

# 京都大学芦生演習林モンドリ谷集水域の林分構造

山中 典和・松本 淳・大島 有子・川那辺 三郎

Stand structure of Mondori-Dani Watershed, Kyoto University Forest in Ashiu.

Norikazu YAMANAKA, Atushi MATUMOTO, Yuko OSHIMA and Saburo KAWANABE

## 要 旨

天然林の動態を集水域単位で長期間調査する目的で京都大学芦生演習林、上谷の一支流のモンドリ谷集水域に16haの調査区を設定し、林分構造及び斜面系列に沿った樹種及び林分構造の変化について調査を行った。主な結果は以下の通りである。

- 1) 胸高直径で10cm以上の木は、集水域全体で51種、8241本みられた。アシウスギが最も優占し、ブナ、ミズナラ、ミズメが続いた。胸高直径ではトチノキの149.2cmが最大であった。
- 2) 主な優占種の直径分布は陽樹も陰樹もほぼL型の分布を示した。しかし、陽樹の小径木の生育場所は林冠ギャップに依存していると考えられ、調査林分は様々な遷移段階のモザイクから成り立っているものと考えられた。
- 3) 全調査木の約10%に傷害が認められた。またアシウスギでは調査木の37%がクマハギの被害を受けており、クマハギはアシウスギの重要な枯死要因となることが示唆された。
- 4) モンドリ谷集水域では、斜面系列に沿って優占樹種が連続的に変化した。斜面の下部では主にブナが、中～上部では主にアシウスギが優占した。トチノキ、サワグルミは主に谷部を中心に出現した。
- 5) 斜面系列に沿って林分構造は変化した。出現種数には大きな変化はなかったが、本数密度や材積は斜面を上るにつれて増加した。これにはアシウスギの分布が大きく関与しているものと考えられた。

## 1. は じ め に

天然林の動態は、従来より、一時間断面における森林構造からの推定、年輪や花粉分析等による過去の推定、短期間の測定値からの外挿、時間軸を空間的な配列に置換することによる推定等の方法により研究が進められてきているが、これらの調査では、森林の動きを具体的に検証するには到らない。現実には、稀な現象が森林の動態を左右している可能性も否定できず、10年-100年単位の長期的なモニタリングが必要とされる。また、林冠木の枯死パターン、さらには高木種の個体群動態を精度よく調査してゆくには、ha単位の大面積調査地を設定しなければ、十分な個体数を確保することが困難である。このような点から、現在、天然林の「大面積長期継続研究」の必要性が叫ばれている<sup>1)</sup>。

大面積長期継続研究はさまざまな場所で行われており、アメリカのNational Science Foundation (NSF) が1979年から始めたLong Term Ecological Research (LTER) では、北方

針葉樹林, 温帯針葉樹林, 温帯広葉樹林, 熱帯林等を対象に継続的な調査を行っている<sup>23)</sup>。またパナマの Barro Colorado Island の熱帯林では, 50ha の永久調査区をもうけ, 直径 1 cm 以上の樹木をすべてマーキングすることにより, 森林の動態を観測・研究している<sup>4)5)</sup> ほか, マレーシアの Pasoh でも, 1985年から, 50ha の毎木調査が続けられている。

日本では, 成熟した森林での継続的センサスは少ない。苗場山ブナ林 (0.08-0.22ha)<sup>6)</sup>, 屋久島照葉樹林 (0.44ha)<sup>7)</sup>, カヤノ平ブナ林 (6.25ha)<sup>8)</sup>, 大台が原ブナウラジロモミ林 (0.8ha) 等で継続的センサスが行われているが面積的に小さいものが多い。しかし, 近年は天然林の大面积長期継続研究への関心が高まり, 各地で同様の試みが開始されつつある<sup>9)10)11)</sup>。

京都大学芦生演習林においても天然林の動態については, 齡構造解析<sup>12)</sup> や稚樹の動態<sup>13)14)</sup> に関する研究の他, 固定標準地を設定しての継続調査<sup>15)16)</sup> 等, 様々な報告がなされている。

しかし, それらは例えば数十年間の観察にもとづくものではない上に, 面積的に小さく, 上層林冠を構成する樹木の生活史や, 攪乱と再生を通じた森林の動態を的確に把握するには不十分なものである。従って, 芦生演習林においても天然林の大面积長期継続研究が必要であると考え。

一方, 日本の山地では大面积の調査区を設定しようと試みると, 様々な地形が含まれるのが普通であり, 地形の変化に伴いその植生も変化する。このため複数の地形, 植生を含み且つ, ある地域の森林を代表する基本単位として, 尾根に囲まれた集水域という単位で調査区を設定する事が適当であると考えた。また集水域単位で森林の動態を把握する事は, 集水域単位での物質循環や, さらには流域管理を考える際にも基礎的な情報となり, 重要であると考え。

本研究では山地小流域における冷温帯天然林の動態を長期間調査するための第一段階として, 調査区を設定するとともに, 調査区の林分構造及び, 斜面系列における樹種や林分構造の変化について検討を行った。

最後に, 有益な助言を頂いた森林生態学研究室の岩坪五郎博士, 芦生演習林の大畠誠一博士, 並びに調査区の測量に御協力頂いた芦生演習林の登尾久嗣氏, 大牧治夫氏, 調査の手伝いをして頂いた森林生態学研究室の高谷加寿子氏はじめ御協力頂いた芦生演習林と森林生態学研究室の皆様深く感謝する。なお本研究でのデータ処理, 並びに計算は京都大学大型計算機センターのシステムを利用した。

## 2. 調査地の概要

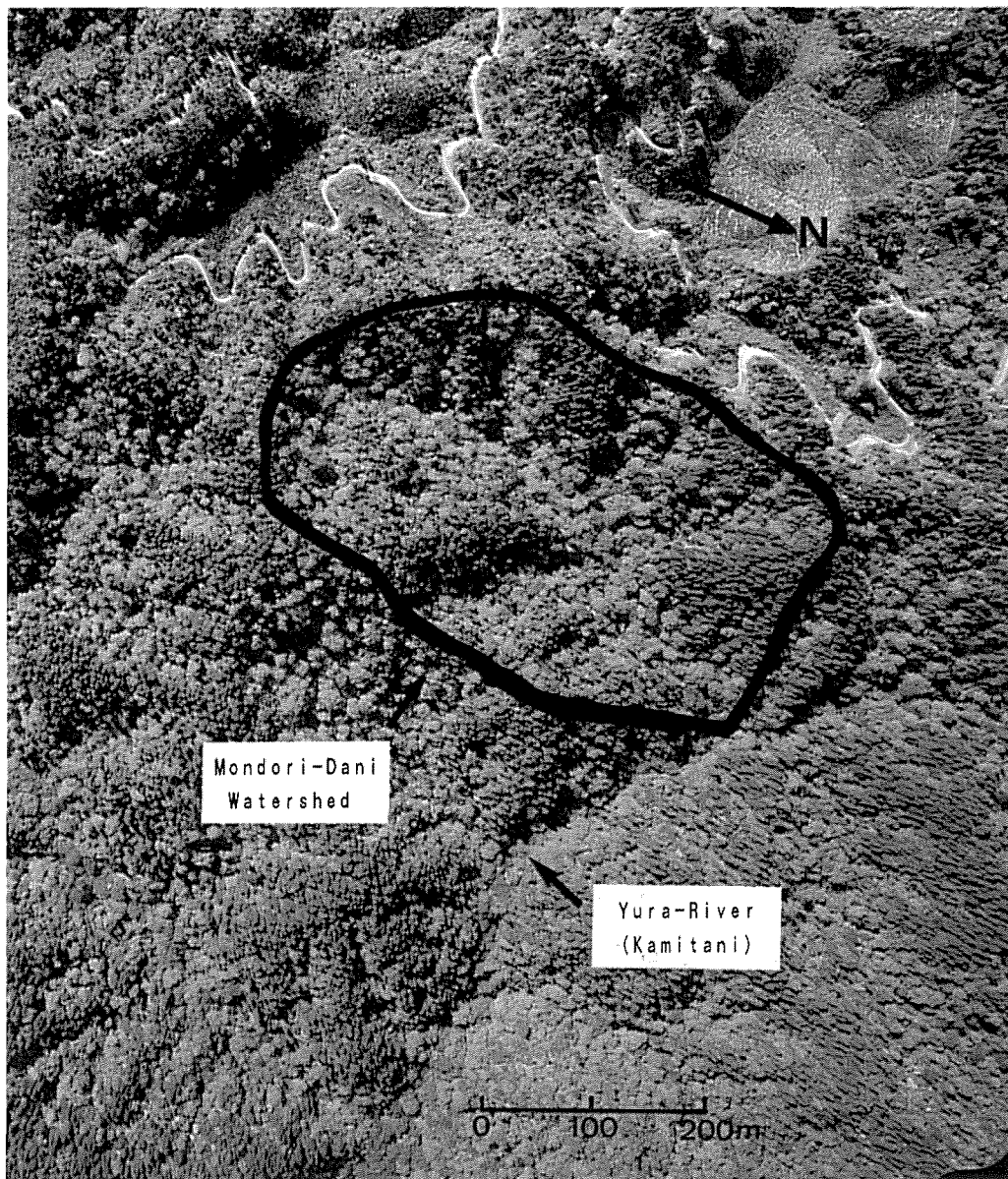
調査は, 京都府の北東部に位置し, 福井, 滋賀両県に接した京都大学芦生演習林の第18林班モンドリ谷集水域で行った。芦生演習林は日本海に流れる由良川の源流に位置し, 標高は355m から959m の範囲内にある。標高の低い地域の地形は急峻で傾斜が30~40度のところが多いが, 調査地であるモンドリ谷集水域を含む, 北東部の由良川最上流部は標高600~800m の穏やかな準平原状になり, 平坦な谷が開けている。付近の地質は古生層の丹波帯と呼ばれる砂岩, 泥岩 (頁岩) の基層に東西に延びるチャート層を含んでいる<sup>17)</sup>。土壌は褐色森林土が多く, 大部分はやや粘質で腐食に富み表土の厚い B<sub>D</sub> 型に属するが, 稜線や小尾根の乾燥地には B<sub>D</sub>-d 型土壌がみられる。沢沿いには局地的に B<sub>E</sub>, B<sub>F</sub> 型土壌がみられ, 標高800m 以上の稜線に狭い幅でポドゾル化された土壌も認められる<sup>18)</sup>。

調査地から約 2 km 離れた長治谷作業所 (標高640 m) の年平均気温は10~11℃, 年降水量は2895mm, 積雪深は2~3 m 前後であり, 12月半ばから4月初めにかけて根雪に閉ざされる<sup>19)</sup>。

芦生演習林は日本海型と太平洋型の気候帯の移行帯に位置し, 植生も標高600m 付近を境としてコナラ, ウラジロガシが多くみられる暖帯落葉広葉樹林からブナ, ミズナラを主とした冷温帯

落葉広葉樹林に移行する<sup>30)</sup>。

調査地であるモンドリ谷集水域は標高688.7m-836.5mの範囲にある。植生帯はブナが優占する冷温帯落葉広葉樹林帯に属し、伏糸により更新するアシウスギが多く生育している。調査地一帯は1924年に演習林が設定されてからは、伐採その他人為の影響は受けていない。また演習林設置以前にも大きな攪乱は受けていないと考えられ、極相状態にあるものと考えられている。(写真-1)。



Phot. 1 The aerophotograph of Mondori-Dani Watershed.

### 3. 調査方法

#### 3-1 調査区の設定と地形区分

1992年4月から6月にかけて、コンパスを用いた水平測量を行い、モンドリ谷集水域全体を一辺の長さ25mの正方形のサブプロット256個（合計16ha）に分割した（図-1）。測量は集水域の出口近くにある標高688.7mの水準点（A-0）を基点として200度の方角に基線を引き、それをもとに測量を進めた。

また調査区全域を踏査し、地図を併用して、サブプロット毎に地形を以下の7つに分類した。

1. 谷部 (Bottom: B) —— 谷底平坦部がサブプロットの広い面積を占める。
2. 斜面下部で、一部谷を含む (Bottom+Lower part of slope: BLS) —— サブプロットの中を部分的に谷が通るが、谷底は平坦部が無いとか或いはごく狭い。
3. 斜面下部 (Lower part of slope: LS)
4. 斜面中部 (Middle part of slope: MS)
5. 斜面上部 (Upper part of slope: US)
6. 斜面上部で、一部尾根を含む (Ridge+Upper part of slope: RUS) —— サブプロットの中を部分的に尾根がかかるが、尾根平坦部は無いとか或いはごく狭い。
7. 尾根部 (Ridge: R) 尾根平坦部が広い面積を占める。

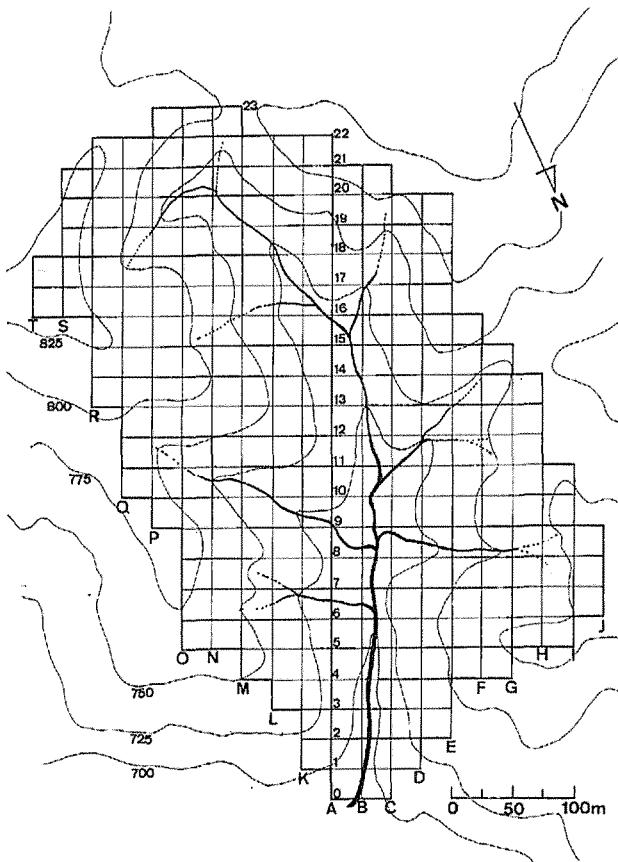


Fig. 1 Map of Mondori-Dani Watershed divided into 256 subplots.

#### 3-2 毎木調査

1992年7月から11月にかけて、各サブプロット毎に胸高直径10cm以上の木について毎木調査を行った。調査はまず個体識別のため木の根元付近にダイモテープで打った番号を打ちつけ、樹種、胸高直径、光環境、傷、クマハギの有無について記録した後、胸高位置に赤スプレーで印をつけた。

光環境については、個体がおかれている状況を大まかに把握するために、被圧された木 (Supressed Tree) であるか否かを調べた。判断規準は、下から樹冠部を見上げて、樹冠の半分以上が被圧されているか否かである。

長期的に樹木の枯死過程を調査してゆくうえで、現在樹木が被っている傷害の状態を記録しておく事は有意義であると思わ

Table 1 Species composition of Mondori-Dani Watershed (D.B.H.  $\geq 10$ cm)

Species	Abbrev.	Density No./16ha (%)	Mean D.B.H. (cm)	Max D.B.H. (cm)	Basal area m <sup>2</sup> /16ha (%)
<i>Cryptomeria japonica</i> var. <i>radicans</i> アシウスギ	Cj	4115 (49.91)	31.0	137.0	409.06 (58.971)
<i>Fagus crenata</i> ブナ	Fc	1149 (13.94)	32.1	97.2	116.13 (16.741)
<i>Quercus crispula</i> ミズナラ	Qc	269 ( 3.26)	38.9	144.5	47.46 ( 6.842)
<i>Betula grossa</i> ミズメ	Bg	232 ( 2.82)	36.7	121.7	35.66 ( 5.140)
<i>Aesculus turbinata</i> トチノキ	At	38 ( 0.46)	46.1	149.2	10.00 ( 1.442)
<i>Acer sieboldianum</i> コハウチワカエデ	Asi	238 ( 2.89)	20.9	46.0	9.56 ( 1.378)
<i>Acanthopanax sciadophylloides</i> コシアブラ	Asc	219 ( 2.66)	19.1	44.2	7.23 ( 1.043)
<i>Acer mono</i> var. <i>marmoratum</i> イタヤカエデ	Amo	100 ( 1.21)	24.8	85.5	7.01 ( 1.010)
<i>Ilex macropoda</i> アオハダ	Im	223 ( 2.71)	17.2	52.9	5.95 ( 0.858)
<i>Carpinus laxiflora</i> アカシデ	Cl	89 ( 1.08)	21.7	57.0	4.38 ( 0.632)
<i>Pterocarya rhoifolia</i> サワグルミ	Pr	39 ( 0.47)	29.7	82.0	3.91 ( 0.564)
<i>Sorbus alnifolia</i> アズキナシ	Sa	47 ( 0.57)	25.4	49.1	2.81 ( 0.405)
<i>Styrax obassia</i> ハクウンボク	So	191 ( 2.32)	13.2	24.3	2.73 ( 0.394)
<i>Fraxinus lanuginosa</i> アオダモ	F1	122 ( 1.48)	15.2	32.7	2.43 ( 0.350)
<i>Carpinus tschonoskii</i> イヌシデ	Ct	22 ( 0.27)	31.0	73.5	2.30 ( 0.332)
<i>Swida controversa</i> ミズキ	SWc	68 ( 0.83)	19.2	41.2	2.28 ( 0.329)
<i>Clethra barbinervis</i> リョウブ	Cb	174 ( 2.11)	12.4	21.7	2.19 ( 0.316)
<i>Acer rufinerve</i> ウリハダカエデ	Ar	59 ( 0.72)	18.5	54.8	2.00 ( 0.289)
<i>Lyonia ovalifolia</i> ネジキ	Lo	78 ( 0.95)	16.8	43.8	2.00 ( 0.289)
<i>Prunus grayana</i> ウワミズザクラ	Pg	68 ( 0.83)	16.7	43.4	1.74 ( 0.252)
<i>Castanea crenata</i> クリ	Cc	33 ( 0.40)	21.6	62.0	1.58 ( 0.228)
<i>Styrax japonica</i> エゴノキ	Sj	96 ( 1.17)	13.9	25.4	1.56 ( 0.224)
<i>Magnolia obovata</i> ホオノキ	Mo	20 ( 0.24)	26.8	66.0	1.55 ( 0.224)
<i>Acer micranthum</i> コミネカエデ	Ami	85 ( 1.03)	14.3	29.2	1.49 ( 0.214)
<i>Acer nipponicum</i> テツカエデ	An	29 ( 0.35)	22.7	42.3	1.34 ( 0.192)
<i>Cercidiphyllum japonicum</i> カツラ	CEj	1 ( 0.01)	117.6	117.6	1.09 ( 0.157)
<i>Magnolia salicifolia</i> タムシバ	Ms	66 ( 0.80)	13.8	22.7	1.04 ( 0.150)
<i>Acer japonicum</i> ハウチワカエデ	Aj	67 ( 0.81)	12.9	33.7	0.94 ( 0.136)
<i>Carpinus japonica</i> クマシデ	CAj	38 ( 0.46)	16.4	39.5	0.93 ( 0.134)
<i>Fagus japonica</i> イヌブナ	Fj	11 ( 0.13)	28.3	53.9	0.84 ( 0.121)
<i>Stuartia pseudo-camellia</i> ナツツバキ	Sp	26 ( 0.32)	17.7	33.5	0.74 ( 0.107)
<i>Hamameris japonica</i> var. <i>obtusata</i> マルバマンサク	Hj	52 ( 0.63)	11.6	16.4	0.56 ( 0.081)
<i>Hydrangea paniculata</i> ノリウツギ	Hpa	42 ( 0.51)	12.6	20.2	0.55 ( 0.080)
<i>Kalopanax pictus</i> ハリギリ	Kp	9 ( 0.11)	24.0	48.9	0.54 ( 0.077)
<i>Lindera erythrocarpa</i> カナクキノキ	Le	8 ( 0.10)	19.8	46.5	0.33 ( 0.048)
<i>Sorbus commixta</i> ナナカマド	SOc	19 ( 0.23)	13.5	23.4	0.29 ( 0.042)
<i>Chamaecyparis obtusa</i> ヒノキ	Co	4 ( 0.05)	23.3	34.8	0.19 ( 0.027)
<i>Aralia elata</i> タラノキ	Ae	12 ( 0.15)	13.5	20.5	0.18 ( 0.026)
<i>Benthamidia japonica</i> ヤマボウシ	Bj	15 ( 0.18)	11.5	14.9	0.16 ( 0.023)
<i>Hydrangea petiolaris</i> ツルアジサイ	Hpe	13 ( 0.16)	12.1	15.7	0.15 ( 0.022)
<i>Ilex pedunculosa</i> ソヨゴ	Ip	12 ( 0.15)	12.5	16.4	0.15 ( 0.022)
<i>Rhus trichocarpa</i> ヤマウルシ	Rt	11 ( 0.13)	12.0	15.5	0.13 ( 0.018)
<i>Pieris japonica</i> アセビ	Pj	7 ( 0.09)	14.0	18.9	0.11 ( 0.016)
<i>Wisteria floribunda</i> フジ	Wf	4 ( 0.05)	16.5	20.2	0.09 ( 0.013)
<i>Schizophragma hydrangeoides</i> イワガラミ	Sh	8 ( 0.10)	11.7	12.8	0.09 ( 0.012)
<i>Malus tschonoskii</i> オオウラジロノキ	Mt	1 ( 0.01)	28.7	28.7	0.06 ( 0.009)
<i>Symplocos corena</i> タンナサワフタギ	SYc	5 ( 0.06)	11.7	13.5	0.05 ( 0.008)
<i>Euonymus oxyphyllus</i> ツリバナ	Eo	3 ( 0.04)	11.9	14.1	0.04 ( 0.005)
<i>Daphniphyllum macropodum</i> エゾユズリハ	Dm	2 ( 0.02)	12.3	13.6	0.02 ( 0.003)
<i>Tilia japonica</i> シナノキ	Tj	1 ( 0.01)	11.7	11.7	0.01 ( 0.002)
<i>Prunus incisa</i> subsp. <i>kinkiensis</i> キンキマメザクラ	Pi	1 ( 0.01)	10.6	10.6	0.01 ( 0.001)
Total		8241			693.66

れる。傷害の基準は、基本的に、外観からみて腐朽を伴っているものとし、幹傷、幹折れ、大枝枯れ、根返り等、目だつものについて記録した。傷がなくても立ち枯れ寸前のものについては記録した。

また芦生演習林では樹木が被る傷害のなかで、ツキノワグマによるスギの樹幹剥皮（いわゆるクマハギ）被害が激しく、人工林、天然林共に大きな影響を受けている<sup>21)22)</sup>。このことは当地の森林の動態を考える上でも重要な要素となる。そのため、樹木が被っている傷のなかでもクマハギについては上述の傷害と区別して記録した。

学名は佐竹ら<sup>23)24)</sup>に従った他、幹材積は胸高直径から以下の式を用いて計算した。

スギ (ヒノキ) <sup>15)25)</sup>	$1/H=1.32/D+0.0189$
	$V_s=0.0780 (D^2 H)^{0.924}$
広葉樹 <sup>26)</sup>	$1/H=0.604/D+0.0345 (D \geq 4.5\text{cm})$
	$V_s=7.30 \times 10^{-5} (D^2 H)^{0.914}$

#### 4. 調査結果及び考察

##### 4-1. 調査地全体の種構成

表-1に調査地全体の種構成を示した。全体では胸高直径10cm以上で、51種8241本の樹木が記録された。本数割合ではスギが全体の49.9%を占め、最も優占していた。以下、ブナが13.9%、ミズナラが3.3%、コハウチワカエデが2.9%、ミズメが2.8%の順であった。胸高断面積合計で見るとスギが全体の59.0%と最も多く、ブナが16.7%、ミズナラが6.8%、ミズメが5.1%、トチノキが1.4%の順に優占した。最大直径に着目すると、トチノキの149.2cmが最大で、以下ミズナラの144.5cm、スギの137.0cm、ミズメの121.7cm、カツラの117.6cm等がみられた。

##### 4-2. 種毎の直径階別本数分布

胸高断面積合計で優占する上位10種について、直径階別の本数分布を示したものが図-2である。いずれの種もほぼL型のサイズ分布をしめし、16haの集水域という単位で樹木のサイズ分布をみると、陽樹と考えられる種も陰樹と考えられる種も同様に、安定的に後継木が供給され、個体群が維持されているものと考えられる。しかし、同じL型分布でも種間に差があり、例えばアシウスギ、ブナ、ミズナラ、ミズメ等は50cm以上の大径木がかなりの割合で存在するが、コハウチワカエデ、コシアブラ、アカシデ、アオハダ等は50cmを越えるものはほとんど存在しなかった。

また、あるサイズクラスにおける被圧木の割合は、そのサイズの個体がおかれている光環境を知る目安として考えることができる。そこで、高木層には達していないと思われる胸高直径が10cm~20cmの個体に着目し、被圧木の割合をみると、その若木が高木層に達するまでどの様な光条件のもとで生育しているかが推定できる。優占種10種について直径10cmクラスの被圧木割合を見ると最も割合の高かったものはアシウスギの84.1%、次いでアオハダ(68.7%)、トチノキ(66.7%)、ブナ(60.4%)の順であった。これらの樹木は比較的耐陰性が強く、若木の段階では他個体の被圧下で生きながらえて、上が疎開するのを待っているものと思われる。特に当地方のアシウスギは伏条更新を行っている他、アオハダの後継木もその大部分が萌芽によって生産されたものであることから、これらの種では被圧下での更新において栄養繁殖がかなり重要な役割をはたしていると考えられる。逆に、最も被圧木割合が低かったものはミズメ(28.4%)、アカシデ(31.5%)等で、これらの種では若木段階から光条件の良い環境下におり、何らかの要因で生じた

林冠ギャップに依存して生育しているものと考えられる。従って、陽樹で、閉鎖林冠下には通常後継木が存在しないと考えられるミズメ等の直径分布においても、後継木が連続して存在するL型を示しているのは、16haという調査単位内に、様々な遷移段階の小林分を含んでいるためと考えられる。

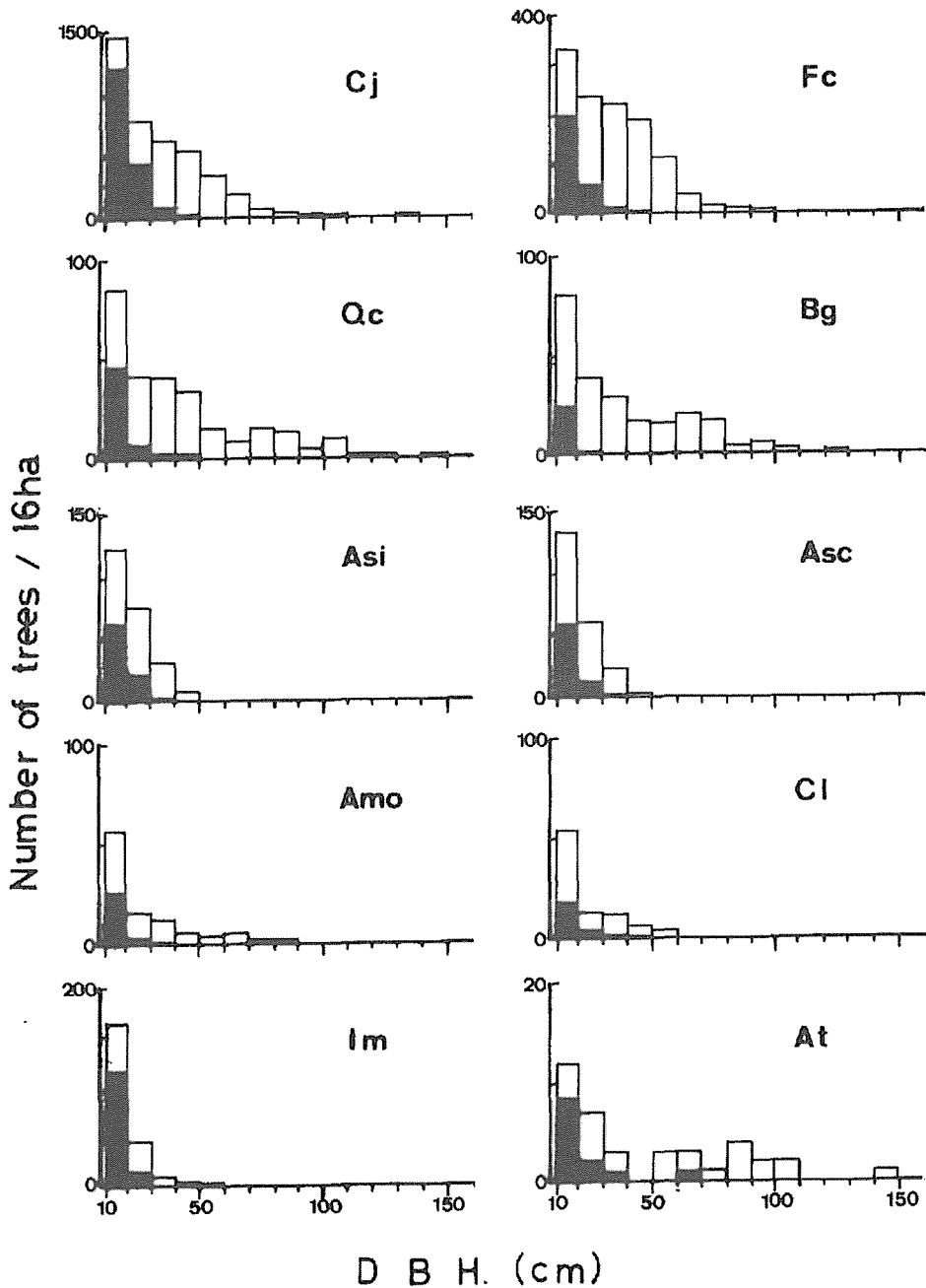


Fig. 2 Diameter distributions of dominant species. Solid columns indicate suppressed trees. Abbreviations are listed in Table 1.

Table 2 Species composition of damaged trees (D.B.H.  $\geq 10$ cm)

Species	Non-damaged trees No./16ha	Damaged trees* No./16ha (%)	Bear damaged trees No./16ha (%)
<i>Cryptomeria japonica</i> var. <i>radicans</i> アシウスギ	2225	409 ( 9.9)	1521 (37.0)
<i>Fagus crenata</i> ブナ	1060	89 ( 7.7)	0 ( 0.0)
<i>Quercus crispula</i> ミズナラ	224	31 ( 11.5)	17 ( 6.3)
<i>Betula grossa</i> ミズメ	213	19 ( 8.2)	0 ( 0.0)
<i>Aesculus turbinata</i> トチノキ	38	0 ( 0.0)	0 ( 0.0)
<i>Acer sieboldianum</i> コハウチワカエデ	229	9 ( 3.4)	0 ( 0.0)
<i>Acanthopanax sciadophylloides</i> コシアブラ	190	28 ( 12.8)	1 ( 0.5)
<i>Acer mono</i> var. <i>marmoratum</i> イタヤカエデ	95	5 ( 5.0)	0 ( 0.0)
<i>Ilex macropoda</i> アオハダ	180	43 ( 19.3)	0 ( 0.0)
<i>Carpinus laxiflora</i> アカシデ	76	13 ( 14.6)	0 ( 0.0)
<i>Pterocarya rhoifolia</i> サワグルミ	34	5 ( 12.8)	6 (15.0)
<i>Sorbus alnifolia</i> アズキナシ	44	3 ( 6.4)	0 ( 0.0)
<i>Styrax obassia</i> ハクウンボク	180	11 ( 5.8)	0 ( 0.0)
<i>Fraxinus lanuginosa</i> アオダモ	101	21 ( 17.2)	0 ( 0.0)
<i>Carpinus tschonoskii</i> イヌシデ	19	3 ( 13.6)	0 ( 0.0)
<i>Swida controversa</i> ミズキ	67	1 ( 1.5)	0 ( 0.0)
<i>Clethra barbinervis</i> リョウブ	155	19 ( 10.9)	0 ( 0.0)
<i>Acer rufinerve</i> ウリハダカエデ	54	5 ( 8.5)	0 ( 0.0)
<i>Lyonia ovalifolia</i> ネジキ	56	22 ( 28.2)	0 ( 0.0)
<i>Prunus grayana</i> ウワミズザクラ	55	13 ( 19.1)	0 ( 0.0)
<i>Castanea crenata</i> クリ	24	4 ( 12.1)	5 (15.2)
<i>Styrax japonica</i> エゴノキ	86	10 ( 10.4)	0 ( 0.0)
<i>Magnolia obovata</i> ホオノキ	14	5 ( 25.0)	1 ( 5.0)
<i>Acer micranthum</i> コミネカエデ	74	11 ( 12.9)	0 ( 0.0)
<i>Acer nipponicum</i> テツカエデ	28	1 ( 3.6)	0 ( 0.0)
<i>Cercidiphyllum japonicum</i> カツラ	1	0 ( 0.0)	0 ( 0.0)
<i>Magnolia salicifolia</i> タムシバ	48	18 ( 27.3)	0 ( 0.0)
<i>Acer japonicum</i> ハウチワカエデ	63	4 ( 6.0)	0 ( 0.0)
<i>Carpinus japonica</i> クマシデ	35	3 ( 7.9)	0 ( 0.0)
<i>Fagus japonica</i> イヌブナ	9	2 ( 18.2)	0 ( 0.0)
<i>Stuartia pseudo-camellia</i> ナツツバキ	21	5 ( 19.2)	0 ( 0.0)
<i>Hamameris japonica</i> var. <i>obtusata</i> マルバマンサク	49	3 ( 5.8)	0 ( 0.0)
<i>Hydrangea paniculata</i> ノリウツギ	35	7 ( 16.7)	0 ( 0.0)
<i>Kalopanax pictus</i> ハリギリ	9	0 ( 0.0)	0 ( 0.0)
<i>Lindera erythrocarpa</i> カナクギノキ	5	3 ( 37.5)	0 ( 0.0)
<i>Sorbus commixta</i> ナナカマド	16	3 ( 15.8)	0 ( 0.0)
<i>Chamaecyparis obtusa</i> ヒノキ	2	1 ( 25.0)	1 (25.0)
<i>Aralia elata</i> タラノキ	10	2 ( 16.7)	0 ( 0.0)
<i>Benthamidia japonica</i> ヤマボウシ	11	4 ( 26.7)	0 ( 0.0)
<i>Hydrangea petiolaris</i> ツルアジサイ	13	0 ( 0.0)	0 ( 0.0)
<i>Ilex pedunculosa</i> ソヨゴ	10	2 ( 16.7)	0 ( 0.0)
<i>Rhus trichocarpa</i> ヤマウルシ	9	2 ( 18.1)	0 ( 0.0)
<i>Pieris japonica</i> アセビ	6	1 ( 14.3)	0 ( 0.0)
<i>Schizophragma hydrangeoides</i> イワガラミ	7	1 ( 12.5)	0 ( 0.0)
<i>Malus tschonoskii</i> オオウラジロノキ	1	0 ( 0.0)	0 ( 0.0)
<i>Symplocos corena</i> タンナサワフタギ	4	1 ( 0.2)	0 ( 0.0)
<i>Euonymus oxyphyllus</i> ツリバナ	3	0 ( 0.0)	0 ( 0.0)
<i>Daphniphyllum macropodum</i> エゾユズリハ	2	0 ( 0.0)	0 ( 0.0)
<i>Tilia japonica</i> シナノキ	1	0 ( 0.0)	0 ( 0.0)
<i>Prunus incisa</i> subsp. <i>kinkiensis</i> キンキマメザクラ	0	1 (100.0)	0 ( 0.0)

\* Damage except bear damage.



#### 4-3. 傷害を持つ個体の割合

傷害を持つ個体の割合を表-2に示す。集水域全体で調査木8241本中に845本、10.3%の木にクマハギ以外の傷害が認められた。優占種の傷害木割合はアシウスギで9.9%、ブナで7.7%、ミズナラが11.5%、ミズメが8.2%となり、ほぼ1割程度の個体に傷害が認められた。またネジキやタムシバ等で傷害木の割合が高かった。クマハギ被害については、被害木の圧倒的多数はアシウスギであり、アシウスギ全体の37%にクマハギ被害が認められた。アシウスギでは調査木の46%がクマハギ被害、あるいはその他の傷害を受けている個体であった。その他、ヒノキ、ミズナラ、サワグルミ等の樹木にもわずかながらクマハギ被害木が見られた。このような外観からみて判断できるような傷害の他に、内部腐朽を起こしている個体がどの程度の割合を占めているかが問題点として残る。しかし、森林の動態を調べる上で、すでに存在している傷害の有無がどのように樹木の枯死に影響してゆくのかは興味ある問題で、今後調査を重ねてゆく必要がある。

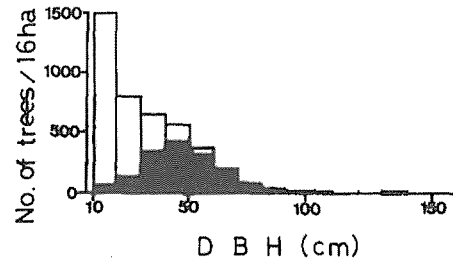


Fig. 3 Diameter distribution of *Cryptomeria japonica* var. *radicans*. Solid columns indicate bear damaged trees.

図-3にアシウスギの直径階別本数分布をクマハギ被害の有無に分けて示した。胸高直径で10~20cm代ではクマハギ被害は少ないが、30cm代で被害率が50%を超え、60cmをこえると90%以上がクマハギ被害を受けていた。このようなクマハギ被害を受けた個体の多くは、幹の内部にまで腐朽が進んでおり、雪害や強風によって腐朽部分で幹折れをおこしている個体も多くみられる。またクマハギ被害が著しい場合には直接個体の枯死にいたる場合も多く、当地方ではクマハギはアシウスギの枯死要因として直接、間接に大きな役割を果たしているものと考えられる。しかし、アシウスギはその膨大なクマハギ被害にもかかわらず、L型の安定した分布をしている。またアシウスギの樹冠下にはアシウスギの伏条稚樹が後継木として存在している<sup>20</sup>ことから、芦生においては、アシウスギはクマハギ被害を恒常的に受けつつ、安定した個体群の維持が行われているものと考えられる。

#### 4-4 地形と樹種の分布及び林分構造の関係

図-4、表-3にモンドリ谷集水域の地形区分を行った結果を示す。谷部の面積が最も少なく0.94haで全体の5.9%を占めた。逆に最も面積が大きかったのは斜面中部で3.94ha、24.6%を占めた。

図-5に、胸高断面積合計で優占順位の高い10種（アシウスギ、ブナ、ミズナラ、ミズメ、トチノキ、コハウチワカエデ、コシアブラ、イタヤカエデ、アオハダ、アカシデ）にサワグルミとミズキを加えた12種の地形別平均本数密度を示した。

アシウスギの平均本数密度は谷部が最小で16本/ha、斜面を上がるにつれて増加し、尾根部で最大値494.9本/haを示した。主に尾根部を中心に分布する種といえるであろう。アオハダもアシウスギと同様に、尾根部にゆくほど本数密度が高くなった。

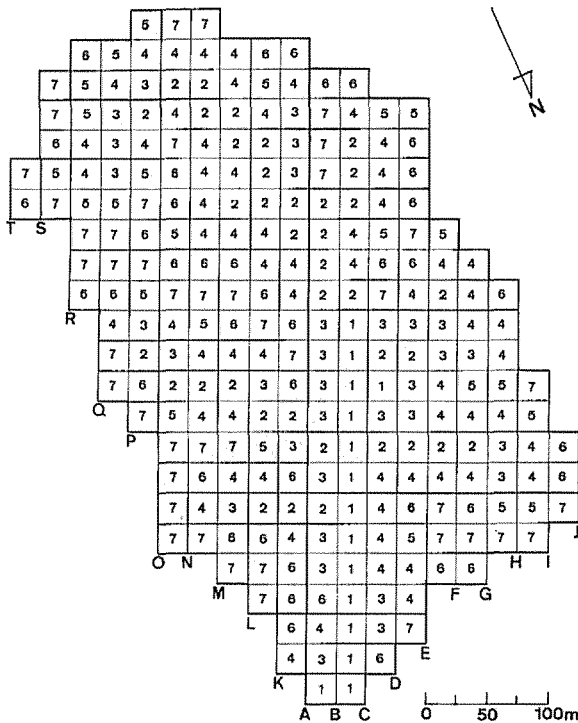


Fig. 4 Topographic classification of Mondori-Dani Watershed. 1:B, 2:BLS, 3:LS, 4:MS, 5:US, 6:RUS, 7:R, Abbreviations are listed in Table 3.

の密度は増加を続けた。これは、モンドリ谷集水域の尾根は平尾根であり、クロソヨゴやネジギが優占するような痩せ尾根地形が見られなかったためであると考えられる。

胸高直径10cm以上の木について、地形別のサブプロット当り平均種数を図-6-(A)に示した。種数は、谷部で最も少なく、サブプロット(0.0625ha)当たり6.7種であった。斜面部はそう変わらないが、尾根部はやや多く9.8種みられた。僅かな差ではあるが、谷部は少なく、尾根筋でやや多くの種が見られる傾向がみられた。

ミズナラ、コハウチワカエデ、コシアブラ、ミズメ、アカシデ等は分布の幅は広いが、斜面の上部を中心として分布する種とみられ、谷部では本数密度は少なくなっている。

ブナ、イタヤカエデも谷部から尾根部まで分布は見られるが、主に斜面下部を中心とした分布を示した。サワグルミ、トチノキは斜面下部から谷部にかけて分布が見られた。

これらの結果は、「天然林の生態」研究グループが、芦生演習林における、乾湿度勾配に伴う植生の変化を調べた結果<sup>20)</sup>とほぼ一致した。しかし、「天然林の生態」研究グループの結果ではアシウスギは弱湿性のところに分布のピークをもち、より乾性な場所では出現頻度が低下しているのに対し、今回の結果では尾根筋に至るまでアシウスギ

Table 3 Topographic classification of Mondori-Dani Watershed.

Topographic type	Abbrev.	No. of sub plots	Area (ha)	Area (%)
Bottom	B	15	0.94	5.9
Bottom+Lower part of slope	BLS	37	2.31	14.5
Lower part of slope	LS	32	2.00	12.5
Middle part of slope	MS	63	3.94	24.6
Upper part of slope	US	24	1.50	9.4
Ridge+Upper part of slope	RUS	41	2.56	16.0
Ridge	R	44	2.75	17.2
Total		256	16.00	100.0

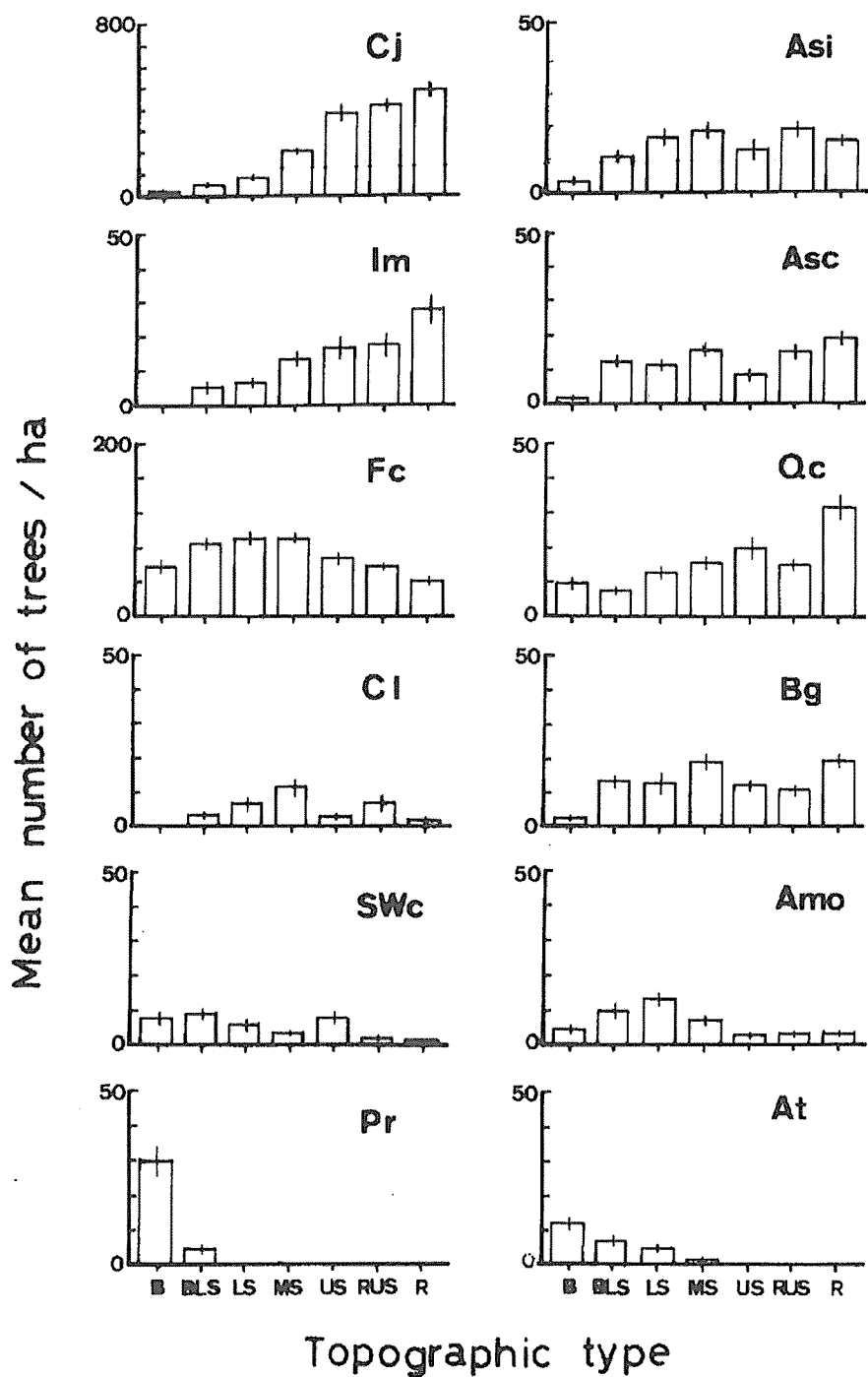


Fig. 5 Mean number of trees in each topographic type for dominant species. Vertical bars indicate standard error. Abbreviations are listed in Table 1 and in Table 3.

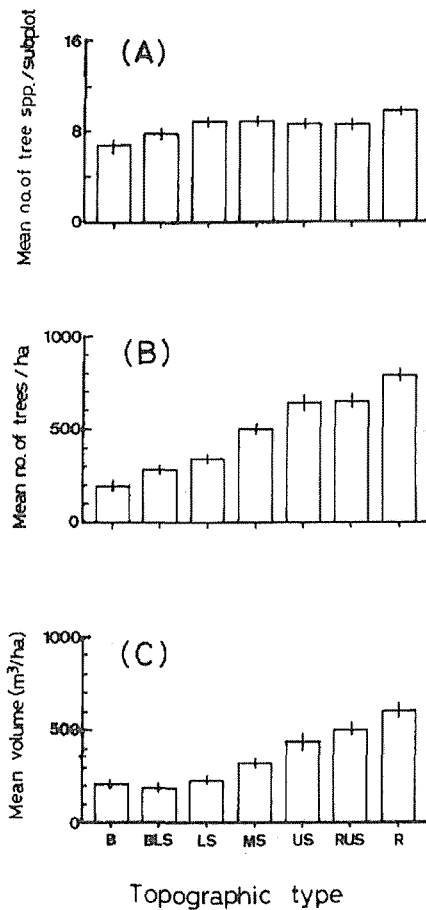


Fig. 6 Mean number of tree species more than 10cm in DBH (A), mean number of trees (B) and mean stock (C) in each topographic type. Vertical bars indicate standard error. Abbreviations are listed in Table 3.

図-6-(B)に地形別のha当り平均本数を示した。谷部が最も少なく195.2本/ha, 斜面を上がるにつれて次第に増加し, 斜面中部では498.3本/ha, 尾根部が784.4本/haで最大となり, 谷部に比べて約4倍の本数密度を示した。最大値としては, 尾根部で1280本/haという本数密度を示したサブプロットが見られた。

図-6-(C)に, 地形別のha当り平均蓄積を示した。集水域全体の平均は368.9m³/haであったが, 谷部で207.2m³/ha, 斜面下部で一部谷を含むところが最も少なく186.2m³/haであった。それより上では斜面を上がるにつれて増加し, 尾根部が最大で平均598.2m³/haの蓄積を示した。最も蓄積の少なかった斜面下部一部谷に比べると, 尾根部は約3倍の蓄積がみられた。

集水域全体の最高では, 尾根部で1031m³/haの蓄積を示したサブプロットがみられた。サブプロットの面積は小さいながら(0.0625ha), この値は芦生演習林内で調査された蓄積資料<sup>(25)(26)</sup>の中でも最大クラスに属している。また当地域での本数密度や蓄積は, スギの優占度と関係があることが指摘されており<sup>(27)</sup>, 今回の結果でも, 斜面を上るにつれアシウスギの優占度が増加し, 全体の本数密度や蓄積が増加する傾向認められた。

このように尾根部と谷部を比較すると尾根部に於いて, 本数密度, 蓄積等が高くなる傾向は, 芦生演習林の全域で認められる傾向<sup>(28)</sup>であるとともに, スギ, ヒバを伴う冷温帯林でも同様の傾向が得られている<sup>(13)</sup>ことから, 尾根部にスギや

ヒバ等の針葉樹が出現する森林の一般的傾向と考えられる。

## 引用文献

- 1) 中静 透 (1991) 森林動態の大面積長期継続研究について. 日生態会誌. 41. 45~53
- 2) CALLAHAN J. T. (1984) Long-term ecological research. Bio-Science. 34. 363~367
- 3) FRANKLIN J. F., BLEDSOE C. S., and CALLAHAN J. T. (1990) Contributions of the Long-Term Ecological Research Program. Bio-Science. 40. 509~523
- 4) LEIGH E. G., RAND A. S. and WINDSOR D. M. (eds.) (1982) The Ecology of a Tropical Forest: Seasonal Rhythms and Long-term Changes. 468pp. Smithsonian Inst. Press, Washington D. C.
- 5) HUBBEL, S. P. and FOSTER R. B. (1983) Diversity of canopy trees in a neotropical forest and implications for conservation. "Tropical Rain Forest: Ecology and Management." (eds.

- SUTTON S. L., WHITMORE T. C. and CHADWICK A. C.). 25~41. Blackwell Scientific Publications, Oxford
- 6) 角張嘉孝 (1980) ブナ天然林標高別成長量固定試験地について - 個体の枯死と成長量の動態 - . 日林論. 91. 319~322
  - 7) KOHYAMA T. (1987) Stand dynamics in a primary warm-temperate rain forest analyzed by the diffusion equation. Bot. Mag. Tokyo. 100. 305~317
  - 8) 渡辺隆一 (1989) カヤノ平ブナ原生林の研究Ⅲ. 1979-1988年の期間における林木の死亡. 信大志賀自然教育施設業績. 26. 7~14
  - 9) 神崎 護 (1992) 地形測量を組み合わせた毎木調査の紹介: 春日山照葉樹林から. ニューズレター 標識. 2. 1~4
  - 10) MASAKI T., W. SUZUKI, K. NIYAMA, S. IIDA, H. TANAKA and T. NAKASHIZUKA (1992) Community structure of a species-rich temperate forest, Ogawa Forest Reserve, Central Japan. Vegetatio. 98. 97~111
  - 11) 下本晴夫・杉田久志 (1993) 山地小流域における森林の空間的分布構造に関する予察的研究. 岩大演報. 24. 17~34
  - 12) 玉井重信・天保好博 (1990) 冷温帯天然林の樹木の齡構造. 日林誌. 72. 282~303
  - 13) 玉井重信・岡部宏秋 (1979) 京都大学芦生演習林の天然林における樹木の動態に関する研究 (I) 試験区設定時の林況. 京大演報. 51. 46~57
  - 14) TAMAI S., T. SAKAI and Y. MATSUDA (1985) Studies on tree dynamics in a mixed forest of *Cryptomeria japonica* and broad leaved trees (I), with special reference to current seedlings of *Cryptomeria japonica* D. Don. Jap. J. Ecol. 35. 433~441
  - 15) 川那辺三郎・安藤信 (1988) 冷温帯下部天然生林の更新技術Ⅴ - スギ天然生林の林分構造と現存量 - 京大演報. 60. 67~76
  - 16) 安藤信・酒井徹朗・和田茂彦 (1993) スギが混交する冷温帯落葉広葉樹天然林の動態 (I) - 京都大学芦生演習林の柵上調査地における本数, 蓄積量の8年間の変化 - 京大演集. 24. 37~44
  - 17) 井本伸廣 (1985) 芦生の地質 関西自然保護機構会報. 12. 5~12
  - 18) 京都大学農学部芦生演習林 (1992) 芦生演習林概要 14pp.
  - 19) 京都大学農学部附属演習林 (1981) 演習林気象報告 (第9回)
  - 20) 「天然林の生態」研究グループ (1972) 京都大学芦生演習林における天然生林の植生について. 京大演報. 43. 33~52
  - 21) 山中典和・川那辺三郎 (1991) 京都大学芦生演習林におけるスギ・落葉広葉樹天然林の林分構造の発達に及ぼすクマハギの影響について. 日林論. 102. 547~548
  - 22) 山中典和・登尾久嗣・川那辺三郎 (1991) クマハギ防除に関する研究 (Ⅲ) - 芦生演習林内におけるスギ立ち枯れ木の分布 - . 京大演報. 63. 11~22
  - 23) 佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫編 (1989) 日本の野生植物木本Ⅰ 321pp. 平凡社
  - 24) 佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫編 (1989) 日本の野生植物木本Ⅱ 305pp. 平凡社
  - 25) 川那辺三郎 (1990) 森林の物質生産と芦生の概況. 京都大学「演習林管理」研究グループ. 神崎康一編: 「森林研究と演習林- 芦生を対象として -」. 71~76
  - 26) OGINO K. (1977) A beech forest at Ashiu - biomass, its increment and net production. SHIDEI T. and T. KIRA (ed.) JIBP Synthesis vol.16. 172~186. Tokyo Univ. Press
  - 27) 安藤 信・川那辺 三郎 (1984) 冷温帯下部天然生林の更新技術Ⅱ - 天然生の林分構造および蓄積の標高, 地形の違いによる変化 - . 京大演報. 56. 67~80

## Summary

To investigate the long-term dynamics of cool temperate climax forest, 16ha study plot was set up at the Mondori-Dani Watershed (35° 20'N, 135° 44'E, 688.7-836.5m elevation) in Kyoto University Forest in Ashiu. This paper analyzed the stand structure and spatial distribution of trees. The results were as follows

1. The forest studied consists of 51 tree species and of 8241 trees over 10cm in DBH. The dominant species were *Cryptomeria japonica* var. *radicans*, *Fagus crenata*, *Quercus crispula*, *Betula grossa*. Maximum DBH was 149.2cm of *Aesculus turbinata*.
2. Both shade tolerant and shade intolerant species showed L-shaped DBH distribution. The habitat of saplings of shade intolerant species was supposed to be restricted to canopy

- gaps. This indicate that the forest consists of mosaic of a variety of successional stages.
3. About 10% of all trees studied over 10cm in DBH were injured. And about 37% of *Cryptomeria japonica* var. *radicans* were damaged by the japanese black bear (*Selenarctos thibetanus japonica*). Black bear damage was supposed to be important mortality factor for *Cryptomeria japonica* var. *radicans*.
  4. Dominant species were gradually changed along moisture gradient. *Cryptomeria japonica* var. *radicans* was dominated on the upper part of slope. *Fagus crenata* was dominated on the lower part of slope. *Aesculus turbinata* and *Pterocarya rhoifolia* were found mainly on the bottom.
  5. Stem density and stock were increased ascending the slope. Distribution of *Cryptomeria japonica* var. *radicans* was supposed to contribute the change in stem density and in stock.