

植物学报 1996 38(3): 227-233

Acta Botanica Sinica

福建九龙江口秋茄红树林铜铅锌锰 元素的累积及动态*

郑文教 郑逢中 连玉武 林 鹏

(厦门大学环境科学研究中心, 生物系, 厦门 361005)

摘要 探讨福建九龙江口秋茄 (*Kandelia candel* (L.) Druce) 红树林 Cu Pb Zn Mn 元素的累积和生物循环。结果表明: 该林地表层土壤 (0~30 cm 深) Cu Pb Zn Mn 元素的储量分别为 6 86 4 23 25 64 和 134 67 g/m²; 植物体不同部位相应元素的含量范围分别为 1.85~6.97 0.37~3.74 16.0~25.2 和 140~1405 μg/g。群落 Cu Pb Zn Mn 元素的现存量分别为 87 98 40 34 335 34 和 8006 99 m g/m²; 林地残留物中相应元素的储量分别为 593 06 49 27 2450 79 和 43486 70 μg/m²。群落 Cu Pb Zn Mn 元素的生物循环为: 年吸收量分别为 10 17 4 32 49 14 和 2268 16 m g/m²; 年归还量分别为 2 21 0 70 18 63 和 1574 98 m g/m²; 年存留量分别为 7 96 3 62 30 51 和 693 18 m g/m²; 周转期分别为 40 58 18 和 年。吸收系数、利用系数和循环系数均为 Mn > Zn > Cu > Pb。

关键词 红树林; 秋茄; 元素动态

ACCUMULATION AND DYNAMICS OF Cu Pb Zn AND Mn ELEMENTS IN *KANDELIA CANDEL* (L.) DRUCE MANGROVE COMMUNITY OF JIULONG RIVER ESTUARY OF FUJIAN

Zheng Wen-jiao Zheng Feng-zhong Lian Yu-wu and Lin Peng

(Research Center for Environmental Science, Department of Biology, Xiamen University, Xiamen 361005)

Abstract The accumulation and biocycle of Cu Pb Zn and Mn elements were studied in *Kandelia candel* (L.) Druce mangrove community of Jiulong River Estuary of Fujian. The pool amounts of Cu Pb Zn and Mn elements in the forest soil (0~30 cm in depth) were 6 86 4 23 25 64 and 134 67 g m⁻², respectively. The respective element contents ranged from in different parts of the plant 1.85~6.97, 0.37~3.74, 16.0~25.2 and 140~1405 μg g⁻¹ of Cu Pb Zn and Mn. The pool amounts of elements in standing crop of the community were 87 98 40 34 335 34 and 8006 99 m g m⁻² for Cu, Pb, Zn and Mn respectively. The pool amounts of Cu Pb Zn and Mn elements in residues were 593 06 49 27 2450 79 and 43486 70 μg m⁻² respectively. The biocycle of the elements in the community were described as follows: Annual uptake of Cu was 10 17, Pb 4 32, Zn 49 14 and Mn 2268 16 m g m⁻²; Annual return of Cu was 2 21, Pb 0 70, Zn 18 63 and Mn 1574 98 m g m⁻²; Annual retention of Cu was 7 96, Pb 3 62, Zn 30 51 and Mn 693 18 m g m⁻². The

收稿日期: 1994-11-17 接受日期: 1994-12-29

* 国家自然科学基金资助项目

turnover periods of Cu, Pb, Zn and Mn were 40, 58, 18 and 5 year, respectively. The absorption, utilization and cycle coefficients were in the order of Mn > Zn > Cu > Pb.

Key words Mangrove, *Kandelia candel*, Cu, Pb, Zn and Mn dynamic

有关红树林的物质循环已有较深入的研究^[1-3],但工作都集中在常量元素方面。Cu、Pb、Zn、Mn在植物体内含量属微量元素,且此4种元素也是属环境污染的重金属范畴。红树林生长于陆海交汇的河口港湾,生境面临着江河流域和海岸城市经济发展所带来的重金属污染物的冲击。重金属对红树林生态系统的作用及红树林的抗性和净化作用已受到重视^[4-6]。因而研究红树林对Cu、Pb、Zn、Mn元素的吸收、累积及动态具有重要的意义。福建九龙江口秋茄(*Kandelia candel* (L.) Druce)红树林是我国目前保护和发育较好的秋茄纯林,有关详细的群落特征及生境概况已有报道^[7,8]。

1 材料和方法

1.1 材料

实验样地位于福建东南部的龙海市浮宫九龙江口南岸(24°24'N, 117°55'E)海滩秋茄纯林。1988年6月于样地分别随机采集该群落的叶、花、果、幼枝、多年生枝、树干皮、树干材、树根和幼苗等组分。同时,随机采集林地表层(0~30 cm深)土壤样品和按样方法分不同季节收集测定林地残留物、凋落物。1987~1989进行连续3年于林区挂网收集。

1.2 分析方法

各样品低于60℃下烘干,玛瑙研钵磨粉过100目尼龙筛。样品经HNO₃-HClO₄消化后,用原子吸收分光光度法测定Cu、Pb、Zn、Mn元素含量。另取部分分析样品于105℃烘至恒重,以换算组分干重的元素含量。

2 结果和讨论

2.1 秋茄植物体不同部位 Cu Pb Zn Mn元素含量

根据对秋茄植物体不同部位组分的分析结果(图1),植物体不同部位Cu、Pb、Zn、Mn元素的含量范围分别为1.85~6.97、0.37~3.74、16.0~25.2和140~1405 μg/g。大小顺序为Mn > Zn > Cu > Pb。从植物体整体水平看,Cu在根中含量最高,其次是树干材和树干皮,再者是花、叶、果和枝条含量较低(如幼枝的含量仅为根含量的26.54%);Pb在根中含量最高,树干皮居其次,再者是树干材、叶、花、果及枝条含量较低(如果的含量仅为根的9.89%);Zn在树干皮中含量最高,其次是根,再者是叶、花和多年生枝,果的含量最低(含量仅为树干皮的63.49%);Mn在叶片中含量最高,其次是树干皮,再者是花,树干材含量最低(含量仅为叶的7.40%)。这表明了红树植物秋茄对Cu、Pb、Zn、Mn元素的吸收及累积大都有明显的差异,Cu、Pb元素的累积部位主要在根和树干,Zn在树干皮、根、叶和花有较多的累积,Mn主要累积部位则在叶和树干皮。

2.2 林地土壤 Cu Pb Zn Mn元素的储量及植物的富集系数

分析结果表明,福建九龙江口秋茄红树林区表层土壤(0~30 cm深)Cu、Pb、Zn、Mn元素的含量分别为29.7、18.3和583 μg/g。结合该层土壤容重(0.77 g/cm³)计算,表层土壤相应元素的储量分别为6.86、4.23、25.6和134.67 g/m²。与我国其它红树林区表层土壤相应元素的含量(另文讨论)相比,该林区Cu、Pb含量分别比深圳、深圳湾福田树林区表

土含量低 22 % 和 36 % , 而比广西英罗湾红树林区表土含量高 57 % 和 83 % ; 含 Zn 量与福田相近而高于英罗湾 138 % ; 含 Mn 量分别高于福田和英罗湾 8 % 和 551 % 。

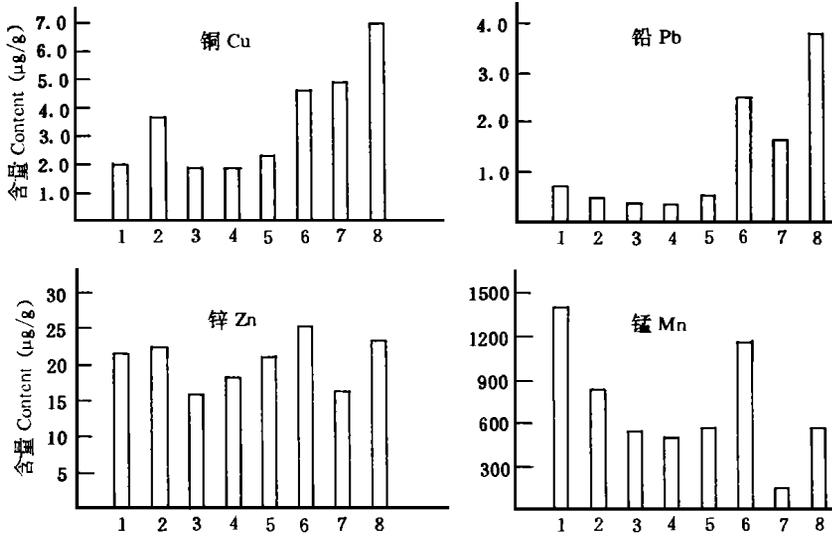


图 1 Cu Pb Zn Mn 元素在秋茄植物体不同部位中的含量

1 叶 2 花 3 果 4 幼枝 5 多年生枝 6 树干皮 7 树干材 8 根

Fig. 1 Content of Cu Pb Zn and Mn elements in different parts of *K andelia candel*

1 Leaf 2 Flower 3 Fruit 4 Twig 5 Branch 6 Trunk bark 7 Trunk wood 8 Root

植物对土壤元素的吸收富集能力可以用富集系数来表示 (指植物体内某元素的含量与该元素在土壤中含量的比值), 从本质而言, 其与植物对元素的需求量有关, 也与土壤中该元素的含量及存在形态等有关, 而元素的存在形态因不同因素而不同。本文仅讨论在目前生境综合条件下, 植物对土壤中元素含量的富集系数, 结果见表 1 从表可知, 秋茄植物对土壤 Cu Pb Zn 元素的富集系数均在 0.25 以下水平, 而 Mn 元素 (除树干材较低外) 则接近或大于 1 表明秋茄对 Mn 有较高的吸收富集能力。从量上而言, 秋茄植物体 Cu Pb Zn 元素的含量仅为生境土壤相应元素含量的 25% 以下, 而 Mn 则与土壤相接近或高于土壤。该群落现状属旺盛生长, 因而认为现状生境重金属 Cu Pb Zn Mn 的含量水平及

表 1 秋茄植物对土壤的富集系数

Table 1 Accumulation index of *K andelia candel* for soil

组分	Fraction	Cu	Pb	Zn	Mn
叶	Leaf	0.068	0.038	0.192	2.410
花	Flower	0.125	0.025	0.205	1.439
果	Fruit	0.062	0.020	0.144	0.949
幼枝	Twig	0.062	0.021	0.168	0.864
多年生枝	Perennial branch	0.077	0.030	0.189	0.974
树干皮	Trunk bark	0.155	0.137	0.227	1.993
树干材	Trunk wood	0.166	0.091	0.148	0.240
根	Root	0.235	0.204	0.208	0.973

植物吸收累积程度,不足以对植物的生长发育产生危害。

2 3 秋茄群落 Cu Pb Zn Mn元素的现存量及分布

根据秋茄不同部位组分元素含量结合各组分现存生物量^[7],计算现存于群落中 Cu Pb Zn Mn 元素的总量及其分布,结果见表 2 由表 2可知:九龙江口秋茄群落 Cu Pb Zn Mn 元素的现存量分别为 87.98 40.34 335.34和 8006.99 mg/m²,其中地上部分分别为 39.71 14.44 175.35和 4079.95 mg/m²,各占总量的 45.13%、35.80%、52.29%和 50.96%;地下部储量分别为 48.27 25.90 159.99和 3927.04 mg/m²,各占总储量的 54.87%、64.20%、47.71%和 49.04%,即储量 Cu Pb 为地下部大于地上部,而 Zn Mn 则为地上部大于地下部。

表 2 秋茄群落 Cu Pb Zn Mn元素的现存量及分布 (mg/m²)^{*}
Table 2 Pool amount and distribution of Cu Pb Zn and Mn elements
in *Kandelia candel* community (mg/m²)^{*}

组分	Fraction	Cu	Pb	Zn	Mn
叶	Leaf	1.18(1.34)	0.41(1.02)	12.50(3.74)	824.74(10.30)
果	Fruit	0.05(0.05)	0.01(0.02)	0.42(0.12)	14.38(0.18)
幼枝	Twig	0.20(0.02)	0.04(0.10)	2.03(0.60)	54.94(0.69)
多年生枝	Perennial branch	2.93(3.33)	0.70(1.74)	26.80(7.99)	724.77(9.05)
枯枝	Dead branch	0.88(1.00)	0.38(0.94)	5.76(1.72)	162.61(2.03)
树干皮	Trunk bark	5.84(6.64)	3.17(7.86)	31.98(9.53)	1474.58(18.42)
树干材	Trunk wood	28.57(32.48)	9.70(24.05)	95.23(28.40)	812.98(10.15)
幼苗	Seedling	0.06(0.06)	0.03(0.07)	0.63(0.19)	10.95(0.14)
根	Root	48.27(54.87)	25.90(64.20)	159.99(47.71)	3927.04(49.04)
总计	Total	87.98(100.00)	40.34(100.00)	335.34(100.00)	8006.99(100.00)

* 括号内数据为占总量的百分比,下表同。

Numbers in the brackets are percentage of each to the total amount. The follow tables are the same.

Cu Pb Zn Mn 储量在群落中的分布状况:除根均占最大的储量比之外,树干材 Cu Pb Zn 分别占总储量的 32.48%、24.05%和 28.40%,树干皮 Mn 占 18.42%;再者,树干皮 Cu Pb 储量分别占 6.64%和 7.86%,树干皮和多年生枝 Zn 分别占 9.53%和 7.99%,叶、树干材和多年生枝 Mn 分别占 10.39%、10.15%和 9.05%。其余的组分占很小的储量比。

从环境质量角度而言,Cu Pb Zn Mn 属重金属元素,环境的污染对水生动物、植物及人类健康具有极大潜在的危害。从秋茄群落 Cu Pb Zn Mn 元素的现存量分布看,根和树干材两者储量之和,Cu Pb Zn 分别占总储量的 87.33%、88.25%和 76.11%,Mn 较少(占 59.19%)。根和树干材是较不易被动物直接啃食的部分,这表明了秋茄红树林把重金属元素吸收并贮存在不易被动物消耗的部位,从而减少了向次级消费者提供重金属的可能性,当树木被采伐移离海岸后,也起净化环境的作用。

2 4 林地残留物中 Cu Pb Zn Mn元素的潜载储量

红树林每年具有大量的凋落物归还生境,秋茄群落年凋落物量为 842.97 g/m²。由于红树生境特殊,受潮汐作用,凋落物于林地有较高的分解速率及部分枯枝落叶被漂离林区,因而林地残留物量较少。根据一年中不同季节测定的平均值,九龙江口秋茄林地残留

物量仅为 82.02 g m^{-2} , 其中残留叶 53.02 g m^{-2} 、残留枝等 29.00 g m^{-2} 。根据残留物组分的元素含量结合残留物量分析, 该林区残留物这一环节, Cu Pb Zn Mn 元素的潜载储量 (表 3) 分别为 593.06 、 49.27 、 2450.79 和 $43486.70 \mu\text{g m}^{-2}$, 其中残留叶中分别为 432.11 、 33.35 、 1818.59 和 $31016.70 \mu\text{g m}^{-2}$, 残留枝等储量分别为 160.95 、 15.92 、 632.20 和 $12470.00 \mu\text{g m}^{-2}$ 。即潜载储量为残留叶大于残留枝。

表 3 秋茄林地残留物 Cu Pb Zn Mn 元素的储量
Table 3 Pool amount of Cu Pb Zn and Mn elements in residues of *Kandelia candel* community field

组分 Fraction	残留物量 Residue (g m^{-2})	含量 Content($\mu\text{g g}^{-1}$)				储量 Pool amount($\mu\text{g m}^{-2}$)			
		Cu	Pb	Zn	Mn	Cu	Pb	Zn	Mn
叶 Leaf	53.02	8150	629	343	585	43211(72.86)	3335(67.69)	181859(74.20)	3101670(71.32)
枝 Branch	29.00	5550	549	218	430	16095(27.14)	1592(32.31)	63220(25.60)	1247000(28.68)
总计 Total	82.02					59306(100.00)	4927(100.00)	245079(100.00)	4348670(100.00)

2.5 秋茄群落 Cu Pb Zn Mn 元素的生物循环

2.5.1 群落 Cu Pb Zn Mn 的年存留量 年存留量是一年内群落净累积在植物体内 Cu Pb Zn Mn 元素的总量, 从测定群落年增长量^[7,8]和测定各组分元素含量来计算, 结果见表 4。从表 4 可知: 九龙江口秋茄红树群落 Cu Pb Zn Mn 元素的年存留量分别为 7.96 、 3.62 、 30.5 和 $693.18 \text{ mg g m}^{-2}$ 。其中, 4 种元素在根的存留量均居最大, 分别占年存留总量的 54.97% 、 64.89% 、 47.56% 和 52.66% ; 其次树干材中 Cu Pb Zn 存留量分别占 32.50% 、 24.27% 和 28.29% , Mn 在树干皮占 19.28% ; 其余组分占较小的存留比。

表 4 秋茄群落 Cu Pb Zn Mn 元素的年存留量
Table 4 Annual retention of Cu Pb Zn and Mn elements in *Kandelia candel* community

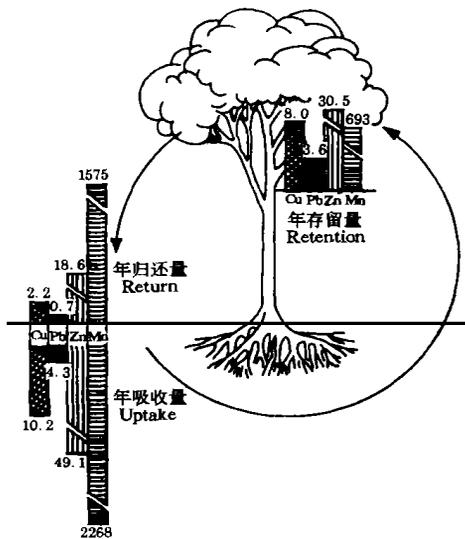
组分 Fraction		Cu ($\mu\text{g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$)	Pb ($\mu\text{g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$)	Zn ($\mu\text{g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$)	Mn ($\mu\text{g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$)
幼枝 Twig		201.65(2.53)	41.31(1.14)	2.03(6.65)	54.94(7.93)
多年生枝 Perennial branch		266.80(3.35)	63.57(1.76)	2.44(8.00)	65.89(9.51)
树干皮 Trunk bark		529.00(6.65)	287.50(7.94)	2.90(9.51)	133.63(19.28)
树干材 Trunk wood		2587.92(32.50)	878.42(24.27)	8.63(28.28)	73.64(10.62)
根 Root		4377.16(54.97)	2348.72(64.89)	14.51(47.56)	365.08(52.66)
总计 Total		7962.53(100.00)	3619.52(100.00)	30.51(100.00)	693.18(100.00)

2.5.2 群落 Cu Pb Zn Mn 的年归还量 年归还量这里仅指通过凋落物归还的总量 (未把被雨水淋溶和死根估计在内, 因而结果会略为偏低)。根据凋落物各组分元素的含量和连续 3 年 (1987~ 1989) 收集的凋落物量的平均值计算, 九龙江口秋茄群落 Cu Pb Zn Mn 元素的年归还量 (表 5) 分别为 2.21 、 0.70 、 18.6 和 $1574.98 \text{ mg g m}^{-2}$, 其中以落叶形式归还占最大的比例, 分别占 51.68% 、 45.65% 、 58.02% 和 82.56% ; 落花最少, 分别占 8.90% 、 10.24% 、 6.87% 和 4.73% 。

表 5 秋茄群落 Cu Pb Zn Mn元素的年归还量

Table 5 Annual return of Cu Pb Zn and Mn elements in *Kandelia candel* community

组分 Fraction	凋落物量 Litter fall ($\text{g m}^{-2} \text{a}^{-1}$)	Cu		Pb		Zn		Mn	
		含量 Content ($\mu\text{g g}^{-1}$)	总量 Amount ($\mu\text{g m}^{-2} \text{a}^{-1}$)	含量 Content ($\mu\text{g g}^{-1}$)	总量 Amount ($\mu\text{g m}^{-2} \text{a}^{-1}$)	含量 Content ($\mu\text{g g}^{-1}$)	总量 Amount ($\mu\text{g m}^{-2} \text{a}^{-1}$)	含量 Content ($\mu\text{g g}^{-1}$)	总量 Amount ($\mu\text{g m}^{-2} \text{a}^{-1}$)
叶 Leaf	495.94	2.30	1140.66(51.68)	0.643	318.89(45.65)	21.8	1081(58.02)	2622	130035(82.56)
花 Flower	58.85	3.35	196.48(8.90)	1.22	71.55(10.24)	21.9	128(6.87)	1269	7443(4.73)
果 Fruit	159.69	2.58	412.00(18.66)	0.680	108.59(15.55)	22.1	353(18.95)	721	11514(7.31)
枝 Branch	128.69	3.56	458.14(20.76)	1.55	199.47(28.56)	23.4	301(16.16)	661	8506(5.40)
总计 Total	842.97		2207.28(100.00)		698.50(100.00)		1863(100.00)		1574.98(100.00)

图 2 秋茄群落 Cu Pb Zn Mn元素的生物循环 ($\text{mg m}^{-2} \text{a}^{-1}$)Fig. 2 Biogeochemical cycle of Cu Pb Zn and Mn elements in *Kandelia candel* community ($\text{mg m}^{-2} \text{a}^{-1}$)

2.5.3 群落 Cu Pb Zn Mn的年吸收量及周转期 森林对元素的吸收量为存留量与归还量之和即“吸收=存留+归还”^[9]。据此,九龙江口秋茄红树群落 Cu Pb Zn Mn的年吸收量分别为 10.17、4.32、49.14和 2268.16 mg m^{-2} ,其中群落存留分别占 78.30%、83.82%、62.09%和 30.56%,归还分别占 21.70%、16.18%、37.91%和 69.44%。即 Cu Pb Zn Mn为存留大于归还,而 Mn则归还大于存留,其吸收、存留和归还动态的量值关系见图 2。

某元素在群落现存量中的总量与年凋落物中该元素的总量的比值为该元素的周转期^[10]。据此,秋茄群落 Cu Pb Zn Mn元素的周转期分别为 $87.98/2.21 \approx 40$ 、 $40.34/0.70 \approx 58$ 、 $33.53/4.3 \approx 18$ 和

$8006.99/1574.98 \approx 5$ 年,即周转期长短顺序为 $\text{Pb} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Mn}$ 与该群落其它常量元素^[3]及重金属元素的周转期相比: $\text{Pb} 58 > \text{Cu} 40 > \text{Zn} 18 > \text{Mg} 17 > \text{Cd} 16 > \text{Ni} 15 > \text{Cl} 14 > \text{Na} 13 > \text{Cr} 10 > \text{P} 10 > \text{K} 9 > \text{Ca} 8 > \text{N} 7 > \text{Mn} 5$ 年。这表明:在同一群落中,某些元素的周转速率相差很大,在上述 14种元素中, Pb周转期最长,其次是 Cu 而 Mn则是周转期最快的元素。

2.5.4 群落 Cu Pb Zn Mn的吸收系数、利用系数和循环系数 在群落元素的生物循环中,可以从元素的群落现存量、吸收量和归还量以及表土中该元素储量之间的关系,求算元素的吸收系数^[11]、利用系数^[11]和循环系数^[12],从而揭示群落及其生境中相对的循环指标。从表 6可以看出,福建九龙江口秋茄红树群落 Cu Pb Zn Mn元素的吸收系数、利用系数和循环系数均呈 $\text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Pb}$ 与周转期分析 Mn 5年快于 Zn 18年,快于 Cu 40年,快于 Pb 58年的规律相一致,表明了元素的流动性为 $\text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Pb}$ 。

表6 秋茄群落 Cu Pb Zn Mn元素的吸收系数、利用系数和循环系数
Table 6 Absorption, utilization and cycle coefficients of Cu Pb Zn and Mn elements in *Kandelia candel* community

元素 Element	现存储量 Standing crop (mg m^{-2})	年吸收 Annual uptake ($\text{mg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$)	年归还量 Annual return ($\text{mg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$)	表土储量 Soil(0-30 cm) (mg m^{-2})	吸收系数 Absorption coefficient ¹⁾	利用系数 Utilization coefficient ²⁾	循环系数 Cycle coefficient ³⁾
Cu	87.98	10.17	2.21	6860.70	0.00148	0.116	0.217
Pb	40.34	4.32	0.70	4227.30	0.00102	0.107	0.162
Zn	335.34	49.14	18.63	25641.00	0.00192	0.147	0.397
Mn	8006.99	2268.16	1574.98	134673.00	0.01684	0.283	0.649

1) Absorption coefficient Ratio of element absorption amount in unit time and unit area to total amount of that element in soil (soil depth 0-30 cm). 2) Utilization coefficient Ratio of element absorption amount in unit time and unit area to total amount of that element remaining in the community. 3) Cycle coefficient Ratio of the amount of element returned to environment to uptake amount of that element in unit time and unit area.

参 考 文 献

- 林鹏, 林明祥. 海南岛海莲红树林的钙镁累积和循环. 应用生态学报, 1990, 1: 209-213
- 郑文教, 林鹏. 广西红海榄红树群落的氯钠动态. 植物学报, 1992, 34: 378-385
- 连玉武, 林鹏. 九龙江口红树林研究 V. 秋茄群落的氯的积累和循环. 植物生态学与地植物学学报, 1986, 10: 124-130
- Tripp M, Harriss R C. Role of mangrove vegetation in mercury cycling in the Florida everglades. *Environ Biogeochem*, 1976, 2: 489-495
- Wash G E, Answorth K A, Rigby R. Resistance of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) seedlings to lead, cadmium and mercury. *Biotropica*, 1979, 11: 22-27
- 郑逢中, 林鹏, 郑文教等. 秋茄对镉的吸收、积累及净化作用的研究. 植物生态学与地植物学学报, 1992, 16: 220-226
- 林鹏, 卢昌义, 林光辉等. 九龙江口红树林研究 I. 秋茄群落的生物量 and 生产力. 厦门大学学报(自然科学报), 1985, 24: 508-514
- 林鹏, 郑文教. 中国红树植物秋茄、海莲的生长量研究. 植物学报, 1986, 28: 224-228
- 云南大学生物系. 植物生态学. 北京: 科学出版社, 1980: 310-316
- Golley F B 李文华译. 热带森林的生产量和矿质循环. 植物生态学译丛, 第 1 集. 北京: 科学出版社, 1982: 124-134
- 陈灵芝, Lindley D K. 英国 Hampshire 的蕨菜草地生态系统的营养元素循环. 植物学报, 1983, 25: 67-74
- 拉夏埃尔 W. 李博译. 植物生理生态学. 北京: 科学出版社, 1982: 159-161