

RESEARCH REPORT
OF THE
OITA PREFECTURAL
FORESTRY RESEARCH INSTITUTE

No. 7, October, 1983
Arita, Hita, Oita, Japan

研 究 時 報

第 7 号

大 分 県 林 業 試 験 場

昭和 58 年 10 月

大分県日田市大字有田字佐寺原

大分県林業試験場研究時報第7号 (1983年10月)

目 次

竹林施業と竹の生産量及び材質に関する研究	安養寺幸夫 諫本 信義	1
	佐々木義則	
林地除草剤(ザイトロンフレノック微粒剤) 空中散布効果試験	安養寺幸夫	9
	川野洋一郎	
集中豪雨による山腹崩壊地の現況調査結果	安養寺幸夫 諫本 信義	20
	佐々木義則	

竹林施業と竹の生産量及び材質に関する研究

安養寺幸夫・諫本信義・佐々木義則

要 旨

マダケの既存林を施業改善することにより良質で多量の竹材を生産することを目的に本試験を実施した。試験区は低密度区と高密度区に区分し, これを更に, 施肥区と無施肥区に分け, 試験区ごとの新竹発生数, 竹稈の形態, 成分分析, 材質調査を行なった。この結果, 高密度施肥区が大径材および形態の良い竹材が生産されるようである。一方, 新竹を多量に発生させるためには低密度施肥区が最も有効であったが, 新竹は小径竹で節間長が短かく, しかも生枝下高が低いという欠点がある。

I. はじめに

一時代替品の進出により生産量の減退を見た竹材も, 最近わが国古来の伝統的工芸品の見直しと, 今日石油製品の値上がりなどによって, 以前にもまして需要量が増加している。ただ, 需要そのものが材質, 形態, 耐朽性など品質の優れたものを要求している点で異ってきている。こうした背景のもとにあって, 多量で良質の竹材を生産する施業技術が必要である。

本試験では竹林の適正本数密度管理下における生産量と形態や材質の関係について調査研究を行い優良竹材生産に資するもので, 大分県では9149haを有するマダケについて試験を実施した。

II. 試験地の概況および方法

試験地 別府市大字別府字榑下4360外12 別府市有林

期 間 昭和55~57年度

試験区は施肥区と無施肥区を設置し, それを更に低密度区(100本/100㎡)と高密度区(250本/100㎡)に分け2反復とし計8区設置した。試験区配置図は図-1のとおりである。

1試験区の面積は400㎡(20m×20m)とし, 更に試験区間の影響をなくすため中央部に100㎡(10m×10m)の調査区を設置した。

親竹の年齢は5年以下とし, 各年齢別の立竹本数はおおむね均等になるようにした。

親竹の伐採は毎年11月に行ったが枯死竹, 病害竹, 風雪による折損竹, 細竹等は適宜伐採した。

施肥は施肥区の中央部に設置した調査区に表-1のと通りの基準量を毎年春, 夏, 秋に施用した。

タケの形態調査および成分分析は各調査区の2年生竹で胸高直径の最も大きなもの, 平均に近いもの, 最も小さいものを各1本づつ選び11月に伐採して, 形態は根元径, 胸高直径, 胸高肉厚, 胸高節間長, 胸高節高, 枯枝下長, 生枝下長, 稈長, 節数, 稈, 枝, 葉別生重量, 材質については含水率, 収縮率(軸方向, 半径方向, 接線方向), 成分分析は土

壤はPH価, C, N, P₂O₅, K₂O, 竹稈, 竹葉はN, P₂O₅, K₂O, SiO₂について分析を行った。

なお、竹稈の材質試験のうち気乾比重、弾性率、繊維長、セルローズ結晶化度については京都大学木材研究所に試験を委託した。

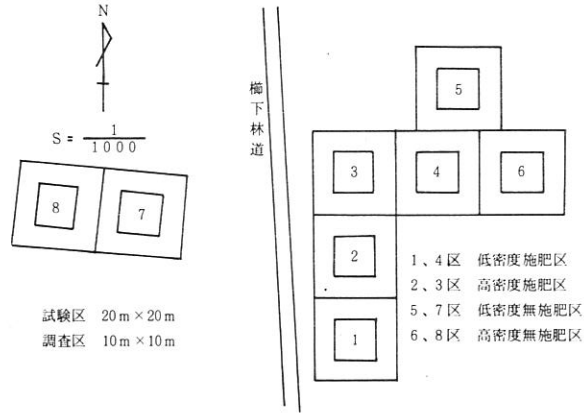


図-1 試験区配置図

Ⅲ. 結果および考察

1. 気象, 地況, 林況

試験をはじめた昭和55~57年の年平均気温は12.1°C, 降水量は昭和55年2,332mm, 56年は1,579mm, 57年は2,457mmであった。

地況は海拔高520~550m, 土壤型はBl_D, 方位N78°E, 平均傾斜度12°, 地質は洪積性火山性岩石である。

林況はマダケ林でシロダモ, ニワトコ, ヤブツバキ, アカ

メガシワ, ホソバタブ, ヤマハゼ, ゴンズイ等と混生しており, 地表植生は草本類ではヤブミョウガ, チジミザサ, フユイチゴ, リュウノヒゲ, クズ類, 木本類はハナイカダ, ヤマチャ, アオキ, コウガクウツギ等が主要植生であった。

このマダケ林は昭和45年頃開花病にかかり, ほとんどの立竹が枯死したが, その後再生竹から新生竹の発生があり試験地設定時の昭和55年にはほぼ健全な竹林に回復していた。

試験地設定時の林分構成は表-2のとおりである。

表-1 時期別肥料の種類と施肥量(100㎡当り)

時期	肥料の種類	施肥量
春	発筍1~2ヶ月前	硫安 7.35kg (1.54)
		過リン酸石灰 4.41 (0.84)
		硫酸加里 1.40 (0.70)
夏	新竹の伸び終わった時期	三要素施用10日後
		硫安 3.15kg (0.66)
		過リン酸石灰 1.89 (0.36)
秋	10月	硫酸加里 0.60 (0.30)
		三要素施用10日後
		硅カル 20.00kg
		硅カル 15.00kg
		乾燥鶏フン 30.00kg

()は成分量

表-2 試験地設定時の林分構成

200㎡当り

区分	直径階別立竹本数														平均直径		
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75		計	
低密度区	施肥区	11	17	41	44	58	40	28	17	7	8	2	1	-	-	274本	29.8mm
	無施肥区	6	27	63	50	34	25	25	16	9	2	2	1	-	-	260	28.5
高密度区	施肥区	6	13	28	46	79	65	72	34	13	7	2	-	-	-	365	33.4
	無施肥区	0	4	45	70	65	54	26	17	8	2	3	-	-	-	294	30.8

2. 新竹発生本数および平均胸高直径

三年間三要素（硫酸，過リン酸石灰，硫酸加里），硅カル，乾燥鶏フンを表-1に示した基準により施用し，肥培効果を新竹の発生本数および平均胸高直径で検討した。まず，新竹の発生本数では表-3および図-2に示すとおりであり，低密度区で肥培効果が大きく，昭和56年度は施肥区61.5本/100㎡に対し，無施肥区は44.5本/100㎡で1.38倍，57年度は更に効果が現われて施肥区50.5本/100㎡，無施肥区25.5本/100㎡で1.98倍の発生を示した。しかし，高密度区では肥培効果はほとんど現れず，56年度は施肥区49.5本/100㎡無施肥区48本/100㎡で1.03倍，57年度は施肥区36本/100㎡，無施肥区34.5本/100㎡で1.04倍であった。

次に，平均胸高直径による肥培効果を検討した。結果は表-4，図-3のとおりで，新竹の発生本数と反比例する結果であった。

昭和56年度は低密度区の施肥区は30.5mm，無施肥区は36.5mmで0.84倍，57年度は施肥区41.2mm，無施肥区45.0mmで0.93倍となり，稈径に対する肥培効果はまったく現われなかった。しかし，高密度区では56年度は施肥区が42.5mmに対し，無施肥区は31.5mmで1.35倍となっており，57年度も施肥区51.1mmに対し，無施肥区は43.8mmで1.17倍であった。

この結果から考察すると，新竹の成立本数を増加させるためには母竹を低密度化し，施肥することが有効であると思われるが大径竹の生産は望めない。

大径竹材の生産を目標とした場合には母竹を高密度林分とし，筍の発生を抑制し，施肥をすることにより可能だと思われる。

ただし，マダケ林において相対的にいえることは，立竹密度や施肥の有無にかかわらず，発筍は1年ごとに豊凶があり，豊作年は稈径が小さく，凶作年は稈径が大きくなるようである。

表-3 年度別新竹の成立本数と指数

年度 試験区分		成 立 本 数			指 数		
		55	56	57	55	56	57
低 密 度 区	肥 培 区	39 ^本	123 ^本	101 ^本	100	315	259
	無施肥区	35	89	51	100	254	146
	計	74	212	152	100	286	205
高 密 度 区	肥 培 区	53	99	72	100	187	136
	無施肥区	47	96	69	100	204	147
	計	100	195	141	100	195	141

表-4 年度別新竹の胸高平均直径と指数

年度 試験区分		胸高平均直径			指 数		
		55	56	57	55	56	57
低 密 度 区	肥 培 区	32.4 ^{mm}	30.5 ^{mm}	41.2 ^{mm}	100	94	127
	無施肥区	32.9	36.5	45.0	100	110	137
	平均	32.7	33.5	43.1	100	102	132
高 密 度 区	肥 培 区	36.0	42.5	51.1	100	118	142
	無施肥区	36.2	31.5	43.8	100	87	121
	平均	36.1	37.0	47.4	100	102	131

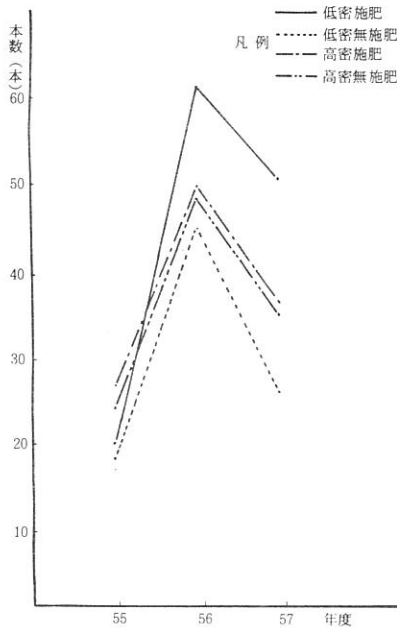


図-2 年度別新竹発生本数(100 m²当り)

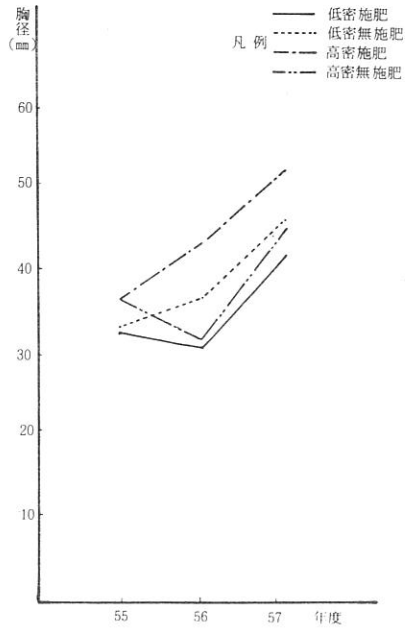


図-3 年度別発生新竹の平均胸高径

3. 立竹密度別、施肥の有無別竹稈等の形態

試験地を設定し、密度管理および施肥を実施して2年目に発生した調査区の最大竹、平均竹、最小竹を各1本、8調査区で計24本を昭和57年11月に伐採し、供試竹とした。

調査結果は表-5のとおりで、各調査要因別の優勢順位を示すと下記のとおりである。

- 根元径……高密度施肥区>低密度無施肥区>低密度施肥区>高密度無施肥区
- 胸高直径…高密度施肥区>低密度無施肥区>低密度施肥区>高密度無施肥区
- 胸高肉厚…高密度施肥区>低密度無施肥区>低密度施肥区>高密度無施肥区
- 胸高節間長…低密度無施肥区>高密度施肥区>高密度無施肥区>低密度施肥区
- 胸高節高…低密度無施肥区>高密度施肥区>低密度施肥区>高密度無施肥区
- 生枝下高…高密度施肥区>低密度無施肥区>高密度無施肥区>低密度施肥区
- 稈長………高密度施肥区>低密度無施肥区>低密度施肥区>高密度無施肥区
- 節数………高密度施肥区>低密度施肥区>低密度無施肥区>高密度無施肥区
- 稈生重量…高密度施肥区>低密度無施肥区>低密度施肥区>高密度無施肥区
- 枝生重量…低密度施肥区>高密度施肥区>低密度無施肥区>高密度無施肥区
- 葉生重量…低密度施肥区>高密度施肥区>低密度無施肥区>高密度無施肥区

以上のことから大径竹生産のためには根元径、胸高直径、胸高肉厚、生枝下高、稈長において最も大きな数値を示した高密度施肥区が有効と思われるが、高密度であるため劣勢竹(稈径、稈長ともに小さいもの)が優勢竹に被圧され枯損竹が目立つため100 m²当りの母竹本数は150～200本程度が適当ではないかと思考される。

4. 形態別の相関関係

形態要因別の相関関係を調査したが、全試験区で0.1%水準 ($r=0.96638\sim 0.97891$) で有意であったのは胸高直径と稈長要因であり、胸高直径と胸高肉厚との相関関係は低密度施肥区を除き他の3試験区では1%水準で有意であった。

また、胸高直径と節間長では低密、高密度施肥区とも有意差は現われなかったが、無施肥区では1%水準で有意であった。胸高肉厚と胸高節高には相関関係はないようである。

5. 密度別、施肥の有無別の材質

竹稈の含水率は高密度施肥区で4.07%が最高で、低密度無施肥区3.61%、高密度無施肥区3.47%、低密度施肥区の3.24%であり、施肥により含水率が上昇するとは一概にはいえない。収縮率の調査は軸方向、半径方向、接線方向の三方で行なった。収縮率の最も高い方向は半径方向で、いずれの試験区においても10%以上の数値を示した。接線方向の収縮率は8~9%台で低密度、高密度および施肥、無施肥区の差はあまり認められなかった。軸方向では0.1~0.8%で収縮率は低かった。

その他の材質試験である気乾比重、弾性率、繊維長、セルローズ結晶化度については、京都大学木材研究所に委託し、現在データのとりまとめ中である。

6. 竹稈、竹葉および土壌の成分分析結果

竹稈、竹葉についてはN, P_2O_5 , K_2O , SiO_2 , を施肥2年目に発生した2年生竹を使用した。土壌は試験地設定後の3年目の夏の三要素施用直前に採集し、PH値, C, N, P_2O_5 , K_2O の含有成分を分析した。結果は表-5-3に示すとおりで、竹の成分では K_2O は稈と葉での含有量には差が認められなかったが、N, P_2O_5 , SiO_2 では稈に比し葉への含量が著しく大きかった。また、施肥区と無施肥区ではいずれの成分も含有量に大差は生じていなかった。

IV. おわりに

昭和55年度から3ヶ年立竹密度別、施肥の有無別の試験を実施してきたが、大径竹を生産する場合は立竹密度を100 m^2 当り150~200本にし、施肥をすることにより解決できるようであるが、近年、本県におけるマダケ材の用途は3~4cmの小径材に集中しつつあるため、小径竹生産のための施業方法として、本試験の結果では低密度仕立(100本/100 m^2)で肥培すれば新竹の発生も多量で小径竹が得られることがわかった。

しかし、竹稈の形態から見た場合、節間長が短かく、生枝下高が低いという欠点があるため、今後この欠点を解消すべく試験を継続していく必要がある。

表-5-1 形態、材質及び成分調査一覽表

試 区	供 試 竹 記 号	形										態			
		根 元 径 (A)	胸 高 直 径 (B)	(B) × 100 (A)	胸 高 肉 厚 (C)	胸 高 節 間 長 (D)	胸 高 節 高 (E)	枯 枝 下 長 (F)	生 枝 下 長 (G)	桿 長 (H)	(G) × 100 (H)	節 数			
肥 培 区	肥(1)-A	58.3	55.8	95.7	5.4	25.5	3.4	—	312	1,000	31.2	46			
	B	41.0	41.3	100.7	4.5	22.9	5.2	—	153	800	19.1	39			
	C	28.8	28.3	98.3	3.6	20.0	2.2	—	187	740	25.3	35			
低 密 区	肥(2)-A	48.6	46.9	96.5	4.9	20.5	5.0	174	296	903	32.8	45			
	B	37.3	35.0	93.8	3.7	24.9	5.3	—	172	720	23.9	35			
	C	21.5	19.8	92.1	3.0	20.3	5.2	—	115	529	21.7	27			
平 均	無(1)-A	39.3	37.9	96.2	4.2	22.4	4.4	174	206	782	25.7	38			
	B	57.2	59.7	104.4	5.7	27.7	5.1	—	459	1,021	45.0	47			
	C	33.5	34.0	101.5	4.6	26.1	7.1	—	158	690	22.9	32			
無 施 区	無(2)-A	21.5	20.2	94.0	3.3	24.3	5.5	—	106	578	18.3	26			
	B	62.7	66.5	106.1	7.1	28.8	5.2	—	596	1,200	49.7	47			
	C	44.7	42.9	96.0	3.6	25.4	4.5	—	350	819	42.7	38			
平 均	肥(3)-A	26.2	24.6	93.9	3.2	26.6	5.0	—	211	705	29.9	31			
	B	41.0	41.3	99.3	4.6	26.5	5.4	—	313	836	34.8	37			
	C	60.7	61.2	100.8	6.5	24.6	3.2	—	416	1,120	37.1	48			
肥 培 区	肥(4)-A	49.2	42.8	87.0	4.4	23.8	7.9	—	395	950	41.6	46			
	B	21.0	21.1	100.5	3.5	27.4	4.7	—	239	676	35.4	26			
	C	73.4	71.0	96.7	7.5	25.3	3.3	—	683	1,169	58.4	51			
平 均	肥(4)-A	42.9	43.2	100.7	4.3	26.5	3.1	529	498	1,020	48.8	42			
	B	25.3	23.5	92.9	3.5	24.1	5.8	—	96	660	14.5	29			
	C	45.4	43.8	96.4	5.0	25.3	4.7	529	388	933	39.3	40			
高 密 区	無(3)-A	43.4	44.4	102.3	4.7	24.2	1.8	279	309	878	35.2	42			
	B	32.3	29.8	92.3	3.8	21.5	4.0	—	193	667	28.9	34			
	C	19.4	16.8	86.6	2.7	21.1	3.0	—	163	508	32.1	26			
無 施 区	無(4)-A	56.1	51.2	91.3	5.3	23.4	4.0	—	300	980	30.6	46			
	B	32.1	32.5	101.2	3.4	23.7	5.6	—	177	649	27.3	32			
	C	19.8	19.8	100.0	3.0	25.3	4.8	—	107	591	18.1	27			
平 均	33.9	32.4	95.6	3.8	23.2	3.9	279	208	712	28.7	35				

表-5-2

試区	供試竹号	形						態				材			
		生		重 量		重 量 比		相 関 係 数		含水率	收 縮		質 率		
		稈	枝	葉	稈	枝	葉	(B)-(C)	(B)-(D)		(C)-(E)	(B)-(H)		軸 方 向	半 徑 方 向
低 密 度 区	(1) 肥 培 区	肥(1)-A	5,875g	1,455g	2,565g	59%	15%	26%				46.4%	10.235	0.388	1.838%
		B	2,645	985	1,393	53	20	28				3.79	10.235	0.388	1.838
		C	1,445	665	2.25	62	28	10				4.23	10.330	0.287	1.737
	(2) 肥 培 区	肥(2)-A	4,465	1,780	2,295	52	21	27				4.07	10.040	0.417	1.832
		B	2,015	997	1,088	49	24	27				2.71	9.848	0.363	1.793
		C	692	396	1.48	56	32	12				2.44	10.223	0.285	1.953
	平 均	2,856	1,046	1,286	55	20	25				3.24	10.116	0.368	1.832	
	(1) 無 施 肥 区	無(1)-A	6,711	1,387	2,007	66	14	20				4.08	10.222	0.432	1.913
		B	2,002	830	5.36	59	65	16				3.57	10.188	0.413	1.818
		C	710	252	7.5	68	24	7				3.20	10.337	0.353	1.792
無(2)-A		8,860	1,390	2,230	71	11	18				3.70	10.033	0.503	1.778	
B		2,730	550	6.70	69	14	17				4.08	9.897	0.348	1.820	
C		1,015	270	4.0	77	20	3				3.03	10.017	0.313	1.618	
平 均	3,671	780	9.26	68	15	17				3.61	10.116	0.394	1.790		
高 密 度 区	(3) 肥 培 区	肥(3)-A	8,025	1,610	1,770	70	14	16				3.88	10.380	0.562	1.858
		B	3,385	555	6.73	73	12	15				3.91	10.317	0.340	1.813
		C	860	255	2.5	75	22	2				3.96	10.145	0.317	1.750
	(4) 肥 培 区	肥(4)-A	10,295	1,595	2,610	71	11	18				5.26	10.055	0.608	1.813
		B	3,665	580	6.20	75	12	13				4.36	10.043	0.430	1.698
		C	1,065	350	6.5	72	24	4				3.04	10.298	0.293	1.718
	平 均	4,549	824	9.61	72	13	15				4.07	10.206	0.425	1.775	
	(3) 無 施 肥 区	無(3)-A	3,585	905	1,057	65	16	19				3.08	10.055	0.425	1.850
		B	1,604	507	5.35	61	19	20				2.94	10.238	0.350	1.837
		C	465	150	2.5	73	23	4				2.51	10.003	0.265	1.853
無(4)-A		5,205	1,815	1,845	59	20	21				6.60	10.030	0.477	1.847	
B		1,475	840	5.40	52	29	19				2.98	9.997	0.442	1.782	
C		665	360	5.6	62	33	5				2.73	9.988	0.312	1.878	
平 均	2,167	763	6.76	60	21	19				3.47	10.052	0.379	1.841		

表-5-3

試 区 分	供試竹 記 号	成 分 分 析						土 壤 分 析										
		N		P ₂ O ₅		K ₂ O		SiO ₂		深 さ	PH値		C	N	C/N比	P ₂ O ₅	K ₂ O	
		稈	葉	稈	葉	稈	葉	稈	葉		H ₂ O	KCl						
低 密 度 区	(1) 肥 培 区	肥(1)-A	0.20	2.01	0.17	0.40	4.71	4.85	0.93	1.385	0	5.0	4.5	4.06	0.39	1.04	0.87	0.46
		B	0.22	1.77	0.11	0.52	4.60	4.78	1.81	1.039	20~25	4.6	4.2	5.16	0.50	1.03	0.	0.15
		C	0.29	1.83	0.15	0.40	4.83	4.80	2.74	1.404	0	4.25	3.9	6.25	0.55	1.14	1.12	0.41
	(2) 平 均	肥(2)-A	0.17	1.72	0.10	0.32	4.75	4.69	2.81	1.512	20~25	4.25	4.15	3.01	0.29	1.04	0.08	0.02
		B	0.23	1.61	0.13	0.39	4.73	4.74	1.84	1.582	0	4.5	4.2	4.62	0.43	1.07	0.69	0.26
		C	0.21	2.38	0.11	0.48	4.71	4.71	0.90	1.392	0	4.5	4.15	3.52	0.29	1.21	0.	0.31
無 施 肥 区	(1) 平 均	無(1)-A	0.15	1.73	0.03	0.48	4.61	4.58	0.91	1.494	20~25	4.75	4.35	3.25	0.28	1.16	0.	0.06
		B	0.16	1.48	0.12	0.39	4.63	4.75	0.87	1.209	0	4.8	4.3	3.79	0.38	1.00	0.	0.15
		C	0.17	1.83	0.04	0.46	4.71	4.85	2.06	1.543	20~25	4.9	4.45	3.84	0.34	1.13	0.	0.15
	(2) 平 均	無(2)-A	0.16	1.89	0.08	0.50	4.74	4.80	1.91	1.300	0	4.7	4.3	3.60	0.32	1.13	0.	0.17
		B	0.17	1.82	0.08	0.32	4.67	4.81	0.85	1.030	20~25	5.4	4.85	3.90	0.40	0.98	0.85	0.69
		C	0.23	1.70	0.06	0.45	4.76	4.73	1.89	1.214	0	4.7	4.3	3.60	0.32	1.13	0.	0.17
高 密 度 区	(3) 肥 培 区	肥(3)-A	0.21	1.87	0.13	0.45	4.74	4.80	0.93	1.116	20~25	5.1	4.65	3.46	0.33	1.05	0.	0.63
		B	0.35	1.88	0.10	0.35	4.65	4.79	5.66	10.55	0	5.4	4.85	3.90	0.40	0.98	0.85	0.69
		C	0.29	2.26	0.10	0.50	4.82	4.80	1.83	1.059	20~25	5.1	4.65	3.46	0.33	1.05	0.	0.63
	(4) 平 均	肥(4)-A	0.22	1.82	0.15	0.30	4.66	4.79	0.93	1.231	0	5.7	5.2	5.18	0.50	1.04	1.45	0.48
		B	0.23	1.91	0.15	0.43	4.76	4.81	2.09	1.169	20~25	5.4	4.98	3.57	0.33	1.08	0.	0.15
		C	0.43	2.26	0.05	0.63	4.77	4.94	1.85	1.144	20~25	5.4	4.9	4.03	0.39	1.03	1.15	0.49
無 施 肥 区	(3) 平 均	無(3)-A	0.15	1.64	0.03	0.41	4.24	4.75	0.82	1.576	0	4.6	4.2	4.90	0.46	1.07	0.	0.26
		B	0.14	1.88	0.08	0.42	4.31	4.83	0.52	1.253	20~25	4.8	4.48	3.08	0.29	1.06	0.	0.03
		C	0.19	1.78	0.09	0.35	4.73	4.70	0.96	1.216	0	4.5	4.1	7.54	0.63	1.20	0.60	0.54
	(4) 平 均	無(4)-A	0.15	1.69	0.04	0.30	4.53	4.65	0.44	1.402	0	4.5	4.1	7.54	0.63	1.20	0.60	0.54
		B	0.16	1.67	0.10	0.31	4.64	4.85	2.83	1.161	20~25	4.75	4.3	4.65	0.44	1.06	0.	0.10
		C	0.21	1.89	0.07	0.26	4.76	4.82	0.99	9.06	20~25	4.7	4.3	5.04	0.46	1.10	0.60	0.23

林地除草剤(ザイトロンフレノック微粒剤) 空中散布効果試験

安養寺幸夫・川野洋一郎

要 旨

林地除草剤(ザイトロンフレノック微粒剤)を空中散布し、造林地の下刈りを省力することを目的に、雑草木への枯殺、抑制効果および造林木に対する影響について調査を行った。

主要植生はクサイチゴ、ササ、ワラビ、クズ、ススキ、ウラジロ等であったが散布当年から反応、抑制効果の大きかったもの、反応は現われたが再生したもの、ほとんど反応を示さなかったもの等種類により異なったが、造林木への遮光率は高くなり、ススキ、ボタンヅルの群生地を除いては下刈りの必要性は認められなかった。

I. はじめに

近年、林業就労人口の激減、就労者の高齢化により、林業経営において労働力確保が重大な問題となっている。とくに夏期の猛暑の中での下刈り作業は林業労働者においても敬遠されがちであるが、造林地の下刈りは林木を育てる上では最も重要な作業であり、これをさけて通ることはできない。そこで人力による下刈りより省力的で、しかも急峻な斜面でも簡単に除草される林地除草剤の空中散布が考えられる。

本試験ではクズ、かん木、ススキ、ササ等幅広く除草効果があるとされているザイトロンフレノック微粒剤を空中散布し、雑草木の反応、抑制効果および造林木に対する影響について調査した。

II. 試験方法

1. 試験実施場所

大分県下毛郡三光村大字諫山字鴨山 329-1 外 3 大分県造林公社造林地

2. 試験地の概況

試験地は県の北西部に位置し、付近一帯は山国川下流の豊前平野に付随した丘陵地である。標高は80~180m、土壌は赤色系の褐色森林土でrBc型、rBd(d)型に区分され、生産力はやや劣る。年平均気温 15.5℃、年降水量は 1,560 mm である。

試験地の前植生はいわゆる雑木林で、主にコナラ、ヤマハゼ、アカメガシワなどの落葉広葉樹によって構成され、これにヒサカキやクロキなどの常緑広葉樹やアカマツが混交する林であったことが、隣接する残存林から類推される。

昭和54年1月~3月にこの雑木林の伐採と地ごしらえを行い、同年3月にスギおよびヒノキを植栽し、薬剤散布時の林齢は4年生であった。

散布区の主要な植生は表-1のとおりである。山腹中~下部は特にススキ、ササ、クサ

イチゴの占有率が高く、山腹上部から山頂にかけてはウラジロが優占しており、他にはススキ、コナラ、ワラビなどの占有率が比較的高かった。

なお、山腹中～下部においてはクズやワラビが部分的に優占する場所もあり、ヒメジョオン、セイタカアワダチソウなどキク科草本の占有率も比較的高かった。

無散布区の植生は散布区に類似し、山腹中～下部においてはススキ、ササの占有率が高く、山腹上部や尾根部においてはヤブムラサキ、アカメ

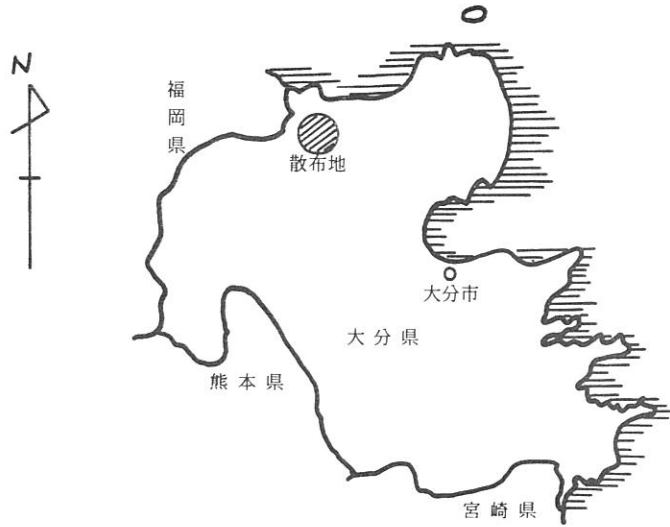


図-1 散布地の位置

ガシワなどの落葉広葉樹とともにウラジロ、ススキなどの占有率が高かった。

表-1 散布区の主要植生

位置	種類	
山腹下部	クサイチゴ(5), ササ(5), ワラビ(5), クズ(4)	註) () は被度階級 被度によって次の ように区分した。 5…75~100% 4…50~75% 3…25~50% 2…10~25% 1…1~10% +…1%以下
	チヂミザサ(3), ボタンヅル(3), ヒメジョオン(2)	
	クサギ(2), イボタノキ(2), ヘクソカズラ(2)	
	フユイチゴ(2), ツルコウゾ(2), ススキ(2)	
	イヌツゲ(1), ヤマハゼ(1), アカネ(1), ノブドウ(1)	
	スゲ類(1), ヒヨドリジョウゴ(1)	
	セイタカアワダチソウ(1), アキノノゲシ(1)	
山腹中部	クサイチゴ(5), ササ(5), ススキ(4), チヂミザサ(3)	
	ヘクソカズラ(2), フユイチゴ(2), クズ(3)	
	ヤマハゼ(1), ヤブムラサキ(1), ヤマフジ(1)	
	サルトリイバラ(1), クヌギ(1), ボタンヅル(1)	
	コウゾ(1), ヤマノイモ(1), カラムシ(1), ツルコウゾ(1)	
山腹上部 (山頂)	ウラジロ(5), ススキ(3), サルトリイバラ(2)	
	コナラ(2), ワラビ(2), ヤマフジ(1), ヤマツツジ(1)	
	クズ(1), リョウブ(1), アカメガシワ(1), ヒサカキ(1)	
	ヤマハゼ(1), マルバハギ(+), ノイバラ(+)	

散布区の略図は図-2のとおりで、無散布区は散布区の南約450mの位置にある。

3. 試験区の構成

表-2 試験区の構成

試験区	供 試 薬 剤	有 効 成 分	散布量	面積
散布区	ザイトロンフレノック微粒剤	トリクロピル3% テトラピオン5%	80kg/ha	4.19ha
無散布区	—————	—————	—————	5.32ha

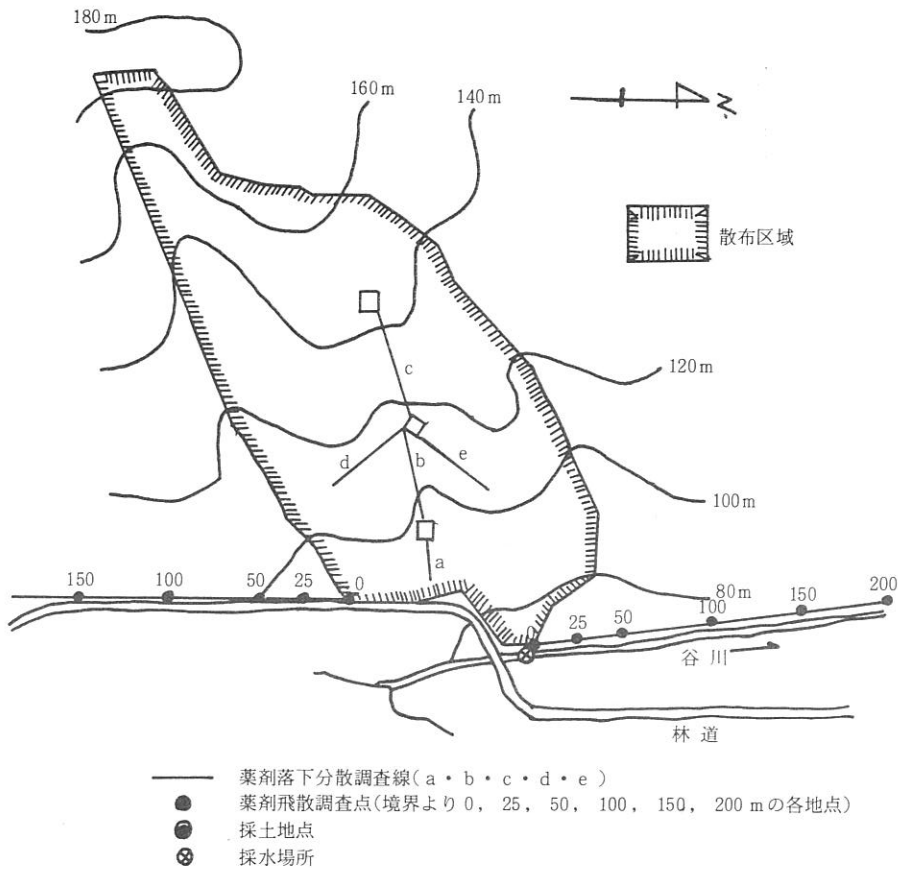


図-2 散布地略図

4. 散布方法

- (1) 散布期日 昭和57年7月6日
- (2) 散布装置 微粒剤散布装置
- (3) 散布飛行諸元
 - ア. 高度 樹冠上10~20m

- イ. 速度 30~40マイル/時
 ウ. 散布幅 20m
 エ. 飛行方法 40kg/haの2回重ね散布

5. 調査項目および方法

(1) 気象条件

散布時の風向、風速を散布地で観測し、散布日前後の気象条件（天気、気温、雨量）を資料により調べた。

(2) 散布薬剤の落下調査

1) 薬剤落下分散調査

薬剤の落下および散布の均一性を確認するために、図-2のように谷部から尾根部に a, b, c 線を設定し、また山腹中部にはほぼ等高線沿いに d, e 線を設定し、それぞれ 5 m 間隔で黒色粘着紙を配置した。落下量は M 式微粒剤落下量調査指標により判定した。

2) 薬剤飛散調査

散布区域外への飛散を、南北 2 方向にそれぞれ散布区の境界より 0, 25, 50, 100, 150, 200 m の各位置に黒色粘着紙を配置して調べた。

(3) 薬剤効果調査

ア. 調査時期

散布時（前）	昭和57年7月1日～2日
散布1か月後	昭和57年8月6日～7日
散布2か月後	昭和57年9月8日～9日
散布翌年生育盛期	昭和58年7月19日～20日

イ. 調査項目

散布時に植生の種類、草高、占有率、照度、造林木の樹高を調査し、散布後は、前記の調査項目に加えて、反応、抑制、造林木の伸長量についても調査した。

ウ. 標準調査区

散布区は 10 m × 10 m の方形調査区を、無散布区は 5 m × 5 m の方形調査区をそれぞれの斜面下部、中部、上部に設定した。

- (4) 造林木の葉害調査 造林木の葉害の有無を、観察により調査した。

Ⅲ. 試験結果および考察

1. 気象条件

(1) 散布時の気象条件

散布当日は早朝より小雨が降り始め、一時は散布の実施は困難と思われたが、雨も 2 時間程度で一応止み、天候も回復するきざしが見え始めたので、散布することとした。散布時刻や風向、風速は表-3のとおりである。

散布後も一時小雨が降ったが、その量

表-3 散布時の風向、風速

時刻	風向	風速 $\frac{m}{sec}$	備考
am 9:27	NW	0.17	第1回散布
9:32	SW	0.23	第2回散布
9:37	〃	0.29	散布終了

はずかで薬剤が葉面より流れ落ちるような雨量ではなかった。

(2) 散布日前後の気象条件

散布日前後の気象は表-4のとおりである。散布当日は一時的な小雨のみであったが、翌日には4mmの雨量が記録されている。

(3) 散布後1年間の気温と降水量

図-3は昭和57年5月から翌年5月までの平均気温と降水量を表したものである。57年の5月~6月は雨量が少なく、特に6月の雨量が平年より著しく少なかった。7月は中旬~下旬にかけて、雨量が多く、集中豪雨もあったため降水量は平年より著しく多かった。この雨の影響で7月の平均気温は平年よりかなり低かった。8月以降は気温、降水量ともに平年値に近かった。

表-4 試験地の散布日前後の気象

月日	7/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
天候	晴	晴/曇	晴	晴	晴/雨	曇	曇/雨	曇/晴	曇	晴/曇
気温	21.0 26.5 15.2	22.8 29.6 16.6	23.4 29.4 16.9	23.0 27.9 17.4	23.6 28.3 18.2	22.9 24.7 21.8	24.0 26.5 21.7	24.9 28.7 21.9	25.3 29.7 20.8	26.6 30.4 22.0
降水量	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—
備考						散布				
月日	7/11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
天候	雨/曇	雨/曇	雨	雨/曇	曇/晴	雨	曇/雨	曇/雨	曇/雨	雨
気温	25.2 28.4 22.6	24.0 27.4 21.2	21.6 23.4 20.7	22.8 25.8 20.9	24.4 26.8 22.3	23.5 24.7 22.6	23.2 24.6 20.5	22.5 24.6 19.8	24.6 28.5 21.6	22.1 23.2 21.0
降水量	21	28	76	33	—	76	1	13	42	16
備考										

註) 気温: $\frac{\text{平均}}{\text{最高} \sim \text{最低}}$

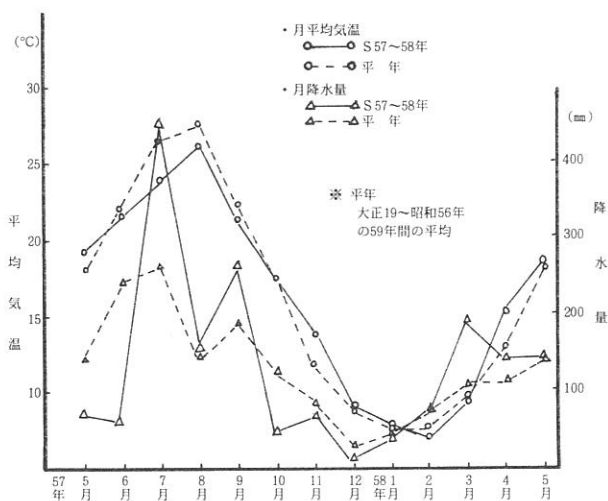


図-3 試験地の月別平均気温と降水量

2. 薬剤落下分散調査

散布区内に配置した50枚の黒色粘着紙上の落下量を、M式微粒剤落下量調査指標を用いて判定した。判定水準別の出現率は図-4のとおりで、やや散布のムラがみられるが、落下量が約80kg/haに相当する水準の6および7の出現率が高く、これらの両水準で全体の60%を占めていた。

黒色粘着紙の付着量をヘクタール当りの落下量の指標と照合し、散布区内の平均散布量を試算すると75.1kg/haで、計画散布量80kg/haよりやや少なかった。

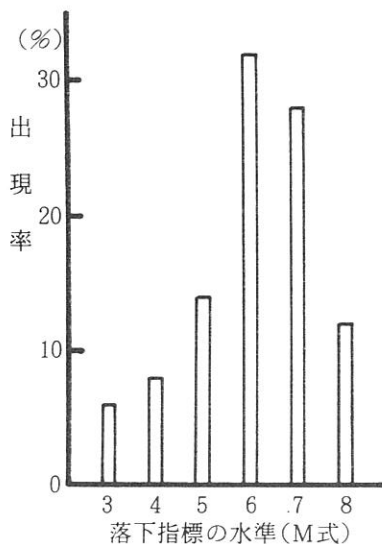


図-4 薬剤落下分散調査の結果

3. 薬剤飛散調査

散布区域外への飛散状況を調査した結果は、表-5のとおりで、散布区の北側、南側とも境界より100mの距離まで薬剤の飛散が認められた。北側と南側では北側が南側よりやや多かったが、散布時の南東方向の風が影響したものと思われる。

表-5 薬剤落下分散調査の結果

調査方向	散布区境界からの距離					
	0 m	25 m	50 m	100 m	150 m	200 m
北側	6	2	1	2	0	0
南側	4	1	1	1	0	0

註) 数値はM式微粒剤落下量調査指標の判定水準

4. 雑草木に対する効果結果

(1) 散布当年の結果

方形調査区において、雑草木の占有率、草高、薬剤による反応および抑制を調査した結果は表-6のとおりである。

散布時における試験地内の草高は、例年に比較してやや低い傾向がみられたが、これは散布年の5月～6月の降水量が少なかったことが影響した結果と考えられる。

散布後に占有率が低下したものは、落葉木本、クズ、常緑木本、草本、つる類の順で

あり, 特に落葉木本およびクズの占有率が散布後に顕著に低減したが, ササ, ススキ, シダ類の占有率は散布前後でほとんど変化がみられなかった。

表-6 散布区の植生変化と薬剤効果

方形区	植生	散布時		散布1か月後			散布2か月後			散布翌年			生長盛期		
		占有率 %	草高 cm	占有率 %	草高 cm	薬剤効果 反応 抑制	占有率 %	草高 cm	薬剤効果 反応 抑制	占有率 %	草高 cm	薬剤効果 反応 抑制	反応 抑制		
No. 1 (山腹下部)	ササ類	85	87	85	77	1	1	85	75	0~1	1	85	80	3~4	0~3
	ススキ	10	158	10	156	0	1	10	206	0	1	10	75	0	0
	草本	78	124	71	92	0~5	1~3	56	34	0~5	1~3	20	110	0~5	1~3
	常緑低木本	27	63	6	55	1~5	1~3	5	50	1~5	1~3	5	74	1~5	1~3
	落葉低木本	116	94	52	58	1~5	1~3	31	33	2~5	1~3	20	113	1~5	1~3
	クズ	50	-	25	-	3	3	1	-	3~4	3	-	-	5	3
	その他のつる類	68	-	41	-	1~5	1~3	28	-	0~5	1~3	50	-	0~5	0~3
	シダ類	70	114	70	129	1	1	70	135	1	1	70	190	1	1
裸地	0	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
No. 2 (山腹中部)	ササ類	95	156	95	49	1	1	95	146	1	1	50	167	3~4	0~3
	ススキ	70	158	70	140	0	1	75	194	0	1	80	178	0	0
	草本	34	125	31	75	1~5	1~3	31	78	2~5	1~3	30	111	2~5	1~3
	常緑低木本	0.5	79	0	62	3	2	0	0	4	3	0	0	5	3
	落葉低木本	102	112	33	69	1~4	1~3	22	52	0~5	1~3	20	118	0~5	0~3
	クズ	5	-	1	-	3	3	0	-	4	3	0	-	5	3
	その他のつる類	35	-	20	-	1~5	0~3	19	-	0~5	1~3	20	-	0~5	0~3
	シダ類	0	-	0	-	-	-	1	0	-	-	1	0	-	-
裸地	0	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	
No. 3 (山腹上部)	ササ類	0	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-
	ススキ	40	105	40	80	1	1	40	95	1	1	10	130	0	0
	草本	1.5	84	1	62	0~5	1	0.5	52	0~5	1	0	0	5	3
	常緑低木本	3	72	2	67	1~2	0~3	2	63	0~3	0~3	5	109	0~5	0~3
	落葉低木本	20	87	9	47	0~5	1~3	4	40	0~5	1~3	5	163	0~5	0~3
	クズ	5	-	0	-	3~4	3	0	-	3~4	3	0	-	5	5
	その他のつる類	14	-	10	-	1~5	1~3	10	-	1~5	1~3	20	-	0~5	0~3
	シダ類	110	71	110	68	1	1	105	68	1~2	1	130	90	0~2	1
裸地	0	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	

註) ①占有率: 被度で表示した。
②反応, 抑制などの調査は林地除草剤導入試験調査要領(林野庁)によって行った。

薬剤に対する反応は, 比較的効果の大きかった落葉木本にもヤブムラサキ, ヤマコウバシなどのように, ほとんど反応の認められないものもあり, 種類によって異なっていた。反応が顕著に現れ, 地上部または地下部まで枯死し, 感受性の高いと考えられる種類は, クズ, 草本のセイタカアワダチソウ, ヤクシソウ, アキノノゲシ, ムラサキニガナ, オオアレチノギク, クララ, オトギリソウ, カラムシ, 落葉木本のクサギ, アカメガシワ, ヤマグワ, ヤマハゼ, ヤマウルシ, イヌザンショウ, クサイチゴ, イヌビワ, マルバハギ, テリハノイバラ, ヤマガキ, コウゾ, ヌルデ, クマイチゴ, コナラ, ゴンズイ, つる類のヘクソカズラ, ヒヨドリジョウゴ, ノブドウ, ツルコウゾ, アカネ, センニンソウ, カラスウリ, 常緑木本のフユイチゴ, タブノキなどであった。逆に反応のほとんど認められなかったものは, スゲ類, ヤマノイモ, ミツバアケビ, ボタンヅル, ヤブムラサキ, ススキ, ササ, ヤマコウバシであったが, ヤブムラサキなどのような広葉雑草が本薬剤に耐性の植物であるかどうかについては調査本数が少なく, 薬剤落下量に多少のムラがあることなどを考慮する必要がある, 結論はできない。なお, チヂミザサの反応も, 葉の変色が認められた程度であったが, チヂミザサは草高が低く, 造林木を被圧することはない。表-6の方形区No.1, No.2の草本の占有率が散布後にあまり低下していないのはチヂミザサの占有率が高いためであり, 他の草本は著しい反応を示

し、枯死するものも多かった。

ワラビは散布前に発生していたものは葉の褐変や葉枯れが見られたが、散布後に発生したのも比較的多く、結果的に占有率は散布前後でほとんど変化がなかった。

顕著な反応の認められた落葉木本、クズなどは、当然のことながら抑制効果も十分現れていたが、反応のほとんど認められなかったススキ、ササも散布後の伸長量は対象区と比較して少なく、抑制効果は認められた。

(2) 散布翌年生育盛期の結果

散布翌年の植生生育盛期の植生別効果調査結果は表-7のとおりで、散布当年に地上部または地下部まで枯死した草本類のヤクシソウ、クララ、オトギリソウ、オオアレチノギク、カラムシ、落葉低木本のアカメガシワ、コウゾ、ヌルデ、イヌビワ、イヌザンショウ、ハナイカダ、ヤマガキ、クマイチゴ、クサギ、常緑低木本のタブノキ、つる類のヒヨドリジョウゴ、ヘクソカズラ、ヤマフジ、ツルコウゾ、アカネ、カラスウリはまったく再生は見られず、薬効進行中であったヤマザクラ、ナナメノキは枯死していた。

また、クズについては表-8のとおりで散布当年より薬剤効果が進行し45株中地下部まで枯死し、新生つるの全く発生しなかった株は31株で69%、地上部株頭枯死、地際より新茎が1 m以下伸長したものが10株で22%を占めており、下刈りの必要は認められなかった。

表-7 植生別効果測定表

区分	感受性グループ	中間グループ	耐性グループ
草本	○ヒメジオン・ヤクシソウ クララ・オトギリソウ・ オオアレチノギク・ カラムシ ○ニガナ	×セイタカアワダチソウ・ ×アキノノゲシ・ムラサキニ ガナ・○ベニバナボロギク	チジミザサ・スゲ
落葉 低木本	アカメガシワ・コウゾ・ ヌルデ・イヌビワ・ヤマザ クラ・イヌザンショウ・ ハナイカダ・ヤマガキ・ クマイチゴ・クサギ	クサイチゴ・×テリハノイバ ラ・ネムノキ・エノキ・クヌ ギ・×ヤマハゼ・×マルバハ ギ・ニガキ・×コナラ・ノイ バラ・×ヤマウルシ・×ヤマ グワ・×ゴンズイ	イボタノキ・ヤマウグイスカ グラ・ヤマコウバシ・ヤブム ラサキ・リョウブ・ヤマツツ ジ・イヌシデ
常緑 低木本	タブノキ・○ナナメノキ	イヌツゲ・ナワシログミ・ フユイチゴ	ヒサカキ・ネズミモチ・アカ マツ
つる類	ヒヨドリジョウゴ・ヘクソ カズラ・ヤマフジ・ツルコ ウゾ・アカネ・カラスウリ	×センニンソウ・スイカズラ ×ノブドウ	ボタンヅル・ヤマノイモ・ サルトリイバラ・サネカズラ ミツバアケビ・カエデドコロ
クズ	○クズ		
ササ類		○ササ	
ススキ			ススキ
シダ類		ウラジロ	ワラビ

註) ○散布翌年に効果の現われたもの。×再生したもの

表-8 クズの散布翌年生育盛期の薬剤散布効果

株 径	効 果 判 定				備 考
	3	4	5	計	
1 cm以下	0	1	1	2	効果判定基準 3…地上部の一部が枯死, 新茎が1 m以上伸長 4…地上部株頭枯死, 地際より新茎1 m以下伸長 5…株頭など地下部まで枯死, 新茎発生なし
1.1 ~ 2.0	1	3	7	11	
2.1 ~ 3.0	1	2	8	11	
3.1 ~ 4.0	0	2	4	6	
4.1 ~ 5.0	1	0	7	8	
5.1 ~ 6.0	0	2	3	5	
6.1 ~ 7.0	1	0	1	2	
計	4	10	31	45	
比 率	9%	22%	69%	100%	

また, ササについても薬効が進み図-5にみられるように竹茎上部にあった葉は枯死し落下しており, 葉量が相当減少していた。しかし, 竹茎の下部および根から新生が少量ではあるが発生し, 新, 古葉が竹茎の下部の方にかたよる傾向であった。

一方散布当年薬効の現われていた草本のセイタカアワダチソウ, アキノノゲシ, 落葉低木本のテリハノイバラ, ヤマハゼ, マルバハギ, コナラ, ヤマウルシ, ヤマグワ, ゴンズイ, つる類のセンニンソウ, ノブドウ等は再生しており抑制効果は散布当年のみと見られた。また, 散布当年効果の現われなかった草本のチジミザサ, スゲ, 落葉低木本のヤマコウバシ, ヤブムラサキ, つる類のボタンヅル, ヤマノイモ, ミツバアケビそれにススキ, ワラビには翌年も抑制効果が現われず, 特にボタンヅルおよびススキの群生地は下刈りを必要とする。

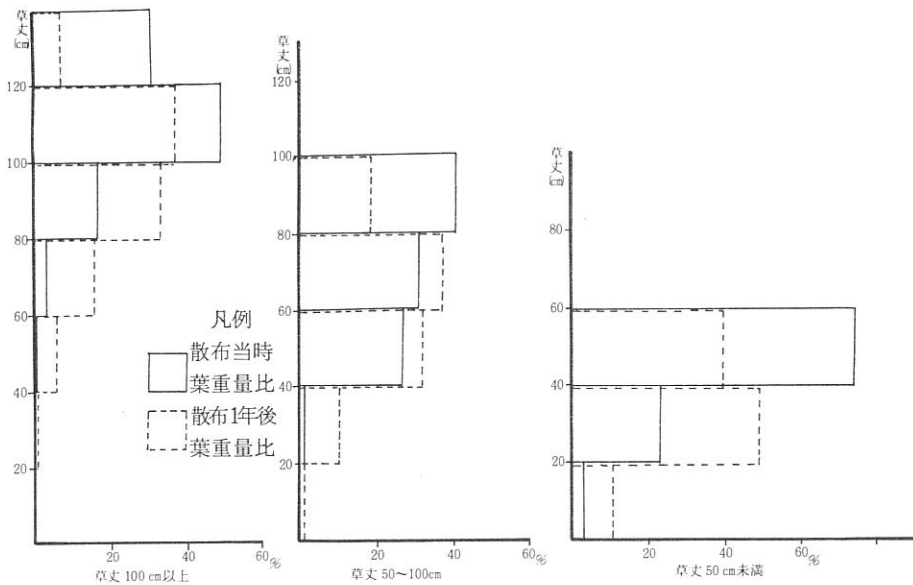


図-5 ササに対する薬剤の効果

図-6は造林木の地際より50cmの位置の照度および林外の照度を、散布時、散布2ヶ月後および散布翌年の生育盛期に測定した結果を相対照度で示したものである。散布時(前)の照度は調査区によって異なっていたが、散布時に比較して散布2ヶ月後の照度は無散布区は低下したが、散布区はやや高くなっていった。散布翌年の生育盛期も植生の種類や地位により草高に相違はあるが相対照度は無散布区に比し散布区は高い数値を示した。このように散布時と散布後の照度の変化によっても、薬剤の効果があったことが認められた。

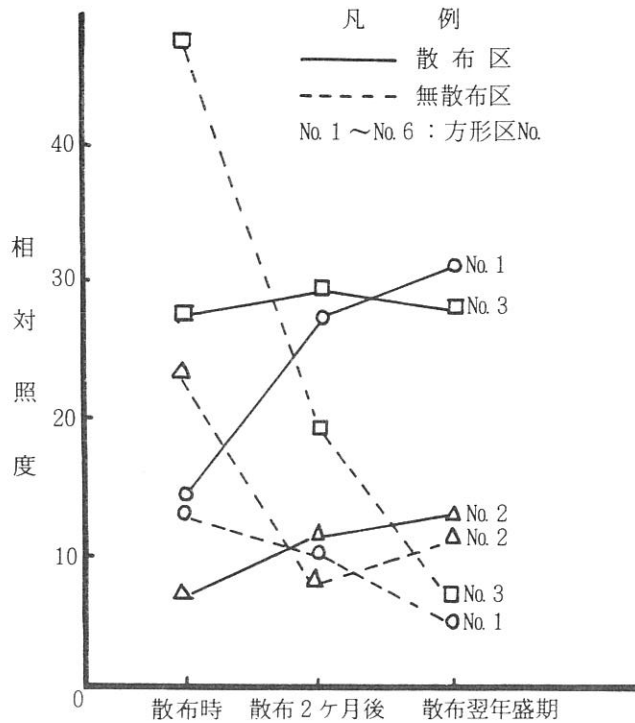


図-6 相対照度の変化

造林木のスギ、ヒノキに対する葉害は、肉眼で観察したが、全く認められなかった。表-9は造林木の樹高生長を示したものである。スギについては散布時から翌年生育盛期までに散布区では85cm伸長し、60.3%の伸長率であったのに対し、対照区は52cmの伸長で伸長率は、31.6%であった。しかし、ヒノキは両区とも伸長量の差はほとんど認められなかったが伸長率では無散布区が高かった。これは無散布区のヒノキの調査本数が少ないこと、立地条件に差異があったためと思われる。このことから薬剤散布により林木の生長には全く障害はなかったものと思われる。

表-9 造林木の樹高

試験区	樹種	散布時	1か月後	2か月後	伸長量 (伸長率)	散布翌年生育盛期	
						樹高	伸長率
散布区	スギ	141 cm	154 cm	165 cm	24 cm (17.0%)	226 cm	85 cm (60.3%)
	ヒノキ	176	185	194	18 (10.2)	240	64 (36.4)
無散布区	スギ	144	150	160	16 (11.1)	196	52 (36.1)
	ヒノキ	137	141	156	19 (13.7)	203	62 (48.2)

註) 伸長量 = 散布2か月後の樹高 - 散布時の樹高
 伸長率 = $\frac{\text{散布2か月後の樹高} - \text{散布時の樹高}}{\text{散布時の樹高}} \times 100$

6. 下刈の必要性

薬剤散布時の造林木の林齢が4年生で平均樹高が $\frac{150 \text{ cm}}{137 \sim 176 \text{ cm}}$ で翌年生育盛期の平均樹高は $\frac{216 \text{ cm}}{196 \sim 240 \text{ cm}}$ に達しているため中腹より上部の林地は草高も低くクズもほとんど伸長していないことから下刈の必要性は考えられないが、山腹下部の特に窪地はススキが全面にあり旺盛な生長をしており、また、抑制効果の現われなかったボタンヅルの群生地があり、造林木を被圧しているためこの部分については下刈りが必要である。

IV. 問題点および今後の検討問題

前述したように、ザイトロンフレノック微粒剤の散布当年および翌年生育盛期には一部の植生を除き、効果は明瞭に現れていたが、植生の種類によって反応の程度は異なり、この薬剤の効果が大きいとされている広葉雑草木の中にも、ヤブムラサキなどのようにほとんど反応が認められなかった種類もあった。なお、反応の認められた種類においても、反応の判定規準（林地除草剤導入試験調査要領）の1～2に区分されるものが比較的多かった。このように効果は必ずしも十分とは言えない面があるが、これには散布後間もない7月中旬より下旬にかけて雨量が多く気温が低かったことや、散布当日の散布後に一時的に少量の雨が降ったことなどの悪条件が影響していることが考えられ、このため薬剤の効果が十分発揮されていない可能性もある。

この薬剤の実用上の問題点として、散布目的植生であるススキに対して散布当年は茎葉の萎縮が一部で見られたが、枯死などの反応は認められず、翌年は旺盛な生長をなしていることから散布量および散布時期を再検討する必要がある。

V. おわりに

スギ、ヒノキの4年生造林地にザイトロンフレノック微粒剤を空中散布して、散布当年と翌年の雑草木に対する除草効果と造林木におよぼす影響を調査した。

- (1) 薬剤の試験区内への落下分散は、散布時における弱風の影響などによってややムラが認められ、試験区外へ少量の飛散もあったが、概して良好な散布が行われていた。
- (2) 雑草木に対する除草効果は、落葉低木本、クズ、キク科の草本などに明瞭に認められた。ササに対しては抑制効果は認められたが、ススキに対しては反応は認められなかった。
- (3) 散布時と散布2か月後および散布翌年の生育盛期に相対照度を調査した結果、無散布区（対照区）に対し散布区は高い照度を示しており、散布効果があったものと思われる。
- (4) 造林木であるスギ、ヒノキの薬害は全くみられなかった。
- (5) 下刈りの必要性を検討したが、散布当時造林木が4年生で翌年生育盛期の平均樹高が216 cmであるため、山腹下部の草高の高い場所を除けば下刈りはほとんど不必要な状況にあった。

集中豪雨による山腹崩壊地の現況調査結果

安養寺幸夫・諫本信義・佐々木義則

要 旨

昭和56年7月3日に時雨量で110.5mmという驚意的な集中豪雨に見舞われ、耶馬溪町、山国町において人畜、家屋、田畑、道路、山林に多大の被害をもたらした。特に山林においては、1,606ヶ所の山腹崩壊が発生した。

この山腹崩壊の原因について地況、林況の調査を行ったが、最も崩壊頻度の高い林分は山腹上部で崩壊地周辺に岩石が露出しており、急傾斜地の変曲点であり比較的表層土の浅い所であった。

林況ではスギの4齢級林分において崩壊出現率が高く、ヒノキ林分は4齢級までの幼齢林は崩壊頻度は高いが20年生以上の林分にはほとんど発生していない。

I. はじめに

大分県北西部一帯に停滞した梅雨前線により昭和56年6月25日から6月30日にかけて断続的な大雨が降り続き、この間だけでも約400mmに達し、土壌水分は飽和状態であったのに加えて、3日後の7月3日には166mm（時雨量110.5mm）という驚意的な雷雨に見舞われ、入畜はもとより家屋、田畑、道路、山林に多大の被害をもたらした。

特に山林では、1,606ヶ所の山腹崩壊が発生し、被害面積は136haに及んでいる。この山腹崩壊の原因を究明するため崩壊箇所の樹種、林齢、位置、規模および立地条件について実態調査を行ったので報告する。この調査結果が今後予防治山事業や造林、施業の指針ともなれば幸甚である。

なお、この調査にあたり現地指導をいただいた農林水産省林業試験場防災部治山第二研究室長陶山正憲氏および治山第一研究室岩本賢氏に深甚の謝意を表する。

II. 被害地の概況

集中豪雨のあった地域は県北西部の下毛郡耶馬溪町および山国町で、北は英彦山(1,196.6m)を境に福岡県に接し、東は耶馬溪町の樋山路川より西方、南は山国川の北方、西は大將陣(969.8m)を境に日田市に接する約15,000haで図-1に示すとおりである。

降雨の状況は図-2、図-3のとおりで、観測データは集中豪雨の中心地となった建設省の山国町小原井観測所の記録で、梅雨前線の停滞により6月25日から7月3日の9日間に562mmの降雨があり、特に災害の起った7月3日の17～18時の1時間に110.5mmという豪雨が降っている。

この豪雨により山腹上部から中部にかけて無数の山腹崩壊が発生し、土石および立木の流出により、次のような被害が発生した。（大分県中津事務所調）

重傷者1、軽傷者5、住宅全壊4、同半壊7、同一部損壊2、床上浸水29、床下浸水95、非住家全壊7、同半壊4、被害額145百万円、農業関係では農作物、家畜、利用施設、貯蔵品、加工品等で76百万円、農地関係では田畑の流失、埋没、決壊645ヶ所、工作物、道

路等で56ヶ所, 被害額 244 百万円, 林業関係は山腹崩壊 1,606 ヶ所, 林道の損壊 160 ヶ所等で被害額は 4,752 百万円, 土木関係は道路の決壊61, 橋梁の流失等 8 で 335 百万円, その他の災害を含めて総額 5,570 百万円となっている。

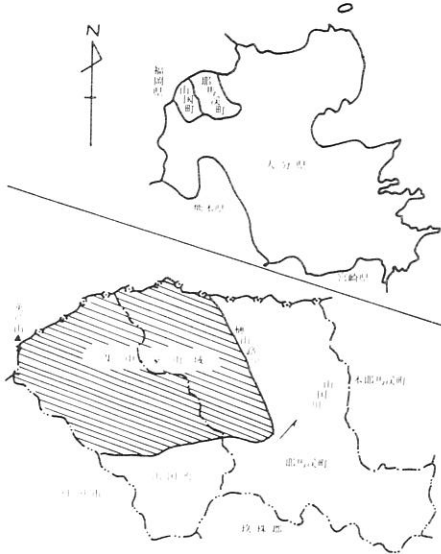


図-1 集中豪雨区域

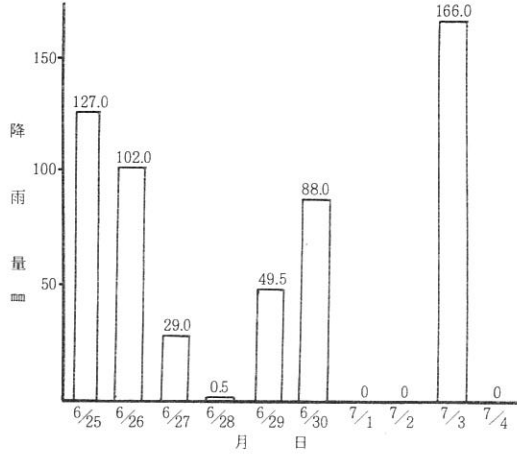


図-2 日別降雨量(小原井観測所調べ)

Ⅲ. 山林の被害状況調査結果および考察

1. 概況調査結果

被害区域の林分構成および樹種別の山腹崩壊ヶ所数は表-1のとおりである。

全体面積は 11,192ha で, 樹種別占有面積ではスギが最も多く 7,349 ha で 65.7% を占め, 次に広葉樹の 22.1%, ヒノキ 7.9%, クヌギ 1.3%, マツ 0.5%, 除地 2.5% となっている。

樹種別崩壊ヶ所数では総数 1,606 ヶ所で, このうちスギが 1,229 ヶ所で 76.5% を占め, 樹種別占有率に比し大幅に崩壊率が大きくなっている。次に広葉樹の 288 ヶ所で 18.0%, ヒノキ 88 ヶ所で 5.5% となり, クヌギ林は 147 ha のうち 1 ヶ所の崩壊, マツ林は 56 ha で 0 であり林地保全の面から山腹崩壊危険地(後述)にはマツ, クヌギの植栽が有望と思われる。

樹種ごとの年齢別面積では, スギは 5 年齢級が最も多く 22.2%, 次で 4 年齢級の 20.5%, 3 年齢級の 15.1%, 6 年齢級が 12.3% の順, ヒノキは 2 年齢級が 23.6%, 8 年齢級 12.2%, 1 年齢

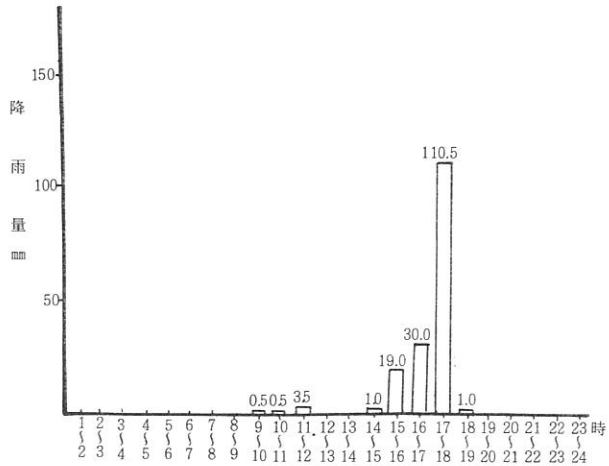


図-3 7月3日の時雨量(小原井観測所調べ)

12.0%，3 齢級 10.8%の順，
広葉樹は 5 齢級が 21.8%，
6 齢級 17.2%，8 齢級 12.9
%，7 齢級 11.2%，4 齢級
10.4%の占有率であった。

この樹種別、齢級別の面積
に対する崩壊地の出現率
を示したのが図-4、図-
5、図-6 であり齢級別ケ
所数/樹種別全体ケ所数×
100 で現わした。

スギでは 4 齢級に崩壊地が最も多く発生しているが、その他の齢級は占有面積にほぼ比例した崩壊出現率を示している。

ヒノキにおいても崩壊出現率では 4 齢級が最も大きく、次に 1 齢級、3 齢級となっているが、5 齢級以上の林分にはほとんど崩壊の発生は見られなかった。

広葉樹でも崩壊発生率の最高は 4 齢級で 2 齢級、3 齢級と続いているが 5 齢級以上の林分は面積占有率と同じような発生率を示していた。

広葉樹は崩壊には強い樹種とされているが、崩壊地の現況から広葉樹地帯は山腹上部の急傾斜地で表層土が浅く、露出した岩盤が多く、集中豪雨があると土壌の崩落が容易な場所であったと思われる。

次に、スギ、ヒノキの人工造林地について「樹種」「齢級」の要因が崩壊発生頻度（10ha 当り）に及ぼす影響について二元配置により分散分析を行った。

結果は表-2 のとおりである。

「樹種」要因では 5%水準で有意であったが、「齢級」要因では有意差は認められなかった。

10ha 当りの崩壊発生頻度はスギで 1.56 ケ所、ヒノキでは 0.63 ケ所であり、ヒノキ林地はスギ林地に

表-1 被害区域の樹種別面積および崩壊個所数

樹種	面積	歩合	崩壊個所数	歩合
スギ	7349.06 ha	65.7%	1 2 2 9	76.5%
ヒノキ	887.84	7.9	8 8	5.5
マツ	56.23	0.5	0	0
クヌギ	147.21	1.3	1	0
他広葉樹	2474.41	22.1	2 8 8	18.0
その他	276.81	2.5	0	0
計	11,191.56	100.0	1 6 0 6	100.0

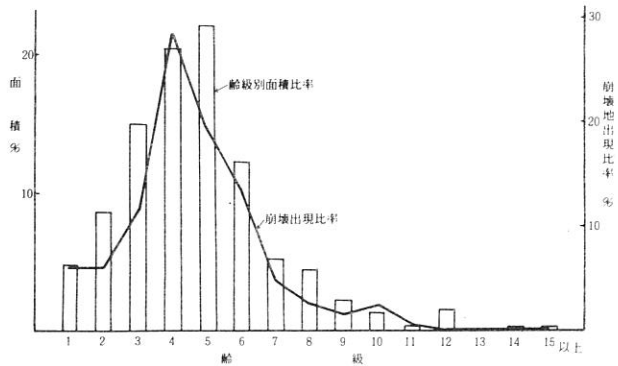


図-4 スギ 齢級別面積及び崩壊地出現比率

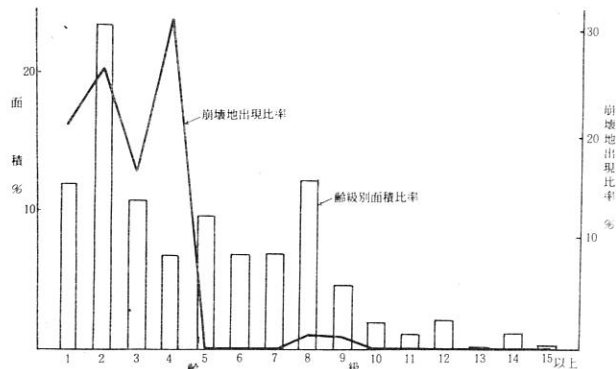


図-5 ヒノキ 齢級別面積及び崩壊地出現比率

比し、崩壊の発生が明らかに少ないことが認められた。

また、スギは各齢階ともに面積に比例した崩壊地が出現しているのに対し、ヒノキは1～4 齢級に集中しており、5 齢級以上の林分にはほとんど出現していないという極めて興味ある事実が見出された。

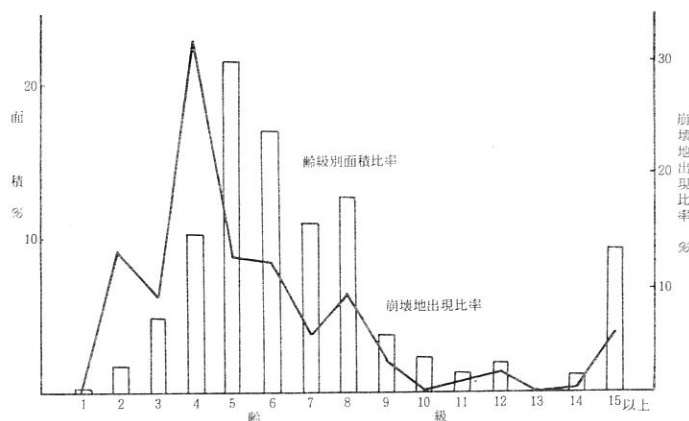


図-6 広葉樹齢級別面積及び崩壊地出現比率

表-2 分散分析表

要因	平方和	自由度	分散	F
樹種	6.4867	1	6.4867	7.8200*
齢級	19.1049	14	1.3646	1.6450
誤差	11.6132	14	0.8295	
全体	37.2049	29		

この原因としては、ヒノキの幼齢時はスギに比し根量が少ないが年々増加し、太根細根が多量に発達し20年生頃にはスギをしのぐ根量となる。このため根系の支持力も増大し林床が安定したためと考えられる。

スギ、ヒノキで共通している点は15～20年生林分に最も崩壊が多く発生していることでこの原因は第一に各林分とも除間伐がなされず上生長に比し根系の発達が不十分で安定性を欠いたこと、第二に昭和30年代前期よりスギ、ヒノキの人工造林が進み、当初は地形の比較的良好な山腹下部に造林されていたものが、後期には山腹上部まで造林が行なわれ、急傾斜地の崩壊危険度の高い林地に造林されたこと等に起因しているものと考えられる。

表-3 源頭部の樹種別崩壊規模別件数

規模 樹種	0.05 ha 未 満	0.05 ～0.09	0.10 ～0.14	0.15 ～0.19	0.20 ～0.24	0.25 ～0.29	0.30 ～0.34	0.35 ～0.39	計
スギ	1,114	102	7	4				2	1,229
ヒノキ	82	5			1				88
クヌギ	1								1
他広葉樹	239	38	6	1	1	2	1		288
計	1,436	145	13	5	2	2	1	2	1,606
面積	31.10	8.43	2.35	0.95	0.42	0.56	0.34	0.77	44.92

崩壊源頭部の樹種別規模別件数は表-3のとおりで0.05ha未満の崩壊ヶ所が1,436件で全体の89%を占め、その面積は31.10haで69%である。0.05～0.09は145件で9%となり、0.10ha未満の崩壊地が98.5%を占める規模としては小さい崩壊であったが、この源頭部の滑落が瞬時のうちに起り、立木が立ったまま大きなエネルギーを発生しながら滑落したため、下方の林木をなぎ倒し、土石の崩壊も伴っており、源頭部面積44.92haに対し侵蝕部は

91.06 haで2倍以上と被害をより大きくしている。

源頭部の標高別崩壊ヶ所数は表-4に示すとおりで、集中豪雨域の標高は100～1,200 mと急峻な山岳地帯であったが、降雨は高岳地に集中し、標高500 m以上で1,361件、85%の崩壊地が出現していた。

表-4 源頭部上部の標高別崩壊個所数

標高	200 未満	200 ～ 299	300 ～ 399	400 ～ 499	500 ～ 599	600 ～ 699	700 ～ 799	800 ～ 899	900 ～ 999	1000 以上	計
件数	3	28	82	132	354	370	303	258	74	2	1,606

また、山腹面では山腹上部が735ヶ所、山腹中部が711ヶ所、山腹下部が160ヶ所で、中部から上部の急斜面に集中して崩壊が発生していた。

2. 精密調査結果

源頭部周辺の地況および林況について16ヶ所の精密調査を実施した。その結果は表-5、表-6に示すとおりである。

まず、崩壊に基づく因子として方位別発生頻度を調査したが、方位はまったく無関係であった。傾斜は崩壊要因としては大きなウエイトをもっているようで、調査崩壊ヶ所で最も緩傾斜地でも36°であり、ほとんどが40°以上で最高は47°であった。特に斜面勾配の変曲点に崩壊が集中していた。土壌深は侵蝕崖について調査したが、崩壊前から岩盤が露出している0 cmから深い所で180 cmで平均69.3 cmと全般的に浅く、崩壊面には75%に岩盤が露出していた。

源頭部の背後斜面の状況であるが、岩盤または大転石が多く、平均斜面長39 m、平均傾斜角41.6°で尾根筋付近の急傾斜地に崩壊が集中していることがわかった。

また、崩壊地の地況であるが、山腹上部のやや凹地で土壌は変朽安山岩によりなる半風化石礫の混入が著しく膨軟で透水が容易となっており、冠水型山地浸透能計により浸透能を測定した結果最高で18,000 mm/hr、平均5,407 mm/hr、で非常に高い透水性を示した。

林況ではスギの品種ごとの崩壊発生頻度について調査したが、品種間には差異は認められなかった。立木密度においては壮齡林以上では高密度林分ほど崩壊が大きくなるようであるので、除間伐の推進により根系の発達を促し、支持力を高めることが肝要である。

以上調査結果およびその考察を記述したが、崩壊要因について列記すると次のとおり。

- (a) 驚意的な降雨に見舞われたこと。
- (b) 被害区域が高岳で急峻であったこと。
- (c) 崩壊地周辺に岩石が広範囲に露出し、岩石上の降雨が浸透せず凹地に集中して流れ込んだこと。
- (d) 崩壊面の土壌が浅く、傾斜した岩盤に乗っていたこと。
- (e) 変朽安山岩地帯で半風化土壌であったため岩礫が多量に混入し透水性が良かったこと。
- (f) 造林不適地に造林がなされたこと。
- (g) 造林樹種の選定を誤ったこと。
- (h) 除間伐が適正に行なわれなかったこと。

表-5 源頭部周辺の地況および林況

調査地No	区分									
	地						況			
	方位	傾斜	位置	面積		土壌深	基岩露出の有無	地質	背後斜面	
			源頭部	侵蝕部	斜距離				傾斜角	
1	N57°E	38°	山腹上部	0.13ha	0.86ha	$\frac{70}{20 \sim 120}$	有	耶馬溪層上部層	45m	41°
2	S40°E	40°	"	0.19	0.20	$\frac{98}{0 \sim 180}$	無	宇佐層群	34	40°
3	S12°E	36°	"	0.02	0.10	$\frac{85}{50 \sim 150}$	有	"	38	34°
4	S68°E	44°	山腹中部	0.04	0.09	$\frac{91}{40 \sim 140}$	無	"	50	44°
5	E	45°	"	0.02	0.07	$\frac{87}{80 \sim 90}$	有	"	70	42°
6	N60°W	45°	"	0.01	0.02	$\frac{70}{55 \sim 80}$	"	"	56	42°
7	N60°W	45°	"	0.01	0.02	$\frac{89}{70 \sim 120}$	"	"	55	42°
8	N15°W	46°	"	0.04	0.06	$\frac{79}{40 \sim 115}$	"	筑紫溶岩	37	45°
9	N6°W	46°	"	0.02	0.03	$\frac{51}{0 \sim 115}$	"	"	44	44°
10	N20°W	46°	"	0.01	0.03	$\frac{40}{0 \sim 55}$	"	"	38	45°
11	S52°W	41°	山腹上部	0.01	0.04	$\frac{65}{50 \sim 80}$	無	"	34	38°
12	S80°W	36°	"	0.01	0.03	$\frac{42}{30 \sim 60}$	"	"	22	36°
13	N40°W	43°	"	0.02	0.06	$\frac{83}{30 \sim 120}$	有	宇佐層群	20	40°
14	S52°W	46°	"	0.02	0.04	$\frac{64}{40 \sim 100}$	"	"	23	43°
15	S8°E	47°	"	0.01	0.03	$\frac{40}{30 \sim 60}$	"	"	18	44°
16	N30°W	47°	山腹下部	0.01	—	$\frac{55}{0 \sim 100}$	"	"	44	45°

調査地No	区分						
	林			況			
	樹品種	林齢	ha 当り立木本数	形状比	間伐の有無	下層植生占有率	植栽回数
1	ミスギ	18年	2250本	0.73	1回	30%	2代
2	ヤブクグリ	22	2124	0.78	無	25	"
3	"	22	1681	0.70	"	50	初代
4	クスギ	10	2500	0.85	"	100	"
5	ヤブクグリ	21	1947	0.77	"	80	"
6	ヒノキ	13	2293	0.66	"	40	"
7	"	13	2293	0.66	"	40	"
8	ミスギ	27	3377	0.83	"	50	2代
9	"	27	3377	0.83	"	50	"
10	ヤブクグリ	8	3000	—	"	100	"
11	ヒノキ	1	3000	—	"	100	"
12	"	1	3000	—	"	100	"
13	ヤブクグリ	21	2553	0.67	"	35	初代
14	"	21	2553	0.67	"	35	"
15	ミスギ	14	3694	0.87	"	100	"
16	ホンスギ	11	4267	0.76	"	100	"

表-6 源頭部侵蝕崖透水試験

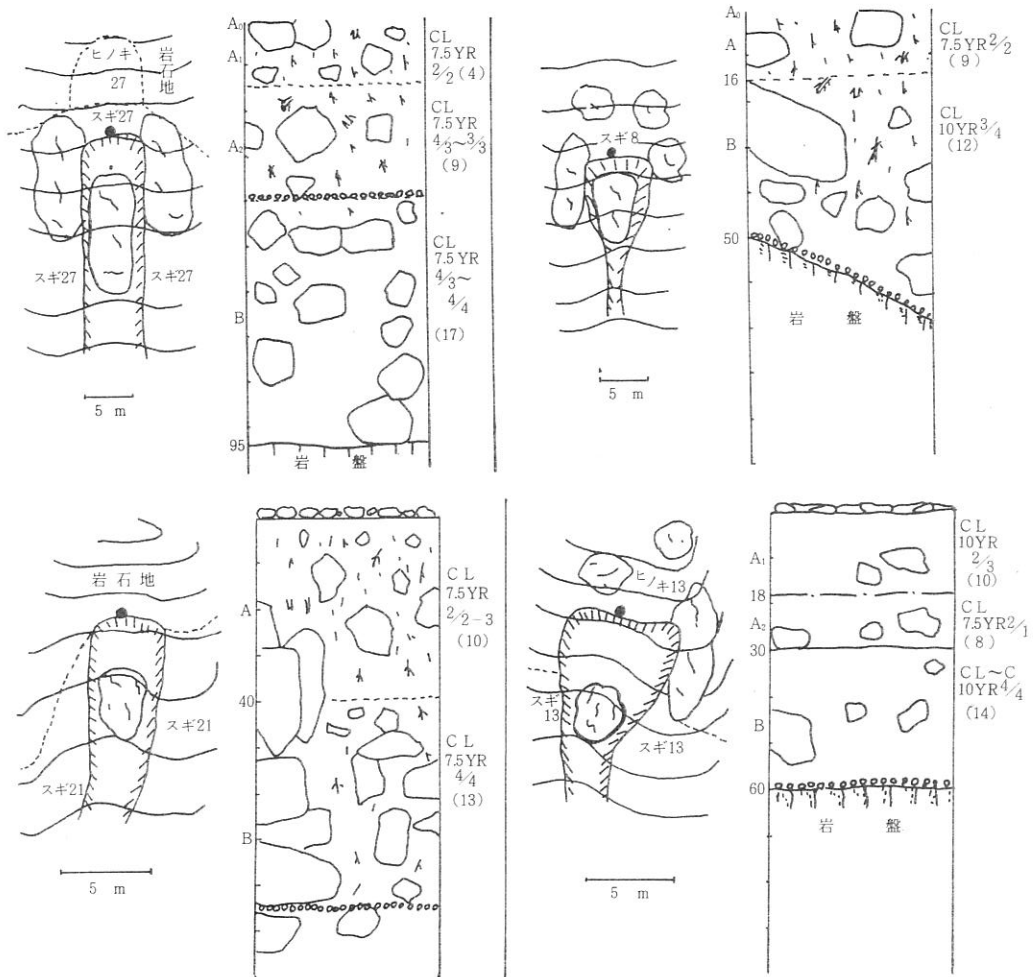
調査地No.	透 水 試 験		侵蝕崖からの浸透水		備 考
	時 間 (sec)	浸透能 (mm)	時 間 (sec)	深 さ (cm)	
1	110	1,636	—	—	1) 浸透能測定は侵蝕崖より50cm上部に冠水型山地浸透能計を設置し、2回目の浸透時間を調べた。 2) 浸透能は次式により算出した。 $a = \frac{1.8 \times 10^5}{t}$ a = 浸透能mm/hr t = 所要時間 sec
2	10	18,000	661	85	
3	58	3,103	—	—	
4	33	5,455	101	67	
5	56	3,214	479	85	
6	35	5,143	281	60	
7	45	4,000	42	26	
8	20	9,000	25	65	
9	25	7,200	16	40	
10	39	4,615	126	55	
11	46	3,913	—	—	
12	127	1,417	—	—	
13	66	2,727	—	—	
14	84	2,143	—	—	
15	15	12,000	38	70	
16	61	2,951	—	—	

IV. おわりに

山地災害により下流の人畜、家屋、道路、農耕地等に大きな被害を与えているが、山腹崩壊危険ヶ所の早期発見による予防治山工事が必要であり、森林の適切な施業が要求される。

今回の調査結果に基づき崩壊危険ヶ所を挙げると、40°以上の急傾斜地で、上部に岩石地や大岩石の転在地、凹地の側面に岩石が露出し、降雨が一ヶ所に集中するヶ所、土壌深の浅いヶ所、土壌に石礫が多量に混入し浸透能の高いヶ所、林分構造ではスギが尾根付近まで植栽されているヶ所、林齢が20年生までの幼齢林（特に15～20年生の林分）、立木が過密な林分等である。

家屋上部の林地に以上のようなヶ所が見受けられれば早急に予防治山工事を施工し、災害から人命、財産を守るべきであろう。



附图 崩壊地の代表的な平面図および土壌断面図

大分県林業試験場研究時報 No. 7 1983

昭和58年10月25日 印 刷

昭和58年10月30日 発 行

編 集 大分県林業試験場指導調査室

〒 877 - 13 大分県日田市大字佐寺原

TEL 0973 (23) 2146

(23) 2147

印刷所 川 原 印 刷

〒 877 大分県日田市上城内町 1281 - 3

TEL 0973 (22) 3571
