

日本爱媛大学松本和夫教授讲学资料

柑桔生理与生态

四川省农业科学院果树研究所 学术委员会
情报资料室

前 言

日本爱媛大学农学部柑桔学研究室教授松本和夫博士应我所邀请于1988年11月在本所讲学。以他多年在柑桔上的研究成果和丰富的经验，结合柑桔果树的栽培特性，着重于提高柑桔果实品质和产量，从生理与生态方面作了系统的阐述，内容生动精辟，受到我省果树科技工作者的**好评**。

目前，国内有关这方面研究的比较系统的论著尚不多见，为有助于我国方兴未艾的柑桔业的更好发展，我们主要根据松本和夫教授的讲课原稿，结合西南农业大学李道高同志的课堂翻译以及浙江农业大学的部分初译原稿，将其全文译出，并附座谈交流内容摘要，汇成此册，以飨读者。其中黄治远、袁天乐和李隆华三同志负责文稿的翻译整理，全文由周学伍同志校对。

我们在译文过程中，尽管力求忠实原文，确切无误，但由于水平与涉及的领域有限，文中欠妥、错误之处在所难免，敬祈指正。

四川省农业科学院果树研究所

学术委员会

情报资料室

1989年6月

目 录

第一部分 柑桔产地的土壤条件

一、适宜柑桔的地质、母岩·····	(1)
二、肥沃度、地力、生产力、生产性·····	(2)
三、土壤浸蚀与坡面崩塌·····	(3)
四、腐殖质的效果·····	(4)
五、柑桔的矿质营养·····	(5)
六、适宜的灌水方法与灌水量·····	(9)

第二部分 柑桔产地的气象条件

一、气象条件·····	(9)
二、温湿度与花芽分化的关系·····	(10)
三、光照的温度效应·····	(12)
四、树体温度和同化产物的运转效率·····	(12)
五、温度与果实品质关系·····	(13)
六、风速与树体温度及落叶的关系·····	(13)

第三部分 柑桔类的栽培特性

一、亚热带性·····	(14)
二、常绿性·····	(15)
三、树木性·····	(16)
四、花芽分化特性·····	(18)
五、多胚性·····	(19)
六、属间杂种的可育性·····	(19)

第四部分 提高柑桔果实的品质

一、构成品质的四个形态品质特征与味觉生理概要·····	(20)
二、柑桔果实的特异性·····	(21)
三、好吃的果实和不那么难吃的果实·····	(22)
四、糖度、游离酸含量和糖酸比·····	(22)
五、果实中游离酸的增减·····	(24)
六、果汁中糖的增减·····	(25)

七、果实的苦味.....	(26)
八、果皮的色泽.....	(28)

第五部分 柑桔增产的生理和技术

一、柑桔叶片的光合能力.....	(32)
二、光合生理.....	(33)
三、光能利用技术.....	(34)
四、花芽分化与控制结果.....	(36)
五、着花过多或不足的对策.....	(37)
六、温室高产栽培柑桔的理由.....	(37)

第六部分 柑桔果实生理病害

一、裂果.....	(38)
二、日灼.....	(39)
三、粗皮病.....	(41)
四、浮皮果.....	(42)
五、砂囊症(粒化症).....	(44)
六、其它枯水.....	(46)
1、萎缩凝固化症状.....	(46)
2、砂囊干燥症.....	(46)
3、寒害引起的枯水.....	(47)
七、水渍病.....	(47)
八、返青.....	(48)
附: 1、有关参考资料.....	(51)
2、座谈交流内容摘要.....	(53)

柑桔生理与生态

松本和夫教授

(日本爱媛大学农学部柑桔研究室)

第一部分 柑桔产地的土壤条件

一、适宜柑桔的地质、母岩

如果从日本西南暖地这有名的柑桔老产区看，其大部份分布在沿所谓的中央构造线的以古生层结晶片岩为母岩的带状地层上。除此之外，还有若干分布在濑户内海沿岸的花岗岩地带。由于这些柑桔产地，在柑桔栽培技术水平不太高的时代就能作为优良产地存在，故认为这些地区具有适宜栽培温州蜜柑的气候条件与土地条件。近年，在栽培技术水平，特别是在推行合理化的土壤管理法后发展的产地中，也含有象安山岩那样的火成岩作为母岩的，但是象那样的产地为数不多。

对于那些在30年代间乘柑桔生产兴盛之风试种的，类如因大小年结果产量不稳定，或果实品质差在市场上售价低而经营困难，有很多产地衰败了。但那些都是所谓的新兴产地，是上述以外的地质系统，即是在中世纪层或第三纪层，第四纪层等比较新的年代形成的地层上栽培的。

如果用以上优良产地的地质与非优良产地的地质相比，一般的说，优良产地的土壤的砾石、砂、细砂、粘粒等各种大小粒子混合比例恰当，排水性、通气性、保水力，保肥力等对于根的活性或功能的发挥具备了必要的物理化学性能的平衡状态。与此相反，在不良产地的土壤，粘粒成分比砂、砾石多，因为土壤质地粘重，尽管保水、保肥力强，但因排水性和透气性差、氧气不足，使根生长发育不良。而粘粒或细砂少的土壤的组成几乎都是由砂砾构成，虽然通气性好，但保水和保肥性差，使肥水供给不匀，因而树势生长不稳定。松本和夫提出了优良土壤与不良土壤的粒度比例如下表：

土壤类	优良土壤(结晶片岩)		不良土壤(安山岩)
粒 度	4 mm以上	12.4%	0.1%
	2—4 mm	27.0%	0.1%
	1—2 mm	25.6%	3.0%
	0.5—1 mm	15.4%	6.0%
	0.25—0.5 mm	10.2%	31.0%
	0.25 mm以下	9.4%	60.0%

火成岩就象花岗岩那样，在地下深处经过漫长时间固结，其中的石英、长石、云母、角闪石的结晶大，由此风化而形成的土壤，多数含砾、砂、细砂、粘粒成分等比例恰当，然而象这样粒度变化大的岩石，其构成的矿物质间的膨胀系数差异也大，容易受到四季的温度变化或冬季的吸水结冰等的物理的

(机械的)风化作用。并且物理的风化作用使粒子的表面积增大，在其表面由于含有碳酸或有机酸的水分等，使化学的风化作用也急速地进行。不过，虽说是深层岩，岩浆冷却固结时，因深度和时间的长短千差万别，比较迅速冷却固结的花岗岩系的岩石，因不产生大的结

晶，风化后形成的土壤质地也粘重。另一方面，即使在火成岩中，也要象安山岩那样，由岩浆喷出地表而急速冷却固结的岩石，其中斜长石或辉石，角闪石等构成岩石矿物质的结晶比较小，因而物理的风化和化学的风化都远比花岗岩风化缓慢。并且形成的土壤也是大的岩石和细微的粘土混合在一起，因为风化缓慢，所以土层浅，砂、砾少而土质往往易变粘重，故可以说对根的活性是不太好的土壤。

地中的岩浆冷却固结而生成的露出地面的火成岩或其风化生成物，通过流水等被运到其它地方，由于地形引起流速差异，砾、砂、粘粒等各自分离堆积，我们把经过长年累月堆积起来凝结形成的岩石叫堆积岩（沉积岩）；以砾石为主体固结形成的岩石叫砾岩，以砂为主体固结形成的岩石叫砂岩。另外，由粘粒成分固结而生成的岩石中，属古地质系统的叫粘板岩，属新地质系统的叫页岩。对于火成岩，由于构成岩石的矿物质的风化程度不同，风化后而生成的土壤的性质就产生差异。对于沉积岩，如果堆积的母质不同，是砾石、是砂、或是粘粒，由于堆积后经过的年数即地质系统新旧的不同，其风化后生成的土壤性质产生差异。即象古成层那样的古地质系统，经过长年岁月固结坚硬的粘板岩风化而形成的土壤，在其土壤中必定含有风化不完全的大小不一的粒子，成为适宜于根的呼吸或吸收肥水的土质。但是，象第三纪层那样的新地质系统，固结得还不十分坚硬的页岩风化而形成的土壤，因在其土壤中难于残留下粗粒子，成为不适宜根生长发育的重粘土。

火成岩和堆积岩，由于受地壳变动的强压而固结成的变成岩，无论地质系统或新或古，在其风化后的土壤中含有大小混杂的粒子，是适宜柑桔栽培的土质。丹原氏用三相分析仪在爱媛县测定高产蜜柑园和低产蜜柑园土壤中的固相率、液相率和气相率。在优良高产园25cm以下的下层土的固相率在40~57%，液相率在20~40%，气相率在15~37%范围内，此外，土壤的硬度是1.2~1.7kg/cm³。为了改良象这样硬度的下层土和根系分布层的土壤，其构成土粒必须是比例适当的含有各种大小的粒子。

二、肥沃度、地力、生产力、生产性

土壤连续供给对植物生长，果实的生产必需的肥料要素的能力的大小，称为肥沃度。由此可见肥沃度是指在土壤所具备的多种特性中，特别地以其化学性方面为集中表现的。使用浅耕栽培禾本科作物或草本蔬菜，常常因土壤肥沃度的大小使产量变化很大。但是，在深土层栽培具有强大根系的果树时，土壤肥力对于维持树的生育或树势，增加产量或提高品质的影响，往往达不到那样决定性的程度。并且，在土壤中含可溶性肥料成份太多时，如土壤干燥就易引起所谓浓度障害而损伤细根，特别严重时致使严重落叶使树势显著衰弱。

肥沃度，仅限于考虑土壤的化学性质，而地力所表示的性质，应包括土壤的肥沃度、土壤的深度、排水通气好坏及土壤微生物的活动程度等。土壤具有发挥化学的，物理的以及生物的各种条件的综合作用，意味着土壤有长时期的潜在力。除此之外，若要提高土地的地力，生产者必须为深耕土壤，埋入有机物等花费较多的劳力和时间。但是又只能如此，因为地力高使树势稳定，对提高果实品质的效果极其显著。

生产力的概念，是在地力这一土壤的综合潜力基础上，再考虑果树园地内的气象诸因素，对果树生产有多大的适应程度等。比如，无论果园有多么高的地力，因地形关系，日照条件不好，或冬季冷风停滞或遇强季风而落叶严重的地方，易导致树势的不稳定，就会担心大小年结果而减收或果实品质差等。总而言之，为了保持果园有高的生产力，在给土壤施

有机物，努力提高地力的同时，注意改善果园内外的气候条件，是增加产量，提高果实品质的基本所在。在确保尽量多的叶和细根的同时，必须努力创造一个能使叶和根的机能得到充分地发挥的环境。

再者，关于果树园地的生产性，有必要区分为以单位面积计算的土地生产性和以投入劳动力计算的劳动生产性两个问题考虑。提高土地的生产性问题，可以归结为已经讲过的提高土地的生产力问题。关于提高劳动生产性问题，栽培的柑桔种类或品系不适合当地条件，或园地小而分散，或离生产者住所远。还有，园外农道或园内作业道等基础配备不十分完备，或地面坡度陡，使诸作业不方便和不安全等，这些都是降低柑桔栽培上劳动生产性的主要因素。最近，为了建立能经受产地间激烈竞争的经营体制，必须首先建设完备土地的生产基础，而后投入物资和劳力，注意创造效率高收益好相结合的条件。

三、土壤浸蚀与坡面崩塌

如果降大雨多，土壤受到浸蚀作用，严重时就会导致梯土或坡面崩塌。1976年发生的17号台风，在日本列岛登陆后，引起西日本各地的果树园和山林大规模的坡面崩塌。中村氏受爱媛县邀请，调查了当时的灾害实况，其结论是由于长时间连续大量降雨，使堆积深厚的土层中的孔隙从表层到下层，完全被雨水灌满，尤如全部土层悬浮于大水体中，完全失去了土壤粒子间的粘着力和凝聚力，故引起广范、连续的大规模崩塌现象。

土壤能承受外部给予至崩坏作用的力即（剪断应力）由下式表示：

$$\tau = \sigma \tan \phi + C$$

上式 σ 中的是每单位面积的载负荷重强度（垂直荷重）， $\tan \phi$ 表示内部摩擦系数， C 表示土壤粒子间的粘着力，内部摩擦系数中的 ϕ 叫内部摩擦角，表示运动的固体粒子间或流体分子间发生摩擦力的大小，其值是纯砂时最大为 45° ，纯粘土时最小为 0° 。所以土壤中的粘土成分越多， $\tan \phi$ 的值越小。土壤能承受崩坏作用力的值就越小。即可认为土壤容易受到雨水的浸蚀作用和崩坏作用。

一个有代表性的被害地，是法界寺地区的细砂土（花岗岩风化后形成的砂质土），在降雨强度小的阶段，雨水还能一面降一面被排掉，土壤对雨水的浸蚀作用和崩坏作用具有抵抗力，当土壤孔隙中的雨水饱和度达56%时，土壤粒子间的粘着力为 $0.15 \sim 0.35 \text{ kg/cm}^2$ ，相应内部摩擦角为 39.5° 。当排水速度小于雨水向土壤中的侵入速度，达到所谓的非排水状态之后，雨水在土壤孔隙中的饱和度超过70%时，土壤粒子间的粘着力急速降低到 0.1 kg/cm^2 以下，内部摩擦角也降到 10° 以下。

根据以上调查研究的结果，倾斜地土壤崩塌的防止对策。在降雨量多或降雨强度大的产地，为防止斜面的浸蚀或崩塌，倾斜地的土层必须呈排水状态，土壤孔隙中的雨水饱和度不能升高。当然，果树园地内的排水道设置要合理，必须谋求协调其流域的整体关系，以促进下流地区的排水，将总的雨水顺利地排出流域之外。如果某一个流域内的排水虽然能顺利进行，但在其下一流域的个别地点引起部分的非排水状态，这样就可能在当地的局部地区发生小规模崩塌，而且多数情况从小规模的崩坏开始，紧接着上段的土层呈非排水状态，经过一定时间后，引起第二次大规模的崩塌。因此，在连续长时期降大雨时，必须注意二次灾害而巡视现场，一旦发现小规模崩塌，就应立即修复或尽力排除崩塌的土壤，不能让雨水在斜面的沟涧停滞。

四、腐殖质的效果

构成粘土矿物的矾土（氧化铝）层的 Al^{3+} 被 Mg^{2+} 置换，或是硅酸层的 Si^{4+} 被 Al^{3+} 置换，其差值使土壤胶体带负电荷，这个负电荷在胶体的表面吸引着 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 NH_4^+ 和 Na^+ 、 H^+ 等阳离子。这种形态的胶体，吸附盐基性阳离子的容量叫盐基置换量。粘土矿物的盐基置换量：每100g高岭土或含水高岭土平均在10ml左右，石盐土为30ml，含水高岭土为40ml，而蒙脱石的置换量达100ml。在土壤中的有机物在分解过程中产生的腐殖质，每100g就具有高达200ml的盐基置换量。

这种腐殖质，是由有机物受土壤微生物的分解作用产生的，是木质素或单宁氧化物和变性蛋白质经过复杂的结合而生成暗褐色的胶质体，此胶质体对微生物的分解作用具有很强的抵抗力。原因是在其表面分布着大量的羧基负电荷（ $-COO^-$ ），这就给予腐殖质胶体大量的盐基置换容量。当这种具有很大的阳离子交换容量的胶体大量地吸附着 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 等阳离子后，即所谓盐基饱和度增大后，不但提高了土壤的肥沃度，中和从肥料或根放出来的阴离子，或中和由于土壤中的硝化作用生成的酸性阴离子的能力也增大了，而且有机物可使土壤的粗孔隙度增加，从而切断毛细管，减少水分蒸发提高了保水保肥力。土壤胶体复合物越大，盐基置换容量就越大，吸附带碱性的阳离子越多，调节土壤PH值的缓冲力也越大。这就为根的生长和养分的吸收或细胞激动素的生成等创造了良好的环境。

另一方面，如果给含有这种腐殖质的土壤施用适量的石灰或Mg肥，多价的阳离子使粘土矿物质与腐殖质很好地结合，形成称为团粒的多孔质的土壤结构，这种土壤结构，一方面能排出其中的重力水，又能成为将空气送进土壤深层的通道。如果偏于氧化的孔隙大，就适于肥水的保持，与趋于还原性的毛管状小孔共存，就能综合地给予柑桔根或土壤微生物的生活与机能发挥所必要的理化性。因此，对直接稳定树势的效果很大，还能间接地对连年结果和提高果实品质发挥很好的作用。日本柑桔产地土壤的PH与盐基饱和度见表1。

表1 日本柑桔产地土壤的PH与盐基饱和度（森田）

产 地	PH		盐基饱和度（%）	
	最低~最高	平 均	最低~最高	平 均
静 冈 县	4.61~6.35	5.33	17.23~31.07	24.54
和 歌 山 县	4.45~6.60	5.07	14.68~34.71	22.96
神 奈 川 县	5.42~6.15	5.85	6.23~33.35	16.13
爱 媛 县	4.91~6.15	5.44	11.98~44.90	30.44
广 岛 县	4.43~6.17	5.45	15.11~48.29	33.30
大 阪 府	4.06~5.26	4.64	13.49~36.80	19.97
熊 本 县	4.37~6.85	5.38	6.13~32.52	17.20
鹿 儿 岛 县	5.10~5.91	5.55	5.57~33.13	15.06
大 分 县	4.56~5.61	5.00	7.18~26.71	19.37
山 口 县	4.78~4.91	4.84	8.41~23.33	14.61

总之，给旱园土壤补充适量的被称之为腐殖质的土壤有机物，对改良土壤的物理化学性质，提高土壤盐基交换量，防治土壤砂物老化和对植物生理等各方面都有重要作用。松本先生还说：对于碱性土壤的改良最好用禾本科稿秆，因禾本科稿秆含硅酸量高，它的碳素率(C/N)即碳氮比为60~120%，碳氮比的值越大，中和降低土壤碱性的能力就越大，豆科植物的碳素率(C/N)只有20~40%，豆粒的碳素率只有13%。所以，要改良碱性土，宜选用稻草、玉米、高粱秆等禾本科稿秆。如果用豆科稿秆就不能达到有效改良的目的。改良特别粘重的土壤，要在排水良好情况下施入大量的禾本科稿秆、锯木屑和阔叶型树叶等。

另一方面，如果为了提高土壤腐殖质的含量而施入过量的有机物，又必须注意出现相反的作用。如果施用腐殖质过多，所释放的酸就过多，又可能将已被置换的碱离子还原，这不但不能降低碱性，反而有害。所以，不是腐殖质施得越多越好。在土壤中施用有机物的碳素率在35%以上时，土壤中的微生物在分解有机物过程中，大量消耗了可给态的氮(NO_3^- 和 NH_4^+)而使土壤处于缺氮状态。相反，碳素率在18%以下时，在土壤中可给态氮素又积存过多而使果实品质降低。所以，必须注意有机物的施用不要过量。对于30cm深度的土壤，施用有机物的限度在地温高的产地是4~5吨，在地温不太高的产地为2~3吨。(译者注：可能系指1.5亩的有机物施用量。)

一般，在印度洋季风地带，由于多雨土壤有浸蚀而耕作土层浅，并且由于盐基的溶脱促进了土壤的不断氧化，容易发生微量元素缺乏症。在经营所谓〔溶脱型农业〕时，土壤施用有机物对于稳定树势，提高果实品质发挥着很大的功效。相反，雨少而溶脱或浸蚀问题不大的地方，或者对于栽培像苹果那样具有强大根系的果树，即使施用有机物也不能显示出那样大的效果。而柑桔，用枳壳砧的温州蜜柑根系浅，施用有机物对稳定树势就有明显作用。但是，在美国对于具有深根系的甜橙栽培有不少人对土壤施用有机物的效果有怀疑，特别是年降雨量在500mm以下的经营所谓〔集聚型农业〕的加利福尼亚州，给土壤施用有机物而提高了透水性，使灌溉水向地下大量流失招致引水作业困难，并伴随着用水费增加，造成经营上的损失。另外，因为灌溉农业能够利用溶解在水中的氮素及其它肥料要素，也包括微量元素。所以，没有通过施用有机物来提高土壤的保肥或分解释放出有机物中所含微量元素的必要。(袁天乐译)

五、柑桔的矿质营养

由于各种营养元素具有不同的生理功能而对柑桔的产量与品质有着不同的作用与影响。N是核酸、氨基酸、蛋白质、酰氨的必要成分，对植物器官的分化与生长起着重要作用。能增加果实收量，但对糖、酸含量的影响甚微。但N素过多时会促使营养生长过旺，并且果皮变粗、变厚、着色延迟；P是核酸的主要成分，是细胞分裂繁殖过程的要素，也是生长点进行花芽分化所必需的物质。能调节生物膜的透性，提高果汁含量的比例，并使酸含量略有下降，但糖含量及可溶性固形物几乎无变化；K是呼吸循环过程中的激活剂，施K能中和土壤中的 NO_3^- ，促进果实肥大，果酸有微量增加，但可溶性固形物没有大的生理性变化(即生理稀释作用)；Ca与果实肥大及收量无关，能中和细胞膜上的果胶酸，在果实成熟期能在一定程度上中和果汁中的游离酸，但幼果期不行。Ca不象K那样，在体内基本不能运转；Mg是叶绿素的必要成分，缺Mg往往会引起黄化和落叶。此外，在日本多为酸性土，土壤中易积聚过多的 Al^{+++} 和 Mn^{++} ，而产生褐斑病的异常落叶，并导致粗皮病和根腐病的发生。

目前，日本常使用矢本式氏发明的FHK 3号型简易土壤检测仪来测定土壤成分，用这种仪器可检测以下13个项目土壤要素：（1）土壤PH值；（2）中和石灰量；（3）有效态磷酸量；（4）磷酸吸收力；（5）置换性石灰量；（6）可溶性Al量；（7）置换性Mg量；（8）置换性Mn量；（9）矾土性；（10）水田土壤含Fe量；（11）有效态K量；（12）铵态氮与硝态氮；（13）含盐量。

近年来，在美国和日本通过叶片营养诊断指导施肥也应用较多。据日本对柑桔成年树及幼树的叶片分析结果认为，主要元素的最适含量应为：N2.9~3.1%，P0.15%，K1.17%，但结果量多的树其叶片中K的含量常常降至0.9~1.0%，对伏令夏橙的叶片分析得到的营养诊断试用基准如表2。

表2 伏令夏橙叶片营养诊断试用基准*（ロイター）

要素	缺乏	低量	适量	高量	过剩
N %	<1.90	2.0~2.3	2.4~2.7	2.8~3.2	>3.3
P %	<0.08	0.08~0.11	0.12~0.16	0.17~0.29	>0.3
K %	<0.60	0.7~1.1	1.2~1.7	1.8~2.3	>2.4
Ca %	<1.50	1.6~2.9	3.0~5.5	5.6~6.9	>7.0?
Mg %	<0.15	0.16~0.29	0.3~0.6	0.7~1.1	>1.2?
S %	<0.13	0.14~0.19	0.2~0.3	0.4~0.5?	>0.6?
B Ppm	<20	21~40	50~150	160~260	>270
Fe Ppm	<35	36~59	60~120	130~200?	>250?
Mn Ppm	<15	16~24	25~200?	300~500?	>1000
Zn Ppm	<15	16~24	25~100?	110~200?	>300?
Cu Ppm	<3.5	3.6~4.9	5~16?	17~22?	>23
Mo Ppm	<0.05	0.06~0.09	11~29?	0.3~0.4?	?
Cl %	?	?	<0.3	0.4~0.6	>0.7?
Na %	—	—	<0.16	0.17~0.24	>0.25?
Li %	—	—	<1?	2~9	>10?

*（1）营养元素量以其干物重的平均百分含量或Ppm表示。

（2）以不结果春梢顶端、叶龄为4~7个月的叶片为分析材料。

为达到优质高产的目的，根据营养诊断，日本对柑桔及葡萄园制定了如下施肥标准如表3。

表 3

柑桔及葡萄园施肥标准*

果 树 种 类	施肥时间	公斤/0.1公顷 (1.5亩)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
早生温州	春季 3月上旬	8.0	6.0	6.0
	夏季 5月中旬	3.0	2.0	2.0
	秋季 10月下旬	9.0	6.0	6.0
	合 计	20.0	14.0	14.0
甜 橙 类	春季 3月上旬	10.0	8.0	8.0
	夏季 7月上旬	8.0	7.0	8.0
	初秋 9月上旬	8.0	5.0	7.0
	晚秋 11月上旬	8.0	5.0	5.0
	合 计	34.0	25.0	28.0
葡 萄*	元肥 11月下旬	9.0	7.0	8.0
	夏季 6月上旬	2.0	2.0	5.0
	秋季 9月中旬	4.0	2.0	2.0
	合 计	15.0	11.0	15.0

* (1) 葡萄园施肥标准是以每0.1公顷产果2吨为目标的施肥量。

(2) 1公顷=15市亩(亩)。

施用N、P、K肥对柑桔果实品质的影响分别见表4、表5、表6。

表 4

施用N素对华盛顿脐橙果实品质的影响

一年内平均单株 施N量(磅)	6年平均 产量 (箱/株)	果面* 状态	绿色 指数 (%)	果皮 厚度 (mm)	果 汁 含 量 (%)	可溶性 固形物 (%)	游离酸 (%)	糖 酸 比	果汁含N量 (mg/100CC)
对 照 区 **	22.3	5.5	3.5	6.0	43.5	12.0	1.11	10.9	65.2
1.0—2月	26.1	6.3	9.6	6.6	41.5	12.3	1.10	11.4	79.8
0.5—2月, 0.5—8月	24.9	6.3	13.1	6.7	41.4	12.4	1.11	11.3	80.7
0.3—2月	24.7	6.4	10.5	6.8	41.0	12.1	1.10	11.2	88.1
1.5—2月, 1.5—8月	24.1	7.0	11.6	7.8	35.5	12.6	1.23	10.4	101.2
叶面喷施尿素 (10磅/100加仑) 4月, 5月, 6月	25.6	6.1	7.3	6.4	43.4	12.6	1.43	11.1	80.0

* 果面状态: 以平滑面为0, 粗糙面为10作指数。

** 对照区: 在试验开始后第3年和第4年的2月份施一次0.5磅N素。

表 5

磷酸浓度与脐橙树势、产量及品质的关系

培养液中PO ₄ 的浓度 (PPm)	树 势	单株产量 (磅)	采 前 落 果 (%)	收 获 果 数 (个)	果 汁 含 量 (%)	糖 度 (17.5℃)	柠檬酸 含 量 (%)
2.5~3.5	缺P症	41.8	33	267	39.6	12.7	0.97
12.0~15.0	正 常	213.5	15	1871	44.3	13.4	0.84
18.0~25.0	"	136.0	12	903	46.8	13.1	0.77
40.0~50.0	"	129.4	16	1315	46.9	13.0	0.76
150.0~175.0	"	144.9	18	1982	47.7	12.6	0.75

表 6

钾的多少对伏令夏橙品质的影响

K 的浓度	果实重量 (g)	果汁含量 (%)	可溶性固形物 (%)	柠檬酸含量 (%)	备 注
低 浓 度	206	54.8	10.1	0.73	同大果比较
中 浓 度	202	54.9	10.9	0.78	
高 浓 度	202	54.9	10.1	0.80	
低 浓 度	175	55.4	11.7	0.76	平均果比较
中 浓 度	217	53.7	11.0	0.77	
高 浓 度	232	53.1	10.5	0.78	

如果土壤缺乏营养元素或某种元素不能被吸收利用,就会导致柑桔果树在生长发育过程中发生缺素病。柑桔类主要的缺素病种类与症状如下。

柑桔类缺素病的症状检索(キセンブ等);

A、症状最先在新梢上出现。

I、叶色变化全面一致。

1、生长衰弱,往往呈丛生状。

(1)新叶淡绿色至黄绿色,新梢短,停止生长时间早……………缺氮

(2)新叶淡黄色至黄色,出现类似缺氮的黄化……………缺硫

(3)新叶上产生水浸状的半透明斑点,果皮上生成坚硬的胶状肿突……………缺硼

(4)叶片绿色,沿中脉处呈垫状……………缺钾

2、生长比正常树旺盛。

叶片通常较大並呈暗绿色,果实表面及内中轴上产生棕黑色胶状瘤……………缺铜

II、叶绿色,叶脉及中脉的绿色更浓,有如绘画的图样。

1、叶小而尖,中脉及主要支脉绿色,脉间淡绿色至黄色,果小……………缺锌

2、叶的形状及大小基本正常。

(1)中脉及主要支脉暗绿色,脉间淡绿色至灰色,叶色钝化,外观不鲜明……………缺锰

(2)叶淡绿至黄色或白色,仅叶脉绿色,呈美丽的网眼状,生长显著衰弱,常导致枝梢枯死……………缺铁

(3)叶淡绿色,仅叶脉绿色,呈美丽的网眼状。叶大型,往往比正常叶大1倍。果实表面及内中轴上产生棕黑色胶状瘤……………缺铜

B、症状最先在成叶上出现,常常影响果实生产。

I、叶色褪绿从局部开始,尔后渐渐扩展至整叶。

1、褪色从与中脉相平行的叶身部开始,扩大至全叶黄色,唯叶片基部到最后仍残留绿色……………缺镁

2、褪色从叶缘开始,然后向脉间扩展……………缺钾

II、叶的褪色最初不是从局部开始的。

1、褪色一开始就全面变为黄绿色和黄斑,最后整叶黄化……………缺氮

2、叶色钝绿,最后变为橙黄色,甚至发生枯死斑……………缺磷

此外,根据近代的研究表明,C/N关系不仅与开花结实有关,而且与花芽分化和着花

等都有极密切关系。因此，不仅要研究碳氮比的值，而且要研究碳、氮的绝对含量，否则就不能得出正确的答案。在日本温州蜜柑的当年春梢中，11月以后其糖及全碳水化合物明显增加，碳氮比值也明显上升（见表7）。一般认为，12月至次年1、2月的碳氮比为14.4~16.2有利于成花。

表7 温州蜜柑春叶的C、N营养分析

取样日期	全 N (%)	全糖 (%)	全碳水化合物 (%)	碳 氮 比 (C/N)
9.20	0.71	1.64	7.90	11.1
10.15	0.74	1.65	7.45	10.1
11.16	0.80	2.53	9.07	11.3
12.28	0.69	4.04	9.91	14.4
1.18	0.85	4.87	12.23	14.4
2.18	0.83	4.01	13.43	16.2

六、适宜的灌水方法与灌水量

松本先生解答这个问题时说，日本是一个地形狭长而多山的国家，柑桔果树多栽种于坡地上。因此，就不能象美国或其他地势平缓的国家那样使用沟灌法，而大量采用的灌水方法是喷灌，有利于水、土、肥的保持，减少冲刷流失。

针对日本的气候特点，柑桔果园的灌水主要是在高温干旱的夏季，用水量一般是15~20毫米，每7~10天一次，入秋以后因气温、地温较低就停止灌水。

关于灌水量最好应根据灌水指标进行，灌水指标则因土壤性质的不同而异，如下式：

灌水量 =
$$\frac{(\text{容水量} \times 0.6 \sim 0.8 - \text{灌前土壤含水量} \%) \times \text{容积比重} \times \text{根深}}{100}$$

式中：①容水量与容积比重，根据土质的不同是一个变值（见表8）；

②0.6~0.8代表各种灌水在损失后剩下的有效系数。

表8 不同土壤的容水量与容积比重

土 质	容水量 (%)	容积比重
细 砂 土	28.8	1.74
砂 壤 土	36.7	1.62
壤 土	52.3	1.48
殖 壤 土	60.2	1.40
腐 殖 土	71.2	1.38

（黄治远译）

第二部分 柑桔产地的气象条件

一、气象条件

柑桔类是原产于亚热带的植物群，就其生长发育或果实的生产而言，当然认为是适宜于近原产地的亚热带气候条件。

从柑桔树自身的角度看作作为实生方式的生育是适宜的，而对于建立大量生产商品果实的农业基地，比如，枳壳砧的温州蜜柑，与其在亚热带的柑桔产地，还不如在温带的柑桔产地生产的果实品质好。也就是说，如果接用耐寒性强的砧木品种，即使在比亚热带温度低的产

地也能生产出十分好的柑桔。再者，为了促进果实肥大或提高品质和其他目的，如果利用最近日本正在普及的加温或不加温的设施栽培，即使在温带也能生产要求适温较高的柑桔种类。

从日本的果树栽培适地调查事业研讨会发表的资料看，判断温州蜜柑栽培适地的温度条件是：静冈县为10年间 -8°C 在1次以内， -7°C 在4次以内， -6°C 在15次以内， -5°C 在40次以内；爱媛县年平均气温在 15°C 以上，并且达到10年内 -7°C 以下在1次之内的严格条件；其他地区如佐贺县， -7°C 年平均在1次以下，长崎县 -5°C 年平均在0.6次以下；还有宫崎县 -6°C 年平均在5次以下， -7°C 6年在1次以下。以上这些提供了适地判定的基准。日本的气温见表9。

表9 日本不同月份的平均气温($^{\circ}\text{C}$)

月 份 地 点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 平 均
那 坝	16.0	16.4	18.1	20.8	23.5	26.0	28.2	27.8	27.1	24.1	21.4	18.1	22.3
石 垣	17.8	18.3	20.2	22.6	25.6	27.4	29.0	28.5	27.6	24.9	22.5	19.6	23.7
秋 崎	8.0	8.8	11.5	15.9	19.3	22.2	26.3	26.8	24.5	19.4	15.0	10.0	17.3
福 冈	5.3	6.0	9.0	13.9	18.1	21.7	26.5	27.2	23.3	17.3	12.5	7.8	15.7
静 冈	5.7	6.3	9.2	14.0	17.5	21.4	25.2	26.4	23.3	17.9	13.2	8.1	15.7

(日本气候表: 1941~1970)

另一方面，对于象夏橙那样冬季果实挂在树上的晚熟柑桔，年平均气温在 16°C 以下，并且 -5°C 以下10年在1次以内为适地基准。再者，象在严寒到来之前果实收获完了的伊予柑，因冬季低温落叶比温州蜜柑严重，以 -6°C 以下的低温10年在1次以内作为适地条件。另外，果实在树上挂着越冬的柑桔，由于低温受冻害或落果比夏橙更严重的种类，如日向夏等，适地条件应是年平均气温在 16°C 以上， -4°C 以下10年在1次以内。

二、温湿度与花芽分化的关系

温州蜜柑的花芽分化，是从发育成熟枝梢的顶芽向基部顺次地进行的类型，如果某一年象温湿度这样的气象条件比一般年份连续异常，就将在其下一个生育周期内着花过多，或者相反，只抽发营养枝而结果不良。常常引起所谓的隔年结果现象。当然，由于碳水化合物营养好坏引起隔年结果的情况也多，但是，碳水化合物营养可以通过修剪或疏果等栽培技术进行人为的调节，这是局部的现象。因此，涉及广大地区的隔年结果，可以认为主要是由气象条件异常所引起的。

井上先生为了观察春梢上花芽分化的生理变化，对温州蜜柑进行了温度处理和干燥处理试验。结果认为，花芽分化需要的气温必须在 20°C 以下，但是，在不能诱导花芽分化的高温情况下，使土壤在一定期间内干燥，也能明显地促使柑桔春梢花芽分化。而且，认为低温或土壤干燥的程度越大，越有在短期内进行花芽分化的倾向；在露地条件下，10月上旬以后的低温对花芽分化影响很大，特别是到12月上旬止的2个月间的低温处理，能使春梢上的着花量大大增加。

另一方面，试看山田先生调查水分胁迫对温州蜜柑花芽分化的影响的结果。对照区叶的水势是 -15bars (巴)，与之相对应，给与从弱干燥的 -25bars (巴)到强干燥的 -35bars

(巴)的水胁迫处理。由于干燥处理,明显地使花蕾的着生数增加了。即在强干燥区,从40天到80天处理。花蕾数急速增加,然而多于80天认为没有更大变化,但是在弱干燥区,处理60天确认发生花蕾,到处理140天乃继续增加,最终达到与强干燥区同等程度的花蕾着生数。还有,发芽中的花芽率是干燥时期长的高,到最后强干燥区达90%,弱干燥区达80%。而且,比较对照区和干燥处理区之间叶内GA的活性,认为由于干燥处理GA的活性有降低的趋势。

再者,别府先生用宫内伊予柑作试树,从2月9日到23日分别设 -2°C , -4°C , -6°C 3个级别处理,调查 0°C 以下低温对着花的影响。结果是 -4°C 以下的低温,无论是否有寒害发生着花数都显著减少,新梢的发生却反而增加。与之相反,池田先生就温州蜜柑寻求3月中旬或4月中旬的最高气温与当年结果多少之间的相关性,认为两者间有极高的正相关。从而推测在发芽期前后气温高的年份着花数增多。

总之,土壤干燥具有促进柑桔花芽分化的效果,而与当时的气温高低无关。但对于温度的效果,从10月到12月在 20°C 以下,如 $5-15^{\circ}\text{C}$ 的低温条件下有促进花芽分化的效果,若10—12月上旬气温达 20°C 以上时则着花量减少。日本的最低气温在2月份,如果2月份出现 -4°C 以下的低温会减少着花数量,春季发芽期前后的高温具有增加着花数的效果,3月中旬到4月中旬比常年气温高有促进开花的作用。此外,据资料报导,地温对着花也有一定的影响,在气温同为 15°C ,地温在 $15-20^{\circ}\text{C}$ 范围内能提高春梢的着花量。

关于影响结实因素,松本先生结合日本的情况讲述了开花必需的生态条件后,还重点地从生理的角度分析了影响座果的原因以及异常高温导致大量落果的问题。在花期,日本很少出现 30°C 以上的高温,但在温室柑桔栽培也存在着高温危害,温州蜜柑在花期大棚温度达 30°C 以上时也引起大量落果。白石雅也先生用电镜扫描观察表明,柑桔的幼果在果梗基部、子房与蜜盘连结处这两个“节”位上,正常情况下细胞分裂较快,维管束相互紧密连结,当遇到高等不良的环境条件时,维管束的分化就变得特别慢,且细胞肥大呈不协调而形成离层,故导致大量落果。此时维管束的分化速度,还受碳水化合物、矿质营养和内源激素的影响。维管束的分化受到赤霉素和植物生长素的影响是无疑的。防落素(对氯苯氧乙酸)对于脐橙的维管束分化有极密切关系。对于少核的果实,因其种子少,产生的赤霉素极微,故常用赤霉素类物质促进座果,相反,对于那些种子多的品种常用生长素促进其座果。

此外,松本先生还谈到,并非在任何时间遇到高温都会造成落果,而只是在上述两个“节”处容易出现离层的期间内,遇高温影响,“节”处维管束分化变慢,细胞肥大呈不协调,促进离层形成导致落果。关于高温对落果影响的持续时间界限问题,是很难回答一个确切的时间界限的,因为气温过高在几小时内则有影响,气温稍高而时间过长也有影响,且对不同的品种、树势、土壤等条件也会有差异。一般认为气温 $30-37^{\circ}\text{C}$ 持续数日(如10日内)对温州蜜柑及有核甜橙有影响,如气温高达 40°C 持续数小时则受影响。至于柑桔的采前落果,主要是由于低温或水的胁迫作用,影响水份代谢发生变化,诱发乙烯的产生,而促进离层的形成。但也有品种上的差异,橙类采收前在果蒂处易形成离层,温州蜜柑比较适应低温,几乎不存在采前落果问题。此外,从养分与水分竞争的库力(Sink)来看,营养枝或强枝的库力强,结果枝或弱枝库力弱,有叶单花枝在枝内不存在养分的竞争,花序枝可能同时存在两种库,产生竞争,因此,探讨如何提高有叶单花枝的比例,从而有利于座果是很有必要的。

三、光照的温度效应

果 树受日光照射，叶或果实、枝干等整个树体温度就显著提高。影响温度效应因素，是由日光照射强度（光含热量的多少），气温的高低，风速的大小三个因子的组合所决定的，例如在无风状态，温州蜜柑的叶受含有 $1.38\text{Cal}/\text{Cm}^2/\text{min}$ 能量的晴天日光照射，叶温比气温高出约 15°C ，如果这时有 2m/S 的风，叶温与气温的差将比无风时减少了一半。因此，日光中所含的热能对提高枝叶或果实等的温度效果显著，所以，即使在年或月平均气温相同的产地或相同的果树园地，也要特别注意因日照强度和日照时间的差异而引起树体温度间发生很大的差异。

同样情况，由于日照条件的好坏，树体外的果树园地内的气温或地温也要发生相当的差异。这种树体温度、气温、地温的差，给果树园地的整体蒸发通量（树体表面蒸发量+土面及水面蒸发量）以很大影响。例如，某个月的一个月期间的蒸发通量 U 可以通过下式算出。

$$U = 25.4Rp(1.8Q + 32)$$

式中的 R 称为植物系数，是随植物种类而异的指数； p 是某个月一个月间的日照时数对全年总日照时数的百分率（即 $P = \left(\frac{\text{一个月的日照时数}}{\text{该年的日照总时数}} \right) \times 100\%$ ）， Q 是某个月的平均气温。

四、树体温度和同化产物的运转效率

如上所述、由于日照条件好坏会使树体温度产生差异，同时，其树体温度差异给叶面蒸发作用带来很大影响，还给叶的光合作用（ CO_2 同化作用）和光合作用所制造的糖分的运转效率带来明显影响，特别是促进糖分运输的效果极为显著。门屋先生用盆栽温州蜜柑放入塑料箱内，在人工循环冷却水的控制下，将其室温及叶柄温度分为 15°C 、 20°C 、 30°C 三个阶段进行控制，比较不同处理温度间由 14CO_2 同化生成的标记的糖从叶向果运输的效率差异。结果如图1所示。

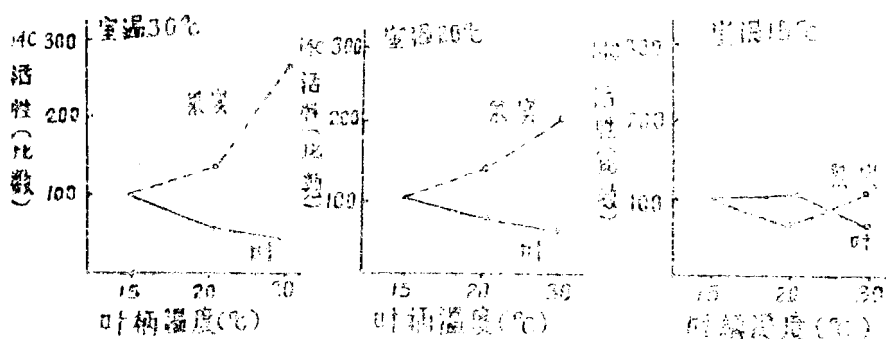


图1 室温及叶柄附近的温度对温州蜜柑植株内同化产物的运转的影响(门屋)

从这个试验看出，叶柄附近的温度保持在 15°C 时，光合产物从叶向果实的运输几乎停止，与此相反，如果将其温度升高到 $20\sim 30^\circ\text{C}$ ，可大大促进光合产物从叶向果实的运转。另外

塑料箱内的温度保持在15℃，仅将叶柄的温度局部地提高到30℃，也不促进糖分从叶片向果实的运输，如果箱中的气温和叶柄附近的温度都保持在30℃时，糖分的运转速度显著增大。

作为亚热带性的常绿柑桔树，最适光合作用温度是20~25℃，光合产物的运输与树的生长发育和果实生长的最适温度相同，是30℃左右。与之相比，温带性的落叶果树，低5℃左右为最适温度范围。

五、温度与果实品质的关系

将不同种类的果实置于20℃、25℃、30℃的三个级别温度条件下，观察其生长发育、显然其结果随处理温度的不同而异，在供给热量多的高温区、能促进果实的生育和成熟、在构成果实品质的诸因子中，特别是果汁中的游离酸含量显著减少了，而且果实的肉质一般也以温度高的优良。这种倾向当然适宜于高温条件的亚热带性的柑桔是理所当然的，即使对要求低于这一温度条件的落叶果树也同样能看到。但是，果汁中可溶性固形物含量或色素含量，由于受温度以外的其他因素干扰较大，所以往往看不出有一定的倾向。例如，根据苦名先生观察，超过30℃的高温，即使温州蜜柑的果实已达到成熟阶段、果皮组织中也不能充分进行叶绿素的分解和类胡萝卜素的生成，就是果肉中的游离酸含量减少到能够吃的程度，果皮也不上色。在佛罗里达州栽培温州蜜柑，因为该州位于亚热带而气温较高，所以果肉成熟后果皮还迟迟残留绿色而缺乏商品性是众所周知的。

关于昼夜温差的影响，新居先生采用温州蜜柑，将昼温和夜温在15℃、20℃、25℃、30℃这四级温度上作变换组合处理，以调查果汁的组成结果表明，全糖含量以昼温20~25℃和夜温20℃这一组合最高，果汁中游离酸含量是昼温和夜温都在25℃时最低，但果皮中叶绿素含量是昼温和夜温都在15℃的低温条件下分解消失得快。在温州蜜柑生产者中，多数人历来就相信由于夜温比昼温低，而且昼夜间的温差大果皮的绿色就容易消失，但实际上，比昼夜温差更有效的是果实成熟期日平均气温很快降到15℃左右的低温，对促进果皮的着色更重要。

六、风速与树体温度及落叶的关系

前面已经叙述，只要遇到1~2米/秒的风时，日光中的热能使树体温度上升的效果就要大大削减，如图2所示。

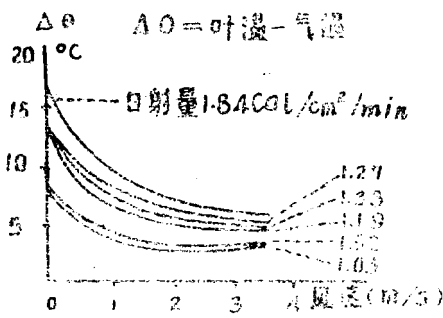


图2 风速对日射温州蜜柑叶温上升的影响 (武智等)

易地落掉。

过去，为了防止这种由于冬季干风造成的落叶，用稻草编成粗草蓆，将树冠的外侧一株株

当风速达到6~7米/秒(以上的时候)，温州蜜柑的冬季落叶就激剧增加，风速在5米/秒以下时，因为风还没有达到吹进树冠里的力，只是在树冠外侧轻轻地吹过。但是，如果风速达6~7米/秒以上则具有很大的机械能，风就可以吹入树冠中部，因为风遇到当中的枝干而产生的乱流使小枝或叶激烈地振动扭转。因此，在冬季的低温和干燥条件下，已经开始形成离层的叶会很容易地落掉。