九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

九州山地における落葉広葉樹二次林の発達に関する研究 : 階層構造と齢構成

汰木, 達郎
九州大学農学部附属演習林

薛, 孝夫
九州大学農学部附属演習林

https://doi.org/10.15017/10865

出版情報：九州大学農学部演習林報告. 66, pp.1-18, 1992-03-30. 九州大学農学部附属演習林
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

九州山地における落葉広葉樹二次林の発達に関する研究
―階層構造と齢構成―

汰木達郎*・薛　孝夫*

(1991年11月27日受理)

Development of a Secondary Deciduous Broad-leaved Forest in the Central Mountainous District of Kyushu : Stratification and Age Composition

Taturo YURUKI* and Takao SETSU*

(*Received November 27, 1991*)

抄　　録

82年以前になんらかの攪乱があった後に成立したと推定される落葉広葉樹二次林の発達を階層構造，樹種構成，齢構成，直径成長等の面から解明した．

この林分は階層構造的には明らかに高木層，亜高木層，低木層に区分することができた．樹木の年齢は高年齢域と低年齢域にそれぞれの分布の山が認められた．高木層を構成する樹木は高年齢域に集中していた．一方亜高木・低木層の樹木の年齢は個体により，また樹種によりかなりの差が認められたが，その分布の山は低い年齢域にあった．これは亜高木・低木層に比較的若い年齢で萌芽更新を行っている個体が多いことによると考えられた．直径順位の変動は高木層の構成木がかなり早い時期から上位を占めていることを示し，この林分はミズナラからクリへ主林木が移行する過程にあったことを推測させた．

1. はじめに

九州山地ではこの30年間自然林の伐採が急速に進み，その多くはスギ，ヒノキの針葉樹林に転換されてきている．しかし伐採が奥地の高海抜地へ進むにしたがって，山地崩壊，土石流の発生など深刻な環境問題が多発し，あらためて広葉樹林の存在が見直され，その環境林としての保全に関心が高まってきている．しかし木材資源としての広葉樹林の積極的な活用という立場からは単なる保全ではなく，保全と利用とを両立させる必要がある．そのためには広葉樹林の更新技術の開発が不可欠になってくる．これまで日本においては広葉樹林の更新はもっぱら天然更新によってきている．しかもその天然更新といっても従来行われてきたのは単なる放置施業にすぎず，人為的な補助作業を必要とする不良更新林

* 九州大学農学部附属演習林
Research Division of University Forests, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812

分が多く見受けられる．しかも現状では補助作業の基礎となる資料はきわめて少なく，これらの問題に対応するには不十分であるといわざるを得ない．したがって今後積極的に広葉樹林の天然更新を進めるためには，種々の二次林の成立過程の解明から得られる資料の蓄積が必要不可欠であると考えられる．この様な観点からこれまで広葉樹二次林について調査を行ってきているが（薛，1990）（汰木，1967），ここではクリ，ミズナラを主とする落葉広葉樹二次林についてその階層構造，樹種構成，齢構成，直径成長の面から発達プロセスを明らかにすることを試みた．

2. 調査林分および調査方法

調査林分は九州大学宮崎演習林24林班の落葉広葉樹二次林である（緯度32°22′53″N；経度：131°10′44″E；海抜高：1050 m；暖かさの指数：80 m. d.；地形：北向き斜面の下部；傾斜角：18°；基岩：砂岩・頁岩・粘板岩；土壌型：Bd）．1990年10月に30×30 mのプロットを設定した．プロット内の胸高直径1 cm以上の全樹木について樹高，胸高直径を測定し，各個体の樹幹位置と樹冠投影図を作成した．次に全個体を地際で伐採し，伐採高における円板を採取し，年齢と5年毎の直径を測定した．さらに9本について樹幹解析を行った．また確認できる限り，枯損木についても根元直径と位置をしらべた．

3. 結　　果

3.1 階層構造と樹種構成

調査プロット内に出現した全個体を樹種別にその樹高階別および胸高直径階別本数を示したのが表1，2であり，それらを頻度分布図で示したのが図1，2である．樹高階別頻度分布図は明らかに樹高15 m以上と8 m以下の領域に個体の集中を示し，林分の層化がかなり進んでいることがわかる．このことからこの林分は3つの階層に，すなわち樹高14 m以上の高木層（39個体），8～14 mの亜高木層（28個体），8 m以下の低木層（118個体）に層化されると判断された．

樹種別にみると高木層はほとんどクリ，ミズナラ（39個体のうち35個体）で，低木層はシロモジ（118個体のうち40個体）で占められている．胸高直径の分布でも20 cm以上の個体の大部分（36個体のうち33個体）をクリ，ミズナラが占めている．表3は階層別の出現種とその優占性を示したものである．

プロット内に26種の樹木が出現しているが，萌芽性の樹種の存在のため個体（株）数185にたいして樹幹数が267ときわめて多いのが特徴的である．胸高断面積，被度，相対優占値等からも高木層ではクリとミズナラが優占し，亜高木層ではリョウブとアオハダが，低木層ではシロモジが優占していることがわかる．高木層が全胸高断面積の78.7％を占めているが，亜高木層は構成個体数が少ないため10.8％と，低木層10.5％とほぼ同じ値を示している．草本層には1.5～2.5 mのスズタケが13本/m²の稈密度で分布していた．この地域は下層植生としてスズタケが密生しているのが通例であるがこのプロット内のスズタケの密度はかなり低いものであった．なお稚樹や他の草本の類はほとんど認められなかった．

表1　樹種別樹高階別本数
Table 1　Number of trees in each tree species and height class.

Species	Height class																						Total
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22 m	
Lindera triloba（シロモジ）			2	9	10	10	5	4															40
Clethra barbinervis（リョウブ）						2	3	3	4	1	2	2	4										21
Castanea crenata（クリ）																2		5	8	4	1		20
Quercus mongolica var. *grosseserrata*（ミズナラ）												1				2		2	6	2	2	1	16
Ilex macropoda（アオハダ）							3	2		3	2	2	1						1				14
Hydrangea paniculata（ノリウツギ）				3	1	3	3	3															13
Sapium japonicum（シラキ）				3	1	3	3	1															11
Ilex crenata（イヌツゲ）				1	2	5	1	1															10
Pterostyrax corymbosa（エゴノキ）				1		4	1	1	1	1													9
Pourthiaea villosa var. *laevis*（カマツカ）				1	1	2																	4
Tsuga sieboldii（ツガ）		1		1	1																		3
Carpinus tschonoskii（イヌシデ）						1		1									1						3
Acer sieboldianum（コハウチワカエデ）				1			1																2
Magnolia obovata（ホオノキ）												1						1					2
Betula grossa（ミズメ）										1									1				2
Pieris japonica（アセビ）					1	1																	2
Viburnum wrightii（ミヤマガマズミ）			1		1																		2
Rhododendron mayebarae（ナンゴクミツバツツジ）			1			1																	2
Viburnum erosum（コバノカズミ）			1	1																			2
Magnolia salicifolia（タムシバ）											1												1
Carpinus laxiflora（アカシデ）								1															1
Symplocos myrtacea（タンナサワフタギ）					1																		1
Ilex pedunculosa（ソヨゴ）			1																				1
Rhus trichocarpa（ヤマウルシ）								1															1
Acanthopanax innovans（コシアブラ）													1										1
Ilex serrata var. *argutidens*（イヌウメモドキ）				1																			1
Total		1	6	22	19	32	20	18	5	6	5	6	6			4	1	8	16	6	3	1	185

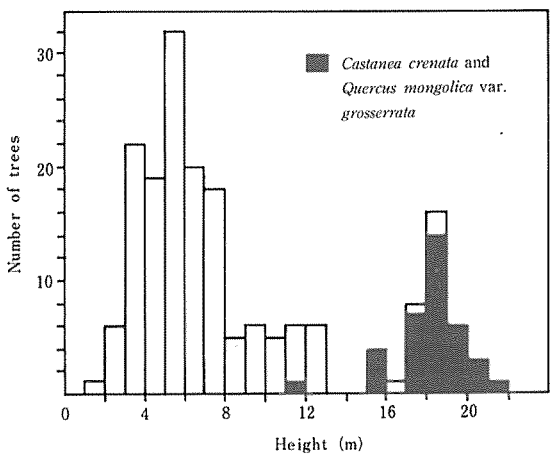

Fig. 1　Frequency of trees in each height class.
図1　樹高階別頻度分布

表2 樹種別胸高直径階別本数
Table 2 Number of trees in each tree species and d.b.h. class.

Species	D. b. h. clsass 0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	30-32	32-34	34-36	36-38	38-40	40-42 cm	Total
Lindera triloba (シロモジ)	5	16	10	9																		40
Clethra barbinervis (リョウブ)		1	2	5	5	6			1	1												21
Castanea crenata (クリ)											2	4	4	1	3		3	1	1		1	20
Quercus mongolica var. *grosseserrata* (ミズナラ)						1		1		1		2	3	4	1		2		1			16
Ilex macropoda (アオハダ)			3	2	1	1	4	2			1											14
Hydrangea paniculata (ノリウツギ)	1		1	10	1																	13
Sapium japonicum (シラキ)	2	5	2	1		1																11
Ilex crenata (イヌツゲ)		4	4		1			1														10
Pterostyrax corymbosa (エゴノキ)		3	2	3	1																	9
Pourthiaea villosa var. *laevis* (カマツカ)	1	2	1																			4
Tsuga sieboldii (ツガ)	1		2																			3
Carpinus tschonoskii (イヌシデ)		1	1								1											3
Acer sieboldianum (コハウチワカエデ)		2																				2
Magnolia obovata (ホオノキ)							1										1					2
Betula grossa (ミズメ)					1				1													2
Pieris japonica (アセビ)		1		1																		2
Viburnum wrightii (ミヤマガマズミ)	1	1																				2
Rhododendron mayebarae (ナンゴクミツバツツジ)		1		1																		2
Viburnum erosum (コバノガマズミ)			2																			2
Magnolia salicifolia (タムシバ)					1																	1
Carpinus laxiflora (アカシデ)				1																		1
Symplocos myrtacea (タンナサワフタギ)			1																			1
Ilex pedunculosa (ソヨゴ)		1																				1
Rhus trichocarpa (ヤマウルシ)							1															1
Acanthopanax innovans (コシアブラ)									1													1
Ilex serrata var. *argutidens* (イヌウメモドキ)		1																				1
Total	11	41	29	33	11	9	6	4	3	2	4	6	7	5	4		6	1	2		1	185

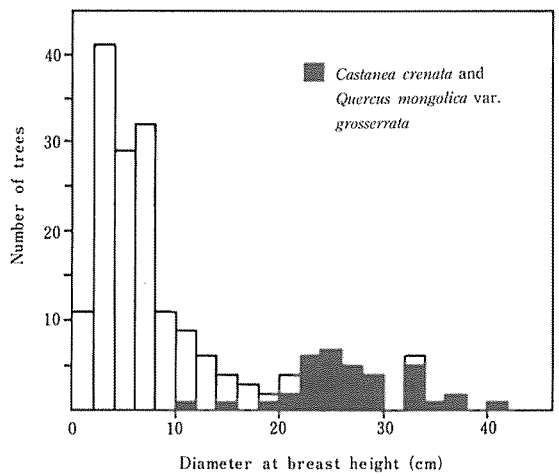

Fig.2 Frequency of trees in each d.b.h. class.
図2 胸高直径階別頻度分布

表3 階層別出現種とその優占性
Table 3 Composition of trees in each layer.

Species	Number of trees	Number of stems	Mean height m	Mean diameter cm	Basal area cm^2	Coverage %	Relative dominance
— Upper layer —							
Castanea crenata (クリ)	20(0)	20	18.3	28.1	12884.3	44.5	53.5
Quercus mongolica var. *grosseserrata* (ミズナラ)	15(2)	17	18.6	24.5	9567.6	26.6	37.2
Magnolia obovata (ホオノキ)	1(0)	1	18.0	33.7	892.0	1.8	2.8
Ilex macropoda (アオハダ)	1(0)	1	18.1	21.2	353.0	2.7	2.5
Carpinus tschonoskii (イヌシデ)	1(0)	1	16.7	20.4	326.9	2.6	2.4
Betula grossa (ミズメ)	1(0)	1	18.4	18.0	254.5	1.0	1.6
Subtotal	39(2)	41			24278.3	79.2	
— Mid layer —							
Clethra barbinervis (リョウブ)	13(3)	16	10.6	9.2	1400.2	10.2	42.9
I. macropoda (アオハダ)	8(5)	15	10.8	7.5	1262.1	10.0	35.3
Pterostyrax corymbosa (エゴノキ)	2(1)	5	9.0	2.9	82.6	1.2	4.8
Acanthopanax innovans (コシアブラ)	1(0)	1	12.2	17.0	227.0	0.7	4.4
M. obovata (ホオノキ)	1(0)	1	11.6	12.8	128.7	1.0	3.8
Magnolia salicifolia (タムシバ)	1(0)	1	10.8	9.9	77.0	1.3	3.7
Q. mongolica var. *grosseserrata* (ミズナラ)	1(0)	1	11.8	10.7	89.9	0.6	2.9
B. grossa (ミズメ)	1(0)	1	9.1	8.1	51.5	0.4	2.2
Subtotal	28(9)	41			3319.0	25.4	
— Lower layer —							
Lindera triloba (シロモジ)	40(21)	92	4.9	2.3	1071.5	18.1	36.0
Hydrangea paniculata (ノリウツギ)	13(0)	13	5.7	6.5	459.7	3.9	11.3
Ilex crenata (イヌツゲ)	10(0)	10	5.4	5.8	369.6	2.8	8.7
Sapium japonicum (シラキ)	11(4)	15	5.4	3.6	277.8	3.6	8.7
C. barbinervis (リョウブ)	8(0)	8	6.9	6.5	280.9	2.2	6.8
P. corymbosa (エゴノキ)	7(3)	11	5.7	3.3	172.5	3.9	6.7
I. macropoda (アオハダ)	5(0)	5	6.9	5.9	138.2	2.0	4.3
Pourthiaea villosa var. *laevis* (カマツカ)	4(3)	8	4.9	1.8	41.7	1.0	2.3
Rhus trichocarpa (ヤマウルシ)	1(0)	1	8.0	13.0	132.7	0.7	2.2
C. tschonoskii (イヌシデ)	2(0)	2	6.5	4.5	35.4	1.1	1.8
Carpinus laxiflora (アカシデ)	1(0)	1	7.6	8.0	50.3	1.3	1.8
Tsuga sieboldii (ツガ)	3(0)	3	3.3	3.5	31.6	0.7	1.7
Pieris japonica (アセビ)	2(0)	2	5.0	5.8	59.1	0.6	1.6
Rhododendron mayebarae (ナンゴクミツバツツジ)	2(1)	3	4.1	3.9	55.1	0.4	1.4
Acer sieboldianum (コハウチワカエデ)	2(0)	2	5.2	3.2	15.5	0.6	1.2
Symplocos myrtacea (タンナサワフタギ)	1(0)	1	4.8	5.8	26.4	0.4	0.9
Viburnum erosum (コバノガマズミ)	2(1)	3	3.0	1.6	9.4	0.2	0.8
Viburnum wrightii (ミヤマガマズミ)	2(0)	2	3.5	2.5	13.4	0.1	0.8
Ilex pedunculosa (ソヨゴ)	1(0)	1	2.5	2.2	3.8	0.2	0.5
Ilex serrata var. *argutidens* (イヌウメモドキ)	1(1)	2	3.7	1.6	7.5	0.2	0.5
Subtotal	118(34)	185			3252.1	44.0	
Total	185(45)	267			30849.4		

The figures in parentheses indicate the number of multi-stem trees.

プロット内の個体の分布と $I\delta$ 曲線を階層別に示したのが図3である．高木の $I\delta$ 曲線は均等分布であることを示し，プロット内に偏在する亜高木は集中分布，低木はランダム分布であることを明らかにしている．

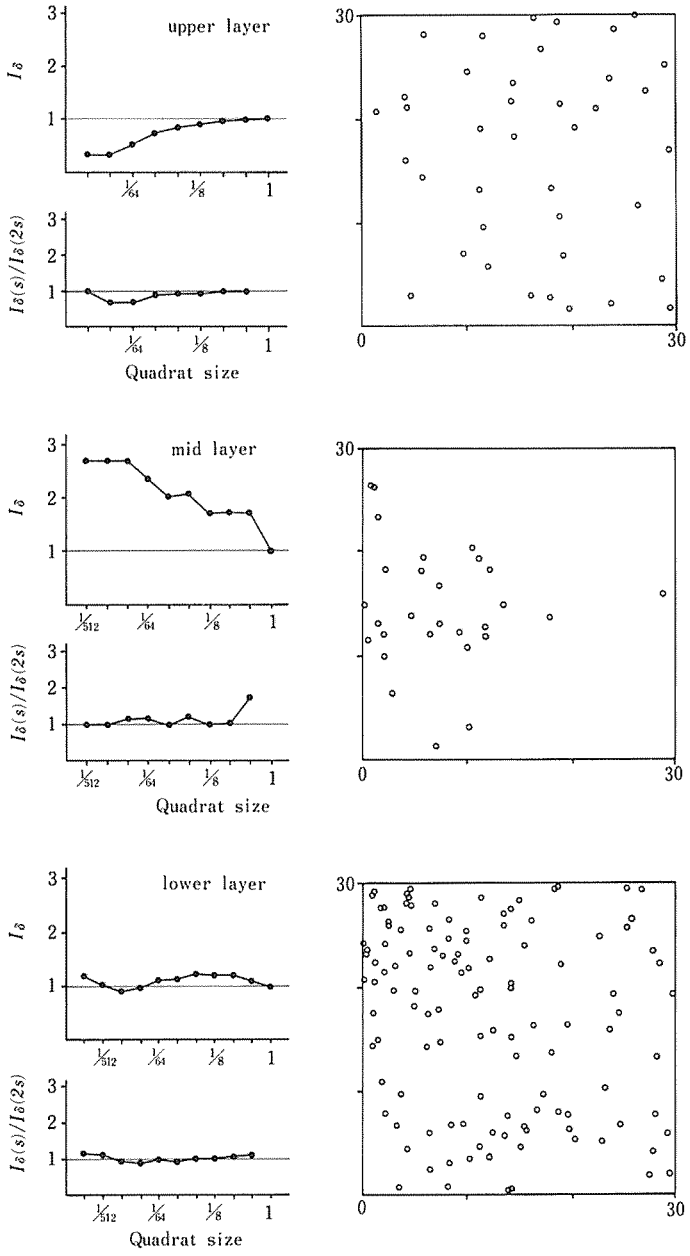

Fig. 3 Distribution diagram and $I\delta$-curve.
図3 個体分布と $I\delta$ 曲線

図4は階層別の樹冠投影図である．図3の結果からも予想されるが，高木層の樹冠はほぼプロット全面を覆い被覆率78％である．亜高木層の被覆率は24％とかなり小さく，しかもプロットの一部に偏っている．低木層は全面に分布しその被覆率も41％と亜高木層に比べてもかなり高い．一般に落葉広葉樹林内の林内照度は常緑広葉樹林や針葉樹林内のそれに比べ高いが，この林分の低木層の個体数が多く，しかもその樹冠被覆率もかなり大であるのは落葉広葉樹林であることと，亜高木層はもちろん高木層の樹冠被覆率も比較的低いことのためと考えられる．

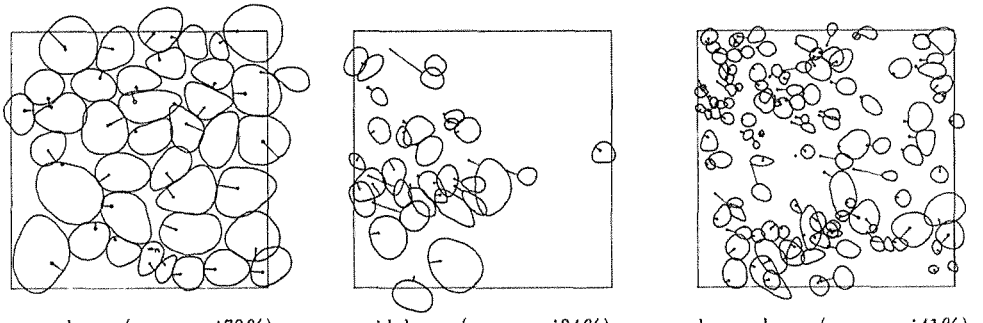

Fig. 4　Crown projection diagram.
図4　樹冠投影図

3.2　齢構成

表4に樹種別齢階別個体数を示す．年輪を中心部まで判読できたのは170個体であった．なお多幹木については胸高直径最大幹の年輪数をもってその個体の樹齢とした．最高樹齢は82年であった．中心部分の年輪を欠いた空洞木もかなりみられたが，径級などからみて82年を超えるものはないと判断した．高木層は62～82年生の個体で，亜高木層は36～78年生の，低木層は4～78年生の個体でそれぞれ構成されていた．主要樹種でみるとクリとミズナラは60～82年の範囲に集中するのに対し，アオハダは16～80年，リョウブは24～78年と広く分布した．また最も個体数の多いシロモジは6～56年の範囲にほぼ均等に分布した．

全個体の齢階別頻度分布を示したのが図5である．明らかにこの林分は高齢階域と低齢階域に分布の山が見られ高齢木集団と低齢木集団からなっていることを示している．

図6は全個体の樹齢と胸高直径（多幹木では最大幹）との関係を示す．各層の樹齢幅は低木層＞亜高木層＞高木層の順になっているが，胸高直径幅では高木層＞低木層＞亜高木層の順になっている．すなわち高木層の年齢幅はもっとも小さいが，その胸高直径の幅は最大であり，一方低木層の年齢幅は最大でしかもその大きさにもかなりの幅のあることを示している．

ところでプロット内には倒伏あるいは立ち枯れ状態の個体が多数存在し，個体間に競合のあることを示している．表5は樹種別の枯損木の本数と大きさをまとめたものである．先駆種と見られる樹種に枯損木が多いのは当然と考えられるが，高木層の主林木であるミ

ズナラ，クリにも多数の枯損木が発生していることは個体間競合の厳しさをより鮮明に示しているものといえる．枯損木のうち倒伏木のほとんどは腐朽が進み年輪の識別が不可能なものが多く，年輪を数えることができたのは立ち枯れ個体（幹）に限られたが，表6はそれをまとめたものである．とくに立ち枯れ（幹）の多いシロモジについてみると樹齢40年前後で枯死するものが多いことが判る．

表4　樹種別齢階別本数
Table 4　Number of trees in each tree species and age class.

Species	Age group 0–5	5–10	10–15	15–20	20–25	25–30	30–35	35–40	40–45	45–50	50–55	55–60	60–65	65–70	70–75	75–80	80–85	Years Unreadable	Total
Lindera triloba（シロモジ）		3	2	5	7	5	4	3	4	1	3	1						2	40
Clethra barbinervis（リョウブ）					1	1		5	3	3	2	2	2			1		1	21
Castanea crenata（クリ）													2	5	3	4	2	4	20
Quercus mongolica var. *grosseserrata*（ミズナラ）												1	2	3	4	5	1		16
Ilex macropoda（アオハダ）				1			1			1	2		1	2	2	2	1	1	14
Hydrangea paniculata（ノリウツギ）		1					3		1	1								7	13
Sapium japonicum（シラキ）			2	3	2			4											11
Ilex crenata（イヌツゲ）				1	1			3	3		1	1							10
Pterostyrax corymbosa（エゴノキ）				2		1	1	1	1	2	1								9
Pourthiaea villosa var. *laevis*（カマツカ）			1		1		1		1										4
Tsuga sieboldii（ツガ）								2				1							3
Carpinus tschonoskii（イヌシデ）					1				1				1						3
Acer sieboldianum（コハウチワカエデ）				1		1													2
Magnolia obovata（ホオノキ）															2				2
Betula grossa（ミズメ）								1							1				2
Pieris japonica（アセビ）								1		1									2
Viburnum wrightii（ミヤマガマズミ）	1					1													2
Rhododendron mayebarae（ナンゴクミツバツツジ）						1							1						2
Viburnum erosum（コバノガマズミ）		1	1																2
Magnolia salicifolia（タムシバ）															1				1
Carpinus laxiflora（アカシデ）								1											1
Symplocos myrtacea（ダンナサワフタギ）					1														1
Ilex pedunculosa（ソヨゴ）			1																1
Rhus trichocarpa（ヤマウルシ）																1			1
Acanthopanax innovans（コシアブラ）															1				1
Ilex serrata var. *argutidens*（イヌウメモドキ）				1															1
Total	1	5	7	14	14	10	10	21	14	9	9	6	8	11	14	13	4	15	185

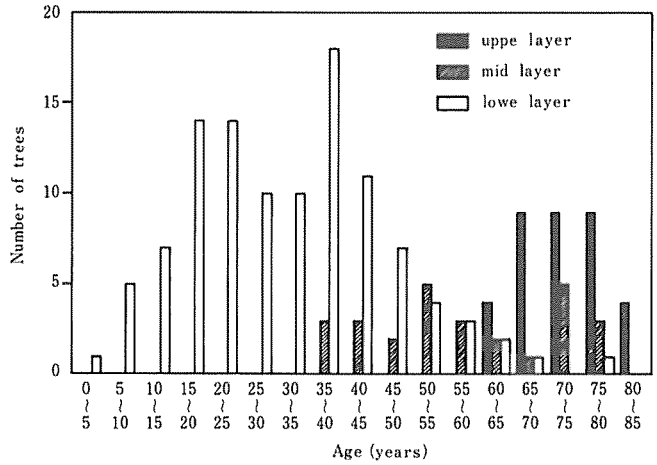

Fig. 5　Frequency of trees in each age group.
図 5　齢階別頻度分布

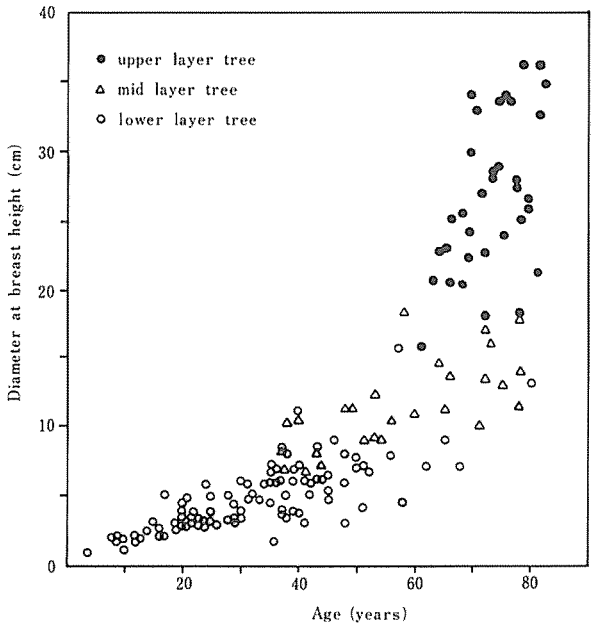

Fig. 6　Ratationship between age and d.b.h.
note : The d. b. h. of multi-stem trees is represented by the d.b.h. of the longest stem.
図 6　樹齢と胸高直径の関係

表5 枯　損　木
Table 5 Dead trees.

Species	Number of trees	Diameter at ground level	
		Max.	Mean
Hydrangea paniculata（ノリウツギ）	103	18.4cm	4.3
Lindera triloba（シロモジ）	48	7.4	4.6
Rhus trichocarpa（ヤマウルシ）	34	12.0	6.5
Quercus mongollica var. *grosseserrata*（ミズナラ）	18	20.0	8.2
Clethra barbinervis（リョウブ）	13	9.1	6.3
Pterostyrax corymbosa（エゴノキ）	7	7.5	5.5
Ilex crenata（イヌツゲ）	6	6.1	5.5
Castanea crenata（クリ）	5	14.8	10.7
Ilex pedunculosa（ソヨゴ）	2	5.0	4.8
Tsuga sieboldii（ツガ）	2	2.1	1.8
Acer sieboldianum（コハウチワカエデ）	1		3.2
Betula grossa（ミズメ）	1		2.8
Sapium japonicum（シラキ）	1		5.2
Rhamnus crenata（イソノキ）	1		13.8
Lyonia neziki（ネジキ）	1		3.0

表6 枯損木の年輪
Table 6 Annual ring number of dead trees.

Species	Diameter at ground level	Number of annual rings
Lindera triloba（シロモジ）	7.12 cm	40
L. triloba	6.26	47
L. triloba	4.40	32
L. triloba	3.40	24＋？
L. triloba	7.44	53
L. triloba	6.36	38
L. triloba	7.12	38
L. triloba	7.24	35
L. triloba	0.46	3
L. triloba	4.62	35
Hydrangea paniculata（ノリウツギ）	18.40	53＋？
Clethra barbinervis（リョウブ）	9.06	34
Quercus mongolica var. *grosseserrata*（ミズナラ）	7.76	43
Q. mongolica var. *grosseserrata*	8.80	42＋？
Tsuga sieboldii（ツガ）	2.10	38

3.3　多幹木の出現率とその齢構成

一般に二次林を構成する樹木には多幹性のものが多く，とくに亜高・低木層を構成する樹木にその性質が著しいようである．表7は著者の薛が調査した二次林（薛，1990）と本調査林分にみられた多幹性樹種の割合を比較したものである．林齢の若い林分では出現樹種の60％以上に多幹性がみられ，林齢82の本調査林分でも26樹種のうち10樹種が多幹性であった．表8は本調査林分の亜高・低木層の優占種とみなされる樹種について多幹木の出現割合を示している．このなかで低木層の優占種シロモジは，全40個体のうち21個体が2～7本（平均4本）の幹を株立たせている多幹木であり，その全幹数の76％が多幹木に由来していた．表9は多幹木について個体内の齢構成を調べたものである．高木のクリ，ミズナラの多幹木は高齢で幹間の年齢差が小さく，それぞれの幹はほぼ同時期に発生していた．しかし多くの多幹木は最高年齢は比較的低いが，幹間の年齢差は大きいことを示していた．とくにシロモジでその傾向が著しいようであった．図7はシロモジの全ての幹の齢と胸高直径との関係を示している．単幹木には胸高直径で5 cm，年齢で35年を超えるものがなく，これ以上の値を示すのは全て多幹木の幹であった．また10年生以下の幹はすべて多幹木由来のもので単幹木は存在しなかった．したがって単幹木の樹齢は10～35年であった．単幹木と多幹木を比較すると，年齢に対する胸高直径は多幹木の幹の方が単幹木より大きい傾向がみられた．多幹木の半数以上の基部に枯損した古幹の形跡があり，5個体は立ち枯れ状態の幹を1本ずつ含んでいた．立ち枯れ幹の年輪数は35～47の間にあり，胸高直径は最大7 cmであった．

表7　多幹性樹種の出現率
Table 7　Frequency of multi-stem species.

Stand age (years)	9	21	26	52	82
Number of multi-stem species	11	15	42	14	10
Total of tree species	18	25	61	28	26
Percentage　(%)	61.11	60.00	68.85	50.00	38.46

表8　亜高・低木層における主要樹種の多幹個体出現度
Table 8　Frequency of multi-stem trees in the dominant mid and lower trees.

Stand age (years)	9	21	26	52	82
Clethra barbinervis（リョウブ）	301(80) 26.57%	12(10) 83.33	36(19) 52.77	35(22) 62.85	21(3) 15.28
Lindera triloba（シロモジ）	3(1) 33.33	24(11) 45.83	13(6) 46.15	32(26) 81.25	40(21) 52.50
Ilex crenata（イヌツゲ）		12(2) 16.66	97(27) 27.83	53(30) 56.60	10(0) 0.00
Ilex macropoda（アオハダ）		2(1) 50.00	3(2) 66.66	1(1) 100.00	14(5) 35.71

The figures in parentheses indicate the number of multi-stem trees.

表9 多幹木の齢構成
Tabe 9 Age structure of multi-stem trees.

Upper layer	
Castanea crenata (クリ)	① 82, 81
Quercus mongolica var. *grosserrata* (ミズナラ)	① 79, 77 ② 77, 73
Mid layer	
Clethra barbinervis (リョウブ)	① 56, 51 ② 43, 18 ③ 38, 32
Ilex macropoda (アオハダ)	① 54, 19 ② 78, 9, 5 ③ 66, 64, 12 ④ 78, 45
Pterostyrax corymbosa (エゴノキ)	① 44, 8, 5, 2
Lower layer	
Lindera triloba (シロモジ)	① 45, 29, 26, 24, 23, 18, 12 ②(40), 36, 23, 17, 17, 18, 13 ③ 51, 21, 18, 18, 13, 3 ④ 43, (38), 29, 14, 3 ⑤ 56, 26, 17, 16
Sapium japonicum (シラキ)	① 39, 35 ② 25, 22 ③ 20, 15
Pterostyrax corymbosa (エゴノキ)	① 35, 17, 15 ② 37, 9 ③ 29, 24
Pourthiaea villosa var. *laevis* (カマツカ)	① 41, 13, 8 ② 33, 7 ③ 13, 8
Rhododendron mayebarae (ナンゴクミツバツツジ)	① 29, 21
Viburum erosum (コバノガマズミ)	① 9, 4
Ilex serrata var. *argutidens* (イヌウメモドキ)	① 20, 12

①～⑤, indicate the tree number ; The figures in parentheses indicate the ages of dead stems ; The five most multi-stemed trees were sampled from *L. triloba*.

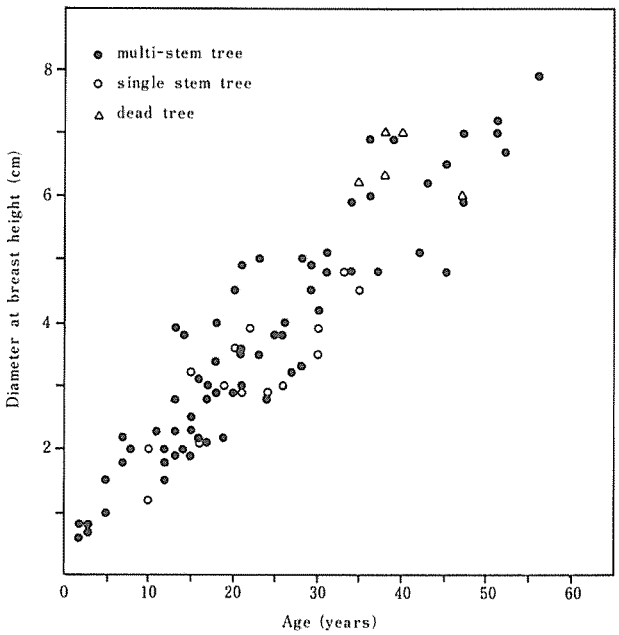

Fig. 7 Relationship between age and d. b. h. for *L. triloba*.
図7 シロモジの樹齢と胸高直径の関係

3.4　直径順位の変動

根元直径に基づく個体順位と樹高との関係を見たのが図8である．

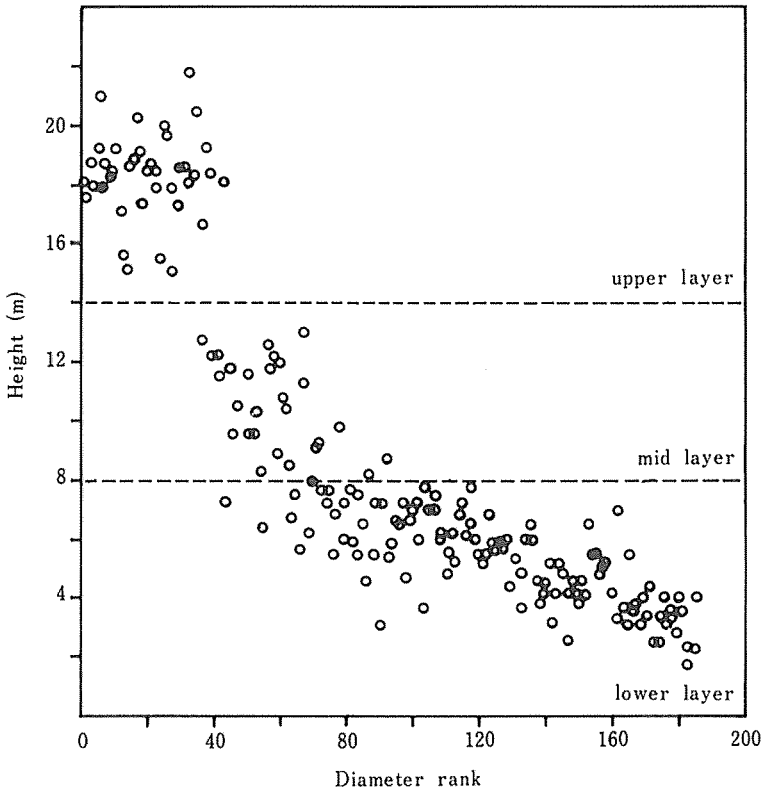

Fig. 8　Relationship between diameter rank and tree height.
図8　直径順位と樹高の関係

高木層に区分される個体の直径順位は亜高木・低木層の個体より明らかに上位にあることを示しているが，亜高木層と低木層との境界は直径順位でははっきりしない．しかし直径順位と樹高成長との間に比較的高い相関関係のあることは明らかであり，このことは個体間の直径順位の変化を調べることによって林分の発達過程をたどることが可能であることを示している（YURUKI・ARAGAMI, 1987）（YURUKI・ARAGAMI, 1988）．全185個体について，現在を0年として過去5年ごとに根元直径の順位変動を調べた結果の一部が表10である．なお群落成立から現在までの成立本数の推移は不明であるので，過去の順位は絶対順位ではなく，その時点における現存木間の相対的な順位を示している．調査時点で樹高により高木層に区分された39個体の高木のほとんどは早い時期に発生し，早い時期から直径でも上位を占めていることがわかる．すなわちこれら高木は全て55年前に上位55位内にランクされており，30年前以降そのほとんど（39個体の内38個体）は上位40位内に入ってきている．表11は高木層，亜高木層，低木層の個体をそれぞれ調査時の順位で上位，中位，下位クラスに分け，各層の主要構成樹種の過去30年間の順位変動量をまとめたもの

表10 高木層の順位変動
Table 10 Fluctuations ranking of upper layer trees.

Ranking	Years																
	−80	−75	−70	−65	−60	−55	−50	−45	−40	−35	−30	−25	−20	−15	−10	− 5	− 0
1 st	10	10	10	10	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
2 nd	4	4	4	2	4	5	5	5	5	6	1	1	2	2	2	2	2
3 rd	11	11	11	4	5	4	4	4	4	7	7	7	7	6	6	4	3
4 th	31	5	5	5	10	10	10	7	7	5	5	6	6	7	4	6	4
5 th		31	34	34	34	11	7	6	6	4	6	4	4	4	5	5	5
6 th		*	24	11	11	1	6	10	1	1	4	5	5	5	7	3	6
7 th		24	*	6	6	6	1	1	10	9	9	9	3	3	3	7	7
8 th		36	6	24	1	7	11	11	9	10	3	3	9	8	8	8	8
9 th		26	19	7	7	34	15	14	3	3	10	10	8	9	9	9	9
10 th		6	20	20	15	26	26	9	14	14	14	14	14	14	10	10	10
11 th		19	26	19	26	15	14	26	11	11	8	8	10	10	14	14	11
12 th		*	31	26	24	29	34	3	26	8	11	11	16	11	11	11	12
13 th		*	23	1	19	24	29	15	12	26	12	16	11	16	12	12	13
14 th		20	7	*	12	14	9	12	15	12	16	12	12	12	16	13	14
15 th		*	*	23	20	27	24	29	29	29	26	26	26	13	13	16	15
16 th		1	1	31	29	35	12	34	8	16	15	15	15	15	15	15	16
17 th		3	*	*	35	12	27	24	16	15	29	29	18	18	18	18	17
18 th			36	35	23	*	3	27	24	24	24	18	13	26	26	19	18
19 th			*	12	27	19	19	8	19	35	18	24	24	24	22	17	19
20 th			*	*	31	20	35	35	36	19	35	13	29	29	24	22	20
21 st			18	36	*	31	*	19	27	36	36	22	22	22	19	23	
22 nd			35	14	*	23	31	16	35	18	31	30	19	19	23	26	22
23 rd			14	29	14	*	28	36	34	31	23	31	23	23	17	24	23
24 th			29	*	36	37	16	*	23	27	30	19	31	17	29	25	24
25 th			12	*	*	3	20	23	31	23	19	23	17	25	25	20	25
26 th			3	18	18	9	8	31	*	34	28	35	30	27	28	27	26
27 th			27	27	*	*	23	28	28	28	13	32	32	31	27	29	27
28 th			38	28	*	36	*	20	18	30	22	36	27	28	30	28	28
29 th			*	*	28	28	37	37	22	*	27	28	25	30	31	30	29
30 th			*	3	3	18	36	18	20	22	*	27	28	32	32	21	30
31 st			28	38	37	8	*	38	30	13	34	17	35	35	20	31	31
32 nd			*	*	38	38	38	*	37	20	32	25	36	36	35	32	32
33 rd			*	9	9	16	18	*	38	38	17	*	*	*	*	*	33
34 th				8	8	*	*	22	17	37	25	34	37	20	36	33	*
35 th				*	13	*	13	30	13	17	20	37	33	33	33	35	34
36 th				22	*	13	22	25	*	25	37	20	20	37	34	34	35
37 th				13	16	33	*	13	33	32	38	34	34	34	37	36	36
38 th				*	*	*	30	33	25	33	33	38	38	38	21	37	37
39 th				*	*	*	25	17	*	*	*	39	*	39	39	38	38
40 th				16	25	25	33	*	32	*	39	*	39	*	*	39	39

−80 −75・・・−5, Years before cutting ; *, Mid and lower layer trees ; The figures indicate the upper layer tree numbers.

である．高木層においてはクリは上，中，下位いずれのクラスにおいても順位を上げている個体が多い．一方ミズナラは各クラスとも順位を下げている個体が多い．亜高木層を構成する個体は28本と少ないが，リョウブに順位を上げている個体が多い．なお下位クラスのミズメが＋37と順位を上げているのが目立つ．低木層ではノリウツギが順位を上げて上位クラスを優占している．シロモジは中，下位クラスを優占しているが，順位を下げている個体が多く，しかもその下げ幅が大きい．またツガ2個体はいずれも−38，−55と順位を下げている．低木層の大部分は樹齢が若いためランクされる時期は遅いが，亜高・低木性の樹種で早い時期に発生して林分全体で上位にランクされた個体も，時間の経過と共に順位を下げている．これは群落の発達による階層化の結果を示していると言える．

表 11　最近 30 年間の個体順位変動量

Table 11　Changes in ranking over the last 30 years.

	Upper layer						Mid layer					Lower layer								
	Castanea crenata (クリ)		*Quercus mongolica* var. *grosseserrata* (ミズナラ)		Others		*Clethra barbinervis* (リョウブ)		*Ilex macropoda* (アオハダ)		Others	*Lindera triloba* (シロモジ)		*Hydrangea paniculata* (ノリウツギ)		*Ilex crenata* (イヌツゲ)		Others	
Upper third rank	+14	− 5	+ 2	− 4			+ 2	− 4	+17	− 7	− 3	+14	− 30	+ 45	−18	+ 5	− 3	+ 46②	− 2
	+ 5	− 1	+ 1	− 2			+ 2		+ 5	− 2		+13	− 27	+ 41				+ 33	− 9
	+ 3	− 1		− 1					+ 3				− 25	+ 37				+ 28	− 12
	+ 1												− 17	+ 26				+ 23	− 13
	+ 1												− 7	+ 10				+ 15	− 19
													− 5	+ 9				+ 10	− 11
														+ 8				+ 7	− 21
														+ 7				+ 1	− 14
														+ 4				+ 1	− 30
														+ 1					
Total	+24	− 3	+ 3	− 7			+ 4	− 4	+25	− 9	− 3	+27	−111	+188	−18	+ 5	− 3	+164	−131
Mean	+ 4.8	− 1.0	+ 1.5	− 2.3			+ 2.0	− 4.0	+ 8.3	− 4.5	− 3.0	+13.5	− 18.5	+ 18.8	−18	+ 5.0	− 3.0	+ 18.2	− 14.5
Middle third rank	+24		+ 6	−11	+ 1		+24	− 4		− 2	± 0 − 6	+27	− 40	+ 7			−35	+ 45③	− 38④
	+16			− 6			+12	− 2			− 1	+22	− 26				−34	+ 35	− 25
	+15			− 4			+ 4					+16	− 25				−23	+ 17	− 22
	+ 9			− 2								+11	− 18				−22	+ 15	− 17
	+ 6											+ 3	− 15				−20	+ 9	− 17
	+ 1											+ 2	− 9					+ 8	− 17
	± 0												− 2					+ 7	− 16
																		+ 1	− 9
																		± 0	− 7
																			− 1
																			− 1
Total	+71		+ 6	−23	+ 1		+40	− 6		− 2	0 − 7	+81	−135	+ 7			−134	+137	−170
Mean	+10.1		+ 6	− 5.7	+ 1.0		+13.3	− 3.0		− 2.0	0.0 − 3.5	+13.5	− 19.2	+ 7.0			− 26.8	+ 15.2	− 15.4
Lower third rank	+ 5	−12	± 0	−16	± 0	− 9	+18	− 1	± 0	−13	+37① −15	+15	− 19	+ 2		+ 1	− 35	+ 9	− 55⑤
	+ 4	− 2		−16		− 2	+13	− 4			+ 8	+ 9	− 18				− 8	+ 6	− 13
	+ 2			− 6			+ 7					+ 5	− 17					+ 4	− 6
				− 2								+ 4	− 16					+ 3	− 4
												+ 3	− 14					+ 2	− 4
												+ 1	− 13					± 0	− 3
												± 0	− 11					± 0	− 3
												± 0	− 9					± 0	− 2
												± 0	− 7						− 1
													− 2						
Total	+11	−14	0	−40	0	−11	+38	− 5	0	−13	+45 −15	+37	−126	+2		+ 1	−43	+24	− 91
Mean	+ 3.6	− 7.0	0.0	−10.0	0.0	− 5.5	+12.6	− 2.5	0.0	−13.0	+22.5 −15.0	+ 4.1	− 12.6	+2.0		+ 1.0	−21.5	+ 3.0	− 10.1

Notes : ①, *Betula grossa* ; ②, *Carpinus laxiflora* ; ③, *Ilex macropoda* ; ④, ⑤, *Tsuga sieboldii*

4. 考　　察

調査林分周辺の自然林をみると，斜面中腹から上部にかけてはブナを主とした林分が，尾根筋にはモミ・ツガの林分が発達している．そのなかに比較的傾斜の緩やかな斜面にミズナラを主とした林分や，まれにクリを主とした林分がみられる．これらのミズナラ，クリの林は径級が比較的揃っていることなどから判断して，攪乱によって出現した二次林と考えられている．この地域の自然林が伐採等の攪乱を受けた跡に再生する二次林の樹種構成については汰木（1967），薛（1990）が調べており，高木性の樹種としてミズナラ，クリなどの落葉広葉樹のみが出現している林分から落葉広葉樹にモミなどの針葉樹を混在する林分までかなり相違のあることを，また亜高木，低木性のリョウブ，シロモジは，どの林分にもかなりの優占度で出現していることを認めている．この調査林分の最高齢木の樹齢が82年であることと，高木層構成種の樹齢が62～82年の間に集中することから，この調査林分は82年以前に強い攪乱を受けていると推測できる．1910年代の初期までこの調査林分から約1 kmの地点で銅が採掘されており，当時坑木や製炭用のために周辺の森林が伐採されたことは十分に考えられる．またこの附近は以前焼畑が盛んに行われた地域でもあり，その目的のために伐採されたことも考えられる．いずれにしても82年以前になんらかの伐採の手が入ったと考えて間違いないようである．

調査林分の高木層の主要樹種はミズナラとクリであるが，最近30年間の肥大成長の順位変動からみてミズナラとクリの地位が交代してクリが優位に立ちつつあったと考えられる．

亜高木層の主構成種のリョウブとアオハダとでは，その直径分布，樹齢分布に違いが認められる．両者を比較するとアオハダは胸高直径で大きい傾向があり，樹齢分布幅は広く70～80年に山があり，二次林形成の初期に出現し，早い時期は上層樹冠を形成したと考えられる．一方リョウブの樹齢は35～60年に分布の山があり，アオハダに比べ発生の時期が遅れているように見えるが，萌芽性があり現存の幹が二次萌芽幹である可能性を否定できないこと，また調査地周辺二次林の先駆種としてリョウブが優占する場合が多いことなどから，この林分においても初期から出現していたと考えて差し支えないようである．シラキ，イヌツゲ等は樹齢35～45年のものが多い．低木のシロモジは6～56年の間に幅広く均等に分布している．シロモジは幹の基部や露出した根系からの萌芽を行い，一つの株に多数の幹を存立させる多幹個体が多いのが特徴である．また一つの株の中では高齢の幹の枯死と萌芽の発生という世代交代が行われており，多幹個体を構成する幹の樹齢にはかなりのばらつきがみられる．調査林分の全個体の樹齢分布をみると明らかに高い齢階と低い齢階にそれぞれ分布の山が認められる．高木層の樹木は高い齢階域に分布し，一方低木層の樹木は低い齢階域に分布している．亜高木層の樹木は両方の分布域にまたがっている．齢構成に二つの大きな山があるということは林分発達の途中での何らかの攪乱の存在をも想定させるが，この場合は萌芽更新による多幹木の存在が関与しているのではないかと考えられる．多幹木の多いリョウブは亜高木層の，シロモジは低木層の主構成樹種であるが，いずれもその多幹木に枯損幹も多く発生している．このことは幹の寿命が比較的短いこと，その世代交代が萌芽によって行われていることを示唆している．とくにシロモジの萌芽幹

の年齢構成にこの萌芽更新の特徴がよく現れている．低木層のかなりの個体がこのような更新期間の短い萌芽更新をおこなっているため，低い齢階域に樹齢分布のもう一つの山が形成される結果になっていると考えられる．したがって2つの分布の山の存在は林分発達途中の攪乱によるものではなく，林分を構成する樹木の特性に由来するものであると判断するのが妥当と考えられる．

以上の結果から，この林分には攪乱後の早い時期からクリ，ミズナラ，リョウブ，シロモジなど現存の大部分の樹種が出現し，林分の発達とともに階層化が進み次第にクリ・ミズナラが高木層を，萌芽性の高いリョウブ・シロモジが亜高・低木層を優占するようになり，この地域に一般的に見られる二次林の1タイプであるクリ・ミズナラを主林木とする林へと発達したと判断される．さらに調査時点では高木層の主林木がミズナラからクリへ移行する過程にあったと推定される．

5．ま　と　め

落葉広葉樹二次林の成立過程を樹種，階層構造，齢構成，直径成長の面からしらべ，以下の結果を得た．

1．階層構造的には高木層，亜高木層，低木層の区分は明瞭であり，高木層はクリ，ミズナラが，亜高木層はリョウブとアオハダが，低木層はシロモジがそれぞれ優占していた．高木層樹冠の被覆率は比較的低く，そのことが低木層の個体数を多くし，樹冠被覆率を高めにしていた．

2．齢構成で見ると高木層の個体は高年齢の62～82年に集中していたが，亜高木層は36～78年生，とくに低木層は4～78年生と幅広い年齢域の個体で構成され，亜高・低木層の個体にも早い時期に発生したものがかなりみられた．全個体の樹齢は高い齢階域と低い齢階域に分布の山をもったが，低齢階域の分布の山は低木層を構成する個体の萌芽更新による低齢化によると考えられた．

3．直径順位の変動から，高木層のクリ，ミズナラは早い時期に発生し，上位を占めること，現時点ではクリの順位は上昇傾向に，一方ミズナラは下降傾向にあることが明らかになった．亜高・低木性の個体で早い時期に発生したものに一時期林分で上位を占めるものも見られたが，時間の経過とともにいずれも順位を下げていた．

4．これらの結果から，この林分は82年以前に何等かの攪乱を受けた後に発達した二次林であり，この地域で一般的に見られる二次林の1形態であるミズナラ・クリを主林木とする林への発達過程にあったが，ミズナラとクリの地位は交代しクリが優位に立ちつつあったと推定された．

引 用 文 献

薛 孝夫 (1990)：皆伐された夏緑林の植生回復　経過年数の異なる4林分の植生概況．日林九支研論 43：19-20

汰木達郎 (1967)：広葉樹二次林の成長．日林九支研論 21：22-24

YURUKI, T. and ARAGAMI, K. (1987) : The development of Momi and Tsuga forest on the basis of diameter growth. J. Jpn. For. Soc. **69** : 478-481

YURUKI, T. and ARAGAMI, K. (1988) : The development of Momi and Tsuga forest. The Influences of Broad-leaved Trees on the Growth of Two Dominant Conifers, Momi and Tsuga Trees. Bull. Kyushu Univ. For. **59** : 1-11

Summary

In this paper, we have attemped to clarify the development of a deciduous broad-leaved forest from the viewpoint of stratification, age compostion and diameter growth.

The forests surveyed were clearly stratified into three layers ; upper layer (h=tree height>14m), mid layer (14>h>8m) and lower layer (h<8m). The upper layer was dominated by kuri (*Castanea crenata* S. et Z.) and mizunara (*Quercus mongolica* var. *grosseserrata* Rehd. et Wils.) trees, the mid layer by ryobu (*Clethra barbinervis* S. et Z.) and aohada (*Ilex crenata* Thunb.) trees, and the lower layer by shiromoji (*Lindera triloba* Bl.) trees. The low crown coverage of the upper layers caused the lower layer trees to increase in density and crown coverage. The ages of the upper layer trees, the mid layer trees and the lower layer trees were 62 to 82, 36 to 78 and 4 to 78 years, respectively. The initial appearance of individual trees was concentrated during a period about 80 years ago. From these findings, the surveyed forest has been identified as a secondary deciduous broad-leaved forest that had developed in the gaps or openings in the forest. The frequency distribution peaks for tree ages were found in both advanced and younger age groups. The peak in the younger age group is presumed to be closely related to young individuals of sprout origin.

Judging from changes in diameter ranking, it was evident that kuri and mizunara trees ranked highly at an early stage in the development of the community and became stable in the higher ranks. Mizunara trees were dominant over kuri trees in diameter until recently, but now kuri trees seems to be dominant. Some of the mid and lower layer trees ranked highly at an early stage after gap formation. But with the development of the community, their rank has gradually shifted to the medium and subordinate class.