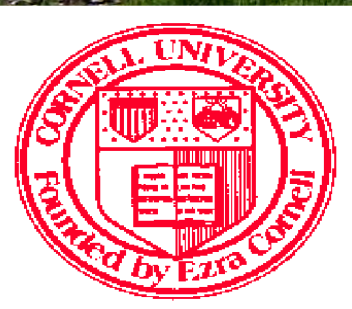


高密度栽培果园的灌溉



Terence Robinson and Alan Lakso
Dept. of Horticulture
Cornell University
Geneva, NY 14456

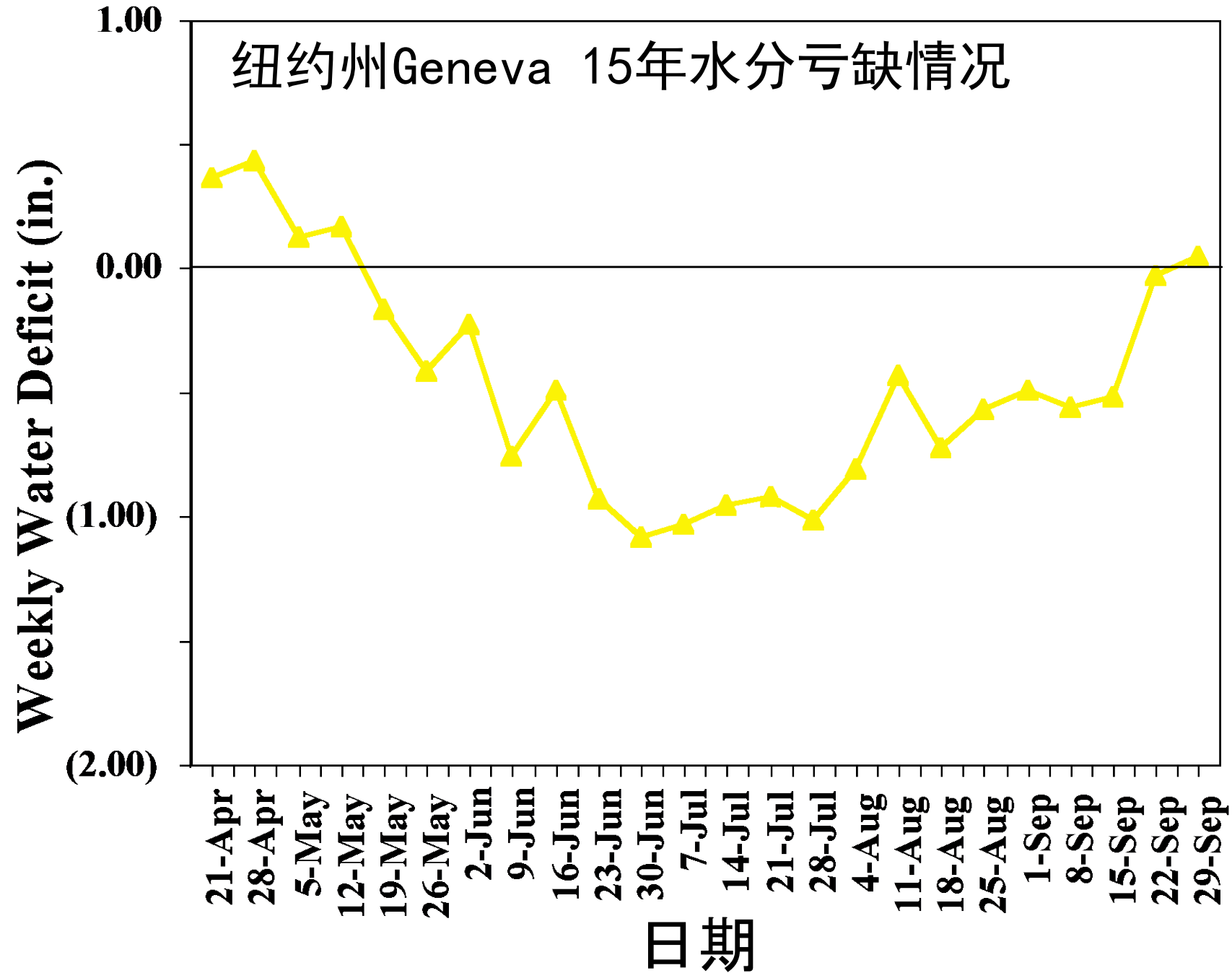
苹果对灌溉的需求

- 在典型的生长季节（5月至9月），降雨量低于蒸发量125– 150 mm.
- 五年中至少有三年的，在6、7和8月会出现水资源的严重短缺。
- 在最严重的情况下，每周缺水会达到35–50mm。



15 Yr. Average Water Deficits at Geneva, NY

纽约州Geneva 15年水分亏缺情况

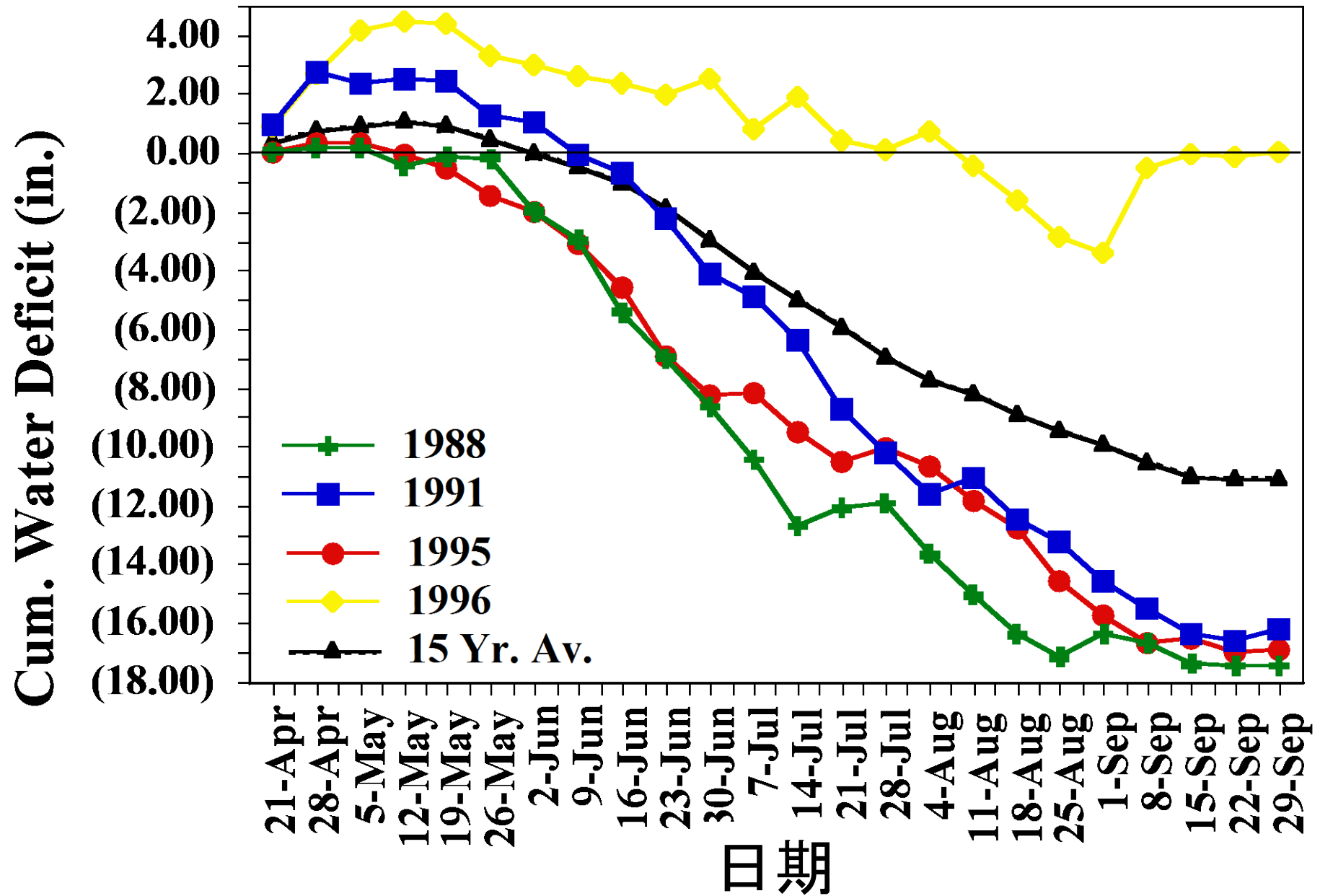


每周水分亏缺 (英寸)

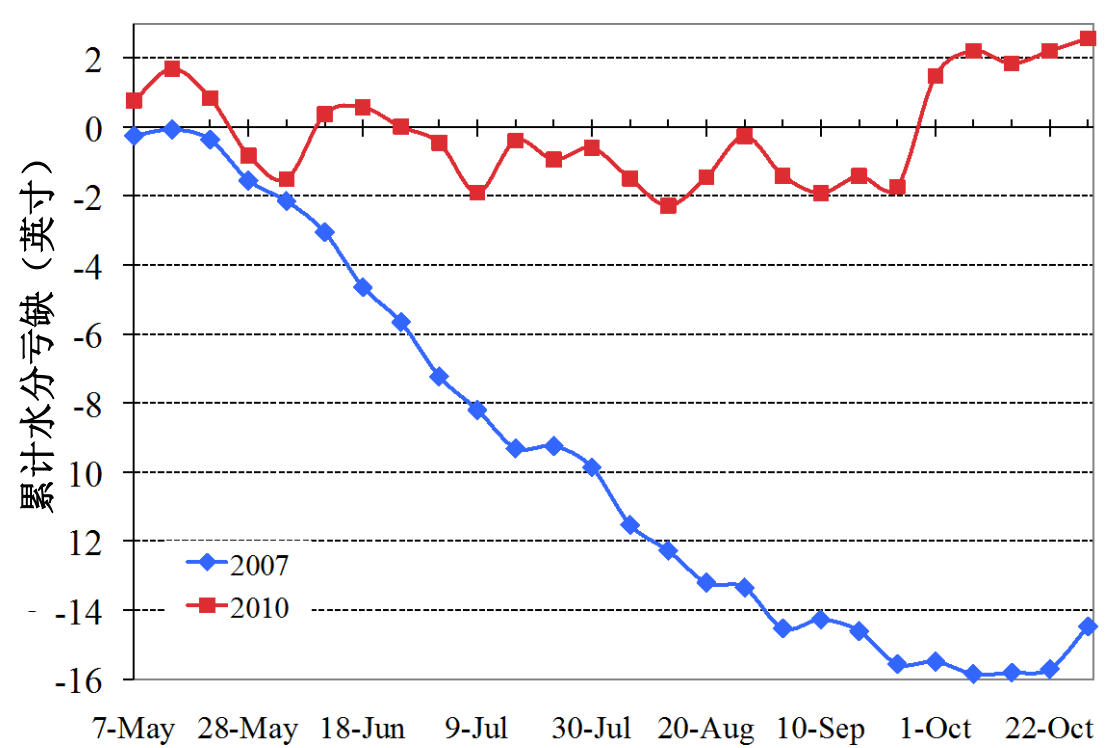
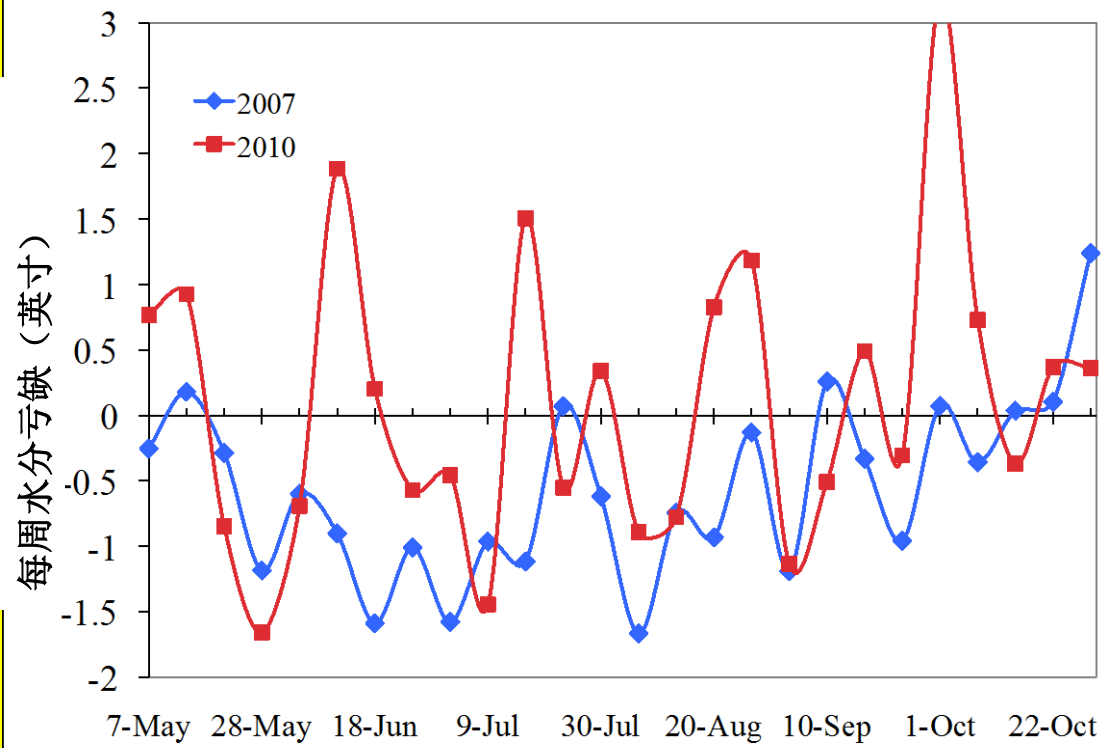
潮湿气候下每年水分亏缺情况不同

Geneva 4年累计的水分亏缺

累计水分亏缺



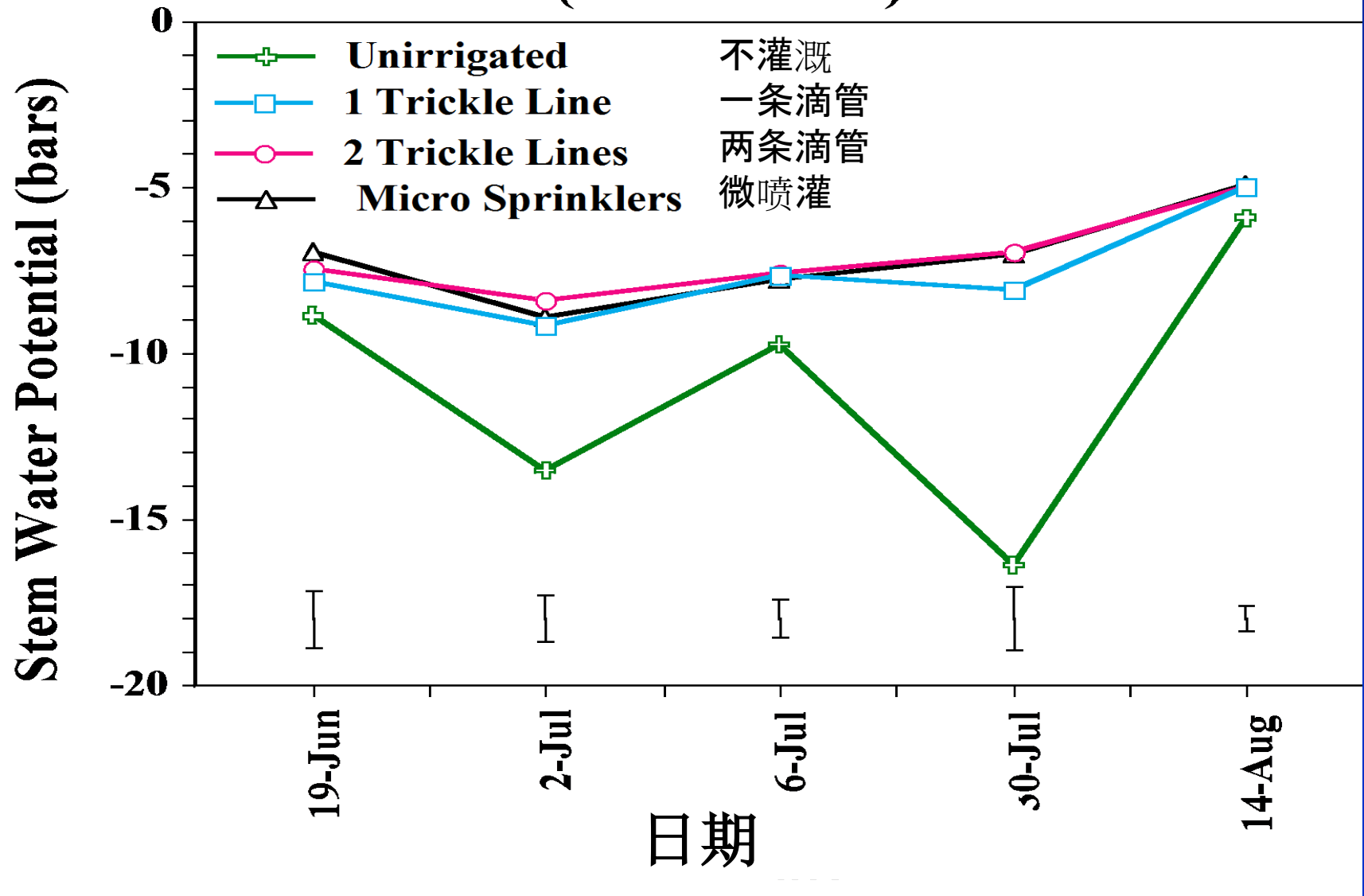
干旱年份（2007）和湿润年份（2010）水分亏缺比较



灌溉对茎水势的影响

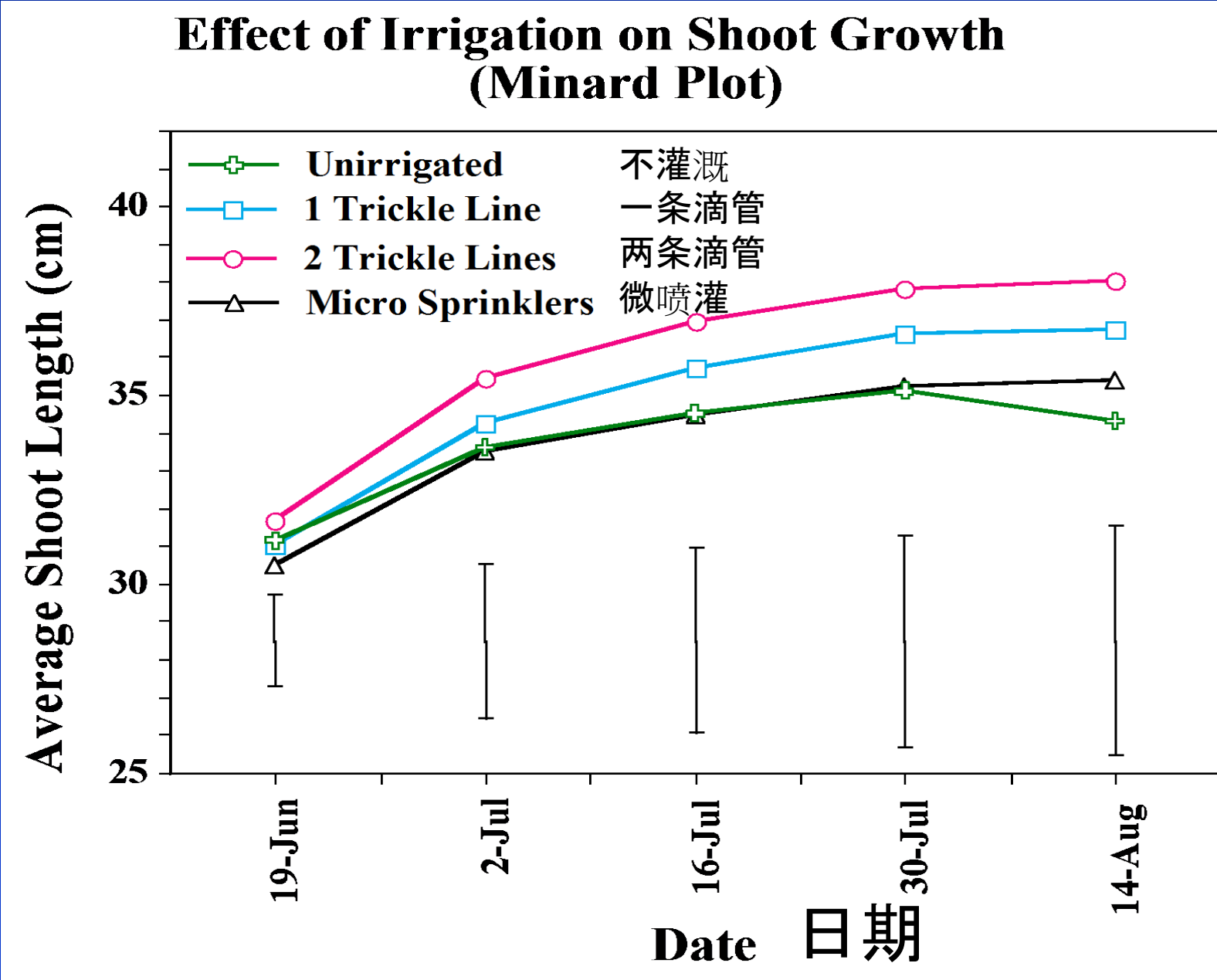
茎水势

Effect of Irrigation on Stem Water Potential (Minard Plot)



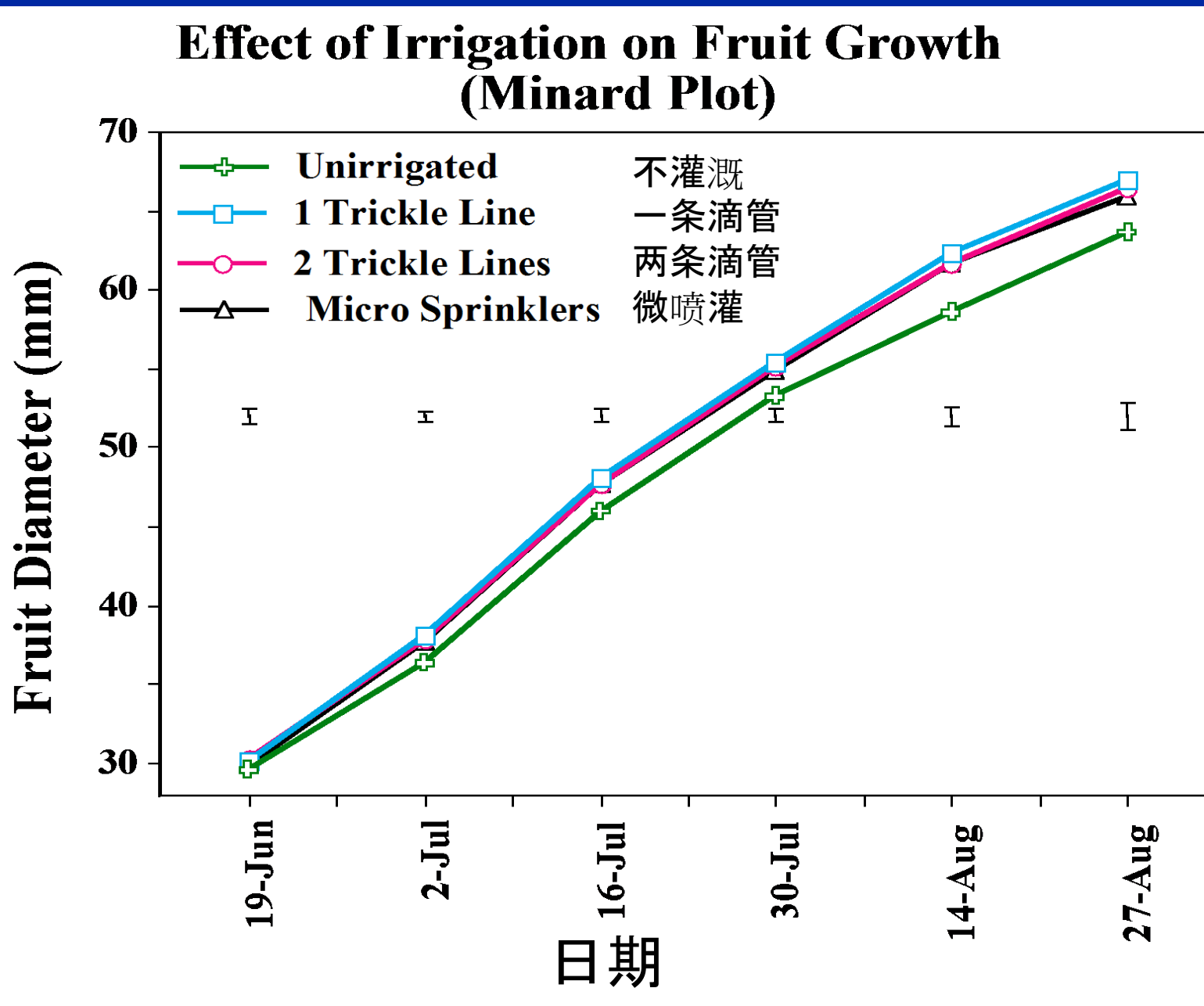
灌溉对枝条生长的影响

枝条平均长度



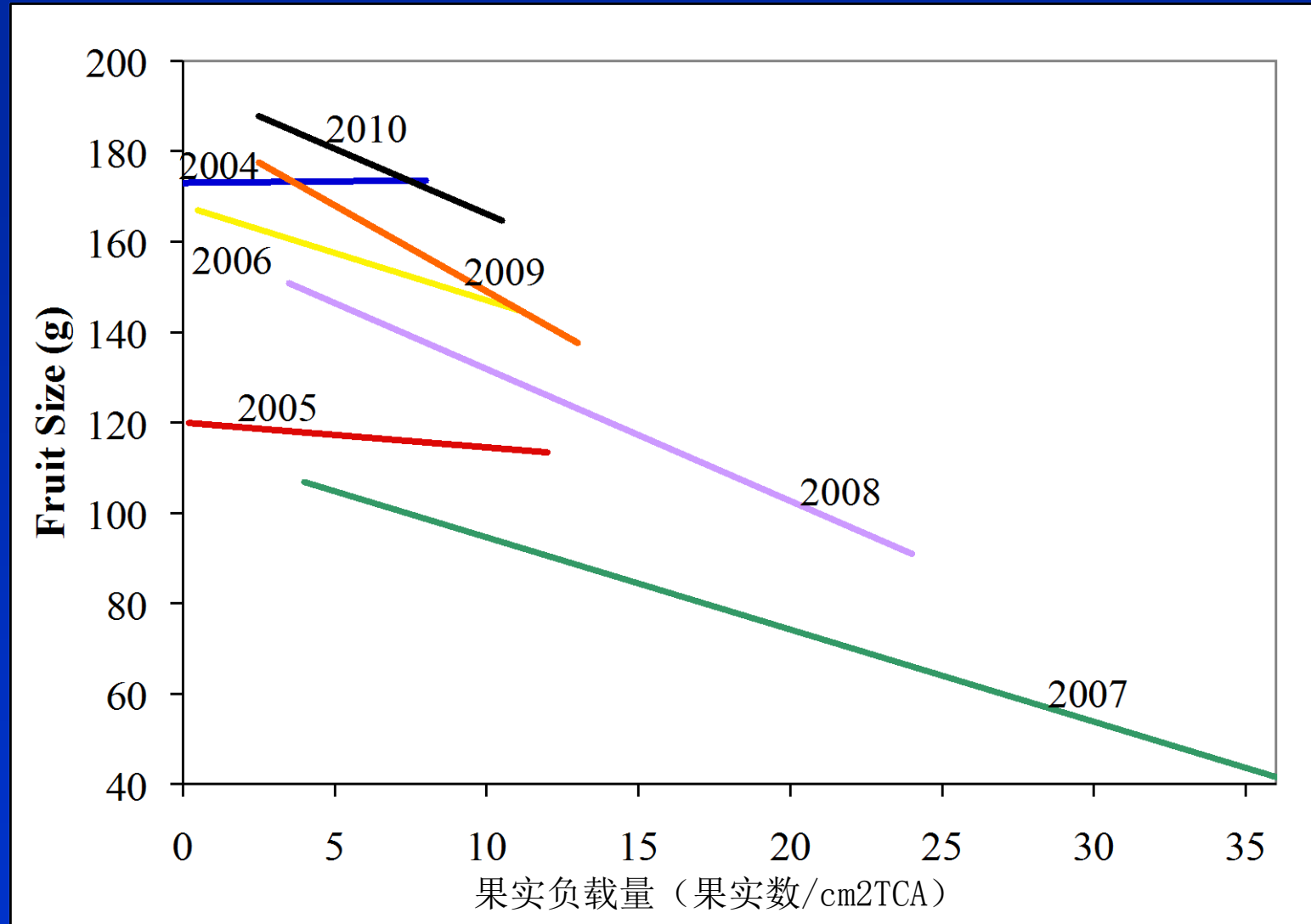
灌溉对果实生长的影响

果实直径



严重干旱的2007年果实大小

果实大小



2007年嘎拉苹果果实（2英寸）较2010年（3英寸）轻70克。

水分胁迫对幼树的影响

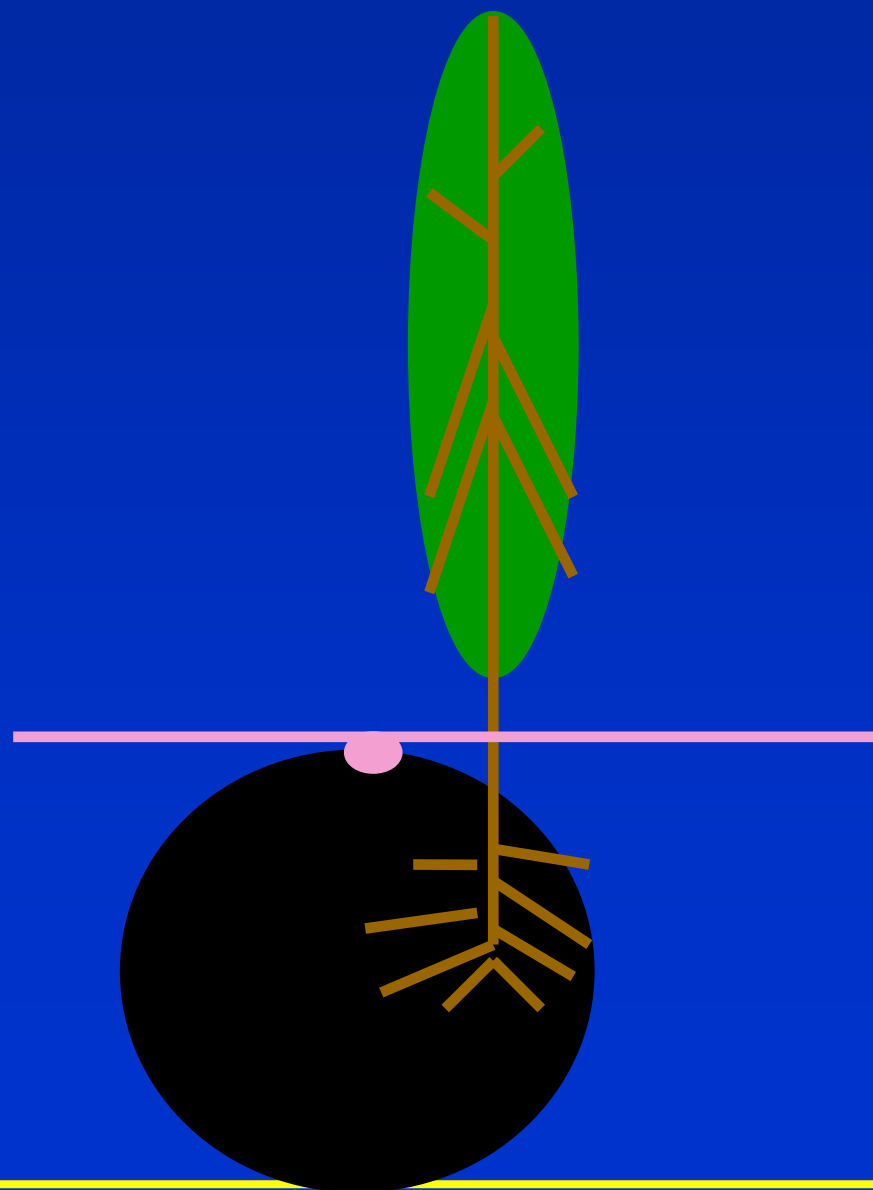
在苗木中挖掘过程中根系受损
移栽胁迫
多分枝树体叶面积快速增大

多分枝的树体经常由于根系不发达和过多的叶面积导致在五月下旬和六月遭遇水分胁迫

对于新栽果树必须及时经常补充水分以避免水分胁迫。

滴灌系统必须在种植的两周内进行安装好。

由于新种植(tree)的树体根系受到破坏，养分吸收有限。



现代高密度果园中根系较小的小树有很高的早期产量



高纺锤形



超级纺锤形



精确V型篱架



双干形



主干弯曲侧枝下垂形



结果墙

不同树形的水分和养分胁迫

无胁迫

胁迫增加



干旱影响根系结构特征



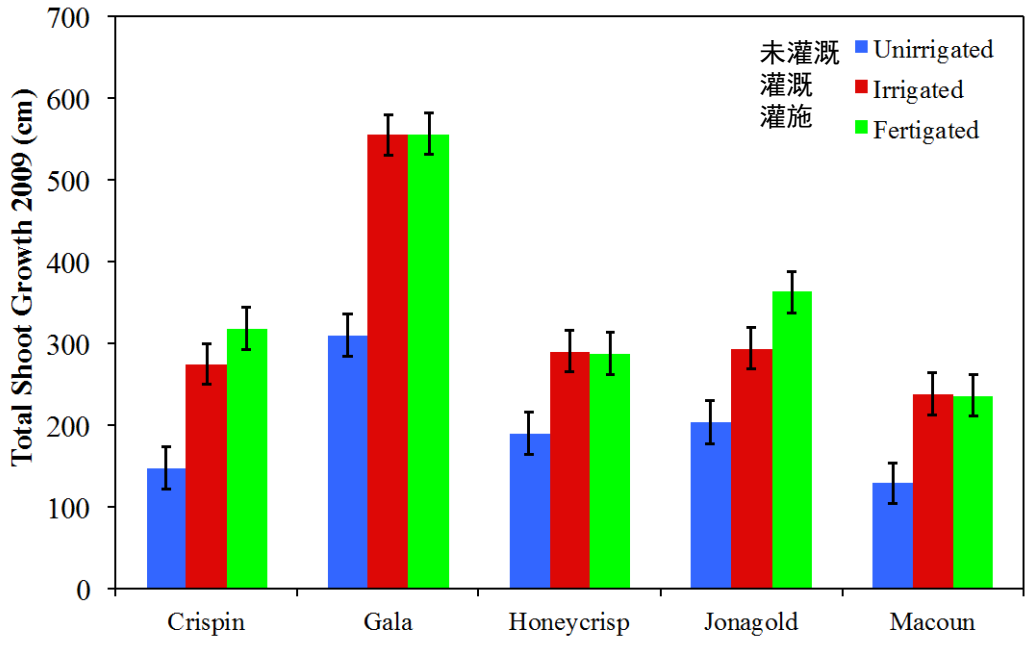


辅助以灌溉，果园幼树的
早果结果潜力较大

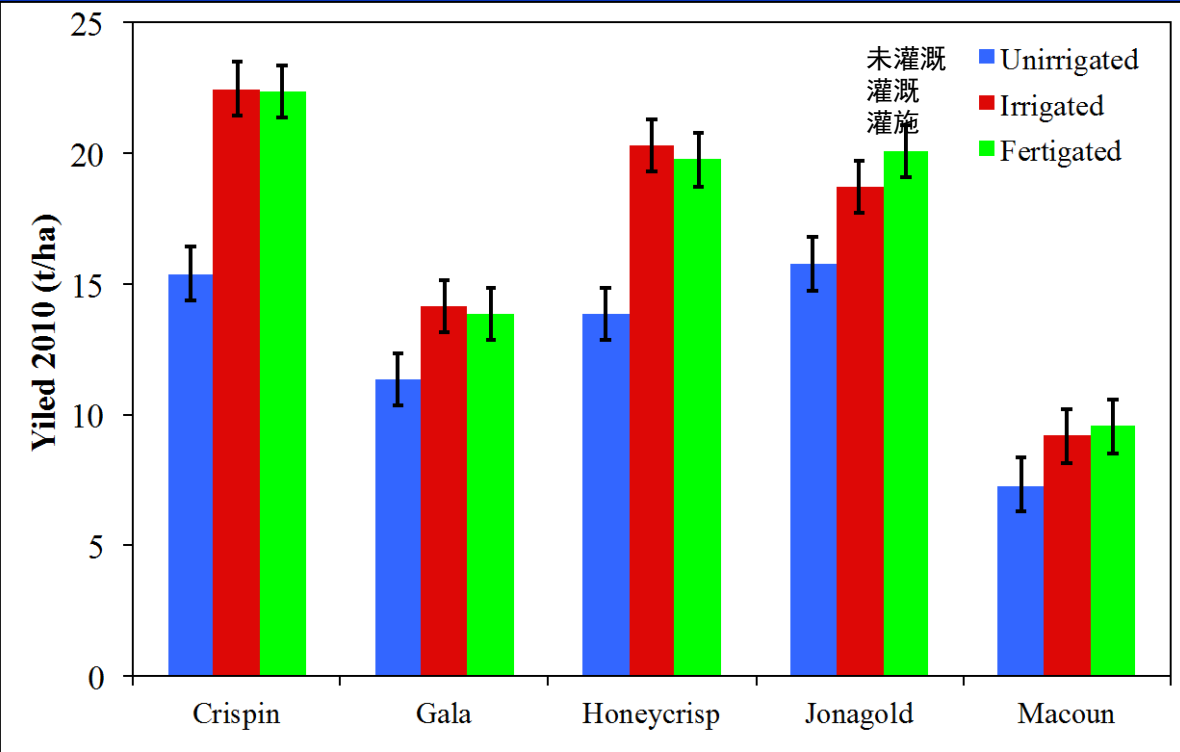
富士/CG.007
85 个果实/树（第二年） X
3300 株/公顷= 50 吨/公顷

灌溉对幼树的影响

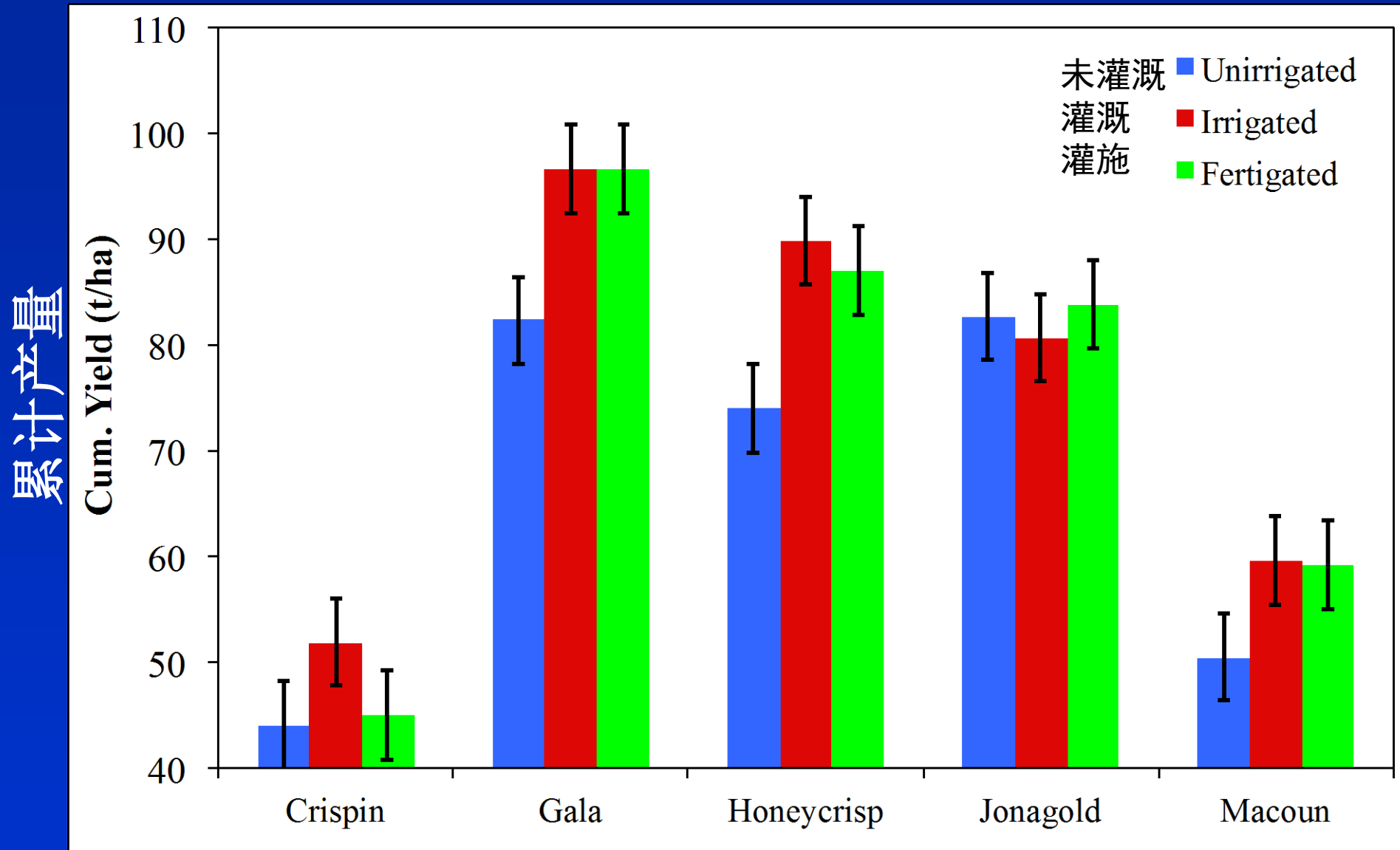
2009年枝条生长总量



2010年产量



灌溉对幼树的影响



嘎拉: 770 (增加的盒数) X 15 (美元/盒) = \$11,550 (增加的效益)

蜜脆: 880 (增加的盒数) X 30 (美元/盒) = \$26,400 (增加的效益)

滴灌对三种苹果（帝国、陆奥、元帅系）生长及产量的影响

处理	新梢 生长量 1-3年 (m)	新梢 生长量 4-5年 (m)	年产量/树 2-4 (kg)	年产量/树 5-6 (kg)	平均 单果重 (g)
	(与对照相比百分数)				
未灌溉	100 b	100 b	100 b	100 b	100 b
滴灌	160 a	139 a	145 a	160 a	107 a

估算树体的需水量:

- 改良的沃肯（Kenworthy）规则
 - 4升水/树/天/年树龄
- 土壤的张力计
 - 当张力计读数达到-20厘巴（大气压单位）时需要灌溉
- 表面蒸发量
 - 表面蒸发量调整至作物系数（ K_c ）.
- 蒸散量模型
 - Penman-Monteith 模型开发出适合于果园（相对于地）作物系数（ K_c ）
 - 新的适合于苹果的康奈尔蒸散量模型

使用最新康奈尔灌溉模型



种植者选用
气象站

康奈尔网络服务器
(NEWA)

蒸散量模型
(计算并输出果园树龄
及叶面积生长状况)



种植者输入:
绿顶期
树体间距 (株间距 \times 行间距)
果园树龄

模型可提供:
自萌芽起每日水分平衡量
七天的水分平衡量预报

康奈尔灌溉模型的输出页面

NEWA Apple ET Model

Weather Station:

Williamson (Demarree)

Select Date:

07/08/2012

Continue

Map

Results

Help

Apple ET Model for Williamson (Demarree)


Change green tip date or tree density and click "Calculate" to recalculate results. Changing "Age of Orchard" will automatically recalculate table.


Green tip date	In row spacing	Between row spacing	Trees per acre	Age of orchard	Water balance
3/18/2012	3 feet	12 feet	1210	Mature	

Apple Evapotranspiration Model Results

Date	Model ET (liters/tree)	Orchard ET (liters/tree)	Orchard ET (gallons/acre)	Rainfall (inches)	Available Rainfall (gallons/acre)	Water Balance (gallons/acre)
Jul 1	24.07	10.3	3294	0.00	0	-3294
Jul 2	31.92	13.66	4368	0.00	0	-4368
Jul 3	20.25	8.67	2771	0.00	0	-2771
Jul 4	34.99	14.98	4788	0.00	0	-4788
Jul 5	30.88	13.22	4226	0.00	0	-4226
Jul 6	33.82	14.48	4628	0.00	0	-4628
Jul 7	15.19	6.5	2079	0.20	3802	1723
Jul 8	30.33	12.98	4150	0.00	0	-4150
Jul 9	33.01	14.13	4517	0.00	0	-4517
Jul 10	31.96	13.68	4373	0.02	380	-3993
Jul 11	35.32	15.12	4833	0.00	0	-4833
Jul 12	29.31	12.55	4011	0.00	0	-4011
Jul 13	28.90	12.37	3955	0.00	0	-3955
Jul 14	31.48	13.48	4308	0.00	0	-4308

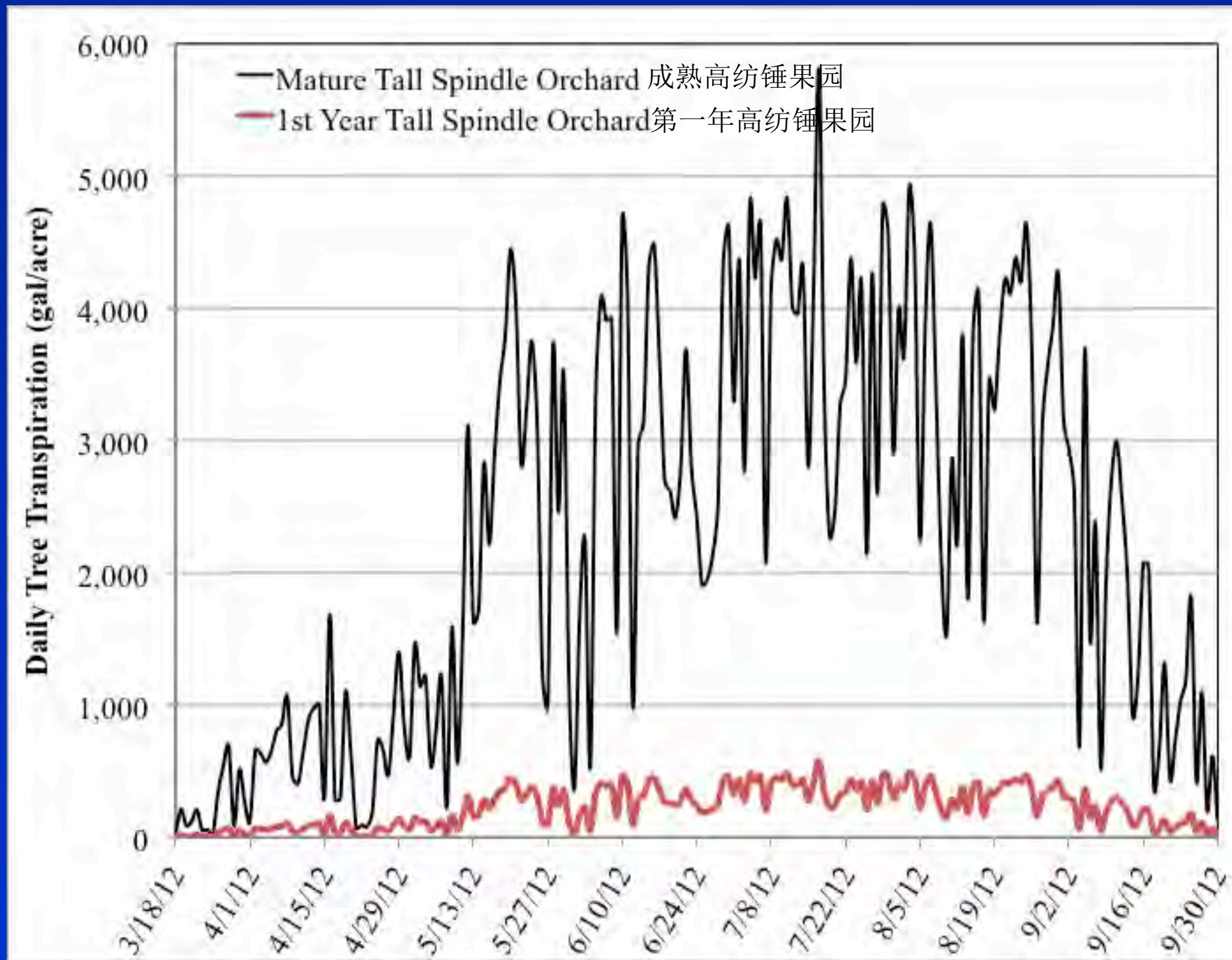
You can enter your own rainfall amounts and click "Calculate" to recalculate the water balance.

NEWA

Powered by ACIS
Northeast Regional
Climate Center

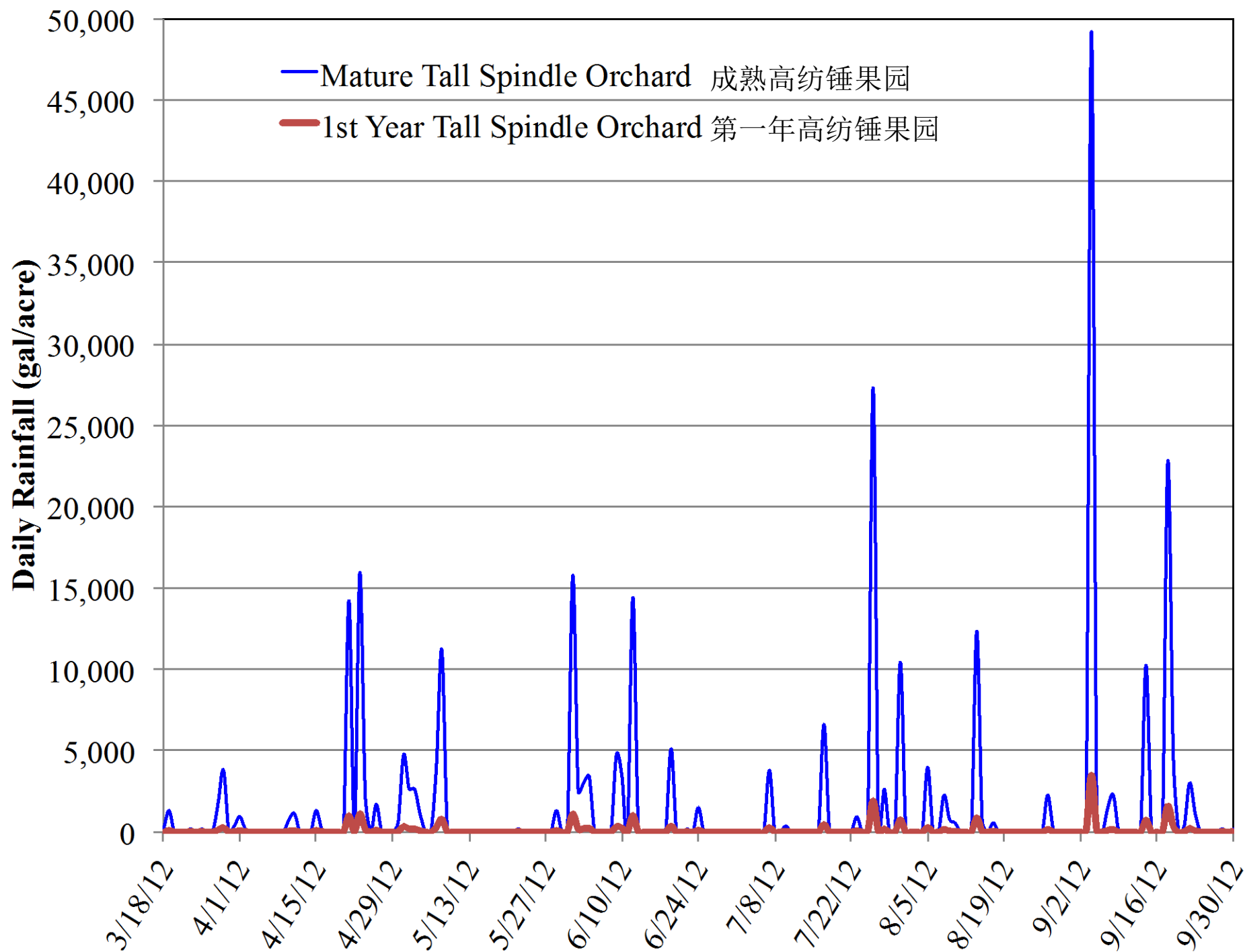
2012年纽约州西部的
树木蒸腾量数据

日蒸腾量（加伦 / 英亩）



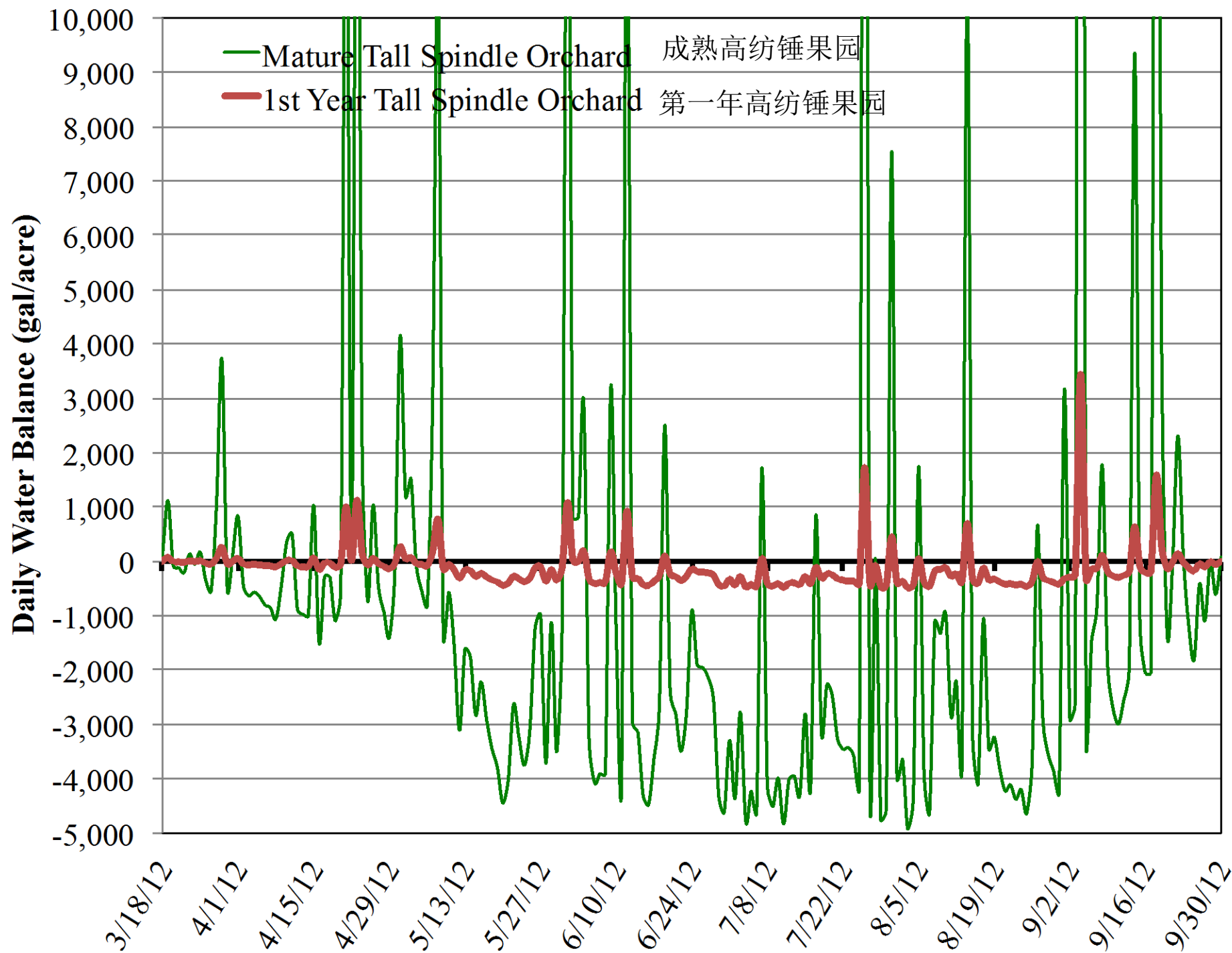
2012 年纽约州西部的日降雨量数据

日降雨量 (加伦 / 英亩)



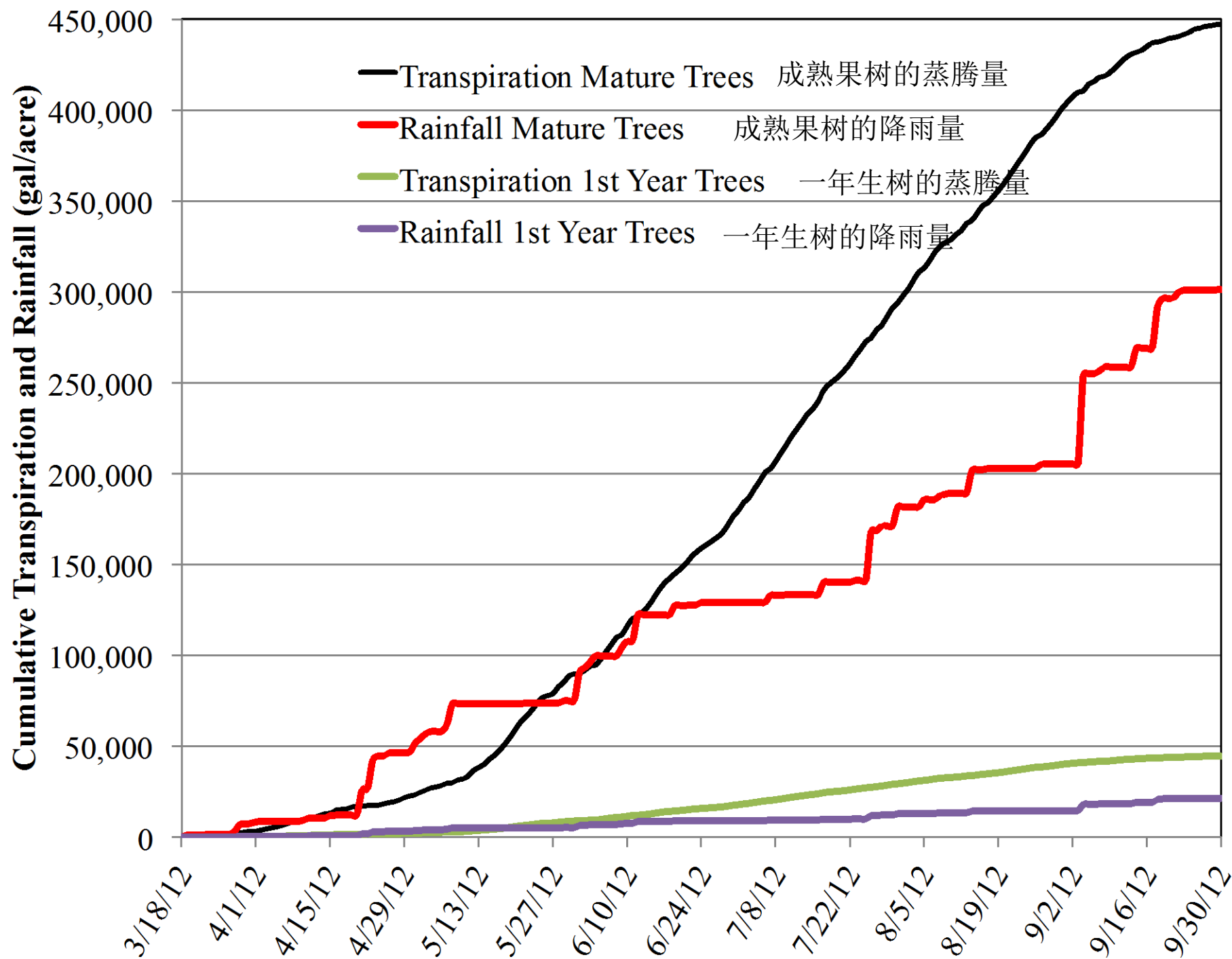
2012年纽约州西部的水分平衡数据

日水分平衡（加伦 / 英亩）



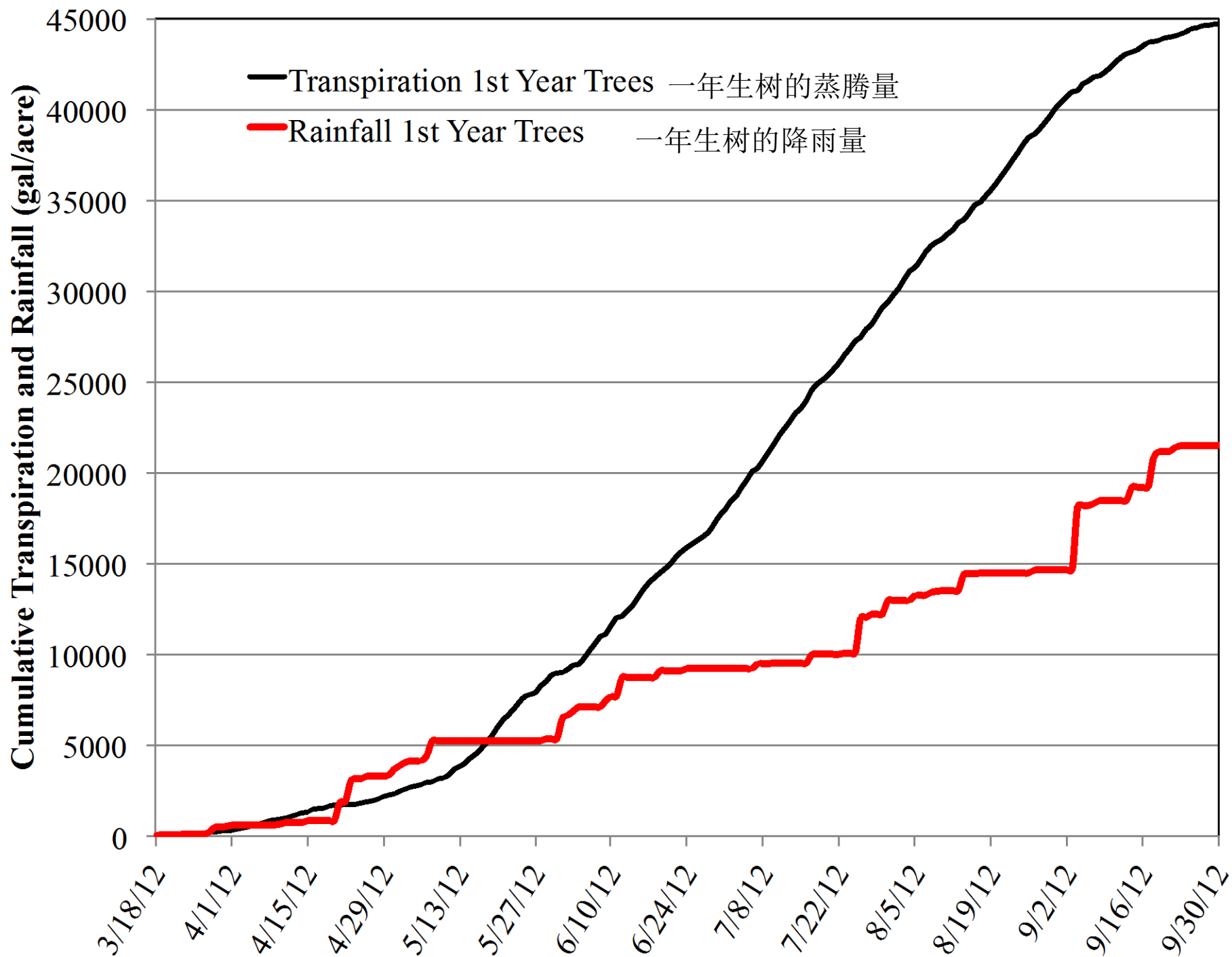
2012年纽约州西部 累积水量 平衡数据

累计蒸腾和降雨量 (加伦 / 英亩)



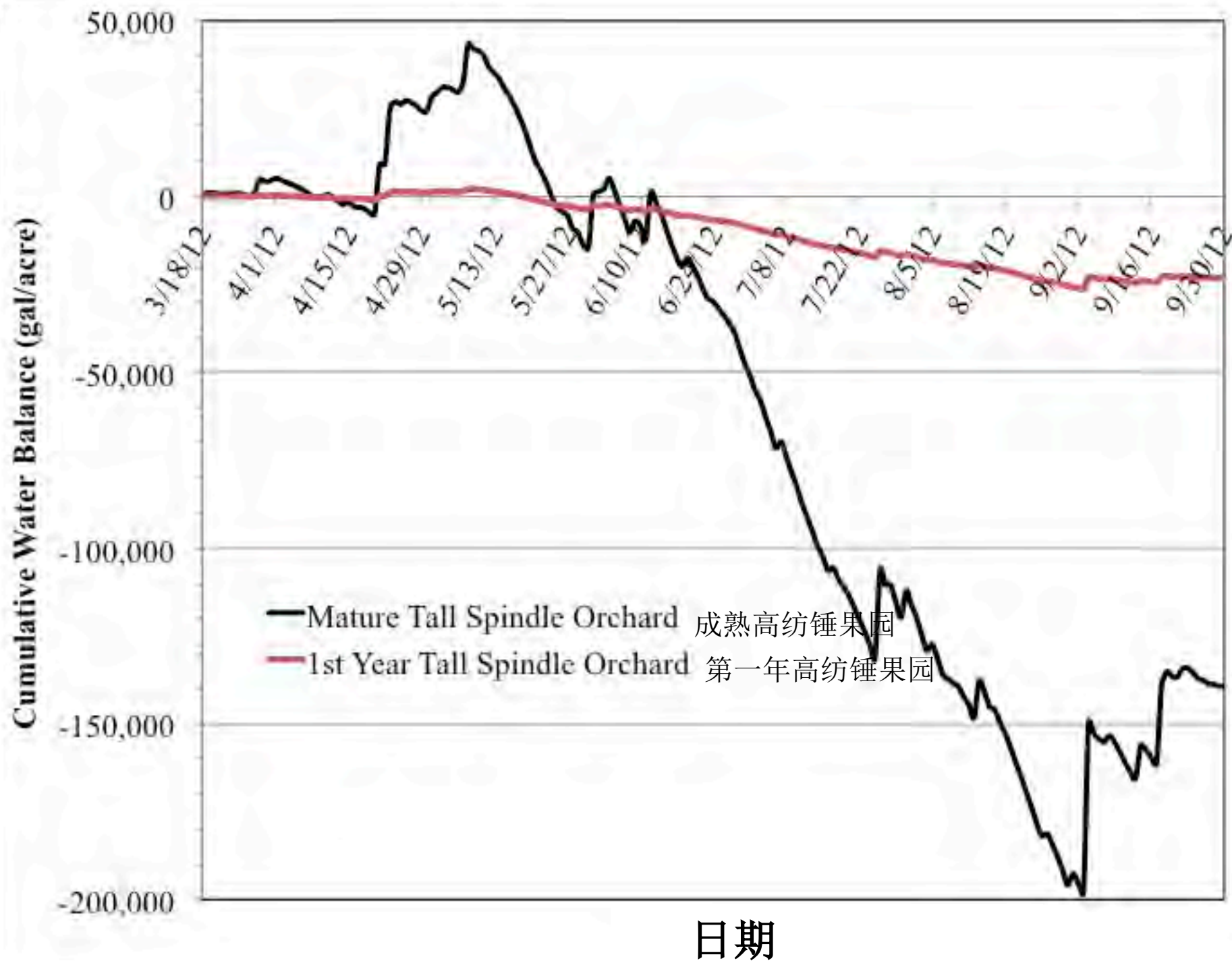
2012年纽约州西部 幼树累计 水量平衡 数据

累计蒸腾与降雨量



2012年纽约州西部
累计水量
平衡数据

累计水量



精确灌溉

1. 即使种植者可以通过精细疏果控制果树的负载量，干旱也会导致果个变小和产值降低。
2. 灌溉量和频率在纽约州以前完全凭经验。
3. 应用康奈尔大学的苹果果园灌溉模型可以将灌溉量和频率控制得更加精确。

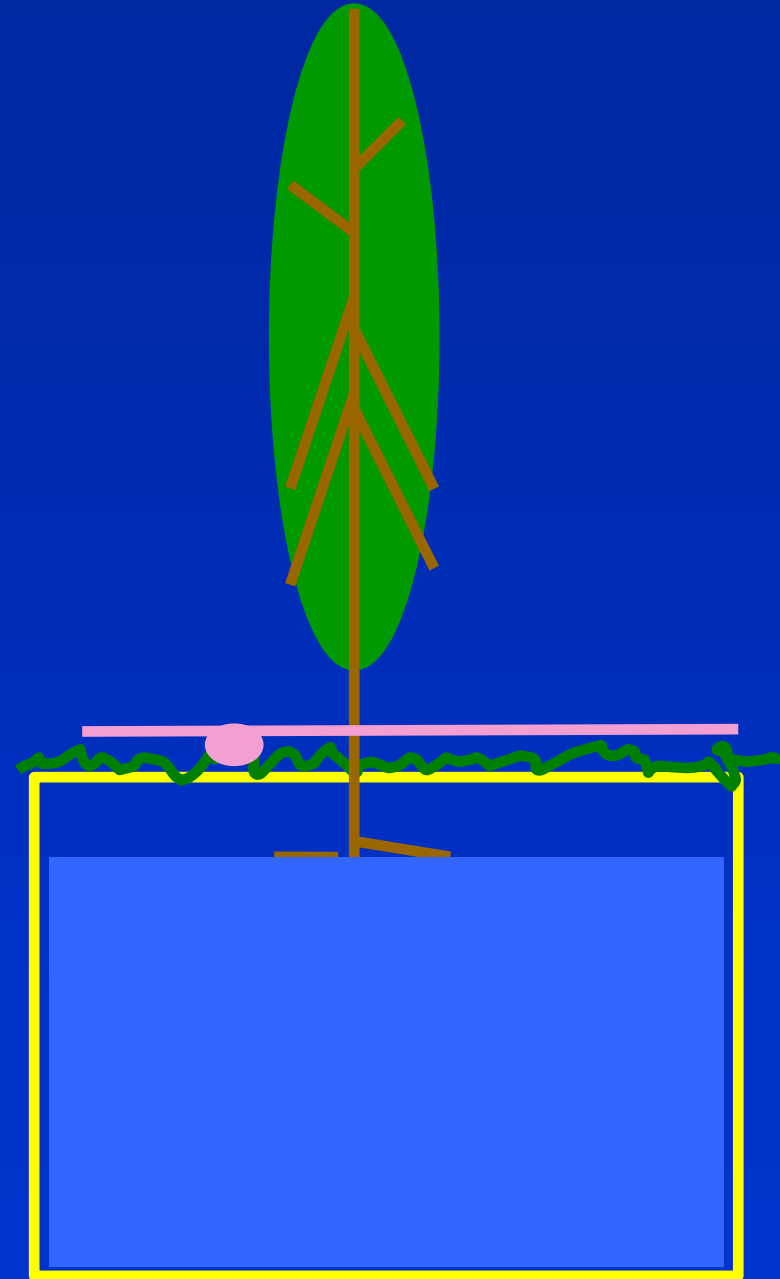
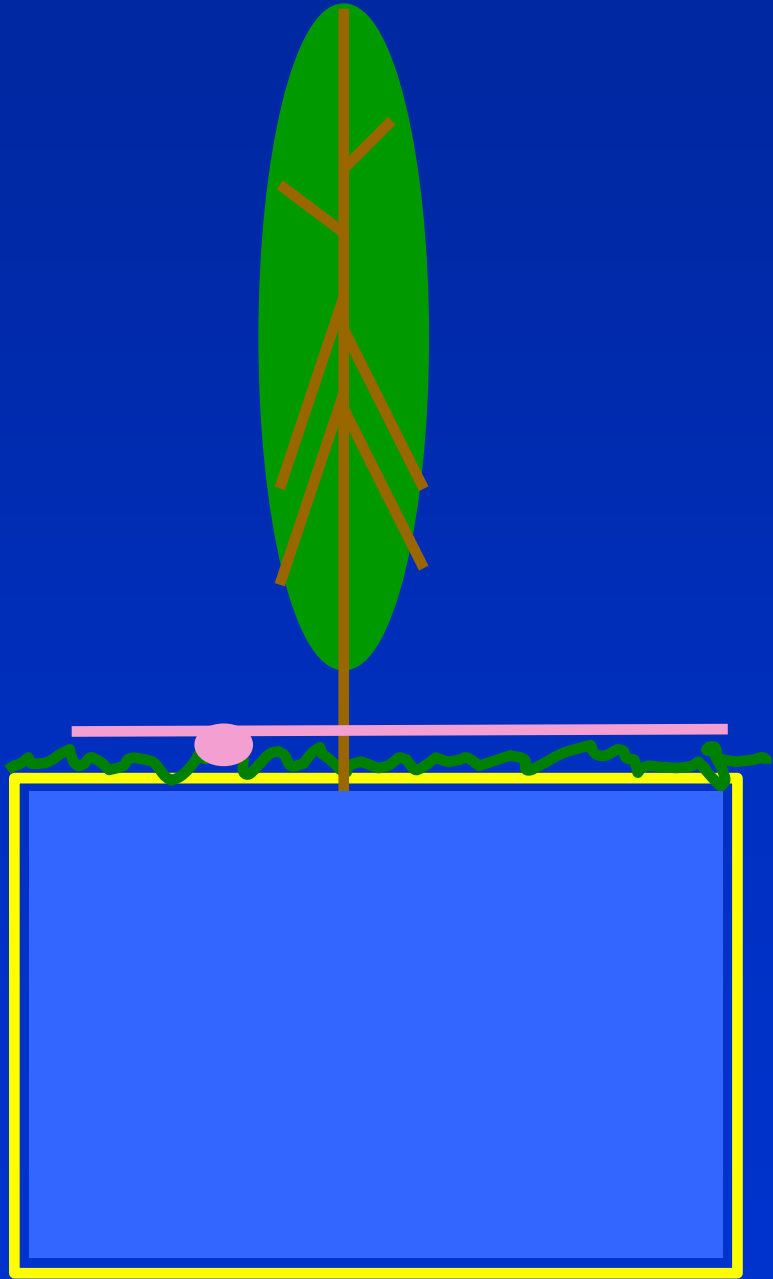


精确灌溉的应用

1. 每周两次应用康奈尔ET模型计算果园ET数据。
2. 从五月中旬至六月中旬，在每周两次的基础上提供适合的灌溉量。
3. 从六月中旬至八月底，在每周三次的基础上提供适合的灌溉量。

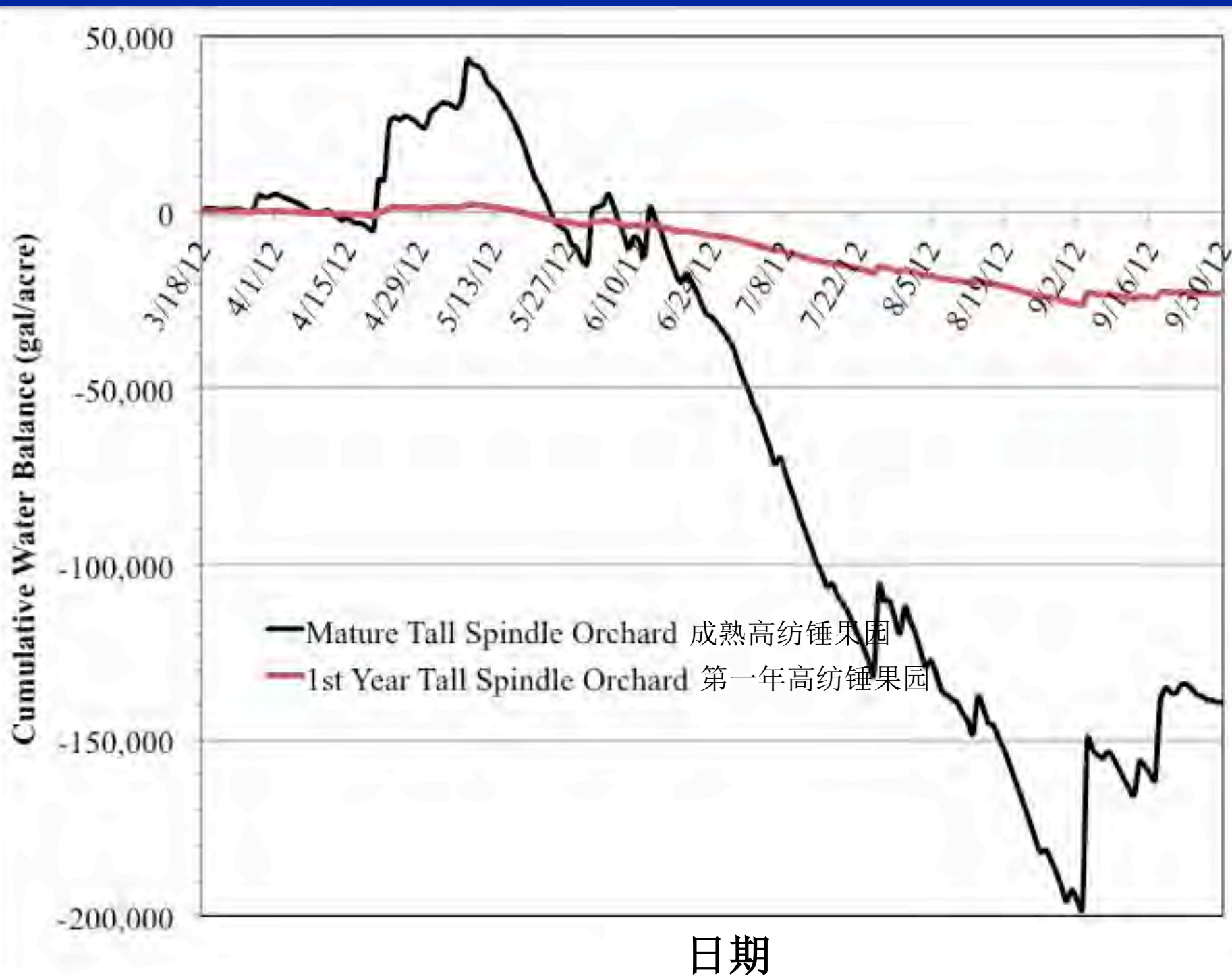


应用模型：保持持水量在90%



2012年纽约州西部
累计水量
平衡数据

累计水量



你可以告诉果农什么？

- 新栽的苹果树在生长开始后就可能遇到水分胁迫，限制第一年的长势。
- 滴灌在建园的最初几年的作用最为明显，因此应该在第一年尽早安装。
- 在干旱的年份，应在五月中旬就提供额外的水分；而在其它年份，可推迟到六月初进行。
- 应用ET模型来精确提供适宜的水量，可以确保每年果实达到适当的大小。