

不同地貌类型下黄土高原典型县域新增耕地利用变化

周 建¹, 李 超^{2*}, 张佰林³, 周芹慧¹

(1. 陕西师范大学西北国土资源研究中心, 西安 710119; 2. 中国国土勘测规划院, 北京 100035;

3. 天津工业大学环境科学与工程学院, 天津 300387)

摘 要: 土地整治是中国增加耕地数量、确保粮食安全的重要措施。在中国农村人口不断减少、居民膳食结构改变的背景下, 土地整治作为推进乡村振兴的重要抓手, 其新增耕地利用方向该如何科学确定是亟需研究的问题。该研究以位于黄土高原的延川县为例, 利用土地利用、耕地质量等数据, 研究了新增耕地在黄土高原典型地貌塬(梁)、坡面、沟道的利用变化, 并分析了不同变化类型新增耕地的质量在不同地貌类型的分布, 结果表明, 延川县新增耕地转变为非耕地的比例为 20.69%, 林地、草地是新增耕地转变的主要去向, 果园种植收益远大于粮食作物种植收益, 且果园种植为劳动密集型农业生产活动, 需要的劳动时间多, 加之农户劳动力数量有限未有更多时间将新增耕地用于粮食生产, 使得新增耕地撂荒并转变为了林地、草地。沟道是新增耕地转变为林地的主要分布区域, 沟道和塬面(梁)是新增耕地转变为草地的主要分布区域, 塬面(梁)是新增耕地转变为果园的主要分布区域, 不同地貌类型的水分条件是新增耕地在不同地貌转变为其他土地利用类型时存在差异的主要原因。也反映出, 在果园种植收益高的条件下, 即使位于沟道的水资源条件较好、质量较高的新增耕地, 由于劳动力的限制, 也不会被利用以进行粮食作物种植, 而是被撂荒并转变为林地, 相反塬面(梁)的新增耕地也会被利用为收益更高的果园。未来土地整治新增耕地应根据不同区域地形地貌、水资源等自然条件因地制宜地确定利用方向。

关键词: 耕作; 土地利用; 地貌类型; 新增耕地; 土地整治; 黄土高原

doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.202211168

中图分类号: S289

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2023)-14-0254-07

周建, 李超, 张佰林, 等. 不同地貌类型下黄土高原典型县域新增耕地利用变化[J]. 农业工程学报, 2023, 39(14): 254-260. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.202211168 <http://www.tcsae.org>

ZHOU Jian, LI Chao, ZHANG Bailin, et al. Land use change of newly increased cultivated land at typical county under different geomorphic types in the Loess Plateau[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2023, 39(14): 254-260. (in Chinese with English abstract) doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.202211168 <http://www.tcsae.org>

0 引 言

土地整治是中国增加耕地数量的重要措施。2001—2010 年、2011—2015 年土地整治新增耕地面积分别为 2.76×10^6 、 1.84×10^6 hm^2 ^[1-2]。1999—2017 年中国通过实施土地整治增加耕地 5.01×10^6 hm^2 , 占 1999—2017 年中国新增耕地总面积 70%^[3]。然而, 随着中国城镇化的持续推进和农村人口的持续减少, 耕地撂荒现象越发突出。2000—2021 年中国乡村人口由 80 837 万人减少到 49 835 万人, 减少了 31 002 万人。2011 年和 2013 年中国分别有 13.5% 和 15.0% 的耕地处于撂荒状态^[4]。此外, 中国居民的膳食结构正在发生巨大变化^[5], 中国对水果、肉、蛋、奶等其他副食品的需求增加^[6], 使得耕地非粮化现

象也越来越严重^[7]。2020 年中国耕地非粮化率约为 27%^[8]。因此, 在中国耕地撂荒与非粮化较为严重的背景下, 土地整治新增耕地利用状况如何, 其利用策略该如何改进, 是需要进行深入研究的问题。

在新增耕地研究方面, 新增耕地潜力^[9-11]和新增耕地空间分布^[12-13]一直是研究的重要方面。在自然适宜性的基础上, 对中国耕地后备资源开发利用的经济价值进行评价, 发现大部分耕地后备资源不具备经济开发价值^[14]。中国土地整治新增耕地在空间上有逐步向西北地区移动的趋势, 限制了土地整治新增耕地的可持续发展^[15]。此外, 相关研究还对新增耕地的土壤属性^[16-17]、质量建设措施^[18-20]进行了分析。对土地整治前后土壤样品的分析得出, 表层土壤及其酶活性对新增耕地质量有重要影响^[21]。不同比例的红黏土与马兰黄土复配能够快速形成高质量的土壤^[22]。相关文献还对新增耕地对粮食产能的影响进行了探讨^[23-24]。YAN 等^[25]对中国新增耕地和被建设占用的耕地的生产能力进行研究, 发现新增耕地的生产能力是被建设占用的耕地生产能力的 50% 左右。王军等^[26]对福建建溪流域农用地整治的研究表明, 农用地整治能够有效提高耕地产能但也存在对碳固定的负作用。新增耕地所产生的生态环境效应也是新增耕地研究的重

收稿日期: 2022-11-20 修订日期: 2023-05-23

基金项目: 陕西省社会科学基金项目(2022R065); 陕西省哲学社会科学重大理论与现实问题研究项目(2022ND0381); 陕西省自然科学基金项目(2023-JC-QN-0323); 国家自然科学基金项目(41801067); 陕西省土地整治重点实验室开放基金项目(300102353503); 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(GK202103126)

作者简介: 周建, 博士, 副研究员, 硕士生导师, 研究方向为土地整治与乡村发展、生态系统服务。Email: jzhou2287@163.com

*通信作者: 李超, 博士, 工程师, 研究方向为耕地保护与土地可持续利用。Email: lichaoongda@163.com

要方面^[27-28]。中国增加的边际耕地显著增强了土壤风蚀，引起了地下水的消耗，破坏了自然栖息地，阻碍了环境的可持续性^[29]。当前对土地整治新增耕地已经进行了较多的研究，地形地貌是对耕地利用具有重大影响的因素，一方面，山地、丘陵、平原等地形地貌决定了耕地的分布状况，另一方面，沟道、坡面等不同地形部位，耕地撂荒和持续利用情况存在较大差异^[30-31]。但是，基于不同地貌类型对土地整治新增耕地的利用状况进行分析的研究缺乏，基于不同地貌类型新增耕地利用变化提出土地整治策略的研究也不足。

因此，本文以位于黄土高原的延川县为例，基于黄土高原典型的地貌类型塬、梁、沟道、坡面，分析新增耕地在不同地貌类型上的利用变化及其质量状况，以期为黄土高原地区土地整治新增耕地的可持续利用提供参考。

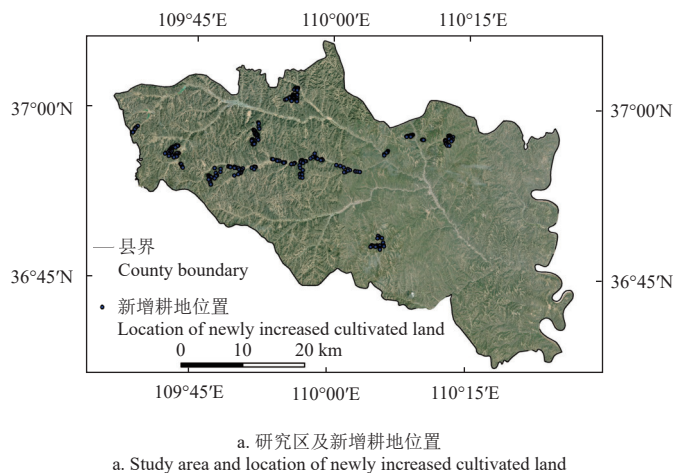


图 1 研究区遥感影像及其新增耕地
Fig.1 Remote sensing image of study area and newly increased cultivated land

2 数据来源与处理

2.1 数据来源

本文所用数据包括延川县 2015 年土地利用现状数据，2018 年耕地质量分等数据，2019 年第三次国土调查数据。2015 年土地利用现状数据是在第二次土地利用调查数据的基础上，经过逐年更新后形成。中国在 2007—2009 年实施了第二次全国土地调查，形成了以 2009 年 10 月 31 日为标准时点的土地利用现状数据库。根据《第二次全国土地调查规程（TD/T 1014—2007）》，土地利用调查采用的遥感影像的分辨率优于 2.5 m，成图比例尺为 1:10 000，耕地、园地最小上图的实地面积为 600 m²，林地、草地最小上图的实地面积为 1 500 mm²。采用的坐标系统为 1980 西安坐标系；其次，土地利用调查成果的准确性检查包括县级自检、省级预检和验收、全国核查等方面，每一层级的检查均规定了外业调查的图斑数量比例及其准确度。在第二次土地调查成果的基础上，每年对土地利用发生变化的地块进行更新，得到历年的土地利用现状数据库，该数据是中国土地资源管理的依据。因此，2015 年土地利用现状数据是在第二次土地调查数据库基础上逐年更新形成的。从 2015 年土地利用现状数

1 研究区概况

延川县位于陕西省延安市，地理坐标 109.61°E~110.45°E，36.62°N~37.10°N，东临黄河与山西省永和县接壤，北与榆林市清涧县相连，西接宝塔区和子长县，南靠延长县，总面积 1984 km²。属温带大陆性季风气候，年平均气温 10.5℃，年日照时数 2 558 h，无霜期 185 d，多年平均降雨量 495 mm。延川县位于黄土高原腹地，属于黄土丘陵沟壑区，地貌类型是黄土高原的典型地貌：塬、梁、沟道、坡面（图 1）。2021 年延川县地区生产总值 118.97 亿元，总人口 18.61 万人，人均地区生产总值 63 928 元，低于全国平均水平的 81 000 元，城镇化率 36.27%。2019 年耕地面积 14 867.81 hm²，园地（果园）面积 32 909.84 hm²。自然地理条件使得延川县是苹果最佳优生区，延川县是陕西省优质苹果生产基地县。

据中提取延川县 2015 年耕地图斑。

依据《农用地质量分等规程（GB/T 28 407—2012）》，在耕地光温水生产潜力的基础上，中国对耕地质量进行了全面评价，形成了耕地分等数据库。在此基础上，每年对新增加的耕地、经建设质量发生变化了的耕地等进行质量更新，形成历年耕地分等数据库，该数据库是中国耕地质量管理的依据。《农用地质量分等规程（GB/T 28 407—2012）》规定，在完成耕地质量评价后，抽取一定数量的耕地图斑进行耕地质量的野外调查、实测，如果误差率小于 5% 则认为计算结果总体上合格。延川县 2018 年耕地质量分等数据是以 2017 年土地利用现状数据中的耕地图斑为评价对象对耕地质量进行评价，2017 年土地利用现状数据也是在第二次土地调查数据库基础上逐年更新形成的。在耕地光温水生产潜力的基础上，延川县耕地自然等指数的评价要素包括有效土层厚度、表层土壤质地、地形坡度、灌溉保证率、土壤侵蚀程度，计算得出的耕地自然等指数越大，耕地质量越好。一方面，从 2018 年耕地质量分等数据中获得延川县 2017 年的耕地图斑；另一方面，利用耕地分等数据对新增耕地进行质量分析。

2017—2019 年中国进行了第三次国土调查，形成了

以 2019 年 12 月 31 日为标准时点的土地利用现状数据库。根据《第三次全国国土调查规程 (TD/T 1 055—2019)》，农村土地利用现状调查采用优于 1 m 分辨率的遥感影像，农用地最小上图的实地面积为 400 m²，坐标系统为 2000 国家大地坐标系。第三次国土调查数据成为当前中国自然资源管理的依据。《第三次全国国土调查规程 (TD/T 1 055—2019)》规定，县级对调查成果进行 100% 内外业自检，省级对县级数据库质量进行 100% 内外业预检，国家级进行内外业核查，并规定了内外业检查、核查的技术方法、手段。

2.2 数据处理

首先，将 2015 年耕地图斑、2017 年耕地图斑空间校准到 2019 年耕地图斑上以统一坐标系统，因为 2015 年与 2017 年耕地图斑与 2019 年耕地图斑存在很多相同图斑，特征点很多，所以校准精度很高，误差仅为 0.001 9 m。其次，对 2015 年和 2017 年的耕地图斑进行空间叠加以获得 2016、2017 年的新增耕地，新增耕地图斑与 2019 年土地利用叠加，以获得新增耕地的利用状况。第三，基于 Bigemap 软件平台的 MapQuest 遥感影像，将新增耕地图斑导入软件平台，根据塬面（梁）、坡面、沟道在遥感影像上的差异并结合周围地形的变化，对新增耕地图斑的地貌类型进行逐图斑目视判别，地貌类型划分为塬面（梁）、坡面、沟道，并分析不同地貌类型新增耕地的利用状况。第四，基于 2018 年耕地质量分等数据和新增耕地图斑所处的地貌类型，分析不同地貌类型新增耕地的质量状况。

2021 年 11 月底至 12 月初的冬季对延川县进行了为期 7 d 的野外实地考察和农户访谈调研，考察和调研内容主要涉及土地整治新增耕地的利用情况、农业生产情况等。土地整治新增耕地利用情况主要调查不同地貌类型土地整治后新增耕地是否被撂荒、撂荒原因。农业生产情况主要调查果园种植经营情况、粮食作物种植经营情况。

3 结果与分析

3.1 新增耕地利用状况分析

新增耕地转变为非耕地的比例较大。2016 和 2017 年延川县共新增耕地 1 815 054 m²（表 1），新增耕地在 2019 年土地利用类型未发生变化的面积为 1 439 573 m²，占新增耕地总面积的 79.31%，发生变化的面积为 375 481 m²，占新增耕地总面积的 20.69%。

林地、草地是新增耕地转变为其他土地利用类型的主要去向，面积分别为 189 691、67 886 m²，占土地利用类型发生变化的新增耕地总面积的 50.52% 和 18.08%。新增耕地转变为果园、设施农用地的面积分别为 10 657、6 300 m²，分别占土地利用类型发生变化的新增耕地总面积的 2.84% 和 1.68%。新增耕地转变为工矿用地、农村宅基地及公用设施用地、道路、水面的面积占土地利用类型发生变化的新增耕地总面积的比例分别为 5.80%、0.42%、9.80%、10.86%。本文主要研究新增耕

地转变为其他农用地的情况，对新增耕地转变为建设用地的情况未进行探讨。

表 1 新增耕地及其在不同地貌类型上的分布
Table 1 Newly increased cultivated land and its distribution in different geomorphic types m²

类型 Type	土地利用类型 Land use type	沟道 Loess gully	坡面 Loess slope	塬面（梁） Loess tableland and beam
土地利用类型 未发生变化 Land use type without change	水浇地	35 197	0	0
	旱地	746 939	2 051	655 386
土地利用类 型发生变化 Land use type with change	果园	786	0	9 871
	设施农用地	4 318	0	1982
	林地	156 062	829	32 800
	草地	30 528	0	37 358

种植果园的收益要远高于种植粮食作物的收益。根据对延川县农业生产的实地调研，正常市场行情下（苹果售价 4 元/kg），苹果园净收入达到 15 万元/hm²，市场行情好的情况下（苹果售价 8 元/kg），果园净收入达到 30~45 万元/hm²。与此同时，当地的主要粮食作物是小麦、玉米，小麦、玉米的净收益均低于 1.5 万元/hm²。种植粮食作物的收益仅是种植果园收益的 10%~20%。因此，农户更倾向于果园种植。

然而，果园种植属于劳动密集型农业生产活动，需要占用大量人工。根据对延川县果园种植情况的调查，果园病虫害防治、水肥管理、疏果、套袋、采摘等作业均需耗费大量人工，每人最多能够管理 0.167 hm² 果园。与此同时，农户劳动力数量有限，按照每户 4 个劳动力（父辈与子辈），户均果园面积 0.667 hm² 左右。在农户劳动力数量有限的情况下，为追求更高的经济收益，农户不会将劳动时间分配给收益低的粮食作物的种植。

因此，果园种植收益远大于粮食作物种植收益，且果园种植为劳动密集型农业生产，加之农户劳动力数量有限，便导致了新增耕地并未被利用为粮食作物的种植，而是被撂荒并转变为了林地、草地。

3.2 新增耕地在不同地貌类型的分布

沟道和塬面是新增耕地的主要分布区域。分布在沟道、塬面（梁）、坡面上的新增耕地面积分别为 1 045 187、766 680、3 187 m²，分别占新增耕地总面积的 57.58%、42.24%、0.18%。坡度的限制使得坡面新增耕地的面积和占比最小。

3.2.1 土地利用类型未发生变化的新增耕地在不同地貌类型的分布

土地利用类型未发生变化的新增水浇地全部位于沟道（表 1）。土地利用类型未发生变化的新增旱地主要分布在沟道和塬面（梁）。分布在沟道和塬面（梁）的土地利用类型未发生变化的新增旱地分别为 746 939 和 655 386 m²。

一方面，尽管黄土塬（梁）土层深厚，能够存储自然降水，但是黄土不存在隔水层，无法打井进行农业灌溉。另一方面，黄土层内的土壤水分逐渐渗透到沟道内，形成径流。根据对延川县的实地调查，沟道内几乎常年

有水，即使是在调研的 11 月底 12 月初的冬季，沟道内仍有径流。因此，黄土高原沟道水分条件优于塬面（梁）的水分条件，使得延川县土地利用类型未发生变化的新增水浇地全部位于沟道内，土地利用类型未发生变化的新增旱地主要分布在沟道和塬面（梁）。

3.2.2 土地利用类型发生变化的新增耕地在不同地貌类型的分布

在不同地貌类型，新增耕地转变为其他土地利用类型时存在显著差异。转变为林地的新增耕地主要分布在沟道。分布在沟道的转变为林地的新增耕地面积为 156 062 m²，占转变为林地的新增耕地总面积的 82.27%（表 1）。转变为草地的新增耕地主要分布在沟道和塬面（梁），分布在沟道和塬面（梁）的转变为草地的新增耕地面积分别为 30 528 和 37 358 m²，占转变为草地新增耕地总面积的比例分别为 44.97% 和 55.03%。转变为果园的新增耕地主要分布在塬面（梁），分布在塬面（梁）的转变为果园的新增耕地面积占新增耕地转变为果园总面积的 92.62%。

延川县多年平均降雨量为 500 mm 左右，自然降水量能够满足草地生长的水分需求^[32]，因此，转变为草地的新增耕地主要分布在沟道和塬面（梁）。林地生长对水分的需求较草地多，使得转变为林地的新增耕地主要分布在沟道内。对于黄土高原而言，苹果树正常生长的需水量为 550 mm 左右^[33]，自然降水基本能够满足苹果树生长的水分需求；此外，沟道水分过多，会导致果园发生病虫害，影响苹果品质，沟道内新增耕地不适宜利用为果园；第三，塬面（梁）光照时间较沟道更长，有利于苹果品质的提升。因此，在果园种植收益高的情况下，新增耕地被利用为果园，且主要分布在塬面（梁）。

不同地貌类型水分条件的差异使得新增耕地在不同地貌类型转变为其他土地利用类型时存在差异。转变为林地的新增耕地主要分布在沟道，转变为草地新增耕地在沟道和塬面（梁）上均有分布，转变为果园的新增耕地主要分布在塬面（梁）。

3.3 不同质量新增耕地在不同地貌类型的分布

3.3.1 土地利用类型未发生变化的不同质量新增耕地

土地利用类型未发生变化的新增水浇地主要是自然等指数为 [600, 700) 和 [800, 900) 的位于沟道的耕地。自然等指数分布在 [600, 700) 和 [800, 900) 的土地利用类型未发生变化的新增水浇地占土地利用类型未发生变化的新增水浇地总面积的比例分别为 55.48% 和 40.10%（表 2）。

土地利用类型未发生变化的新增旱地主要是自然等指数介于 [600, 700) 的位于沟道和塬面（梁）的耕地。自然等指数介于 [600, 700) 位于沟道和塬面（梁）的土地利用类型未发生变化的新增旱地分别占土地利用类型未发生变化的新增旱地总面积的 45.61% 和 44.76%。自然等指数介于 [700, 800) 和 [800, 900) 位于沟道、坡面、塬面（梁）土地利用类型未发生变化的新增旱地占

土地利用类型未发生变化的新增旱地总面积的比例均小于 5%。

表 2 不同质量新增耕地在不同地貌类型的分布
Table 2 Distribution of different quality newly increased cultivated land in different geomorphic types %

类型 Type	土地利用类型 Land use type	地貌类型 Geomorphic type	不同自然等指数的耕地面积比例 Area proportion of different groups of physical quality score		
			[600, 700)	[700, 800)	[800, 900)
土地利用类型未发生变化 Land use type without change	水浇地	沟道	55.48	4.42	40.10
		沟道	45.61	3.33	4.25
	旱地	坡面	0	0.10	0.04
		塬面（梁）	44.76	1.70	0.21
土地利用类型发生变化 Land use type with change	果园	沟道	7.37	0	0
		塬面（梁）	77.73	14.90	0
	林地	沟道	56.63	15.21	10.43
		坡面	0	0	0.44
		塬面（梁）	14.92	1.92	0.45
	草地	沟道	39.67	2.46	2.84
		塬面（梁）	53.36	1.67	0

就土地利用类型未发生变化的新增耕地的质量分布而言，新增水浇地的质量较新增旱地的质量高，主要是由于新增水浇地位于沟道，土壤水分条件较塬面（梁）优越。

3.3.2 土地利用类型发生变化的不同质量新增耕地

转变为林地的新增耕地主要是自然等指数介于 [600, 900) 的沟道耕地和自然等指数介于 [600, 700) 的塬面（梁）耕地。但是，自然等指数介于 [700, 800)、[800, 900) 的位于沟道质量较高的新增耕地也转变成为林地，占转变为林地的新增耕地总面积的 25.64%。反映出，在果园种植收益高、果园种植需要劳动时间多、农户劳动力数量有限的情况下，即使位于沟道的水资源条件较好、质量较高的新增耕地也不会被利用以进行粮食作物种植，而是被撂荒并转变为林地。

转变为草地新增耕地主要是自然等指数介于 [600, 700) 的位于沟道和塬面（梁）的耕地。位于沟道和塬面（梁）自然等指数介于 [600, 700) 转变为草地新增耕地占转变为草地新增耕地总面积的 39.67%、53.36%。

转变为果园的新增耕地主要是自然等指数介于 [600, 700) 位于塬面（梁）的耕地，自然等指数介于 [700, 800) 位于塬面（梁）的耕地也占一定比例。位于塬面（梁）自然等指数介于 [600, 700) 转变为果园的新增耕地占转变为果园的新增耕地总面积的 77.73%，位于塬面（梁）自然等指数介于 [700, 800) 转变为果园的新增耕地占转变为果园的新增耕地总面积的 14.90%。反映出，在果园种植收益高的条件下，塬面（梁）的新增耕地也会被利用为收益更高的果园的种植。

4 讨 论

土地整治作为中国增加耕地的主要手段，其面临的形势已发生重大变化。土地整治是中国弥补耕地减少、实现耕地数量动态平衡的重要手段^[34-35]。2001—2010 年土地整治新增耕地面积 2.76×10⁶ hm²^[1]，2011—2015 年

土地整治新增耕地面积 $1.84 \times 10^6 \text{ hm}^2$ [2]。1999—2017 年中国通过土地整治增加耕地面积 $5.01 \times 10^6 \text{ hm}^2$, 占同期中国新增耕地总面积的 70% [3]。在 20 世纪 80 年代—90 年代, 土地整治的主要任务是增加耕地面积。90 年代—2007 年, 土地整治的主要目标是增加耕地面积、提高耕地质量, 并通过农村居民点整治统筹城乡发展。2008—2012 年, 生态环境保护与改善也成为土地整治的目标之一。2013—2018 年是土地整治综合发展的阶段, 目标主要包括增加耕地面积、提高耕地质量、改善生态环境、促进城乡统筹发展等。2019 年以来, 中国开展全域土地综合整治试点, 目标是以若干个村或镇等整体推进土地整治, 通过全域土地综合整治促进乡村振兴。在土地整治发展过程中, 国家多次发布相关政策文件, 要求土地整治新增耕地必须利用为耕地且主要用于种植粮食作物, 不能够将新增耕地利用为其他土地利用类型。

然而, 本文通过研究发现, 一方面在黄土高原果园种植收益比粮食作物种植收益高、果园种植需要大量劳动时间、农村劳动力数量有限的情况下, 黄土高原地区的新增耕地并未被利用为粮食作物的种植。延川县 2016 年、2017 年新增耕地转变为非耕地的面积占新增耕地总面积的 20.69%。位于沟道的转变为林地、草地的新增耕地占新增耕地转变为林地、草地总面积的 82.27%、44.97%。即使是位于沟道的水资源条件较好、质量较高的新增耕地, 也并未被利用为粮食作物的种植, 而是被撂荒并转变为林地。位于沟道自然等指数介于 [700, 900) 的转变为林地的新增耕地占新增耕地转变为林地总面积的 25.64%。另一方面, 在果园种植收益大于粮食作物种植收益的情况下, 位于塬面 (梁) 的新增耕地也会被利用为经济收益更高的果园。

中国农村人口将持续减少, 由 2010 年的 6.71 亿人减少到 2021 年的 4.98 亿人, 随着中国城镇化的持续推进, 农村劳动力还将继续减少。与此同时, 中国居民膳食结构已发生很大变化, 对肉、蛋、奶、果品等的需求持续增加。人均干鲜果品消费量由 2013 年的 40.7 kg 增长到 2020 年的 56.3 kg, 增长了 38.32%。因此, 在中国农村劳动力析出和居民膳食结构发生很大变化的背景下, 土地整治作为助推乡村振兴的重要手段, 规定所有区域的土地整治新增耕地全部用于粮食作物种植是不科学的, 应当根据不同区域地形地貌、水资源等自然条件的差异, 因地制宜地确定土地整治新增耕地的利用方向, 以满足多样化的居民膳食。

对于黄土高原而言, 塬面 (梁) 上的土地整治新增耕地可以利用为果园, 并按照果园对土壤和农田基础设施的要求, 实施土地整治工程; 沟道内的土地整治新增耕地, 如果要进行粮食作物种植, 就需要进行土地流转实现规模化经营或者配套种粮补贴、耕地补贴等, 以阻止耕地撂荒实现耕地的粮食生产。

本文利用 2015 年、2017 年耕地数据获得 2016 年、2017 年的新增耕地, 并分析其 2019 年的利用情况, 新增耕地利用的时间相对较短。在对当地新增耕地的调查

过程中, 实地查看了已经实施多年的土地整治新增耕地项目, 其新增耕地转变为其他土地利用类型的比例可能会更大。

5 结 论

延川县新增耕地转变为非耕地的比例较大, 林地、草地是新增耕地转变为其他土地利用类型的主要去向, 占土地利用类型发生变化的新增耕地总面积的比例分别为 50.52% 和 18.08%。果园种植收益远大于粮食作物种植收益, 且果园种植为劳动密集型农业生产活动, 需要的劳动时间多, 加之农户劳动力数量有限, 使得新增耕地并未被利用为粮食作物的种植, 而是被撂荒并转变为了林地、草地。

不同地貌类型的水分条件导致了新增耕地在不同地貌类型转变为其他土地利用类型时存在差异。转变为林地的新增耕地主要分布在沟道, 位于沟道的转变为林地的新增耕地占新增耕地转变为林地总面积的 82.27%; 位于沟道自然等指数介于 [700, 900) 的转变为林地的新增耕地占新增耕地转变为林地总面积的 25.64%, 也反映出即使位于沟道的水资源条件较好、质量较高的新增耕地也不会被利用以进行粮食作物种植, 而是被撂荒并转变为林地。转变为草地的新增耕地主要分布在沟道和塬面 (梁), 分布在沟道和塬面 (梁) 的转变为草地的新增耕地分别占转变为草地的新增耕地总面积的 44.97% 和 55.03%。转变为果园的新增耕地主要分布在塬面 (梁), 表明在果园种植收益高的条件下, 塬面 (梁) 的新增耕地也会被利用为收益更高的果园。

土地整治作为推进乡村振兴的重要手段, 应当根据不同区域地形地貌、水资源等自然条件因地制宜确定新增耕地的利用方向, 尤其在中国农村劳动力析出、居民膳食结构转变的背景下, 土地整治新增耕地不应当硬性规定种植粮食作物。

[参 考 文 献]

- [1] 全国土地整治规划 (2011-2015 年) [EB/OL]. <http://www.mnr.gov.cn/gk/ghjh/201811/P020181101640498302451.doc>, (2012-07-02) [2022-11-20].
- [2] 全国土地整治规划 (2016—2020 年) [EB/OL]. http://g.mnr.gov.cn/201702/t20170220_1440609.html, (2017-01-10) [2022-11-20].
- [3] ZHOU Y, LI X, LIU Y. Cultivated land protection and rational use in China [J]. *Land Use Policy*, 2021, 106: 105454.
- [4] LI S, LI X. Global understanding of farmland abandonment: A review and prospects [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2017, 27(9): 1123-1150.
- [5] 成升魁, 汪寿阳, 刘旭, 等. 新时期我国国民营养与粮食安全 [J]. *科学通报*, 2018, 63(18): 1764-1774. CHENG Shengkui, WANG Shouyang, LIU Xu, et al. Food nutrition and food security of China in a new development phase [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2018, 63(18): 1764-1774. (in Chinese with English abstract)
- [6] 辛良杰. 中国居民膳食结构升级、国际贸易与粮食安全 [J]. *自然资源学报*, 2021, 36(6): 1469-1480.

- XIN Liangjie. Dietary structure upgrade of China's residents, international trade and food security[J]. *Journal of Natural Resources*, 2021, 36(6): 1469-1480. (in Chinese with English abstract)
- [7] SU Y, QIAN K, LIN L, et al. Identifying the driving forces of non-grain production expansion in rural China and its implications for policies on cultivated land protection[J]. *Land Use Policy*, 2020, 92: 104435.
- [8] 孔祥斌. 耕地“非粮化”问题、成因及对策[J]. *中国土地*, 2020(11): 17-19.
- [9] 李祥, 徐丽萍, 陈月娇, 等. 西北干旱区玛纳斯河流域土地宜耕性评价[J]. *中国农业资源与区划*, 2023, 44(2): 207-218.
- LI Xiang, XU Liping, CHEN Yuejiao, et al. Evaluation of land cultivation sustainability in the Manas River Basin of the northwest arid zone[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2023, 44(2): 207-218. (in Chinese with English abstract)
- [10] 胡学东, 王占岐, 童秋英, 等. 基于生态和社会经济约束的区域土地整治潜力评价研究[J]. *长江流域资源与环境*, 2016, 25(5): 804-812.
- HU Xuedong, WANG Zhanqi, TONG Qiuying, et al. The regional land consolidation and rehabilitation potential evaluation under the constraints of ecology and socio-economy[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2016, 25(5): 804-812. (in Chinese with English abstract)
- [11] 赵爱栋, 许实, 曾薇, 等. 干旱半干旱区不稳定耕地分析及退耕可行性评估[J]. *农业工程学报*, 2016, 32(17): 215-225.
- ZHAO Aidong, XU Shi, ZENG Wei, et al. Analysis of unstable farmland in arid and semi-arid regions and feasibility evaluation of its conversion[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2016, 32(17): 215-225. (in Chinese with English abstract)
- [12] 程维明, 高晓雨, 马廷, 等. 基于地貌分区的 1990-2015 年中国耕地时空特征变化分析[J]. *地理学报*, 2018, 73(9): 1613-1629.
- CHENG Weiming, GAO Xiaoyu, MA Ting, et al. Spatial-temporal distribution of cropland in China based on geomorphologic regionalization during 1990-2015[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(9): 1613-1629. (in Chinese with English abstract)
- [13] 袁承程, 张定祥, 刘黎明, 等. 近 10 年中国耕地变化的区域特征及演变态势[J]. *农业工程学报*, 2021, 37(1): 267-278.
- YUAN Chengcheng, ZHANG Dingxiang, LIU Liming, et al. Regional characteristics and spatial-temporal distribution of cultivated land change in China during 2009-2018[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2021, 37(1): 267-278. (in Chinese with English abstract)
- [14] 张迪, 张凤荣, 安萍莉, 等. 中国现阶段后备耕地资源经济供给能力分析[J]. *资源科学*, 2004, 26(5): 46-52.
- ZHANG Di, ZHANG Fengrong, AN Pingli, et al. Potential economic supply of uncultivated arable land in China[J]. *Resources Science*, 2004, 26(5): 46-52. (in Chinese with English abstract)
- [15] 周建, 张凤荣, 王秀丽, 等. 中国土地整治新增耕地时空变化及其分析[J]. *农业工程学报*, 2014, 30(19): 282-289.
- ZHOU Jian, ZHANG Fengrong, WANG Xiuli, et al. Spatial-temporal change and analysis of land consolidation's newly increased cultivated land in China[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2014, 30(19): 282-289. (in Chinese with English abstract)
- [16] LI X, YU M, MA J, et al. Identifying the relationship between soil properties and rice growth for improving consolidated land in the Yangtze River Delta, China[J]. *Sustainability*, 2018, 10(9): 3072.
- [17] LIN Y, YE Y, LIU S, et al. Effect mechanism of land consolidation on soil bacterial community: A case study in eastern China[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19(2): 845.
- [18] SU C, MA J, CHEN Y. Biochar can improve the soil quality of new creation farmland on the Loess Plateau[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2019, 26(3): 2662-2670.
- [19] HAN J, DONG Y, ZHANG M. Chemical fertilizer reduction with organic fertilizer effectively improve soil fertility and microbial community from newly cultivated land in the Loess Plateau of China[J]. *Applied Soil Ecology*, 2021, 165: 103966.
- [20] KANG L, ZHAO R, WU K, et al. Impacts of farming layer constructions on cultivated land quality under the cultivated land balance policy[J]. *Agronomy*, 2021, 11(12): 2403.
- [21] QI L, ZHOU P, YANG L, et al. Effects of land reclamation on the physical, chemical, and microbial quantity and enzyme activity properties of degraded agricultural soils[J]. *Journal of Soils and Sediments*, 2020, 20(2): 973-981.
- [22] 黄云鑫, 李裕瑞, 刘彦随, 等. 土层复配方案对治沟造地新增耕地土壤肥力的影响[J]. *农业工程学报*, 2021, 37(12): 64-72.
- HUANG Yunxin, LI Yurui, LIU Yansui, et al. Effects of soil-layer compounding schemes on the soil fertility of newly-constructed cultivated land[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2021, 37(12): 64-72. (in Chinese with English abstract)
- [23] JIANG G, ZHANG R, MA W, et al. Cultivated land productivity potential improvement in land consolidation schemes in Shenyang, China: Assessment and policy implications[J]. *Land Use Policy*, 2017, 68: 80-88.
- [24] 何振嘉, 范王涛, 杜宜春. 占补平衡项目对千阳县新增耕地等别和粮食产能的影响[J]. *中国农机化学报*, 2021, 42(2): 209-216.
- HE Zhenjia, FAN Wangtao, DU Yichun. Effects of the complementary balance project on the newly added arable land and grain production capacity in Qianyang County[J]. *Journal of Chinese Agricultural Mechanization*, 2021, 42(2): 209-216. (in Chinese with English abstract)
- [25] YAN H, LIU J, HUANG H, et al. Assessing the consequence of land use change on agricultural productivity in China[J]. *Global and Planetary Change*, 2009, 67: 13-19.
- [26] 王军, 钟莉娜, 白中科, 等. 农用地整理对碳储量和粮食产能的影响[J]. *农业工程学报*, 2018, 34(24): 256-265.
- WANG Jun, ZHONG Lina, BAI Zhongke, et al. Effects of agricultural land consolidation on carbon storage and grain productivity[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2018, 34(24): 256-265. (in Chinese with English abstract)
- [27] WANG J, YAN S, GUO Y, et al. The effects of land consolidation on the ecological connectivity based on ecosystem service value: A case study of Da'an land consolidation project in Jilin province[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2015, 25(5): 603-616.
- [28] 唐秀美, 潘瑜春, 郝星耀, 等. 中国耕地整治生态潜力测

- 算方法[J]. 农业工程学报, 2015, 31(17): 270-277.
- TANG Xiumei, PAN Yuchun, HAO Xingyao, et al. Calculation method of cultivated land consolidation ecological potential in China[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2015, 31(17): 270-277. (in Chinese with English abstract)
- [29] KUANG W, LIU J, TIAN H, et al. Cropland redistribution to marginal lands undermines environmental sustainability[J]. *National Science Review*, 2022, 9: nwab091.
- [30] 李升发, 李秀彬, 辛良杰, 等. 中国山区耕地撂荒程度及空间分布: 基于全国山区抽样调查结果[J]. 资源科学, 2017, 39(10): 1801-1811.
- LI Shengfa, LI Xiubin, XIN Liangjie, et al. Extent and distribution of cropland abandonment in Chinese mountainous areas[J]. Resources Science, 2017, 39(10): 1801-1811. (in Chinese with English abstract)
- [31] ZHOU J, LI C, CHU X, et al. Is cultivated land increased by land consolidation sustainably used in mountainous areas?[J] Land, 2022, 11: 2236.
- [32] ZHOU J, XU Y, GAO Y, et al. Land use model research in agro-pastoral ecotone in northern China: A case study of Horqin Left Back Banner[J]. *Journal of Environmental Management*, 2019, 237: 139-146.
- [33] 徐巧, 王延平, 韩明玉, 等. 水分调控对干旱山地苹果树生长发育和结实的影响[J]. 节水灌溉, 2016(2): 9-17.
- XU Qiao, WANG Yanping, HAN Mingyu, et al. Effect of moisture regulation on growth and development of apple trees at arid hilly region[J]. Water Saving Irrigation, 2016(2): 9-17. (in Chinese with English abstract)
- [34] SONG W, PIJANOWSKI B C. The effects of China's cultivated land balance program on potential land productivity at a national scale[J]. *Applied Geography*, 2014, 46: 158-170.
- [35] ZHOU J, CAO X. What is the policy improvement of China's land consolidation? Evidence from completed land consolidation projects in Shaanxi Province[J]. *Land Use Policy*, 2020, 99: 104847.

Land use change of newly increased cultivated land at typical county under different geomorphic types in the Loess Plateau

ZHOU Jian¹, LI Chao^{2*}, ZHANG Bailin³, ZHOU Qinhui¹

(1. Northwest Land and Resource Research Center, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China; 2. China Land Surveying and Planning Institute, Beijing 100035, China; 3. School of Environmental Science and Engineering, Tiangong University, Tianjin 300387, China)

Abstract: Land consolidation is one of the most important measures to increase the amount of cultivated land for grain security in China. Newly increased cultivated land (NICL) can then be fully utilized to promote rural vitalization. Therefore, it is very necessary to explore the utilization direction of NICL by land consolidation, particularly with the decrease in rural population and the giant change in residents' dietary structure. Taking Yanchuan County located at the Loess Plateau as an example, this study aims to analyze the land use changes and quality distribution of NICL under different geomorphic types, including the loess tableland, beam, gully, and slope. The results show that 20.69% of NICL was converted into non-cultivated land so far. Specifically, the NICL was mainly transformed into forest and grassland. Three reasons were attributed to making the NICL change into the forest or grassland. Firstly, the benefit of orchard farming was much greater than that of grain crop farming. Secondly, orchard farming was a labor-intensive agricultural production activity that required a lot of labor time. Thirdly, rural labor was limited in the process of urbanization. Correspondingly, much less time was spent using the NICL for grain production. The NICL was then converted into forest land in the loess gully, whereas, the grassland was distributed mainly in the loess gully, tableland and beam. Among them, the apple orchard land that was converted from NICL was distributed in the loess tableland and beam. The converted area was 156 062 m² from the NICL into the forest land in the loess gully, accounting for 82.27% of the total area of converted NICL into the forest land. Meanwhile, the converted areas from the NICL into the grassland in the loess gully, tableland and beam were 30 528, 37 358 m², respectively, accounting for 44.97%, and 55.03% of the total area of converted NICL into grassland, respectively. The converted area was 9871 m² from the NICL into the apple orchard land in the loess tableland and beam, accounting for 92.62% of the total area of converted NICL into apple orchard land. Water resource dominated the differences in the transformation types of NICL at different geomorphic types. Even the high-quality NICL was converted into the forest land in the loess gully. Furthermore, 25.64% of the total area of the converted NICL into forest land was shared with a physical quality score of [700, 900) in the loess gully. It inferred that the NICL failed to use for the grain production in the loess gully, even with better water resources and high quality under the high benefit of orchard farming. But the NICL was abandoned and then converted into the forest land. Conversely, the NICL in the loess tableland and beam was used for orchard farming for more economic benefit. Anyway, the full utilization of NICL by land consolidation should be determined according to local conditions, as the rural population decreased and residents' dietary structure changed in China.

Keywords: cultivation; land use; geomorphic type; newly increased cultivated land; land consolidation; Loess Plateau