

水稻譯叢

第二輯

华东师范大学生物系
中国科学院植物生理研究所 編
上海农学院农学系

上海市科学技术編譯館

15.6112
4578

水 稻 譯 叢

第 二 輯

華 東 師 範 大 學 生 物 系
中 國 科 學 院 植 物 生 理 研 究 所 編
上 海 農 學 院 農 學 系

*

上 海 市 科 學 技 術 編 譯 館 出 版

(上 海 南 昌 路 50 號)

新 華 書 店 上 海 發 行 所 發 行 各 地 新 華 書 店 經 售

商 務 印 書 館 上 海 廠 印 刷

*

開 本 787×1092 1/16 印 張 5 9/16 字 數 150,000

1962 年 9 月 第 1 版 1962 年 9 月 第 1 次 印 刷

印 數 1—2,000

書 號 : 7002 • 46

定 價 : 1.15 元

前 言

介紹国外有关水稻研究成果及論文的編譯工作是 1961 年夏天开始的,因時間短促,只出版了一本,书名为“水稻”,該书主要編譯了日本近几年来有关水稻“株密、穗大、粒多、粒重”等方面的研究論文 24 篇。自“水稻”出版后得到各有关方面的支持和欢迎,我們將繼續努力,逐漸系統和广泛的編譯世界各国有关水稻研究上的最新成果和論著。

由于介紹的方式是以翻譯为主,所以改名为“水稻譯丛”,为了迅速出版,今后采用分册出版办法,以本册为第二輯,作为 1961 年“水稻”一书的繼續。

本册所編譯的内容是国外近 1—2 年內发表的水稻根系方面的論文和报告 23 篇,育秧綜述 1 篇,合計 24 篇。其中来源于“日本作物学会紀事”,“日本土壤肥科学杂志”及“农业及园艺”的論文 23 篇,来自“苏联科学院汇报生物学部杂志”的論文 1 篇。从編譯的主要内容来看,大体上可以分为五个部分:(1)水稻根系的形态結構及发生。从解剖学观点分析水稻根系发生的規律,并研究了低級脂肪酸和核糖核酸含量、供氧状况及水田土壤性质等对根毛和根鞘毛生长的影响;(2)水稻根系和地上部的关系。通过根系与叶片維管束排列方式、地上部和地下部重量的动态变化和抑制地上部生长等方面探求水稻根系和地上部的相關关系,并通过地上部向根部的供氧規律、根系生理功能与地上部生理功能的联系以及根系不同部位所吸收的营养物质在植株体内的分布特点等,研究了地下部和地上部的生理过程的有机联系;(3)水稻根系組成成分及其变化規律,研究了水稻不同生长发育时期的根系和一条根不同部位的組成成分,如氮、磷、鉀、鈣、鎂、錳、鉄、硫、硅等无机成分,如蛋白质、氨基酸、糖、淀粉及半纖維素等有机成分的动态变化,并与地上部作了比較研究;(4)水稻根系生理生化特性的研究,研究了根系氧化酶、磷酸化酶、細胞色素氧化酶、黃酶等在根系生育期中的分布及在不同部位上的分布关系,并与呼吸作用和离子吸收的相关作了初步的探討;(5)水稻早育秧技术綜述,綜合介紹了水稻早期育秧的技术及增产效果。

本譯丛在編譯上尚存在不少技术上和文字上的缺点和錯誤,請讀者多多批評指教。

· 中国科学院植物生理研究所 王拱春 1962. 7.

出版消息

有关农业方面的译丛已经出版的有：

棉花 (第一輯) (綜合性)	复旦大学植物生理教研组編 上海师范学院植物生理教研组編	定价 0.90 元
棉花 第二輯 (有关种子問題)	复旦大学植物生理教研组編 薛应龙編	定价 0.40 元
水稻 (第一輯) (綜合性)	华东师范大学生物系 中国科学院植物生理研究所編 上海农学院农学系	定价 1.50 元
水稻译丛 第二輯 (关于水稻根系生理)	編者同水稻(第一輯)	定价 1.10 元
兽医 第一輯 (家畜钩端螺旋体病及猪的多种疾病)	上海市畜牧兽医学会編	定价 1.30 元
畜牧 第一輯 (綜合性)	上海市畜牧兽医学会編	定价 1.10 元
家禽 (綜合性)	上海市畜牧兽医学会編	定价 0.55 元
农药 (杀虫剂和土壤改良剂)	巫万居編	定价 0.50 元

即将出版的有：

棉花 第三輯 (关于矿质营养問題)	复旦大学植物生理教研组編 薛应龙編	
棉花 第四輯 (有关植物生理)	复旦大学植物生理教研组編 薛应龙編	
兽医 第二輯 (布氏杆菌病)	上海市畜牧兽医学会編	
水稻译丛 第三輯 (有关淀粉形成物质代謝等)	編者同水稻(第一輯)	
水稻译丛 第四輯 (有关水分、光、热的影响等)	編者同水稻(第一輯)	
水稻译丛 第五輯 (有关病害、除草剂等)	編者同水稻(第一輯)	

以上译丛,欢迎订购。

上海市科学技术編譯館

目 录

1. 水稻根的粗细及其组织学分析	1
2. 关于禾谷类根鞘的研究	3
VII. 稻的根鞘毛	3
3. 土壤是否透水与水稻冠根上根毛形成的关系	6
4. 低级饱和脂肪酸对水稻根的根毛形成的作用	10
5. 水稻冠根的发生及初期成育与叶的维管束的关系	15
6. 水稻根与地上部之间的相对生长	18
7. 遮光和下层施肥与水稻地上部生育和稻根发育的关系	20
8. 作物根系生理活性的研究(1)	22
不同生育时期中根系无机成分的含量(水稻)	22
9. 作物根系生理活性的研究(2)	26
功能态有机成分的含量与生育时期的关系(水稻)	26
10. 作物根系生理活性的研究(3)	31
关于不同生育时期细胞膜成分含量的变化、以及干物构成成分的概括性的研究(水稻)	31
11. 作物根系生理活性的研究(4)	34
几种酶活性在不同生育时期的变化(水稻)	34
12. 作物根系生理活性的研究(5)	38
沿着水稻根长轴的几种物质的分布状况	38
13. 作物根系生理活性的研究(6)	42
水稻根各部位的呼吸作用和酶活性分布的特征	42
14. 干、湿田中水稻的生理生态学的研究	46
(6) 水稻根主要成分含量的变化	46
15. 水稻冠根表皮中核糖核酸的分布	50
16. 水稻根的淀粉蓄积机能	53
17. 水的渗透对稻根生理活动的影响	55
18. 关于根部机能的细胞生理的研究	59
II. 水稻根部苯胺氧化力在组织内的分布与三苯基四唑化氯还原力的关系	59
19. 从根的特性观察栽培稻品种	62
(5) 根中的磷与对还原的抵抗性能	62
20. 水稻根部的呼吸作用及其对不同离子吸收的关系	65
21. 一条根的不同部位所吸收的磷及其运转	68
22. 关于根部机能的细胞生理的研究	70
(4) 水稻体中自茎叶部向根部积极输送的氧	70
23. 关于作物根机能的研究(1)	74
24. 日本稻作技术中的早期育苗	78

1. 水稻根的粗細及其組織学分析

森 敏夫

「日本作物学会紀事」28(1):12~13(1959)[日文]

緒 言

著者以前曾就水稻根的組織的分化和发育的模式发表过一篇报告^[2]，后来想把这种模式的环境反应加以动态的和定量的研究。本試驗就是这种定量研究的第一步，以根的粗細为中心，进行了組織学的分析。

水稻根的粗細由于品种^[4]、稻体的营养状态^[5,6]和着生节位^[1,4]等不同而有相当的差异。粗根老化迟緩，結果，根也长得长，側根也发生得多。由此推测，根的粗細是与机能有关密切关系的，但此点尚未有得到确証。本报告的目的在于弄清根的粗細在組織学上的意义，在将形态与机能互相結合的問題上提供一些基本資料。

使用材料及方法

从土培及水培的稻体(品种为“农林21号”和“藤坂5号”)采取1~15厘米的冠根，先用FAA液或CRAF液固定，再用通常的石蜡切片法制成切片，并用苏木精、龙胆紫、番紅(safranin)液进行单染色或复染色。从这些标本里任意取出61条根，就图1所示各个部位在显微镜下进行量度或观察。供試驗用的根，其粗細为314~1340微米。

試驗結果及考察

(1) 根端粗細的变动：根的粗細(厚度)，亦即根徑的大小，是在根的最尖端部分(距頂点500~1500微米处)决定下来的，而根的各个构成組織增加厚度的过程却都不同，有如图1所示。不过，任何組織的过程，象在对数图(图2)上用直綫表达出来的那样，都是指数函数的性质。

表皮系(为了方便起见，属于表皮以外的皮层部分的外皮和厚壁細胞层也一并归納在表皮系内)的厚度与中柱直径是在离开根的頂端300微米处确定下来的，可是另一方面，皮层薄壁細胞群还在繼續增加厚度，这成为比它更接近基部的根徑增大的原因。此外，这里离开頂点的距离表示着組織的成长，也就

是表示着時間因素，这从根組織的分化和发育的模式看来也是当然的。

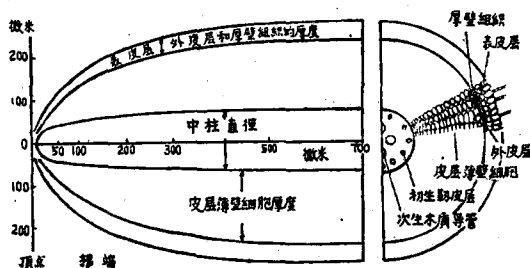


图1 水稻根的纵截面(左:根端)和横截面(右:成熟区域)

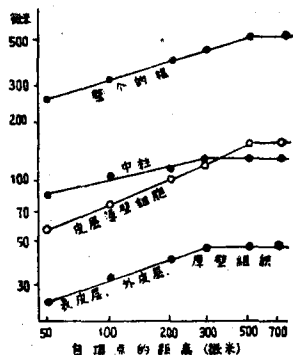


图2 根徑等因自頂点的距离不同而发生的变动。纵軸是根及其构成部分的对数厚度(或直径)横軸是它們自頂点的对数距离

(2) 皮层增加厚度的过程的分析：其次，把皮层增加厚度的过程分为細胞数增加过程和向細胞放射方向的伸长过程来观察一下。为增厚的目的而进行的內皮的并层分裂^[2]在距頂端200微米处大致即告終止。从这里向根的基部去，分裂能力迅速降低，到了离开頂端400微米以上，就完全没有尚在并层分裂中的細胞了(图3)。而且在距頂端100微米以內时，越是粗根，分裂頻度越高，但粗細与分裂的終点关系不大。另一方面，放射方向的伸长即在增层过程中，也在略微地进行着，但从距頂端300微米左右的部位起，其伸长率才迅速增大。

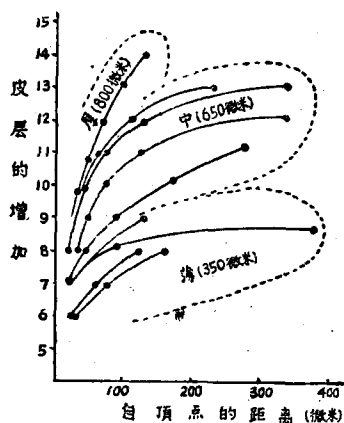


图3 皮层数和自顶点距离之间的关系

(3) 各部位的平均值及其变异: 皮层数和维管束的构成因素数的变异较少, 而中柱直径和皮层厚度则变异很大 (表 1), 这种不同组织间的变异上的差别反映出不同组织在分化伸长的时期, 速度与期间上的特异性。

表 1 各部位的平均值及变异系数

部 位	平 均 值 $\bar{x} \pm 1.08S_x$	变 异 系 数
根 径	648.7 $\pm$ 43.9 微米	26.4
皮 层 厚 度	223.3 $\pm$ 22.1 微米	38.2
中 柱 直 径	140.1 $\pm$ 8.5 微米	23.5
皮 层 数	12.1 $\pm$ 0.5	17.2
初生韧皮柱数	10.9 $\pm$ 0.5	15.8
次生木质导管	4.0 $\pm$ 0.2	15.8

(4) 粗细与组织的相关及回归关系: 在根的粗细与根的构成组织之间, 除与次生木质导管之间外, 都曾看出高的正相关关系 (表 2), 这说明: 凡是影响着这些组织的数值或数量的内在和外在的因子只要程度上有了差异, 就会对各该组织起同方向的作用。皮层厚度和中柱直径对根径的回归如图 4 所示, 前者是直线回归, 后者是曲线回归。因此, 从根的粗细

表 2 根径与其构成部分的量的相关系数

部 位	根 径
皮 层	+0.98**
中 柱 直 径	+0.86**
皮 层 数	+0.76**
初生韧皮柱数	+0.68**
后生木质导管	+0.80

注: ** 显著度为 1% 水平。

可在一定的可靠程度上推测出皮层厚度和中柱直径来。

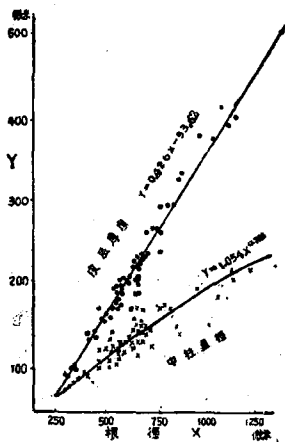


图 4 皮层厚度和中柱直径对根径的回归线

(5) 根的粗细 (厚度) 所造成的构成组织的比率的变化: 就粗根、中等根、细根各 10 条进行测定的结果如表 3 所示。根越粗, 各个构成组织的绝对值越大。在这种情况下, 皮层所占的比率增大, 相反, 中柱的比率变小。这种情形从图 4 看来也很明显。

表 3 根的粗细 (厚度) 所引起的构成组织的量的变化

粗细 (厚度) 分级		平 均 厚 度			
		整个根	表皮层	皮 层	中 柱
粗	o	986.2	34.5	868.4	180.5
	c	100	7	75	18
中	o	650.2	35.3	216.3	147.2
	c	100	11	66	23
细	o	410.2	34.9	121.7	97.0
	c	100	17	59	24

注: o 观测值 (微米)

c 构成百分率

(6) 从细胞数和细胞长度分析组织的厚度: 为了把组织厚度从排列在放射方向上的细胞数和细胞的平均长度来加以研讨, 以探知这种细胞数和细胞长度与厚度相关的程度, 著者根据数据绘成了回归线图 (图 5)。在表皮系的三层上, 粗细所造成的细胞长度的变动很小。中柱直径的大小与其说与细胞长度的变动有关, 不如说与细胞数的变动有更密切的关系。另一方面, 从相关系数也可看出: 对根径影

响最大的皮层厚度的增减却与细胞数和细胞长度两

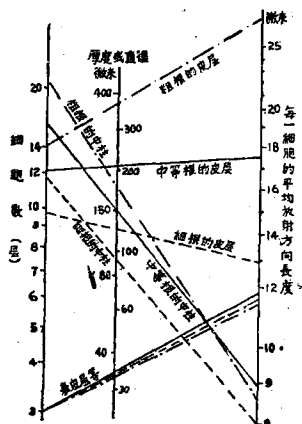


图5 回归线图——表明三种组织的粗细与构成细胞的数目和平均放射方向长度之间的相关关系。所有的轴线都是按照对数标度来分度的。

者的变动都有关系,尤其与后者的关系更大。这样看来,各种组织似乎各有不同的分裂伸长特性,以造成其独特的机能形态。

(7) 侧根与维管束的关系等: 著者观察到以下几点: 原生筛部筛管与木质束 (xylem strand) 按照一定规律交互排列着; 次生木质大导管与木质束之间却没有一定的排列关系; 侧根的原基起源于与筛部对应的内鞘细胞。

总的说来,本试验阐明了根长得粗,可使构成根的细胞以及组织的数目和大小作不同程度的增加,它不但使吸收表面积增大,也使皮层厚度、以及通导组织和侧根发生区域等增大。在根的粗细以外,著者还想对根的长短作同样的分析,把与分裂和伸长有关的组织之间的相关关系、各组织内部的相关关系等作为枢纽,进行统一的研究。

(吴清仪译 管和校)

参 考 文 献

- [1] 藤井: 日作纪, 26, 156 (1957).
- [2] 森: 作物学会第 120 回讲演会 (1958).
- [3] 森: 未发表。
- [4] 长井、广田: 日作纪, 27, 217 (1958).
- [5] 岡島: 土肥志, 29, 175 (1958).

2. 关于禾谷类根鞘的研究

VII. 稻的根鞘毛

野田 爱三 林 甚太郎

《日本作物学会纪事》29(1):63~65 (1960) [日文]

緒 言

根鞘毛曾被哈贝尔兰德 (Harberlandt, B., 1914) 视为与根毛类似之物。关于它, 后来仅有西村 (1922) 用粟及两种牧草为研究材料, 盛永等 (1942) 以稻为研究材料, 加以研究。盛永的研究是把胚毛分为胚根鞘、外胚叶、鳞苞等 3 项, 从遗传的立场, 来研讨其发生的程度。

試驗材料

試驗材料是用香川大学附属农场所产水、旱稻种子。所用水稻品种是“农林 10 号”和“秀峰”。著

者野田 (1948) 曾经指出, 水稻“农林 10 号”这一品种如在抽穗期遇到干燥的大风, 便易患白穗病; 日本山口县农业试验场 (1950) 则认为它是耐寒性稍弱的品种。“秀峰”是水、旱稻交配成的“双叶” (品种名) 的后代, 耐寒性属于中等。所用陆稻品种是“战捷”和“身代起”。“战捷”是野田在日本鸟取农业试验场作比较试验时所曾选用的耐寒性较强的品种, “身代起”则为耐寒性较弱的品种。

試驗結果

(1) 根鞘毛与种子根的根毛的比较: 据川田和石原说 (1959), 把生有根毛的细胞从表面来看, 可

見根毛以形成于短細胞上的为多，其不能形成根毛的細胞則作細长形。他們也曾就根毛的形成进行了生态的研究。在本試驗中，发生根毛的也以短細胞为多。根鞘的細胞也是短的，在大小上差异很少，但其橫切面显然很长。所有根鞘的細胞都形成根毛，这是已在根鞘研究的第3次报告(1957)內說过的了。从毛的母細胞，看出在根鞘毛与在根毛的情况下，其差异如上。

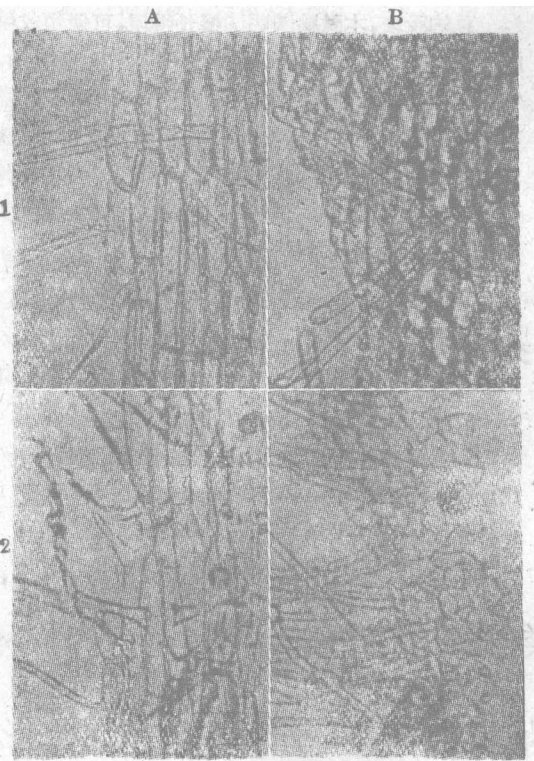


图1 根鞘毛及根毛的形成間的分別
A—根毛；B—根鞘毛；1—“战捷”；2—“农林10号”

表1 根鞘毛和根毛的长度和直径
A. 长度 (微米)

品 种	根鞘毛(c)	根 毛(r)	比率(c/r)
农林10号(水稻)	870	1027	85
秀 峰(水稻)	932	946	99
战 捷(旱稻)	1136	940	125
身代起(旱稻)	967	810	119

B. 直径 (微米)

品 种	根鞘毛(c)	根 毛(r)	比率(c/r)
农林10号(水稻)	74	56	132
秀 峰(水稻)	75	58	129
战 捷(旱稻)	82	62	132
身代起(旱稻)	78	65	120

在30°C恒温器中，将水培液注入大型培养皿，加盖，在多湿状态下，可以辨认出根鞘毛和根毛的形成很多，等到毛的伸长达到最大时，测定其长度和直径，所得結果如表1。

以长度而論，“秀峰”的根鞘毛与根毛无大差异，“农林10号”的根鞘毛則稍短。在陆稻方面，两个品种的根鞘毛都比根毛长。至于根鞘毛的粗细，在4个品种中都比根毛为粗。

形成根鞘毛的細胞在形状上有些差异，根鞘毛的形态也和根毛不同，因此，根鞘毛的生理生态的性状，如与根毛相比，想来也有若干的差异。

(2) 在根毛的形成上水田和干燥旱田的比較：将排水良好的水田土壤风干之后，作成两个試驗区，一个加水达到容水量的30%(A区)，另一个灌水使成水田状态(水深10厘米，B区)，各用大型培养皿在恒温器(30°C)中施行实验。各皿都划分为四块，每块放一个品种，各以25粒为率，重复4次。所得发芽率的結果如图2。

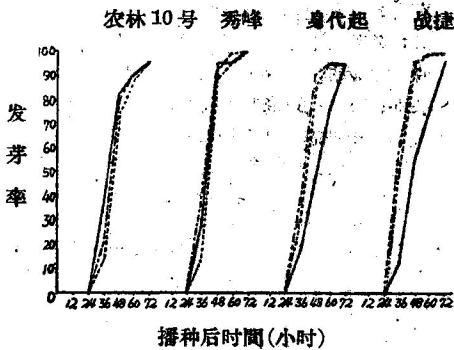


图2 水旱田地发芽率与根鞘毛伸长率
—水田，---旱地，.....根鞘毛%

不同区、不同品种的发芽差异，在播种后經過36小时即已得到明确的結果。耐寒性强的“战捷”在A区发芽較早，在B区較迟；耐寒性弱的“农林10号”，在B区发芽較早，在A区較迟；“身代起”显出与“战捷”相同的倾向，但其程度略差；“秀峰”則显出了中間型。

根鞘毛在A区的最为发达，其形成的速度显示出与发芽相同的傾向。

小野寺(1934)曾言：用于干燥土壤檢驗发芽，是难求出发芽与耐旱性的特別关系的。因为耐旱性是由許多生理生态的特性所构成的，所以在許多品种中，它可能和发芽的特性不发生关系。但在“秀峰”和“农林10号”以及在“战捷”和“身代起”之間，寻出了这种关系。

其次，关于发芽的迟速和生理的关系，高桥(1956)以为发芽过程中吸收氧气力量的强弱是与品种发芽速度的大小是一致的。从氧气吸收过程来推测，除去可以知道发芽过程中物质代谢的差异是与发芽的迟速有关外，还可测知代谢的抑制物质的存在。

在A区播种后12小时，采取样品，作成切片来观测淀粉的反应，发现种子根的尖端及根鞘的尖端附近有淀粉积聚，发现的比率和积聚的程度在“战捷”为多，在“农林10号”为少。图3就是表示“战捷”播种后12小时淀粉移动较多的情况。

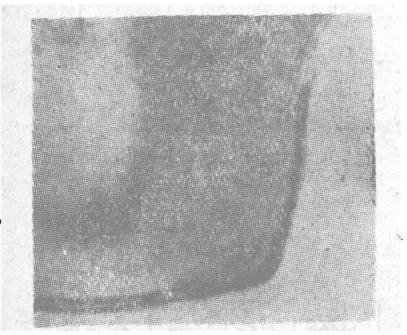


图3 胚根鞘和种子根尖端中淀粉粒的形状
干土壤上播种后12时的“战捷”的胚的切面

此外，于播种后12小时，切断包含外胚叶的根鞘，再用水培液加以培养，经过60小时后，“战捷”的根鞘毛的长度达到505微米，“农林10号”的达到273微米，都已很好地形成。这一试验考察到，对于根鞘毛的伸长，移动到切断部的物质代谢的量也会发生影响。

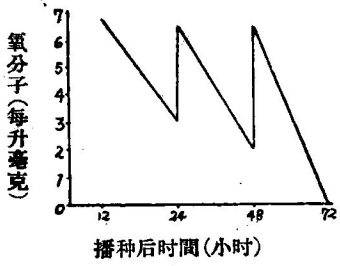


图4 水田条件下，水的氧含量变化

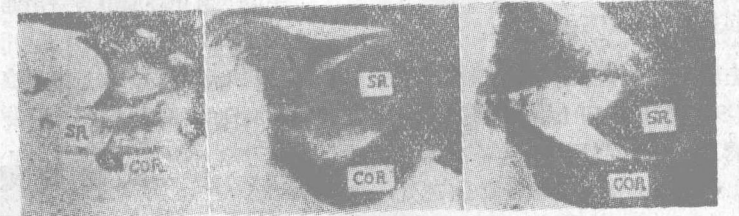


图5 不同的空气供给情况下发芽类型
COR—胚根鞘 SR—种子根

在水田状态下陆稻发芽的迟速多由于氧气不足的影响，这是众所周知的。我们在水田状态下，每日更换灌溉水，结果，从4个品种都完全不能辨认出根鞘毛的发生。

关于根毛形成的机制，托劳顿 (Troughton A., 1957) 曾经汇编研究记录，在其他方面，他也做了许多研究。根鞘毛的主要成分是纤维素，它与根毛同样，用碘—碘化钾液及氯化锌液来加以处理后，反应是很明显的。据二国(1960)研究，葡萄糖可以成为二磷酸葡萄糖尿苷(U. D. P. G.)，可以成为纤维素，但在此场合，如要焦磷酸盐(P. P.)成为三磷酸盐(U. T. P.)，呼吸的能量是必要的。

在B区不发生根鞘毛，考其原因，是由氧气的供给不足所致。

(3) 形成根鞘毛所需氧气的最低限度：用氮气置换空气，并按所余空气的量为5%和10%两区，结果，即使在5%区，“战捷”和“农林10号”也都发生了根鞘毛。在400毫升的容器内，放置两个品种的种子各20粒，共40粒于发芽床上，用2连制，并按空气多少，设100%、2.5%及0%三个区，调查了根鞘毛的形成状态。

上项试验结果如表2所示。发生根鞘所需要的空气最低限度是在0~2.5%之间，而“农林10号”所形成的根鞘毛有比“战捷”需要较多的倾向。

表2 不同的空气供应下根鞘毛发展状况

空气 (%)	氮 (%)	品 种	根 鞘 毛 的 发 展 程 度					
			++++	+++	++	+	-	
100	0	农林10号	39					
		战 捷	40					
2.5	97.5	农林10号				19	13	8
		战 捷				16	12	12
0	100	农林10号						40
		战 捷						40

注：+号的多少表示发展程度，一号表示不发展。

再則,空氣為 0% 時發芽不正常,此時種子根幾乎不伸長,只有根鞘伸長,而根鞘的不正常的伸長的程度以“戰捷”比“农林 10 号”為較大。“戰捷”的

情況則如圖 5 所示。總之,對於根鞘毛的發生,少量空氣的供給是必要的。

(藍田瑛譯 管 和校)

参 考 文 献

- [1] Harberlandt, G.: Physiological Plant Anatomy. p 778 (1914).
- [2] Jackson, W. T.: Physio. Plant, 12, 502~510 (1959).
- [3] 川田,石原: 日作紀, 27(3) 341~348 (1959).
- [4] 盛永,栗山,青木: 遺傳雜, 18(6) 297~304 (1942).
- [5] 二国: 赤堀外編生物學講座, 4. 55~58 (1960).
- [6] Nishimura, M.: Jap. Jour. Bot. 1, 55~85 (1922).
- [7] 野田,林: 日作紀 26(1) 24~26 (1957).
- [8] 野田: 開拓地農業, 68 (1949).
- [9] 小野寺: 日作紀 6(1) 20~40 (1934).
- [10] 高橋: 農研報(東北大) 7(1~4) 1~12 (1956).
- [11] Troughton, A.: The Underground Organs of Herbage Grasses. 22 (1957).
- [12] 山口農試: 水稻の旱害防止に關する試驗成績. 73 (1955).

3. 土壤是否透水与水稻冠根上根毛形成的关系

石田 信一郎 石原 邦

《日本作物學會紀事》29(3)345~349(1961)[日文]

結 言

著者等在 1959 年作过一次关于水稻根上根毛形成的研究^[1], 对于在将湿田改作干田时水稻冠根上根毛形成的状况有怎样的变化, 进行了观察。得到的结果是: 在改成干田的土壤中发生根毛的細胞数比在湿田土壤中多(指对一定的表皮細胞数的比率而言), 根毛的长度也比较大。

本报告所述是对土壤中水分渗透时和完全不渗透时(停滞状态)、水稻冠根上根毛的形成有怎样的状况、采取与上次研究相同的立場加以研究的一部分成果。这是在 1959 年和 1960 年进行的研究。

試驗材料及方法

試驗的水田土壤是日本千叶县东金市福俣和本福井县坂井郡(坂井村)的湿田土壤。把这两种土壤装入 1/20000 的瓦格納氏試驗盆里(a. 在盆底排水孔上裝有栓塞。b. 为防止灌溉水渗透側壁起見, 在內壁上涂羊毛脂。c. 在盆底依次鋪置碎石、粗砂及細砂, 然后把土壤放在最上面), 在停滞区始終把

栓塞緊閉, 在渗透区則每天調節栓塞, 使它渗透一定的水量。每天的平均透水量, 以容積計, 約為 1500 毫升, 每天水層深度約減 3 厘米(在試驗期間的前期減得多, 后期減得少)。

試驗的水稻品種是“千本旭”, 每盆栽 3 株。觀察材料(冠根), 在 1959 年是於 8 月 8 日採取(7 月 22 日移栽), 在 1960 年是於 8 月 6 日採取(7 月 5 日移栽)的, 都用 FAA 液加以固定。觀察根的表面時(參閱上次報告), 為了除去沉積於根表面等處的鉄, 故先把觀察材料用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 加以還原處理, 再用耶非(Jeffrey)離解液處理, 然後剝離含有厚膜層的三層細胞, 用達氏(Delafield)蘇木精染色。

土壤的氧化還原電勢是用通常的鉑電極法加以測定, 在移栽期、採取期及其中間一共測定了三次。特別是在採取期的一次是把土壤分作上、中、下三層來進行測定的(僅 1960 年的試驗是這樣做的)。

試驗結果

(a) 就冠根(成熟的部分, 以下同)上根毛的形成狀態進行觀察的結果是: 生育在福井土壤中的根

毛,如图1①所示,它們与上次报告所述相同,以在較短的細胞上发生得多,而且具有极性,多发生在接近两端的位置上。

形成根毛的細胞(根毛細胞)和不形成根毛的細胞(无根毛細胞)在一定表皮細胞数中所占的比例,就基部說来,停滞区和渗透区程度相同,可是越接近尖端部,停滞区的根毛細胞数越显得减少,在距基部45~55毫米的部位,形成根毛的細胞几至全不存在,表皮差不多都是由較长的細胞所构成。渗透区方

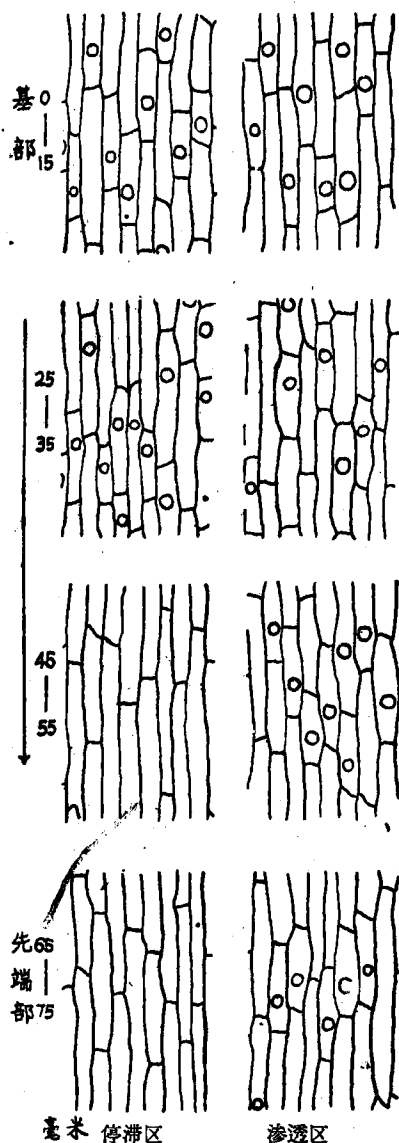


图1 冠根表皮上根毛的分布状态(福井土壤), 符号○是根毛的发生位置。

面,也是越接近尖端部,形成根毛的細胞数越少,但和停滞区相比,减少的程度显然很小。

再就多数的冠根测定其一定表皮細胞数中的根毛細胞数的比率,則如图2所示,不拘东金土壤或福井土壤,都和上面所述有同样的倾向。就是說,停滞区与渗透区相比,在冠根基部,根毛細胞数比率(根毛細胞数对表皮細胞总数的比率)几乎没有差异,都約为50%,但是越接近尖端部,就越看出显著的不同。在停滞区,这一比率急剧地减少,而在渗透区,这比例虽也逐渐减少,可是减少的程度很小,到了经过测定的最尖端的附近(距基部65~75毫米的部位),才开始现出若干减少的趋势。

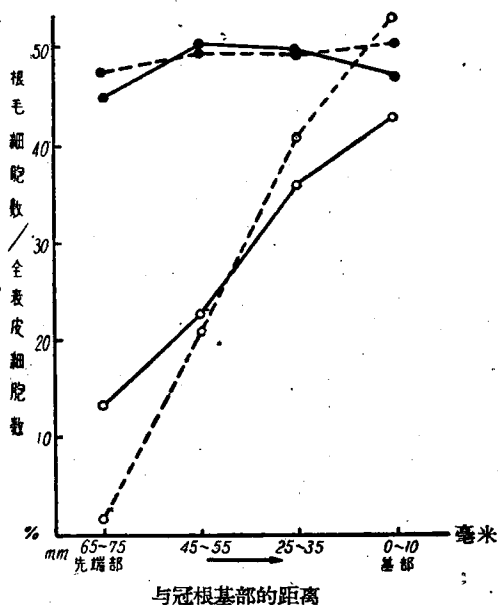


图2 根毛細胞数对冠根表皮的总細胞数的比例 (先端部即尖端部,以下各图同——編者注)

——: 东金土壤 ○: 停滞区
-----: 福井土壤 ●: 渗透区

(b) 如上面所述,根毛細胞与无根毛細胞在一定表皮細胞数中所占的比例,在停滞区与渗透区之間是有显著的差异的。再就根毛的伸长状态进行检查,結果如图3所示,东金土壤与福井土壤有着同样的倾向。这就是說,冠根基部附近的根毛长度,在停滞区与渗透区之間,現不出显著的不同,表示两区的根毛差不多有同样的伸长状态。可是越接近尖端部,停滞区的根毛长度越是迅速地减短,特别是在根毛数显著减少的冠根尖端部(福井土壤的場合),仅

① 图1是将焦点聚在表皮的細胞膜(接触土壤的一面)和根毛的基座上摄成的两张显微鏡照片,而把它們描繪在同一平面上所成的图。

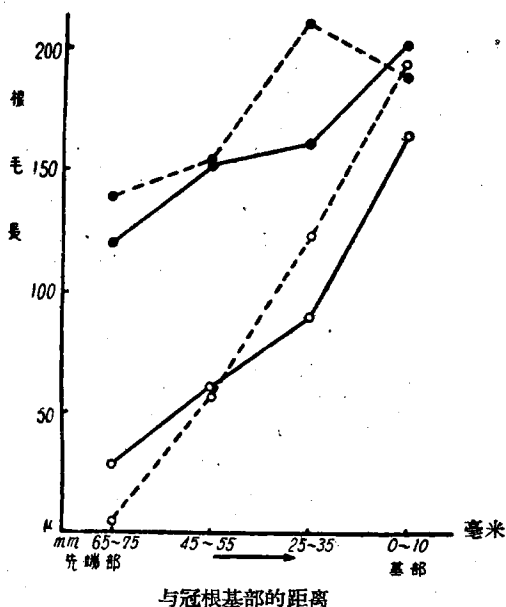


图3 冠根上的根毛长度

——: 东金土壤 ○: 停滞区
-----: 福井土壤 ●: 渗透区

停留于突起 (Papilla) 状态。在渗透区虽也越接近尖端部, 根毛的伸长越受到抑制, 但其程度显比停滞区为小。

根据以上的事实, 即可明白停滞区与渗透区之间, 根毛的形成量 (单位表皮细胞数中的根毛细胞数及根毛长度) 是有显著差异的。在冠根基部附近, 根毛形成量差不多没有差异, 但在尖端部附近, 差异就极显明。

(c) 在停滞区与渗透区之间, 已经辨认到上面所说的差异, 其所以造成这样差异的因素之一, 想来是由于两区土壤的氧化还原电势的差异 (根据推测, 在渗透区, 随着水的渗透而溶解于水的氧是由土壤供给, 因此比起停滞区来, 土壤氧化程度较深), 因此, 又就东金土壤进行了氧化还原电势的测定。

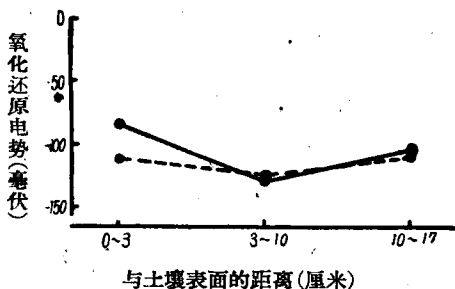


图4 东金土壤不同层的氧化还原电势
8月6日测定

——: 停滞区 -----: 渗透区

先就不同时期所测定的资料看它的结果 (表1)。不拘在那一时期, 都看不到什么差异。这就是说, 从移栽至采取试样, 在此期间内的电势 Eh 约从 -60 毫伏 (mV) 降低到 -125 毫伏, 在此过程中, 停滞区与渗透区表示出差差不多同样的值和趋势。又在材料采取期, 进行过土壤层别 (上、中、下三层) 的氧化还原电势的测定, 结果如图4所示, 两区土壤的上层和下层的电势都稍高, 中间层稍低, 可知在这场合, 停滞区与渗透区之间也没有什么差异。

表1 东金土壤中不同时期的
氧化还原电势 Eh_1

	7月5日	7月25日	8月6日
停滞区	毫伏 -58	毫伏 -55	毫伏 -125
渗透区	毫伏 -65	毫伏 -41	毫伏 -126

* 1. 7月5日和7月25日是在距离土壤表层1厘米~9厘米处测定的。8月6日是在距离3厘米~10厘米处测定的。

* 2. 7月5日: 移栽期。8月6日: 采取期。

讨 论

如上所述, 著者等知道了土壤是否透水与根毛的形成具有显著的关系。那末, 到底怎样发生这样的密切关系呢? 以下所述, 是根据试验结果, 对此问题试行了若干探讨。

第一想要探讨的是, 在根毛形成上所看到的停滞区与渗透区之间的差异, 是否由环境条件中的土壤环境, 特别是肥料条件所造成的呢? 换句话说, 在渗透区, 是否会因渗透而发生养分的流失呢? 著者等从这一点着想, 在停滞区和渗透区之外, 又曾另设一区, 把渗透过土壤中的灌溉水再一次用以灌溉, 来对这一点进行了探讨。这就是说, 把上面两区和再灌溉区的各种观察资料用来作一比较的探讨。结果, 再灌溉区冠根上的根毛细胞数的比率及根毛长度, 都显示出介于停滞区与渗透区之间的中间值。与渗透区相比, 再灌溉区根毛的形成不良。根据过去的研究^[2], 再灌溉区的影响随土壤种类而异。著者等在所试验的东金土壤与福井土壤上, 也看到了这两种土壤间再灌溉的影响不同。东金土壤显示出极其近似停滞区的形成根毛的状况, 而福井土壤却得到了近似渗透区的结果。这样的差异是怎样发生的呢? 这一点现在尚不明了, 但是可以想见, 再灌溉除把流失的养分 (在这里所用的湿田土壤差不多没有养分的流失) 重新补给之外, 还把其他一些要素也带

給了土壤，于是就使根毛的形成发生了差异。这种想法，也許是适切的吧？

第二想要討論的就是以前有些人所說的一点^[4,7]：灌溉水停滯时，根群浅长于土壤中；渗透时，則深入土壤。著者等在本研究中也看到了同样的現象。实验終了时，深达盆底的根群量，渗透区比停滯区多得多。

单从一条冠根来考察根毛形成量的分布，得知在下层的根毛形成量以停滯区比渗透区为少，有如图2及图3所示。由此推測两区冠根接触于土壤的表面积（是从表皮的根毛細胞与无根毛細胞的纵横长度，根毛的长度与直径及冠根的直径来推算的），可知两区之間有着显著的差异，如图5所示。进一步考察，更可知根毛細胞，特别是根毛部分的表面积，是发生这样差异的重大因素（在无根毛細胞的长細胞

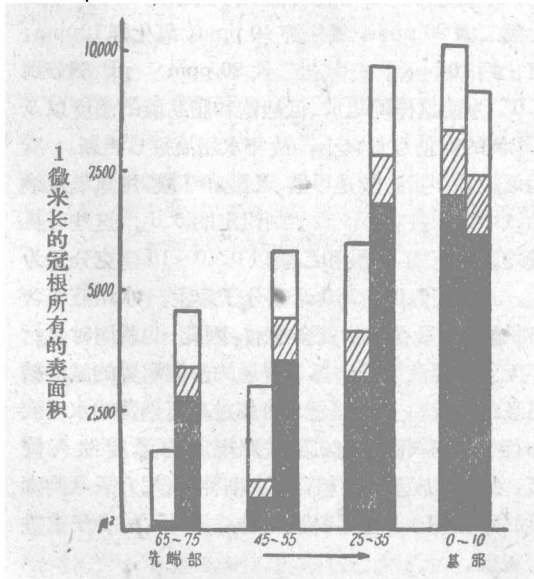
胞的表面积上，两区都没有什么明显的差异）^①。

第三想要探討的是停滯区与渗透区之間，为什么根毛的形成上会发生显著的差异。关于这一点，参照前人的研究成果^[4,5,6]，可以想到两个問題：（一）在渗透区，随着水的渗透，土壤得到氧的供給，所以与停滯区相比，土壤氧化程度較深。可是在两区的氧化还原电势之間，本研究与其他学者的研究^[2]相同，也不曾看到什么大差异。从这样微細的电势差，也不能想象到土壤的氧化还原电势会形成一个主要因素，使得根毛的形成受到它显明的支配（关于这一点还想进一步探討）。（二）随着水的渗透，发生在湿田土壤中的某种物质（这种物质想来就是抑制根毛形成的）就被排除了。这种物质究竟是什么，現在尚未明确，然从过去的研究^[3,5,6]成果推察，发生于夏季灌水状态下的水田土壤中的甲酸、乙酸、丁酸等也許就是这样的物质吧。这不过是一种推測，必須再加研究，始能明确。

最后想要討論的是下面的一点，也就是，冠根基部根毛形成的状况，無論在停滯区或渗透区，几乎都没有什么差异，但是越接近尖端部，差异就越显著（图2，图3）。这个問題現在也不明了，但可想見，土壤环境上必有問題存在。在接近实验盆表面的部分，虽不存在抑制根毛形成的物质，但是到了盆的下层，就有这种物质存积，成为不利于根毛形成的条件。特别是在停滯区，这种物质的存在更显明。但是这一点也須等待将来的研究才得明确，現在所述仅属推測而已。

把以上的討論簡括的說来，便是土壤是否透水之所以对根毛的形成发生影响，是由于下面的机构：（1）水田土壤中发生种种抑制根毛形成的物质。（2）这些物质抑制着根毛的形成（回溯到短細胞的形成）。（3）当透水时，这些物质从土壤中被排除。（4）因此，在渗透区，根毛的形成很是显明，但在停滯区則形成被抑制。当然，这些都是推測，有待于将来的研究才能解釋明白。

（俞寄凡译 管和校）



与冠根基部的距离
图5 1厘米长的冠根与土壤接触的表面积
（福井土壤）

左：停滯区。右：渗透区。
■ 根毛的表面积
▨ 短細胞（除去根毛的部分）的表面积
□ 长細胞的表面积

参 考 文 献

- [1] 川田信一郎，石原邦（1959）水稻における根毛の形成について、日作記。27，741。
- [2] 关东东山农試（1959）水田排出水の再灌溉效果に関する試驗。稻作における土壤と水に関する研究协会資料。
- [3] 三井进午、熊沢喜久雄、向井登（1959）作物の养分吸收に関する动的研究（第22报）。湿田土壤における有機酸の生成と水稻の生育について（その1）、土肥志30，345。

① 这仅是1条长1厘米的冠根的表面积的比较，如就冠根群来说，可以想見两区之間当有更显著的差异。

- [4] 三浦肆政楼(1933)排水地と停滯水地との稻田における水稻の根の发育关系。日作紀。5, 305。
 [5] 高井康永、小山忠四郎、加村崇雄(1955)水田土壤の微生物代謝に関する研究(第1報)农化志。29, 965。
 [6] —, —(1956)水田土壤の微生物代謝に関する研究(第2報)土肥志26, 25。
 [7] 上田博愛、大山一夫(1958)湛水下における水稻の根の呼吸生理机构に関する研究, 第3報および第の報。灌溉水の地下渗透が水稻の生育に及ぼす影响, 日作紀。26, 849。

4. 低級飽和脂肪酸对水稻根的根毛形成的作用

川田 信一郎 石原 邦

《日本作物学会紀事》30(1):72~78(1961)[日文]

精 言

土壤中的水分作纵向的渗透时与土壤中的水分处于停滯状态而完全不渗透时相比, 水稻冠根的根毛的形成有着很明显的差异, 这种情形已于前一次报告^[1]中提到过了。这就是說, 生育在渗透区里的水稻的冠根, 从基部直到頂端, 遍生根毛, 而且都很长, 至于停滯区的水稻根, 尽管其基部也与渗透区一样, 有很多根毛形成, 可是越往頂端去, 根毛就越少, 而且长度也差。在此情况下, 渗透和停滯两区的氧化还原电势几乎没有什么差别, 所以著者們推测, 渗透作用或許能将土壤中抑制根毛形成的某些物质予以排除, 因而才发生上述现象, 并且根据过去的研究成果^{[3][4][6][7]}, 猜想这些物质或許就是夏季积水状态下水田土壤中发生的甲酸、乙酸、丁酸等低級飽和脂肪酸。

关于低級飽和脂肪酸对于水稻根的伸长以及养分吸收的影响, 过去已經有过若干研究了, 但是如把問題提高到組織、細胞上的形态形成的作用, 这一方面的研究就还不曾有过。本文所报告的便是为了証实上述的推测而进行的研究成果, 对于甲酸、乙酸、丁酸对水稻根的根毛的形成会发生怎样的作用, 进行了一番探討。

材料和方法

被試的水稻品种以“农林 29 号”^①为主。取盆栽的水稻幼体(生出第 6~8 叶时), 把所有的根都从基部截断, 而把莖叶的基部浸入水培液, 俟重新生出的根长达 1~2 厘米时, 再把它移到搀着一定濃度的有机酸的水培液里, 放在摄氏 20~25 度的温室里, 予以栽培, 并将在此条件下生育出来的冠根当做主

要的观察材料。材料的固定用 FAA 固定液。冠根表皮的观察, 是用显微解剖鏡剝离含有表皮的 3~4 层細胞, 用甲基綠和焦宁染色^[2], 并用甘油和甲醇封閉, 而后进行。水培液的組成: 氨态氮 20 ppm, 五氧化二磷 20 ppm, 氧化鉀 40 ppm, 氧化鎂 10 ppm, 氧化鈣 10 ppm, 三氧化二鉄 20 ppm。pH 調节到 5.6。为使这样的組成、低級飽和脂肪酸的濃度以及 pH 值的变动尽量减小, 故将水培液每日更新。所用低級飽和脂肪酸是甲酸、乙酸和丁酸, 用氫氧化鈉加以中和, 并将 pH 調整到規定的 5.6。这些有机酸的濃度范围, 甲酸和乙酸以 0.10~10 毫克分子为主, 丁酸以 0.01~1.0 毫克分子为主。水培液既含有有机酸, 多数微生物就会增殖, 因此, 也就同时进行了无菌的溶液培养, 以与普通的溶液培养的試驗結果互相比較。这就是說, 將經過高压杀菌的水培液和經過过滤灭菌的有机酸按照規定的濃度注入管瓶, 在液面放置玻璃絲, 使水稻种子(用升汞水消毒过的)在这上面发芽, 并就下种后第 5 天的种子根进行观察。

試驗結果

(甲) 关于甲酸、乙酸和丁酸对水稻根伸长所起的作用, 著者們所得到的試驗結果(表1)与前人^[8]略同。这就是說, 甲酸、乙酸和丁酸的濃度分別达到了 0.25 毫克分子、1.0 毫克分子和 0.10 毫克分子时, 就对伸长开始发生阻碍作用, 而且阻碍的程度随着濃度的繼續增高而加深, 等到分別达到了 10 毫克分子、10 毫克分子和 1.0 毫克分子以上时, 伸长就完全停止了。这三种有机酸阻碍伸长的作用, 如在相同的濃度下加以比較, 其強弱的順序为丁酸 > 甲酸 > 乙酸。

① 也用了“农林 25 号”和“千本旭”試驗, 結果都相同。

表1 甲酸、乙酸和丁酸对水稻冠根的伸长和表皮形态的形成所起的作用

处 理	根 的 伸 长		根 毛 长		根毛細胞数 表皮細胞总数		細 胞 长**			
	4 天中 伸长量	抑制率*	平均长	与对照的 百分比	实 数	与对照的 百分比	平 均 細胞长	与对照的 百分比	无根毛的 細胞长	有根毛的 細胞长
对 照	5.8厘米	0%	199微米	100%	53.5%	100%	106微米	100%	139微米	86微米
甲 酸										
0.5 毫克分子	4.5	22	199	100	54.1	101†	102	96	125	77
1.0 毫克分子	3.2	44	294	148	53.1	99	75	71	90	64
2.5 毫克分子	2.0	65	51	26	2.3 (47.2)***	43†	38	36	47	30
乙 酸										
1.0 毫克分子	6.0	-3	166	84	50.2	93	114	107	141	93
2.5 毫克分子	5.3	8	18	9	10.4	19	122	110	126	87
4.0 毫克分子	2.8	52	18	9	1.0	2	92	92	99	93
丁 酸										
0.25 毫克分子	4.6	21	23	12	28.7	54	89	86	98	84
0.50 毫克分子	2.8	52	13	7	12.4	23	73	69	75	70

* 抑制率 = $100 \left(1 - \frac{\text{处理区}}{\text{对照区}}\right)$ 負号表示促进

** 根的纵轴向长度

*** 由于甲酸的影响而不发生根毛,但在通常情况下则发生根毛的細胞的百分比。

† 原表数字疑有誤,复算結果如上——校者。

(乙) 对于成熟了的根毛的长度(表1, 图2), 上述各种有机酸也会发生影响。一般說来, 濃度一高, 根毛长度就会縮短。例如: 乙酸濃度为 1.0 毫克分子时(根的伸长几乎不受影响), 根毛的长度略露变短的傾向; 它的濃度达到 2.5 毫克分子时(根的伸长与对照相比, 受到 10% 的抑制), 根毛的伸长就受到显著的抑制, 其长度还不足对照的 20%。丁酸也对根毛的伸长有显著的作用, 在它的濃度为 0.25 毫克分子和 0.50 毫克分子时, 根毛的长度分別不过 23 微米和 13 微米。但是, 当甲酸的濃度为 1.0 毫克分子时(根的伸长与对照相比, 受到 50% 左右的抑制), 情形就很特殊, 根毛竟然显著地变长, 成为对照的 150%; 当濃度达到 2.5 毫克分子时(根的伸长与对照相比, 受到 65% 的抑制), 根毛的伸长也受到抑制了, 长度只有对照的 25%。

(丙) 就根毛的形成数, 亦即根毛細胞数对表皮細胞总数的比率来看(表1和图3中 M~R), 得知其情况与根毛长度相同, 也就是說, 当有机酸的濃度达到一定程度时, 这一比率与对照比較起来就降低了很多。甲酸濃度为 1.0 毫克分子时, 根毛的形成数与对照全无差別, 从表皮細胞总数的約 50% 的細胞

胞生出根毛来, 但当濃度为 2.5 毫克分子时, 根毛发生数就只有对照的 10% 以下了。更可注意的是: 发生得这样少的根毛, 其形态还是异常的(图2-C及图3-P)。再就乙酸来看, 濃度为 2.5 毫克分子时; 根毛的形成数为对照的 20%, 濃度为 4.0 毫克分子

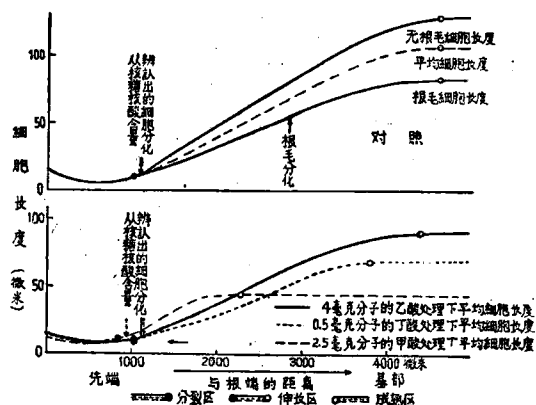


图1 甲酸、乙酸和丁酸对水稻冠根的表皮細胞的发育的作用

注: 1. 关于分裂区和伸长区, 参阅次頁脚注③。
2. 成熟区指从表皮細胞生长终止了的部分起直到基部止。

时,根毛的形成几乎少得辨别不出。在丁酸的情况下,浓度即便只有0.25和0.50毫克分子,发生根毛的细胞数所占表皮细胞总数的比率也会减少到10%左右。

(丁) 在所谓“生长点”附近的表皮细胞,当其最后的垂周分裂(anticlinal division)终止时,所有的表皮细胞在形态上都是相同的,但从核糖核酸的观点看来,它们已经分化为富于核糖核酸的细胞(形成短细胞而发生根毛的)和缺乏核糖核酸的细胞(形成长细胞而不发生根毛的)^[2]。本试验曾就上述有机酸对这两种细胞的分化会有怎样的影响进行了观察。结果(图3-A~F),不问有机酸的种类和浓度如何,都几乎不曾发生任何影响,两种细胞以与对照几乎相同的比率分化成功。再就有机酸对两种细胞的伸长过程的作用加以观察(图3-G~L),得知在乙酸和丁酸的情况下,富于核糖核酸的细胞在伸长初期的过程中,其核糖核酸的含量迅速减少,伸长的情况也与缺乏核糖核酸的细胞相等,于是在两种细胞间看不出形态上的差别来^①。而且这些细胞都不发生根毛。在用2.5毫克分子的甲酸处理时,富于核糖核酸的细胞的核糖核酸含量也显出减少的趋势,不过,在极其接近根端(不包含根冠)的地方,细胞停止伸长,两种细胞之间的形态上的差别(长短)即在已经成熟了的部分,也依然可以辨认些出来。而且只有富于核糖核酸的细胞由于所受甲酸的影响之故,几乎都不发生根毛。

(戊) 低级饱和脂肪酸对于水稻冠根的表皮系的形态形成所起的作用既如上述,从这些试验结果当中,应该特别指出,表皮细胞的长度(指根的纵轴向的长度而言)也会受到各种有机酸的显著的影响(表1和图3-M~R)。在用1.0毫克分子的甲酸处理时,细胞长度略微变短;在用2.5毫克分子时,长度仅及对照的1/3。在用乙酸处理时(根毛的形成数显著地受到抑制,根毛长度也显然很短),如浓度为2.5毫克分子,细胞的平均长度还比对照稍微长些^②。即将浓度提高到4.0毫克分子(根的伸长程度比对照抑制到50%,根毛几不形成),平均长度也只略微短些。在用丁酸处理时,形态方面的现象介

于甲酸和乙酸之间,在根的伸长和根毛的形成数受到抑制的同时,细胞长度也相应地变短了。

表皮细胞的长度何以会发生上述的差别呢?为了探讨这一点,我们从根端起,到细胞伸长终止的部分止,把它的发育过程从细胞长度的观点来细加观察(图1)。结果,除用2.5毫克分子的甲酸处理时(根长和细胞长都显著地短)以外,在其他情况下,从根端到细胞开始伸长的部分(即自核糖核酸的含量多少开始辨认出细胞分化的部分)的距离都与对照相等,约为1000微米,至于细胞伸长受到抑制以及细胞长度变短都是此后的伸长过程中的现象。这就是说,在此情况下,成熟了的细胞长度之所以变短,是因伸长区^③的长度变短,同时,伸长区中的细胞伸长量也变小了,而且后者变小的程度比前者变短的程度也更加显著(图1中曲线的斜率所以和缓)。另一方面,在用2.5毫克分子的甲酸的情形下,在极其靠近根端的地方,细胞伸长即已开始,从核糖核酸的多少所观察到的细胞分化也在这里发生。而且细胞伸长在极早的时期也就停止了,结果,成熟了的细胞的长度比在其他试验条件下显得短了许多。

(己) 以上的结果是用通常的溶液栽培法培育出冠根而就它来进行试验的结果。上文已经提过,因为所用培养液里含有有机酸,便有多数微生物增殖其中,所以每日都更换新液。尽管如此,要使有机酸浓度完全不发生变化,依然是很困难的。另一方面,对于微生物本身的影响也不能不顾。因此种种,所以又以无菌的溶液栽培法育成种根,用它来就上述(甲)~(戊)各点进行了观察,并把两者的成果加以比较。结果,要使无菌情况下的有机酸对萌发期种根的表皮系的形态形成,及对第6~9叶期的冠根发生同等程度的作用,其浓度必须稍高;但关于表皮系统所受其他种种影响,在两者间并未发现本质上的差异。

讨 论

根据上述结果,试提几点讨论如下:

第一想要讨论的是,培养液中的甲酸、乙酸和丁酸达到了一定的浓度后,就对水稻的表皮系统的形

① 富于核糖核酸的细胞短,其他一种略长。

② 将发生根毛的短细胞和不发生根毛的长细胞与对照相比,结果,前者长度不变,后者则略变短(但依然比前者较长40微米)。因为表皮的大部分是由前者所构成,所以细胞的平均长度比对照较大。

③ 本研究未作细胞分裂的观察,为了便利起见,就把表皮细胞长达10微米的一点作为分裂区和伸长区的界限,也就是说,从根端到这一点作为分裂区,再从这一点到表皮细胞停止伸长的地方,作为伸长区。这个分界点自然还有讨论的余地(关于成熟区,参阅图1的注2)。