

研 究 資 料

収穫試験地の調査結果 (III)

長谷川 敬一

I. 滑山スギ人工林皆伐用材林作業収穫試験地

1. 試験地の概況と試験の経過

本試験地は山口営林署管内、山口県佐波郡徳地町滑山国有林に所在し、スギ人工林の生長および収穫に関する統計資料を収集する目的のため作られた試験地である。山口県中部佐波川の上流部に位置し、海拔高 600 m、東斜面約 25° の溪谷最上部の斜面を利用している。1909 年 4 月 ha あたり 4,400 本を植栽し、以後下刈、除伐の保育ののち、1938 年 12 月 3 種の間伐区（強度間伐、弱度間伐、無間伐）をそなえた試験地が設定された。その後の試験経過は次のとおりであるが、今回は第 9 回目の調査にあたる。

1938 年 12 月	第 1 回調査と間伐	30 年生	1964 年 12 月	第 6 回調査と間伐	56 年生
1943 年 11 月	第 2 回調査	35 年生	1970 年 3 月	第 7 回調査	61 年生
1948 年 9 月	第 3 回調査と間伐	40 年生	1974 年 11 月	第 8 回調査と間伐	66 年生
1956 年 9 月	第 4 回調査と間伐	46 年生	1984 年 10 月	第 9 回調査と間伐	76 年生
1959 年 10 月	第 5 回調査と間伐	51 年生			

2. 調査の結果と考察

今回の調査では林分調査と同時に間伐を行ったが、これらの結果は表-1 に示したとおりである。弱度間伐区での間伐率が高いのは被害木の整理をしたためである。調査期間 10 年間の連年生長はいずれの区でも林齢に比較して高水準の生長がみられ、順位は強度間伐、弱度間伐、無間伐の順である。一方、間伐木を加算した平均収穫量ではその順位が逆になる。

平均的にみた胸高直径の生長は強度、弱度、無間伐の各区で 2.8 mm/年、2.0 mm/年、1.6 mm/年であり、これと林分密度との間、また胸高直径 (D) と直径生長 (Id) との間には次の関係がみられる。

強度間伐区 $Id = -3.51 + 0.146 D, r = 0.97$ (mm)

弱度 " $Id = -3.46 + 0.139 D, r = 0.96$

無 " $Id = -1.95 + 0.101 D, r = 0.95$

また、林分での幹級と直径生長は図-1 のとおりであり、優勢木である I 級木の生長が大きく、劣勢木の III、IV 級木のそれは小さい。この傾向は間伐種がちがっても同じであるが、林分密度の高い方が生長の絶対量は小さい。

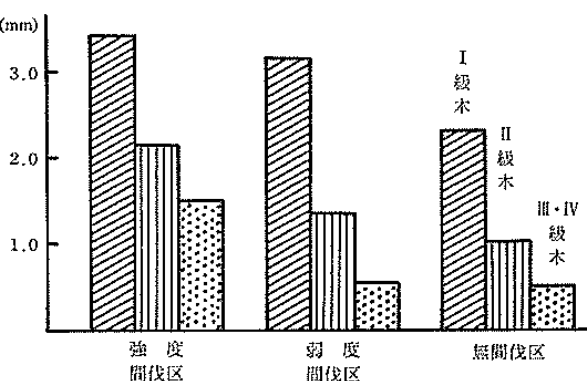


図-1 幹級と直径生長の関係

表-1 試験地の林分構成と生長

(haあたり)

分 区	項 目	平均径 (cm)	平均高 (m)	本 数	胸 高 断面積 (m^2)	材 積 (m^3)	連 年 生長量 (m^3)	平 均 収穫量 (m^3)	生長率 (%)	林 分 密 度 Ry (%)
強 度 間伐区	前回調査残存木	42.6	31.7	485	69.1	921.6	16.7	17.2	1.67	68
	今回調査間伐前	45.4	33.1	485	78.4	1,089.0				74
	間 伐 木	37.5	29.9	87	9.6	123.9				
	間 伐 率 (%)			17.9	12.2	11.4				
	今回調査残存木	46.9	33.9	398	68.8	965.1				66
弱 度 間伐区	前回調査残存木	38.6	28.7	665	77.9	957.2	15.2	18.4	1.47	76
	今回調査間伐前	40.6	30.8	665	85.9	1,109.0				81
	間 伐 木	26.2	29.3	165	11.2	130.8				
	間 伐 率 (%)			24.8	13.0	11.8				
	今回調査残存木	43.6	31.3	500	74.8	978.2				72
無 間伐区	前回調査残存木	33.1	24.4	992	85.5	925.8	13.8	20.6	1.39	86
	今回調査木	34.7	25.5	992	94.0	1,063.7				
	枯 損 木	20.7	19.5	43	1.4	13.2				
	枯 損 率 (%)			4.3	1.6	1.4				
	今回調査残存木	35.2	25.8	949	92.6	1,050.5				88

II. 滑山ヒノキ人工林皆伐用材林作業収穫試験地

1. 試験地の概況と試験の経過

本試験地は山口営林署管内、山口県佐波郡徳地町滑山国有林に所在し、ヒノキ人工林の生長および収穫に関する統計資料を収集する目的のため作られた試験地である。山口県中部、佐波川上流部に位置し、海拔高約500m、東斜面35°の中腹部を試験地としている。1907年4月haあたり5,000本を植栽し、下刈、除伐など保育ののち1938年12月3種の間伐区（強度間伐、弱度間伐、無間伐）を備えた試験地が設定された。以後の試験経過は次のとおりであり、今回は第9回目の調査であるが、雪による梢頭折損などのため今回調査をもって試験を終了することとした。

1938年12月	第1回調査と間伐、32年生	1964年12月	第6回調査と間伐、58年生
1943年12月	第2回調査 37年生	1970年 3月	第7回調査 63年生
1948年 9月	第3回調査と間伐、42年生	1974年11月	第8回調査と間伐、68年生
1954年10月	第4回調査と間伐、48年生	1984年10月	第9回調査（試験終了）
1959年10月	第5回調査と間伐、53年生		

2. 調査の結果と考察

調査結果の概要は表-2に示したとおりである。表中、試験終了にもかかわらず間伐が掲上されているのは間伐を想定して選木だけを行ったものである。

調査期間の10年間の材積連年生長は11～13 m^3 であり間伐区により違いがみられ、林分密度の

研 究 資 料

高い区での生長が大きい。反面、従来の収穫を加算した平均収穫量はいずれの間伐区でも10m³弱とほぼ同じ値である。このことは前述の滑山スギ収穫試験地での結果とはその態様を異にしている。

間伐のちがいによる林分因子のちがいの大きいのは本数とその分布である。無間伐区に比較した本数は強度間伐区で42％、弱度間伐区で58％であり、直径分布の標準偏差は無間伐区では5.8cmであるが、強度間伐区では3.3cm、弱度間伐区4.0cmである。この本数分布のちがいは幹級の本数構成にも明らかなちがいとなって、強度間伐区ではⅠ級、Ⅱ級、Ⅲ、Ⅳ級の構成比が、93％、6％、1％となっているのに対し、弱度間伐区では78％、8％、14％、無間伐区では41％、23％、36％となり、間伐区でのⅠ級木の構成比の高いことがわかる。

直径生長は平均的には強度間伐区で3.0mm/年、弱度間伐区で2.8mm/年、無間伐区で1.6mm/年となり林分密度との関係がみられる。また直径生長は幹級や胸高直径とも関係がみられる。幹級と直径生長の関係を図-2に示し、胸高直径と直径生長の関係を次に示す。

強度間伐区 $I_d = -1.83 + 0.152D$, $r = 0.93$

弱度 " $I_d = -0.33 + 0.092D$, $r = 0.90$

無 " $I_d = -1.35 + 0.124D$, $r = 0.98$

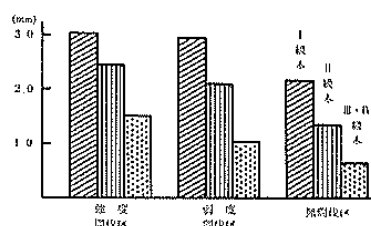


図-2 幹級と直径生長の関係

表-2 試験地の林分構成と生長

(haあたり)

分 区	項 目	平均径 (cm)	平均高 (m)	本 数	胸 高 断面積 (m ²)	材 積 (m ³)	連 年 生長量 (m ³)	平 均 収穫量 (m ³)	生長率 (%)	林 分 密度 Ry(%)
強 度 間伐区	前回調査残存木	31.2	18.8	608	46.4	423.8	11.1	9.9	2.32	67
	今回調査間伐木	34.2	19.9	608	55.8	534.8				74
	間 伐 木	29.8	18.8	38	2.6	24.0				
	間 伐 率 (%)			6.2	4.5	4.5				
	今回調査残存木	34.5	20.0	570	53.2	510.8				72
弱 度 間伐区	前回調査残存木	26.5	16.5	817	44.9	366.0	12.4	9.9	2.90	68
	今回調査間伐前	29.3	18.2	817	55.0	490.0				75
	間 伐 木	26.0	17.2	32	1.7	14.5				
	間 伐 率 (%)									
	今回調査残存木	29.4	18.2	785	53.3	475.5				73
無 間伐区	前回調査残存木	23.4	16.7	1516	65.2	564.3	13.1	9.5	2.09	90
	今 回 調 査 木	25.0	18.0	1516	74.2	695.8				
	枯 損 木	16.5	14.2	155	3.3	25.0				
	枯 損 率			10.2	4.4	3.6				
	今回調査残存木	25.8	18.4	1361	70.9	670.8				96

Ⅲ. 御弁当ヒノキ人工林皆伐用材林作業収穫試験地

1. 試験地の概況と試験の経過

本試験地は亀山営林署管内、三重県員弁郡北勢町御弁当谷国有林に所在し、ヒノキ人工林の生長および収穫に関する統計資料を収集する目的のため作られた試験地である。三重県北部養老山地中央部に位置し、秩父古生層の北西斜面35°の急斜地を試験地としている。

1908年3月haあたり3,000本を植栽し、以後下刈、除伐など保育ののち1937年5月試験地が設定された。その後の試験経過は次のとおりであるが今回は第9回目の調査にあたる。

1937年 5月	第1回調査と間伐, 29年生	1962年11月	第6回調査と間伐, 55年生
1942年12月	第2回調査 35年生	1967年12月	第7回調査 60年生
1948年 1月	第3回調査と間伐, 40年生	1977年11月	第8回調査 70年生
1952年 9月	第4回調査と間伐, 45年生	1980年 3月	第9回調査 77年生
1958年 2月	第5回調査と間伐, 50年生		

なお、本試験は高林齢にもなり、部分的な林分疎開があることから今回の調査をもって試験を終了する予定である。

2. 調査の結果と考察

試験の終了を予定しているため、第1回調査から今回調査までの結果の概要を表-3に掲げた。林分の樹高生長を収穫表(紀州地方ヒノキ)と対比すると、その地位はⅡ等地に相当する。本数管理は収穫表よりやや高い密度での管理に終始している。したがって収穫表に比較して胸高直径はやゝ小さいが、断面積、材積は大きくなっている。総収穫量は断面積が71m²、材積が700m³となり材積の平均収穫量は9.1m³で、収穫表Ⅱ等地の10m³よりやや低い値である。

連年生長量は林齢40年で生長量最大、平均収穫量は45年で最大となっており、収穫表よりは若干おそい出現である。生長量最大以降の生長は漸減下降するのが通常であるが、本試験地の場合は生長量最大以降、急激に減少し、最近になって再び上昇して不規則な傾向をみている。

表-3 試験地の林分構成と生長の推移 (haあたり)

調査回数	林 齢	残 存 木					伐 採 木			平均 収穫量 (m ³)	連 年 生長量 (m ³)	生長率 (%)	林 分密度 Ry(%)
		本数	平均高 (m)	平均径 (cm)	断面積 (m ²)	材積 (m ³)	本数	断面積 (m ²)	材積 (m ³)				
第1回調査	29	1300	10.5	15.8	25.5	138.8				4.8			49
第2回 "	35	1295	12.8	18.3	34.1	213.3	5	0.1	0.8	6.1	12.5	7.11	60
第3回 "	40	1275	13.7	20.4	41.7	288.9	20	0.3	2.1	7.3	15.5	6.16	69
第4回 "	45	1100	15.0	22.3	43.1	324.7	175	3.7	24.8	7.8	12.1	3.80	76(69)
第5回 "	50	955	16.2	24.2	43.9	355.8	145	4.2	31.3	8.3	12.5	3.51	75(69)
第6回 "	55	770	17.2	25.0	37.9	324.9	185	9.1	77.5	8.4	9.4	2.47	73(63)
第7回 "	60	755	18.0	25.8	39.4	354.5	15	0.8	7.2	8.3	7.4	2.14	66
第8回 "	70	745	19.7	27.8	45.1	444.6	10	0.4	3.6	8.4	9.4	2.34	73
第9回 "	77	745	21.2	29.9	52.5	552.5				9.1	15.4	3.09	79

()は間伐後

研究資料

これは1959年9月の伊勢湾台風の被害によるもので、第6回調査の間伐木は台風被害木である。被害率は本数、材積ともに19%あまりで林分の全層から被害木の出たことがわかる。この被害は生立木、林地にも残り樹冠、梢頭の欠損、表土の流亡などから樹高生長の回復に10年あまりと直径生長の回復にはそれ以上の長い時間が必要であった。(樹冠解析の結果)

第1回調査から調査期間内での直径生長と胸高直径との関係を示したのが表-4である。平均的な直径生長は林齢とともに下降しているが、これは林齢との関係よりもむしろ林分密度との関係でとらえる方が正しいと思われる。ただし50~60年の生長は前述の台風による影響が残っているものと思われ、50年からの5ケ年の生長より55年からの5ケ年の生長が少なく、その後回復して台風以前の水準にまで戻っている。

どの調査期間でも直径生長と胸高直径との間にはプラスの線型関係がみられる。線型の勾配は林分密度に関係があり、低密度林分での勾配は弱く、高密度林分での勾配は強くなる。表-4では29年~35年の生長では勾配が弱く、70年~77年の生長の勾配は強い例としてあげられる。

また、直径生長は幹級との間にも関係がみられ、70年~77年の間の生長では、樹冠の最も大きいⅡa級木で.47cm/年について、Ⅰ級木で.32cm/年、樹冠のやや小さいⅡb,c級木で.25cm/年、樹冠の下層部のⅢ,Ⅳ級木で.16cm/年となり優勢木と劣勢木の生長のちがいが明らかである。Ⅰ級木の直径生長に対する比率を調査期間全体から総括的にみると、Ⅱa級木は150%前後の生長を示し、Ⅱb,c級木では75%前後、Ⅲ,Ⅳ級木では65%前後の生長をしているものと思われ、林分密度の高いときはⅠ級木との生長の較差は大きくなる傾向がみられる。

表-4 胸高直径と直径生長の関係の推移

生長期間 (林齢) 直径階	29~35	35~40	40~45	45~50	50~55	55~60	60~70	70~77
6	0.33							
8	0.39	0.31	0.06					
10	0.42	0.32						
12	0.42	0.36	0.31	0.04				
14	0.45	0.35	0.20	0.24	0.14			
16	0.46	0.40	0.21	0.20	0.17	0.08	0.07	0.10
18	0.41	0.48	0.21	0.23	0.21	0.17	0.11	0.08
20	0.40	0.47	0.30	0.21	0.15	0.16	0.14	0.12
22	0.41	0.46	0.29	0.24	0.21	0.14	0.14	0.21
24	0.41	0.32	0.28	0.24	0.15	0.14	0.20	0.25
26		0.34	0.30	0.28	0.16	0.14	0.18	0.24
28			0.29	0.28	0.17	0.16	0.19	0.28
30				0.41	0.18	0.13	0.24	0.31
32					0.29	0.20	0.25	0.34
34					0.42		0.27	0.31
36						0.18	0.38	0.51
38								0.33
40								0.48
平均	0.42	0.40	0.26	0.25	0.17	0.15	0.19	0.24

直径生長；cm/年

IV. 篠谷山スギ人工林皆伐用材林作業収穫試験地

1. 試験地の概況と試験の経過

本試験地は倉吉営林署管内、鳥取県日野郡江府町篠谷山国有林に所在し、スギ人工林の生長および収穫に関する統計資料を収集する目的のため作られた試験地である。鳥取県西部、日野川の支流上部に位置し、北～北西に面した30°の斜面を試験地としている。

1928年12月haあたり3,000本を植栽し、以後下刈、つる切などの保育ののち1959年11月試験地が設定された。その後の試験経過は次のとおりであり、今回は第6回目の調査にあたる。

1959年11月	第1回調査と間伐, 31年生	1974年11月	第4回調査	46年生	
1964年11月	第2回調査	36年生	1979年11月	第5回調査	51年生
1969年11月	第3回調査と間伐, 41年生	1984年11月	第6回調査と間伐, 56年生		

2. 調査の結果と考察

今回の調査の結果を表-5にまとめた。生長期間の5年間に収量比数からみた林分密度は4%高くなり、断面積、材積とも高い値の生長量を示している。しかし、前々回と前回の間の生長に比較するとやや下降傾向がみられる。

調査期間の平均的な直径生長は4.8mm/年であり、直径生長と胸高直径の間に次の関係がなりたち、推定精度も高い。

$$\log Id = -3.97 + 2.232 \log D, \quad r = 0.96$$

また、直径生長を幹級との関連でとらえると、Ⅱa級木の生長が最も大きく7.8mm/年、ついでⅠ級木の3.5mm/年、Ⅱb, c級木の2.6mm/年、Ⅲ, Ⅳ級木の1.9mm/年の順であり、優勢木と劣勢木の生長のちがいは顕著である。

表-5 試験地の林分構成と生長

(haあたり)

項 目	平均径 (cm)	平均高 (m)	本 数	胸 高 断面積 (m ²)	材 積 (m ³)	連 年 生長量 (m ³)	平 均 収穫量 (m ³)	生長率 (%)	林 分 密 度 Ry (%)
前回調査残存木	35.4	25.4	740	75.4	838.5				76
今回調査間伐木	37.8	26.0	740	82.9	939.0	20.3	17.7	2.26	80
間 伐 木	29.8	22.9	100	7.0	71.2				
間 伐 率 (%)			13.5	8.5	8.5				
今回調査残存木	38.9	26.5	640	75.9	867.7				74

カモシカ・シカによるヒノキ造林木食害の調査結果

山田文雄・北原英治・黒川泰亨

1. はじめに

カモシカ・シカによる造林木食害が大きな社会問題となっている。食害発生の原因に関する知見も多く発表されているが、なお不明な点も多い。食害の進展は地域によっては林業の基盤をも揺るがすまでに深刻化しており、早急にその対策が求められている。昭和56～60年度の予定で実施中の特別研究「森林食害発生機構の解明及び被害抑止技術に関する研究」は、造林木食害の被害抑止に係わる森林構成と植生、林型の合理的配置、被害発生機構の解明、被害の定量的把握・経済的評価法の確立、個体群動態の解明など、森林施業地域におけるカモシカの保護管理技術の体系化を目的としたものである。当支場においても、昆虫研究室と経営研究室がこの研究に参画しており、昭和56～58年度については三重県大杉谷国有林で食害の実態調査を実施し、その結果の一部は既に報告したが、¹⁾59年度から植生環境の相違による食害の変化を明らかにするために、調査地を滋賀県土山町に変更して現在調査を実施している。本稿は、主として59年度に実施した調査結果について、中間報告としてとりまとめたものである。調査地の選定ならびに調査の実施に当って協力を頂いた滋賀県森林センター、財団法人びわ湖造林公社の方々に対し謝意を表する次第である。

2. 調査地の概況

調査地は、財団法人びわ湖造林公社の事業地（滋賀県甲賀郡土山町大字大河原字川筋）約5 haの中に設置した。調査地の概括的環境は、ヒノキ・スギ幼齢造林地が主体で、これを取り囲む天然林があり、鈴鹿山系雨乞岳西側の南斜面に位置している。当該事業地に対する植栽は、1978年3月にスギ2 ha、ヒノキ4.1 ha（以後ヒノキ造林地と呼ぶ）であり、植栽本数はいずれも約3,000本/haである。植栽後カモシカ・シカによる食害が著しく多数枯死したが、スギ1.1 haは残存し、現在5～6 mの樹高に生長しており（以後この林分をスギ造林地と呼ぶ）、これ以外の被害木については1979年3月に部分的にスギ・ヒノキを補植した。しかし、これにも食害が発生したため1981年3月にスギを改植したが、ほとんど全滅に近い状態であった。そこで1981年秋に当該造林地を取り囲む防護柵（鉄製網、地上部約150 cm）を設置して、カモシカ・シカの侵入防止を図ったが、積雪や一部破損等により、カモシカ・シカの出入りは可能であり、所期の効果はほとんど期待できない状況である。

3. 調査目的と方法

(1) 植生調査：カモシカ・シカが生活する生息環境、とくに食物環境を明らかにするために、林床植生の種類とその現存量を詳細に調査する。この植生調査は1984年7、11月の計2回実施した。高木層のない造林地には1m²のプロットを12箇所設置し、それらのプロットに出現する植物

の平均被度と頻度を計算した。現存量調査は1984年7, 11月, 1985年5月に実施した。ヒノキ造林地に7個, スギ造林地に2個, 天然林に2個のプロット(いずれも面積は 1m^2)を各々設置し, プロット内に出現する総ての植物を刈り取った後, 種類毎に葉部と茎部とを区別して絶乾重量を測定した。

(2) 糞調査: この調査の目的は二つある。一つは食害の発生する幼齢造林地がカモシカ・シカの生活の場として, 季節的・年次的にいかなる利用状態にあるかを明確にすること, 他の一つは両種の食性を糞内容物から推定することである。糞調査のためのプロットの大きさは $5\text{m} \times 20\text{m}$ とし, これをヒノキ造林地に20個, スギ造林地に5個, 天然林に5個配置した。調査は, 1984年7, 11月, 1985年5月の計3回行い, その都度プロット内の総ての糞を採集し, 乾燥機で十分乾燥後粒数と絶乾重量を測定し, この中から食性調査のためのサンプルを抽出した。カモシカ・シカの糞区分は, 糞塊を形成するものをカモシカ, 散在状態のものをシカとした。

(3) 被害調査: カモシカ・シカによる食害の結果, ヒノキ幼齢木の生長阻害および生長の遅れを算出するために幼齢造林地で発生する食害の実態調査を行う。また, 既に大杉谷国有林で実施した類似調査の結果と比較して, 植生環境の相違により食害にいかなる変化が生じるかを明らかにする。具体的には, 前述の調査地の中に, 標高差, 地形, 植生環境, 周辺環境, 道路からの距離等の違いを基準にして $20\text{m} \times 20\text{m}$ の調査プロットを5箇所設定し, この中に入った合計253本のヒノキに対して個体番号を付け, 樹高と根元直径を定期的に測定し, 生長経過と食害による生長阻害を追跡する。この場合, 食害タイプを12(芯食害: 激微無, 側枝食害: 激中微無)に区分し, 各タイプ別に生長阻害を比較した。

4. 生息状況と環境条件

1) 植生調査の結果

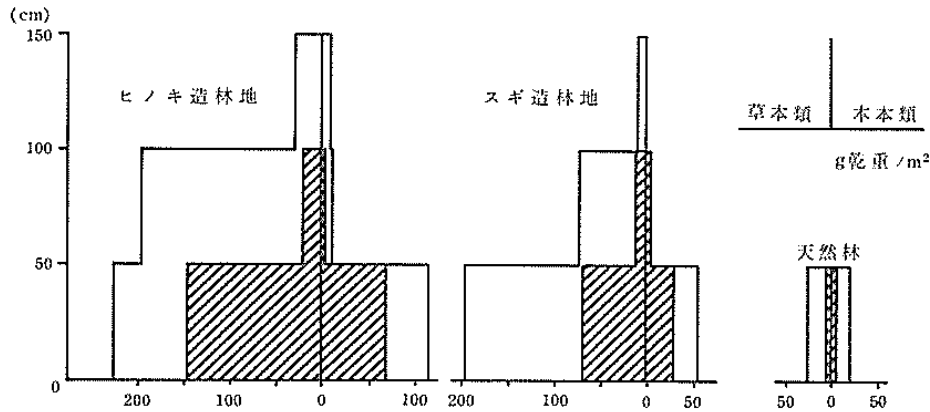
ヒノキ造林地における林床植生はススキが優占し, ササ, スゲ属の一種, ナガバモミジイテゴ, ムラサキシキブなどがそれに次いで多く, 草本類は13種, 木本類は22種, シダ類が2種出現した。スギ造林地においても優占種および主要構成種はヒノキ造林地のそれとよく類似していたが, 木本類の種類は5種に減少していた。天然林の林床植生はオオイワカガミが優占し, 次いでシャクナゲ, シダ類が多く, 草本類は4種, 木本類は9種, シダ類が2種数えられた。図-1は, ヒノキ, スギ造林地および天然林の1984年7月における林床植物現存量の層別分布である。各林相別に現存量を比較すると, 現存量合計ではヒノキ造林地が最大で, 次いでスギ造林地であった。カモシカ・シカの採食利用可能な植物現存量(高さ150cm未満)を比較した場合も, ヒノキ造林地が最大であった。

2) 糞量調査の結果

ヒノキ, スギ造林地および天然林におけるカモシカ・シカ両種の生活は, プロット当りの糞乾燥重量の季節変化から推測することができる。図-2は, カモシカ・シカのプロット当り平均糞量の変化を示したものである。これによると各々の林相における両種の糞量の変化に相当の相違が認められる。

まず, カモシカの糞量の変化を検討すると, 1984年7月以降, ヒノキ造林地および天然林において, その糞量に減少傾向が認められる。どの季節をとってもスギ造林地ではカモシカの糞はみ

研究資料

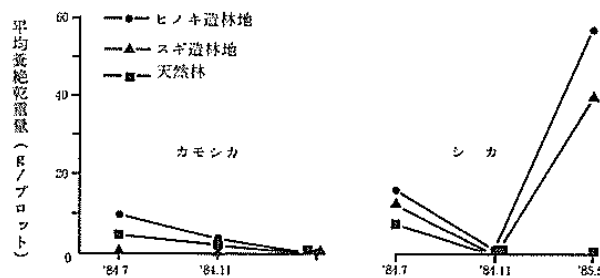


図－1 林相別林床植物現存量の層別分布
白地部は葉部，斜線部は茎部

られないが，天然林では若干認められ，ヒノキ造林地でその量が最大であった。この結果から，カモシカがヒノキ造林地を中心に天然林も併せて利用していることが推察される。一方，シカの場合，いずれの林相においても1984年7～11月の糞量は減少したが，1985年5月にかけては，スギ，ヒノキ両造林地において糞量は増加した。また，どの季節においても，糞量はヒノキ造林地が最も多く，次いでスギ造林地であった。これらの結果からシカの場合，ヒノキ，スギ両造林地を中心に，天然林も併せて利用していると推定できる。

各林相において各々のプロットの糞量から，カモシカ・シカが季節別に利用する傾向のみられる場所とそうでない場所とが存在することが窺われる。カモシカでは春から夏にかけてヒノキ造林地側の天然林との林縁部を利用していた。一方，シカではヒノキ造林地内の全プロットのうち1984年7月は55%，11月は35%，1985年5月は65%に糞が存在していたことから，シカは冬から春にかけてヒノキ造林地を概ね全面的に利用するが，夏から秋にかけては部分的にしか利用していないと考えられる。このような傾向はスギ造林地においても同様であった。

植生調査および糞調査の結果から，カモシカ・シカにとって，ヒノキ造林地はその他の林相と比較して，最も良好な採食環境であると推察される。糞量をカモシカ・シカ両種の生活指標に使用したが，これら両種の糞に対する食糞性甲虫類の影響が報告されている。今年度の調査による夏から秋にかけてカモシカ・シカの糞量が減少するという結果は，これら両種の個体数と関係するのか，あるいは食糞性甲虫類の影響が出ているのかについては，今後検討する必要があると考えられる。



図－2 糞絶対乾重量の季節変化

5. 造林木食害の実態と解析

1) 食害の類型化と発生状況

被害調査の概要は既述のとおりであるが、調査プロットはP1～P5を設定し、この中に入る合計253本のヒノキについて、樹高ならびに根元直径を定期的に測定し、生長経過を追跡した。P1はスギ造林地に隣接し、沢筋に近い緩傾斜地、P2はP1上部の急傾斜地で、植生はP1より若干単純な場所、P3はスギ造林地の隣接地から沢を隔てた急傾斜地で、標高が一番高く、これより上部はスギの幼齢造林地となっている場所、P4はP3下部に設定し、植生はP3と類似し傾斜が緩い場所、P5はP4下部にあり道路に近く、傾斜の一番緩い場所に各々設定した。なお調査プロット配置図は省略した。

1984年7月の調査時点では、P1、P2の食害程度は比較的軽微であったが、P3～P5の食害はかなり進行していた。この調査結果から、昭和56～58年度に実施した三重県大杉谷国有林の調査において使用した食害のタイプ区分がそのまま使用できると判断し、その区分に従って食害程度を区分した。食害のタイプ分けは次のとおりである。すなわち芯食害の程度を激（芯の無いもの）、微（芯の約50%が食害されたもの）、無（芯が健全なもの）に3区分し、さらに側枝食害の程度を激（全側枝葉量の約70%が食害されたもの）、中（全側枝葉量の約50%が食害されたもの）、微（全側枝葉量の約30%しか食害されていないもの）、無（側枝が健全なもの）に4区分し、両者の組合せから表-1に示す12タイプを設定した。

表-2は、プロット別・食害タイプ別の発生頻度を比較したものである。明らかにプロットによって食害の発生状況に差異が認められる。すなわち、P1、P2ではタイプ1～5の激害の発生頻度が比較的小さいのとは対照的にP3～P5ではタイプ1～5の激害の発生頻度が大きい。すでに4-1)で植生調査の結果を検討したが、植生の特徴としては、総てのプロットに共通してススキが優占するが、P1、P2はP3～P5に比較してススキの量は相対的に少なく、反対にP1、P2ではP3～P5に比較して木本類の量が多くなっており、このような植生の差異が食害の違いとして出現したとも考えられる。以下、この状況を検討したい。

1984年7月調査の結果では、全プロット合計でみればタイプ1が20.6%で最高の発生頻度を示し、次いでタイプ12が19.4%、タイプ6、7が各々18.6、11.1%で、以上を合計すれば全体の69.7%に達する。これをプロット別に比較すれば、P1、P2ではタイプ12が37.5%、タイプ7、6が各々21.3%、17.5%であり、以上の3タイプで全体の76.3%に達するが、P3～P5ではタイプ1が30.1%、タイプ6、5が各々19.1%、12.7%であり、これら3タイプで全体の61.9%に達しP1、P2では無害の比率が高いが、反対にP3～P5では激害の比率が高くなっている。

1985年5月調査の結果では、全プロット合計でみればタイプ12が32.8%で最高の出現頻度を示し、次いでタイプ1が25.7%、タイプ11が11.9%で、以上の3タイプで全体の70.4%に達する。これをプロット別に検討すれば、P1、P2でタイプ1が9本発生し、またタイプ12も10本増加したのとは対照的に、中間タイプの被害が少なくなるという現象が見られ、被害タイプの両極化が認められる。同様の現象はP3～P5についても認められ、タイプ1とタイプ11、12の増加が多いが、タイプ5、6の中間形態のものが少なく、食害の対象となる個体とそうでない個体が次第に明瞭に区別され、ある種の個体選択性が存在するように思われる。

研究資料

表-1 食害タイプ区分

		側 枝 食 害			
		激	中	微	無
芯 食 害	激	1	2	3	4
	微	5	6	7	8
	無	9	10	11	12

表-2 食害タイプ別ヒノキ本数

調査時	調査プロット	食 害 タ イ プ												計
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
'84.7	P 1	—	—	—	—	1	3	5	1	—	2	5	17	34
	P 2	—	1	—	—	—	11	12	2	—	3	4	13	46
	P 3	15	4	—	—	4	9	3	—	—	1	8	6	50
	P 4	14	7	—	—	9	15	3	—	2	3	5	12	70
	P 5	23	3	—	—	9	9	5	1	1	1	—	1	53
	計	52	15	—	—	23	47	28	4	3	10	22	49	253
'85.5	P 1	4	1	1	—	—	1	1	2	—	1	4	19	34
	P 2	5	1	—	—	1	5	3	2	—	3	5	21	46
	P 3	22	4	1	—	3	1	2	1	—	2	4	10	50
	P 4	10	1	—	—	5	3	6	—	1	3	15	26	70
	P 5	24	7	—	—	1	5	4	1	1	1	2	7	53
	計	65	14	2	—	10	15	16	6	2	10	30	83	253

2) 被害量の解析

表-3 は調査時点毎の食害タイプ別の平均樹高と平均根元直径を示したものである。タイプ9～12は旺盛な生長を示すが、タイプ1～4では生長の阻害が著しく、ほとんど生長がみられない。1984年7月調査の結果では芯食害・側枝食害ともに進行したタイプ1に区分された個体の平均樹高は93.4 cmであり、健全木のタイプ12の個体の平均樹高159.2 cmと比較すれば59%の水準に留まり、生長量に著しい差異が認められる。また、平均根元直径を比較しても、タイプ1の個体は1.56 cmであるが、タイプ12の個体では2.72 cmあり、樹幹の生長でも有意差が認められる。総じて樹高が150 cm以上の場合には芯食害を受ける頻度は少なくなり、芯食害の回避のためにはいかに早く、この樹高に達するように幼樹を生育させるかが大きな課題となる。

表-3 において、1984年7月調査の平均樹高と1985年5月調査の平均樹高を比較すれば、タイプ1, 2では樹高の生長が全く認められないが、タイプ12では22.3 cmも増加し、食害程度による生長差は顕著である。これら樹高生長の停滞は、明らかに外部からの障害に起因することは明白であるが、その主因はカモシカ・シカによる食害と断定できる。

平均根元直径について、1984年7月調査と1985年5月調査の結果を比較すれば、タイプ1, 2に区分される個体は生長が低く抑えられ、この間に各々0.25, 0.28 cmしか生長していないが、タイ

ブ12では0.48 cmも増加し、旺盛な生長を示す。食害程度が軽微になるに応じて根元直径の生長は良好になるといえるが、根元直径生長に及ぼす芯食害の影響は小さいのに対し、側枝食害が大きく影響していることが認められる。ちなみに、側枝食害が激であるタイプ1, 5, 9ではこの間の平均根元直径の生長が各々0.25, 0.03, 0.02 cmであるのに対し、側枝食害が無のタイプ8, 12では各々0.53, 0.48 cmであり、両者の間に明らかに有意差が存在する。

表-3 食害タイプ別生育状況

		側 枝 食 害									
		食害タイプ		激		中		微		無	
				(1)		(2)		(3)		(4)	
芯	激		平 均 樹 高 (cm)	平均根 元直径 (cm)	平 均 樹 高 (cm)	平均根 元直径 (cm)	平 均 樹 高 (cm)	平均根 元直径 (cm)	平 均 樹 高 (cm)	平均根 元直径 (cm)	
		調	'84. 7	93.4	1.56	110.7	1.93	—	—	—	—
		査	'84. 11	105.6	1.66	115.2	2.20	—	—	—	—
		時	'85. 5	93.5	1.81	106.4	2.21	101.5	2.35	—	—
食	微	食害タイプ		(5)		(6)		(7)		(8)	
		調	'84. 7	117.5	1.84	128.4	2.08	130.6	2.30	150.3	2.60
		査	'84. 11	108.3	1.68	134.4	2.13	135.2	2.22	157.3	2.65
		時	'85. 5	134.9	1.81	131.6	2.19	143.9	2.38	158.5	3.13
害	無	食害タイプ		(9)		(10)		(11)		(12)	
		調	'84. 7	143.3	2.23	143.5	2.28	138.6	2.23	159.2	2.72
		査	'84. 11	146.5	2.25	157.1	2.37	155.9	2.48	176.4	2.99
		時	'85. 5	154.0	2.45	157.4	2.42	169.6	2.63	181.5	3.20

6. おわりに

当該研究は森林施業地域におけるカモシカの保護管理技術の体系化を目的としたものであり、食害の有効な防止法の開発が最終の目的として位置付けられる。食害の事例は各地に見られるものの、被害発生機構・個体群動態の解明、被害の定量的把握や経済的評価、などの諸問題を明らかにするには、何よりも食害の実態を多面的に調査し、基礎的データの集積を必要とする。すでに、昭和56～58年度は三重県大杉谷国有林でこの種の調査を行ったが、59年度からは調査地を滋賀県土山町に変更し、地形や植生環境の相違が食害の発生状況にいかなる影響を及ぼすかを調査している。本稿は59年度調査の結果の概要について速報としてとりまとめたものであり、60年度の結果をまわって、5年間の研究を総括する予定である。

注1) 桑畑勤・黒川泰亨・山田文雄：カモシカ・シカによる造林木食害の実態と解析，林業試験場関西支場年報第24号，38—50，1982

竜の口山森林理水試験地における研究の成果と今後の展望

谷 誠・阿部敏夫

1. はじめに

林業試験場関西支場の竜の口山森林理水試験地は、1937年に設置され、すでに48年間にわたって、降水量及び、南谷、北谷の流出量のデータが得られている。このデータを引き継ぎ、観測および研究に携わっている著者らは、将来の試験をどのようになすべきかを、明確にしておくべきであろう。本稿は、今までに得られた研究成果を整理し、その不十分な点は何かを検討し、今後の研究の方向について展望するものである。

2. 試験地の概要

竜の口山森林理水試験地は、岡山市の北、旭川左岸の丘陵地にあり、南谷(22.6 ha)、北谷(17.3 ha)に分かれる。地質は、北谷の約1/3が石英斑岩などの火成岩であるのを除き古生層である。土壌は、未熟な粘性土であり、埴質壤土に分類される。土壌の厚さは数mのところが多い。当地における年降水量は平均で約1200 mmである。48年間に1000 mm以下の寡雨年が7回もあり、最小は、1938年の621.8 mmであった。年平均気温は、約14.3℃であって、温暖少雨の気象条件である。

森林植生の変遷について、あらましを述べる。1937年開設当時の植生は次のようであった。南谷は、大部分が100～120年生の天然生のアカマツ林、一部に伐採跡地があった。北谷は、100～120年生の天然生のアカマツ林のほか、25年生のアカマツ林があった。これら両谷のアカマツ林は松くい虫被害を受けたため、1944年～47年に皆伐された。その後放置され、ササや低木類の繁茂する状態となった。1954年～56年、南谷は、ササなどが刈り払われ、ヒノキが植栽された。しかし、1959年9月に南谷は山火事の類焼を受け、植生、落葉、腐食層が全焼したが、北谷は、被害を免れた。その後、南谷では、1960年、クロマツが植栽された。クロマツ人工林は、クズの被害、1974年発生 of 山火事の類焼などで部分的に消滅したが、南谷の約2/3の面積で順調に生長してきた。しかし、1980年頃、松くい虫の被害によって全滅し、以後、被圧されていた広葉樹が伸長を始めている。北谷は、1945年以降放置され、1980年頃松くい虫被害を受けた尾根付近のアカマツ林のほかは、コナラ、ヒサカキなどの広葉樹天然林が成立している。

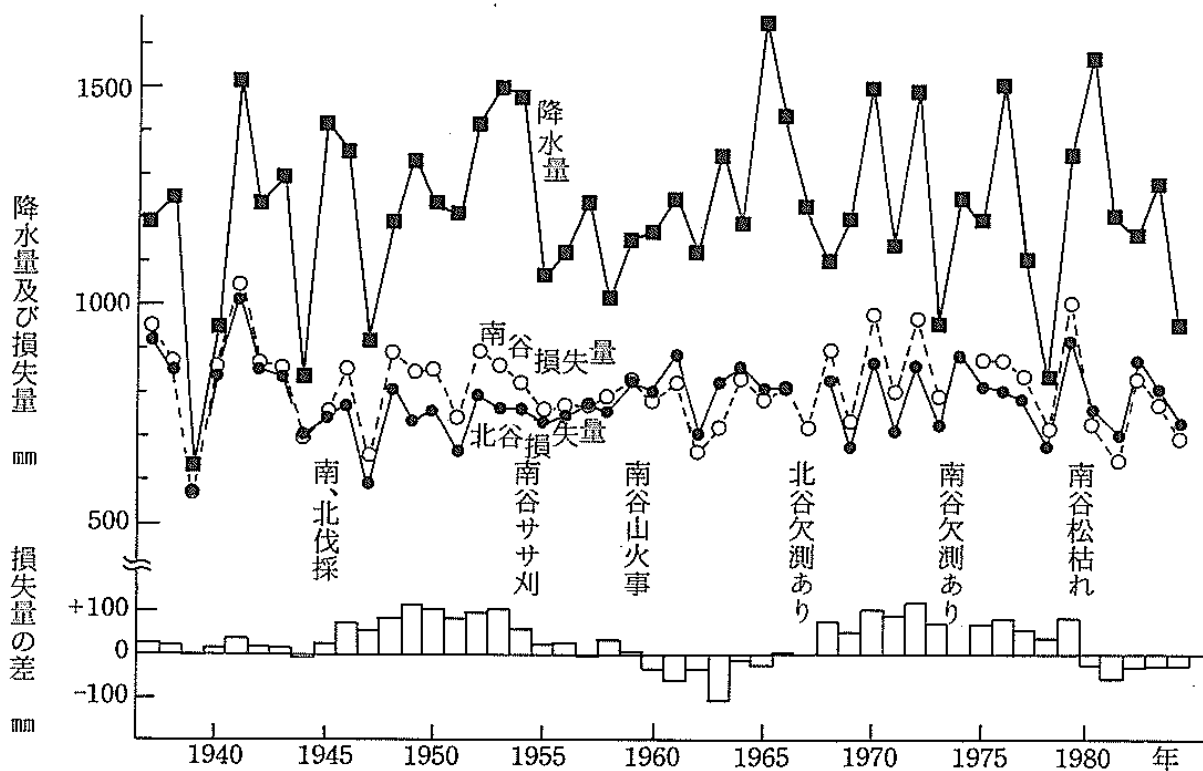
3. 年間水収支に及ぼす植生の影響

森林植生の降水流出現象に及ぼす影響を考える上で、最も基礎的な指標は年間の水収支である。つまり、一年間を単位としてみると、流域内に貯留されている水量が一年の始めと終りでほぼ同じになるため、降水量の総計から流出量の総計を差し引いた損失量が、蒸発散量に近いと考えられている。それ故、年間の水収支を調べると、複雑な解析をするまでもなく、蒸発散量が植物の状態によって異っているかどうかを、判断することができる。

竜の口山試験地における48年間の年間水収支を図示したのが、図-1である。これをみると、

降水量の年毎の変動は大きいですが、損失量の変動は小さいことがわかる。したがって、一年の始めと終りで、流域内貯留量に若干の変化があるとしても、損失量を数年間平均すれば、年間蒸発量の値が求められる。また、図の下段の南谷と北谷の損失量の差をみると、ある数年間は、南谷＞北谷、他の数年間は南谷＜北谷というように、その傾向が数年間隔で変化している。傾向変化の時点は、前節で述べた植生変化の時点とよく対応しており、植生変化によって、年間蒸発量に変化が生じているとみられる。

表－1は、植生変化を考慮しながら、損失量の差の傾向のほぼ等しい期間を取り出し、その期間の年間水収支を平均して示したものである。この表から、それぞれ区切られた期間毎の植生状況を前節の記述にしたがって調べると、南谷に急激な植生変化があり、北谷の変化が小さいとい



図－1 竜の口山試験地における年間水収支の変遷

表－1 竜の口山試験地における期間別の水収支

期 間	降 水 量 A	流 出 量		損 失 量		損失量の差 D-E
		南 谷 B	北 谷 C	南 谷 D=A-B	北 谷 E=A-C	
1937～1943	1152.9	292.9	312.3	860.0	840.6	19.4
1948～1953	1317.6	469.4	565.2	848.2	752.4	95.8
1955～1958	1105.4	334.6	353.3	770.8	752.1	18.7
1960～1965	1284.5	523.3	475.8	761.2	808.7	-47.5
1968～1979*	1211.8	354.5	426.6	857.3	785.2	72.1
1981～1984	1118.7	384.9	345.9	733.8	772.8	-39.0

*：欠測のあった1974年を除いて平均した。

研究資料

うケースが何度かあることに気付く。すなわち、1955年頃のササの刈払い、1959年の山火事、1980年の松枯れが、それである。南谷にみられる、これらの変化は、いずれも植生を減少させるものである。表からは、この変化によって損失量が低下する傾向をみることができる。植生減少が年間の蒸発散量を小さくするという結果である。一方、南谷の植生の変化と同時に、北谷も変化した場合もある。それは、1945年頃のアカマツの皆伐である。皆伐後は皆伐前に比べ、南谷の損失量から北谷の損失量を差し引いた値が増加している。この点についての理由はよくわからないが、もし、森林の生長によって流出量が大きくなるという、山形県にある林業試験場釜淵理水試験地で得られた結果¹⁾が一般的であるとする、次のような推測も可能である。すなわち、1945年頃の皆伐前、北谷には南谷にない若齢林があり、両谷で林齢が異なっていたことが、両谷における皆伐の影響に違いがあったことの原因である可能性がある。いずれにせよ、このような観測結果は、植生の影響について多くの不明な点が残されていることを示すものとして、今後の研究への問題提起のひとつといえよう。

このような問題点は残っているが、二流域の一方のみの植生変化に基づく、いわゆる基準流域法の解析から得られた結果、つまり植生の減少が年間蒸発散量の低下をもたらすということは、本試験地での研究成果の最も重要なものといえよう。

4. 流出量に及ぼす植生の影響

森林水文学において、我々の得たい知識は、植生の流出量に及ぼす影響についてであり、このことは年間水収支のみからは明らかにすることができない。そこで、本節では、降雨後速やかに流出する直接流出量や緩やかに流出する基底流出量が、植生変化によってどのように変化するかについて、これまでの研究成果によって、調べておくことにしよう。当試験地のいくつかの植生変化に対応して行なわれた研究の一部を、まず紹介すると、1945年頃の皆伐に対しては、白井ら²⁾、中野³⁾の研究、1959年の山火事に対しては、藤枝ら⁴⁾⁵⁾、岸岡ら⁶⁾、阿部ら⁷⁾の研究、1980年頃の松枯れに対しては、阿部ら⁸⁾⁹⁾の研究がある。以下においては、南谷のみに植生変化があり、

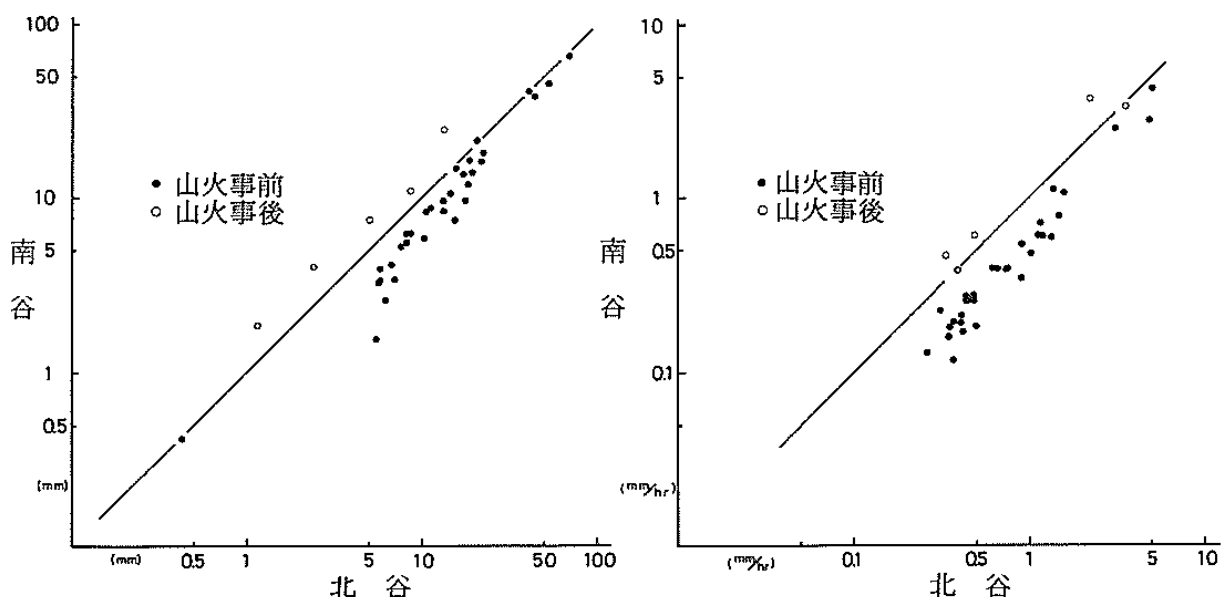


図-2 (a) 山火事による直接流出総量の変化

(b) 山火事によるピーク流量の変化

基準流域として北谷の流量を用いることができる場合の解析結果の一部を記す。

まず、直接流出量について、1959年の南谷の山火事による変化をみよう。図-2は、ひと雨における直接流出量の総量及びピーク流量について、北谷を横軸に南谷を縦軸にとって比較したものである⁷⁾。山火事後、南谷の直接流出総量、ピーク流量が明らかに増大していることがわかる。この結果を平均すると、直接流出総量は2.0倍に、ピーク流量は2.2倍に増加したことになる。同様の解析を、1980年頃の南谷の松枯れに対して行なうと、直接流出総量は、1.3倍に、ピーク流量は1.2倍に増加する⁸⁾。このように、植生の減少によって直接流出量が増大し、その程度は、山火事で地表植生の他落葉層などの消滅した場合が、上層木の枯損のみの場合よりも大きいことが明らかになった。

次に無降雨が続いた場合の基底流出量について、1980年頃の松枯れ前後についての解析結果をみておこう⁹⁾。図-3は、基底流出の現われ

ている期間の流出量を南谷と北谷で比較したもので、一例として夏の場合を示している。松枯れのあった南谷の基底流出量が松枯れ後増加していることが明らかである。他の季節の場合も同様に比較した結果、南谷の基底流出量は、松枯れにより冬1.5倍、夏2.0倍、年間を平均すると1.7倍に増加したことがわかった。

以上によって、竜の口山試験地においては、植生の減少によって、直接流出量、基底流出量がともに増加することが判明した。年間水収支の結果と総合すると、植生の減少が蒸発散量の低下をもたらし、そのため、流出量が直接、基底のいかににかかわらず、全期間を通じて増加するという結果が得られたことになる。

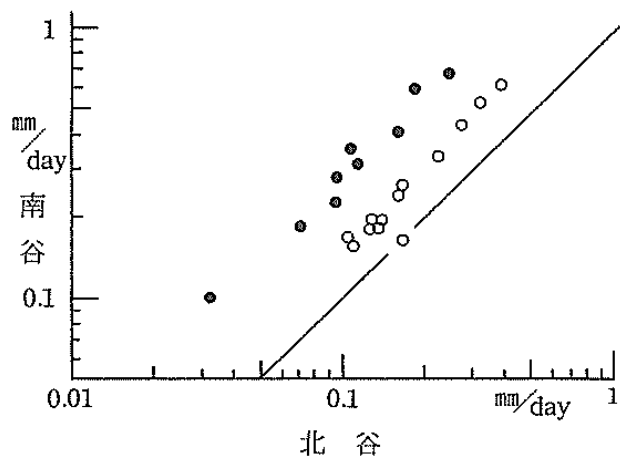


図-3 松枯れによる基底流出量の変化
○：松枯れ前， ●：松枯れ後

5. 今後の試験の展望

以上にとりまとめたように、竜の口山試験地において、植生減少によって流出量が増加するという試験結果が得られた。この結果は、世界各地で得られた傾向と矛盾しない¹⁰⁾。この基本的事実を踏まえた上で、竜の口山試験地を利用した今後の研究課題について考えてみたい。

従来の試験によって、植生減少が流出量増加につながることはわかったが、森林施業の影響については明らかでない点も多い。すなわち1945年頃のアカマツの皆伐が南谷と北谷で影響が異なっていたわけであるが、その理由が、先に推定したように、林齢の違いを反映したものかどうかはまだ不明である。また、当地方では、松くい虫によって松が全滅した跡に、ヒノキを植えることがある。この場合、樹冠の鬱閉に伴い下層植生が消滅し、土壌侵食が生じて、流出量が他の樹種と異なってくる可能性も考えられる。さらに、間伐を行った場合、流出量が増加すること

は、従来の試験結果から想像できるが、どの程度の間伐がどのくらいの流出量増加につながってくるのかはよくわかっていない。これらの点について、できるだけ短い期間で多くの試験結果を得られるような計画をたてるのが現在の課題であろう。これに関する試験方法は、従来の基準流域法をそのまま用いるのがよいと考えられる。すなわち、北谷は広葉樹のままとし、南谷全域にヒノキを植栽して、流出量の比較を行ない、その後、ヒノキ林を間伐して、流出量の変化を調べる試験設計がよいと思われる。林齢の点については、当試験地で近い将来試験することは無理であるから、単木ごとに老齡樹と若齡樹の蒸散量の生理的な違いを検討するなどの手だてを考えねばならないだろう。

次に、森林土壌の流出に及ぼす影響を明らかにするという課題が考えられる。従来の森林理水試験においては、森林の影響といっても、それは主として地上植生の変化の影響が調べられてきた。そのため、結果的には、植生毎の蒸発散量の違いが流出量に及ぼす影響を明らかにしてきたことになる。このような現状であるから、森林が洪水を小さくし、渇水を大きくする効果は土壌の働きによると、一般に信じられているにもかかわらず、この効果が定量的に明らかになっていないのである。今後、土壌の物理性や構造の降水流出過程における役割を解明することが必要と考えられる。そのために注意すべきことは、従来よく行なわれたような土壌の浸透能測定などを単独に行なうのでは不十分であるということである。土壌内の水移動機構を調べる詳細な観測を、流出量の観測されている流域内で行ない、土壌の情報と流域流出量の情報をドッキングさせてはじめて、土壌の降水流出に及ぼす影響が評価できるようになるのである。

このような観点から、理水試験地内で土壌水分移動の観測を行なうことは、非常に大切なことのように思われる。竜の口山試験地の場合、その流出量の解析から、土壌の水分状態によって流出量が大きく変化することが知られており¹⁾、土壌内の水移動観測の意義は、特に大きいことが指摘できる。そこで、著者らは、土壌の流出に及ぼす効果を実証するため、試験斜面を設定し、昭和60年度から、斜面流出量の観測を行なうことにした。今後、土壌水分量の観測も行なって、土壌の効果をより明瞭にしてゆきたいと考えている。

6. おわりに

森林の流出に及ぼす影響に関する研究は、植生減少の影響という点については、すでに大きな成果を生み出したといえる。けれども、森林施業の影響を考える上ではさらに残された問題が多い。今後は、樹種、林齢、間伐などの影響を明らかにする試験を実施する必要がある。また、森林の影響をおさえる上で重要な土壌の役割についても、試験斜面を設けることなどによって、明らかにしてゆかねばならない。これらの、従来に比べきめの細かな試験は、流出量の性質がある程度明らかにされている流域でないと、実施しにくいものである。この意味で、既存の森林理水試験地は、そのフィールドにふさわしいといえよう。

引用文献

- 1) 川口利次・小野茂夫：釜淵森林理水試験地1号沢における森林成長が流出に及ぼす影響，林試東北支場年報24，106～113，1978
- 2) 白井純郎・近藤松一・大原忠一：龍の口山水源涵養試験第4回報告 伐採による流量変化の

総合的考察, 林試研報 68, 95 ~ 120, 1954

- 3) 中野秀章: 森林伐採および伐跡地の植被変化が流出に及ぼす影響, 林試研報 240, 1 ~ 251, 1971
- 4) 藤枝基久・岸岡孝・阿部敏夫: 竜の口山南谷流域における山火事が流出におよぼす影響, 日林誌 61, 184 ~ 186, 1979
- 5) 藤枝基久・阿部敏夫: 竜の口山試験地における森林の成立が流出に及ぼす影響, 林試研報 317, 113 ~ 138, 1982
- 6) 岸岡孝・阿部敏夫・谷誠: 竜の口山南谷流域における山火事およびその跡地へのクロマツ植栽による増水ピーク流量の変化, 林試関西支場年報 23, 55 ~ 58, 1982
- 7) 阿部敏夫・岸岡孝・谷誠: 山火事の直接流出に及ぼす影響について, 日林関西支講 33, 197 ~ 200, 1982
- 8) 阿部敏夫・谷誠・岸岡孝・小林忠一: 松くい虫被害の直接流出に及ぼす影響について, 日林関西支講 34, 337 ~ 340, 1983
- 9) 阿部敏夫・谷誠: 松くい虫による松枯れが流出に及ぼす影響, 日林誌 67, 261 ~ 270, 1985
- 10) Bosch, J. M. and Hewlett, J. D.: A review of catchment experiments to determine the effects of vegetation changes on water yield and evapotranspiration, J. Hydrol. 55, 3-23, 1982
- 11) 谷誠・阿部敏夫・岸岡孝: 雨量がすべて直接流出となる条件での流出解析, 日林論 93, 463 ~ 466, 1982

竹冠の雨水貯留量の推定

阿部敏夫・服部重昭・谷 誠

1. はじめに

竹林の雨水貯留機能を明らかにするには、竹林における雨水分配特性、すなわち林冠通過雨量、竹稈流下量、林冠遮断量の割合を把握する必要がある。昭和57年から関西支場の島津実験林に試験区を設定し、観測を行ってきた。その結果、林冠通過雨量、竹稈流下量および林冠遮断量の林外雨量に対する割合は、それぞれ約75%、約17%、約8%であることがわかった²⁾。そして竹林の竹稈流下量と竹冠遮断量は、樹林で、報告されている割合³⁾に比較すると、前者は大きく、後者は小さいという特徴が明らかになった。このような差違は、竹と樹木の生態的あるいは形態的な違いによる林冠の雨水貯留量に起因することも推察される。そこで、竹冠の雨水貯留量を実験により推定し、樹林に関する既往の報告と比較することにより、貯留量に差違が存在するかどうかを明らかにする。さらに、その結果に基づき、前述した竹林の雨水分配特性に若干の考察を加える。

2. 実験方法

実験は島津実験林のモウソウ竹林で行った。実験の手順は以下の通りである。まず、遮断試験区付近の竹を1本伐倒し、それから浸水実験に使用するサンプル枝を切断する。その際、サンプル枝は竹冠の上部から下部まで部位をかえて切り取った。切り取ったサンプル枝をただちに天秤で重量を測定し、それを水を張ったポリタンクの中に十分漬ける。それを取り出し、すぐにビニール袋に入れ、袋ごと重量を測定する。その後、ビニール袋から枝を取り出し、それを一回振って水分を落とし、再びビニール袋に入れ秤量する。なお、ビニール袋もそのたびに重量を測定する。

以上の浸水実験を同様の手順で、5本のサンプル枝について繰返し行なった。そして、枝葉の水分貯留量は、浸水試験前後の重量差として求めた。

それからサンプル枝葉5本は、ビニール袋ごと実験室に持ち帰り、枝と葉を分離し、葉面積および乾燥重量の測定を行なった。葉面積はサンプル枝葉からランダムに30枚の葉を取り出し、自動面積計(AAM-7、林電1)で面積を計測するとともに、その乾燥重量との関係から単位重量当りの葉面積を計算した。

また、伐倒した竹については、枝葉重量は1 mごとに、竹稈重量は2 mごとに、さらに直径は1 mごとに測定し、その生産構造と直径分布を調査した。

3. 結果と考察

当场造林研究室が昭和57年に行なった林分調査¹⁾によると、当竹林の平均直径は9.2~10.0 cm、平均竹高は13.3~13.9 mであった。実験に使用した竹は、高さが14.5 m、胸高直径が10.4 cmであったので、当竹林の平均より若干大きいものであったといえる。また、この竹の生産構造図と

直径分布は図-1の通りで、枝葉重量と稈重量は生重量でそれぞれ4.8 kg, 23.5 kgであり、枝下高は7.1 mであった。なお、この竹の年齢は不明である。

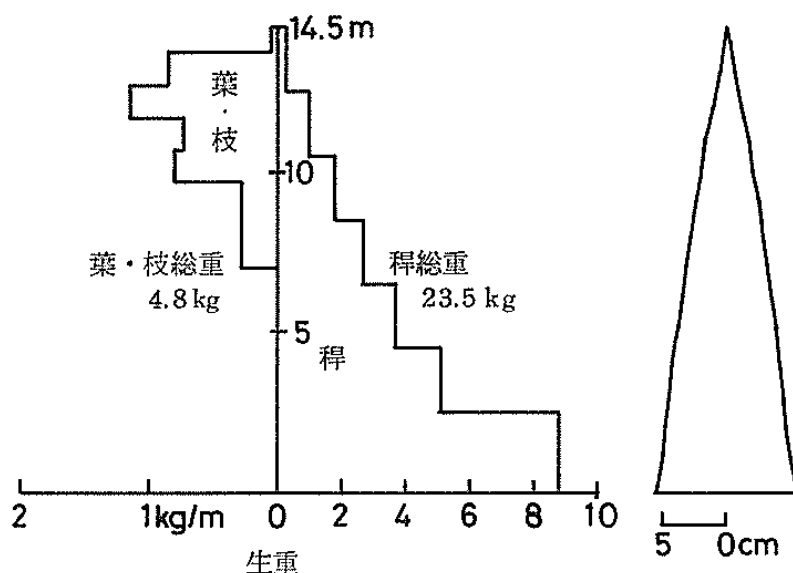


図-1 実験に供した竹の生産構造図と直径分布

浸水実験に用いたサンプル枝葉は、表に示すように、地上高9.7～14.0 mの範囲から5本を切り取った。枝葉の重量は生重量で45～250 gの間にある。また、葉の乾燥重量は11.9～61.4 gの範囲にある。

表中の飽和時貯留量は、サンプル枝葉を水に漬け飽和させたときの貯留水分量であり、一振時貯留量は、飽和した枝葉を一振したときに残っている水分量を表わしている。これによると、サンプル枝葉の重量が大きいほど、飽和および一振時貯留量が増えている。いま、サンプル枝葉の単位重量当りの貯留量を飽和および一振時について計算すると、それぞれおおむね0.7～0.8 g, 0.3～0.4 gとなった。このことから、貯留量はサンプル枝葉を切り取った部位による違いはほとんど認められず、枝葉重量に比例して大きくなることがわかった。そうすると、図-1に示したように、実験に用いた竹の総枝葉重量は4.8 kgなので、この竹の枝葉に貯留される水分重量は、飽和時では3.4～3.8 kg、一振時では1.4～1.9 kgとなる。ここでは、竹稈への貯留量が見込まれていないので、実際には上記した数値を上回ると考えられる。もちろん、一般に竹稈の表面積は枝葉の表面積に比較して小さいので、大きく上回ることはないであろう。

表中の葉面積は片面について、前述した30枚のサンプル葉から推定したものである。それを具体的に述べると、30枚のサンプル葉の表面積とその乾燥重量との測定にもとづいて、単位乾燥重量当りの表面積を計算し、それに表に示した乾燥葉重量を乗じて求めたものである。なお、単位乾燥重量当りの表面積は、平均して182.3 cm²/gであった。

研究資料

竹葉の水分貯留量

サンプル 枝葉番号	切り取り 地上高 (m)	生重量 (g)	乾 重 (g)	燥 量 (g)	飽和時 貯留量 (g)	一振時 貯留量 (g)	単位葉面積当り貯留量		
							葉面積 (cm ²)	飽和時 (mm)	一振時 (mm)
1	14.0	24	11.9		33	12	2169	0.152	0.055
2	12.8	126	42.5		96	51	7748	0.124	0.066
3	12.7	163	53.4		111	64	9735	0.114	0.066
4	11.6	250	61.4		200	76	11193	0.179	0.068
5	9.7	118	18.4		97	48	3354	0.289	0.143

こうして求めた葉面積を用いて、飽和時および一振時の単位葉面積当りの貯留量を計算すると表の最後の2欄に示したようになる。これによると、飽和時および一振時の平均貯留量は、それぞれ0.172 mm, 0.080 mmとなり、前者は後者の約2.2倍に相当する。これらの値は葉表面を貯留量で被覆した場合、そこに形成される水膜の平均的な厚さとみなされる。また部位による違いとして、No 5のサンプル枝葉の貯留量は、他の枝葉に比較し、2倍程度大きくなっている。これは、No 5枝葉は竹冠の下部に位置するため、葉量が少なく、枝量が大きいのので、葉面積に対して計算した貯留量が大きくなったと考えられる。すなわち、上記の計算では枝表面積は葉面積に比較して無視できるほど小さい。No 5のように竹冠下部の枝については、枝表面積も考慮する必要があるようだ。もし、これを加算すると、No 5の貯留量は少し小さくなると考えられる。もちろん、他のサンプル枝についてもその表面積を考慮すると、貯留量はわずかであるが小さくなることは明白である。

さて、このようにして求めた貯留量が、果たして竹冠の貯留量として妥当なものであるかどうかを検討しなければならない。そこでまず、表に整理した貯留量が単位葉面積に対して計算してあるので、これを竹林の単位面積当りの水高に換算する。それは既存資料などとの比較に便利のためである。それには竹林の葉面積指数(LAI)を知る必要があるが、当竹林のLAIは造林研究室の調査¹⁾から、10.5~15.2であることがわかっているので、これを利用する。そうすると、飽和時および一振時の貯留量は、それぞれ1.81~2.61 mm, 0.84~1.22 mmに相当することがわかる。したがって、これらの値について、比較、検討を行うことにする。

一般に、雨水の林冠貯留の大きさを表現するのに、貯留容積(storage capacity)という水文量が用いられる。これは、樹体全表面を濡らすのに必要な最小限の水量と定義され、降雨中の蒸発が無視できるような降雨を選出し、その林外雨量と林内雨量(林冠通過雨量と樹幹流下量の和)の回帰式を決定し、その切片として推定される。^{4) 5)} その関係を数式で表現すると(1)式のようになる。

$$P = P_G - C \quad (1)$$

ここで、P：林内雨量、P_G：林外雨量、C：貯留容量。

(1)式は、蒸発が無視できる場合、林内雨量は林外雨量から貯留容量を差し引いたものになることを示している。そこで、この方法に準拠して、当竹林の貯留容量の推定を行う。回帰式の推定に用いたデータは、阿部ら²⁾の報告における大型受水器のものである。図-2に林外雨量が22 mm

以下のものについて、林内雨量との関係をプロットした。図中の点群のうち、その上部に位置する3点を蒸発が無視できる降雨とみなし、その回帰を求めると、(2)式が得られる。

$$P = 1.01 P_G - 0.855 \quad (2)$$

(2)式の傾きは1.0とみなしてよいと考えられるので、(1)式との関係から、竹林の貯留容量は切片の0.855 mmになる。これをサンプル枝葉の貯留実験から得られた値と比較すると、次のことがわかる。

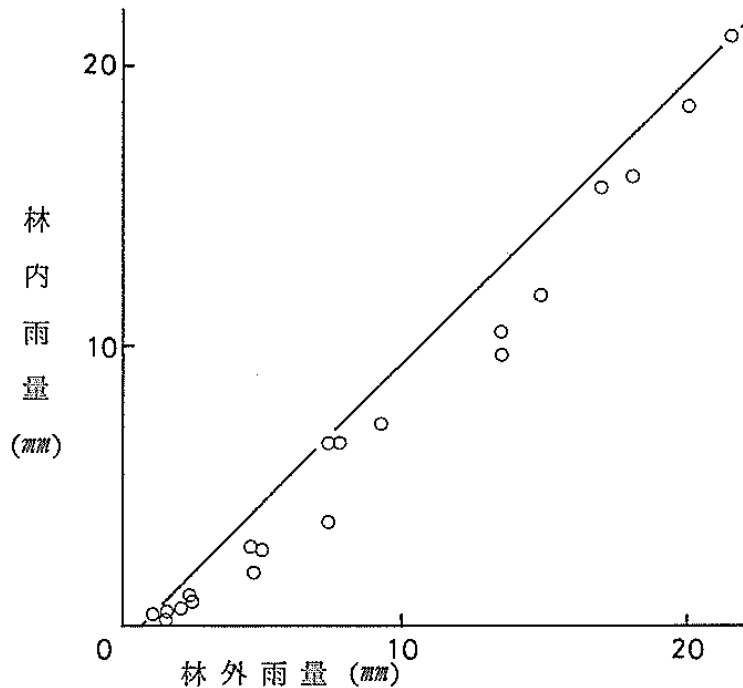


図-2 回帰式による貯留容量の推定

まず、飽和時の貯留量は貯留容量の2～3倍に相当する。それから、一振時の貯留量は貯留容量にかなり近似することがわかる。確かに、竹は柔軟で、風によりかなり動揺することを考えると、飽和時のように、枝葉全体が水中に沈んだような貯留状態が出現することは、ほとんどないであろう。したがって、貯留容量が飽和時より一振時に近似したことも、定性的には理解できる。

それから、竹林の貯留容量は、前述の理由により、一振時の貯留量0.84～1.22 mmの範囲にあるとすると、樹木の貯留容量と大差がないことがわかった。たとえば Rutter⁶⁾は、針葉樹林(4林分)の貯留容量が1.0～2.1 mmであること、落葉樹林(2林分)で0.4～1.0 mmであることを報告している。また、服部ら⁵⁾は、ヒノキ林の貯留容量を1.24 mmと見積っている。いずれにしろ、当竹林の貯留容量は、樹木のそれに近似しているとみなすことができる。

雨水が貯留される主な場所である葉の現存量は、竹の場合、ヒノキ、スギなどの $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}$ 程度であるにもかかわらず、貯留容量がほぼ近似した値を示すのは、竹の葉は相対的に薄く軽いので、LAIが大きくなるためと考えられる。このことから、林分の貯留容量を比較する指標としては、葉の現存量よりLAIの方が望ましいが、LAIのみから貯留容量を決定することは難しいと考えられる。

研究資料

以上の結果から、冒頭に述べた竹林の遮断量が小さいという事実は、竹冠の貯留量が小さいことによるものではないと考えられる。むしろ、竹稈流下量が樹木より相当大きいことから、枝の着生形、稈表面の状態が重要になるのではないかと推察された。すなわち、竹の枝は上向きに付いており、雨水を集め易い形態をしていること、稈表面が非常になめらかで雨水が流下し易いことのため、竹稈流下量が多くなり、その分遮断量が小さくなっていることが考えられる。

4. おわりに

サンプル枝葉の浸水実験から、竹冠の貯留量の推定を行った。その結果、一振時の貯留量が竹林の貯留容量に近似すること、竹林の貯留容量は樹林と大差ないことがわかった。しかし、一振という表現は大変あいまいであり、その定量的な測定法を見い出す必要がある。また、竹林の遮断量が小さいのは、竹冠の貯留量に起因するのではないことが知られたが、その原因について、枝の形態、稈表面の状態をも考慮しなければならないことが考えられた。

5. 参考文献

- 1) 河原輝彦・加茂皓一・山本久仁雄：モウソウ竹林の再生量試験，関西支場年報，(25)，(1982)
- 2) 阿部敏夫・谷 誠・服部重昭：竹林における林冠通過雨量，竹稈流下量の測定，日林関西支講，(35)(1984)
- 3) 中野秀章：森林水文学，共立出版
- 4) Leyton, L., Reynolds, E.R.C. & Thompson, F. B. : Rainfall interception in forest and moorland, Int. Sym. on For Hydro, Pergamon. (1967)
- 5) 服部重昭・近嵐弘栄・竹内信治：ヒノキ林における樹冠遮断量測定とその微気象学的解析林試研報，(318)，(1982)
- 6) Rutter, A.J. : The hydrological cycle in vegetation, In Vegetation and the atmosphere (Monteith, J.L. ed.), Vol. 2, Academic Press. (1976)