

东亚和西太平洋爆发性温带气旋 发生的气候学研究

仪清菊 丁一汇

(国家气象局气象科学研究所, 北京 100081)

提 要

本文利用历史天气图资料, 对1973—1988年中国东部和沿海地区的温带气旋及其爆发性发展情况进行了统计, 共有1014个温带气旋发生, 其中有1/5达到了爆发性发展的强度, 构成了西太平洋爆发性海洋气旋的一部分。它占整个西太平洋爆发性气旋总频数(包括不同来源)的51%。进而对这类爆发性气旋的活动规律进行了分析, 概括出了它们的气候学特征。比较亚洲大陆、中国近海及西太平洋地区的爆发性温带气旋表明, 西太平洋地区不仅频繁而且强烈, 而东、西太平洋地区发生海洋爆发性气旋的对比表明, 二者存在着明显的差异。同时也指出, 东太平洋地区爆发性气旋的发生并不是一种少见的现象。

关键词: 海洋爆发性气旋; 气候学

一、引 言

13年前, Sanders和Gyakum^[1]曾经指出, 西太平洋地区是北半球爆发性海洋气旋发生的一个高频区。后来, 中国和日本的气象学家也认识到了这个事实, 并做了不少进一步的研究, 其中包括气候学的研究^[2-4]。但是, 大多数爆发性气旋的气候统计并未考虑爆发性发展前气旋性扰动的来源和更具体的区域间的差异。实际上, 就西太平洋地区而言, 东亚沿海与日本以东西太平洋地区的情况是很不相同的。另一方面东亚大陆上的气旋活动与海洋爆发性气旋有一定的关系。但是否西太平洋海洋爆发性气旋其前期扰动大多数来自东亚大陆? 如果弄清了这个问题, 对于西太平洋爆发性气旋的气候学问题会有更深入的认识。

天气事实表明, 西太平洋地区爆发性海洋气旋的初始扰动主要有四种类型: (1) 极地低压; (2) 日本一带出现的次天气尺度或中尺度涡旋; (3) 热带低压或变性台风; (4) 中国东部及沿海地区的温带扰动。其中以第(4)种情况居多。因而在讨论这个问题时, 更多的注意力是放在第(4)类扰动上。本文利用1973—1988年16年的气旋资料^[1], 分析了东亚和西太平洋爆发性气旋的气候学, 并将本文结果与过去不同作者的统计结果进行了比较。

1990年10月24日收到, 1991年5月17日收到修改稿。

1) 气旋资料由史树森同志提供。

二、东亚的温带气旋扰动与爆发性发展气旋

过去的研究表明, 江淮、黄淮、蒙古和东北地区是我国陆地温带扰动的主要发生区, 而渤海、黄海及东海是沿海地区海洋温带扰动的主要源地(表 1)。上述地区每年都有许多温带扰动产生。这些温带扰动主要有三种: (1)中- α 尺度(300—1000km)涡旋, 出现在对流层低层, 较强的从地面到 700hPa 都会有低涡中心, 弱的仅伸展到 850hPa, 或地面仅有倒槽, 而 700hPa、850hPa 有低涡中心; (2)地面锋面波动或弱的温带气旋; (3)变性的台风或热带扰动, 这种扰动数量较少, 并主要集中在盛夏。

表 1 气旋源地的大致区域

地 区	范 围
黄淮气旋	105—117 °E, 33—42 °N
江淮气旋	105—120 °E, 25—33 °N
渤海气旋	117—125 °E, 37—42 °N
黄海气旋	120—130 °E, 33—37 °N
东海气旋	120—130 °E, 25—33 °N

我们规定出现在表 1 中 5 个地区内、至少有一条闭合等压线、其生命史持续达 24 小时以上的低压系统, 算作一个温带气旋过程。按此标准将 1973—1988 年 1—12 月间, 每年的气旋过程列于表 2。从表中可以看出, 最多的年份有 76 个温带扰动发生, 最少的

表 2 温带气旋过程与爆发性气旋的比较

类别 \ 频数	年																	合计	平均
	1973	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88			
气旋过程	70	56	64	70	58	54	64	72	52	66	70	76	66	52	64	60	1014	63.3	
爆发性气旋	11	7	12	15	8	12	17	8	12	5	15	14	6	12	13	7	174	10.9	
百分比	16	13	19	21	14	22	25	11	23	8	21	18	9	23	20	12		17	

也有 52 个, 平均每年是 63 个。本文不打算对温带气旋过程本身做更多的分析。按照文献[1]所定义的爆发性气旋的标准(即 24 小时中心气压下降达 24hPa 或以上), 进一步统计了达到爆发性发展强度的气旋过程(表 2)。从表中可以看出, 平均每年有近 1/5 的温带气旋过程经历爆发性发展。下面就这部分爆发性气旋的活动做进一步的分析。

三、爆发性温带气旋发生的时空分布

表 3 给出了 1973—1988 年爆发性气旋的年际和月际变化。平均每年有 11 个爆发性气旋发生, 最多 17 个, 最少有 5 个。从年变化可见, 爆发性气旋主要是冬半年的天气事件。如以 3—5 月为春季, 6—8 月为夏季, 9—11 月为秋季, 12—2 月为冬季, 则 16 年中春季有爆发性气旋 78 个, 占总数(174 个)的 45%, 夏季 1 个, 占 0.5%, 秋季 22 个, 占 13%, 冬季是 73 个, 为 43%。显然, 春季最多, 冬季次之, 夏季极少出现。

爆发性气旋发生的地理位置相对比较集中(图 1a, b)。从图中可以看出, 主要发生在 30—45 °N 纬度带上, 又以 30—35 °N 最集中; 经度上主要发生在 130—145 °E 之间, 其中以 130—135 °E 最突出, 也就是在日本以东的洋面上。这个事实表明, 东亚大陆的温带气旋在陆地上绝大多数得不到明显发展, 只有当它们移到日本以东的洋面时, 才能获得迅速加强。对于这些气旋的路径分析表明, 它们主要是沿江淮流域入海后得到发展的。

表 3 爆发性气旋的年、月际分布

年 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合 计
1973	4	1	0	2	0	0	0	0	1	1	1	1	11
1974	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	7
1975	4	3	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	12
1976	0	3	3	2	1	0	0	0	0	3	3	0	15
1977	1	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	2	8
1978	3	1	4	3	0	0	0	0	0	0	0	1	12
1979	3	2	5	3	1	0	0	0	0	0	2	1	17
1980	3	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8
1981	0	3	3	4	1	0	0	0	0	0	0	1	12
1982	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
1983	4	3	4	0	1	0	0	0	0	2	0	1	15
1984	3	3	4	3	0	0	0	0	1	0	0	0	14
1985	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	6
1986	0	3	4	1	0	0	0	0	0	2	1	1	12
1987	4	2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	1	13
1988	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7
合计	32	30	43	24	11	1	0	0	3	10	9	11	174

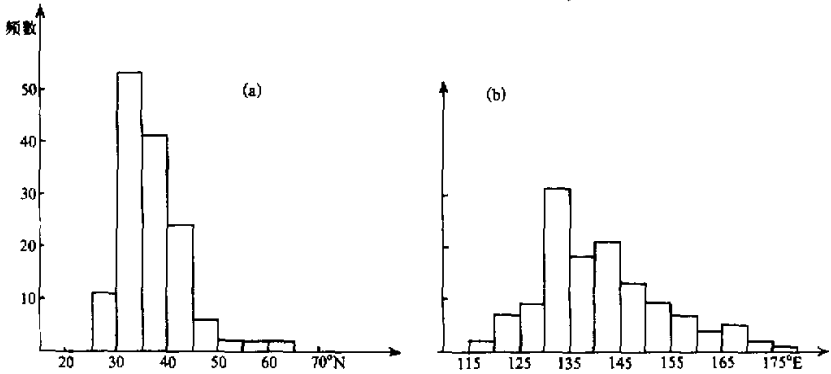


图 1 爆发开始时刻气旋中心位置分布

(a) 随纬度分布; (b) 随经度分布

若以 130 °E 为界, 把此经度以西地区称为近海, 那么在我们的统计中, 16 年间在近

A 3

大气科学 3 / 92

海达到爆发性发展的温带气旋只有 17 个, 平均每年 1 个。这与董立清的统计结果^[4]比较一致。他对 1966—1985 年中国近海 (130°E 以西) 爆发性气旋作了统计, 20 年里共有 20 个, 平均每年也是 1 个。另外, 从我们的分析表明, 在 130°E 以东发生的爆发性气旋是 157 个, 平均每年将近 10 个。由此可见, 中国东部及沿海地区的温带气旋过程易在 130°E 以东的洋面获得强烈发展。欧阳子济^[2]对 1968—1987 年的统计表明, 这期间亚洲大陆共有 26 个爆发性气旋发生, 平均每年也是 1 个左右, 与近海情况相近。而在西太平洋地区 (180°E 以西), 平均每年有 19.4 个, 它包括不同来源的爆发性气旋。这些结果都表明了西太平洋地区确实是爆发性气旋发生的高频区, 而亚洲大陆和中国近海相对要少得多, 三者之比是 20 : 1 : 1。

表 4 本统计与文献[2]结果的比较

作者 \ 年	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	合计
本统计	11	7	12	15	8	12	17	8	12	5	15	14	6	12	13	167
文献[2]	18	13	17	13	12	14	17	35	28	25	30	25	27	25	29	328
百分比																51

如果将我们的统计资料与文献[2]进一步比较(表 4), 可以看出, 在中国东部及沿海地区的温带气旋过程发展成为西太平洋爆发性气旋的数目, 占同期不同来源的西太平洋爆发性气旋总频数(328)的 51%。由此可见, 西太平洋爆发性气旋的初始扰动一半左右来源于中国黄淮、江淮地区和渤海、黄海、东海海区。

四、爆发性气旋的强度特征

就爆发性气旋的强度来看, 不同地区存在着明显的差异。按照 Sanders^[2]的定义, 我们把气旋的强度转化成贝吉龙单位($1 \text{ 个贝吉龙} = 24\text{hPa}/24\text{h} \times (\sin\phi/\sin 60^{\circ})$), 仍依据文献[5]划分强度的标准对爆发性气旋的强度进行了分类(见表 5)。从表中可以看出, 亚洲大陆 26 个爆发性气旋中, 弱的达 22 个, 占总数 85%。强气旋无 1 例。近海和西太平洋地区多中等强度, 其次是弱类, 强气旋(大于 1.8 个贝吉龙)的例子比较少。由表 5 还可以看出, 西太平洋地区共有 22 个强气旋, 平均每年发生一个, 而近海只有 3

表 5 爆发性气旋的强度分类 单位: 贝吉龙

地区 \ 类型	>1.8(强)	1.3—1.8(中等)	1.0—1.2(弱)
亚洲大陆	0	4(15%)	22(85%)
近海(130°E 以西)	3(15%)	10(50%)	7(35%)
西太平洋(130°E — 180°)	22(13%)	77(45%)	73(42%)

个强个例, 平均而言几年才能出现 1 个。由上述可知, 西太平洋地区的爆发性气旋不仅比亚洲大陆(60°E 以东)发生得多, 而且也比较强烈。另外, 经 1973—1988 年统计,

西太平洋的强气旋为 22 个,平均为 1.38 个 / 年,比大西洋上 1981 — 1984 期间每年为 3 个少一半.

五、东、西太平洋爆发性气旋发生的气候学比较

根据文献 [1] 所定义的爆发性气旋的概念, Murty^[6] 统计了 1955 — 1977 年期间东太平洋(180 — 120 °W)爆发性气旋的发生(表 6). 从表中可以看出, 东太平洋地区爆发性气旋的发生也不是少见的天气现象, 23 年里共有 382 个爆发性海洋气旋发生, 平

表 6 东太平洋爆发性气旋发生的年和月分布^[6]

年 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
1955	4	0	0	1	2	0	0	1	0	1	1	1	11
1956	1	0	2	2	0	0	0	0	0	2	1	2	10
1957	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2	7
1958	0	2	2	1	0	0	0	0	1	2	2	0	10
1959	1	0	1	2	0	0	0	0	1	1	3	5	14
1960	3	3	1	3	2	0	0	0	0	2	3	4	21
1961	3	2	5	0	0	0	0	0	9	0	3	2	24
1962	1	3	1	2	0	0	0	0	1	6	5	4	23
1963	0	1	1	0	1	6	0	0	0	5	7	1	22
1964	3	2	2	3	1	1	1	2	0	6	0	2	23
1965	0	1	1	2	2	2	0	0	1	6	1	0	16
1966	4	1	2	0	0	0	0	0	4	5	1	2	19
1967	3	3	0	0	1	0	0	0	1	4	2	3	17
1968	1	0	3	0	0	1	1	0	3	6	3	1	19
1969	0	2	0	1	0	1	0	0	0	2	6	4	16
1970	3	1	0	2	0	0	2	0	1	3	2	3	17
1971	0	3	3	2	3	0	0	0	3	0	1	1	16
1972	2	2	0	1	0	0	0	0	0	3	2	2	12
1973	1	3	3	0	1	1	0	0	0	2	1	3	14
1974	2	2	0	1	0	0	0	0	0	1	2	2	10
1975	3	0	2	4	1	0	0	0	0	4	4	3	21
1976	3	1	4	2	1	0	0	0	2	3	3	3	22
1977	4	3	2	3	0	0	1	0	0	3	0	1	17
合计	43	35	36	32	16	12	5	3	27	67	55	51	382

均每年有 16.6 个. 而西太平洋 20 年里有 388 个^[3], 平均每年为 19.4 个, 比东太平洋多 2.8 个, 差别不大. 从各月出现的频数来看, 东、西太平洋都是冬半年出现多, 夏季月份少, 表现出冬半年事件. 西太平洋冬季共出现 173 个, 占总数 44.5%, 春季 111 个, 占总数 28.5%, 夏季 3 个, 占 0.8%, 秋季 101 个, 占 26.2%; 东太平洋是冬季 129 个, 占总数 34%, 春季 84 个, 占 22%, 夏季 20 个, 占 5%, 秋季 149 个, 占 49%. 可以看出, 西太平洋冬季最多, 春季次之, 夏季是个别现象; 而东太平洋地区则是秋季最多, 冬季次之, 夏季比西太平洋稍多. 从各月的情况来看, 西太平洋是 3 月为高峰, 东太平洋

则是 10 月为最多, 反映出了明显的地区差异。

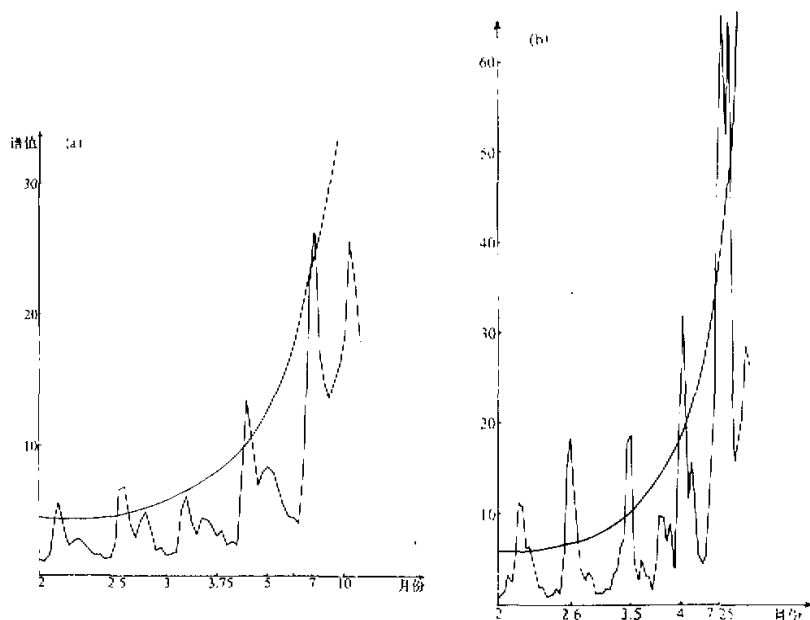


图 2 爆发性气旋发生频数的功率谱分布

(a) 西太平洋地区(1968—1987); (b) 东太平洋地区(1955—1977)

我们进一步计算了东、西太平洋气旋发生频次的功率谱值(图 2)。从图中可以看出, 东、西太平洋 6 个月左右的周期都很突出, 其次是 4 个月的周期, 也较明显, 它们均超过了显著性检验值。而年以上的周期不明显, 表现出了东、西太平洋爆发性气旋的发生以年内变化和季节内变化为主。

再从东、西太平洋地区爆发性气旋的地理分布来看, 西太平洋地区(见图 1a), 爆发性气旋在 25°N — 65°N 的各纬度带内均有发生, 但频次有明显的差异, 其中在 30°N — 45°N 纬度带内最集中; 而东太平洋(见图 3)的爆发性气旋则分布在 30°N — 60°N 纬度之间, 其分布状态也是很均匀, 最密集的纬度是在 40°N — 50°N 之间, 似乎比西太平洋偏北了约 10 个纬距。由此可见, 文献[1]定义爆发性气旋的标准纬度选在 60°N 上, 看来是偏北了一些。

齐桂英^[3]也对整个太平洋地区(120°E — 120°W), 1975—1984 年期间的温带气旋过程进行了分析, 她所定义的温带气旋过程是中心气压 $\leq 1000\text{hPa}$, 并有闭合中心, 生命史 ≥ 48 小时的温带扰动。统计结果表明, 太平洋地区平均每年有 130 个这样的温带过程发生, 最频繁的月份是 1 月份, 这与文献[1]对太平洋地区爆发性气旋的统计结果(1 月份最多)较一致。不过当时齐桂英没有进一步分析这些温带气旋过程中达到爆发性发展的情况。因而从她的工作中, 我们难于了解二者的比例。然而, 综合考虑各结果可知, 太平洋地区每年平均的温带气旋过程为 130 个^[3], 恰恰是东、西太平洋爆发性气

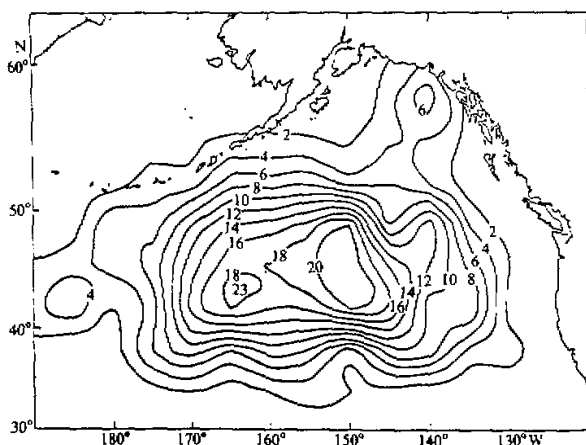


图3 东太平洋地区爆发性气旋的地理分布^[6]

旋年平均之和(即 $16.6 + 19.4$)的 3.6 倍, 由此我们可以粗略地估计出, 每年整个太平洋地区的温带气旋过程有 $1/4$ 可以达到爆发性发展的强度, 这个推断与我们前面对西太平洋地区的统计结果($1/5$)是较接近的。

六、结论和问题

通过以上统计和对比分析, 我们得到如下主要结果:

(1) 中国东部和沿海地区, 每年有 60 个左右的温带扰动产生, 其中有 $1/5$ 东移到日本以东的洋面上获得爆发性发展, 构成了西太平洋爆发性气旋的一部分, 它约占整个西太平洋爆发性气旋发生总频数(包括不同的来源)的 51%, 可以说, 西太平洋爆发性气旋的初始扰动有一半是来自黄淮、江淮地区和渤海、黄海及东海海区。

(2) 对亚洲大陆、中国近海和西太平洋地区爆发性气旋的统计表明, 发生在西太平洋的远多于大陆和近海; 在强度上, 亚洲大陆 85% 的爆发性气旋属于弱型, 而近海和西太平洋地区多中等强度, 可以看出, 西太平洋地区的爆发性气旋不仅发生频繁, 而且强烈。

(3) 东、西太平洋爆发性气旋的对比分析表明, 东太平洋爆发性气旋的发生也是很频繁的, 平均每年达 16.6 个, 比西太平洋少 2.8 个, 并在秋季发生最多, 其中 10 月份是高峰月; 西太平洋是冬季最多, 高峰值在 3 月份, 发生最集中的纬度带东太平洋是 $40^{\circ} - 50^{\circ}N$ 之间, 比西太平洋($30^{\circ} - 45^{\circ}N$)偏北约 10 个纬距, 这种区域性差异的原因值得进一步研究。另外, 东、西太平洋地区爆发性气旋发生频数的功率谱分析都表现出 6 个月和 4 个月的周期, 而年以上的周期不明显, 反映了它们的年变化和季节性变化较清楚。

(4) 整个太平洋地区($120^{\circ}E - 120^{\circ}W$)每年共有 130 个温带气旋过程(包括不同来源)产生, 其中有 $1/4$ 能发展成为爆发性海洋温带气旋; 而在西太平洋地区($120^{\circ}E - 180^{\circ}$), 来源于中国东部和沿海地区的温带气旋过程有 $1/5$ 能获得爆发性发展。若

将西太平洋地区不同来源的温带扰动都考虑在内, 那么后者的比值会与前者更接近。可以说, 在太平洋地区, 每 4 个温带扰动中就有 1 个能发展成为爆发性气旋。

(5) 由上面的分析可知, 无论是哪一种统计结果均表明, 爆发性气旋的发生是冬半年事件。然而就季节和月份的变化来看, 整个太平洋地区是 1 月最多, 西太平洋是 3 月最多, 东太平洋是在 10 月份, 表现出明显的季节性差异。这一差异可能主要与统计区域不同有关。如果我们将西太平洋地区(表 3)和东太平洋地区(表 6)同一时期(1973—1977)相应各月的频次相比, 其结果也是 1 月份最高。然而, 东、西太平洋爆发性气旋的发生在某些方面确实存在着明显的差别, 这一问题有待今后进一步探讨。

参 考 文 献

- [1] Sanders, F. and J. R. Gyakum, 1980, Synoptic dynamic climatology of the "Bomb", *Mon. Wea. Rev.*, 7, 108, 1585—1606.
- [2] 欧阳子济等, 1990, 亚洲与西太平洋爆发性气旋的一些统计特征, *空军气象学报*, 11, 23—29.
- [3] 齐桂英, 1989, 北太平洋温带气旋的天气气候分析, *气象增刊*(2), 90—98.
- [4] 董立清等, 1989, 中国东部的爆发性海洋气旋, *气象学报*, 47, 371—375.
- [5] Sanders, F., 1986, Explosive cyclongenesis in the west Central North Atlantic Ocean, 1981—1984, *Mon. Wea. Rev.*, 114, 1781—1794.
- [6] Murty, T.S., G.A. Mcbean and B. McKeen, 1983, Explosive Cyclongenesis over the Northeast Pacific Ocean, *Mon. Wea. Rev.*, 111, 1131—1135.

Climatology of the Explosive Cyclogenesis over East Asia and the West Pacific

Yi Qingjiu and Ding Yihui

(Academy of Meteorological Science State Meteorological Administration, Beijing 100081)

Abstract

During 1973—1988 periods, there were 1014 extratropical disturbances over East China and off seaboard. One-fifth of them developed into explosive cyclones over the West Pacific. The ratio of this kind of explosive cyclones to all ones over the West Pacific (including various types) accounts for 50%.

The comparison of explosive cyclones indicates that the explosive cyclones over the West Pacific were about twenty times as much as that over the continent Asia and the East Asian coastal area. 84.6% of explosive cyclones over the continent of Asia are weaker, while most of the explosive cyclones over the East China Sea and the West Pacific are moderate or strong.

Power spectrum analysis of explosive cyclogenesis frequency shows that 6-month and 4-month periods prevailed.

Key words: Marine explosive cyclones; Climatology.