

日本气象厅广播传真的重要天气图

菊 池

(日本气象厅)

一、序言

从1973年10月以来,日本气象厅的电子计算中心每天作出两次重要天气图(Significant Weather Chart),其工作几乎全是由电子计算机做的。有两种天气图用机器计算并绘制的,一种是亚洲地区图,另一种是太平洋地区图,它们均向外传真播送。

起初,这种重要天气图是和数值天气预报的三层平衡斜压模式(3L-BCM)联合作出的。在1975年1月开始使用,原始方程的北半球四层模式,重要天气图就采用了这种新模式,因而也得到了改进。但是其程序基本上仍保持原样,只是从1975年10月以来把热带风暴也包括进去并在图上表示出来。

二、计算和绘图区域

图1给出了下列四个区域(均用极射赤面投影)

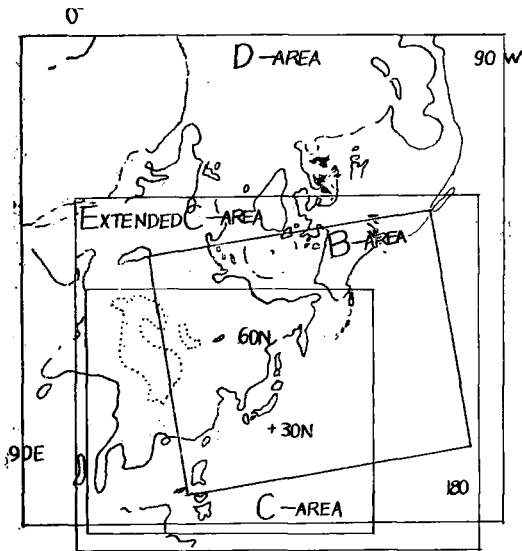


图1 重要天气图的计算和绘图范围

- (1) D区是4L-NHM(四层北半球模式)数值预报的预报区域,其格距为381公里。
- (2) Extended(扩大的)C区是重要天气图的计算区域,其格点数为 53×46 ,格距为304.8公里。把D区的预报气象要素,进行插值,并用于扩大的C区,再作下一步的计算。
- (3) C区是亚洲区域图,它采用X-Y绘图仪绘制后,用于传真广播。

(4) B区是太平洋区域图,制作方法同上。

三、制作天气图的原理和所用资料

图2的大多数重要天气现象是由基本气象要素计算出来的,而这些基本气象要素是通过四层北半球模式(4L-NHM)算得的24小时预报值。4L-NHM已在日常业务中使用,一天两次。因此,可以假定每一种气象现象是由大气中几个气象要素,例如位势高度、温度、风以及湿度(是采用事先设计好的一个公式算得的)共同作用引起的。预报要素列在表1,它们是供扩大的C区计算用的。

表1 用于重要天气图的基本气象要素*

要素	层次(mb)	1000	850	500	250
地面气压(mb)		(P.)			
温度(°C)		T0	T8	T5	T2
位势高度(米)		Z8	Z5	Z2	
水平风速的U分量(米/秒)		U8	U5	U2	
水平风速的V分量(米/秒)		V8	V5	V2	
露点温度(°C)		TD8	TD5		
相对湿度(0.0—1.0) (由温度和露点导出)		RH8	RH5		

*表中下标2、5、8分别表示250、500和850毫巴;T、Z、U、V、TD和RH分别表示温度、等压面高度、风的X和Y方向的分量、露点和相对湿度,以下同。

除了这种使用网格点值的客观综合方法以外,还可以包含由预报员给出的热带风暴预报资料。

四、重要天气现象和气象要素

预报图给出了下列重要天气现象和气象要素:

- | | |
|---------|----------|
| 气压系统 | 雷暴 |
| 0°C的等高线 | 云中湍流 |
| 积冰 | 晴空湍流 |
| 重要云区 | 云顶和云底的高度 |
| 冰雹 | |

五、气压系统

高、低压中心的位置是由机器从地面气压场的中心气压值自动确定的。气压中心的移动方向和速度,由500毫巴等压面上的风速分量U和V的空间平均值确定的(取其平均风速的50%)。但锋面尚未包括在内。

六、晴空湍流(用C.A.T.表示)

以500毫巴到250毫巴之间的水平风速的垂直切

表5 天空状况和非积雨云型

天空状况 (850毫巴)	晴天	少云	多云	阴天	
天空状况 (500mb)	RH8 RH5	0.0—0.7	0.7—0.8	0.8—0.92	0.92—1.00
晴天	0.0—0.55	无云	少云 (SCT) CUSC	多云 (BKN) CUSC	阴天 (OVC) CUSC
少云	0.55—0.7	ACAS	ACAS	LYR	LYR
多云	0.7—0.85	ACAS	LYR	LYR	LYR
阴天	0.85—1.00	ACAS	LYR	LYR	LYR

$$Cb \text{ 底高} = Z8 \times 0.5$$

$$Cb \text{ 顶高} = Z5 + [(T' - T5) / (0.8 - r)] \times 100.0$$

$$(\text{当 } r < 0.7 \text{ 时}) = Z5 + (T' + 56.5) / 0.008 (\text{当 } r \geq 0.7 \text{ 时})$$

此处 $r = -[(T2 - T5) / (Z2 - Z5)] \times 100.0$, T' 按第九节中的定义, 当 $r < 0.7$ 时采用简单的气块法, 而当 $r \geq 0.7$ 时则假定 Cb 中的空气质点上升到温度为 -56.5°C 的对流层顶, 并形成 Cb 顶。

Cb 中积冰的高度, 以下面给出的 T' 值来确定。

积冰的下限:

$$\text{当 } T' > 0 \text{ 时, 为 } Z5 + T' / 0.008$$

$$\text{当 } T' = 0 \text{ 时, 即为 } Z5$$

$$\text{当 } T' < 0 \text{ 时, 为 } Z8 + [T8 - (T8 - TD8) \times 0.625] / 0.005$$

积冰的上限:

$$\text{当 } T' > 0 \text{ 时, 为 } Z5 + T' / 0.008 + 2500$$

$$\text{当 } T' = 0 \text{ 时, 为 } Z5 + 2500$$

$$\text{当 } T' < 0 \text{ 时, 为 } Z8 + [T8 - (T8 - TD8) \times 0.625] / 0.005 + 3500$$

2) 非积雨云

IC5 为最大值处表示那里有中度的积冰。风速 (UV)

的湍流。降雪的可能性可用某些经验公式来确定, 这些公式是由福巴西—米勒 (Fawbush—Miller) 从冰雹的直径图解推导出来的 (斯·佩特森, S. Petterssen 1956 年)。积雨云顶和云底的高度是按下列公式计算的:

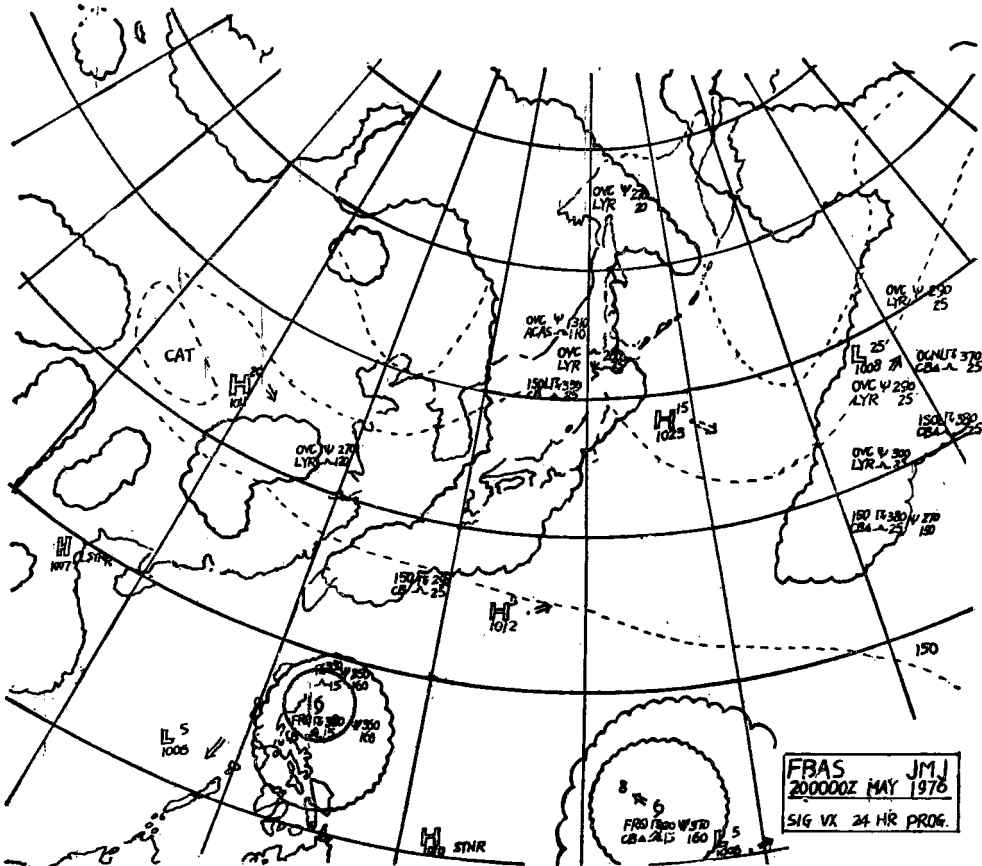


图2 日本气象厅重要天气图 (C 区部份) 一例。1976 年 5 月 20 日 00 Z 发布的 24 小时预告图 (预报 5 月 21 日 00 Z)

为最大值处表示那里有中度的湍流。非积雨云的云顶和云底用下列公式表示：

$$\text{ACAS的云顶} = Z_5 + (Z_2 - Z_5) \times \text{RH}_5 \times 0.5$$

$$\text{ACAS的云底} = Z_8 + (Z_5 - Z_8) \times 0.5$$

$$\text{LYR的云顶} = \text{ACAS的云顶}$$

$$\text{LYR的云底} = \text{CUSC的云底}$$

$$\text{CUSC的云顶} = Z_8 + (Z_5 - Z_8) \times \text{RH}_8 \times 0.5$$

$$\text{CUSC的云底} = Z_8 \times 0.5$$

在云层重叠的情况下，次要的部分可以忽略。

十三、热带风暴

热带风暴表示在根据预报资料制作的重要天气图上，这些资料包括由日本气象厅的预报员确定的热带风暴的位置、中心气压、最大风速以及它的移动方向与速度等。把这些资料打孔，并和某些人造站资料一起送入机器进行计算，然后自动描绘在重要天气图上（见图3）。

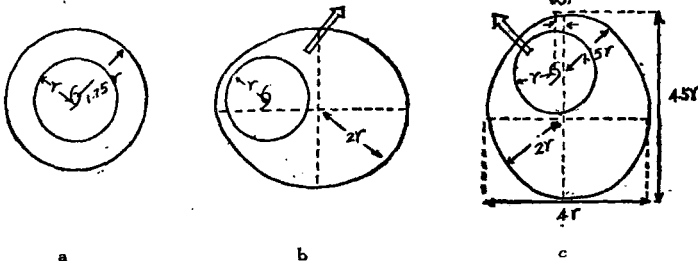


图3 a为转向阶段，b为中纬度阶段，c为副热带阶段，箭头为风暴移动方向，r为内云区半径。

1) 热带风暴的原始情况，用符号把它的中心气压及其移动方向与速度直接标在其中心附近。根据热带风暴的最大风速，确定其类别，并按下列符号进行标注：

TS (34-47 海里/时)，STS (48-63 海里/时) 或 TYPH (≥ 64 海里/时)

2) 热带风暴的重要云区

a) 假定每一个热带风暴都有一个显著的内云区和一个外云区，但是 TS (风速在 34-47 海里/时的热带风暴) 除外，它只有一个外云区。并且假定内云区有一个圆形的 Cb 最多的密蔽云区，而外云区则是假定它具有圆的或椭圆的形状，并有适量的 Cb。

b) 云区的半径用热带风暴的最大风速 W_{max} 作参数 (以海里/时为单位)，以下列公式来表示。

$$\text{TS 或 STS} \quad r = 0.03 \times W_{max} + 1.1$$

TYPH (内云区) $r = 0.06 \times W_{max} - 2.2$ (r 为云区半径，以纬度表示)

云区半径的上、下限分别为 3.8 和 2.0 个纬度。

c) 当热带风暴处于转向阶段，其外部云区呈圆形，半径为 $1.75r$ 。当风暴处于中纬度或副热带阶段，

它的外部云区呈椭圆形，其长轴的方向为风暴移动方向右旋 45 度，长度为 $4.5r$ 。见图 3。

3) 热带风暴各阶段的确定

假定热带风暴的转向带是一个在 25°N 附近大约 7 个纬度宽的区域，其值各月不同。按照风暴相对于这个转向带的位置，热带风暴的三个阶段可以粗略地确定如下：

转向阶段：主要发生在当风暴处于转向带时；

中纬度阶段：主要发生在当风暴处于转向带以北时；

副热带阶段：主要当风暴处于转向带以南时。

4) 热带旋转风暴中的云况

a) CB 及其积冰高度：在内云区 Cb 云顶的高度在 36,000 英尺到 45,000 英尺之间变化，而在外云区，则在 34,000 英尺到 43,000 英尺之间变化。Cb 中积冰的上限在外云区是在 36,000 英尺到 37,000 英尺之间，而在内云区则在 34,000 到 37,000 英尺之间，其值均取决于最大风速。Cb 底与 Cb 内积冰的下限则假定为常数，它们分别为 1,500 英尺和 1,600 英尺。

b) 风暴区的重要天气要素

在内云区标有频繁出现的 Cb、冰雹、严重的积冰和湍流以及雷暴等。而在外云区则标有不常出现的 Cb、中度的积冰与湍流以及雷暴等。

Cb 顶上下限的选择是根据富士山观测到的 (500 公里以内的) 热带风暴的雷达回波的统计资料确定的。而风暴云区也反映了可见光和红外两种卫星云图之间共同云区的统计结果 (Kusano, 1975 年)。

十四、结论

1) 在 1975 年 1 月改用四层北半球模式时最大的困难 (与重要天气图有关的) 之一是对云区难于恰当的描绘。

和原来的意料相反，原先用于三层平衡模式 (3L-BCM) 的相对湿度临界值已不能用于新模式，只得采用新的临界值。

用作晴空湍流参数的垂直风切变仍然是正确的，虽然模式改变后，垂直风切变的临界值只提高了 10% (从 3.0 海里/时/1,000 英尺提高到 3.3 海里/时/1,000 英尺)，但为了在实际使用时可以避免把 C.A.T. 的区域画得过大，这是必要的，在冬天尤其是这样。可以这样说，重要天气图模型总是依赖于数值天气预报的模式。

2) 在夏季，由于 850 毫巴相对湿度的临界值订得太高，有时在日本上空观测到一些雷雨，而在重要天气图上没有报。另一方面，在冬天，图上报的雷雨，实况却往往没有。但雷雨的预报结果总的看来还

是相当好的。

3) 由于使用粗网格预报, 要确定冷锋末端的重要云区是困难的。为了弥补这一点, 试验上把 RH5 临界值放宽, 并和锋面参数 $\nabla|\nabla T_8|$ 结合起来考虑(锋面参数表示 850 毫巴温度梯度绝对值的梯度, 它由雷纳 R.J. Renard 等人于 1965 年给出)。但是到目前为止, 由于这种参数分布的不规则性和很大的季节变化, 这种(推断出的)锋面云系一直不能用于日常业务(菊池, 1976 年)。

4) 看来要在重要天气图上把锋面画出来, 存在两个问题(雷纳在 1965 年曾提到过)。其一是选择适当参数的问题, 现在最好的参数似乎是 $\nabla|\nabla T_8|$, 但是实际上有相当数量的锋面不能由这个参数很好地表达出来。其二是当参数采用机器自动表示时, 这种参数的不规则性, 尤其当这种不规则性与惯常的形式非

常相似时, 则问题更大。但是, 假如采用由预报员修改计算出的锋面这种人机结合系统, 那末上述的第二个问题便可以解决。

5) 假如有一个人机结合系统, 使实际晴空湍流的发生以及太平洋上, 尤其是热带太平洋上强 Cb 云的出现, 能在重要天气图上表示出来, 那将是很有用的。这些天气现象的出现也能用一些初始参数, 例如垂直风切变、对流层中几个层次的里查逊数或某些层次的相对湿度等, 来实现参数化, 并且还可以在已经观测到某种天气现象的周围地区应用相应的预报参数来模拟它。在所有这些过程中, 预报员稍加修改都可以起到很大作用。

夏建国译自 The Operational Significant Weather Chart Calculation and Drawing by Machines in the JMA 廖洞贤校