

太湖地区的农业生态及其分区

徐琪 熊毅

(中国科学院南京土壤研究所)

太湖地区是个古老农业区,很久以来就是我国水稻主要生产基地之一。这个地区的生态系统长期受人类经营管理影响,曾几经变化。当前的生态系统已有较稳定的农林牧副渔相结合的内部结构,也有较高效能和抗逆的功能。为了发展太湖地区的农业生产,有必要分析和推断这个地区的农业生态系统及其演变规律,找出生态系统结构的相似性和差异性,进行生态分区,以便因地制宜地建设良好的生态环境,使该区成为粮棉油高产的农业生态体系。

一、生态条件的分析

太湖地区位于长江与钱塘江三角地带,地跨北、中亚热带的过渡地区,以平原为主,水源丰富,同时,气候温暖多雨,光热资源较丰富,水、土、肥、劳条件都较好,有建设成良好农业生态系统的基础。

(一) 气候条件 这个地区的气候特点是无霜期较长,约220—240天,因受季风影响,水热条件的变化同作物生长比较协调,终霜期在4月下旬,初霜期在11月下旬。由终霜期开始,气温逐步升高,月平均温度超过 10°C 的日期从4月上旬到11月中旬,月平均最低气温低于 10°C 的日期前后共三个月,月平均最高气温超过 20°C 的日期,可以从2月底起到11月上旬,而最热月份(7,8月)则超过 35°C ,并可持续两个月(图1-1)。辐射热的月平均值一般都超过5大卡/厘米²,并随气温升高而增加,从5月到9月均在10大卡以上,同作物生长发育利用热能的关系较一致(图1-2)。降水量在1000—1400毫米之间,在季节分配上与作物生长期,尤其是同水稻生长期需水要求较一致,6月到9月四个月的降水占全年降水量的40—55%;旬最大降水量从5月到9月一般超过100毫米,除1,11,12三个月旬平均降水量小于20毫米外,一般均超过25毫米,5,6月下旬与7,8,9月因受梅雨与台风影响,旬最大降水量多在150毫米以上,甚至高达450毫米的暴雨程度(图1-3)¹⁾,但一般情况下秋季降水偏少,间有旱灾发生。

上述水热条件的变化与主要作物的物候期相对照(图1-4)¹⁾,不难看出,该区生态条件的利多于弊,不利之处是,梅雨季节夏熟作物多受渍害,干热风可使三麦枯熟,台风与秋旱则往往对水稻棉花等作物产生不利影响,尤其丘陵地区易受秋旱影响。

(二) 水、土、肥条件和农业生产特点 这个地区以平原为主,水利资源比较丰富,

1) 江苏省农业区划委员会,1965:江苏省农业区划地图集(降水条件,光热资源与农业气候区划与物候图)。

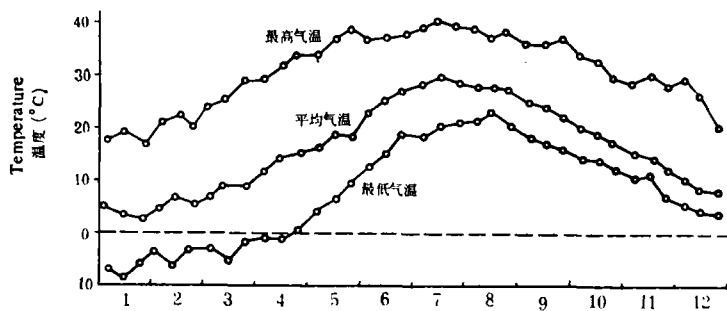


图1-1 温度的旬变化
Temperature variation (per ten days)

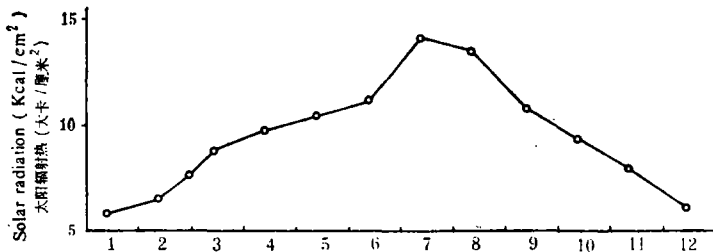


图1-2 热量的月变化
Thermal variation (per month)

图1-3 降水量的旬变化
Precipitation variation (per ten days)

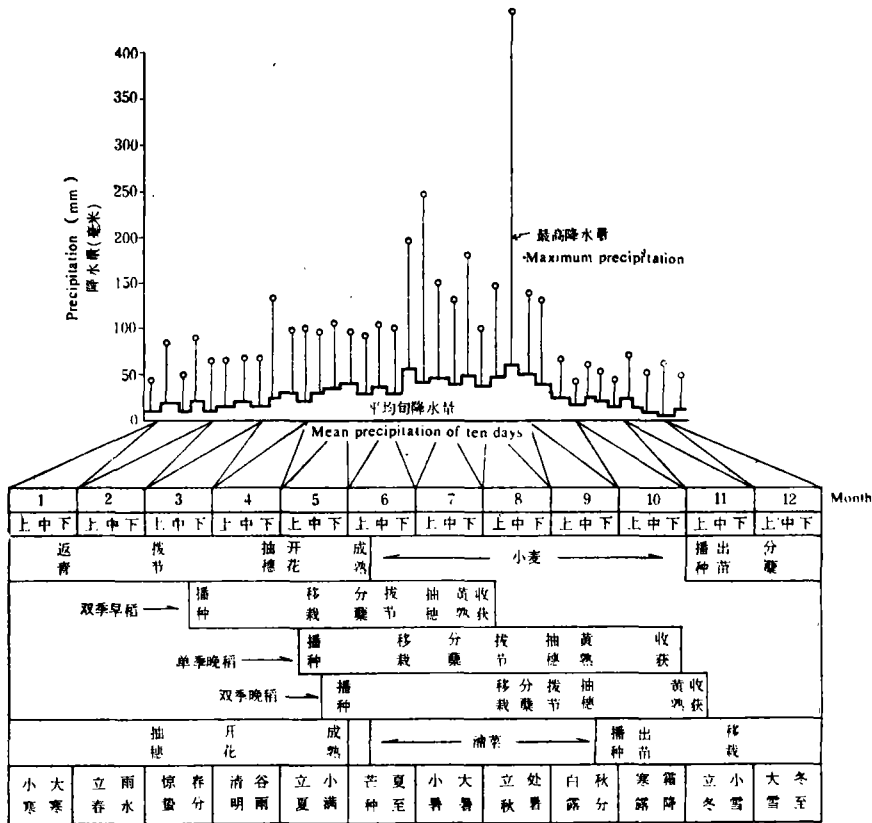


图1-4 主要作物生长发育物候期
Phenological phase of the growth and development of main crops

图1 某些气候条件同主要作物生长发育的物候期的关系
Fig. 1 Some climatic conditions in relation to the phenological phase of crop growth and development

由于西部和北部有低山丘陵,每逢雨后,来自丘陵山区的地面径流多输入以太湖为中心的湖群,再由黄浦江与浏河等导入江。据估算,每年本区降水量约为 300 亿方,地面有效库容水近 90 亿方。每年通过太湖而导入江的排洪量约 90.5 亿方,与丘陵山区流入太湖的径流量几乎相等。丰富的水利资源与丰沛的雨量,对发展水稻是非常有利的,每年灌溉用水量约为 230 余亿方,目前水的平衡大致是输入比输出多 86.3 亿方。故常有洪涝威胁。

但是这种估算是十分粗放的,尽管水量有余,因各地蓄水能力不同,降水季节分配又不均匀,故雨季洪水排泄不畅,而在少雨年份仍有局部地区出现旱情。沿江部分地区需由长江或钱塘江引水灌溉。丘陵地区可能出现不同程度的旱灾。

本区地形包括低山丘陵和平原、圩区。低山丘陵约占陆地总面积的 27.8%,平原约占 45.8% (其中沿江平原占 26.7%,太湖平原约占 19.1%),圩区占 26.4%,同时水面积约 20%,这种地形组合既有利于种植水稻,也有利于发展农林牧副渔相结合的农业生态体系。

这个地区垦殖指标较高,大部分土地均已开垦,耕地中以水稻土为主;约占 90% 以上。水稻土共计 2824.4 万亩,其中爽水水稻土占 29.2% 测渗水稻土占 13.3%,滞水水稻土占 8.3%,囊水水稻土占 25.9%,漏水水稻土占 23.3%^[1]。这个地区的土壤肥力,都高于南方与北方地区的水稻土,大部分属于宜稻宜麦的高产土壤。

各种类型水稻土的耕层养分含量有一定差异,耕层有机质含量在 2.5—3.5% 范围的可达 55.1%,低于 2% 的仅占 13.3%,2—2.5% 的占 31.6%,速效磷量高于 35ppm 的近 30%,低于 20ppm 的约为 20%,速效钾量大于 10 毫克/100 克土的近 50%,其余均在 8 毫克/100 克土上下。

太湖平原是个水网地区,水量比较丰富,水质较好,浮游生物量较高^[1],除供鱼类食料外,尚可肥沃河泥,这也是该地区大量施用河泥的原因之一。长期以来,农民极为重视有机物质的循环,不仅种植绿肥,而且习用稻草沤制草塘泥。长期以来形成了以有机质肥料为主的施肥制度。

另外,太湖地区有丰富的人力资源,每人平均占有耕地 1—1.5 亩。所以除保证农业劳动力外,尚可经营林牧副渔等项生产活动,从而使这一地区的农业生态系统中的物质循环更为活跃。但近年来,河泥肥度降低,绿肥种植面积减少,稻草回田不多,草塘泥质量较差,这对农业生态系统中的物质循环十分不利。

二、生态系统的演变

任何一个地区农业生态系统的建设,必须经过适应、改造与建设等不同阶段。随着人类社会的发展和科学技术的不断改善,农业生态系统结构也不断向稳定、效能提高的方向演变。

(一) 沼泽生态阶段 据出土文物判断,早在四,五千年之前已种植稻谷,当时是由渔猎向农业过渡的原始社会阶段。“新开墾田,进垦嵩菜”,耕作极为粗放,抗御自然灾害的能力极低,只能实行“火耕水耨,燔(烧)菜而播粟”的菜田制^[2],在这一时期,生产力极为

低下,丰欠全靠天时。因有动物可以狩猎,有渔产可以捕获,所以当时仍保持沼泽地区的生态特点。结构上以水草鱼兽为主,在功能上以自然界的第二性生产作为人类的生活来源。

(二) 圩田生态阶段 随着农业生产的发展,人类仰给于自然生态系统提供食物的依赖性减低,人类从事的第一性生产的产品数量增加。在丘陵山区修建梯田、蓄水灌溉的同时,低洼易涝地区的圩田也开始兴建,而平原地区则开始实行井田。据地方志记载:“齐代丹阳郡可赖塘坝灌溉的达 86 万余亩”¹⁾,当时的丹阳郡大部分为丘陵地区,一半属现在的太湖流域。同时还记载有“沿海,地势较高的地区常有旱灾,修筑井田,环湖旱下的地区则修筑圩田”,而圩田则逐步完善到“缮完堤防,疏凿畎浍,列树以表道,决堤以灌田”²⁾的标准,这时的耕作制度是“吴中之田,非水不殖,减之使浅则可播种,非必决而涸之然后功也,”的**圩田制**³⁾,所以是真正的一年一熟或隔年种植的**圩田生态系统**,但是当时的生产技术落后,所建堤坝圩堰尚不足以抗御大的自然灾害,故毁灭性水旱灾害时有发生,在多雨之年,低洼地区则“一片汪洋”,而干旱之年则“高阜之地,草木皆枯”,在灌溉事业不发达的情况下,圩区一熟水稻的产量与稳收程度远远高于平原与丘陵区,故有“田之得粮,十分为率,低田七分,高田三分”⁴⁾的税收记载。

至此,以水稻为主的农业生态系统的结构已初具规模,但旱涝灾害仍甚频繁(图 2)。圩田只能最低限度地保证一熟水稻。当时,由于地多人少,据记载汉代每平方公里仅 10 人,唐代天宝年间也仅达 40 人⁵⁾,人类可赖微薄的收成以达到自给自足的程度,并在部分地区建立了农林牧渔的农业生态体系。

(三) 稻麦两熟为主的生态阶段 自宋代开始,一熟水稻圩田逐渐发展为水旱轮

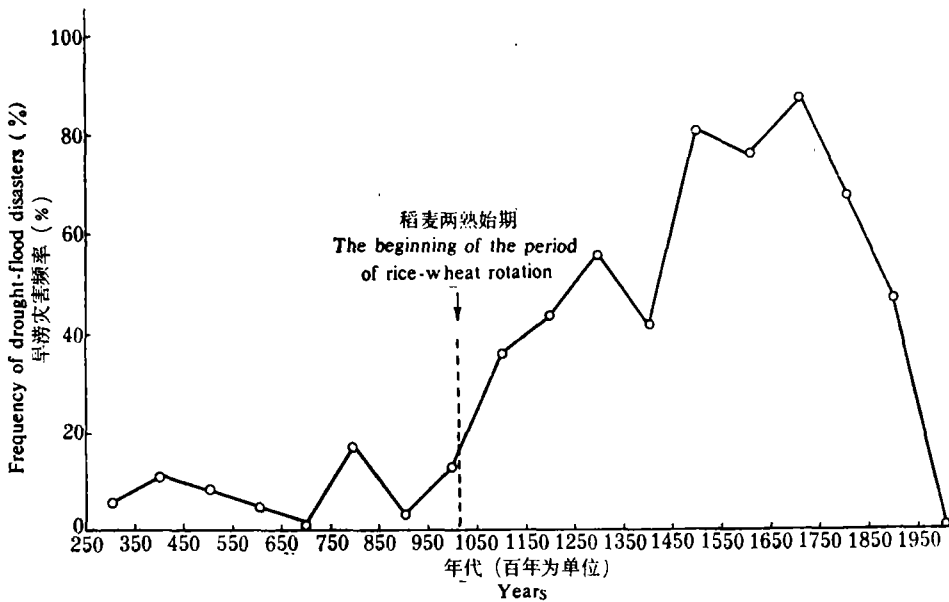


图 2 太湖地区水旱灾害历史发生频率(据历史记载统计)

Fig. 2 The historical status of drought-flood disasters in Tai-lake region

1) 江苏省水利厅水利史研究小组, 1964: 太湖水利史(讨论稿)。

作。当时,由于人口增多,北宋元丰年间每平方公里已达 70 人,治水治田的能力虽有所加强,但丘陵低山地区的森林砍伐日益严重,迳流量增加,流域治理尚未进行,从而使水旱灾害达到空前的高峰(图 2)。在那个时期,高阜之地因秋冬不雨而“蔬麦皆枯”,低湿之地在大水之年则“积潦不退,禾稼皆腐”¹⁾的灾情时有发生。为了解决水旱灾害,必须进行流域治理,治田必须先治水,按此原则导疏三江以泄太湖洪水,加强江岸堤防以阻江水倒灌,开凿人工湖泊与河道阻蓄山地丘陵迳流,经过长期努力初步建成了太湖地区的水利网,但由于封建社会的封建割据,地主官绅各据一方,尽管提出了一系列合理的治水治田方案,仍然得不到贯彻实行,水旱灾害,仍然不断,并且愈演愈烈。

在这一段时期,实行了稻麦两熟制,复种指数提高,改土培肥措施相应加强,初步建成以稻麦两熟制为主的生态体系,农、林、牧、副、渔相结合的农业生态体系也初具规模。逐步获得了渔米丝绸基地之称。

(四) 多种轮作制的生态阶段 经过长期治水的结果,清朝中后期,水旱灾害频率逐步下降。解放后,虽然仍有小面积的涝灾(表 1),但危害程度已大为减轻,同时,通过治水改土与培肥改土,土壤肥力已明显提高。数百万亩的一熟沤田已全部改为稻麦两熟田,复种指数增加。再经过粳改粳,中、早稻改晚稻与单季稻改为双季稻等措施,多种轮作制度并存的局面逐步形成,并得到了巩固。现在有下列几种轮作制度:(1)稻麦(油)一年两熟轮作制,一般三年轮种一次绿肥。从全区而言,约占 40%;(2)稻稻麦(油)三熟制,或双季稻绿肥两熟制,约占 30%;(3)稻麦棉一年两熟制,主要分布于沿江平原地区,约占 20%;(4)水稻旱作轮作制与麦棉轮作制,两者约占 10% 左右,前者主要分布于丘陵地区水源不足的梯田中,后者则分布于沿江平原的局部地区。

表 1 苏州专区历年涝灾统计*
Table 1 Statistics of flood disaster in Suzhou district

年 分 Years	受 灾 面 积 (万亩) Area suffered from disaster (10 ⁴ mu)	灾 害 类 型 Disaster type
1949	257.7	洪涝 Flooding
1950	—	—
1951	54.4	内涝 Waterlogging
1952	143.7	内涝 Waterlogging
1953	8.27	洪涝 Flooding
1954	251.8	洪涝(春季) Flooding (Spring)

* 引自江苏省农业区划委员会编的江苏省农业区划报告(1964年)。

轮作制的形成为充分发挥生态系统中的功能提供了条件,粮棉油产量明显地增长。如以苏州地区为例,1949年的粮食年亩产只 300 余斤,1978 年达 1300 余斤,增长了 4 倍多。

在发展粮棉油生产的同时,林牧副渔也有所发展,农牧与农牧渔的农业生态类型各具特色。太湖地区已建设成为结构层次清晰与功能较高的农业生态地区。

1) 江苏省水利厅水利史研究小组,1964:太湖水利史(讨论稿)。

但必须指出,在十年浩劫期间,不正确地毁林毁桑种粮与围湖造田等片面措施,以及孤立地以粮为纲,盲目地扩大稻稻麦三熟制的面积,使太湖地区农业的综合发展受到影响。为发展今后的农业生产,必须重建良好的生态系统。

三、生态分区

太湖地区是一个完整的农业生态区。由于水利条件较好,水稻土肥力高而且适种性较广,适宜的耕作制度基本形成,所以光能利用效率较高,按光能利用率1%亩产941斤^[4]计,苏州地区亩产粮食已达1370斤,那么光能利用率可达1.4%。如连同秸秆与地下部分计算可超过此数的一倍,接近3%。

太湖地区生态系统的结构较为稳定,并具有一定的抗逆能力,例如小麦产量改制后比改制前虽有所增加,但年际产量变化与2—5月份雨量的相关系数比过去增加(改制前小麦产量与降水量的相关方程是: $y = 292 - 0.249x$, $r = -0.338$, $n = 48$,改制后 $y = 477 - 0.572x$, $r = -0.462$, $n = 54$)。

改制前相关系数只达到0.05的显著水准,而改制后达到了0.01的显著水准,说明改制后小麦产量受2—5月份降雨量的影响更为显著,究其原因,除春雨多外,土壤内排水不良,改制后变得更为严重。为了解决上滞下渍的问题,逐步发展了明暗沟结合的排水系统。

总的说来,太湖地区生态系统的环境条件是比较好的,但仔细地说,该区内各地土壤肥力水平不同,水土肥劳力条件均有一定差异,因此仍有因地制宜建设良好农业生态的问题,太湖地区生态系统有进一步细分的必要。现将生态分区(图3)简介如下。

(一) 低山丘陵生态区 分布于本区的北部与西部,土地面积约为9000平方公里,其中林地占30%,水面积小于10%,耕地近60%,耕地中以水稻土为主达70%,水稻土中以侧渗水稻土为主,约占60%。因沟谷相间,故多修建成梯田(图版I照片1)。

这个地区的土壤肥力较低,有机质量低于2.0%,全氮、速效磷与速效钾量均较低。作物对磷肥肥效特别显著。由于地形起伏不同,水稻土的肥力也不等。塍田缺水少肥,土壤肥力低;冲田水肥条件较好,肥力较高。土壤耕层中有机质含量(y_1)与岗、塍、冲田坡降(x)的关系是 $y_1 = 2.31 - 0.086x$, 相关系数(r)为-0.975。而耕层粘粒含量(y_2)同坡降的关系则为 $y_2 = 15.3 - 0.416x$, 相关系数(r)为-0.762(上述相关系数达1%的显著水平)¹⁾。由于水肥条件不同,水稻单产(斤/亩)(y_3)也因之而异,其相关方程是

$$y_3 = 298 - 9.81x,$$

相关系数为 $r = -0.821$ (达5%的显著水平)¹⁾。这种土壤肥力间的差异性也因地形发育不同而异,近河沿江丘陵地区,侵蚀基准面低,岗谷高差大,而水稻土肥力差异也大。上述用线性方程表达的地区位于茅山西部属平岗地区,水源缺,又系1961年材料,故产量最低。

丘陵山区的耕作制度自50年代开始即进行改革,过去一般以一熟中粳或早粳稻为主,通过早(稻)改中(稻),中(稻)改晚(稻),粳(稻)改粳(稻)与扩大三麦面积等措施,粮食

1) 李伟波等,1980:太湖地区地形对水稻土发生性质的影响《水稻土讨论会论文集》(摘要)。

太湖地区农业生态分区图

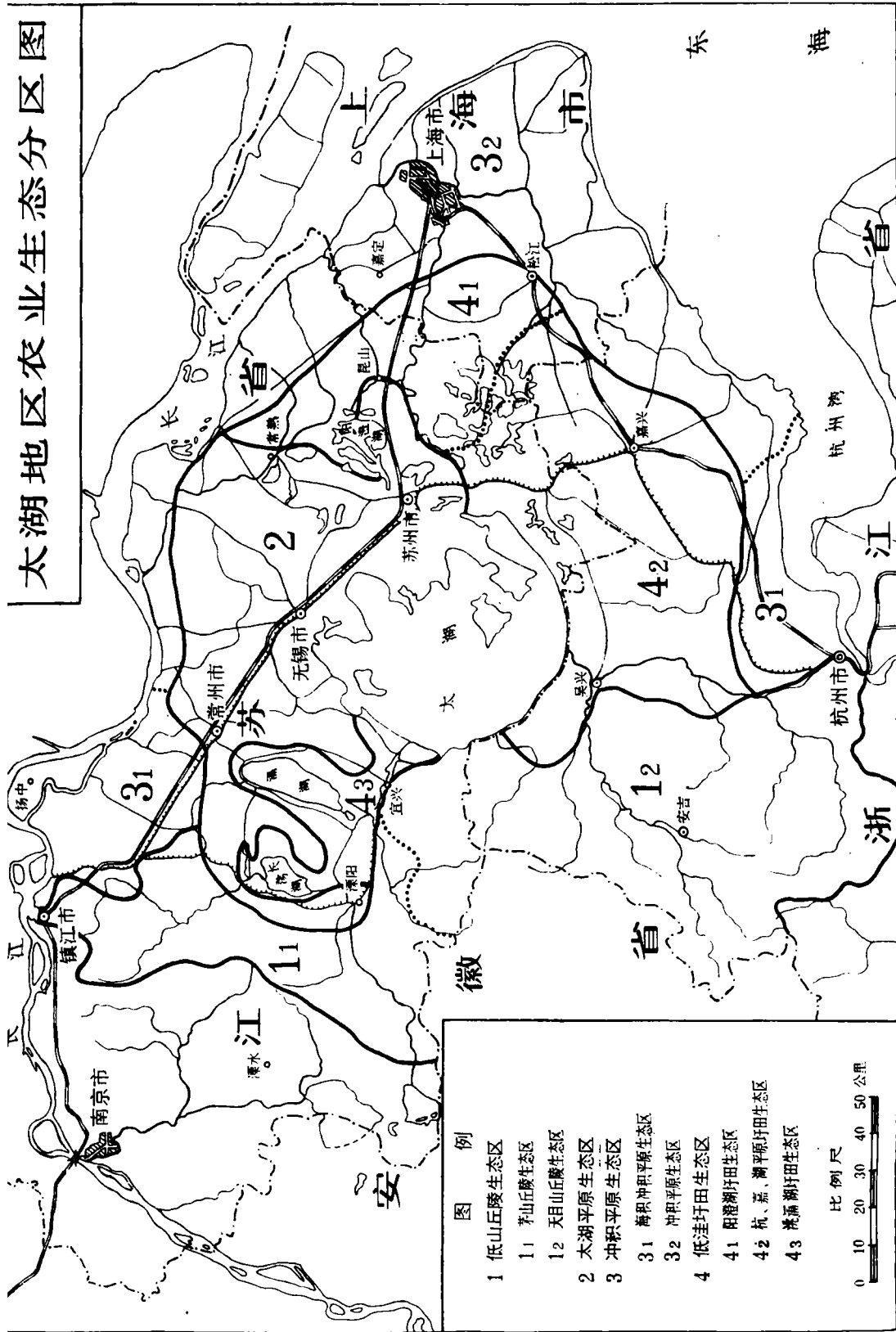


图 3 太湖地区农业生态分区图 Fig. 3 The map of agro-ecological regionalization in Tai-lake region

Legend: 1. Low mountain and hill region 2. Tai-lake plain region 3. Alluvial plain region 4. Depression and polder land region

产量大幅度上升。60年代开始以磷增氮,改土效果明显,土壤肥力提高,但与其他地区相比,土壤肥力仍较低,肥沃土壤面积不足10%,所以不具备发展双季稻的条件,即使发展也只能选择在水肥条件好的肥沃水稻土上,种植双季稻的面积不宜过大。

总的来说,这个地区的耕作制度以稻麦两熟为主。部分望天田尚需水旱轮作。区内有部分旱地,可逐步修改成垄状或水平梯田,发展经济林木,并保土保水,坡度大于 8° 的坡地或土层薄(< 30 厘米)的山坡地应以绿化造林为主,可试行林草间作,即在林带中间辟以草带,以利农林牧副业的发展。低山丘陵区南北差异很大,南部山林面积大,耕地比重小,但其热量条件比北部好,并具备综合发展的优越条件,双季稻比例亦可大些。

(二) 太湖平原生态区 分布于太湖北部和东部,以月牙形环抱太湖,约5000平方公里,占全区面积的17.7%。土地以平原为主,丘陵只2%,耕地500余万亩,除零星桑园与果园外,主要是水稻土,占耕地面积的90%以上(图版I照片2)。平原海拔高度在4—7米之间,可分为高平田,平田和低平田三类,分别占30%,50%与20%。

太湖平原区的土壤,以爽水水稻土和滞水水稻土为主,局部低地为囊水水稻土。肥力水平较高的爽水水稻土大部集中分布于这一地区。滞水水稻土的分布面积也不小,特别集中在海拔6—7米的高平原地区。

滞水水稻土的肥力水平较低,因耕层中有机质的含量和白土层层位的高低而有所不同,耕层有机质含量低于1.8%,可能出现淀浆板结,白土层在30—40厘米以上也不利于作物生长。最重要的一点是这类土壤的剖面中,有一层不透水层,土壤易遭受渍害。由于过去治水改土多在圩区进行,而平原地区的地形较高,地面排水较好,往往忽略土壤内排水问题。加之双季稻的发展,因而近年来,土壤渍害有加重趋势。

这个地区已长期实行稻麦油轮作的一年两熟制,并三年轮种一次绿肥,但产量不高。50年代开始进行中粳改晚粳,单季稻改双季稻与扩种三麦等措施,形成了稻麦两熟与三熟制并存的地区,可是由于生物气候条件的限制,三熟制的产量虽有所提高,但产量不稳。同时,由于地形平坦,土质粘重,改制后土壤泡水时期延长,往往形成表潜层,影响三麦和水稻高产稳产^[6]。在以爽水水稻土为主而人多田少的地区,三熟制的比例可大些;滞水水稻土集中分布的洮涌与锡澄高平田区,地多人少,水稻土肥力较低,三熟制面积可适当减少。

这个平原地区长期受人为营造的影响,形成若干不同的土地类型与相应的农业生态模式。发展农牧、农林与农副渔相结合的各种农业经营,更有利于巩固和发挥平原生态系统的结构功能。这个地区内宜林山地面积很小,扩大绿化山地的潜力不大,但四旁绿化却具有十分有利的条件,如能乔灌结合,进行四旁绿化将对该区生态系统的稳定起巨大作用。

过去曾一度强调粮食生产,围湖造田与毁桑种粮的现象十分严重,结果减少了湖泊的蓄洪能力,增加了排洪压力;同时只抓以提高复种指数为主的耕作制改革,不利于农业生态系统潜力的充分发挥。目前农业生产徘徊的局面,便是上述隐患造成的。

(三) 冲积平原生态区 分布于太湖地区的沿江地带,土地面积约为6000平方公里,以平原为主,零星的丘陵与沿江洲地不足1%。耕地中以水稻土为主占93.4%,旱地仅6.6%,水稻土中以漏水水稻土为主。轮作制度较复杂,在水旱轮作基础上有稻麦棉与稻麦经济作物轮作制,也有部分稻豆,棉麦轮作制(图版I照片3)。

该区地势是溯江而上逐渐升高,丹阳县北部与杭州附近海积冲积平原约在 6 米上下,向下游渐低,在上海附近只 4—5 米。同时愈近江边成陆年代越晚,土质越沙。

土壤分布规律十分明显,如从江边作一个断面,沙土比例越近江边越多,而越远越少。与此相应,棉稻种植比例也依次变化,沙土比例大,棉花比例亦大,反之则少。沙土比例与稻棉比例的相关系数达到极显著水平 ($r = 0.962$), (根据太仓县 1964 年的作物布局计算)。

该区土壤肥力为中等水平,耕层有机质含量在 2% 左右,全氮在 0.11—0.13% 之间,速效钾与有效磷量较高。这个地区的粮食生产水平较高,年增长幅度亦大。由于土壤渗透性较强,春雨多少对三麦产量的影响较小,年际波动也小。改制以来棉花比例压缩,水旱轮作不够合理,影响粮棉双高产,棉花单产水平出现徘徊。这个地区,由于土性较沙,漏水漏肥,水旱轮作耗水量较大。所以,在水旱轮作中,应因地制宜地合理配置稻棉比例,以利培养地力。部分地区目前仍有少量旱地实行棉麦轮种,应在逐步平整土地的基础上实行水旱轮作。双季稻三熟制不宜发展。三麦套种金花菜和蚕豆作为棉花的基肥,是这个地区的传统经验,今后可在水稻轮作中适当发展紫云英,以便提高水稻土肥力。

(四) 低洼圩田生态区 这个地区主要分布在太湖及其周围湖群四周的碟状洼地之中,主要是杭嘉湖圩区,阳澄湖圩区与洮滬湖圩区。由于人为的修圩辟田,在大的碟状洼地中又形成了大小不等的小圩区。海拔一般低于 4 米,最低处可在 2 米左右。由于大量施用河泥垫高田面,结果分化出了头进、二进与三进田,其比例为 3:5:2,高差可达 1.5—2 米。淀泖地区水面大,可达 10—20%,形成了岛状圩田。一般圩区圩岸与其他堆叠土占 10% 左右,田块面积大于 5 亩的占 50% 以上。耕地以水稻土为主达 90% 以上。

该区以囊水水稻土为主,脱沼程度与微地形有关,由头进田、二进田到圩心田,脱沼程度依次降低。其肥力水平也相应降低。随着地形渐高,地下水位下降,通气状况改善,耕层中有机质含量降低(图 4),作物产量,尤其是小麦产量也相应增高(图 5)

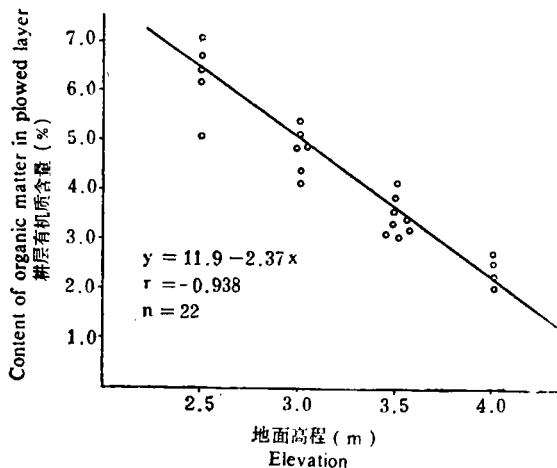


图 4 圩田地区田面高程与水稻土耕层有机质含量的关系

Fig. 4 The elevation of polder fields in relation to the content of organic matter in plowed layer of paddy soil

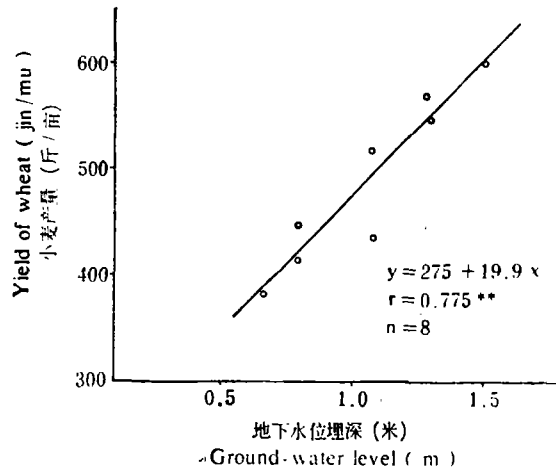


图 5 地下水位同小麦产量的关系

Fig. 5 The ground-water level in relation to the yield of wheat

这个地区的土壤潜在肥力较高,目前由于排水不良,水气矛盾影响土壤中养分的有效性,故多迟发田。随着水利土壤改良措施的进展,过去的一熟田全部改成稻麦两熟田,在实行“三分开,一控制”水利改良措施的基础上,不仅灌溉合理,而且能预降预控地下水位,因此,粮食亩产明显上升。如以吴江县为例,1949年的亩产约300余斤,1978年高达1000斤左右。

但是随着单季稻改双季稻耕作制度的改变,次生潜育化作用十分明显,有的已出现返淤现象,表潜层厚度可达30厘米,严重影响稻麦,尤其三麦的高产稳产,如以改制最早的吴江县为例,三麦丰欠同春雨多寡关系十分密切,抗逆能力明显降低,所以三熟制面积不宜过大,不应大于头进田的比例。据刘光玉等人的研究^[1],从经济指标看,三熟制比例的最佳方案,因生产队不同而异。作者所研究的生产队位于平原与圩区过渡地带,土壤肥力高于真正的圩区。

该区有大面积水域,也有一定比例的圩岸与塘岸,对农林渔副相结合的农业生态系统发展十分有利,这种地区有发展成桑(桔)基渔塘(图版I照片4)或农牧副渔综合利用的有利条件,可因地制宜的予以发展。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院南京地理研究所, 1961; 太湖综合调查初步报告。科学出版社。
- [2] 友于, 1961; 由西周前汉的耕作制度沿革。农史研究集刊, 第二册。
- [3] 刘光玉, 戴惠善等, 1980; 关于苏州地区水稻熟制经济效益的研究。江苏农业科学, 6期, 18—25页。
- [4] 竺可桢, 1964; 论我国气候的几个特点及其与粮食作物生产的关系。科学通报, 3期。
- [5] 徐琪等, 1980; 太湖地区水稻土。上海科技出版社。
- [6] 熊毅等, 1980; 耕作制度对土壤肥力的影响。土壤学报 第17卷2期, 101—119页。

THE AGRO-ECOLOGICAL CHARACTERISTICS AND ITS REGIONALIZATION OF TAI-LAKE REGION

Xu Qi and Hseung Yi

(*Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing*)

Summary

Tai-lake region lying on the Yangtze and Qiantang delta at the juncture of north and central subtropics is an independent agro-ecological region. Through thousands years of human activities of agricultural practice, this region started from its ecological stage of soil swamping, through the stages of polder farming, cropping of rice and wheat, to a stage of coexisted multiple systems of agriculture, forestry, fishery and sericulture. A well efficient and functional agro-ecological system with stable structure, high resistibility to natural calamities has been formed, which leads to the region being developed to be one of the most notable integrated agricultural bases in China.

In recent years, triple cropping system has been adopted extensively regardless of the local conditions, which results in deterioration of soil environment and its fertility. In order to improve this situation, it is necessary to study agro-ecological regionalization of this region. Based on preliminary investigation in Tai-lake basin, four ecological regions are divided as follows:

1. The low mountain and hill region: Topographically, hills and mountains are predominant in the region with diversity of soil types. Side bleached paddy soil is predominant in the region. The fertility level of the soil in the region is closely related to their relief and irrigation conditions. Land utilization should be in accordance with the actual conditions. On the steeper hilly slopes with thin layer of soil, forestation should be the only way of land utilization. On the terraced fields with insufficient irrigation, cropping system of rice-upland crops should be adopted, while on the paddy fields with good conditions of irrigation, cropping system of rice-wheat may be the best pattern. Only on the fields nearby the villages or in open valleys, double cropping of rice or triple cropping system of rice-rice-winter crops can be adopted, however, green manure crops should be arranged in the rotation system so as to maintain the soil fertility.

2. The Tai-lake plain region:

This region is mainly located on the plain with a few low mountains and hills. Paddy fields are predominant. With plenty of ponds, lakes, streams and rivers, as well as mulberry groves and orchards this region is known as a base of rice cultivation, fishery and sericulture.

Though most parts of the region are plain, it is undulating in relief, the topographical variation together with the difference in water regime, soil type, soil fertility

and labour force constitutes the special natural and economic conditions of the region. Stagnating paddy soil is widespread in the region, so the cropping system of rice-wheat should be the main rotation system in combination with a proper proportion of triple cropping system, while in the area occupied mainly by permeable paddy soil, the proportion of triple cropping system may be greater.

3. The alluvial plain region:

This region includes the alluvial plains along the Yangtze and Qiantang rivers. Percolating paddy soil suitable for the cropping system of rice-wheat-cotton is the major soil.

This ecological region is a production base of cotton, oil crops and cereals. Most of the soils are lower in fertility and sandy in texture. The rotation of rice and upland crops must rationally be arranged in accordance with the local conditions. In order to get high yield of cereal and cotton, it is recommended that green manure crops should be grown or interplanted in the rotation system to improve soil fertility, and triple cropping system should not take up too great proportion so as to ensure the high production of cotton. At the same time, comprehensive development of forestry, fishery and side line production should be also taken into account.

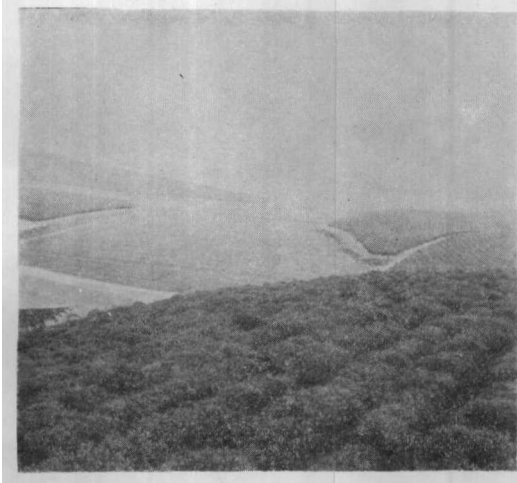
4. Depression and polder land region:

Through long period of human activities, polder fields have been built on the depression area in this region. Crisscrossed by canals and rivers, this region has average elevation less than 4 meters above sea level. Waterlogged paddy soil is the predominant soil, and uplands heaped up by human activities are scattered over the region.

With the difference in microrelief, notable variation in fertility of paddy soils can be found in the region. Owing to the development of drainage system, part of the waterlogged paddy fields with one yield of rice annually has been replaced by rotation of double yield of rice and wheat.

However, the surface gleyization of soil is getting stronger, because triple cropping system of rice-rice-wheat is unduly adopted. For this reason, the adoption of cropping system of double rice or triple cropping system should be limited to the higher field with good drainage condition.

The ecological conditions of this region is favourable for integrated development of agriculture and other industries. The mulberry or tangerine groves in combination with fishery ponds has been developed in parts of the region, it is a very good system favourable for ecological cycling.



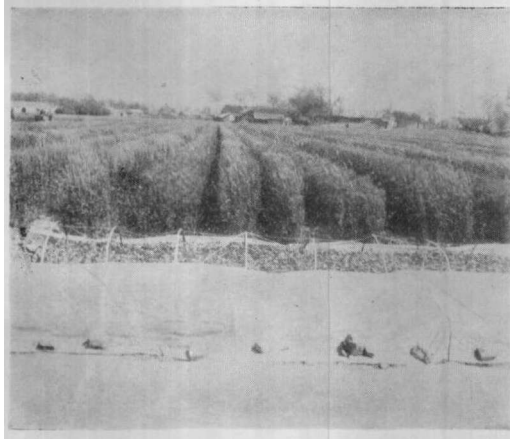
照片 1 丘陵农业生态类型之一
(稻田与茶园, 浙江余杭茶场)

Photo. 1 One of the agro-ecological types
in hilly region(Paddy fields and tea plan-
tation in Yuhang, Zhejiang Province)



照片 2 太湖平原农业生态类型之一
(稻麦轮作)

Photo. 2 One of the agro-ecological types
in Tai-lake plain region (Rotation of rice
and wheat)



照片 3 沿江平原农业生态类型之一
(稻麦棉轮作套种, 太仓新毛公社)

Photo. 3 One of the agro-ecological types
in the alluvial plain region along the Yang-
tze river (Rotation of rice, wheat and
intercropping cotton in Taicang Xian)



照片 4 圩荡农业生态类型之一
(桔基渔塘, 吴县东山公社)

Photo. 4 One of the agro-ecological types
in depression and polder region (Fish
pond with orange groves on the banks
in Wu Xian)