

把土壤资源管理起来

迎接人类面临的挑战

J. S. Kanwar

中国科学院南京土壤研究所

图书情报研究室编印

1982年4月

把土壤资源管理起来

迎接人类面临的挑战

(第12届国际土壤学代表大会主席致词, 1982年2月)

J. S. Kanwar

(国际半干旱热带作物研究所)

文中主要标题

人类面临的挑战

回顾

世界粮食形势和土壤资源

70年代土壤研究要旨

主要土壤问题

对付未来挑战的战略

展望

结语

这次第12届国际土壤学代表大会的主题是《把土壤资源管理起来，迎接人类面临的挑战》。我们之所以选取这一主题，是因为今天我们正面临着许多挑战。一些发展中国家必须从越来越紧张的土地上生产更多的粮食、纤维和燃料；而发达国家由于工业化引起环境质量退化的威胁正日趋严重。现在和将来的全球性饥荒、营养不良，以及生活质量问题正受到全世界人们的关注。如果当前土地利用的习惯做法仍旧沿用下去，那么今天出生的儿童就很可能没有足够的食物吃，没有足够的空间生活，没有新鲜的空气呼吸。因此，对于我们的农业资源，特别是土地的利用问题进行一番认真地思考，周密地规划，这是一件迫切需要做的事。

第1届国际土壤学代表大会是1927年召开的，当时正值第一次世界大战刚结束后经济繁荣时期。第2、3届代表大会召开时正处于后来的经济萧条年代。第二次世界大战后，科学发展开始了新纪元，越来越强调科学技术用于和平，造福于人类。这种冲击也波及到农业领域。土壤学、肥料施用、水、作物和牧场管理等方面的科学研究，正应用于提高现有耕地产量，扩大新耕地面积，改良低产和不毛之地。这些研究成果导致许多国家单产和总产急剧增长。特别是工业化国家迅速利用了以农业机械、肥料，以及杂交品种为标志的土壤与作物科学领域中的新成就，使这些国家的农业生产增长尤为突出。

工业化国家1951到1980年期间的获得的增产中92%来自于提高单位面积产量，仅8%来自于扩大耕地面积。但是在同一期间，非洲和中美及南美地区所获得的增产中分别有52%和54%是来自于扩大面积方面。亚洲居于上述两种情况之间(Barr 1981; 表1)。世界各地肥料的消费量都显著上升(图1)，可以预料这种趋势还会继续。所以，为了合理施肥，对于土壤测定、调查和分类的需要正在

表1. 1961-62到1979-80年期间粮食总产增长来源

地 区	年增长率(%)		
	按总产量	扩大面积	提高单产
世 界	2.7	18	72
发达国家*	2.5	-8	92
发展中国家	3.0	27	73
中、美及南美	3.7	54	46
非 洲	2.1	52	48
中 东	2.5	20	80
南 亚	2.6	20	80
印 度	2.5	25	75
东 亚	3.1	45	55
西 亚	-0.9	-165	+65
中 国	4.3	2	98

资料来源: Barr 1981; * 包括美国、加拿大、西欧、南非、大洋洲和东欧。

不断增加, 已成为现代化农业的重要工具。做为一个国家来说, 它所消费的矿物能源数量就成了衡量农业进步的晴雨表。

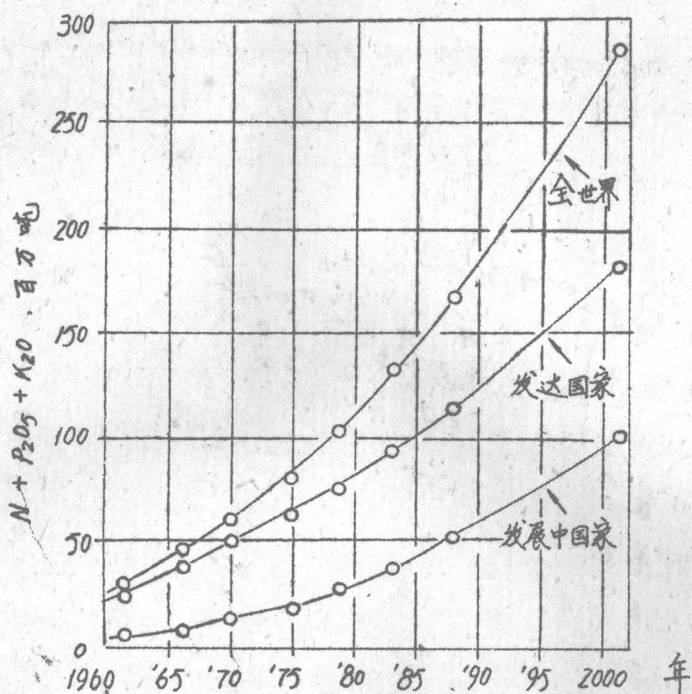


图1 世界肥料用量 (联合国工业发展组织预测)

正是在这一时期，发生了巨大的人口爆炸，在发展中国家尤为强烈。虽然各地都在扩大耕地和提高单产，加强粮食生产以应付不断增长的需求，但是各地区和各国家之间粮食供求不平衡的现象日趋明显，越来越依赖于国际贸易和合作。尤其是在发展中国家这种国际依赖关系已成了用于改革农业的一种的手段。这时国际农业研究这一革命性主张也就应运而生了，这些国际研究组织在发展高产品种新技术方面起了先导作用。接着在60年代中期开始了绿色革命。随着高产小麦，水稻，高粱和玉米新品种的引用，使之有可能越来越多的施用肥料，农药和灌水。绿色革命给发展中国家的确带来了巨大好处，使它们粮

食产量中的主要部分开始来源于提高单产。70年代达到了一个新的转折点，人们越来越意识到农药和肥料过度施用和缺乏管理措施可能带来了公害。

人类面临的挑战

在这次第12届代表大会召开之际，世界要养活的人口为1909年召开第一次国际土壤学家会议——为国际土壤学会1924年成立奠定了基础——时的4倍。目前正值过去的粮食输出地区变成了净输入地区；发展中世界预计从现在起要不了十年的时间，缺粮将达到每年1.21亿到1.43亿吨（IFPRI 1977），到本世纪末可能还要增长。目前粮食，水，燃料和能源严重短缺的阴云正在聚集起来。环境科学家正在警告说气温在上升，大气中二氧化碳含量在增加，大气和水源污染在加重。把温带地区建立起来的大规模，高投资，集约化粮食生产农业制度，扩大到目前尚有大面积可耕地的非洲和中美及南美湿润热带低地的希望一直还没有实现。事实上，这种冒险做法可能导致大量土地退化（Moormann and Greenland 1980）。据Sanchez和Cochrane（1980）报导，在南美氧化土和老成土上这种教训已经尝到了。遗憾的是登月和宇航带回来的消息清楚地表明，我们还得继续依靠地球而生存，它是唯一能为我们生产粮食的星球。

人们在召开第1届代表大会的时候深信，通过向新殖民地扩大耕地，通过由人口稠密地区向人烟稀少地区移民，提高农业生产还大有余地。既是在今天这也是事实，世界耕地只占陆地面积10.6%，还有14.7%的可耕地等待垦殖。但是这些潜在耕地大多数分布在南美，非洲，北美和大洋洲（表2）。

表2. 世界各大洲潜在耕地和已耕地

洲	总面积 (百万公顷)	可耕地 (百万公顷)	可耕地占 总面积 (%)	已耕地 (百万公顷)	已耕地占 可耕地 (%)	未耕地占 可耕地 (%)	每人可 耕地 (%)
北美 ^a	2430 ^b	626.7	25.9	273.4	43	57	1.84
南美	1780	596.3	33.5	78.3	13	87	2.81
非洲	3030	712.0	23.5	157.5	22	78	1.85
欧洲	1050	397.9	37.9	212.1	54	46	0.60
亚洲	4390	886.7	20.2	684.8	77	23	0.39
大洋洲 (澳、新)	860	199.5	23.2	33.5	14	86	9.97
全世界	13530	3419.1	25.3	1439.6	42	58	0.88

资料来源: Buringh et al, (1975); a, 包括中美和加勒比海群岛; b, 比美国提供的相应数字 (PSAC 1967) 多 312 百万公顷, 比联合国 FAO 生产年鉴 (1974) 的数字多 174 百万公顷; c, 根据 FAO 生产年鉴 (1974) 的人口数字。

参加今天这次大会的人们会痛心地意识到这种水平发展的限度。特别是在亚洲和欧洲把更多的土地投入农业的可能已经很少了。我们深刻体会到可用于农业的水土资源已经非常珍贵了。森林资源马上就要消失, 耗资巨大的水库正在被淤积填平, 肥沃的良田由于非农业利用和土地退化正在逐渐从农业生产中消失, 旱涝威胁正在加剧, 许多土地退化过程已经达到令人惊骇的程度。

亚洲占世界人口 58%, 可是可耕地只占 20%, 其中 77% 已经

种植起来了。在东南亚地区，如印度尼西亚，泰国和斯里兰卡，正在进行艰苦的努力，耗费巨大的开支，去鼓励人口稠密地区的居民迁移到人口较少的地区。在其他一些地方，这种做法的余地也是很有限了。况且这种移民会给人口稀少地区已经十分脆弱的生态体系带来巨大威胁。在南美和非洲湿润热带未开垦的潜在耕地虽然有10亿公顷以上，但是这些土地大多数是氧化土和老成土，把它们最适宜的利用起来还有许多技术问题的限制，与此相牵连的也有一些社会经济以及政治方面的困难。目前这些地区人口稀少，缺乏现代农业所必需的基层组织结构。而且，在非洲和南美人口同样正以可怕的速度在增长，农业环境条件同样也经常遭到旱涝威胁。不管怎么说，在我们这个世界上一些地方闲置着十分辽阔的可耕地，而在另外一些地方却人口稠密不足温饱，这种状况在基本道义方面是说不过去的。

根据以上分析结果以及最近三十年间扩大耕地对增产粮食的相对贡献（表1）可清楚地看出，除了中美及南美，非洲，以及大洋洲采用扩大耕地对粮食产量起到显著贡献，而且在今后仍会如此之外，在世界其他地方就很少有这样的前景了。但是，在这些地方，特别是在发展中国家，采用先进技术提高现有耕地生产力方面却存在着很大余地（表3）。由此可见，世界粮食增产的主要战略，尤其是在今天的亚洲和欧洲，要放在提高土地生产力，向垂直方向发展方面；但是在非洲和拉美仍然存在着向水平方向和垂直方向发展两种选择，在北美和大洋洲的情况也是如此。既是在这些地区，我们也很快挺进到了边缘土壤。所以，在这宇航年代里，我们还得学会有效地管理这些可利用的土壤资源，满足人类衣食住基本需要。这的确是首要的事。工业化，城市化，居民需要都在与日俱增，对于今天我们土壤学家来说，提出的挑战也越来越多。正是由于《把土壤资源管理起来，迎接人类

面临的挑战》这一当代论题具有重大意义，我们选做了这次大会的主题。

表3. 世界主要作物平均与潜在产量

来 源	产量 (吨/公顷)		
	小 麦	水 稻	玉 米
试验场最高产量	12.0	14.0	13.0
高产国家平均产量	5.2 ^a	6.0 ^b	5.7 ^c
高产国家与发展中国 国平均产量比例	4.0	3.1	4.4
地区平均产量:			
北 美	2.0	3.7	4.5
欧 洲	3.0	4.8	3.8
亚 洲	1.2	2.4	1.9
非 洲	1.0	1.8	1.1
南 美	1.4	1.8	1.6
发达国家	2.2	5.7	5.0
中等发展国家	1.7	3.1	3.0
发展中国家	1.2	1.9	1.3
世界平均	1.7	2.4	2.8

资料来源: Cooke (1979); a. 荷兰; b. 日本; c. 美国

回 顾

我们大家都感到十分荣幸的是印度总统尊敬的 Shri Neelam Sanjiva Roddy 出席了这次第 12 届国际土壤学代表大会开幕式。他以热爱土地和农业而著称。他是一位农民，他洞悉土壤与文明的联系。我们深切感谢他的勉励之词和宝贵意见。

十分罕见的相似，第一届代表大会美国总统出席了开幕式。他在致词中谈到：

我们思索一下，全体人类的衣食住何等程度的直接或间接依赖于土壤，把土壤做为民族或人类的巨大财富看待，那么它所持的重大作用就显而易见了。在我们的矿藏已经停止提供铁，煤，以及各种宝贵的金属之后很久很久的时间里，土壤还会继续提供粮食，养活世界上日益增多的人口。因此，象你们的大会这样，各国代表们齐集一堂，讨论有关土壤保持和利用的研究方法，这是一件非常合乎时宜的事。

我们还值得庆幸的是第 5，9，10，和 11 届大会主席今天也和我们在一起。第 3 届大会是 1935 年召开的，当时正值全世界经济萧条时期。那一届的大会主席 John Russell 先生在致词中讲过：

在这艰苦岁月里，我们不能只是满足于我们知识生活开创了新生面，而且应该通过国际活动解决那些困扰着千千万万人的沉重经济问题。

Richard-Bradfield 是 1960 年召开的第 7 届代表大会主

席。当时正处于比第二次世界大战刚结束后的十年经济发展更为迅速的时期。他激励土壤学家把注意力放在缓和饥饿和营养不良这一超政治意识的人类共同问题上。

Gordon Hallswarth 是第 9 届代表大会主席。他感到土壤研究极不平衡，比如土壤肥力方面的论文太多，而其他题目太少。他还强调指出早日出版世界土壤图的必要性。

第 10 届代表大会主席是 Victor Kovda，他在庆祝土壤学会成立五十周年纪念会上讲话时强调，土壤资源保护问题应予以最优先考虑。他把注意力集中于生物圈。

我们前任，Fred Bentley，曾着重指出，气候是土壤资源最佳利用的抑制因素，因此在我们利用土壤的同时，需要增强我们保持和改善土壤的本领。

我提出以上这些摘录，其目的是使大家清楚地认识到，土壤学家从一开始就关心着土壤管理和土壤政策给人类社会带来的冲击。土壤退化问题，提高土壤生产力问题，以及改良退化土壤问题已经花费了土壤学家几十年的心血。可是时至今日还没有一项旨在合理管理和利用土壤资源的世界性，或全国性的土壤政策。

最近以来全世界已经开始意识到了要保护人类，动物和植物资源。但是这种觉悟尚未扩大到保护肥沃的表层土壤上面，而土壤是全体动植物赖以生存的基础，它正处于迅速的消失之中。Indira Gandhi 女士，在 1981 年向联合国粮农组织演讲时，让我们关心地球所遭受的破坏和蹂躏。根据 Allen(1980) 的资料，在哥伦比亚每年要从土地表面剥去 4 亿吨肥沃土壤；埃塞俄比亚每年为 10 亿吨；印度每年为 60 亿吨。林地，草地和农地之间的比例日益失去平衡。Kovda (1974) 认为全世界每年要损失 500 万到 700 万公顷良田。如果这

种速度继续下去不加以削弱的话，那么全世界只要20年损失掉的耕地面积就等于今天印度的全部耕地面积，即1.4亿多公顷肥沃土壤，到2000年在印度还需要依靠这些土壤养活预计10亿人口（或者说世界人口的六分之一）。这么多土壤正在消失——消失——无影无踪地消失。据Allen(1980)推测，以目前土地退化速度计算，接近世界耕地的三分之一，世界热带森林的二分之一，只要20年的时间就消失了。正是在这20年间，世界人口将增加20多亿。这相当于国际土壤学代表大会整个十一次大会期间所增加的人口。因此对于我们日益耗竭的土壤资源进行全球性的、及时的保护起来，做到我们所能设想到的合理利用，这难道不是我们首要的职责吗？

Bentley(1978)为创立一个国际土壤科学研究所(ISSRI)做了强烈的辩解，1979年在马尼拉国际水稻研究所(IRRI)召开了关于缓和热带地区抑制粮食生产的土壤因素的会议，会上突出强调需要成立一个土壤研究和管理国际委员会(IBSRM)。我的意见认为成立一个拥用卫星中心网的国际土壤和水研究所(ISWRI)，以期达到所有这些目标，至为理想。后面我还会谈及这个问题。我真心实意地相信，适宜的土壤和水管理是解决粮食、饥饿和营养不良问题，一个国家的繁荣昌盛问题，环境质量问题，乃至生活质量问题的关键。因此《把土壤资源管理起来，迎接人类面临的挑战》做为第12届代表大会的主题是最恰当不过了。

世界粮食形势和土壤资源

在这次代表大会上，联合国粮农组织Dudal将讨论世界土壤资源及其潜力问题；Buringh将就世界土壤资源潜力发表自己的见解。

所以，我只限于概括性地阐述一下这些问题。毫无疑问世界粮食生产已经赶不上亚非拉地区发展中国家提出的需要。根据对今后的估计，如果照目前趋势继续下去，在未来二、三十年内粮食短缺将达到令人惊恐的程度。

根据国际粮食政策研究所 (IFPRI 1977) 预测，作为大多数发展中国家主要粮食的谷物，它的产量到 1990 年将满足不了 1.21 亿到 1.43 亿吨的需求量。这是 1975 年缺粮数字的三倍。这种粮食短缺增长将持续到 2000 年，那时缺粮可能达到 1.71 亿吨 (Crosson and Frederick 1977)。

在 1930 年世界人口只有 20 亿，1960 年达到 30 亿，1975 年为 40 亿，到 2000 年估计要突破 60 亿。每 60 秒钟全世界就有 232 个婴儿出生，其中亚洲 136 个，非洲 39 个，拉美 23 个，世界其余地方为 35 个。在一些国家里仍然有几亿人生活于贫困与饥饿之中。自人类起源以来灾荒，饥饿和营养不良一直在蔓延。人们一直处于灾祸恐怖状态。因此铲除它们就成了二十世纪一项重大愿望。到本世纪末，我们务必要生产出比历史上我们达到的最高年产量还要多一倍的粮食。

粮食短缺主要集中在每人平均收入低于 300 美元的低收入国家。这些国家的人口约占世界人口的 70%。大部分位于亚洲 (印度次大陆)，非洲和拉美。在这些地区不仅土地生产力很低，而且像高产品种，肥料，灌水和能源等投入数量，以及投入后的效果都少得可怜。然而最近时期反复证明，世界有能力养活自己。比如说 60 年代所增产的粮食接近 90%，70 年代有 70% 多是来自于提高单产。但是在五十年代粮食增产主要部分是来自于扩大耕地面积 (图 2)。

根据以上所述，提出旨在增加种植强度，提高生产率，和改善农

业投资效益的战略是必要的。把同样的战略应用于一直没有得到绿色革命好处的牧业和林业生产，这是今天土壤学家所面临的最大挑战。

Penck(1928)在华盛顿召开的国际土壤学会第一次代表大会上评述过，世界能够生产160亿人口的粮食。最近Revelle(1976)推测，世界有能力支撑400亿人口。Buring及其同事(1975)估计，在最佳条件下最大限度农业生产量可达到目前水平的30倍。在印度，Sinha和Swaminathan(1979)计算，农业生产潜力为目前水平的35倍。毫无疑问潜力是巨大的，但是变成现实要取决于多种因素。其中两项主要的是最新设想的技术和占主导地位的社会经济条件。

为了严格的审度局势，我们必需更精确的掌握潜在耕地资源及其在不同投资和技术水平条件下的生产潜力。当我们着手对世界土壤资源的面积和质量进行评定的时候，马上就会发现已经完成调查的土壤几乎不到十分之一，而且在很多情况下已调查过的土壤，其生产潜力仍然是估计的。土壤调查的覆盖度最高的是欧洲，最低的是非洲(Dudal 1978)。

世界陆地面积为135亿公顷，其中73%由于太冷，太干旱，坡度太大，土层太浅，太湿或太瘠薄不能维持植物生长。几乎只有22%即32.7亿公顷，可以种植，其中已经种植的有14.39亿公顷，大约有17亿公顷尚未开发(表2)。

图3表明世界各类土地分布及其主要抑制因素。在这里需要特别谈及的有四种：(a)稻作地，(b)干旱和半干旱地区灌溉地，(c)非灌溉旱作地，(d)游耕地。

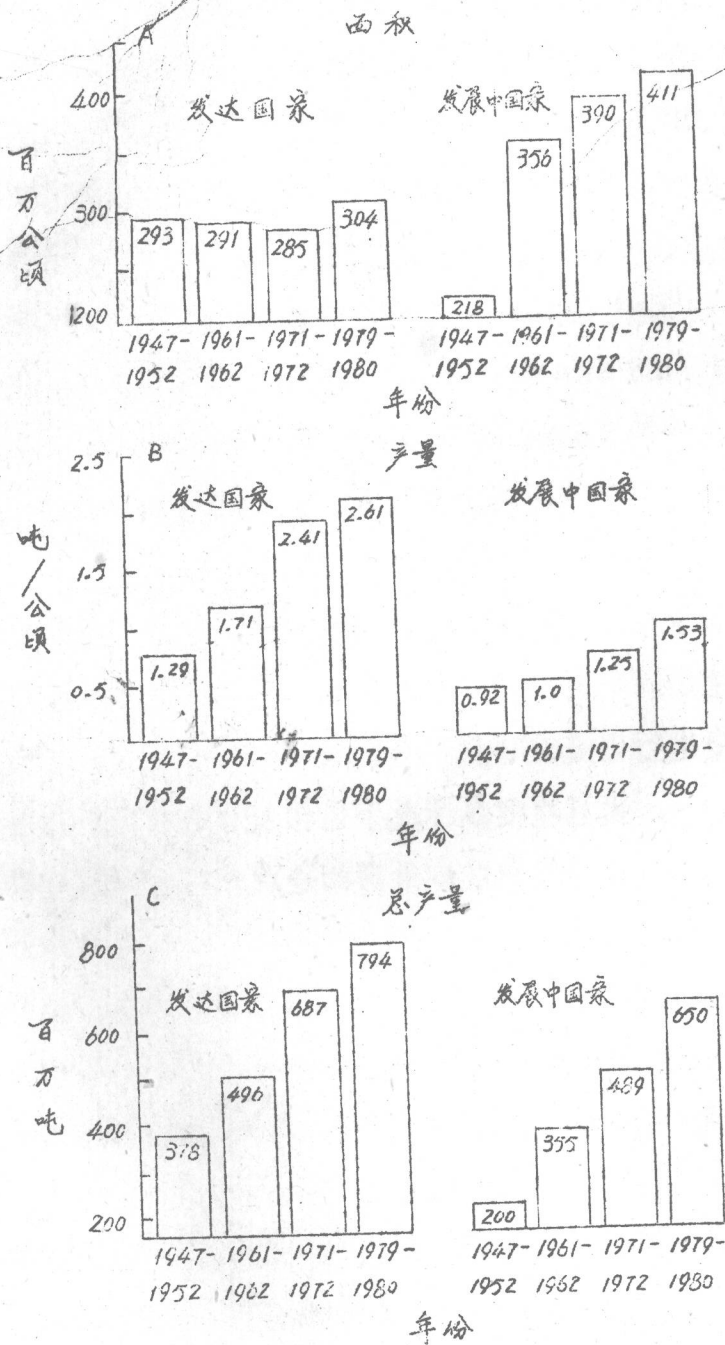
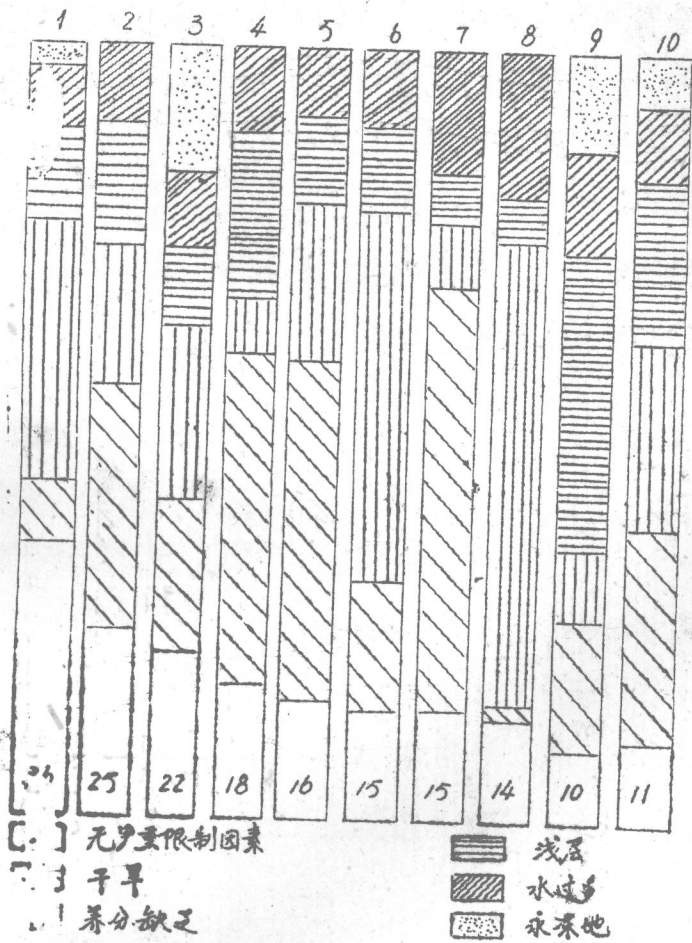


图2. 世界发达和发展中国家粮食产量。
 (A)、耕地面积；(B)、单产；(C)、总产量。



1. 欧洲； 2. 中美； 3. 北美； 4. 南亚；
 5. 非洲； 6. 南美； 7. 澳大利亚；
 8. 东南亚； 9. 北亚和中亚； 10. 全世界

图3. 多类宜农土壤的地区分布 (资料来源: Allen 1980)

稻作地

世界耕地中采用灌溉的面积大约有14%，灌溉地大多数种植水稻(Kovda 1974)。像日本一些发达国家，水稻单产已达到6吨/公顷(800斤/亩)以上，但是世界平均产量却不到2吨/公顷(约266斤/亩)。因此提高热带水稻土生产力是一件值得优先考虑的事。许多水稻土的严重问题是排水不良，缺乏合理的水肥管理。试验地和富有革新精神的农民，他们所获得的产量与全国实际平均产量之间的差距是很远的(表3, 4)。将这种没有发挥出来的潜力发挥出来，从技术角度来看是很可能的。世界水稻产量，从现有种植水稻的土地上，增加二到三倍这可能是很容易做到的事。

表4. 印度全国农民示范田产量(沃溉地)

耕作制 (一年种两季)	产量(吨/公顷)		最高/最低
	最低(缺乏管理)	最高(管理良好)	
水稻——水稻	3.9	17.1	4.4
水稻——小麦	3.7	14.6	4.0
玉米——小麦	3.9	12.1	3.1

资料来源: ICAR 1975.

干旱和半干旱地区灌溉地

水的限制人们往往看做是作物低产的原因，但是在发展中国家的干旱和半干旱热带地区，既是在灌溉地上，其生产力也同样低得令人失望。这就进一步证实在这里光水是不够的，还需要其他许多方面的投资，才能将水的效果发挥出来。加强土壤和水管理方面的工作是充