

农林业系统沙兰杨-小麦、玉米群落 类型氮、磷、钾营养元素循环的研究

吴 刚 冯宗炜

(中国科学院生态环境研究中心, 北京, 100085)

秦宜哲

(河南省新乡县农委, 新乡, 453000)

摘 要 农林业系统沙兰杨-小麦、玉米群落类型 N、P、K 营养元素循环研究结果表明: 在整个群落中, 元素N和P发生盈亏, K基本平衡。在植物组分库和枯落物库中, 元素N、P、K均发生累积; 在土壤库中, 元素N、P和K均发生亏损。土壤表层(0—20cm)N的含量是限制农作物正常生长发育的主要环境因子。土壤库中有效N和速效P的含量是限制沙兰杨正常生长发育的主要环境因子。群落的年输入输出量大, 枯落物少, 营养元素在各组分间的循环量大等是该群落类型营养元素循环的重要特性。

关键词: 农林业系统, 氮, 磷, 钾, 循环。

小麦, 玉米

在我国广大的农区, 特别是黄淮海平原建立农林业生态系统是广大农民长期与风、沙、涝、旱等自然灾害斗争的实践中所找到的一种适合经济要求和生产要求的农业经营方式。关于农林业生态系统的结构、功能、效益方面的研究在国内外有过一些报道^[1-5]。农林业系统沙兰杨-小麦、玉米(*Populus × euramericana*-*Triticum sativum*, *Zea mays*)群落类型在黄淮海平原分布很广, 仅在豫北地区封丘县大约就有1.3万hm², 占农林业系统分布面积的90%, 占总耕地面积的23%。但是针对该群落内营养元素循环的研究还未见报道。通过该项研究不仅能了解营养元素在群落内的分配、累积、转移、归还、输入、输出全过程的特征和规律, 而且能为制定合理的技术措施, 指导生产实践, 持续稳定地提高群落生产力提供科学的依据。

1 试验地概况

该试验地位于河南省封丘县中国科学院封丘农业生态实验站西部万顷试验区内, 该区属暖温带季风气候, 年平均气温14.6℃, 年平均降雨量678.5 mm(30年平均)*, ≥0℃积温为5272.8℃, ≥10℃积温为4692.6℃, 土壤为二合土、土层深厚。间作农作物为小麦和玉米(夏作物为小麦, 秋作物为玉米), 林下杂草很少。林带测树学特征见表1。

表1 林带测树学特征

Table 1 The Characteristic of dendrometry factors

林带号 No. of row spacing	株 距 Distance of be- tween trees (m)	行距 Distance of row spacing (m)	林木密度 Density (No./hm ²)	林龄 Age (a)	平均树高 Average height (m)	平均胸径 D.B.H (cm)	枝下高 B.B.H (m)	冠幅 Size of canopy(m)
1	5	200×300	16.67	5	14.9	19.95	3.65	2.5×2.5
2	5	200×300	16.67	5	15.7	20.27	3.93	2.7×2.7

本文是中国科学院封丘农业生态实验站基金资助项目。王效科、刘国华参加了野外采样工作, 样品分析过程中曾得到北京林业大学魏 刚先生的帮助, 在此一并致谢。

本文于1992年4月29日收到, 修改稿于1992年11月4日收到。

*引自河南省封丘县气象局资料。

2 材料及方法

在1989—1991年的3年中,对豫北地区农林业系统调查、分类^[5]的基础上,通过定点观测,采样分析研究了农林业系统各群落类型的结构与功能^[6],进一步探讨了该区分布最广的沙兰杨-小麦、玉米群落类型营养元素的循环。

2.1 现存生物量的测定

沙兰杨 选一个林带网格进行每木调查,根据胸径分为5个径阶(5个径阶及株数分别为:16cm, 8株;18cm, 19株;20cm, 30株;22cm, 32株;24cm, 11株),在网格外相同立地条件的地段上,于1989年10月按每径阶各选两株标准木,伐倒后采用“分层切割法”测定地上部分各器官的鲜重^[7,8];地下部分采用全挖法,将根系全部取出,去掉泥土后称其湿重,同时采集各器官部分样品(1kg)带回室内在80℃烘箱内烘至恒重,然后取部分(0.2kg)样品置于105℃烘箱内烘至恒重,测得各样品干重。再按相对生长法求出不同径阶单株沙兰杨的干、枝、叶、根的生物量^[9]。并得出各器官生物量与胸径的回归公式如下:

$$\text{树干 } \log W_s = 2.20721 \log D - 0.75244 \quad r = 0.992$$

$$\text{树枝 } \log W_b = 3.36042 \log D - 2.62547 \quad r = 0.880$$

$$\text{树叶 } \log W_e = 2.16360 \log D - 1.89843 \quad r = 0.819$$

$$\text{树根 } \log W_r = 2.58559 \log D - 2.02364 \quad r = 0.891$$

式中: W , 林木各器官生物量; D , 树木胸径; r , 相关系数。

农作物 于1989年6月(小麦收获季节)和10月(玉米收获季节),在东西林带的北侧、南北林带的东侧(分别在林带中间)按距林带3、5、10、15、20、40m处,分别各设置1m×1m的样方2个,采用收割法实测其生物量。

2.2 年净生长量的测定

沙兰杨 1989年初,在林带内按不同的径阶首先选定标准木(每一径阶2株),于3月上旬和10月下旬分别测定标准木的胸径,根据沙兰杨各器官生物量与胸径的回归关系推算生长初和生长末的各器官生物量,以生长末的生物量减去生长初的生物量即为林木干、枝、根器官年净生长量;叶的年净生长量即为当年叶的生物量。

2.3 枯落物的测定

地上部分 在林带网格内机械设置(株间3个,带间7个,分别为距林带0.3、1.2、4、10、15、20、40m处)10个1m×1m的凋落物收集框,每个月收集1次,测其干重,推算单位面积内凋落物干重^[9]。

地下部分 按林木的株行距机械设置(同地上部分)10个0.5m×0.2m样方,于1989年10月将样方土(0—80cm)全部挖出,将枯根挑出,测得干重,推算单位面积内枯根重。

2.4 年归还量的测定 地上部分,在林带网格内(按地上部分凋落物测定的同样方式)机械设置10个凋落物收集框,每2个月收集1次(这样把被人为作为薪柴和因风吹而运出系统的凋落物可以除去),然后测其干重,推算单位面积内的凋落物实际归还量。该系统的地下部分年枯落量即为该系统地下年归还量。

2.5 降雨、穿透降雨及茎流的测定

降雨量 在纯农作物区域处随机设置2个MS-1型雨量器(雨量器的高度高于农作物),每次降雨后进行量测。

林冠穿透降雨量 在树冠郁闭处和两树冠重叠处分别各设置 2 个 MS-1 型雨量器, 每次降雨后进行量测。

茎流量 按每 1 径阶各选 1 株树, 将胶管制做的茎流收集器螺旋式围绕在树干上, 上端固定在树干上, 下端放入靠近树干基部的接收筒中, 每次降雨后进行量测。

2.6 渗透水的测定及土壤样品的采集

渗透水 分别在 3 个土壤剖面(树下、树木与农作物空间重叠处, 农作物区域处), 深度为 80cm 处, 设置排水收集器进行测定。

分别在不同的土壤剖面下, 按 0—20、20—40、40—60、60—80 cm 采集土壤样品, 并测定土壤容重, 根据养分贮存量 = 土壤容重 × 土体积 × 养分含量, 求出土壤不同层次营养元素 N、P、K 的含量^[10]。

2.7 营养元素的分析

氮用半微量凯氏法^[11], 磷用紫外分光比色法^[12], 钾用原子吸收分光光度计测定法^[13]。

3 结果与分析

3.1 植物组分库中营养元素 N、P、K 的分析

群落内植物组分的生物量是营养元素在群落中的主要贮存库, 了解其库中营养元素的贮存量及营养元素在库内各器官中的分布对研究群落内营养元素的循环有重要意义。

经测定得到植物(沙兰杨、小麦、玉米)各器官中元素 N、P、K 的含量见表 2。

表 2 植物各器官中 N、P、K 元素的含量 (mg/g)
Table 2 Contents of N, P and K in organs of the plants

元素 Elements	沙兰杨 <i>Populus × euramericana</i>					小麦 <i>Triticum sativum</i>				玉米 <i>Zea mays</i>			
	干 Trunk	枝 Branch	活叶 Living leaf	枯叶 Litter leaf	根 Root	茎 Stem	叶 Leaf	根 Root	籽实 Seed	茎 Stem	叶 Leaf	根 Root	籽实 Seed
N	0.422	3.648	9.907	5.100	4.998	4.834	5.125	5.714	18.438	4.798	7.106	7.424	16.188
P	0.397	0.911	1.004	0.290	1.931	0.884	1.123	0.934	4.145	0.934	1.933	0.917	3.743
K	0.909	2.043	4.762	1.980	5.104	8.121	5.754	7.486	6.198	13.178	13.489	12.926	3.234

从表 2 分析可见, 植物各器官中 N 和 K 的含量相对 P 来说都很高。这标志着植物正常生长就必须吸收大量的 N 和 K, 通过对该群落的土壤中 N、P、K 元素含量分析可知 K 的含量很高(1.2%), N 的含量较低($5 \times 10^{-6} \mu\text{g/g}$)。土壤中(特别是表土层)N 的含量是限制植物正常生长发育的主要环境因子。即补足土壤表层 N 的含量是稳定地提高系统生物生产力的主要措施之一。

3.1.1 群落的现存生物量及 N、P、K 在群落内的分布累积 调查分析结果见表 3。

由表 3 可见, N 在植物组分中的累积量最高, 约为 P 的 4.48 倍, K 的 1.35 倍, 这是由植物的生理特性所决定的, 但也可说明植物组分对元素 N 的需求量大, 同样可以得出, 土壤中 N 的含量是限制植物正常生长的主要因素。

3.1.2 群落中营养元素 N、P、K 的年吸收量及在植物各器官中的分布 元素的年吸收量为年存留量(即年净生长量)与年归还量之和(见表 4)

根据群落内植物组分的年吸收量与植物各器官的 N、P、K 含量, 可得群落内植物各器官 N、P、K 的年吸收量(见表 5)。

表 3 群落内植物组分的生物量及N、P、K元素在植物各器官中的累积与分布 (kg/hm²)

Table 3 Standing biomass, accumulation and distribution of N, P and K in organs of plants

元 素 Elements	林木 Wood plant					农作物(小麦、玉米) Crop					合计 Sum
	干 Trunk	枝 Branch	叶 Leaf	根 Root	小计 Total	茎 Stem	叶 Leaf	根 Root	籽实 Seed	小计 Total	
现存生物量 Standing biomass	3035.1	1720.8	261.7	551.4	5569 (16.25)	8605.3	5450	2180	12499.1	28684.4 (83.75)	34253.4 (100)
N	1.272	6.107	2.583	2.760	12.722 (4.0)	41.713	33.739	15.34	213.022	304.714 (98.0)	317.436 (100)
P	1.169	1.567	0.254	1.071	4.061 (5.73)	7.460	8.613	2.034	48.749	66.856 (94.27)	70.917 (100)
K	2.754	3.507	1.238	2.817	10.316 (4.38)	87.244	54.33	25.474	58.388	225.436 (95.62)	235.758 (100)

注: 表中括号内数字为百分数。The number contained in parentheses is percentage.

表 4 群落内植物组分的年吸收量 (kg/hm²)

Table 4 Annual uptake amount of plants in community

项 目 Item	林木 Wood plant*					农作物(小麦、玉米) Crop					合计 Sum
	干 Trunk	枝 Branch	叶 Leaf	根 Root	小计 Total	茎 Stem	叶 Leaf	根 Root	籽实 Seed	小计 Total	
年净生长量 Annual net increment	761	591	250.7	157	1759.7	8600.3	5444	2113.56	12449.1	28806.06	30365.66
年归还量 Annual return	0	3	10.3	0	13.3	5	6	66.44	0	77.44	90.74
年吸收量 Annual uptake	761	594	261	157	1773	8605.3	5450	2180	12449.1	28684.4	30457.40

* 花果微量, 未计在内。Blossom and fruit not consider.

表 5 植物各器官中N、P、K的年吸收量及其分布 (kg/hm²·a)

Table 5 Annual uptake and distribution of N, P and K in organs of plants

元素 Elements	林木 Wood plant					农作物(小麦、玉米) Crop					合计 Sum
	干 Trunk	枝 Branch	叶 Leaf	根 Root	小计 Total	茎 Stem	叶 Leaf	根 Root	籽实 Seed	小计 Total	
N	0.320	2.090	2.560	0.760	5.73 (1.85)	41.713	33.739	15.340	213.022	304.714 (98.15)	310.444 (100)
P	0.311	0.569	0.274	0.319	1.473 (2.16)	7.460	8.613	2.034	48.749	66.856 (97.84)	68.329 (100)
K	0.754	1.340	1.375	0.866	4.365 (1.9)	87.244	54.330	25.474	58.388	225.436 (98.1)	229.801 (100)

注: 表中括号内数字为百分数。The number contained in parenthese is percentage.

由表 5 可见, 该群落内植物组分中元素N、P、K的年吸收量分别为 310.444, 68.329, 229.801kg/hm²·a。其中元素N: 沙兰杨占 1.05%, 农作物占 98.15%; P: 沙兰杨占 2.16%, 农作物占 97.84%; K: 沙兰杨占 1.90%, 农作物占 98.1%。与桐粮间作及果粮间作生态系统相比, 其林木的吸收量所占的比例均有所下降^[6]。

3.2 枯落物库营养元素的分析

枯落物是研究营养元素生物循环的重要环节, 是植物组分中营养元素归还土壤的主要途径, 对维持生态系统的稳定性、持续发展性起着非常重要的作用。在该群落中, 它的成分主要包括: 沙兰杨的枯枝落叶、枯根, 农作物非利用部分。

3.2.1 营养元素在枯落物中的累积量 调查分析结果见表6。

表6 枯落物库中营养元素的累积量 (kg/hm²)
Table 6 Accumulation of nutrient elements in litter

元素 Elements	林木(枯枝、枯叶) Litter	农作物(小麦、玉米) Crop			合计 Sum
		茎 Stem	叶 Leaf	根 Root	
N	3.78	7.00	21.93	28.93	32.69
P	0.68	2.29	5.19	7.48	8.16
K	1.85	10.54	36.32	48.86	48.71

由表6可见, 枯落物库中营养元素, N、P、K的贮存量分别为32.69, 8.16, 48.71 kg/hm², 其中林木: N占11.5%, P占8.3%, K占3.8%; 农作物: N占88.5%, P占91.7%, K占96.2%。

3.2.2 营养元素 N、P、K 的年归还量 农林业系统受人为干扰因素影响大, 当地居民常常将林木凋落的枯枝(大部分), 枯叶(少部分)拾回作为薪柴, 再加之风吹等影响, 因而年实际归还量并非年枯落量(见表7)。

表7 营养元素N、P、K的年枯落量及年归还量 (kg/hm²·a)
Table 7 Annual litter fall and returns of nutrient elements

元 素 Elements	年枯落量 Annual Litter fall amount				年归还量 Annual return	年归还率* Return rate(%)
	林木(枯枝、落叶、枯根) Litter of branch, Leaf, root	农作物非利用部分 Stem, Leaf, Root	其它(草本) Other(Herb)	小计 Total		
N	2.61	20.08	1.66	24.35	15.6	5.02
P	0.26	2.9	0.63	3.79	2.10	3.1
K	1.28	32.43	0.25	33.96	24.21	10.5

$$* \text{Annual return rate} = \frac{\text{Annual return}}{\text{Annual uptake}} \times 100\%$$

由表7可见, 该群落营养元素N、P、K的年枯落量分别为: 24.35, 3.79, 33.96 kg/hm²·a, 其中林木枯落物 N 占 10.7%, P 占 6.9%, K 占 3.8%, 农作物枯落物 N 占 82.5%, P 占 76.5%, K 占 95.5%。群落中植物组分的年归还率N为5.02%、P为3.1%、K为10.5%。

3.3 土壤库中营养元素的分析

土壤库是群落营养元素的主要贮存库, 也是植物组分正常生长发育所需营养元素的主要来源。通过计算得出土壤库中营养元素N、P、K的贮存量, 结果见表8。

由表8可见, 营养元素N、P、K的有效量在土壤表层(0—20cm)分布最多, 约占总量(0—80cm)N为40%, P为31.3%, K为27%。

土壤库中营养元素 N、P、K 的律 水平分布规律 见图1, 垂直分布规律见图2。

表 8 土壤库中营养元素贮存量 (g/m^2)
Table 8 Accumulation of nutrient elements in soil-stock

土层深度 Soil degree of depth (cm)	N		P		K	
	全量 Total amount	有效量 Available amount	全量 Total amount	有效量 Available amount	全量 Total amount	有效量 Available amount
0—20	106	14.5	114.61	8.28	192.00	16.88
20—80	179.56	22.31	292.77	18.28	287.49	46.01
0—80	285.56	36.81	347.38	26.54	489.48	62.87

注：表中数字为 5 个土壤剖面(分别距林带 0.3、1.5、5、10、20m 处)的平均值。The number in table is average value of five profiles of soil.

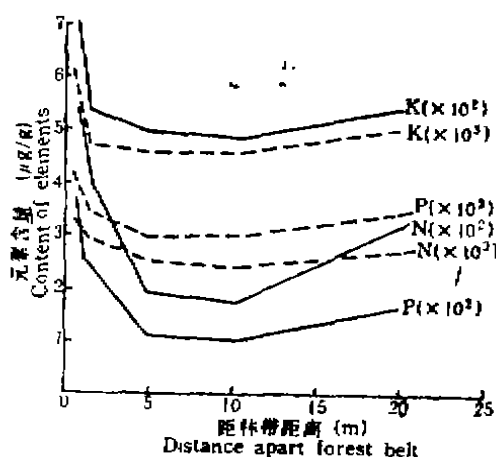


图 1 营养元素水平分布规律

Fig.1 Horizontal distribution of nutrient elements in the soil

注：实线为营养元素的有效量，虚线为全量。

The line is available amount of element, the dash line is total amount of element.

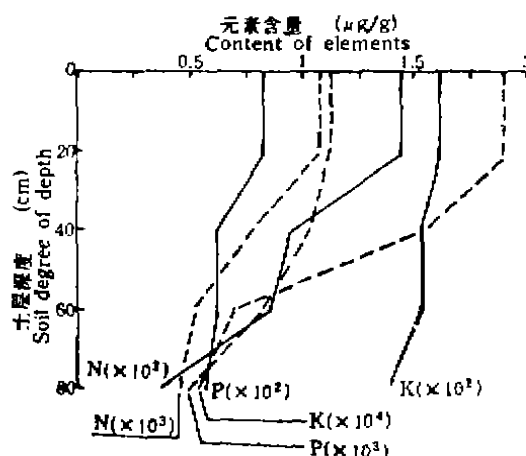


图 2 营养元素垂直分布规律

Fig.2 Vertical distribution of nutrient elements in the soil

3.4 群落内各组分库间营养元素流动的分析

在群落营养元素 N、P、K 的循环过程中，可以从元素的吸收量、现存量、归还量及土壤库中营养元素的含量之间的相互关系来求出群落的吸收系数、利用系数和循环系数^[13,14]，

分析结果见表 9。

表 9 群落内营养元素的吸收系数、利用系数和循环系数(1989)

Table 9 Absorption, utilization and cycling coefficient of nutrient element

元素 Elements	吸收系数 Absorption coefficient	利用系数 Utilization coefficient	循环系数 Cycling coefficient
N	0.11	0.98	0.078
P	0.02	0.76	0.055
K	0.0047	0.98	0.15

3.5 系统内营养元素在各组分的分布

系统内营养元素 N、P、K 在各个组分的贮存量不同，其分布状况见图 3。

3.6 群落内营养元素的年收支状况

农林业系统每年都要以农作物籽实、秸秆、林木薪柴(或木材)、淋失的形式输出大量的养分，而其群落本身归还土壤的养分又是极其有限的(见表 10)，要想稳定

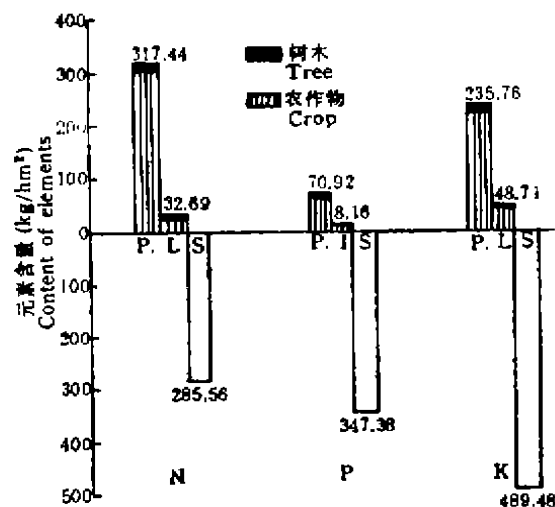


图3 N、P、K在群落内各组分库的分布

Fig.3 The distribution of N,P and K in parts of community

注: P: 植物组分库 plant-stock, L: 枯落物库 Litter-stock, S: 土壤库 Soil-stock

持续地提高群落的生产力,就必须人为补足群落正常生长发育所需的营养物质(主要以施肥的形式输入)。

表 10 群落内营养元素的年收支状况(kg/hm²·a)
Table 10 Annual input-output of nutrient elements in community

项 目 Item		N	P	K
Input	降水 Precipitation	3.0	0.6	3.65
	种子 Seed	5.1	0.8	1.9
	灌水 Irrigation	11.7	2.6	13.4
	小计 Total	19.8	3.9	18.85
Output	农作物 Crop	284.58	83.93	190.82
	淋失 Stream water	2.14	1.04	2.50
	小计 Total	286.72	84.97	193.32
系统损失量 System lose		266.92	61.07	174.47

由10表可见,该系统在1989年营养元素 N、P、K 的损失量分别为: 266.92, 61.07, 174.47kg/hm²·a, 这样大的养分损失量会导致植物组分的生物生产力明显降低,因此在经营管理上,一方面要保护凋落物和农作物秸秆的归还,另一方面应合理进行施肥保证土壤肥力的稳定性。根据系统养分的收支状况分析,可确定系统的年施肥量,即:N为266.92kg/hm²·a, P 为 61.07 kg/hm²·a, K 为 174.4 kg/hm²·a。

3.7 群落内营养元素N、P、K的循环

经以上分析,绘出了沙兰杨-小麦、玉米群落类型营养元素 N、P、K 的循环流程图(图4)。由图4可见,群落元素 N和P发生亏损, K基本平衡。在植物组分库和枯落物库中元素 N、P、K均发生累积;在土壤库中有效 N、速效P和速效K均发生亏损。

4 结论

4.1 农林业系统沙兰杨-小麦、玉米群落类型凋落物少,每年以收获的形式带走大量的营养元素N、P、K。因此,人为不断地补足土壤库中元素N、P、K及保护系统的自身归还还是持续稳定地提高该系统生物生产力的保证。

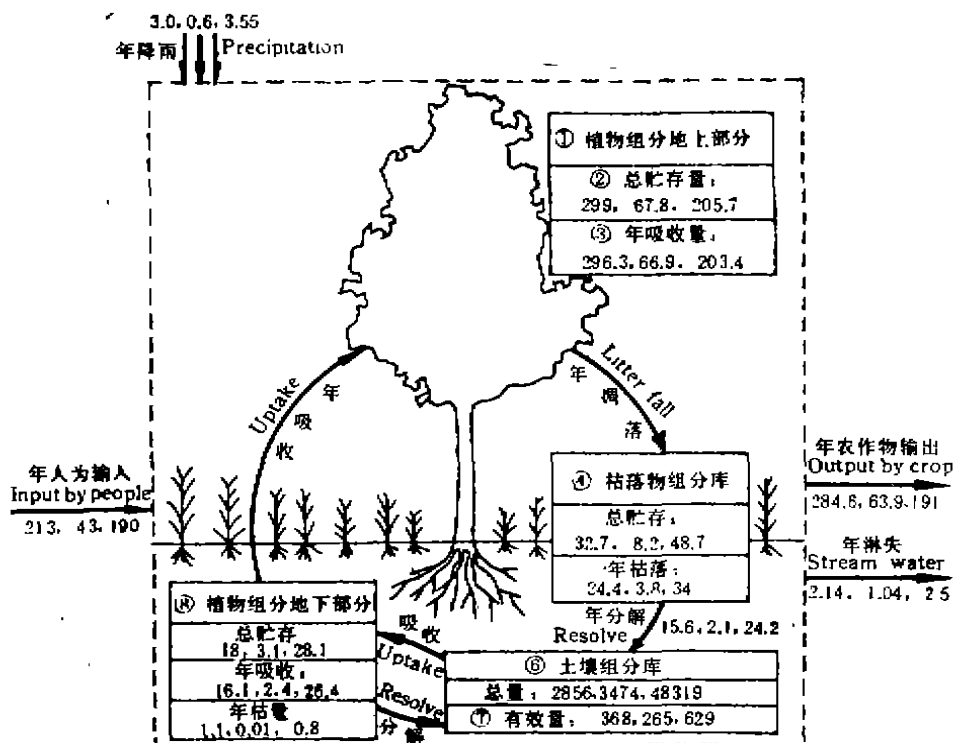


图4 群落内营养元素的循环流程图(kg/hm²)

Fig.4 The cycling of nutrient elements in community

注: 图中数字为N, P, K. The number in figure are N, P and K respectively;

①Above ground of plants ②Storing amount ③Annual uptake ④Litter-Stock
⑤Annual litter ⑥Soil-stock ⑦Available amount ⑧Below ground of plants,

4.2 从群落内各组分库来看, 在植物组分库和枯落物库中元素 N、P、K 均发生累积, 在土壤库中元素有效N、速效P和速效K均发生亏损。在整个群落类型中元素N和P发亏损, K基本平衡。

4.3 土壤表层(0—20cm)N的含量是限制农作物正常发育的主要环境因子。土壤库中有效N和速效P的含量是限制沙兰杨正常生长发育的主要环境因子。

4.4 群落年施肥量的基准是N为266.92、P为61.07、K为174.47kg/hm²·a。

4.5 群落中营养元素 N、P、K 的吸收系数分别为: 0.11, 0.02 和 0.0047, 利用系数分别为: 0.98, 0.76和0.98, 循环系数分别为: 0.078, 0.055和0.15。归还率分别为: 5.02%, 3.1%和10.5%。

参 考 文 献

- [1] Howard A, Steppeler and Ranachandran Nair P K, Agroforestry a Decade of Development ICRAF Nairobi, 1987, 122—346
- [2] Nair P K R. Agroforestry Systems in the tropic, kluwer Academic publishers, The Netherlands, 1989, 55—108
- [3] 蒋有绪, 生态工程原理在农业上的应用, 林农复合生态系统学术讨论会论文集, 东北林业大学出版社, 1988, 49—53.

- [4] 竺肇华. 农用林业的研究概况. 林农复合生态系统学术讨论会论文集. 东北林业大学出版社, 1988, 110—114
- [5] 樊 巍, 宋兆民等. 农田防护林人工生态系统物质循环与能量流动研究. 林业科学, 1991, 27(4):393—400
- [6] 冯宗炜等. 农林业系统结构和功能——黄淮海平原豫北地区研究. 中国科学技术出版社, 1992
- [7] 冯宗炜等. 湖南会同地区马尾松林生物量的测定. 林业科学, 1982, 18(2):127—134
- [8] 冯宗炜等. 杉木人工林生物产量的研究. 桃源综合考察报告集. 湖南科学出版社, 1980, 322—333
- [9] 冯宗炜等. 湖南会同县两个森林群落的生物生产力. 植物生态学与地植物学丛刊, 1982, 6(2):257—268
- [10] 张福珠等. 怀柔山地油松林氮、磷、钾生物地球化学循环的研究. 环境科学学报, 1991, 11(2):131—141
- [11] 叶 炳等. 土壤理化分析方法. 北京: 科学出版社, 1983, 19—126
- [12] 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, 21—110
- [13] 陈灵芝. 英国Hampsfell的蕨类草地生态系统的营养元素循环. 植物学报, 1983, 25(1):67—74
- [14] 林 鹏等. 九龙江口红树林研究Ⅱ. 秋茄群落的钾、钠累积和循环. 生态学报, 1987, 7(2):102—110

CYCLES OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND KALIUM AS THE NUTRIENT ELEMENTS IN AN AGRO- FORESTRY ECOSYSTEM OF THE *POPULUS*- *EURAMERICANA*-*TRITICUM SATIVUM* -*ZEAMAYS* COMMUNITY-TYPE

Wu Gang Feng Zong-Wei

(Research Center for Eco-Environmental Sciences, Academia Sinica, Beijing, 100085)

Qin Yi-Zhe

(Agricultural Committee of Xinxiang County, Henan Prince, 453000)

A study on the cycles of nitrogen, phosphorus and kalium as the nutrient elements was carried out in an agro-forestry ecosystem of the *Populus/Euramericana-Triticum sativum-Zeamays* community-type. It was found that in these cycles, in terms of the whole community, N and P have a deficit and K is kept basically balanced. Each of N, P and K is accumulated in both the plant stock and the litter stock, while having a deficit in the soil stock. N, P and K have the accumulations of 317.436, 70.917 and 235.758 kg/hm², respectively in the plant stock, the annual uptakes of 310.444, 68.329 and 229.801 kg/hm²·a, respectively, and the annual amounts of 24.35 3.79 and 33.96 kg/hm²·a, respectively, in litter. N, P and K which are stored in the depth of 0 to 80 cm of soil have the amounts of 285.56, 347.38 and 489.48 g/m², respectively, of which 36.81, 26.54 and 62.87 g/m², respectively, are available to the plants. Thus, N, P and K have the annual return rates of 5.02, 3.1 and 10.5%, respectively, the absorption coefficients of 0.11, 0.02 and 0.0047, respectively, the utilization coefficients of 0.98, 0.76 and 0.98, respectively, and the cycle coefficients of 0.078, 0.055 and 0.15, respectively.

Key words: nitrogen, phosphorus, kalium, cycle of nutrient elements, agro-forestry ecosystem.