

## 落葉広葉樹林の下層植生の組成および現存量#

片桐 成夫\*・石井 弘\*・三宅 登\*

Shigeo KATAGIRI, Hiroshi ISHII and Noboru MIYAKE  
The Composition and Above Ground Biomass of Understory  
in a Deciduous Broad-leaved Forest.

### はじめに

森林生態系内で下層植生は量的にも少なく、質的にも上層木とは異なった特徴をもっている。そのために、これまでの物質生産の面での研究においては付随的に調査されるにとどまっていた<sup>1)2)3)</sup>。下層植生の現存量が林分の現存量に占める割合は1%前後といわれ、ほとんど無視する程度ではあるが、森林の伐採後の植生の回復にともなう物質循環を論ずる場合には最初の数年間で下層植生は量的にも重要となってくる。また、下層植生の種組成などの質的な特徴が伐採後の植生に及ぼす影響もかなり大きいものと考えられる。

また、下層植生の分布は林分の密度、林内の明るさ、斜面上の位置によって異なるとともに、同一林分内でのバラツキも大きい。1時点での現存量は標準地刈取法によって測定することは調査面積の拡大によって可能である。しかし、植生の回復にともなう現存量の変化は同一区画において継続的調査を行うことにより検討することが望ましい。そのためには刈取法以外の方法が必要となってくる。

そこで、本研究では落葉広葉樹林の下層植生の組成・構造を明らかにし、現存量の変化をとらえるための推定方法の検討を行った。

なお、本調査にあたり育林学研究室専攻生田添省嗣君・神川勇人君の協力を得た。ここに感謝の意を表わす。

### 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4・5林班の落葉広葉樹林である。調査プロットを斜面下部から尾根部に分布するように11ヶ所に設定した。プロットの

面積は固定試験地として1980年に設定された P-1, P-2 が 20×20m で、他のプロットは斜面下部が 15×15m、尾根部が 10×20m である。

これらのプロットに出現する胸高直径 4.8cm 以上の立木を上層木とし、胸高直径 4.8cm 未満のものを下層木とした。上層木についてはプロット内の全個体の樹種名・胸高直径・樹高を調査した。樹高 1m 以上の下層木についてはプロット内の全個体の樹種名・地際直径・樹高を調査した。樹高 1m 未満の下層木については各プロット内に 5×5m のサブプロットを3~4個ずつ設け、樹高 50cm 以上の個体は樹種名・地際直径・樹高を、樹高 50cm 未満の個体は樹種ごとに本数のみを調査した。

なお、本調査では木本植物のみを対象とし、草本・ササ等の植生については調査しなかった。

### 結果および考察

#### 1. 調査地の概況

調査プロットの上層木の優占種・乾湿度指数・立木密度・平均胸高直径・平均樹高・林内相対照度などを表-1 および図-1 に示した。調査地の三瓶演習林は暖帯落葉広葉樹林帯に位置しており、斜面下部の湿ったプロット

表-1 調査地の概要

プロット番号	立木密度	D	H	乾湿度指数	優占種	平均林内相対照度	下層木総本数
	本/ha	cm	m			%	本/a
101	1,359	11.68	11.43	93	イヌシデ	6.4	15.7
201	677	19.59	14.89	93	ミズキ	13.2	127.2
301	2,125	12.21	9.45	137	ミズキ	3.4	22.7
1	1,420	14.83	14.38	149	コナラ	15.6	1,124.8
202	1,314	16.60	14.04	159	コナラ	9.9	50.7
2	1,815	11.78	11.80	161	コナラ	14.6	175.8
302	1,519	10.66	10.65	168	コナラ	2.4	35.8
203	2,995	12.62	12.12	192	コナラ	7.6	56.4
102	3,059	10.21	9.77	195	コナラ	5.2	389.9
303	4,000	9.82	9.93	210	コナラ	4.8	70.4
103	3,943	10.89	10.40	225	コナラ	4.5	271.4

\* 育林学研究室

# 本研究の一部は文部省科学研究費補助金 (No. 59480061) によって行われた。

ト (P-101, P-201, P-301) ではイヌシデ・ミズキが優占種となっているが、斜面中部から尾根部にある他のプロットの優占種はすべてコナラであった。これらのプロットを落葉広葉樹林の水分条件を表わす指標である乾湿度指数であらわすと 93~225 となり、調査プロットがやや乾性側にかたよっている。

上層木の胸高直径・樹高は水分条件が乾性になるにつれて小さくなる傾向がみられた。これとは逆に林分の立木密度や胸高断面積合計は水分条件の乾性化にともなって大きくなり、谷部では比較的疎で大径木が多く、尾根部では密で小径木が多くなっている。この傾向は前報<sup>5)</sup>までの一斜面での傾向と同じである。

これらのプロットの林内相対照度を平均値で比較すると、斜面下部・中部でややバラツキがあるが、谷部から尾根部にかけて相対照度が低下している。この傾向は尾根部ほど立木密度が高く、樹高が低くなるために林内が暗くなったものと考えられる。

下層木の総本数をみると、最大の出現本数を示す P-1 が乾湿度指数 149 とほぼ中間であるが、このプロットが林道の横に位置し、その影響が下層植生にあらわれたもの考えられる。そこで、このプロットを除外すると乾湿度指数の増大につれて下層木本数も増加する傾向がみられた。

## 2. 下層植生の分布

落葉広葉樹林を構成する樹種の分布を斜面に沿った水分条件との関係でみた場合上層木を構成する高木種・亜高木種については斜面上での分布によって類型化が可能であり、それから林地の水分条件を乾湿度指数として表わすことが出来ることは既に報告した。その際の上層木から求めた乾湿度指数と下層木から求めた乾湿度指数がおおむね一致することを示した。ここでは、各プロットにおける樹高 1m 以上の下層木の樹種別出現割合と乾湿度指数との関係を図-2 に示した。

下層植生として出現した樹種は50種にのぼり、11プロットの平均出現割合が3%以上の樹種は15種であった。これらの比較的出現頻度の高い樹種はクロモジ・ヤマウグイスカグラ・コバノガマズミ・ミヤマガマズミ・ムラサキシキブ・ヤブムラサキ・イボタノキ・ツリバナ・カマツカの低木種とアカシデ・ハクウンボク・リョウブの高木・亜高木種であった。上層木の優占種であったコナラ・ミズキ・イヌシデの出現頻度はさほど高くなかった。また、出現頻度の高い樹種の中にも全てのプロットに出現する樹種がなく、下層植生の分布が種によって異なるものと考えられる。

図-2 に示した16種の分布様式をみると、高木種・亜

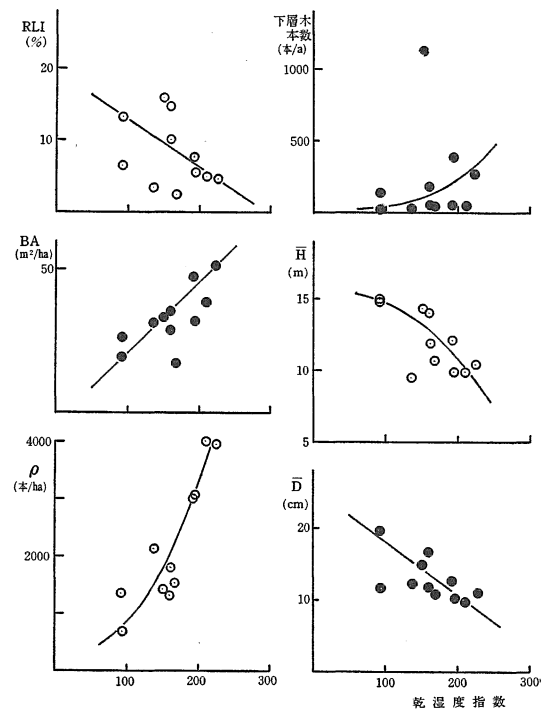
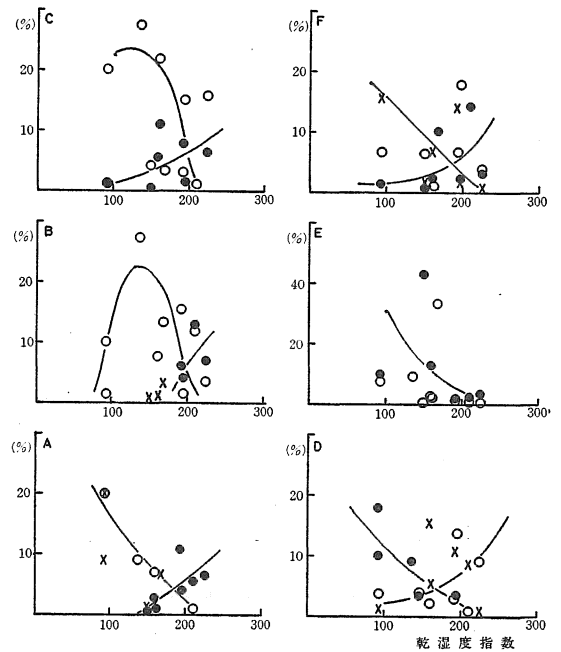


図-1 上層木の諸項目と乾湿度指数との関係



A図 クマノミズキ(O),ミズキ(X),ヤマボウシ(●) B図 アカシデ(O),イヌシデ(X),コナラ(●) C図 ハクウンボク(O),エゴノキ(●) D図 クロモジ(O),カマツカ(X),イボタノキ(●) E図 ツリバナ(O) ヤマウグイスカグラ(●) F図 コバノガマズミ(O),ミヤマガマズミ(X),ムラサキシキブ(●)

図-2 下層木の出現頻度割合と乾湿度指数との関係

高木種についてはミズキ・クマノミズキが湿性なプロットに多く出現し、ヤマボウシ・コナラ・エゴノキは乾性なプロットに多く出現する。アカシデ・イヌシデ・ハクウンボクは両者の中間のパターンを示した。これはすでに報告した水分環境に応じた種の分類とほぼ一致している。

低木種についてはイボタノキ・ツリバナが湿性なプロットに比較的多く出現し、ムラサキシキブが比較的乾性な所に多い傾向を示した。ヤマウグイスカグラ・ミヤマガマズミはやや湿性よりではあるが全体に出現し、クロモジ・カマツカ・コバノガマズミはやや乾性よりの斜面中・上部に多く出現すると言えよう。

その他の樹種については出現するプロット数が少ないことと出現割合が小さいために上記の樹種のように検討はできないが、おおよそ以下のことが言えよう。すなわち、リュウブ・アオハダ・ダンコウバイ・ヤマウルシは乾性な尾根部に出現し、ヤマグワは比較的湿った所に出現する。また、サワフタギは比較的乾いた所に出現し、ヤマコウバシは乾湿の中間付近に出現している。

3. 下層植生の出現本数

本調査では下層植生をその樹高によって N100, N50, N20 の3つに分けている。すなわち、樹高が 100cm 以上のものを N100、樹高が 50cm 以上 100cm 未満のものを N50、樹高が 20cm 以上 50cm 未満のものを N20 とした。

各プロットに出現した下層木の本数は N20 が3.1~721.1本/100m<sup>2</sup>、N50 が 1.5~277.9本/100m<sup>2</sup>、N100が 5.0~125.8本/100m<sup>2</sup> であった。樹高の低い下層木ほどプロット間で出現本数の差が大きく、下層木総本数に占める割合も大きかった。下層木の総本数は 15.7~1,124.8本/100m<sup>2</sup> で、上層木の本数の10倍以上に達するプロットもみられた。(表-2)

下層木の本数を N20, N50, N100, NT (下層木の総本数) の相互間でみると、図-3 のようにいずれの場合も正の相関を示した。なかでも、N50~N20, N50~NT, N20~NT が有意な関係を示し、本数の増加が直線的であることを示している。これに比べて、N100 の本数は 100cm 未満の下層木の本数の増加にともなって直線的には増加せず、本数の増加が抑制される傾向を示した。

下層木の出現本数に影響する要因として林分の立木密度・断面積合計・林内相対照度などが考えられるが、立木密度・断面積合計は下層木の本数と有意な相関を示さなかった。林内相対照度は図-4 に示したように下層木の出現本数に影響しており、とくに樹高 100cm 未満の下層木の繁茂に林内の明るさが影響しているといえよ

表-2 調査地での下層木出現本数

プロット番号	N100	N50	N20	NT
101	5.0	7.6	3.1	15.7
201	35.2	37.9	54.1	127.2
301	5.7	1.5	15.5	22.7
1	125.8	277.9	721.1	1,124.8
202	34.6	3.0	13.1	50.7
2	24.2	21.1	130.5	175.8
302	16.2	8.2	11.4	35.8
203	33.0	5.1	13.3	56.4
102	75.7	70.0	244.2	389.9
303	47.1	9.1	14.2	70.4
103	107.3	35.8	128.3	271.4

単位：本/100m<sup>2</sup>

注：N100はH≧100cmの個体数 N50は100>H≧50の個体数  
N20は50>H≧20の個体数 NTはN100, N50, N20の個体数の合計

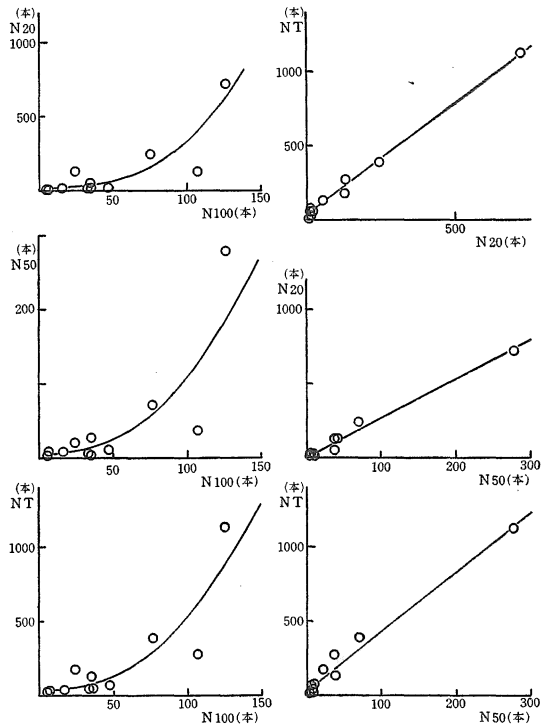


図-3 下層木の出現本数の相互関係

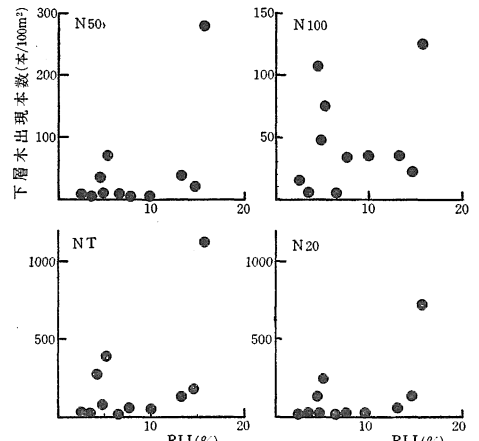


図-4 下層木の出現本数と林内の明るさの関係

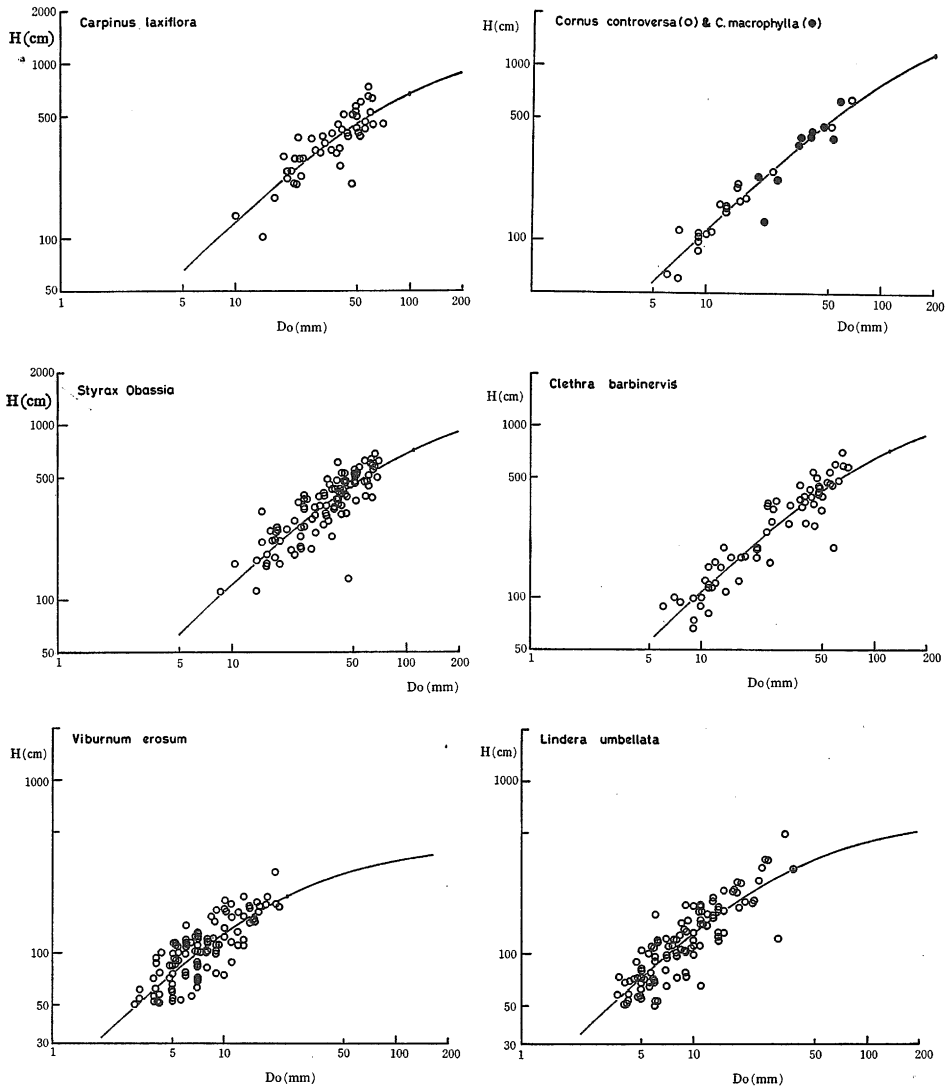


図-5 下層木の  $D_0$ -H 関係

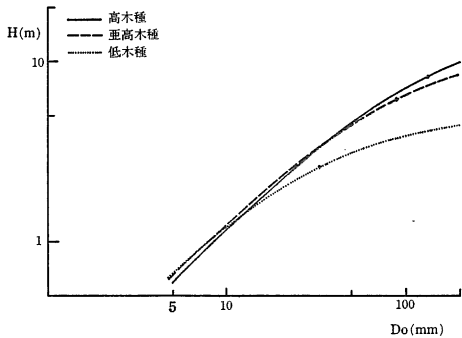


図-6 高木種・亜高木種・低木種の  $D_0$ -H 関係

う。

4. 下層木の  $D_0$ -H 関係

樹木の胸高直径と樹高との関係については数多くの研究がなされ、 $1/H=A/D+B$  であらわされる関係式が成立することが知られている。下層木の直径と樹高の間にも同様の関係が成り立つと考えられる。田尻らは下層の種についての  $D_0$  の頻度分布をみたところ3つのタイプに分けられたとしており、 $D_0$ -H の関係が樹種によって異なることが考えられる。

そこで、樹高 50cm 以上の

ものについて地際直径と樹高との関係を数種について図-5に示した。ミズキ・クマノミズキ・アカシデの高木種とハクウンボク・リュウブの亜高木種は  $D_0, H$  がそれぞれ 10~100mm, 100~700cm と  $D_0, H$  の大きい範囲に分布するが、クロモジ・コバノガマズミの低木種は  $D_0$  (3~50mm),  $H$  (50~300cm) の小さい範囲に分布している。この関係は  $1/H=A/D_0+B$  の式で近似することが可能であり、樹種によって係数  $A \cdot B$  の値が異なった。しかも、高木種・亜高木種の場合と低木種の場合とで  $A$  の値は 0.07,  $B$  の値は 0.001 を境に分けることが出来た。

そこで、調査した全個体を高木・亜高木・低木種に分けて関係式を求めると図-6のように低木種が明らかに異なった関係を示した。それぞれの関係は次のとおりである。

高木種： $1/H=0.08218/D_0+0.000622$

亜高木種： $1/H=0.07437/D_0+0.000829$

低木種： $1/H=0.06556/D_0+0.001966$

これらの式のA・Bの値も樹種ごとにみた場合と同様の傾向であった。

5. 下層植生の地上部現存量

森林の地上部現存量の推定は上層木については相対生長法則によって行われている。下層植生については標準地を刈取ることによって測定されることが多い。しかし、標準地刈取法は下層植生のように均一性に欠ける場合—密度が低いほどバラツキが大きくなる—代表値をうることに困難となり、標準地の面積を大きくするか、数を多くする必要がある。また、標準地刈取法では同一の場所で継続することは刈取の影響があらわれるために不可能であり、伐採跡地での植生の回復にともなう現存量の変化を調べる場合に不適当である。そこで、上層木と同様に相対生長法則を用いて下層植生の現存量を推定する方法として、 $\Sigma D_0^2 H$  を用いる方法について検討する。

落葉広葉樹林内に  $2 \times 2m$  の方形区を26個設け、方形区内の木本植物の  $D_0$  と  $H$  を測定し、非同化部分と同化部分に分けて重量を測定した。26個の方形区の測定結果を表-3に示した。方形区内に出現する下層木の本数は5~160本、地上部の総重量 ( $W_T$ ) は1.7~2,663.2gと予想されたようになりバラツキが大きかった。下層

表-3 刈取区の下層植生現存量

No.	本数	$\bar{D}_0$	$\bar{H}$	$\Sigma D_0^2 H$	$W_L$	$W_C$	$W_T$
	本/4m <sup>2</sup>	mm	cm	mm <sup>2</sup> ・cm	g/4m <sup>2</sup>		
0-1	6	1.28	16.0	242	0.8	1.0	1.8
0-2	24	4.21	85.5	90,974	23.2	235.4	258.6
1-1	5	2.26	14.4	489	0.7	1.0	1.7
1-2	102	1.78	18.9	13,920	14.1	27.8	41.9
2-1	95	2.10	20.3	42,811	23.3	91.5	114.8
2-2	39	2.26	28.3	37,316	17.9	56.0	73.9
3-1	31	2.17	28.3	28,611	11.3	43.4	54.7
3-2	11	2.05	16.9	1,782	2.5	5.7	8.2
4-1	11	2.66	35.2	6,710	7.1	17.3	24.4
4-2	37	3.00	33.6	393,903	52.0	667.4	719.4
5-1	27	1.61	13.5	2,576	4.4	11.5	15.9
5-2	23	4.19	37.7	213,800	84.9	377.5	462.4
6-1	41	1.80	23.4	11,651	7.1	21.7	28.8
6-2	40	2.00	46.2	12,654	6.3	36.1	42.4
7-1	95	1.56	13.0	4,753	11.4	14.9	26.3
7-2	29	4.29	52.6	478,637	44.8	974.8	1,019.6
8-1	45	3.13	26.8	359,571	39.0	805.5	844.5
8-2	160	1.92	14.5	153,031	51.9	419.6	471.5
11-1	34	6.63	76.0	376,960	42.9	617.6	660.5
-2	32	8.36	104.7	1,474,440	172.0	2,491.2	2,663.2
-3	17	3.69	27.6	16,663	18.0	59.0	77.0
-4	30	5.53	67.9	233,872	39.1	577.2	616.3
12-1	41	3.96	39.3	250,041	74.9	686.6	766.0
-2	47	3.70	37.4	115,016	45.7	243.3	289.0
-3	55	4.12	35.5	593,223	74.2	822.7	896.9
-4	69	4.42	50.7	885,910	195.0	2,145.0	2,340.0

木の本数と総重量との間には明らかな関係はみられなかった。これは下層木は個体の大きさが小さいために本数だけでは重量を決めることはないのであろう。

そこで、個体の大きさと本数の両方を含むものとして方形区内の下層木の  $\Sigma D_0^2 H$  の総和を用いて、同化部重量および非同化部重量との関係を示したものが図-7である。いずれの場合も個体間でみられるのと同様に相対生長関係がみとめられた。これらの関係は次式であらわすことが出来た。

$\log W_L = 0.59299 \log(\Sigma D_0^2 H) - 1.4690$

$\log W_C = 0.92727 \log(\Sigma D_0^2 H) - 2.3014$

$\log W_T = 0.86375 \log(\Sigma D_0^2 H) - 1.9087$

但し、 $W_L$ ,  $W_C$ ,  $W_T$  は単位面積当たり同化部分、非同化部分および合計重量 (g/4m<sup>2</sup>)、 $\Sigma D_0^2 H$  は単位面積当りに出現する個体の地際直径の自乗×樹高の総和 (mm<sup>2</sup>・cm) である。

非同化部分の重量は  $\Sigma D_0^2 H$  の増大につれて増加し、その傾きは1に近いが、同化部分の重量の増加はゆるやかである。下層植生においても林分葉量と同様に葉量の上限値が存在するかもしれない。

この関係式を用いることによって、下層植生も個体の毎木調査を行うことにより、林分

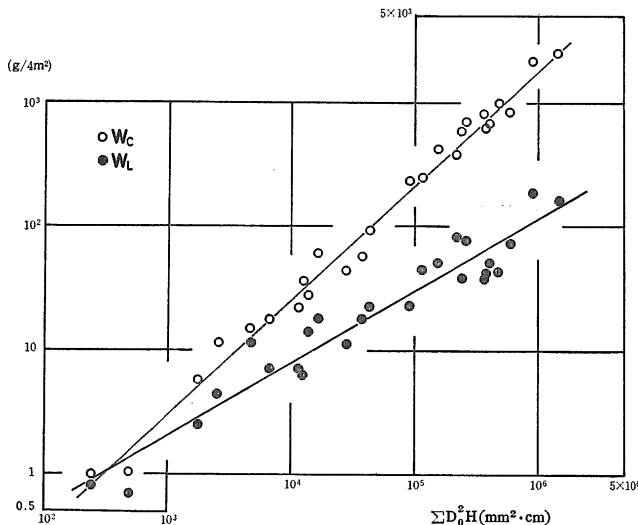


図-7 下層木の  $\Sigma D_0^2 H$  と地上部現存量との関係

の下層植生現存量を推定することが可能となる。この方法によれば伐採跡地での植生の回復にともなう現存量の変化といった時間の経過にともなう変化を刈取の影響をうけることなく調査できる。本調査では木本植物のみを対象としたが、下層植生の中にはササ類や草本植物が存在する。これらについては今後検討していきたい。

### ま と め

島根大学農学部附属三瓶演習林内の落葉広葉樹林において下層植生の種組成、出現本数、 $D_0$ -H 関係および地上部現存量について検討した。

1. 下層に出現した樹種は50種にのぼり、クロモジ・ヤマウグイスカグラ・コバノガマズミ・ミヤマガマズミ・ムラサキシキブ・ヤブムラサキ・イボタノキ・ツリバナ・カマツカ・アカシデ・ハクウンボク・リョウブの出現頻度が比較的高かった。

2. 下層木の総本数の増加にともなって樹高の低い個体は増加するのに対して、樹高1m以上の個体は一定本

数以上に増加しない傾向がみられた。また、下層木の本数は林内の相対照度に左右される傾向がみられた。

3. 下層木の  $D_0$  と H との関係は  $1/H=A/D_0+B$  であらわされ、樹種によって A・B の値が異なった。

4. 下層木の地上部現存量は  $\Sigma D_0^2 \cdot H$  との間に両対数で直線関係が成立し、刈取法を用いずに地上部現存量を推定することが可能であった。

### 引 用 文 献

1. 古野東洲・上西幸雄：京大演報**49**：41-52, 1977.
2. 高橋幸男・浅井達弘・菊沢喜八郎：北林試報**12**：29-37, 1974.
3. 橋詰隼人・大西良幸：広葉樹研究**1**：73-84, 1980.
4. 堤 利夫・片桐成夫：日林誌**56**：434-440, 1974.
5. 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.
6. 小川房人：JIBP-PT-F(S43)：3-17, 1969.
7. 田尻明彦・丸山幸平：新大演報**14**：79-94, 1981.

### Summary

This paper dealt with the composition of species, the relation between  $D_0$  and H, and biomass of understory in a deciduous broad-leaved forest.

1. The number of tree species which appeared in sampling plots attained to fifty species. The species which the frequency were rather high were as follow, *Lindera umbellata*, *Lonicera gracilipes*, *Viburnum erosum*, *Viburnum Wrightii*, *Callicarpa japonica*, *Calli-carpa mollis*, *Ligustrum obtusifolium*, *Euonymus oxyphyllus*, *Pourthiaea villosa var. laevis*, *Carpinus laxiflora*, *Styrax Obassia* and *Clethra barbinervis*.

2. The number of small understory ( $H < 100\text{cm}$ ) increased with the increase of total number of understory. But the number of big understory became constant. The number of understory depended on the relative light intensity in forest floor.

3. The relation between  $D_0$  and H of understory was expressed as the following equation,  $1/H=A/D_0+B$ . The parameter of A and B differed by tree species.

4. The above ground biomass of understory were able to estimate by logarithmic regression on  $\Sigma D_0^2 \cdot H$  without using the clipping method.