

土壤气候与聚雪

A. M. 舒里金 著

4533

8

科学出版社

土壤气候与聚雪

A. M. 舒里金 著

郑 斯 中 译

科 学 出 版 社

1958

А. М. ПУЛЬГИН
ПОЧВЕННЫЙ КЛИМАТ И
СНЕГОЗАДЕРЖАНИЕ

Изд. АН СССР, 1954

內 容 提 要

本書向讀者介紹土壤表層的气候特点及积雪对土壤表層气候的影响,从而說明土壤气候与冬作物越冬的关系。最后說明如何利用聚雪来調节土壤气候以保护作物越冬、增加土壤水分,並提高作物的單位面积产量。

土 壤 气 候 与 聚 雪

〔苏〕 А. М. 舒里金著

郑 斯 中 譯

呂 炯 校

*

科 学 出 版 社 出 版 (北京朝陽門大街 117 号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华書店总經售

*

1958 年 2 月第 一 版

書号: 1036 字数: 74000

1958 年 2 月第一次印刷

开本: 850×1168 1/32

(庫): 0001—2, 075

印张: 3 1/4

定价: (10) 0.65 元

序

我国（苏联）所有各个农业部門都在蓬勃地發展，新土地的开拓也在順利进行。为了尽量提高农作物單位面积的产量，应该对某一地区的自然条件加以充分的利用。其中具有重大意义的便是土壤气候。

土壤气候的特点如下：

第一、土壤气候表現和發展的特殊环境。土壤气候形成和表現於土壤中。土壤是一个生物的、有机質的和矿物質的系統，具有和大气不同的、自己的發展規律。整个大气在較大的空間里性質或多或少是一致的，而土壤的成分和性質却甚至在比較小的範圍內也是不一致的。因此，这种直接在土壤中进行的物理現象，其一致性就比在大气中差。

第二、土壤上的植物复盖和积雪，以及土壤中的根、植物殘体、微生物和动物對於土壤的生活及其气候有着巨大的影响。

第三、人类的生产活动在土壤气候的發展上起着重要的作用。人类以頻繁的、經常的影响加之於土壤及其复盖物上，不断地改变土壤中物理現象进行的过程。

第四、在積極的自然因素与生产因素的巨大影响下，土壤气候有着較大的改变。

必須把土壤气候看作是和土壤的形成、土壤中生物的出現同时發生和發展的历史現象。

土壤气候（自然地理环境的組成部分之一）是在自然地理环境和人的影响下形成的，同时也直接影响許多自然現象和农业生产。土壤气候影响植物、微生物的生产量和生活，影响小气候和地方的

自然綜合体的形成。

土壤气候的全面研究,使我們可以認識並利用它的規律来为社会主义農業服务。这可以帮助我們有计划地創造农作物生長和發育的良好条件,在不利的氣候条件下提高农作物的生产量和稳定性,在領域内最正确地佈置农作物。土壤气候的調节,就和小气候的調节一样,可以把地方气候朝所需要的方向改善和改变,並提高農業的生产量。

關於土壤气候的問題是在前一世紀末叶我国的土壤学家提出来的 [П. А. 科斯狄切夫 (Костычев), 1886 年]。在本世紀的 30—40 年代里,С. С. 涅烏斯特魯耶夫 (Неуструев), С. П. 克拉夫科夫 (Кравков), М. И. 苏姆金 (Сумгин), М. М. 菲拉托夫 (Филатов) 等重新指出广泛研究土壤气候的必要性。在气候学中,提出並研究許多土壤气候問題的是 П. И. 科洛斯科夫 (Колосков, 1925、1946、1947 年)。

最近十年来,水文气象局和苏联个别科学机关进行了土壤气候基本要素(土壤的温度和湿度)的系統觀測,給我們国家个别地区完成土壤气候的研究創造了先决条件。

苏联許多省內一年中的寒冷季节很長。在这期間內,土壤气候的研究具有特殊的意义,並且在一定的範圍內可以个別的研究。积雪對於冬季期間的土壤气候有着重大的影响。积雪在我們国家里是一笔巨大的自然財富——白金,利用积雪可以在苏联許多地区內更进一步提高田地的單位面积产量。

卓越的俄罗斯气候学家 А. И. 沃耶科夫 (Воейков) 首先指出积雪在自然界的巨大意义及其对气候和土壤的影响。А. И. 沃耶科夫在他的“积雪对土壤、气候和天气的影响及其研究方法”(1885 年)一文中指出积雪在我国的独特意义和它在經濟上被利用的可能性。他写道,“無可否認,我們对积雪及其影响还知道得太少,因此,便有从各个不同方面来展开广泛研究的必要。还需要进行一

系列的观测,其中大部分是非常简单的。同时还需要对这些观测资料进行更进一步的科学研究,然后广泛应用到实践中去”。¹⁾

这已经是很久以前的话了。雪及其在各个不同国民经济部门内应用的科学,已经大大地向前推进。可以提出的有 А. П. 托尔斯基(Тольский, 1903 年), Г. А. 刘波斯拉夫斯基(Любославский, 1909 年), П. И. 科洛斯科夫, Н. А. 卡庆斯基(Качинский, 1927 年), Н. Н. 加拉霍夫(Галахов, 1940 年), П. Г. 卡巴诺夫(Кабанов, 1940 年), Г. Д. 李赫捷尔(Рихтер, 1945、1948、1953 年)和许多其他的积雪研究者的著作。

А. И. 沃耶科夫一些著作的主要原理已完全被证实,而上面提到的他号召“进一步展开对积雪的研究和把它广泛地应用到实践中”的话也有重要的意义。

在农业中正确而有效的利用积雪,需要具有积雪对土壤上层气候作用的机械知识,因为后者同制约冬季期间植物生活的很多情况有着紧密的联系。

现在的工作是研究冬季期间土壤表层的气候,主要是土壤的温度状况及其对于耕作的意义;阐明积雪层对于冬作物分蘖节埋藏深度处(3 厘米)的土壤温度的影响;确定在不同的积雪深度的情况下,气温与 3 厘米深处的土壤温度在数量上的关系;研究土壤温度与越冬植物之间的关系问题;说明借积雪和植被来调节冬季土壤表层气候的基本原理和方法;表明在作者参与之下制定的一种新的聚雪方法(屏障植物的夏季播种)的效果。

俄罗斯农业科学和地理科学的先进代表人——А. И. 沃耶科夫、В. В. 道库恰耶夫(Докучаев)、П. А. 科斯狄切夫、В. Р. 威廉斯(Вильямс)等——曾强调指出人类影响近地面的空气层和土壤上

1) А. И. 沃耶科夫:积雪对土壤、气候和天气的影响及其研究方法,俄罗斯地理协会记录,第 18 卷,1889 年,186 页。

層气候的可能性，土壤气候的調節問題和自然富源的利用問題都說明了雪具有極大的好处和實踐的意義，尤其是對於農業。

这本小冊子所採用的材料，主要是作者多年来在各个地理区域（烏克蘭、北高加索、西西伯利亞）進行研究的結果。

本書是向讀者介紹科學中的新問題——土壤气候，和如何借聚雪來調節土壤气候，並對農作物單位面積產量的提高給予盡力的幫助。

目 录

序	(i)
第一章 土壤和积雪的热性質	(1)
第二章 土壤表層的气候特点	(10)
第三章 积雪对土壤温度的影响	(26)
第四章 土壤气候与冬作物的越冬	(40)
第五章 用聚雪調节土壤气候	(52)
結語	(89)
参考文献	(90)
附录一 人名索引	(94)
附录二 地名、农場名、选种站名、品种名索引	(95)

第一章 土壤和积雪的热性質

土壤是由固体(矿物的)、液体和气体三部分組成的。在土壤的空隙里充滿水和空气,因此土壤的热性質(тепловые свойства)在頗大的程度上決定於它的湿度、孔隙度(пористость)和土壤空气的含量。此外,土壤的机械的和矿物的組成,以及居住在土壤中的生物对土壤热狀況都有显著的影响。

太陽的輻射能,被土壤表面吸收而轉变成热能,先傳至土壤上層,然后又傳導到土壤深層。如果土壤的热輻射超过其收入,則土壤表面冷却,而且这种冷却作用傳到土壤的上層和深層。因而,吸收和放射輻射能的土壤表面的热狀況調節着土壤和空气的热狀況。А. И. 沃耶科夫曾称土壤表面为外活动面(внешняя деятельная поверхность),強調指出它在热量交換(теплообмен)过程中的主动性和重要作用。

土壤的增热和冷却決定於許多条件:各个土壤層的温度差,土壤导热率(теплопроводность)和热容量(теплоемкость),也就是导温率(температуропроводность)。土壤表面与其深層的温度差愈大,土壤热容量与导热率也愈大,則进入或逸出土壤的热量愈多。

根据土壤的导热率,可以了解热从增热較多的土層向增热較少的土層傳導的性能。导热率的定义是1秒鐘內通过面积1平方厘米、厚度1厘米的同类物質中(此層物質兩面温度差为 1°)的热量(卡)。

土壤的导热率決定於土壤的物理性質——土壤所含有的固体部分、空气和水,及土壤的孔隙度。土壤固体部分的导热率較土壤空气的导热率大,而为其100倍;而水的导热率則为空气导热率的

24 倍(表 1)。

表 1 土壤成分的分子导热系数(卡/厘米·秒·度)

昆 石	0.0058
石灰石	0.0040
泥 炭	0.0020
水	0.0012
空 气	0.00005

由此可見,由於土壤所含各种成分的比例不同,而土壤的导热率也就不同;潮湿土壤的导热率較干燥土壤的大。

土壤的导热率隨着干燥土壤的湿润(空气被水代替)而增大(表 2)。

表 2 沙在不同湿度下的导热率

水分含量(%)	0	5	15	20
导热率(卡/厘米·秒·度)	0.0003	0.0011	0.0019	0.0025

土壤孔隙度對於导热率的影响較大;它是 以土壤孔隙的容积与土壤总容积之比(百分数)来表示的。未开垦土壤的孔隙度变动於 30—40% 的范围内,而耕作的土壤則在 40—60% 以上。土壤的导热率隨着孔隙度的增大而减小,尤其当土壤孔隙度由 30% 轉为 50% 时,土壤的导热率剧烈地下降。

由於土壤湿度具有日变和年变,土壤导热率便也有日变和年变。土壤导热率通常白晝减小,黑夜增大;当土壤湿润时,其导热率增大,干燥时减小。例如,А. Ф. 楚德諾夫斯基(Чудновский, 1948 年)进行的测定表明:1941 年 5 月 24 日 4 时,土壤湿度为 14%,导热率是 0.0034 卡/厘米·秒·度,而 16 时湿度减小到 1.2%,导热率变成 0.0029 卡/厘米·秒·度。1941 年 6 月 8 日 4 时,土壤湿度为 10.7%,导热率是 0.0030 卡/厘米·秒·度,而 16 时湿度为 8.8%,导热率下降到 0.0027 卡/厘米·秒·度。

土壤温度的上升不仅决定於所获得的热量,而且还决定於土壤的热容量。重量热容量(或比热)和容积热容量是有差異的。重量热容量(或比热)表示使1克土壤增热 1° 所需的热量(卡);容积热容量表示使1立方厘米土壤增热 1° 所需的热量(卡)。

土壤的热容量决定於它的湿度、空气的含量、孔隙度及矿物成分。

表3 內引用某些土壤成分的热容量。

表3 土壤各成分的热容量

土 壤 成 分	重 量 热 容 量 (卡/克·度)
沙 和 粘 土	0.18—0.23
泥 炭	0.48
空 气	0.24
水	1

因为水的热容量比固体的矿物部分的热容量大得多,所以土壤的容积热容量随土壤湿度的升高而增大,同时孔隙度愈大,差異愈大,相反地,热容量随土壤中空气的增多而减小(表4)。

表4 在不同的土壤湿度¹⁾情况下土壤的容积热容量(卡/厘米³·度)

土 壤	湿 度 (%)			
	0	20	50	100
沙	0.35	0.40	0.48	0.63
粘 土	0.56	0.36	0.54	0.90
泥 炭	0.20	0.32	0.56	0.94

从引用的資料中可以看出,泥炭的容积热容量在干燥状态时与沙和粘土比較为最小,在潮湿时为最大,这是由於泥炭的孔隙度

1) 土壤湿度以佔最大容水量的百分数表示。

較大。相反地,沙的热容量在干燥状态时与其他土壤比較为最大,而在潮湿时却最小。粘土的热容量在湿度小时低於沙的热容量,湿度大时則高於沙。潮湿土壤增热和冷却都較緩慢;干燥土壤則相反,增热較快,冷却也較快。

土壤的热狀況不仅表現在絕對数量上(卡),而且表現在相对数量上(温度)。土壤温度随時間、深度的变化決定於其导温率。

导温系数等於导热系数除以土壤容积热容量

$$K = \frac{\lambda}{C_p},$$

式中 K ——导温系数; λ ——导热系数; C_p ——容积热容量。

由此可見,土壤导温率是不同深度处的温度趋於均衡的速度的量度。

在导温率小的情况下,土壤深層温度上升得緩慢,也下降得緩慢。当土壤导温系数小时,土壤表面观测到很大的温度变动:这里的温度上升得很快,而下降得也很快。在土壤导温率小的土層中,所观测到的土壤温度日振幅和年振幅的强度,較导温率大的土壤中为小。

导温系数決定於土壤湿度、矿物成分及土壤中空气的含量。空气的导温率較水的导温率大得多(空气的导温率等於 0.16,而水的导温率等於 0.0013)。当湿度增加时,土壤的导温率迅速增大,然后,随着湿度的繼續增加,导温率增加的速度減慢。这是因为导温率的变化是导热率和热容量共同变化的結果。容积热容量随着湿度的增加而增大。导热率在湿度数值低时也迅速地增大,然后,当極度湿润时导热率增大的速度減緩。因此,在最初的湿润阶段,土壤导热率的增加較热容量的增加进行得快得多,因而导温率增大。

土壤表層(由 0—5 厘米)的导温率通常是非常低的。这是由於此处有导温率特別小的草根層存在,並且在温暖季节降水缺乏时,

表層非常干燥。

寒冷季节內，土壤被某一深度的雪層所掩盖。我們祖国广大領域的絕大部分都被积雪長期掩盖（由几个星期至六个月以上），积雪的深度在南方平均是 10—15 厘米，在北方达 60—70 厘米以上。

积雪是土壤与大气間的一种特殊的間層（прослойка），它對於土壤热狀況發生很大的影响。积雪儲藏着大量的水分，在國內許多地区平均約佔全年总降水量的 $1/4—1/3$ 。

由雪化成的水的容积与雪的容积之比，就是雪的密度；它的变动范围很大，由 0.01—0.7。新降落的雪的密度決定於降雪时的气温：气温愈高，雪愈紧密（表 5）。

表 5 新降的雪的密度与降雪时温度之关系

降雪时的气温	雪的密度	
	平均	最小
-10° 以下	0.07	0.01
-10°—-5°	0.09	0.01
-5°—0°	0.11	0.04
0°—2°	0.18	0.07
2° 以上	0.20	0.16

冬季期間，积雪的密度每月增加 10%。在冬季月份內，积雪的平均密度为 0.2，而冬末达到 0.3。积雪之所以具有絕热的性質（термоизолирующее свойство），是由於它的导热率低。冬季期間，积雪的导热率決定於雪的密度：雪的密度愈大，它的导热率愈高。

雪的导热率与其密度(d)的平方成比例，即 $\lambda = 0.0067 d^2$ 卡/厘米·秒·度，因此，当积雪的密度为 0.2 时，其导热率是 0.0003 卡/厘米·秒·度，而当密度为 0.3 时是 0.0006 卡/厘米·秒·度。雪的导热率比空气大，而为其 10 倍，比土壤矿物部分的导热率小，而为其 $1/10$ （見表 1）。

事实上,新降落的、松軟的雪花的导热率最小,它對於減少土壤冷却的保护作用最大。紧密的积雪具有較大的导热率,防止土壤冷却的程度較小。

由於积雪的导热率小,积雪与土壤表面之間的热量交換不大,冬季在足够厚度的雪的掩盖之下,土壤中产生和無积雪地段不同的、特殊的土壤气候。

Г. А. 刘波斯拉夫斯基 (1909 年) 在列宁格勒取得以下的被雪所掩盖的土壤和裸露土壤的温度数值(表 6)。

表 6 裸露土壤与雪下土壤的月平均温度(15 年內的平均值)

月 份	积雪的深度 (厘米)	土 壤 深 度 (米)				
		0.0	0.2	0.4	0.8	1.6
11 月	8	0.1	1.9	2.8	4.5	6.0
	0	-1.6	0.6	2.0	3.8	6.0
	差数	1.7	1.3	0.8	0.7	0.0
12 月	21	-1.8	0.4	1.3	2.9	4.4
	0	-6.5	-3.9	-1.9	0.9	3.9
	差数	4.7	4.3	3.2	2.0	0.5
1 月	37	-1.5	0.0	0.8	2.1	3.4
	0	-8.0	-6.1	-4.2	-1.2	2.2
	差数	6.5	6.1	5.0	3.3	1.2
2 月	55	-1.6	-0.6	0.2	1.6	3.0
	0	-8.8	-6.9	-5.2	-2.3	1.3
	差数	7.2	6.3	5.4	3.9	1.7
3 月	61	-1.2	-0.6	0.1	1.2	2.6
	0	-4.7	-3.7	-2.9	-1.6	0.9
	差数	3.5	3.1	3.0	2.8	1.7
4 月	36.3	1.8	0.8	0.9	1.4	2.3
	0	3.8	2.2	1.0	0.2	0.9
	差数	-2.0	-1.4	-0.1	1.2	1.4

从表內資料看出,积雪下面的上層土壤的温度,在 1 月和 2 月較裸露表面下的土壤高 6°。在春季积雪下的上部土層則較裸露表

面下的土壤冷些。

积雪表面具有很大的反射能力及放射热的能力。投射於积雪上的太陽短波輻射的 70—80% 被其反射，即較土壤所反射的大 1—2 倍。雪受到太陽的增热較土壤小，但雪的放射热的能力却很大，因此积雪表面的冷却非常剧烈。积雪表面的温度通常低於近地面空气層及沒有雪掩盖的土壤表面的温度。

从圖 1 上可以看到，在不同深度的积雪和土壤中温度的分佈和进程。圖中最上面的曲線表示冬季期間（自 11 月至 3 月）积雪深度的变化。下面其余曲線（等温線）表示某一深度的积雪和土壤

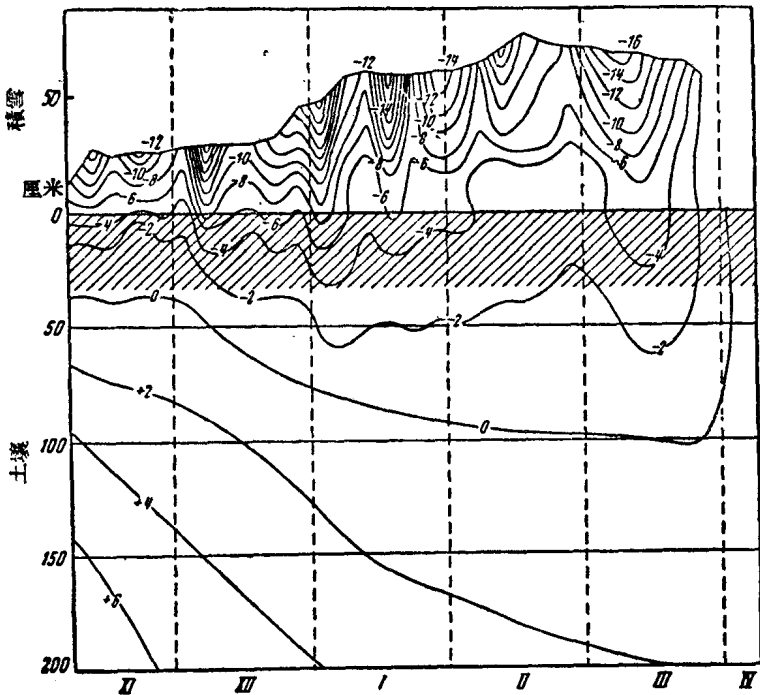


圖 1 1908—1909 年冬季博羅沃耶實驗林务区积雪和土壤內的等温線(根据托爾斯基的資料)

中的温度。在土壤和积雪的上層，观测到最大的温度变动。土壤中温度变动的强度随着积雪的增加而减小。

A. П. 托尔斯基的观测指出，温度振幅随深度增加而很快地减小。积雪表面的日振幅等於 30° ，5 厘米深度处等於 16° ，24 厘米深度处仅 2.7° 。

C. A. 薩鮑日尼科娃 (Сапожникова) 曾利用这些资料来计算不同密度的积雪下的导温系数。当积雪上部的密度为 0.18 时，导温系数等於 0.002；当密度为 0.26 时，导温系数等於 0.004。因此，随着积雪密度的增加，其导温率增大，而絕热作用减小。

同时，随着冬季期間积雪密度和深度的改变，雪中水分的儲藏量也發生变化。1 毫米固体雪花的降水量(用量雨器测得)相当於 1 厘米厚的积雪。雪中水分的儲藏量，可按下面的公式来决定：

$$p = H \cdot d \cdot 10 \text{ 毫米}$$

式中 p ——雪中的水分儲藏量(毫米)； d ——雪的密度； H ——积雪的深度(厘米)。

土壤冻结的深度随积雪深度的增加而减少。根据 Г. A. 刘波斯拉夫斯基在列宁格勒所进行的多年观测，积雪下的土壤冻结深度不到 40 厘米，可是裸露土壤冻结的深度却达 80 厘米以上。土壤冻结深度的减小不仅受积雪深度的影响，而且还受积雪稳定得较早、积雪的密度较小及植物复盖和其他因素的影响。

因此，积雪以它很大的絕热性，在冬季时期能减少土壤的冷却(作为土壤的“防寒”设备)、减小土壤冻结的深度、保护越冬植物免遭严寒的危害、增加土壤水分的儲藏量。

春季期間，积雪能延迟土壤的增热，使土壤慢慢地解冻，并使土壤的湿润良好。

应该指出，积雪在农业中的作用，有其好的方面，也有其坏的方面。在冬季严寒的地区，积雪能起良好的作用，它可以保护植物免于死亡和受害。在温暖的冬季，植物长时期被埋藏在很厚的积

雪下是很不好的。这时积雪便对植物产生坏的作用。

积雪对植物的不同作用,还决定於降雪的时间、密度和田間积雪分佈的均匀度。在所有这些情况中,积雪的絕热效应將不同;因而,积雪下的上層土壤的温度情况亦將不一致。