

1960

上海市科学技术论文选集

农

业



1960

上海市科学技术论文选集

农 业

上海市科学技术论文編选委员会

上海科学技术出版社

1960

上海市科学技术论文选集

农 业

上海市科学技术论文编选委员会

*

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

上海市书刊出版业营业登记证出093号

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

商务印书馆上海厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 6 8/16 插页 8 字数 121,000

1962年8月第1版 1962年8月第1次印刷

印数 1—2,050 (其中精装 50册)

统一书号: 16119 · 469

定 价: (十四) 1.45 元

上海市科学技术論文編选委員会名单

主任委員: 周 仁

副主任委員: 卢于道 曹未风 苏步青

程孝剛 沈克非 胡永暢

委 員: (以姓氏笔划为序)

王公衡	王应睐	王鳴岐	卢于道	卢东明	卢鶴紱
朱 洗	朱元鼎	庄孝僊	华明之	孙洪鈞	江厚楸
刘瑞三	任鴻雋	汪 猷	杜大公	吕广杰	严东生
沈克非	沈善炯	李时庄	李承祜	李国豪	李春芬
李銳夫	苏步青	苏延宾	苏德隆	邵家麟	周 仁
周同庆	周志宏	陈 植	孟庆元	范仲奕	罗宗洛
郑 勉	茅 琮	胡汝鼎	胡永暢	赵承嘏	殷宏章
崔予庭	曹未风	曹天欽	許克端	張作人	張宗汉
張香桐	黃鳴龙	程門雪	程孝剛	賀崇寅	馮德培
鄒元熾	蔡叔厚	談家楨	錢宝鈞	戴 弘	謝希德
薩本炘	鄭安坤				

前 言

上海市科学研究机关、生产技术部門和高等院校为了总结經驗，檢閱成果，促进学术活动的深入开展，在一九六一年七月成立了上海市科学技术論文編选委员会，負責在上海市範圍內征集和編选一九六〇年的科学技术論文。經過半年的努力，現已完成，并将选出的論文汇编成为“上海市一九六〇年科学技术論文选集”出版。

此次应征的論文，絕大部分是由各有关部門經過討論，认为比較优秀而推荐出来的，也有少数論文是由个人直接应征参加的。应征的論文均由編选委员会各专业小組聘請有关学科的专家先行审閱，对每一篇論文作出評論，然后由各专业小組进行初步选拔，最后再由編选委员会进行总的平衡并决定取舍。参加审閱的专家共計四百余人，其中有的是外地的专家。評选时大家都本着以质量为重精神，以过去专科学报中比較优秀的論文作为参考标准，作出最后决定。工作可能还有不周到之处，但是大家都尽了很大的努力。

本选集中所刊載的論文共計八十九篇。其中数学七篇，化学六篇，生物学十一篇，工程技术三十二篇，农业八篇，医药卫生二十五篇。这些論文有的在本門学科的理论上提出了新的見解和发展，有的对于促进国民經济发展有較重大的意义，有的則是两者兼备。論文的作者有老科学家，青年科学工作者，也有新成长起来的工人出身的专家。

这次論文編选虽以一九六〇年为主，但一九五八年和一九五九年研究完成而未发表的主要著作也被包括在內。因此，可以說这本选集反映了自一九五八年大跃进以来，特别是一九六〇年上海市科技界以論文方式表达出来的一些优秀成果。这里当然不可能将所有的优秀成果全部都反映出来，因为有很多的研究結果已經直接应用了而未曾写成論文，也有一些研究虽已获得了成果，但还需繼續进行研究。尽管如此，这本选集还是可以供我們了解近年来上海市科学技术研究工作的一个梗概。从选集全面看来，可以看到成就，也可以看到薄弱环节。总的說来，它将增强我們科技界在中国共产党的领导下发奋图强，为社会主义建設事业服务的信心和决心。

希望这本选集可供我們檢閱科学技术研究成果的参考，并鼓舞全市科学技术工作者繼續鼓足干劲，在現有的基础上不断提高，为实现党所号召的把我国建成为一个具有現代工业、現代农业和現代科学文化的偉大的社会主义强国而作出貢獻。

上海市科学技术論文編选委员会

1962年2月

目 录

水稻穗数变化规律的研究.....	雷宏叔 王天鐸	(1)
单季晚稻拔节期烤田的生理意义.....	王万里 陈景治 奚鼎保 宋廷生	(16)
不同密植条件下小麦群体发展的动态.....	余叔文 周嘉槐	(35)
上海大白菜增产技术的研究.....	楊式琅	(50)
上海秋番茄增产途径的研究.....	熊助功	(60)
赤霉素在蔬菜栽培中的应用.....	周荣仁 黄文徽	(68)
赤霉素的土法生产.....	中国科学院植物生理研究所植物激素组	(87)
金魚、鯉、鰱的不同成熟程度卵球的受精 和胚胎发育的关系.....	朱 洗 王幽兰 林志春	(97)

水稻藥数变化規律的研究

雷宏俶 王天鐸*

(中国科学院植物生理研究所)

【摘要】 本文报告了不同密、肥条件下水稻藥数变化規律的試驗研究結果,并应用动力学方法分析了大量資料,得出一些經驗公式,可以用来近似地代表藥数变化过程、分藥势与每苗所占面积的关系、不同土壤肥力条件下基本苗数与有效穗数的关系、分藥势与分藥穗数的关系等,为农民“肥田宜稀,瘦田宜密”的經驗提供了理論依据,并加以数量化。这些經驗公式可以作为农业生产上对密度、肥料等进行运筹时的依据,如(1)按照对有效穗数的要求决定栽插苗数;(2)根据不同密度条件下氮肥增穗作用的不同,安排基肥用量;(3)根据分藥势推算有效穗数,以便确定后期肥、水措施等。

本文表明水稻群体有它自己的发展規律,群体对藥数的自动調節使不同密度田的藥数趋于接近是其重要規律之一;同时这些結果也为認識分藥发生的机制提供了綫索,如分藥发生的随机性,它对营养面积的依賴关系及閾值的存在等。这些結果說明应用动力学方法来研究群体发展規律是有效的。

一、前 言

合理密植是农业“八字宪法”中重要的一环。要获得高产,就必须有較多的穗数,也就必須有較多的藥数;但藥数过多,每藥的生长受到削弱,每穗粒重显著下降,而且莖秆細弱,容易倒伏,对产量都有不利影响,因此每亩穗数应有一个适宜的范围。水稻有分藥的特性,而且在某些条件下分藥数变化的幅度很大,以致最后的穗数与插秧时的基本苗数差异很大。应该插多少秧才能达到所需的穗数,插秧以后如何促进或抑制分藥的产生,以及如何預見有效穗数等一系列問題都要求对不同条件下群体藥数的变化規律有透彻的認識。本文报导了本所近年来对水稻藥数变化所做試驗的結果和从它們得到的結論。

二、藥数变化过程

图1中画出了1959年本所在上海市松江县用晚稻“老来青”所做行穴距相同、每

* 本工作在群体概念方面受到殷宏章先生的启发,統計方法方面得到中国科学院数学研究所張里干先生、华东化工学院吳乙申先生、复旦大学汪嘉岡、錢翼文先生的帮助,并曾引用本所唐錫华先生的一部分数据(表3及4);实验工作中有本所的許多同志参加測定,謹在此表示謝意。

穴苗数不同的密度試驗中各密度田蘗数变化的过程。各曲线的形状相似,包括下列几个阶段:返青后开始产生分蘗,蘗数几乎直线上升;蘗数增加速度减慢以至停止,蘗数达极大值;一部分分蘗死亡,曲线向下弯;蘗数稳定下来,直到成熟。

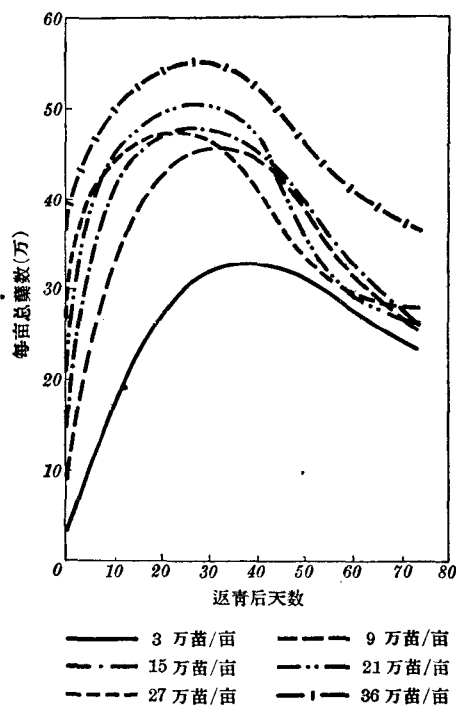


图1 晚稻行穴距相同,每穴苗数不同的对比田单位面积上蘗数的变化

蘗数变化的前一段,即自蘗数开始上升至分蘗高峰期。停止上升并开始下降的一段可以用一个二次三项式来表示:

$$y_t = y_0(a + bt + ct^2) \quad (2.1)$$

式中 y_t 为 t 时的蘗数; t 自返青后开始分蘗时算起; y_0 为原有苗数,即最初蘗数; a 、 b 、 c 都是常数。 a 的数值应为 1, 实际计算结果, a 的数值与 1 略有出入, 但差异不大。公式 (2.1) 也可写作:

$$y_t = y_0(1 + bt + ct^2) \quad (2.2)$$

公式 (2.1) 或 (2.2) 中的 b 代表分蘗发生的初速, 即 $t=0$ 时的速度, 或称分蘗势, c 代表加速度, 在各试验中都是负数, 反映了使分蘗产生速度逐渐降低的因素。

三、早期分蘗发生速度与密度、基肥水平的关系

既然早期分蘗产生速度可以用公式 (2.1) 或 (2.2) 代表, 则从不同密、肥条件下 b

与 c 的数值可以知道密、肥对分蘖产生速度的影响。

(一) b 、 c 与密度的关系

在我們 1959 年对晚稻所做的每穴苗数不同的試驗中,各密度下 b 与 c 的数值如表 1 所示。

表 1 不同密度下 b 与 c 的数值

密度(万苗/亩)	b	c
3	0.576	-0.00839
9	0.260	-0.00421
15	0.144	-0.00251
21	0.101	-0.00193
27	0.049	-0.00105
36	0.034	-0.00065

从表 1 可以看出一个明显的趋势,即密度愈高,則 b 与 c 的绝对值愈小。

如果以密度的倒数 $\left(\frac{1}{y_0}\right)$ 即每苗所占的平均面积为横坐标,以 b 和 $-c$ 为纵坐标做图(见图 2、3),則可以看到它們的关系大体上都是线性的(图 2 中代表 3 万苗/亩

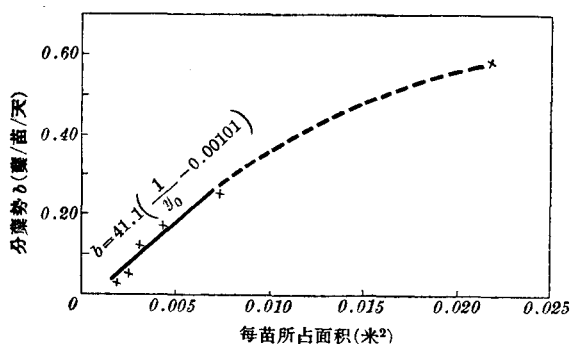


图 2 分蘖势 b 与每苗所占面积的关系(每穴苗数不同对比田)

(图中实线为公式(3.3)所代表的直线部分,虚线代表极稀密度(3 万苗/亩)的一点与直线的偏离)

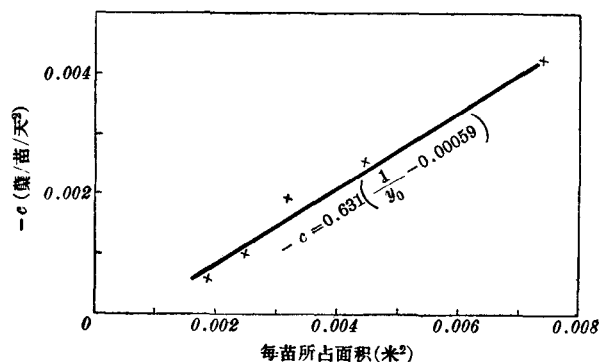


图 3 参数 c 与每苗所占面积的关系(每穴苗数不同对比田)

的最后一点偏离较远,在下述统计计算中未包括进去),可以用下列线性方程来表示:

$$b = k_1 \left(\frac{1}{y_0} - a_1 \right) \quad (3.1)$$

$$c = -k_2 \left(\frac{1}{y_0} - a_2 \right) \quad (3.2)$$

用统计方法求出 k_1 、 a_1 、 k_2 、 a_2 的数值分别代入公式(3.1)、(3.2)得:

$$b = 41.1 \left(\frac{1}{y_0} - 0.00101 \right) \quad r_{[8]} = 0.996^{***} \textcircled{1}$$

$$c = -0.631 \left(\frac{1}{y_0} - 0.00059 \right) \quad r_{[3]} = 0.954^{**}$$

在另一组每穴苗数相同,行穴距不同的密度试验中(品种同是晚稻“老来青”)也得到类似的关系,将 b 、 c 的数值对 $\frac{1}{y_0}$ 求线性回归方程得:

$$b = 46.8 \left(\frac{1}{y_0} - 0.00046 \right) \quad r_{[3]} = 0.831^*$$

$$c = -1.78 \left(\frac{1}{y_0} - 0.00058 \right) \quad r_{[3]} = 0.912^*$$

公式(3.1)的意义可以理解为:在一定范围内,分蘗势(b)与每苗所占面积($\frac{1}{y_0}$)中超出—最低限度的面积(a_1)以外的部分成正比,这一最低限度的面积可以看作主茎开始分蘗所需营养面积的阈值。不言而喻,所谓分蘗势与最小面积都是统计的,实际上个体之间还存在着比较大的差异。公式(3.1)能适用于全田主茎所占平均面积大于 a_1 ($\frac{1}{y_0} > a_1$) 的情况,如果全田主茎所占平均面积小于 a_1 时,由于概率分布的关系,分蘗势并不一定等于零。

从早稻与中稻的各一个品种的密度试验数据也得到与公式(3.1)相符合的关系,而且相关很高。

但也应指出,在另一些试验^[1]中也得到与(3.1)不符合的关系,在严育瑞等^[2]的盆栽试验中,甚至出现不同密度下每苗所占面积不同时分蘗产生初速几乎相等的情况。

至于单位面积上分蘗产生的初速,即 $t=0$ 时 y_t 对 t 的导数,则为:

$$\frac{dy_t}{dt} = y_0 b = y_0 k_1 \left(\frac{1}{y_0} - a_1 \right) = k_1 (1 - a_1 y_0) \quad (3.3)$$

即总分蘗势与各苗阈值总和($a_1 y_0$)以外的面积成正比,密度愈高,则 $a_1 y_0$ 愈大,而总分蘗势愈低,但在密度很低时, $a_1 y_0$ 与 1 相比较甚小,不同密度间的总分蘗势相差不大。

^① r 为相关系数,右下角括弧中的数字为自由度。 r 的数值右上角有 * 者置信度为 0.95, ** 为 0.99, *** 为 0.999。

因为 b 与 c 都是密度的函数, 将公式 (3.1)、(3.2) 代入公式 (2.1) 或 (2.2) 中即可得早期单位面积上总葉数 (y_t) 与密度的函数关系, 如代入 (2.2) 即得:

$$y_t = y_0 \left[1 + k_1 \left(\frac{1}{y_0} - a_1 \right) t - k_2 \left(\frac{1}{y_0} - a_2 \right) t^2 \right] \quad (3.4)$$

这是在同一条件下适用于一定范围内不同密度田的通式。

(二) 分蘖高峰期与密度的关系

从图 1 中看到, 当葉数上升至一定阶段后开始下降, 葉数达到最大值的时间称为分蘖高峰期, 它到达的条件是:

$$\frac{dy_t}{dt} = 0 \quad (3.5)$$

$$\frac{d^2 y_t}{dt^2} < 0 \quad (3.6)$$

将 (3.4) 代入 (3.5) 得:

$$\begin{aligned} \frac{dy_t}{dt} &= \frac{d}{dt} y_0 \left[1 + k_1 \left(\frac{1}{y_0} - a_1 \right) t - k_2 \left(\frac{1}{y_0} - a_2 \right) t^2 \right] \\ &= y_0 \left[k_1 \left(\frac{1}{y_0} - a_1 \right) - 2k_2 \left(\frac{1}{y_0} - a_2 \right) t \right] \\ &= k_1 (1 - a_1 y_0) - 2k_2 (1 - a_2 y_0) t = 0 \end{aligned} \quad (3.7)$$

$$\frac{d^2 y_t}{dt^2} = -2k_2 (1 - a_2 y_0) < 0 \quad (3.8)$$

(我們只考虑 $\frac{1}{y_0} > a_2$ 的情况)

所以

$$t_{\max} = \frac{k_1 (1 - a_1 y_0)}{2k_2 (1 - a_2 y_0)} \quad (3.9)$$

$t_{\max}$ 为分蘖高峰期到达的时期。

$t_{\max}$ 是密度 y_0 的函数, 从 $t_{\max}$ 对 y_0 的微分可以求出密度对分蘖高峰期的影响:

$$\frac{dt_{\max}}{dy_0} = \frac{d}{dy_0} \frac{k_1 (1 - a_1 y_0)}{2k_2 (1 - a_2 y_0)} = \frac{k_1 (a_2 - a_1)}{2k_2 (1 - a_2 y_0)^2} \quad (3.10)$$

式中 k_1 、 k_2 及 $(1 - a_2 y_0)^2$ 都是正数, 故导数 $\frac{dt_{\max}}{dy_0}$ 是正或负决定于 $a_2 - a_1$ 之值。在前举每穴苗数不同試驗中, $a_2 < a_1$ 即 $a_2 - a_1 < 0$, $\frac{dt_{\max}}{dy_0}$ 为负值, 即密度愈高, 则分蘖高峰期到来愈早, 与图 1 中所看到的趋势符合。在每穴苗数相同、行穴距不同的試驗中则 $a_2 > a_1$, 但差异不显著。

(三) 分蘗发生速度与密度的关系

求公式(3.4)对时间的微分可以得到分蘗发生速度:

$$\frac{\partial y_t}{\partial t} = k_1(1 - a_1 y_0) - 2k_2(1 - a_2 y_0)t \quad (3.11)$$

再对密度(y_0)微分就可得到分蘗发生速度与密度的关系:

$$\frac{\partial}{\partial y_0} \frac{\partial y_t}{\partial t} = -k_1 a_1 + 2k_2 a_2 t \quad (3.12)$$

前面已经看到当 $t=0$ 时分蘗发生速度随密度的增高而降低, 现在我们看到由于 k_1 较 k_2 大得多, 当 t 不甚大时, 公式(3.12)的数值小于零, 仍然是密度愈高, 单位面积上分蘗发生的速度愈低。

要估计单位面积上所产生的分蘗的总数, 则应考虑自开始分蘗起至分蘗高峰期止的整个时期, 即

$$0 < t < \frac{k_1(1 - a_1 y_0)}{2k_2(1 - a_2 y_0)} \quad (3.13)$$

在每穴苗数不同的试验里 $a_1 > a_2$, 则 $\frac{1 - a_1 y_0}{1 - a_2 y_0} < 1$ 。公式(3.13)可写作:

$$0 < t < \frac{k_1(1 - a_1 y_0)}{2k_2(1 - a_2 y_0)} < \frac{k_1}{2k_2} \quad (3.14)$$

代入(3.12)得:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial y_0} \frac{\partial y_t}{\partial t} &= -k_1 a_1 + 2k_2 a_2 t < -k_1 a_1 + 2k_2 a_2 \left(\frac{k_1}{2k_2} \right) \\ &= -k_1 a_1 + k_1 a_2 = k(a_2 - a_1) < 0 \end{aligned} \quad (3.15)$$

即密度愈高, 则分蘗增加速度愈低的关系在高峰期到来之前的整个时期都存在, 前面已经推导出这个试验里密度愈高则分蘗愈少, 这是与一般经验符合的。甚至在每穴苗数相同、行穴距不同试验里 a_1 略小于 a_2 , 上述推导不适用的情况下, 由于早期高密度降低分蘗产生速度的作用很明显, 总分蘗数也还是随密度的增加而减少。

(四) 分蘗发生速度与氮肥的关系

从分蘗势 b 与每苗所占面积的关系看起来, 分蘗发生的速度很可能受土壤肥力的影响, 从过去经验中也知道, 氮肥对分蘗速度有很大的影响。1960年我们做了一组试验, 其中密度有3个水平, 无机与有机氮肥连对照在内共有8个水平, 表2中列出了这个试验中各处理的 b 与 c 的数值, 从表中可以看出, b 值随氮肥量增加而增加。

表2 不同密肥条件下蘗数变化曲线中的参数^①

密度 (万苗/亩)	基 肥 密 度	牛粪(千斤/亩)				对照	硫酸铵(斤/亩)		
		8	4	2	1	0	5	15	45
27.15	b	0.0628	0.0455	0.0153	0.0101	0.0181	0.0422	0.0324	0.0855
	$-c$	0.00155	0.00112	0.000347	0.000245	0.000408	0.00108	0.000980	0.00241
13.75	b	0.120	0.108	0.122	0.0995	0.102	0.121	0.115	0.144
	$-c$	0.00302	0.00268	0.00300	0.00257	0.00245	0.00302	0.00274	0.00412
6.95	b	0.203	0.200	0.198	0.215	0.161	0.246	0.222	0.262
	$-c$	0.00438	0.00437	0.00437	0.00472	0.00330	0.00547	0.00502	0.00622

① b 的单位为蘗/亩/天; $-c$ 的单位为蘗/亩/天²。

在将各肥料水平下不同密度田的 b 与每苗所占面积做图时, 可看到虽然每苗所占面积愈多则 b 愈高的趋势很明显, 但二者的关系与直线相去甚远, 而且普遍地是每苗所占面积最大的一点低于前二点的延长线, 即当密度低时分蘗势不能随每苗所占面积直线上升。这种情况在图2中最后一点上也曾看到, 其原因可能是由于在一定肥力水平下, 根系伸展范围有限, 有一部分营养面积不能充分利用。目前因同一肥料水平下的密度等级太少, 还不能确定曲线的形式, 但必须注意公式(3.1)适用范围的上限。

四、分蘗的死亡

在蘗数达到高峰以后, 由于一部分分蘗以至于某些主茎的死亡, 蘗数逐渐下降, 因而最后的蘗数或有效穗数(由于有一部分无效分蘗后者较前者略低)总是低于最高蘗数。

关于分蘗死亡的原因曾做过不同的推测。从群体的光强分布规律来看, 光强随叶层的加多而减弱, 在群体的叶面积超过一定限度时, 下部的光强就不足以补偿呼吸的消耗。过去曾估计当叶面积系数等于4~5之间时就达到了这一个界限^[3]。我们曾在1959年晚稻孕穗期间测量过死去的分蘗的高度, 发现它们都不超过60厘米, 而根据当时叶面积分布的测定这个高度以上的叶面积系数在2与3之间, 即小于4~5, 昼夜平均光强应为补偿点的两倍以上, 但60厘米是最大死蘗的顶点的高度, 大部分死蘗的大部分光合作用面积比这低得多, 所接受的光也弱得多。根据以前的试验^[4], 分蘗长到一定阶段以后就很少从主茎吸取有机养料, 光强不足时分蘗(或主茎)因饥饿而死亡是很自然的。死蘗与存活蘗在高度上明显的分野很强地提示光强的不足所造成的有机食料的不足可能是分蘗死亡的主要因素。

1960年唐錫华^[5]所做的不同时期施高氮肥、人工稀疏的試驗結果为肥与光对巩固分蘖的作用提供了有用的資料。在这个試驗里从7月19日分蘖高峰期开始至9月初分5次对基本苗为24万/亩的晚稻田分别进行施高氮肥与人为去掉一些植株(稀疏)的处理。表3与表4中列出其中两次处理后蘖数与分蘖干重百分比的变化。可以看出在分蘖高峰期以后施氮肥并不能显著减少分蘖的死亡,因而也不能提高分蘖干重百分比。与此相比人工稀疏改善光照的处理在7月19日处理时则可以明显地减少分蘖的死亡,同时也增加了分蘖干重百分比。这个試驗也說明高密度下后期下部光照的不足是分蘖死亡的重要原因。

表3 高肥及稀疏对分蘖的影响 $\left(\frac{\text{总蘖数}}{\text{主茎数}} \times 100\right)$

处理日期 (日/月)	取样日期 (日/月)	处 理	基 本 田	高 肥	稀 疏
19/VII 分蘖高峰期	19/VII		185	167	186
	26/VII		181	209	213
	2/VIII		173	200	226
	9/VIII		195	216	267
	23/VIII		140	158	201
	25/X(收获)		103	109	143
16/VIII 幼穗分化期	16/VIII		139	153	144
	23/VIII		140	128	161
	30/VIII		138	158	148
	6/IX		—	143	137
	13/IX		110	121	126
	25/X(收获)		103	120	110

表4 高肥及稀疏对分蘖干重的影响 $\left(\frac{\text{分蘖重}}{\text{总重}} \times 100\right)$

处理日期 (日/月)	取样日期 (日/月)	处 理	基 本 田	高 肥	稀 疏
19/VII 分蘖高峰期	19/VII		21.2	17.1	21.5
	26/VII		13.8	21.7	22.6
	2/VIII		12.0	18.7	22.1
	9/VIII		13.6	17.3	30.1
	23/VIII		7.83	11.4	24.2
	25/X(收获)		3.42	4.89	21.8
16/VIII 幼穗分化期	16/VIII		8.25	10.8	8.20
	23/VIII		7.83	7.61	14.3
	30/VIII		6.60	13.1	8.61
	6/IX		1.64	9.42	10.2
	13/IX		6.15	6.83	4.26
	25/X(收获)		3.42	7.35	4.22

五、基本苗数与有效穗数的关系

(一) 基本苗数与有效穗数的相关

由于对蘗的死亡情况研究得不够,目前还不能从最高蘗数推算有效穗数。在几组密度试验中最高蘗数与有效穗数的相关很低,而原有苗数与有效穗数的相关却很高,如图4中所示前举每穴苗数不同的试验中后二者之间的线性相关很好,可以用线性方程表示之:

$$y_w = \alpha + \beta y_0 \quad (5.1)$$

其中 y_w 为有效穗数, α 、 β 为常数。从图4的数据统计得出的方程是:

$$y_w = 18.8 + 0.376 y_0 \quad r_{[4]} = 0.928^{**}$$

行穴距不同试验的回归方程为:

$$y_w = 15.4 + 0.445 y_0 \quad r_{[4]} = 0.988^{***}$$

我们也曾对国内其他人所做密度试验^{[1][6~9]}的数据做过统计计算,线性相关大都在0.9以上。可以认为,在其他条件相似的情况下,在相当大的密度范围内(有几组试验最高最低密度相差10倍以上)原有苗数与有效穗数的关系可以用直线代表。

公式(5.1)中 α 值是回归直线延伸后在纵轴上的截距,相当于这一点的实际田块是不存在的,但它能近似地代表低密度田的有效穗数。 β 则是直线的斜率,代表原有苗数相差一单位时有效穗数相差的数目,例如 $\beta = 0.376$,即原有苗数增减一千则有效穗数平均相应增减376个。在我们所计算过的例子中,最小的 β 值为0.376,最大的为0.784,

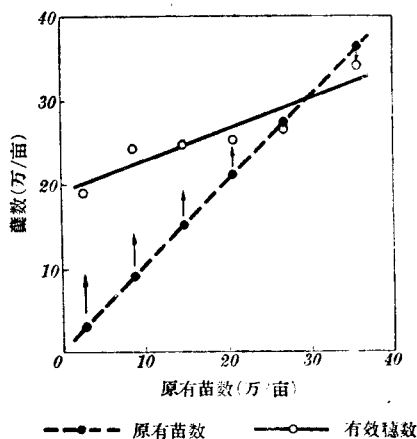


图4 不同密度水稻田群体蘗数变化趋势

都小于1,即有效穗数的差异永远小于原有苗数的差异。水稻群体蘗数变化的趋势是不同密度田的总蘗数逐步接近,这是群体自动调节能力的一个表现,群体对蘗数的调节能力愈强,则 β 值愈小。图4中的虚线代表原有苗数,实线代表蘗数变化的最后结果(在过程中曾超过实线),可以看出偏高或偏低密度的蘗数都有向一个中间值靠攏的趋势,这一中间值为 $\alpha/(1-\beta)$,因为当 y_0 等于 $\alpha/(1-\beta)$ 时, y_w 与 y_0 相等。

(二) 肥料对 α 、 β 的影响

公式(5.1)中 α 、 β 之为常数是对密度 (y_0) 而言,它们是肥料水平的函数。表5

表5 不同密肥条件下的有效穗数

(万/亩)

基 肥 密度 (万苗/亩)	牛粪(千斤/亩)				对照	硫酸铵(斤/亩)		
	8	4	2	1	0	5	15	45
27.15	31.22	30.95	27.96	27.42	27.42	29.59	28.51	25.29
13.75	23.93	20.21	19.80	18.98	16.09	18.01	23.24	22.14
6.95	22.94	14.60	18.49	15.43	15.57	17.93	18.28	20.29

表6 基本苗数与有效穗数的回归直线的参数

基 肥 参 数	牛粪(千斤/亩)				对照	硫酸铵(斤/亩)		
	8	4	2	1	0	5	15	45
α	19.17	12.05	14.30	11.06	9.77	12.00	15.51	16.47
β	0.430	0.619	0.488	0.599	0.622	0.617	0.491	0.473
$\alpha/(1-\beta)$	33.6	31.6	28.0	27.5	25.9	31.4	30.5	31.2

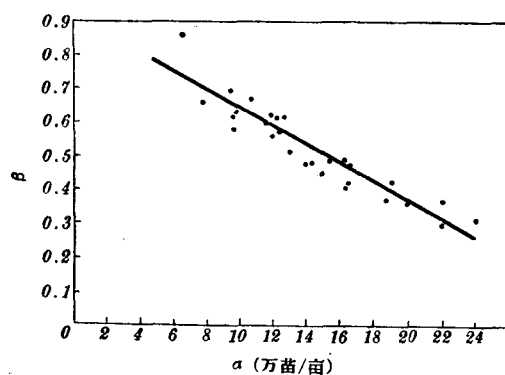
是不同基肥(氮肥)水平,不同密度各对比田的有效穗数。从不同基肥的各組密度田求出的 α 、 β 值列于表6,可以看出:氮肥愈高,则 α 值愈高,而 β 值愈低, α 与 β 成很好的负相关。可以用下列公式表示之:

$$\beta = \beta_0 + \gamma\alpha \quad (5.2)$$

将统计得到的 β_0 与 γ 数值代入,得:

$$\beta = 0.871 - 0.0238\alpha \quad r_{[0]} = -0.945^{***}$$

此外我們曾以29組晚稻密度对比田的資料求 α 、 β 的綫性相关,得到的相关系数也高达-0.949(图5)。

图5 基本苗数与有效穗数的回归直线($y_w = \alpha + \beta y_0$)中 α 及 β 的相关图

至于不同肥料水平下的 $\alpha/(1-\beta)$ 的数值,如表6所示,变化幅度并不很大,如果以百分数计算,则肥料对 $\alpha/(1-\beta)$ 的影响不及对 α 与 β 的影响。考虑到前面所說

α 、 β 、 $\alpha/(1-\beta)$ 所代表的意义可以这样来理解肥料对它们的不同影响的意义：高氮肥提高群体对穗数的调节能力、增加低密度田的穗数的作用较大，而改变群体对穗数调节的最终趋向的作用较小。这也符合农民“肥田宜稀，瘦田宜密”的经验，因为在肥田里可以用少一些的基本苗来达到必要的有效穗数，使分蘖能力得到较大的发挥，而在瘦田里则不得不依靠较多的基本苗。当然在田的肥力过低以致不能满足植物正常生长的要求时，密度也不宜高。

(三) 从有效穗数推算所需基本苗数的列线图

有了公式(5.1)，就可以根据要求达到的有效穗数 y_w 来确定栽插密度 y_0 ，需要的数据是从过去资料得到的常数 α 、 β 。为了计算方便可以做一系列线图如图 6，从一点 (x, y) 与 y_w 线上代表所需穗数值的一点连一直线延长与 y_0 线相交处的读数即为应插苗数。 (x, y) 的坐标可由 α 与 β 求出：

$$x = \frac{1}{1-\beta} \quad (5.3)$$

$$y = \frac{\alpha}{1-\beta} \quad (5.4)$$

前面说过土壤肥力不同， α 与 β 的数值也不同，因此 x 与 y 的数值也不同。将 α 与 β 值不同的 (x, y) 连成曲线，就可以得到对一个地区肥力不同的田适用的列线图，这条线的方程可以自上面三式求出：

$$y = \frac{\alpha}{1-\beta} = \frac{\beta - \beta_0}{(1-\beta)\gamma} = \frac{1}{\gamma} [(1-\beta_0)x - 1] \quad (5.5)$$

可见不同的 (x, y) 所连成的线是直线。

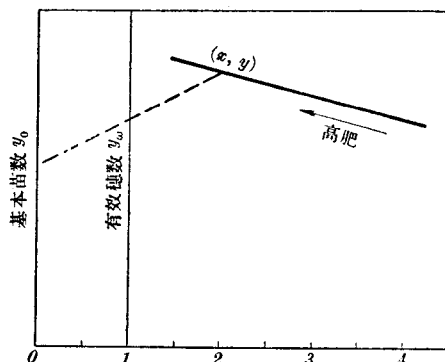


图 6 基本苗数与有效穗数
相互推算用的列线图

(四) 分蘖势与分蘖穗数的关系

虽然上述试验已经肯定了提高氮肥有提高 α 而降低 β 的作用，但如果在某一土壤上没有做过试验，则必须设法确定它的肥力水平，而目前在水稻方面还缺少满意的化学分析方法。在前举肥料试验的资料中曾看到分蘖势 (b) 与分蘖穗数 ($y_w - y_0$) 之间有一定的相关。因为分蘖势在插秧后不久即可量出，为推测有效穗数提供了一个有用的指标，图 7 中就是分蘖势与分蘖穗数的回归直线。试验中各小区分为二组，一组在 7 月 26 日施过追肥（氮肥），另一组则未施过，而二者的回归直线相差不多，也就是说追肥并不显著地改变二者的关系，所以在图 7 中只以一条直线代表。