

流溪河水库林区森林生态系统养分的研究*

管 东 生

(中山大学地理系)

摘 要

杉木林、马尾松林、毛竹林和常绿阔叶林是本区现存的具有代表性的森林群落,而由这些森林群落组成的生态系统是本区亚热带森林生态系统的主要类型,它们分别具有人工林,半天然林和天然林的特点。本文通过各群落(林分)中氮、磷、钾、钙、镁营养元素的研究,初步阐明了生态系统物质循环的一些特点及其在各群落(林分)中的差异。

一、林区的自然条件和样地概况

流溪河水库林区位于广州市东北面, 介于东经 $113^{\circ}45'$ — $113^{\circ}52'$, 北纬 $23^{\circ}42'$ —

$23^{\circ}45'N$ $113^{\circ}46'E$ 200m 20.3° 2148.8m

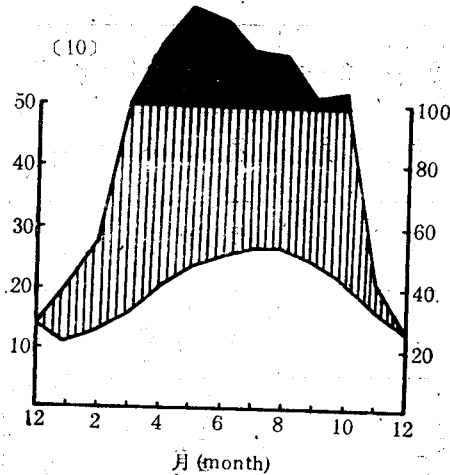


图 1 流溪河水库林区气候图解

Fig. 1 The climate diagram of the forest area around Liuxihe Reservoir

* 本文在董汉飞老师指导下完成。

表 1 样地概况

Table 1 The situations of plots

林分类型 Stand types	样地 Plots	样地面积 Area (m ²)	海拔高度 Elevation (m)	坡向 Direction of slope (degrees)	坡度 Slope (degrees)	林龄 Stand age (a)	树木株数 No. of trees/ (ha)	平均高度 Average tree height (m)	平均胸径 Average diameter (cm)	胸径面积 D.B.H. (m ² /ha)	乔木层生物量 Biomass of tree layer (t/ha)	乔木层净生产量 Net production of tree layer (t/ha·a)	下木层和草本层生物量 Biomass of under- growth (t/ha)	枯枝落叶层干物质重量 Dry weight of litter (T/ha)
杉木林 Chinese Fir forest (C. F. F.)	I	500	195	NNW 20	43	11	2260	9.00	11.44	24.61	68.60	13.28	1.38	3.9
	II	500	450	NNE 10	42	11	3240	6.61	9.85	27.18	59.59	11.52	1.75	4.8
马尾松林 Masson Pine forest (M. P. F.)	I	1000	220	ES 20	41	31	610	18.11	22.73	38.06	235.71	23.89	3.88	3.1
	II	500	220	SSW 10	40	31	520	20.27	27.28	31.37	212.20	21.54	15.03	3.5
	III	500	250	SE 32	50	25	1340	16.03	19.33	42.31	245.75	24.38	11.46	6.7
常绿阔叶林 Evergreen broadleaf forest (E. B. L. F.)	I	500	210	SW 25	51	29	1420	16.14	17.96	36.07	249.42	24.13	9.88	4.0
	II	500	300	EN 10	35	29	1820	12.06	13.46	34.32	232.61	22.58	5.62	4.3
毛竹林 Moso Bamboo forest (M. B. F.)	I	500	350	NE 24	35		5200	12.16	9.32	35.93	86.15	20.49	5.38	3.8
	II	500	400	NE 17	41		3380	11.66	8.83	21.28	50.62	11.85	4.87	2.8

23°50′ 之间,总面积为 8985ha。本区地形周高中低,中部是流溪河水库,面积为 1403ha。流溪河水库林区包括水库周围以分水岭为界的整个山地。山地燕山运动时形成,主要山脉作东北—西南走向,最高峰约 1160m。

林区地处北回归线北缘,属亚热带季风气候,雨热同期,干湿季明显。年降水量 2148.8mm,4—8 月份的降水量占全年的 76%。年均温为 20.3℃,1 月最冷,7 月最热。

林区的地带性土壤是由花岗岩发育而成的赤红壤,分布上界约为海拔 250m;其上为山地红壤,一般分布于 250—600m 之间;600m 以上则为山地黄壤。本区从赤红壤到黄壤均为森林植被所覆盖,但生长较好的林分一般分布于海拔 500m 以下。本文调查样地全部选择于 195—450m 之间(表 1),以便于对比。

二、研究方法

(一) 现存量的测定

乔木层现存量的测定是在每个植株调查的基础上,根据林木径级分配序列,伐倒一定的标准木,然后按相对生长法,推算乔木层茎、枝、叶的现存量^[1]。

下木层和草本层现存量的测定采用全刈割法^[1],在每个样方内选取 5 个 1×1m 的小样方,全割后烘干测其干重。

植物的地下部分按地上部分的 25% 估算。

(二) 净生产量的测定

乔木层树干的净生产量是采用立木解释法求得,树枝、树皮和树根的净生产量按树干净生产量的比例推算,树叶的净生产量则是在假定叶龄为二年的情况下求得。

毛竹林的净生产量是按一年龄竹的现存量来定。

马尾松林和常绿阔叶林下层植被的年龄大多在 4—8 年间,取平均数为 6 年计算。杉木林和毛竹林下层植被的年龄稍短,大多在 3—5 年间,取平均数为 4 年计算。

(三) 土壤和植物样品的采集

土壤样品是在一米深的剖面内按自然发生层分别采样。

植物样品分别按叶、枝、茎干和树皮采样。

(四) 营养元素的分析

氮用凯氏法^[2],磷用钼蓝比色法^[2],钾用火焰光度计法^[3],钙、镁用 EDTA-钠盐滴定法进行测定^[3]。分析的结果为元素的全量。

三、结果与讨论

(一) 营养元素的积累和分配

在森林生态系统中,植物从土壤中吸取营养物质,并将其大部分留在体内,另一部分则通过凋落物归还土壤,由此构成森林生态系统的养分循环。因此,在生态系统的养分循

表2 干物质和营养元素的积累和分配*

Table 2 Accumulation and distribution of nutrient elements and dry matter

林分类型 Stand types	组 分 Components	干物质重 Dry matter weight (t/ha)	营 养 元 素 Nutrient elements(kg/ha)						
			N	P	K	Ca	Mg	合计 Total	
杉木林	C. F. F.	乔木层 Tree layer	64.11	311.8	15.2	143.4	80.2	43.4	594.0
		下木层及草本层 Undergrowth	1.56	21.0	1.0	31.0	6.2	4.2	63.4
		枯枝落叶层 Litter	4.35	35.7	2.0	7.0	26.1	6.2	77.0
		土 壤 Soil	157.78	7344.3	1716.4	51541.4	5452.6	19931.4	85986.1
		合 计 Total	227.80	7712.8	1734.6	51722.8	5565.1	19985.2	86720.5
马尾松林	M. P. F.	乔木层 Tree layer	231.22	874.1	30.9	392.1	244.2	170.1	1711.4
		下木层及草本层 Undergrowth	10.12	107.2	5.6	107.5	21.1	17.2	258.6
		枯枝落叶层 Litter	4.70	33.9	1.4	5.0	9.2	4.5	54.0
		土 壤 Soil	108.20	5473.1	858.2	54390.4	3898.6	13926.2	78546.5
		合 计 Total	354.24	6488.3	896.1	54895.0	4173.1	14118.0	80570.5
常绿阔叶林	E. B. L. F.	乔木层 Tree layer	241.02	1076.8	45.8	762.2	283.2	189.9	2357.9
		下木层及草本层 Undergrowth	7.75	86.0	4.1	128.9	32.8	17.5	269.3
		枯枝落叶层 Litter	4.15	65.5	2.0	13.0	10.7	7.2	98.4
		土 壤 Soil	157.27	7332.4	1434.6	66181.3	4209.5	13244.2	92402.0
		合 计 Total	410.19	8560.7	1486.5	67085.4	4536.2	13458.8	95127.6
毛竹林	M. B. F.	毛竹层 Bamboo layer	68.39	275.0	12.2	299.8	57.4	31.9	676.3
		下木层及草本层 Undergrowth	5.12	61.5	3.5	85.2	28.2	15.5	193.9
		枯枝落叶层 Litter	3.30	30.2	0.8	16.4	1.2	0.7	49.3
		土 壤 Soil	211.14	10850.2	1765.7	48298.4	6414.6	17629.2	84958.1
		合 计 Total	287.95	11216.9	1782.2	48699.8	6501.4	17677.3	85877.6

* 土壤厚度为 100cm。

环中,阐明营养元素在植物、土壤和死地被物三者中的积累和分配是十分重要的。

1. 营养元素的积累顺序 氮、磷、钾、钙、镁是植物体必需的营养元素,也是在生态系统中大量存在的元素,分析结果表明(表2),营养元素的积累顺序为土壤>植物>枯枝落叶层。营养元素在植物部分的积累,首先取决于植物的生物量,常绿阔叶林和马尾松林的生物量远大于毛竹林和杉木林,因此其营养元素积累量也较大。生物量相近的常绿阔叶林和马尾松林,营养元素的积累则主要决定于植物养分的含量。本区4个林分营养元素积累的序列为常绿阔叶林>马尾松林>毛竹林>杉木林。在热带、亚热带地区,高温多雨,分解和淋溶强烈,有效态元素在土壤中难于保存,而将元素保存于活的有机体内是适应本区特点的一种养分保存方式。从这点来说,常绿阔叶林是最有利于保存系统中营养元素的林分。

由表2还可看出,营养元素在植物组分的积累,乔木层占75%以上。因此,在植物组分营养元素的积累中,乔木层将起主要作用。但是下木层和草本层的营养元素含量比乔木层大2—3倍,而且草本层的养分周转期短,在生态系统营养元素的循环中,下层植被也是一个不容忽视的因素。

2. 营养元素的积累过程 生态系统中植物部分营养元素的积累与林龄密切相关。一般来说,在生态系统达到成熟和稳定状态之前,营养元素的积累量是随林龄增加的。图2表明,本区各林分营养元素的积累不但在增加,而且增加的速度仍很快,这充分说明,本区的森林仍处于旺盛发展阶段。其中,杉木林是营养元素积累速度最快的林分,在林龄为11年时,其营养元素积累量约相当于常绿阔叶林和马尾松林的3倍左右。

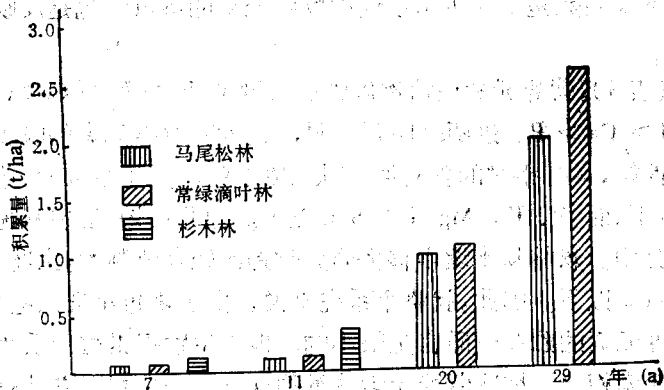


图2 马尾松林、常绿阔叶林和杉木林在不同发育阶段时植物体中营养元素(N、P、K、Ca、Mg)的总积累量

Fig. 2 Total accumulation of nutrient elements (N.P.K.Ca.Mg) in Masson Pine, Chinese fir and evergreen broad-leaf forest during the different growth period

(二) 营养元素的流动

1. 营养元素的年存留量 年存留量的表示方法有两种。一是年内存留量,它是指一年内营养元素在植物体内净积累的总重量;另一种是平均年存留量,指营养元素在植物体内净积累的多年平均值。

在不同林分中(表3),营养元素积累的平均速度为毛竹林>常绿阔叶林>马尾松林>杉木林;而其目前积累的实际速度为常绿阔叶林>马尾松林>毛竹林>杉木林。但是,

Table 3 Retention of plant

林分类型 Stand types	净生产量 Net production (t/ha·a)		营 养 Nutrient			
			N		P	
	平均 Mean	年间 Annual	平均 Mean	年间 Annual	平均 Mean	年间 Annual
杉木林 C. F. F.	6.22	12.66	33.4	79.8	1.6	5.5
马尾松林 M. P. F.	9.66	24.96	48.2	173.8	2.0	8.6
常绿阔叶林 E. B. L. F.	9.60	24.65	51.3	191.6	2.6	8.9
毛竹林 M. B. F.	14.93	17.20	70.0	80.3	3.3	3.8

在相同林龄(11年)的情况下,杉木林营养元素的年间总存留量为 $165.8\text{kg}/\text{ha}\cdot\text{a}$,而马尾松林和常绿阔叶林分别为 71.2 和 $60.4\text{kg}/\text{ha}\cdot\text{a}$,前者比后者大1倍以上。

2. 营养元素的几个流动系数 营养元素由土壤进入植物,是生物循环的一个重要过程,可以用生物吸收利用系数和生物积累增长系数来说明。前者又可分总生物吸收利用系数和年生物吸收利用系数,它是植物体中营养元素的总量或年存留量与土壤中营养元素贮存量之比值;后者则是年间存留量与植物体营养元素总量的比值。生物吸收利用系数和生物积累增长系数是反映生态系统中物质流动的系数,也是反映植物和环境生物循环的重要指标。

在各林分中(表4),营养元素在植物体内的含量是 $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P}$,而土壤为 $\text{K} > \text{Mg} > \text{N} > \text{Ca} > \text{P}$ 。这两个序列说明,植物对营养元素的吸收积累取决于植物本身的选择吸收性能,具有相对的独立性。从生物总吸收利用系数看,除了N以外,其他元素都在10%以下,而P、K、Mg都在5%以下。由此可知,生态系统中的营养元素主要贮存于土壤组分中。森林从土壤中移去养分时是比较有节制的,生物年吸收利用系数,除了N以外,都在1%以下。因此,就整个系统来说,由土壤每年进入植物体的营养元素,相对于土壤中营养元素的贮存量而言是很小的。但由生物积累增长系数可知,一年中进入植物体的营养元素相当于植物营养元素总量的五分之一左右,它是植物体中物质流动旺盛的表现。

3. 营养元素的迁移 在生态系统的循环过程中,由于植物对营养元素的富集作用,作为循环的营养元素的含量有鲜叶>死地被物>表土的趋势(由于本文的数据为元素全量,故有时表土大于死地被物)。与富集作用相反,由鲜叶→死地被物→表土营养元素的降低,则反映了营养元素由植物向环境的分解迁移。

参加生物循环的氮素主要来自大气,而土壤中的氮素主要是植物枯枝落叶归还的结果。因此,氮作为化学组成在鲜叶中比表土大10倍左右。植物中氮的含量直接影响土壤中氮的含量,植物鲜叶中氮的含量与表土氮的含量成正相关(表5)。

与氮的来源不同,土壤中磷、钾、钙、镁主要来自土壤的矿物质,因此其含量受植物的影响较少。

元 elements		素 (kg/ha·a)				合计 Total	
K		Ca		Mg			
平均 Mean	年间 Annual	平均 Mean	年间 Annual	平均 Mean	年间 Annual	平均 Mean	年间 Annual
20.8	45.2	9.0	23.8	4.9	11.5	69.7	165.8
31.3	108.2	11.8	35.6	8.6	25.5	101.9	351.7
39.2	124.2	15.1	39.2	9.4	29.3	117.6	393.2
81.7	195.0	18.5	20.6	10.3	11.4	183.8	311.1

钾是循环速率较快的元素,它的转移不依赖于矿化作用^[9]。当枯枝落叶归还土壤后,钾迅速离开枯枝落叶而被渗滤到土壤中去,故钾的迁移率明显地比其它元素大(表5)。

(三) 森林砍伐的影响

1. 干材收获与全材收获营养元素损失之比较 提供木材是森林经营的一个主要目的,由于木材生产造成生态系统中的营养元素损失是不可避免的。虽然生态系统中一定量的营养元素损失可通过降雨,矿物质分解和生物固氮等途径得到补充,但是这种补充非常有限,过量的养分损失必然会影响森林之生产力。因此,考虑如何减少木材生产造成的养分损失,是维护生态系统养分平衡,保持森林永续利用的重要任务。

传统的采伐方法,为带皮干材作业。此种作业将树枝、树叶遗弃于林地中,使大量的营养元素得以重新归还利用。但是自60年代提倡全材利用之后,对树冠部分的利用有增加的趋势(造纸或作燃料等)^[9]。虽然地上部全材作业可增加30%左右的生物量,但是营养元素损失将增加一倍左右。从营养收支的角度考虑,这是一种不合理的森林利用方式。

从维护生态系统养分平衡的角度考虑,去皮干材作业是最好的森林利用方法。树皮在生产上是很少利用的,而把树皮留在林地内,相对于带皮干材作业,营养元素损失可减少17—32%。由于钙和磷在土壤中含量较低,而在树皮中含量较高,因此,保留树皮于林地中对这两种元素的循环,将有较大的意义。

2. 森林生物量的利用对土壤质量的影响 根据董汉飞教授的观点,“只有生物量略大于或等于土壤有机质贮存量,或者当生物归还量大于或等于土壤有机质分解消耗量,土壤质量才能维持原状或趋于改善”^[6]。目前本区的马尾松林和常绿阔叶林生物量与土壤有机质的比值分别为2.23和1.58,因此这两种林的土壤质量将向好的方向发展;杉木林和毛竹林生物量与土壤有机质贮存量的比值分别为0.42和0.35,这两种林属于人工高度集约的森林群落,生长迅速但生长期短,生物量蓄积少,因而不利于土壤质量的维护和改善,应注意代换更新。

据流溪河林场1983年森林调查资料统计,本区杉木林、马尾松林、常绿阔叶林和毛竹

表4 营养元素的流动系数

Table 4 Movement coefficients of nutrient elements

林分类型 Stand types	元素 Elements	植物中 总贮量 Accumulation in plant (kg/ha)	年间存 留量 Annual retention (kg/ha·a)	枯枝落叶 层+土壤 Litter + soil (kg/ha)	生物总吸 收利用 系数 Total biological absorption coefficients (%)	生物年吸 收利用 系数 Annual biological absorption coefficients (%)	生物积 累增长 系数 Biological accumula- tion increment coefficients (%)
杉木林 C.F.F.	N	332.8	79.8	7380.0	4.51	1.08	23.98
	P	16.2	5.5	1718.4	0.94	0.30	33.95
	K	174.4	45.2	51548.4	0.34	0.088	25.92
	Ca	86.4	23.8	5478.7	1.58	0.43	27.55
	Mg	47.6	11.5	19937.6	0.24	0.058	24.16
	合计 Total	657.4	165.8	86063.1	0.76	0.19	25.22
马尾松林 M.P.F.	N	981.3	173.8	5507.0	17.82	3.16	17.71
	P	36.5	8.6	859.6	4.25	1.00	23.56
	K	499.6	108.2	54395.4	0.92	0.20	21.66
	Ca	265.3	35.6	3907.8	6.79	0.91	13.42
	Mg	187.3	25.5	13930.7	1.34	0.18	13.61
	合计 Total	1970.0	351.7	78600.5	2.51	0.45	17.85
常绿阔叶林 E.B.L.F.	N	1162.8	191.6	7397.9	15.72	2.59	16.48
	P	49.9	8.9	1436.6	3.47	0.62	17.84
	K	891.1	124.2	66194.3	1.35	0.19	13.94
	Ca	316.0	39.2	4220.2	7.49	0.93	12.40
	Mg	207.4	29.3	13251.4	1.56	0.22	14.13
	合计 Total	2627.2	393.2	92500.4	2.84	0.42	14.96
毛竹林 M.B.F.	N	336.5	80.3	10880.4	3.09	0.74	23.86
	P	15.7	3.8	1766.5	0.89	0.22	24.20
	K	385.0	195.0	48314.8	0.80	0.40	50.65
	Ca	85.6	20.6	6415.8	1.33	0.32	24.06
	Mg	47.4	11.4	17629.9	0.27	0.065	24.05
	合计 Total	870.2	311.1	85007.4	1.02	0.36	35.75

表5 营养元素的迁移
Table 5 Translocation of nutrient elements

林分类型 Stand types	元素 Elements	化学组成 Chemical composition(%)			生物吸收率** Biological absorption rate	生物分解率*** Biological decomposition rate	生物归还率**** Biological return rate
		鲜叶 Fresh leaf	死地被物* Litter	表土 Surface of soil			
杉木林 C.F.F.	N	1.73	0.82	0.16	10.8	2.1	5.1
	P	0.22	0.046	0.026	8.5	4.8	1.8
	K	1.07	0.16	0.60	1.8	6.7	0.27
	Ca	0.66	0.60	0.042	15.7	1.1	14.3
	Mg	0.26	0.14	0.24	1.1	1.8	0.58
	平均 Mean	0.79	0.35	0.21	3.8	2.2	1.7
马尾松林 M.P.F.	N	1.60	0.72	0.16	10.0	2.2	4.5
	P	0.094	0.030	0.015	6.3	3.1	2.0
	K	1.07	0.11	0.85	1.2	9.7	0.13
	Ca	0.23	0.19	0.062	3.7	1.2	3.1
	Mg	0.17	0.096	0.20	0.85	1.8	0.48
	平均 Mean	0.63	0.23	0.26	2.4	2.7	0.88
常绿阔叶林 E.B.L.F.	N	2.05	1.58	0.18	11.4	1.3	8.8
	P	0.092	0.048	0.026	3.5	1.9	1.8
	K	1.39	0.31	0.84	1.6	4.5	0.40
	Ca	0.27	0.26	0.054	5.0	1.0	4.8
	Mg	0.24	0.17	0.16	1.5	1.4	1.1
	平均 Mean	0.81	0.47	0.25	3.2	1.7	1.9
毛竹林 M.B.F.	N	2.27	0.91	0.21	10.8	2.5	4.3
	P	0.13	0.023	0.024	5.4	5.6	0.96
	K	1.54	0.50	0.43	3.6	3.1	1.2
	Ca	0.50	0.037	0.064	7.8	13.5	0.58
	Mg	0.24	0.022	0.17	1.4	10.9	0.13
	平均 Mean	0.94	0.30	0.18	5.2	3.1	1.7

* 毛竹林的死地被物主要是竹壳。 ** 生物吸收率 = $\frac{\text{鲜叶化学组成}}{\text{表土化学组成}}$

*** 生物分解率 = $\frac{\text{鲜叶的化学组成}}{\text{死地被物的化学组成}}$ **** 生物归还率 = $\frac{\text{死地被物的化学组成}}{\text{表土的化学组成}}$

表6 森林不同收获方式的营养元素损失量*

Table 6 Nutrient element loss of different harvests of forest

林分 类型 Stand types	收获方 式** Harv- est meth- ods	干物质重 Dry matter weight (t/ha)	营养元素 Nutrient elements(kg/ha)					合计 Total
			N	P	K	Ca	Mg	
杉 木 林 C.F.F.	I	34.78 (67.9)	123.4 (49.5)	1.8 (14.7)	31.3 (27.3)	19.4 (30.3)	13.9 (40.1)	189.8 (39.9)
	II	38.18 (74.4)	144.9 (58.1)	2.6 (21.3)	39.7 (34.6)	27.0 (42.0)	16.3 (47.0)	230.5 (48.5)
	III	51.29 (100)	249.4 (100)	12.2 (100)	114.7 (100)	64.2 (100)	34.7 (100)	475.2 (100)
马尾 松 林 M.P.F.	I	126.73 (68.5)	304.2 (43.5)	4.7 (19.0)	69.7 (22.2)	96.3 (49.3)	76.0 (55.8)	550.9 (40.2)
	II	142.88 (77.2)	376.1 (53.8)	6.8 (27.5)	93.4 (29.8)	122.9 (62.9)	83.3 (61.2)	682.5 (49.8)
	III	184.98 (100)	699.3 (100)	24.7 (100)	313.7 (100)	195.4 (100)	136.1 (100)	1369.2 (100)
常 绿 阔 叶 林 E.B.L.F.	I	126.12 (65.4)	315.0 (36.6)	8.6 (23.5)	144.0 (23.6)	73.8 (32.6)	50.9 (33.7)	592.3 (31.4)
	II	144.62 (75.0)	427.4 (49.6)	11.6 (31.7)	217.6 (35.7)	140.8 (62.1)	74.5 (49.3)	871.9 (46.2)
	III	192.82 (100)	861.4 (100)	36.6 (100)	609.8 (100)	226.6 (100)	151.1 (100)	1885.5 (100)
毛 竹 林 M.B.F.	II	43.40 (79.3)	94.2 (42.8)	3.0 (30.6)	147.6 (61.6)	23.4 (51.0)	14.3 (56.1)	282.5 (52.2)
	III	54.71 (100)	220.0 (100)	9.8 (100)	239.8 (100)	45.9 (100)	25.5 (100)	541.0 (100)

* 括号内的数字是各分量与地上部全材作业分量的百分比值。

** I 为去皮干材作业 trunk (no bark) utilization;

II 为带皮干材作业 complete trunk utilization;

III 为地上部全材作业 complete tree (above ground) utilization.

林的年生长量分别为 1884.6, 10531.6, 12410.3 和 11221.6 吨, 而砍伐量分别为 138.1, 2693.8, 1487.2 和 2295.0 吨, 生长量大于砍伐量, 本区各林分的生物积累量仍在增加, 即生物量与土壤有机质贮存量的比值仍在增大。就整个系统来看, 森林的砍伐量不会影响土壤质量。但就局部地区来看, 森林砍伐对土壤质量的影响是很大的。因为除了毛竹林以外, 其他森林往往采用皆伐的形式, 其结果不仅大大地改变了局部地区营养元素分配的状态

况,而且使这些地区的土壤失去保护,造成严重的水土流失。根据我们在流溪河水库林区的研究,林地和非林地有机质层的厚度相差15—17cm,有机质和全氮含量分别相差2.5—3.4倍和1.6—1.9倍。并且,数年就可达到这样破坏的严重程度;而恢复起来将要数十年以致更长的时间,因此要特别注意防止这种现象发生。

参 考 文 献

- [1] 木村允著(姜恕等译),1981: 陆地植物群落的生产量测定法。科学出版社。
- [2] 叶炳等,1963: 土壤理化分析方法。科学出版社。
- [3] 中国科学院南京土壤研究所,1978: 土壤理化分析。上海科学技术出版社。
- [4] Tsutsumi, T. (陈佐忠译),1983: 森林生态系统中营养元素的积累和循环。植物生态学译丛,第四集。科学出版社,171—179页。
- [5] 王子定,高毓斌,1979: 森林生物量之利用对森林生产力之影响。中华林学季刊,12(4): 1—24。
- [6] 董汉飞,1984: 海南岛环境质量的生态学评价。中山大学学报论丛,4: 34—44。
- [7] 连玉武,林鹏,1986: 九龙江口红树林研究 V。秋茄群落的氮的累积和循环。植物生态学与地植物学学报,10(2): 124—130。
- [8] Edwards, P. J. and Grubb, P. J., 1982: Studies of mineral cycling in a montane rain forest in New Guinea, IV. Soil characteristics and the division of mineral element between the vegetation and soil. *Journal of Ecology*, 70, 649—666.
- [9] Cole, D. W. and Rapp, M., 1981: Elemental cycling in forest ecosystems, Dynamic properties of forest ecosystems, 341—407.

THE NUTRIENT ELEMENTS IN THE FOREST ECOSYSTEM AROUND LIUXIHE RESERVOIR

Guan Dongsheng
(Zhongshan University)

Abstract

The ecosystem of forest area around Liuxihe reservoir which is near Guangzhou is made up of Chinese Fir, Masson Pine, Moso Bamboo and evergreen broad-leaf forest, all which are typical communities of forest in subtropical area. The accumulation, distribution and movement of five nutrient elements (N, P, K, Ca, Mg) are studied in the forest ecosystem. The results are summarized as follows:

1. The total accumulation of nutrient elements is soil > vegetation > litter in components of the ecosystem; and evergreen broad-leaf forest (2627.2 kg/ha) > Masson Pine forest (1970.0 kg/ha) > Moso Bamboo forest (870.2 kg/ha) > Chinese Fir forest (657.4 kg/ha) in the stands of ecosystem.

2. The accumulation of nutrient elements in Chinese Fir forest is approximately two times more than that in Mosson Pine and evergreen broad-leaf forest in the same age.

3. The annual mean accumulation of nutrient elements in Moso Bamboo forest is the biggest in the four forests, but the annual accumulation of nutrient elements in evergreen broad-leaf forest is the biggest in the four forests.

4. The total biological absorption coefficients are lower than 10% and the annual biological absorption coefficients are lower than 1% in all elements except N.

5. The movement coefficients show that the accumulation of N in fresh leaf is nearly

ten times more than that in soil, and that 70—90% of K is reduced from the fresh leaf to residues.

6. The loss of nutrient elements in the complete tree utilization (above ground) is closely two times of that in the complete trunk utilization. The element loss of 17—32% is reduced in the complete trunk utilization if trunk bark is left in the stands.

7. Clear cutting of forest will result in erosion of soil and reduce quality of soil.

THE NUTRIENT ELEMENTS IN THE FOREST RESIDUES AND THE NUTRIENT ELEMENTS IN THE SOIL

Abstract