

文章编号: 100226819(2001)0520167205

农地整理工程对农田生态的影响 及其生态环境保育型模式设计

叶艳妹, 吴次芳, 黄鸿鸿

(浙江大学东南土地管理学院)

摘要: 不适当的农地整理工程措施对土壤性状、生物多样性、生态系统稳定性有一定的负面影响, 它使土壤中速效磷、速效钾、活性有机质下降, 土壤微生物数量减少, 农田生物栖息地环境退化, 而且使农业生态系统的缓冲和补偿能力、抵御灾害能力及适应环境能力下降。该文提出了生态环境保育型农地整理结构、田间道路和河渠沟的模式设计方法。

关键词: 农地整理; 农田生态; 生态环境保育型; 模式设计

中图分类号: S282; S181 **文献标识码:** A

实施农地整理工程不仅可以增加耕地面积, 而且可以改善农地生产环境, 这已被国内外农村土地整理的经验所证明。例如德国、日本、澳大利亚, 我国的台湾地区、江苏、浙江、上海、安徽、山东等地的实践都表明, 通过农地整理可增加有效耕地面积 5% ~ 10%, 工时耗费下降 20%, 产量增加 10% ~ 20%^[1, 2]。鉴于此, 我国目前在全国范围内普遍开展农地整理工作, 预计今后相当长的一段时间内每年将投资 20~ 40 亿左右, 建立土地整理示范区。尤其沿海各省, 如浙江省、江苏省等, 已在全省各县普遍实施较大规模的农地整理工程。

然而, 农地整理毕竟是人类对农田生态系统的强烈干扰。它一方面导致地表景观结构的大规模改变, 另一方面也使自然生态系统的组成结构、物质循环和能量流动特征发生了变化。而且, 目前我国的农地整理尚处于初级阶段, 大多数地区农地整理目标仍主要是扩大耕地数量, 补偿因非农建设占用的耕地, 尚未进入以提高生活环境品质和农地质量为主要目标的阶段。因而, 农地整理对农田生态的影响并未引起普遍的关注。

国内外的实践以及我们的调查表明: 不适当的土地整理方式、方法和技术措施, 可使土壤性状发生变化, 生物多样性减少, 农田生态系统稳定性下降, 对农地生产力构成潜在的不良影响以致使土地退

化。例如由于不适当的洼塘填埋使土地滞洪能力下降, 土地利用结构调整使生物多样性减少, 低洼地淤泥覆土使农田污染, 新整理农田漏水漏肥增加, 机械化填埋使土壤板结并使表土熟化层破坏, 丘陵山区新整理农田稳定性差等。因此, 研究农地整理对农田生态的影响, 对选择科学、适当、有效的土地整理方式、方法和技术, 提高农地生产力, 保障农地的安全和可持续利用, 保证农地整理的可持续发展都具有重要的理论和现实意义。

1 农地整理工程对土壤性状的影响

1.1 农地整理工程对土壤理化性状的影响

农地平整工程是农地整理工程中的重要内容之一, 常规平地方法采用的设备有推土机、铲运机和刮平机, 较先进的土地平整设备为由激光技术控制的精平铲运机。机械化的挖填容易造成土壤板结, 破坏表土熟化层。沟渠和河道等水利设施的建设改变土壤水分的运移规律, 从而影响土壤理化性状, 影响土壤养分循环效益。实验分析数据表明: 整理前土壤的速效磷、速效钾和活性有机质均高于整理后土壤的速效磷、速效钾和活性有机质(见表 1)。在已进行了平整的农地中, 从挖方地块到填方地块土壤速效氮、速效磷、速效钾和土壤有机质含量明显减少(见图 1、2、3、4)。采用不同的工程技术对农地进行整理后其土壤的性状也有明显的差异(见表 2)。可见土地整理会在一定程度上改变土壤性状。而且机械化平整和农地整理后农作物的单一化连片种植会使杂草

收稿日期: 2001.02.20

作者简介: 叶艳妹, 副教授, 杭州 浙江大学华家池校区东南土地管理学院, 310029

表1 绍兴县齐贤镇农地整理前后土壤性状的变化

Table 1 Influence of fam land consolidation on soil characteristics at Qixian town, Shaoxing county

| 样 本 | 速效磷 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ | 速效钾 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ | 活性有 机质 $\%$ | pH |
|---------------|---|---|----------------|-----|
| 整理前已种植水稻多年的土壤 | 7.87 | 32.5 | 1.87 | 7.8 |
| 整理后已种植水稻一年的土壤 | 3.35 | 30.0 | 0.67 | 8.6 |

表2 绍兴县钱清镇采用不同整理技术和方式对土壤性状的影响

Table 2 Influence of fam land consolidation technology on soil characteristics at Qianqing town, Shaoxing county

| 样 本 | 速效磷 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ | 速效钾 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ | 活性有 机质 $\%$ | pH |
|----------------|---|---|----------------|-----|
| 整理前已种植水稻多年的土壤 | 23.88 | 55.0 | 3.15 | 6.3 |
| 采用机械推平方式整理后的土壤 | 10.03 | 40.0 | 0.84 | 7.2 |
| 采用冲洗方式整理后的土壤 | 6.82 | 30.0 | 0.72 | 8.4 |

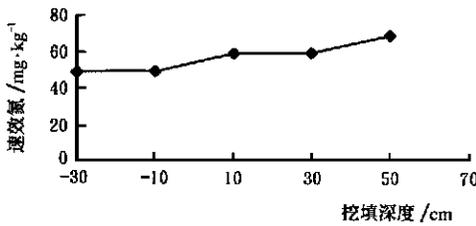


图1 农地整理挖填深度与土壤速效氮的关系

Fig 1 Relationship between available nitrogen and depth of soil digging and filling

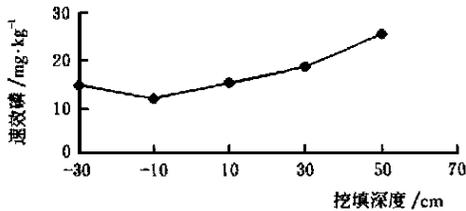


图2 农地整理挖填深度与土壤速效磷的关系

Fig 2 Relationship between available phosphorus and depth of soil digging and filling

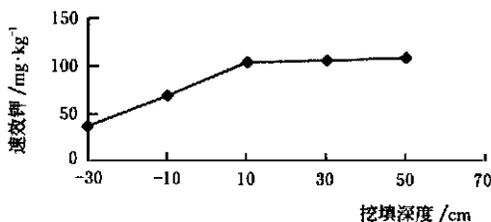


图3 农地整理挖填深度与土壤速效钾的关系

Fig 3 Relationship between available potassium and depth of soil digging and filling

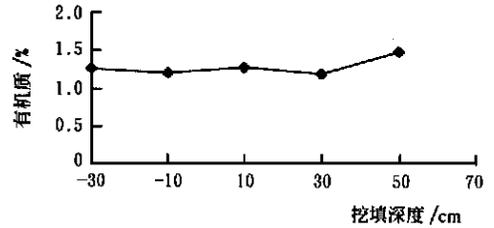


图4 农地整理挖填深度与土壤有机质的关系

Fig 4 Relationship between organic matter and depth of soil digging and filling

日益减少, 增强雨水对土壤的直接淋洗; 也会使土壤养分失衡, 植物产生自毒现象, 导致土壤的连作障碍, 不利于土壤结构的保持。因为农田杂草的地上部分可吸收水分, 防止雨水对土壤的直接淋洗, 减少水土流失和养分渗漏损失, 地下部分根系有助于保持土壤的团粒结构; 不同作物或木本植物与农作物间作时, 较大的根系可以吸收土壤深层营养元素, 并以枯枝落叶等形式堆积在土壤表层, 经微生物分解后增加表土的有机质含量, 增加土壤表层可供农作物利用的有效养分, 减少养分的渗漏损失。研究表明, 纯茶林每年归还土壤的残落物仅有 $7 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 比单胶林少 $1 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 比胶茶林少 $5 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

1.2 农地整理工程对土壤生物学特性的影响

农地整理工程对土壤生物学特性的影响表现为土壤的微生物数量下降。农地中表层土壤微生物数量分布的一般规律是细菌 > 放线菌 > 真菌, 此三大类群的数量与其发挥的生态功能密切相关。农地整理导致表土熟化层的破坏, 会引起表土中真菌数量大幅度下降, 其次是细菌(见表3)。这样固有的生态平衡被打破, 原来以生物积累为特征的成土过程逆转为加速侵蚀主导下生土熟化过程。土壤中富含的有机质及有机磷含量迅速下降, 纤维素分解菌与磷细菌的营养源及被分解物质减少, 也会使其数量大为降低。

表3 农地整理前后土壤微生物的变化

Table 3 Influence of fam land consolidation on soil microbes

| 样 本 | 细菌 | 放线菌 | 真菌 |
|--|--------|------|------|
| 整理前土壤微生物的数量 $\times 10^6$ 个 $\cdot \text{kg}^{-1}$ | 126.19 | 3.15 | 6.01 |
| 整理后土壤微生物的数量 $\times 10^6$ 个 $\cdot \text{kg}^{-1}$ | 85.46 | 2.48 | 3.78 |
| 整理前后土壤微生物的数量的变化 $\%$ | 32.3 | 21.3 | 37.1 |

2 农地整理对生境的影响

2.1 农地整理工程中水泥的大量使用影响了农田

物种扩散

我国农地整理过程中路、沟、渠大量铺筑水泥, 追求“混凝土化和高品位”的设计, 这既增加了投资, 又影响了生态的保护。殊不知多一片混凝土就少一份天然绿地, 多一片水泥就多失去一分寄养野生动植物的栖息之所, 多一条水泥铺筑的道路、排水沟和灌水渠, 孤立的嵌块体栖息地数量将会成倍地增加。而生物生境的破坏和孤立的嵌块体栖息地数量的增加会在一定程度上阻碍农田物种扩散, 使群体趋向不稳定, 导致生物多样性的下降。

2.2 沟渠和河道的规划设计及建设使生物栖息地环境退化

目前的农地整理着重于耕地面积的增加, 通行的方便, 因而经常出现原有河道的截弯取直工程, 使生物栖息地减少; 沟渠的规划设计也都以水流的顺畅, 输水、排水功能和水资源利用率的提高为主要要求, 往往将沟渠设计成沟渠身笔直、沟渠底平坦, 水流流速适中, 沟渠底不冲不淤, 这使沟渠中具有涵养万物的水很易流失, 并经常处于干枯无水状态。这种缺乏生物栖息环境意识, 忽略河道和沟渠生态平衡功能的农地整理工程建设, 更增加田沟渠道与生态结合的困难, 不利于野生动物的生存、繁衍, 不利于土地资源的可持续利用。

3 农地整理对农业生态系统稳定性的影响

农田中生物种群与其赖以生存的农业生态环境构成了农业生态系统。因而农地整理对土壤以及生物多样性的影响最终又影响到农业生态系统。

3.1 农地整理对农业生态系统中生物竞争机制的影响

现有动植物所表现出的顽强生存能力和优美的生长态势完全是生存竞争和自然选择的结果。在由许多生物种群构成的生态系统中, 生物间为争夺水分、养分和生存空间的斗争是十分激烈的。能否获得生存所需要的水分、养分、光照和 CO_2 以及有利的生存空间关系到物种是否能延续和繁衍。但生存竞争又推动了生物的进化, 并提高了生物自身对环境的生存适应能力。由于农地整理造成了农田中生物的统一化, 因而影响了农业生态系统中生物间的竞争机制, 使生物适应能力下降, 并在某种程度上影响生物的进化。

3.2 农地整理对农业生态系统的缓冲和补偿能力的影响

在生物多样性的生态系统中, 不同的植物种类都有其特有的抗病虫和自然灾害的能力。无论何种病虫害和自然灾害都很难攻击所有生物种类。这样, 当一种或几种生物种类受病虫害和自然灾害侵袭时, 另一些生物种类会快速生长, 弥补其生存空间, 通过物种间的调整使整个生态系统的生物总量保持不变。生物种类越多, 缓冲和补偿能力就越强。调查表明农地整理将会减少农业生态系统中的生物种类, 这必然导致农业生态系统缓冲和补偿能力的退化。

3.3 农地整理对农业生态系统抵御虫害能力的影响

这种影响主要包括以下两个方面: 在多样性农业生态系统中, 多样化的作物栽植能散发出混合气味, 并且对害虫的视觉定向有很大的干扰作用, 促使害虫在定殖过程中产生紊乱、拮抗和排斥作用。农地整理造成作物单一化, 影响作物对害虫定殖的阻碍机制, 使害虫定殖的难度降低。当间作作物或杂草都是某些害虫的合适寄生物时, 害虫除危害主要作物外, 同时危害次要作物或杂草, 从而降低害虫对主要作物的危害程度。因此农地整理对生物多样性的影响也间接影响到生物多样性对害虫的转移作用。如甘蔗地中的杂草被除干净后, 玉米蚜的无翅蚜便转移到平时并不喜欢的甘蔗上取食, 并传播花叶病毒。Baliddawa 在总结了 63 个研究案例后提出了这样的结论: 作物与杂草混合的系统比作物与作物间作的系统更能增加天敌。在作物与杂草混合的系统中, 有 56% 的案例显示害虫种群的下降是由天敌造成的。因此, 农地整理对害虫天敌生境的破坏必然导致害虫天敌数量的下降。

3.4 农地整理对农业生态系统稳定性和改善环境能力的影响

农地整理往往造成农田作物单一化, 进而影响到农业生态稳定性和改善环境的能力。具体表现在:

对蓄水保土能力的影响。大面积的林木与植被既能储蓄水分, 又能调节水分和湿度, 维持着自然界的水循环。反之将间接地影响土地的质量及物种和生态系统多样性, 加剧自然灾害的危害程度。对防风固沙、调节气候能力的影响。植被和林木作为防护屏障, 起到防风固沙的作用; 并且可以降低年平均温度, 缩小年温差和日温差, 减缓温度变化的剧烈程度。农田水利建设只重视修路建渠、建筑水库等工程措施, 而忽视山地造林、种草等水土保持的生物措

施,会造成水土流失、水库淤积、河床抬高、旱涝灾害频繁;而不适当的洼塘填埋也会产生土地滞洪能力的下降。

4 生态环境保育型农地整理模式

目前,生态环境保育型的土地利用^[3,4]和土地整理在全世界已被广泛重视。随着社会经济发展,土地资源的生产能力和景观生态环境必须满足人类生活水平不断提高的要求。生态环境保育型土地整理作为实现土地资源可持续利用的具体措施和手段,必须遵循可持续发展的基本原理,即坚持不破坏土地生态环境系统为基本前提,立足于人类的持续生态这个核心基础,保证土地利用在生态阈限之内,保证农地整理在生态环境容许限度之内进行。通过开展生态环境保育型土地整理,使村庄集中、坟地迁移、田块平整、林木成网、路渠配套,既改变地形地貌,又改变水土结构和农田小气候,尽可能增加有效耕地面积和旱涝保收面积。同时通过土地整理使各种生物在人类的维护之下持续繁衍,与人类共存于大自然之间,使土地生态环境得到明显的改善。

依据国外土地整理经验,结合我国的实际情况,笔者提出我国生态环境保育型土地整理模式设计方法。

4.1 生态环境保育型农地整理结构的设计

开展农地整理时,必须注重生态环境,保留和重新归整出一些景观要素(如灌木丛、片状生物群落等),建立起一种根据各生物类群的生物学、生态学特性和生物之间的共生关系而合理组合的生态农业系统。该系统能使处于不同生态位的各生物类群在系统中各得其所,相得益彰,更好地利用太阳能、水分和矿物质营养元素,并建立一个空间上多层次、时间上多序列的产业结构,从而获得较高的经济效益和生态效益。根据生物的类型、生境的差异,农地整理结构规划设计可以通过以下两种方式进行。

1) 条带型结构设计 条带型结构包括条型结构和带型结构。条型结构地块的大小保持在大约长400~600 m,宽不超过150~200 m的规模^[5,6],它主要表现为树篱、防护林、草皮(带)、篱笆、沟渠、道路、作物边界等结构,对保持农田中较多的物种数量具有重要作用。带型结构的宽度一般应为10~30 m,这种结构中应包括散生树木、树丛、小池塘等多种复合结构,它能为物种提供缓冲生境^[7]。

2) 岛屿型结构 岛屿型结构包括内部岛屿型

结构和外部岛屿型结构。其中:内部岛屿型结构是适用于大面积中的一种块状结构类型,其面积通常不小于40~50 hm²^[8]。建立这种内部景观结构的目的是保护位于农田中的特殊地块如小片洼地、水体岸边、侵蚀沟等特殊生境,使其不受强烈的农业生产活动如施肥、农药使用等的影响;另外还包括由菜园、林地和居民点构成的大型岛屿。外部岛屿型结构是一种将未强烈利用的(如割草草地等)或未被利用的生态系统(如森林等)与农田生态系统相互隔离而设立的块状结构,其目的方面在于保护纯自然环境条件下的物种,另一方面在于保护开阔地生境条件下的物种,使其不受农业活动中施肥、农药使用等过程的影响。

4.2 生态环境保育型道路设计

农地整理过程中的道路包括干道、支道、田间道和生产路,干道、支道服务于农村、农业,连接村与镇和村与村,交通流量较大,应以水泥或碎石铺面;田间道和生产道主要服务于农业生产,且数量大,对农田生态环境影响也较大。因此生态环境保育型田间道的设计模式应以土料铺面为主,辅以石料,生产路的设计应以土料铺面,以有利于花草生存,并使其成为野生动植物的栖息之所,促进物种的多样性。

4.3 生态环境保育型河渠沟设计

生态环境保育型河渠沟设计应尽可能保留河道原有自然风貌,减少人为改造,在河道两侧多栽种树木;保留一定数量和面积的沟塘和低洼地,为野生植物留下一片合适的栖息场所和生存、繁衍的空间环境,促进生态的永续发展。沟渠的设计应使其边坡较缓,并铺以天然材料,以减低水位变化所带来的生态冲击。在情况允许的条件下应设计复式断面,在沟渠底部铺设一条弯曲的小渠道,以容纳低水位时的流量,提供低水位时沟渠内动植物的栖息场所;或者,将底部设计成有一定起伏变化的沟渠,以稳定水温,提供多样化的渠底栖息环境,使底槽的生物永续生存。

【参 考 文 献】

- [1] 叶艳妹,吴次芳.我国农村居民点整理的潜力、运作模式与政策选择[J].农业经济问题,1998,(10).
- [2] Erich Wei B. 联邦德国的乡村土地整理[M].贾生华译.北京:中国农业出版社,1999.
- [3] Baudry J. Landscape dynamics and farming systems: problems of relating patterns and prediction ecological changes[M]. In: Brunce & Ryszkowski & Paoletti

- (eds). *Landscape Ecology and Agroecosystem* [M]. Amsterdam; Lewis Publishers, 1993.
- [4] Baudry J. Interactions between agricultural and ecological systems at the landscape level [J]. *Agricultural Ecosystems Environment*, 1989, 27: 119~ 130.
- [5] Heydemann B. Aufbau von Ökosystemen im Agrarbereich und ihre langfristigen Veränderungen [C]. *Daten und Dokumente zum Umweltschutz Sonderreihe Umwelttagung 1983*(35).
- [6] Kunzmann G, Harrach T, Vollrath H. Artenvielfalt und gefährdete Arten von Grünlandgesellschaften in Abhängigkeit vom Feuchtegrad des Standortes [J]. *Natur und Landschaft*, 1985, 60(12).
- [7] Głowacinski Z. Polish red data book of animals. Państwowe wydawnictwo rolnicze i Lesne [S]. Warszawa 1992.
- [8] Breitschuh G, Eckert H. Effiziente und umweltverträgliche Landnutzung (EULANA) [R]. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft [Hrsg.]: Berichte der TLL Gena, 1994(10).

Influence of Farm land Consolidation Engineering on Farm land Ecology and Its Model Design of Eco-environmental Care

Ye Yammei, Wu Cifang, Huang Honghong

(College of Southeast Land Management, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

Abstract: It has been shown that unsuitable farm land consolidation engineering has a negative influence on soil characteristics, biological diversity and stability of ecological system. It does not only cause the decline of available phosphorus, available potassium and active organic matter in soil, the decrease in soil microbes, and environmental degradation of biological habitat, but also causes the decline of buffer capacity, compensation ability and resistance disaster ability of agricultural ecological system. Therefore the methods of eco-environmental care design in farm land consolidation structure, road, irrigation canals and ditches were put forward.

Key words: farm land consolidation; farm land ecology; eco-environmental care; model design