

森林の物質循環と地位との関係について(1)

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者	片桐, 成夫 堤, 利夫
巻/号	55巻3号
掲載ページ	p. 83-90
発行年月	1973年3月

森林の物質循環と地位との関係について (I)*

Litter fall 量とその養分量

片桐成夫**・堤 利夫**

The Relation between Site Condition and Circulation of
Nutrients in Forest Ecosystem (I)*
Litter Fall and Nutrient Contents

Shigeo KATAGIRI** and Toshio TSUTSUMI**

Summary: Studies on the circulation of nutrient elements in the forest in relation to site conditions were carried out at Ashiu Forest of Kyoto University.

Two slopes named M and H were fixed, and 5 sampling plots for M and 6 for H were set up from the bottom of the slope to the ridge top. Each sampling plot was named M-1, 2, ..., 5, and H-1, 2, ..., 6, respectively. Both slopes are covered with the natural deciduous broad-leaved forest and the floristic composition gradually changes from mesic to xeric along the slope.

The measurements of litter fall, nutrient concentration of litter, soil respiration, rate of decomposition of cellulose materials and wood sticks were carried out every month.

The present paper deals with the litter fall and its nutrient contents.

1) The annual amount of litter fall was higher at the lower part of the slope and decreased toward the ridge top. It seemed to be related to moisture index though dots fluctuated around regression line. The amount of litter fall had no definite relation to basal area and stand density.

2) Litter consisted of leaves, branches, flowers and seeds, and others. Leaf litter formed 74~91% of the total litter. The percentage for leaves was higher at the upper part of the slope than the lower part. Concerning to the seasonal variation of litter fall, it showed sharp peak in the fall, occupying about 70~80% of the total.

3) The nutrient concentration of litter was slightly higher at the lower part of the slope than at the upper. It would be partly attributed to the differences of floristic composition besides that of site conditions. The differences were definite in the spring season and became gradually small with the progress of season in the cases of N, K and P. As for Ca and Mg, the differences were not definite. The concentration changed seasonally and was high in the spring and decreased as the season advanced in the cases of N, K and P. The trend was reverse as for Ca and Mg.

4) The mean concentrations of each component of litter were in the following order: others, leaves, flowers, branches, except for Mg. As for Mg, the concentration in leaves was the highest of all components.

5) The amount of nutrients returned by litter was higher at the lower part of the slope than the upper part. It decreased with the increase of moisture index, though there were some fluctuations. The difference in the amount of litter fall was a prevailing factor which decided the difference in the amount of nutrients returned by litter.

要 旨: 一つの斜面に成立する森林において土壌への有機物の供給源である litter fall が、斜面の位置によってどのように変化するかを調べた。

1) 年間 litter 量は斜面下部で最も多く、上部へいくにつれて少なくなった。そして、litter 量は乾湿度指数との間にバラツキはあるがやや相関がみられた。しかし、平均樹高との間には明らかな関係は認められず、林分密度、断面積合計の間にも関係は認められなかった。

* Contribution from JIBP-PT No. 155

** 京都大学農学部 Fac. of Agr., Kyoto Univ., Kyoto

2) litter の内訳をみると、leaf litter の占める割合が大きく、74~91%であった。しかも、その割合は斜面上部ほど大きい傾向を示した。また、litter 量の季節変化は秋に明らかなピークをもち、年間量の約70~80%が秋に集中した。

3) litter の養分含有率は概して斜面の下部ほど上部に比べて大きかった。これは立地条件の違いのほかに樹種の変化が考慮されるべきであろう。この差は N・P・K では春に大きく、秋に小さくなった。しかし、Mg・Ca ではこの傾向は明らかではなかった。また、含有率は季節的に変化し、N・P・K で秋に向かって小さくなり、Mg・Ca ではこれとは逆に秋に向かって大きくなった。

4) litter の組成別の平均含有率は Mg を除いた元素については、other, leaf の順に大きく、flower および branch はこれらより小さかった。しかし flower と branch との大小は明らかではない。Mg については leaf の含有率が最も大きかった。

5) litter による養分還元量は斜面下部で多く、上部で少ない傾向がみられた。そして、litter 量と同様に乾湿度指数が大きくなるにつれて養分還元量は少なくなった。これには litter 量の違いの影響が大きいようである。

はじめに

森林での物質の循環を考える上で、litter fall は重要な環である。そして、土壌を中心とした場合、諸物質の主要な供給源である。これまで litter fall に関する研究は数多くなされ、場所や樹種、密度などによって異なることは明らかにされてきた。しかし、地位との関係においてみれば、まだ定性的な段階にあるといえよう。

BRAY¹⁾ は地理的なレベルにおいて亜寒帯から熱帯まででは litter fall に勾配があり、arctic alpine に比べて赤道付近では10倍に達することを示した。これが温度に依存する植物群落の物質生産の勾配を示すものだとすれば、水分やその他の土壌因子に依存する物質生産の勾配に対応して litter fall の勾配が起こることも予想し得ることであろう。

一方、litter fall の測定は、トラップの大きさ、数などによって精度が変わり、同じ林分でも年変化の起こることが知られている。それ故、土壌要因によって起こる物質生産の変化の幅が小さい場合には、litter fall の量的な比較のための測定の精度に問題は残されている。

しかし、わが国のような山地で局地的にみられる環境勾配には地形がきわめて重要な要因となり、地形に対応する土の深さ、水分環境などの変化が植生や土壌の決定に大きく関与している。植生や土壌が違ふことは同時にそこでの物質循環にも量的、質的な違いがあることを意味しているとみてよいであろう。植生や土壌の違いを物質循環の量的側面に注目して解析しようとするのがこの研究の目的であり、ここではまず litter fall をとりあげた。

地形を土壌型、斜面型、尾根からの距離などと対応させることはできるが、環境勾配の指標として地形を一般的に表現することは非常に困難である。WHITTAKER²⁾ の環境傾度分析は斜面を連続的に変化するものとして、水分環境勾配を具体的に数量化できる点で便利である。

そこで、すでに行なわれた芦生の環境傾度分析の結果³⁾に基づいて、マクラ谷、ヒツクラ谷において、それぞれ水分環境に勾配をもつ斜面に、下から尾根まで連続的にプロットを設け、litter fall の変化を調べた。

調査地および調査方法

本調査は京都大学芦生演習林内の2つの落葉広葉樹林内で1971年5月から12月まで行なった。プロットを設定した林はヒツクラ谷のコナラ、イヌシデを主体とする林とマクラ谷のブナを主体とする林である。これらの林は斜面の下部から尾根まで連続して、その構成樹種は徐々に変化している。ヒツクラ谷は南西向きの斜面で平均傾斜約37度、マクラ谷は北向きの斜面で平均傾斜約34度である。これらの斜面に下部から順に尾根まで、前者には6点後者には5点(前者をH1...H6、後者M1...M5と呼ぶ)のプロットを設けた。各プロットの概要は表-1に示したとおりである。

そして、各プロットに直径50cmの円形リタートラップを5個ずつ設置した。このトラップ内に入った落葉落枝を毎月上旬に5月から12月(マクラ谷は11月下旬)まで回収した。これらを60°Cで乾燥後、葉、枝、花実、その他の4種類に分けて重量を測定し、それぞれの絶対乾率を乗じて乾重とした。

また、これらのリターを毎月、各種類ごとにN, P, K, Mg, Ca, の5元素について分析を行なった。分析はNは柳本MT500型C-Nコーダーを用い、他の4元素は硝酸-過塩素酸で湿式灰化後、Kは炎光光度法、Mg, Caは原子吸光法、Pはモリブデン青比色法によって行なった。

また、各プロットにおいて原則として20m×20mの方形枠を設置し、胸高直径5cm以上の樹木を対象として毎木調査を行ない、その結果から各プロットの胸高断面積合計、立木密度、平均直径を求め、平均樹高については、サンプル木のD-H関係から直径10cm以上の木に

表-1. プロットの概要
Table 1. Outline of sampling plots studied

Plot No.	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5		
Altitude	470	485	510	540	565	575	680	695	705	735	750	(m)	
Degree of slope	32	45	41	35	40	32	37	39	37	32	25	(degree)	
Distance from ridge top	190	150	105	60	20	0	120	95	80	25	0	(m)	
Stand density	1,100	993	678	751	1,040	1,560	508	1,080	857	942	5,320	(No./ha)	
Basal area	17.1	17.9	19.0	17.6	18.8	20.1	15.4	15.2	15.2	14.1	16.4	(m ² /ha)	
\bar{D}	30.5	26.2	25.1	31.5	27.0	20.5	37.9	33.4	31.3	28.7	14.7	(cm)	
\bar{H}	15.0	11.7	10.2	13.8	9.8	11.4	19.5	12.8	15.1	11.1	6.9	(m)	
Moisture index	77	107	114	244	242	260	154	155	195	194	288		
Vegetation	オオモミジ イタヤカエ デ ミズキ トチノキ イヌシデ	サワシバ アサヒカエ デ オオモミジ	イヌシデ	コナラ	コナラ	コナラ リョウブ ネジキ	ブナ リョウブ	ブナ リョウブ	ブナ リョウブ スギ	ブナ スギ	リョウブ クロソヨゴ マルバマンサク		

ついて平均樹高を求めた。そして乾湿度指数を毎木調査の結果から、「天然林の生態」研究グループの報告³⁾に基づいて計算した。また斜面の横断面をコンパスで測量し、これから傾斜角を求め、海拔高は高度計による測定と地形図、斜面の断面図の3つから求めた。

結果と考察

1) litter fall 量について

a) 年間 litter fall 量

各プロットの年間 litter fall 量を表-2 に示した。ただし、この値には冬季間の落枝量が含まれていないので、厳密には年間量とはいえないが、ほぼ年間量に近い値を示していると考えられる。

litter fall 量はプロットによって差がみられ、M2 で 4.73ton/ha ともっとも多く、M3 で 2.29ton/ha ともっとも少なかった。このように必ずしもプロットの順に並んでいるわけではないが、斜面位置に対応してかなり傾向的な差がみられ、斜面下部で多く 4.0ton/ha を越え、斜面上部では 3.0ton/ha に満たなかった。

なお斜面下部の値は河原⁴⁾のブナ林、ミズナラ林での測定値とほぼ一致していることから、斜面上部では土壌への有機物の供給量である litter fall 量がかなり少ないといえよう。

そこで litter fall 量と 2, 3 の要因との関係について検討してみよう。まず土壌の水分条件の指標となる乾湿度指数との関係についてみると、図-1 に示したようにかなりのバラツキはあるが、乾湿度指数が大きくなるほど litter fall 量は少なくなる傾向がある。しかし、この関

表-2. 年間リター量
Table 2. Annual amount of litter fall

	Leaves	Branches	Flowers	Others	Total
H 1 g/m ²	279.6	28.9	35.4	24.6	368.5
%	75.9	7.8	9.6	6.7	100.0
H 2 g/m ²	379.9	44.6	13.5	25.5	463.5
%	82.0	9.6	2.9	5.5	100.0
H 3 g/m ²	288.4	22.8	16.5	13.1	340.8
%	84.6	6.7	4.8	3.9	100.0
H 4 g/m ²	284.3	21.8	6.4	18.0	330.5
%	86.0	6.6	1.9	5.5	100.0
H 5 g/m ²	241.2	8.7	15.7	12.0	277.6
%	86.9	3.1	5.7	4.3	100.0
H 6 g/m ²	244.4	18.9	29.8	17.3	310.4
%	78.7	6.1	9.6	5.6	100.0
M 1 g/m ²	318.1	77.6	5.2	29.1	430.0
%	74.0	18.0	1.2	6.8	100.0
M 2 g/m ²	391.8	37.8	5.7	37.5	472.8
%	82.9	8.0	1.2	7.9	100.0
M 3 g/m ²	198.4	13.7	1.7	15.5	229.3
%	86.5	6.0	0.7	6.8	100.0
M 4 g/m ²	241.4	8.3	3.2	11.3	264.2
%	91.4	3.1	1.2	4.3	100.0
M 5 g/m ²	272.2	19.7	6.1	13.4	311.4
%	87.4	6.3	2.0	4.3	100.0

* H: 1971.5-1971.12

M: 1971.5-1971.11

係はバラツキが大きいために精度のあらいものにすぎない。

林分の断面積合計や林分密度との間には明らかな関係はみられなかった。さらに平均樹高と litter fall 量の関係をみるとバラツキが大きく、全体としては乾湿度指数との間にみられたほどの相関がなく、litter fall 量と平均樹高との関係は明らかではなかった(図-2)。

litter fall のうち leaf, branch, flower, other の占める割合については表-2 に示したように、leaf litter は total litter の 74.0~91.4% を占めており、その割合は

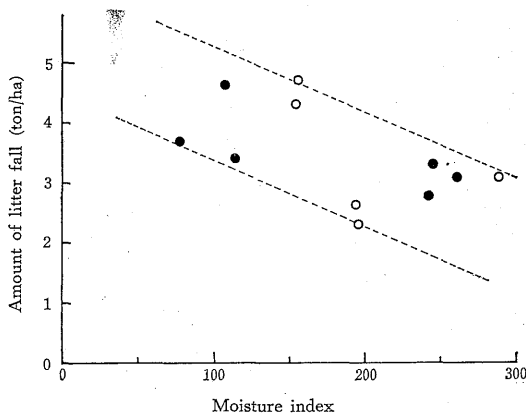


図-1. 年間リター量と乾湿度指数との関係
Fig. 1. Relationship between amount of litter fall and moisture index

● Hitsukura-dani plots
○ Makura-dani plots

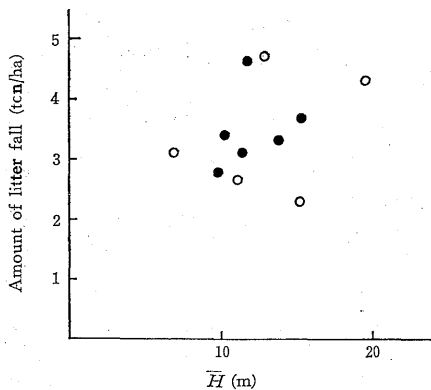


図-2. 年間リター量と平均樹高との関係
Fig. 2. Relationship between amount of litter fall and mean tree height

● Hitsukura-dani plots
○ Makura-dani plots

斜面下部で小さく、斜面上部で大きい傾向を示した。branch litter の割合は leaf litter とは逆に斜面下部で多く、斜面上部で少ない傾向がみられ、多いところでは total litter の18%を占めていた。また flower litter の占める割合は斜面位置による差は明らかではなく、ヒツクラ谷で10%以内、マクラ谷では1~2%と、ヒツクラ谷で占める割合が大きかった。これはヒツクラ谷ではナラ類の実が大きなウエイトを占めるためである。other litter についても全体の4~8%であり、斜面位置による差は明らかではなかった。

litter fall のうち leaf litter の占める割合は、吉良ら⁵⁾が葉とそれ以外のものの比が1:1程度になるとした結果からすれば、過大である。一方、河原⁴⁾によれ

ば、ブナ林、ミズナラ林で葉の占める割合は本結果とほぼ近似している。芦生の落葉広葉樹林では大枝の落下が冬季に雪によって起こり、生育期間中には少ないことや小型トラップでは捕獲されないことにより、過小評価になっているおそれがある。そこで、1972年4月に H1~H2 の間で冬季中に落下したとみられる大枝の量を測定した結果をみると約 0.3ton/ha であり、これに加えても葉の占める割合が大きい。大型のリターの測定には小型のリターとは違って、より大きいトラップを用いる必要があると考えられる。

b) litter fallの季節変化

litter fall量の季節変化についてみると、total litter では図-3のように秋に集中する落葉広葉樹林のパターンを示した。そしてマクラ谷斜面では10月にピークがみられ、年間 litter fall 量の35~50%がこの月に集中した。ヒツクラ谷斜面では11月にピークがみられ、45~65%を占めた。そして、これらの最大の月を中心とした3カ月間に年間 litter fall 量の70~80%が集中している。このピークのずれはマクラ谷では平均気温がヒツクラ谷に比べて約2℃低いことと、ヒツクラ谷では落葉の時期の遅いナラ類が多いという主要樹種の違いによって起こるものと考えられる。なお、わずかではあるが落葉期である秋への litter fall の集中度は斜面上部ほど著しい傾向をもつようである。

leaf litter は上にも述べたように litter fall の大部分を占めており、その季節変化も total litter の場合と変わらない。ただ5~8月の量が total litter よりもずっと少なく、秋に集中する傾向がより明らかに現われている。

leaf 以外の litter fall の季節変化はマクラ谷では5, 7, 8月に多く、9, 10, 11月の落葉期に少ない。ヒツクラ谷でも5~8月に多く、9月以降に少ない傾向にある。これは枝、花実、その他のそれぞれの変化の総合されたものであり、それぞれの組成について考えてみよう。枝は一般に冬季の積雪や台風などの物理的な衝撃によって落ちることが多く、その季節変化は葉などとは異なり機械的といえよう。したがって、明らかなまた個性的な変化をしないと考えられる。本調査では生育期間中には量的に少なく、主に小枝であるが、マクラ谷では7~8月にピークをもち、その他の月は少ない。ヒツクラ谷でも7~8月にピークがあるが、秋にも同じ程度の落枝があり、季節変化はあいまいである。また、冬季、積雪によって落下する量がかなり多いと推測され、この量をとらえる必要がある。

花実の落下は葉と同様に生理的な季節変化をするはず

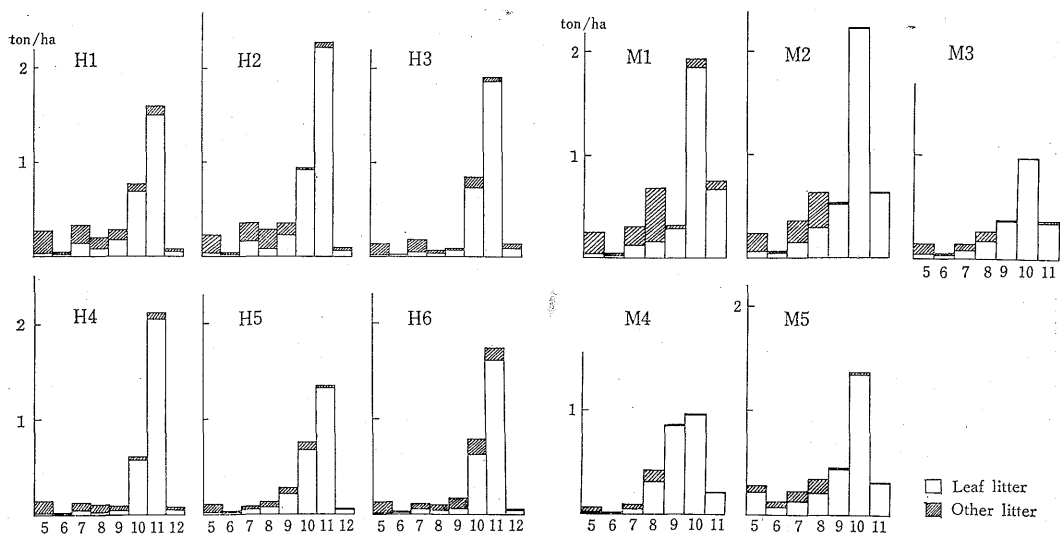


図-3. リター量の季節変化
Fig. 3. Seasonal variations of amount of litter fall

であるが、種によって花や実の時期が異なることと量的に少ないためにその季節変化は明らかではない。ヒツクラ谷では9~10月にピークがみられるが、これはナラ類の実によるものである。マクラ谷では5月と8月に大小2つのピークがみられ、5月の方が大きいプロットと8月の方が大きいプロットとがある。また、ヒツクラ谷でも5月にかなり多い落下があり、花と実の落下の2つのピークが現われる。

その他の中には虫糞、鱗片、樹皮、葉の細片等を含んでおり、かなり複雑であるが季節変化はM1, M3, H1, ~H3などの斜面下部では春に集中し、その後は減少する傾向がみられる。その他のプロットでも5月に多く徐々に減るようであるが、斜面上部ほどその季節変化は不明りょうになるようである。

2) litter fall による養分還元量について

森林において林地に還元される養分は litter fall によるものが大部分であり、一部分は降水によるものがある。そして litter fall によるものは、K・Mg のように溶脱されやすい元素を除いては、降水により還元されるものに比べて多く^{6,7)}、N などでは10倍以上にも達する。

この調査における litter fall の養分含有率についてみよう。図-4に示したように leaf litter の養分含有率は、N・K で春から秋にかけて含有率の低下の傾向がみられる。N ではこの傾向がとくに明らかであり、5月に約3%であったのが10月以後には1%前後となった。またP は8~9月に最低となり、10月以降は再び上昇する傾向があり、ヒツクラ谷でこの傾向がとくに著しく現われて

いる。このように含有率が秋に低くなるのは、生育初期には緑葉が多く落ち、秋には枯死した落葉が多くなることによるものと考えられる。

Ca・Mg ではこれらとは逆に秋に向かって含有率が高くなる傾向がみられる。CARLISLE⁸⁾ は Sessile Oak で Ca の含有率が秋に向かって高くなることを報告している。また Mg については Ca ほど明らかな傾向はみられなかった。

leaf 以外の litter fall の養分含有率については、branch, flower は量的に少なく分析ができなかった月があり、明らかなことはいえないが、およそ次のようであった。

branch の N・Ca で leaf と同様の傾向がみられ、other litter については N は leaf とよく似た傾向を示した。また P・K・Mg はかなりバラツキがあるが、秋に向かって含有率が高くなるようである。Ca は leaf litter にみられたような含有率の上昇する傾向は明らかではなかった。

次に斜面の位置による含有率の差をみると、概して斜面下部ほど上部に比べて含有率が高い傾向がみられるが、どの元素、どの月でも斜面位置の順に並んでいるわけではない。そして N・P・K では含有率の上下の差が春に大きく秋に向かってその差が小さくなる傾向がみられる。しかし、Ca・Mg についてはこの傾向はみられず、むしろその差が大きくなるようである。

各元素の平均含有率について表-3に示した。これを見ると、ヒツクラ谷ではNが斜面下部で1.39%に対して

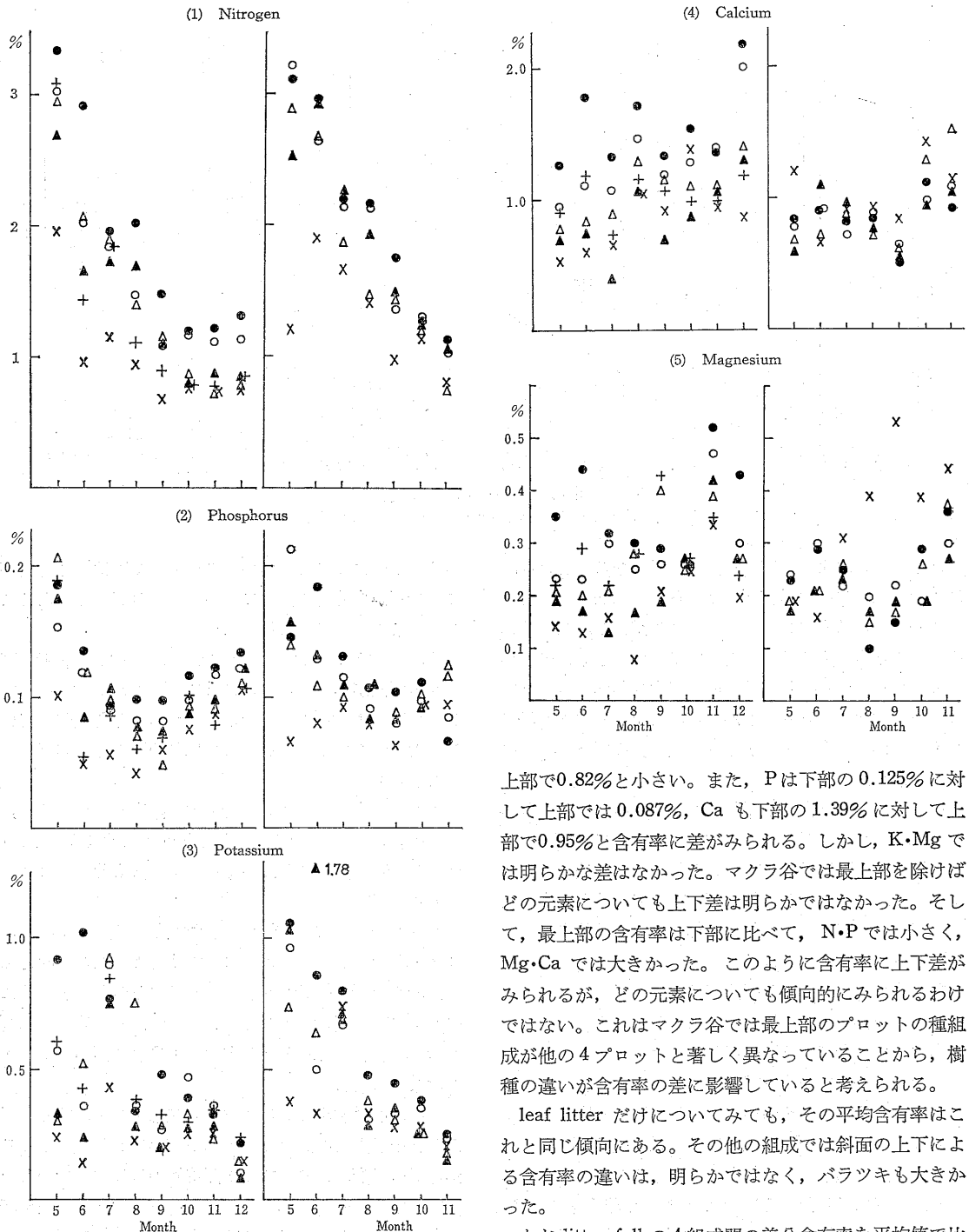


図-4. リターの養分含有率の季節変化

Fig. 4. Seasonal variations in nutrient concentrations of leaf-litter

Left: Hitsu-kura-dani plots Right: Makura-dani plots
 ● No. 1 ▲ No. 3 × No. 5
 ○ No. 2 △ No. 4 + No. 6

上部で0.82%と小さい。また、Pは下部の0.125%に対して上部では0.087%、Caも下部の1.39%に対して上部で0.95%と含有率に差がみられる。しかし、K・Mgでは明らかな差はなかった。マクラ谷では最上部を除けばどの元素についても上下差は明らかではなかった。そして、最上部の含有率は下部に比べて、N・Pでは小さく、Mg・Caでは大きかった。このように含有率に上下差がみられるが、どの元素についても傾向的にみられるわけではない。これはマクラ谷では最上部のプロットの種組成が他の4プロットと著しく異なっていることから、樹種の違いが含有率の差に影響していると考えられる。

leaf litter だけについても、その平均含有率はこれと同じ傾向にある。その他の組成では斜面の上下による含有率の違いは、明らかではなく、バラツキも大きかった。

なお litter fall の4組成間の養分含有率を平均値と比較すると、N・Pはleaf litterの含有率に比べて、otherが大きく、flower、branchが小さい。またK・Caでもotherがleaf litterよりやや大きい、flowerがもっとも小さくbranchがこの間にあった。しかし、Mgに

表-4. リターによる養分還元量
Table 4. Amount of nutrients returned by litter

		H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5
N (kg/ha)	leaves	37.85	45.48	25.91	23.39	18.68	19.91	44.90	54.93	28.20	32.02	31.02
	others	13.16	9.08	4.66	4.73	3.47	5.54	11.88	9.55	4.52	3.06	4.33
	total	51.01	54.56	30.57	28.12	22.15	25.45	56.78	64.48	32.72	35.08	35.35
P (kg/ha)	leaves	3.33	4.13	2.79	2.60	1.95	2.10	3.26	3.74	2.00	2.33	2.34
	others	1.27	0.87	0.51	0.39	0.33	0.60	0.89	0.60	0.25	0.16	0.27
	total	4.60	5.00	3.30	2.99	2.28	2.70	4.15	4.34	2.25	2.49	2.61
H (kg/ha)	leaves	11.10	15.26	8.06	7.75	6.14	8.37	12.53	13.04	6.38	7.32	8.37
	others	4.15	1.81	1.53	1.00	1.36	2.76	2.08	1.63	0.74	0.46	1.56
	total	15.25	17.07	9.59	8.75	7.50	11.13	14.61	14.67	7.12	7.78	9.93
Ca (kg/ha)	leaves	40.05	50.80	28.76	30.92	25.45	23.93	31.22	36.19	17.39	23.89	32.67
	others	11.20	11.38	4.01	4.60	2.40	5.71	9.81	7.58	2.50	2.03	3.06
	total	51.25	62.18	32.77	35.52	27.85	29.64	41.03	43.77	19.89	25.92	35.73
Mg (kg/ha)	leaves	11.64	14.62	10.27	9.93	6.88	7.99	8.96	8.46	4.05	5.42	10.67
	others	1.59	1.40	0.59	0.50	0.36	0.74	1.03	0.96	0.34	0.27	0.45
	total	13.23	16.02	10.86	10.43	7.24	8.73	9.99	9.42	4.39	5.69	11.12

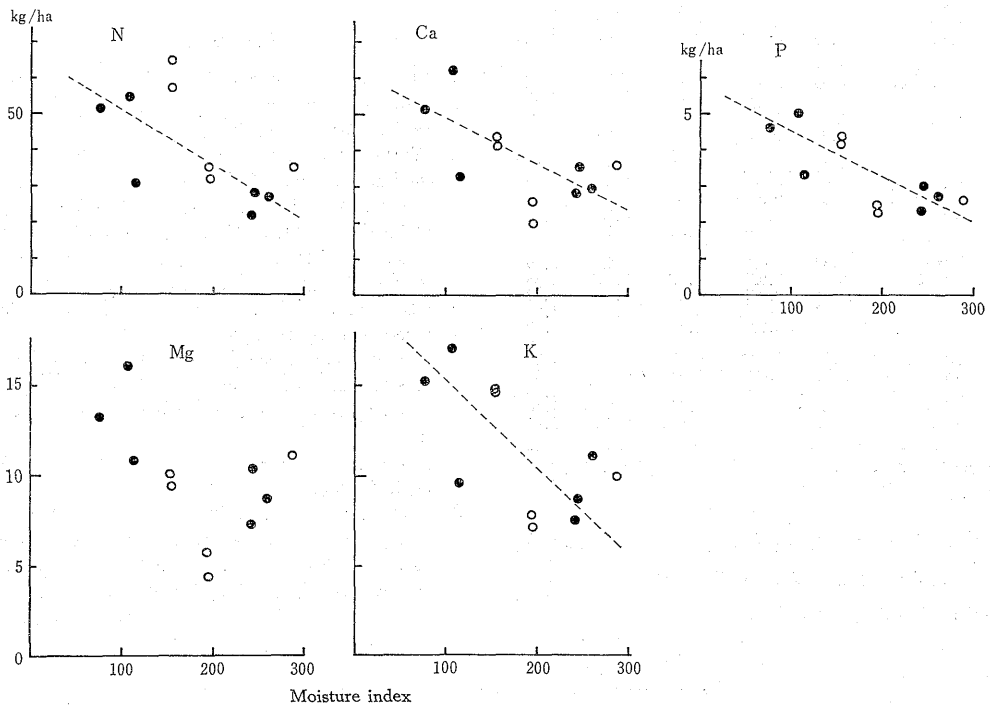


図-5. 養分還元量と乾湿度指数との関係

Fig. 5. Relationship between amount of nutrient returned by litter and moisture index

● Hitsu-kura-dani plots ○ Makura-dani plots

表-3. リターの平均養分含有率
Table 3. The mean concentration of litter fall (%)

		N	P	K	Mg	Ca
H 1	leaves	1.35	0.119	0.40	0.41	1.43
	branches	0.78	0.077	0.30	0.14	1.66
	flowers	1.14	0.095	0.29	0.12	0.64
	others	2.78	0.293	0.92	0.30	1.69
	total	1.39	0.125	0.41	0.36	1.39
H 2	leaves	1.20	0.109	0.40	0.38	1.34
	branches	0.67	0.048	0.11	0.17	1.41
	flowers	0.88	0.089	0.28	0.09	0.48
	others	1.92	0.208	0.37	0.20	1.75
	total	1.18	0.108	0.37	0.35	1.34
H 3	leaves	0.90	0.097	0.28	0.36	1.00
	branches	0.38	0.051	0.11	0.09	0.82
	flowers	0.49	0.018	0.09	0.04	0.17
	others	2.27	0.281	0.86	0.26	1.41
	total	0.90	0.097	0.28	0.32	0.96
H 4	leaves	0.82	0.092	0.27	0.35	1.09
	branches	0.64	0.045	0.18	0.11	1.03
	flowers	0.96	0.062	0.27	0.07	0.37
	others	1.52	0.141	0.24	0.12	1.12
	total	0.85	0.090	0.26	0.32	1.07
H 5	leaves	0.78	0.081	0.25	0.29	1.05
	branches	0.49	0.024	0.12	0.06	0.56
	flowers	0.28	0.009	0.03	0.01	0.12
	others	2.17	0.247	1.00	0.24	1.43
	total	0.80	0.082	0.27	0.26	1.00
H 6	leaves	0.82	0.086	0.34	0.33	0.98
	branches	0.56	0.052	0.23	0.11	0.88
	flowers	0.46	0.041	0.25	0.06	0.27
	others	1.81	0.220	0.91	0.20	1.89
	total	0.82	0.087	0.36	0.28	0.95
M 1	leaves	1.41	0.103	0.39	0.28	0.98
	branches	0.65	0.060	0.15	0.07	0.86
	flowers	1.16	0.037	0.10	0.06	0.32
	others	2.15	0.139	0.29	0.17	1.03
	total	1.32	0.097	0.34	0.23	0.95
M 2	leaves	1.40	0.095	0.33	0.22	0.92
	branches	0.68	0.041	0.12	0.08	0.99
	flowers	1.22	0.075	0.33	0.11	0.40
	others	1.67	0.107	0.26	0.16	0.97
	total	1.36	0.092	0.31	0.20	0.93
M 3	leaves	1.42	0.101	0.32	0.20	0.88
	branches	0.92	0.042	0.20	0.07	0.69
	flowers	0.26	0.029	0.09	0.04	0.64
	others	2.07	0.122	0.29	0.15	0.93
	total	1.43	0.098	0.31	0.19	0.87
M 4	leaves	1.33	0.097	0.30	0.22	0.99
	branches	0.73	0.025	0.80	0.06	0.68
	flowers	0.61	0.037	0.15	0.07	0.17
	others	2.00	0.111	0.31	0.17	1.25
	total	1.33	0.094	0.29	0.22	0.98
M 5	leaves	1.14	0.086	0.31	0.39	1.20
	branches	0.54	0.037	0.52	0.06	0.69
	flowers	0.72	0.015	0.06	0.04	0.34
	others	2.11	0.141	0.37	0.23	1.10
	total	1.14	0.084	0.32	0.36	1.15

注 Branches は 5, 7, 8, 11月のみ分析 Flowers は 5, 7, 8月のみ分析

については leaf litter がもっとも大きく, other, branch, flower の順であった。このように other litter の含有率が大きいのが前に述べたように, 量的には leaf litter に

比べて少ないので養分還元量の中で占める割合は小さく, total の平均含有率は leaf の平均含有率によってほぼ決められているようである。

各月の養分含有率と litter fall 量から各養分の還元量を求めたものが表-4 である。これをみると N・Ca が多く, N は 22~64kg/ha, Ca は 20~62kg/ha で, K がこれについて多く 7~17kg/ha, Mg が 4~16kg/ha, P がもっとも少なく 2.3~5.0kg/ha であった。これらの量はどの養分でも斜面下部で多く, 上部ほど少なくなっている。しかし, 必ずしもプロットの順に並んでいるわけではなく, ヒツクラ, マクラ谷ともに下から 2 番目のプロットが最大である。またマクラ谷では M5 (最上部) で Mg は最も多く, Ca は下部とほぼ等しかった。

還元量と斜面位置との関係は litter fall 量の場合と同様に乾湿度指数との間に図-5 のような関係がみられた。この関係は P ではかなり高い相関があるが, N・K・Ca ではバラツキが大きかった。

なお leaf litter による還元量はどの養分についても全体のほぼ 8 割を占めており, 斜面下部で多く上部で少ない傾向は total の場合と変わらない。また leaf 以外の litter fall による還元量も量的には少ないが, 同様の傾向がみられた。

引用文献

- 1) BRAY, J.R. and E. GORHAM: Litter production in forests of the world. *Advanc. ecol. Res.*, Lond. 2: 101~157, 1964
- 2) WHITTAKER, R.H.: Vegetation of the great smoky mountains. *Ecol. Monographs*. 26(1): 1~80, 1956
- 3) 「天然林の生態」研究グループ: 京都大学声生演習林における天然林の植生について. *京大演報*, 43: 33~52, 1972
- 4) 河原輝彦: Litter fall による養分還元量について (II) 有機物量および養分還元量. *日林誌*, 53: 231~238, 1971
- 5) KIRA, T. and T. SHIDEI: Primary production and turnover of organic matter in different forest ecosystems of the western pacific. 17(2): 70~87, 1967
- 6) NYE, P.H.: Organic matter and nutrient cycles under moist tropical forest. *Plant and Soil* 13: 333~346, 1961
- 7) 伊藤悦夫, 稲川悟一, 佐敷 修: 林内雨の養分循環に果たす役割. *静大農研報*, 14: 189~202, 1964
- 8) CARLISLE, A., A.H.F. BROWN and E.J. WHITE: The nutrient content of tree stem flow and ground flora litter and leachates in a sessile oak (*Quercus petraea*) woodland. *J. Ecol.* 55: 615~627, 1967

(1972年8月3日受理)