

スギが混交する冷温帯落葉広葉樹天然林の動態 (1)

—京都大学芦生演習林の樹上調査地における本数、蓄積量の8年間の変化—

安藤 信・酒井徹朗・和田茂彦

1. はじめに

芦生演習林の天然林はこれまでも数多くの調査地が設定され、その実態について調査研究されてきた。天然林の動態を明らかにするためには長期間にわたり調査を継続しなければならないが、毎木調査に多くの労力を要するため、これを数年間隔とはいえ、限られた人員で継承していくことは非常に困難な問題である。そのためこのような調査にできるだけ多くのものが係わり、得られたデータを系統的に収集整理し、共通データとして公開し、相互利用ができるように管理していくことが今後増々必要となる。

本報告は1981年11月24日～27日に和田、川那辺三郎、真鍋逸平、上田晋之助、竹内典之、瀧本義彦、岡部宏秋、安藤の各教官と、牧瀬明弘、樫木達也、山内隆之の各技官によって設定された芦生演習林樹上谷の天然林分の調査結果である。調査は同時期に開始し、翌1982年5月6日～7日に川那辺、真鍋、上田、竹内、安藤、芝 正巳の各教官と牧瀬、樫木、北川新太郎の各技官により補充調査が行われた（以下あわせて1981年調査とする）。8年後の1989年10月23日～25日にかけて第2回目の調査が行われた。その際は「演習林のデータベースに関する研究調査」の一環として多くの研究者や学生が測定に参加した。参加者は和田、川那辺、真鍋、大島誠一、安藤、山中典和、中島 皇、高柳 敦、菅原哲二、登尾久嗣、石川秀夫、林 英夫、大牧治夫、上西久哉の演習林教職員、小橋澄治、福島義宏、川村 誠、武田博清、酒井、藤原三夫、鈴木雅一、柴田昌三、鈴木保志の林学教官、枚田邦宏、寄元道徳、金子隆之、大手信人、加藤 篤、出来俊彦、三輪賢志、古川裕康、花山秀文の院生学生諸氏である。ここではこのような背景をもとに調査整理されたデータの概要について記録しておくことにする。

なお、本研究は昭和55、56年度に「天然生林施業に関する研究」というテーマで特定研究経費を受け、平成元年度には「演習林の森林管理計画の研究」のテーマで学内特別研究経費の援助を受けた。

2. 調査地の概況と測定方法

芦生演習林は京都府の北東部、福井、滋賀両県に接した由良川の源流に位置し、標高355～959mで、600～800mの範囲の部分が全体面積の2/3を占める。土壌は褐色森林土が多く、標高の高い尾根部分にはまれにポドゾルがみられる。事務所構内（標高363m地点）の年平均気温は

Makoto ANDO, Tetsuro SAKAI and Shigehiko WADA

The dynamics of natural forest on cool temperate deciduous forest zone mixing Sugi (*Cryptomeria japonica*) trees (1) -Change of population and growing stock on Masukami permanent plot of University Forest in Ashiu for 8 years-

11.0℃, 年降水量は2,371mm, 積雪は1m前後である(1970年から15年間の平均)。また標高640m地点(長治谷実習施設)では年平均気温が2℃前後低く, 降水量は400mmほど多くなり, 積雪は2~3mとなる¹⁾。

樹上調査地は図1のように第18林班, 由良川最上流部上谷の右岸に位置する。支流樹上谷左岸とモンドリ谷右岸からなる約40haはとりわけスギの混交率が高い天然林で, 昭和63年に芦生演習林の保存林のひとつに指定されている²⁾。ほぼ東を向いた幅の広い小尾根に, 水平距離で幅50m, 斜面方向に200m(面積1ha)の帯状の調査区を設

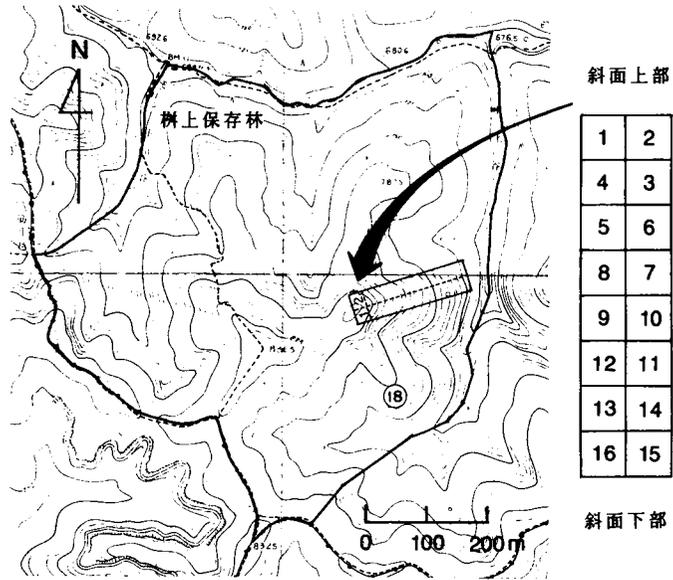


図-1 調査地の位置とプロット番号

け, 16のプロット(25m×25m)に分割した。標高は715~805m, 斜面の高低差は90m, 傾斜は平均27°ほどであるが, 斜面中腹で一度緩くなり, 下部では30°を超えた。

調査は胸高直径5cm以上の樹木を対象に樹種, 直径および一部の樹高について測定した。直径は地上高1.2mおよび1.3mの位置を直径巻尺を用いて測定し, 樹高測定は測竿およびブルーメライスをを用いた。これらの調査に加え, 1981年には調査区周辺の土壌調査を行い, 1989年にはプロット1, 2で樹木位置図を作成した。

今回の報告では地上高1.3mの位置で胸高直径を測定した調査結果をもとに林分構造とその変化の概要を述べることにし, 樹高, 樹木の位置関係, 土壌調査の結果の解析は割愛する。

3. 調査結果の概要

1) 調査区全体の概況

1981年の設定時における樹種別の本数, 材積, 断面積合計を表1に示した。なお, ここで材積の計算は芦生演習林で使われている針葉樹, 広葉樹天然木の立木材積表を用いた³⁾。

1haの調査区内の直径5cm以上の調査木は1175本, 出現種数は38種, 材積合計は475m³, 断面積合計は56m²となった。本数の多い樹種はスギ, リョウブ, マルバマンサク, ブナで, 材積, 断面積合計からみると, スギ, ブナ, ミズメ, ミズナラが大部分を占める。その中でスギは本数の45.6%, 材積の76.6%を占め, 出現頻度がとりわけ高かった。芦生においていまままでに調査された多くの他の天然林分の結果と比較すると¹⁾⁴⁾⁵⁾, 本林分は総蓄積量とスギの混交率がきわめて高く, ブナ, ミズナラの混交割合が低かった。

調査木全体と, 胸高直径30cm以上の大径木(この林分の林冠の主体である樹高がおよそ17m以上の林木)のその代表的な樹種の直径分布を図2に示した。

調査木全体の直径階別本数は直径5~10cmの本数がきわめて多い逆J字型の分布を示した。出現頻度が高いスギ, リョウブ, マルバマンサクはそれぞれ逆J字型の分布を示し, その中でス

ギは小径から大径まで連続的に分布し、各直径階で本数割合が高かった。リョウブは13.3cm、マルバマンサクは12.0cmのものが最大で、ともに10cm未満のものが多かった。ブナは各直径階の本数割合は低い、小径のものから大径のものまで各直径階に分散し、それ以外の樹種は全体的には中・小径のものが多かった。

林冠を形成する直径30cm以上のものの直径分布をみると、スギは40~50cmをピークに、最大115.3cmまでの範囲の各直径階に占有する割合が高かった。ブナは最大67.5cmまでの範囲で逆J字型の分布を示した。ミズメは60~95cm、ミズナラは35cmまでのものが1本みられたが55~95cmの範囲に分布し、ともに本数は比較的少ないが、大径木が多かった。当地の天然林の林冠を形成するコハウチワカエデとイタヤカエデ（以下、本文では両種を林冠を形成するカエデ類と呼び、ブナ、ミズナラ、ミズメにこれらのカエデを加えて林冠を形成する広葉樹と呼ぶ）は45cmまでのものが多いが、イタヤカエデは60.8cmのものが1本みられた。直径55cm以上の大径木は上記の6樹種で占められたが、30cm以上で55cm未満の樹種としてはそれ以外にアズキナシが2本、ホオノキ、アオハダ、ウリハダカエデ、アカシデが各1本みられた。

2) プロット間の比較

1981年調査時における直径30cm以上の大径木のプロットごとの主要樹種の本数密度と、出現本数全体に対する本数割合を図3-1、3-2に、直径30cm未満の中・小径木の本数密度とその割合を図4-1、4-2に示した。

大径木の本数密度はプロット1、5、8、15で300本/haを超え、プロット9、11、12、13、14、16で200本/haと少なく、全体的には斜面上部で多く、下部で少なくなった。スギは全てのプロットにみられ、とくに大径木が多いプロット1、5、8や3といった斜面中腹から上部で多く、斜面下部に向かって徐々に減少する傾向がみられた。ブナは多くのプロットで出現したが、13、16など斜面の下部の大径木が少ないプロットで、本数とその割合が高くなった。ミズナラ、ミズメ、林冠を形成するカエデ類は本数が少ないため分布傾向は明らかとはいえないが、ミズメ

表-1 設定時における樹種別の本数と蓄積量

	本数	材積 m ³	断面積 m ²
スギ	536	364.0	40.31
リョウブ	168	2.5	0.74
マルバマンサク	93	1.2	0.37
ブナ	60	30.7	4.47
アオハダ	37	2.1	0.43
エゴノキ	33	1.0	0.24
コハウチワカエデ	28	5.9	1.02
クロモジ	28	0.2	0.08
タムシバ	22	0.3	0.09
ウワミズザクラ	21	1.6	0.34
ミズナラ	19	25.3	2.85
ハクウンボク	16	0.7	0.16
コシアブラ	16	0.6	0.15
マルバアオダモ	11	0.9	0.18
ウリハダカエデ	10	0.6	0.13
ミズメ	9	28.8	3.27
イヌシデ	8	0.2	0.05
ユズリハ	7	0.1	0.02
アカシデ	6	1.0	0.16
クマシデ	6	0.3	0.07
ハウチワカエデ	5	0.1	0.02
タンナサワフタギ	5	0.0	0.01
イタヤカエデ	4	3.5	0.47
クリ	4	0.1	0.03
コミネカエデ	4	0.1	0.02
ナナカマド	3	0.1	0.03
アズキナシ	2	2.2	0.31
ホオノキ	2	1.0	0.16
クマノミズキ	2	0.1	0.02
ヤマボウシ	2	0.0	0.01
センノキ	2	0.0	0.01
クロソヨゴ	1	0.0	0.00
ソヨゴ	1	0.0	0.00
ヤマウルシ	1	0.0	0.00
タニウツギ	1	0.0	0.00
ノリウツギ	1	0.0	0.00
オオカメノキ	1	0.0	0.00
カナクギノキ	0	0.0	0.00
合計	1175	475.2	56.23

(直径は地上1.3mの位置で測定)

や林冠を形成するカエデ類は斜面中腹から下部に多いようであった。

中・小径木の本数密度は斜面中腹から上部のプロットではほとんどが800本/ha以下となったのに対し、中腹のプロット9, 10, 11では1500本前後ととくに多く、全体的には中腹から下部で多くなる傾向がみられた。スギは全てのプロットで出現頻度が高く、斜面下部に向かって減少する傾向がみられた。大径木に比べるとスギ以外の樹種の割合も高く、リョウブは斜面中腹から下部で、マルバマンサクは斜面中腹でその割合が高かった。林冠を形成する広葉樹はプロットごとの出現頻度は低かったが、ブナは多くのプロットにみられ、斜面上部と下部で多い傾向がみられた。またブナ以外の林冠を形成する広葉樹は斜面中腹から下部で多くなるようであった。中・小径木に占めるスギを含めた林冠形成樹種の割合はスギの混交割合に左右され、斜面上部と、斜面中腹の中・小径木の本数が多いプロットで50%を超えたのに対し、下部で林冠を形成しない樹種の割合が高くなった。

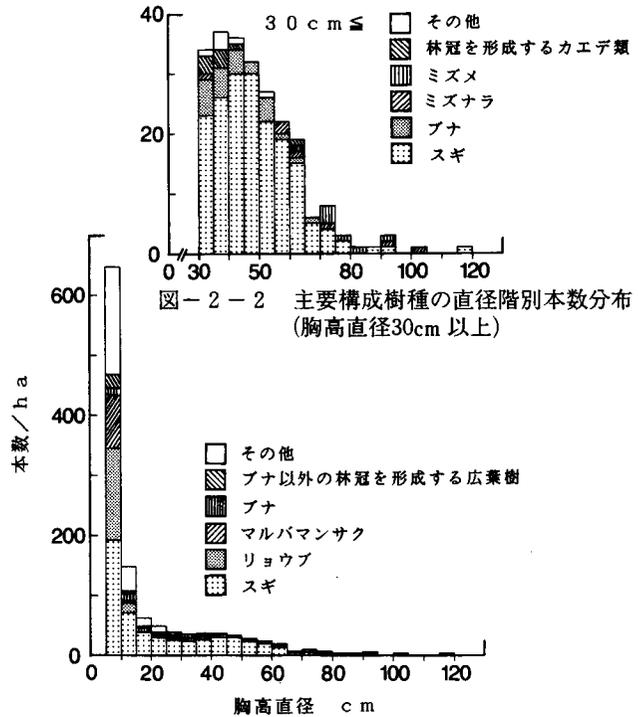


図-2-1 主要構成樹種の直径階別本数分布

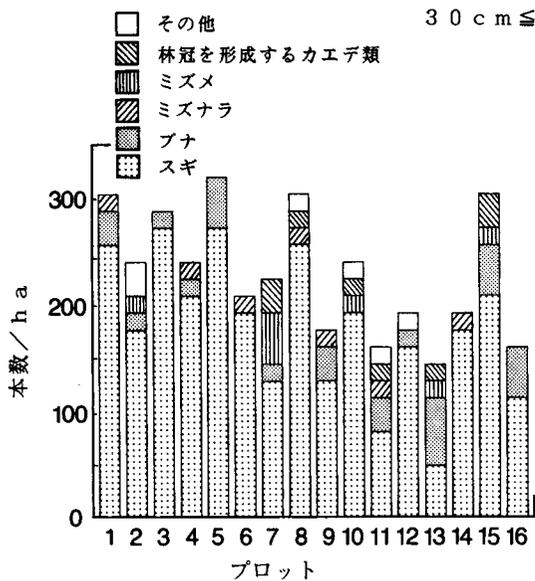


図-3-1 プロットごとの出現本数 (胸高直径30cm以上)

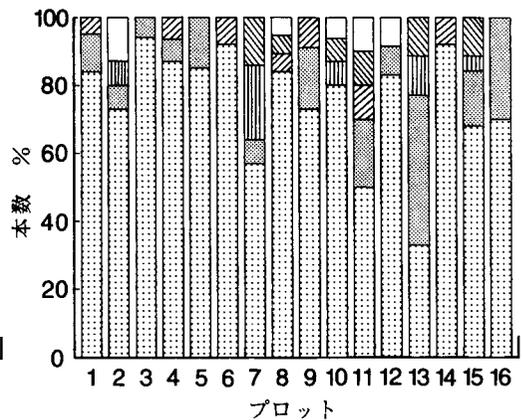


図-3-2 プロットごとの出現本数割合 (胸高直径30cm以上)

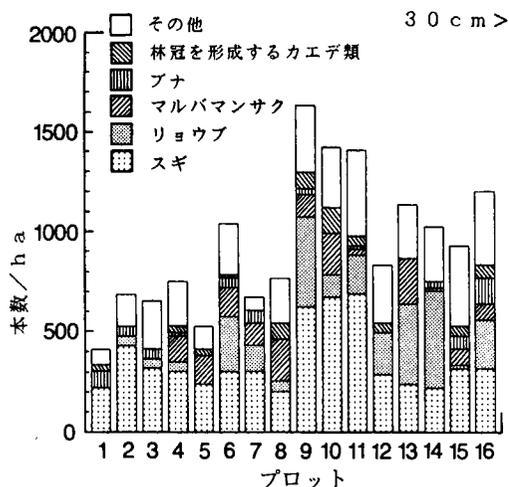


図-4-1 プロットごとの出現本数
(胸高直径30cm未満)

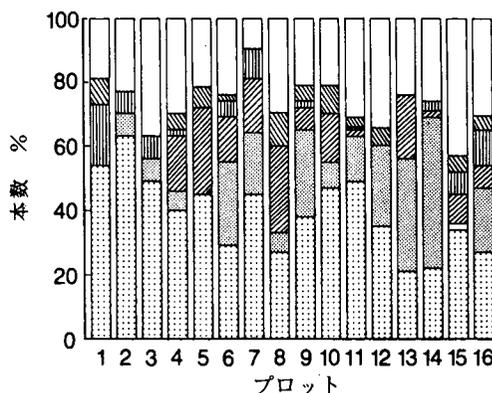


図-4-2 プロットごとの出現本数割合
(胸高直径30cm未満)

3) 8年間の本数と蓄積量の変化

1989年の2回目の調査で確認された樹種別の枯損、進界本数を表2に、枯損木の1981年測定時における直径分布を図5に示した。

8年間の枯損木は13種、130本で、全樹種の1/3にあたる比較的限られた樹種に枯損が発生した。枯損木の樹種別本数をみると、スギ、マルバマンサク、リョウブ、クロモジの割合が高く、全体の76.2%を占めた。そのうちスギは26.9%であったが、林冠を形成する広葉樹はブナが5本、コハウチワカエデが1本枯れただけで、4.6%と少なかった。枯損木全体の直径分布は逆J字型を示し、10cm未満のものが多かった。スギは76.7cmのものが1本枯れているが、主に17.5cmまでのものが多く、マルバマンサク、リョウブの枯損木は10cmまでに、クロモジは7.5cmまでに集中し、小径の枯損木に占めるこれらの樹種の割合が高かった。ブナは4本が30cm以上の大径木であったが、その他の樹種は15cmまでの小径木に枯れるものが多かった。

進界木は29種、216本で、枯損木に比べて種数、本数ともに多かった。枯損同様にリョウブ、マルバマンサク、スギ、クロモジの割合が高く、全体の55.1%を占め、ブナをはじめとする林冠を形成する広葉樹は13.0%となった。これらの樹種を、枯損本数/進界本数の関係で示すとスギが35/25、マルバマンサクが28/27、リョウブが22/47、クロモジが14/20となり、スギは枯損本数が、リョウブ、クロ

表-2 8年間の枯損、進界本数

樹種	枯損本数	進界本数
スギ	35	25
マルバマンサク	28	27
リョウブ	22	47
クロモジ	14	20
エゴノキ	8	8
ブナ	5	5
ウワミズザクラ	5	4
タムシバ	4	9
アオハダ	3	3
マルバアオダモ	3	2
タンナサワフタギ	1	6
コハウチワカエデ	1	6
ユズリハ	1	1
ミズナラ		10
ハクウンボク		8
コシアブラ		8
ミズメ		6
ウリハダカエデ		3
コミネカエデ		3
ノリウツギ		3
ホオノキ		2
ハウチワカエデ		2
イヌシデ		2
オオカメノキ		1
ヤマボウシ		1
イタヤカエデ		1
カナクギノキ		1
クマノミズキ		1
アズキナシ		1
合計	130	216

モジは進界本数が上回るが、これらの樹種は総じて天然林内での消長の激しい樹種といえよう。それに対し、林冠を形成する広葉樹のその関係は6/28となり、進界木の割合が高く、その中でミズナラ、ミズメは進界するものが多いが、枯損木はみられなかった。またこれらの樹種と比較する枯損、進界木ともに比較的少ないが、エゴノキ、ブナ、ウワミズザクラ、タムシバ、アオハダ、マルバアオダモなども枯損と進界を繰り返していた。

プロットごとの主要樹種の枯損、進界本数を図6、7に示した。

枯損木はプロット9、13で多く、1ではみられず、3では少なかった。進界本数はプロット9、10、11、16が多く、1、13で少なかった。

樹種別にみるとスギの枯損はプロット1、13、16ではみられなかったが、それ以外の全てのプロットでみられ、プロット9で多く、全体的には斜面中腹から上部で枯れるものが多かった。スギの進界はプロット9をはじめとする斜面中腹から下部で多い傾向がみられた。リョウブの枯損は中腹から斜面下部で多くなり、進界は多くのプロットでみられ、傾向を特定できなかった。マルバマンサクの枯損本数は斜面中腹とやや下部でみられ、進界は中腹からやや上部で多かった。クロモジの枯損はプロット3、11、16に集中し、進界は多くのプロットでみられた。また林冠を形成する広葉樹の枯損は本数が少なく傾向は明らかと

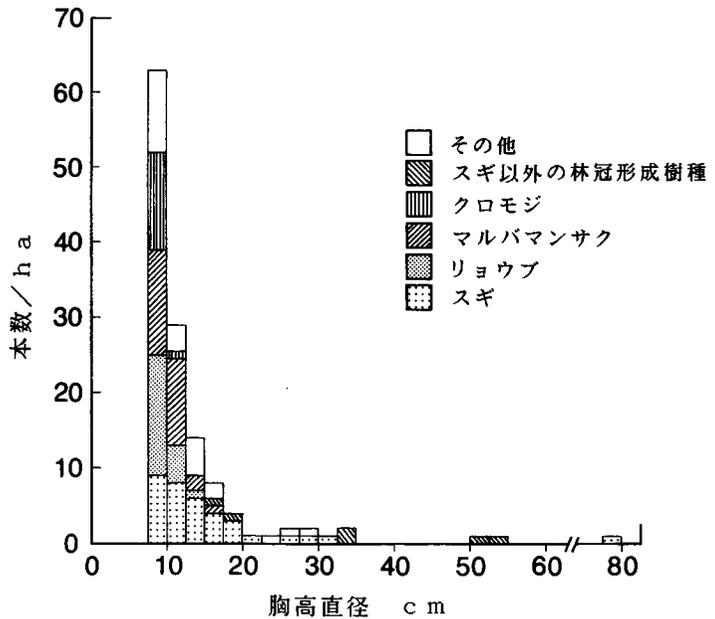


図-5 枯損木の直径階別本数分布

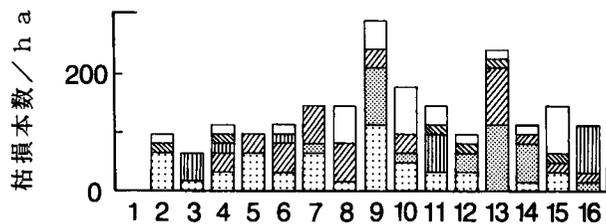


図-6 プロットごとの枯損本数

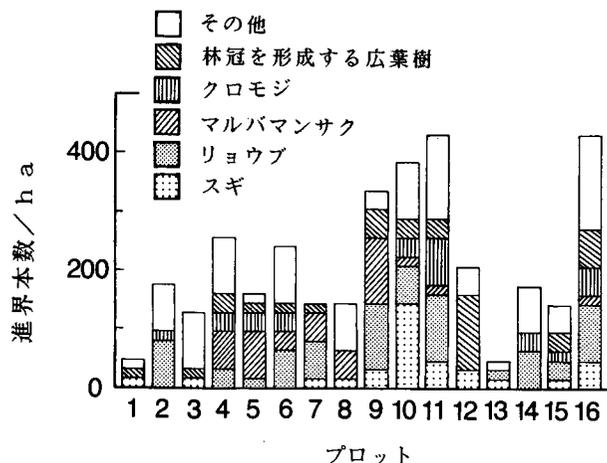


図-7 プロットごとの進階本数

表-3 8年間の樹種別の成長

樹種	蓄積量		8年間の変化				
	1981年	1989年	粗成長量	枯損量	進界成長量	純増加量	年成長率
	m ³	%					
スギ	364.00	424.41	67.43	7.16	0.14	60.41	1.9
ブナ	30.67	33.26	6.47	3.93	0.04	2.59	1.0
ミズナラ	25.30	25.78	0.37	0.00	0.11	0.48	0.2
ミズメ	28.82	30.00	1.13	0.00	0.05	1.18	0.5
林冠を形成するカエデ類	9.37	10.48	1.11	0.06	0.05	1.10	1.4
その他の広葉樹	17.05	20.99	4.55	2.06	1.44	3.94	2.6
合計	475.21	544.91	81.06	13.21	1.85	69.70	1.7

はいえないが、進界は主に斜面中腹から下部でみられた。

このように斜面上部では比較的本数の変化が少ないのに対し、中・小径木の本数密度が高い斜面中腹や下部のプロットに枯損、進界は集中し、これらのプロットでは今後とも本数密度が大きく変化することが予想された。また樹種別にみると、全体的には、中・小径木に占める本数割合が高いところで枯損、進界を繰り返しているようであったが、スギは斜面上部で本数を減じ、中腹から下部では本数の変化が少なく、リョウブ、マルバマンサクは下部で本数が減少し、林冠を形成する広葉樹は中腹から下部で増加する傾向がみられた。

1981年と1989年の主要構成樹種の蓄積量の変化を表3に示した。

8年間の調査区全体の純増加量（純成長量）は69.7m³、連年成長量は8.7m³、年成長率に直すと1.7%の成長を示した。そのうちスギは枯損量が大きく、進界成長量が小さいが、本林分がとくにスギの割合が高いため枯損材積率（枯損量/1981年の蓄積）は2.0%と小さかった。その結果スギの純増加量は60.4m³、連年成長量は7.6m³となり、年成長率は1.9%と高かった。ブナ、ミズナラ、ミズメ、林冠を形成するカエデ類は進界成長量が小さく、ブナは枯損量が大きく（枯損材積率で12.8%）、ミズナラ、ミズメは前述のように枯損がみられなかったが、純増加量はきわめて小さかった。その他の広葉樹は進界成長量が比較的大きいが、枯損量も大きかった（枯損材積率で12.1%）。しかし純増加量は3.9m³、連年成長量は0.5m³となり、年成長率は2.6%とスギや林冠を形成する広葉樹と比較すると高い値を示した。

以上の結果、本林分は林冠を形成するスギが今後ますますその林分蓄積量を増加させ、ブナ、ミズナラ、ミズメといった広葉樹の混交割合は低下し、中・下層では現在比較的出现頻度が高い樹種が今後しばらく枯損、進界を繰り返すことが予想された。

4. 調査結果のデータベース化

調査結果は共通データとして計算機処理ができるように、京都大学北海道演習林における固定プロット調査のデータ整理手法⁶⁾を参考に、データベースとしてとりまとめた。その内容は毎木データ（総データ数：1409、樹種名、81年調査の胸高直径（1.2m, 1.3m）、81年調査の樹高、89年調査の胸高直径（1.2m, 1.3m）、89年調査の樹高、旧番号、新番号、旧備考、新備考、プロット番号）、樹高データ（総データ数：513、樹種名、81年調査の胸高直径（1.2m, 1.3m）、81年調査の樹高、89年調査の胸高直径（1.2m, 1.3m）、89年調査の樹高、プロット番号）、直径・樹高データ（総データ数：729、樹高測定を行ったデータ、樹種名、胸高直径（1.2m, 1.3m）、樹高、調査年、プロット番号）から構成される。これらのデータはASCII形式でファイル化されているため、利用者のソフトにあわせ容易に加工、処理ができる。

引用文献

- 1) 京都大学農学部附属演習林 (1987) 演習林概要. pp.12.
- 2) 芦生演習林演研グループ (1990) 芦生演習林の保存木, 保存林(2) -昭和63年までに調査された保存林-. 京大演集 20. 56~67.
- 3) 京都大学農学部附属演習林 (1977) 芦生演習林材積表.
- 4) 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.
- 5) 和田茂彦 (1990) 天然林の成長について. 森林研究と演習林-芦生を対象として-. 京都大学「演習林管理」研究グループ. 60~63.
- 6) 和田茂彦・竹内典之・川村 誠・酒井徹朗・山田容三 (1989) 森林の動態に関する研究(I) -北海道演習林の天然林について. 京大演報. 60. 91~110.