

我国热带亚热带森林凋落物及其对土壤的影响

赵其国 王明珠 何园球

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

本文研究了我国热带、亚热带森林凋落物的数量、化学组成、分解速率及其土壤发育特点。研究表明,季雨林的凋落物量>雨林>常绿阔叶林;凋落物中灰分总量以季雨林的为最大,雨林的次之,阔叶林最少;凋落物的分解速率以最初的90天内最快,以后渐趋缓慢,凋落物在地表的分解速率比表土层快10—20%。热带亚热带森林有明显地生物富集作用,通过凋落物不断增加土壤有机质、提高土壤肥力,改善土壤结构。凋落物归还土壤的养分元素总量为0.305—1.123吨/公顷·年。由此可以判断土壤发育进程的快慢,如季雨林土壤的发育进程相对较快,雨林次之,常绿阔叶林最慢。

森林凋落物是土壤和林木间物质交换的中心环节,直接影响土壤理化性质及其现代成土进程。关于这方面的工作国内外已有不少报道^[1—6]^①,但对我国热带、亚热带森林凋落物及其与土壤间物质交换关系的动态研究较少。本文拟在前人工作基础上,运用定位研究资料,较系统地阐述我国热带雨林、季雨林和亚热带常绿阔叶林凋落物的数量、化学组成、分解速率及其与土壤间物质交换关系,从而探讨相应林型下土壤的肥力状况和现代化成土过程。现将1985—1986年两年的观测结果总结如下。

一、研究方法

试验点选在海南岛吊罗山的热带雨林、季雨林和江西梅岭的亚热带常绿阔叶林区;土壤类型分别为黄壤、黄色砖红壤和红壤;年平均气温、地面温、土温(20cm)分别为17—23℃,16—23℃和15—22℃;林冠年降水量为1100—2300mm。

在3种林型下各设5—8个1m²的凋落物收集盘,按月收集枝条、叶片、杂物等,并烘干称重。

凋落物在地面和表土层中的分解速率分别用尼龙袋法和砂滤管法^[7]测定。尼龙袋法是采用30×25cm透水透气性良好的尼龙布袋,雨林、季雨林的凋落物每袋装干物50g,常绿阔叶林的装20g,2次重复;收取时间为腐解后90、180、270和360天,测定样品的失重和含碳量。砂滤管法是采用通过40孔筛的供试底土95g与过40孔筛的供试凋落干物5g,充分混合后装入砂滤管中,并置于离地表5cm下的土层内,每处理3次重复;收取时间为腐解后90、180、270、360、540和720天,测定样品的失重和含碳量。

有机碳分析采用重铬酸钾法,鲜叶及凋落物全量分析采用湿灰化法,表土全量分析采用碳

^① 屠梦照,鼎湖山亚热带常绿阔叶林凋落物量。热带、亚热带森林生态系统研究,第二集,1984。

酸钠碱溶法，容重采用环刀法，比重采用比重瓶法，颗粒分析采用吸管法〔8〕。

二、结果和讨论

(一) 凋落物的数量、元素组成及其分解速率

1. 凋落物量

季雨林的年凋落物量每公顷为9.66吨，雨林为8.86吨，常绿阔叶林为7.72吨。凋落物中叶片、枝条、杂物占总量的比例，季雨林的分别为67.8、22.1、10.1%，雨林的为70.5、19.8、9.7%；常绿阔叶林的为79.7、13.2、7.1%。凋落物的季节性变化因林型不同各有其特点(图1)，但各种林型的凋落高峰期均出现在降雨初期(4、5月)和雨季末期(9、10月)；凋落低谷期出现的时间因林型而异，季雨林出现在8月，雨林在7、8两个月，常绿阔叶林出现在1月。这与尖峰岭的季雨林①和西双版纳的雨林②的情况不尽相同，反映出各地的气候条件及不同林型的生态学特征。

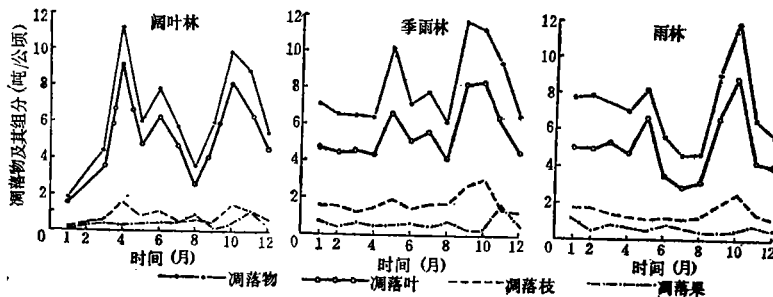


图1 凋落物及其组分的月变化(1985—1986年)

2. 凋落物的元素组成

不同林型凋落物的元素组成(表1)有如下特点：灰分总量以季雨林的>雨林>常绿阔叶林；按元素含量多少排列，其顺序，雨林的为： $\text{SiO}_2 > \text{CaO} \geq \text{MgO} \geq \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O} > \text{MnO}、\text{P}_2\text{O}_5 > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{TiO}_2$ ，季雨林的为： $\text{SiO}_2 > \text{CaO} > \text{MgO} > \text{K}_2\text{O} > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{P}_2\text{O}_5 > \text{MnO} > \text{Na}_2\text{O} > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{TiO}_2$ ，常绿阔叶林的为： $\text{SiO}_2 > \text{CaO} > \text{K}_2\text{O} > \text{MgO} > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{MnO} > \text{P}_2\text{O}_5 > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{Na}_2\text{O} > \text{TiO}_2$ ；凋落物的元素含量一般可分为3级，n级(含量>1%)： SiO_2, CaO ；o·n级(含量0.1—1%)： $\text{MgO}, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{K}_2\text{O}, \text{P}_2\text{O}_5$ ；o·on级(<0.1%)： $\text{MnO}, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{Na}_2\text{O}, \text{TiO}_2$ ；元素含量占灰分总量的比例，因纬度带不同而异，如热带雨林、季雨林的，其 $\text{SiO}_2、\text{CaO}、\text{MgO}、\text{Al}_2\text{O}_3$ 占总量91.3—91.8%， $\text{K}_2\text{O}、\text{Na}_2\text{O}$ 占5.9—6.3%， $\text{Fe}_2\text{O}_3、\text{TiO}_2、\text{MnO}、\text{P}_2\text{O}_5$ 占2.3—2.4%，而亚热带常绿阔叶林的分别占其总量的74.9%、14.8%和10.3%；此外，不同海拔高度的其比例也不同。如季雨林(海拔高度为100m)凋落物的 $\text{SiO}_2、\text{CaO}$ 含量较高，而雨林(海拔高度为600m)的则 $\text{Al}_2\text{O}_3、\text{MgO}、\text{Na}_2\text{O}$ 等元素含量较高。看来，不同植物的选择吸收性能和立地的气候条件的差异是造成凋落物中元素组成不同的主要原因。

季雨林凋落物中元素含量的季节性变化较大，常绿阔叶林的较小，雨林的居中；其中灰

① 卢俊培等，海南岛尖峰岭森林凋落物研究初报。第四次全国森林土壤学术会议论文，1986。

② 中国科学院云南热带生物地理群落定位研究站，热带土壤的定位研究成果(资料)，1963。

表 1

凋落物的元素组成

林型		SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	合计
雨 林	含量(%)	4.87	0.049	0.64	0.87	0.87	0.005	0.070	0.40	0.095	0.070	7.94
	占灰分总量(%)	61.3	0.6	8.0	11.0	11.0	0.1	0.9	5.1	1.2	0.9	
	分级	n: SiO ₂ , o.n: CaO, MgO, Al ₂ O ₃ , K ₂ O, o.on: Na ₂ O, P ₂ O ₅ , MnO, Fe ₂ O ₃ , TiO ₂										
季 雨 林	含量(%)	6.85	0.035	0.34	1.62	0.77	0.006	0.081	0.57	0.043	0.115	10.42
	占灰分总量(%)	65.7	0.3	3.3	15.5	7.3	0.1	0.8	5.5	0.4	1.1	
	分级	n: SiO ₂ , CaO, o.n: MgO, K ₂ O, Al ₂ O ₃ , P ₂ O ₅ , o.on: MnO, Fe ₂ O ₃ , Na ₂ O, TiO ₂										
常 绿 阔 叶 林	含量(%)	1.23	0.048	0.19	0.76	0.30	0.006	0.117	0.46	0.030	0.130	3.31
	占灰分总量(%)	37.2	1.5	5.8	23.0	8.9	0.2	4.7	13.9	0.9	3.9	
	分级	n: SiO ₂ , o.n: CaO, K ₂ O, MgO, Al ₂ O ₃ , MnO, P ₂ O ₅ ; o.on: Fe ₂ O ₃ , Na ₂ O, TiO ₂										

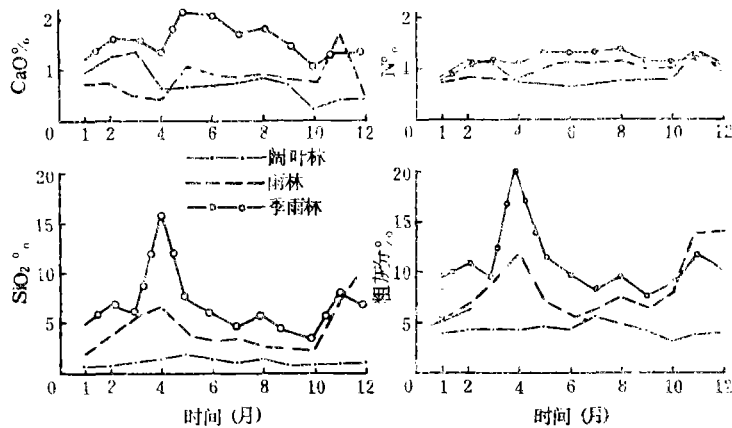


图 2 凋落物元素含量月变化(1985—1986年)

分总量和SiO₂的变化幅度大, 而N和CaO含量的变化幅度小(图2)。

3. 凋落物的分解状况

(1) 地面凋落物的分解状况: 从表 2 可以看出: 1. 凋落物的分解以最初的90天最快, 失重达13.6—20.8%, 腐解残留率为69.6—75.9%; 90—180天次之, 失重为19.6—41.8%, 腐解残留率为47.8—69.8%; 180天以后变化较小, 到360天时, 失重为28.2—48.8%, 腐解残留率为36.7—57.8%, 腐殖化系数为0.16—0.27; 2. 不同林型凋落物的分解以季雨林的 最快, 雨林的次之, 常绿阔叶林的最慢。凋落物分解 1 年时, 其失重, 季雨林的比雨林、常绿阔叶林的分别高 6 % 和 21%, 其腐解残留率, 季雨林的比雨林、常绿阔叶林 分别低 11% 和 21%。

(2) 表土层中凋落物的分解状况: 1. 凋落物在土壤中与在地面的分解趋势基本相似, 即初期分解快, 后期分解慢(表 2); 2. 凋落物在地面和土壤中的分解速率最初差异不大, 随着时间推移, 差异加大, 至 1 年时, 土壤中腐解残留率比地面的高 11—25%; 3. 不同林型土壤中有机的分解速率在最初阶段有所不同, 季雨林的分解最快, 雨林的次之, 常绿阔叶林的分解最慢, 但经过一定时间后, 分解速率有逐渐接近于一定值的趋势。如至 1 年时腐解残留率为61.8—68.5%, 腐殖化系数为0.27—0.32, 至 2 年时腐解留率为60.4—61.6%, 仅相

表 2

热带、亚热带森林凋落物的分解

地 点	砂 滤 管 法					尼 龙 袋 法				
	起止时间 (月、日)	分解 天数	失重 (%)	腐解 残留率 (%)	腐殖化系 数残留 C /g 干枯叶	起止时间 (月、日)	分解 天数	失重 (%)	腐解 残留率 (%)	腐殖化系 数残留 C /g 干枯叶
季 雨 林	2.15—5.15	90	19.0	68.0	0.27	2.15—5.15	90	20.8	69.6	0.16
	2.15—8.15	180	22.4	63.5		2.15—8.15	180	41.8	47.8	
	2.15—11.15	270	26.4	62.3		2.15—11.15	270	47.4	39.7	
	2.15—2.15	360	30.8	61.8		2.15—2.15	360	48.8	36.7	
	2.15—5.15	450	32.0	61.1		5.15—8.15	90	36.0	53.0	
	2.15—2.15	720	36.6	60.9		5.15—11.15	180	44.0	47.4	
雨 林	2—5	90	15.0	69.0	0.28	2—5	90	19.4	75.9	0.21
	2—8	180	18.9	67.2		2—8	180	35.2	67.5	
	2—11	270	23.2	65.4		2—11	270	40.6	48.5	
	2—2	360	28.8	63.3		2—2	360	43.3	48.0	
	2—5	450	31.3	62.4						
	2—2	720	34.9	61.6						
常 绿 阔 叶 林	2—5	90	10.0	85.2	0.32	2—5	90	13.6	74.2	0.27
	2—8	180	14.0	76.6		2—8	180	19.6	69.8	
	2—11	270	20.0	75.0		2—11	270	21.4	64.3	
	2—2	360	24.0	68.5		1—1	360	28.2	57.8	
	2—5	450	26.0	67.5						
	2—2	720	32.0	60.4						

注：失重% = $\frac{\text{分解一定时间后损失的物料重量}}{\text{加入有机物料重量}} \times 100\%$ ；

腐解残留率% = $\frac{\text{分解一定时间后的有机碳} - \text{空白有机碳}}{\text{加入有机碳}} \times 100\%$

差1.2%。

凋落物的分解速率与埋放季节有关。在季雨林区,于1985年旱季(2月)和雨季(5月)分别用尼龙袋法测定了凋落物在地面分解时的腐解残留率(表2)。在最初90天,腐解残留率分别为69.6%和53.0%,到180天时分别为47.8%和47.4%,1年时分别为36.7%和37.4%。表明凋落物在最初90天的分解速率,雨季比旱季快得多,随着时间推移,这种差异逐渐减小。在热带森林区的雨季,凋落物的蓄积量很少,在旱季较多。凋落物的分解虽然十分迅速,但由于凋落量大和凋落的季节差异,地面仍终年覆盖不同厚度的枯叶层。

综上所述,季雨林的凋落物虽多,但分解速率快,积累较少;雨林的凋落物虽然较少,但分解速率较慢,积累依然较多;常绿阔叶林分解速率最慢,但凋落物量最少,因而积累仍最少。

(二) 凋落物对土壤的影响

1. 雨林、季雨林、常绿阔叶林的生物吸收系数

雨林、季雨林等的生物吸收系数列于表3。根据生物吸收系数可将植物叶片中元素(氧化物)分为3组:(1)被明显富集的,即生物吸收系数>10的元素,如雨林的有CaO、MgO、MnO;季雨林的有CaO、MgO、P₂O₅;常绿阔叶林的有CaO、MnO、P₂O₅;(2)被弱富

表 3

热带、亚热带森林的生物吸收系数

林 型	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	
雨 林	凋落叶(P)	61.3	0.6	8.0	11.0	11.0	0.1	0.9	5.1	1.2	0.9
	土壤(S)	74.8	19.9	1.7	0.7	0.1	0.5	0.03	2.0	0.2	0.1
	Kx (P/S)	0.82	0.03	1.71	15.7	11.0	0.20	30.0	2.55	6.00	9.00
季 雨 林	凋落叶(d)	65.7	0.3	3.3	15.5	7.3	0.1	0.8	5.5	0.4	1.1
	土壤(S)	81.4	12.7	1.3	0.1	0.5	0.3	0.1	3.2	0.3	0.1
	Kx (P/S)	0.81	0.02	2.54	155	14.6	0.33	8.00	1.72	1.33	11.0
常 绿 阔 叶 林	凋落叶(P)	37.2	1.5	5.8	23.0	8.9	0.2	4.7	13.9	0.9	3.9
	土壤(S)	67.2	19.3	7.8	0.13	1.6	0.9	0.1	2.9	0.5	0.06
	Kx (P/S)	0.55	0.08	0.80	177	5.56	0.22	47.0	4.79	1.80	65.0

注：表中Kx为生物吸收系数；P为凋落物中元素含量占灰分元素总量的%；
S为土壤中元素含量占灼烧土中元素含量的%—

集的，即生物吸收系数为1—10间的元素，如雨林的有Al₂O₃、K₂O、Na₂O、P₂O₅；季雨林的有Al₂O₃、MnO、K₂O、Na₂O；常绿阔叶林的有MgO、Na₂O、K₂O；(3)攫取的，即生物吸收系数 ≤ 1 的元素，如雨林、季雨林的SiO₂、Fe₂O₃、TiO₂；常绿阔叶林的SiO₂、Fe₂O₃、Al₂O₃、TiO₂。按生物吸收系数大小顺序排列，雨林的为：MgO > MnO > CaO > P₂O₅ > Na₂O > Al₂O₃ > K₂O > SiO₂ > TiO₂ > Fe₂O₃；季雨林的为：CaO > MgO > P₂O₅ > MnO > Al₂O₃ > K₂O > Na₂O > SiO₂ > TiO₂ > Fe₂O₃；常绿阔叶林的为：CaO > P₂O₅ > MnO > MgO > K₂O、Na₂O > Al₂O₃ > SiO₂ > TiO₂ > Fe₂O₃。另外，从叶片中元素含量看，雨林、季雨林的SiO₂、CaO、MgO、Na₂O等含量较高，而常绿阔叶林MnO、P₂O₅含量较高(表1)。

2. 凋落物的归还速率

凋落物是植物归还土壤物质的重要途径。季雨林、雨林等的凋落物元素归还量列于表4。由表4可以看出，元素年归还总量，季雨林的(1123公斤/公顷) > 雨林的(793公斤/公顷)

表 4 热带、亚热带森林凋落物元素归还量

单位：公斤/公顷·年

林 型	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	N	合计
季雨林	661.7	3.4	32.8	156.1	74.0	0.6	7.8	55.2	4.2	11.0	115.7	1123
雨 林	431.5	4.2	56.6	77.1	77.1	0.4	6.2	35.7	8.4	6.2	90.3	793.9
常绿阔叶林	89.4	3.5	14.0	55.3	21.5	0.4	11.4	33.4	2.2	9.5	64.3	304.8

公顷) > 常绿阔叶林的(305公斤/公顷)。由于各元素被植物吸收的量及在土壤中的含量不同，因此各元素(氧化物)的归还量也不同。年归还量 > 50公斤/公顷的，季雨林的有SiO₂、CaO、N、MgO、K₂O；雨林的有SiO₂、N、CaO、MgO、Al₂O₃；常绿阔叶林的有SiO₂、N、CaO等。年归还量 > 10公斤/公顷的，季雨林的有Al₂O₃、P₂O₅；雨林的有K₂O；常绿阔叶林的有K₂O、MgO、Al₂O₃、MnO等。其它元素(氧化物)年归还量 < 10公斤/公顷。常绿阔叶林较雨林、季雨林归还较多的Fe₂O₃、MnO和P₂O₅等。按各元素的归还量大小顺序排列，季雨林的为：SiO₂ > CaO > N > MgO > K₂O > Al₂O₃ > P₂O₅ > MnO > Na₂O > Fe₂O₃ > TiO₂；雨林的为：SiO₂ > N > CaO > MgO > Al₂O₃ > K₂O > Na₂O > P₂O₅ > MnO > Fe₂O₃ > TiO₂；常绿阔叶林的为：SiO₂ > N > CaO > K₂O > MgO > Al₂O₃ > MnO > P₂O₅ > Fe₂O₃ > Na₂O > TiO₂

热带、亚热带森林对磷、氮表现出较强烈的富集作用，并以凋落物的形式归还土壤，同时由于地表径流小，分解释放出的矿质元素大部分返回土壤⁽⁹⁾。对森林土壤发育和林木生长极为有利，因而成为森林土壤区别于其它土壤的重要标志之一。

3. 土壤的理化性质

(1) 土壤的物理性质：我国热带、亚热带森林土壤每年有大量凋落物返回地表，由于分解及凋落的季节性变化，地表总是覆盖1—3cm厚枯枝落叶层，因此，森林土壤结构较好。容重较小，孔隙度较大，质地上砂下粘，土壤粘化现象一般发生在30—50cm以下土层，且粘化程度较轻(表5)。但不同林型间存在一定差异，季雨林较雨林的枯叶层薄，地面覆盖物一般只1—2cm厚，表土层较薄，一般只有10cm，土壤容重大，孔隙度偏小，质地上砂下粘，土层中粘化现象和颗粒分异现象都较明显。常绿阔叶林枯叶层最薄，土体比较紧实，颗粒组成分异不明显，在30cm左右土层出现弱粘化层。雨林的降雨量大，降雨次数多，气温比季雨林平均低3℃左右，虽然凋落物较少，但分解较慢，因而积累较多，故容重小，孔隙度大，颗粒组成分异不明显。

表5 热带、亚热带森林土壤的物理性质

林型	土壤	采样深度 (cm)	各级颗粒含量(mm, %)				质地 (国际制)	容重 (g/cm ³)	比重	孔隙度 (%)
			2—0.2	0.2—0.02	0.02—0.002	<0.002				
季雨林	黄色砖红壤	0—10	43.2	28.6	13.9	14.3	砂壤土	1.51	2.56	41.0
		10—30	39.1	30.4	11.6	18.6	砂粘壤土	1.67	2.58	35.3
		30—50	36.4	25.0	12.3	26.3	砂粘土	1.65	2.61	36.8
		50—70	29.8	17.5	11.3	41.4	壤粘土	1.59	2.59	38.6
		70—90	24.0	21.1	13.8	41.4	壤粘土	1.58	2.63	39.9
雨林	黄壤	0—10	31.4	20.8	18.3	29.5	壤粘土	1.25	2.57	51.4
		10—30	34.1	22.1	18.7	25.1	砂粘土	1.46	2.54	42.5
		30—50	35.7	18.0	14.1	32.2	壤粘土	1.48	2.56	42.2
		50—70	33.4	20.4	15.6	30.6	壤粘土	1.52	2.56	40.6
		70—90	32.5	21.3	14.5	31.7	壤粘土	1.55	2.56	39.5
常绿阔叶林	红壤	0—10	23.5	30.5	21.3	24.7	砂粘壤土			
		25—30	22.5	26.3	21.5	29.7	壤粘土			
		53—75	19.4	32.4	18.3	29.9	壤粘土			
		103—120	26.5	34.6	16.7	22.2	砂粘壤土			

(2) 土壤的养分状况：我国季雨林、雨林、常绿阔叶林下土壤pH值一般在5左右；土壤有机质含量较高，表层大于2%，其中以常绿阔叶林的最高，为3.9%；氮、钾含量较丰富；磷素缺乏，特别是缺乏速效磷，含量<5ppm；阳离子代换量季雨林的<5cmol/kg土，常绿阔叶林下的土壤较高，表层达13cmol/kg土(表6)。季雨林下土壤虽然有大量凋落物，且分解速率快，但分解释放出的元素随水下渗量大；常绿阔叶林下凋落物量少，分解速率较慢，但土壤渗漏水量约为季雨林下的一半，且渗漏速率慢，养分元素滞溜而被土壤颗粒吸附，因而养分状况较优一些。

4. 土壤的元素迁移特征

我国热带、亚热带森林土壤元素迁移的基本特点是脱盐基，Fe₂O₃、Al₂O₃相对富集(表7)。根据元素迁移系数(T)，可将迁移元素分为3组：易迁移元素(Na₂O、CaO、K₂O)，

表6 热带、亚热带森林土壤的化学性质

林型	采土深度 (cm)	pH (H ₂ O)	有机质 (%)	全磷 (P ₂ O ₅) (%)	全氮 (%)	全钾 (K ₂ O) (%)	水解氮 (mg/100g)	速效磷 (P ₂ O ₅) (ppm)	速效钾 (K ₂ O) (ppm)	阳离子交换量 (cmol/kg土)
季雨林	0—11	5.0	2.15	0.015		2.66	10.0	3.21	95.8	4.61
	11—30	4.6	1.59	0.013		2.77	8.44	2.00	67.1	4.08
	30—60	4.8	0.89	0.010		2.68	4.69	0.78	36.2	3.91
雨林	0—10	5.5	2.45	0.014		2.23	13.5	4.55	10.5	
	10—25	5.1	1.69	0.013		2.25	6.88	3.31	71.9	
	25—40	4.8	1.23	0.012		2.61	5.86	2.31	67.1	
常绿阔叶林	0—10	4.8	3.88	0.077	0.151	2.79		2.76		13.4
	10—25	4.6	1.71	0.043	0.069	2.73		1.76		11.4
	35—57	5.0	0.63	0.080	0.034	2.43		痕迹		11.4
	57—76	5.1	0.70	0.061	0.027	2.65		0.1		11.2

表7 热带、亚热带森林土壤的元素迁移量

(1985—1986年)

地点林型	项目	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅
吊罗山	土壤(%)	60.8	2.94	25.4	0.13	0.23	0.30	0.04	0.34	0.20	0.10
	母岩(%)	73.2	1.58	15.33	1.59	0.39	0.17	0.05	3.52	3.30	0.18
季雨林	T* (%)	50.0	-12.1	0	95.1	64.4	-6.34	51.8	94.2	96.4	66.5
	迁移序列	Na ₂ O > CaO > K ₂ O > P ₂ O ₅ > MgO > MnO > SiO ₂ > Al ₂ O ₃ > TiO ₂ > Fe ₂ O ₃									
吊罗山	土壤(%)	61.0	3.00	22.3	0.43	0.40	0.44	0.02	0.72	0.09	0.06
	母岩(%)	67.2	4.90	15.0	3.43	1.85	0.64	0.08	2.41	3.00	0.36
雨林	T* (%)	39.0	58.8	0	91.6	85.5	53.8	80.0	79.9	98.8	89.0
	迁移序列	Na ₂ O > CaO > P ₂ O ₅ > MgO > K ₂ O > MnO > Fe ₂ O ₃ > TiO ₂ > SiO ₂ > Al ₂ O ₃									
南昌梅岭	土壤(%)	59.9	7.58	19.9	0.09	1.52	0.85	0.08	2.70	0.39	0.08
	母岩(%)	65.7	6.55	16.3	1.03	1.70	0.69	0.10	3.40	1.86	0.04
常绿阔叶林	T* (%)	25.5	5.50	0	92.6	27.0	-0.60	38.0	35.2	82.9	-63.3
	迁移序列	CaO > Na ₂ O > MnO > K ₂ O > SiO ₂ > MgO > Fe ₂ O ₃ > Al ₂ O ₃ > TiO ₂ > P ₂ O ₅									

$$* T = \frac{t_1 - t_2}{t_1} \times 100\%, \quad t_2 = t \cdot \frac{\text{母岩Al}_2\text{O}_3}{\text{土体Al}_2\text{O}_3} \times 100\%$$

T: 氧化物从母岩风化过程中迁移的重量%; t: 土壤氧化物的重量;

t₂: Al₂O₃不变情况下, 土壤中氧化物的重量%; t₁: 母岩氧化物的重量%。

T > 80%; 可迁移元素(P₂O₅、MgO、MnO、SiO₂等); T为30—80%; 弱迁移元素(Al₂O₃、TiO₂、Fe₂O₃); T < 30%。不同林型、不同水热状况对元素迁移产生不同影响。季雨林的脱盐基、脱硅, Fe₃O₃、Al₂O₃相对富集; 雨林的大多属可迁移元素; 常绿阔叶林的大多属弱迁移元素。

综上所述, 森林凋落物是森林与土壤间进行物质与能量交换的主要环节之一, 其凋落物量的大小、元素组成、分解速率及其元素富集对土壤理化性质、土壤发育均产生极大影响。但不同林型、不同水热条件各有其特点。总的来说, 森林凋落物对现代成土进程的影响以季雨林最大, 雨林次之, 常绿阔叶林最小。这些森林土壤是在富铝化作用基础上受现代生物富集作用共同形成的一种地带性土壤, 生物与土壤间强烈的物质与能量交换使这类土壤得

到新的不断地改造和深化,赋予现代土壤形成过程的特点〔10, 11〕。

参 考 文 献

- 〔1〕 张万儒,四川西部米亚罗林区冷杉林下森林土壤动态研究。林业科学,第15卷第3期,178—193页,1979。
- 〔2〕 杨承德,卧龙自然保护区森林土壤有机质的研究。土壤学报,第23卷第1期,30—38页,1986。
- 〔3〕 卢俊培等,海南岛森林水文效应的初步探讨。热带林业科技,第3期,38—43页,1982。
- 〔4〕 谢吟秋等,广东南昆山不同群落下凋落物、腐殖质和土壤性质的调查研究。热带林业科技,第4期,29—31页,1984。
- 〔5〕 Allison, F. E.. Soil Organic Matter and Its Role in Crop Production. Amsterdam Landon. New York, 1973.
- 〔6〕 Greenland, D. J., and P. H. Ney, J. Soil. Sci. 10:284—299.
- 〔7〕 林心雄等,田间测定植物残体分解速率的砂滤管法。土壤学报第,18卷,第1期,97—101页,1981。
- 〔8〕 中国科学院南京土壤研究所,土壤理化分析。上海科学技术出版社,1978。
- 〔9〕 何国球等,我国热带、亚热带森林土壤的水热动态。土壤,第5期,225—231页,1988。
- 〔10〕 赵其国等,我国富铝化土壤发生特性的初步研究。土壤学报,第20卷,第4期,334—336页,1983。
- 〔11〕 中国科学院南京土壤研究所主编,中国土壤,495—401页,科学出版社,1978。

(上接第3页)的关系。主要研究土壤圈中重金属元素Hg、Cd、Pb、Zn、Cu、As在土壤中的空间分布、迁移、转化与生态效应;土壤圈与大气交换中,土壤痕量气体CH₄、CO₂、N₂O、O₃等的通量及其对温室效应的影响;

第四,土壤圈物质循环与土壤全球变化的关系。研究在自然与人为条件下,土壤圈内各土壤类型历史的和现代的物理的、化学的、生物的过程,以及有关性质的变化和速度,从而对土壤圈的未来变化进行预测,同时通过对土壤酸化、沙化、沼泽化、盐渍化、铁质化、贫瘠化等土壤退化现象的研究及其防治,可以对全国以及全球性的土壤退化进行评价。

根据上述的发展方向,并结合我国国情,近期内可着重突出下列研究内容:

1. 土壤圈中C、N、S、P循环研究,其中又着重土壤氮素的损失、生物固氮及内循环;
2. 重金属元素在土壤中的形态、转化及其生态效应;
3. 土壤水平衡与溶质移动;
4. 土壤胶体表面特性与物质迁移、转化的关系;
5. 土壤圈物质循环对生态环境、资源利用及土壤全球变化的影响。

总之,研究土壤圈物质循环是土壤学新的发展方向,它必将在推动土壤学的发展中起重大影响。

参 考 文 献

- 〔1〕 赵其国,土壤圈物质循环的研究现状及发展,土壤圈物质循环研究导向会论文集,1989。
- 〔2〕 龚子同,土壤圈生命元素的时空分异及其生态效应。土壤圈物质循环研究导向论文集,1989。
- 〔3〕 第14届国际土壤学会论文集(V),日本京都出版,1990。
- 〔4〕 土壤全球变化,荷兰阿姆斯特丹出版,1989。