

小气候观测方法

中国农业科学院气象研究室

江 爱 良 編
王 珠

黄河水利委员会水土保持試驗研究訓練班讲义之四

1958年4月

一、小气候基本概念的简介

§ 1. 大、中、小气候

随着气候学的发展，气候的概念逐渐分化，到现在已经分成了大气气候、中气候和小气候。大气气候指普通气候，又叫一般气候，以气象（度）台站观测场所测得的记录为根据。大气气候现象主要决定于大规模的因子例如大的地形、纬度、大规模的天气过程（气环流、气团和锋面移动等）海陆分佈等。大气气候的变化在水平范围内例如温度的变化，在100公里内是以十分之几度来度量，而垂直梯度在100米内以十分之几度来度量。中气候也叫地方气候，中气候现象决定于中等规模的因子，如中等地形、成群的植物体（森林、草地、裸地等）、中等水体（附近有湖、或大的河流等）、成群的建筑物（城市或村落等）等。中气候的特性往往在几公里、几百米甚至几十米内的水平范围内显示出相当大的差异。例如，随地方特性而转移的最低温度，有时在几十米的距离内可能有相当大的差异。气象要素在垂直方向上的变化，在10米内（或数米内）常可达十分之几度甚至几度。如果以100米折合可达数度甚至数十度。

小气候的现象通常是指土壤表面2米（或1.5米）以下气层内各要素的变化以及浅层土壤内温湿度的变化。这些变化直接受细緻的地方属性而转移，例如小地形、植物特徵等。每一个小丘小塘、一小丛植物体，甚至一片树叶，都可形成其独特的小气候。小气候的一个重要特性表现在：贴近地面气层内各要素（温度、湿度、风）垂直梯度具有很大数值，愈靠近地面此种数值愈大。以温度而定往往可以在数十厘米，甚至数厘米的垂直距离内，相差几度之多。如果折合100米来计标，那么将出现几百度甚至几千度的梯度。

有些学者（B. П. 阿里索夫，O. A. 特洛兹多夫，等）把小气候和地方气候（中气候）合併为一统称小气候我们可叫作广义的小气候，可以理解为下垫面結構不一致所引起的局部气候的特质。

研究近地面空气层和土壤层的小气候具有非常重要实践的意义这是因为：1. 人类大部份活动正是在这一层内进行着，这里生长着植物，许多动物和昆虫也都在这范围内活动。2. 小气候要素最容易按照人们所需要的方向来改变，例如灌溉可以显著地改变田间的小气候，按照我们的要求种植和装置防护林和風

障能使被保护地区的風况以及水分、温度等起着相当的有利的变化。

地方气候的研究也具有重要的意义，例如根据地方气候的特征，可以有助于合理地确定农作物栽培地区的分佈；又例如市中心工厂、居住、文教区的划分以及疗养院的选择，都应当参考地方气候的特征来决定。

§ 2. 下垫面（作用面）辐射性热的差别是小气候特征的根本。所谓下垫面是指大气层地球的表面包括水面、陆地，而陆地又分成裸露的土壤表面、植被表面、房屋表面、雪盖表面等，由于这些表面对太阳辐射的反射和吸收本领的不同，所以这些表面本身的温度以及所影响及的附近环境的温度也有所不同，此外在这些表面上还进行着水分的蒸发、蒸腾和凝聚从而调节附近空气层和土壤的温度和水分作用的现象来看，这些表面又叫作用面。

现举几个例子来说明，例如雪面的反射率很大，吸收太阳辐射很少，在阳光下，有时并不能很快融化，如果撒以黑色碳灰，这样便大大增加了太阳辐射的吸收能力，因而能够迅速融化。又如植物单片叶面对辐射的吸收和放散的本领不是太大的，但是在森林密盖情况下由于具有大量的叶片，因而从整体看来对辐射的吸收和放散的本领是很大的，这是说明如何在晴朗的白天树冠附近气温较高而夜晚较低的原因。

假如土壤表面为植物密盖，作用面便要大大增加，可从下列数字看出：

山元桦林（24年）

7.5 公顷

牧草

22—38 公顷

紫苜蓿

85.5 公顷

§ 3. 乱流是决定小气候要素分佈特征的另一重要因子。决定小气候要素分佈特征的重要因子：除了不同性质作用面对辐射不同收支能力外，乱流是决定其分佈特征的另一重要因子，在自然界空气的流动除了均匀的有层次的流动以外还有对流和乱流。所谓对流是指较大规模的（数百米至数十米或略大）成股气流的上升和下降运动，往往以环绕周围的形式流动。而乱流（又叫湍动、湍流等）是一种具有不规则大小不等的涡旋形式的空气流动。参加这种运动的单元叫做涡旋体。其大小不等，从几个毫米到数厘米甚至数十米。由于气流中存在着乱流运动，使上下各个层次的空气进行混合作用。在晴朗的白天由于地表面是热量和水汽的第二级来源，愈靠地表面热量和水汽愈是密集，乱流混合的结果，使地

表面的热量和水汽向上传送，也就是说乱流作用的结果缓和了近地气层小气候要素的（垂直）梯度。空气内尚存在着另一种形式的运动，扩散作用，也就是分子运动，这种运动，也能把地表面的热量和水分带至上层空气中去。但其传送强度和乱流比较起来，在白昼可以差到一两千倍，所以实际上空气中热量和水汽的传送主要决定于乱流（强度）。

乱流的产生来自两个方面，热力原因和动力原因。晴朗的白昼由于地表细小物体的差异（一草、一石等的差异、土壤的干湿差异等）而引起增热的不同，使得这些细小物体附近空气的增热也有所不同，因而形成了不规则运动，这是乱流形成的热力原因。乱流形成的动力原因是气流受障碍物影响的结果，草、木、房屋以及高低不均的小地形等阻碍物的下风处，均能形成大大小小的旋涡。旋涡的大小和数量不但决定于障碍物的形状受主要的决定于风速的大小。综合上述两个原因，在晴朗的白昼，乱流较强，而天阴夜晚乱流较弱，风大时乱流较强，风小时乱流较弱。

在晴朗的白昼时，由于辐射的结果，使近地气层气象要素的梯度增大，纵然此时由于热力原因使乱流增强（这种作用趋向消除气象要素的梯度），但气象要素的梯度仍然比夜晚要大。

现用乱流的概念来说明逆温和霜冻的形成，在一般情况下愈近地气气温愈高，如果表现出相反情况（上高下低）称为逆温晴朗的夜晚尤其在冬季，由于地表强烈的辐射冷却，使得邻近一层空气的温度随着迅速下降，造成逆温假如此时风速较大，由乱力原因而产生的乱流作用也较强使上下层空气进行混合，此时热量从上层传至下层因而下层温度不致过低，逆温不易形成，同理霜冻也不易形成。

二、不同类型小气候特征的举例

§ 1. 裸露地与植物覆盖地的小气候

裸露地和具有植物覆盖的比较起来，由于作用特性的不同，显示出不同的小气候，见图1表示麦田和裸地小气候温度的垂直分布情况。根据本室1957年5月21日观测的结果此时麦田植株高度约50厘米，曲线A、B，分别表示早晨七时裸地与麦田的温度分布情况，从曲线可以看出由于小麦（高40余厘米）作用的存在，形成夜晚强烈的辐射冷却，使得从地表到40公厘气层内的温度显著地要比裸地同层次内气温要低的多。此外，由于5时多日出到七时地表开始增暖，所以不论裸地或麦田从地表到20厘米气层

图中 A₂, B₂ 表示中午 13 时裸地与麦田的温度分佈情况, 可看出在 20 厘米和 40 厘米高度处麦田的气温比裸地同高度处顯然要高, 这也是由於麦田作用所形成 (包括对太陽輻射作用面积的增大以及植株减低风速即减低了热量向上的乱流傳遞)。但是裸地表面的温度却仍比麦田地表温度高些, 这是由於: 1. 在晨裸地表温度比麦田地表温度已高出相当大的数字, 2. 地表的温度还决定於地表的蒸发情况以及地下土壤的热状况, 3. 由於麦田植株的影子阻挡了地表温度和温度表所致。

再看地温情况: 無論早晨或中午在各深度上 (至 1 米深度), 麦田的地温比起裸地的地温顯著要低, 这也是由於植株所致。

§ 2. 灌溉田与非灌溉田小气候。

灌溉田与非灌溉田由於土壤水分含量和蒸发 (蒸騰) 状况的不同, 引起了顯著的小气候差异, 图中表示灌溉麦田与非灌溉麦田两田相距不到 20 米的小气候温度的垂直分佈情况, 根据本室 1957 年 5 月 21 日观测的结果, 此时麦田植株高度约 50 厘米, 观测时间是在灌溉后一天进行, 曲线 C₁, D₁ 分别表示早晨七时非灌溉麦田与灌溉麦田温度分佈情况, 可以看出: 1. 在地上与地下各个层次内灌溉麦田温度却比非灌溉麦田要低, 这是由於 5 月正处于迅速增温季节, 而该日天气又很干旱, 因而灌水以后阻挡了迅速加温, 2. 20 至 70 厘米高度内均有顯著的逆温存在, 这是由於前一天晴朗夜晚輻射降温所致, 3. 灌田与非灌田地表到 20 厘米气层没有逆温现象, 前者是由於地表很潮湿夜晚降温不很急烈, 而后者是由於日出后的增温破坏了这个浅层内的逆温。

C₂, D₂ 分别代表 13 时的非灌田与灌田的温度分佈情况, 可看出:

1. 近地表层二者温度的巨大差别, 尤其是在地上 20 厘米至地下 10 厘米层次内, 在地上 20 厘米处差值为 8.7°C , 地表则达 15.7°C , 地下 5 厘米二者差为 10.2°C , 地下 10 厘米处二者差为 6.4°C 。这巨大的差别主要是由二者蒸发耗热的差异之致, 2. 在灌溉田地表至 20 厘米气层内出现了似乎反常的逆温现象, 这是由於灌田地表蒸发耗热, 使温度一时难以迅速上昇, 而其他高度处气温上昇较快, 相对的顯示出逆温现象。灌溉不但供应了植物较多水份, 同时也改善了近地表气层的小气候温度等状况, (非灌溉地地表至 40 公分处气温超出 35°C ; 对植物而言似稍顯高而灌溉田各高度内的气温處於 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间, 为最适宜的温度范围, 二者产量有顯著差别, 灌田每畝 450—500 斤, 而灌溉田小麦僅 4

200—250斤。自然造成产量的如此悬殊差别，主要是由于该年春季较早，灌溉保证了植物正常的需要所致，但小气候的改善也起着一些作用。

§ 3. 风障的小气候。

1956年—1957年冬季华北农研所蔬菜研究室进行了蔬菜风障性能的研究，在我室协助下进行了小气候观测。风障用芦苇编制而成大致上成东西走向，长52米向南倾斜成75°角，高度约3米在风障正中的垂直线上，按不同距离装置手提风速表、温度表和达尼林冻土表等仪器试验结果从苗3苗4苗5苗6所示：

从苗3可以看出，风障后的风速显著地比开扩对照地的风速要小的多，大体上离风障愈近，风速愈小，在4米以内（风障高度的3倍）平均风速仅为对照地的 $\frac{1}{7}$ ，最大风速也不过 $\frac{1}{4}$ 。远离风障40米（风障高度的13倍）的地方仍然能看出风障的保护作用，该处风速约为开扩处的 $\frac{3}{5}$ ，这说明风障具有缓和寒风侵袭的作用。苗4表示晴天（1957.2.21）风障前后地温及冻土层变化情况，可看出风障前方向阳处的地温，显著的要比其后方的地温为高而冻土深度则却相反，前方冻土较浅而后方较深。苗5为有风晴天（1957.3.21）风障前后地温变化情况，苗6为阴天（1957.3.9）风障前后地温变化的情况，从苗4、5、6中可以看出风障保温的效果在有风的晴天效果最为显著，风小的晴天次之，阴天则效果不显。3月16日—19日风障前3米左右范围内已经全部解冻，而裸地对照地上当时仅约有10厘米土层解冻，其下还有55厘米厚的冻土层，一直到4月6日才全部解冻。所以风障前一般可以较裸地约提早20天耕种，收获期也可以因之提早，例如风障前0—5尺处与32—39尺处同日种植葡萄前者较后者提早收获约7—13天。

§4 起伏地形的小气候

1. 起伏地形对辐射、土温、气温及空气湿度的影响

在研究地形对小气候的影响时，我们的问题是从数十厘米到数十米的高度的差别，按海高度差别的作用是次要的，而对辐射和风是重要的方位上的差别以及地形形状的作用，就昇升重要地位。

在小地形和中地形的条件下，太阳辐射情况的差别并不比大地形小。这些差别首先在直接辐射上表现出来，但也表现在散辐射上。例如，在巴统植物园根据 B. A. 斯密尔诺夫 1933 年 10 月的资料，在有高云、太阳总辐射强度小于 1.00 卡/厘米²·分，北坡和南坡的散辐射强度的差别达到 0.15 卡/厘米²·分。这些差别就引起坡面上辐射平衡有显著的不同。

据 R. 盖哥的资料，自太阳来的热量对南方是对称地抵达山岗斜坡时（第 7 图 A），西南坡的土壤温度最高（第 7 图 d）。显然，这因为黄昏时土壤和大气间的交换强度比中午小，因此下半天获得的辐射，更全部地用来使土壤增温。

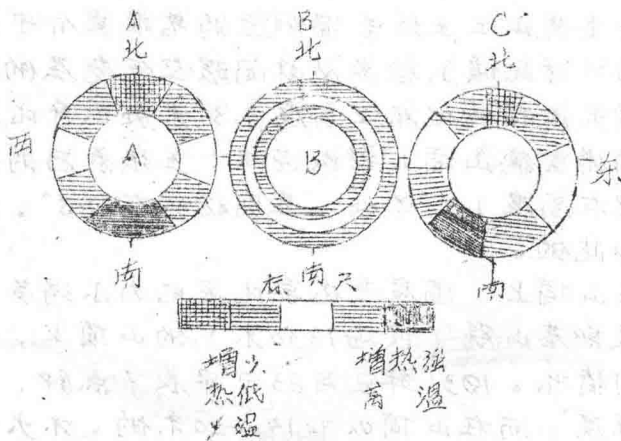
在晚坡上温度随高度而射，可能很显著，以致影响到植物和土壤被覆的特性。

在晚上
岗的土壤温
度是和辐射
过程以及冷
空气向下流
动有关因此
等温线走向
与山坡平行
（第 7 图 B）

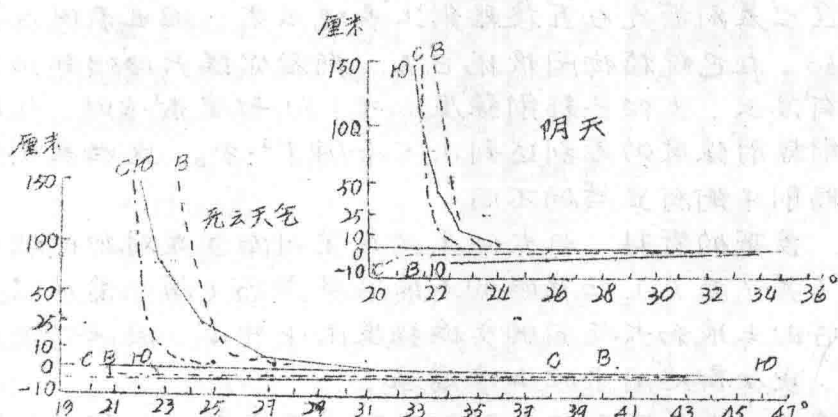
但是在一定的条件下，

白天聚积足够的热量使得温度差在通夜之内维持着。例如，在佛里德山（海拔 136 米）上的巴统植物园，在 1935 年 10 月，正南坡上的土壤表面在日出以前平均比北坡还高 1° 。而晴天的正午这些差别平均达 8° ，甚至在阴天时也约为 3° （第 8 图）。

不同坡地和不同地形形状的贴地层，因土壤温度不同而使气温发生差别，而且随着与地面距离增大，差别就迅速减小。可以



用佛里德山上的那些观来阐明这个情况。在晴天13点钟，各种坡地的地面附近的气温差别约为 6° ，在高度50厘米处，差别降低到 1.4° ，而在高度为150厘米处，差别降低到十分之几度。当然在晴天时，斜坡上的差别大为减小。根据A. H. 伏也依可夫定理，像表面为突出状的小丘顶部，温度的变化日振幅应该小，而凹下形状的凹地和盆地温度日变化应该最大。佛里德山顶是平的，像一个高原而且长满竹子、松及其他植物；那里的振幅应比坡地上大些，使热量交换困难的植物也有助于这一情况的形成。



第8面 13点钟南坡(H)、北坡(C)和山顶(B)上的气温。

白天佛里德山上土壤表面附近的气温是介于南坡和北坡之间的数值（接近于北坡），但是丛林间暖空气气层的垂直厚度及比坡度上大。晴天山顶的地面上高度1.5米处几乎比坡地高 2° 。夜间在高原般的佛里德山顶上形成逆温。土壤表面的温度要比坡地上低 3° ，即使在高度1.5米处，差别仍约有 0.5° 。但是这是例外，不是经常如此的。

一般在山顶上，温度变化要比盆地内小得多，A. B. 鲁德利夫在加格陵斯基山脉（海拔1630米）的山顶上，曾观测到这种差别非常大的情况。1931年2月23日早晨7点钟，在山顶上观测到 $+4.1^{\circ}$ 的温度，而在山顶以下15—20米的、不大的盆地底部，温度为 -21.8° 。苏联欧洲部分处在不同地形形状的邻近测站的绝对最低温度差达 15° 者，一般常可见到。而绝对最高值的差别就小得多，很少有达到 5° 的。这与下节的事实有关；夜晚在窪地的贴地层里主要是寂静无风，而白天超绝热温度梯度使空气强烈混合。

地形的作用对最低温度以及无霜期的长短有很明显的影响。甚至在高度差别很小时，这种影响也表现出来，垅上的以及垅间

的土壤温度和林间空气层的温度的差别可能达到几度。

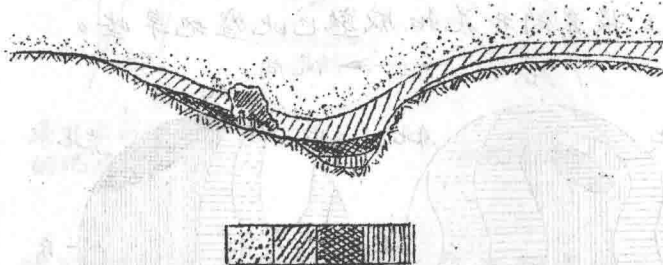
微小的不平坦对于土壤温度有特殊的影响。例如，梳状耕地使春天土壤温度比平坦田的温度升高更快，俄国 C. A. 薩帕茲尼可娃的例子（见下表）便证明这一点。

土壤温度和表凸形状的关系

照察 1937 年 6 月 11—30

表面形状	深度, 厘米			
	5	10	15	20
梳状耕地.....	13.6	11.3	10.5	9.8
平坦田地.....	12.6	10.5	9.4	8.3
差别.....	1.0	0.8	1.1	1.5

夜间冷空气的下滑好像很黏的流体：冷空气粘着在凸地表凸和谷地的斜坡上，结果斜坡上的冷空气保持在比聚积冷空气的谷底要高得多的地方（第 9 图）。冷空气比较易于克服横置在斜坡上的平滑障碍物，如铁路路基，冷空气在障碍物的向风凸聚积起来并形成冷的小湖时①，就会越过障碍物；反之，有树丛的山脊由于粗糙的缘故，而成为冷空气难以越过的障碍。假如从斜坡流下来的冷空气和四周气层密度上的差别不超过 1—2%，则在每一立方米空气内造成运动力总共为 13—25 克，考虑此点，则以上所述就可以理解了。



第 9 图。夜间冷空气沿坡地下滑。

根据 H. B. 苏哈諾夫 (CYX2HOB) 的资料，在巴什基里亚苏维埃社会主义共和国，观测到温度和地形形状的关系的差别如下（下表）。

莫尔斯克(山岗、海拔155米)和纳申斯介诺(凹地海拔129米)

测站间的温度差 1922—1932, 1935—1936

温度	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	年
月平均-----	1.6	1.6	1.0	0.9	0.6	0.2	0.4	0.7	0.7	0.1	0.3	1.1	0.8
13点平均-----	0.6	0.0	-0.5	-0.3	-0.3	-0.8	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.0	-0.3	-0.2
平均最低-----	-2.6	-3.2	-2.4	-2.0	-2.2	-1.8	-1.7	-2.1	-2.5	-0.4	-0.7	-1.9	-1.9

在五月暖而晴朗的天气里, 山岗上的最低温度比谷地平均高 5° , 而在个别的情况下, 差别达到 9° 。温度差别最大是发生在南方来的空气平流以后, 反之, 在北极气团侵入时, 差别最小(平均为 1°)。在二月的晴朗天气时, 差别平均为 $7-8^{\circ}$, 在个别情况下达到 11° 。

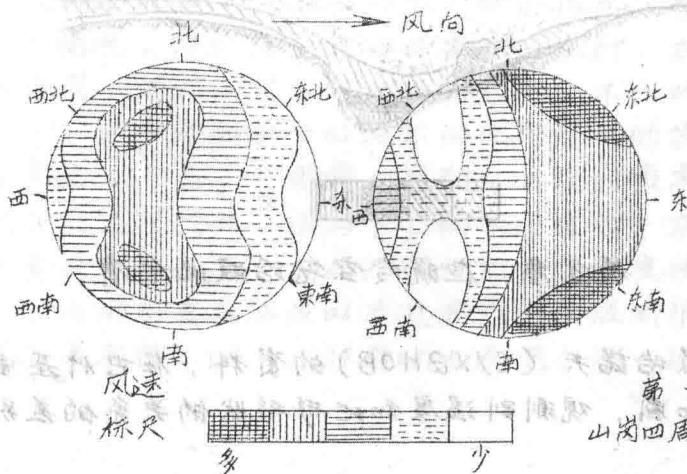
H. A. 哥里兹别尔格曾研究无霜期长短的差别和地方条件的关系, 并得出如下表上的所列出的结论。

各种地形条件下的初、终霜的时间

地 方 情 况	和平坦的开阔地方比较平均霜日的变化(日)		
	春 天	秋 天	无霜期的长度
山顶和斜坡的下部-----	+ 10	+ 10	+ 20
深为50到100米的谷地-----	- 5	- 10	- 15
盆地和窪地-----	- 11	- 14	- 25

附注: 正号表示无霜期长度增长, 负号表示无霜期长度缩短。

在小地形和中地形的条件下, 霜的强度和次数上一贯的差别使植物也不同。某些品种树木能生长在坡地上, 不能生长在谷地内。斜坡上浆果的开花和成熟也比窪地早些。

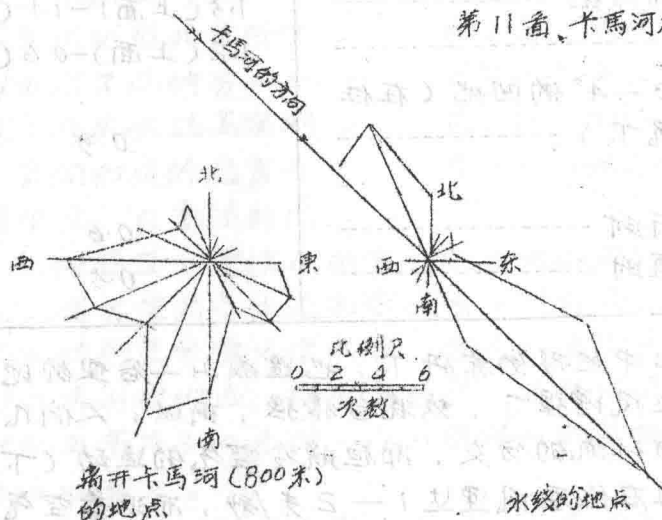


第十图
山岗四周风速和降水的分布

关于地形形状对湿度影响的资料比地形对温度影响的资料要少得多。一般说来，相对湿度日变化因温度变化之故，窪地上比山岗上大些。窪地上夜晚冷却很利害，使得那里露露和霜以及地面雾的频率较大。T. B. 帕克洛夫斯卡娅 (Покрoвская) 估计21点钟苏联欧洲部份山岗和窪地间相对湿度的差别为5%。湿度很明显的差别也发生在13点钟。

2. 起伏地形对风的影响 小地形和中地形对风向风速也有影响。第10图上绘出空气环绕圆形山岗时流线的变形。环过山岗风向便发生改变，并且在流线靠攏处风速增大。在障碍物的后西发生气流切断并形成涡旋带，那里的底部，速度甚至可能与基本气流相反，或者会有静风带。风愈强，气流切断愈易产生。在强风时，背风部份涡旋特别发展。在大气层结稳定以及因而大气乱流滞性减小时，气流切断的现象也加强起来，在后一种情况下，气流的背风部份常有静稳死风。同时在逆温时，水平绕过障碍物的成份比铅直成份强，反之，在超绝热梯度时，看云在上西绕过障碍物。

第11图 卡馬河谷风向频率图。



逆温时，障碍物对气流的影响比大气不稳定时远些，有时达到障碍物（如森林）高度的30—50倍。在障碍物的前西，它的影响的距离较小（就森林而言，在其高度的5倍以内）。假如在两个面积很大的障碍物间有狭窄的通道，在这通道中风便大为增强（当风的方向与通道的方向相接近时）。就河谷而言，顺着河谷吹的风加强了，横着河谷吹的风就减弱了或完全消失；而风与河谷成

一角度吹来时，则保持其顺着河谷的分量。这种情况在11面上得到阐明，该面是П. Ф. 格拉蜀娃 (ГЛАЗОВА) 和Б. П. 摩尔兹卡娅 (МОЛДКАЯ) 在А. А. 卡明斯基的领导之下在卡马河谷观测的结果。风标安置在高云河谷5米处。河的两岸是高地，没有其他不平坦的地形，风向皆顺着河谷伸展开来。

С. А. 萨帕兹尼可娃研究各种地形条件的地上高度2米处风速的比例；其中一些资料引用在下表上。

在各种地形形状上高度2米处风速的比例

地 形 形 状	速度和平坦地方速度的比例
从20到50米的高岗顶	
(2) 其斜坡坡度为7-12° -----	1.5
(5) 其斜坡坡度为4-6° -----	1.25
高为10米和坡度为5-8°的山岗 -----	1.20
陡坡高地的开矿坡地, 7-12°	
(2) 向风坡 -----	1.5 (上面) - 1.0 (下西)
(5) 平行於风的坡地 -----	1.5 (上面) - 1.1 (下西)
(B) 背风坡 -----	1.2 (上面) - 0.6 (下西)
斜坡的坡度为3-4°的凹地 (在任 何风向的情况下) -----	0.9
深谷	
(2) 在和风平行时 -----	0.6
(5) 在和风垂直时 -----	0.5

在小地形和中地形的条件下，也造成山—谷型的地方环流。白天在贴地层处风增强了，故混合很强，所以，人们几乎永不能看到白天的地方环流的分支，而夜晚冷空气的运动（下流）是经常的现象，而且在低层风速达1—2米/秒，而沿着空气汇集的面积很大的深谷，贴地层风速还要大些。冷空气层的厚度与地形条件有关并变化在1.5—2米至数十米的范围内，这时风速并不一定是随高度增大的，恰恰相反，在高度5—15米处可能是完全静稳无风。这种环流甚至也表现在起伏地形上的气象站风信标的读数上，这在第12面上是很清楚的。该面指出伏尔加河滨台地三个测站各种风向的频率。白天上述测站的风多少是互相一致的，而夜晚在每一测站上的风都有自己的盛行方向。

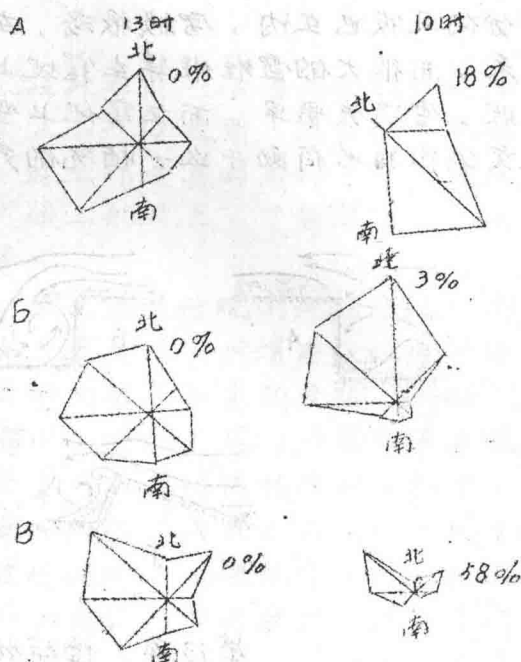
3. 起伏地形对雾、降水和雪被的影响

在窪地上，静风和低温有利于地面和高空辐射雾的形成；但经验表明，在苏联欧洲部分，高地上的雾平均比窪地多些。这一点是和高地平流雾发展有关。有时是因水汽越过高100米或更高的凸地时凝结而成雾，又有时是因为低的层云下降到一定的高度，并在这些高度上变成雾。在高地上，两种原因的配合以及雾和上层的云混合起来都是可能的。

在起伏地形的条件下，使降水分布不同的另一个原因是，在风吹过高岗时，风速、风向和风的铅直分量都要改变，在高岗的向风坡，风的铅直分量使小雨滴、毛毛雨和雪花降落减慢，而在山顶附近，有大量的小水滴和雪花被带到背风面，背风面的风减弱了，而风的铅直分量又使水滴、雪花加速降落，所以在高岗的向风部分以及山顶附近，降水量减少，而在背风面降水量要增多。孟哥计脉云高为300米的一个山岗降水的这种变化，这个计算结果表示在13面上。

这样，地形对小气候影响和对大气候的影响是相反的，因为在山上最大降水量落在向风坡，而最小的降水量落在背风坡。当高岗高为数十米，而底部宽度不小于几百米，以致降水吹散的现象很小时，小气候影响就没有大气候影响显著了。

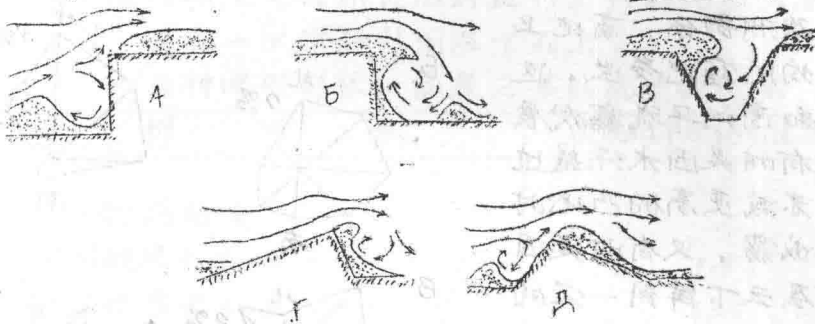
类似于风使降水重新分布的现象，也因暴风雪吹去雪被而发生。在风大的地方，干雪被吹去并在风弱的地方，在背风坡形成涡旋时，就在障碍物上部形成所谓雪飞簷。第13面是表示各



比例尺 10%

第12面。风频频率指静风以有分数表示之。A—1913年的西诺莱，B—1941—1942年的伏尔加，B—1941—1942年的西诺德。

种形状的不平坦地方雪的分布特点。结果在山岗的顶上，有时一部分向风坡也在内，雪被很浅，在设有植物时，向风坡的雪容易吹走。而很大的雪堆堆集在窪地上。春天在日照好的山岗顶部和南坡，雪消失最早，而在窪地上雪能够多留一、二星期之久，乱流交换微弱也有助于这一情况的产生。



第13图：障碍物附近雪的分布。

三、小气候观测

§1. 小气候观测的组织：

在进行有关小气候的试验设计之前，必须先明确目的和任务，使问题具体化。例如进行农业小气候之前，应当尽可能和当地的农业生产工作者，气象台、站工作者共同商讨。至少要取得协议和他们的支持，了解当地气候上的特点，了解试验区上的农作物耕作技术，田间工作程序等。

当上述工作准备就绪后，首先要进行观测地点地段和测点的选择布置工作。该地段应当具有典型性，所谓典型性应当理解为根据当地的实际情况及研究目的而决定出来的典型。例如，在比较干旱的地方，研究防护林带网、防风（风砂为害或表土吹失等）的效能时，可以把测点装置在具备不同结构林带的网格中，也可以把测点装置在同样结构林带而网格面积大小不同的网格中。

观测地段是指安置仪器进行观测的小块地方，自然观测地段的选择也应注意典型性，此外尚应注意可比较性。具体说来气象仪器不要安装在具有特殊的小地形（大土堆、大坑等）及障碍物（树、房屋等）附近，因为这些都将影响观测资料的比较性，而应当尽可能选择在作用面（土壤表面及作物表面等）相近似的地点装置仪器进行观测。例如在几个对比观测点中，若不注意观测点的地表情况，以至有些仪器装在有草复盖的地面，有些则装置在裸地上，由于不同作用面对于气候发生不同的影响，如此得出的结果不便进行比较。

1. 小气候观测点的布置：

测点布置的方式和数量必须根据研究目的而定，例如研究防护林带对小气候影响时通常是在林带间网格中离开林带不同的距离上设置测点，主要测点往往成一直线与林带垂直并通过网格的中点，测点数目往往在七、八个以上，甚至十二、三十点。若研究灌溉田与非灌溉田小气候差异时，则可分别在灌溉田与非灌溉田小区的各个重复（2—4个重复）中部设置一个测点。在农田小气候的研究中，为了减少田边的影响，测点必须离开田边

注1：地点、地段、测点的差别可以理解为：地点指能代表某一区自然状况的地方，例如黄河中游某一县（甚至于区），地段是指进行试验的一块田，范围往往由几亩到几百亩或更大，而小气候测点仅指安装仪器的小块地而言，其面积往往在数平方米以下。

注2：通常将林带结构分成紧密的和疏透的两种，或不通风、半通风和通风的三种。

有一定的距离，该距离决定于试验田与周围环境的差异（例如水田与旱田之差、道路与农田之差等），植物的高度与密度以及研究观测的项目和层次而定（例如看重研究地下5、10厘米的地温或植株内的小气候时，则测点距田边距离可以较近。当看重研究植株高度以上的小气候状况时，则测点距田边距离应当较远些），但为了能有一个轮廓性的概念，我们初步认为该距离一般应超过10米以上；如条件不许可时（例如试验小区面积较小等）可在10米甚至5米以下。

根据我们的经验，为了节省人力和仪器而又能取得必要的记录，可以把测点分为基本测点和辅助测点。

基本测点（主要测点又叫观测据点）是那些必不可少的而经常进行观测（往往在各个季节或农作物的各个发育期进行）的测点。因此这些测点应当选择在最有代表性的典型地段上。此外由于在这些测点上经常进行观测，也要适当地考虑到工作条件的方便。基本测点上所选用的观测时间，至少一次（13时），最好2—4次是在标准时间进行（当地地方时1、7、13、19时）。为了显示云气象要素的日变化起见，基本测点的观测时间应当包括气象要素最低值与最高值的出现附近时间。

辅助测点（临时测点）为了补助基本测点记录的不足，有时需要设立辅助测点，辅助测点可以是流动的，也可以是固定的，其仪器的种类与数量，可以比基本测点上的简单或复杂，这均应根据试验要求而定，辅助测点上的观测往往是在典型天气，以及农作物重要发育期来进行，在观测的短时期内，观测次数可能是较密集的，往往是带有突击性的。为了作好这些观测工作，必须事先作好充分准备。

2. 小气候观测时期和观测时间的选择。

由于小气候现象的多种多样性，不可能作一系列长期的观测，必须考虑到小气候观测时间的典型性。观测时间的典型性包括：①各个季节或农作物的各个发育期；②某一季节内出现不同类型（典型）天气的日子；③一天之内的各个时刻。季节可按春、夏、秋、冬来分，也可按干季、雨季来分，可按自然地理（主要是气候）情况和研究的要求来决定。典型天气的决定也是根据当地的气候及研究目的来决定；不过通常包括下列四种天气①晴或是少云；风速较小的天气；②晴或是少云而风大；③阴或是多云，风速较小；④阴或是多云而风速较大。此外，一般情况小气候观测着重在第1、2天气条件下进行观测，而3、4种天气仅作为