

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(XIII)

上層木の養分含有率および地上部養分量

片桐 成夫*・三宅 登*・坂越 浩一*

Studies on Mineral Cycling in a Deciduous Broad-leaved Forest
at Sanbe Forest of Shimane University (XIII)
The Concentration and Amount of Nutrient Elements in Dominant Trees,
Shigeo KATAGIRI, Noboru MIYAKE and Hirokazu SAKAGOSHI

This paper deals with the concentration of nutrient elements of trees and the amount of nutrients in a deciduous broad-leaved forest. The sampling of trees were carried out in three plots which located on the upper, middle and lower part of slope in Sanbe Forest of Shimane University.

1. The concentration of nutrient elements of trees were the following order ; leaves > twigs > branches > stems.
2. The frequency distribution of the nutrient concentrations showed the normal distribution which the mode corresponded with the mean concentration.
3. The concentration of nutrient elements of leaves became higher as the diameter or height of trees became larger.
4. The concentration of nutrients of leaves showed a clear difference among the tree species. *Carpinus laxiflora*, *Carpinus Tschonoskii* and *Quercus acutissima* had a high concentration of nitrogen and phosphorus of leaves. *Styrax Obassia* and *Styrax japonica* showed a high content of potassium and *Cornus controversa* and *Cornus Kousa* had a high concentration of magnesium and calcium.
5. The amount of nutrients in tree biomass were 235.0-368.2 for nitrogen, 13.0-22.3 for phosphorus, 137.0-194.4 for potassium, 31.4-52.3 for magnesium and 583.3-610.7 kg/ha for calcium. These amount were larger at the lower part than at the upper part of slope.

はじめに

森林生態系における物質循環諸量の中で地上部現存量が最大であり、それに含まれる養分量は土壤中の養分集積量とともに二大プールとなっている。三瓶演習林¹⁾内の落葉広葉樹林における地上部現存量については前報で報告したように斜面の位置によって異なり、種組成の違いが影響していると考えられる。一方、土壤中の養分量は第X報²⁾で報告したように斜面の位置によって異なっている。この土壤中の養分量と並んで多い地上部現存量³⁾中に含まれる養分量については、これまでに堤らによって針

⁴⁾葉樹林を中心に、片桐らによって落葉広葉樹林について報告されている。これらは各林分で数本の試料木をえらんで分析し、林分の養分量を推定することを目的としたものであり、個体や樹種の違いによる養分含有率の違いについて検討していない。本研究は調査地内の全個体について分析を行い、個体間・樹種間の養分含有率の違いについて検討するとともに斜面下部・中部・上部における地上部の養分量の違いについて検討した。

なお、試料を採取するための立木の伐採時に多大な協力をいただいた三瓶演習林の三谷雅亀、川上誠一技官に深く感謝する。

* 育林学研究室

調査地および調査方法

調査地は島根大学農学部附属三瓶演習林内の落葉広葉樹林に設けられた第Ⅱ皆伐試験地である。試験地の概略¹⁾については前報に示してあるのでここでは省略する。

1983年8月にこの試験地内の三つの小プロット(P-1-L, P-4-R, P-8-R)をえらんで、プロット内の胸高直径48cm以上の立木を伐倒した。また、胸高直径25cm以上の試料木をえるために他のプロットから3個体をえらんで伐倒した。本調査で伐倒した個体数はP-1-Lの18本、P-4-Rの16本、P-8-Rの33本と他のプロットの3本の計68本である。これらの伐倒木すべてについて葉・小枝・大枝・幹ごとに分析用試料を採取した。採取した試料は60℃で72時間乾燥後、粉砕し分析に供した。

分析はチッ素・リン・カリウム・マグネシウムおよびカルシウムについて行った。分析方法はチッ素についてはケルダール法を用い、その他の元素については混酸により湿式灰化後、リンはモリブデン青比色法、カリウム・マグネシウム・カルシウムは原子吸光法を用いた。なお、養分含有率はすべて対乾基準で示した。

結果および考察

1. 樹体各部の養分含有率

樹体の養分含有率については古くから研究がなされており、中塚はクリ・コナラ・ミズナラ・クスギなどの有用広葉樹について、朝日は北海道に自生するアカシナ・ミズナラ・イタヤカエデ・トドマツなどについて葉の養分含有率を調べている。しかし、これらは葉についてのみで現存量の多い幹や枝については調べられていない。³⁾堤らはスギ・トドマツ・アカマツ・ハイマツ・カラマツ

などの針葉樹林を中心に葉・枝・幹の養分量について報告している。また、河原⁷⁾らは水俣の照葉樹林において常緑広葉樹の養分含有率について報告している。これらは樹体の養分含有率が季節によって変化すること、樹種によって異なること、さらには同一樹種でも個体間に違いがあることを述べている。そこで、本報告では落葉広葉樹12種と常緑広葉樹2種の養分含有率の樹種による違いと個体による違いについて検討する。

図-1は樹体各部の平均養分含有率をコナラ・ハクウンボク・全個体について示したものである。いずれの元素についても葉の養分含有率が最も高く、小枝・大枝・幹の順に低くなっている。しかし、カリウム・マグネシウムのように含有率の低い元素については大枝と幹との含有率の差が小さくなっている。この傾向はコナラ・ハクウンボクのそれぞれについて求めた場合も全く同様であった。また、5元素の中でチッ素の場合に葉と小枝の含有率の差が最も大きくあらわれた。

このような樹体の各器官の養分含有率の違いには個体間の差を含んでいるので、図-2に各器官ごとに養分含有率の度数分布を全個体と個体数の多いコナラとについて示した。葉の養分含有率はいずれの元素についても度数分布の幅が最も大きく、しかも平均含有率を中心とした正規分布に近い形を示した。これに対して、小枝はチッ素・カリウムについては正規分布に近いが、他の元素については含有率の低い方に出現頻度が高くなる傾向を示した。大枝や幹については養分含有率も低く、度数分布の範囲も小さく、中心の階級に集中する傾向を示している。また、大枝と幹の分布の範囲を比べると幹の方がやや低い含有率の側にかたよる傾向を示すものの両者はほぼ重なっている。しかし、葉の養分含有率の分布範囲とは全く重ならなかった。これらの傾向はコナラのみに

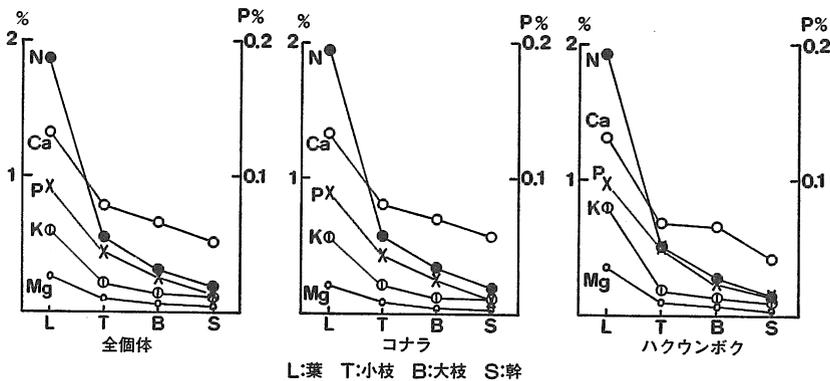


図-1 樹体の平均養分含有率

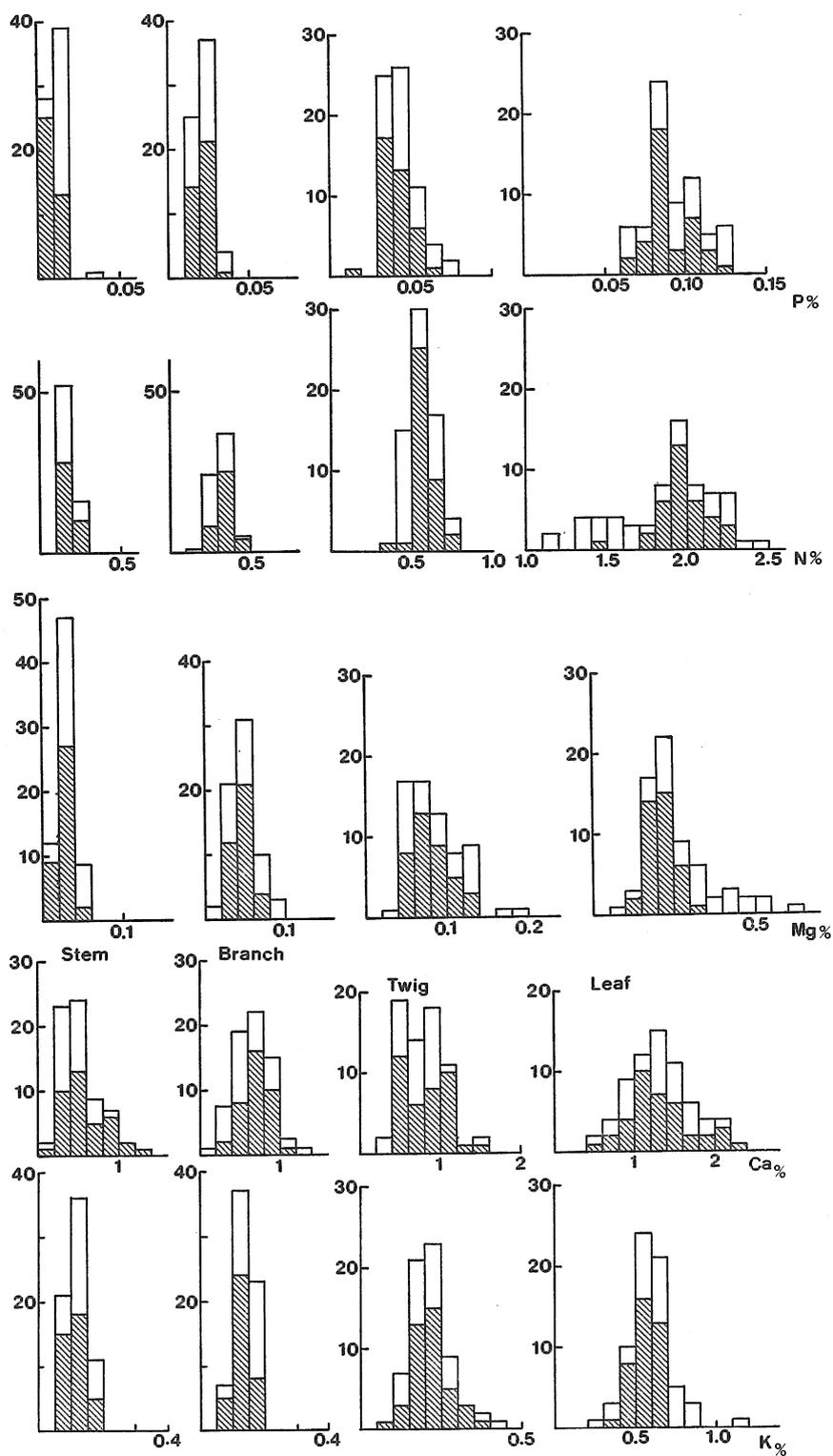
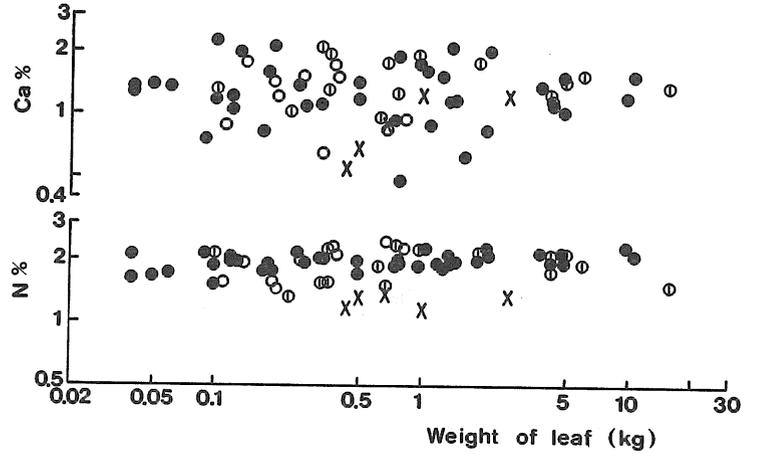


図-2 樹体の養分含有率の度数分布（斜線部はコナラについて）

ついて示した場合もほとんど同様であった。ただ、コナラの場合には含有率の最大値が小さくなり、最小値が大きくなって、分布の範囲が全体に小さくなっている。

このように同一樹種の中でも養分含有率は個体によって異なっているが、これに関係する要因について考えてみる。まず、第1に考えられるのが個体の大きさであるが、図-3に示したように単木の葉重と葉のチッ素・カルシウムの含有率の関係はチッ素含有率の場合に個体の大きさが大きくなると含有率が高くなる傾向がみとめられる。しかし、カルシウム含有率



●コナラ ○ハクウンボク ⊙その他の落葉広葉樹 Xソヨゴ・アセビ

図-3 葉重と葉の養分含有率の関係

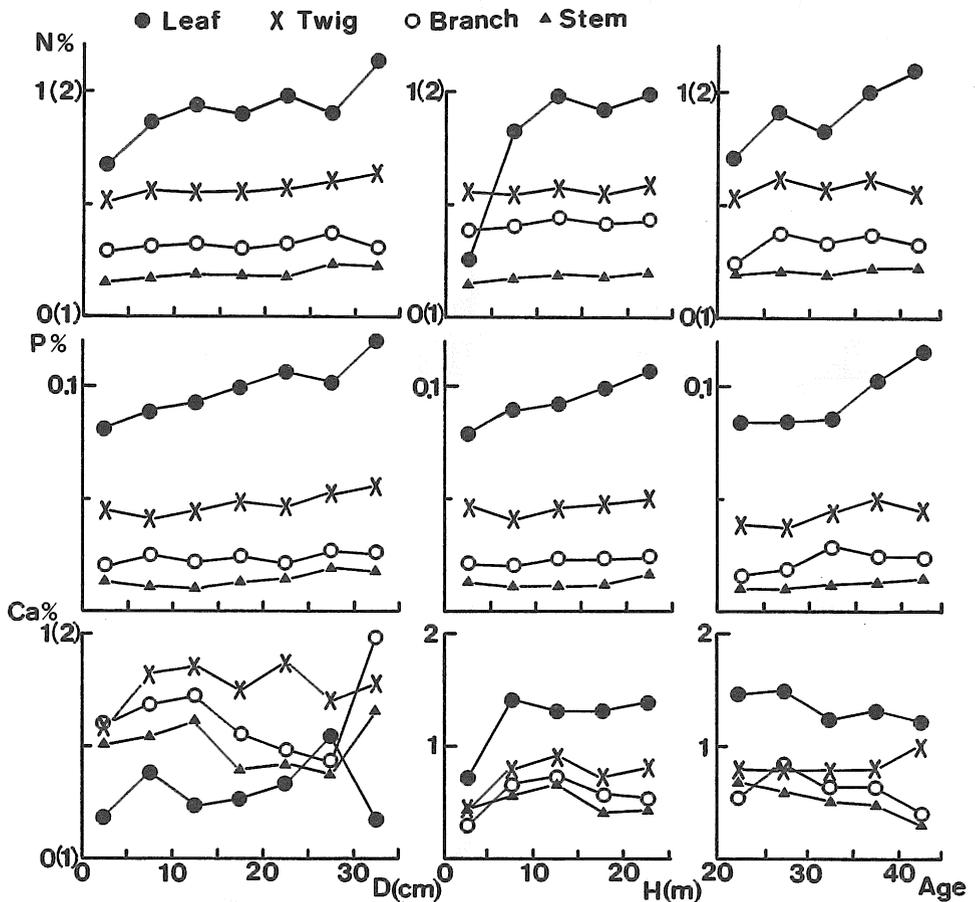


図-4 樹木の胸高直径樹高・樹齢と養分含有率との関係

葉の N %の目盛および左下図の葉の Ca %の目盛は () 内に示す。

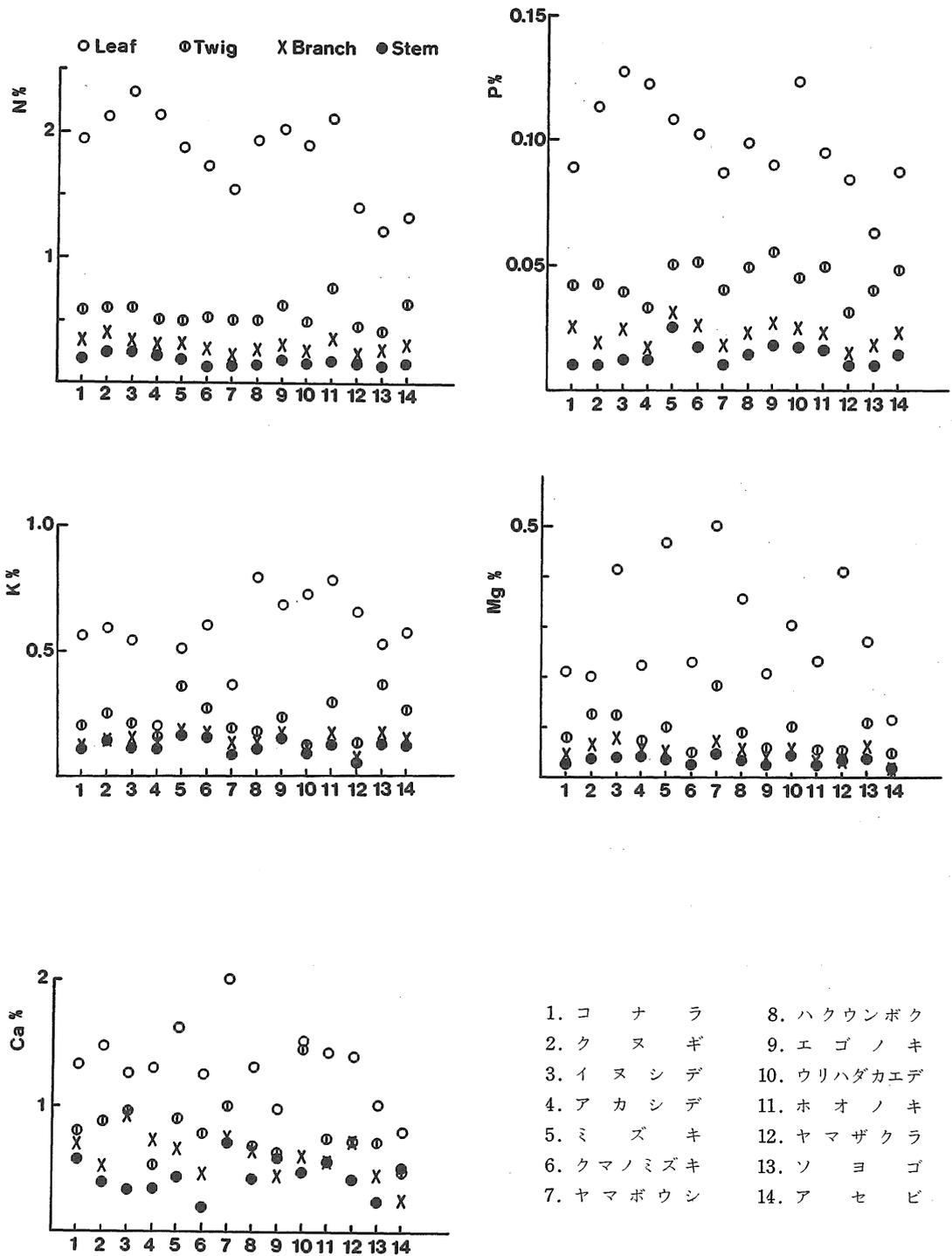


図-5 樹種別の樹体の平均養分含有率

表1 伐倒木の平均養分含有率

プロット番号		N %	P %	K %	Mg %	Ca %
P-1-L	葉	2.06	0.108	0.59	0.28	1.26
	小枝	0.55	0.047	0.20	0.09	0.68
	大枝	0.31	0.024	0.13	0.05	0.65
	幹	0.17	0.013	0.12	0.03	0.39
P-4-R	葉	1.79	0.094	0.60	0.29	1.32
	小枝	0.56	0.048	0.22	0.09	0.85
	大枝	0.28	0.021	0.13	0.05	0.61
	幹	0.17	0.012	0.11	0.03	0.49
P-8-R	葉	1.80	0.080	0.58	0.23	1.34
	小枝	0.54	0.038	0.21	0.08	0.81
	大枝	0.32	0.024	0.12	0.04	0.66
	幹	0.18	0.010	0.11	0.02	0.61

については明らかな傾向はみられなかった。また、胸高直径・樹高および樹齡によって全個体を分けて平均養分含有率を求めて図-4に示した。これによると個体の大きさと養分含有率との間に傾向が認められるのは葉の場合についてであり、大枝・小枝・幹といった非同化部の場合には養分含有率が小さく明らかな関係はみとめられなかった。葉の場合はチッ素・リンの含有率が胸高直径・樹高が大きくなるにつれて高くなる傾向を示した。また、樹齡が高くなるにつれてチッ素・リンの含有率が高くなったのに対して、マグネシウム・カルシウムの含有率は樹齡が高くなるにつれて低下する傾向を示した。

以上のように、樹体の養分含有率、とくに葉の養分含有率を比較する場合、個体の大きさや樹齡が影響するために、樹種間での養分含有率の違いを検討するには数多くの試料木を用いて比較する必要がある。本調査ではコナラ・ハクウンボク・エゴノキ・ソヨゴ以外は1~2個体と少ないが、図-5に14種の葉・小枝・大枝・幹の養分含有率を平均値で示した。いずれの元素についても葉の養分含有率が樹種によって大きく異なる傾向を示し、チッ素ではアカシデ・イヌシデ・クヌギ・ホオノキが2%以上の高い含有率を、アセビ・ソヨゴ・ヤマザクラ・ヤマボウシが1.5%以下の低い含有率を示した。また、リンでもアカシデ・イヌシデ・クヌギ・ホオノキが高い含有率を示し、アセビ・ソヨゴ・ヤマザクラ・ヤマボウシが低い含有率を示した。カリウムについてはハクウンボク・エゴノキ・ウリハダカエデ・ホオノキが比較的高い含有率を示し、ヤマボウシ・イヌシデが低い含有率を示した。マグネシウム・カルシウムはミズキ・ヤマボウシが高い含有率を示し、アセビ・エゴノキが低い含有率を示した。この点から葉の養分含有率の樹種による相違はチッ素とリン、マグネシウムとカルシウムで共通する点があると考えられる。

小枝の養分含有率は前述したように葉の養分含有率に比べると小さく、樹種による違いも明瞭ではなくなってくる。しかし、その中で特徴的なものをあげると、ホオノキのチッ素含有率、エゴノキのリン含有率、ミズキ・アセビのカリウム含有率、ヤマボウシのマグネシウム含有率、ウリハダカエデのカルシウム含有率が他に比べて高いこと、逆にウリハダカエデ・ヤマザクラのカリウム含有率、アカシデ・アセビのカルシウム含有率が他に比べて低いということである。しかし、この傾向には葉の養分含有率にみられたような共通点もなく、養分含有率の差もさほど大きいものではない。

大枝・幹の養分含有率はカルシウムについてやや樹種による相違がみられる以外はほとんど差がみとめられなかった。大枝・幹のカルシウム含有率ではアカシデの大枝、ヤマボウシの幹が他に比べて高く、アセビの大枝、クマノミズキ・ソヨゴの幹が低い傾向を示した。

以上のように葉・枝・幹の養分含有率を樹種ごとに比較した場合、葉の養分含有率にはかなりの相違がみとめられるが、枝・幹ではほとんど差がないと言えよう。

2. 落葉広葉樹林の地上部養分量の斜面位置による相違

本調査地の地上部現存量についてはすでに前報で報告したように斜面下部や尾根部で斜面中部に比べて地上部現存量が多く、立木密度が影響していることを示した。本調査地で試料を採取したプロットにおける養分含有率を平均値で比較すると表-1に示したように葉の養分含有率はカルシウムを除いて斜面下部・中部で高く、斜面上部で低くなっている。これに対して、枝・幹の養分含有率は斜面位置による違いが明らかではなかった。一方、カルシウムの含有率は葉・枝・幹ともに斜面上部で高く、斜面下部で低い傾向を示した。これと同様の傾向を片桐らは⁴⁾ 芦生の落葉広葉樹林でカリウム・カルシウム・マグネシウムでみられたとしている。

表2 調査地の地上部養分量

プロット番号	乾物	チッ素	リン	カリウム	マグネシウム	カルシウム	
P-1-L	葉	2.53(2)	52.2(14)	2.8(13)	14.1(7)	5.6(11)	30.7(5)
	枝	18.13(12)	62.7(17)	4.4(20)	24.4(13)	9.2(18)	96.4(16)
	幹	129.48(86)	253.3(69)	14.3(67)	155.9(80)	37.5(72)	483.6(79)
	計	150.14	368.2	21.5	194.4	52.3	610.7
P-4-R	葉	2.51(2)	48.2(17)	2.6(12)	16.8(11)	6.7(14)	35.3(6)
	枝	21.18(17)	66.6(24)	5.6(25)	31.6(20)	10.1(21)	123.3(21)
	幹	97.41(80)	166.1(59)	14.1(63)	109.3(69)	30.7(65)	424.7(73)
	計	121.10	280.9	22.3	157.7	47.5	583.3
P-8-R	葉	2.71(3)	50.0(21)	2.3(18)	15.8(12)	5.6(18)	35.2(6)
	枝	12.79(14)	42.5(18)	3.0(23)	20.3(15)	7.0(22)	85.8(14)
	幹	78.08(83)	142.5(61)	7.7(59)	100.9(74)	18.8(60)	481.9(80)
	計	93.58	235.0	13.0	137.0	31.4	602.9

(注) 乾物: ton/ha, その他の元素: kg/ha, () 内は計に対する割合

各個体の養分含有率と乾物重とから調査地の地上部養分量を求めて表-2に示した。地上部合計の養分量は斜面下部のプロットでチッ素が368, リンが21.5, カリウムが194, マグネシウムが52.3, カルシウムが611 kg/ha, 斜面中部でチッ素が281, リンが22.3, カリウムが158, マグネシウムが47.5, カルシウムが583, 斜面上部でチッ素が235, リンが13, カリウムが137, マグネシウムが31.4, カルシウムが603 kg/haであり, チッ素・リン・カリウム・マグネシウムは乾物重と同様に斜面下部で多く, 斜面上部で少ない傾向を示した。これに対して, カルシウムは養分含有率の違いが影響し, 斜面位置による差がみられなかった。この地上部⁸⁾養分量をこれまでの測定例と比較すると, 芦生のブナ林⁴⁾や落葉広葉樹林に比べると斜面下部ではいずれの元素も少ないが, 斜面上部ではほぼ等しい値であった。斜面下部では芦生に比べると現存量が少ないために養分量も少なくなったものである。また, DUVIGNEAUDらのベルギーの落葉広葉樹林に比べるといずれの元素も約8割弱とやや少ない傾向を示した。

葉・枝・幹の器官ごとにもとると葉に含まれる養分量は斜面位置の違いによっても変化せず, 芦生のブナ林とも大差はなかった。しかし, 枝・幹に含まれる養分量はカルシウムを除いて斜面下部で多く, 斜面上部で少ない傾向を示した。したがって, 斜面上部では葉への養分割合が高くなっている。また, 各養分の葉・枝・幹への配分割合を乾物のそれと比較すると, 葉への養分の配分割合が乾物のそれより10%以上高くなり, その分だけ幹の割合が小さくなっている。これは葉の養分含有率が枝・幹の養分含有率に比べて高いためであり, カルシウムのように葉と枝・幹の養分含有率の差が小さい場合には養分

の配分割合が乾物のそれに近い値を示した。

ま と め

三瓶演習林内の落葉広葉樹林において斜面上部・中部・下部の3プロットで伐倒調査を行い, 上層木の養分含有率, 地上部養分量の比較を行った。

1. 樹体の養分含有率は葉>小枝>大枝>幹の順となった。
2. 樹体の養分含有率は個体により異なり, その度数分布はおおむね平均含有率を中心とする正規分布を示した。
3. 葉の養分含有率は胸高直径・樹高が大きくなるにつれて高くなる傾向を示し, 樹齡との間にも有意な関係がみとめられた。
4. 葉の養分含有率については樹種間で違いがみられ, アカシデ・イヌシデ・クヌギのチッ素・リン含有率が高く, ハクウンボク・エゴノキのカリウム含有率が高く, ミズキ・ヤマボウシのマグネシウム・カルシウム含有率が高かった。
5. 地上部養分量はチッ素が235.0~368.2, リンが13.0~22.3, カリウムが137.0~194.4, マグネシウムが31.4~52.3, カルシウムが583.3~610.7 kg/haで, 斜面下部で多く上部で少ない傾向を示した。
6. 養分量の各器官への配分割合は乾物の配分割合に比べて, 斜面下部では幹に多く, 斜面上部では葉に多い傾向を示した。

引用文献

1. 片桐成夫・石井 弘・三宅 登・安東義朗・島根大農研報: 18: 53-60, 1984.

2. 片桐成夫・石井 弘・三宅 登・喜多村雅夫：島根大農研報 **17**：53-59, 1983.
3. 堤 利夫・河原輝彦・四手井綱英：日林誌 **50**(3)：66-74, 1968.
4. 片桐成夫・堤 利夫：日林誌 **57**(2)：412-419, 1975.
5. 中塚友一郎：日林誌 **25**(11)：521-532, 1943.
6. 朝日正美：日林誌 **40**(4)：135-138, 1958.
7. 河原輝彦：JIBP-PT- 水俣特別研究地域 S43：92-94, 1969.
8. 河原輝彦：日林誌 **53**(8)：231-238, 1971.
9. DUVIGNEAUD, P. and DENAEYER-D ESMET : Ecol. Stud. **1** : 199-225, 1970.