

辽宁省退耕还林工程生态效益评价研究

王雪松¹, 牛香², 魏文俊^{3*} (1. 辽宁省森林经营研究所, 辽宁丹东 118002; 2. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091; 3. 辽宁省林业科学研究院, 辽宁沈阳 110032)

摘要 在退耕还林工程新周期的开始阶段, 对以往退耕还林工程生态效益进行评估以期对退耕还林工程的宏观管理决策提供科学依据。文章基于退耕还林工程生态效益专项监测站和中国森林生态系统定位研究网络所属森林生态站等的数据库资源, 参照《退耕还林工程生态效益监测评估技术标准与管理规范》(办退字[2013] 16号)和《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T 1721-2008), 应用分布式测算方法评估了辽宁省退耕还林工程的生态效益。结果显示辽宁省退耕还林工程各项生态效益总价值量为 491.94 亿元/年, 各项生态效益由高到低依序为涵养水源、生物多样性保护、固碳释氧、保育土壤、净化大气环境和林木累积营养物质。辽宁省退耕还林工程生态效益总价值量占退耕还林工程生态效益总价值量的 19.40% (95.45 亿元/年), 宜林荒山荒地造林占 64.77% (318.64 亿元/年), 封山育林占 15.83% (77.85 亿元/年)。

关键词 辽宁省; 退耕还林工程; 生态效益

中图分类号 S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)04-060-02

Evaluation of Ecological Benefits for Conversion of Cropland to Forestland Project in Liaoning Province, China

WANG Xue-song¹, NIU Xiang², WEI Wen-jun^{3*} (1. Liaoning Institute of Forest Management, Dandong, Liaoning 118002; 2. Research Institution of Forest Ecology, Environment and Protection, CAF, Beijing 100091; 3. Liaoning Academy of Forestry, Shenyang, Liaoning 110032)

Abstract In the early stages of new period for Conversion of Cropland to Forestland project (CCF project), its ecological benefits in the past were evaluated so as to provide scientific basis for macro management decision for the CCF project. Data resources for CCF project ecological benefit monitoring stations and Chinese forest ecological stations belongs to Chinese forest ecosystem research network were used in this study. On the basis of *Technical Standard and Management Specifications of Observation and Evaluation of Ecological Effects of the Project of Conversion of Cropland to Forestland* (Bantuizi [2013] No. 16) and *Specifications for Assessment of Forest Ecosystem Services in China* (LY/T 1721-2008), distributed calculation method was applied to evaluate the ecological benefits of CCF project in Liaoning Province. The results showed that the total value of ecological benefits was 49.194 billion Yuan per year. The value of ecological benefits from high to low were water storage, biodiversity conservation, C fixation and O₂ release, soil conservation, environment purification, nutrients accumulation. The total value of afforestation on abandoned cropland project accounted for 19.40% (9.545 billion Yuan per year) of the total value of CCF project, the afforestation of barren hills and wasteland project for 64.77% (31.864 billion Yuan per year), and the forest reservation project for 15.83% (7.785 billion Yuan per year).

Key words Liaoning Province; Conversion of Cropland to Forestland project; Ecological benefits

21 世纪初期我国大范围实施的退耕还林工程是目前世界上最大的区域性造林再造林活动^[1-4]。2001 年辽宁省启动退耕还林工程, 至 2011 年全省森林覆盖率提高至 38.2%^[5]。由于人为翻耕行为被全面禁止, 在辽西北地区退耕地的林下植物种类增多, 土壤肥力提高, 迅速增加的林下灌木植被有效地起到了截流降雨、延缓地表径流的作用, 土地治理度达到 68.6%, 土壤流失减少率达到 37.5%^[6]。对退耕还林工程的生态效益评估有助于科学评价退耕还林工程建设成果和国家的投资效益, 对于高水平地实施退耕还林工程, 改善退耕还林工程区乃至全国的生态环境具有重要的现实和深远指导意义^[3]。

1 辽宁省退耕还林工程概况

辽宁省自 2001 年实施国家退耕还林工程以来, 工程区由试点阶段的 3 市 4 县(彰武县、北票县、凌源县、建昌县)发展到 15 市 74 县, 工程覆盖 1 115 个县(乡)11 517 个自然村, 涉及 659 592 户农民。辽宁省林业厅将全省划分为 3 个模式类型 22 个模式组 153 个模式, 同时采用聚类分析法确定了 43 个优选模式。针对辽西北、辽东山地及半岛丘陵区、辽中平原区三大地貌区分别选定了相应的造林模式和管护方法,

以保证工程的建设成效。截至 2013 年末, 辽宁省累计完成退耕还林工程建设任务 113.57 万 hm², 其中退耕地还林面积约占总面积的 21.72%, 宜林荒山荒地造林占到 62.66%, 封山育林占 15.61%^[4]。

2 研究方法

2.1 退耕还林工程生态效益监测及测算评估指标体系 辽宁省退耕还林工程各项生态效益监测方法参照《退耕还林工程生态效益监测评估技术标准与管理规范》(办退字[2013] 16号)和《森林生态系统服务功能评估规范》(LY/T 1721-2008)^[7-10]。测算评估指标体系包括涵养水源(调节水量和净化水质)、保育土壤(固土和保肥)、固碳释氧(固碳和释氧)、积累营养物质(林木积累营养物质)、净化大气环境(提供负离子、吸收污染物和滞尘)和生物多样性保护(物种保育)。

2.2 退耕还林工程生态效益分布式测算方法 将辽宁省退耕还林工程按照县区划分为 74 个一级测算单元, 每个一级测算单元按照不同退耕还林工程植被恢复类型分为退耕地还林、宜林荒山荒地造林和封山育林 3 个二级测算单元。结合不同立地条件的对比观测, 最终确定 222 个相对均质化的生态效益评估单元。基于生态系统尺度的定位实测数据, 运用遥感反演、模型模拟等技术手段, 进行由点到面的数据尺度转换, 将点上实测数据转换至面上测算数据, 得到各生态效益评估单元的测算结果, 以上均质化的单元数据累加的结

基金项目 林业公益性行业科研专项(201204101, 201404303)。

作者简介 王雪松(1968-), 男, 辽宁葫芦岛人, 高级工程师, 从事森林经营与管理研究。* 通讯作者, 高级工程师, 从事森林生态研究。

收稿日期 2014-12-15

果即为辽宁省退耕还林工程生态效益的测算结果。

2.3 数据来源 数据来源于辽宁省 3 个退耕还林工程生态效益专项监测站、中国森林生态系统定位研究网络(CFERN)所属 4 个森林生态站、30 多个辅助观测点以及 300 多块样地的退耕还林工程生态效益指标体系连续观测与清查数据,还包含辽宁省退耕还林工程中心开展的退耕地还林、宜林荒山荒地造林和封山育林 3 种植被恢复类型中各退耕还林树种面积、树龄等资源清查数据以及权威机构公布的社会公共资源数据^[4]。

3 结果与分析

3.1 辽宁省退耕还林工程生态效益 对辽宁省涵养水源、保育土壤、固碳释氧、林木积累营养物质和净化大气环境生态效益物质质量评估结果表明,全省涵养水源物质质量为 11.47 亿 m³/年;固土量达到 0.33 亿 t/年,能够减少土壤中氮、磷、钾和有机质损失量分别为 7.99 万、4.11 万、62.55 万和 1.68 万 t/年;林木积累氮、磷、钾量分别为 1.10 万、0.41 万和 0.21 万 t/年;每年能够提供负离子量为 626.49 × 10²²个,吸收污染物量 1.18 亿 kg,滞尘量 143.11 亿 kg(表 1)。

表 1 辽宁省退耕还林工程不同植被恢复类型生态效益物质质量

植被恢复类型	涵养水源 万 m ³ /年	保育土壤					固碳释氧	
		固土//万 t/年	氮//t/年	磷//t/年	钾//t/年	有机质//t/年	固碳//万 t/年	释氧//万 t/年
退耕地还林	24 923.87	699.55	19 372.43	8 904.59	114 212.60	3 975.64	41.53	98.09
宜林荒山荒地造林	68 269.14	2 133.96	48 247.35	27 097.69	413 924.50	10 508.60	139.46	333.24
封山育林	21 513.18	496.66	12 285.81	5 143.30	97 371.63	2 344.22	30.79	73.03
合计	114 706.19	3 330.17	79 905.59	41 145.58	625 508.73	16 828.46	211.78	504.36

植被恢复类型	林木积累营养物质			净化大气环境		
	氮//t/年	磷//t/年	钾//t/年	提供负离子// × 10 ²² 个	吸收污染物//万 kg/年	滞尘//亿 kg/年
退耕地还林	10 537.56	388.81	2 003.40	113.83	2 070.51	22.51
宜林荒山荒地造林	382.61	19.37	65.04	421.44	7 969.35	99.55
封山育林	78.92	3.56	19.29	91.22	1 749.42	21.05
合计	10 999.09	411.74	2 087.73	626.49	11 789.28	143.11

表 2 辽宁省退耕还林工程不同植被恢复类型生态效益价值量

植被恢复类型	涵养水源 亿元/年	保育土壤 亿元/年	固碳释氧 亿元/年	林木积累营养物质 亿元/年	净化大气环境 亿元/年	生物多样性保护 亿元/年	总价值 亿元/年
退耕地还林	28.68	18.20	18.06	2.69	5.59	22.23	95.45
宜林荒山荒地造林	78.57	56.60	61.16	9.81	24.54	87.96	318.64
封山育林	24.78	13.22	13.43	2.04	5.18	19.20	77.85
合计	132.03	88.02	92.65	14.54	35.31	129.39	491.94

辽宁省退耕还林工程各项生态效益总价值量为 491.94 亿元/年。各项生态效益由高到低次序为:涵养水源为 132.03 亿元/年,占总价值量的 26.84%;生物多样性保护 129.39 亿元/年,占总价值量的 26.30%;固碳释氧 92.65 亿元/年,占总价值量的 18.83%;保育土壤 88.02 亿元/年,占总价值量的 17.89%;净化大气环境 35.31 亿元/年,占总价值量的 7.18%;林木积累营养物质 14.54 亿元/年,占总价值量的 2.96%(表 2)。

3.2 辽宁省退耕还林工程不同植被恢复类型生态效益 辽宁省退耕还林工程不同植被恢复类型生态效益各分项物质质量总体上为宜林荒山荒地造林最大,退耕地还林次之,封山育林最小(表 1),与 3 种植被恢复类型的面积密切相关。辽宁省退耕地还林工程每年的生态效益总价值量为 95.45 亿元,占退耕还林工程生态效益总价值量的 19.40%。退耕地还林生态效益总价值量分布中,涵养水源和生物多样性保护生态效益价值量占总价值量的比例较高,分别占 30.05% 和 23.29%。全省宜林荒山荒地造林每年生态效益总价值量为 318.64 亿元,占退耕还林工程生态效益总价值量的 64.77%。生态效益各分项价值量中,生物多样性保护和涵养水源生态效益价值量所占比例较高,占总价值量的

27.60% 和 24.66%。全省封山育林每年生态效益总价值量为 77.85 亿元,占退耕还林工程生态效益总价值量的 15.83%。生态效益各分项价值量中,涵养水源和生物多样性保护生态效益价值量所占比例较高,占总价值量的 31.83% 和 24.66%(表 2)。

4 结论与讨论

辽宁省退耕还林工程各项生态效益总价值量为 491.94 亿元/年,占辽宁省森林生态系统生态效益总价值的 18.98%(2 591.72 亿元)^[11],可见退耕还林工程对全省生态环境的改善作用贡献巨大。6 项生态效益价值量中,涵养水源占总价值量的 26.84%,生物多样性保护占 26.30%,表明涵养水源和生物多样性保护占据主导地位,这 2 种是辽宁省退耕还林工程发挥的主导生态功能。实施退耕还林工程主要是为了控制水土流失,减缓土地荒漠化进程,实现恢复和改善当地生态环境的最终目标。因此,在选择退耕还林工程模式时,更倾向于选择能够显著改善和提高生态系统涵养水源功能的恢复模式。在涵养水源功能得到提高的前提下,增加退耕还林生态系统内的生物多样性,使其群落物种组成和结构更接近于自然状态的森林生态系统,提高群落的稳定性,是巩固退耕还林工程成果,增加退耕还林工程生态效益,促进退

(下转第 101 页)

理对油菜产量的影响顺序为处理 C > 处理 B > 处理 A > 处理 D > CK, 说明施用控释肥的产量最高。这是因为控释肥肥效长久, 能够在较长的时期内满足油菜生长的需要。同时, 先期施用基肥, 分开施肥的效果优于一次性施肥的效果, 说明一次施用普通复合肥难以满足油菜各生长时期的营养需求。但是, 分开施肥需要大量的人力、物力, 会提高油菜生产的成本。目前控释肥价格为 2.7 ~ 2.8 元/kg, 复合肥价格为 2.4 ~ 2.5 元/kg, 即控释肥比复合肥多出 0.3 元/kg 左右。以此次试验为例, 需施肥 750 kg/hm², 即在同等施肥量的基础上, 施用控释肥的成本增加 225 元/hm²。与一次性施用复合肥相比, 施用控释肥油菜增产 114.4 kg/hm², 现在油菜籽大概 5 元/kg, 价格浮动为 10% 左右, 可增值 572 元/hm² 左右, 除去增加的控释肥成本, 纯收入增加 347 元/hm² 左右。与分开施用复合肥相比, 油菜增产不多, 但缓控肥可以减少一次施肥, 减少人力。现阶段农业劳力成本大概 100 元/d 左右, 每公顷常规施肥需要 7 ~ 8 d, 劳力成本增加 700 ~ 800 元。在现在人力成本很高的时期, 减少追肥的次数, 适用于现代农业。因此, 无论在对产量的增产增值效果还是栽培措施方面, 施用控释肥最佳。

表 4 不同施肥方式下油菜产量的比较

处理	小区产量//kg			产量 kg/hm ²
	重复 1	重复 2	重复 3	
A	5.050	4.904	4.700	2 442.3 a
B	5.260	4.502	5.530	2 548.6 a
C	4.760	5.220	5.360	2 556.7 a
D	4.310	4.840	4.410	2 261.0 a
CK	3.080	2.760	2.640	1 413.4 b

注: 同列不同小写字母表示 0.05 水平差异显著性 (LSD 法)。

3 小结

通过在不同施肥条件下对油菜生长几个重要生育期的

(上接第 61 页)

耕还林工程可持续发展的必要选择。退耕还林工程实施以来, 大多数新营造林分处于幼龄林或中龄林快速生长阶段, 因此林分具有很强的固碳释氧潜力。由此可见, 人为选择和退耕还林工程自身的特殊属性决定了各项生态效益价值量的组成结构特征^[3]。

辽宁省退耕还林工程 3 种植被恢复类型生态效益总价值为宜林荒山荒地造林工程最大 (318.64 亿元/年), 退耕地还林工程次之 (95.45 亿元/年), 封山育林工程最小 (77.85 亿元/年)。3 种植被恢复类型均以涵养水源和生物多样性保护生态效益占主导。退耕还林工程生态效益评估客观地反映了退耕还林工程已取得的成果, 为工程管理部门科学有效地制定退耕还林工程成果巩固措施提供了依据, 有助于根据地区特殊需求针对性地提出相应的生态效益目标, 有助于不断提高工程建设质量和成效, 为下一步退耕还林营造林的选择和可持续管理提供依据。

比较, 研究各施肥处理对油菜产量的影响, 为南方各地区油菜的施肥与油菜的机械化生产提供一定的依据。

通过对油菜的苗期、盛花期、成熟期各项生理指标与经济性状比较, 发现油菜施用控释肥虽然在苗期时的生育性状不如施用复合肥, 但是到了盛花期, 施用控释肥油菜的这项生育性状都优于施用复合肥的。施用控释肥相对于不施肥差异显著, 相对于其他施肥方式的差异虽然不显著, 但是施用控释肥的效果高于其他施肥处理。另外, 控释肥可以延缓肥料释放, 利用率高, 节约人工成本。同时, 施用半量控释肥处理与全量施肥处理之间的差异不显著, 在减少一半以上施用量的情况下仍有增产或促进生长发育的效果。施用控释肥可以减少肥料的使用量, 提高肥料的利用率, 减少因施肥而造成的污染。其次, 可通过推广平衡施肥、测土配方施肥和使用农艺措施、加强农田养分管理等措施提高化肥使用效率。然而, 这些技术推广难度大, 局限性多, 尤其是对土地分散经营模式的中国往往不是很奏效。施用控释肥解决了这些问题。再次, 控释肥可以一次到位, 有利于油菜的机械化生产。

试验还表明, 施用控释肥可以减少肥料施用量, 提高肥料利用的效率, 减少肥料污染。同时, 施用控释肥可以减少肥料施用次数, 省时省力, 降低生产成本, 为南方机械化生产创造条件。

参考文献

- [1] 李然. 中国油菜生产的经济效率分析[J]. 华中农业大学学报, 2011(4): 12-15
- [2] 宋继文. 推广应用缓控释肥以发展现代农业[J]. 中国农资, 2007(2): 54-55.
- [3] 许秀成, 李荫萍, 王好斌. 包裹型缓释/控制释放肥料专题报告. 第四报包膜(包裹)型控制释放肥料各国研究进展, 3. 欧洲; 4. 中国[J]. 磷肥与复肥, 2001, 16(2): 7-12.
- [4] 樊小林, 廖宗文. 控释肥料与平衡施肥和提高肥料利用率[J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(3): 219-223.

参考文献

- [1] 姚平, 陈先刚, 周永锋, 等. 西南地区退耕还林工程主要林分 50 年碳汇潜力[J]. 生态学报, 2014, 34(11): 3025-3037.
- [2] 王红霞, 王兵, 李保玉, 等. 退耕还林工程不同林种生态效益评估[J]. 林业资源管理, 2014(3): 150-155.
- [3] 周鸿升, 敖安强, 李保玉, 等. 退耕还林工程重点监测省份生态效益评估[J]. 林业经济, 2014, 36(5): 37-41.
- [4] 国家林业局. 2013 退耕还林工程生态效益监测国家报告[M]. 北京: 中国林业出版社, 2013.
- [5] 辽宁省林业局. 退耕还林辽宁的绿色丰碑 - 辽宁省退耕还林工程建设 10 年回眸[N]. 辽宁日报, 2011-12-29(006).
- [6] 曾辉, 袁春良, 胡振全. 辽宁风沙区退耕还林生态效应的初步研究[J]. 辽宁师专学报: 自然科学版, 2007, 9(2): 73-75.
- [7] 牛香, 王兵. 基于分布式测算方法的福建省森林生态系统服务功能评估[J]. 中国水土保持科学, 2012, 10(2): 36-43.
- [8] NIU X, WANG B. Assessment of forest ecosystem services in China: a methodology[J]. Journal of Food Agriculture & Environment, 2014, 11(3/4): 2249-2254.
- [9] 国家林业局. 退耕还林工程生态效益监测评估技术标准与管理规范(办退字[2013]16号)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [10] 王兵, 杨锋伟, 郭浩, 等. 森林生态系统服务功能评估规范(LY/T1721-2008)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [11] 王兵, 鲁绍伟, 尤文忠, 等. 辽宁省森林生态系统服务价值评估[J]. 应用生态学报, 2010(7): 1792-1798.