

浙江省标准农田地力与评价^①

陈一定¹, 单英杰¹, 顾培², 沈仁芳²

(1 浙江省土肥站, 杭州 310020; 2 土壤与农业可持续发展国家重点实验室(中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008)

摘要: 通过对浙江省 66.7 万 hm^2 标准农田耕层土壤抽样调查研究, 按照标准农田建设现状, 选择 14 个评价指标, 运用专家经验法, 确定指标权重, 以综合地力指数将浙江省标准农田评定为 5 个等级。浙江省标准农田土壤表层砾石含量少, 耕作层砂、黏适中, 耕性尚可; 与全国第二次土壤普查的结果相比, 表现出土壤紧实的趋势, 土壤有机质略有下降, 酸性变强, 有效 P、速效 K 增加, 但含量分异加大。通过调查与评价, 标准农田以二等和三等田为主, 占调查样本的 85% 左右。该结果将为今后的标准农田建设和培肥地力提供科学依据。

关键词: 标准农田; 土壤肥力; 地力评价

中图分类号: S158; S159

提高粮食综合生产能力, 确保粮食生产安全, 是全社会共同关注的问题^[1-5]。为此, 浙江省自 1998 年开始, 通过土地整理等, 进行农田土地平整和田间水利设施、田间道路、田间防护林等建设, 达到田成方、渠相通、路相连、林成网、灌得进、排得出的要求, 使农田生产条件得到明显改善。到 2002 年, 已建成 66.7 万 hm^2 左右的标准农田。

通过标准农田建设, 浙江省农田硬件设施得到明显改善, 而土地平整或利用方式的改变, 在一定程度上改变了原有土壤立地条件与管理模式。为了解标准农田地力状况, 2004 年在全省范围(除舟山以外)选择有代表性的建德、富阳、临安、慈溪、苍南、乐清、瑞安、嵊州、长兴、秀洲、海盐、海宁、兰溪、衢江、江山、莲都、温岭等 17 个县(市、区)为土壤调查样点区, 开展标准农田地力调查与评价研究。

1 材料与方法

1.1 样品采集

根据目前标准农田建设现状, 将标准农田类型划分为: 多年种植农田、平整后农田(平整前为水田)、旱改水(平整前为旱地)、溪滩地(平整前为溪滩地, 平整时加客土, 时间在 3 年以内)、围垦后经改良已种植农田(平整前为海涂, 平整为农田达 5 年以上)、新围垦地(平整前为海涂, 平整为农田在 5 年以内)。土壤样品取样点按标准农田类型而定, 各县(市、区)取样时每一标准农田类型样品数不少于 10 个, 每个样

品代表面积最大不超过 133.3 hm^2 , 各县(市)所取样品数在 50 个以上, 共取土壤样品 1824 个, 面积约 15.3 万 hm^2 , 平均每个土样代表面积约 80 hm^2 。取样时间为 2004 年 1—2 月份。按取样技术规范要求^[6], 取耕层土壤, 经纬度用 GPS 定位, 同时进行种植制度、农户施肥情况等调查。

1.2 样品分析测定方法

土壤样品风干、磨碎并按分析项目要求过筛。土壤体积质量(容重)采用环刀法, 质地按国际制颗粒分组标准测定; 土壤 pH 测定采用蒸馏水浸提玻璃电极法, 土壤有机质测定采用 $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 氧化容量法, 土壤有效 P 测定采用氟化铵-稀盐酸浸提(酸性土)或碳酸氢钠浸提(石灰性土)分光光度法, 土壤速效 K 测定采用乙酸铵浸提火焰光度法, 土壤阳离子交换量测定采用乙酸铵交换容量法, 土壤全盐量测定采用水浸提重量法。标准农田类型、基础产量、抗旱能力为定性调查与查访相结合。详细分析方法参见文献^[7]。

2 土壤质量评价

2.1 评价指标体系的选择

根据浙江省标准农田的立地条件、土壤理化性状、土壤管理现状, 选择标准农田类型、地表砾石度、耕层厚度、质地、体积质量、pH、阳离子交换量(CEC)、有机质、有效 P、速效 K、基础产量、排涝(抗旱)能力、主要障碍因子等 14 个指标组成浙江省标准农田土壤质量的地力评价指标体系。

①基金项目: 国家重点基础研究规划(973)项目(2002CB410811)资助。

作者简介: 陈一定(1964—), 女, 浙江慈溪人, 高级农艺师。E-mail: chenyd291@sohu.com

2.2 指标权重的确定

2.2.1 评价指标数据化 按浙江省土壤养分等级状况^[8], 经专家评估比较, 确定各指标对标准农田生产能力的不同水平分值, 最好的为 1, 最差的为 0.1,

具体设置值见表 1。

2.2.2 指标权重的确定 应用专家经验法, 确定各指标权重, 其中主要障碍因子作为限制因子, 降一个等级 (表 2)。

表 1 农田评价指标水平分值
Table 1 Farmland evaluation indexes value

标准农田类型	水平 分值	地表砾石度 (1mm 以上%) 分值	水平 分值	耕层厚度 (cm) 分值	水平 分值	质地 分值	水平 分值	体积质量 (g/cm ³) 分值	水平 分值	pH 值 分值	水平 分值	CEC (cmol/kg) 分值	水平 分值
多年种植农田	1.0	≤5.0	1	≤8.0	0.3	砂土	0.5	≤1.00	1.0	≤4.50	0.2	≤5.0	0.2
平整后农田	0.7	5.1~15.0	0.5	8.1~12.0	0.6	壤土	0.9	1.01~1.20	0.8	4.51~5.50	0.4	5.1~10.0	0.4
围垦后农田	0.7	>15.1	0.2	12.1~16.0	0.8	黏壤土	1.0	1.21~1.40	0.6	5.51~6.50	0.8	10.1~15.0	0.6
早改水	0.6			16.1~20.0	0.9	黏土	0.6	>1.40	0.4	6.51~7.50	1.0	15.1~20.0	0.8
溪滩地	0.4			>20.0	1.0					7.51~8.50	0.7	20.1~25.0	0.9
新围垦地	0.3									>8.50	0.2	>25.0	1.0

全盐量 (g/kg)	水平 分值	有机质 (g/kg)	水平 分值	有效 P (mg/kg)	水平 分值	速效 K (mg/kg)	水平 分值	基础产量 (t/hm ²)	水平 分值	排涝 能力	水平 分值	抗旱能力 分值	水平分 值
≤1.0	1.0	≤10	0.3	≤5	0.2	≤50	0.2	≤3.0	0.2	一日暴雨一日排出	1.0	>70 天	1.0
1.1~2.0	0.8	10.1~20.0	0.5	5.1~10.0	0.5	50.1~80.0	0.4	3.9~4.5	0.4	一日暴雨二日排出	0.6	51~70 天	0.8
2.1~3.0	0.6	20.1~30.0	0.8	10.1~15.0	0.8	80.1~100.0	0.6	4.5~6.0	0.6	一日暴雨三日排出	0.2	31~50 天	0.4
3.1~4.0	0.3	30.1~40.0	1.0	15.1~20.0	0.9	100.1~150.0	0.8	6.0~7.5	0.8			<30 天	0.2
4.1~5.0	0.2	40.1~50.0	0.9	20.1~30.0	1.0	150.1~200.0	0.9	7.5~9.0	0.9				
>5.0	0.1	>50.0	0.8	30.1~40.0	0.9	>200.0	1.0	>9.0	1.0				
				>40	0.8								

表 2 各指标权重系数
Table 2 Weight of each evaluation index

指 标	权重	指 标	权重
标准农田类型	0.13	全盐量	0.04
地表砾石度	0.03	有机质	0.08
耕层厚度	0.06	有效 p	0.04
质地	0.06	速效 k	0.08
体积质量	0.08	基础产量	0.15
pH	0.04	排涝 (抗旱) 能力	0.13
CEC	0.08	主要障碍因子	降一个等级

2.3 综合地力指数计算与评价

应用加法与乘法结合模型, 计算每个评价单元的生产性能综合指数, 应用等距法确定标准农田地力综合指数分级方案, 将浙江省标准农田土壤的质量评定为 5 个等级 (表 3)。

平均在 2.2%。这主要是由于新建的标准农田绝大部分是在原有基本农田的基础上建成的。

表 3 标准农田等级综合指标值

Table 3 Comprehensive productivity indexes for classification of HQPF

等级	综合地力指数
一等地	≥0.91
二等地	0.81~0.90
三等地	0.71~0.80
四等地	0.61~0.70
五等地	≤0.60

3 结果与分析

3.1 土壤物理性质

3.1.1 土壤地表砾石度 总体上浙江省标准农田地表砾石度小, 有 90% 的标准农田地表砾石度 <5%,

3.1.2 土壤耕层厚度 图 1 表明，浙江省标准农田土壤耕层厚度以 12.1~16.0 cm 为主，>20 cm 的只占标准农田的少数 (7%)，平均 15.7cm，与 20 年前的第二次土壤普查结果相比^[8]，耕层厚度基本持平。

3.1.3 土壤质地 图 2 显示，浙江省标准农田土壤质地以壤土和黏壤土为主，“砂、黏适中”，耕性尚可，便于耕作。

3.1.4 土壤体积质量 从图 3 中可以看出，近 1/3 的标准农田土壤相对比较疏松，但也有 41% 的土壤比

较坚实；平均土壤体积质量为 1.114 g/cm³，与第二次土壤普查相比^[8]，土壤有紧实发展的趋势。这与机械收割、免耕、少施有机肥密切相关。

3.2 土壤化学性质

3.2.1 土壤 pH 值 浙江省标准农田的土壤以微酸性为主，占这次土壤样品的 41%，强酸性土壤 (pH 4.51~5.50) 占了近 1/3，只有 16% 的土壤是中性的，与第二次土壤普查相比^[8]，强酸性土壤提高了二成，即土壤趋向偏酸，这可能与长期单一施用生理酸性肥料、少施用有机肥有关 (图 4)。

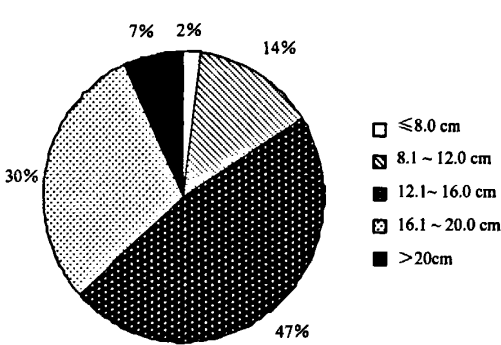


图 1 不同耕层厚度样品数量分布图

Fig. 1 Distribution pattern of soil samples for different depths of ploughed layer

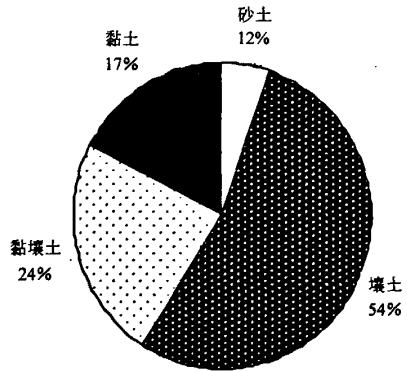


图 2 不同质地样品数量分布图

Fig. 2 Distribution pattern of soil samples for soil textures

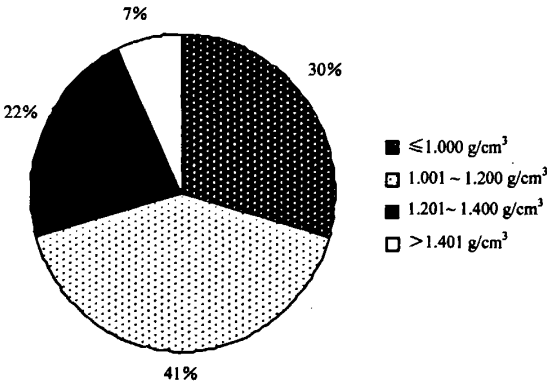


图 3 不同等级体积质量样品数量分布图

Fig. 3 Distribution pattern of soil samples for soil bulk density

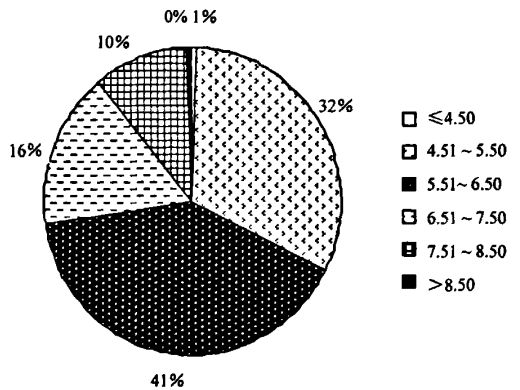


图 4 土壤 pH 值样品数量分布图

Fig. 4 Distribution pattern of soil samples for different soil pH ranges

3.2.2 土壤 CEC 浙江省标准农田的土壤 CEC 集中在 10.01~15.00 cmol/kg，占了调查样本的近一半，>20.0 cmol/kg 的土壤不到 1/10，平均只有 12.8 cmol/kg (图 5)，表明土壤供肥性能相对较差。

3.2.3 土壤全盐量 浙江省标准农田有 90% 的土壤全盐量 <1 g/kg，全盐量 >2 g/kg 的土壤只占 1%，

盐分对作物的威胁力相对较小，这与标准农田内种植的作物主要以水稻为主密切相关。

3.2.4 土壤有机质 由图 6 有机质含量可以看出，浙江省标准农田土壤有机质 30.1~40.0 g/kg 的土壤有 29%，以有机质含量为 20.1~40.0 g/kg 的土壤占主导地位，平均 28.7 g/kg，与第二次土壤普查的水稻土有

机质含量 31.9 g/kg 相比^[8], 有机质含量下降近一成。

3.2.5 土壤有效 P 图 7 表明, 标准农田土壤有效 P < 10 mg/kg 的土壤占一半, 1/4 土壤严重缺 P, 与第二次土壤普查时的有效 P 含量相比, 缺 P 面积减少了 15% 左右; 同时有效 P > 40.0 mg/kg 的土壤占一成以上, 土壤有效 P 的变幅较大。对原始数据分析发现, 有效 P 的富集与缺乏相差甚至可达 50 倍, 这与人为的耕作施肥是分不开的。

3.2.6 土壤速效 K 从图 8 可以看出, 标准农田的土壤速效 K 相对缺乏, 潜在缺 K 区 (80.1 ~ 100.0 mg/kg) 为 16.1%, 缺 K 区域 (50.1 ~ 80.0 mg/kg) 占 2/5, 极缺区 (< 50 mg/kg) 达 15.2%, 即缺 K 范围达 2/3 以上 (72.5%), 但与第二次土壤普查结果相比, 土壤速效 K 含量有提高的趋势^[8], 也产生一些土壤速效 K 含量 > 300 mg/kg 的样品, 甚至 > 500 mg/kg 以上, 这些为菜园地 (也在标准农田范围内), 是 K 富集之地。

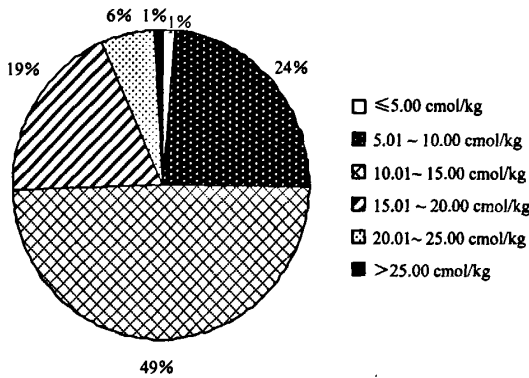


图 5 土壤 CEC 含量样品数量分布图

Fig. 5 Distribution pattern of soil samples for soil CEC

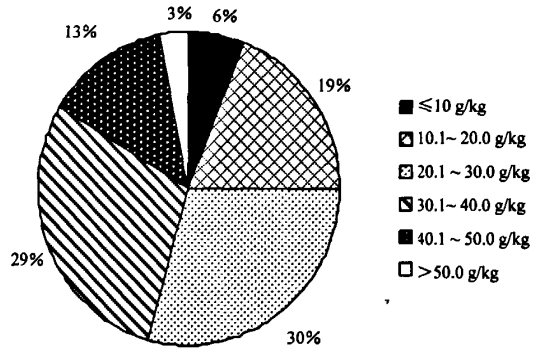


图 6 土壤有机质含量样品数量分布图

Fig. 6 Distribution pattern of soil samples for soil organic matter concentration

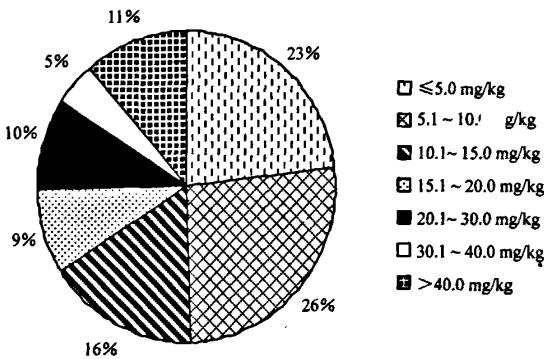


图 7 土壤有效 P 含量样品数量分布图

Fig. 7 Distribution pattern of soil samples for soil available phosphorus concentration

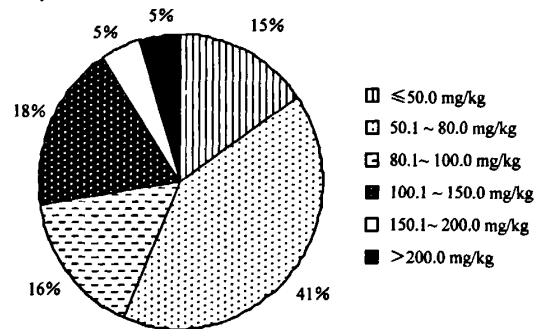


图 8 土壤速效 K 含量样品数量分布图

Fig. 8 Distribution pattern of soil samples for soil available potassium concentration

3.3 立地条件与土壤管理

3.3.1 标准农田类型 标准农田建设过程中, 3/4 的农田未翻动, 耕层土壤保持原有的状态, 即标准农田类型较好, 以多年种植为主。

3.3.2 基础产量 标准农田的基础产量 (晚稻) 有六成是在 6.0 ~ 7.0 t/hm², 二成是 7.5 ~ 9.0 t/hm², 即 80%

的标准农田产量在 6.0 t/hm² 以上, 总体属于中高产区。

3.3.3 排涝 (抗旱) 能力 通过标准农田的建设, 80% 的农田可以达到旱涝保收, 即抗旱能力在 70 天以上, 一日暴雨一天排出的程度。

3.4 综合地力等级

根据上述结果计算出综合地力指数, 据此评定, 浙江省标准农田以二等和三等地为主, 综合生产能力高的一等地偏少, 同时由于生产能力的改善, 五等地所占的比例也较低(图9)。

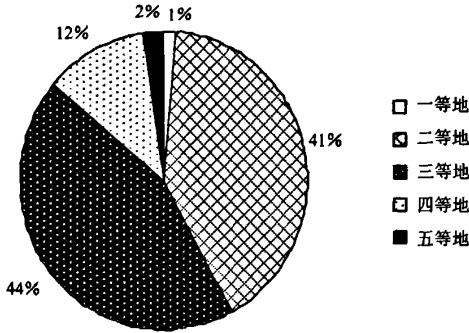


图9 不同标准农田地力等级样品数

Fig. 9 Distribution pattern of soil samples for comprehensive productivity

4 结论

4.1 土壤物理性能

标准农田的建设, 基本能保持土壤砾石度、耕层厚度和质地的性状, 但人为的耕作方式, 使土壤变得相对紧实。

4.2 土壤化学性质

标准农田土壤有效P、速效K有提高的趋势, 但土壤有机质下降, 酸化趋势加剧, 土壤供肥性能减弱。

4.3 立地条件与土壤管理

通过标准农田建设, 改善了农田小环境, 排涝抗旱能力得以加强, 基础产量相对稳定。

4.4 综合地力等级

浙江省标准农田的综合地力等级以二等与三等为主。

参考文献:

- [1] 龚子同, 陈鸿昭, 张甘露, 赵玉国. 中国土壤资源特点与粮食安全问题. 生态环境, 2005, 14(5): 783-788
- [2] 赵其国. 建设江西优质粮仓确保国家粮食安全. 土壤, 2005, 37(3): 225-229
- [3] 王长松, 刘桂芳, 陈莉萍, 孔祥英, 翟付凤, 杨家保, 王永弟. 仪征市30年耕地养分时空变化趋势及其与粮食安全生产的关系. 土壤, 2005, 37(6): 683-687
- [4] 徐富安, 赵炳祥. 封丘地区粮食生产水分利用效率历史演变及其潜力分析. 土壤学报, 2001, 38(4): 491-497
- [5] 骆永明, 滕应. 我国土壤污染退化状况及防治对策. 土壤, 2006, 38(5): 505-508
- [6] 全国土壤普查办公室. 中国土壤普查技术. 北京: 农业出版社, 1992
- [7] 中国土壤学会编著. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业科技出版社, 1993
- [8] 浙江省土壤普查办公室. 浙江土壤. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1994

Productivity of High Quality Prime Farmland and Its Evaluation in Zhejiang Province

CHEN Yi-ding¹, SHAN Ying-jie¹, GU Pei², SHEN Ren-fang²

(1 Zhejiang Soil and Fertilizer Station, Hangzhou 310020, China; 2 State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture

(Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences), Nanjing 210008, China)

Abstract: Tillage layer soils obtained by the spot check samplings were used to investigate the productivity of 0.667 Mhm² high quality prime farmland (HQPF) in Zhejiang Province. The soil productivity was classified into 5 grades based on their comprehensive productivity index which was calculated from 14 descriptive indexes of land characters and their respective weights. The results showed that in the topsoil of HQPF, the gravel concentration was low, sand/clay ratio was in medium. Compared to the data of the 2nd national soil survey in 1980s, the soil compaction, soil acidity, available phosphorus and available potassium in soils were increased, and the organic matter was lowered. While the variability of available phosphorus and potassium concentration became greater. HQPFs were mainly consisting of Grade 2 and Grade 3, which occupied 85% of all soil samples. The investigation and the evaluation will provide scientific reference for the construction of HQPF and increasing soil productivity.

Key words: High quality prime farmland, Soil fertility, Soil productivity evaluation