

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2018.04.026

大渡河上游天然岷江柏木林生长分布研究

王 博,刘 凯,朱子政,林 勇,王守强

(四川省林业调查规划院,四川 成都 624000)

摘 要:为了解大渡河上游成片分布的天然起源岷江柏木生长分布情况,选择以马尔康市、金川县内典型分布区岷江柏木林为对象,以高清遥感影像为底图,采用現地调查和 ARCGIS 矢量化技术,调查了基质类型、坡度、坡向、海拔、可及度等生境因子及各因子上岷江柏木胸径、树高情况。结果发现:1)基质类型以裸岩和高石质砾石为主,两者面积达总面积的 85.64%。小、中、大径组依次主要分布在高石质砾石、裸岩、土壤基质上。2)岷江柏木在不同坡向上均能生长,北、西北、西 3 个坡向面积占总面积 68.04%,是岷江柏木的集中分布区,分布面积大、高度高,且以小径组为主。3)岷江柏木生长的坡度大多比较陡峭,36°坡度以上的面积占总面积的 60.33%。不同径组、不同树高集中分布在陡坡、急坡、险坡上。4)岷江柏木集中生长在 2 301 m~2 500 m 的海拔范围内,分布面积占总面积 81.01%。随着海拔升高,树木分布范围呈现出逐渐缩小的特点。5)受河流隔断、坡度陡峭等因素影响,天然岷江柏木林可及度较差,高达 83.27% 的面积为不可及。

关键词:大渡河;岷江柏木;生长;分布

中图分类号:S718.51 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-5508(2018)04-0106-06

A Study of Natural *Cupressus chengiana* Forest Growth Distribution in the Upper Reaches of the Dadu River

WANG Bo LIU Kai ZHU Zi-zheng LIN Yong WANG Shou-qiang

(Sichuan Forestry Survey and Planning Institute, Chengdu 624000, China)

Abstract: In order to understand the growth and distribution of the natural *Cupressus chengiana* forest in the upper reaches of Dadu River, the cypress forest were chosen as the object in Maerkang and Jinchuan counties. Taking high definition remote sensing image as the bottom map, the ground survey and ARCGIS vectorization technology were used to investigate the habitat factors of agrotype, slope, slope direction, elevation accessibility and DBH, tree height in different habitats. The results showed that 1) 85.64% of the agrotype was bare rock and highly gravel stone. Small, medium and large diameter groups were mainly distributed on gravel stone, bare rock and soil. 2) The trees could grow on different slopes, and the area of north, northwest and west occupied 68.04% of the total area. These three slope directions were the concentrated distribution areas of cypress, with large area, high height and small diameter tree species. 3) The trees mostly grew on steep slopes, 60.33% of which were above 36°. Different diameter groups and tree height were concentrated on steep slopes, and dangerous slopes. 4) The trees mainly grew at the altitude of 2 301 m~2 500 m, and the distribution area accounted for 81.01% of the total area. Along with the growth of trees, the altitude distribution of cypress was decreasing. 5) Due to the influence of river parti-

收稿日期:2018-05-07

作者简介:王博(1984-),男,四川资中人,工程师,主要从事森林资源勘察设计、荒漠化防治等方面的工作和研究。e-mail:27199503@qq.com。

tion and steep slope, the accessibility of trees was pretty low, and 83.27% of the area was unreachable.

Key words: Dadu river, *Cupressus chengiana*, Growth, Distribution

岷江柏木(*Cupressus chengiana* S. Y. Hu)主要分布在四川西部、北部(岷江上游茂县、汶川县、理县、小金县、小金县)及甘肃南部(舟曲、石门、武都)等地,生于海拔 1 200 m ~ 2 900 m 干燥阳坡^[1],属于国家二级重点保护植物。白昆声^[2]指出岷江柏木主要分布在岷江、大渡河、白龙江 3 个流域,呈现 3 个地区不连续的特点。大渡河流域的马尔康市、金川县、小金县、丹巴县是岷江柏木的重要分布地之一^[2]。

岷江柏木因其物种资源的珍贵性和地理分区区域的特殊性,引起相关学者关注。已有研究涉及岷江柏木个体、遗传多样性、种群特征、生存环境、造林等方面,如包维楷^[3]等对岷江柏木的个体生长、结实能力、种子特征、群落类型和演替动态、遗传多样性、生存环境等内容进行较系统的研究。刘鑫^[4]研究了岷江柏木乔、灌、草植被结构。白昆声^[5]、张志燕^[6]等对岷江柏的采种、育苗、造林、抚育等技术进行了总结。

已有的研究偏向从种群、个体的角度进行相关研究,而从全流域的角度研究岷江柏木的分布和生长情况相对较少。本研究从大渡河上游全流域的角度,调查了大渡河上游天然起源成片生长的岷江柏木分布面积和生境情况,分析了该区域岷江柏木生境特征,以期为该区域岷江柏木进行保护的相关研究和保护措施提供基础数据和参考资料。

1 研究区概况

岷江柏木在大渡河流域的马尔康市、金川县、小金县、丹巴县和康定市均有分布。丹巴县和康定市内岷江柏木以散生、孤立木岷江柏木为主,本次研究主要针对马尔康市、金川县境内成片分布的天然起源岷江柏木。

研究区范围为大渡河上游干流及部分支流第一丛山脊内,包括脚木足河、梭磨河、杜柯河、大金川河。四川阿坝州的马尔康市和金川县属高山峡谷地带,山体雄厚,河谷深切,谷坡陡峻。地貌属横断山系北段的高山曲流深切“V”形谷、峡谷地形,山岭海拔高程一般达 4 000 m ~ 4 600 m,沿河两岸的 I - VI 级阶地不连续的呈带状分布。土壤随着海拔高度的增加,由下而上依次为:冲积土、山地褐色土、山

地棕壤、暗棕壤、山地灰化土、亚高山草甸土、高山草甸土、高山寒漠土等。其中以亚高山草甸土、暗棕壤和山地棕壤为主。气候属川西高原季风气候区,具有干湿季分明、气温日变化大的特点。年平均降水量 733.4 mm,年平均气温 12.2 °C,年平均蒸发量 69.9 mm,年平均太阳辐射 118.5 W/m²。大渡河流域径流主要来自降水,其次是地下水和冰雪融水补给,具有丰沛稳定和年际变化小的特点。区内灾害性气象主要有低温冻害、冰雹、大风、暴雨和洪灾等。

2 研究方法

针对研究范围内天然起源成片的岷江柏木面积及主要生长因子(基质类型、坡度和坡向、海拔范围、可及程度、平均胸径、平均树高)进行。其中:1)面积利用 2.5 m 分辨率高清遥感影像为底图,现地对坡勾绘分布地块,采用 ARCGIS 矢量化,求算水平平面面积。2)基质类型:分为裸岩、高石质砾石、土壤基质。裸岩是指植株生长于裸岩上,没有成块成团和成片的土壤分布;高石质砾石是指植株生长于块状砾石之上,虽然可能存在土壤分布,但成团成块不明显;土壤是指植株生长于土壤之中,土壤团块和片状连续分布明显。基质类型现地实测调查。3)坡度:分为 6 个尺度:平坡(0 ~ 5°)、缓坡(6° ~ 15°)、斜坡(16° ~ 25°)、陡坡(26° ~ 35°)、急坡(36° ~ 45°)、险坡(46° 以上)。4)坡向:分为 9 个尺度:北坡、东北坡、东坡、东南坡、南坡、西南坡、西坡、西北坡、无坡向。5)海拔范围:岷江柏木小班的上限和下限,现地实测。6)可及程度:指小班综合交通条件。调查岷江柏木小班生长位置附近的道路等级,以及道路至岷江柏木林的可达性。可达性分为可及、不可及,按距离、坡度及周边地形地貌综合判定。道路等级分为高速公路、一级公路(道路总宽 40 m ~ 70 m)、二级公路(道路总宽 30 m ~ 60 m)、三级公路(道路总宽 20 m ~ 40 m)、四级公路(道路总宽 16 m ~ 30 m)、乡村道路(路面未硬化,无法通行重载汽车)、其他道路。7)平均树高、平均胸径采用现地调查法,调查小班平均树高和胸径。树高分为 3 m ~ 5 m、5 m ~ 7 m、7 m ~ 10 m、10 m 以上不同等级,胸径分为小径组 6 cm ~ 12 cm、中径组 14 cm ~ 24 cm、大径组 26 cm ~ 36 cm、特大径组 38 cm。

3 研究结果

3.1 总体分布

大渡河流域是典型的干旱河谷区,地形闭塞、谷地狭窄,年降水量分布不均,干湿分明。马尔康市属于干旱河谷区中的干温河谷,金川县则处于干温、干暖河谷交错地^[7,8]。研究范围内大渡河上游天然起源成片岷江柏木小班面积 561.0152 hm²。以金川县集沐乡为分界点,从集沐乡沿大渡河干流大金川河往上,在白湾乡分叉,左侧至木尔宗乡(杜柯河),右侧至脚木足乡(脚木足河)、松岗镇(梭磨河),岷江

柏木林分布总体上沿河流呈连续线型,分布在河谷两岸或一岸的坡中、下部。分布长度超过 300 km,线型水平宽度平均为 500 m ~ 700 m,这也是调查范围内岷江柏木分布最为集中的区域。可能是因为该处区域河道狭窄,河流湍急,属大渡河干旱河谷向寒温性高山峡谷过渡区,因河谷深切引起的焚风效应逐渐减弱,水热条件非常适应岷江柏的生长。从集沐乡沿大金川河往下至金川县安宁乡一段,岷江柏木分布以小片状或者散生为主,该区域天然岷江柏木林、干旱河谷灌丛地相互交错,以河谷灌丛地为优势植被类型。岷江柏木分布减少,可能是因为干温向干暖河谷水热条件的变化引起。

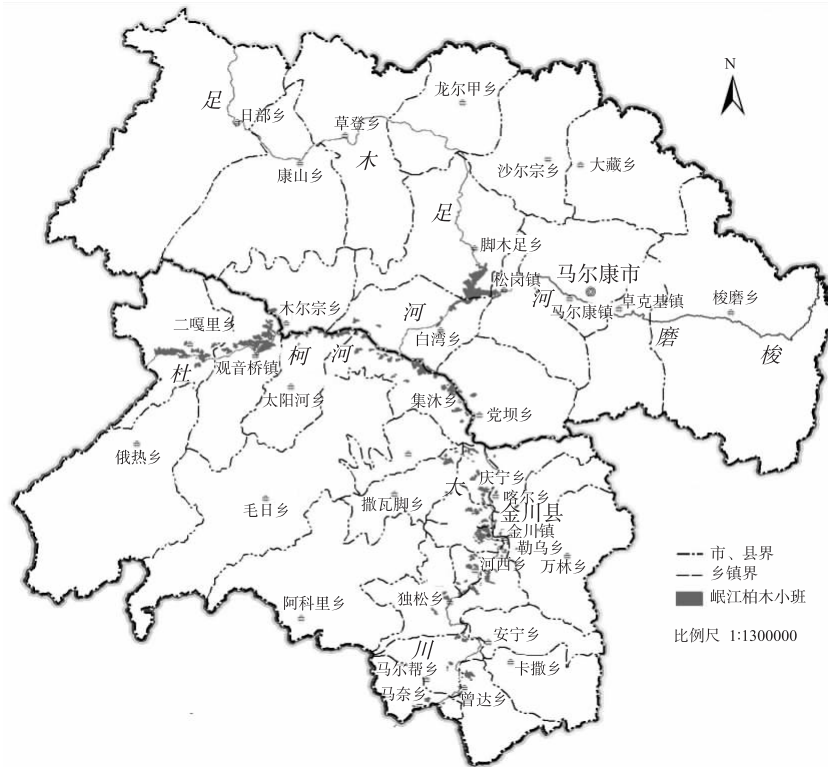


图1 天然起源成片岷江柏木总体分布图

3.2 基质类型

由表 1 可见,分布在裸岩上的岷江柏木 268.1818 hm², 占总面积 47.80%; 高石质砾石上的岷江柏木 212.2471 hm², 占 37.83%; 土壤上的岷江柏木 80.5863 hm², 占 14.36%。可见,大渡河流域岷江柏木在裸岩、高石质砾石、土壤三种基质上均能生长,以裸岩基质所占比例最大,其次为高石质砾石基质,两者分布面积达到了总面积的 85.64%。

研究发现,岷江柏木小径组面积 255.4218 hm², 占 45.53%; 中径组 280.7608 hm², 占 50.05%; 大径组 24.8326 hm², 占 4.43%。其中,裸岩上中径组面积最大为 182.4022 hm², 占中径组总面积 64.97%;

高石质砾石上小径组面积最大为 150.8475 hm², 占小径组总面积 59.06%; 土壤上大径组面积最大为 22.4977 hm², 占大径组总面积 90.60%。可见,调查范围内岷江柏木以小、中径组为主,占调查总面积 95.57%。小、中、大径组依次主要分布在高石质砾石、裸岩、土壤基质上,分布基质逐渐偏好。这可能和树木生长越大,对养分的需求越高应有关。

天然起源岷江柏木小班平均树高在 3 m 以上,其中以 7 m ~ 10 m 为主,面积 211.7469 hm², 占总面积 37.74%; 10 m 以上 178.5027 hm², 占 31.82%; 两者合计占 69.56%。高石质砾石树高集中在 5 m ~ 7 m 之间,其次为 7 m ~ 10 m。裸岩、土壤树高均

集中在 7 m ~ 10 m 之间,其次为 10 m 以上。

表 1 天然起源岷江柏木基质类型分布情况表

基质类型	总计		径级组			树高			
	面积 (hm ²)	比例 (%)	小径组 (6 cm ~ 12 cm)	中径组 (14 cm ~ 24 cm)	大径组 (26 cm ~ 36 cm)	3 ~ 5 (m)	5 ~ 7 (m)	7 ~ 10 (m)	10 ~ (m)
总计	561.0152	100.00%	255.4218	280.7608	24.8326	34.9534	135.8122	211.7469	178.5027
裸岩	268.1818	47.80%	83.4447	182.4022	2.3349	5.6539	42.4831	106.8108	113.234
高石质砾石	212.2471	37.83%	150.8475	61.3996		25.4277	91.4904	63.412	31.917
土壤	80.5863	14.36%	21.1296	36.959	22.4977	3.8718	1.8387	41.5241	33.3517

3.3 坡向分布

由表 2 可见,岷江柏木在 9 个坡向上均能生长,表现出极强的适应性。这和白昆声等人的研究结果一致^[2]。研究范围内北坡分布面积最大为 205.002 hm²,占总面积 36.54%。其次为西北和西坡向,面积分别为 89.5869 hm²、87.1141 hm²,分别占 5.97%、15.53%。坡度平坦区分布面积最小为 5.7901 hm²,占 1.03%。总体上以北、西北、西 3 个

坡向分布面积较多,合计面积 381.703 hm²,占 68.04%。

由表 2 可见,岷江柏木小径组西、西北、北坡向分布面积明显大于其他坡向,面积合计 161.8909 hm²,占小径组总面积的 63.38%;中径组北坡分布显著高于其他坡向,面积 157.5501 hm²,占中径组面积的 56.12%;大径组主要分布在东南、南坡向,面积 22.4977 hm²,占大径组的 90.60%。

表 2 天然起源岷江柏木坡向分布情况表

坡向	总计		径级组			树高			
	面积 (hm ²)	比例 (%)	小径组 (6 cm ~ 12 cm)	中径组 (14 cm ~ 24 cm)	大径组 (26 cm ~ 36 cm)	3 ~ 5 (m)	5 ~ 7 (m)	7 ~ 10 (m)	10 ~ (m)
总计	561.0152	100.00%	255.4218	280.7608	24.8326	4.0879	37.6761	92.029	71.209
北	205.002	36.54%	45.181	157.5501	2.2709	5.3179	6.0041	4.1926	7.8325
东	23.3471	4.16%	18.2476	5.0355	0.064	3.3354	18.6773	17.1275	7.9028
东北	47.043	8.39%	28.8145	18.2285		2.7019	2.5008	18.4809	19.8424
东南	43.526	7.76%	22.7686	10.3684	10.389	0.035	0.9846	15.1226	14.1055
南	30.2477	5.39%	2.5057	15.6333	12.1087	0.5364		5.2537	
无	5.7901	1.03%	5.7901			10.2548	29.347	24.2342	23.2781
西	87.1141	15.53%	62.5749	24.5392		2.4376	31.4644	33.9391	21.7458
西北	89.5869	15.97%	54.135	35.4519		6.2465	9.1579	1.3673	12.5866
西南	29.3583	5.23%	15.4044	13.9539		34.9534	135.8122	211.7469	178.5027

由表 2 可见,3 m ~ 5 m 树高西坡分布最多为 10.2548 hm²,南坡分布最小为 0.035 hm²;5 m 以上树高均以北坡面积最多,其中 5 m ~ 7 m 北坡面积为 37.6761 hm²,7 m ~ 10 m 北坡面积为 92.0290 hm²,10 m 以上北坡面积为 71.209 hm²。5 m ~ 7 m 和 10 m 以上在坡度平坦区域均未发现有成片天然林分布,7 m ~ 10 m 树高则以西南坡分布面积最小。研究发现,北、西、西北 3 个坡向是岷江柏木的集中分布的区域,分布面积大,高度高,且以小径组树种为主。

3.4 坡度分布

由表 3 可见,36° ~ 45° 急坡上岷江柏木分布面积最大为 227.5985 hm²,占总面积 40.57%。其次为 46° 以上险坡,分布面积 110.8804 hm²,占 19.76%。再次为 26° ~ 35° 陡坡,分布面积 98.3135

hm²,占 17.52%。6° ~ 15° 缓坡分布面积最小为 7.1560 hm²,占 1.28%。可见,天然起源岷江柏木生长的坡度大多比较陡峭,主要分布在 36° 以上的坡度上,分布面积合计占到总面积的 60.33%。

由表 3 可见,小、中、大径组均以急坡上分布面积最大,分别为 66.3342 hm²、149.3175 hm²、11.9468 hm²,依次占各径组总面积的 25.97%、53.18%、48.11%;以平坡或缓坡面积最小。3 m ~ 5 m 树高以陡坡面积最大为 19.0401 hm²,其次为急坡面积为 9.0649 hm²。5 m ~ 7 m、7 m ~ 10 m 和 10 m 以上树高均以急坡面积最大,分别为 50.2987 hm²、72.757 hm²、95.4779 hm²,依次占各树高等级面积的 37.04%、34.36%、53.49%;其次为陡坡或险坡。可见,岷江柏木不同径组、不同树高均集中分布在陡坡、急坡、险坡上。

表3 天然起源岷江柏木坡度分布情况表

坡度	总计		径级组			树高			
	面积 (hm ²)	比例 (%)	小径组 (6 cm ~ 12 cm)	中径组 (14 cm ~ 24 cm)	大径组 (26 cm ~ 36 cm)	3~5 (m)	5~7 (m)	7~10 (m)	10~ (m)
总计	561.0152	100.00%	255.4218	280.7608	24.8326	34.9534	135.8122	211.7469	178.5027
平坡(0~5°)	56.4877	10.07%	55.6876	0.7361	0.064	5.6189	28.4392	21.7747	0.6549
缓坡(6~15°)	7.156	1.28%	0.5364	4.1868	2.4328	0.5364		4.1868	2.4328
斜坡(16~25°)	60.5791	10.80%	55.5935	4.9856		0.5875	30.5171	29.0702	0.4043
陡坡(26~35°)	98.3135	17.52%	57.9603	29.9642	10.389	19.0401	19.3762	36.4027	23.4945
急坡(36~45°)	227.5985	40.57%	66.3342	149.3175	11.9468	9.0649	50.2987	72.757	95.4779
险坡(46°以上)	110.8804	19.76%	19.3098	91.5706		0.1056	7.181	47.5555	56.0383

3.5 海拔分布

由表4可见,调查范围内岷江柏木集中分布在海拔2100 m~2600 m内。2401 m~2500 m范围内岷江柏木分布面积最大为341.1558 hm²,占总面积60.81%。其次为2301 m~2400 m范围内面积为113.297 hm²,占20.20%。2100 m~2200 m范围内面积最小为7.3961 hm²,占1.32%。可见,天然起源岷江柏木集中生长在2301 m~2500 m的海拔范围内,分布面积合计占总面积81.01%。

研究发现,小、中径组在2401 m~2500 m范围内面积最大,分别为124.7990 hm²、214.0219 hm²。大径组2301 m~2400 m范围面积最大为22.4977 hm²。小径组2100 m~2200 m范围内面积最小为7.3961 hm²。由表4可见,小径组在海拔2100 m~2600 m的范围内均有分布,中径组海拔范围缩小为2201 m~2500 m。大径组海拔范围进一步缩小为2301 m~2500 m。随着树木生长,岷江柏木海拔分布范围呈现出逐渐缩小的特点。

表4 天然起源岷江柏木海拔分布情况表

海拔 (m)	总计		径级组			树高			
	面积 (hm ²)	比例 (%)	小径组 (6 cm ~ 12 cm)	中径组 (14 cm ~ 24 cm)	大径组 (26 cm ~ 36 cm)	3~5 (m)	5~7 (m)	7~10 (m)	10~ (m)
总计	561.0152	100.00%	255.4218	280.7608	24.8326	34.9534	135.8122	211.7469	178.5027
2100~2200	7.3961	1.32%	7.3961				4.9404	2.4557	
2201~2300	76.1293	13.57%	62.1216	14.0077		14.9696	30.436	30.7237	
2301~2400	113.297	20.19%	38.0681	52.7312	22.4977	3.3354	30.5648	32.4393	46.9575
2401~2500	341.1558	60.81%	124.799	214.0219	2.3349	10.9539	52.7764	145.8803	131.5452
2501~2600	23.037	4.11%	23.037			5.6945	17.0946	0.2479	

由表4可见,3 m~5 m树高2201 m~2300 m范围分布最大为14.9696 hm²。5 m~7 m、7 m~10 m和10 m以上树高均以2401 m~2500 m范围分布面积最大,依次为52.7764 hm²、145.8803 hm²、131.5452 hm²。5 m~7 m、7 m~10 m在2100 m~2200 m和2501 m~2600 m范围内分布面积明显低于其他范围,10 m以上树高则分布在2301 m~2500 m范围内。总体而言,2201 m~2500 m范围内岷江柏木各不同等级树高面积均偏大,表明该范围可能是大渡河上游岷江柏木最适宜的生长海拔范围。

3.6 可及程度

研究发现(表5)临近天然起源的岷江柏木林道路等级只有四级道路、乡村道路。临近四级道路的岷江柏木林面积520.4274 hm²,占总面积的

92.77%,临近乡村道路的面积40.5878 hm²,占7.23%。岷江柏木林距离道路在101 m~200 m内面积最大为254.5285 hm²,占总面积45.37%。其次为1 m~100 m内面积为195.5898 hm²,占34.86%。1 m~200 m内岷江柏木林面积合计450.1183 hm²,占80.23%。值得注意的是,距离道路近并不意味着可及度好。根据调查,岷江柏木可及度为可及的面积40.8507 hm²,占7.28%。高达83.27%的面积为不可及。可及面积小的原因一方面可能是由于60.33%以上面积的岷江柏木林分布的坡度较高,在36°以上,甚至坡度可达70°以上,存在距离道路较近但坡度较高而导致不可及的情况;另一方面,存在距离道路近,但和道路隔河相对,形成天然隔离而导致不可及。

表 5 天然起源岷江柏木林可及程度

道路距离 (m)	总计				四级道路			乡村道路		
	面积 (hm ²)	比例 (%)	可及 (hm ²)	不可及 (hm ²)	小计 (hm ²)	可及 (hm ²)	不可及 (hm ²)	小计 (hm ²)	可及 (hm ²)	不可及 (hm ²)
总计	561.0152	100.00%	40.8507	520.1645	520.4274	40.0318	480.3956	40.5878	0.8189	39.7689
1~100	195.5898	34.86%	24.9616	170.6282	192.1574	24.1427	168.0147	3.4324	0.8189	2.6135
101~200	254.5285	45.37%	15.8891	238.6394	252.6711	15.8891	236.782	1.8574		1.8574
201~300	25.6225	4.57%		25.6225	25.6225		25.6225			
301~400	10.9528	1.95%		10.9528	10.9528		10.9528			
401~500	28.7842	5.13%		28.7842	28.7842		28.7842			
501~600	12.7722	2.28%		12.7722	0.7254		0.7254	12.0468		12.0468
601~700	32.4776	5.79%		32.4776	9.2264		9.2264	23.2512		23.2512
701~800	0.2876	0.05%		0.2876	0.2876		0.2876			

4 结论

为研究大渡河上游成片分布的天然起源岷江柏木生长分布情况,选择以马尔康市和金川县内典型分布区岷江柏木林为对象,以高清遥感影像为底图,采用現地调查和 ARCGIS 矢量化技术,调查了基质类型、坡度、坡向、海拔、可及度等生境因子及各因子上岷江柏木胸径、树高情况。结果发现:1)岷江柏木主要分布在马尔康市木尔宗乡、脚木足乡至金川县安宁乡范围内沿大渡河主干流区域内,这可能和当地水热环境密切相关。2)岷江柏木在不同基质类型、坡度坡向上均能分布,但主体分布在裸岩、阴坡、半阴坡和 36° 以上的坡度上,以及海拔 2 100 m ~ 2 600 m 的范围内。3)小、中、大径组依次主要分布在高石质砾石、裸岩、土壤基质上,分布基质逐渐偏好。这可能和树木生长越大,对养分的需求越高应有关。4)北、西、西北 3 个坡向是岷江柏木的集中分布的坡向,分布面积大,高度高,且以小径组树种为主。5)岷江柏木不同径组、不同树高均集中分布在陡坡、急坡、险坡上。随着树木生长,岷江柏木海拔分布范围呈现出逐渐缩小的特点。2 201 m ~ 2 500 m 范围内岷江柏木各不同等级树高面积均偏大,也表明该范围可能是大渡河上游岷江柏木最适宜的生长海拔范围。

天然岷江柏木属于国家二级保护植物。目前虽然人工起源的岷江柏木已较大面积的成功种植,但天然起源岷江柏木不仅面临恶劣的生长基质、较大的生长坡度和很低的可通达、可及度,还面临项目建设、滥砍伐等人为干扰的胁迫。珍稀植物的保护措施通常包括移栽、划定保护区、建立异地种质资源基地等,如何在保障国家重大工程建设的前提下,探索包括移栽措施在内的多样化、可行性的保护措施,是下一步急需研究和解决的难题。

参考文献:

- [1] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志第 7 卷[M]. 北京:科学出版社,1978. 334.
- [2] 白昆声,吴中北,梅炯杰,等. 岷江柏木调查研究[J]. 中南林业调查规划,1990,(2):43~49.
- [3] 包维楷,庞学勇,李芳兰,等. 干旱河谷生态恢复与持续管理的科学基础[M]. 北京:科学出版社,2012.
- [4] 刘鑫,包维楷. 我国岷江柏林分类及群落特征[J]. 广西植物,2011,31(5):608~613.
- [5] 白昆声,梅炯杰,吴中北,等. 岷江柏木造林技术研究[J]. 四川林业科技,1990,(4):69~75.
- [6] 张志燕,邹光森. 四川省茂县干旱河谷区岷江柏造林技术[J]. 北京农业,2015(15):14.
- [7] 刘凯,曹昌楷,王守强,等. 四川省干旱半干旱地区造林类型区划及植被恢复技术[J]. 四川林业科技,2015,36(4):59~64.
- [8] 王金锡. 四川西部干旱河谷的生态环境与退耕还林[J]. 四川林业科技,2001,22(1):27~31.