

# 海面溫度異常與台灣地區季節降水之關係

王寶貫・劉惠純

( 美國威斯康辛大學大氣海洋科學系 )

中央氣象局八十一年度研究計劃

編號CWB-3M-01

研究報告

1992年5月

## I 簡介

近年來大量的研究指出，海洋對全球大氣環流及天氣氣候變化之影響至為巨大。這主要是一來海洋佔全球表面積的70%左右，故與大氣直接接觸面甚廣，二來液態水之比熱遠大於空氣，故海洋上少許的熱力變化，其釋放的熱量，即足以引起大氣中相當大的變化。這些相應變化又通過海氣交互作用，而影響海面之物理狀態，因而引發下一循環之天氣氣候變化。

台灣乃是一個四面環海之島嶼，其長期天氣變化應在某種程度上受到海洋熱力場之支配，自是不難預料之事。但是海洋之熱力場將以何種方式來支配台灣地區的天氣氣候，則尚是一樣有待深入研究的問題。這是因為大氣運動本身便是一個高度非線性的環流系統。再加上同樣是高度非線的海氣交互作用，便使得任何由海洋熱力場異常而引發的大氣運動變得十分複雜。曠是之故，我們並不能預期，某一海面區域較大之熱力場異常必定會產生在某些地區較大的大氣反應。事實上，不同地區可能有不同反應，而同一地區在不同的時間也會有不同的反應。

本研究的目的是，在探討海面溫度場之異常對台灣地區季節降水是否有重要的影響。如果結論是有影響的話，是否可以海面溫度之異常來預報未來之降水情況。以下數節，即是本研究所用之資料，方法，及結果。

## II 資料及來源

本研究所用之資料有二：(1)台灣地區六站(台北、台中、台南、高雄、花蓮、台東)之逐日降水資料。(2)全球海面溫度異常場之資料。台灣地區之降水資料由中央氣象局供應。海溫異常場之資料則取自美國氣象局所編之海溫異常之全球資料庫(參考文獻【一】)。此海溫資料乃是將原始之觀測資料加以統計使之平滑化並經過訂正，而後成為規則 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 之網格資料。資料值代表海溫異常值，亦即其每年每月之距平值。其平均值則以1950-1980之平均為準。

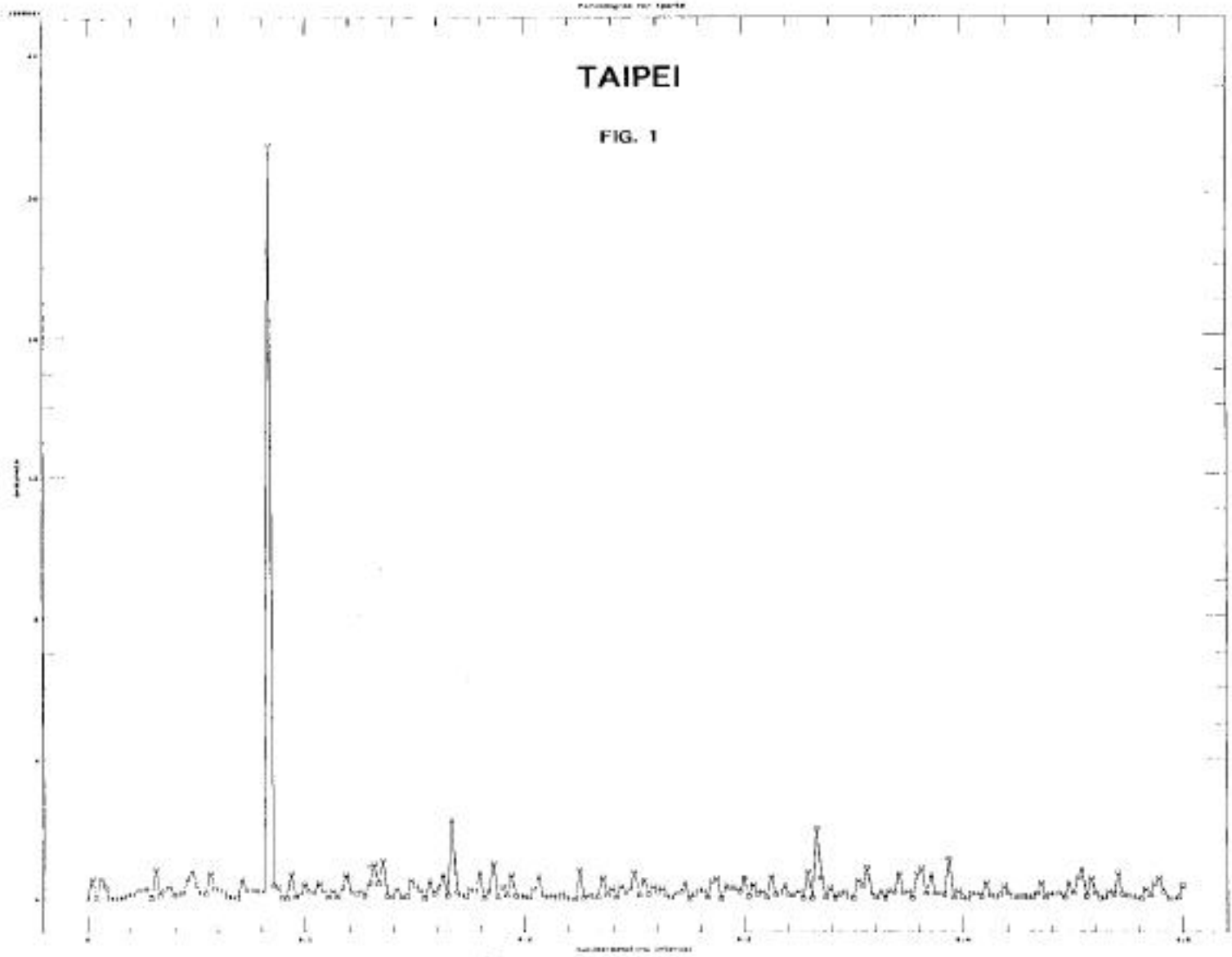
## III 台灣六測站雨量之周期特徵

台灣之中央山岳聳峙，天然上即將本島隔為東西兩部分。東面鄰接菲律賓海及太平洋，故無可避免地受到海洋氣候之特徵影響較大，西岸則鄰接中國大陸，是則將受大陸氣候特徵影響較東岸為大，又台灣之南北緯距離僅三度左右，但北回歸線

# TAIPEI

FIG. 1

—SLE—

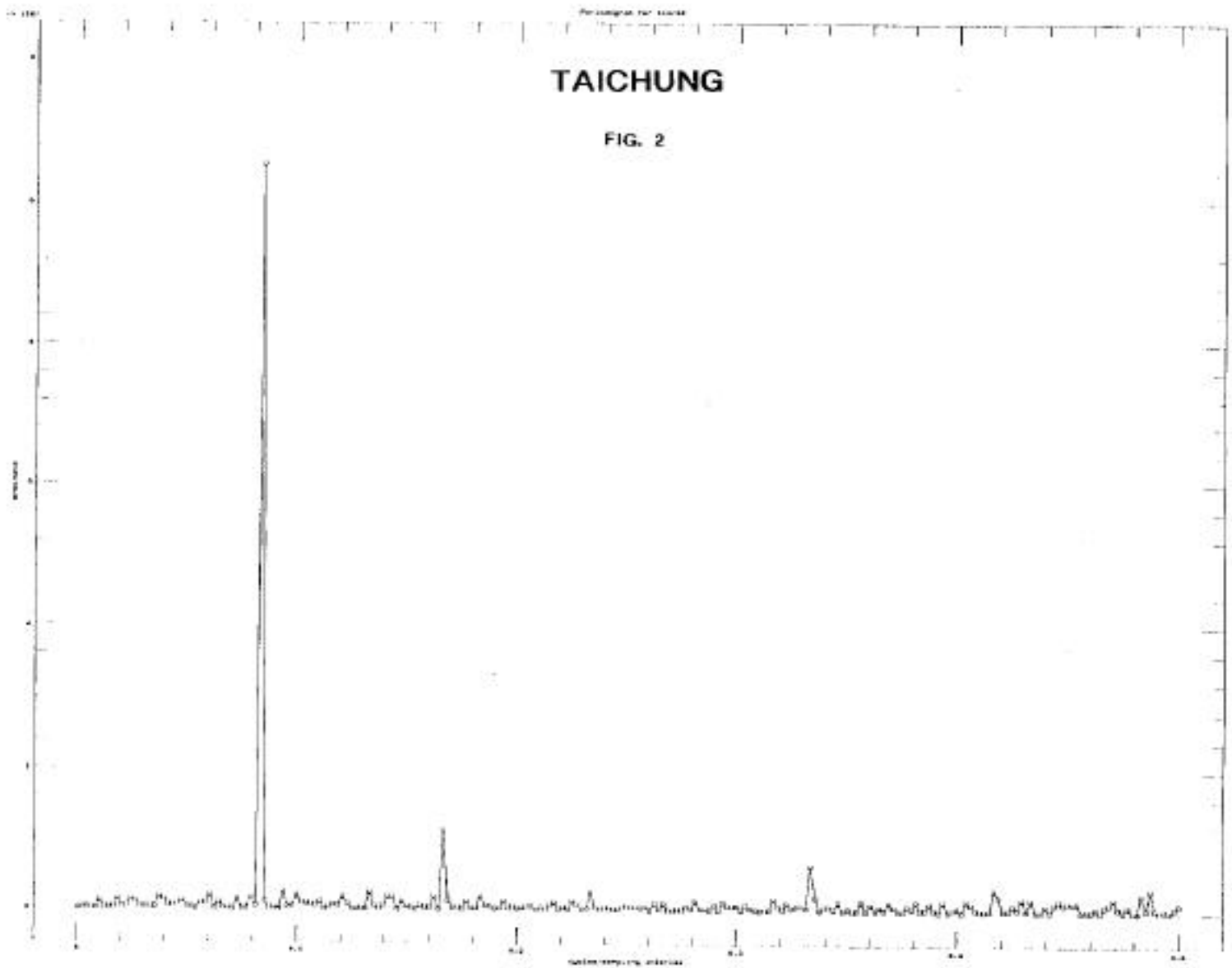


Perisogram for 10000

# TAICHUNG

FIG. 2

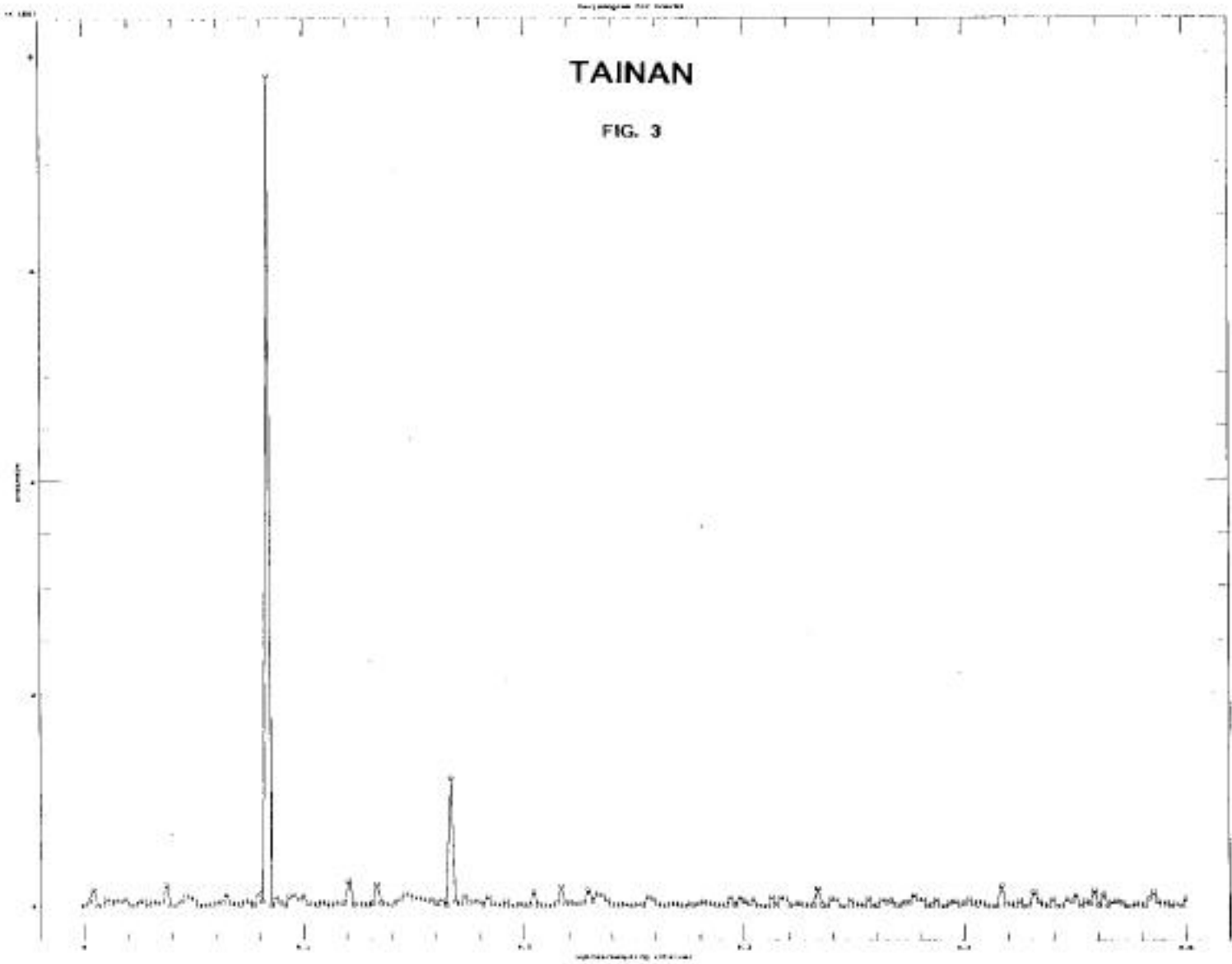
— 376 —



TAINAN

FIG. 3

--377--

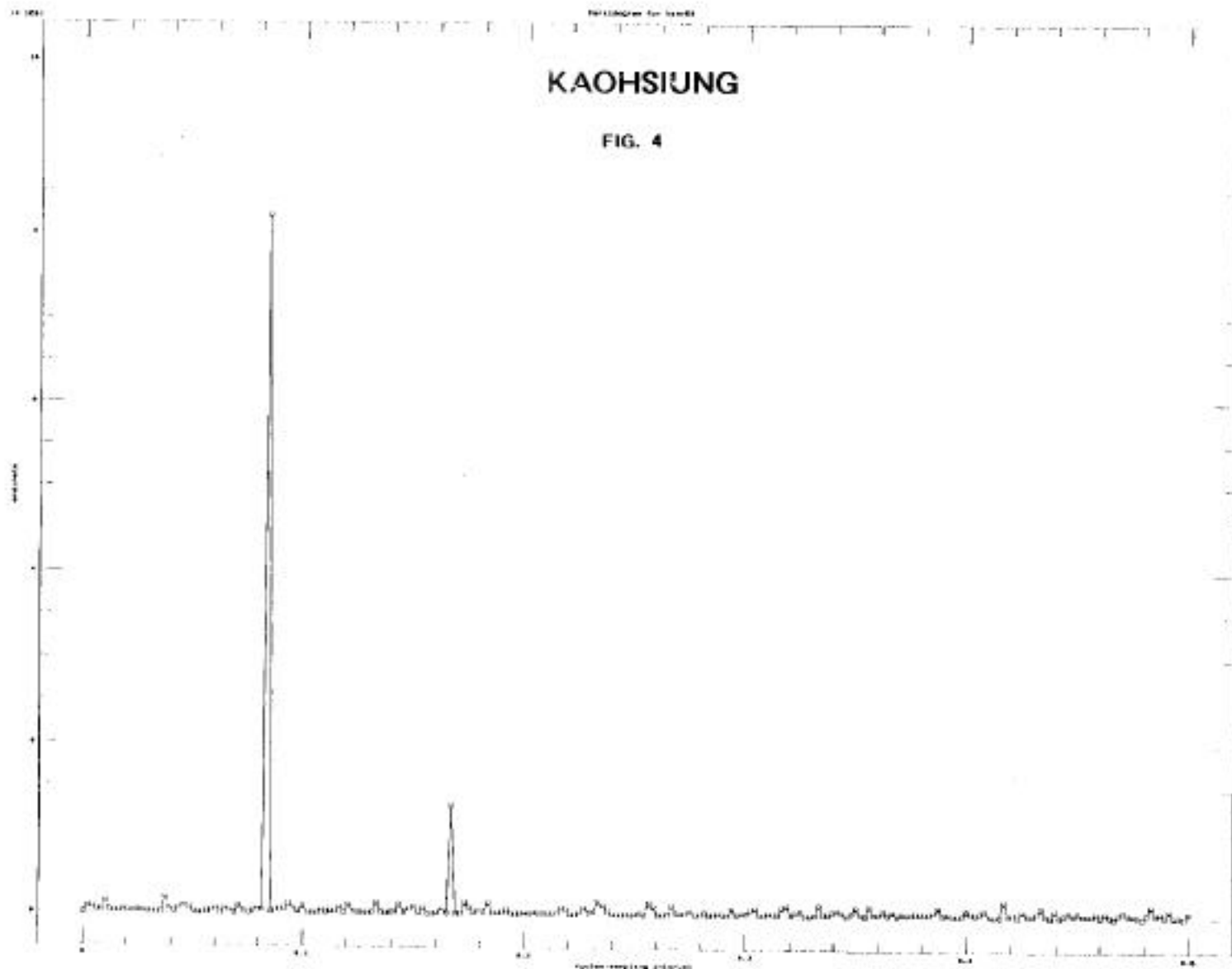


50000000 Hz

# KAOHSIUNG

FIG. 4

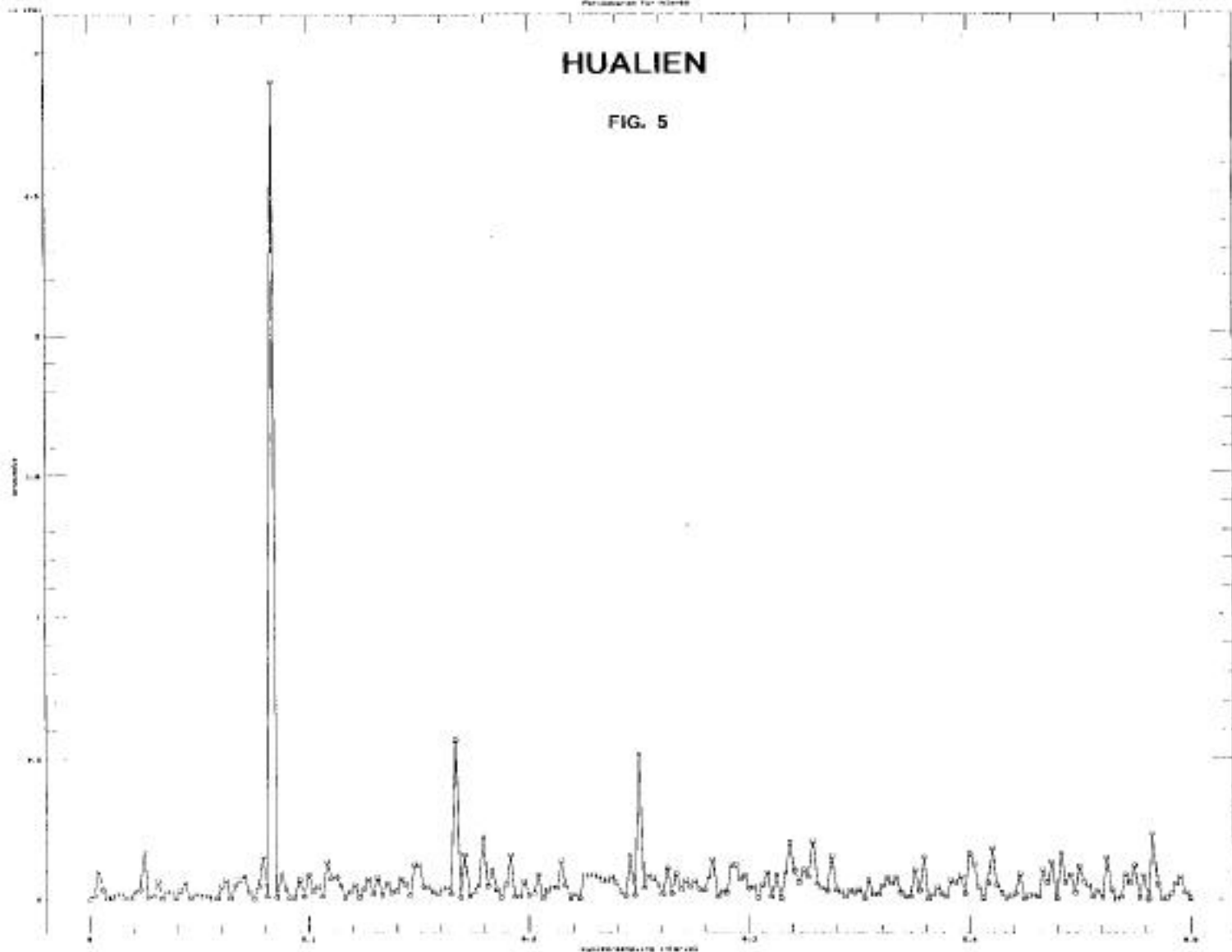
— 3.78 —



# HUALIEN

FIG. 5

- 379 -

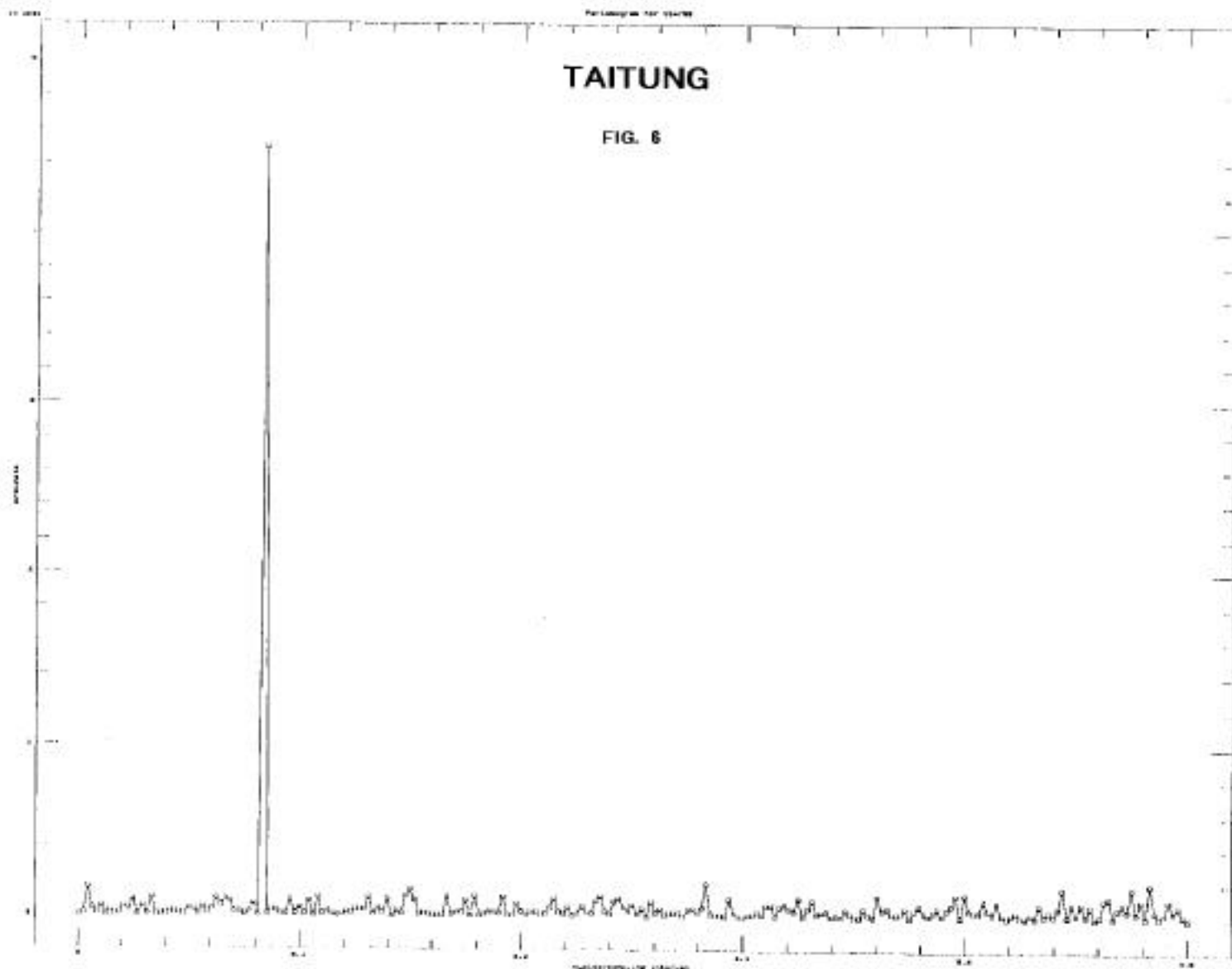


PERFORMANSE 1971-1972

# TAITUNG

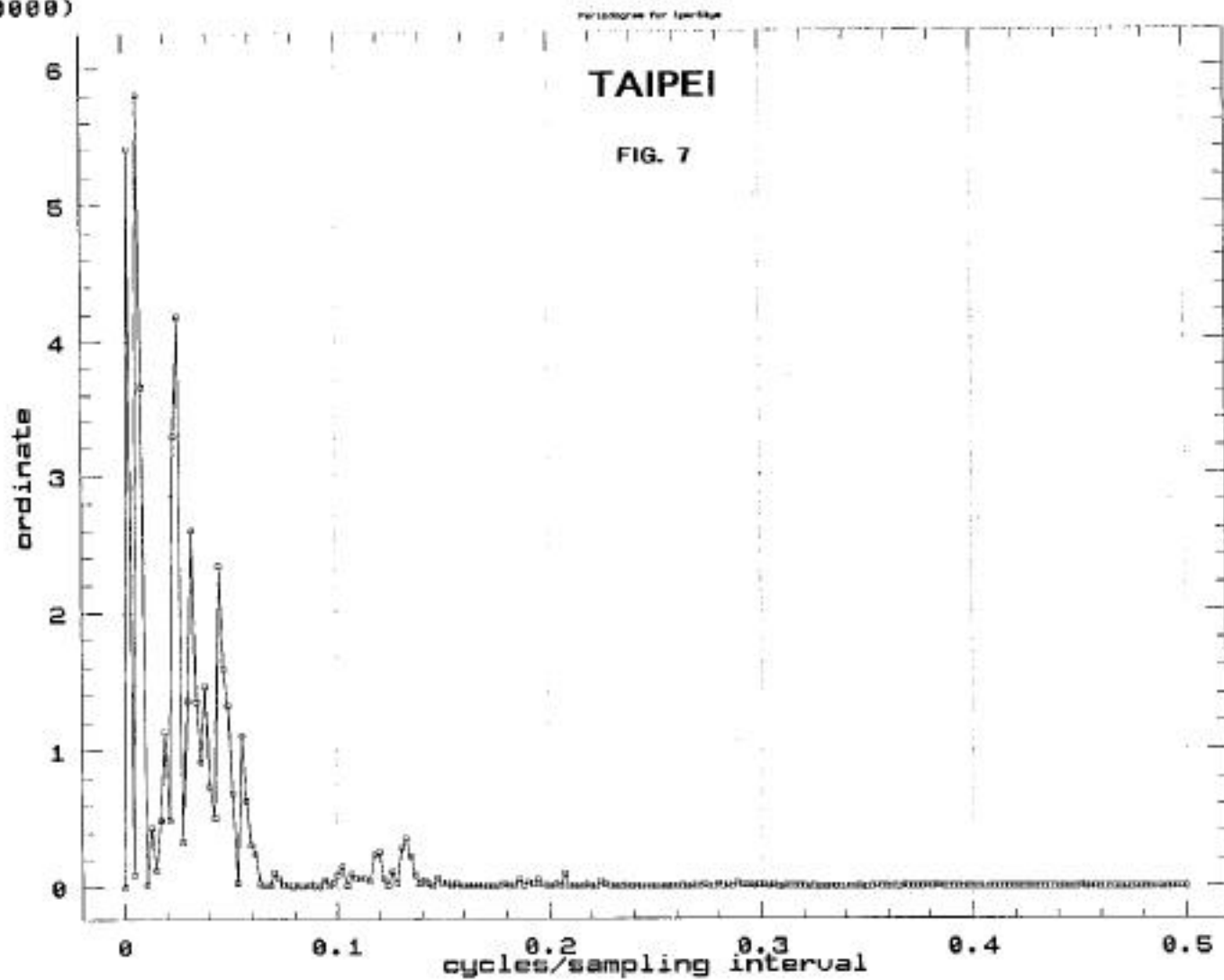
FIG. 6

— 3K0 —

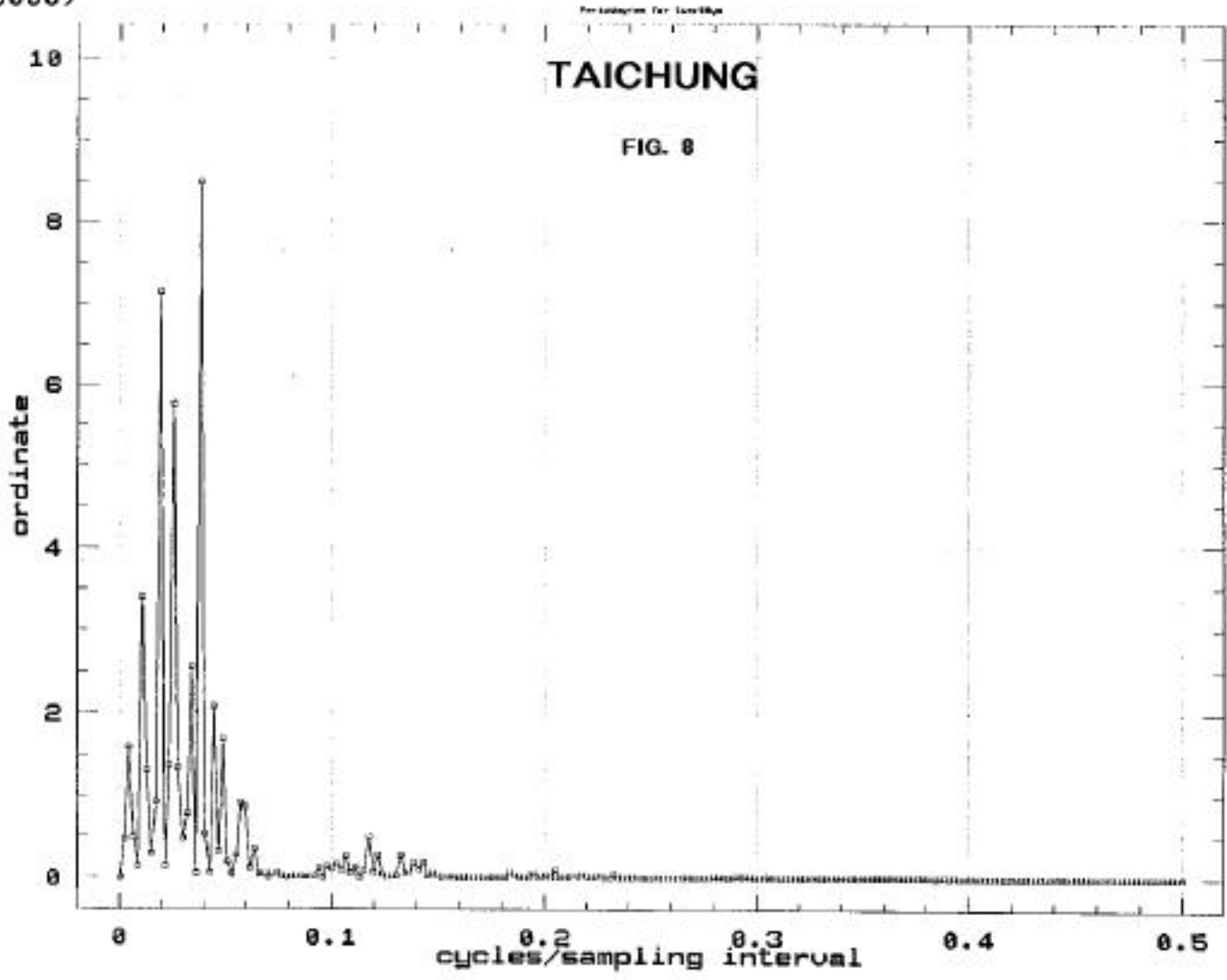




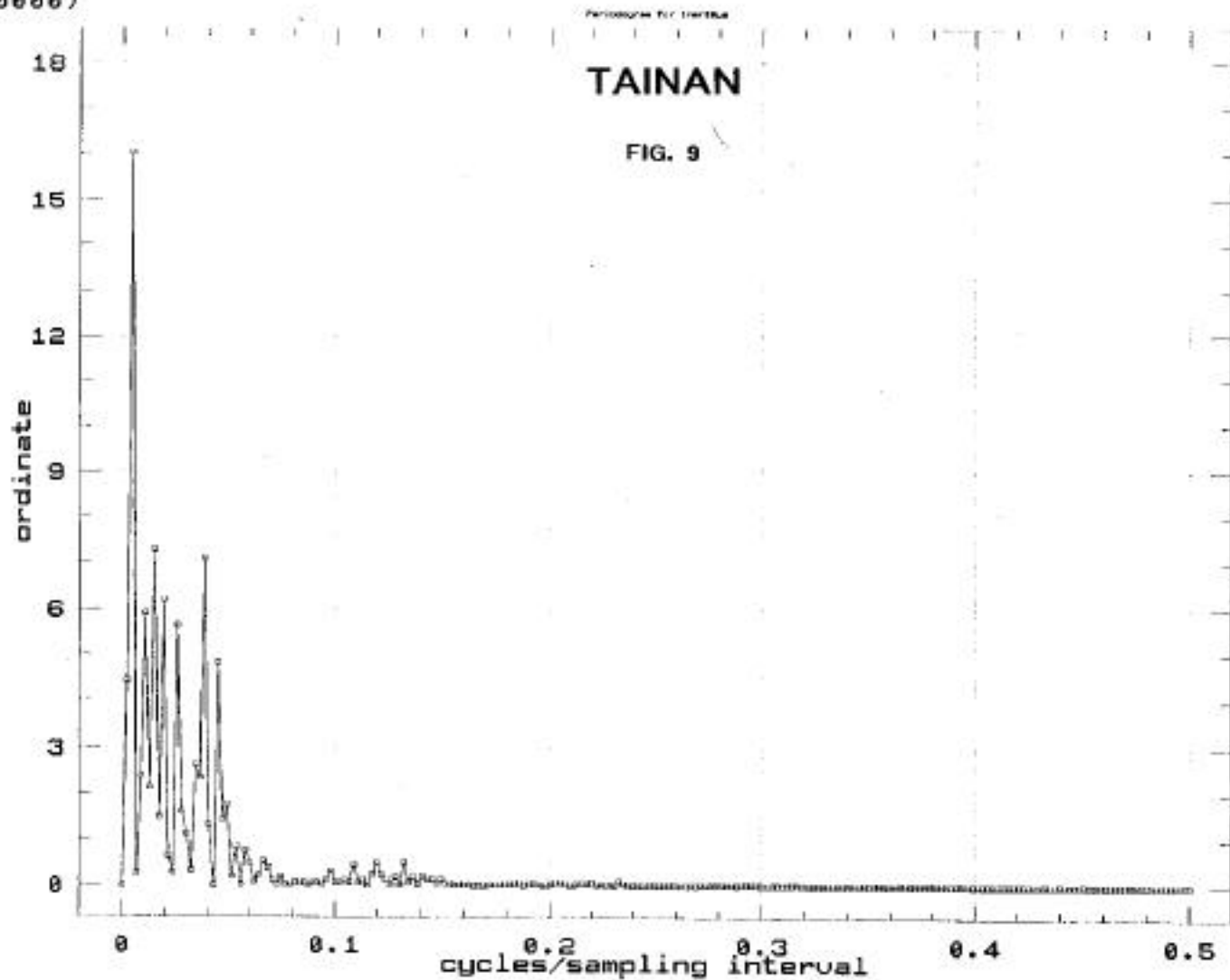
(X 10000)



(X 10000)



(X 10000)

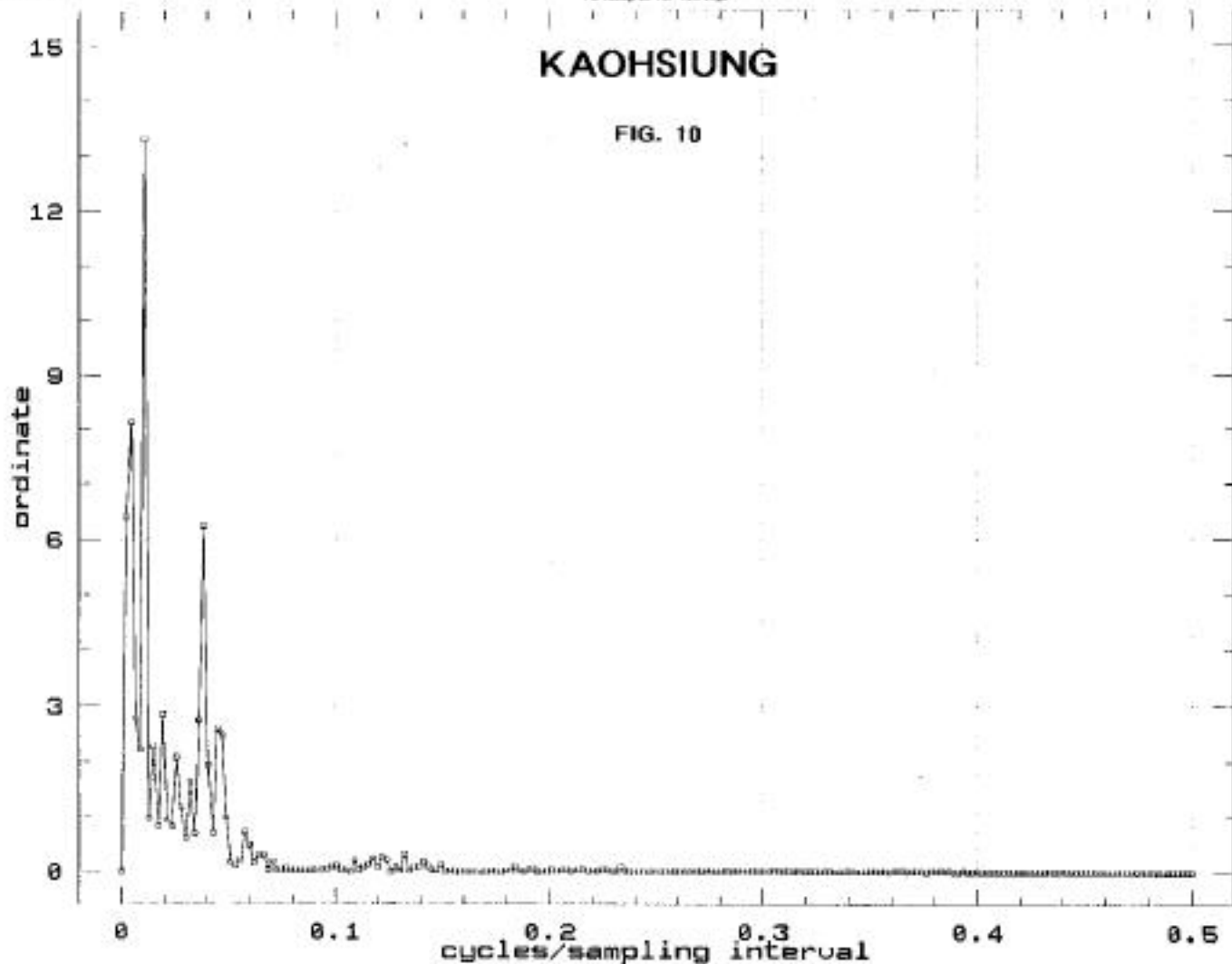


(X 10000)

Pericogram for test 104

# KAOHSIUNG

FIG. 10

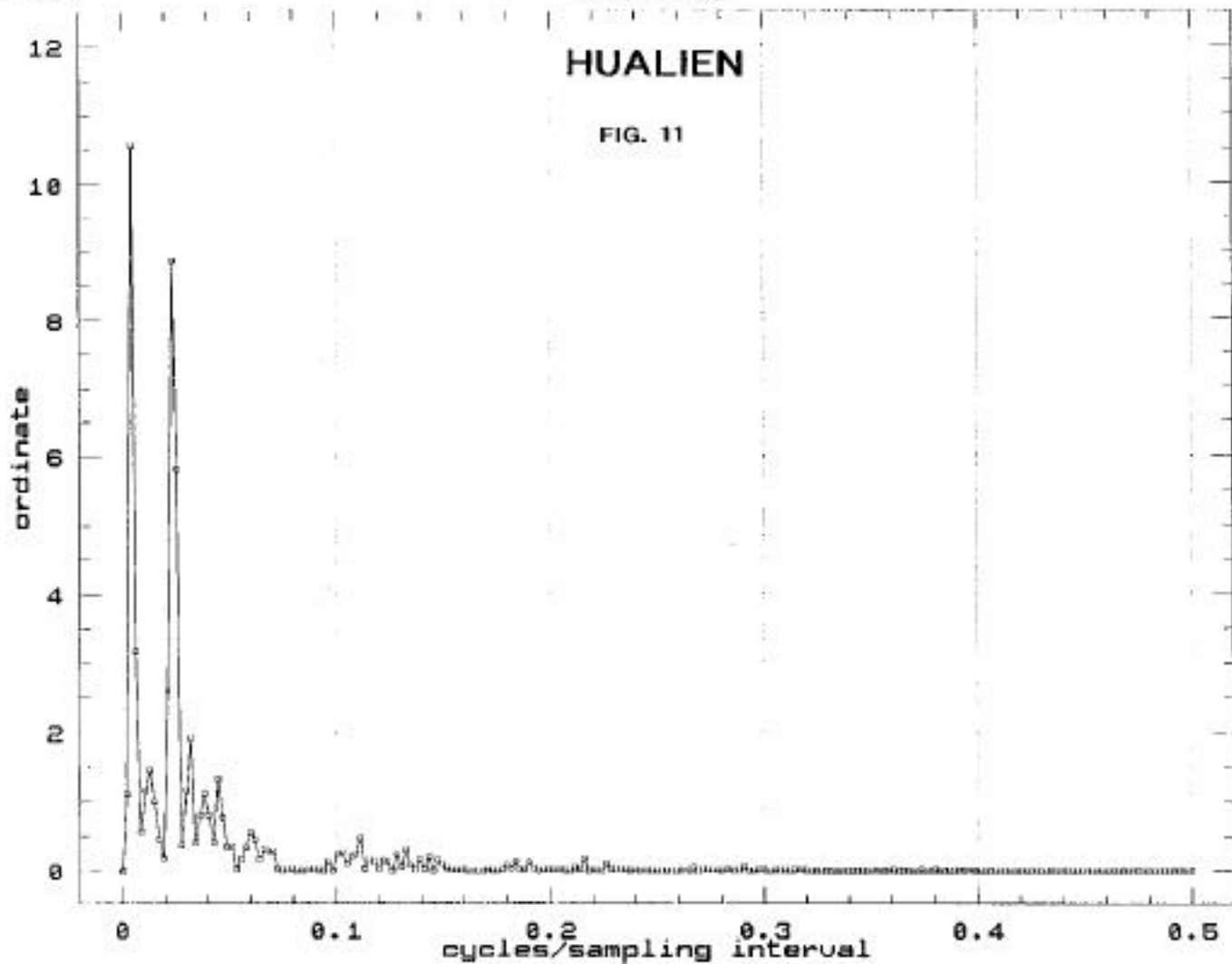


(X 10000)

Periodogram for Hualien

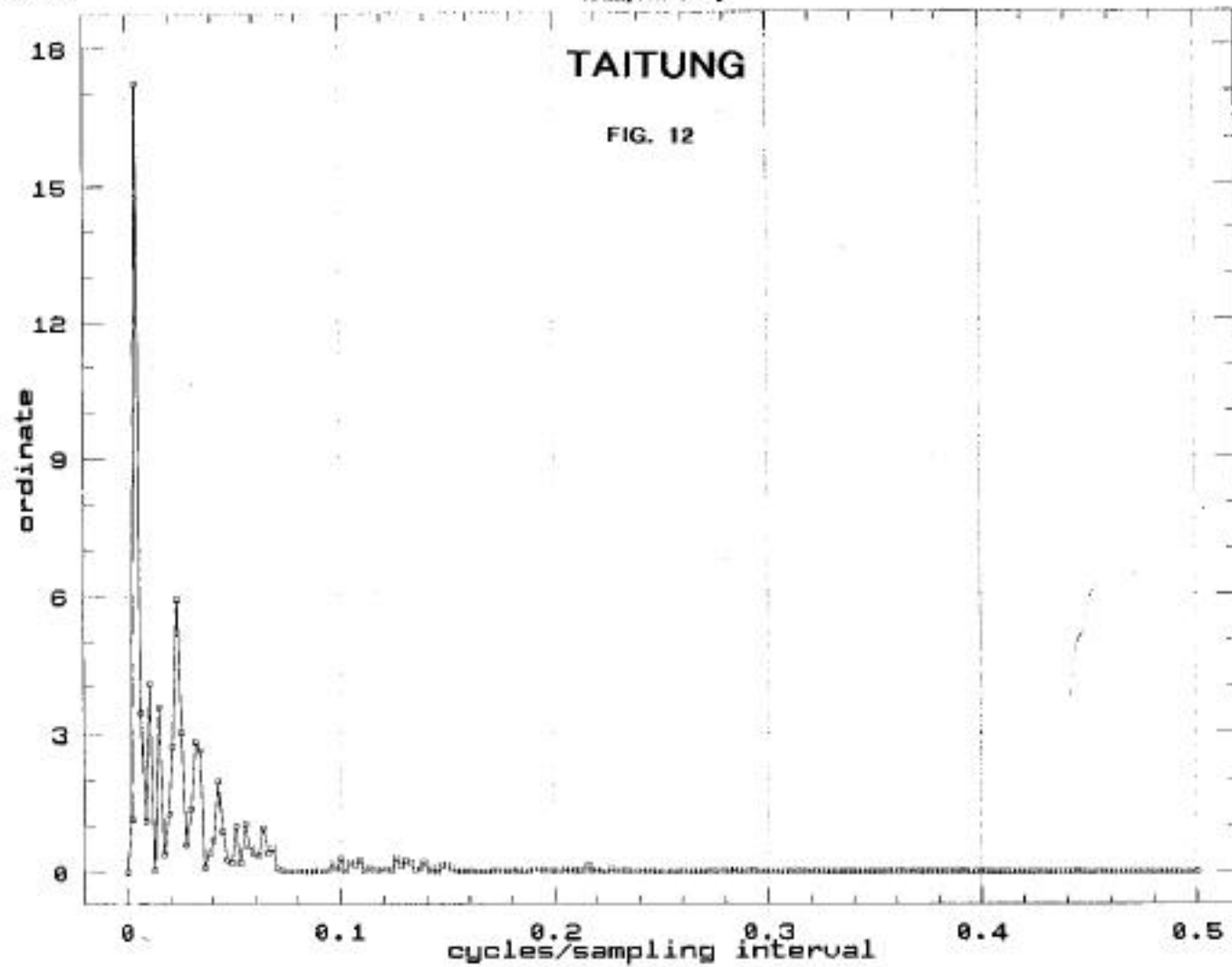
HUALIEN

FIG. 11



(X 10000)

Photogram for Storage



橫經嘉義一帶，因之亦可期望南部受到熱帶之半年周期活動之影響較大。圖一至圖六依序是台北、台中、台南、高雄、花蓮、台東之初步能量譜。由圖中可看出，雨量之年周期最強者乃是台北，這是其受到大陸性氣候強烈影響之證據。台中、台南、高雄三站之雨量年周期皆不若台北突出，而相形之下，此三站之半年周期（相對於年周期而言）皆較突初，顯示熱帶半年周期波動影響之可能性。圖五及圖六顯示較弱的年周期，可能是由於較強的海洋影響，其季節乃不若大陸氣候影響分明。圖七至圖十二乃是將年周期及半年周期之波去除，所得之周期譜。由這些圖中，我們可以看出六站各有其不同的長周期波之能量譜結構，顯示此六站之降水各受不同因素之影響。

本研究因是第一期之工作，故暫時無法考慮到各站之詳細降水特徵，而惟以六站之總降水量來研究其與海溫異常場之關係。將來在條件許可之下，再繼續作各測站之受海溫影響程度。

#### IV 海溫異常與台灣六站降水之相關場

由於本研究之重點乃在求得月雨量是否與海溫異常場有關係，故首先須將台灣六站之逐日降水資料轉換成月降水序列。將六站之月降水序列總合起來，即得到台灣雨量之降水序列。至於海溫，則原資料即是每月平均異常序列，故不須特別另作處理。

在原訂計劃中，僅打算用西北太平洋區之海溫異常資料。其後考慮到海洋對大氣運動影響之高度非線性，不只在時間上也可能在空間上表現出來，故將海溫之研究區域擴大為全球海洋表面。事實表明，在其他的海洋之表面之異常，其與台灣降水之關係更有甚於太平洋者。

為求得台灣降水與海溫異常之時空相關，我們計算了兩種序列之間的相關係數。除了同時相關之外，更計算了降水延後於海溫之相關係數，最大之延後時間為十二個月。所採用之資料兩種皆是 1950-1989 之資料。

圖十三首先顯示台灣三十年（1951-1980）之平均月雨量序列與同期世界海溫距平場之相關圖。此即將台灣降水每月之三十年平均作成序列而與同樣之序列求相關所得之結果。由於此並非時間序列之相關，故不具預報上之意義，但可顯示一年之中海溫變化與台灣降水型式有關之區域。由圖中可見台灣之降水與台灣

台灣三十年平均年雨量(1951-1980)与世界海温距平場之相關圖。

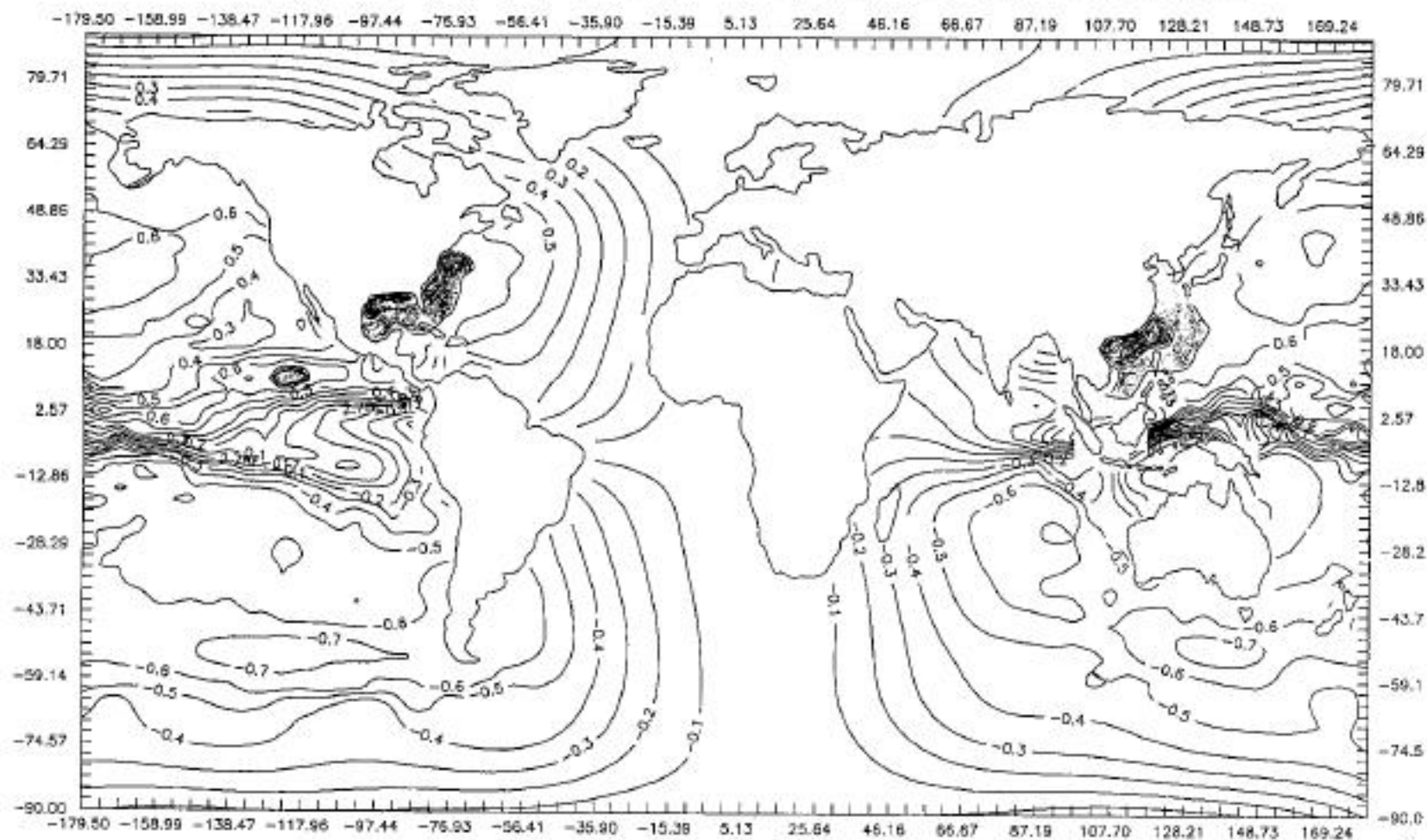


FIG. 13



附近面成正相關，最大係數超過0.80，而澳洲北方海面呈負相關，其最大負係數超過-0.90，由圖中又可見台灣之降水與墨西哥灣之海溫及南大西洋之海也有重要之相關。這幾個地區的海溫異常之漲落顯然與台灣年降水之型式有深切的關係，其物理原因目前尚不清楚。雖然這些關係目前尚無預報上之應用意義，卻可作為將來探討動力機制的一個可能參考要素。

較具預報價值之相關自然是各種超前或延後時間的相關場。由於我們的目的是想利用海溫異常場來作降預報，故有預報效用之相關乃是前期海溫異常與後期降水之相關。如前所述，我們計算了海溫與降水相距零至十二個月的相關。結果顯示，高相關區在不月份有不同之變化。下面以台灣十月降雨為例，來說明此種相關區之變化。

圖十四是台灣十月降水與相隔一年前十月海溫之相關圖，亦即海溫超前降水十二個月之相關。圖中紅色紫色區代表正相關，藍或綠代表負相關。由此圖中我們看到，此時之最大正相關區（0.57）在南大西洋南緯20度一帶。而南海一帶亦有較小塊之正相關區（0.53）。而僅有小塊之負相關（-0.35）在冰島南方海面。我們並且看到，南大西洋之正相關區有兩個中心，一在東（0.58），一在西（0.59）。

圖十五是十月降水與前期十一月海溫異常場之相關。南大西洋正相關區（0.59）仍然十分明顯，南海區減弱，而阿拉伯海有一正相關區（0.55）發展，同時冰島南方之負相關區（-0.44）略有擴展。南大西洋之兩中心分離趨勢更形明顯（東0.58，西0.59）。

圖十六（十月降水與前期十二月海溫異常）指出，南大西洋之正相關區（0.65）更為擴展，而負相關區並無發展。南大西洋之兩中心，東部中心（0.65）呈長條狀，而西部中心（0.57）移至巴西之東方海面。

圖十七是十月降水與同年一月海溫異常場之相關。東部中心（0.60）縮小，而巴西外海之中心（0.54）則擴大，其它地區之相關頗為零碎。地中海出現較大之負相關。

圖十八（十月降水與同年二月之海溫異常）指出南大西洋之東部正相關中心大為衰減（0.50），而西部中心（0.56）仍然強盛。冰島南方之負相關（-0.40）此時略有擴展。

圖十九（十月降水與同年三月之海溫異常）指出南大西洋之正相關中心（0.46）減弱，而地中海之負相關區增強。

圖二十（十月降水與同年四月之海溫異常）指出南大西洋之巴西外海之正相關又增強，有趣的是，在非洲南端南緯50度之大西洋面出現一個負相關區（-0.43），同時地中海之負相關區亦略增加。

圖二十一（十月降水與同年五月之海溫異常）顯示，原南大西洋之正中心（0.53）稍減弱，負中心（-0.32）亦減弱，而冰島南方之負中心（-0.54）則稍增強。值得注意的是，南太平洋出現一個較強的正中心（0.48），在紐西蘭東北方之洋面。

圖二十二（十月降水與同年六月之海溫異常）顯示，南大西洋之正中心（0.46）範圍擴大，南大西洋之正中心（0.47）繼續減弱。冰島南方之負中心幾乎消失。反之，在北太平洋阿拉斯加南方及加拿大英屬哥倫比亞之西方海面，有一負中心（-0.51）出現。

圖二十三（十月降水與同年七月之海溫異常）顯示與圖二十二大致相當之相關分佈，但形式更為零碎。值得注意的是，負中心有增多的趨勢。

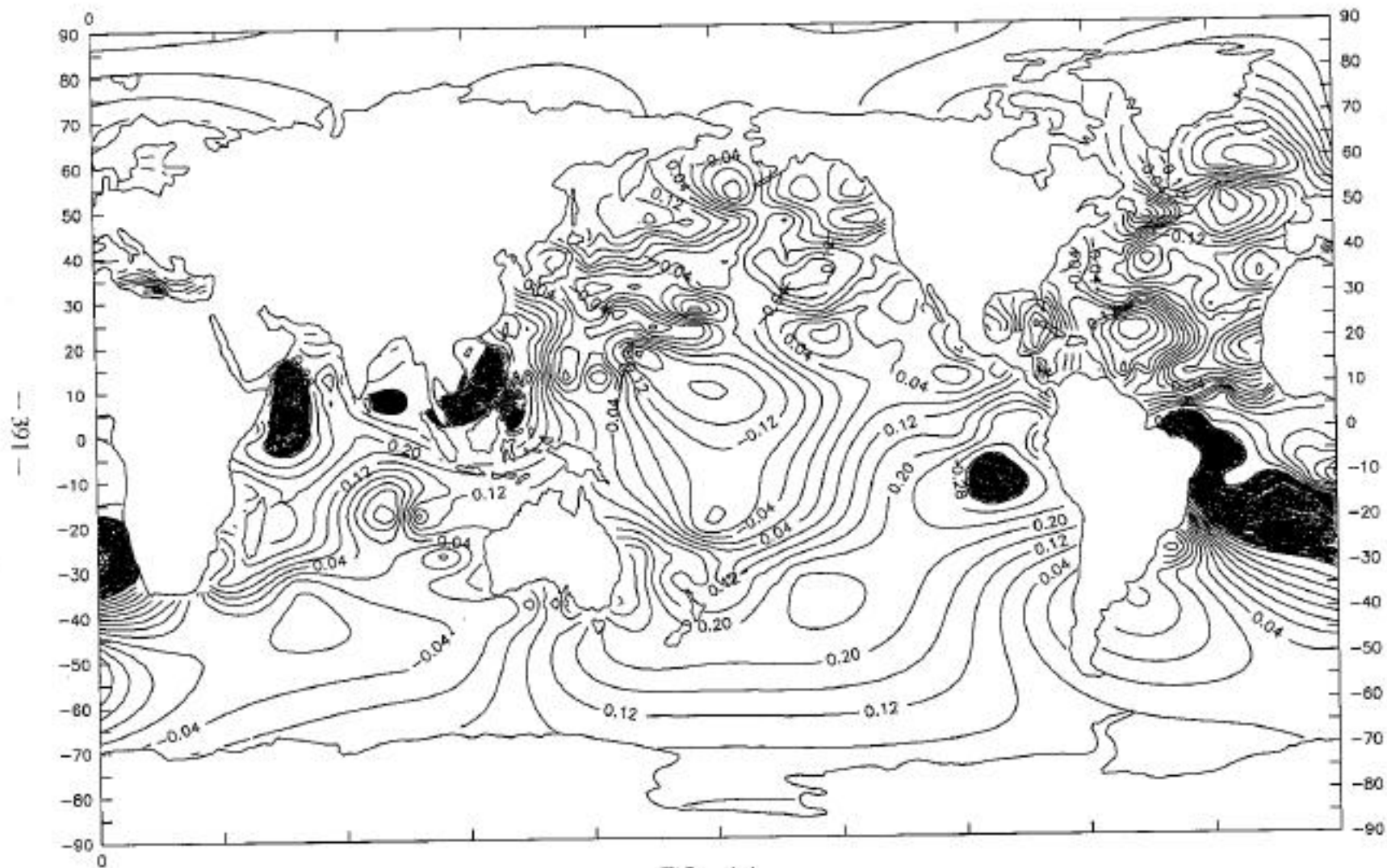
圖二十四（十月降水與同年八月之海溫異常）指出，南大西洋之正中心（0.54）更形擴大，北太平洋亦有一正中心（0.57）出現，位於夏威夷群島之北方海面。同時，中美洲之西岸太平洋面有較強之負中心（0.48）出現，負中心亦有較廣之分佈。同時南海區亦有正相關中心（0.49）。

圖二十五（十月降水與同年九月之海溫異常）顯示與圖二十四大致相似，南太平洋之正相關中心（0.55）略增強，南海之正中心（0.55）亦稍強，中美洲之負中心（-0.54）則稍北移至巴哈加利福尼亞一帶。

圖二十六（十月降水與同年十月之海溫異常）乃是一幅同時之相關場圖，圖中可見南太平洋之正相關中心（0.55）強烈發展，而中美洲之負相關中心（-0.55）則亦有增強之趨勢，而南海之正中心（0.52）則移至台灣南方海面。

由上述之圖中可以看出，每月之相關中心並不一定，但卻有連續性，亦即一個

CORRELATION FIELD : Rainfall (October) & SSTA (Previous October)



CORRELATION FIELD : Rainfall (October) & SSTA (Previous November)

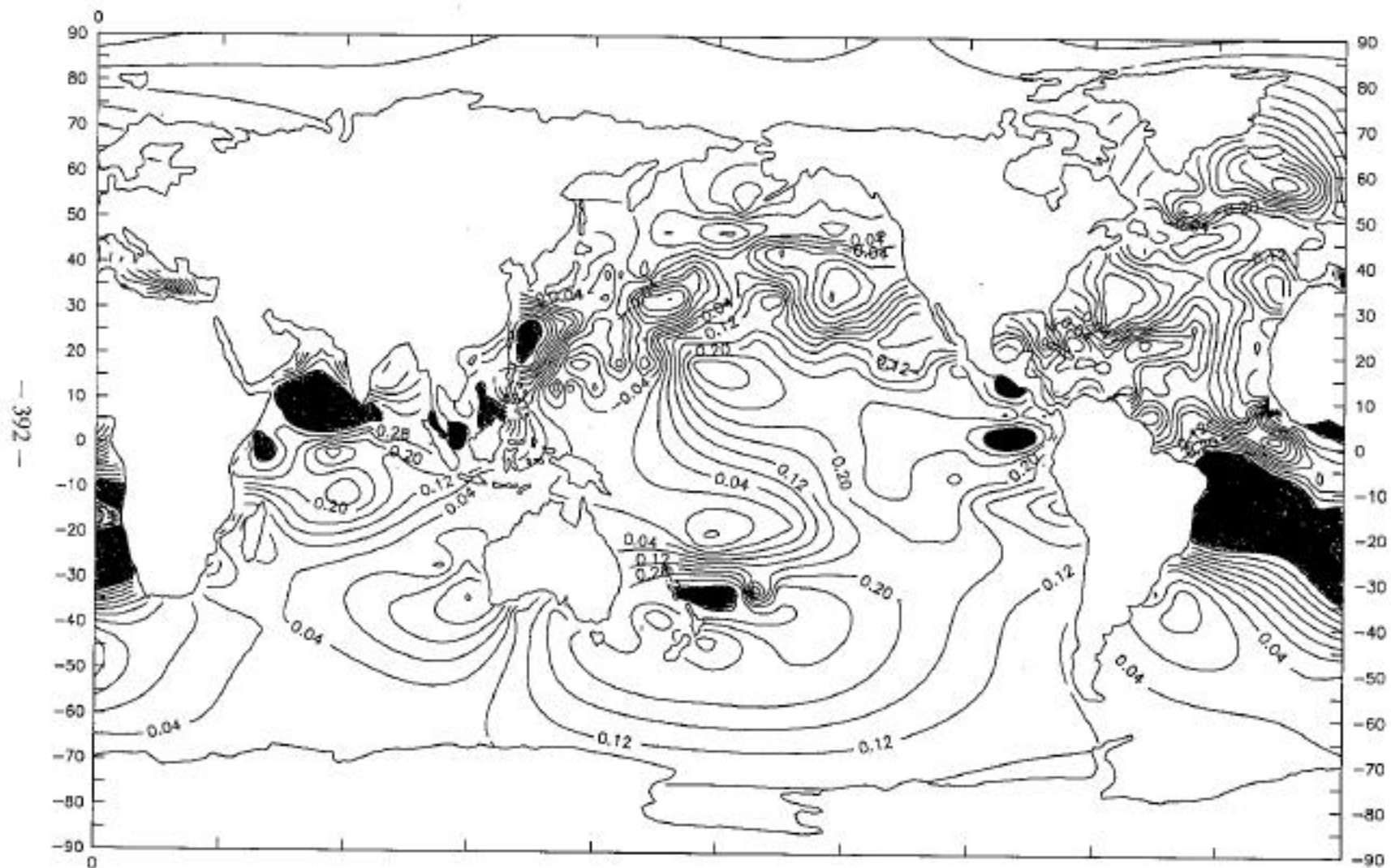


FIG. 15

CORRELATION FIELD : Rainfall (October) & SSTA (Previous December)

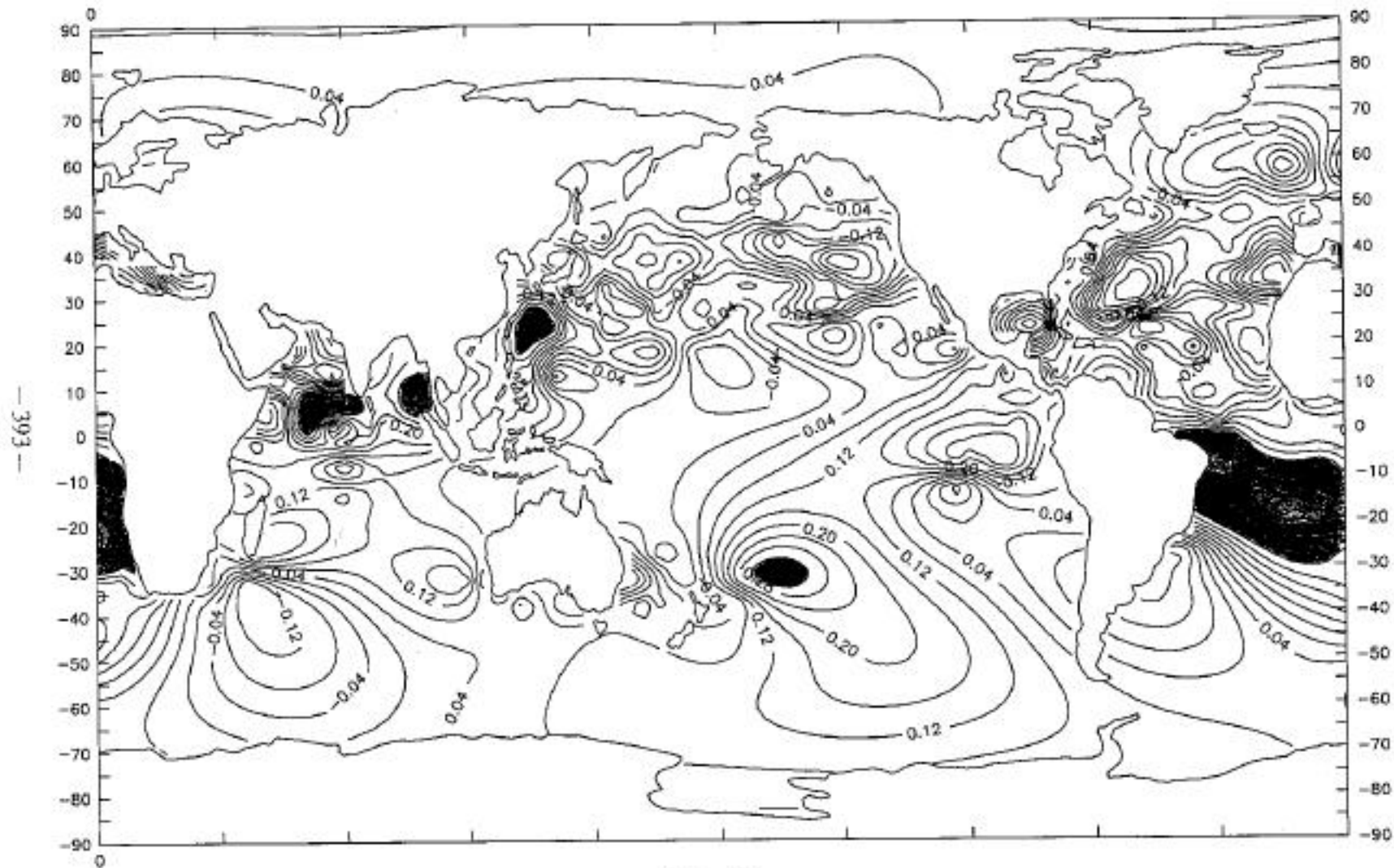


FIG. 16

CORRELATION FIELD : Rainfall (October) & SSTA (January)

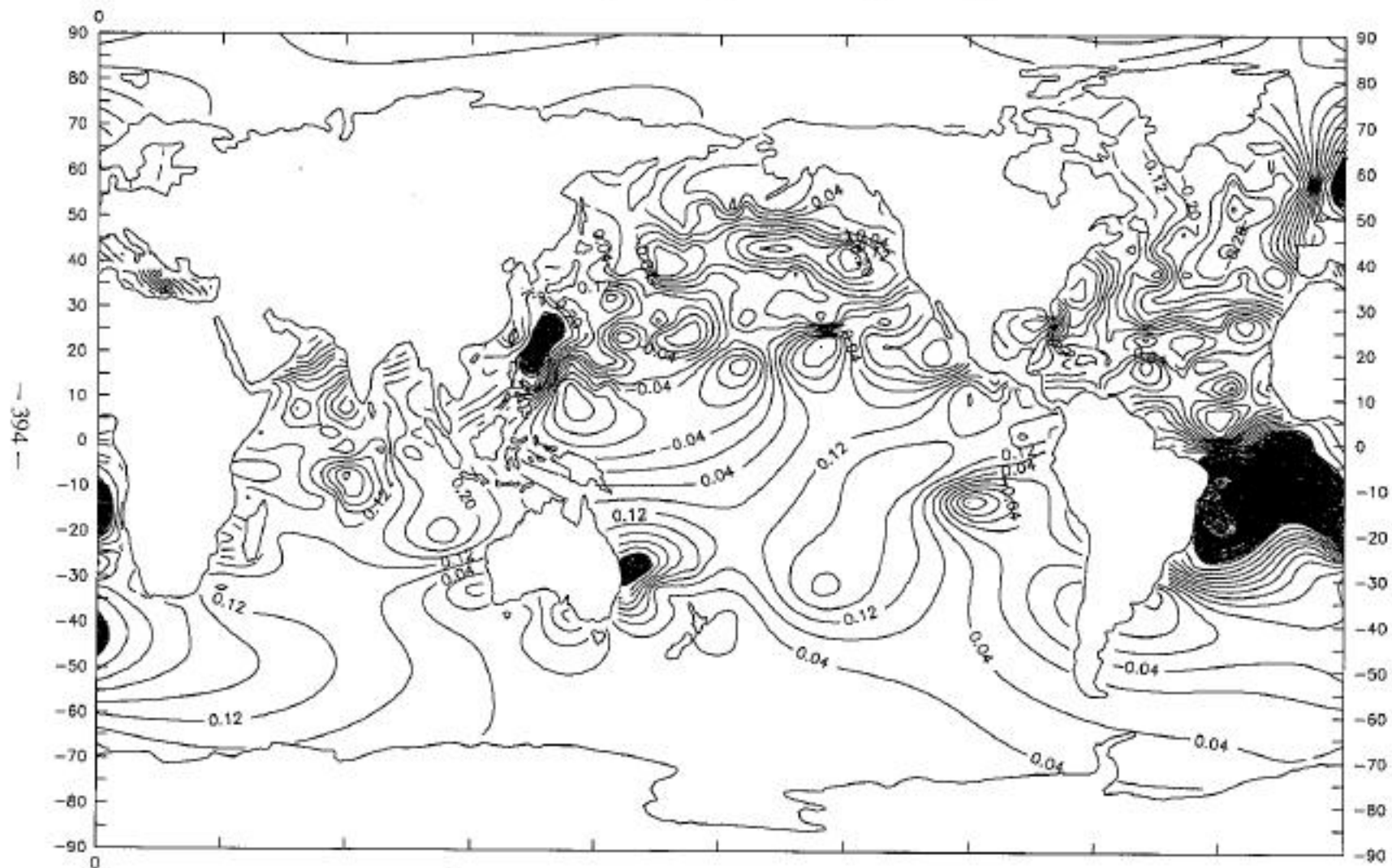


FIG. 17

CORRELATION FIELD : Rainfall (October) & SSTA (February)

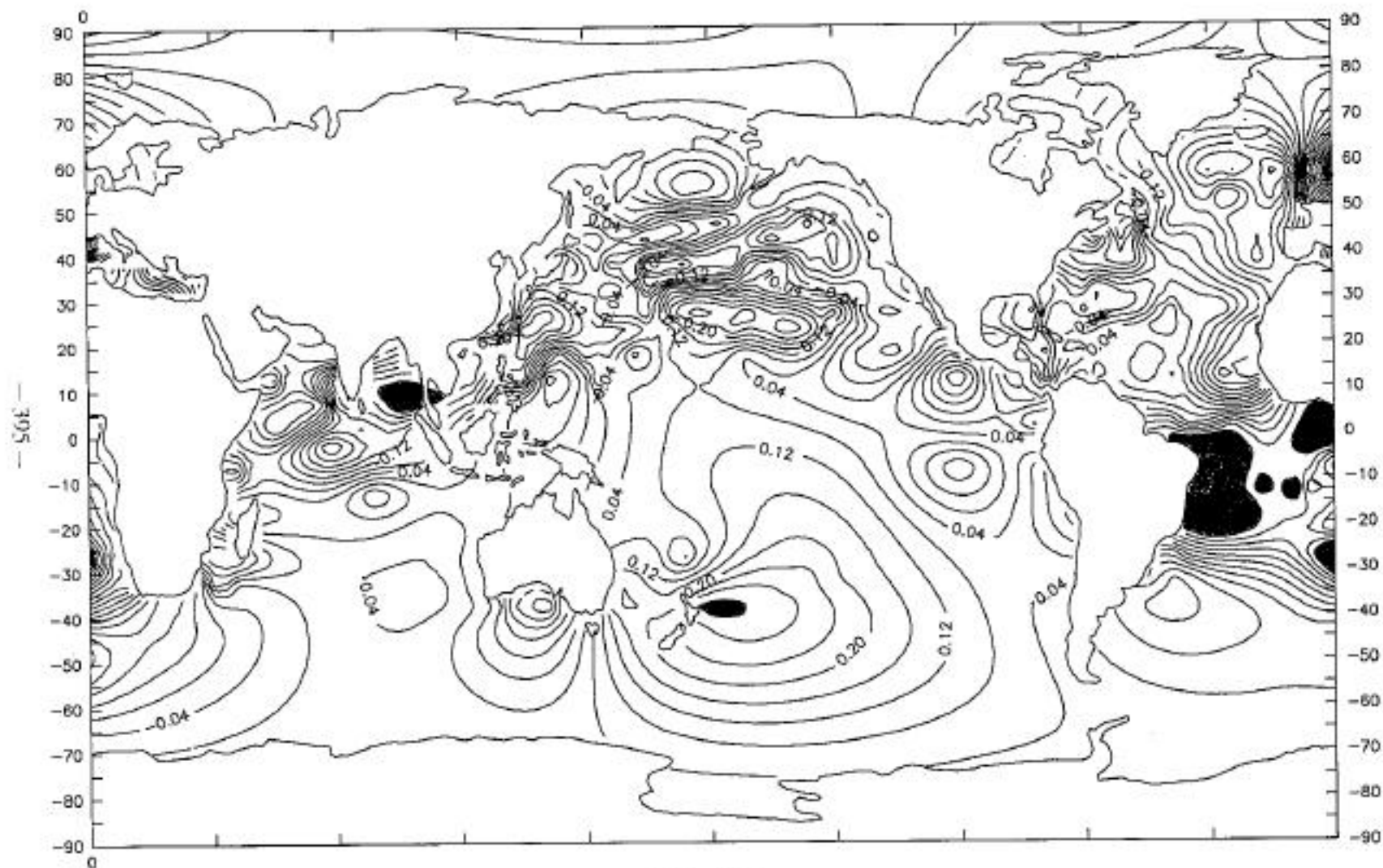


FIG. 18

CORRELATION FIELD : Rainfall (October) & SSTA (March)

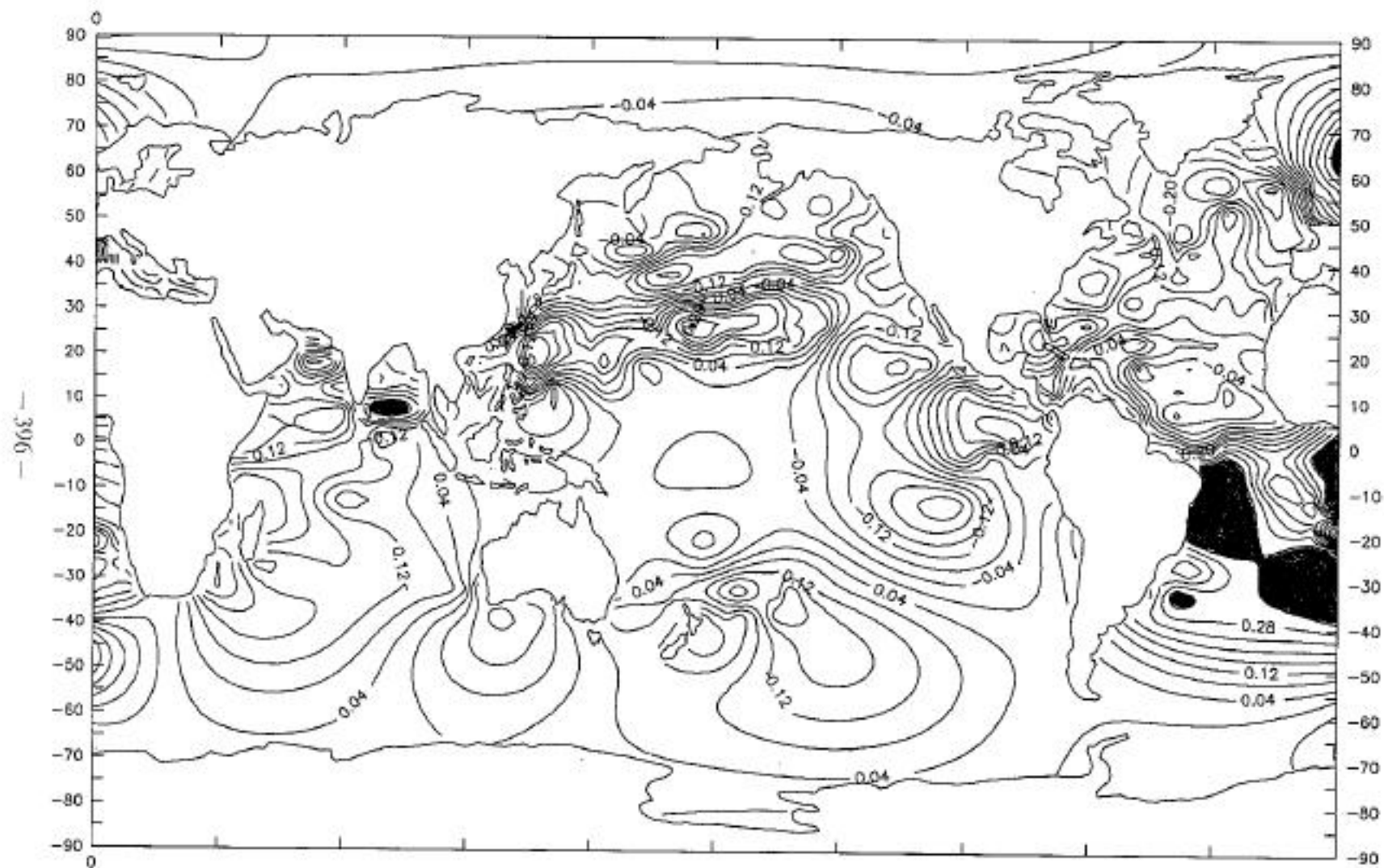


FIG. 19



CORRELATION FIELD : Rainfall (October) & SSTA (April)

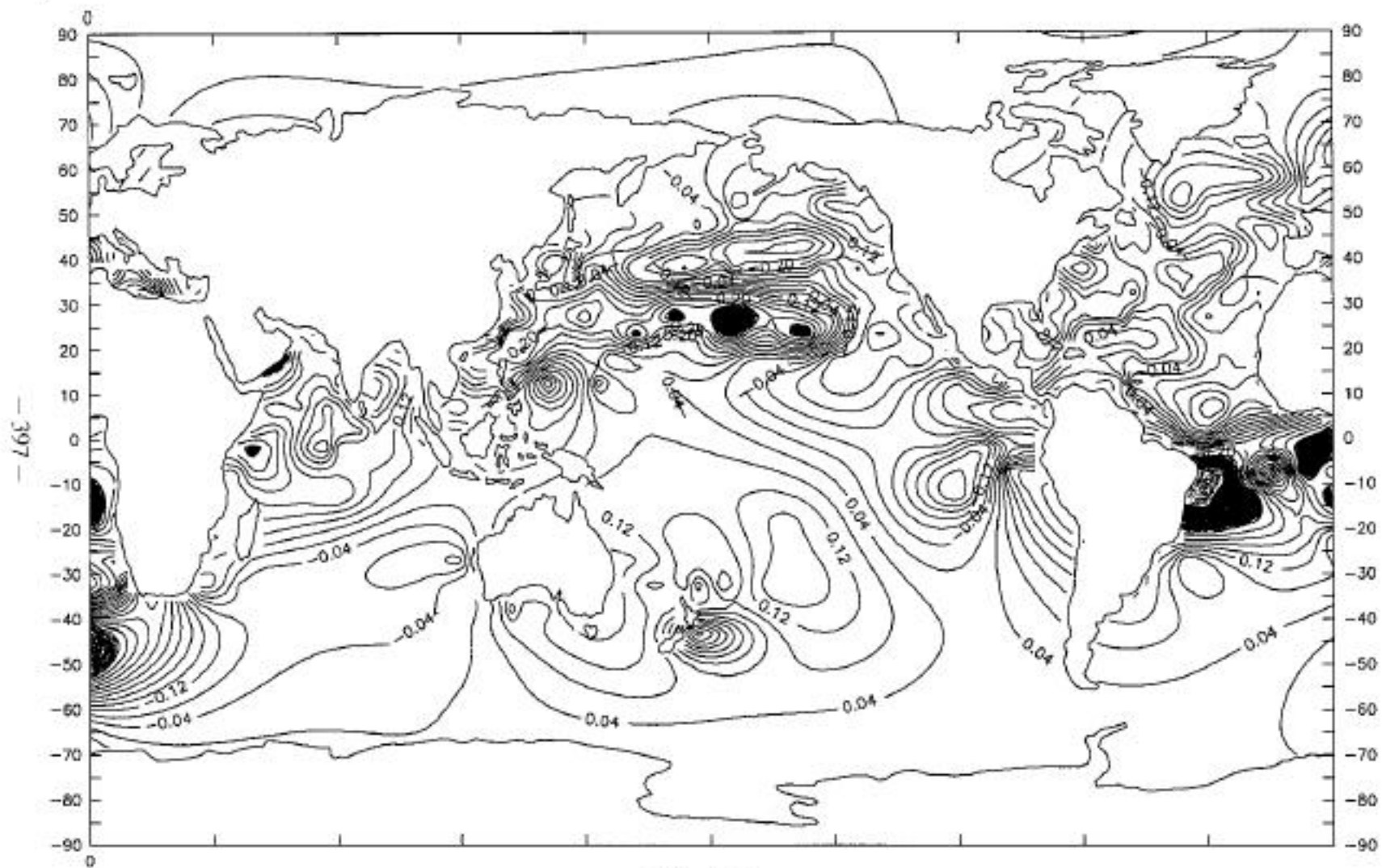


FIG. 20

CORRELATION FIELD : Rainfall (October) & SSTA (May)

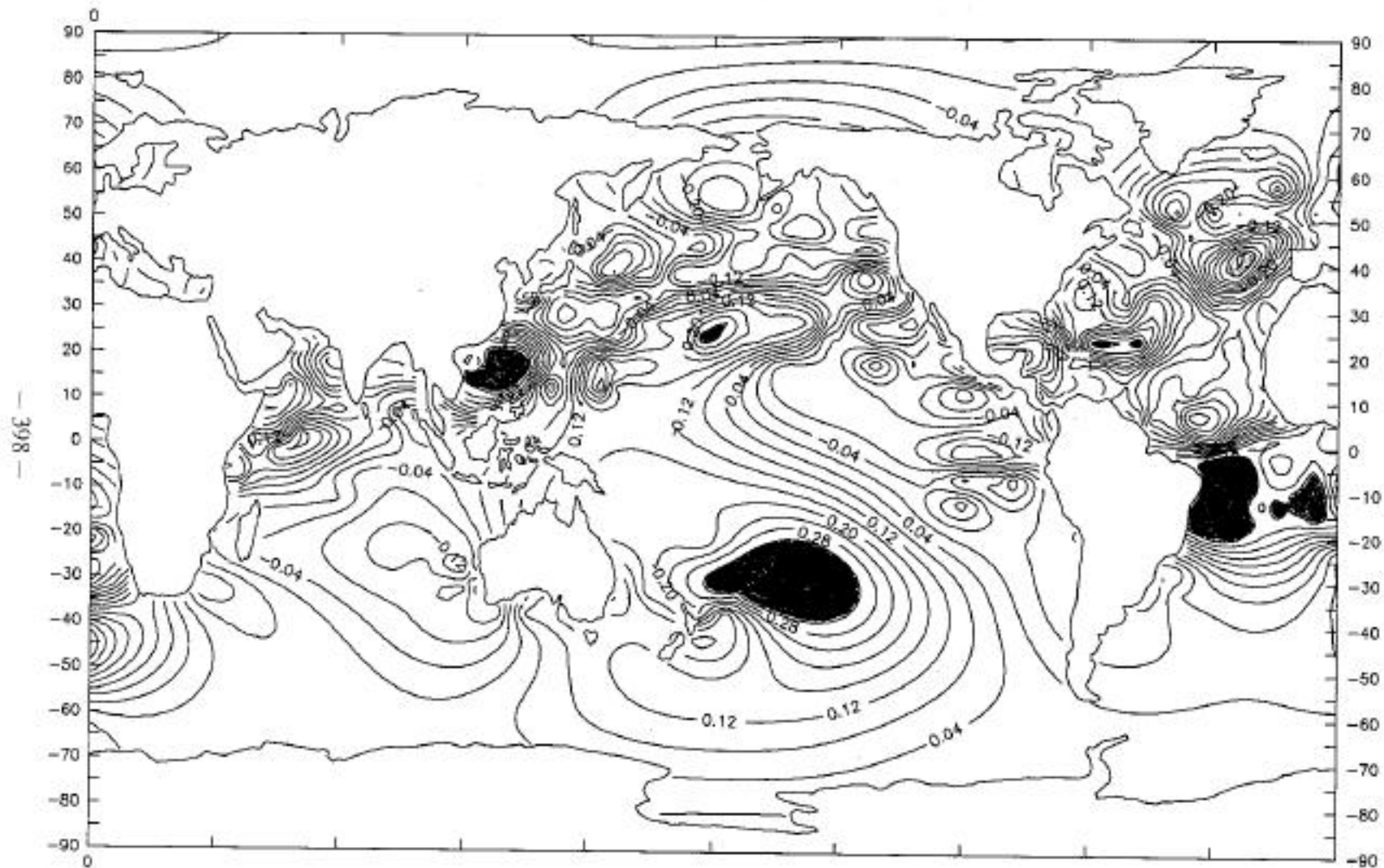


FIG. 21

CORRELATION FIELD : Rainfall (October) & SSTA (June)

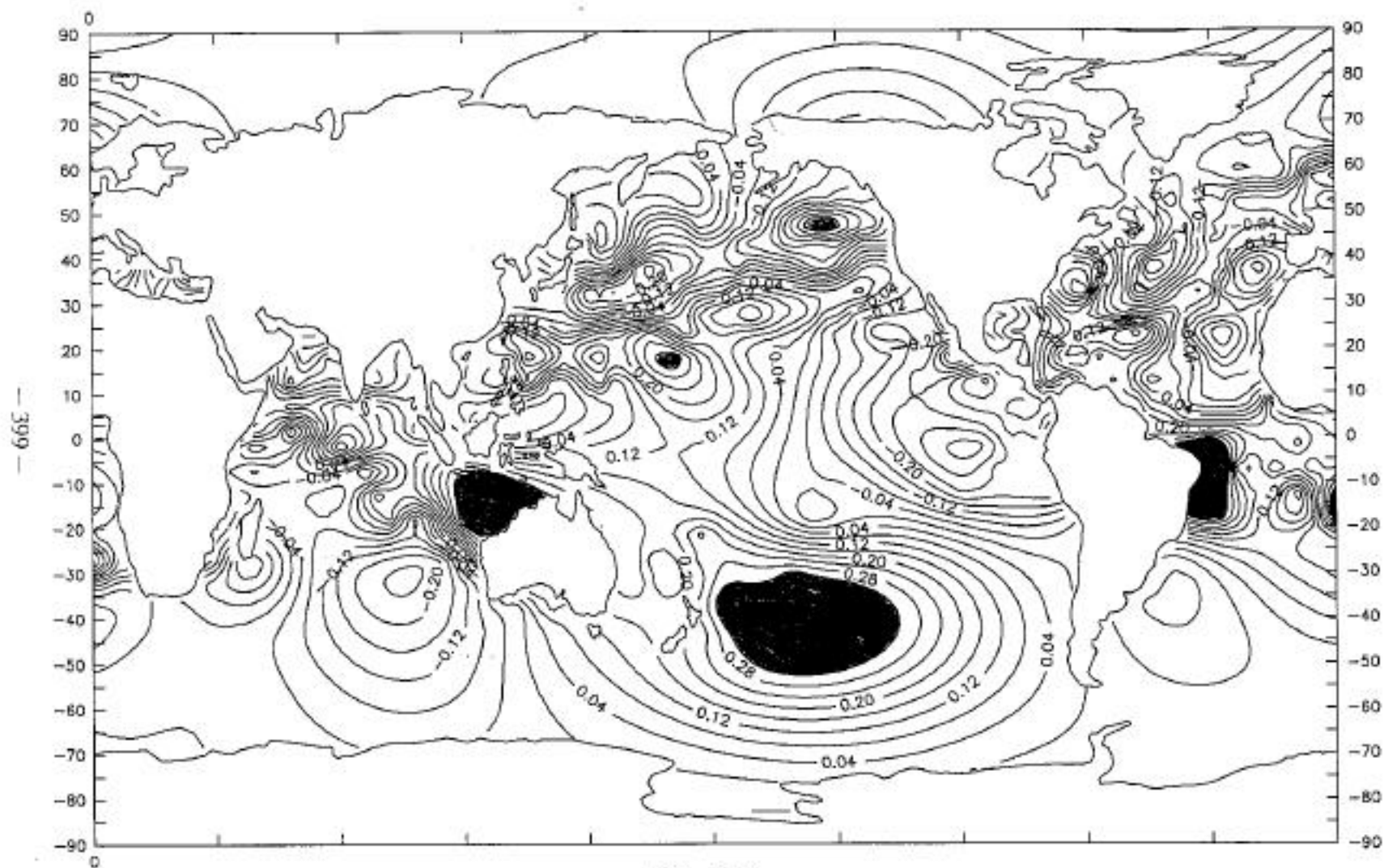


FIG. 22

CORRELATION FIELD : Rainfall (October) & SSTA (July)

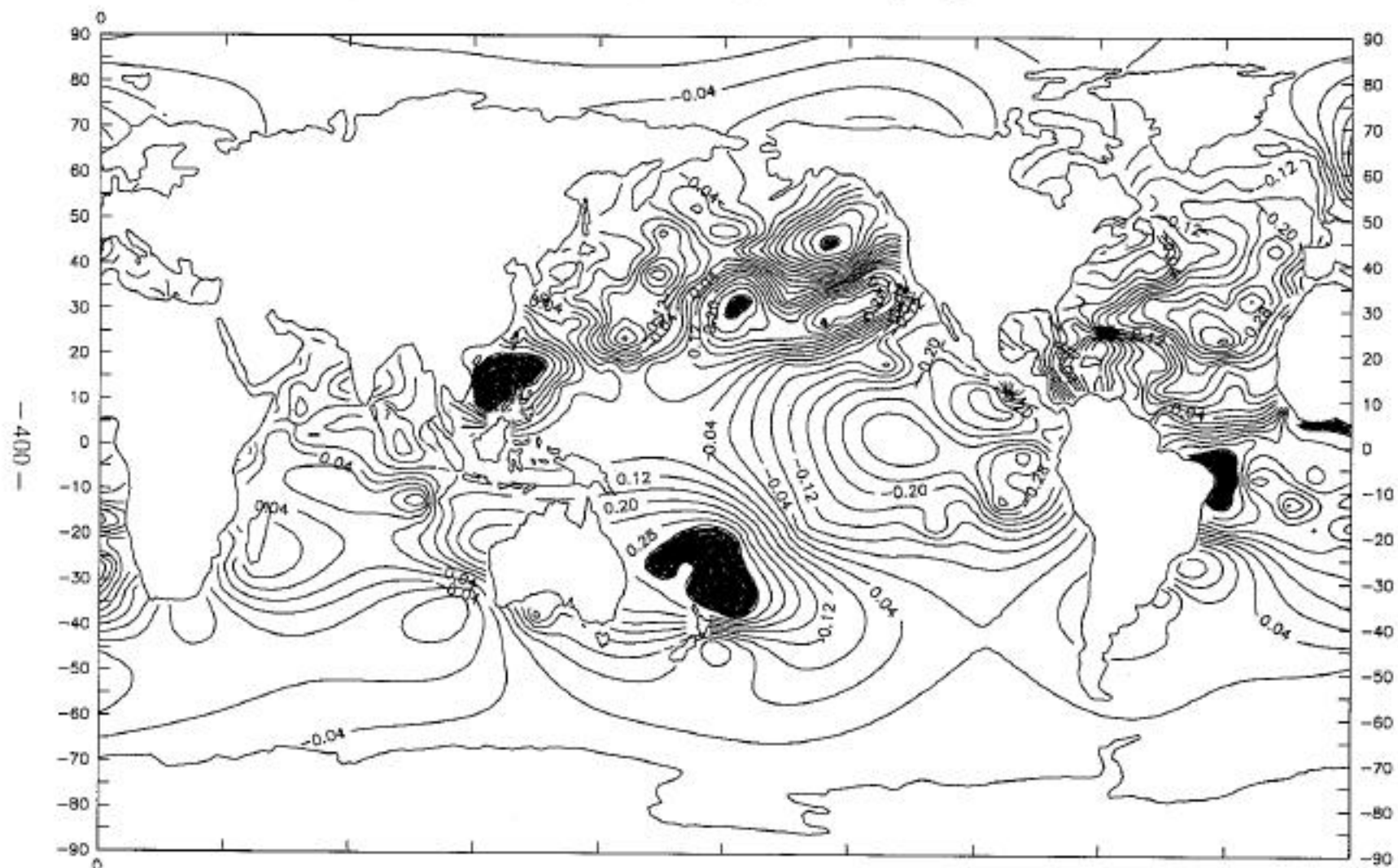


FIG. 23

CORRELATION FIELD : Rainfall (October) & SSTA (August)

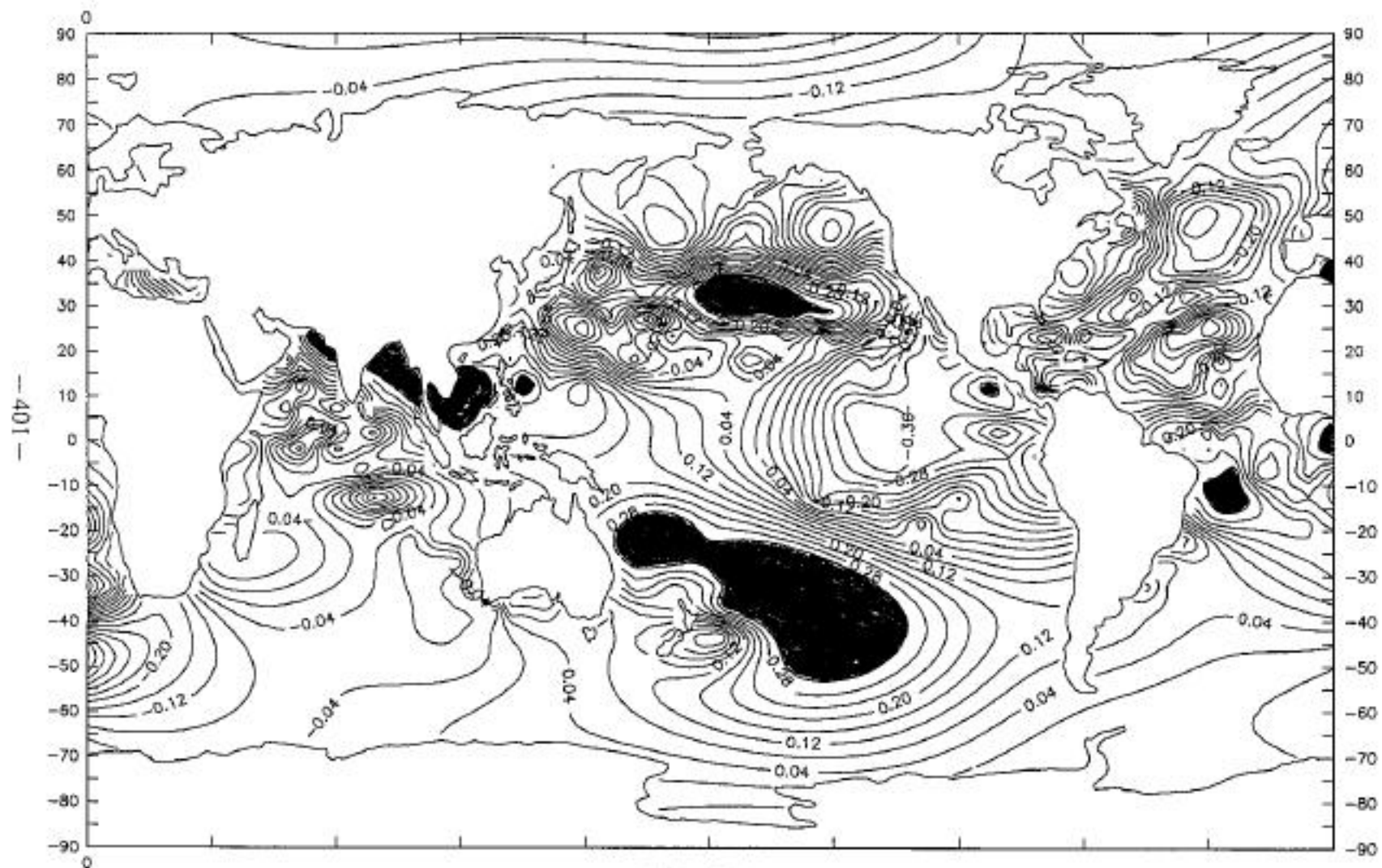


FIG. 24

CORRELATION FIELD : Rainfall (October) & SSTA (September)

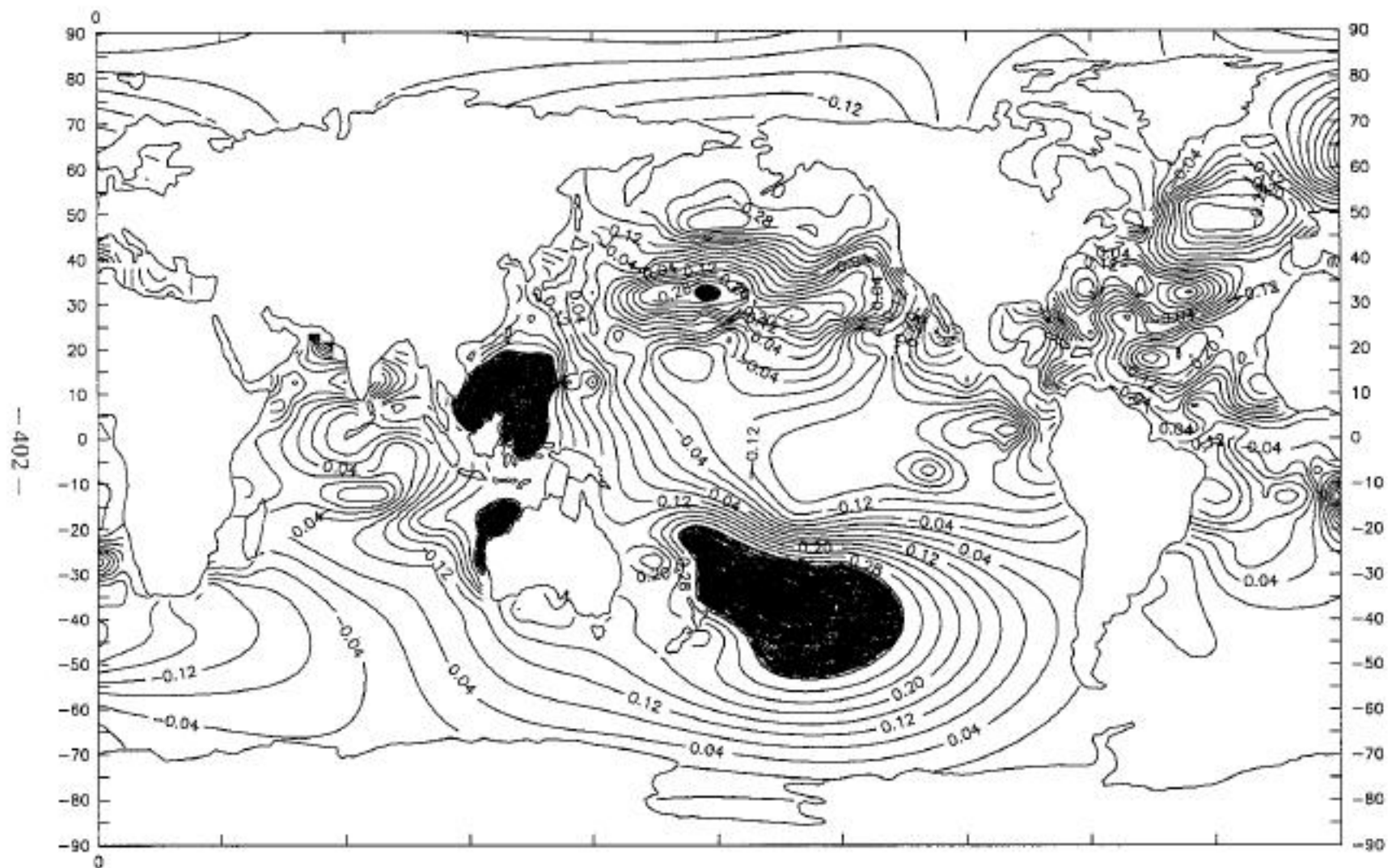


FIG. 25

CORRELATION FIELD : Rainfall (October) & SSTA (October)

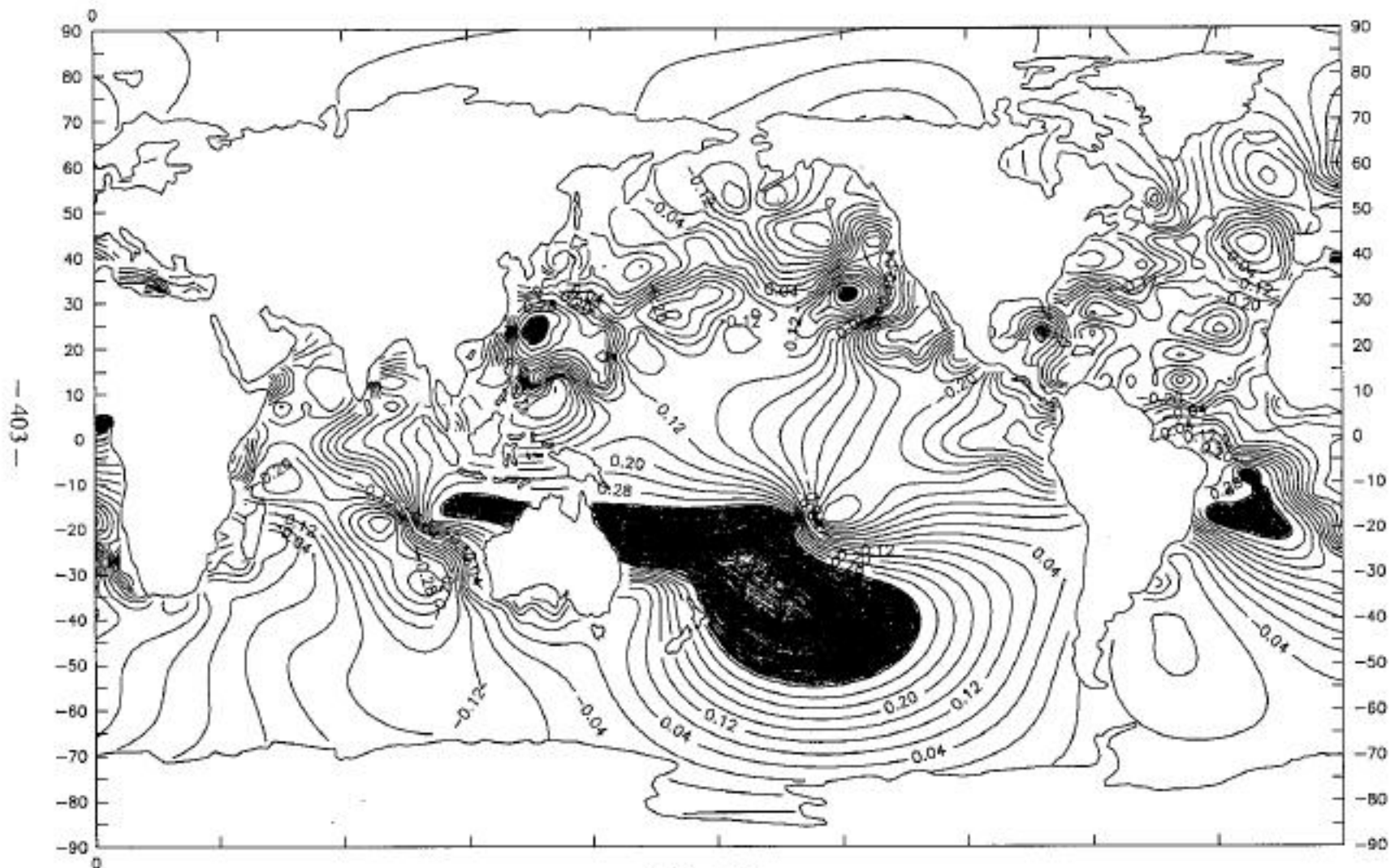


FIG. 26

較強的中心往往不會突然出現或突然消失，而是經歷幾個月的連續變化的。這裡指出，這些正負中心之形成必定是由於某些較穩定的物理機制所造成之結果，而不是隨機的計算結果。

圖二十七至圖三十八是從所有相關圖中選出與每月降水相關較高的一張相關圖，共十二張，用以代表每月降水與海溫異常場關係。

#### Ⅴ 利用海溫異常來預報後期降水之可行性

從前節所獲得的結果來看，利用海溫異常場來作後期之台灣降水預報似是可行之路徑。根據我們的計算結果，相關係數最高可達正負0.60以上，而事實上僅須正負0.43即達1%之置信度。可見這些相關係數有十分高的統計重要性。圖三十九是一個降水—海溫異常場較高相關的例子。圖中可見，兩條曲線之振動基本上一致，雖則振幅之大小不同，但趨勢很接近。由於這是用40年之資料計算出來之結果，因其長期之資料而有較大之統計穩定性。也就是說，這種趨勢一致的延長性之可信度較大。因之用這種關係來作預報，有可能獲得較佳的結果。

把幾個高相關區的海溫異常值平均起來作為降水之預報因子，有時可以提高二者相關程度。圖四十是一個例子，圖中兩組曲線之相關大於0.85，而利用此種關係以及根據1989年度之海溫異常場所預報出來的1990年台灣六月的降水也基本上有正確的趨勢。當然，僅此一例並不能保證其他例子也能如此，而實有待於更多的驗證。

#### Ⅵ 結論

以上是利用台灣降水之資料與全球海溫異常場所作之相關分析。研究指出，台灣每個月之降水與洋面上某時段內的海溫異常有緊密的關係。這些洋面有時遠在南太平洋，甚至南大西洋。由於海氣作用十分複雜，目前尚無法說明，這些影響是通過何種機制來進行。但可看出，這些影響有一定之連續性，決非湊巧的偶合事件。因之利用超前的海溫異常場來預報後期的台灣降水應是可行的。事實上，上節中簡單的線性組合所作之預報即有相當可信之效果。將來應可利用較複雜之回歸方法來求得更佳的預報公式。



CORRELATION FIELD : Rainfall (January) & SSTA (Previous March)

Maximum Correlation Coefficient = 0.56

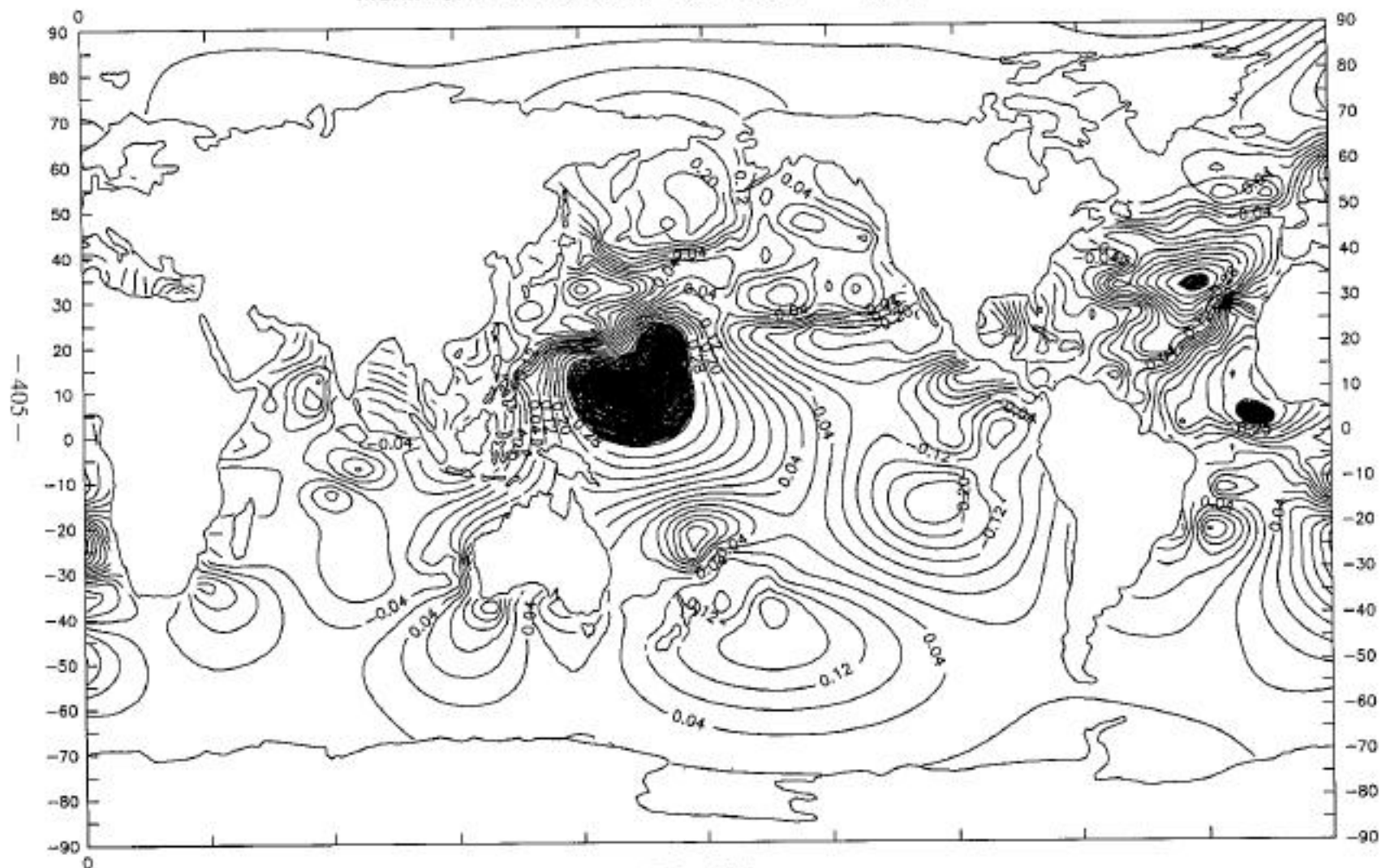


FIG. 27

CORRELATION FIELD : Rainfall (February) & SSTA (Previous November)

Maximum Correlation Coefficient = 0.51

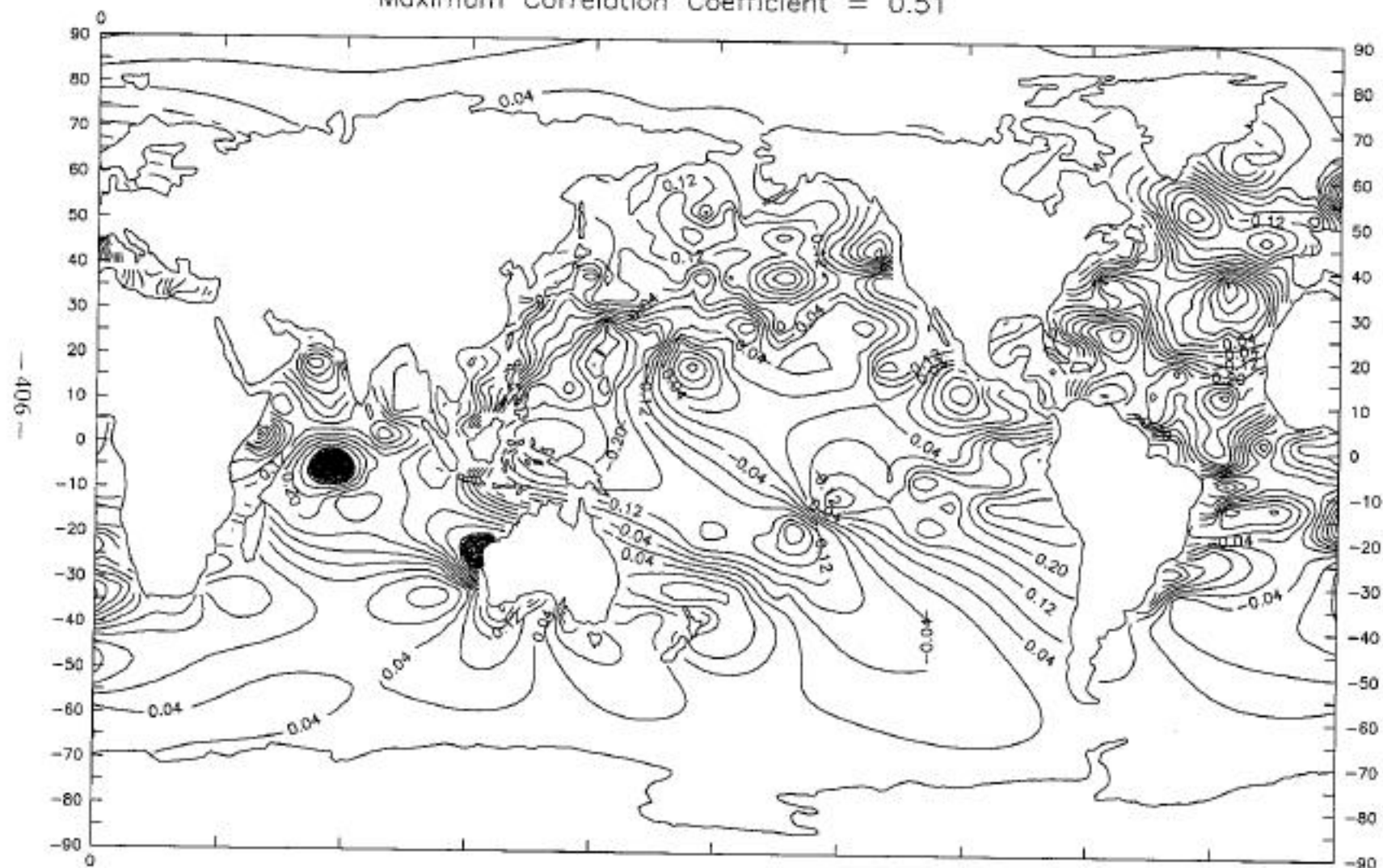


FIG. 28

CORRELATION FIELD : Rainfall (March) & SSTA (March)

Maximum Correlation Coefficient =  $-0.65$

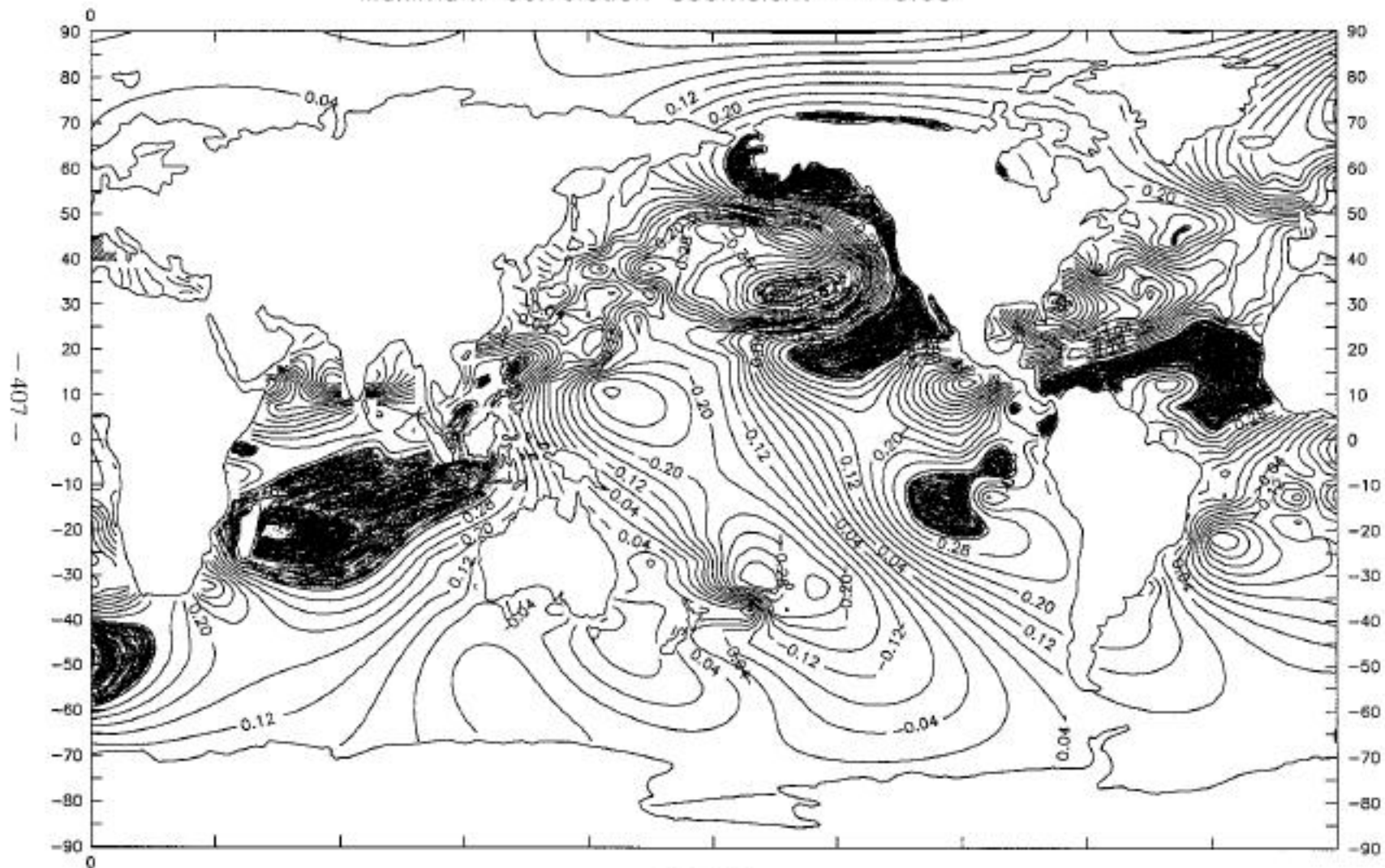


FIG. 29

CORRELATION FIELD : Rainfall (April) & SSTA (Previous June)

Maximum Correlation Coefficient = 0.57

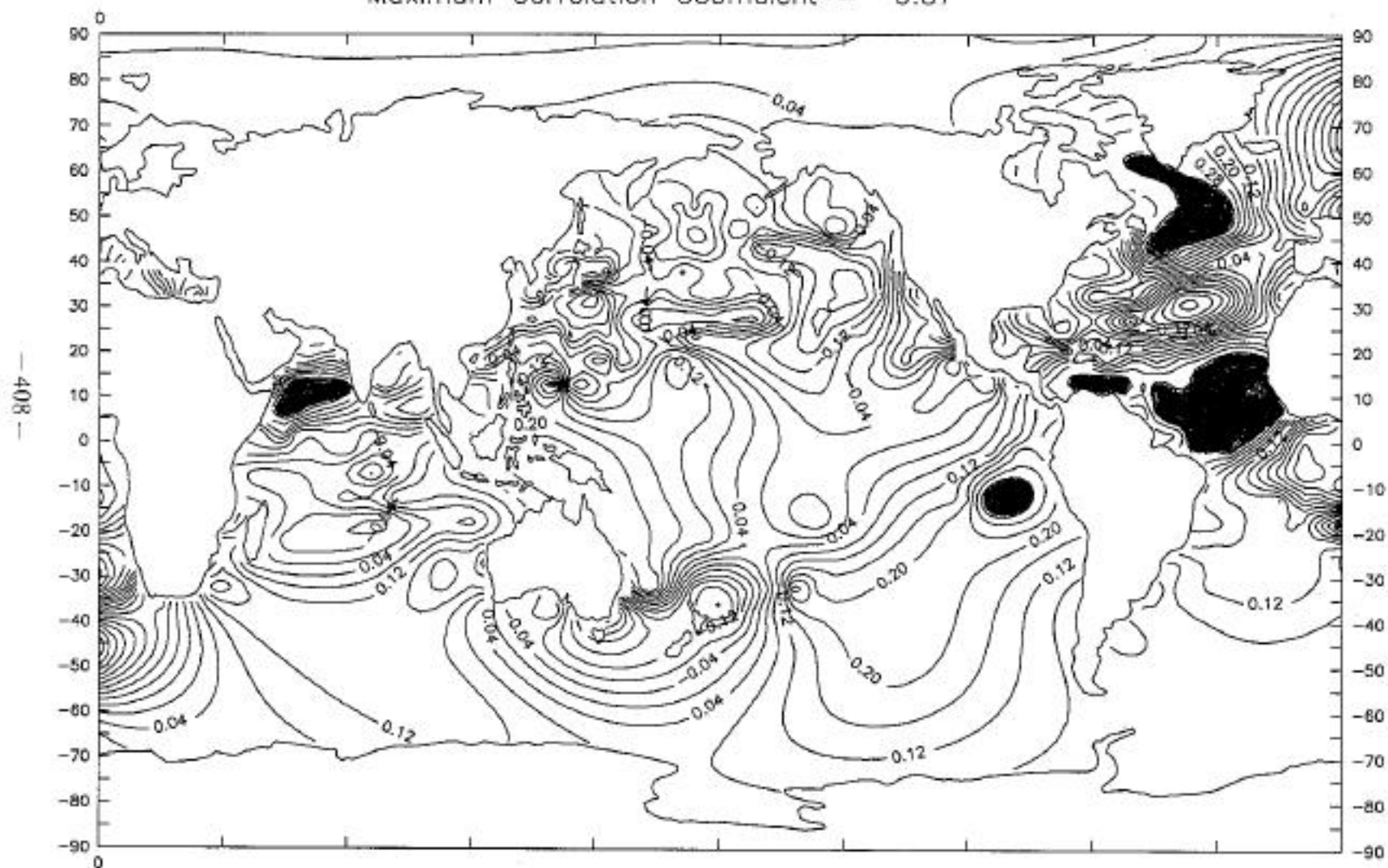


FIG. 30

CORRELATION FIELD : Rainfall (May) & SSTA (Previous December)

Maximum Correlation Coefficient =  $-0.63$

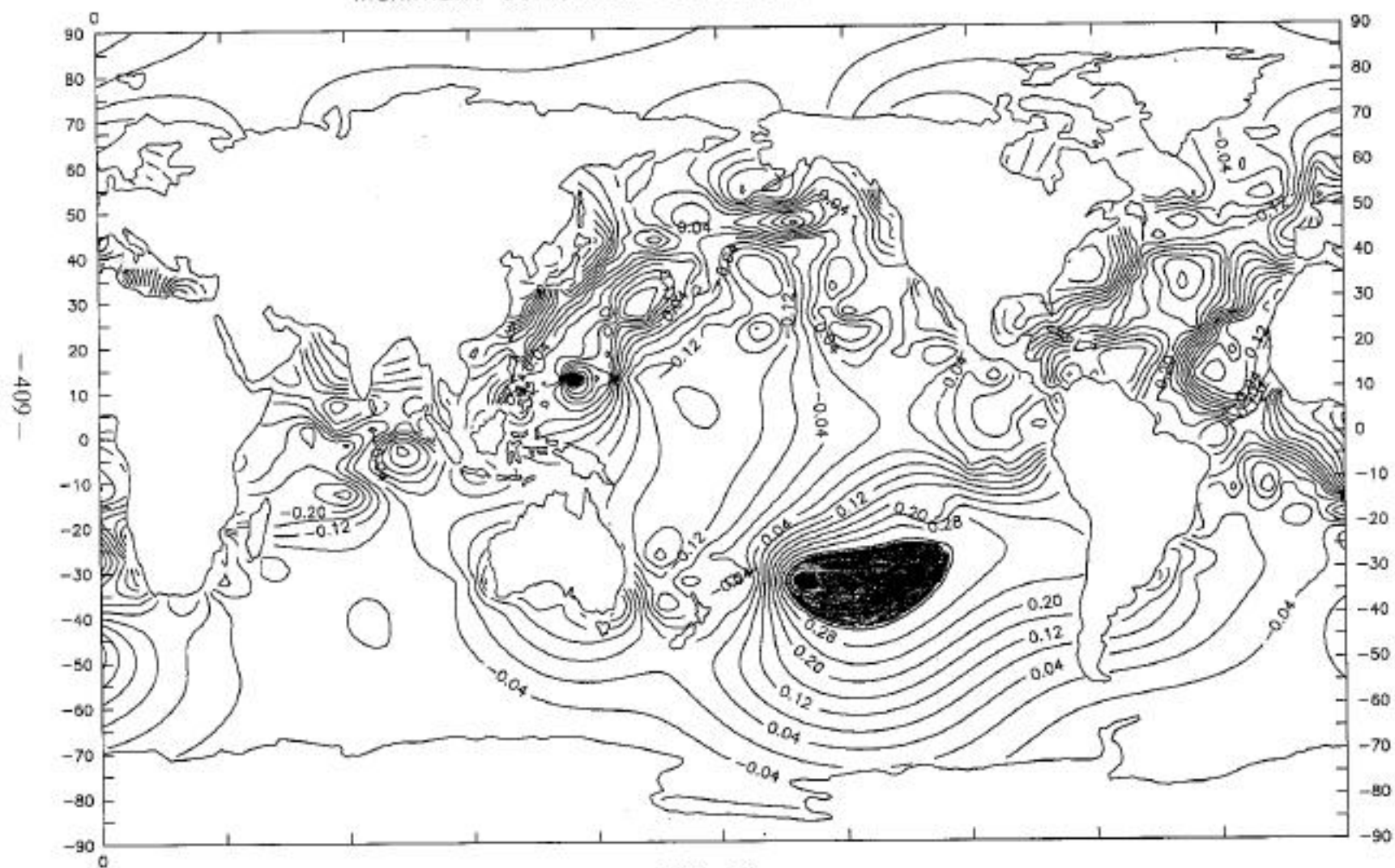


FIG. 31

CORRELATION FIELD : Rainfall (June) & SSTA (Previous July)

Maximum Correlation Coefficient =  $-0.63$

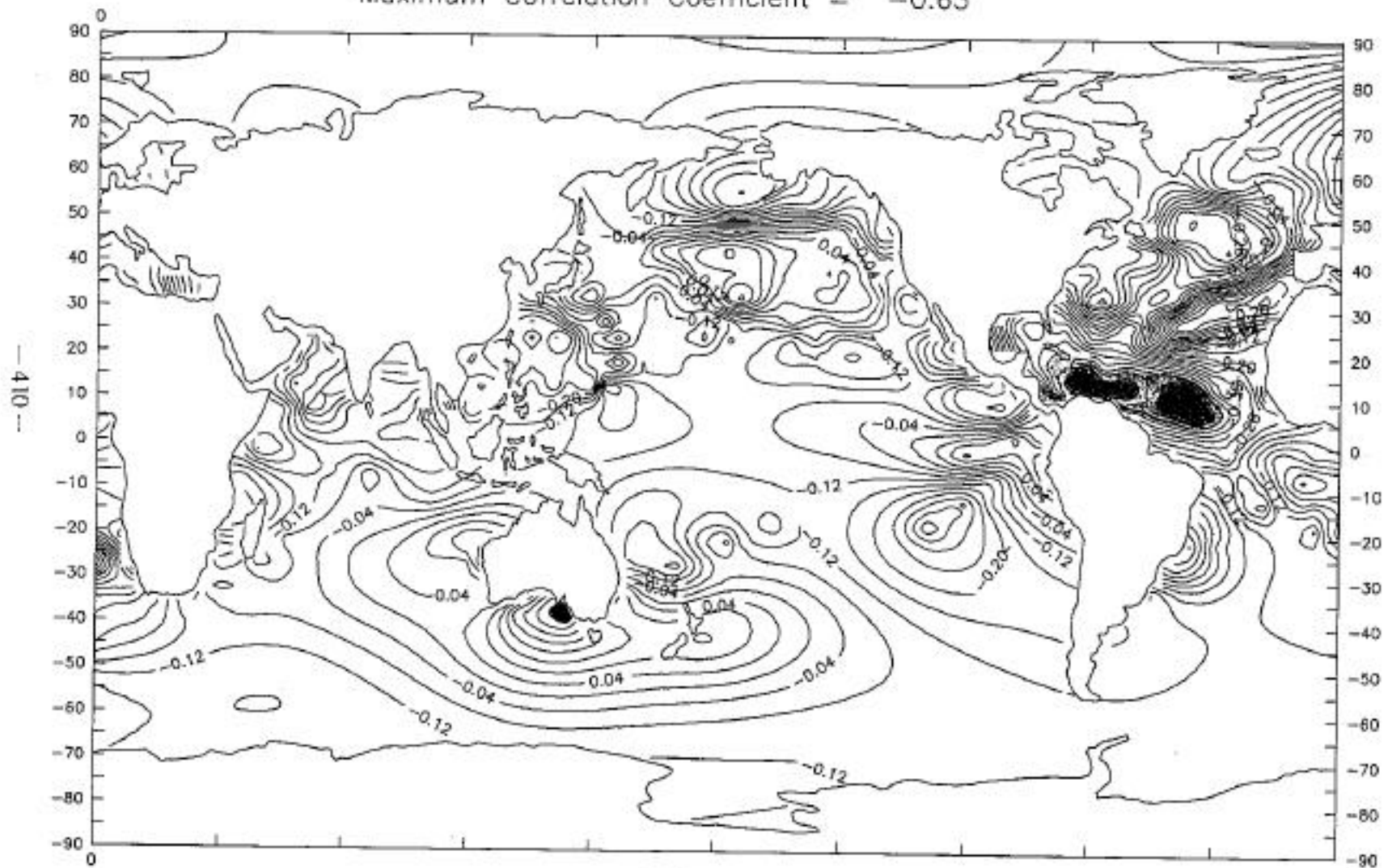


FIG. 32

CORRELATION FIELD : Rainfall (July) & SSTA (Previous July)

Maximum Correlation Coefficient =  $-0.56$

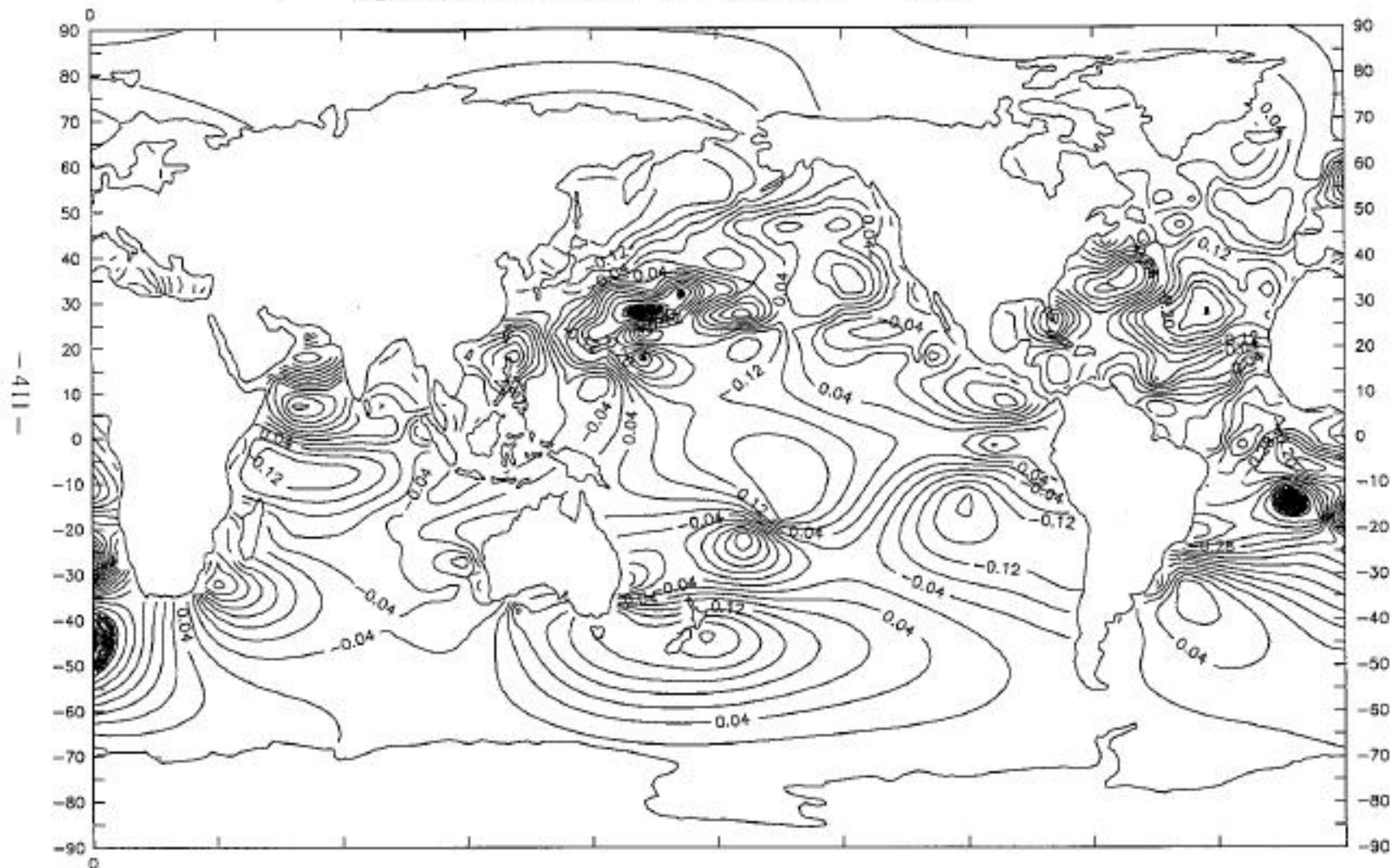


FIG. 33

CORRELATION FIELD : Rainfall (August) & SSTA (August)

Maximum Correlation Coefficient =  $-0.60$

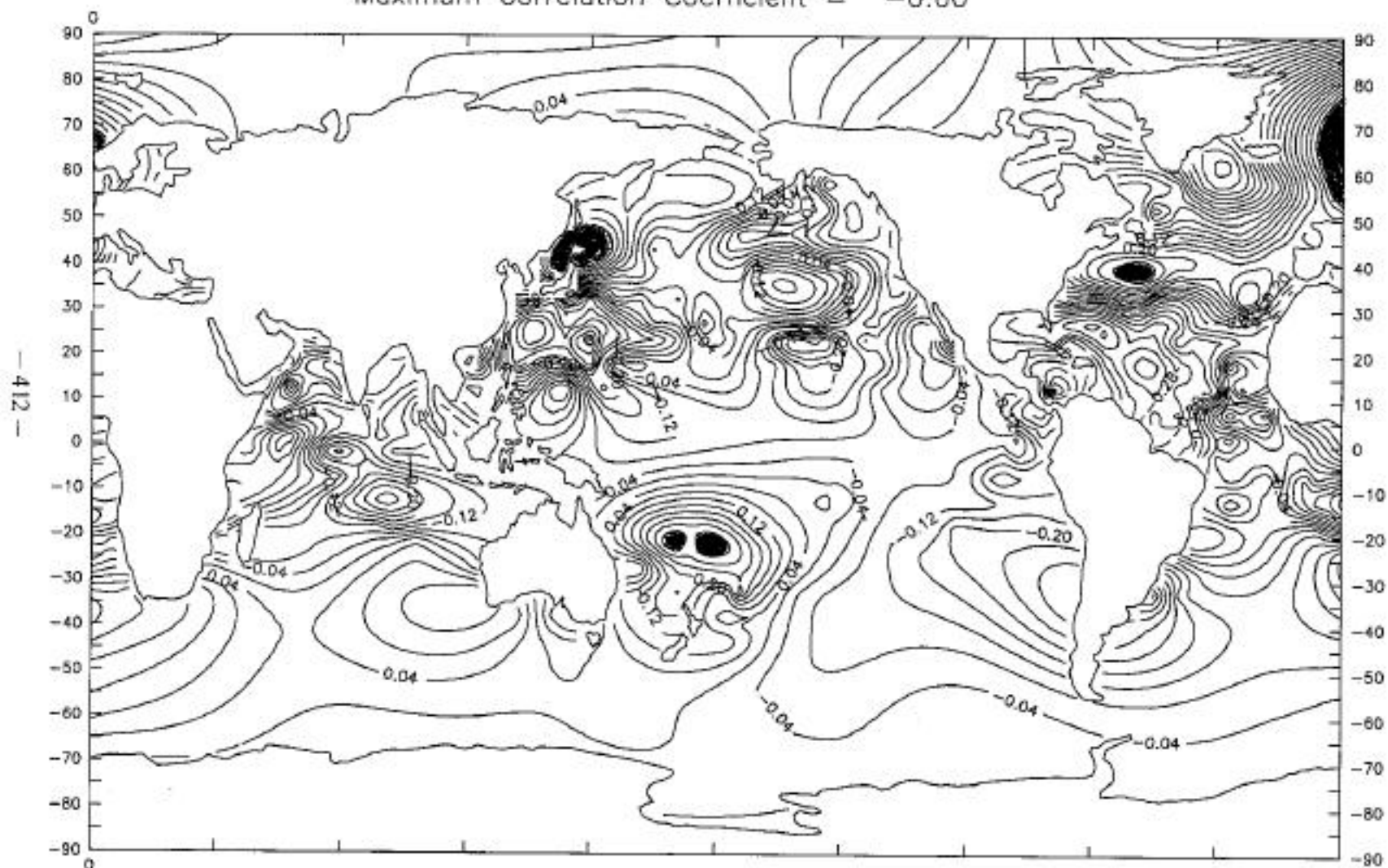


FIG. 34



CORRELATION FIELD : Rainfall (September) & SSTA (May)

Maximum Correlation Coefficient = 0.57

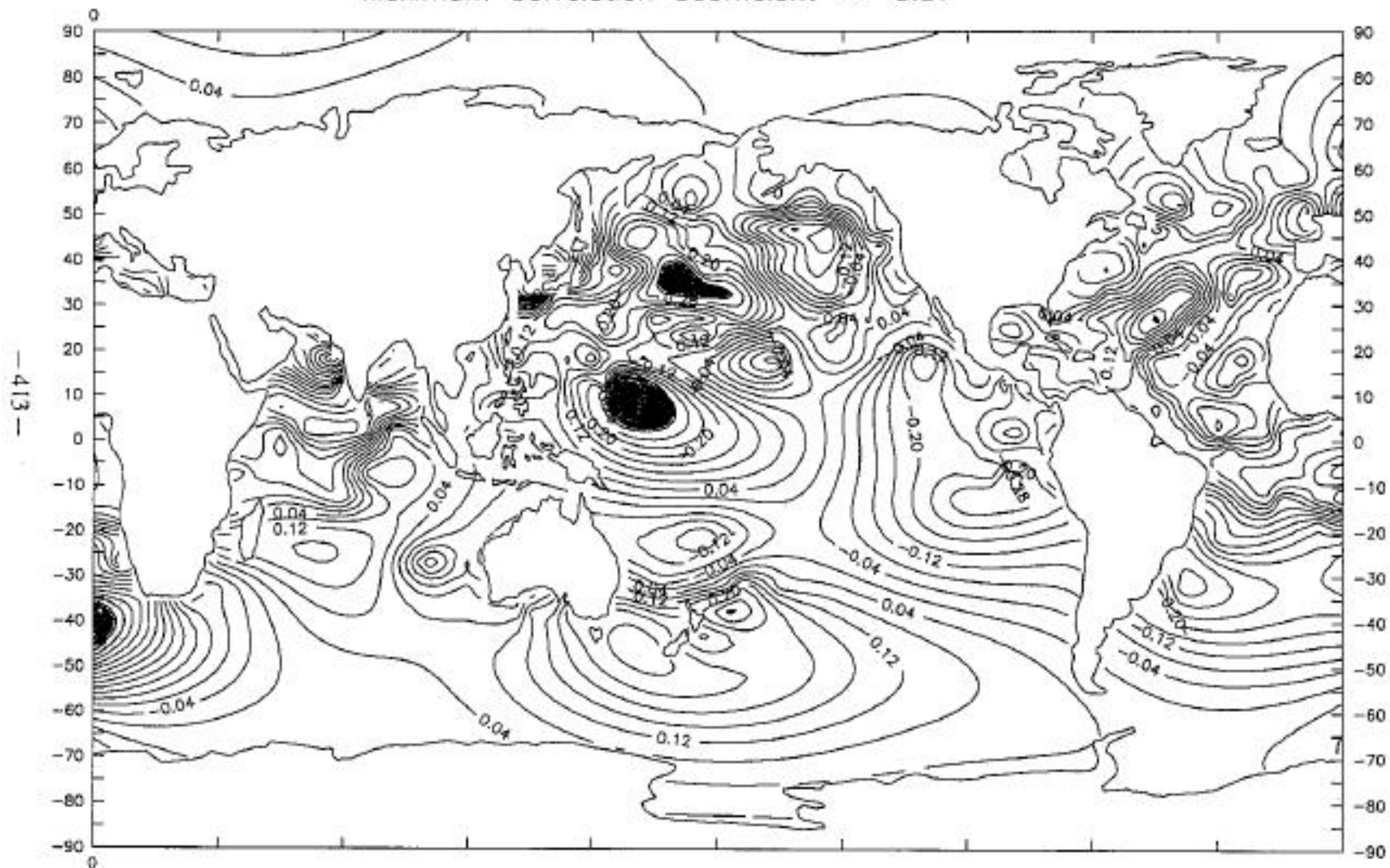


FIG. 35

CORRELATION FIELD : Rainfall (October) & SSTA (Previous December)

Maximum Correlation Coefficient = 0.65

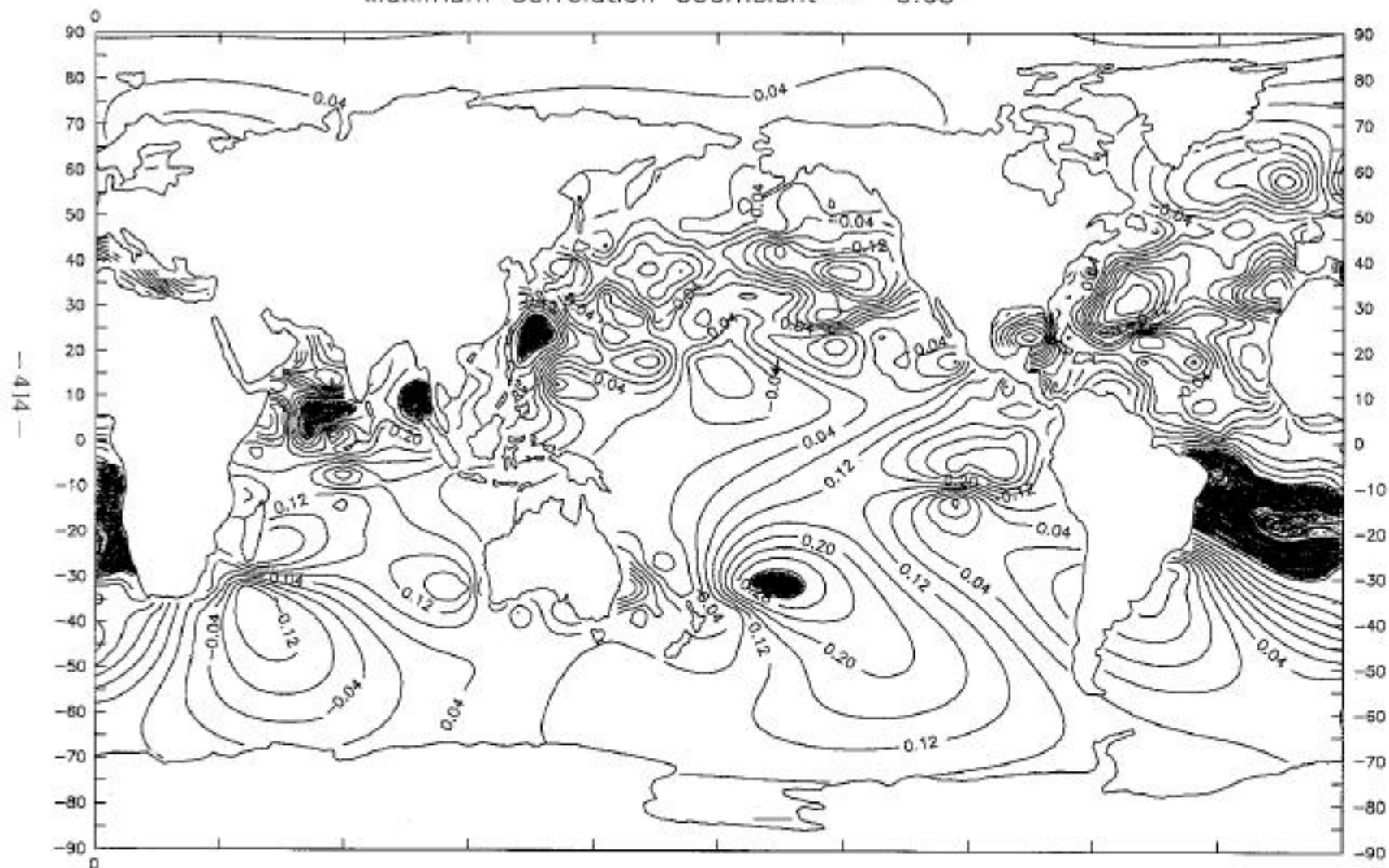


FIG. 36

CORRELATION FIELD : Rainfall (November) & SSTA (August)

Maximum Correlation Coefficient = 0.52

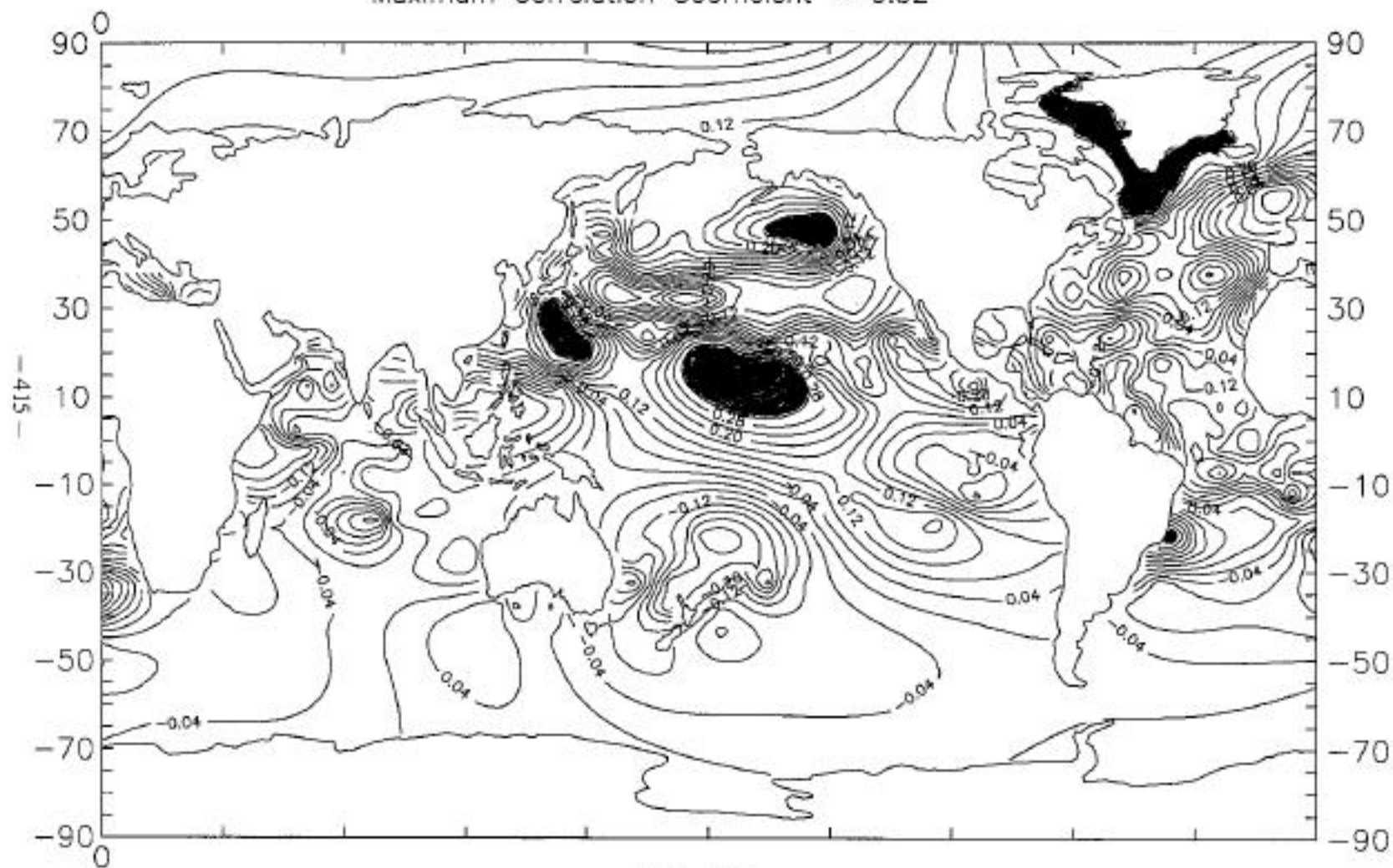


FIG. 37

CORRELATION FIELD : Rainfall (December) & SSTA (April)

Maximum Correlation Coefficient = 0.52

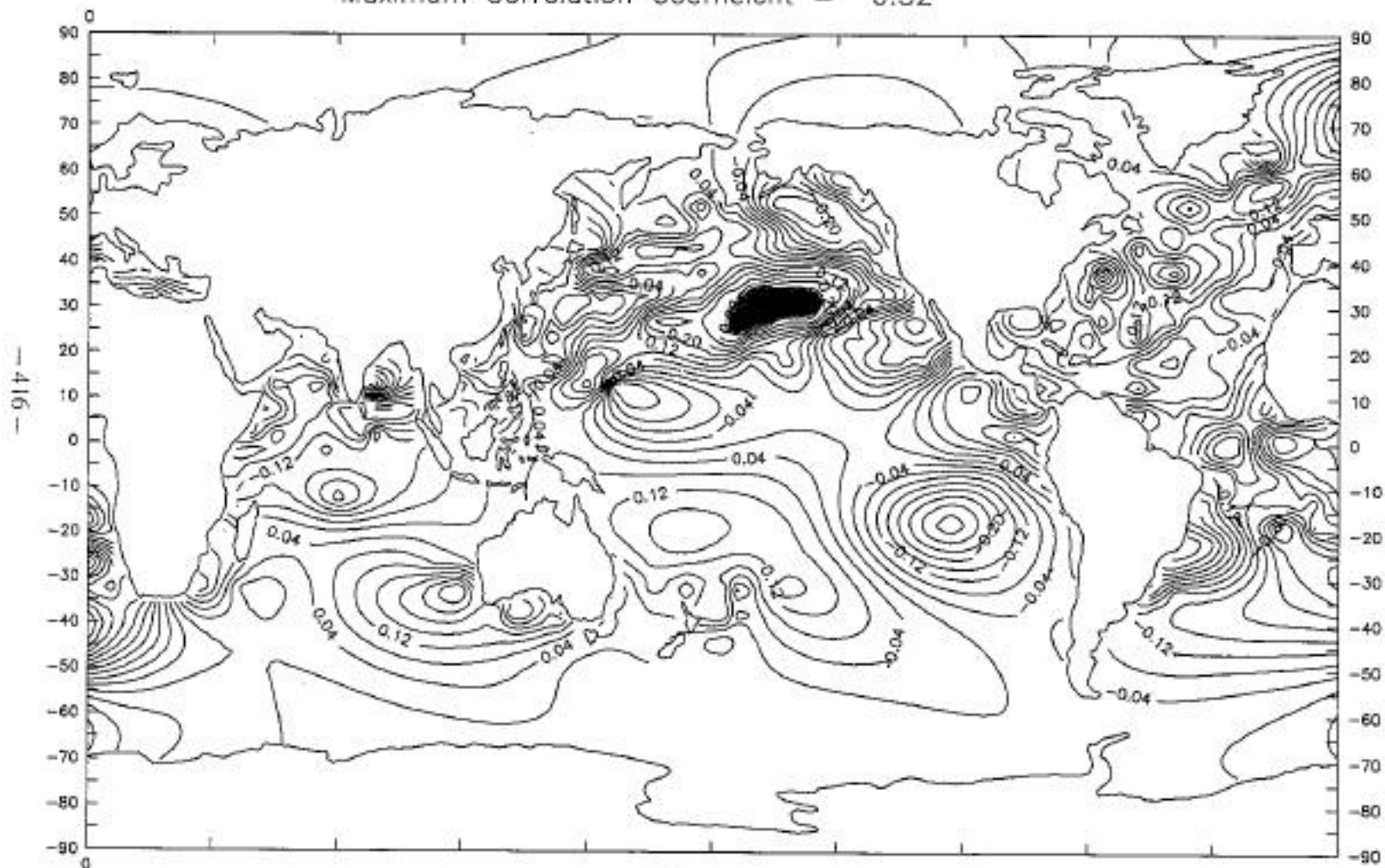


FIG. 38

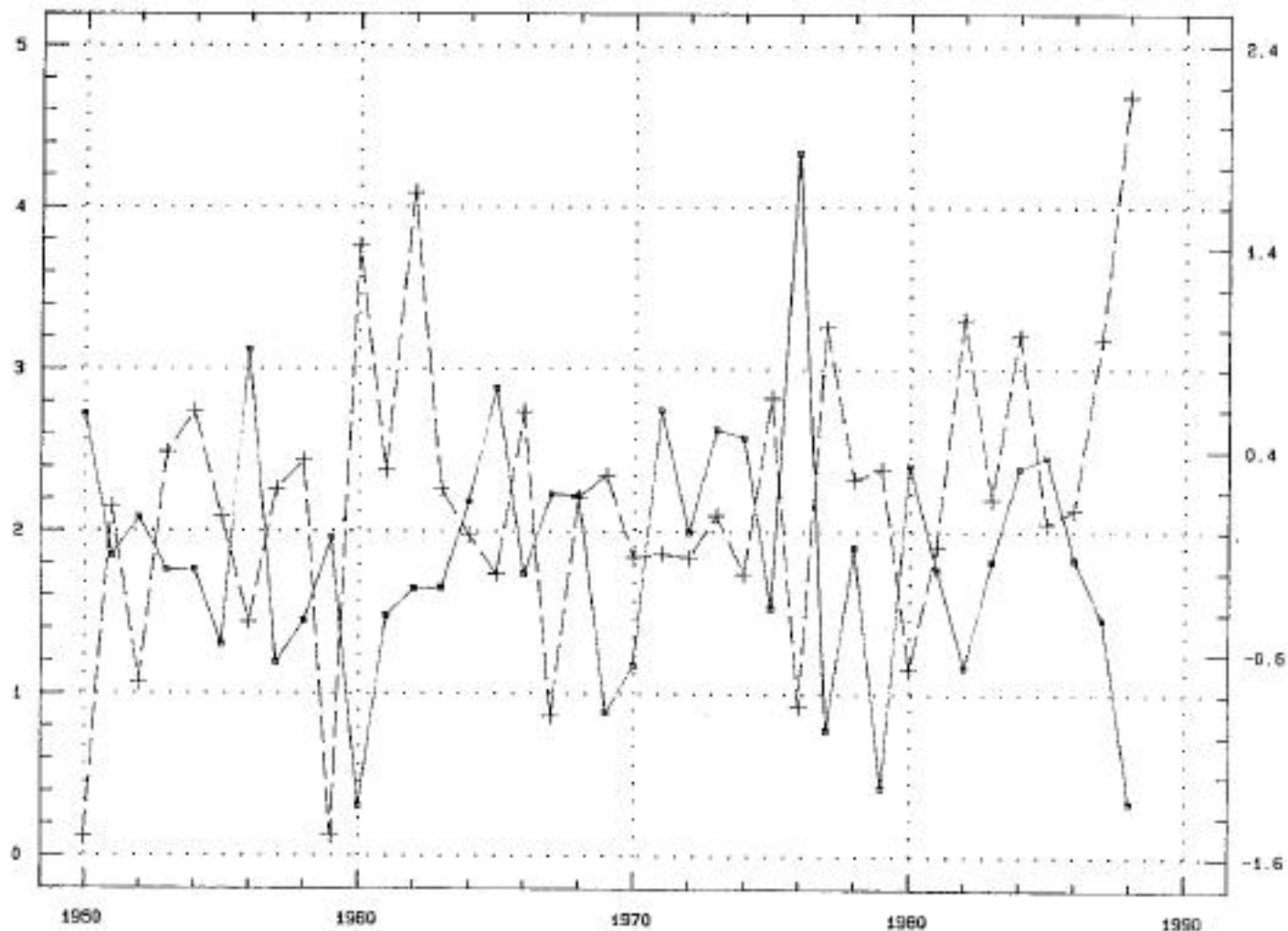
TIME SERIES PLOT

SSTA (42, 5W, 7.5N) vs. RAINFALL (TAIWAN)

→ RAIN (JUNE)

+ SSTA (-JULY)

(X 1000)



-417-

CORRELATION COEFFICIENT = -0.63 Time  
 FIG. 39

June Rainfall Forecast Using Nov-Oct-Sept SSTA

JUNE RAINFALL FORECAST1

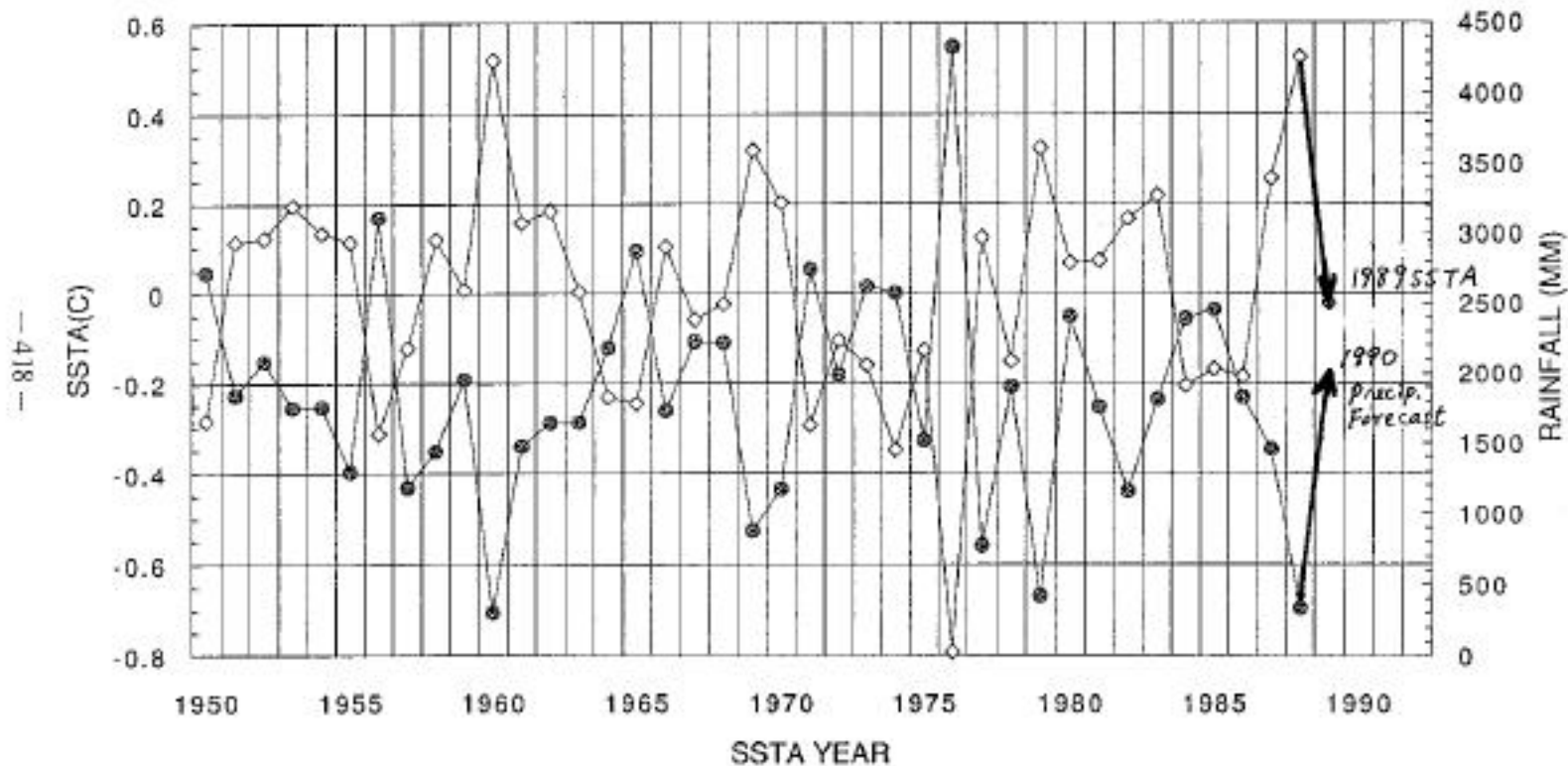
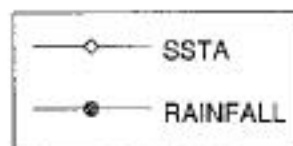


FIG. 40

Correlation Coefficient = -0.88

## 參考文獻

Bottomley, M., C.K.Folland, J.Hsiung, R.E.Newell. and D.E. Parker, 1990 : Global Ocean Surface Temperature Atlas, Met office Bracknell, England.

致謝：本研究計劃進行過程中，受科技中心林民生主任之鼓勵，獲益良多，謹此致謝。