

新三熟制对杭嘉湖平原土壤性状的影响

方兆登

丁鼎良 鄢德洪

(浙江省嘉兴农业学校)

(浙江省海宁市农业局)

摘 要

研究表明,在杭嘉湖平原区实行大麦—玉米—稻(或大麦—西瓜—稻)新三熟制,导致土壤有机碳和全氮含量的下降。一旦恢复老三熟种植后,土壤有机碳、氮又趋于积累。与老三熟种植相比,新三熟种植制土壤的疏松态腐殖质含量高,紧结态腐殖质含量低,故松/紧比值大;土壤疏松态腐殖质氧化稳定系数(KOS)低,紧结态氧化稳定系数(KOS)高;土壤的通气空隙、传导孔隙量高。而土壤容重、抗压强度、土壤收缩率低。新三熟制有利于养分释放和供给,减少杂草等优点。

杭嘉湖平原地处长江三角洲的太湖南缘。地势低平,土壤肥沃,是我国商品粮基地之一。多年来粮食生产一直以传统的大麦(油菜)、稻、稻连作的种植方式进行,导致土壤耕性退化,粮食品种单一和经济效益低等弊端。近年来,随着农村产业结构的调整,一种以大麦—玉米—稻或大麦—西瓜—稻的新三熟相继出现,并有不断扩大的趋势。本文根据1986—1990年的大麦—玉米—稻的新三熟种植定位试验,和1991年恢复大麦—稻—稻种植后的定位的观察资料对土壤性状变化与经济效益做一浅析。为发展和推广新三熟种植提供科学依据。

一、供试土壤和测试方法

(一)田间定位试验 试验是在海宁市淡桥乡小浜村朱连荣农户的土壤上进行的(土壤为河相沉积物发育的潴育型水稻土的青壤黄斑田)。试前为大麦—稻—稻连作田块,1986年始,在原田块中筑埂一分为二,一半为大麦—稻—稻继续连作(称老三熟,下同);另一半为大麦—玉米—稻种植(称新三熟,下同)。试验田面积分别为0.62亩,在试验期间定期采土测定土壤理化性状和进行田间观察记载。

(二)测试方法 土壤有机无机复合体采用重液分离法;土壤结合态腐殖质分组测定采用付积平改进法;结合腐殖质氧化稳定系数(KOS)测定采用袁可能推荐的方法当量孔隙测定采用徐富安介绍的吸力平板法;其它采用常规测定法。

二、结果与讨论

(一)对土壤有机质消长的影响

表1表明,新三熟种植会导致土壤耕层(A)、犁底层(A_p)的有机碳、氮明显下降。以1990年为例,新的三熟制有机碳减少的绝对量在A、A_p层分别为6.03和6.33gkg⁻¹,氮的绝对量也相应减少。然而,当恢复麦—稻—稻种植制后,仅1年,土壤耕层和犁底层的有机碳、氮就快速积累。并迅速达到以前老三熟制的水平。可见,新三熟种植制,改变了土壤水热状

况，促进了土壤有机质的更新和养分的释放。因此，在生产实践中，若能掌握好种植制的轮
换与年限，无疑对土壤肥力的提高有好处。另外，表 1 还表明了在三熟种植中，土壤有机
碳是处在持续积累的过程中。

表 1 两种种植制对土壤有机碳、氮影响(gkg⁻¹)

种植制	层次	1986年		1988年		1990年		1991年		
		C	N	C	N	C	N	种植制	C	N
新三熟 (大麦-玉米-稻)	A	17.52	1.76	14.46	1.37	12.94	1.43	大麦 稻 稻	17.75	2.16
	Ap	15.43	1.56	12.17	1.28	10.51	1.12		17.11	1.77
老三熟 (大麦-稻-稻)	A	17.98	1.73	19.39	2.17	18.97	1.89		20.24	1.68
	Ap	17.34	1.69	18.12	1.63	16.84	1.72		18.74	1.63

(二)对土壤有机无机复合体状况的影响

土壤中有有机质并不是独立存在的，而是与土壤中的矿质胶体结合成有机-无机复合体。从表 2 结果看，两种种植制的土壤有机质，大约有88%左右与无机胶体复合形成有机无机复合体，腐殖化程度相当高。但从各结合态腐殖质占其总腐殖质的量看，在新种植制田块中，其土壤松结态腐殖质含量在耕层、犁底层中与老种植制田块相比较，其绝对量分别高16.7%和10.2%；相反，紧结态腐殖质所占的总腐殖质量新种植制的土壤要比老种植制土壤少，在耕层(A)和犁底层(Ap)中减少的绝对量分别为 18.9% 和 11.9%。由此可见，新种植制能促进土壤复合体中活性较大的松结态腐殖质量增多，活性较低的紧结态腐殖质明显减少，故使土壤松/紧态腐殖质比值增大；老种植制的松/紧比值小。看来，通过实行新种植制，减少了土壤浸水时间，不仅提高了土壤松结态腐殖质含量，而且还能激发原有腐殖质的活化，加快了土壤有机质的更新，有利于土壤养分的释放和供给。

表 2 两种种植制对土壤复合体中腐殖质的结合形态的影响

种植制	层次	有机碳(gkg ⁻¹)		H/W	各级占结合态腐殖质总量(%)			A/C
		原土 (W)	重组土 (H)		松结态 (A)	稳结态 (B)	紧结态 (C)	
新三熟	A	13.78	12.22	88.68	52.37	4.99	42.64	1.23
	Ap	12.92	11.58	89.63	46.29	8.63	45.08	1.03
老三熟	A	22.15	19.36	87.40	35.69	2.79	61.52	0.58
	Ap	21.57	19.10	88.55	36.07	6.90	57.02	0.63

结合态腐殖质的氧化稳定性是影响土壤养分释放难易程度和土壤团聚体的重要因素。表 3 资料表明，在新种植制中，土壤中的松、稳结合态腐殖质氧化稳定系数(KOS)值小，老种植制的 KOS 值大。这表明新种植制的土壤中的腐殖质易氧化成分多，释放养分快。另从紧结态腐殖质的KOS值看，新种植制的KOS值比老种植制的KOS值高。说明新种植制的土壤紧结态腐殖质难氧化成分比老种植制的土壤多。而紧结态腐殖质在形成稳定性的土壤团聚体的过程中起着重要的作用。因此，长期实行大麦-一稻-一稻连作，对土壤结构的改善是不利的。所以，在生产实践中，应尽量缩短麦-一稻-一稻连作种植的时间，合理安排与新种植制的轮换。

表 3 各结合态腐殖质的氧化稳定系数(KOS)*

种植制	层次	松结态			稳结态			紧结态		
		易氧化C (%)	难氧化C (%)	KOS	易氧化C (%)	难氧化C (%)	KOS	易氧化C (%)	难氧化C (%)	KOS
新三熟	A	0.442	0.198	0.45	0.041	0.020	0.49	0.245	0.276	1.10
	Ap	0.372	0.164	0.44	0.070	0.030	0.43	0.244	0.278	1.19
老三熟	A	0.386	0.323	0.88	0.027	0.027	1.00	0.586	0.605	1.03
	Ap	0.364	0.325	0.89	0.055	0.077	1.40	0.523	0.566	1.08

* KOS = 难氧化C%/易氧化C%。

(三)对土壤物理性状的影响

杭嘉湖平原长期以来实行的老三熟种植制,致使土壤物理性状日趋退化,土壤潜存的生产力未能充分发挥。推行新三熟种植制后,土壤物理性状和土壤环境得到了调节。无论何种种植制度,土壤当量孔隙的容积与吸力均呈指数函数关系 ($y = ax^b$)。但各级孔隙数量不同。土壤孔隙的数量及其大小孔隙的组合,会直接影响土壤的通气透水性能。从表 4 结果看,新三熟种植制的土壤总孔隙度与老种植制相比,在1988年,1990年间其绝对量分别增加6.1%和5.4%;通气孔隙又比老三熟制分别增加的绝对量为6.0%和2.8%,传导孔隙也相应增多;而孔径 $<5\mu$ 的无效孔隙却比老三熟制的数量少。可见,新种植制有利于土壤组合成大小适当的孔隙,并使各级孔隙比例的分配能起到较好的调节作用,此外,新种植制的土壤容重、抗压强度和土壤收缩率均比老种植制的土壤小。参照一些研究者曾用通气孔隙和风干土块的抗压强度(断裂模数)作为鉴别水稻土结构性优劣的依据,即通气孔隙量多,抗压强度低的土壤结构性优良;反之,土壤结构性则低劣。显然,新种植制的土壤结构性好,从而保持了土壤内在性能的良好循环。但是,一旦由新种植制恢复老种植制后,仅1年就会出现土壤通气孔隙量减少,抗压强度增大的现象。看来,土壤过度浸水,对土壤结构性的破坏是相当严重的。不

表 4 两种种植制对耕层土壤物理性状的影响

种植制	老三熟			新三熟		1991年由新三熟恢复老三熟种植制
	1988	1990	1991	1988	1990	
年份						
通气孔隙 (%) ($>50\mu$, 吸力 $<60\text{Pa}$)	3.2	4.5	4.9	9.2	7.3	5.5
传导孔隙 (%) ($50-5\mu$, 吸力 $60-600\text{Pa}$)	7.4	5.7	6.5	9.7	10.4	9.0
无效孔隙 (%) ($<5\mu$, 吸力 $>600\text{Pa}$)	42.2	42.1	40.3	40.0	40.0	40.6
总孔隙度 (%)	52.8	52.3	51.7	58.9	57.7	55.1
容重 (g/cm^3)	1.25	1.17	1.28	1.09	1.12	1.13
抗压强度 (kg/cm^2)	—	23.9	25.3	—	18.0	22
收缩率 (%)	24.7	33.2	20.9	21.5	20.5	19.4

注: 抗压强度为20次重复, 其它各项测定均为8次重复平均值。

过，与1991年原老种植制相比，其总孔隙度、传导孔隙量仍然高，土壤容重、抗压强度也仍然低。这种状况能持续多久，尚待继续观察。

(四)新种植制的经济效益

被种植制改变了土壤的水热状况，土壤物理性状得到较好的改善，同时也协调了用地与养地的矛盾。因而表现出籽粒收获量的增加(表5)。当1991年恢复麦、稻、稻的老种植制后，其籽粒收获量全年为864.8kg/亩，而老种植制的籽粒收获量为758kg/亩。

表5 两种种植制对籽粒收获量的影响(kg/亩)

种植制	大 麦	玉 米	玉米折合早稻	早 稻	晚 稻	全年合计	折合后 全年合计	增长率 (%)
新三熟	250.4	401.2	501.5	/	454.6	1106.2	1206.5	8.6
老三熟	284.6	/	/	408.3	417.5	1110.7	1110.7	

注：(1)产量为1988年至1990年5年平均值；(2)玉米折合成早稻的比例为1:1.25；(3)大麦苗条播种比播种面积少30%。

众所周知，农田杂草是影响籽粒收获量的重要因子，尤其是大麦生长期更是如此。1988年海宁植保站调查资料表明，新种植制的田块杂草平均为757株/m²，其中看麦娘杂草占78%；而在同块田中老种植制的大麦田中，杂草平均高达2217株/m²，其中看麦娘杂草占99%。二者相比，前者比后者杂草减少66% (1460株/m²)。农田杂草减少与更替，将有利于农田生态循环向良好方向发展。

据海宁市马桥农科站对9个农户的调查，新种植制农业投入成本低。18.1亩的示范方实地调查表明，新种植制农田每亩可省水费8元，机耕费8元，种子费和农药费各省11元，合计节省成本38元/亩；且能增收粮食61kg/亩，按每公斤1元计(1989年调查时价格)，可增收61元/亩。两者合计全年多收99元/亩(玉米与早稻差价未计入)。其经济效益相当可观。

(五)新种植制在杭嘉湖平原的前景

杭嘉湖平原农田利用率高，水田复种指数高达230%以上。持续30多年的大麦一稻一稻的种植制，给土壤带来粘闭、僵板、通气不良、潜在养分难以有效发挥和化肥利用效低等弊端，这是人所共知的。就嘉兴市而言，产量低于当地平均水平20%以上的低产田有71.6万亩。因此，在改造低产田和建设吨粮田的过程中，除加强水利设施建设外，发展新种植制也是一种简单易行的有效措施。

改革开放以来，农民的经济意识观念增强。新种植制不但投入成本低，收益高，而且还弥补了以往粮食品种单一的状况，为发展家庭饲养业提供高营养饲料的来源。此外，新种植制还有省工、省时和缓解夏收、夏种、养蚕之间的劳力矛盾的作用。目前，嘉兴市郊区、嘉善、海宁等县(市)已有相当规模种植，湖州市推行新种植制面积已达1万余亩。

新种植制在杭嘉湖平原起始较晚，农民对此种植尚缺乏经验。但在广大农业科技人员指导、粮食部门配合下，一种以低投入、高效益的新种植制(大麦一玉米一稻)必将得到稳步发展。(参考文献略)