

李佩成谈“内在水”补给：百日大旱为何旱地小麦仍获丰收



李佩成

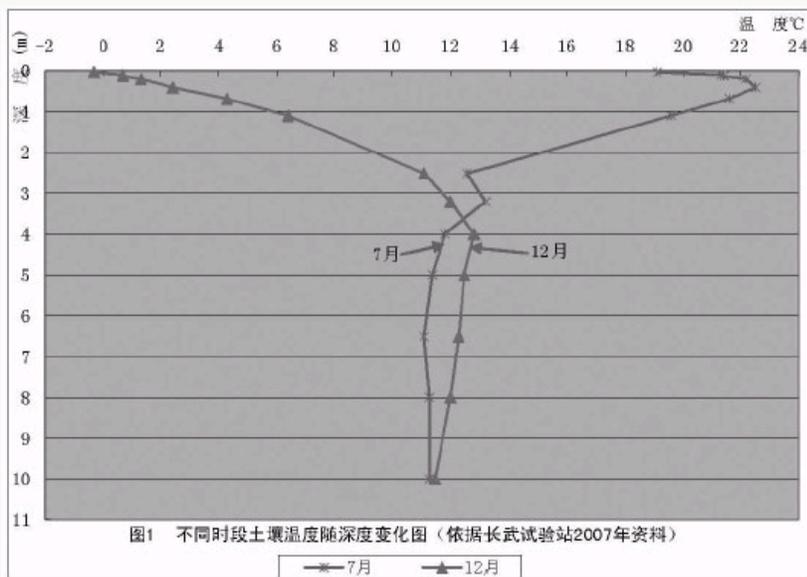


图 1

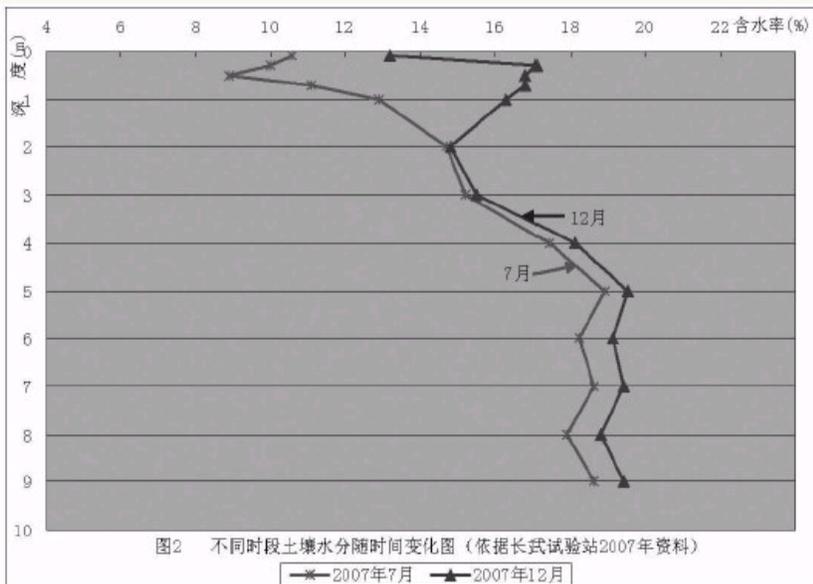


图 2

国家防总近日发出通知，2009年冬我国北方一些地区旱情依然严峻，西安地区已有近两个月未见雨雪，旱情显而易见，令人不免为旱田的小麦担忧。

- 1 气候变化应对重大国际合作项目在沪启动
- 2 华中农业大学大二女生五楼晒被子失足坠亡
- 3 世界首只近交系克隆猪在云南出生
- 4 我国研制出J亚群鸡白血病病毒特异性单克隆抗体
- 5 中国农业科学院2009年优秀博士学位论文获得者名单公布
- 6 第三届中华农业英才奖颁奖
- 7 中国农业大学三学生作弊被开除
- 8 我国近十年来农业用水报告完成 吨粮耗水1191立方

图片新闻



>>更多

一周新闻排行

一周新闻评论排行

- 1 三名华裔教授当选美国国家工程院院士
- 2 高校青年教师生存压力调查 工资微薄继续啃老
- 3 日公布全球竞争力排名 香港第一大陆台湾退步
- 4 陶哲轩：被数学照亮的精灵
- 5 《科学》聚焦中国生物医学新成果
- 6 第112号化学元素获正式名称
- 7 科学家发现“第三种酶”
- 8 鲁白：我决定回国的心路历程
- 9 《科学》：美科学家宣称首次探测到暗物质粒子
- 10 全国妇联总结女大学生就业难五大原因

更多>>

编辑部推荐博文

- 怎样制作笛子
- 作科研要学会承受失败
- 校园枪声又起：这次太近
- 确实可以从太空看到长城吗？
- 赘拾众家之言（一）
- 宇航员证实，确实可以从太空看到长城

更多>>

论坛推荐

- 迎新春，“每日红包”加送金币
- 如何改变“只收藏不阅读”的习惯（一）
- 国家自然科学基金项目情况交流会
- 科幻小说-flatland (《平面国》)
- 研究生能力培养手册 (转载)

事实上，这种旱魔肆虐的现象，几乎每年冬春季节都会在我国北方大部地区程度不同地发生，但令人称奇的是，一些地区的旱地麦田却能抗住旱灾获得丰收。

比如，2008年冬和2009年春我国北方遭遇百日大旱，但2009年我国北方的旱地小麦绝大部分仍获丰收，令人难解其中原因。

就此问题，笔者采访了中国工程院院士、农业水土工程专家、长安大学教授李佩成，他语出惊人：百日大旱旱塬小麦仍能丰产，关键是土壤水在“内在水”的补给下所发挥的抗旱作用——引出了“内在水”补给土壤水的新说。

植物之于土壤水，就像鱼儿之于河湖海水

《科学时报》：2008年冬到2009年春我国北方遭遇百日大旱，为什么小麦特别是旱地小麦仍能获得丰收？

李佩成：这就应验了麦收“八、十、三（月）场雨”的农谚；也就是说，在农历的八月下一场播种雨、十月下一场安苗雨、来年三月再下一场拔节抽穗雨，即使十一、十二、一、二月不下雨或少下雨，小麦依靠发达的根系从土壤中吸取水分，也能继续生长，获得一定收成；如果管护得好，后期再下点雨，熟个好颗粒，小麦仍能丰收！

《科学时报》：人们对降雨、对灌溉的丰收作用比较了解，能否介绍一下土壤水分的抗旱作用。

李佩成：土壤水乃是蕴涵于土壤孔隙之中，并不充满所有土壤孔隙、与空气同时存在的水，所以也叫“非饱和带水”或“包气带水”，通俗地讲，就是农民所说的“墒”。供养作物的土壤水分处在地层的上层，它的运动机理比地表水和重力地下水更为复杂，人们对它的研究还有不少薄弱环节，但它的抗旱作用是巨大的，因为植物——包括作物和林、果、瓜、菜等，主要靠土壤水分供应水而进行光合作用，植物之于土壤水，就像鱼儿之于河湖海水之关系；尤其是在无雨和无灌溉的长时间内，土壤水是供应作物生长的主要或唯一水源，所以人称“土壤水库”。作物的根系愈发达，则能够利用的土壤水分愈多，土壤水不仅是作物和所有陆生植物生长用水的主要来源，而且也常常是抗旱水的主要供应者。

《科学时报》：如此重要的土壤水是从哪里来的？

李佩成：土壤水属于广义地下水。关于土壤水和地下水的来源，学术界有着不同的学说甚至争论。最为公认的是入渗说和凝结说。

所谓入渗说，就是认为土壤水的生成主要是靠大气降水（雨、雪）与河湖等地面水的入渗，当然也包括灌溉水的入渗；凝结说，主要是指含有水分的空气遇冷凝结产生的水分形成土壤水。实际上，入渗说和凝结说也是地下水形成的理论。由入渗和凝结的水进入土壤层，如果含水率达到饱和或超过最大持水率，水分便以重力水的形式到达含水层，从而形成地下水。

地下水的起源，除了上述的入渗说、凝结说之外，还有沉积说、初生说和内生说等。

所谓沉积说，就是认为地下水与含水岩层同时形成于沉积盆地中，两者年龄一致，并把这种水命名为沉积水或同生水；初生说是1902年由奥地利地质学家E. 修斯提出的，他认为初生水来自岩浆的分异作用；内生说是由前苏联水文地质学家Г. H. 卡明斯基提出的，他认为凡是早于渗入循环（水文循环）与沉积循环（地质循环）生成的地下水均可命名为内生水，它主要是由岩浆及变质起源的水、气形成的。

《科学时报》：您认为应当如何全面理解和认识关于土壤水的形成和来源？

李佩成：土壤水既然属于广义地下水，上述关于地下水形成的学说也应适用于土壤水，尤其是大气降水和各种形态的地面水的入渗，以及水蒸气的凝结渗透形成的土壤水，而且，这也是大家所比较公认

的，由此产生的土壤水也是供应植物（包括作物）需水的重要来源。

问题在于土壤水有无其他来源，特别像在百日大旱期间，长期无雨、蒸发强烈，但在一些地区土壤水分仍能保持在枯萎系数以上，深层的土壤水分甚至还能保持很高的数值，从而维持作物的生长，发挥着抗旱作用，为什么？这值得深思。

基于对地球水的生成主要在于地球本身包括地球内部、而且生成过程至今并未终结的理论认识，以及分析大量现象的启示，我认为土壤水（当然包括地下水）存在着“‘内在水’出渗补给”，或者也可称其为土壤水形成的“‘内在水’补给说”。

“假设”还需要走向定量的深化研究

《科学时报》：如何理解“内在水”和“‘内在水’出渗补给”？这种补给有什么特点？

李佩成：我所说的“内在水”是指产生并存在于地球内部的一切水体，包括渗入的、凝结的、原生的和内生的等等。这些水体以不同形态、不同数量和质量存在于地壳之中，并在重力、热力或分子力的作用下运动，部分进入土壤层，补给或形成土壤水，这种现象可称其为“‘内在水’出渗补给”或“‘内在水’补给”。这种补给可能来源于地下水，也可能是地下的水汽在热动力（温差）的驱动下向土壤层运动。如果是后者，则这种土壤水会受到季节变化所引起的土层温度变化的影响。例如，在严寒的冬季，当地面和表土层温度很低，而深层温度较高时，热气流便由深层向温度较低的浅层运动，从而也把水分带向作物根系能够吸收到的浅层，使浅层土壤含水率增大，发挥抗旱作用。

围绕“内在水”补给说，我觉得强调以下3点是重要的。

第一，在一定的地质、地貌、土质、气象、水文、水文地质和地球物理、地球化学条件下，土壤水的生成、补给来源和补给形式存在着多元性。这种观点可能为人们全面认识水、正确评价水充实理论基础。

第二，“内在水”补给土壤水的驱动力，包括热动力，也就是温差。因此，其运动方向和运动速度都与温差的方向有关，甚至存在季节变化，即在寒冷的冬季，在一定的深度范围内存在着由深层向浅层的补给。

第三，由于土壤水不断接受“内在水”的补给，因此，土壤水并非只表现为静态的含水量，而是处在运动或者说流动之中，其运动方向有下有上、有左有右。

这些论点，不仅具有理论意义，而且具有重要的实际价值，例如对土壤水的评价、抗旱、灌溉以及育种的启示作用等。

需要说明的是，这些认识尽管是重要的，但到目前为止，还只能称其为“假设”或“学说”，还需要走向定量的深化研究。

《科学时报》：除大量的现象分析推理之外，有无观测资料证明“内在水”理论的可信性？

李佩成：实话实说，早在“七五”期间，我在主持西北农业大学承担的黄土台塬治理开发攻关研究时，便着手在乾县枣子沟试验示范区组织上述“内在水”补给的野外试验，积累了部分资料。工作调动后，仍以兼职教授和朋友的身份与有关专家或合作者保持业务联系，近期又有幸获得了陕西省泾惠渠试验站和中国农业科学院农田灌溉研究所的部分有关观察资料，特别是中科院长武国家野外观测站提供的部分土壤水分及地温观测资料，十分有帮助。我曾运用这些难得的资料进行分析，并编绘了“深度—温度—时间”关系曲线（图1）、“深度—土壤含水率—时间”关系曲线（图2）。这些曲线图揭示的现象与“内在水”出渗说十分符合。今以图1、图2中选用冬、夏各两条曲线作代表（并参考其他各月曲线）进行分析，结果表明：

1. 在较大深度上，例如如在9m处，土层温度居于中间值，且较稳定；土壤含水率也比较稳定，但处

在较高值。

2. 在5m以浅部位，土层温度的高低和趋势均发生较大变化，在温热季节，表层地温迅速升高，而在寒冷季节表层地温明显降低，这显然与地面的大气温度高低变化有关。

3. 土壤水分含量约在5m以浅至2m以深处（对长武站是5m以浅至2m以深，但对其他地区的不同岩土，其范围可能不同），从下向上明显降低，而且降低的斜率（趋势）接近。这可能与蒸发作用及蒸腾作用有关。

但约在2m以浅处，土壤含水率在不同季节有明显的有规律变化：暖热的六、七、八、九、十诸月含水率降低的变幅较缓，且从总趋势看，在2m以浅部位暖热的五、六、七、八、九、十诸月含水率愈近地表愈小（雨期除外），而较冷的一、二、三、四、十一、十二诸月份愈近地表含水率愈大。

含水率的这种变化与对应的温度变化正好相反，这符合温度由高向低变动时，土壤水分（水蒸气）也随同运动，从而出现了气温在暖期表层高于深层，水分也由上向下运动；而到了寒冷季节，深层地温高于浅层，地热流（温度）也由深层向浅层运动，同时带动水分也由深部向浅部运动，在上低下高的温差下，“水分被提升到浅层”。这可能是小麦等根深作物能够抗御冬春季节百日大旱的主要原因。

4. 对观察资料的分析产生一个问题：深部的高含水率是如何发生的？水分从何而来？土壤含水率下大上小的形状，似应表明水分来自于深部由下向上的补给。这种现象符合“‘内在水’出渗补给说”。

为应对水资源短缺充实理论依据

《科学时报》：有幸首次听到您提出的“‘内在水’补给说”，最后请您就此问题对读者作个小结。

李佩成：首先，根据推理和对黄土塬区已有资料的分析可以发现：地层温度和土壤含水量在较深的层面上，例如长武站在9m深处，随时间全年变动于一个不大的范围内，这些事实表明：维持这个高于凋萎系数的相对稳定含水量，其水分来源似乎并非完全来自地面入渗，而是部分来自深部的内在水补给。

其次，根据上述分析可以作出这样的假设：在一定地域和一定的地质构造和土壤条件下，在自然界存在着内在水出渗补给土壤水，并在寒冷季节向浅层（表层）运动的现象，这种运动的驱动力应当来自温差产生的热动力和水蒸气受到的压力差。这种水分由地层下部向上部运动的补给现象，可称其为“‘内在水’出渗补给假设”或“‘内在水’补给说”。

再次，如果“内在水”出渗补给说成立，这将表明在较深层位上的土壤水也可能成为人类可以开发利用的重要抗旱水源，特别是在地表温度大大低于深层温度的情况下，深层的土壤水将向表层运移，从而补充并增大了表层土壤的含水量，进而发挥抗旱作用。这一理论可以解释麦收“八、十、三（月）场雨”这一谚语，也可以说明为什么在2008年冬和2009年春百日大旱的情况下，旱地试验田小麦仍能丰收。这一假设还能解释众多涉水现象。同时也告诉人们要重视土壤改良，使土壤不但能够有效地蓄水保水，而且具有良好地接受“内在水”补给的性能。

并且，“内在水”出渗说将能比较完满地解释为什么根深叶茂、为什么根深的树木久旱不死，这也将为应对水资源短缺，开展抗旱育种、旱地农业、农业节水乃至作物布局调整等充实理论依据。

最后，“内在水”出渗补给土壤水，并非到处发生，它应当和重力地下水、石油、天然气一样，出现在一定的地质构造、水文地质、地貌和土壤条件下。因此，“内在水”出渗说尚需开展大量工作予以深化研究，特别是在机理揭示和量化方面。这些机理包括赋存机理、运移机理、分布规律以及土壤水与重力地下水的关系等；量化方面的研究应包括观测及勘测技术、补给量、存储量以及可利用量的评价等。

打印 发E-mail给: 

以下评论只代表网友个人观点，不代表科学网观点。

[查看所有评论](#)

读后感言:

验证码: