

林業試験場時報

第 25 号

昭和 51 年 3 月

The Bulletin of Fukuoka-ken Forest
Experiment Station

No. 25

March 1976

福岡県林業試験場

福岡県八女郡黒木町

Fukuoka-ken Forest Experiment Station

Kuroki, Yame, Fukuoka, Japan

内 容

(研 究 報 告)

樹木の煙害に関する研究（第3報）…………… 中島康博，小河誠司，萩原幸弘… 1

——大気汚染の樹木に及ぼす影響について——

序

林業を取りまく社会状況の変化によつて、林業生産性の増強と公益的機能の拡充が叫ばれている。この間の問題は別別のものではなく、表裏一体のものと考えの方が本当であろう。林業生産性の増強は即公益的効用の増大につながるものと考えられる。これが本来の林業の姿と考えられるが、土地生産力の低いところでは必ずしもこの考え方は通用せず、後者を主力とした森林施策が実施されなければならない。特に大都市、工場地帯周辺の森林では、公益的機能と林業生産が問題となつている。これらの地帯では公害が生じ、その中で大気汚染が林木に及んでいるとも云われている。このような情勢の時、国の助成特別研究として「大気汚染の樹木に及ぼす影響並びに緑化樹育成法に関する研究」が昭和46年から48年まで3カ年にわたつてはじめられた。福岡県においても、北九州、大牟田の汚染都市で林木との関係を調査し、その結果を本報にとりまとめた。未だ不明な点も多いこれらの関係は林業のみならず他方面の研究と相俟つて漸次解明されなければならない。本報の刊行に当り、日頃、当場の試験研究業務の遂行を運営について、御協力を賜つている各方面の方々に対し、感謝申上げ、関係各位の御高批と御鞭撻を切に願うものである。

1976年3月

福岡県林業試験場長 佐 藤 邦 夫

樹木の煙害に関する研究(第3報)

——大気汚染の樹木に及ぼす影響について——

中島康博*・小河誠司*・萩原幸弘**

Studies on the smoke damage of tree (3)

—Effects of Airpollution on the trees—

Yasuhiro Nakashima, Seiji Ogawa
and Yukihiro Hagihara

内 容

1. は じ め に
 2. 試 験 方 法
 3. 試 験 結 果
 4. 考 察
 5. 摘 要 文
- Summary

1. は じ め に

産業経済活動の発展によるエネルギーの需要増大と都市化の進展に伴って、大気汚染に起因すると思われる被害が各地に見られ、工業地帯および大都市の環境緑化並びにその周辺地区の森林の保全が問題となつてきている。

このため国立林業試験場などが行なつた大気汚染に関する基礎的研究および手法をもとにして、特別研究開発促進事業として「大気汚染の樹木におよぼす影響並びに緑化樹育成に関する試験」が1971年から1973年まで3カ年間に、全国12道県林業試験場で実施された。本試験の主目的は大気汚染のうち、我国で発生例の多いおう酸化物を主体に、樹木被害の実体を把握することにより、環境基準設定のための基礎資料を得ようとするものである。他方においては緑化樹の植栽試験を行ない、その特性検定による耐性を明らかにすると同時に肥培管理等による耐性増加など被害軽減対策の発展に関与し、今後の環境緑化計画等の推進に資するものである。

当試験場においては実態調査対象樹種として、スギ(*Cryptomeria japonica* D. Don.)を選定し、北九州、大牟田工業地域を対象地域として実施した。植栽試験については大牟田市内を中心として実施し、現在尚継続調査中である。従つて本報告は実態調査を主にして取りまとめたものである。従つて植栽試験については後日又報告する予定である。

謝 辞

本研究をはじめめるに当り、終始御指導をいただいた当時の農林省林業試験場 竹原秀雄場長、井上敏雄技官、林野庁研究普及課佐藤卓企画官、菊池薫企画官、研究実施に際し直接間接に指導激励をいただいた当時の福岡県林業試験場入江進場長、安永利政場長をはじめ、直接御協力と御援助をいただいた当場主計専門研究員、川島為一郎専門研究員、森田市次技師、連尾久光技師、山本雅敏技師その他多くの場員の方々、本研究のきめ手となるおう分析の器具(硫黄燃焼分析計LECO)を御寄贈いただいた土井財団、又機会ある度に種々御検討いただいた各関係県林試験担当者の方々大気汚染関係資料を心よく御教示していただいた福岡県環境整備局公害局公害課、北九州市公害対策局、大牟田市公害対策室の方々、実態調査林分の決定に御協力をいただいた八幡農林事務所、飯塚農林事務所、筑後農林事務所林務課の方々と調査林分所有者の方々からお礼を申し上げます。

2. 試 験 方 法

実態調査は都市、工業地帯 およびその周辺の森林に、主要汚染源からの距離、その他の環境条件を考慮

* 福岡県林業試験場 ** 大分県緑化推進課

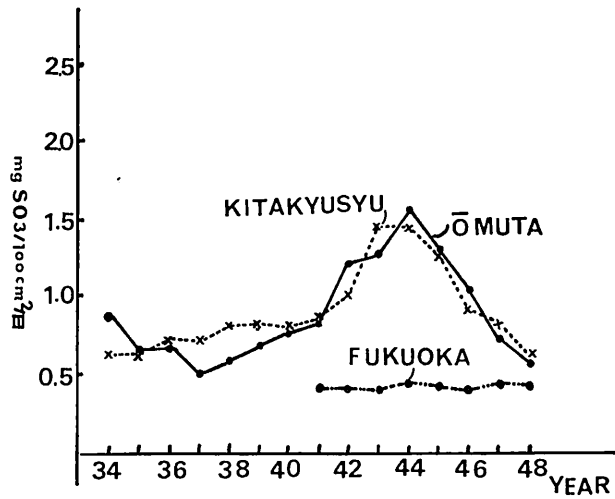


図-1 いおう酸化物濃度の推移 (二酸化鉛法)

Fig.-1 Tendency of Sulfur Oxides concentration (PbO₂ method)

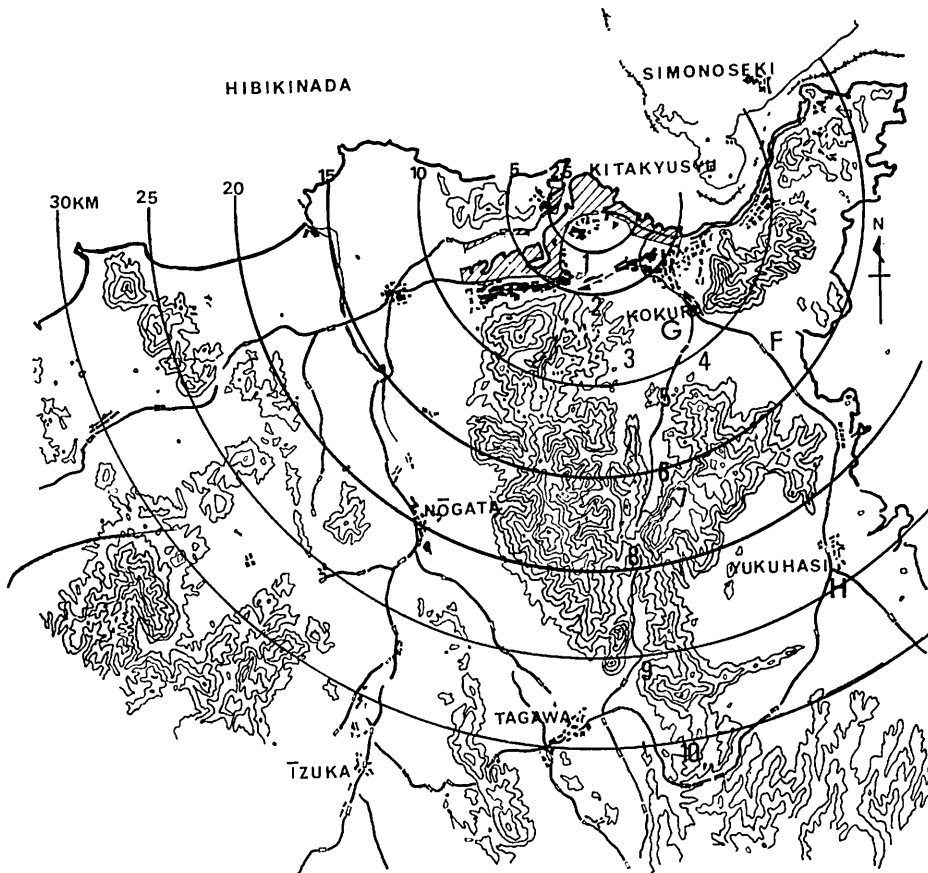


図-2 北九州地区実態調査地

Fig.-2 Actual investigated area in KITAKYUSYU region

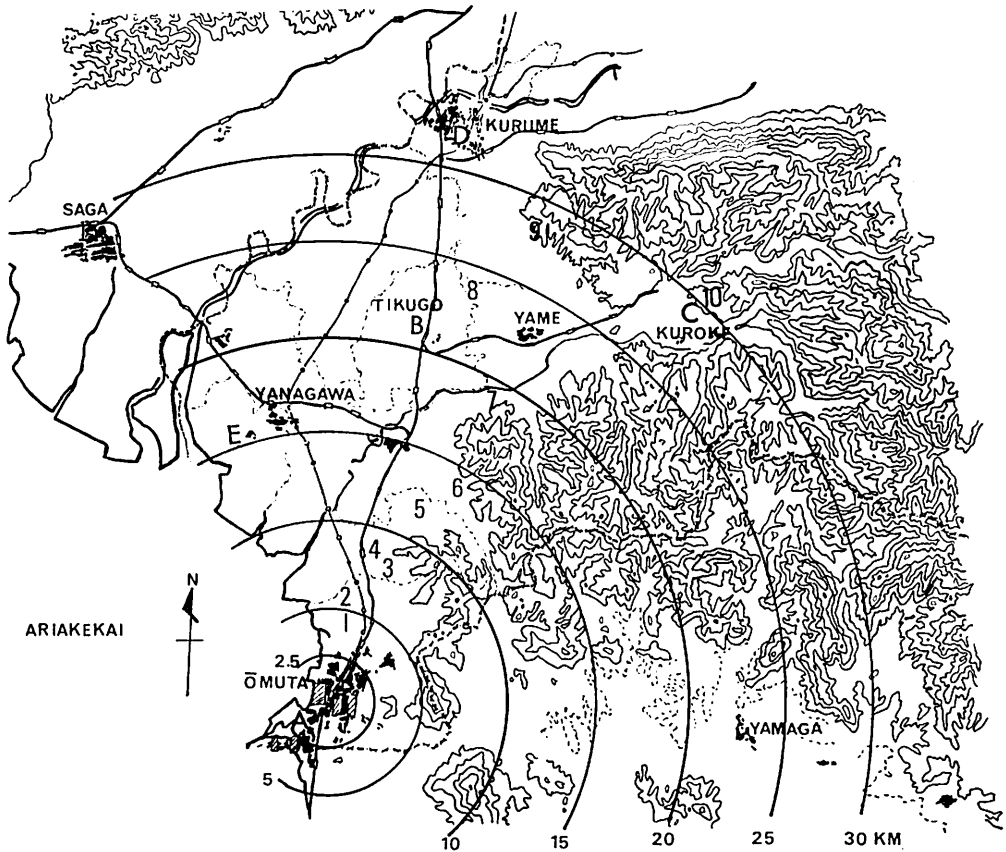


図-3 大牟田地区実態調査地
Fig.-3 Actual investigated area in OMUTA region

表-1 樹勢衰退指標値
Table-1 Indicator value of tree health

調査因子 Research factor	項目 Item	指標値とその度合 Indicator value and it's degree			
		指標値 0	指標値 1	指標値 2	指標値 3
葉の構成 Composition of leaf		旧葉多	旧葉少	新葉のみ	
葉の色調 Color of leaf		濃	中	淡	
葉の大きさ(長さ) Length of leaf		正 常	1/4 減	1/2 減	3/4 減
着葉量 Volume of leaf		正 常	1/4 減	1/2 減	3/4 減
新梢の伸び Growth of new tree top		正 常	やや悪	悪	
葉の変色枯 Discoloration of leaf		正 常	1/4 変色	1/2 変色	3/4 変色
枯死のときは15と表示					

表-2 調査地
Table-2 Overall condition of

調査 の地 No.	所在地 Seat	汚染との関係 Pollute relation		地 形 Geology			
		距 離 Distance	汚染方向反 対方向の別 Direction	標 高 Sealevel	斜面の位置 Slope point	傾 斜 角 Gradient	方 位 Direction
大-1 O-1	大牟田市 岬	4.8km		40m	山腹段	5~10°	N25W
O-2	〃 〃	5.1		20	谷筋	0	S30W
O-3	〃 宮崎	8.0		35	山腹上部	22	N55W
O-4	高田市 下楠田	9.0		30	山腹	5	S10E
O-5	〃 飯竹	12.0		15	平地	0	—
O-6	山川町 河原内	14.0		20	〃	0	—
O-7	瀬高町 広瀬	19.0	反対方向	30	山腹下部	34	N5W
O-8	筑後市 欠塚	24.0		35	台地縁	8	N25W
O-9	広川町 日吉	28.0		70	山腹	17	N50W
O-10	黒木町 今	30.0		170	〃	23	N40W
北-1 K-1	北九州市 粕ヶ谷	3.0		60	山腹	14	N45W
K-2	〃 山路	5.5	反対方向	70	山腹下部	10	S80E
K-3	〃 中島	8.0		40	山腹	20	S10E
K-4	〃 横代	10.0		15	台地縁	10	N65W
K-5	〃 志井	11.5		65	山腹	23	N30E
K-6	〃 横山	15.0		100	〃	20~23	N50E
K-7	〃 平尾台	17.0		380	台地	2	N70E
K-8	香春町 谷山	19.0	反対方向	180	山脚	33	N40E
K-9	〃 鏡山	26.0		100	山腹下部	5~15	N30W
K-10	赤村 大内田	30.0		130	〃	16	N60E

の 概 況
investigated area

林 況 Stand condition				管 理 状 況 Management
林 令 Stand age	人天の別と 混交割合 Artificial or Natural	立 木 度 Stand density	地 表 植 物 の 種 類 Kind of ground floor plants	
42	純 林	2,344 ^{ha当}	ヒサカキ, イヌビワ カナワラビ, テイカカズラ	
11	"	4,044	イヌビワ, ヒサカサ ドクダミ, スギナ	
10	"	3,077	ヒサカキ, ヤブツバキ ススキ, メダケ	
14	"	4,278	メダケ, ススキ	
20	"	2,220	メダケ, イノコヅチ	
25	"	2,424	メダケ, コチヂミザサ	48.12月間伐
15	"	2,558	イヌビワ, フユイチゴ, スギナ	
9	"	3,445	イヌビワ, メダケ ムラサキカタバミ	
18	"	1,778	ヒサカキ, ヤマハゼ フユイチゴ, ワラビ	
15	"	2,267	ヒサカキ, コンテリギ シシガシラ, フユイチゴ	
6	一	9,048	ヨモギ	48年住宅地となる
28	純 林	2,667	ドクダミ, イノコヅチ	
16	"	3,279	ヒサカキ, ヤブコウジ ツワブキ, カナワラビ	
10	防 風 林	6,061	ススキ	
12	純 林	2,830	ヒサカキ, クロキ オオカグマ, イノデ	48年住宅地となる
20	"	2,777	ヒサカキ, クロキ オオカグマ, リュウノヒデ	
13	"	5,051	メダケ, イタドリ, ススキ	
7	"	2,807	アオキ, コチヂミサザ, ナルコユリ	
8	一部ヒノキ "	3,828	ヒサカキ, テイカカズラ ドクダミ	
14	一部ヒノキ "	2,286	タラノキ, メダケ リュウノヒデ	

表-3 調査地の概況
 Table-3 Overall soil condition

調査 地の No.	所在地 Seat	母材 Parent material	土壌型 Soil types	理 学 Physical				
				A ₀ 層の 厚 さ	A 層			
					厚 さ	構 造	土 性	水 湿
O-1	大牟田市 岬	第三紀層	BD(W)	cm 2	cm 6	Mas	L	湿
O-2	" "	"	BE	2	10	Cr	L	湿
O-3	" 宮崎	結晶片岩	BD	5	10	Mas	L(c)	潤
O-4	高田市 下楠田	"	BD(W)	3	20	Msa	L	湿
O-5	" 飯竹	沖積層	BE	3	5	Mas	CL	潤
O-6	山川町 河原内	"	BD(W)	3	10	Cr Mas	L	潤
O-7	瀬高町 広瀬	結晶片岩	BE~BD (W)	1	23	Cr	CL	湿
O-8	筑後市 欠塚	洪積層	BD(W)	2	35	Cr Mas	CL	湿
O-9	広川町 日吉	第三紀層	BD	1	6	Cr	CL	湿
O-10	黒木町 今	洪積層	BD	1	30	Mas	CL	湿
K-1	北九州市 粕ヶ谷	安山岩質	BD(d)	0	6	Mas	CL	潤
K-2	" 山路	"	BD(W)	2	A-B 30	Bro	L	湿
K-3	" 中島	砂 岩	BD(d)	3	10	Cr	CL	湿
K-4	" 横代	洪積層	R(D)	2	ナ シ	—	—	—
K-5	" 志井	砂 岩	R(D)	3	4	Mas	C	湿
K-6	" 横山	"	BD	3	15	Cr	C	湿
K-7	" 平尾台	石灰岩	BD	4	25	Mas	C	湿
K-8	香春町 谷山	砂 岩	BD(W)	2	23	Cr	GeL	湿
K-9	" 鏡山	結晶片岩	BD	4	25	Mas	CL	湿
K-10	赤村 大内田	花崗岩	BD	3	12	Cr	L	湿

（土壌の理化学性）
of investigated area

性 properties				化 学 性 Chemical Properties							
B 層				A 層				B 層			
厚 さ	構 造	土 性	水 湿	PH	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	PH	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
60+ ^{cm}	Mas	L	湿	4.9	含む	含む	含む	4.7	含む	僅かに含む	僅かに含む
70+	Mas	L	湿	4.5	富む	〃	〃	4.7	やや欠く	〃	〃
60+	Mas	L(c)	潤	4.6	含む	〃	〃	4.0	〃	〃	〃
60+	Mas	L	湿	5.0	〃	〃	〃	5.0	〃	〃	〃
70+	Mas	CL	湿	3.8	富む	〃	〃	4.0	含む	〃	〃
62	Mas	L	潤	3.6	〃	〃	〃	4.3	〃	〃	〃
60+	Mas	CL	湿	3.9	〃	〃	〃	4.4	富む	含む	含む
60+	Mas	CL	湿	4.5	含む	〃	〃	4.6	含む	僅かに含む	僅かに含む
60+	Mas	CL	湿	4.1	〃	〃	〃	4.0	〃	〃	〃
80	Mas	CL	湿	4.7	富む	〃	〃	4.7	〃	含む	〃
70+	Mas	CL	潤	5.3	含む	僅かに含む	僅かに含む	4.4	やや欠く	僅かに含む	〃
50	Mas	L	湿	4.3	〃	〃	〃	4.1	含む	〃	〃
80+	Bro	L	湿	4.2	〃	含む	〃	4.1	やや欠く	〃	〃
60+	Bro	CL	潤	5.0	—	—	—	5.1	〃	〃	〃
50+	Mas	C	湿	5.1	含む	含む	僅かに含む	4.1	〃	〃	〃
60+	Mas	C	湿	5.7	富む	〃	〃	5.1	含む	〃	〃
70+	Mas	C	湿	5.5	〃	〃	〃	4.5	〃	〃	〃
55+	Bro Mas	GCL	湿	5.3	〃	〃	含む	4.7	富む	含む	含む
60+	Mas	CL	湿	6.1	〃	〃	僅かに含む	4.8	含む	僅かに含む	僅かに含む
60+	Mas	CL	湿	4.8	〃	〃	含む	4.9	〃	含む	含む

して調査地を設定し、いおう酸化物による大気汚染の度合、葉中のいおう含量および樹木の生長などを調査して、これらの相互関係について検討を加え、大気汚染の樹木に与える影響について明らかにするものである。調査、試験方法については林野庁で実施設計⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾がなされ、同一方法で各県歩調をそろえて実施した。当該関係分について以下具体的に記述する。

2-1 対象地域

対象地域は大気汚染の高い工業地域、都市およびその周辺に選定した。福岡県においてこの地域に該当するものとしては長い工業都市として歴史をもつ、北九州市、大牟田市があり、都市として福岡市がある。いおう酸化物濃度で見ると図-1²⁾でわかるように北九州市と大牟田市が高く、全国的にも汚染都市のレベルにあることを示している。このため本研究の対象地域

を北九州市地域と大牟田市地域の2カ所に選定した。図-2、図-3に示すように北九州市地域は小倉を中心にはば南に30kmの範囲で田川郡赤村までとし、大牟田市地域は大牟田市を中心に対象林分の分布関係を考慮して東北東に30kmの範囲で八女黒木町までとした。

2-2 実態調査対象樹種

実態調査の対象樹種はつとめて各調査地域に共通するものを選定することにし、本県ではスギを対象とした。尚スギを対象樹種としたところは本県の他に富山県がある。又本県の対象樹種スギの場合、北九州市地域は実生スギ、大牟田市地域は主としてサシスギが対象となつた。

2-3 調査地の設定

調査地は主要汚染源から10kmまでは2.5kmこ

表-4 昭和46年
Table-4 Meteorological

観測所 位 置 No.	観 測 所 名 Observation station	月 Month 項目 Item	46 年 1	2	3	4	5	6
A	大牟田 新港	平均気温 降水量	5.4 51	6.8 79	9.4 83	15.6 39	19.0 202	23.2 528
B	羽 犬 塚 (筑後市)	平均気温 降水量 風 速	4.3 64.9 2.1	6.2 72.7 2.2	8.2 91.0 2.7	14.9 45.5 2.7	18.4 258.4 2.3	23.4 301.7 2.8
		風 向	← 休 止 期 間 の 風 向 → ①NNE 20% ③NE 13% ②WNW 13% ④W 10%			← 生 育 期 間 ①SW 30% ②NE 18%		
C	黒 木	平均気温 降水量	4.0 65	6.1 69	8.4 103	14.7 43	18.6 260	23.4 447
D	久 留 米	平均気温 降水量	4.3 69	5.6 74	8.1 99	14.7 41	18.6 251	23.3 296
E	沖端(柳川市)	平均気温 降水量	4.4 74	6.2 104	8.2 81	15.5 45	19.0 223	23.6 324
F	小 倉 根 航 空	平均気温 降水量 風 速	4.9 101.0 2.8	5.6 69.6 2.8	8.0 70.0 3.7	13.8 39.0 3.0	17.6 150.5 2.4	22.8 242 3.4
		風 向	← 休 止 期 間 の 風 向 → ①NNW 18% ③WNW 18% ②NW 18% ④ESE 17%			← 生 育 期 間 ①SE 25% ②SEE 16%		
G	小 倉 北 方	平均気温 降水量	5.7 130	6.2 86	8.7 87	14.5 87	18.7 123	23.1 208
H	泉 行 橋	平均気温 降水量	4.4 87	5.0 86	7.7 93	13.3 42	17.6 151	22.6 212

と、それ以上は 20~30 km の範囲で約 5 km ごとに常風方向、地形等を考慮して、それぞれ 10 ケ所ずつ設定した（図-2 図-3 参照）。

2-4 大気におけるいおう酸化物濃度の測定

各調査地内はシェルターを置き、二酸化鉛法¹²⁾ (PbO₂) により測定した。二酸化鉛は大気汚染測定用イギリス標準品の D. S. I. R. を使用した。又主要汚染源近くの調査地では最寄りの市観測の資料を使用した。

2-5 葉中のいおう含有量

調査地ごとに選定した 3 本の試料採取木のクローネから葉を採取して、これを乾燥粉碎して分析試料とした。このように調整された試料を燃焼ルツボに一定量とり、これに助燃剤を加え酸素を通じながら燃焼させ、沃度カリ液で滴定して葉中の全いおうを葉令別、

時期別に分析測定した。分析はいおう燃焼分析計 (LECO) によった。

2-6 樹木の衰退状況

調査当初に 20 本の調査木を選定し、その樹勢について調査した。樹勢の判定因子は表-1 のとおりで、各因子に指数を与えその合計値で樹勢の最良状態を 0、最悪の状態（枯死）を 15 とした指数で表した。なお、葉などに現われた大気汚染による被害症状などについても調査し記録した。

2-7 樹木の生育状況

樹木の生育調査は各年の生長休止期に胸高直径および樹高、そのほか新梢の伸び等について測定した。さらに樹木の生育経過から大気汚染の樹木に対する影響を推定するため樹幹析解によって調査検討した。

気 象 状 況 調 査 表
observation date 1971

7	8	9	10	11	12	計 Total	平 均 Average	台 風 豪 雨 等 異常気象状況 Accidental weather
27.8 356	27.4 236	24.6 281	18.2 34	13.7 9	8.4 40	199.5 1,938	16.7 161.5	
27.8 266.7 3.4	26.7 301.1 3.1	23.9 194.5 2.6	17.0 47.4 2.2	12.9 12.6 2.0	7.3 38.2 1.9	191.0 1,694.7 30.0	15.8 141.2 2.5	°C mm m/sec
の 風 向 → ③NEN 21% ④SWS 15%						← 休止期間の風向 → ①NNE43% ③NNW7% ②W 10% ④WNW7%		
						46年7月21日~26日 大雨 8月5日 台風19号 8月29日 台風23号		
27.8 353	26.6 390	23.7 183	16.9 43	12.6 17	7.0 47	189.8 2,020	15.8 168.3	
28.0 312	／ ／	23.4 175	16.7 27	12.1 6	6.7 42	— —	— —	
28.7 245	27.5 303	24.2 179	17.5 36	13.4 15	7.5 60	195.7 1,689	16.3 147.1	
27.9 365 2.5	27.0 138.5 4.0	23.2 203.5 2.3	16.8 45.5 2.9	12.8 9.5 3.0	7.4 61.5 2.8	187.8 1,495.5 35.6	15.7 124.6 3.0	
の 風 向 → ③NW 13% ④NNW 11%						← 休止期間の風向 → ①WEW20% ③ESE11% ②NW 15% ④SE 10%		
29.0 298	28.0 110	24.3 185	17.9 43	14.7 9	8.8 58	199.6 1,424	16.6 118.6	
28.4 361	26.8 186	23.3 198	26.6 52	12.5 11	7.1 54	195.3 1,533	16.2 127.8	

2-8 病虫害調査

調査木毎に病虫害の寄生の有無、種類等を樹勢調査時に併せて調査した。

3. 試験結果

3-1 調査地の概況

調査地の概況は表-2、表-3に示すとおりである。位置については図-2、図-3で示している。スギを対象木として選定したために汚染源のごく近くでは調査地を設定することが出来ず、大牟田地区で4.8 km、北九州地区で3.0 kmが最も汚染源に近い調査地となった。樹令は10~20年生の人工林を対象として考えたが、距離、位置等から20年生以上のところや、10年生以下のものはいて来た。又林業経営上の林分だけでは仲々思うように調査地が設定でき

ず、一部 神寺林分(平地)、防風林等も調査地とした。表-3は調査地の土壤関係を表にしたもので、各調査地の土壤も母材もまちまちで土壤の理化学性についても必ずしも均一ではない。ただ、スギの造林地であるために $B_p(a) \sim B_E$ の土壤型にはいり、適潤性土壌から弱湿性土壌である。

おおまかに云えば汚染源から、はなれる程土壌もよいが、各調査地間を比較すれば必ずしもそうではない。又平坦地では地下水の影響があるように思われる。

表-4、表-5、表-6は調査地附近の観測地(位置は図-2、図-3にアルファベット記号で図示)の昭和46~48年の気象値を示したものである。生育期の風向として大牟田地区は調査地方向に吹く風が多いが、北九州地区では北よりの風はやや少く、南、東に

表-5 昭和47年
Table-5 Meteorological

観測所 位置 Mark	観測所名 Observation station	月 Month 項目 Item	1	2	3	4	5	6
A	大牟田 新港	平均気温 降水量	7.9 166	7.6 125	10.6 102	14.9 176	19.2 160	23.8 477
B	羽 犬 塚 (筑 後 市)	平均気温 降水量 風速	7.3 143.1 2.3	7.1 101 2.7	9.9 167 2.8	14.6 173 2.5	18.8 170 2.7	22.7 506 2.9
		風 向	← 休 止 期 間 の 風 向 → ①NEN 40% ③NW 8% ②NWW 10% ④W 7%			← 生 育 期 間 ①NNE 23% ②SW 21%		
C	黒 木	平均気温 降水量	6.9 166	6.3 121	9.2 185	14.3 161	18.5 156	22.3 490
D	久 留 米	平均気温 降水量	6.5 230	6.0 100	9.3 /	14.1 221	18.3 131	22.0 496
E	沖端(柳川市)	平均気温 降水量	7.1 166	7.1 105	10.1 125	15.3 205	19.2 163	23.3 426
F	小 倉 (曾根航空)	平均気温 降水量 風速	6.9 159.0 2.9	6.4 114.5 3.5	8.4 155 2.7	12.7 190 3.1	17.1 174 3.3	21.3 496 2.5
		風 向	← 休 止 期 間 の 風 向 → ①NW 20% ③N 15% ②NWW 16% ④SE 13%			← 生 育 期 間 ①ESE 21% ②SE 15%		
G	小 倉 北 方	平均気温 降水量	6.4 142	7.4 103	9.9 132	14.3 152	18.3 131	22.5 331
H	泉 (行橋)	平均気温 降水量	6.6 183	6.2 128	8.9 162	12.7 222	17.4 179	21.6 509

よつた風が主力となり、調査地の方向が必ずしも主風
の方向に一致してはいない。

3-2 大気汚染の概況

大気汚染物質の代表的なものとしていおう酸化物が
あり、その測定には種々の方法が用いられている。本
研究ではいおう酸化物を PbO_2 法で測定した。この
方法では溶液導電率法 (ppm) が常時濃度測定するの
に対し、或一定期間（例えば1ヶ月）のいおう酸化日
平均量で把握されるため、瞬間的な最大濃度、日濃度
は測定出来ない。しかしながら、植物との関係を研究
する場合の総量的な考え方からすると PbO_2 法も有
力な手掛りを与える方法である。この方法で常に問題
になることはそのシェルターをどこに設置するかであ
るが、筆者等の場合は調査林分のすぐ前面（汚染源
側）に 1.2~1.5 m の高さに棒を立て、その上にシ

ェルターを固定した。シェルターは毎月の 30~31 日
又は毎月の 1~2 日の範囲内に取替え、ほぼその月の
汚染をつかむようにした。

汚染の状況は表一7、表一8の通りで昭和46年9
月より48年12月まで測定した。大牟田の1、2は近
距離のため、2の地点で測定しIも同濃度とみて表示
した。北九州の1地点は近くに北九州市の観測点があ
り、その観測結果を表示したものである。全国的な汚
染の状況は本研究関係県のもを表一9として表示し
た。これによると神奈川（川崎）、愛知（名古屋）、
福岡（北九州）などが PbO_2 値が高い。又図一7、
図一8は調査地での PbO_2 値であり、市の平均値は
図一1に示したが市の中心工業地区では48年におい
て、北九州市内で1.16、大牟田市内で1.45の平均
値を記録しているところがあった²⁾。一般には汚染源

気 象 状 況 調 査 表
observation data 1972

7	8	9	10	11	12	計 Total	平 均 Average	台 風 豪 雨 等 異常気象状況 Accidental weather
27.4 802	27.4 295	23.7 108	18.6 99	13.4 89	8.0 71	202.5 2,670	16.9 222.5	
27.4 789 3.8	27.0 159 2.9	23.0 130 2.2	17.5 85 1.8	12.5 89 2.2	7.5 74 1.9	195.3 2,586.1 30.7	16.2 215.5 2.5	°C mm m/sec
の 風 向 → ③SSW 18% ④NE 11%				← 休止期間の風向 → ①NNE15% ③WNW15% ②ENE 15% ④NE 10%				
27.0 708	26.8 264	22.7 115	17.2 91	12.0 101	7.3 73	190.5 2,631	15.8 219.2	
26.7 708	26.8 305	22.9 116	17.5 80	131	7.1 64	— —	— —	
27.7 870	28.2 170	23.5 189	17.8 86	12.8 105	7.4 66	199.5 2,676	16.6 223	
25.7 571 3.9	26.0 292 2.3	22.1 98 2.8	16.9 63 2.7	11.8 159 3.2	7.3 68 3.1	182.6 2,539.5 36.0	15.2 211.6 3.0	
の 風 向 → ③NW 10% ④NNW 9%				← 休止期間の風向 → ①NW26% ③WNW15% ②SE 15% ④ESE 11%				
27.7 524	27.4 243	23.5 82	18.2 68	12.0 150	8.3 49	195.9 2,107	16.3 175.5	
26.4 572	26.5 210	22.6 130	16.9 63	12.1 150	6.9 72	184.8 2,580	15.4 215	

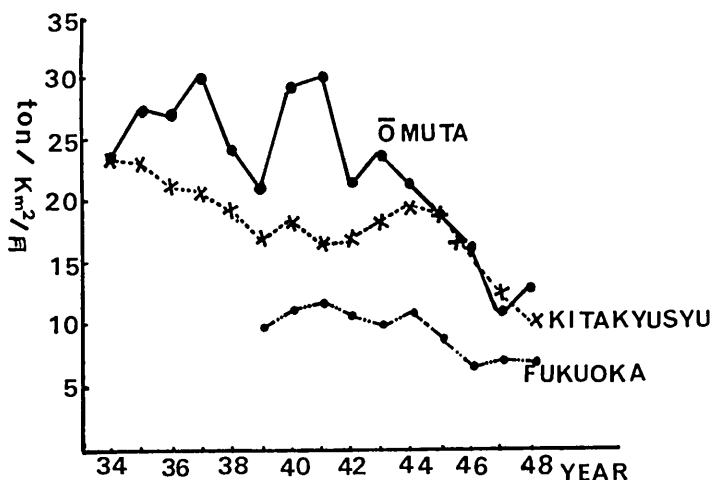


図-4 降下ばいじん量の推移
Fig.-4 Tendency of Falldust volume

表-6 昭和48年
Table-6 Meteorological

観測所 位置 No. Mark	観測所名 Observation station	月 Month	1	2	3	4	5	6
		項目 Item						
A	大牟田 新港	平均気温 降水量	7.8 91	8.0 100	9.5 32	16.5 414	19.4 256	23.0 230
B	羽 犬 塚 (筑後市)	平均気温 降水量 風速	7.4 95 1.9	7.6 95 2.0	9.4 56 2.6	15.9 331.8 2.4	18.6 173.2 2.5	22.8 355.3 2.5
		風 向	← 休 止 期 間 の 風 向 → ①NNE 26% ③WNW 10% ②NW 13% ④N 10%			← 生 育 期 間 ①SW 18% ②N 14%		
C	黒 木	平均気温 降水量	6.6 100	7.1 104	8.6 58	15.7 399	18.4 203	22.4 328
D	久 留 米	平均気温 降水量	6.7 106	7.2 80	9.4 45	15.9 284	19.3 200	22.5 438
E	沖端(柳川市)	平均気温 降水量	7.3 87	7.6 94	9.5 57	16.6 335	19.9 169	23.5 341
F	小 倉 (曾根航空)	平均気温 降水量 風速	6.4 238 3.1	6.7 76 2.8	8.5 23 3.1	14.1 213.5 2.7	17.1 232.5 3.7	20.7 256.5 3.0
		風 向	← 休 止 期 間 の 風 向 → ①NW 19% ③ESE 13% ②NNW 18% ④WNW 11%			← 生 育 期 間 ①ESE 22% ②SE 13%		
G	小 倉 北 方	平均気温 降水量	7.4 142	7.8 61	9.6 18	15.9 196	18.1 180	22.5 185
H	泉 (行橋)	平均気温 降水量	6.5 149	6.8 74	8.7 40	15.0 225	17.9 179	21.8 322

から、はなれる程 PbO_2 値が少くなるが県内の非汚染地域と思われる 30 km 地点附近でも 0.1 程度の値を示している。

この様にいおう酸化物の値と共に大気汚染は種々のものが含まれているのが普通でこれら市内の降下ばいじんの年平均は図-4 に示した。いおう酸化物もそうであるように降下ばいじんにおいても環境規制がきびしくなつて来たこと、工場の排出規制等で年々汚染が少なくなっていることが調査地においても認められる。

3-3 調査林分の生育状況

調査林分のスギの生長関係を調査し、3 ケ年における毎年の生長量を樹高、直径などについて表示したものが表-10、表-11 である。

表-11 で北-1 は 3 年目、北-5 は 2 年目から調

査地が他目的に利用されたため、林分が消滅したので調査を途中で打切つた。前にも述べたように土壌因子がばらばらで、土地生産力が異なり、各調査地間にはつきりした生長量だけでの一定した傾向は見られない。

3-4 調査林分の衰退状況

表-1 に示した規準によつて各調査地のスギ試験木について調査した一覧表を表-12、表-13 として示した。この表から、3 カ年の傾向は殆んど毎年同じであり、北九州の方が大牟田に比較して衰退が多く、共に汚染源から遠ざかるにつれて衰退値が減少している。

3-5 葉中いおう含量

各調査地の標準木の葉中いおう含量を測定した結果をとりまとめたものが、表-14、表-15 である。葉

気 象 状 況 調 査 表
observation data 1973

7	8	9	10	11	12	計 Total	平 均 Average	合 風 豪 雨 等 異常気象状況 Accidental weather
28.4 187	29.5 61	23.3 323	18.3 110	11.9 33	5.9 18	201.5 1,855	16.8 154.5	
28.5 158.8 2.5	28.6 20.6 2.3	22.6 323.1 2.0	17.4 111.0 2.0	11.1 24.5 2.1	4.8 18.4 2.0	194.7 1,762.7 26.8	16.2 46.8 2.2	°C mm m/sec
の 風 向 → ③NE 13% ④NNE 12%				← 休止期間の風向 → ①N 16% ③W 13% ②NW 13% ④SW 13%				
27.9 211	28.4 13	22.3 296	17.3 72	10.6 29	4.5 19	189.8 1,832	15.8 152.6	
28.5 384	28.4 52	22.2 287	16.9 84	10.6 23	3.9 23	191.5 2,006	15.9 167.1	
29.5 176	29.8 35	23.5 321	17.8 116	11.6 29	5.1 31	201.7 1,791	16.8 149.2	
26.6 / 3.5	36.8 10.0 2.3	21.4 193.0 2.2	16.4 116.5 2.5	10.5 23.5 3.4	4.7 28.5 3.7	179.9 — 36.0	15.0 — 3.0	
の 風 向 → ③WNW 11% ④NNW 10%				← 休止期間の風向 → ①NW 34% ③WNW 18% ②NNW 20% ④SE 5%				
28.4 121	29.5 63	23.3 118	18.0 86	12.4 22	6.4 28	199.3 1,220	16.6 101.6	
28.0 136	28.5 68	22.5 261	16.9 99	10.9 36	5.2 45	188.7 1,634	15.7 136.1	

表—7 大気中の SO₂ 濃度 mg/100cm²/PbO₂

Table—7 Sulfur Oxides concentration in air

調査 No	距離 Distance	月別 Month		年別 Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 平均 Year Ave.	4~10 月平均 Growth season Ave.
K 1	3.0	46年 47年 48年						(0.564) (0.686)	(0.552) (0.385)	(0.526) (0.262)	(0.666) (0.376)	(0.996) (0.252)	(0.630) (0.131)	(0.665) (0.199)	(0.761) (0.243)	(0.756) (0.200)	0.714 0.370	0.683 0.327
K 2	5.5	46年 47年 48年	0.548 0.324	0.527 0.270	0.444 0.389	0.581 0.686	0.463 0.385	0.292 0.262	0.344 0.376	0.170 0.252		0.287 0.275 0.131	0.341 0.376 0.199	0.424 0.308 0.243	0.419 0.416 0.200	0.395 0.321	0.357 0.327	
K 3	8.0	46年 47年 48年	0.385 0.205	0.281 0.278	0.382 0.537	0.413 0.531	0.370 0.489	0.577 0.272	0.253 0.447	0.272 0.231		0.127 0.234 0.258	0.204 0.297 0.102	0.198 0.208 0.114	0.196 0.253 0.101	0.327 0.297	0.345 0.333	
K 4	10.0	46年 47年 48年	0.370 0.319	0.413 0.439	0.472 0.458	0.693 0.918	0.476 0.205	0.355 0.490	0.445 0.684	0.381 0.561		0.391 0.373 0.188	0.407 0.476 0.197	0.342 0.370 0.211	0.442 0.198 0.196	0.419 0.406	0.457 0.463	
K 5	11.5	46年 47年 48年	0.379 0.539	0.363 0.575	0.728 0.552	0.690 0.683	0.560 0.611	0.727 0.444	0.655 0.815	0.392 0.553		0.484 0.272 0.331	0.440 0.432 0.228	0.426 0.292 0.250	0.425 0.537 0.177	0.502 0.480	0.533 0.524	
K 6	15.0	46年 47年 48年	0.245 0.126	0.271 0.263	0.389 0.256	0.392 0.323	0.397 0.223	0.348 0.105	0.334 0.520	0.267 0.245		0.280 0.169 0.100	0.191 0.237 0.043	0.245 0.153 0.073	0.200 0.119 0.039	0.276 0.193	0.306 0.223	
K 7	17.0	46年 47年 48年	0.472 0.282	0.503 0.391	0.748 0.487	0.662 0.725	0.542 0.415	0.509 0.440	0.432 0.395	0.225 0.548		0.490 0.442 0.286	0.379 0.363 0.210	0.432 0.387 0.304	0.371 0.390 0.215	0.473 0.391	0.453 0.431	
K 8	19.0	46年 47年 48年	0.190 0.093	0.186 0.156	0.201 0.193	0.234 0.291	0.224 0.177	0.211 0.147	0.225 0.296	0.168 0.270		0.157 0.158 0.034	0.106 0.126 0.034	0.166 0.234 0.105	0.118 0.131 0.060	0.191 0.155	0.192 0.183	
K 9	26.0	46年 47年 48年	0.176 0.135	0.152 0.146	0.258 0.208	0.270 0.235	0.201 0.289	0.198 0.045	0.154 0.133	0.162 0.156		0.202 0.296 0.114	0.068 0.141 0.061	0.157 0.152 0.119	0.108 0.166 0.186	0.194 0.146	0.203 0.147	
K 10	30.0	46年 47年 48年	0.238 0.101	0.184 0.126	0.245 0.154	0.154 0.299	0.246 0.040	0.197 0.106	0.245 0.168	0.141 0.210		0.175 0.201 0.092	0.108 0.150 0.088	0.206 0.162 0.112	0.112 0.121 0.067	0.190 0.130	0.191 0.143	

申しおう含量は 0.027~0.271 乾物%の範囲で検出され、当年葉に比較して2年葉に多く含まれている傾向がある。又含量値は調査木の試料によって変化し、最小~最大は倍に近いようなものもあつた。

3-6 そ の 他

大気汚染によると思われる可視的被害はこの程度の汚染範囲では見られなかつた。北九州—1において夏

期新葉の葉先に褐色の変色が認められたが、その原因についてははっきりしない。

各調査林分について病虫害調査を実施し、その結果を表—10、表—11 の末尾欄に示している。病気はミゾグサレ病、害虫はカイガラムシ、スギハダニ、スギカミキリ、スギタマバエ等があり、汚染源に近い方にカイガラムシ、ハダニが多いようにも思われるが、こ

表—8 大気中の SO_2 濃度 $\text{mg}/100\text{cm}^3/\text{PbO}_2$
Table—8 SO_2 concentrations in air

調査 No.	月別 Distance Month	年 別 Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均 Year Ave.	4~10 月平均 Growth season Ave.
O 1 ・ 2	4.8 5.1	46年									0.126	0.126	0.124	0.189		
		47年	0.281	0.119	0.237	0.234	0.213	0.404	0.339	0.212	0.172	0.196	0.219	0.213	0.237	0.253
		48年	0.181	0.339	0.281	0.455	0.236	0.089	0.252	0.352	0.096	0.075	0.151	0.129	0.220	0.222
O 3	8.0	46年									0.114	0.112	0.170	0.127		
		47年	0.128	0.166	0.168	0.256	0.241	0.362	0.270	0.169	0.180	0.173	0.241	0.144	0.208	0.270
		48年	0.143	0.142	0.126	0.295	0.253	0.128	0.191	0.418	0.051	0.046	0.095	0.083	0.164	0.197
O 4	9.0	46年									0.172	0.169	0.231	0.208		
		47年	0.203	0.168	0.216	0.201	0.197	0.256	0.234	0.206	0.207	0.225	0.241	0.158	0.201	0.218
		48年	0.153	0.192	0.099	0.385	0.270	0.139	0.279	0.225	0.091	0.105	0.158	0.158	0.196	0.213
O 5	12.0	46年									0.095	0.112	0.108	0.142		
		47年	0.169	0.087	0.281	0.129	0.303	0.435	0.346	0.276	0.177	0.221	0.254	0.241	0.244	0.270
		48年	0.073	0.205	0.156	0.326	0.424	0.036	0.377	0.215	0.108	0.131	0.150	0.155	0.196	0.231
O 6	14.0	46年									0.093	0.089	0.155	0.127		
		47年	0.131	0.149	0.152	0.133	0.209	0.281	0.226	0.170	0.225	0.218	0.214	0.090	0.183	0.209
		48年	0.097	0.116	0.204	0.245	0.228	0.193	0.461	0.173	0.074	0.074	0.100	0.129	0.175	0.207
O 7	19.0	46年									0.069	0.063	0.097	0.076		
		47年	0.085	0.059	0.111	0.106	0.133	0.169	0.197	0.143	0.161	0.239	0.152	0.087	0.137	0.164
		48年	0.064	0.135	0.047	0.009	0.042	0.027	0.254	0.083	0.150	0.066	0.091	0.099	0.081	0.076
O 8	24.0	46年									0.093	0.085	0.132	0.110		
		47年	0.106	0.087	0.139	0.148	0.178	0.173	0.177	0.151	0.154	0.169	0.246	0.085	0.151	0.164
		48年	0.046	0.146	0.109	0.136	0.101	0.135	0.319	0.225	0.066	0.057	0.067	0.129	0.128	0.148
O 9	28.0	46年									0.076	0.085	0.109	0.116		
		47年	0.323	0.205	0.206	0.141	0.146	0.154	0.130	0.157	0.193	0.137	0.241	0.096	0.172	0.151
		48年	0.086	0.153	0.073	0.461	0.177	0.184	0.224	0.204	0.058	0.053	0.100	0.120	0.157	0.194
O 10	30.0	46年									0.093	0.126	0.149	0.133		
		47年	0.231	0.236	0.170	0.103	0.190	0.137	0.146	0.119	0.181	0.203	0.207	0.138	0.172	0.154
		48年	0.103	0.159	0.132	0.136	0.200	0.107	0.268	0.168	0.024	0.054	0.120	0.064	0.130	0.137

れだけの例ではつきりしない。

4. 考 察

以上3ヶ年にわたる研究結果を掲げたので樹木に与える影響、即ち、いおう酸化物とスギとの関係について考察したい。スギのいおう酸化物に対する、感受性は一般樹木の中では平均より強いものとされている。林業主要樹種では筆者等の SO_2 実験でもその強弱はヒノキ>スギ>クロマツ、アカマツでスギはヒノキとマツの中間的な反応を呈した³⁴⁾。急性の症状では新葉の先から灰白変色がはじまり、濃度が高くなれば新葉全体から新枝古葉まで変色し、最終的には褐色とな

る。 SO_2 2~5 ppm の30分処理（7~8日）で新葉先端部の変色が認められている。

筆者等は最初は SO_2 に弱いマツを対象として考えたが、まとまったマツ林が少ないこととマツクイ虫被害が増大してゆく中で3ヶ年の調査期間中、果してマツの生存が十分である保障もなかったもので、汚染源に近いところではその分布が少ないが、少しはなればまとまった林分が存在するスギを対象にしたわけである。

4-1 いおう酸化物汚染

北九州、大牟田地区のいおう酸化物汚染については図—1に示した様に汚染がひどく、又歴史的にもその

表—9 各調査地における PbO_2 値が示すいおう酸化物による大気汚染の度合Table—9 Degree of air pollution on the sulfur oxides
(by PbO_2 value at each investigated area)(SO₃mg/day/100cm² PbO₂)

県名 Prefecture Name	年 Year	47 1972		48 1973	
		最 低 値 min	最 高 値 max	最 低 値 min	最 高 値 max
北 海 道		(0.05) 0.04	(0.28) 0.36	(0.05) 0.03	(0.28) 0.34
福 島		(0.10) 0	(0.35) 0.81	(0.09) 0.02	(0.74) 1.21
茨 城		(0.05) 0	(0.31) 0.68	(0.11) 0	(0.33) 0.69
千 葉		(0.06) 0.01	(0.14) 0.25	(0.07) 0.01	(0.20) 0.35
神 奈 川		(0.50) 0.40	(2.16) 3.25	(0.29) 0.15	(1.17) 1.51
富 山		(0.03) 0.01	(0.28) 0.50	(0.04) 0.02	(0.28) 0.48
静 岡		(0.13) 0	(0.61) 0.79	(0.08) 0	(0.54) 0.78
愛 知		(0.07) 0.03	(1.87)* 2.64* (0.75) 1.38	(0.07) 0.02	(1.38)* 1.84* (0.84) 1.08
兵 庫		(0.11) 0.02	(0.31) 0.85	(0.12) 0.01	(0.28) 0.47
岡 山		(0.05) 0	(0.63) 1.06	(0.06) 0	(0.60) 1.60 (IV)
徳 島		(0.09) 0.02	(0.35) 0.55	(0.03) 0.01	(0.41) 0.93
福岡 (北九州)		(0.19) 0.12	(0.71) 1.00	(0.13) 0.03	(0.48) 0.92
〃 (大牟田)		(0.14) 0.06	(0.24) 0.44	(0.08) 0.02	(0.22) 0.46

注 () は年平均の値, * は緑地

汚染は古い。最近になって汚染観測がはじめられたため、以前についてはその資料がないが、最近では昭和37年頃から次第に汚染が高まり、昭和44年北九州1.47 大牟田 1.58 (2酸化鉛法) がピークとなつてそれ以後急激に汚染が減少し、昭和48年ではピークの半分以下の 0.68, 0.58 となつている。これは環境基準の強化によるところが大であると思われる。汚染の広がりについては工場地域、都市の大きさからも北九州で広く、大牟田は狭い。ただ中心地域の汚染の濃

度はよく似通った濃度となつている。

いおう酸化物汚染はこのように汚染源を中心に四方に拡散するものであるが、周囲の地形変化、風向等によつてその汚染状況が変化する。本研究の実態調査地を煙源から直線的にむすんだ地形変化を示したものが図—5、図—6である。

北九州では 15~18 km 地点に平尾台地 500~600m が衝立のようにあり、その前面に 100~200m の低山地帯が存在する。大牟田では一般に平坦地形である

が、所々に 100~200m の低山があり、0~10 の場合は 300m 前後の山が連続的に存在する。この様なことから実態調査地は汚染側、その逆側があり、又凸地

形、平坦地形にあつたりして、地形変化が多い。従つて汚染の受け方が異なり、一般的に汚染源からの方向、凸部、距離を考慮すれば、よく適合した汚染度が

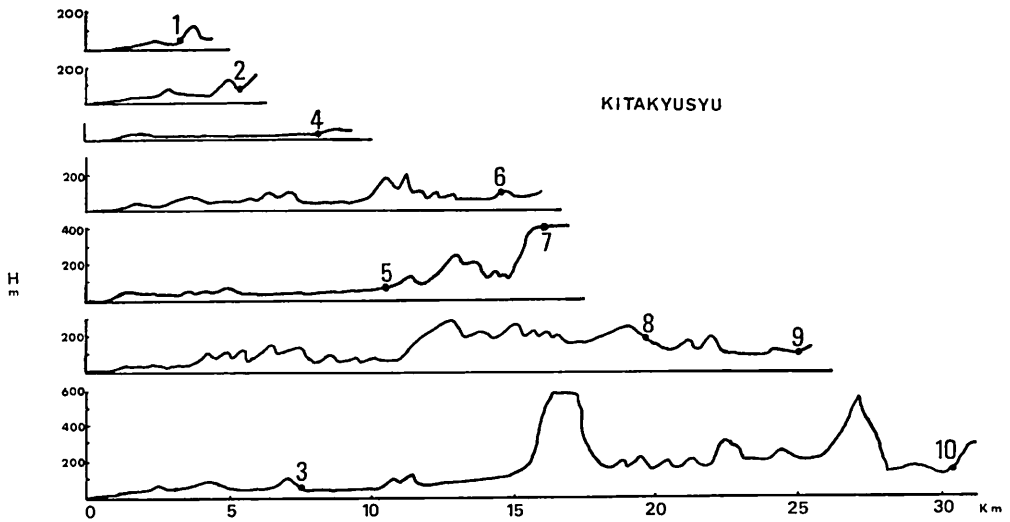


図-5 煙源から実態調査地までの地形
Fig.-5 Topography from smoke sources to actual investigated area

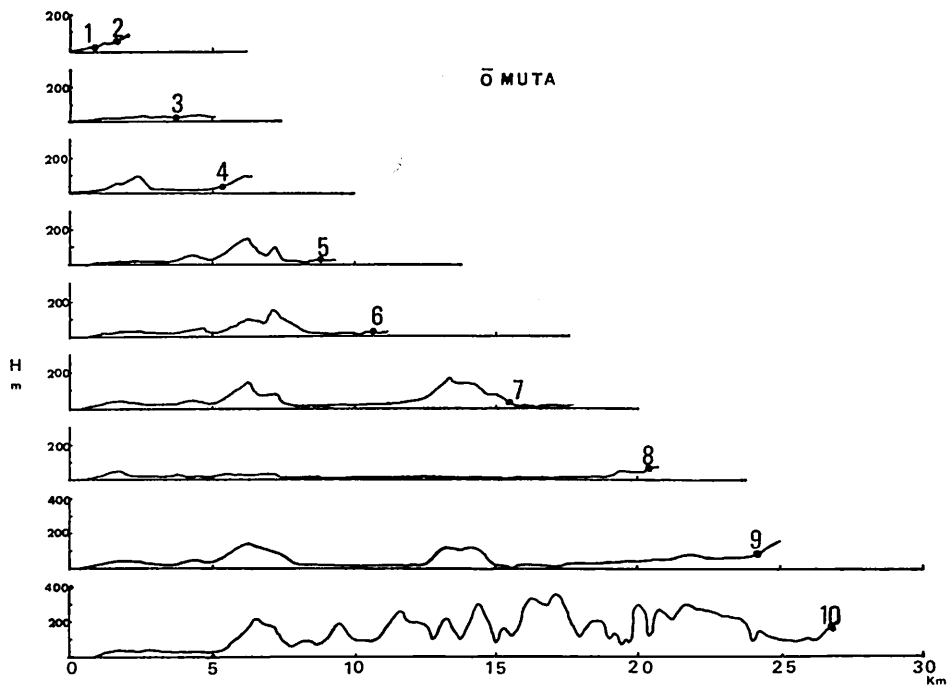


図-6 煙源から実態調査地までの地形
Fig.-6 Topography from smoke sources to actual investigated area

表—10 樹 木 の
Table—10 Growth condition

SO ₃ 濃 度 concentration (mg)	調査地 No.	樹 高 生 長 量 Height growth (m)			直径生長量(DBH) Diameter growth (cm)			クローネ直径生長量 Crown diameter growth (m)			新 梢 の 生 長 量 Growth of new tree top (m)		
		1 年 目	2 年 目	3 年 目	1 年 目	2 年 目	3 年 目	1 年 目	2 年 目	3 年 目	1 年 目	2 年 目	3 年 目
47年 0.714 48年 0.370	K 1	0.12	0.14	—	0.14	0.23	—	0.75	0.81	—	0.16	0.26	—
47年 0.395 48年 0.321	K 2	0.39	0.43	0.48	0.8	0.4	0.4	4.35	4.30	4.41	0.45	0.82	0.52
47年 0.327 48年 0.297	K 3	0.36	0.47	0.41	1.0	0.7	0.8	3.80	3.95	4.00	0.51	0.83	0.61
47年 0.419 48年 0.406	K 4	0.17	0.22	0.13	0.6	0.3	0.4	2.05	2.00	2.02	0.15	0.39	0.47
47年 0.502 48年 480	K 5	0.37	—	—	0.3	—	—	2.23	—	—	0.47	—	—
47年 0.276 48年 0.193	K 6	0.25	0.48	0.60	0.5	0.5	0.5	3.25	3.40	3.63	0.43	0.73	0.73
47年 0.473 48年 0.391	K 7	0.22	0.61	0.75	1.5	1.1	1.0	2.85	2.88	2.94	0.34	0.83	0.85
47年 0.191 48年 0.155	K 8	0.48	0.50	0.82	1.6	1.4	1.2	3.82	4.10	4.35	0.64	1.53	0.77
47年 0.194 48年 0.146	K 9	0.37	0.99	1.07	1.2	0.6	0.4	2.21	2.35	2.43	0.58	1.36	0.62
47年 0.190 48年 0.130	K 10	0.39	0.66	0.59	0.9	0.7	0.7	3.86	3.98	4.12	0.55	1.05	0.66

表—11 樹 木 の
Table—11 Growth condition

SO ₃ 濃 度 concentration (mg)	調査地 No.	樹 高 生 長 量 Height growth (m)			直径生長量(DBH) Diameter growth (cm)			クローネ直径生長量 Crown diameter growth (m)			新 梢 の 生 長 量 Growth of new tree top (m)		
		1 年 目	2 年 目	3 年 目	1 年 目	2 年 目	3 年 目	1 年 目	2 年 目	3 年 目	1 年 目	2 年 目	3 年 目
47年 0.237 48年 0.220	O 1	0.17	0.23	0.05	0.2	0.5	0.1	4.80	4.85	4.80	0.24	0.40	0.35
47年 0.237 48年 0.220	O 2	0.18	0.44	0.41	0.9	0.8	0	2.35	2.45	2.58	0.19	0.62	0.52
47年 0.208 48年 0.164	O 3	0.34	0.49	0.72	1.8	1.3	0.8	2.10	2.35	2.40	0.46	0.83	0.70
47年 0.201 48年 0.196	O 4	0.34	0.78	0.73	0.4	0.8	0.5	2.90	2.95	2.95	0.43	1.12	0.71
47年 0.244 48年 0.196	O 5	0.31	0.36	0.13	1.0	0.5	0.4	3.45	3.47	3.60	0.30	0.67	0.39
47年 0.183 48年 0.175	O 6	0.31	0.24	0.34	0.4	0.4	0.5	4.53	4.65	4.70	0.30	0.55	0.53
47年 0.137 48年 0.081	O 7	0.43	0.56	0.66	0.3	0.2	0.3	4.81	4.92	4.90	0.63	0.99	0.68
47年 0.151 48年 0.128	O 8	0.38	0.48	0.73	1.0	0.5	0.6	3.63	3.65	3.70	0.44	0.86	0.54
47年 0.172 48年 0.157	O 9	0.33	0.47	0.57	0.9	0.8	0.6	3.92	4.10	4.20	0.45	0.80	0.57
47年 0.172 48年 0.130	O 10	0.43	0.56	0.85	0.4	0.7	0.5	3.55	3.60	3.63	0.49	0.99	0.89

生 育 状 況
of tree

枝の生長量 Growth of branch						調査本数 Investigated Number			病害虫 ^a の状況 Damage by blight and noxious		
長さ length (cm)			太さ Volume			Investigated Number			Damage by blight and noxious		
1年目	2年目	3年目	1年目	2年目	3年目	1年目	2年目	3年目	1年目	2年目	3年目
5~10	5~12	—				19	19	—	スギハダニ	スギハダニ クロホシカイガラ	—
20	20~30	20~30				10	10	10	—	—	—
25	25~30	20~40				20	20	17	ミゾグサレ	ミゾグサレ	ハチカミ
5~10	15	5~10				20	20	18	—	—	—
25	—	—				20	20	—	ハチカミ	—	—
25	40~50	20~40				20	20	20	—	—	ハチカミ
25	25~35	20~25				20	20	20	—	—	—
20~30	25~50	40~50				20	20	16	—	—	—
20~25	20~40	20				20	20	20	—	—	—
30	30~50	25				20	20	20	—	—	—

生 育 状 況
of tree

枝の生長量 Growth of branch						調査本数 Investigated Number			病虫害の状況 Damage by blight and noxious		
長さ length (cm)			太さ Volume			Investigated Number			Damage by blight and noxious		
1年目	2年目	3年目	1年目	2年目	3年目	1年目	2年目	3年目	1年目	2年目	3年目
10	20~25	15				15	15	15	スギタマバエ クロホシ カイガラ	—	—
5~10	15~25	20~30				20	20	20	カイガラ多し	—	—
20~30	20~25	20~30				20	20	20	ダニ多し クロホシカイガラ	—	—
20~25	30	15				20	20	20	ダニ多し	—	—
15	15~20	15				20	20	10	—	—	—
15	15~20	15~20				20	20	20	ハダニ クロホシカイガラ	—	—
30	25~30	20~30				20	20	20	スギタマバエ	スギタマバエ	スギタマ バエ
20	20~30	15~20				20	20	20	—	スギタマバエ	—
20	15~20	24				20	20	20	スギタマバエ	クロホシカイガラ スギタマバエ	スギタマ バエ
25	20~40	32				17	17	17	スギタマバエ	スギタマバエ	—

表-12 樹 木 の 衰 退
Table-12 Change of indicator

[illegible]

表—13 樹 木 の 衰 退
Table—13 Change of indicator volue

SO ₂ 濃 度 Concentration (mg)		調 査 の 地 点 No.	葉 の 構 成 Composition of leaf			葉 の 色 調 Color of leaf			葉 の 大 き さ length of leaf		
			1 年 目	2 年 目	3 年 目	1 年 目	2 年 目	3 年 目	1 年 目	2 年 目	3 年 目
47年	0.237	0	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1
48年	0.220	1									
47年	0.237	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0
48年	0.220	2									
47年	0.208	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0	0	0
48年	0.164	3									
47年	0.201	0	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0
48年	0.196	4									
47年	0.244	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0	0	0
48年	0.196	5									
47年	0.183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48年	0.175	6									
47年	0.137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48年	0.081	7									
47年	0.151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48年	0.128	8									
47年	0.172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48年	0.157	9									
47年	0.172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48年	0.130	10									

指 標 値 の 変 化
value of tree health

[illegible]

指 標 値 の 変 化
of tree health

[illegible]

表—14 葉中のいおう含量
Table—14 Sulfur content in leaf

PbO ₂ SO ₃ (mg)	調査地 No.	葉令 leaf age	いおう含量 (乾物%) Sulfur content (dry %)					
			月別 Month	46年度 1971	月別 Month	47年度 1972	月別 Month	48年度 1973
46年 0.685 47年 0.714 48年 0.370	K 1	当年	5	$\frac{0.059 \sim 0.075}{0.066}$	2	$\frac{0.171 \sim 0.213}{0.191}$	2	$\frac{\quad \quad \quad}{\quad \quad \quad}$
			10	$\frac{0.172 \sim 0.213}{0.195}$	5	$\frac{0.049 \sim 0.067}{0.059}$	6	$\frac{\quad \quad \quad}{\quad \quad \quad}$
					9	$\frac{0.148 \sim 0.213}{0.181}$	10	$\frac{\quad \quad \quad}{\quad \quad \quad}$
		2年	5	$\frac{0.186 \sim 0.253}{0.216}$	2	$\frac{0.212 \sim 0.271}{0.239}$	2	$\frac{\quad \quad \quad}{\quad \quad \quad}$
			10	$\frac{0.192 \sim 0.231}{0.209}$	5	$\frac{0.198 \sim 0.263}{0.231}$	6	$\frac{\quad \quad \quad}{\quad \quad \quad}$
					9	$\frac{0.204 \sim 0.252}{0.226}$	10	$\frac{\quad \quad \quad}{\quad \quad \quad}$
46年 0.368 47年 0.395 48年 0.297	K 2	当年	5	$\frac{0.030 \sim 0.060}{0.047}$	2	$\frac{0.083 \sim 0.144}{0.106}$	2	$\frac{0.068 \sim 0.112}{0.086}$
			10	$\frac{0.072 \sim 0.128}{0.096}$	5	$\frac{0.040 \sim 0.058}{0.049}$	6	$\frac{0.051 \sim 0.061}{0.055}$
					9	$\frac{0.076 \sim 0.115}{0.093}$	10	$\frac{0.068 \sim 0.099}{0.078}$
		2年	5	$\frac{0.095 \sim 0.139}{0.112}$	2	$\frac{0.108 \sim 0.145}{0.123}$	2	$\frac{0.095 \sim 0.135}{0.112}$
			10	$\frac{0.098 \sim 0.155}{0.121}$	5	$\frac{0.092 \sim 0.140}{0.110}$	6	$\frac{0.099 \sim 0.136}{0.115}$
					9	$\frac{0.092 \sim 0.158}{0.110}$	10	$\frac{0.101 \sim 0.135}{0.118}$
46年 0.182 47年 0.395 48年 0.297	K 3	当年	5	$\frac{0.035 \sim 0.058}{0.045}$	2	$\frac{0.094 \sim 0.138}{0.107}$	2	$\frac{0.075 \sim 0.121}{0.096}$
			10	$\frac{0.079 \sim 0.123}{0.091}$	5	$\frac{0.041 \sim 0.057}{0.047}$	6	$\frac{0.038 \sim 0.045}{0.041}$
					9	$\frac{0.076 \sim 0.111}{0.091}$	10	$\frac{0.081 \sim 0.103}{0.089}$
		2年	5	$\frac{0.081 \sim 0.131}{0.108}$	2	$\frac{0.085 \sim 0.161}{0.109}$	2	$\frac{0.074 \sim 0.121}{0.097}$
			10	$\frac{0.093 \sim 0.132}{0.112}$	5	$\frac{0.088 \sim 0.138}{0.104}$	6	$\frac{0.085 \sim 0.135}{0.101}$
					9	$\frac{0.096 \sim 0.137}{0.111}$	10	$\frac{0.089 \sim 0.165}{0.114}$

PbO ₂ SO ₃ (mg)	調査地 No.	葉令 leaf age	い お う 含 量 (乾 物 %) Sulfur content (dry %)					
			月 別 Month	46 年 度 1971	月 別 Month	47 年 度 1972	月 別 Month	48 年 度 1973
46年 0.396 47年 0.419 48年 0.406	K 4	当 年	5	$\frac{0.048 \sim 0.063}{0.056}$	2	$\frac{0.070 \sim 0.131}{0.098}$	2	$\frac{0.081 \sim 0.110}{0.097}$
			10	$\frac{0.097 \sim 0.113}{0.103}$	5	$\frac{0.043 \sim 0.061}{0.049}$	6	$\frac{0.046 \sim 0.053}{0.050}$
					9	$\frac{0.091 \sim 0.127}{0.101}$	10	$\frac{0.085 \sim 0.106}{0.098}$
		2 年	5	$\frac{0.107 \sim 0.141}{0.121}$	2	$\frac{0.105 \sim 0.151}{0.124}$	2	$\frac{0.086 \sim 0.128}{0.117}$
			10	$\frac{0.108 \sim 0.154}{0.124}$	5	$\frac{0.109 \sim 0.144}{0.119}$	6	$\frac{0.109 \sim 0.134}{0.119}$
					9	$\frac{0.109 \sim 0.144}{0.127}$	10	$\frac{0.113 \sim 0.161}{0.128}$
46年 0.444 47年 0.502 48年 0.480	K 5	当 年	5	$\frac{0.048 \sim 0.069}{0.056}$	2	$\frac{0.095 \sim 0.149}{0.115}$	2	—
			10	$\frac{0.079 \sim 0.118}{0.092}$	5	$\frac{0.051 \sim 0.067}{0.055}$	6	—
					9	$\frac{0.081 \sim 0.117}{0.099}$	10	—
		2 年	5	$\frac{0.095 \sim 0.143}{0.115}$	2	$\frac{0.105 \sim 0.161}{0.129}$	2	—
			10	$\frac{0.095 \sim 0.137}{0.111}$	5	$\frac{0.105 \sim 0.163}{0.128}$	6	—
					9	$\frac{0.107 \sim 0.182}{0.140}$	10	—
46年 0.229 47年 0.276 48年 0.193	K 6	当 年	5	$\frac{0.031 \sim 0.046}{0.037}$	2	$\frac{0.060 \sim 0.102}{0.080}$	2	$\frac{0.059 \sim 0.106}{0.077}$
			10	$\frac{0.049 \sim 0.071}{0.055}$	5	$\frac{0.033 \sim 0.045}{0.039}$	6	$\frac{0.030 \sim 0.036}{0.033}$
					9	$\frac{0.069 \sim 0.106}{0.082}$	10	$\frac{0.059 \sim 0.081}{0.070}$
		2 年	5	$\frac{0.058 \sim 0.078}{0.066}$	2	$\frac{0.081 \sim 0.128}{0.098}$	2	$\frac{0.075 \sim 0.105}{0.087}$
			10	$\frac{0.059 \sim 0.083}{0.067}$	5	$\frac{0.068 \sim 0.098}{0.081}$	6	$\frac{0.076 \sim 0.120}{0.091}$
					9	$\frac{0.081 \sim 0.115}{0.094}$	10	$\frac{0.085 \sim 0.121}{0.104}$

PbO ₂ SO ₃ (mg)	調査地 No.	葉令 leaf age	い お う 含 量 (乾 物 %) Sulfur content (dry %)					
			月 別 Month	46 年 度 1971	月 別 Month	47 年 度 1972	月 別 Month	48 年 度 1973
46年 0.418 47年 0.473 48年 0.391	K 7	当 年	5	$\frac{0.047 \sim 0.057}{0.052}$	2	$\frac{0.095 \sim 0.126}{0.110}$	2	$\frac{0.096 \sim 0.115}{0.106}$
			10	$\frac{0.064 \sim 0.083}{0.070}$	5	$\frac{0.046 \sim 0.059}{0.051}$	6	$\frac{0.041 \sim 0.051}{0.044}$
					9	$\frac{0.085 \sim 0.123}{0.103}$	10	$\frac{0.076 \sim 0.113}{0.093}$
		2 年	5	$\frac{0.094 \sim 0.125}{0.105}$	2	$\frac{0.095 \sim 0.153}{0.129}$	2	$\frac{0.097 \sim 0.126}{0.110}$
			10	$\frac{0.095 \sim 0.129}{0.111}$	5	$\frac{0.098 \sim 0.128}{0.101}$	6	$\frac{0.095 \sim 0.125}{0.113}$
					9	$\frac{0.109 \sim 0.158}{0.125}$	10	$\frac{0.099 \sim 0.143}{0.124}$
46年 0.137 47年 0.191 48年 0.155	K 8	当 年	5	$\frac{0.031 \sim 0.043}{0.036}$	2	$\frac{0.046 \sim 0.075}{0.060}$	2	$\frac{0.048 \sim 0.080}{0.062}$
			10	$\frac{0.051 \sim 0.068}{0.059}$	5	$\frac{0.029 \sim 0.044}{0.036}$	6	$\frac{0.026 \sim 0.035}{0.031}$
					9	$\frac{0.051 \sim 0.076}{0.062}$	10	$\frac{0.046 \sim 0.060}{0.052}$
		2 年	5	$\frac{0.056 \sim 0.083}{0.067}$	2	$\frac{0.060 \sim 0.100}{0.076}$	2	$\frac{0.058 \sim 0.075}{0.064}$
			10	$\frac{0.064 \sim 0.080}{0.069}$	5	$\frac{0.062 \sim 0.081}{0.072}$	6	$\frac{0.061 \sim 0.078}{0.067}$
					9	$\frac{0.070 \sim 0.092}{0.077}$	10	$\frac{0.063 \sim 0.081}{0.070}$
46年 0.134 47年 0.194 48年 0.146	K 9	当 年	5	$\frac{0.034 \sim 0.050}{0.038}$	2	$\frac{0.048 \sim 0.071}{0.058}$	2	$\frac{0.047 \sim 0.070}{0.059}$
			10	$\frac{0.043 \sim 0.068}{0.055}$	5	$\frac{0.030 \sim 0.045}{0.037}$	6	$\frac{0.028 \sim 0.035}{0.031}$
					9	$\frac{0.046 \sim 0.074}{0.056}$	10	$\frac{0.045 \sim 0.061}{0.052}$
		2 年	5	$\frac{0.060 \sim 0.081}{0.069}$	2	$\frac{0.055 \sim 0.089}{0.083}$	2	$\frac{0.058 \sim 0.078}{0.066}$
			10	$\frac{0.068 \sim 0.078}{0.071}$	5	$\frac{0.058 \sim 0.079}{0.070}$	6	$\frac{0.060 \sim 0.079}{0.068}$
					9	$\frac{0.060 \sim 0.087}{0.073}$	10	$\frac{0.063 \sim 0.080}{0.071}$

PbO ₂ SO ₃ (mg)	調査地 No.	葉令 leaf age	い お う 含 量 (乾 物 %) Sulfur content (dry %)					
			月 別 Month	46 年 度 1971	月 別 Month	47 年 度 1972	月 別 Month	48 年 度 1973
46年 0.146	K	当 年	5	$\frac{0.027 \sim 0.046}{0.033}$	2	$\frac{0.046 \sim 0.067}{0.054}$	2	$\frac{0.041 \sim 0.061}{0.050}$
			10	$\frac{0.048 \sim 0.073}{0.057}$	5	$\frac{0.028 \sim 0.040}{0.034}$	6	$\frac{0.025 \sim 0.031}{0.028}$
					9	$\frac{0.038 \sim 0.067}{0.052}$	10	$\frac{0.039 \sim 0.049}{0.043}$
47年 0.190		2 年	5	$\frac{0.048 \sim 0.073}{0.056}$	2	$\frac{0.046 \sim 0.078}{0.061}$	2	$\frac{0.055 \sim 0.071}{0.061}$
			10	$\frac{0.051 \sim 0.083}{0.061}$	5	$\frac{0.048 \sim 0.073}{0.057}$	6	$\frac{0.056 \sim 0.076}{0.065}$
					9	$\frac{0.048 \sim 0.078}{0.062}$	10	$\frac{0.060 \sim 0.080}{0.069}$
48年 0.130								

表—15 葉中のいおう含量

Table—15 Sulfur content in leaf

Pb ₂ SO ₃ (mg)	調査地 No.	葉令 leaf age	い お う 含 量 (乾 物 %) Sulfur content (dry %)					
			月 別 Month	46 年 度 1971	月 別 Month	47 年 度 1972	月 別 Month	48 年 度 1973
46年 0.141	O	当 年	5	$\frac{0.040 \sim 0.058}{0.048}$	2	$\frac{0.072 \sim 0.121}{0.100}$	2	$\frac{0.065 \sim 0.105}{0.080}$
			10	$\frac{0.070 \sim 0.128}{0.092}$	5	$\frac{0.051 \sim 0.066}{0.056}$	6	$\frac{0.042 \sim 0.060}{0.049}$
47年 0.237					10	$\frac{0.075 \sim 0.142}{0.094}$		
48年 0.220	1	2 年	5	$\frac{0.098 \sim 0.146}{0.116}$	2	$\frac{0.105 \sim 0.139}{0.120}$	2	$\frac{0.081 \sim 0.127}{0.105}$
			10	$\frac{0.101 \sim 0.135}{0.113}$	5	$\frac{0.079 \sim 0.169}{0.111}$	6	$\frac{0.080 \sim 0.128}{0.105}$
					10	$\frac{0.101 \sim 0.145}{0.121}$		

Pb ₂ SO ₃ (mg)	調査地 No.	葉令 leaf age	い お う 含 量 (乾 物 %) Sulfur content (dry %)					
			月 別 Month	46 年 度 1971	月 別 Month	47 年 度 1972	月 別 Month	48 年 度 1973
46年 0.141 47年 0.237 48年 0.220	O 2	当 年	5	$\frac{0.040 \sim 0.069}{0.052}$	2	$\frac{0.072 \sim 0.143}{0.103}$	2	$\frac{0.070 \sim 0.101}{0.084}$
			10	$\frac{0.078 \sim 0.143}{0.102}$	5	$\frac{0.052 \sim 0.071}{0.059}$	6	$\frac{0.049 \sim 0.060}{0.054}$
					10	$\frac{0.073 \sim 0.138}{0.099}$		
		2 年	5	$\frac{0.095 \sim 0.153}{0.119}$	2	$\frac{0.098 \sim 0.163}{0.124}$	2	$\frac{0.081 \sim 0.130}{0.105}$
			10	$\frac{0.098 \sim 0.148}{0.120}$	5	$\frac{0.103 \sim 0.160}{0.129}$	6	$\frac{0.085 \sim 0.136}{0.107}$
					10	$\frac{0.095 \sim 0.160}{0.126}$		
46年 0.131 47年 0.208 48年 0.164	O 3	当 年	5	$\frac{0.036 \sim 0.048}{0.040}$	2	$\frac{0.072 \sim 0.113}{0.088}$	2	$\frac{0.064 \sim 0.098}{0.080}$
			10	$\frac{0.075 \sim 0.120}{0.089}$	5	$\frac{0.035 \sim 0.045}{0.040}$	6	$\frac{0.039 \sim 0.045}{0.040}$
					10	$\frac{0.070 \sim 0.103}{0.083}$		
		2 年	5	$\frac{0.076 \sim 0.153}{0.118}$	2	$\frac{0.095 \sim 0.128}{0.107}$	2	$\frac{0.072 \sim 0.107}{0.088}$
			10	$\frac{0.085 \sim 0.130}{0.102}$	5	$\frac{0.103 \sim 0.161}{0.121}$	6	$\frac{0.069 \sim 0.109}{0.089}$
					10	$\frac{0.103 \sim 0.127}{0.117}$		
46年 0.195 47年 0.201 48年 0.196	O 4	当 年	5	$\frac{0.036 \sim 0.050}{0.043}$	2	$\frac{0.071 \sim 0.120}{0.088}$	2	$\frac{0.071 \sim 0.100}{0.087}$
			10	$\frac{0.081 \sim 0.109}{0.090}$	5	$\frac{0.034 \sim 0.041}{0.037}$	6	$\frac{0.040 \sim 0.058}{0.053}$
					10	$\frac{0.065 \sim 0.101}{0.078}$		
		2 年	5	$\frac{0.068 \sim 0.121}{0.091}$	2	$\frac{0.095 \sim 0.134}{0.113}$	2	$\frac{0.078 \sim 0.119}{0.099}$
			10	$\frac{0.078 \sim 0.131}{0.100}$	5	$\frac{0.090 \sim 0.121}{0.107}$	6	$\frac{0.081 \sim 0.123}{0.102}$
					10	$\frac{0.104 \sim 0.131}{0.114}$		

Pb ₂ SO ₃ (mg)	調査地 No.	葉令 leaf age	い お う 含 量 Sulfur content (乾物%) (dry %)					
			月 別 Month	46 年 度 1971	月 別 Month	47 年 度 1972	月 別 Month	48 年 度 1973
46年 0.114 47年 0.244 48年 0.196	O 5	当 年	5	$\frac{0.028 \sim 0.044}{0.035}$	2	$\frac{0.073 \sim 0.113}{0.089}$	2	$\frac{0.076 \sim 0.105}{0.087}$
			10	$\frac{0.065 \sim 0.125}{0.082}$	5	$\frac{0.035 \sim 0.046}{0.038}$	6	$\frac{0.050 \sim 0.062}{0.055}$
					10	$\frac{0.073 \sim 0.107}{0.089}$		
		2 年	5	$\frac{0.058 \sim 0.116}{0.082}$	2	$\frac{0.103 \sim 0.125}{0.111}$	2	$\frac{0.084 \sim 0.110}{0.098}$
			10	$\frac{0.065 \sim 0.094}{0.078}$	5	$\frac{0.101 \sim 0.125}{0.109}$	6	$\frac{0.086 \sim 0.121}{0.101}$
					10	$\frac{0.107 \sim 0.135}{0.120}$		
46年 0.116 47年 0.183 48年 0.175	O 6	当 年	5	$\frac{0.031 \sim 0.062}{0.040}$	2	$\frac{0.059 \sim 0.093}{0.075}$	2	$\frac{0.069 \sim 0.081}{0.074}$
			10	$\frac{0.061 \sim 0.092}{0.075}$	5	$\frac{0.033 \sim 0.053}{0.039}$	6	$\frac{0.040 \sim 0.048}{0.043}$
					10	$\frac{0.059 \sim 0.103}{0.074}$		
		2 年	5	$\frac{0.057 \sim 0.113}{0.073}$	2	$\frac{0.073 \sim 0.117}{0.095}$	2	$\frac{0.071 \sim 0.101}{0.085}$
			10	$\frac{0.060 \sim 0.099}{0.076}$	5	$\frac{0.076 \sim 0.110}{0.095}$	6	$\frac{0.075 \sim 0.102}{0.086}$
					10	$\frac{0.088 \sim 0.128}{0.106}$		
46年 0.076 47年 0.137 48年 0.081	O 7	当 年	5	$\frac{0.028 \sim 0.046}{0.034}$	2	$\frac{0.045 \sim 0.067}{0.053}$	2	$\frac{0.040 \sim 0.051}{0.046}$
			10	$\frac{0.040 \sim 0.071}{0.053}$	5	$\frac{0.025 \sim 0.045}{0.032}$	6	$\frac{0.026 \sim 0.030}{0.028}$
					10	$\frac{0.039 \sim 0.061}{0.050}$		
		2 年	5	$\frac{0.041 \sim 0.070}{0.051}$	2	$\frac{0.045 \sim 0.074}{0.060}$	2	$\frac{0.048 \sim 0.068}{0.056}$
			10	$\frac{0.051 \sim 0.076}{0.059}$	5	$\frac{0.033 \sim 0.070}{0.048}$	6	$\frac{0.050 \sim 0.071}{0.055}$
					10	$\frac{0.045 \sim 0.081}{0.056}$		

Pb ₂ SO ₃ (mg)	調査地 No.	葉令 leaf age	い お う 合 量 (乾 物 %) Sulfur content (dry %)					
			月 別 Month	46 年 度 1971	月 別 Month	47 年 度 1972	月 別 Month	48 年 度 1973
46年 0.105 47年 0.151 48年 0.097	O 8	当 年	5	$\frac{0.029 \sim 0.056}{0.037}$	2	$\frac{0.044 \sim 0.078}{0.060}$	2	$\frac{0.057 \sim 0.071}{0.062}$
			10	$\frac{0.042 \sim 0.070}{0.053}$	5	$\frac{0.030 \sim 0.052}{0.039}$	6	$\frac{0.030 \sim 0.038}{0.032}$
					10	$\frac{0.041 \sim 0.071}{0.051}$		
		2 年	5	$\frac{0.049 \sim 0.078}{0.056}$	2	$\frac{0.048 \sim 0.095}{0.067}$	2	$\frac{0.057 \sim 0.072}{0.063}$
			10	$\frac{0.051 \sim 0.082}{0.062}$	5	$\frac{0.051 \sim 0.081}{0.065}$	6	$\frac{0.060 \sim 0.073}{0.065}$
					10	$\frac{0.054 \sim 0.092}{0.068}$		
46年 0.097 47年 0.172 48年 0.157	O 9	当 年	5	$\frac{0.028 \sim 0.051}{0.035}$	2	$\frac{0.043 \sim 0.081}{0.056}$	2	$\frac{0.054 \sim 0.066}{0.059}$
			10	$\frac{0.041 \sim 0.073}{0.055}$	5	$\frac{0.030 \sim 0.045}{0.036}$	6	$\frac{0.028 \sim 0.034}{0.031}$
					10	$\frac{0.041 \sim 0.080}{0.054}$		
		2 年	5	$\frac{0.046 \sim 0.077}{0.060}$	2	$\frac{0.059 \sim 0.081}{0.069}$	2	$\frac{0.057 \sim 0.075}{0.064}$
			10	$\frac{0.050 \sim 0.077}{0.063}$	5	$\frac{0.055 \sim 0.081}{0.069}$	6	$\frac{0.060 \sim 0.073}{0.066}$
					10	$\frac{0.056 \sim 0.089}{0.073}$		
46年 0.125 47年 0.177 48年 0.130	O 10	当 年	5	$\frac{0.028 \sim 0.037}{0.032}$	2	$\frac{0.044 \sim 0.075}{0.056}$	2	$\frac{0.051 \sim 0.060}{0.055}$
			10	$\frac{0.046 \sim 0.073}{0.058}$	5	$\frac{0.028 \sim 0.041}{0.034}$	6	$\frac{0.025 \sim 0.031}{0.028}$
					10	$\frac{0.042 \sim 0.074}{0.054}$		
		2 年	5	$\frac{0.046 \sim 0.071}{0.057}$	2	$\frac{0.058 \sim 0.079}{0.067}$	2	$\frac{0.050 \sim 0.064}{0.057}$
			10	$\frac{0.050 \sim 0.081}{0.060}$	5	$\frac{0.060 \sim 0.075}{0.066}$	6	$\frac{0.052 \sim 0.063}{0.058}$
					10	$\frac{0.065 \sim 0.076}{0.069}$		

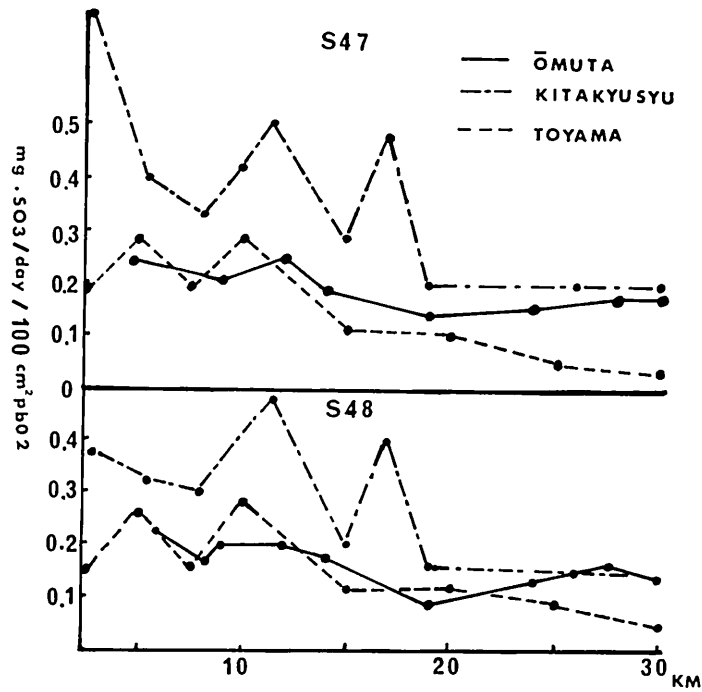


図-7 いおう酸化物による大気汚染度合の距離的变化
Fig.-7 Distance change in air pollution by Sulfur oxides

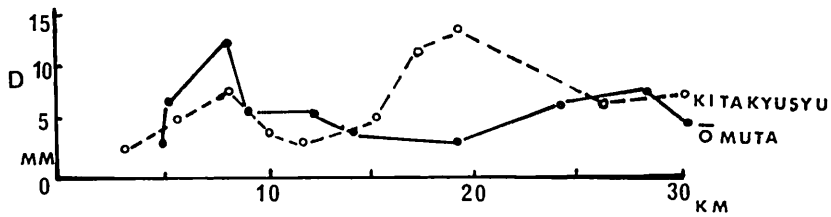


図-8 直径成長量の位置的变化
Fig.-8 Locational change in annual growth of diameter

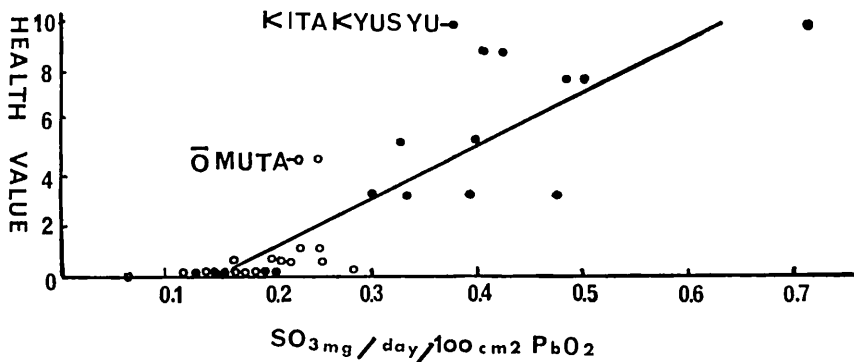
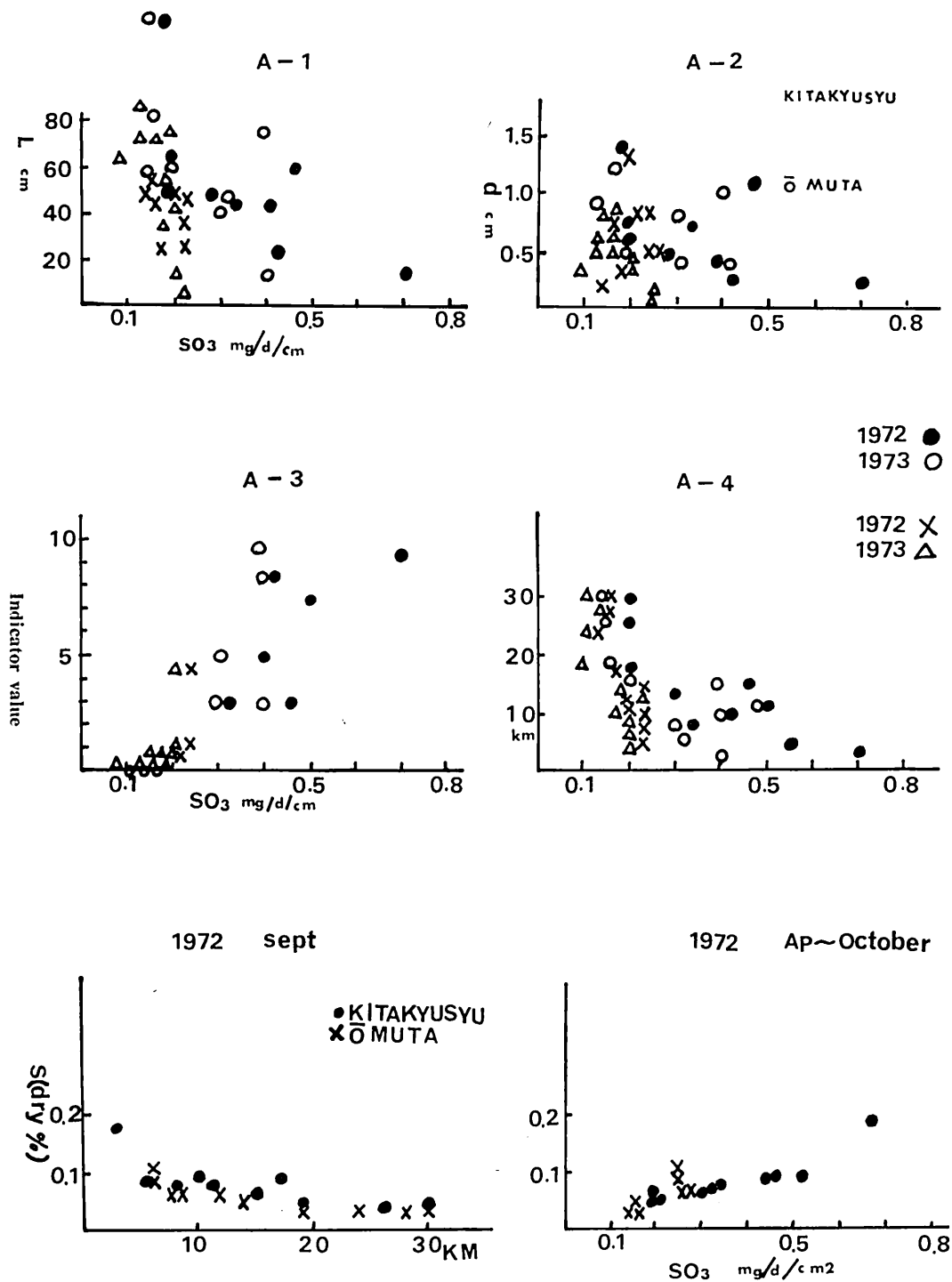


図-9 樹勢衰退指標値と汚染度の関係
Fig.-9 Relation between indicator value of tree health and pollution degree



図—10 汚染と各因子との関係
Fig.—10 Relation between pollution and each factor

示されたものと考えられ、図-7と図-5, 6を比較した場合にこのことがよく確認される。図-7には同一樹種（スギ）を取扱った富山の汚染を比較のため図示した。距離的には北九州で17km地点の平尾台までは高い汚染が観測され、その背面は低くなる。大牟田は余り高くなく、いおう酸化物濃度0.2~0.25から0.15に向って減少する。汚染源から30kmはなれた非汚染地帯と思われる附近でも0.1~0.15の濃度があり、この点富山県と比較して全体的に県下のいおう酸化物濃度が高いように思われる。

2ケ年で年別の比較をすれば同様の傾向が見られるが全体からみると47>48年の傾向がある（図-10, A-4）。

4-2 樹木の生育と汚染

各実態調査地のスギの生長と汚染の関係は本研究では直接的にはつきりした結果は認められなかった。図-10, A-1, A-2に示すように樹高、胸高生長についても他因子の影響が大きく、はつきりしない。

直径を例にとつて示したものが図-8である。生育関係については色々な因子について調査を実施したが、特にその中で影響が出易いものとして考えられたものが、表-1に示した樹勢衰退指標値である。葉量は汚染地に行けば少なく、しかも葉の寿命が短い傾向が見られ葉色も悪くなっている場合が多い。この傾向はマツについてよく目につくことであるが、スギの場合も同傾向であると思われ、枝先に葉が集中したようにして、樹冠内部に葉が少ない現象となる。

又各調査地内のスギではつきりした可視的いおう酸化物による被害斑はスギ葉に見られなかった。K-1で葉先変色が46年夏に認められたのはいおう酸化物による被害に酷似したものであつた。しかしながら、その後新しくは認められなかった。

このようなことから、各因子の組合せにより樹勢衰退指標値を適用することにして、いおう酸化物による影響の検討を行つた。図-9, 図-10, A-3は指標値と汚染度を北九州、大牟田の昭和47, 48年の分

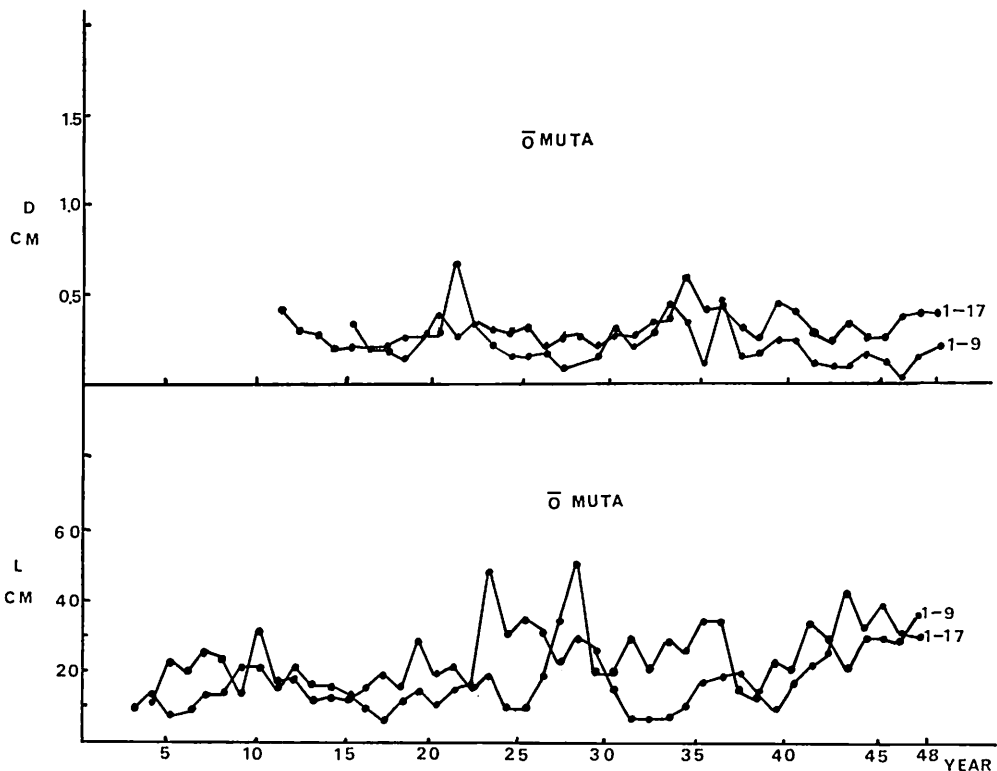


図-11 胸高直径及び樹高の連年生長

Fig.-11 Annual growth curve of diameter and height

ついて図示したものである。かなりのバラツキがあるが、全体的には正の相関関係が認められ、二酸化鉛法 SO_2 0.3~0.4 mg 以上では衰退現象が認められ、0.2 以上で影響しはじめるように思われる。段林等¹⁾ はマツの場合 PbO_2 値 0.3 が汚染の影響しはじめる限界としているが、スギはむしろ被害限界点 0.4 附近となると考えられ、竹原等¹³⁾ もスギの場合 PbO_2 値 0.4 の地点を被害限界点と報告している。この限界点の差は、スギとマツのいおう酸化物に対する強弱に起因するものと考えられるが、はつきりするためには今後の研究が必要であろう。

生育期間を長期的に見る必要があり、長年月の生長を見ることは汚染資料不足から検討出来ないが、大牟田の No. 1 の 48 年生のスギの標準木を常法により樹幹析解し、直径樹高の連年生長を図示したものが図-11 である。この例より、云々することは出来ないとしても、ある時期に生長が悪くなったり、良くなつ

たりしており、汚染資料がなく検討されないが、戦争中等は生長が悪いような気もする。その時代の経済活動と汚染等考えられるが、各年輪別にある種の物質を対象に分析することにより、或程度の関係も分るかもしれない⁹⁾。又 X 線による比重測定法も開発されており利用出来ると云われている¹⁰⁾。

4-3 葉中いおう含量と汚染

植物が大気汚染を受けている度合を知る決め手となる 1 方法に植物体分析がある。

大気汚染の場合は主として葉分析が行なわれいおう酸化物の場合はいおう分析フッ化水素の場合はフッ素分析を行う。同化作用の際にこれらのガスを吸収し、葉中に蓄積するもので、ガスの種類によつてその蓄積の状況も変つてくる。また葉(試料)のとり方によつてその含量に変化があるのは当然である。樹木の葉は落葉樹のように 1 年生(正確には 6 ヶ月余)のものから常緑樹のように 2~4 年生の葉をつけているものも

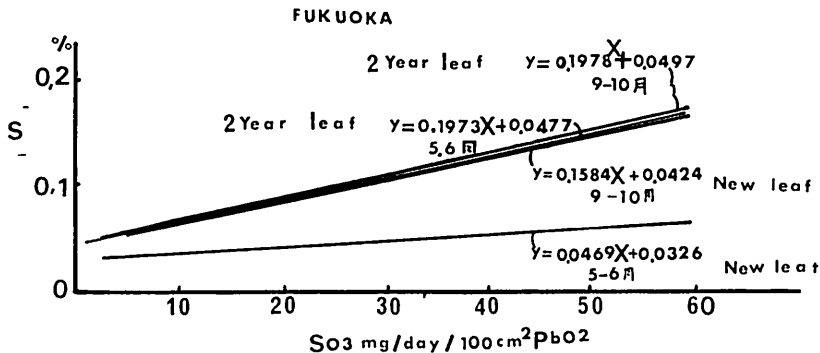


図-12 スギの葉中のいおう含量と大気汚染度の関係
Fig.-12 Relation between Sulfur content in leaf (*Cryptomeria japonica*) and air pollution

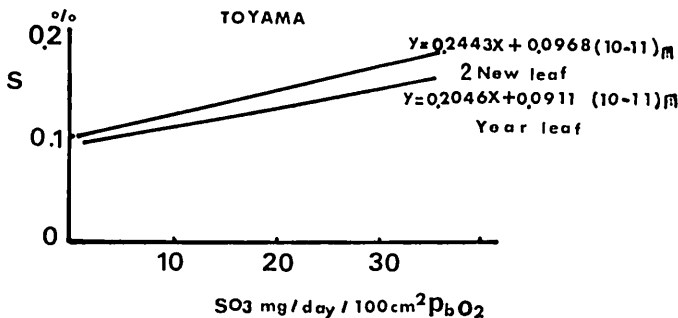


図-13 スギ葉中のいおう含量と大気汚染度の関係
Fig.-13 Relation between Sulfur content in leaf (*Cryptomeria japonica*) and air pollution

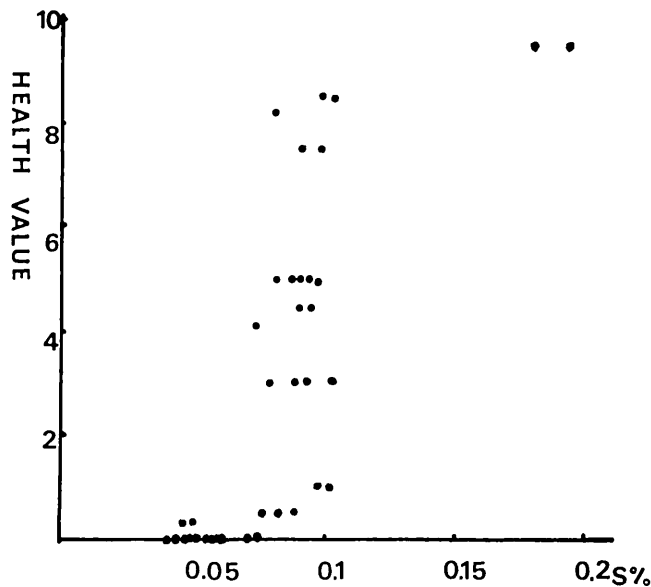


図-14 樹勢衰退指標値といおう含量との関係
Fig.-14 Relation between indicator value of tree health and Sulfur content

ある。従つて葉令、採取時期、位置等によつて含有量が変わる。しかしながら、フッ素の様に被害局所に集積するといった現象はいおうの場合はないように思われる。

葉中いおう含量は表-14, 15 に示した通りである。大気汚染との関係を図-13に示し、富山県の例を図-14 に示した。図-13 で北九州、大牟田の当年葉、2年葉について有意の相関が認められ、次の回帰式で表すことが出来た。

当年葉（5～6月）

$$Y = 0.0469x + 0.0326 \quad r = 0.5600***$$

“（9～10月）

$$Y = 0.1584x + 0.0424 \quad r = 0.77754***$$

2年葉（5～6月）

$$Y = 0.1973x + 0.0477 \quad r = 0.8193***$$

“（9～10月）

$$Y = 0.1978x + 0.0497 \quad r = 0.8430***$$

PbO₂ 値 (Y) の増加にともなう葉中のいおう含量 (x) をみると5～6月の当年葉のいおう含量の増加割合は少ないが、9～10月にかけて多くなっている。即ち5～6月から9～10月にかけて増加すると考えられ

る。又2年葉はいおう含量の増減はあつても少なく、PbO₂ 値の変化にともなう葉中いおう含量はほぼ同様な傾向が認められた。

4-4 衰退状況といおう含量

先に衰退状況を表-12, 13 に示し、汚染源からの距離と衰退指標値の関係は、汚染源に近い程大きな値を示しており、大気汚染と或程度の関連をもつて進んでいることを示した。

これは図-9 から一応の相関が認められる。衰退指標値といおう含量の関係を図-14 で示した。この図は昭和47, 48年の指標値合計と当年葉9～10月のいおう含量を対比したものである。低含量(0.05%)附近では健全なスギの生育が見られ、0.1%程度では健全なものから衰退の進んでいるものまで変化に富んでいる。0.2%になると資料は少ないが衰退が進んでいることを示している。尚この関係は多数例によって今後明確にする必要があると考えられる。

5. 摘 要

大気汚染とスギ林分との関係を北九州、大牟田地域において3ケ年にわたり調査し、ほぼ次のような結果が得られた。

(1) 大気汚染関係

山地のいおう酸化物濃度は汚染源からはなれる程減少するが、汚染源側と反対側ではかなり、濃度差がある。汚染源から障害物の少ない直接の山の汚染源側は意外に高い濃度が観測される(平尾台)汚染源と殆んど無関係の地域でも PbO_2 0.1~0.15 の濃度が観測される。

(2) スギ生長関係

大気汚染とスギ生長の直接的関係は他因子の影響があつて、認められなかつた。又可視的被害も殆んど認められなかつた。これに代るものとして衰退指標値で検付した結果、 PbO_2 値 0.3~0.4 でスギ衰退が現れはじめ、0.4 を被害限界濃度と見てよいと思われる。

(3) いおう含量関係

スギ葉中いおう含量は 0.027~0.271 % の範囲となり、汚染地程多く含まれている。その関係回帰式は次の通りである。 Y : いおう含量 x : いおう酸化物濃度 (PbO_2 値)

当年葉 (5~6月)

$$Y = 0.0469x + 0.0326 \quad r = 0.5600^{***}$$

〃 (9~10月)

$$Y = 0.1584x + 0.0424 \quad r = 0.7754^{***}$$

2年葉 (5~6月)

$$Y = 0.1973x + 0.0477 \quad r = 0.8193^{***}$$

〃 (9~10月)

$$Y = 0.1978x + 0.0497 \quad r = 0.8430^{***}$$

当年葉 5~6月から9~10月の間にいおう含量が

増加し、2年葉はそれほど多くなならない。いおう含量 0.2% 以上ではスギの衰退が認められ、0.1% では健全に近いものから衰退しはじめているものまで存在した。

文 献

- 1) 段林弘一・田中義則：大気汚染の樹木に及ぼす影響とその対策 (VI)。兵庫林試報告。No. 17, 1975.
- 2) 福岡県：環境白書 (昭和49年度)。1975.
- 3) 中島康博・萩原幸弘・小河誠司・川島為一郎：樹木の煙害に関する研究 I。福岡林試時報。No. 21, 1970.
- 4) 中島康博・萩原幸弘・小河誠司：樹木の煙害に関する研究 II。福岡林試時報。No. 22, 1972.
- 5) 中島康博・萩原幸弘・小河誠司・主計三平：樹木の煙害に関する研究。日林九支。No. 27, 1974.
- 6) 林野庁：昭和46年度試験研究設計書。
- 7) 林野庁：昭和47年度試験研究設計書。
- 8) 林野庁：昭和48年度試験研究設計書。
- 9) 鈴木哲：安中市 cd 汚染地のスギ年輪巾と年輪中の cd, Zn, Pb 含有率。日林試。Vol. 57, No. 2, 1975.
- 10) 埴田 宏：環境汚染と指標植物。共立出版。1975.
- 11) 大気汚染研究全国協議会第7小委員会：大気汚染植物被害写真集。日本公衆衛生協会。1973.
- 12) 寺部本次：大気汚染測定法の実際。技報堂。1969.
- 13) 竹原秀雄・他：東京都内における樹木葉中の硫黄含量と大気汚染度の関係。農松水産技術会議事務局。研究成果。64, 1973.

Summary

We have investigated the distributional pattern of air pollution on forest land surrounding to smoke sources of Kitakyushu and Omuta regions, and the relation between influence of air pollution and growth of SUGI (*Cryptomeria japonica*, Don) stands which is main planted tree in this regions. The results of investigation (1971~1973) are as follows.

(1) Distribution pattern of air pollution

Concentrations of sulfur oxides on forest land decrease correspond to distance from smoke sources, but in mountain regions its value become relatively high on front face side of slope and low on back side. Especially, on the top and neighborhood of high relief mountain rised directly against smoke sources, it was observed unexpectedly high value (Kitakyushu No. 7: Hiraodai). Even on the distant regions seemed no pollution, sulfur oxides concentrations (PbO_2 methods) were observed 0.1~0.15

(2) Growth of SUGI

The clear relations between air pollution and growth of SUGI were not observed by disturbance of other environment factors, and very little was observed about sight damage by sulfur oxides. But on the result examined by indicator value of tree health, it was recognized that decline of SUGI start at PbO_2 value 0.3~0.4. Therefore, it seems upper limit concentration of sulfur oxides to SUGI health is 0.4 in PbO_2 value.

(3) Sulfur contents in leaf

Sulfur contents in SUGI leaf ranged from 0.027 % to 0.271 % by difference of age of leaf and seasons. The regression equation between concentration of air pollution (x) and sulfur contents (Y) and coefficient of correlation are as follows;

New leaf (May~June)	$Y=0.0469x+0.0326, r=0.5600^{***}$
New leaf (Sept~Oct)	$Y=0.1584x+0.0424, r=0.7754^{***}$
Two year old leaf (May~June)	$Y=0.1973x+0.0477, r=0.8193^{***}$
Two year old leaf (Sept~Oct)	$Y=0.1978x+0.0497, r=0.8430^{***}$

Seasonal variation of sulfur contents have a tendency of increased from May to October, but this tendency is more clear in new leaf than two old age leaf.

Contents

(Article)

Yasuhiro Nakashima, Seiji Ogawa and Yukihiro Hagihara; Studies on the smoke damage of tree (3).....	1
—Effects of Airpollution on the trees—	

昭和五十一年三月二十五日 印刷
昭和五十一年三月三十日 発行

福岡県八女郡黒木町
発行所 福岡県林業試験場

福岡市南区塩原1194の1
印刷所 秀巧社印刷株式会社