

杨树伐桩嫁接与植苗林的生长及碳储量的比较

李国会¹, 吴丽娟^{2*}, 张友焱¹, 党宏忠¹, 武晓莉¹,
周泽福¹, 刘志仁², 张 猛²

(1. 中国林业科学研究院荒漠化研究所, 北京 100091; 2. 北京市大兴区林业工作站, 北京 102600)

关键词: 杨树; 根桩嫁接; 土壤养分; 叶片养分; 碳储量; 生物量

中图分类号: S792.11

文献标识码: A

Comparisons of Growth and Carbon Reserve between Stump Grafting Stand and Planting Stand

LI Guo-hui¹, WU Li-juan², ZHANG You-yan¹, DANG Hong-zhong¹, WU Xiao-li¹,
ZHOU Ze-fu¹, LIU zhi-ren², ZHANG Meng²

(1. Institute of Desertification Studies, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

2. Beijing Daxing Forestry Station, Beijing 102600, China)

Abstract: The leaf nutrient, biomass and carbon reserve of 9-year-old *Populus × euramericana* cv. '74/76' stump grafting stand with 26-year-old *P. × xiaozhuanica* W. Y. Hsu et Liang cv. 'Popularis' as rootstock, 26-year-old *P. × xiaozhuanica* W. Y. Hsu et Liang cv. 'Popularis' and 9-year-old *P. × euramericana* cv. '74/76' planting stands were compared. The result showed that the average increment and the annual average increment of stump grafting stand were greater than the two planting stands. The total nitrogen content in leaves of stump grafting stand was the highest, and it was 1.26 times and 1.05 times as much as that of the planting stands of *Populus × xiaozhuanica* W. Y. Hsu et Liang cv. 'Popularis' and *P. × euramericana* cv. '74/76' separately. The total phosphorus content of stump grafting stand was 1.3 times as much as that of planting stand of 26-year-old *P. × xiaozhuanica* W. Y. Hsu et Liang cv. 'Popularis', but there was little difference between stump grafting stand and planting stand of 9-year-old *P. × euramericana* cv. '74/76'. The total potassium of stump grafting stand was 46.6% and 95.8% lesser than that of the planting stands of *P. × xiaozhuanica* W. Y. Hsu et Liang cv. 'Popularis' and *P. × euramericana* cv. '74/76'. The biomass of aerial parts and the biomasses of trunk, branches and leaves of stump grafting stand were 1.84, 1.80, 1.76, and 3.00 times as much as that of planting stand of *P. × euramericana* cv. '74/76' separately. The total root biomass of the stump grafting stand was 1.42 times and 7.68 times as much as that of planting stands of 26-year-old *P. × xiaozhuanica* W. Y. Hsu et Liang cv. 'Popularis' and 9-year-old *P. × euramericana* cv. '74/76'. There was an obvious advantage in carbon reserve from all the parts of the stump grafting stand and the carbon sequestration capacity was the highest, which was 2.66 times and 1.62 times as much as that of planting stands of 26-year-old *P. × xiaozhuanica* W. Y. Hsu et Liang cv. 'Popularis' and 9-year-old *P. × euramericana* cv. '74/76'. These showed that the stump grafting stand had more advantages than planting stands.

Key words: *Populus*; stump grafting; soil nutrient; leaves nutrient; carbon reserve; biomass

收稿日期: 2013-02-01

基金项目: “十二·五”国家科技支撑课题“农田水土保持生物防护关键技术研究”(2011BAD31B02)

作者简介: 李国会(1985—),女,博士研究生,主要从事水土保持研究. E-mail: congress_li@163.com

* 通讯作者: 高工,主要从事造林学研究. E-mail: 2543520739@qq.com

杨树具有易繁殖、生长快、成林早、轮伐期短、木材用途广泛、经济效益高和防护功能强等优点,已成为我国主要的营林树种。目前,我国杨树人工林面积达到 742 hm²,占整个人工林面积的 13%^[1]。初期杨树成活率、保存率高,绿化效果好,但中后期林分抗逆性降低、自然枯死率增加,因此,需要对杨树林进行适时更新以达到持续发展,永续利用的目的。我国杨树更新造林的常用方法是植苗造林更新,然而此方法存在优良苗用量大,灌溉用水量,造林整地、挖坑破坏地表,造林费用高等问题,并且不能使成、过熟林及时得到更新。近年来,根桩嫁接技术以其投资少、操作简单、成林快、高成活率和保存率在杨树防护林更新改造中得到广泛应用。所谓杨树根桩嫁接技术,是以活立木伐桩作为砧木,以杨树新品种作为接穗,以嫁接和堆土为手段培育新植株的一项综合技术^[2]。目前对根桩嫁接技术研究主要从生产角度如品种筛选、生长情况(形态指标)、经济效益等方面进行评价^[3-5]。本文试图从根桩嫁接与植苗造林 2 种林分叶片养分、生物量分配以及碳储量等方面进行对比分析,以便更加全面深刻了解根桩嫁接技术在杨树更新改造中的适宜性,为根桩嫁接技术在杨树人工林改造中的合理使用和推广提供理论参考。

1 研究材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于北京市大兴区(39°26′~39°50′N, 116°12′~116°43′E)平均海拔 32.5 m。该区属于暖温带半湿润大陆季风气候,四季分明,春早多风,夏热多雨,秋高气爽,冬寒干燥。年平均气温 11.6℃,1 月份最冷,平均气温 -4.8℃,7 月份最热,平均气温 25.8℃。年平均降水量 556.4 mm,7—8 月汛期降水量约占全年的 63%。土壤多为河流冲积的沙壤土,主要土壤类型有轻壤质褐潮土、厚层红黄土和沙壤土等,pH 值为 8.8~9.1,有机质含量较低,一般为 0.06%~0.4%。现有有林地面积 24 053 hm²,林木绿化率 25.5%,活立木蓄积 116.6 万 m³。农田防护林网总长度 4 416 km,网格 3 800 个,片林面积 5 964 hm²,基本形成了比较完整的防护林体系。

1.2 样地设置

选定 3 个试验林,分别是根桩嫁接林、群众杨(*Populus × xiaozhuanica* W. Y. Hsu et Liang cv. 'Popularis')植苗造林林分和 107 杨(*Populus × eurameri-*

cana cv. '74/76')植苗造林林分,试验林面积共 23.33 hm²。其中,根桩嫁接林分于 1985 年群众杨植苗造林,2002 年 3 月底对其进行采伐,采伐时要求留桩高不能超过 5 cm。采伐后,清除杂草和树枝,保证林地伐桩清洁,采用伐桩插皮接,在嫁接部位的韧皮部和木质部处削成 3~4 cm 的小光面,使接口处干净且形成层明显,伐桩要随削随接,每个伐桩嫁接 3~4 个 107 杨接穗,3 a 后每个伐桩只留 1 株长势旺的幼树。群众杨植苗造林林分为 1985 年栽植的群众杨纯林,作为防护林一直保存到现在,林龄为 16 a。107 杨植苗造林林分为 2002 年春栽植的 107 杨纯林,林龄为 9 a。3 个试验林分都在榆垓镇,相距 31.5 km,土壤性质基本相同,经营管理措施基本一致。在 3 个试验林中分别设定 30 m × 30 m 的样地进行调查研究。

1.3 研究方法

3 个林分伐倒木的树冠分上、中、下分别取 3 袋叶片样品,3 株树共 36 袋叶片样品。将样品送中科院地理所实验室用蒸馏水洗净,用鼓风机 90℃ 杀青 30 min,60~70℃ 烘干至恒质量,将叶样用粉碎机磨碎过筛(0.5 mm)后做养分测定。

采用标准木法测定碳储量(共 3 株标准木):
①干:将标准木伐倒后,锯段(1 m 为 1 个区分段),测定各段干鲜质量,分别取树干不同直径处部分样品,将样品送北京林业大学试验室,在 80℃ 恒温下烘干至恒质量,测定含水量并推算整个树干生物量(干质量);
②枝和叶生物量采用标准枝法;
③主根(去掉所有侧根的根桩)生物量用称量标准木主根质量后分直径测定含水量后折算取得;
④侧根生物量用称量标准木侧根质量后分直径测定含水量后折算取得。根据林分的主干、枝、叶、主根和侧根生物量(干质量),计算求得林分地上部分生物量、地下部分生物量和总生物量;再利用实测的转化系数(湿烧法)计算其碳储量。进一步根据林木株数和林地面积换算 3 块林分单位面积地上各部分的碳储量。

2 结果与分析

2.1 根桩嫁接与植苗造林林分生长量的对比

同在榆垓镇的 9 年生 107 杨根桩嫁接林分与植苗造林林分的株行距相同,林地条件基本一致。根桩嫁接 9 年生 107 杨的平均胸径为 22.1 cm,年平均胸径生长量为 2.46 cm,平均树高为 19.5 m,较植苗

造林树高的年平均生长量大 0.37 m;而植苗造林 9 年生 107 杨的平均胸径仅为 16.7 cm,较根桩嫁接林分小 5.4 cm,其胸径年平均生长量较根桩嫁接 9 年生 107 杨小 0.60 cm,平均树高为 16.2 cm。26 年生群众杨植苗造林在 3 种林分中平均胸径最大为 24.3 cm,但是其年平均生长量只有 0.93 cm,只有根桩嫁接林分的 37.8%。26 年生群众杨植苗造林林分的平均树高较根桩嫁接林分小 2.0 m,并且其树高年平均生长量仅是根桩嫁接林分的 30.9% (表 1)。综

上所述,根桩嫁接较植苗造林林分的胸径和树高生长更快。这可能是由于 9 年生 107 杨嫁接林分以 26 年生群众杨根桩为砧木,在初始时就具有强大的根系支持,其优势在于老根系和新品种。群众杨是青杨派与黑杨派的杂种,其生长量比欧美杨差很多,通过嫁接不但更新林分,也更新了新的速生品种。根桩嫁接作为采伐迹地更新造林的新方法,有利于更新新品种。

表 1 伐桩嫁接的 9 年生杨树林生长量与对照林比较

林分类型	株行距/ (m × m)	平均胸径/ cm	胸径年平均 生长量/cm	平均树 高/m	树高年平均 生长量/m	地点
9 年生 107 杨嫁接林分 (砧木为 26 年生群众杨根桩)	4 × 6	22.1	2.46	19.5	2.17	榆堡镇太子务村
9 年生 107 杨植苗林分	4 × 6	16.7	1.86	16.2	1.80	榆堡镇西麻各庄
26 年生群众杨植苗林分	4 × 5	24.3	0.93	17.5	0.67	榆堡镇西胡林村

2.2 根桩嫁接与植苗造林林分叶片的养分对比

由表 2 可知:根桩嫁接 107 杨叶片的全 N 含量最高,分别是植苗造林群众杨和植苗造林 107 杨叶片的 1.26、1.05 倍;叶片的全 P 含量是 26 a 群众杨的 1.30 倍,而与植苗造林 9 a 的 107 杨的含量相差不多。从全 K 含量来说,根桩嫁接 107 杨的全 K 含量比植苗造林群众杨和 107 杨分别低 46.6% 和 95.8%。综上所述,在 3 种试验林分管护措施一致的情况下,根桩嫁接 107 杨叶片的全 N 含量和全 P 含量均有所增加,而全 K 含量有所降低。

2.3 根桩嫁接与植苗造林杨树生物量的分配对比

图 1 显示:植苗造林群众杨生物量最高,其次是根桩嫁接 107 杨的生物量,植苗造林 107 杨的生物量最低。不同器官生物量的比较情况显示:3 种试验林均是树干生物量最大,其中,植苗造林群众杨的树干最大为 74.55 t · hm⁻²,植苗造林 107 杨的树干生物量最小,只有 24.3 t · hm⁻²。从图 2 中看出:3 种试验林树干生物量所占比重均最大,叶片所占生物量均最小。根桩嫁接 107 杨的根和叶生物量以及其所占生物量百分比均较其他 2 种试验林的高。说明根桩嫁接方式能从整体上增大树木的根系系统和叶片系统,增大树木对水分和养分的吸收以及有机物的积累,从而有利于树木生物量和碳储量的增加。

从图 1 还可以看出:3 种试验林的地上生物量均大于地下生物量,其中,根桩嫁接 107 杨的地下

表 2 不同林分树木叶片养分的对比分析

林分	全 N/(mg · kg ⁻¹)	全 P/(mg · kg ⁻¹)	全 K/(mg · kg ⁻¹)
根桩嫁接 107 杨	317.30	1.749	5.685
植苗造林群众杨	251.40	1.341	8.334
植苗造林 107 杨	302.70	1.898	11.130

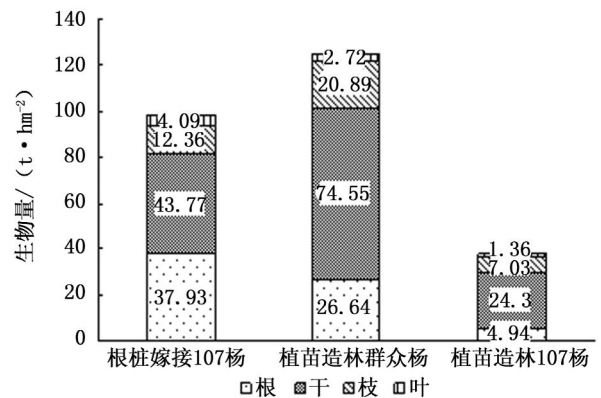


图 1 根桩嫁接与植苗造林林分树木生物量的比较

生物量最大,且明显大于植苗造林群众杨和植苗造林 107 杨;而地上生物量最大的是植苗造林群众杨,为 98.16 t · hm⁻²,分别是根桩嫁接杨树的 1.63 倍和植苗造林 107 杨的 3.0 倍。从地上生物量和地下生物量占生物总量的百分数情况可以看出:在 3 种试验林中,地下生物量所占总生物量百分数最高的是根桩嫁接 107 杨,为 38.64%;而地上部分占生物总量最高的是植苗造林 107 杨,为 86.88%,其分别

是根桩嫁接 107 杨和植苗造林群众杨的 1.42、1.10 倍(图 2)。这说明根桩嫁接增大了树木的根系系统。

2.4 根桩嫁接与植苗造林林分总碳储量的对比

由表 3 可知:根桩嫁接林地生态系统总碳储量为 90.38 t · hm²,比植苗造林 107 杨林的总碳储量高 62.0%,比植苗造林群众杨林地总碳储量低 8.4%,这是由于植苗造林群众杨为 26 a 的乔木碳储量。根桩嫁接林分年均碳增量分别是植苗造林群众杨和植苗造林 107 杨林分的 2.66、1.62 倍。除乔木层和草本层碳储量外,根桩嫁接林地生态系统各部分碳储量均比其他 2 个林分的高。

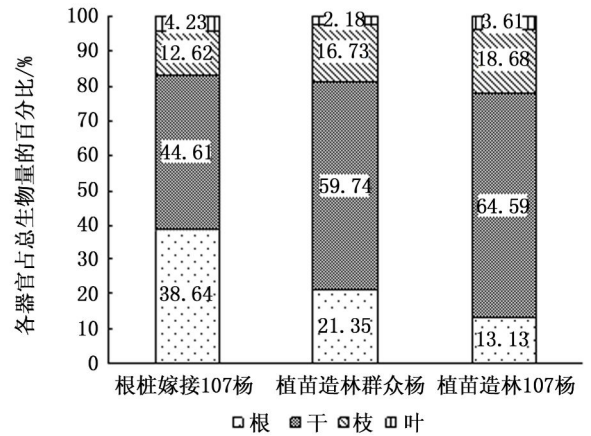


图 2 根桩嫁接与植苗造林林分树木生物量分配的比较

表 3 林分碳储量对比表

林分	乔木层/ (t · hm ⁻²)	草本层/ (t · hm ⁻²)	凋落物层/ (t · hm ⁻²)	土壤层/ (t · hm ⁻²)	总碳储量/ (t · hm ⁻²)	年均碳增量/ (t · hm ⁻² · a ⁻¹)
根桩嫁接 107 杨	48.09	0.85	2.12	39.32	90.38	10.04
植苗造林群众杨	59.90	1.20	1.36	35.54	98.00	3.77
植苗造林 107 杨	18.45	0.21	0.69	36.65	56.5	6.22

3 结论与讨论

森林生态系统碳的收入可能包括 2 个方面,第一是生物量,包括地上树干、树枝、叶片和根系为主的活生物量及主要表现在地表凋落物累积的死亡生物量,第二部分是土壤有机碳^[6]。本研究表明:3 种林分均为树干生物量最大,占树木总生物量的 44.61%~64.59%,其次是根,占树木总生物量的 13.13%~38.64%。3 种林分植被层碳贮量大小依次均是乔木层 > 凋落物层 > 草本层。这与杨晓菲等^[7]对河南省西平县杨树人工林碳贮量分配特征的结果(乔木层 > 草本层 > 凋落物层)不同,其主要原因是 3 种林分密度较大,林分内草本植物少,而枯落物相对较多造成的。

杨树作为我国主要的人工林树种,对其碳汇效益的研究已经成为我国森林生态系统碳汇功能的一个重要增长点^[8-9]。不同品种、不同经营模式杨树人工林的碳汇效益不尽相同^[10-11]。本研究 3 种林分林木碳储量的计算值分别为 51.06、62.46、19.85 t · hm⁻²,与 Fang 等^[12]对我国森林生态系统中林木碳储量的估计值(平均 45 t · hm⁻²左右,其中,人工林为 30 t · hm⁻²左右,天然林为 50 t · hm⁻²左右)相比,根桩嫁接杨和植苗造林群众杨碳储量较高,而植苗造林 107 杨较低,而与 Ni^[13]的估计值(平均 71.7

t · hm⁻²)相比,3 种林分林木碳储量均较低。根桩嫁接 107 杨林木年均碳增量为 10.04 t · hm⁻² · a⁻¹,分别较植苗造林群众杨和植苗造林 107 杨高 6.27、3.82 t · hm⁻² · a⁻¹。3 种林分的总碳储量分别为 90.38、98.00、56.50 t · hm⁻²,明显低于欧洲森林林地碳储量,也较 10 年生 I-69 杨人工林的碳储量(136.2 ± 15.9)t · hm⁻²低^[14-15],但从林木对碳的固定速度看,根桩嫁接杨林分年均碳增量为 10.04 t · hm⁻² · a⁻¹,虽然略小于 I-69 杨碳的净生产力((11.1 ± 1.7) t · hm⁻² · a⁻¹),但远大于温带林和亚热带的平均值,甚至大于被认为具有较高生产力的热带林的平均值(9.0 t · hm⁻² · a⁻¹)^[13,16-17],分别较植苗造林群众杨林分和植苗造林 107 杨林分大 62.45% 和 38.05%。根桩嫁接林分的碳储量与植苗造林林分相比优势明显。

根桩嫁接林从整体上增大树木的根系系统,增加了起支撑作用的主根的长度、较大侧根的数量,尤其是吸收根数量的明显增多对树木吸收水分和养分有明显的好处,促进树木生长,使其生物量和碳储量大幅增加。根桩嫁接林分较植苗造林林分年均生长量大。根桩嫁接林在林地的各部分碳储量较其它 2 种植苗造林林分均具有明显优势,其年固碳能力最高。说明与植苗造林群众杨和植苗造林 107 杨相比,根桩嫁接杨树人工林具有较高的碳贮量,其较高

的碳汇能力对全球气候变暖趋势的延缓起到了更加重要的作用,可为我国森林碳汇做出较大贡献。因此,建议在品种筛选的基础上,在杨树人工林更新中可以考虑推广使用根桩嫁接技术。

参考文献:

- [1] 谢涛,王明慧,郑阿宝,等. 苏北沿海不同林龄杨树林土壤活性有机碳特征[J]. 生态学杂志,2012,31(1):51-58
- [2] 陈亮. 杨树伐根嫁接繁育更新技术[J]. 林业实用技术,2007(1):17-18
- [3] 付玉东,高晓萍,周闯. 伐根嫁接三倍体毛白杨更新技术与效益评价[J]. 内蒙古林业调查设计,2007,30(5):27-28
- [4] 吴丽娟,于凌霄,贾素萍,等. 伐根嫁接杨树林根系分布特征[J]. 林业资源管理,2012(3):113-118
- [5] 吴丽娟,贾素萍,宋继琴,等. 杨树伐根嫁接亲和力研究[J]. 山西林业科技,2012,41(2):25-27
- [6] 王洪岩,王文杰,邱岭,等. 兴安落叶松林生物量、地表枯落物量及土壤有机碳储量随林分生长的变化差异[J]. 生态学报,2012,32(3):833-843
- [7] 杨晓菲,鲁绍伟,饶良懿,等. 河南省西平县杨树人工林碳贮量及其分配特征研究[J]. 林业资源管理,2010(2):38-42
- [8] 谢涛,王明慧,郑阿宝,等. 苏北沿海不同林龄杨树林土壤活性有机碳特征[J]. 生态学杂志,2012,31(1):51-58
- [9] 崔鸿侠,唐万鹏,胡兴宜,等. 杨树人工林生长过程中碳储量动态[J]. 东北林业大学学报,2012,40(2):47-49,60
- [10] 陈军. 杨树人工林地上生物量和碳储量研究[D]. 北京:北京林业大学,2007
- [11] 陈乐蓓. 两种不同经营模式下杨树生物量及土壤碳储量的空间变异[J]. 安徽农业大学学报,2010,37(1):122-125
- [12] Fang J, Chen A, Peng C, *et al.* Changes in forest biomass carbon storage in China between 1949 and 1998[J]. *Science*, 2001, 292: 2320-2322
- [13] Ni J. Net primary productivity in forests of China: scaling-up of national inventory data and comparison with model predictions[J]. *Forest Ecology and Management*, 2003, 176: 485-495
- [14] Nabuurs G T, Paivinen R, Sikkema R, *et al.* The role of European forests in the global carbon cycle [J]. *Biomass and Bioenergy*, 1997, 13: 345-358
- [15] Patenaude G L, Briggs B D J, Milne R, *et al.* The carbon pool in a British semi-natural woodland [J]. *Forestry*, 2003, 75(5): 109-119
- [16] 唐罗忠,生原喜久雄,黄宝龙,等. 江苏省里下河地区杨树人工林的碳储量及其动态[J]. 南京林业大学学报:自然科学版, 2004, 28(2): 1-6
- [17] Kawahara T, Kanazawa Y, Sakurai S. Biomass and net production of man-made forests in the Philippines [J]. *Journal of the Japan Forestry Society*, 1981, 63(9): 320-327