

Ⅶ 報 文

秋田臨海地区における二酸化硫黄植物影響について

吉田 昇、井島辰也、杉本俊比古、片岡 実

1. はじめに

55年度は葉体の生理活性等植物生長と葉中硫黄含有量との関連性に着目し、調査対象木のうちマツについては、これまでの無作為単木抽出の考え方を改め、統計学的観点からの概略選定調査及び毎木調査による対象木の選定見直しを行い、ケヤキ及び対象地区の秋田市街地区クロマツを含む計34本の標本木について水分保持特性（P F 値）、窒素、磷、重金属成分等土壌成分のほか葉の呼吸量、クロロフィル量及び葉中硫黄含有量について調査を実施した。

この結果、P F、養分による植物生長面からの土壌の良否のほか、葉中硫黄含有量と呼吸量及びクロロフィル量との関係についてある程度の知見を得ることができた。

56年度はこれらの調査結果をふまえ調査木をクロマツのみに限定し、55年度の呼吸量、クロロフィル量及び硫黄含有量のほか、樹径生長との関連性をみるため、一つの試みとして生長ゲージによる胸高直径計測についても検討を加えたので以下その概要を説明する。

2. 調査方法

(1) 調査地点及び調査木

56年度の調査地点及び標本木数は表一1、図一1のとおりで、秋田臨海地区には55年度7調査区のうち男鹿市脇本、天王町上二田及び追分西の3調査区を、また対象地区としての秋田市街地区には飯島を除く5地点をそれぞれ選定し、各調査区の計20本の標本木について調査を実施した。

なお、表一2は秋田臨海地区の調査区における各標本木の樹高、胸高直径等の状況を表わしたものである。

表一1 調査地区及び標本木数

調 査 区 分	No.	調 査 地 点 名	標本木数
秋田臨海地区	1	男鹿市脇本	5
	2	天王町上二田	5
	3	" 追分西	5
秋田市街地区	4	秋田市將軍野	1
	5	" 中 通	1
	6	" 仁井田	1
	7	" 割 山	1
	8	" 新 屋	1

表一 2 秋田臨海 3 調査区の標本木毎木調査結果

調 査 区 名	調査区内の樹木平均		標 本 木 別 状 況					
	樹 高	胸高直径	No.	樹 高	胸 高 直 径 (東西、南北平均)	樹 形	葉 量	樹 幹 の 態
1 男鹿市脇本	1,040cm	13cm	10	1,090cm	14cm	正 常	多	
			22	1,050	13	"	"	先端曲
			23	1,060	13	やや劣	やや少	
			44	1,120	14	正 常	多	
			48	1,100	14	"	"	
2 天王町上二田	1,100	13	1	1,120	14	"	"	
			26	1,150	14	"	"	
			37	1,110	14	"	"	
			44	1,140	14	"	"	
			46	1,170	14	やや劣	"	
3 天王町追分西	1,050	14	2	1,020	16	正 常	"	
			18	1,080	14	"	"	
			29	1,110	15	"	"	
			32	1,170	15	"	"	
			42	1,130	15	やや劣	やや少	

(2) 試料採取

葉体の採取時期は秋田臨海地区については55年と同様10月に実施したが、秋田市街地区については季節変化をみるため7月及び10月の2回とした。また、試料採取は昨年度と同一標本木から行うため各標本木の葉量状況及び前年度東西南北4方位別調査結果において硫黄含有量、呼吸量等到大差がみられなかったことなどから、各標本木とも代表1方位についてそれぞれ樹木頂部から3・4段目の正常葉を採取した。

(3) 分析方法

項目別の分析方法は表一3のとおりである。

表一 3 項目別分析方法

区 分	分 析 項 目	分 析 試 料	分 析 方 法
葉 体	呼 吸 量	代 表 1 方 位	密閉呼吸法 (KOH)
	クロロフィル量 (a、b)		アセトン抽出比色法
	S 含有量 (全 S、水溶性 S)		硫酸バリウム重量法
樹 木	胸高直径拡大量	樹木胸高部 南方向の生長量	生長ゲージ

3. 調査結果及び考察

(1) 葉 体

① 呼吸量

呼吸量の分析結果は表—4のとおりである。

秋田臨海地区の葉令別呼吸量は各標本木とも1年葉が2年葉より大きく、5標本木の平均では2年葉が $0.34 \sim 0.36 \text{ mg CO}_2 / \text{生葉 } g$ と調査区間にほとんど差はみられないが、1年葉では天王町追分西が 0.36 mg で他の2調査区の 0.40 mg をやや下回っている。

55年度対比では各標本木の1、2年葉とも55年度同月調査値を下回っており、5標本木の平均で 0.15 mg 前後の差がみられる。

秋田市街地区については臨海地区と同様1年葉が2年葉より大きく、季別では7月が10月より大きい値を示している。

1、2年葉の呼吸量差はいずれの地点も7月採取葉の方が大きく、10月採取葉については5地点の平均呼吸量で1年葉 0.37 mg 、2年葉 0.32 mg と1、2年葉とも秋田臨海地区よりわずかに低い。

表—4 調査地点別葉令別呼吸量

(単位： $\text{mg CO}_2 / \text{生葉 } g$)

調査地区区分	No.	調 査 地 点 名		1 年 葉	2 年 葉
秋田臨海地区	1	男 鹿 市 脇 本		0.40 (0.51)	0.36 (0.49)
	2	天 王 町 上 二 田		0.40 (0.49)	0.35 (0.50)
	3	" 追 分 西		0.36 (0.54)	0.34 (0.43)
		平 均		0.39 (0.51)	0.35 (0.47)
秋田市街地区	4	秋 田 市 将 軍 野	7 月	0.72	0.48
			10月	0.40 (0.41)	0.34 (0.39)
	5	" 中 通	7 月	0.74	0.38
			10月	0.45 (0.41)	0.36 (0.33)
	6	" 仁 井 田	7 月	0.79	0.54
			10月	0.37 (0.41)	0.32 (0.36)
	7	" 割 山	7 月	0.76	0.76
			10月	0.43 (0.46)	0.37 (0.37)
	8	" 新 屋	7 月	0.77	0.49
			10月	0.22 (0.46)	0.21 (0.44)
		平 均	7 月	0.76	0.45
			10月	0.37 (0.43)	0.32 (0.38)

(注) 1. 秋田臨海地区は5標本木の平均値を表わす。

2. () は55年度の分析値を表わす。

② クロロフィル量

クロロフィル量の分析結果は表—5のとおりである。

秋田臨海地区のクロロフィル a、b 量は葉令別では呼吸量とは逆に各標本木とも 2 年葉が 1 年葉より大きく、3 調査区の平均で 1 年葉については a 0.61mg/生葉 g、b 0.24mg、また 2 年葉については a が 0.77mg、b 0.32mg で、地区間では呼吸量と同様天王町追分西が他の 2 調査区よりやや低目となっている。

55 年度対比では一部の標本木に多少の増減はみられるが、各調査区とも 5 標本木の平均で 1、2 年葉のクロロフィル a、b 量は 55 年度とほぼ同程度の値を示している。

秋田市街地区については葉令別では臨海地区と同様クロロフィル a、b 量とも 2 年葉が 1 年葉より大きく、季節的には秋田市南部地区（仁井田、割山、新屋）での 2 年葉の a、b 量に季別変化がみられない点を除くといずれも 10 月が 7 月より高い値となっている。

なお、10 月調査時の秋田臨海地区との比較では地区間の平均でみるかぎりでは 1、2 年葉のクロロフィル a、b 量はわずかではあるが秋田市街地区の方が高い。

表一 5 調査地点別葉令別クロロフィル量

(単位: mg/生葉 g)

調査地区区分	No.	調 査 地 点 名	1 年 葉		2 年 葉		
			クロロフィル a	クロロフィル b	クロロフィル a	クロロフィル b	
秋田臨海地区	1	男 鹿 市 脇 本	0.67(0.57)	0.26(0.26)	0.79(0.79)	0.32(0.37)	
	2	天 王 町 上 二 田	0.62(0.61)	0.25(0.28)	0.79(0.86)	0.34(0.41)	
	3	“ 追 分 西	0.55(0.54)	0.21(0.25)	0.74(0.75)	0.31(0.35)	
		平 均	0.61(0.57)	0.24(0.26)	0.77(0.80)	0.32(0.38)	
秋田市街地区	4	秋田市将軍野	7 月	0.38	0.11	0.75	0.30
			10月	0.75	0.33	1.01	0.42
	5	“ 中通	7 月	0.31	0.13	0.53	0.23
			10月	0.67	0.23	0.85	0.35
	6	“ 仁井田	7 月	0.42	0.20	0.90	0.45
			10月	0.54	0.22	0.83	0.34
	7	“ 割山	7 月	0.44	0.19	0.80	0.33
			10月	0.64	0.22	0.77	0.30
	8	“ 新屋	7 月	0.36	0.17	0.76	0.34
			10月	0.60	0.24	0.78	0.33
		平 均	7 月	0.38	0.16	0.75	0.33
	10月		0.64	0.25	0.85	0.35	

(注) 1. 秋田臨海地区は 5 標本木の平均値を表わす。

2. () 内は 55 年度の分析値を表わす。

③ 硫黄含有量

表一 6 は調査地点別、葉令別硫黄含有量を、また図一 2 はその経年推移を表わしたものである。秋田臨海地区の葉令別硫黄含有量はクロロフィル量と同様 3 調査区の各標本木とも全 S については 2 年葉が 1 年葉より、水溶性 S については 1 年葉が 2 年葉よりそれぞれ高く、

水溶性Sについては55年度と逆の傾向にある。

硫黄含有量は5標本木の平均で1年葉については全Sが0.070(追分西)～0.073%(脇本、上二田)、水溶性Sが0.044(脇本)～0.053%(追分西)、2年葉については全Sが0.091(上二田)～0.104(追分西)、水溶性Sが0.033(脇本)～0.048(追分西)で脇本の水溶性Sのやや低目の傾向を除くと調査区間の含有レベルはほぼ同程度で、54年からの10月同期の経年変化では3調査区とも55年度やや高目の傾向にある。

一方、秋田市街地区の葉令別硫黄含有量は10月調査時の水溶性Sを除くといずれも2年葉が1年葉より高く、季別変化では地点及び葉令によりその傾向に多少の差はみられるが、地点間平均で、1年葉については10月が、2年葉は7月がそれぞれ高くなっている。

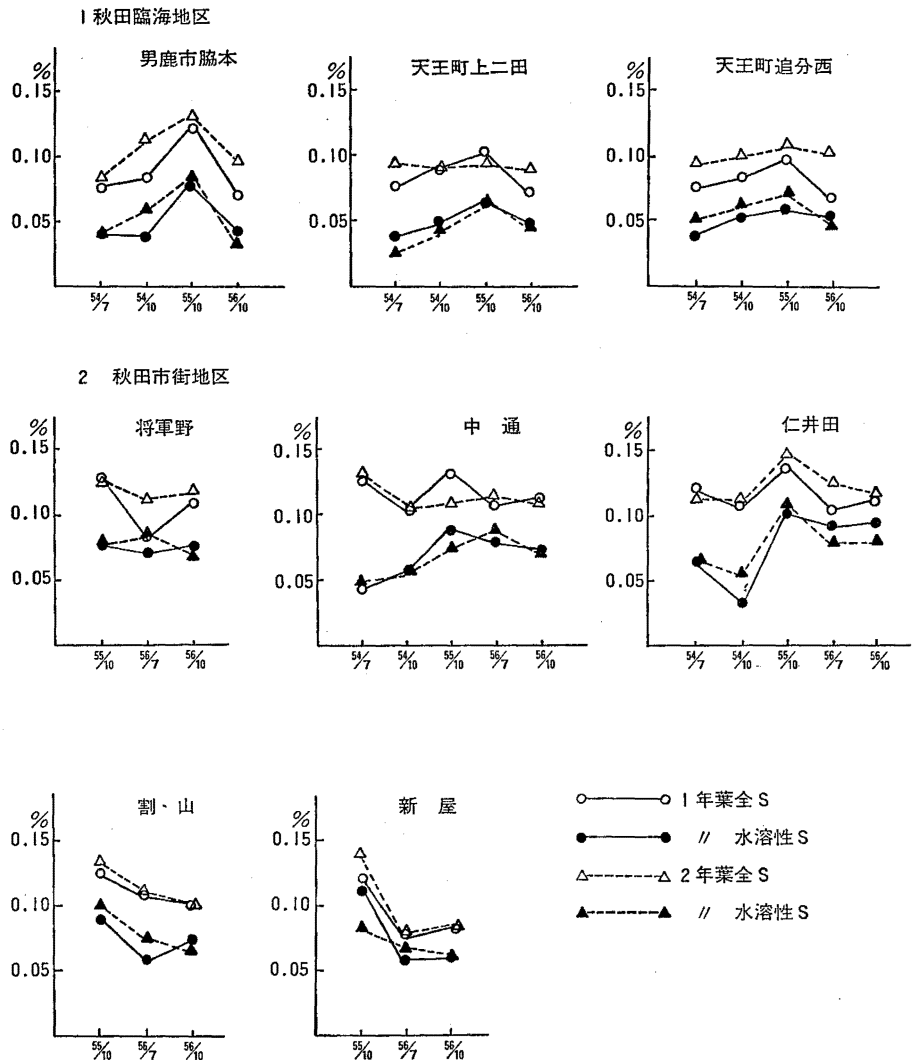
また、10月調査時の地区間の比較では秋田市南部地区の割山、新屋の全Sを除くといずれも秋田市街地区が秋田臨海地区より高い含有レベルとなっている。

表一6 調査地点別葉令別硫黄含有量

(単位:乾重量%)

調査地区区分	No.	調 査 地 点 名	1 年 葉		2 年 葉		
			全 S	水溶性 S	全 S	水溶性 S	
秋田臨海地区	1	男 鹿 市 脇 本	0.073	0.044(61)	0.097	0.033(34)	
	2	天 王 町 上 二 田	0.073	0.050(69)	0.091	0.046(50)	
	3	" 追 分 西	0.070	0.053(76)	0.104	0.048(46)	
		平 均	0.072	0.049(68)	0.097	0.042(43)	
秋田市街地区	4	秋田市将軍野	7 月	0.084	0.071(85)	0.113	0.085(75)
			10月	0.110	0.076(69)	0.119	0.070(59)
	5	" 中通	7 月	0.109	0.077(71)	0.113	0.088(78)
			10月	0.113	0.073(65)	0.110	0.071(65)
	6	" 仁井田	7 月	0.107	0.095(88)	0.129	0.082(64)
			10月	0.115	0.100(87)	0.116	0.084(72)
	7	" 割山	7 月	0.107	0.059(55)	0.112	0.075(67)
			10月	0.101	0.074(74)	0.101	0.065(65)
	8	" 新屋	7 月	0.070	0.058(82)	0.079	0.070(89)
			10月	0.083	0.059(71)	0.082	0.061(74)
		平 均	7 月	0.095	0.072(76)	0.109	0.080(73)
	10月		0.104	0.076(73)	0.106	0.070(66)	

(注) 水溶性S欄の()は全Sに対する割合を表わす。



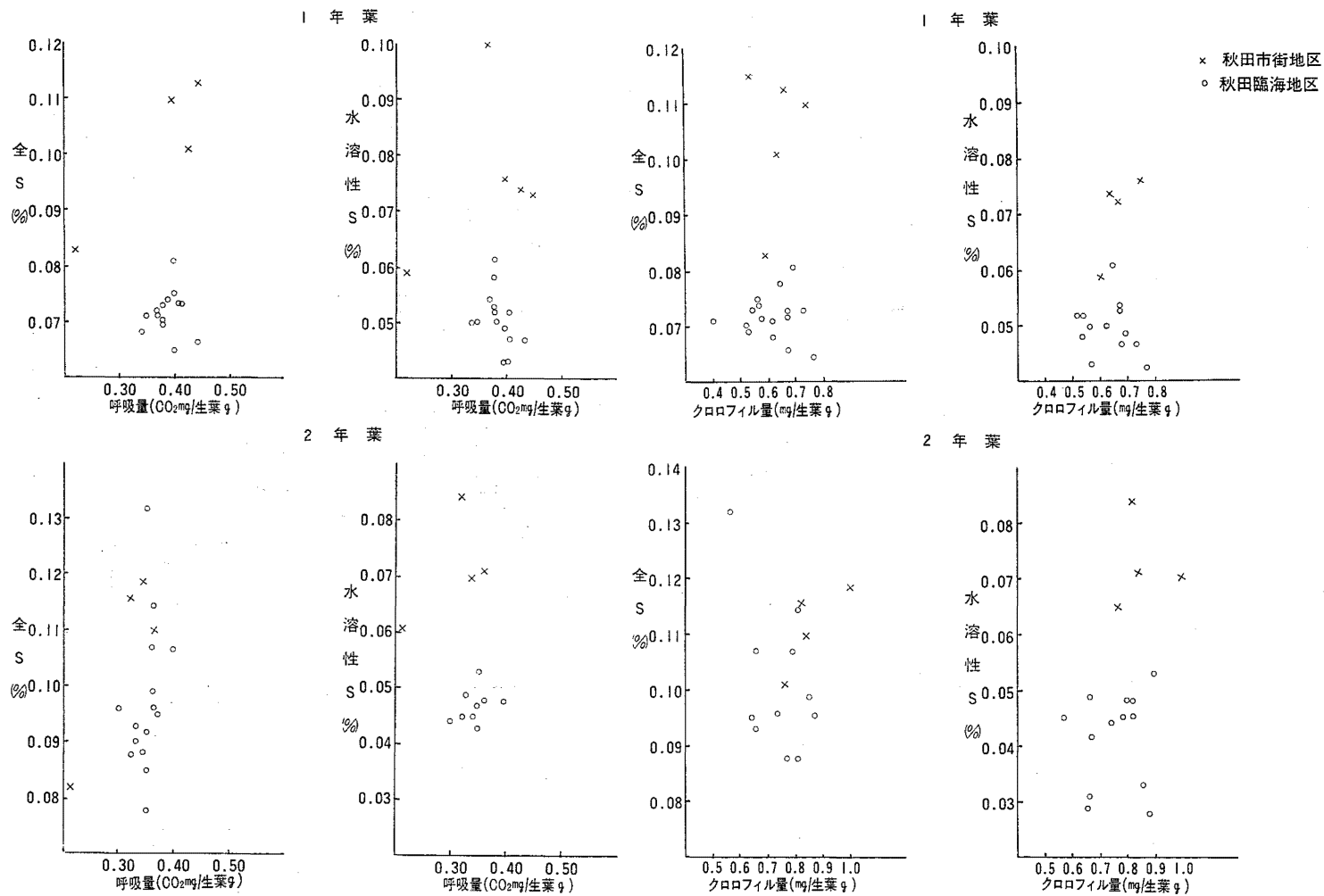
図一2 調査地点別葉中硫黄含有量の推移

④ 葉中硫黄含有量と生理活性

植物の SO_2 吸収は気象・土壌条件のほか植物種、植物の生理条件等により大きく支配され、特に大気中からの葉の SO_2 吸収は気温、光照度など光合成を支配する要因の影響を受けやすい気孔開度反応に関連性をもつことが知られている。

このため55年度から樹木の生理活性として葉の呼吸量及びクロロフィル量 (a、b) に着目し、これらと葉中硫黄含有量との関連性について調査をすすめた結果、1年葉については両者の間に正の相関性が認められた。

図一3は今年度10月調査分について葉令別に呼吸量及びクロロフィルa量と葉中硫黄含有量との関係をしめたもので、秋田臨海地区については1、2の特異標本木を除くと1、2



図— 3

(1) 葉令別葉中硫黄含有量と呼吸量の関係 (10月)

(2) 葉令別中硫黄含有量とクロロフィル(a)量の関係 (10月)

年葉の呼吸量と葉中全硫黄含有量との間に有意な相関性が認められるがその他については55年度のような相関性はなく、これらの関係をさらに明確にするには、これら一連の調査とあわせSO₂低濃度地域に対応した別の観点からの調査検討が必要と考えられる。

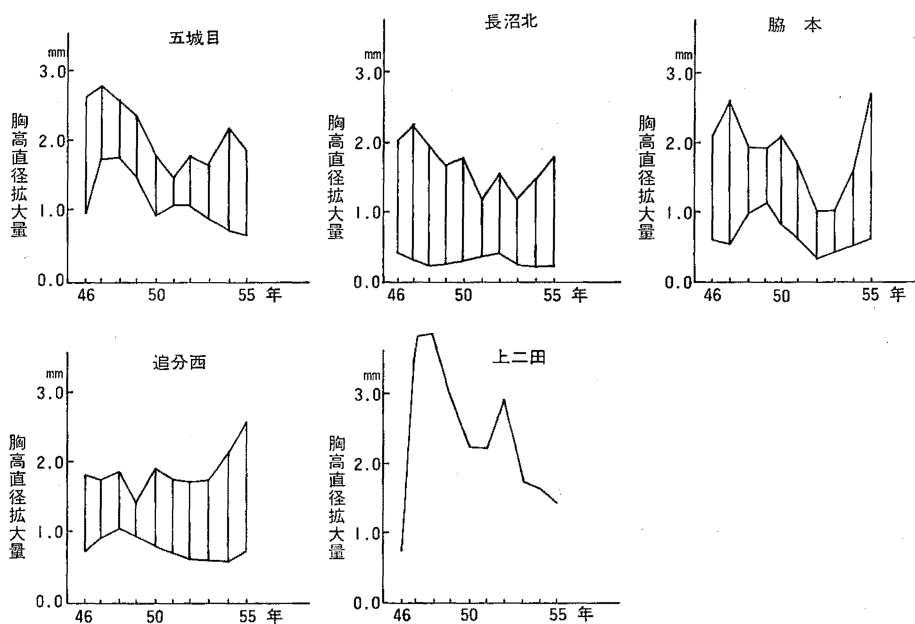
(2) 樹木の胸高直径拡大量

一般に生長樹木の樹勢は毎年形成される年輪幅の増減につながるとされており、特に大気汚染との関連性については関東地区での一部調査で大気中のSO₂濃度(PbO₂法)と年輪内最大密度値との間に高度な負の相関が認められ、大気中のSO₂濃度の増加が樹木の年輪構造に与える影響が極めて大きいことを示唆している。

秋田臨海地区については他の調査機関が実施したものであるが、55年度内陸部のアカマツ2調査区を含む計5調査区について標本木の経歴調査を実施し、胸高直径拡大量と各種環境条件との相関性について検討を加えた。

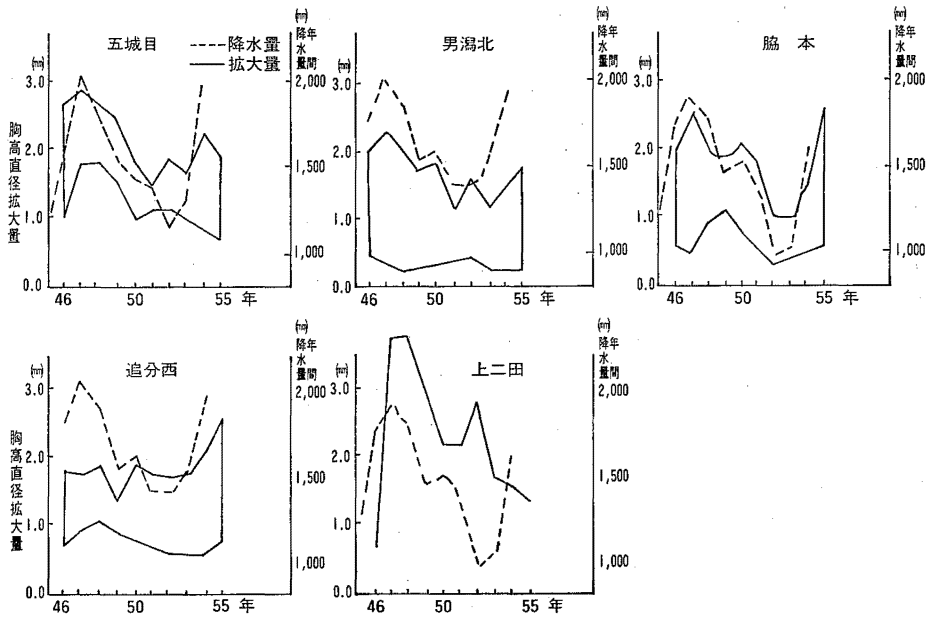
調査は各地区の5標本木(但し上二田は1標本木のみ)から成長錐により東西南北4方位の年輪コアを採取し、これらの過去10年間の各年の年輪幅を求め、降水量、気温等環境条件資料との関連性について調べたものである。

図一4は調査区別の胸高直径拡大量の経年変化を表わしたもので、各調査区とも標本木により直径拡大量にある程度の幅(平均的には1mm/年)がみられるが、経年的な特徴としては昭和50年前後に各地区とも比較的低い拡大量となっていることがあげられる。

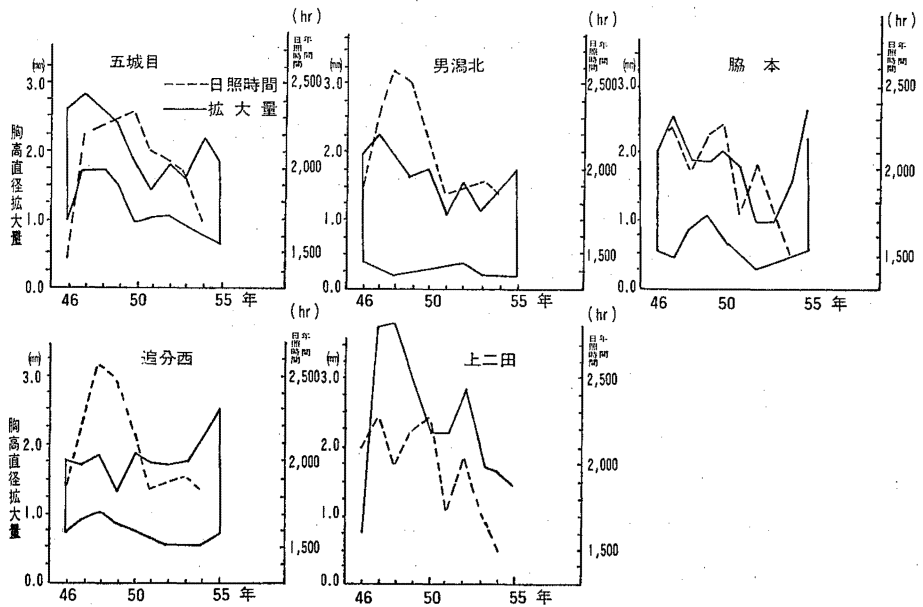


図一4 胸高直径拡大量経年変化

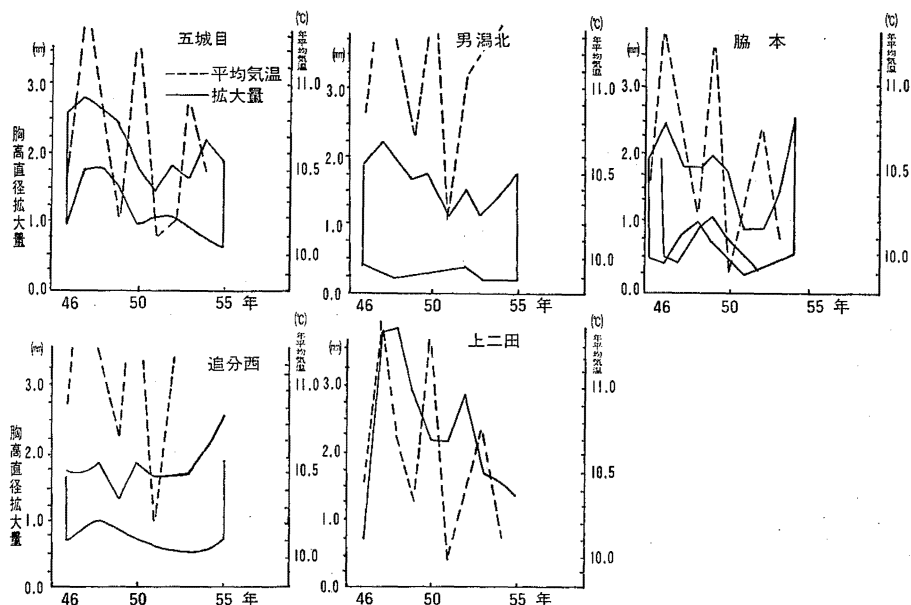
また、図一5～7は胸高直径拡大量と降水量、日照時間、年平均気温との関係をしめしたものであるが、降水量と日照時間については拡大量との間に類似性がみられ、これらが樹木成長



図一5 胸高直径拡大量と降水量との関係



図一6 胸高直径拡大量と日照時間との関係



図一七 胸高直径拡大量と年平均気温との関係

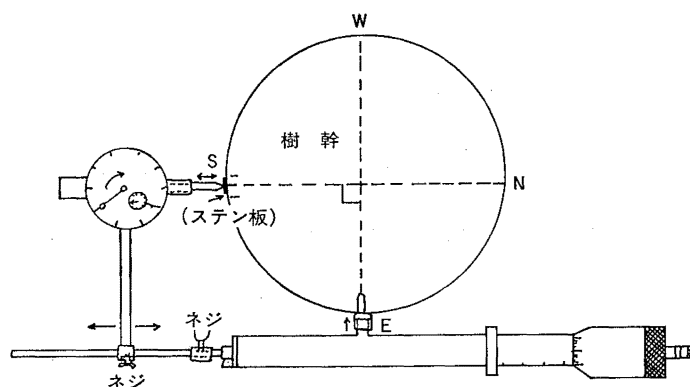
に係る一因子であることを裏づけしている。なお、大気中の硫黄酸化物濃度との関連性については調査区周辺での測定データがないこともあり結論づけはできないが、他の PbO_2 法測定データからみる限りでは相関性を見出すことはできない。

以上のように55年度の年輪コア採取による経歴調査の実施により樹木生長とこれに係る2、3の環境因子との関連性について把握することができた。

そこで、56年度は現地で各標本木の生長量（胸高直径）を随時読みとることのできる生長ゲージを試作し、これらと各種環境条件との関連性を把握することとしたが、結果的には試作品完成の遅れによる樹木の生長時期に対するずれこれこみのほか、試作生長ゲージそのものの構造点から1 mm以下のごくわずかの拡大量を一つの生長ゲージを使用し短期間（1週間間隔とした）の定期測定で高精度に計ることができないなどいくつかの問題がかさなり、信頼しうるデータを得ることができなかった。

生長ゲージの試作作業は年度の経歴調査実施研究所が中心となり行ったもので、生長ゲージの構造とこれによる樹木の直径拡大計測方法は図一八のとおりである。

生長ゲージについては他の計測方法も含め今後その構造等についてさらに検討を行う必要があるが、機器を使用した現況の直径拡大量の定期的計測は気温、日射量、汚染物質濃度等外的環境因子のほか樹木自体についても他の生長因子などを併行計測することにより新たな事実を見出す可能性は十分あるものと考えられる。



図一八 生長ゲージによる胸高直径拡大計測図

4. ま と め

- (1) 呼吸量については昨年と同様秋田臨海地区が秋田市街地区より大きい傾向にあり、葉令別では各標本木とも1年葉が2年葉より大きく、前年度の10月対比ではやや低目となっている。

また、秋田市街地区の季別変化では各標本木の1、2年葉とも7月が10月より大きく、両月間の差は1年葉が2年葉の約3倍となっている。

- (2) クロロフィル(a、b)量は呼吸量とは逆に秋田市街地区が秋田臨海地区よりわずかではあるが高い傾向にあり、葉令別でも2年葉が1年葉より高くなっている。

また、秋田市街地区については一部の標本木を除くといずれも10月が7月より高くなっている。

- (3) 硫黄含有量はクロロフィル量と同様、一部の標本木を除き秋田市街地区の方が高く、葉令別では全硫黄については2年葉が1年葉より高くなっている。

秋田市街地区の季別変化では地点及び葉令により傾向が一定しておらず、また、秋田臨海地区の経年変化では55年度がやや高目の傾向にある。

- (4) 葉の生理活性としての呼吸量、クロロフィル量と葉中の硫黄含有量との関連性については秋田臨海地区の一部標本木の呼吸量と硫黄含有量間に有意な相間性が認められるが、これらの関係を更に明確にするには SO_2 低濃度地域に対応した別の観点からの調査検討が必要であると考えられる。

- (5) 成長錐による採取年輪コアの胸高直径拡大計測については降水量と日照時間との間に類似性があり、これらが樹木生長に係る一因であることを裏づけているが、硫黄含有量との間には相関性がみとめられない。

なお、初めての試みである生長ゲージによる胸高直径拡大計測についてはその構造等の面から今回は信頼しうるデータを得ることができなかったが、今後外的環境因子及び樹木の他の生長因子計測などを併行することにより、これらの関係をさらに明確にすることができると考えられる。

参 考 文 献

1. 農林水産技術会議事務局（1977）：農林水産生態系における汚染物質の循環と指標生物に関する研究
2. 農林水産技術情報協会（1977）：大気汚染物質による農作物被害に関する研究
3. 秋田県開発局（1980）：昭和55年度秋田湾地区二酸化硫黄植物影響調査