

降水量与作物生育的关系

水分是植物生长的必要条件之一。植物最初是由生活在海洋中的原始单细胞生物进化而来，构成其组织器官的细胞是由大量的水和少量的蛋白质、碳水化合物、脂类等有机物质所组成。特别是在叶片等器官组织中，水分占了其重量的大约 80~90%。如果植物体内的水分稍有减少，新陈代谢活动就难以正常进行，植物就会出现萎蔫，若水分丧失量过大的话，则逐渐枯死。作物种类不同，可以忍耐体内水分减少的能力有较大的差异。根据实验数据，水稻只要失去体内水分 10%以上，秸秆和叶片就会萎蔫，而大葱在体内水分丧失 30%时仍可以保持坚挺的状态。

水分对植物的生育具有以下作用（图 1）。

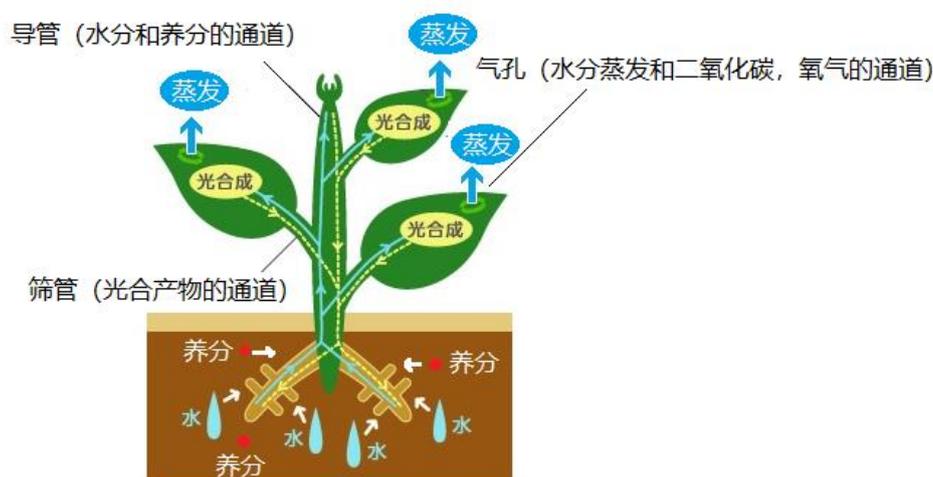


图 1. 水分在植物生育上所起的作用（引自 Suntory HP 并加以修正）

1. 作为光合作用的原料合成碳水化合物

光合作用是植物利用太阳光能，以二氧化碳和水为原料来合成碳水化合物的反应。光合作用合成的碳水化合物在植物体内继续发生各种反应，最终生成氨基酸、蛋白质、脂质等各种有机物质，使得植物能够成长壮大，开花结实。

2. 作为植物体内养分和光合产物的载体

根部吸收的养分和叶片中光合反应的合成产物，都需要以水溶液的状态输送到植物的各处器官组织。即叶片的光合作用合成的产物溶解在水中，通过植物的筛管输送到体内各处，而根部吸收的养分则随水一起通过植物的导管输送到植物的地上部分。

3. 调节植物的体温

植物可以通过叶片蒸发水分来调节自身的体温。尤其是夏季，在强烈的阳光照射下，植物

会通过叶片上的气孔蒸发出大量的水份，而水分蒸发时产生的汽化热能降低叶片表面的温度，使叶片不受高温的灼伤。另外，叶片的水分蒸发作用在植物内部形成了水势梯度，可使根部吸收的水分不断地输送到地上茎叶部，这也是水分能够输送根部吸收的养分和叶片合成的光合产物到各个器官组织的原动力。

对于植物来说，水分是影响其生长的非常重要的因素，植物在生长期需要吸收大量的水分。以水稻为例，根据日本北海道道南农业试验场的数据，每株水稻在整个生育期间内需要吸收约 20 公斤水，即 1000m²（1.5 亩）水田每栽培一季水稻需要消耗约 400 吨水。加上水田的排水和漏水，每 1000m²（1.5 亩）水稻的每季种植需水量可高达 2,000~3,000 吨。虽然旱地作物例如小麦，玉米，大豆等的吸水量略有减少，但每 1000m²（1.5 亩）旱地每季的需水量仍达 500~1000 吨或更多。图 2 显示了主要农作物每生产 1 吨收获物所需的水量。

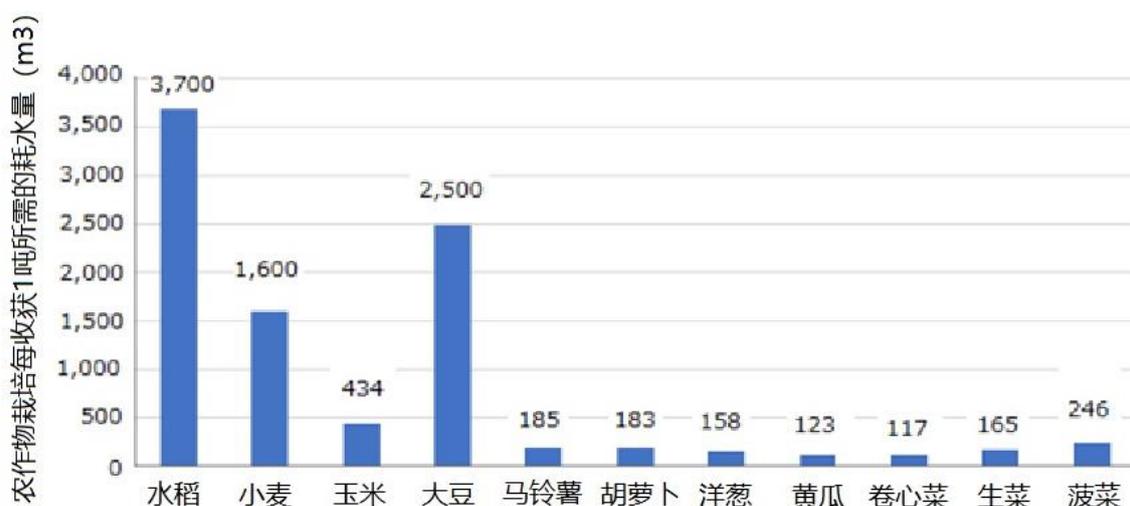


图 2. 日本主要农作物每生产 1 吨收获物所需的水量 (m³)

(数据来源：日本政府环境部)

作物生长期所吸收和消耗的水分全都来自大气降水。耕地土壤的水分主要依靠降雨和灌溉。灌溉用水的源头是河流或水库等，但这些水仍是来源于降雨和降雪。地下水也是雨水或雪水渗透到地下并储存在那里的水分。因此，一个地区的降水量很大程度上决定了该地区可以种植的农作物种类。

另外，某个地区能否栽培农作物以及能够栽培的农作物种类则取决于该地区的降水量和干旱极限的比较。所谓干旱极限是指该地区的植物能够生存的最低限度的降水量。如果某地的降水量远远超过了干旱极限，则表现出该地区的气候湿润，植物不会因水分不足而限制了其生长，如果降水量与干旱极限相近，则表示该地区只能勉强保证植物生长。而降水量大大低于干旱极限，说明该地区非常干燥，完全不适合植物生长。

干旱极限与气温和植物种类有关，具体计算某地区的干旱极限值相当困难，通常直接用年降水量来进行估算。如果年降水量低于 250 毫米，则属于沙漠性气候，严重缺水，植物生长非常困难，完全不适合农业。年降水量在 250~500 毫米，则属于半干旱气候，有部分地区可以

成为草原用于放牧牲畜，但不适于种植农作物。年降水量 500~750 毫米属于半湿润气候，没有灌溉设施的话只适合种植一些耐旱作物，但若有灌溉设施则可以种植多种大田作物。年降水量超过 750 毫米以上时才开始进入湿润气候。年降水量在 750~1000 毫米的亚湿润气候适合于种植小麦，玉米等大田作物和各种蔬菜。年降水量在 1000 毫米以上的湿润气候就可以不受限制种植各种作物。年降水量超过 1250 毫米的多雨气候则最适合种植水稻等需水量大的作物。年降水量与农作物种植的关系如图 3 所示。



图 3. 年降水量与可栽培的作物种类的关系

在古代及近代的农业社会中，人类所用的水基本是用于种植农作物。即使到了现代社会，各产业中用水量最大的还是农业用水，其数量超过了工业用水和生活用水的总和。根据日本国土交通部刊行的《水资源利用状况》报告，2018 年日本总用水量约为 791 亿立方米，其中农业用水约占 535 亿立方米，占总用水量的 67.6%。通常，世界总用水量的约 70% 是农业用水，在发展中国家这一比例可高达 90%。

农作物生长所需的水基本上来自降雨。因此，某一个地区若数月或数年持续出现降雨量少时就会呈现出干旱现象，严重影响农业生产。近年来，世界各地，包括美国、俄罗斯、澳大利亚等粮食主产国因干旱导致粮食生产遭受损失的情况时有发生。与洪水、台风、龙卷风等其他气象灾害相比，干旱影响范围大、时间长、损失会更大。

导入灌溉设施是解决耕地缺水问题的有效措施。例如，美国加利福尼亚州大部分地区的年降水量少于 750mm，特别是加利福尼亚州南部降水量不超过 300mm，完全属于沙漠气候，农作物难以生长，但该州北部的山区每年平均降水量超过 2000 毫米。通过建设一系列大型的水库，将降下的雨水和雪水储存在水库里，并通过长达 700 多公里的运河将水库的水引导到各地去灌溉耕地。因为有较完善的灌溉设施，再加上其温暖的气候，加州的农产品销售金额位居美国各州的第一位。

目前，世界约有 30% 的粮食产区因为导入了灌溉设施，所生产的粮食约占世界粮食总产量的 50%。以色列 50% 以上的国土是沙漠，即使在降水量较大的地区，每年降水量也只有 600~800 毫米，使得以色列的水资源极其不足。尽管如此，以色列的粮食自给率仍然非常高，约为 95%。其原因是由于滴灌技术得到广泛的普及，可将农作物种植的用水量减少 50%。

此外，在降水量不足的半湿润气候地区，选择种植需水量较少的耐旱作物也是一种有效的办法。例如，与水稻和玉米相比，小麦和大麦生长所需要的水量较少，因此它们大多种植在俄

罗斯和美国中西部的半湿润气候地区。棉花生长所需的水很少，因此棉花主要产于印度西部、美国南部、中国新疆和巴基斯坦等半干旱和半湿润气候地区。花生比大豆更耐旱，因此在不适合种植大豆的缺水地区也有可能种植花生。另外，即使是同一作物，其生长所需的水量也可能因品种而异。

幸运的是，日本除北海道外，均位于温带湿润地区，气候温暖湿润。年平均降水量高达 1,718 毫米，为世界平均降雨量（880 毫米）的 3 倍。由于降水量大，水源充沛，除了稻田需要灌溉设施外，种植旱地作物不需要任何灌溉设备，仅靠降雨即可满足作物生长所需的水分。反而会因梅雨季节等阴雨时间长、阳光不足，给作物生长带来负面影响，如排水不畅、湿度大，导致生长衰弱、易发生病害等。在夏秋季的台风季节，暴雨还容易给农业生产带来损失，如农作物被淹、水土流失等。

大量降雨容易造成水土流失，会使耕地上的农作物被淹没或冲走。应对降雨过多的最好办法就是整备排水渠道、修筑梯田等。在美国等国的大规模农业中，农场基本是沿着等高线开成条状耕地，采用等高线耕作来防止土壤被雨水冲走。还可以采用免耕种植方式来保留水分。免耕栽培是指在收获后不对耕地进行翻耕。让残茬和秸秆留在地里再种植下一茬作物，耕地里的残茬和秸秆具有吸收雨水，减少蒸发，阻滞水土流失的作用。

在种植农作物时，需要事先根据种植地的气象条件，特别是气温变化和降水量来选择合适的种类和品种，并根据季节来安排播种、育苗、定植。