

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(Ⅰ)

調査地の植生および林分の概要について

片桐成夫[※]・石井 弘[※]・三宅 登[※]・西垣真太郎^{※※}

Shigeo KATAGIRI, Hiroshi ISHII, Noboru MIYAKE and Shintaro NISHIGAKI

Studies on mineral cycling in a deciduous broadleaved
forest at Sanbe Forest of Shimane University (I)
Vegetation and outline of studied area.

はじめに

森林生態系における物質の循環に関する研究はこれまで数多くみられるが、地形に対応した水分条件との関係において論じられたものは少ない。一様な落葉広葉樹林においては斜面の上部と下部との間に物質の循環に量的な相違のあることはすでに指摘されている¹⁾²⁾。しかし、これは土壌、樹体間の主なコンパートメントに関してのみ測定され、斜面の上部と下部だけの比較がなされているにすぎない。そこで、本研究においては斜面の上部から下部までの連続的な物質の循環の変化と、落葉広葉樹と異なった生活型をもったアカマツの侵入した斜面における物質の循環の相違を調べることにした。

まず手はじめにアカマツを含んだ斜面の植生の変化と永久試験地として設けた林分の概要について報告する。なお、本研究の一部は昭和50年度科学研究費によって行なった。

調査地および調査方法

調査地は本学三瓶演習林獅子谷団地の3～6林班の落葉広葉樹林で、尾根筋の乾性などところには天然生アカマツが存在している。

落葉広葉樹林における植生の水分条件を位置づけるために、谷部、斜面下部、中部、上部、尾根部に分けて19個の方形区を設けて毎木調査を行い、上層木、下層木の樹種別出現頻度を求めた。

このうちの5林班の一斜面に設定したP-1～P-5

を永久試験地として、今後継続して調査することにした。この斜面は北東向き、平均傾斜約30度であった。P-1～P-4は谷から尾根に向かって20×20mの方形区を連続して設け、P-5はその尾根の延長上に10×20mの方形区を設けた。これらのプロットで毎木調査を行い、同時に立木位置図、樹冠投影図を作成した。また、斜面の縦断測量、受光空域の測定、A₀層および土壌の有機物量、炭素量およびチッ素量の測定を行なった。

結果および考察

1. 落葉広葉樹林の植生の水分条件にともなう変化

三瓶演習林の獅子谷団地は18林班のうち7～11林班の造林地以外は落葉広葉樹林であり、そこでの植生は主に暖帯性落葉広葉樹である。沖村によれば自生する木本植物は63科、208種にのぼっている。これらの種はそれぞれに適した水分条件の下に生育しており、地形と対応した水分条件によって林分の種組成が異なることは芦生において認められている³⁾⁴⁾。そこで、永久試験地を設定するにあたり、本学演習林の落葉広葉樹林における種組成と水分条件との関係を調べた。

調査した19プロットに出現した樹種は81種であり、主な樹種の上層木の出現頻度を樹種別断面積合計割合と斜面位置との関係であらわすと図-1のようであった。これを樹種ごとにとみるとクマノミズキ・ミズキでは谷および斜面下部で断面積割合が大きく、中部・上部では小さくなり、尾根部では出現していない。これとは逆にアカマツ・リョウブ・アオハダは谷および斜面下部では出現せず、上部に向かうにつれて断面積割合が大きくなり尾根部で最大となっている。また、イヌシデとアカシデを

※ 育林学研究室

※※ グリーンサイエンス株式会社

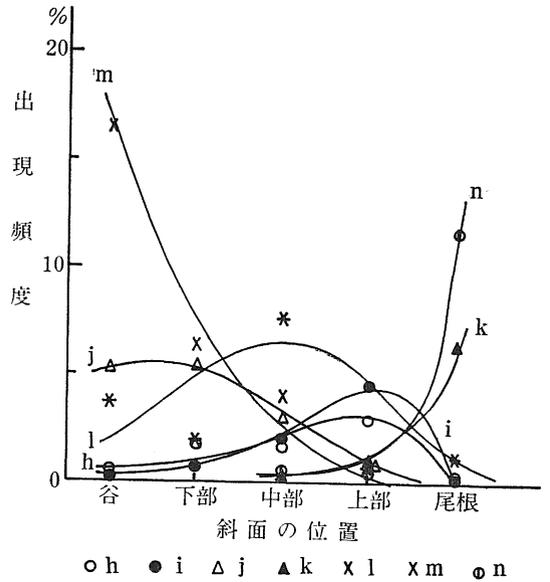
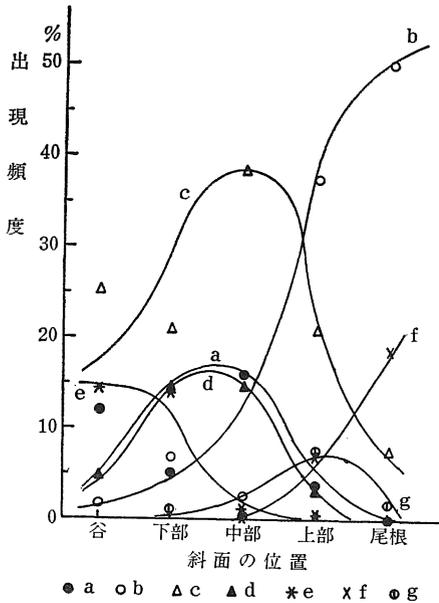


図-1 上層木の樹種別出現頻度分布

- a. ハクウンボク b. コナラ c. クリ
- d. イヌシデ e. クマノミズキ f. アカマツ
- g. アカシデ h. ヤマザクラ i. ヤマボウシ
- j. ネムノキ k. アオハダ l. エゴノキ
- m. ミズキ n. リョウブ

比較するとイヌシデは斜面下部で断面積割合が大きく上部に向かうにつれて小さくなる傾向があり、アカシデは下部で小さく、斜面上部で最大となっている。このように斜面に沿った水分条件に対応した形で断面積割合であらわした出現頻度の分布が谷に多いもの(ミズキ・クマノミズキ)、斜面下部から中部に多いもの(イヌシデ・エゴノキ・ハクウンボク)、斜面中・上部に多いもの(クリ・アカシデ・コナラ)、尾根部に多いもの(アカマツ・リョウブ・アオハダ)と移り変っている。

また、下層木については図-2に樹種別本数割合で示した。上層木の場合と同様に樹種によって分布の様式が異なり、ヤマウゲイスカグラは谷または斜面下部に多く尾根に向かうほど少なくなっている。ツリバナ・ムラサキシキブは斜面下部または中部で最も多く出現することを示している。コバノガズミ・ミヤマガズミ・ヤマウルシは谷や下部では出現しないか、あるいは出現しても少なく、尾根に向かうほど多く出現する傾向を示している。また、上層木に多くみられたイヌシデやハクウンボクなどは下層においても上層木の場合と同様の頻度分布を示している。このように下層木の場合も斜面に沿った水分条件に対応して出現樹種の移り変りがみられる。

そこで、樹種をつきの4つの類型に分類した。

- (i) 湿性な種：谷・斜面下部に最も多く、乾性側に向って減少、消失するもの。
- (ii) 弱湿性な種：斜面下部・中部に最も多く、両側に向って減少、消失するもの。
- (iii) 弱乾性な種：斜面上部に最も多く、両側に向って

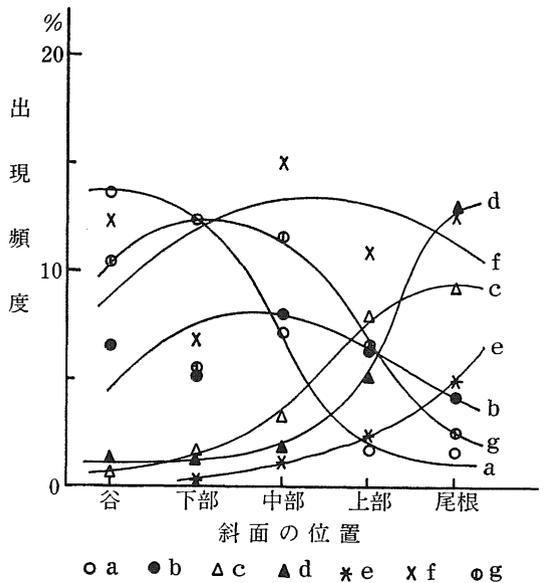


図-2 下層木の樹種別出現頻度分布

- a. ヤマウゲイスカグラ b. ムラサキシキブ
- c. コバノガズミ d. ミヤマガズミ
- e. ヤマウルシ f. クロモジ
- g. ツリバナ

減少、消失するもの。

(iv) 乾性な種：尾根に最も多く、湿性側に向って減少、消失するもの。

種によって反応は様々であり、すべてが明確にこの類型に分類できる訳ではないが、便宜上、出現したすべての種について、この4者のいずれかに位置づけた。また、出現したプロット数が少なく、図から判定の困難なもの⁴⁾は芦生の結果に準じて分類した。その結果を表-1に示した。

次にこの表の分類に従って湿性を0，弱湿性を1，弱乾性を2，乾性を3としてそれぞれの評点を与えた。各プロットについて、種をこの数字におきかえ、個体数を乗じて合計値を求め、総個体数で割って百分率であらわすと、0から300の間の数字がえられる。これを乾湿度指数とよぶことにし、各プロットの水分環境を表わすも

のと考えた。この乾湿度指数が0に近いほど湿性な種が多く、300に近いほど乾性な種が多いことをあらわす⁴⁾⁵⁾。したがって、地形と対応させてみれば谷に近いほど0に近く、尾根ほど300に近くなる。

これを調査した19プロットについて上層木（胸高直径4.8cm以上）下層木（胸高直径4.8cm未満）に分けて求めて表-2に示した。上層木について求めた乾湿度指数は71~252の範囲で、下層木について求めた乾湿度指数は83~212の範囲で変化した。この二つの乾湿度指数の関係をみると図-3に示したように、ほぼ直線的な関係がみられた。本調査に関する限りでは本学三瓶演習林では乾湿度指数70以下の湿性なプロットはみられず、乾湿度指数230以上の乾性なプロットもP-5 P-24, P-37の3プロットしかみられなかった。このように本

表-1 水分環境に対応した種の分類

湿性な種 (mesic)	弱湿性な種 (submesic)	弱乾性な種 (subxeric)	乾性な種 (Xeric)
イボタノキ	アワブキ	アカシデ	アオハダ
キブシ	イイギリ	アカメガシワ	アカマツ
クマノミズキ	イヌシデ	ウツギ	アセビ
サワフタギ	ウリハダカエデ	ウラジロガシ	イヌツゲ
ツリバナ	ウワミズザクラ	カマツカ	ウラジロノキ
ハナイカダ	エゴノキ	クヌギ	ソヨゴ
ミズキ	エゾエノキ	クヮリ	ツクバネウツギ
ミヤマハハソ	ガマズミ	コシアブラ	ツルシキミ
	カラスザンショウ	コナラ	ネジキ
	キハダ	コハウチワカエデ	ヒサカキ
	クマシデ	コバノガマズミ	ミヤマシグレ
	クロウメモドキ	ゴンズイ	ヤマウルシ
	クロモジ	サルトリイバラ	ユズリハ
	ケヤキ	タンナサワフタギ	リョウブ
	コウヤボウキ	ダンコウバイ	
	コマユミ	ナツグミ	
	センノキ	ナガバノモミジイチゴ	
	ツルウメモドキ	ノイバラ	
	ニワトコ	ノグルミ	
	ネムノキ	ノリウツギ	
	ハクウンボク	ビナンカズラ	
	フジ	ホオノキ	
	マユミ	ミヤマガマズミ	
	ムラサキシキブ	ヤブコウジ	
	ヤブデマリ	ヤブムラサキ	
	ヤマウグイスカグラ	ヤマコウバシ	
	ヤマダクワ	ヤマザクラ	
	ヤマボウシ	ヤマブキ	
	ヤマモミジ		

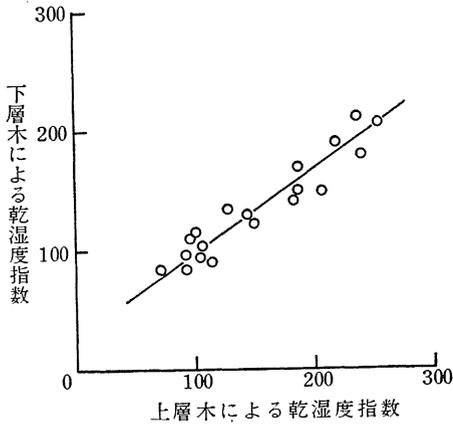


図-3 上層木の乾湿度指数と下層木のそれとの関係

学三瓶演習林では完全な湿性タイプの森林は少なく、やや乾性にかたよった水分条件であるとともに、極度の乾性タイプの林分もあらわれなかった。これは中国山地の準平原的な地形による影響があるものと考えられる。

2. 永久試験地の林分の概要

a) 地形要因

本学三瓶演習林の5林班に設けた永久試験地は北東向きの傾斜角約30度の斜面上に位置する。このP-1（斜面下部）からP-5（尾根）までの5プロットの平面図および斜面の断面図は図-4に示してある。P-1からP-4までは斜面の形は複合斜面であり、P-5は尾根上に位置している。P-1からP-4は斜距離で20mずつの連続したプロットで、P-5のみが離れており、尾根を中心に両側5mずつ、長さ20mのプロットでその両側はかなり急な斜面になっている。

斜面上の位置をあらわす一つの方法として受光空域を求めた。受光空域は日照時間が周囲の地物によって制限する割合を表わすものであるが、必ずしも光だけではなく、⁶⁾ 地形的条件に伴う様々な環境要因の複合である。各プロットでの受光空域は斜面下部のP-1で42.3%と最も小さく、P-2、P-3、P-4と順に大きくなり、P-5で71.8%であった。すなわち、受光空域は斜面の上部、尾根に向かうにつれて増大する傾向にある。これを前節で求めた乾湿度指数との関係で示したものが図-5である。受光空域の増大につれて乾湿度指数が大きくなる傾向がみられた。

b) 林況

各プロットの平均直径、平均樹高、断面積合計、立木本数および主な樹種について表-3に示した。

表-2 調査プロットの乾湿度指数

プロット番号	上層木	下層木	プロット番号	上層木	下層木
1	91	97	23	205	148
2	113	90	24	252	206
3	142	127	31	105	103
4	182	142	32	184	150
5	235	212	33	184	170
0	71	83	34	100	115
11	103	94	35	126	135
12	217	191	36	92	83
21	95	111	37	238	180
22	148	122			

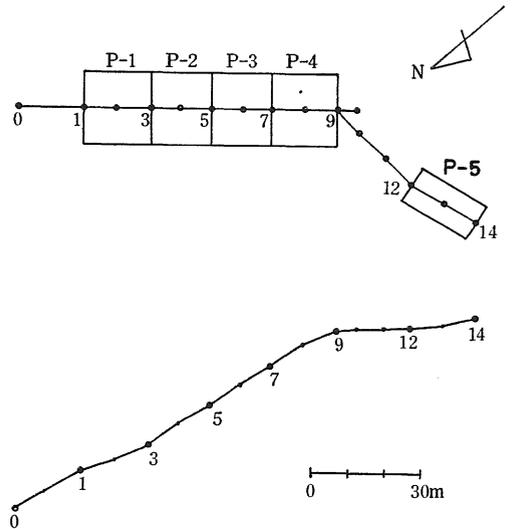


図-4 永久試験地の平面図と斜面の断面図

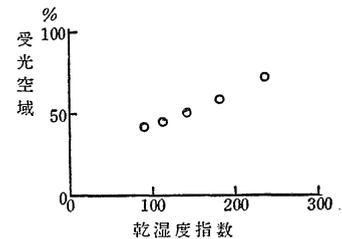


図-5 受光空域と乾湿度指数との関係

まずプロットの種組成をみると斜面下部のP-1ではクリが断面積割合で最も多く35.9%を占めている。そして湿性なクマノミズキ、弱湿性なウリハダカエデ、カラスザンショウが10%を越えている。斜面中部のP-2では弱湿性のハクウンボク、イヌシデ、エゴノキがそれぞれ18.2、17.9、15.1%と多く、クリが16%を占めてい

表-3 永久試験地の林況

プロット番号	\bar{D}	\bar{H}	立木本数	断面積合計	受光空域	樹種別断面積割合
1	12.68	10.3	1357	24.4	42.3	クリ(35.9)カラスザンショウ(15.4) クマノミズキ(13.8)ウリハダカエデ(10.6)
2	11.62	10.1	1628	20.5	45.0	ハクウンボク(18.2)イヌシデ(17.9) クリ(16.0)エゴノキ(15.1)
3	10.94	9.7	2130	25.9	50.4	アカシデ(26.3)ヤマボウシ(21.3) クリ(13.1)イヌシデ(7.2)
4	10.08	9.2	3666	35.6	58.0	コナラ(45.1)ヤマザクラ(12.4)アカ マツ(7.1)ハクウンボク(6.0)
5	12.12	9.8	2573	44.1	71.8	アカマツ(55.5)コナラ(34.6)
	cm	m	本/ha	m ² /ha	%	%

る。斜面上部のP-3ではアカシデ、ヤマボウシ、クリがそれぞれ26.3、21.3、13.1%と多く、P-4では弱乾性のコナラが45.1%と半分近くを占めている。さらにP-4では乾性な樹種が多くなり、アカマツ、アオハダなどが多くなっている。尾根のP-5では乾性のアカマツが55.5%、弱乾性のコナラが34.6%を占めて、この二種で90%を越えている。このようにP-1、P-2で弱乾性のクリがかなり多いが、斜面下部から尾根に向って、種組成は湿性から乾性へと移り変っているといえよう。

上層木の平均直径はP-1の12.7cmからP-4の10.1cmまでは徐々に小さくなるが、P-5では12.1cmと大きくなっている。また、平均樹高もP-1からP-4までは徐々に低くなるが、P-5ではやや高くなっている。さらに立木本数もP-1からP-4までは立木が小さくなるとともに増大するが、P-5では少なくなっている。

断面積合計については斜面下部から尾根にかけて増大する傾向がみられ、乾湿度指数との間にも明らかな直線関係がみられる。(図-6)

そこで、平均直径、平均樹高および立木本数を乾湿度指数との関係で示したものが図-6である。いずれの場合も乾湿度指数200までの4プロットではほぼ直線関係がみられ、乾湿度指数の増大につれて平均直径、平均樹高は小さくなり、立木本数は増加するといえる。しかし、乾湿度指数200以上のP-5ではいずれも逆の傾向を示している。尾根部にアカマツの現われのない芦生の野田畑谷斜面では平均直径、平均樹高ともに乾湿度指数の増大につれて小さくなり、立木本数は増加している。すなわち斜面下部では本数が少なく大径木で構成され、尾根では逆に小径木で本数が多くなっている。

しかし、本試験地ではP-5においては天然生アカマ

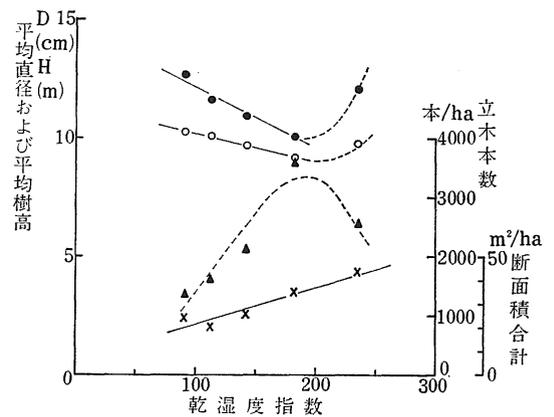


図-6 平均直径、平均樹高、立木本数および断面積合計と乾湿度指数との関係

●：平均直径 (cm) ○：平均樹高 (m)
▲：立木本数 (本/ha) ×：断面積合計 (m²/ha)

ツが現われ、しかもアカマツの断面積割合が55.5%、本数割合でも17.3%と多く、アカマツだけの平均直径、平均樹高がそれぞれ 25.6cm、16.0m と大きいことによって尾根では逆の傾向を示していると考えられる。

c) 土壌

本試験地の斜面は火山灰土におおわれており、昭和40年に製作された土壌図によれば黒色土に分類されている。しかし、上部・尾根ではかなり流亡がおり、黒色の度合は下部に比べると小さくなっている。

各プロットで測定した A₀ 層の有機物量、チッ素量および鉍質土層の炭素およびチッ素量を表-4 に示した。

A₀ 層の有機物量は P-1~P-3 では 6.44~8.33 ton/ha と少ないが、P-4、P-5 ではとところどころ

表-4 土壌中の物質集積量

プロット番号	A ₀ 層 有機物		鉍質土層 C N	
	ton/ha	kg/ha	ton/ha	kg/ha
1	6.44	85	169.1	14.1
2	5.40	66	163.1	13.6
3	8.33	86	129.3	10.2
4	13.18	130	100.2	6.4
5	12.22	157	106.0	6.5
単位	ton/ha	kg/ha	ton/ha	kg/ha

にF層が存在して有機物量も13.18~12.22 ton/haと多くなっている。これを乾湿度指数との関係であらわしたものが図-7であり、乾湿度指数の増大につれて増加する傾向がみられる。しかし、芦生でみられたように乾湿度指数200位までの増加が徐々に起こり、乾湿度指数200以上で急激に増加するといった傾向はみられなかった。これは本試験地では尾根においても芦生ほど乾性でなく、F層の発達が明瞭でないためであろう。また、A₀層のチッ素量はP-1~P-3では66~86 kg/haに対してP-4, P-5では130, 157 kg/haと斜面上部・尾根で多くなっている。乾湿度指数との関係でみると湿性から乾性に向って増加する傾向がみとめられ、有機物量の場合と同様であった。

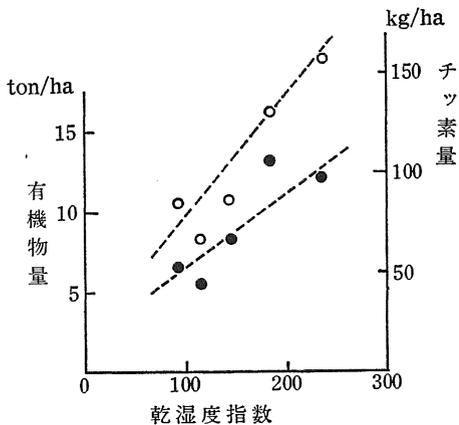


図-7 A₀層の有機物量およびチッ素量と乾湿度指数との関係

● : 有機物量 ○ : チッ素量

鉍質土層の炭素およびチッ素の集積量は深さ70cmまででそれぞれ169.1~100.2 ton/ha, 14.1~6.4 ton/ha

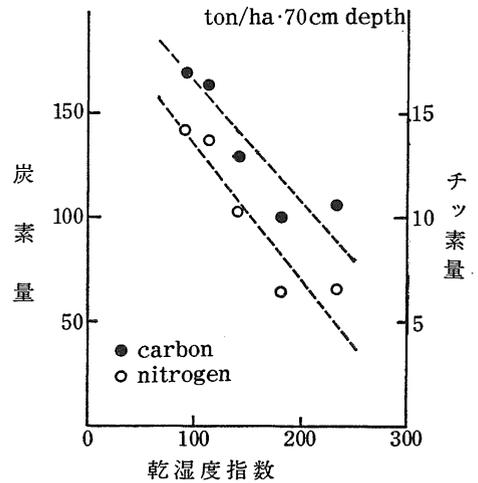


図-8 鉍質土層における炭素量およびチッ素量と乾湿度指数との関係

と斜面下部で多く、上部ほど少なくなっている。これを乾湿度指数との関係でみると図-8のように、乾湿度指数の増大とともに減少する傾向がみられ、尾根ほど炭素、チッ素の集積量が少なく、芦生での結果と一致している。

このようにA₀層では尾根に向かうほど集積量が多く、鉍質土層では逆に尾根ほど集積量が少なくなるために、A₀層の集積量と鉍質土層の集積量との比率は有機物量の場合(ただし、A₀層は有機物量、鉍質土層は炭素で計算)P-1 3.8%, P-2 3.3%, P-3 3.6%, P-4 13.2%, P-5 11.5%, チッ素の場合P-1 0.6%, P-2 0.5%, P-3 0.8%, P-4 2.0%, P-5 2.4%と斜面下部で小さく、上部・尾根で大きくなり、斜面下部に比べて上部・尾根ではA₀層の占める割合が大きくなっている。

摘 要

三瓶演習林内の落葉広葉樹林における物質循環の斜面位置による違いを調べるために、永久試験地を設けた。

1. 一つの斜面に成立する林分の種組成は地形に対応した水分条件に応じて変化した。斜面下部から尾根までクマノミズキ、イヌシデ、コナラ、アカマツ・アオハダに代表されるように湿性から乾性へと変化した。
2. 林分の平均直径および平均樹高は斜面に沿って尾根に向かうほど小さくなる傾向がみられた。
3. 林分の立木本数および断面積合計は尾根に向かうほど

ど大きくなる傾向がみられた。

4. A₀層における有機物の集積量は斜面下部から上部に向かって増加し、鉍質土層における炭素およびチッ素の集積量は逆に少なくなる傾向がみられた。

引用文献

1. 片桐成夫・堤利夫：日林誌**57** (12)：412-419, 1975.
2. 片桐成夫・堤利夫：日林誌**58** (3)：79-85, 1976.
3. 沖村義人：島農大研報**15**：89-100, 1967.
4. 「天然林の生態」研究グループ：京大演報**43**：33-52, 1972.
5. 堤利夫・片桐成夫：日林誌**56** (12)：434-440, 1974.
6. 鈴木時夫・一宮順治：日生態誌**18**：263-271, 1968.
7. 片桐成夫・堤利夫：科研特定研究「生物圏の動態」JIBP-PT-F：145-150, 1973.

Summary

In order to investigate the change of mineral cycling with the part of slope, the permanent experimental plots were set in a deciduous broad-leaved forest at Sanbe Forest of Shimane University.

1. The composition of tree species in forest standing on one slope changed with the water condition along the slope. Main vegetation changed from mesic species to xeric species as *Cornus controversa* HEMSL., *Carpinus tschonoskii* MAXIM., *Quercus serrata* THUNB., *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc., *Ilex macropoda* Miq. along the slope.
2. There were tendencies for the mean diameter and tree height of plots to become smaller with ascending slope.
3. There were tendencies for the tree density and basal area of plots to become greater with ascending slope.
4. The amounts of organic matter accumulated on A₀ layer increased, and the amounts of carbon and nitrogen in mineral soils decreased with ascending slope.