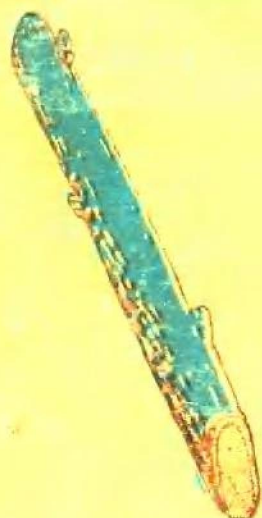


植物扦插理论与技术

[日]森下文郎 大山浪雄著 李云森 译



中国林业出版社

植物扦插理论与技术

〔日〕 森下义郎 著
大山浪雄

李云森 译

中国林业出版社

造園木の手引/さし木の理論と実際

森下 義郎
大山 浪雄 = 共 著

根据日本地球出版株式会社 1972年7月10日第一版译

植物扦插理论与技术

〔日〕森下义郎 大山浪雄 著

李云森 译

中国林业出版社出版（北京西城区刘海胡同七号）
新华书店北京发行所发行 天津蓟县百花印刷厂印刷

850×1168 毫米 32 开本 12.25 印张 309千字

1988 年 8 月第一版 1988 年 8 月第一次印刷

印数 1—3000 册 定价：3.45元

ISBN7-5038-0297-9/S·0156

前 言

在遗传特性还未得到很好改良的林木群体中，一般不仅混杂有品质不良的个体，而且即使表型优良的个体，由于接受来自遗传性状不良个体的花粉，也隐藏着各种不良的遗传因子，如果进行种子繁殖，将会出现比亲本品质更差的后代。而且即使是一般栽培的木本或草本植物，对于其中具有优良性状的亲本，要想用种子繁殖方法充分维持其发育阶段，稳定其优良性状，也是不容易的。因此，与其进行种子的纯系化工作，还不如在扦插或嫁接等无性繁殖的条件下进行选择以及其它品种改良工作，其效果将会更好。

扦插繁殖的方法简便，可以降低育苗成本，但其主要意义还在于，它和种子繁殖不同，不改变遗传因子，可将亲本的优良遗传性状继承下来。但是，目前在扦插中困难的树种或品种还相当多，而且即使是扦插容易的树种，也常常遭到失败而不能取得效果。

扦插具有悠久的历史，在过去的许多文献上，记载了各种不同的方法，而且举出了例子。许多现在还认为是扦插困难的植物，按照当时某些专家所自夸的方法，似乎相当容易成活，但事实上如果完全仿照那些方法去做，还是不容易成活，分析其原因，主要是在扦插中不顾条件的差异，而照搬套用，结果适得其反，遭到失败。

关于扦插问题，过去虽然进行过多次研究，但是对于各种条件进行系统的分析，以及充分查明影响扦插成活的种种原因等，可以说还是很不够的。并且在以往的研究中存在着一种倾向，对

某些细小问题非常注意，而对带有根本性的重要问题反而予以忽略，而且当其失败时，往往出乎意料地把本质上的原因随意放过。

但是幸好，到目前为止，对于影响扦插成活的主要条件这样重要的问题，已纳入新的科学领域，进行分析研究，对于在不同的树种、品种或插穗和插床等条件下如何相应地进行扦插的问题，已经有了相当深入的了解。而且对于以往认为扦插困难的树种，扦插成活率也逐渐有了较大的提高。

一般来说阻碍扦插成活的基本原因并不是那么多。因此，对于树种、品种的特性和当时的穗条、扦插场地等条件，应当很好地了解，不应该拘泥于细节，而忽略本质性的重要问题。

在本书中首先介绍有关扦插的基础知识，而且着重对影响扦插成活的各种条件进行详细地分析，作者把在试验研究中所得到的新知识，也尽可能地写入。在“扦插技术的应用”一篇中，按扦插作业的顺序具体地介绍其方法，在本书末尾，编有“植物扦插方法一览表”，列举了各种造林绿化树种、园林树种、特用经济树种、果树、观赏树种和花卉等，并简要地记载其扦插法要点。本书如能起到学术参考书的作用，或作为育苗专业人员的业务书籍，以及作为一般植物爱好者的入门书籍之用，那将是很荣幸的。

著者在研究过程中，承蒙九州大学名誉教授佐藤敬二博士、东京农业大学教授仓田益二郎博士、原大原农业研究所所长西门义一博士、原九州大学名誉教授吉井甫博士和原玉川大学教授长谷川孝三博士等的指导和协助，在执笔过程中得到林业试验场岩川盈夫部长的帮助，在出版过程中得到林野厅研究计划官佐藤卓，以及地球出版股份有限公司户田光晴、户田实和森山俊治等的热情关照，在此表示衷心的感谢，同时对本书中引用各种文献资料的著者表示深切的敬意。

森下义郎
大山浪雄

目 录

前 言

绪 论

一、植物扦插的意义	(1)
1. 扦插的定义	(1)
2. 扦插的优点和缺点	(1)
(1) 优点	(2)
(2) 缺点	(2)
二、扦插的历史与现状	(3)
1. 历史	(3)
2. 日本的现状	(6)
三、插条的生理	(8)
1. 植物的再生机能	(8)
2. 插穗生根的机理	(10)
四、扦插法的种类	(13)
1. 按插穗材料分	(13)
2. 按基部切口形状分	(17)
3. 按扦插季节分	(19)
4. 按插床场地分	(19)
5. 按插床材料分	(20)
6. 按扦插操作分	(20)
7. 按扦插位置分	(21)
8. 其它特殊方法	(23)

扦插成活的条件

一、干旱及其防止	(28)
1. 扦插前的干旱及其防止	(29)
(1) 插穗耐旱的限度	(29)
(2) 插穗的水分散失速度	(31)
(3) 扦插前的干旱防止办法	(33)
2. 扦插后的干旱及其防止	(35)
(1) 插穗的蒸腾量	(35)
(2) 扦插后的干旱与成活	(37)
(3) 扦插后的干旱防止办法	(38)
二、腐烂及其防止	(44)
1. 病原菌及其侵染	(46)
(1) 病原菌的种类	(46)
(2) 病原菌的传播和侵染力	(47)
(3) 病原菌入侵的部位和病变	(49)
2. 插穗条件与腐烂及其防止	(54)
(1) 树种、品种与腐烂的关系	(54)
(2) 插穗的年龄、生理状态与腐烂的关系	(56)
(3) 采条季节与腐烂的关系	(57)
(4) 通过穗条贮藏防止腐烂	(65)
3. 插床条件与腐烂及其防止	(66)
(1) 插床材料与腐烂的关系	(66)
(2) 插床水分与腐烂的关系	(72)
(3) 插床温度与腐烂的关系	(73)
4. 杀菌剂和切口保护的防腐效果	(75)
(1) 杀菌剂的消毒效果	(75)
(2) 切口保护方法及其效果	(80)
三、插穗生根能力及其促进方法	(83)
1. 促进生根的物质及其作用	(85)

(1) 根原始体形成所必需的物质	(86)
(2) 生根所必需的营养物质	(89)
2. 妨碍生根的物质及其作用	(92)
(1) 妨碍生根物质的种类及其作用	(92)
(2) 生根阻碍作用的机理	(97)
(3) 生根阻碍物质生成的原因	(97)
3. 亲本的条件与生根能力	(98)
(1) 树种和品种与生根特性	(99)
(2) 亲本个体与生根特性	(101)
(3) 亲本年龄与生根特性	(103)
(4) 亲本营养与生根特性	(105)
4. 插穗的条件与生根能力	(105)
(1) 萌芽枝的生根特性	(106)
(2) 采条部位与生根特性	(107)
(3) 插穗年龄与生根特性	(109)
(4) 采条时期与生根特性	(111)
(5) 插穗大小和切制方法与生根特性	(116)
5. 促进插穗生根的方法	(123)
(1) 穗条培育法	(123)
(2) 插穗处理法	(131)
6. 插床环境条件与生根	(143)
(1) 插床材料的种类与生根	(144)
(2) 插床水分、氧与生根	(152)
(3) 湿度与生根	(154)
(4) 温度与生根	(155)
(5) 光线与生根	(160)

扦插技术的应用

一、穗条的准备	(165)
1. 亲本的选择和培育与穗条的培育	(166)
(1) 亲本的选择和培育	(166)
(2) 穗条的培育	(169)

(3) 亲本的营养与培肥·····	(171)
(4) 采穗量·····	(173)
2. 采穗和扦插的时期·····	(175)
(1) 春季扦插·····	(176)
(2) 夏季扦插·····	(179)
(3) 秋季扦插·····	(180)
(4) 冬季扦插·····	(182)
3. 穗条的采集与贮藏·····	(183)
(1) 穗条采集方法及处理·····	(183)
(2) 穗条的贮藏方法·····	(187)
4. 插穗的切制·····	(192)
(1) 插穗的年龄和大小·····	(192)
(2) 插穗的切制方法·····	(196)
(3) 插穗切制后的浸水·····	(201)
5. 插穗的处理·····	(203)
(1) 插穗消毒·····	(203)
(2) 生根促进处理·····	(203)
(3) 蒸腾抑制剂处理·····	(213)
二、插床的准备·····	(214)
1. 扦插场地的选择和环境的布置·····	(215)
(1) 露地扦插·····	(215)
(2) 利用太阳能加温·····	(217)
(3) 电热温床的设置·····	(221)
(4) 喷雾灌水装置的设置·····	(224)
(5) 垫壁风扇冷室装置的设置及其它·····	(228)
2. 插床材料的选择与作床·····	(229)
(1) 插床材料的选择·····	(229)
(2) 作床方法·····	(230)
3. 插床的病虫害及杂草的预防与施肥·····	(232)
(1) 病虫害及杂草的预防·····	(232)
(2) 施肥·····	(234)
三、扦插及其以后的管理·····	(235)

1. 扦插方法.....	(235)
(1) 扦插密度.....	(235)
(2) 扦插深度.....	(236)
(3) 扦插操作.....	(237)
2. 扦插后的管理.....	(241)
(1) 灌水.....	(241)
(2) 遮荫.....	(243)
(3) 其它.....	(244)
四、成活过程及其管理.....	(245)
1. 枯萎和生根的过程.....	(245)
2. 施肥.....	(247)
3. 换床.....	(247)
五、扦插苗的生产费用.....	(251)
1. 扦插需要的经费.....	(252)
2. 换床需要的经费.....	(254)
六、山地直接扦插造林的实用性.....	(256)
1. 直接扦插造林可能的树种和品种.....	(256)
2. 直接扦插造林可能的立地条件.....	(257)
3. 直接扦插造林的方法和造林后的管理.....	(258)
(1) 扦插时期.....	(258)
(2) 穗条的采取和切制.....	(259)
(3) 扦插方法及扦插后的管理.....	(259)
4. 直接扦插造林的费用.....	(260)

植物扦插方法一览表

针叶树类.....	(265)
常绿阔叶树类.....	(275)
落叶阔叶树类.....	(301)
木本状植物.....	(336)
草本类.....	(339)
参考文献.....	(369)
译后语.....	(380)

绪 论

一、植物扦插的意义

1. 扦插的定义

扦插是用植物体的茎或根的一部分作为繁殖材料，促使其发生不定根或不定芽，培育成根茎兼备、完全独立植株的一种无性繁殖法。无论是木本还是草本，只要它的枝或茎、根或叶、以及地下茎等，具备了形成独立个体的能力，就可以取其一部分进行无性繁殖。

扦插这个词的英语叫作Cutting，一般把所用材料的名称加在前面称呼，而且把通过扦插进行的无性繁殖技术叫作Cuttage。在日本，扦插一词原来也含有用树木的枝条或茎干的一部分进行栽插繁殖的意思，因此一般称为“插木”。但扦插的材料不限于树木的枝干，其它部分例如根、叶、芽，以及草本植物的嫩茎、幼芽、地下茎等，都可能形成完全独立的个体，用这些来繁殖也应当属于扦插，而且常常将这些不同材料的扦插分别叫作枝插、茎插、根插、叶插和芽插等。

2. 扦插的优点和缺点

扦插是无性繁殖的一种主要方法，它同嫁接、压条、分株等方法一样，可以把亲本的遗传素质原原本本地继承下来，这一点具有很重要的意义。和种子繁殖相比较，扦插具有以下的优点和缺点。

(1) 优点

①能够将亲本的优良遗传性状很好地保存下来，通过扦插可以培育出个体之间遗传性状比较一致的无性系（Clone）。因此，如果发现有价值的芽变，通过扦插可以培育成优良品系。如银杏、杨梅等雌雄异株植物，可以通过扦插有目的地繁殖雌株或雄株；可以用扦插来繁殖杂交第一代的优良个体；对于具有斑点或花纹的胡颓子、麝香百合和叶子镶边的虎尾兰等，可以通过根插、叶插或鳞片插，来保持这些品种的斑点或花纹等特征，也可用不带斑纹的组织分化出的新芽，通过扦插培育没有斑纹的品种。

②有些花卉的重瓣品种和不育性强的品种，或多年才能达到结实，或结实的丰歉年差异很大的植物，以及在不易选种的场合，都可用扦插繁殖。

③如果条件适合，进行扦插育苗或直接扦插造林，可以节省劳力，降低生产费用。

④扦插可以在短期内培育出大苗，缩短育苗时间，提高土地利用率。还可以根据插穗大小，有计划地在预定期间内培育出一定规格的苗木。

⑤正常的扦插苗根系伸展良好，栽植成活率高，生长快。还可以通过扦插专门培育低矮的适合盆栽的观赏花木。

⑥扦插苗一般比较健壮，对病虫害、干旱及霜冻的抵抗力强。例如柳杉^①扦插苗，对赤枯病的抗性强，抗寒性也较强。

⑦扦插苗一般比实生苗开花结实早，可以通过扦插来达到提前开花结实的目的，这是优点。当然，开花结实过早可能促使树木衰退，这对于用材林木培育来说是不太理想的，但柳杉等树种可以选择开花结实少的遗传性状优良的亲本来进行造林。

(2) 缺点

①有些树种或品系扦插生根困难，扦插繁殖目前还不能应

①本书中所说的柳杉，均指日本柳杉。——译者注

用于生产。许多树种随着亲本年龄的增加，插穗生根能力显著下降。

②在生产上一时要采集大量插穗，困难较多，一来是数量不足，二来会过度损伤母树。和种子相比，穗条的贮藏和处理比较费事。

③成活力不强的树种或品系，对环境条件要求很高，必须考虑具备各种适合条件，否则不能取得良好的扦插效果，特别是在干旱或寒冷地带，以及土壤条件不适合的地方，扦插效果很差。扦插的操作和管理也比较费工。

④由于受树种特性或插穗材料的影响，扦插苗往往保持原来侧枝的特点，直立性差，树形杂乱，出现偏冠等现象。

⑤有些品系或高龄亲本的扦插苗，初期生长很慢。

⑥柳杉、扁柏^①等树种虽然问题不大，但扦插容易长侧根，如果用根系偏向一边的细弱苗木造林，容易遭受风害，而且一般寿命不长，有的还容易出现心腐病。

⑦前面谈到的缺点是扦插繁殖比实生繁殖开花结实早，对用材林的培育不利。但对于柳杉等用材树种，可以选择开花结实少的遗传品性优良的亲本进行造林，这个缺点是可以避免的。

二、扦插的历史与现状

1. 历史

人们将柳树等枝条插入土中，这些枝条会自然生根发芽，长成独立的植株，这样的事例常有，甚至在人类有史以前就有了，而且这和人们有意识地进行扦插并无本质上的差异。

过多地考证扦插的起源没有什么意义，但是在很早以前，人

^①本书中所说的扁柏，均指日本扁柏。——译者注

们就重视园艺植物的繁殖方法。例如，古代希腊的特奥弗拉斯托斯（Theophrastos，公元前370—287年）、克尔托（Crto，公元前234—149年）和罗马的普利尼（Pliny，公元23—79年）等，已在文献中记载。在中国现存最古老的农书《齐民要术》（532—549年）等书中也有记载^①。

在日本的《宪教类典抄》（1611）、《花坛纲目》（1681）、《花谱》（1694）、《树种秘要》（1809）、《草木育种（上）》（1816）等文献中，从17世纪起，已记载了插木、扞木、扞插、挟枝、挟木、指木、刺木、櫟木等方法^{108、220}，如果考证这些繁殖技术在日本的发展过程，追溯其来源，可能是很早以前，随着大陆文化的传播而引进的，或许是随着佛教的传播而带来的。

柳杉是日本的主要造林树种，具有悠久的历史，大分县速见郡由布村的“逆柳杉”，相传是景行天皇西征之时（4世纪前半期）扞插的；福岡市香椎宫的“绫柳杉”是神功皇后征伐新罗归来时（4世纪）扞插的；奈良县宇陀郡内牧村的老柳杉，是弘法大师游历各国之时（7世纪初期）扞插的；在福岡县朝仓郡小石原村有500多株“行者柳杉”，是从14世纪初即镰仓时代末期到15世纪前半期扞插的¹⁰⁹。尽管这些传说不一定确切，其真伪有待进一步考证，但可以说明，柳杉扞插繁殖的历史在日本已经相当悠久。据九州英彦山的古籍所载，在镰仓时代以后（14世纪）已经开始柳杉扞插造林¹⁰⁹。

但是，柳杉的扞插在生产上比较普遍地开展是在17世纪初期，据史籍记载，元和9年（1623），宫崎县为了克服财政困难，在沃肥地区开始采用直接扞插造林，后来九州的其它地区也认识到直接扞插的好处，于是在山区普遍开展。在九州以外，鸟取县的智头地区、京都的北山地区（延宝5年，1677），以及长野县等

①我国《战国策》卷23（魏策二）有“今夫杨，横树之则生，倒树之则生，折而树之又生”之语，此书时代最迟应在公元前390年，可见我国劳动人民对扞插的认识，远早于公元前4世纪（见罗士韦等编《植物激素》第8章）。——译者注

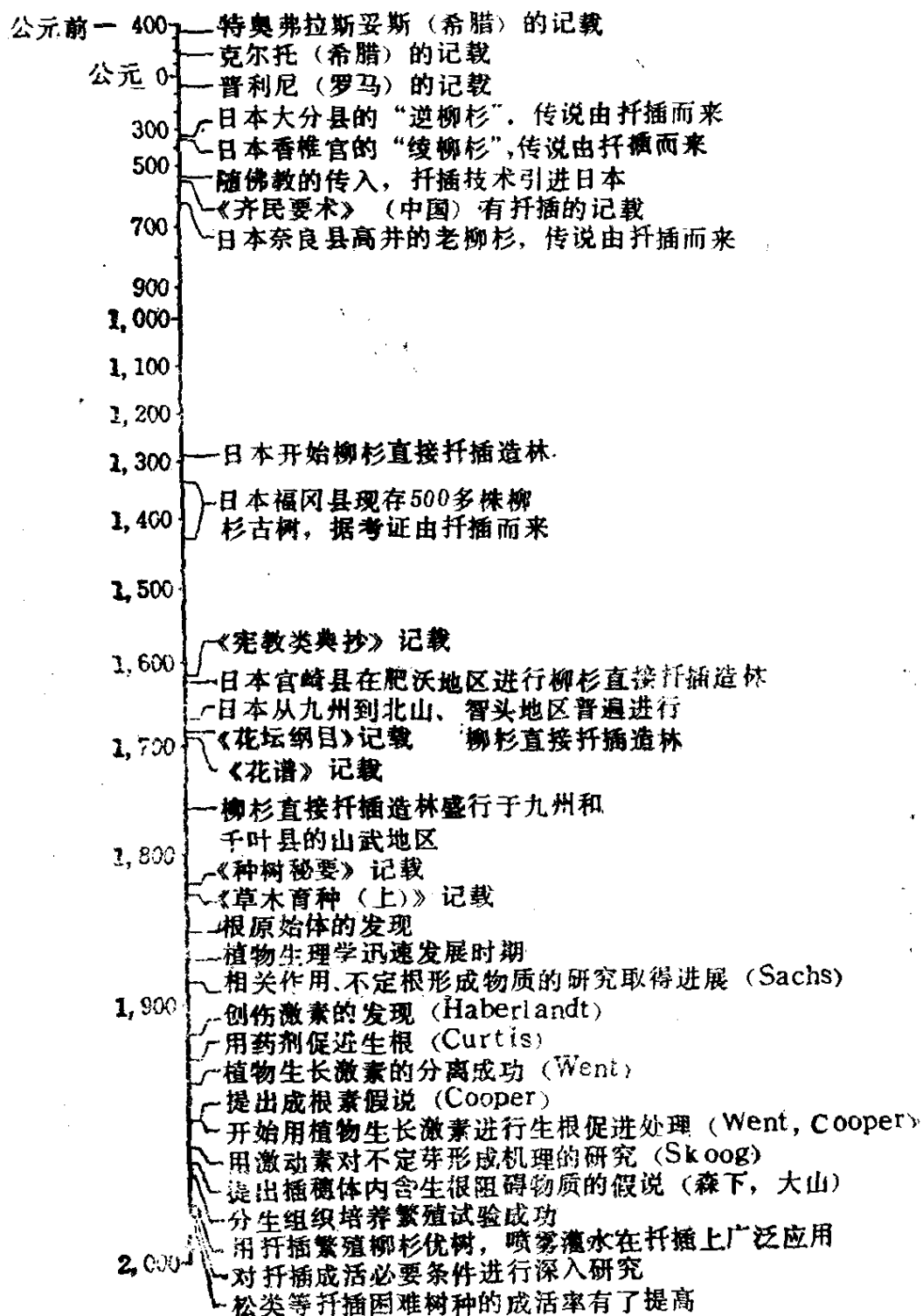


图1 植物扦插发展历史记要

都相继采用，到18世纪后半期，九州的小国、日田，千葉县的山

武等地，也都开始了柳杉的扦插造林^{109、226}。

以后，在九州宫崎县的饫肥、熊本县的小国、水俣，大分县的日田等地，广泛开展扦插造林，扦插育苗也逐渐盛行起来。但在九州以外，除个别地区外，柳杉扦插造林仍然只限于本州中部比较温暖湿润的地区。如鸟取县的智头，京都的北山，千叶县的山武，富山县的西砺波、冰见，长野县的上高井等地。

关于扦插，在17世纪以后，日本已有不少文献对扦插时期、土壤条件、插穗切制和扦插方法作了记载，不仅适用于柳杉等用材树种和园林树种，而且还用于其它园艺树种。当然，直到19世纪前半期，不仅在日本，就是世界其它国家，在扦插技术方面都还谈不上有较大的发展。

但是从19世纪后半期，植物生理学开始进入迅速发展时期，Sachs (1880、1882、1892)、Loeb (1917)、Lek (1925)等先后对植物生根的相关作用进行了深入的研究²⁴²，逐步查明了成根物质对不定根形成所起的特殊作用。以后Went (1928) 进一步证实并分离出植物生长激素 (growth hormone)。

在这期间，Curtis (1918)等¹⁴用药剂促进生根的研究取得了进展。随后，Went (1934)、Cooper (1935)¹⁸以及Hitchcock和Zimmerman (1936)等人，开始进行植物生长激素促进插穗生根的研究。同时，用温水处理或喷雾灌水方法从生理方面促进生根的研究也逐渐盛行起来。因此可以看出，扦插技术有了显著的发展。

另外，Skoog (1948)等人在根插、叶插、块根插等试验中，对细胞分裂素 (Cytokinin) 的不定芽形成的促进作用，以及和植物激素的相对量关系的研究，甚至对特殊的组织培养法的研究等，也有了进展。

2. 日本的现状

随着世界各国扦插研究的发展，日本也开展了促进插穗生根

处理的新试验，特别是第二次世界大战后对林木品种的认识有所提高，扦插繁殖更加引起重视。本书作者森下和大山（1951）⁷²⁾在试验的基础上，提出并证实插穗本身存在阻碍生根的物质。此外，在解决腐烂、干旱、生根促进处理以及荒山扦插造林等方面的问题上，也做了大量的试验工作。许多科学工作者在根原始体部位、水分生理、腐烂、生根能力、生根阻碍物质、穗条培育、植物激素预处理、喷雾灌水促进生根等与插穗枯萎和生根有关的各方面问题上，经过多年的努力，进行试验研究，推进了扦插技术的发展。

目前许多国家都在进行组织培养的研究，日本也在从事这项试验，利用茎尖等包含有生长点的一小部分作为材料，通过无菌培养，培育成新的植物个体，即所谓分生组织培养繁殖法。

由于上述研究的结果，使得某些生根困难的树种，扦插成活率有了显著的提高。例如，赤松、黑松、日本落叶松等很难生根的树种，现已找到一些解决的办法，把扦插应用于生产的可能性已为期不远，目前对某些松树盆栽苗的培育，已经采用扦插繁殖。

草本植物中的洋兰类、麝香石竹、菊花等花草，以及马铃薯、甘薯等农作物，由于长期反复进行无性繁殖，不少品种受到病毒感染，现在通过分生组织培养，已重新培育出无病毒植株。这种方法还用于罗兰、卡特来兰等洋兰类植物和麝香石竹的生产上，加速了优良品种的繁殖。

这里要特别提到的是，从1956年起，根据日本林野厅林木育种事业方针提出的林木育种计划，从全国各地筛选出来的柳杉优势木，通过扦插繁殖，已在全国推广，促进了日本林木良种化的发展。

在通过扦插进行优势木无性繁殖的过程中，采纳了藤田芳雄、松岛悌之助⁸²⁾、石川静一等人早在三十年代初期提出的方案，即培育采穗砧木生产扦插材料的方法，在不同的适生地区对采穗砧木的培育方法进行研究，并采用人工加温或喷雾灌水等促进生