

涝洲乡农业生态系统结构与功能的研究

颜春起 韩晓增 孟凯 柴文森 李春特 何万云

一、涝洲乡概况	(1)
二、涝洲乡农业生态系统结构与功能的评价	(2)
(一) 涝洲乡农业生态系统结构的评价	(2)
(二) 涝洲乡农业生态系统功能的评价	(3)
三、涝洲乡农业生态系统结构优化的初步设想	(20)
结 语	(23)
(一) 涝洲乡农业生态系统功能的评价	
(二) 涝洲乡农业生态系统功能的评价	
(三) 涝洲乡农业生态系统功能的评价	
(四) 涝洲乡农业生态系统结构优化的初步设想	

中国科学院黑龙江农业现代化研究所

一九八四年五月印

前 言

涝洲乡农业生态系统结构与功能的研究是“松嫩平原不同类型区农业生态系统结构优化方案研究”的组成部分。

为了因地制宜的建立农业生态系统优化结构，通过松嫩平原六个县的考察认定沿江地区是一个独立的生态类型区。而涝洲乡建立起来的复式的农业生态系统结构显示了明显的良化性状，是沿江地区很有研究价值的一个生态类型。为了对其进一步优化和建立模型提供信息，确定在涝洲建点，对该区的农业生态系统的结构与功能进行定量研究，以期在沿江地区示范推广。

本项研究工作是在何万云教授的具体指导下进行的，现将研究工作开展情况报告于下：

目 录

前 言

一、涝洲乡概况	(1)
二、涝洲乡农业生态系统结构与功能的评价	(2)
(一)涝洲乡农业生态系统结构的评价	(2)
(二)涝洲乡农业生态系统功能的评价	(3)
三、涝洲乡农业生态系统结构优化的初步设想	(20)
结 语	(23)

一、涝洲乡概况

涝洲乡位于肇东县南部松花江北岸的河漫滩上，系松花江冲积而成，土层薄、砂层高为滩地的重要特点，阶地上的水土和盐类随着坡面迳流不断的运积于此，加上地下水迳流的抬升，在低平的洼地上苏打盐类得以聚积。

地势是北高南低，西北高东南低，地面高程108~124米，一般122米。相邻地形的最大相对高差为4.6米。地面坡降1/2500，地形平坦。但岗、平、洼地相间分布，大小泡沼星罗棋布，把地形切割得零乱破碎，地貌组成大体是一岗四平五分洼，具有典型的河泛景观。

涝洲乡的轮廓略呈等腰三角形，南起松花江主航道，北抵高漫滩的边缘、东与合居、东发乡为邻、西与四站乡接壤、幅员16.2万亩。

在地形、植被和水分等因素的共同作用下，发育着类型不同的土壤。根据1982年的土壤普查资料，全乡的土壤类型有砂土、黑钙土、黑土、草甸土、水稻土、盐碱土、沼泽土和泛滥地土壤等八个类型。其中黑土和草甸土占72.9%，是该乡农田土壤的主体。

水利资源十分丰富，除松花江沿乡南界流过外，尚有42个泡沼，水面面积占14%。又因地处涝洲灌区的中心，即使今年出现了有记载以来（75年）的最枯水位，灌溉用水也得到了保证。加之较高的地下水，（常年保持在1.0~2.0米）可沿着发达的土壤毛管向上运行，有力的补充着土壤墒情。特别是大面积种植水稻以来，地下水位抬升0.5米左右。据今年9月20日测定，在地面高程相同的条件下，旱生结构的观测地段地下水位为2.0米，水旱结构地段的为1.4米，相差0.6米。因而，在今年的大旱之年，一进涝洲境内满目绿色水景，到处生机盎然。

气候资源的特点是太阳总辐射量118千卡/平方厘米·年，无霜期130天， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温2600~2800 $^{\circ}\text{C}$ ，年降水量500毫米，气候条件比较优越。

纵观涝洲乡地形与土壤的复杂性，导致土地利用上的多样性，加上丰富的水利资源和雨热同季的气候资源相配合，使这个地方综合发展农林牧副渔大农业具备了有利的自然生态条件。

涝洲乡有9个生产大队，43个生产队，2726户，13,586口人，劳动力资源也是十分丰富的。

涝洲乡在土地资源利用上，农用地占明显的优势。据1983年实测耕地8.11万亩，（其中外单位占地0.15万亩）占50.2%；林地0.63万亩，占3.9%；水面2.8万亩，占17.4%；沙丘0.09万亩，占0.6%；沼泽湿地2.88万亩，占17.8%；苇塘0.68万亩，占4.2%。建筑占地0.95万亩，占5.9%。显然，涝洲乡的土地利用结构中耕地占土地总面积的首位，但垦殖率仅50%。

涝洲乡以涝得名，群众说：“早年吃饱饭，涝年水泡田”。长期以来农业单一，粮食单一，粮食中以玉米为主，农业结构很不合理，结果是高产不高收。1979年以前99%以上的耕地种植粮豆，尽管在1970~1979年中有八年粮食亩产在500斤以上，有一年接近800斤/亩，可是社员人均收入只有93.2元/年，群众说：这是花高价买高产。

近几年来，这个乡遵循因地制宜，扬长避短的方针，采取适地适种和利用水利资源的优势，积极扩大水稻种植面积，大力压缩玉米种植面积，使耕地中的水旱田比例发生了根本性的变化，油料作物种植种类也有所增加。因而逐步建立起复式的农田生态系统结构，整体农业生产结构也在向合理化方向发展着。

二、涝洲乡农业生态系统结构与功能的评价

（一）涝洲乡农业生态系统结构的评价

涝洲乡农业生态系统结构是比较典型的复式结构。在整体的复式结构中又因地形、土壤的复杂性及其利用上的多样性，在其内部的较小范围内产生了多种微结构单元，这些各具特色的微结构单元及其功能构成了整体的结构与功能。

涝洲乡的整体农业系统结构是“水田—旱田—水域—林地—苇塘—草地”。这个结构反映了资源的总体开拓和农林牧副渔的全面发展。微结构单元可划分为13个，详见表1：

表1 涝洲乡农业生态系统结构关系表

系 统	亚 系 统	微 系 统
水田—旱田—水域—林地—苇塘—草地	旱田—林地—草地—水域 水田—苇塘—渔池	1) 林地—旱田
		2) 林地—水田
		3) 林地—草地—水田
		4) 林地—草地—旱田
		5) 林地—苇塘—旱田
		6) 林地—苇塘—水田
	水田—旱田—林地—水域	7) 林地—旱田—水田—旱田—水田—林地
		8) 水田—苇塘—水域
		9) 湿草地—渔池—湿草地
		10) 渔池—旱田—渔池
	旱田	11) 苇塘—渔池—水田—旱田—林地
		12) 林地—水田—苇塘—水田—林地
		13) 林地—渔池—水田—旱田—林地

涝洲乡过去的农业生态系统结构是不合理的。虽然水利资源丰富，但一直是单一的旱作农业占绝对优势，因而农业生态系统结构也一直是单纯的（表2）。1978年以来，随着水田面积迅速扩大，以及林业、渔业的发展，湿生环境在不断扩展，整个生态系统结构发生了根本性的改进。从生态角度和经济效益看，这样的系统基本上是合理的。不过，因为是开始阶段，亚系统结构尚须完善，微系统结构也尚有一些问题需要解决，例如浸水农田或地段已经或正在发生着次生沼泽化，甚至次生盐渍化的现象。

总之，涝洲乡农业生态系统结构在变化，经济结构在变化，就其本质而言，是一种好的趋向。但层次网络仍较简单，距优化结构尚有一定的距离。

表 2

涝洲乡历年作物种植比例

(占种植面积%)

年 度 \ 作 物	粮豆合计	小 麦	玉 米	水 稻	大 豆	高 粱	谷 子	油料作物
1964	100.0	3.6	35.1	2.5	14.3	14.5	19.6	0.0008
1965	100.0	4.3	36.3	2.8	12.4	13.9	21.0	0.004
1968	100.0	9.0	34.9	0.001	9.9	10.3	22.1	0.00
1969	100.0	9.9	36.9	0.003	9.3	9.9	21.7	0.001
1971	98.7	6.5	43.5	0.0004	10.5	5.9	16.9	1.3
1973	100.0	7.2	41.0	0.0	11.9	5.6	15.6	0.007
1974	100.0	6.6	44.3	0.0	11.8	5.2	14.8	0.008
1975	100.0	6.5	42.7	0.002	13.0	5.7	13.3	0.007
1976	100.0	0.0	40.4	0.0	13.4	5.7	12.4	0.007
1977	97.7	8.9	35.6	3.8	14.0	6.4	13.3	2.3
1978	99.0	8.4	40.2	1.5	12.1	8.1	12.3	1.0
1979	99.7	7.3	40.9	2.0	11.1	8.0	10.3	0.3
1980	95.5	5.6	40.7	5.0	7.5	4.7	8.4	4.5
1981	88.3	3.1	25.7	26.6	3.5	4.6	7.2	11.7
1982	95.5	0.0	20.5	47.2	18.5	6.2	5.3	4.5
64—78平均	99.6	6.4	39.2	1.0	12.1	8.3	16.6	0.4
79—82平均	94.8	4.0	32.0	20.2	10.2	5.9	7.8	5.3

(二) 涝洲乡农业生态系统功能的评价

系统的总体功能取决于系统的总体结构。农业生态系统的总体功能是在既定结构之下,多种目标要求相互协调统一的综合效益。根据现代农业的基本要求,我们将从系统生产力、经济技术效益和生态稳定性等方面进行涝洲乡农业生态系统功能的评价。

1、农业生态系统生产力的评价

因为农业生态系统是人类根据自己的经济要求建立起来的人工系统,同时又有自然因素的交织作用。所以一般可以把系统生产力直接理解为经济生产力,这个经济生产力,就是农业生态系统进行输入与输出的物质循环、能量转化的综合经济效益。

从1963~1981年的统计资料来看,涝洲乡的粮豆单产和总产均呈上升趋势,而且由于耕地面积和种植比例基本稳定,总产量完全受单产所制约,由增长曲线也可以看出两者基本上呈等比例关系(图1)。总产量的回归方程为 $\hat{y} = 837 + 81.3x$,单产的回归方程为 $\hat{y} = 223 + 25.8x$,由回归方程求得平均年递增率分别为4.7%和5.1%。

总人口和农业人口也呈上升趋势,回归方程前者为 $\hat{y} = 9117 + 505x$,后者为 $\hat{y} = 8817 + 2809x$ 。由回归方程求得平均年递增率分别为3.7%和2.2%(图2)。

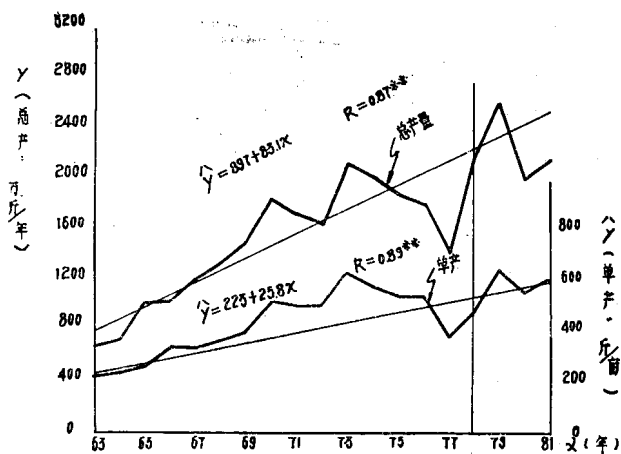


图1: 涪洲公社历年粮、豆、薯单产、总产量变化曲线

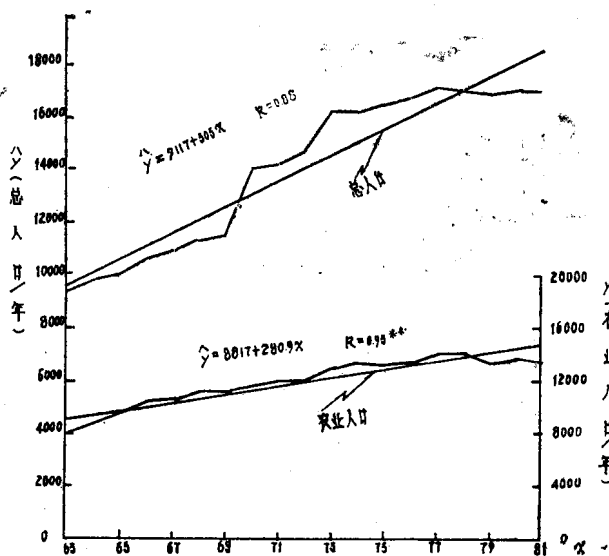


图2: 涪洲公社历年总人口及农业人口变化曲线。

由于总人口和农业人口增长速度低于粮豆总产和单产的增长速度, 平均每个农业人口生产的粮豆数量在逐渐增加, 其回归方程为 $\hat{y} = 4390 + 330x$, 平均年递增率为 4.1%。因而向国家交售的粮豆产量也在增加, 其回归方程为 $\hat{y} = 271.5 + 40.7x$, 平均年递增率为 5.5%。这即反映了农业劳动生产率的提高, 又反映了农田生态系统功能趋向良化过程 (图 3、4)。

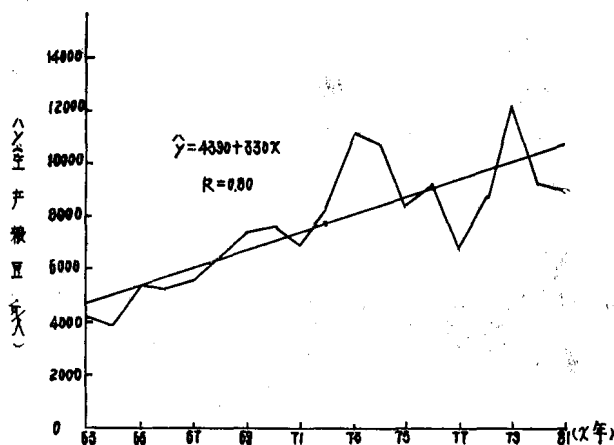


图3. 滁洲公社历年每个农业劳动人生产粮、豆变化曲线。

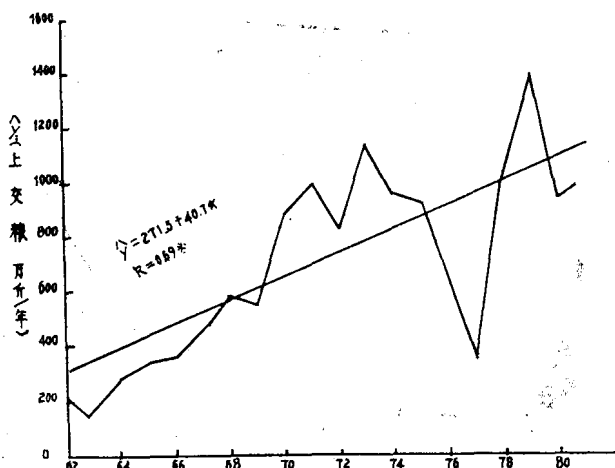


图4. 滁洲公社历年上交粮豆变化曲线

1978年以来滁洲乡芝麻、花生等油料作物和地瓜、大蒜等菜类的栽培面积明显的增加，其中绝大部份输出于系统之外。

滁洲乡的树木基本上都是1971年以来在农田、路、渠、村屯营造的人工林。林地面积为3648亩（为乡属部份不包括江防林场），由于土肥水足，树木生长速度很快，如永兴大队门前1974年栽的林带，平均高为13.6米，胸径10厘米，年纵向生长量为1.33米，已成椽材，开始间伐。林业收入呈指数方程的变化曲线。其方程为 $\hat{y} = 0.3e^{0.1678x}$ ，由此方程求得平均递增率为16.7%。目前间伐的树木数量有限，均在系统内消耗（图5）。

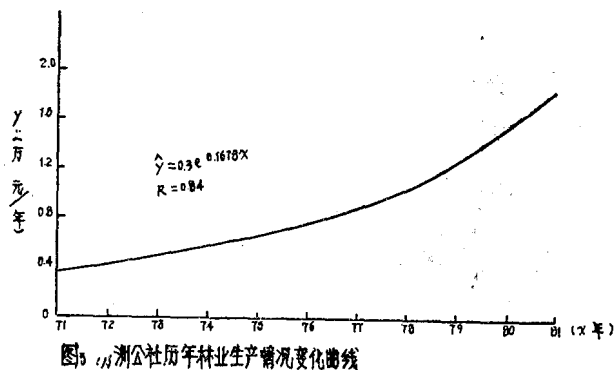


图5: 淤洲公社历年林业生产情况变化曲线

由上述可见，淤洲乡农业生态系统的第一性生产基本上属于农田生态系统的生产与输出。

淤洲乡农业生态系统的第二性生产非常薄弱，除渔业生产呈指数曲线形式上升外，均为下降趋势。

1982年养渔水面已达4200亩，渔池76处，放养102.7万尾。渔业收入迅速增加，其回归方程为 $\hat{y} = 0.8e^{0.225X}$ ，平均年递增率为24.7%。

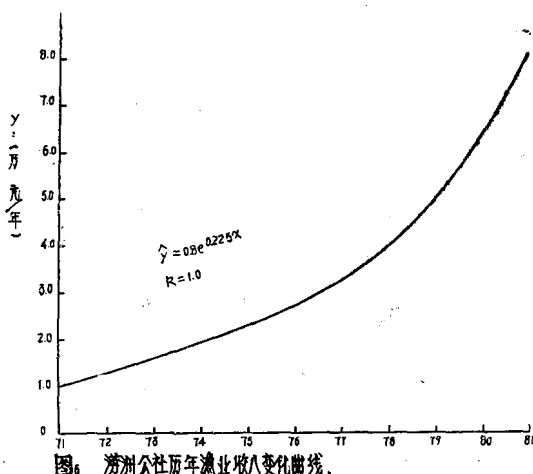


图6: 淤洲公社历年渔业收入变化曲线。

由1963—1981年的统计资料看出，生猪生产呈屋脊形发展，1963—1977年饲养数逐年增加，至1977年达到了峰顶，这一段的回归方程为 $\hat{y} = 2046e^{0.08X}$ ，由回归方程求得，平均年递增率为2.7%。1977年以后迅速减少。其回归方程为 $\hat{y} = 6978e^{-0.1403X}$ ，由回归方程求得平均递减率为10.6%（图7）。

据1966~1981年的资料统计分析，大牲畜生产也呈指数曲线下降，其回归方程为 $\hat{y} = 1837e^{-0.08125X}$ ，平均年递减率为3.3%（图8）。

黄牛生产可分为三个阶段，1963~1967年为上升阶段，自1967年达到峰顶之后至1980年

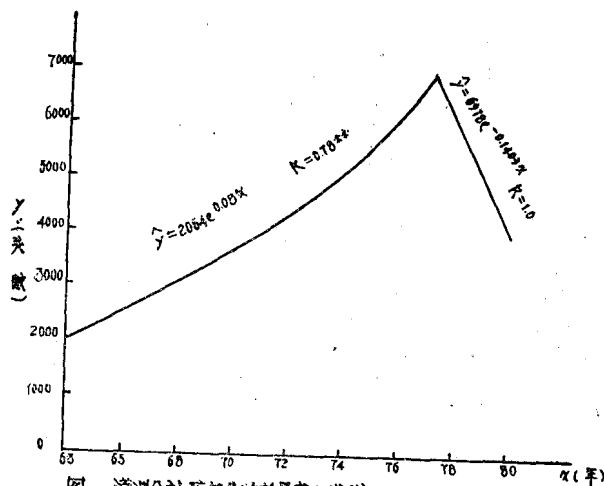


图7 涝洲公社历年生猪数量变化曲线。

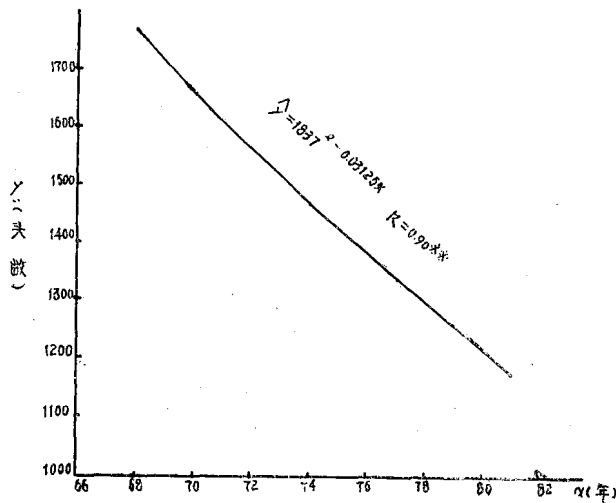


图8 涝洲公社历年大牲畜数量变化曲线。

为稳定平衡阶段，1981年呈直线型下降，1982年又回复到1963年的水平。呈现一升，一平、一降的生产特点（图9）。

羊的生产在跌落中徘徊了十二年之后出现了1976年的短暂峰值，这一年的饲养数由前一年的773只猛增到1965只。但一年之后又急速跌落下来，1981年的饲养数仅68只。

综上所述，涝洲乡农业生态系统的第一性生产发展较快，向系统外的输出量逐年增加，而第二性生产中只有渔业为大发展的形势。整个牧业都处于下降状态。如不迅速扭转将会使刚刚建立起来的复式农业生态系统结构与功能遭致破坏和恶变。

2、农田生态系统技术经济效益的评价

农田生态系统技术经济效益是人们通过土壤生产某些农产品而采取的农业技术措施所获得的生产成果对所耗用劳动的比例关系。经济效益与系统生产力是相适应的，因此，以经济

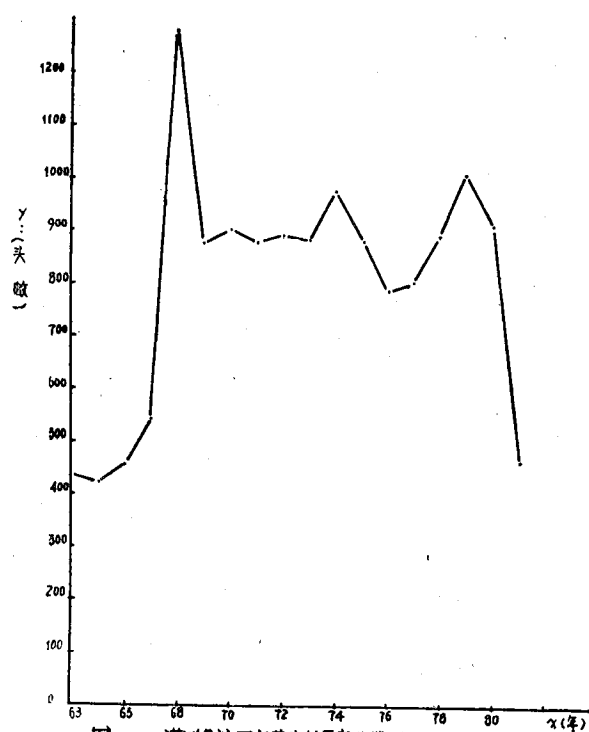


图9 扬洲公社历年黄牛数量变化曲线。

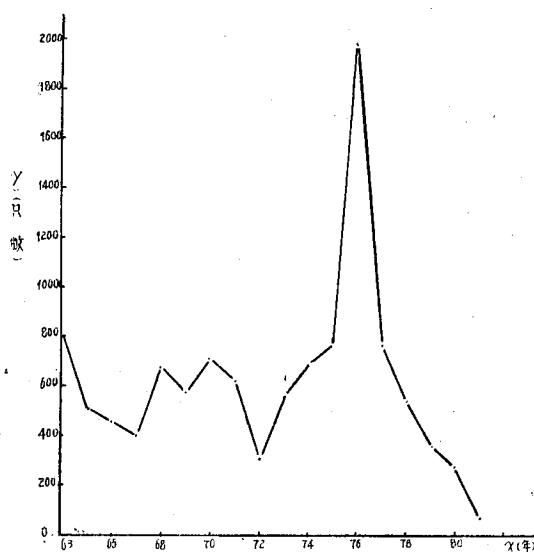


图10 扬洲公社历年羊数量变化曲线。

效益评价生态系统的优劣是反映系统生产力高低的一个重要指标。

从表3、图11、12、13、看出，粮食的总产、单产在提高，农业收入、农业支出、投入的农业劳动日数和亩成本在增加，每元投资的产量和产值在下降，但亩产值和亩纯收入明显的

表 3

澍洲乡农业技术经济效益分析表

单位：亩、万斤、斤、万元、元

年 份	耕地面积 (亩)	总产量 (万斤)	亩产 (斤)	农业 收入 (万元)	农业 支出 (万元)	每元投 资产量 (斤)	每元投 资产值 (元)	成 本 (元/亩)	产 值 (元/亩)	纯收入 (元/亩)
1963	39313	721.0	221	78.0	25	28.8	3.1	6.4	19.8	13.4
1964	42749	756.3	237	83.9	29	26.1	2.9	6.8	19.6	12.8
1965	42714	1019.4	265	108.1	30	34.0	3.6	7.0	25.3	18.3
1968	40835	1360.8	361	125.5	50	27.2	3.1	12.0	37.3	25.3
1969	40358	1523.9	401	142.5	53	28.8	2.7	13.1	35.3	22.2
1970	40181	1844.9	530	190.5	63	29.3	3.0	15.7	47.4	31.7
1971	40751	1767.9	506	184.8	72	24.6	2.6	17.7	45.3	27.6
1972	40325	1671.1	509	174.7	73	22.9	2.4	18.1	43.3	25.2
1973	39694	2161.2	642	248.3	76	28.4	3.3	19.1	62.6	43.5
1974	39726	2033.0	577	208.8	89	22.8	2.3	22.4	52.6	30.5
1975	41421	1895.0	554	225.4	90	21.1	2.5	21.7	54.4	32.7
1976	41364	1834.0	547	184.6	96	19.1	1.9	23.2	44.6	21.4
1977	41398	1426.3	388	170.0	93	15.3	1.8	22.5	41.1	18.6
1978	40151	2210.0	594	239.8	106	20.8	2.3	26.4	59.7	33.3
1979	41484	2640.0	764	331.4	123.4	21.4	2.7	29.8	79.9	50.1
1980	41454	2015.0	663	281.9	124.4	16.2	2.3	30.0	68.0	38.0
1981	41454	2188.0	721	387.4	146.0	15.0	2.7	35.2	93.5	58.3
年数: n	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
总计: Σ	695374	29067.7	848.0	3392.6	1338.8	402.0	45.2	362.5	829.7	502.9
均值: $\bar{X}$	40904	1709.9	498.8	199.6	28.8	23.6	2.7	21.3	48.4	29.6
均方差: s	983.74	1796.21	136.95	92.71	35.04	5.45	0.48	8.74	28.23	10.22
最高	42749	2188.0	764	387.4	146.0	34.0	3.6	35.2	93.5	58.3
最低	49313	721.0	221	78	25	15.0	1.8	6.4	19.6	12.8
极差	3436	146.7	543	309.4	121.0	19.0	1.8	28.8	73.9	45.5

注：农业收入为种植业的总收入；农业支出为种植业的总支出；亩成本包括了亩费用和劳动费用。

增加，这说明投入能量和现代农业技术对系统的影响起到了提高土地生产力的作用。远未达到带来消极后果的程度，同时反映了复式结构的建立，促进了系统生产力的提高。

3、农田生态系统稳定性评价

首先是湿生环境的出现。该区开发前属于无林草原化草甸和草甸沼泽景观；开发后到1977年的几十年间为旱生农田与盐化草甸生态并存；1978年以来，大力发展水稻、养渔、植树造林，导致湿生环境的出现与发展（见照片1、2、3、4、5、6）。目前澍洲乡湿生生态环境占总幅员的一半左右。因而引起林生、水生动植物种群的出现和繁衍，以及地下水位的

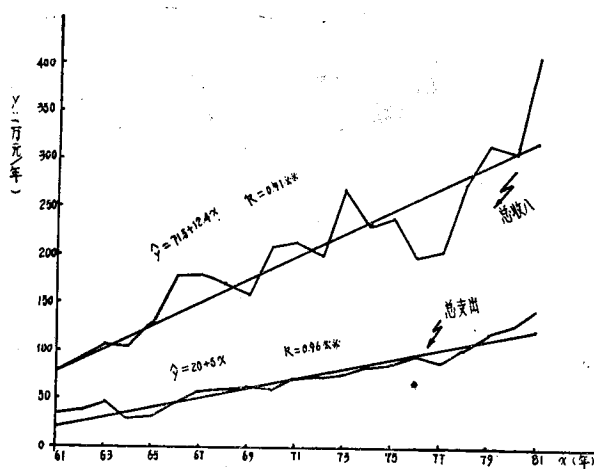


图11 澧洲公社历年总收入及总支出变化曲线。

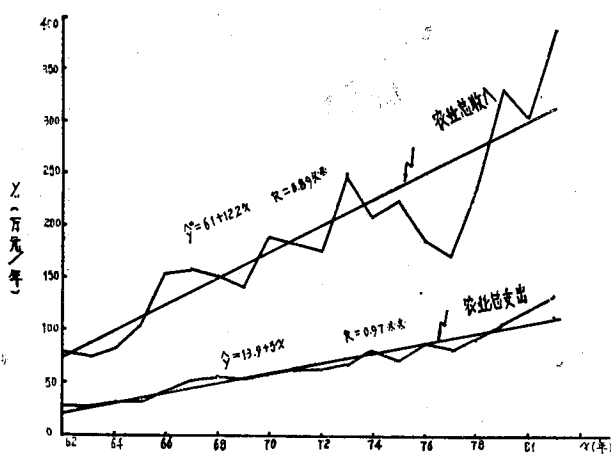


图12 澧洲公社历年农业总收入及总支出变化曲线。

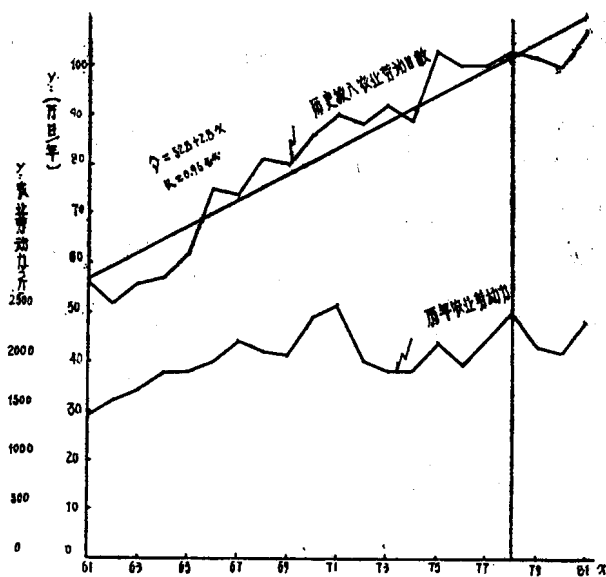


图13 浏洲公社历年农业劳力及投入劳力日数变化曲线

抬升。出现了新的季节间的水量平衡关系。

为了进一步查清农田复式结构建立前后的生态效益，我们在地形、土壤等原始条件相同，而相隔十里的两个人工生境截然不同的地方建立了两个农田小气候观测场。一号点代表林带—水田—旱田结构；二号点为单一的空旷的旱田结构。两点间的直线距离为5公里（表4）。

表4 农田小气候观测场土地构成比例

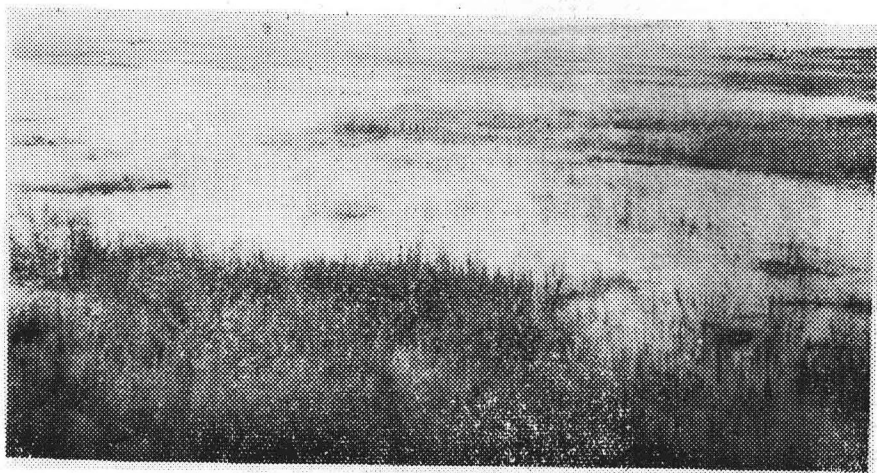
项 目	观 测 场 单 位	一 号 观 测 场			二 号 观 测 场		
		平 方 米	亩	%	平 方 米	亩	%
总 面 积		1076000	1613		1076000	1613	
路		14280	21.4	1.3	10800	16.2	1.0
渠 道		15064	22.6	1.4			
林 带		23670	35.5	2.2	4500	6.7	0.4
旱 田		487350	730.7	45.13	845500	1267.6	78.6
水 田		537677	806.0	49.97			
沼泽苇塘					215200	322.6	20.0



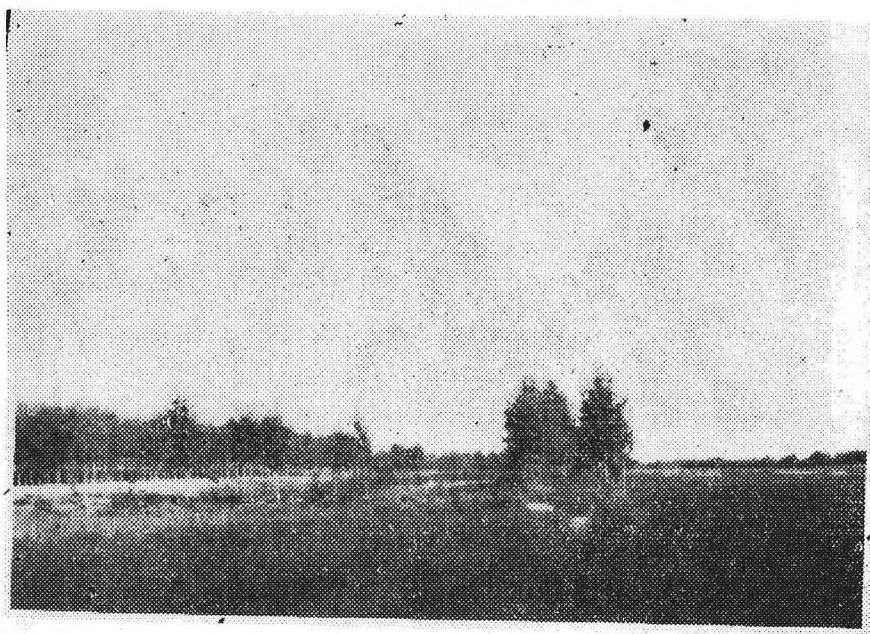
照片 1 1978年栽的林带



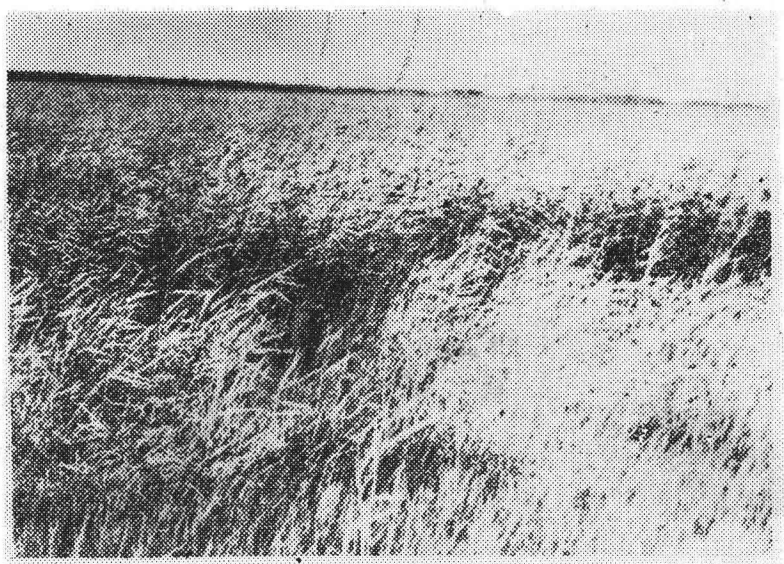
照片 2 辽阔的库塘水泡子



照片 3 广阔的片泡草甸沼泽水面

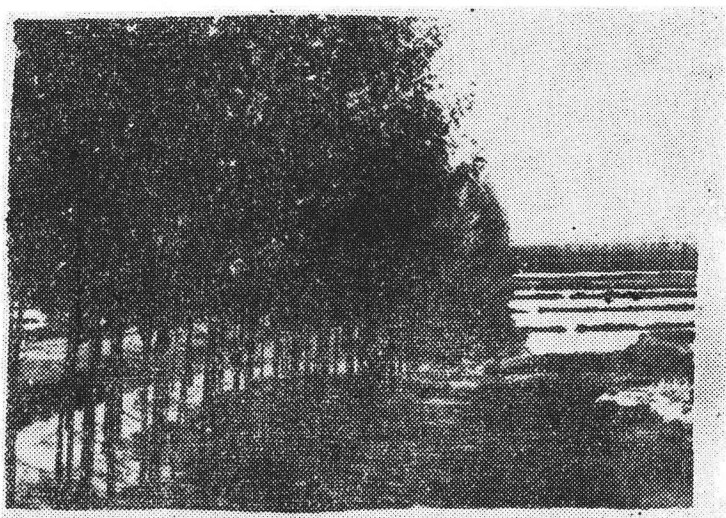


照片 4 大面积的水田



照片 5

大片芦苇荡



照片 6

连片的渔池

从一个完整的农田生产过程观测记录明显的看出，农田结构对生态系统中小气候的影响。一号点比二号点地温低 0.8°C ，蒸发量低 82.3 毫米，风速低 0.2 米/秒，累积风蚀量低 4.4 厘米；气温高 0.1°C ，降水量高 28.6 毫米，相对湿度高 7%，地下水位高 40 厘米。二号点的初霜比一号点早 5~10 天，（1982 晚 10 天，1983 晚 5 天）晚霜晚 7 天，结冻早 14 天。所以，夏季凉爽、湿润，秋季气温高，霜期晚，为作物提供了较为充足的生育时间和条件，这些说明生态系统的多层次结构能够改变系统的小生境，抗逆能力增强，稳定性好。