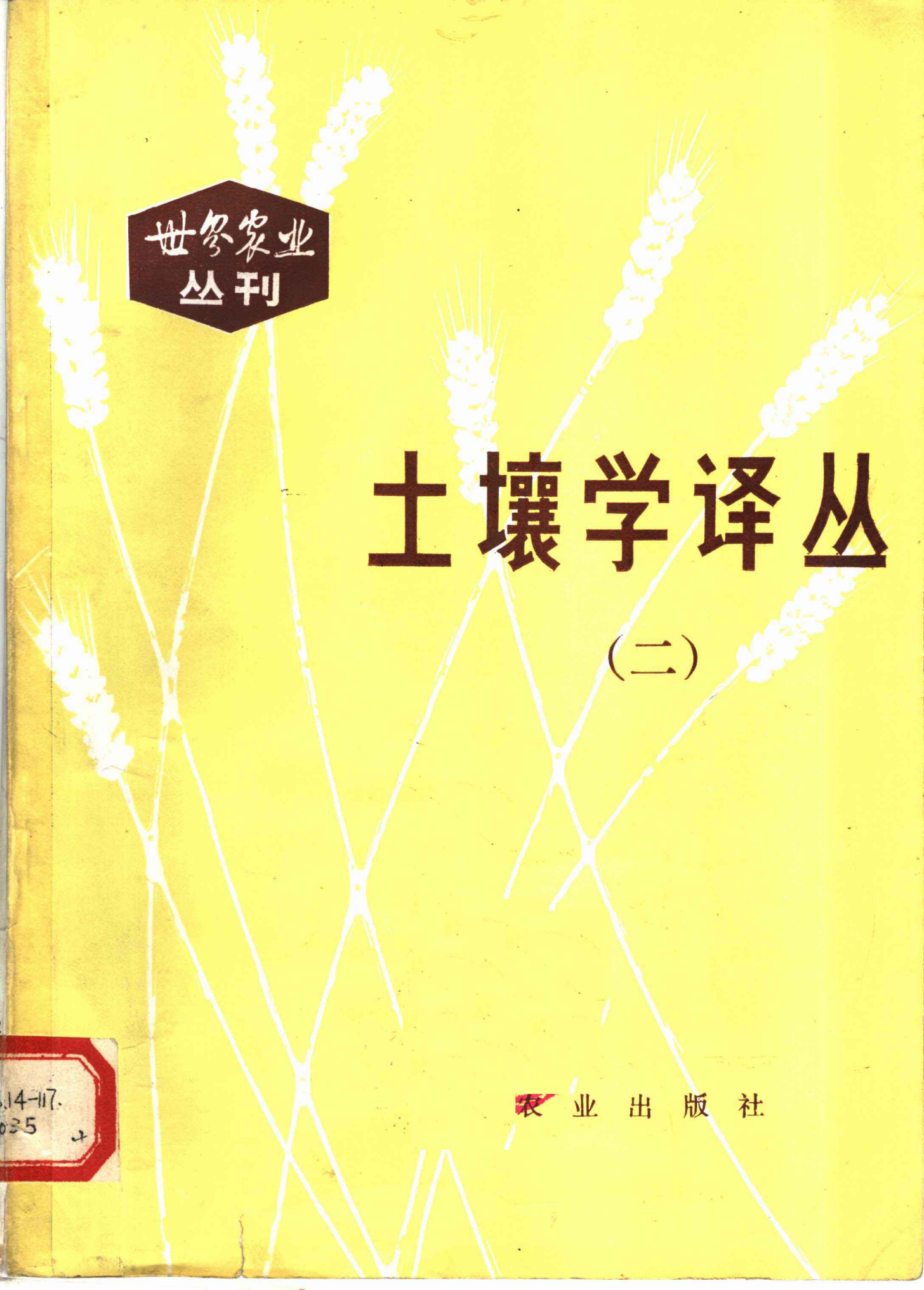




世界农业
丛刊

土壤学译丛

(二)

农业出版社

14-117.
035

土 壤 学 译 丛

(二)

李连捷 主编

农 业 出 版 社

《世界农业》丛刊
土壤学译丛(二)

李连捷 主编

农业出版社出版(北京朝内大街130号)
新华书店北京发行所发行 天津新华印刷三厂印刷

787×1092毫米16开本 9.25印张 219千字
1982年7月第1版 1982年7月天津第1次印刷
印数 1—3,280册

统一书号 16144·2480 定价 0.99元

目 录

土 壤 改 良

- 陆地的生物生产率自然区和土地改良.....Д. И. Шапко (1)
美国西部水利改良垦殖的经验.....И. С. Зонн (13)
对灌溉水的现代要求.....М. П. Толстой (22)
用以评价灌溉水的有效盐度和碱度的各种指标.....J. D. Oster等 (30)
低盐度和高钠吸附比的灌溉水对土壤盐化和碱化的影响.....M. Colibas等 (37)
高效改良剂在苏打土改良中的应用.....R. T. Prather等 (41)

森 林 土 壤 研 究

- 日本森林土壤分类.....[日]森林土壤局 (50)
濠尻国有林场的日本柳杉幼龄林施肥试验 (栽植施肥后19年).....佐藤久男 (58)
在酸性心土中施用微量元素对黄桦 (*Betula allaghaniensis* Britton)
的影响.....M. C. Hoyle (68)
叶子部位和年龄对于云南石梓 (*Gmelina arborea*) 叶片分析的影响.....J. Evans (71)
森林土壤中碳素浓度垂直分布的经验公式.....中根周步 (75)

土 壤 微 形 态 研 究

- 土壤微形态学.....S. W. Buoi等 (79)
土壤微形态测量术.....Е. И. Парфенова等 (84)

土 壤 化 学

- 土壤与化学污染.....N. C. Brady (89)

土 壤 农 化

- 在有机氮和无机氮同时存在的培养基中作物根对氮的吸收.....(106)
I. 氮的预先处理对氮吸收的影响.....S. Mori 等 (106)
II. 在($U-^{14}C$)谷氨酰胺、($2, 3-^3H$)精氨酸和 $Na^{15}NO_3$ 中间,
哪一种氮素被优先吸收.....S. Mori等 (113)
肥料的农艺学价值.....G. L. Terman等 (119)

遥 感 技 术 的 应 用

- 对德卢恩附近苏必利尔湖进行水质的飞机和卫星监测.....J. P. Scherz等 (139)

陆地的生物生产率自然区 和土地改良

Д.И.Шапко

生物学、地球物理学、农学及与其相近学科的当代最重要的课题是制定评价生物资源的方法及提出其增殖和合理利用的措施的依据。这是与必须满足增长着的人口对农产品的需求紧密相关的。

当今，大约在30—35年之间，世界人口就要增长一倍；但在以往的历史时期内，人口增长一倍则需要几百年甚至几千年（Рюле, 1965）。据联合国计算，到2000年人口数字将超过60亿。这样的人口增长速度，要求大量的粮食产品和工业用的生物性原料。

生产人们所必需的农产品是与改变周围环境相关的复杂的任务密切连系的。仅仅一个自然肥力，甚至在农业上即使是最大限度地利用土地资源，是不可能满足人类对食品增长着的需求。在改变周围环境的办法中，土地改良具有特殊意义。同时也需要熟化土壤，施用足量肥料，改善植物的品种组成等等。

由于人口增长而引起的社会对食物产品的需求空前增长的趋势，要求正确评价整个地球及其各个地区的生物资源。评价生物资源往往进行得一般化，而在不同地区，创造生命体的自然条件是各式各样的，因之需要结合各地区的特点来考虑评定陆地生物资源的地理学的办法。下面介绍的生物气候潜力法，就提供了进行这种评价的可能性。应用此法，作者曾企图揭示陆地生物生产率的地理学差别，对陆地生物资源进行定量评定并划分了需要改良措施的自然区。

生物生产率的概念 生物生产率是以在单位时间内从单位面积上，由这种或那种群落的活有机体所制造的生命体数量（通常以吨/公顷·年表示）作为特征的。

把生物生产率划分为绝对的（全部生命体——地上部分和根）和经济有效的，以及全生长期的总生产率和与植物个别种类和品种的某一生育期相符合的部分生产率。

生物生产率受土地的自然肥力和经济肥力的制约。后者包含着土地的天然性质和人类劳动所创造的性质。因此应该用经济发展的一定的技术经济水平来衡量生物学生产率。同样，必须划分实际生物学生产率，即在经济发展的现有技术经济水平下，和潜在生物学生产率，即在植物能最充分利用天然的、人工创造的生长条件下（热、水、光、营养物质）。

生物生产率决定着地区的生物资源，或可充作满足人类消费的各种形式的有机物质的贮量。生物资源是以粮食单位、所创造的有机物质的卡数以及价值这些可比较的指标来衡量的。因此，生物资源可以看做是，以可比较的指标表示的生物生产率的经济有效部分的一种定量形式。在某种程度上资源是用面积单位和一定地区来衡量的。

定量统计和评价生物生产率的科学前提 实际生物生产率与潜在生物生产率的统计和评价很早就受到了许多俄国学者——生理学家、土壤学家、地理学家——季米里亚捷夫（1957）、道库恰也夫（1948）、维索茨基（1905）、威廉士（1948）、格里戈里也夫（1954）及其他人的注意。他们的著作指出，土地的生产力和它的生物生产率，地区的自然财富基本上决定于投射的日光能的数量及热量与水分的比例。这一原理我们（Шамко, 1958、1967、1973）用考虑了热量和水分对生产率的影响的生物气候潜力（БКП）的相对值来表示：

$$БКП = K_p \frac{\sum t > 10^{\circ}\text{C}}{1000^{\circ}\text{C}} \quad (1)$$

其中 БКП——生物气候潜力的相对值； K_p ——以热量和水分比例为转移的生物生产率系数； $\sum t > 10^{\circ}\text{C}$ ——大于 10°C 的有效积温，表示投入的日光能和植物的供热性； 1000°C ——耕地北界的积温。

K_p 是缺水条件下生产率与在足够湿润条件下生产率最大值之间的比例。此系数的大小变化于 1（足够湿润）到 0（不大湿润）之间。系数变化的规律性可用函数表示（以 10 为底的对数与抛物线叠加而成）：

$$K_p = 1.15 \lg(20Md) - 0.21 + 63Md - Md^2$$

Md ——大气湿润指标（年降水总量与以毫巴表示的空气湿度日平均亏缺总值之比）。

成为特点的是在供水条件相同和具有可比较的农业技术条件下，对许多作物生态类型来说系数（ K_p ）的值彼此很接近。这就提供了根据，可把不同作物的生产率与生物气候潜力的相对值相关地联系起来，并根据这些数值来判断受气候制约的土地的总的生物生产率。在其繁衍的自然分区里，不管是栽培作物的生产率还是天然植物的生产率，通常都是与生物气候潜力的值成比例地变化的（图 1）。

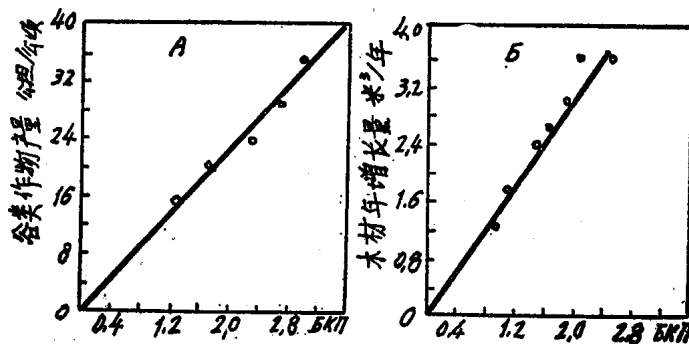


图 1 植物生产率与生物气候潜力值的定量关系

A——据国家统计局1963—1967年产量资料 B——据木材年生长量资料（Куликов, 1973）

不仅气候而且土壤也能对生物生产率产生影响。在很大范围内，这种影响以供热性和供水性的指标反映出来。地带性土壤类型及其肥力的形成就与这些指标密切相关。

对于按生物气候潜力（БКП）数值来比较评定陆地的生物生产性来说，统计热量和水分的分配具有很大意义，农业气候区划就是以此划分的。必需的改良措施分区也是根据农业气候区划来确立的。

陆地农业气候区划是以植物的生长、发育和越冬的气候条件以及与气候相关的农业生产的特点为依据来划分地区的系统(图2——略)。

简述一下这些划分的农业气候特点。

寒带 土壤被全部覆被或半覆被着的作物带和对土温要求低的蔬菜作物带,包括北极苔原和典型苔原($\Sigma t < 400^{\circ}\text{C}$)、森林苔原和北方稀疏泰加林带($\Sigma t 400-1000^{\circ}\text{C}$)。

寒带约占陆地面积的16%,主要是在北半球:苏联的北部地区、芬兰、瑞典、挪威和加拿大,冰岛、格陵兰、阿拉斯加,而在南半球则仅仅是阿根廷末端的不大的地区(0.2%)。

较低的供热量和不大的蒸发量首先保证了这个气候带有足够的湿度。最冷月的温度可由 -7°C 、 -10°C 到 -45°C 或更低。短暂的生长期妨碍着种植谷类作物。农业主要立足于利用天然生物资源(捕鱼业、狩猎业、养鹿业、养兽业),部分地发展着蔬菜栽培和乳品畜牧业。

温带 需热中等的作物带(谷类、豆类、麻、马铃薯、甜菜、向日葵等)。按生长季的供热力划分为寒温带($\Sigma t 1000-2200^{\circ}\text{C}$)和温亚带($\Sigma t 2200-4000^{\circ}\text{C}$)。包括欧亚大陆和北美的大约在北纬 $40^{\circ}-60^{\circ}$ 之间的广大地区约占陆地的23%。在南半球,温带所占面积也不大(约2%),主要是南美的南部地区。两个半球的温带,总共约占陆地的25.2%。北半球内由于温带的无垠辽阔,大陆和海洋的综合影响使得存在一系列的自然构成单位——从过湿的泰加直到沙漠,按冬季的严寒度区分为酷冬、严冬、寒冬、温冬和暖冬(见图2——略)。温带的特点是集约农业和畜牧业(森林区、森林草原区和草原区),和部分农业与放牧业(半荒漠和荒漠区)。

暖带或亚热带 喜热且生育期长的作物带。大于 10°C 的积温为 $4000-8000^{\circ}\text{C}$ 。按寒冷期的条件北半球内又分为温暖亚带($t_{x*0}, +5^{\circ}\text{C}$)和暖亚带($t_{x} + 5^{\circ}\text{C} - +15^{\circ}\text{C}$)。南半球则未按上述标准再划分为亚带。总的大气环流特点首先造成湿度不够和湿度微少,除湿润亚热带地区外(高加索近里海地带,中国东南部、缅甸北部地区、美国东南部、巴西南部、澳大利亚)。农业偏重于荒漠—放牧业和集约畜牧业,非灌溉农业和灌溉农业(种植棉作和水稻),南方和亚热带果木业。

热带 全年不间断生长的热带作物带。积温超过 8000°C 。北热带与南热带之间占地辽阔(占陆地的40.4%),此地带主要是按湿度划分。赤道地带主要属于充分湿润区,而外侧属湿度不够和湿度微少区。农业侧重于种植喜热的一年生和多年生的具有最生长期的热带作物(柑桔类、甘蔗、咖啡、可可、金鸡纳树、香蕉;水稻、玉米、高粱和其它作物一年可回收),还从事荒漠—放牧业和集约畜牧业。

这样,除南极外,寒带约占全部大陆面积的16%,温带25.2%,亚热带18.4%和热带40.4%。充分湿润区占整个大陆面积的46.6%(包括寒带的14.2%在内),湿度不够区为27.7%,而湿度微少区(荒漠、半荒漠)为25.7%(表1),表中资料可供判断各种改良的分区及其有效性。

事实上,现在只有寒带不供热区(占陆地的16%)和供热不足(占陆地面积约4%,积温为 $1000-1600^{\circ}\text{C}$)的温带初始(очаговое)农业区是未垦殖的。在这个主要是利用天然生物资源的地区,为改善天然饲料基地和为初始农业创造更适宜的条件,基本的改

* t_x ——最冷月的平均温度。

表 1 陆地农业气候分区的总面积和生物生产率

带、亚带、区	农业气候指 标*: $\Sigma t > 10^\circ$ 大气湿度指标 (p/f)	面 积		生 物 生 产 率 指 标				
		百万平 方公里	%	кР (生物生 产率系 数)	БКП (生物气 候潜力)	生产率 指数**	分 数	
							БКс	БКпл
寒带	1000	21.6	16.0	—	0.5	低 的	27	16
极寒亚带区:	<400	10.4	7.7	—	0.2	很 低	11	6
湿润的	>1.0	9.7	7.2	1.0	0.2	很 低	11	6
中度干旱的	0.55—1.0	0.1	0.1	0.86	0.2	很 低	11	6
稍干旱的	0.33—0.55	0.1	0.1	0.57	0.1	很 低	6	3
干旱的	0.33	0.4	0.3	0.20	0.04	很 低	2	1
寒亚带区:	400—1000	11.2	8.3	—	0.8	低 的	44	26
湿润的	>1.0	8.6	7.1	1.0	0.8	低 的	44	26
中度干旱的	0.55—1.0	1.2	0.9	0.86	0.7	低 的	38	22
稍干旱的	0.33—0.55	0.3	0.2	0.57	0.5	低 的	27	16
干旱的	0.33	0.1	0.1	0.20	0.2	很 低	11	6
温带								
寒温带区:	1000—2800	11.5	12.2	—	1.8	稍 低	99	58
湿润的	>1.0	11.5	8.5	1.0	2.0	稍 低	110	64
中度干旱的	0.55—1.0	3.5	2.6	0.86	1.7	稍 低	93	54
稍干旱的	0.33—0.55	1.1	0.8	0.57	1.1	低 的	60	35
干旱的	<0.33	0.4	0.3	0.20	0.2	很 低	11	6
温亚带区:	2200—4000	17.6	13.0	—	1.9	稍 低	105	61
湿润的	>1.0	5.1	3.7	1.0	3.1	中 等	170	100
中度干旱的	0.55—1.0	2.7	2.0	0.86	2.7	中 等	148	87
稍干旱的	0.33—0.55	3.9	3.0	0.57	1.8	稍 低	99	58
干旱的	0.12—0.33	5.1	3.8	0.20	0.6	低 的	33	19
极干旱的	<0.12	0.8	0.6	0.10	0.3	很 低	16	10
暖带	4000—8000	24.4	18.4	—	3.3	中 等	181	106
温暖亚带区:		8.6	6.4	—	3.5	中 高	192	112
湿润的	>1.0	2.6	1.9	1.0	6.0	稍 高	330	193
中度干旱的	0.55—1.0	1.3	1.0	0.66	5.2	稍 高	286	167
稍干旱的	0.33—0.55	1.3	1.0	0.57	3.4	中 等	187	109
干旱的	0.12—0.33	1.6	1.2	0.20	1.2	低 的	66	39
极干旱的	<0.12	1.8	1.3	0.10	0.6	很 低	33	19
暖亚带区:		16.2	12.0	—	3.2	中 等	176	103
湿润的	>1.0	3.4	2.5	1.0	6.0	稍 等	330	193
中度干旱的	0.55—1.0	3.1	2.3	0.86	5.2	稍 高	286	167
稍干旱的	0.33—0.55	2.5	1.9	0.57	3.4	中 等	187	109
干旱的	0.12—0.33	5.3	3.9	0.20	1.2	稍 低	66	39
极干旱的	<0.12	1.9	1.4	0.10	0.6	低 的	33	16
热带区:	>8000	54.5	40.4	—	5.3	稍 高	291	170
湿润的	>1.0	21.1	15.7	1.0	9.0	高 的	495	290
中度干旱的	0.55—1.0	10.4	7.7	0.86	7.7	稍 高	423	248
稍干旱的	0.33—0.55	5.7	4.2	0.57	5.1	稍 高	280	164
干旱的	0.12—0.33	6.5	4.8	0.20	1.2	稍 低	66	39
极干旱的	<0.12	10.8	8.0	0.10	0.6	低 的	33	16
合 计	—	135	100	—	3.3		180	105

* 代表各带的积温，各区大气湿润指标。

** 指数值见表2。

良措施乃是水热方面的。

事实上,就未垦殖地区的供水条件处于天然湿度的情况而言,是属于占陆地面积约25.7%的湿度微少(半荒漠和荒漠)区,其中包括温带的4.4%,亚热带的7.8%和热带的12.8%。这是灌溉农业最有效的地区,特别是在亚热带和热带地区。这些地区从热量供应条件来看,都是一年可收获几次一年生作物如水稻、玉米、高粱等的地区。在自然条件上属于实际上未垦殖的地区,总共约占陆地面积的50%。

干旱草原区约占陆地的11%,其中包括温带的3.8%,亚热带的2.9%,热带的4.2%。在这些地区内,特别是亚热带和热带到处都需人工灌溉。

中度干旱区(半湿润和半干旱区)占陆地的15.6%,包括温带的4.6%,亚热带的3.3%,热带的7.7%。这些区中主要需要保蓄和积累土壤水分方面的农业技术措施,并结合灌溉,特别是对二茬作物更是如此。

足热湿润区约占陆地的28%,包括温带的8.2%,亚热带的4.4%和热带的15.7%。在这些地区,水分年平衡的正值给土地过湿创造了先决条件,因此这里必需排干。但是对全年湿度充分的大部分地区来讲,其特点是存在有稍干旱的和干旱的时期和季节。

苏联温带的湿润森林区的特点是从半湿润半干旱的春天到湿润的秋天之间湿度是增长着的。这种情况下春天干旱的可能性约为50%。因此在全年充分湿润区里应该从两方面预见到土壤水分状况的调节——排干和必要时湿润土壤。在这些区域内,对高产蔬菜作物,浆果与果木,以及饲料作物和人工牧场等进行喷灌也是有效的。

生物生产率的自然区 农业气候图上(图2——略)所标示的热量和水分的分配,使测定生物气候潜力的相对值成为可能。根据这些数值可以对农业气候自然区的生物生产率进行比较评价。为此,利用了作者所制订的生物生产率的自然等级(表2)。

表2 生物生产率的自然等级

生产率等级	组别	生物生产率指标			
		БКП (生物气候潜力)	分 数		折算成谷物的总生产率 (公担/公顷) БКП的价值为 12公担时
			全球的平均生 产率分数 БКна	苏联的平均生 产率分数 БКс	
I. 很低的	I	<0.4	<13	<20	<5
II. 低的	IIa	0.4—0.8	13—26	20—40	5—10
	IIб	0.8—1.2	26—38	40—50	10—15
III. 稍低的	IIIa	1.2—1.6	38—51	50—85	15—19
	IIIб	1.6—2.2	51—70	85—120	19—26
IV. 中等的	IVa	2.2—2.8	70—90	120—155	26—34
	IVб	2.8—3.4	90—110	155—190	34—41
	IVв	3.4—4.0	110—130	190—220	41—48
V. 稍高的	Va	4.0—5.2	130—165	220—285	48—62
	Vб	5.2—6.6	165—210	285—360	62—79
	Vв	6.6—8.0	210—260	360—440	79—96
VI. 高的	VI	>8.0	>260	>440	>96

* БКП的价值——12公担,相当于利用1%日光能时的生物生产率。

所列举的等级是建立在决定着温度带和自然地带的基本气候要素的区域性变化的统计基础上的。当决定性气候因素量的指标增长两倍时，按因子倍增法则也表现出带和区的质的变化(Колосков, 1971)。据此规律，大致可用下列反映出投入的日光辐射热的积温的标准来表明热量带的特征：小于1000℃——寒带；2000℃——寒温亚带；4000℃——温亚带；8000℃——暖带或亚热带；大于8000℃——热带。以年湿度指标的等直线表示的湿度标准是：小于0.125——很干，0.25——干，0.50——半干和非常干旱，1.0——干旱和半湿润，大于1.0——湿润。

生物生产率等级也考虑到按因子倍增法则而变化的生物气候潜力的值。生物气候潜力的数值 <1.0 是生物生产率低的特征；1.0—2.0——稍低；2.0—4.0 中等；4.0—8.0——稍高；>8.0——高。由于考虑到自然体实际边界，而在等级中（见表2）允许与上述标准稍有出入，实质上并不违背这些自然体边界的变化规律和生物生产率的变化规律。因此，上述生物生产率等级可以称为自然等级。可以看出，按自然等级（表2）平均生物生产率可用等于 $3.1 (2.2 + 4.0) : 2$ 的生物气候潜力的值来表示，大致相当于实际的加权平均值（见表1）。这就可以把它当作标准（100分的）并以分数对生物生产率进行比较评价。在这时计算所得的分数表示出在自然湿润条件下该地的生产率要比地球生产率的平均值大多少倍或者只有其多少分之几。

为了简化测定分数，提出一经验公式

$$BK_{пл} = 32BK_{п} \quad (2)$$

$BK_{пл}$ ——地球平均生产率的分数；32——比例系数。

还以苏联领土上的平均生产率适当评定了生物生产率。分析表明，对苏联的耕种地区来说，平均生物生产率相当于生物气候潜力值约为1.84，按标准计（100分）此时

$$BK_c = 55BK_{п} \quad (3)$$

BK_c ——苏联领域内的平均生产率的分数；55——比例系数。

按所列的公式和等级（见表2），划分出生物生产率自然区全图（图3——略）。生产率极低区和低区是在寒带（16%），还有温暖带和热带的半荒漠和荒漠区以及寒温亚带的干旱区（26.5%）也属此列。生产率极低区和低区合起来占陆地的42.5%。

生产率稍低区主要包括寒温亚带和温亚带的稍干旱区（14%），生产率中等区——温带的稍湿润区和亚热带稍干旱区（8.6%），而生产率稍高区——亚热带稍湿区和热带的中度湿润区和稍干旱区（17.7%），生产率高区——热带湿润区（15.7%）。

如果说生物生产率的变化和生物气候潜力的数值成比例，那么就可以测定各带所积累的生物体的量了（表3）。

在湿度足够的条件下，从耕地北界（ Σt 1000℃）到热带（ Σt 9000℃）生物生产率大约增长了九倍。

上述方法可使总的生物生产率和各国生产农产品的可能性进行比较（表4）。据表

表3 在天然湿润条件下积累的生物体量，占总量的%

带	$\Sigma t > 10^\circ C$	积累的生物体量
寒带	<1000	3
温带的寒温亚带	1000—2200	6
温亚带	2200—4000	8
暖带	4000—8000	18
热带	>8000	65

4, 在全球等级中, 苏联属于生物生产率较低的国家组, 这是和它的地理情况以及大部分耕地 (73%) 的干旱度有关。按生物生产率看, 几乎所有的西欧国家都超过苏联, 而属于中等生产率组。美国、中国、葡萄牙按公顷平均的生物生产率比苏联高一倍, 澳大利亚高 2 倍, 印度、巴西、扎伊尔则高 3 倍。只有挪威、芬兰和加拿大的公顷平均的生物率较苏联为低。

澳大利亚、非洲和拉丁美洲有相当大量的土地资源。按耕地公顷数, 其土地供给率较苏联为高, 澳大利亚大约高 4 倍, 美国、加拿大、扎伊尔高一倍。印度、巴西、西班牙的土地供给率也较苏联为高。其它国家的土地供给率较苏联为低。

生物资源的定量评价 为了进行生物资源的定量评价, 必须知道单位面积的农产品生产量和可能的人口密度。

有如前述, 用生物生产率可以判断生物资源。Н.И.Базилевич, Л.Е.Родин, Н.Н.Розов 等以直接计算法绘制了陆地生物生产率分配图解。这些作者的材料也证实了生物体量的增长是遵循因子倍增法则的。对潮湿地区可援用下列生物体量的年生产率数字: 极地带 6.5 吨/公顷, 亚极地带 12.6 吨/公顷, 亚热带 25.5 吨/公顷, 热带 29.2 吨/公顷。按同一规律, 热带应该是 37 吨/公顷。其它资料证实直到热带此规律性也是如此 (“森林资源地理学” …… , 1960)。

В. А. 科夫达所编制的图解阐明了生物生产率的地区变化规律 (图 4)。

一些研究人员根据能把日光动能转变为有机质态潜能的植物对太阳辐射热的利用的统计资料, 以计算的方法来测量生物生产率和生物资源。基米里亚捷夫于 1878 年就开始了这样的工作, 他认为植物利用日光能可能达到 10%, 而使最集约栽培的农作物的生产率大约可能提高 4 倍。稍晚, 论证了农作物利用日光能的水平, 以整个生长期平均计, 可能达到 5% (Ничипорович, 1956; Сивков, 1966)。

1913 年 А. Г. Дояренко进行了直接统计日光能利用的研究 (燃烧干物体法), 据 Дояренко测定, 每制造 1 公斤干有机质大约消耗 4,600 千卡热。他也测定了一些温带作物利用日光能的技术系数 (植物所吸收的日光能占辐射的日光能的%)。此系数变动于 1.63—2.99% 之间 (以试验中的产量水平计)。Дояренко的工作由其结论的支持者 А. А. Кудрявцева (1935) 和 О. А. Геолокян (1950) 继续下来。

一些科学家把有机质的可能积累量和温度联系起来。П. И. Колосков (1971) 认为: 有机质积累的速度与正温度值的 $3/2$ 次方成比例。Paradacis (1952) 认为: 生物体的积累大致与有效温度成比例。这一结论也为我们的研究工作所证实 (1967), 它们表明, 在同样农技水平和供水力水平的条件下, 各种植物于每 100℃ 有效积温所积累的生物体的量大致相等。对自然植被来说也发现是这样。在足够湿润的条件下, 从泰加到热带, 木材的增长量与表示日光辐射能投射量的有效积温成比例。

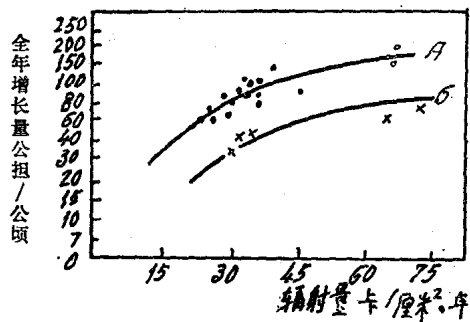


图 4 生物体年生长量和辐射平衡的关系 (据 В. А. 科夫达)
A—干燥度指数自 0.4 至 1.4
B—干燥度指数自 1.5 至 2.5

表4 生物生产率与土地供应率指标

国 家	生 物 生 产 率		土 地 供 应 率, 公顷			
	组 别	按苏联领域计平均生物生产率分数	按 总 面 积		按 耕 地	
			自然的**	可比较的***	自然的**	可比较的***
扎伊尔	V	483	14.50	70.00	0.44	2.12
巴 西	V	445	9.67	43.00	0.33	1.46
印 度	V _P	402	0.520	2.09	0.31	1.24
澳大利亚	V _G	303	27.80	84.30	1.63	4.93
葡萄牙	V _a	260	0.97	2.52	0.46	1.20
中 国	V _a	226	0.80	1.80	0.15	0.33
美 国	V _a	220	2.50	5.50	0.88	1.94
希 腊	N _B	202	1.51	3.04	0.44	0.89
意大利	N _B	197	0.56	1.10	0.28	0.56
西班牙	N _G	187	1.53	2.85	0.62	1.16
保加利亚	N _G	173	1.32	2.29	0.54	0.94
南斯拉夫	N _G	169	1.26	2.12	0.41	0.69
法 国	N _G	167	1.09	1.83	0.39	0.66
匈牙利	N _G	157	0.90	1.42	0.55	0.85
比利时	N _a	146	0.32	0.46	0.09	0.14
奥地利	N _a	144	1.14	1.64	0.23	0.33
西 德	N _a	136	0.43	0.58	0.14	0.19
荷 兰	N _a	135	0.26	0.34	0.07	0.10
罗马尼亚	N _a	133	1.19	1.59	0.53	0.71
波 兰	N _a	130	0.96	1.25	0.48	0.62
东 德	N _a	124	0.63	0.79	0.29	0.36
捷克斯洛伐克	N _a	122	0.89	1.08	0.37	0.45
大不列颠	N _a	121	0.40	0.48	0.13	0.16
爱尔兰	I _G	118	2.42	2.88	0.41	0.49
丹 麦	I _G	110	0.88	0.97	0.55	0.61
瑞 典	I _G	102	2.20	2.24	0.38	0.39
苏 联	I _G	100	2.89	2.89	0.91	0.91
挪 威	I _G	91	1.17	1.07	0.22	0.20
芬 兰	I _G	91	1.12	1.02	0.59	0.53
加拿大	I _G	86	2.25	19.30	2.12	1.82

• 按联合国粮农组织1969—1971年度年鉴材料编成。

•• 为发达农业地区而定的(寒带和荒漠除外)。

••• 以自然的公顷指标乘以评级分数被100除。

因此，目前我们还未拥有充分的资料以便能定量评价潜在生物资源。对能量利用系数的最大值尚未得出最后结论。对一系列主要农作物来说，单位有机质的热量值，以及对收成的总生物体和收成的经济有效产品之间的比例都还未能确定。随纬度带和垂直带用以制造一定数量生物体的单位日光能的等值性的问题也尚未充分阐明。太阳辐射的非有效部分的数值也不十分清楚。

但是，即使是今天的知识水平允许近似地对潜在的生物资源进行比较评价。进行这种评价的基础是上述原则，即在可比较的农业技术条件和相同水分供应条件下，在可能的生长期中，总的生物生产率与投射的太阳辐射成比例。

由于受企业的技术经济发展水平的制约，日光能利用系数（ $K_{ПД.}$ ）变化于0.5%或<0.5%至5%或>5%之间。所以为农业的不同技术经济发展水平，即能保证利用1%—5%的日光能，并能制造相应数量的单位面积产量的总生物体和最终产品时，进行生物资源的定量评价是合理的。

$$\text{可按下列式计算总生物生产率: } m = \frac{aQ}{K} \quad (4)$$

m ——生物体的量， a ——日光能利用系数（植物吸收的日光能和投射的日光能的比，%）， Q ——每公顷所投射的日光能数量， K ——单位干物质的卡值。

总生物量可按所列公式测定。为了计算生物资源，如所阐述过的那样，生物体的最大经济有效部分可换算成可比较的指标，即谷物单位来表示。我们采用下列假设：地上部分干有机质的产量是总量的一半（比例为1:1），籽粒产量相当于地上部的40%；1公斤绝对干有机质的热量卡值为4,600千卡。温度>10℃的生长季的主要时期投射的日光能数量根据总辐射量与有效积温的直线关系来求得：

$$Q = 10 + 0.024 \Sigma t > 10^\circ \text{C} \quad (5)$$

Q ——生长季的主要时期的总辐射量千卡/厘米²， $\Sigma t > 10^\circ \text{C}$ ——此时期的有效积温。

根据上述公式将产量换算成每公顷上投射的日光能植物只能利用1%时的谷物和谷物单位量（表5）。在地球农垦地区内这些数字（以谷物计）摆动于20公担/公顷（寒温带）至108公担/公顷（热带）之间。在日光能利用系数高的情况下达到如此高或比这更高的生产率只有实施相应的改良措施，而首先是灌溉和排干的情况下才有可能。

表5 日光能利用率为1%时，陆地生物生产率的定量评价

热量带	>10°的积温	总面积		足够湿润条件的 生物气候潜力	生产率公担/公顷		密度人/ 公里 ²	人口数 亿
		百万 公里 ²	%		以谷物计	以谷物 单位计		
寒带 温带的	<1200	21.6	16	0.5	6	10	50	10.80
寒温带	1200—2200	16.5	12.2	1.7	20	30	150	24.75
温带	2200—4000	17.6	13.0	3.1	37	55	275	48.40
暖带	4000—8000	24.8	18.4	6.0	72	108	540	133.92
热带	>8000	54.5	40.4	9.0	108	162	810	441.45

以谷物计的生物生产率的大小与生物气候潜力的数值有量的相关。

在我们的计算中所使用的下述经验条件大体上表示了这种相关：

$$M = \alpha 12 \text{ БКП}$$

M——以谷物计的生物生产率（公担/公顷）； α ——日光能利用系数（%）；12——相当于利用1%日光能的系数*。

正如前面已经谈到的，定量评价自然资源的第二方面问题是要确定现有生物生产率条件下单位面积上生产的食粮所能供应的人数。这一计算是用表示生产率的同一单位来表示的，按人口计所需产品的定额去除单位面积经济有效的生物生产率的最大值而求得的。

按领土的自然区以每平方公里来计算人口数字是适合的，因为在计算人口密度时用的就是这个面积。用可能用作农业利用的土地面积乘上人口潜在密度就表明食品可能供应的人数。在评定地球的潜在自然资源时，这种方法可排除使用天文数字。

为了进行类似的评价，需要有科学依据的按人口计的食品需求定额。文献中所列举的定额很不相同。Рюле（1965）在其详尽的著作中采用的定额是按人口计每年需要5公担谷物单位。每天需要2800千卡，而每年一百万千卡，其中80%为植物产品，20%为动物来源的产品，约需2.5公担谷物单位才能满足年需要量。但考虑到所耗用的能量只有部分（比例为1:5）转化为能食用的畜产品，所以作者所采纳的按人口计每年的实际需要量是5公担谷物单位，这相当于每年需要2百万千卡。

П.Дювиньо和Танг（1968）列举了下列每人每年所需产品的定额：按营养口粮计，250—300公斤谷物（相当于每昼夜2,410千卡），按丰富的混食口粮计为260公斤的谷物、糖和其它碳水化合物，90公斤的肉和250公斤的奶类（相当于每昼夜3,000千卡），作者们用英国的条件所计算的当量公顷的生产率定额来评价生物圈的潜在能力。

К.М.Малин（1967），以食品热量每昼夜为3,000千卡（每年100万—110万千卡），其中包括34%畜产品（1,017千卡/昼夜口粮）计，来确定按人口计的产品需要量。他认为在正常制备饲料的条件下人从畜产品中只利用相当于牲畜饲料能量的1/7。在这种假设情况下，人的年定额是335万千卡。但是，考虑到从植物吸收的能量中，只有大约60%为牲畜和人所同化，按Малин的意见，为了创造人的年定额，植物必须吸收550万千卡。

在研究生产力的会议上，确定了2.5亿人口所需要的农产品的生产规模（“确定……的经验”1957）。用苏联医学科学院营养研究所制订的昼夜生理营养定额作为计算的依据。昼夜定额大约是3,053千卡，其中包括37.5%的畜产品（1,144千卡）。这样年定额就是110万千卡，其中包括畜产品为42万千卡。按此生理定额确定了按人口计所需的各类农产品的生产水平。

据作者计算，农产品的生产水平，每人每年超过9百万千卡，或折算成谷物单位大约是22公担。直接需要（食品）为130万千卡，而间接需要（牲畜饲料，种籽，损耗）约为8百万千卡；亦即，每一份直接需要的产品必须有六份间接需要的产品。由计算也可

* 当日光能利用水平为1%时为生产农产品的可能性进行评价是适当的，这有助于当日光能的利用为另一些水平时为资源进行质和量的评价。

以看出, 以畜产品计人的一份营养定额要消耗大约16份牲畜饲料*, 即以畜产品计人只能利用饲料能量的1/16 (7.09:0.42)。

以上关于制定按人口计的农产品生产定额的简短概述说明定额的差异是相当悬殊的——由5到22公担谷物单位。我们所采纳的定额是每人20公担谷物单位。**

当日光能利用为1%时, 人口的可能密度摆动于每平方公里50人(寒带)到810人(热带), 这时陆地生物资源可供应的潜在人口数量约为660亿, 亦即大约是现在人口数字的16倍(见表5)。从理论上讲, 当日光能利用系数更高时, 可供应更大的人口数字。

但是在计算实际数字时, 应该估计到并非凡是日光所照射的面积都能被用以种植农业作物。在寒带, 栽培这些作物受热量不足的限制, 而其它气候带的农业受水分不足, 土壤盐渍化以及其它难以克服的因素的限制。此外, 随人口的增长、工业和民用以及其它方面的建筑对土地的需要也增加了。自然植物也需要一定的面积。由于上述的缘故, 在确定人口的潜在数字时一定不能只着眼于总面积, 而要从各个自然区可能用于农业利用的面积来考虑。O.Рюле(1965)认为陆地有50%可能供农业利用, 亦即比现在大约多5倍。在这样利用土地的情况下, 为供应上面所计算出的潜在人口数字, 就要求作物利用日光能不是1%, 而是2%。

将来, 减少现在还占相当多的间接消费量也是同样重要的, 其中包括探索更合理的饲养牲畜和以更经济的等值产品来代替部分动物蛋白与脂肪的方法。

H. H. Розов (1964) 按农业土壤带列举了地球陆地可供农业开发的土地的材料。根据这些资料我们计算了可能(供应)的人口数字(表6)现在地球平原部分(1.07亿公里²)用于农业的土地面积大概是10%, 而将来会占总面积的27%。若栽培作物对日光能的利用为1%时, 将来土地约能供应150亿人口的粮食(未计算寒带资源)。随能量利用和土地垦殖数目的增加, 所计算的人口数字也能相应地增大。

也可以对单个的国家进行类似的生物资源定量评价。计算表明, 在日光能利用为1%的条件下, 苏联的温带和亚热带约能供应30亿人口正常生活; 仅已开垦的土地就可保证5.2亿人口的生存。

农业生产首先应集中于热量和水分数量最大的区域, 而灌溉应集中于热量高度供应的地区。由此可以预见, 生产食物产品的地区将向具有巨大潜在生物资源的热带的方向

表6 日光能利用为1%时, 未来垦殖面积
所产粮食可能供应的预计人口数字

热量带和相应的 农业土壤带	耕地百万公里 ²		潜在人口 密度(人)	可供应 的人口 数(亿人)
	已有的	未来的		
平原地区:				
温带				
寒温带(北方 带雪—森林带)	1.6	2.5	150	3.75
温亚带(亚北方 带)	5.1	8.4	275	23.10
暖带(亚热带)	1.8	2.5	540	14.50
热带	2.0	11	810	99.10
合 计	10.5	24.4	—	140.45
山区:(温带、 暖带和热带)	1.1	2.2	407	8.95
总 计	11.6	26.6	—	149.40

* 在COIIC的计算中, 确定饲料需要量时是估计了畜群结构和饲料定额的。

** 在人类的饮食中, 海洋湖泊的产品也有意义, 但在供应口粮上这些产品所占的比重不大, 以致于今天在计算人口的潜在数量时, 它也没有根本的影响。

移动 (Анугин, 1972)。

因此, 生物气候潜力法可以用能比较的相对数值 (分数), 按自然区和行政区相对地评价各大洲和各国的生物生产率和资源; 可根据植物对日光能的利用系数以可比较的指标 (谷物单位) 来定量评价生物资源; 可确定生物生产率的自然区及与其相应的各种改良的分区及其有效性; 可测定植物对日光能的利用水平不同的条件下的人口潜在密度和数字。

为了完善本方法, 必须从寒带到热带, 按陆地的自然区对植物利用日光能的实际的和可能的情况进行全面研究; 详细研究热量平衡的最重要的组成部分——形成生物体所消耗的日光能, 并制订提高植物利用日光能的技术系数的方法 (改良土地, 足量施肥, 选育品种及其它); 综合制订按人口计的产品的生产定额和需求额。

刘念祖译自 “Орошение и Мелиорация почв” Изд-во
“Наука”, М.1977 СТР. 5—19.

张祖锡 校

美国西部水利改良垦殖的经验*

И.С.Зонн

美国是世界上成功地进行水利土壤改良的国家之一。在美国，水利土壤改良（灌溉、排水等等）与化学化、良种化及机械化一起，被视为提高土地肥力和增加产量的最为重要的因素。

占全国面积60%以上的美国西部是集约进行土壤改良和水利资源利用的范例。通常在土壤改良区划中，认为美国西部是干旱地带，并且按照湿润指标确定潮湿的东部和干旱的西部是以经线97°为界。这在地理上与西部的十七个州的地界相吻合。

马斯洛夫（Б.С.Маслов）和涅斯捷洛夫（Е.А.Нестеров，1967）指出，采用地球的经线97°为土壤改良区划的基本界线时应当慎重，因为各个不同年份的降水量和周年内的分布摆动很大。将北达科他、南达科他、内布拉斯加、堪萨斯、俄克拉何马和得克萨斯六个州划为在现代耕作水平下极需灌溉的过渡地带也许是比较恰当。

美国西部地区气候重要的和具有代表性的特点是变幅相当剧烈，它受地形、气体环流、相对位置和纬度所制约。首先反映在对降水状况及降水特点的影响上，几乎到处水分不足，要求在耕作期间补充供应一定数量的水。

据美国多年来的经验认为，在年降水量小于350—400毫米的非灌溉条件下，不能进行农业生产（Маслов，Нестеров）。灌溉已经从过去印第安人用局部水源浇地变成当今集约化农业生产的重要因素。这就扩展了肥料应用的界域，改善了产品质量，保证了作物同期成熟。在西部地区，于五十年代和六十年代灌溉得到突飞猛进的发展（表1）。

美国西部十七个州的灌溉面积占全国总灌溉面积的83.1%。灌溉农业集中的主要地区是：加利福尼亚州、得克萨斯州、科罗拉多州、内布拉斯加州、爱达荷州。在太平洋沿岸北端的华盛顿州和俄勒冈州灌溉事业发展较差，这儿有充沛的雨水保证无灌溉的农业生产（表2）。

表1 美国西部十七个州的灌溉发展*

年 代	灌溉面积（万公顷）	
	年 代 内	累 计
至1900	286.0	286.0
1900—1909	180.0	466.0
1910—1919	152.0	618.0
1920—1929	58.0	676.0
1930—1939	60.0	736.0
1940—1949	178.0	914.0
1950—1959	226.0	1,240.0
1960—1969	480.0	1,733.5*

* 资料引自：Futur Needs for Reclamation in
The Western States Commun.
Print 14, Washington, D.C.1961.

** 原文如此——译者注。

• 本文研究西部十七个州范围内水利—土地资源的问题，这里的土壤改良工作由美国内务部土壤改良局进行的。