

土壤水热状况与土壤系统分类

杨 学 明

(吉林农业大学)

摘要

讨论了气象资料与土壤水热状况的关系及其转换。就吉林省而言, 土壤水分状况可分为5个区域; 土壤温度状况除个别地区外, 主要属冷冻土境状况。可为土壤系统分类提供较确切的土壤水热数据。

土壤水分状况

计算土壤水分平衡是确定土壤水分状况的前提。而决定土壤水分平衡状况的关键是土壤潜在蒸散量。Thornthwaite(1948)提出一个用大气温度表达土壤潜在蒸散量的公式, Palmar和Havens(1958)对其做了修正, 并制定了相应的计算表格; 美国农部土壤保持局(1960)对计算表格进行了修订, 同时扩大了它的使用范围^[1]。

下面以长春市一贮水量为200mm的土壤的水分平衡状况为例进行说明。图1中P和T分别代表降水量与温度; PE是根据温度和地理纬度从美国农部修订的表格中查得的土壤潜在蒸散量, 土壤贮水量是地表至2m或第一个不透水层(以浅者为准)深度内土体的田间持水总量; R为补充水量, 开始于降水量超过蒸散量之时, 并持续至土壤达到田间持水量或PE重新超出P时; 此土壤补充水量为41mm, 即:

$$R = 1/2(p_3 + p_{11}) + \sum_{i=7}^{10} p_i - pE_i$$

式中i为月份(下同), U是蒸散量中消耗的吸力小于15巴(但大于0巴), 的土壤水分(田间持水量), 此时土壤的蒸散量U=R; D为水分亏缺量, 小于15巴土壤水分(R)蒸发掉以后的蒸散量, 此时,

$$D = \sum_{i=3}^{11} pE_i - [1/2(p_3 + p_{11}) + \sum_{i=4}^{10} p_i] = 60\text{mm}$$

另外, 如果达到田间持水量以后依然是P>PE, 土壤就将出现剩余水S。这部分水同迳流和渗流一样, 不能保持在土体之中, 根据平衡图中曲线位置, 可以大致估算或计算出土壤水分U, D, R和S出现的时间。

对图1所示土壤水分平衡状况可作如下解释: 土壤从7月中旬开始补充水分, 并持续到9月初, 此后PE>P, 蒸散作用开始利用土壤贮存水分R, 直至11月上旬, 从此时至来年4月中旬土壤处于贮水阶段, 贮水量约为41mm。由于除个别土壤类型外, 此补充量均在土壤有效持水容量范围之内,

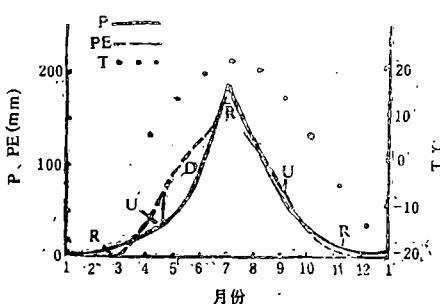


图1 长春地区一贮水量为200mm的土壤水分平衡状况

① 本文作者假设3和11月只有一半降水量进入土体, 另一半从积雪升华中散失掉了。

故长春地区土壤一般不出现剩余水分S。自此以后，PE又一次>P，土壤水分又一次处于利用贮水R阶段($U=R$)，大约可持续到5月20日。从此后至7月中旬，土壤水分处于亏缺期，亏缺水分约60mm。此期，表土或部分土壤水分控制层段处于凋萎含水量状态，植物只能从降水和较深土层中吸取水分。

表1列出了土壤水分平衡的R、U、D和S等参数及D出现的时间。

表1 吉林省部分地区土壤水分平衡的有关常数

地 区	R	U	D	S	土壤水分亏缺时间
	mm				
大安	5	5	234	0	>6个月(4月中旬—11月上旬)
长岭	11.4	11.4	153	0	>3个月，但<6个月(4月中旬—7月上旬)
长春	41	41	60	0	<3个月(5月下旬—7月上旬)
汪清	33.5	33.5	61.5	0	<3个月(6月下旬—8月上旬)
桦甸	119.0	34.6	0	84.4	无
通化	233	7.5	0	225.5	无

根据降水、蒸散诸因素及土壤水分平衡计算中的参数所表现出来的区域特点，编绘了吉林省土壤水分平衡状况分区图(图2)，将全省分为5个区域：

I. 土壤水分亏缺干旱区 位于长岭、农安和德惠西部以西地区。年潜在蒸散量明显高于年降水量，土壤水分亏缺初始于4月中旬，持续时间超过6个月，常年没有水流流出土体之外。区内除部分低洼处草甸土壤外，其它多为碳酸盐黑钙土。春旱早且严重，播种和作物分枝开花期需抗旱。

II. 土壤水分亏缺易旱区 介于I区和榆树、长春、梨树一线之间。年潜在蒸散量大于年降水量。土壤水分亏缺初始于4月下旬，持续时间大于3个月，但小于6个月。春季土壤干旱严重，7至8月有一个多月时间P>PE。

III. 土壤水分中等易旱区 分两个地区
III-1区包括榆树、长春、九台、双阳、梨树；
III-2区指延边、和龙、汪清、珲春地区。它们的特点是，年降水量稍低于或大致相当于年潜在蒸散量。III-1区水分亏缺期一般始于5月下旬，结束于7月上旬(图1)；III-2区水分亏缺则介于6月中旬到8月上旬之间。本区低洼草甸型土壤一般水分充足。在正常年份，作物在生育期内可以得到较为充裕的水分供应。但III-1区黑土也存在着一定程度的春旱。

IV. 土壤水分充沛区 年降水量等于或超过年潜在蒸散量。土壤水分常年充足无亏缺期，沿河冲积性草甸型土壤几乎不存在干旱问题，该区其它土壤也不易发生干旱问题。

V. 土壤水分极充沛区 包括集安、通化、长白和安图一带。年降水量在800mm以上，明显高于年潜在蒸散量。除冬季因冰冻外，其余各月均有下渗水流流出土体。

根据Soil Survey Staff和南京土壤研究所土壤分类课题组对土壤水分状况的划分原则，

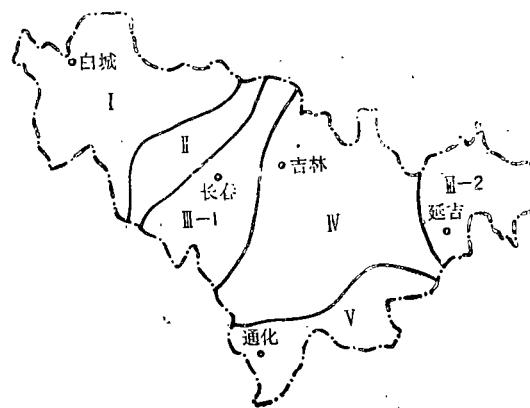


图2 吉林省土壤水分平衡状况分区

- I. 水分亏缺干旱区；II. 水分亏缺易旱区；
- III-1、III-2. 水分中等易旱区；IV. 水分充沛区；V. 水分极充沛区。

吉林省土壤水分状况可分为半干润、湿润和半湿润及常湿润3个土壤水分类型。其中Ⅰ和Ⅱ区为半干润土壤水分区，Ⅲ和Ⅳ为湿润土壤水分区，Ⅴ为常湿润土壤水分区。

土壤温度状况

土壤温度状况是从一定深度的土壤的年均温度表示的，其中包括冬季与夏季的温度差异。由于资料有限，土壤温度通常由大气温度估计。研究表明，在美国湿润温带地区，大气年均温度为8℃左右，四季降水均较丰沛，地势平坦，土壤平均温度一般高于大气年均温度1℃；在寒冷和干燥地区，土壤与大气的温差要高些。例如，在Amur为3—6℃，Arizona的Tucson为3℃^[4]。另外，在湿润的沿海地区，由于受太阳辐射少或蒸发的影响，在降水或灌溉时，土壤温度较大气温度要低一些。

除大气温度外，其他因素，如植被，坡向及坡度、有机质含量、土壤颜色、质地等也都影响着土壤温度。与降水、降雪和风速也有一定的关系。

吉林省气象台网对地表至1m内不同深度(10cm、20cm、40cm和80cm等)的土壤温度做了长期定点观测。我们为计算50cm深处年均土温，本文采用了40cm和80cm深度的年均土温两组数据。为简化起见，我们假设40cm至80cm范围内土温的变化呈直线关系，由此得到以下计算式：

$$\text{年均土温}(50\text{cm}) = \text{年均土温}(40\text{cm}) + [\text{年均土温}(80\text{cm}) - \text{年均土温}(40\text{cm})]/4$$

表2是省内8个不同气象站在过去30年(1950—1980)记录的有关气象资料数据。这些数据表明，吉林省区域内年均气温和年均土温(50cm)极差值分别为4.5℃和4.1℃，年降水量差值为582mm。另外，年均风速各地也不同。无疑，这些都影响着土壤温度及土壤温度与大气温度间的关系。

表2 8个气象台站记录的有关气象数据

地 点	气 温 (℃)	土 温 (℃)			降 水 (mm/年)	降 水 (<0℃) (mm)	风速 (m/s)
		40cm	50cm	80cm			
大 安	4.3	6.3	6.25	6.1	411.6	16.1	3.9
长 岭	4.9	6.8	6.8	6.8	470.9	22.9	3.5
长 春	4.9	6.9	6.85	6.7	592.5	33.2	4.3
桦 甸	3.9	6.9	6.95	7.1	748.1	70.0	2.3
汪 精	3.9	6.0	5.88	5.5	549.6	46.1	2.2
通 化	4.9	7.8	7.85	8.0	887.1	84.6	1.8
集 安	6.5	9.5	9.58	9.8	955.0	100.0	1.3
长 白	2.0	6.5	6.3	5.7	702.8	72.5	2.4

年平均土壤温度(50cm)和气象因素存在着一定的线性关系。下面两个回归方程是这种关系的数量反应。 $\hat{y} = 4.423 + 0.532x \dots \dots \dots (1)$ ($r = 0.696^{**}$, $n = 40$)

$$\hat{y} = 3.591 + 0.667x - 0.003x_1 + 0.042x_2 + 0.112x_3 \dots \dots \dots (2)$$

$$(r = 0.917^{***}, n = 40, F = 46.3 > F_{0.001})$$

式中 y 为50cm深处的年均土温的估计值， x 为年平均大气温度， x_1 为年降水量， x_2 为 $< 0^\circ\text{C}$ 期间的降水量， x_3 为年均风速。

方程(2)中4个因素对平均土温的影响程度各异。其中以大气温度的影响最大，气温越高，土温越高，年降水与土壤温度呈反相关，随降水量的增加土壤温度将降低；与此相反，当气温在 0°C 以下时，土壤温度却与降水量呈正相关，这反映了雪层可以阻止土壤热量的散失和冷空气对土壤的影响。因此，年均土温明显地受年降水分布状态的影响，另外，风速也影响土壤温度。

本研究所用点站的数据均表明年均土温与年均气温之差值均高于Soil Taxonomy⁽³⁾所用1℃的估计值。西部平原地区50cm深年均土温与大气温度之差约在1.5—2℃左右，最低为1.4℃(农安)，而东部山区和半山区的差值在3℃左右，最高值为4.2℃(长白)。

研究还表明，大气最高与最低温度的变幅明显高于土壤温度(50cm)的变幅。西部平原区80cm深处土温一般均低于50cm深处的土温，而东部地区一般则高于50cm深处的土温，这反映了不同地区土壤冻层的深与浅。吉林省除集安(50cm深土壤年均温度为9.6℃)属中温性土壤温度状况外，其余均属于冷冻土壤温度状况。

参 考 文 献

- [1] USDA, Palmer-Havens diagram for computing potential evapotranspiration by the Thornthwaite method M—3047A. Soil Conserv. Portland, Oreg., 1960.
- [2] Buol, S. W. et al., Soil Genesis and Classification, 2nd edition Iowa State University Press Ames 1980.
- [3] Soil Survey Staff, Soil Taxonomy, U. S. Govt. Printing Office, Washington, D. C. 1975.

《中国土壤》(第二版)重印征订启事

《中国土壤》(第二版)是在第一版(1987年)的基础上进行了补充、修改和归并。全书分三篇，共46章。第一篇土壤类型和分布；第二篇土壤基本性质和肥力特征；第三篇土壤利用改良，共一百余万字，并附千万分之一彩色土壤图。

本书反映了我国当前土壤科学的研究成就，是我国土壤工作者所编写的综合性土壤学专著。它运用土壤发生学和生态学的观点阐明我国土壤的形成，基本性质及其肥力特征。并对高产土壤的培育和低产土壤的改良利用以及因地制宜发展农、林、牧的实践经验进行了总结，对水稻土、热带亚热带土壤，干旱区土壤和青藏高原土壤作了详细的论述。

本书可供土壤学及环境科学、农学、生态学、地学和生物学等专业人员参考。

本书第二版于1988年年底问世后，很快销售一空，为满足广大读者要求，现拟重印。为使重印发行工作有计划地进行，敬请订户将所需册数于1989年9月30日前函告南京市北京东路71号中国土壤学会办公室(邮政编码21008)

本书现价21.40元/册，重印时售价可能稍有浮动。

中国土壤学会办公室启