

1980—1984年度

中日合作水稻试验总结报告(2)

(于湖南省桃源县)

中国科学院长沙农业现代化研究所

关于中日合作水稻栽培试验的某些考察

——论生育诊断的重要性——

东京大学 副教授 松崎昭夫
农学部

(1984年9月10日)

前 言

问题的提出

A、生育诊断的重要性与生长量的指标

- (1) 穗肥的增产效果
- (2) 出穗后干物量的增加
- (3) 合作试验中穗肥的效果
- (4) 施用穗肥的几个问题

I) 生育期的确定

II) 生长量的诊断

III) 根据茎数的诊断

IV) 营养状态的诊断

V) “茎数×叶色”与每 m^2 颖花数

VI) 品种与“茎数×叶色”的适值

VII) 实际栽培上的举例

B、关于米质

C、提高土地生产能力与劳动生产率的问题

关于中日合作水稻栽培试验的某些考察

——论生育诊断的重要性——

此项合作试验，几乎是和中国科学院长沙农业现代化所的建制同时进行的。

从组织、现场、实验器材等方面来看，都还是在不完备的状态下开始的，而在五年后的今天，像刚才所发表的报告那样，取得了相当大的成果。当然，这些都是农业现代化所直接的负责人员努力得来的，而中国科学院、省、地、县有关各位的努力和支持也必须给以很高的评价。

此项试验的最大目的是想用一季稻的栽培收到和两季相等甚至更多的产量，同时加上前（后）作而有效的利用土地，以减轻二季水稻所带来的劳动上的过度紧张。为此，以探明适合于一季的品种、栽培时期，进而阐明栽培密度、施肥法、水浆管理等栽培管理方法的问题作为它的目标。

该项试验，每年从日本派遣一名以上的专家来参加试验，每年参加的人都不同，因而在试验的连贯性上不免有欠缺之憾，但另一方面，能集中更多专家的智慧和经验，其意义我认为也是很大的。

关于每年实施的详细结果，已由各个课题负责人发表在年度报告中，我个人仅就所看过的年度报告书的感想以及这几年处理材料上的问题，从另一个角度讲几点看法。

我是在1980年7月到8月，约有40天的时间在桃源站工作过，关于81、82、83年的试验过程完全没有实际体验，如果理解有错误的地方，还请各位多多指正。

为了明确问题之所在，概观各试验的要点，首先，关于播插期试验可举出以下几点：

1、通过四年来的试验，对于能够显示高产的品种较为集中。例如桂朝2号，该品种虽然米质有点问题，但就品种类型说是较好的，从这点上来看，我认为是很重要的。在实用上，IR24、威优6号、台中籼3号等都是有望的品种。

2、明确了移栽时期

延长营养生长期，以确保生育量，以早期栽培为好。但考虑到有效地利用土地，在5月末以前移栽，使之在7月末以前出穗较为适宜（见图1）。

3、栽植密度方面，因为22穴/m²与33穴/m²之间差异不大，可以采用22穴/m²，以节约用秧量与插秧时的劳力。

4、施氮量为每m²10—20g（译注：13—16斤纯N/亩）时，较之全作基肥，则以30—40%做穗肥分施更好。

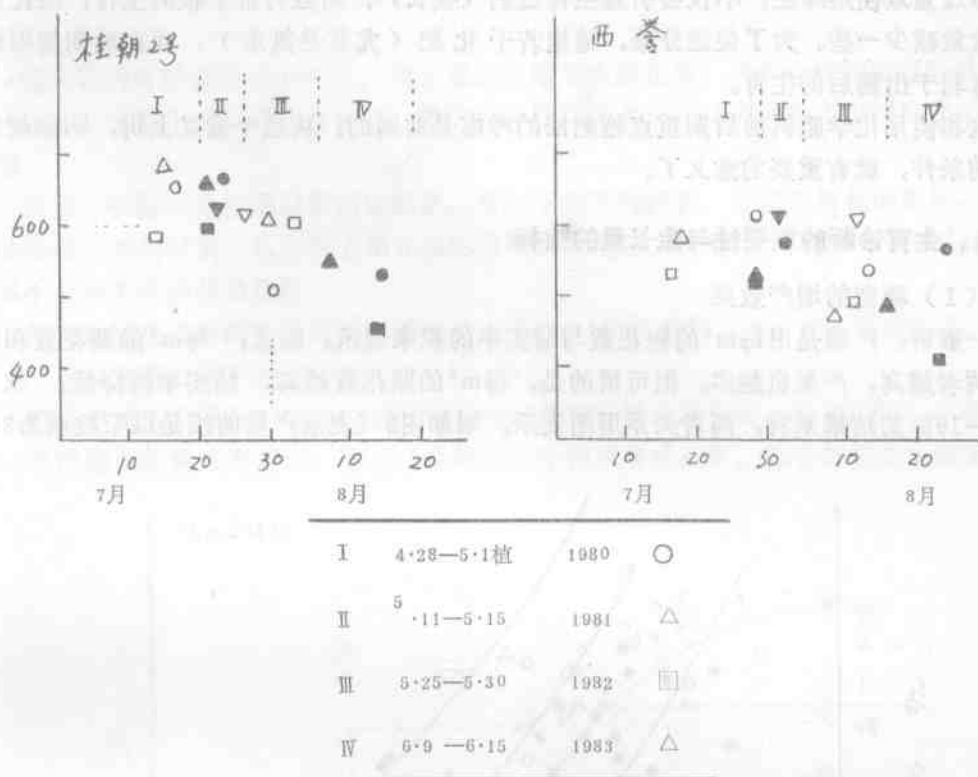


图1 出穗时期与产量的关系

关于发挥穗肥效果的条件及其鉴别的方法，将作为此次报告的主要题目，留待后述。

其次，关于水浆管理的试验，由于

①土壤的透水性较差

②暗渠排水设备不充分

等等原因，试验的效果不够明显。

据我个人的推测，可能多半是因为过去种二季稻，为了耕翻作业方便，宁可将注意力用在“保水”上。

然而，为了提高产量，有效地利用穗肥的效果，必需一直到生育后期也应保持根系的健壮则水浆管理是有其重要意义的。高产农民的水田（如省劳模李光庆、桃源县钟家铺的王宏斌农户的水田）多在河沟边上，其排水条件就很良好。将来的问题，我认为基本的是要确保水田用水和搞好农田基本建设（区划整理、灌排分家、暗渠排水等）。

再其次，关于绿肥利用问题

为了明瞭对紫云英等绿肥作物的有效使用方法，进行了几年重复的试验，但肥效的发挥颇受当年气候的支配（影响），还没有得出明确的结论。但基本方面是否可做如下

考虑。

即过量地使用绿肥，不仅会引起生育过剩（疯长），而且有害于根的生育，应比惯用的数量减少一些。为了促进分蘖，辅施若干化肥（尤其是氮素），而在后期使用穗肥，有利于出穗后的生育。

这和使用化学肥料的后期重点施肥法的考虑是共通的，从这个意义上讲，明确使用穗肥的条件，就有重要的意义了。

A、生育诊断的重要性与生长量的指标

（1）穗肥的增产效果

一般讲，产量是用每 m^2 的颖花数与结实率的积来表示。因之，每 m^2 的颖花数和结实率这两者越高，产量也越多。但可惜的是，每 m^2 的颖花数越高，结实率就降低，从实1980—1983的结果来看，两者关系用图表示，则如图2（表示产量的线是以千粒重为24g

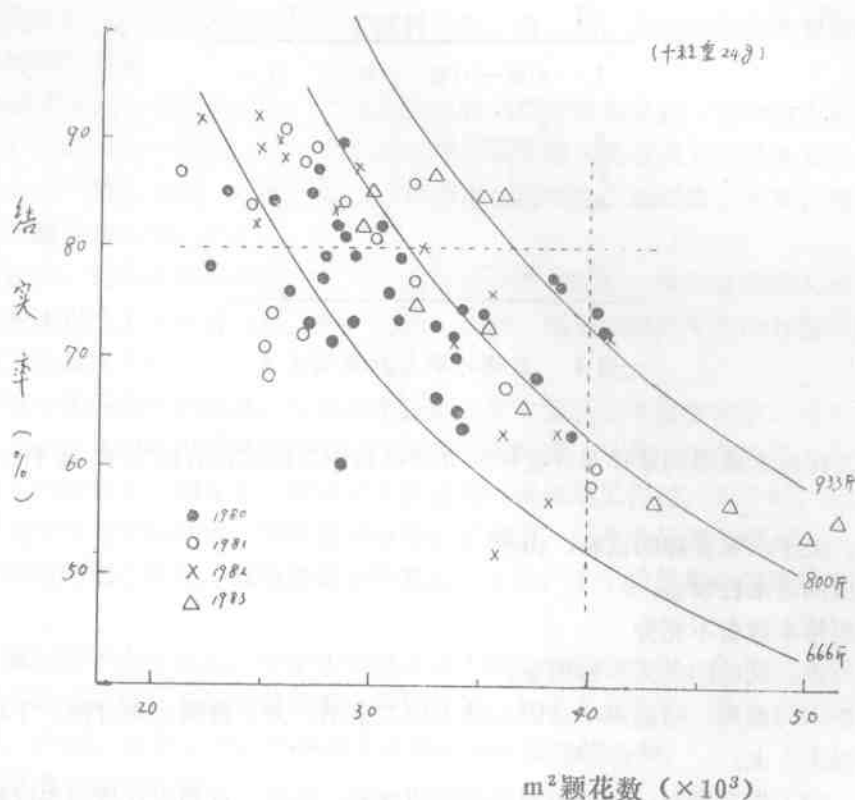


图2 m^2 颖花数与结实率的关系

来计算)。

为了提高每 m^2 的颖花数，有种种方法，如调节栽植密度和氮肥的使用方法等等。

例如：分蘖期的氮肥可增加穗数；穗肥可增加每穗的颖花数，等特点。

综合这些方法，要使每 m^2 的颖花数提高、而又不降低结实率，可以说这就是栽培的

要点。

根据我在日本用日本稻作试验，得知在叶龄指数90以后的氮肥吸收量越多，产量也越高。

这是因为叶龄指数达90以后，由于追肥而增加的颖花数，并不会使结实率降低。其理由之一，是使出穗后的光合作用，得以维持较高的水平，从而增加了出穗后的干物质增量。

再者，在穗颈分化期以前追施氮肥，会使下位节间伸长，有招致倒伏的危险。而在叶龄指数为90的时期，从上至下第5位的节间长度，约有80%已经定型；即使再有所伸延也不会有引起倒伏的危险。

倒伏是使结实率降低的直接原因之一，而每 m^2 的颖花数过多，也会造成倒伏。

(2) 出穗后的干物质增量

稻谷产量之大部分，亦即除了稻壳以外，是在出穗后增加的，增加的几乎都是淀粉，可用图3的模式来表示。通常，出穗后的干物质增量 ΔW ，低于谷粒重或穗重。这

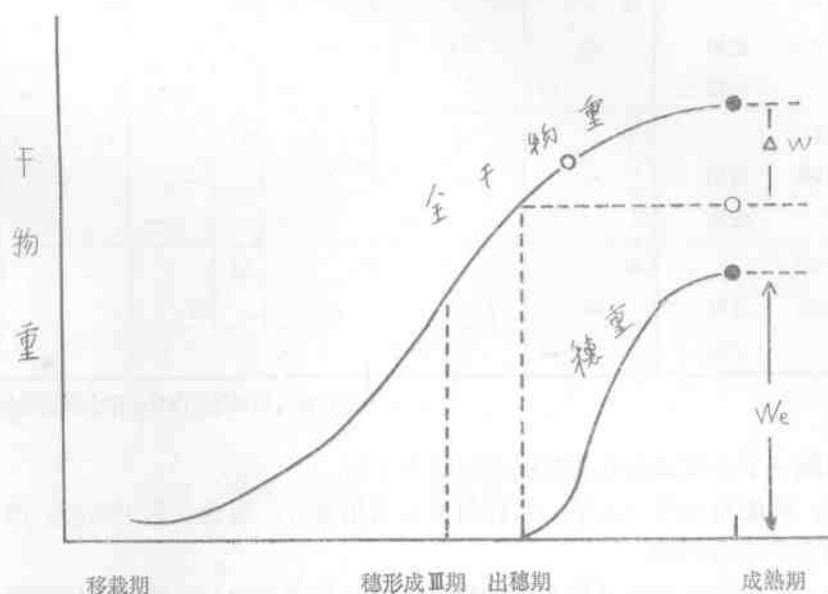


图3 穗重与出穗后增加干物重的相对关系（模式图）

表明，在穗子的重量之中，有百分之若干是出穗前贮存在茎叶中的碳水化合物转移到稻穗中去的。

出穗后增加的干物重（ ΔW ）究竟相当于精谷重的百分之几呢，根据81年与82年的数据计算的结果见表1，根据81年的结果得知，籼稻比起粳稻来，其在出穗后干物质增量所占的比例小些。这表明，使出穗后的光合作用有所增加，以提高产量的可能性是存在的。再看82年数据，在分施区，籼稻与粳稻的差别几乎不复存在，这一事实可以认为是由于使用穗肥，增进了出穗后的光合作用，从而提高了干物质增量的结果。

(3) 合作试验中穗肥的效果

表 1

出穗后干物增加量与精谷重的比率

			移 栽 月 日				各年次平均	品种平均
			5·1	5·15	5·30	6·15		
盐选	1981		42	18	37	23	30	
203	1982	基肥	66	23	60	33	45	43
		分施	48	54	59	49	63	
桂朝	1981		42	15	27	47	33	
2号	1982	基肥	69	39	81	7	49	48
		分施	84	66	71	26	62	
IR24	1981		—	—	—	—	—	
	1982	基肥	62	38	55	26	45	55
		分施	84	52	67	58	65	
西誉	1981		79	62	91	98	82	
	1982	基肥	62	54	76	73	66	65
		分施	55	78	10	37	47	
丽丰	1981		70	56	89	81	74	
	1982	基肥	—	—	—	—	—	74
		分施	—	—	—	—	—	
平均	1981		58	38	61	62		
	1982	基肥	65	39	68	35		
		分施	68	62	54	42		

(来自1981、1982年度中日合作水稻试验报告书)

这里回顾一下合作试验有关施肥法试验的过程。

1980年：施肥量为同一水平，品种与播插期相结合，明确了由于早插，增大了营养生长量，对高产是有利的。

1981年：试验了不同水平的基肥氮素使用量与栽植密度，不过，氮肥施用量与栽植密度均未找出显著差异。

1982年：以氮肥全量基肥与幼穗形成Ⅲ期分施的施肥法相比较，明确了幼穗形成期的追肥，亦即穗肥的效果（见表2）。

1983年：试验了穗肥施用法（包括深层施肥法），在同一施肥量的场合，穗肥施用方法间显然没有差异。据以上结果，明确了在幼穗形成Ⅲ期追施氮肥即穗肥，是有效果的。

表 2 氮素分施效果（精谷重增收率%，1982）

	移 栽 月 日				平 均
	5·1	5·15	5·30	6·15	
盐选203	15	3	2	12	8
桂朝2号	22	2	3	14	9
IR24	18	3	7	26	16
西 誉	10	7	7	2	7
平 均	16	4	4	14	

(4) 施用穗肥的问题之点

从结论上讲, 相当于幼穗形成Ⅲ期这一时期的生长量, 达到“某一值”时, 穗肥就能够发挥其最大的效果, 不过, 当这时的生长量, 不论是大于或小于“某一值”时, 其效果均不能充分发挥。于是可以认为, 在大约是幼穗形成Ⅲ期时, 使其生长量接近这“某一值”则施用穗肥就可增产。

i) 生育时期的确定法

穗肥的适当时期是颖花分化中期, 叶龄指数88, 幼穗形成Ⅲ期。当然, 直接进行解剖观察是可以确认幼穗的, 不过, 从叶龄指数也可以推算出来。

ii) 生长量的诊断

在种日本稻的场合, 为了获得高产, 已掌握了在生育的每一阶段, 相应适当的氮素含量。如图4是氮素吸收过程的模式图。不过, 对幼穗形成Ⅲ期的氮素含量 ($N - g / m^2$), 因品种或品种群而存在特定的值的。(以日本稻“万雨”为例, $N = 11 - 12 g / m^2$)

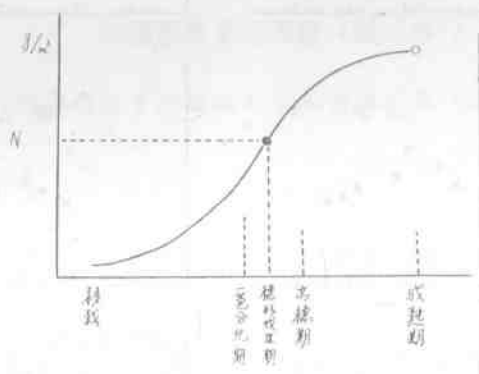


图4 氮素吸收经过(模式图)

本项试验, 因为没有氮素含量的数据, 代之以幼穗形成Ⅲ期的干物重来使用, 试求相当于图4中N素值。

图5的左列, 是各移栽期幼穗形成Ⅲ期的干物重与精谷重的关系。可以看出, 移栽时期如果推迟, 精谷重达到最大值时的幼穗形成Ⅲ期干物重之值就变小, 产量也降低。而且, 在各个移栽时期中, 产量与达到最大的干物重之值, 存在着“适值”。

因之, 幼穗形成Ⅲ期的干物重, 作为生长量的指标是有意义的, 不过, 在实际的田间现场, 作为诊断指标来使用并不是恰当的。因为计算测定颇费时间。此点, 使用茎数的方法可以容易计测, 在现场便于诊断。

iii) 根据茎数的诊断。

与干物重同样, 幼穗形成Ⅲ期的茎数与精谷重的关系, 如图5的左列所示, 可以看出与干物重的场合有甚为相似的倾向。这是因为到了这个时期(幼穗形成Ⅲ期), 无效分

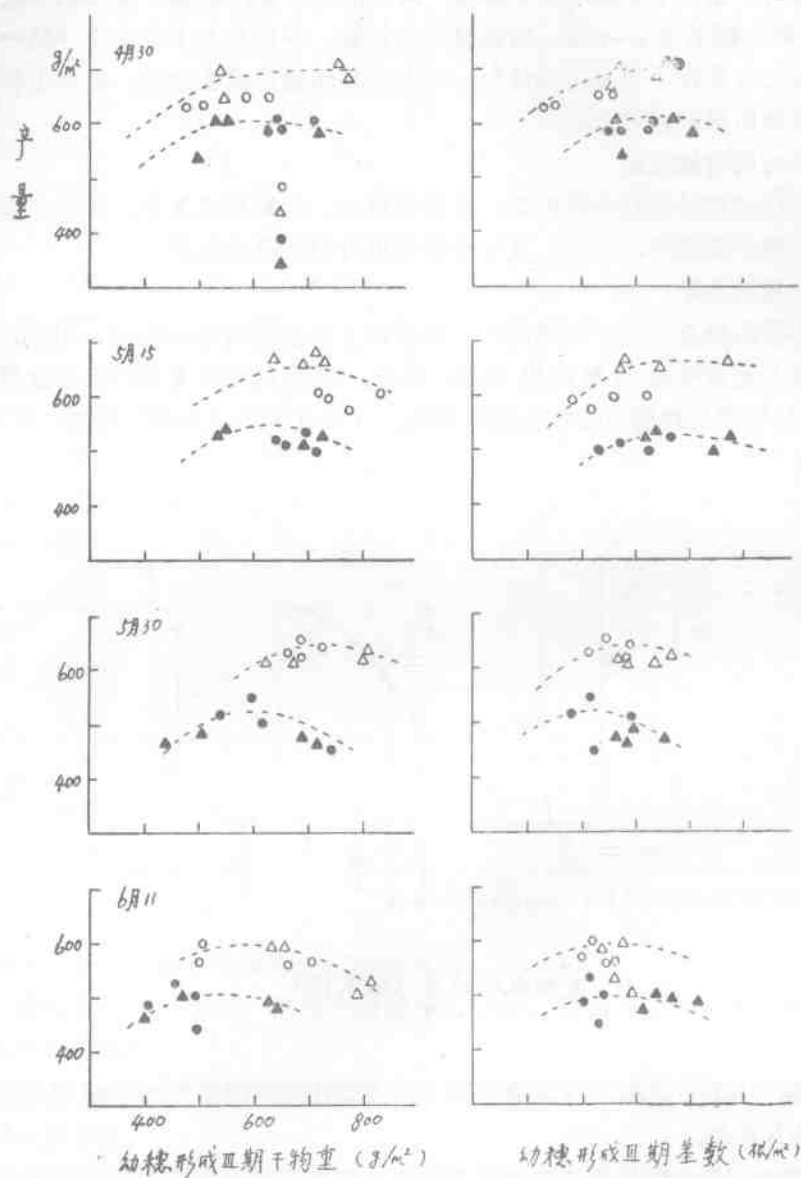
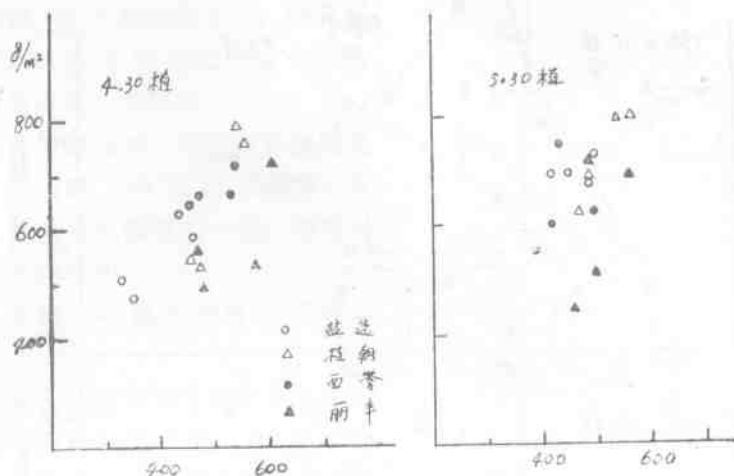


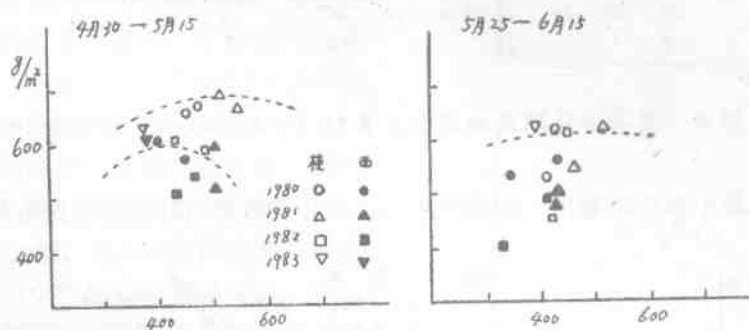
图 5 幼穗形成Ⅲ期干物重、茎数与产量的关系 (1981)

蘖被淘汰, 如图 6 所示那样, 茎数与干物重之间, 看出有一定的关系 (相关)。根据图 5, 不论是在干物重的场合, 或是在茎数的场合, 在各个不同移栽时期, 看出来存在着可以使产量达到最大的值的适值。而且, 通过 4 年来栽培的桂朝 2 号与西誉来看, 幼穗形成Ⅲ期的茎数与精谷重的关系, 如图 7 那样, 在 5 月中旬之前移栽, 看出它和图 5 有同样的倾向。然而在 5 月末~6 月移栽的则看不出有一定的关系。



幼穗形成Ⅲ期茎数 (根/ m^2)

图6 幼穗形成Ⅲ期茎数与干物重的关系 (1981)



幼穗形成Ⅲ期茎数 (根/ m^2)

图7 幼穗形成Ⅲ期茎数适值的推定

可以考虑,这是因为在移栽时期推迟的场合,无效分蘖的淘汰还未充分进行之故。亦即如图8所示,移栽时期如果推迟,幼穗形成Ⅲ期(叶龄指数88)是来在最高分蘖之后。

iv) 营养状态诊断

这是,为了进一步明确以茎数作为指标的可靠性,附加了稻株营养状态优劣的诊断。稻株营养状态之优劣,亦即叶片含氮率的多少,可以用叶色的浓淡来表示。

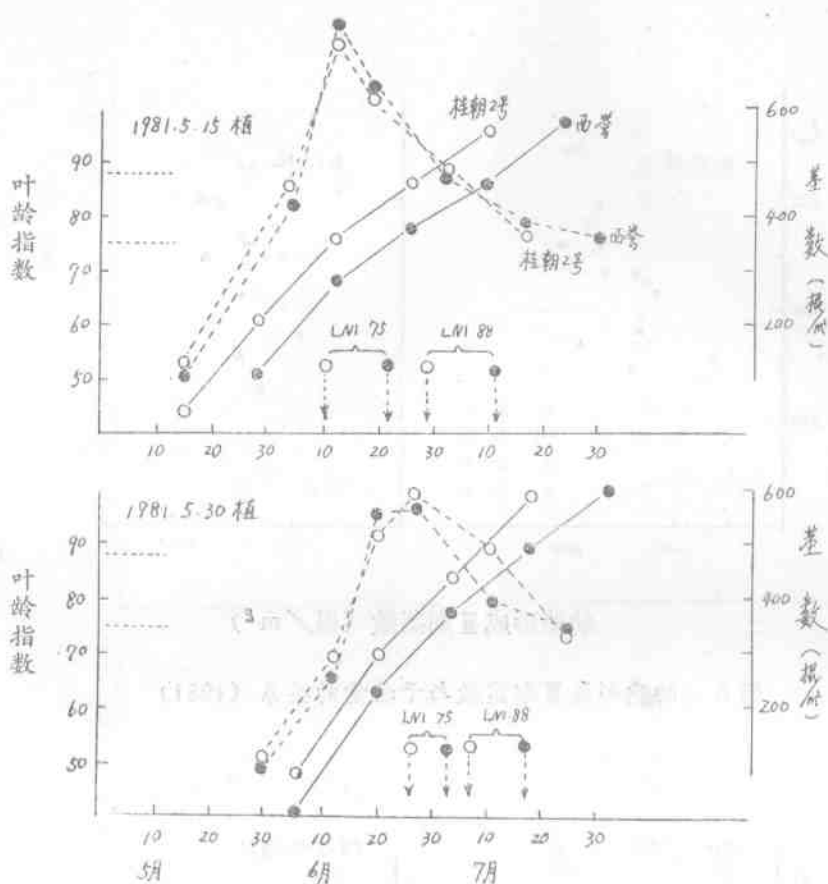


图8 最高分蘖期与幼穗形成Ⅲ期(叶龄指数88)的关系

在合作试验中也可以看出,如图9所示,叶片含氮率与叶色的浓淡有很高的相关。

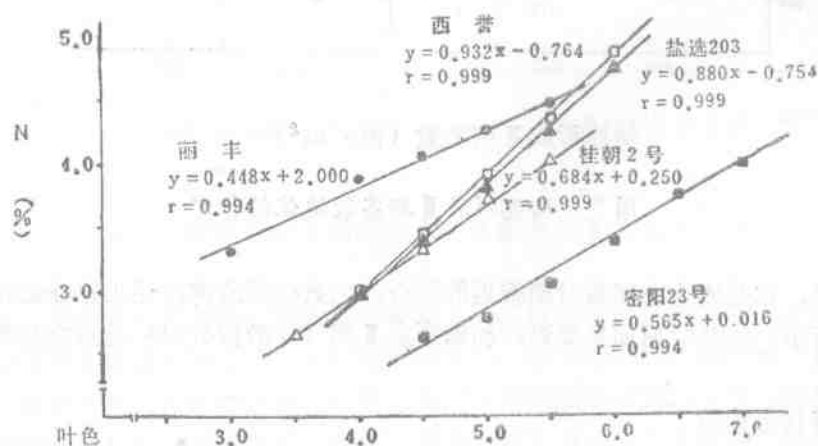


图9 叶色与含N率的关系(1981)

这里，求出幼穗形成Ⅲ期的茎数与叶色之积，看它与精谷重的关系，如图10。

5月中旬～6月移栽的水稻，随着移栽时期的推迟，精谷重达最大时“茎数×叶色”的值有变小的倾向。

4月末移栽的籼稻，其精谷重虽然呈直线上升，但因以下的理由“茎数×叶色”的值，如果再稍微增大一点，则可以考虑精谷重会降低的。

v) “茎数×叶色”与每 m^2 的颖花数

图11，表示幼穗形成Ⅲ期的茎数×叶色”与每 m^2 颖花数的关系。“茎数×叶色”的值，按图6和图8的关系，可看成是“干物量×叶片含氮率”，因此，“茎数×叶色”这个值，可以作为稻株的含氮量的推算值来考虑。

一般说，幼穗形成Ⅲ期的氮含有量与每 m^2 的颖花数呈很高的相关关系。在图11的场合，也看出在各个移栽期，两者之间亦有密切的关系。而且，在移栽时期推迟的场合，“茎数×叶色”的值（图11横轴）若有较小的增加，相对来说，每 m^2 颖花数增加的比例（纵轴）就大些，换句话说，单位吸氮量的谷粒生产率较大。

在另一方面，每 m^2 的颖花数与结实率之间有如图2所表示的那种关系，1981年的数据，如图12也看出有同样的关系。根据图11与图12也可得知，如同图10上用虚线表示的倾向线一样，存在着精谷重最大值的“茎数×叶色”值。

vi) 品种与“茎数×叶色”的适值。

这种想法是为了明确在不同的年分能否也都适用，用桂朝二号与西誉的81、82年的数据作图。即图13。

80年与83年，没有叶色的数据，仅只用两年的数据。桂朝二号的场合，除去6月11日移栽的（▽符），其“茎数与叶色”的值，大约在2500左右是精谷重的最大值；在西誉的场合，也几乎是同样的。

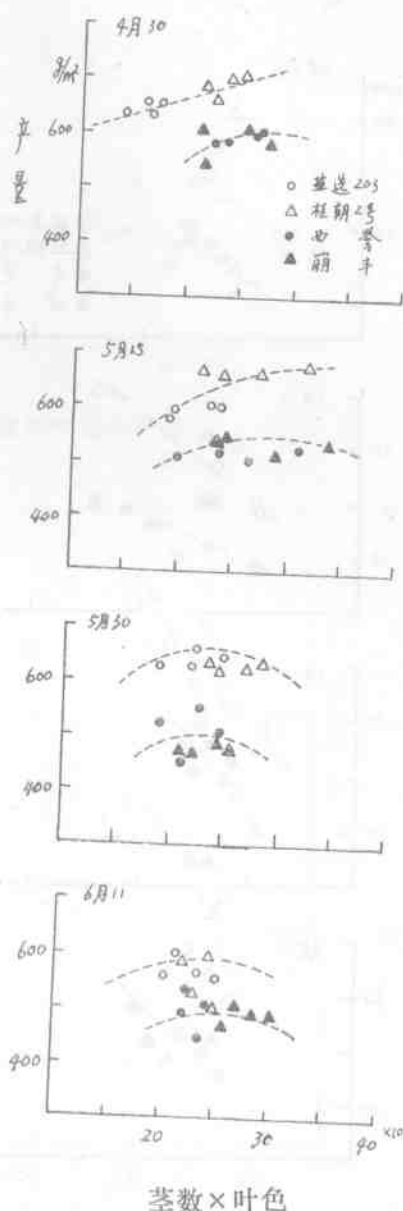
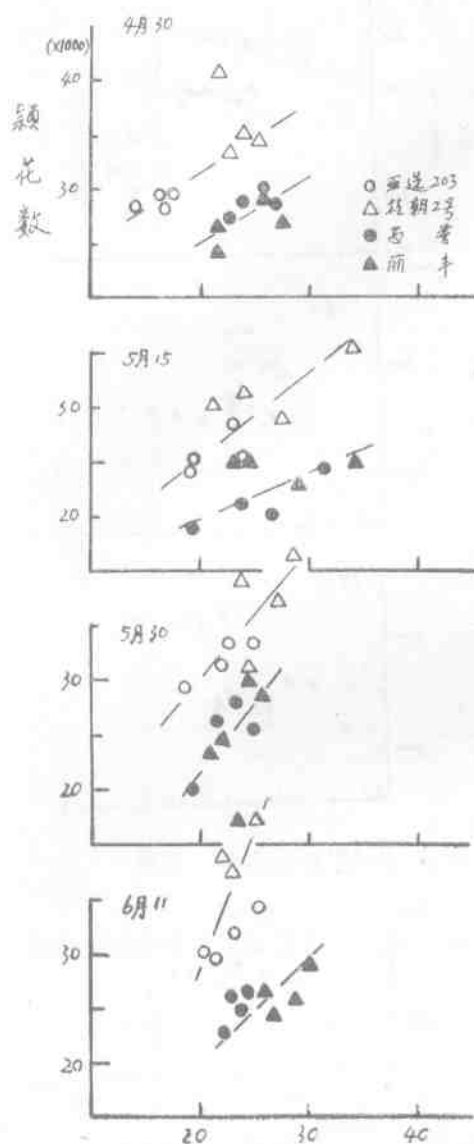


图10 幼穗形成Ⅲ期茎数、叶色的积与产量 (1981)



茎数 × 叶色

图11 幼穗形成Ⅲ期的茎数 × 叶色和颖花数 (1981)

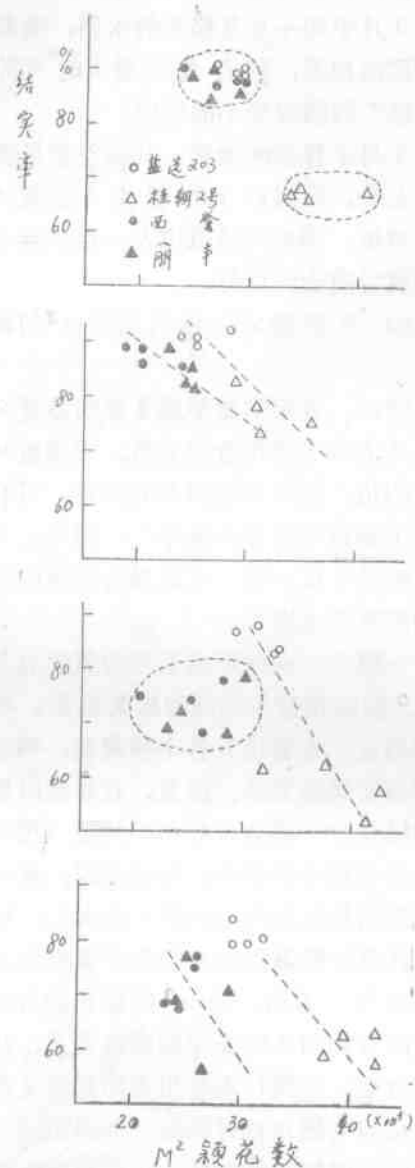


图12 M^2 颖花数与结

实率 (1981)

因之，在“茎数与叶色”值上，每个不同的品种，都存在着使产量（精谷重）达到最大的“某一值”——“适值”，该值相当于图4中的N量。

vii) 实际栽培上的适用例

在实际的栽培方面，栽培的地方及田块位置（例如省—县—区—乡）决定之后，那

桂朝2号

西 参

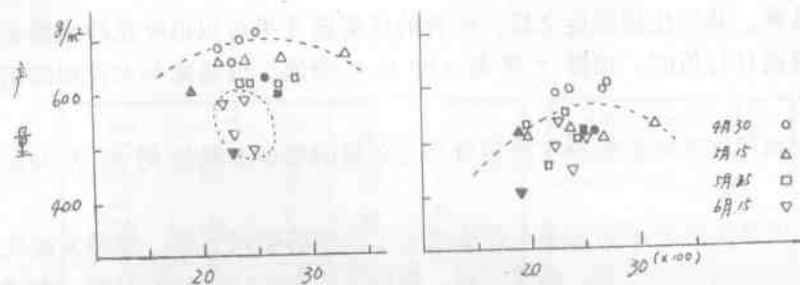


图13 幼穗形成期茎数×叶色和产量

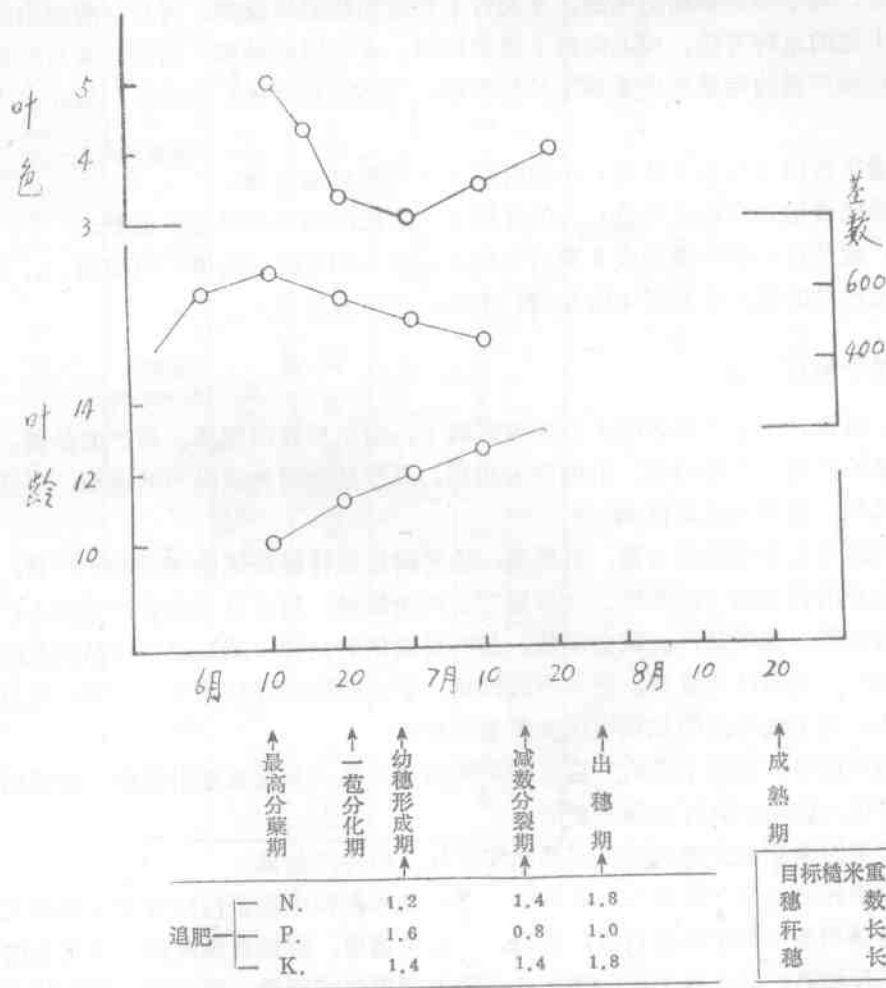


图14 栽培管理的一例

么气候条件、土地条件也就被确定下来，进而对品种和栽培管理法确定下来之后，于是，幼穗形成Ⅲ期的茎数也大体上可达到一定的数值了。这样，场面被局限在一定的范围之内，则生育状态或营养状态的可与否，仅只用叶色的浓淡即可表示出来。

此种场合，举日本一例，则如图14。

土地、品种、栽培法被限定之后，生育的优劣就几乎可以用叶色的浓淡来判断。此际，当茎数偏离目标值时，根据“茎数×叶色”的值，用施肥与水管理的措施进行调整。

长沙农业现代化研究所桃源实验站合作办公室的墙壁上悬挂的图表与此颇为相似（见图15）。

1984年，用此图所表示的考虑与做法实行了丰产的肥培管理。品种为威优6号与台中粳3号，两个品种均在大麦、油菜之后，得到平均亩产1000斤的产量。在这之前，进行品种试验的小区，虽也有接近过1000斤产量的，但今年的丰产田，是按照既定的目标达到高产的，这是很有意义的。

尤其是，基于生育诊断的考虑，来实行生育时期的肥培管理，这是它的理由之一。

根据上述的这种方法，以上的例子可以得知，在不同的地域、品种、栽培时期，可以找出对目标产量的幼穗形成Ⅲ期生长量指标，（茎数和叶色）的适值。据此来决定措施。

生长量比该值（茎数×叶色）小的时候……早些追施氮肥。

生长量比该值（茎数×叶色）大的时候……追肥时期可推迟或不追肥。

为此，就是说，将幼穗形成Ⅲ期的生长量，纳入到它的“适值”例如图5、7、10之达到最大产量的值，或是图4的N量）中去，也不为过言。

B、关于米质

最近，听说对于米质问题的关心程度提高了，对于培育出优质、高产的品种，这是世界育种家的目的，遗憾的是，目的尚未达到。高产品种的米质尚不够理想，而优质品种则产量又低，这是现实的情况。

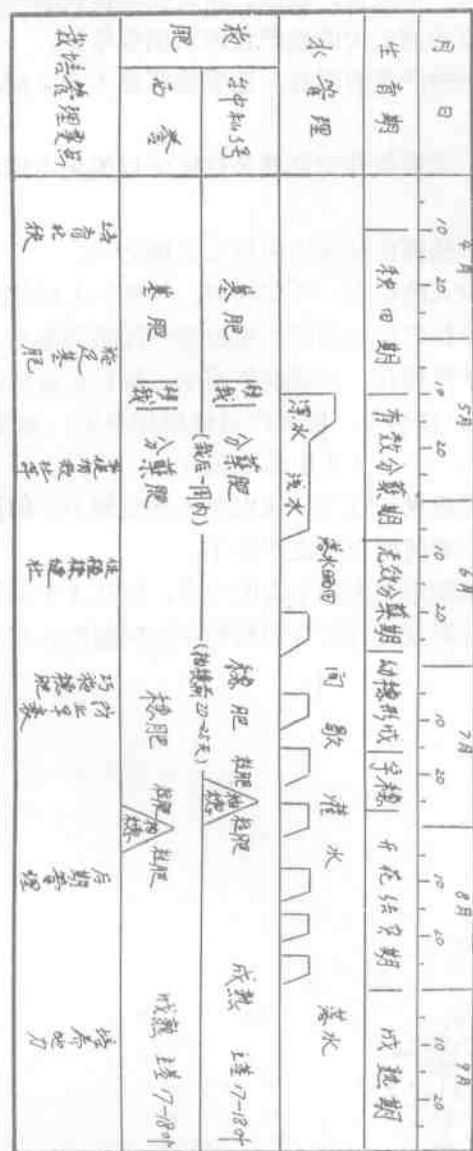
因为我的专长是在栽培方面，自然地，思考的是怎样提高优质品种的产量。在日本，优质品种的代表是“越光”、“笹锦”这两个品种，约占日本的总产量的 $\frac{1}{4}$ ，两个品种的共同点是，如要高产。就会倒伏，是不易栽培的品种。图14就是对易倒伏的优质品种“越光”，利用叶色管理，使其不致倒伏，而试图达到目标产量之一例。生育诊断的思考方法，对于优质米的栽培也能发挥重要作用。

从栽培方面讲，提高米质的方法之一是提高结实率。有效地施用穗肥，出穗后维持高的光合作用，使结实良好是很重要的。

每平方米的颖花数少的场合，固然结实要好，但却产量低。

米质的指标之一是“食味”，在日本，食味是和米粒中的蛋白质含量呈负相关的，因为穗肥可以增多米粒中的蛋白质，所以，如大量施用，则使食味降低。若每亩的穗肥施用4~5斤纯氮，尚不致于成问题。从降低米质这方面看，更重要的是不使它产生穗发芽和裂纹米，这些可以由收获、调制方法的改进而达到要求。

西	产量	品种
薯	亩	1000
24	82	115
85	60	82
283	492	26
750	283	405
亩	750	341
每	亩	541
株	每	541
重	株	541
数	重	541
总	数	541
成	总	541
育	成	541
最	育	541
目	最	541



同时，在日本，如何煮饭也很重要。如用电饭锅，利用电器自动定时开关，早起即可做饭，固然是方便，但从味道这点上讲，用火焖饭却味道更香。

C、提高土地生产能力与劳动生产率的问题。

上面，是以提高水稻产量为中心来谈的。为了进一步提高年间的土地生产能力；冬季作物的利用是重要的。有各种作物，如麦类，油菜、紫云英等作物和饲料作物等。有必要建立起水稻与这些作物相结合以达到最大的总产量的水稻栽培法。

不过，在这时候，在计算生产物的产量的同时，还要换算成生产金额，有经济收益的指标以做为目标。

在这之前，对气温，土地状态，水利条件等自然条件应予以优先考虑，这是毋庸多说的。

还有，提高每单位时间劳动生产性能也是将来的重要课题之一。

同样，单位面积可以生产出多少人的粮食，与此同时，农民一人能够生产出多少人的粮食，换句话说，如何提高每一单位劳动时间的产量也是一件重要的事情。在日本，从耕翻、插秧、收割、调制等等，由于机械化，比起20年前来，每10公亩劳动时间，减少到 $\frac{2}{3}$ ，即60小时（折合每亩40小时）。这期间，糙米产量也增加不少，全国平均约480公斤（每亩糙米640斤），计算上，一人一小时生产糙米8公斤。

但另一方面，农业机械和设施等的投资过大，使农业经营受到不小的压力，米价也是国际价格的倍数（因之不能出口）等问题也随之产生了。

以上报告夹杂了不少在日本的试验结果和我个人的考虑，但从4年间的合作试验成绩来看，我着重就生育诊断的重要性以及进行生育诊断的指标问题而作此报告。