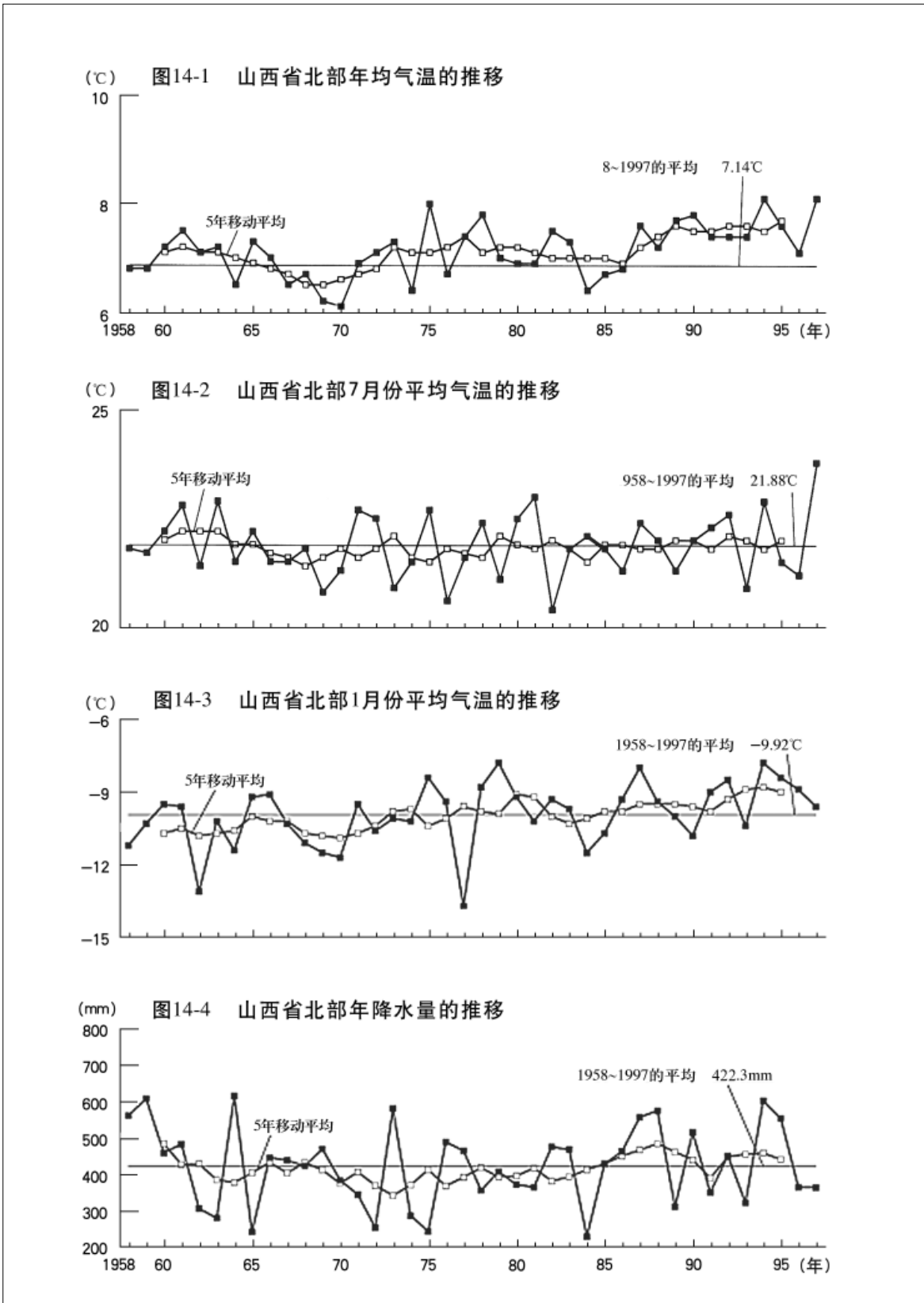


### (3) 植物的土壤条件

一般人会认为既然是黄土高原就应该是由黄土构成,但在中国的现代土壤学中却并不存在叫做黄土的土



壤。黄土仅是作为土壤的母材存在，现实的土壤是在黄土中搀杂着各种要素而被分为很多种类。但是因为一般都把这样的土统称为“黄土”，所以我们在这里除非特别说到土壤问题以外，也采用这种称法。

黄土高原大部分土壤的共同特征就是颗粒极细，集中在 $2\sim 50\ \mu$ 的泥沙层，比它颗粒更大的砾土和比它更细的粘土成分都极少，而且包括田里的土在内含有的腐植物物质很少，大都在0.5%以下。

因此，黄土高原的土很难成为团粒结构。要想构成理想的团粒结构，需要有形成团粒核的较大些的砾土，附着中等颗粒，再有更小的粘土，颗粒如此大小不等才是最佳。但是黄土高原的土的颗粒却全部大小相同，在土与土之间发挥粘合作用的腐植物物质也很缺乏。

因为形不成团粒结构，所以雨水很难浸透土里，而只是流过土的表面，冲走土壤。如此一来腐植物物质流失，团粒结构更加困难，结果也形成了恶性循环。



○调查黄土特性。因颗粒小，令人大伤脑筋。

黄土容易受水侵蚀，这一点在前面已经谈过。小粒土即使板结得很硬，只要加上少量水立即就会变得像润滑油一样稀稀垮垮。黄土具有很强的碱性也可能与此不无关系。

就黄土与植物之间的关系来说，由于黄土颗粒小，其间隙也小，像下雨等一旦来水，土的间隙就给糊死，氧气透不过去，导致植物的根系窒息。相反，土在干燥时候，因其粒子较小，对水的吸着力很强，即使土里有点水，植物也很难吸收过来，所以难以利用。植物的

根在这种土里生长，就像走钢丝一样，生死叵测。

土中的矿物质比较丰富。只要能供给适度的水和腐植物物质或氮，作物就会生长得很好。虽然很久以前欧美学者在视察这里后介绍说“黄土具有自我施肥的作用”，但实际上这是一种误解。其实是因为最初原有的森林与草地带来了腐植物物质，而后通过农民孜孜不倦一点一点地投入腐植物物质才产生出这样的土质。

黄土高原的水土流失和沙化的问题就是由于雨水冲走和大风刮走了含有腐植物物质的表土而造成作物和植物无法生存。耕地还可以进行人为的腐植物物质补给，但栽种树木的丘陵和山地，则情况大不相同。山地因为有草和灌木生长，混有相应的腐植物物质，相对条件比较好些。

但黄土丘陵即缺腐植物物质，砾土又少，条件非常不好。在这样的地方植树最容易出现问题。在后面将谈到的以遇驾山为代表的大同县松树栽培项目进行得之所以比较顺利，其原因是由于这些地方虽然也属于黄土高原，但因为有大同火山群存在，土壤中含有轻石（溶岩）成分，所以透气性较好。前面讲过的小老树，有一部分也种植在黄土丘陵，但因为那里腐植物物质多，所以树木的生长情况也不错。

在黄土丘陵植树时，我们为了改善土壤的透气性，在树坑里试验填加了少量的沙、轻石、煤渣等，成活率和初期的生长状况得到显著改观。由此可以得知，黄土的物理特性阻碍着植物的呼吸。

#### （4）地形与阳光的关系

站在浑源县城南边不远处的北岳恒山山顶（2,017米）远眺，景色叹为观止。在棱线北侧，落叶松、云杉、白桦等树木的天然更新已经形成森林，与其相对，南侧山坡却几乎没有树木，野草也长得稀稀拉拉。这座山是中国的五岳之一，加之国内外很多游客到此游览，所以在南坡曾反复进行过植树绿化，至今痕迹犹在，由

此体现了直至成功付出了怎样艰苦卓绝的奋斗历史。我们自己也曾经多次挑战，结果连遭失败。

如果细心观察就会发现，其他山上也是如此，受到日照的南面山坡树木极少，草也不多，栽种的树木长得好的都在没有日照的北面山坡。如果进一步细致划分，按树木和植物由多到少的顺序可以排列如下：

北坡、西北坡、东北坡、西坡、西南坡、东坡、南坡、东南坡。

中国把受到日照的斜面叫做阳坡，而不受日照的叫阴坡，还有半阳坡和半阴坡。多少有点绿化经验的人在制定计划时首先都要对此做出判断。

从地形来说，凸状地带相对干燥，树木难以生长，凹状地带则水易集中，加之背阴，所以树木容易生长。前面介绍过在丘陵等地方植树时先挖条沟，并筑起堤埂，然后沿沟栽苗，可以说就是用人工创造出易于植物生长的条件。

在有灌木和草生长的地方，我们试验依靠草木遮光栽种树苗，结果很容易成活。一般人们认为，先让草和灌木繁茂起来后再种树，在改善土壤条件方面也会有效，但从当地的情况来看，只有先种上树使其被划为造林地，才能形成封山育林的状态，才可能消除放牧的现象。最近虽然可以看到有的地方通过立起水泥桩拉上铁丝网来禁止放牧，但这样成本过高，不可能所有地方都能施行。如果能让当地农民理解在种植树苗前停止放牧，让草和灌木长得更加茂盛，当然效果更佳，但从实际情况来看，要做到这一点，难度极大。

绿色地球网络在大同市最南部建起了灵丘自然植物园（86公顷），在大同市北部的大同县建立了实验林场“喜鹊林”（约600公顷），买断了50~100年的使用权，与当地中方合作伙伴共同管理，同时进行着各种实验。

### （5）缺水问题日益严重

据说山西省在2000年夏天有一半以上的河流干涸，27座大中型水库和560座小型水库处于无水状态。作为官厅水库水源的桑干河勉强算见到水是在1997年的夏天，打那以后就再也见不到水的踪影了。2003年9月，



◎桑干河底全变成了玉米地，已经没有流水的余地。



◎北岳恒山山顶附近。南坡严重干燥，草木难生。

当我在桑干河上流的朔州市应县路过此河时不禁大吃一惊：整个河底竟已种上了成片的玉米，根本没有流水的余地。农民们对河水再来既完全不抱希望，也毫不害怕。当时恰逢临近收获之际，由于河底的养分和水分都很充足，所以看上去玉米长得比一般田里要好。丁玲有一篇著名的小说叫《太阳照在桑干河上》，而这里却是“太阳照在玉米地上”。看到牛、马吃着河底和水库底的草，你会仿佛觉得这里简直就是牧场。

不仅是地表水，连地下水也在干涸。当地的报纸曾反复报道，大同的地下水位每年

下降2~3米，如此下去，到2008年，地下水就会完全枯竭。煤炭开采和火力发电等过度消耗地下水是造成这种结果的原因之一。

农村的水也在减少。据报道，农村150万人口中有30万人处于饮水难的状态。

绿色地球网络至今曾在两个缺水的村子帮助打井，其中之一的灵丘县石瓮村的情况大致如下。该村在清光绪6年（1880年）挖了一口深36米的水井（挖井由来刻在井旁纪念碑上），并依赖这口井生活。可是在二



◎我们帮助灵丘县石瓮村打了口井。在通水仪式上，大家兴高采烈……

十世纪八十年代，因为水量减少，赶紧深挖，但毫无奏效。到了1996年，水井完全干涸。无奈，只好到离村4公里下边的北水泉村去打水。顾名思义，北水泉村以前有好几处涌泉，但后来也只剩下山脚一处有水，用铁管引来打水。这处涌泉在1995年时水量可达每分钟20升，但到1998年水量减少到了八分之一。石瓮村民对北水泉村人十分客气，而为打一大圆桶水，几乎要耗费一整天的时间。据向石瓮村民了解，一大圆桶水可供6口人家4天~1周生活之用。每人

每天大约用水4~6升，这其中也包括家畜饮用水。成年人的生理需求水量为一人每天3升，可见他们的生活用水已近最低限度。

所幸的是在石瓮村地下183米处有一条每小时出水40吨的水脉，以此解决了生活用水问题。但是2004年春天，当我们到石瓮村去的时候，发现北水泉村的涌泉已经完全干涸，位于高处的高庄村和北水泉村的村民都要到石瓮村我们帮助打的那口井来打水了。

在这一带，很多村庄水源枯竭。有的村为了能够早点排上队，不惜早上4点钟天不亮就出去打水，还有的村子固定打水专业户到外村买水，采用的办法各种各样。在这样的农村流传着这样的说法：“你借人家的油可以不还，但你借人家的水却不能不还”。以前，水的问题可以靠挖深水井来解决，但现在实际情况是靠这种办法解决问题已经到了极限。再说没有物质可以替代水。

前面讲过，大同是北京的水源。既然大同的水已经到了如此匮乏地步，那么北京、天津等大城市和华北粮仓地带焉能冷眼坐视，隔岸观火？

中国的水问题如此严峻，自不必说也成为了植树造林的一大不利因素。

## （6）风的影响

大同人所称“一年一场风”，实际是在说



◎被猛烈的西风刮得树干完全弯曲的杨树。

一年四季一直都在刮风。尤其是在开春时节，风力极强，风中裹挟着从西部刮来的黄沙。风沙主要来自塔克拉玛干沙漠的西部和从戈壁沙漠的西北两条通道经过大同。

经常可以看到刚栽下的树苗被完全埋在沙里，栽种稍大的树苗则经常被风刮得东倒西歪，刚开始生长的被连根拔掉，很难成活。还能常常看到处于生育过程中的成片杨树随风一边倒的情景。

由于刮风导致的土壤干燥、树苗脱水情况也不容忽视。当地人为了对抗风沙，有的将树苗栽得很深，但这样一来又容易造成根部的窒息。

我们的试验林场“喜鹊林”所在的地方风沙格外大。当初选这个地方时值秋天9月份，那时季风还不太强。如果事先经过整年观察，恐怕就不会选择那个地方了。搞风力发电倒是再适合不过的地方。这里的风力之强绝对要超出我们日本人的想象。

### (7) 发生虫害、兽害

在几乎没有植物的地方重新种上树木，会给这个地域带来生态系统的变化。但这种变化并非都会按照人的意志方向发展。

在中国北方大面积种植杨树的結果，造成天牛虫害范围扩大。在原来没有树木和植物的地方，以其为食和栖息场所的昆虫和小动物也少。树木增加了，这些昆虫和小动物也自然多起来。但仅大量发展一种植物时，就会大量产生以它为食的种类很少的动物，而天敌数量的增加速度又远远跟不上。天牛虫的天敌是啄木鸟，虽然在这里可以见到，但为数不多。

大同地区栽种松树的结果造成田鼠泛滥。栽种了6年以后长到1米高左右的松树根被田鼠啃光，发红枯死。栽种过15年左右松树可以打籽时，以松子为食物对象的田鼠数量则与日俱增。冬天食物不够吃时，田鼠就会去啃树根，造成严重食害。



◎在开春没有食物的时期，野兔把松树苗的上端咬断。

我们曾有过种在果园里的杏树、苹果树苗遭野兔啃食树皮全部死掉的经历。有的村子在种果树之前根本看不到野兔的影子，等到种上果树以后，便出现了野兔的侵害。特别是在食物

短缺的冬天到早春这段时间，周围的野兔都会聚集而来。

栽种的松树苗也遭受到集中破坏，顶部的嫩芽全被吃光。本来松树栽种小树苗比较容易成活，运输和种植成本比较低，从劳力方面来讲也划算。但为了避免野兔的糟践，没办法而只好增加栽种大树苗。增加植物恢复生态的尝试也引发了田鼠和野兔等动物的增加。

这里不久以前还有狼的出没。据记载，中华人民共和国成立后，在市区街上还曾出现过狼。但现在有人居住的村落附近，狼已经绝迹，其他天敌也几乎不见。

果树会有蚜虫光顾，而且毛虫害也经常发生。1999年和2001年，杨树等阔叶树集中遭受到病虫害侵袭。有的在春夏两季连续两次受害，大量沙棘枯死。

油松易生卷叶虫和松毛虫害，樟子松易生红蜘蛛害。日本专家调查表明，目前虽然松树的病虫害相对较



◎发生大蝗灾。老人相信多消灭一只蝗虫，明年的蝗虫就会少一些。

少，但反而有发生大规模单一虫害的可能性，所以千万不能掉以轻心。

另外，这个地方还连续发生大规模的蝗虫和蚱蜢的灾害，尤其是1997年和1999年格外严重，每一平方米达到600只以上，作物和植物被糟蹋得一塌糊涂。紧接着在2000年又发生大蝗灾，蝗虫甚至从市区公寓6层楼的窗户飞进屋里。因为用普通的办法已经无法驱除，只好用飞机喷洒农药。

如果持续暖冬，春季里又干燥无雨，十有八九要发生大虫灾。蝗虫、蚂蚱等的卵在湿度高时会腐烂发霉，但耐旱能力极强。所以这期间的气象变化给这些虫子提

供了生成的条件。

虽然这些昆虫和小动物的天敌数量也会逐渐增加，将来会达到平衡，但是这需要时间。

目前只能采取人工的防灾对策，但又存在成本问题的制约，所以总找不到好的解决办法。

## 6. 从社会方面看绿化的问题点

### (1) 人口压力增加了解决问题的难度

每当我们列举绿化的困难条件时，日本人总是要反问：“为什么要选择那么困难的地方？为什么不找个条件好一点的地方？”。

其实很多时候正是受了中国专家们的诱导，他们对我们说“这块地方条件好”。

其实在中国，凡树木可以很好生长的地方大都已经成为耕地，树木只能种在那些连作物都无法耕种的地方。只要是有人住的地方，无论是哪里，条件都没有太大差别。不要忘记，中国这个国家正在用世界7%的耕地养活着世界22%的人口。



◎黄土高原环境的根本问题是人口问题。



按日本人的常识来说，作物不能耕种的荒地未必树木就不能生长。日本因为常年雨雪丰沛，所以可以这么说。可是大同农村栽培的农作物全都是从极耐干旱的杂草改良而来的。大多的农作物即便遇到大旱之年也只是当年的问题，但是树木碰到这种情况却只有从头重来。

大同市有4区7县，县的平均人口密度为1平方公里约130人。但是农业县的人口密度参差不齐。离大同市城区比较近的大同县大部分地方属于盆地，自然条件比较好，人口密度又偏低，1平方公里为125人。因此这个县有条件较好的造林地，而且从全国范围来看，示范造林点就有好几处。

在南边近邻的浑源县不足2,000平方公里的地方，包括没有户口的黑孩子，人口有35万以上。1平方公里的人口密度接近200人，而且这个县的三分之一是山地、三分之一是干旱严重的黄土丘陵。恒山山脉的腹地30度以上的斜坡全被开垦成农田。本来坡度超过25度的斜坡是禁止耕作的，但是因为有人只能依赖它生存，所以很难贯彻执行。有的地方由于土壤层稀薄，连梯田都造不出来，所以只能就着斜坡种田。

这种田被称为“三跑田”。一到下雨，水、土、肥料就随之跑掉。“三跑田”现在都是退耕还林的对象，新的变化正在发生。

已经把田开垦到条件如此恶劣的地方却还不能保证生活，只好放养些绵羊、山羊和牛等补给。开春时节饲料尤为不足，结果这些牲畜把萌发前的嫩芽到草根、树皮全部啃光。好不容易树木长出芽来，却已无法生长。

大同有全国最大的煤矿，在农村也有许多农家使用煤炭，但像灵丘、浑源等县的山村仍然以烧柴为主。若能做到等树木长大后只烧树枝，或者作为薪炭林利用栎树等轮伐后萌生的枝条当然最好不过，但农民迫不及待，在小树直径还没长到5厘米时就给当柴烧了。这也是树木难以成林的原因之一。但是，大同的大部分农村几乎没有可以当柴烧的树木，所以在大同反而算是例外的情况。

## (2) 农村的贫困等不及树木长大

山西省是树木少的省份。50年前中华人民共和国成立时的森林覆盖率只有2.4%。同一时期，据说大同(市区)的森林覆盖率仅为0.9%。其后虽然通过植树造林使森林覆盖率有所提高，但恐怕还是不到10%。公布的数字虽然接近20%，但其中有很大水分。此外，成材的树木还很少，山西省的木材自给率不到10%，因此木材价格极其昂贵。

在农家的土墙等上面到处写着很多诸如“要想早致富，少生孩子多种树”、“绿色银行”、“种下百棵树，十年当上万元户”之类的标语口号。要是栽种新疆杨那样生长速度较快的树木，10年以后胸径可以长到30厘米



◎在贫困农村绿化时，要考虑农民的经济利益。

以上。这样的一棵树能卖到100元以上，要是这一年能卖掉100棵，收入可达1万元。计算是这样得出来的。

街上出售的胶合板都是将杨木刨开、用味道刺鼻的醛胶压合而成的。3毫米厚的一块胶合板卖到27元。参加植树造林的农民一天的工钱大概是15~25元，由此可知木材价格之昂贵。

从经济方面讲，林业也可能会成为划算的产业。根据我们实施的问卷调查结果，农民们对植树造林的意愿还是很强烈的。

最大的问题是要等到树木变成钱得需要时间。杨树成长速度最快也得需要10年，而松树长成间伐材变成钱至少也要20年以上，其它树种也大体相同。从开始绿化算起，怎么也得需要20年的时间。

果树变成钱的时间要短许多。杏树4~5年、苹果5~7年就会结果。因为在中国栽培果树也包括在林业中，所以把山林树种和果树结合起来种植可能对解决这个问题会有帮助。

中国政府自1999年1月发表全国生态环境建设规划以来，对植树造林加大了力度，情况已经大有改观。此前对植树绿化只是大张旗鼓地宣传，预算措施却总是捉襟见肘。政府给出的补助金充其量只够购买树苗，而劳力大多由当地农民自己负担。基本是以劳动工分的方式记账，等到将来树木兑换成现钱再予以兑付。但因为能否成功无法保证，加之尚无先例，所以难以取信于民。

如果能保障从外部得到贷款，就会容易得到农民的积极参与。为此花费的成本并不很大。

### (3) 环境意识的急速变化

绿色地球网络在开始绿化合作时曾反复指出环境问题的重要性，但总遭到反驳。不少人回答说：“那是你们先富裕起来的日本人在乱发议论。中国有十几亿人口，先得让他们吃饱才是当务之急，因此必须发展经济。即使经济发展破坏了环境，我们也心甘情愿，我们不怕污染”。

那个时期，从日本赶来的志愿者与当地村民和小学生一起植树时，从县里来的共青团干部就坐在旁边闲聊，根本不来参加劳动，更有甚者还凑在一块儿玩起扑克牌。



◎乱开发。由于筛选和洗净铁矿石，珍贵的水源受到污染。

但是中国后来在环境意识方面发生了迅速变化，最大的转机可以说是1998年发生的长江和松花江的特大洪水。在此之前，环境问题只不过是少数的知识分子们不敢外露的主张，但在大洪水发生之后，人们开始议论“洪水是天灾还是人祸？”，主张“即使经济得到发展，但如果环境遭到了破坏，不仅所有的经



济发展成果都会前功尽弃，而且我们还将受到自然更加严厉的报复”的人多起来了。

另一方面，东部沿海地区和内陆地区的差距如果继续扩大，作为国家的整体观念将受到损害，各种矛盾将更加激化。为了解决这些问题，中国提出了旨在提高内陆地区总体水平，促进其经济发展，而且在政治上具有重要意义的“西部大开发”战略决策。但是，它对中国的内陆地区会产生什么样的影响，现在还很难说。内陆大多地区本来就承载着自然环境、交通条件及其他条件的沉重负担，而在今后发展过程中最先行的必定是开发这里广博的地下资源，由此可能在环境方面造成更大的负担。随着内陆地区开发的进展，仅就匮乏的水资源就可能会出现上游和下游发生争夺的现象。因此反而可能造成有悖初衷、各种矛盾更加激化的后果。

不过，最近发现一时曾经高涨的环境意识现在又有了新的变化。经济膨胀急速发展，每年维持着接近10%的增长率。由于城市和道路不断扩建，钢材和水泥都供不应求，价格暴涨。

以前人不敷出的小铁矿及其它小矿井和挖掘石灰石等现在遍地开花。对于曾被经济发展遗忘的这一地区来说，现在总算遇到了千载难逢的良机。

但是另一方面，矿石筛选、洗净都需要大量用水。清澈的山涧瞬间变得污浊，由矿石带来的有毒物质肯定会给下游广大地区造成健康损害和水土污染，令人担忧。

从事林业、绿化工作的人接触这些后果的机会远远多于一般人。难道我们不应该大声疾呼：“更广泛地关心一下环境的问题吧！”

#### （4）官僚主义？形式主义的弊端

植树造林是在自然界运转中进行的事业，所以必须要遵循自然的法则。施行各种方策和技术是必要而且也是有效的，但毕竟摆脱不了自然的制约。如果过分勉强植树造林，那么是不会持久的。

最近有很多组织在降水量极少的沙漠植树造林。多数情况下，在相当长的时间里要依靠采用地下水或其他人工灌溉手段加以维系，甚至使人们产生一种错觉，认为这种办法可行。

其实小树苗阶段对水的需要量少，但随着树木长大，水的消耗量也会随之增加。人工灌溉的极限必定到来。大同大片的小老树早已告诉了我们问题的答案。

要让已经消失的森林再生之所以难度极大，是因为这里存在着以人口压力和“环境破坏与贫困的恶性循环”为代表的社会关系背景。所谓环境问题其实就是人类如何对待环境的问题。仅就短期推进植树造林而言，困难的问题往往是发生在树木栽种以后与人相关的问题。要恢复森林、修复环境，必须同时对存在的社会问题重新研究。

自然法则与社会存在有时尖锐对立，而处于中间在现场施行的植树造林项目只能像走钢丝一样，举步维艰。

这里发生的问题往往是官僚主义和形式主义的弊端。

沿着大同市区的街道种着粗大的油松。由于松树对大气污染抵抗能力很差，所以很多已经枯死，这样需要经常更换新树。技术人员对这些问题应该心里有数，但因为领导发话要在冬天里也能看到绿色，所以作为任务只能执行。在这种情况下，技术人员想唱反调，谈何容易。

几年前有中央领导发话，指示“要多栽种大树苗”，结果来视察我们项目的上级领导每次来都要指出：“你们怎么种这么小的树苗？要种大些的树苗嘛”。没办法，只好按照他们的指示办，结果种下的大苗都被大风吹得东倒西歪，不久就枯萎死去。

我们是民间团体，在接受着日本政府及其外围团体的赞助同时，也受到相当的制约和统一的要求，难以自由行动；而中方则受到中方的约束，连会计年度和会计准则都与日本不同，要想同时满足双方的要求，非

常困难，有很多脱离现场实际情况的烦琐事务。特别是在绿化工作最忙的开春季节，正好赶上日本会计年度结算时期，各种事务性工作忙得人焦头烂额，苦不堪言。真希望能够多从现场的实际情况着想。

## 7. 技术方面的诸多问题及其改善措施

### (1) 雨季整地

对于在干旱地区植树造林来说，整地作业极其重要。尤其是在山地和丘陵坡面种植松树的整地作业更为重要。整地的目的主要有三个。

第一，不让雨水流失，贮存雨水。由于黄土高原总是集中降雨，雨水流过山地和丘陵坡面会带来水土流失，所以通过在造林坡面挖沟、挖坑，筑堤埂而划之，就会防止雨水大面积流走，使雨水渗透在土壤里。

具体操作需视当地地形、土壤厚度、确保劳动力等各方面情况的基础上决定。比较平缓的坡面表土相对较厚，可以采用水平沟方式，沿等高线挖出宽50厘米、深25厘米的沟，用挖出的土在沟下方堆成宽40厘米、高30厘米的堤埂。在沟长每2~3米处用堤埂隔开，不要让水流进沟里。在沟里要深翻松土，然后靠沟、堤埂形成的约高50厘米土墙种上树苗。

对坡面较陡、土层较浅，而劳动力又不能确保的地方，主要采用鱼鳞坑方式，即挖出适当大小的坑，用



◎为第二年植树挖好鱼鳞坑。在干旱地区植树造林的最大关键在于水的保持。

挖出的土在坑下方堆起一个半圆形的堤埂。因其形状酷似鱼鳞，所以称之为鱼鳞坑。

在比较平坦的土地栽种果树和杨树时，给每一棵树苗都用四方形堤埂隔开。通过这种办法可以使雨水贮存在一个小框架内浸透土地。

这些作业最好能在前一年的7~9月份雨水较多时候进行，这样不仅可以充分有效地利用这一时期的雨水，同时黄土也在有水时比较容易作业。

此地在9月份以后气温急骤下降，水分蒸发受到抑制，11月上冻后能保留到第二年春天。树苗种下后随着气温回升，冻结水也开始融化，可用于育苗。春天雨水极缺，不足以供树苗生长，但通过利用前一年的雨水，植树造林还是可行的。仅仅通过这样的整地作业，从草的生长迅速好转情况来看，就可得知其效果可观。

第二，靠堤埂墙可以造出人工的阴坡效果，可以防止干燥，并使苗木躲过强风。如前面所说，大同的北面山坡大多是悬崖峭壁，可造林的面积很小，而且可造林的地方多已完成绿化，所以今后的绿化课题中心主要在南面。对南面坡地，正好可利用斜坡筑起堤埂遮挡阳光。对其它方向的坡地，要尽量想办法双管齐下，既

能贮存水，又能造成阴坡效果。

第三，在前一年整地时将土翻松可以提高植树的作业效率。此地最适宜植树的季节是3月底至4月中旬这段时间。在此之前，土地尚未解冻，无法挖坑；到了4月末又因树苗发芽已经开始，成活率会下降，而且这时也正是农忙时节，难以确保植树所需的劳动力。为了在短期内作业行之有效，前一年的事前整地作业必不可少。

在这些整地方式中，水平沟方式可以算得上土木工程了，单靠铁锹来完成是一项重体力劳动。我们也考虑过能否用更简单的办法来替代而做过多次试验，但最终没能找出更好的解决办法。况且，我们在后面将会看到，当地的农民并没有把整地作业当成我们所想象的沉重负担。对经过长年实践经验产生的这种办法，我们不能不给予很高的评价。

## (2) 改善通气性效果

我们的报告中已经多次讲到，在黄土高原上植树，因为土的颗粒很小，容易造成根部窒息，所以难以成活。但是，中国当地的技术人员往往误将其归为干旱、水分不足的原因，动辄采用应付供水不足的对策。这样一来，往往招至适得其反的结果。具体来说，在当地植树要采取如下办法，要特别谨慎对待。

坑要尽可能地挖大些、深些。种果树时，哪怕是小苗，也要挖出直径和深度都在70厘米以上的大坑。黄土在耕作以前呈板结状，即使用铁锹也很难挖得动，所以这是一项很艰苦的工作。

挖坑时要把含有腐植物的表土和深处的心土区分开，不能混在一起。另外，表面上干燥的土和底下较湿润的土也要分开。在栽上树苗后回填土时，要把含腐植物和较湿润的土尽量培在根部。

在苗木的操作上，杏树相当粗放。有的须根甚至几乎全部断掉只剩粗根了也没关系。细心一点的会把树苗埋在田地角落等处，使其不受阳光直射，避免根部干燥。粗心的干脆一放了事，根部被晒干。但是，杏树苗生命力极强，即使如此，大部分也会成活下来。

但是松树苗则需要小心操作，因为根部一旦干燥就很难成活。要在深30厘米的铁桶里装满泥水，还要加入叫作“根宝”的药剂（据说有提高成活率的效果），然后把树苗放在里面搬运。到了现场还得分盛到加了水的桶里搬运，直到栽种前才取出来。

按日本的标准已经种得相当深了，但当地技术人员认为在干燥地区只有深植才好。不过最近几年，种植的深度逐渐变浅，好像也开始了这样的技术指导。我们主张要植得更浅，经过现场的反复实践，深植的问题点正在被逐渐认识。为避免深植，要在放置树苗之前用土把坑回填上一半，如果准备充分，还要在回填土中换上少量的堆肥和磷酸肥。

把苗放好后先培土到能把根部盖上的程度，然后浇水，待水全部渗入土里后再培些土。因为如果水还没渗进土里就再培土的话，水会被吸收到上部来被蒸发掉，造成浪费。

当地人培土以后总要用用力地将土踏实。他们一般认为如果不踏实，湿润的土就不会与根紧密接触，保水性就不好。

最后还要培上一些较粗的土，这些土不能踏实，只培上即可。这样可以杜绝毛细管现象，起到双重防止水分蒸发的作用。

绿色地球网络的立花吉茂代表对这样的方法曾经指出：“这种做法就像在土坯上栽苗，根部会窒息枯死”。按照他的指导，应该在栽下树苗的坑里先填上一两锹沙、轻石、煤渣等通透性材料，而且培上土后不能踏实。但是，如前所述，这里不仅有个植树方法的习惯性问题，还因为技术手册上就是这么规定的，所以技术人员抵触情绪很大。

1997年的夏天，我们发现在植树现场有一堆被丢弃的煤渣，就把它往每个坑里添上一锹，种上了杏树。当第二年春天和按照惯例方法栽种的对照群一比较，加了煤渣的成活率为90%，而且初期生长状况也很好，而对照群的成活率约为60%，生长状况也不好。为了加深技术人员的认识，我们又在各组分别挖了一棵树苗对它们的根部状态进行了比较。加了煤渣的粗根扎到煤渣里，其他的根也发育良好；而对照群的根部发育一看就比前者相差甚大。

同样的比较实验我们进行了多次，终于使当地技术人员认识到了氧分对于树根的重要性。从1999年春天起，在黄土丘陵种植树木时都要掺上沙子了。由此，成活率与初期生长状况有了明显的改善。

### (3) 薄膜覆盖栽培的效果

这个地方春季少雨，确实给这里的植树造林带来很大困难。前面介绍过，在成功的植树造林背后，有过许多失败的教训，植树前后的年份的降水量对于成活率和生长情况有很大影响。农民们非常强调春雨的重要，但这个季节即使下雨也很小，不足以满足树木和作物的生长需要。

虽然没有实施定量性调查，但是前一年9月份以后下的雨由于气温降低没有被蒸发，继而上冻被保存在土里，直到第二年春天才随着气温上升开始融化，对植物生长有所帮助。利用好这一点的例子如前面讲过的雨期整地。据《山西土壤》（山西省土壤普查办公室编、科学出版社、1992年11月）记载，土壤上冻前与春天融化后的土壤含水量没有多大差别，证明我们的推测是正确的。

从这个意义来说，如果在种植苗木时用塑料薄膜进行覆盖，可以防止土里水分蒸发，提高苗木的成活率。在中国，工业产品同农业产品和劳务费相比成本较高，以前塑料薄膜的价格很贵，难以利用。但因为最近栽培果蔬使用塑料薄膜比较普及，因此价格也随之降低。1999年春天，我们在种植杏树时试验使用了塑料薄膜，在提高成活率方面确实发挥了很大作用。

1公顷土地栽种3300棵松树苗是不是可以同样使用塑料薄膜覆盖，在夏天高温季节里使用塑料薄膜会不会产生其它新的问题，这些都有待于继续研究和进行反复的实验。



◎农用塑料薄膜。应用到果树效果很好。

有人认为在干旱地区使用粗材料进行覆盖，效果并不是很好，但实际上经过确认，用草和小石子等进行覆盖也收到了很好的效果。

另外，有必要对草覆盖地表的效果做进一步的研究。草长得茂盛就会吸收地里的水分，促进水分蒸发，但同时草覆盖地表可以避开阳光的照射，降低地表温度，从而抑制水分蒸发。裸土被晒得响干的时候，有草的地方土还比较湿

润,对此我们已经做过多次确认。至于用草的水平衡情况有必要进行研究。

#### (4) 实施混种和营造多样化的森林

实施混种和营造多样化的森林,是我们合作项目从一开始就确定下来的课题。但在实际解决过程中存在着诸多问题。

第一个困难是客观上的问题,就是合适的树种少。这里冬冷夏热,树种必须能够同时适应这两方面因素,当然还得耐旱。此外,这地方的



◎杨树与松树混种。不仅虫害减少,松树长得也好。

土壤碱性很高。农村非常贫困,经济上不富裕,所以植树不仅要有助于环境改善,还必须考虑在经济上能带来好处,否则很难调动农民对植树的意愿和积极性。但是,能够满足这些条件的树种实在难找。

第二个问题是主观上的问题,就是相关人员对于混种的必要性没有足够的认识。中央政府的林业局好像从很早以前就强调了混种的必要性,但这个精神往往贯彻不到当地基层。当我们提出混种的建议时,技术人员总会说“不同的树种栽种在一起,相互之间会争阳光、争水分、争肥料,所以必须慎重考虑”。所谓“慎重考虑”,弦外之音就是不能那样干,这种表达方式和日本一样。

他们只想到了不同树种的竞争关系,却没有想到不同树种的共生关系。因为他们没有见过天然森林,而且对自然条件的严酷性多有领教,所以陷入到这样的想法也是情有可原。春节时看到农家大门口贴着的红纸上写着“战天斗地”,再目睹大同的自然环境,他们的这种心情也是可以理解的。

这个问题出现转机来自大同县三北防护林有几块样板林发生樟子松枯死的事件。原森林综合研究所所长小林一三、东京大学大学院教授铃木和夫等多组专家走访了现场,与当地技术人员一起做了深入调查,弄清楚了以下的情况。

油松易生卷叶虫,而樟子松不生。樟子松上易生红蜘蛛,而油松上却不生。但是在混种樟子松和油松的地方,两种虫害都很少发生。其间混有杨树、沙棘的地方,不仅虫害少,而且松树长得也好。这种戏剧性的效果令日本专家们也大为吃惊。

另外,不久前对遇驾山的松树树干的伸长量进行了调查。结果表明,混种于变成了小老树的杨树之间的松树长得最好。当地技术人员通过自己亲眼目睹,终于认识到了混种的必要性。我们的合作项目从1998年春天开始实施了最多达到6种树木的混种。

即使如此,我们还是感到现在可以利用的树种太少,希望能够增加更多的树种。在大同市最南部的灵丘县建设自然植物园的构想之所以得到了当地人的认可,就是因为有着这样一段背景。

#### (5) 菌根菌的应用及其效果

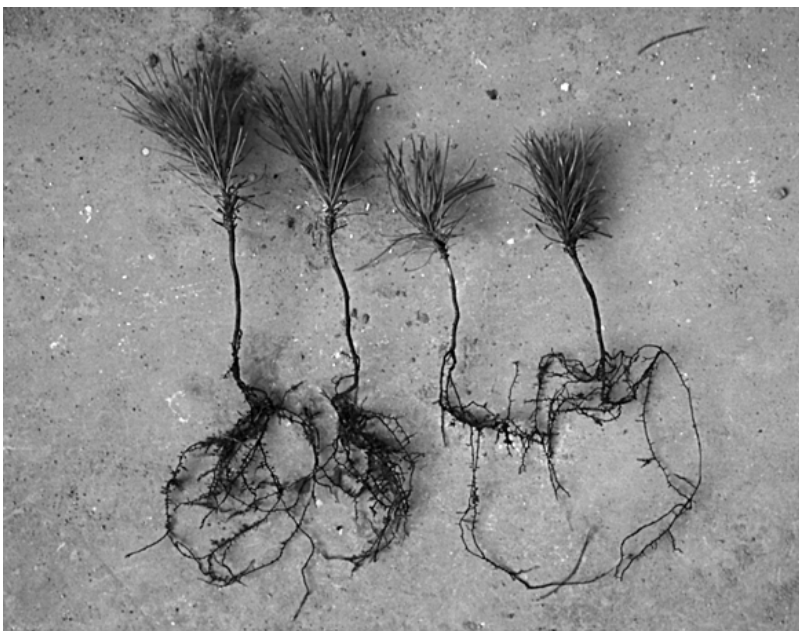
在1997年4月开始应用菌根菌松树育苗试验时取得了良好的效果。关西综合环境中心生物环境研究所小川真所长亲临我们合作活动基地地球环境林中心做了悉心指导。育苗4个月经过与对照群比较,结果发育

生长达2倍之多。

从1998年4月开始，为推进樟子松和油松育苗的应用技术，我们在大同县国营苗圃的一角租了1.5公顷



◎小川真所长亲临现场悉心指导菌根菌育苗应用技术



◎实验开始后4个月，与菌根菌共生的树苗（左）发育高达2倍

的土地。在1999年7月确认结果时，和前一年的实验结果一样，与对照群相比差别甚大。施加少量的木碳渣和松林的表土，使根和菌根菌接触的松树苗与不施加任何东西的对照群松苗比较，干燥重量超过近2倍。另外，与对照组树苗大小不均、差别很大的情况相比，接触了菌根菌的树苗生长均衡，大小划一。

苗圃技术员说：“我们培育松树苗20多年了，这么好的树苗别说培育出来，就是见也没见过。”该苗圃地处三北防护林示范区，从外县来采购树苗和来参观的人也络绎不绝。其中有的人要求：“就是花1.5倍的价钱，我们也要粘着菌根菌的大树苗。”其结果，该苗圃从1999年开始在松树育苗方面全面采用了菌根菌技术。

所谓菌根菌是一种与植物的根共生的微生物，附于松树等上的外生菌是蘑菇的同类。它们从植物中以糖分的形式吸收营养，反过来帮助植物吸收水分和矿物质促进植物生长。它们一边将菌丝伸入植物根细胞之间，一边将菌丝蔓延到土壤中，加强了根与土壤的接合。在黄土高原这样水和肥料都比较少的地方，效果尤其显著。另外，菌丝将植物的

根包裹起来，还起到了防止冻害和病虫害的作用。

下面，我们简单地介绍一下育苗时采用菌根菌的接种方法。需要的材料在当地都可以找到，方法也极为简单，而且不费事。

播种松树之前，先在苗床土中施加少量松林表土和木碳渣。松林表土中含有蘑菇的孢子。我们苗圃所用的表土是从县城东面的东山松树造林地运来的。植树造林后经过了15年，现在已经生长蘑菇（大部分是乳牛肝菌 *Suillus bovinus*）。取来的土要用筛子将未分解的叶筛去，然后马上掺进苗床土里，或者暂时用东西盖上堆放起来，避免太阳直射。土中存在很多孢子，所以不必掺入太多。



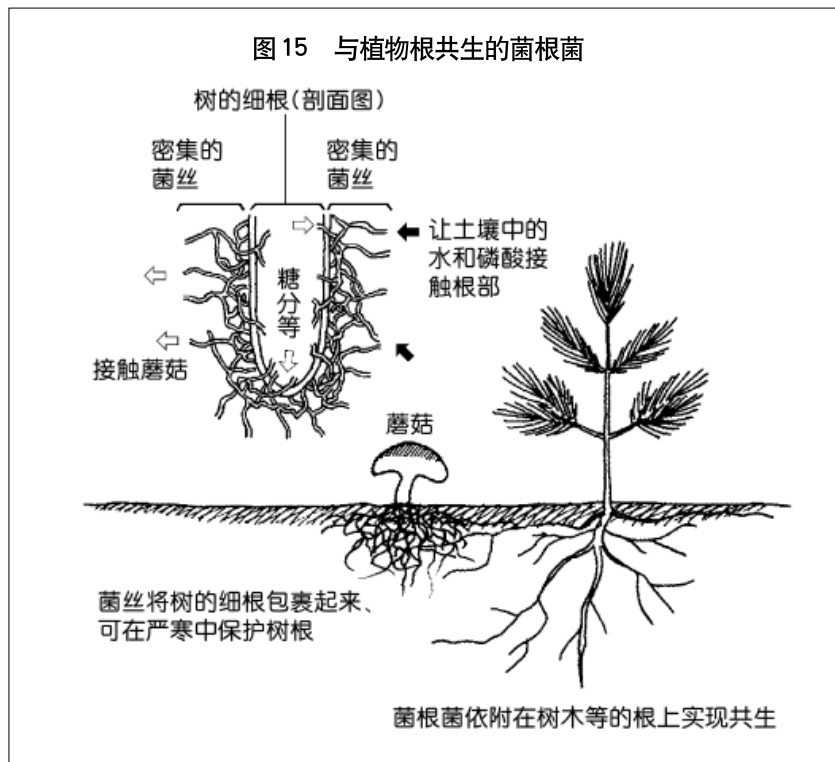


○从第二年春天开始租用大同县国营苗圃的一角，推进应用技术。

据技术指导小川真先生说，木炭渣起着催化作用，帮助根与菌根菌接触。发了芽的菌根菌比其它杂菌生命力弱，所以会躲到木炭的空隙中去；而松树根为了寻找氧气也会伸到木炭中去。这样，松树根与菌根菌开始共生。我们苗圃的附近有一家提炼硅的工厂，原来从那可以大量搞到树皮部分烧成的粉炭，后来因为禁止烧炭了，所以要考虑新的木炭获取渠道。

把蘑菇的孢子和木炭渣施加到苗床以后，就可以按常规办法播下松树种子。其后的管理并没有什么特别之处。树苗由于与菌根菌共生，吸水能力变强，可以减少浇水次数。菌根菌的一部分在树苗出场以后仍残留在土里，所以树苗以连续培育为好。菌根菌不与植物共生是无法独立存活的，所以第二年还要施加孢子。如果想要省去麻烦，那么可以在苗圃几个地方散种些大的松树。菌根菌可以和这些大树持续共生，而且会不断地感染到新种的树苗上。

还有更直接的方法。到了季节，可以采来些蘑菇，用水洗出蘑菇的孢子，再用水将含孢子液的水稀释后



浇到松树的根部即可。这时只要事先把木炭渣施加到苗床土中就可以了。

表 2 应用了菌根菌及木炭培育的松苗生长状况

(大同县地球环境林中心针叶树育苗基地)

表 2-1 根、茎、叶各部位的长度 (厘米) ( ): 以对照物为 100 的数值表

	个体数	根		茎		叶	
		平均	± S.D.	平均	± S.D.	平均	± S.D.
实验区	32	24.1 (108)	4.4	7.6 (161)	2.3	6.4 (114)	1.8
对照区	41	22.4 (100)	4.4	4.7 (100)	1.4	5.6 (100)	1.4

表 2-2 固体重量和根、茎、叶各部位的重量 (g) ( ): 以对照物为 100 的数值

	个体数	个体		根	茎	叶
		平均	± S.D.	平均	平均	平均
实验区	32	1.11 (201)	0.86	0.16 (113)	0.18 (257)	0.75 (214)
对照区	41	0.55 (100)	0.41	0.12 (100)	0.07 (100)	0.35 (100)

表 2-3 个体重量和根、茎、叶各部位的重量 (g) ( ): 以对照物为 100 的数值

	个体数	个体		根	茎	叶
		平均	± S.D.	平均	平均	平均
实验区	32	0.89 (189)		0.16 (113)	0.16 (228)	0.57 (203)
对照区	41	0.47 (100)		0.12 (100)	0.07 (100)	0.28 (100)

## 注

1) 对照区: 用什么也不施加的苗圃土壤栽培。

实验区: 在苗圃土壤中施加木炭和松林表土栽培。

这两个区设在相邻的地方, 均用自动喷淋系统供水。

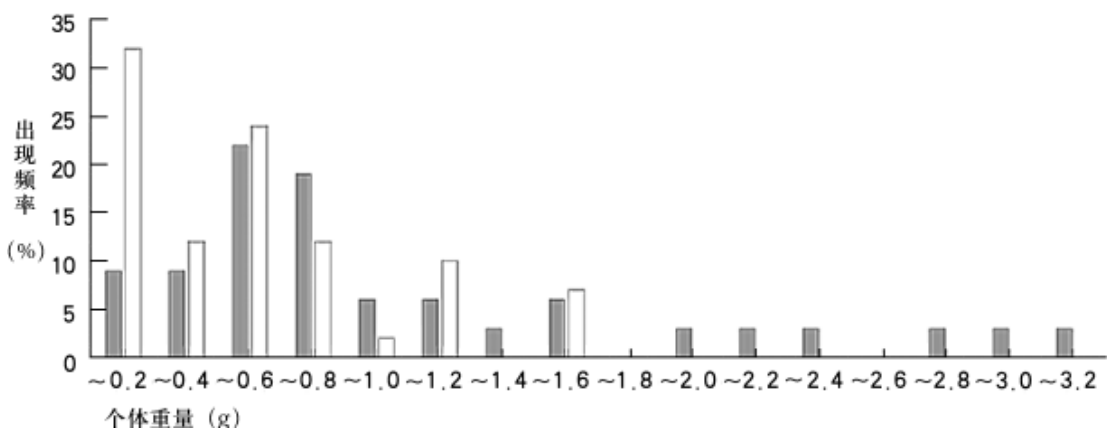
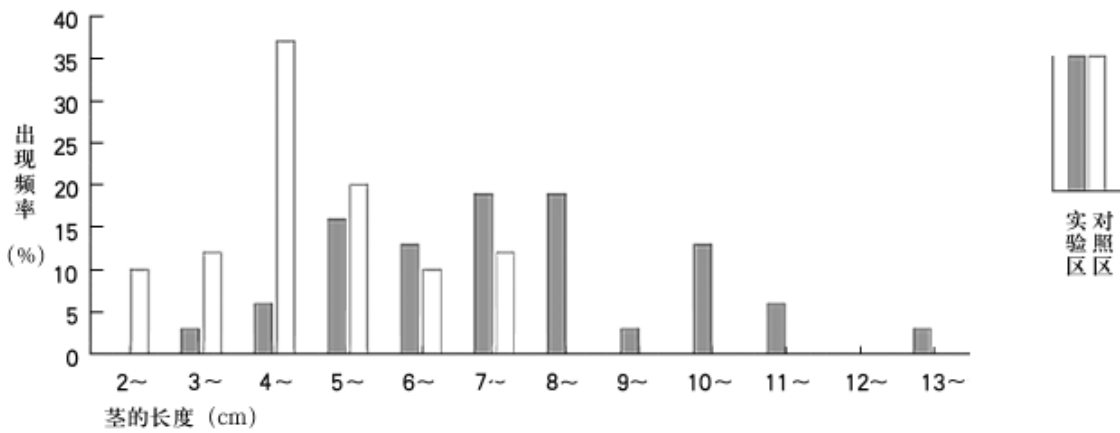
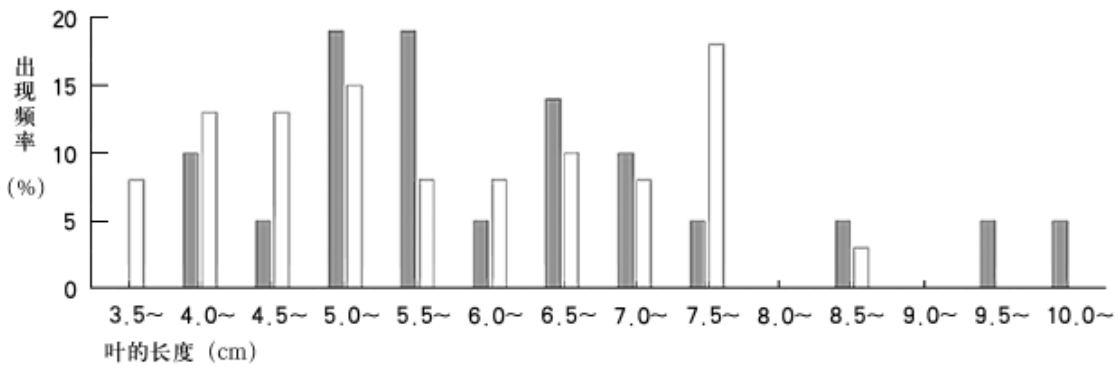
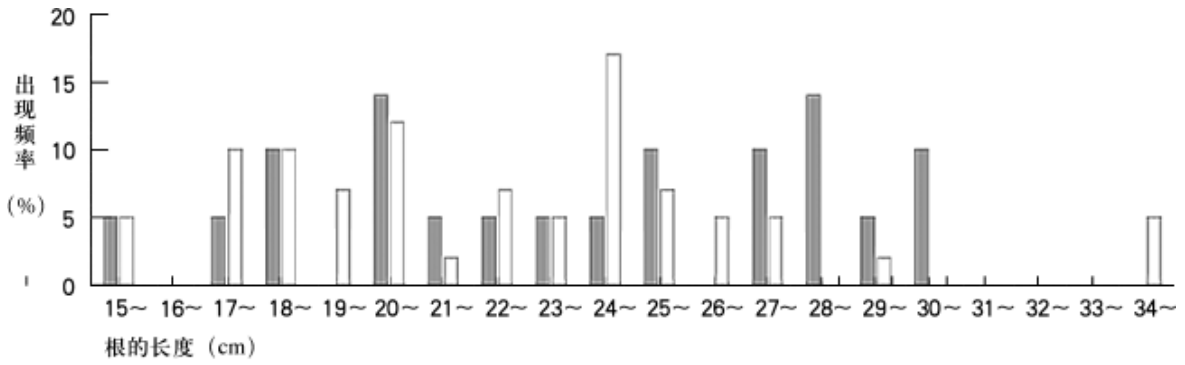
2) 测定用的树苗于在 1998 年 4 月播种, 1999 年 7 月 23 日采集。在风干后的第 6 天, 即 7 月 29 日先称量每株的重量及根、茎、叶的长度 (表 2-1), 然后将根、茎、叶分离后, 称量各组的总重量, 再除以个体的数量求出平均重量值 (表 2-2)。

3) 根中包括胚轴。根的长度 = 胚轴 + 主根的长度。侧根未予考虑。茎的长度为从胚轴与茎的分界处起到顶芽 (越冬芽) 下端的长度, 茎的重量中包括顶芽的重量。

4) 测定误差: 重量误差在 ± 0.05g 以内; 长度误差在 ± 3 毫米以内。

5) 表中的 S.D. (standard deviation) 为表示测定值的幅度 (参差) 的值。这个值中包含全部资料的 66% 以平均值为中心。本来这是在测定值呈正规分布时才使用的, 但本次测定中资料少, 不一定呈正分布, 所以只作为参考数据列出。

图 16 应用菌根菌培育的树苗生长状况



松树的种类与蘑菇的种类虽然不是1对1，但有对应关系。油松和樟子松长的蘑菇相同，但落叶松长的种类好像不同。培育落叶松树苗时要使用落叶松林的表土就可以。不仅松树，大多树木与菌根菌接触都会促使生长良好。但到目前为止，我们实际应用的只有松树育苗，今后想对果树和杨树等其它树种也做些试验。

据小川先生说，菌根菌能在这么短的时间内显现效果实属罕见，很可能因为该地的树木生长条件实在太差，所以借助和不借助菌根菌才会有如此明显差别。在日本根本不必刻意接种，因为菌根菌到处都存在。但在黄土高原或没有或有也很少，所以人工接种的效果才会这么明显。

2000年春天，接种了菌根菌育出的树苗首次被栽种在造林地上，尽管大同县有几个项目遇到了非常严重的干旱，但90天后的成活率仍高达85~93%。比成活率更高的是当地人的惊讶程度，以往种下的树当年不枯死就算烧高香了，根本没指望能长大。但这些树苗一种下去就开始长大，而且此后的生长状况也很好。根部与菌根菌已经实现共生得到了确认。

### (6) 伴随技术转移、扎根出现的问题

之所以如此详实叙述技术问题被当地人们接受、付诸实施并在这里扎根的过程，是为了让大家理解伴随这一过程的困难。如果认为写篇报告或者树立个样板就自然能被当地接受、扎根，那就过于天真了。通过这个过程，我们重新体会了人们所说日本人在模仿创新方面，其民族性在世界上实属罕见的意义。

回顾迄今为止的经验，体会最深的就是太耗费时间。我们在开始这项活动时，有位亲密的中国朋友曾经对我提出忠告，说日本人要在中国的农村开展活动，“要切记五个‘不’字，即”“不急躁，不着慌，不指望，不傲慢，不气馁。”

什么事情都急于求成，肯定碰壁。必须要从能够实际做到的事情入手，难办的事情放到后面，待时机成熟



◎在环境林中心给当地技术人员提出建议的立花吉茂代表（右一）。

再做。遇到失败、或者发生不测的时候，才是改善体制、改善技术的良机。在一帆风顺的时候很难着手的问题也往往会在这个时候乘机得以解决。如果正确处理，坏事也可以变成好事。

围着桌子讨论问题往往得不到解决。就算在桌面上说服了对方，但被说服的那方总是心存怨气。一起在现场通过一起工作、一起调查，由此达到共识，非常重要。我们经常强调“应该

请教大自然”。

越是受过专门教育的技术人员思想越顽固，反而农民们只要给他们看到结果，他们就能毫无顾忌地接受



◎远田宏顾问（右）与当地人员检查松树的发育情况。

新技术，如此事情时有发生。不妨举一件发生在种杏树施加煤渣实验时的事例。技术人员面对实验的结果尽管说“也许在煤渣里存在着什么养分”，但依然固执己见，可农民们马上就相信了实验的结果，在下次种树时主动准备了沙子。当然也有农民保守，技术人员超前的案例。我认为只有具体地判断哪些是积极因素，并依靠这些积极因素才有实现技术改革的可能性。

反过来，我们在开始合作项目的当初，对当地的事情也是完全

不理解的。通过以后反复经过多次失败才从中产生了新的认识，加深了理解。中方的合作伙伴也许也认为很多事情是他们巧妙地引导了这些不谙世事的日本人。道理应该是互通的。建立关系会促进相互变化。

在不断磨合的过程中，相互的想法逐渐地趋于一致。现在往往研究新项目时好像已经分不出到底是哪方先提出好的设想了。