

甘肃木本植物区系生活型和果实
类型构成式样与水热因子的相关分析*王国宏^{1,2} 周广胜¹

(1. 中国科学院植物研究所植被数量生态学开放研究实验室, 北京 100093)

(2. 甘肃农业大学, 兰州 730070)

摘 要 通过甘肃木本植物生活型和果实类型构成式样对水热因子的相关分析指出:(1)乔木类、大灌木、藤木和寄生植物与各水热因子呈正相关,小灌木与各水热因子均呈负相关,灌木则与平均降水和平均温度呈负相关;(2)常绿类型与水热因子呈正相关,落叶类与水热因子呈负相关;(3)走廊小区的常绿类型比例较水热条件较好的中部小区高,原因在于其植物区系特殊的起源背景;(4)湿润度与干果类呈显著负相关,与肉果类呈显著正相关,干果类和肉果类的成因可能与植物生长环境中水分状况密切相关;(5)球果类与热量因子呈负相关,与水分因子呈正相关,与湿润度呈显著正相关;翅果、坚果、核果、蓇葖果、颖果与各水热因子均呈正相关关系;蒴果与各水热因子呈负相关关系,干冷生境可能是其形态发生的重要驱动因素;胞果类与年均降水量呈显著负相关,表明干旱的生境有利于胞果类的发育;(6)物种多样性、生活型和果实类型丰富度以及树体的高度在水热梯度上表现出相关变化趋势。研究进一步指出,不同果实类型生长发育对水热条件均有特定要求,弄清果实演化序列将有助于分析特定植物群落果实类型的构成式样和揭示环境变化对植物生长发育的影响,未来应加强果实系统发育对生态因子梯度变化响应机制的研究。

关键词 甘肃;木本植物;区系小区;生活型;果实类型;水热因子

CORRELATION ANALYSIS ON THE RELATIONSHIP BETWEEN
PLANT LIFE FORM, FRUIT TYPE AND HYDROTHERMIC FACTORS
IN GANSU WOODY PLANT FLORAWANG Guo-hong^{1,2} ZHOU Guang-sheng¹

(1. Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093)

(2. Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070)

Abstract Global changes have posed a profound impact on the earth's life system. The mechanism with which plant responds to global changes would help us to take measures on the practice of adjustment and optimization of ecosystem. Gansu, located along the northeast margin of Qinghai-Tibet Plateau, northwest of China, is quite divers in vegetation, physiognomic types and climate features. From the south to the north, there occurred subtropic evergreen broad-leaved forests, warm tem-

* 第一作者简介:王国宏(1963-),男,博士,副教授。从事植物多样性及植物区系地理研究工作。中国科学院知识创新工程项目(KSCX2-1-07)和国家自然科学基金(39730110)项目资助。
收稿日期:2001-2-16

perate broad-leaved forests, frigid-temperate coniferous forests as well as desert shrublands with a span of 10 latitudes and 15 longitudes ($93^{\circ}25' \sim 108^{\circ}42'E$, $32^{\circ}18' \sim 42^{\circ}18'N$). This paper, based on previous study on floristic inventories and partition of Gansu woody plant flora, focused on the study of correlation between the pattern of plant life form as well as fruit types and hydrothermic factors. 6 Floristic subregions (i.e., that of Zoulang, Zhongbu, Qilianshan, Tianshui, Longnan and Gannan) in Gansu were set for the statistic of life form and fruit types. Totally 1291 woody species belonging to 292 genera, 94 families were classified into 7 life-form spectra types, that is, lianas, big tree, tree, big shrub, shrub, small shrub as well as parasites and lianas. Some conclusions are as follows: (1) the factors of water and heat were correlated positively with plant life-form of arbor, lianas and parasites and negatively with that in small shrubs. Shrubs with the height of 1.5m-3m were negatively correlated with annual mean precipitation and annual mean temperature and (2) hydrothermic factors were positively correlated with evergreen plant and negatively with deciduous plant. (3) The percentage of evergreen in Zoulang was fairly higher than that of Zhongbu where hydrothermic factors were relatively more available in contrast to Zoulang, which mainly resulted from the specific background of floristic origin in Zoulang. (4) Humidity was correlated positively with sarcocarp while negatively with dry fruit, which suggesting that moisture conditions might shape the allocation patterns of dry fruit and sarcocarp in a given communities. (5) Cone was correlated negatively with heat factors while positively with moisture. Key fruit, nut, drupe, follicle, caryopsis were positively correlated with hydrothermic factors. Berry was significantly positively correlated with humidity degree. Capsule was negatively correlated with hydrothermic factors, which indicated that capsule might derived under cool and dry climate. Utricle was negatively correlated with annual mean precipitation. (6) Species diversity, life form and fruit type, height of tree were correlatively changed along an environmental gradient. To clarify the evolutionary sequence among plant fruits would be helpful to both disclose the pattern of fruits and further the study on the mechanism with which plant responds to environmental changes.

Key words temperate forest; gansu; floristic subregion; life-form spectra; fruit-types; hydrothermic factors

环境梯度决定着生态系统的功能特征和分布格局^[1-3]。植物生活型的构成式样正是对环境梯度变化的响应^[4]。植物生活型是植物结构和生长动态的组合,生活型相似的植物在适应环境方面具有趋同性^[5]。通过植物生活型的分析,可以直观地揭示群落的结构特征和对环境梯度的适应机制^[6-8]。生物世界的重要特征是变化和多样性,而这一切均是在地球历史演变的背景下形成的^[9]。果实是在地球环境变化中演化出并为被子植物所特有的繁殖器官。植物在系统发育中出现了果实,使被子植物在白垩纪至第三纪成为世界上占优势的植物类群。特定植物群落果实类型的构成式样可能是植物对生态环境的直接反映之一。

甘肃南北跨越 10 个纬度,东西跨越 15 个经度 ($93^{\circ}25' \sim 108^{\circ}42'E$, $32^{\circ}18' \sim 42^{\circ}18'N$),境内气候由南到北跨越 4 个气候区:即北亚热带湿润区,暖温带湿润区,温带半干旱、干旱区,温带山地气候区。水热格局地域分异大,森林植被类型丰富。我国亚热带、暖温带及温带地区的主要森林群落,如亚热带常绿阔叶林、暖温带落叶阔叶林、温带针阔混交林、寒温带针叶林以及荒漠植被等在甘肃境内均有分布。因此,本文试图通过对甘肃木本植物生活型和果实类型构成式样与水热因子的相关分析,探讨植物对水热因子的动态响应机制,为揭示环境变化对于陆地生态系统的影响提供依据。

表 1 甘肃木本植物区系小区植被类型、地貌及气候类型

Table 1 The types of forest vegetation, topography and climate occurred in the 6 subregions from Gansu

区系小区 Floristic subregions	地形地貌 Topography	植被类型 Forestry vegetation	气候类型 Climate	气象数据收集地点 Weather station
走廊小区 Zoulang	河西走廊 Hexi corridor	旱生灌木、半灌木群落 Xeromorphy shrub	温带干旱气候 temperate arid	张掖市 Zhangye
祁连山小区 Qilianshan	祁连山北坡 Northern Qilianshan	寒温性针叶林 Frigid-temperate conifer forest	温带山地气候 Temperate hilly	寺大隆 Sidalong
中部小区 Zhongbu	黄土高原 Loess plateau	温性针阔混交林 Temperate conifer-broadleaf forest	温带半干旱气候 Semi-arid temperate	定西县 Dingxi
天水小区 Tianshui	秦岭西端北坡 Northern slope of western Qinling	暖温带落叶阔叶林 Warm temperate broadleaf forest	暖温带 Warm temperate	天水市 Tianshui
陇南小区 Longnan	秦岭西段南坡 Southern slope of western Qinling	亚热带常绿阔叶林 Subtropic evergreen-broadleaf forest	北亚热带湿润气候 Northern subtropic	文县碧口 Wenxian Bikou
甘南小区 Gannan	横断山脉地区 Hengduan mountain	寒温性针叶林、针阔混交林 Frigid-temperate conifer forest and conifer-broadleaf forest	温带山地气候 Temperate hilly climate	舟曲县 Zhouqu

表 2 甘肃木本植物区系小区水热因子^[注]

Table 2 Water and heat conditions in 6 floristic subregions of Gansu woody plant flora

区系小区 Floristic subregions	$\geq 5^\circ$ 积温 AT_5 $\geq 5^\circ$ Accumulated temperature ($^\circ\text{C}$)	$\geq 10^\circ$ 积温 AT_{10} $\geq 10^\circ$ Accumulated temperature ($^\circ\text{C}$)	年均降水量 P Mean annual precipitation (mm)	湿润度 K Degree of humidity	年均温度 T Mean annual even temperature ($^\circ\text{C}$)
走廊小区 Zoulang	3135.000	2730.000	123.500	0.371	6.000
祁连山小区 Qilianshan	1500.000	1000.000	423.000	2.105	0.000
中部小区 Zhongbu	2680.000	2050.000	424.700	1.488	6.000
天水小区 Tianshui	3770.000	3170.000	545.500	1.367	8.000
陇南小区 Longnan	4110.000	3630.000	800.000	1.498	14.000
甘南小区 Gannan	2000.000	1510.000	600.000	2.080	4.000

[注]:根据《甘肃省农业气候资源图集》和《甘肃省农业气候资源分析与区划》(甘肃省气象科学研究所内部资料 1982, 1984)作表。湿润度: $K = \text{年均降水量} / (0.1 \times \geq 0^\circ\text{C 积温})^{[10]}$ 。

1 研究方法

以甘肃木本植物区系分区(即甘肃木本植物区系划分为 6 个小区,即走廊小区(SZL)、中部小区(SZB)、天水小区(STS)、陇南小区(SLN)、祁连山小区(SQL)、甘南小区(SGN))^[11](表 1)为基础,对甘肃产 94 科、292 属、1291 种(引入栽培种除外,含种下等级)木本植物的生活型和果实类型按区系小区分别统计。生活型划分为大乔木(30 m 以上)、乔木(5~30 m)、大灌木(3~5 m)、灌木(1.5~3 m)、小灌木(1.5 m 以下)、藤木和寄生植物等 7 大类,乔灌木又分常绿、落叶 2 项分别统计。果实类型共统计

到球果、荚果、蒴果、瘦果、翅果、坚果、浆果、梨果、核果、蓇葖果、颖果、胞果等 12 种类型,并分别统计了各小区肉果类和干果类所占的比例。利用各小区 $\geq 5^\circ$ 的活动积温($^\circ\text{C}$)、 $\geq 10^\circ$ 活动积温($^\circ\text{C}$)、年均降水量(mm)、年均温度($^\circ\text{C}$)和湿润度等水热因子为自变量,与各小区木本植物生活型和果实类型构成比例进行相关分析。在资料整理过程中,我们使用了《秦岭植物志》、《黄土高原植物志》、《中国沙漠植物志》和《中国高等植物图鉴》。

2 结果与讨论

2.1 木本植物生活型与水热因子之间的关系

2.1.1 木本植物生活型构成式样

如表3所示,天水小区、陇南小区和甘南小区生活型构成最丰富,拥有统计的全部生活型谱,大乔木、乔木、大灌木、灌木占优势;小灌木在甘南小区生活型谱中占比例最大。中部小区、祁连山小区以落叶乔木类占优势,缺落叶大乔木、常绿大灌木和灌木;走廊小区生活型结构简单,仅有5个类型,落叶灌木和半灌木占优势。藤木和寄生类型以天水小区、陇南小区最丰富,其次是甘南小区、中部小区,祁连山小区无寄生类。从常绿、落叶类型所占比重看(图1),6个小区总体上以落叶植物占优势,但各小区间常绿落叶比例有别。天水小区、陇南小区常绿类型比例较高,其次是甘南、祁连山、走廊小区,中部小区常绿类型所占比例最低。

表3 甘肃木本植物区系6个区系小区木本植物生活型谱统计

Table 3 Woody plant life-forms of the 6 floristic subregions of Gansu woody plants flora

	藤木 Lianas	大乔木 (>30 m) Big tree		乔木 (5 m~30 m) Tree		大灌木 (3 m~5 m) Big shrub		灌木 (1.5 m~3 m) Shrub		小灌木 (<1.5 m) Undershrub		寄生 Para- sites
		常绿 EG*★	落叶 DF	常绿 EG	落叶 DF	常绿 EG	落叶 DF	常绿 EG	落叶 DF	常绿 EG	落叶 DF	
SZL [▲]	—	—	—	—	5/5.5*	—	2/2.2	—	45/49.5	7/7.7	32/35.2	—
SQL	9/4.7	2/1.0	—	3/1.6	43/22.4	—	52/27.1	—	40/20.8	3/1.5	40/20.9	1/0.5
SZB	12/6.9	1/0.5	—	4/2.3	50/28.9	—	71/41.0	—	26/15.6	2/1.0	5/2.5	2/1.2
STS	71/12.1	7/1.2	3/0.5	15/2.6	165/28.0	24/4.0	116/19.8	21/3.6	115/19.6	5/0.8	37/6.3	7/1.2
SLN	83/14.2	3/0.5	3/0.5	36/4.5	130/22.33	47/8.0	139/23.0	39/6.7	95/16.3	3/0.5	9/1.5	7/1.2
SGN	20/4.0	17/3.4	7/1.4	12/2.4	96/19.4	16/3.2	102/20.6	4/0.8	76/15.4	18/3.6	123/24.8	4/0.8

* 种数/占总数的% Number of species/percentage of the total.

★EG: Evergreen, DF: Defoliation.

▲SZL:走廊小区;SQL:祁连山小区;SZB:中部小区;STS:天水小区;SLN:陇南小区;SGN:甘南小区.

表4

生活型与水热因子的相关系数矩阵

Table 4 Correlations between the percentage of life-form spectra and hydrothermic factors

	AT5	AT10	P	T	K
藤木 Lianas	.6509	.6126	.8197 *	.2431	.7120
大乔木 Big tree	-.3905	-.3943	.3593	.5931	-.2715
乔木 Tree	.1266	.0566	.7020	.6177	.2154
大灌木 Big shrub	-.0772	-.1398	.6197	.6593	.1188
灌木 Shrub	.2870	.3384	-.7284	-.9164 *	.0883
小灌木 Small shrub	-.3770	-.3129	-.7013	-.3827	-.4856
寄生类 Parasites	.5587	.5030	.7019	.1927	.6540
常绿类 Evergreen tree	.5580	.5639	.8391 *	.7984	.1723
落叶类 Defoliated tree	-.5580	-.5639	-.8391 *	-.7984	-.1723

Marked correlations are significant at $p < 0.05$

从各小区常绿类和落叶类所占的比例看(图1),天水小区和陇南小区常绿类比例较高,其次是祁

2.1.2 生活型构成式样对水热因子的响应

各小区木本植物生活型谱分布格局表现出如下规律性:藤木、寄生类、常绿类型以及大型的乔灌木以水热条件较好的小区占优势;小灌木则在水热条件较差的小区中占较大比例。相关分析表明(表4):小灌木与各水热因子均呈负相关,灌木类与年均降水量和年均温度呈负相关,与后者达显著水平($r = -0.9164, p < 0.05$),这是由于在年均温度较高的地区,充分发育的乔木层抑制了灌木层的生长。乔木类、藤木类和寄生类与各水热因子均呈正相关。其中,藤木植物与年均降水量呈显著的正相关 $r = 0.8197, p < 0.05$ 。此外,生活型最丰富的3个小区,水热因子较优越(表2),物种多样性水平也最高(图2)。

连山小区、甘南小区和走廊小区,中部小区较低。常绿类型与水热因子均呈正相关,其中与年均降水量呈显著正相关($r=0.8391, p<0.05$)。落叶类型与水热因子均呈负相关。显然,水热因子是影响植物生活型谱中常绿、落叶构成式样的重要因子。水热丰富的生境有利于常绿类型的发育。走廊小区降水少,气候干旱,但在木本植物生活型统计结果中,常绿类型比例较水热条件较好的中部小区高,与统计结果中反映的一般规律不符。究其原因,主要与本区植物区系特殊的起源背景有关。走廊小区植物区系是在古地中海沿岸亚热带气候条件下起源,在中亚旱化加剧的过程中逐渐演化发展起来的,植物区系成分中虽以适应干旱生态条件的衍生类群居多,但也不乏古中海成分的残遗;其中麻黄类(*Ephedra* sp.)和沙冬青(*Ammopiptanthus mongolica*)等就是这类残遗植物中常绿类型的典型代表^[12,16]。它们无论在类群的分属学位置、生活型与生态条件的不协调性以及居群发展动态等方面均表现出明显的残遗性状。因此,走廊小区生活型谱中常绿类型的发生,历史成因是主要的。

天水小区、陇南小区本身具有适合常绿类型发育的生态条件,这类生境对第三纪前古亚热带气候条件有较大的继承性,因而生活型谱中常绿类型比例较高。此外,陇南小区常绿木本植物中既有古老残遗类型也有冰后期趋活化类型。前者如裸子植物中的油杉属(*Keteleeria*)、穗花杉属(*Amentotaxus*)、铁杉属(*Tsuga*)、三尖杉属(*Cephalotaxus*),被子植物中的木兰属(*Magnolia*)、石栎属(*Lithocarpus*)、青冈亚属(*subg. Cyclobalanopsis*)、杜鹃花科的常绿杜鹃亚属(*subg. Hymenanthes*)等,后者如杜鹃花科的杜鹃亚属(*subg. Rhododendron*)^[13]松科的松属(*Pinus*)、云杉属(*Picea*)、冷杉属(*Abies*)等起源十分古老,但现代种系具有衍生的特征^[14],亦属于后者。中部小区、甘南小区和祁连山小区中的常绿类型主要冰后期活化类型为主,区系发生中生态成因

大于历史成因。

2.2 木本植物果实类型构成式样对水热因子之间的关系

2.2.1 木本植物果实类型构成式样

甘肃木本植物共有12种果实类型。从各小区果实类型的构成式样看(表5,图3),走廊小区果实类型较少,共5种果实类型。甘南小区拥有全部12种果实类型,天水小区、陇南小区有11种果实类型,缺胞果类型;祁连山小区蓇葖果类型,中部小区缺颖果。从各小区占优势的果实类型看,走廊小区以蒴果和胞果占优势。其余5个小区在果实类型上表现出较大的一致性,即蒴果、核果、浆果占优势(表5)。从各小区干果类和肉果类所占比例看,走廊小区以干果类占绝对优势,达93%;其余各小区二者大致持平,而以干果类略占优势(图3)。

2.2.2 木本植物果实类型构成式样对水热因子的响应

统计结果表明(表6):湿润度与干果类呈显著负相关($r=-0.9269, p<0.05$),与肉果类呈显著正相关($r=0.8061, p<0.05$)。这说明干果类和肉果类的成因可能与植物生长环境中的水分状况有关。球果类与热量因子呈负相关,与水分因子呈正相关,与湿润度呈显著正相关($r=0.9167, p<0.05$),说明球果类适生于凉润的生境中,该结论与球果类植物的地理分布格局一致。翅果、坚果、核果、蓇葖果、颖果与各水热因子均呈正相关关系。其中坚果类、核果类与年均降水量呈显著正相关;浆果与湿润度呈显著正相关,说明湿热的生境有利于此类果实类型的植物发育。蒴果类植物则喜干冷的生境,它与各水热因子呈负相关关系。此外,胞果类与年均降水量呈显著负相关($r=-0.8356, p<0.05$),表明干旱的生境有利于胞果类的发育。由此可见,不同果实类型其生长发育对水热因子的绝对量及其相对量(如湿润度)均有特定要求,这正是生物进化的奇妙所在。

表5 甘肃木本植物区系果实类型的统计

Table 5 The statistics of fruit - types of the 6 floristic subregions from Gansu woody plants flora

	球果	荚果	蒴果	瘦果	翅果	坚果	浆果	梨果	核果	蓇葖果	颖果	胞果	合计
	Cone	Legumen	Capsule	Achene	Key fruit	Nut	Berry	Pome	Drupe	Follicle	Caryopsis	Utricle	Total
走廊小区 SZL	6/6.6	9/9.9	34/37.4	15/16.5*	—	—	—	—	6/6.6	—	—	21/23.0	91
祁连山小区 SQL	8/4.2	11/5.7	57/29.7	17/8.9	4/2.2	7/3.6	42/21.9	9/4.7	26/13.5	—	1/0.5	11/5.7	193
中部小区 SZB	5/2.8	16/9.2	26/15.0	10/5.8	14/8.1	6/3.5	21/12.1	20/11.7	47/27.2	4/2.3	—	4/2.3	173
天水小区 STS	17/3.0	29/4.9	111/19.0	34/5.8	37/6.3	35/6.0	99/16.9	35/5.9	134/23.0	47/8.0	8/1.4	—	586
陇南小区 SLN	11/2.0	30/4.9	118/20.0	49/8.2	24/3.9	40/7.0	111/19.0	31/5.2	135/23.0	36/6.1	9/1.5	—	594
甘南小区 SGN	31/6.0	20/4.0	123/25.0	22/4.5	27/5.5	21/4.0	85/17.2	27/5.5	105/21.0	25/5.0	2/0.4	2/0.4	495

* 种数/占总种数的% Number of species/percentage of the total.

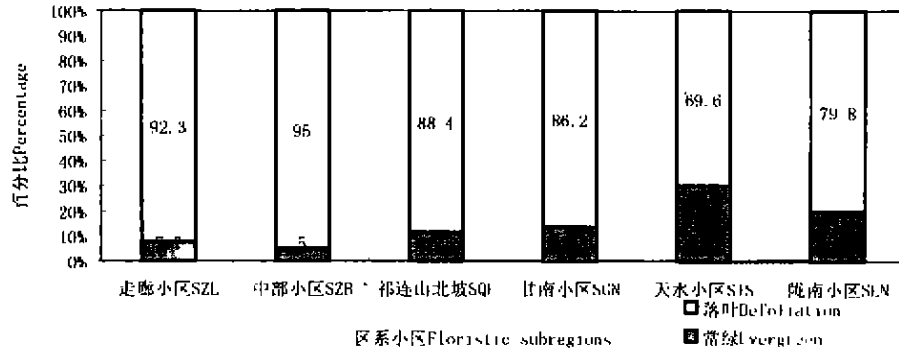


图 1 6个木本植物小区常绿、落叶生活型谱

Fig. 1 Evergreen and defoliated life forms of the 6 floristic subregions from Gansu woody plants flora.

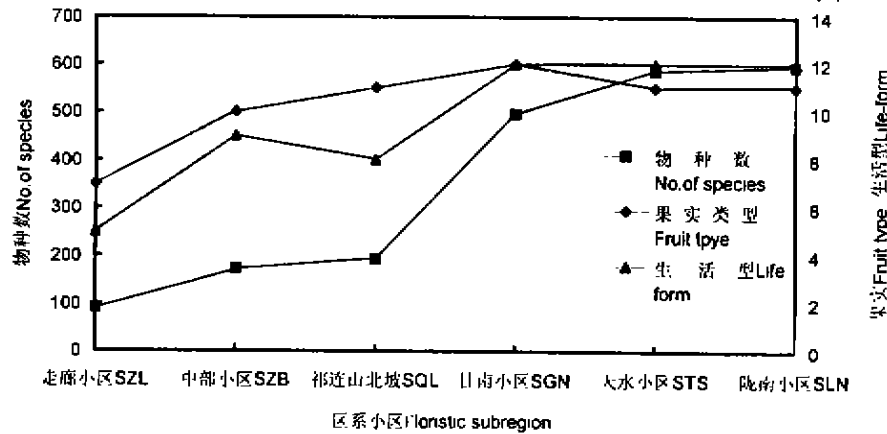


图 2 甘肃各木本植物区系小区物种丰富度、果实类型及生活型的数量分布

Fig. 2. Quantitative distribution of species richness, life-form and fruit type in the 6 floristic subregions from Gansu woody plant flora.

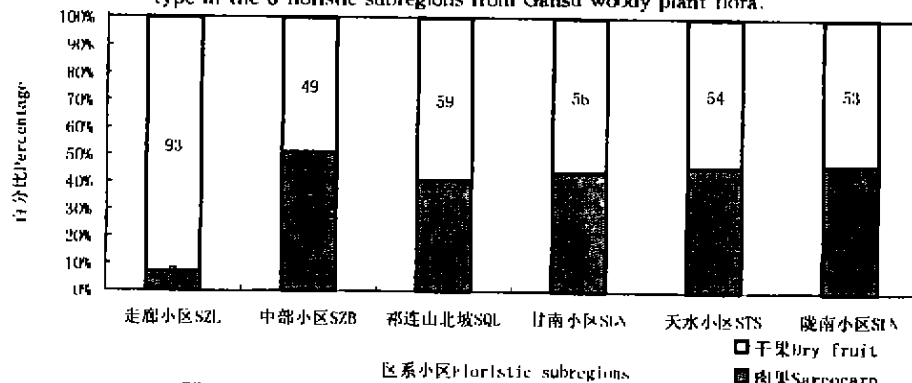


图 3 甘肃木本植物 6 个区系小区干果类、肉果类统计

Fig. 3 The variation of dry and sarcocarp fruit types in the 6 floristic subregions from Gansu woody plants flora

表 6 果实类型与水热因子的相关系数数据矩阵

Table 6 Correlations between the percentage of fruit types and hydrothermic factors.

果实类型 Fruit type	AT ₅	AT ₁₀	P	K	T
球果 Cone	-.6124	-.6377	.4611	.9167*	-.4522
荚果 Legumen	.0105	.0124	-.7788	-.6869	-.1079
蒴果 Capsule	-.2594	-.1894	-.6968	-.4729	-.3750
瘦果 Achene	.0661	.1216	-.7837	-.8097	-.0604
翅果 Key fruit	.1291	.0564	.4774	.3854	.2023

果实类型 Fruit type	AT ₅	AT ₁₀	P	K	T
坚果 Nut	.4172	.3807	.9387*	.5236	.5405
浆果 Berry	-.2068	-.2373	.7734	.8982*	-.0500
梨果 Pome	-.0890	-.1625	.3712	.4749	.0281
核果 Drupe	.4047	.3518	.8213*	.4049	.5908
蓇葖果 Follicle	.5961	.5635	.7474	.2029	.6122
颖果 Caryopsis	.5766	.5605	.7066	.2124	.5396
胞果 Utricle	-.0209	.0368	-.8356*	-.7696	-.1917
肉果类 Sarcocarp	-.0891	-.1487	.7753	.8061	.0996
干果类 Dry fruit	.2337	.2775	-.7743	-.9269*	.0605

Marked correlations are significant at $p < 0.05$

3 结语

甘肃木本植物区系小区中,陇南小区、天水小区、甘南小区水热条件优越,乔木和大灌木类占比例较高,木本植物物种多样性水平、果实类型及生活型丰富度最高。相反,走廊小区水热条件较差,木本植物以低矮的小灌木占优势,物种多样性水平、果实类型及生活型丰富度也较低(图2)。生活型与水热因子的相关分析表明,大乔木、乔木类和大灌木等树体较高的生活型与年均温度和年均降水呈正相关关系。可见,温带森林群落中,随着水热供应水平的增加,树木的高度,木本植物物种多样性水平,群落果实类型及生活型的丰富度均呈正相关增长。该结论与热带雨林群落树高与环境生产力及多样性的研究结果^[7,8,15,16]相一致。可见,无论所涉及的群落是温带森林还是热带雨林,木本植物在适应环境梯度变化过程中所采取的响应对策具有趋同性。值得注意的是本文所涉及的多性内涵中包括了物种数目、生活型和果实类型的丰富度,从而初步表达了植物与环境关系的一个重要内涵,即在资源生产力较高的环境中,不仅能容纳较多的物种,而且植物在响应环境变化的机制和进化对策上具有多层面和多样化的特点。

甘肃木本植物区系小区果实类型构成式样中,走廊小区以蓇葖果和胞果占优势。其余5个小区以蓇葖果、核果、浆果占优势。对于后者而言,各小区间生态地理条件的变异梯度可能尚不足以引起占优势果实类型的更替,特定果实类型的发生可能有着远较其它形态更复杂更深远的背景。从湿润度指标看,走廊小区为0.371,其他小区均大于1.3(1.367~2.105),与果实类型组成成分相印证,反映了走廊小区与其它小区水热组合与植物区系的重要差异。胞果类的形成可能与极度干燥的生长环境有关。

果实是植物系统发育中出现的产物,并且在适应环境的过程中不断发生演化和变异。因此,特定植物群落果实类型构成中,必然存在由原始到进化的演化序列,如球果类(诚然,球果并非果实,为了讨论问题方便,姑且将球果与果实同等对待)、蓇葖果、蒴果等往往为一些系统发育上古老的科属所具有,如木兰科、连香树科、水青树科、杨柳科等,可能是原始类型。瘦果和颖果常为一些系统发育上年轻的科所具有,如菊科、禾本科等,可能是较进化的果实类型。弄清果实类型间的演化次序,将有助于分析特定区域果实类型构成式样,从而更好地揭示生态环境变化对植物生长发育的影响。今后必须加强果实类型系统发育对生态梯度变化响应机制的深入研究。

致谢:感谢西北师范大学廉永善教授对本文的指导。

参 考 文 献

1. Woodward F. I. The significance of interspecific differences in specific leaf area to the growth of selected herbaceous species from different altitude. *New Phytology*, 1983, 95: 313~323
2. Körner C., M. Neumayer, P. S. Menendez - Riedl & A. Smeets - Scheel. Functional morphology of mountain plants. *Flora*. 1989, 182: 357~383
3. Karlsson P. S. Leaf longevity in evergreen shrubs: variation within and among European species. *Oecologia*, 1992, 91: 346~349
4. Jiang G. M., H. P. Tang & M. Yu. Response of photosynthesis of different plant functional types to environmental changes along Northeast China Transect. *Tree*, 1999, 14: 72~82
5. Molles M. C. *Ecology: Concept and Applications*. McGraw - Hill Companies, Inc. 2000, 304

6. 郭柯, 郑度, 李勃生. 喀喇昆仑山-昆仑山地区植物的生活型组成. *植物生态学报*, 1998, 22(1): 51-59
7. Lieberman D, M. Lieberman, R. Peralta & G. Hartshorn. Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. *Journal of Ecology*, 1996, 84: 137-152
8. Aiba S & K. Kitayama. Structure, composition and species diversity in an altitude-substrate matrix of rain forest tree communities on Mount Kinabalu, Borneo. *Plant Ecology*, 1999, 140: 139-157
9. Fuller H J. Z. B. Carothers, W. W. Payne & M. K. Balbach. *The Plant World*. 5th Edition, Holt, Rinehart and Winston, Inc. 1972, 466
10. Ren J. Z., Z. Z. Hu & Y K. Fu. The ecological role of plant resources in the arid regions of China. In G E Wickens, J R Goodin and D V Field (eds.), *Plants for arid lands*. George Allen & Unwin, London. 1985, 277-287
11. 王国宏, 廉永善. 甘肃裸子植物区系地理分析. *西北植物学报*, 1997, 17(3): 399-404
12. 刘媛心. 我国荒漠植物区系形成的探讨. *植物分类学报*, 1982, 20(2): 131-141
13. 方瑞征, 闵天禄. 杜鹃花属植物起源的研究. *云南植物研究*, 1995, 17(4): 359-379
14. 李楠. 松科植物分布、起源与散布. *植物分类学报*, 1995, 33(2): 105-130
15. Duivenvoorden, J F. Patterns of tree species richness in rain forests of the middle Caqueta area, Colombia, NW Amazonia. *Biotropica* 1996, 28: 142-158
16. 陈鹏, 潘晓玲. 河西走廊地区植物的区系特征. *植物研究*, 2001, 21(1): 24-30