

黄土丘陵半干旱地区柠条根系的研究

吴钦孝 丁汉福 刘克俭

(中国科学院西北水土保持研究所) (宁夏固原县科委)
水利部

提 要

柠条是黄土丘陵地区造林的主要灌木树种,其根系属轴根型分孽类型。根系较发达,2—4年生根深1.5—4米,根幅1—3米。根量主要分布在50厘米深的土层内,随年龄增长由柱状分布逐渐变为锥状分布。柠条根系的可塑性较大,在不同立地条件下,生长发育的情况差异较明显。这主要决定于土壤结构、肥力和水分状况,整地方式和质量也有直接的影响。柠条根系与地上部分的生长有一定的相关性,2—4年生柠条根长为株高的5—6倍,根重与株重比随生长年限的增长而降低。

植物对环境条件的要求,特别是对土壤条件的要求,在很大程度上取决于根系的形态、结构特性和生理特点。植物本身的特性、特征和产量形成,以及植物对水分、矿物质的吸收和对不良环境的抵抗能力,也都与根系有密切的关系。因此,研究植物的根系,对在干旱条件下营造稳定和高生产力的林分有着重要的意义。

柠条(*Caragana microphylla Lam.*),是黄土丘陵干旱、半干旱地区的主要灌木造林树种。它常用来大面积营造水土保持林、薪炭林和放牧林,也与乔木树种混交建造各种防护林。为了探索和掌握柠条根系发育的特点,以及根系与产量和环境条件的关系,我们对该地区2—4年生柠条的根系进行了系统的观测。

一、研究区自然概况

研究区位于宁夏回族自治区固原县河川乡黄河村灌木“三料”林基地内,海拔1,600—1,800米。土壤主要为细黄土,山麓平台处有少量淡黑垆土分布。坡度一般为15°—30°。据历年气象资料,年平均温度7.0℃,≥10℃的活动积温2,500℃。早霜9月下旬,晚霜5月上旬,无霜期140天。年平均降水量450毫米,多集中在雨季,其降雨量约占全年降水量的60%。区内天然植被稀少,主要植物种有长芒草、百里香、茭蒿、铁杆蒿等,覆盖率0.2—0.3。

二、研究方法

材料取自1983至1985年直播营造的柠条林。1986年在不同年龄、不同立地类型有代表性的地段上,设立标准地,选择生长中等植株2—3株,对其根系进行测定。1987年又做了部分补充调查。

由于试验地区山大沟深,不具备现场冲洗根系的条件。根据当地细黄土土层深厚,质地疏松

的特点,我们采用了简易分沟壕法和跟踪挖根法相结合的取根方法,即在地上部分停止生长后,测定被选植株的株高、地径枝、数和冠幅,然后沿地面将其剪下,在室内60℃恒温下烘干,用百分之一的天平称重。挖根前,先在距主根2米处挖一壕,长3米,宽1米,沿根系入土方向,在根幅范围内,按50厘米土层深分层取根,直至根系入土最深处。在取根的同时,并观察根系的自然形态特征、色泽和根系在土壤中的分布特点,测定最大水平根幅、入土深度以及各层土壤容重和土壤含水量。将野外挖出的根带回室内清理分类,洗根除杂,每层按直径小于0.1厘米、0.1—0.3厘米、0.3—0.5厘米、0.5—1.0厘米和大于1.0厘米等五级分别装入铝盒,在60℃恒温下烘干,用百分之一的天平称重。将同层根量相加得该层根系全量,各层根量相加得单株根系总量。

三、试验研究结果

1、柠条根系的形态特征。据观测,柠条根系属轴根型分蘖类型,自然根系为直根系,生有少数侧根。整体根系光滑,生活根系为乳黄色,风干后呈浅褐色。地表附近茎与根连接的部分是根茎过渡区,上着生隐蔽芽,是平茬后萌生新枝的主要部位;下为根轴总体,是强大根系的支柱。

2、柠条根系的发育。在干旱的黄土丘陵地区,柠条播种后,其成苗状况与种子发芽和扎根速度有直接的关系。观测表明,柠条幼苗在生长过程中,根生长比地上部分生长快,播种出苗90天,根长与株高比为4—5:1;出苗120天,根长与株高比为5—6:1。2—4年生植株根长与株高比也在此范围内。

柠条的根深和根幅随年龄增加。根深一般由2年生时的1.5米,增加到4年生时的3.5—4米;根幅由1.5米增加到2.5—3米。根系主要分布在0—50厘米的土层内。

3、柠条各级根量比例及其在土层中的分布。据调查,柠条在个体发育过程中,根量的变化存在着一定的规律性。随着年龄的增长,各级根量在总根量中所占比例以及根量在土层中的分布见表1和图1。

表1 2—4年生柠条各级根量的比例

| 年 龄 | 各 级 根 量 | | | | | | | | | | 总根量 (克) |
|--------|------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|------------|
| | 一级 (直径>1.0厘米) | | 二级 (0.5—1.0厘米) | | 三级 (0.3—0.5厘米) | | 四级 (0.1—0.3厘米) | | 五级 (直径<0.1厘米) | | |
| | 重 量 (克) | 占总根量 (%) | 重 量 (克) | 占总根量 (%) | 重 量 (克) | 占总根量 (%) | 重 量 (克) | 占总根量 (%) | 重 量 (克) | 占总根量 (%) | |
| 2 | — | — | 0.7 | 7.3 | 2.3 | 24.0 | 3.8 | 39.5 | 2.8 | 29.2 | 9.6 |
| 3 | — | — | 1.9 | 16.7 | 2.8 | 24.6 | 3.9 | 34.2 | 2.8 | 24.5 | 11.4 |
| 4 | 0.3 | 0.8 | 12.5 | 34.1 | 10.3 | 28.0 | 9.9 | 27.0 | 3.7 | 10.1 | 36.7 |

由表可见,柠条总根量和各级根量随年龄而增加。各级根量占总根量的变化情况是:一至三级根量的比例随年龄增长而增加,四五级根量的比例则随年龄增长而减少。

从图1可以看出,2—4年生柠条根系,主要分布在0—50厘米的土层中,其特征为,随年龄增长,根量由柱状分布转为锥状分布。这种分布状况决定了柠条前期生长缓慢,后期逐渐加快的生长特点。

此外,从各级根量分布情况看,四五级活性根在土层中分布较广,且土层越深,其所占比例

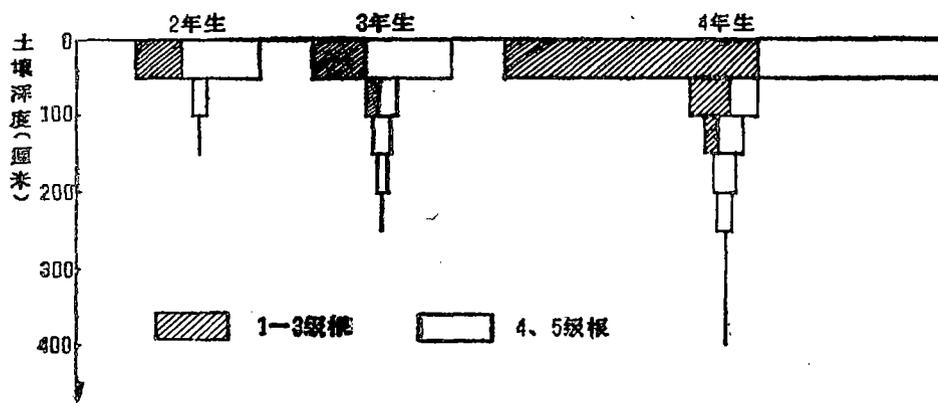


图1 2—4年生柠条根量分布图 (10克/平方厘米)

越大。活性根是根系中最活跃的部分，上述分布特点有利于根系从深层土层中吸取水分。

4、柠条根系生长与地上部分生长比较。柠条地上部分与地下部分的生长有一定的相关性，植株越高，根系入土越深。2年生株高30.5厘米，根深154.5厘米，根长约为株高的5倍；3年生株高43.5厘米，根深249.7厘米，根长约为株高的5倍半；4年生株高66.4厘米，根深396.4厘米，根长约为株高的6倍。

柠条的分枝数随年龄和地径的增长而增多。2年生地径为0.28厘米，分枝数1个；4年生地径0.99厘米，分枝数增加到6个。随着分枝的生长和分枝数的增加，柠条的冠幅也逐渐扩大，由2年生时的30厘米增加到4年生时的130厘米。在这一阶段，根幅与冠幅之比则随年龄增长而减小。

在干物质积累上(见图2)，2—3年生时地下部分比地上部分多，故有柠条幼苗期主要发育根系之说。但到4年生时，情况发生转折，地上部分干物质积累已大于地下部分。

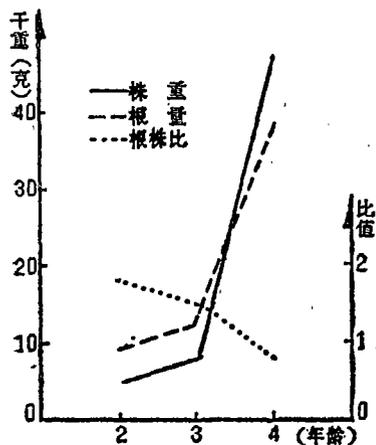


图2 2—4年生柠条根量与株重比较

5、不同立地条件的柠条根系生长。柠条根系的可塑性较大，在不同立地条件下，其生长发育情况差异明显。据调查，同年播种的柠条，因所处坡位、坡向不同，根系的生长也表现出明显的变化。现以4年生柠条根系为例列表说明如下(见表2)：

从表2中可见，从坡上部到坡下部，柠条根系的入土深度和干物质积累依次增加，以坡下部为最大；同一坡位不同坡向柠条根系生长也有差异，阳坡入土深度比阴坡大33厘米，但干物质积累却低于阴坡13.8克。

不同坡位和坡向上的柠条根系在土层中的分布状况也不相同(见表3)。一至三级根主要分布在50厘米以上的土层中。50厘米以下各层多为活性根，其分布比例由坡上至坡下递增，阴坡较阳坡为高。

6、不同整地方式对柠条根系生长的影响。不同的整地方式因土壤疏松度不同，其对降水的吸收和入渗也不相同，从而对柠条根系的生长产生重要影响。据观测，反坡带子田的4年生柠条，根系入土深度为350厘米，最大水平根幅300厘米，单株根干重46.1克；鱼鳞坑的同年柠条，根系入土深度280厘米，最大水平根幅200厘米，单株根干重16.3克。两者差异明显。由于根系生长

表2

不同立地条件 4 年生柠条生长情况

| 立地类型 | 地上部分 | | | | 地下部分 | | | | 根长 与株高比 | 根重 与株重比 |
|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 株高 (厘米) | 分枝数 (个) | 冠幅 (厘米) | 株干重 (克) | 根长 (厘米) | 地径 (厘米) | 根幅 (厘米) | 根干重 (克) | | |
| 阳坡上部 | 32.2 | 3 | 16.8 | 3.0 | 233.0 | 0.42 | 188.5 | 5.5 | 7.2 | 1.8 |
| 阳坡中部 | 59.0 | 3 | 52.3 | 5.0 | 288.0 | 0.44 | 195.0 | 8.3 | 4.9 | 1.7 |
| 阳坡下部 | 78.5 | 6 | 248.0 | 38.7 | 373.0 | 1.17 | 248.0 | 48.1 | 4.8 | 1.2 |
| 阴坡下部 | 74.3 | 7 | 327.5 | 43.4 | 340.0 | 1.18 | 307.5 | 61.9 | 4.6 | 1.4 |

表3

不同立地条件4年生柠条各级根量在土层中的分布 (%)

| 土层深度 (厘米) | 阳坡上部 | | 阳坡中部 | | 阳坡下部 | | 阴坡下部 | |
|--------------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| | 一二三级 | 四五级 | 一二三级 | 四五级 | 一二三级 | 四五级 | 一二三级 | 四五级 |
| 占总根量 | 47 | 53 | 50 | 50 | 55 | 45 | 64 | 36 |
| 其中: 0—50 | 44 | 45 | 43 | 40 | 46 | 32 | 50 | 20 |
| 50—100 | 3 | 3 | 6 | 4 | 7 | 4 | 11 | 6 |
| 100—150 | | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 |
| 150—200 | | 1 | | 2 | | 2 | 1 | 2 |
| 200—250 | | 1 | | 1 | | 1 | | 2 |
| 250—300 | | | | 1 | | 1 | | 2 |
| 300—350 | | | | | | 1 | | 1 |
| 350—400 | | | | | | + | | |

的差异, 导致了地上部分干物质积累量的不同, 反坡带子田上柠条单株干重达38.8克, 鱼鳞坑内为9.1克, 前者约相当于后者的4倍。

此外, 在调查中还发现, 一些带子田和鱼鳞坑, 由于整地质量较差, 土地未经深翻, 使根下扎困难, 出现“溜草皮”、“卡脖”等现象, 影响了柠条的生长。如阴坡中部4年生柠条, 总根量仅9.2—24.8克, 且几乎都集中在50厘米以上的土层内, 下扎至深层的根量极少。

总之, 柠条根系的生长和发育, 一方面由其自身的生物学特性所决定, 另一方面则受其生长环境, 主要是土壤结构、土壤肥力和水分状况等影响。从下列表4可以看出, 柠条根系在山坡上

表4

不同坡位、坡向土壤因子比较

| 立地类型 | 容 重 | | 有机质含量 (%) | 生长季末各土层 平均含水量 (%) |
|------|---------|---------|-----------|----------------------|
| | 10—20厘米 | 60—70厘米 | | |
| 阳坡上部 | 1.14 | 1.31 | 0.95 | 9.9 |
| 阳坡中部 | 1.14 | 1.29 | 0.93 | 10.6 |
| 阳坡下部 | 1.13 | 1.19 | 1.27 | 12.8 |
| 阴坡下部 | 1.12 | 1.19 | 1.30 | 13.1 |

部、中部与下部，阳坡与阴坡之间的差异，与土壤因子密切相关。

文 献

- 〔1〕〔苏〕拉赫钦科：《乔灌木的根系》，中国林业出版社，1956年。
- 〔2〕〔苏〕拉赫钦科：《树木根系的生长和相互作用》，白俄罗斯科学院出版社，1963年。
- 〔3〕〔德〕W.伯姆：《根系研究法》，科学出版社，1985年。

A study on *Caragana microphylla* root system in semiarid loess hilly region

Wu Qinxiao

*(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation
under the Chinese Academy of Sciences and the Ministry of Water Conservancy)*

Ding Hanfu Liu Kejian

(Science Committee of Guyuan County in Ningxia Hui Autonomous Region)

Abstract

Caragana microphylla is a stable shrub species for afforestation in the semiarid loess hilly region. Its root system belongs to the tillering category of taproot type and is relatively developed. The biennial-tetrennial plant root system ranges from 1.5 to 4.0m deep and from 1.0 to 3.0 wide. Most of the roots are distributed in the depth of less than 50cm soil layer, and the distribution form changes gradually from column to cone-shaped as time goes on.

The root system of *C. microphylla* has quite good plasticity and differs evidently in growth under different locality that depends mainly on soil structure, fertility and moisture. The way and quality of soil preparation exerts great influence on the growth of root system.

There is certain correlation in growth between root system and the part on ground of the plant. The length of biennial-tetrennial plant root is about 5-6 times of plant height. The weight ratio of *C. microphylla* roots to the part on the ground decreases with the increases of its age.