

1854 — 1987 年期间的埃尔尼诺与 反埃尔尼诺事件

臧恒范

王绍武

(国家海洋局海洋环境预报中心, 北京) (北京大学地球物理系)

摘 要

本文根据1854—1978年 COADS 海温资料对赤道东太平洋海温变化进行了研究, 补充了1979—1987年资料, 共确定出31个埃尔尼诺事件及24个反埃尔尼诺事件, 并与其他作者的结果进行了详细的比较, 同时根据事件发生的时间进行了分类。第一类埃尔尼诺或反埃尔尼诺事件, 正或负距平开始于上半年(1—6月), 第二类事件开始于下半年(7—12月)。1982—1983年及1986—1987年两个埃尔尼诺事件均属第二类。第二类埃尔尼诺事件的正距平区常自西向东传播, 与第一类的自东向西传播不同。

Bjerknes^[1] 1969年提出了沃克环流的概念, 并研究了沃克环流与埃尔尼诺的关系, 对 ENSO 的研究起了很大的推动作用。破记录的1982—1983年埃尔尼诺事件进一步促进了全球范围对 ENSO 研究的关注^[2—4]。

1982—1983年的埃尔尼诺事件, 以及在某种程度上1986—1987年的埃尔尼诺事件对 ENSO 的理论研究和预测工作是一个挑战^[5, 6], 因为这两次事件与过去二三十年的大部分事件不同, 海温正距平先出现在中太平洋, 然后向东传播, 而且过程迟至下半年才开始。所以, 分析历史海温资料, 考查一下过去是否也出现过类似的事件是很有意义的。同时, 理论研究表明, 只有认识了海温变化的全过程, 而不是只了解其增暖的片断, 才能对海温变化做出进一步的解释。所以, 我们对低温片断, 即反埃尔尼诺事件也做了分析。

一、埃尔尼诺与反埃尔尼诺事件的定义

许多作者在研究埃尔尼诺事件时, 均取某一区域平均海温为代表。例如, 美国气候分析中心(CAC)用4个区来反映埃尔尼诺。Nino 1+2 为 0° — 10° S、 90° — 80° W, 代表南美沿岸。Nino 3 及 Nino 4 分别为 5° N— 5° S、 150° — 90° W 及 5° N— 5° S、 160° E—

150°W代表赤道东太平洋及赤道中太平洋, Wright^[7]所用的区域为5°N—10°S、90°—180°W, 但除去此方框的三个角部, 本文采用Angell^[8]的区, 即0°—10°S、90°—180°W, 这一区域与赤道冷水域大体相当, 比较适合用来代表埃尔尼诺^[5]。1854—1978年海温资料取自COADS, 1979年以后的资料用国家海洋局的资料补充。

然而, 过去尽管对埃尔尼诺进行了不少研究, 却很少给出一个定量的确定埃尔尼诺的指标。作者过去曾把海温距平达到一个方差作为埃尔尼诺事件的标准^[5], 后来又参照多种因素划定了埃尔尼诺^[9], 考虑到本文只研究海温变化, 同时历史上海温记录残缺不全, 所以改用如下定义:

1. 海温正距平峰值达到1.0°C, 正距平前后持续12个月以上;
2. 海温正距平的峰值年定义为埃尔尼诺年;
3. 如果在埃尔尼诺年的前一年或后一年, 正距平持续达到6个月以上, 则认为是同一埃尔尼诺事件的相邻年;
4. 当海温距平变化类似于埃尔尼诺事件, 但正距平峰值低于1.0°C或正距平持续不足12个月时, 定义为弱埃尔尼诺事件。

根据以上条件, 在1854—1987年期间共确定出31个埃尔尼诺事件, 在表1中用E表示, 相邻年用箭头表示。

反埃尔尼诺年的确定方法大体类似, 但峰值标准为-0.9°C。自1854年到1987年, 共确定出24个反埃尔尼诺事件, 在表1中用A表示, 相邻年用双箭头表示。

表1表明, 埃尔尼诺事件一般持续1—2年, 但反埃尔尼诺事件有时则持续3年以上。例如, 1872—1876年竟连续5年海温为负距平。因此, 虽然埃尔尼诺事件比反埃尔尼诺事件频率高, 但埃尔尼诺年及相邻年的总年数(43年)则与反埃尔尼诺年及相邻年的总年数(44年)大体相当, 均各占总年数(134年)的1/3左右。显然, 其余1/3年的海温接近常年。

二、与其他作者结果的比较

Namias^[10]不但研究了埃尔尼诺事件, 也分析了反埃尔尼诺事件。Quinn等^[11]、Rasmusson和Carpenter^[12]、王绍武^[9]均给出了长时期的埃尔尼诺事件年表。Angell^[8]及Wright(个人通信)给出了赤道东太平洋海温的长序列, 我们对这两个序列, 根据前述原则确定了埃尔尼诺及反埃尔尼诺事件, 不过因为他们的资料是季平均, 所以峰值的标准从1.0°C及-0.9°C下降到0.9°C及-0.7°C。表1中同时给出Quinn等5位作者的结果及本文结果, “/”表示缺少资料。

从表1可见, 本文的结果与其他作者的结果大体一致, 但也有分歧。例如1857年现有的海温资料表明是一个冷事件, 而Quinn^[11]认为是一个埃尔尼诺年。1858年下半年海温为正距平, 因而定为弱埃尔尼诺事件。王绍武^[9]曾把1862年定为弱埃尔尼诺事件, 其根据是南美有丰沛的降水, Quinn^[11]大约也是根据同样的理由把这一年定为弱埃尔尼诺事件。但这年孟买、马德拉斯气压均偏低, 而圣地亚哥气压偏高, 并且至少下半年海温偏低,

表 1 埃尔尼诺事件 (E) 与反埃尔尼诺事件 (A) 年表

| 年份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 年份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------|-----|---|---|---|-----|------|------|---|-----|---|-----|---|------|
| 1854 | | / | / | / | / | A | 1888 | v | E | | E | E | E |
| 1855 | E | / | / | / | / | (E) | 1889 | v | A | | (A) | | (A)* |
| 1856 | | / | / | / | / | A | 1890 | | v | | v | | |
| 1857 | E | / | / | / | / | v | 1891 | E | (E) | E | | E | E |
| 1858 | | / | / | / | / | (E)* | 1892 | | A | | A | | A |
| 1859 | | / | / | / | / | | 1893 | | v | | v | | v |
| 1860 | | / | / | / | / | | 1894 | | v | | v | | v |
| 1861 | | / | / | / | / | | 1895 | | | | | | |
| 1862 | (E) | | / | / | (E) | A* | 1896 | E | E | E | E | E | E |
| 1863 | | | / | / | | v | 1897 | | v | | | | |
| 1864 | E | / | / | / | E | E* | 1898 | | (A) | | A | | A |
| 1865 | | / | / | / | | | 1899 | E | E | E | E | E | E* |
| 1866 | (E) | / | / | / | | | 1900 | v | v | | v | v | v |
| 1867 | | / | / | / | | | 1901 | | | | | | |
| 1868 | (E) | E | / | / | E | E | 1902 | E | E | E | E | E | E |
| 1869 | | / | / | / | | v | 1903 | | (A) | | A | | (A)* |
| 1870 | | / | / | / | | A | 1904 | | v | | | v | v* |
| 1871 | E | / | / | / | (E) | | 1905 | E | E | E | E | E | E |
| 1872 | | A | / | A | | A | 1906 | | | | A | | A* |
| 1873 | E | v | / | v | | v | 1907 | | | | v | | |
| 1874 | | A | / | A | | A | 1908 | | A | | A | | A |
| 1875 | (E) | / | / | / | | v | 1909 | | v | | v | | v |
| 1876 | | / | / | / | | v | 1910 | | v | | v | | v |
| 1877 | E | E | E | E | E | E | 1911 | E | E | E | | E | E* |
| 1878 | v | v | | v | v | v | 1912 | v | | | | | |
| 1879 | | | | | | | 1913 | | (E) | | | | v* |
| 1880 | E | E | E | | E | E | 1914 | E | | E | | E | E |
| 1881 | | v | | | v | v | 1915 | | A | | | | |
| 1882 | | | | | | | 1916 | | v | | | | A |
| 1883 | | | | | | | 1917 | E | v | | | | |
| 1884 | E | E | E | | E | E* | 1918 | E | E | E | | E | E* |
| 1885 | v | | | | | | 1919 | v | | | | v | v |
| 1886 | | A | | A | | A | 1920 | | | | | | |
| 1887 | E | | E | | v | v | 1921 | | (A) | | A | | |

有 * 者为第二类。

表 1 (续)

| 年份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 年份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------|-----|-----|---|-----|-----|------|------|-----|-----|---|-----|---|-----|
| 1922 | | ↓ | | ↓ | | A | 1956 | | ↓ | | ↓ | | ↓ |
| 1923 | E | | E | | (E) | | 1957 | E | E | E | E | E | E |
| 1924 | | A | | A | | A | 1958 | ↓ | ↓ | | ↓ | ↓ | ↓ |
| 1925 | E | (E) | E | (E) | E | E* | 1959 | | | | | | |
| 1926 | ↓ | | | | ↓ | ↓ | 1960 | | | | | | |
| 1927 | | | | (A) | | | 1961 | | | | | | |
| 1928 | | | | ↓ | | | 1962 | | | | | | |
| 1929 | E | | | ↓ | | | 1963 | (E) | E | | (E) | E | E |
| 1930 | ↓ | E | E | E | E | E* | 1964 | | (A) | | (A) | | (A) |
| 1931 | | | | A | | ↓ | 1965 | E | E | E | E | E | E |
| 1932 | E | | E | | | | 1966 | | | | ↓ | | |
| 1933 | | (A) | | A | | (A) | 1967 | | A | | (A) | | (A) |
| 1934 | | ↓ | | ↓ | | ↓ | 1968 | | | | ↓ | | ↓* |
| 1935 | | | | ↓ | (E) | | 1969 | E | E | E | (E) | E | E* |
| 1936 | | | | A | | | 1970 | | (A) | | A | | (A) |
| 1937 | | | | ↓ | | | 1971 | | ↓ | | ↓ | | ↓ |
| 1938 | | A | | / | | A | 1972 | E | E | E | (E) | E | E |
| 1939 | E | ↓ | E | / | ↓ | (E) | 1973 | ↓ | A | | A | | A* |
| 1940 | ↓ | E | | / | E | ↓ | 1974 | | ↓ | | ↓ | | |
| 1941 | E | E | E | / | E | E | 1975 | (E) | ↓ | | ↓ | | ↓ |
| 1942 | | | | A | | | 1976 | E | E | E | (E) | E | E* |
| 1943 | E | | | | | | 1977 | / | ↓ | | ↓ | | ↓ |
| 1944 | ↓ | ↓ | | | (E) | E | 1978 | / | | | | | |
| 1945 | | E | | | | | 1979 | / | | | (E) | | |
| 1946 | (E) | | | | | | 1980 | / | / | / | ↓ | | |
| 1947 | | | | | | | 1981 | / | / | / | | | |
| 1948 | (E) | | | | | | 1982 | / | / | E | E | E | E* |
| 1949 | | (A) | | | | (A)* | 1983 | / | / | / | ↓ | ↓ | ↓ |
| 1950 | | ↓ | | A | | ↓ | 1984 | / | / | / | | | |
| 1951 | E | E | E | E | (E) | E | 1985 | / | / | / | / | / | |
| 1952 | | | | | | | 1986 | / | / | / | / | / | ↓* |
| 1953 | E | E | E | (E) | (E) | E | 1987 | / | / | / | / | / | E |
| 1954 | | A | | A | | ↓ | 1988 | / | / | / | / | / | ↓* |
| 1955 | | ↓ | | ↓ | | ↓ | 1989 | / | / | / | / | / | A |

1. Quinn (1978), 2. Angell (1981), 3. Pasmusson *et al.* (1983), 4. Wright (1984),
5. Wang (1985), 6. 本文结果。

因此本文把1862年定为反埃尔尼诺年。另外，1887年也有分歧。这年上半年海温负距平占优势，直到年底才转为正距平。故有的作者认为是反埃尔尼诺年，考虑到距平的总趋势，我们把1887年定为1886年反埃尔尼诺年的相邻年。

除了早期资料问题较大外，20世纪30年代中期到40年代初期，由于二次世界大战的影响，资料亦有许多空缺。从CODAS资料来看，1939年海温正负距平交替出现，与其把它当成1940年的相邻年，不如把它当成一个独立的弱埃尔尼诺事件。1940/41的埃尔尼诺事件则得到了较多资料的证实。此外，Wright把1979/80年视为一次弱埃尔尼诺事件，但一般认为是一次发育不全的埃尔尼诺过程，因此，我们没有把它作为埃尔尼诺事件看待，事实上它也没有达到我们的标准。

三、埃尔尼诺及反埃尔尼诺事件的分类

在20世纪50年代到70年代，大多数埃尔尼诺事件中，海温距平的峰值先出现于南美沿岸，后出现于赤道东太平洋及中太平洋，因此，看来似乎海温正距平自东向西传播^[5,13]，但如上所述，1982—1983年及1986—1987年出现了相反的情况，赤道中太平洋海温的升高早于南美沿岸，所以好像海温正距平自西向东移动。但是，最近两次埃尔尼诺事件均开始较晚，9—10月海温才急剧上升，而其他事件中，6月之前，海温正距平已明显出现。因此，无论哪一种情况，赤道中太平洋的海温正距平均在11—12月间最强，而南美沿岸的海温正距平则往往在6月前后达到最高。所以我们认为，事件发生的季节与过程的特点有密切关系。基于这种考虑，本文把埃尔尼诺事件分为两类。第一类明显增温开始于1—6月间，第二类明显增温出现于7—12月。反埃尔尼诺事件也根据类似原则分为两类。第二类埃尔尼诺及反埃尔尼诺事件在表1中用·号标出，若事件之前有相邻年，则·号标在相邻年的箭头上。31个埃尔尼诺事件中17个属于第一类，14个属于第二类。

图1为4个埃尔尼诺事件海温3个月滑动平均距平曲线，a(1902—1903年)、b(1972—

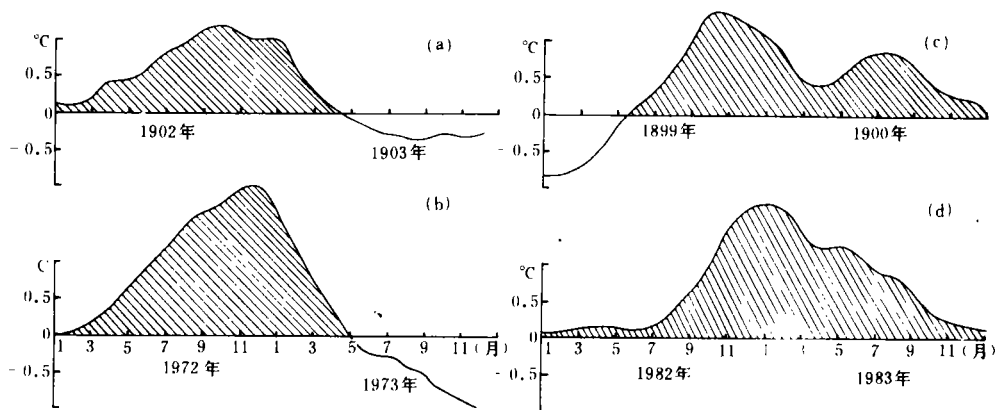


图1 赤道东太平洋海温变化过程曲线

1973年)为第一类事件。c (1889—1900年)、d (1982—1983年)为第二类事件，两者区分明显。

为了进一步证实图 1 中所反映的代表的差异性，对每一类厄尔尼诺事件各选出 10 个例子 (表 2)，求出平均海温变化过程曲线。

表 2 平均曲线所用之厄尔尼诺年(E)及反厄尔尼诺年(A)

| | |
|----|---|
| E | : 1877, 1888, 1891, 1896, 1902, 1951, 1957, 1963, 1965, 1972, |
| E* | : 1884, 1899, 1904, 1911, 1913, 1925, 1930, 1976, 1968, 1982, |
| A | : 1886, 1898, 1924, 1933, 1964, |
| A* | : 1889, 1903, 1906, 1949, 1970, |

注：有 * 号为第二类，无 * 号为第一类。

图 2 为两类厄尔尼诺事件的曲线。第一类正距平在 3—4 月已较强，11—12 月间达到峰值，翌年 4—5 月明显减弱。第二类事件正距平的峰值也出现在 12 月，但开始显著要晚，直到 7 月之后正距平才逐渐增加，不过正距平持续时间较长，到第 3 年 1 月仍为正距平，以后才迅速减弱。

24 个反厄尔尼诺事件中，17 个为第一类，仅有 7 个为第二类。所以，我们只能各选 5 个例子，作出平均海温变化过程曲线。图 3 表明，其特征大致与图 2 相似，但距平为负。

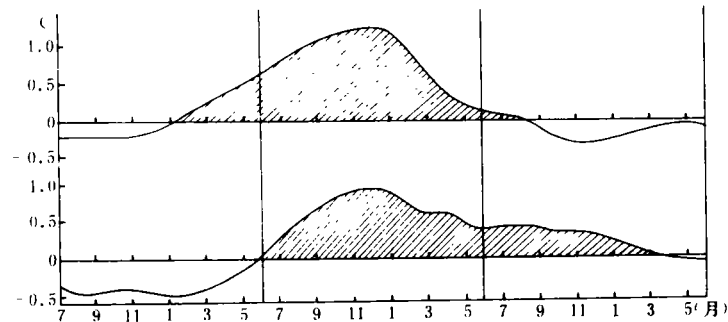


图 2 第一类 (上) 与第二类 (下) 厄尔尼诺事件平均海温变化过程曲线

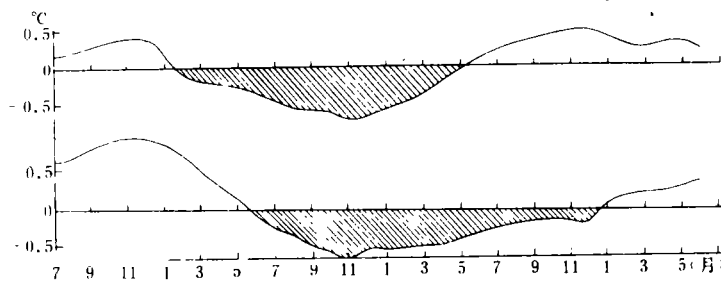


图 3 第一类 (上) 与第二类 (下) 反厄尔尼诺事件平均海温变化过程曲线

距平绝对值则略小。

以上曾谈到厄尔尼诺事件中海温正距平的出现可能与季节有关。图4给出4个例子的海温距平时间经度剖面，左侧为两个第一类厄尔尼诺事件，正距平有自东向西延伸的倾向，右侧是两个第二类厄尔尼诺事件，正距平先出现在赤道东太平洋，然后才出现于南美沿岸。反厄尔尼诺事件中，负海温距平不集中，因此没有发现与厄尔尼诺事件类似的距平中心位置变化。

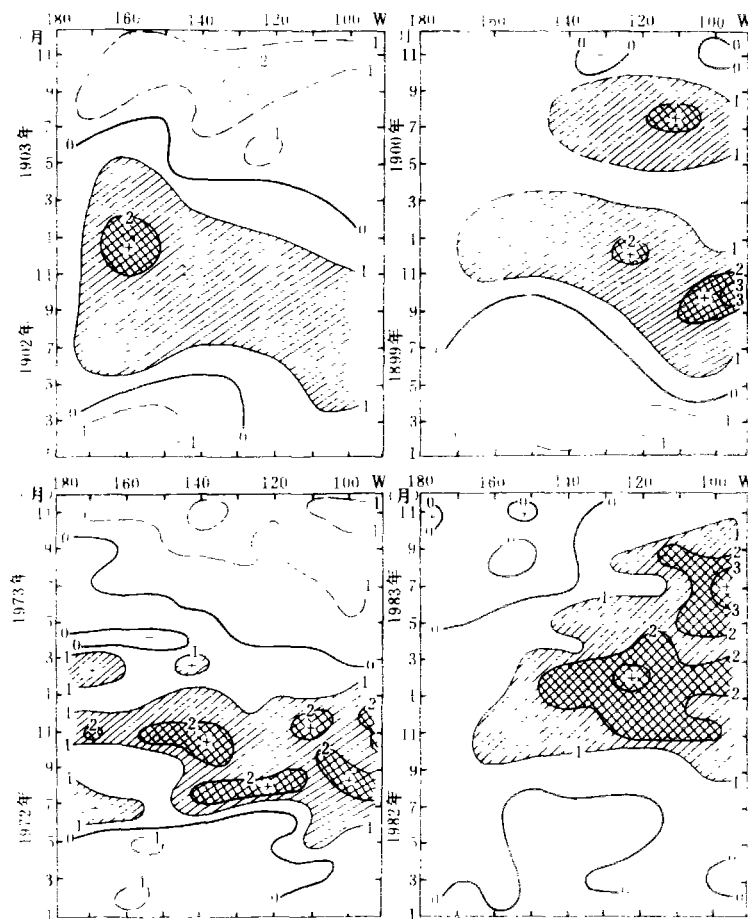


图4 赤道东太平洋海温距平时间经度剖面

最后，用同样的方法对1986-87厄尔尼诺事件进行了分析，图5表明，第二类厄尔尼诺事件的特征十分明显。

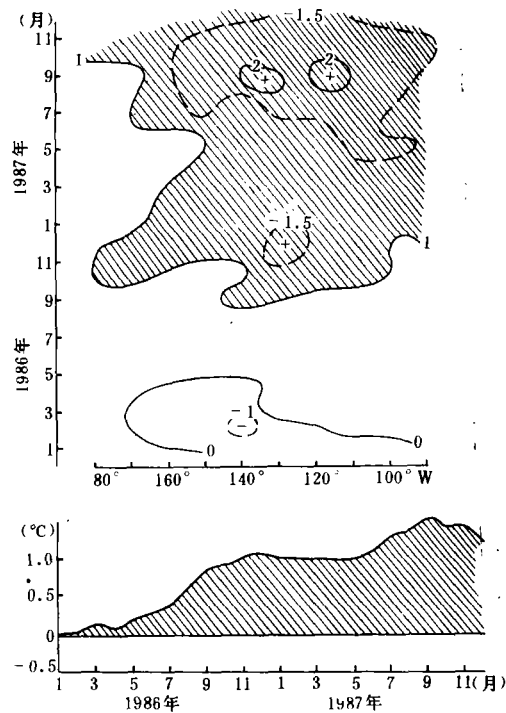


图5 1986—1987年的海温变化过程曲线及时间经度剖面

四、结 论

1. 1854—1987年134年期间, 共发生31次厄尔尼诺事件, 24次反厄尔尼诺事件。
2. 厄尔尼诺及反厄尔尼诺事件均可分为两类。第一类事件从上半年开始, 第二类事件从下半年开始。
3. 31次厄尔尼诺事件中, 第一类占17次, 第二类占14次。24次反厄尔尼诺事件中, 第一类亦为17次, 第二类仅7次。
4. 第二类厄尔尼诺事件中, 海温正距平往往先出现在赤道东太平洋, 然后才出现于南美沿岸。
5. 1986—1987年的厄尔尼诺事件属第二类。

参 考 文 献

- [1] Bierknes, J., Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific, *Mon. Wea. Riv.*, **97** (1969), 163—172.
- [2] Glantz, M., R. Katz and M. Krenz, The societal impacts associated with the 1982-83 world wide climate anomalies, *Environmental and Societal Impacts*, NCAR, UNEP,

1. 105 .
3. The Global Climate System, *A Contribution to the Global Environmental Monitoring System* R 82-84, WCDP, WMO .
4. The Global Climate System, *A Contribution to the Global Environmental Monitoring System* R 84-86, WCDP, WMO .
5. 臧恒范, 王绍武, 赤道东太平洋水温对低纬大气环流的影响, *海洋学报*, **6** (1984), 1: 16-21 .
6. 张启文, 王绍武, 1982-1983年埃尔-尼诺现象与其他年埃尔-尼诺现象的比较研究, *海洋学报*, **8** (1986), 1: 129-135 .
7. Wright, P. B., Relationship between indices of the Southern Oscillation, *Mon. Wea. Rev.*, **112** (1984), 1913-1919 .
8. Angell, J. K., Comparison of variations in atmospheric quantities with sea surface temperature variations in the equatorial eastern Pacific, *Mon. Wea. Rev.*, **109** (1981), 230-243 .
9. 王绍武, 1860-1979年间的厄尼诺事件, *科学通报*, **30** (1985), 927-931 .
10. Namias J., Some statistical and synoptic characteristics associated with El Nino, *Journal of Physical Oceanography*, **6** (1976), 130-138 .
11. Quinn, W. H., *et al.*, Historical trends and statistics of Southern Oscillation, El Nino, and Indonesian droughts, *Fishery Bulletin*, **76** (1979), 663-678 .
12. Rasmusson, E. M. and T. H. Carpenter, Variations in tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the Southern Oscillation/El Nino, *Mon. Wea. Rev.*, **110** (1982), 351-384 .
13. Rasmusson, E. M. and T. H. Carpenter, The relationship between eastern equatorial Pacific sea surface temperature and rainfall over India and Sri Lanka, *Monthly Weather Review*, **111** (1983), 517-528 .