

573-281

8283(12)

第12卷 第3期
1992年9月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol.12, No.3
Sep., 1992

柑桔增减产生态环境模式研究

汪 铎 叶美德

(苏州铁道师范学院地理系, 215009)

5666.01

摘 要

本文依据影响柑桔产量的主要生态环境因素和近年在中亚热带红壤桔园的定点试验资料, 运用统计模拟分别建立子模式然后合成的方法, 研究了柑桔增减产定量描述的生态环境模式。初步建立了模拟柑桔冬季落叶率、晚春初夏落花落果率和夏秋单果重的3个子模式, 以及模拟柑桔平均单株产量的合成模式。应用所建的模式模拟了不同生境小区的柑桔株产量和近年金华市柑桔逐年平均株产量。模拟结果表明模式有一定可靠性, 可用来预测区域柑桔平均产量或常规桔园的产量, 并可适时指导桔农针对生态环境灾害采取减灾增产措施。

关键词: 生态环境, 柑桔增减产, 模式研究, 模拟株产量。

柑桔, 增减产, 产量

一、试验桔园生态环境特征

柑桔是亚热带多年生常绿果树, 具有较高的经济价值。柑桔的生长发育不断受到周围环境和生态因子的影响, 致使柑桔的产量发生很大波动。在浙江金衢盆地中选择金华县开化村一个面积为 126700 m² 的浅丘红壤缓坡地温州蜜桔果园, 园中设定了两个生境有明显差异的试验小区。

1. 园地宏观生态环境

试验果园的地理位置和气候、土壤等背景条件代表了江南亚热带东部丘陵地带中许多大中型盆地的环境特色。开化村柑桔园位于金衢盆地中段的盆底附近的缓坡地上, 四周开阔平原。金衢盆地是典型的江南红层盆地, 形状为东北西南走向的走廊式盆地, 盆地内多低丘岗地。土壤为酸性红壤, pH 值 5.0—6.0。受亚热带季风气候和盆地气候综合影响, 1 月平均气温 5℃ 左右, 极端最低气温可低至 -8—-10℃。晚春初夏 5 月短时间异常高温可上升至 34—35℃, 盛夏 7、8 月极端高温可高达 40℃ 左右; 37℃ 以上高温干、热天气可持续 10d 至半月以上。在地形作用下, 冬季盛行走廊寒风, 全年以东北风频率最高。12 月至次年 2 月柑桔易遭受低温冻害, 5—10 月时常有高温干旱危害。这种冬寒夏干热气候十分突出, 是柑桔生态的主要限制性因子^[1]。

柑桔园的东面和南面是农田, 北面有桃园, 西面距小水库较近。水源虽近, 无机灌设施且水库蓄水常常不足, 对果园小气候和抗旱均起不到明显作用。

2. 试验区生境

试验区选择在桔园北部的半环状缓坡的中段(小区 I)和下段(小区 II), 坡向朝北, 坡度约 5 度, 如图 1 所示。

* 国家自然科学基金资助项目。

本文于 1991 年 6 月 25 日收到, 修改稿于 1992 年 3 月 15 日收到。

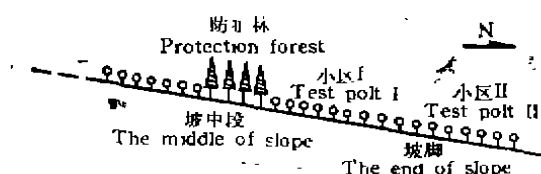


图 1 开化村柑桔园缓坡上两个测试小区的位置和生境示意图

Fig. 1 Location and habitat of both test plots on gentle slope

等。园内原生植被为亚热带常绿阔叶林，次生植被为马尾松林，以后经人工培肥种植柑桔。柑桔林密度约为 36 株/100m²，每穴约占地 2.77m²。试验区内除少量杂草外无其它同生植被或覆盖物。

I 小区位于缓坡中段，防护林边，区内柑桔生长良好，桔树冠幅 2m 左右，树冠高 1.5—1.8m，覆盖率约 85%。II 小区位于缓坡脚风口附近，柑桔生长差，桔树冠幅 1m 左右，树冠高约 1.2m，覆盖率约 50%。改造后的试验区土壤为轻粘土或重壤土，核状或块状结构。降水时易形成隔水层而造成积水，干旱时由于毛管发达，土壤有效水损失严重，加上坡地重力作用，坡地上中段的土壤含水量往往较坡下部和坡脚偏低。

3. 测试方法和结果分析

在设定的两个小区中随机选择有代表性的测试植株。经比较分析，每 1 小区确定 5 株柑桔树为测试株，可以分别代表 2 个小区的柑桔生态和生长的平均状况。在每 1 测试株的骨干枝中部，按东南西北方位各选一结果枝作为观测枝，这 4 枝观测枝可以代表该测试株的总体状况。这样，每 1 小区共有观测枝 20 枝。

在 2 个小区平行观测冬季柑桔受冻害后的落叶率、晚春初夏的落花果率和夏秋果实增长动态，还统计了单果重、单株结果数和株产量。具体的做法是：11 月底记录各观测枝上的叶片数，作为冬季落叶前的叶片基数。以后每旬末观测记录一次，分别统计 2 小区观测枝的逐旬落叶率。下文中给出的落叶率是指到 2 月底为止测试株的叶片总数与叶片基数之比的百

表 1 1986—1988 年不同生境小区柑桔产量及其构成要素差异(开化村桔园)

Table 1 Difference in citrus yield components between both test plots in the Keibua orchard during 1986—1988

年份 Years	小区 Plots	冬季落叶率 Rate of leaves drop in winter N (%)	5 月落果率 Rate of blossoms- prematures drop in May P (%)	总落花落果率 Total rate of blo- ssoms-prematures drop ΣP (%)	单株育果率 Quantity of fruit setting per tree F(n)	单株产量 Citrus yield per tree Y(kg)
1986	I	30.0	94.22	95.85	42.9	3.56
	II	70.0	99.10	99.64	0.0	0.08
1987	I	16.9	91.59	96.54	117.0	9.07
	II	30.3	87.67	94.66	78.4	7.22
1988	I	58.8	98.58	99.76	0.7	0.06
	II	92.8	99.75	100	0.0	0.0

分率。

柑桔开花前记录种观测枝上的花蕾数,自初见始花至生理落果结束每天记录花果数,分别统计两小区测试株的逐日落花落果率。下文给出的是月底的落花落果率。谢花后测定果实的纵横径,每候测量1次,前期采取随机取样观测,后期定果观测果实的生长动态。果实成熟时记录种小区测试株的着果数,采摘后称果实重量,统计两小区的平均单果重和单株产量。1986—1988年3年的观测结果列在表1,它表明两个小区有显著差异。表中产量因素的年际波动是由气候变化及其产生的环境效应引起的,小区间差异是由不同小区生境效应引起的,在灾年(如1986和1988年)这种小区差异尤为显著。

此外,在柑桔生长关键时期选择典型的低温或高温干旱时段,观测柑桔园小气候和土壤水分。大气候资料取自距果园约500m的蒋堂农科所气象站。在下文选取影响产量构成的因子时,采用了园内小气候资料,并与国外大气候资料作对照。

二、柑桔产量构成的生态环境因素

柑桔产量由栽植密度、单株结果数和单果重3个成分构成。对于某一柑桔园的一定时期,栽植密度为已知常数,由单株结果数和单果重2个成分决定的单株产量,从植株本身考虑,取决于树龄大小、树势强弱、着果率高低和果实增长状况等因素。在正常管理水平下,除品种和树龄外,树势、着果率和果实增长等因素在很大程度上均受到生态环境因子的影响,其中冬季冻害和夏季高温干旱等环境灾害的影响相当大^[1-3]。

生态因子中光、热、水等条件直接影响柑桔的生长发育^[4]。由气候变化引起的种种环境灾害是导致柑桔异常减产的根本因素^[5]。如图2所示,冬季出现-7—-9℃以下低温和寒风可导致柑桔发生严重冻害,按低温强度和低温持续时间,引起落叶;树皮开裂;植株部分冻死;甚至整株死亡,造成不同程度减产。晚春初夏的33—35℃以上异常高温可致使柑桔花蕾受害,引起异常落花落果,由着果率降低而造成减产^[2]。夏秋季节37℃以上持久高温干旱,对柑桔幼果发育不利,由果实增长受阻引起小果、裂果、甚至落果,影响产量和质量^[5,8]。相反,不出现上述环境灾害或环境灾害的影响较轻时,柑桔可望增产。

柑桔产量形成于柑桔生长发育的整个过程,前期群体和个体生态对后期的经济性状具有较大的制约作用。例如冬季大冻年份,柑桔部分冻死,落叶率近100%,即使后期生态环境条件优越有利,也无法弥补损失,产量趋于零。反之,前期生态环境条件有利,柑桔生长发育良好,若后期遭遇重大环境灾害,也会造成严重减产。图2分析表明,柑桔减产是株产量形成过程中各关键时

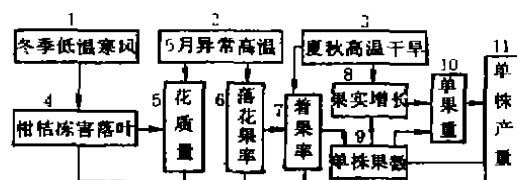


图2 亚热带浅丘红壤柑桔产量构成和主要环境灾害的关系

Fig.2 Main environmental disasters impacts on citrus yield components in subtropical low hill and red soil regions. 1. Low temperature and cold wind in winter, 2. Anomalous high temperature in May, 3. Hot-dry weather in summer and autumn, 4. Citrus leaves drop caused by freezing damage, 5. Quality of citrus blossoms, 6. Rate of blossoms-prematures drop, 7. Rate of fruit setting, 8. Citrus fruit growing, 9. Weight of one citrus fruit, 10. Quantity of fruiting per citrus tree, 11. Citrus yield per tree.

期发生环境灾害叠加和综合影响的结果。柑桔增产必需在各关键时期的生态环境条件均有利的情况下才有可能取得。

根据以上分析,在试验区里针对柑桔产量形成的关键时期进行了一系列测试和统计。表2和表3是1987—1988年的部分资料,在下文建模中用到。另一些资料可参考文献〔2〕、〔6〕。

表2 1987—1988年冬季气温和相对湿度大气候资料(桔园附近气象站)

Table 2 Temperature and relative moisture near the citrus orchard in winter during 1987—1988

旬/月 Ten days/Month	下*/11	上**/12	中***/12	下/12	上/1	中/1	下/1	上/2	中/2	下/2
平均气温 $\bar{T}$ (°C) Average temperature	13.0	3.8	4.8	10.1	6.6	5.6	4.7	5.3	3.0	5.7
最低气温 T_L (°C) Minimum temperature	0.4	-2.0	-1.7	0.2	1.0	-1.2	-1.4	-0.3	-2.7	1.3
相对湿度 R_m (%) Relative moisture	87	65	70	73	83	82	84	82	91	91

*, The last ten-days; **, The first ten-days; ***, The second ten-days.

表3 1987—1988年冬季2个试验小区逐旬落叶率(%)差异

Table 3 Difference in leaves drop (N%) between test polts I' and I in winter during 1987—1988

旬/月 Ten days/Month	上*/12	中**/12	下***/12	上/1	中/1	下/1	上/2	中/2	下/2	合计 Total
落叶率 N (%) Rate of I' leaves drop	9.7	3.6	12.7	15.8	5.7	5.7	2.2	1.5	1.8	68.8
	7.1	4.7	20.4	19.4		19.0	7.3	3.7	2.2	92.8

*, **, ***, Same as table 2

三、柑桔产量结构生态模式

根据上述柑桔产量构成分析的几个关键时期,挑选关键性生态环境影响因子,进行分段统计模拟和子模式合成,建立柑桔增减产定量描述的产量结构生态模式。设柑桔产量构成效应在各关键时期的基本模式表达为:

$$Y_i = a_i + \sum_{j=1}^n A_j X_j \quad (1)$$

Y_i 表示各关键时期生态因子对产量构成产生的效应,这里设 $i=1, 2, 3$,分别表示3个关键时期,即冬季落叶期、晚春初夏生理落花落果期和夏秋果实增长期。 A_j 是描述柑桔在各个关键时期的生理特性的待定常数, A_j 是生态因子的待定系数, X_j 是影响柑桔产量的主要生态因子, j 为因子序。根据在试验果园取得的3年资料,分别建立了模拟冬季落叶率、落花落果率和单果重3个子模式。

1. 冬季冻害落叶子模式

冬季柑桔异常落叶是由冻害引起的。遭受冻害的程度主要同果园内低温寒风的强度及其持续时间有关,前期果园干旱状况和温度变化的幅度对冻害落叶也有明显影响。运用(1)式经回归分析,针对试验区资料求得:

$$\hat{N}(\%) = -12.17 + 4.4421X_1 + 1.8506X_2 + 1.8014X_3 \quad (2)$$

$N(\%)$ 是冬季落叶率, $\hat{N}$ 是 N 的模拟值, 回归方程的复相关系数0.9882, 达到极显著水平。 X_1 是描述冬季低温冻害的负积温, 表达成 $X_1 = \Sigma(T_L - T_c)$, 其中 T_L 为园外百叶箱最低气温, T_c 为柑桔叶片受冻害的临界温度所对应的百叶箱气温。可将柑桔园不同生境发生冻害的低温指标 T_F 换算成园外百叶箱温度指标 T_c , 据此可确定柑桔园冬季各时段不同的 T_c 。表4列出了试验区冬季4个时段的冻害低温指标 T_F 与 T_c 对照情况。

表4 试验区冬季冻害温度指标园内外对照

Table 4 Difference in freezing temperature indices in winter between in the test plots of orchard and out of it

旬/月 Ten days/month	下***/11—上*/12	中**—下/10	上/1—上/2	中—下/2
园内 $T_F(^\circ\text{C})$ In orchard	-6.0	-7.0	-9.0	-8.0
园外 $T_c(^\circ\text{C})$ Out of orchard	-2.4	-3.4	-5.4	-4.4

*, **, ***, Same as table 2.

应当指出, 在不同生态类型柑桔园中, 或园内不同生境地段上, T_F 与 T_c 的换算不相同。一般可运用园内外小气候与大气候平行观测资料, 由回归方程 $T_c = A_0 + B_0 T_F$, 求出两者的换算关系。表4是采用1986—1989年冬季典型低温日的观测资料, 建立的一组换算关系。

(2)式中 X_2 是11月至12月连续晴天无雨的天数, 用来描述冬季前期的干旱程度。 X_3 是11月至12月上旬最大的旬际气温差, 描述了前冬期温度变化的剧烈程度。

X_1 、 X_2 、 X_3 因子的标准偏回归系数分别为 $e_1 = 0.6025$ 、 $e_2 = 0.4760$ 、 $e_3 = 0.2147$, 有 $e_1 > e_2 > e_3$ 。表明冬季低温强度及持续时间的因子 X_1 对柑桔冻害落叶率的影响最大, 其次是描述前冬干旱程度的因子 X_2 、描述前冬温度变化的因子 X_3 又次之; 后2个因子 X_2 和 X_3 主要对柑桔采果后树势的恢复有一定影响。

2. 5月落花落果子模式

江南5月晚春季节交替, 柑桔正值开花期和生理落果期, 若突然出现异常高温, 并伴随桔园内大气干旱, 就会发生严重落花落果, 影响着果率。由(1)式运用试验区资料求得

$$\hat{P}(\%) = 77.51 + 2.5735X_4 + 1.4049X_5 + 0.1277X_6 \quad (3)$$

(3)式的复相关系数0.9499, 达到显著水平。 $\hat{P}(\%)$ 为5月落花落果率 P 的模拟值。 X_4 是描述5月异常高温的危害积温, 表达成 $X_4 = \Sigma(T_H - T_K)$, 其中 T_H 为园外百叶箱最高气温, T_K 是柑桔开花坐果期遭受异常高温危害的临界温度所对应百叶箱气温, 与柑桔园生态环境有关。可采用试验典型高温日园内外小气候与大气候平行观测资料, 建立回归方程 $T_K = A_1 + B_1 T_F$, 将园内不同生境上发生高温危害的 T_F (一般取 T_F 为34—36 $^\circ\text{C}$)换算成百叶箱大气候指标 T_K 。表5是采用试验区资料建立的5月3个旬 T_F 与 T_K 的一组换算关系。

X_5 是4月中下旬的旬际温度差 ΔT , 取绝对值 $|\Delta T|$, 描述前期温度变化的剧烈程度。 X_6 是(2)式中求算的冬季落叶率模拟值 $\hat{N}(\%)$ 。 X_4 、 X_5 、 X_6 3因子的标准偏回归系数分别为 $e_4 = 0.8884$ 、 $e_5 = 0.6299$ 、 $e_6 = 0.7574$, 有 $e_4 > e_6 > e_5$ 。表明柑桔花期发生异常高温(尤其在伴有干热燥风时)直接危害正常开花坐果, 是造成异常落花落果的主导因子。其次, 冬季落叶程度和4月高温度变化幅度也影响花的质量和落花落果的严重程度。

表 5 试验区柑桔花期高温危害指标园内外对照

Table 5 Difference in anomalous high temperature indices during blossom opening period between in the test plots of orchard and out of it

旬/月 Ten days/Month			上*/5	中**/5	下***/5
园 内	$T_R(^{\circ}\text{C})$	In orchard	35.0	36.0	37.0
园 外	$T_K(^{\circ}\text{C})$	Out of orchard	33.0	34.1	35.2

3. 夏秋单果重子模式

夏秋季节是柑桔幼果发育和果实增长时期,若遭遇持久高温干旱天气,可直接危害幼果发育和果实增重。由(1)式运用试验区资料求得

$$\hat{W} = 133.52 - 0.3148X_7 - 0.0430X_8 - 0.3678X_9 \quad (4)$$

(4)式的复相关系数0.9715,达到极显著水平。 $\hat{W}$ 是指柑桔单果重 W (g)克的模拟值。 X_7 描述夏秋大气候高温干旱程度,表达为 $X_7 = m_1 + m_2$,其中 m_1 是7—8月过程降雨量 <10 mm,且日雨量 <5 mm的最长连续少雨干旱天数, m_2 是日最高气温 $\geq 37^{\circ}\text{C}$ 的天数。 X_8 为园内夏季的极端最高气温,与柑桔园生态环境有密切关系。通常处在谷盆地形中的密植桔园,较位于坡地或开阔地上的稀植桔园,盛夏的极端高温更高。采用典型晴热天气下园内外小气候与大气候平行观测资料,建立回归方程 $T_R = A_1 + B_1T_K$,将园外百叶箱大气候极端高温 T_K 换算成园内生境发生的极端高温 T_R 即 X_8 。 X_9 是(3)中求算出的落花落果率模拟值 $\hat{P}$ (%)。

(4)式中 X_7 、 X_8 、 X_9 3因子的标准偏回归系数分别为 $e_7 = 0.6224$ 、 $e_8 = 0.0153$ 、 $e_9 = 0.4172$,有 $e_7 > e_9 > e_8$ 。表明夏秋严重的高温干旱对果实增长的影响最大,其次着果数与果实大小也有一定关系。

4. 单株产量增减生态模式

柑桔单株产量由单株着果数和单果重2部分构成。单株增减产模式可由以上3个生态环境灾害主导因子的模式合成,表达成

$$\hat{Y} = C_0 + C_1\hat{Q} + C_2\hat{W} \quad (5)$$

$\hat{Y}$ 为单株产量(公斤)模拟值。 C_0 是待定常数,与品种、树龄、树势和栽培管理等因素有关。 $\hat{Q} = 100 - \hat{P}$,即着果率(%),其中 $\hat{P}$ 由(3)式求算取得。 $\hat{W}$ 是单果重模拟值,由(4)式求算取得。 C_1 、 C_2 为待定系数,与柑桔品种、树龄等有关。

考虑到冬季发生毁灭性冻害时,如1977年1月的大冻,柑桔植株部分或全部冻死,几乎没有产量。因此设一特定权重 M ,当冬季落叶率 $N > 90\%$ 时,取 $M = 0.1$;当 $90\% \geq N \geq 80\%$ 时,取 $M = 0.5$; $N < 80\%$ 时 $M = 1$ 。此外,在上1年遭受严重冻害后,次年植株仍未完全恢复而影响产量时,如1978柑桔产量偏低是受1977年大冻影响,可根据影响程度取 $M = 0.4-0.6$ 。

针对开化村柑桔园的2个试验小区,1986—1988年3年测试资料输入模式(2)—(4)中的因子序列给出在表6中。这3年代表不同丰歉年型,1987年是丰年,1986年是平年偏差,1988年是重灾歉收年^[5]。

表 6 1986—1988年测试资料输入模式的因子序列(开化村柑桔园)

Table 6 Factor orders of test data in modes in the Kelhua orchard during 1986—1988

因 子 Factors		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
1986	I	4.3	18	1.9	2.5	3.5	37.33	41	39.7	93.63
	II	4.3	18	9.8	2.2	3.5	72.42	41	38.7	97.34
1987	I	1.6	14	0.0	0.5	6.6	16.62	21	38.9	90.19
	II	1.6	14	1.3	0.1	6.6	22.40	21	37.9	89.90
1988	I	9.2	30	0.4	4.3	1.8	61.70	33	42.5	98.98
	II	9.2	30	6.4	3.7	1.8	88.35	33	41.4	100.00

四、模式应用和讨论

运用模式(5)结合子模式(2)一(4), 可以对柑桔产量形成过程中受生态环境的动态进行跟踪, 并定量模拟增产或减产程度, 预测最终株平均产量的时效在采果前两个月左右, 即9月初。模式的特点是针对不同生态环境, 描述环境变异在柑桔产量构成各关键时期产生的生态效应差异和增减产效果。

1. 不同生境试验区的产量模拟效果

以金华开化村柑桔园试验区为例, 对 I、II 两小区分别应用模式(2)一(5)计算, 求得产量构成和株产量的模拟值列于表 7 与实况对照。结果表明, 3 年模拟误差都较小, 且模拟 2 个不同生境小区的生态产量效应的差异显著, 与实际差异情况相一致。进一步比较模拟值与实况, 在 I 区两者差异较小, II 区两者差异较大。因为 II 区处在朝北风口坡脚附近, 易遭冷潮和寒风侵袭^[5], 植株生长差, 由生态环境灾害引起的产量波动相对较大, 1989 年运用模式预测 I 区当年株产量为 11.2, 实况 11.9, 相当接近。

表 7 两个大区柑桔产量构成和株产量的模拟值与实况对照(1986—1988)

Table 7 Comparison of citrus components and yields between simulated value and real in two test plots during 1986—1988

年 份 Years	小 区 Plots	冬季落叶率		落花落果率		单 果 重		单株产量	
		$\hat{N}(\%)$	$N(\%)$	$\hat{P}(\%)$	$P(\%)$	$\hat{W}(g)$	$W(g)$	$\hat{Y}(kg)$	$Y(kg)$
		Rate of leaves drop		Rate of blossoms- -prematures drop		Weight of one citrus fruit		Citrus yield of per tree	
1986	I	37.3	30.0	93.6	94.2	84.5	82.0	3.56	
	II	72.4	70.0	97.3	99.1	83.2	83.7	0.08	
1987	I	16.6	18.9	90.2	91.8	92.1	91.0	9.67	
	II	22.4	30.3	89.9	87.7	92.2	92.1	7.22	
1988	I	61.7	58.8	99.0	98.6	84.9	84.6	0.06	
	II	88.4	92.8	100.0	99.8	84.6	—	0.0	

2. 区域柑桔产量模拟效果

运用模式和当地大气候资料, 对金华市柑桔历年平均产量进行模拟分析, 结果列于表 8。用作对照的实况是以产量趋势丰平歉 3 种年型表示的。年型的划分以全市历年柑桔产量的变率 C 为依据, 换公式 $C_{ij} = Y_{ij} / \bar{Y}_j$ 求算, i 为年序, j 为阶段的段序, 通常 5 年为一阶

表 8 金华市柑桔单株产量及其构成的历史模拟值与丰平歉趋势对照
Table 8 Simulated yields and its components per one citrus tree of good, normal and bad harvests during 1954—1991.

年 型 Patterns	年 份 Years	C	$\hat{N}(\%)$	$\hat{P}(\%)$	$\hat{W}(g)$	$\hat{Y}(kg)$
丰 年 型 Good	1954	1.01	14.1	80.7	96.1	15.8
	1956	1.07	45.6	84.5	90.6	11.6
	1958	1.26	25.8	87.8	95.0	8.9
	1959	1.21	14.2	83.7	90.9	12.2
	1962	1.25	25.9	85.9	92.6	11.3
	1964	1.19	13.4	86.4	86.4	9.7
	1965	1.35	65.0	85.8	97.4	12.7
	1969	1.05	31.9	82.0	94.7	14.6
	1975	1.42	19.3	83.8	97.6	14.1
	1979	1.36	15.5	83.6	93.2	13.0
	1983	1.35	18.7	85.4	87.4	10.0
	1987	1.30	16.6	88.9	92.5	10.2
	1989	1.29	31.5	85.5	91.5	11.2
平 年 型 Normal	1955	0.94	71.2	88.3	92.7	9.4
	1957	0.70	79.1	91.0	85.3	5.7
	1971	0.72	11.9	84.8	90.8	8.8
	1972	0.76	74.9	90.8	92.2	7.8
	1973	0.88	46.7	90.6	94.8	8.3
	1976	0.87	30.3	87.7	83.8	7.4
	1978	0.73	26.1	83.2	91.1	5.0
	1981	0.86	37.6	92.4	92.3	6.8
	1982	0.92	49.1	87.2	88.2	9.1
	1984	0.88	85.5	90.7	93.8	8.4
	1988	0.99	37.3	90.6	85.6	6.0
歉 年 型 Bad	1963	0.66	40.6	98.8	84.7	0.2
	1966	0.76	29.0	92.8	83.4	3.9
	1967	0.67	61.7	91.6	82.3	4.4
	1968	0.63	82.9	90.9	91.1	3.7
	1970	0.58	54.5	87.8	85.0	7.7
	1974	0.69	91.6	94.9	90.0	4.4
	1977	0.32	93.0	96.3	98.2	0.3
	1980	0.67	81.2	90.6	92.2	4.0
	1985	0.62	27.6	98.7	88.9	1.6
	1988	0.36	61.7	99.0	84.9	0.2
预 报 年 Forecast	1990	—	32.1	85.3	87.6	10.1
	1991	—	35.9	86.8	96.7	10.8

段, Y_{ij} 为逐年全市柑桔产量, $\bar{Y}_j$ 是第 j 段平均柑桔产量。模拟结果表明, 丰年型与歉年型的产量结构和株产量均有明显差异, 模式能定量描述增减产趋势。尤其对环境灾害造成的生态减产形势, 模拟预测有一定生态意义, 可适时指导桔农针对环境灾害采取减灾增产措施。

由于模拟产量是在试验区模式中输入历史气候资料求算的, 而全市柑桔种植范围广, 生

态环境类型多样,且柑桔产量随区域投产面积变化而变化。因此,表中有的年份模拟与实况会有明显偏离。例如,1970年试验区遭灾较区域面上轻,模拟产量较实况明显偏高,1972年亦有类似情况。1986年模拟产量显著较实况偏低,是因为位于盆地中低丘的试验园地上遭受严重的5月异常高温危害,而盆周高坡或山地柑桔园受高温危害较轻,由此全市产量总体趋势就偏高。此外,模拟值偏离实况还有品种更替、栽培水平、投产面积等因素作用,尚需进一步研究。

表中1960、1961年2年产量受社会因素影响,未作统计。1990、1991年2年应用模式预报,结果符合实际趋势。

参 考 文 献

- [1] 汪 铎,郭文场,中亚热带季风影响柑桔产量的气候因子分析,农业气象,1987,8(1):15—18.
- [2] 汪 铎等,温州蜜柑生理落果动态异常及其环境影响,地理科学,1989,9(1):67—74.
- [3] 黄寿波等,浙江省柑桔生产区划的研究,浙江农业大学学报,1984,10(2):117—124.
- [4] 沈兆敏,中国柑桔良种,中国农业科技出版社,1988,12—10.
- [5] 汪 铎,江南柑桔园环境研究,气象出版社,1991,84—85,93—100,125—196.
- [6] 叶美德,汪 铎,温州蜜柑果实生长动态特征及影响因子的分析,生态学杂志,1990,9(6):22—25.

AN INITIAL STUDY OF THE CITRUS HARVEST-ECOLOGY MODEL ASSOCIATED WITH ENVIRONMENTAL DISASTERS

Wang Duo Ye Mei-De

(Department of Geography, Zhejiang Normal University, Jinhua, 215000)

Considering the main factors of ecological environment affecting citrus yield, based on the data from past three years observation of Wenzhou Citrus orchard in Kaihua village as a low hill-red soil ecological environment in the middle of the subtropical monsoon region, the statistical method was used to simulate the citrus harvest. The main factors of ecological environment associated with citrus yields in several key periods were as follow: cold injury leading to leaves drop in early or middle winter, anomalous high temperature to blame for blossoms or premature drop in May, and hot-dry weather affecting young citrus fruits in middle summer. Then, three sub-models to simulate the leaves drop in winter, the blossoms or premature drop during late spring to early summer and the weigh per citrus fruit in summer-autumn were set up. A citrus yields-ecology model related to environmental disasters was then established. By using these models, the citrus yields of different habitat plots on gentle slope were simulated in 1986—1988 years. As a result, the difference in citrus yields between both test plots was obvious. The average yields per citrus tree of fall orchards in Jinhua in past 34 years were also simulated and those in 1990 and 1991 years were predicted.

Key words: ecological environment, good or bad citrus harvest, model study yields, per citrus tree,