スギが混交する冷温帯落葉広葉樹天然林の動態(Ⅱ)

―京都大学芦生演習林の桝上Aおよび桝上B調査地の林分構造―

川那辺三郎・安藤　信・酒井徹朗・和田茂彦

1. はじめに

芦生演習林の第18林班（標高約660〜830m）の上谷右岸側には，谷沿いにトチノキやサワグルミなどがまた斜面にはスギとブナやミズナラなどの天然林が広がり，桝上保存林（40.2ha）[1]が設定されている。この保存林のなかに，スギの割合が高い「桝上調査地」の林分構造やその動態が[2]調査され，また桝上に隣接した小流域（モンドリ谷）の林分構造[3]や渓畔林[4]に関する調査が行われ報告されている。本報告はスギの割合が高い林分「桝上調査地」の近くで，広葉樹の多い谷部からスギの多い尾根部までを含む2調査地（各1ha）を設定し調査を行った結果である。

調査は1991年10月29日〜11月1日に行われた。調査は安藤　信，上田晋之助，大畠誠一，金子隆之，川那辺三郎，酒井徹朗，鈴木保志，高柳　敦，中島　皇，登尾久嗣，長谷川尚史，枚田邦宏，藤井弘明，古野東洲，山中典和，山本俊明，和田茂彦らによって行われ，また数度にわたる予備調査や調査地の設定には芦生演習林の職員諸氏のご協力をいただいた。

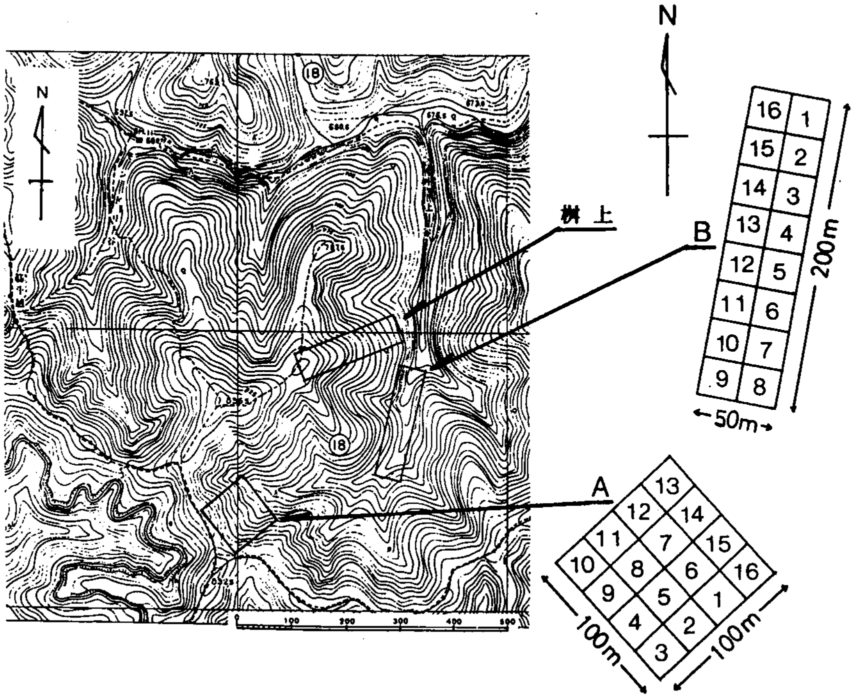
2. 調査林分の概要と調査方法

図1は調査地の位置で，桝上保存林[1]の一部に含まれ，またスギの割合が高い「桝上調査地」(桝上)[2]に隣接している。標高356mの芦生演習林研究管理棟構内で測定された気象データ(1986〜1990）による年平均気温（午前9時間測値）は12.3℃，年降水量は2375mmで，この測定値から推定した標高700mの暖かさの指数は83月・℃である。なお，この付近の森林の概況や気象などについてはすでに報告されている[1,2,3]ので参照されたい。

「桝上A調査地」(A）は桝上の最上流部にあり，標高約770〜820mで調査地の北部がやや広い緩やかな谷部で南東部から南西部が30〜35度の斜面で囲まれ尾根部に至っている。谷部にはトチノキやブナの大径木が見られ，斜面から尾根部に向かってスギの割合が多くなる。「桝上B調査地」(B）は，Aの下流の谷をはさみ両岸の斜面を含んで設定されている。標高はおよそ700〜740mで斜面の上部は35度程度の急な斜面になっている。

Aは100m×100m（1ha）で設定され，25m×25mの16個の小調査区に区分されている。Bは50m×200m（1ha）で，同様に25m×25mの16個の小調査区に区分されている。各小調査区(プロット）番号と位置は図1に示した。

Saburo KAWANABE, Makoto ANDO, Tetsuro SAKAI and Shigehiko WADA
The dynamics of natural forest on cool temperate deciduous forest zone mixing Sugi (Cryptomeria japonica) trees (Ⅱ) – Studies on stand structure of Masukami A and B plots at Ashiu –



図－1　桝上A地点(A)，桝上B地点(B)と桝上調査地（桝上）[2]の位置

調査はA，Bともに同じ方法で，胸高直径（地上高1.2ｍと1.3ｍ）5cm以上の全木について番号を付し，直径を直径巻尺により１mmまで読みとり記録した。樹高は一部について測竿やブルーメライスにより測定した。なお，本報告では地上高１.3ｍの直径を用いて以下の検討を行った。

3．林分の構造

表１はそれぞれＡとＢの調査結果を本数の多い樹種から順に記したものである。Ａの直径５cm以上は41種で，本数では 858本/ha，胸高断面積合計（ＢＡ）は37.4㎡/ha，幹材積（材積）は289.3㎥/haである。本数ではスギが最も多く続いてリョウブ，マルバアオダモ，ブナなどが多い。ＢＡや材積はスギ，ブナ，トチノキが多く，この樹種で全体の約４分の３を占めている。Ｂは31種で，本数は 519本/ha，ＢＡは32.6㎡/ha，材積は 283.7㎥/haで，本数とＢＡはＡよりやや少ないが材積は近い値を示している。本数はスギとブナが多く，ＢＡや材積ではスギ，トチノキ，ブナ，サワグルミが多い。この４種で全体のＢＡや材積の約４分３のを占めている。　このようにＡとＢの調査区の材積や優占している樹種などに差は少ないが，ＡはＢに比べサワグルミ，ミズメ，ミズナラなどが少なくリョウブの本数が多い。このような樹種の構成にみられる違いは，水分条件が乾性に向かって現れる[5]ことから，Ａ調査地はＢ調査地より上流部に位置するなどより乾性の条件のところが多いことを現していると考えられる。

図２は直径分布を示したたもので，Ａ，Ｂともに５～10cmの小径木の割合が多く，Ａでは全本数の61%，Ｂでは56%を占めている。直径20cm以上についてみると，Ａでは155本，Ｂでは137本で林分の量的に主要な部分を占める本数における両者の差は少ない。さらに直径20cm以上につい

表－1(1) 桝上A調査地（1ha）と桝上B調査地（1ha）の樹種別の本数，平均直径，胸高断面積合計（BA)，材積など

桝上A

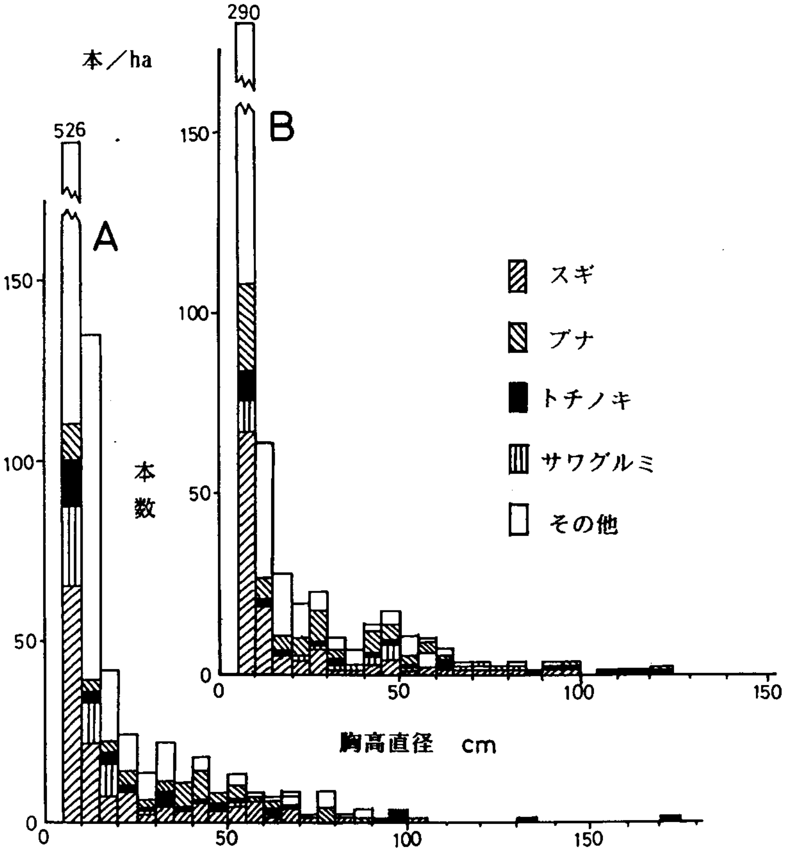
樹　種	本　数	平均直径 cm	B A ㎡	材　積 ㎥	B A %	材　積 %
スギ	135	20.4	8.5	72.5	22.7	25.1
リョウブ	101	7.1	0.4	1.7	1.1	0.6
マルバアオダモ	79	9.7	0.7	3.7	1.9	1.3
ブナ	59	37.6	9.1	70.7	24.1	24.4
サワグルミ	48	16.0	2.0	14.5	5.3	5.0
ウワミズザクラ	43	8.1	1.0	1.3	0.7	0.4
トチノキ	41	38.1	9.4	75.9	25.0	26.3
ハクウンボク	41	8.4	0.3	1.1	0.7	0.4
ウリハダカエデ	36	9.8	0.3	1.7	0.9	0.6
コシアブラ	36	8.5	0.3	1.3	0.7	0.4
コハウチワカエデ	25	14.6	0.6	4.2	1.7	1.5
テツカエデ	23	22.9	1.5	10.9	4.0	3.8
エゴノキ	20	6.8	0.1	0.3	0.2	0.1
ヤマボウシ	19	8.3	0.1	0.5	0.3	0.2
ミズキ	16	14.8	0.4	2.1	0.9	0.7
ツリバナ	16	7.9	0.1	0.3	0.2	0.1
イタヤカエデ	14	17.2	0.7	5.5	1.9	1.9
イヌブナ	13	12.5	0.2	1.2	0.6	0.4
ハウチワカエデ	13	9.3	0.1	0.4	0.3	0.2
ミズメ	12	25.6	1.4	11.1	3.7	3.8
ナナカマド	10	6.9	0.0	0.1	0.1	0.0
ミズナラ	9	18.4	0.6	4.8	1.6	1.7
ツルアジサイ	9	13.1	0.1	0.6	0.3	0.2
クロモジ	9	5.4	0.0	0.1	0.1	0.0
ホオノキ	3	21.1	0.2	1.1	0.4	0.4
クマシデ	3	16.7	0.1	0.5	0.2	0.2
アズキナシ	3	16.2	0.1	0.5	0.2	0.2
フウリンウメモドキ	3	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0
サルナシ	2	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0
ツタウルシ	2	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0
サワフタギ	2	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0
ヌルデ	2	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0
カナクギノキ	2	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0
オオカメノキ	2	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0
アカシデ	1	20.0	0.0	0.2	0.1	0.1
コミネカエデ	1	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0
タラノキ	1	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0
ヤマウルシ	1	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0
キンキマメザクラ	1	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ノリウツギ	1	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
タンナサワフダギ	1	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合　計	858		37.6	289.3	100.0	100.0

表－1(2)　桝上B

樹　種	本	平均直径 cm	B A ㎡	材　積 ㎥	B A %	材　積 %
スギ	120	18.0	6.8	65.8	20.9	23.2
ブナ	71	24.9	5.5	44.0	16.8	15.5
サワグルミ	28	36.7	4.2	36.3	13.0	12.8
ツリバナ	28	6.5	0.1	0.3	0.3	0.1
トチノキ	26	43.9	6.8	63.5	21.0	22.4
リョウブ	26	7.3	0.1	0.5	0.4	0.2
ハクウンボク	24	9.6	0.2	0.8	0.6	0.3
コハウチワカエデ	22	9.3	0.2	1.2	0.7	0.4
ヤマボウシ	19	6.8	0.1	0.2	0.2	0.1
コミネカエデ	18	8.8	0.1	0.5	0.4	0.2
ミズキ	16	17.3	0.5	3.5	1.6	1.3
ウワミズザクラ	13	10.0	0.1	0.7	0.4	0.2
エゴノキ	12	8.3	0.1	0.3	0.2	0.1
マルバアオダモ	11	9.5	0.1	0.5	0.3	0.2
コシアブラ	11	7.3	0.0	0.2	0.2	0.1
イタヤカエデ	10	17.0	0.4	2.8	1.2	1.0
ミズメ	9	44.4	2.5	23.9	7.8	8.4
ミズナラ	6	52.9	2.2	20.6	6.7	7.3
アカシデ	6	21.7	0.2	1.4	0.7	0.5
ウリハダカエデ	6	17.6	0.3	1.9	0.8	0.7
クマシデ	6	8.0	0.0	0.1	0.1	0.0
テツカエデ	5	35.3	0.5	3.8	1.5	1.3
イヌシデ	4	26.5	0.3	2.4	0.9	0.8
アズキナシ	4	23.4	0.3	2.5	0.9	0.9
クロモジ	4	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0
イヌブナ	3	46.9	0.6	5.0	1.8	1.8
ハウチワカエデ	3	8.9	0.0	0.1	0.1	0.0
マルバマンサク	3	7.9	0.0	0.1	0.0	0.0
カナクギノキ	2	26.3	0.1	0.9	0.4	0.3
ノリウツギ	2	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0
サワフタギ	1	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0
合　計	519		32.6	283.7	100.0	100.0

て，林分の優占樹種であるスギ，ブナ，トチノキ，サワグルミの４種の合計本数が占める割合はＡでは71%，Ｂでは72%である。Ａ，Ｂ両調査地とも70～80cm程度以上の大径木は少なく，１ｍ以上はＡではトチノキが２本とスギが１本であり，Ｂではトチノキが３本，ミズメとミズナラが各１本である。この小流域全般についても大径木は少ないようである。

図３は直径と樹高の関係で，林分を構成している主な樹種であるスギ，トチノキ，ブナ，サワグルミなどとその他の広葉樹に区分している。スギについてみると小，中径木ではＡとＢの差は少ないが直径60～70cm以上ではＢの樹高がやや高い。形状比は全般的に低く，小径木で見ると直径10cmの樹高が５～６ｍであり，スギ人工林の８～９ｍ[6]に比べてかなり低い値である。この地域は積雪が２～３ｍあり，またスギのほとんどが伏条により更新しているものと考えられており，

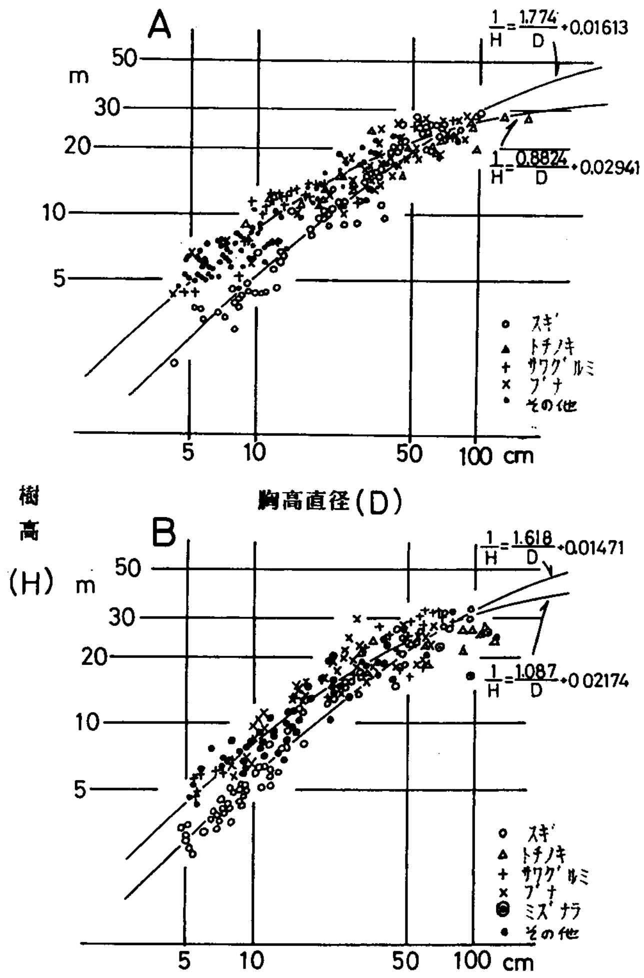


図－2　直径階別の本数分布

このような要因が形状比の低いことに関連しているものと考えられる。

広葉樹の各樹種別の直径と樹高の関係は，その値にばらつきが大きく，樹種別に関係を求めることが困難であるので，広葉樹の全種をまとめて関係式を求めた（図3）。先に述べたスギの直径と樹高におけるAとBの差と同様に，Bの広葉樹の中，大径木の樹高もAに比べてやや高く，Bでは直径60cm以上で樹高30mを越えるものがみられる。このようにAがBの上流部にあることからも予測できるように，Bに比べAは斜面の上部の要素がやや高く，地位が幾分低いものと考えられよう。

表2は25m×25mの小調査区ごとに集計したもので，あわせてha当りに換算した値を示したものである。図1の地形図と小調査区（プロット）の位置との関係からみると，谷から斜面にかかり，さらに斜面の上部に向かって，広葉樹林からスギが混交した天然林に，さらにスギの割合が高い林相へと移行する過程が，BAや材積の量的変化として現れている。この谷の周辺部から斜面の中部，斜面の上部のプロットの樹種別集計の一部を表3で示した。谷の周辺はトチノキ、サワグルミ，ブナなどが材積の大部分を占め、中，大径木の割合が高いため本数は斜面中部や上部に比べて少ない。渓流を含む調査区では1ha当りの材積が100m³に満たないところもあるが，谷の周辺の大部分は200～300m³でスギはほとんど見られない。本調査地に近い渓畔林での調査ではBAが26.0m²/haで，サワグルミとトチノキが82%を占めており，またこの調査地から約2km



図－3　直径と樹高の関係

東方のブナが優占した広葉樹天然林で行われた調査（0.06ha）によれば，林分材積は318.2㎥/ha[7]である。斜面下部の蓄積については，構成する広葉樹の樹種による量的な差がみられるが，林分材積は上記の範囲にほぼ含まれるようである。斜面の上部に向かうにともないスギの割合が増加し，同時に総材積や本数も増加する傾向がみられる。図４は各小調査区のスギと広葉樹の材積の関係を示したもので，スギの材積が多くなると広葉樹の材積が減少するようで，全般的にスギの材積割合が高いほど総材積は多くなり総材積は 500㎥を越えるプロットも見られる。このように，この地域の天然林の樹種構成は，地形の違いによってかなり変化が大きく，直径と樹高の関係の違いやスギの混交割合，広葉樹の樹種構成などの違いと，林分材積とに関連がみられるようである。このような小流域を単位にしたの森林の蓄積や現存量を，限られた労力でより正確に推定するためには調査地の大きさや林相，地形などを考慮して調査地を選定しなければならない。またこのような調査結果を，空中写真などと照合して，天然林の林分構造や蓄積などの把握が容易に行えるよう検討する必要があろう。

スギの材積割合が最も高いのは，ＡではP-10の81.8%，ＢではP-12の67.9%である。本演習林

表－2　小調査区別のスギと広葉樹の本数，BA，材積，スギの割合など

桝上A

プロット	本　数			BA㎡			材積㎥			ha当たり		スギの割合%		
	スギ	広	合計	スギ	広	合計	スギ	広	合計	本数	材積㎥	本数	BA	材積
1	−	11	11	−	1.8	1.8	−	13.9	13.9	176	222.9	0.0	0.0	0.0
2	−	26	26	−	2.5	2.5	−	19.7	19.7	416	314.5	0.0	0.0	0.0
3	2	52	54	0.8	1.3	2.1	9.1	8.8	17.9	864	286.9	3.7	39.2	50.8
4	5	77	82	0.1	1.1	1.2	0.2	6.9	7.2	1312	114.5	6.1	4.7	2.9
5	−	32	32	−	1.7	1.7	−	13.1	13.1	512	210.1	0.0	0.0	0.0
6	1	19	20	0.0	2.0	2.0	0.1	15.6	15.6	320	249.8	5.0	0.7	0.3
7	11	55	66	0.4	1.5	1.9	3.3	10.3	13.6	1056	218.2	16.7	22.5	24.4
8	13	79	92	0.5	0.9	1.5	4.1	5.7	9.7	1472	156.0	14.1	37.1	41.9
9	20	47	67	1.2	2.1	3.2	9.9	15.2	25.1	1072	401.6	29.9	36.0	39.6
10	36	18	54	3.7	1.0	4.7	32.2	7.2	39.4	864	630.0	66.7	78.8	81.8
11	21	75	96	0.8	1.8	2.6	6.6	13.1	19.7	1536	314.5	21.9	31.4	33.6
12	25	57	82	0.8	2.1	2.9	5.8	15.4	21.3	1312	340.4	30.5	28.8	27.4
13	−	47	47	−	4.3	4.3	−	34.0	34.0	752	544.3	0.0	0.0	0.0
14	−	63	63	−	1.2	1.2	−	7.9	7.9	1008	126.0	0.0	0.0	0.0
15	−	41	41	−	2.2	2.2	−	16.5	16.5	656	264.1	0.0	0.0	0.0
16	1	24	25	0.1	1.8	1.9	1.2	13.5	14.7	400	234.9	4.0	7.7	8.0
合計	135	723	858	8.5	29.1	37.6	72.5	216.7	289.3					

桝上B

プロット	本　数			BA㎡			材積㎥			ha当たり		スギの割合%		
	スギ	広	合計	スギ	広	合計	スギ	広	合計	本数	材積㎥	本数	BA	材積
1	6	21	27	0.0	0.4	0.4	0.1	2.8	2.9	432	46.2	22.2	6.2	2.4
2	4	26	30	0.0	1.1	1.1	0.1	8.2	8.2	480	131.6	13.3	2.0	0.9
3	2	18	20	0.0	1.9	2.0	0.1	16.2	16.3	320	261.4	10.0	1.3	0.7
4	−	12	12	−	2.0	2.0	−	18.2	18.2	192	290.9	0.0	0.0	0.0
5	−	12	12	−	1.8	1.8	−	15.6	15.6	192	250.3	0.0	0.0	0.0
6	−	19	19	−	2.5	2.5	−	21.4	21.4	304	342.4	0.0	0.0	0.0
7	41	24	65	2.1	2.9	5.0	19.3	26.6	45.8	1040	733.4	63.1	41.8	42.1
8	24	68	92	0.7	1.2	1.9	5.3	7.9	13.2	1472	210.9	26.1	36.5	40.0
9	−	22	22	−	1.4	1.4	−	12.2	12.2	352	195.2	0.0	0.0	0.0
10	1	8	9	0.0	2.6	2.6	0.0	24.3	24.3	144	388.9	11.1	0.1	0.0
11	−	11	11	−	1.8	1.8	−	15.7	15.7	176	252.0	0.0	0.0	0.0
12	11	24	35	1.8	1.1	2.9	18.9	9.0	27.9	560	446.4	31.4	60.7	67.9
13	2	23	25	0.0	0.8	0.8	0.1	5.9	5.9	400	95.1	8.0	2.8	1.5
14	6	36	42	0.0	2.3	2.3	0.1	19.7	19.8	672	316.0	14.3	1.0	0.3
15	8	36	44	1.0	0.9	1.9	11.5	6.0	17.5	704	280.2	18.2	53.3	65.5
16	15	39	54	1.1	1.1	2.3	10.4	8.2	18.6	864	298.1	27.8	49.9	55.7
合計	120	399	519	6.8	25.7	32.6	65.8	217.9	283.7					

表－3　谷部から斜面の上部までの一部の小調査区の樹種構成（ha当たりに換算）

桝上A

P－1

樹　種	本	BA㎡	材積㎥
サワグルミ	48	7.5	60.2
ブナ	32	10.8	87.3
トチノキ	32	8.6	68.6
クマシデ	48	0.8	5.5
コハウチハカエデ	16	0.1	0.7
合　計	176	27.9	222.9

P－5

マルバアオダモ	144	0.8	3.8
サワグルミ	64	0.1	0.5
トチノキ	48	18.7	152.3
ウワミズザクラ	48	0.1	0.5
ミズキ	32	0.6	3.2
ウリハダカエデ	32	0.3	1.2
コシアブラ	32	0.2	0.8
ブナ	16	5.7	46.3
コハウチワカエデ	16	0.2	0.9
ツリバナ	16	0.1	0.4
ヌルデ	16	0.0	0.2
ヤマボウシ	16	0.0	0.1
ハクウンボク	16	0.0	0.1
クロモジ	16	0.0	0.1
合　計	512	27.1	210.1

P－9

スギ	320	18.6	158.8
ブナ	192	13.8	101.1
リョウブ	128	0.4	1.4
マルバアオダモ	96	0.4	1.4
コシアブラ	80	0.3	1.3
コハウチワカエデ	64	2.2	14.9
イタヤカエデ	48	7.1	55.1
ミズナラ	48	0.7	4.3
ミズメ	32	7.7	62.1
ハクウンボク	32	0.2	0.7
ヤマウルシ	16	0.1	0.2
キンキマメザクラ	16	0.1	0.2
合　計	1072	51.6	401.6

P－10

スギ	576	59.0	515.5
ブナ	80	10.1	76.7
ミズメ	48	0.7	3.7
コハウチワカエデ	32	3.4	25.2
リョウブ	32	0.2	0.9
アカシデ	16	0.5	3.0
ミズナラ	16	0.4	2.6
マルバアオダモ	16	0.2	1.2
ハクウンボク	16	0.2	0.7
ナナカマド	16	0.1	0.4
コシアブラ	16	0.0	0.1
合　計	864	75.0	630.0

桝上B

P－4

樹　種	本	BA㎡	材積㎥
ヤマボウシ	48	0.2	0.6
トチノキ	32	18.7	178.1
ブナ	32	6.3	52.8
クロモジ	32	0.1	0.2
サワグルミ	16	6.1	54.9
ミズキ	16	0.7	4.2
マルバアオダモ	16	0.0	0.1
合　計	192	32.1	290.9

P－6

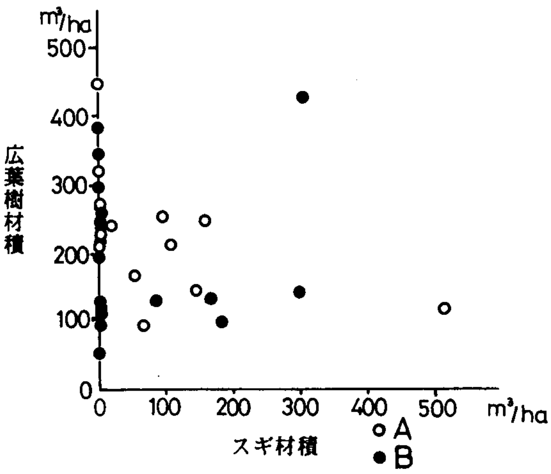
ブナ	64	8.9	75.3
ミズキ	48	1.5	8.8
アズキナシ	32	4.3	36.7
テツカエデ	32	3.5	26.3
カナクギノキ	32	2.0	14.3
ツリバナ	32	0.2	0.8
ミズナラ	16	16.7	163.4
イタヤカエデ	16	1.8	13.7
ウワミズザクラ	16	0.5	3.1
エゴノキ	16	0.0	0.1
合　計	304	39.4	342.4

P－7

スギ	656	33.3	308.5
リョウブ	128	0.8	3.1
ミズメ	48	7.9	71.9
イヌブナ	32	4.4	36.1
エゴノキ	32	0.4	1.9
コミネカエデ	32	0.2	0.6
コシアブラ	32	0.1	0.5
トチノキ	16	19.0	187.1
ミズナラ	16	11.3	108.3
ブナ	16	1.5	11.1
ミズキ	16	0.6	4.0
コハウチワカエデ	16	0.1	0.2
合　計	1040	79.7	733.4

P－12

ブナ	192	12.5	96.7
スギ	176	28.1	303.2
ハウチワカエデ	32	0.1	0.3
ツリバナ	32	0.1	0.2
エゴノキ	32	0.1	0.2
イヌブナ	16	5.0	44.1
コハウチワカエデ	16	0.1	0.5
ウリハダカエデ	16	0.1	0.4
ウワミズザクラ	16	0.1	0.3
トチノキ	16	0.1	0.2
コミネカエデ	16	0.1	0.2
合　計	560	46.4	446.4



図－4　各小調査区のスギと広葉樹の材積
（ha当たりに換算）

内の天然林で調査された資料で，調査地が0.063（25 m ×25 m）～0.1haでは，スギの材積割合が最も高くても90%程度までである[2,8,9]。ＡとＢの１haの調査区全体の値ではスギの材積割合はそれぞれ25.1と23.2%である。この調査区に隣接した「桝上調査区」（1ha）は特にスギの割合が高いところが調査地として選ばれており，スギの割合は77.6%である。このＡ，Ｂ両調査区は広葉樹の多い谷の周辺からスギの割合が増加する斜面の上部までを含む調査を目的にしたものであり，スギの割合が特に高い「桝上調査区」との林分構造やその動態の比較を行うのに適した林分であると考えられた。

4．おわりに

芦生演習林の天然林については多くの調査地が設定され調査が行われてきたが，定期的に測定を繰り返し，長期間継続して林分の動態を追跡するための調査地は多くなかった。ここで報告した「桝上Ａ」および「桝上Ｂ」の調査林分は，隣接する「桝上調査地」とともに今後定期的に調査を繰り返し行うよう計画されている。このような天然林の継続調査の維持には，個体の標識の確認や枯死木，被害木などの発生状況を毎年一定の時期に確認するなど，定期的な測定以外にも調査地の点検が必要である。なお林分の動態をより正確に把握するためには定期的な測定の間隔が短いことが望ましいが，本調査地の林分の状況などと労力との関連から，今後５年間の間隔で測定を行うのが適当であると考えられた。

なお測定の資料は，林木（胸高直径５cm以上）の個体番号，樹種，胸高直径（地上高1.2ｍおよび1.3m），樹高（一部），備考（幹の形態や被害状況など）などが記録され，計算機処理ができるようにして京都大学演習林本部研究部に保管されている。

参考文献

1）芦生演習林演研グループ：芦生演習林の保存木，保存林（２）－昭和63年度までに調査された保存林.

京大演集報　20：56〜67，1990

2）安藤　信・酒井徹朗・和田茂彦：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演習林の桝上調査地における本数，蓄積量の8年間の変化－．京大演集報　24：37〜67，1993

3）山中典和・松本　淳・大嶋有子・川那辺三郎：京都大学芦生演習林モンドリ谷集水域の林分構造．京大演報　65：63〜76，1993

4）大嶋有子・山中典和・玉井重信・岩坪五郎：芦生演習林の天然林における渓畔林優占高木種－トチノキ，サワグルミーに関する分布特性の種間比較．京大演報　62：15〜27，1990

5）「天然林の生態」研究グループ：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　43：33〜52，1972

6）安藤　信・川那辺三郎・登尾久嗣：芦生演習林の人工林調査－スギ人工林における調査地設定時の林況－．京大演報　57：93〜111，1986

7）Ogino, K: A Beech forest at Ashiu-Biomass, its increment and net production. Primary productivity of Japanese forests, JIBP Synthesis, 16: 172〜186, 1977

8）安藤　信・川那辺三郎：冷温帯下部天然生林の更新技術－天然生林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　56：67〜80，1984

9）川那辺三郎・安藤　信：冷温帯下部天然生林の更新技術－スギ天然生林の林分構造と現存量－．京大演報　60：67〜76，1988