

江苏省域耕地后备资源潜力空间分布与开发组合研究^①

王亚坤, 周生路*, 张红富, 吴绍华

(南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210093)

摘要: 耕地后备资源的开发利用是补充耕地、确保耕地总量动态平衡与国家粮食安全的重要措施。本文在农用地分等成果基础上, 采用 GIS 支持的空间图形分析和两维图论聚类等方法, 对江苏省域耕地后备资源潜力空间分布与开发组合进行了研究, 揭示该省耕地后备资源的质量潜力区域分异明显, 其中农地整理类潜力苏北>苏中>苏南, 而其他三类(农村建设用地整理、土地复垦、未利用地开发)则苏南>苏中>苏北; 以县级行政区为单元, 根据地域潜力相似性等建立了全省耕地后备资源的开发组合序列, 为该省耕地后备资源的合理开发利用尤其是优先开发区域的确定提供了科学依据。

关键词: 耕地后备资源; 空间分布; 开发组合; 江苏省

中图分类号: F301.2

土地是人类赖以生存的基础, 而耕地又是土地的精华。当前, 我国社会经济迅速发展, 城市化及工业化占用耕地持续不可避免, 耕地大量减少已经并将持续严重威胁国家粮食和经济安全^[1-3]。而有序合理开发、复垦耕地后备资源, 是补充耕地、确保耕地总量动态平衡的主要途径^[4-6]。为此, 本文拟以江苏省为例, 在农用地分等研究成果基础上, 采用GIS支持的空间图形分析、空间两维图论聚类等方法, 对该省耕地后备资源潜力空间分布及其开发组合序列进行研究, 以期为区域耕地后备资源的合理开发利用提供依据。

1 研究区概况

江苏省地处中国大陆东部中纬度滨海地区, 介于 116°18'~121°57' E, 30°45'~35°20' N之间; 东濒黄海, 西连安徽, 北接山东, 东南与浙江和上海毗邻; 地处沿海经济带、长江经济带、欧亚大陆桥(陇海-兰新铁路)经济带的结合部。土地总面积为 10.26 万 km², 境内地形以平原、水面为主, 面积分别为 7.06 万 km² 和 1.73 万 km², 两者分别占全省总面积的 68.81% 和 16.86%。全省自然、经济条件优越, 农业利用历史悠久, 农用地资源质量较好, 土地开发程度高。

本研究以县级行政区为单元, 并将耕地后备资源分为农地整理、农村建设用地整理、土地复垦、未利用地开发 4 种类型。

2 研究思路与方法

首先, 根据江苏全省各市县土地利用现状调查与年度变更、耕地后备资源调查、土地利用总体规划等资料, 并经补充调查得到各单元可被开发利用的耕地后备资源的数量与分布状况; 其次, 参照“江苏省农用地分等研究”成果^[7], 以及各类后备资源所在市县中等质量的农地条件, 确定耕地后备资源的影响因素及其权重, 并采用面积加权求和法计算得到各单元对应耕地后备资源自然质量综合分值及自然质量等、利用质量等和经济质量等指数; 再次, 采用空间图形分析方法绘制各单元耕地自然质量与利用质量潜力指数专题图, 并分析其空间分布状况; 最后, 应用DPS数据处理软件下的两维图论聚类分析工具, 建立全省各市县耕地后备资源开发组合序列。

其中, 空间图形分析方法基于GIS技术进行, 包括底图数字化、原始数据输入、图形叠置等过程。耕地后备资源开发组合两维图论聚类分析, 将GIS空间分析方法与图论的树算法相结合, 操作过程包括: ①利用GIS软件Arcview3.0进行全省行政区划图配准, 提取各单元的地理坐标, 并进行空间相关性分析; ②借助软件DPS数据处理系统^[8], 根据图的几何概念^[9], 采用图论最小树法求得一个最小生成树, 然后根据分异区内小、区间大的原则, 选择适当的A值, 将最小

①基金项目: 江苏省重大软科学项目([2007]80)资助。

* 通讯作者(zhouisl@nju.edu.cn)

作者简介: 王亚坤(1985—), 女, 内蒙古赤峰人, 硕士研究生, 主要从事土地利用与土地规划等方面的研究。E-mail:wangyakunxiaoya@163.com

生成树分割成 m 个子树,即将研究区域分成 m 个区域。 A 值的数学表达式如下:

$$A > \max \{d(V_i, V_j) | V_i, V_j \in U_i\} \quad (1)$$

式中, A 为一常数(内部一致性), $d(V_i, V_j)$ 为分区单元 V_i 和 V_j 之间的关联度量; ③采用加权连通图表示分区,生成各分区单元相互关系的网络图。

4 种类型的耕地后备资源中,农地整理主要为内涵挖潜,而农村建设用地整理、土地复垦、未利用地开发则内涵、外延挖潜并举。由于经济条件优越,开发历史悠久,江苏土地已得到很高程度的开发利用,因此农地整理、提高耕地质量是今后进一步开发利用耕地后备资源的主要途径。为此,耕地后备资源潜力分析中,将农地整理作为一大类,其他3种(农村建设用地整理、土地复垦、未利用地开发)归为另一大类,统称为其他3类后备资源。

3 耕地后备资源的质量潜力与空间分布

本文耕地后备资源自然、利用质量(指数)分别通过反映耕地生产率高低的自然、利用质量等指数来表征,即在最优自然条件下,技术因素所决定的农作物所能达到的最高产量及在正常的自然、技术条件下,由政策、投入等因素决定的正常年景下农作物能够获得最高产量。由于篇幅所限,自然、利用质量等指数计算过程具体见参考文献[10]。

3.1 质量潜力分级标准的建立

3.1.1 质量潜力指数测算 根据各类后备资源质量等指数(包括自然、利用质量等指数)计算对应的质量潜力(包括自然、利用质量潜力指数)。其中,农地整理类的质量潜力,是将整理后耕地所能达到的新的质量等指数与原有耕地质量等指数比较计算得到,即:

$$\Delta EU_i = EU_{i整} - EU_{i现} \quad (2)$$

式中, ΔEU_i 为 i 单元农地整理类后备资源质量潜力指数; $EU_{i整}$ 为 i 单元农地整理后耕地所能达到的新的质量等指数; $EU_{i现}$ 为 i 单元耕地当前现有质量等指数。

而其他3类后备资源整理质量潜力全部来自其新增耕地,其开发利用前为非耕地,对应理论产量为0,因此各单元其他3类后备资源的潜力指数为其开发利用后新成耕地的质量等指数。本研究该指数取该单元内末等耕地的质量等指数。

3.1.2 分级标准的确定 利用 SPSS12.0 软件对各单元耕地后备资源的自然潜力指数和利用潜力指数进行 K-Means 聚类分析,并结合潜力指数频率直方图,

最终确定研究区各类后备资源质量潜力分级标准(表1、2)。

表1 农地整理原有耕地质量潜力分级标准

Table 1 Quality potential grading standards of low yield farmland

质量潜力分级	自然质量潜力 (kg/hm ²)	利用质量潜力 (kg/hm ²)
高潜力(I级)	≥7 500	≥9 000
较高潜力(II级)	4 500 ~ 7 500	6 000 ~ 9 000
中潜力(III级)	1 500 ~ 4 500	3 000 ~ 6 000
低潜力(IV级)	<1 500	<3 000

表2 其他3类后备资源质量潜力分级标准

Table 2 Quality potential grading standards of other three farmland reserve resources

质量潜力分级	自然质量潜力 (kg/hm ²)	利用质量潜力 (kg/hm ²)
高潜力(I级)	≥46 500	≥42 000
较高潜力(II级)	43 500 ~ 46 500	39 000 ~ 42 000
中潜力(III级)	40 500 ~ 43 500	36 000 ~ 39 000
低潜力(IV级)	<40 500	<36 000

3.2 农地整理类后备资源质量潜力空间分布

根据表1,应用 GIS 软件,得到全省农地整理类后备资源质量潜力空间分布(图1、2)。

江苏省农地整理类后备资源自然质量潜力、利用质量潜力(图1、2)总体较高,I级区和II级区所占比例在50%以上。在地域分布上,苏南地区,自然质量潜力I、II级区所占比例较小,III、IV级区比例较大,而利用质量潜力I、II级区所占比例较大,III、IV级区比例较小,这与苏南地区经济水平相关,土地的整体利用水平较高,且集中连片,但很大程度上受到自然条件的限制,因此需要着重改良耕地的自然条件;苏中地区没有自然质量潜力I级区,II级区所占比例最大,III、IV级区比例相似,而利用质量潜力大部分地区处于II、III级区,因此苏中地区应注意改善地区的利用条件;苏北大部分地区自然条件都较好,且在地域上集中连片,优势明显,自然质量潜力III、IV级区比例较小,部分市县自然条件有待改良,与自然质量潜力相比,利用质量潜力II级区市县有所增加,I级区相应减少,III级区和IV级区比例基本没有变化。

3.3 其他3类后备资源质量潜力空间分布

根据表2应用 GIS 软件,得到全省其他3类后备资源质量潜力空间分布(图3、4)。

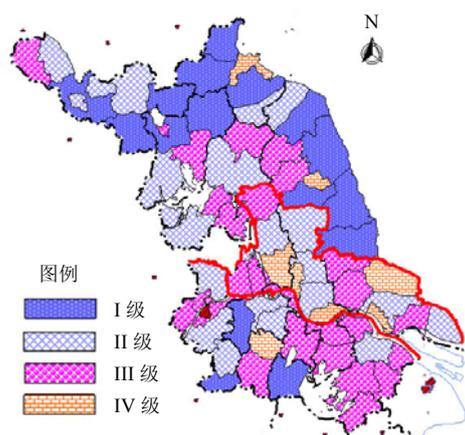


图1 农地整理原耕地自然质量潜力分布

Fig.1 Distribution of natural potential quality of low yield farmland

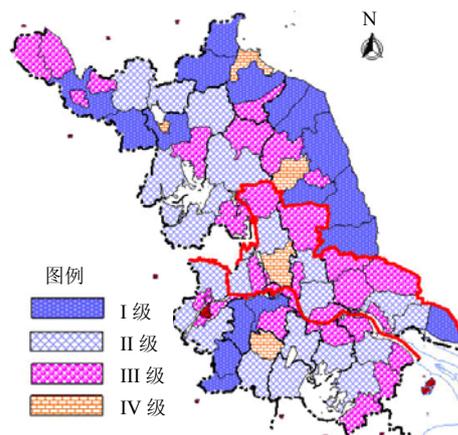


图2 农地整理原耕地利用质量潜力分布

Fig.2 Distribution of utilizable potential quality of low yield farmland

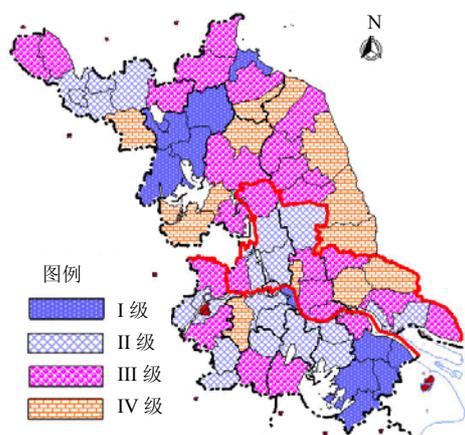


图3 其他3类后备资源自然质量潜力分布

Fig.3 Distribution of natural potential quality of other three farmland reserve resources

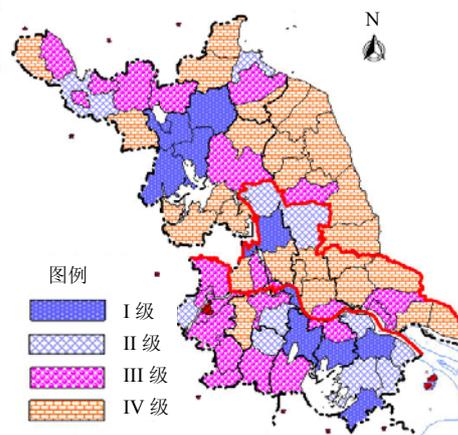


图4 其他3类后备资源利用质量潜力分布

Fig.4 Distribution of utilizable potential quality of other three farmland reserve resources

江苏省其他3类后备资源自然质量潜力、利用质量潜力(图3、4)总体水平较差, I、II级区所占比例较小, 大部分市县处于III和IV级区, III和IV级区所占比例远超过50%, 说明江苏省对于其他3类后备资源的开发和利用整体水平较低, 自然和利用条件均需加强改善力度。在地域分布上, 苏南地区自然质量潜力、利用质量潜力的I级区和II级区所占比例均在60%以上, III和IV级区比例较小; 苏中地区自然质量潜力没有I级区分布, II和III级区比例较大, 而利用质量潜力大部分市县处于IV级区, I、II和III级区各所占比例均较小; 苏北地区III和IV级区比例较高, 在50%以上, 与自然质量潜力相比, 利用质量潜力II和III级区的比例减小, 而IV级区比例相应增多, 利用条件差, 且分布

集中。

4 耕地后备资源开发组合序列分析

4.1 分析方法与结果

本研究选取的分析指标为新增耕地面积、新增耕地率和经济质量等指数。运用DPS数据处理系统的聚类分析模块^[11], 直接对数据执行系统两维有序样本聚类分析, 生成各分区单元间相互关系的网络图(图5)。直接相连的地方表示各单元空间的邻接性和各方面综合条件相似性, 阴影部分表示耕地后备资源的开发优势、数量挖潜能力、最大经济产量均较高且具有地域相似性的单元组合, 在进行后备资源开发利用时可以据此形成较大规模的综合性整理项目。

4.2 开发组合序列分布

4.2.1 农地整理组合序列 从图 5a 看出，苏北地区的盐城、连云港、徐州的大部分地区农地整理开发优势最高，如大丰、射阳、滨海、赣榆、东海一带以及丰县、沛县等地，数量挖潜能力高，可优先开发。优势较低的地方主要分布在苏南地区的太仓、昆山，苏中地区的海门、海安、兴化、江都。处于阴影部分的开发组合主要有：丰县、沛县、铜山、徐州市郊区，邳州，新沂、沭阳、灌云、灌南、东海、赣榆、连云港市郊区，睢宁、宿豫、泗洪、泗阳、盱眙，大丰、射阳、滨海、阜宁、建湖、盐都，仪征、镇江市郊区、句容、六合、浦口、江宁，南通市郊区、通州、海门。

4.2.2 居民点整理组合序列 从图 5b 看出，居民

点整理具有较高优势的市县主要分布在：苏南地区的常熟、苏州市郊区、吴江、无锡市郊区等地；苏中地区的宝应、高邮、兴化、泰兴、海门等地；苏北地区的沭阳、宿城滨海、灌云、赣榆、新沂、宿豫、泗阳，这一大片区域在地域上相对集中连片，开发优势明显。优势较低的市县主要分布在盐城的大丰、盐都、建湖，可相对较后开发。在地域上具有相似性且优势、数量挖潜能力较高，适宜进行规模整理开发的单元组合有：沛县、铜山、邳州、徐州市郊区，新沂、宿豫、沭阳、泗阳、泗洪，东海、赣榆，灌云、灌南，洪泽、宝应，浦口、江宁、南京市郊区，镇江市郊区、丹阳，张家港、常熟，常州市郊区、无锡市郊区、苏州市郊区、吴江，此外，高邮、兴化的优势也较高，但在地域上相对独立，可以根据情况单独开发整理。

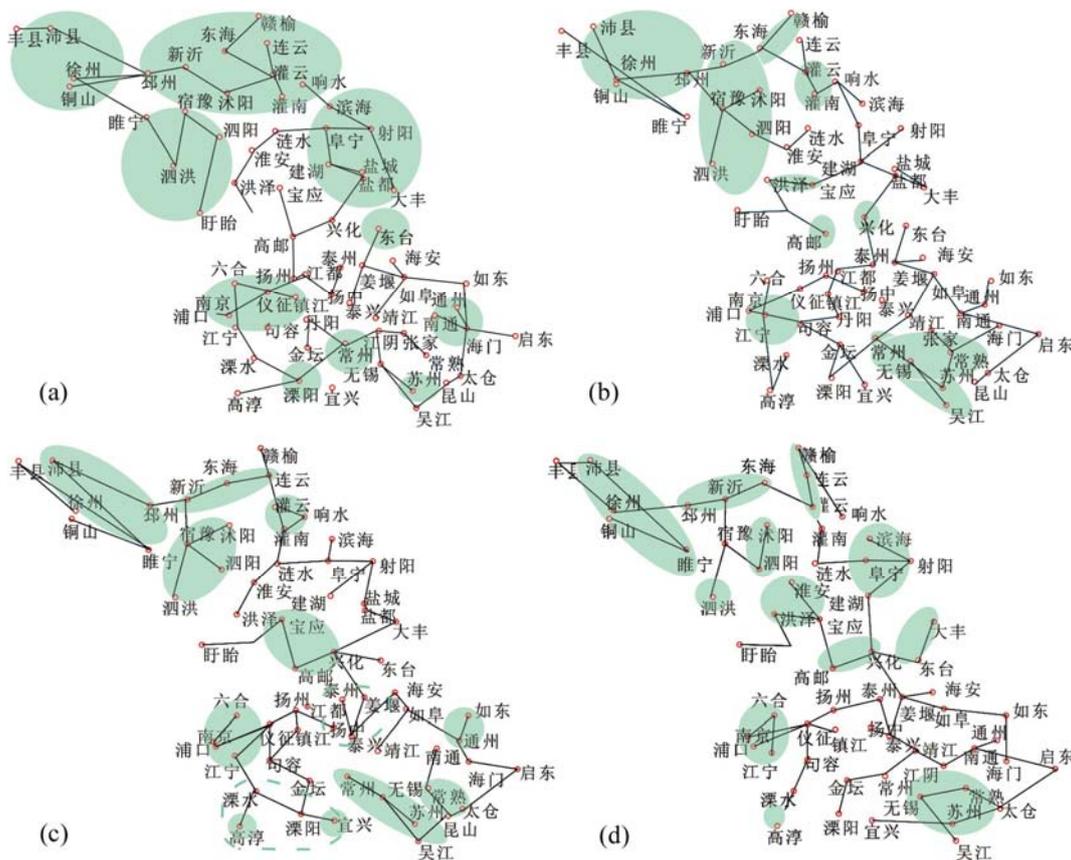


图 5 4 类耕地后备资源开发利用空间聚类图 (a, 农地整理类; b, 农村居民点整理类; c, 土地复垦类; d, 未利用地开发类)

Fig. 5 2-D graphics cluster results of four types of cultivated land reserve resources (a, country farmland consolidation; b, country residential building land consolidation; c, re-cultivated land; d, unutilized land)

4.2.3 土地复垦组合序列 从图 5c 看出，苏南地区的常州市郊区、无锡市郊区、苏州市郊区、吴江，苏中地区的高邮、宝应、兴化、如东、通州，苏北地区，灌云、东海、新沂、邳州、沭阳、响水、灌南等

地区，复垦开发优势较高，可相对重点开发。而优势高且具有地域相似性，适宜形成规模开发的单元组合有：沛县、邳州、睢宁、徐州市郊区，新沂、东海、连云港市郊区，沭阳、宿豫、泗阳、泗洪，灌云、灌

南、响水, 宝应、高邮、兴化, 六合、浦口、江宁、南京市郊区, 如东、通州, 常熟、昆山、太仓, 常州市郊区、无锡市郊区、苏州、吴江, 此外, 宜兴、高淳的复垦优势高, 可以带动其周围一些复垦优势较低的地方, 形成具有一定规模的项目区。

4.2.4 未利用地开发组合序列 从图 5d 看出, 相对重点开发的有: 苏南地区的吴江, 无锡市郊区、常熟、常州市郊区, 苏中地区, 宝应、高邮、兴化, 苏北地区, 洪泽, 滨海, 沭阳、东台、大丰、射阳、建湖等地区。开发优势较低的地方主要分布在溧阳、句容、如皋、如东、连云港市郊区等地区。优势较高且具有地域相似性的地域组合有: 徐州市郊区、沛县、铜山、睢宁, 邳州、新沂、东海, 泗阳、沭阳, 连云港市郊区、赣榆、灌云, 淮安、洪泽、宝应, 射阳、滨海、阜宁、建湖, 兴化、高邮, 大丰、东台, 六合、浦口、江宁、南京市郊区, 无锡市郊区、苏州市郊区、常熟、太仓、吴江, 此外, 泗洪、高淳的优势也较高, 但在地域上相对独立, 可以单独立项进行开发。

5 结论

(1) 江苏不同类型耕地后备资源质量潜力的区域分异明显, 其中, 农地整理类苏北好于苏中, 苏中又好于苏南; 而农村建设用地整理、土地复垦、未利用地开发等其他 3 类则表现出相反的变化规律, 即苏南优于苏中, 苏中又优于苏北。

(2) 采用 GIS 支持的两维图论聚类法进行耕地后备资源开发组合分析, 能够取得较好的运用效果, 根据地域相似性等所建立的江苏省域耕地后备资源开发组合序列, 可以为该省耕地后备资源的合理开发利用尤其是优先开发区域的确定提供科学依据。

参考文献:

- [1] 朱健宁, 吴群. 耕地资源数量变化及其驱动力分析. 土壤, 2008, 40(2): 193-194
- [2] 马克伟, 张巧玲. 认清土地国情珍惜有限土地. 中国农业资源与区划, 2001, 22(3): 20-24
- [3] 张健. 安徽省滁州市耕地数量变化对工业化、城市化响应的差异. 生态与农村环境学报, 2008, 24(3): 12-13
- [4] 李红, 孙丹峰. 北京市耕地后备资源开发利用研究. 国土与自然资源研究, 2000(3): 22-24
- [5] 张鹏顺. 安庆市农业后备资源开发中存在的问题与对策. 安徽农业科学, 2005, 33(9): 1 758-1 760
- [6] 田淑梅. “3S”技术在黑龙江省耕地后备资源调查评价中的应用. 国土资源信息, 2003(4): 22-27
- [7] 周生路, 李如海, 王黎明. 江苏省农用地资源分等研究. 南京: 东南大学出版社, 2005: 62-117
- [8] 唐启义. 实用统计分析及 DPS 数据处理. 北京: 科学出版社, 2002: 333-367
- [9] 谷晓岩, 李凤英, 张燕. 两维图论聚类法在农业区划中的应用. 安徽农学通报, 2009, 15(3): 63-65

Spatial Distribution and Exploitation Combination of Potentiality of Cultivated Land Reserve Resources in Jiangsu Province

WANG Ya-kun, ZHOU Sheng-lu, ZHANG Hong-fu, WU Shao-hua

(School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: The development and utilization of cultivated land reserve resources is important measure to compensate the lost arable land and maintain the dynamic balance of total cultivated land area and food security. We studied the spatial distribution of potentiality and exploitation combination sequence of cultivated land resources of Jiangsu Province by the methods of spatial graphic analysis supported by GIS and the two dimensional graph theory-clustering on the base of results of the agricultural land classification. The results showed the differences of quality potentiality of cultivated land reserve resources in different regions were distinct by evaluating the distribution of potentiality of cultivated land reserve resources in Jiangsu Province. It showed that low yield farmland reserve resources was in an order of northern region>central region>southern region, while the other three types, i.e., rural construction land, land reclamation, unutilized land exploitation, in an order of southern region>central region>northern region. Based on the county-level administrative units, we also established the exploitation combination sequences of cultivated land reserve resources for the whole province according to geographical potential similarity, it could provide the scientific basis for the proper development and utilization of cultivated land reserve resources, especially for the prior developing regions.

Key words: Cultivated land reserve resources, Spatial distribution, Development combination sequence, Jiangsu Province