



7th International
STRAWBERRY
SYMPOSIUM
第七届世界草莓大会

Beijing · China 中国 · 北京

第七届世界草莓大会系列译文集—11

草莓的基本原理

——生态与栽培技术



【日】森下昌三 著

张运涛 李新贤 雷家军 等译校

译外借



中国园艺学会草莓分会
Strawberry Association of China
Society for Horticultural Science
SAC

中国农业出版社



第七届世界草莓大会系列译文集-11

草莓的基本原理

——生态与栽培技术

【日】森下昌三 著

张运涛 李新贤 雷家军 等 译校



中国农业出版社
China Agriculture Press

图书在版编目 (CIP) 数据

草莓的基本原理：生态与栽培技术 / (日) 森下昌
三著；张运涛等译. —北京：中国农业出版社，
2016.10

ISBN 978-7-109-22063-8

I. ①草… II. ①森… ②张… III. ①草莓-果树园
艺 IV. ①S668.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 208166 号

ICHIGO NO KISOCHISHIKI by Masami Morishita

Copyright © 2014 by Masami Morishita

All rights reserved.

Original Japanese edition published by Seibundo Shinkosha Publishing Co., Ltd.

This Simplified Chinese language edition is published by arrangement with Seibundo Shinkosha Publishing Co., Ltd., Tokyo in care of Tuttle-Mori Agency, Inc., Tokyo

本书简体中文版由 Masami Morishita 和 Seibundo Shinkosha Publishing Co., Ltd. 授权中国农业出版社独家出版发行。本书内容的任何部分，事先未经出版者书面许可，不得以任何方式或手段复制或刊载。

北京市版权局著作权合同登记号：图字 01-2016-6270 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 张 利

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2016 年 12 月第 1 版 2016 年 12 月北京第 1 次印刷

开本：787mm×1092mm 1/16 印张：10.75 插页：1

字数：235 千字

定价：100.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误，请向出版社发行部调换)

预 祝

“第十二届中国（辽宁·东港）草莓文化节
（2016年12月26~28日）”
成 功 召 开

鸣 谢

感谢东港市人民政府对本次大会的支持和对本书出版的资助！



中国园艺学会草莓分会
2016年11月20日

《第七届世界草莓大会系列译文集》编委会

名誉主任

束怀瑞 邓明琴 刘 艳 高 华 李云伏

主 任

李成贵 袁家锐

副 主 任

寇文杰 刘作仁 张 虹 邢春炜

委 员

张真和 涂宏汉 施 海 张 平 蒋爱丽

程晓仙 秦向阳 王玉柱 张开春 张运涛

雷家军 张志宏 王春花 姜兆彤 李怀宝

赵密珍 姜卓俊 马廷东

主 译 校

张运涛 李新贤 雷家军

副 译 校

陈 莉 王春花 王桂霞 董 静 钟传飞

孙 瑞 齐长红

译校人员（按姓名拼音排序）

常琳琳 陈 莉 刁玉峰 董 静 谷旭琳

黄月静 纪虹宇 姜兆彤 雷家军 李新贤

石 琨 孙 静 孙 瑞 王春花 王桂霞

王丽娟 王平平 张宏力 张敬强 张运涛

张志宏 钟传飞 朱秀珍

草莓是多年生草本果树，是世界公认的“果中皇后”，因其色泽艳、营养高、风味浓、结果早、效益好而备受栽培者和消费者的青睐。我国各省、自治区、直辖市均有草莓种植。据不完全统计，2014年我国草莓种植总面积达140 000 hm²，总产量350万t，总产值已超过350亿元，从而成为世界草莓生产和消费的第一大国。草莓产业已成为许多地区的支柱产业，在全国各地雨后春笋般地出现了许多草莓专业村、草莓乡（镇）、草莓县（市）。近几年来，北京的草莓产业发展迅猛，漫长冬季中，草莓的观光采摘已成为北京市民的一种时尚、一种文化，草莓业已成为北京现代都市型农业的“亮点”。随着我国经济的快速发展、人民生活水平的极大提高，毫无疑问，市场对草莓的需求将会进一步增大。2010年，“草莓产业技术与试验示范”被农业部列入公益性行业（农业）项目，对全面提升我国草莓产业的技术水平产生了巨大的推动作用。2011年，北京市科学技术委员会正式批准在北京市农林科学院成立“北京市草莓工程技术研究中心”，旨在以“中心”为平台，汇集国内外草莓专家，针对北京乃至全国草莓产业中的问题进行联合攻关，学习和践行“爱国、创新、包容、厚德”的“北京精神”，用“包容”的环境保障科技工作者更加自由地钻研探索；用“厚德”的精神构建和谐发展的科学氛围和良性竞争环境。

我们必须清醒地认识到，我国虽然是草莓大国，但还不是草莓强国。我国在草莓品种选育、无病毒苗木培育、病虫害综合治理及采后深加工等方面同美国、日

本、法国、意大利等发达国家相比仍有很大的差距，这就要求我们全面落实科学发展观，虚心学习国内外的先进技术和经验，针对我国草莓产业中存在的问题，齐心协力、联合攻关，以实现中国草莓产业的全面升级。

第七届世界草莓大会（中国·北京）已于2012年2月18~22日在北京圆满结束，受到世界各国友人的高度评价。为了学习国外先进的草莓技术和经验，加快草莓科学技术在我国的普及，在大会召开前夕已出版3部译文集的基础上，中国园艺学会草莓分会和北京市农林科学院组织有关专家将继续翻译出版一系列有关草莓育种、栽培技术、病虫害综合治理、采后加工和生物技术方面的专著。我们要博采众长，为我所用，使中国的草莓产业可持续健康发展。

《草莓的基本原理——生态与栽培技术》是由日本著名草莓专家森下昌三博士编写而成，本书除介绍草莓的基本知识外，还详细论述了日本草莓的育种历史和最新成就，介绍了日本促成栽培的关键技术及夏秋栽培品种的特性和栽培要点。森下昌三博士从事草莓研究30余年，他像其他日本草莓专家一样对草莓各个方面进行了深入细致的研究，日本草莓专家这种“工匠精神”是值得我们每个中国草莓工作者认真学习的。总之，这是一本很有价值的书，我已精读了5遍，每读一次都有收获，希望中国的草莓同仁静下心来精读这本书！

中国园艺学会草莓分会理事长 张运涛 博士

2016年8月

草莓引入日本已有 140 年历史。日本草莓栽培在借鉴欧美经验的同时，实现了自主发展。

与欧美草莓相比，日本草莓的口感完全不同，甚至令人惊讶。欧美的草莓酸味浓，与其说是水果，倒更像是蔬菜，而日本的草莓甘甜，香气醇厚。栽培方法也存在差异，日本利用大棚进行冬春季的促成栽培是主流，而欧美普遍为自然条件下的露地栽培。

日本在明治时期就萌生了草莓促成栽培的想法。同期，欧洲建设了很多温室，但没有利用到草莓营利性栽培上。我虽不能说明为何日本促成栽培会如此发达，草莓会变得如此甘甜，但我认为，向欧美学习且不断进行日本化的制造业的总潮流，不仅表现在工业制品方面，在农产品方面也是共通的。

依据联合国粮农组织（FAO）的统计（2012 年），日本是世界第七大草莓生产大国。同时，依据第 88 号农林水产省统计表（平成二十四至二十五年），鲜果流通量方面草莓荣登第三大经济作物，仅次于番茄和柑橘。每年零售总额可达约 1500 亿日元。我曾想写一本关于日本草莓栽培发展史的书，机缘巧合，诚文堂新光社发来著书邀请，我欣然接受。

20 世纪 90 年代初期日本泡沫经济崩溃，日本经济陷入长期低迷状态，草莓价格与其他物价一样都比较低迷。在栽种面积和产量减少的情况下，为恢复到 20 世纪 70～80 年代的盛况，生产、流通、销售各个领域必须齐心协



力，重振草莓产业。为写本书，收集了学会杂志、机关杂志、商业杂志等，从中整理出关于草莓栽培、育种、病虫害、土壤肥料、流通等方面的战前战后的研究技术报告1 000多份，虽谈不上细心钻研，也是涉猎其中了。将所有资料列举书中进行解说不是本书主旨，而且也不是我力所能及的。我把在工作期间抱着极大兴趣学习及研究过程中认为对草莓生产非常重要的事项记述在本书中。同时，通过对品种、栽种模式、成花诱导方法的变迁的记述，记录了日本草莓栽培的发展历史。其中，引用了各位前辈的珍贵文献作为参考，在此表示衷心的感谢。

至今出版的草莓栽培、生理相关的书籍很多，无疑都对提高和普及生产技术起了很大作用。本书辑入了当今最新研究成果，希望能够加入这众多书籍的行列，为生产者、技术指导者、研究者、学生们提供参考。

深切感谢给我执笔机会的诚文堂新光社以及发行过程中各位的鼎力相助。

森下昌三

于久留米

2014年7月

目录

译者序
序

第1章 栽培草莓的诞生和传入日本的历史	1
1. 栽培草莓的诞生	1
2. 传入日本的来历和普及	1
(1) 栽培规范化和早熟栽培	2
(2) 战前草莓生产已扩展到全国	2
第2章 栽培模式和生产量	4
1. 栽培面积和产量以及价格	4
2. 收获期的延长和栽培技术的开发	5
3. 栽培模式的种类和特征	7
(1) 栽培模式的种类和变迁	7
(2) 促成栽培	8
(3) 半促成栽培	10
(4) 露地和早熟栽培	11
(5) 抑制栽培	11
(6) 夏秋期间栽培	11
第3章 草莓的各个器官及其特性	12
1. 根	12
2. 短缩茎	13



3. 叶	13
4. 花和果实	14

第4章 不同生育阶段的生理生态

15

1. 匍匐茎的发生和育苗	15
(1) 匍匐茎	15
(2) 子株的形成	16
(3) 匍匐茎的产生与日长及温度的关系	16
(4) 匍匐茎的发生和低温需求量	17
(5) 育苗	17
2. 花芽分化的主要因素	19
(1) 花芽分化	19
(2) 花芽分化期	19
(3) 花芽分化与温度和日长	20
(4) 氮肥对开花的影响	24
(5) 苗龄对花芽分化的影响	24
(6) 品种间的早晚熟性差异与遗传	25
3. 花芽的发育	28
(1) 花芽的发育过程	28
(2) 第1花序顶花的发育和内藏叶数	29
(3) 第2花序的分化和侧枝叶数	29
(4) 花序的形态	30
(5) 花芽的发育与日长和温度	31
(6) 花芽发育阶段和定植时期	31
4. 开花和收获	32
(1) 花序内小花的开花	32
(2) 小花的大小和单果重	32
(3) 成熟天数	34
(4) 果实的生长	35
(5) 每株或每花序的果实重量增加量	38
(6) 果实整齐度与花序的形态	42
5. 休眠	43

(1) 休眠的定义	43
(2) 休眠的开始和觉醒时期	43
(3) 打破休眠和低温需要量	45
(4) 休眠和成花	46
(5) 休眠和匍匐茎的发生	49
(6) 预防矮化的方法	50
第5章 果实的品质	52
1. 品质的定义	52
2. 单果重	52
3. 糖度	54
4. 酸度	56
5. 糖酸比	57
6. 果实颜色	58
7. 果实形状	60
8. 硬度	61
9. 香气	62
10. 维生素 C	63
11. 瘦果的颜色和深浅	63
第6章 品种和育种	66
1. <i>Fragaria</i> 属的种群	66
2. 栽培草莓的染色体	67
3. 品种改良的历史	67
(1) 明治时期至 1945 年	68
(2) 1946—1975 年	70
(3) 1976—1985 年	71
(4) 1986—2000 年	72
(5) 2001 年至今	73
4. 杂交亲本和杂交组合	74
5. 日本品种和欧美品种的差异	75
6. 促成栽培专用品种的育种	76



(1) 杂交与采种	76
(2) 播种	77
(3) 实生苗的成长	77
(4) 选定杂交亲本	77
(5) 选拔场所	78
(6) 育种年限	79
(7) 育种程序	79
7. 耐病性的育种	80
8. 早熟实生个体的选拔	80
9. DNA 标记选拔	82
10. 最近的主要品种	82
11. 种子繁殖型品种	85
12. 十倍体品种	87
第7章 促成栽培	89
1. 序言	89
2. 采苗	89
(1) 种苗	89
(2) 种苗苗床和采苗	92
3. 育苗	93
(1) 假植床（地床）	93
(2) 营养钵育苗	93
(3) 小营养钵和穴盘育苗	94
(4) 育苗设施	95
(5) 育苗管理	96
4. 促进花芽分化的处理	96
(1) 高冷地育苗	96
(2) 夜冷短日处理	96
(3) 低温暗黑处理	97
(4) 第1花序和第2花序的连续性	98
5. 生产园的准备	99
6. 定植	100

7. 保温开始前的管理	100
8. 保温到收获的管理	101
9. 开花始期	102
10. 疏花疏果	102
11. 收获日期的预测	103
12. 蜜蜂放养	104
13. 电照	105
14. 施用 CO ₂	106
15. 收获、装箱和上市	107
16. 病虫害	108
(1) 白粉病	108
(2) 灰霉病	108
(3) 炭疽病	109
(4) 镰孢枯萎病	110
(5) 病毒病	111
(6) 螨类	111
(7) 蚜虫类	111
(8) 蓟马类	112
(9) 夜蛾类	112
17. 高架栽培	112
18. 短缩茎的温度控制	115
第8章 夏秋草莓(四季性品种)	118
1. 夏秋收获栽培	118
2. 夏秋收获草莓的生产现状	120
3. 四季性品种的特征	121
4. 四季性品种的开发	121
(1) 战前至 20 世纪 70 年代的品种	123
(2) 20 世纪 80 年代的品种	123
(3) 20 世纪 90 年代以后的品种	123
5. 公共机构开发的主要四季性品种	124
6. 不同品种的栽培面积	126



7. 四季性品种的遗传	126
8. 四季性的强度	128
(1) 四季性的强度和花序数量、侧茎叶片数的关系	129
(2) 不同品种间四季性强度的差异	130
(3) 利用早晚性对四季性强度的选拔	132
9. 影响四季性品种成花的原因	132
(1) 苗龄对成花的影响	132
(2) 低温需要量对成花的影响	133
(3) 温度对成花的影响	133
(4) 日长对成花的影响	134
(5) 自封顶现象	137
第9章 夏秋收获栽培技术	139
1. 栽培模式	139
2. 育苗	139
3. 成花诱导处理	140
4. 定植	142
(1) 秋定植	142
(2) 春定植	142
(3) 夏定植	142
5. 定植后的管理	142
(1) 秋定植	142
(2) 春定植	142
6. 从开花到收获	143
(1) 秋定植	143
(2) 春定植	143
7. 运输	145
8. 高架栽培设施	145
9. 生产和流通方面的课题	147
索引	149

第 1 章

栽培草莓的诞生和传入日本的历史

1. 栽培草莓的诞生

草莓是蔷薇科草莓属 (*Fragaria*) 小果树，自然界中已知有 20 个种。大多分布在亚洲、欧洲以及美洲大陆等，染色体以基本数量为 7 的二倍体、四倍体、六倍体、八倍体、十倍体等各种类而存在。仅在日本就有日本草莓 (*F. nipponica*)、饭沼草莓 (*F. iinumae*)、蝦夷草莓 (*F. yezoensis*) 以及森林草莓 (*F. vesca*) 4 个种，每种染色体数量都是 14 条，为二倍体种，人们现在食用的凤梨草莓 (*F. × ananassa*) 是八倍体。这是八倍体野生种智利草莓 (*F. chiloensis*) 和弗州草莓 (*F. virginiana*) 杂交产生的杂交种草莓，是自然界没有、人类培育出来的植物。

在哥伦布第一次发现美洲大陆之后，欧洲人开始了探索新大陆之旅，并将那里的各种植物带回到欧洲大陆。草莓就是众多植物中的一种，1629 年从北美大陆引进了弗州草莓，1714 年从南美大陆引进了智利草莓。弗州草莓引入欧洲后，欧洲人可以直接食用并流传至今，然尔智利草莓属于雌株，单独不能结出果实。18 世纪中期，在荷兰，这两个种相遇在一起，通过杂交产生了凤梨草莓。该杂交草莓的外形和香味都与菠萝相近，所以命名为 *ananassa* (菠萝之意)。在之后的岁月里，杂交草莓在欧洲和北美经过不断改良，向全世界传播。

2. 传入日本的来历和普及

据史料记载，草莓第一次传入日本是在江户末期的 1830 年左右。因草莓是乘着荷兰船只来到日本，也就被称为荷兰草莓。但这种草莓没有扎下根来。

到了明治时期，随着农业近代化的发展，从欧美国家引入了各类种苗。在福羽逸人先生所著的《蔬菜高等栽培法》中记载有草莓是在 1872 年（明治五年）从美国引入到东京的开拓使青山试验场的，而在《大日本农业史》中记载到 1875 年（明治八年）驻美国领事高木三郎先生将草莓苗送给了劝农寮（新宿御苑）。那时，津田仙（津田塾大学的创立者津田梅子的父亲，学农社的创始人）利用麻布培育草莓，备受赞誉。1876 年（明治九年）津田仙的弟子福羽逸人尝试了草莓的促成栽培，进入明治 30 年代，开始了外国品种的商业栽培。

(1) 栽培规范化和早熟栽培

草莓栽培的规模化是从大正时期开始的。关东区域是东京都、千叶县、神奈川县等，东海区域是静冈县、爱知县，关西区域是大阪府和兵库县等，在这些地区栽培了外国品种如‘精品’（Excelsior）、‘莫雷尔博士’（Docteur Morel）、‘马古恩’（Maguen）、‘维多利亚’（Victoria）、‘新俄勒冈’（New Oregon）等。长野县栽培的草莓是果酱专用的，富山县利用水田复种培育草莓。栽培方法发展到今天没有发生太大变化。8月中下旬从母株苗床内采集子苗，然后将它们栽培到假植床上进行培育，11月上旬再定植到生产园中，翌年5月左右就可以收获了。

在那个时代就已经实行了称为木框温床栽培的早收栽培。不确定木框温床栽培是从何时开始的，但大正时期主要集中于城市近郊地区。利用木头或者混凝土制作成框子，在上面遮盖油纸拉窗或者是玻璃拉窗、草帘等进行保温，通过频繁的开闭操作调节温度。现今称作促成栽培的这种栽培法，每个宽120cm×长360cm的木框内可以栽种60~120株草莓。木框方向要朝南，屋面呈倾斜式或者阶梯式，尽可能多地接受日光照射。品种采用的是早熟品种‘福羽’等，收获期从12月开始持续到第二年春天的露天草莓上市的时候。据有关文献记载，静冈县庵原郡蒲原町附近1917年（大正六年）、东京都足立区大谷町附近1920年（大正九年）、神奈川县高座郡寒川町附近1919年（大正八年）开始了木框温床栽培。

与木框温床栽培一样以早收为目的进行设计的栽种方法还有静冈县久能地区的石墙栽培。这种栽培法是让匍匐茎爬上石墙，结出的果实可以提前着色。这是由荻原清作于1902年（明治三十五）左右开创的（也有不同说法）。当时，拾取海岸边的卵石构筑了石墙，1926年（昭和元年）左右换用混凝土，利用品种有‘维多利亚’和‘精品’（Excelsior）、‘单兹将军’（General Chanzy）等。‘福羽’品种长势和耐暑能力较弱，所以当时没有用于石墙栽培。6月下旬左右假植，9月下旬至10月上旬进行定植，防寒方面采用草帘，但也用到了油纸拉窗或者是玻璃拉窗。收获期是12月至翌年5月，收获后进行装箱销售。箱子下面铺上菜叶子作为缓冲物，同时为了防止果实之间互相摩擦，将石蒜花的叶用作缓冲材料。‘福羽’的果实则用脱脂棉作为缓冲材料。

(2) 战前草莓生产已扩展到全国

三个品种单株产量是‘福羽’7~10个果实，‘维多利亚’和‘精品’都是15~30个果实。与现在相比，产量非常低，草莓价格也因品种不同而不同，同时消费量不多有时也会产生供给过剩的情况，价格一路走低。1929年（昭和四年）的神田市场价格表中显示‘福羽’比起久能草莓（主要是‘维多利亚’，其他还有‘精品’和‘单兹将军’）稍微高一些（表1-1）。同时，由于果实大小和时期的不同，价格也会发生变化，个头大的比起个头小的、冬季比起春季价格也高。冬季的‘福羽’平均一盒售价1日元。当时教师初次任职的工资是50日元，木匠的工钱是3日元左右。由此可见‘福羽’草莓是多么高价的水果。‘福羽’草莓比起久能草莓个头大且外观好看，香气浓，作为高级水果受到青睐。