

# 青海省大通县脑山区退耕还林土壤质量演变评价

郑佳丽<sup>1,2</sup>, 高国雄<sup>2,3</sup>, 吕粉桃<sup>2</sup>, 史常青<sup>2</sup>, 康 毅<sup>4</sup>, 雷晓水<sup>4</sup>

(1. 深圳市水利规划设计院, 广东 深圳 518036; 2. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083;  
3. 西北农林科技大学, 陕西 杨凌 712100; 4. 青海省大通县林业局, 青海 大通 810100)

**摘要:** 选取青海省大通县脑山区退耕还林地典型土壤类型——黑钙土, 进行标准地调查及标准剖面采样, 以空间代替时间序列的方式, 利用主成分分析(PCA) 等多元统计方法来量化比较不同退耕年限(0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 a) 的综合土壤质量指数, 揭示不同退耕年限土壤质量演变规律。结果表明, 退耕还林后的 30 a 中, 随退耕年限的增长, 土壤质量指数均呈增长趋势, 其过程基本分为 3 个阶段: (1) 退耕初期(退耕 5 a), 林分幼林期, 为土壤质量指数相对增长期; (2) 退耕中期(退耕 5~20 a), 针阔叶林林分速生期, 为土壤质量指数大幅度升高并达到峰值期; (3) 退耕后期, 退耕 20 a 后, 林分相对稳定期, 林分郁闭度增大, 土壤质量指数随之下降; 退耕 25 a 后, 林分进入自疏期, 土壤质量指数略有升高并趋于稳定。

**关键词:** 退耕还林; 黑钙土; 土壤质量演变评价; 青海省大通县

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2007)01-0006-05

中图分类号: S157.5, S714.6

## Soil Quality Evolution on Converted Farmland in High-mountain of Datong County in Qinghai Province

ZHENG Jia-li<sup>1,2</sup>, GAO Guo-xiong<sup>2,3</sup>, LU Fen-tao<sup>2</sup>, SHI Chang-qin<sup>2</sup>, KANG Yi<sup>4</sup>, LEI Xiao-shui<sup>4</sup>

(1. Institute of Water Resource Planning and Design of Shenzhen Municipality,  
Shenzhen Guangdong 518036, China; 2. College of Soil and Water Conservation,

Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 3. Northwest University of Agriculture and

Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China; 4. Forest Bureau of Datong County, Datong, Qinghai 810100, China)

**Abstract:** The research was conducted in high-mountain of Datong County in Qinghai Province, where is a demonstration site for Land Conversion Program (LCP). For the specific converted lands, the typical soil type—Chernozem was selected as the main research object. Using the idea of substituting space for time, statistic analysis method and Principal Component Analysis (PCA), the paper appraises and compares soil quality index quantitatively so as to further study soil quality evolution in the time series. Results indicate that soil quality index in the 30 year conversion fluctuates with time, showing a rising trend. The history of the conversion can be basically divided into three stages of the initial, middle and later periods. The initial period is the first 5 years after the conversion initiation, which is characterized by the sapling stage and a relative increase in soil quality index. The middle period ranges from 5 to 20 years after land conversion initiation. Conifer and broad-leaf forests grow rapidly in the period, and soil quality index increases greatly and reaches its peak. The later period is from 20 years after conversion initiation to current time. The period is the stable period characterized by the forest with dense canopy and a modest decline in soil quality index. After conversion for more than 25 years, forests will self-sparse, and soil quality index will rise to some extent and tend to be stable.

**Keywords:** converting cropland into forest; Chernozem; soil quality evolution evaluation; Datong County

青海省大通县地处黄土高原和青藏高原两大高原过渡和接壤地带, 既有黄土高原沉积物的印迹, 也存在青藏高原高寒干旱特征。青藏高原由此陡然隆起, 山地垂直地带性非常明显, 大致可以分为川水区

(海拔 2 400~2 500 m), 浅山区(海拔为 2 500~2 800 m) 和脑山(海拔为 2 800~3 500 m) 区三大分区。在山地土壤垂直谱带中, 黑钙土带海拔较高(2 800~3 200 m), 上托亚高山草甸黑土带, 下接森林土壤褐

土带, 是当地垦殖指数最高的土类之一, 也是大通县脑山区最主要的退耕还林土壤类型。研究退耕还林后黑钙土土壤质量演变过程和演变规律, 可对西部地区坡耕地退耕还林、水土保持建设及其土地开发利用提供一定的科学依据<sup>[1]</sup>。

## 1 研究区自然概况

研究区位于大通县北部脑山区, 海拔 2900 m 左右, 年均温 - 3℃左右, 气温平均年较差为 25.33℃, 日较差为 14.73℃; 低温年平均为 3.83℃, 无霜期 50 ~ 70 d, 土壤冰冻期为 9 月上旬至翌年 3 月上旬。多年平均降水量 508 mm, 平均蒸发量 1290 mm, 土壤的主要成土母质类型有黄土和黄土状物质, 试验区土壤为黑钙土, 森林植被属寒温性常绿针叶林类型及落叶林类型, 其分布状况不但有明显的坡向性, 且还有明显的垂直地带性。当地主要人工造林乔木树种包括青海云杉 (*Picea crassifolia*)、祁连圆柏 (*Sabina przewalskii*)、华北落叶松 (*Larix Principis rup-*

*prechii*)、白桦 (*Betula platyphylla*)、山杨 (*Populus davidiana*)、青杨 (*Populus cathayana*) 等。

## 2 研究方法

### 2.1 调查方法

采用标准地调查法, 共设标准地 11 个, 每块标准地中, 选取有代表性的位置, 设 3 个剖面重复取样, 其中, 标准剖面 1 个, 检验和定界剖面各 1 个, 3 个同时取样, 分出生层次 (0~ 20, 20~ 40, 40~ 60 cm), 记载土壤剖面层次厚度、颜色、机械组成、结构及结持力等, 并分层取样, 样品送至中国科学院水利部水土保持所分析化验。在采样的同时, 经过详细调查和比较各样点的环境条件、管理水平及其植被特征, 选择环境条件和管理水平基本一致但退耕利用历史不同的地块, 尽量选择林分起源一致和林分结构相同的退耕还林地块。退耕还林的年限分别为 0(退耕当年), 5, 10, 15, 20, 25 和 30 a。各调查区样地基本情况如表 1 所示。

表 1 黑钙土样地基本情况

样地编号	立地类型	林分起源	群落类型	退耕年限/a
1	低位脑山阴缓斜坡立地类型	农耕地	油菜	0
2	低位脑山阳坡立地类型	退耕还药地	青海云杉+ 川赤芍	5
3	低位脑山阴缓斜坡立地类型	退耕地人工林	青海云杉+ 青杨+ 白桦沙棘	10
4	低位脑山阴缓斜坡立地类型	人工林	青海云杉	15
5	低位脑山阳坡立地类型	人工林	青海云杉+ 华北落叶松	20
6	低位脑山阴缓斜坡立地类型	天然次生林	青海云杉+ 白桦	25
7	低位脑山阴缓斜坡立地类型	天然次生林	青海云杉+ 白桦	30

### 2.2 土壤质量演变研究方法

土壤质量的动态变化评价方法主要有: 多变量指标克立格法、土壤质量动力学方法以及相对土壤质量指数法<sup>[2-7]</sup>。本文采用相对土壤质量指数法来量化土壤在退耕还林后所发生的土壤质量演变情况。即将土壤指标划分为 5 个等级, 指标值分别赋与 5, 4, 3, 2, 1。利用指标权重, 即各指标对土壤质量的贡献率来计算土壤质量指数, 公式如下:

$$Q_S = \sum I_i \times W_i \quad (1)$$

$$\sum W_i = 100 \quad (2)$$

式中:  $I_i$  —— 指标值;  $W_i$  —— 各指标权重。这样就可求出相对土壤质量  $Q_{RS}$  (Relative Soil Quality Index)

$$Q_{RS} = (Q_S / Q_{S_m}) \times 100 \quad (3)$$

式中:  $Q_{S_m}$  —— 假想的理想土壤质量指数, 然后通过  $\Delta Q_{RS} = Q_{RS}(t_i) - Q_{RS}(t_{i-1})$  可分析土壤质量指数的变化。

本文在进行土壤质量评价时, 主要选取与土壤质量相关的土壤物理、化学指标, 包括土壤质地、土壤有机质、全氮、全磷、全钾、水解氮、速效磷、速效钾、CEC、碳酸钙、pH、土壤容重、最大持水量、总孔隙度、毛管孔隙度、结构性系数、团聚度、分散系数、土壤稳渗透率、土壤抗冲性、根重等来综合评价土壤质量动态变化。

在参考一些科研单位对土壤资源性质的研究和评价基础上, 结合取样分析结果, 量化各指标, 建立评价指标体系如表 2 所示, 各项肥力指标的权重利用多元统计分析中的主成分分析方法和因子分析法进行确定, 统计分析由 M at lab 软件来实现。

表 2 大通县土壤质量评价指标等级体系

评价指标	编号	I	II	III	IV	V
土壤质地	$X_1$	中壤	轻壤	砂壤	重壤土	黏壤土
土壤有机质/( $g \cdot kg^{-1}$ )	$X_2$	> 80	60~ 80	40~ 60	20~ 40	< 20
全氮/( $g \cdot kg^{-1}$ )	$X_3$	> 4	3~ 4	1.5~ 3	0.5~ 1.5	< 0.5
全磷/( $g \cdot kg^{-1}$ )	$X_4$	> 1	0.8~ 1.0	0.6~ 0.8	0.4~ 0.6	< 0.4
全钾/( $g \cdot kg^{-1}$ )	$X_5$	> 25	23.5~ 25	21~ 23.5	19~ 21	< 19
水解氮/( $mg \cdot kg^{-1}$ )	$X_6$	> 250	200~ 250	150~ 200	100~ 150	< 100
速效磷/( $mg \cdot kg^{-1}$ )	$X_7$	> 15	11.0~ 15.0	7.0~ 11.0	3.0~ 7.0	< 3
速效钾/( $mg \cdot kg^{-1}$ )	$X_8$	> 350	220~ 350	150~ 220	80~ 150	< 80
CEC/( $cmol \cdot kg^{-1}$ )	$X_9$	> 40	30~ 40	20~ 30	10.0~ 20.0	< 10
碳酸钙/%	$X_{10}$	> 8	6.0~ 8.0	4.0~ 6.0	2.0~ 4.0	< 2
pH	$X_{11}$	6.5~ 7.5	7.5~ 7.7	7.7~ 8.0	8.0~ 8.2	> 8.2
土壤容重/( $g \cdot cm^{-3}$ )	$X_{12}$	< 1.10	1.10~ 1.25	1.35~ 1.50	1.25~ 1.35	> 1.50
最大持水量	$X_{13}$	> 0.50	0.40~ 0.50	0.35~ 0.40	0.30~ 0.35	< 0.30
总孔隙度	$X_{14}$	> 0.60	0.55~ 0.60	0.50~ 0.55	0.45~ 0.50	< 0.45
毛管孔隙度	$X_{15}$	> 0.55	0.50~ 0.55	0.45~ 0.50	0.40~ 0.45	< 0.40
结构性系数/%	$X_{16}$	> 30	25.0~ 30.0	2.00~ 25.0	15.0~ 20.0	< 15
团聚度/%	$X_{17}$	> 70	50~ 60	30~ 50	15~ 30	< 15
分散系数/%	$X_{18}$	> 20	15.0~ 20.0	10.0~ 15.0	5.0~ 10.0	< 5
土壤稳渗透率/( $mm \cdot min^{-1}$ )	$X_{19}$	> 20	15.0~ 20.0	10.0~ 15.0	5.0~ 10.0	< 5
土壤抗冲性/( $s \cdot g^{-1}$ )	$X_{20}$	> 5.0	3.5~ 5.0	1.5~ 3.5	0.8~ 1.5	< 0.8
根重/( $g \cdot m^{-3}$ )	$X_{21}$	> 450	300~ 450	200~ 300	100~ 200	< 100

### 3 结果与分析

#### 3.1 权重及评价指标矩阵

本文所分析的土壤化学性质演变和物理学性质演变所采用的数据主要是土壤表层0—20 cm 和 20—40 cm 的数据,这更能反映土壤质量的演变规律。其原始数据如表 3 所示。

$$I_{7 \times 21} = \begin{pmatrix} 4 & 2 & 2 & 3 & 4 & 1 & 5 & 1 & 2 & 3 & 2 & 4 & 4 & 3 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ 5 & 3 & 3 & 5 & 4 & 3 & 3 & 2 & 4 & 1 & 3 & 4 & 5 & 5 & 5 & 5 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 \\ 5 & 3 & 3 & 2 & 3 & 2 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 3 & 4 & 3 & 3 & 4 & 4 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 5 & 3 & 4 & 2 & 3 & 4 & 2 & 3 & 3 & 3 & 3 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 & 5 & 2 & 2 & 2 & 3 \\ 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 4 & 1 & 5 & 5 & 5 & 4 & 5 & 4 & 4 & 5 & 5 & 2 & 5 \\ 5 & 4 & 4 & 2 & 3 & 5 & 3 & 2 & 4 & 2 & 5 & 5 & 5 & 4 & 4 & 1 & 4 & 5 & 2 & 5 & 3 \\ 5 & 4 & 4 & 2 & 3 & 5 & 3 & 2 & 4 & 1 & 5 & 5 & 4 & 2 & 2 & 4 & 5 & 2 & 5 & 4 & 5 \end{pmatrix}$$

20—40 cm 黑钙土土壤评价指标矩阵:

$$I_{7 \times 21} = \begin{pmatrix} 5 & 2 & 2 & 2 & 4 & 1 & 1 & 2 & 3 & 4 & 2 & 3 & 4 & 3 & 5 & 4 & 1 & 5 & 3 & 2 & 1 \\ 5 & 3 & 3 & 5 & 4 & 3 & 1 & 1 & 4 & 1 & 3 & 5 & 5 & 5 & 4 & 2 & 5 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 5 & 1 & 2 & 1 & 3 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 3 & 3 & 4 & 3 & 2 & 1 & 2 & 5 & 2 & 2 & 1 \\ 5 & 4 & 4 & 3 & 3 & 5 & 2 & 1 & 4 & 2 & 4 & 4 & 4 & 4 & 2 & 5 & 5 & 1 & 2 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 3 & 4 & 4 & 3 & 1 & 2 & 4 & 1 & 5 & 5 & 5 & 5 & 1 & 5 & 5 & 3 & 5 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 3 & 1 & 4 & 2 & 1 & 2 & 3 & 3 & 5 & 5 & 5 & 4 & 5 & 3 & 5 & 3 & 2 & 3 & 1 \\ 5 & 2 & 2 & 2 & 3 & 1 & 1 & 2 & 3 & 1 & 5 & 5 & 4 & 2 & 5 & 5 & 5 & 2 & 5 & 3 & 4 \end{pmatrix}$$

根据公式  $Q_s = \sum I_i \times W_i$ , 计算得出 7 类土壤的土壤质量矩阵。

将原始数据输入到 Matlab 7.0 软件中,进行主成分分析,并按累计贡献率大于 85% 的原则,得出各主成分的贡献率、累计贡献率,因子负荷量、各公因子方差贡献率及权重如表 4 所示。

将表 3 的实测数据按表 2 转换赋值,得到 7 类土壤的评价指标矩阵  $I_{7 \times 21}$ 。

0—20 cm 黑钙土土壤评价指标矩阵。

表3 黑钙土原始实测数据

样地编号	因子负荷量																				
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>15</sub>	X <sub>16</sub>	X <sub>17</sub>	X <sub>18</sub>	X <sub>19</sub>	X <sub>20</sub>	X <sub>21</sub>
QH810002	4	26.52	1.49	0.64	23.9	82.0	22.40	73.00	19.50	5.90	8.00	1.206	44.88	54.14	46.41	27.80	70.27	16.30	13.00	0.91	61.07
QH719001	5	59.33	2.83	1.14	24.5	172.5	7.80	81.00	32.00	0.00	7.80	1.004	59.98	60.23	56.42	32.44	34.24	0.99	9.99	0.52	150.90
QH811002	5	40.29	2.14	0.41	21.5	133.2	2.80	91.00	21.50	4.40	8.09	1.127	48.64	54.83	48.26	29.81	52.08	3.31	9.03	1.02	152.97
QH722001	5	49.96	3.14	0.58	21.5	203.2	5.90	160.00	28.00	5.50	7.85	1.162	47.53	55.22	50.50	26.70	70.06	5.53	5.51	1.06	223.27
QH719002	5	81.09	4.18	1.21	25.7	268.7	18.00	417.00	31.00	0.00	7.04	1.050	58.36	61.25	55.71	27.69	67.27	25.10	23.69	0.81	559.66
QH802002	5	75.13	3.92	0.50	21.9	272.9	10.40	120.00	37.50	3.70	7.12	1.061	56.20	59.63	54.93	14.04	65.73	25.55	9.68	5.28	204.05
QH802001	5	79.77	3.70	0.56	23.5	272.9	8.20	120.00	38.50	0.00	7.03	1.052	42.90	45.14	40.40	27.14	72.10	5.14	24.84	4.16	2360.77
QH810002	5	22.68	1.36	0.54	24.1	73.5	0.57	81.00	20.50	7.30	8.10	1.057	58.28	61.63	57.59	25.43	13.20	25.01	13.00	0.91	0.89
QH719001	5	58.30	2.82	1.21	23.7	181.0	0.00	73.00	37.50	0.00	7.71	1.054	50.61	53.32	50.19	18.50	80.36	1.01	9.99	0.40	0.00
QH811002	5	15.48	0.87	0.38	22.5	54.4	0.00	81.00	18.00	0.00	7.95	1.250	38.61	48.27	42.44	14.58	24.75	22.84	9.03	1.02	79.84
QH722001	5	60.28	3.57	0.69	23.1	254.5	5.70	79.00	35.00	2.90	7.64	1.103	47.36	52.25	49.48	35.40	72.35	1.94	5.51	1.06	49.09
QH719002	2	54.34	2.88	0.93	23.9	181.0	0.00	96.00	30.50	0.00	7.33	1.115	43.81	48.86	44.83	35.16	72.04	10.97	23.69	0.57	0.00
QH802002	2	31.50	1.68	0.37	23.5	105.3	0.74	110.00	26.00	4.40	7.41	1.068	56.76	60.62	58.89	23.25	71.32	12.48	9.68	1.66	63.59
QH802001	5	30.56	1.33	0.53	23.3	62.9	1.10	100.00	27.00	0.00	7.30	1.176	48.84	57.43	55.75	31.80	76.07	9.48	24.84	1.65	425.91

注: a:土壤质地赋值:①重壤,②黏壤,③质地均匀,④轻壤,⑤中壤。

表4 主成分分析各因子贡献率、累计贡献率、因子负荷量、方差贡献率及权重

层次/cm	因子负荷量																					
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>15</sub>	X <sub>16</sub>	X <sub>17</sub>	X <sub>18</sub>	X <sub>19</sub>	X <sub>20</sub>	X <sub>21</sub>	
第1	39.474	-0.616	-0.989	-0.946	-0.459	-0.434	-0.93	-0.013	-0.606	-0.868	0.797	0.932	0.816	-0.499	-0.159	-0.295	0.325	-0.087	-0.402	-0.62	-0.473	-0.491
第2	23.420	62.894	0.015	-0.121	-0.094	0.757	0.467	-0.254	0.204	0.313	-0.278	-0.177	0.274	-0.245	0.802	0.872	0.839	0.346	-0.651	0.104	-0.247	-0.669
第3	15.947	78.841	-0.686	-0.083	-0.093	0.269	0.606	-0.117	0.930	0.444	-0.272	0.035	-0.200	0.359	-0.211	-0.061	-0.197	0.049	0.579	0.564	0.565	-0.173
第4	14.931	93.772	-0.069	-0.001	0.175	-0.327	-0.434	0.157	0.162	0.063	0.031	0.554	-0.120	0.265	0.209	0.457	0.407	-0.855	0.343	0.692	-0.436	0.401
公因子方差贡献率	0.219	0.216	0.220	0.224	0.224	0.217	0.219	0.220	0.205	0.215	0.219	0.213	0.223	0.216	0.221	0.224	0.223	0.217	0.222	0.216	0.209	0.209
权重/%	4.785	4.721	4.797	4.881	4.881	4.746	4.773	4.791	4.479	4.685	4.781	4.657	4.875	4.720	4.825	4.880	4.866	4.747	4.848	4.708	4.555	4.555
第1	34.710	-0.052	-0.169	0.167	-0.320	-0.550	-0.208	0.034	0.456	-0.097	0.002	0.076	0.347	0.216	0.095	-0.085	0.003	-0.188	-0.139	0.077	-0.018	-0.144
第2	22.750	57.462	0.369	0.033	0.022	-0.010	0.007	-0.015	0.644	-0.121	-0.059	0.024	0.259	0.298	0.092	-0.333	0.270	0.037	0.149	0.089	0.189	0.027
第3	19.080	76.544	0.356	0.030	0.070	-0.083	0.138	-0.086	-0.426	-0.332	0.246	0.140	-0.010	0.242	0.511	-0.053	-0.043	0.123	0.077	-0.336	0.028	0.032
第4	11.060	87.609	0.301	-0.045	0.115	0.262	-0.283	0.005	-0.232	0.129	0.172	-0.435	0.053	-0.029	0.063	-0.246	0.178	-0.242	0.087	0.229	-0.456	-0.170
公因子方差贡献率	0.210	0.217	0.217	0.218	0.213	0.217	0.223	0.223	0.219	0.221	0.223	0.204	0.218	0.223	0.223	0.224	0.222	0.222	0.222	0.221	0.219	0.204
权重/%	4.593	4.741	4.735	4.761	4.648	4.741	4.865	4.876	4.778	4.819	4.877	4.451	4.751	4.869	4.867	4.879	4.841	4.846	4.827	4.777	4.456	4.456

0—20 cm 和 20—40 cm 黑钙土土壤质量矩阵如下:

$$Q_{S_{0-20\text{cm}}} = (296.436 \quad 329.478 \quad 280.100$$

$$328.848 \quad 406.120 \quad 366.044 \quad 361.605)^T$$

$$Q_{S_{20-40\text{cm}}} = (281.130 \quad 303.835 \quad 230.210$$

$$318.793 \quad 324.134 \quad 305.143 \quad 318.193)^T$$

根据计算的土壤质量数值,得出大通县黑钙土土壤质量变化趋势如图 1 所示。

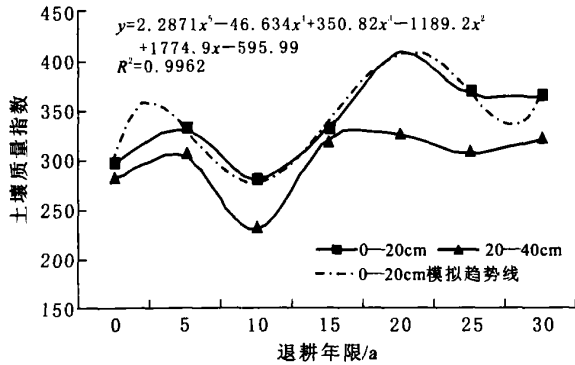


图 1 不同退耕年限黑钙土土壤质量变化

### 3.2 退耕还林后黑钙土土壤质量演变趋势分析

土壤质量是揭示不同土地利用方式下土壤动态变化的最敏感的指标,是土壤综合特性的反映<sup>[7]</sup>。通过对青海省大通县主要退耕还林土壤(黑钙土)建立表层和亚表层的土壤质量指标矩阵并进行分析运算,利用表层和亚表层土壤质量指数的变化来定量分析该县退耕还林近 30 a 以来土壤质量的变化趋势。结果表明,土壤质量指数总体呈上升趋势,土壤发生了良好的定向演化和逆转。其土壤质量指数大幅度提高,由退耕初的 296.4 提高到退耕 30 a 的 361.6,质量指数上升了 21.98%。

### 3.3 退耕还林后黑钙土土壤质量演变过程分析

研究退耕还林后土壤环境动态变化必须从土壤质量这一综合指标出发,通过对多时段土壤质量指数变化的研究,才能真正阐明在不同土地利用方式下土壤变化的真实情况,以反映土壤环境的变化趋势<sup>[7]</sup>。大通县地处祁连山南麓垂直山地中,是退耕还林还草科技示范点之一,退耕还林后随退耕年限的延长无论是土壤养分,还是土壤物理状况均得到提高或改善。图 1 表明,在退耕还林 30 a 的过程中,土壤质量指数变化呈波动上升过程,基本可以分为以下 3 个阶段。

(1) 退耕初期。退耕 5 a 内为幼林期,其林分覆盖度极低,地表生草化过程强烈,草本植物为土壤积累了较多的有机质,土壤孔隙状况得到较大改善,同时土壤温度亦有所提高,微生物活动较为强烈,因此土壤质量指数上升明显。

(2) 退耕中期。退耕 5~20 a 为林分速生期,其中 5~10 a 为阔叶树和大灌木快速生长期,需从土壤中吸收大量养分,但是由于林分郁闭度较低,加之归还土壤的有机物减少,致使土壤质量指数略呈下降趋势;退耕 10~20 a 针阔叶林均进入速生期,林分郁闭度大幅度升高,枯落物增多,促进土壤有机质成倍增加,土壤理化性质亦得到全面改善,因此土壤质量指数大幅度升高并达到最高值。

(3) 退耕后期。退耕还林 20 a 后,林分结构趋于稳定,林分基本达到郁闭,尤以青海云杉林最为突出;地表光照条件变差,土壤温度亦降低,随之土壤微生物活动下降,有机物分解变慢,土壤有机质含量下降,土壤质量指数亦随着下降;退耕 25 a 后林分自疏现象明显,林分结构趋于合理,土壤养分及其地球化学循环趋于平衡,因此土壤质量指数保持平稳。

## 4 结 论

本文运用时空转换原理以青海省大通县退耕还林试验区为例,研究不同退耕还林时间序列上土壤变化的特征,在小区域水平上定量地评价土壤性质和质量的变化,模拟和预测土壤有关性质的变化过程。结果表明,随退耕还林年限的增长,黑钙土土壤质量指数总体均呈上升趋势。这说明退耕还林在改良土壤理化性状、提高土地生产力、保水固土等方面具有重大的作用,从中也说明了退耕还林还草的合理性。在今后工作中,应加大退耕还林还草的力度,确保退耕还林还草工程退得下、稳得住、能致富、不反弹,促进区域社会、经济、环境可持续发展。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 大通回族土族自治县林业志编纂委员会. 大通林业志[M]. 西安: 陕西人民出版社, 1998. 47—93.
- [2] 卢铁光, 杨广林, 等. 基于相对土壤质量指数法的土壤质量变化评价与分析[J]. 东北农业大学学报, 2003, 34(1): 56—59.
- [3] 赵其国. 土壤质量与持续环境, 土壤质量的定义及评价方法[J]. 土壤学报, 1997, 29(3): 113—120.
- [4] 孙波, 等. 我国东南丘陵山区土壤肥力的综合评价[J]. 土壤学报, 1995, 32(4): 362—370.
- [5] 孙波, 赵其国. 红壤退化中的土壤质量评价指标与评价方法[J]. 地理科学进展, 1999, 18(2): 118—128.
- [6] 胡建忠. 山杨混交类型生产力及土壤质量综合评价[J]. 水土保持研究, 1995, 2(1): 44—50.
- [7] 胡金明, 刘兴土. 三江平原土壤质量变化评价与分析[J]. 地理科学, 1999, 18(5): 48—53.