

# 生计多样化背景下种植业非点源污染负荷演变

钟建兵<sup>1</sup>, 邵景安<sup>1,2</sup>, 杨玉竹<sup>1</sup>

(1. 重庆师范大学地理与旅游学院, 重庆 400047;

2. 三峡库区地表过程与环境遥感重庆市重点实验室, 重庆 400047)

**摘要:** 依托三峡库区典型村农户访谈数据, 基于收益最大目标决策框架, 设定农村转型发展中3种农户生计类型情景: 农业主导生计、兼业转向生计和非农主导生计, 解析种植业产污负荷随主导生计非农转向的演变特征, 探讨主导生计类型转向的动力机制。结果表明: ① 样区耕地经营现状呈自耕、流转与撂荒并存的多元化发展格局, 且表现出“入”小于“出”的特征, 不同农户家庭类型间实际人均耕种规模为“半劳动力家庭”>“无劳动力家庭”>“劳动力家庭”; ② 种植业单位面积产污负荷中, “半劳动力家庭”最高, “劳动力家庭”次之, “无劳动力家庭”最低, “劳动力家庭”内部又随劳动力人数增加呈先增再减趋势; ③ 样区农户生计类型由农业主导向非农主导转型过程中, 种植业产污负荷最大减幅达72.01%, 兼业转向生计情景下削减幅度为19.61%~29.85%, 非农主导生计情景下减幅为35.20%~72.01%, 但TN、TP的减量特征并不一致; ④ 劳动力配置与生计来源“非农化”促使农户主导生计类型向非农转化, 生计非农演变的潜在农户收入/福祉权衡亦驱使生计决策转向非农化, 不同农户家庭类型对生计转向的敏感程度表现为“劳动力家庭”>“半劳动力家庭”>“无劳动力家庭”; ⑤ 在新型城镇化快速推进和创新新型工业体系构建过程中, 山区农户生计类型进一步向非农转变, 而这一过程又将促使种植业产生的污染负荷量进一步减少, 要大幅削减种植业产污负荷, 就必须制定有助于山区农户生计非农化的调控对策。

**关键词:** 农户生计; 种植业; 非点源污染; 演变; 三峡库区

DOI: 10.11821/dlxb201607009

种植业对农村生态环境的影响日益凸显, 探究其演变规律有助于缓解农村生态环境压力。2014中央农村工作会议指出生态环境已对农业发展亮起“红灯”, “三高”型粗放农业发展方式对农村生态环境产生较大负面影响<sup>[1]</sup>。从目前中国农业和农村发展的阶段看, 在政策导向、经济发展及农村发展转型驱动下, 农民福祉/农户收益的最大化在农村资源配置、农户生计决策中扮演着至关重要的作用<sup>[2-3]</sup>, 驱使农户主导生计趋于“非农化”、经营主体趋于多样化<sup>[4]</sup>、农业趋于“精准化”<sup>[5]</sup>和多功能化<sup>[6]</sup>。然而, 作为影响农村生态环境重要组成部分的非点源污染, 是目前乃至未来农村生态环境必须面对且不能回避的敏感问题<sup>[7]</sup>。相关研究也表明, 农业生产过程产生的污染负荷是非点源污染“源”的重要组成部分之一<sup>[8]</sup>, 并发现农业生产中的化肥施用对水环境中水质的影响较大<sup>[9]</sup>; 有学者认为不同农业经营主体对农业种植中肥料投入的影响差异显著<sup>[10]</sup>, 农户对耕地投入的态度亦显著影响肥料投入决策<sup>[11]</sup>, 农户经营行为对农村非点源污染有重要影响<sup>[12-13]</sup>。

收稿日期: 2015-08-17; 修订日期: 2016-02-20

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2012ZX07104-003) [Foundation: Major Science and Technology Program for Water Pollution Control and Treatment, No.2012ZX07104-003]

作者简介: 钟建兵(1989-), 男, 重庆人, 硕士, 主要从事资源环境与景观生态相关研究。E-mail: zhong\_jb@sohu.com

通讯作者: 邵景安(1976-), 男, 安徽亳州人, 博士, 研究员, 主要从事土地利用与生态过程研究。

E-mail: shao\_ja2003@sohu.com

在非农务工工资不断提高的情况下,农村劳动力大量转移<sup>[14-17]</sup>已是不争的事实。山区农村因地形起伏所导致的农业生产的比较劣势更为显著,农村劳动力的转移更为突出,农户生计对土地的依赖程度更低<sup>[18]</sup>。调研发现,山区农村劳动力“析出”的年龄多在50岁以下,他们关于生计策略的理性判断与抉择更多以追求收益最大化为目的;留守劳动力年龄多在50~65岁,且以“自给性”农业生产为主,参与市场的程度较低;留守年龄超过65岁的,仅开展“菜园子”、“自给性”农业生产,经营土地规模与集约利用程度有限。外出务工劳动力以非农生计为主导,而留守农村的则以兼业生计或农业生计为主导。不同生计决策的农户对农村生态环境的感知/认识程度有很大不同<sup>[19]</sup>,对土地的态度及农业生产投入表现出很大的异质性<sup>[20-21]</sup>,必将影响农村非点源污染的程度及其变化。探究农户生计多样化演变中种植业产生的非点源污染“源”的变化,落实以农户为关键突破口的源头控制来防控非点源污染“源”,已尤显必要。

考虑非农化背景下,不同农户类型对生计转变的不同响应、对耕地投入的不同决策态度,最终将驱动农村种植业中非点源污染“源”的致污程度及其变化,本文基于农户生计决策收益最大化框架,结合农户类型、生计决策与种植业产污负荷,探讨农户主导生计类型演变过程中农村种植业非点源污染的可能演变趋势及不同农户类型的种植业产污响应;在权衡农户生计多样化抉择与耕地投入间博弈的基础上,有针对性地制定适应性调控政策,以引导不同经营主体(农户、合作社、企业等)在农业生产过程中进行合理投入,从源头防控农村非点源污染(控“源”)的发生。

## 1 研究区域与方法

### 1.1 区域概况

研究区分别位于渝东北生态涵养发展区和渝东南生态保护发展区,属三峡库区典型山区的巫山(福田镇和龙溪镇)和武隆(白马镇和长坝镇),分别紧邻长江主要支流大宁河和乌江(图1)。巫山样区,地势西南高东北低,起伏较大,地貌以中低山为主。气候属亚热带湿润季风性气候,年均降水量1041 mm,年均温18.4℃,立体气候显著。其中,福田镇距县城60 km,农业生产一年两熟,农作物以玉米、水稻、红薯为主;龙溪镇距县城10.3 km,林地为主要地类,外出务工人口比例为46.49%,农作物主要有玉米、红薯、芝麻等。武隆样区,地势东南高西北低,总体相对平缓,地貌由河谷平坝、深丘、低山构成,也属于亚热带湿润季风气候,年均降水量1100 mm,无霜期260 d。其中,长坝镇距县城38 km,319国道过境,农业基础较好,主要种植水稻、玉米、油菜等;白马镇距县城24 km,交通、水利等基础设施比较完善,主要经营玉米、水稻、烤烟、油菜等。

样区抽样选取8个典型村(巫山的莲花、双塘、双河和老鸦村;武隆的鹅冠、前进、东升和车盘村),涉及人口2814人。人均承包耕地 $11.21 \times 10^{-2} \text{ hm}^2$ ,人均退耕 $4.4 \times 10^{-2} \text{ hm}^2$ ,耕地年均收益819.67~1464.29元,人年均获资助593.96~1775.10元,外出务工人员年均收入20101.02元,兼业人员年均收入5801.54~14686.07元。样点村劳动力不同年龄段从业差异化特征显著(表1)。

### 1.2 数据来源

农访数据:主要采用课题组2012年7-8月(为期60天左右),以参与式农村评估(Participatory Rural Appraisal, PRA)的方式,采用随机抽样调查的方法,获取691户有效农户问卷。其中,龙溪镇老鸦村98户和双河村92户,福田镇莲花村98户和双塘村86

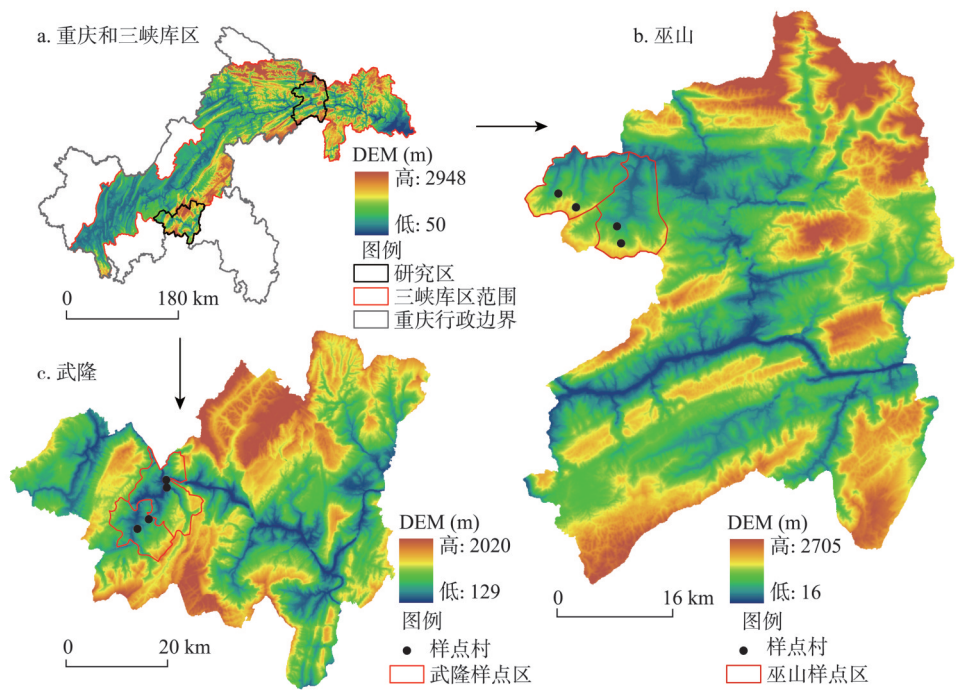


图1 研究区区位和样点村分布

Fig. 1 Location of the study sites and distribution of the sampling villages

户,长坝镇鹅冠村77户和前进村81户,白马镇车盘村80户和东升村79户。调研内容主要有农户的生计资产(人力资产、自然资产、物质资产等)、生计策略等情况。此外,采用数据还包括2013年6-10月对三峡库区重庆段部分区(县)的抽样调研数据,数据涉及23乡(镇)46村,共758份问卷,其中有效问卷752份,调研内容主要包括农户基本现状、种植结构、种植面积、施肥情况、经营方式、养殖结构及农村生活。

空间数据:样区县级尺度DEM数据、长江水系数据、三峡库区行政区划数据、重庆市行政边界数据等来源于地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn/>)下载;1:1万村级地形图、土地利用现状图、村级路网、居民点分布图、水域分布图等来源于样点村所在乡(镇)国土所或所在县国土资源局;样点村调研点空间分布数据来源于调查时所记录的GPS坐标,导入上述图件获得。

1.3 数据处理

(1)农户家庭类型划分 依据家庭人员构成中有无青壮年劳动力(16~50岁),将家庭类型分为“劳动力家庭”、“半劳动力家庭”和“无劳动力家庭”。劳动力家庭指单个农户家庭人员构成中有青壮年劳动力且从事劳动生产;半劳动力家庭指单个农户家庭中没有青壮年劳动力,但有50~65岁的“半劳动力”,且主要从事劳动生产;无劳动力家庭指

表1 样点村不同年龄段人员从业配置情况

Tab. 1 The situation of labor resource allocation among different ages

年龄段(岁)	劳动力配置(人)					总计
	仅务工	非劳动力	仅务农	务工为主兼务农	务农为主兼务工	
< 16	3	536	7	—	—	546
16~50	607	168	414	198	15	1402
50~65	25	23	427	45	9	529
> 65	1	77	253	4	2	337
总计	636	804	1101	247	26	2814

单个农户家庭中农户年龄均大于 65 岁，从事一定农业生产活动。

(2) 农户生计类型情景划定 依据不同“农户家庭”对土地的态度、主导生计策略抉择、农户生计对家庭承包耕地依赖程度及农户生计决策多元化发展趋向，将农户生计类型划分为 3 种（表 2）。

表 2 农户生计类型情景划分  
Tab. 2 The scenario classification of different farmers' livelihood types

主导生计类型情景	主要生计资产	主导生计策略	土地依赖程度	土地流转强度	主要农户收益
农业主导生计	自然资源	农业生产	高	低	农产品
兼业转向生计	自然资源、人力资产	务农、兼业	较高	较强	非农收益、农产品
非农主导生计	人力资产、社会资产	务工	低	强	非农收益

情景 1：农业主导生计。农户生计主要依靠土地资源，尤其是为日常生活提供基本“来源”的家庭承包地；生计活动类型单一，以追求耕地单位面积效益最大化为目的，最大限度地获取单位面积的产出。这一情景下，农户不存在兼业情况，土地流转发生概率相对较低（即便有也多以局部小规模流转为主），土地资源得到最大限度的开发利用，不存在撂荒现象。

情景 2：兼业转向生计。农户生计不全依赖有限的土地资源，劳动力可在不同产业间自由流动。对“劳动力”来说，农业生产仅是其生计策略的退路；土地流转逐步兴起并快速发展，但耕地流转保障机制不健全，不同经营主体均持观望态度，土地流转、撂荒、耕种并存。这一情景下，“劳动力”绝大部分选择收益更高的生计策略，对土地不太重视，最有可能实现流转；“半劳动力”中仅有少部分选择“务工”生计，其余则依托土地并从事可能的兼业工作，这部分人对土地的态度取决于从土地中获取的收益，若流转获得收益大，流转的可能性较高，反之亦然；而年龄超过 65 岁的老人，他们对土地的态度取决于家庭状况及土地流转后的收益，对有偿流转土地比较支持。

情景 3：非农主导生计。土地流转逐步成熟，相关配套机制健全，农民转出土地后没有“后顾之忧”，农地经营主体与农户都能从土地中获取预期收益，农地利用效率显著提高。单体经营农户退出农地经营，土地通过公司企业等高级经营主体介入，实现最大程度高效利用。

农地经营主体随农户主导生计类型转换向高级化方向发展。农业主导生计情景下，耕地经营主体是承包地农户及发展起来的种养殖大户；兼业转向生计情景下，耕地经营主体表现为承包地农户、种植大户、合作社、公司企业共存，土地利用表现为农户自耕、流转及撂荒并存；非农主导生计情景下，单体农户退出耕地经营，由合作社/公司企业有组织性生产作业。

(3) 不同生计决策下农民收益/福祉核算 伴随农村经济的转型和发展，农户生计来源朝多元化方向演化。调查发现，农户收益主要由外出务工收入、农业生产收益、农业兼业收入、承包耕地资源收益和政府及亲朋的资助性收益组成。参照“理性小农假说”与最大目标决策函数，不同农户家庭类型收益表达式为：

$$Income_j = \sum (OF + F_m + CB + L + AF) \tag{1}$$

式中： $Income_j$  为第  $j$  种农户家庭类型收益总和； $OF$  为非农务工收入； $F_m$  为农业生产收入； $CB$  为兼业收入； $L$  为耕地收入； $AF$  为资助性收入（如政府补助、亲朋送礼等）。其中： $OF = \sum N_w \times OF_w$ ； $F_m = \sum_{m=1}^k q_m \times p_m \times A_m$ ； $CB = \sum N_j \times CB_j$ ； $L = \sum_{L=1}^k A_L \times La_L$ ；



$AF = \sum_{f=1}^k AF_f$ ;  $N_w$  为外出务工人数;  $OF_w$  为外出务工平均年收入;  $q_m$  为第  $m$  种植 (养殖) 产品单价;  $p_m$  为第  $m$  种植 (养殖) 产品单产;  $A_m$  为第  $m$  种植 (养殖) 产品规模;  $N_j$  为兼业人员数量;  $CB_j$  为兼业平均年收入;  $A_L$  为土地的第  $L$  种收益面积;  $La_L$  为土地的第  $L$  种收益单价;  $AF_f$  为第  $f$  种资助收益。

(4) 不同农户种植业中污染物入河系数修正 不同空间单元由种植业所产生的污染物经由地表径流汇入受纳水体的过程主要受沿坡向的重力分力和地面的粗糙系数所控制<sup>[22]</sup>, 但各产污单元距受纳水体的距离同样制约污染物汇入受纳水体的可能与强度。距受纳水体越近, 污染物经由的地面粗糙的程度相对越简单, 经由的土地利用类型也越简单, 污染物被就地拦截或消纳的可能较小, 入河的概率相对较高。因此, 沿坡向的重力分力越大, 距受纳水体越近, 入河系数就越大。考虑到地形指数反映空间某单元顺坡向的重力大小<sup>[23]</sup>, 用地形指数为成本修正各空间单位到达受纳水体的距离, 表达式为:

$$D_i = d_i \times \ln \frac{\alpha_i}{\tan \beta_i} \quad (2)$$

式中:  $D_i$  为修正后第  $i$  单元距受纳水体的距离;  $d_i$  为第  $i$  单元距受纳水体的欧式距离;  $\ln \frac{\alpha_i}{\tan \beta_i}$  为地形指数,  $\alpha_i$  为流经坡面  $i$  处单位等高线长度的汇流面积 ( $\text{m}^2$ );  $\tan \beta_i$  为第  $i$  单元所处的坡度值 ( $^\circ$ )。

不同农户由种植业产生的污染物入河系数的修正表达式为:

$$\lambda_n = \bar{\lambda} \times \frac{\bar{D}}{D_n} \quad (3)$$

式中:  $\lambda_n$  为第  $n$  样点的入河系数;  $\bar{\lambda}$  为平均入河系数, 取值参考重庆与湖北农环监测站调查研究结果<sup>[24-25]</sup>, 对不同污染物 TN、TP 的取值为  $\lambda_{\text{TN}} = 0.1007$  和  $\lambda_{\text{TP}} = 0.0599$ ;  $\bar{D}$  为耕地距受纳水体的平均距离;  $D_n$  为第  $n$  样点距受纳水体的距离。样点区不同调研点产生的污染物入河系数数值范围如表 3 所示。

(5) 不同主导生计类型下种植业非点源污染核算 在农村劳动力非农化的过程中, 农户生计类型由农业主导生计、兼业转向生计向非农主导生计演变。不同主导生计类型下, 由种植业产生的非点源污染负荷的核算表达式为:

$$PL_j = \sum_{n=1}^m PL_n \quad (4)$$

式中:  $PL_j$  为第  $j$  种农户生计类型下种植业产污负荷总量;  $j$  为农户生计类型;  $PL_n$  为第  $n$  样点不同主导生计类型下种植业产污负荷总量, 公式为:

$$PL_n = \lambda_n \times \sum_{i=1}^n A \times F_i \quad (5)$$

式中:  $\lambda_n$  为第  $n$  样点修正后的入河系数;  $i$  为第  $n$  样点农户中第  $i$  种植方式;  $A_i$  为第  $i$  种植方式下经营耕地的规模;  $F_i$  为第  $i$  种植方式下对耕地的投入强度, 取值依据前期研究成果<sup>[10]</sup>。

表 3 研究区不同农户种植业产生的污染物入河系数取值范围

Tab. 3 The value range of river load ratio of pollutants resulted by different farmers' planting

样区名称	TN 取值范围	TN 均值	TP 取值范围	TP 均值
巫山样区	0.0675~0.3902	0.1221	0.0401~0.2321	0.0726
武隆样区	0.0485~0.4906	0.1006	0.0289~0.2919	0.0598

2 结果与分析

2.1 不同农户家庭类型耕地利用及种植业产污负荷

(1) 不同农户家庭类型的耕地利用 耕地利用呈自耕、流转与撂荒并存的多元化格局，且经营规模在不同农户家庭类型间差异显著。表4可知，不同农户家庭类型间耕地利用总体呈“入”<“出”的特征（转入<转出与撂荒之和），说明山区耕地因劳动力配置“非农化”而显得相对充足，耕作可捕获的优质耕地的机会较为充裕，甚至同一农户也可能存在转出、撂荒或转入耕地现象的同时发生。在农户追求耕作效率最大化内在需求的驱动下，耕地流转在很大程度上可实现山区耕地资源的优化配置与再分配。

不同农户家庭类型间实际耕种规模为“半劳动力家庭”（ $11.02\times10^{-2}\cdot\text{hm}^2/\text{人}$ ）>“无劳动力家庭”（ $8.66\times10^{-2}\cdot\text{hm}^2/\text{人}$ ）>“劳动力家庭”（ $6.45\times10^{-2}\cdot\text{hm}^2/\text{人}$ ）。“半劳动力家庭”中务农劳动力充足，但因年龄、文化程度、身体状况等限制而不能选择更好的生计策略，耕种规模最大，对土地依赖性最强；“无劳动力家庭”中劳动力缺乏，又因迫于生计或“恋土情节”，耕种规模也较大，但耕种能力有限，常“就近”从事农业生产，对土地有较强依赖性；“劳动力家庭”中受农业生产的比较劣势影响劳动力大量退出农业，为人均耕种规模最小的农户家庭类型，且伴随劳动力数量的增加，实际人均耕种规模进一步萎缩，说明农户生计随劳动力数量增加对耕地的依赖程度降低。

(2) 不同农户家庭类型种植业产污负荷 由种植业单位面积产生的污染负荷呈倾向于“半劳动力家庭”升高的趋势。单位面积产污负荷总量“半劳动力家庭”（ $58.50\text{ kg}/\text{hm}^2$ ）>“劳动力家庭”（ $54.21\text{ kg}/\text{hm}^2$ ）>“无劳动力家庭”（ $47.20\text{ kg}/\text{hm}^2$ ），且单位面积产生的TN、TP亦有相同的态势（图2）。而且，劳动力家庭内部随劳动力人数的增多，产污负荷总量、TN、TP均呈先升高再降低的趋势（表4）。在农业生产过程中，伴随劳动力数量的增加，用于追加农资投入的劳动力数量较为充分，受追求农业收益最大化的驱动，大量化肥被施用，这样，由种植业所产生的污染负荷将会呈增加态势。但是，当劳动力人数增加到一定程度时，在农业比较收益低的胁迫下，农户生计决策必然朝着非农化主导的方向而演化，大量劳动力转向非农产业，而用于农业生产的劳动力就相对较少，且劳动能力相对较弱，从而在很大程度上对农资化肥的投入有较强的抑制作用，进而导致由种植业产生的污染负荷呈降低态势。

2.2 不同农户生计类型转向下种植业产污负荷演变

(1) 种植业产污负荷演变特征 种植业产污负荷随农户生计类型转向呈减少趋势，

表4 研究区不同农户家庭类型耕地利用及由种植业所产生的非点源污染负荷

Tab.4 Farmland use of different farmers' livelihood types and non-point source pollution load resulted by planting

家庭类型	户均“劳动力”(人)	实际耕种	承包地	转入	转出	退耕地	撂荒地	TN <sup>*</sup>	TP <sup>**</sup>	总负销量 <sup>**</sup>
劳动力家庭	1	9.02	17.93	1.11	2.16	6.69	1.17	35.70	18.02	53.72
	2	6.44	9.77	1.18	0.73	3.05	0.72	34.15	19.30	53.45
	3	7.00	9.22	1.67	0.96	2.22	0.70	38.45	20.19	58.64
	4	4.72	7.96	1.18	0.85	3.00	0.55	35.69	21.70	57.39
	5	4.79	8.38	0.38	0.13	3.00	0.84	28.77	19.09	47.86
半劳动力家庭	1	10.43	25.16	1.52	4.16	9.72	2.36	33.02	23.06	56.08
	2	11.34	22.55	1.81	1.57	9.82	1.64	37.53	23.40	60.92
无劳动力家庭	—	8.66	24.89	1.82	3.10	11.74	3.21	30.35	16.85	47.20
均值	—	6.81	11.21	1.31	1.06	3.79	0.87	35.59	19.98	55.57

注：\*：取值单位为 $10^{-2}\cdot\text{hm}^2/\text{人}$ ；\*\*：取值单位为 $\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

且主导生计类型转向对TN的削减最为显著。表5可知, 由农业主导生计类型向非农主导生计类型转向时, 种植业产污负荷的最大削减量达12.40 t, 减幅为72.01%。但TN、TP的削减量并不同步, 分别为9.62t和3.61 t, 对应减幅分别为83.00%和64.12%, 表现出非对称性减量特征。农户生计类型转向对TN的削减作用最强, 占种植业产污负荷削减总量的77.58%。在农户生计类型转向过程中, 单体农户逐渐退出农业生产, 农业经营朝着高级化、专业化方向发展<sup>[26]</sup>, 且不同经营主体对待土地的态度及用肥习惯均表现出较大的差异性<sup>[10]</sup>。不同经营主体从事农业生产经营时单位面积产污负荷差异显著。(图3)

主导生计类型转向的不同阶段种植业产污负荷差异显著。农业主导生计情景下, 农户生计策略以农业生产为主, 农业经营主体由土地承包经营者自主承担, 受追求单位面积产出最大化所驱动, 化肥施用相对较多, 种植业产生的污染负荷处于较高水平, 负荷总量达17.22~16.22 t (其中TN 11.59~11.88 t、TP 5.63~4.33 t); 兼业转向生计情景下, 农业发展逐步融入市场, 在比较效益驱使下劳动力向二、三产业转移, 而此时的“半劳动力”人群又对耕地持“观望”态度, 新兴农业经营主体处于转型发展的过渡期, 耕地利用呈自耕、流转与撂荒并存的状态, 种植业产生的污染负荷较农业主导生计情景下有所减少, 减少量为3.18~5.14 t, 减幅为19.61%~29.85% (其中, TN减少量为2.14~3.12 t, TP减少量为0.75~2.30 t, 它们的最大减幅均超过25.0%); 非农主导生计情景下, 土地流转市场活跃, 农业经营主体已过渡到较高级形态, 由种植业产生的污染负荷较农业主导生计情景下显著减少, 产污负荷处于较低水平状态, 减少量为5.71~12.40 t, 减幅为35.20%~72.01% (其中, TN减少量为3.10~9.91 t, TP减少量为1.48~3.61 t, 它们的最大减幅均超过60.0%)。

(2) 种植业产污负荷对主导生计类型转向的响应 主导生计转向过程中不同农户类型间种植业产污负荷削减差异性明显。表5可看出, 由农业主导生计向兼业转向生计、再向非农主导生计的转化过程中, 种植业产污负荷的削减幅度表现为: 劳动力家庭产污削减量为18.64%~28.84%, 半劳动力家庭产污削减量为15.96%~23.12%, 无劳动家庭产污削减量为21.13%~39.47%, 最大削减幅度为“无劳动家庭”>“劳动力家庭”>“半劳动力家庭”, 而在削减的绝对量上则为“劳动力家庭”>“半劳动力家庭”>

表5 研究区不同农户生计类型种植业产生的非点源污染负荷(t)

Tab. 5 Non-point source pollution load resulted by planting among different farmers' livelihood types			
农户生计类型	总负荷量	TN	TP
农业主导生计	17.22~16.22	11.59~11.88	5.63~4.33
兼业转向生计	13.04~12.08	9.45~8.76	3.58~3.33
非农主导生计	10.51~4.82	8.49~1.97	2.02~2.85

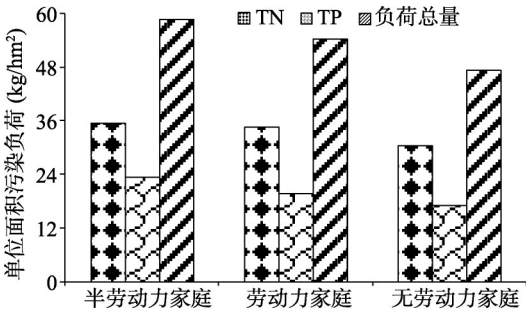


图2 研究区不同农户家庭类型单位面积产污负荷  
Fig. 2 Pollution load per unit area of different farmers' livelihood types

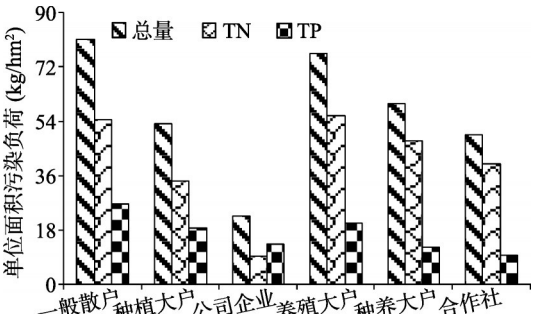


图3 研究区不同经营主体单位面积产污负荷  
Fig. 3 Pollution load per unit area among different agricultural operating main bodies

“无劳动家庭”。

由农业主导生计向兼业转向生计转换过程中，无劳动力家庭因受劳动力短缺的限制，其拥有的耕地可能最先选择流出去，而流转后的耕地大多实施适度规模经营，单位面积化肥的投入相对较少，这就在很大程度上降低了种植业的产污负荷；劳动力家庭因拥有充分的劳动力资源优势，除兼业之外，仍可腾出较多地劳动力或劳动时间用于农业生产，从而使得单位面积投入的劳动时间乃至劳动强度较大，在追求单位面积产出的驱动下，投入到农业生产中的化肥施用量相对较多，致使种植业产污负荷相对较高。当然，相比农业主导生计情景下，兼业阶段对劳动力家庭的劳动力配置仍有一定的分解，用于农业生产的劳动力数量和劳动时间（强度）有一定程度的降低，在这种情况下，因由兼业收入作补贴，劳动力家庭对农业收入的追求略微放松，这样农业生产中的化肥投入也出现某种程度的降低，从而使得在这一阶段种植业产污负荷低于农业主导生计的劳动力家庭；“半劳动力”尽管在兼业转向生计情景下可少部分参与兼业生产，但因劳动力资源的限制，其主要生计来源与农业主导生计情景下存在很大的相似性，仍以农业生产为主，为确保基本生计来源，获得最大的单位面积产出，依然会对其拥有的耕地做最大投入，致使种植业污染负荷削减幅度最小。

由兼业转向生计向非农主导生计演变过程中，劳动力家庭种植业产污削减量为23.31%~63.48%，半劳动力家庭产污削减量为20.26%~64.56%，无劳动家庭产污削减量为0~62.50%，产污负荷最大削减幅度表现为“半劳动力家庭”>“劳动力家庭”>“无劳动家庭”。在主导生计类型由兼业转向非农时，单体农户生计已脱离农业，此时种植业产污负荷均处于较低水平，半劳动力家庭产污削减幅度最高，说明半劳动家庭种植业产污的存量最大，而无劳动力家庭、劳动力家庭的产污存量较低，不同农户类型在主导生计转换过程中伴随劳动力资源的优化，投入到种植业生产中的劳动力、劳动时间、劳动强度均发生较大变化，进而驱使产污削减量也存在显著异质性。

以上分析可看出，无劳动力家庭种植业产污削减量对生计类型由农业主导向兼业主导转向时最敏感，半劳动力家庭产污削减量对主导生计类型由兼业向非农转变时最敏感。

2.3 影响农户生计类型转向的驱动因素

既然不同农户类型在主导生计转换过程中，由种植业产生的污染负荷削减量有很大差异，那么是什么因素影响或驱动不同农户类型出现不同的主导生计转换轨迹呢？它们的作用强度如何？查明这些对农业发展转型中制定应对或减缓由种植业产生的污染负荷的管理措施有重要意义。

表5 研究区不同农户类型种植业产污负荷随主导生计类型转向的演变特征(t)  
Tab. 5 The evolution of pollution load produced by planting under the different farmers' livelihood types, associated with the change of leading livelihood types in the study sites

农户类型	主导生计类型	总负荷量	TN	TP
劳动力家庭	农业主导生计	14.46~13.63	9.73~9.98	4.73~3.64
	兼业转向生计	11.09~10.29	8.04~7.45	3.05~2.84
	非农主导生计	8.83~4.05	7.13~1.65	1.70~2.39
半劳动力家庭	农业主导生计	1.99~1.88	1.34~1.38	0.65~0.50
	兼业转向生计	1.58~1.53	1.10~1.06	0.48~0.47
	非农主导生计	1.22~0.56	0.98~0.23	0.23~0.33
无劳动力家庭	农业主导生计	0.76~0.71	0.51~0.52	0.25~0.19
	兼业转向生计	0.56~0.46	0.44~0.37	0.11~0.09
	非农主导生计	0.46~0.21	0.37~0.09	0.09~0.13



(1) 劳动力配置“非农化”驱使农户生计类型转向 不同农户家庭劳动力的从业呈显著的“非农化”特征。图4可看出, 样区户均劳动力4.07人, 其中, 仅务农人员仅占39.13%, 仅务工人员占22.60%, 兼业人员占9.70%, 非劳动力占30.56%; “非农”从业占比达32.30%。而且, 如图5所示, 各从业类型中主体构成成员分化特征突出, 仅务工人员中“劳动力”成主体构成的占比>95%; 仅务农人员中“半劳动力”和年龄>65岁的占比较高, 达61.76%; 兼业人员中“劳动力”是主要构成成员, 占比高达78.02%; 非劳动力的主力军是年龄小于16岁的青少年(占比高达66.67%), 即低龄劳动力。因而, 伴随农村转型发展、劳动力非农从业潜力挖掘及潜在劳动力更新, 农村劳动力配置“非农化”趋势更加明显。

劳动力配置“非农化”程度因农户家庭类型差异呈非均质化特征。图6可看出, 不同农户家庭类型间劳动力配置非农化程度(仅务工和兼业人员占比)为“劳动力家庭”(34.80%)>“半劳动力家庭”(9.34%)>“无劳动力家庭”(0.00%), “半劳动力家庭”和“无劳动力家庭”则绝大部分从事农业生产活动, 从业占比均>80%, 对耕地的依赖程度依然较强。而且, 在劳动力家庭内部因拥有“劳动力”人数的增加, 非农就业人数呈线性增长趋势, 拟合优度高,  $y = 0.447x + 0.477$ ,  $R^2 = 0.94$  (表6), 表明农户家庭拥有劳动力情况对其从业非农化抉择影响显著, 劳动力配置的“非农化”将逐步改变非农从业农户家庭对土地的依赖, 进而驱使生计类型向非农方向演变。

(2) 生计来源“非农化”促使农户生计类型转向 农户收入/生计来源“非农化”特性显著。样区人均年收入8677.01元, 其中来源于非农收入占比达75.61%, 农业收入占比16.49%, 政府补贴等资助性收入占7.89%, 说明现阶段农户生计的主要来源已转向非农渠道(表7)。农户收入/生计来源的非农化是农村发展转型、劳动力“析出”、生计决策多样化的结果, 而这种“非农化”发展将进一步促使农户生计向非农转化。

农户收入的非农特征因农户家庭类型的不同而异。图7所示, 非农收入在劳动力家庭生计来源构成中占比最高(77.94%), 在半劳动力家庭中次之(27.66%), 在无劳动力家庭中最低(15.57%)。农业收入作为农户生计重要来源的是半劳动力家庭与无劳动力家庭, 且半劳动力家庭占比(38.74%)>无劳动力家庭(31.65%)。而且, 政府补助或亲朋资助等资助性收入也是半劳动力家庭和无劳动力家庭的重要来源部分, 且无劳动力家庭对这种资助性收入的依赖较强, 在其生计来源构成中的占比>50%(52.78%)。不同农户家庭类型生计来源构成中农业收入占比已处于较低水平(最高值仍低于40%), 生计来源“非农化”特征日益凸显, 从而促使农户生计向非农转化。

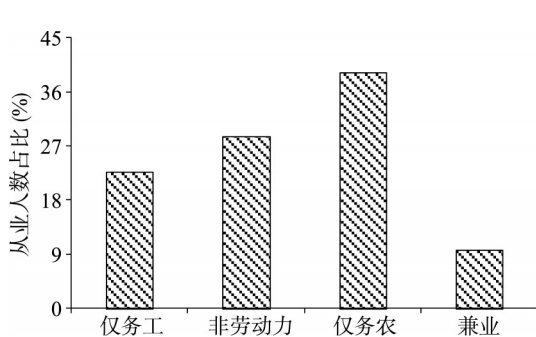


图4 研究区不同从业人员占比

Fig. 4 Employment structure of the labor resource in the study sites

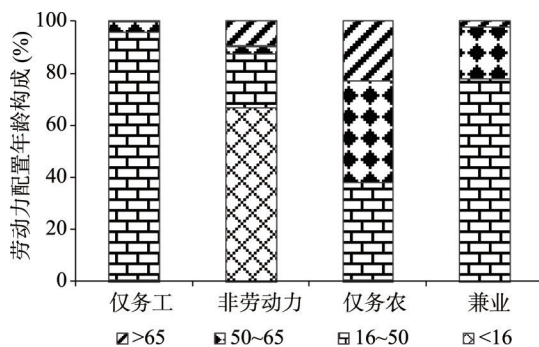


图5 研究区不同从业配置年龄构成

Fig. 5 Age structure of labor resource allocation in the study sites

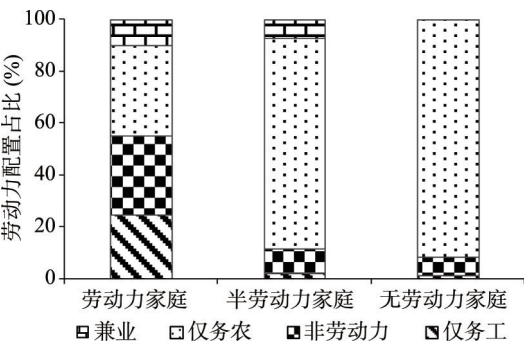


图6 研究区不同农户家庭类型中成员从业情况  
Fig. 6 Employment structure of the labor resource  
in the different farmers' livelihood types in the study sites

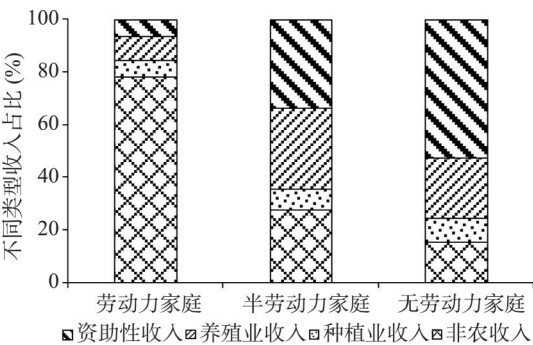


图7 研究区不同农户家庭类型生计来源结构  
Fig. 7 Living structure of the different farmers' livelihood types  
in the study sites

表6 研究区不同农户生计类型家庭的劳动力配置(人/户)

Tab. 6 Labor resource allocation among different farmers' livelihood types in the study sites							
家庭类型	户有“劳动力”(人)	户均人数	仅务工	无劳动力	仅务农	务工为主兼务农	务农为主兼务工
劳动力家庭	1	2.95	0.61	0.48	1.55	0.29	0.01
	2	4.66	0.97	1.57	1.65	0.40	0.06
	3	4.65	1.10	1.47	1.56	0.48	0.04
	4	5.52	2.01	1.49	1.48	0.52	0.01
	5	6.35	2.06	2.00	1.76	0.53	—
半劳动力家庭	1	1.73	0.03	0.16	1.35	0.14	0.05
	2	2.11	0.05	0.20	1.75	0.11	—
无劳动力家庭	—	1.76	0.02	0.12	1.61	—	—
均值	—	4.07	0.92	1.16	1.59	0.36	0.04

表7 研究区不同农户家庭类型的收入(元/人)

Tab. 7 Income characteristics of different farmers' livelihood types in the study sites						
农户家庭类型	户有“劳动力”(人)	非农收入	种植业收入	养殖业收入	资助性收入	总收入
劳动力家庭	1	6335.43	244.25	921.22	1248.00	8748.90
	2	6565.66	579.68	700.35	681.03	8526.73
	3	7167.32	667.82	1246.90	438.14	9520.18
	4	8242.03	638.33	436.72	402.26	9719.34
	5	9952.04	669.19	655.09	255.39	11531.71
半劳动力家庭	1	1098.44	360.31	928.78	1501.07	3888.60
	2	1347.46	348.56	1674.15	1547.25	4917.42
无劳动力家庭	—	523.60	305.22	759.58	1775.10	3363.50
均值	—	6561.05	560.84	870.35	684.79	8677.01

(3) 不同生计类型情景农户收入/福祉权衡诱导生计类型转向 农户收入在主导生计类型由农业向非农转向过程中呈增长态势，且在不同农户家庭类型间表现出显著的差异性。表8可看出，不同农户生计类型情景下，户均年收入为农业主导（9071.32元）<兼业转向（46360.19元）<非农主导（49658.75元），人均年收入为农业主导（2227.53元）<兼业转向（11384.11元）<非农主导（12194.10元），潜在利益最大化诱使农户生计类型向非农转化，户均年收入与人均年收入都表现出农业主导<兼业转向<非农主导趋势。

在农业主导生计情景下, 农户收入处于低水平均衡状态, 不同农户家庭类型间差异较小, 户均年收入为4623.30~9650.16元, 人均年收入为2099.66~3865.86元; 在兼业转向生计情景下, 农户收入处于高水平波动状态, 不同农户家庭类型间差距显著, 户均年收入4669.72~55906.36元, 人均年收入2659.14~12164.00元; 在非农主导生计情景下, 农户收入处于较高水平分化状态, 不同农户家庭类型间收入差距较大, 年户均最大差距54265.98元, 年人均最大差距10163.97元, 且“年龄>65岁家庭”陷入相对贫困。图8所示, 不同生计类型农户收入差距悬殊缘于从业性质不同所致, 说明农业比较收益相对低下, 在利益驱动及良好市场导向下, 农户生计类型将向非农化转变。

生计类型转变对不同农户家庭类型的收入增长变化的影响表现出非均衡性。表8可看出, 生计转向对劳动力家庭影响最大, 收入最大增幅超过5倍, 户均年收入最大差距49285.54元, 人均年收入最大差距10723.45元; 生计转变对半劳动力家庭的影响其次, 收入增长依然明显, 增幅接近1倍, 户均年收入最大差距6365.26元, 人均年收入最大差距3252.58元; 生计转变对无劳动力家庭(尤其年龄>65岁家庭)的影响最弱, 收入随农户生计类型转变增长甚微, 仅有1%左右。图9可看出, 生计转变的差异化影响缘于不同农户家庭类型间“劳动力”的构成不同所致。

以上3点说明, 农户内部人力资源差异是农户生计类型转向的内生动力, 农业比较劣势的存在是农户生计决策转向的外在驱动; “非农化”是农户生计类型转向的重要表征量, 而农户收入/福祉权衡则是农户生计类型转向的重要推手。劳动力配置与农户生计来源的“非农化”驱使农户生计类型由农业主导生计向非农主导生计转变, 不同生计类型情景农户收入/福祉权衡进一步促进农户生计类型转向。为此, 在新型城镇化快速推进和创新型工业体系构建过程中, 山区农户生计类型会进一步向非农转变, 而这一过程又将促使由种植业产生的污染负荷量进一步减少。要大幅削减种植业产污负荷, 就必须制定有助于山区农村农户生计非农化的调控对策。

表8 研究区不同主导生计类型农户收入核算(元/年)

农户生计类型	劳动力家庭		半劳动力家庭		无劳动力家庭	
	户均	人均	户均	人均	户均	人均
农业主导生计	9650.16	2099.66	7565.44	3865.86	4623.30	2632.71
兼业转向生计	55906.36	12164.00	7565.44	3865.86	4669.72	2659.14
非农主导生计	58935.70	12823.12	13930.70	7118.44	4669.72	2659.14

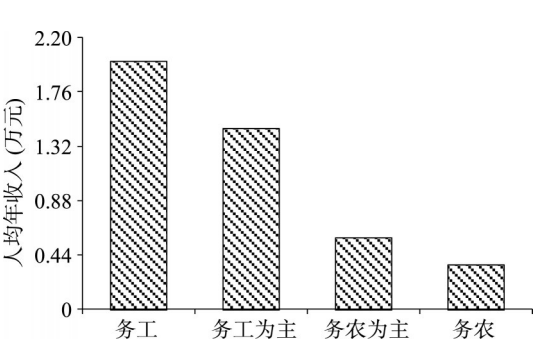


图8 研究区不同从业性质人均年收入  
Fig. 8 Per capita income of different employments in the study sites

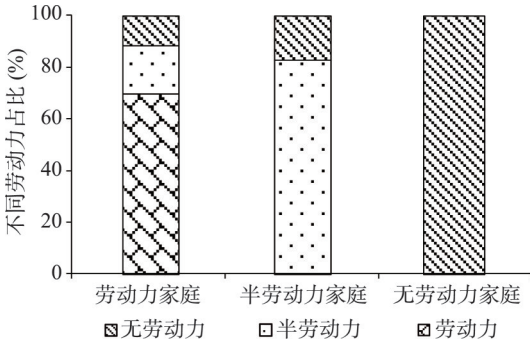


图9 研究区不同农户家庭类型劳动力构成  
Fig. 9 Labor structure of different farmers' livelihood types in the study sites

### 3 结论

(1) 样区耕地经营呈自耕、流转与撂荒并存的多元化发展格局, 实际种植规模呈“半劳动力家庭”( $11.02 \times 10^{-2} \cdot \text{hm}^2/\text{人}$ ) > “无劳动力家庭”( $8.66 \times 10^{-2} \cdot \text{hm}^2/\text{人}$ ) > “劳动力家庭”( $6.45 \times 10^{-2} \cdot \text{hm}^2/\text{人}$ ) 的特征。种植业单位面积产污负荷最高的是“半劳动力家庭”, “劳动力家庭”的种植业产污负荷随劳动力人数增加呈先增再减趋势, “无劳动力家庭”产污负荷最低。

(2) 样区种植业产污负荷随农户生计类型非农化转向呈减少趋势, 最大减幅达 72.01%, 且 TN、TP 的减少表现出非对称性特征, TN 减量更显著。农业主导生计情景下种植业产污负荷最高, 兼业转向生计情景下种植业产污负荷减幅为 19.61%~29.85%, 非农主导生计情景下种植业产污负荷减幅为 35.20%~72.01%。样区无劳动力家庭产污削减对生计类型由农业主导向兼业主导转向时最敏感, 半劳动力家庭产污削减对主导生计类型由兼业向非农转变时最敏感。

(3) 样区劳动力配置与生计来源“非农化”促使农户主导生计类型向非农转换, 生计非农演变发展的潜在农户收入/福祉权衡亦驱使生计决策转向非农化。不同农户家庭对生计转向的敏感程度表征为“劳动力家庭” > “半劳动力家庭” > “无劳动力家庭”。在新型城镇化快速推进和创新型工业体系构建过程中, 山区农户生计类型进一步向非农转变, 又将促使由种植业产生的污染负荷量进一步减少。要大幅削减种植业产污负荷, 就必须制定有助于山区农户生计非农化的调控对策。

### 参考文献(References)

- [1] Liang Liutao, Qu Futian, Feng Shuyi. Study on eco-environmental problems and management system innovation in the process of rural development. *Soft Science*, 2010, 24(8): 53-57. [梁流涛, 曲福田, 冯淑怡. 农村发展中生态环境问题及其管理创新探讨. *软科学*, 2010, 24(8): 53-57.]
- [2] Liu Yansui. Rural transformation development and new countryside construction in eastern coastal area of China. *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(6): 563-570. [刘彦随. 中国东部沿海地区乡村转型发展与新农村建设. *地理学报*, 2007, 62(6): 563-570.]
- [3] Rozelle S, Boisvert R N. Control in a dynamic village economy: The reforms and unbalanced development in China's rural economy. *Journal of Development Economics*, 1995, 46(2): 233-252.
- [4] Shui Shangnan. Options for agricultural business model: Capital farm or co-operative. *Issues in Agricultural Economy*, 2013(8): 32-36. [税尚楠. 农业经营模式的选择: 资本农场或合作经营. *农业经济问题*, 2013(8): 32-36.]
- [5] Ganesh C B, John F N, David C R. Energy savings by adopting precision agriculture in rural USA. *Energy, Sustainability and Society*, 2012, 22(2): 1-5.
- [6] Walford N. Multifunctional agriculture a new paradigm for European agriculture and rural development. *Land Use Policy*, 2005, 22(4): 387.
- [7] Yang Linzhang, Shi Weiming, Xue Lihong, et al. Reduce-retain-reuse-restore technology for the controlling the agricultural non-point source pollution in countryside in China: General countermeasures and technologies. *Journal of Agro-Environment Science*, 2013, 32(1): 1-8. [杨林章, 施卫明, 薛利红, 等. 农村面源污染治理的“4R”理论与工程实践: 总体思路与“4R”治理技术. *农业环境科学学报*, 2013, 32(1): 1-8.]
- [8] Li Xiufen, Zhu Jinzhao, Gu Xiaojun, et al. Current situation and control of agricultural non-point source pollution. *China Population, Resources and Environment*, 2010, 20(4): 81-84. [李秀芬, 朱金兆, 顾晓君, 等. 农业面源污染现状与防治进展. *中国人口·资源与环境*, 2010, 20(4): 81-84.]
- [9] Zhang Yan, Gao Xiang, Zhang Hong. Association study between water quality of Chaohu Lake and resources input in agriculture of basin. *Environmental Sciences*, 2012, 33(9): 3009-3013. [张燕, 高翔, 张洪. 巢湖水质与流域农业投入的关联性研究. *环境科学*, 2012, 33(9): 3009-3013.]
- [10] Zhong Jianbing, Shao Jing'an, Xie Deti, et al. Evaluation and changing characteristics of fertilizer input in different agricultural systems in the Three Gorges Reservoir Area. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2014, 22(11): 1372-1378.



- [钟建兵, 邵景安, 谢德体, 等. 三峡库区不同农业经营模式的肥料投入评估及其变化特征. 中国生态农业学报, 2014, 22(11): 1372-1378.]
- [11] Gong Qianwen, Zhang Junbiao, Li Jin. Impact factor of fertilizer inputs decision based on analysis of the survey data in Hubei Province. *Issues in Agricultural Economy*, 2008(10): 65-70. [巩前文, 张俊彪, 李瑾. 农户施肥量决策的影响因素实证分析: 基于湖北省调查数据的分析. 农业经济问题, 2008(10): 65-70.]
- [12] Feng Xiaojie, Wei Chaofu, Xie Deti, et al. Effects of farm households management behavior upon non-point pollution of agriculture and model analysis. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2005, 21(12): 354-358. [冯孝杰, 魏朝富, 谢德体, 等. 农户经营行为的农业面源污染效应及模型分析. 中国农学通报, 2005, 21(12): 354-358.]
- [13] Hou Jundong, Lv Jun, Yin Weifeng. Effects of farmer households' production and operation behaviors on rural eco-environment. *China Population, Resources and Environment*, 2012, 22(3): 30-35. [侯俊东, 吕军, 尹伟峰. 农户经营行为对农村生态环境影响研究. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(3): 30-35.]
- [14] Long Dongping, Li Tongsheng, Miao Yuanyuan, et al. Spatio-temporal characteristics and impacting factors of non-agriculturalization of China's rural population. *Progress in Geography*, 2014, 33(4): 517-530. [龙冬平, 李同昇, 苗园园, 等. 中国农村人口非农化时空演变特征及影响因素. 地理科学进展, 2014, 33(4): 517-530.]
- [15] Zhao Chunyu, Su Qin, Fang Jueshu. The research system and methods of the rural labor's environment cognition in the employment transference's process. *Geographical Research*, 2013, 32(5): 891-901. [赵春雨, 苏勤, 方觉曙. 农村劳动力转移就业环境认知研究体系与方法. 地理研究, 2013, 32(5): 891-901.]
- [16] Zhang Wuwei, Zhang Fuming, Yang Xuecheng. The relationship between the transfer of surplus rural labor force and its land disposal: An analysis based on the survey data of 2421 agricultural transfer labor force in Shandong Province. *Chinese Rural Economy*, 2009(3): 85-90. [张务伟, 张福明, 杨学成. 农业富余劳动力转移程度与其土地处置方式的关系: 基于山东省2421位农业转移劳动力调查资料的分析. 中国农村经济, 2009(3): 85-90.]
- [17] Sharma D K, Ghosh D, Alade J A. A fuzzy goal programming approach for regional rural development planning. *Applied Mathematics and Computation*, 2006, 176(1): 141-149.
- [18] Li Bin, Ma Jiujie. The study on impact of labor force transfer on innovation in agricultural production and operation organization innovation and impact of this innovation on change of urban-rural income gap. *China Soft Science magazine*, 2014(7): 60-76. [李宾, 马九杰. 劳动力转移、农业生产经营组织创新与城乡收入变化影响研究. 中国软科学, 2014(7): 60-76.]
- [19] Zhao Xueyan. Environmental perception of farmers of different livelihood strategies: A case of Gannan Plateau. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(21): 6776-6787. [赵雪雁. 不同生计方式农户的环境感知: 以甘南高原为例. 生态学报, 2012, 32(21): 6776-6787.]
- [20] Ouyang Jinliang, Song Chunmei, Yu Zhenrong, et al. The farm household's choice of land use type and its effectiveness on land quality and environment in Huang-Huai-Hai Plain. *Journal of Natural Resources*, 2004, 19(1): 1-11. [欧阳进良, 宋春梅, 宇振荣, 等. 黄淮海平原农区不同类型农户的土地利用方式选择及其环境影响: 以河北省曲周县为例. 自然资源学报, 2004, 19(1): 1-11.]
- [21] Luo Xiaojuan, Feng Shuyi, Reidsma Pytrik, et al. Simulation of agricultural and environmental policy response based on the farmer's bio economic model: A case study of Taihu River Basin. *Chinese Rural Economy*, 2013(11): 74-87. [罗小娟, 冯淑怡, Reidsma Pytrik, 等. 基于农户生物—经济模型的农业与环境政策响应模拟: 以太湖流域为例. 中国农村经济, 2013(11): 74-87.]
- [22] Long Tianyu, Cao Huailiang, An Qiang, et al. Spatial distribution of transfer pollution absorbed phosphorus load in slopefarmland of purple soil in Three Gorges Reservoir Region. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2013, 29(4): 157-164, 297. [龙天渝, 曹怀亮, 安强, 等. 三峡库区紫色土坡耕地吸附态磷可迁移污染负荷空间分布. 农业工程学报, 2013, 29(4): 157-164, 297.]
- [23] Beven K, Kirkby M J. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. *Hydrological Science Bulletin*, 1979, 24(1): 43-69.
- [24] Chen Yucheng, Yang Zhimin, Chen Qinghua, et al. Source apportionment of agricultural non-point source pollution in Chongqing based on pressure-response system. *Scientia Agricultura Sinica*, 2008, 41(8): 2362-2369. [陈玉成, 杨志敏, 陈庆华, 等. 基于“压力—响应”态势的重庆市农业面源污染的源解析. 中国农业科学, 2008, 41(8): 2362-2369.]
- [25] Zhong Jianbing, Shao Jing'an, Yang Yuzhu. Spatial distribution characteristics of pollution load of crop farming in the Three Gorges Reservoir Area (Chongqing). *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2015, 35(7): 2150-2159. [钟建兵, 邵景安, 杨玉竹. 三峡库区(重庆段)种植业污染负荷空间分布特征. 环境科学学报, 2015, 35(7): 2150-2159.]
- [26] Xu Ping, Zhang Zhengbin, Wang Jianzhong, et al. Development directions of Chinese agriculture in future. *World Sci-*

tech R&D, 2004, 26(6): 65-68. [徐萍, 张正斌, 王建忠, 等. 中国农业的未来发展方向. 世界科技研究与发展, 2004, 26(6): 65-68.]

## Characteristics of non-point source pollution load of crop farming undergoing the background of livelihood diversification

ZHONG Jianbing<sup>1</sup>, SHAO Jing'an<sup>1,2</sup>, YANG Yuzhu<sup>1</sup>

(1. College of Geographical and Tourism, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China;

2. Key Laboratory of Surface Process and Environment Remote Sensing in the  
Three Gorges Reservoir Area, Chongqing 400047, China)

**Abstract:** Based on objective data collected from interviews in typical villages of the Three Gorges Reservoir area, this study presents three livelihood scenarios related to rural transformation development: agriculturally dominant livelihood, multiple-type livelihood and non-agriculturally dominant livelihood. Results indicated the following: (1) The current farmland pattern shows a trend of diversification as self-cultivation, cropland transfer and fallow in the sample region. Dynamic characteristics of cultivated land present a special feature that is more "transfer-into" than "transfer-out". Various scales of planting are represented among various households, according to the following decreasing order: half-labor household > non-labor household > adequate labor household. (2) The highest pollution loading produced by crop farming occurs in half-labor households while the lowest occurs in non-labor households. With the increase of labor, the pollution load per unit area tends to first increase and then decrease within families with enough labor. (3) As the type of livelihood transitions from agriculturally dominant to non-agriculturally dominant, the maximum reduction of total pollution loading produced by the agricultural industry can reach 72.01%. Compared to agriculturally dominant livelihoods, multiple-type livelihoods produce a pollution load reduction yield of 19.61%-29.85%, and non-agriculturally dominant livelihoods reduce the pollution load yield by 35.20%-72.01%. However, the rate of reduction of total nitrogen is not the same as total phosphorus. (4) The non-agricultural characteristics of labor allocation and income promote the transformation from dominant livelihood types to non-agricultural livelihoods, and potential revenue conversion follows a similar trend. In addition, different household types do not display identical conversion rates, according to the following decreasing order: enough labor household > half-labor household > non-labor household. (5) During rapid urbanization and the building of new industrial systems, the livelihood types of rural households have been further transformed to non-agricultural household types in the mountainous region; this process will lead to the further reduction of pollution load generated by planting and agriculture.

**Keywords:** livelihood; crop farming; non-point source pollution; evolution; Three Gorges Reservoir area