

立山カルデラ内に見られる主要な森林群落の構造と二次遷移について

佐藤卓¹, 松村勉², 小川徳重³, 平内好子⁴, 信清義和⁵

¹雄峰高等学校, ²呉羽高等学校, ³泊高等学校, ⁴新川女子高等学校, ⁵入善高等学校

Forest structures on dominant vegetations in Tateyama Caldera and its secondary succession.
Takashi Sato, Tsutomu Matsumura, Tokushige Ogawa, Yoshiko Hirauchi, Yoshikazu Sinnei

立山カルデラは4期にわたる立山火山の活動によって形成された(深井ら,1976)とされている。その後もカルデラ壁は崩壊を続け、1858年の安政の大地震によって生じた大鷲崩れによって、大量の土砂がカルデラ内に堆積した。現在も大雨が降るごとに新たな崩壊を繰り返し、頻りに富山平野に土砂流災害をもたらしている。そのため、カルデラ底を流れる湯川谷流域は、大正15年より国が直轄砂防事業を行っている地域である。

カルデラ底の土砂堆積地は湯川谷によって浸食され、3段の段丘面が見られる(深井ら,1976)。高位面は刈り込み池や松尾平などの天狗山崩壊堆積面と安政の大鷲崩れによって生じたと考えられる多枝原谷と泥谷上部の崩壊堆積面である。水谷平の段丘面は安政の大鷲崩れによる崩壊堆積面と考えられている。中位段丘面は六九谷や多枝原水源地、兎谷出合南面と松尾平下緩斜面、泥鱈池西側緩斜面である。低位段丘面は立山温泉跡地と泥鱈池平坦面である。この平坦面には、過去の土石流による表土の攪乱(土砂の堆積を含む)からの経過時間や立地環境に応じた植生が成立していると考えられる。

地表変動と植生の関係は東(1969)、新谷(1972)、今村(1976)、小泉(1989)らによって考察されている。今村(1976)は立山カルデラにおける植生遷移と動的地質現象(土砂流による地表面の攪乱)の頻度を推測し、斜面や溪床の安定度を推測している。その方法は空中写真と現地調査により、過去100年以内の植生年代図を作り考察している。しかし100年以上の植生の遷移について



図1 立山カルデラにおける調査地点

は考察されていない。また、桜島で観察された一次遷移の例(Tagawa,1964)でもわかるように遷移が極相に至るまでの時間は数百年の年月が必要である。

そこで、立山カルデラ底に見られる主要な森林群落がどのような構造的特徴を持ち、二次遷移系列においてどのような位置関係にあるかを、従来の生態遷移研究法(伊藤秀三,1977;田川,1979)を用いて考察するために今回の調査を行った。

調査地の概要

立山カルデラは富山県立山町と大山町にまたがる東西約6.5km、南北約4.5kmの凹地で、標高840m~2831mに位置する。カルデラ底には、カルデラ壁に囲まれた地域を集水域とする湯川谷が流れ、カルデラ底の最下流部に白岩砂防ダムがある。

今回の調査域であるカルデラ底は、標高1100m~1470mであることから、夏緑樹林帯上部に位置すると考えられ、極相群落はブナ林と推定される地域である。しかし、そこに見られる主要な植生は、ダケカンバ林、オオバヤナギ林、ドロノキ林で、ブナ林は兎谷出合斜面や松尾峠下斜面など限られた地点にだけ成立している。また、立山温泉跡地から南東側の泥谷周辺は最近の土石流による土砂の堆積地と考えられ、ドロノキとオノエヤナギ、ダケカンバが混交した背の低い群落が見られる。そこで、カルデラ底の主要な植物群落であるダケカンバ林、オオバヤナギ林、ドロノキ林、及び潜在植生と考えられるブナ林のそれぞれの林分中に200~750m²の方形区を6箇所設けた(図1)。

ドロノキ林の調査区は、兎谷出合の河川敷群落(KARUD-1)と、水谷のカルデラ壁の急斜面に見られる群落(KARUD-5)にそれぞれ設けた。ダケカンバ林の調査区は、湯川谷に流れ込む泥谷と出枝原谷に囲まれた台地に発達するダケカンバ林a(KARUD-3)と、多枝原谷と新谷に挟まれた台地に見られるダケカンバ林b(KARUD-4)に設けた。オオバヤナギ林の調査区は、多枝原池から流出する水が、緩斜面を表流または伏流しながら新谷に合流するまでの限られた地域に見られるので、その群落中央部(KARUD-2)に設けた。

ブナ林の調査区は、立山温泉から弥陀ヶ原へ向かう旧松尾峠道沿いに見られる群落(KARUD-6)に設けた。

調査および解析方法

各調査区は、立山カルデラ自然環境基礎調査報告書(大田ら,1994)に基づき1994年に設置した。現地では樹高2m以上の樹木を対象に、種名、位置(方形区内のXY座標)、胸高周囲、樹高、樹冠の長径と短径を記録した。なお、樹高と樹冠の大きさは目測で行った。林分の構造を比較するため、種多様性の指標として、Fisher et al.(1943)の多様度指数(α)を用いた。計算式を下記に示す。

$$S = \alpha \cdot \ln(1 + N/\alpha)$$

S=種数, N=個体数, α =多様度指数

多様度指数が大きな値を示すほど、種が豊富であることを示す。

林分を構成する樹木の分布を理解するために、Morishita(1959)の分散指数($I\delta$)を用いた。この指数の計算方法を以下に示す。

$$I\delta = q \cdot (\sum ni(ni-1)) / N(N-1)$$

q=小方形区数, ni=小方形区の出現個体数, N=総個体数

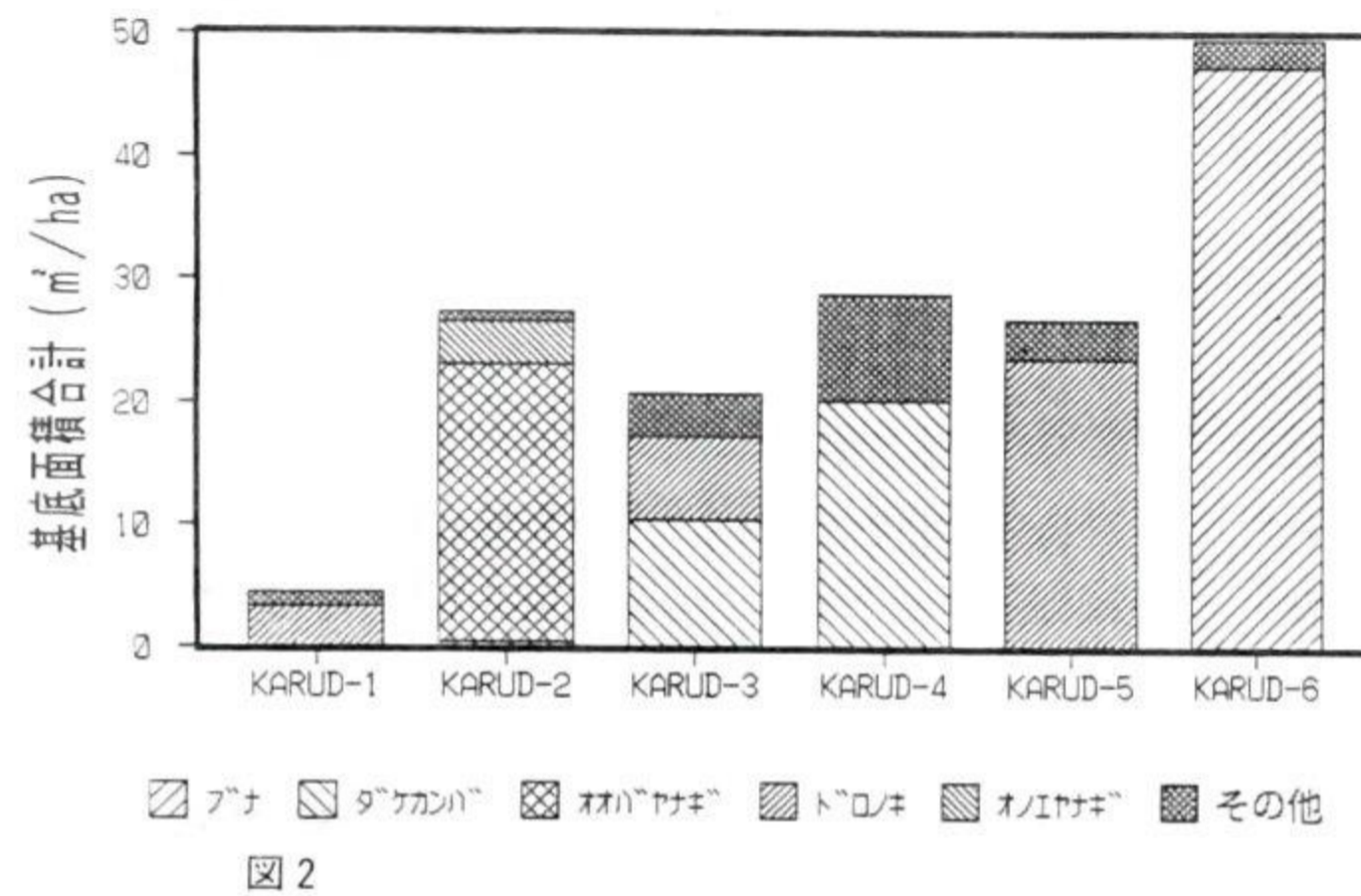
調査結果および考察

調査林分の概況を表1に示した。なお、表1にはカルデラ地域の林分と比較するために富山県内で調査されたブナ林の概要を同時に掲載した。

立ち木密度の最も大きい林分は、水谷のドロノキ群落(KARUD-5;2978/ha)であった。次いで、密度が大きい群落は多枝原のダケカンバ林b(KARUD-4;2880/ha)であった。最も低密度の林分は多枝原のオオバヤナギ林(KARUD-2;752/ha)で、この値は河川敷のドロノキ群落の850/haとほぼ同じ密度であることが明らかになった。このことはオオバヤナギ林の成立している立地がほぼ河川敷と同じ環境にあることを示唆するものである。

表1 調査林分の概要

調査区 No.	調査地点	標高(m)	調査区 面積(m ²)	斜面方向	斜度 (°)	密度 (N/ha)	種数	種多様度 (α)	基底面積 (m ² /ha)	樹冠面積 (ha/ha)	優占種
KARUD-1	兎谷出合	1350	200	S60°W	5	850	3	1.1	4.5	0.39	ドロノキ
KARUD-2	出枝原	1410	625	N30°E	7	752	10	3.9	27.2	1.09	オオバヤナギ
KARUD-3	出枝原	1360	750	N80°W	12	1213	17	6.2	20.7	1.10	ダケカンバ
KARUD-4	出枝原	1340	500	N30°W	15	2880	20	6.3	28.7	1.99	ダケカンバ
KARUD-5	水谷	1100	225	S70°W	45	2978	12	4.3	26.7	1.96	ドロノキ
KARUD-6	松尾峠下	1470	600	S40°W	12	2667	14	3.7	49.6	1.54	ブナ
A	有峰西谷	1200	1000	N60°E	20	2100	14	3.1	40.2	2.38	ブナ
B	有峰猪根	1180	400	N10°W	20	1350	12	4.8	32.6	2.27	ブナ
C	瀬戸蔵山	1280	400	N80°W	10	4900	11	3.2	43.1	2.44	ブナ
D	大辻山a	1170	300	S50°E	26	1600	8	2.7	48.0	2.40	ブナ
E	大辻山b	850	144	N80°W	35	2100	14	10.2	36.9	1.46	ブナ, ミズナ
F	高落場山	1070	300	W	14	1400	7	2.4	60.0	2.10	ブナ
G	水無	1040	400	S40°E	28	1300	8	2.6	55.0	1.70	ブナ
H	美女平	1130	750	N20°E	20	1790	16	4.7	54.3	1.53	ブナ



多様度指数 (α値) を比較すると、多枝原の2つのダケカンバ林のα値は共に6を超える値を示し、種が豊富であることが明らかになった。最も小さな値を示した群落は河川敷のドロノキ林 (α=1.1) であった。オオバヤナギ林と水谷のドロノキ林、ブナ林のα値は3.7~4.3で、上記のドロノキ林とダケカンバ林の中間の値を示した。

林分の現存量に比例すると考えられる基底面積を調べた結果を図2に示した。松尾峠下のブナ林は49.6m²/haで最も大きな値を示し、大量の材が蓄積されていることが示唆された。全体に占めるブナの割合は95.7%で、ブナの純林であることを示している。この値を富山県内のブナ林と比較すると、変異幅 (32.6~60.0m²/ha) の中間に位置しているので、典型的な富山県のブナ純林の性質をもっていると考えられた。最も基底面積が小さ

い林分は河川敷のドロノキ林で、ブナ林の約1/10であつた。上記の2調査区以外のオオバヤナギ林、ダケカンバ林、ドロノキ林の基底面積は20.7~28.7m²/haでよく似た値を示した。多枝原のダケカンバ林a (KARUD-3) はダケカンバとドロノキが混交した林分で、基底面積の全体に占める割合は、ダケカンバが50%、ドロノキが32%であった。オオバヤナギ林の基底面積に占めるそれぞれの種の割合は、オオバヤナギが84%、オノエヤナギが12%であった。

それぞれの林分の枝の混み具合を示す樹冠面積指数を比較すると、多枝原のダケカンバ林b (KARUD-4) の1.99ha/haが最も大きな値で、次に大きな値を示したのは水谷のドロノキ林の1.96ha/haであった。また、河川敷のドロノキ林 (KARUD-1) の値は最も低く、0.39ha/haであった。ブナ林の値 (1.54ha/ha) は、富山県の標高1000m前後のブナ林の樹冠面積指数 (1.5~2.4ha/ha) と比べると小さな値であった。

各調査林分ごとの直径階級分布を表2に、樹高階級分布を表3に示した。

河川敷のドロノキ林 (KARUD-1) の最大樹高はドロノキの5mで、ドロノキの階級分布は連続し、このまま土壌が安定であればドロノキ林がしばらく継続されることが示唆される。

オオバヤナギ林 (KARUD-2) の最大樹高はオオバヤナギの19mで、樹高9-10m階級から最大樹

表2 各調査林分ごとの直径階級分布

種名	直径階級 (cm)							合計
	-4	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-99	
ドロノキ	5	7	.	.	.	.	.	12
ヤマハシ	1	3	.	.	.	.	.	4
ウツギ	1	.	.	.	.	.	.	1
合計	7	10	.	.	.	.	.	17

種名	直径階級 (cm)							合計
	-4	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-99	
オオバヤナギ	.	.	1	3	.	5	2	11
オノエヤナギ	2	2	3	3	.	.	.	10
ダケカンバ	3	4	.	.	.	.	.	7
ミズナ	4	1	1	.	.	.	.	6
その他	7	6	.	.	.	.	.	13
合計	16	13	5	6	.	5	2	47

種名	直径階級 (cm)							合計
	-4	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-99	
ダケカンバ	.	.	.	3	3	2	.	8
ドロノキ	.	.	.	.	.	.	2	2
イタヤナギ	.	2	1	1	.	.	.	4
ウツギ	5	5	2	.	.	.	.	12
その他	37	25	3	.	.	.	.	65
合計	42	32	6	4	3	2	2	91

種名	直径階級 (cm)							合計
	-4	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-99	
ダケカンバ	.	.	.	2	4	2	1	9
ウツギ	8	10	3	.	.	.	.	21
ネコジ	2	6	3	.	.	.	.	11
イタヤナギ	2	.	.	.	1	.	.	3
その他	63	31	6	.	.	.	.	100
合計	75	47	12	2	5	2	1	144

種名	直径階級 (cm)							合計
	-4	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-99	
ドロノキ	1	6	15	5	.	.	.	27
ケウキ	9	1	.	.	.	.	.	10
ヒメヤブシ	10	.	.	.	.	.	.	10
アサモ	5	2	.	.	.	.	.	7
その他	11	1	1	.	.	.	.	13
合計	36	10	16	5	.	.	.	67

種名	直径階級 (cm)							合計
	-4	5-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-99	
ブナ	5	11	1	2	3	6	6	34
ヤマモシ	18	4	.	.	.	.	.	22
ウツギ	8	3	.	.	.	.	.	11
オオバヤナギ	57	.	.	.	.	.	.	57
その他	29	7	.	.	.	.	.	36
合計	117	25	1	2	3	6	6	160

高階級まで連続して分布していた。しかし、それ以外の樹高階級には全く分布しなかった。同様に直径階級分布においても10-19cm階級と20-29cm階級にのみ分布していた。このことは、ある時期に一斉に定着したオオバヤナギが更新せずにそのまま現在に至っていることを示唆する。そして、オオバヤナギ林が将来、別の植生へ遷移していく可能性を示唆する。

多枝原のダケカンバ林a (KARUD-3) の最大樹高はドロノキの23mで、ダケカンバの最大樹高は21mであった。ドロノキは最大樹高木と樹高20mの個体の2本しか分布せず、更新が全く行われていないことを示す。同様にダケカンバも15-16m階級から21-22mにのみ分布し、他の階級には分布していないことから更新が進まない老齢林であることが示唆される。直径階級の分布からも同様な傾向が読みとられる。

多枝原のダケカンバ林b (KARUD-4) の最大樹高はダケカンバの20mで、樹高階級11-12m~19-20mの階級に分布し、低木の階級には分布していない。このことはダケカンバの更新が継続していないことを示し、樹高階級4m以下にはブナが分布することから、将来ブナ林へ遷移する可能性が示唆された。

水谷のドロノキ林 (KARUD-5) の最大樹高はドロノキの13mで、樹高階級4m以下~13-14m階級まで連続分布していた。また、直径階級においても同様

表3 各調査林分ごとの樹高階級分布

種名	樹高階級 (m)												合計
	-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-24	24-	
ドロノキ	9	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12
ケヤナギ	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
ウダカシ	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
合計	14	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17

種名	樹高階級 (m)												合計
	-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-24	24-	
オオバヤナギ	.	.	.	1	1	1	1	4	3	.	.	.	11
オヤマノキ	3	2	1	1	1	2	.	.	.	.	.	.	10
ダケカンバ	4	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
ミズキ	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
その他	11	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13
合計	24	6	2	2	2	3	1	4	3	.	.	.	47

種名	樹高階級 (m)												合計
	-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-24	24-	
ダケカンバ	.	.	.	.	.	.	3	3	1	1	.	.	8
ドロノキ	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	2
イタヤカエデ	.	2	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	4
ウリハダカエデ	5	6	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12
その他	51	14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	65
合計	56	22	2	.	1	.	3	3	2	1	1	.	91

種名	樹高階級 (m)												合計
	-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-24	24-	
ダケカンバ	.	.	.	.	1	.	2	3	3	.	.	.	9
ウリハダカエデ	15	5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	21
ホソバ	3	6	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11
イタヤカエデ	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
その他	98	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100
合計	118	14	3	.	1	.	2	3	3	.	.	.	144

種名	樹高階級 (m)												合計
	-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-24	24-	
ドロノキ	5	3	7	7	.	5	.	.	.	.	.	.	27
クワ	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10
ヒメシャブシ	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10
アオダモ	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
その他	11	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	13
合計	43	4	7	7	1	5	.	.	.	.	.	.	67

種名	樹高階級 (m)												合計
	-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-24	24-	
ブナ	10	6	2	.	.	.	.	2	6	7	1	.	34
ヤマシ	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	22
ウリハダカエデ	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11
材木	57	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	57
その他	35	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	36
合計	135	7	2	.	.	.	.	2	6	7	1	.	160

に4cm以下~20-29cm階級まで連続分布していることから、ドロノキの更新が継続しており、低木階級に将来高木に達する樹木が分布しないことから、将来もドロノキ林が維持される可能性が示唆

された。松尾峠下ブナ林 (KARUD-6) の最大樹高はブナの23mで、樹高階級17-18m~23-24mと4m以下~7-8m階級の分布が見られた。直径階級分布で

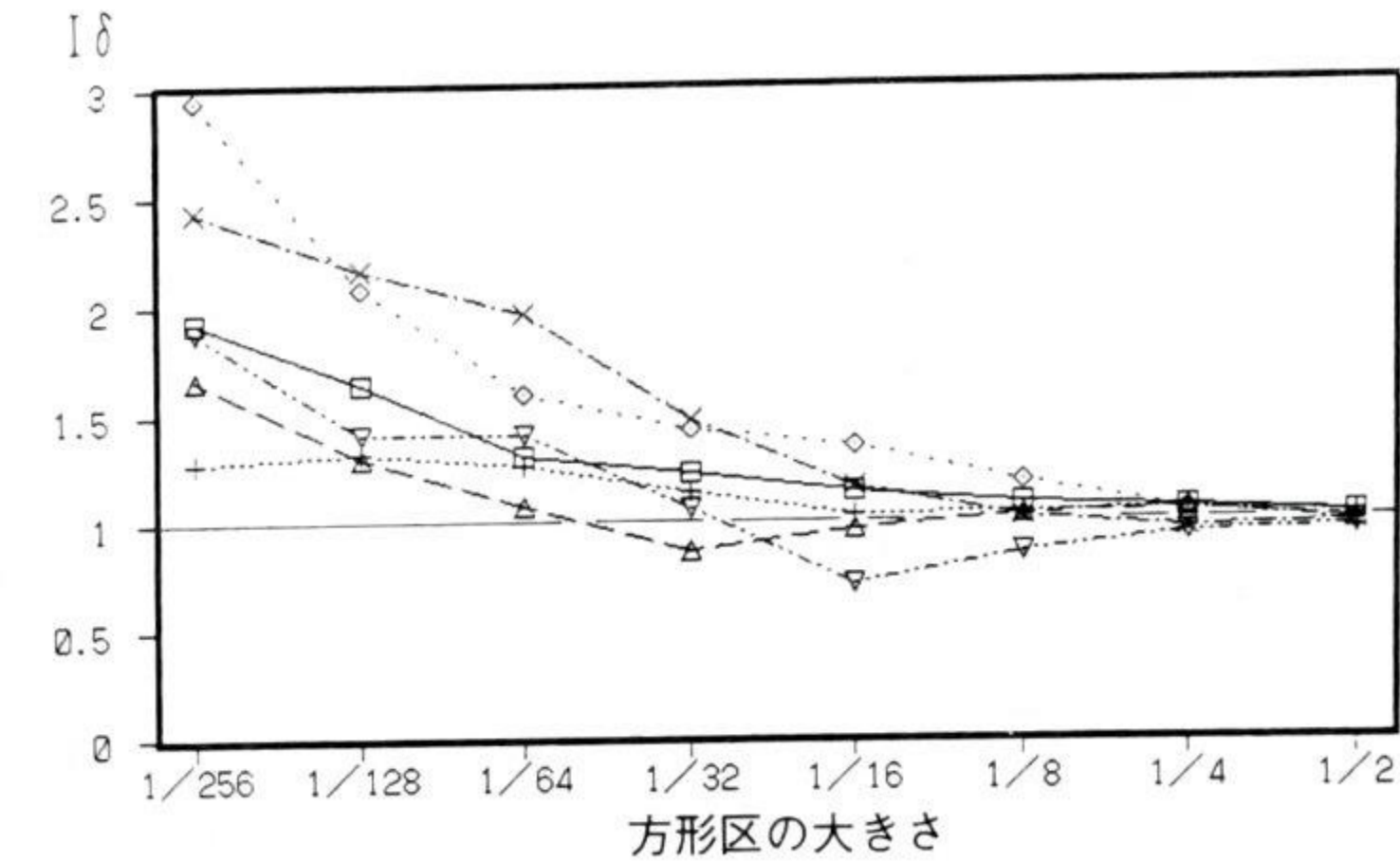


図3 各調査区の全個体の分布様式 (Iδによって示した)
▽: KARUD-1, △: KARUD-2, ◇: KARUD-3, +: KARUD-4, ×: KARUD-5, □: KARUD-6

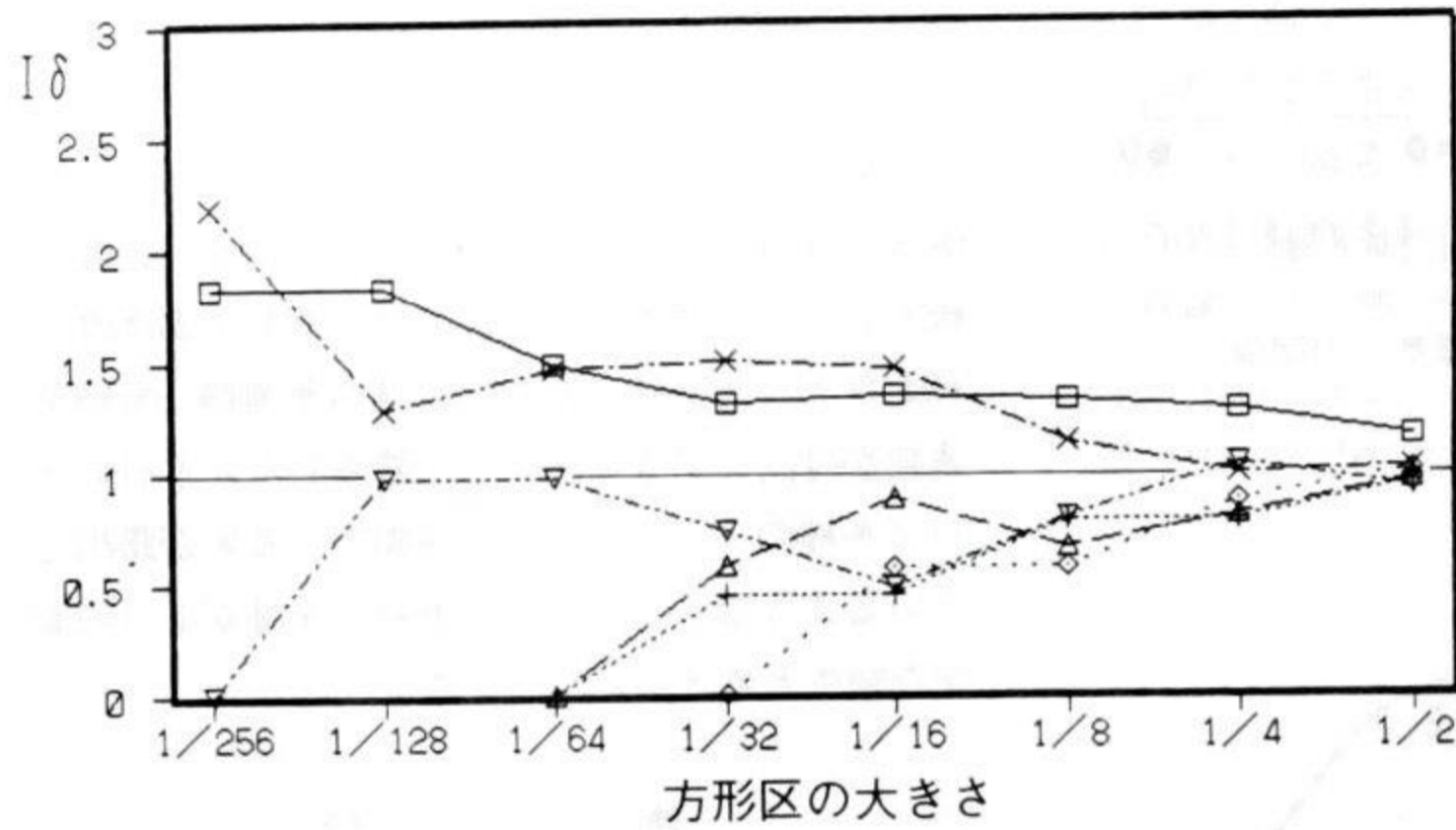


図4 各調査区の優占種の分布様式 (Iδによって示した)
▽: ドロノキ a-KARUD-1, △: オオバヤナギ-KARUD-2, ◇: ダケカンバ b-KARUD-3, +: ダケカンバ a-KARUD-4, ×: ドロノキ b-KARUD-5, □: ブナ-KARUD-6

は、4cm以下~50-99cm階級まで連続分布していた。これらのことは、ブナの更新が継続している極相林の一般的な性質を示している。

林分の樹木の分布について、Iδを用いて調べた結果を図3と図4に示した。すべての調査区の全個体数の分布について (図3) は、1/64以下の方形区面積において統計的 (F検定) に Iδ > 1であることから、樹木は集中分布をしていることが明らかになった。しかし、優占種のIδの分布 (図4) は、ブナと水谷のドロノキは集中分布であるが、他のダケカンバ、オオバヤナギ、ドロノキは共に規則分布であった。これはダケカンバ、オオバヤナギ、ドロノキが陽樹的性質を持っているため、光をめぐる競争において、樹冠が重なり

合わないよう規則的な分布を強いられているためと考えられる。つまり、2つのダケカンバ林、オオバヤナギ林、河川敷のドロノキ林は二次遷移の途中段階であることを示唆する。

二次遷移系列について今回調査した6調査区が、二次遷移のどの段階にあるかを今回の調査結果を用いて推定する。

基底面積と樹冠面積指数は遷移が進むにつれて、大きくなり、ある一定の値に飽和することが知られている (木村, 1976)。そこで、基底面積と樹冠面積指数を用いて各調査区の分布を図5に示した。この図からは河川敷のドロノキ林 (KARUD-1) から多枝原のダケカンバ林 a (KARUD-3) とオオバヤナギ林 (KARUD-

2) を経て、水谷のドロノキ林 (KARUD-5) またはダケカンバ林 b (KARUD-4)、そしてブナ林へ遷移していく系列が示唆された。次に種多様性と遷移の関係について、Tagawa (1964) は初期において種多様性が増加し、極相に近づくにつれて減少する傾向が報告されている。そこで、立山カルデラにおける調査区の種多様性と基底面積との関係を図6に示した。この図からも河川敷のドロノキ林 (KARUD-1) から多枝原のダケカンバ林 a・ダケカンバ林 b (KARUD-3,4) を経て、ブナ林へ向かう1つの系列が示唆される。また、水谷のドロノキ林 (KARUD-5) やオオバヤナギ林 (KARUD-2) の多様度指数が低いにもかかわらず基底面積が大きいことから、遷移の途中段階

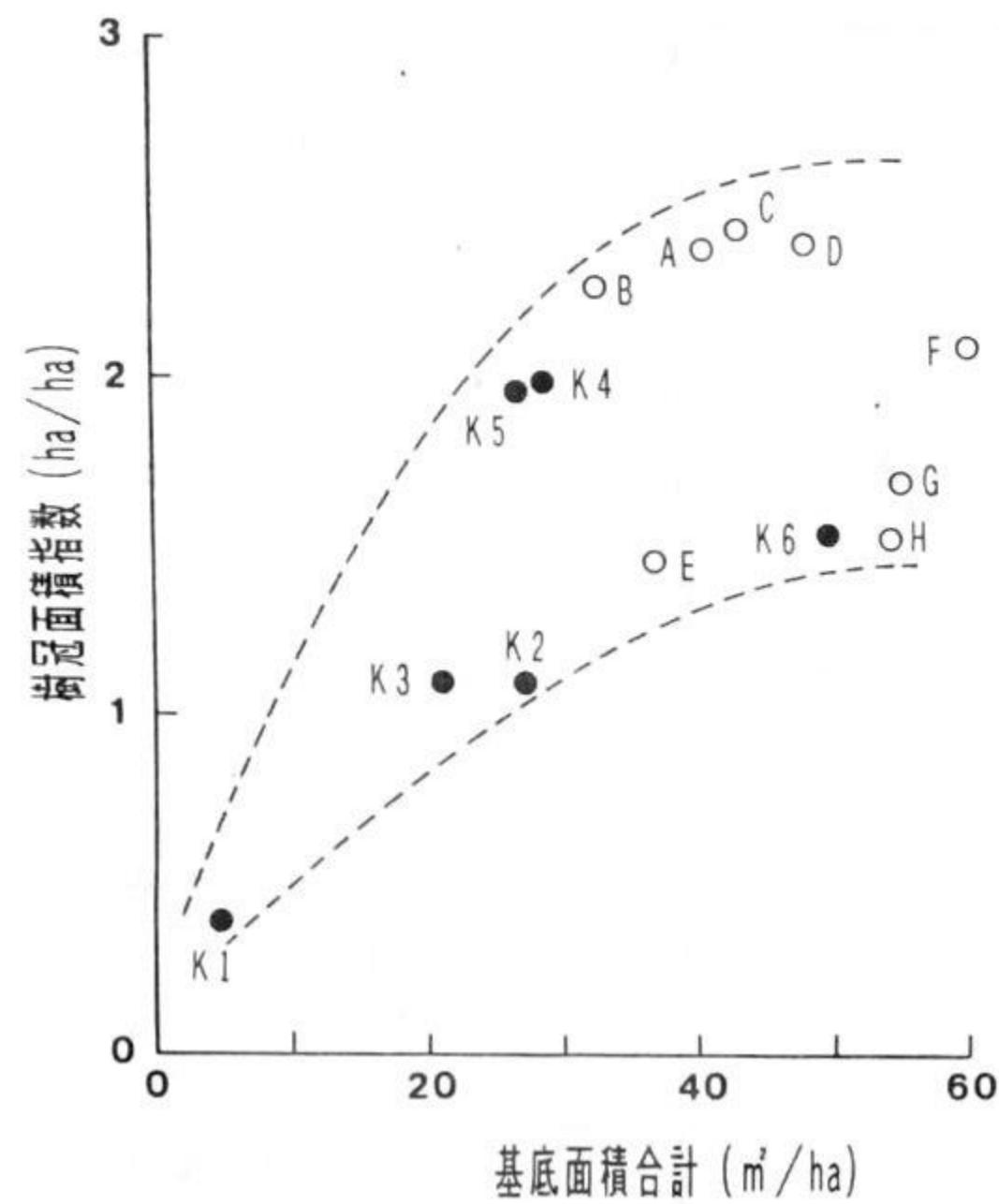


図5 基底面積合計と樹冠面積指数との関係
K1-KARUD-1, K2-KARUD-2, K3-KARUD-3, K4-KARUD-4, K5-KARUD-5, K6-KARUD-6
A~Hは表1の調査区No.に対応

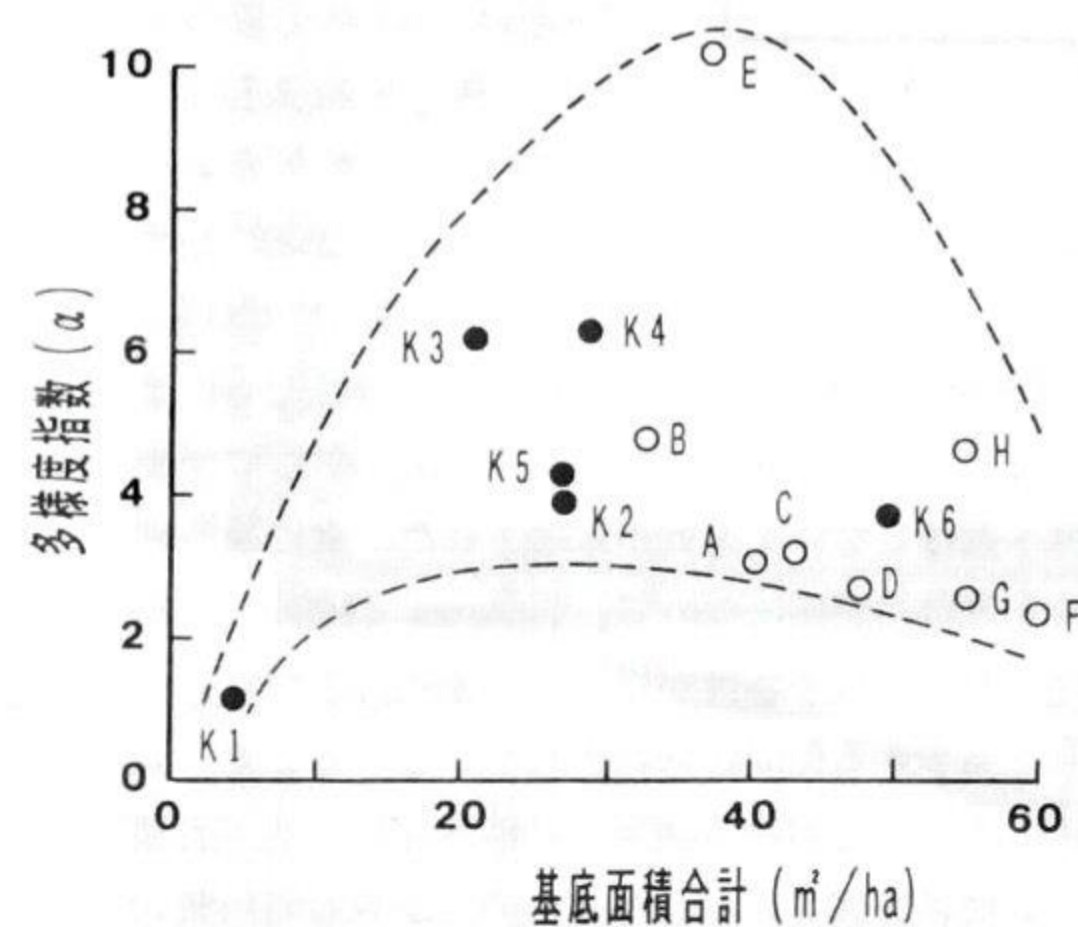


図6 基底面積合計と多様度指数(α)との関係
記号は図5に同じ

と考えられるが、その立地条件の特殊性によりブナ林へ遷移しない可能性が示唆される。

以上の解析結果より、図7に示した遷移系列が示唆された。

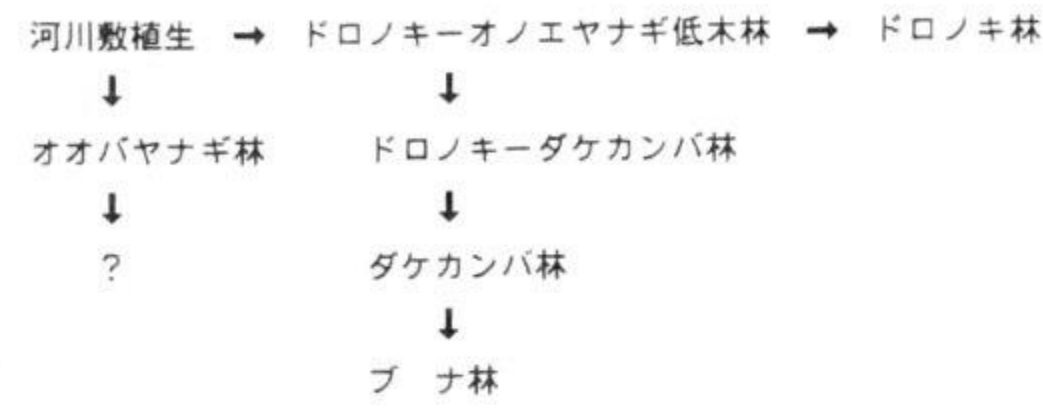


図7 推定される二次遷移系列

土石流により、土砂が堆積した所に、低木のドロノキ林が最初に成立し、河川の氾濫源的性質が維持されるような所では、オオバヤナギ林が成立し、攪乱されるとオノエヤナギ林へ退行する可能性をもつ植生が成立すると考えられた。オオバヤナギ林の後の植生は今回の調査では考察できなかった。土砂が堆積した後、表土が攪乱される機会が少ない地域ではドロノキの高木林が成立し、その後ドロノキとダケカンバ混交林、そしてダケカンバとブナの混交林を経てブナ林へと遷移していく系列が今回の調査結果より示唆された。水谷のドロノキ林のように立地が急斜面で、基岩が露出しているようなところでは、ドロノキ林が1つの安定な植生と考えられた。

謝 辞

この調査を行うにあたり、富山県砂防課より林道の通行許可および調査の便宜を図っていただいた。ここに記して感謝の意を表します。

引用文献

東三郎,1969.地表変動と指標植物.水利科学,56, 55-68.
Fisher R.A.et al.,1943.The relation between the number of individuals and the number of species on a random sample of an animal population.J.Anim.Ecol.12,42-58.
深井三郎ら,1976.立山黒部ルート周辺の地形と地質.12-70.in 中部山岳国立公園立山黒部地区学術調査報告.財団法人日本自然保護協会,富山県自然保護協会編.富山県.
今村遼平,1976.静的地形地質情報からの土質地質

に必要な動的地質情報の把握に関する研究(I).応用地質,17(1),20-33.
伊藤秀三編,1977.群落の組成と構造.332pp.朝倉書店.東京.
木村允,1976.陸上植物群落の生産量測定法.112pp.共立出版,東京.
小泉武栄,1989.北アルプス薬師岳における斜面発達と強風地植物群落,日本生態学会誌,39(2), 127-138.
Morishita M,1959.Measuring of interspecific association and similarity between communities.Mem.Fac.Sci.Kyushu Univ. Ser. E. 2,215-235.
新谷融,1972.溪床土石の移動過程調査の方法.新砂防,83,6-13.
Tagawa H,1964.A study of the volcanic vegetation in Sakurajima, South-west Japan. I. Dynamics of vegetation. Mem.Fac.Sci. Kyushu Univ.,Ser.E 3:165-

228.
田川日出夫,1979.in 田川日出夫・沖野外輝夫,生態遷移研究法, p18-21.共立出版,東京.
大田弘ら,1994.立山カルデラ自然環境基礎調査報告書.富山県.富山.
野外教材研究委員会(鈴木・浅見・佐藤),1988.大辻山周辺の森林群落について.生物部会報, 11,20-39.
野外教材研究委員会(竹内・浅見・櫛岡),1989.大辻山周辺の森林群落について(2).生物部会報, 12,23-33.
野外教材研究委員会(細口・佐藤),1989.富山県に見られるブナ林の森林構造について(1).生物部会報,12,34-46.
野外教材研究委員会(浅見),1990.立山ぶな坂のブナ林の構造.生物部会報,13,45-51.
野外教材研究委員会(松村・山本・佐藤),1991.有峰のブナ林について.生物部会報,14,15-31.
(1994年12月29日受理)