

不同灌溉方式对水稻根系生长的影响

徐芬芬¹, 曾晓春², 石庆华², 叶利民¹

(1. 上饶师范学院 生命科学系, 江西 上饶 334001; 2. 江西农业大学 农学院, 南昌 330045)

摘 要: 采用根箱试验研究了间歇灌溉与淹灌两种灌溉方式对汕优 10 号根系生长的影响。结果表明, 间歇灌溉处理具有更高的根系活力, 较高的根系生物量和较深的根层分布, 抽穗以后土表 10 cm 以下根系生物量比例高于淹灌处理。这可能是间歇灌溉条件下, 稻株氮素吸收及利用率增强, 后期干物质积累及产量提高的重要生理原因。

关键词: 水稻; 间歇灌溉; 根系分布; 根系活力

中图分类号: S 511 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2007) 01-0102-03

水稻的肥水管理均通过根系对地上部的器官生长、发育和产量形成发生作用。在水稻高产栽培中强调排水搁田, 控制无效分蘖, 改善土壤水气环境, 促进发根和根系向下生长。水稻根系的分布与产量密切相关^[1~4], 深层根系有助于增强水稻对土壤不良环境的适应能力, 提高水稻抗逆性。因此, 在超高产株型设计和研究中十分重视根系性状, 高产水稻的根系一般分布较深, 深层根量较多^[2, 3]。至今, 评价深层根系数量对水稻生长和产量形成的作用大多采用在田间条件下取土洗根的方法来推测^[2~3, 5], 由于根系与地上部器官之间、不同层次根系之间的生长相关性以及根系在土壤中分布的不均一性, 使得正确掘取代表性根系和探讨根系与产量关系具有一定困难。因此, 不同研究者关于深根系对产量形成作用的结论也不尽一致^[2~3, 6]。本试验采用根箱土培法研究了不同灌溉方式下水稻根系的分布特征, 该方法能得到完整根系, 准确可靠。

1 材料与方法

1.1 试验材料

杂交稻汕优 10 号。

1.2 试验方法

稻苗于 3 叶 1 心期移栽到 50 cm × 50 cm × 5 cm 大小的有机玻璃根箱中, 设置两种灌溉方式: 淹灌(保持水层) 和间歇灌溉(在土壤自然落干 2 d 后灌水, 同时保持土表下 10 cm 的地下水位), 每箱种植一蔸, 用于观察根系形态与分布。

1.3 取样及测定

取样方法: 小心将根推出, 放于一木板上立即将木板翻倒在一固定有铁钉(每 5 cm 一个) 与根箱一样大小的橡胶上, 小心用水顺着根系伸展方向冲掉

泥土, 可获得完整根系。

分别于分蘖盛期、孕穗期、抽穗期、灌浆期取出完整根系后, 以 5 cm 为一段切取根系, 烘干称根系干重, 每处理重复 8 次, 并于第二年设置同样的试验用于根系活力测定。根系干重测定采用烘干称重法, 根系活力测定采用 α-NA 法。

2 结果与分析

2.1 根系生物量与形态分布

由图 1 可知, 抽穗期以前, 间歇处理 0~10 cm 土层每 5 cm 根系生物量比例高于淹灌处理, 抽穗以后则相反; 土表 10 cm 以下根系生物量比例在抽穗以前无明显规律性, 但抽穗以后间歇处理土表 10 cm 以下每 5 cm 根系生物量比例均高于淹灌处理。表明间歇灌溉可促使根系生物量逐渐向下层转移, 利于生育后期水稻根系吸收深层土壤水分及养分。从根系伸展深度也可以看出, 两处理最大根深均在抽穗期达最大, 间歇灌溉处理为土表下 55~60 cm, 淹灌处理为土表下 50~55 cm。

郑景生^[7] 研究显示, 大田产量水平为 6.5~12.6 t/hm² 时, 水稻分布在 0~5 cm 土层的根系对产量贡献率为 65%, 5~20 cm 土层的下层根为 35%, 而土层 20 cm 以下根系生物量与产量无关; 但 Morita 指出高产水稻深层根系的比例高, 认为深层根系对高产更重要^[8]。依据此分类标准, 由计算可知, 间歇处理 0~5 cm 土层根系生物量比例, 在抽穗以前高于淹灌处理, 但抽穗以后低于淹灌处理; 而 5~20 cm 及 20 cm 以下根系比例在抽穗期以前低于淹灌处理, 而抽穗后高于淹灌处理。由抽穗期两种灌溉方式下的根系形态分布图(图 2) 也可看出, 间歇灌溉处理根系总生物量及深根比例明显大于淹灌

处理。石庆华等^[8]研究表明,抽穗期根重与地上部干重及穗重呈显著或极显著正相关,由此可见,间歇灌溉可增加后期总根重及深层根比例,利于根系吸收深层土壤中的养分从而提高产量。

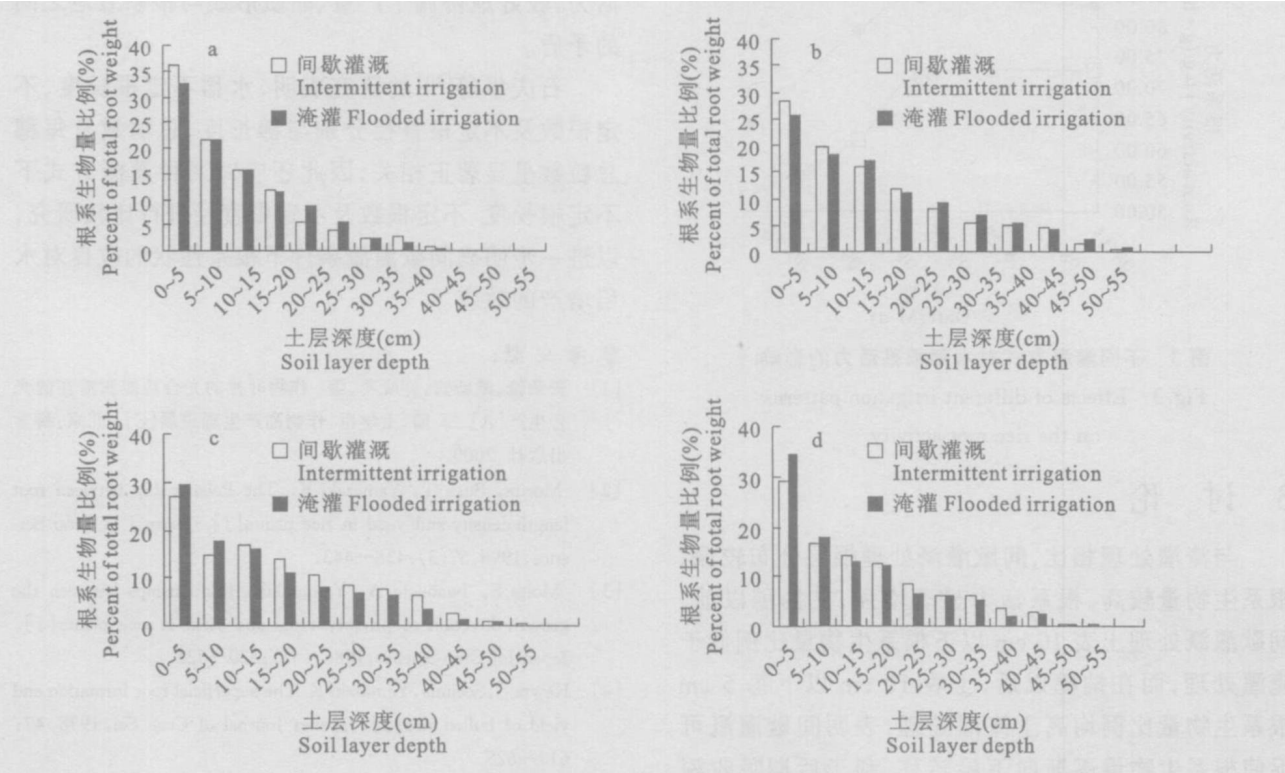


图 1 不同灌溉方式下水稻分蘖期 a)、孕穗期 b)、抽穗期 c) 及灌浆期 d) 的根系生物量分布(%)

Fig.1 Effects of different irrigation patterns on biomass distribution of rice root at tillering (a) , booting (b) , heading (c) and grain filling stage (d) , respectively

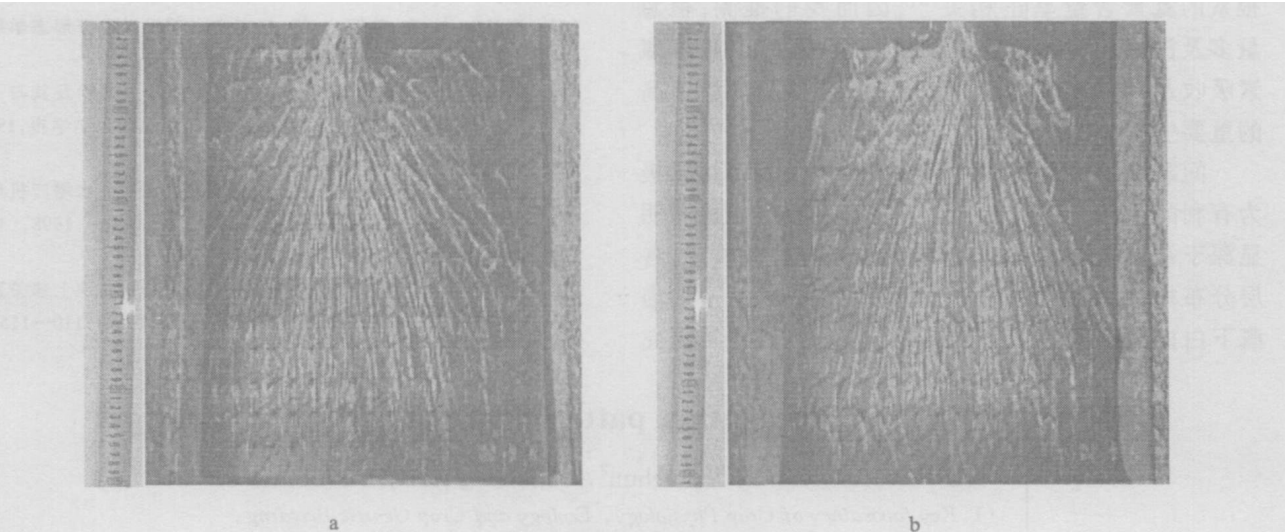


图 2 抽穗期淹灌处理 a) 及间歇灌溉处理 b) 的根系形态分布

Fig.2 Rice root morphological distributions under flooded irrigation (a) and inter mittent irrigation(b) at heading stage

2.2 根系活力

根系活力是水稻根系吸收营养物质能力的体现,由图 3 可知,间歇灌溉处理根系活力在全生育期均显著高于淹水灌溉,抽穗期后淹水灌溉处理根系活力下降迅速,而间歇处理下降较缓慢,试验中也发

现,淹灌处理的黑根、烂根数目明显高于间歇灌溉处理,表明间歇灌溉改善了根系生长的土壤环境,提高了根系的氧化还原电位,尤其对延缓后期根系衰老有较大帮助,利于后期水稻产量的形成。

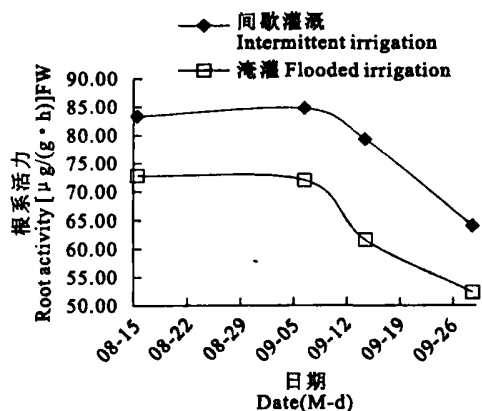


图 3 不同灌溉方式对水稻根系活力的影响

Fig. 3 Effects of different irrigation patterns on the rice root activity

3 讨论

与淹灌处理相比,间歇灌溉处理根层分布较深,根系生物量较高,根系活力显著增强,在抽穗以前,间歇灌溉处理土表 10cm 以下根系生物量比例低于淹灌处理,而在抽穗以后,土表 10cm 以下每 5cm 根系生物量比例均高于淹灌处理,表明间歇灌溉可促使根系生物量逐渐向下层转移,利于后期吸收深层土壤养分,而且间歇处理根系活力在整个生育期一直高于淹水灌溉处理,表明间歇灌溉处理根系吸收能力强于淹水灌溉处理。而根系营养吸收能力与根系的氮素含量呈正相关^[9],因而我们推测,根总量多及深根比例高可能是间歇灌溉条件下,稻株氮素吸收及利用率增强,后期干物质积累及产量提高的重要生理原因。

间歇灌溉的土壤环境可为根系生长发育提供极为有利的条件。据研究,节水灌溉,水稻根系分布明显深于常规淹水灌溉;节水灌溉根系呈倒树枝状,各层分布相对均匀,而常规淹灌多呈网状分布;节水灌溉下白根数显著增多,根系活力增强^[9]。本文研究

结果与其一致。节水栽培使土壤通气条件改善,根系活力增强,尤其在生长后期仍能维持较高的根系活力,较好地协调了产量、品质形成与根系衰老之间的矛盾。

石庆华等^[10]的研究表明,水稻不定根长度、不定根数及不定根直径分别与穗长度、总穗数及每穗总粒数呈显著正相关,因此还应对两种灌溉方式下不定根长度、不定根数及不定根直径进行比较研究,以进一步明确间歇灌溉条件下根系性状的改良对水稻增产的效应。

参考文献:

- [1] 张荣铎,戴新宾,许晓明,等.作物叶片的光合功能和潜在的光合生产[A].邹琦,王学臣.作物高产生理进展[C].北京:科学出版社,2000.
- [2] Morita S, Suga T, Yamazaki K. The Relationship between root length density and yield in rice plants[J]. Japan J of Crop Science, 1998, 57(3): 438-443.
- [3] Moita S, Iwabuchi A, Yamazaki K. Relationships between the growth direction of primary roots and yield in rice plants[J]. Japan J of Crop Science, 1986, (55): 520-525.
- [4] Kawta S, Soejima, Yamazaki K. The superficial root formation and yield of hulled rice[J]. Japanes Journal of Crop Sci, 1978, 47: 617-628.
- [5] 杨守仁.论水稻的半水生性[A].杨守仁.水稻文选[C].沈阳:辽宁科学技术出版社,1998.33-41.
- [6] 石庆华,黄英金,李木英,等.水稻根系性状与地上部分的相关及根系性状的遗传研究[J].中国农业科学,1997,30(4): 61-67.
- [7] 郑景生,林文,姜照伟,等.超高产水稻根系发育形态学研究[J].福建农业科学,1999,14(3): 1-6.
- [8] 李木英,石庆华,谭雪明.水稻根系营养吸收特性及其与干物质生产和稻米品质关系的研究[J].江西农业大学学报,1996, 12: 376-382.
- [9] 李远华,张相莲,赵长友,等.水稻间歇灌溉的节水增产机理研究[J].中国农村水利水电(农田水利与小水电),1998,(11): 12-15.
- [10] 石庆华,李木英,徐益群,等.水稻根系特征与地上部关系的研究初报[J].江西农业大学学报,1995,17(2): 110-115.

Effects of different irrigation patterns on the growth of rice root

XU Fen fen¹, ZENG Xiao chun², SHI Qing hua², YE Li min¹

(1. Key laboratory of Crop Physiology, Ecology and Crop Genetic Breeding,

Jiangxi Province; College of Agriculture, Jiangxi Agricultural University, Nanchang

330045, China; 2. Department of Life Science, Shangrao Teachers college, Shangrao 334000, China)

Abstract: Rice root growth under intermittent and flooded irrigation conditions was studied based on a root-box experiment. The result showed that rice in intermittent irrigation had higher root activity, more root biomass, deeper root distribution and more root biomass in the lower 10cm soil layer after heading stage than in flooded irrigation. This might be one of the important physiological causes leading to high N absorption, dry matter accumulation and yield in intermittent irrigation treatment.

Key words: rice; intermittent irrigation; root attribution; root activity