

木论林区稀有濒危植物元素背景值初步分析*

梁其彪 李瑞棠 唐润琴 宁世江 赵天林 莫权辉

(广西壮族自治区广西植物研究所, 桂林 541006)
中国科学院

摘要 本文研究分析了木论喀斯特林区 12 种稀有濒危植物中 11 种元素的背景值。结果表明, 在 12 种稀有濒危植物中, 同一元素在不同植物的背景值差异较大, 多数元素的背景值与生长于林区内和林区外石山的其他植物的元素背景值相似, 但有一些较高, 一些则较低, 其中 Ca、N 的背景值最高, 而 Al 的背景值比其他植物低 10~30 倍。12 种稀有濒危植物的元素背景值与土壤的元素背景值没有明显的相关关系, 但这些稀有濒危植物对土壤中的多数元素都有较强的吸收和累积能力, Ca、N 的 A_x 值达 100 n 以上, P、Cu 的 A_x 值在 10~100 n 之间, K、Mg、Mn、Zn 的 A_x 值在 1~10 n 之间, Si、Fe、Al 的 A_x 值最小, 仅 0.1~1 n, 11 种元素的 A_x 值大小顺序与林区外石山和土山植物的 A_x 值大小顺序相似。稀有濒危植物群落的元素归还系数大小及其顺序与 A_x 值相似。

关键词 稀有濒危植物; 元素背景值; 木论林区

Preliminary analysis on the element background values of rare and endangered plants in Mulun forest area

Liang Qibiao Li Ruitang Tang Runqin Ning Shijiang Zhao Tianlin Mo Quanhui

(Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuangzu Autonomous Region and Academia Sinica, Guilin 541006)

Abstract This paper deals with the background values, absorbancies, return coefficients etc. of 11 elements in 12 species of threatened plants and the soils under the plants in Mulun karst forest area. The results show that the background values of the same element are greatly different between the 12 threatened plants. Some high and a few low, however, most of them are similar to the other plants that grow on other limestone hills. Among 11 elements, the background values of Ca, N are the highest and Al is 10~30 times lower than other plants inside and outside Mulun forest. The relationships between the background value of the elements in the plants and in the soils aren't obvious except that a few is obvious or very obvious. Many threat-

1997-10-08 收稿

第一作者简介: 梁其彪, 男, 1962 年出生, 农学学士, 副研究员, 土壤农化专业。现在柳州城市绿化维护管理处工作。

*本文为广西科学院科学基金资助项目:《木论喀斯特林区珍稀濒危植物研究》的一部分, 参加本研究的还有覃文更、谭伟宁等。

ened plants have a great ability to absorb and accumulate the elements. The biotic absorptions (A_x) of Ca, N are more than 100 n, A_x of P, Cu are between 10 n to 100 n, A_x of K, Mg, Mn, Zn are between 1 n to 10 n, A_x of Si, Fe, Al are only 0.1 n to 1 n and are the lowest among 11 elements. The element return coefficients in different threatened plant vegetation are similar to their A_x . Therefore the biogeochemical features of 12 threatened plants are similar to the other plants which grow on other limestone hills.

Key words Threatened plant; soil; geochemical feature; Mulun karst forest

木论林区位于广西环江毛南族自治县西北部,北面与贵州省的茂兰自然保护区相连, $107^{\circ}54'01'' \sim 108^{\circ}05'51''E$, $25^{\circ}07'01'' \sim 25^{\circ}12'22''N$, 面积 89.69 km^2 , 属中亚热带岩溶石山常绿落叶阔叶混交林生态系统, 植物茂盛, 森林覆盖率达 94.8% 。林区年平均气温 19.3°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温 6260°C , 无霜期 310 d, 年降雨量 1529 mm, 年均相对湿度 79% , 气候条件优越, 适宜植物以及其他生物的繁衍。林区以峰丛洼地为主, 地势西北高, 东南低, 海拔 $500 \sim 1000 \text{ m}$, 东西海拔相差 $500 \sim 600 \text{ m}$, 区内地表水缺乏, 地下河发达, 但埋藏深度极不一致。石山岩石裸露面达 $80\% \sim 90\%$, 土被不足 20% , 但土壤养分丰富。区内植物种类繁多, 据调查, 有维管束植物 915 种, 隶属于 173 科, 522 属, 有稀有濒危植物 23 种, 其中属国家二类保护的 6 种, 三类保护的 10 种, 未划等级的 7 种¹⁾

由于林区受人为破坏少, 森林保护较好, 因此, 它是当今亚热带岩溶地区中极为难得的生物多样性资源宝库, 对研究喀斯特地区的生物地球化学特征、生物多样性及其保护、森林生态学等, 都具有极高的学术价值。然而, 引起人们对它的关注却是近两三年的事, 对它的研究也仅仅是开始。

在目前有关众多植物的元素背景值研究中, 对稀有濒危植物的研究极少^[1-6], 对木论林区的稀有濒危植物的元素背景值研究更是无人涉及。本文对木论林区 12 种稀有濒危植物 11 种主要组成元素的背景值进行了分析研究, 当作进一步研究和拯救这些稀有濒危植物提供基础资料。

1 材料与方法

研究的 12 种稀有濒危植物是: 短叶黄杉 (*Pseudotsuga brevifolia*)、香木莲 (*Manglietia aromatica*)、伞花木 (*Eurycorymbus avaleriei*)、掌叶木 (*Handeliidendron bodinieri*)、篦子三尖杉 (*Cephalotaxus oliveri*)、翠柏 (*Calocedrus macrolepis*)、穗花杉 (*Amentotaxus argotaenia*)、青檀 (*Pteroceltis tatarinowii*)、麻疯桐 (*Dendrocnide urentissima*)、单性木兰 (*Kmeria septentrionalis*)、枇杷叶润楠 (*Machilus bonii*)、桂楠 (*Phoebe kwangsiensis*)。野外分布有以上稀有濒危植物的地段作样方调查, 对土壤进行剖面观察记载, 然后采集稀有濒危植物的成熟叶片、地面凋落物、土壤剖面样作分析样品, 所采集的样品根据分析项目的要求不同及时作干燥等处理, 然后包装备用。植物、土壤、凋落物样品分析 N、P、K、Ca、Mg、Si、Al、Fe、Mn、Cu、Zn 等 11 种元素的全量含量。所用的方法见表 1, 植物和凋落物的灰份、土壤的其他分析项目均根据中国科学院南京土壤研究所的方法进行^[7]。

2 结果与讨论

木论喀斯特林区的土壤以由碳酸盐岩风化形成的石灰土为主, 局部分布有由燧石灰岩、硅质岩风化形成的硅质土。本文研究的 12 种稀有濒危植物主要分布在石灰土上, 极少生长在硅质土上, 根据林区的石灰土特点可将其分为淋溶黑色石灰土和棕色石灰土, 前者主要分布于石山中上部的石缝隙间, 分布零星, 土层浅薄, 后者主要分布于石山的下部和峰丛洼地间, 土壤连片或斑块状分布, 土层较淋溶黑色石灰土层。整个林区的土壤仍处于初始期至幼年期发育阶段, 它们没有地带性红壤所具有的强脱硅富铝化作用。由于森林茂盛, 环境湿度大, 土壤淋溶作用强烈, 生物累积作用十分明显, 所以土壤比较肥沃, 表现出良好的理化特征(表 2)。

从土壤元素背景值分析结果(表 3)看, 11 种元素在不同土壤的差异较大, 对多数元素来说, 以淋溶黑色石灰土的背景值为最高, 其次为棕色石灰土, 许多元素的背景值明显高于林区外同纬度地区的石灰土或红壤。由于没有明显的脱硅富铝化作用, 土壤中 Si 的背景值较高, 而 Al 的背景值却比林区外的石灰土和红壤低 20~40 倍。由碳酸盐岩风化形成的土壤, 一般 Ca 的背景值都比较高, 尤其是黑色石灰土由于高含 Ca 量而表现出土壤呈碱性或微碱性, 盐酸反应强烈, 但是木论林区的土壤 Ca 的

表 2 林区土壤基本理化特征

Table 2 The basical physic-chemical properties of the soils in Mulun forest area

土壤名称	采样地点	采样深度 (cm)	有机质 (g/kg)	C/N	pH 值	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	速效 N (mg/kg)	速效 P (mg/kg)	速度 K (mg/kg)	阳离子代换量 (cmol (+)/kg)	盐基饱和度 (%)	腐殖质酸 (g/kg)
淋溶黑色石灰土	塘罩山腰	0-13	74.82	9.93	6.80	4.371	0.346	13.396	67.62	21.00	100.00	27.05	85.83	12.647
棕色石灰土	塘罩山	0-13	57.72	10.28	6.50	3.258	0.232	3.900	67.62	18.00	50.00	17.46	56.07	11.479
石灰土	中下部	13-45	17.08	9.36	6.00	1.061	0.138	6.779	62.79	11.00	50.00	10.49	72.58	—
		45-75	8.96	8.37	6.50	0.621	0.116	11.351	72.45	7.00	50.00	10.21	88.28	—
硅质土	依山腰	0-10	60.73	10.48	6.50	3.360	0.242	6.593	36.23	12.00	70.00	19.22	80.06	10.510
		10-40	5.89	5.52	6.50	0.618	0.079	3.976	19.32	2.00	10.00	5.93	96.77	—
硅质土	依山腰	40-62	4.88	6.30	6.50	0.449	0.078	4.713	4.83	2.50	20.00	8.70	97.80	—
		62-90	8.92	5.11	6.80	1.013	0.127	9.600	60.38	1.50	30.00	16.01	94.01	—

背景值则较低, 一般为 1.75~4.81 g/kg, 一些土壤的 Ca 只有痕迹存量, 这现象在石灰土中是少见的^[3], 其原因尚未清楚, 有待进一步研究。

2.1 稀有濒危植物的元素背景值

植物一方面直接地从土壤中选择吸收营养元素, 另一方面又被迫地接受土壤中某些过量的元素, 植物元素的背景值是自然景观中生物地球化学特征的重要反映。从木论林区 12 种稀有濒危植物的 11 种元素背景值分析结果(表 4)表明, 不同植物种类, 元素的背景值差异甚大, 在 11

种元素中, 有 9 种元素的变异系数大于 50%, 各元素变异系数的大小顺序是: Si > K >

表 3 林区土壤元素背景值与同纬度其他地区土壤的比较

Table 3 The element background values (Alager) of the soils in Mulun forest area and the comparison on the same latitude

元素	单位	淋溶黑色石灰土 (7个剖面)	棕色石灰土 (4个剖面)	硅质土 (1个剖面)	林区外同纬度地区的土壤 [*]	
					红壤(桂林)	棕色石灰土(广西马山)
N	g/kg	6.235	2.790	3.360	1.265	—
P	g/kg	1.044	0.799	0.242	0.390	0.873
K	g/kg	8.216	6.744	6.593	15.631	8.799
Ca	g/kg	4.813	1.753	痕迹	0.179	6.860
Mg	g/kg	19.760	12.027	8.952	2.111	4.523
Si	g/kg	251.060	349.025	381.772	285.114	289.227
Al	g/kg	3.660	1.649	0.716	86.260	76.469
Fe	g/kg	42.656	28.029	13.936	65.744	57.071
Mn	g/kg	1.575	1.342	0.357	0.077	1.936
Cu	mg/kg	20.524	12.604	—	< 10	—
Zn	mg/kg	375.875	97.201	—	< 50	—

*资料来源: 广西农业区划委员会. 广西红壤地区土壤利用改良区划(初稿). 1982: 66, 89

表 4 林区 12 种稀有濒危植物灰分含量、元素背景值及与其他植物的比较

Table 4 The ash content and the element background values of 12 threatened plants in Mulun forest area and the comparison with other plants

植物名称	灰分 (g/kg)	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	Si (g/kg)	Al (g/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
短叶黄杉 (<i>Pseudotsuga brevifolia</i>)	30.403	12.331	0.492	0.245	7.494	0.717	1.566	0.079	295.145	73.578	2.813	20.709
香木莲 (<i>Manglietia aromatica</i>)	82.947	33.257	0.847	2.068	35.356	0.484	7.473	0.040	298.644	74.352	9.550	21.321
伞花木 (<i>Eurycarymbus cavaleriei</i>)	57.295	45.997	1.174	1.057	50.234	0.952	0.916	0.030	293.748	73.578	10.080	77.338
掌叶木 (<i>Hindliadendron bodinieri</i>)	91.669	33.983	2.640	1.287	33.991	1.177	1.154	0.020	193.734	29.232	4.062	18.146
篦子三尖杉 (<i>Cephalotaxus oliveri</i>)	82.236	21.796	1.091	3.954	26.259	2.170	0.463	0.050	240.594	49.568	6.203	31.208
翠柏 (<i>Calocedrus macrolepis</i>)	66.003	10.216	0.678	5.728	22.913	1.217	0.556	0.103	344.804	73.578	2.958	27.222
穗花杉 (<i>Amentotaxus argentea</i>)	94.623	23.301	0.669	0.572	39.284	2.481	0.388	0.022	339.908	20.299	5.356	78.359
青檀 (<i>Pteroceltis tatarinowii</i>)	143.067	45.915	0.745	1.815	62.154	0.483	9.614	0.187	347.602	123.920	9.501	96.465
麻疯桐 (<i>Doraxile urentissima</i>)	188.236	48.337	2.416	3.403	59.250	4.150	6.408	0.020	292.349	72.803	7.656	39.521
单性木兰 (<i>Kmeria septentrionalis</i>)	103.033	24.709	0.436	0.496	27.767	0.727	14.508	0.105	323.822	86.744	8.175	39.872
枇杷叶润楠 (<i>Machilus tonii</i>)	47.643	13.854	0.669	0.808	12.281	2.482	2.613	0.049	340.608	121.597	5.485	27.537
桂楠 (<i>Phoebe kwangsiensis</i>)	29.320	14.111	0.685	0.124	8.193	0.969	0.771	0.115	299.343	87.519	9.451	31.440
林区内稀有濒危植物平均值	84.706	27.317	1.045	1.796	32.098	1.501	3.869	0.068	300.858	73.897	6.774	42.428
变异系数 (%)	54.11	51.09	69.47	88.76	57.46	73.98	118.92	75.00	15.21	41.99	39.21	62.16
林区内非濒危植物(鹅耳枥青冈栎等6个样品平均)	65.377	11.194	0.694	3.104	26.352	3.767	5.097	0.777	338.781	53.477	11.803	34.791
广西亚热带石山 17 种非濒危植物 22 个样品平均	97.795	—	0.773	5.585	31.881	—	6.289	0.245	67.273	272.272	—	—
广西亚热带石山 16 种非濒危植物 27 个样品平均	45.570	16.333	0.952	7.741	6.652	—	4.623	0.976	103.704	1205.185	—	—

*资料来源: 侯学煜. 中国植被地理及其优势植物化学成分. 北京: 科学出版社, 1982: 91~92, 101~103

Al > Mg > P > Zn > Ca > N > Mn > Cu > Fe. N、Ca、Mg、Zn、Cu、P、Fe 的背景值一般比较高, 多数濒危植物的 N 的背景值超过 20 g/kg, 12 种稀有濒危植物 N 的平均背景值为 27.317 g/kg,

比林区内其他植物高 1.4 倍, 比林区外酸性土壤植物的高 67.3%; P 的平均背景值比林区内其他植物的高 50.6%, 比林区外石山和土山的植物分别高 50.6% 和 9.8%; Fe 的背景值比林区内其他植物的低, 但比林区外石山和土山的植物分别高 3.5 倍和 1.9 倍; 高含 Ca 量是石山植物的共同特点, 12 种稀有濒危植物 Ca 的平均背景值达 32.098 g/kg, 稍高于林区内其他植物和林区外石山的植物, 是酸性土的植物的 4.8 倍。12 种稀有濒危植物的 Al 的背景值都较低, 一般低于 0.05 g/kg, 其平均值为 0.068 g/kg, 比林区内其他植物低 10 倍多, 比林区外酸性土的植物低 13 倍多。个别濒危植物的 Si、K、Mn 的背景值不同程度地低于林区外的石山和土山的植物。12 种稀有濒危植物的灰分含量差异也较大, 没有规律性变化。

2.2 稀有濒危植物体内元素之间的相互关系

根据表 4 的数据, 求得 12 种稀有濒危植物体内 11 种元素以及灰分之间的相关矩阵 (表 5)。结果可见, 这些稀有濒危植物体内的大部分元素之间在其含量上没有显著的相关关系, 但也有一些元素之间的相互关系达显著或极显著, 如灰分与 N、Ca 呈极显著的正相关 ($r_{\text{灰分}, N} = 0.721^{**}$, $r_{\text{灰分}, Ca} = 0.822^{**}$); N 与 P 呈显著的正相关 ($r_{N, P} = 0.553^*$); N 与 Ca 呈极显著的正相关 ($r_{N, Ca} = 0.927^{**}$); P 和 Fe 呈显著的负相关 ($r_{P, Fe} = -0.653^*$); Mn 和 Al 呈极显著相关 ($r_{Mn, Al} = 0.686^{**}$); Mn 和 Fe 相关也显著 ($r_{Mn, Fe} = 0.572^*$); Ca 和 Zn 显著相关 ($r_{Ca, Zn} = 0.665^*$)。植物对元素的吸收、运转和累积既是一个复杂的生理过程, 同时也是生物地球化学过程的一个重要环节, 元素与元素之间的相互关系极为复杂, 影响的因素很多, 本文在此不作进一步讨论。

表 5 林区 12 种稀有濒危植物灰分及其元素间的相关矩阵

Table 5 The matrix relationship between the elements of 12 threatened plants in Mulun forest area

	灰分	N	P	K	Ca	Mg	Si	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
灰分	1											
N	0.721 ^{**}	1										
P	0.508	0.553 [*]	1									
K	0.322	0.024	0.227	1								
Ca	0.822 ^{**}	0.927 ^{**}	0.203	0.213	1							
Mg	0.472	0.136	0.467	0.283	0.212	1						
Si	0.511	0.372	0.043	-0.148	0.352	-0.218	1					
Al	-0.005	-0.112	-0.420	0.029	-0.04	-0.469	0.291	1				
Fe	0.015	-0.173	-0.653 [*]	-0.002	0.029	-0.011	0.236	0.500	1			
Mn	-0.014	0.022	-0.303	-0.015	-0.043	-0.149	0.303	0.686 ^{**}	0.572 [*]	1		
Cu	0.216	0.510	-0.132	-0.255	0.505	-0.067	0.519	0.012	0.231	0.105	1	
Zn	0.352	0.530	-0.144	-0.146	0.665 [*]	-0.017	0.129	0.325	0.454	0.178	0.325	1

2.3 稀有濒危植物与土壤中元素间的相互关系

植物从土壤中吸收各种元素, 又以凋落物和死亡残体的形式把元素归还到土壤中, 这是自然界中元素循环的重要环节。植物与土壤之间元素的循环过程是复杂的, 从元素的绝对值来分析, 木论林区 12 种稀有濒危植物与土壤之间, 各元素在数量上没有明显的相关关系, 本文仅从稀有濒危植物对元素的生物吸收系数和归还率来分析植物与土壤之间元素循环的关系。

2.4 稀有濒危植物对土壤元素的吸收系数

生物吸收系数 (A_x) 可反映植物对土壤元素的吸收和累积的能力。从分析结果 (表 6) 可见, 稀有濒危植物对不同的元素的生物吸收系数有较大差异, 但不同植物对元素的 A_x 值的大小

表 6 12种稀有濒危植物对土壤矿质元素的吸收系数及其大小顺序 (单位: %)

Table 6 The element absorbancies of 12 threatened plants and their order (Unit: %)

植物名称	N	P	K	Ca	Mg	Si	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
短叶黄杉 (<i>Fseudotsuga brevifolia</i>)	284.98	168.97	8.24	233.15	3.82	0.18	1.83	1.27	11.93	113.96	7.55
	大小顺序 N > Ca > P > Cu > Mn > K > Zn > Mg > Al > Fe > Si										
香木莲 (<i>Manglietia aromatica</i>)	451.31	54.10	21.27	1285.78	2.31	4.35	1.12	0.50	3.18	46.64	4.59
	大小顺序 Ca > N > P > Cu > K > Zn > Si > Mn > Mg > Al > Fe										
伞花木 (<i>Eurycorymbus cavaleriei</i>)	1052.32	33.92	7.89	*	51.99	0.31	1.38	0.67	14.72	46.83	46.40
	大小顺序 Ca > N > Mg > Cu > Zn > P > Mn > K > Al > Fe > Si										
掌叶木 (<i>Handiodendron bodinieri</i>)	461.16	168.59	13.23	1236.15	6.20	0.67	0.56	0.32	1.25	19.84	3.91
	大小顺序 Ca > N > P > Cu > K > Mg > Zn > Mn > Si > Al > Fe										
篦子三尖杉 (<i>Cephalotaxus oliveri</i>)	295.78	69.65	40.67	954.96	11.43	0.27	1.40	0.40	1.98	30.30	6.72
	大小顺序 Ca > N > P > K > Cu > Mg > Zn > Mn > Al > Fe > Si										
翠柏 (<i>Calocedrus macrolepis</i>)	236.10	232.98	192.74	713.33	6.48	0.18	2.39	1.49	11.93	19.90	9.92
	大小顺序 Ca > N > P > K > Cu > Mn > Zn > Mg > Al > Fe > Si										
穗花杉 (<i>Amentotaxus argotaenia</i>)	316.20	42.73	5.88	1428.59	6.20	0.67	0.56	0.32	1.25	19.84	16.88
	大小顺序 Ca > N > P > Cu > Zn > Mg > K > Mn > Si > Al > Fe										
青檀 (<i>Pteroceltis tatarinowii</i>)	365.16	42.86	16.70	850.05	2.31	3.94	3.55	0.62	5.49	37.55	26.06
	大小顺序 Ca > N > P > Cu > Zn > K > Mn > Al > Si > Mg > Fe										
麻疯桐 (<i>Dendrocnide urantissima</i>)	1148.97	98.96	42.93	3169.50	31.90	3.08	0.60	0.48	3.72	18.08	7.72
	大小顺序 Ca > N > P > K > Mg > Cu > Zn > Mn > Si > Al > Fe										
单性木兰 (<i>Kmeria septentrionalis</i>)	925.78	203.05	5.70	1116.90	7.06	3.80	2.30	2.93	13.90	191.91	50.83
	大小顺序 Ca > N > P > Cu > Zn > Mn > Mg > K > Si > Fe > Al										
枇杷叶润楠 (<i>Machilus bonii</i>)	283.31	106.09	14.74	137.64	6.73	1.41	0.98	0.87	17.20	45.56	5.89
	大小顺序 N > Ca > P > Cu > Mn > K > Mg > Zn > Si > Al > Fe										
桂楠 (<i>Phaebe kwangsiensis</i>)	576.90	66.95	1.42	803.43	9.87	0.24	4.32	0.67	2.46	45.12	27.11
	大小顺序 Ca > N > P > Cu > Zn > Mg > Al > Mn > K > Fe > Si										
鹅耳枥 (<i>Carpinus sp.</i>)	98.12	165.18	28.57	411.82	41.33	7.53	8.91	0.99	2.37	46.65	9.40
	大小顺序 Ca > P > N > Cu > Mg > K > Zn > Al > Si > Mn > Fe										
其他植物											
青冈栎 (<i>Cyclobalanopsis glauca</i>)	339.13	356.96	58.12	*	12.18	0.56	33.28	0.59	—	—	—
	大小顺序 Ca > P > N > K > Al > Mg > Fe > Si										
乌冈栎 (<i>Quercus phillyraoides</i>)	209.13	374.76	12.90	*	56.52	0.07	89.65	1.61	—	—	—
	大小顺序 Ca > P > N > Al > Mg > K > Fe > Si										
西双版纳酸性土植物 ^[3]											
	大小顺序 Ca > N > Mg > P > K > Si > Al										

* 因 Ca 只有痕迹含量, 所以无法计算其吸收系数, 但 Ca 的吸收系数应是最大的。

顺序基本一致, 说明它们对元素具有相似的吸收和累积能力。12 种稀有濒危植物对 Ca、N 均具有较强的吸收能力, Ca、N 的 A_x 值均大于 100 n, 有部分达 1000 n 以上, 它们对 P、Cu 也有较强的吸收能力, 其 A_x 值在 10~100 n 之间, K、Mg、Mn、Zn 的 A_x 值在 1~10 n 之间, 而这些植物对 Si、Fe、Al 的吸收能力最小, 其 A_x 值在 0.1~1 n 之间。与同林区内的其他一些非稀有濒危植物相比较, 个别元素的 A_x 值差异较大, 如林区内青冈栎、鹅耳枥等对 P、Al 的吸收能力特别强, P 的 A_x 值在 100 n 以上, 是稀有濒危植物的 3~8 倍, Al 的 A_x 值为 10~100 n, 是稀有濒危植物的 30 倍以上。除 P、Al 外, 林区内稀有濒危植物和非稀有濒危植物对元素的 A_x 值的大小

顺序基本一致, 12 种稀有濒危植物与林区外石山与土山的其他植物的 A_x 值大小顺序也基本相似。说明除个别元素外, 稀有濒危植物与非稀有濒危植物对大多数元素具有相似的吸收和累积能力。

2.5 稀有濒危植物群落对元素归还系数

植物从土壤的不同层次选择性地吸收各种元素, 并以凋落物和死亡根的形式归还土壤, 而在表层相对富集, 这是自然景观中的一个重要的生物地球化学过程。木论林区高温高湿, 植物生长茂盛, 元素的生物循环过程是较快的。据测定木论林区的凋落物现存量(干物质)为 3.88 ~ 4.25 t/hm², 凋落物中的灰分含量达 10 g/kg, N、P、K 含量分别为 11.38 g/kg、0.13 g/kg、1.45 g/kg。按林区的凋落物平均现存量为 4.07 t/hm² 计算, 林区的凋落物贮存的灰分总量达 405 kg/hm², N、P、K 的贮存量分别达 46.32 kg/hm²、0.53 kg/hm²、5.90 kg/hm²。由分析结果(表 7)可见, 这些凋落物的 11 种元素的含量与稀有濒危植物的叶片含量相似, 元素的

表 7 不同稀有濒危植物群落的元素归还系数及其大小顺序(Mn、Cu、Zn 的单位为 mg/kg, 其余为 g/kg, 归还系数单位为%)

Table 7 The element return coefficients in different threatened plant vegetation and their order (The unit for Mn、Cu、Zn is mg/kg and the other are g/kg, the unite of reture coefficient is percentage)

群落类型	采样地点		N	P	K	Ca	Mg	Si	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
含短叶黄杉 的翠柏、广 东群落	红峒肯 弄山顶	含 凋落物	9.807	0.087	1.445	31.707	1.209	4.880	0.982	0.802	91.324	4.747	40.007
		量 土壤	4.327	0.291	2.972	3.212	18.780	302.487	4.315	23.181	616.502	2.468	274.470
		归还系数	226.646	29.897	48.620	987.142	6.438	1.613	22.758	3.460	14.813	192.342	14.576
		大小顺序	Ca> N> Cu> K> P> Al> Mn> Zn> Mg> Fe> Si										
含篮子三尖杉 的脱皮树、 小来木群落	红峒对面 山弄口	含 凋落物	8.920	0.125	1.617	31.253	1.699	2.919	0.650	0.686	87.671	7.529	38.796
		量 土壤	7.369	1.566	9.722	2.750	18.958	171.709	3.560	60.148	2341.313	20.476	464.256
		归还系数	121.048	7.982	16.632	1136.47	8.962	1.700	18.258	1.141	3.745	36.770	8.356
		大小顺序	Ca> N> Cu> Al> K> Mg> Zn> P> Mn> Si> Fe										
青檀群落	社村旧屯	含 凋落物	21.909	0.224	1.407	34.770	6.659	13.974	0.710	3.127	450.715	11.672	77.512
		量 土壤	12.574	1.738	10.864	7.312	20.917	243.964	5.266	56.325	2256.893	25.301	370.208
		归还系数	174.240	12.888	12.951	475.520	31.835	5.728	13.483	5.552	19.971	46.133	20.937
		大小顺序	Ca> N> Cu> Mg> Zn> Mn> Al> K> P> Si> Fe										
麻疯桐群落	旧屯下峒 群山脚	含 凋落物	11.375	0.124	1.508	34.383	2.650	5.467	0.595	0.740	113.093	7.928	66.617
		量 土壤	4.207	2.441	7.927	1.869	13.009	208.016	3.313	60.430	1954.838	42.337	512.129
		归还系数	270.383	5.080	19.024	1839.65	20.371	2.628	17.960	1.225	5.785	18.726	13.008
		大小顺序	Ca> N> Mg> K> Cu> Al> Zn> Mn> P> Si> Fe										
枇杷叶洞 楠群落	红峒肯弄 山半山坡	含 凋落物	10.111	0.136	1.398	28.397	2.407	8.217	0.718	1.418	246.732	7.816	69.618
		量 土壤	4.890	0.631	5.479	8.922	36.860	185.249	5.002	39.196	707.119	12.039	467.523
		归还系数	206.769	21.553	25.516	318.281	6.530	4.436	14.354	3.618	34.893	64.922	14.891
		大小顺序	Ca> N> Cu> Mn> K> P> Zn> Al> Mg> Si> Fe										
单性木兰 群落	木伦板南 屯后山腰	含 凋落物	6.173	0.074	1.306	20.703	2.390	36.885	0.667	1.216	145.784	7.457	30.744
		量 土壤	2.669	0.215	8.711	2.486	10.306	382.029	4.559	11.065	624.247	4.260	78.439
		归还系数	231.285	34.419	14.993	882.784	23.190	9.655	14.630	10.990	23.354	175.047	39.195
		大小顺序	Ca> N> Cu> Zn> P> Mn> Mg> K> Al> Fe> Si										

归还系数大小及其顺序与生物吸收系数的大小及其顺序也相似, 以 Ca、N 的归还系数为最高, 均在 100 n 以上, 个别高达 1000 n, Si、Fe 的归还系数最小, 在 1 n 的范围, 其他元素的归还系数一般为 10 n。不同稀有濒危植物群落, 元素的归还系数没有明显的区别, 说明这些稀有濒危植

物的生物循环特点也相似。

3 小 结

(1) 木论林区森林资源丰富, 分布有较多的稀有濒危植物。由于植被茂盛, 林下土壤生物累积作用强烈, 土壤养分丰富, 肥力水平高, 许多元素的背景值都比较高。但个别元素的背景值则较低, 如 Al 的背景值比其他土壤低 20~40 倍, Ca 的背景值也比其他同类土壤低。

(2) 12 种稀有濒危植物体内的大多数元素的背景值都较高, 这与其他石山的植物的元素背景值相似, 其中又以 Ca 的背景值为最高, 一般达 22~50 g/kg, 而 Al 的背景值较低, 比林区内外其他植物低 10~13 倍。12 种稀有濒危植物的大多数元素相互之间没有明显的相关关系, 但也有一些元素之间也存在着显著或极显著的相关关系, 如 N 与 P、N 与 Ca、P 与 Fe、Mn 与 Al、Mn 与 Fe、Ca 与 Zn 等。

(3) 12 种稀有濒危植物的元素背景值与土壤元素背景值在数量上没有明显的相关关系。稀有濒危植物体内的多数元素在含量上也没有明显的相关性, 但植物体内的 Ca 与 N、N 与 P、Mn 与 Al、Mn 与 Fe、Ca 与 Zn 在含量上呈显著或极显著的正相关, P 与 Fe 则呈显著的负相关。

(4) 12 种稀有濒危植物对大多数元素都有较强的吸收能力, 它们的 Ca、N 的 A_x 值均大于 100 n, P、Cu 的 A_x 值在 10~100 n 之间, K、Mg、Mn、Zn 的 A_x 值在 1~10 n 之间, 这些濒危植物对 Si、Fe、Al 的吸收能力较小, 它们的 A_x 值在 0.1~1 n 之间, 与其他植物比较, 它们的 A_x 值大小顺序相似, 稀有濒危植物群落的元素归还系数与生物吸收系数相似, 说明这些濒危植物有相似的地球化学特征, 元素的吸收与归还还是处在一个动态的平衡之中。

参 考 文 献

- 1 侯学煜. 中国植被地理及其优势植物化学成分. 北京: 科学出版社, 1982
- 2 王 旭, 章 申. 云南典型热带森林生态系统中微量元素的生物地球化学特征研究. 生态学报, 1988, 8 (4): 354~361
- 3 韦启番, 陈鸿昭. 广西弄岗自然保护区石灰土的地球化学特征. 土壤学报, 1983, 20 (1): 30~41
- 4 文和群, 许兆然. 中国南部和西南部石灰岩珍稀濒危植物的初步研究. 广西植物 1993, 增刊 4: 55~90
- 5 陈章和, 许兆然. 珍稀濒危石灰岩植物—蚬木的生理生态学研究. 广西植物, 1993, 增刊 4: 103~113
- 6 龚子同, 黄 标. 海南诸岛土壤的地球化学特征及其生物有效性. 土壤学报, 1997, 34 (1): 10~27
- 7 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析. 上海: 上海科学技术出版社, 1978