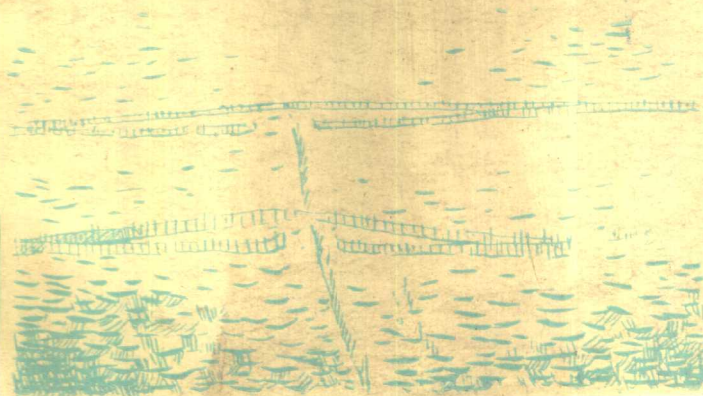


水资源的保护

琵琶湖的环境问题

〔日〕吉良龙夫 著



中国环境科学出版社

553
34

水资源的保护

——琵琶湖的环境问题

〔日〕吉良龙夫 编

刘鸿亮 曹凤中 译

中国环境科学出版社

1989

内 容 简 介

水资源保护是目前国外环境界讨论的主要课题。我国也面临水资源短缺、污染、水流失、湖泊面积缩小等问题。

本书是国际湖泊委员会委员长，日本湖泊问题专家吉良龙夫先生编写的关于日本琵琶湖环境保护的论文集，全书包括了不少日本湖泊问题及环境学家长期研究的成果，这对于我国搞好环境保护，防止湖泊污染，很有借鉴。

本书适合于环境保护工作人员，高等院校师生阅读，全书深入浅出，语句流畅，也可作宣传教育的材料。

水资源の保全

人文書院

水資源の保護

——琵琶湖の環境問題

[日]吉良龙夫 編

刘鸿亮 曹凤中 译

责任编辑 刘大猷

中国环境科学出版社出版

北京崇文区东兴隆街69号

三河县二百户印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

1989年10月第 一 版 开本 787×1092 1/32

1989年10月第一次印刷 印张 7 1/2

印数 1— 3000 字数 174千字

ISBN7-80010-491-5/X·268

定价：2.80元

译 者 的 话

我国淡水资源居世界第六位，但人均占有径流量在世界上属最少的国家之一。

我国水资源并不丰富，大于 1 km^2 的湖泊大约有2300多个，总面积达 70988 km^2 ，大多数已受到不同程度的污染，解决湖泊污染仍是当前我国一项重要课题。

位于日本滋贺县中部的琵琶湖，面积达 674 km^2 ，是日本第一大湖。

琵琶湖在本世纪20年代中期透明度约达10m，50年代中期下降到6~7m，但水质污染还不太严重。日本进入经济高速发展时期后，湖水水质迅速恶化，70年代中期，湖水透明度降至2~4m，经常出现赤潮等富营养化现象。同时，由于浮游生物的增殖，使水厂过滤困难，并出现异臭味，琵琶湖水有继续恶化的趋势。

国际湖泊委员会委员长、日本琵琶湖研究所所长吉良龙夫先生从1982年开始，用了近3年的时间，以“水资源保护”为课题，对琵琶湖进行了深入的研究，对琵琶湖的现状和对策进行卓有成效的探讨。本书就是吉良龙夫先生与日本其它一些学者对琵琶湖水资源保护对策研究的结晶。

1988年初，中国环境科学研究院刘鸿亮先生去日本进行访问，吉良龙夫先生把刚刚出版的这本书赠给了刘鸿亮先生。我们看后觉得此书对我国有一定的实际意义，日本学者在湖泊水资源保护方面的经验值得我们借鉴。在中国环境科学出版社的大力支持下，本书翻译出版并与读者正式见面。

4282/08

了。

本书由刘鸿亮、曹凤中同志翻译，由于时间紧，再加上其它工作繁忙，翻译中难免有些不当之处，敬请广大读者批评、指正。

中国环境科学研究院

刘鸿亮 曹凤中

1989年元月

目 录

第一篇 作为水资源的雪	(1)
第一章 暖地性降雪的特性.....	(3)
第二章 琵琶湖集水区的积雪.....	(25)
第三章 从山地流出的暖地性积雪.....	(47)
第四章 评论——作为水资源的雪.....	(69)
第二篇 森林和河流的作用	(74)
第五章 森林对水的收支和对水质的影响.....	(77)
第六章 污染物质通过河流的流出.....	(99)
第七章 评论——森林和河流的作用.....	(118)
第三篇 湖泊的富营养化	(125)
第八章 富营养化和氮的代谢.....	(128)
第九章 淡水赤潮的各种问题.....	(146)
第十章 评论——关于湖泊富营养化.....	(158)
第四篇 水环境管理和水的分配	(164)
第十一章 集水域的环境管理.....	(166)
第十二章 由水分配所看到的地域关系.....	(188)
第十三章 评论——越过琵琶湖.....	(218)
第十四章 水质的表示及其问题.....	(223)
第十五章 琵琶湖的水资源.....	(228)

第一篇 作为水资源的雪

概 述

维持人类生命不可缺少的饮用水、生活用水、农业灌溉用水、工业所必要的用水等，全部必须是淡水。海水可被用作冷却水，在气候干燥的国家中海水也被当作得到淡水的材料。不过，一般所说的“水资源”，指淡水资源。在淡水资源的供给源中，虽然有湖泊、河流、冰河、地下水等，但是，追其起源，几乎都归结于空中降的水——降水。

降水，主要以雨和雪两种形式降到地面。虽然，被融化了的雪跟雨没有两样，但是，作为水源的雪，具有与雨稍微不同的性质。冬天的雪，一旦在地面上堆积，就成积雪，能够贮蓄起来，一到春天融化成水，一口气流向江、河。正如中岛畅太郎教授所说，积雪是一种“自然的水库”。

日本列岛的日本海沿岸地区，在世界上也是属于第一流的多雪地带，特别是在这样低的纬度有这么多的雪，几乎没有他例。琵琶湖的集水域，是位于太平洋的斜面，其北半部具有日本海型气候，是与北陆地区一样的多雪地带。在其山区冬天积雪的最大深度年平均达到1~1.50m以上。这个积雪对琵琶湖的水资源具有重大意义。

正象在第三章中奥田节夫教授介绍的，在20年中流进琵琶湖的平均日水量，四月、五月、七月、九月各有明显的增加，分别对应于湖北的融雪、梅雨及台风时期降雨来说的。琵琶湖的水位也在这三个时期特别高。可是，调查这三个时

期流入水量的年变动情况来看，可以发现梅雨、台风时期的流入量是各年大有增减，但是，融雪水的流入量各年是不大有显著变化，融雪水的流入量大概不会超过全年总流入量的20%，因此，对琵琶湖而言，这三个时期是最可信赖的、稳定的水源时期。

包括琵琶湖集水区的日本海多雪地带的冬天气温相当高，屡次在 0°C 到零上 5°C 的气温下降了雪。降的雪一时堆积后又融化了，不能形成非常稳定的积雪——根雪。即使是成了根雪，雪的形状强烈变化，也会边堆积边融化。樋口敬二教授曾经把这样的地区称之为“季节雪国”。

这个第一篇报告者的团体，把具有上面那样特征的“季节雪国”的降雪和积雪分别起名为“暖地性降雪”和“暖地性积雪”，以便与寒地性降雪、积雪相区别。除了几个深感兴趣的课题之外，抓住了几乎没有观测资料的降雪、积雪分布的大局，估计了以积雪形态储存的水资源量，明确了其每年变化情况和通过冬季期间实际的融雪状态等，均作为琵琶湖水利用的资料，具有重要意义。

第一章 暖地性降雪的特性

中島暢太郎等

第一节 前言

在考虑以琵琶湖、淀川水系为中心的水资源问题的时候，当然有必要综合研究台风达到梅雨末期靠近第一线的集中暴雨和与之相反的长期少雨时缺水问题。可是，作为有限期间的集中研究而言，把从来来不及研究过的雪的问题作为课题，是比较合适的。在第一篇中，中岛组、樋口组和奥田组共同对积雪、融雪、流出三个方面进行了研究。日本是在世界上能数得着的多雪国，琵琶湖集水域北部根雪存在时间不那么长，但是这里具有的最深积雪的记录在日本却是数得着的〔1, 9, 13〕。这表明琵琶湖集水域北部时常下大雪，但在冬天里也很容易融化的特色。从这个意思来说，把这三个组组成的队伍，起名为暖地性降积雪研究团体。

对作为水资源的雪的调查，比对雨的调查落后的第一个原因在于观测困难。虽然在琵琶湖流域常有最大超过10m厚的积雪，但在此流域内的气象部门，平时能在观测地点得到象这样的记录的，大概就是伊吹山顶测候所和滋贺县最北部的中之乡观测所。山地的降雪、积雪的资料极少〔4, 12〕。除气象局以外，山地境内的建设省和农林省、滋贺县或者关西电力观测所所具有的资料只能靠京都大学农学部林学教师

等的短期观测来增加而已。

在这里我们介绍一下几种观测方法。其中一种方法是用8 mm自动摄影机每10分钟拍一次雪景。用这个方法，可以在无人的情况下测量出山顶附近雪的时间变化。一方面，在琵琶湖流域周围的山顶附近，有很多滑雪场，那里的积雪量，是根据过去大约20年的每天报纸上发表过的资料获得的。虽然不知道这些资料对周围地区积雪量的调查有多大价值，还有多少问题，但对了解山地同样场所每年积雪量的变化是非常宝贵的。因此，利用这个资料，可以较好地调查积雪变化的地区差别等。

靠地球卫星的摄像，虽然是可以每隔18天得到一次连续的资料，但是，这个地区的大部分冬天是被云覆盖着。而且，能观察到积雪分布全貌的天气状态，一般要在3月份以后，所以，对于认识降积雪最盛期的状况，这种卫星照片的连续资料也起不了多大作用。有时我们也靠飞机进行照相摄影，但是，空中摄影只能知道积雪区的分布，却很难知道积雪深度。这些，只能靠以后新的探测卫星的出现来解决。

作为水资源的雪，是以积雪的形式在山地里贮藏着水，下大雪时也不会引起洪水，等到春天开始与融雪一起流出去。从这个意义来讲，也可以说积雪是自然的水库。但是，近畿附近的雪，不象北海道的雪那样，一旦形成根雪，春天也不融化，而在冬天暖和的日子里却会引起融雪，这就是暖地性降积雪的特色。

第二节 什么是暖地性降雪

在这里以水资源为主题，我们要讲明暖地性积雪这个词的意思，就不能不涉及到雪害的问题(8)。我们开始用这个词

的时候，首先尽可能要强调一下“暖地就是对雪的抵抗力弱的地方下的雪”。东京和大阪等太平洋沿岸的大城市，虽然少有大雪，每年只有1~2次，5~10cm左右的积雪，但是，也会使车辆大规模地停滞不前，造成很大的经济损失。被滑倒造成骨折的人数可达几千人。

日本西部和太平洋沿岸是造林地带，但是没有对付雪的有力措施，所以这里大雪压倒树木的损害率远比日本海沿岸和日本北部雪国大得多。暖地雪，含有很多水分，新雪的最大密度为北海道等干雪的5倍左右，这也是造成很大灾害的原因之一。从这个意思上讲，“由于暖地性雪的灾害”的原因，积雪沉重地压在电线上，致使送电铁塔倒塌，引起较大范围内的停电。由于积雪而造成的森林和送电铁塔的巨大损失，是在最近发生的，如宫城县1984年12月24日圣诞节那天，由于低气压而引起的大停电，1986年3月28日由于南岸低气压引起的神奈川县的大停电和近畿地方的树木倒塌等，我们仍记忆犹新。

在暖地象这样广泛地区的雪灾，一般主要发生在初冬或者晚春，这是由于从太平洋沿岸向东北方向前进的“南岸低气压”造成的。南岸低气压即将来临时，一开始先下大雨，然后再降暖和的大雪，它通过后将变成寒冷的西北风和强烈的风雪袭击，最后过渡到通常的冬季型气压。在琵琶湖流域，降下被称为“南雪”的南部平地大雪，也是靠近南岸低气压的较多。

可是，暖地性降雪，不只是降于靠近南岸低气压的地方。在琵琶湖流域，除了“南雪”以外，还有被称为“北雪”、

“中雪”的降雪分布型。所谓“北雪”，是指降于琵琶湖流域北部集中的雪，它是由于日本海吹过来的偏西季风变成西北风而形成的。这时，受到从中国地形一直到近畿区域地形

的阻碍，雪云很难侵入到琵琶湖中部。一方面，季风为西北风或者北风时，雪云容易从若狭湾向琵琶湖的方向进入而形成中雪型。无论什么型雪都在西高东低型的气压中产生的，前者是由西部的高气压偏南而东部的低气压偏北的时候形成的，而后者是由西部的高气压偏北、东部的低气压偏南的情况下形成的。图 1-1 表示了容易引起日本西部降雪的代表

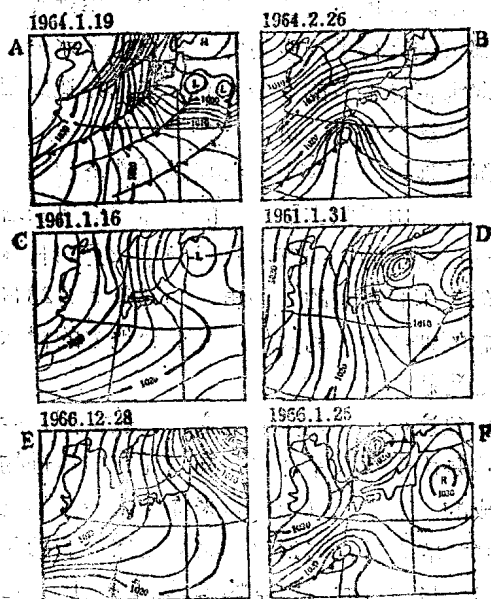


图1-1 容易引起暖地型降雪的地面天气图

性的地面天气图的六种类型。其特点是：

- A. 低气压和第一线通过日本西部；
- B. 低气压由日本南沿岸向东北方向进入；
- C. 大陆高气压延伸到日本西部南海上，而日本西南部非常寒冷；
- D. 由于日本北部有低气压，而使日本西部的等压线密

集。E. 在全日本冬季气压偏高，F. 西部低气压向日本海和日本南岸进入。在太平洋沿岸形成大雪，是B、F型的时候，北雪型是E型，中雪型是C、D型的时候容易兴起。A型时，伴有强风，而且降雪时间短，C、E型时，日本西部变得非常冷。但是，这个分类，不是针对着称为“暖地性”这个词而分的类，是说“在日本西部也降雪”这个意义上的分类。

我们可以知道，苏联沿海的寒冷西北气流，由于靠近日本海的对岛海流的温暖海水，受到下层的热和水蒸气的影响，在接近日本时发展成积乱云。如果到达若狭湾的气候，



图1-3 1981年1月的日本近海月平均海水表面温度的分布
(画斜线部分是结冰海域，气象厅调查)

稍微变成西北风的话，气流就会通过干燥的朝鲜半岛，我们知道这个时候的气候的风向最适合于形成雪云。又因为季风的轴心偏北而通过东北和北海道，由于日本海水温低，从下层补给的热和水蒸气变弱，而影响积乱云的发展。这个情况下，我们就很容易理解图1-3所示的日本海表面水温分布图。

以上，主要是从气象学的角度研究了暖地性降雪，下面我们将从降雪量的每年变化规律来考察一下。图1-4，是关于石川县的金泽和距离它40km以南的白山山系山麓的白峰两个地点从1963年到1975年的13年之间关于冬季积雪变化的

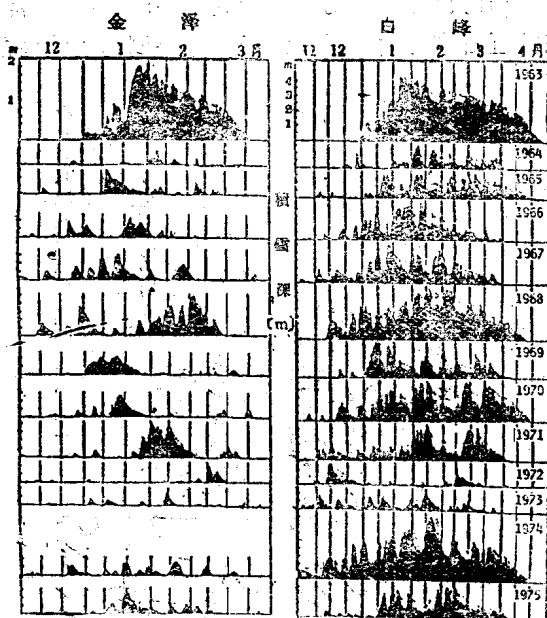


图1-4 金泽和白峰（石川县）1963年～1975年的每年冬季积雪量变化

（纵坐标轴的比例尺：金泽是每20厘米，白峰是每50厘米，金泽扩大了2.5倍）

比较图。1963年是有名的大雪年，虽然两地积雪最深时的变化状况差不多，但春天的融雪过程则大不相同。在其他年，两者之差更显著，也就是说，在白峰一旦形成根雪，到春天仍有根雪的残余，而在金泽则是边成根雪边消失，显示着樋口敬二教授所说的“有时雪国”的现象。差别最大的是在1974年，白峰是大雪年，而在离它较近的金泽则是少雪年。而且，这一年是日本北部有记录的大雪年，在秋田等地这一年是自观测以来最大的大雪年。虽然在日本西部平地暖地性降雪很多见，但在日本西部海拔高度较高的地方却形成了寒地性降雪。不仅是日本西部，就是在新泻这样靠近海岸的低地也表现出了暖地性降雪的特征。

综上所述，我们可以知道“暖地性降雪”和“暖地性积雪”定义上是有所差别的。也就是说，暖地性降雪，具有雨和雪之间的性质，暖和而密度大，很容易形成大降雪。而暖地性积雪，是暖地性降雪的积累，由积累过程看得出其特征。正如樋口组的报告中所说的暖地性积累是其雪层构造，在几天内有大的变化，积雪在春天时而融化时而积累是其主要特征。这是因为积雪地区的气温时而是零度以下，时而是零度以上。融化的雪水的流出曲线也表现出这样的特征。

第三节 由降雪量所见的暖地性 降积雪的特征

为了重新对前节所述的暖地性降积雪特性进行定量的研究，在图1-5中表示了福井县敦贺和北海道札幌的降雪量等级别的度数分布。札幌的资料〔2〕是30年间12月到2月的平均日降雪量，以与它相当的水量换算值的统计。就敦贺而言，在暖地性降雪特性中应该有它的数据，但是，因为时而

下雨时而下雪，所以统计处理有困难，只好用每天降雪的深度（新积雪深度）来表示。统计资料为从1963年~1984年共18年的12月~3月的情况。敦贺的情况，是用不含降雨而继续降雪时的降雪深度的合计值除以那个期间的降水量，从而求到新积雪的平均密度，1980年~1984年寒期28次降雪的平均

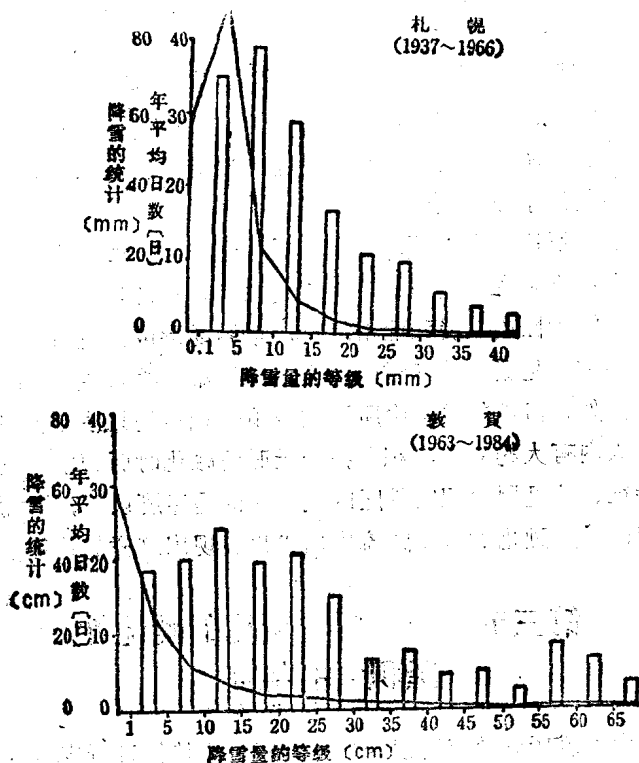


图1-5 敦贺和札幌的日降雪量的阶段别度数分布

但是，日降雪量，敦贺的情况是以降雪深度表示的，在札幌是以相当于降雪量的水量来表示的

阶段情况的合计量是以杆子图形来表示的

均密度为 $0.13\text{g}/\text{cm}^3$ ，其标准偏差为 $0.047\text{g}/\text{cm}^3$ 。图1-5中以mm表示的札幌的降水量和以cm表示的敦贺的降雪量，大体上是对应的值。两者最显著的差异是阶段的扩大。在札幌，当日降水量为 $0\sim40\text{mm}$ 时，为狭窄阶段中度集中分布的情况，而在敦贺，当日降雪量为 $0\sim65\text{cm}$ 时，为大范围内的均匀分布情况。在图1-5中，用竖条框（杆子图）表示的阶段合计值表明，札幌是在 $5\sim10\text{cm}$ 之间有极大值，然后向高阶阶段方向急速减少；而敦贺是在 $10\sim15\text{cm}$ 之间有极大值， $0\sim30\text{cm}$ 之间相差不大，在 $55\sim65\text{cm}$ 之间其值虽然小，但仍能见到第二个极大值。这个事实，是因为在札幌对应数值是连日雪，而在敦贺，冬天几乎一直没有降雪的日子，所以集中大雪比札幌多，这是暖地性降雪的一个特点。

其次，为了比较山地和低地降雪特性，利用了冬季报纸上发表过的“滑雪场积雪信息”（刻有 5cm 标记），那个值的使用误差在 10cm 以内。在那里利用 1963~1984 年的箱馆



图1-6 调查地点的位置