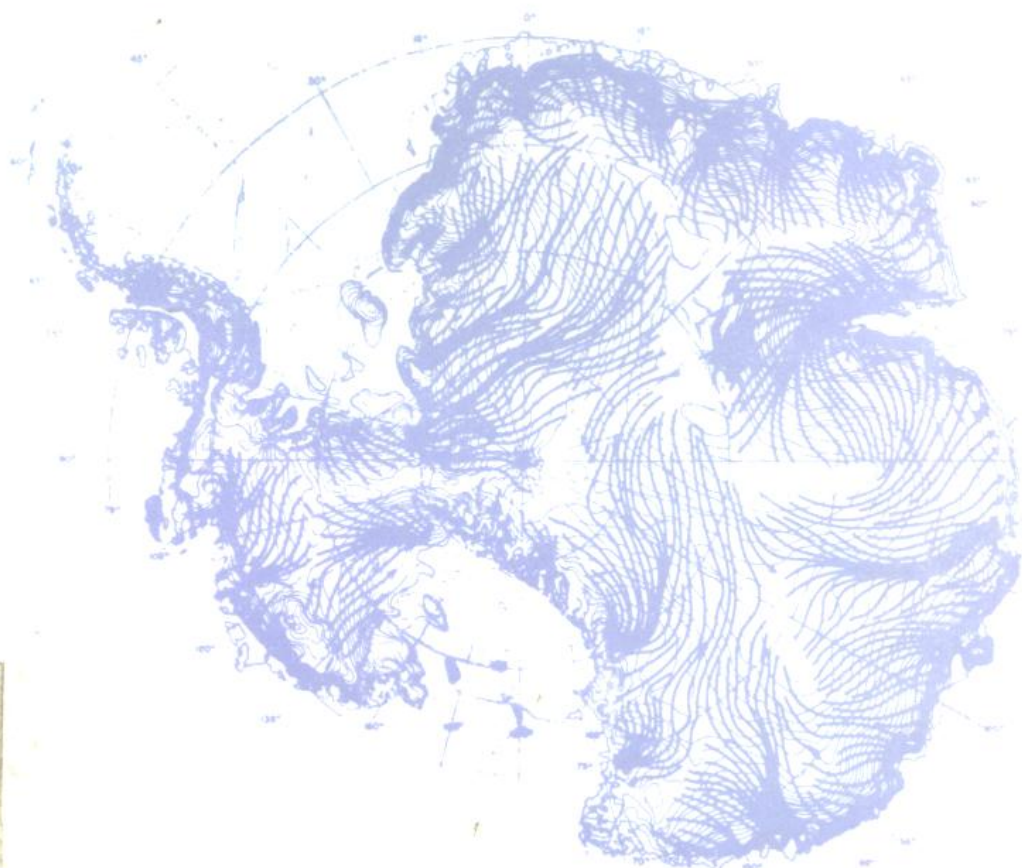


南极气象学

[日] 国立极地研究所 编
海洋出版社



南 极 气 象 学

〔日〕国立极地研究所 编

解思梅 范晓莉 田少奋 译

包澄澜 审

海 洋 出 版 社

1991年·北京

内 容 简 介

本书是由日本国立极地研究所16位气象学家联合编著的“南极科学”之3《南极气象学》翻译而来。该书以日本昭和基地和瑞穗基地近30年来的考察资料为主,也包括了世界各国南极基地30多年来使用尖端科学技术手段所获得的资料及其科研的新成果,是当今南极科学考察的最新成果之一。

本书共分9章。主要包括在南极特殊冰雪面上的辐射收支、边界层、云和雪、大气环流、中层大气的温度和臭氧的变化、对流层的气溶胶、二氧化碳和微量成分以及南极气候和气候变动。其内容既包括了对流层和平流层大气也包括高层大气物理现象。既有宝贵的实地考察资料也有理论研究的新成果,并且有基础理论指导的意义。这不仅对于我国今后的南极气象学的科考及研究同时对整个南极科学考察及研究都具有重要的参考价值和理论指导的意义。也可作为有关专业的基础理论教科书和参考书。

责任编辑 马凤珍

责任校对 刘兴昌

(京)新登字087号

国立极地研究所 编
南極の科学 3 气象

南极气象学

〔日〕国立极地研究所 编
解思梅 范晓莉 田少奋 译
包澄澜 审

*

海洋出版社出版(北京市复兴门外大街1号)
新华书店北京发行所发行 昌平兴华印刷厂印刷
开本: 787×1092 1/16 印张: 17.625 字数: 400千字
1991年11月第一版 1991年11月第一次印刷
印数: 1—700

*

ISBN 7-5027-1477-4/P·141 定价: 15.00元

南 极 气 象 学

本译著为国家南极考察委员会办公室资助项目

序

在南极科学考察中，气象学的考察研究占有极其重要的位置。这是因为：一是气象学这一学科本身在学科上和实际应用上都有着极其重要的作用；二是南极所处的特殊地理位置和自然环境是气象学考察的最理想的场所。为此，各国在南极建立的常年考察站里，几乎都建有气象台、站，进行着常年的气象观测和科学考察研究。随着南极科学考察事业的深入发展，南极科学考察研究在全球变化研究中的作用也越来越显示着极其重要地位和作用。特别是近些年来，应用卫星、火箭、激光雷达等现代化观测手段，使南极考察研究获得了大量的宝贵资料，从而也进一步促进了南极气象学的发展。日本是较早的南极探险国家之一，在1957～1958年国际地球物理年期间就参加了南极科学考察，并建立南极站，也是《南极条约》十二个原始签字国之一。目前日本在南极维持三个常年科学考察站，有专门从事南极考察的破冰船“白濑”号在南极科学考察中取得了丰硕成果，特别是在超高空大气物理方面的研究领先于各南极考察国家。

《南极气象学》这本书阐述了南极气象学考察研究的历史和现状；论述了日本南极科学研究以来直至1987年在南极气象学方面考察和研究的成果，也综述了世界各国南极气象的考察和研究成果。可以说《南极气象学》是一本教科书，也是当今世界的最新研究成果之一。

我国的南极考察研究工作，从一起步就把气象学列为重要学科。在我国没有考察站前，就选派陈善敏、卡林根、王友恒、高登义分赴智利、澳大利亚、阿根廷、日本的南极站进行度夏和越冬考察。中国南极长城站、中山站都建有气象台站，并被世界气象组织纳入到世界天气监视网，站号分别为89058、89573，每天四次的气象观测资料传输给世界气象中心。几年来，我国气象学家在两站进行着常年气象观测和考察研究，经过几年的艰苦努力，获得可喜的成果。从1990年开始，我国的南极考察工作转入以科学家考察研究为主，力争在短时间内使我国的南极科学考察研究水平跻身于世界先进之林。这就需要我们广泛了解和研究国际南极考察研究状况，拓宽视野，积极争取多种形式的国际合作，把我国南极考察研究的起点就放在国际水平上。《南极气象学》这本书适逢我国南极考察工作重点转变之机出版，这对我国南极科学工作者，特别是从事南极气象学研究人员具有重要的参考价值。为此，我衷心祝贺《南极气象学》这本书的翻译出版，愿将此书推荐给读者，衷心祝贺我国南极科学考察工作者取得新的伟大成就。

郭 琨

1990年9月5日

前 言

本书是《南极科学》系列专著之3——《南极气象学》。南极位于地球最南疆，冬季是极夜，夏季是极昼，且长年被冰雪所覆盖，因此其大气特征与中、低纬度地区不同，别具特性。本书是以日本30年来（自1957~1958年的国际地球物理年开始至1987年）所取得的资料为基础，描绘南极大气的状态。

第一章回顾了南极的气象观测和研究史。本章中的图1.2和表1.1给出了该书中反复出现的各国南极考察基地的位置。第二章是以瑞穗基地为中心，介绍了南极大陆上大气的辐射过程，其突出的特点是因为南极大陆上长年被冰雪所覆盖，反照率非常高，太阳辐射几乎全部被反射到太空。第三章以下降风为主题，以瑞穗基地和瑞穗高原上的观测成果为依据，介绍南极大陆边界层风的特征。第四章是以日本及世界各国考察基地的常规观测资料为依据，分析研究南极低气压以及对流层风的状况。第五章是以昭和基地最近的综合观测资料为依据，分析中层大气的状况。第六章是以昭和基地、阿蒙森斯科特基地的观测成果为基础，分析南极大气中水的各种相态。第七章以昭和基地为中心，介绍与云的形成、辐射过程有密切关系的气溶胶的分布情况。第八章以昭和基地及世界各国考察基地的观测资料为依据，分析了全球范围 CO_2 的变化状况、增加的趋势和可能使气候温暖化的评估。另外，还以昭和基地的观测结果为主，介绍了当今被人们所重视的，对平流层臭氧有破坏性质的氟氯昂气体以及甲烷、 N_2O 等等的观测结果。第九章是描述南极大气温度的平均分布状况、季节变化、年际变化的状况。

该书是由14名南极科学考察者共同编写的。原稿是在前往昭和基地、飞鸟基地的南极考察船“白濑”号上完成的。作者均以自己所做的工作为重点，因此缺乏系统性，编辑时尽量弥补了这一不足之处。本书是在昭和基地实施世界气候研究计划(WCRP)的南极气候变动计划研究过程中完成的。本书详细地阐述了南极大气的许多真实过程，希望能够加深对错综复杂的气候系统及气候变动的理解，并作为推动和发展WCRP计划的一个阶段。希望将来能够把气候及气候变动的焦点集中到南极气象学上，并使更多的人对南极气象学有所了解。

因为本书是由14名作者所编写，尽管我们努力使语言和形式能够统一，使之通俗易懂，但仍难免有不妥之处，请读者原谅并请提出宝贵意见。编写过程中，盐原匡贵氏对第二章的部分内容、中泽高清氏和卷出清高氏对第八章的部分内容提出了宝贵的意见和指导，编辑工作得到了近藤章子的协助，在此一并表示感谢。

川口贞男

神泽博

1988年3月

目 录

第一章 绪 论

1.1 南极地形	(1)
1.2 南极气象观测史	(2)
1.3 日本南极气象研究概要	(7)

第二章 辐 射

2.1 冰雪面的辐射特性	(11)
2.1.1 雪的反照率	(11)
2.1.2 海冰的反照率	(16)
2.1.3 红外区的比辐射率	(19)
2.1.4 微波比辐射率	(20)
2.2 大气的辐射特性	(24)
2.2.1 直达的太阳辐射和大气混浊度	(24)
2.2.2 散射太阳辐射和全天太阳辐射	(26)
2.2.3 长波辐射	(30)
2.2.4 逆温层和长波辐射	(33)
2.2.5 地吹雪和辐射	(37)
2.3 辐射收支	(39)
2.3.1 地面的辐射收支	(39)
2.3.2 辐射收支的垂直分布	(43)
2.3.3 大气、地面系统的辐射收支	(44)

第三章 边 界 层

3.1 下降风	(49)
3.1.1 下降风的性质	(49)
3.1.2 下降风的动力平衡	(55)
3.1.3 下降风的模式和应用	(58)
a. Ball模式	(58)
b. 逆温层风理论	(59)
3.1.4 下降风的热收支和质量收支	(63)

3.1.5	浅薄的下降风	(66)
3.1.6	今后的研究课题	(67)
3.2	地吹雪	(69)
3.2.1	地吹雪的运动状态和吹雪量	(69)
3.2.2	吹雪量的高度分布	(70)
3.2.3	全吹雪移动量	(74)
3.2.4	水平能见度	(76)
3.2.5	地吹雪和降雪	(77)
3.2.6	地吹雪和地形	(78)
3.2.7	地吹雪对下降风的影响	(80)
3.3	热收支	(80)
3.3.1	热收支方程式	(81)
3.3.2	内陆冰原区域	(83)
	a. 全年的热收支	(83)
	b. 各观测点冬季和夏季的热收支	(84)
	c. 潜热输送量和凝结、升华量	(85)
3.3.3	冰原沿岸区域	(86)
3.3.4	海冰域	(88)

第四章 大气环流

4.1	气旋	(90)
4.1.1	地面气压分布	(90)
4.1.2	气旋	(92)
4.2	大气环流	(98)
4.2.1	极涡	(98)
4.2.2	经向环流	(102)

第五章 中层大气

5.1	平均温度结构	(104)
5.1.1	温度的垂直分布和大气分层	(104)
	a. 大气分层	(104)
	b. 极和赤道	(105)
	c. 南极和北极	(106)
	d. 用辐射平衡可能说明的特征	(108)
5.1.2	温度分布的季节变化	(108)
	a. 中间层顶温度梯度方向相反	(108)
	b. 两个季节和时间非对称	(108)

5.2 臭氧	(109)
5.2.1 前言	(109)
5.2.2 调查地点和观测资料	(110)
5.2.3 臭氧总量累年平均值的季节变化	(111)
a. 昭和基地臭氧总量的季节变化	(111)
b. 南极圈和北极圈臭氧总量的季节变化	(112)
5.2.4 臭氧总量的日变化和年变化的幅度	(113)
5.2.5 年际变化	(114)
a. 一年四季的变化	(114)
b. 距平率的长期趋势	(115)
5.2.6 在昭和基地实施臭氧特别强化观测	(116)
a. 臭氧总量观测	(116)
b. 月光观测的精度	(116)
c. 臭氧分压的垂直分布	(117)
d. 臭氧混合比垂直分布的季节变化	(117)
e. 气温的垂直剖面图	(119)
f. 9~10月观测到异常低的臭氧总量	(119)
g. 地面臭氧浓度观测	(119)
h. 用NOAA卫星进行臭氧总量观测	(120)
5.2.7 南极臭氧洞 (Ozone Hole)	(121)
a. 前言	(121)
b. 10月臭氧总量减少的趋势	(122)
c. 人造卫星观测到的臭氧洞	(122)
d. 根据昭和基地臭氧总量观测发现的臭氧总量减少的趋势	(123)
e. 平流层气温和臭氧总量的关系	(124)
f. 气温的长期变动	(124)
g. 南极臭氧洞的特征	(125)
h. 有关臭氧总量减少的各种说法	(125)
5.2.8 臭氧总量的平均状态	(125)
a. 昭和基地臭氧总量的气候状态	(125)
b. 全球的臭氧分布状态	(127)
5.2.9 结束语	(128)
5.3 气溶胶	(128)
5.3.1 南极平流层气溶胶雷达 (激光雷达) 观测	(128)
a. 南极平流层气溶胶的研究	(128)
b. 雷达观测的气溶胶	(129)
c. 南极平流层气溶胶的特征	(130)
5.3.2 南极平流层物质流	(131)
a. 用飞机采集气溶胶	(133)

b. 火山性气溶胶的行踪	(134)
5.3.3 冬季平流层气溶胶增加的量	(134)
a. 中、低纬度平流层气溶胶的维持机制	(134)
b. 冬季南极平流层气溶胶增多	(136)
c. 能否充分说明控制气溶胶增加的物理机制	(138)
5.3.4 南极冬季平流层是水蒸气的入口吗? 降落冰粒子	(139)
a. 平流层气溶胶层的下沉运动	(139)
b. 南极的水汽如何返回对流层	(140)
5.3.5 气溶胶和臭氧洞	(141)
a. 臭氧洞和气温变化的关系	(142)
b. 南极平流层冬季的长期化	(144)
5.4 运动	(146)
5.4.1 东西风的垂直分布	(146)
a. 冬和夏非对称性	(146)
b. 南极和北极	(147)
c. 中间层顶弱风层	(147)
5.4.2 西风的季节变化	(149)
5.4.3 平流层的突然升温 and 行星波及臭氧	(149)
5.4.4 重力波	(151)
a. 气象火箭观测	(151)
b. 雷达观测	(152)

第六章 云 和 雪

6.1 云	(153)
6.1.1 水汽观测	(153)
a. 水汽诸要素	(153)
b. 昭和基地和瑞穗基地的观测	(153)
c. 南极水汽量和相对湿度的分布	(155)
6.1.2 云的观测	(157)
a. 昭和基地、瑞穗基地的观测	(157)
b. 南极地区云的观测	(160)
c. 云的形成	(160)
6.2 雪	(162)
6.2.1 单体雪结晶的分类和特征	(162)
a. 昭和基地	(162)
b. 南极点基地	(165)
6.2.2 晴天降雪	(166)
a. 晴天降雪和冰针	(166)

b. 高层逆温层	(168)
c. 干冰撒播实验	(168)
d. 形成层和降雪层	(169)
6.2.3 南极点基地降水粒子的特征	(169)
a. 冰晶形状	(170)
b. 冰晶的空间浓度	(170)
c. 冰晶成长的形式	(170)
d. 粒径分布	(171)
e. 降水强度	(172)
f. 雷达反射强度因子 (Z) 和降水强度 (R)	(173)
6.2.4 北极降水粒子的特征	(174)
a. 冰晶形状	(174)
b. 降水粒子的空间浓度	(174)
c. 降水强度	(175)
d. 雷达反射强度因子 (Z) 和降水强度 (R)	(175)

第七章 对流层气溶胶

1 概论	(177)
7.1.1 大气气溶胶	(177)
7.1.2 南极气溶胶研究的意义	(178)
7.1.3 南极气溶胶的观测历史	(179)
7.2 气溶胶浓度	(179)
7.2.1 爱特肯粒子的浓度	(179)
a. 本底浓度	(179)
b. 季节变化	(180)
c. 极低浓度	(182)
d. 急增现象	(183)
7.2.2 大粒子浓度	(185)
a. 本底浓度	(185)
b. 浓度变化机制	(186)
7.2.3 云核、冰晶核、海盐核	(188)
7.2.4 高度分布	(190)
7.3 粒径分布	(191)
7.3.1 粒径分布概况	(191)
a. 爱特肯粒子的特点	(192)
b. 大粒子的特点	(195)
7.3.2 粒径分布的季节变化	(195)
a. 爱特肯粒子	(195)

b. 大粒子	(196)
7.4 物质组成	(197)
7.4.1 元素分析	(197)
7.4.2 电子显微镜下的同定物质	(199)
7.4.3 爱特肯粒子的挥发特性	(200)
7.4.4 有关物质组成的问题	(201)
a. 硫化物的化学形态	(201)
b. 物质组成的整体结构	(202)
7.5 南极气溶胶的起源	(202)

第八章 CO₂和微量成分

8.1 CO ₂	(204)
8.1.1 CO ₂ 浓度的日变化和10天左右不规则周期性变化	(205)
8.1.2 CO ₂ 浓度的季节变化	(206)
8.1.3 CO ₂ 浓度的年际变化	(211)
8.1.4 CO ₂ 的排放源和吸收源	(212)
8.2 氟氯碳气体及其他微量成分	(214)
8.2.1 昭和基地微量成分的地面浓度	(214)
a. 卤化碳氢	(214)
b. N ₂ O和CH ₄	(216)
8.2.2 空间分布	(217)
a. 纬度分布	(217)
b. 昭和基地上空的高度分布	(218)
8.2.3 红外分光观测	(219)
a. 红外分光法	(219)
b. 臭氧洞和N ₂ O总量	(222)

第九章 气候和气候变动

9.1 气候	(224)
9.1.1 地面气温分布	(224)
9.1.2 海拔高度和气温	(224)
9.1.3 各基地的气温变化	(226)
9.1.4 昭和基地、瑞穗基地的气候	(227)
9.1.5 近地逆温层	(230)
9.1.6 高层大气	(234)
9.1.7 气候区的划分	(237)
9.2 气候变化	(239)

9.2.1	澳卡达斯基基地的气温	(239)
9.2.2	南极大陆基地气温的年变化	(240)
9.2.3	昭和基地气候要素的历年变化	(242)
9.2.4	海冰和气温	(243)
文 献		(246)

第一章 绪 论

1.1 南极地形

极地气象特征主要是受太阳辐射影响而形成的。但即使是同样的极地地区，南极和北极的气象因地理特征不同也有许多差异。北极地区面积约为 $10 \times 10^6 \text{ km}^2$ 的中心区为北极海，周围由大陆包围。南极地区中心地区是大陆，其平均高度约为2300m，面积约 $13.5 \times 10^6 \text{ km}^2$ ，周围被海冰包围着。海冰的面积夏季最小期是 $5 \times 10^6 \text{ km}^2$ ，冬季最大期是 $20 \times 10^6 \text{ km}^2$ 。大陆上约有97%的面积被冰雪覆盖而形成大陆冰原，其中约35%的冰雪海拔高度在3000m以上（图1.1）。表面倾斜度在高原地区很小（1/500以下）；而越接近海岸倾斜度越大。南极气象特征与南极大陆的地形和太阳辐射有关，内陆地区与水分收支也有关，沿岸地区则受下降风的支配。

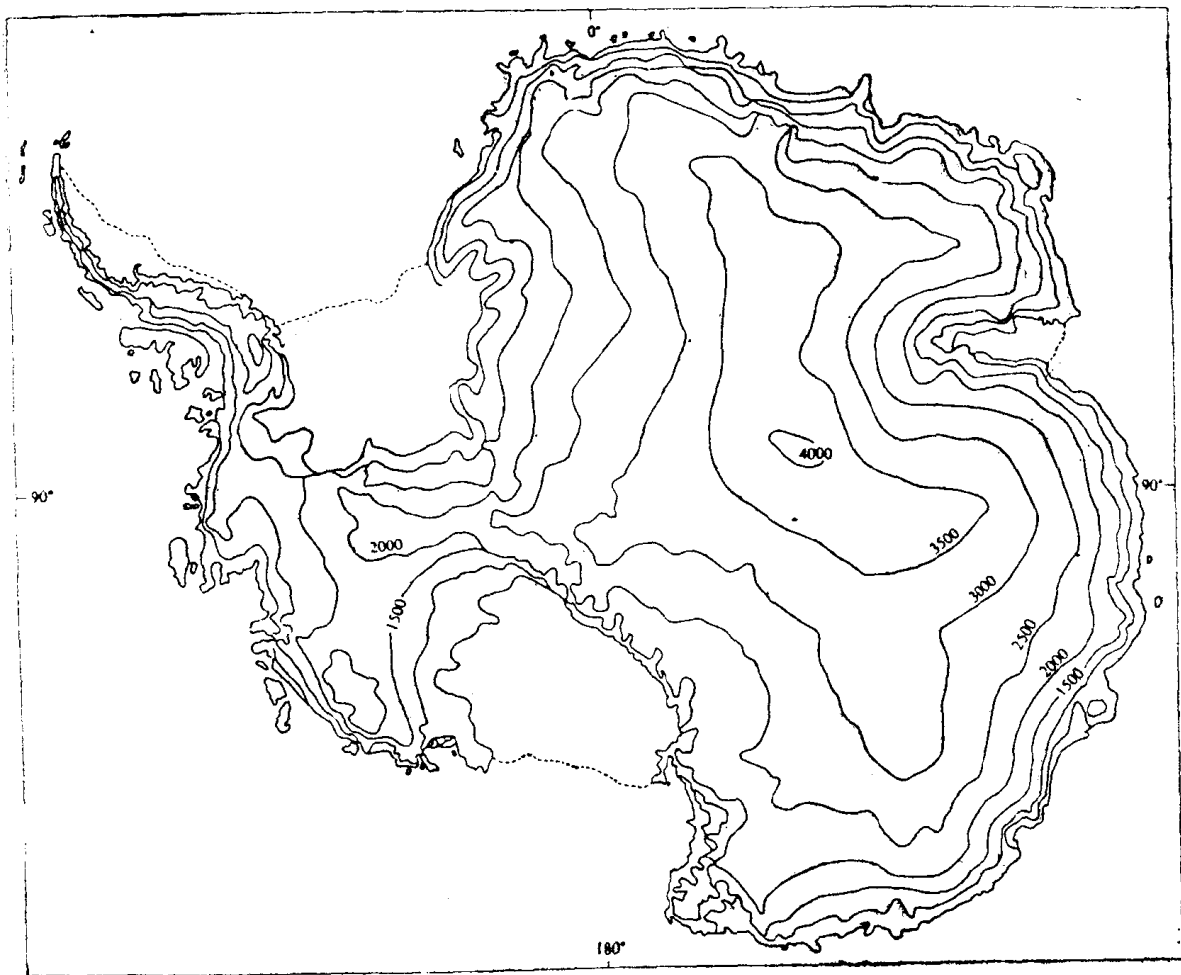


图1.1 南极大陆的地形

取自《南极科学》之9《资料编》。（日本国立极地研究所，1985，第8页）

1.2 南极气象观测史

南极气象观测是从南极探险开始的。在帆船时代的南极探险，横穿西风带是最大的难关，其成功与否决定于气象判断正确与否。即使进入了南极圈，监视气象状况确保安全至今也仍然是重要的问题。

在1957~1958年的国际地球物理年 (IGY, International Geophysical Year) 开始之际，南美气象局出版了《南极气象》(VAN Rooy, 1957)，记载了从1772~1775年库克 (J. Cook) 探险到国际地球物理年之前南极及其周围海域的气象观测资料。但直到19世纪末，航海日志上记录的气象资料很多是不符合观测标准的。20世纪初，地理学探险或学术考察的航海已成为热门，气象观测也随之增多，精度也有所提高。但是，航海仅限于夏季，海域也只是局限在罗斯海和南极半岛周围。在印度洋全海域的航海活动还是第一次世界大战之后，在南极海捕鲸兴盛时期开始的。

1898年哥拉奇 (A. DE. Gerlache) 在格拉哈姆 (Graham) 地区越冬，从此开始了在南极大陆上的越冬活动。瑞典和法国首先在南极半岛上越冬，20世纪20年代到30年代，英美等国在南极半岛上建立了基地，进行气象观测。从东南极印度洋一侧到罗斯海沿岸有西德、英国考察基地，有为阿蒙森 (R. Amunasen) 极点旅行所准备的挪威基地，有澳大利亚的莫森 (D. Mawson) 基地。20世纪20年代末，伯德 (R. E. Byrd) 设立了小美利坚 (Little America) 基地，美国在罗斯海地区也开始进行气象观测。

这些基地，在探险和科学调查结束之后约1~3年就关闭了或被放弃了。但是，像英国的麦克默多·圣德 (McMurdo Sound) 基地，美国的小美利坚基地则多次使用并逐渐更新。在越冬基地，进行气压、气温、风、云、天气等气象基本要素观测，但观测次数则各不相同。这些资料被记录在探险报告中，或作为气象报告保留下来。

大部分的气象观测是为保障在南极的生活、活动计划和安全而进行的。气象学家辛普森 (G. C. Simpson) 参加了斯科特 (F. Scott) 的探险旅行和在麦克默多·圣德基地的越冬考察，进行了多种气象观测和研究 (Simpson, 1919a, b; 1923)。除地面观测外，还利用系留气球、探空气球进行高空观测，说明来自内陆冰原低层气流到沿岸地带变成偏东风，在其上层正好相反，有从沿岸向内陆的气流。这与现在所确认的南极对流层的下降风和上层的补偿流形成的经向环流模式是一致的。但是，它当时不是把这种风命名为下降风，而是叫作辐散风，认为是由内陆高压辐散而造成的。

从20世纪20年代到30年代，南极大陆的探险考察处于低潮期，但是自1928年开始的小美利坚站取得了许多气象观测的成果。I期 (1928~1930年)、II期 (1933~1935) 使用了风筝、气球、飞机；III期 (1939~1941) 使用了无线电探空仪进行高层气象观测，同时也发现了南极平流层低温和对流层顶消失的现象。

在南极海域的观测，除由捕鲸船观测外，英国的“迪斯科巴里”号船于1925~1939年获得了大量的海洋观测资料。由挪威的克里斯坦森 (Lars Christensen) 主持1927~1937年的航海探险，几乎每年夏季都在昭和基地附近的海域进行观测。

第二次世界大战后，美国以军队为中心在小美利坚基地，使用破冰舰在南极周围展开了大规模的军事计划，进行气象观测。这份调查报告是美国海军以 NAVAER 为名于1947年发表的 (U. S. NAVY, 1947)。1950年，法国在阿德利地 (アデリーテンド) 的普特玛路

坦（ポートマルタン）基地考察下降风。英国为了在南极半岛附近推行 FIDS 计划（福克兰群岛属地调查），在几个地方都建立了基地。澳大利亚、南非、智利、阿根廷等南半球的国家，因为与本国气象有深远的关系，最近几年来在南极或其周围的岛屿上建立了气象观测站。1949~1952年，由挪威、英国、瑞典三国组成的联合观测队在曼德黑姆(Mandheim)以热收支为中心的研究课题，取得了显著的成果。在太阳辐射收支、长波辐射收支、近地气层结构、逆温层和辐散层等方面都取得了较高精度的观测和分析结果(Liljeqist, 1956, 1957)。

1957~1958年的国际地球物理年的目的就是建立全球范围的观测网进行观测。对于南极，也尽量使之没有空白地带而规定了观测点的位置布局，这样就能够取得南极的地球物理年特征的全貌资料。参加的12个国家，大部分在前面已经提到了，也就是在南极建立了基地的国家。日本填补空白处的位置被安排在现在的昭和基地。

南极科学考察委员会（SCAR）决定在国际地球物理年进行南极气象学科学考察研究的课题有如下五个：

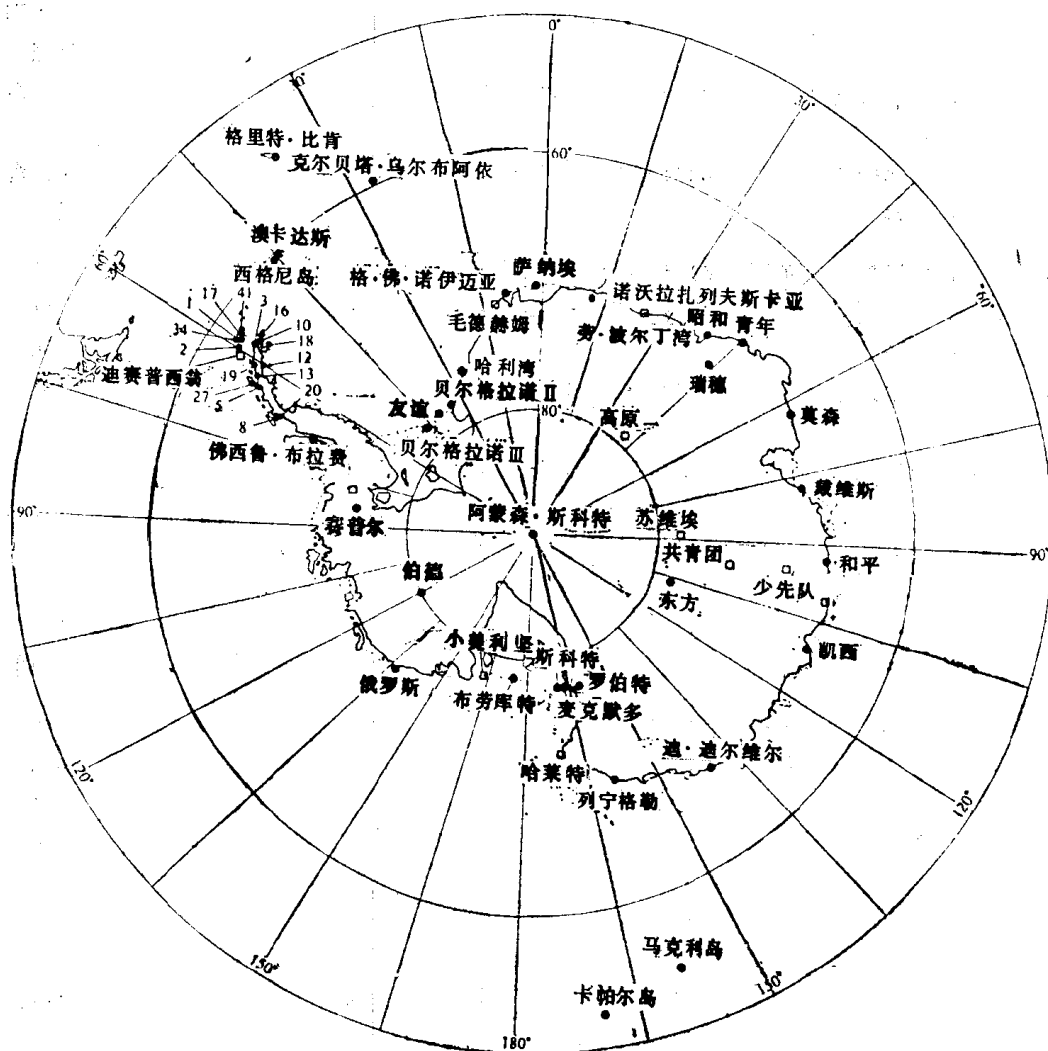


图1.2 从1982年到目前一直进行气象观测的基地（●）（WMO, 1982），过去曾经进行过观测现已关闭的基地（□）

编号与表1.1相对应。由《南极科学》之9《资料编》第68页改制

- a) 南极地区气候学及大气环流。
- b) 南极大陆及南半球尺度的气象现象。
- c) 中间层、平流层、对流层的相互作用。
- d) 南极大气的热、水收支, 大气、海洋、冰雪的相互作用。
- e) 中尺度气象现象。

虽然国际地球物理年于1958年结束, 但是参加南极观测的许多国家仍继续观测, 最近有更多的国家建立了新的考察基地。图 1.2 和表 1.1 列出了自 1982 年至现在进行气象观测的基地。

表 1.1 各国观测基地、地点序号、位置、高度和观测项目

序号	地点序号	基地名	国名	纬 度	经 度	高度 (m)	地 面 气象观测	高 空 气象观测	其他观测
1	85 984	马尔什中尉	智利	62°15'S	58°56'W	10	8次	—	冰、海洋、直达太阳辐射、日照
2	85 986	阿·普拉特船长		62°30'S	59°41'W	5	8次	—	冰、海洋、日照
3	85 988	伯·奥伊金斯上将		63°19'S	57°54'W	10	8	—	冰、海洋、日照
4	88 925	西格尼岛	英国	60°43'S	45°36'W	12	1(12)	—	日照
5	88 952	法拉第(阿根廷岛)		65°15'S	64°16'W	9	8	1(12)	臭氧、长波、日照
6	88 962	福斯尔, 布拉夫		71°20'S	68°21'W	55	—	—	只有夏季观测
7	89 022	哈利湾		75°30'S	26°39'W	32	8	1(12)	臭氧、长波、日照
8	89 062	罗瑟拉测点		67°34'S	68°08'W	17	4(00, 06, 12, 18)	—	
9	88 903	格流特比肯		54°17'S	36°30'W	3	8	—	臭氧、直达太阳辐射、日照
10	88 963	埃斯佩兰萨	阿根廷	63°24'S	56°59'W	13	8	—	日照
11	88 968	澳尔卡达斯		60°45'S	44°43'W	6	8	2(00, 12)	地磁、海洋、日射、日照
12	88 970	马蒂恩索中尉		64°58'S	60°03'W	32	8	—	日照
13	89 971	布朗海军上将		64°52'S	62°52'W	7	8	—	
14	89 034	贝尔格拉诺 II		77°52'S	34°37'W		8	—	地磁、日射
15	89 045	贝尔格拉诺 III		77°54'S	45°59'W	243	5(09, 12, 15, 18, 21)	—	
16	89 051	佩特莱鲁(12~3月)		63°28'S	56°17'W	20	8	—	日射、日照