

# 三瓶演習林内の落葉広葉樹林における物質循環に関する研究(V)

## 林内の降水量および養分量

片桐成夫<sup>※</sup>・石井弘<sup>※</sup>・三宅登<sup>※</sup>・星野芳寿<sup>※※</sup>・目崎修康<sup>※※※</sup>

Shigeo KATAGIRI, Hiroshi, ISHII, Noboru MIYAKE, Yoshihisa HOSHINO  
and Nobuyasu MESAKI  
Studies on Mineral Cycling in a Deciduous Broad-leaved  
Forest at Sanbe Forest of Shimane University. (V)  
Rain Fall and Its Nutrients in a Forest.

### はじめに

森林生態系内での物質循環を考える上で降水による養分の供給はリターフォールとともに重要な問題である。これまでに森林における降水量およびその養分量に関しては数多く研究されており<sup>1)2)3)4)5)6)7)</sup>、林内雨と樹幹流とが重要視されている。そこで前報までに報告した永久試験地およびそれに隣接する集水域試験地における林内雨および樹幹流について検討した。また、試験地から流出する渓流水についても養分分析を行ったので、その結果についてもあわせて検討を行った。

### 調査地および調査方法

調査地は第I報で述べた三瓶演習林内の落葉広葉樹林に設けた永久試験地P-1~P-5とこれに隣接する集水域試験地である。集水域試験地は周囲を尾根に取り囲まれた凹地形をなし、最下部から流出水がみられる。この試験地の面積は0.1684haで、平均胸高直径10.9cm、平均樹高11.1m、立木本数1798本/haのコナラ、ハクウンボク、ヤマザクラ、アカシデ、イヌシデ、エゴノキを主体とする落葉広葉樹林である。

林内雨量の測定は長さ1m、巾14cmのエスロン製角雨樋を永久試験地の各プロットに3個ずつ、集水域試験地には10個を設置して行なった。

林外雨量は同演習林内の無立木地に林内雨の測定と同様の角雨樋を3個設置して測定した。

また、樹幹流量の測定は集水域試験地内のコナラ、ハクウンボク、イヌシデ、エゴノキ、クマノミズキの5個体を選んで、ビニールホースを半分に分けたものを各個体の胸高位置にラセン状に巻き付けて流下する水を集めるようにして行なった。

測定期間は1976年4月14日から12月11日までで、2週間ごとに測定することを原則としたが、豪雨の場合は適宜測定を行なった。

林外雨および永久試験地の林内雨は測定のたびに採水し養分分析を行なった。また、集水域試験地から流出する渓流水についても同時に採水し養分分析を行なった。

養分分析はP・K・Na・Ca・Mg・NO<sub>3</sub>-N・NH<sub>4</sub>-Nについて、それぞれ次の方法によって行なった。

P：モリブデン青比色法，K・Na：炎光光度法，Ca・Mg：原子吸光法，NO<sub>3</sub>-N：フェノール硫酸法，NH<sub>4</sub>-N：ネスラー比色法。

### 結果および考察

#### 1. 林外雨量および林内雨量

三瓶演習林は大田市、佐田町、頓原町、邑智町の4地点の中間に位置し、その年間降水量は1900~2300mmと推定される。しかし、これまでに測定されたことはなく、今回の測定が最初である。そこで林外雨量および永久試験地、集水域試験地の林内雨量を表-1に示した。

一般に林内雨量は樹冠による遮断のために林外雨量に比べて少ないと言われているように<sup>2)8)</sup>、本研究の結果でも林内雨は林外雨に比して少なかった。測定期間中(8ヶ月間)の降水量は林外雨の1842.3mmに対して林内雨は

※ 育林学研究室  
※※ 東京水産大学  
※※※ 大和森林株式会社

1214.6~1523.7mmと少なく、林内雨量は林外雨量の66~83%であった。プロットの違いにより林内雨量には約300mmの差が生じたが、これはプロットの樹冠の閉鎖度や樹種がかなり異なることによると考えられる。また、片桐らは斜面の位置によって林外雨量が異なり、斜面上部ほど降水量が少ないことを指摘している。

林内雨量と林外雨量との間には1次の直線関係が成立することが知られている<sup>9)</sup>。ここでも林内雨量と林外雨量の関係は図-1、図-2に示したように各プロットとも相関係数0.97以上の高い相関関係を示した。各プロットにおける関係は次式であらわされる。

$$\begin{aligned}
 P-1: & y=0.719x-0.689 & \gamma=0.993 \\
 P-2: & y=0.844x-1.658 & \gamma=0.993 \\
 P-3: & y=0.674x-1.445 & \gamma=0.970 \\
 P-4: & y=0.731x-3.558 & \gamma=0.971 \\
 P-5: & y=0.759x-7.223 & \gamma=0.989 \\
 \text{集水域:} & y=0.766x-1.191 & \gamma=0.995
 \end{aligned}$$

x: 林外雨量 (mm)    y: 林内雨量 (mm)

この式において y=0 のときの x の値は 林内雨が生じるための平均的な最小の林外雨量を示す。各プロットで林内雨が生じる時の林外雨量を求めると、P-1・0.96mm, P-2・1.96mm, P-3・2.14mm, P-4・4.87mm, P-5・9.52mm, 集水域1.55mmとなり、斜

面下部から上部にかけて多くなっている。これは斜面上部ほど林内雨が生じるのが遅くなることを示し、樹冠による遮断が大きいといえる。これらは樹冠の構造や樹種の違いなどが影響していると考えられる。

## 2. 樹幹流量

林床に到達する降水には前述した林内雨のほか枝葉から幹を伝ってくる樹幹流がある。樹幹流についてはこれまでの測定例が林内雨に比べて少ない<sup>2)4)9)</sup>。ここでは全プロットで樹幹流を測定することは労力的に困難なために5本の標準木を選んで測定した。その結果を示したものが表-2である。樹幹流量の単位は各個体の集水面積が不明なために l で表わした。測定の初期の欠測値は受水器の容量が小さく over flow したものである。

樹幹流はクマノミズキ・イヌシデ・エゴノキ・ハクウンボクの樹皮の平滑なもので多く、コナラのように樹皮に割れ目が入り平滑でないものでは少なかった。そこでクマノミズキ・コナラ・エゴノキの3樹種について林外雨量と樹幹流量との関係を図-3に示した。これを見ると各樹種ともにバラツキはあるが、次に示した関係式でほぼ近似できる。

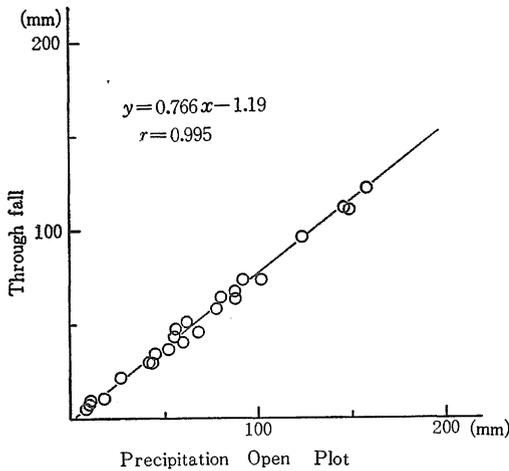
$$\begin{aligned}
 \text{クマノミズキ:} & y=1.168x-6.753 & \gamma=0.838 \\
 \text{イヌシデ} & : y=1.004x-7.180 & \gamma=0.777 \\
 \text{エゴノキ} & : y=0.566x-5.272 & \gamma=0.970
 \end{aligned}$$

表-1 林外雨量および林内雨量

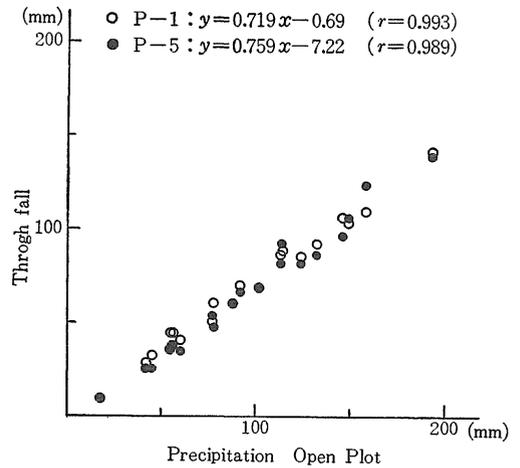
Period	Open	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	Watershed*
4/14-4/27	78.0	59.5	65.2	50.3	42.0	47.3	58.4
-5/1	145.5	105.7	117.5	89.3	89.3	95.8	111.0
-5/15	41.7	27.7	29.8	25.0	19.6	25.3	28.7
-5/27	148.5	103.3	128.0	94.6	90.5	104.5	110.2
-6/10	60.4	39.9	50.0	35.7	37.2	34.2	40.3
-6/25	102.4	67.6	86.9	61.0	69.6	67.9	72.9
-7/13	92.0	68.8	78.9	64.9	66.7	66.4	72.6
-7/28	17.9	9.3	11.9	8.5	9.6	8.8	9.8
-8/9	87.8	60.4	75.9	55.6	66.7	59.5	63.0
-8/26	158.3	108.9	133.0	89.3	127.1	122.9	122.1
-8/31	124.1	84.8	104.2	83.3	95.2	81.2	96.4
-9/6	26.8	-	-	-	-	-	21.4
-9/9	87.5	-	-	-	-	-	66.7
8/31-9/9	114.3	88.1	108.9	83.0	87.8	91.7	88.1
-9/10	51.5	-	-	-	-	-	36.4
-9/13	80.1	-	-	-	-	-	63.9
9/9-9/13	131.6	91.7	107.1	77.7	82.4	86.3	100.3
-9/24	67.6	-	-	-	-	-	44.9
-10/1	9.5	-	-	-	-	-	6.9
9/13-10/1	77.1	49.7	59.8	49.1	54.4	52.7	51.8
-10/9	62.0	-	-	-	-	-	50.8
-10/12	7.6	-	-	-	-	-	5.1
-10/21	43.5	-	-	-	-	-	29.4
10/1-10/21	113.1	86.3	91.4	84.8	87.8	81.2	85.3
-10/29	44.9	32.1	34.8	33.6	31.5	25.0	33.6
-11/12	55.4	44.1	41.7	40.8	39.3	35.4	43.1
-11/27	(182.3)	-	-	-	-	-	140.8
-11/29	10.7	-	-	-	-	-	9.4
11/12-11/29	(193.0)	141.1	152.9	147.3	139.6	139.3	150.2
-12/11	56.3	43.7	45.8	40.8	43.7	37.2	47.1

( ) は推定値

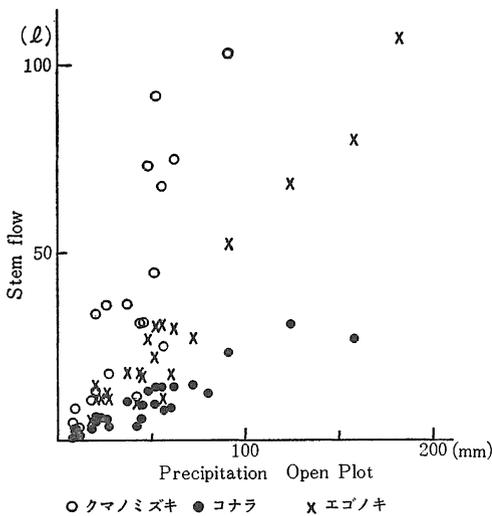
\* は雨量計10個の平均値



図一 集水域試験地における林内雨量と林外雨量の関係



図二 永久試験地における林内雨量と林外雨量との関係



図三 樹幹流量と林外雨量との関係

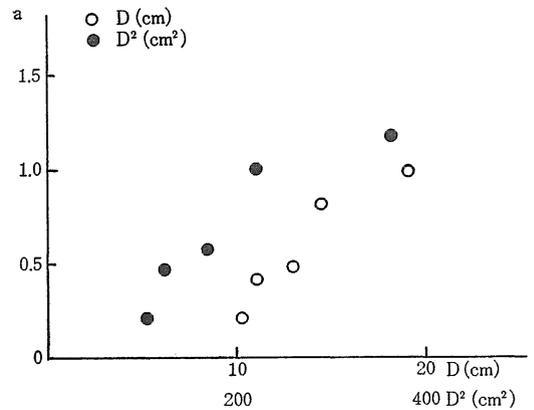
ハクウンボク： $y=0.461x-2.799$   $r=0.970$

コナラ： $y=0.201x+0.065$   $r=0.921$

x：林外雨量 (mm) y：樹幹流量 (L)

上式から樹幹流が始まる時の林外雨量を求めると5.8～9.3mmとなり、林内雨に比べて大きく、樹幹流が始まるのは林内雨より遅れるといえよう。

樹幹流量の多少は枝葉の広がり的大小によって決まると考えられるが、本研究では樹冠投影面積との間には明らかな傾向はみられなかった。しかし、上式でも明らかなように胸高直径の大きい個体ほど直線式の傾きが大きく、樹幹流が多くなる傾向を示している。そこで胸高



図四 樹幹流測定木の胸高直径と回帰式の傾きとの関係

直径と直線の傾きとの関係を図一四に示した。測定個体が5本と少ないので明らかなことは言えないが、おおむね胸高直径が大きくなるほど直線の傾きが大きくなり、樹幹流として流下する量が多くなる。しかも、胸高直径がある程度以上になると直線の傾きは一定となる傾向を示している。また、樹幹流の樹種による違いは測定木が各樹種につき1個体であるため明らかではない。

### 3. 林内雨、林外雨および渓流水の養分濃度

降水中の養分濃度は季節、降水量などによって異なることが知られている。本研究では林外雨と永久試験地5プロットの林内雨および渓流水の養分濃度について調べた。

採水ごとの各養分の濃度を表一三に示し、その中から

Ca・K・Nについて斜面下部 (P-1), 斜面上部 (P-5), 林外雨の3つを図-5に示した。Kでは林外雨の濃度は季節に関係なくほぼ一定していたが、林内雨の濃度は斜面上部・下部プロットともに7月28日と落葉期の10月29日に高くなった。Caでも林外雨の濃度はKに比べて変動が大きいが、季節による濃度の違いは明らかではなかった。林内雨の濃度はKと同様に7月28日と落葉期に高くなった。この傾向はMg・Naでもみられるが、Naについては12月11日の濃度が林内雨・林外雨ともに非常に高くなった。

Kで顕著にあらわれているように落葉期には樹体から養分が溶脱されやすく、林内雨の濃度が高くなると考えられる。また、7月28日のように落葉期以外に養分濃度が高くなるのは降水量が少ないためであり、岩坪らは降水量が少ない時には養分濃度が高く、降水量が多い時には養分濃度が低くなることを報告している。また、Naの濃度が林内雨・林外雨ともに非常に高くなったが、この期間中の降水がほとんど雪によるものであり、雪は雨に比べて多くの塩水を含むことが考えられる。

NおよびPについては落葉期に養分濃度が高くなる傾向はみられず、むしろ春から夏にかけての生育初期に高い傾向がみられる。しかし、これらはバラツキがかなり大きく明らかな季節変化とは言えない。

以上に述べた傾向は図示したP-1, P-5の2プロットだけについてではなく、他のP-2, P-3, P-4のプロットについても同様の傾向がみられる。また、プロット間の養分濃度の違いについては明らかな傾向はみられなかった。このように林外雨の養分濃度は季節によって大きくは異ならずほぼ一定しているが、林内雨の養分濃度は落葉期に樹体から溶脱される養分を含んで、K・Ca・Mgなどで明らかな濃度の上昇を示した。

渓流水の養分濃度については図-6にCa・K・Nの季節変化を示した。Kは季節に関係なく0.5ppm前後でほぼ一定しており、Caもバラツキがかなり大きい5~7ppmの間で変化している。Nについては流出量の少なくなる7月前後にやや高い濃度を示したが、0.1ppm前後ではほぼ安定していた。また、Na・Mg・Pについてもややバラツキはあるが、測定期間を通してNa:5

表-2 樹幹流量と林外雨量

Period	Stem flow (ℓ)					Open (mm)
	クマノミズキ	ハクウンボク	エゴノキ	コナラ	イヌシデ	
5/27-6/10	—	14.3	17.5	8.5	5.8	60.4
-6/12	—	7.8	10.8	5.8	5.6	22.5
-6/25	—	—	—	12.3	—	79.9
-7/10	—	—	27.0	14.4	—	71.7
-7/13	13.4	8.5	10.8	4.9	19.4	20.2
-7/28	10.5	4.8	5.3	2.8	7.5	17.9
-8/4	44.6	18.9	22.0	9.4	—	50.6
-8/9	36.3	—	17.8	10.1	—	37.2
-8/26	—	68.0	79.9	26.5	—	158.3
-8/31	—	59.5	68.1	30.5	—	124.1
-9/6	17.4	11.5	11.1	3.5	21.3	26.8
-9/9	102.9	47.7	52.2	23.3	110.5	91.1
-9/10	73.2	24.1	26.8	13.2	65.0	47.9
-9/11	33.6	11.8	13.8	6.0	28.9	19.7
-9/12	8.4	4.1	3.6	1.8	6.9	8.6
-9/13	91.4	23.3	29.9	14.0	59.4	51.8
-9/14	35.8	11.1	12.4	5.5	26.4	25.9
-9/24	11.6	12.8	9.6	3.5	15.1	41.7
-10/1	0.8	1.4	0.6	0.7	1.0	9.5
-10/9	74.8	29.0	29.4	14.0	63.4	62.0
-10/12	4.6	2.1	1.8	0.3	3.5	7.6
-10/21	31.0	14.3	17.3	5.5	28.0	43.5
-10/29	31.0	16.8	16.8	9.1	30.6	44.9
-11/12	67.6	23.3	30.5	14.1	68.1	55.4
-11/27	—	82.3	106.9	—	—	(182.3)
-11/29	3.2	1.8	2.4	1.2	2.9	10.7
-12/11	24.8	6.0	10.7	7.8	14.5	56.3
DBH(cm)	19.1	11.1	13.0	10.3	14.5	

~7ppm, Mg: 2ppm 前後, P: 0.03~0.05ppm の間でほぼ安定しているといえよう。

芦生において測定した渓流水の養分濃度もCa 0.74~1.32ppm, Mg 0.68~1.06ppm, K 0.18~0.58ppm, P 0.01~0.04ppm, N 0.30~1.91ppm とNを除いて比較的安定していた。これを平均値と比較すると以下のよう三瓶の方が芦生に比べてNを除いたすべての元素で濃度が高った。

	Ca	Mg	K	P	N (ppm)
三瓶	6.01	1.86	0.53	0.05	0.11
芦生	1.00	0.92	0.36	0.02	0.79

渓流水の養分濃度は流出量の少ない時に変動の巾が大きいたことが報告されており、ここでもNのように7月前後の流出量の少ない時に養分濃度が高くなった。本研究では流出量の測定を行っていないが、渓流水の養分濃度のバラツキは流出量に左右されているものと考えられる。また、林内雨とは異なり土壤中を通過して徐々に流出するために、その濃度は落葉期などの影響を受けずに比較的安定している。

#### 4. 林地への降水による養分供給量

林地への養分供給量はリターフォールによるものと降水によるものがあり、降水による養分供給量はKでリターフォールによるものよりも大きいといわれている。

ここでも降水量と養分濃度とから林内雨および林外雨

表-3 林内雨・林外雨および渓流水の養分濃度

Calcium (ppm)							
Date	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	Stream	Open
4/27	2.458	2.114	2.510	2.510	3.243	7.061	3.190
5/1	1.308	1.308	1.412	1.831	1.464	5.753	1.203
5/15	2.040	1.935	1.935	2.824	3.661	8.368	1.464
5/27	1.211	0.748	0.980	0.773	1.031	6.830	0.799
6/10	2.088	0.799	1.289	1.005	1.031	5.799	0.644
6/25	1.623	0.866	1.298	0.703	0.595	6.357	0.595
7/13	2.092	1.017	1.123	0.887	1.123	5.000	0.296
7/28	3.940	1.760	2.220	1.380	1.100	5.800	0.980
8/9	2.338	0.722	1.455	0.711	0.791	5.398	0.344
8/26	1.857	0.791	1.444	0.550	0.630	5.306	0.401
8/31	1.180	0.573	0.802	0.676	0.688	5.879	0.287
9/9	2.086	0.470	0.745	0.458	0.447	5.134	0.447
9/13	1.261	0.355	0.733	0.332	0.332	5.157	0.447
10/1	3.197	0.928	1.799	0.871	0.905	6.039	0.722
10/21	5.739	1.418	2.215	0.993	1.178	6.590	0.678
10/29	8.728	1.778	4.233	1.549	2.095	3.819	0.753
11/12	5.051	2.706	5.182	2.411	2.880	7.146	1.298
11/29	2.007	0.915	1.220	0.923	1.279	6.437	0.669
12/11	2.465	1.838	2.693	1.948	2.329	6.268	1.372

Magnesium (ppm)							
Date	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	Stream	Open
4/27	0.468	0.392	0.621	0.420	0.563	1.862	0.210
5/1	0.315	0.201	0.392	0.267	0.277	1.433	0.172
5/15	0.641	0.599	0.741	0.874	1.041	2.173	0.491
5/27	0.347	0.253	0.421	0.358	0.432	2.263	0.232
6/10	0.884	0.474	1.084	0.621	0.579	2.052	0.347
6/25	0.677	0.240	0.765	0.306	0.350	2.349	0.131
7/13	0.915	0.759	0.841	0.417	0.532	1.983	0.149
7/28	1.583	0.793	1.611	0.633	0.566	1.863	0.218
8/9	0.676	0.606	0.637	0.361	0.312	1.456	0.198
8/26	0.707	0.835	0.632	0.250	0.273	1.658	0.151
8/31	0.393	0.213	0.330	0.216	0.256	1.885	0.166
9/9	0.512	0.174	0.268	0.177	0.180	1.599	0.125
9/13	0.278	0.130	0.250	0.104	0.127	1.671	0.125
10/1	0.892	0.369	0.738	0.385	0.408	1.820	0.239
10/21	1.865	0.772	1.318	0.778	0.608	2.017	0.304
10/29	2.795	1.160	3.007	1.057	1.258	0.960	0.413
11/12	2.035	2.351	3.888	2.114	2.321	2.066	0.662
11/29	2.425	4.575	4.208	5.425	1.690	2.230	0.956
12/11	2.325	2.375	3.275	2.625	3.325	1.976	1.862

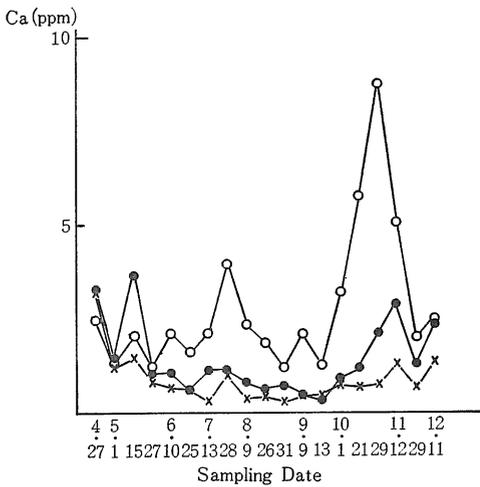
Potassium (ppm)							
Date	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	Stream	Open
4/27	1.30	0.87	2.65	0.47	0.53	1.55	0.21
5/1	1.02	0.36	1.11	0.20	0.40	0.40	0.36
5/15	1.25	0.97	2.13	1.25	1.35	0.47	0.28
5/27	1.01	0.43	1.25	1.02	1.11	0.40	0.23
6/10	4.33	1.92	9.60	2.81	4.44	0.64	0.43
6/25	3.28	1.20	7.60	0.88	1.27	0.42	0.23
7/13	3.68	1.45	4.38	1.02	1.40	0.32	0.39
7/28	9.70	4.72	6.50	2.86	2.97	0.46	0.75
8/9	3.64	1.59	4.61	0.95	1.61	0.48	0.41
8/26	5.10	2.02	2.65	1.16	1.30	0.48	0.30
8/31	1.50	0.83	1.80	0.67	0.70	0.48	0.40
9/9	2.86	1.30	2.49	0.81	0.56	0.48	0.24
9/13	1.22	0.93	1.87	0.80	0.83	0.48	0.20
10/1	4.59	2.06	5.80	2.60	2.35	0.55	0.40
10/21	8.50	9.20	18.70	2.50	2.62	0.46	0.39
10/29	21.00	9.80	23.40	6.00	6.10	0.50	0.46
11/12	12.00	20.80	35.10	14.80	10.70	0.65	0.73
11/29	1.40	0.68	3.44	0.95	1.05	0.45	0.25
12/11	1.77	1.35	2.60	1.11	2.02	0.43	0.68

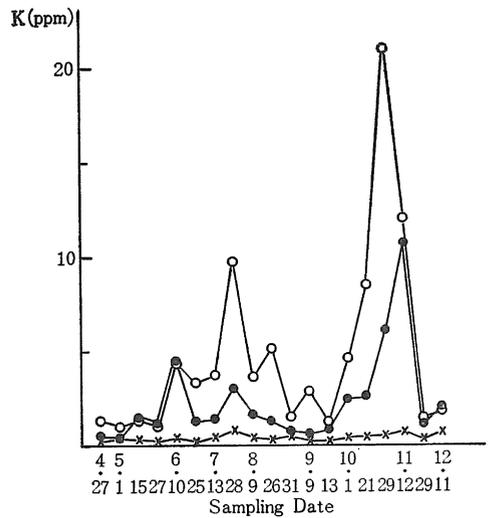
Sodium (ppm)							
Date	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	Stream	Open
4/27	1.24	0.71	1.40	1.20	1.95	7.50	0.59
5/1	0.52	0.30	0.83	0.60	0.71	6.75	0.49
5/15	2.42	2.29	2.97	6.05	6.05	8.00	2.42
5/27	0.33	0.35	0.40	0.38	0.68	7.30	0.33
6/10	0.52	0.44	0.72	0.77	0.83	5.55	0.35
6/25	0.27	0.13	0.33	0.23	0.28	5.75	0.48
7/13	0.38	0.28	0.49	0.43	0.60	7.10	0.26
7/28	0.60	0.35	0.73	0.68	0.89	6.00	0.51
8/9	0.18	0.10	0.18	0.17	0.33	5.00	0.27
8/26	0.50	0.38	0.43	0.35	0.43	5.00	0.33
8/31	0.71	0.46	0.46	0.52	0.61	5.90	0.65
9/9	0.33	0.13	0.23	0.18	0.28	5.40	0.18
9/13	0.13	0.13	0.17	0.17	0.23	5.50	0.19
10/1	0.86	0.74	1.03	0.96	1.36	5.90	0.96
10/21	1.50	1.18	1.86	1.61	2.55	6.40	1.38
10/29	2.88	2.54	3.70	3.00	6.20	7.40	2.41
11/12	4.50	5.30	7.00	7.60	10.80	7.60	3.10
11/29	3.50	4.10	4.90	4.30	5.70	5.50	3.10
12/11	23.50	20.10	26.50	25.40	27.20	4.80	17.10

Phosphorus						(ppm)	
Date	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	Stream	Open
4/27	0.119	0.118	0.137	0.112	0.104	0.132	0.107
5/1	0.117	0.109	0.117	0.278	0.096	0.110	0.105
5/15	0.139	0.126	0.095	0.122	0.147	0.132	0.097
5/27	0.023	0.029	0.069	0.029	0.033	0.020	0.029
6/10	0.053	0.088	0.312	0.059	0.114	0.043	0.072
6/25	0.046	0.041	0.225	0.021	0.039	0.030	0.071
7/13	0.116	0.086	0.123	0.026	0.029	0.017	0.046
7/28	0.255	0.127	0.188	0.126	0.129	0.037	0.085
8/9	0.092	0.073	0.094	0.036	0.046	0.038	0.068
8/26	0.158	0.086	0.138	0.037	0.063	0.048	0.086
8/31	0.050	0.037	0.026	0.017	0.029	0.043	0.084
9/9	0.070	0.055	0.033	0.035	0.023	0.039	0.051
9/13	0.074	0.042	0.085	0.036	0.048	0.048	0.094
10/1	0.057	0.056	0.056	0.028	0.035	0.031	0.063
10/21	0.059	0.054	0.048	0.030	0.026	0.027	0.071
10/29	0.081	0.053	0.068	0.029	0.037	0.034	0.077
11/12	0.079	0.059	0.057	0.028	0.040	0.043	0.098
11/29	0.034	0.023	0.024	0.018	0.017	0.037	0.026
12/11	0.046	0.019	0.023	0.017	0.015	0.031	0.035

(NH <sub>4</sub> +NO <sub>3</sub> )-N						(ppm)	
Date	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	Stream	Open
4/27	0.281	0.262	0.253	0.294	0.482	0.179	0.383
5/1	0.272	0.208	0.222	0.151	0.232	0.142	0.202
5/15	0.287	0.126	0.216	0.113	0.786	0.114	0.087
5/27	0.199	0.141	0.191	0.101	0.139	0.095	0.065
6/10	0.233	0.201	0.323	0.212	0.334	0.084	0.118
6/25	0.238	0.127	0.177	0.133	0.308	0.171	0.081
7/13	0.612	0.363	0.400	0.454	0.702	0.091	0.122
7/28	1.132	1.968	1.795	1.170	1.085	0.217	0.345
8/9	0.539	0.399	0.500	0.289	0.301	0.168	0.158
8/26	0.257	0.216	0.504	0.191	0.287	0.137	0.104
8/31	0.110	0.123	0.118	0.088	0.112	0.067	0.090
9/9	0.223	0.171	0.141	0.190	0.085	0.076	0.066
9/13	0.109	0.104	0.268	0.078	0.087	0.073	0.055
10/1	0.182	0.179	0.182	0.098	0.154	0.087	0.091
10/21	0.174	0.110	0.184	0.084	0.102	0.073	0.096
10/29	0.251	0.168	0.277	0.106	0.527	0.059	0.038
11/12	0.258	0.194	0.188	0.087	0.056	0.048	0.055
11/29	0.159	0.096	0.102	0.071	0.087	0.050	0.034
12/11	0.157	0.096	0.096	0.090	0.223	0.096	0.079



図一五 林内雨および林外雨の養分濃度の季節変化 (その1)



図一五 (その2)

に含まれる養分量を求めて表一4に示した。これをみると林外雨に含まれる養分量は Na が26.52kg/ha と最も多く、Ca 13.33kg/ha、Mg 6.41kg/ha、K 6.24kg/ha、N 1.95kg/ha、P 1.26kg/ha となっている。林内雨に含まれる養分量は K が20.95~72.46kg/ha と最も多く、

Na 23.81 ~ 32.69kg/ha, Ca 12.94~31.31kg/ha, Mg 8.52~16.00kg/ha, N 2.04~3.24kg/ha, P 0.59~1.06 kg/ha であった。

樹冠層から降水によって溶脱される養分量を林内雨中の養分量と林外雨中の養分量との差として求めると、P

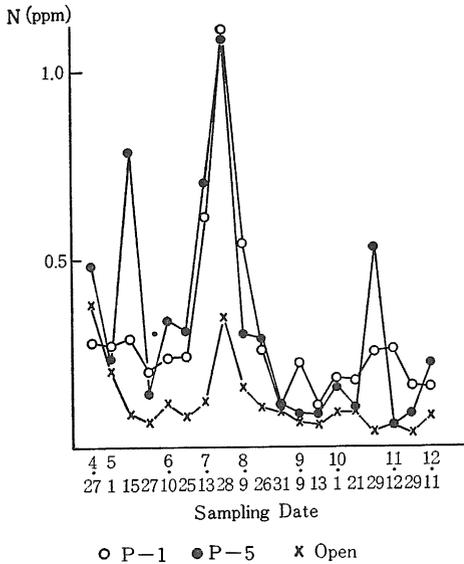


図-5 (その3)

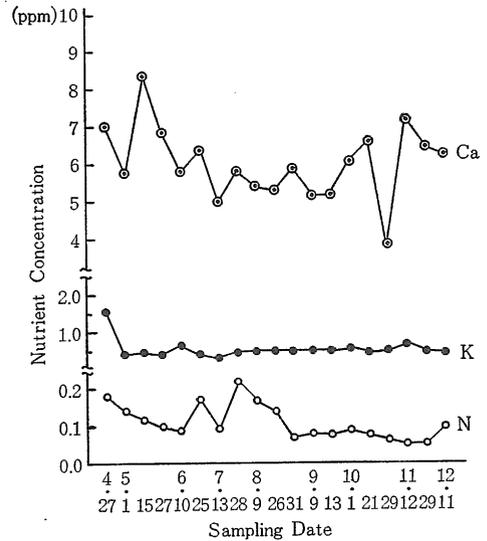


図-6 溪流水の養分濃度の季節変化

表-4 降水による林地への養分供給量

a) 養分供給量

Plot No.	N	P	K	Na	Ca	Mg
P-1	3.24	1.02	47.68	24.51	31.31	13.24
P-2	2.83	0.89	35.23	23.81	15.22	13.89
P-3	2.95	1.06	72.46	28.81	19.25	16.00
P-4	2.04	0.65	21.40	27.69	12.94	13.48
P-5	2.98	0.59	20.95	32.69	14.66	8.52
Open	1.95	1.26	6.24	26.52	13.33	6.41

(kg/ha)

b) 養分還元量

Plot No.	N	P	K	Na	Ca	Mg
P-1	1.29	-0.24	41.44	-2.01	17.98	6.83
P-2	0.88	-0.37	28.99	-2.71	1.89	7.48
P-3	1.00	-0.20	66.22	1.49	5.92	9.59
P-4	0.09	-0.61	15.16	0.37	-0.39	7.07
P-5	1.03	-0.67	14.71	5.37	1.33	2.11

(kg/ha)

は全てのプロットでマイナスになり、Na は P-1, P-2 で、Ca は P-4 でマイナスとなった。その他の養分やプロットではかなりの養分が樹冠から溶脱されることを示し、最も溶脱されやすいといわれるKが最も多く14.71~41.44kg/haであった。しかも、P-1, P-2, P-3の斜面中・下部で多く、P-4, P-5の斜面上部で少ない傾向がみられた。また、Caは斜面下部のP-

1で17.98kg/haと最も多く、Mgは斜面上部のP-5で2.11kg/haと最も少なかった。このようにK・Ca・Mgでは必ずしもプロットの順にならんでいる訳ではないが、斜面下部の方が斜面上部よりも養分還元量が多い傾向がみられた。

NについてはP-4ではほぼ0であった以外は各プロットともに1.0kg/ha前後であった。また、Pで林内雨の養分量が林外雨の養分量に比べて少ない傾向はこれまでの測定例と同様の傾向であった。

このように本研究においても従来の報告にみられるように降水による養分還元量、養分供給量がK・Ca・Mgなどでリターフォールによる養分還元量に比べて決して少なくはなかった。また、本研究では樹幹流に含まれる養分量については測定しておらず、この点をも考慮すると降水による養分供給量はかなり多くなると考えられる。

摘 要

三瓶演習林内の落葉広葉樹林において林内雨量・林外雨量・樹幹流量およびそれらの養分濃度について調べた。

1. 林内雨量と林外雨量の関係はすべてのプロットで高い相関がみられ、次の回帰式がえられた。

$$\begin{aligned}
 P-1: & y = 0.719x - 0.689 & P-2: & y = 0.844x - 1.658 \\
 P-3: & y = 0.674x - 1.445 & P-4: & y = 0.731x - 3.558 \\
 P-5: & y = 0.759x - 7.223 & \text{集水域:} & y = 0.766x - 1.191
 \end{aligned}$$

x: 林外雨量(mm) y: 林内雨量(mm)

2. 樹幹流量と林外雨量との関係もかなり高い相関関係がみられ、その回帰式の傾きは胸高直径が大きくなるにつれて大きくなる傾向がみられた。
  3. 林内雨の養分濃度は K・Ca・Mg で落葉期に高くなる傾向がみられ、林外雨および溪流水の養分濃度は季節に関係なくほぼ一定の傾向がみられた。
  4. 降水による林地への養分供給量はKで最も多く、20.95~72.46kg/haであった。また、他の元素はそれぞれ Ca 12.94~31.31kg/ha, Na 28.81~32.69kg/ha, Mg 8.52~16.00kg/ha, N 2.04~3.24kg/ha, P 0.59~1.06kg/ha であった。
- 引用文献
1. 片桐成夫・堤利夫：日林誌58：79-85, 1976.
  2. 岩坪五郎・堤利夫：京大演報39：110-124, 1968.
  3. NIHLGÅRD, B. : OIKOS 21 : 208-217, 1970.
  4. CARLISLE, A., BROWN, A. H. F. and WHITE, E. J. : J. Ecol. 55 : 615-627, 1967.
  5. CARLISLE, A., BROWN, A. H. F. and WHITE, E. J. : J. Ecol. 54 : 87-98, 1966.
  6. 片桐成夫・石井弘・三宅登・西垣真太郎：島根大農研報10：105-111, 1976.
  7. 石井弘・片桐成夫・三宅登・矢内勝美：島根大農研報10：112-117, 1976.
  8. 丸山明雄・岩坪五郎：京大演報36：25-39, 1965.
  9. 西村武二：日林誌55：323-333, 1973.
  10. 加藤博之・福嶋義宏：京大演報45：85-98, 1973.
  11. 岩坪五郎・堤利夫：京大演報40：140-156, 1969.

### Summary

This paper deals with the rain fall, through fall and stem flow in a deciduous broad-leaved forest at Sanbe Forest.

1. A high correlation was observed between through fall (y) and rain fall (x) in every plot. The relations may be written by the following regression equations.
 

P-1 : $y=0.719x-0.689$	P-2 : $y=0.844x-1.658$
P-3 : $y=0.674x-1.445$	P-4 : $y=0.731x-3.558$
P-5 : $y=0.759x-7.223$	Watershed : $y=0.766x-1.191$
2. The relationship between stem flow and rain fall showed a fairly high correlation. The amount of stem flow became larger with an increase in diameter of tree.
3. The concentrations of potassium, calcium, and magnesium in through fall showed a trend to become higher in a fallen season. The nutrient concentrations in rain fall and stream water were constant during the measuring period.
4. The amount of potassium supplied to forest floor by through fall was 20.95-72.46 kg/ha, which was the largest among those of nutrient elements. The amounts of other nutrient elements were as follow ; Ca 12.94-31.31kg/ha, Na 28.81-32.69kg/ha, Mg 8.52-16.00kg/ha, N 2.04-3.24kg/ha, and P 0.59-1.06kg/ha.