
Spline(hook)	2	300.207	300.207	<.0001

表四、1998 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。

Smoothing Model Analysis

Analysis of Deviance

Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2	1518.194	1518.194	<.0001
Spline(lat)	2	1113.782	1113.782	<.0001
Spline(mon)	2	570.230	570.230	<.0001
Spline(ratiobet)	2.00001	2782.929	2782.929	<.0001
Spline(ratioalb)	2.00001	859.384	859.384	<.0001
Spline(nhbf)	2	360.464	360.464	<.0001
Spline(hook)	2	339.849	339.849	<.0001

表五、1999 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。

Smoothing Model Analysis

Analysis of Deviance

Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2	262.911	262.911	<.0001
Spline(lat)	2	2074.178	2074.178	<.0001
Spline(mon)	2	61.421	61.421	<.0001
Spline(ratiobet)	2.00004	3820.951	3820.951	<.0001
Spline(ratioalb)	1.99999	1026.847	1026.848	<.0001
Spline(nhbf)	2	74.576	74.577	<.0001
Spline(hook)	2	730.524	730.524	<.0001

表六、2000 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。

Smoothing Model Analysis

Analysis of Deviance

Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2	386.931	386.931	<.0001
Spline(lat)	2	1234.001	1234.001	<.0001
Spline(mon)	2	319.045	319.045	<.0001
Spline(ratiobet)	2.00002	4754.118	4754.118	<.0001
Spline(ratioalb)	2.00003	1036.077	1036.077	<.0001
Spline(nhbf)	2	400.686	400.686	<.0001
Spline(hook)	2.00001	201.081	201.081	<.0001

表七、2001 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。

Smoothing Model Analysis

Analysis of Deviance

Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2	461.199	461.199	<.0001
Spline(lat)	2	888.794	888.794	<.0001
Spline(mon)	2	2923.556	2923.556	<.0001
Spline(ratiobet)	1.99937	9579.310	9579.310	<.0001
Spline(ratioalb)	1.99998	6956.748	6956.748	<.0001
Spline(nhbf)	2	4750.322	4750.322	<.0001
Spline(hook)	2	1682.897	1682.897	<.0001

表八、2002 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。

Smoothing Model Analysis

Analysis of Deviance

Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2	7412.116	7412.116	<.0001
Spline(lat)	2	6785.217	6785.217	<.0001
Spline(mon)	2	2319.234	2319.234	<.0001
Spline(ratiobet)	1.99965	18021.000	18020.662	<.0001
Spline(ratioalb)	1.99997	5572.807	5572.807	<.0001
Spline(nhbf)	2	4533.821	4533.821	<.0001
Spline(hook)	1.99997	.	.	.

表九、2003 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。

Smoothing Model Analysis

Analysis of Deviance

Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2	1266.663	1266.663	<.0001
Spline(lat)	2	1117.362	1117.362	<.0001
Spline(mon)	2	3748.853	3748.853	<.0001
Spline(ratiobet)	2.00109	22997.000	22996.509	<.0001
Spline(ratioalb)	2.00005	4406.617	4406.617	<.0001
Spline(nhbf)	2	1705.504	1705.504	<.0001
Spline(hook)	1.99999	3767.105	3767.105	<.0001

表十、2004 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。

Smoothing Model Analysis

Analysis of Deviance

Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2	4167.064	4167.064	<.0001
Spline(lat)	2	5944.174	5944.174	<.0001
Spline(mon)	2	15531.000	15531.092	<.0001
Spline(ratiobet)	1.99974	20891.000	20891.463	<.0001
Spline(ratioalb)	2.00005	2777.370	2777.370	<.0001
Spline(nhbf)	2	625.152	625.152	<.0001
Spline(hook)	2	6453.988	6453.988	<.0001

表十二、2006 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。

Smoothing Model Analysis

Analysis of Deviance

Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2	719.117	719.117	<.0001
Spline(lat)	2	11171.000	11171.069	<.0001
Spline(mon)	2	3890.412	3890.412	<.0001
Spline(ratiobet)	1.99888	32071.000	32070.521	<.0001
Spline(ratioalb)	1.99999	1263.491	1263.491	<.0001
Spline(nhbf)	2	1044.679	1044.679	<.0001
Spline(hook)	2.00001	3067.018	3067.018	<.0001

表十三、2007 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。

Smoothing Model Analysis

Analysis of Deviance

Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2	2261.826	2261.826	<.0001
Spline(lat)	2	8337.835	8337.835	<.0001
Spline(mon)	2	2680.025	2680.025	<.0001
Spline(ratiobet)	2.00001	27772.000	27771.678	<.0001
Spline(ratioalb)	1.99999	2676.100	2676.100	<.0001
Spline(nhbf)	2	1118.443	1118.443	<.0001
Spline(hook)	2.00001	.	.	.

表十四、2008 年 GAM 離差分析表與卡方檢定。

Smoothing Model Analysis

Analysis of Deviance

Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(lon)	2	3022.643	3022.643	<.0001
Spline(lat)	2	1133.508	1133.508	<.0001
Spline(mon)	2	480.639	480.639	<.0001
Spline(ratiobet)	2	10687.000	10687.353	<.0001
Spline(ratioalb)	2.00001	1177.424	1177.424	<.0001
Spline(nhbf)	2	870.524	870.524	<.0001
Spline(hook)	2.	.	.	.

表十五、2002 年至 2008 觀察員資料年 iGAM 離差分析表與卡方檢定。

Smoothing Model Analysis

Analysis of Deviance

Source	DF	Sum of Squares	Chi-Square	Pr > ChiSq
Spline(Lon)	2	247.259	247.259	<.0001
Spline(Lat)	2	484.350	484.351	<.0001
Spline(Opr_Year)	2	873.849	873.849	<.0001
Spline(Opr_mon)	2	427.711	427.711	<.0001
Spline(ratiobet)	2	1801.184	1801.184	<.0001
Spline(ratioalb)	2	327.748	327.749	<.0001
Spline(NHBF)	2	234.181	234.181	<.0001
Spline(Hook)	2	52.901	52.901	<.0001

表十六、1979 年至 2008 年 GLM 模式設定。

Case	Target Proxy	Factors	Interactions
Sensitivity Case	RALB RBET	Year Season Area RALB RBET	Year*Area Season*Area Area*RALB Area*RBET
Base Case	RYFT	Year Season Area RYFT	Year*Season Year*Area Area*Season Area*RYFT

表十七、Base Case GLM 變方分析表與 F 檢定。

ANOVA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	P-value
Model	158	211443.35	1338.25	2136.90	<.0001
Error	377352	236319.35	0.63		
Corrected Total	377510	447762.70			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CPUE Mean
0.47	103.39	0.79	0.74

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F-value	P-value
year	29	3318.87	114.44	182.74	<.0001
Area	1	257.00	257.00	410.37	<.0001
Season	3	356.66	118.89	189.84	<.0001
ryft	3	149372.33	49790.78	79505.30	<.0001
year*Season	87	5500.28	63.22	100.95	<.0001
year*Area	29	1276.77	44.03	70.30	<.0001
Area*Season	3	340.73	113.58	181.36	<.0001
Area*Ryft	3	426.40	142.13	226.96	<.0001

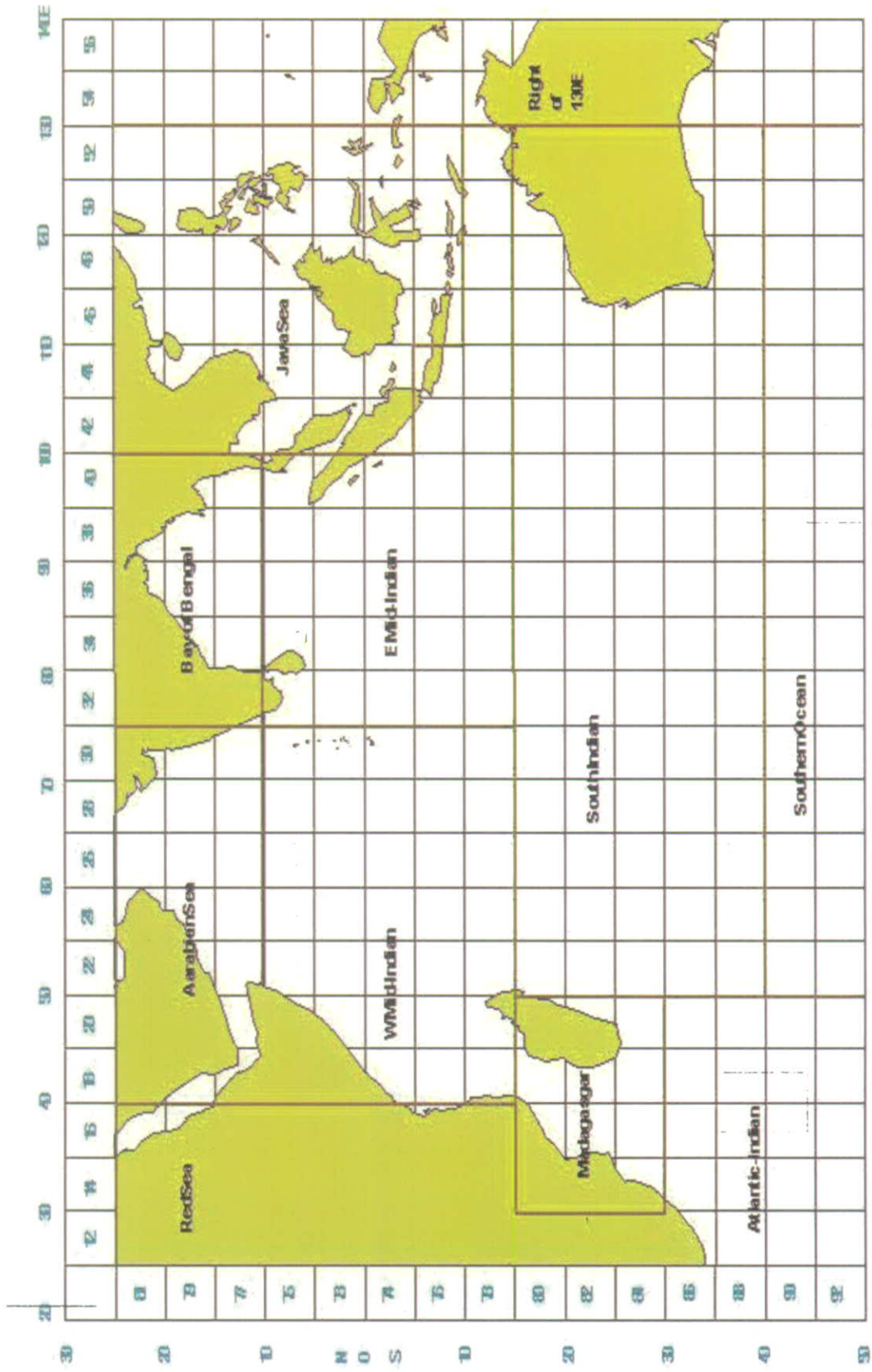
表十八、Sensitivity Case GLM 變方分析表與 F 檢定。

ANOVA

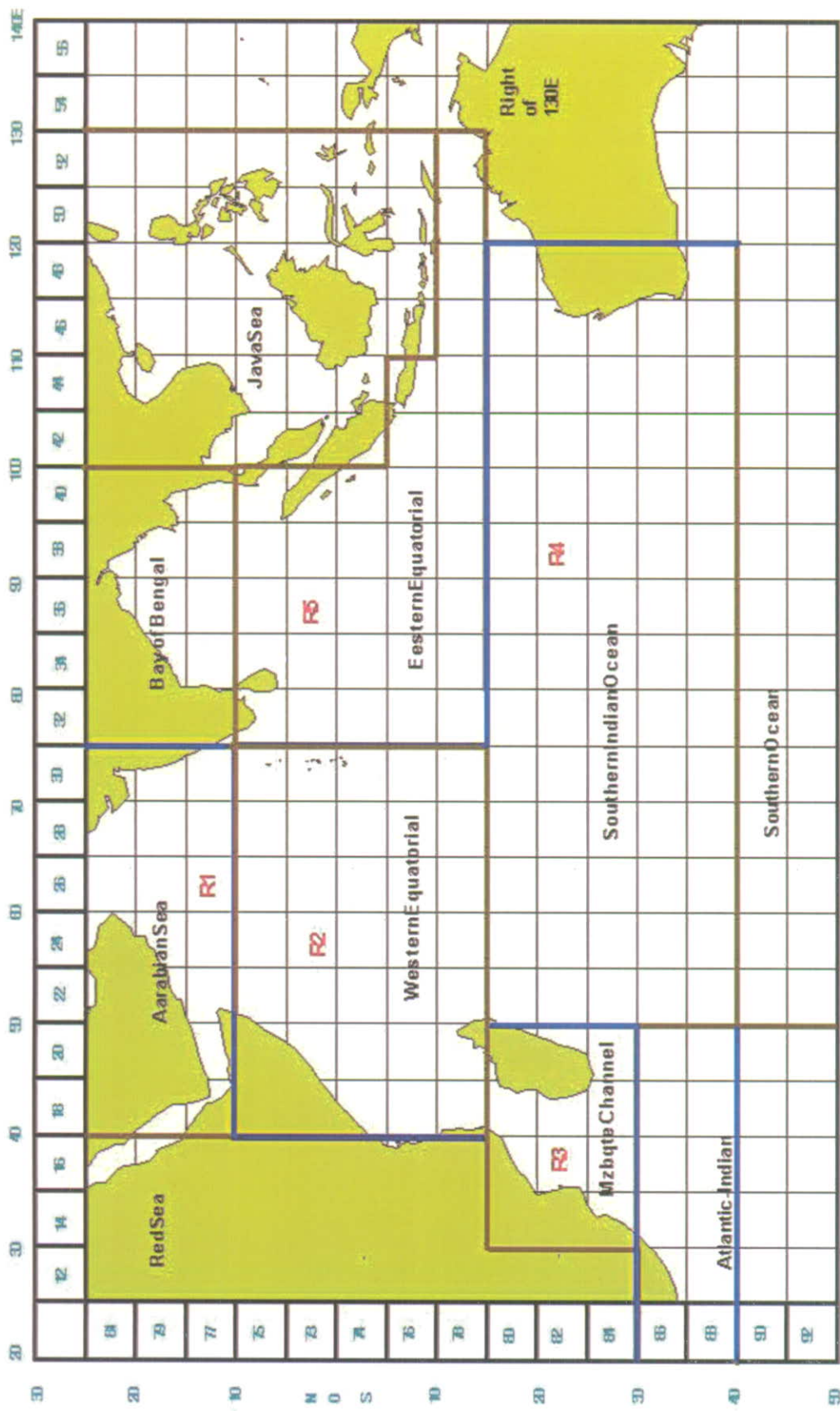
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	P-value
Model	156	185169.03	1186.98	1705.72	<.0001
Error	377354	262593.67	0.70		
Corrected Total	377510	447762.70			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CPUE Mean
0.41	112.15	0.83	0.74

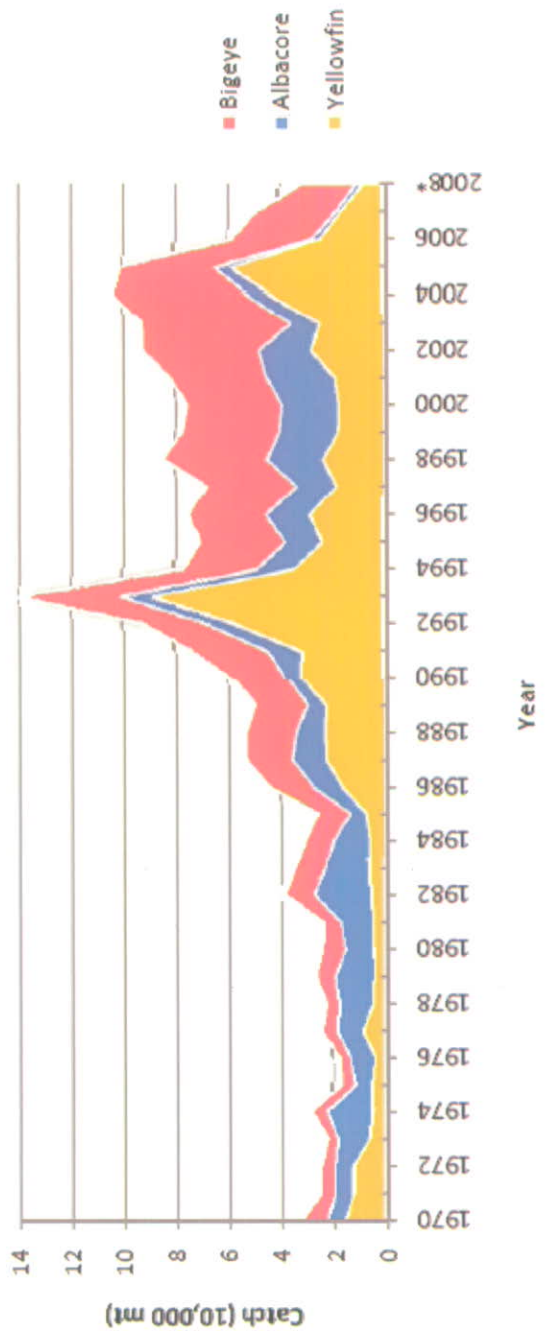
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F-value	P-value
year	29	3539.24	122.04	175.38	<.0001
Area	1	381.08	381.08	547.62	<.0001
Season	3	358.79	119.60	171.87	<.0001
ralb	1	4547.38	4547.38	6534.70	<.0001
rbet	3	129095.07	43031.69	61837.70	<.0001
year*Area	29	1641.46	56.60	81.34	<.0001
year*Season	87	5547.30	63.76	91.63	<.0001
Area*Rbet	3	208.05	69.35	99.66	<.0001



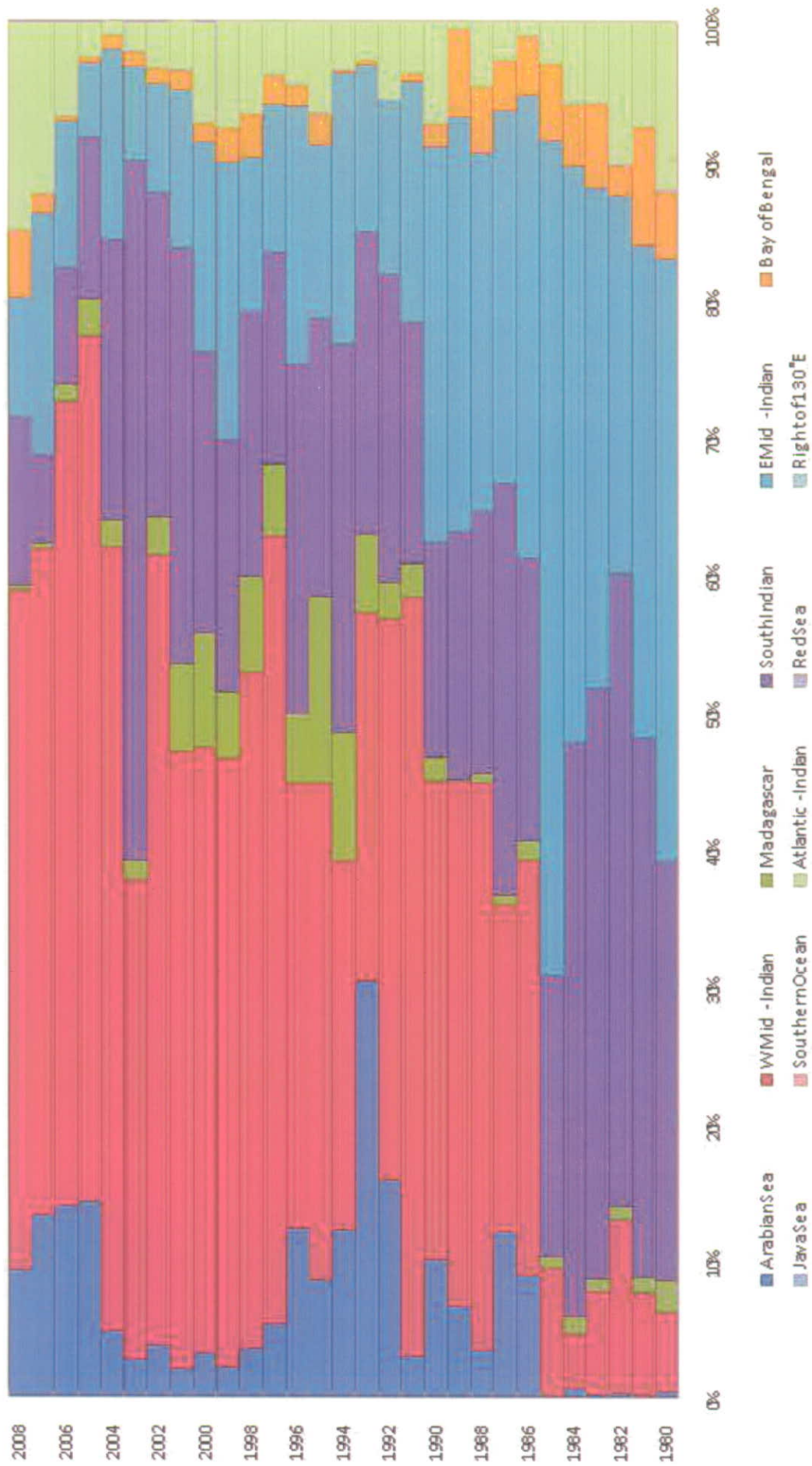
圖一、印度洋統計分析細部劃分圖。



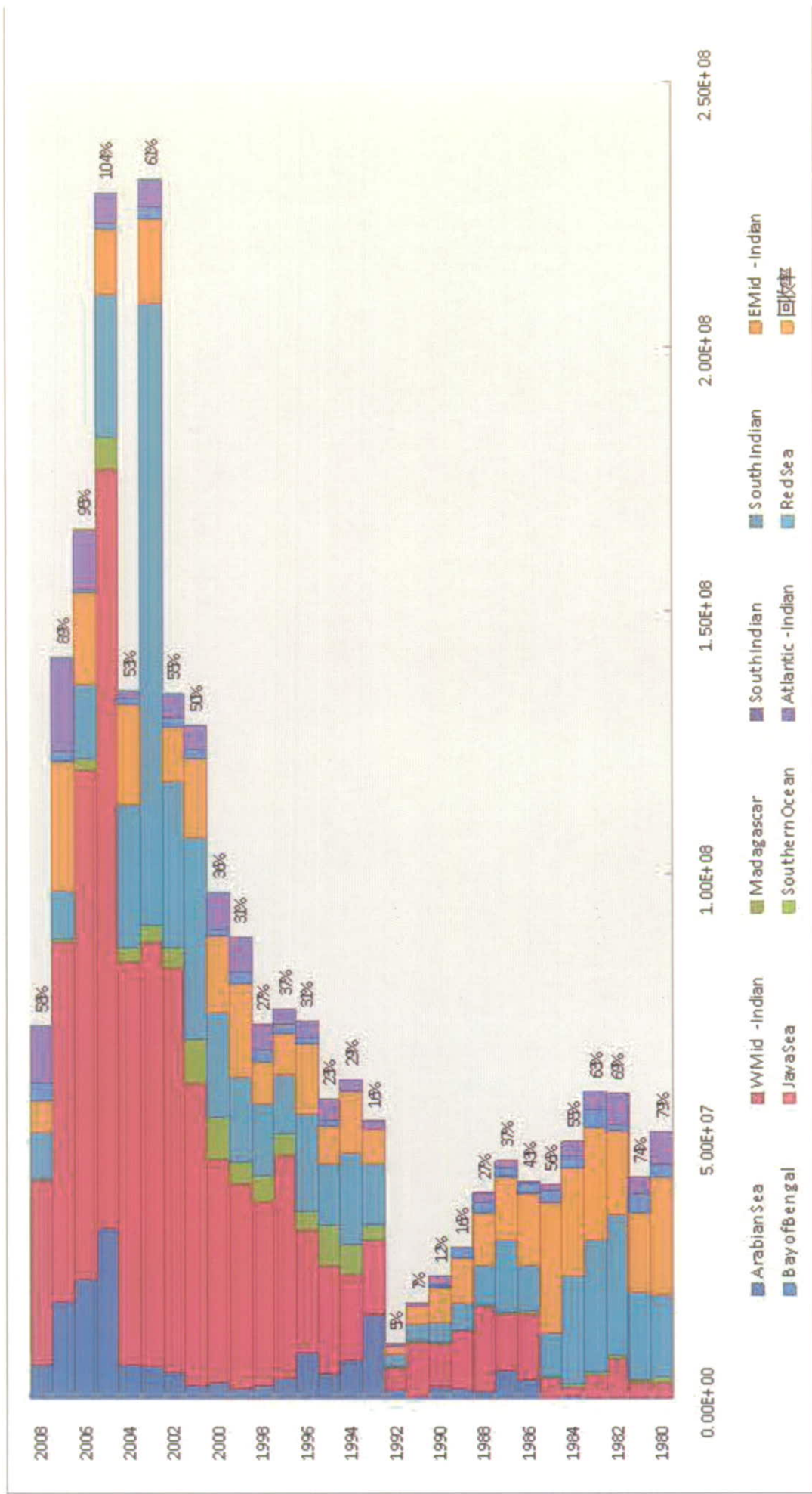
圖二、印度洋統計分析五大區域劃分圖。



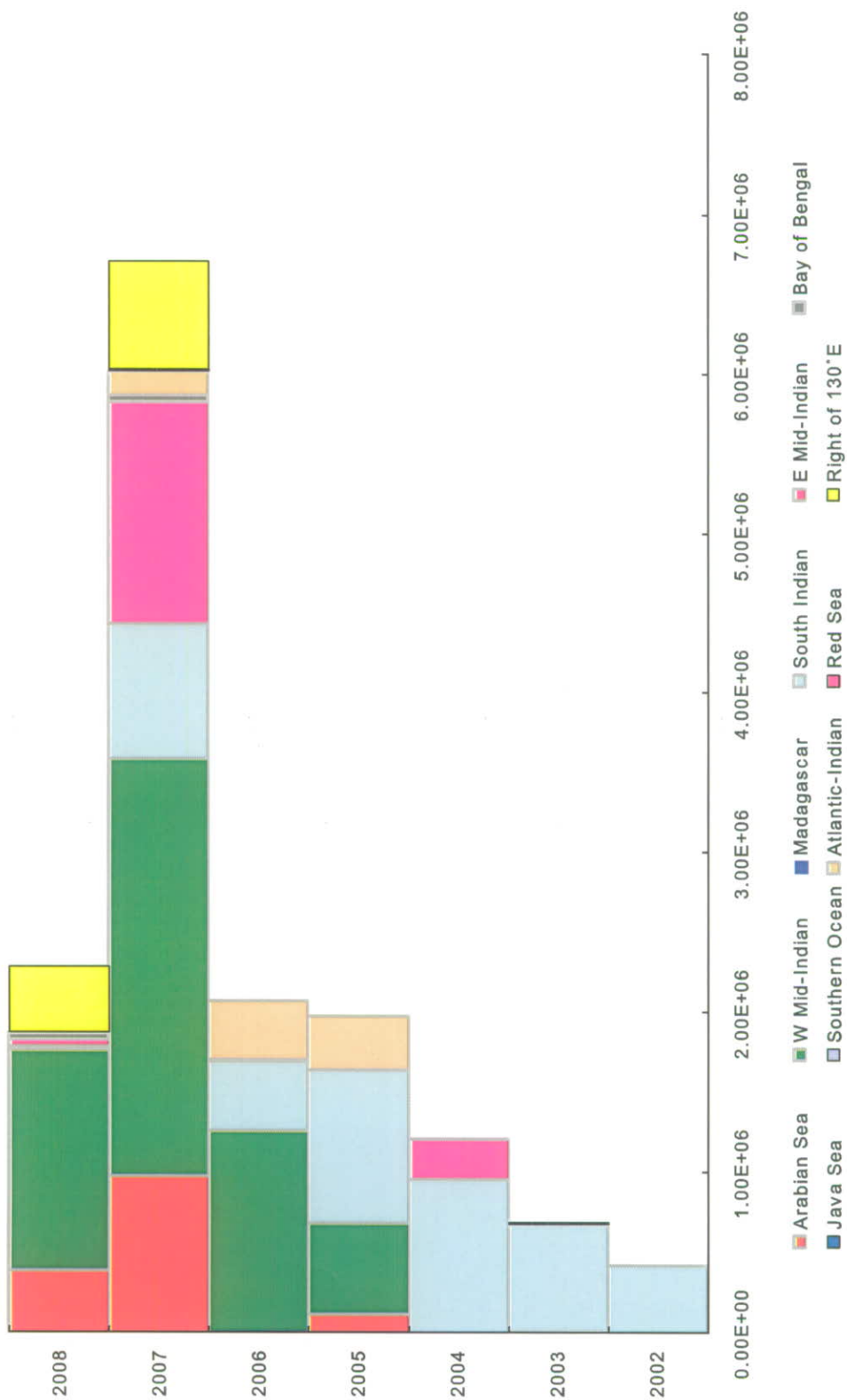
圖三、臺灣鮪延繩釣漁業印度洋大目鮪、黃鮪與長鮪歷年漁獲量變動趨勢圖。



圖四、1980年至2008年年別印度洋鮪延繩釣漁業努力量於各區域的分佈比例。



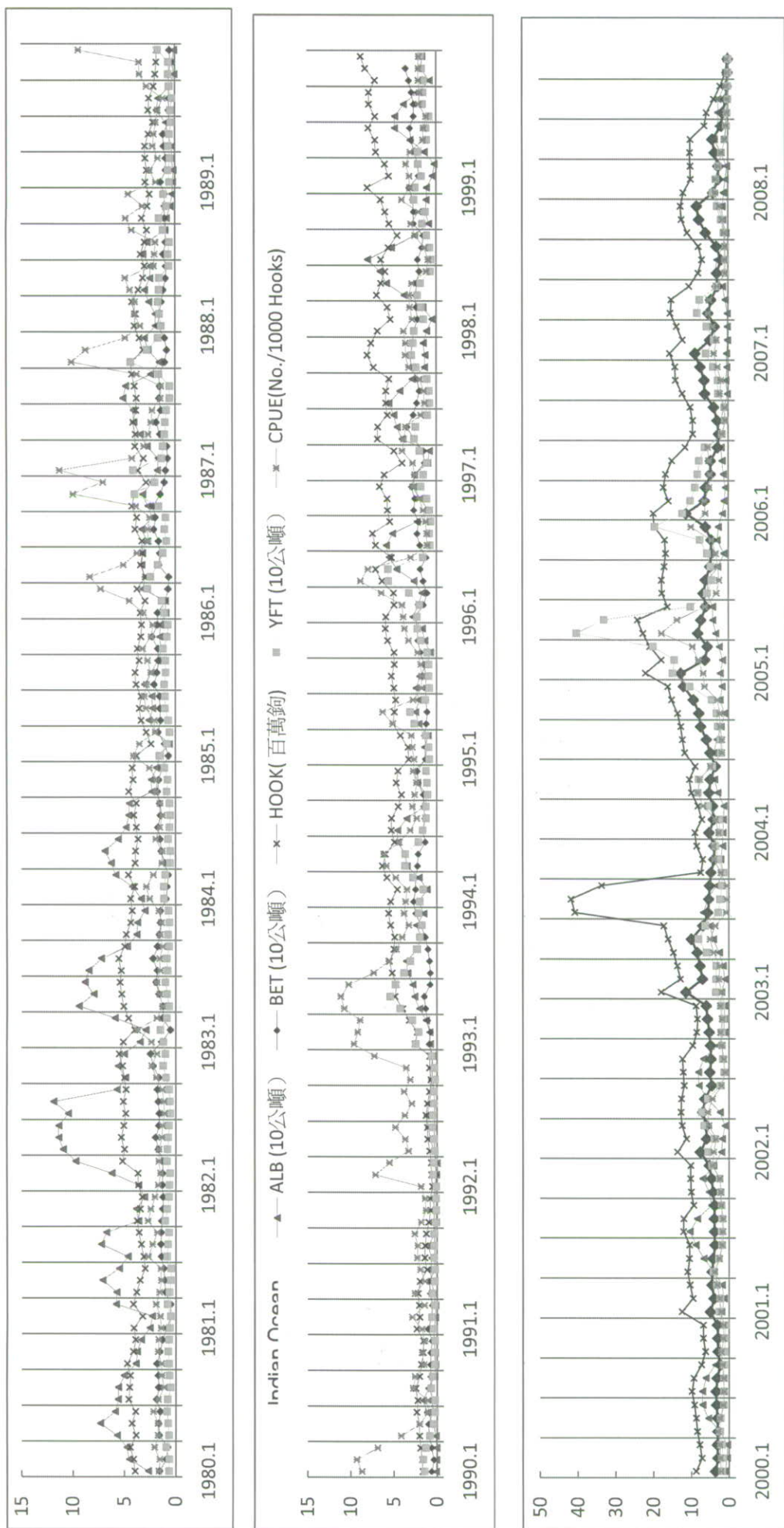
圖五、1980年至2008年年別印度洋鮪延繩釣漁業努力量於各區域的分佈比例。



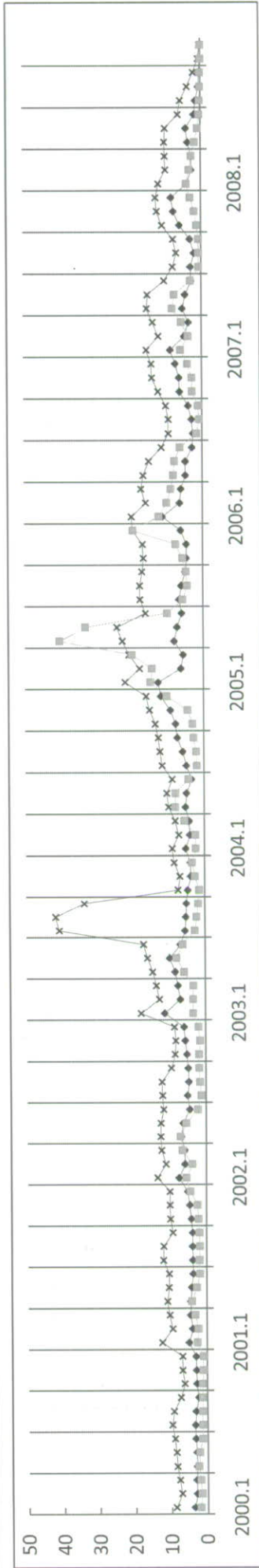
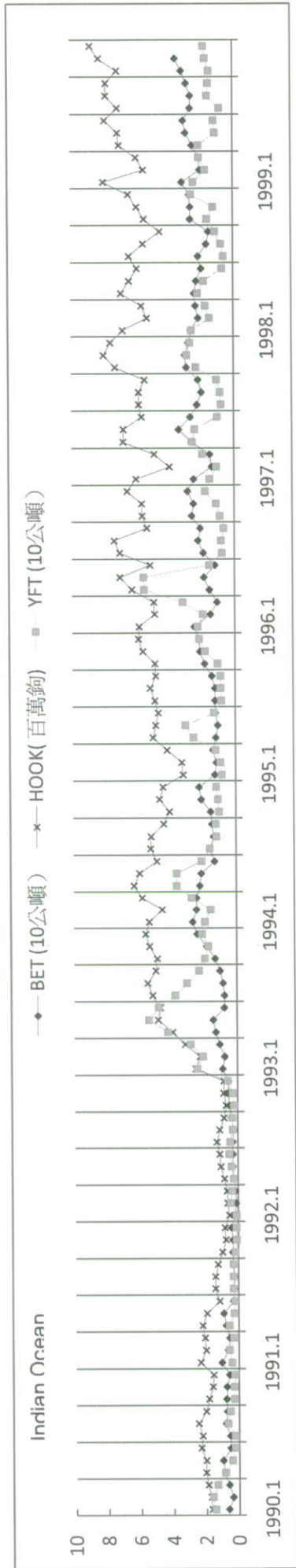
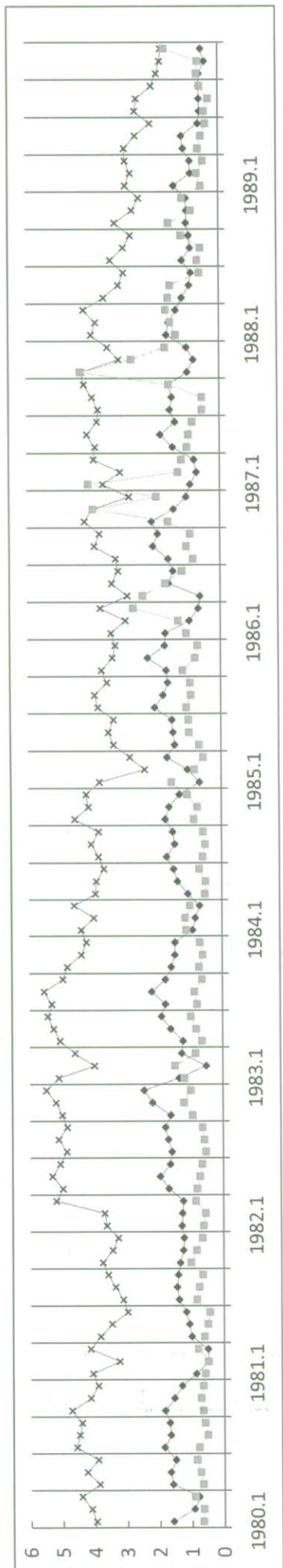
圖六、2002年至2008年年別觀察員資料漁獲努力量於各區域的分佈比例。



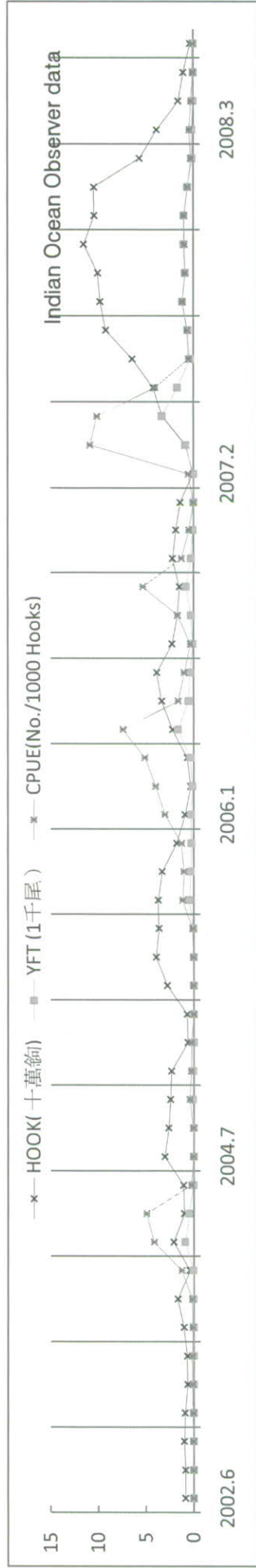
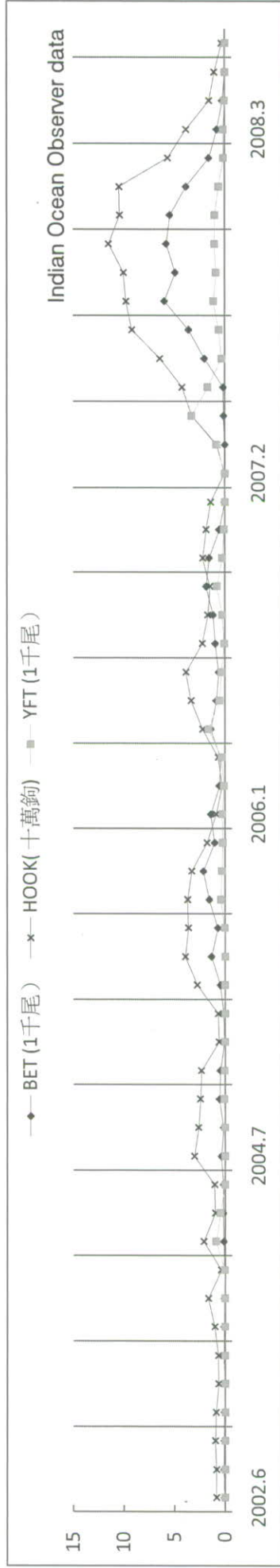
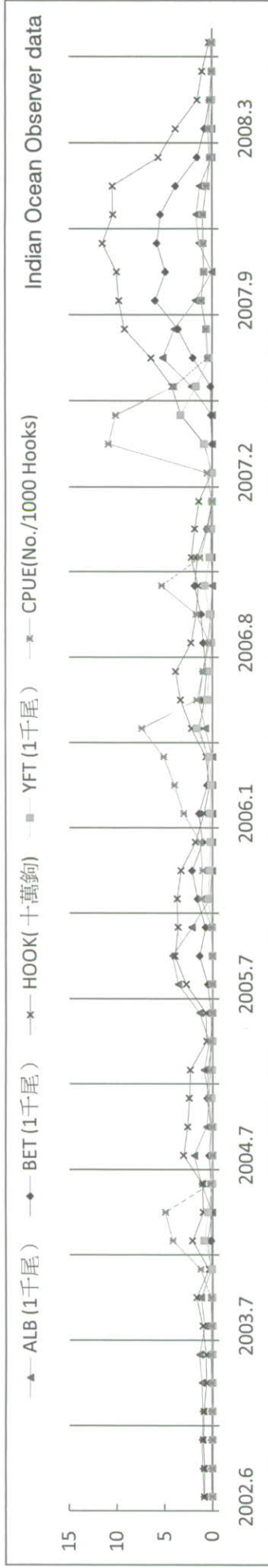
圖七、2002年至2008年年別觀察員資料漁獲努力量於各區域的分佈比例。



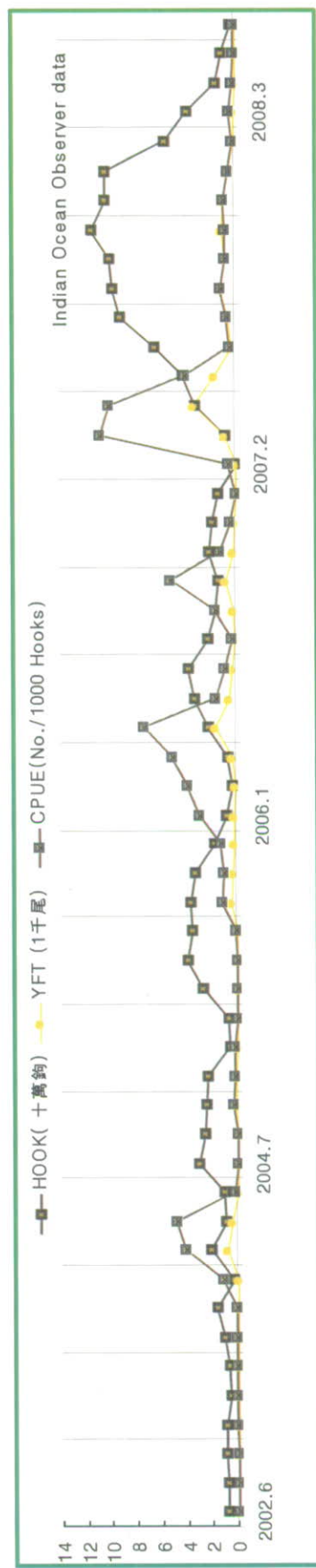
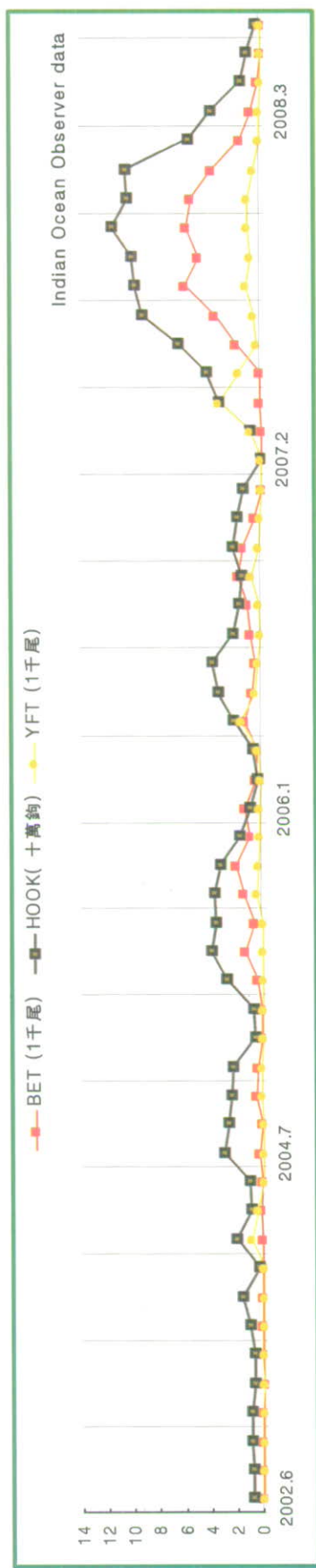
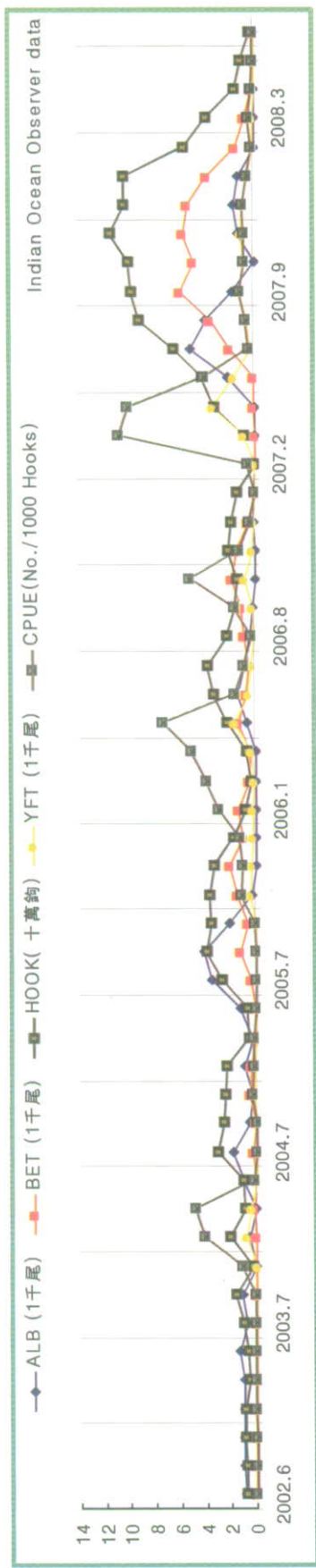
圖八、1980年至2008年月別印度洋鮪延繩釣漁業努力量、黃鰭鮪單位努力量、大目鮪、黃鰭鮪與長鰭鮪漁獲量變動趨勢圖。



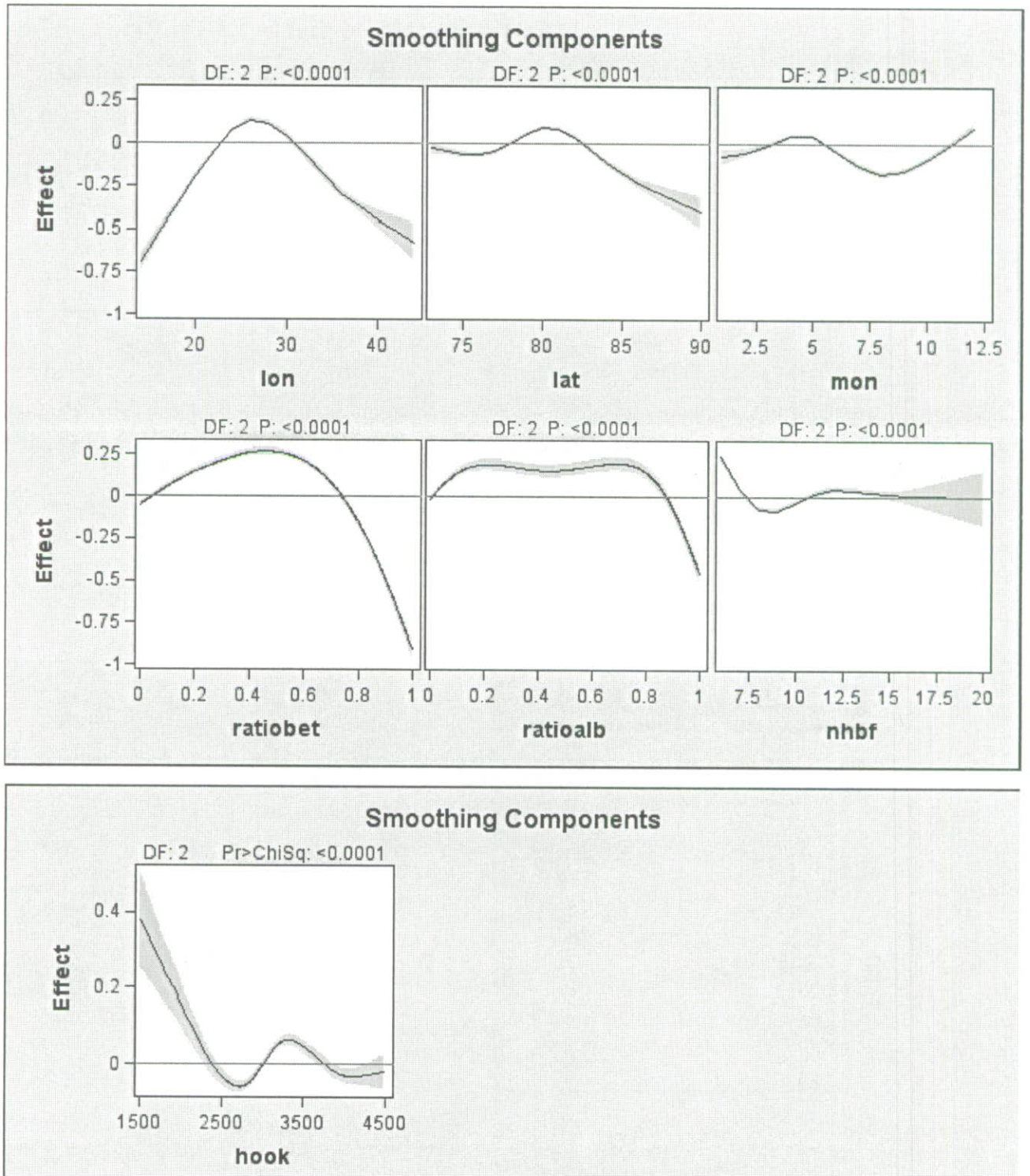
圖九、1980年至2008年月別印度洋鮪延繩釣漁業努力量、黃鰭鮪單位努力漁獲量、大目鮪、黃鰭鮪與長鰭鮪漁獲量變動趨勢圖。



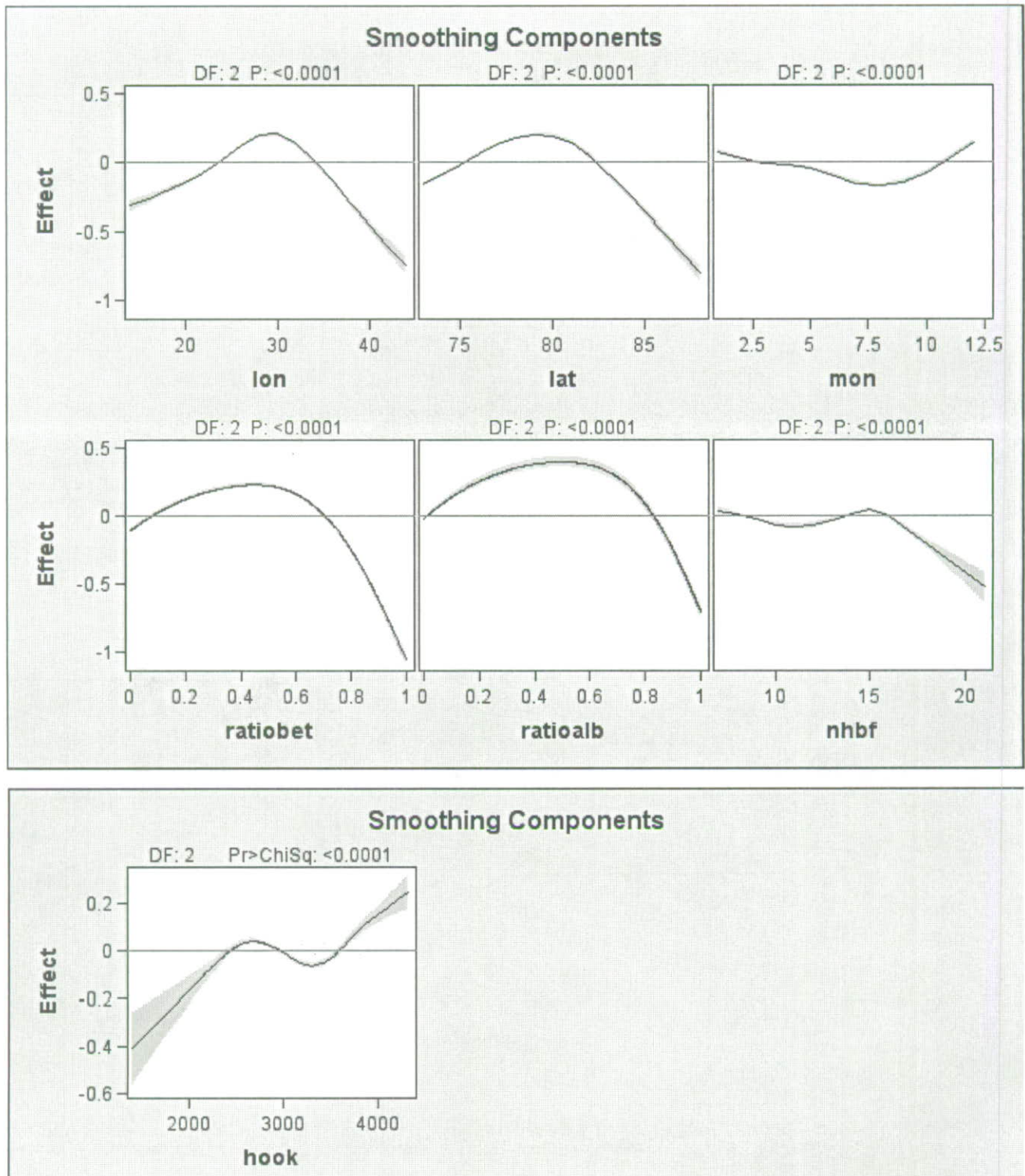
圖十、1980年至2008年月別印度洋鮪延繩釣漁業努力量、黃鰭鮪單位努力量、大目鮪、黃鰭鮪與長鰭鮪漁獲量變動趨勢圖。



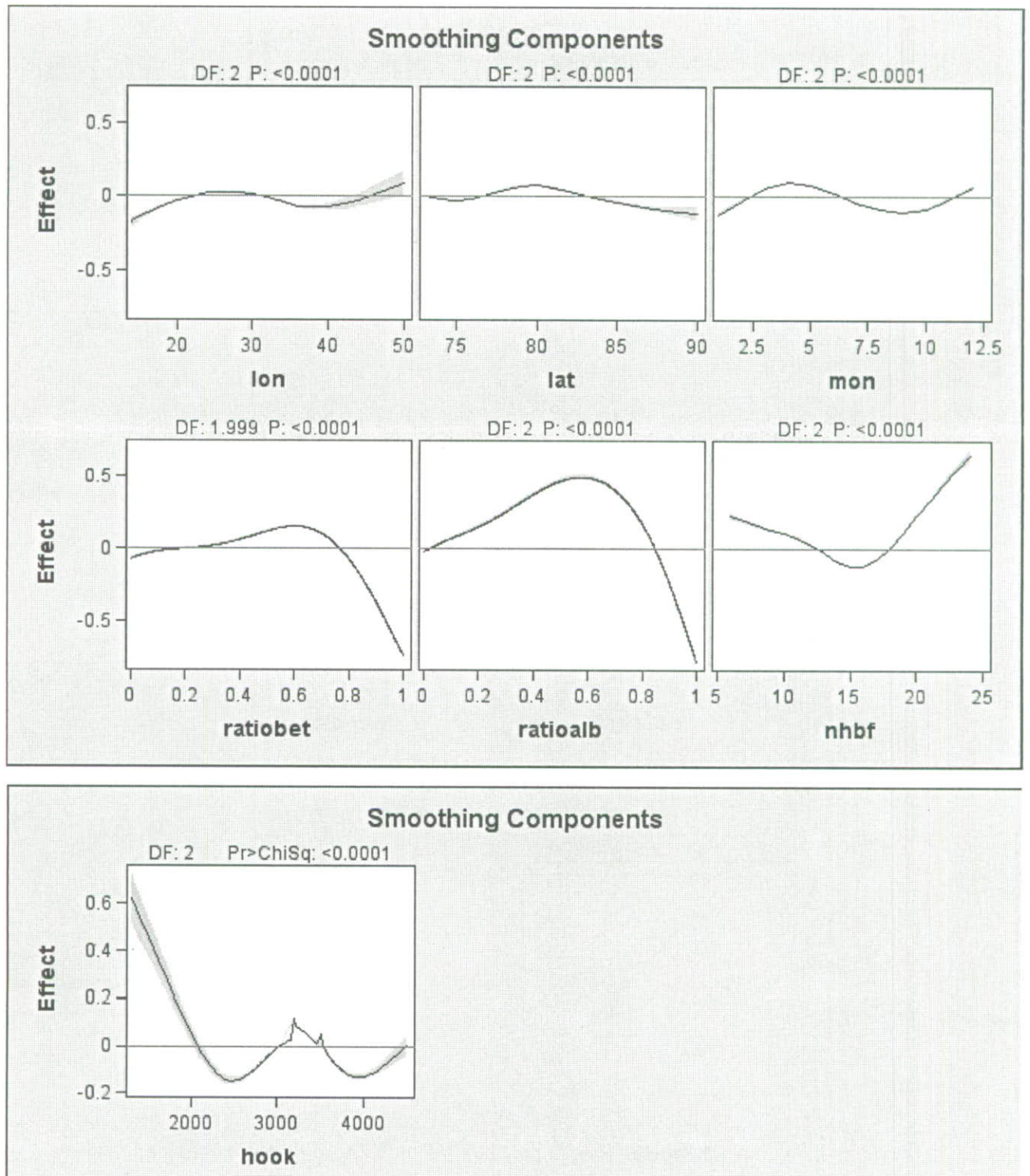
圖十一、1980年至2008年別印度洋鮪延繩釣漁業努力量、黃鰭鮪單位努力漁獲量、大目鮪、黃鰭鮪與長鰭鮪漁獲量變動趨勢圖。



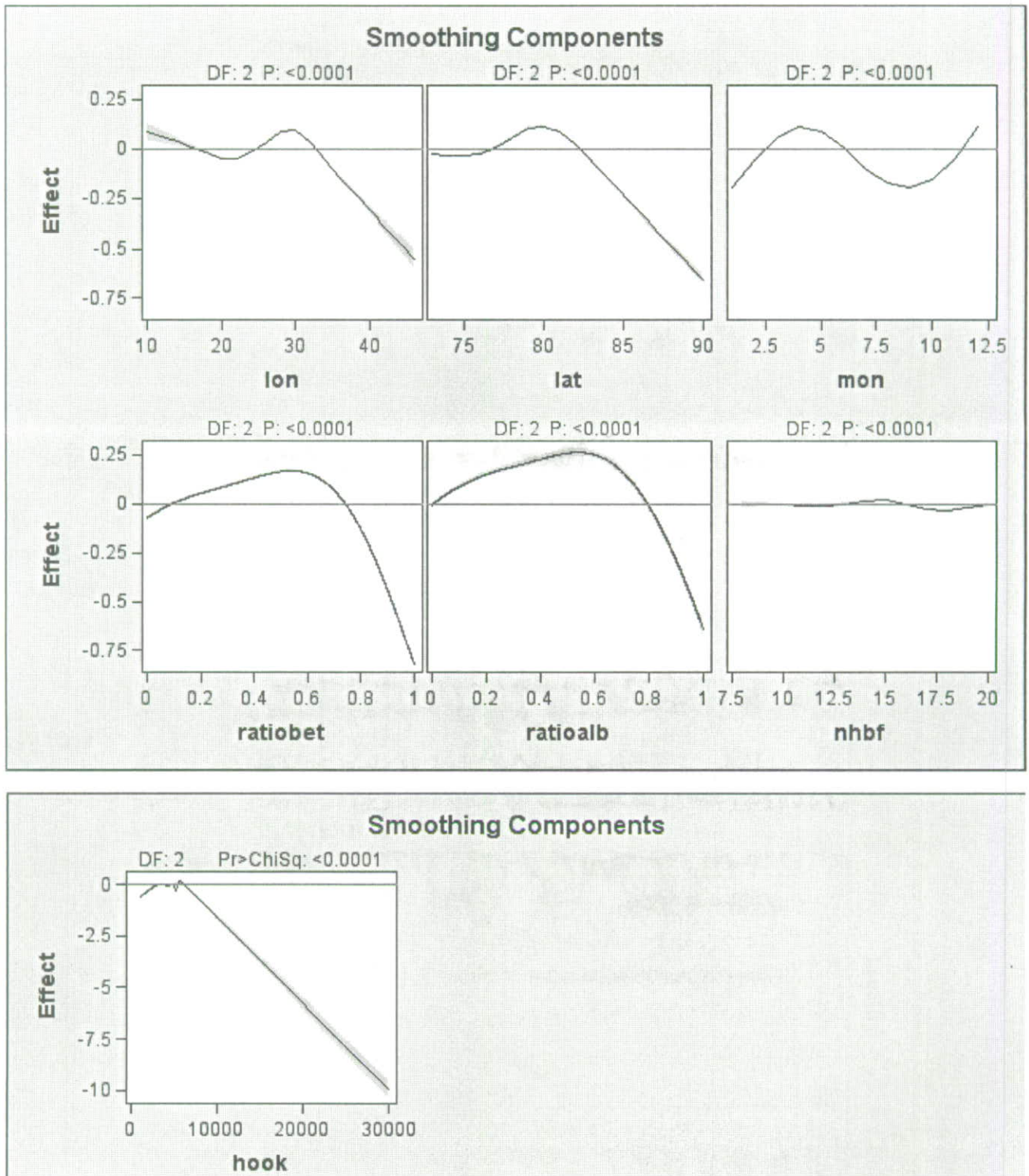
圖十二、1995 年漁獲日誌統計資料 GAM 分析各因子與黃鰭鮪漁獲數量關係圖。



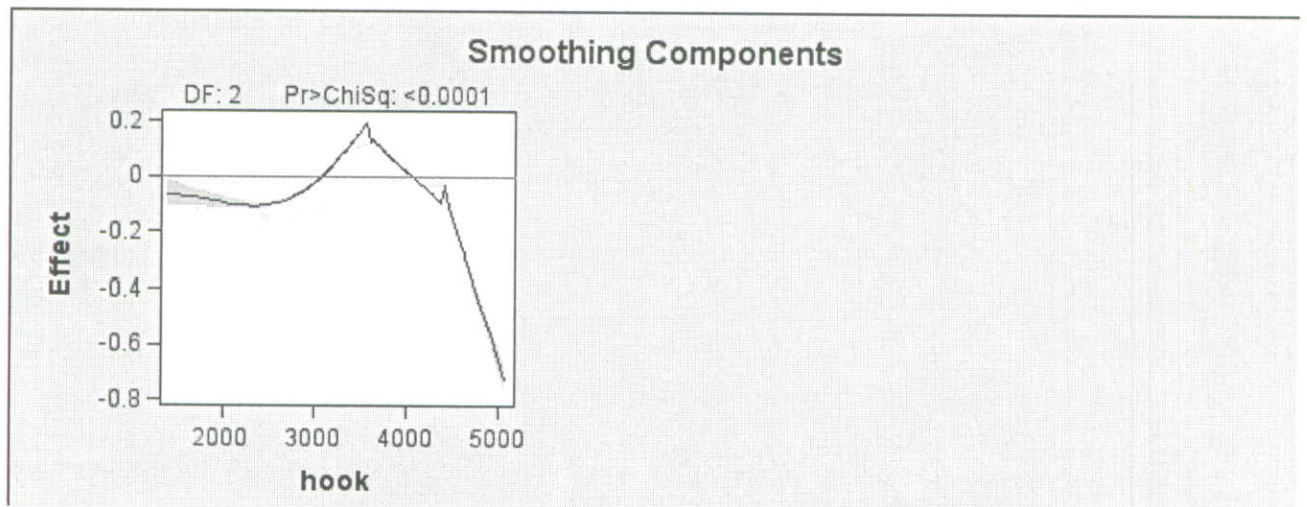
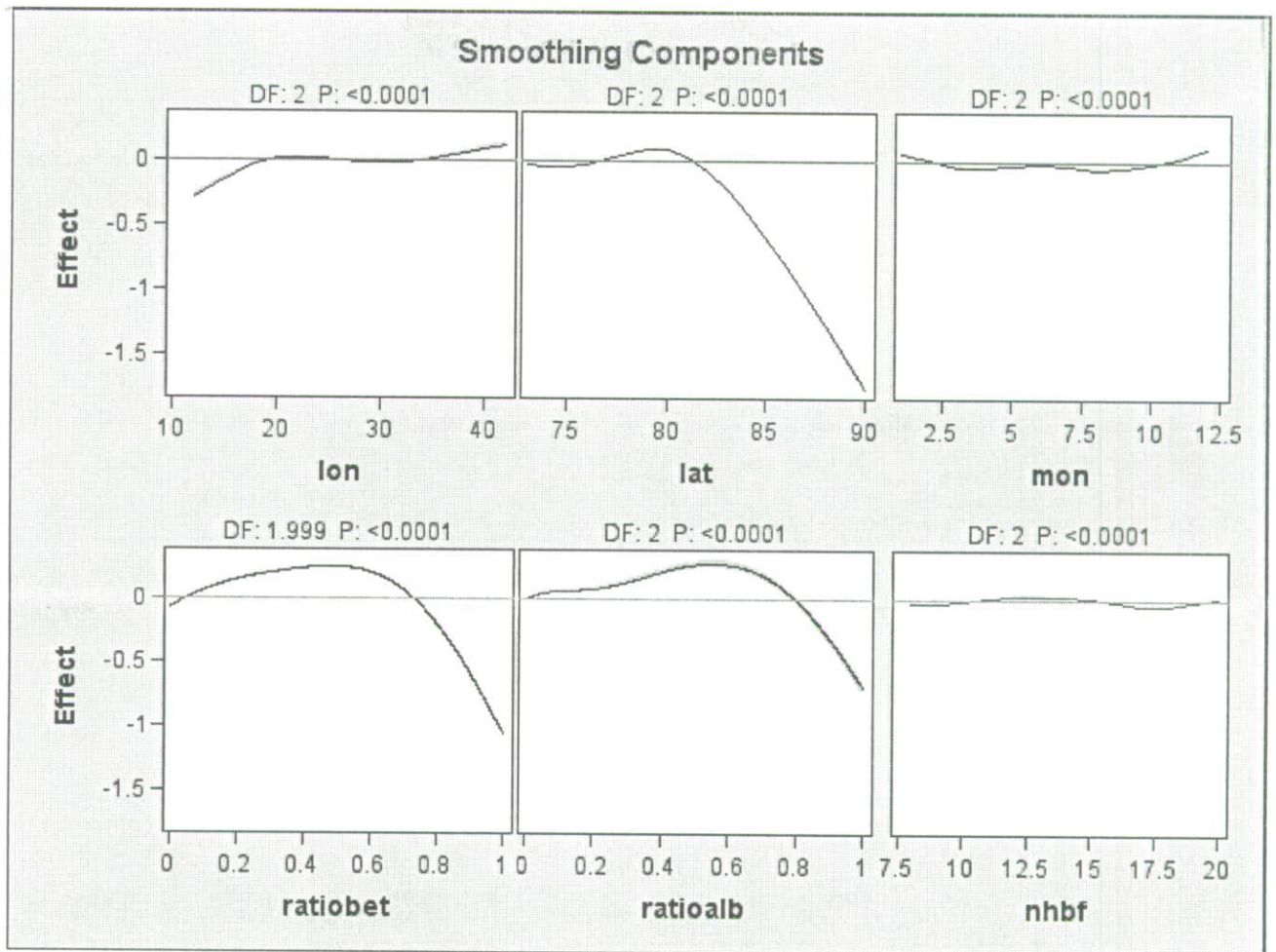
圖十三、1998年漁獲日誌統計資料 GAM 分析各因子與黃鰭鮪漁獲數量關係圖。



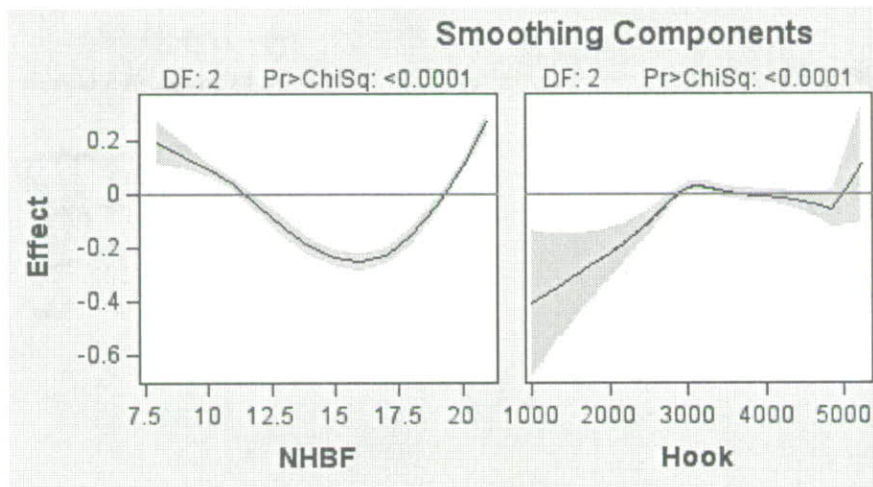
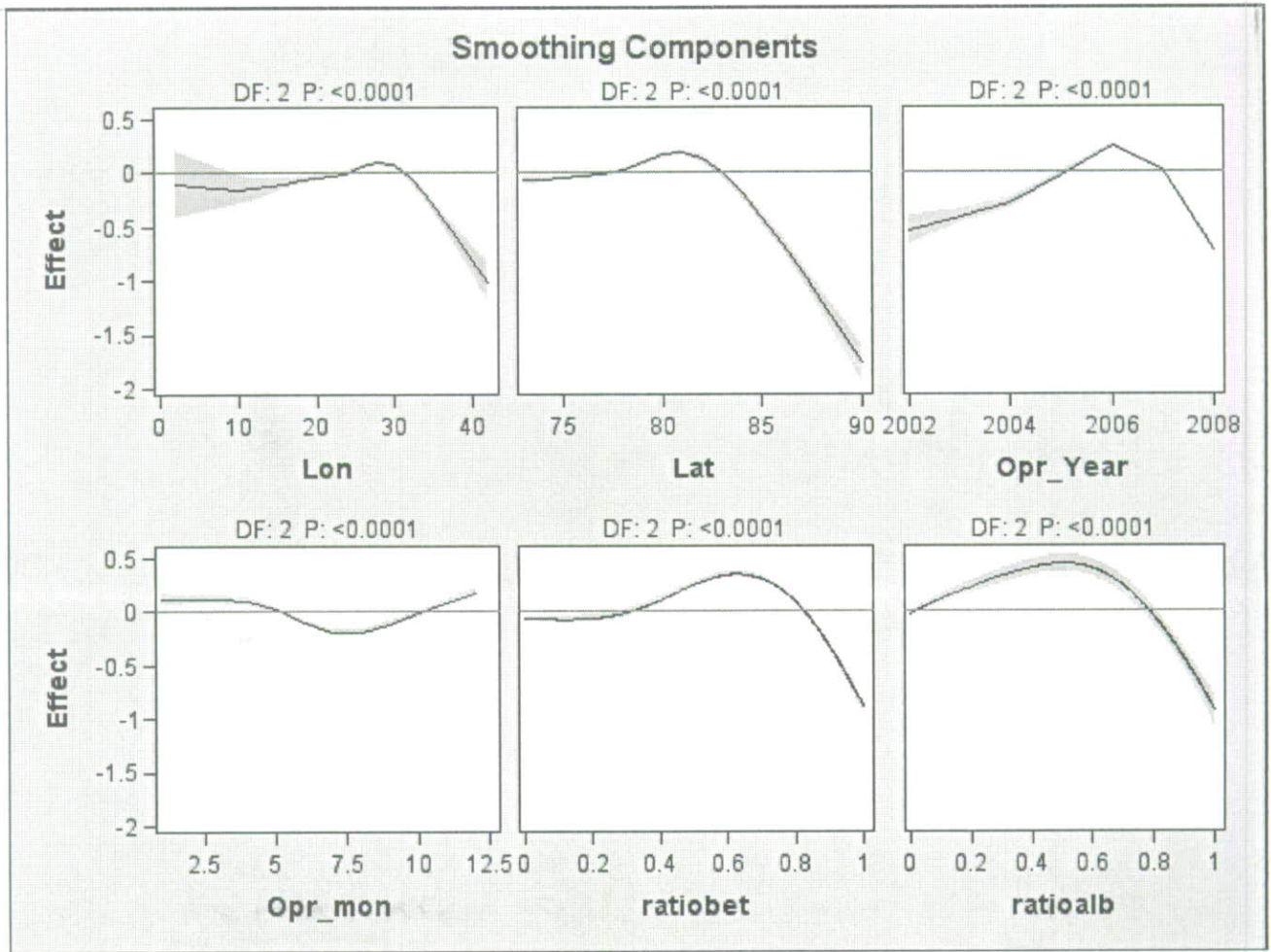
圖十四、2001年漁獲日誌統計資料 GAM 分析各因子與黃鰭鮪漁獲數量關係圖。



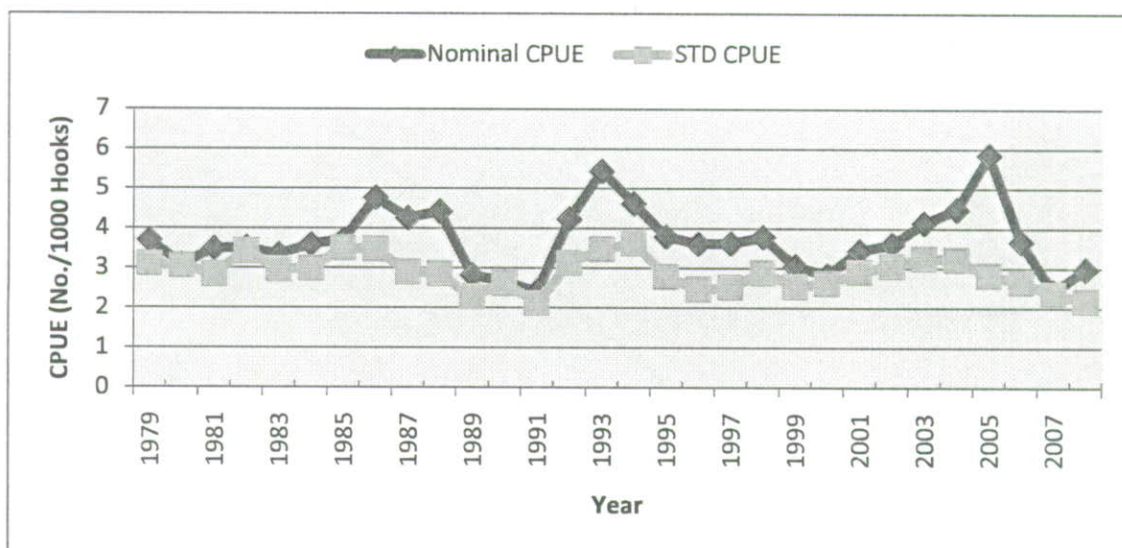
圖十五、2004 年漁獲日誌統計資料 GAM 分析各因子與黃鰭鮪漁獲數量關係圖。



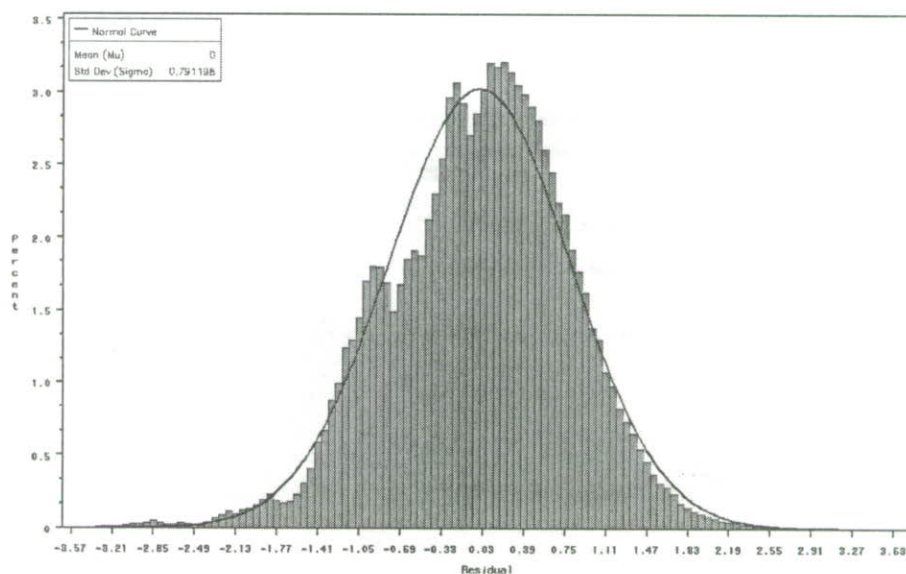
圖十六、2006年漁獲日誌統計資料 GAM 分析各因子與黃鰭鮪漁獲數量關係圖。



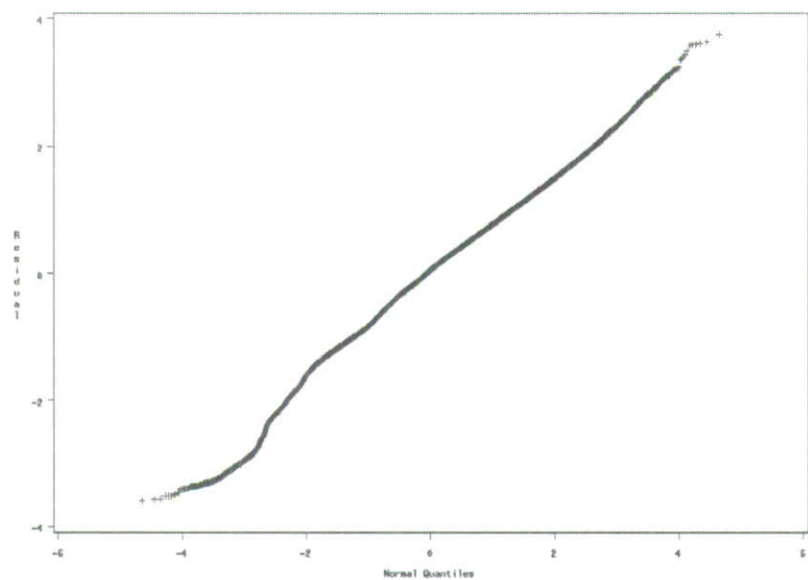
圖十七、2002 年至 2008 年觀察員資料 GAM 分析各因子與黃鰭鮪漁獲數量關係圖。



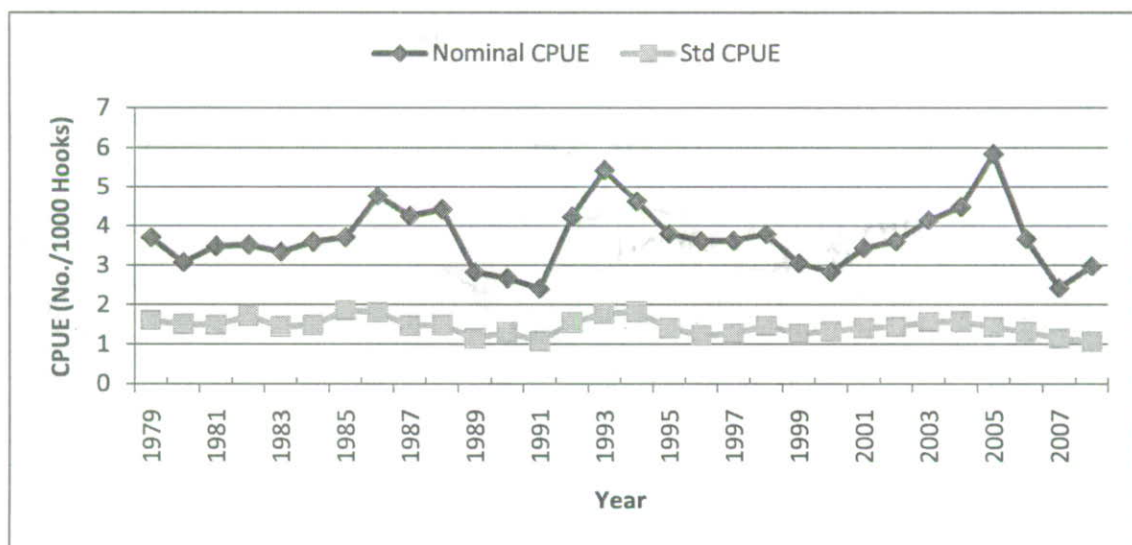
圖十八、1979 年至 2008 年商業性鮪延繩釣漁名目與標準化單位努力漁獲量 (Base case) 歷年變動趨勢圖。



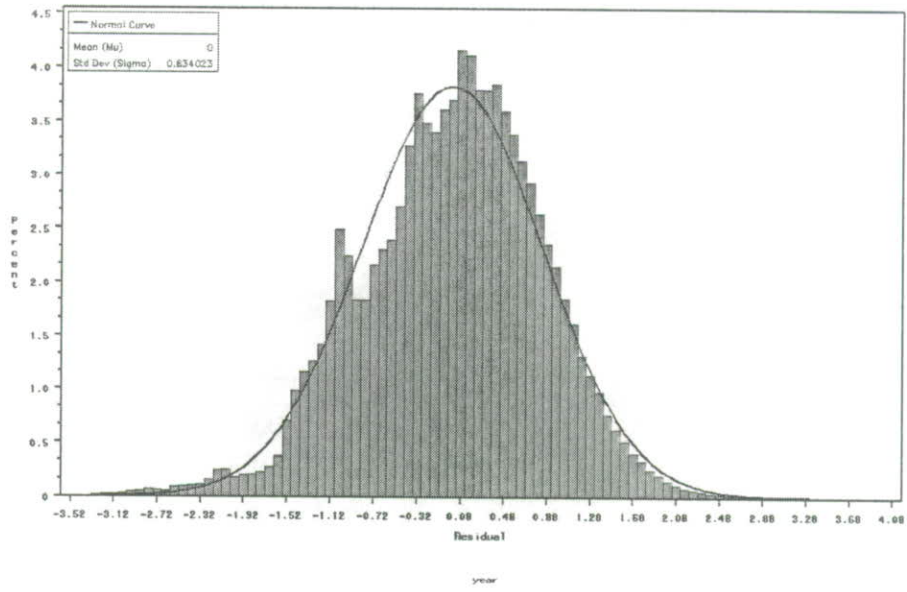
圖十九、Base Case 殘差分析圖。



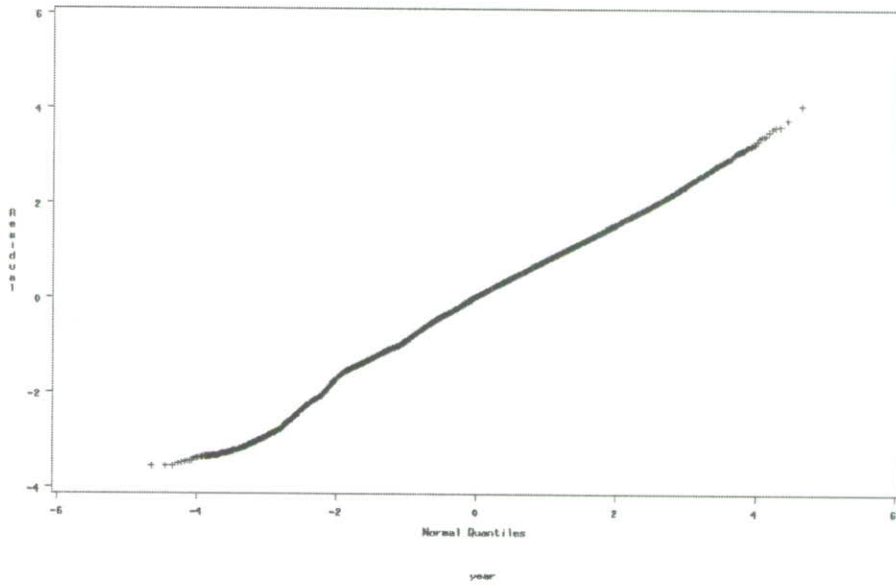
圖二十、Base Case QQ Plot 殘差分析圖。



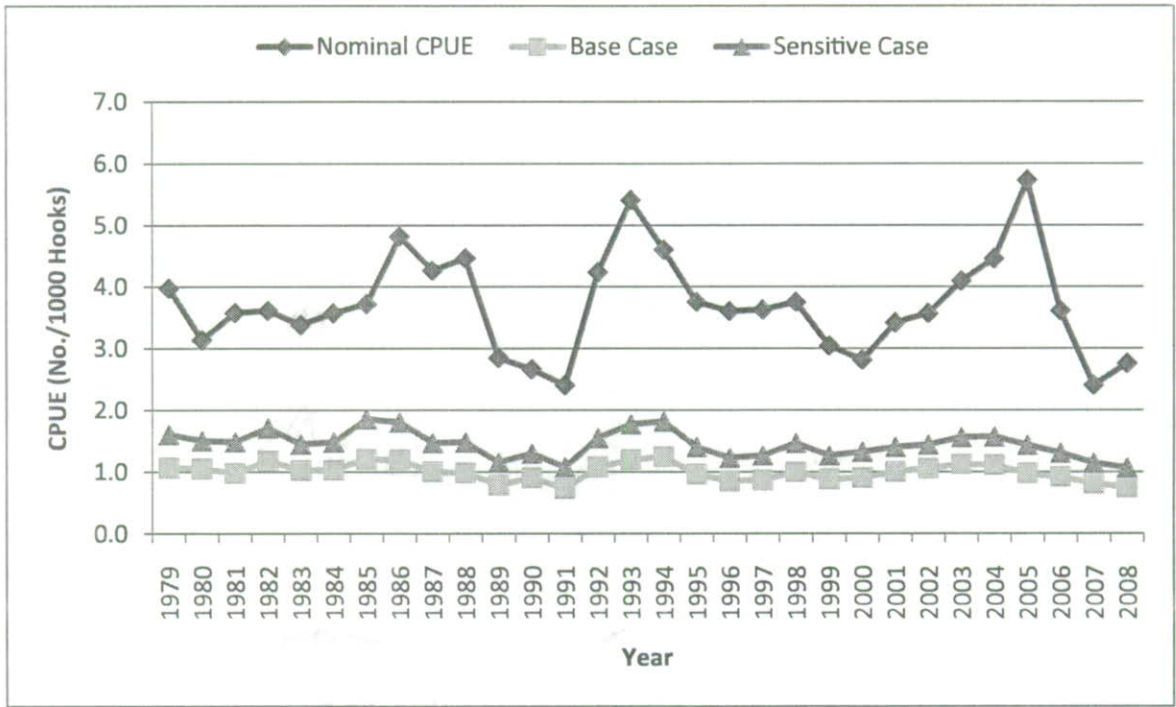
圖二十一、1979年至2008年商業性鮪延繩釣漁名目與標準化單位努力漁獲量(Sensitivity case)歷年變動趨勢圖。



圖二十二、Sensitivity Case 殘差分析圖。

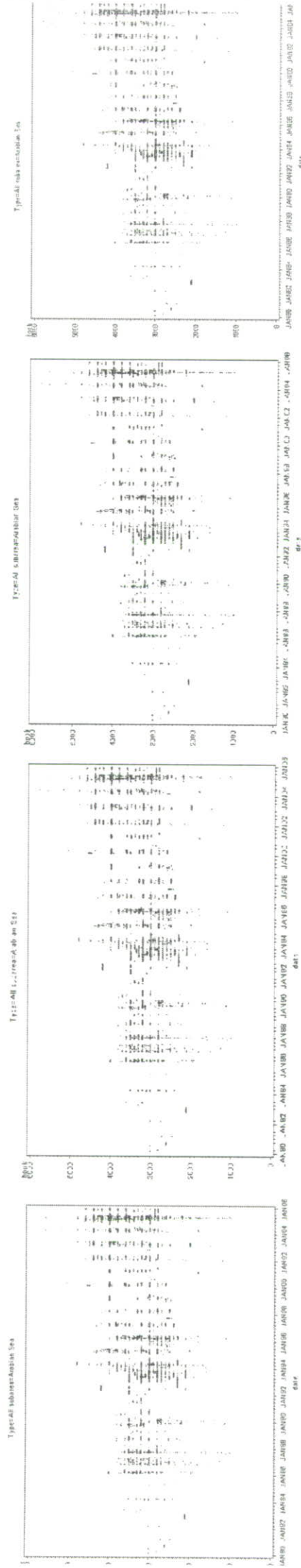


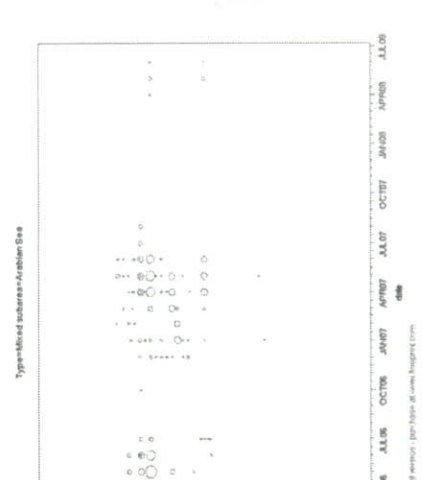
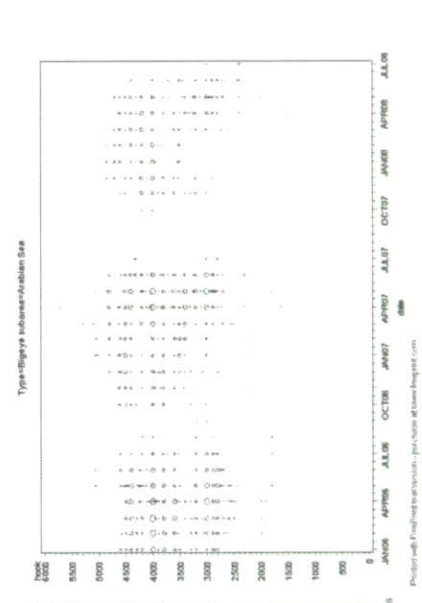
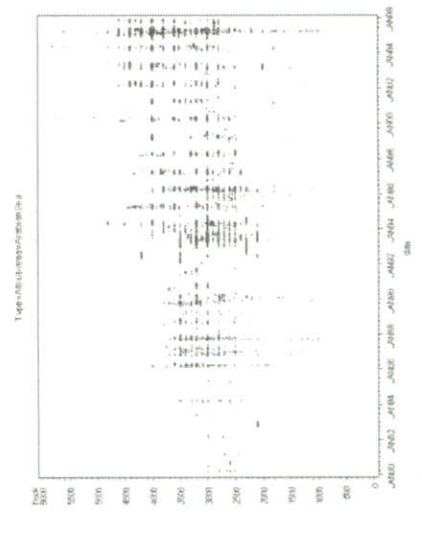
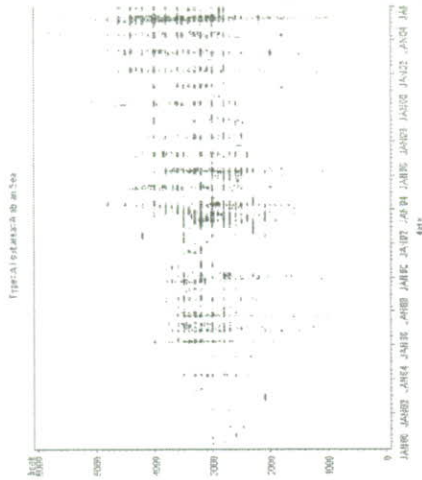
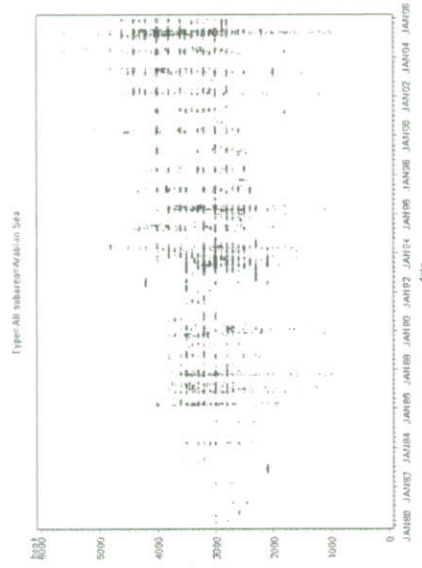
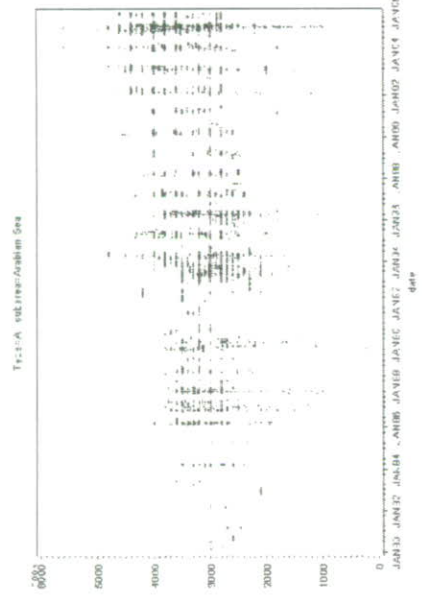
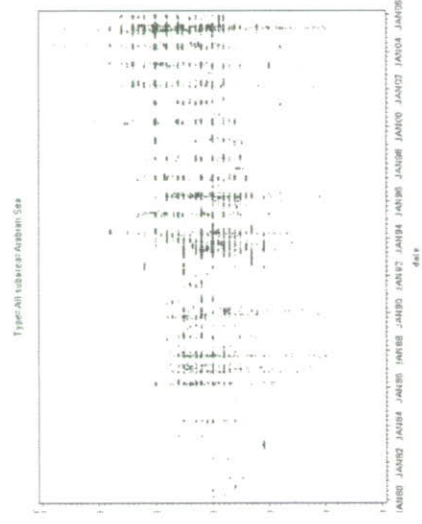
圖二十三、Sensitivity Case QQ Plot 殘差分析圖。



圖二十四、1979 年至 2008 年商業性鮪延繩釣漁名目與標準化單位努力漁獲量 (Base case 與 Sensitivity case) 歷年變動趨勢圖比較圖。

圖二十五、1980年至2008年分區分船組作業日誌填報單次作業釣數與每筐釣數月別變動。



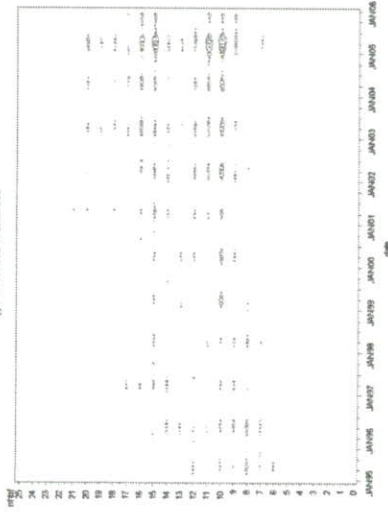


Printed with Embedded plot service - <http://www.basimgp.com>

Printed with Embedded plot service - <http://www.basimgp.com>

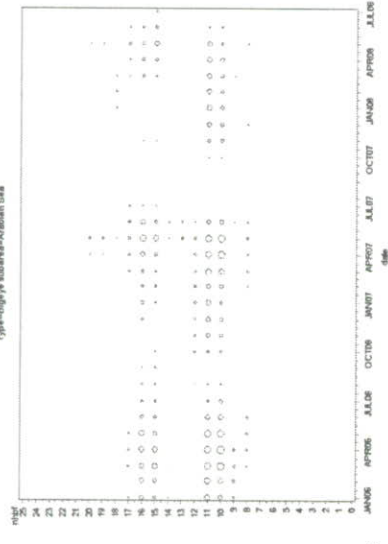
Printed with Embedded plot service - <http://www.basimgp.com>

Type=All users-Arabian Sea



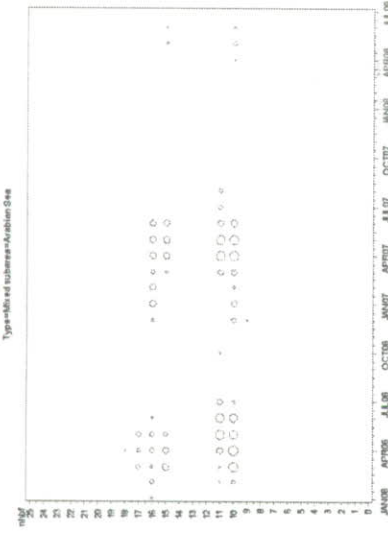
Project with E-mail for the version - purchase at www.flightgear.com

Type=Digya subarea-Arabian Sea

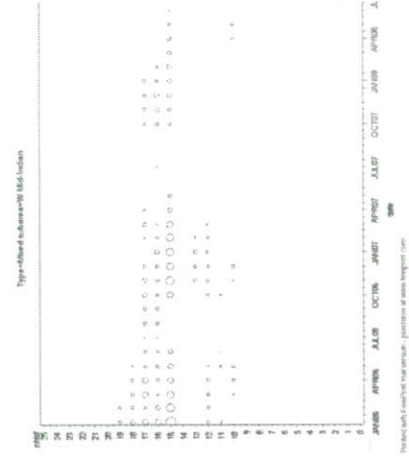
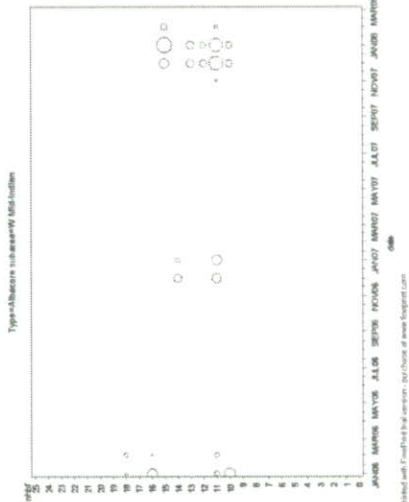
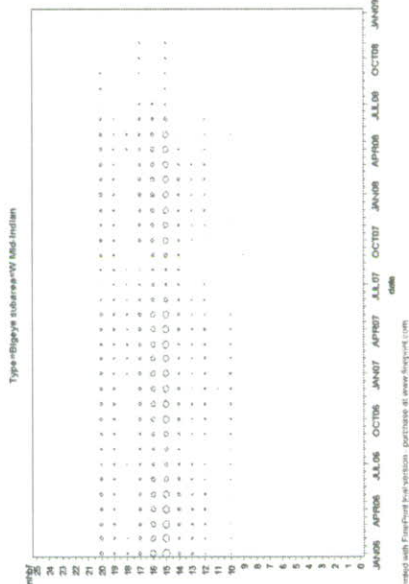
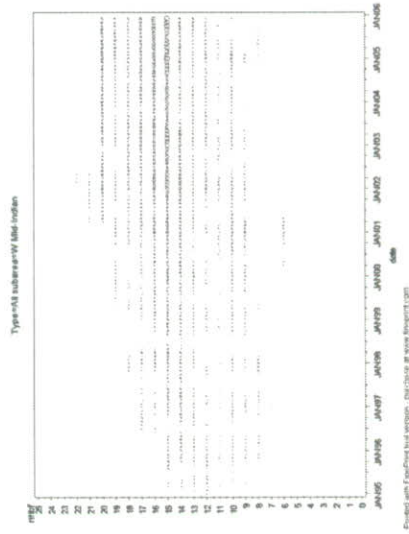
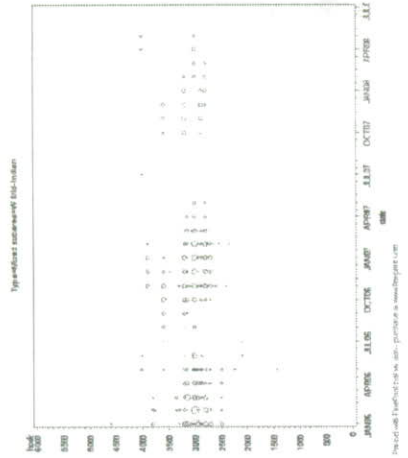
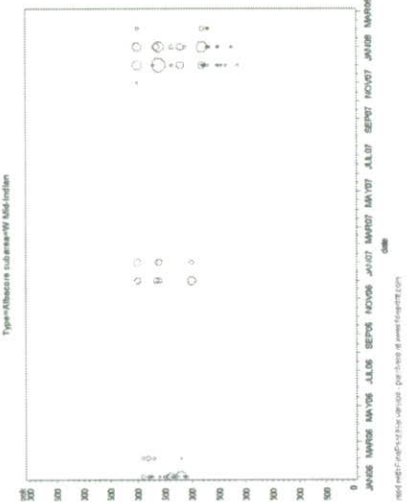
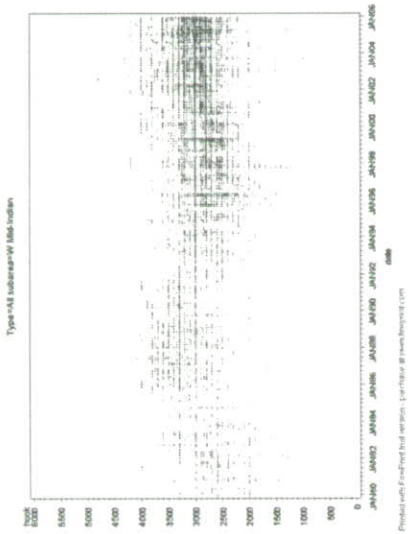


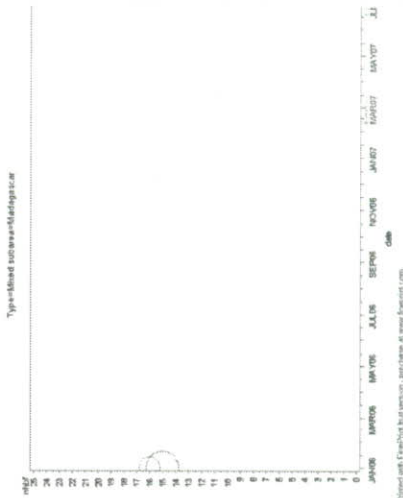
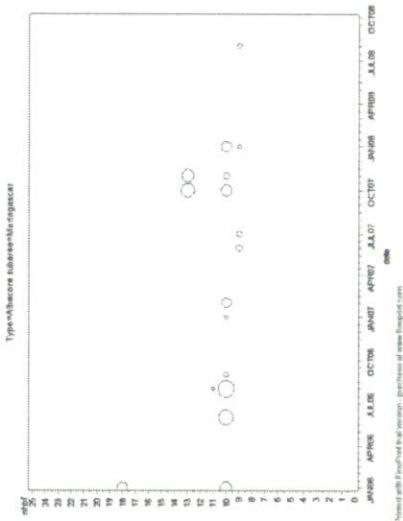
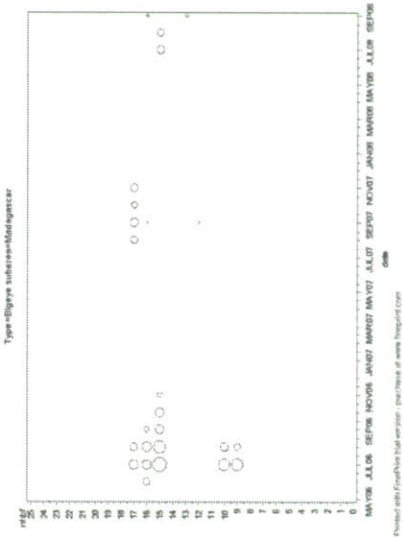
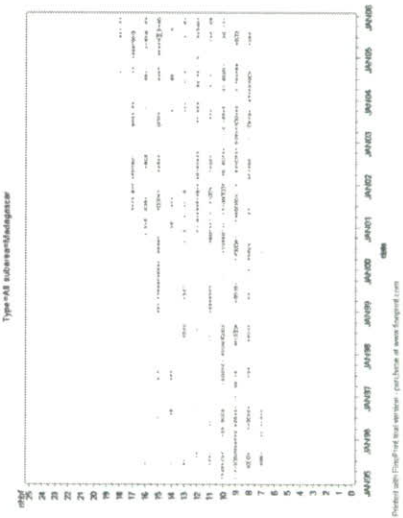
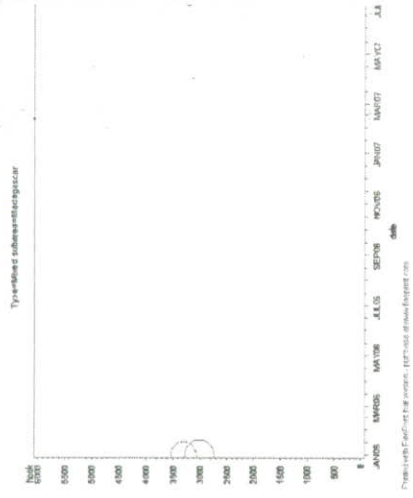
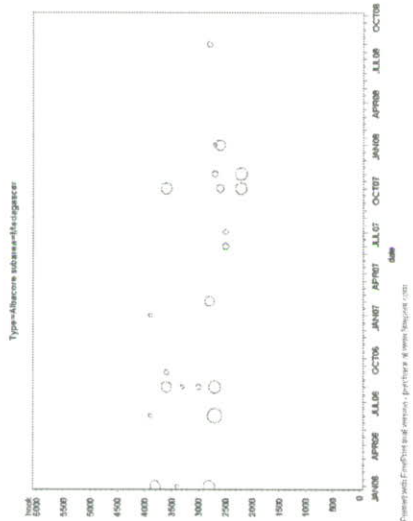
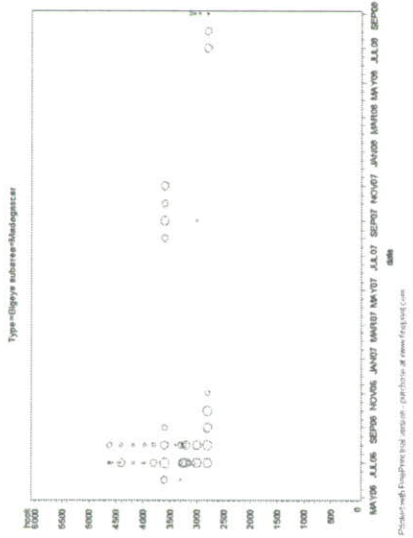
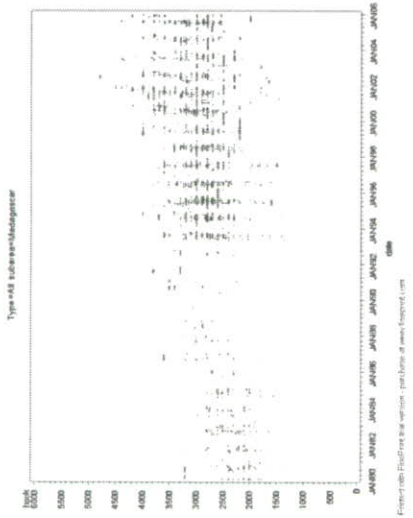
Project with E-mail for the version - purchase at www.flightgear.com

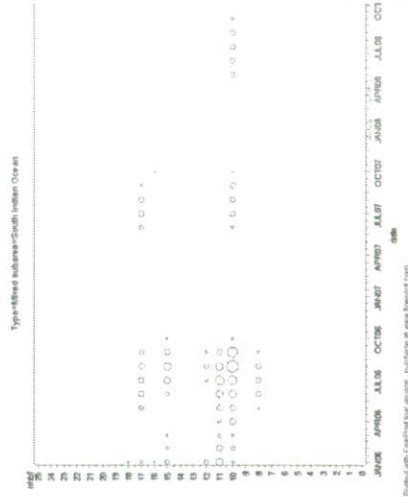
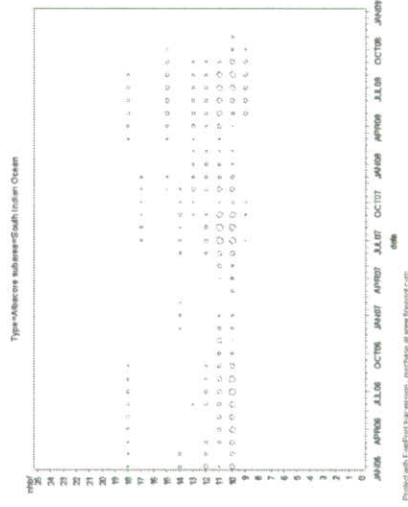
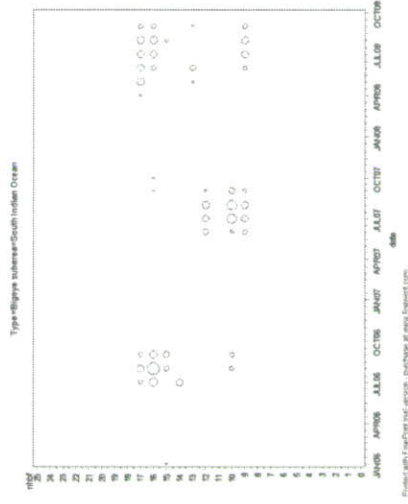
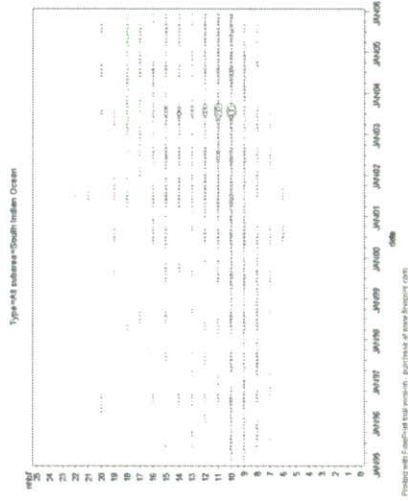
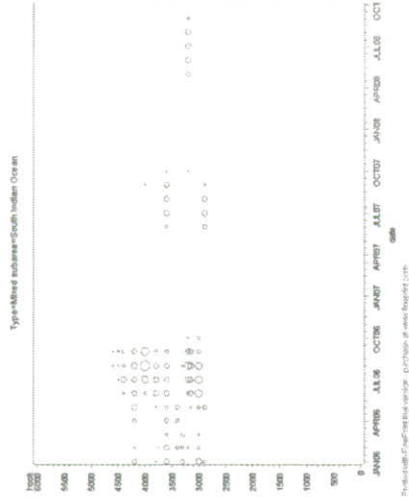
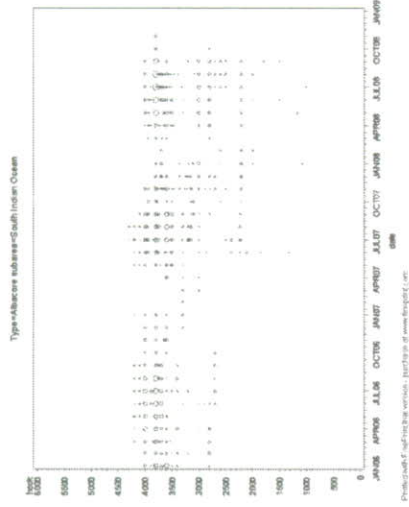
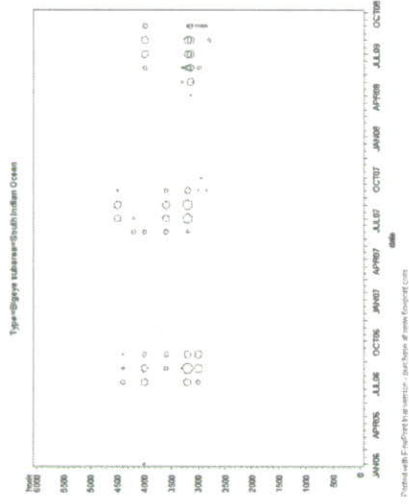
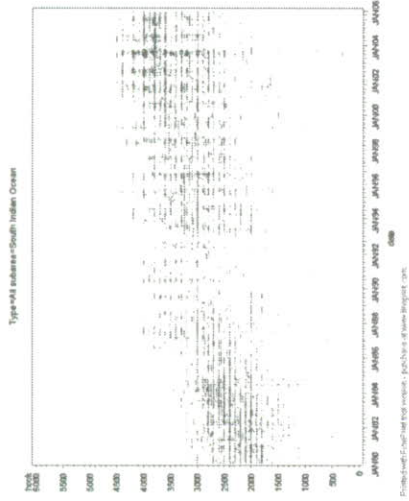
Type=All users-Arabian Sea

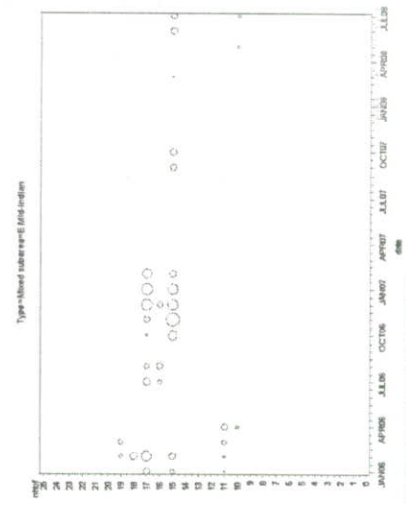
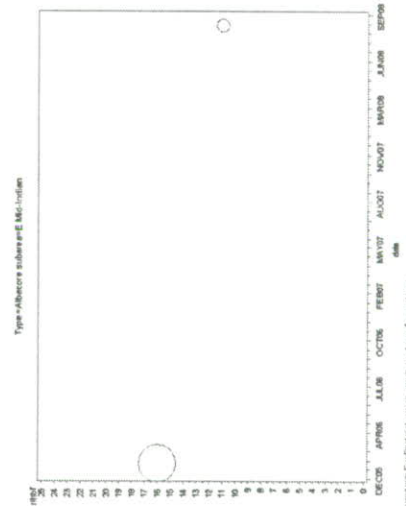
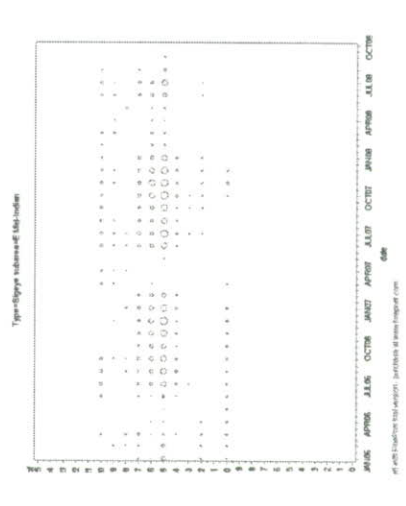
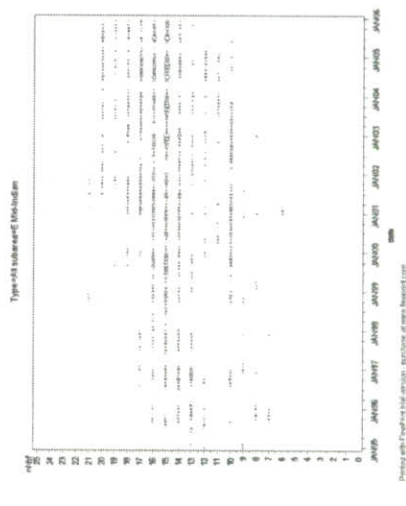
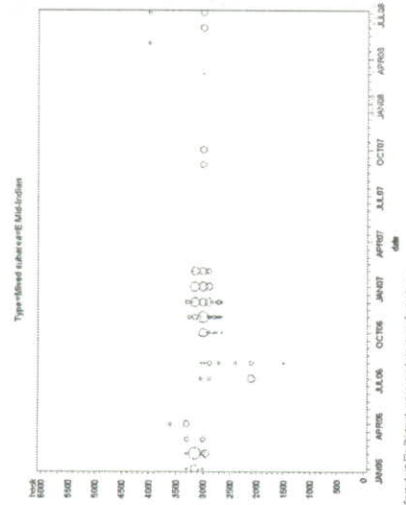
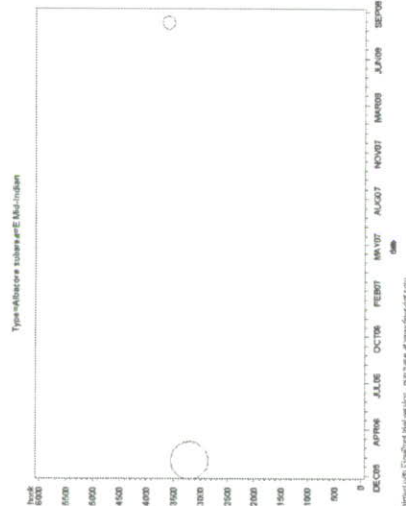
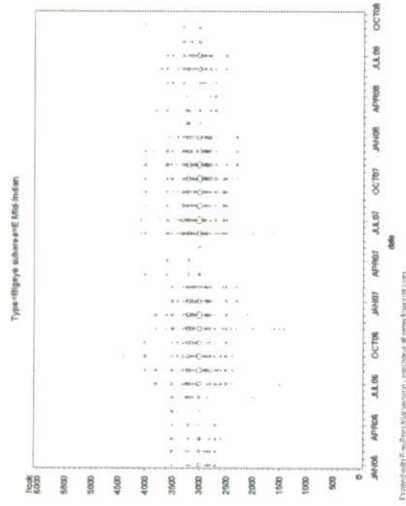
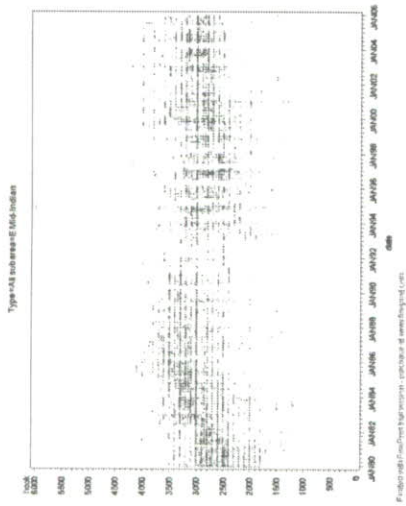


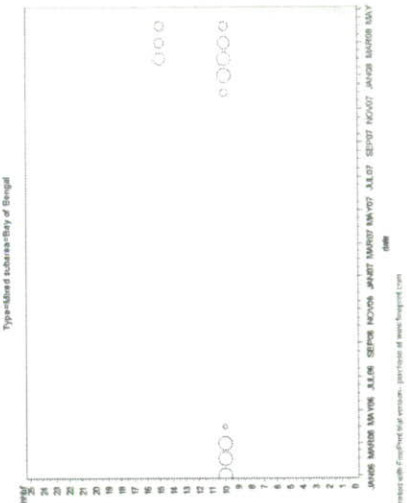
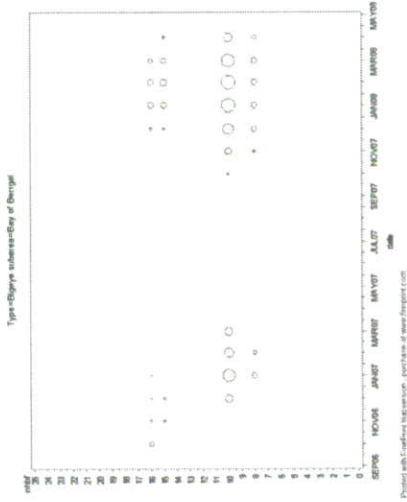
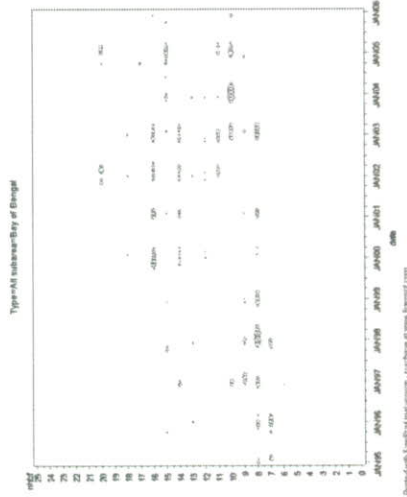
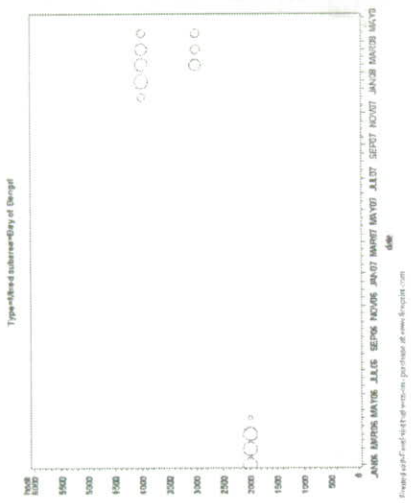
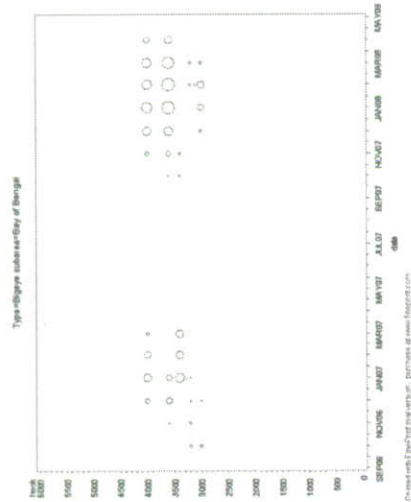
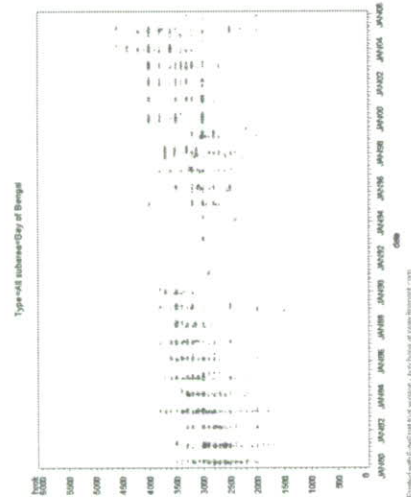
Project with E-mail for the version - purchase at www.flightgear.com

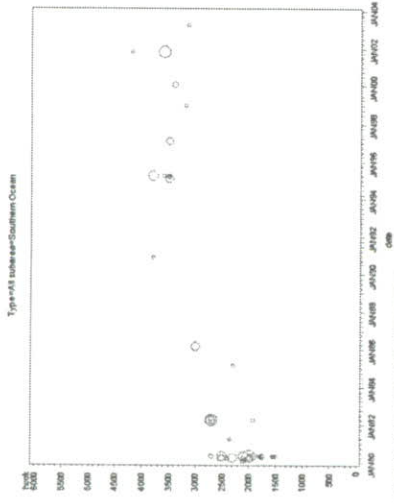


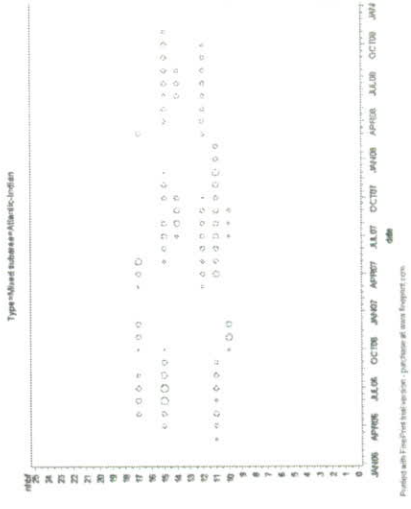
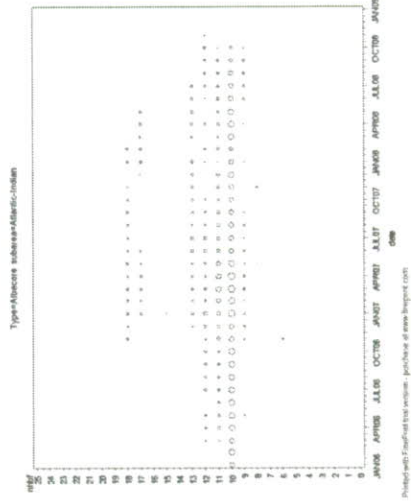
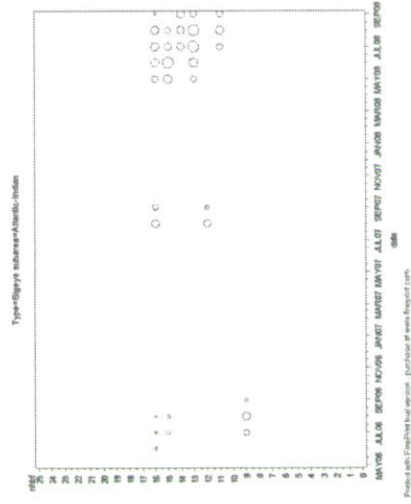
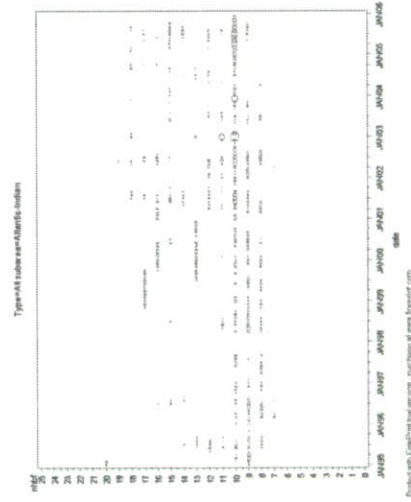
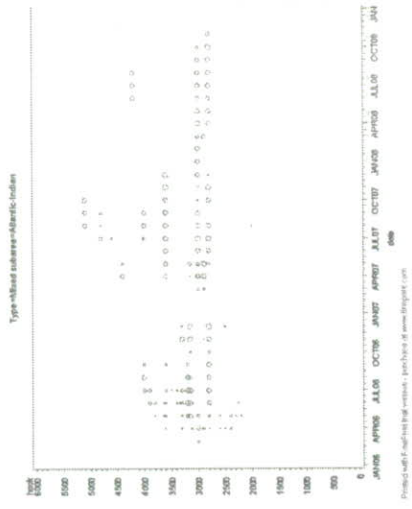
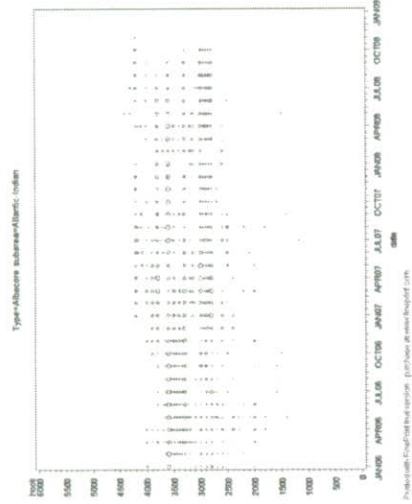
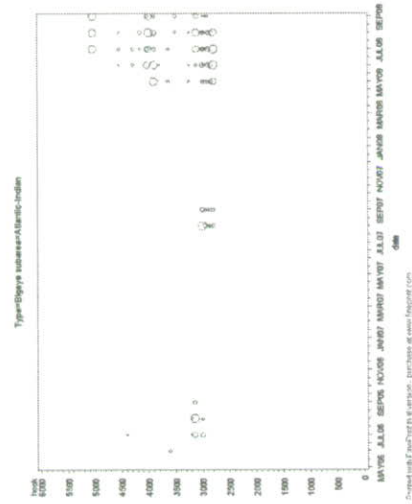
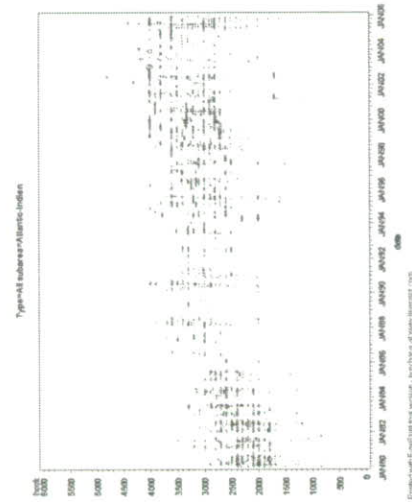


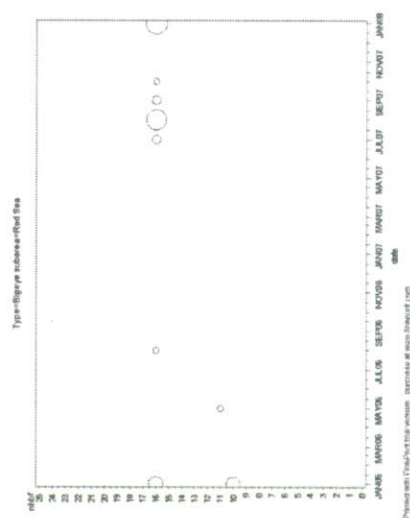
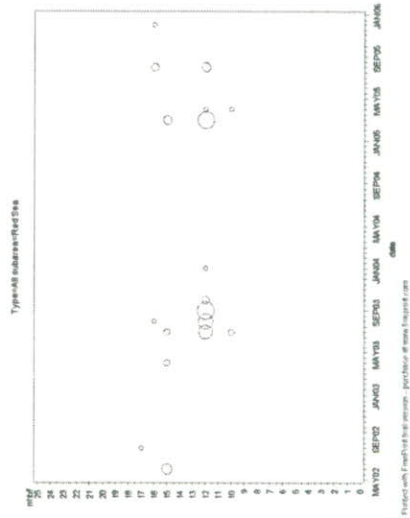
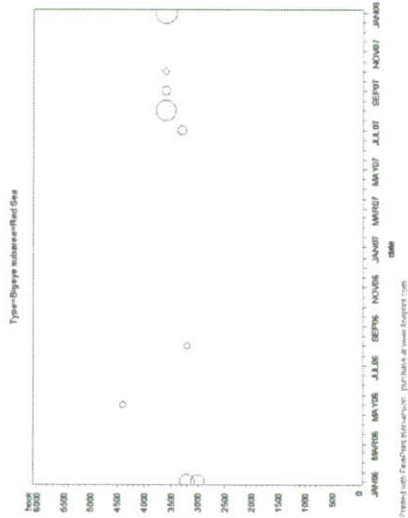
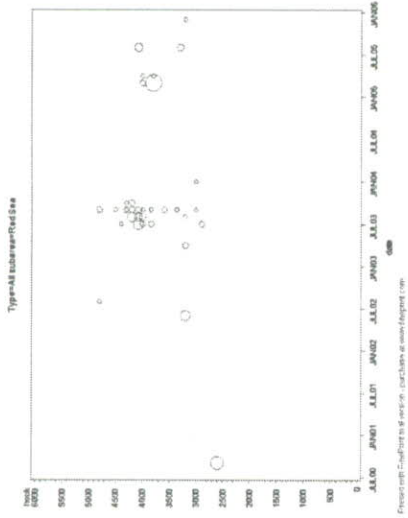


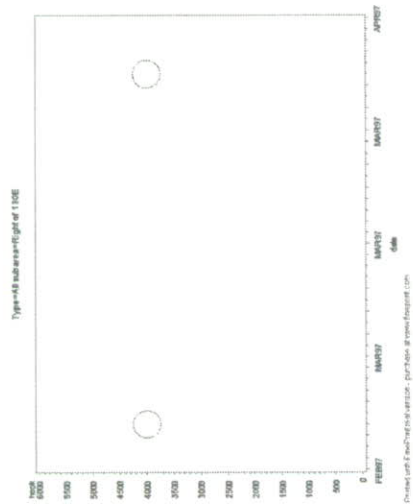






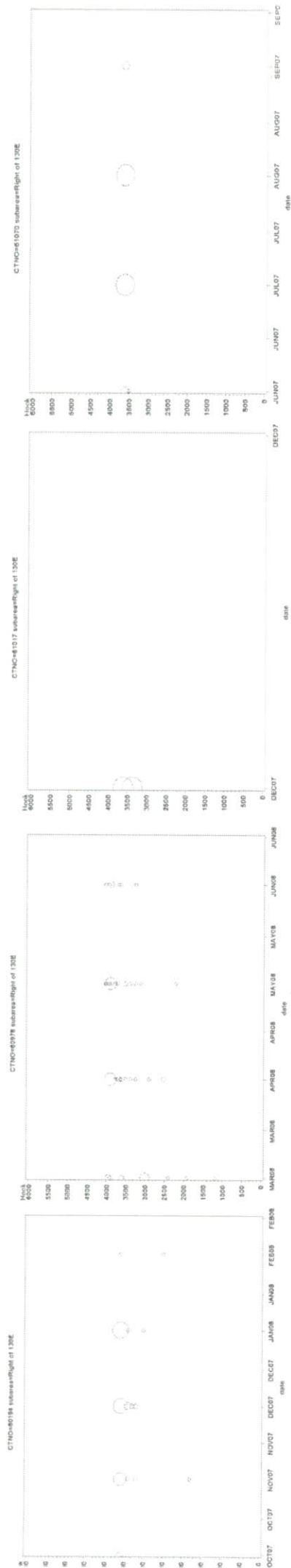




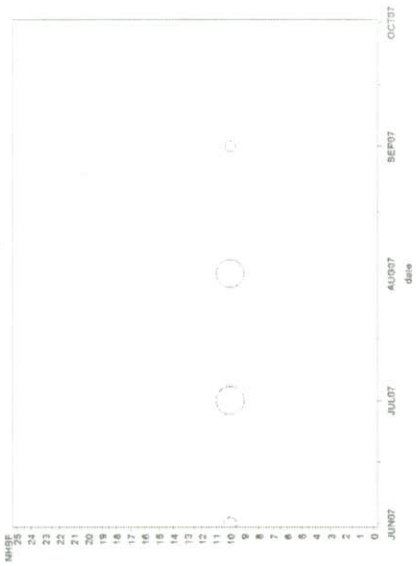


Created with Excel 2003. Exported to PDF by www.export.com

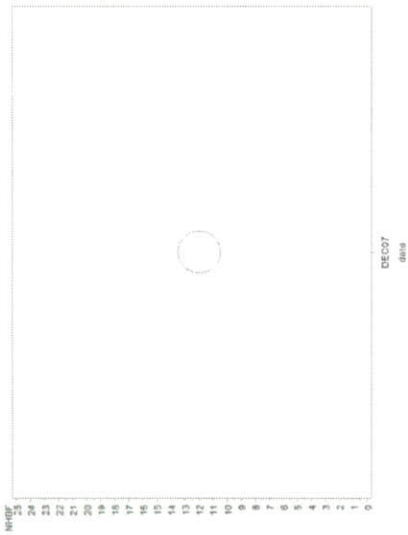
圖二十六、2002年至2008年分區分船觀察員資料單次作業釣數與每筐釣數月別變動。



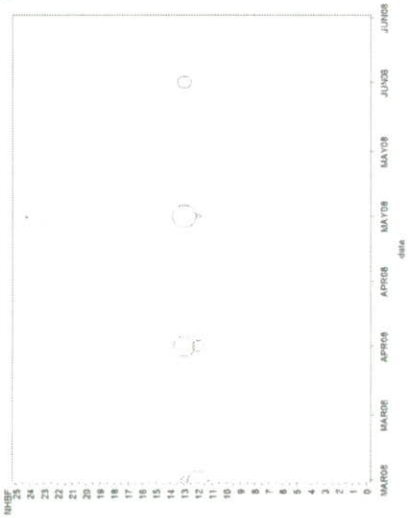
CTNO=61070 addressRight of 130E



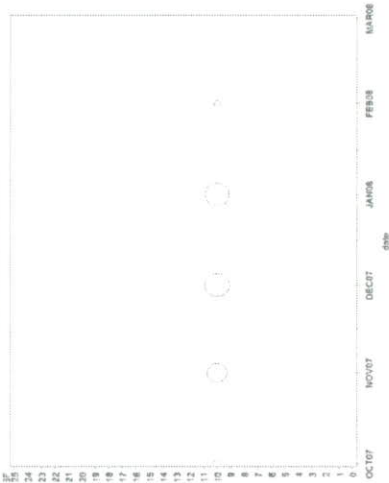
CTNO=61017 addressRight of 130E



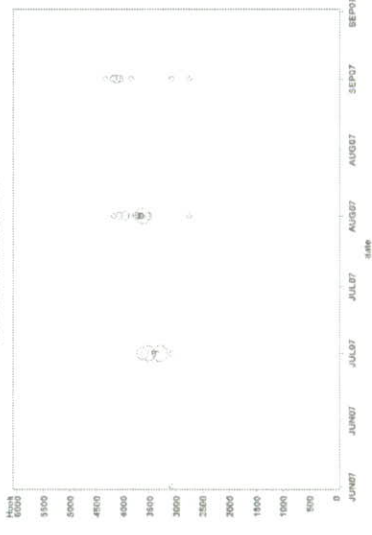
CTNO=60978 addressRight of 130E



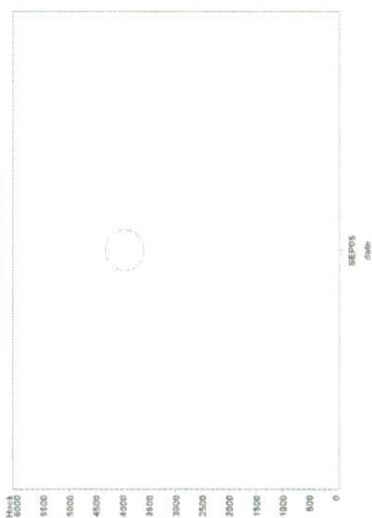
CTNO=61014 addressRight of 130E



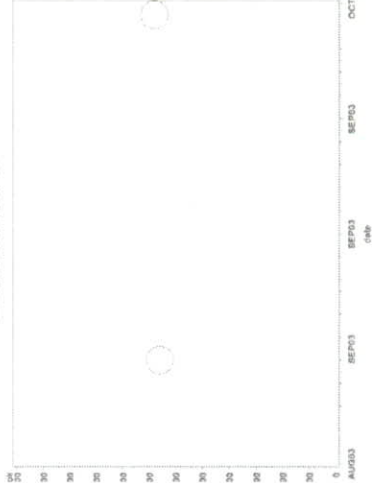
CTNO=76168 addressRight of 130E



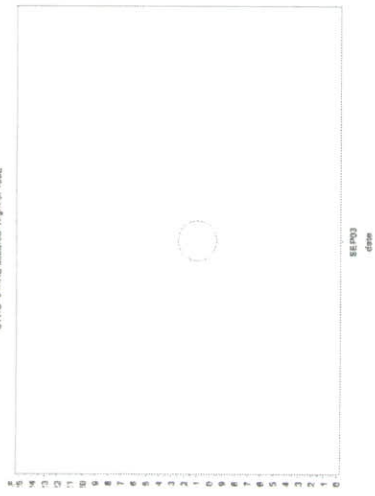
CTNO=61004 addressRight of 130E



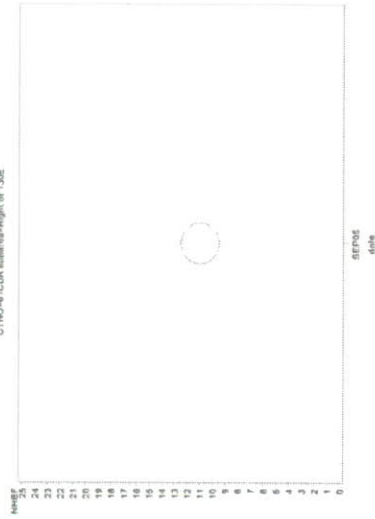
CTNO=61423 addressRight of 130E



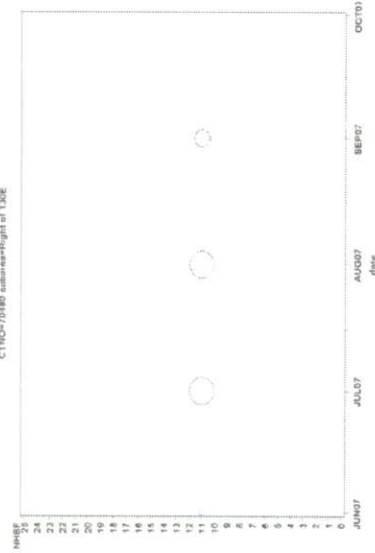
CTNO=6102 subarea=Flight of 13KE



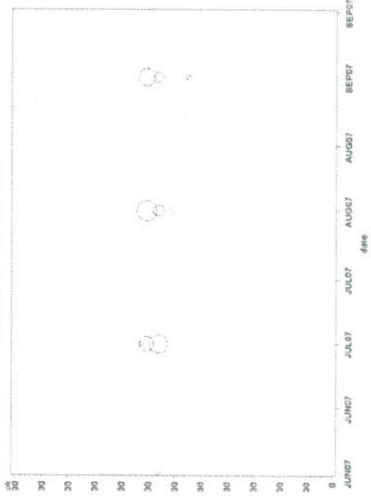
CTNO=6104 subarea=Flight of 13KE



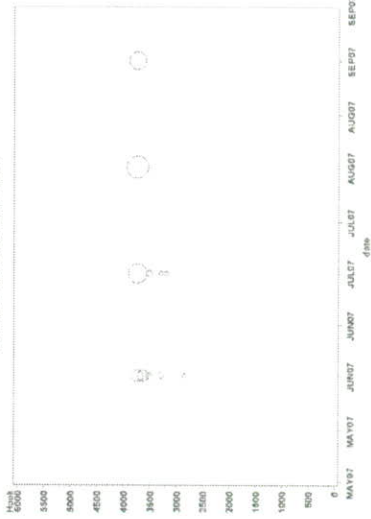
CTNO=70180 subarea=Flight of 13KE



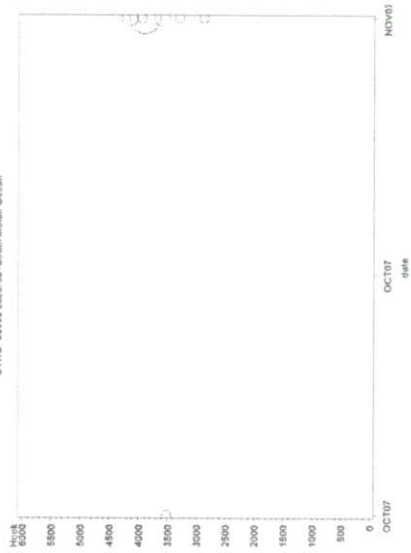
CTNO=6087 subarea=South Indian Ocean



CTNO=60957 subarea=South Indian Ocean

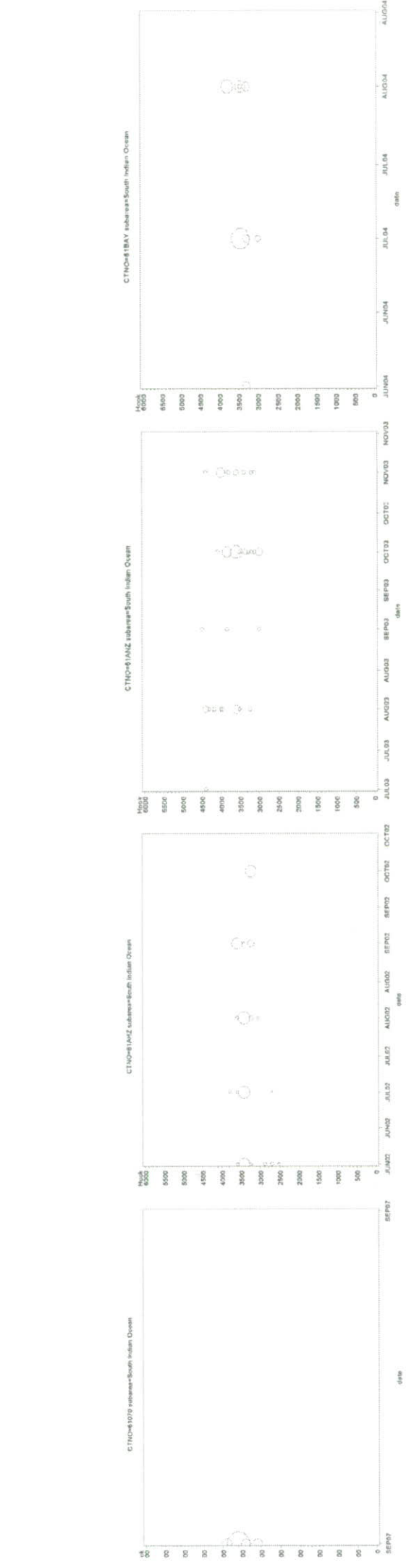
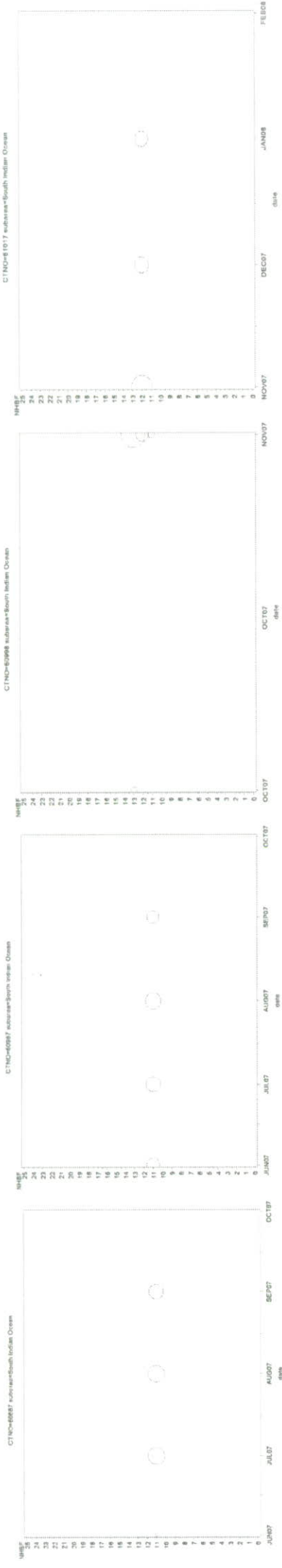


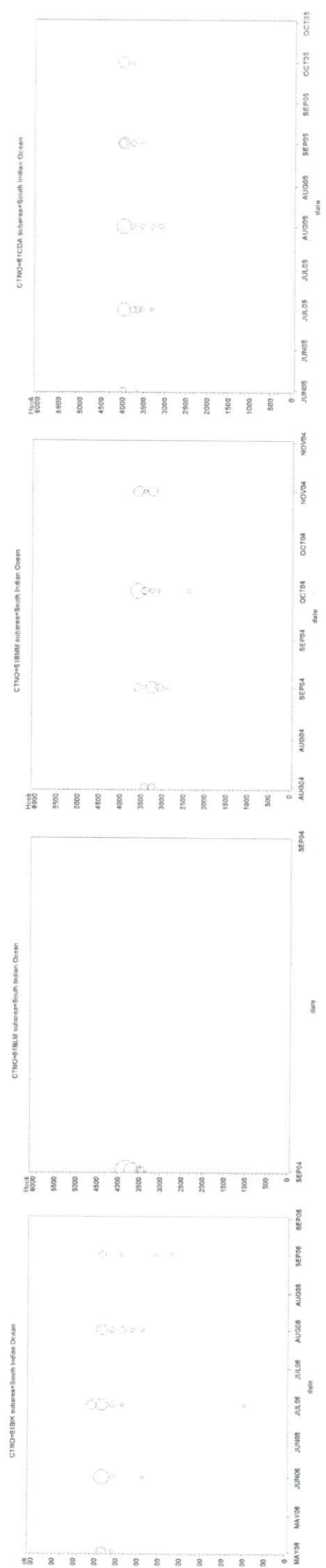
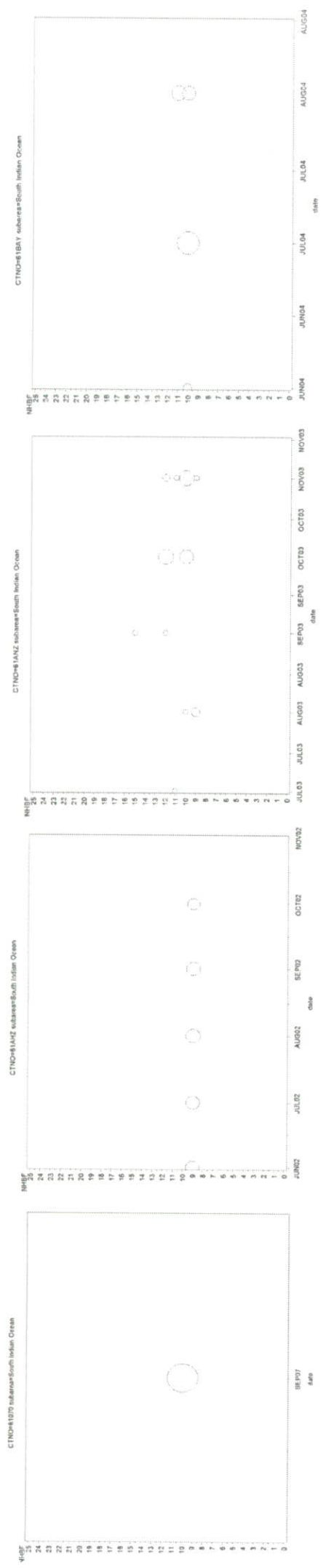
CTNO=60988 subarea=South Indian Ocean



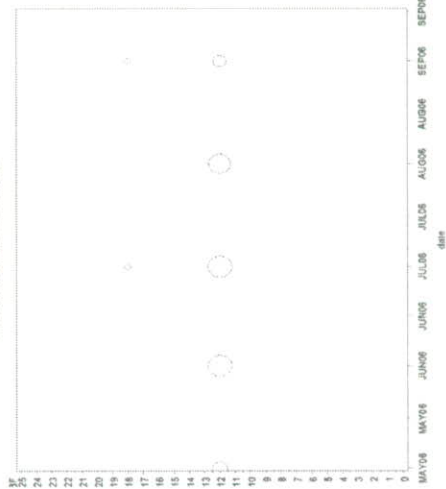
CTNO=81017 subarea=South Indian Ocean







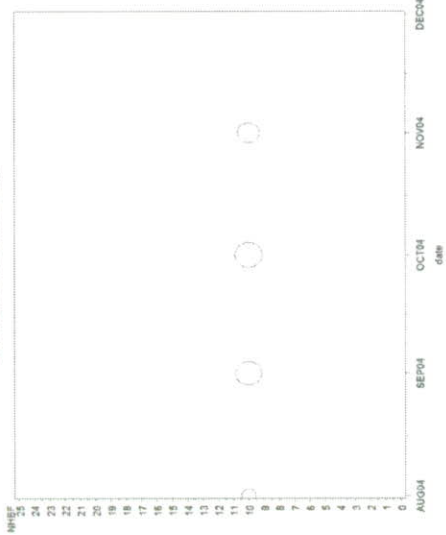
CTNO=18K subarea=South Indian Ocean



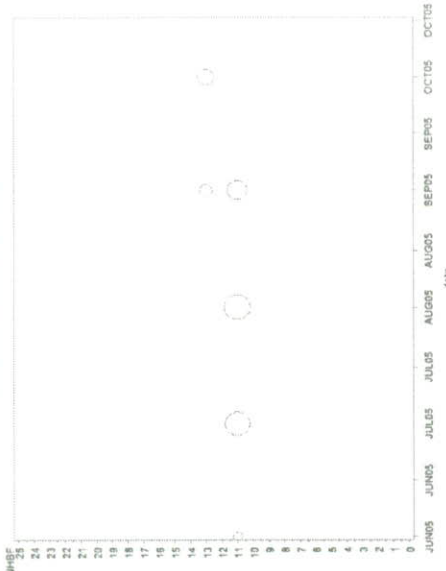
CTNO=18L subarea=South Indian Ocean



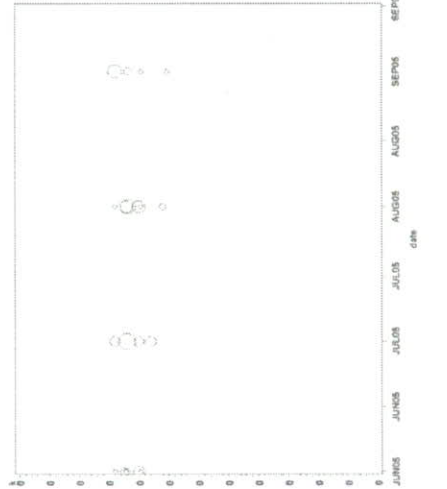
CTNO=6 (BIM) subarea=South Indian Ocean



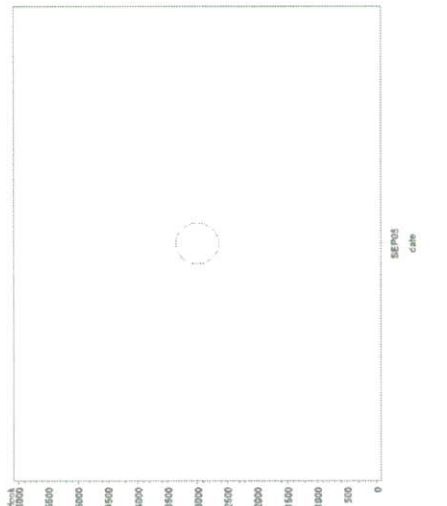
CTNO=6 (CDA) subarea=South Indian Ocean



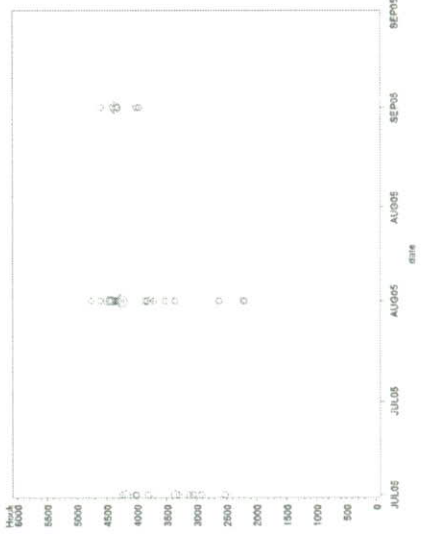
CTNO=7A8R subarea=South Indian Ocean



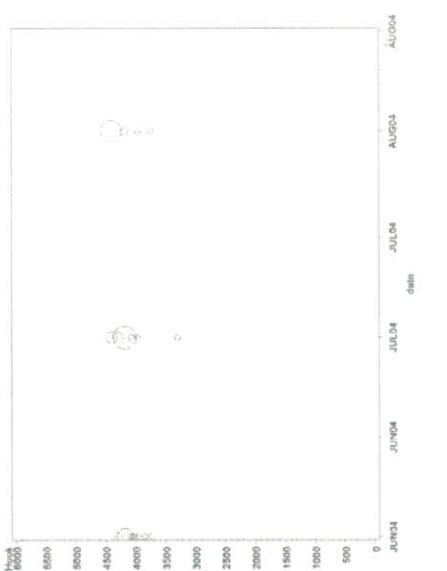
CTNO=7A2E subarea=South Indian Ocean

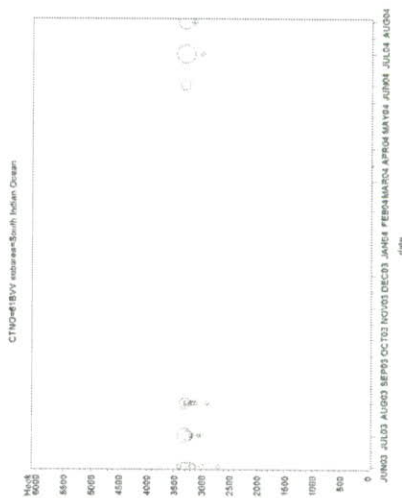
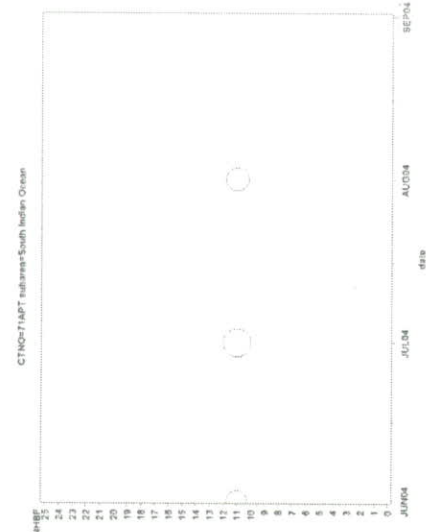
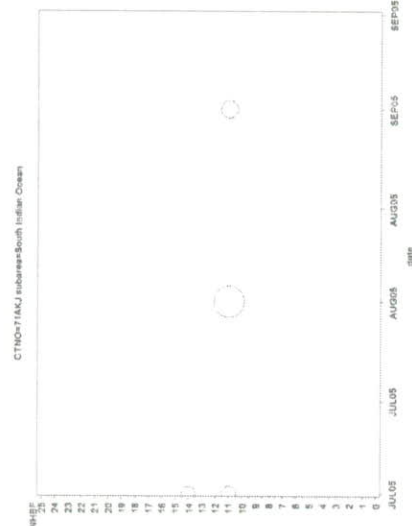
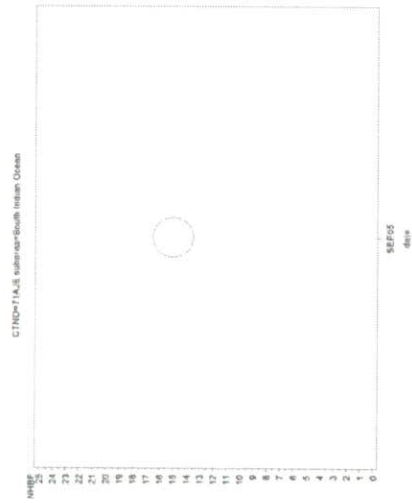
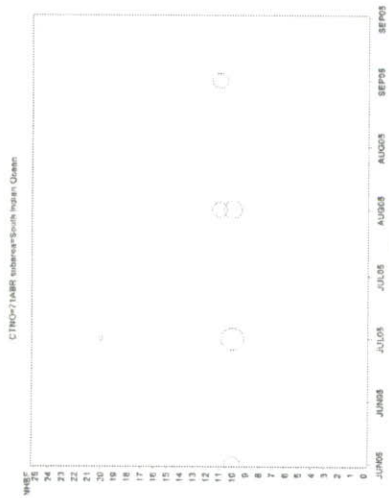


CTNO=7A4J subarea=South Indian Ocean



CTNO=7A47 subarea=South Indian Ocean





CTHQ-818VV, sistemasi*Suruh, Indragiri, Okran



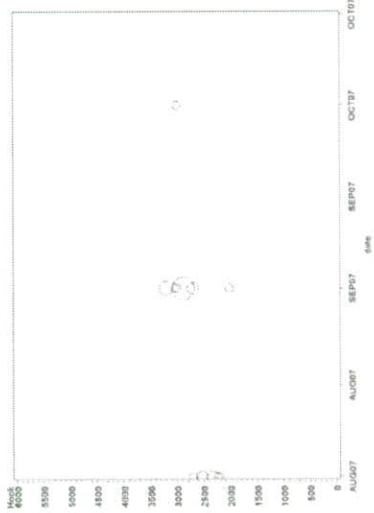
JAN01 JUL01 AUG01 SEPO1 OCT01 NOV01 DEC01 JAN04 FEB04 MARE1 APR04 MAYS1 JUN04 JUL04 AUG04

CTHQ-818V7, sistemasi*W, M4, Indrag



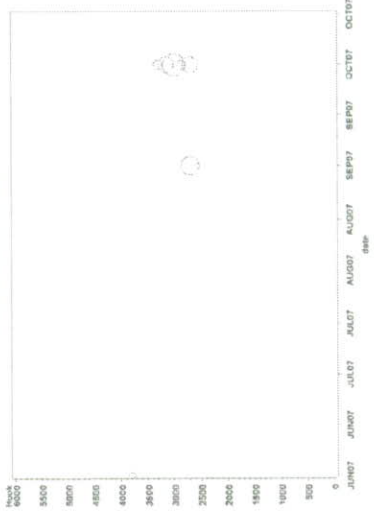
DECO1 DECO2 DECO3

CTHQ-818V5, sistemasi*W, M4, Indrag



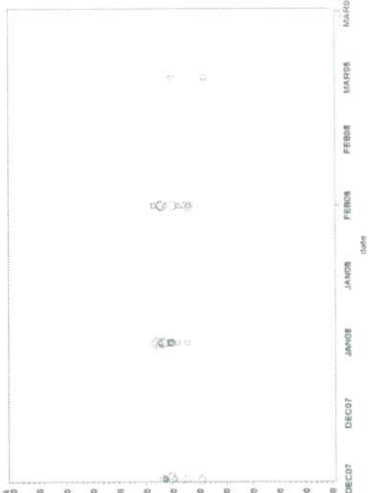
AUG07 AUG08 SEPO7 SEPO7 OCT07

CTHQ-818V4, sistemasi*W, M4, Indrag

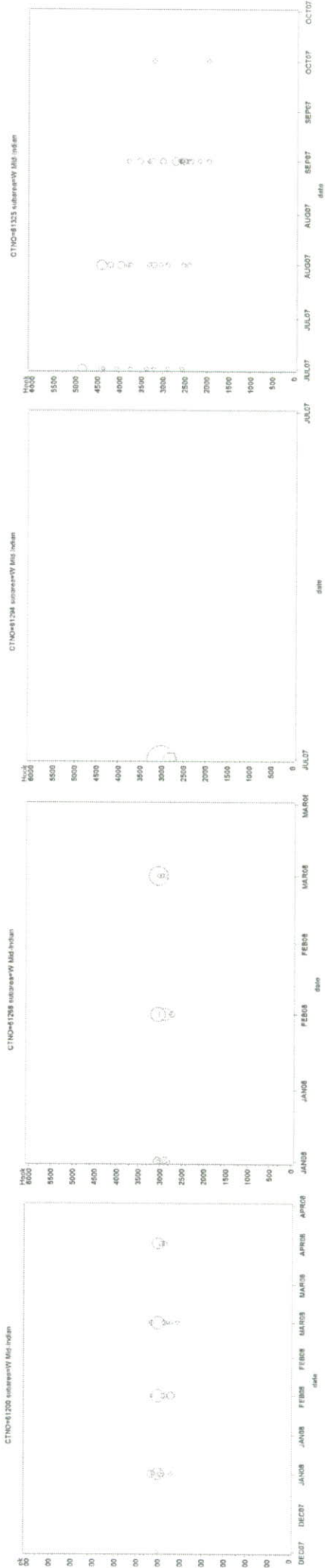
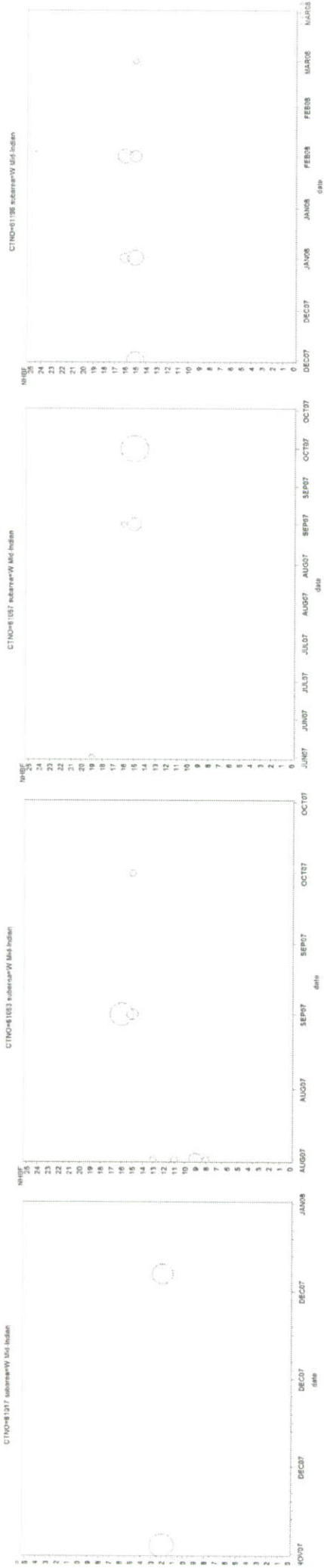


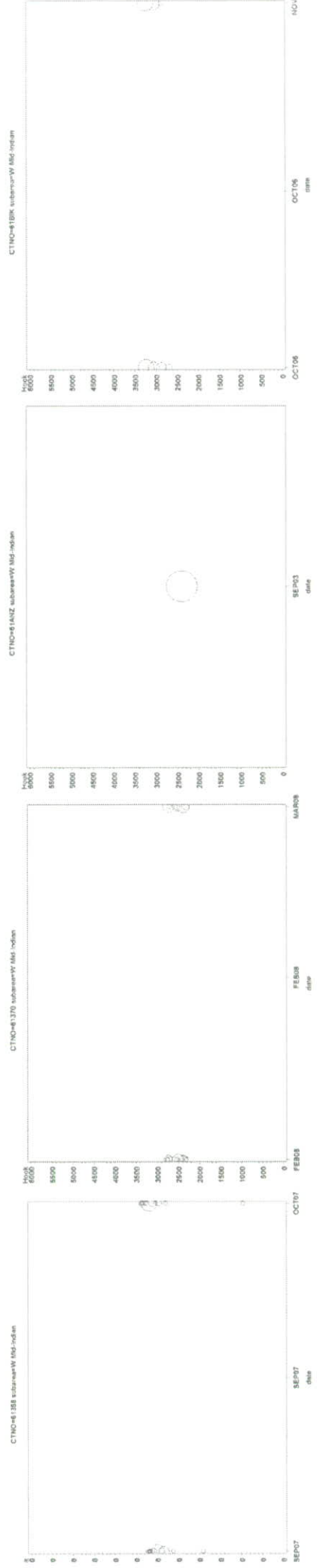
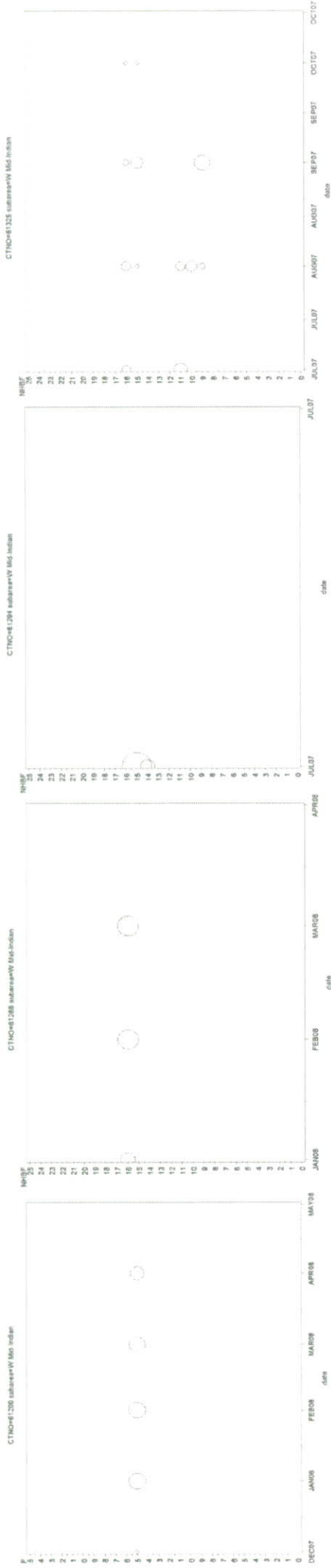
JUN07 JUN08 JUL07 JUL08 AUG07 AUG08 SEPO7 SEPO8

CTHQ-818V3, sistemasi*W, M4, Indrag

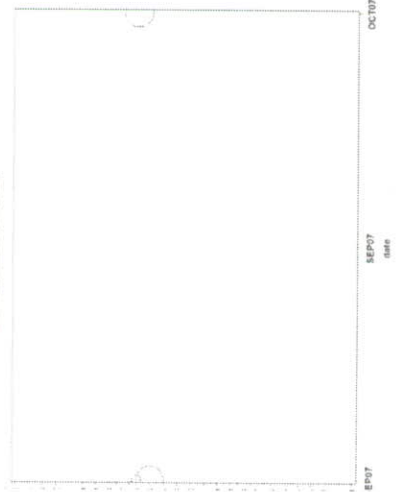


DEC07 DEC08 JAN08 JAN09 FEB08 FEB09





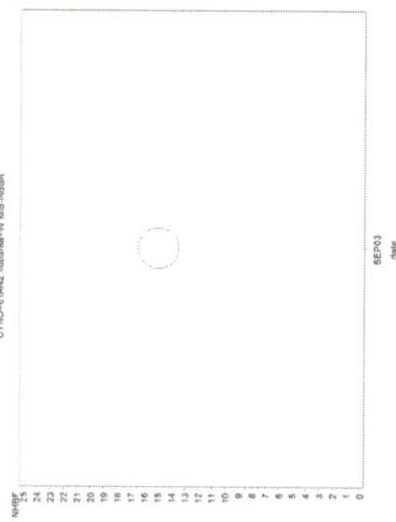
CTNO=138 subarea=W Mid Indian



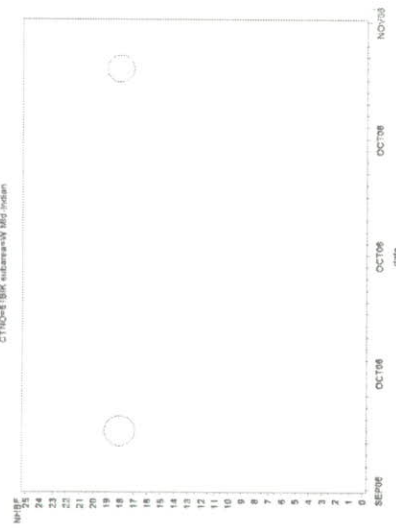
CTNO=137 subarea=W Mid Indian



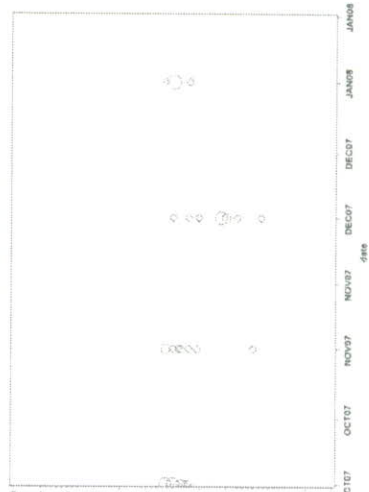
CTNO=142 subarea=W Mid Indian



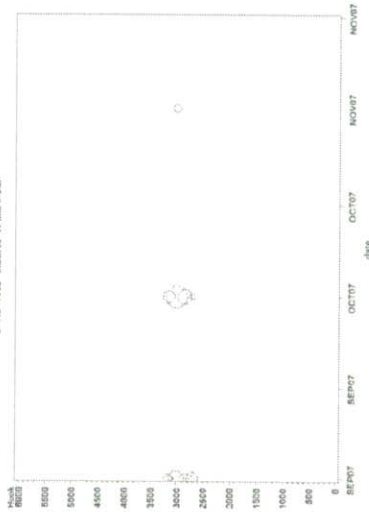
CTNO=141 subarea=W Mid Indian



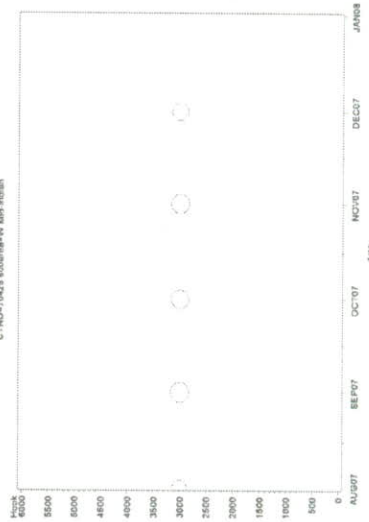
CTNO=191 subarea=W Mid Indian



CTNO=121 subarea=W Mid Indian

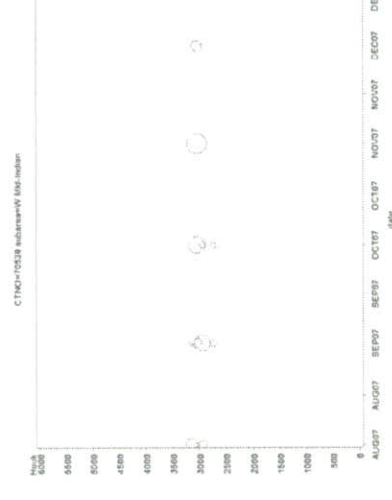
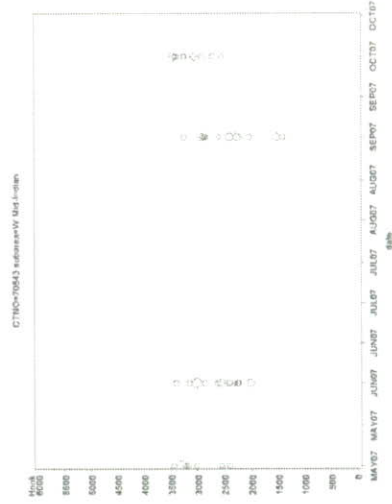
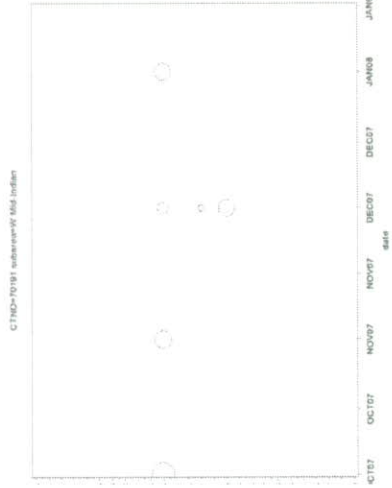
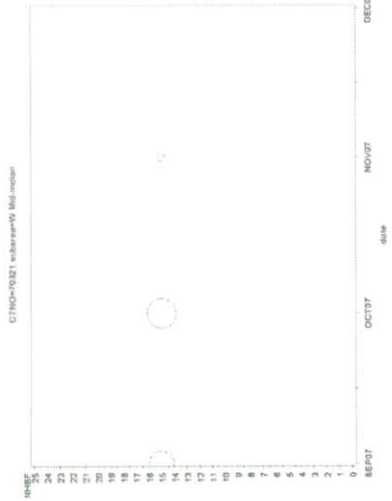
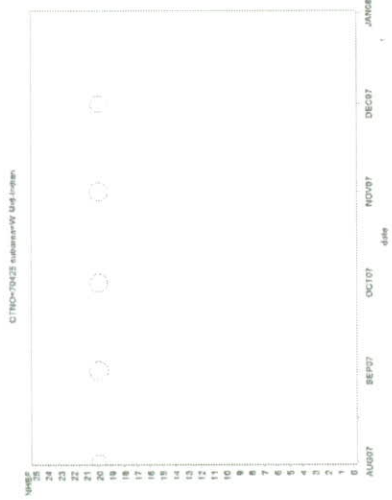
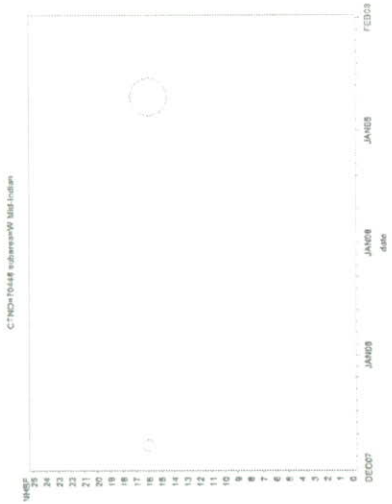


CTNO=143 subarea=W Mid Indian

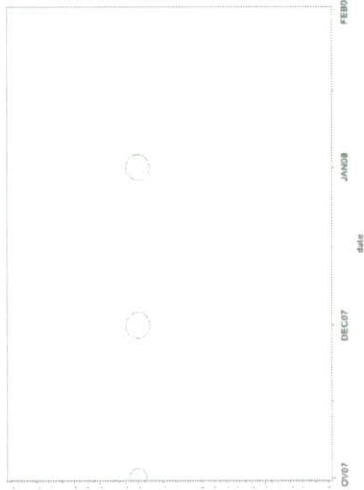


CTNO=144 subarea=W Mid Indian

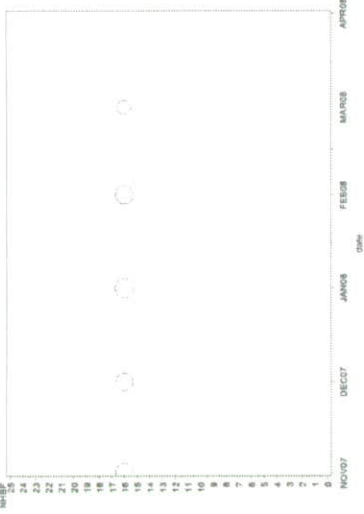




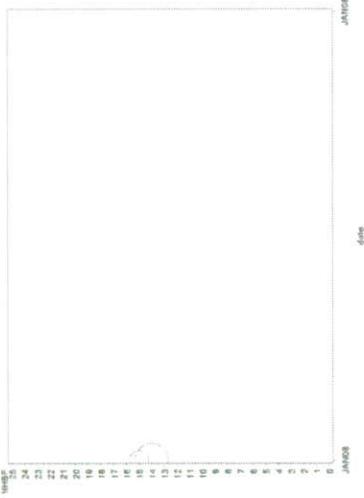
CTNO=7892 subareaW Mid Indian



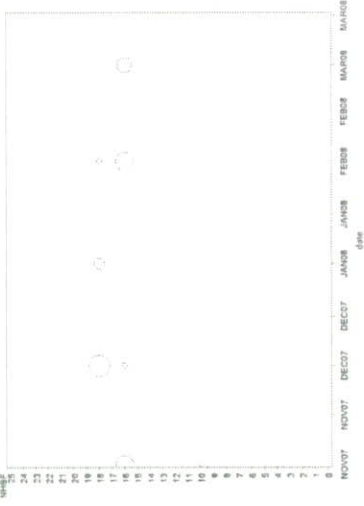
CTNO=7088 subareaW Mid Indian

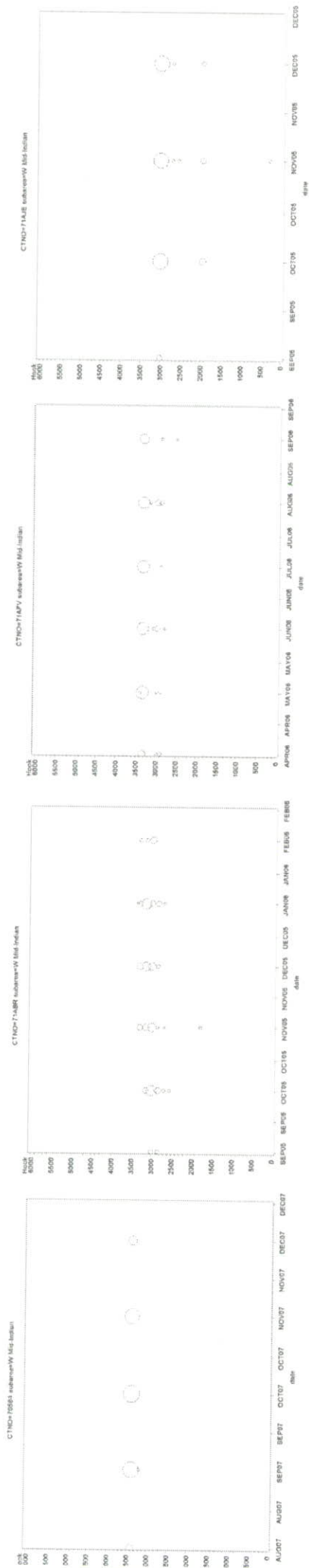


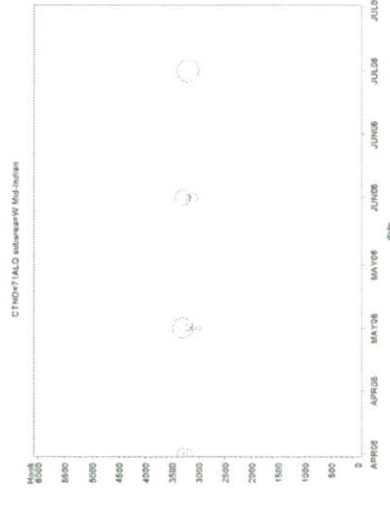
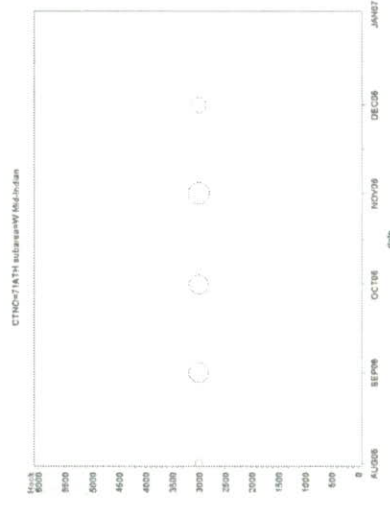
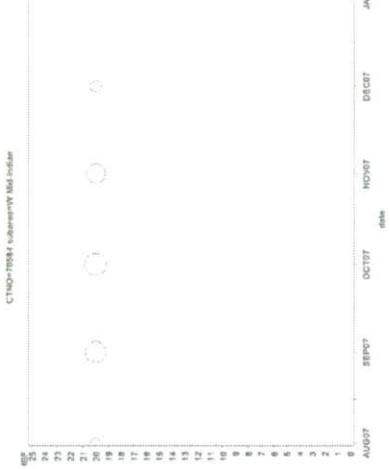
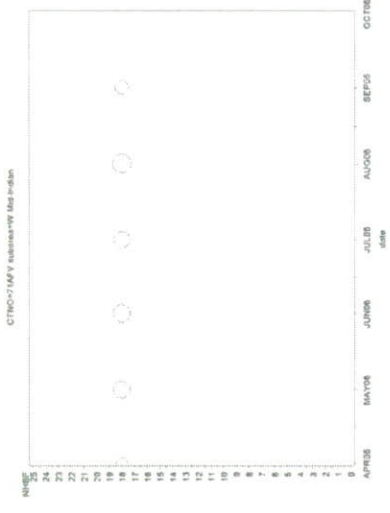
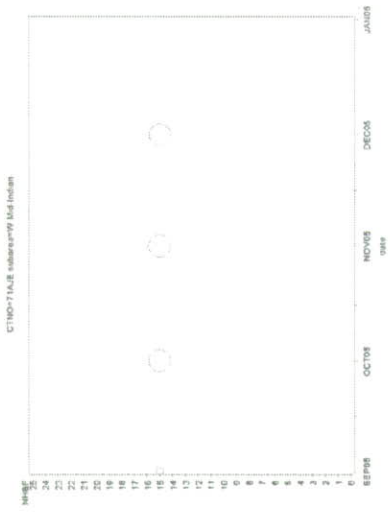
CTNO=7870 subareaW Mid Indian

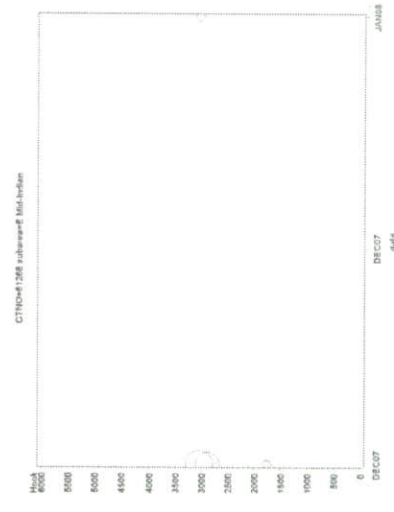
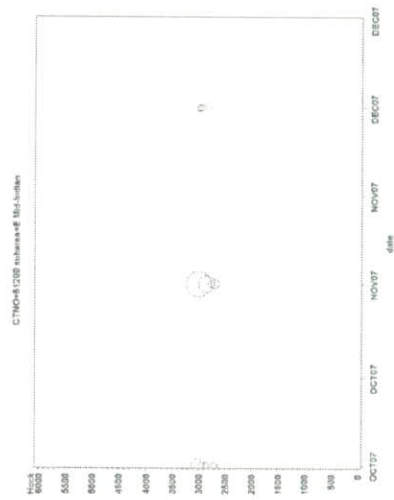
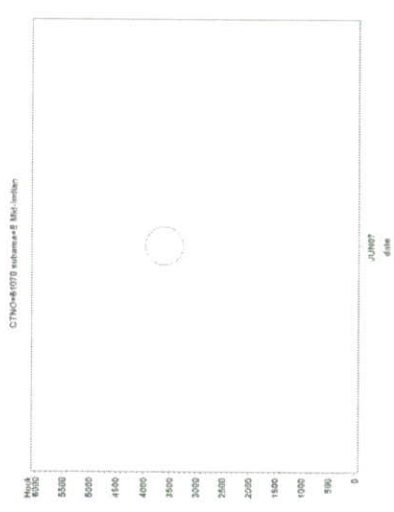
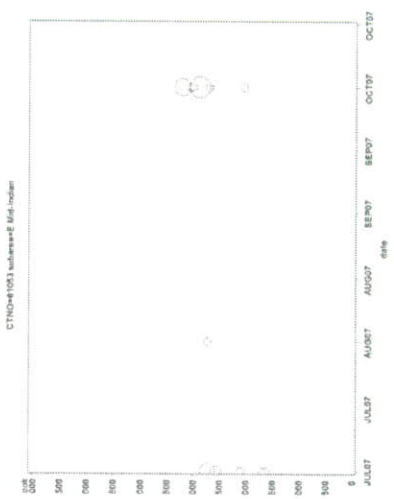
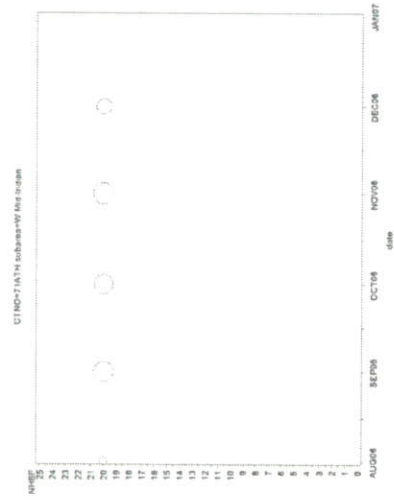
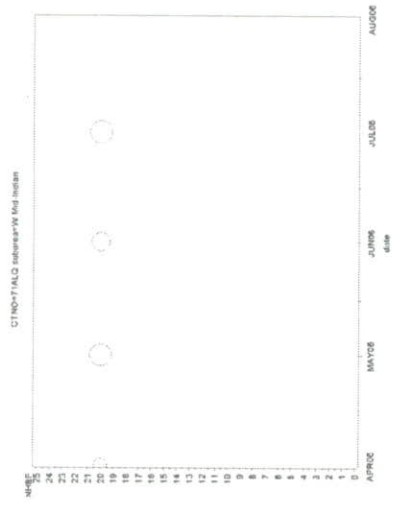
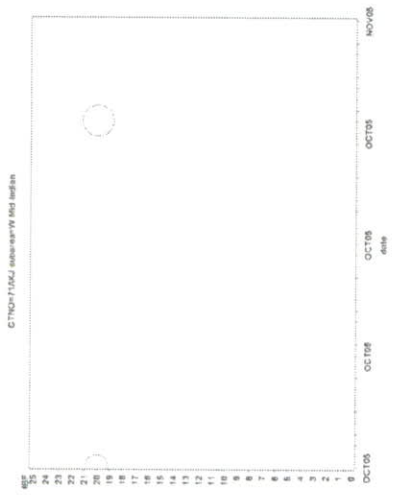


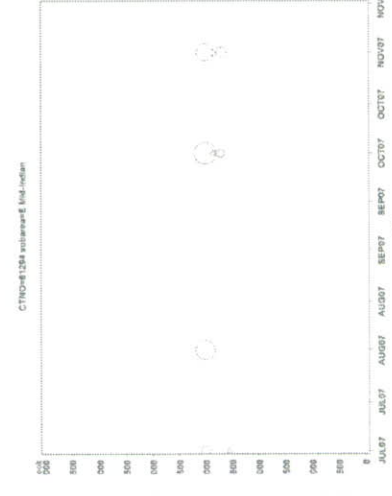
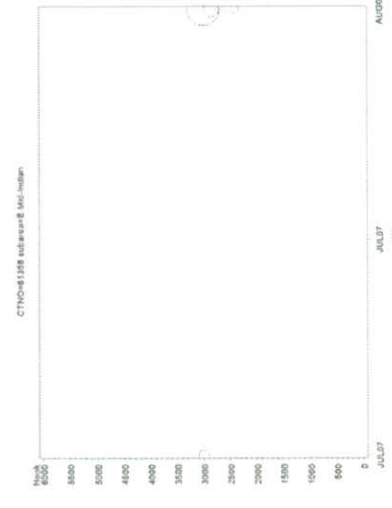
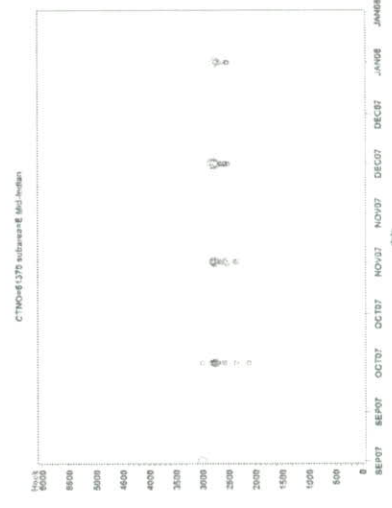
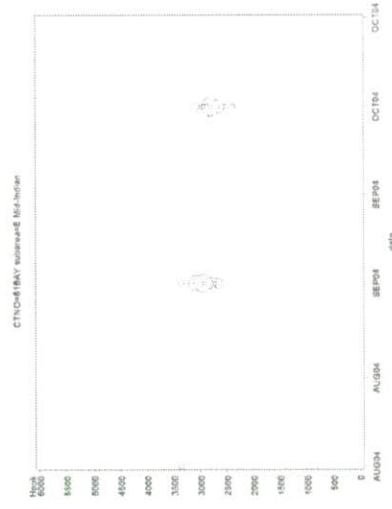
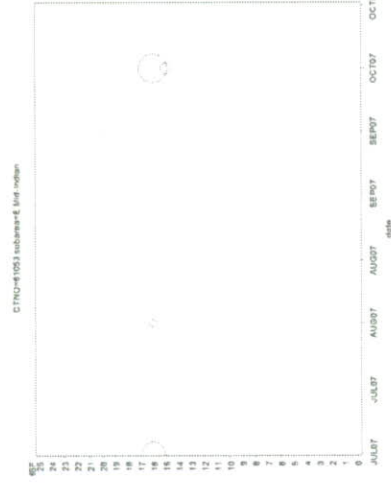
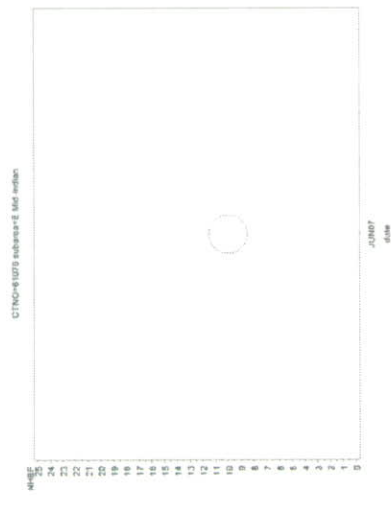
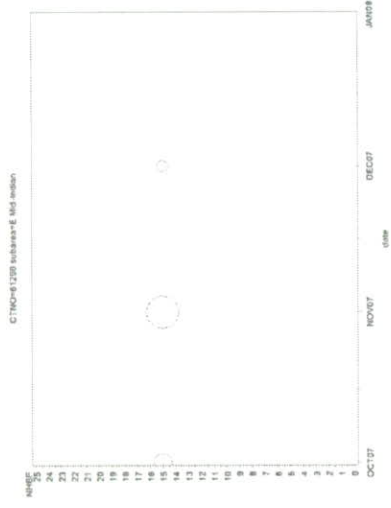
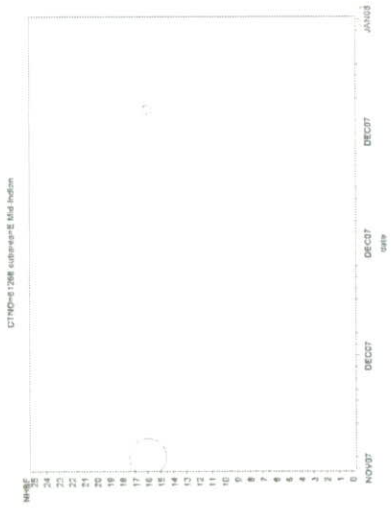
CTNO=7897 subareaW Mid Indian



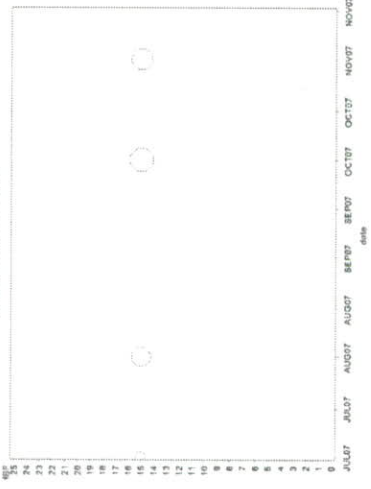




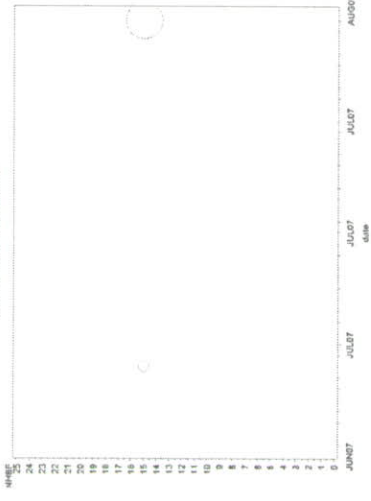




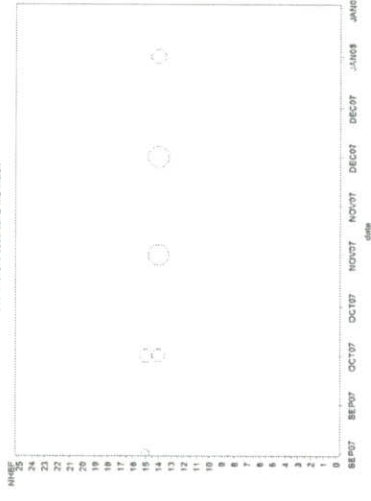
CTNO=1284 subarea=5 Mid Jordan



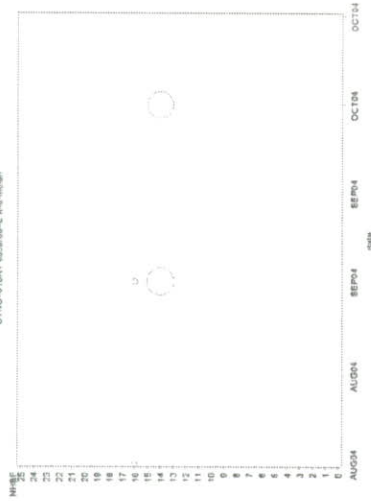
CTNO=1288 subarea=5 Mid Jordan



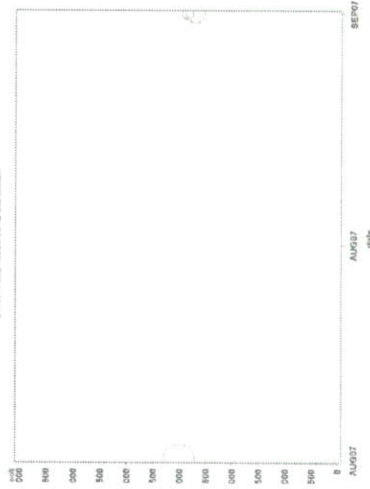
CTNO=1278 subarea=5 Mid Jordan



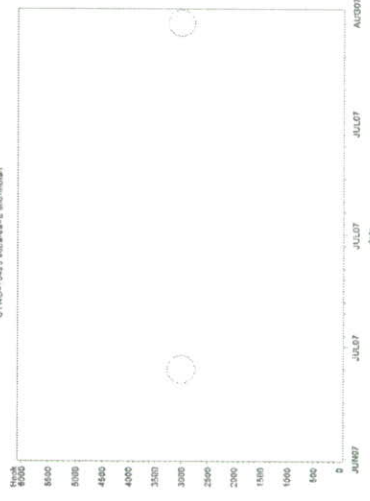
CTNO=1849 subarea=5 Mid Jordan



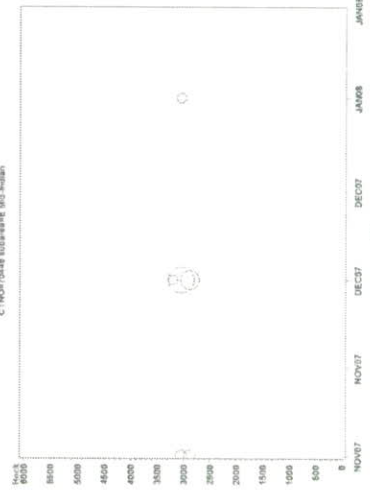
CTNO=1231 subarea=5 Mid Jordan



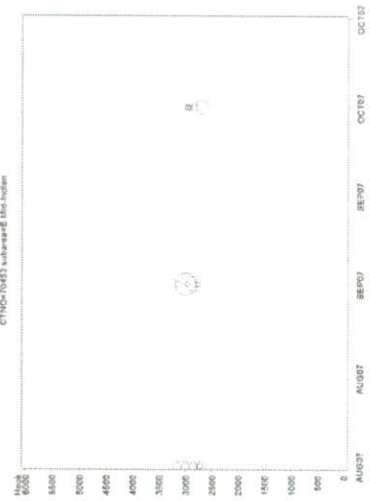
CTNO=1243 subarea=5 Mid Jordan

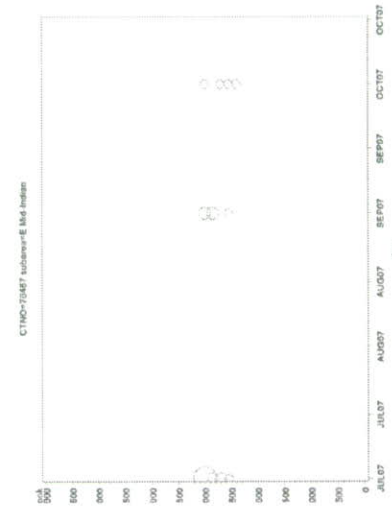
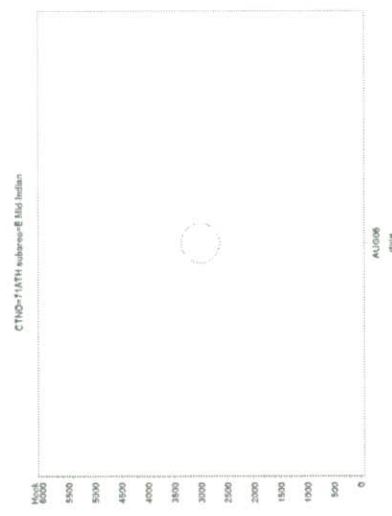
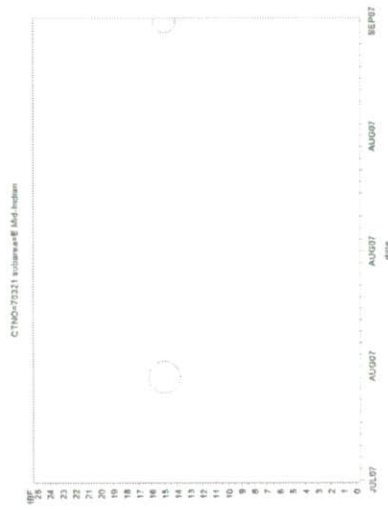
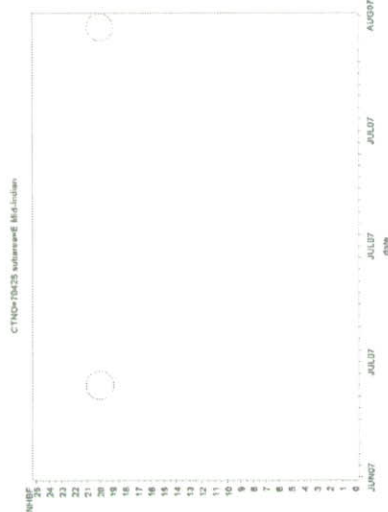
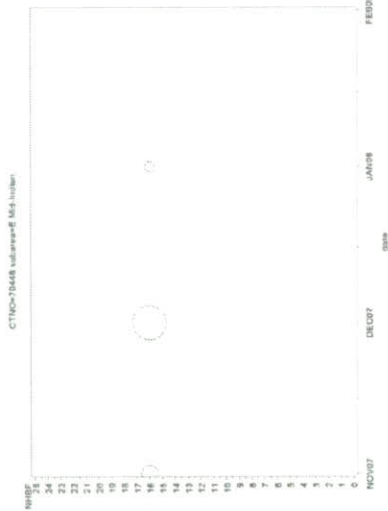
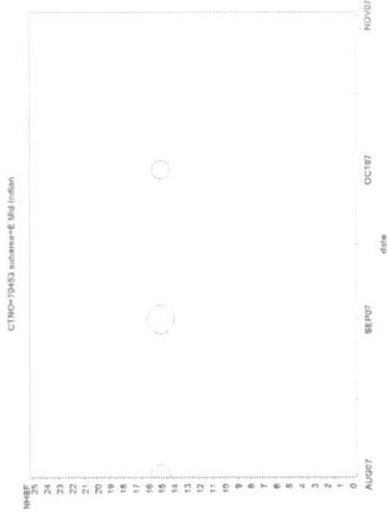


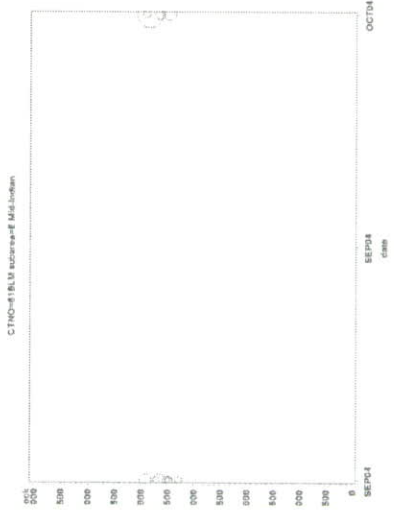
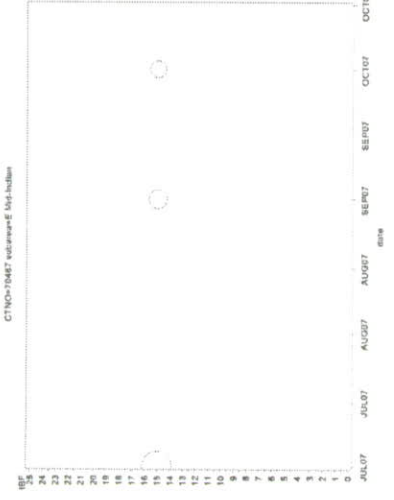
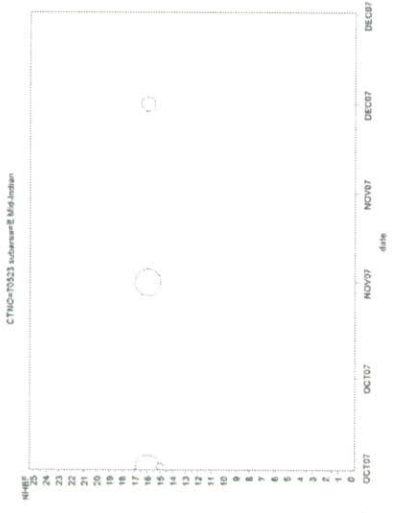
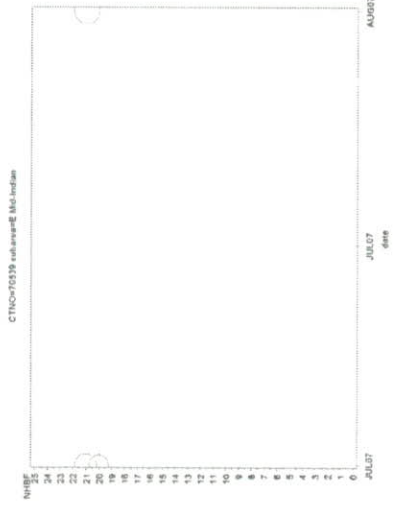
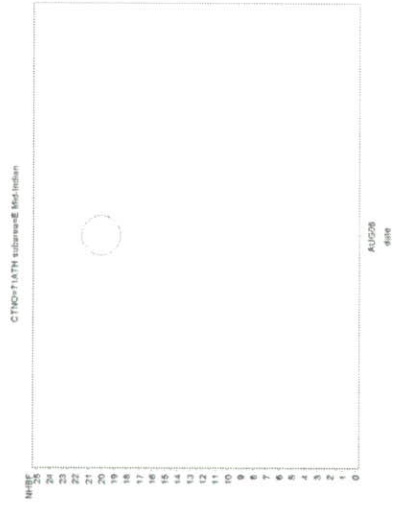
CTNO=1448 subarea=5 Mid Jordan

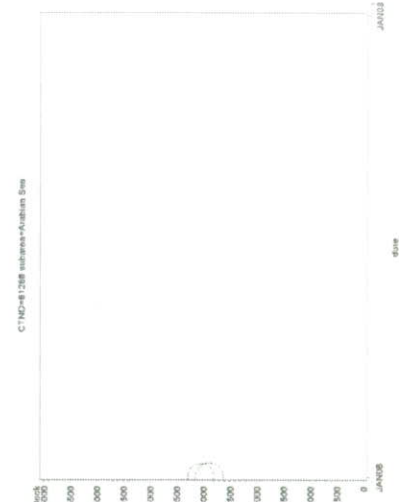
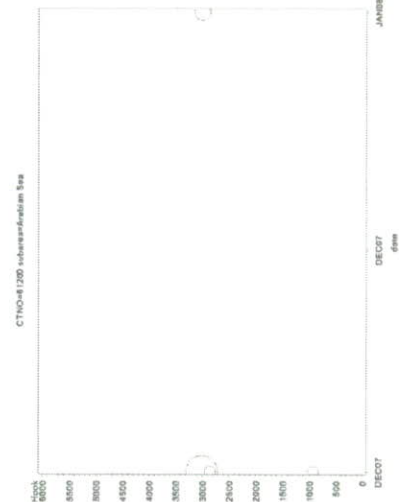
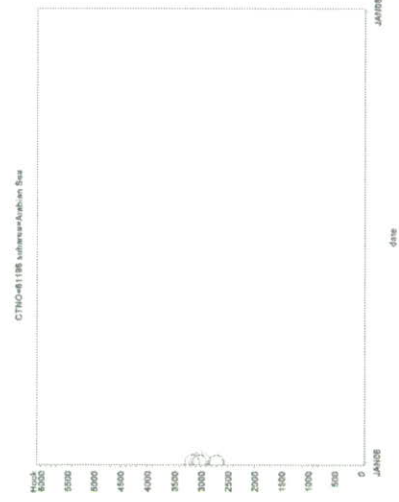


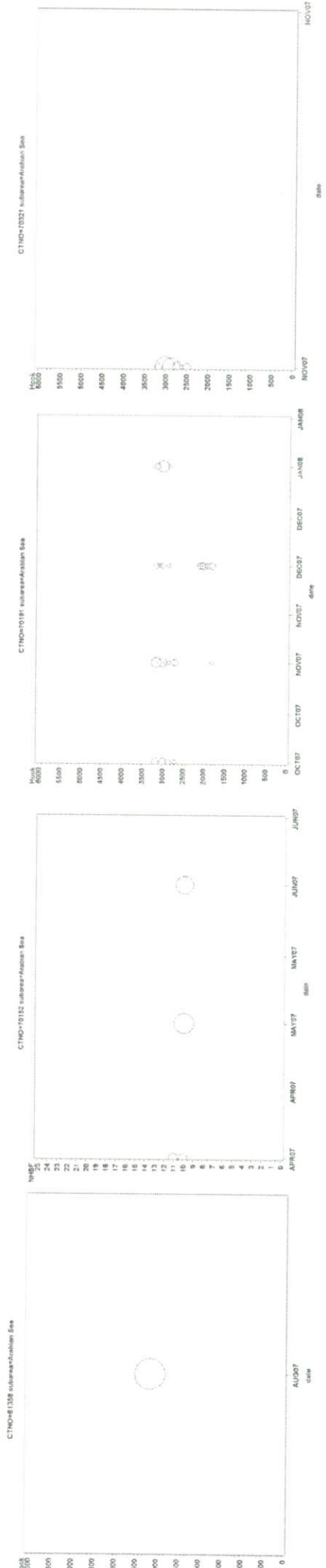
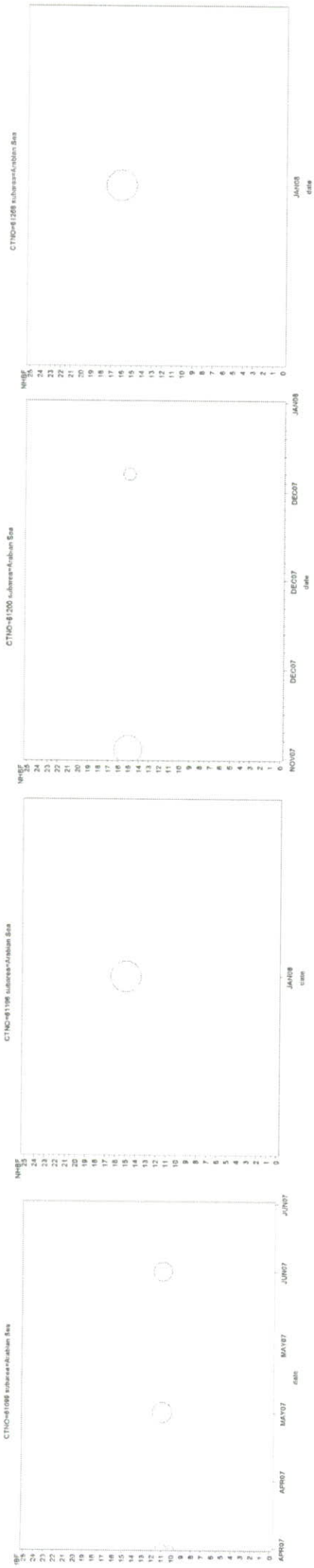
CTNO=1821 subarea=5 Mid Jordan

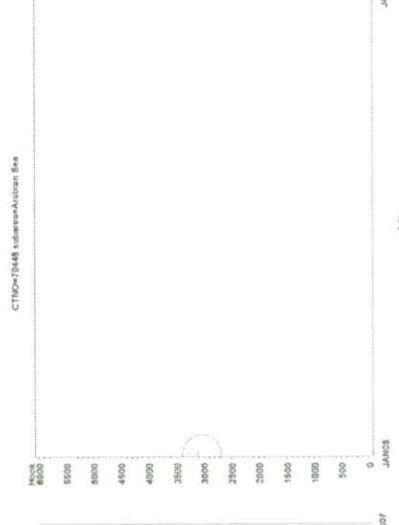
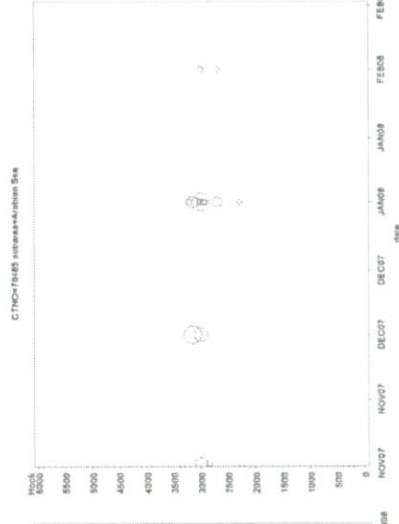
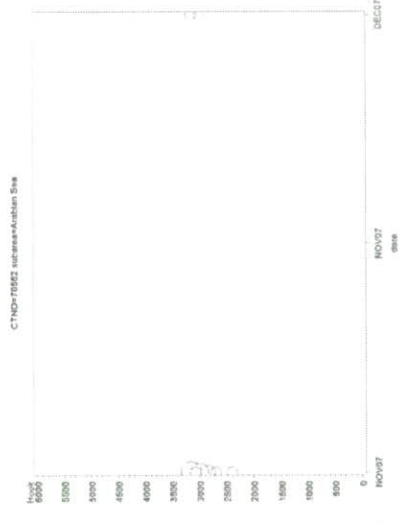
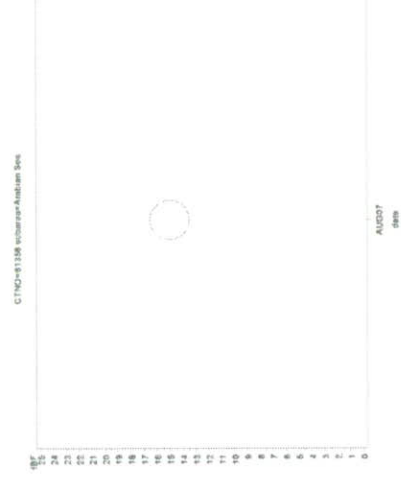
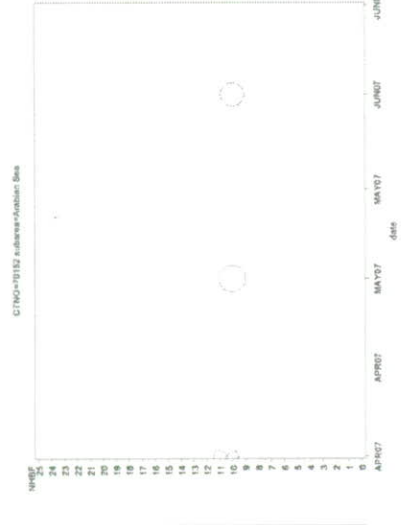
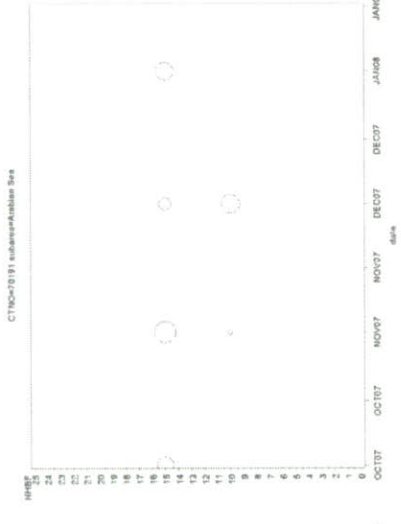
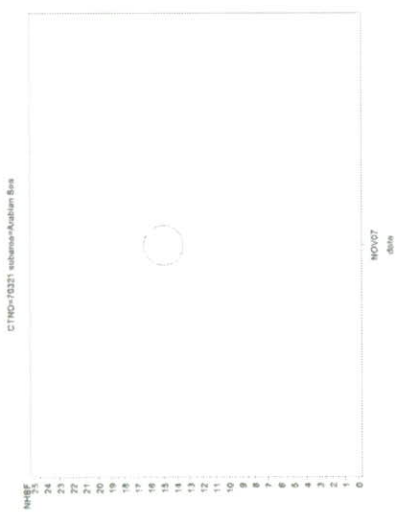


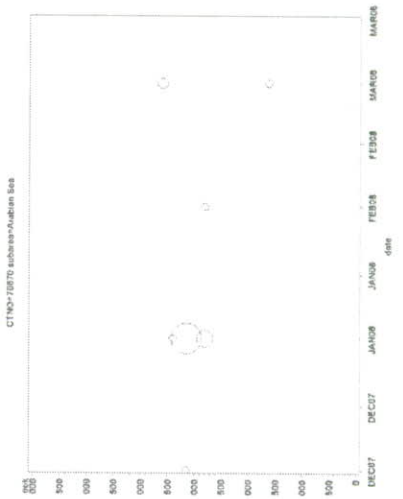
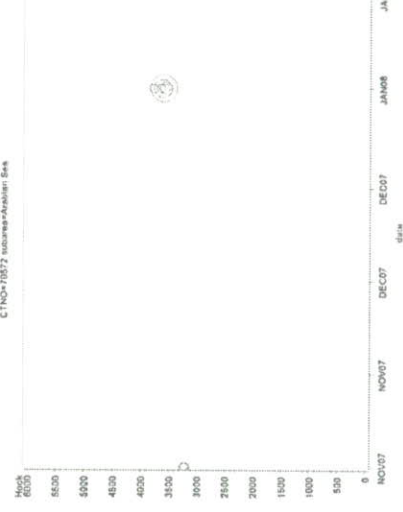
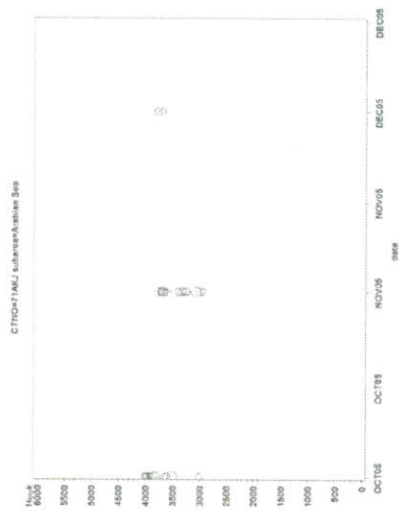
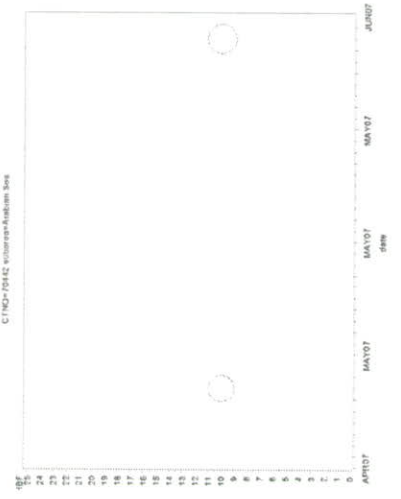
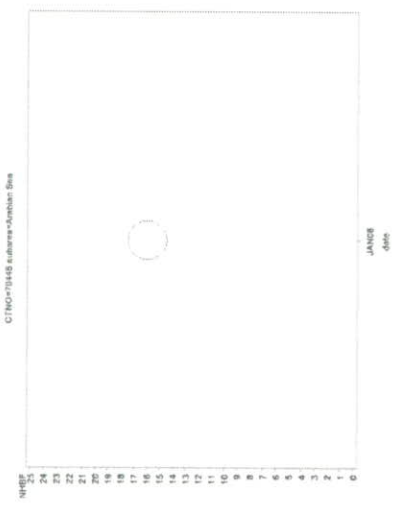
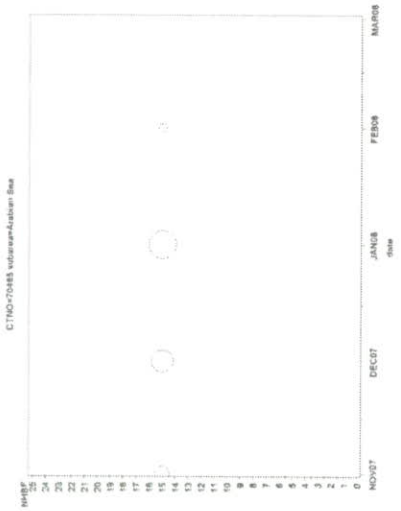
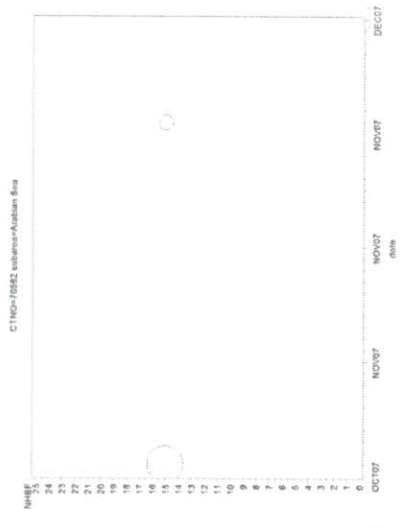


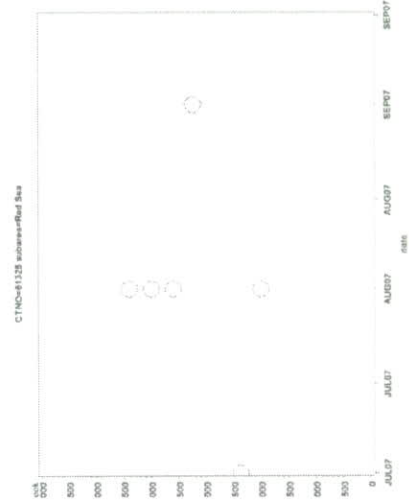
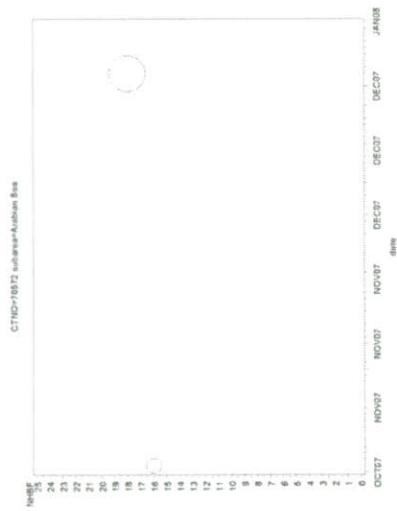


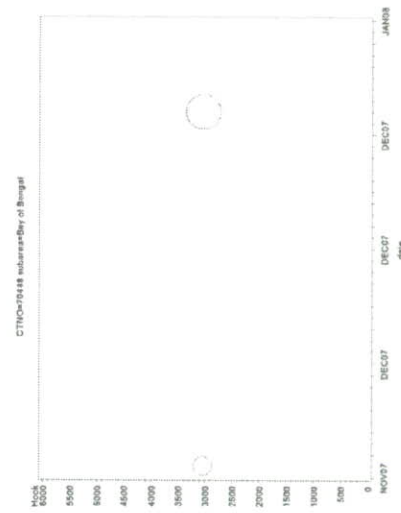
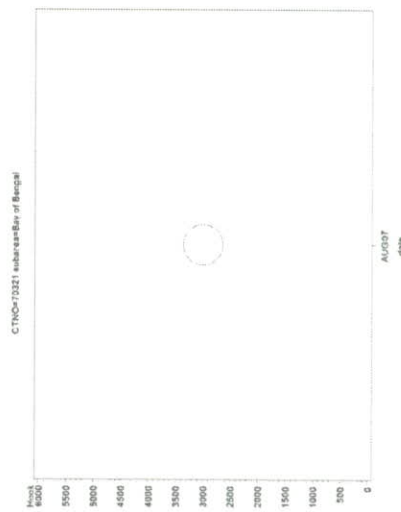
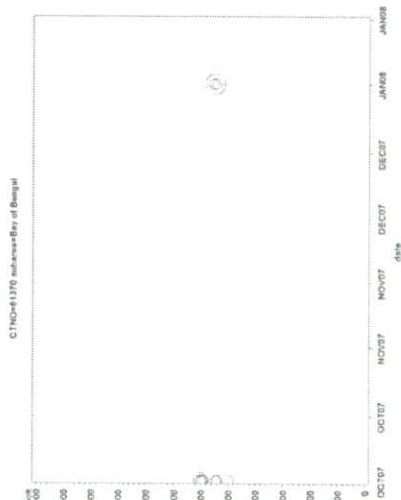
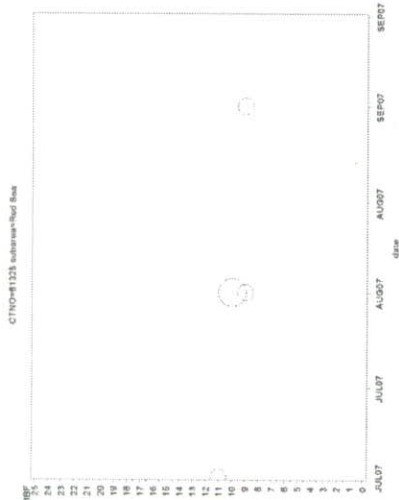




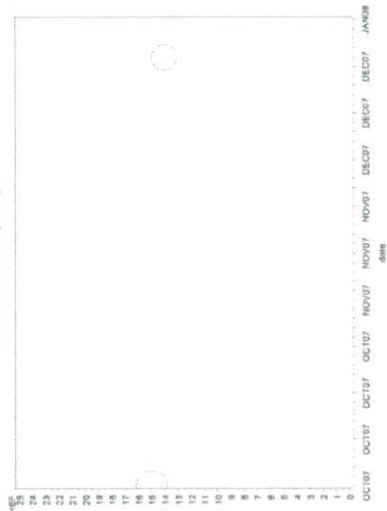




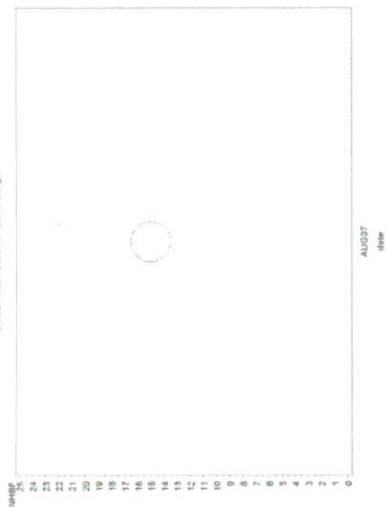




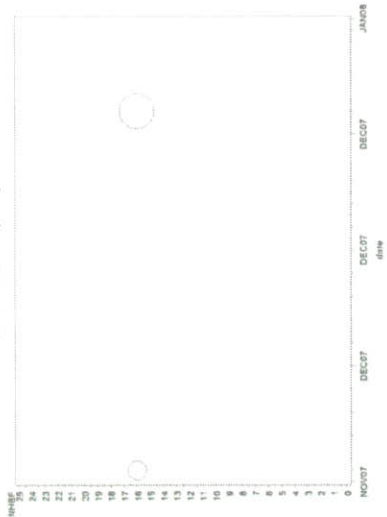
CTNO=41370 subarea=Bay of Bengal



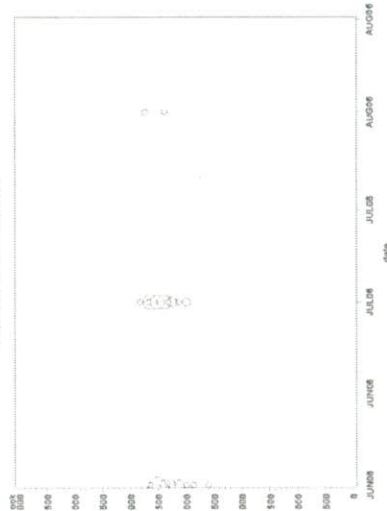
CTNO=41321 subarea=Bay of Bengal



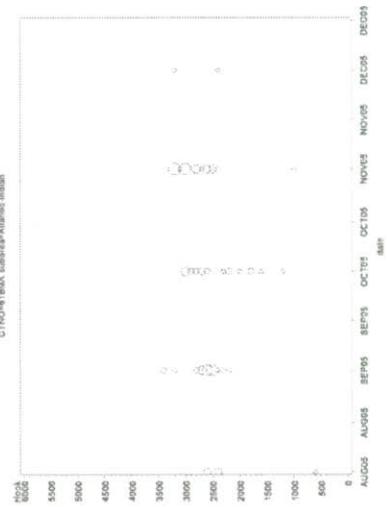
CTNO=70448 subarea=Bay of Bengal



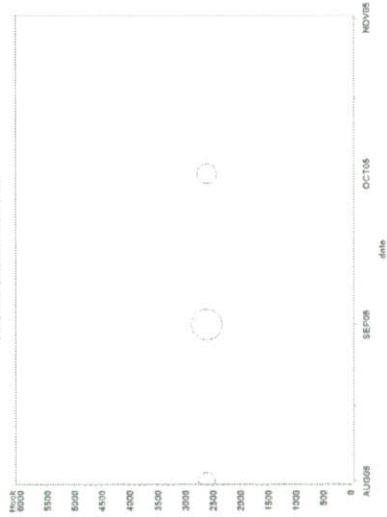
CTNO=4184R subarea=Andam Nicobar



CTNO=4184A subarea=Andam Nicobar

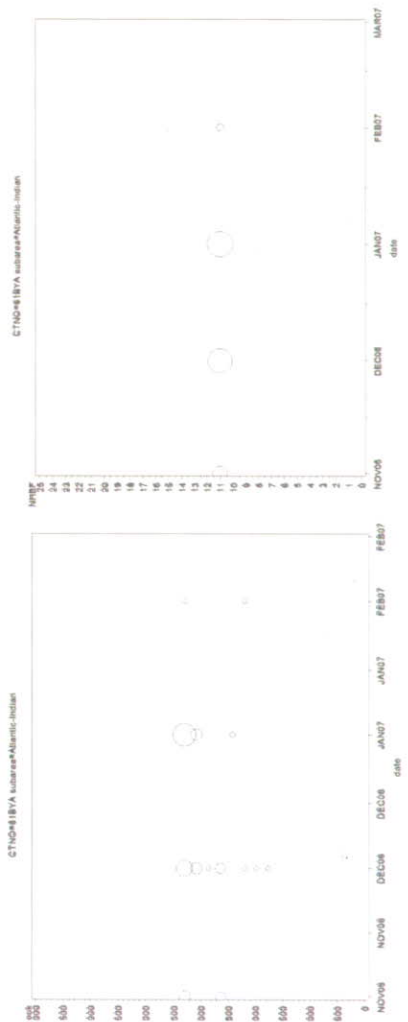
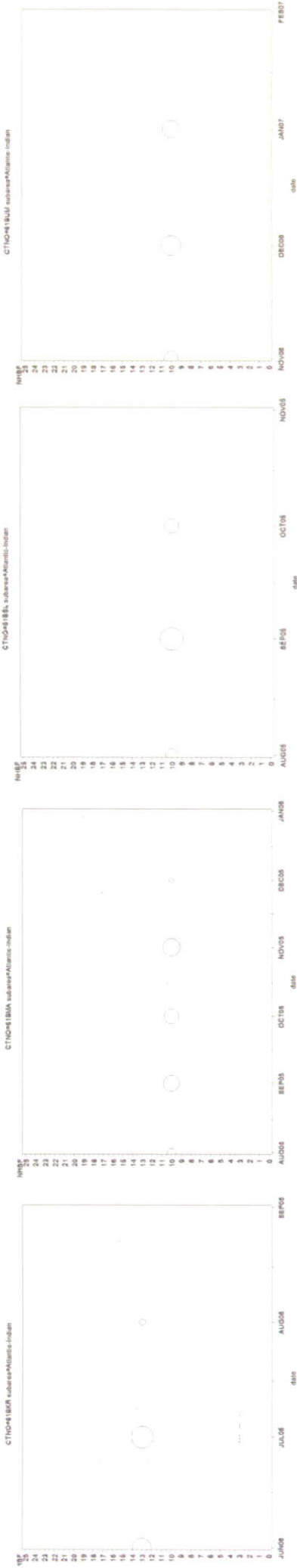


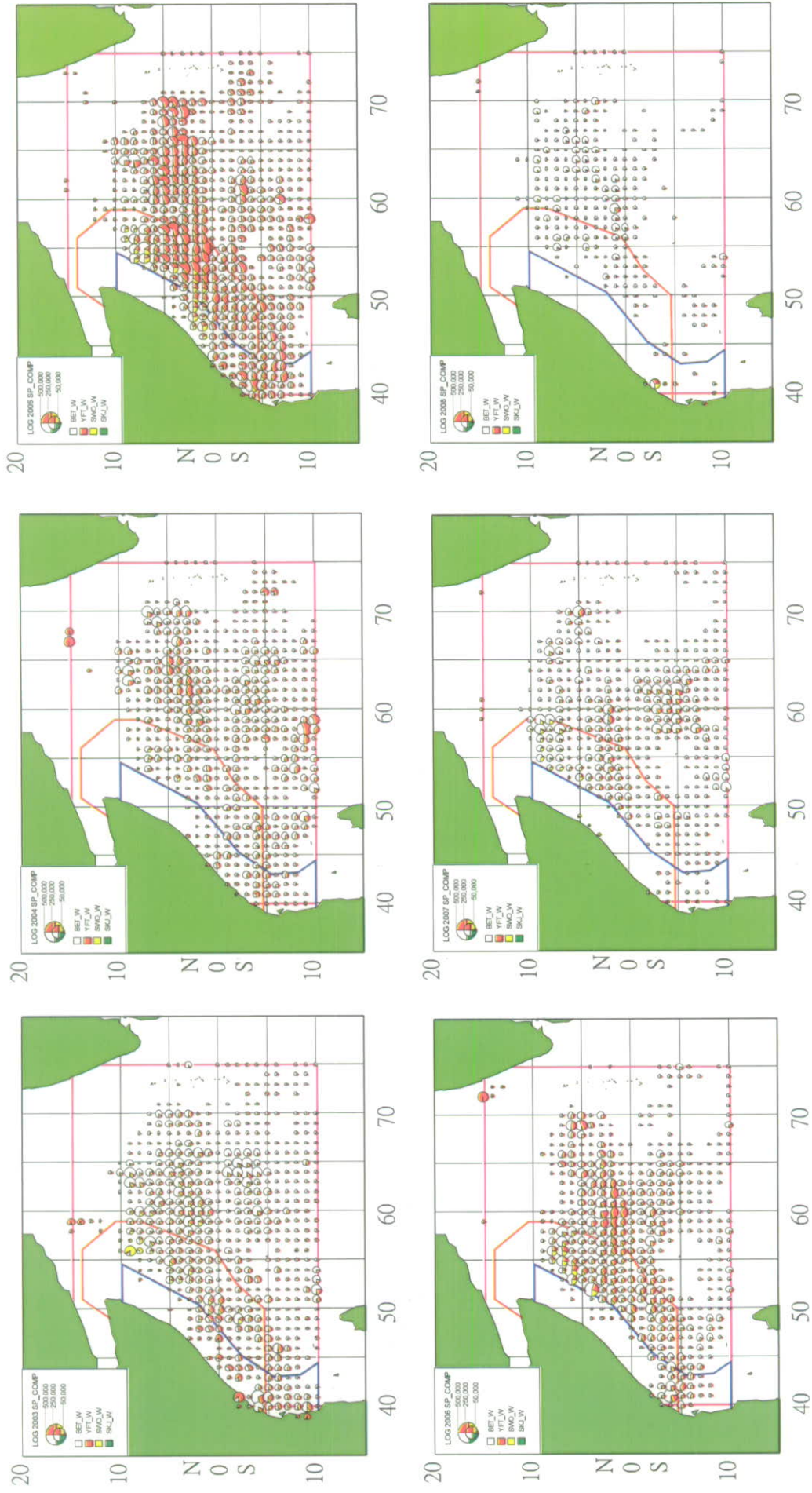
CTNO=4183L subarea=Andam Nicobar



CTNO=4181M subarea=Andam Nicobar







圖二十七、索馬利亞海盜對於臺灣鯖延繩釣漁業努力量分佈示意圖。