

台风预报业务指导

日本气象厅编

赵其庚译 史国宁校

上海市气象局
上海市气象学会

1983.1

译 者 的 话

本书是日本气象厅组织编写的一种天气预报指导手册。它比较系统地介绍了台风预报业务上应用的具体方法及其效果检验、存在问题和发展动向。其内容基本概括了日本在七十年代初期以前所用的各种预报方法。为了补充最近的情况，又选译了《日本气象厅台风预报系统 1976 年模式 (JMA TF76)》附在后面作为补编。读者从本书中可以比较全面地了解到日本台风业务预报工作中所用的方法及其预报水平。原书所附的参考文献，已全部略去。

限于译者的水平，一定会有不少错误，恳请读者批评指正。

译者

一九七八年三月

序

在世界各地发生的热带气旋中，有半数以上是发生在远东地区的所谓“台风”。而台风中又有半数到达日本南部海上，每年约有 5 个台风在日本登陆或通过日本近海，引起重大灾害。

像日本这样多台风国家的气象厅，至今没有一本切实的台风预报业务指导之类的书，的确是不可思议的。这固然是由于台风预报的基础理论不充分，但也是由于预报技术方法本身的不稳定，付出的劳力多而收获小等原因造成的。

台风预报的技术，在战后遭受几个大台风洗礼的时期，通过多次的预报技术研讨会，曾取得了很大的进步。但是，当时的大多数预报方法，不仅缺乏理论根据，而且在业务上是以手工作业为前提的，多属于只考虑到台风运动的极个别部分的初步预报方法。其后，随着电子计算机的出现，虽然对计算能力要求高的预报方法，特别是台风的数值预报方法得到了发展，但预报精度未必得到提高，这种情况到最近仍未获得改善。

编写台风预报业务指导的计划，开始于 1965 年，当时由数人组成小组进行工作。但由于其成员的变化等原因，到 1968 年前后工作就中断了。

这里刊印的业务指导，是想在整理前人留下的预报技术的同时，把对当前预报业务有指导意义的技术方法系统化，并作为将来发展的基础。

诚然，本书作为台风灾害国日本的台风预报业务指导手册，还是不完美的。希望将来关于台风预报的优秀技术人员和研究人员不断涌现，将它修改充实，使其渐臻于完善。

本书的编写工作，是在预报部预报课长松本诚一的指导下，由竹永一雄担负编辑工作的全面规划和安排，在编辑工作方面由新井丰治、野本真一、门胁俊一郎、嶋村克共同协助进行。各章的执笔者文中均已注明，共有二十名之多。

另外，在本书刊印时，除用了与气象研究所共有的研究费的一部分外，还承蒙预报课的河村武和冈田健吉的协助。

在这本业务指导出版之际，仅向在各方面进行工作及协助的诸位先生表示深切的感谢。

日本气象厅预报部长 毛利圭太郎

一九七四年三月

目 录

第一章 台风位置和其他要素的确定方法

1.1 台风位置的确定方法.....	(1)
1.1.1 天气图方法.....	(1)
1.1.2 用飞机观测的方法.....	(4)
1.1.3 用雷达观测的方法.....	(7)
1.1.4 用气象卫星观测的方法.....	(12)
1.2 最大风速和最低气压等的确定方法.....	(14)
1.2.1 天气图方法.....	(14)
1.2.2 利用飞机观测的方法.....	(14)
1.2.3 用雷达探测台风的风.....	(18)
1.3 用气象卫星判断台风的强度.....	(19)
1.3.1 台风各发展阶段云型的分类.....	(19)
1.3.2 台风的最低气压的推算.....	(22)
1.3.3 台风中心附近最大风速的推算.....	(23)
1.4 地形所造成的台风中心的分裂.....	(24)
1.4.1 山脉等斜面作用造成的变形.....	(24)
1.4.2 摩擦效应.....	(26)
1.4.3 考虑斜压作用后的变形情况.....	(27)
1.4.4 在日本列岛分裂的实例.....	(28)

第二章 台风路径的数值预报

2.1 前言.....	(29)
2.2 历史背景.....	(30)
2.3 引导气流法.....	(30)
2.3.1 初期的引导气流法.....	(32)
2.3.2 考虑相互作用的引导气流法.....	(34)
2.4 积分法.....	(36)
2.4.1 细网格法.....	(36)
2.4.2 平滑法.....	(37)
2.5 存在问题和特点.....	(38)
2.6 日常业务用的台风数值预报.....	(39)
2.7 未来的展望.....	(40)

第三章 用空间平均法作路径预报

3.1 用电子计算机作空间平均	(42)
3.1.1 基本方程	(42)
3.1.2 圆形扰动的假定	(42)
3.1.3 变换成引导场	(43)
3.1.4 空间平均方法	(43)
3.2 用图解法作空间平均	(45)
3.2.1 方法的要点	(45)
3.2.2 准备	(46)
3.2.3 台风半径 r_0 的确定方法	(47)
3.2.4 去掉台风扰动场求基本流场的方法	(50)
3.2.5 在台风半径 r_0 内的格点上对基本流场进行空间平均的方法	(52)
3.2.6 考虑地转参数随纬度变化的效应	(53)
3.2.7 预报路径的确定	(54)
3.2.8 使用图解法的注意事项	(56)

第四章 预报台风路径的统计学方法

4.1 使用500mb高度预报图的方法	(57)
4.1.1 计算模式及其天气学依据	(57)
4.1.2 预报方程的建立	(58)
4.1.3 关于预报方程的天气学解释和平均状态	(61)
4.1.4 预报精度的检验	(61)
4.2 使用地面和700mb实况图的方法	(62)
4.2.1 使用地面气压场的方法	(62)
4.2.2 使用700mb高度分布的方法	(63)
4.2.3 使用地面气压和700mb高度分布的方法	(66)
4.2.4 使用各月地面气压场的预报方法	(66)
4.3 美国的统计预报方法	(68)
4.3.1 米勒—穆尔方法	(68)
4.3.2 维格斯—米勒方法	(71)
4.3.3 用乔根森的正交多项式方法作台风的24小时预报	(73)

第五章 作台风路径预报的其他方法

5.1 前言	(74)
5.1.1 日本台风预报方法的历史回顾	(74)
5.1.2 过去的预报方法存在的问题	(74)
5.2 用基本流场(引导气流)作路径预报	(75)
5.2.1 使用高空观测资料作为引导气流的方法	(75)

5.2.2 使用地转风的方法	(78)
5.2.3 选择引导气流的方法	(78)
5.2.4 内力和偏角	(79)
5.3 使用运动学方法作路径预报	(79)
5.4 用流线分析方法作路径预报	(81)
5.5 根据特定等高线作路径预报	(82)
5.6 用脊线作转向预报	(82)
5.7 用辐合辐散及涡度平流和厚度平流作路径预报	(83)
5.7.1 贝拉梅的辐合辐散法	(83)
5.7.2 涡度平流法	(84)
5.7.3 用厚度平流、温度平流和相对散度的方法	(84)
5.8 用等变压线作路径预报	(86)
5.8.1 预报法的种类	(86)
5.8.2 利用地面变压的方法	(86)
5.8.3 利用500mb变高的方法	(87)
5.9 使用平均图作路径预报	(89)
5.9.1 使用500mb候平均图的方法	(89)
5.9.2 使用500mb 4天和8天平均图的方法	(89)
5.9.3 使用500mb10天平均高度距平图的方法	(90)
5.10 使用气压和高度距平图作路径预报	(90)
5.10.1 使用气压距平图的方法	(90)
5.10.2 使用500mb高度距平图的方法	(90)
5.11 用其他方法作路径预报	(91)
5.11.1 跟踪槽脊线的方法	(91)
5.11.2 根据强风带作预报的方法	(91)
5.11.3 外推法	(91)
5.11.4 用稳定度作预报的方法	(91)

第六章 双台风的相互作用

6.1 历史背景	(93)
6.2 理论探讨	(94)
6.2.1 涡度系统的风速分布	(94)
6.2.2 相互旋转	(94)
6.2.3 兰金涡旋的旋转角和实况的比较	(96)
6.2.4 风速分布为 $V\sqrt{r} = K' = \text{常数}$ 时的旋转角与实测值的比较	(99)
6.2.5 理论分析上存在的问题	(99)
6.2.6 求相互旋转角的回归方程	(100)
6.2.7 相互接近的现象	(102)
6.3 在日本附近的实例	(104)

6.4 在日常业务上的应用.....	(107)
--------------------	---------

第七章 台风预报的订正、精度的比较和对扇形角度的检验

7.1 检验使用的资料和方法.....	(109)
7.2 各种预报方法的订正方法.....	(110)
7.2.1 位置和速度的确定.....	(110)
7.2.2 关于订正值.....	(113)
7.2.3 使用方法.....	(118)
7.3 预报误差较大的台风的特征.....	(118)
7.3.1 基本特征.....	(118)
7.3.2 双台风相互作用引起的预报误差.....	(119)
7.3.3 台风周围较小尺度的高压与台风相互作用引起的预报偏差.....	(120)
7.3.4 其他预报误差.....	(121)
7.4 扇形区的确定方法.....	(122)
7.4.1 用统计学方法确定扇形角度.....	(122)
7.4.2 由分析个例(包括台风指示报)得到的扇形角度.....	(123)
7.4.3 扇形预报的信息量(预报的价值).....	(125)
7.5 各种预报方法的精度的比较.....	(126)
7.5.1 各种预报方法存在的问题和比较的方法.....	(126)
7.5.2 移动方向的预报精度.....	(127)
7.5.3 移动速度的预报精度.....	(127)

第八章 用雷达和气象卫星资料分析台风路径的特征

8.1 根据台风强度和路径变化与雷达回波型式的关系作台风的短期预报.....	(130)
8.1.1 台风降水回波型式的分析.....	(130)
8.1.2 台风发展和减弱时的回波型.....	(131)
8.1.3 台风的移动与回波型.....	(131)
8.2 用气象卫星资料作路径预报.....	(135)
8.2.1 台风的云型和风场.....	(135)
8.2.2 西行中的台风的云型.....	(136)
8.2.3 持续以西北或西北方向向中国大陆移动的台风云型(强台风的情况).....	(137)
8.2.4 台风由向西北移动转为向东北移动时的云型.....	(137)
8.2.5 台风急速转向时的云型.....	(138)
8.2.6 台风移动方向与云型关系的模式.....	(138)

第九章 台风的降雨和风的预报方法

9.1 降雨的预报方法.....	(141)
9.1.1 地形性降雨.....	(141)
9.1.2 台风中心的降雨.....	(142)
9.1.3 台风的风速分布(用于计算地形性降雨).....	(144)

9.1.4 预报的精度和存在的问题	(145)
9.2 台风的风的预报方法	(147)
9.3 未来的展望	(149)

补编

日本气象厅台风预报系统 1976 年模式(JMATF76)

一、概要

1. 日本台风路径预报方法的发展和美国飓风中心(NHC)的预报方法	(151)
2. 关于 JMATF 76	(152)
3. 关于计算方案	(154)
4. 对台风预报的展望	(154)

二、用持续性和气候学(PC)方法作台风路径预报

1. 前言	(154)
2. 资料和制作方法	(155)
3. 预报方程的建立和若干分析	(156)
4. 用独立资料的检验	(156)
5. 预报方程的计算方法	(156)

三、用空间平均(Z)法作台风路径预报

1. 前言	(158)
2. 用空间平均法作台风预报的背景	(159)
3. 制作程序和资料	(159)
4. 存在的问题和未来展望	(159)

四、动力学预报方法

1. 前言	(163)
2. 预报程序	(163)
3. 验证	(164)
4. 展望	(165)

五、用统计动力学(SNT)方法预报台风(略)

六、1976 年台风预报的检验

1. 前言	(166)
2. 检验用的资料和检验方法	(166)
3. 各预报方法的检验结果	(167)
4. 今后有关检验的课题	(168)

第一章 台风位置和其他要素的确定方法

1.1 台风位置的确定方法*

正确确定台风的位置是台风预报的基础。其确定方法过去以天气图为主,最近已发展到利用飞机、气象雷达和卫星等更精确的探测工具了。但是,这些方法各有长处和短处,因此熟悉所使用的工具和使用时的情况以及各种误差的产生原因,对于正确使用这些方法是很重要的。

1.1.1 天气图方法

由天气图确定台风中心时,要考虑观测资料的精度问题。特别应该注意坏天气时船舶资料中船舶位置和风向的误差。船舶的气压观测误差一般为1~2mb,但有时也达3~4mb,如表1.1.1所示。

在强风时,地面测站的气压容易出现异常很动,由此而产生误差,这一点也必须注意。还要注意由于使用的天气图的投影法不同和比例尺不同而产生的误差。

表 1.1.1 船舶所测气压的精度(船舶岛)

$m + \sigma(\text{mb})$	船只总数	在 181 只中所占百分数
3 ± 3	—	—
3 ± 2	—	—
3 ± 1	1	1
2 ± 3	—	—
2 ± 2	—	—
2 ± 1	6	3
1 ± 3	—	—
1 ± 2	6	3
1 ± 1	30	17
0 ± 3	1	1
0 ± 2	9	5
0 ± 1	87	48
-1 ± 3	2	1
-1 ± 2	5	3
-1 ± 1	29	16
-2 ± 3	—	—
-2 ± 2	—	—
-2 ± 1	2	1
-3 ± 3	—	—
-3 ± 2	1	1
-3 ± 1	—	—

* 田村邦雄执笔

(1) 求圆形中心的方法

资料少的时候,先寻找气压大致相同的点,每两点作其连线的垂直平分线,这些垂直平分线的交点所形成的多边形的中心即可作为台风中心(图1.1.1)。由于台风未必是圆形,所以这种方法会有误差,但当其他方法不能使用时,这种方法还是十分可取的。但是当气压中心和风的(辐合)中心相差大、台风移动速度很快及接近陆地时,这种方法的误差增大。关于资料的使用,离台风中心太远的资料,以不用为好。

(2) 距离交叉法

若假定台风的强度和范围不变,则气压与离台风中心的距离之间就有一一对应的关系。具体方法是,在某点观测到气压就可知道该点离开台风中心的距离,以这些距离为半径作圆弧,使其相交。当然,由于它们不相交于一点,故须求出平均的中心点。

这种方法,在台风刚出现时应用得最多,但在台风急剧发展、减弱或接近陆地时,由于距离变化很大,使用必须注意(图1.1.2)。

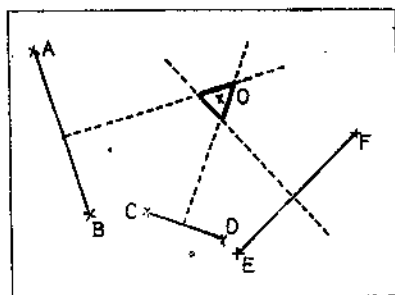


图 1.1.1 求圆形台风中心的方法

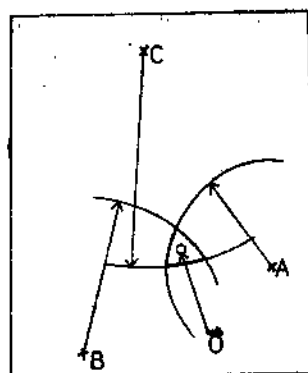


图 1.1.2 用距离交叉法求台风中心

使用这种方法时,必须考虑因气压日变化而引起的距离变化。特别是在仅有少量的岛屿资料可供使用时,误差是会增大的。表 1.1.2 给出硫磺岛 9 月各时刻的平均气压偏差,就是一例。

表 1.1.2 硫磺岛 9 月不同时刻的平均气压偏差

时	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
mb	0.2	-0.1	-0.5	-0.6	-0.5	-0.3	0.1	0.5	0.7	0.8	0.5	0.1
时	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
mb	-0.4	-0.7	-1.0	-1.0	-0.8	-0.5	-0.1	0.3	0.9	1.0	0.8	0.5

(3) 把最低气压出现时间与风向变化结合考虑的方法

在台风登陆时,可收到来自各地的有关最低气压出现时间、最低气压和风向顺转或逆转的电报。利用这些资料可以确定台风的正确路径。但当台风显著减弱时,或如 1.4 节所述,地形使台风发生变形时,对这些资料的使用就得多加小心。此外 3 小时或每小时的变压也可以在业务上使用,但只能在台风直线前进的时候用。

(4) 高桥的图表方法

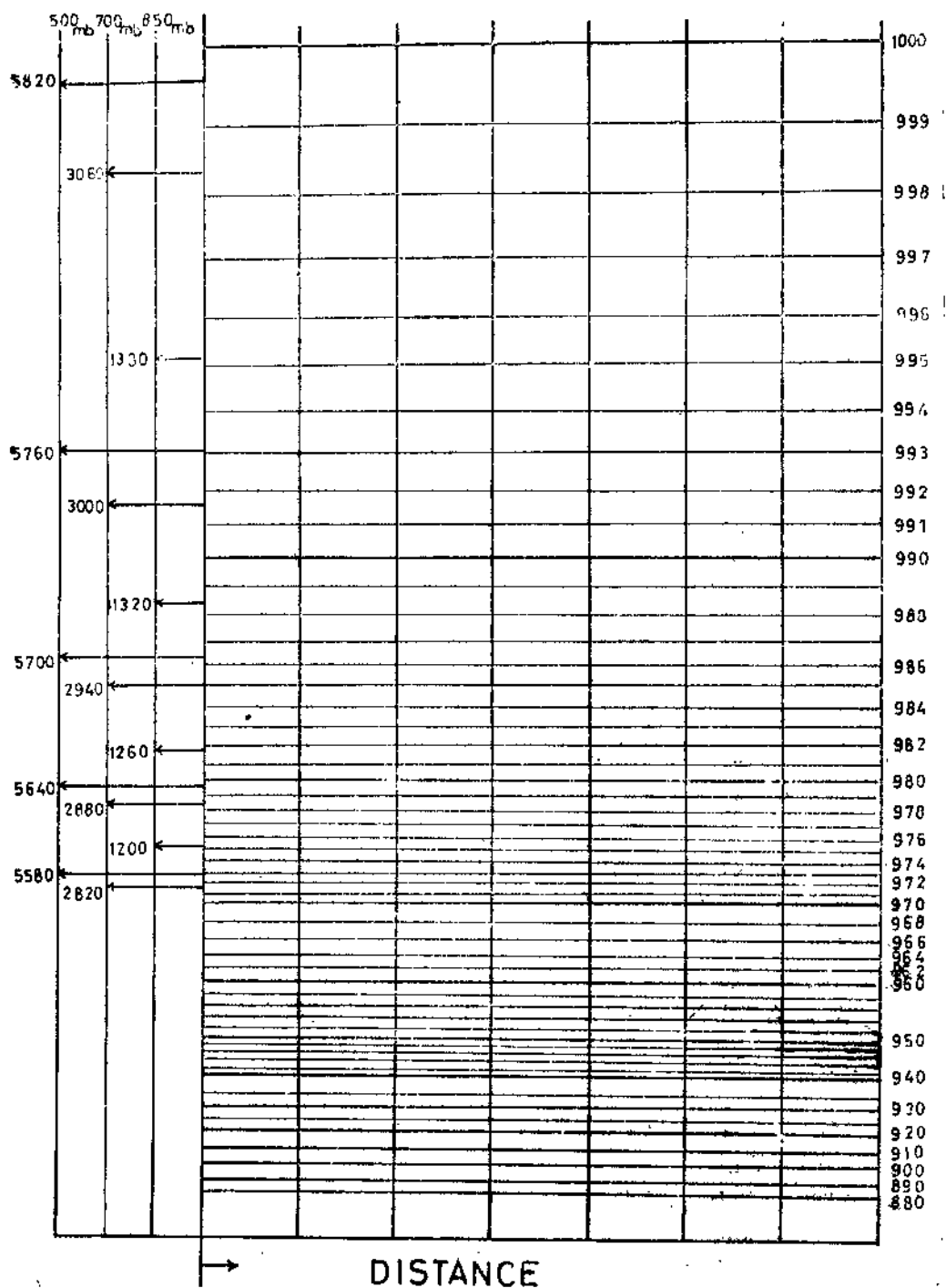


图 1.1.3 台风中心强度查算图(图 1.1.1 式)

高桥假定台风周围的气压曲线如下式,制成了图 1.1.3。

$$r = \frac{\Delta p_0}{1015 - p} - 1 \quad (1.1.1)$$

使用方法如图 1.1.4,若知道台风中心的正确气压,则可用距台风中心的距离和气压画出气压分布曲线 AO。

但当台风眼较大的时候,要根据其半径把 O 移至 O',用 AO' 代替 AO。关于台风眼的大小,有飞机探测时,通常可以得到 700mb 面的值,可取 700mb 面上台风眼大小的 50~60% 作为地面上台风眼的大小。

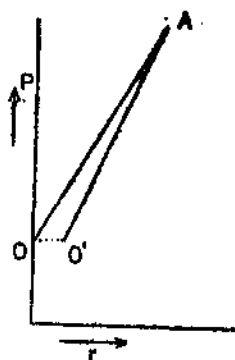


图 1.1.4 使用图 1.1.3 由距台风中心的距离和气压,求气压(高度)分布的方法

若台风的范围和强度无变化,则 AO' 也不变,因此用 AO' 就可划出台风周围的正确的气压分布廓线,再使用距离交叉法就可以确定台风中心。

由于台风的发展、减弱常常反复出现,所以要用最新的飞机观测资料进行订正。

1.1.2 用飞机观测的方法

使用飞机确定台风中心位置的方法有两种:一是由飞机穿过台风眼来确定,二是从台风眼外侧用雷达来确定。这种飞行称作“风暴定位飞行”,与定位飞行不同的还有所谓“探查飞行”,它具有事前观测的性质。

(1) 穿眼飞行定位

通常在 700mb 等压面高度上进行,称为中高度穿眼飞行。也有在 1500 英尺高度上进行所谓低高度穿眼飞行的。

台风中心基本上是以海面上最低气压点的位置为准的,称主要中心。通过低空穿眼飞行来定位,精度较好。因为一般台风中心的结构其轴线是近于垂直的,所以即使是通过中高度穿眼飞行来定位,其位置的精度也不低。

用雷达高度仪找到最低气压中心后,则台风中心的位置,可用远程导航法(LORAN)*、战术空中导航法(TACAN)**、三角法、推测法等来确定。

(2) 飞机雷达定位

观测飞机载有气象雷达,可通过雷达对台风中心区域进行观测。用雷达确定台风中心的位置,要在距台风中心 75 海里以内进行。这种定位方法的精度较穿眼飞行差,其原因如下:

- ① 误认伪眼;
- ② 当台风眼是马蹄形或半圆形时,难于定位;
- ③ 动力学的原因;
- ④ 当 700mb 的台风中心与地面台风中心不一致时。

* LORAN(Long range navigation), 这是利用“来自两地点的电磁波的到达时间差为一定的点,其轨迹为双曲线”的电磁波导航法。

** TACAN(tactical air navigation), 由 TACAN 局接收从飞机上的应答器发生的电磁波,然后发射另一种电磁波,飞机上的接收机接收该电磁波后,则定其方向,从而定出飞机的位置。

在这些原因中,①,②,③点可参照1.13节的解释。

当台风的温度开始降低时,眼变得不明显,常常只剩下上空的眼。由于飞机观测经常只能观测到上空的眼,故常与地面上的中心位置不符。一般认为,台风的最低气压的轴向台风前进方向倾斜,但其上空的位置都往往向冷空气一侧倾斜,倾斜度约为 $1/70 \sim 1/130$ 。

过去用机载雷达确定台风中心位置的工作,主要是由美国海军在夜间观测时进行的。由于美国海军的任务已于1971年11月1日终止,故用雷达确定台风位置目前仅仅作为一项次要的业务而保留着。

(3) 环绕观测

环绕观测是在穿眼飞行同时进行。环绕观测的航线,自1971年7月以后已由过去的所谓箱形的三种航线,改为两种新的航线。新的航线是取台风中心为中点,由成螺旋状的几条航线组成,目的是要测得沿航线上的风、气温、高度廓线。6小时间隔的定位与3小时间隔定位是有区别的。而且3小时间隔的定位是在6小时间隔中间进行的,一般是根据作战需要而定的。这种中间的定位,只给出日期、时间和中心位置,不用下投探空仪观测。通常一次观测飞行需要的时间是10—14小时,其间可进行两次6小时间隔的定位。

(4) 探查飞行

探查飞行的目的在于确定已经存在或似乎存在的扰动在海面附近是否有相应的气压中心以及在低空是否有与这种扰动相应的最大风速。通常,在700mb高度上的飞行,只在白天进行。当通过气象卫星及地面和船舶等观测资料查清扰动已存在或可能存在时,即派探查飞机飞往该地区进行探查。探查的方法有二:

① 点探查

当扰动虽未发展成清楚的环境但已明显时,观测飞机可直接飞到探查点,从该处开始探查。

② 面探查

当扰动不那么清楚,或因资料缺乏对扰动发展的程度不明,飞机可飞向探查点之北 1° 的区域,在风向变化的地方变换航向进行观测,直到发现闭合环流时为止。

①、②二种探查,都是每隔30分钟进行一次,如确定是环流的中心,要立即向联合台风警报中心(JTWC)通报。

(5) 飞机观测及其精度

JTWC负责飞机观测警报的区域如图1.1.5所示。以北半球的 180° 到马来半岛为主要警报区,一日4次,即每隔6小时确定一次台风中心的位置。观测时间在台风警报发布时刻(00, 06, 12, 18,)之前2小时。以马来半岛向西到东经 90° 为次要警报区,一日2次,即每12小时确定一次台风中心的位置。观测时间在台风警报发布时刻之前3小时。在日本近海(如日本海)和东中国海等海域,由于受禁止飞行区域的限制,这种定位方法难于使用。并且,由于美国海军的台风观测任务已取消,为了减少乘务人员和观测飞机,用气象卫星确定台风中心位置的方法日趋普遍。此外,关于插在6小时间隔定位中间的3小时间隔的定位方法已如前述,它主要用于南中国海一带。

关于台风中心的定位精度,已在1971年以来的台风中心定位通报(Eye / Center / Vortex Fix Date From and Message Format[Aircraft])^{*}的定位精度F栏内给出,其中第一个数字是导航精度,第二个数字是气象精度,这些都是以海里为单位的。通常两者的

精度都在 10 海里以下。

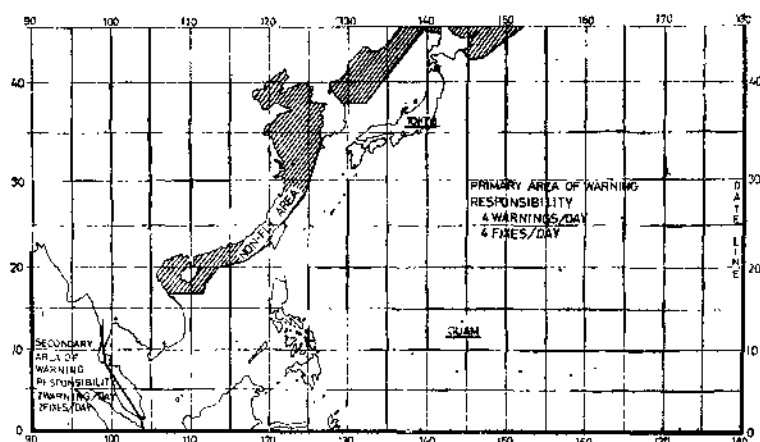


图 1.1.5 JTWC 的台风警报区(据 1971、1972 台风年度报告 JTWC, 关岛)

台风警报发布时的台风中心位置乃是根据 2~3 小时前测台飞机所定位置作出的预报位置, 经事后检验精度, 其平均误差 1969 年为 20.7 海里, 1972 年为 22 海里。这个误差可看作是飞机测台的观测误差与预报员对台风移动移速的预报误差之和。据统计, 预报员的预报误差为 1 小时 4~5 海里, 在主要警报区测台飞机的定位与台风警报发布时刻相差 2 小时, 如把预报误差作为 10 海里, 则可以说测台飞机本身的观测误差为 11~12 海里。

对于定位的误差, 浅野从另一角度根据 1966~1968 年 3 年间的日本气象厅的台风路径原图, 调查了穿眼飞行(空军)定位与机载雷达(海军)定位的可靠程度, 其结果如表 1.1.3 所示。其中与台风路径图不符合的, 空军(第 54 天气侦察中队)的占 3%, 海军(VW-1)的占 21%。由此可知, 穿眼飞行的定位精度较高。

表 1.1.3 飞机观测次数及可靠程度(浅野)

	空军第54天气飞行中队		海军(VW)	
1966年	386		77	
	21	5%	22	29%
1967年	650		52	
	12	2%	7	13%
1968年	639		139	
	17	3%	28	20%
总计	1675		268	
	50	3%	57	21%

注: 下行为与台风路径图不符合的次数及其百分比

* Vortex Fix: 指的是由穿眼飞行确定台风中心。

Eye/Center: 指的是用穿眼飞行以外的方法确定台风中心(如用飞机、船舶、飞机和陆上雷达、气象卫星等)

另外, Eye 是指台风的眼壁云占台风中心区半周以上的情况, 否则为“Center”。

1.1.3 用雷达观测的方法

用雷达测得的台风中心(以下简称雷达中心),是雷达观测者根据降水回波分布来确定并发出通报的。其方法及台风的降水回波的特征等,已在雷达气象观测指导及其他一些文章中有详细说明。这里只谈在使用观测结果时需要注意之点。

(1) 台风的降水回波型式

台风区域的降水回波,对于台风中心并不是对称分布的,而是呈明显的带状结构。这些带状回波,分成2~3群,呈凹向中心的曲线形状。台风环流内部的回波与台风四周的回波,其外观和运动情况都是不同的。内部区域的回波在平面位置显示器(PPI)上看到的形状常常近于对数螺旋线,称为螺旋回波(带)。在螺旋的中心附近有一个大致成圆形的无回波区,这就是雷达所见的台风眼。呈眼形的环状回波(常常缺一部分)称为眼壁。眼的直径一般为几公里到几十公里。

观察一下眼壁内螺旋回波的回波要素相对于台风的运动,就可以看出,回波要素在眼的周围作气旋式旋转。在台风区域内有时出现与眼混淆不清的无回波区,称作伪眼,伪眼周围的回波要素不出现气旋性的旋转,故可以将两者区别开来。

在台风降水回波型式的特征中,眼最能表示台风中心的运动。

螺旋回波及台风周围的带状回波,不但随台风一起移动,还相对于台风移动,而中心四周几乎没有旋转运动的分量,基本保持在相对于台风中心的同一象限中,沿动径向外传播。这一点,在看不到中心区而作台风路径的判断及短时间的降水预报时,须加以注意。

(2) 雷达中心的确定方法

能清楚地识别出眼的时候,则把眼壁的内接圆的几何中心作为雷达中心。

当眼不清楚时,在登陆后填塞时或在探测范围之外时,可按与最接近中心的主要螺旋回波(1~n个)成适当交角($5^{\circ}\sim 30^{\circ}$)的对数螺旋线为准,把螺线的中心作为雷达中心。

(3) 热带低压的雷达观测结果的通报

自1971年1月起,雷达观测结果的通报使用国家通报格式FM20E—RADOB的规定,用这种通报格式将热带低压的雷达观测结果向国际进行义务的交换。西太平洋地区的气象单位使用这种通报格式,但美军和日本自卫队的雷达基地大多使用普通电报格式。

FM20E由A、B两部分组成,A部分[符号FFAA(陆上)、GGAA(海上)]是报告雷达中心位置等有关热带低压的情报用的,B部分(FFBB,GGBB)是报告一般雷达回波的位置、强度等用的。B部分包括各螺旋回波的位置等内容。A部分包括:

① 雷达的波长

根据途中降水所造成的回波衰减,来判断误差的大小。

② 雷达中心位置(精确到1/10个经纬度)及其精度

按眼的几何中心和对数螺旋线中心确定的雷达中心位置的精度都分成4级来表示,即好(误差在10KM以下)、一般(30KM以下)、差(30~50KM)和精度不能确定。因为这种精度的区分方法与台风指示报中所使用的中心位置的精度的区分方法不同,所以应当注意。

③ 眼的形状(圆、椭圆、双重眼等)、清晰度(是否易识别)及眼的直径。

可用于了解雷达中心的观测精度及中心路径的短周期摆动的程度(一般比眼径小)。

④ 观测前30分钟眼的特征的变化趋势

眼径的扩大缩小、眼的清晰度的变化。

表 1.1.4 西太平洋地区的雷达观测站

	区站号	高度 (m)	波长 (cm)	发送 功率 (KW)	最大探 测距离 (KM)	脉冲 宽度 (μ s)	波束 宽度	指示装 置种类	型 号
菲律宾 马尼拉	98425	16	5.7	300	400	1.0	1.5	PPI,RHI A/R	三菱 RC-4B
碧瑶 (16.4N,120.6E)	98321	1500	10.4	500	450	0.5 4.0	2.2	同上	Raytheon WSR-57M*
卡坦端内斯岛的美 拉克 (14.0N,121.3E)	98447	228	10.0	600	500	2.0	2.5	同上	日本无线 JMA
达特 (14.1N,122.9E)	98440	11	10.4	500	450	0.5 4.0	2.2	同上	118A/E Raytheon WSR-57M
马克坦 (10.3N,124.0E)	98646	9	10.4	500	450	0.5 4.0	2.2	同上	同上
中国台湾省 花莲港	46763	47	10.4	500	450	0.5 4.0	2.2	同上	Raytheon WSR-64M*
高雄	46744	108	10.4	500	450	0.5 4.0	2.2	同上	同上
南朝鲜 冠岳山	47116	629	10.7	500	400	2.0	1.8	同上	东芝 TW-1066A
香港 泰特卡林 (香港近郊小山)	45005		3.0	25	450	1.0	1.0	PPI	Decca 41
	45005		10.0	650	450	2.0	2.0	PPI,RHI	Plessy 43s
日本气象厅标准 型			5.7	250	400	2.0	1.5	PPI,RHI A,CPPI PPI/REI	
富士山		3789	10.4	1500	800	3.5	1.5	A/R,CA PI,CPPI	三菱 MR-64M
日本航空自卫队** (千岁基地有 5站)			3.2	200	100	2.0	1.2	PPI,RHI	FPH-2
" 小松	47704	9	5.7	300	400	1.0	1.5	PPI,RHI A/R	FPH-1
" 大湊	47516	10	5.7	75	180	2.0	2.0	PPI,RHI	LPN-6
美军用***			5.4	250	360				FPS-77

* 美国气象局 NOAA WB 的标准型, WSR-64M 是改型。

** 通报主要用普通的电报格式

*** 用普通格式的通报, 几乎收不到。设置地点(地点、站号、高度)如下: 克拉克(菲)AB(98327, 643m)、桑莱岬(菲)(47112, 48m)、群山(日)AB(47141, 33m)、卡迪纳(澳)(47931, 152m)。

本表据世界气象组织台风委员会的调查结果(1973年夏), 气象研究、一卜112号及联合台风警报中心的1970年年度报告。

⑤ 最外侧的螺旋回波到中心的距离

可用来表示强风雨区的大小。

⑥ 雷达中心的移动速度及进行测定的时间间隔

测定时间间隔短,则显示出的波动大。详细的符号,可参照国际气象通报格式(第5版)第201页以后。

来自西太平洋地区的资料,对于掌握东中国海和南中国海及菲律宾近海域的台风情况来说,是十分重要的。

表1.1.4列出这个地区的气象雷达观测站的主要情况,以供参考。

(4) 雷达中心位置的误差

在雷达中心位置通报中所包含的误差可分为由雷达的工作状态引起的和观测方法引起的两种。

① 由雷达的工作状态引起的误差

(a) 回波通过强雨区后的衰减

雷达和台风中心之间的降水,会造成回波衰减,使台风中心附近的回波型式变得模糊不清,甚至消失。所使用的波长愈短,衰减就越严重,3公分波长的衰减相当大。日本气象厅的雷达是5公分或10公分的,衰减极小,可以不考虑其误差。

(b) 位置表示方法的误差

在雷达观测上采用极坐标表示位置,对于日本气象厅标准雷达,规定方位角的误差在 $\pm 0.5^\circ$ 以下,距离误差在2%以内。如维修保养得好,误差可以保持在 $\pm 0.2^\circ$,1%以下。这个误差随着与雷达的距离增加而增大。当方位误差为 0.2° , 0.5° ,距离误差为1%时,若距离为200KM,则位置误差分别为0.7KM,1.7KM,2KM,若距离为400KM,则位置误差分别为1.4KM,3.5KM,4KM。

② 由观测方法引起的误差

观测误差包括看雷达显示器时的视差、雷达底图上使用的地图投影法所造成的位置偏差、底图的印刷精度,及发报时对 $1/10$ 度以下作了四舍五入等,这些误差最大不过 $1/10$ 度(纬度) ≈ 11 KM,并且可以事先检查。

上面所说的确定雷达中心的方法带有相当的主观任意性。对于不同的台风、同一台风的不同时刻以及台风对于雷达的不同位置,回波型式也不相同。并且由于观测者取中心的方法不同,也会造成中心位置的差异。这种误差占中心位置观测误差的大部分。对于这种误差的大小,有过一些调查,结论大致如下:

关于中心取法上的误差,与雷达的距离几乎无关,仅取决于回波型式。回波的分布与雷达中心越不对称,误差就越大。

当中心周围的眼壁在三个象限以上出现时(断断续续离眼壁也包还在内),偏差最小,为10KM以下(直线距离)。当看不见眼壁或螺旋回波仅在二个象限以内出现(对中心的张角小于 180°)时,准确程度最低,偏差可达30~50KM,有时甚至达100KM。如螺旋回波在三个以上象限(270°)出现(可以是不连续的),即使眼不清楚,用螺旋线法确定中心,偏差也较小,可望误差在20~30KM或以下。

另外,当眼很大时(有时直径达100KM以上),眼形常有偏斜,偏差会增大。

(5) 多个雷达站所报告的雷达中心位置的差异