

甘肃民勤荒漠草地生态系统  
国家野外科学观测研究站资助

甘肃省荒漠化防治重点实验室资助

常兆丰 安富博 樊宝丽 编著

HUANGMO  
SHENGTAIGUANCE  
YANJIU FANGFA

荒漠

# 生态观测研究方法

荒漠生态观测  
生态观测研究  
生态观测研究

立足于荒漠生态观测研究  
突出了生态研究的特殊性



甘肃科学技术出版社

# 生态观测研究方法

编 著 常兆丰 安富博  
樊宝丽



甘肃科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

荒漠生态观测研究方法 / 常兆丰, 安富博, 樊宝丽编  
著. —兰州: 甘肃科学技术出版社, 2009. 9  
ISBN 978-7-5424-1248-5

I. 荒… II. ①常…②安…③樊… III. 荒漠—生态系统—  
—环境监测—方法—中国 IV. X833. 02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 153713 号

责任编辑 刘 钊(0931-8773274 13919356432 Lz928@sina.com)  
封面设计 黄 伟  
出版发行 甘肃科学技术出版社(兰州市南滨河东路 520 号 0931-8773237)  
印 刷 甘肃新新包装彩印有限公司  
开 本 787mm×1092mm 1/16  
印 张 13.75  
插 页 2  
字 数 301 千  
版 次 2010 年 11 月第 1 版 2010 年 11 月第 1 次印刷  
印 数 1~1000  
书 号 ISBN 978-7-5424-1248-5  
定 价 36.00 元

## 前 言

西北干旱荒漠区属于中国三大自然区之一，面积约占中国国土面积的三分之一。荒漠生态是生态学研究的主要内容之一。

然而，多年来中国的荒漠生态观测研究一直沿用的是森林生态系统或其他方面的观测研究方法，缺乏本专业的观测研究方法。而森林生态系统的许多观测研究方法不适合荒漠生态的观测研究。鉴于此，编者在长期从事荒漠生态观测研究的基础上，结合相关的生态学观测研究方法，撰写了这本书。

本书立足于荒漠生态观测研究，突出了荒漠生态观测研究的特殊性。首先从术语入手，从样地选择与样方设计，到观测取样方法，再到样品的室内测定，最后是数据分析，得出结论，这可以说是荒漠生态观测研究的全过程。

荒漠中分布有一定数量的动物和微生物，因编者的专业局限，书中未涉及荒漠区动物和微生物的观测研究方法，这便是本书最显著的缺陷之一。

本书在撰写过程中主要参考了中国植被编写委员会编写的《中国植被》、赵儒林等著的《植物生态学概要》、(德) F. 施奈勒著/杨郁华译的《植物物候学》、张家恩主编的《生态学常用实验研究方法与技术》、民勤治沙综合试验站编写的《甘肃沙漠与治理》、周淑贞等编写的《气象学与气候学实习》、宛敏渭等编写的《中国物候观测方法》、中国土壤学会农业化学专业委员会编写的《土壤农业化学常规分析方法》、常兆丰等撰写的《民勤荒漠生态研究》以及辞海编写委员会编写的《辞海》(缩印本)等相关书籍。

该书的撰写得到了甘肃省治沙研究所领导及有关专家的大力帮助。樊

宝丽硕士完成了校对工作。在此，对援引文献的作者、甘肃省治沙研究所领导以及为本书的撰写提供过帮助的同志，一并表示感谢。

目前，国内尚无有关荒漠生态观测研究的书籍，编者的这一次尝试，希望能对中国的荒漠生态研究有所帮助。书中错误、疏漏之处一定不少，希望读者批评指正。

编者

2009年4月30日

## 目 录

引述 .....	(1)
第一章 术 语 .....	(8)
第一节 植物(植被)术语 .....	(8)
第二节 气象(气候)术语 .....	(23)
第三节 土壤术语 .....	(32)
第四节 生态学术语 .....	(35)
第五节 其他相关术语 .....	(40)
第二章 样地选择与样方设计 .....	(48)
第一节 植物(植被)样地选择 .....	(48)
第二节 样方设计 .....	(51)
第三章 观测取样方法 .....	(61)
第一节 植物(植被)观测 .....	(61)
第二节 土壤观测取样 .....	(83)
第三节 沙尘暴观测及其降尘取样 .....	(93)
第四节 其他观测 .....	(103)
第四章 样品的室内测定 .....	(113)
第一节 植物样品的室内测定 .....	(113)
第二节 土壤样品和水样品的室内测定 .....	(125)
第五章 数据分析方法 .....	(137)
第一节 方差分析 .....	(137)
第二节 相关分析 .....	(142)
第三节 回归分析 .....	(144)
第四节 趋势面分析 .....	(148)
第五节 聚类分析 .....	(151)
第六节 因子分析 .....	(154)
第七节 判别分析 .....	(160)
第八节 典型相关分析 .....	(164)
第九节 健康序列分析 .....	(167)

---

第十节 生态位分析 .....	(173)
第十一节 SPSS 的应用 .....	(177)
第十二节 制作插图 .....	(182)
参考文献 .....	(194)
附录一:《荒漠生态系统定位观测技术规范》 .....	(196)
附录二:《荒漠生态系统观测研究站建设规范》 .....	(208)

## 引 述

中国的荒漠生态学研究起步较晚,1844年法国传教士格龙支来中国进行沙漠考察,直到1926年才有中国学者冯景兰等人关于沙漠研究的文章发表,而中国真正的荒漠生态研究开始于20世纪50年代末中国科学院治沙队的大规模沙漠考察和在西北及内蒙古建立的6个治沙综合试验站。

1955年,中国科学院成立了黄河中游水土保持综合考察队。1956年,黄河综合考察队兵分两路(两个分队)进行考察,其中陕北分队考察了榆林、绥德、三边及宁夏的盐池、同心等地区,初步认识到这些地区的沙漠化危害同水土流失一样严重,同时认识到风蚀和水蚀是两种不同的土壤侵蚀现象,鉴于此,1957年,黄河考察队在内部组建了固沙分队,并在宁夏沙坡头铁路沿线进行治沙规划。固沙分队组建后在内蒙古、陕北、宁夏一带考察时,向内蒙古党委作了汇报,内蒙古自治区党委书记王铎听完汇报后提出了三点要求,其中之一是建议召开西北及内蒙古六省(区)治沙会议。

1958年10月28日,经中共中央批准,由中央农村工作部、国务院第七办公室及国务院科学规划领导小组主持在呼和浩特召开了“内蒙古及西北五省(区)治沙规划会议”,会议提出了“全党动手,全民动员;全面规划,综合治理;除害与兴利相结合,改造与利用相结合;因地制宜,因害设防;生物措施与工程措施相结合,大量造林种草和巩固现有植被相结合”的治沙方针,以及“由近及远,先易后难”的治理步骤,会议决定由中国科学院组织领导全国的治沙科学技术工作,并组建了由800多名科技人员组成的中国科学院治沙队。中国科学院治沙队组建以后,总结山西省王家沟在小流域治理方面的成功经验,决定在西北五省(区)及内蒙古建立6个治沙综合试验站,这6个治沙综合试验站是:榆林(陕西)治沙综合试验站,民勤(甘肃)治沙综合试验站、灵武(宁夏)治沙综合试验站、格尔木(青海)治沙综合试验站、托克逊(新疆)治沙综合试验站和磴口(内蒙古)治沙综合试验站,同时还组建了20个治沙研究中心站和32个沙漠考察分队。



1959年,中国科学院治沙队成立后进行了大规模沙漠考察,穿越了塔克拉玛干沙漠、巴丹吉林沙漠和腾格里沙漠等几大沙漠,编制完成了1:300万的《中国沙漠分布图》。这两项工作标志着中国荒漠生态研究的开始,尤其是建立的6个治沙综合试验站为中国荒漠生态定位研究奠定了基础。

1960年,内蒙古林学院组建治沙专业,1962年,中国科学院治沙队缩编后改名为中国科学院地理所沙漠研究室,随后兰州大学、北京林学院也相继开设了治沙课程,至此,中国沙漠科研、教学体系初步形成。1965年,中国科学院地理所沙漠研究室迁至兰州,与冰川冻土所合并为中国科学院兰州冰川冻土沙漠研究所。

建立不久的沙漠科研机构在三年困难时期遇到了很大挫折,有的撤销,有的下放到了地方。这一时期的沙漠科学研究主要是从事造林治沙试验。1957年原苏联专家M. II彼得洛夫提出草方格沙障并在宁夏沙坡头进行推广应用,1959年民勤治沙综合试验站梭梭造林获得成功,至1961年民勤治沙综合试验站首创了黏土沙障固沙技术后。直到20世纪70年代末期沙漠和治沙科研机构才得以恢复。1975年出版了《甘肃沙漠与治理》和《陕北治沙》,主要总结了当地群众治沙经验;1976年出版了《沙漠的治理》,汇集了全国各地的治沙经验;1980年出版了《流沙治理研究》和《世界沙漠研究》,其中《流沙治理研究》一书对沙坡头20多年来的科研成果进行了系统总结;1981出版了学术刊物《中国沙漠》。这一时期还在西北沙区进行了飞播造林种草试验。

1991年7月29日至8月2日兰州《全国治沙工作会议》后,林业部组织制定了《1991~2000年全国治沙工程规划》,在全国设立了9个试验示范区,国家自然科学基金和“九五”、“十五”科技攻关计划重点支持了一大批沙漠科研项目。1991年《全国治沙工作会议》后成立了全国治沙工作协调小组,1993年全国治沙工作协调小组更名为全国防治荒漠化协调小组。1992年11月国家民委批准成立中国治沙暨沙业学会,1994年10月14日,原林业部副部长祝光耀代表中国政府赴巴黎在联合国防治荒漠化公约上签字。

中国科学院1988年开始组建的中国生态系统研究网络(CERN)已经陆续建立了一批荒漠生态定位研究站,如阜康荒漠生态系统观测研究站、奈曼沙漠化研究站、沙坡头沙漠试验研究站、策勒沙漠研究站、临泽内陆河流域综合研究站、鄂尔多斯沙地草地生态定位研究站、民勤荒漠草地生态系统国家野外观测研究站等。

## 二

甘肃省治沙研究所的前身——民勤治沙综合试验站,始建于1959年4月,位于民勤西沙窝,地理位置102°59'E,38°34'N。

1958年10月28日“内蒙古及西北五省(区)治沙规划会议”之后,1959年4月3

日,中科院治沙队在民勤召开会议,中科院副院长竺可桢宣布成立民勤治沙综合试验站。

1961年,为贯彻中央提出的“调整、巩固、充实、提高”的方针,民勤治沙综合试验站被下放到地方,曾先后归张掖专署、武威专署、甘肃省林业局、民勤县和甘肃省农科院所属。1978年8月民勤治沙综合试验站再次归甘肃省林业局所属,1980年3月4日,在民勤治沙综合试验站的基础上成立了甘肃省治沙研究所,民勤治沙综合试验站为甘肃省治沙研究所所属。

上述6个综合治沙试验站是中国成立最早的沙漠科学研究机构。然而,由于各种原因,后来有的撤销,有的中断了研究工作,民勤治沙综合试验站是研究时间最长、研究内容最为广泛、保存资料最为完整的沙漠科学研究机构。民勤治沙综合试验站建立以来,在风沙物理、沙区植被、植物生理生态、沙旱生植物引种驯化与迁地保存、造林治沙、工程治沙、荒漠生态等方面进行了长期广泛深入地观测试验研究,中国治沙科技成果中有多项是出自该站并走向世界的。曾进行过4次大规模沙漠综合考察,1959~1962年首创了沙丘梭梭造林技术;1959~1964年发明了黏土沙障固沙技术,丰富和完善了柴草沙障固沙技术。20世纪70年代初首次提出以封育保护为主建造沙漠植被和以灌木为主营造固沙林的指导思想;1964~1981年完成了中国第一个造林固沙样板;1970~1974年,进行了沙荒地杨树引种选育和繁殖技术研究,引进杨树品种251个,对其中的42个良种进行了沙荒地栽培试验研究。1974年创建了“具有中国北方干旱荒漠特色”的亚洲第一座沙漠植物园—民勤沙生植物园;1978年设置沙障与营造灌木林相结合的治沙技术成果曾荣获全国科学大会奖。

甘肃省治沙研究所自成立以来,先后执行国家“七五”、“八五”、“九五”、“十五”攻关项目、省重点项目、省自然科学基金项目、省事业费项目、国际援助项目和国际合作项目100多项,取得了科研成果170多项。其中,由联合国开发计划署援助的“甘肃沙漠治理与持续农业”项目,首次将持续农业系统的思想引入沙漠治理,运用农业系统方法,根据甘肃沙区自然条件现状,开展节水技术研究,农、林、牧产业结构和农业种植结构调整,该项目获得了甘肃省科技进步一等奖。目前,甘肃省治沙研究所正在实施国家攻关项目、国家“948”项目、省重点项目和省自然科学基金项目等33项,积累了45年荒漠生态定位观测资料。另外,研究所还利用人才优势,连续10年代表中国政府为发展中国家举办了14期治沙技术国际推广培训班。

自1981年5月,原西德瓦茨堡大学著名植物生态学家郎格教授访问民勤治沙综合试验站起,研究所先后接待了日本、美国、新西兰、以色列以及联合国粮农组织等国家和组织的专家、高级官员420多人(次),就全球及各国的沙漠治理与开发利用、水资源高效利用、生物多样性保护等方面进行了广泛的交流。1981年以来,已先后执行多个国际合作与援助项目:1988~1994年执行完成了联合国科技基金援助项目“以色列滴灌技术在民勤沙区的应用”;1996~1998年参与完成了中韩合作项目“黄沙抑制工程”;1993~1998年执行完成了联合国开发计划署无偿援助项目“甘肃沙漠综合治理与持续

农业”;1999~2002年参与完成了中荷(荷兰)合作项目“大口径闪烁仪(LAS)在荒漠化监测中的应用”;2001年参与了亚行无偿援助项目“甘肃省优化荒漠化防治方案”;2002年开始实施中澳合作项目“治沙技术示范工程”等等。

2003年11月,甘肃省治沙研究所被甘肃省科技厅批准为甘肃省重点研究所,2004年8月,甘肃省科技厅批准在研究所建立省级荒漠化防治重点实验室。2005年,民勤治沙综合试验站被批准为“甘肃民勤荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站”。目前,民勤荒漠草地生态系统国家野外站的野外样地、样点分布情况和观测项目主要有:

(1)植物样地:共有31个样地、样点(见下表)。

甘肃民勤荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站调查样方、样点资料

样地类型	优势种	样方编号	样方地点	地理位置		样方面积(m)	小样方数
				东经	北纬		
天然植被	麻黄	Ep-1	民昌公路18km路南	102°51'15"E	38°33'52"N	100×100	9
		Ep-2	民昌公路18km路北	102°51'07"E	38°34'08"N	100×100	9
	沙蒿	Aa-1	民昌公路18km路南	102°51'22"E	38°33'56"N	100×100	9
		Aa-2	民昌公路18km路北	102°51'20"E	38°34'06"N	100×100	9
		Aa-3	扎子沟南小沙丘	102°49'57"E	38°14'38"N	100×50	6
		Aa-4	扎子沟北大沙丘	102°59'56"E	38°14'43"N	100×50	6
	沙拐枣	Cm-1	双墩子南约700m	102°56'27"E	38°36'43"N	100×100	9
		Cm-2	站17号井北	102°57'33"E	38°36'26"N	100×100	9
		Cm-3	沙井子城西路	102°55'29"E	38°35'43"N	100×100	9
		Cm-4	双墩子西约1000m	102°56'11"E	38°36'57"N	100×100	9
	柽柳	Tr-1	沙山堡北约1000m	102°59'42"E	38°34'52"N	100×100	9
		Tr-2	新果园西北角东北	102°59'14"E	38°35'11"N	100×25	3
		Tr-3	植物园前滴灌区	102°58'35"E	38°35'02"N	40×20	1
		Tr-4	站西南花棒林耕地边	102°58'40"E	38°34'37"N	100×50	5
		Tr-5	花棒林耕地边	102°58'27"E	38°34'39"N	100×50	5
白刺	Nt-1	植物园引种圃北	102°58'19"E	38°35'20"N	100×100	9	
	Nt-2	植物园北13号井东北	102°58'35"E	38°35'26"N	100×100	9	
	Nt-3	植物园南封育区	102°58'27"E	38°35'05"N	100×50	5	
	Nt-4	双墩子南	102°56'44"E	38°36'42"N	100×100	9	
	Nt-5	3号塔西北100m	102°55'06"E	38°37'49"N	100×100	9	

续表

样地类型	优势种	样方编号	样方地点	地理位置		样方面积 (m)	小样方数	
				东经	北纬			
人工植被	梭梭	Ha-1	植物园向沙漠进军南	102°58'24"E	38°35'20"N	100 × 100	9	
		Ha-2	植物园南长城墩	102°58'19"E	38°34'58"N	100 × 100	9	
		Ha-3	站南墙外近墙	102°58'58"E	38°34'27"N	30 × 19	全样	
		Ha-4	站南墙外南路边	102°58'58"E	38°34'27"N	50 × 40	5	
		Ha-5	站后 16 号井南	102°57'29"E	38°35'50"N	100 × 100	9	
		Ha-6	民昌公路 15km 路北	102°53'35"E	38°34'14"N	100 × 100	9	
		Ha-7	龙王庙南沙丘	102°56'37"E	38°28'41"N	60 × 30	6	
		Ha-8	龙王庙北沙丘	102°56'42"E	38°28'45"N	100 × 100	9	
		Ha-9	治沙站 17 号井	102°57'41"E	38°36'27"N	100 × 50	6	
	沙枣	Ea-1	植物园沙枣封育区	102°58'39"E	38°35'14"N	110 × 90	5	
		Ea-2	15 号井东北林带	102°58'15"E	38°35'39"N	20m 长林带	2	
	观测井	水位 水质	W-1	治沙站前菜园子	102°59'17"E	38°34'13"N		1
			W-2	治沙站院内	102°59'07"E	38°34'28"N		1
W-3			治沙站农场	102°59'10"E	38°34'45"N		1	
W-4			植物园苗圃	102°58'40"E	38°34'58"N		1	
W-5			“五千亩”15 号井	102°58'11"E	38°35'35"N		1	
W-6			“五千亩”16 号井	102°57'39"E	38°35'59"N		1	
W-7			“五千亩”17 号井	102°57'37"E	38°36'22"N		1	

(2) 地下水位: 7 个地下水位观测样井, 每月下旬测定地下水位并取样测定水质。

(3) 气象站: 1960 年民勤治沙综合试验在站区建立了地面气象观测场, 观测指标主要有日照时数、气温、气压、风速、风向、降水量、蒸发量、地温、冻土深度、无霜期、天气现象等, 已保存了近 50 年的沙漠地面气象资料。20 世纪 90 年代中期开始沙尘暴观测。2005 年在气象场中增加了自动气象站, 采用两套系统同时进行观测。

(4) 2005 年修建了 3 个 50m 高的沙尘暴观测塔: 观测指标主要有风速、风向、沙尘暴水平通量、垂直降尘等, 按 2m 的梯度配置。同时每个塔下配有一台自动气象站进行观测。

### 三

西北干旱荒漠区属于中国三大自然区之一,面积约占中国国土面积的三分之一,在中国国土资源、生态气候等方面占有十分重要的地位。

荒漠化是当今全球最严重的环境与社会经济问题之一。中国是世界上荒漠化危害严重的国家之一,尤其是中国北方的沙漠化,其面积广大,发展迅速。荒漠化是在干旱、半干旱及部分半湿润地区由于人类不合理经济活动与自然资源环境不相协调所产生的以风沙活动为主要标志的土地退化。中国北方荒漠化的发生发展与人类的文明史紧密相连,尤以近一个世纪以来的发展速度为最快。荒漠化过程使得土壤的风蚀—风积作用加剧,破坏了土壤的理化性质,降低乃至丧失了土地的生产潜力,并使自然环境趋于恶化,给国民经济造成了巨大损失,也严重影响着广大农牧区人民的生活水平和生存环境。据全国两次水土流失遥感调查成果对比分析,全国风力侵蚀面积由 187.61 万  $\text{km}^2$  增加到 190.67 万  $\text{km}^2$ ,年平均扩展 3.06 万  $\text{km}^2$ 。

沙尘暴是荒漠化的一种典型表现形式。沙尘暴天气的形成与生态环境的日益恶化有直接的关系。由于全球气候变暖的影响和人类不合理地开发自然资源,如毁林垦荒、过度放牧、滥用水源等人为因素,造成了大面积土地的荒漠化。特大沙尘暴在中国 20 世纪 50 年代发生过 5 次,60 年代发生过 8 次,70 年代发生过 13 次,80 年代发生过 14 次,90 年代发生过 23 次,呈现出逐年上升趋势。

中国荒漠区虽分布有数以千计的绿洲,但这些绿洲都存在着水资源的退化问题。特别是民勤绿洲的生态退化已经引起了党中央的高度重视,国务院总理温家宝多次批示:“决不能让民勤成为第二个罗布泊!”

荒漠化形势的发展对荒漠生态研究提出了更高的要求。

中国荒漠生态研究基本上是引用森林生态、草原生态、农业生态、气象学等方面的观测研究方法,目前尚没有形成自己的观测研究方法。但由于荒漠生态的特殊性,直接引用其他方面的观测研究方法存在许多问题,主要表现为:

(1) 观测研究指标方面的问题:如植物的冠幅和盖度的问题,沙生植物枝叶稀疏,如沙拐枣、沙蒿等的纯盖度往往只有冠幅盖度的 10% 左右,用森林生态方面通常用的盖度不能反映沙漠植被的盖度情况,再如植物高度测量的问题,植物年龄问题,叶面积的求算问题,等等。观测研究指标方面的问题主要是不统一,各地甚至同一个单位不同的研究人员的研究资料往往缺乏可比性。

(2) 观测仪器方面的问题:如沙尘暴的能见度有的采用人工观测,有的气象部门采用交通方面观测雾的能见度的设备观测,其观测结果与人工观测相差较大,不能真实反映沙尘暴的强度,从而影响了沙尘暴的分析研究。再如土壤取样,尤其是定位观测的土

壤取样,采用挖掘土壤剖面的办法,一方面破坏了定位样方的原始地表,破坏了沙面的稳定性,另一方面加速了沙丘水分消耗。或者由于仪器等方面的问题,使荒漠地区很重要的内容得不到应有的观测研究,如荒漠中低等植物的研究。

(3)观测研究的思路问题:水是干旱荒漠生态环境中众多生态因子中的主导因子,水资源的储量、分布及其变化,决定着荒漠生态环境的变化。因此,荒漠生态研究必须紧紧围绕着水资源及其相关的问题进行,保护荒漠生态环境首先是保护水资源。在干旱荒漠绿洲地区农业是用水大户,据编者在民勤调查,农业用水量占国民经济各部门用水量的87%,显然,节水的关键在于农业种植业。然而,我们的荒漠生态研究在很大程度上与农业脱节,仅荒漠而研究荒漠,在很大程度上限制了荒漠生态观测研究成果的推广应用,从而也就限制了荒漠生态学研究的发展。

## 第一章 术 语

术者,古代城邑中的道路也,左思《蜀都赋》中说:“亦有甲第,当衢向术。”术亦有方法之意,《韩非子·定法》中说:“术者,因任而授官,循名而责实……”指的是统治者的统治术。韩愈《师说》中也有:“闻道有先后,术业有专攻。”术语,即各门学科中的专门用语。如果把一门学科比作一座大厦,术语则就是构建这座大厦的各种材料,离开了术语构件,任何学科大厦就不复存在。每一门学科都是由一个专门的术语系统支撑的,从一定意义上说,每一门学科就是一个术语系统。

每一个学科都有各自的术语,比如哲学术语、网络术语、股市术语等等。每一个术语都有严格的规定,离开专业术语去认识某一个学科本来就是一种不可能,更何况随着科学的发展,现在的学科以及专业术语变得十分复杂。生态学有生态学的术语,荒漠生态学也不例外,因此,要掌握荒漠生态观测研究方法首先要从了解相关的术语入手。

### 第一节 植物(植被)术语

#### 一、植物群落

在环境相对均一的地段内,有规律地共同生活在一起的各种植物种类的组合。例如一片森林、一个生有水草或藻类的水塘等。每一相对稳定的植物群落都有一定的种类组成和结构。一般在环境条件优越的地方,群落的层次结构相对比较复杂,种类也较丰富,如热带雨林;而在严酷、恶劣的生境条件下,只有少数植物能适应,植物群落结构也简单,如荒漠灌木群落。群落的重要特征,如外貌、结构、生产量等主要取决于各个植物种的个体,也决定于每个种在群落中的个体数量、空间分布规律以及发育能力。不同的植物群落的种类组成差别很大,相似的地理环境可以形成外貌、结构相似的植物群落,但其种类组成因形成历史不同而很不相同。

植物群落的结构主要指其种类组成、种类的数量特征、外貌和结构等。

(1) 群落的种类组成:指该群落所包含的一切植物,但常因研究对象和研究目的不

同有所侧重,它是形成群落结构的基础。在对群落进行研究时,通常用样方法调查其种类的组成及其数量特征,由于不可能对群落的所有面积进行调查,一般采用最小面积即能基本上代表群落种类组成的面积的样方进行调查。

(2) 种类的数量特征:一般用以下几个参数来表征:种的多度(abundance),表示某一个种在群落中个体数量的多少或丰富程度,通常多度为某一种类的个体数与同一生活型植物种类个体数的总和之比。密度(density),指单位面积上的植物个体数,它由某种植物的个体数与样方面积之比求得。盖度(coverage),指植物在地面上覆盖的面积比例,表示植物实际所占据的水平空间的面积,它可分为投影盖度和基部盖度。投影盖度指植物枝叶所覆盖的土地面积的比率;而基部盖度是指植物基部所占的地面面积的比率。频度(frequency),是指某一种类的个体在群落中水平分布的均匀程度,表示个体与不同空间部分的关系,为某种植物出现的样方数与全部样方数之比。

(3) 群落的综合特征:在对植物群落进行分类时,需要对某综合特征进行量化,主要用以下几种参数:存在度(presence),指在不同类型的各个群落中,某一种类所存在的群落数。恒有度(constancy),是指某种植物在同一类型的群落中,在空间上分隔的各个群落中的相同面积内所出现的百分率,亦即在相同面积内的存在度。存在度和恒有度与作为分析特征的频度是不同的,后者只局限于应用在一个群落中。确限度(fidelity),表示某一种类局限于某一群落类型的程度。优势度(dominance),指某个种在群落中所具有的作用和地位的大小,美国学者提出用重要值(importance value)来表示,其计算方法为:重要值 = [相对密度(D%) + 相对频度(F%) + 相对显著度(乔木种类)(D%)或相对盖度(灌木、草本种类)(C%)],重要值越大的种,说明在群落中越重要。

(4) 群落的外貌:植物群落的外貌(physiognomy)指群落的外表形态或相貌。它是群落与环境长期适应的结果,主要取决于植物种类的形态习性、生活型组成、周期性等。形态习性如高度、树冠形态、树皮外观、支柱根、呼吸根、茎花等。生活型(life form)是植物对于综合环境条件的长期适应而在外貌上反映出来的植物类型,Raunkiaer曾建立了一个应用广泛的生活型分类系统,他以温度、湿度、水分作为揭示生活型的基本因素,以植物体在度过生活不利时期对恶劣条件的适应方式作为分类的基础。具体的是以休眠芽或复苏芽所处的位置的高低和保护的方式为依据,把高等植物分为高位芽植物、地上芽植物、地面芽植物、隐芽植物和一年生植物五大生活型类群,在各类群之下再按照植物体的高度、芽有无芽鳞保护、落叶或常绿、茎的特点(草质、木质),以及旱生形态与肉质性等特征,再细分为30个较小的类群。某一区域某一植物群落内各类生活型的数量对比关系,称为生活型谱,生活型和叶型在群落外貌研究中十分重要。植物的叶型则包括单叶、复叶,全缘或非全缘叶及按叶面积大小划分的叶型级。周期性指群落中与季节性(或年际)等气候变化相关联的明显的周期现象,或称季相(aspect),与优势植物的物候相很有关系。

(5) 群落的结构:群落结构(structure)是指群落的所有种类及其个体在空间中的配置状态。它包括层片结构、垂直结构、水平结构、时间结构等。层片(synusia)结构指群



落中属于同一生活型的不同种的个体的总和,它是群落最基本的结构单位。垂直(vertical)结构是指群落的垂直分化或成层现象,其保证了群落对环境条件的充分利用,并有地上与地下成层现象之分,它们是相对应的。在成熟的森林群落中,通常可以分为乔木层、灌木层、草本层和地被层四个基本层次,另有藤本、附生等层间植物。水平(horizontal)结构是指群落在空间上的水平分化或镶嵌现象。水平分化的基本结构单位是小群落(microcommunity),它反映了群落的镶嵌性或异质性,形成原因是生境分布的异质性。时间(temporal)结构是指群落结构在时间上的分化或配置,它反映了群落结构随着时间的周期性变化而相应地发生更替,是由层片结构的季节性等变化引起的。

## 二、植物群丛

群丛是植被分类的基本单位,是指片层结构相似、各片层的优势种植物(优势种、共优种、标志种)组成相同、植物间及植物与环境间相互关系相同的植物群落联合。即属于同一群丛的植物具有共同的种类、组成、结构、生态特征和动态特点及相似的生境。如兴安落叶松(*Larix gmelinii*)—杜鹃(*Rhododendron*) (群丛组)中,地被层以越橘(*Vaccinium*)占优势的群落是一个群丛,而红花鹿蹄草(*Pyrola incarnata*)占优势的群落则属于另一个群丛。但各个植物学派所理解的植物群丛范围不同,定义也有差别(郑度)。

如何理解群丛和群落的区别:其一,群丛是特定的植物结构形式,是植被分类的基本单位,而群落则是由特定地域环境形成的,具有一定面积和外貌的植物种类的组合。其二,同一群丛的结构相似,可以存在于不同的群落中,而一个群落不可能分布于不同的群丛中。如沙蒿群丛(*Artemisia arenaria*)在民勤分布很广,凡是低缓沙丘、沙丘中下部均可分布。而分布在不同地段上的沙蒿,可能结构、外貌相似,但不能叫做同一个群落。

## 三、植物区系

植物区系是指某一特定地区内生长的植物种类的总称。如中国秦岭山脉生长的全部植物的科、属、种即是秦岭山脉的植物区系,生长在民勤沙区的全部植物的科、属、种即是民勤沙区的植物区系(表1-1)。它是植物界在一定自然环境中长期发展演化的结果。植物区系包括自然植物区系和栽培植物区系,但一般是指自然植物区系。根据不同原则或分布区特点,可以把植物区系划分为几类区系成分。通常将某地区全部植物种类按科、属、种进行数量统计,然后按地理分布、起源地、迁移路线、历史成分和生态成分划分成若干类群,分别称为植物区系的地理成分、发生成分、迁移成分、历史成分和生态成分等,以便全面了解一个地区植物区系的种类组成、分布区类型以及发生、发展等重要特征。