

节水灌溉条件下稻田生态与环境效应

李道西^{1,2}, 彭世彰^{1,2}, 徐俊增¹, 丁加丽¹, 何 岩³, 郁进元³

(1. 河海大学水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210098; 2. 河海大学科学研究院, 江苏 南京 210098;
3. 昆山市水利技术推广站, 江苏 苏州 215300)

摘要 对节水灌溉条件下稻田温度、土壤通气性、杂草生长及病虫害、温室气体的排放和矿质营养等生态环境因子的变化及规律进行了归纳总结, 分析了节水灌溉条件下稻田温室气体 CH_4 和 N_2O 的排放变化及其综合效应, 提出今后应加强节水灌溉条件下稻田杂草及病虫害的防治策略、稻田温室气体排放及水肥耦合效应等稻田生态环境方面的研究.

关键词 节水灌溉; 生态环境; 稻田; 温室气体

中图分类号: S275 文献标识码: A 文章编号: 1000-198X(2005)06-0629-05

我国传统的水稻栽培多采用有水层的淹水格田灌溉模式. 水层对水稻生长的生态环境有很多有利的方面^[1,2] (a) 调节田间温度 (b) 使土壤肥力均匀 (c) 抑制部分杂草早期发芽 (d) 减少稻瘟病和防治二化螟等; (e) 淋洗盐分或其他有毒物质. 但是, 淹灌方式下的农药和肥料渗漏率较大, 会引起水土污染, 而且由于土壤通气条件差, 植株发育不良, 往往难以获得高产.

实际上, 自 20 世纪 90 年代以来, 我国各种水稻节水灌溉技术, 如“薄浅湿晒”、“薄露”、“浅湿晒”、“间歇灌溉”、“控制灌溉”、“半旱栽培”、“覆膜旱作”等都得到了大面积的推广应用, 它们的一个共同点就是在水稻某些生育期, 稻田田面有一段时间无水层或土壤含水量低于其饱和含水量, 使田间的水分条件不同于传统的淹灌. 随着水分条件的改变, 稻田的生态环境势必发生改变. 本文就节水灌溉条件下的稻田生态环境因子的变化及规律进行分析.

1 节水灌溉条件下稻田温度的变化

稻田温度包括稻田水温、土温和株间气温等 3 个方面, 它们构成稻田生态环境中几个最重要的气象要素. 水稻的光合作用、呼吸作用、净同化率、分蘖率及养分吸收等均与它们相关^[3]. 但稻田温度会随着田间水分状况的不同而发生显著改变. 相应的株间空气湿度也会有所不同. 当稻田无水层而保持湿润时, 稻田的热容量减小, 白天容易增温, 夜间温度则较低. 如果土壤含水量较低, 不但棵间蒸发减少, 而且植株蒸腾也会因为水分胁迫而减弱, 最终导致株间湿度较低而加速稻田增温效应.

研究表明, 节水灌溉条件下, 白天的田面温度和田面以下的土温都明显高于淹水稻田, 夜间则又明显低于淹水稻田. 与淹灌条件相比, 节水灌溉条件下田面以下 5 cm 处土温温差可达 3℃ 以上, 田面以下 20 cm 处土温温差也在 1.5℃ 左右^[2]. 试验表明, 覆膜旱作的分蘖期 5 cm 深处日平均土温比水田的高 1.4℃, 对分蘖发生有利, 但孕穗期土温两者相差不大^[3]. 另外, 节水灌溉条件下稻田株间昼夜气温差可增加 1~3℃, 株间空气湿度却减小 1%~5%^[4]. 这种小气候的变化将更有利于水稻的生长发育和减小病虫害与冷湿危害.

一般来说, 昼夜温差大有利于改善稻田生态环境和水稻产量的形成, 但在实行水稻节水灌溉时, 应充分考虑水稻生物学过程的 3 个基点温度, 即最低温度 10~12℃、最适温度 30~32℃、最高温度 36~38℃. 例如: 在早稻生长前期, 当气温低于 12℃ 或遇到寒露风时, 白天最好排水晒田, 晚间及时灌水. 相反, 晚稻生长初期, 当气温高于 36℃ 时, 则要及时回灌, 充分发挥灌溉水“以水调温”的功效, 防止因土温过低或过高破坏水稻生理机能, 影响水稻正常生长发育.

2 节水灌溉条件下稻田土壤通气性

稻田土壤的通气性直接关系到水稻植株的呼吸和根的生长,而稻田土壤又是具有3相体系的自然体,土壤水分的增减直接影响土壤液相、气相的组成,进而影响土壤的通气性.一般地,土壤通气性随土壤含水量的增加而相应降低.

淹灌条件下,土壤通气性相对较差,土壤氧化还原电位较低,水稻的呼吸作用与根系活力会因缺乏必要的氧气而受到抑制,不利于水稻的正常生长.相反,节水灌溉条件下,田面经常排水晒田,可促使土壤通气,土壤含氧量增加,氧化还原电位升高,还原物质得到氧化,减少其对稻根的危害.同时土壤通气性增加,土壤好气微生物活动加强,有机质分解增多,矿化速度提高,晒田复水后土壤中有效养分含量显著增加.试验表明,非充分灌溉的受旱处理可以使土壤和大气之间的扩散交换作用加强,从而增加土壤的通气性,提高土壤的氧化还原电位,使根系活力加强,提高对养分的吸收能力^[5].

因此,水稻节水灌溉大大改善了稻田土壤通气性,有利于水稻的正常生长和发育.

3 节水灌溉条件下稻田杂草生长及病虫害

稻田水层对一些旱生或半旱生杂草都有不同程度的淹灭作用.水稻实行节水灌溉后,一些旱生或半旱生杂草获得了生长空间,特别是稗草数量会明显增多,但同时更多的水生或沼生杂草的生长受到抑制.总体来看,杂草总量与淹灌条件相比差别不明显^[2].

田间实践表明,非充分灌溉条件下,某一个阶段受旱处理与正常灌溉处理,其杂草的生长情况差异并不十分明显,而两个阶段连续受旱处理时,由于没有固定的水层,旱生杂草生长较多,但此时期对沼生植物有抑制作用^[5].水稻覆膜旱作条件下,由于地表温度较高,常可导致膜下杂草生长受阻,表现出不施用除草剂情况下与常规灌溉杂草无显著差异的结果,但细双子叶杂草减少,新的阔双子叶杂草增加^[6].

此外,节水灌溉条件下,稻田小气候会发生显著改变,株间空气湿度减小和昼夜温差变大,从而抑制病原菌的繁殖和传播,水稻病虫害会有所减少,而且田间通风透光条件得到改善,水稻白根增多,黄黑根减少,根系活力增强,植株生长旺盛,植株的抗病性和抗倒伏能力也有所提高.研究表明,水稻半旱栽培条件下,与长期淹灌条件相比,稻田纹枯病减少了24%,稻飞虱减少了46%,稻卷叶虫减少了70%^[7].非充分灌溉条件下,与充分灌溉相比,稻田纹枯病的病虫率从36.7%下降到了3.3%,病株率从12.8%下降到0.4%,病情指数从4.1下降到0.1^[5].水稻覆膜旱作条件下,稻田白叶枯病和纹枯病远较水田的轻,稻飞虱每百丛就能减少25~30只^[3],这可能是由于水稻覆膜旱作地面蒸发基本上被阻挡,地上15cm的丛间相对湿度远较水田低的缘故.

因此,水稻节水灌溉可以大大减轻稻田病虫害,使田间农药用量显著减少,从而减轻稻田的水土环境污染.

4 节水灌溉条件下稻田温室气体的排放

大量文献报道表明,灌溉稻田会排放二氧化碳、甲烷、氧化亚氮等温室气体.影响稻田温室气体排放的主要因素有:土壤理化特性(质地、有机质含量、pH值、Eh值等)、水分管理(耕作制度、灌溉模式等)、施肥种类(有机肥、化肥等)等,其中,灌溉模式直接决定着稻田水分状况和水稻正常生长,在众多影响因素中起主导作用.

4.1 节水灌溉条件下稻田CH₄的排放

稻田CH₄的排放是土壤CH₄产生、再氧化及传输过程综合作用的结果^[8],CH₄的产生是在严格的厌氧条件下,产CH₄菌作用于经有机物质转化成的产CH₄前体上后的产物,主要发生在土壤耕作层. CH₄的氧化是在有氧环境中,由CH₄氧化菌来完成,主要发生在土壤表层和根际氧化膜中^[9],也可能发生在植株体内的有氧环境中.有研究认为稻田土壤中生成的CH₄在排放到大气之前被氧化的比率达80%~94%^[10],只有很少一部分通过3种途径向大气排放:水稻植株、气泡和分子扩散,分别占排放总量的55%~73%,24%~40%和3%~5%^[11].但稻田CH₄产生的厌氧条件、CH₄氧化的有氧环境以及CH₄的植株排放途径很大程度上都取决于土壤水分状况,因此,不同灌溉模式下稻田水分状况的变化对稻田CH₄的排放有着重大影响.

淹灌条件下,稻田水层给CH₄的产生创造了良好的厌氧环境,Eh值可低至-250~-300mV.已有研究表明,土壤的Eh值越低,CH₄的产生量越大,当Eh值从-200mV降至-300mV时,CH₄的生成量增加10倍,排放量增加17倍^[12].因此,传统的淹灌方式会导致大量的CH₄排放.

节水灌溉条件下,排水晒田改善了土壤通气状况,既促进了 CH_4 氧化过程,同时又部分地抑制了 CH_4 的产生过程,特别是非充分灌溉条件下,植株会受到一定程度的水分胁迫可能关闭部分气孔,从而减少了植物体途径的 CH_4 排放。上官行健等^[13]的研究表明,深灌方式(水深 10 cm)在早稻期降低 CH_4 产生率,但在气温较高的晚稻期则反之,以 3 d 为间隔的间歇灌溉没有使整个生长期的 CH_4 排放有较大变化,湿润灌溉田中的 CH_4 排放无论在早稻还是在晚稻都很低。大量研究也表明,干湿间歇灌溉的稻田比长期淹水的稻田 CH_4 排放量少得多^[14],常湿灌溉对稻田 CH_4 排放的减排作用最大,但水稻有较大幅度的减产^[15]。水稻覆膜旱作对水稻返青期的 CH_4 排放有明显的抑制效应,但对水稻成熟期的 CH_4 排放没有明显的抑制作用^[16]。

综上所述,淹灌方式促进了稻田 CH_4 的排放,常湿灌溉虽然可以减少稻田 CH_4 的排放,但水稻产量较低,且不属于节水灌溉的范畴,不适宜推广。节水灌溉(如间歇灌溉、覆膜旱作等)条件下,与淹灌相比,稻田 CH_4 的排放会显著减小,而且水稻产量有所增加。

4.2 节水灌溉条件下稻田 N_2O 的排放

稻田土壤 N_2O 主要形成于土壤中的硝化和反硝化作用^[17]。硝化作用是在通气条件下,土壤中硝化微生物将铵盐转化成硝酸盐,过程中会部分释放 N_2O ;反硝化作用则是在通气不良的情况下,由土壤微生物将硝酸盐或硝态氮还原成 N_2 或 NO 、 N_2O 等中间产物的过程。当土壤 O_2 过于充足时,硝化的最终产物是硝酸盐;当土壤 O_2 严重不足时,反硝化作用被进一步还原成 N_2 ;只有当 O_2 供应部分地受到限制时,才促进 N_2O 的形成^[18]。不同的灌溉方式会影响稻田土壤水分状况和 O_2 供应,影响微生物硝化反硝化过程,进而会间接导致稻田 N_2O 排放量的较大差异。

试验表明,稻田持续淹水时,几乎没有 N_2O 排放,相比之下,烤田及干湿交替明显增加了 N_2O 的排放,平均排放通量分别增加 47 倍和 23 倍之多^[19]。陈冠雄等^[20]的研究表明,在淹水期内,稻田几乎没有 N_2O 的净排放,但在非淹水期内,有大量的 N_2O 排放。

节水灌溉条件下,土壤干湿交替频繁,当土壤处于通气和厌气区域共存,或通气和厌气交替发生时,适宜的土壤含水率可能导致同时适宜硝化和反硝化过程的 O_2 供应,就会引起显著的 N_2O 排放。郑循华等^[21]对太湖地区的稻麦轮作系统土壤湿度与 N_2O 的产生与排放的关系进行了研究,指出 N_2O 排放强烈地受土壤湿度的制约,土壤湿度为饱和含水率的 84%~86% 时, N_2O 排放最强,低于此湿度范围时, N_2O 排放通量与土壤湿度呈正相关;反之,则呈负相关。控制灌溉条件下,返青期后土壤含水率多维持在饱和含水率的 60%~100% 之间^[1],可能会为 N_2O 的排放创造良好条件,但对不同节水灌溉模式下稻田 N_2O 的定量排放研究还未见报道。

4.3 节水灌溉条件下稻田温室气体的综合效应

上述分析表明,稻田节水灌溉(如间歇灌溉)能显著抑制 CH_4 排放,但会促进 N_2O 的形成。陈冠雄等^[20]指出稻田的 CH_4 和 N_2O 排放之间存在互为消长关系。郑循华等^[21]的研究也表明,水稻分蘖后期和拔节孕穗期的两次排水晒田显著削弱了 CH_4 排放,但却促进了 N_2O 排放。在水稻生长前期,淹水阶段几乎检测不到 N_2O 排放,但 CH_4 排放却很强,在水稻生长后期, N_2O 排放相对较强,而 CH_4 排放却逐渐趋近于零。

邹建文等^[22]对稻田的 CO_2 、 CH_4 和 N_2O 等温室气体进行了综合研究,发现无论是有无植株参与, CO_2 、 CH_4 和 N_2O 排放通量之间皆无显著相关性。稻田淹水期, CO_2 和 CH_4 排放之间无明显相关性, CH_4 和 N_2O 排放呈显著负相关。稻田非淹水期, N_2O 和 CO_2 排放呈正相关。综合表明,土壤水分状况是稻田 CH_4 、 N_2O 排放和无植株参与的稻田 CO_2 排放季节变化的主要驱动因子。

然而,稻田产生的 CO_2 、 CH_4 和 N_2O 等温室气体的增温潜势是不等的。蔡祖聪^[23]以摩尔 CO_2 温室效应为 1, CH_4 为 32, N_2O 为 150,计算了不同水分类型下土壤排放温室气体可能导致的综合温室效应,研究发现,连续淹水条件下,土壤产生的总温室效应最高,其温室效应主要由排放的 CH_4 产生,达到总效应的 81%,好气处理次之,淹水好气交替处理的土壤产生的总温室效应最低。李晶等^[24]的研究则表明,对于全年的 N_2O 排放总量和因晒田减少的 CH_4 排放而言,水稻生长期的晒田措施所增加的 N_2O 排放量是微不足道的。

由此看来,节水灌溉条件下稻田温室气体排放的变化,其综合温室效应是显著减小的。

5 节水灌溉条件下稻田矿质营养及平衡

N、P、K 是植物生长必需的 3 大主要矿质营养元素。N 是构成蛋白质的主要成分,也是叶绿素的重要组成

部分, P 是植物中核酸和蛋白质的主要成分, K 则影响植物对其他营养元素的吸收和转移. 土壤 N 素过多水稻易倒伏, 土壤缺 P 水稻根少且短小, 茎叶生长缓慢, 土壤缺 K 水稻茎秆瘦小, 易倒伏, 易染赤枯病等. 因此, N、P、K 的丰缺直接影响水稻植株的生长和最终光合产量的形成. 同时, 它们的有效性与土壤水分条件也关系密切.

节水灌溉条件下, 氮素的挥发损失会高于淹灌, 这是由于稻田水分相对较少、基质浓度较高的缘故. 同时, 节水灌溉下稻田渗漏液中 NH_4^+ 及 NO_3^- 浓度较淹灌高, 但由于此时总渗漏量显著减少, N 的总淋失却较淹灌条件少. 总体而言, 节水灌溉条件下水稻对氮素的吸收利用率高于淹灌, 且有利于氮素养分向稻谷转移^[25]. 吕国安等^[26~28]对比研究了节水灌溉和常规淹灌条件下水稻植株对氮素的吸收利用, 在水稻分蘖和拔节孕穗期, 节水灌溉处理有利于氮素的吸收和存储, 与同期淹灌相比, 根系含 N 量分别高出 9.9% 和 5.7%, 叶片含 N 量分别高出 8.3% 和 4.3%. 而在抽穗开花至黄熟期, 节水灌溉处理有利于氮素向穗部和上位叶片转移, 与生长中心的转移相适应. 节水灌溉条件下, 对水稻磷素和钾素营养的试验研究发现, 节水灌溉能显著降低磷素的有效性, 这是由于节水灌溉的土壤氧化还原电位较高, 土壤中存在一些高价位的金属离子(如 Fe^{3+}), 它们容易与土壤中的速效磷反应, 形成溶解度很低的化合物, 从而降低 P 的有效性. 但是, 节水灌溉能显著地增加水稻植株中的含 K 量, 提高钾素营养有效性, 从而提高水稻抗逆性和抗倒伏的能力.

水稻节水灌溉增加了氮素的挥发损失, 但是提高了水稻对氮素的吸收利用率, 且有利于氮素养分向稻谷转移, 是减少水体氮素污染行之有效的措施. 同时, 水稻节水灌溉提高了钾素有效性, 却降低了磷素有效性. 因此, 水稻节水灌溉应注意氮磷钾的施用比例, 特别要加强对磷素营养的协调与供应.

6 有待进一步研究的问题

目前, 对节水灌溉条件下稻田生态和环境效应还需加强以下几个方面的研究:

a. 节水灌溉条件下稻田杂草及病虫害的防治策略研究. 多数情况下, 为了有效并均匀地施入除草剂和农药, 稻田需要配合一定水层, 但是田间水层往往与一些节水灌溉模式在水稻某些生育阶段田面要求无水层相矛盾, 因此, 有必要提出更科学更有针对性的杂草及病虫害的防治策略.

b. 节水灌溉条件下稻田温室气体排放的研究. 国内外对稻田温室气体的研究大多是建立在淹水灌溉、常规灌溉、间歇灌溉、常湿灌溉等处理上, 这些灌溉处理的设计与水稻生产中实际应用的灌溉模式有较大差异. 严格意义上的节水灌溉条件下(如“薄露”、“控制灌溉”等)的稻田温室气体排放的研究较少. 这方面的研究包括: (a) 节水灌溉条件下稻田 CH_4 的排放及其机理研究. 稻田淹水模式下 CH_4 的排放研究相对成熟, 但一些节水灌溉模式下的相关研究还很匮乏. 虽然初步结论认为节水灌溉显著减少 CH_4 的排放, 但这还需要大量试验数据进行验证. (b) 节水灌溉条件下稻田 N_2O 的排放及其机理研究. 尽管稻田排放的 N_2O 绝对量远小于 CH_4 , 但就长时期效应而言, N_2O 的增温效应并不亚于 CH_4 . 所以, 稻田 N_2O 的排放研究问题应当同稻田排放 CH_4 的研究一样受到重视. (c) 节水灌溉条件下稻田温室气体的综合效应研究. 节水灌溉减少了 CH_4 排放, 却一定程度地增加了 N_2O 和 CO_2 的排放, 但节水灌溉的稻田水分是个动态过程, 水稻整个生育期排放的温室气体的综合效应如何还是个值得进一步研究的问题.

c. 节水灌溉条件下稻田水肥耦合效应研究. 探求更加高效合理的节水灌溉模式及科学施肥方法, 在保证水稻产量的同时, 减少稻田温室气体排放, 提高肥料利用率, 特别是减少氮挥发损失和提高磷肥利用率.

参考文献:

- [1] 彭世彰, 俞双恩, 张汉松, 等. 水稻节水灌溉技术[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1998. 1—7, 18—45.
- [2] 罗金耀. 节水灌溉理论与技术[M]. 第二版. 武汉: 武汉大学出版社, 2003. 16—19, 30—31.
- [3] 黄义德, 张自立, 魏凤珍, 等. 水稻覆膜旱作的生态生理效应[J]. 应用生态学报, 1999, 10(3): 305—308.
- [4] 茆智. 水稻节水灌溉及其对环境的影响[J]. 中国工程科学, 2002, 4(7): 8—16.
- [5] 方荣杰. 非充分灌溉条件下稻田生态环境研究[J]. 节水灌溉, 2001(5): 35—37.
- [6] 祝增荣, 吴良欢, 吴国强, 等. 水稻覆膜旱作对病虫害发生程度的影响[J]. 植物保护学报, 2000, 27(4): 295—301.
- [7] MAO Zhi. Environment impact of water-saving irrigation for rice[A]. In: SMITH M. Irrigation Scheduling: From Theory to Practice[C]. Rome: FAO Water Reports, 1996. 141—145.

[8] WATSON R T ,MERIA F L G ,SANHUEZA E ,et al. Greenhouse gases :sources and sink[A]. In :HOUGHTON J T ,CALLANDER B A , VAMEY S K. Climate Change :The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment[C]. New York :Cambridge University Press , 1992 .25—47 .

[9] GILBERT B ,FRENZEL P. Rice roots and CH₄ oxidation :the activity of bacteria ,their distribution and the microenvironment[J]. Soil Biology and Biochemistry ,1998 ,30 :1903—1916 .

[10] ELIZABETH J F ,HEMOND H F. Methane transport and oxidation in the unsaturated Zone of Sphafnum Peatland[J]. Global Biogeochemistry Cycles ,1992 ,6 :33—34 .

[11] 上官行健 ,王明星 ,陈德章 ,等 .稻田 CH₄ 的传输[J].地球科学进展 ,1993 ,8(5) :13—22 .

[12] KLUDZE H K ,DELANNE R D ,PATRICK Jr W H. Aerenchyma formation and methane and oxygen exchange in ric[J]. Soil Sci Soc Am J ,1993 ,57 :386—391 .

[13] 上官行健 ,王明星 ,沈任兴 .稻田 CH₄ 的排放规律[J].地球科学进展 ,1993 ,8(5) :23—36 .

[14] KHAIL M A K. Measurements of methane emissions from rice fields in China[J]. Journal of Geophysical Research ,1998 ,103(19) :181—210 .

[15] 王明星 .中国稻田甲烷排放[M].北京 :科学出版社 ,2001 .167—168 ,218—219 .

[16] 张竹青 ,李义纯 .水稻覆膜旱作抑制稻田甲烷排放效应的研究[J].湖北农学院学报 ,2003 ,23(5) :321—323 .

[17] 黄耀 .地气系统碳氮交换——从实验到模型[M].北京 :气象出版社 ,2003 .122—125 ,145—147 .

[18] PARTON W J ,MOSIER A R ,OJIMA D S ,et al. Generalized model for N₂ and N₂O production from nitrification and denitrification[J]. Global Biogeochemical Cycles ,1996 ,10(3) :401—412 .

[19] 徐华 ,邢光熹 ,蔡祖聪 .土壤水分状况和氮肥施用及品种对稻田 N₂O 排放的影响[J].应用生态学报 ,1999 ,10(2) :186—188 .

[20] 陈冠雄 ,黄国宏 ,黄斌 ,等 .稻田 CH₄ 和 N₂O 的排放及养萍和施肥的影响[J].应用生态学报 ,1995 ,6(4) :378—372 .

[21] 郑循华 ,王明星 ,王跃思 ,等 .华东稻田 CH₄ 和 N₂O 排放[J].大气科学 ,1997 ,21(2) :231—237 .

[22] 邹建文 ,黄耀 ,宗良纲 ,等 .稻田 CO₂ ,CH₄ 和 N₂O 排放及其影响因素[J].环境科学学报 ,2003 ,23(6) :758—764 .

[23] 蔡祖聪 .水分类型对土壤排放的温室气体组成和综合温室效应的影响[J].土壤学报 ,1999 ,36(4) :484—491 .

[24] 李晶 ,王明星 ,王跃思 ,等 .农田生态系统温室气体排放研究进展[J].大气科学 ,2003 ,23(4) :740—749 .

[25] 崔远来 ,李远华 ,吕国安 ,等 .不同水肥条件下水稻氮素运移与转化规律研究[J].水科学进展 ,2004 ,15(3) :280—285 .

[26] 吕国安 ,李远华 ,陈明亮 .不同灌溉方式水稻植株对氮素的吸收利用研究[J].中国农村水利水电 ,1997(12) :18—20 .

[27] 吕国安 ,李远华 ,沙宗尧 ,等 .节水灌溉对水稻磷素营养的影响[J].灌溉排水 ,2000 ,19(4) :10—12 .

[28] 吕国安 ,李远华 ,沙宗尧 ,等 .节水灌溉对水稻钾素营养的影响[J].中国农村水利水电 ,2001(2) :24—26 .

Effect of water-saving irrigation on eco-environment of paddy field

LI Dao-xi^{1, 2} , PENG Shi-zhang^{1, 2} , XU Jun-zeng¹ , DING Jia-li¹ , HE Yan³ , YU Jin-yuan³

(1. State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering , Hohai University , Nanjing 210098 , China ;

2. Science Research Institute of Hohai University , Nanjing 210098 , China ;

3. Kunshan Water Conservancy Technique Expansion Station , Suzhou 215300 , China)

Abstract :A discussion was made on the variation regularities of some ecological and environmental factors of paddy field under water-saving irrigation condition , mainly including the temperature of paddy field , ventilation of soil , weed growing and insect pests , emission of greenhouse gases , and balance of mineral nutrition. The gases CH₄ and N₂O released from paddy field under water-saving irrigation condition and their comprehensive effect were particularly analyzed. It is suggested that the strategies for controlling of weed growing and insect pests , greenhouse gas emission from paddy field , and effect of water-fertilizer coupling under water-saving irrigation condition should be emphasized in further study.

Key words :water-saving irrigation ; ecological environment ; paddy field ; greenhouse gas emission