

早春水稻烂秧的生态因子分析

骆世明

(农业生态研究室)

提要

利用人工气候箱模拟早春育秧期出现的低温天气过程,分析了二叶至三叶期水稻烂秧的生态因子。试验表明,土壤速效氮浓度低有利于减少烂秧。土壤总氮量一定,土层加厚或土壤氮浓度一定,泥层减薄都有利于减少烂秧。土壤速效氮38至168ppm以内以硝态氮为主有利于减少烂秧,土壤速效氮达168ppm时以硝态氮为主由于生理碱性反而不利。土壤氧化还原电位(Eh)下降与烂秧减少相关显著。低温开始时土壤Eh200mv以下烂秧率接近零,但土壤Eh达100mv以下时,由于还原性毒质累积,对秧苗正常生长不利。通过对主要有关生态因子的作用特点和相互关系的分析表明,这些生态因子可分成重要性不同的五个等级。这种分类同时揭示了针对这些生态因子采取的防治措施可能最大效果及其年度间的稳定性。

引言

我国稻产区以温带和亚热带为主。由于人多地少,复种指数高,春播期早,以露地育秧为主,秧苗特别易受寒潮或冷空气影响。我国早春水稻烂秧问题显得较为突出,相应的研究也较多。

潘瑞炽^[15]、张新雄^[10]、陆志定^[9]、陈权龙^[6]等的研究表明:秧苗受寒后膜的透性提高,呼吸改变,ATP产率下降,水份代谢失调。低温期间秧苗光合下降,糖分被消耗,叶绿素分解大于合成,根部氨基酸外渗^[1]。梗籼稻间和品种间抗性差异大,耐寒品种比不耐寒品种在受冷时体内糖和水溶性蛋白有较大提高。秧苗抗寒性在一至三叶期随苗龄增大而下降。从烂秧可分离出属水霉属、绵霉属、类腐霉属、腐霉属、疫霉属、镰刀菌属、丝核菌属、小菌核属和胡麻斑属的致病菌^{[11][17]}。降温速度快,冷期温差大或升温速度快都会加剧烂秧^[3]。为了解决烂秧问题,我国劳动人民早就采用了犁冬晒田和秧地选择等措施。近年来,从品种选择、播期确定、秧田选择、施肥用水、防病施药等方面都累积了很多经验^[2]。敌克松被证实是有效的药物^[14]。国际水稻所还制定了一套筛选苗期抗寒的水稻品种的规程^[19]。

然而,人们对各种烂秧生态因子的认识还很不一致,对秧苗死亡原因产生过多种解释。这些解释可归纳为以下几类:认为主要是低温影响引起的“冷死论”^[7],病菌入侵是主要原因的“病死论”,施氮过多引起的“饱死论”^[4],日照过少引起的“饿

死论”，认为主要是水分平衡失调引起的“干死论”^[7]，缺氧引起的“闷死论”^[13]，土壤毒质起主要作用的“毒死论”^[13]。澄清早春水稻烂秧生态因子的作用特点和相互关系直接关系到对烂秧问题的总体认识和对有关防治方法的理解和创新。

材料和方法

供试品种为籼稻珍珠矮11号和桂朝2号，供试水稻土有两种，其主要理化性状见表1。盛土用的钵分大小两种，小钵直径15.5cm，高5cm，盛干土900克，大钵直径15.5cm，高11cm，可盛干土2100克。

表1 供试土壤的主要化学分析结果

供试土壤	总速效氮 (ppm)	氨态氮 (ppm)	硝态氮 (ppm)	速效钾 (ppm)	速效磷 (ppm)	pH
第一种水稻土(A土)	13.55	10.94	2.61	85.47	10.44	5.83
经甲醛消毒的第一种水稻土	24.07	20.01	4.06	108.08	9.64	6.28
第二种水稻土(B土)	32.23	29.44	2.79	121.83	31.73	5.73

稻谷浸种催芽后，每钵土按要求加水调成浆状后铺平印格，谷粒逐格点播，每盆100粒。除旱育、湿育处理以外，所有处理在秧苗长出后通过每天加水保持土层有约0.5cm的薄水层，一直到试验结束。稻种播下后置于人工气候箱，根据早春育秧正常天气调节育秧条件。当秧苗有2~3片完全叶时进行典型烂秧天气的低温处理。试验在气候箱分三批进行，每批的主要光、温、湿参数见表2。

表2 烂秧试验的气候箱光温湿参数

批 次	育秧期		下降到 15℃的 时间 (天)	降温速度 (°C/天)	低温期			15℃的 时间 (天)	升温速度 (°C/天)	相对湿度 (%)		低温期正午 最高光强 (千lux)
	正午最 高光强 (千lux)	日平 均温 (°C)			最低 温度 (°C)	日温差 (°C)	日平 均温 (°C)			最 大	最 小	
1	55	25.7	2	8.35	4.0	8.0	8.0	4.0	3.0	86	70	7.0
2	15	20.0	1	6.0	5.0	4.0	8.0	7.0	4.0	95	85	3.5
3	25	21.2	1	5.9	5.0	7.0	8.17	7.0	3.9	92	70	25.0

研究分别针对土壤氮磷钾含量的影响，土壤Eh的影响和土壤光照、病原、氮素、水分的综合影响，按完全随机区组设计试验。具体处理方法见结果与分析部份。秧苗出叶后每天观察，登记死苗数随时间的变化，对全部数据都进行了必要的统计检验和分析。

结果与分析

(一) 氮磷钾不同水平的影响

1. 氮磷钾不同水平的试验：用第一种土壤，在第二批气候箱条件下分18个不同氮磷钾水平的处理，每处理分别于两个供试种上进行，每处理两次重复（表3）。硝态氮和氨态氮的补充来源分别为硝酸钠和硫酸氨，补充磷源为磷酸二氢钠，补充钾源为氯化钾，用小钵盛土育秧。

试验结果：1. 本试验土壤总速效氮范围内含氮量越高，死苗发展越快，差异最大是低温处理开始后第三到第五天，高氮与低氮单自由度比较的F值分别达146.48, 1027.70和585.27（界限F_{0.01} = 7.42）（图1）。2. 中氮（88ppm）和低氮（38ppm）处理中，以硝态氮为主的处理比以氨态氮为主的处理有利于减慢烂秧的发展。其中以中氮条件下尤为明显，低温后第四天的死苗率差异达62%。然而高氮（168ppm）处理的结果却表明以硝态氮为主的处理比以氨态氮为主的处理死苗略快（图1）。

土壤pH测定表明，低温开始后第四天高硝态氮处理比高氨态氮为主的处理pH高1.32（表4）。3. 不同土壤磷钾水平

未对死苗产生显著影响（图2）。

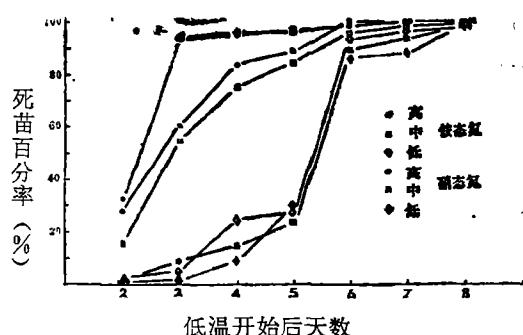


图1 不同种类和不同水平速效氮对死苗率的影响

表3 氮磷钾不同水平试验各处理播前土壤速效养份状况*

因子	处理号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
磷	水 平																		
	高 磷 钾																		
	速效磷 ppm	40																	
钾	水 平																		
	高 磷 钾																		
	速效钾 ppm	246																	
氮	水 平	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	
	总速效氮 ppm	168	88.38	168	88.38	168	88.38	168	88.38	168	88.38	168	88.38	168	88.38	168	88.38	168	88.38
	其 氮态氮 ppm	165	85.35	11	11.11	165	85.35	11	11.11	165	85.35	11	11.11	165	85.35	11	11.11	165	85.35
	中 硝态氮 ppm	3	3	3	157	77.27	3	3	3	157	77.27	3	3	3	157	77.27	3	3	3

表4 不同氮处理低温开始后第四天的平均土壤pH

处 理	高铵	中铵	低铵	高硝	中硝	低硝
土 壤pH	5.15	5.81	6.01	6.47	6.42	6.16

2. 在不同厚度土壤中分布速效氮的试验：试验分两部份，处理见表5、表6，用的是第一种土壤、第二种气候箱条件。用两个供试种，每处理两次重复。

试验结果：1. 单位面积土壤总速效氮量相同时，土层越深的处理土壤平均氮浓度越低，有利于延缓死苗的发展（图3），方差分析表明土层厚度影响达到十分显著水平，低温开始后第二天F值最大达41.36（界限 $F_{0.01}=13.3$ ）。2. 土壤平均氮浓度相同，泥层越浅，单位面积土壤总氮量越低，也有利于推迟死苗（图4）。方差分析表明，土层厚度的影响也达显著水平，低温开始后第四天F值最大达21.99（界限 $F_{0.05}=10.1$ ）。

3. 试验分析：高氮水平下秧苗氮代谢旺盛，因而减弱了秧苗的抗寒力。土层厚度对烂秧影响的本质与不同氮水平的影响是一样的。硝态氮比起氨态氮较有利于稻体内的碳代谢和碳水化合物贮存，而且硝态氮没有氨态氮在植株体内累积时那种对植株的伤害作用，因此硝态氮有利于保持秧苗的抗性素质。然而过量施用时，由于生理碱性作用，土壤pH大幅度提高反而使病原菌容易入侵的影响超过了有利的

表5 土壤速效氮总量相等
土层厚度不同的试验

处理号	1	2	3
每盆总速效氮(mg)	70.0	70	70.0
每盆用土量(g)	700.0	1400	2100.0
土层厚度(cm)	2.8	5.6	8.4
平均速效氮浓度(ppm)	100.0	50	33.0

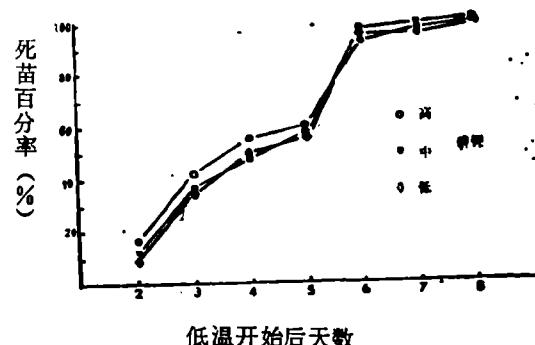


图2 不同水平速效磷和速效钾对死苗率的影响

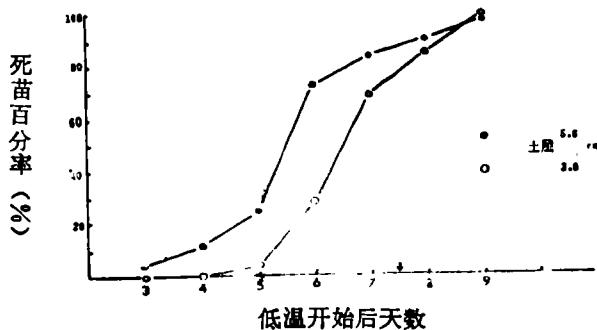


图3 土壤速效氮总量相等土层厚度不同对死苗的影响（箭头表示开始回暖的时间）

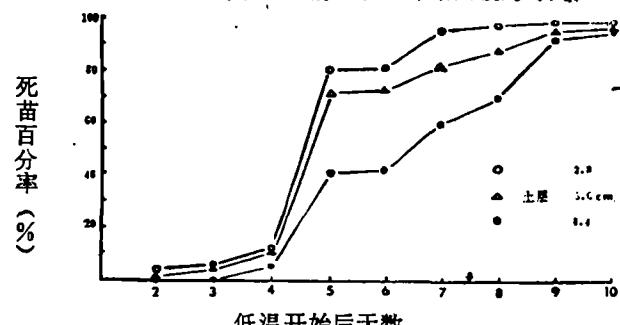


图4 土壤速效氮浓度相等分布土层厚度不同对死苗的影响

表6 土壤速效氮浓度相等
土层厚度不同的试验

处理号	1	2
平均氮浓度(ppm)	40.0	40.0
每盆用土量(g)	900.0	1400.0
土层厚度(cm)	3.6	5.6
每盆土总速效氮(mg)	36.0	56.0

影响。磷钾水平影响不大的结果表明，稻种本身的磷钾以及平均每苗0.09mg的土壤速效磷。0.77mg的土壤速效钾已能满足抗寒需求。

(二) 土壤氧化还原电位 (Eh) 的影响

1. 不同Eh调节底物影响的试验：试验处理见表7，用第二种土壤，第一批气候箱条件，供试品种为桂朝2号。试验结果表明，无论用淀粉作Eh调节底物还是用葡萄糖，死苗率都随着土壤氧化还原电位的下降而下降，总相关系数为0.75，达到显著水平（界限值 $R_{0.05} = 0.71$ ）。

表7 不同底物调节土壤Eh的试验结果

处 理	底 物	葡 萄 糖				淀 粉			
		占土重	0 %	0.1%	0.3%	0.5%	0 %	0.5%	1 %
低温处理结束前 土壤Eh (mv)		347.9	325.0	139.0	138.0	341.0	100.3	65.9	20.9
最后死苗率 (%)		85.2	72.7	48.2	25.9	95.0	59.0	55.2	52.5

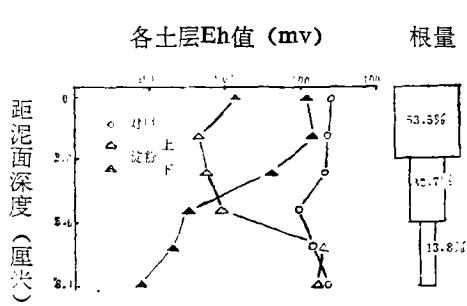


图5 桂稻珍珠矮11号2~3叶龄时根分布
1.2%淀粉渗入不同层次对Eh的影响

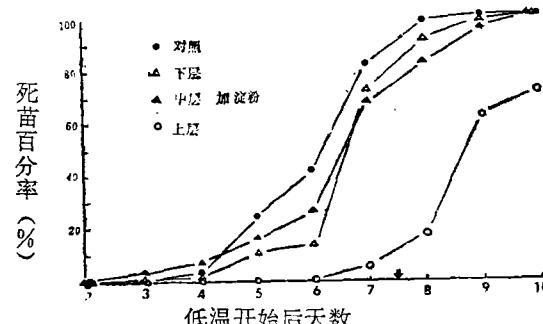


图6 不同层次土壤分别渗入1.2%
淀粉对死苗的影响

2. 土壤不同层次Eh下降的试验：试验把大钵的土壤分成三层，不同的处理分别在上层、中层或下层土中加进1.2%淀粉，以使该层土壤Eh能下降到200mv以下（图5），设对照组。试验用第一种土壤，第三批气候箱条件，两个种，两次重复。试验结果表明，只有在秧苗根系集中的上层土壤Eh下降才能明显减缓死苗发展（图6）。

3. 区分土壤Eh影响与氮水平影响的试验：试验用第一种土壤，第二批气候箱条件，两个种，各处理见表6，每处理两次重复。试验结果表明，只要低温开始时土壤Eh能保持200mv以下，即使施氮肥使土壤速效氮增加50或150ppm，仍能保持无死苗或很少死苗。但低温开始时土壤Eh达300mv以上的处理即使不施氮，死苗率仍达九成左右。最后死苗率与土壤Eh的相关系数达0.85，很显著，与施氮水平的相关系数只有0.22，不显著（界限值 $R_{0.05} = 0.6835$ ）。

4. 试验分析：上述试验排除了调节Eh的底物本身及土壤Eh调节引起的氮下降对Eh作用的干扰，分层调节Eh的试验还间接表明，调节Eh的淀粉分解物不会增强稻株本身的抗性。作为大多数微生物培养基组份之一的这类Eh调节底物的分解物也不会成为

杀菌剂^[8]。土壤pH测定排除了渗入淀粉后, 土壤pH可能下降, 抑制病原等活性的干扰。事实上, 加1.2%淀粉后, 土壤pH还略有升高(表8)。

表8 区分土壤Eh水平与氮水平影响的试验结果

处理	加淀粉占土重(%)	0				0.6				1.2			
		0	50	150	300	0	50	150	300	0	50	150	300
低 温 开 始 时 的 土 壤 测 定	Eh (mv)	351.4	315.9	342.9	359.9	353.5	383.1	350.2	311.7	184.1	171.6	81.4	326.5
	pH	6.0	6.03	5.85	5.38	6.07	6.16	6.05	5.5	6.28	6.28	6.75	5.39
平 均	低温开始后 第四天	2.6	28.1	80.1	89.0	0.0	1.7	85.7	62.7	0.0	0.0	0.0	21.5
死 苗 率 (%)	低温开始后 第六天	71.2	100.0	99.2	100.0	15.6	53.5	100.0	98.2	0.0	0.0	0.0	65.9
	低温开始后 第八天	96.9	100.0	100.0	100.0	89.3	95.7	100.0	100.0	2.0	6.0	0.0	80.7

植物病原菌的活性是受环境供氧量影响的^[18]。当土壤Eh下降到一定程度后, 与烂秧有关的病原菌活性即受抑制。从试验结果看, 土壤Eh200mv至100mv范围内, 病原菌活性受抑制, 但水稻秧苗由于有通气组织而正常生长。然而Eh下降到100mv以下时, 观察到土壤亚铁类毒质大量累积, 在常温下影响秧苗正常生长。但在低温时由于土壤微生物活性弱, 稻根需氧量下降, 氧的供求矛盾缓和, 秧苗受毒症状反而减轻, 同时低Eh对病原菌的抑制作用使烂秧率也接近零。

分层加淀粉的结果表明, 土壤表层约2.8cm的部位秧苗根系集中, 是中下层根系与地上部的必经通道, 因此抑制该部位的病原菌对减少烂秧有重要实践意义。

(三) 生态因子的综合影响

1. 不同光照强度、氮浓度、土壤消毒状况及不同品种的综合影响试验的处理: 不同光照水平通过不加纱布(正常光), 加双层白纱布(弱光)和单层黑纱布(特弱光)获得。土壤速效氮用硝酸铵调节, 甲醛消毒土用1:100甲醛溶液湿透并密封24小时后风干粉碎, 过筛得到。甲醛处理后土壤氮钾速效成份略增, 速效磷无大改变(表1)。试验处理见表9。各处理分别在两个供试种上实施, 两次重复。使用第三批气候箱条件。

表9 光照、氮素、土壤消毒状况和品种综合影响试验的处理

处理号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
加氮 ppm	126	56	14	126	56	14	126	56	14	126	56	14	126	56	14	126	56	14
光 照	正	常		弱		特	弱		正	常		弱		特	弱		正	常
使用土壤	经甲醛消毒的第一种土(消毒土)										第一种土(原土)							

2. 不同育秧水份的试验处理：本试验与上一试验在同一批气候箱条件下进行，也用第一种土壤，两个品种，两次重复。试验分水育、湿育和旱育三种处理。水育处理自出苗起保持有约一寸水层；湿育的只保持土壤含饱和水，无水层；旱育的种子旱播，每天喷少量水，保持表层土不发白为度。

3. 试验结果与分析：

(1) 三种不同类型的死苗

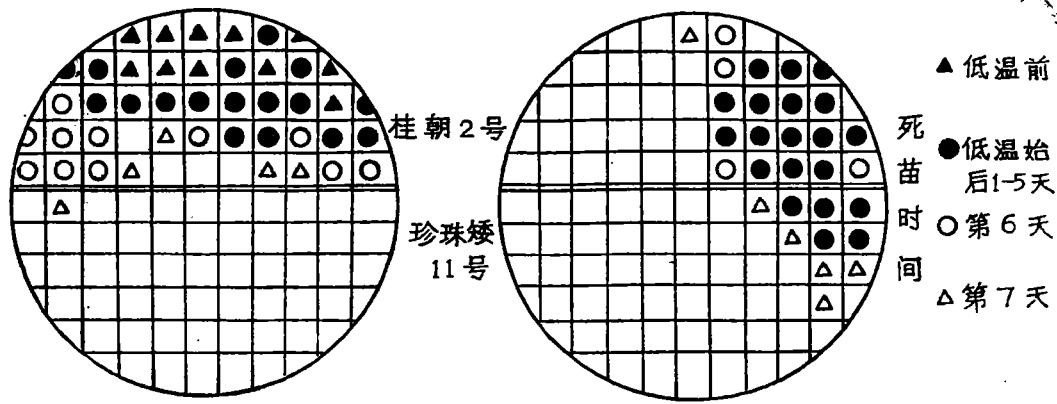
① 低温处理以前出现的死苗（表10）。这是土壤没有经过消毒处理的特弱光照条件

表10 光照、氮素、品种和土壤消毒状况综合试验中特弱光照组各处理的低温前死苗率（%）

处 理		重 复 I		重 复 II	
		珍珠矮11号	桂朝2号	珍珠矮11号	桂朝2号
原 土	高 氮	16.95	12.50	5.17	8.70
	中 氮	14.29	17.02	3.57	6.25
	低 氮	6.90	14.89	3.45	0.0
消 毒 土	高 氮	0.0	22.22	0.0	0.0
	中 氮	0.0	0.0	0.0	0.0
	低 氮	0.0	0.0	0.0	0.0

下普遍发生的死苗。土壤经过消毒处理的特弱光照条件下却基本没有这种死苗，唯一的一个例外表现出明显的病灶扩展形式（图7、I）。较强光照的两种处理无论土壤有无消毒都没有发生这种死苗。

② 低温期间发生的死苗。原土组全部发生这类死苗，甲醛消毒土占53%的19个处理在低温期间一直没有出现这类死苗，图9所示的就是其中的四个例子。甲醛消毒的另外



特弱光高氮消毒处理 (I)

弱光、中氮消毒处理 (II)

图7 受感染的两个消毒组处理的死苗位置记录,示丛状的低温前死苗及低温期间死苗的扩展形式。

47%的处理程度不一地出现这类死苗，但平均死苗率比原土组低得多（图8），而且死苗过程毫无例外地呈现出病灶样丛状扩展形式（图7、I）。

③回暖期发生的死苗：这类死苗在低温期一直没有烂秧的19个消毒处理上表现特别明显。死苗特点是回暖后暴发异常迅速，一天之内可从0%上升到50%以上，死苗分散发生不成丛状扩展形式，而且只在抗寒性较弱的桂朝2号上发生（图9）。

（2）单因素作用的分析与比较

①土壤添加速效氮14~126ppm范围内低氮比高氮有利，正午最高光强0.3~2.5万lux范围内强光比弱光有利，甲醛消毒土比原土有利，旱育比湿育和水育有利（表9）。

②各因素对死苗率的影响随时间而变化。逐日的方差分析表明，土壤消毒状况从低温处理开始一直到实验结束的影响都十分显著，育秧水份的影响从第五天起一直表现显著，氮水平的影响在低温开始后第一到第七天内达到显著，而光照的影响只在第三天到第六天才达显著。各生态因子在试验条件下不同水平间引起的死亡率随时间变化曲线间的几个特征值也不一样

（图8、表12）。土壤消毒状况和育秧水份比起光照及土壤速效氮对烂秧有更大的影响。

4. 因素间的相互关系：方差分析结果表明，低温处理后期（低温开始后第四天至第六天），氮素（D）与消毒状况（B），光照（C）与消毒状况（B），光照（C）与氮素（D），光照（C），氮素（D）及消毒状况（B）对死苗率的交互影响均达显著水平。进一步的分析表明：

表11 低温处理开始后五天各因素对平均死苗率的影响

处理	消毒状况		光 照			土壤增氮 (ppm)			品 种		育秧水份			
	水 平	消 毒	原 土	正 常	弱	特 弱	14	56	126	珍 珠	桂 朝	旱	湿	水
死苗率 (%)	8.23	62.14	23.70	35.88	45.96	20.37	36.26	48.91	38.87	31.49	0	14.5	1.04	

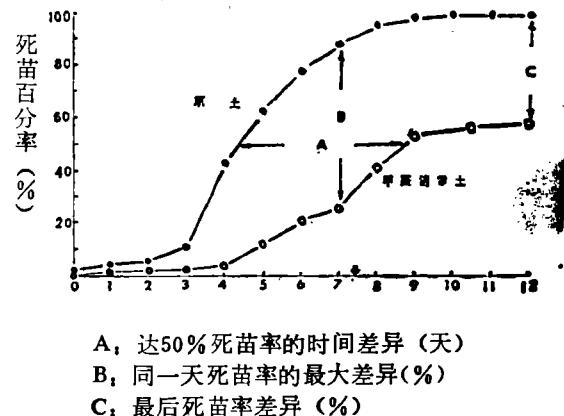


图8 原土组和甲消毒土组各处理平均死苗率变化并示同一因子不同水平下死苗率曲线间的三个特征值

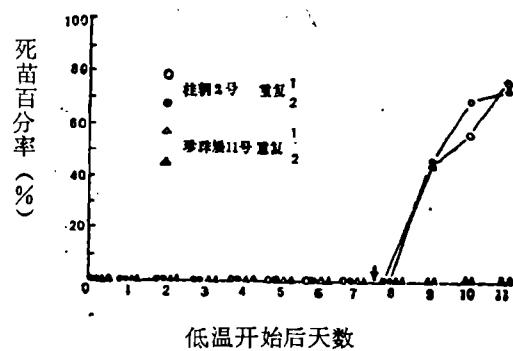


图9 弱特光、低氮、消毒组各处理的死苗发展曲线示低温期无死苗，桂朝2号回暖后出现死苗暴发（箭头表示回暖后开始）

$B \times D$ 达到显著反映的是不同氮水平下, 原土组的死苗率差异比消毒组大(图10 I)。这显然是由于高氮削弱了秧苗抗病性引起。 $B \times C$ 达到显著反映不同光照条件下原土组死苗率差异比消毒组大(图10 I), 这显然是由于弱光削弱了秧苗的抗病性引起。 $C \times D$ 达到显著反映了光线较强时, 高氮引起的高死亡率能在低氮而光线较弱时同样得到(图10 III)。这表明弱光与高氮对加剧烂秧的作用能相互替代。这种替代作用只在原土组表现明显, 这是($B \times C \times D$) 交互作用达到显著的原因(图11)。这表明光和氮通过类似的机制调节着秧苗的抗病性。

讨 论

三种不同的死苗类型表明: 在秧苗很弱时(如弱光下), 病原菌可在常温下入侵秧苗引起烂秧。低温过程强烈, 加上秧苗抗寒性差(如桂朝2号), 低温本身也可独立引起秧苗死亡。然而, 与烂秧有关的病原菌的致病能力都较弱, 在常温下不易入侵正常生长的秧苗, 秧苗在脱离土壤病原菌时, 对低温的耐受力也较强^[5]。但低温和致病微生物的联合作用使很多它们单独不能使秧苗死亡的条件下大量出现烂秧。图7. I所示的就属这一类, 秧苗受寒初期向土壤排出氨基酸和其它代谢物^[3], 有利于病原菌的活动, 低的温度湿度、病菌的传播、土壤养分的可给性、土壤Eh和秧苗水分平衡等。一种用水方式对某些方面产生有利于减少烂秧影响的同时, 可能对另一些方面产生不利影响。而且这些影响随不同的天气、土壤、秧苗状况而变, 因此表现不同的防治效果。灵活掌握用水在早春露地育秧中

表12 各因素在试验条件下, 不同水平间死苗率曲线的几个特征值

特征值*	a(天)	b(%)	c(%)
消毒状况	5.12	70.5	41.1
育秧水份	3.5	80.8	42.2
光照状况	1.2	27.5	11.6
增氮状况	2.5	28.6	16.3
使用品种	0.7	22.2	22.2

* 参看图8的说明

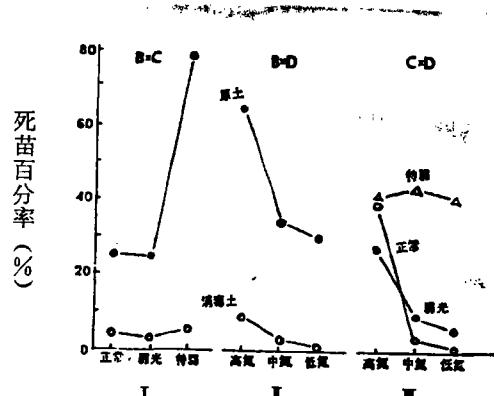


图10 光强(C)、氮素(D)和土壤消毒状况(B)在低温开始后第四天的二阶交互作用。

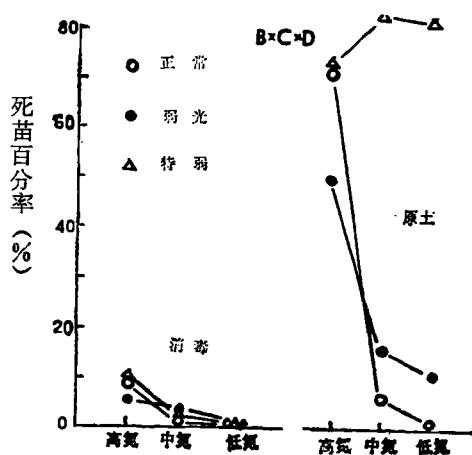


图11 光强(C)、氮素(D)和土壤消毒状况(D)在低温开始后第四天的三阶交互作用

举足轻重。

烂秧出现死苗症状前的水分平衡失调是一系列生理损害的结果。除强烈干北风等特殊情况外，空气湿度起的作用是很次要的。低温下即使空气湿度饱和也不能避免死苗的发生^[16]。

根据早春水稻烂秧有关主要生态因子的作用特点和相互关系，可按其重要性分为以下五级：低温和病原菌同属最重要的一级因子，育秧水份属第二级，土壤氧化还原电位和土壤酸碱度属第三级，秧苗营养环境和光照环境属第四级因子，空气湿度属第五级。这些因子与烂秧的主要相互关系可用图12表示。由于这种顺序与各因子死苗率曲线间的三个特征值顺序是一致的(表10)。因此，这种分级同时还反映了针对低温下秧苗膜系统的失常又削弱了秧苗的自卫能力^[16]，这都为病菌的入侵创造了条件。入侵一旦发生，很多病理过程加速了单纯寒冷引起的秧苗膜透性改变，磷酸化解偶联，核酸和蛋白质代谢改变及水分亏损等不利的生理过程^[12]。因此，早春大田条件下低温与病原菌的协同作用是引起烂秧的最重要生态原因。

调节土壤酸碱度和土壤氧化还原电位，施杀菌剂之所以相当有效，是由于从抑制病原菌活性入手，打破了低温和病原菌的联合作用。尼龙育秧、温室育秧、安全播种期等措施则是从提高环境温度方面入手打破了这种联合作用。

光照水平和土壤氮素水平都能影响植株的碳氮代谢相对强度，因而对秧苗的抗寒性和抗病性发生影响^[8]。这也是光照因子和氮素因子间交互作用的基础。然而光与氮的变化不能彻底解除低温与致病微生物的联合作用。它们对秧苗素质的改善对防烂秧的作用是有限的，秧苗死亡率曲线间三个特征值较小(表11)。

育秧期秧田用水方式可影响到秧田小气候某个因子的防治措施的最大可能效果(b值)和这些措施的防治效果在低温过程变动的年度间的稳定性(a值)。

以上分级是针对二到三叶期秧苗在典型早春低温天气过程得出的结果。对芽期烂芽和零下低温、强烈干北风等特殊条件各生态因子主次地位应有所不同。用纯的病原菌研究其活性与土壤pH、Eh，水稻根系在低温下的分泌物的关系，深入分析土壤不同氮型态对秧苗代谢的影响都会为烂秧与生态因子的关系提供更丰富的证据。

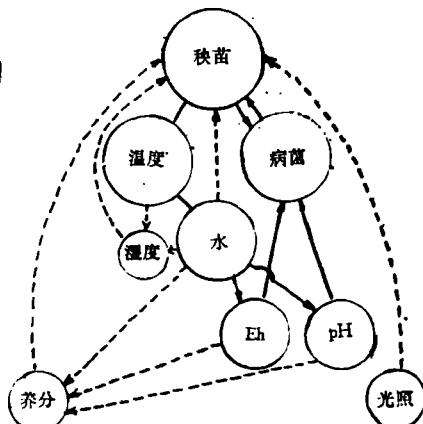


图12 水稻烂秧有关生态因子的主要关系(圈的大小表示因素的重要程度，虚线表示秧苗素质有关的关系，实线表示与温度病菌联合作用有关的关系)。

小 结

本研究利用人工气候箱模拟早春育秧天气和低温过程，分析了二叶至三叶期水稻烂秧的生态因子。

不同水平氮磷钾的试验表明：土壤速效氮在38至168ppm内低浓度有利于减少烂秧，38和88ppm速效氮时，以硝态氮为主较以氨态氮为主有利；但土壤速效氮达168ppm时以硝态氮为主由于生理碱性而不利；速效磷10至40ppm，速效钾86至246ppm范围内未见磷钾水平对烂秧产生明显影响。不同厚度土壤中分布速效氮的试验表明：当土壤总氮量一定时，泥层厚的处理平均氮浓度低；当土壤氮浓度一定时，泥层浅的处理单位面积土壤总氮量下降，这两种情况均会减慢烂秧的产生。

以淀粉和葡萄糖作底物调节土壤氧化还原电位(Eh)的试验，1.2%淀粉调节不同层次土壤Eh的试验和区分Eh水平与氮水平的试验分别排除了底物本身、底物分解物、pH改变、氮改变的干扰，证实土壤Eh下降与烂秧减少相关显著。低温开始时土壤Eh在200mv以下效果显著，烂秧率接近零。若土壤Eh长期低于100mv，则由于大量还原性毒物累积，对秧苗正常生长不利。

不同光照水平、土壤氮水平、土壤消毒状况以及供试品种的随机区组试验及不同育秧水分的试验分析了各种生态因子的作用特点和相互关系。结果表明：低温过程和病原菌都可在特殊情况下单独引起烂秧，但两者的联合作用是通常烂秧的根本原因。光照水平和氮水平都能影响到秧苗的抗病性，光照水平和氮水平对抗病性的影响有交互作用。

根据生态因子的作用特点和相互关系可把主要生态因子分成五级：温度和病原菌属第一级，育秧水份属第二级，土壤pH、Eh属第三级，光照和土壤养份属第四级，空气湿度属第五级。这种分类还揭示了针对这些生态因子采取措施的可能最大效果及效果在年度间的稳定性。

参 考 文 献

- 〔1〕上海师范大学生物系等编：《水稻栽培生理》，49—59，上海科技出版社，1978年。
- 〔2〕农业出版社编：《怎样防止早稻烂秧》，农业出版社，1978年。
- 〔3〕华南农学院植物生长室：早稻烂秧原因及其防止途径，《广东农业科学》，(1)1979：28—33。
- 〔4〕余荣煦：控施氮肥对早造保秧壮秧的作用，《广东农业科学》，(6)1976：21—26。
- 〔5〕周长信等：低温条件对水稻秧苗生长的影响，《农业学报》，(2—4)1954：253—259。
- 〔6〕陈龙权等：水稻幼苗遭受零上低温后的呼吸代谢研究，《武汉大学学报(自然)》(2)1963：151—156。
- 〔7〕张庆沛：试论烂秧的主导因素及培育壮秧的技术原则——并与廉平湖同志商榷，《植物

- 生理通讯》，(4) 1964, 35—38。
- [8] 陈华葵等, 1979, 《微生物学》, 170—178, 农业出版社, 1979年。
- [9] 陆志定等, 关于早籼秧苗生长的温度问题, 《植物生理通讯》, (3) 1965, 1—5。
- [10] 张新雄等, 1974, 水稻秧苗抗寒性之研究Ⅰ、抗寒机构之探讨及药剂处理效果, 《中华农学会报》(台湾), (87) 1974, 37—49。
- [11] 周燮等, 1978, 《早稻烂秧及其防治》, 上海科技出版社, 1978年。
- [12] 维勒著, 沈崇尧译, 1979, 《植物病程》, 56—907, 科技出版社, 1979年。
- [13] 廉平湖等, 水稻烂秧的原因及其防止的措施原则, 《植物生理学通讯》, (2) 1964, 10—14。
- [14] 韶关地区农业局植保科等, 一种可以减轻烂秧的新农药——“敌克松”, 《广东农业科学》, (6) 1976, 27—30。
- [15] 潘瑞炽, 早稻烂秧的原因分析, 《广东农业科学》, (6) 1977, 45—48。
- [16] 潘瑞炽主编, 1979, 《水稻生理》, 250—268, 科学出版社, 1979年。
- [17] 魏景超等, 水稻病原手册(修订本), 科学出版社, 1975年。
- [18] Alexander, M., 1977, *Introduction to soil microbiology*, John Wiley and Sons, pp188—202.
- [19] IRRI, 1978, *Annual Report for 1977*, International Rice Research Centre, p142.

AN ANALYSIS OF ECOLOGICAL FACTORS OF RICE SEEDLING ROTTING IN EARLY SPRING

Lou Shiming

(Department of Agronomy)

ABSTRACT

In the phytotron a simulation of early spring cold weather was set up to study the ecological factors affecting the rotting of rice seedlings which were in the two to three leave stage.

This experiment showed that low "Rapidly Available Nitrogen" (RAN) in soil was beneficial to the decrease of the rotting rate. Nitrate nitrogen in RAN helped to reduce rotting when RAN was within the range of 38 ppm to 168 ppm. The decrease of oxidation-reduction potential (Eh) of soil was very significantly correlated to the decrease of rotting.

Based on the different effects and correlations of the main ecological factors affecting rice seedling rotting, they were classified into five grades. The most important ecological factor causing rotting was due to the combined effect of low temperature and pathogens.