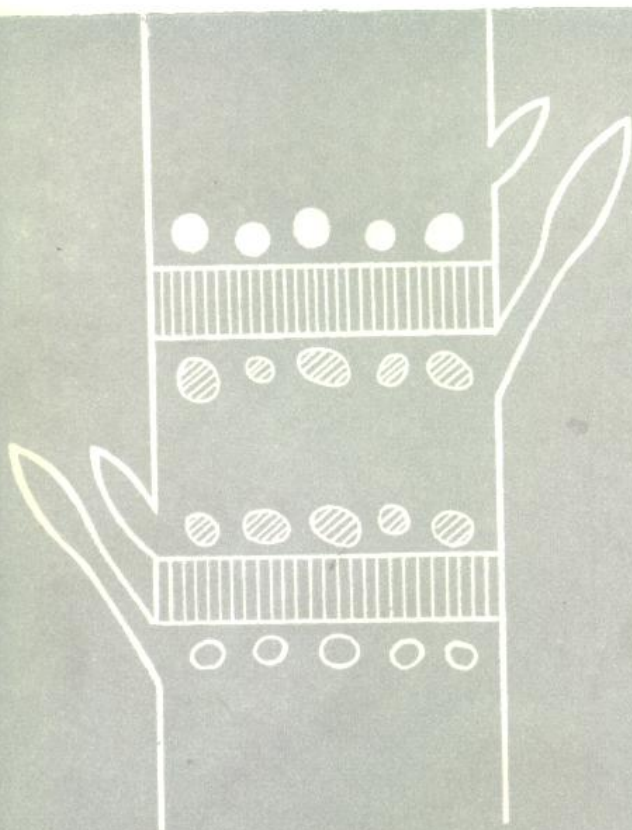


〔日〕 北條良夫 等编
星川清親

作物的形态与机能

郑丕尧 周殿玺 刘兴海 苏宝琳 梁振兴译



农 业 出 版 社

作物的形态与机能

〔日〕北條良夫 等编
星川清親

郑丕尧 周殿玺 刘兴海 译
苏宝琳 梁振兴

廉平湖 郑丕尧 校

农业出版社

作物--その形態と機能一

上、下卷

北條良夫・星川清親

共 編

农业技术协会刊

作物的形态与机能

〔日〕北條良夫 等編
星川清親

郑丕尧 周殿玺 刘兴海 译
苏宝琳 梁振兴

廉平湖 郑丕尧 校

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

850×1168 毫米32开本 16.75 印张 344 千字

1983 年12月第1版 1983 年12月北京第1次印刷

印数 1—6,000 册

统一书号 16144·2646 定价 3.10 元

译者前言

作物学或作物栽培学，长期以来，就存在着是否系一门科学的不同见解。就当前我国的情况来说，多数人认为是一门应用科学或技术科学，但也有人认为只是一种技术，谈不上是一门科学。根据国内对于作物或作物栽培的教学和科研情况来说，认为是一门科学，固然有其相应的见解，但在论据上尚感有所不足，犹待科研工作者作进一步钻研和推敲。

我们也曾对作物的形态特征和生理机能作过某些探索性的科研和琢磨，但由于种种条件的限制，始终深入不下去，甚至半途而废，以致一事无成。1976年日本先后出版了《作物的形态与机能》上、下两卷的专著，是由日本国内正在从事作物各项专门研究的科技工作者，分别综合各项学术领域的科研成果，予以编汇成集的。原书虽分为上、下两卷，但在体系上则是一个整体的专著，因此，我们将上、下卷合为一本出版。

这本书共分七编二十八章，涉及到作物的某些领域，并且包括牧草、蔬菜、果树的部分问题在内，所以，联系的面是相当广泛的。至于在具体内容上，却都是采用当代的先进科研手段，从各种作物的外部形态表现出发，应用生态、生理、生化的机理阐明事物的来踪去迹，并且在某种程度上，尽其所能地联系相应的生产实践。这也就是从作物的形态建成出发，详细论述了细胞、组织、器官的解剖结构，以及相应的生态、生理、生化活动过程和功能机理。特别是这些作物的光合性能，以及光合产物的形成、运转和分配，直到作物产量的构成，都作了详尽而精确地阐述。

这套书的特点，是以日本科技工作者的科研成果为主，并且联系到各项领域在国际上的成就和论点，分别予以分析和论述。总之，

这套书不单是有参考价值，而且在某种程度上为我们的作物学或作物栽培学科研工作提供了某些钻研的思路和奋斗途径。至于本书的具体内容，已在原书序中有所阐述，在此不再重复。

由于我们正在从事该项工作，虽然见闻十分贫乏。但是，为了把这些比较先进的论点和工作方法及早地介绍给国内有关的科技工作者，只好在一面学习、一面翻译的情况下，花了相当长的时间，才把这本书译出来。在这一期间，比较突出的困难，是在具体业务上的生疏，又加语文上的欠缺，虽然经常请教于各有关方面的专家和科研工作者，但是错译和误解仍然不在少数。如果有某些错误，首先应由我们承担责任，然后才是原著者的个人见解。在译完各编、章后，第一至第四篇由廉平湖、郑丕尧校订，第五至第七篇由郑丕尧校订，最后又邀请王瑞舫以读者身份全部看了一遍，并且提出了校订意见。但是，尚需请读者随时给予指正，我们在此预先表示歉意和谢意。

1981年10月

序

在作物学的各项领域内，近期的发展是非常惊人的，研究工作特别深入，见解也日益精确，从而改变了以前的工作，对于新近形成的研究领域日渐扩大。这些内容都恰好适应了农业和社会上对于国际上粮食问题的要求。

农业技术协会自从1971年以来，曾在《农业技术》杂志上设立了“作物的成熟和运转”以及“作物的形态和机能”两个讲座，为作物的研究工作者介绍了最新的知识。这两个讲座引起了很大的反应，在日本国内也引起了对作物研究的高涨热情。

近年来在日本国内虽然出版了相当数量植物生理学以及植物生态学的书籍，但在作物学方面的书，则几乎看不到有什么新书出版。而在日本，无论在水田、旱地、温室建筑等栽培环境下对于作物的生育和物质生产，以及以此为基础的光合作用、运转、分配或必须克服的低温冷害、倒伏，直到改进品质等等，作物学上的研究课题日渐增加，追究作物学基础的呼声也日益高涨。

本书虽是有鉴于此而规划的，并把编辑责任委托给我们，但是本书既不叫“作物学的教科书”，也不准备叫“研究成果的汇编”，而是在作物的生活中掌握基本的形态建成和生理机能的关系，并从而想构成新的作物学，题为《作物的形态和机能》。因此，特别邀请目前正在各个领域中奋战在第一线的新进研究者们来执笔的。

本书分上、下两卷，各卷收录的内容，如下列各编。

上卷：第一编，作物的种子——作物的受精及胚的发育，种子的发芽，种子的休眠；第二编，作物的花芽形成——作物的播性和品种生态，春化现象，作物花芽的分化现象，蔬菜的抽薹现象；第三编，作物的营养体及其形成——作物的叶、茎、根，作物的老

化；第四编，作物的生产过程——之一——，光合作用和物质生产， C_3 、 C_4 植物和光呼吸，光合产物的运转，光合产物的供给和受容、长相、株型和光合产物的分配。

下卷：第五编，作物的生产过程——之二——甘薯块根的膨大，牧草的物质生产，叶菜类的结球现象，果树嫁接的不亲和性；第六编，作物的成熟——豆类的成熟，谷粒的成熟，谷粒的品质，成熟和高产性；第七编，作物的生育及其障碍——作物的倒伏和茎秆强度，作物的倒伏和根，水稻的冷害，作物大气污染的障害。

本书如果能在日本国内作物研究的发展上以及粮食生产上，起到一种里程碑的作用时，那将是编者所衷心欢喜的事。

在刊印本书的过程中，得到分担执笔者的赞助，对综合各个专门范畴最新研究成果的各位执笔者表示感谢。同时，对于编辑、校订、出版各方面大力支持的农业技术协会、江上利雄、折目 畅两位先生特表深谢。

北条良夫

星川清亲

1976年3月

（郑丕尧译）

目 录

第一编 作物的种子.....	1
第一章 作物的受精及胚的发育.....	1
1. 配子的形成	1
2. 授粉和受精	5
3. 胚的发育	13
4. 胚乳的发育	16
第二章 种子的发芽.....	17
1. 种子的形态特征和发芽型	18
2. 发芽条件和发芽过程	21
3. 发芽特性和环境变化	29
4. 栽培植物和野生植物种子的发芽性	32
第三章 种子的休眠.....	35
1. 种子的休眠现象	35
2. 种子的休眠生态	36
3. 种子的休眠原因	40
4. 种子休眠过程的生物化学分析	45
5. 种子的休眠机理	47
6. 休眠的解除法	48
第二编 作物的花芽形成	51
第一章 作物的播性和品种生态.....	51
1. 春播性和秋播性	53
2. 春播性（秋播性）程度	53
3. 关于春播性的遗传基因	59
4. 秋播性品种和春播性品种的地理分布	61
5. 春播性程度的鉴定	64
第二章 春化现象.....	67

1. 麦类的低温春化	67
2. 麦类的短日春化	72
3. 禾本科牧草类的春化	76
4. 春化和生长	80
5. 春化的机理	81
第三章 作物花芽的分化现象	84
1. 和水稻幼穗分化有关的主要因素	85
2. 水稻幼穗分化生理	92
第四章 蔬菜的抽薹现象	99
1. 形态建成	99
2. 体内成分的变化	105
第三编 作物的营养体及其形成	115
第一章 作物的叶	115
1. 作物种类和叶的构造	115
2. 叶的形态建成	118
3. 叶的构造和机能	123
第二章 作物的茎	129
1. 茎(秆)的形态建成	129
2. 维管束及其输导机能	138
第三章 作物的根	144
1. 作物的根及其功能	144
2. 根的内部构造和机能	144
3. 根系的形成和机能	151
第四章 作物的老化	162
1. 植物的老化现象	162
2. 器官的老化——尤其是叶的老化	164
3. 整体老化	172
4. 老化和作物生产	177
第四编 作物的生产过程(之一)	183
第一章 光合作用和物质生产	183
1. 物质生产研究的动向	183
2. 总生产量的群体光合作用特性	186

3. 作为消费因素的呼吸特性	192
4. 物质生产特性	194
第二章 C₃, C₄ 植物和光呼吸	199
1. 光合作用暗反应系统的种类	200
2. 光呼吸系	202
3. C ₄ 型光合作用和形态特征	205
4. 光合作用类型不同的植物对光合作用环境因素的反应	210
5. 光合作用暗反应系统的变换和遗传	212
6. C ₄ 、CAM 植物的分类和进化	215
第三章 光合产物的运转	220
1. 光合产物的运转过程	220
2. 光合产物运转的量和形态	227
3. 光合产物在作物体内的分配	233
第四章 光合产物的供给和受容	242
1. 供给器官的种类及其特征	242
2. 受容器官的功能	244
3. 光合产物的分配	247
4. 光合产物的分配与作物的生育和产量	249
第五章 长相、株型和光合产物的分配	255
1. 株型和长相	255
2. 水稻的形态和变异	256
3. 长相和受光形式	258
4. 长相、株型和耐肥性	260
5. 长相、株型和光合产物的分配	261
6. 谷草比率和产量	262
7. 高产的方案	265
第五编 作物的生产过程 (之二)	267
第一章 甘薯块根的膨大	267
1. 块根的形成过程	267
2. 块根的膨大和组织的各种特性	275
3. 块根的淀粉积累过程和组织的各种特性	278
4. 块根组织构造的模式和淀粉的蓄积能力	281

第二章 牧草的物质生产	285
1. 物质生产的各种因素和物质生产	285
2. 从物质生产来看草地管理	297
第三章 叶菜类的结球现象	299
1. 叶的增加方式 (保证叶数)	300
2. 外叶的作用	302
3. 结球形式	303
4. 结球机理	309
5. 结球类型	309
6. 球的膨大充实	311
7. 异常叶球的发生	313
第四章 果树的嫁接不亲和性	315
1. 嫁接在园艺学上的意义	315
2. 嫁接的成活过程	316
3. 砧木和接穗的成活以及亲和与不亲和	318
4. 嫁接不亲和的原因	320
5. 嫁接不亲和原因的因素	321
6. 今后的课题	328
第六编 作物的成熟	331
第一章 豆类的成熟	331
1. 荚和种子的形成	332
2. 随着成熟而引起的物质变化	333
3. 与贮藏物质的成分含量有关的因素	339
4. 贮藏蛋白质和脂质的性状	341
第二章 谷粒的成熟	346
1. 胚乳组织的形态建成	346
2. 贮藏物质向谷粒内运转的途径	349
3. 物质在胚乳内的累积	354
4. 胚乳组织中淀粉粒的累积	357
5. 淀粉粒的发育	360
6. 淀粉粒的积累、性状和品质	368
7. 贮藏蛋白质的积累和蛋白粒的形成	369
8. 糊粉粒	376

第三章 谷粒的品质	378
1. 谷粒的品质评价	378
2. 栽培环境因素对品质的影响	379
3. 品种及其栽培条件对品质的影响	389
4. 与蛋白质有关的化学成分含量的变动原因	392
第四章 成熟和高产性	394
1. 水稻栽培的高产性	394
2. 支配结实率的因素	394
3. 改善受光形式	396
4. 穗肥施用期的诊断	402
5. 关于提高结实率的其它因素	407
第七编 作物的生育及其障碍	411
第一章 作物的倒伏和茎秆强度	411
1. 降雨和风对倒伏的影响	412
2. 作物的生育与倒伏	414
3. 抗倒伏性和茎秆的强度	416
4. 抗倒伏性的判断方法	422
5. 抗倒伏性	425
第二章 作物的倒伏和根	426
1. 关于扭转型倒伏研究成果的概况	427
2. 根的伸展角度和扭转型倒伏的关系	429
3. 根强度在扭转型倒伏中的重要性	431
4. 采用镇压处理对防止扭转型倒伏的效果	435
第三章 水稻的冷害	437
1. 冷害的背景	437
2. 冷害的类型	438
3. 障碍型冷害的危险期	439
4. 与不孕有关的各种条件	441
5. 发生不孕的机理	445
6. 障碍型冷害的防止	450
第四章 作物大气污染的障害	452
1. 大气污染的概要	452

2. 大气污染障害发生的事例	455
3. 支配可见性受害程度的因素	456
4. 大气污染的生理	462
引用文献	469

第一编 作物的种子

第一章 作物的受精及胚的发育

受精及其以后胚的发育，对大多数以种子和果实为生产对象的作物来说，无论作为最后产量的决定过程，还是作为一般繁殖种子的过程，都是重要的。而且因为这一过程包括进行营养繁殖的作物，因此在育种上也具有极其重要的意义。

自1894年Nawaschin发现高等植物的双受精以来，以小麦¹⁾，水稻^{2) 3) 4)}为开端，研究了许多作物的受精和胚的发育，现在已阐明了大多数植物的这个过程，而且随着电子显微技术的发展，已从形态学上进一步被阐明了，随着生理、生物化学的进展，受精及其发生生理学方面的研究也就更加深入了。

1. 配子的形成

(1) 雄配子

雄配子——花粉在雄蕊的花粉囊中形成。当花药还很幼嫩时，在其四角紧接表皮的下层细胞各形成一条纵的分生细胞群（孢原组织），通过分裂，外侧形成周层细胞（壁细胞），内侧形成造孢细胞。然后进一步从周层壳外侧分化纤维层、中间层、毡绒层。纤维层构成内药层，由于细胞壁不均匀的增厚，开花时有使花药开裂的机能。毡绒层发育成普通的两核细胞，但它作为花粉粒生长的养分而和中间层一起逐渐退化消失。

造孢细胞形成花粉母细胞，以后的发育过程如图 1.1⁵⁾ 所示。花粉母细胞首先进行减数分裂而形成花粉四分体。然后离开毡绒层，

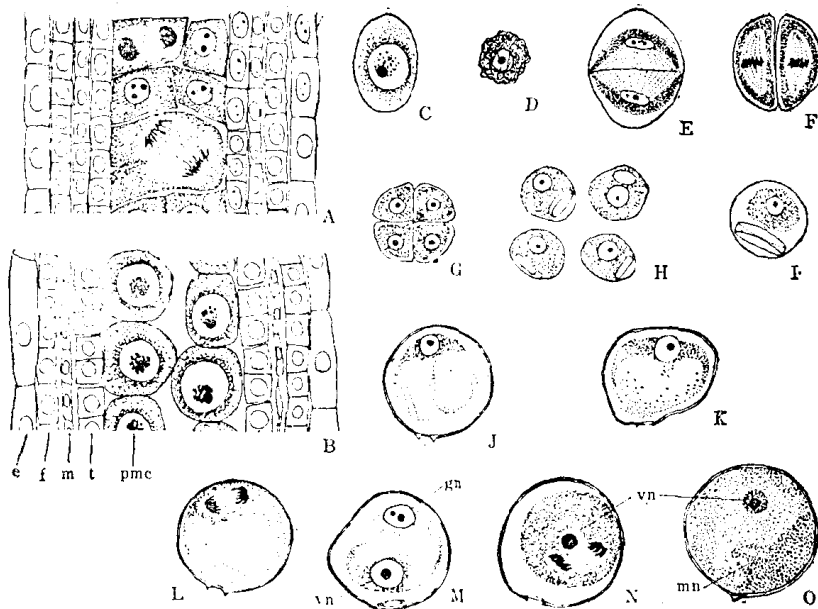


图 1.1 小麦雄配子（花粉）的发育过程（星川清亲, 19665）

A, 药室内造孢细胞的分化与增加 B, 花粉母细胞 (pmc) 分化, 药壁由外侧起为表皮 (e), 纤维层内药层 (f), 中间层 (m), 毡绒层 (t) C, 花粉母细胞 D, 收缩期 E, 减数分裂第一次分裂 F, 减数分裂第二次分裂 G, 花粉四分子 H, 四分子独立 I, J, 花粉开始生长, 花粉发芽孔形成 K, 收缩期 L, M, 核分裂形成营养核 (vn) 和生殖核 (gn) N, 生殖核分裂 O, 花粉内容物充实完成, 具有一个营养核 (vn) 和两个雄核 (mn)

在粘液状的细胞质中呈游离散在状态。四分体的形成, 一般单子叶植物是渐次的, 而双子叶植物则同时进行隔膜形成, 而后分别离散, 各自形成花粉粒。

花粉粒由两层膜所包被, 在外膜上形成发芽孔。外膜的形状、纹理及发芽孔的数目和形状等特性, 因植物种类不同而有差异, 禾本科植物的花粉粒一般呈简单的球形或者长圆形, 具有一个圆的发芽孔。内膜是薄的纤维素膜, 以后成为花粉管的膜。

花粉管开始是一核, 之后核分裂为营养核和生殖核, 而生殖核再分裂形成两个雄核, 也有不少的种最后的分裂是在花粉发芽后于花粉管内进行的。

花粉的发育，依靠毡绒层细胞所生成的蛋白质和其它物质，以及这些物质向细胞质外围的输送而使花粉得到营养。对毡绒层和花粉粒的RNA、DNA以及其它营养物质随着发育而变化的状况也进行了观察⁶⁾。低温和水分不足容易引起毡绒层变型，如水稻在受到20℃以下的低温冷害情况下，毡绒层异常肥大而引起花粉不育。再者，在花粉母细胞进行减数分裂后，即花粉发育处于半数染色体时，用特殊的培养技术能使它产生所谓单倍体植物⁷⁾（曼陀罗、烟草等）这种花药培养法已被运用于烟草等育种学的研究上。

（2）雌配子

雌配子是在胚珠内所形成的胚囊。一般在胚珠分化出珠心和珠被的幼年时期，由珠心顶端表皮下的一个细胞分化成为造孢细胞，在分裂后，位于其内侧的细胞成为胚囊母细胞，它比其它细胞发育的大（图1.2A，B）。

胚囊母细胞进行减数分裂，形成胚囊四分体，但是四个细胞与花粉的情况不同，它呈纵向排列，仅最里面的细胞发育成胚囊细胞，其它三个退化（图1.2C）。这种胚囊形成方式称为单孢子型，此外，也有两个细胞形成一个胚囊的二孢子型（如葱）和四孢子型等。

胚囊细胞的核首先一分为二，在两核间形成液泡隔成两核（图1.2D），之后各核再重复分裂两次成为8核。位于顶端（珠孔侧）的4个核中的3个核各自形成膜，成为位于中央的卵细胞和一对助细胞，三者构成卵器。在对面近合点的一侧，三个核也各自成为三个反足细胞。卵器侧和反足侧没有“细胞化”的各一个核移动到胚囊的中部，并互相连接，成为两个极核，但其情形依种而不同，也有两核结合而形成中心核的（图1.2F，G）。

禾本科植物的反足细胞，往往进一步分裂成多细胞的反足组织（麦类15—30个细胞，水稻5—10个细胞），但也有在胚囊成熟时稍稍退化，受精时便完全退化的植物（番茄）。反足组织相当于裸子植物中的一次胚乳。

卵细胞为卵形，核呈球形，成熟时液泡多。助细胞比卵细胞瘦，核在受精时开始退化，在细胞质内，内质网（ER）特别多，但质

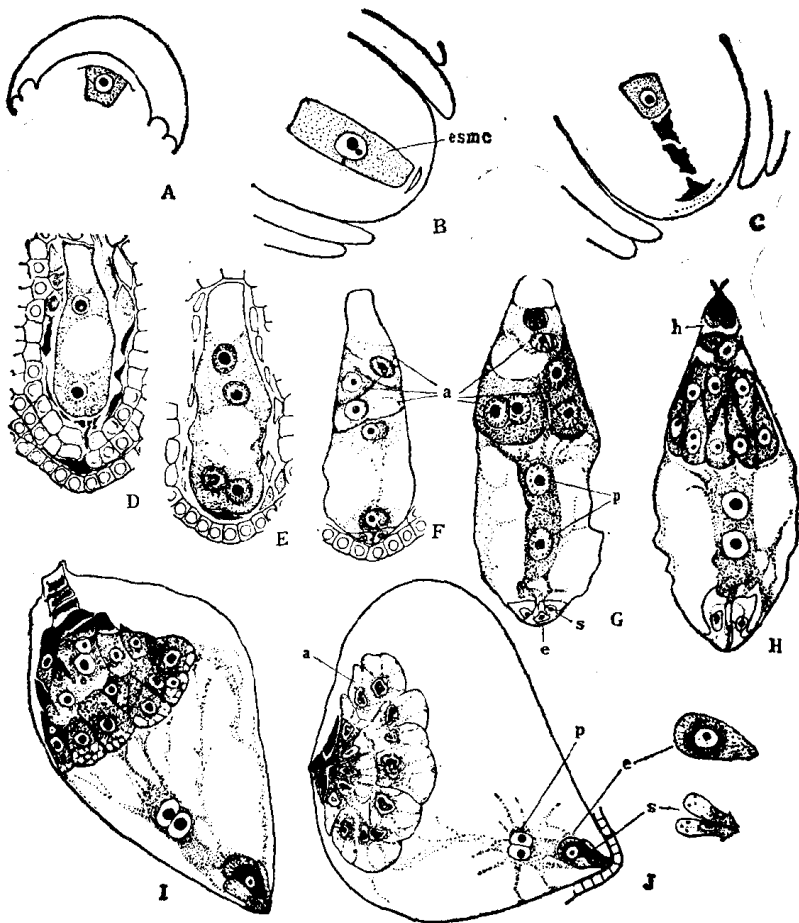


图 1.2 小麦雌配子（胚囊）的发育过程（星川清亲等, 19609）

A, 在珠心组织顶端表皮下分化造孢细胞 B, 胚囊母细胞 (esmc) 发育 C, 减数分裂后, 外侧三个细胞退化, 最里面的细胞发育。胚珠从顶生逐渐变为倒生 D, 胚囊分裂的二核期 E, 四核期 F, 八核期, 珠孔侧的三个核细胞化并构成卵器。合点侧的三个核也成为三个反足细胞(a) G, 中央的两核接近成为极核(p)。反足细胞分裂 H, 反足组织发育, 在合点侧产生吸足(h) I, 胚囊开始肥大 J, 开花之前胚囊完成。把卵细胞(e)和两个助细胞(s) 分别放大表示。反足组织稍退化, 吸足也退化

体退化¹⁰⁾。两个助细胞如图1.2 J 所示的那样连接着, 其顶端有键状突起, 连接着胚囊珠孔侧的顶端。

胚囊生长所需要的物质, 由珠被→合点部→胚囊, 或从珠被