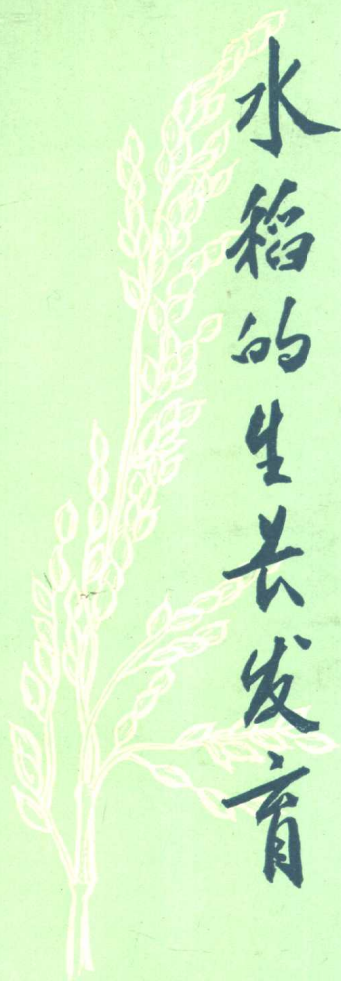


水稻的生长发育



上海人民出版社

水稻的生长发育

〔日〕松岛省三 藤井义典 合著

吴尧鹏 译 申宗坦 校

上海人民出版社

作物大系第一編 稻

I 水稻の生育

松島省三 藤井义典

养贤堂・1962

水稻的生长发育

〔日〕松島省三 藤井义典 合著

吴尧鹏 译 申宗坦 校

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

总发行所上海发行所发行 上海中华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 5 字数 101,000

1975年11月第1版 1975年11月第1次印刷

统一书号: 16171·170 定价: 0.30元

毛主席语录

自力更生为主,争取外援为辅,
破除迷信,独立自主地干工业、干农
业,干技术革命和文化革命,打倒奴
隶思想,埋葬教条主义,认真学习外
国的好经验,也一定研究外国的坏
经验——引以为戒,这就是我们的
路线。

洋为中用。

译 者 的 话

日本出版的《作物大系》“稻编”，包括《水稻的生长发育》、《水稻的生理》、《水稻的生态》、《水稻的栽培》和《陆稻》等分册。其中前三个分册，内容偏重于水稻的一些基本理论或基础知识。在《水稻的生长发育》中，除了从植物形态学和解剖学的观点说明水稻的根、茎、叶、穗、花和种子各部分的特征和结构外，还从作物生长、发育阶段分析水稻各部分的形成和发展的规律及其相互关系，并提出了不同发育阶段的诊断方法。《水稻的生理》主要是说明水稻的呼吸作用，同化作用，养分的吸收、累积、输送等生理生化过程，同时论及这些基本生理过程与防止水稻秋衰、夺取高产的关系。《水稻的生态》则着重阐述水稻的秧苗生态、栽植密度生态、倒伏生态，以及水稻长势、长相的地区性等。这些对从事水稻栽培、水稻育种等生产和科研工作者可能有一定的参考价值，我们遵照伟大领袖毛主席关于“洋为中用”的教导，将其译出，分册出版。

由于原书编写时间较早，缺少近年来的材料，这是一个缺陷。但书中内容是以基础知识为重点，似尚未失其时效。在翻译过程中，对部分内容曾作了删节。限于译者的水平，书中可能有不妥或错误之处，希望读者批评指正。

目 录

第 一 章 种子的形态	1
1. 穗和种子	1
2. 种子的形状和大小	1
3. 种子的内部形态	2
第 二 章 发芽	6
1. 水分	6
2. 温度	6
3. 氧气	7
4. 发芽的快慢	9
第 三 章 地上部的生长与形态	11
1. 初期生长	11
2. 叶的形态	13
3. 叶的生长	16
4. 株高和生长曲线	17
5. 秆	19
(1) 节间	19
(2) 节	21
(3) 内部形态	21
6. 分蘖	22
(1) 分蘖的代号	22
(2) 分蘖的增加	23

第四章 根.....26

1. 根的形态和养分、水分的吸收.....26
 - (1) 根的形态.....26
 - (2) 根毛和分枝根.....27
 - (3) 根的不同部位的养分、水分吸收.....28
 - (4) 第1次根和第2次根的吸收作用.....29
2. 根的生长.....29
 - (1) 根数.....30
 - (2) 根的伸长.....31
 - (3) 移植后的发根.....31
 - (4) 根的活力以及新根和老根.....32
3. 根的皮层中细胞间隙的发达.....33

第五章 地上部与根的生长相关.....38

1. 地上部生长发育的规律性.....38
 - (1) 主茎的出叶周期.....38
 - (2) 叶和分蘖的同伸性.....39
 - (3) 出叶转换期和相似生长.....41
2. 根的生长规律性与地上部的关系.....42
 - (1) 独立生活后各节位根的生长与出叶.....43
 - (2) 各节位根的生长与叶鞘内淀粉的消长.....45
 - (3) 节上叶与根的形态关系.....48
 - (4) 茎内维管束的发达和联系.....49
 - (5) 节内通向叶鞘的维管束和根的分枝.....50
3. 不同节位根的形态和生理的差异.....52
 - (1) 第1次根.....52
 - (2) 分枝根.....54

第 六 章 长相的转换..... 59

1. 出叶速度的变化.....59
2. 第 1 苞(穗节)的分化.....60
3. 节间伸长的开始.....60
4. 营养生长期和生殖生长期.....61

第 七 章 节间伸长与地上部各器官伸长的相互关系..... 64

1. 节间伸长与幼穗伸长的关系.....64
2. 节间伸长与叶鞘及叶片伸长的相互关系.....67
3. 节间伸长与出叶期、发根节位及根数增加情况的关系.....69
4. 节间增粗过程与幼穗发育及出叶期的关系.....71

第 八 章 穗的分化和发育..... 73

1. 幼穗发育过程的概况.....73
2. 各发育阶段所需的时间.....85
3. 幼穗发育阶段在实用上的区分.....87
4. 以全部茎为对象的幼穗发育过程.....90
5. 以全部茎为对象的主要发育阶段的时间及其重复情况.....94
6. 主茎与分蘖相互间及全部茎平均的幼穗发育程度的比较.....95

第 九 章 发育阶段的诊断方法..... 98

1. 根据叶龄指数的诊断方法.....98
2. 根据幼穗长度的诊断方法..... 101
3. 根据节间伸长的诊断方法..... 105
4. 根据叶耳间长的诊断方法..... 106
5. 根据颖花大小的诊断方法..... 107

6. 根据抽穗前日数的诊断方法·····	108
第 十 章 穗和花的形态及构造 ·····	113
1. 穗的形态和构造·····	113
2. 穗上的退化痕迹与稻作诊断·····	115
3. 女穗及第 1 次枝梗着生间隔与稻作诊断·····	118
4. 花的形态和构造·····	119
第十一章 开花与受精 ·····	121
1. 开花现象·····	121
2. 开花次序·····	122
3. 开花与环境条件·····	123
4. 受精·····	124
(1) 受粉·····	125
(2) 受精·····	126
第十二章 胚和种子的发育(糙米的发育) ·····	129
1. 胚的发育·····	129
2. 胚乳的发育·····	132
3. 淀粉细胞组织的发育·····	134
4. 米粒的发达·····	136
5. 糙米的膨大时刻·····	140
6. 成熟程度的表示方法·····	143
第十三章 产量的形成过程 ·····	146

第一章 种子的形态

1. 穗和种子

稻穗在植物学上为复总状花序,其上着生小穗。穗轴有数个节。从各节分出枝梗,再从枝梗生出小枝梗。小枝梗顶端着生小穗(图 6(i))。一个小穗为一颖花,可以分为内颖、外颖、副护颖及芒(图 1)。外颖比内颖稍大,两者相互钩合而保护花器。外颖的顶端伸长为芒。芒的多少、长短是品种的特征。脱粒时,以短的芒较为理想,所以最近的新品种多半是无芒的。无芒品种的外颖顶端有小突起,称为稃尖。

内颖、外颖、芒、稃尖等的色泽是鉴别品种,或避免品种混杂时的重要指标。

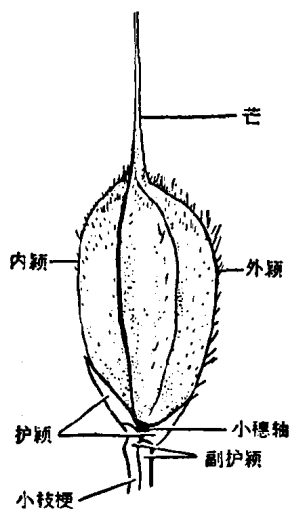


图 1 小穗(佐佐木)

2. 种子的形状和大小

成熟的谷粒在植物学上为颖果,一般称为糙米。糙米的形状是品种的特性,其品质很重要。糙米长与宽之比作为分类的标准,粳稻比籼稻短宽而圆。加藤将日本水稻糙米长与宽之比大致区分为:1.8 以上为长粒,1.6~1.8 为中粒,1.6 以下为短粒。日本的主要品种几乎

都是中粒，平均为 1.7~1.8。

糙米的大小也是品种的特性，一般可通过观察来决定，但数据上以千粒重表示，大致根据以下标准：大粒为 26 克以上，中粒为 22~26 克，小粒为 22 克以下。米粒的粗细虽因其在穗部着生部位而稍有不同，但取决于发育良好与否，这是重要的产量构成要素之一。糙米有 5 条纵沟，其深浅为品种的特性。纵沟越浅越好，充实饱满的米粒比较浅，肥料不足时有加深的趋势（佐佐木，1933）。

3. 种子的内部形态

颖果可以分为种被、胚乳和胚三部分。首先，种被由数层果皮和种皮构成。果皮为子房壁的变形，种皮为珠被及珠心的变形。果皮自外向内还可以分为外果皮、中果皮、横细胞层和管状细胞，但在成熟后很难区别（图 2）。其次，种皮的内侧为胚乳，占糙米的大部分。这是供食用的，在发芽和发芽后的苗期作为营养来源。胚乳可分为糊粉层和淀粉细胞。糊粉层连接种皮，细胞稍小，富有蛋白质、脂肪。靠胚的一面，糊粉层细胞为单层，少数有两层，而其相反的一面比较厚，为 5~6

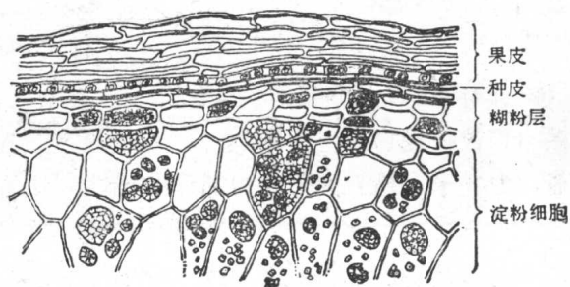


图 2 颖果的横断面(Winton)

层。糊粉层内侧为淀粉层,其细胞稍大,其中充满淀粉粒。这种淀粉细胞的生长一般以内部较早,愈近周围愈晚,所以细胞以中心线为中心,有向四面作放射状排列为同心圆的趋势(图3,植田等,1958;长户等,1958;参照第十二章第3节)。

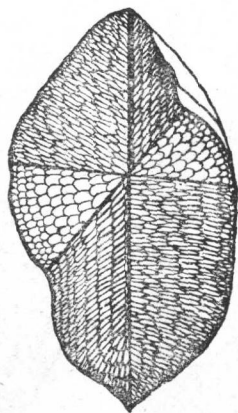


图3 米粒中淀粉细胞排列模式图(植田)

另外,糙米的胚的上部即腹部呈白色不透明的部分称为腹白,中心部分同样呈白色不透明的称为心白,它们的构成程度都是品种的特性。具有心白的米一般宜作酿酒用米。它们的发生机制在第十二章第3节中叙述。

胚由盾片和包围它的胚芽组成。盾片可分为各个部分。首先,与胚乳连接部分称为上皮层。在发芽时,它分泌各种酶,使胚乳的淀粉转化为糖分,加以吸收,在供给幼芽、幼根伸长所必需的养分方面起着重要的作用。此外,胚芽鞘包围在幼芽的顶端,舌状的外胚叶保护其侧面,胚根鞘包围着幼根(图4)。

其次,胚芽可以分为幼芽、幼根和胚轴(保井,1936)。胚轴位于幼芽和幼根的中间部分,这部分茎的维管束排列发生变形,并通向根的维管束(小仓,1954)。在幼芽上可以看到已经分化的第2片真叶。幼根也已经分化出根冠,准备好开始伸长的姿态。除上述外,胚的重量、长度(自胚根鞘顶端至盾片最上端)以及胚的屈折度(幼芽和幼根构成的角度)等,均因品种而异(山川,1942,表1,表2)。

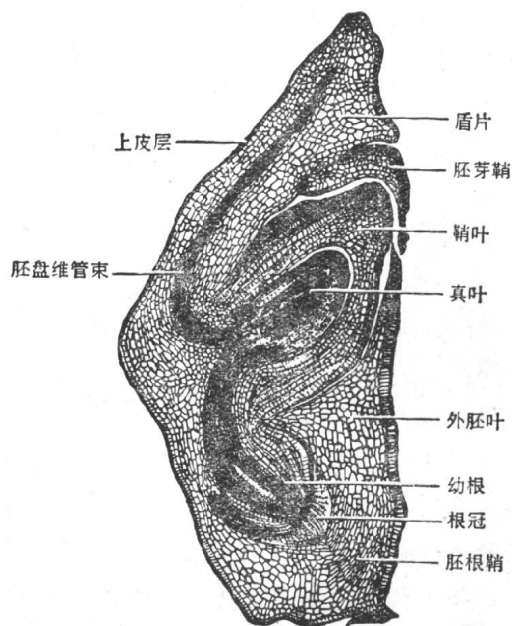


图 4 胚的纵断面(赵)

表 1 胚长度在品种间的变异

品种数 \ 长度 (毫米)	1.400	1.475	1.550	1.625	1.700	1.775	1.850
粳	2	2	2	5	1	21	33
糯	—	—	—	—	1	7	9

品种数 \ 长度 (毫米)	1.925	2.000	2.075	2.150	2.225	总 数	平 均 (毫米)
粳	66	34	8	5	2	181	1.899
糯	15	5	5	—	—	42	1.905

表 2 胚重量在品种间的变异

品种数 \ 重量 (毫克)	0.25	0.35	0.45	0.55	0.65	0.75	0.85	0.95	1.05	1.15	1.25	总数	平均 (毫克)
梗	1	9	15	31	61	45	13	13	1	1	1	181	0.652
糯	—	—	1	4	13	20	3	3	—	—	—	42	0.705

第二章 发 芽

水稻种子与其他作物种子一样,在供给水分、温度和氧气后,即开始发芽。

1. 水 分

发芽首先由吸收水分而开始。上皮层和糊粉层一经吸收水分,各种酶即迅速活泼地发生作用,溶解胚乳。溶解的养分被输送到幼苗的生长部分,幼苗开始生长。在这种情况下,通过上皮层输送到盾片的养分,由盾片的柔软组织,特别是由胚盘维管束,直接输送到幼芽、幼根的维管束中(Percival, 1921)。胚乳组织从靠近上皮层部分开始被溶解。随着这种内部组织的变化,原先外表呈皱缩凹陷的胚部,膨胀而使中央高起,种皮变得润滑。以后,鞘叶(即胚芽鞘或芽鞘——译者注)的顶端也继幼根破果皮而出。

2. 温 度

水稻种子的发芽与其他作物一样,强烈地为温度所左右。发芽所必需的温度,最低为 8°C ,最适为 32°C ,最高为 40°C 左右(井上, 1935)。温度提高,水分的吸收随之加快(Livingston, 1933),所以能促进发芽。在 34°C 左右,经一天半时间,几乎所有种子都发芽。但是温度高于 34°C ,发芽逐渐受到阻碍。超过 40°C 后,发芽率很快降低,在 42°C 以上则大半死亡。在

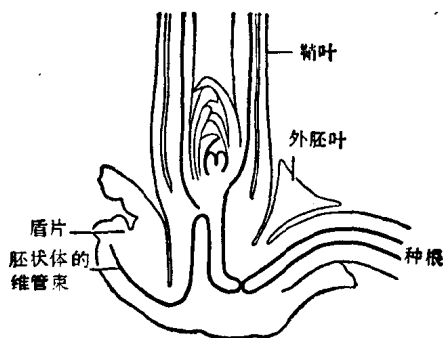


图 5 发芽胚芽的横断面 (永井)

适温以上的温度时，因发芽快，不能明显看出品种间的差异，但温度愈低，发芽延迟，从中可以看出品种间的差异。根据松田(1930)的研究，在 13°C 时，原产于北海道的赤毛、坊主等品种经 20 天其发芽率为 80%，而温暖地区的品种则发芽不良。中村(1938)也获得同样结果。特别是永松(1943)曾对世界各地的三百个水稻品种研究其温度与发芽的关系。其结果是，高纬度的品种发芽比较快。中华人民共和国的台湾省，印度，南美等低纬度的品种发芽有比较缓慢的趋势。不同品种所表现的发芽快慢，低温时比高温时更为明显，而且原产于低纬度的品种，在低温度下发芽表现为长期断续发芽，这可以说是向低温发芽过渡的现象。

3. 氧 气

水稻的种子一经开始发芽，即旺盛地进行氧气的消耗。据竹井(1941)研究，随着氧气浓度的增加，幼根伸长良好。氧气的浓度以 21% 为最高，高于此浓度时，生长反而受到抑制。

所以氧气的供应以充分为适当。但水稻种子比其他作物种子能够在较少的氧气下发芽，在水中氧气不足的地方也具有发芽能力，特别是在除去氧气的水中，通过分子间的呼吸，也能取得贮藏养分中的氧而行发芽，这方面有许多报道（Erygin, 1936; 盛永, 1925; 永井, 1929）。盛永认为，在无氧气状态下发芽，过氧化氢酶的活力即消失，同时减少氧的分压力后，与深水浸种一样，幼根的生长要比幼芽更受到严重的阻碍。其结果是在无空气呼吸下产生比较多的 CO_2 。据刘重矩(1941)研究，在水培的情况下，每 100 毫升培养液里加 0.5 毫升的过氧化氢时，最适宜于发芽；加入 1.5 毫升时最适宜于发根。当然，如氧气缺乏，则发芽随之降低，形态上也发生异常，鞘叶的生长受到促进，而真叶则没有受到促进；生长点不产生叶绿素，幼根不生长(佐佐木, 1926; 小野寺, 1937)。鞘叶对氧气和光线的反应尤其敏感，在深水下只要氧气供应不足，鞘叶即行异常伸长，其顶端迅速长出水面。顶端一旦露出水面，大气中的氧气就通过顶端的气孔输送到生长点上。结果，第 1 真叶和根迅速开始生长(村濑, 1941; 藤井, 1952)。鞘叶的顶端气孔密集排列，这有利于吸入空气中的氧(藤井, 1952)。这种现象在第 1 真叶的情况下也完全相同，在水中发芽时，第 1 叶露出水面后，氧气的吸收就很快地增加(Erygin, 1936)。所以，如氧气供应不充分，幼根的生长就不良，这在实际秧田播种时应加注意；实行深水灌溉，易成为倒秧和浮秧，以后初期生长也不整齐。现将水中幼芽、幼根的伸长比较结果列于表 3 (左田本, 1926)。