

文章编号: 1007-6301 (2003) 01-0030-08

区域土地利用变化及其对粮食生产影响分析 ——以山东省为例

邵晓梅

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘 要: 土地利用变化及其效应是目前全球变化研究的热点之一。本文以山东省为例, 在分析土地利用结构特点和粮食总产量的时间变化趋势的基础上, 进一步探讨了土地利用变化对粮食生产的影响。其影响主要表现在: 土地利用类型变化与粮食播种面积、土地利用程度变化与粮食总产、土地利用集约度与粮食单产等三个方面。针对上述影响进一步探讨了保障粮食生产可持续发展的措施及土地利用分区, 可为区域土地利用取向和制定粮食发展政策提供科学依据。

关 键 词: 土地利用变化; 粮食生产; 影响; 山东省

中图分类号: F301.24

土地利用变化及其效应研究已成为全球变化研究的热点和前沿问题^[1]。而土地利用变化所产生的直接影响就是食物安全问题^[2,3]。我国人口众多, 耕地资源有限, 切实保护耕地, 保障粮食生产是一个十分紧迫的问题。山东省作为农业大省, 对于稳定我国粮食生产起着关键作用。近年来, 有关学者已对山东省农业生产条件和粮食生产时序变化机制进行了初步研究^[4~7], 本文利用山东省相关资料, 在分析土地利用结构特点和粮食总产量时间变化趋势的基础上, 进一步分析了土地利用变化对粮食生产的影响, 并提出了实现土地持续利用和保障粮食生产的具体措施。

1 土地利用现状及结构变化

与1984年相比, 2000年山东省土地利用结构发生了一定的变化(表1), 主要特点是: 土地利用以农用地为主。2000年全省已利用土地占87.85%, 未利用土地中主要是荒草地、滩涂和盐碱地, 后备土地资源有限。在已利用土地中, 农用地占69.36%, 居优势地位; 建设用地占18.5%。农用地以耕地为主, 园地、林地和牧草地较少, 但园地所占比重大幅度增长247.59%。园地的增加主要受商品经济、市场经济及比较经济利益的影响。2000年全省拥有耕地 $7\,672.003 \times 10^3 \text{ hm}^2$, 土地垦殖率为48.85%, 而2000年全国土地垦殖率为13.5%, 比全国高35.35个百分点, 居全国首位, 其中水田和旱地分别占耕地的2.91%和

收稿日期: 2002-11; 修订日期: 2002-12

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(49971004)

作者简介: 邵晓梅(1972-), 女, 汉族, 河北承德人, 中国科学院地理所博士生, 研究方向为土地资源利用。E-mail: xm.shao@igsnrr.ac.cn

97.09%，林地为 $1\,308.4 \times 10^3 \text{hm}^2$ ，森林覆盖率为 8.33%。园地面积为 $1\,020.2 \times 10^3 \text{hm}^2$ ，以果园为主，占 76%。以农村居民点和乡村道路为主，非农用地比重较大，尤其居民点工矿地增长较快。全省水域面积 $1\,388.1 \times 10^3 \text{hm}^2$ ，占 8.84%，渔业产值占农林牧渔业总产值的 15.1%。

表 1 山东省 1984~ 2000 年土地利用结构变化 (单位: $\times 10^3 \text{hm}^2$)
Tab. 1 Change of land use structure in Shandong Province 1984~ 2000 (unit $\times 10^3 \text{hm}^2$)

| 土地利用类型 | 1984 | | 1994 | | 2000 | | 1984~ 2000 年 | |
|--------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------------|-----------|
| | 面 积 | 占总面积 (%) | 面 积 | 占总面积 (%) | 面 积 | 占总面积 (%) | 增减量 | 增减百分比 (%) |
| 耕 地 | 8533.0 | 54.45 | 8016.1 | 51.00 | 7672.0 | 48.85 | -861.0 | -5.60 |
| 园 地 | 293.1 | 1.87 | 908.2 | 5.78 | 1020.2 | 6.5 | 727.1 | 4.63 |
| 林 地 | 1360.5 | 8.68 | 1276.2 | 8.12 | 1308.4 | 8.32 | -52.1 | -0.36 |
| 牧草地 | 120.7 | 0.77 | 75.1 | 0.48 | 45.6 | 0.29 | -75.1 | -0.48 |
| 居民工矿地 | 1365.8 | 8.72 | 1733.4 | 11.03 | 1882.5 | 11.99 | 516.7 | 3.27 |
| 交通用地 | 453.0 | 2.89 | 430.0 | 2.74 | 481.1 | 3.06 | 28.1 | 0.17 |
| 水 域 | 1715.0 | 10.94 | 1649.5 | 10.49 | 1388.1 | 8.84 | -326.9 | -2.1 |
| 未利用地 | 1830.6 | 11.68 | 1630.7 | 10.37 | 1907.5 | 12.15 | 76.9 | 0.47 |

注: 资料来源于《山东省国土资源综合统计年报》

2 粮食生产变化趋势

由于实行家庭联产承包责任制，改革粮食购销体制，提高粮食收购价格等措施的实施，极大地调动了农民生产积极性，使山东省粮食生产得到快速发展。1949 年粮食总产量 $870 \times 10^4 \text{t}$ ，人均占有粮食仅 191kg，1980 年粮食总产量就达到 $2\,384 \times 10^4 \text{t}$ ，比 1949 年增长了 1.7 倍，彻底扭转了本省粮食供应长期以来短缺的局面，从而也由 1980 年以前的粮食净调入省变为粮食净调出省。1984 年粮食总产量突破 $3\,000 \times 10^4 \text{t}$ ，人均占有粮食 398kg，比 1949 年增加 207kg，1993 年粮食总产量首次突破 $4\,000 \times 10^4 \text{t}$ ，此后，1995 和 1996 连续两年创历史最高水平，2000 年全省粮食总产量达到 $3\,837.74 \times 10^4 \text{t}$ ，占全国粮食总产量的 8.3%，仅次于河南省，位居全国第二，人均占有粮食 427.3kg，比 1949 年增加 236.3kg。而同期粮食单产则由 $795 \text{kg}/\text{hm}^2$ 提高到 $4\,938 \text{kg}/\text{hm}^2$ ，增长 5.21 倍（图 1）。

3 土地利用变化对粮食生产的影响分析

3.1 土地利用类型变化与粮食播种面积

3.1.1 土地利用类型动态度

土地利用类型数量变化可以用土地利用动态度来表示，其表达式为:

$$K = (U_b - U_a) / U_a \times (1/T) \times 100\%$$

式中， K 为研究时段内某一土地利用类型动态度； U_a 、 U_b 分别为研究期初及研究期末某一种土地利用类型的数量； T 为研究时段，当 T 的时段设定为年时， K 值就是该研究区某种土地利用类型年变化率^[10]。根据上述公式计算得出，1984~ 2000 年山东省农业用地中耕地、

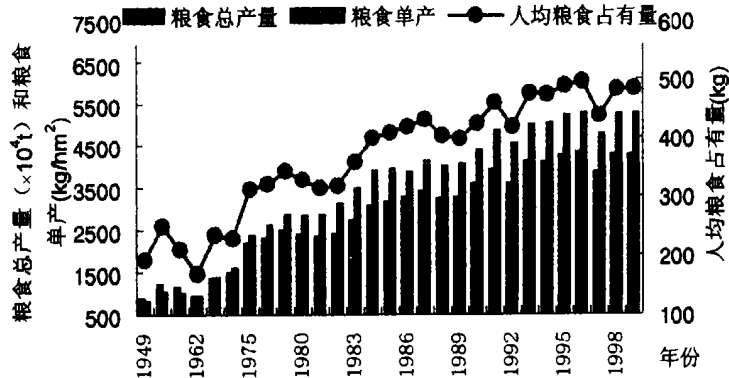


图 1 山东省粮食生产变化趋势

Fig. 1 The change of grain production in Shandong Province

资料来源: 参考文献^[8,9]

林地和牧草地等土地利用类型的数量逐年减少, 其年递减率分别为 0.63%、0.24% 和 3.89%; 而园地、居民点及工矿用地、交通用地呈大幅度增长, 尤以园地及居民点工矿用地增长幅度较大, 其年变化率分别为 15.5%、2.36%, 交通用地年变化率为 0.39%。

3.1.2 耕地面积减少, 进而影响粮食作物播种面积

上述分析表明, 山东省耕地数量逐年减少, 园地面积增长速度较快。在比较经济利益的驱使下, 经济作物、果园和蔬菜种植面积大幅度增长, 因此粮食作物受到强烈冲击, 1978 年粮食作物播种面积为 $8\,808 \times 10^3 \text{ hm}^2$, 2000 年为 $7\,772 \times 10^3 \text{ hm}^2$, 平均年递减率为 0.53%, 其播种面积占农作物总播种面积的比重也由 82% 降低到 69.9% (表 2)。

表 2 山东省农业用地和粮食播种面积占农作物总播种面积变化情况 (单位: $\times 10^3 \text{ hm}^2$)

Tab. 2 Agriculture land use and the proportion of grain crop in the total crops sown area ($\times 10^3 \text{ hm}^2$)

| | 1978 | 1980 | 1985 | 1988 | 1993 | 1994 | 1996 | 2000 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|
| 粮食作物 | 8 808 | 8 475 | 7 984 | 8 094 | 8 213 | 8 014 | 8 237 | 7 772 |
| 经济作物 | 1 425 | 1 640 | 2 435 | 2 379 | 1 568 | 1 765 | 1 378 | 1592.4 |
| 蔬 菜 | 308.3 | 290 | 278.6 | 370.4 | 635.8 | 834.9 | 1 085.8 | 1788.4 |
| 果 园 | 272.2 | 254.6 | 372.5 | 678.6 | 787.8 | 852.8 | 962.2 | 775.35 |
| 粮播占农播面积比重(%) | 82 | 80.2 | 73.5 | 73.9 | 76.4 | 73.7 | 75 | 69.9 |

3.1.3 粮食作物内部用地结构变化对粮食增产的贡献

粮食总产量是由各种作物的单产及其种植面积决定的, 不同作物的单产及其种植比例构成将导致粮食总产量不同^[11]。由表 3 可以看出, 山东省玉米、稻谷和地瓜的单产都高于平均单产, 其中玉米和稻谷又叠加了种植面积比例增加等因素(见图 2), 1949、1978 和 2000 年两者对粮食总产量的贡献率分别为 10.3%、29.4% 和 41.1%; 小麦单产略低于粮食作物平均单产, 而小麦种植面积比例居各粮食作物所占比例之首, 1949、1978 和 2000 年小麦对粮食总产量的贡献率分别为 25.5%、35.1% 和 48.5%, 同期小麦和玉米两者对粮食总产的贡献率则分别达到 35.6%、61.9% 和 86.7%。而大豆单产较低, 又叠加了种植面积比例减

少的因素, 上述三年对粮食总产的贡献率则分别为 12.7%、2.5% 和 2.7%。由此可见, 土地利用类型的数量变化和调整内部用地结构对粮食生产具有重要影响。

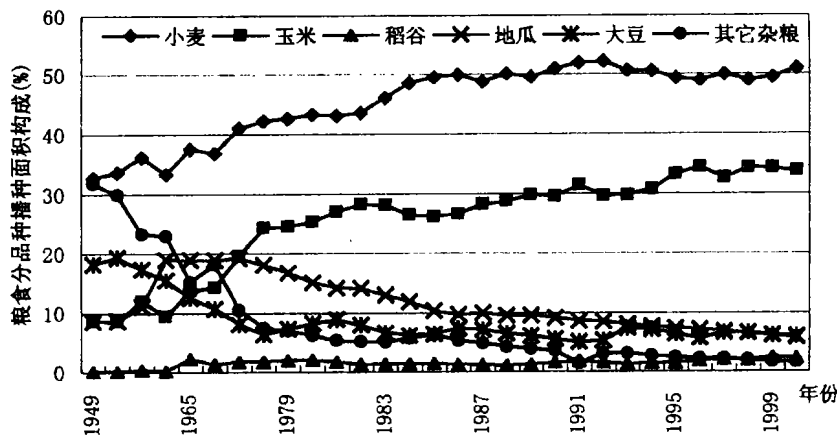


图 2 山东省主要粮食作物播种面积比例

Fig. 2 The proportion of main grain crop sown area in Shandong Province

表 3 山东省不同粮食作物单产变化 (单位: kg/hm²)

Tab. 3 Variation of different grain crop yield per unit area in Shandong Province (kg/hm²)

| | 1949 | 1957 | 1962 | 1970 | 1978 | 1985 | 1992 | 2000 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 小 麦 | 615 | 810 | 600 | 930 | 2 160 | 3 780 | 4 548 | 4 697 |
| 玉 米 | 930 | 1 320 | 1 095 | 2 160 | 2 865 | 4 500 | 4 906 | 5 610 |
| 稻 谷 | 1 125 | 1 140 | 1 440 | 2 670 | 3 885 | 5 595 | 6 593 | 6 270 |
| 地 瓜 | 1 395 | 1 740 | 1 920 | 3 000 | 4 170 | 5 325 | 5 077 | 5 936 |
| 大 豆 | 555 | 570 | 525 | 825 | 1 035 | 1 560 | 1 809 | 2 282 |
| 粮食作物 平均单产 | 795 | 990 | 915 | 1 575 | 2 595 | 3 930 | 4 533 | 4 938 |

3.2 土地利用程度变化与粮食总产

3.2.1 土地利用程度变化

土地利用程度主要反映土地利用的广度和深度, 它不仅反映了土地利用本身的自然属性, 也反映了土地系统中人类因素的影响程度。刘纪远等提出了土地利用程度分级原则和土地利用程度的定量化表达式。土地利用程度分级指数的确立如表 4 所示, 其定量化表达式为:

$$U I N D E X = 100 * \sum_{i=1}^n A_i * C_i$$

其中: $U I N D E X$ 为土地利用程度综合指数; A_i 为第 i 级土地利用程度分级指数; C_i 为第 i 级土地利用程度分级面积百分比; n 为土地利用分级数。根据分级原则和公式可知, 土地利用综合量化指标体系是一个从 100~ 400 之间连续变化的指标, 综合指数的大小, 即反映土地利用程度的高低^[12, 13]。根据上述方法以及山东省 1984、1994 和 2000 年土地利用现状, 其土地利用程度综合指数分别为 266.94、273.97 和 301.96, 远远高于中国总的土地利用程度

指数为 202 的开发利用水平，且 1999 年土地利用程度指数仅次于上海市，居全国第二位。

表 4 土地利用程度分级赋值表
Tab. 4 The classification values of land use degree

| 类 型 | 未利用土地级 | 林 草 水用地级 | 农业用地级 | 城镇聚落用地级 |
|--------|---------------|----------|----------------|----------------------|
| 土地利用类型 | 未利用地或 难利用地 | 林地、草地、水域 | 耕地、园地、 人工草地 | 城镇、居民点、工矿 用地、交通用地 |
| 分级指数 | 1 | 2 | 3 | 4 |

3.2.2 耕地利用程度变化

上述分析说明山东省土地已处于高度开发利用状态，且研究结果表明，土地利用程度大于 275 的地区是以耕地型及其复合型土地覆盖为主，是中国重要的粮、棉、油生产基地^[12]。因此，山东省耕地利用程度的变化对粮食生产起着重要作用，本文以耕地复种指数年变化率来表征，从全省复种指数和粮食总产量年变化率变化趋势上看（见图 3），二者具有明显的相关性，即复种指数年变化率较大年，正是粮食总产量增加较大的年份，如 1962、1970 年，复种指数分别较上一年提高 3.24% 和 3.11%，而粮食总产量较上一年分别增加 46.4% 和 48.2%；复种指数减少年份也正是粮食总产量降低年份，如 1957 年复种指数较上一年减少 4.6 个百分点，而粮食总产量较上一年降低 19.2%。经上述分析可以断言，在耕地总面积逐年减少的情况下，耕地利用程度的提高对粮食总产也具有重要影响。

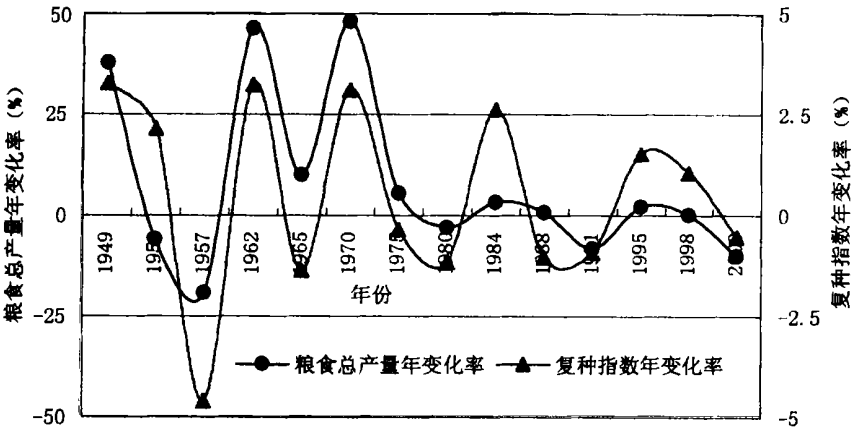


图 3 山东省复种指数和粮食总产量年变化曲线

Fig. 3 Curves of multiple crop index and total grain yield changes in Shandong Province

3.3 土地利用集约度与粮食单产

土地利用集约度反映了单位土地面积上人类活动投入的劳动、资金、技术和物质强度。定量分析结果表明，土地利用集约度的变化，即有效灌溉面积、农业机械总动力、化肥施用量及农村用电量等粮食生产条件，与粮食单产变化之间具有非常高的相关性^[15, 16]。本文以山东省为例，选择 1978~ 2000 年序列数据作为研究样本，选取以下 5 个因子与粮食单产

进行相关分析, 即 x_1 —有效灌溉面积, x_2 —化肥施用量, x_3 —农村用电量, x_4 —农业机械总动力, x_5 —机耕面积, Y —粮食单产, 分析结果列于表 5。由表 5 可以看出, 上述 5 个因子与粮食单产都具有较高的相关性, 其中 x_2 与 Y 的相关系数最高, 为 0.946, x_1 与 Y 的相关系数最低, 为 0.771。这充分说明土地利用集约程度的提高对山东省粮食单产具有重要影响, 其中化肥施用量是粮食单产大幅度提高的主要驱动因子, 而水利化程度提高较慢, 1978~1985、1986~1992、1993~2000 这三个时间阶段的水利化程度分别为 42.2%、41%、42.9%, 与其它粮食生产条件相比, 基本上无大的改善, 相关分析结果也充分说明了这一点。因此, 土地利用集约度的变化是粮食单产提高的主要驱动力。诚然, 优良品种的选择和耕作技术的推广对粮食生产也具有一定影响。

表 5 山东省粮食单产与其影响因素相关系数矩阵

Tab. 5 Correlation matrix of grain yield per unit area and its affecting factors in Shandong Province

| x_1 | x_2 | x_3 | x_4 | x_5 | Y | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| x_1 | 1 | | | | | |
| x_2 | 0.853 | 1 | | | | |
| x_3 | 0.844 | 0.980 | 1 | | | |
| x_4 | 0.804 | 0.960 | 0.970 | 1 | | |
| x_5 | 0.650 | 0.919 | 0.902 | 0.901 | 1 | |
| Y | 0.771 | 0.946 | 0.913 | 0.918 | 0.923 | 1 |

4 结论与讨论

- 1) 山东省土地利用以农用地为主, 且农业用地中耕地比重较大。全省土地垦殖率较高, 居全国首位。在充分利用土地资源的基础上, 粮食生产成绩卓著, 2000 年全省粮食总产量达到 $3\,837.74 \times 10^4 \text{ t}$, 占全国粮食总产量的 8.3%, 人均占有粮食 427.3kg, 粮食单产为 $4\,938 \text{ kg/hm}^2$ 。
- 2) 土地利用变化对粮食生产的影响主要表现在: 土地利用类型变化与粮食播种面积、土地利用程度变化与粮食总产、土地利用集约度与粮食单产等三个方面。
- 3) 通过上述土地利用变化对粮食生产的影响分析可知, 为完成山东省在全国粮食生产中所担负的重要任务, 必须切实保护耕地资源, 稳定粮食播种面积。一方面应遏制大面积占用耕地的势头, 一方面要防止林果、经济作物面积的扩大, 实现耕地总量动态平衡。
- 4) 值得提出的是, 山东省主要粮食作物的单产水平是比较高的, 均高于世界和中国平均水平, 但小麦、玉米、稻谷等粮食作物的平均单产均低于美国、法国和德国等发达国家(见表 6)。也就是说, 土地集约利用水平和产出率较低, 因此, 必须因地制宜, 大力改造中低产田, 增强农业生产能力, 着力提高粮食单产。
- 5) 根据山东省土地利用变化的现状和特征, 进行土地利用分区, 并实行分区分管制。鲁东区, 着力发展水产、蔬菜、果品、花卉等高效农产品, 力争建成农产品出口创汇基地; 鲁中区, 着力发展林木、果品和畜牧业, 搞好山区经济立体开发; 山前平原区, 划定基本农田保护区, 建成全省粮、棉、油、菜及其它经济作物生产基地; 鲁北滨海区, 大力发展现代农业, 发展粮、棉、畜产品、水产品的专业化、区域化和规模化生产; 鲁西区, 合理调整农业内部结构, 建立各种类型的农场、牧场, 利用黄河故道沙区及少部分低产田建设用

材林、经济林基地。

表 6 2000 年山东省主要粮食作物单产与世界主要国家的比较 (单位: kg/hm²)
Tab. 6 Comparison of grain crop yield per unit area between some countries in 2000 (kg/hm²)

| 区 域 | 小 麦 | 玉 米 | 稻 谷 |
|-------|-------|-------|-------|
| 世界平均 | 2 698 | 4 230 | 3 895 |
| 中 国 | 3 738 | 4 598 | 6 272 |
| 印 度 | 2 777 | 1 769 | 3 008 |
| 日 本 | 3 763 | 2 400 | 6 702 |
| 巴 西 | 1 803 | 2 736 | 3 041 |
| 美 国 | 2 820 | 8 603 | 7 037 |
| 法 国 | 7 128 | 9 058 | 5 764 |
| 德 国 | 7 282 | 7 183 | — |
| 澳大利亚 | 1 619 | 6 293 | 9 655 |
| 山 东 省 | 4 697 | 5 610 | 6 270 |

注：表中“—”表示数据缺少

参考文献

[1] 李秀彬 全球环境变化研究的核心领域—土地利用/土地覆盖变化的国际研究动向 地理学报, 1996, 51 (6): 553 ~ 557.

[2] 刘彦随, 吴传钧 中国水土资源态势与可持续食物安全 自然资源学报, 2002, 17 (3): 270~ 275.

[3] 刘彦随, 陈百明 中国可持续发展问题与土地利用/覆被变化研究 地理研究, 2002, 21 (3): 324~ 330.

[4] 于朝升. 山东省土地利用总体规划研究 北京: 中国农业科技出版社, 2000, 9.

[5] 张洪业 鲁西北地区土地资源条件与土地利用变化趋势的研究 地理科学进展, 1998, 17 (1): 20~ 28.

[6] 邵晓梅 山东省农业生产条件现代化可持续发展研究 地理科学进展, 2001, 20 (2): 184~ 191.

[7] 邵晓梅 山东省粮食生产的时序变化机制研究 经济地理, 2001, 21 (6): 727~ 730.

[8] 山东省统计局 新中国五十年 山东卷 北京: 中国统计出版社, 1999.

[9] 山东省统计局, 山东省农调队 山东农村统计年鉴 (2001). 北京: 中国统计出版社, 2001.

[10] 王秀兰 等 土地利用动态变化研究方法探讨 地理科学进展, 1999, 18 (1): 81~ 86.

[11] 史培军 等 土地利用/覆盖变化研究的方法与实践 北京: 科学出版社, 2000 142~ 147.

[12] 高志强, 刘纪远, 庄大方 基于遥感和GIS的中国土地利用/土地覆盖的现状研究 遥感学报, 1999, 3 (2): 134 ~ 138.

[13] 庄大方, 刘纪远 中国土地利用程度的区域分异模型研究 自然资源学报, 1997, 12 (2): 10~ 14.

[14] 陈百明 基于区域制定土地可持续利用指标体系的分区方案 地理科学进展, 2001, 20 (3): 247~ 253.

[15] 党安荣 等 建国以来我国粮食单产的时序变化研究 中国农村观察, 1998, (3): 7~ 11.

[16] 党安荣 等 中国粮食生产发展的时序变化研究 地理研究, 1998, 17 (3): 242~ 247.

An Analysis on the Effect of Regional Land Use Change on Grain Production ——A Case Study in Shandong Province

SHAO Xiao- mei

(Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101 China)

Abstract: Land use change and its effects are important contents of global change study. Taking Shandong Province as a case, land use structure and temporal variation of total grain yield are analyzed in this paper. Based on the results of analysis, the effects of land use on grain production are further discussed. As a result, it is found that: the changes of land use type directly influence grain crop sown area and the sown structure variation of different grain crop; the degree of land use directly influences multiple crop index, which causes the variation of total grain yield; the intensive degree of land use causes the variation of grain yield per unit area. Lastly, the measures of realizing the sustainable development of land and grain production are put forward. For example, we must control the increase of population strictly and protect arable land in order to level off grain crop sown area, and increase the intensive degree of land use and soil productivity for enhancing grain yield per unit area. According to the status and characters of land use, Shandong Province could be classified as five groups, and every group has different direction in land use. These measures will provide an important basis for making policies on the sustainable development of land use and grain production of Shandong Province.

Key words: Land use change; Grain production; Effect; Shandong Province