

长江中下游水稻日照温度农业气候指标的初步研究*

藍鴻第 張养才 王靜文**

(中央气象局气象科学研究所)

提 要

本文根据南京(1956—1957年)和汉口(1958—1959年)的26个水稻品种分期播种资料,对水稻日照、温度农业气候指标作了初步研究。作者用水稻不同发育期的平均日照长度和平均温度来测量其发育速度与日照长度(指可照时数)和温度的关系;再用最小二乘法确定籼粳稻品种生物学下限温度;并且根据26个水稻品种的感光强度分为5个类型。全生育期农业气候指标是:

I型: 计算播种到黄熟期日平均温度大于生物学下限温度的有效积温。

II—V型: 计算播种到分蘖、抽穗到黄熟期日平均温度大于生物学下限温度的有效积温;以分蘖期日照长度 x 代入经验公式中,求出分蘖到抽穗期发育日数 y (为全生育期日照、温度农业气候指标)。II—III型和IV—V型的经验公式分别为:

$$y = ac^{bx} \text{ 和 } (y - a)^2 = -c(x - b).$$

一、引 言

进行作物的农业气候区划,首先要确定农业气候指标。苏联农业气候学家^[1,2]对作物生育期热量、水分农业气候指标的鉴定曾作了不少工作。他们认为日照长度对葡萄、玉米的发育速度和产量没有影响,因此在区划中没有考虑日照长度指标。近几年来,我国农业气象和农业科学研究工作者在进行作物或地区农业气候区划时,大多利用分期播种的物候资料和气象资料,计算作物生育期热量指标。计算结果,积温的数值在不同播种期、不同年份和不同地区间是不够稳定的,特别是水稻更不稳定。

一般说来,水稻是短日照作物,日照长度对水稻发育速度有明显的影响。对于水稻感光性的研究,近30年来国内外学者作了很多工作^[3-6],这些研究主要是在人工控制光照时间的条件下进行的。在自然条件下,由于日照长度(指可照时数)是随地理纬度和太阳赤纬而变化的,因此其研究成果不能作为农业气候指标。华东农业科学研究所等^[8]提出用光温系数作为农业气象预报指标,这为综合考虑日照长度和温度条件作了有益的尝试。本文应用分期播种资料,初步提出水稻日照长度、温度农业气候指标的计算方法。

二、资料的来源及处理方法

文中引用的资料是南京华东农业科学研究所(1956—1957年)、汉口湖北农业科学研究所(1958—1959年)的水稻分期播种资料。播种期南京始于4月1日,每隔10天播一期;汉口始于3月17日,每隔5天播一期。两地共26个品种,均用直播方法。每一地区

* 本文于1962年9月17日收到,1963年3月收到修改稿。

** 王秉忠同志曾参加部分工作。

的种子处理和田间措施相同。水稻品种及资料的期数如表 1。

表 1 水稻品种、资料年份、期数：

籼 粳 稻	品 种	期 数	年 份	地 区
早 籼	南特号	74	1956,1957,1958,1959	南京, 汉口
”	火稻	18	1957	南京
”	散谷	28	1958	汉口
”	赣3425	18	1957	南京
中 籼	胜利籼	69	1956,1957,1958,1959	南京, 汉口
”	中农 4 号	18	1957	南京
晚 籼	花壳罗尖	18	1957	”
”	小紅稻	18	1957	”
”	小冬稻	18	1957	”
”	浙場 9 号	32	1956,1957	”
”	烏梨	18	1957	”
”	浙場 3 号	23	1958	汉口
早 粳	青森 5 号	60	1957,1958,1959	南京, 汉口
”	有芒早粳	32	1956,1957	南京
”	台中 65 号	18	1957	”
”	早粳 16 号	22	1958	汉口
”	台北 8 号	38	1958,1959	”
”	富国	18	1957	南京
中 粳	北京粳稻	18	1957	”
”	海門小白万	18	1957	”
”	銀坊	32	1956,1957	”
”	黄壳早廿日	45	1956,1957,1958	南京, 汉口
晚 粳	412	42	1957,1958	南京, 汉口
”	10509	54	1956,1957,1958	南京, 汉口
”	老来青	32	1956,1957	南京
”	猪毛簇	18	1957	”

注：表 1 期数为播种期数。由于气象条件的影响，各播期后面的发育期逐渐减少，如南京的中粳黄壳早廿日品种 1956, 1957 年共播种 32 期，抽穗期仅有 24 期。

根据表 1，水稻品种各期的物候资料和平行观测的气象资料；繪出不同品种各发育日数与温度、日照长度的相关图，分析日照长度、温度与水稻发育的关系，利用数理统计方法，求算全生育期的农业气候指标。

三、分析结果

(一)日照长度的农业气候指标

1. 水稻发育速度与日照长度的关系：水稻发育速度与日照长度的关系是用发育期间的平均日照长度(以下简称平均日长)来测量的。即将表 1 中 26 个水稻品种各期(从播种一出苗—三叶一分蘖—幼穗分化—抽穗—黄熟)的发育日数和平均日长繪成相关图，如图 1。

分析 26 个水稻品种的相关图可以看出：在“播种到分蘖”和“抽穗到黄熟”两阶段各发育期的相关图上，点的散布没有规律(如图 1a, 1d)。这就说明该两阶段的发育速度受日

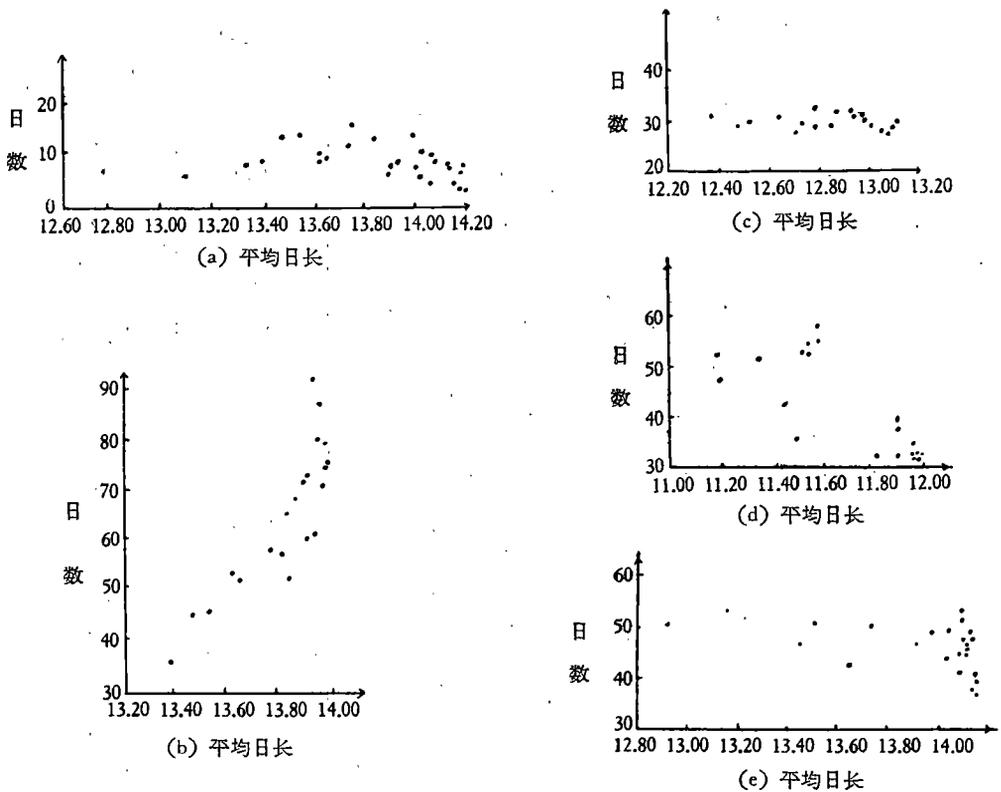


图 1 10509 (图 a—d) 和南特号 (图 e) 品种发育日数与平均日长相关图
(南京 1956—1957 年)

a. 三叶一分蘖. b. 分蘖一分化. c. 分化—抽穗. d. 抽穗—黄熟 (因 10509 黄熟期记录太少, 将浙场 9 号记录合并). e. 分蘖—分化.

照长度影响不显著。“分蘖到幼穗分化”相关图上, 点的散布因品种而异, 有的品种其点的散布较有规律, 且均有发育日数随平均日长增长而增加的趋势 (图 1b); 而另一些品种无此现象 (如图 1e)。这说明有些品种从“分蘖到幼穗分化”的发育速度与日照长度有关。关于水稻感光阶段开始和结束期, 一般认为水稻对光照感应明显是始于 5 叶期^[7], 结束于幼穗分化期^[5]。概言之, 分蘖期始于 5 叶。可见, 应用在自然条件下分期播种资料求得的结果与在人工控制光照时间的条件下试验结果相同。再看“幼穗分化到抽穗”的相关图, 点的散布与 x 轴平行。这表明虽然各期平均日长不同, 但发育日数相差很小, 可将其日数看成一个常数; 这一点从表 2 得到了进一步的证实。表 2 是南京、汉口两地区水稻品种不同播种期“分化到抽穗”日数的平均差。其中平均差为 0.0—2.0 天的占全部资料的 60.7%, 2.1—4.0 天占 21.4%, 4.1—6.0 天占 17.9%。

由于目前我国农业气象试验站没有水稻幼穗分化的物候观测, 因此本文对日照指标的分析, 都是讨论“分蘖到抽穗期”。虽“幼穗分化到抽穗”发育日数可以看成一个常数, 然不同播种期中发育期出现的日期不同, 其平均日长也稍有差异。所以, “分蘖到分化”的平均日长和“分蘖到抽穗”的平均日长是不能完全相同的。但从图 2c 与图 1b 点的散布趋势来看是一致的, 即用“分蘖到抽穗”平均日长分析日照长度与发育速度的定性关系, 其误差

表 2 “分化—抽穗”发育日数的平均差

品 种	平 均 差	地 区	品 种	平 均 差	地 区
猪毛簇	0.78	南 京	南特号	1.83	南 京
10509	1.07	”	台中 65 号	2.00	”
浙场 9 号	1.16	”	小缸稻	2.01	”
中农 4 号	1.16	”	小白万	2.17	”
赣 3425	1.24	”	胜利和	2.29	”
小冬稻	1.40	”	有芒早粳	3.63	”
412	1.40	”	青森 5 号	5.56	”
火稻	1.46	”	台北 8 号	1.54	汉 口
北京粳稻	1.50	”	南特号	1.72	”
老来青	1.51	”	胜利和	3.42	”
富国	1.61	”	10509	4.71	”
花壳罗尖	1.66	”	早粳 16 号	4.81	”
银坊	1.66	”	散谷	5.57	”
黄亮早廿日	1.74	”	青森 5 号	5.64	”

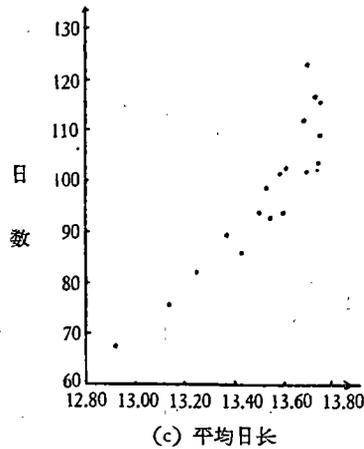
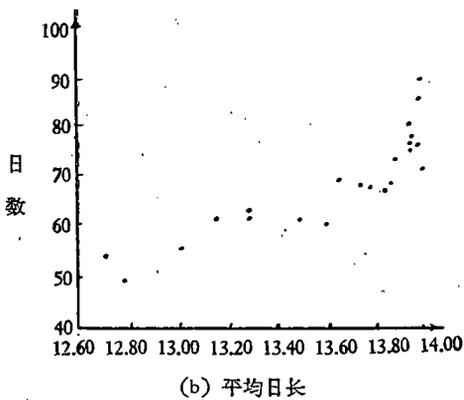
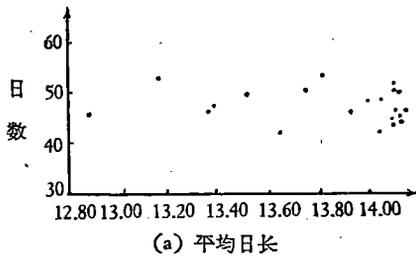


图 2 “分蘖—抽穗”发育日数与平均日长相关图(南京 1956—1957 年)

a. 南特号, b. 黄亮早廿日, c. 10509.

比較图 2b 和图 2c, 点的散布趋势虽然相同, 但陡緩有异, 这說明不同品种其感光强度是不同的。現將各品种水稻“分蘖到抽穗”平均日长为 13.00 小时(南京)和 12.80 小时(汉口)的发育日数作为 100%, 当平均日长增长为 14.00 小时(南京)和 13.80 小时(汉口)时, 按“分蘖到抽穗”发育日数增加的百分比的大小, 初步将其分成 5 个感光类型, 如表 3.

是可以忽略的。

將 26 个水稻品种“分蘖到抽穗”的发育日数与平均日长繪成相关图 2。从图 2 中点的散布看出: 各品种对日照的反应与图 1 是一致的(如图 2b, 2c 与图 1b, 图 2a 与图 1e)。

由于汉口緯度比南京偏南,其“分蘖到抽穗”的平均日长最长为 13.80 小时,而南京可达 14.00 小时。南京、汉口所取的时间不同,但时间间隔都是 1.00 小时。

表 3 水稻各品种感光类型(南京 1956—1957 年、汉口 1958—1959 年)

感光类型	品 种	平均日长 13.00—14.00 小时(南京),12.80—13.80 小时(汉口)发育日数增加%
I	南特号、青森 5 号	小于 10%
II	銀坊、胜利籼	10—30%
III	黄壳早廿日	31—50%
IV	小冬稻、小紅稻	51—70%
V	10509,浙場 9 号	大于 70%

由于发育日数与平均日长呈非直綫关系,我們进一步計算了表 3 各感光类型主要品种“出苗—三叶—分蘖—抽穗”的相关率,結果如表 4。

表 4 发育日数与平均日长相关率(南京 1956—1957 年)

品 种	相 关 率		
	出苗—三叶	三叶—分蘖	分蘖—抽穗
南特号	0.55	0.71	0.40
胜利籼	0.52	0.67	0.72
黄壳早廿日	0.69	0.65	0.88
412, 小紅稻	0.71	0.59	0.96
浙場 9 号	0.55	0.63	0.91
10509	0.64	0.78	0.91

从表 4 看出:除 I 型品种外,II—V 型品种的相关率均以“分蘖到抽穗”为最大,这进一步証明了“分蘖到抽穗”发育速度与日照长度关系最密切。

分析图 2b, 2c 可以看出:“分蘖到抽穗”发育日数与平均日长呈指数函数关系,即:

$$y = ae^{bx} \quad (1)$$

(1)式中 y 表示“分蘖到抽穗”发育日数, x 表示平均日长。用最小二乘法求得黄壳早廿日和 10509 二品种的经验公式为(2)、(3)式:

$$y = 0.7021e^{0.317x} \quad (2)$$

$$y = 0.2407e^{0.4432x} \quad (3)$$

2. 分蘖期日照长度与发育速度的关系:在上面作者分析了 II—V 型品种“分蘖到抽穗”发育速度与平均日长的关系。从图 2c 看出,当平均日长增长到一定程度时,虽平均日长变动很小,但发育日数相差很多。如 10509 品种,在平均日长为 13.61—13.64 小时时,其发育日数相差 30 天。用平均日长作为日照长度指标时,求得的结果误差很大,且計算繁杂,所以用分蘖期日照长度作为計算“分蘖到抽穗”发育日数的指标。应当指出:这不等于說发育速度完全取决于分蘖那一天的日照长度,而是表示受“分蘖到幼穗分化”这一阶段日照长度变化影响的结果。日照长度的逐日变化是呈正弦曲綫有規律变化的,分蘖期的早晚(分蘖期日照长度的长短)与“分蘖到分化”这一阶段的日照长度变化有关,亦与平均日长有关。如前所述,“分蘖到抽穗”发育日数(y)与平均日长(x)有函数关系为 $y = f(x)$;

而平均日长与分蘖期日照长度 (x) 的关系如图 3, 可用 $x = \psi(z)$ 表示其关系, 因此“分

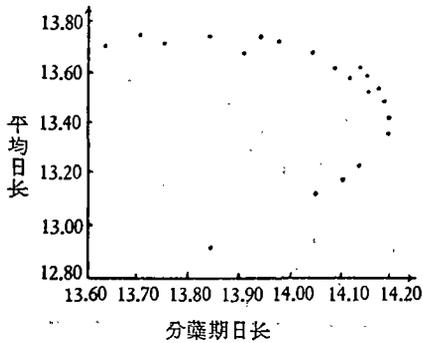


图 3. 10509 分蘖期日照长度与平均日长相关图 (南京 1956—1957 年)

蘖到抽穗”发育日数与分蘖期日照长度的关系是 $y = f[\psi(z)]$. 前面分析得出, 日照长度与“分蘖到幼穗分化”发育日数 (y) 有关, “幼穗分化到抽穗”发育日数可以看成一常数 (c). 如果用分蘖期日长 (x) 计算“分蘖到抽穗”日数 (y') 是否会产生误差呢? 这可用方程式表示, 因为 $y = f(x)$, 而 $y' = f(x) + c$; 函数的性质不变, 这就说明不会产生误差.

3. 日照长度农业气候指标的确定: 将 II—V 型品种“分蘖到抽穗”发育日数与分蘖期日照长度绘成图 4.

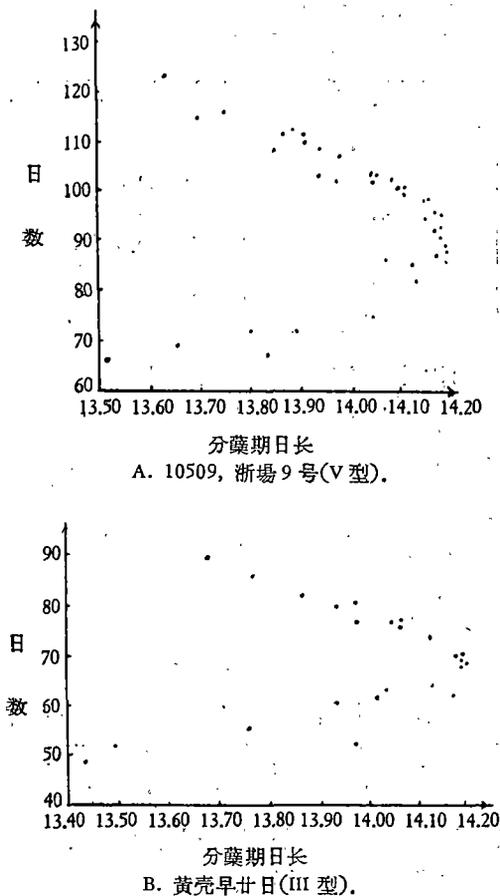
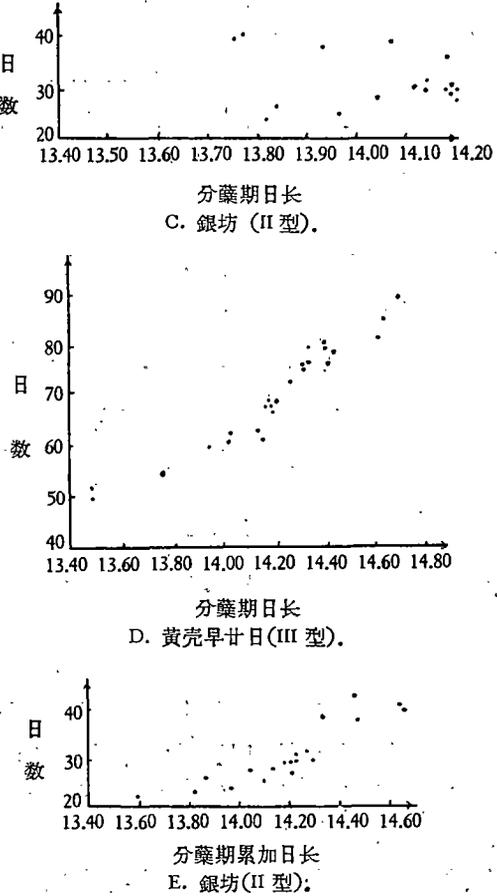


图 4 分蘖—抽穗发育日数与分蘖期日照长度相关图 (南京 1956—1957 年)



从图 4 中看出, 首先 IV—V 型水稻品种, 其“分蘖到抽穗”发育日数与分蘖期日照长度呈抛物线函数关系, 即:

$$(y - a)^2 = -c(x - b) \quad (4)$$

(4)式中(y)表示“分蘖到抽穗”发育日数, (x)表示分蘖期日照长度; 常数(b)是6月21日的日照长度, (a)是分蘖期6月21日“分蘖到抽穗”日数; (c)是因品种、地理緯度而变的参数。 (4)式中 $x - b \leq 0$; 则 $-c(x - b) \geq 0$, $y = a \pm \sqrt{-c(x - b)}$ 。当分蘖期出现在6月21日以前时, 取 $+\sqrt{-c(x - b)}$; 分蘖期出现在6月21日以后时, 取 $-\sqrt{-c(x - b)}$; 分蘖期为6月21日时 $x = b$, 则 $y = a$ 。其次, 在图4B, 4C中还可看出: II—III品种随感光性的减弱, 点的散布成抛物线的形式不太明显。因此, 如果分蘖出现在6月21日以前, 可将6月21日的日照长度(b)加上6月21日日照长度与该分蘖期日照长度(x_i)之差值, 作为分蘖期的累加日照长度 x_L 。

$$x_L = b + (b - x_i) = 2b - x_i.$$

例如南京6月1日分蘖, 其日照长度为 $x_i = 14.06$ 小时, $b = 14.20$ 小时, 则 $x_L = 28.40 - 14.06 = 14.34$ 小时。

以 x_L 为 x 轴, 则图4B成为图4D, 图4C成为图4E, 均呈指数函数曲线。即:

$$y = ae^{bx_L} \quad (5)$$

据(4)、(5)二式, 分别求得 II—V 型水稻各品种经验公式。再用克方 (χ^2) 验证 ($\chi^2 = \sum \left[\frac{(O - C)^2}{C} \right]$, O 为实地观测数, C 为理论数), 求得各式的机率 p 值均大于 0.99, 证明求得的经验公式符合实际观测值。计算结果如表 5。

表 5 II—V 型各品种经验公式

地区	感光类型	品 种	经 验 公 式	公式号	χ^2	p	资料年分
南京	V	10509, 浙场 9 号	$(y - 90)^2 = -1270(x - 14.2)$	(6)	3.233	>0.99	1956, 1957
汉口	V	10509	$(y - 84)^2 = -1307(x - 14.08)$	(7)	4.6955	>0.99	1958
南京	IV	412, 小红稻, 小冬稻	$(y - 80)^2 = -899(x - 14.2)$	(8)	2.8703	>0.99	1957
汉口	IV	412, 浙场 3 号	$(y - 74)^2 = -917(x - 14.08)$	(9)	4.4962	>0.99	1958
南京	III	黄壳早廿日	$y = 0.0891e^{0.4680x}$	(10)	2.6176	>0.99	1956, 1957
汉口	III	黄壳早廿日	$y = 0.0921e^{0.4628x}$	(11)	1.0662	>0.99	1958
南京	II	银坊, 胜利籼	$y = 0.1696e^{0.8905x}$	(12)	6.5061	>0.99	1956, 1957
汉口	II	胜利籼	$y = 0.3099e^{0.8957x}$	(13)	3.0639	>0.99	1958

若设分蘖期日照长度为 13.60、13.80、……, 并分别代入(6)—(13)式中, 计算结果(6)—(9)式绘成图 5b, (10)—(13)式绘成图 5a。

从图 5 中看出:(6)—(13)式表示虽同一緯度地区的分蘖期相同, 但“分蘖到抽穗”日数则因品种感光程度的不同而异, 其中感光性强的品种多于感光性弱的品种; 同时感光强度和分蘖期日照长度相同, 但因地理緯度不同的地区, 则“分蘖到抽穗”的日数亦不同, 其中高緯度多于低緯度。其原因是在水稻感光期中, 高緯度的日照长度大于低緯度, 所以对水稻发育速度的影响也大于低緯度。

4. 经验公式的生物学意义: 品种特性的形成与自然条件有密切关系。原产地的緯度是影响水稻品种日照长度反应特性的基本因素之一。从表 3 可以看出, 感光性强的 IV—V 型品种, 原产地为长江流域的晚稻品种。其播种期一般为 5 月下旬到 6 月中旬, 10 月中旬黄熟。它在日照条件逐渐缩短到一定长度时, 才能通过光照阶段。作者应用的分期播

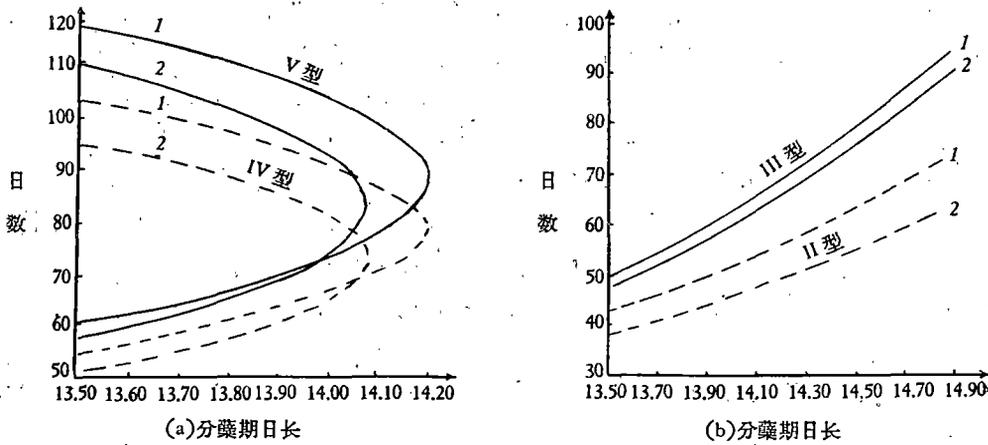


图5 II—V型品种理論曲綫图
(1.代表南京, 2.代表汉口)

种資料, 播种早的几期, 在5月中旬即陆續进入光照阶段(以分蘖期作为水稻感光阶段开始时期)。5月中旬到6月21日的日照长度逐日增长, 此时期日照长度对“分蘖到幼穗分化”的作用比較小。在6月21日以后, 日照长度逐日縮短, 在縮短到一定程度后, 水稻感光阶段才能正常完成。由于一个地区日照长度的逐日变化是呈正弦曲綫形式的, 上述分期播种資料最早分蘖期出现在5月中旬, 最晚分蘖期出现在8月中旬, 这一时期日照长度的逐日变化为拋物綫形式, 因此分蘖期日照长度与发育日数之关系才成拋物綫形式。

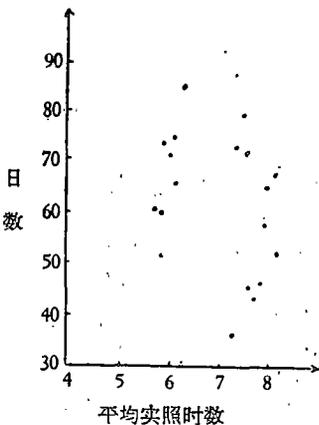


图6 10509 “分蘖到幼穗分化”发育速度与平均实照时数之关系(南京1956—1957年)

5. 实照时数对发育速度的影响: 除分析可照时数对水稻发育速度的影响外, 作者曾統計实际日照时数与水稻发育速度的关系, 目的想探索在阴曇天气条件下, 它对水稻发育速度的影响。将“分蘖到幼穗分化”发育日数(y)和“分蘖到幼穗分化”期間的平均实照时数(x)点繪成相关图6。

从图6看出, 实际日照时数与水稻发育速度的关系很不明显。由于作者应用的資料年代較短, 分析方法也不够

細致, 以上仅是初步結果。

(二)温度的农业气候指标

1. 水稻的发育速度与温度的关系: 利用有效积温做为作物生育期的热量指标, 是当前較常采用的方法。但对短日照作物的水稻来說, 首先应探討各发育期发育速度与温度的关系。为此繪制了秈、粳稻类型的早、中、晚稻各品种发育期(从播种一出苗—三叶—分蘖—抽穗—黄熟)日数(y)与发育期平均温度(x)的相关图7。

分析图7, 各型水稻品种从“播种到分蘖”、“抽穗到黄熟”两阶段和I型品种“分蘖到抽穗”发育日数随温度升高而减少的趋势(图7a), 說明了发育速度与温度有关系。但从图7b, 7c中点的散布看来, 发育速度与温度的关系很不明显。如10509品种平均温度为 24.8°C 和 24.9°C 的两期, 平均温度仅差 0.1°C , 而发育日数則相差56天。因此可以初步

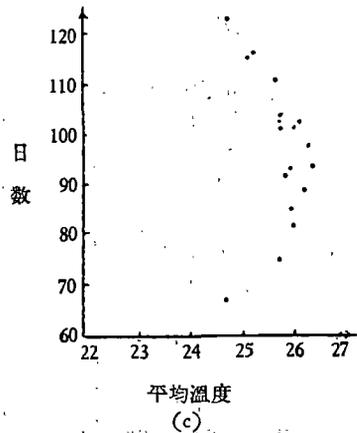
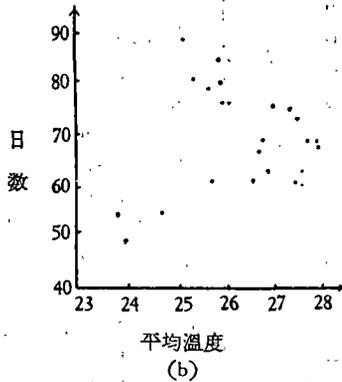
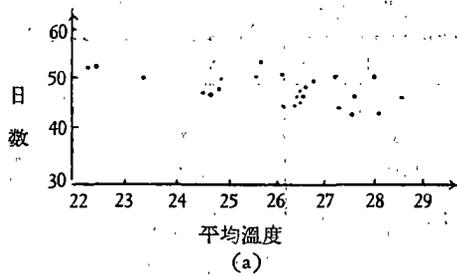


图7 “分蘖到抽穗”发育日数与平均温度相关图

a. I. 南特号(南京). b. III. 黄壳早廿日(汉口). c. V. 10509(南京).

认为,在温度满足 II—V 品种从“分蘖到抽穗”要求的条件下,日照长度是决定该期发育速度的主导因素。

2. 生物学下限温度的确定: 用最小二乘法计算各品种自“播种到出苗”的生物学

下限温度。计算结果如表 6 和表 7。

表 6 秈稻“播种到出苗”生物学下限温度

品 种	下限温度(°C)	地 区	资料年份
火稻	9.63	南 京	1957
南特号	12.47	”	1956, 1957
赣 3425	10.69	”	1957
胜利籼	12.71	”	1956, 1957
中农 4 号	11.31	”	1957
花壳罗尖	9.27	”	1957
小紅稻	11.61	”	1957
小冬稻	10.93	”	1957
浙場 9 号	12.56	”	1956, 1957
烏梨	12.11	”	1957
散谷	10.37	汉 口	1958
南特号	13.19	”	1958, 1959
胜利籼	11.81	”	1958, 1959
浙場 9 号	11.64	”	1958

从表 6、表 7 看出: 南京和汉口两地区, 无论粳、秈稻的下限温度基本是一致的, 其中粳稻比秈稻耐寒; 秈稻的下限温度一般高于粳稻。但各品种的粳、秈稻其下限温度也不完全相同。根据表 6、表 7 分析, 秈稻下限温度为 11.0°C—13.0°C, 粳稻为 10.0°C—12.0°C。

3. 水稻温度指标的计算: 如前面分析, 由于水稻品种和发育期的不同, 它对日照长度的反应亦不相同。现分别计算 I 型品种从“播种到黄熟”日平均温度大于下限温度的有效

表7 粳稻“播种到出苗”生物学下限温度

品 种	下限温度(°C)	地 区	资料年份
富国	10.60	南 京	1957
青森5号	10.65	”	1957
有芒早粳	11.66	”	1956,1957
北京粳稻	9.92	”	1957
海門小白万	10.24	”	1957
銀坊	11.39	”	1956,1957
台中65号	10.08	”	1957
黄壳早廿日	11.19	”	1956,1957
412	10.22	”	1957
老来青	11.59	”	1956,1957
10509	11.40	”	1956,1957
猪毛簇	10.86	”	1957
黄壳早廿日	11.61	汉 口	1958
10509	12.70	”	1958
412	10.44	”	1958
台北8号	10.83	”	1958
青森5号	12.38	”	1958,1959
早粳16号	10.76	”	1958

积温; II—V 型品种除“分蘖到抽穗”应用日照长度指标外,“播种到分蘖”、“抽穗到黄熟”亦计算其有效积温。在计算水稻温度农业气候指标时,采用其下限温度平均值,即秈稻为 12.0°C,粳稻为 11.0°C。计算结果如表 8。

从表 8 看出:(1) I 型品种全生育期有效积温平均差的平均值为 57.7°C, II—V 型品种“播种到分蘖”、“抽穗到黄熟”有效积温平均差的平均值分别为 38.2°C 和 41.1°C。(2) 各品种有效积温的平均差,汉口大于南京;同类型秈、粳稻,汉口的有效积温比南京高。这可能与观测标准有关,如南京水稻成熟期的记载有黄熟和完熟,而汉口只有黄熟;作者是取黄熟期计算,因此两地黄熟期标准可能不同。

四、几点结论

根据上面分析可以初步得出以下几点结论:

1. 由温度、日照长度与水稻发育速度的相关程度,初步把水稻全生育期划分三个阶段来讨论。“播种到分蘖”、“抽穗到黄熟”的发育速度受日照长度的影响不明显;“分蘖到幼穗分化”发育速度受到日照长度的影响,影响的大小因品种感光程度而异;“分化到抽穗”发育日数可以看成是一个常数。根据各品种“分蘖到抽穗”发育日数随平均日长增长的百分比,可将 26 个品种分为 5 个感光类型。

2. “播种到分蘖”、“抽穗到黄熟”的发育速度与温度有关,“分蘖到抽穗”发育速度与温度的关系因品种而异,除 I 型品种外, II—V 型均不明显。

3. “播种到出苗”生物学下限温度,秈稻为 12.0°C,粳稻为 11.0°C。

4. 温度和日照长度农业气候指标:

I 型品种: 计算“播种到黄熟”日平均温度大于下限温度的有效积温为全生育期农业

表 8 籼、粳稻品种的有效积温

品 种	感光类型	播种—黄熟		平均差	播种—分蘖		平均差	抽穗—黄熟		平均差	地区	年 代
		$\Sigma t > 11^{\circ}\text{C}$	$\Sigma t > 12^{\circ}\text{C}$		$\Sigma t > 11^{\circ}\text{C}$	$\Sigma t > 12^{\circ}\text{C}$		$\Sigma t > 11^{\circ}\text{C}$	$\Sigma t > 12^{\circ}\text{C}$			
		富国	I		1057.5			22.9				
青森 5 号	I	1303.3		29.9							”	1957
有芒早粳	I	1389.8		44.2							”	1956—1957
台中 65 号	I	—		—							”	1957
台北 8 号	I	1875.1		80.7							汉口	1958
青森 5 号	I	1346.8		131.2							”	1958—1959
早粳 16 号	I	1597.5		88.3							”	1958
北京粳稻	I	—		—							南京	1957
海門小白万	I	—		—							”	1957
南特号	I		1142.7	47.3							”	1956—1957
火稻	I		1159.9	5.0							”	1957
赣 3425	I		1394.2	27.0							”	1957
南特号	I		1426.4	100.3							汉口	1958—1959
銀坊	II				261.9		38.6	301.9		21.9	南京	1956—1957
胜利籼	II					186.5	30.8		244.7	30.4	”	1956—1957
中农 4 号	II					227.7	39.0		—	—	”	1957
散谷	II					319.4	63.5		365.5	64.7	汉口	1958
胜利籼	II					312.9	33.2		441.4	84.7	”	1958—1959
花壳罗尖	III					186.0	30.1		—	—	南京	1957
黄壳早廿日	III				251.3		36.6	266.4		31.8	”	1956—1957
黄壳早廿日	III				371.2		59.5	426.8		58.8	汉口	1958
小紅稻	IV					194.1	26.9	363.9		33.7	南京	1957
小冬稻	IV					232.2	20.6		—	—	”	1957
412	IV				287.3		51.9	—		—	”	1957
412	IV				366.8		55.3	—		—	汉口	1958
浙場 3 号	IV					334.8	26.4		324.4	35.1	”	1958
老来背	V				222.8		33.7	247.9		43.4	南京	1956—1957
10509	V				217.4		28.1	226.1		27.5	”	1956—1957
猪毛簇	V				233.2		35.5	—		—	”	1957
10509	V				369.3		44.4	332.3		52.3	汉口	1958
浙場 9 号	V					207.3	34.7		187.5	8.5	南京	1956—1957
烏梨	V					217.7	36.2		—	—	”	1957

(注: 台中 65 号、北京粳稻、海門小白万、中农 4 号、花壳罗尖、412、猪毛簇、烏梨等品种无黄熟期资料)

气候指标。

II—V 型品种: 计算农业气候指标是把全生育期分为三个阶段, “播种到分蘖”、“抽穗到黄熟” 计算日平均温度大于下限温度的有效积温; “分蘖到抽穗” 用分蘖期日照长度 (IV—V 型) 或分蘖期“累加”日照长度 (II—III 型), 分别代入 $(y - a)^2 = -c(b - x)$ 或 $y = ae^{bx}$ 公式, 求出“分蘖到抽穗”发育日数。在求算过程中, 假设当积温能够满足“抽穗到黄熟”的要求时, 根据我国温度变化情况看来, “分蘖到抽穗”的温度条件也是可以满足的。因此在“分蘖到抽穗”期中, II—V 型品种可以不考虑温度条件。

文中仅应用汉口、南京二地区的资料, 其中日照长度分析结果有局限性。除温度、日照长度外, 移栽、过量氮素、水温和云量等对发育速度也有一定影响, 由于资料所限, 文中

均未涉及。

本文經南京气象学院馮秀藻、欧阳海两先生审阅并提出意見，华东、华中农业科学研究所提供資料，特此一并致謝。

参 考 文 献

- [1] 西涅里席柯夫 В. В. 等, 农业气候研究方法(中譯本), 人民教育出版社, (1960)119—125.
 [2] Сапожникова, С. А., Мель, М. И., Смирнова, В. А., *Труды Научно-Исследовательского Института Аэроклиматологии*. Вып. 2 (1957) 8—9.
 [3] Best, R. *Field crops Abstracts* 12 (1959) 85—93.
 [4] 佐佐木乔等, 稻作綜合研究(中譯本), 农业出版社, (1959)62—64.
 [5] 唐錫华, 刘日新, 植物学报 5(1956) 279—296.
 [6] 吳光南, 仲肇康, 华东农业科学通訊, 第 8 期(1957)367—382.
 [7] 丁穎等, 中国水稻栽培学, 农业出版社, (1961)80—81.
 [8] 华东农业科学研究所农业气象組等, 天气月刊, 第 6 期(1959)26—29.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ПОЛИВНОГО РИСА С УЧЕТОМ ДЛИНЫ ДНЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В РАЙОНАХ СРЕДНЕГО И НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ ЯНЦЗЫЦЗЯНА

Лань Хун-ти, Чжан Янь-цай, Ван Цзин-вэнь

(Научно-исследовательский институт метеорологии при центральном метеорологическом управлении)

(Резюме)

В данной статье даются предварительные исследования агроклиматического показателя поливного риса с учетом длины дня и температуры воздуха по материалам учащенных фенологических наблюдений по 26 сортам за 1956—1957 гг. (в Накине) и за 1958—1959 гг. (в Ханькоу). Используя данные о средней длине дня и средней температуре воздуха за межфазные периоды, установлена связь темпа развития растений с длиной дня и температурой воздуха. Затем с помощью метода наименьших квадратов определили температурный биологический предел риса “Сяньдао”/*Oryza sativa indica*/ и риса “Гыньдао”/*Oryza sativa japonica*/, и по светочувствительности 26 сортов их разделено на 5 групп. Агро климатический показатель за весь вегетационный период этих 5 групп следующий:

I группа: вычисляется сумма эффективных температур (выше биологического минимума) за период от посева до восковой спелости.

II—V группы: вычисляется сумма эффективных температур (выше биологического предела) за периоды от посева до кущения и от колошения до восковой спелости. Подставляясь длину дня (x) в день кущения в следующую эмпирическую формулу, найдется продолжительность (y) периода от кущения до колошения. Это и будет агроклиматический показатель с учетом длины дня и температуры воздуха за весь вегетационный период. Для групп II—III и IV—V эмпирические формулы имеют следующие виды: $y = ae^{bx}$ и $(y - a)^2 = -c(x - b)$.