

农业科技参考資料(十六)

增加水稻粒重及成熟率的 文 献 选 译

吉林省农业科学院科学技术情报研究室

1964年11月

前 言

崔竹松同志是我省延吉市長白公社新丰大队的大隊長，种植水稻已有三十多年之久，积累了丰富的經驗。他种的水稻，早在1950年就創造了亩产八百斤的高額产量。1960年以来，高产試驗田每年平均亩产一直稳定在九百斤的水平，全大队三千亩水稻稳定在七百斤左右。对于他种稻的經驗，目前已基本上总结出来，正在延边、吉林、通化等重点稻区示范推广。但是，据我院延吉市水稻基点綜合組的同志們反映，在崔竹松同志培育的高产田中，水稻的千粒重比一般丰产田的正常粒重低三至四克，从而影响产量百分之十左右。因此，提高粒重可能成为突破亩产千斤的关键問題之一。我室根据該綜合組对解决这一問題的要求，从近期的日文文献里选出有关提高粒重和促进成熟的文献，編譯成此册。

譯文脫稿后承該綜合組部分同志翻閱。由于我們对这方面的业务比較陌生，錯誤和不妥之处，請同志們指正。

目 次

决定水稻粒重的时期.....	(1)
决定水稻粒重的条件.....	(5)
预测水稻粒重的方法.....	(10)
增加水稻粒重的措施.....	(14)
决定水稻成熟率的时期.....	(17)
水稻成熟率是怎样决定的.....	(23)
水稻产量形成原理及其应用的作物学的研究	
第48报 水稻成熟机制的研究(9) 出穗前贮存碳水化合物、 出穗后蓄积碳水化合物及出穗时氮素含量对水稻成熟 及产量的影响.....	(41)
第60报 根据成熟度预测成熟率及千粒重的 可能时期的判断方法.....	(44)
第64报 早期发育停止粒的发生过程 及其预测法.....	(46)
第67报 高产形成原理的探索及实验(1)	(50)
水稻生育体势的革新方向.....	(56)
根据各生育阶段的形态诊断水稻的方法.....	(60)

决定水稻粒重的时期

决定糙米粒大小的时期，在作者未开始研究以前，主要认为是在开花受精以后。但是，经过如下的实验，得出完全否定的结果。

生育期间剪叶、剪根试验

从插秧后15天到成熟期，每隔2—5天同日分别进行剪叶及剪根处理，“追迹”调查千粒重的变化。其结果如图1。

在图1中绘有黑圆点的各区是表示与最后的无处理区无显著差异，因此可以看出，显然影响千粒重的始期是在出穗期前27天（剪叶区）或22天（剪根区）的二次枝梗分化期或颖花分化期，在出穗期前18—13天的以生殖细胞形成期到减数分裂期为中心的时期是最易受影响的时期，其后在出穗期前5天（剪叶区）或接近出穗期处理的，对粒重的影响很小，再后两种处理又都经过受影响的敏感时期，迨至出穗后38天（成熟期前17天）处理的，同标准区即完全无差异。

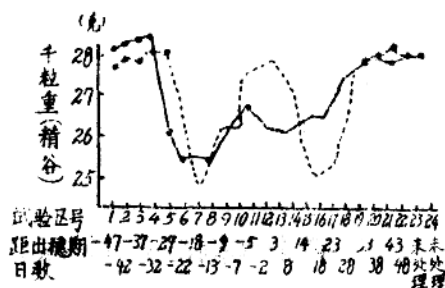


图1. 生育期间剪叶、剪根处理对千粒重的影响 (1951)

注：•表示与无处理区无显著差异。实线代表剪叶处理。虚线代表剪根处理。

在这一实验中值得注意的是，对千粒重的影响最强烈的时期是在出穗期以前。

生育期间的遮光处理试验

在生育期间每10天用麻布进行遮光处理，调查千粒重的变化。1951年起进行四年试验，四年的结果完全相似。图2是1951—52年的试验结果。

在图2中可以明显看出事实是，出穗前减数分裂期（出穗期前16—6天）遮光处理，千粒重受的影响最大，其次是在出穗后成熟盛期（出穗期后14—24天）遮光处理的。影响千粒重的始期，虽然可以认为从营养生长期起即有影响，但其影响是比较轻微的。

的。(第4、5兩区粒重增大的原因,如註1)。根据这一試驗,对影响的千粒重的始期还不一定明确。影响千粒重的終期四年試驗結果均为第11区(出穗后32—34天处理的)。

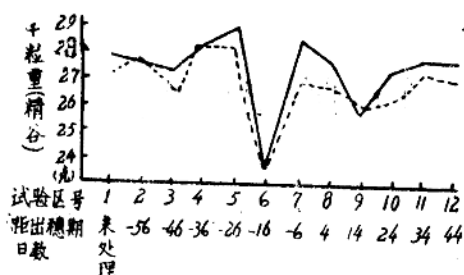


图2 生育期間遮光处理对千粒重的影响
(1951、1952)

註: 出穗期1951年为8月31日, 52年为8月30日。
上图中的距出穗期日数是根据前者。虛綫代表
1951年, 黑綫代表1952年。

另外,为了如实表明糙米发育最旺盛的时期,遮光使千粒重下降最显著,还計算了各区在处理期間中无处理区谷粒发育量与各处理区千粒重的相关,結果得出兩者之間呈显著的負相关,可以認為糙米发育越旺盛的时期,日照不足的影响越显著。

生育期間擱苗及补植試驗

从插秧后20天起,將試驗田分为甲、乙兩区,再將甲区稻体每隔一叢擱掉一叢,补植到乙区兩叢之間,使甲乙兩区稻体地上部和地下部的环境条件发生变化,調查对千粒重的影响。1952—1953进行兩年試驗,兩年結果在主要点上相同,因此图4只列出1953年的試驗結果。图4分別表示擱苗区(稀植区)、补植区(密植区)及叢間补植区(移植密植区)三种处理的結果,稀植区环境条件最好,移植密植区的环境条件最差。

由图4可以明确,在稀植区千粒重最易增加的时期是在二次枝梗分化期左右,亦即从二次枝梗分化期起給与稻株良好的环境条件,在穎花分化生長时期即能表现出好的影响,成为糙米粒增大的第一次的原因。从图4中第4区以后处理的千粒重即不增大看来,可以認為在穎花生長最旺盛的減数分裂期以后处理,即表現時間过晚,谷壳不能增大。

相反,从移植密植区来看,千粒重容易降低的时期是在穎花分化期到減数分裂始期

註: 1: 由于遮光处理后同化能力显著增强,因而第4、5兩区千粒重比标准区增大的原因,是在穎花生長盛期,同化作用旺盛的結果,谷壳增大了。而且,兩区的頂叶变长,对出穗后的成熟作用也有好的影响。

出穗后的遮光处理試驗

从上述試驗中看出,出穗后影响千粒重的最强烈的时期是在成熟盛期,千粒重的决定終期是在出穗后32—34天,为了进一步明确这两点,从出穗后第五天起每五天进行一区遮光处理,处理期間10天,遮光約80%。其結果如图3。

根据图3可以判定,出穗后影响千粒重最强烈的时期是在糙米发育最旺盛的时期,到出穗后35天,即看不出遮光的影响。

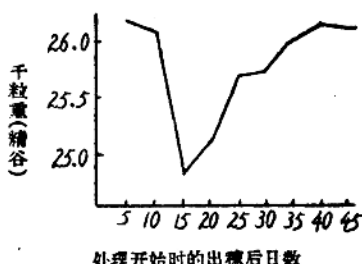


图3 出穗后遮光处理千粒重的变化(1955)

与出穗期后10—20天兩段时期內。这一点与前述的剪叶、剪根处理試驗及遮光处理試驗的結果完全一致。第一次千粒重最低的时期大体是从穎花分化稍后到穎花縱橫生長最旺盛的时期处理的，可以認為此时期的营养阻碍直接影响到穎花的生長，使谷壳縮小。第二次千粒重最低的时期是在糙米发育盛期，此时期的生育阻碍当然要给糙米发育造成极不良的影响。

根据这一試驗結果，可以指出决定千粒重的时期是从穗首分化期到出穗后33天左右的期間內，影响最大的时期可以推断是从二次枝梗分化期到出穗后25天左右。

千粒重的决定时期

以上述各种实验結果为基础，并参考过去的文献，对决定千粒重的时期作一总的分析。

从上述各种实验中，都說明在开花期以前的減数分裂期是影响千粒重最关键的时期，作者本人对这一点感到奇怪，因而詳細地对过去的文献进行了探討。結果看出，在早期的遮光試驗（加藤，1933）、剪叶試驗（瀧口，1929）中虽然没有明确指出这一問題，但从数据上已能看出这一点了，在近年的冷害（田中，1943；近藤，1947）、旱害（和田等，1945；河原，1944）、剪叶（丹波，1947）、遮光（長戸，1950；小林，1954）、剪根（清水等，1955）等研究文献中也同样看出这一点来。

关于决定千粒重的終期，与作者在島根及山口农业試驗場得到的結果（波多野、松島，1941；河野、松島，1949）大体是相同的。关于这方面的研究，近年来日本农林省統計調查部結合千粒重及产量早期預測的研究，在全国各地进行了很多試驗及調查，大多数是针对各地的代表性品种对千粒重的增長过程进行了“追迹”調查，支持作者最初根据剪叶、剪根試驗結果发表中熟品种千粒重增長的終期是在出穗后33—38天左右这一論点的占絕大多数）斋藤等，1951；农林省統計調查部，1951；清水口等，1952；清水等，1953；大崎等，1952；高崎等，1952；多田等，1952；工藤等，1952；中村等，1952；桂等1953）。然而，根据过去研究稻粒发育过程的文献，对于粒重增長終期有开花后19天（內田，1922），21—25天（早熟种），26—27天（中熟种）（山崎，1926，1928），27天（佐佐木，1918，1935），40天（Motsuda，1929），48天（宮城，1936），22天（早熟种），26天（晚熟种）（堀口等，1952）等等說法，可以看出有相当的出入。这种差異除了由于穗粒位置的不同（長戸，1941），年度和地区不同所产生的气温的差異（佐佐木，1935），以及由于品种或每个莖的出穗时期不同所造成的气温差異等以致影响到成熟迟速不同（山崎，1926，1928；近藤等，1942；田中，1949；今里等，1953；工藤等，1955）等原因所引起的以外，而且有一部分試驗，为了使同一开花日的

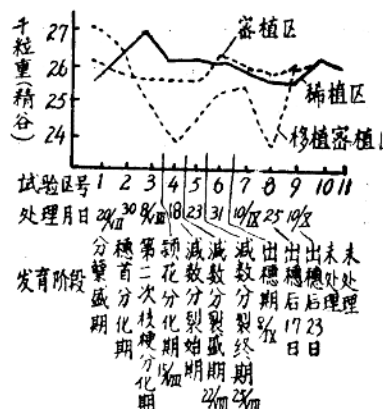


图4 生育期間間苗及补植处理千粒重的变化 (1953)

穎花达到整齐，而限制了穎花数的結果。因此，对于中熟品种在正常的气候条件下，以全株的平均值來說，根据上述实验大体可以認為在出穗后33—38天，千粒重多半已經确定。在此以后主要是弱穎花所增長的粒重（大部分在調制过程中被淘汰），对整个千粒重已无多大影响。然而由此可以看出，用出穗后日数来表示千粒重的形成終期难免不正确，需要創造用稻谷比重或其它因素表現成熟度的科学的方法。

綜合以上所述，可以認為决定千粒重的期間虽然有时从营养生長期起就有影响，但以一般年份中熟品种为对象，是从二次枝梗分化期起到出穗后33—38天左右。特別容易使千粒重降低的时期，是在穎花生長最旺盛的減数分裂期与成熟作用最旺盛的乳熟期两个时期。

（摘譯自松島省三著《稻作の理論と技術》第17章，1960）

决定水稻粒重的条件

对于减数分裂期是影响千粒重最关键的时期，原因是由于稻体营养不同所产生的内外颖（谷壳）发育程度的不同。下面对这一事实加以证明。

糙米粒大小与谷壳大小的关系

根据1952年遮光试验结果，将糙米千粒重与谷壳千粒重的关系列如图5。

由图5可以看出，在出穗期以前进行10天遮光处理的各区（1—6区）均整齐地排列在对角线上，说明谷壳越大，糙米粒也越大。但出穗期以后进行遮光处理的各区（7区以上）多半脱离对角线，说明谷壳大小与糙米粒大小之间几无相关。由此可以认为在出穗前谷壳的大小已确定，糙米粒的大小似乎是受谷壳的大小所决定的，为了进一步证实这一点，而进行了如下的实验。

为了得到各种大小不同的谷壳，使用厚度不

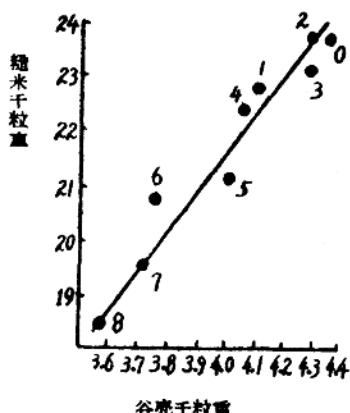


图6 遮光程度不同谷壳大小与糙米粒大小的关系 (1952)

註：图中的数字代表光照强弱，数值越大，表示光照越弱。

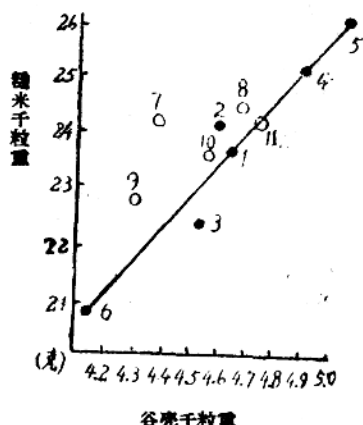


图5 遮光时期不同谷壳千粒重与糙米千粒重的关系 (1952)

註：图中的数字表示遮光时期，与图2的试验区号相同。●代表出穗前处理，○代表出穗后处理。

同的八种布，分为九级进行遮光处理，出穗期以前在田间进行了15天遮光试验。小区面积1.2m×1.5m，随机排列，重复三次。

试验结果如图6。图6是说明光的强弱与谷壳的大小及糙米粒大小三者的关系。由图6可以看出，随着光照越

弱，谷壳明显变小，相应的糙米粒上有规律地变小。

裂穎稻粒多少与谷壳大小的关系

在前述生育期間进行10天遮光处理試驗中引人注意的是，谷壳最小的第6区裂穎稻粒（如图7，即内部糙米过于肥大，使内外穎裂开）显著增多，而成熟率最低的第9区中裂穎稻粒最少。于是計算了各处理区裂穎稻粒所占的比率，其結果如图8。由图8可以看出，各处理之間裂穎粒率有明显的差異，在減数分裂期进行遮光处理的第6区裂穎粒率近40%，而成熟盛期进行遮光处理的第9区几无裂穎粒。由此可以認為在糙米发育良好的情况下，内外穎对糙米的增大有机械制約作用。



图7 裂穎稻粒与正常稻粒

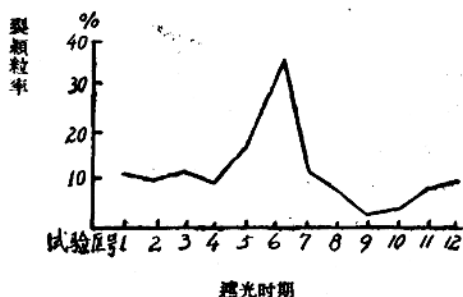


图8 遮光时期与裂穎粒率的关系 (1952)

注：遮光时期（試驗区号）同图2。

这种裂穎稻粒似与过去文献上所指的“秕粒”相同（菅谷，1941；的長戸，1948），其成因認為是由于谷壳发育不良与糙米成熟良好（長戸，1948）。

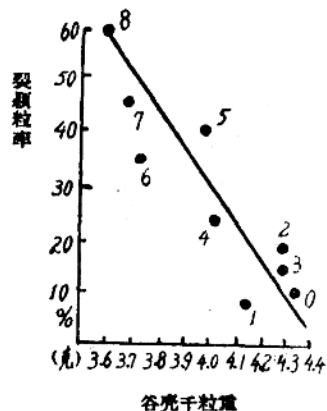


图9 遮光程度不同谷壳大小与裂穎粒率的关系 (1952)

注：图中的数字代表光照强弱，数值越大，表示光照越弱。

根据上述試驗材料，进一步調查了谷壳大小与裂穎粒多少的关系，其結果如图9。由图9可以看出，谷壳越小，裂穎粒越多，兩者的相关很明显。由此也可認為内外穎的大小对糙米的发育是有制約作用的。

为了进一步証明这一問題，1953年对农林25号品种，选择着生位置近似的几十个穎花，在同时开花的穎花中加入一小片塑料薄膜，調查以后米粒发育的变化。結果，插入塑料薄膜的穎花也得到完全成熟，在外觀上插入塑料薄膜的部分米粒凹陷，平均一粒重下降，无处理区为22毫克（100%），处理区为18毫克（81%），粒重降低約20%。

未向稻粒轉移的碳水化合物的去向

根据上述想法，假若在谷壳形成小的条件下，一定会有大量的碳水化合物不能向稻粒中轉移而剩余下来，这种剩余的碳水化合物当然要在莖叶及根中貯存。为了查明这一点，將減数分裂期进行遮光的谷壳显著变小的处理区与无处理区加以比較，其結果如表1。

表 1 減数分裂期遮光处理区稻体的化学成分 (1952)

試驗区	一莖平均風干重(克)	谷草比率	还原糖	蔗糖	全糖	粗淀粉	全碳水化合物
无处理区	2.1	1.24	40	62	102	392	494
遮光区	2.5	0.62	66	69	135	470	605

註：糖、淀粉、全碳水化合物的数字是試料干重2克中所含的毫克数。

由表1可以看出，与无处理区比較，谷壳变小的遮光处理区的一莖平均風干重增大，谷草比率显著降低。这是由于遮光处理区莖秆中的还原糖、蔗糖、全糖、粗淀粉及全碳水化合物等含量增高的緣故。这一点在研究冷害的文献（农林省农事試驗場，1941）中及佐藤（1956）所进行的遮光試驗也得到同样的結果。另外，在图6所列的光照强弱的試驗中，看到谷壳越小的处理区，收获后的殘株显然出現很多再生分蘖，这一点也可作为剩余的碳水化合物在莖秆基部或根中殘留的一旁証。

谷壳发育变小的原因

谷壳发育变小的原因，可能主要是在内外穎形成时，稻体内特别是幼穗部的碳水化合物不足。亦即，谷壳最易变小的时期是在減数分裂期，此时正当穎花縱橫生長最旺盛

表 2 遮光处理后稻体内碳水化合物的变化 (1952)

試料采集日期	碳水化合物的种类	叶 片		叶 鞘		莖 秆 基 部	
		标准区	遮光区	标准区	遮光区	标准区	遮光区
处理后第5天	还原糖	46	36	56	42	49	44
	蔗糖	29	12	28	16	32	23
	全糖	75	48	84	58	81	67
	粗淀粉	249	218	510	465	606	539
	全碳水化合物	324	266	594	523	687	606
处理后第8天	还原糖	44	22	50	38	53	42
	蔗糖	32	22	45	16	51	7
	全糖	76	44	95	54	104	49
	粗淀粉	240	247	472	426	553	464
	全碳水化合物	316	291	567	480	657	513

註：上表数值是風干物2克中的毫克数。因为是用HCl分解的，所以叶片中也含粗淀粉，这可以認為由于半纖維素和纖維素組成物質被加水分解而混入的，一般來說叶片中不含有純淀粉。

的时期，稻体营养不良將影响穎花及枝梗的生長，一方面使枝梗及穎花退化，另方面未退化的穎花則形成小的谷壳。

表 2 是1952年用农林25号品种，在8月16—25日減数分裂始期到減数分裂終期进行遮光处理，調查处理期間稻体营养狀況变化的結果。由表 2 可以看出，在处理后第五天叶片、叶鞘及莖基部的各种碳水化合物比无处理区明显減少，处理后第8天，这种趋势更为显著。这一現象显然是由于处理期間的碳素同化作用变弱所造成的。如前所述，減数分裂期遭受冷害、旱害或者經過剪叶、剪根处理，千粒重下降也可認為是由于同化作用及轉移作用变弱，同化产物（碳水化合物）不足所造成的。例如，三井（1940）認為水稻由于冷害，Verduin 及 Loomis（1944）認為玉米由于旱害，同化能力都是变弱，作者（1956）証实了水稻遭受旱災，同化能力显著变弱的現象。而且，低温对碳水化合物轉移的阻碍也很明显，对于冷害可用对碳水化合物轉移的阻碍予以說明。另外，剪叶、剪根及鹽害对同化作用及轉移作用的阻碍也是容易理解的。

註：将水稻分別放置17℃、30℃的恆溫室內，經過2—3小时以后測定同化作用，看不出同化量有什么差異，但处理后10天再比較两者的同化量，即发现有明显的差異。因此，低温并不是直接阻碍同化作用，而是阻碍养分吸收及輸送等生理作用，其結果間接使同化作用变弱。作者的实验已明确这一問題。

千粒重形成的机制

由上述事实，可以相信糙米粒的大小首先是由谷壳的大小所决定的，谷壳的大小一經形成即使遇到良好的环境条件，糙米粒也不能再增大。因此，認為千粒重的形成机制主要决定于谷壳的大小与胚乳发育良否两个因素，可能不会錯誤。

如表 3 所示，决定糙米大小的形成大体可能有9种情况，其中糙米粒大小与谷壳大小不一致的現象仅可能在括弧內的三种情况下出現，在其它六种情况下，内外穎大小与糙米粒大小都是一致的。因此，在出穗后环境条件良好的情况下，即能根据谷壳的大小来預測千粒重的高低。

表 3 千粒重的形成机制

谷 壳 大 小	胚 乳 发 育 良 否	糙 米 粒 的 大 小
大	良 中 不良	大 (中) (小)
中	良 中 不良	中 中 (小)
小	良 中 不良	小 小 小

証明上述千粒重形成机制的过去的文献結果，Borhnakian（1918）根据研究小麦

歪斜粒，Lamba (1949) 根据計算小麦粒与内外穎大小的相关，曾分別报道粒的形狀及大小多半是由其外部包圍的器官的形狀及大小所机械决定的；盛永等 (1939) 根据对自然糙米与切穎糙米的比較及糙米粒形狀及大小的遺傳研究，曾报导糙米粒的形狀及大小显然受其内外穎的影响；盛永等 (1943) 还根据对多数品种的調查，明确了稻谷的長度、寬度及厚度与糙米的長度、寬度及厚度多半是一致的；另外，瀨古 (1954) 也推断出穗前千粒重的降低，是受谷壳大小的制約。然而，过去的文献都不能証明在出穗前内外穎的大小即已确定，而且内外穎制約着糙米粒的大小。

作者关于糙米粒大小的形成机制发表以来 (1953)，嵐 (1954) 根据在九州对水稻成熟的特異性的調查，小村 (1954) 进行的遮光試驗，进一步証实了作者的試驗結果。但最近原等 (1957) 認為水稻生育速度与千粒重之間成正相关，出穗前影响千粒重的原因是同化产物貯存量的多少，以及向稻粒轉移的輸导組織的良否，这种設想同作者最初 (松島，1952) 的想法相同，但是用这种想法來說明在碳水化合物剩余 (未能向稻粒轉移，剩余下来的碳水化合物) 的情况下，有时糙米粒也很小这一现象是很困难的。

綜合如上所述，可以認為，糙米粒的大小首先是由于谷壳的大小所决定的，而谷壳的大小在出穗以前已經确定，出穗后在已經确定的谷壳中胚乳的发育程度如何是决定糙米粒大小的第二次原因。

(摘譯自松島省三著《稻作の理論と技術》第18章，1960年)

預測水稻粒重的方法

水稻粒重的預測方法需要從出穗前的影響及出穗後的影響兩方面進行研究，本着這種見地，在1951—1953年進行了各種調查及實驗，得出如下的方法。

根據一穗穎花(谷粒)數預測千粒重的方法

由前述的各種實驗結果可以看出，出穗前的環境條件良否在一穗穎花數上有明顯的反應，而且一穗穎花數受強烈影響的時期，也是千粒重受強烈影響的時期。因此，以

1951—1952年各種遮光試驗及剪葉、剪根試驗結果為基礎，將一穗穎花數與千粒重的關係整理如圖10。

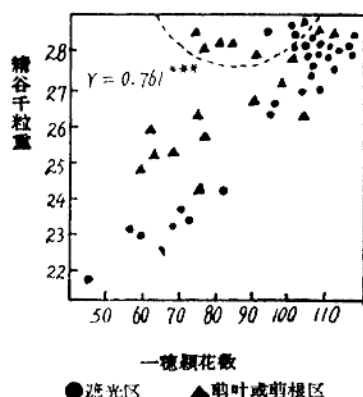


圖10 在出穗期以前各種處理條件下一穗穎花數與千粒重的關係(1951、1952)

圖10是僅僅繪出出穗期以前的處理區，但在剪葉、剪根試驗中已經明確處理的影響可達到出穗期以後，因而出穗以後的環境條件並不一致。然而，由圖10看來，兩者的相關雖不十分顯著，但大體仍可看出呈正相關($r=0.761^{***}$)。在圖10中，從穗首分化期起處理15天的各區(圖中虛線範圍內)與穎花數比較，千粒重有增加的趨勢。如果將虛線內的各處理區去掉，則相關程度更高。總之，由圖10可以看出，在出穗後環境條件大體正常的情况下，一穗穎花數越少，千粒重有越輕的趨勢。這種預測方法的優點是早期可以進行，方法簡單，缺點是準確性低。這種方法在減數分裂期以外的時期，環境

條件比較正常的年份，能得到準確的結果。

根據谷壳的大小預測千粒重的方法

如前所述，已判明谷壳的大小制約着胚乳的發育，因而在出穗後成熟期間環境條件正常的情况下，根據谷壳的大小即可預測千粒重。為了証實這一點，在出穗前進行各種試驗處理(遮光、干旱、冷水、剪葉、剪根、多肥、無肥、晚植、間苗、補植等)培育

出谷壳大小不同的各种稻株，出穗期测定各种处理的水稻的谷壳大小（重量、长度），调查与收获后千粒重的关系。

调查出穗期谷壳千粒重与成熟期糙米千粒重的关系的结果，虽然当年出穗后的气候条件很不正常，但两者仍呈显著的正相关（ $r=0.824^{***}$ ）。

调查出穗期谷壳长度与成熟期糙米千粒重的关系的结果，比前述谷壳千粒重与糙米千粒重的相关更显著（ $r=0.917^{***}$ ）。由此可以认为，用出穗期谷壳的长度来预测糙米千粒重比用谷壳重量更为妥当。而且，谷壳重量在出穗后15天仍在增长（长户，1951），但谷壳的纵横生长到出穗期已完全停止，由这一点看来，用谷壳长度来预测千粒重也是简便而且准确的。

由上述材料看来，在出穗后气候正常的年份，根据出穗期谷壳的长度可以比较准确地预测出成熟期的糙米千粒重。

测定谷壳长度的方法，可将谷壳很好搅拌，用勺取出一勺，随机选出50粒，另在白纸上划一直线，用镊子将谷壳贴附在直线上，为了使谷壳正确衔接，可用小型扩大镜加以检查，正确排列后测定50粒的长度。这样重复四次，即可得出比较正确的结果。

根据稻谷比重预测千粒重的方法

在出穗后环境条件良好的情况下，如前节所述，可根据内外颖的大小预测千粒重的大小，但在出穗后环境条件不良稻谷成熟不好的情况下，这种方法就不适用了。在谷壳内部胚乳不能充满的情况下，自然需要调查胚乳本身的大小，但是脱离开谷壳的大小单纯调查胚乳的大小也没有实际意义。其原因是：在谷壳形成小的条件下，胚乳可能发育的限界也小，谷壳形成大，胚乳可能发育的限界也大，因此在一定时期即使糙米发育程度相同，但由于其谷壳大小未必相同，将来糙米的发育也可能有所差异。

由上述原因看来，为了预测千粒重所进行的糙米发育过程的调查，必须结合调查谷壳的大小。亦即必须以谷壳的容积及其内部胚乳发育大小的比率作为调查对象。作者认为表现这种关系的数字的方法，用稻谷比重较为适宜。因为稻谷比重主要是由于谷壳与胚乳之间的空隙的大小所决定的。因此，在开花以后调查稻谷比重的增加过程，待达到一定的成熟程度时，亦即稻谷比重达到一定程度时，可以根据谷壳内部胚乳的大小来预测成熟期糙米的大小。

1952—1953年为了证实这一点，进行了如下的实验。1952年中稻农林25号，栽培在各种条件下（标准、多肥、无肥、稀植、密植，晚植），在不同时期（减数分裂期，顶叶抽出终期，出穗后7天，14天、21天等）进行剪叶处理，培育成千粒重不同的各种稻株。从开花后七日起，每隔五天采集一次样品，调查干燥稻谷比重的增加过程。由这一实验，得到千粒重不同的各种处理区，而且分别用稻谷比重来表示各个处理区的成熟过程。

用上述材料，对各种比重的稻谷，计算了发育过程中糙米千粒重与成熟期糙米千粒重之间的相关，结果明确了在稻谷比重的增加率开始下降的时期（即稻谷比重不再增加的时期），此时的糙米千粒重与成熟期糙米千粒重之间往往出现显著的正相关。

1953年跟1952年用同样方法进行調查的結果，1953年与1952年比較，气候条件虽然显著不良，成熟也很不好，但兩年的結果仍基本相同。

1953年还用早稻（农林14号）、中稻（农林25号）、晚稻（农林37号）三个不同品种，在不同时期剪叶，与上年进行了同样的調查。这三个品种的出穗期相差20天，成熟期相差30天，但三个品种混合仍成显著的正相关。

由于在上述三种不同情况下，均得到类似的结果，因而对这三群的回归差进行了统计学的检查（畑村，1952），结果看不出有显著差异。将三种结果归纳一起，则如图11，

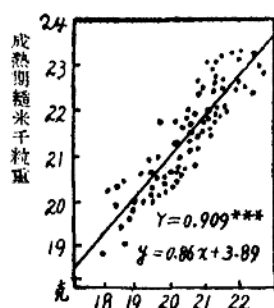


图11 稻谷比重增加率开始下降时的糙米千粒重与成熟期糙米千粒重的关系（品种、栽培条件、剪叶时期、年度等不同的情况下）（1952、1953）

并可得出如下的回归直线式：

$$y = 0.86x + 3.89$$

y 代表成熟期糙米千粒重

x 代表稻谷比重增加率开始下降时的千粒重。

由上述材料可以看出，应用这种方法，即使品种不同，栽培方法不同，栽培年度不同，只要达到一定成熟程度以后，在任何地方（回归直线式可能不同），都可以根据发育过程中的糙米千粒重来预测成熟期的糙米千粒重。应用这种方法预测千粒重的可能时期，在本实验材料的范围内，大体早熟种为出穗后20—25天，中熟种为出穗后25—30天，晚熟种为出穗后30—35天。

测定稻谷比重增加率开始下降时期的简便方法是，每隔5天采集一次样本，干燥后将稻谷放入水中搅拌，调查沉下去的稻谷所占的比率，明确了沉下去的稻谷比率的增加率迅速下降的时期即可。确定迅速下降时期的标准，作者曾规定五天内沉下去的稻谷比率的增加率未达到测定当时沉下去的稻谷比率的10%，即可认为稻谷比重的增加率已迅速下降，但这个数值可能因地而异，各地还应进一步探讨。预测此时期的千粒重，将水中沉下的稻谷取出，干燥后称重即可。

最正确的方法是，等待沉下去的稻谷比率开始保持一定（已不再增加时），测定糙米千粒重，其缺点是预测时期要延迟。然而，采用这种方法在收割前10—15天就能进行。

总之，根据稻谷比重预测千粒重的方法，与根据成熟变化过程预测成熟率的方法相同，因此在预测成熟率时，沉下去的稻谷即可作为预测千粒重用，同一材料既可预测成熟率，又能预测千粒重，是很简便的。

自从作者发表这一方法以来（松岛等，1954），据工藤等（1955）在青森县农事试验场藤坂试验地三年用多数品种对这种方法进行重新探讨的结果，认为这种预测方法的准确度很高（相关系数 $r = 0.986^{***}$ ）。由此看来，在品种及生态条件显著不同的两地获得同样的结果，说明这种方法的应用具有一定的普遍性。

結 論

对于千粒重的預測，过去所进行的研究几无成果可談。迄今所进行的研究，是想知道千粒重形成終期，然后进行实测的方法，几占全部内容。此外，仅仅渡边等（1952）试图应用 Robertson 的生長曲綫，清水等（1953）试图根据稻谷粒的厚度进行千粒重的預測，但都还没有具体化。

由上述材料可知，糙米千粒重首先根据一穗穎花数的多少，其次如果出穗后的环境条件良好，可以根据谷壳的大小，进行預測。但是，这些方法都是比較間接的，在出穗后成熟不良的条件下都不大适用。第三种方法是調查稻谷比重的增加过程，根据比重增加率迅速下降时期的糙米千粒重或稻谷千粒重預測成熟期千粒重的方法，这种方法是最直接的，也是最正确的。这种方法的特点是，在品种、地区、栽培条件、栽培年度不同的情况下，往往也能够适用。

（摘譯自松島省三《稻作の理論と技術》第19章，1960）

增加水稻粒重的措施

使谷壳增大

为了使糙米增大，必须首先使谷壳增大。要使谷壳增大，必须从二次枝梗分化期（幼穗形成始期）起使环境条件良好。亦即，在颖花出现之前开始，加强稻体的营养及生理机能是非常重要的。这样就会助长颖花的发育，尤其在颖花发育最旺盛的时期，即在减数分裂期这一主要时期，环境及营养与颖花大小的关系最大。值得注意的是，颖花（谷壳）最易变小的时期是在减数分裂期，从进入减数分裂期开始即使给予良好的条件，此时已晚，谷壳已很难增大。

然而，在使用硫酸等速效性肥料的情况下，如图12所示，在减数分裂开始前（出穗期前17天）追肥不但得到良好的效果，而且效果最大。图12是说明生育各期追施硫酸对千粒重变化的影响，由该图可以看出，第5区（减数分裂期前）追肥无论在何种基肥量

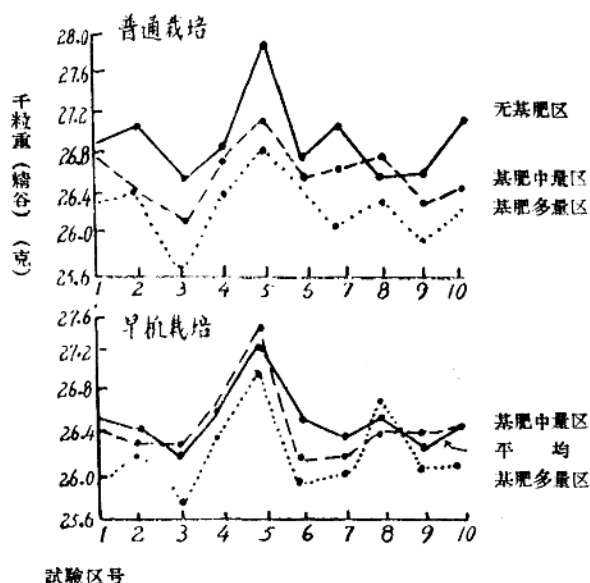


图 12 生育各期追施硫酸对千粒重的影响 (1956—1958)

注：第1区为基肥区。其余各区追施硫酸，第2区是在分蘖最盛期，第3区是在穗首分化期，第4区是在颖花分化始期，第5区是在减数分裂期前（出穗前17—18天），第6区是在出穗期刚过，第7区是在穗首分化期及减数分裂期前各追一半，第8区是在颖花分化始期及出穗期刚过各追一半，第9区是在分蘖最盛期，穗首分化期，减数分裂期前及出穗期刚过各追四分之一量，第10区是在穗首分化期，减数分裂期前及出穗期刚过各追三分之一量。