

文章编号: 1000-0585(2000)01-0060-05

南极洲伊利莎白公主地区气候特征分析

张明军¹, 李忠勤¹, 秦大河¹, 效存德¹, 康建成², 李 军³

(1. 中国科学院兰州冰川冻土研究所, 兰州 730000; 2. 上海中国极地研究所, 上海 200129;

3. Antarctic CRC and Australian Antarctic Division, Hobart, Australia)

摘要: 通过对 1996/1997 年中国首次南极内陆冰盖考察地区——南极洲伊利莎白公主地区近 300 km 断面上 70 余个雪坑的 $\delta^{18}\text{O}$ 和积累率资料的分析, 首次揭示了本地区气候变化特征。即无论是气温还是降水都从沿海向内陆递减, 但两者的变化又有差异, 具体表现在气温从沿海向内陆持续递减, 降水先递增后递减, 表现出很强的地段性。同时探讨了二者变化的影响因素和影响机制。

关键词: 伊利莎白公主地区; 气温; 降水; 影响因素

中图分类号: P461 **文献标识码:** A

极地冰盖中的 $\delta^{18}\text{O}$ 和 δD 为重建极地地区的气候变化提供了有力的工具^[1]。大量的分析研究结果表明, 在极区沉积的冰雪中, 氧和氢同位素的组成主要取决于温度^[2~6]。因此, 在研究极地地区气候特征时, 可以用 $\delta^{18}\text{O}$ 作为气温变化的代用指标。同时, 由于极地地区气温大部分在 0°C 以下, 因此用积累率表示降水也是可靠的。

伊利莎白公主地区位于南极大陆东部 ($66^{\circ}\sim 75^{\circ}\text{S}$, $70^{\circ}\sim 90^{\circ}\text{E}$ 之间), 这一地区自然环境恶劣, 是南极冰盖研究的空白区, 中国首次南极内陆冰盖考察的线路即在这一区域内 (图 1)。该考察是 1991 年由 SCAR (国际南极研究科学委员会) 协调的 ITASE (国际横穿南极科学考察) 计划的重要组成部分, 因此, 本次考察获得的资料是完善南极气候资料的关键资料, 同时也为研究南极冰盖气候特征及其对全球变化的影响提供了新的依据。下面, 本文将以前考察中获得的样品的 $\delta^{18}\text{O}$ 和积累率的资料对本地区的气候特征进行一些讨论。

1 样品的采集、分析和积累率的测量

文章主要作者之一——李忠勤研究员参加了 1996/1997 年期间中国首次南极内陆冰盖考察, 这一考察的主要目标是完成我国中山站至 Dome A 方向内陆近 300 km 的科学考察任务 (图 1, 从中山站至 LGB65 处)。在考察途中, 李忠勤研究员在近 300 km 的断面上挖了 70 余个雪坑, 每个雪坑深 50~60 cm (根据本地区的积累率资料, 50~60 cm 厚的雪层代表

收稿日期: 1999-04-01; 修订日期: 1999-10-12

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (49771022); 中国科学院 95 重大资助项目 A (KZ951-A1-205); 国家科技攻关资助项目 (98-927)

作者简介: 张明军 (1975-), 男, 甘肃宁县人。1997 年毕业于西北师范大学, 现在中国科学院兰州冰川冻土研究所攻读硕士学位, 主要从事极地冰芯与环境方面的研究, 已在《科学通报》等刊物上发表论文 8 篇。

1~2年的积雪),每隔10 cm取一个样,共计300余个样品。样品封装在洁净的聚四氯乙烯广口瓶中,并在低温状态下运回中国科学院兰州冰川冻土研究所低温室冷存(-15°C),直到分析前才开启。

$\delta^{18}\text{O}$ 的测试在中国科学院兰州冰川冻土研究所冰芯与寒区环境开放实验室完成。所有样品测试前均置于超净实验室使其自然融化,分析测试过程始终在超净环境下操作,测试过程中所用试验器皿的清洗以及标样的制备均采用去离子水(大于 $18.3\text{ M}\Omega$)。 $\delta^{18}\text{O}$ 的测定在MAT-252气体质谱仪上进行,测得的雪坑中氧稳定同位素的含量为与“标准平均大洋水(SMOW)”的千分差,其精度在 $\pm 0.5\text{‰}$ 之内。

另外,在考察途中,澳籍华人李军博士根据1995年插的花杆测量了沿途LGB72~LGB65(相当于考察途中52~272 km地段)处1995~1996年的积累率(为了对比,图2中同时绘出了1994年的积累率)。

2 结果

为了验证在本地区用 $\delta^{18}\text{O}$ 表示气温的可靠性,本文用考察途中每晚23:00测量的气温与 $\delta^{18}\text{O}$ 的值做一比较(这里应该用考察途中的年均气温或冰盖10 m深处的温度,但囿于资料缺乏,以考察途中每天同一时间测量的气温代替),从图3中可以看出,两者的变化表现出良好的相关性,加上前人的工作,我们认为,在本地区用 $\delta^{18}\text{O}$ 作为气温的代用指标是可靠的。因此,如果用 $\delta^{18}\text{O}$ 表示气温,用积累率表示降水,从图2和图3中可以看出,伊利莎白公主地区的气温和降水都表现出从沿海向内陆递减的趋势,在这一总变化趋势下,两者的变化又表现出一些差异,具体体现为:气温从沿海至内陆的变化很均匀,即气温向内陆方向持续下降,与此相反的是降水的变化却表现出很强的地段性,大致可以LT945(即考察途中145 km处)分为两段,从沿海至LT945段内,积累率逐渐增大,而从LT945至考察终点,积累率却逐渐减小。

3 分析和讨论

一般说来,南极冰盖表层雪内的 $\delta^{18}\text{O}$ 随着冰盖表面年平均温度的降低而降低,影响冰盖表面年平均温度的因素主要有纬度和海拔高度。在我们研究的区域内,纬度的变化幅度

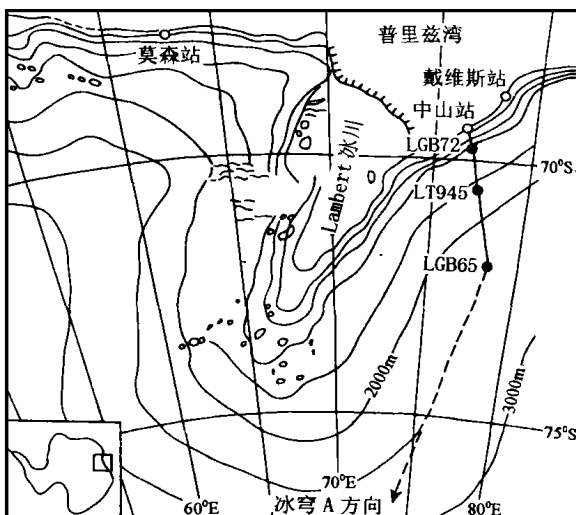


图1 中国首次南极内陆冰盖考察路线图
左下角小图表示考察区域在南极洲的位置

Fig. 1 Map showing the route of the Chinese First Antarctic Inland Traverse Expedition
The little map in the left down corner showing the investigating region in Antarctica

很小，从最北的 $69^{\circ}30.589'$ 到最南的 $70^{\circ}50.735'$ ，变化仅为 $1^{\circ}20.146'$ ，然而，海拔高度却从最低的 386 m 升到最高的 2 307 m，变化幅度高达 1 921 m 从图 2 中可以看出，本地区 $\delta^{18}\text{O}$ 值的变化范围很大，若以每个雪坑 $\delta^{18}\text{O}$ 的平均值来看， $\delta^{18}\text{O}$ 的变化范围从 24‰ 到 39‰，变化幅度高达 15‰。因此，伊利莎白公主地区从沿海至内陆近 300 km 范围内气温的递减可能主要受控于海拔高度的变化。为了证明这一点，可以做个简单的计算，我们以 Dansgarrrd 等人总结的整个东南极冰盖 $\delta^{18}\text{O}$ -温度梯度 $0.99\text{‰}/^{\circ}\text{C}$ 计算的话^[3]，本地区气温变化的幅度高达 15°C ，显然，假如只考虑纬度效应，在 $1^{\circ}20.146'$ 的纬度变化范围内，气温不可能产生如此大的变化。如果以整个对流层气温直减率的平均值 $0.65^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 计算的话，本地区由于海拔高度的变化引起的温度变化的幅度约为 12.5°C ，纬度和其它因素引起的温度变化范围只有 2.5°C 。由此可以看出，伊利莎白公主地区从沿海至内陆近 300 km 范围内气温的递减确实主要受控于海拔高度的变化。

如前所述，本地区降水的变化趋势也是从沿海向内陆递减，从这一点我们可以看出，本地区的水汽主要来源于东边的海洋，同时，从降水的地段性可以看出，本地区降水的类型主要是水汽受动力抬升形成的降水，具体分析如下，在沿海至 LT945 地段内，海拔高度从开始的 386 m 上升到 1 800 m 左右，水汽在入侵和爬升过程中，当气温降到凝结温度以下，水汽即凝结形成大量降水，从图 2 中我们可以看出，事实上水汽在 1 400 m 左右（即考察途中 105 km 处）即大量凝结形成降水，到 1 800 m 处达到最大值，形成考察途中 90~ 145 km

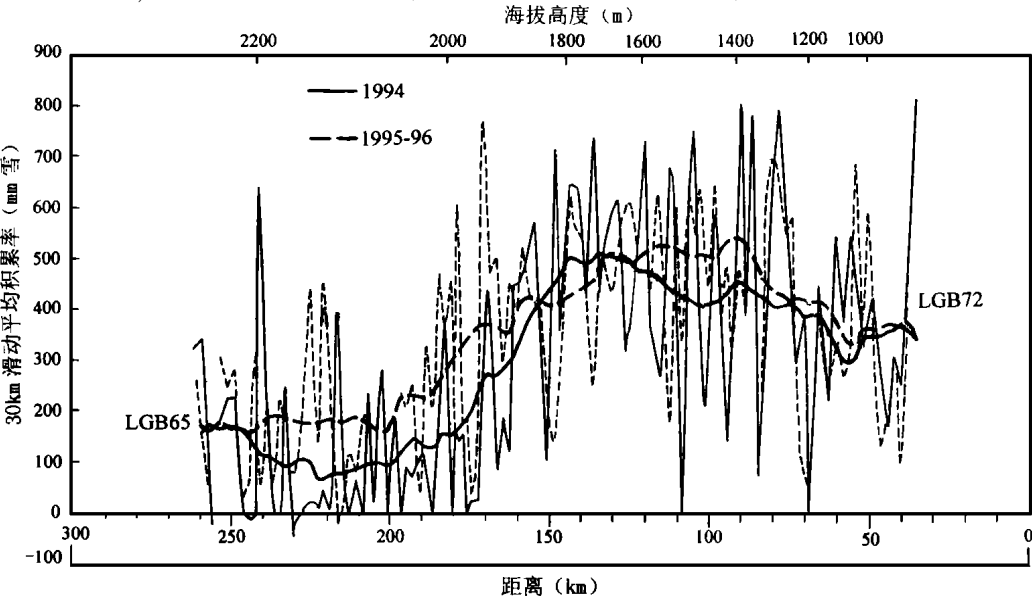


图 2 中国首次南极内陆冰盖考察 LGB72 至 LGB65 处积累率变化图
虚线表示 1995~ 1996 年积累率，其中细虚线为每 2 km 实测值，粗虚线为 30 km 滑动平均值
实线表示 1994 年积累率，其中细实线为每 2 km 实测值，粗实线为 30 km 滑动平均值

Fig. 2 Accumulation profile from LGB72 to LGB65 measured during the Chinese First Antarctic Inland Traverse Expedition

The measured accumulation at 2 km intervals (thin dashed line) and 30km smoothed accumulation (thick dashed line) for 1995~ 1996; The measured accumulation at 2 km intervals (thin solid line) and 30 km smoothed accumulation (thick solid line) for 1994

地段内的高积累区。而在海拔高度 1 800 m 以上, 由于在上一阶段大量降水, 水汽猛减, 因此, 这一地区的降水量迅速减少并趋于平稳。

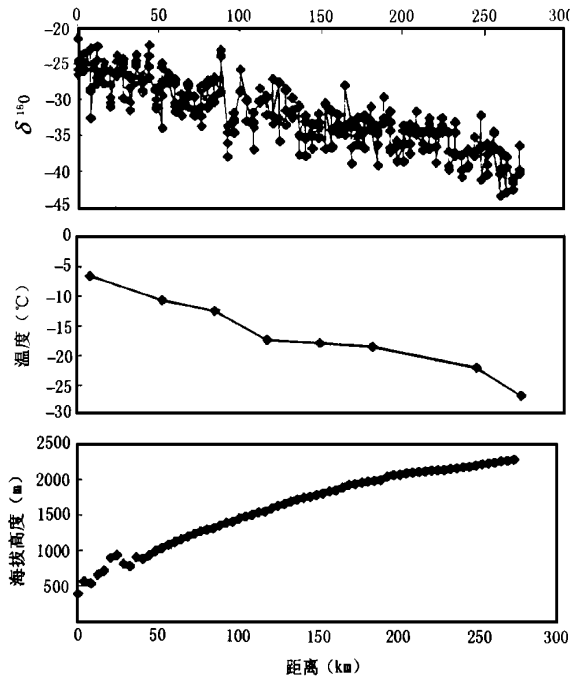


图 3 中国首次南极内陆冰盖考察近 300 km 断面上 $\delta^{18}\text{O}$ 、气温、地形变化对比图

Fig. 3 Comparison of the variations of $\delta^{18}\text{O}$, temperature and topography along the 300 km route of the Chinese First Antarctic Inland Traverse Expedition

4 结语

通过以上对 1996/1997 年中国首次南极内陆冰盖考察地区——南极洲伊利莎白公主地区近 300 km 断面上 70 余个雪坑 $\delta^{18}\text{O}$ 和积累率资料的分析, 我们可以得出以下两点结论:

- (1) 南极洲伊利莎白公主地区近 300 km 范围内气温和降水都呈现从沿海向内陆递减的趋势, 气温从沿海向内陆持续递减, 降水在递减的总趋势下表现出地段性。
- (2) 本地区的气温变化主要受控于地形的变化, 降水主要以由动力抬升形成的降水为主。

参考文献:

[1] Dansgaard W. Stable iso topes in precipitation[J]. *Tellus*, 1964, **16** 436~ 468.

[2] Dansgaard W, Johnsen S J, Clausen H B et al. Stable isotope glaciology [J]. *Meddelelserom Groenland.*, 1973, **197** (2): 1~ 53.

[3] Jouzel J, Lonius C, Petit J R et al. Vostok ice core a continuous isotope temperature reco nd over the last climatic cycles (16 0000 years) [J]. *Nature*, 1987, **329** 403~ 408.

[4] Lonius C, Merlivat L, Jouzel J et al. A 30 000- year isotope climate record from Antarctic ice [J]. *Nature*, 1979, **316** 591~ 596.

[5] Lonius C, Jouzel J, Ritz C et al. A 150 000- year climate record from Antarctic ice [J]. *Nature*, 1985, **280** 644~

648.

[6] Qin Dehe, Petit J R, Jouzel J et al. Distribution of stable isotopes in surface snow along the route of the 1990 International Trans- Antarctica Expedition [J]. *Journal of Glaciology*, 1994, 40(134): 107~ 118.

Analyzing the climate features in princess
elizabeth land, antarctica

ZHANG Ming-jun¹, LI Zhong-qin¹, QIN Da-he¹,
XIAO Cun-de¹, KANG Jan-cheng², LI Jun³

(1. Lanzhou Institute of Glaciology and Geocryology, Chinese Academy of Sciences,
Lanzhou 730000, China; 2. Chinese Institute of Polar Research, Shanghai 200129, China;
3. Antarctic CRC and Australian Antarctic Division, Hobart, Australia)

Abstract Snow samples recovered from seventy-three snow pits along the route of the 1996/1997 Chinese First Inland Traverse Expedition in Princess Elizabeth Land, Antarctica, have been measured for oxygen isotope ratio. Accumulation data along the route were also acquired by cane measurements. By analyzing the $\delta^{18}O$ and accumulation data of the region, this paper first presents the climate features in Princess Elizabeth Land, Antarctica. The temperature and precipitation decrease with distance from the coast though there are some differences between them. Then we try to discuss the influencing factors and mechanisms of temperature and precipitation variations with distance from the coast.

Key words Princess Elizabeth Land; temperature; precipitation; influencing factor

“ 21 世纪中国水文科学研究的新问题
新技术与新方法学术研讨会”在香港召开

由中国地理学会、中国科学院 香港中文大学地球信息科学联合实验室、香港中文大学地理系、香港中文大学环境研究中心联合主办,香港中文大学崇基学院资助的“ 21 世纪中国水文科学研讨会”于 1999 年 12 月 20 日至 24 日在香港中文大学召开。来自中国内地、香港、台湾和海外的 50 余名学者、同行共同交流和探讨了面向 21 世纪中国水文科学研究的新问题、新技术、新方法。

香港中文大学崇基学院院长李沛良教授到会并致词。中国科学院院士刘昌明教授和原河海大学副校长刘新仁教授分别在会上作了“中国 21 世纪水资源供需趋势与预估”和“数字水文— 信息时代的水文技术革命”的专题演讲。

会议分以下专题进行了分组报告和讨论:① 水文模拟的理论与技术;② 信息技术在水文研究中的应用;③ 大江大河的洪水与干旱问题;④ 水资源开发与利用;⑤ 全球气候变化对水文、水资源的影响;⑥ 水质保护与环境水文学;⑦ 干旱区水文水资源问题与雨水利用;⑧ 水文分析与实验研究。共有 40 余位学者在会上作了报告。

会议期间还组织参观了香港水务署的设施,并与署方人员共同研讨了香港的供水及水资源管理问题

(本刊编辑部)