

北太平洋爆发性气旋的气候特征

齐桂英

(国家气象中心,北京 100081)

提 要

利用 1968—1987 年的海平面天气图资料,分析了爆发性气旋的气候特点. 主要内容有:爆发性气旋的发生频率,频率的时间分布,地理分布,大风强度及分布方位、气旋爆发前后的大风、中心气压、加深率等要素的变化.

关键词:爆发性气旋;气候特征;北太平洋.

1 引 言

所谓爆发性气旋,系指在短时间内中心海平面气压急剧下降,在 60°N 加深率达到 $1\text{hPa}/1\text{h}$, 24h 内至少下降 24hPa 的气旋. 这种突然发展的爆发性气旋具有强风速,平均风速都在 20m/s 以上,有的风速达到 $30\text{—}40\text{m/s}$, 达台风的强度.

绝大多数爆发性气旋都发生在温带洋面上,具有很大的摧毁力. 气象导航在制作船舶航线天气预报时就经常面临着这种气旋的突然加深问题. 随着远洋航运的迅速发展,爆发性气旋越来越引起人们的关注,有关的研究也很多^[1-7]. 中外学者的研究表明:海洋爆发性气旋主要发生在冬半年,在墨西哥湾流和日本黑潮暖流以北,集中出现在两大洋西部洋面^[8,9].

本文利用 20 年的海平面天气图资料,在研究北太平洋普通气旋气候规律的基础上^[10],进一步对爆发性气旋的发生频率、频率的时间分布及地理分布作了统计分析,并对大风强度和分布方位,气旋爆发前后大风、气压、加深率的变化等也进行了分析.

2 资料的使用与技术规定

2.1 资料的来源与使用

本文研究范围是 $120^{\circ}\text{E}\text{—}120^{\circ}\text{W}$ 赤道以北的北太平洋地区. 所用资料为 1968—1987 年海平面天气图. 当气旋中心位于 160°W 以西时,采用日本气象厅出版的亚欧地面历史图. 当气旋中心移到 160°W 以东时,用中央气象台出版的北半球地面历史图续补. 国内

北半球地面图只有 12UTC 一个时次, 00UTC 资料取内插值。

文中提到的大风和气压均指气旋中心海平面最低气压和最大风速。鉴于温带气旋中心的各种要素尚不能象台风眼那样通过飞机探测获得, 气旋的最低气压和最大风速均为实测值。根据 20 年的资料统计, 气旋生命史最短 2 天, 最长达 16 天, 平均为 6 天。按每天取 00UTC 和 12UTC 两个时次的资料, 则每个气旋的气压场和风场平均有 13 个资料点。

2.2 爆发性气旋的定义标准

Sanders 和 Gyakum^[1]于 1980 年提出贝吉龙定义法。把中心海平面最低气压 24h 加深率达到或超过 $24(\sin\varphi/\sin 60^\circ)\text{hPa}$ 的温带气旋称“气象炸弹”, 也就是爆发性气旋。 φ 为中心所在纬度, 取 24h 内平均值。 60°N 称标准纬度。加深率 $24(\sin\varphi/\sin 60^\circ)\text{hPa}$ 称 1 贝吉龙 (Bergeron), 简记 B。纬度不同, B 值也不同。在标准纬度 (60°N) 上, $1\text{B}=24\text{hPa}$ 。对于在更短时段内爆发的气旋, Sanders 和 Gyakum 补充了 12h 标准, 加深率为 $12(\sin\varphi/\sin 45^\circ)\text{hPa}$, φ 取气旋中心 12h 内平均纬度, 45°N 为标准纬度。在 45°N 上, 气旋爆发时所需加深率最小临界值为 12hPa 。

在实际工作中, 为使用方便多采用标准纬度贝吉龙定义法。也就是不论气旋中心在哪一纬度上, 加深率 24h 达到 60°N 上的临界值 24hPa 或 12h 达到 45°N 上的临界值 12hPa 的气旋, 才称为爆发性气旋。本文使用的主要是这种方法, 它比上述标准更严格一些, 这样可确保所选个例的爆发质量, 使所分析的气候特征更具有代表性。统计表明, 气旋的爆发性发展不但突然, 而且迅速, 强度也大。不论在什么纬度上, 一旦爆发, 24h 加深率很容易达到 24hPa , 本文平均为 27hPa 。少数达不到标准的气旋也能在 12h 内达到 16hPa 以上, 所以使用这一划分标准实际上不太容易将个例漏掉。对比试验证明, 这一定义法与 S-G 标准的使用效果几乎一样^[11]。

3 爆发性气旋的时间分布

3.1 发生频率

行驶在北太平洋的温带气旋平均有 31% 要经历爆发性发展。表 1 列出了 1968—1987 年北太平洋爆发性气旋的发生频数, 共 944 例。20 年中以 1969 年频数最高 (65 个), 月平均 5.4 个; 1976 年最低 (35 个), 月平均 2.9 个。就月份而言, 1 月份最多 (166 个), 平均每年 1 月 8.3 个; 7 月最少, 20 年只有 3 例, 平均每年 0.2 个。从 20 年总平均状况来看, 每年平均有 47.2 个爆发性气旋生成, 月平均 3.9 个。由此可见爆发性气旋的发生频率是比较高的, 达到甚至超过了台风的频率, 是大洋上不可忽视的灾害性天气系统。

爆发性气旋在普通气旋里所占比例因季节而异。冬季频率最高 (46.8%)。1 月份高达 51%, 就是说每两个气旋中就有一个是爆发性气旋。夏季比例很少, 只占 3.3%, 盛夏 (7 月) 占 2.2%。

3.2 频率的日变化

关于爆发性气旋频率的日变化,国外有关研究的结论是44%发生在白天,56%出现在夜间^[6].我们取1975—1984年时段,分别计算了00UTC和12UTC的爆发频数,结果为:冬季(12—2月)白天和夜间爆发的机会相差不多,频率分别为51%和49%.春季(3—5月)和秋季(9—11月)情况相似,都是夜间频率(57.6%)高于白天(42.4%).从10年统计结果来看,53%的气旋在夜间爆发,47%在白天爆发,夜间频率高于白天,这与国外看法一致.以上仅罗列了统计事实,至于爆发性气旋究竟有无日变化规律,还有待于进一步研究.

表1 北太平洋爆发性气旋频数

年份	月 份												总数	平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1968	7	10	5	1					2	6	4	9	44	3.7
1969	10	9	9	5	4	2			4	5	7	10	65	5.4
1970	7	4	11	5		1			2	3	6	13	52	4.3
1971	6	3	8	4	2			1	1	3	6	14	48	4.0
1972	6	6	5	2					3	8	10	7	47	3.9
1973	9	10	7	4					2	6	7	11	56	4.7
1974	9	8	9	3	2			2		9	10	7	59	4.9
1975	6	7	7	1	4				2	2	4	6	39	3.3
1976	10	6	3	3	1				1	4	4	3	35	2.9
1977	10	5	4	2	1				1	5	4	9	41	3.3
1978	9	6	6	4	1			1		4	7	7	45	3.8
1979	9	5	7	4	1				2	4	7	9	48	4.0
1980	9	5	4	2	2				3	5	8	3	41	3.4
1981	4	6	7	4	1					4	5	6	37	3.1
1982	6	5	7	2	1				1	3	7	5	37	3.1
1983	11	3	4	2	2			1	1	6	5	3	38	3.2
1984	8	7	8	3	1	1	1	2		4	6	9	50	4.2
1985	12	2	7	2	5		1			5	8	8	50	4.2
1986	9	10	7	5	1	1			1	5	8	12	59	4.9
1987	9	5	9	7		1	1	1	1	2	7	10	53	4.4
总数	166	122	134	65	29	6	3	8	27	93	130	161	944	78.7
平均	8.3	6.1	6.7	3.2	1.5	0.3	0.2	0.4	1.4	4.6	6.5	8.0	47.2	3.9

3.3 频率的月变化

根据爆发性气旋的月平均频数统计可知,从1月开始,频数逐月减少,7月以后逐月增加.波峰在1月(8.3个);波谷在7月(0.2个).曲线在2月出现不连续谷值,是因为这个时期气旋强且生命史长,使频数反而相对较少.

11月到下年3月爆发性气旋的频数最多,月平均达7.1个.4—5月和9—10月是过渡期,月平均4个,频数的月变化率也较大.6—8月频数最少,20年内只出现过17个,月平均仅0.3个,月变化率也很小.

3.4 频率的季节变化

冬季爆发性气旋频数最多,占全年的47.6%,季平均达22.5个;秋季次之,占全年的

26.5%，季平均12.5个；春季与秋季相当，占全年的24.1%，季平均11.4个；夏季频数最少，只占全年的1.8%，季平均0.9个。

3.5 频率的年变化

关于爆发性气旋发生频率的年际变化，有人认为与厄尔尼诺现象有关。厄尔尼诺年频率高，反厄尔尼诺年频率低^[8]。对此，我们给出以下统计结果。图1为爆发性气旋频数的年际变化。在1969、1974、1979、1986年出现了4个峰值，1972、1976、1981年出现了3个谷值。北太平洋爆发性气旋的活动似乎存在5年左右的周期。1968—1974年这7年的频数明显偏多，每年均在45个以上。1975—1983年频数明显偏少，一般在40个以下，1984年以后开始回升。由于资料年限尚短，爆发性气旋的年际变化有待进一步探讨。

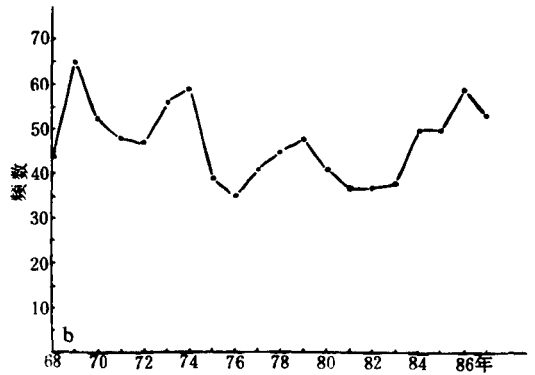


图1 爆发性气旋频数的年变化曲线

4 爆发性气旋的地理分布

4.1 爆发性气旋的主要分布区

图2表示1968—1987年爆发性气旋(按5°×5°经纬度网格计算)频数分布。30°N以北的洋面几乎都有发生爆发性气旋的可能。在日本以东，阿留申群岛以南，160°W以西、35°N以北所围绕的地区频数较多，是主要分布区。30°—35°N、160°W以东的部分洋面，北白令海，鄂霍次克海，日本海中南部频数较少。30°N以南洋面，130°E以西的近海海面几乎没有爆发性气旋出现。

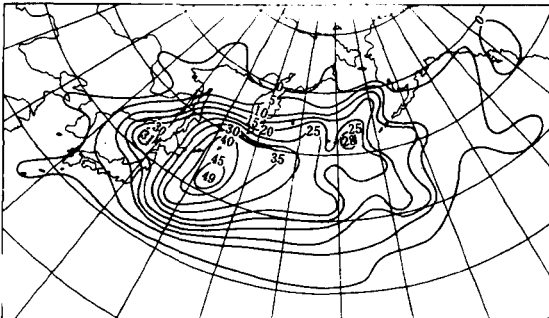


图2 1968—1987年爆发性气旋频数分布

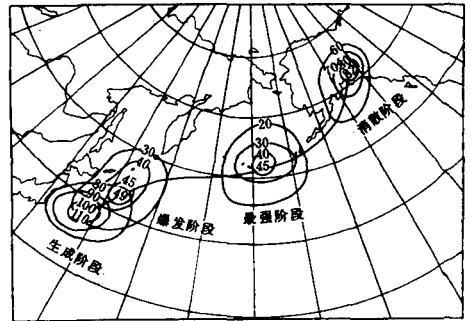


图3 北太平洋气旋主要发展阶段最多频数中心的分布

4.2 爆发性气旋的最大密集区

由图2可见,在西北太平洋存在一个最大密集区,位于北海道至千岛群岛的以东洋面 $.5^{\circ} \times 5^{\circ}$ 网格点内频数都在30个以上,其中 $40^{\circ}-45^{\circ}\text{N}$ 、 $150^{\circ}-155^{\circ}\text{E}$ 达49个,是最大频数中心.北日本海有一频数为31的次中心,基本属于最大密集区范围.S-G的研究认为,中太平洋还有一相对密集的区域,这在图2中也有反映,在 180° 附近的频数相对较多,但中心比较分散.

将北太平洋上气旋生成到消亡几个阶段的最多频数中心连成一线(见图3),显现出以下特征:气旋最容易在日本本州岛以东生成,生成后向东北方向移动并逐渐加强.在移到千岛群岛以东时最容易爆发性发展,而后东移.当移到阿留申群岛沿线的中太平洋时,发展到鼎盛时期,成为著名的阿留申低压,中心气压一般都在970hPa左右.以后便开始减弱并向东北移去,最终消散在阿拉斯加地区,从而结束北太平洋气旋的全部生命过程(图3).

4.3 爆发性气旋的纬度分布

爆发性气旋的纬度分布相当集中,99.6%的爆发点出现在 $30^{\circ}-60^{\circ}\text{N}$,这正是行星锋区所在的纬度带.在这30个纬度内,以 $40^{\circ}-45^{\circ}\text{N}$ 最为稠密(364次),占总数29.6%.其次是 $45^{\circ}-50^{\circ}\text{N}$ (331次),占27%.这10个纬度可以说是爆发性气旋最主要的发生带,频率高达57%. $35^{\circ}-40^{\circ}\text{N}$ 和 $50^{\circ}-55^{\circ}\text{N}$ 的频率只有33%. $35^{\circ}-55^{\circ}\text{N}$ 洋面气旋爆发的频率高达90%以上,成为远洋航运的警界地带.而 $30^{\circ}-35^{\circ}\text{N}$ 和 $55^{\circ}-60^{\circ}\text{N}$ 是爆发性气旋发生的稀疏带,二者频率总和不足10%.

4.4 爆发性气旋纬度分布的季节性摆动

Murty^[2]对东北太平洋爆发性气旋的研究认为,爆发性气旋的位置没有明显的季节位移.我们发现,气旋爆发点的南北摆动是很清楚的.以1975—1984年的统计为例(表2),1—3月,爆发点南界到 30°N .4—6月北推到 35°N .盛夏7月退到 50°N .8月以后随冷空气不断加强南下,爆发性气旋不但频数增加,位置也逐渐南移.8—9月南界到 45°N ,10—12月又南移了10个纬度.由此可见,北太平洋爆发性气旋的爆发点是随季节冷暖变化而向南北进退的.冷季隆冬最南界可压到 30°N ,暖季盛夏最南界只到 50°N .这与一年中空极锋锋区南北摆动的节律是一致的.

表2 1975—1984年爆发性气旋逐月频数的纬度分布

纬度($^{\circ}\text{N}$)	月 份												总频数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
60—65			1		1					1			3
55—60	2	2		2	1	1		1		6	7	4	26
50—55	8	5	6	4	3		1	2	5	11	13	13	71
45—50	19	13	16	5	6			1	6	12	20	17	115
40—45	31	14	19	12	2					8	12	17	115
35—40	16	20	12	4	1	1				3	5	9	71
30—35	6	1	1										8
总频数	82	55	55	27	14	2	1	4	11	41	57	60	409

5 爆发性气旋某些要素的特征分析

5.1 气旋爆发前后最大风速的变化

一般来说,气旋在爆发前最大风力已达 7 级. 以 1975—1984 年为例,爆发前 24h 平均风速 14.8m/s,爆发后增至 10 级,平均风速 25.1m/s. 对于短时下爆发的气旋,爆发前 12h 平均最大风速 16.4m/s,爆发后增至 19.6m/s.

不同季节气旋爆发前后最大风速的增值有较大差异. 爆发前 24h,以秋季风速最小,平均 13.2m/s,冬季 15.6m/s,春季 15.7m/s. 爆发后虽然仍以秋季风速最小(24.7m/s),冬季 25.5m/s,春季 25.0m/s. 但从平均增速值来看,秋季却是最大的,增大了 11.5m/s,冬季和春季分别增大 9.9m/s 和 9.3m/s.

气旋爆发后平均最大风速一般集中在 20—25m/s 这一强度范围,占 65.7%. 较强的气旋可达 26—30m/s,占 27.3%,余下的 7%是极少数特强气旋,其爆发后风力可与强台风相比,最大风速达 31—40m/s.

本文的最大风速为实测值,大洋上测站稀少,船舶又是避强风而行,事实上最大风速不易获得,文中所给数据往往偏小.

5.2 气旋爆发后最大风速的分布

爆发性气旋的大风分布,范围广且不均匀. 我们用象限来描绘大风的分布方位. 以气旋中心为原点,气旋的东北部为第 1 象限,西北部为第 2 象限,西南部为第 3 象限,东南部为第 4 象限. 规定在气旋爆发时刻实测最大风速值不论出现在哪一象限,都认为是爆发性气旋的最大风速. 若两个或两个以上象限出现相等的最大风速值,则各个象限均进入统计之列. 由统计结果可知,最大风速出现机率最多的象限是第 3 象限,占 54.6%;其次是东南方的第 4 象限,占 25%;居第三位的是西北方第 2 象限,占 12.5%;出现机率最少的是东北方第 1 象限,只占 7.9%.

5.3 气旋爆发前后中心最低气压的变化

气旋爆发前,中心最低气压一般都比较低. 据 1975—1984 年的统计,平均为 997.8hPa,经 24h 爆发式加强后,平均降低到 970.9hPa,下降了 26.9hPa,达 1.12 贝吉龙. 可见这些气旋爆发的强度之大.

气旋爆发前后中心最低气压在各个季节里略有差异. 爆发前 24h 平均以春季气压最低,996.5hPa;冬季稍高,997.8hPa;秋季最高,999.2hPa;气旋爆发后,仍以春季最低,969.4hPa;冬季次之,970.5hPa;秋季最高,972.8hPa;但是其爆发强度却以冬季最强,24h 加深值达 27.3hPa;其次是春季,27.1hPa;秋季最弱,26.5hPa;最强与最弱只差 0.8hPa. 可见爆发性气旋的加深率在三个季节里变化不大.

气旋爆发后中心气压值集中出现在 956hPa—980hPa,频率为 78.7%. 其中以 966hPa—970hPa 频率最高,为 28.3%. 高于 980hPa 和低于 956hPa 的频率都比较少,总

计为 21.3%，而 990hPa 以上和 925hPa 以下的个例未曾出现。可见气旋如果有爆发性加强，中心气压一般都要降到 980hPa 以下，更多的是低于 970hPa。在实际工作中，很需要了解气旋爆发后中心气压极端最低值和最大加深率等气候背景。表 3 列出了各月的极值。气旋爆发后中心最低值可降到 928hPa，出现在 1981 年 12 月。加深率最大达到 54hPa/24h，相当于 2.3 贝吉龙，出现在 1976 年 11 月。

表 3 爆发性气旋中心气压(hPa)和 24h 加深率极值(hPa/24h)

分类	月 份												年极值 (出现年份)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
最低气压	946	946	950	958	958				962	932	942	928	928
出现年份	1983	1977	1983	1981	1979				1975	1977	1976	1981	(1981)
	1984	1984	1984	1984	1980				1979				
最大加深率	44	46	42	42	30				34	40	54	42	54
出现年份	1979	1977	1984	1981	1980				1977	1981	1976	1981	(1976)

6 小 结

(1)在北太平洋温带气旋中，有 31%可出现爆发性发展，年平均 47 个，月平均 4 个。冷季高于暖季，冬季的频率是四季之首。最高值出现在 1 月(8.3 个)。最低值在 7 月(0.2 个)。频率的年变化可能存在 5 年左右的振荡周期。

(2)千岛群岛以东是爆发性气旋集中分布的地区。90%的爆发点分布在 35°—55°N，其中 40°—50°N 最为密集。爆发点的纬度分布可随季节南北移动，冬季南压到 30°N 附近，夏季北退到 50°N 以北且频数极少。

(3)气旋爆发前最大风力一般有 7 级，爆发后可增到 10 级以上，平均增速 10m/s 左右。风速达 20—30m/s 的频率占 93%，7%能达到 31—40m/s，是强台风的强度。中心气压 24h 加深率以秋季最小，平均 26.5hPa，但爆发后增速值最大，平均 11.5m/s。爆发性气旋最大风速主要分布在气旋的南半圆，以西南象限机率最大，北半圆出现最大风速的机率很小。

(4)爆发性气旋的爆发强度都比较大，24h 加深率平均高达 27hPa，相当于 1.13 贝吉龙。一般来说可从 995hPa—997hPa 猛降到 970hPa 以下。下降到 970hPa 以下的机率达 64.5%。1968—1987 年 20 年里爆发性气旋的最低气压值为 928hPa，最大加深率为 54hPa/24h。

参 考 文 献

- 1 Sanders F. and J. R. Gyakum. Synoptic-dynamic climatology of the "bomb". *Mon. Wea. Rev.*, 1980, **108**:1589—1606.
- 2 Murty T. S., G. A. Mcbean and B. Mckee. Explosive cyclogenesis over the Northeast Pacific Ocean. *Mon. Wea. Rev.*, 1983, **111**:1131—1135.
- 3 Roebber P. J. Statistical analysis and updated climatology of explosive cyclones. *Mon. Wea. Rev.*, 1984, **112**:1577—1589.
- 4 齐桂英. 北太平洋温带气旋的天气气候分析. *气象*, 1986, **12**(2)增刊:90—99.

- 5 董立清,李德辉. 中国东部的爆发性海岸气旋. 气象学报,1989,47(3):371—375.
- 6 Chen S. J. A numerical case study of east Asian coastal cyclogenesis. *Mon. Wea. Rev.*,1987,115:477—485.
- 7 汤长明,刘晓东,罗四维. 东亚沿岸一次爆发性发展气旋的数值模拟. 气象,1991,16(10):10—15.
- 8 丁一汇. 中纬度天气系统. 高等天气学. 北京:气象出版社,1991. 131—250.
- 9 仪清菊,丁一汇. 海洋温带气旋发生发展的研究. 大气科学,1989,13(2):238—246.
- 10 齐桂英. 北太平洋温带气旋的气候特征. 应用气象学报,1992,3(4):444—450.
- 11 齐桂英. 爆发性温带气旋的定义标准初探. 海洋学报,1993,15(3):133—139.

CLIMATIC CHARACTERISTICS OF EXPLOSIVE CYCLONE OVER THE NORTH PACIFIC OCEAN

Qi Guiying

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

Using 1968—1987 synoptic charts, the climatic characteristics of extratropical cyclones over the North Pacific Ocean have been analysed. This paper gives some results of the study of cyclone's genetic frequency, wind intensity and its quadrantal distribution. The changes of strong wind, central pressure as well as the rate of deepening of cyclones are also estimated.

Key words: Explosive cyclone; Climatic characteristics; The North Pacific Ocean.