

水稻周年播种 农业气象条件分析

(初 稿)

广东农林学院

农学系气象教研组

一九七五年六月

目 录

Ⅰ. 前言	1
Ⅱ. 试验方法	2
Ⅲ. 试验结果	5
一. 广东几个不同类型水稻品种生长发育 与农业气象条件的鉴定	5
(一). 秧苗期	5
1. 烂秧的气象条件	5
2. 秧苗生长与平均气温的关系	8
(二). 分蘖期	14
(三). 幼穗分化期	16
(四). 出穗期	44
(五). 黄熟期	55
(六). 各生育期的有效积温	63
1. 有效积温随播种期的变化规律	77
2. 有效积温的年际变化	86
二. 不同播种期茎穗性状及产量的变化规律 与气象条件的关系	88
(一). 有效穗数和株高	88
(二). 总粒数、结实率和不实率	96
(三). 形成水稻不实的低温条件鉴定	107

I. 前 言

广东省地处祖国最南部，水热条件很丰沛，大部份地区年平均气温在 20°C 以上， 10°C 以上总积温在 6641.2°C （本省北部的连县）—— 9298.6°C （本省南部的崖县）之间，年降水量多散在1500毫米以上，有利于水稻的生长，成为我国重要水稻产区之一，而且水稻品种类型很多，栽培制度较复杂。但也有许多不利的气象条件给水稻生长带来严重的危害，如早稻的低湿阴雨天气会造成烂秧，夏秋季的台风暴雨，影响^晚早稻的产量，晚稻抽穗扬花前后北方冷空气南下活动，使全省大部份地区出现干冷或湿冷天气（俗称“寒露风”），影响开花结实，不实率和半实率增加而造成减产。

关于水稻品种的生育特性，解放以来，省内外进行了多方面的研究，提出了水稻品种生长发育与气象条件关系的定量指标，并分析了地区的气候条件，对改革耕作制度，发展农业生产，起了一定的作用。

过去的研究多数是在正常栽培季节播种，或是在人工控制条件下进行的，在异常季节播种进行观察的较少，丁颖（1957）曾于1932—1937年进行过《周年播种水稻的生育期变异现象的观察》，新会良种繁育场（1959）曾进行《粳稻周年播种试验总结》。但目前栽培的水稻品种和农业生产情况已有很大的发展，不同类型水稻品种生长发育的农业气象条件尚需进一步研究。

在毛主席“备战、备荒、为人民”和“深挖洞，广积粮，不称霸”的光辉指示指引下，贯彻执行“以粮为纲，全面发展的方针，根据本省有利的气候条件，充分合理利用水稻优良品种，大力改革耕作制度，为实现一年三熟或水稻一年三造连作，增加复种指数，提高土地利用率和产量。开展了许多群众性的试验研究工作，促进我省农业大上快上，并已成为各地“农业学大寨”的一个至要内容。但是播种期和收获期的调整和耕作制度的改革等，往往因对水稻品种生育特性与气象条件的关系认识不足，使水稻难以达到高产和稳产。因而不同类型水稻品种在不同季节下栽培，其生育特性、茎穗性状、产量及其与气象条件的关系如何？这是很有研究的必要，又是本课题研究的课题。

本试验从1962年3月至1965年3月（共三年）採用早、晚、冬稻共8个品种周年分期播种的方法，使水稻生长在不同季节、不同天气条件下，观察其生长过程，调查其结实和产量变化情况，从而确定不同类型水稻品种生长发育的农业气象指标，以便为改革耕作制度和地区的农业气候鉴定，充分利用有利的气候资源，避免和克服不利气候条件的影响，提供依据。

II. 试验方法

一、试验地点：广州百牌华南农学院农场， $23^{\circ}08'N$ ， $113^{\circ}17'E$ ，海拔6.5米。

二、供试品种：

品种名称	籼粳	类型	熟期	备 注
南特16号	籼	早稻	早熟	
卫国7号	粳	早稻	早熟	原产辽宁省作一季粳 在本省变为早熟粳
矮仔粘	籼	早稻	迟熟	1962年3月—1963年12月用
广矮4144	籼	早稻	迟熟	1964年1月—65年 3月用
雪粘	籼	冬稻	迟熟	1962年7月开始
溪南矮	籼	晚稻	中迟熟	
金凤	籼	晚稻	迟熟	
大禾	粳	晚稻	中迟熟	

三、播种期： 1962年3月—12月每月1日和15
日左右各播一期（其中5月1日缺播一期），1963年1月—
65年3月改为每月按两个节气播种，三年共73期。

四、栽培管理：

1. 种子处理： 每播期各品种浸种后，催芽至芽长为谷
粒长之半即行播种。

秧苗管理采用湿润育秧方式。

2. 移植期： 每播期秧龄达四叶始出（低温季节延至
五叶始出）即行刈秧移植。

本田栽培管理按一般生产田要求进行，并植规格8×5寸。
1962年为每棵5苗，每品种10行，每行25棵；1963年
1月起改为单株植（规格仍为8×5寸），每期早冬稻和晚稻

品种不开筑田基围成小区，每品种种5行，每期小区面积：早稻三品种0.011亩，冬稻品种0.006亩，晚稻三品种0.013亩。

3. 选择中等肥力田块为试验田，水肥管理按中上水平进行，并注意做好植保工作。

五. 调查观察方法

1. 生育期观察

出苗期：谷芽出土后由白色开始转为青色。若二至

若六各叶始出期：以该叶始现为标准。

分蘖开始：从叶鞘里初出分蘖的若一叶为标准。

幼穗分化期：以肉眼能开始看见生长点有白色苞毛（“中国水稻栽培学”的第三期即若二次枝梗原基及颖花原基分化期）为标准。

出穗期：穗从顶叶叶鞘初出时。

灌浆完成期：对阳光观察见穗子中部以上大部份谷粒饱满并用手压不出浆液时，

黄熟期：穗子中部以上大部份谷粒由青转黄色。

以上各项记载其出现始期（ $\geq 10\%$ ）和普遍期

（ $\geq 50\%$ ）的日期，出苗期以目测估计。

2. 遭受有害气象条件影响的观察

(1)、烂秧和“寒露风”等观察：低温对秧田和本田禾苗危害时，观察记载叶色变黄、发白、干枯和死亡等情况；“寒露风”时，在固定调查的禾棵（十棵逐穗）以及逐日定穗定花进行低温对抽穗扬花和结实影

响的观察。

(2). 本田示范因受台风暴雨等袭击引起倒伏情况。

3. 病虫害危害情况的记载。

4. 茎穗性状和产量。

(1). 产量和千粒重测定：1962年每期收割100科，1963年起每期收割50科脱粒，晒干后测定千粒重和称其产量。

(2). 室内调查株高、穗长、总粒数、不实粒数、半实粒数、包颈粒数、包颈穗数、退化颖花数、病虫害粒数、黑粒数和畸型粒数等。

III. 试验结果

一、广东几个不同类型水稻品种生长发育与气象条件的鉴定。

水稻因播种期、移植期不同，在种植规格和栽培技术措施等方面基本相同的情况下，生育期的长短主要决定于气象条件，其中又以光温两个因子为主要的。早稻和冬稻类型品种各生育期的长短以温度条件为主导因子；晚稻类型品种幼穗分化和齐穗期的长短主要决定于日长条件，其它生育期则以温度条件为主导因子。各生育期长短与光温条件有如下的关系。

〈一〉. 秧苗期：

1. 烂秧的气象条件：

每年11月至翌年3月上旬冬春季各期播种的，因受

寒潮或冷空气侵袭而影响秧苗的生长。根据三年秧苗受冷害的调查和1963年〔注1〕早粳两个品种和一个粳品种烂秧情况调查结果,如附表1—(1)、(2)、(3)和附表2〔注2〕,在湿润育秧情况下,低温为烂秧的主导因子,烂秧主要属冷害生理原因。低温持续时可愈长,降温愈急剧,烂芽或死苗愈快愈多,在大致相同的日平均气温下,日最低气温愈低,受害愈严重(见表1)。当日平均气温下降至 12°C 以下,日最低气温下降至 7°C 以下,连续干冷三天,早、冬、晚籼稻和晚粳大粒品种的秧苗光合作用和呼吸作用逐渐受抑制,叶色变为黄绿或黄色,出现轻度烂秧(烂秧率达10%左右);早粳卫国7号则在日平均气温降至 10°C ,最低气温降至 9°C ,连续干冷四天(干冷天气),才出现烂秧。大量死苗是在降温过程的后期,湿度稍回升后,因生理水份失调而干萎枯死。在日平均气温降至 12°C 以下,最低气温降至 10°C 以下,连续四天阴雨无日照,早、冬、晚籼稻和晚粳大粒的秧苗因营养逐渐失调而饥饿,叶色转为黄绿或黄色,再度变为白色而致死,出现重度烂秧;早粳卫国7号在日平均气温 10°C 以下,最低气温 8°C 以下,连续三天阴雨无日照(即湿冷天气),才出现轻度烂秧。品种之间以早粳卫国7号最耐寒,死苗或烂芽最慢亦较少,在三年中的最冷情况下,仍有少数植株存活;冬粳雪粘和晚粳大粒两品种亦较耐

注1: 1962年底至63年初为偏冷年份。

注2: 附表另印成册。

寒；早籼和品种其耐寒性再其次，但比晚籼和品种稍强，而晚籼和金凤和溪南矮两品种耐寒性最差，叶色变黄、死苗或烂芽最快最多。就叶龄来说，叶龄愈老，受害较少也较轻，一般在抽穗至出苗和三叶期较易受害，受害程度较重，这是防御烂秧的两个关键时期。在相同的

表 1: 不同类型水稻品种烂秧气象指标

品种 类型	烂秧等级		轻度烂秧	中度烂秧	严重烂秧
	项目		死苗烂芽10%左右	死苗烂芽30-50%	死苗烂芽50%以上
早稻:	干	$\bar{t}$ (°C)	① $\leq 12^{\circ}$ 连续3天	② $\leq 12^{\circ}$ 连续7天	③ $\leq 12^{\circ}$ 连续7天以上
早籼(南特16)		t_m (°C)	$\leq 7^{\circ}$ "	$\leq 9^{\circ}$ "	$\leq 9^{\circ}$ "
迟熟籼(矮仔粘 广东4144)	冷	日照 (小时)	9.0-9.8	1.2-9.3	有日照
晚稻:	湿	$\bar{t}$ (°C)	④ $\leq 12^{\circ}$ 连续4天	⑤ $\leq 12^{\circ}$ 连续5天	⑥ $\leq 11^{\circ}$ 连续12天
中迟熟籼(溪南矮)		t_m (°C)	$\leq 10^{\circ}$ "	$\leq 9^{\circ}$ "	$\leq 10^{\circ}$ "
迟熟籼(金凤)	冷	日照 (小时)	0.0	0.0	0.0
中迟熟粳(大粒)					
冬稻: 雪粘					
早稻早熟粳:	干	$\bar{t}$ (°C)	⑦ $\leq 10^{\circ}$ 连续4天	⑧ $\leq 10^{\circ}$ 连续7天	⑨ $\leq 10^{\circ}$ 连续7天以上
		t_m (°C)	$\leq 9^{\circ}$ "	$\leq 7^{\circ}$ "	$\leq 7^{\circ}$ "
卫国7号	冷	日照 (小时)	1.2-8.9	7.6-9.6	有日照
	湿	$\bar{t}$ (°C)	⑩ $\leq 10^{\circ}$ 连续3天	⑪ $\leq 10^{\circ}$ 连续5天	⑫ $\leq 10^{\circ}$ 连续9天
		t_m (°C)	$\leq 8^{\circ}$ "	$\leq 7^{\circ}$ "	$\leq 7^{\circ}$ "
	冷	日照 (小时)	0.0	0.0	前7天0.0, 后2天 6.1 10.3

注: 1. 表中①-⑫可在附表1-①至③和附表2中找到例证

2. $\bar{t}$: 日平均气温 t_m : 日最低气温

气温条件下湿冷比干冷天气受害较严重而快，因干冷时白天有阳光，气温有时高于 12° 或 10°C 以上，秧苗生命可维持稍久些。各级烂秧指标如表1。

2. 秧苗生长与平均气温的关系。

1963年2月4日至3月曾对早籼稻南特16号、矮仔粘和早粳稻卫国7号三品种进行秧苗生长情况调查，每5天播种一次，每隔2天测定根和芽鞘的长度，将不同播种期秧苗生长情况与播种^每后2天平均气温绘成相关图（见图1和附表2），从图可看出，早稻早熟种南特16号和迟熟种矮仔粘两品种当播种后每2天平均气温在 12°C 以下，早熟粳卫国7号在 10°C 以下时，秧苗基本不生长，平均气温在 15°C （卫国7号在 14°C ）时，每2天根和芽鞘伸长量达0.2厘米左右，随着平均气温升高，根和芽鞘伸长量迅速增加。

根据秧苗生长情况和上述三年烂秧的调查结果，可定 12°C 为早、冬、晚籼稻和晚粳大粒品种生长的起点温度， 10°C 为早粳品种生长的起点温度，並以候平均气温 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 14^{\circ}\text{C}$ ，连续三天日平均气温 $\leq 12^{\circ}$ 和 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ 的终止日期以后，分别为早籼稻品种和早稻粳品种适宜播种期的指标。

各类型水稻品种播种至大叶始出的苗期（以下简称苗期）平均气温愈高，苗期的日数愈少，在较高温季节播种的，苗期日数最少，各品种苗期日数最少的播种期

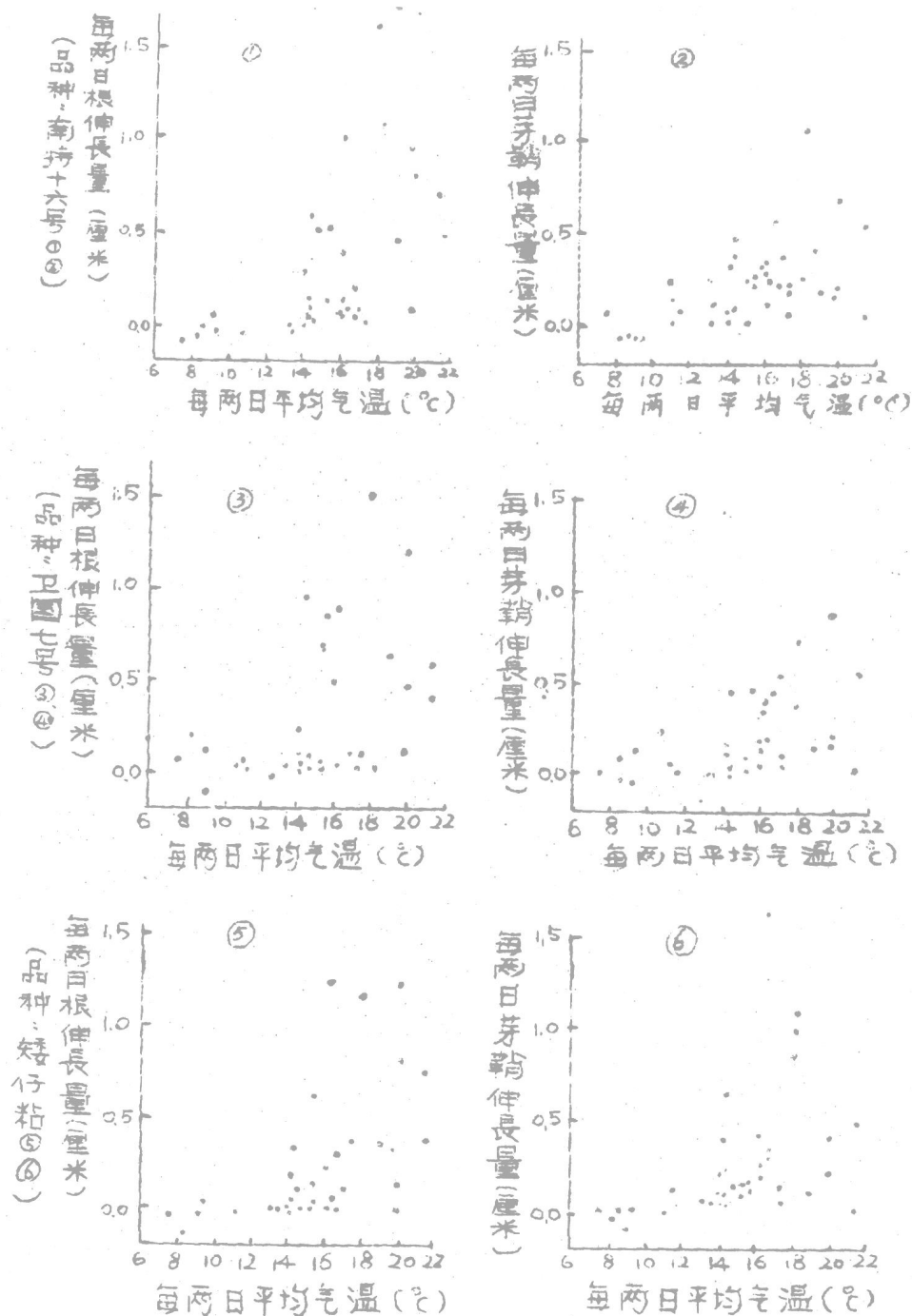


图 1: 1963年早稻三品种不同播种期秧苗生长情况与平均气温的关系

(注: 由于气温起伏变化, 每两天根和芽鞘伸长的变化幅度较大)

图例：x — 62年；△ — 64年；
○ — 63年；· — 65年。

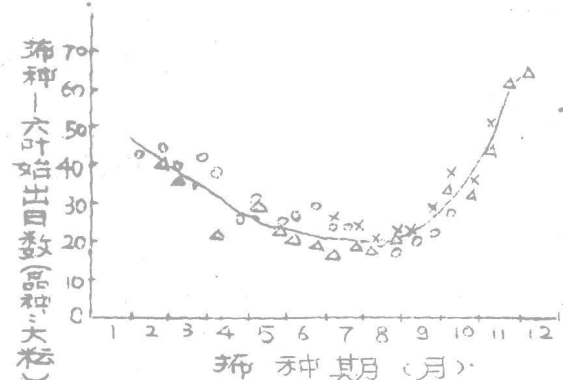
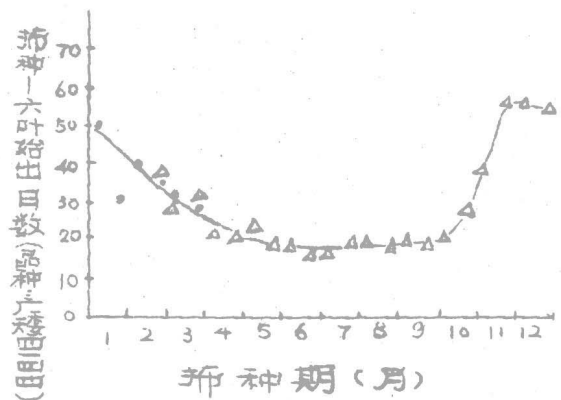
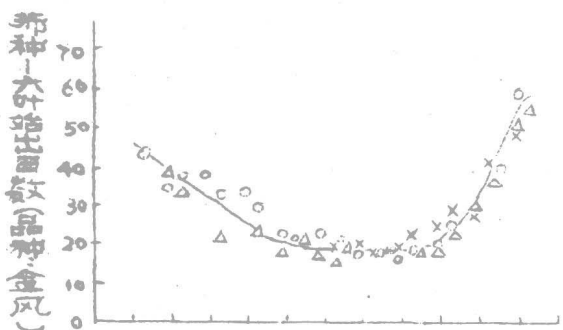
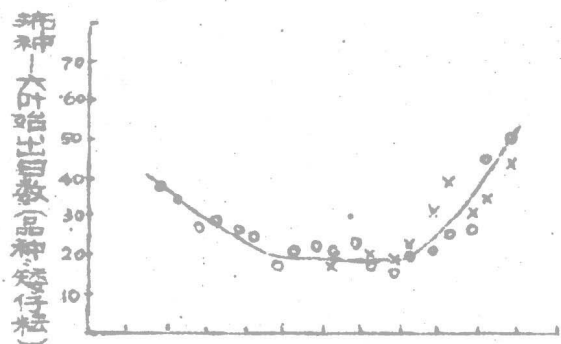
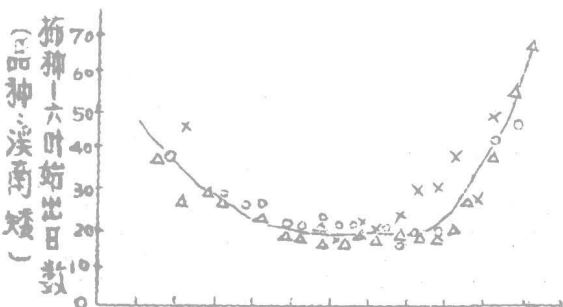
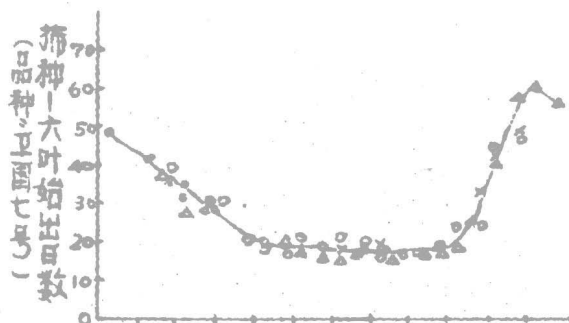
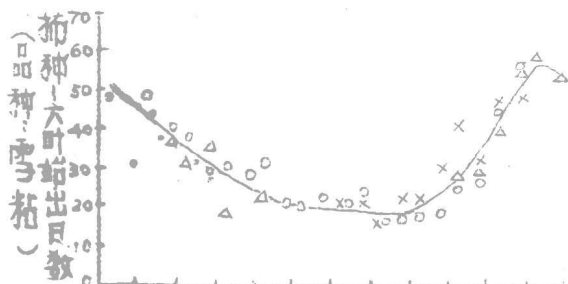
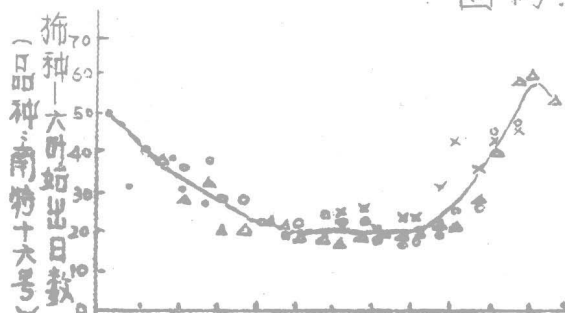


图2：不同類型水稻品种播种—六叶始出日数
随播种期的变化

范围是有差异的：早稻早荻籼粳品种南特10号和卫国7号从4月下旬至9月下旬或10月上旬（5—5.5个月），早稻迟荻籼矮仔粘和广矮4144从5月上旬至9月下旬或10月上旬（4.5—5个月），冬稻雪粘从5月上旬至9月上旬（4个月），晚稻三品种从5月下旬至9月上旬或下旬（3.5—4个月），可见苗期日数最少的播种期范围以早稻早荻籼粳品种最长，早稻迟荻品种次之，冬稻和晚稻品种最短（见图2）。当平均气温在 25°C 以上时，苗期日数变化不大，冬稻雪粘和晚粳大粒两品种的苗期日数较多，分别在22、23天左右；早粳卫国7号和早稻迟荻籼广矮4144较少，在18天左右；其它早、晚稻品种在20天左右（见图3）。在较低温季节播种的，随着苗期平均气温降低，日数渐多，苗期平均气温在 18°C 以下时，各类型品种苗期日数均在30天以上，而以12月上旬播种的，日数最多。

所以，各类型水稻品种苗期长短主要决定于温度条件，播种至大叶始出苗期日数（ $\geq$ 生长起点温度）与其间平均气温的关系极密切（见表2），两者呈曲线相关（见图3），各类型品种的相率均在0.8693以上，并有早稻品种（0.8933—0.9608之间）大于冬稻和晚稻品种（0.8693—0.9370之间）的趋势。这是由于各类型品种苗期对日长已有一定反应，而以冬稻和晚稻品种较敏感，每年9月间播种，苗期平均气温与4、5月间相近的，由于9月

表 2: 不同类型水稻品种各生育日数与平均气温相关率

时间: 1962年3月—65年3月***

生育期 品种	播种—六叶始出		出苗—幼穗 分化期		出苗—出穗期		出穗—黄熟期	
	相关率	播种 期数	相关率	播种 期数	相关率	播种 期数	相关率	播种 期数
南特 ₁₆	0.9032	55	0.9547	49	0.8549	48	0.8183	36
卫国 ₇	0.9608	56	0.9620	71	0.9241	64	0.9323	54
矮仔粘	0.8933	29	0.9258	28	0.9670	24	0.8835	18
广矮 4144	0.9491	27	0.9803	26	0.9807	17	*	—
雪粘	0.8803	46	0.9511	51	—	—	0.9015	39
溪南矮	0.8693	44	**	—	—	—	0.7348	39
金风	0.9008	47	—	—	—	—	0.7275	36
大粒	0.9370	33	—	—	—	—	0.7051	20
备 注	1: 播种期数即参与统计的期数, 因受冷害和病虫害等自然灾害影响不同而有差异。 2: 相关率在0.9以上为相关极显著, 在0.7以上为相关显著。 *: 广矮4144因6月—8月播种的, 出穗以后黄矮病较严重, 故相关率缺。 **: 晚稻品种空白栏, 因这些生育期的日数主要决定于日光条件, 故不参与统计。 ***: 其中62、63年早稻迟熟品种用矮仔粘, 64、65年用广矮4144。							

图例：x —— 62年； △ —— 64年；
 o —— 63年； · —— 65年。

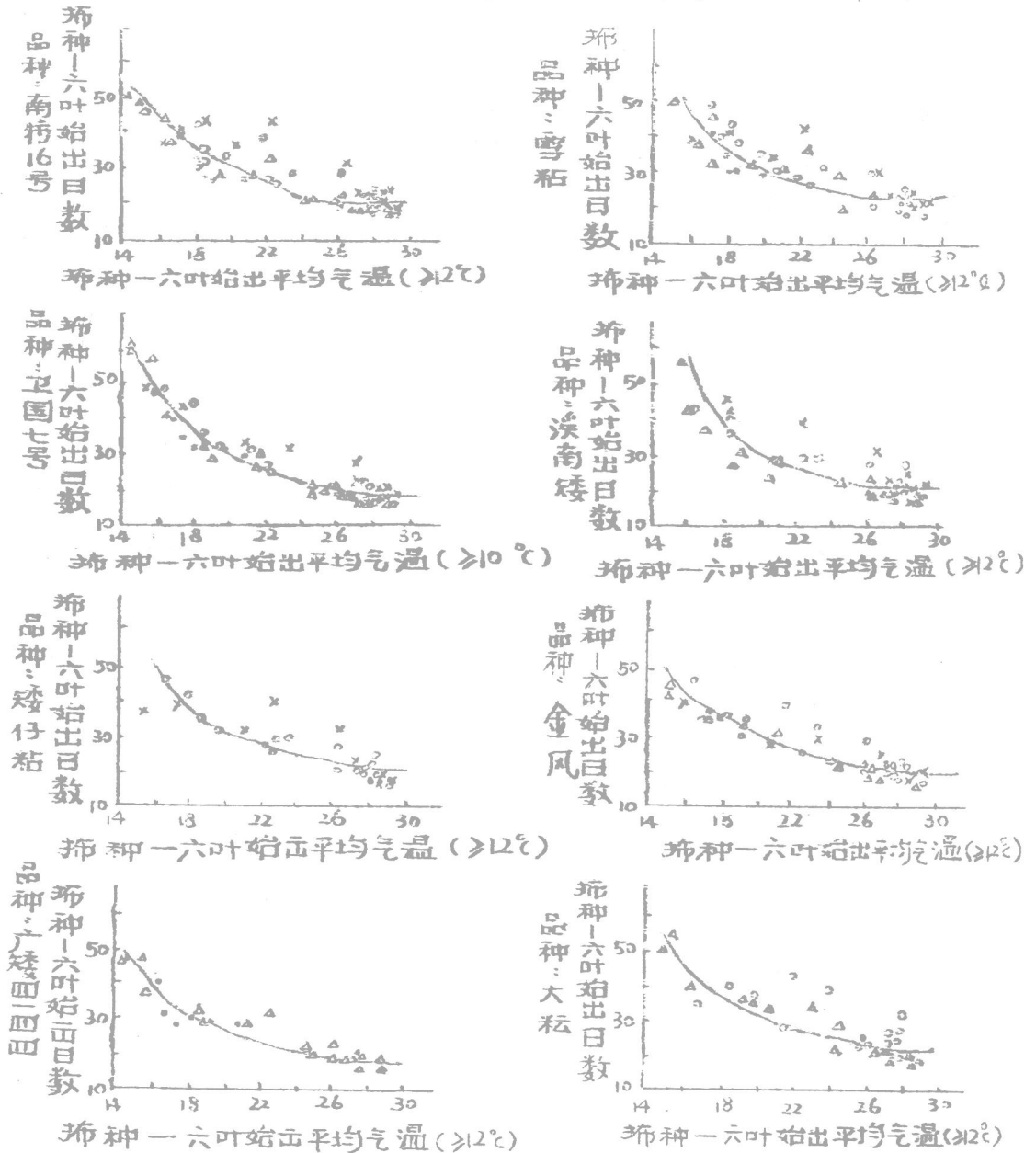


图 3. 不同类型水稻品种播种—六叶
 始出日数与平均气温的关系

后的日长比4、5月后的日长较短,因而9月播种的苗期日数较少,4、5月播种的,日长也较长,在苗期平均气温相近的,冬稻和晚稻品种苗期日数比早稻品种长些(见表3),因此,苗期日数与平均气温的相关率,早稻品种大于冬稻和晚稻品种。

表3: 不同播种期,播种一六叶始出日数与平均气温比较

时期: 1963年(仅广矮4144为1964年)												
播种期 项目 种	4 月				5 月				9 月			
	上旬		下旬		上旬		下旬		上旬		下旬	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
南特16	29	23.5	29	26.3	23	28.1	20	28.4	20	27.9	20	26.2
卫国7	31	23.3	21	25.7	20	28.0	17	28.5	18	27.9	20	26.2
矮仔粘	29	23.5	27	26.1	25	28.3	19	28.6	20	27.9	21	26.2
广矮4144	22	24.7	22	24.7	23	26.2	19	26.2	20	27.6	20	25.0
雪粘	31	23.3	29	26.3	32	28.3	22	28.4	19	27.9	20	26.2
溪南矮	29	23.5	27	26.1	27	28.3	22	28.4	19	27.9	20	26.2
金凤	33	23.4	29	26.3	30	28.2	22	28.4	19	27.9	20	26.2
大粒	39	24.1	26	26.1	32	28.3	25	28.1	21	27.9	23	26.0
备注	项目1: 为播种一六叶始出日数。 项目2: 为播种一六叶始出平均气温(°C)											

(二) 分 析 其 期

从每年年初最早、年底 最迟进入分蘖期的资料(附表4-①和表4)可看出,各类型品种均需日平均气温在