

受入ID-1519990825D00034



昭和 45 年度

国有林野事業特別會計 林業試驗成績報告書

(完了分)

昭和 46 年 6 月



02000-00043091-6

林業試驗場

目 次

1. 牧草導入による共用林野の施業改善 1
2. 長焦点カメラおよびフオールスカラーフィルム 21
等の活用による林分構造の解明
3. 航空写真および土じょう調査を応用した森林 53
の測定ならびに地位指数調査法
4. 林地除草剤（塩素酸ソーダ）の合理的使用法 85
5. 国有林における採種圃の害虫防除 117

牧草導入による共用林野の施業改善

I 試験担当者

経営部営農林牧野研究室長	井上 楊一郎
◇ 室員	山 縣 泉
◇ ◇	岩 元 守 男
東北支場経営部長	金 野 寛 郎
◇ 経営部経営第四研究室長	神 長 毎 夫
◇ 室員	小 川 澄
◇	川 崎 金 治
◇	高 橋 辰五郎
◇	黒 木 重 郎 (現九州支場)
◇	岡 野 誠 一 (現高森試験地)

II 試験目的

林地の人工草地化が最近の民有林に多くみられるようになり、とくに幼令の人工林を対象として、苗木の植栽と同時に牧草類の播種を行なうことが多い。そして、この目的としているのは一般に家畜のための良質の粗飼料を林地から生産し、さらに苗木の生長をも助長しようとするものであるが、従来からなされている育林技術がそのままとられていることが多いため、牧草類の収穫可能の期間は比較的短期とならざるを得ない。

この試験においては、まず良質の粗飼料である牧草類の長期にわたる多収を図るための植栽様式を考えだし、これらの植栽様式と牧草類の収量維持の推移を把握し、さらに林木の生長の状況について測定しようとするものであるが、同時にこのような変形された植栽様式が、保育作業上に与える障害などについても併せて観察を続けようとして、この試験が始められた。

III 試験の経過

1. 試験設計

1-1 供試樹種と植栽本数 (ha あたり)

- | | | |
|-----------|------|--------|
| a. 本場の分 | カラマツ | 3,000本 |
| b. 東北支場の分 | カラマツ | 3,500本 |

1-2 準備した造林地の植生

- | |
|------------------------|
| a. 自然草地 (野草地, 現在のまま利用) |
|------------------------|

b. 人工草地 (牧草地、耕起—施肥—播種により造成)

1-3 植栽様式

a. 方形植栽 カラマツ (1.8 × 1.8 m)

アカマツ (1.7 × 1.7 m)

b. 1列植栽 カラマツ (1.0 × 3.24 m)

アカマツ (1.0 × 2.9 m)

c. 3列植栽 カラマツ (1.0 × 1.0—1.8—3.4 m)

アカマツ (1.0 × 1.0—2.4—2.4 m)

d. 群状植栽 カラマツ (1.0 × 1.0—2.6—2.6 m)

アカマツ (1.0 × 1.0—2.4—2.4 m)

1-4 処理区の種類

以上のBのaとb, およびCのイロハニを組合わせて, つぎのような8処理区を設定し, 2回反覆とした。

① a (自然草地)—イ

② a—ロ

③ a—ハ

④ a—ニ

⑤ b (人工草地)—イ

⑥ b—ロ

⑦ b—ハ

⑧ b—ニ

1-5 試験地の面積

1処理区を500m²とし, 自然草地が40a, 人工草地が40a, 計80aの試験地を設けた。

2. 試験地設定までの経過

2-1 本場担当

a. 位置

群馬県吾妻郡嬬恋村田代 前橋営林局草津営林署114林班。標高は1362m。

b. 前植生と草地造成

試験地の附近一帯はミヤコザサの優勢なササ型を呈し, これにわずかに低木類や雑

草類を伴う程度で, 典型的なササ草原であつた。昭和40年(1965年)の8月下旬にこれらミヤコザサなどを刈払い, 消石灰を施し, 小型ローターベータで約10cmの深度で耕起し, 牧草類を播種した。

草種と播種量(10aあたり)は, オーツヤードグラス(1.7Kg), イタリアンライグラス(0.5Kg), K31フェスク(0.3Kg), ラジノクローバ(1.0Kg), 合計3.5Kgの混播とし, 肥料は草地化成2号(6, 11, 6)を80Kg/10a施した。

2-2 東北支場担当

a. 位置

岩手県岩手郡西根町字平笠, 青森営林局岩手営林署532林班。標高は520m。

b. 前植生と草地造成

試験地設定当時の植生は, カラマツ人工林に若干の天然生のアカマツの混生する林地の伐採跡地で, 低木類および雑草類の優占する型であつた。40年6月にレーキドーザによつて小径木の抜根および未木枝葉の整理を行ない, また人力によつて整地をなし, 8月中旬に牧草類を播種した。播種した牧草類の草種および播種量と施肥量は本場分と同様に扱つた。ついで同年9月にアカマツを植栽したが, 枯損が多かつたので翌41年5月に全面に改植した。

IV 試験成果の概要

1 植生の推移

1-1 野草地について

a. 本場の分(群馬県草津署)

すでに述べたように, 本試験地の設定当時の植生はミヤコザサが優占し, いわばササ草原の景観を呈していたのであるが, 毎年1回の刈取りによつて, このような景観は相当地に変化してしまつたのである。いま, 5か年間の平均で野草地の植生の推移についてみれば第1表のようである。

すなわち, 被度と草丈と頻度によつてSDR₃をもとめ, 植栽様式の4区の平均によつて5年間の様相をみれば, 試験開始当初に平均被度が全体の70%以上を占めていたミヤコザサが, 積算優占度では2位に落ちてしまい, 1位はヨモギとなつた。すなわち, ヨモギの83を最高に, ミヤコザサ(77)と続き, 3位から6位まではヒメムカシヨモギ(60), ヒヨドリバナ(53), ヒメジョオン(50), ノアザミ(49)とキ

タ科草本類によつて占められた。したがつて、刈取り以前はササ草原であつた自然草
地が、5年にわたる連年の刈取りによつて、キタ科草本類とくにヨモギの優勢な雑草草原に
推移したのである。

植栽様式ごとの推移の差は、さほど顕著にはあらわれなかつた。ただ、区によつては
優勢種に若干の異動があり、以上掲げた優勢種の他に方形区ではワラビ、ハンゴンソウ、
レンゲツツジなどが、1列区ではコウゾリナ、ノコギリソウ、ワラビ、レンゲツツジな
どが、3列区においても1列区とほぼ同様の草種やヤナギランなど、そして群状区では
ヤマアワその他などをあげることができる。

出現した草種数については、試験開始当初は10余種にすぎなかつたのであるが、刈
取りの始まつた2年目から次第に草種数を増し、結局5年間の試験中に出現し消滅した
植物の総数は37種を数えた。

1-2 牧草地について

a. 本場の分

連年の適当な施肥管理および刈取りの継続によつて、牧草類の活力は普通に維持され
たので、植生の状態には大きな変化はみられなかつた。

すなわち、造成当年の状態についてみれば、グラス類(オーチャードグラスおよびケ
ンタッキーブルーグラスなど)のひろがり全体は約95%を占め、またラジノクロ
ーバが約10%を占めていた。そして、5年間の平均値をみてもグラス類が約90%を占
めてほとんど変わらず、クローバは約3%で若干減少の傾向があつた。

5年間の状態をSDR₃によつてみれば、グラス類は被度も草丈もそして頻度も最高で
100となり、ついで前植生の優占種であつたミヤコザサが未だ消滅せずに48で第2
位にあり、またラジノクローバとヒメジョオンが44となつていた。そして一部の区に
おいては、ヨモギが(SDR₃ 54)、キジムシロ(同39~41)なども顕著であつた。

植栽様式ごとの差はほとんどみられず、各区とも優勢種とその順位はほぼ同様であつ
た。また年次ごとの出現消滅草種についても大きな差はなく、5年間の試験期間中に
30余種の植物をみることができ、種数は野草地とあまり変りがなかつた。

第1表 自然草地、本場分

植物名	方形区			1列区			3列区			群状区		
	被度C	草丈H	頻度F	SDR ₃	C	H	F	SDR ₃	C	H	F	SDR ₃
ミヤコザサ	3.75	35cm	100%	79.0	5.53	44	100	83.0	2.30	28	100	65.7
ラジノクローバ	0.03	59	40	34.7	+	49	40		+	53	20	
ヒメジョオン	0.48	29	80	41.0	0.35	35	80	41.7	0.95	24	80	45.3
ヨモギ	2.53	67	100	79.3	2.83	75	100	78.0	3.70	72	100	76.3
キジムシロ	0.30	70	100	60.7	0.08	70	100	59.7	0.08	71	60	50.3
ノコギリソウ	0.03	67	80	53.3	0.08	52	60	39.7	0.05	63	80	53.3
ワラビ	0.43	40	60	38.3	+	15	20		+	45	20	
ハンゴンソウ	0.18	59	80	49.3	0.03	62	60	43.3	0.03	74	60	54.0
コウゾリナ	1.15	67	80	60.7	0.93	77	80	61.0	1.40	68	60	61.0
オモミ	0.45	73	100	63.3	+	63	40		0.03	66	60	48.0
アノミ	0.05	49	60	37.7	0.45	85	60	54.0	0.80	67	100	68.7
ノコギリソウ	+	94	20		0.03	72	80	53.7	0.15	80	80	61.3
ワラビ	0.35	24	80	38.3	0.33	30	80	39.7	0.28	29	80	41.3
オモミ	0.03	14	20	12.0	0.05	16	40	19.7	0.13	14	20	14.0
アノミ	+	17	20	47.0	+	26	20	47.0	0.03	34	80	41.3
コウゾリナ	0.03	75	60		0.03	90	40	36.0	0.03	56	60	43.7
オモミ	+	50	20		+	42	60		+	17	20	
ワラビ	0.03	41	60	35.0	0.03	25	20		0.05	78	80	59.0
コウゾリナ	0.03	20	20		+	60	20		0.03	56	60	43.7
オモミ	0.03	20	20		+	48	80	44.7	0.03	57	80	50.7
アノミ	+	20	20		+	53	60	40.0	+	32	20	
ワラビ	0.88	60	100	62.5	0.03	22	20		+	59	40	
コウゾリナ	0.03	32	60	31.7	0.05	38	60	34.3	0.15	51	60	42.7
オモミ	0.05	43	80	42.3	0.53	33	20		0.18	46	40	34.3
アノミ	0.03	38	60	33.7	+	42	100	52.3	+	30	40	
ワラビ									0.03	42	40	31.3
コウゾリナ									+	50	20	

2. 飼料草の収量

2-1 人工草地

a. 本 場(群馬県草津署)

施肥管理としては、利用2年目には草地化成2号を用いたが、3年目には484号(14, 18, 14)を80kg/10a、4年目は草地化成2号を80kg/10a、それぞれ3回に分けて(刈取直後)施した。なお、利用5年目(45年)は試験最終年にあたるので、次年度以後の牧草類の生長と林木との関係を考慮して、施肥は実行しなかつたものである。

刈取は年3回(1年目は2回)としたが、年次間の収量の差についてみれば、施肥をしなかつた45年は別として、利用2年目の42年が非常に低収量であつたが、このような傾向は次に記述する東北支場においても同様であり、42年の異常な気象たとえば牧草生育期間中の降水量の不足および高温などがこの原因のようにも考えられるが、確かではない。

1年次は28~30 t/ha(方形および1列区), 23~24 t(群状および3列区)。2年次には別記のように相当に低下して14~19 tとなり, 3年目には各区間の差がなくなつて25 t内外, 4年目は22~27 t(1列と3列と群状区)であつたが方形区は18 tでとくに低く, 5年目は無施肥のため4~6 tにすぎなかつた。このように, 5年間の収穫では, 収量の漸増や漸減はあまりみられず, その年次の施肥量や気象などが収量を大きく左右していたようにみうけられた。

つぎに植栽様式別に比較してみればつぎのようである。すなわち、1年目の収量を100とした指数で5年間の推移を眺めてみれば、まず方形区は漸減の傾向をたどり、3～4年目は80～60となつてゐる。それに対して他の3区(1列、3列、群)では3～4年目は100内外、すなわち初年目とはほぼ同等の収量を維持しており、方形区とは別の推移を示している。また、これら3区の中では群区の推移がもつともなめらかで、3列区そして1列区の順となつてゐる。

b. 東北支場(岩手県岩手署)

施肥管理の状況についてのべればつきようであつた。すなわち、3～5年は1～2年にくらべて、Nは約2.9倍、Pが約3/4、Kは約2.5倍となり、NとKを増し、Pを減じた。

年次別の収量についてみれば、本場の分と同様に利用2年目（42年）の収量がとく

[illegible]

に低い傾向がみられた。すなわち、もつとも多収であつたのは利用3年目の約35t/ha（4区とも）であつたが、2年目はこれの半量強という収量であつた。しかし、1年および4、5年目は最高の3年目の収量の約3/4にとどまっていた。

つきに植栽様式別にみれば、本場分のような様式別の顕著な差をみることができなかった。すなわち、本場分にならつて初年目の収量を100としてみれば、2年目の様式間に若干の差があり、群区が初年目とほぼ同量を維持したが、他の3区は50～70におわつた。しかし、3年目には4区とも非常に接近して130内外に集まり、4年目にもほぼ同様で95～110の間に分布し、そして最終年もこれとほとんど同様の傾向を示した。

第3表 人工草地の生草量(t/ha), 本場分

	方形区	1列区	3列区	群状区	平均
41年	30.58	28.43	24.15	22.88	26.51
42々	16.38	19.19	16.23	14.24	16.51
43々	23.80	26.58	25.57	24.98	25.23
44々	17.43	26.71	21.99	23.96	22.53
45々	5.15	6.03	4.41	5.12	5.18
平均 (45年を除く)	22.05	25.23	21.98	21.51	22.69

第4表 追肥量(Kg/10a), 東北支場分

	N	P	K	回数	備考
41年	5.6	11.2	6.4	4	草地化成 2号
42々	5.6	11.2	6.4	4	同上および草地用磷加安484
43々	16.0	8.0	16.0	3	草地用磷加安484 尿素塩加
44々	16.0	9.2	16.8	3	りんご化成
45々	16.0	8.0	16.0	3	尿素複合磷加安

第5表 人工草地の生草量(t/ha), 東北支場分

	方形区	1列区	3列区	群状区	平均
41年	26.24	27.00	26.41	28.42	26.52
42々	16.62	27.49	13.75	19.16	19.26
43々	35.89	34.66	34.57	34.46	34.90
44々	27.96	25.87	29.26	26.91	27.50
45々	28.29	25.42	27.37	25.97	26.76
平均	27.00	28.09	26.27	26.98	26.99

c. ま と め

利用年次により、植栽様式によりそれぞれ若干の収量差はみられたが、顕著な傾向としては2年目の収量が本場も東北支場ももつとも低くかつたが、この年次の気象の状況または施肥管理などによるものであろう。いずれにしろ平均してhaあたり年間2.3t（本場）～2.7t（東北支場）の収量をあげたが、カラマツを用いた本場の試験においては、方形区よりも群状とか1～3列のような植栽様式の方が、年次を亘ても比較的高い収量を維持しているような傾向がみられた。

2-2 自然草地

a. 本 場（群馬県草津署）

毎年8月に1回の収穫を行なつたが、はじめに各年次の生草量についてみれば、3年目の収量が初年目よりも高くなつてゐるが、傾向としては漸減し、5年目には初年目の約30～50%、平均42%に低下した。すなわち、初年目は1haあたり約10.3t（1列区）～7.8t（他の3区）の収量であつたが、飼料植物量にして約8.3t～4.6tであつた。そして最終年次の5年目にはこれが3.0t（方形区）～4.1t（3列区）となり、飼料植物量は2.0t～3.9tであつた。

植栽様式別にみれば、3列区の収量維持はもつとも円滑で、初年目の100に対して114、139、82、53と推移し、実収量も5年間の平均で年7648Kg/haでもつとも高かつた。なお、方形区と1列区がこれと逆の傾向を示した。

つきに、植物グループごとの収量についてみれば、試験当初はミヤコザサがこの造

林地の主体をなしており、全収量の63% (5382 Kg/ha)、飼料植物量の96%を示していたのであるが、連年の刈取によつて次第に減収となつた。いま5年間の平均収量によつてグループ別の相対重量をみれば、食草類が78のうち雑草類が40、ササ類が34を占め、不食草類22のうち雑草類が15を占めている。このように、自然草地の収量は毎年の刈取によつて一般に漸減したが、それでもhaあたりにして6~8tを維持することができ、しかも、その約80%は食草類であつた。

b. 東北支場(岩手県岩手署)

刈取は8月に1回行なつたが、最終年は刈取らなかつたので、4年間の成績を別表に示した。これによれば、試験開始年の植生、すなわち、カラマツ伐採跡地の植生型の分布のかたよりが大きくあらわれ、たとえば低木類などの分布密度の高い1列や方形区などでは、1haあたり実に30~20tの収量を示し、雑草類が主体となる3列と群状区は8~9tであつた。したがつて、41年では4区の平均でhaあたり約16.9tを示したが、2年目には急激に減少し、3列や群状区は前年の60~53%の減少にとどまつたが、方形や1列は約80%も減少した。しかし、この減少の傾向はこれで落着き、4区の平均で3年目は1年目の23% (約3.9 t/ha)、4年目は20% (約3.5 t) となつた。

植栽様式ごとく比較すれば、別記のようにすでに試験開始前の植生分布のかたよりが大きく、このような比較は不可能であるが、単に4年間の収量を平均してみれば、別表のように1年あたりhaあたり約430~1160Kgの収量となつている。

第6表 自然草地の生草量 (Kg/ha)

		方 形 区					一 列 区							
		区					区							
		41	42	43	44	45	平均	41	42	43	44	45	平均	
食 草	イネ科草類				19	17	7.2				14	29	8.6	
	ササ	4,186	1,527	2,861	1,235	669	2095.6	8,102	1,754	3,317	1,495	1,159	3,165.4	
	スゲ			102	154	103	71.8			142	181	210	106.6	
	雑草	444	1,507	3,038	2,959	1,186	1,826.8	154	3,079	4,292	3,492	1,586	2,520.6	
	かん木			339	318	73	146.0			532	209	119	172.0	
	計	4,630	3,034	6,340	4,585	2,048	4,147.4	8,256	4,833	8,283	5,391	3,103	5,973.2	
不 食 草	雑草類	2,353	1,316	825	434	289	1,043.4	1,620	1,445	658	232	20	795.0	
	かん木	174	232	354	87	54	180.2	386	239	424	203	87	2,678	
	シダ	694	909	995	772	601	794.2		50	443	48	16	111.4	
	計	3,221	2,457	2,174	1,293	944	2,017.8	2,006	1,734	1,525	483	123	1,174.2	
	合 計	7,851	5,491	8,514	5,978	2,992	6,165.2	10,262	6,567	9,808	5,874	3,226		
		三 列 区					群 状 区							
		区					区							
		41	42	43	44	45	平均	41	42	43	44	45	平均	
食 草	イネ科草類					108	21.6				11	183	120	62.8
	ササ	4,784	803	342	154	93	1,235.2	4,456	2,045	3,993	1,881	1,443	2,763.6	
	スゲ			311	399	478	237.6			94	81	41	43.2	
	雑草		6,250	9,426	4,959	2,873	4,701.6		1,428	3,482	3,214	1,375	1,899.8	
	かん木		77	296	437	352	232.4	116	210	327	125	73	170.2	
	計	4,784	7,130	10,375	5,949	3,904	6,428.4	4,572	3,683	7,907	5,484	3,052	4,939.6	
不 食 草	雑草類	2,675	1,819	538	399	229	1,132.0	3,067	1,974	874	293	232	1,288.0	
	かん木	386			51		87.4			260	23	17	60.0	
	シダ							193	280	395	415	411	3,388	
	計	3,061	1,819	538	450	229	1,219.4	3,260	2,254	1,529	731	660	1,686.8	
	合 計	7,845	8,949	10,913	6,399	4,133	7,647.8	7,832	5,937	9,436	6,215	3,712	6,626.4	

第7表 自然草地 of 生草量 (Kg/10a), 東北支場分

	方形区	1列区	3列区	群状区	平均
41年	2,002	2,999	826	914	1,685
42	436	578	325	431	443
43	328	594	275	353	388
44	305	479	309	286	345
平均	768	1,163	434	496	715

3. 林木の生長

3-1 樹高生長

a. 人工草地と自然草地との関係

① 本場分 (群馬県草津署)

既に述べたように、植栽様式は4処理としたが、これら4区を平均した人工草地と自然草地の樹高生長のようすを年次ごとにみればつぎのようである。すなわち、植栽当年(41年)の秋のカラマツの樹高は、牧草地も野草地も約51cmであつて、差がなかつたのであるが、1年後の秋には野草地が約27cm伸長して79cmになつたのに対して、牧草地の方ではわずか10cmの伸長量で61cmにしか達しなかつた。ところでこのような両草地の傾向は3, 4, 5年と続いたので、結局1年目の樹高を100とすれば野草地では152~216-285~381と推移し、牧草地では120-156~225-311という状態であつた。したがつて2年目から生じた両草地の樹高差は、年を経てもちぢまらず5年目まで続いていた。

しかし、年間の伸長量についてみれば、たしかに1~3年の間は牧草地と野草地の差は大きかつたのであるが、4~5年ではその差がほとんど無くなり、年間伸長量はほぼ同長になつたことは特徴的なこととしてあげることができるであろう。

② 東北支場分 (岩手県岩手署)

傾向としては、東北支場のアカマツも本場に似た生長状況を示した。すなわち、4区の平均で野草地と牧草地を比較してみれば植栽当年の秋に於ては両地とも約33cmであつたが、1年後では野草地が52cm、牧草地が48cmと若干開き、このような両地の差はその後もちぢまらず、5年目には野草地の140cmに対して牧草地は138cmとなつた。したがつて、1年後の樹高を100とすれば、野草地は158~236

~309~429と推移し、牧草地では144-207~282-420と推移している。このように牧草地のアカマツは野草地よりも若干低い樹高ではあつたが、本場分のカラマツのような大きな差ではなく、とくに5年目には両地の樹高はほぼ同様となつた。

年間の伸長量についてみれば、1~3年間はやはり牧草地が少なく、野草地の年間伸長量は5cm内外多かつたが、4年間には両地ともほぼ同量となり、5年目には逆に牧草地の方が約8cm多い傾向を示したのである。したがつて、東北支場のアカマツは4年目ころから牧草地と野草地の年間伸長量が逆転したとみることができるであろう。

b. 植栽様式との関係

① 本場分

つぎに4処理の植栽様式ごとの差についてみれば、野草地においては3年目ころから差がつきはじめ、3列-方形-群状-1列の順に樹高が高く、また牧草地においても4年目ころから方形-3列-群状-1列の順に高い樹高を示した。したがつて、3列と群状区が1列と方形区よりも高い樹高を示したが、これは前者の2区が斜面下部にあり、立地上の有利性によるもののよう

第8表 樹高生長, 本場分

		人工草地				自然草地			
		方形区	1列区	3列区	群状区	方形区	1列区	3列区	群状区
樹高 (cm)	41年	51.8	51.6	48.5	51.9	54.0	52.6	48.6	50.8
	42	65.5	62.1	57.2	60.1	81.1	76.1	77.8	79.7
	43	88.4	75.2	76.9	79.0	116.5	101.4	116.9	112.3
	44	126.7	106.6	113.2	112.5	156.4	135.8	155.7	138.3
	45	179.9	146.5	152.2	155.0	217.3	178.5	211.1	179.6
年間伸長量 (cm)	2年目	13.7	10.5	8.7	8.2	27.1	23.5	29.2	28.9
	3	22.9	12.9	19.7	18.9	35.4	25.3	39.1	32.6
	4	38.3	31.4	36.3	33.5	39.9	34.4	38.8	26.0
	5	53.2	39.9	39.0	42.5	60.9	42.7	55.4	41.3

第9表 樹 高 生 長 東 北 支 場 分

		人 工 草 地				自 然 草 地			
		方形区	1列区	3列区	群状区	方形区	1列区	3列区	群状区
樹 高 (cm)	41年	33.4	31.5	32.1	34.1	33.2	33.4	32.1	31.8
	42々	47.3	46.1	48.2	49.1	50.9	52.9	51.0	52.1
	43々	67.9	64.6	71.7	69.2	78.1	76.1	77.7	76.9
	44々	92.2	88.7	98.1	93.5	104.8	96.9	102.0	100.2
	45々	137.6	132.1	144.6	138.6	148.2	136.2	136.8	138.7
年 間 伸 長 量 (cm)	2年目	13.9	14.6	16.1	15.0	17.7	19.5	18.9	20.3
	3々	20.3	18.5	23.5	20.1	27.2	23.2	26.7	24.3
	4々	24.3	24.1	26.4	24.4	26.7	20.8	24.3	23.3
	5々	45.4	43.4	46.5	45.1	43.4	39.3	34.8	38.5

② 東北支場

東北支場のアカマツも、本場のカラマツとほぼ同様の傾向を示した。ただ、東北支場のアカマツの試験地においては本場のような地力の不均質がみられなかつたので、方形、1列、3列、群状の4区の差は野草地においても、また牧草地においてもほとんどみられなかつた。

3-2 肥大生長

a. 人工草地と自然草地の関係

① 本 場 分

地上2-3cmの主幹の直径の測定を5年間続けたが、その結果は第 表のようである。

すなわち、牧草地によつては4区の平均で、1年目秋には約8mmであつたが1年後には約11mmとなり、以後14mm、20mmと経過し5年目の秋には約33mmであつた。しかし野草地はこれよりすぐれ、1年目の秋が約9mm以後14mm、22mm、30mmと経過し5年目は42mmとなり、両地の差は9mmとなつた。

ところで、年間の肥大生長量を両地についてみれば、野草地では2-3年の生長

量が非常に大きく5-8mmであつたが、4年目に停滯して8mm弱となり、5年目は12mmにおわつた。しかし牧草地においては、2-3年目はなるほど3mm内外にすぎなかつたが4年では約7mmとなつて急に肥大しはじめ、5年目には、野草地よりも若干大きく12.4mmを示した。したがつて、野草地と牧草地の両地の比較では、牧草地は初期の肥大生長はこのまじくないが、4-5年目ころから普通の生長を続けるようにみられた。

② 東北支場分

東北支場においては、幹の下部の肥大生長の測定は44年-45年(最終年)の2回よりなされなかつた。この成績によれば44年には両地の根元径はほぼ同じであつたが、翌45年には牧草地の約47mmに対して野草地は45mmで、したがつて年間肥大量は前者の約14mmに対して後者は約12mmであつた。

第10 肥 大 生 長 , 本 場 分

		人 工 草 地				自 然 草 地			
		方形区	1列区	3列区	群状区	方形区	1列区	3列区	群状区
根 元 直 径 (mm)	41年	7.3	7.6	8.0	7.7	8.9	8.2	8.7	8.6
	42々	10.6	9.9	10.5	11.1	14.0	14.5	13.7	13.3
	43々	14.2	12.4	13.9	15.0	22.6	22.2	23.1	20.8
	44々	19.8	19.1	21.4	21.6	30.5	31.0	30.5	27.0
	45々	32.4	31.0	32.6	35.6	44.8	42.8	41.2	38.4
年 間 伸 長 量 (mm)	2年目	3.3	2.3	2.5	3.4	5.1	6.3	5.0	4.7
	3々	3.6	2.5	3.4	3.9	8.6	7.7	9.4	7.5
	4々	5.6	6.7	7.5	6.6	7.9	8.8	7.4	6.2
	5々	12.6	11.9	11.2	14.0	14.3	11.8	10.7	11.4

第11表 肥大生長、東北支場

		人 工 草 地				自 然 草 地			
		方形区	1列区	3列区	群状区	方形区	1列区	3列区	群状区
根元直径 (mm)	44年	32.9	30.2	34.5	33.6	34.5	30.9	32.0	34.6
	45年	46.7	43.4	49.4	47.2	46.0	43.1	44.4	46.0
	伸長量	13.8	13.2	14.9	13.6	11.5	12.2	12.4	11.4

b. 植栽様式との関係

① 本場分

各植栽様式の年次ごとの肥大量は若干ずつ異なっているが、とくにとりあげるほどの差は未だあらわれていない。すなわち、樹高生長の際にも述べたように、地力の差による区ごとの若干の差はあるようにみられるけれども、きわめて小差でありここで問題にする程度ではない。

② 東北支場

東北支場においても同様であつて、年間肥大量が野草地では約11~12mm、牧草地では約13~15mmで、植栽様式間の差は少なかった。

3-3 枝張り(庇蔭度)

a. 牧草地と野草地の関係

① 本場分

樹冠の直径によつて枝の張りかたをきんみするために、初年目の直径を100として各区の推移についてみれば、まず牧草地では樹高生長と同様に野草地よりも生長が緩まんで下まわつていたが、伸びかたは順調に5年間続いた。

しかし野草地では、4年目ころまでは一応牧草地を上まわる広がりかたをしてきたが、5年目に急激に伸長量が少なくなり、指数としては牧草地とほぼ同様となつた。もちろん、樹冠直径は野草地の方がまさつてをり、1年目の4区平均が牧草地の約24cmに対し野草地は29cmで初年目から優位であり、これが5年目になると牧草地は89cmであつたが野草地は115cmであつた。

したがつて庇蔭度についてみれば、牧草地では各年次とも野草地より低く、最終

第12表 枝張り

		人 工 草 地				自 然 草 地			
		方形区	1列区	3列区	群状区	方形区	1列区	3列区	群状区
本 場	41年	23.8	25.5	22.9	22.5	29.4	30.2	27.3	27.6
	42年	30.7	26.3	28.6	31.2	43.8	41.3	38.8	39.8
	43年	46.8	39.9	43.5	46.1	67.0	65.1	67.7	65.3
	44年	76.0	63.1	70.3	73.9	115.1	114.1	109.4	104.0
	45年	92.8	82.5	83.6	95.7	123.8	115.4	113.0	107.9
東北支場	43年	50	48	55	48	58	56	56	61
	44年	78	73	81	77	80	76	73	81
	45年	108	101	107	105	107	98	103	105
	43年	7.7	7.2	7.2	5.6	7.2	8.4	7.7	7.2
	44年	13.0	11.6	11.6	13.8	14.5	14.7	13.0	13.8
	45年	25.0	17.0	25.2	23.1	23.2	25.8	19.6	23.2

年の5年頃には野草地は30%に達したが、牧草地は18%にとどまった。

② 東北支場分

4区の43～45年の3カ年の平均でみれば、野草地と牧草地の差はほとんどみられず、両地の樹冠の直径および底蔭度はほぼ同様であつたといえるようである。すなわち、3カ年の平均直径が牧草地が78cm野草地は79cm、底蔭度は牧草地が14%で、野草地は15%であつた。

b. 植栽様式との関係

本場分では野草地においては、とくに処理ごとの差は顕著でなかつたが、牧草地においては1列区が他の3区に比較して若干劣っており、この劣勢は2年から5年目まで続いた。

また東北支場においても、このような傾向がみられ東北では牧草地野草地ともに、1列区の底蔭度が低い状態を示し、これは樹冠直径長よりも顕著にあらわれた。

3-4 生長障害

5年間の試験期間中に種々な生長上の障害が生じた。すなわち、先枯病の発生をはじめとし、活力の低下による衰弱とさらにこれの進行した枯死、またわ草類の刈取りの際の誤刈、ノネズミの発生、などのおもなものであつた。

a. 牧草地と野草地との関係

① 本場分

牧草地と野草地には障害の種類に若干の差があつた。すなわち、誤刈は圧倒的に牧草地に多く、年平均野草地の2～3%に対し、牧草地は5～7%であつた。つきに枯死も牧草地に多く発生し、野草地が年平均3～5%であつたが牧草地は5～7%、したがって衰弱木も牧草地の方が若干多かつた。しかし、ノネズミによる食害は牧草地は非常に少なく、この害は44年と45年の2カ年にわたつて発生したのであるが、2カ年の平均で牧草地は0.2～0.9%平均1.1%であつたが、野草地では7.0～12.5%平均10.0%という状態で、牧草地の約10倍に達する食害木が発生した。なお、先枯病の発生率については差がみられなかつた。

② 東北支場分

本場のように顕著ではないが、東北支場においても、牧草地における障害率は若干高く、枯損率が年平均6.6%、誤刈が2%強であつたのに対し、野草地では前者が5.4%、後者が1.5%であつた。

第13表 障害率(%) 本場分

		方形区				1列区				3列区				群状区			
		誤刈	衰弱	枯損	先枯病/ネズミ	誤刈	衰弱	枯損	先枯病/ネズミ	誤刈	衰弱	枯損	先枯病/ネズミ	誤刈	衰弱	枯損	先枯病/ネズミ
	41年	5.2		8.0	20.1	10.1		5.2	10.1	7.0		7.3	12.8	10.8		4.5	10.4
	42年	5.2		8.7	1.4	3.9		19.8	1.6	5.2		15.0	1.4	2.8		13.9	
	43年	10.8		0.7	2.8	12.7	28.3	2.6	3.3	12.9	15.3	4.2	4.9	11.8	15.3	1.4	2.8
	44年	2.7		3.8	0.4	6.9	0.4	5.5	0.7	3.2	0.4	6.9		6.1	1.1	5.9	0.8
	45年	0.4		2.1		0.4	0.4	3.0		2.0	0.9	1.4		0.9	0.4	3.2	2.7
	41年	4.7		5.6	15.3	4.2		7.5	8.1	6.3		5.9	20.1	2.1		3.1	17.0
	42年	2.1		3.8		3.3		11.0	1.3	2.8		5.9	0.7	3.1		4.5	1.1
	43年	1.0		2.4	1.4	2.9	13.2	4.7	0.3	1.4	7.3	2.1	2.4	3.5	13.2	5.9	1.1
	44年	0.4		0.4		3.7	0.7	0.7	1.0	0.4	3.5	2.1	0.7	1.5	3.1	0.7	0.7
	45年				8.9		0.8	0.8	1.25		0.5	0.9	0.7		2.0		23.5
					4.8				6.8								1.5
人工草地																	
自然草地																	

第14表 障害率(%) 東北支場分

		人工草地		自然草地	
		枯損	誤刈	枯損	誤刈
	41年	5.1	4.1	1.7	1.6
	42年	8.7	0.4	4.6	1.3
	43年	8.3		8.1	
	44年	5.8		6.7	
	45年	5.2		5.7	

b. 植栽様式との関係

① 本場分

植栽様式と障害との関係では、もつとも予期されたのは誤刈であつた。すなわち、従来実行されている方形植栽に対して、1列または3列や群状に植えられた造林地では、苗木の樹高が低く牧草の草丈が高い場合に誤刈が発生しやすいわけであり、事実そのような結果が本場分にあらわれ、方形区では植栽1～3年間の平均誤刈率は4.9%であつたが、他の3区は6.1～6.8%であつた。

長焦点カメラ および フォールスカラー
フィルム等の活用による林分構造の解明

I 試験担当者

経営部航測研究室長	中 島 巖
◇ 室員	長谷川 訓 子
◇	橋 渡 幸 男
◇	大 貫 仁 人

II 試験目的

近年急速な進歩をとげつゝある写真技術および情報解析理論等の積極的な森林調査への応用により、林分構造の解明を計り、その現況と推移の予測を効果的に把握する調査法の解明を目的とした。

III 試験の経過

1. 43年度

帯広営林局 新得営林署管内、トムラウシ天然林約8,000haを対象とし、赤外カラーフィルムによる縮尺1/10,000、および一部1/5,000による二段撮影を実施、(R.M.K. $f=150mm$)。層化比例抽出を基準とする現地標本調査、ステレオグラムの作成をおこない、それにもとづき

- 1) 経営案編成資料を目的とする全域の森林資源調査
 - 2) 写真判読の数量解析による林分構成要因の検討と推定法の研究
 - 3) 上記調査地内の約1,500haを対象とする精密調査
- を取りまとめた。

2. 44年度

同営林局 本別営林署管内、芽登天然林約10,000haを対象とする赤外カラーフィルムによる縮尺1/10,000、長焦点カメラ(R.M.K. $f=300mm$)撮影、現地標本調査、ステレオグラムの作成をおこない前年度の成果をもとにして

- 1) トムラウシ、本別両天然林の材積、枯損量、生長量推定を目的とする写真判読要因による数値表の作成
- 2) 上記数値表の適用、ならびに写真と現地作業との結合を計る数値写真図の作成を実施

3. 45年度

- 1) 数値写真図の方眼区画毎に対する数値表適用による材積、枯損、成長量の推定

を計つた。

なおこの研究成果を応用した46年度以後の研究実施資料として北見営林局管内、北見、網走両営林署管内国有林のカラー写真の撮影を実施した。

1. 赤外カラー写真

調査を目的とする写真とは調べようとするものが他と明瞭に区別されて、また細部までを表わしていることが必要であり肉感の再現は必要でない。

通常、活力ある植物の葉は葉緑素より反射される緑の波長(約550 mμ)の光より数倍多くの近赤外領域の波長(700~800 mμ)の光を反射している。

赤外感光層	シアンポジ像
緑感光層	イエローポジ像
赤感光層	マゼンタポジ像
フィルムベース	

赤外線カラーフィルムの構造

青	感	光	層	イエローポジ像
緑	感	光	層	マゼンタポジ像
赤	感	光	層	シアンポジ像

天然色フィルムの構造

図1. 赤外カラーフィルム、天然色フィルムの構造

黄フィルター

したがってこれを捕えて発色するフオールスカラー写真……赤外カラー写真は植物の種類や分布の判定、活力差、また地表条件や土壌含水率の差等の判断に極めて適切である。

黄フィルター

また空中散光の原因である青色光以下の波長の光をフィルター（＃12、＃15）によつて切り去ることによつて高空からも非常に鮮明な像がえられ、また高倍率

被写体の色

コダッククラッテンNo.12
フィルター

赤外線感光層
赤感光層
緑感光層
青感光層

シアン色像
イエロー色像
マゼンタ色像

再現された色

図2. 赤外カラーフィルムの発色

-22-

の拡大が可能である。

フォールスカラー写真は肉眼感とは全く異なつた表現力をもつものである。その判断には通常の白黒、または天然色写真とは違つた解釈をおこなう技術を必要とし、その使用にはこの写真による判定の可能性と、最適使用条件を十分に理解することが重要である。

赤外カラーフィルムの基本的な感光層と発色構造を「図1、図2」に示す。

すなわち、この写真の発色は色の相が肉眼感より一つづつ長波長側にずれたものであり、また近赤外線と共に可視光線内の色も感光することによつて、この両者の合成による色調を表わすものである。

植物反射光の基本特性を「図3」に示す。しかし植物は常にこの特性を有するものではなく、季節、成長状態、立地条件により多くの差異をもつものであり、また赤外線カラーフィルムによる発色も現象条件とともに撮影の日時、天候、位置、高度、太陽角等により変化するものである。

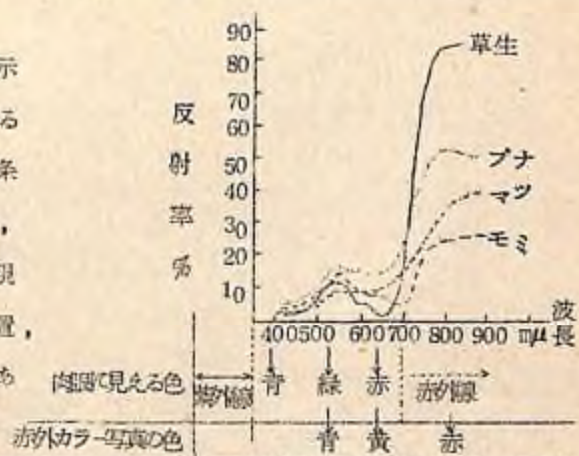


図3. 植物反射光の基本特性とカラー写真の色

このフィルムの効果は近赤外域の反射光の差を、いかに明瞭にとらえうるかによつて高めうるといえよう。表1、表2

表1. 赤外カラー写真による発色例

被 写 体	肉 眼 感 の 色	赤 外 カ ラー の 色
芝、地表雑草、枯れたもの	黄 淡 黄 黄 黄 淡 濃 淡 濃 淡 淡	白 淡 緑 白 淡 鮮 濃 暗 灰 赤 深 淡 鮮 白 暗
活 力 あ る も の	黄 淡 黄 黄 黄 淡 濃 淡 濃 淡 淡	黄 紅 黄 黄 紅 赤 紅 白 紫 紅 黄 紅 黄 緑
落葉広葉樹	黄 淡 黄 黄 黄 淡 濃 淡 濃 淡 淡	白 淡 緑 白 淡 鮮 濃 暗 灰 赤 深 淡 鮮 白 暗
常緑広葉樹	黄 淡 黄 黄 黄 淡 濃 淡 濃 淡 淡	白 淡 緑 白 淡 鮮 濃 暗 灰 赤 深 淡 鮮 白 暗
針葉樹マツ	黄 淡 黄 黄 黄 淡 濃 淡 濃 淡 淡	白 淡 緑 白 淡 鮮 濃 暗 灰 赤 深 淡 鮮 白 暗
健康 害虫被害 枯	黄 淡 黄 黄 黄 淡 濃 淡 濃 淡 淡	白 淡 緑 白 淡 鮮 濃 暗 灰 赤 深 淡 鮮 白 暗
落葉	黄 淡 黄 黄 黄 淡 濃 淡 濃 淡 淡	白 淡 緑 白 淡 鮮 濃 暗 灰 赤 深 淡 鮮 白 暗
ス ヒ カ	黄 淡 黄 黄 黄 淡 濃 淡 濃 淡 淡	白 淡 緑 白 淡 鮮 濃 暗 灰 赤 深 淡 鮮 白 暗
ギ キ ノ マ ロ	黄 淡 黄 黄 黄 淡 濃 淡 濃 淡 淡	白 淡 緑 白 淡 鮮 濃 暗 灰 赤 深 淡 鮮 白 暗
竹、ササ 地	黄 淡 黄 黄 黄 淡 濃 淡 濃 淡 淡	白 淡 緑 白 淡 鮮 濃 暗 灰 赤 深 淡 鮮 白 暗

なお森林における主要な発色例を「表1」に示す。

2. 長焦点カメラ

長焦点カメラは普通角、広角カメラに比べ同一撮影高度によつてより大縮尺写真をうることができる。またその画像は地物、地形の高低による位置ズレが少ない。

高空より大縮尺写真撮影の効果は特に低空飛行が危険を伴う山地において極めて有効であり、また特に空中散光を除去しうる赤外カラー写真の場合に効果的である。

これは縮尺のみならず同一画面内におけるレンズ集光効果による光量分布差をいちじるしく少なくし、画面内の色調の変化を少なくする。

広角写真赤外カラーフィルムの画面内の光量分布差を濃度測定により求めたものを「図4」に示す。長焦点カメラの像は、この周辺部分を切り去つたものと見ることができる。

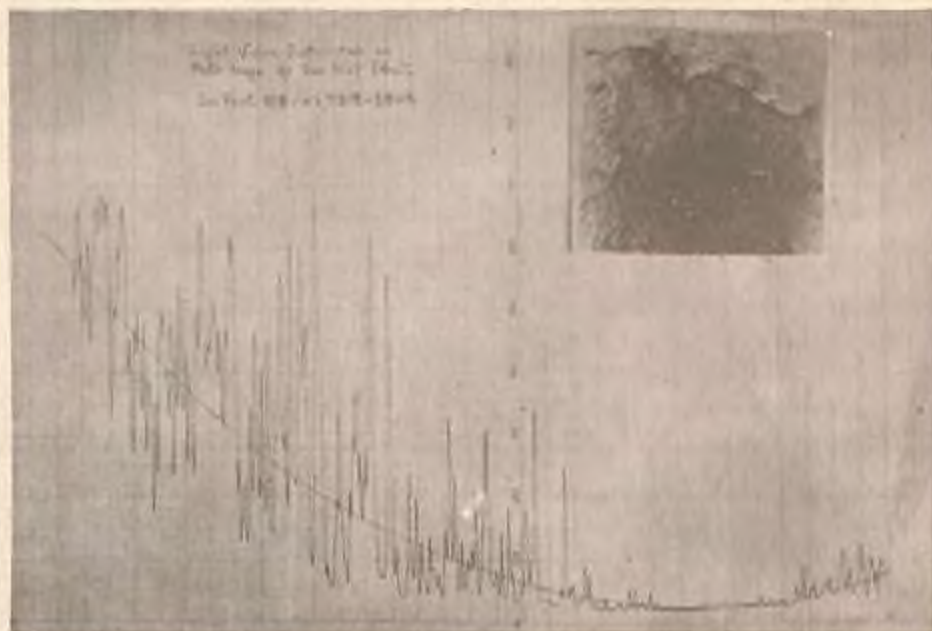


図4. サンポイントを中心とする広角カメラ写真画像の光量分布濃度測定図
(赤外カラー写真ネガフィルムより増巾作成)

3. 写真情報による林分析

森林の現況と推移を予測するには、林木自体や生育する環境、人為条件など多くの関連する要因を解明する必要がある。空中写真の持つ豊富な情報を利用し、数量解析の手法をそれに導入することは、調査の能率と科学性を高める明らかに有効な方法である。

そのためには従来肉眼観察を基準として行なわれていた森林の測定を、肉眼とは全く異なる視野に立つた空中写真の視野での観測要因に置きかえねばならない。

写真像を中介としたとき、森林観察の要因は上空より見た林分の構造とそれを取りまく環境立地の状態である。

この観察要因が林分構造のなかで、どの様に相互に関連し、また現在森林計画立案に要求される材積量、成長量、枯損量等の推定にどのように関与するかを多変量解析によつて求め、またそれから上記のものを所要の精度をもつて推定するための数値表の作成を前記北海道天然林について実施した結果は写真像の科学的利用と写真情報解析システム開発の足掛りである。

3-1 写真情報利用の原則

森林は、生育する個々の立木が集合して形成する一つの生物社会である。林木は互に密接な関連を保ちながら、それらを取りまく環境との有機的な結びつきの中に盛衰を繰り返している。

過去より現在に至るまで、森林は木材生産の場として開発され管理されて来ているが、近代社会の高度な経済発展は、更に同じく生物体である人間社会の生活環境の調和と保全に対する機能をも森林の上に要求してきている。

元来、森林は、鉱物資源などとは異なり、現在から将来につながる再生産性を重視すると共に、自然と人為の操作が刻々と変動を与える動的な現象として、一時点の状態、推移の原因や過程、社会経済の中での生産価値等が求められる情報と、それに基いた計画的な経営と利用がおこなわれる必要がある。

森林は昔から人間の肉眼による観察と、頭脳による判断の尺度によつて評価され計画が立てられてきた。

それは、いわば「山にある木を人が使う」立地からの資源面を主体とした考察であつて、静止した森林の一断面をとらえる努力であるといえる。

これを有機的な生物集団として動的に見ようとすれば、従来の人間の肉体的、また頭脳的な能力限界をさらに拡張したより広い視野と判断力が必要となる。

それは肉眼で見られるよりもより小さな空間と同時に、より大きな空間、すなわち「目的物を取りまく外界との有機的な関連を追求させる空間」の系統的な観察と総合的な判断力の要求である。

いわば空間を縮小、拡大し、時間を延長し短縮もする目が、そしてその目には科学的

な説得力をもつ客観的表現を可能とする手だてがなければならない。

写真は人間の観察眼の縮尺を自在にえらびうることを可能とした。また写真を仲介することによつて写された被写体のすべては数値判定の手法へと持ち込まれるに至つた。

従来より空中写真は林業の分野においても基本図や林型区分図の作成其他、多くの効果をあげてきている。だがそれは従来の肉眼の補助としての利用に止まつている。

今日の写真の有する効果をより活用するためにはその豊富な情報を順序よくとり出すと共に、それらの関連をとき、調査目的に向つて編集する情報解析システムの適切な活用が期待されなければならない。

それによつてようやく人間の観察力と判断力は増大するといえる。

3-2 林分の写真観察要因

森林経営にとつて、従来より最も基本的に要求されてきたものは、それぞれの時点における立木材積、成長量、枯損、更新、等の情報である。それに基づいて撫育や伐採の計画が立てられ評価がおこなわれてきた。

これらは社会的な森林の見方の推移いかんにかゝらず重要なものである。

森林の現況のこれらの情報と、条件によつて変化するであろう予測の値がえられるとき、始めて具体的な諸計画が立てられる。

これらは従来、地上調査によつて求められていた。

対象地域が広大な場合には主に標本調査法が用いられ、空中写真はこのとき調査準備の林型区分図や現地調査点への誘導、確認等に用いられ、前記各主目的情報のデータは地上測定による標準地の立木の樹高、直径、本数、年輪巾、等々が用いられた。

今、写真像の観察を主体として前記の各情報を求めようとすれば、調査測定の要因はこのような肉眼観察法に準拠するものとは多くの異なつたものが主体となつてくるはずである。それは写真条件によつても異なるものではあるが、根本的には視界とする空間の相異である。

そこでは個々の立木の値よりも、それら相互の関係や、森林としての総体的な値、また生育地域の地形、環境が有力な観察要因である。地上調査でも森林測定の要因は情報を引き出す為の一次要素であるので常であるとき、従来しばしば試みられたことではあるが写真利用でそれと同じものを推定しようと努力することは不得策である。

空中写真像として森林が記録されているものは上空より見た森林の構造と生育地の状態であることからそれらから直接目的とする情報を引き出す関連を求めることが写真

利用を効果的にしうるものである。

写真により森林を整理分類する要因については、従来より林型区分を対象として行なわれてきたが、更にそれを有機的に見ようとする時には多くの人為と自然による立地条件の要因が加わる。

これらのうち社会経済的なものを除いて森林自体と立地条件のみを取り上げた場合、写真上の観察要因は本調査の例において「表2」の要因の如くなる。この表においての区分(カテゴリー)は約1/20,000空中写真による場合である。

このような区分は写真観測によつて何等高度な機械や技術を用いず、全く基礎的な技術でおこなわれることができ、かつ判定の誤りをもつとも少なくすむような粗さを考慮したものである。第1の樹種群から、4の径級構成までは天然林において特に複雑に出現するものであり、樹種群は地域によつて異なる。

なお樹冠直径、又は樹冠面積は写真上、上層木については測定可能であるが、一斉林形、或いは熱帯林地方等の如くに上層木が比較的均一な状態にあるときは適正な要因であり、測定の難易さを考えて、また他の要因との相関を検討した上で採用すべきである。

要因5~7までは従来の林型区分基準と同じである。8の疎密度型は特に森林被害や表土荒廃に関連して明らかな表れ方をとる。

9~13はいずれも林木の生長に直接間接に影響をもつ立地条件であり、微気象、降水量、土性等もこれらと密接な関連をもつ、14の地床は主に天然林の更新、造林、撫育に大きな関連をもつが、多くの場合に問題となるのはササの被覆である。

樹冠が地上を完全におおっている場合は、赤外カラー写真でもその局地の地床判定は不能であるのでこの要因は推定しうる場合に限られる。

3-3 写真情報解析

写真観測要因の値が標本地の資料や系統的に編集されたステレオグラムによつて求められれば、それらは各要因間の相互の関連性と、各種の推定目的に対してそれらがどの様な重要さで関与しているかを多変量解析の手法を応用して求めることができる。

それは推定すべき目的の基準値に対して夫々の要因の各区分を変数として推定の誤差を最小にするような多次元の逆立方程式を解くことである。

この場合、外的基準と呼ばれる推定目的の基準値は数量で表わされたものであるが、各カテゴリーの表現には、写真測定により直接数量として求めうるものもあるが、質的な表現で表わされるものもある。この試験において実施した写真観測の場合ではその観

Items and Category for Forest Type Classification of Natural Forest in Hokkaido
写真林型区分要因 (北海道天然林判読基準) photo scale 1/2 0000

要 因 (Item)	区 分 (Category)
1 樹 種 群 (tree sp.)	N=x, N ₁ x, N ₂ x, NL, L (5)
2 混 交 割 合 (mix %)	N, N>L, N/L, LN, L (5)
3 混 交 形 (mix type)	均等 (U), 塊状 (G), 団状 (H) (3)
4 混 交 構 成 (mix Type Composition)	小径木 (Y), 中径木 (B), 大径木 (O) およびその割合 (9)
5 上層木平均樹高階 (Av. Hight of Dominant T.)	~10m(H ₁), 11~15(H ₂), 16~25(H ₃) (4)
6 上層木本数 (No. of Dominant T.)	小 (few), 中 (med), 大 (many) (3)
7 樹冠疎密度 (Crown Density)	散 (Vo), 疎 (D), 中 (M), 密 (D) (4)
8 疎 密 度 形 (Density Type)	均等 (U), 群状 (G), 団状 (H) (3)
9 標 高 (Altitude)	0~99, 100~199, 200~299, 300~ (4)
10 方 位 (Azimuth)	0, N, NE, E, SE, S, SW, W, NW (9)
11 傾 斜 (Tilt)	0~9°, 10~19°, 20~29°, 30~ (4)
12 地 形 (Land type)	山頂 (Top), 台地 (Terres), 平野 (Smoth), 凸, 凹, 浸蝕 (Erosion), 堆積 (Piled) (7)
13 位 置 (Position)	尾根 (Ridge), 中腹(上) (Side U), 中腹(下) (Side L), 沢 (Botum) (4)
14 地 床 (Ground flora)	ササ (Sasa), 雑草 (Bush), 無 (Non) (3)
	Total (67)

表 2. 北海道天然林写真観測要因

Ordering and Partial-Correlation Coefficient of Photo-Observation
Factors for Some Estimation on Natural Forest in Hokkaido
写真判読要因の推定に因する順位と偏相関

順位 (Order)	A. トムラウシ原生林 (Tomuraushi Virgin Forest)						B. 本別天然林 (Honbetu Natural Forest)					
	立木材積 St. Volume		樹 高 階 St. Inferior		生 長 量 St. Growth		立木材積 St. Volume		樹 高 階 St. Inferior		生 長 量 St. Growth	
	要 因 Items	偏相関 Per. Coe.	要 因 Items	偏相関 Per. Coe.	要 因 Items	偏相関 Per. Coe.	要 因 Items	偏相関 Per. Coe.	要 因 Items	偏相関 Per. Coe.	要 因 Items	偏相関 Per. Coe.
1	大径木本数 (4) (No. of Dominant)	0.568	樹 高 (5) (Height class)	0.506	混 交 形 (5) (Mix Type)	0.748	大径木本数 (4) (No. of D.)	0.738	樹 高 (6) (Height class)	0.368	混 交 形 (7) (Mix Type)	0.704
2	局所地形 (6) (Land Type)	0.492	傾 斜 (4) (Tilt)	0.410	局所地形 (6) (Land Type)	0.503	樹高構成 (8) (Composition)	0.651	方 位 (9) (Azimuth)	0.335	樹冠疎密度 (3) (Crown Density)	0.545
3	混 交 構成 (6) (Stand Composition)	0.385	方 位 (9) (Azimuth)	0.426	樹冠疎密度 (3) (Crown Density)	0.489	樹高構成 (8) (Composition)	0.636	樹高構成 (8) (Composition)	0.274	樹高構成 (8) (Composition)	0.497
4	樹冠疎密度 (3) (Crown Density)	0.602	位 置 (4) (Position)	0.211	位 置 (4) (Position)	0.382	混 交 形 (3) (Mix Type)	0.311	混 交 形 (7) (Mix Type)	0.262	大径木本数 (4) (No. of D.)	0.414
5	標 高 (5) (Altitude)	0.332	混 交 形 (5) (Mix Type)	0.104	大径木本数 (3) (No. of D.)	0.297	方 位 (9) (Azimuth)	0.304	局所地形 (5) (Land Type)	0.218	方 位 (9) (Azimuth)	0.329
6	位 置 (4) (Position)	0.294	樹 高 階 (3) (Height class)	0.129	方 位 (9) (Azimuth)	0.287	標 高 (6) (Height class)	0.236	樹冠疎密度 (4) (Crown Density)	0.186	傾 斜 (4) (Tilt)	0.302
7	樹 高 階 (3) (Height class)	0.364	混 交 構成 (5) (Stand Comp.)	0.292	傾 斜 (4) (Tilt)	0.379	位 置 (4) (Position)	0.193	傾 斜 (4) (Tilt)	0.168	標 高 (6) (Height class)	0.213
8	混 交 形 (5) (Mix Type)	0.314			混 交 構成 (5) (Composition)	0.270	局所地形 (5) (Land Type)	0.171	位 置 (4) (Position)	0.127		
N	168		168		168		167		167		167	
要 因 Items	8	(26)	7	(26)	10	(26)	8	(16)	8	(16)	7	(16)
カテゴリー Category	33	(83)	35	(89)	47	(89)	46	(81)	46	(81)	41	(81)
重相関 R	0.894	(0.948)	0.648	(0.784)	0.899	(0.974)	0.930	(0.974)	0.600	(0.626)	0.854	(0.892)

表 3. トムラウシ, 本別, 要因別偏相関表

表 4 トムラウシ要因内部相関
Inner Correlation Matrix for Volume Estimation
(トムラウシ)エゾ・ト天然林 Tomuraushi Natural forest

Item	要 因 間 の 単 相 関 Simple Correlation Coefficient								単相関 (材積) Y Simple Corr. Coe.
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	
大径木本数 X ₁ No. of Dominant	1.000								0.711
局所地形 X ₂ Land Type	0.042	1.000							0.268
混交構成 X ₃ Stand Composition	0.145	-0.087	1.000						0.220
樹冠疎密度 X ₄ Crown Density	0.452	0.052	0.009	1.000					0.603
標高 X ₅ Altitude	-0.003	-0.137	-0.241	0.073	1.000				0.093
位置 X ₆ Position	-0.054	-0.249	0.034	-0.107	0.046	1.000			0.029
樹高階 X ₇ Height Class	0.381	0.050	0.280	0.055	-0.120	-0.007	1.000		0.467
針広混交割合と状況 X ₈ Mixture Type	0.323	0.139	0.110	0.133	-0.062	0.018	0.377	1.000	0.453

表 5. 本別要因内部相関

要 因 間 の 単 相 関 Simple Correlation Coefficient	Honbetu Natural Forest					Volume (材積) Y Simple Corr. Coe.
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	
樹冠疎密度 (X ₁) Crown Density	1.000					0.419
樹 高 階 (X ₂) Height Class	-0.096	1.000				0.606
大径木本数 (X ₃) No. of Dominant T.	0.235	0.436	1.000			0.757
傾 斜 (X ₄) Tilt	0.095	-0.089	0.090	1.000		0.106
植生状況 (X ₅) Ground Flor	0.173	0.141	0.040	0.038	1.000	0.292

測値を推定目的に妥当なように中に類型化し区分したのである。

この多変量解析の手法は、各要因を一度に計算過程に加えるのではなく、一つずつ加重しては推定計算を繰り返してゆくことによつて各要因相互の関連は内部相関係数として表わされると同時に、夫々の要因の外的基準への関与性は個々の偏相関係数として、また夫々の場合の全体推定の精度は重相関係数または推定値の標準偏差によつて求められる。「表3」は要因が調査の一時点の材積、成長量、枯損量の推定目的に対してどのような重要さで関与しているかを上記の偏相関係数の値を参考に上位より順に、トムラウシ本別について示した。

両者ともにエゾマツ、トドマツを主林木とする天然林であるが、トムラウシは全くの原始林であり、本別はかつて択伐によつて人為作業の加わつた林であり、両者の要因の関与性は全く異なる様子が現れる。

例えばトムラウシは本別に比べ、すべての調査目的にはるかに自然環境要因の関与する点が大きく、材積推定のためには第一の大径木の木数の多小の次には局所地形の観察が大切であり、従来考えられていた樹高階の重要度ははるかに下位となる。

一方本別の林においては樹高階は樹冠の疎密度に次ぐ大切な観察要因である。

これらの差はそれぞれの森林の成立過程による構造の差によつて特長づけられる特性であり調査に当つてはその森林では何をしらべることが効果的であることを示すものである。「表4」「表5」は各要因間相互の内部相関係数を示す。

トムラウシ森林においては、各要因は大径木本数 (X_1) と樹冠疎密度 (X_4) 樹高階 (X_7) の間に当然ながら関係が見られる以外はほとんど数値的に独立である。

3-4 推定と数値表の作成

解析によつて求められた要因の関与性と相互の関連は、それが不偏性のあるものである限りそれぞれの森林の構成の特性を示すものである。

それらは推定目的として与えられた外的基準を最も誤差が少なく予測出来るように各カテゴリーに数値を与えた場合の結果である。したがつてこの値は外的基準が変つた場合に偏相関係数が異なるのは当然であるが、内部相関の値も異なつてくるものである。

またこの計算手法においては、同一外的基準に対しても、計算に加える要因の順、カテゴリー区分の違いによつて偏相関係数の値自体が変化するものである。

この内部相関係数、偏相関係数は相対的な参照数値として有効に用いられる。

したがつて内部相関の高い値をもつ要因については測定の難易、精度等を参照にいづ

れか一方をえらぶべきであろうし、また外的基準を異にした場合、他との関連が著しく異なる不安定な要因は不偏性について疑問が生じる。なお同一外的基準に対しても演算に加える要因の順序を変えたとき、偏相関係数が大きく変動するものについても、計算上の仮定を満しえないものともいえよう。しかし、このようなことがあつても一時点で森林の材積の推定する場合、写真上からどのような要因を測れば最もよい推定値がえられるかが大切なことである。

したがつて、たとえ写真像に現われる森林観測の要因が常識的に森林の生成過程や環境要因との間に相互関係があるものであつてもこれらの相互関連が明らかに数値上認められない場合にはこの両者を要因として用いてもよいであろう。事実上、写真上に記録された森林像の要因と環境要因の間には数値的な関連性が極めて少ないことは内部相関係数によつて知られる。

写真像を仲介としたとき、森林要因と環境要因はいづれも同等な観察要因として検討されうるものである。

なお外的基準に対して関与性の少ない要因は測定の能率と、それを加えることによつて生ずる効果との検討により取捨選択されねばならない。

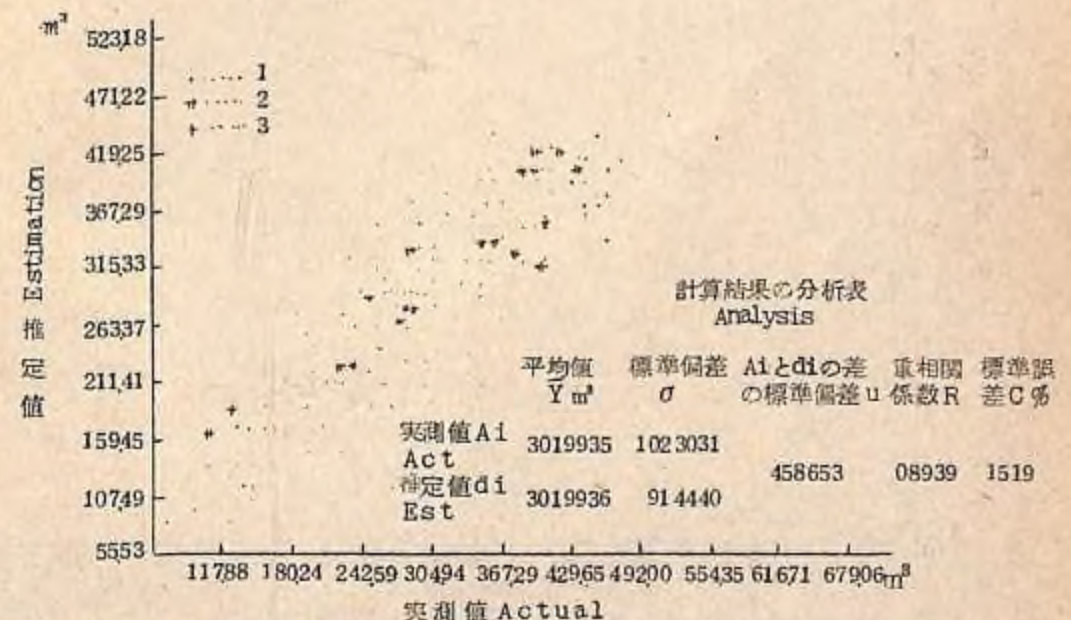


図5-1. 第2次要因による実測値と推定値の比較図 (材積)

Actual and estimated stand volume by selected items.

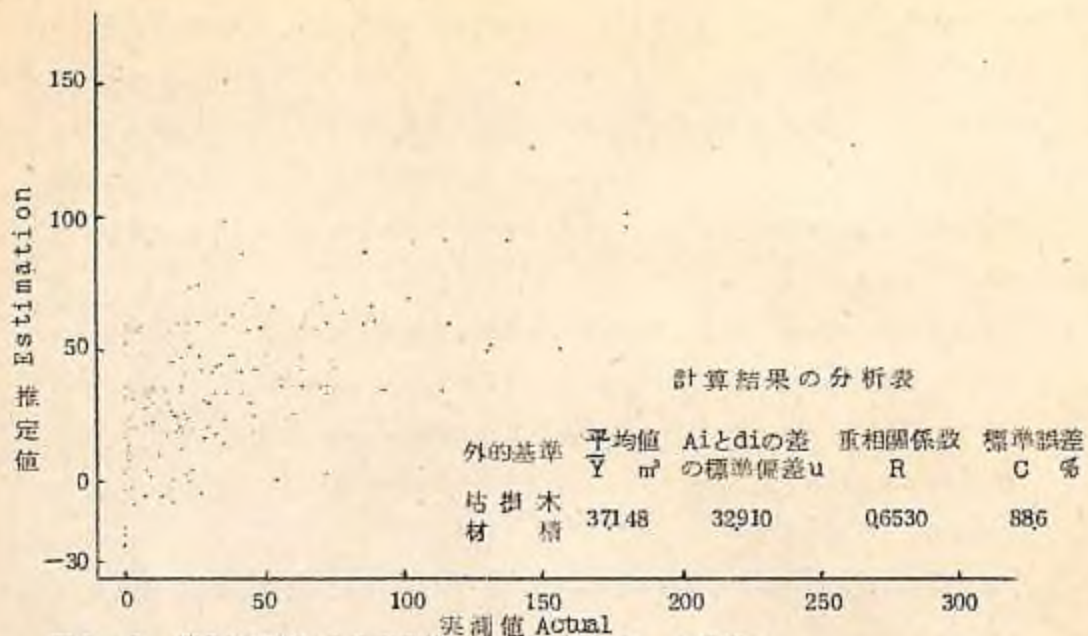


図5-2. 第2次要因による実測値と推定値の比較図 (枯損)

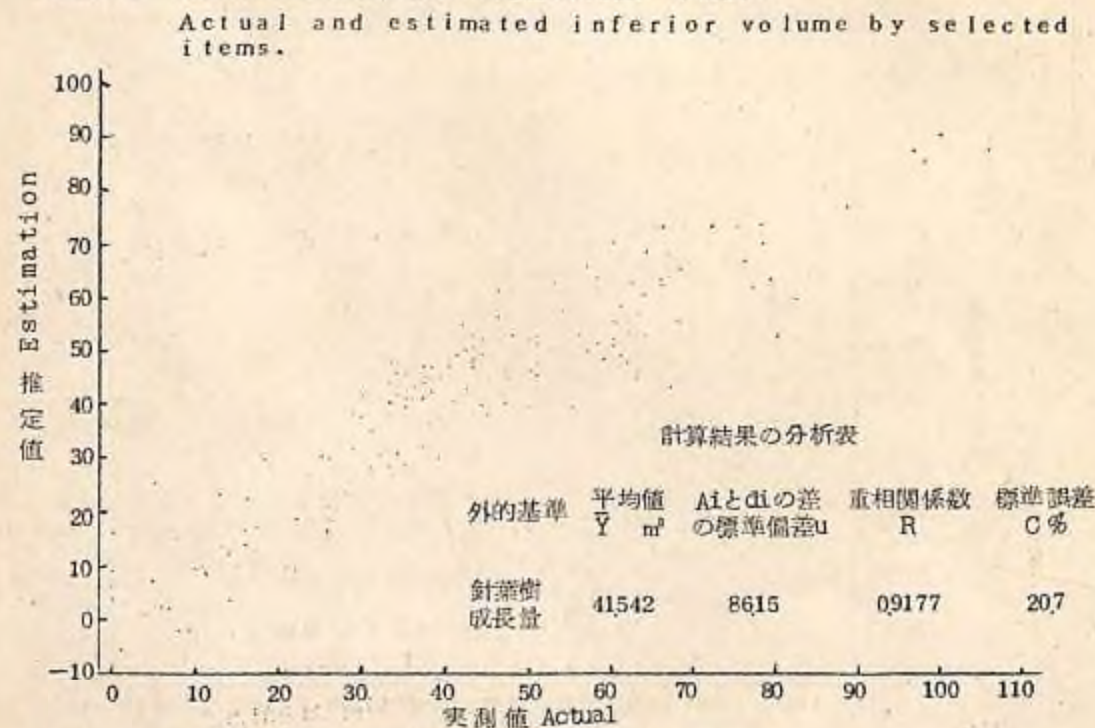


図5-3. 第2次要因による実測値と推定値の比較図 (成長量)

Actual and estimated increment volume by selected items.

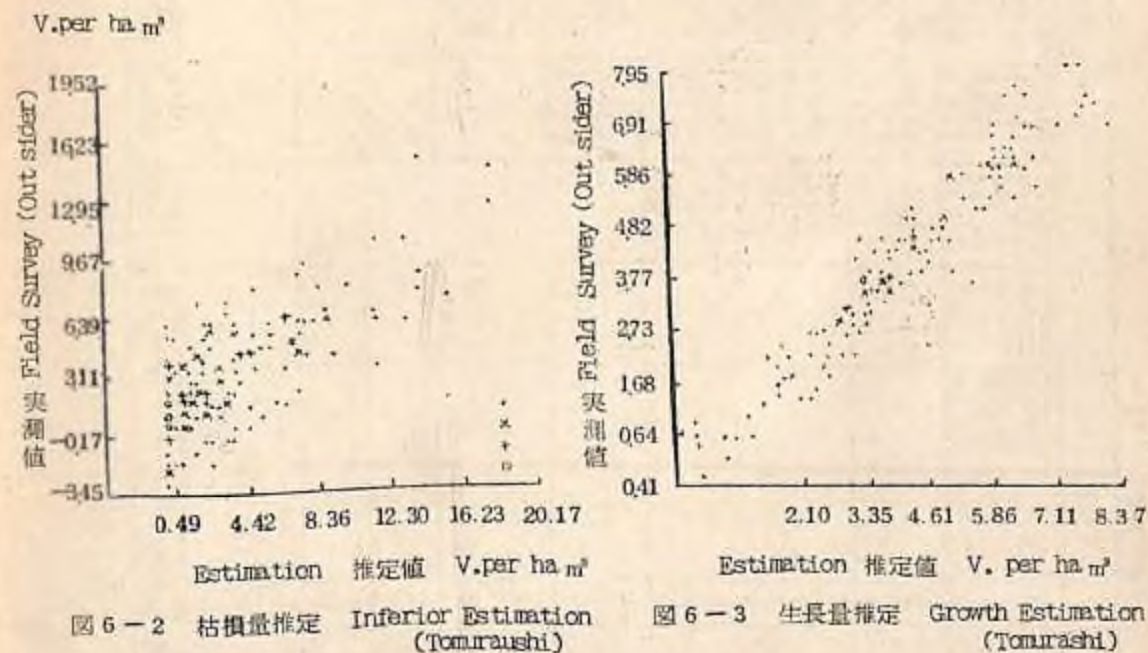
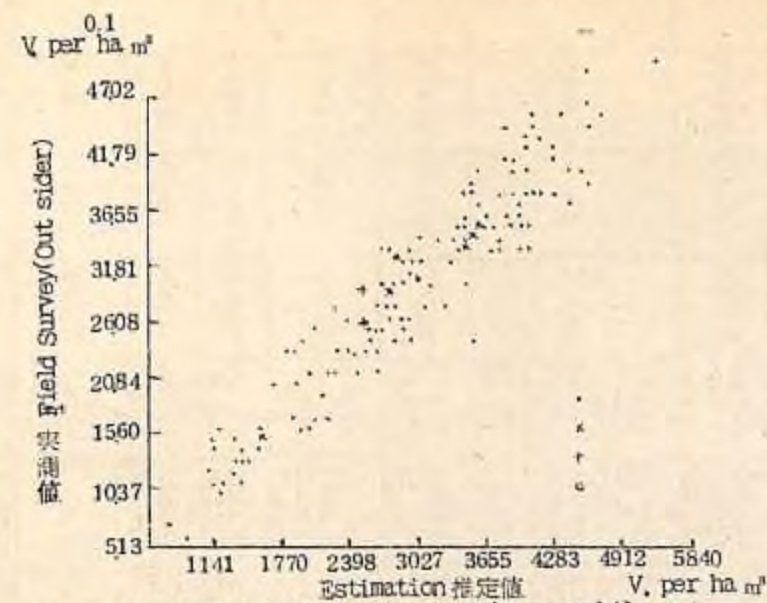


図6. 本別 林分推定値と実測値比較

表6-2. トムラウシ枯損数値表

要因項目	要因カテゴリー	反応個数	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	レンジ	信頼係数	平均値	偏差	
標高	～599	1	13429	10347	2179	-20180	-20788	-20205	25654	42326					
	～699	2	22316	22633	12349	-11164	-12650	-12066	38465	40244					
	～799	3	26326	26436	22892	1057	0762	1460	48655	57995	83977	0506	67274		
	～899	4	38672	43392	36356	15915	15717	16354	63176	71583					
	900～	5	69120	72917	77811	71354	67654	68516	114896	124221					
傾斜	平	1		0	0	0	0	0	0	0					
	緩	2	-15643	-59457	-56405	-64561	-64597	-58761	-66799	0					
	中	3	-2471	-39660	-35488	-43147	-43134	-38332	-47568	0	66799	0410	-37306		
	急	4	4314	-31822	-29113	-34549	-34690	-27412	-34857	0					
方位	無	1			0	0	0	0	0	0					
	N	2			20653	17500	24063	23969	13822	19333					
	NE	3			22775	14698	23168	22389	18662	23462					
	E	4			22967	22841	32225	32055	18943	26817					
	SE	5			69560	66772	71893	71949	66341	74187	74187	0426	34996		
	S	6			64970	58164	63250	63296	51031	55696					
	SW	7			28177	23439	29126	29240	17058	20254					
	W	8			51560	47146	51256	51355	43546	49633					
	NW	9			47651	46386	51461	51551	39796	45578					
位置	峰	1				0	0	0	0	0					
	下	2				30076	31331	31240	18501	23250	23250	0211	16623		
	谷	3				21806	25343	25309	17672	20852					
	N	4				24778	25889	25857	19877	22390					
針広堤天	N	1					0	0	0	0					
	LN	2				-9400	-9400	-9542	-10394	-12765					
	L	3				13964	13772	13772	1883	2766	28385	0194	-0356		
	Lb	4				17768	17616	12855	12855	15620					
	L	5				-7956	-8330	-8330	-7977	-7401					
樹高	～18	1						0	0	0					
	～21	2						-0809	-2352	-12320	12320	0129	-6280		
	22～	3						-0332	3270	-6520					
疎密度	疎	1							0	0					
	中	2							-46932	-48080	48080	0292	-26830		
	密	3							-33399	-32409					
被覆堤天	O	1								0					
	O	2								3569					
	O	3								-3362	32524	0212	-11116		
	O	4								-28955					
	O	5								-26833					
要因項目	要因カテゴリー	反応個数	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	レンジ	信頼係数	平均値	偏差	
	標高	～599	1	13429	10347	2179	-20180	-20788	-20205	25654	42326				
	～699	2	22316	22633	12349	-11164	-12650	-12066	38465	40244					
～799	3	26326	26436	22892	1057	0762	1460	48655	57995	83977	0506	67274			
～899	4	38672	43392	36356	15915	15717	16354	63176	71583						
900～	5	69120	72917	77811	71354	67654	68516	114896	124221						
平	1		0	0	0	0	0	0	0	0					
緩	2	-15643	-59457	-56405	-64561	-64597	-58761	-66799	0						
中	3	-2471	-39660	-35488	-43147	-43134	-38332	-47568	0	66799	0410	-37306			
急	4	4314	-31822	-29113	-34549	-34690	-27412	-34857	0						
無	1				0	0	0	0	0	0					
N	2				20653	17500	24063	23969	13822	19333					
NE	3				22775	14698	23168	22389	18662	23462					
E	4				22967	22841	32225	32055	18943	26817					
SE	5				69560	66772	71893	71949	66341	74187	74187	0426	34996		
S	6				64970	58164	63250	63296	51031	55696					
SW	7				28177	23439	29126	29240	17058	20254					
W	8				51560	47146	51256	51355	43546	49633					
NW	9				47651	46386	51461	51551	39796	45578					
峰	1					0	0	0	0	0					
下	2					30076	31331	31240	18501	23250	23250	0211	16623		
谷	3					21806	25343	25309	17672	20852					
N	4					24778	25889	25857	19877	22390					
N	1						0	0	0	0					
LN	2					-9400	-9400	-9542	-10394	-12765					
L	3					13964	13772	13772	1883	2766	28385	0194	-0356		
Lb	4					17768	17616	12855	12855	15620					
L	5					-7956	-8330	-8330	-7977	-7401					
～18	1							0	0	0					
～21	2							-0809	-2352	-12320	12320	0129	-6280		
22～	3							-0332	3270	-6520					
疎	1								0	0					
中	2								-46932	-48080	48080	0292	-26830		
密	3								-33399	-32409					
O	1									0					
O	2									3569					
O	3									-3362	32524	0212	-11116		
O	4									-28955					
O	5									-26833					
O	6														
O	7														
O	8														
O	9														
O	10														
O	11														
O	12														
O	13														
O	14														
O	15														
O	16														
O	17														
O	18														
O	19														
O	20														
O	21														
O	22														
O	23														
O	24														
O	25														
O	26														
O	27														
O	28														
O	29														
O	30														
O	31														
O	32														
O	33														
O	34														
O	35														
O	36														
O	37														
O	38														
O	39														
O	40														
O	41														
O	42														
O	43														
O	44														
O	45														
O	46														
O	47														
O	48														
O	49														
O	50														
O	51														
O	52														
O	53														
O	54														
O	55														
O	56														
O	57														
O	58														
O	59														
O	60														
O	61														
O	62														
O	63														
O	64														
O	65														
O	66														
O	67														
O	68														
O	69														
O	70														
O	71														
O	72														
O	73														
O	74														
O	75							</							

表6-3 トムラフシ (牛 糞)

項目	要因	位置	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	レンジ	偏相関係数	平均値	偏差
針交	N	1	53415	67483	46542	38960	39312	34278	33156	27678	35135	44900				
店割	Nlg	2	34385	49870	31309	23011	23037	18923	17977	11692	17712	26139				
混合	Nlu	3	23875	42617	27385	22810	23143	20805	18025	13062	19220	28727	38863	0.749	27630	
	Nlb	4	32200	48992	31891	25370	25789	22759	21317	15982	22325	32349				
	L	5	10280	26133	8555	2052	2322	-1168	-4199	-8998	-4161	5037				
山頂		1		0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.				
山腹		2		-12629	-10072	-13754	-13939	-15951	-19321	-18168	-16823	-18247				
平坦地		3		-14369	-13129	-17543	-17578	-20511	-24327	-23324	-22171	-23428	24175	0.503	-17954	
低地		4		-18001	-14976	-17961	-17859	-19212	-23678	-22823	-21828	-23553				
散		5		-19364	-17560	-22338	-22420	-23287	-17640	-20961	-17661	-24745				
		6		-18575	-14568	-17579	-17895	-20265	-18695	-17168	-17423	-17749				
中		1			6949	14126	14059	17555	16282	15020	13172	12512	23922	0.489	12145	
位置		2			22908	29687	29218	32620	31479	27420	25545	23922				
		3				0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.				
		1				12764	12570	13128	12630	10772	10519	9506	12495	0.382	1757	
		2				1164	1248	0494	-1711	-1617	-1870	-2889				
		3				4664	4502	3738	1528	1755	1524	0310				
		4					0.	0.	0.	0.	0.	0.				
75		1					-0484	-0463	1129	6547	8458	8385	12268	0.297	6884	
150		2					1118	2192	3000	10084	12228	12268				
150		3						0.	0.	0.	0.	0.				
		1						-6310	-16251	-7277	-5704	-2577				
		2						0.040	-12759	-4339	-1579	0.763				
		3						6364	-4848	0967	2827	5459				
		4						2858	-5750	0809	3510	4977	9477	0.287	3605	
		5						6266	-4872	2942	5002	6900				
		6						6230	-6225	2643	4700	5980				
		7						4091	-6516	1439	3459	5079				
		8						4337	-4998	1786	3711	5866				
		9							0.	0.	0.	0.				
		1							11915	5595	2931	1114	8239	0.279	3268	
		2							14796	8586	5171	3719				
		3							21375	14069	9982	8239				
		4							0.	0.	0.	0.				

表7-1. 本 別 (材 積) 数 値 表

要因項目	要因カテゴリー	反応個数	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	レンジ	偏相関係数	平均値	偏 差
大径木数	0~50	1	131.357	70667	-55857	17356	6703	-6305	-14849	-27957	-27886	198.368	0.738	57.697	
	51~100	2	211.918	123378	-20767	52719	42021	28.764	19446	7942	7974				
	101~150	3	311.943	218956	55206	123842	112971	101.988	93443	81607	80219				
	151~	4	425.154	324467	148884	209944	200821	186522	181831	173740	170482				
樹高	1	1	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	243.622	0.651	116.333	
	1.2(2.1)(1.3)	2		18444	23425	8259	0.339	9.141	16.619	19.754	23.609				
	2	3		81483	105334	90806	82975	95.873	103957	108427	113775				
	23	4		68809	105072	93714	86732	98.246	103996	106925	110845				
	24(42)	5		228763	252919	227679	226863	238.278	243884	242048	243.622				
	32	6		72628	109589	89721	82.662	96.093	103342	108173	112572				
	3	7		95349	134177	106049	96.853	109.806	116.861	119.837	122.971				
	3.4(4.3)(4)	8		164.123	228.575	184.006	176.996	185.497	192.558	200.409	203.273				
疎密度	散	1			0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	144.284	0.636	70.522	
	疎中	2			64.760	57.039	62.164	55.763	58.176	53.182	55.963				
	密	3			82.841	76.977	85.638	80.558	81.230	77.937	81.842				
		4			148.364	139.970	150.464	143.053	143.054	140.375	144.284				
針広混交割合	Nエ	1				0.	0.	0.	0.	0.	0.	65.573	0.311	-32.593	
	Nエト	2				-39.078	-34.688	-31.719	-28.260	-22.663	-24.775				
	Nト	3				-52.219	-44.249	-40.547	-39.065	-32.168	-33.799				
	NL	4				-40.779	-32.638	-28.842	-23.965	-16.172	-17.566				
	NL	5				-69.164	-63.389	-60.866	-58.324	-47.845	-50.511				
	LN	6				-60.627	-52.395	-50.783	-45.372	-34.669	-35.930				
	L	7				-78.104	-76.702	-71.633	-69.447	-62.704	-65.573				
方位	無	1				0.	0.	0.	0.	0.	0.	45.926	0.304	73.10	
	N	2				25.498		28.308	31.355	32.509	30.116				
	N E	3				-15.275		-18.725	-14.330	-10.251	-15.810				
	E	4				11.530		7.328	14.120	15.950	9.329				
	S E	5				23.491		22.611	26.817	32.213	26.196				
	S	6				10.697		7.754	8.286	11.470	7.721				
	S W	7				-20.162		-13.813	-9.557	6.287	-11.873				
	W	8				1.033		45.23	7.593	15.305	10.624				
	N W	9				-3.527		-0.931	4.158	14.200	9.492				
標高	0~599m	1						0.	0.	0.	0.	45.484	0.236	3.739	
	600~699	2						7.121	11.610	14.016	14.808				
	700~799	3						-7.036	-3.905	-5.403	-3.490				
	800~899	4						7.312	13.034	14.938	14.779				
	900~999	5						17.766	18.648	20.887	20.911				
	1000~	6						-21.296	-21.377	-23.133	-24.573				
位置	峰	1						0.	0.	0.	0.	25.983	0.193	-14.433	
	上下	2						-17.612	-19.811	-21.095					
	下	3						-16.891	-20.538	-25.983					
	谷	4						-2.822	-3.618	-10.654					
局所地形	山頂	1								0.	0.	19.169	0.171	3.877	
	山腹	2								7.617	11.923				
	山腹	3								-9.729	-7.246				
	低平地	4								8.389	8.686				
	低平地	5								43.11	6.024				
傾斜	緩	1								0.	0.	11.151	0.104	0.796	
	緩中	2								4.388					
	急	3								4.974					
	急	4								-6.177					
重相関係数			0.784	0.836	0.893	0.905	0.913	0.916	0.918	0.920	0.920				
要因群偏相関係数				0.468	0.572	0.326	0.283	0.182	0.151	0.153	0.				

表 7-2 本別 (枯損級) 数值表

項目	要因カテゴリー	反比例係数	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	レンジ	偏相関係数	平均値	偏差	
標高	0~599m	1	32957	45384	-1070	26015	39563	44112	38608	28084	64225	0368	40979		
	600~699	2	22864	41231	-3106	25789	36708	38514	33889	22629					
	700~799	3	21531	38501	-7788	19000	29034	30123	26552	16379					
	800~899	4	45379	67891	20763	49339	59517	63621	60163	48548					
	900~999	5	43667	64545	20420	45554	55858	56553	54021	49532					
	1000~	6	57667	86252	43359	72330	78819	84076	82588	80604					
方位	無	1	0	0	0	0	0	0	0	0	58875	0326	-39438		
	N	2	-7054	-4006	-7787	-38540	-35328	-23118	-22395	0					
	N E	3	-15142	-15573	-22725	-55771	-52500	-43009	-43608	0					
	E	4	-40464	-37130	-41113	-71031	-67406	-57956	-58875	0					
	S E	5	-1985	-0735	-13635	-44958	-47169	-36102	-34283	0					
	S	6	-28742	-30776	-39527	-70325	-70834	-58188	-53144	0					
	S W	7	-25633	-18472	-26089	-54672	-54267	-44288	-43888	0					
	W	8	-31382	-28382	-36109	-65898	-65227	-54993	-54570	0					
	N W	9	-22199	-22352	-27822	-56858	-55321	-44571	-44183	0					
樹高	12(21X13)	1	0	44673	43042	54324	50320	54112	51666	105037	0.274	49.344			
	2	36798	35735	48105	47215	51329	45820	51329	45820						
	23	40464	43571	59429	53875	57528	52093	57528	52093						
	32	108435	981731	08430	109639	111821	105037	111821	105037						
針公園交刺合	3	45123	38334	52140	50868	53295	46917	53295	46917	34554	0.262	-184.99			
	6	54871	43011	58351	57854	58817	51199	57854	58817						
	7	54331	36724	47066	46353	47487	42421	47487	42421						
	8	0	0	0	0	0	0	0	0						
	N E	1	-9446	-10557	-12083	-12313	-12083	-12313	-12083					-12313	
	N	2	-17629	-18984	-20898	-20898	-20898	-20898	-20898					-20898	
	{ N E	3	-23487	-22926	-24783	-24783	-24783	-24783	-24783					-24783	
	N L	4	-34109	-32610	-34863	-34863	-34863	-34863	-34863					-34863	
局所地形	N L	5	-17444	-16923	-21487	-20571	-22320	-21487	-20571	-22320	48668	0.218	-1.645		
	N L	6	-21879	-20104	-19398	-19398	-19398	-19398	-19398	-19398					
	L	7	0	0	0	0	0	0	0	0					
	山	1	17764	16904	19185	16557	16557	16557	16557	16557					
	山腹	2	2185	3513	4597	2875	2875	2875	2875	2875					
	{ 山腹	3	5840	5740	5841	4255	4255	4255	4255	4255					
	低平地	4	-32849	-32880	-31752	-32011	-32011	-32011	-32011	-32011					
疎告度	散	1	0	0	0	0	0	0	0	0	23414	0.186	7.18		
	疎	2	17939	19659	19659	23414	23414	23414	23414	23414					
	中	3	-5719	-5719	-5719	1154	1154	1154	1154	1154					
	密	4	-1199	-1199	-1199	5502	5502	5502	5502	5502					
	平	5	0	0	0	0	0	0	0	0					
傾斜	緩	1	0	0	0	0	0	0	0	0	19850	0.108	-11078		
	中	2	-11210	-12668	-12668	-12668	-12668	-12668	-12668	-12668					
	急	3	-10228	-11792	-10228	-11792	-10228	-11792	-10228	-11792					
	峻	4	-16729	-19850	-16729	-19850	-16729	-19850	-16729	-19850					
位置	上	1	0	0	0	0	0	0	0	0	19881	0.137	11104		
	下	2	19881	12026	12026	12026	12026	12026	12026	12026					
	谷	3	12510	12510	12510	12510	12510	12510	12510	12510					
	谷	4	0	0	0	0	0	0	0	0					
重相関係数	重相関係数	0.257	0.375	0.466	0.499	0.526	0.547	0.552	0.552	0.559					
	重相関係数	0.283	0.298	0.202	0.192	0.176	0.089	0.106	0.106	0.106					
	重相関係数														
	重相関係数														

表 7-3. 本別 (生長量) 数值表

表7-3. 本別 (生食置) 数値表													
要因項目	要因カテゴリ	反応個数	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	レンジ	偏相関係数	平均値	偏差
対広混令割合	N { Nエ Nト N N N N N	1	7184	4460	2930	2513	2617	2693	2289	5796	0704	-0288	
		2	6188	3041	1081	1159	1420	1517	1108				
		3	5935	2960	1060	1122	1630	1732	1329				
		4	4770	1818	0087	0032	0443	0505	0167				
		5	2788	0279	-1695	-1863	-1481	-1378	-1731				
		6	1587	-0220	-1842	-1834	-1508	-1289	-1672				
		7	0622	-2443	-3507	-3490	-3499	-3334	-3507				
破産度	散離中盤	1		0	0	0	0	0	0	3913	0545	1948	
		2		1089	1418	1824	1915	1721	1566				
		3		2091	2187	2356	2640	2408	2314				
		4		3846	4170	3996	4323	4070	3913				
樹高	1.2(21)(13) 2 23 24(42) 32 3 34(43)(4)	1			0	0	0	0	0	4709	0497	1250	
		2			0413	0481	0027	0126	0434				
		3			2118	2067	1575	1635	2093				
		4			1716	1352	0884	0982	1375				
		5			4676	4133	3914	4093	4483				
		6			1559	0735	0221	0333	0821				
		7			0876	-0158	-0756	-0578	-0226				
		8			1927	0483	0460	0712	1016				
大木伐木数	0~50 51~100 101~150 151~	1				0	0	0	0	2204	0414	0963	
		2			0060	0089	0089	0068	0110				
		3			1459	1440	1462	1538	1538				
		4			2043	2187	2276	2204	2204				
方位	N N N S S S S W W N	1					0	0	0	1812	0329	-0910	
		2					0270	-0701	-0659				
		3					-0632	-1532	-1622				
		4					-0108	-1090	-1237				
		5					0919	-0033	-0024				
		6					-0002	-0918	-0931				
		7					-1224	-2124	-1812				
		8					0158	-0763	-0594				
		9					-0472	-1373	-1309				
傾斜	平盤 平盤 平盤 平盤	1						0	0	1133	0202	0693	
		2					0558	0625	0625				
		3					1115	1133	1133				
		4					0971	1015	1015				
標高	0~599m 600~699 700~799 800~899 900~999 1000~	1							0	1717	0213	-0173	
		2							0033				
		3							-0243				
		4							0032				
		5							0430				
		6							-1287				
要因関係数			0678	0772	0808	0828	0846	0848	0854				
要因関係数			0502	0375	0307	0310	0109	0191					



图 7 数值写真图例
(本別 62 林班 40 m 方眼)

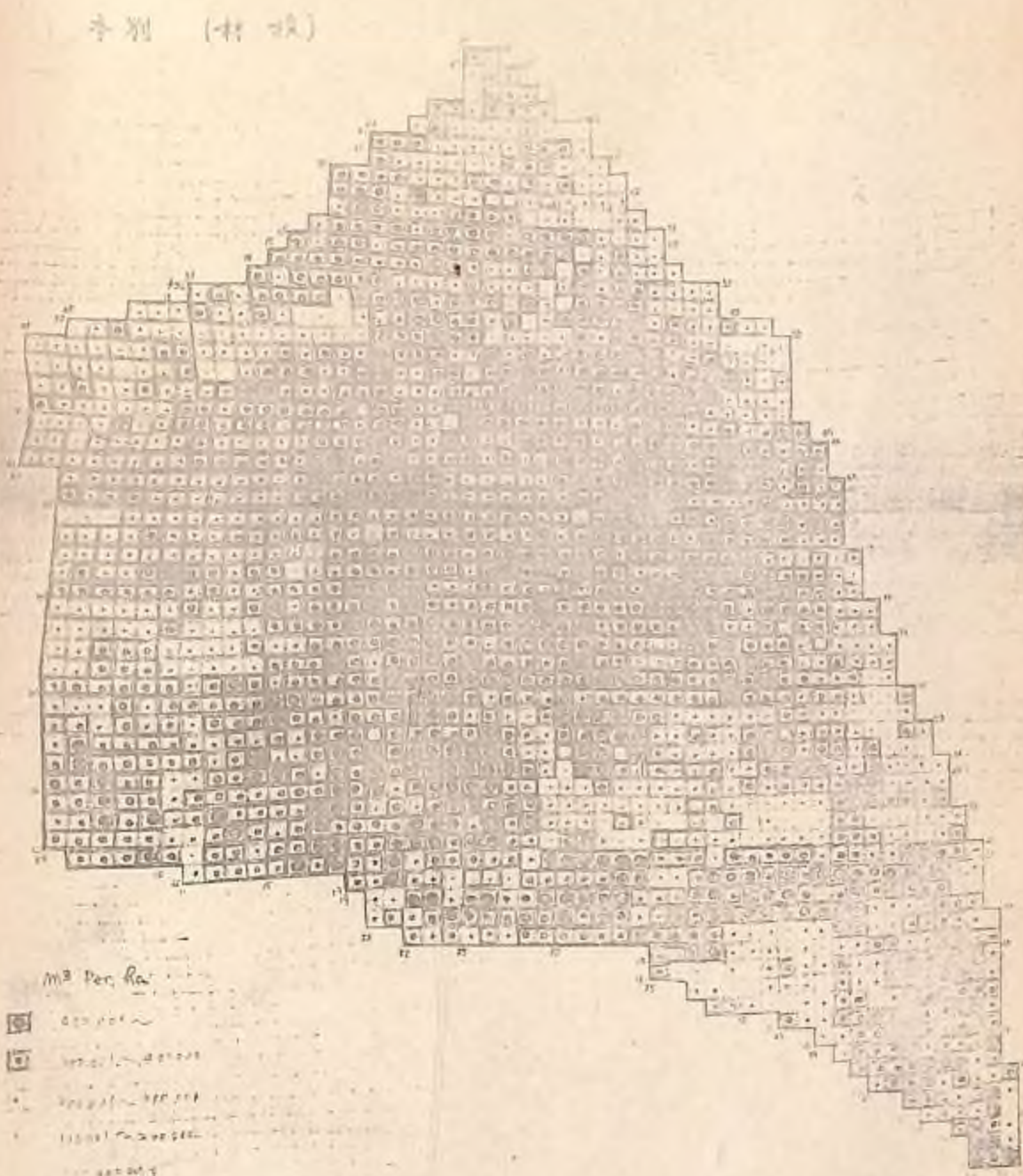
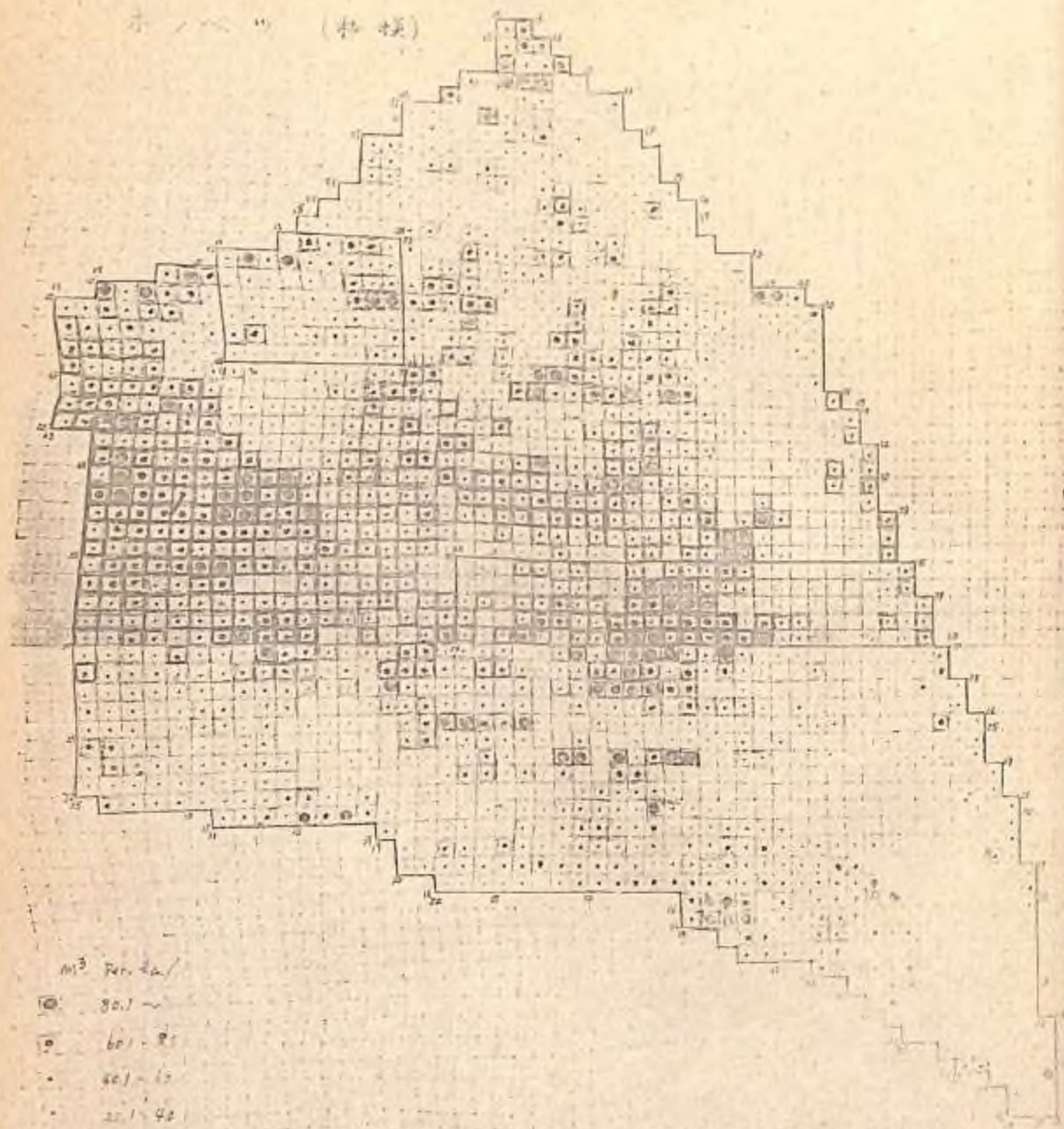


圖 8-1 本別 62 林班 栽培分布檢定圖

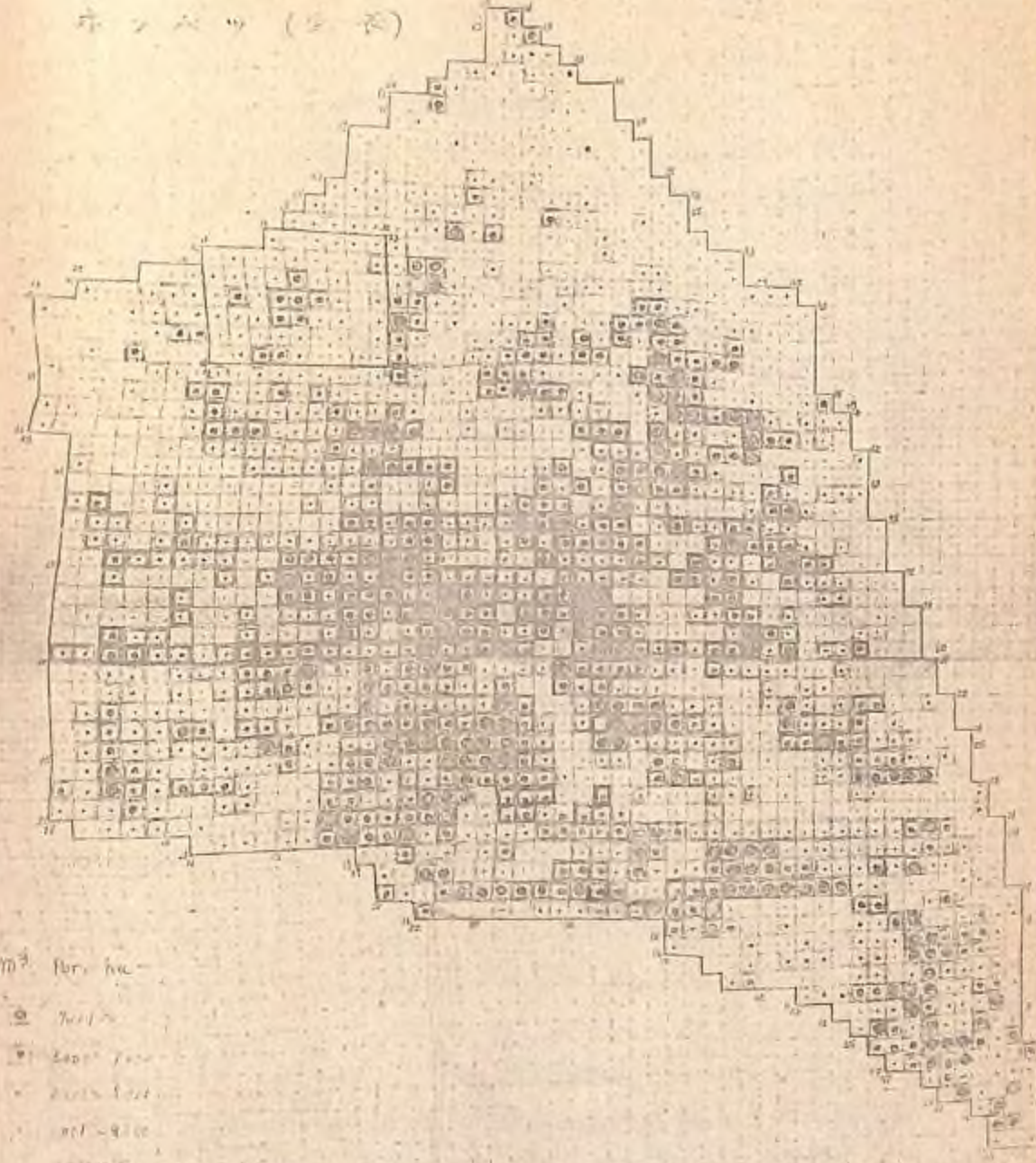
ホノベツ (杉林)



m^3 Per ha
 80.1 ~
 60.1 ~ 80
 40.1 ~ 60
 20.1 ~ 40
 - 20

図 8-2 本別 62 林班 杉林 (杉林班 20)

ホノベツ (杉林)



m^3 Per ha
 80.1 ~
 60.1 ~ 80
 40.1 ~ 60
 20.1 ~ 40
 - 20

図 8-3 本別 62 林班 杉林 (杉林班 20)

それぞれの推定目的に対して適切な要因と順序が求められた場合、各カテゴリー毎に最も適切な点数が与えられ、その集計によつて予測値が得られる。

トムラウシ森林、本別森林での材積、枯損、成長量についての実測値（外的基準）と推定値との比較図を「図5. 図6」に示す。

この推定は材積、成長量については所要の精度が得られているが、枯損量の推定精度は十分でないのは「図5. 6」に見られるように天然林においては少なくとも7m³/ha程度の枯損は観測要因に関係なく全面的に過去より累積、また自然発生している結果であり、推定の対象にならない存在があつたと思われる。

なお全要因を用いた推定の結果は前記、解析の段階において既に算出される。更に要因の選択と順位を改めた場合は新しい点数表が作成されなければならない。

選ばれた要因とその順序で最もよい予測値を得るために各カテゴリーに与えられた点数（スコア）を要因の加算順に表示したものが予測点数表である「表6」「表7」。

この表は写真により区分された林型区画、またはクオドラート区画内の森林の各観測要因、カテゴリーに該当する点数を集計すれば目的とする予測値がえられるものである。

この際、用いた要因が多い程精度のよくなることは、下行の重相関が増加することによつて知られるので必要な精度と観測の能率によつて、いくつの要因までをとるかを定めうる。

要因群間相関係数は上行の要因を加えることによつて高めうる効果であり、また予測の精度は推定値の残差分散の値によつて知られる。

このような点数表は写真観察のみから個々の林分ごとの現況の推定を可能とする。また要因のパターンが変化した場合の林分の状況の変化が数値的に予測することが可能となる。

3-5 数値写真図（写真コードラート）

現地と写真像、またその測定値の完全な結合を計るために、平面図上に方眼網を形成する数値図の方眼点を写真像上に設定したものを「数値写真図」と名付けた。すなわちこの写真対は立体視すれば立体模像の上に方眼網をかぶせた状態があらわれ、またその各方眼点はX, Y, Zの値が求められているものであり、同時に各コードラートは最大傾斜角、傾斜方位、平均標高が算出されている。（図7）

この作成は、1. 当概地域の数値地図の作成 2. その方眼座標（X, Y, Z）をそれぞれの写真座標（x, y）に変換、透明フィルム上に展開 3. ひずみ修正を行なつた

写真上にこの透明フィルム展開図を重ね焼、の過程によつて完成する。

本試験において作成したコードラートはトムラウシ計627個 本別1826個で各40×40mメッシュ、前者は5本のベルト状に、後者は62林班全域について作成した。

3-6. 数値表の適用と現地検討

数値写真図により作成された各コードラートの写真像の観測、および地況要因の数値により、夫々の区画毎に数値表を適用、材積、枯損、成長量の推定を行なつた。この作業は電子計算機によつて行なわれ、結果は一覧表としてタイプアウトされる。例「表」。またこれは階層区分された分布として表わすことが出来る「図8」。

この推定の結果を現地検討し地上測定値との比較を行つた結果を「図9」に示す。この検討はトムラウシ18個、本別12個のコードラートについて実施した。

この結果は推定は従来の標本調査値の局地適用結果に比べ著しく満足すべき値を示している。

特に材積値は実測と推定の間に高い相関を示した。これを本別、トムラウシを混みとして見た計算では次の如くである。

N=31			
$\sum X^2$	3826936.802556	α^2	711.080581
$\sum X$	10658.525	$S_{\bar{y}x}$	4.7869372
$\sum Y^2$	3693843.043445	S_e	0.66194
$\sum Y$	10534.727	誤差率	13.93%
$\sum XY$	3745074.057942		
b	0.757848		
a	79.264012		
r	0.904896		

これは元来地上測定法が材積測定には適確さをもち、枯損、成長量測定等はそれに比べはるかに変動の多い測定法であることを示しているものである。

3-7. 空中写真利用による森林調査の体系

森林調査には総合的な計画立案を目的とする情報収集と同時に、個々の林地での施業に必要な資料収集の目的を満さねばならぬものもある。森林調査にとつてこの両者では調査必要事項も、また要求される情報の詳細性も大きく異なるのが通常である。

Fig. 9-1. 標準地 現地調査, 予測値 トムラウシ

Field survey and Estimation of Sample plot.

(Tomuraushi)

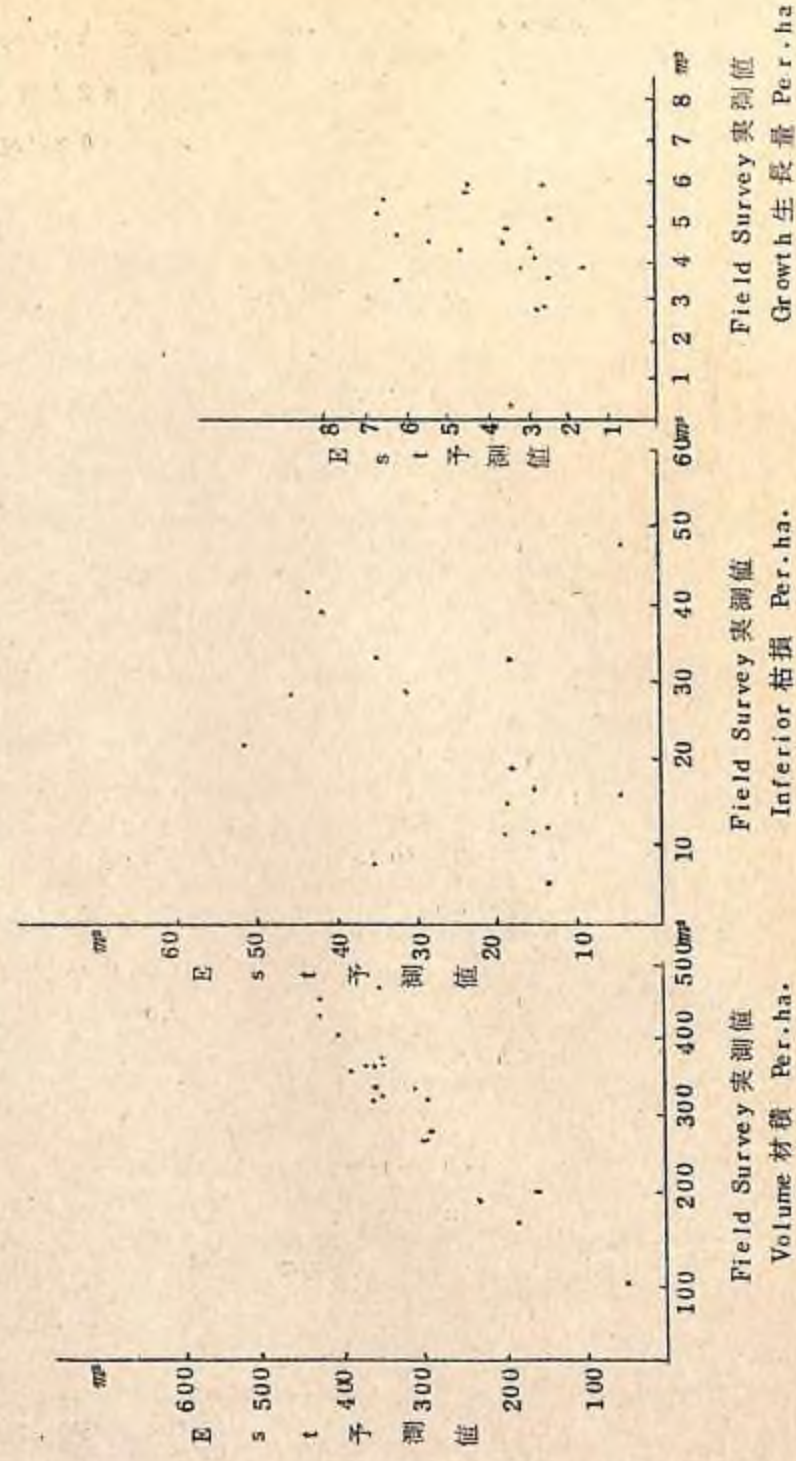


図 9-2. Field survey and Estimation of Sample plot

(Honbetu)

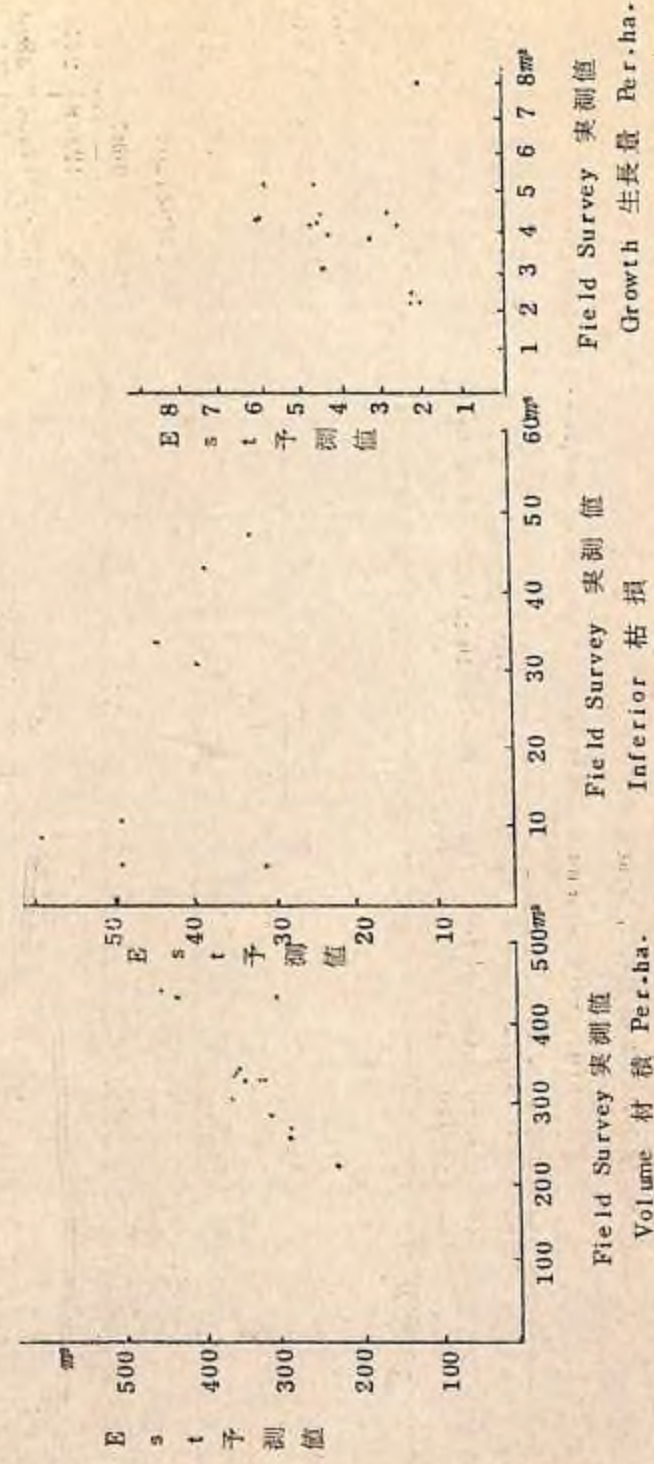


表8 標準地 現地調査，予測値比較表

Field survey and Estimation of sample plots (40x40m)

Plot No.	Item	本数 No. of Tree	地形 Land Type	徑級構成 Compo- siti-	疎密度 Den- sity	標高 Alti- tude	位置 Posi- tion	樹高階 Height C.	混交型 Mix- ture	方位 Azim- th	傾斜 Tilt	立木材積 Volume	枯損量 Infe- rior	生長量 Grow- th	Per ha.
1 (30-21)	予測 Field Est.	2	3	4	2	5	2	3	4	4		280744	64438	3889	
2 (30-22)	Field Est.	2	3	2	3	4	2	3	3	7	2	461681	16375	5700	
3 (30-23)	Field Est.	2	2	4	1	5	1	3	1	6	3	329794	20250	3866	
4 (30-24)	Field Est.	1	2	2	2	4	2	2	2	6	2	203044	12188	2710	
5 (30-25)	Field Est.	2	4	2	2	4	1	2	1	5	2	283525	31938	4397	
6 (30-26)	Field Est.	1	3	4	2	4	2	1	2	5	2	191744	30625	2860	
7 (30-27)	Field Est.	2	2	2	2	4	2	2	4	6	2	478319	5119	5822	
8 (30-28)	Field Est.	2	3	2	3	4	2	3	3	7	2	443531	12056	5729	
												433381	15692	4716	

1/20

9 (30-29)	Field Est.	3	2	2	3	4	1	1	2	6	2	328113	12056	4374	
10 (31-27)	Field Est.	2	2	2	2	5	1	3	1	6	2	363743	18875	4802	
11 (31-28)	Field Est.	2	2	2	2	5	1	3	2	7	2	390650	29344	4629	
12 (31-29)	Field Est.	2	1	5	3	5	1	1	2	1	1	348609	46136	3750	
13	Field Est.	2	1	1	3	4	1	1	2	6	2	291094	40000	3641	
14	Field Est.	3	2	2	2	5	1	3	2	7	2	292653	42265	2594	
15 (34-29)	Field Est.	3	3	4	2	5	2	2	4	4	2	378025	21988	5508	
16 (35-29)	Field Est.	2	1	2	2	5	1	3	1	6	2	360396	52210	6855	
17 (35-30)	Field Est.	2	1	3	3	4	2	3	2	4	3	319741	18375	3534	位置ズレ ダメ判読
18 (33-29)	Field Est.	3	3	4	2	5	2	2	4	4	2	307563	15306	6360	
19 (32-29)	Field Est.	2	1	5	3	5	1	3	2	7	2	381656	42063	4804	◆
												375437	42265	2594	
												376375	0750	4346	
												392546	24023	3050	
												338738	40688	4557	
												354875	46135	5574	
												382469	19125	5291	
												354443	19196	6872	
												414519	7152	4889	
												404907	35754	3731	
												347513	16119	4583	
												360296	4650	6484	

1/20

表 8

(本 別 Honbetu)

Plot No.	Item	本 数 No. of Tree	地 形 Land Type	樹 高 Tree Height	疎密度 Density	標 高 Altitude	位 置 Position	混交型 Mixture	方位 Azimuth	傾 斜 Tilt	Volum	Inferior	Growth	Per ha. m ³
1	Field (42-35) Est.	2	4	8	3	4	4	2	5	3	296519	43375	4428	
2	Field (41-36) Est.	2	2	8	3	4	4	3	5	3	319504	38224	4753	
3	Field (37-37) Est.	3	4	8	4	4	4	2	3	3	265450	31731	4702	
4	Field (37-36) Est.	2	4	8	3	4	4	3	5	2	288896	39361	2850	
5	Field (36-36) Est.	2	3	8	2	4	3	3	5	3	436835	47875	4587	
6	Field (36-37) Est.	2	3	8	4	4	3	3	5	3	394916	32984	6177	
7	Field (35-37) Est.	2	2	8	4	4	4	3	2	2	277469	62875	2623	
8	Field (35-36) Est.	2	3	8	4	4	4	2	9	2	287973	52419	2392	
											223119	92125	2428	
											229419	48355	2102	
											331038	5875	3385	
											317740	30443	4449	
											339606	53313	3990	
											355572	81057	3306	
											347000	71563	4405	
											348724	55752	4554	

たとえ同一対象地域について調べるものであつても、異なる目的への調査を同時に、また両者を平等に消しうる方法は、それぞれの効率より見て、また実際の作業上からも極めて困難であるといえよう。

それは、この両者が対象とする空間を異にする拡がりにあるからである。

従来より総合的調査のためには主として標本調査法が適用されているが、この調査結果を同時に局地的に適用できるまでにしようとする時には多くの不合理が生じてくる。

それは標本調査法そのものが限られた労力、経費の範囲内で対象とする母集団について効率よく物を調べ、その答の信頼できる程度を明らかにしておく調査法であるからで、母集団、すなわち調査対象の拡がりの大小にかかわらず、精度は基本的には標本の数、すなわち経費、労力に帰因するものであり、写真による層化や二重抽出、あるいはプロット抽出法等のいろいろの適用手段があるとしてもそれはそのなかで実施上の能率化を計っているにすぎない。

調査結果の上に局地的な詳細性を更に高めようとするれば、必然的に工程と経費の面からこの調査法適用の原則を破ることになることが多い。

従つて、母集団、すなわち空間を異にする調査にはそれぞれの設計が必要となる。

ただ、ここで気付かねばならぬことは、この結論をもたらした従来の調査法が、肉眼によつて森林を観察し測定する空間視野を基準として設計され検討されたものであることである。

現在要望されている森林調査への空中写真の利用は、まず、写真の持つ自在な空間、それを仲介とすることによつて被写体の客観的な数値の求められることを十分に活用することを基本として設計し従来の調査法における障害を除くことを計つた体系で組立てる必要がある。

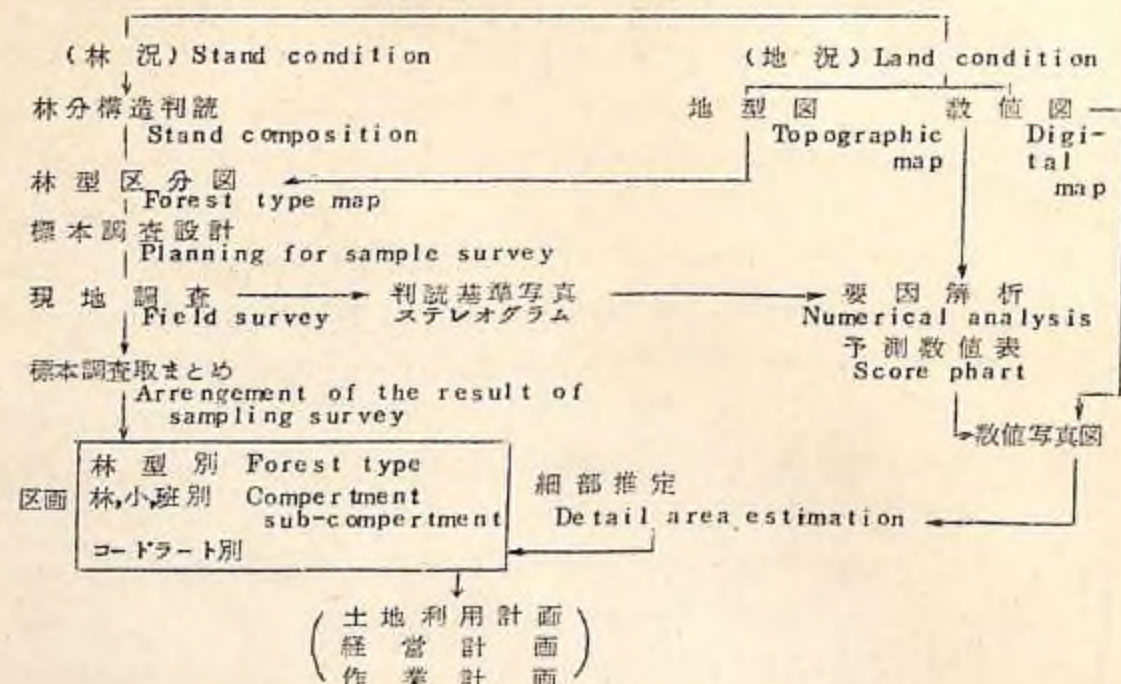
写真が森林調査の上で発掘しうる効果を要約すれば、まず森林の整理分類であり、次には写真像の効果的活用による森林の数量的取扱いである。

これらによる森林の資源調査、経営案編成等を目的とする最も一般的な調査の体系は現状にあつては次の如くである。

- 1) 写真観測による林分構造を主体とした林型区分
- 2) 林型の基準写真(ステレオグラム)資料の整備、および標本調査資料のための現地調査
- 3) 標本調査による総括取まとめ

表10. 森林調査体系模式図 Forest survey system

空中写真撮影



- 4) 林況要因と地況要因の写真観測値による林分構造の解析
 - 5) 要因解析結果に基づく材積, 成長量, 枯損, 更新 等調査目的項目の予測数値表の作成
 - 6) ステレオグラム数値表による森林生産力の現況と推移の細部推定
- この区画単位には林小班等の管理区画, 林型区画の他に, コードラートの適用が考えられる。これを模式図に示すと「図10」の如くである。

V 試験の効果

空中写真利用技術の開発によつて, 我々は地物の観測の目盛, 対象とする空間を目的に応じて荒くも細かくもえらぶことができ, また映像として捕える光線を肉眼で見える範囲だけでなく, 最適なものを用いて記録することができ, なお写真像を仲介とすることによつて撮されたものすべてを客観的な数値にかえて情報解析が可能となる手法を明らかにした。

これらは森林調査のみならず, 他のあらゆる分野における観測方法を著しく近代化し, 効率を高めるものであると共に, 今後における遠隔捜査の基礎研究をなすものである。

なお森林調査の細目についてはなお更新条件の予測, あるいは時間函数の導入, 映像機械判定の実用化等への多くの問題を残している。

航空写真および土じょう調査を応用した 森林の測定ならびに地位指数調査法

I 試験担当者

経営部 経営第二科 長	西 沢 正 久
" 測定研究室 員	川 端 幸 蔵
"	薬 袋 次 郎
"	神 戸 喜 久
"	西 川 匡 英
"	椎 林 俊 明
" 航測研究室 長	中 島 巖
同 室 員	長谷川 訓 子
"	樋 渡 幸 男
"	大 貫 仁 人
土じょう部土じょう第三研究室 長	真 下 育 久

II 試験目的

経営計画編成に必要な森林の情報を精度よくしかも省力的な方法で提供することは現在要望されている重要な課題の一つであらう。われわれは己に環境因子および土じょう因子から地位指数を推定する方法⁽¹⁾を明らかにしたが、これは伐採跡地で最適な造林樹種を選定する場合に有力な手段となるであらう。しかも現在この方法は各営林局で採用されブロック別に地位指数を推定するスコア表が作成されている。この場合のもとになる地位指数曲線の作成法について検討を加えると共に、航空写真および最小限の地上調査の資料を利用して現実林の林分構造を推定し、将来の収穫量を予測する経営計画編成に必要な人工林の情報を提供するシステムを確立することが本研究の目的である。

III 試験の経過とえられた成果

この研究は昭和41年度に調査が開始され、昭和45年度に完了したもので、カラマツ人工林およびスギ人工林を対象にしている。前者は前橋営林局草津営林署管内草津事業区の2426.16haのカラマツ人工林に対して昭和39年度より航空写真を併用した森林調査法の研究で収集していた資料の補足調査を昭和41年度に実行し、後者については東京営林局水窪営林署管内瀧尻事業区の439.36haのスギ人工林に対して昭和42年度より昭和45年度にわたり資料を収集したものである。

1. 資料の収集

1-1 カラマツ

2426.16 ha のカラマツ人工林の令級別面積は次の通りである。

令級 面積 (ha)	I (10~19年)	II (20~29年)	III (30~39年)	IV (40年以上)	計
	198.95	209.50	155.04	1862.67	2426.16

各令級ごとに小班のカードを作りその累積面積をもとにして確率比例抽出によつて調査される小班を抽出し更にその小班に割当てられたプロット数を基本図上に画いた100m×100mの格子点から抽出し調査点とした。3年にわたり調査された令級別プロット数は次の通りであつた。

令級	I	II	III	IV	計
調査プロット数	13	11	10	95	129

基本図上に選定された調査点を航空写真上に移写し、調査点に近い写真上ではつきりした地点から測量して現地で調査点を確認した。調査点の中心から半径5.64m(0.01ha)、半径11.28m(0.04ha)、半径15.96m(0.08ha)の同心円のプロットをとり、プロット内の立木の胸高直径を山側一方差しの2mm括約で輪尺で測定し、樹高は0.01ha円内の立木に対してブルーメライス測高器を用いて0.1m単位で測定し、その他の円内の樹高は比較目測によつた。また0.01ha円内の立木の胸高位置で生長錐を用いて皮内直径、5年前直径、10年前直径を調査した。円形プロット法とプロットレス法を比較するため中心点および中心点から東西南北に10m離れた点を中心としてレラマコープを用いて断面積定数4でカウントされる立木の番号を記帳し、この木がプロット外にあれば直径、樹高を測定して記録した。また0.01ha円形プロット内で環境調査および土じょう調査も実行した。41年度はプロット数を増すため簡易調査とし、中心点より15本を近いもの順にとりそれらの木の胸高直径を中心点の方向に2mm括約で輪尺で測定し、樹高はブルーメライス測高器で4~5本m単位で測定し他は比較目測した。また中心点と樹木との距離を5cm括約で測定するとともに上層木と下層木の分類も行なつた。また中心点でレラマコープを用いて断面積定数4でカウントされる立木を記帳した。上記

15本以外でカウントされる立木は直径、樹高を測定した。この年度には地位指数曲線を作成するための資料として19回の樹幹解析を行なつた。

1-2 スギ

対象地域を森林立地学の面から生長状態の違ふといわれている3つの地区(B₁: 峠口地区、B₂: 新開地区、B₃: 旧開地区)に分けた。つぎにこの地域でスギの生長環境の区分としては標高800mを界にして異なるとみられているため、800m以下(H₀)と800m以上(H₁)とにわけた。更にこの6つの区分の中で更に令級を3つ(A₁: 8~29年、A₂: 30~49年、A₃: 50年以上)にわけ、各令級の中から暫定地位S₁、S₂、S₃の3つに分けてそれらの中から標本をとることにした。この暫定地位は大井天龍地方スギ林分収獲表の地位区分によつた。標本抽出の方法はB₁、B₂、B₃ごとに個々に行なつた。まづ各地区で1ha(100m×100m)の枠を対象林分に設け、基本図上に格子点を定め、そのうちから標高、令級のそれぞれ該当する候補格子点を写真上へ移写し、写真判読によつて平均上層高を求め、収獲表により暫定地位を決めた。令級、暫定地位、標高別に写真上に現地調査の候補点をそれぞれ数点づつ選んだ。このようにして選定されて42~45年の間に調査されたプロット数は第1表の通りであつた。参考のため各ブロックの面積ももせてある。

現地調査を行なつて写真上で決められた候補点が上の各因子の条件を消しておれば、それが調査点となり、満していないときには別の調査点に移された。調査点が決まればその点を中心として11.28m(A₂およびA₃令級の場合)または5.65m(A₁令級の場合)の円形プロット内の毎木調査、土じょう断面調査、写真判読に必要な環境調査および地位指数曲線作成に必要な樹幹解析調査を行なつた。

現地調査法は次の通りであつた。

円形プロット内の4cm以上のスギに対して、胸高直径(2mm単位)、樹高(0.1m単位)、中心点から樹木までの距離(0.1m単位)を測定した。中心点ではレラマコープによる検視(A₁令級では断面積定数1、A₂とA₃令級では断面積定数4を用いる)を行ない、この検視は円形プロット調査と独立であり、検視された立木は胸高直径と樹高が測定された。円形プロット内の大、中、小3本の標本木について生長錐測定(皮内、5年前、10年前直径の測定)を行なつた。また写真判読のための調査は標本木の傾斜、方位、地形区分などを行ない、標本木の中心を写真に正確に刺針した。標本点での土じょう調査は土層区分および厚さ、土性および石礫、土色、腐植、構造、緊密度、土じょう水分などを

第1表 水窪スギの調査点数

林齡	樹高	地位	ブ ロ ッ ク			計
			B ₁	B ₂	B ₃	
A ₁	H ₀	S 1	5	19	8 (2)	32 (2)
		S 2	3	4	4 (2)	11 (2)
		S 3			3	3
	細 計		8	23	15	46 (4)
	H ₁	S 1	4	3	2	9
		S 2		5	1	6
		S 3			1	1
	細 計		4	8	4	16
小 計		12	31	19	62 (4)	
A ₅	H ₀	S 1	3	4	9 (4)	16 (4)
		S 2	3	4	3 (1)	10 (1)
		S 3		7	2	9
	細 計		6	15	14	35 (5)
	H ₁	S 1	4	10	6	20
		S 2	3	3	7	13
		S 3	3	1	2 (1)	6 (1)
	細 計		10	14	15	39 (6)
小 計		16	29	29	74 (6)	
計		28	60	48 (10)	136 (10)	
樹幹解析本数		20	28	25	73	
面積 (ha)		124.19	194.38	120.79	439.36	

注) (1) () はサブプロット

(2) 林齢30~49年のA₂は現実にはB₂に0.51haあるが小面積のためプロットはとられなかった。

記録した。なお4年間で収集された樹幹解析木の資料は全部で73本であった。

2. 資料の整理

カラマツ、スギの調査資料は分析を行なうために次のようにとりまとめつつある。

- プロット内の立木の胸高直径と樹高から材積表で材積を求め、その合計材積をプロット面積で割ってha 当り材積を計算する。
- プロットごとに平均直径、平均樹高、ha 当り断面積、ha 当り本数を計算し、プロットの林齢と0.01ha 円内の最高樹高の関係から別に作成された地位指数曲線を用いてプロットの地位指数を計算する。

c. プロットレスサンプリングによつてカウントされた立木の情報を用いて平均直径、平均樹高、ha 当り断面積、ha 当り本数、ha 当り材積を計算し、カラマツについては5つの標本点の可能な組合せに対してそれぞれの平均も計算した。

d. 生長錐を用いて調査された皮内直径、5年前皮内直径、10年前皮内直径の資料については10~19, 20~29, ...のような10年を単位とする令穀ごとに皮付直径の合計と皮内直径の合計の比である樹皮係数を求め、これを5年前、10年前の皮内直径に乗じて5年前、10年前の皮付直径に変換して、現在直径から5年前または10年前の皮付直径を計算する資料とした。これに現在の樹高曲線式を適用すると5年前、10年前の直径に応ずる樹高がわかり、材積表からそれぞれの材積が計算されて、現在材積と過去材積からプロットの材積生長量計算が可能となる。

e. 樹幹解析木については直径原表をもとにしてNEAC1240 のプログラムを用いて各年令ごとの直径、樹高、断面積、材積およびそれらの生長量を計算する。この資料のうち特に樹高は地位指数曲線の作成に使用する。

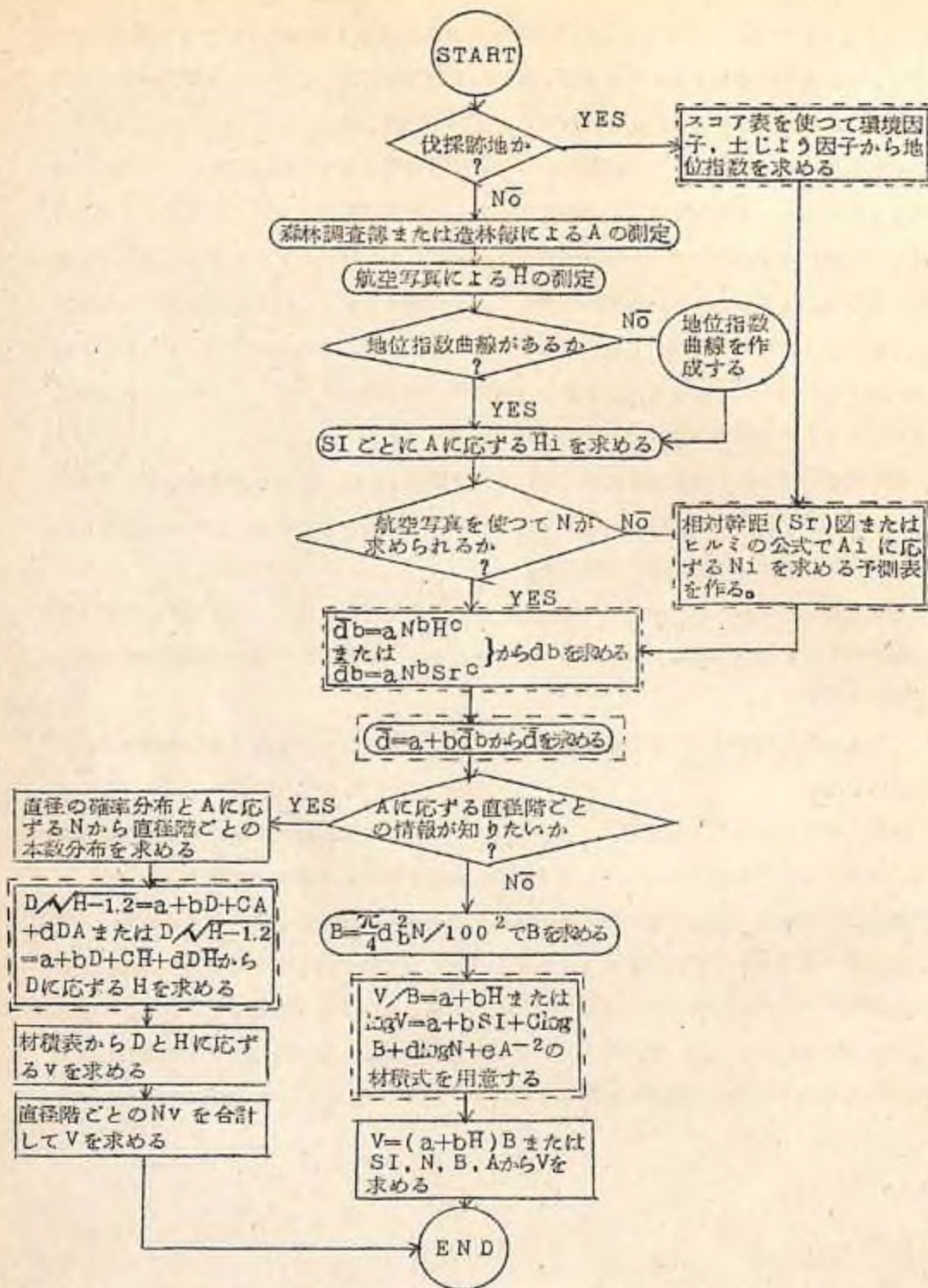
f. 航空写真上に刺針したプロットの中心点を中心として写真上に0.025haと0.05haの同心円を置き円内の樹高および本数の測定を行なう。またその付近の環境因子の判読の可能性も検討する。

g. 土じより調査に関連した資料は多変量解析に使用することができるよう整理する。

3. 資料の分析

われわれの目的すなわち精度がよくしかも省力的な方法で森林経営計画に必要な情報を集めるシステムを立てるためには第1図のような流れ図を考えることができよう。

流れ図の中で破線で囲つてあるものは、現地で資料を収集するか、またはその地方の収穫表の標準地一覧表などの既往の資料をもとにしてあらかじめ準備しておくものである。これを流れ図の中のメインシステムに対してサブシステムと呼び、まづこのサブシステムに必要な情報の解析を行ない、ついでメインシステムを検討する。ここでは現在までに資料の整理が終つたもののみについて検討した結果を概略的に説明したい。



注) H : 上層木平均樹高, A : 林令, N : ha 当り本数, Sr : 相対幹距 $= \frac{S}{H} \times 100$
 S : 平均幹距 $= 100 / \sqrt{H}$, \bar{db} : 平均断面直径, \bar{d} : 平均直径,
 B : ha 当り断面, SI : 地位指数, V : ha 当り材積, D : 胸高直径,
 H : 樹高

第 1 図 流 れ 図

3-1 サブシステムの検討

3-1-1 地位指数

現在環境因子、土じょう因子は整理中であるが、前述のように既に各営林局でブロック別に数量化理論を用いて地位指数を推定するスコア表が作成されているので、それを利用すれば造林地の樹種の選定が可能とならう。しかし、地位指数の比較だけで樹種選定を行なうのではなく、流れ図のメインシステムによつて樹種ごとに林分構造の推移を予測してお互の比較の結果によつて最適樹種をきめるべきであらう。この方法についてはメインシステムの検討の中で述べる。

ここではスコア表のもととなる地位指数曲線について検討したのでそれについて述べよう。スギについては3つのブロックについて生長曲線の違いを検討するために資料を整理中であるので、カラマツについて分析した結果を紹介する。カラマツについて、19本の樹幹解析を行なつたが、この樹高生長をもとにしてガイドカーブを作り、それをもとにして地位指数曲線を作成した。また128個のプロットの林令と0.01 ha 内の最高樹高の関係をうかがいガイドカーブを作り、それをもとにして地位指数曲線を作成し、樹幹解析による地位指数曲線とプロットによる地位指数曲線を用いてそれぞれプロットの地位指数を求めて比較した。ガイドカーブとしていろいろ式をあてはめたが、一番あてはめのよいものをガイドカーブとして採用した。その式は樹幹解析、プロットについてそれぞれ次の通りであつた。

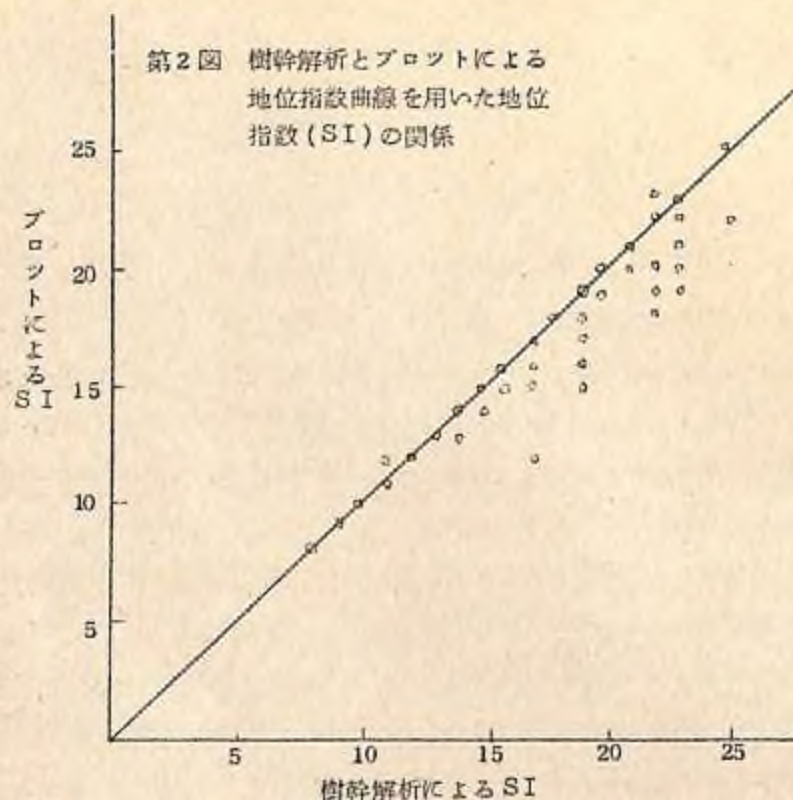
$$\text{樹幹解析: } H = 23.0265 - 21.6528(0.863216)^A$$

$$\text{プロット: } \log H = 0.1954493 + 0.6425201 \log A$$

ここに A は林令, H はそれに応ずる樹高である。樹幹解析は19本、プロットは全体の129個からサブプロットの無い1個を除いた128個をもとにして計算されたもの

である。

これらをもとにして作られた地位指数曲線を用いてプロットの地位指数を求め、横軸に樹幹解析による地位指数、縦軸にプロットによる地位指数をとつて両者の関係を表わしたグラフが第2図である。これによれば全体的にみて45齢にのつたものが多く、ほぼ同じ地位指数が求められるが、どちらかと云えばプロットによるものは高い地位指数



において樹幹解析によるものよりも低い地位指数を与えていることがわかる。しかし全般的に右あがりの傾向を示しているので絶対値はくい違ひものも若干あるが、数個の例外を除いて相対的にはあまり違ひないといえるであろう。したがつてこの分析結果によればわづか19本の樹幹解析木による単木の樹高生長をもとにした地位指数曲線をプロットによる林分の樹高生長量をもとにした地位指数曲線のかわりに用いても良いであろう。しかも前者による方法は樹高生長型の比較などにおいて変動の多い後者の方法よりも法則性をよく表わすことから有効であらう。このことについては水窪のスギの資料についても同様な検討を行ない更に確実なものとしたい。

3-1-2 林齢ごとのha当り本数の推定

航空写真上で判読した本数と地上のha当り本数の相関が高いものであれば、写真判読によつて林齢に應ずるha当り本数を知ることができる。現在航空写真上にプロット原点を中心として0.025ha, 0.05haの同心円上の本数を判読して、プロットのha当り本数の対比してその可能性を検討中である。このような直接的な本数推定法とは別に収穫予想表のような間接的な本数推定法も考えられるのでこれについて検討した結果を述べよう。1957年ソ連のヒルミ⁽²⁾が森林の生物物理学的な考え方から立木本数の減少はある林齢に達すると自己疎開過程は終了し、自然疎開の速度の割合は0に等しくなるが、立木本数は一定の値 \bar{N} に達するということをもとにして次の式を導いた。

$$N = \bar{N} \left(\frac{N_0}{\bar{N}} \right)^{e^{-\alpha(t-t_0)}} \quad (1)$$

ここに N は時間 t における立木密度、 N_0 は初期 t_0 における立木密度、 \bar{N} は限界密度、 α は自然疎開の微分係数で地位には無関係な樹種により一定な定数で自己疎開係数と呼ぶ。

寺崎誠作⁽³⁾はこれを用いて植栽本数別収穫予想表を作成しているが、この理論を用いて無間伐林(自己疎開林分)および間伐林(管理モデル林分)の本数予測の方法を検討してみよう。ヒルミはマツ、トウヒ、およびナラの標準林分収穫表(自己疎開林分の生長過程を表わす)をもとにして α および \bar{N} を決定した。また寺崎誠作は収穫予想表をもとにしてそれらを決定している。ヒルミの(1)式の法則性は積極的な保育管理を加えない林分の生長について検討した結果得られたものであり、人為的な管理を行なつた林分は生長過程が非常に変化し、林齢ごとの本数減少に強く影響が与えられ、その場合には法則性が失われるので、保育管理を行なわぬか、わずかの程度間伐を行なつて生育した林分がその目的に合致することを指適しているが、この点収穫予想表をもとにして α 、 \bar{N} を決定することには疑問がある。しかしこの問題については後でもう一度検討してみたい。いづれにしてもこのような目的にかなつた収穫表があつた場合に α と \bar{N} を求めるには次のようにして行なう。(1)式より

$$\log N - \log N_0 = a(t-t_0) + b \int_{t_0}^t \log N dt \quad (2)$$

$$\text{ここに } a = \alpha \log \bar{N} \quad (3)$$

$$b = -\alpha \quad (4)$$

を得る。 t_0 , t_1 , ..., t_n が等間隔であり、それらに應ずる立木本数をそれぞれ

N_0, N_1, \dots, N_n とし、 n の数を偶数とする。(収穫表を用いる場合偶数でないときはあとをすてる)。(t_0, t_n) の中間の時間 t_m を選ぶと t_0, t_1, \dots, t_{m-1} により (t_0, t_m) の間がやはり偶数部分に区分される。(2式を用いて次の2つの式を得る。

$$\left. \begin{aligned} \log N_m - \log N_0 &= a(t_m - t_0) - b \int_{t_0}^{t_m} \log N dt \\ \log N_n - \log N_0 &= a(t_n - t_0) - b \int_{t_0}^{t_n} \log N dt \end{aligned} \right\} (5)$$

ここに N_m は t_m に応ずる立木本数である。

$\int_{t_0}^{t_m} \log N dt$ および $\int_{t_0}^{t_n} \log N dt$ は Simpson 式を用いて次式で求めることができる。

$$\int_{t_0}^{t_n} \log N dt = \frac{h}{3} \{ \log N_0 + \log N_n + 4(\log N_1 + \log N_3 + \dots + \log N_{n-1}) + 2(\log N_2 + \log N_4 + \dots + \log N_{n-2}) \} (6)$$

ここに h は時間間隔である。

したがって(5式は a, b を未知数とする二つの連立方程式であるから、これを解して a, b を求めれば、それらを用いて α, \bar{N} は次のようにして決定される。

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= -b \\ \log \bar{N} &= \frac{a}{\alpha} = -\frac{a}{b} \end{aligned} \right\} (7)$$

α は地方および樹種によつて一定であるが、 \bar{N} は地位によつて変化し、良地位より悪地位になるにつれて多くなる限界本数を表わす。この α および \bar{N} がわかれば(1式より t に応ずる N を理論的に求めることができる。ヒルミはマツの α は 0.019, \bar{N} は地位 I_a, I, II, III, IV, V, V_a に応じてそれぞれ 239, 276, 297, 339, 444, 709, 834, であり、トウヒの α は 0.027, \bar{N} は I_a, I, II, III, IV, V に応じてそれぞれ 421, 506, 584, 748, 1000, 1316 であることを見出し、これらを用いて自己疎開林分の本数予測を行なつたら標準収穫表の本数によく一致することを例示している。寺崎誠作は地位2等地の収穫予想表で名古屋営林局管内のヒノキは $\alpha = 0.0298$, $\bar{N} = 688$, スギは $\alpha = 0.0258$, $\bar{N} = 463$, カラマツは $\alpha = 0.047$, $\bar{N} = 434$ であることを示している。

現在われわれには自己疎開林分の α および \bar{N} を知る資料は何もない。したがって参考のために国有林のスギの収穫表を用いて α および \bar{N} を計算⁽⁴⁾したら α は 0.015~0.066,

$\bar{N} = 165 \sim 1015$ であつた。いまわれわれにとつて必要なカラマツおよびスギに対してそれぞれ信州カラマツ、大井、天龍スギの林分収穫表から α および \bar{N} を求めたら次の通りであつた。

信州カラマツ

地位	α	\bar{N}
特1	0.030	137
1	0.025	147
2	0.021	156
3	0.016	150
4	0.009	72

大井天龍スギ

地位	α	\bar{N}
1	0.058	618
2	0.061	737
3	0.066	1015

地位が悪くなるにつれて限界本数は多くなるべきであるが、信州カラマツは地位3等地からその関係が逆になつている。しかしこれらの α と \bar{N} を用いて(1式を用いて林齢に応ずる本数を推定するとすべて収穫表の本数とよく適合している。例として大井、天龍スギの2等地の収穫表の本数とこの方法で推定した本数の比較を示そう。

林 齢	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
収穫表	2994	2134	1564	1280	1110	999	926	870	838	808	783	763
推定値	2994	2072	1580	1293	1116	1001	923	870	833	807	788	774

したがって α と \bar{N} を適当にきめれば(1式を用いることによつて自己疎開林分のみならず本数管理をされた林分の ha 当り本数の推移を推定または予測することができる。すなわち地方ごとに樹種ごとの自己疎開数(一般には管理係数と呼ぼう) α と限界本数 \bar{N} がわかつていれば地位ごとに林齢に応ずる ha 当り本数を知ることができる。この α および \bar{N} がわかつていない場合にどのようにしてこれを求めたらよいであらうか。ここに一つの方法を示してみよう。

平均幹距(S)と優勢木の平均樹高(H)の比の百分率を相対幹距(S_r)という。すなわち

$$S_r = \frac{S}{H} \times 100\% \quad (8)$$

平均幹距は ha 当り本数を N とすると、正方形植えを仮定したときは

$$S = \sqrt{\frac{10000}{N}} \quad (9)$$

正三角形植えを仮定したときは

$$S = 1.0746 \sqrt{\frac{10000}{N}} \quad (10)$$

の関係がある。いろいろな林について S_r を検討した結果⁽⁴⁾、無間伐林では10%以下にはならず、弱度間伐、中庸度間伐、強度間伐の林分ではそれぞれ13%、17%、21%の値となることがわかった。普通いわれているように地位が密度に関係ないとすれば地位によつてその地方で到達する主林木の平均樹高を簡易調査または経験によつて知ることが出来る。たとえば北関東阿武隈のスギの収穫表から100年での主林木の平均樹高は地位によつてほぼ次のようになることがわかる。

地 位	I	II	III
平均樹高(m)	35	30	25

無間伐林であれば限界密度は地位ごとに上表の平均樹高に0.1を乗じて平均幹距Sを求め、(9)式から $N = (100/S)^2$ によつて推定できる。すなわち $\bar{N}_I = (100/35 \times 0.1)^2 = 816 \div 820$ 、 $\bar{N}_{II} = (100/30 \times 0.1)^2 = 1111 \div 1100$ 、 $\bar{N}_{III} = (100/25 \times 0.1)^2 = 1600$

弱度間伐林なら0.1の代りに0.13、中庸度間伐林から0.17、強度間伐林なら0.21を用いればよい。次に植栽本数に応じて10年生での残存本数を仮定する。たとえば3000本植栽を仮定して北関東阿武隈スギでは $t_0 = 10$ での $N_0(I) = 2860$ 、 $N_0(II) = 2890$ 、 $N_0(III) = 2920$ と仮定する。

ついで α を0.01から0.005間隔で増加させて100年の限界本数 \bar{N} が地位ごとに上記の値になるように上の t_0 、 N_0 の値を用いてシミュレートさせると $\alpha = 0.09$ でこの条件を満足することがわかる。この α がこのような無間伐林での自己疎開係数でこのようにして推定された林齢ごとの ha 当り本数は次のようになる。

$\alpha = 0.09$ 、 $\bar{N}_I = 820$ 、 $\bar{N}_{II} = 1100$ 、 $\bar{N}_{III} = 1600$ によつて求めた自己疎開林分の本数密度

地 位	I	II	III
10	2860	2890	2920
15	1819	2036	2348
20	1363	1629	2043
25	1134	1413	1870
30	1008	1290	1767
35	935	1218	1705
40	892	1174	1666
45	865	1146	1642
50	848	1129	1627
55	838	1119	1617
60	831	1111	1611
65	827	1108	1607
70	824	1105	1604
75	823	1103	1603
80	822	1102	1602
85	821	1102	1601
90	821	1101	1601
95	820	1101	1600
100	820	1100	1600

間伐林についても同様な方法でも、における N_0 がわかり限界密度 \bar{N} がわかれば適当な管理係数 α をシミュレーションにより求めることができ、林齢ごとの本数を予測することができるであらう。現実林で α 、 \bar{N} を簡易に求める方法はメインシステムの中でも一度検討してみる。

3-1-3 ha 当り本数および相対幹距または上層木平均樹高からの平均断面直径の推定。

測樹学では昔から平均断面直径と ha 当り本数との間には地位には無関係に一定の関係があるとして正常収穫表を作成する場合にこの関係を異状標準地の棄却に用いている。すなわち横軸に平均断面直径、縦軸に ha 当り本数をとつて標準地の両者の関係をプロットすると逆丁字型の一定の関係がみられる。この一定の関係からかけはなれた標準地は異状な標準地として収穫表作成資料から除外していた。しかし現実林においては除外されるような標準地の直径と本数を示すものも存在するのであるから、両者の関係の中に密度と地位の両方に関係した尺度である相対幹距を加え、しかも後の ha 当り

断面積の計算に便利なように ha 当り本数(N)および相対幹距 (S_r) から平均断面直径 (\bar{d}_b) を求める式を次のようにした。

$$\bar{d}_b = a^1 N^b S_r^c \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \text{これは } \log \bar{d}_b &= \log a^1 + b \log N + c \log S_r \\ &= a + b \log N + c \log S_r \end{aligned}$$

の形の重回帰式に変形される。草津カラマツの129個および水窪のブロックを考えないで146個(サブプロットも含める)のプロットについて上の関係を求めるとそれぞれ次のようになった。

$$\begin{aligned} \text{草津カラマツ: } \log \bar{d}_b &= 4.0565 - 0.60897 \log N - 0.76670 \log S_r \\ &\quad (R=0.9643) \\ \text{水窪スギ: } \log \bar{d}_b &= 3.8662 - 0.66374 \log N - 0.39523 \log S_r \\ &\quad (R=0.9588) \end{aligned} \quad (12)$$

いずれも重相関係数(R)は高い。参考のため $\log \bar{d}_b$ と $\log N$ の単相関係数はそれぞれ -0.8682 および -0.9328 であり、 $\log S_r$ との単相関係数はそれぞれ -0.4542 および -0.2024 であつた。またCの検定ではCの値はそれぞれ17.80 および 9.32 となり著しく有意で $\log S_r$ を入れることにより精度の向上がみられる。

(11) 式の S_r に(8), (9)をいれると

$$\bar{d}_b = (a^1 \cdot 100^{2c}) N^{b-c/2} H^{-c} \quad (13)$$

すなわち

$$\begin{aligned} \log \bar{d}_b &= (\log a^1 + 2c \log 100) + (b - c/2) \log N - c \log H \\ &= (a + 4c) + (b - c/2) \log N - c \log H \end{aligned}$$

となり、草津および水窪に対してそれぞれ

$$\begin{aligned} \text{草津カラマツ: } \log \bar{d}_b &= 0.9897 - 0.22562 \log N + 0.76670 \log H \\ \text{水窪スギ: } \log \bar{d}_b &= 2.2853 - 0.46613 \log N + 0.39523 \log H \end{aligned} \quad (14)$$

となる。

(12) または(14) を用いれば ha 当り本数(N)および相対幹距 (S_r) または上層木平均樹高 (\bar{H}) がわかれば平均断面直径 (\bar{d}_b) を求めることができ、第1図の流れ図をみてもわかるように、 \bar{d}_b と N がわかれば ha 当り断面積(B)を

$$B = \frac{\pi}{4} \bar{d}_b^2 N / 100^2 \quad (15)$$

によつて求めることができる。

3-1-4 平均断面直径と平均直径との関係。

第1図の流れ図を見てわかるように詳細な林分構造すなわち直径階ごとの情報が知りたい場合には算術平均直径(\bar{d})を知る必要がある。われわれは前の段階で平均断面直径 (\bar{d}_b) を求めることができた。したがつて \bar{d}_b から \bar{d} を求める関係式を必要とする。草津カラマツの129個および水窪スギの146個プロットの \bar{d} と \bar{d}_b の関係を用いて一次回帰式を作ると次のようになった。

$$\begin{aligned} \text{草津カラマツ: } \bar{d} &= 0.280 + 0.9971 \bar{d}_b (r=0.9984) \\ \text{水窪スギ: } \bar{d} &= 0.403 + 0.9960 \bar{d}_b (r=0.9993) \end{aligned} \quad (16)$$

いずれも非常に高い相関を示しており上式を用いると殆んど誤差なしに \bar{d}_b から \bar{d} を求めることができよう。

3-1-5 直径の標準偏差の推定

これはサブシステムの中のものではなくメインシステムの中の単なる計算手順であるがここで説明しておく。直径の標準偏差を δ 、標本数を n 、平均直径を \bar{d} とすると

$$\begin{aligned} \delta^2 &= \frac{1}{n} \sum (d - \bar{d})^2 \\ &= \frac{1}{n} \sum d^2 - \bar{d}^2 \\ &= \bar{d}_b^2 - \bar{d}^2 \quad \left(\frac{\pi}{4} d_b^2 \cdot n = \sum \frac{\pi}{4} d^2 \text{ であるから } \bar{d}_b^2 = \frac{\sum d^2}{n} \right) \\ \therefore \delta &= \sqrt{\bar{d}_b^2 - \bar{d}^2} \end{aligned}$$

したがつて \bar{d}_b と \bar{d} がわかれば(17)式で δ を求めることができる。

3-1-6 林齢または地位ごとの樹高曲線の作成

直径階ごとの材積を求めるためには直径に應ずる樹高が必要である。樹高曲線は林齢または平均樹高によつて変るであろう。草津カラマツおよび水窪スギの資料から林齢および平均樹高の全体の範囲にわたるようにそれぞれ216本および267本を抽出して直径(D)に應ずる樹高(H)を林齢(A)または上層木平均樹高(\bar{H})を用いて推定する重回帰式を次のようにして求めた。

○林齢(A)を用いる場合

$$\begin{aligned} \text{草津カラマツ: } \frac{D}{\sqrt{H-1.2}} &= 1.324 + 0.26479D + 0.012928A - 0.0021947DA \\ &\quad (R=0.9546) \\ \text{水窪スギ: } \frac{D}{\sqrt{H-1.2}} &= 1.109 + 0.24547D + 0.019654A - 0.0013345DA \\ &\quad (R=0.9586) \end{aligned} \quad (18)$$

○平均樹高(\bar{H})を用いる場合

草津カラマツ

$$\frac{D}{\sqrt{H-1.2}} = 2.15 + 0.23719D - 0.069963\bar{H} - 0.0017929D\bar{H} \quad (R=0.9742) \quad \} (19)$$

水窪スギ

$$\frac{D}{\sqrt{H-1.2}} = 1.789 + 0.25750D - 0.037669\bar{H} - 0.0030787D\bar{H} \quad (R=0.9821)$$

平均樹高を用いた方が重相関係数は少し高いが、状況に応じていづれを用いても大した差はないであらう。

3-1-7 ha 当り材積の推定式の検討

直径階ごとの詳細な情報が知りたい場合は、直径の確率分布を正規分布と仮定すると、 \bar{d} および σ が林齢ごとにわかるので本数の確率分布がわかり、ha 当り本数がわかつているので直径階別本数が計算され、(18) または(19) 式を用いて、直径に応ずる樹高がわかるので、材積表から材積が求まり、それに本数を乗じて合計すれば、ha 当り材積が計算される。

このような直径階ごとの情報を必要としない場合には、第1図の流れ図からわかるようにha 当り断面積(B)が(15)式のようにして求まると次の2つの方法でha 当り材積(V)を求めることができる。

a. $V/B = a + b\bar{H}$ を用いる場合

これは現実林分の材積のみを求める場合には有効であらう。この式はまだ草津カラマツおよび水窪スギの資料について検討を行なっていないが、茨城スギ収獲表の標準地一覧表の89個の主副林木合計の資料を用いて計算した結果

$$V/B = 0.458\bar{H} + 1.01$$

で、相関係数は0.988で、地位、密度には無関係に(勿論この式の中に地位の尺度として \bar{H} 、密度の尺度としてBが含まれている)一定の関係が認められる。したがって、 \bar{H} およびBがわかれば

$$V = (0.458\bar{H} + 1.01) \cdot B$$

として、ha 当り材積を精度より求めることができる。

b. $\log V = a + bS + C \log B + d \log N + eA^{-1}$ を用いる場合

この式は、現実林のha 当り材積を求めることができるばかりでなく、地位(S)ごとに林齢(A)ごとに密度(ha 当り断面積Bやha 当り本数N)を変化させることによつ

てどのようにha 当り材積が変化するか、すなわち管理林分の動きを知ることができ、しかもこの式は微分可能であるので、材積生長量の動きをこの式の係数を用いて知ることができる利点がある。草津カラマツ、水窪スギのそれぞれ129個、146個の標準地の資料を用いて、上の重回帰式を求めたら、次の通りであつた。

○草津カラマツ

$$\log V = 1.04225 + 0.02174S + 1.08663 \log B - 0.16782 \log N - 5.9124A^{-1} \quad (R=0.9931) \quad (20)$$

○水窪スギ

$$\log V = 0.97400 + 0.010673S + 1.24557 \log B - 0.19977 \log N - 2.8012A^{-1} \quad (R=0.9906) \quad (21)$$

いづれも重相関係数(R)は非常に高く、上式によつてha 当り材積が精度よく推定できることを示している。

以上サブシステムの中で必要な情報を提供する手段を概略的に説明したが、その中で環境因子、土壌因子から地位指数を推定する多変量解析および航空写真からのha 当り本数の推定については、目下資料を整理中であるので、これらについては分析が終つてから別に報告したい。

3-2 ノイソシステムの検討

このシステムでは、現実林分の情報を提供する場合と、いろいろな施業をほどこした場合、すなわちある方法で管理された林分の将来の収獲量を予測する場合とにわけて説明しなければならない。前者については、ある程度実証的な数値で例示することができるが、後者については、目下計算中であるので、ここでは前者のみについて報告したい。以下の説明には、第1図の流れ図を参照されたい。

段階1、航空写真を用いて林相区分を行ない、森林調査簿、林相図、基本図などを参考にして、林小班の境界を確定する。森林調査簿または造林簿により、造林地の樹種、林齢(A)がわかり、航空写真の判読によつて上層木平均樹高(\bar{H})が測定される。

段階2、すでにサブシステムの中で作られている地位指数曲線のグラフ上で、Aに応ずる \bar{H} をプロットすると、その小班の地位指数(S)が求まり、その曲線により林齢(A_1)ごとに上層木平均樹高(\bar{H}_1)がどのように変化するかがわかる。伐採跡地については、サブシ

システムで用意されている環境因子および土壌因子のスコア表をもとにして、航空写真、地形図、地質図、土壌図などを利用して、樹種に応ずる地位指数が求まり、地位指数曲線により前と同様に地位指数(S)に応ずる林齢(A_i) ことの上層木平均樹高(H_i)を知ることができる。

段階3, サブシステムの中で, ha 当り本数を推定するヒルミの方法で α , \bar{N} の決定法を一つあげたが, ここでは簡略調査による α , \bar{N} の決定法を述べよう。水窪スギで幼齢および老齢林分でha 当り本数を調査したら, 次の通りであつた。

年齢	ha 当り本数	年齢	ha 当り本数	年齢	ha 当り本数
10	3400	16	3000	80	900
10	3800	16	2600	80	700
11	3600	16	2400	81	800
15	3500	71	800	81	700
15	2500	71	1125	81	1000
15	2900	80	1000		

これを年齢ごとにとりまとめ, 対数をとると次のようになる。

A	N	log A	log N
10	3600	1.0000	3.5563
11	3600	1.041	3.5563
15	2967	1.1761	3.4723
16	2667	1.2041	3.4260
71	963	1.8513	2.9836
80	867	1.9031	2.9380
81	833	1.9085	2.9206

log A を横軸, log N を縦軸にとつてプロットして, フリーハンドで直線を描くと第3図のようになる。この直線から各林齢ごとの本数を読みとり真数にもどすと次表を得る。

林 齢	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
ha 当り本数	3758	2786	2270	1950	1718	1538	1413	1294	1175	1122	1059	1012	929	904	871

$t_m = 50$ としてSimpson 式により, 上表より

$$\int_0^{t_m} \log N d t = \frac{5}{3} \{ \log 3758 + \log 1175 + 4 (\log 2786 + \log 1950 + \log 1538 + \log 1294) + 2 (\log 2270 + \log 1718 + \log 1413) \}$$

$$= 130.438332$$

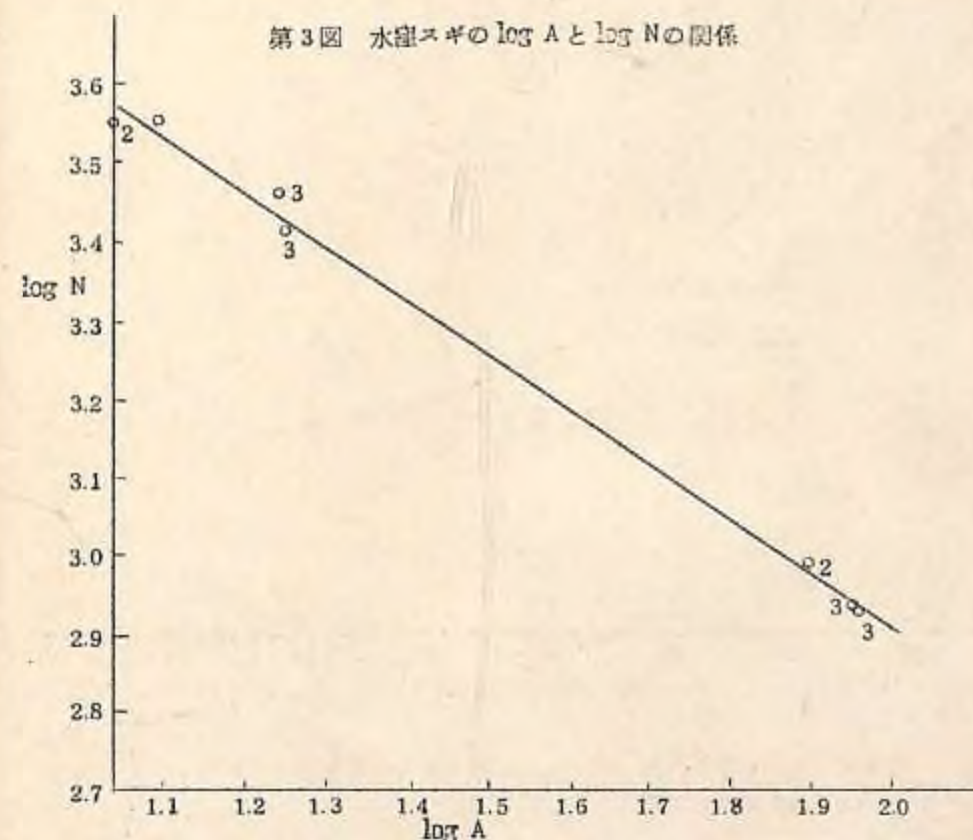
$$\int_0^{t_m} \log N d t = \frac{5}{3} \{ \log 3758 + \log 871 + 4 (\log 2786 + \log 1950 + \dots + \log 904) + 2 (\log 2270 + \log 1718 + \dots + \log 929) \}$$

$$= 220.507073$$

したがつて(5式を用いて

$$(50-10)a + 130.438332b = (\log 1175 - \log 3758)$$

$$(80-10)a + 220.507073b = (\log 871 - \log 3758)$$



という連立方程式を立てることができ、これから

$$\left. \begin{aligned} b &= -0.032045 \\ a &= 0.091874 \end{aligned} \right\}$$

を得る。したがって(7)式から

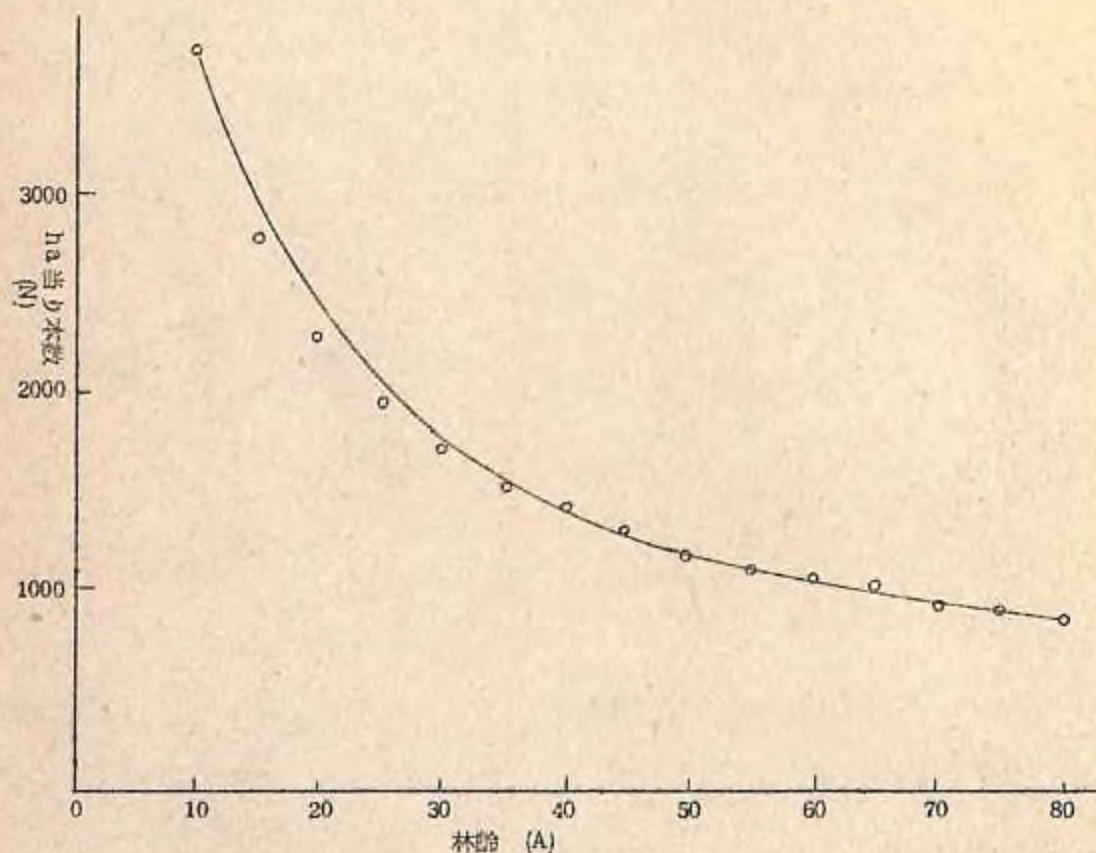
$$\alpha = 0.032045$$

$$\log \bar{N} = 2.867044 \quad \text{すなわち } \bar{N} = 736$$

を得る。この α および \bar{N} を用いて、(1)式より

$$N = 736 \left(\frac{3758}{736} \right)^{-0.032(t-10)}$$

によつて t に応ずる N を求めて、グラフに描いたものが第4図であり、非常によく適合していることがわかる。

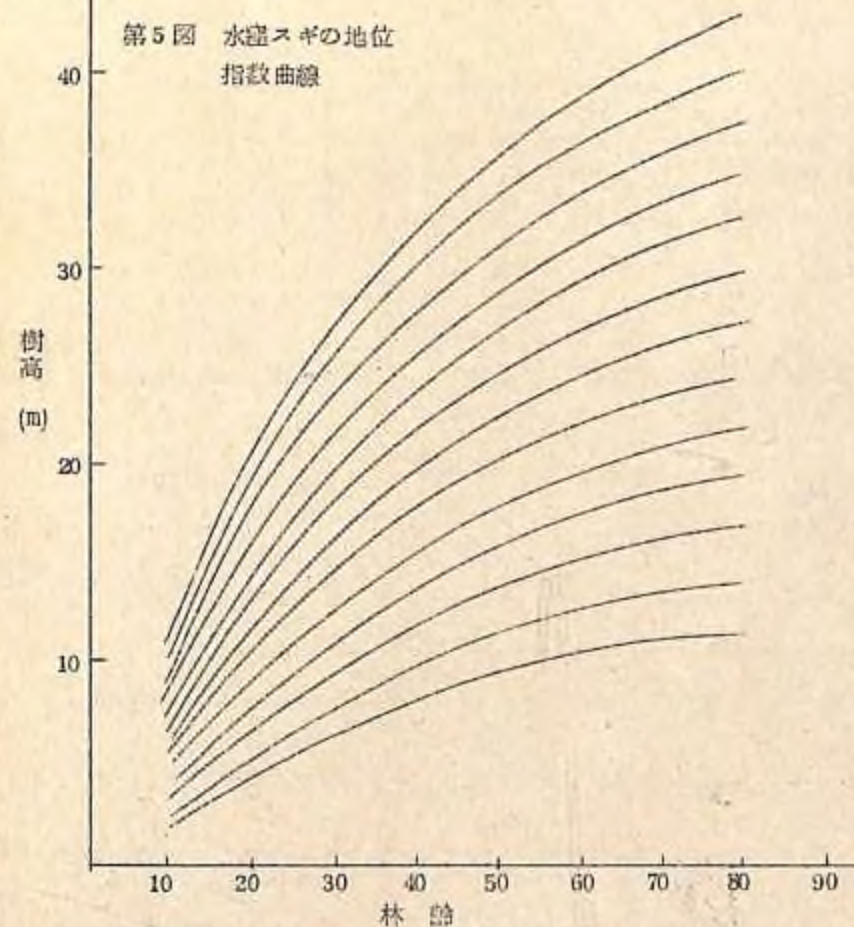


第4図 ヒルミの公式を用いて推定した水蓮スギの林齢とha 当り本数の関係

以上の計算は、測定研究室のYHP卓上電子計算機で、プログラムを作つて行なつたものであり、データを入れれば自動的に結果が求められるようになっている。

さていまわれわれが必要なものは α の値であり、水蓮スギの管理係数を0.032と仮定して、次のようにして地位、密度に応ずる本数の予想表を作成することができる。

水蓮スギの73本の樹幹解析木の樹高生長の値をもとにして作つた地位指数曲線を第5図に示す。



例として地位指数(S)は20, 16, 12の三つの段階でそれぞれに応じて密度の尺度である相対幹距(S_r)を疎(18%), 中(15%), 密(12%)として、それらに応ずる林齢ごとのha 当り本数予想表を作成する。 S_r の値を上のようにしたのは、ほぼ80年近くの林分の S_r の値は10~20%の範囲を示しており、10~13%を12%, 14~16%を15%, 17%以上を18%として区分したものである。第5図の地位指数曲線から80年でのそれぞれのSに応ずる上層木平均樹高は、次の通りであることがわ

S	20	16	12
\bar{H} (m)	27.2	22.0	16.7

これらの \bar{H} に S_r を乗ずると、平均幹距 S が求まり、(9式から $N = (100/S)^2$ として ha 当り本数が計算される。80 年を伐期とすれば、それが限界本数と考えられる。 S と S_r に応ずる限界本数(N)の値は次のように求められた。

S の()内は地位Ⅰ、Ⅱ、Ⅲを表わす。

$S \backslash S_r(\%)$	18	15	12
20 (Ⅰ)	939	601	417
16 (Ⅱ)	1435	918	638
12 (Ⅲ)	2490	1594	1107

次に初期本数 N_0 の値を仮定しなければならない。現在われわれには、これについての知見は何ももっていない。したがっていま4000本植栽を仮定し、15年生で地位Ⅰ、Ⅱ、Ⅲに応じて、それぞれ残存率を65%、70%、75%とすると $t_0 = 15$ に応じて N_0 の値は次のようになる。

	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
N_0	2600	2800	3000

$\alpha = 0.032$ とすると、地位、密度に応じてヒルミの公式は次のようになる。

密度 地位	密	中	疎
Ⅰ	$N=939 \left(\frac{2600}{939} \right) e^{-0.032(t-15)}$	$N=601 \left(\frac{2600}{601} \right) e^{-0.032(t-15)}$	$N=417 \left(\frac{2600}{417} \right) e^{-0.032(t-15)}$
Ⅱ	$N=1435 \left(\frac{2800}{1435} \right) e^{-0.032(t-15)}$	$N=918 \left(\frac{2800}{918} \right) e^{-0.032(t-15)}$	$N=638 \left(\frac{2800}{638} \right) e^{-0.032(t-15)}$
Ⅲ	$N=2490 \left(\frac{3000}{2490} \right) e^{-0.032(t-15)}$	$N=1594 \left(\frac{3000}{1594} \right) e^{-0.032(t-15)}$	$N=1107 \left(\frac{3000}{1107} \right) e^{-0.032(t-15)}$

上の公式を用いて、 t に応ずる N の値を計算したら次のような地位、密度に応ずる本数予

想表が作成された。

第2表 水湿スギ ha 当り本数予想表

地位 密度 林齢(年)	Ⅰ			Ⅱ			Ⅲ		
	密	中	疎	密	中	疎	密	中	疎
15	2600	2600	2600	2800	2800	2800	3000	3000	3000
20	2237	2094	1984	2536	2374	2250	2918	2732	2589
25	1967	1741	1575	2332	2063	1867	2851	2523	2283
30	1763	1488	1294	2170	1830	1593	2794	2357	2051
35	1607	1301	1095	2041	1653	1392	2747	2225	1873
40	1483	1161	949	1938	1515	1240	2707	2118	1733
45	1387	1053	840	1854	1407	1124	2674	2031	1622
50	1309	969	758	1785	1321	1034	2646	1959	1533
55	1246	903	694	1728	1252	963	2622	1900	1461
60	1195	850	643	1681	1196	906	2602	1852	1402
65	1153	807	603	1642	1150	860	2585	1811	1354
70	1119	773	571	1610	1112	823	2571	1777	1314
75	1090	747	545	1583	1081	792	2559	1749	1281
80	1066	721	524	1560	1055	767	2549	1725	1254

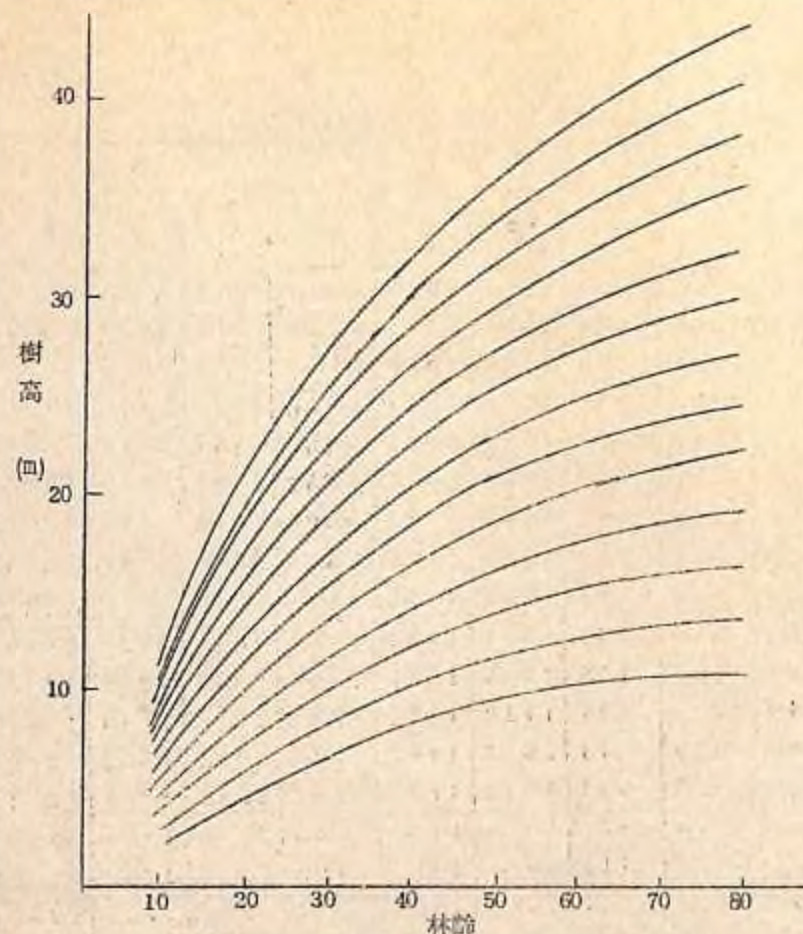
これと同じ方法でいろいろな地位指数、いろいろな相対幹距に応ずる ha 当り本数予想表を作ることができる。航空写真で判読した林分の上層木平均樹高により地位を判定し、疎密度を疎、中、密にわけることによつて、第2表から林齢に応ずる ha 当り本数を知ることができる。

カラマツについては、前述の信州カラマツ林分収獲表から求めた α と \bar{N} を用いて、本数予想表を作成したが、以下の段階の計算例には、地位Ⅰを用いるのでその予想表をここに示しておく。

第3表 カラマツ林地位Ⅰの ha 当り本数予想表

林 齢	10	15	20	25	30	35	40	45	50
ha 当り本数	2200	1595	1202	937	752	619	522	449	394

段階4、第6図に草津カラマツの地位指数曲線を示す。



第6図 草津カラマツの地位指数曲線

第4表 草津カラマツ地位Ⅰ収獲予想表

A	① H	② N	③ db	④ B	⑤ V	⑥ d	⑦ δ
(年)	(m)	(本)	(cm)	(m³)	(m³)	(cm)	(cm)
10	6.79	22.00	7.5	9.7	27.6	7.1	2.20
15	10.36	15.95	11.1	15.4	75.7	10.8	2.73
20	13.42	12.02	14.4	19.6	129.5	14.1	3.12
25	16.05	9.37	17.5	22.5	179.8	17.2	3.48
30	18.33	7.52	20.4	24.6	225.0	20.0	3.76
35	20.31	6.19	23.0	25.7	260.2	22.7	4.00
40	22.00	5.22	25.5	26.7	292.9	25.1	4.27
45	23.47	4.49	27.7	27.1	317.1	27.3	4.45
50	24.76	3.94	29.7	27.3	336.8	29.3	4.61

第4表の①欄は地位Ⅰすなわち地位指数22に於ける第6図から読みとられた上層木平均樹高 \bar{H} が書かれており、②欄は第3表のha 当り本数 N が書かれている。この段階では、(4)式の草津カラマツの N 、 \bar{H} から \bar{d}_b を求める式を用いて、①、②欄 \bar{H} 、 N から平均断面直径 \bar{d}_b を計算する。これが第4表の③欄に示されている。

段階5、②欄と③欄の N と \bar{d}_b を用いて、ha 当り断面積 $B = \frac{\pi}{4} \bar{d}_b^2 N / 100^2$ を計算する。これが④欄に示されている。

段階6、 $S = 22$ 、②欄の N 、④欄の B を用いて A に於けるha 当り材積 V を(20)式の重回帰式を用いて計算する。その結果は⑤欄に示されている。

この方法と同じ段階をふんで、他のいろいろな地位および密度に応じて林齢ごとの \bar{H} 、 N 、 B 、 V などを求めることができる。すなわち航空写真または簡易調査で林分の上層木平均樹高により地位を求め、疎密度を分類することによつて、林齢に於けるすべての林分構成因子を以上の段階をふんで次々に求めることができる。

さて第1図の流れ図をみてわかるように、林齢に於ける直径階ごとの情報が知りたい場合には、段階5から次の方法で推定してゆけばよい。

段階5、段階4で \bar{d}_b が求められたので、(16)式の草津カラマツの \bar{d}_b から \bar{d} を求める式を用いて、平均直径 \bar{d} を林齢に応じて求めることができる。これが第4表の⑥欄に示されている。

段階6、③欄の \bar{d}_b および⑥欄の \bar{d} を用いて、(17)式より直径の標準偏差 δ を求める。これが第4表の⑦欄に書かれている。

段階7、林齢ごとの⑥欄の \bar{d} と⑦欄の δ を用いて、正規分布を仮定して確率分布を求め、③欄のha 当り本数 N に直径に於ける確率をかけて直径階ごとのha 当り本数を求める。これが第5表の①欄に結果のみが示してある。

段階8、(19)式の草津カラマツの樹高曲線式に直径 (D) 、第4表の林齢に於ける①欄の上層木平均樹高 (\bar{H}) を代入して、 D に於ける樹高 (H) を計算する。これが第5表の②欄に書かれている。

段階9、前掲カラマツ材積表を用いて、 D と H に於ける材積 (V) を③欄に書く。

段階10、①欄の N に③欄の V を乗じたものが④欄に書いてある。これが直径階別の合計材積であり、これらを全部合計したらha 当り材積となる。これが④欄の下に書かれている。備考欄に直径階別の情報が必要でない場合に前の段階6で求められたha 当り材積が参考のためにのせてある。この数字と比較すると、ここで得られた結果は割合よく一致

第5表 草津カラマツ地位Iの直径階ごとの情報計算

A	D	① N	② H	③ V	④ NV	備 考
10	0	6				$\bar{d}=7.14$
	2	60	2	0.0005	0.001	$\delta=2.20$
	4	299	4	0.003	0.897	$N=2.200$
	6	682	5	0.008	5.456	
	8	718	7	0.019	13.642	
	10	347	8	0.033	11.451	
	12	80	9	0.052	4.160	
	14	8	10	0.079	0.632	
	計				36.238	$V=27.6$
15	2	3	2	0.0005	0.0015	$\bar{d}=10.77$
	4	24	4	0.003	0.072	$\delta=2.73$
	6	106	6	0.010	1.060	$N=1595$
	8	278	8	0.022	6.116	
	10	437	9	0.037	16.169	
	12	418	10	0.058	24.244	
	14	232	11	0.087	20.184	
	16	79	12	0.123	9.717	
	18	16	13	0.169	2.704	
	20	2	13	0.208	0.416	
	計				80.6835	$V=75.7$
20	4	2	5	0.004	0.008	$\bar{d}=14.10$
	6	11	7	0.012	0.132	$\delta=3.12$
	8	48	9	0.025	1.200	$N=1202$
	10	132	10	0.041	5.043	
	12	243	11	0.063	15.309	
	14	302	12	0.095	28.690	
	16	252	13	0.134	33.768	
	18	142	14	0.182	25.844	
	20	54	15	0.240	12.960	
	22	14	15	0.289	4.046	
	24	2	16	0.363	0.726	
	計				127.726	$V=129.5$
25	6	2	8	0.013	0.026	$\bar{d}=17.17$
	8	7	10	0.027	0.189	$\delta=3.48$
	10	27	12	0.049	1.323	$N=937$
	12	72	13	0.075	5.400	

A	D	① N	② H	③ V	④ NV	備 考
	14	143	14	0.111	15.873	
	16	199	15	0.154	30.646	
	18	208	15	0.195	40.560	
	20	152	16	0.256	38.912	
	22	84	17	0.328	27.552	
	24	32	17	0.387	12.384	
	26	9	18	0.479	4.311	
	28	2	18	0.552	1.104	
	計				178.280	$V=179.8$
30	8	1	11	0.030	0.030	$\bar{d}=20.03$
	10	5	13	0.053	0.265	$\delta=3.76$
	12	17	14	0.080	1.360	$N=752$
	14	45	15	0.118	5.310	
	16	90	16	0.164	14.760	
	18	139	17	0.221	30.719	
	20	157	18	0.288	45.216	
	22	137	18	0.348	47.676	
	24	91	19	0.436	39.676	
	26	46	19	0.507	23.322	
	28	18	19	0.584	10.512	
	30	5	20	0.708	3.540	
	32	1	20	0.794	0.794	
	計				223.180	$V=225.0$
35	10	1	15	0.060	0.060	$\bar{d}=22.69$
	12	4	16	0.091	0.364	$\delta=4.00$
	14	12	17	0.134	1.608	$N=619$
	16	31	18	0.185	5.735	
	18	63	18	0.234	14.742	
	20	98	19	0.304	29.792	
	22	121	20	0.388	46.948	
	24	116	20	0.460	53.360	
	26	87	20	0.536	46.632	
	28	51	21	0.650	33.150	
	30	24	21	0.746	17.904	
	32	9	21	0.837	7.533	
	34	2	21	0.922	1.844	
	36	0	—			
	計				259.672	$V=260.2$

A	D	① N	② H	③ V	④ NV	備 考
40	10	0	-			$\bar{d}=25.10$ $\delta=4.27$ $N=522$
	12	1	17	0.097	0.097	
	14	3	18	0.142	0.426	
	16	10	19	0.195	1.950	
	18	25	20	0.259	6.475	
	20	48	20	0.320	15.360	
	22	75	21	0.408	30.600	
	24	94	21	0.484	45.496	
	26	93	22	0.593	55.149	
	28	78	22	0.683	53.274	
	30	51	22	0.784	39.984	
	32	27	23	0.922	24.894	
	34	12	23	1.017	12.204	
	36	4	23	1.117	4.468	
	38	1	23	1.221	1.221	
	40	0	-			
	計				291.598	$V=292.9$
45	12	0	-			$\bar{d}=27.32$ $\delta=4.45$ $N=449$
	14	1	20	0.158	0.158	
	16	3	21	0.216	0.648	
	18	9	21	0.272	2.448	
	20	21	22	0.352	7.392	
	22	40	22	0.428	17.120	
	24	61	23	0.534	32.574	
	26	77	23	0.621	47.817	
	28	79	23	0.716	56.564	
	30	67	24	0.861	57.687	
	32	46	24	0.965	44.390	
	34	26	24	1.065	27.690	
	36	12	24	1.170	14.040	
	38	5	24	1.278	6.390	
	40	2	24	1.367	2.734	
	42	0	-			
	44					
	計				317.652	$V=317.1$
50	14	0				$\bar{d}=29.34$ $\delta=4.61$ $N=394$
	16	1	22	0.226	0.226	
	18	3	23	0.298	0.894	

A	D	① N	② H	③ V	④ NV	備 考
	20	9	23	0.367	3.303	
	22	19	23	0.448	8.512	
	24	35	24	0.558	19.530	
	26	52	24	0.650	33.800	
	28	66	24	0.749	49.434	
	30	66	25	0.899	59.334	
	32	57	25	1.008	57.456	
	34	42	25	1.113	46.746	
	36	24	25	1.222	29.328	
	38	12	25	1.336	16.032	
	40	5	25	1.429	7.145	
	42	2	26	1.626	3.252	
	44	1	26	1.758	1.758	
	46	0	-			
	計				336.750	$V=336.8$

していることがわかる。

プロットサンプリングとプロットレスサンプリングの対比については、報告⁽⁵⁾です
で、草津カラマツの資料で分析したものを発表しているが、全体推定においては、プロッ
トサンプリングとプロットレスサンプリングでは差がない値が得られることがわかった。
またサブシステムの中で用いられる回帰式を作るために必要な資料は、簡単なプロットレ
ス法で求めても十分であろう。したがって最小限の簡易調査または収穫表の標準地一覧表
の資料を用いてサブシステムに必要な関係式を作つておき、航空写真の判読による地位と
疎密度の情報を利用して、メインシステムの段階をふめば、われわれが経営計画が必要と
する情報を省力的に精度よく求めることができるであろう。これらの流れは森林調査情報
システムとして電算機の中に組込むことが可能であり、しかも個々の林分の将来の収穫量
の予測もでき、施業のやり方を考えた場合の収穫量の変化も予測することができるであ
ろう。この管理された林分の動きについての解析法は現在検討中である。地位指数に關する
サブシステム、航空写真判読の精度問題および生長量調査資料についても現在分析中であ
り、これらが完成したときに完全な一つのシステムとして報告したい。

参 考 文 献

- (1) 西沢正久, 真下育久, 川端章蔵: 数量化による地位指数の推定法。林試研報176,
1970
- (2) ヒルミ著 高橋清訳: 森林の生物物理学理論, 新科学文献刊行会。1965
- (3) 植栽本数別収獲予想表: 名古屋営林局造林推進協議会, 立地部会資料2, 1961
- (4) 造林事業における技術選択と投資配分の最適化に関する研究——昭和45年度中間報告——
林試経営部, 1971
- (5) 神戸喜久, 西沢正久: プロットサンプリングとプロットレスサンプリングとの比較について,
林試研報231, 1970

林地除草剤(塩素酸ソーダ) の合理的使用法

I 試験担当者

造林部除草剤研究室員	浅沼 晨 吾
同 研究室長	真 部 辰 夫
同 室 員	大 場 真 男

II 試験目的

ササ地帯の伐採前地ごしらえに対するヘリコプター散布技術の普及などにより、塩素酸ソーダ系除草剤の林地での使用面積は年間5万haの多きに達している。

その殺草効果はササの種類、土壌有機物含有量、水分など土壌環境、植生の根の深さ、形態などによつて影響されることがわかつてきた。これらについての基準的研究も行なわれてきているが、枯殺効果に及ぼす影響の度合を総合的に解析する仕事はまだ不十分であり、実際の薬剤散布にあつて適確な指針をたてるまでには至っていない。

そこで環境に応じた散布基準の確立に対する要求をみたすため、本試験においては、全国的にササ地帯に試験地を設定し、塩素酸ソーダの散布結果を、土壌環境を中心とした各種因子とともに調査し、枯殺効果に影響すると考えられる主な要因をチェックし、総合的に解析して、除草剤使用の合理化に役立てることを目標とした。

なお、本試験は林野庁、営林局、林業試験場の共同で行ない、とりまとめを林業試験場が担当した。

III 試験経過とえられた成果

昭和43年度に、これまでの研究成果と実際の散布事例などの報告を検討し、本試験の方法書を作成して試験地選定の基準を定め、各営林局に選定因子を指示した。また調査要領に従い、調査カードを作製した。(図 1.)

各営林局ではこれに従つて、43年度以降試験地の設定・調査を行ない、林野庁・林業試験場へ報告した。とりまとめの段階では、北見、帯広、旭川、札幌、秋田、前橋、東京、長野、大阪、熊本の10営林局より最終報告が到着している。

試験地設定因子の基準に従い、実際に設定された試験地の主要因子の内容は表-1のとおりである。

[illegible]

配布月日	別型	配布量	配布 1 ~ 月 様				配布 3 ~ 月 様				配布 7 月 (再生調査)				備 考
			枯損率%	生存本数	全葉量	観 察	枯損率%	生存本数	全葉量	観 察	枯損率%	生存本数	全葉量	観 察	
月 日 (成虫初期 配布区)	粒														
	粒														
月 日 (成虫盛期 配布区)	粒														
	粒														
月 日 (成虫終期 または終了 後配布区)	粒														
	粒														
対 照 区		Cont.1													
		Cont.2													
		Cont.3													
		Cont.4													

ササの種類	主要因子		作業		A0層		火入		ササ密度		ササ根		上木		従来効果		計
	地ごしらえ	下刈	厚	薄	有	無	大	小	深	浅	有	無	低	高			
チシマザサ	4	4	4	3	1	1	2	2	1	2	1	1					25
スズタケ							3	3	2	2	2	2			1		15
クマイザサ	4	5	7	6	3	3	7	6	7	4	4	4					60
チマキザサ					1	1	1	1					1				5
ネザサ	1	1	1	1	1												5
アズマネザサ		2	1	1													4
メダケ							1	1	1	1	1	1					6
ミヤコザサ	3	2	2	2	2		1	1	1	2	2	1			1		20

各営林局から送付のあつた調査カードをとりまとめ検討したが、試験の頭初に方法書によつて指定した試験地選定因子が現地の状況から計画どおりにとられなかつたことや、また薬剤処理効果の判定基準がややあいまいであつたことなどから、集約したデータは精粗さまざまで、その解析は充分にはなしえなかつた。

以下に、データ数の多かった4種類のササについて、種類別・地域別に、薬剤処理の効果に影響を及ぼすと考えられる要因につき若干の検討を加える。

本試験では時期別に剤型・薬量を変えて薬剤が散布されているが、ここでは種類別・地域別に比較するのに都合のよい、粒剤——生長期散布、翌年7月調査の枯殺効果、のデータを主とした検討結果を述べることにする。

1. 枯殺効果に変動を与える環境因子の検討

1-1 クサイザサ (表 - 2.)

表 2. クマイザサの枯殺効果と種々の環境因子

要 因		傾斜方位				傾斜度				基 岩				土 質 型				上木・土質・火入時期			
カテゴリー	試験地域	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
		N	E	S	W	0°	10°	20°	30°	花崗岩	砂・頁・粘板	礫・頁・粘板	Pw	Bc	Bd	Bd	Bd	Bd	Bd	Bd	Bd
北見地域	002																				
	001																				
	006																				
	008																				
	007																				
	004																				
	009																				
	005																				
	010																				
	003																				
帯広地域	015																				
	012																				
	014																				
	016																				
	011																				
	013																				
旭川地域	030																				
	028																				
	029																				
	027																				
	032																				
	033																				
	031																				
	034																				
026																					
札幌地域	044																				
	041																				
	043																				
	046																				
	045																				
	042																				
秋田地域	049																				
	054																				
	055																				
	051																				
	052																				
	056																				
	053																				
	048																				
	047																				
050																					
長野地域	059																				
	060																				
	058																				
	057																				

A ₀ 層の厚さ						A 層の深さ					腐植含量					石礫含量					土 性					養分含有量					pH					置換酸度																																												
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5																																										
A ₀ 層の厚さ						A 層の深さ					腐植含量					石礫含量					土 性					養分含有量					pH					置換酸度																																												
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm						1.1 ~ 2.0cm					2.1 ~ 4.0cm					4.1 ~ 8.0cm					8.1 ~ 16.0cm					16.1cm ~					0 ~ 4.5					4.6 ~ 5.0					5.1 ~ 5.5					5.6 ~ 6.0					6.1 ~					1.1 ~ 2.0					2.1 ~ 4.0					4.1 ~ 8.0					8.1 ~ 16.0					16.1 ~ 32.0				
0 ~ 1.0cm																																																																																

要因 ¹⁾		ササの葉数/m ²						ササの高さ						地下茎の深さ						根元断面積合計 ²⁾						地上部重量 g/m ²					
カテゴリー	試験地域	①	②	③	④	⑤	⑥	①	②	③	④	⑤	⑥	①	②	③	④	⑤	⑥	①	②	③	④	⑤	⑥	①	②	③	④	⑤	⑥
		100	200	400	800	1,600	3,200	40cm	80cm	120cm	160cm	200cm	240cm	8cm	16cm	24cm	32cm	40cm	48cm	100	200	400	800	1,600	3,200	400	800	1,600	3,200	6,400	
北見地域	002																														
	001																														
	006																														
	008																														
	007																														
	004																														
	009																														
	005																														
	010																														
	003																														
帯広地域	015																														
	012																														
	014																														
	016																														
	011																														
	013																														
旭川地域	030																														
	028																														
	029																														
	027																														
	032																														
	033																														
	031																														
	034																														
札幌地域	026																														
	044																														
	041																														
	043																														
	046																														
秋田地域	045																														
	042																														
	049																														
	054																														
	055																														
	051																														
	052																														
	056																														
	053																														
	048																														
長野地域	047																														
	050																														
	059																														
	060																														
	058																														
057																															

地下部重量 g/m ²						NaC ₂ O ₄ 散布量 ³⁾ kg/ha	枯殺効果 ⁴⁾				
①	②	③	④	⑤	⑥		小 ← → 大				
100	200	400	800	1,600	3,200		1	2	3	4	5
						150(75,225)					
						"					
						"					
						"					
						"					
						"					
						"					
						"					
						"					
						200(150,250)					
						"					
						"					
						"					
						"					
						150(75,225)					
						"					
						"					
						"					
						"					
						"					
						"					
						150(75,225)					
						"					
						"					
						"					
						"					
						"					
						125(75,150)					
						"					
						"					
						"					
						"					
						"					
						75(50,100)					
						125(75,150)					
						"					
						180(120,240)					
						"					
						"					
						"					

注1)

土壌因子の調査は林野土壌調査方法書に従って行なつた。
ササの生育状況を示す因子は1 m × 1 mの枠内で調査した。

注2)

根元断面積合計値は
$$\left(\frac{\text{平均根元直径}}{2} \right)^2 \times \text{m}^2 \text{ 当り本数}$$

で近似的に表わした。

注3)

NaC₂O₄ 散布量は各試験地域とも少量、標準量、多量の3段階が設けられた。標準量を中心に次のように表示した。
標準量(少量、多量)

注4)

ササ枯死率は枯死葉の葉面積比率(%)で調査されたが、判定基準が明確でなかつたために地域間で若干の変動がみられた。
枯死本数比率によつて枯死率を補正し、散布量に対応した枯死率を相互比較のうえ5段階にランク付けし「枯殺効果」とした。

(以下同様である。)

1-1-1 北見地域

試験地は、埴質なBD型土壌の林地に設定された。傾斜度が 23° 以上の急斜面での土壌母材は砂岩、また、 22° 以下のやや緩い斜面での母材は安山岩となつている。前者では枯殺程度は比較的大きいが、後者ではやや小さい。これは母材ないし傾斜度のちがひもあるが、主として土壌A層の構造や堅密度のちがひが関係しているように考えられる。

効果の良好であるところでは、土壌A層の構造は団粒状で堅密度は数、A層の深さは7~13cmと浅く、ササ地下茎分布深は10cm程度で、ササの高さもやや小さい。

効果のやや劣つたところでは、A層のPH値が高く、置換酸度の値がかなり低い、構造は粒状で堅密度が軟、A層の深さは16~23cmで、ササ地下茎分布深は13cm~20cmとやや深い。火入跡地では効果が劣つている。

その他、A₀層の厚さ、腐植や石礫含有量、土性、炭素含有量、ササの葉数や地上部重量、地下部重量、などの因子と効果との関係については、明瞭な傾向がみられない。

1-1-2 帯広地域

花崗岩(一部熔結凝灰岩)を母材とするB_{1c}~B_{1e}型の、A層の深い(B_{1c}型で25~35cm, B_{1d}・B_{1e}で65cm以上)土壌のところに試験地が設定された。ササの地下茎分布深は21~30cmとほぼ一様にやや深目で、対下部重量もやや大きめであるためか、ここでは除草剤の散布量を200kg/haを標準としてとり試験を行なつている。全体に枯殺程度は大きい。

効果の良好であつたところでは、A層の構造は団粒状で、PH値がやや低く、置換酸度が高目である。

効果の劣つたところは、火入跡地であり、A層の構造は粒状、PH値は6.6と高く、置換酸度の値が0.6ときわめて低い。ササの高さや地上部重量が特に小さい。

その他の土壌因子やササの生育状況と、枯殺効果との関係は明瞭でない。

1-1-3 旭川地域

試験地は安山岩及び砂岩・頁岩・粘板岩を母材とする埴質のB_c~B_d型土壌の林地に設定された。A層の深さは9~19cm、ササの地下茎分布深は6~25cmとあまり深くないが、A層の構造は全体に粒状で軟の状態を呈し、全体の枯殺程度は大きくはない。

効果の良く現われたところでは、地下茎の深さも11cmより浅く分布しており、全体に高い値を示している置換酸度もさらに高い。

土壌型と効果との対応や、他の因子との関係については明らかな傾向はみられない。

1-1-4 札幌地域

石英安山岩を母材とするB_c~B_e型の埴質な土壌の林地に試験地が設定された。全体にA層のPH値高く置換酸度が低く、枯殺程度は大きくない。

比較的效果の良く現われたところでは、A層の深さが16cm以下で浅目であり、構造は団粒状で軟~軟の状態、PH値は6.0以下で、ササ地下茎分布深は10cmまでを示した。

効果の劣つたところでは、A層の深さは18~32cm、構造は主として粒状を呈し、PH値は6.1以上と高く、置換酸度も大部分1.0以下で低い。地下茎は10~22cmとやや深く分布する。

土壌型と効果との対応ははつきりみられないが、B_c型土壌のところでも効果の劣る場合や、B_e型でも効果のやや良く出現する場合がみられる。その他因子との関係には、明らかな傾向はみられない。

1-1-5 秋田地域

低海拔の、凝灰岩を母材とするB_d型土壌の林地に設定された。ここでは、土壌A層の深さは32~58cmと一様にかなり深い。構造は一様に団粒状で軟の状態を呈し、PH値は中位だが置換酸度は全体に高い値(大部分は2.4以上の値)を示す。ササの生育状況は、地下茎は10cm前後に分布し浅目で、密度が小さく、葉数や断面積合計値も小さめである。地上部重量や地下部重量も格別大きくはない。

散布量の標準が、125kg/haとやや少なめであつたこともあろうが、枯殺程度は小さい。

ここはササ密度の小さいことに示されるようにササ以外の植生がかなり混在する。NaClO₃の効果は十分には現われず、ササの再生がかなりみられたが、これが混在する植生の被陰によるためかどうかは不明で検討を要するところである。幼令造林地(スギ6年生)で以前からの下刈作業によりササの生育が抑えられ、他の植生が相当量混在してきただころでは、ササの高さが小さく、地上部・地下部重量は小さいが、効果がかなりおちている。また、上木に覆われササの高さや重量も普通程度であつたところでは効果がやや認められた。このようにササ以外の植生が多量に混在するところでは、効果の発現につき検討すべき点があるように思われる。

1-1-6 長野地域

1,300m以上の高海拔地に設定された。ここでは土壌の堆積状態が崩積型であり、A層はあまり深くはないが、地下茎分布深が35~50cmと大きく、散布量が標準で180kg/ha

では枯殺程度が全体に小さい。

効果がやや認められたところでは、A層の構造は団粒状で粗鬆な状態を示し、PH値が低く置換酸度が高い。火入跡地も同様である。

効果が著しく劣つたところでは、A₀層の厚さが20cm以上もあり、A層の構造は粒状で軟の状態を呈し、ササの高さは大で極めて高密度で、地上部重・地下部重が大きい。土壌型がBE型のところも同様である。

1-1-7 総合検討

地域別にクマイザサの枯殺効果の変動と環境因子との関係をみたが、各地域ともほぼ同様な因子がとりあげられ、同様な傾向を示した。

地域のちがいや地形の差による効果の変動は明らかではないが、本州の低海拔地でのクマイザサ群落で多少とも人手が加わり他の植生が相当量混在してササの重量や高さなどの小さいところでは、NaClO₃の効果が十分に現われなかつた。この原因としては、植生によるササの被陰などが考えられるが、検討の余地が残されている。

土壌母材のちがいが効果に与える影響は大きいとは思われない。

上木の有無による効果の変動は一定の傾向がみられなかつたが、火入跡地では効果が劣るようである。

土壌型の差違と効果の変動との対応は、一定の傾向がみられなかつた。周知のように土壌型は気候地形のちがいに起因する微気象や水分環境の差違によつて生ずる土壌の形態や性状のちがいをもとに分けられたもので、その差違は当然効果の変動にひびいてくるものと考えられる。しかし、同一の土壌型に位置づけられていても、出現した効果には大・小の差があり、以下に述べるようなさらに細かいレベルでの土壌条件の差違の検討によつてそれが説明されるものと考えられる。

土壌因子でまず注目されるのは、土壌の透水性と平行的關係にあるといわれる。A層の構造と堅密度の因子である。透水性・通気性の大きい土壌ではササの吸収根も良く発達し粒剤散布の効果も大きいと考えられるが、団粒状で粗鬆な状態を示すところでは粒状で軟の状態のところより効果が良く出現した。

土壌の酸性度により、酸化力の強いNaClO₃の効果の変動することが考えられるが、全般にA層の置換酸度の値が高く、PH値の低い条件を示すところでは、効果は大きく出現している。

ササの根系の分布する土層の上を被覆するA₀層の存在は、粒剤散布の場合の効果出現に

はマイナス要因となることが考えられるが、厚さが数cm程度であれば影響はめだたず、極端に厚い場合に大きくひびいてくるようだ。

土層A層の深さは、ササの地下茎の分布深を規制すると考えられるが、A層の深さのみでは十分な関係づけはできない。概括的にいえば、A層が浅い方が地下茎の分布深も浅く、効果の出現は良い。

土層の堆積様式が崩積型を示し、土層の深部までササの地下茎が分布するところでは効果が、他の堆積型との関係は明らかでない。

その他、土性や石礫・腐植・炭素含有量と効果の変動との関係づけは明らかな傾向がみられない。

ササの生育状況を示す因子の中で、地下茎の分布深と効果の変動との関係については今までも重視されている。全般的には、分布深が浅い程、効果が大きく現われるようだが、この関係は連続的に変化していくものではなくて、概ね10cm程度の深さを境界として、それより浅い分布深では効果の劣ることがみられる。

ササの高さや重量などについても効果との関係が強いと考えられるが、ここでみられた結果では単純な関係ではなく、高さや葉数、断面積合計値、対上部・地下部重とも、一定の大きさ以下の範囲ではむしろそれらの値の大きい方が、枯殺効果が良好に出現するようである。

1-2 チシマザサ (表-3)

1-2-1 札幌地域

ほぼ平坦な、火山灰を母材とする砂質なBD型土壌の林地に設定された。ササの地下茎が分布するI_A層は深さが13cm以下で全体に浅く、構造は一律に団粒状で軟の状態を呈し、全体の効果は良好である。

枯殺効果のやや劣つたところでは、PH値が高目で置換酸度の値がやや低く、地上部重量が大きい。地下茎が20cmと深く、ササの高さもごく大きいところも同様である。

その他の因子との関係については明らかでない。

1-2-2 秋田地域

火山灰を母材とする埴質なP_W(h)-III型土壌をもつ、ほぼ平坦な林地に試験地が設定された。A₀層はいく分厚目で、A層の構造は団粒状、堅密度は堅～軟を呈する。全体にPH値はやや低く、置換酸度はやや高い。地下茎の分布深は10cm前後である。

ここでは、散布量の標準を125kg/haとやや少なめであつたこともあろうが、枯殺程度は全体かなり小さい。

表 - 3 ナシマザサの枯殺効果と種々の環境因子

要 因	傾斜方位	傾斜度	基 岩	土 壌 型	カテゴリー	試 験 地 域
	①②③④	①②③④	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺		
	N	E	S	W	0°	5°
					10°	22°
					23°	32°
					33°	
					花崗岩	
					石英斑岩・粗面岩	
					安山岩	
					砂・頁・粘板	
					凝灰岩	
					火山灰	
					Pvh-III	
					BB	
					BC	
					BD(d)	
					BE	
					BO	
					BOE(Cr.)	
札幌地域	104	○				
恵庭	105		○			
	102	○				
	103		○			
秋田地域	121	○				
十和田	114		○			
	119	○				
	120		○			
	117		○			
	115	○				
	118		○			
	116		○			
	113		○			
	112	○				
	111		○			
	110		○			
前橋地域	125		○			
猪苗代	123		○			
	127		○			
	126		○			
	124		○			
	122	○				

上木林相・ ウツ閉度	火入 時期	Ao 層の厚さ	A 層の深さ	腐植含量	石炭含量	土 性
① 無し	① 未火入	① 0 ~ 1.0cm	① 0 ~ 8cm	① 腐る富	① 腐る富	① 腐る富
② 幼合造林地	② 3年以前	② 1.1 ~ 2.0cm	② 9 ~ 16cm	② 腐る富	② 腐る富	② 腐る富
③ 21 ~ 40% ~ 20%	③ 3年以前	③ 2.1 ~ 4.0cm	③ 17 ~ 32cm	③ 腐る富	③ 腐る富	③ 腐る富
④ 41 ~ 80%	④ 3年以前	④ 4.1 ~ 8.0cm	④ 33 ~ 64cm	④ 腐る富	④ 腐る富	④ 腐る富
⑤ 80%	⑤ 3年以前	⑤ 8.1 ~ 16.0cm	⑤ 65cm	⑤ 腐る富	⑤ 腐る富	⑤ 腐る富
⑥ 3年以前	⑥ 3年以前	⑥ 16.1cm	⑥ 16.1cm	⑥ 腐る富	⑥ 腐る富	⑥ 腐る富
⑦ 3年以前	⑦ 3年以前	⑦ 16.1cm	⑦ 16.1cm	⑦ 腐る富	⑦ 腐る富	⑦ 腐る富
⑧ 3年以前	⑧ 3年以前	⑧ 16.1cm	⑧ 16.1cm	⑧ 腐る富	⑧ 腐る富	⑧ 腐る富
⑨ 3年以前	⑨ 3年以前	⑨ 16.1cm	⑨ 16.1cm	⑨ 腐る富	⑨ 腐る富	⑨ 腐る富
⑩ 3年以前	⑩ 3年以前	⑩ 16.1cm	⑩ 16.1cm	⑩ 腐る富	⑩ 腐る富	⑩ 腐る富
⑪ 3年以前	⑪ 3年以前	⑪ 16.1cm	⑪ 16.1cm	⑪ 腐る富	⑪ 腐る富	⑪ 腐る富
⑫ 3年以前	⑫ 3年以前	⑫ 16.1cm	⑫ 16.1cm	⑫ 腐る富	⑫ 腐る富	⑫ 腐る富
⑬ 3年以前	⑬ 3年以前	⑬ 16.1cm	⑬ 16.1cm	⑬ 腐る富	⑬ 腐る富	⑬ 腐る富
⑭ 3年以前	⑭ 3年以前	⑭ 16.1cm	⑭ 16.1cm	⑭ 腐る富	⑭ 腐る富	⑭ 腐る富
⑮ 3年以前	⑮ 3年以前	⑮ 16.1cm	⑮ 16.1cm	⑮ 腐る富	⑮ 腐る富	⑮ 腐る富
⑯ 3年以前	⑯ 3年以前	⑯ 16.1cm	⑯ 16.1cm	⑯ 腐る富	⑯ 腐る富	⑯ 腐る富
⑰ 3年以前	⑰ 3年以前	⑰ 16.1cm	⑰ 16.1cm	⑰ 腐る富	⑰ 腐る富	⑰ 腐る富
⑱ 3年以前	⑱ 3年以前	⑱ 16.1cm	⑱ 16.1cm	⑱ 腐る富	⑱ 腐る富	⑱ 腐る富
⑲ 3年以前	⑲ 3年以前	⑲ 16.1cm	⑲ 16.1cm	⑲ 腐る富	⑲ 腐る富	⑲ 腐る富
⑳ 3年以前	⑳ 3年以前	⑳ 16.1cm	⑳ 16.1cm	⑳ 腐る富	⑳ 腐る富	⑳ 腐る富
㉑ 3年以前	㉑ 3年以前	㉑ 16.1cm	㉑ 16.1cm	㉑ 腐る富	㉑ 腐る富	㉑ 腐る富
㉒ 3年以前	㉒ 3年以前	㉒ 16.1cm	㉒ 16.1cm	㉒ 腐る富	㉒ 腐る富	㉒ 腐る富
㉓ 3年以前	㉓ 3年以前	㉓ 16.1cm	㉓ 16.1cm	㉓ 腐る富	㉓ 腐る富	㉓ 腐る富
㉔ 3年以前	㉔ 3年以前	㉔ 16.1cm	㉔ 16.1cm	㉔ 腐る富	㉔ 腐る富	㉔ 腐る富
㉕ 3年以前	㉕ 3年以前	㉕ 16.1cm	㉕ 16.1cm	㉕ 腐る富	㉕ 腐る富	㉕ 腐る富
㉖ 3年以前	㉖ 3年以前	㉖ 16.1cm	㉖ 16.1cm	㉖ 腐る富	㉖ 腐る富	㉖ 腐る富
㉗ 3年以前	㉗ 3年以前	㉗ 16.1cm	㉗ 16.1cm	㉗ 腐る富	㉗ 腐る富	㉗ 腐る富
㉘ 3年以前	㉘ 3年以前	㉘ 16.1cm	㉘ 16.1cm	㉘ 腐る富	㉘ 腐る富	㉘ 腐る富
㉙ 3年以前	㉙ 3年以前	㉙ 16.1cm	㉙ 16.1cm	㉙ 腐る富	㉙ 腐る富	㉙ 腐る富
㉚ 3年以前	㉚ 3年以前	㉚ 16.1cm	㉚ 16.1cm	㉚ 腐る富	㉚ 腐る富	㉚ 腐る富
㉛ 3年以前	㉛ 3年以前	㉛ 16.1cm	㉛ 16.1cm	㉛ 腐る富	㉛ 腐る富	㉛ 腐る富
㉜ 3年以前	㉜ 3年以前	㉜ 16.1cm	㉜ 16.1cm	㉜ 腐る富	㉜ 腐る富	㉜ 腐る富
㉝ 3年以前	㉝ 3年以前	㉝ 16.1cm	㉝ 16.1cm	㉝ 腐る富	㉝ 腐る富	㉝ 腐る富
㉞ 3年以前	㉞ 3年以前	㉞ 16.1cm	㉞ 16.1cm	㉞ 腐る富	㉞ 腐る富	㉞ 腐る富
㉟ 3年以前	㉟ 3年以前	㉟ 16.1cm	㉟ 16.1cm	㉟ 腐る富	㉟ 腐る富	㉟ 腐る富
㊱ 3年以前	㊱ 3年以前	㊱ 16.1cm	㊱ 16.1cm	㊱ 腐る富	㊱ 腐る富	㊱ 腐る富
㊲ 3年以前	㊲ 3年以前	㊲ 16.1cm	㊲ 16.1cm	㊲ 腐る富	㊲ 腐る富	㊲ 腐る富
㊳ 3年以前	㊳ 3年以前	㊳ 16.1cm	㊳ 16.1cm	㊳ 腐る富	㊳ 腐る富	㊳ 腐る富
㊴ 3年以前	㊴ 3年以前	㊴ 16.1cm	㊴ 16.1cm	㊴ 腐る富	㊴ 腐る富	㊴ 腐る富
㊵ 3年以前	㊵ 3年以前	㊵ 16.1cm	㊵ 16.1cm	㊵ 腐る富	㊵ 腐る富	㊵ 腐る富
㊶ 3年以前	㊶ 3年以前	㊶ 16.1cm	㊶ 16.1cm	㊶ 腐る富	㊶ 腐る富	㊶ 腐る富
㊷ 3年以前	㊷ 3年以前	㊷ 16.1cm	㊷ 16.1cm	㊷ 腐る富	㊷ 腐る富	㊷ 腐る富
㊸ 3年以前	㊸ 3年以前	㊸ 16.1cm	㊸ 16.1cm	㊸ 腐る富	㊸ 腐る富	㊸ 腐る富
㊹ 3年以前	㊹ 3年以前	㊹ 16.1cm	㊹ 16.1cm	㊹ 腐る富	㊹ 腐る富	㊹ 腐る富
㊺ 3年以前	㊺ 3年以前	㊺ 16.1cm	㊺ 16.1cm	㊺ 腐る富	㊺ 腐る富	㊺ 腐る富

要 因		構造・緊密度					炭素含有量					PH					置 換 酸 度							ササの葉数/m ²					
カテゴリー	試験地域	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①	②	③	④	⑤	⑥
		団粒- 団粒-	団粒- 団																										

ササの高さ						地下茎の深さ					根元断面積 合計mm ² /m ²							地上部重量 g/m ²							地下部重量 g/m ²							NaClO ₃ 散布量 kg/ha	枯殺効果																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2		3	4	5	6	小↔大																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2		3	4	5	6	1	2	3	4	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
161	121	81	41	201	200cm	161	121	81	41	201	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600	401~800	201~400	101~200	100	3201~	1601~3200	801~1600

ここでの土壌分析データからでは不明であるが、この原因は弱湿性ポドゾル土壌であることにあると考えられる。つまり、湿性ポドゾル土では土壌の透水性が不良で水分の停滞しやすい地形に出現することなどから、土壌の酸素欠乏状態を招き、土壌が還元状態になるとされている。この還元状態が、強い酸化力をもつ NaClO_2 の毒性低下につながることは想定される。

効果のやや認められたところは、火入跡地で、A層がやや浅く、堅密度は堅、水湿状態は適潤で、地下部重が他より大きい。即ちササの生育状況はある程度よく、また土壌水分の状況も適当であつたと考えられる。

1-2-3 前橋地域

海拔1,300 m程度の安山岩を母材とするBD, BB型土壌の、ほぼ平坦な林地に設定された。こゝではチシマザサとチマキザサがほぼ半々に混生している。地下茎の深さが25 cm程度でかなり深く分析するが、ササの高さは30~50 cm程度で低い。全体にA層のPH値低く置換酸度の値が高い。ササの地上部重量はやゝ小さめだが地下部重量は大きい。全体に枯殺程度は小さい。

効果のかなり劣るところは、土壌が植質をBB型で、A層は単粒状で堅密である。また置換酸度の値が他より低い。

その他の因子との関係については、明らかでない。

1-2-4 総合検討

チシマザサについても、クマイザサのところで検討したと同様の因子がとりあげられた。

地域による差違としては、北海道では効果良好である結果が、本州では効果不良である結果が、それぞれ報告された。地域によつて林地の環境因子などには、明瞭な差違がみられなかつた。これらの結果が一般的なものであるかどうかは断定できない。

試験地が任意で選択された結果ではあるが、報告された海拔高と傾斜度のデータでは、クマイザサとチシマザサとで若干のちがいがあつた。チシマザサの場合は、やゝ高い海拔高と、傾斜度が殆ど0~5°で、最大でも10°程度の斜面測が報告された。クマイザサの場合には、海拔高は比較して低く、10°~22°程度の斜面の例が多く。かなりの急斜地のデータも報告された。

土壌母材としては、火山灰をいし安山岩の例だけであるが、データは不十分である。

土壌型の差違と効果との対応では、Pw(h)-III型の土壌で効果が著しく劣り、BB型土壌でも効果が劣つた。他の土壌型については、傾向が明らかでない。

また、湿性ポドゾル化土壌のところでは、火入跡地で効果が認められた。

土壌A層の深さは、10~30 cm程度の例が多く、全体に深くはない。地下茎分布深も同様に10~25 cmであるが概ね10 cm程度のものが多く、クマイザサより浅い分布を示す。A₀層やA層、地下茎分布深は、浅目である方が効果の出現は良い。

A層の土性が植質に傾けば効果は劣るようである。また、A層の構造が団粒状で堅密な状態であれば効果が劣るようである。

PH値は全体に低く、置換酸度は高い値を示しているが、効果の認められるところでは、PH値はさらに低く、置換酸度はさらに高い値を示した。

ササの生育状況を示す因子では、葉数、高さ、断面積合計、地上部重、地下部重などの値の大きい方が効果出現は良い傾向を示す。

断面積合計値や、地上部重・地下部重の大きさについては、単位面積当りではチシマザサもクマイザサも、大差ない。

1-3 ミヤコザサ (表-4)

1-3-1 帯広地域

火山灰を母材とした、やゝ平坦なBD型土壌の林地に設定された。風積型の堆積を示し、IA層は6~11 cmと浅いが、地下茎は13~30 cmと深く分布する。構造は団粒状で粗鬆である。PH値は高く、置換酸度は低いが、散布量が200 Kg/haを標準としてとられ、枯殺程度は大きい。

上木の多いところで、ササの高さが大きく地下茎分布深く、地上部重やゝ大であるところでは、効果が若干劣つた。

1-3-2 長野地域

高海拔(1,300 m~1,800 m)のところに設定された。A₀層はやゝ厚目で、A層の深さは20~30 cm程度。PH値は低く置換酸度は高い。ササの地下茎は20~40 cmとやゝ深目に分布する。枯殺程度は全体に高くはない。

効果の劣つたところでは、土壌型がPw(i)-III型で、上木うつ閉度は95%と高く、PH値が低く置換酸度高く団粒状で粗鬆な状態を呈し地下茎の分布深は11 cmと浅い。

土壌がB₀型のところは、A₀層はやゝ厚目で、A層は細粒状一軟、粒状一軟を示すが、あまり効果はおちていない。

要 因		地下部重量 g/m ²								枯 殺 効 果				
カテゴリー	試験地域	①	②	③	④	⑤	⑥	NaClO ₃ 散布量 Kg/ha		小 ← 大				
		400	401~800	801~1,600	1,601~3,200	3,201~6,400	1,401~			1	2	3	4	5
帯広地域 ○ 釧 路	205					○		200 (150, 250)					○	
	201					○		"						○
	202					○		"						○
	206					○		"						○
	203					○		"						○
	204					○		"						○
長野地域 ○ 上 松 ○ 諏 訪 ○ 上 田 ○ 白 田	212			○				180 (120, 240)		○				
	211				○			"		○				
	213		○					"			○			
	210				○			"				○		
	209					○		"					○	
	207					○		"					○	
大阪地域 ○ 福 山	217			○				130 (70, 190)					○	
	215				○			180 (90, 270)						○
	214		○					"						○
	216			○				130 (70, 190)						○
	218			○				"						○
	219				○			"						○

1-3-3 大阪地域

400~600mの低海拔で中程度の傾斜地に設定された。土壌型はBD(d)で母材は硬砂岩(一部頁岩、花崗岩)。A層は12cm程度で浅く、構造は団粒状-粒状-軟、全体にPH値は低く置換酸度は高い。地下茎分布深は20~30cmと一様に深目だが、標準散布量130Kg/haでも枯殺程度は大きい。上木があつても、効果はみえていない。

1-3-4 総合検討

ミヤコザサの場合も、クマイザサとチシマザサのところで検討したと同様な因子が効果にひびいているものと考えられる。

地域や地形、土壌母材や土壌型の差違によるものは明瞭でない。

出現した土壌A層はやや浅めのものが多いが、地下茎の分布深は20~40cmと一般に深い。A₀層はやや厚目のところが多い。

A層の構造は団粒状のものが多く出現したが、粒状のところでも効果は良い。A層の土性が塩質なところはやや劣る。

PH値は全体に低目であつた。置換酸度の高いところでは効果良好である。

上木の多少との関係は明瞭ではない。

その他の環境因子やササの生育状況と、枯殺程度との間には、少ないデータの範囲からでは一定の傾向がみられない。

全体的に枯殺結果は、概ね良好である。

1-4 スズタケ(表-5)

1-4-1 東京地域

30°~35°の急斜地で、石英閃緑岩を母材とするやや砂質なBD型土壌の林地に設定された。ここはスギの壮令林下でうつ閉度が90%以上。斜面上部と下部ではササの生育状況が多少異なる。A₀層はやや厚目だが、A層は深くなく、その他の条件もほぼ中庸で、効果は良い。

1-4-2 大阪地域(散布3ヶ月後のデータ)

海拔800~1,300mの硬砂岩を母材とする。やや砂質なBD型、B_B型の30°~44°程度の急斜地に設定された。A₀層はやや厚目でA層の深さは中程度、構造は団粒状-軟、PH値は低く置換酸度は大きい。地下茎は27~57cmと深部に分布し、地上部重地下部重はやや大きめで、標準散布量200Kg/haでも全体に枯殺程度は低い。但し散布翌年の効果については未調査で不明である。

表 - 5

カテゴリー		傾斜方位				傾斜度				基 岩						土 壌 型						上木ツグ・底						
		①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④	⑤	⑥	①	②	③	④	⑤	⑥	①	②	③	④	⑤	⑥	
		①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④	⑤	⑥	①	②	③	④	⑤	⑥	①	②	③	④	⑤	⑥	
試験地城		N	E	S	W	0~9°	10~22°	23~32°	30~	石灰岩・粗面岩	砂・頁・粘板	安山岩	火成岩	礫岩	砂岩	PW	BB	BC	BD(d)	BD	BE	BD(d)	BE(Cr)	無し	幼合造林地	21~40m	41~80m	80m
東京地域 。高 萩	401	○							○	○										○							○	
	402	○						○		○										○							○	
大阪地域 。尾 鷲	406	○							○				○				○										○	
	407				○				○				○							○							○	
	404				○			○					○					○									○	
	408			○					○				○							○								
	405			○					○				○							○								
	403			○					○				○							○								
熊本地域 。竹 田	415	○						○					○					○									○	
	410	○							○					○					○					○				
	409				○				○					○						○				○				
	412			○					○					○						○				○				
	411	○							○					○						○				○				
	413		○						○					○						○							○	
	414				○				○					○						○				○				

● 大阪地域の枯殺効果は、散布3ヶ月後の調査結果。

● 熊本地域の土壌調査因子は、試験地409～414までは、一つの代表値で示された。

[illegible]

カテゴリー 試験地域		PH					置換酸度					ササの葉数/m					ササの高さ					地下茎の深さ				
		①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
		4.5	4.6	5.0	5.1	5.5	6.1	6.0	5.6	5.1	4.5	1.0	1.1	2.0	2.1	4.0	4.1	8.0	8.1	1.60	1.61	3.20	3.21	100	101	200
東京地域 ・高萩	401	○																								
	402	○																								
大阪地域 ・尾鷲	406	○																								
	407	○																								
	404	○																								
	408	○																								
	405	○																								
	403	○																								
熊本地域 ・竹田	415	○																								
	410	○																								
	409																									
	412																									
	411																									
	413																									
	414																									

根元断面積合計 $\frac{mm^2}{m^2}$												地上部重量 $\frac{g}{m^2}$						地下部重量 $\frac{g}{m^2}$						NaClO ₃ 散布量 $\frac{Kg}{ha}$		枯殺効果				
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	①	②	③	④	⑤	⑥	①	②	③	④	⑤	⑥	大 ← 小						
101	101	200	201	400	401	800	801	1,600	1,601	3,200	3,201	6,400	6,401	12,800	12,801	25,600	25,601	51,200	51,201	102,400	102,401	204,800	204,801	1	2	3	4	5		
○																														
					</																									

効果のさらに劣つたところは、上木の多いところや、BB型土壌で構造が細粒状で堅密なA層を示すところである。

1-4-3 熊本地域

1,000m前後の海拔高の、30°~45°の急斜面に設定された。火山灰を母材とし、Bj(d)型土壌で、A層の厚さは5cm程度、A層の深さは12~20cm程度で深くない。地下茎分布深は20~35cmと深目で、ササの生育状況は葉数が多く高さが低いほかは、ほぼ中程度の大きさを示す。

効果の劣つたところは、上木うつ閉度高く、砂岩・粘板岩を母材としたBB型土壌で、A層はやゝ深く、構造は粒状-軟。ササの高さが2m以上と大あく、地上部重が大きい。

古い火入跡地では効果はおちない。

1-5 ま と め

クマイザサの項で主として検討を加えたように、数種の因子が、種類・地域をとわず同様にとりあげられた。

その中でとくに傾向の明瞭につかまえられたのは、土壌A層の構造-堅密度と、PH値-置換酸度の値であつた。

枯殺効果の程度によつて、前者の因子に順列をつければ次のように考えられる。

- ① 団粒-強 > ② 粒状-強 \geq ③ 団粒-軟 ④ 粒状-軟 > ⑤ 細粒-軟 \geq
⑥ 団粒-堅 > ⑦ 細粒-堅 > ⑧ 単粒-堅

また、PH値と置換酸度については、PH値が低いほど効果が良く出現する傾向と、置換酸度の相対的な高・低のちがいによつて、全体の効果の変動にむすびついていくようにみえる。

なお、こゝで得られたデータからは、ササの種類によつて出現する土壌のPH値にはやゝ傾向的なちがいがみられそうである。

土壌型と効果の変動に関しては、湿性ボドゾル化土壌、BB型土壌など、やゝ極端なタイプの土壌では明らかに効果の低下がみられるが、その他の一般的土壌タイプについての関係は単純でなく、さらに細かいレベルでの検討が必要である。

地下茎の主として分布するA層の深さや地下茎分布深については、浅い方が効果の出現は良いが、これも単純な関係にはない。

また、これらについてはさらに、ササの種類によつて特性がありそうで、クマイザサは浅~深のA層の土壌に、中位~深部に分布する。チシマザサは中位の深さのA層をもつ土壌に、

比較的浅く分布し、ミヤコザサは浅いA層の土壌に、比較的深く分布する、スズタケは中位の深さのA層の土壌に、比較的深く分布するようである。これらのことがまた、除草剤の効果にひびいて現われてくることは十分想定される。

直接に枯殺効果とはむすびつかないが、ササの根元断面積合計と現存量とが、かなり高い相関を示していることが観察された。(図2~4)

ササの種類によつて大きなちがいはないようにみえるが、今後の資料の集積により、ササの現存量の多少によつて散布量の補正をすることを考えるときなどは、この関係は使えそうである。

2. 今後の問題点

除草剤の枯殺効果に影響を与えられとされる種々の環境因子について検討を加えたが、これにより一定の合理的な使用方法が確立されたわけではなく、2,3注目される因子がとり出されたにすぎない。

林地の利用が今後さらに多面化していくなかでは、今回の試験で行なつたように施薬レベルでも基礎データを単位ごとに一定様式のカードに残して行き、今後の除草剤使用においてチェックすべき要因を抽出することが重要である。そのうえに、これらデータの総合化・定量化を行なつて、合理的な使用方法の確立に役立つことになる。

今回はデータ数が少なく、数値化法などの統計的手法による検討ができなかつたが、種々の環境因子のデータを範ちゆう化したり、効果の変動に關与する度合の大きいと思われる因子を検討したことなど、今後この課題解決への一つの方向づけを行なつたと考える。

今後のこの方面のデータの集積が望まれるところである。

図-2. 4種のササの根元断面積合計と全重量

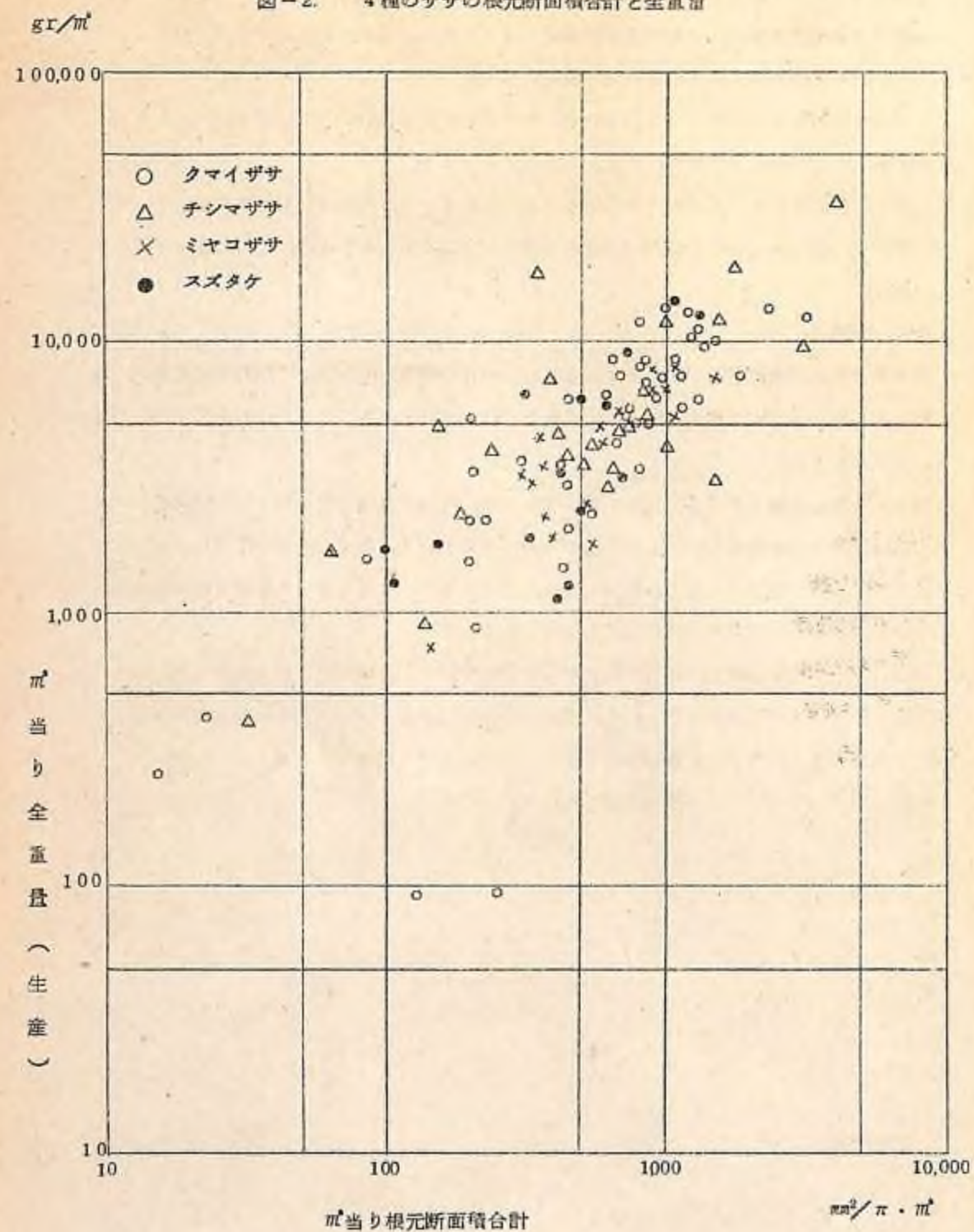


図-3. 4種のササの根元断面積合計と地下部重量

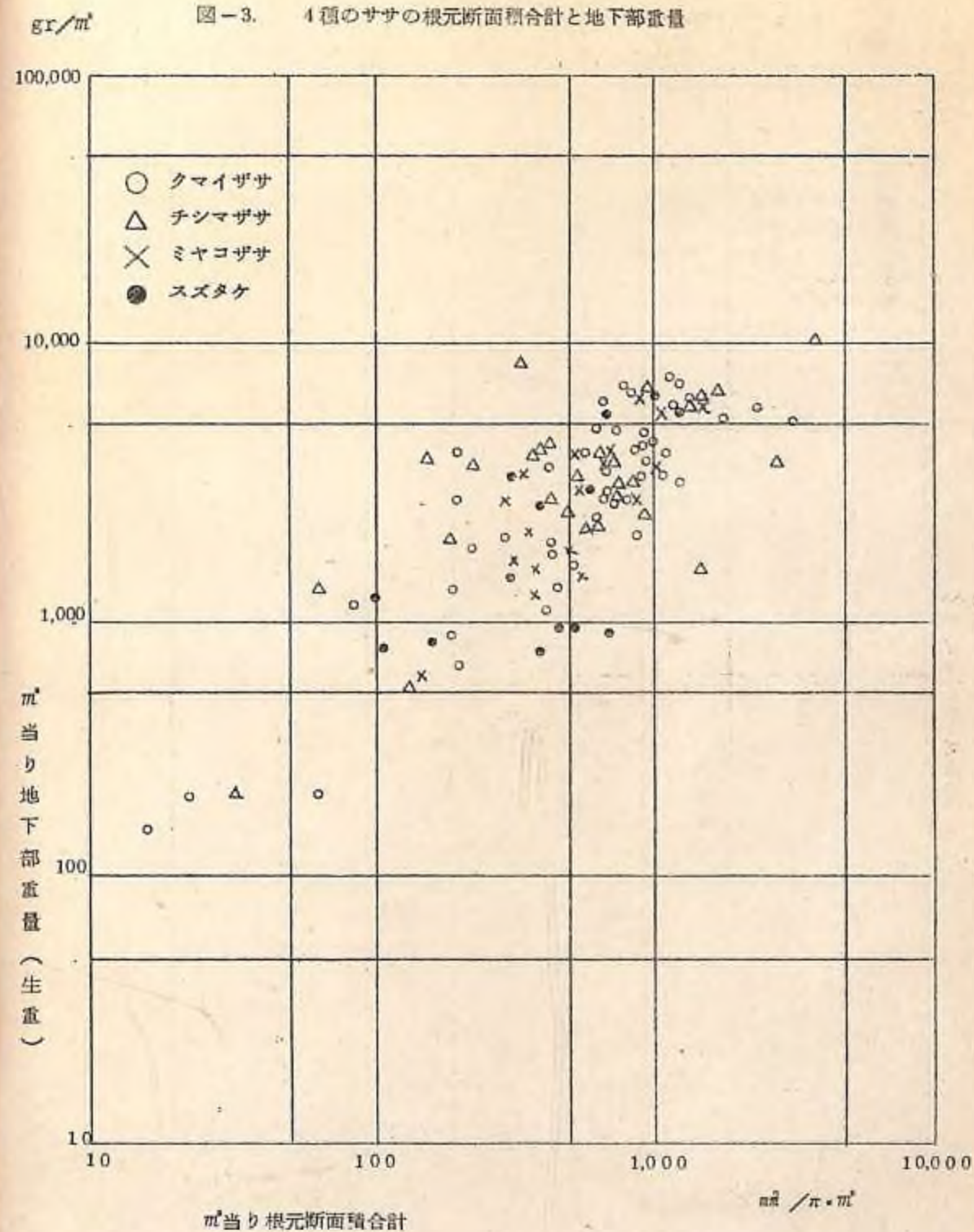
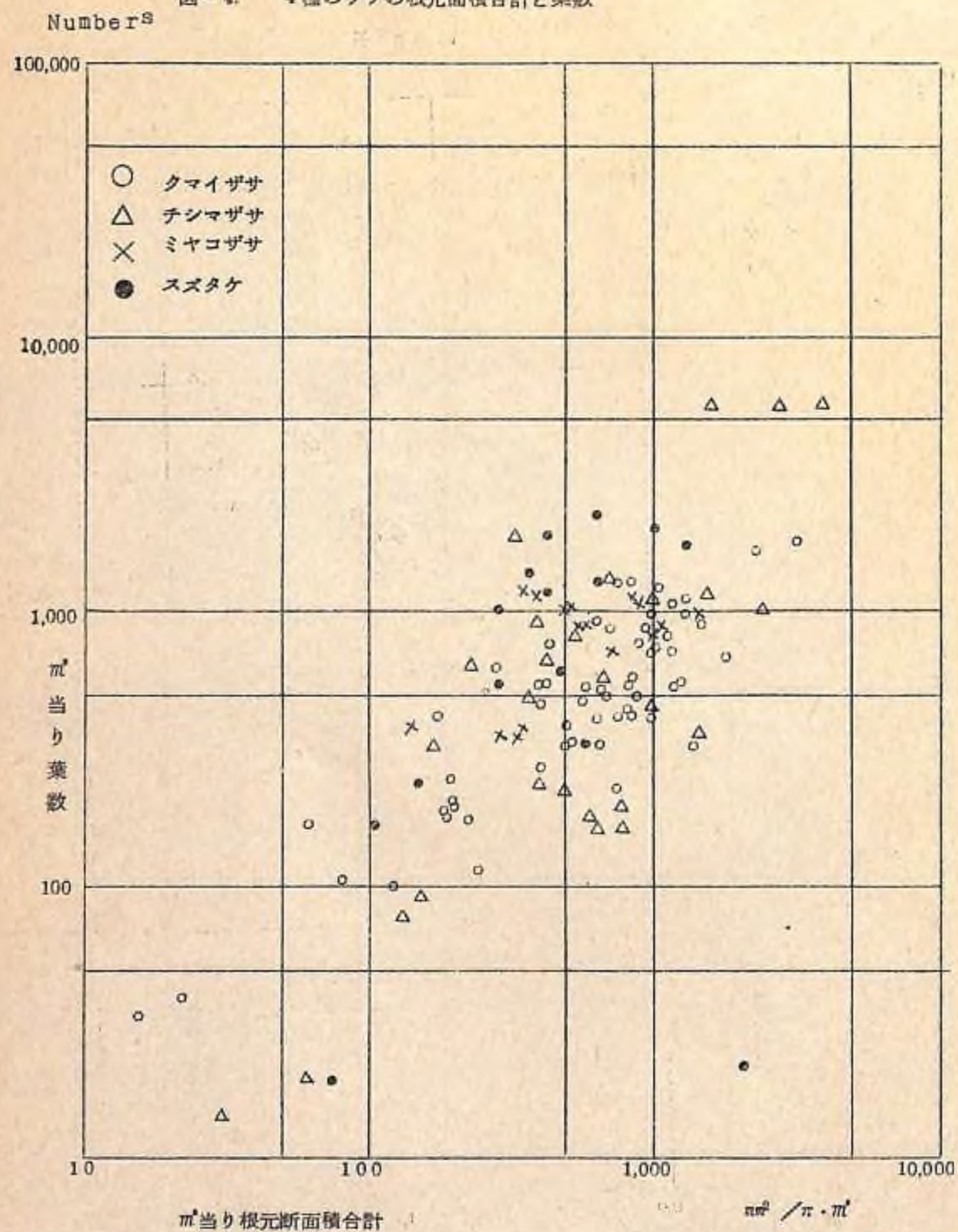


図-4. 4種のササの根元面積合計と葉数



国有林における採種園の害虫防除

I 試験担当者

保護部昆虫科昆虫第一研究室長	山 田 房 男
同 室 員	小 林 一 三
"	山 崎 三 郎
"	西 野 トシ子
北海道支場保護部昆虫研究室長	山 口 博 昭
" 保 護 部 長	余 語 昌 資
" 昆 虫 研 究 室 員	平 佐 忠 雄
関西支場保護部昆虫研究室長	小 林 富 士 雄
同 室 員	細 田 隆 治
九州支場保護部昆虫研究室員	倉 永 普 太 郎
"	上 野 寿 美 子
木曾分場保護研究室員	小 沢 孝 弘
浅川実験林天敵微生物研究室長	片 桐 一 正
同 室 員	岩 田 善 三
"	串 田 保
"	石 塚 秀 樹
"	福 泉 ヤ ス

II 試験目的

林木育種事業の進展に伴い、各地で採種園が造成され、優良林木種子の生産が期待されつつあるが、その過程において虫害が著しく、とくに針葉樹における新梢、球果、種子の被害は各地で問題にされている。本試験は、種子生産上問題になる主要害虫について、その種類および生態を明らかにするとともに、効果的な防除法を確立することを目的にしている。

III 試験の経過と得られた成果

1. アカマツ、クロマツの害虫

アカマツ、クロマツの害虫については、本場、関西支場、九州支場、木曾分場、浅川実験林において、試験および調査が行われた。

1-1 害虫の種類

マツ類の採種園の害虫は、アカマツやクロマツの幼齢造林地における害虫と共通している場合が多いので、本試験における種類の検索は、採種園のほか、幼齢造林地においても行われた。

3年間に見出された害虫は、第1表に示されている。

第1表 まつのしんくいむし類

科 名	種 名
メイガ科 Pyralidae	マツノシンマダラメイガ <i>Dioryctria splendidella</i>
	マツマダラメイガ <i>D. abietella</i>
	マツアカマダラメイガ <i>Salebria larvata</i>
	マツツアカシンムシ <i>Evetria cristata</i>
ハマキガ科 Tortricidae	マツトビマダラシンムシ <i>Gravitarmata retiferana</i>
	マツツマアカシンムシ <i>Rhyacionia duplana simulata</i>
	マツアカシンムシ <i>Rh. dativa</i>
	ほかマツノメムシもマツ類の球果を害することがある。

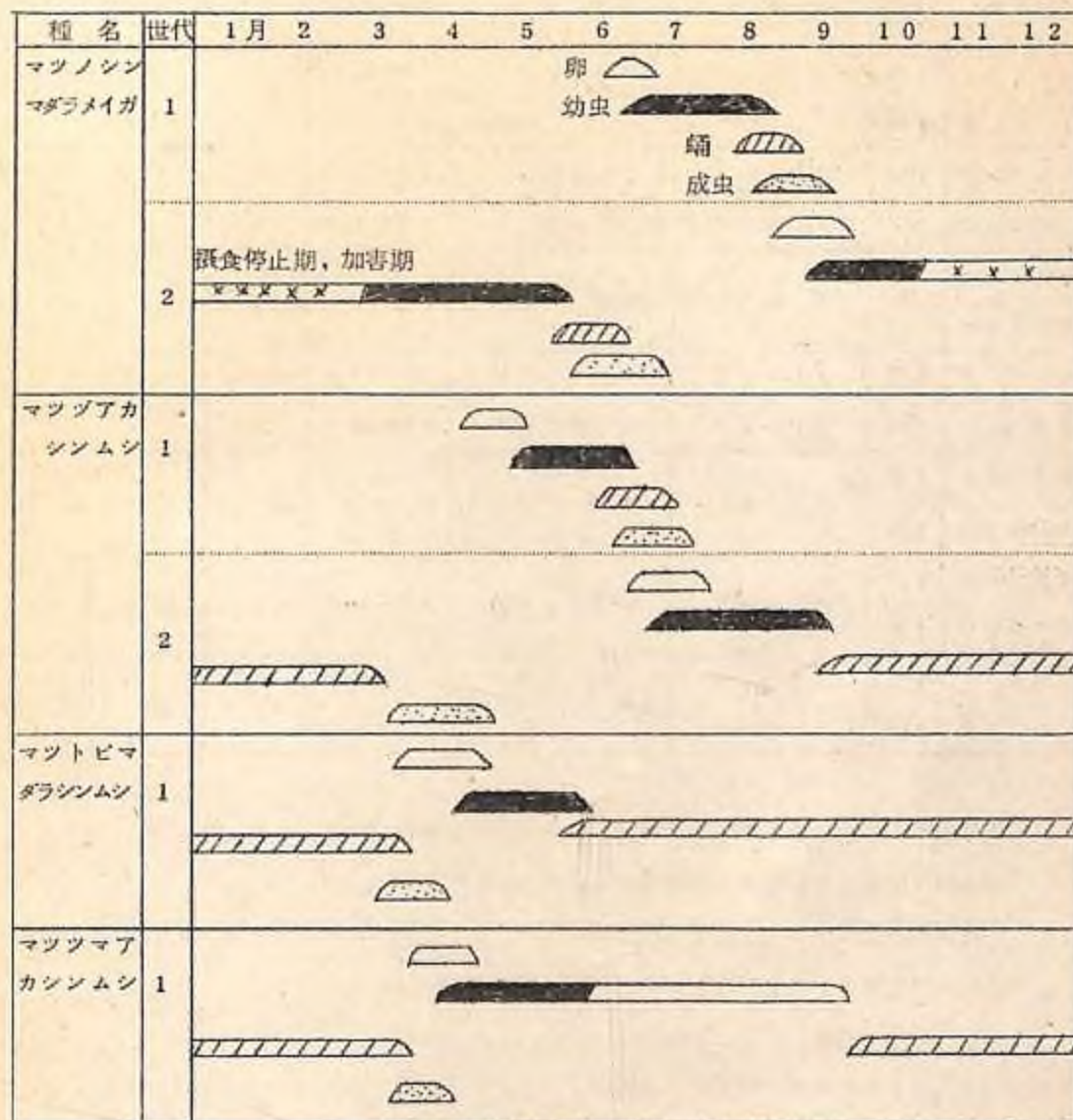
第1表に示されている害虫は、すべて、小蛾類であるが、採種園においては、球果に大害を与えるマツノシンマダラメイガ、マツツアカシンムシ、マツトビマダラシンムシ等が注目される種類である。しかし、新梢や新芽に対する加害も、採種木の生育上、必ずしも軽視できない。

なお、マツトビマダラシンムシは、従来限られた地域だけで発見されていたが、本試験においては関東地域等においても分布している上に、球果および新梢に大きな被害を与えていることが判明した。本試験において新たに分布が直接確認された例としては、マツノシンマダラメイガ——東京都、マツアカマダラメイガ——千葉県、マツツアカシンムシ——東京都、千葉県、埼玉県、マツトビマダラシンムシ——東京都、千葉県、マツツマアカシンムシ——東京都、埼玉県、マツアカシンムシ——千葉県 等がある。そのほか、種名不詳なものも数種が見出されている。

小蛾類以外の害虫としては、マツバノタマバエ、マツノオオブラムシ等が見られたが、採種園における被害としては、それほど問題にすることはないと考えられる。

1-2 主な害虫の過程習性

比較的大きな被害をひきおこすと考えられ4種について、関東地方における周年経過を



第1図 まつのしんくいむし類4種の周年経過(関東地方)

示したものが、第1図である。これは地域により、また年により、多少時期のズレがみられる。成虫の発生期を知るとは、後に述べるように、薬剤防除の場合の必要な事項である。次に同じく関東地方で調べられた数種について、経過習性の比較をしたものが第2表である。これによつて、被害或いは発育経過から、加害種の大凡の見当をつけることが出来る。なお、

第2表 経過習性一覧表 (関東地方)

種類	発生回数	幼虫期	加害部位	蛹化時期	蛹化場所	越冬態	越冬場所
マツマダラ メイガ	1年 1回	?	(スギ球果) 球果?	?	地上?	幼虫?	地上?
マツノシン マダラメイガ	1年 2回	6月中旬～ 8月中旬 8下～翌5下	新芽, 新梢, 球果 秋は当年枝梢, 春 は前年枝梢	8上～8下 5下～6中	加害部 加害部	幼虫	加害部
マツアカマ ダラメイガ	?	? ～5下	新梢, 球果	6上～中	加害部	?	?
マツヅアカ シンムシ	1年 2回	5上～6下 7上～9中	新梢, 球果 当年梢, 球果	6中～7上 9中～下	加害部 加害部	蛹	加害部
マツトビマ ダラシンムシ	1年 1回	5上～6上	新梢, 球果	6上～中	地上	蛹	地上
マツツマア カシンムシ	1年 1回	4下～9下	新芽, 新梢	9下～10中	加害部	蛹	加害部
アツアカ シンムシ	1年 2回	4下～6上 ?	新梢 当年梢	6上～中 ?	加害部	蛹	加害部

種類毎の形態上のちがいはについては、他の報告(森林防疫 vol.18, 頁3 その他)に記されているので、ここでは省略する。

今回の調査によつて、第2表に示されているように、マツノシンマダラメイガが関東地方においても1年に2回発生することが、野外で確認された。

1-3 球果の被害

アカマツやクロマツの球果の虫害は、マツノシンマダラメイガ、マツヅアカシンムシ、マツアカマダラメイガ、マツトビマダラシンムシによつてもたらされる場合が多いが、とくに前二者による被害の頻度が高い。一つの球果がうける虫害の程度は、枯れてしまうものから、ごく僅かの被害のみにとどまり、実質的な被害のないものまでのいろいろな段階がある。しかし、2年生球果でも7月中旬までに、これら小蛾類幼虫の穿入をうけた場合に、枯れることが多いのである。枯死しない程度の球果では、その完熟期に、被害をうけていない種鱗の数に応じた割合で、正常な種子が残ることになる。しかし、球果の一部

のみが被害をうけたにすぎない場合でも、ヤニの浸出によつて被害部の周辺又はその先の部分の鱗片が、完熟乾燥後においても開くことなく、種子の採取率が著しく低下することは屢々みられる。

第3表には、関西支場において行つた落下球果および樹上の異常球果の調例を掲げた。落下球果や異常球果は虫害に起因するものが多く、この場合の加害虫としては、2年生球

第3表 月別落下球果調査結果(1969年5月～10月、関西林木育種場内)

樹種	当初球果数	原因	5月	6月	7月	8月	9月	10月	計(%)
クロマツ (4本)	2年生 219	虫害	2	1	1		2	5	59 (26.9)
		不明		1					1 (0.5)
	1年生 247	虫害		1			3	3	39 (15.8)
		不明	3	1			2		6 (2.4)

注) 10月には樹上の異常球果をすべて調査した。

9月までは落下球果のみを調査した。

果ではマツノシンマダラメイガ、マツヅアカシンムシが多く、1年生球果ではマダラメイガ亜科の1種がみられた。

1-4 薬剤防除試験

「まつのしんくいむし」と呼ばれているマツ類の球果や新梢に穿入加害する小蛾類には、従来、適確な防除法がなく、林業における防除困難な害虫類の一つとされていた。本試験研究においては、対象昆虫の生態調査を行つた上で、有効と考えられる殺虫剤の適用試験

第4表 2年生球果の無被害率(1968年4月20日～10月7日)

処理別	クロマツ	アカマツ
DDT 0.05%乳剤	88.1%	96.8%
スミチオン 0.05%乳剤	86.0	93.0
無処理	27.3	43.2

注) 5～9月 毎月散布

関西林木育種における試験

第5表 薬剤散布後の球果の被害率(1968年, 関東林木育種場内試験)

区	DDT 20%乳剤 100倍液	バイジット 50%乳剤 500倍液	エカチン 20%乳剤 500倍液	無処理
区1 アカマツ	2.9	3.4	10.4	12.2
区2 #	2.1	1.7	9.0	24.0
区3 クロマツ	0.0	7.1	6.4	25.5
区4 #	3.1	6.4	19.7	20.3

注) 7月16日散布, 8月21日調査

散布量は薬液が, 葉からしたたりおちる程度とし, なるべく球果に散布した。

第6表 マツ球果に対する薬剤処理(1969)

処 理 区	春期散布 (5月)		夏期散布 (7月)	
	散 布 前	散布後(7月)	散布前(7月)	散布後(8月)
DDT 20%乳剤 100倍液	1.9	0.3	0.7	7.6
バイジット 50%乳剤 500倍液	3.6	0.6	0	3.5
スミチオン 50%乳剤 500倍液	0	0	0.6	4.9
無 処 理	4.3	6.3	1.8	29.6

注) 水戸市, 関東林木育種場構内における試験 1区4本4回くりかえし処理

散布日, 5月2日(春期), 7月3日(夏期)

夏散布後に被害球果を全て採取し, 調査した。

数字は1本当りの被害球果数

第7表 春期の薬剤散布結果(新梢被害)1969

	回目	1(例)	2	3	4	計
DDT	1	17本 (1.89)	31本 (3.44)	21本 (2.30)	35本 (3.89)	104本 (2.89)
	2	9 (1.00)	9 (1.00)	2 (0.22)	16 (1.78)	36 (1.00)
バイジット	1	28 (3.11)	60 (6.67)	18 (2.00)	20 (2.22)	123 (3.50)
	2	28 (3.11)	29 (3.22)	19 (2.11)	7 (0.78)	83 (2.31)
スミチオン	1	20 (2.22)	24 (2.67)	46 (5.11)	29 (3.22)	119 (3.30)
	2	10 (1.11)	17 (1.89)	18 (2.00)	4 (0.44)	49 (1.36)
無散布	1	130 (14.44)	188 (20.89)	130 (14.44)	103 (11.44)	551 (15.31)
	2	268 (29.78)	334 (37.11)	267 (29.67)	249 (27.67)	1118 (31.06)

注) 1回目散布4.22, 5.9効果判定 2回目散布5.9, 6.4効果判定

()は調査木1本当りの平均被害新梢数

DDT 20%乳剤100倍液, バイジット 50%乳剤500倍液, スミチオン 50%乳剤500倍液。

をくりかえした結果, 第4表~第7表に代表されるような防除効果をあげることが出来た。

しかし, 最近, DDTなどの有機塩素系殺虫剤の使用が, 種々の面から問題にされるようになってきているので, 当面の防除薬剤はスミチオン等の低毒性有機燐殺虫剤がとりあげられることになると考えられる。スミチオンやバイジットの乳剤使用によれば, 第7表にみられるように, 新梢被害を1回散布で約5分の1, 2回散布で10分の1以下におさえることができた例もある。

1-5 天敵昆虫

九州支場においては, まつのしんくいむし類の天敵寄生蜂を調査し, また, 2種類の寄生蜂の移殖試験を行つた。第8表は九州支場で調査された天敵寄生蜂のリストである。

第8表 天敵の種類と寄主

parasite	Host			
	D. s	E. c	R. d	G. r
HYMENOPTERA				
Ichneumonidae				
Apistephialtes sp.		○		
Eriborus sp.			○	
Itoplectis alternans spectabilis Matsumura	○	○	○	
" cristatae Momoi	○	○	○	?
Lissonota sapinea H. Townes, Momoi & M. Townes	○	○	○	
Pimpla disparis Viereck	○			
Scambus sp.			○	
Braconidae				
Apanteles sp.	○	○	○	○
Bracon sp.	○	○	○	
Macrocentrus gibber Eady & Clark		○	○	
Microgaster sp.	○			
不明種		○		
Eurytomidae				
Eurytoma sp.		?		
Pteromalidae				
Pteromalus sp.		○	○	
Trichogrammatidae				
Trichogramma sp.			○	
Eulophidae				
Pediobius sp.	○	○	○	?
Elasmidae				
Elasmus issikii Yasumatsu et Kuranaga		○	○	?
Bethylidae				
Goniozus sp.		○	○	
DIPTERA				
Tachinidae				
Actia nudibasis Stein	○			

D.s --- *Dioryctria splendidella* Herrich-Schäffer
 マツノシンマダラメイガ
 E.c --- *Evetria cristata* Walsingham
 マツヅアカシムシ
 R.d --- *Rhacionia duplana simulata* Heinrich
 マツヅアカシムシ
 G.r --- *Gravitarmata retiferana* Wocke
 マツトビマダラシムシ

なお、第2図は、寄生蜂移殖試験の1例である。これによると、移殖後の被害総調査では、天敵出現の都合が次第に高くなっていることがわかる。これは、今後検討されるべき天敵利用の一つの可能性を示しているといえる。

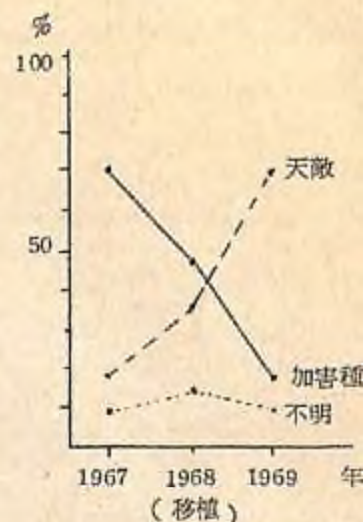
1-6 天敵微生物

千葉県下、神奈川県下等から採集したマツノシンマダラメイガおよびマツヅアカシムシについて、浅川実験林天敵微生物研究室において病原微生物の検索が行われてきた。その結果、細菌によると思われる軟化病、糸状菌によると思われる硬化病、或いはフザリウム菌やアスペルギルス菌などが検索されている。

これらのうち数種の病原微生物について、接種試験を行い、まつのしんくいむし類或はその他の昆虫に対する病原性を比較検討中である。

1-7 その他

以上のほか、クローン別被害調査、両樹種間の被害のちがい、人工飼料による飼育、液剤の微量散布による殺虫試験、マツノシンマダラメイガ越冬幼虫の調査、マツノメムシの生態等の試験および調査が行われた。



第2図 加害率と天敵の変動

年 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
第1年					++ (o o o o)	++						
第2年	(加害期)						
						鈴葉	冬芽					

注) +成虫 o卵 -幼虫 ・蛹 ()は未確認

第3図 マツノメムシの周年経過 (長野県大町市、標高800m幼齢造林地)

2. スギの害虫

スギの害虫については、本場、関西支場、木曾分場において、試験および調査が行われた。

2-1 害虫の種類

従来、スギ球果の害虫としてはスギカサガが知られており、数年前からウスアカチビナミシヤクも球果に加害することが判っていた。また、スギメムシガは新梢に加害し、時には球果にも加害するといわれていた。今回の調査では、スギメムシガがスギ球果の害虫として、思いのほかに大きな被害を与えていることが判明した。とくに、関東地方や長野県下では、スギメムシガによる被害が軽視できないようである。なお、本場における調査では

第9表 スギ球果の害虫

科 名	種 名
ハマキガ科 Tortricidae	スギカサガ Grapholitha cryptomeriae
シヤクガ科 Geometridae	ウスアカチビナミシヤク Eupithecia rufescens
スガ科 Hyponomeutidae	スギメムシガ Argyresthia anthocephala

チャバネアオカメムシもスギの種子に害を与えることが判明した。スギ種子の害虫にはスギノミオナガコバチ (スギタネバチ) が知られているが、種子の害虫は、ここでは一応対象外とした。

2-2 球果の被害

1970年11月上旬の浅川実験林における調査では、スギ球果の害虫による被害球果としては、スギメムシガによるもの18.6%、スギカサガによるもの15.1%、ウスアカチビナミシヤクによるもの0.8%であつた。スギメムシガは1年に3世代をくりかえすと考えられるので、加害の程度或いは様相は時期によつて異なる。一般に、スギ球果に対するスギメムシガの加害は、第10表に掲げたような型に分けられる。

第10表 スギ球果に対するスギメムシガの加害型

I-1: 9月頃から成熟球果の基部に侵入し、そこで越冬し、春に柄を食害し、基部の種鱗内で蛹化する。
I-2: 3~4月に雌花芽の表面だけを食害し、そこで蛹化する。
II-1: 5~6月に発育中の球果に入つて食害し、老熟後、脱出する。球果は枯死、萎縮する。
II-2: 上と同様であるが、球果の一部の鱗片は正常であり、他が異常となる。
II-3: 5~6月に若齢幼虫が加害した場合、何らかの原因で幼虫がいなくなるもの。球果は小型となるが生育する。

中国地方においては、スギカサガおよびウスアカチビナミシヤクによる被害が多く、大型球果にはスギカサガが主として加害し、小型球果にはウスアカチビナミシヤクが主として加害しているという傾向が見られた。第11表には関西支場の調査結果が示されている。

第11表 スギ球果の被害調査(1970)

区 分	健全球果(例)	虫害球果(例)	計
関西林育種場・大型球果	152 (72.7%)	57 (27.3%)	209
同上山陰支場・大型球果	344 (88.0%)	47 (12.0%)	391
小型球果	236 (64.3%)	131 (35.7%)	367

3. トドマツの害虫

北海道にはトドマツ採種園が28カ所、186haがあつて、植栽は1960年(昭和35年)以降に多く行われている。したがつて着果の量は、未だ少い。トドマツ球果害虫に関する調査は北海道支場が担当したが、上記のような理由から、調査は採種園のみに限らず、人工林および天然林から得られた試料をも供試した。

3-1 被害

北海道支場育種研究室の調査資料によると、トドマツ球果被害は、(a)雌花芽時代の鳥害や霜害によつて開花できないもの、(b)開花した後何らかの原因で萎縮するもの、(c)幼球果の発達過程で虫害をうけるもの、の3グループに大別され、(c)に属するものが40%ぐらい存在したという。

虫害としては大部分が受精後の被害と考えられる。1967年、野幌国有林25年生人工林において、2本の個体の調査結果が第12表に示されている。第12表の被害はほとんど全部が虫害によるもので、着果は上方ほど多いが、被害率ではほとんど差がない。

第12表 枝階別トドマツ球果着生数と被害(1967)

着 生 枝	全 球 果 数	被 害 球 果 数	被 害 率
I-III枝階 (上)	276	130	47%
IV-V枝階 (中)	133	60	46
VII枝階 (下)	35	19	54
total	444	209	47

なお、トドマツの結実周期は一般に3~4年ごとに豊作があり、豊作の次の年は必ず凶作年になるといわれている。また、前記育種研究室の調査では、虫害を主とした被害率は凶作年に高い傾向を示している。

3-2 球果の発達過程と被害型

球果の大きさは一般に老齢林のものが大きい。成熟球果の大きいものは長径80mmをこえるが、55mm以上は正常な球果といい得る。球果に含まれる種子数は、必ずしも球果の大きさに比例するものではなく、本試験における調査では最高400、平均200~300粒であつた。

虫害をうけてもなお健全種子はある程度残ることは屢々あるが、その率はさまざまで、概してハマキガ類やシヤクガ類による加害は主軸にそつてなされるので、種子全部が被害をうけやすく、ハナバエ類やタマバエ類による被害球果には健全種子が比較的多く残る。第13表には、球果の発達過程と被害型が整理されて示されている。

第13表 トドマツ球果の発達過程と被害型

月	発達過程	球果の大きさ (長×径)	被害型	原因
前年 7~10月	花芽分化 発達期		花芽のまま 生長止る	不明
4月		6~7×4~5mm	開花直後褐変	不明
5月	開花受粉期	14×7		ハマキによる花粉被害あるも影響ほとんどなし
	生長期	30×13 40×20 50×20以上	褐変 外部にキズ、彎曲 ヤニ塊、排出 虫糞排出	} ハマキ幼虫による外部被害 ハナバエ幼虫などによる。 マツトビマダラシンムシ、シヤクガ等顕著。
9月	成熟期		幼虫脱出孔 (種子にも被害)	シヤクガ幼虫等 タマバエ、オナガコバチ

3-3 害虫の種類と参考事項

第14表には、本試験において探索された害虫の種類と、試験調査の上で観察された事項の摘要を掲げた。なお、ここでは便宜上、種子の害虫をもつけ加えた。これらの中で比較的重要と思われたのはマツトビマダラシンムシ、フトオビナミシヤク、ハナバエ科の類等と考えられるが、地域によりその被害の程度はかなり異なる。

第14表 トドマツ球果害虫

加害種	事項
マツアトキハマキ <i>Archippus piceanus</i>	針葉樹類の葉を被害するが、5~6月球果を外部から被害する。 被害まれ。
コスジオビハマキ <i>Choristoneura coniferana</i>	5~6月球果を外部から被害することあり。また新芽、雌花も被害。 幼虫は頭、背板黒褐色、胴部淡黄褐色であるが、硬皮板黒く目立つ。
エゾマツカサガ <i>Pseudotomoides strobilla</i>	エゾマツ球果害虫として、ところによつては100%近い被害を与えた記録がある。 トドマツにはまれ?
マツトビマダラシンムシ <i>Gravitarata retiferana</i>	今回の調査ではもつとも多く、重要種と考えられる。

加害種	事項
エゾマツシロオビカサガ <i>Petrova monopunctata</i>	最近成虫記載あるのみ。 被害はまれ。幼虫、生活史等不明。
トドマツコシンクイガ <i>Lasperisia kamijo</i>	最近成虫記載あるのみで、幼虫形態、生活史等不明。被害まれ。
ハマキガの一種	幼虫：体長10mm内外。頭茶、単眼部後方に黒斑あり。背稜淡黒透明、体乳白色。 新梢部にも穿孔。重要種と思われる。
マツマダラメイガ <i>Dioryctria abietella</i>	今回の調査では発見されず。生活史にかなりの巾があり、大部分幼虫態にて土中越冬と思われる。
フトオビナミシヤク <i>Eupithecia gigantea</i>	7月すぎに加害
オオクロテンカバナミシヤク <i>E. strobilata debrunneata</i>	今回は発見されず。
<i>Earomyia</i> sp.	クロツヤバエ科。北米でfir seed maggot と呼ばれる。 幼虫は白色、12節よりなるウジ。頭部に2コの大きいカギ、後端にキチン質の肛門突起がある。
<i>Lasionna abietis</i>	ハナバエ科。北米でlarger white cone maggot と呼ばれ、幼虫は8mm以下、13節よりなるウジ。 頭部に2コのカギあり。被害多し。
<i>Lasionna</i> sp.	被害多し。新種。前者と幼虫の区別はできない。
タマバエの一種	種子に食入る。 幼虫：5mm。ピンク色円柱形先方細長く、第1節にY字形節片あり。尾端にキチン化した2本の突起を有し、尾端前の節に2コの肉質トゲあり。 出現頻度高し。
トドマツミオナガコバチ <i>Megastigmus borriesi</i>	今回の調査ではまれ。

生活史については未だ不明なものが多いが、一般的にはこれらの球果害虫には、その羽化期、産卵期がトドマツの開花受粉期の頃にあたり、また、土中越冬のものが多いようである。これらの点を考えると、直接薬剤を使用して防除する場合には、羽化期直前の林床処理等の方法も適用できるかも知れない。

4. その他の害虫

カラマツの球果害虫については、昭和42年度国有林野事業特別会計林業試験成績報告書（昭和43年6月）において、詳しく報告されており、今回の試験では、木曾分場において、既知種についての生態上の補足的調査を行つたが、特記すべき現象は得られていない。但し、カラマツ採種園においては、球果のみに加害するカラマツタネバエのほか、食葉性害虫のカラマツヒメハマキ、カラマツツツミノガ、カラマツマダラメイガ、吸取性害虫のカラマツハダニ等を害虫として検索している。

同じく木曾分場では、球果以外の部分の害虫として、ヒノキ採種園でウリハムシモドキ（葉）、スギドクガ（葉）、アカマツ採種園でマツノメムシ（芽、葉）、アカマツハマキ（葉）、マツバノタマバエ（葉）、マツツアカシンムシ（新梢）、マツオオアブラムシ（新梢、小枝）、マツノシンマダラメイガ（新梢）、スギメムシガ（芽）等を検索しているが、採種園においても、夫々の樹種の害虫による被害が起ることは当然考えられることであるので、ここでは、球果以外の害虫についての詳しい試験調査については、これを省略する。

IV 成果の要約

1. 採種園において、主として球果に加害する害虫について調査した。重要種と考えられるものは、マツ類ではマツノシンマダラメイガ、マツツアカシンムシ、マツトビマダラシンムシ、スギではスギカサガ、スギメムシガ、ウスアカチビナミシヤタ、トドマツではマツトビマダラシンムシ、ハマキガの1種、ハナバエ科の1種等があげられる。
2. 樹種別或いは地域別に、採種園における虫害の実態がかなり判明した。
3. マツ類の害虫については、重要種の野外生態を明らかにすることができた。
4. マツ類の害虫に対する採種園における薬剤防除法としては、スミチオンやバイジット等の低毒性有機磷剤の乳剤を使用する方法が効果的であるという結果を得た。
5. マツ類の害虫に対する天敵寄生蜂や天敵微生物を検索調査した。在来天敵の移殖については、一般にその効果に疑問がもたれているが、まつのしんくいむし類の天敵寄生蜂移殖では、ある程度期待が持てるかも知れないと考えられる例もみられる。
6. そのほか、たとえば、スギ種子に対してチャバネアオカメムシが加害するというような副次的な新事実も見出された。

V 今後の問題点

1. 種不明害虫の分類学的検討。
2. 種混同のおそれあるものの分類学的検討。
3. 害虫の地域別、食草別の形態的比較検討。
4. スギ球果、トドマツ球果の主要害虫の生活史調査。
5. 加害虫生息数推定法検討。
6. 被害解析。
7. 総合的防除法確立のための各種調査および試験。