

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て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

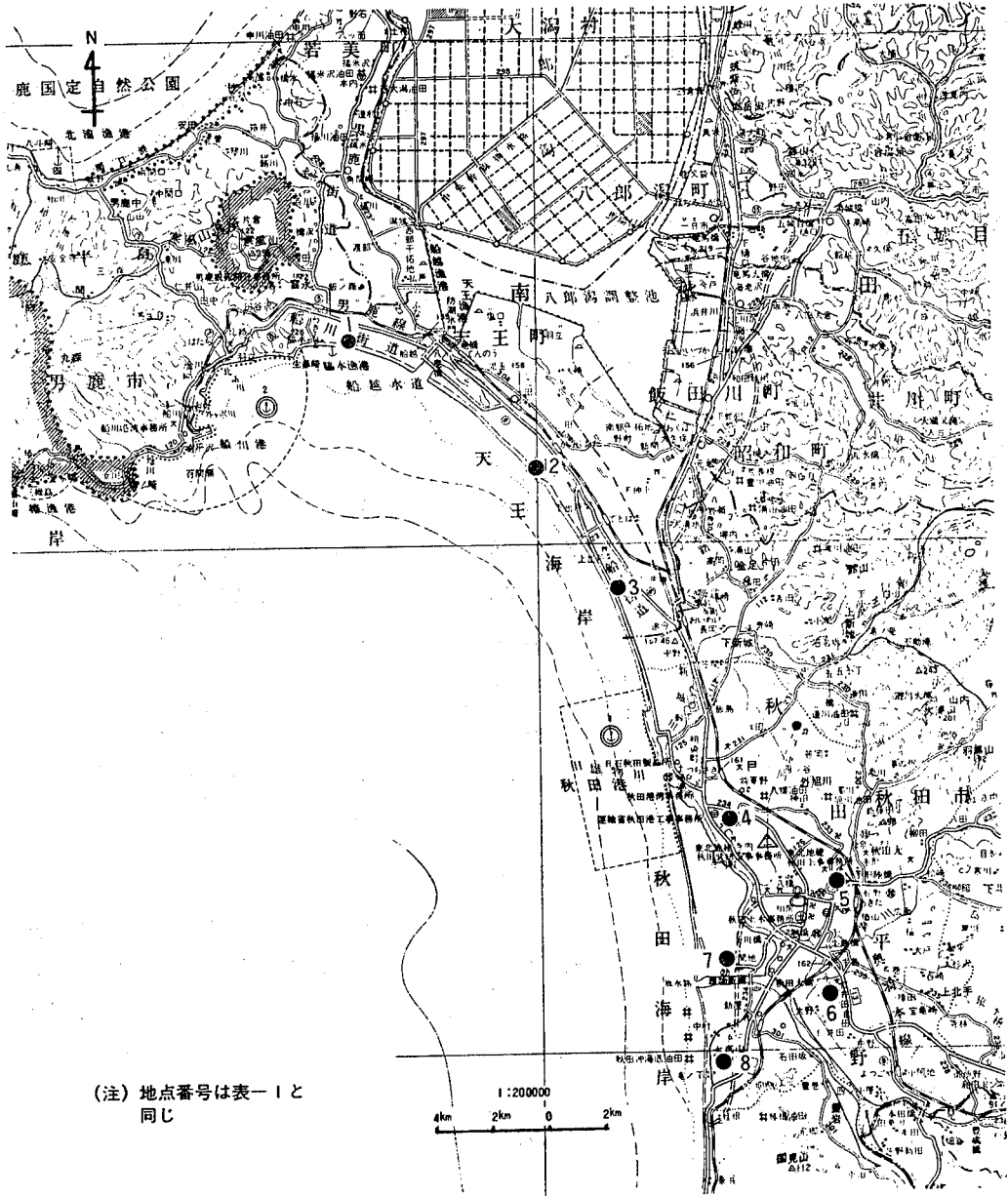
(1) 調査地点及び調査木

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



図一1 調査地点

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 状態
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、呼吸量等に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0.34~0.36mgCO₂/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0.36mgで他の2調査区の0.40mg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0.15mg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0.37mg、2年葉0.32mg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: mgCO₂/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 0.61 mg/生葉 g、b 0.24 mg、また 2 年葉については a が 0.77 mg、b 0.32 mg 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—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—6 は調査地点別、葉令別硫黄含有量を、また図—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。

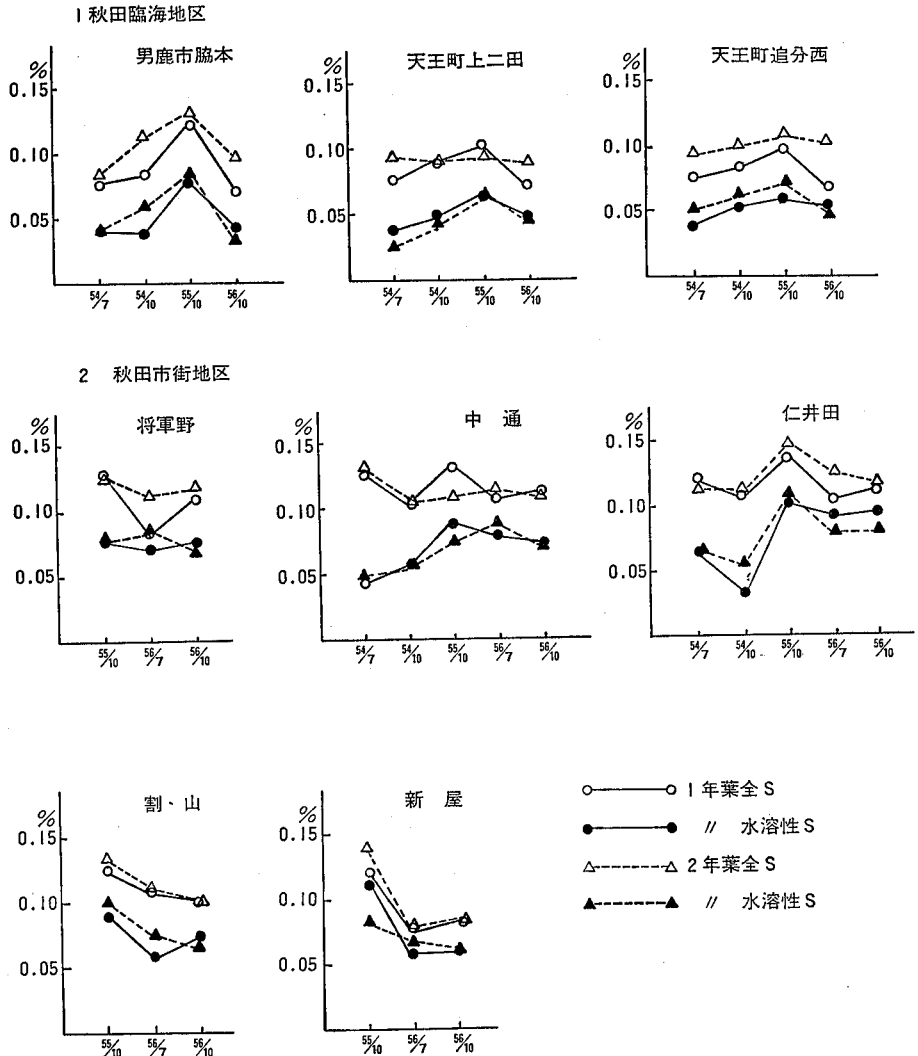
また、10月調査時の地区間の比較では秋田市南部地区の割山、新屋の全Sを除くといずれも秋田市街地区が秋田臨海地区より高い含有レベルとなっている。

表一六 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	秋田市將軍野	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。



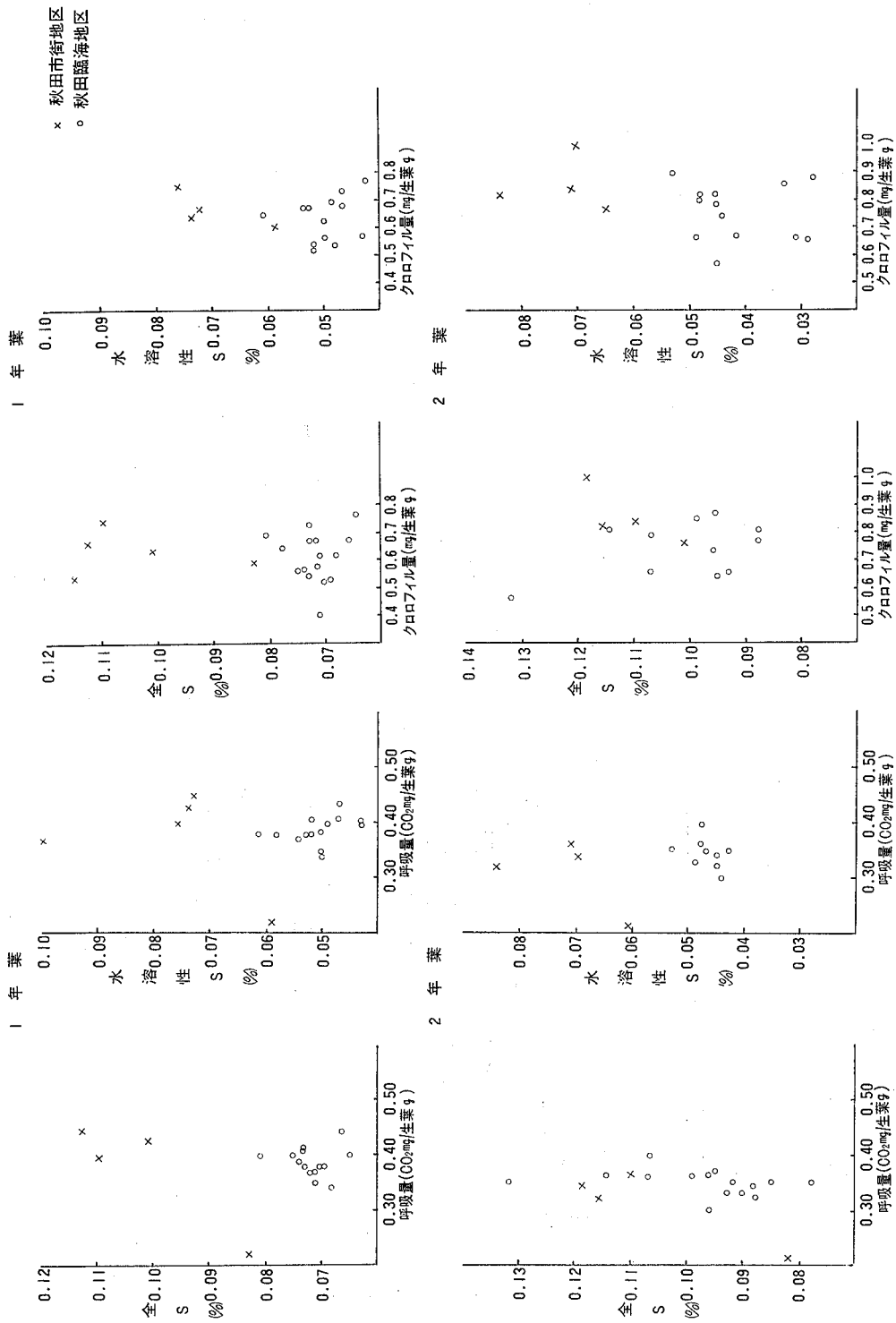
図一 2 調査地点別葉中硫黄含有量の推移

④ 葉中硫黄含有量と生理活性

植物のSO₂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SO₂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の特異標準木を除くと1、2



図一三

(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。

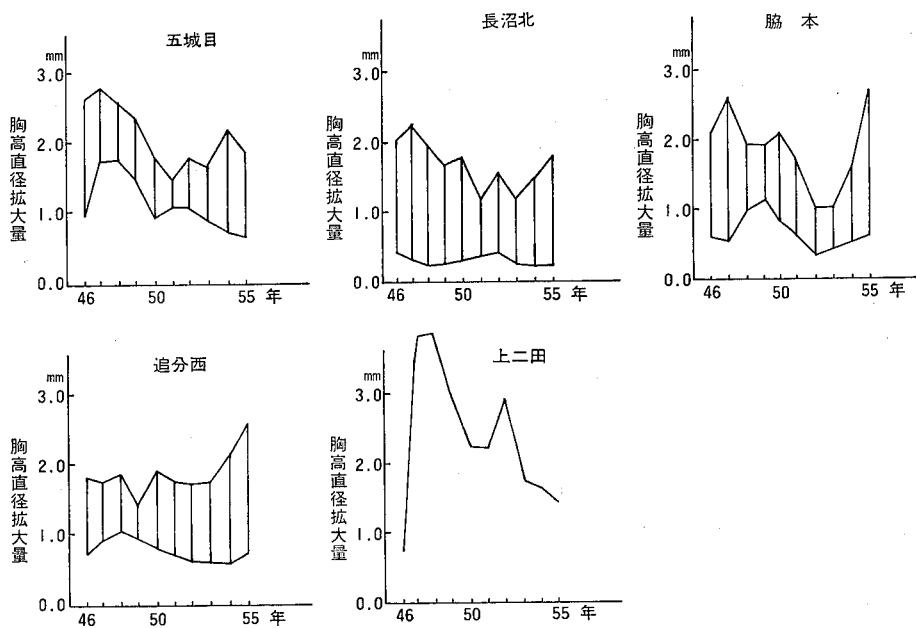
(2) 樹木の胸高直径拡大量

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。

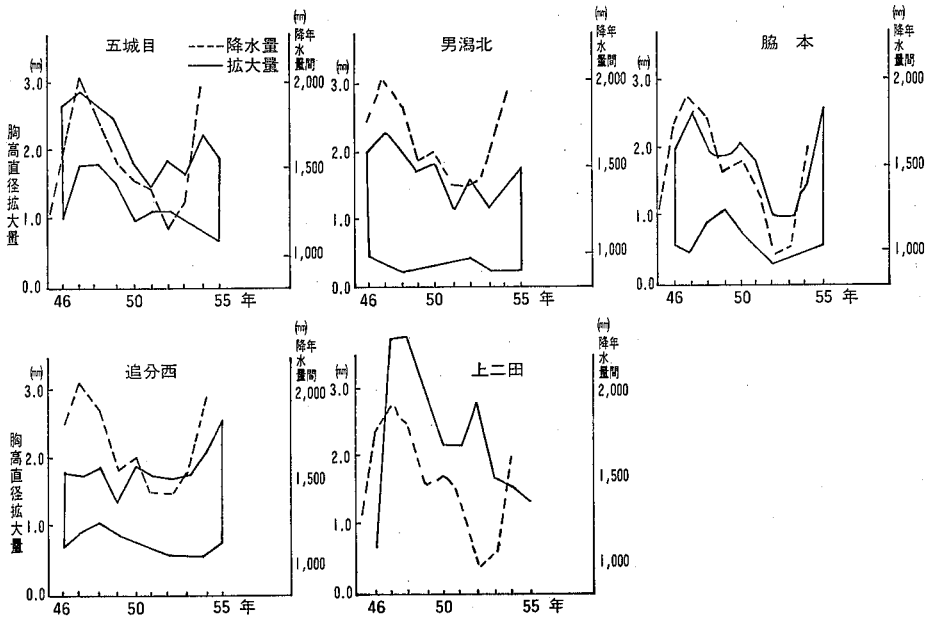
調査は各地区の5標本木(但し上二田は1標本木のみ)から成長錐により東西南北4方位の年輪コアを採取し、これらの過去10年間の各年の年輪幅を求め、降水量、気温等環境条件資料との関連性について調べたものである。

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。

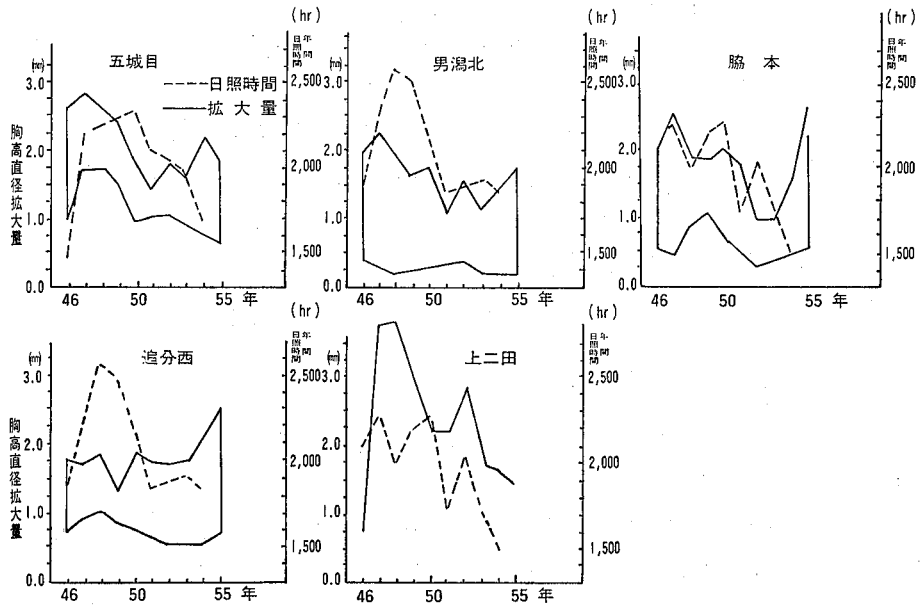


図一4 胸高直径拡大量経年変化

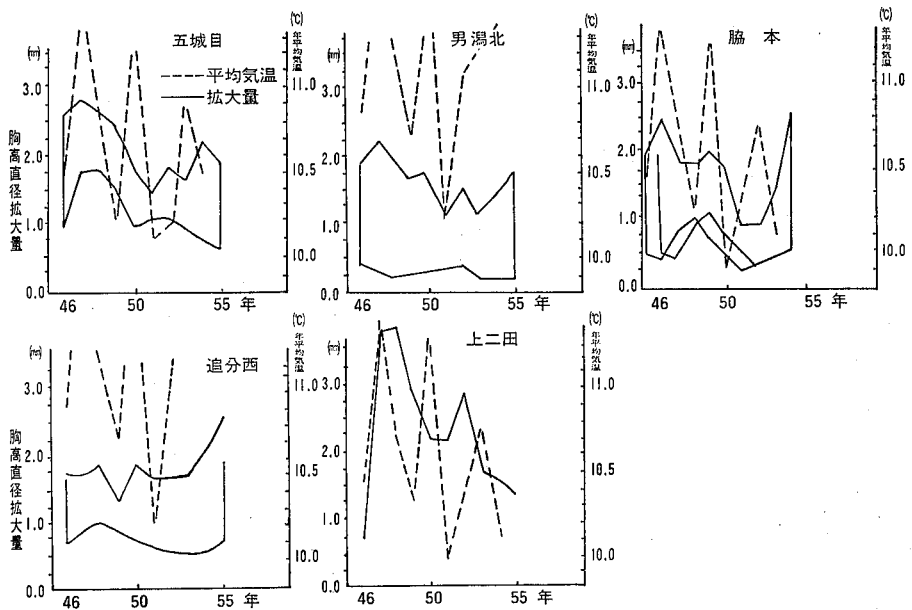
また、図一5～7は胸高直径拡大量と降水量、日照時間、年平均気温との関係をしめたものであるが、降水量と日照時間については拡大量との間に類似性がみられ、これらが樹木成長



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

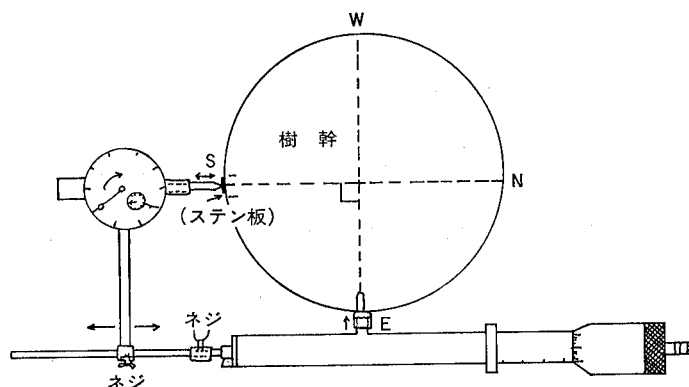
に係る一因子であることを裏づけしている。なお、大気中の硫黄酸化物濃度との関連性については調査区周辺での測定データがないこともあり結論づけはできないが、他の PbO_2 法測定データからみる限りでは相関性を見出すことはできない。

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1mm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ものと考えられる。

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

トリエタノールアミン (TEA) ろ紙法による窒素酸化物調査

杉本俊比古、井島辰也、吉田 昇、片岡 実

56年度も55年度に引き続いて窒素酸化物の簡便測定法であるTEAろ紙法により地域ごとのNO₂の濃度分布を調査し、さらにその結果について自動測定機による測定データと比較検討した。なお、調査地点、測定方法等は55年度と同様(年報第8号参照)である。

1. 調査結果

各測定点における月間値及び年平均値を表一に示した。

年平均値で地域の濃度分布をみると、欠測が目立ったものやはり昨年度と同様、国道7号線、13号線が交差し、かつ、工業地域に隣接している工業試験場が77 μ gNO₂/day/100cm²で最も高く、次いで秋田保健所、環境技術センター等、秋田市街地及びその周辺地域で23~64 μ g、さらに郊外及び秋田以外の市町で8~19 μ gとなっている。

表一 1 TEAろ紙法による二酸化窒素測定結果

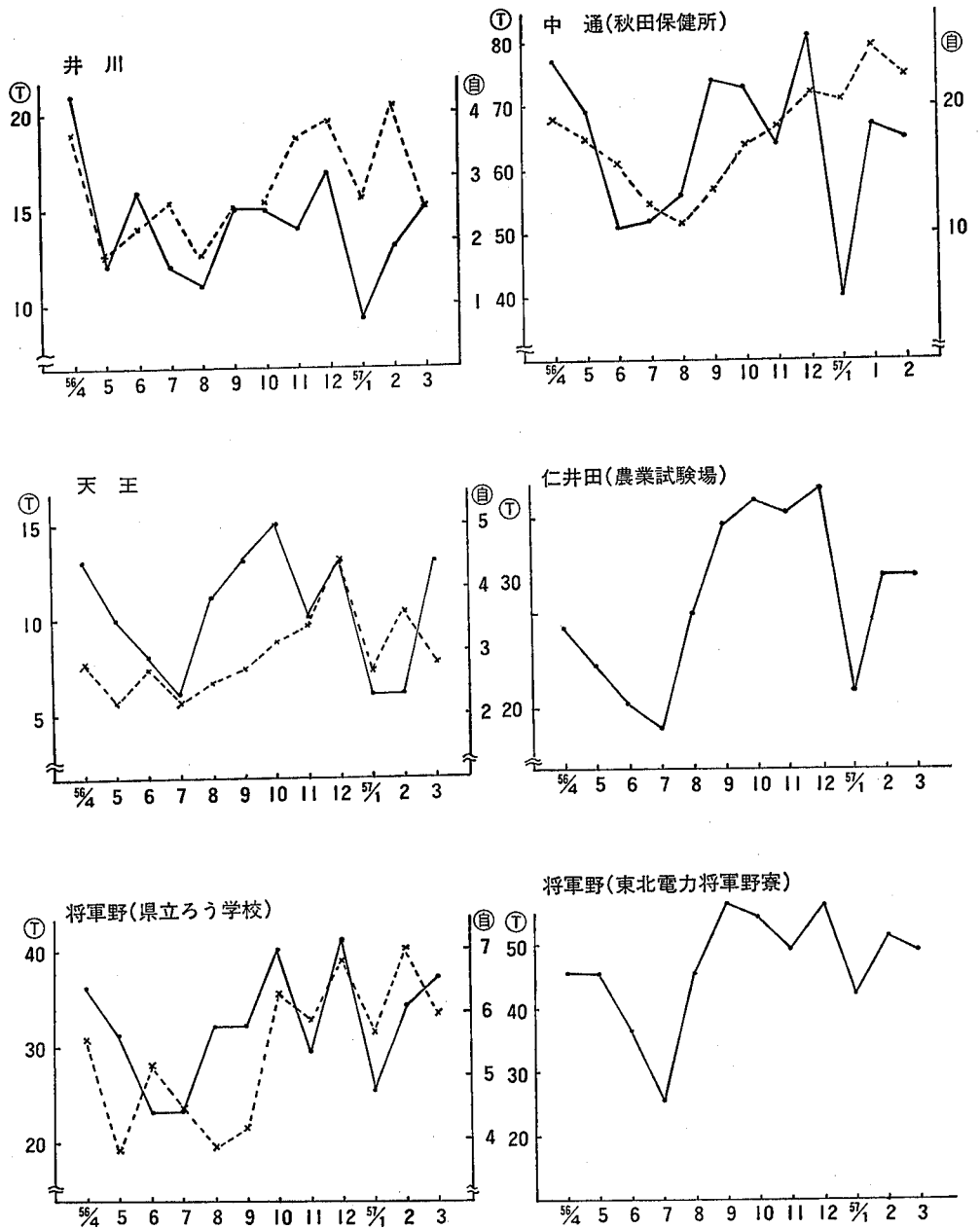
(μ gNO₂/day/100cm²)

No.	測定地点	56年 4月	5	6	7	8	9	10	11	12	57年 1月	2	3	平均	55年度 平均
①	井川町 井川町公民館	21	12	16	12	11	15	15	14	17	9	13	15	14	13
②	男鹿市脇本 脇本支所	22	19	12	11	13	26	28	14	23	16	14	欠測	18	17
③	男鹿市船越 男鹿農業改良普及所	20	19	15	12	欠測	27	26	19	22	10	15	21	19	20
④	天王町 天王高等農業学園	13	10	8	6	11	13	15	10	13	6	6	13	10	11
5	秋田市飯島 秋田工業高等専門学校	30	26	20	17	21	25	26	19	26	17	20	27	23	22
⑥	秋田市軍将野 県立ろう学校	36	31	23	23	32	32	40	29	41	25	34	37	32	32
7	秋田市將軍野 東北電力將軍野寮	45	45	36	25	45	56	54	49	56	42	51	49	46	49
⑧	秋田市添川 添川小学校跡	13	10	8	10	7	7	8	5	8	6	6	8	8	8
⑨	秋田市八橋 環境技術センター	52	39	35	38	欠測	欠測	78	欠測	欠測	26	欠測	78	49	55
⑩	秋田市中通 秋田保健所	77	69	51	52	56	74	73	64	81	40	67	65	64	64
11	秋田市中通 秋公園	49	欠測	33	33	20	46	欠測	39	欠測	30	49	欠測	37	45
⑫	秋田市茨島 工業試験場	欠測	50	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	101	46	98	90	77	70
13	秋田市仁井田 農業試験場	26	23	20	18	27	34	36	35	37	21	30	30	28	28
⑭	秋田市仁井田 仁井田支所	36	29	30	欠測	38	38	38	38	43	欠測	37	39	37	33
15	秋田市割山 秋田市立病院割山分院	24	22	29	18	25	35	32	21	27	22	21	21	25	25
16	秋田市浜田 大森山	12	13	10	12	13	22	17	11	15	9	12	13	13	11

(注) No.をマルで囲った地点では自動測定機によるNO₂の測定も実施している。

主な測定点の経月変化は図一1のとおりでいずれも11~12月及び2~3月に高くなるといった二山型のパターンを示している点ではほぼ共通している。

左軸①……TEAろ紙法によるデータ——実線
 (単位 $\mu\text{g NO}_2/\text{day}/100\text{cm}^2$)
 右軸②……自動測定機によるデータ……点線
 (単位 ppb)



図一 主な測定点の経月変化

56年度の調査結果を55年度と比較すると、濃度分布、経月変化いずれもほぼ似た傾向が見られる。

2. 自動測定機による測定値との比較

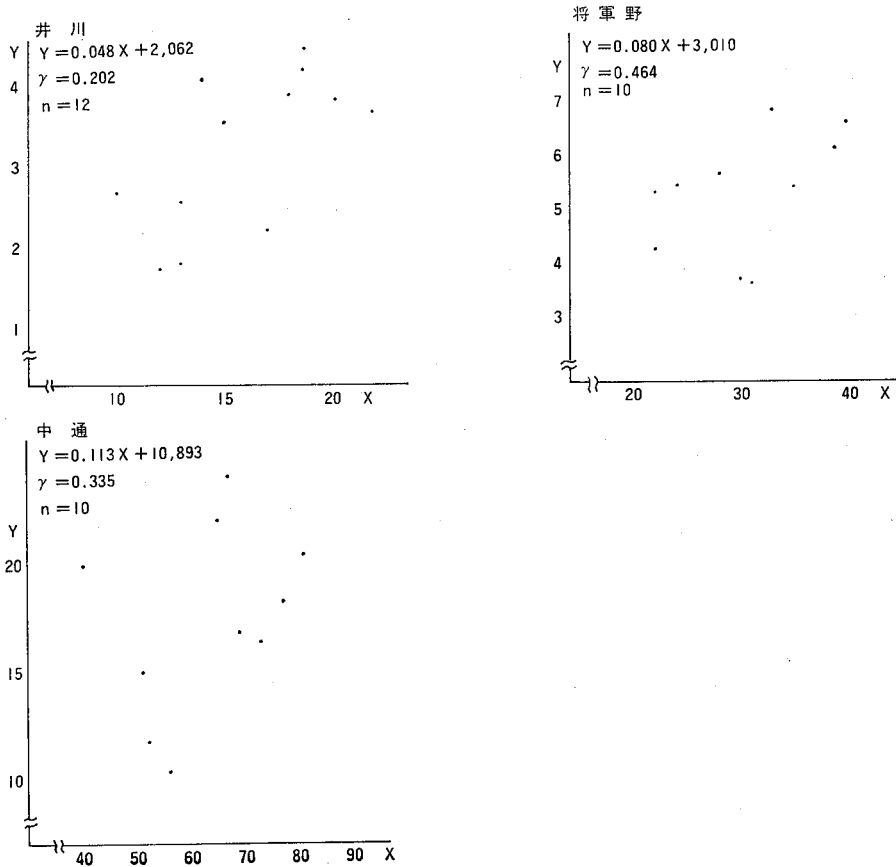
前述した調査結果についてT E Aろ紙の暴露期間に対応した自動測定機によるデータとの比較検討を行った。

まず、自動測定機でも測定を行ってみたい地点のうち7地点について、各々両者の相関をみたのが表一2で、そのうち井川、將軍野、中通についてグラフに表わしたものが図一2である。

表一2 測定地点ごとのT E Aろ紙法と自動測定機との相関関係

	井川	船越	天王	將軍野	中通	仁井田	添川
A	0.048	0.135	0.053	0.080	0.113	0.421	0.122
B	2.062	2.271	2.387	3.010	10.893	-7.589	1.462
γ	0.202	0.583	0.261	0.464	0.335	0.552	0.675
n	12	9	11	10	10	9	8
γ'	0.063	0.293	-0.936	0.488	0.189	0.206	0.423

A：回帰直線の傾き B：回帰直線の切片 γ ：相関係数 γ' ：昨年度の相関係数
n：データ数（T E Aろ紙法での欠測、自動測定機での20%以上の欠測はカット）



図一2 T E Aろ紙法と自動測定機との相関関係 —その1—
X軸——T E Aろ紙法による測定値 ($\mu\text{gNO}_2/\text{day}/100\text{cm}^2$)
Y軸——自動測定機による測定値 (ppb)

これをみると相関係数が全体的に55年度を上回ってはいるものの一貫した相関関係とはいえない。そこで、同一期間における両者の相関をみたのが表-3であり、そのうちの一部をグラフに表したのが図-3である。これによれば、 r は0.855~0.990と各月とも両者間にはかなり高い相関が認められる。

表-3 測定月ごとのTEAろ紙法と自動測定機との相関関係

	56年 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	57年 1月	2月	3月	年度 通算
A	0.245	0.324	0.277	0.219	0.165	0.186	0.236	0.217	0.239	0.478	0.360	0.340	0.294
B	-0.923	-2.237	-0.508	0.503	-0.510	0.474	-0.949	0.815	0.099	-1.355	-0.512	-1.948	-1.087
r	0.980	0.878	0.924	0.981	0.855	0.929	0.976	0.953	0.969	0.929	0.986	0.990	0.914
n	7	8	7	5	5	6	7	5	7	6	8	6	77
r'		0.915	0.848	0.930	0.978	0.963	0.964	0.965	0.979	9.917	0.968	0.934	0.884

A: 回帰直線の傾き B: 回帰直線の切片 r : 相関係数 r' : 昨年度の相関係数
n: データ数 (TEAろ紙法での欠測、自動測定機での20%以上の欠測はカット)

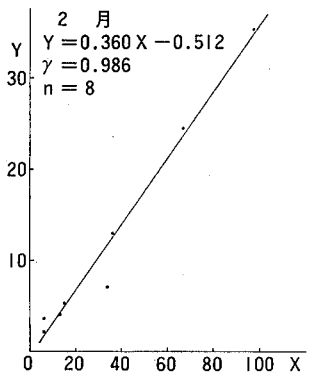
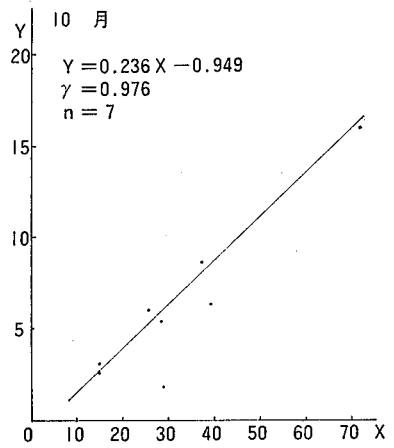
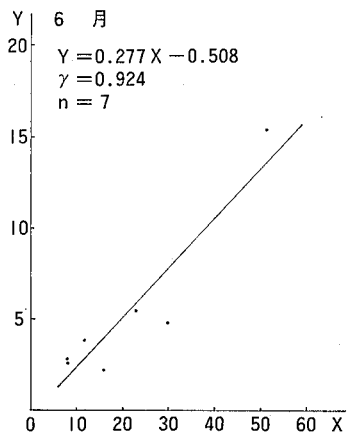
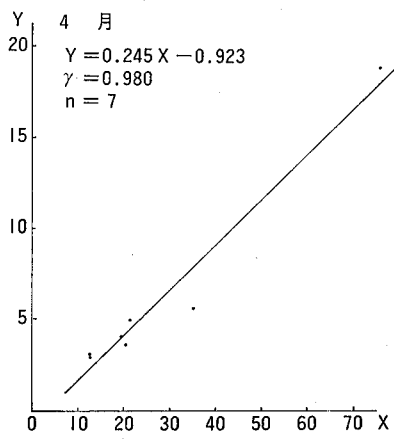
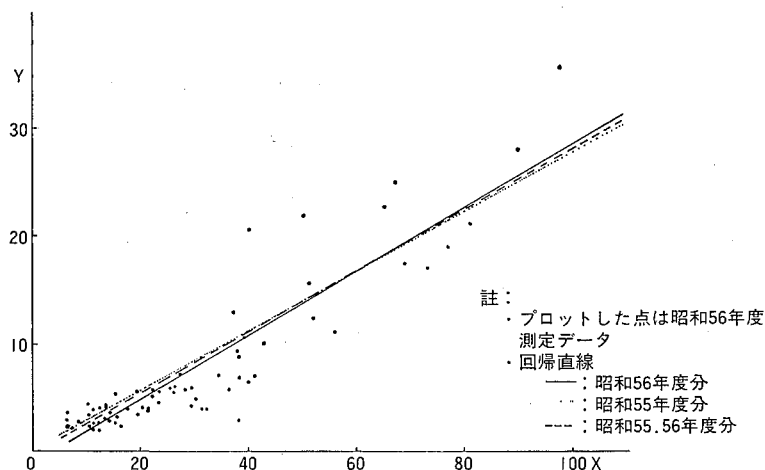


図-3 TEAろ紙法と自動測定機との相関関係 —その2—
X軸—TEAろ紙法による測定値 ($\mu\text{gNO}_2/\text{day}/100\text{cm}^2$)
Y軸—自動測定機による測定値 (ppb)

さらに図一4、表一4に55年度、56年度及び2カ年の全データについての両者の相関関係について示したが、ここではその高い相関係数と共に55年度と56年度の相関関係が非常に類似している点が注目される。ちなみに表一5には56年度の調査結果で比較的NO₂濃度の低い井川、比較的高い中通、及びほぼ平均的濃度の將軍野3地点での全データによる相関関係についても示したが全地点に関する相関関係とほぼ同様の結果となっている。



図一4 TEAろ紙法と自動測定機との相関関係 —その3—
 X軸——TEAろ紙法による測定値 ($\mu g NO_2/day/100cm^2$)
 Y軸——自動測定機による測定値 (ppb)

表一4 全データに関するTEAろ紙法と自動測定機との相関関係

	56年度	55年度	55、56年度	井川、將軍野、中通 (56年度)
A	0.294	0.269	0.280	0.290
B	-1.087	0.356	-0.324	-1.684
γ	0.914	0.884	0.896	0.902
n	77	94	171	32

A：回帰直線の傾き B：回帰直線の切片 γ ：相関係数
 n：データ数 (TEAろ紙法での欠測、自動測定機での20%以上の欠測はカット)

以上のことは二酸化窒素の測定法としてTEAろ紙法が、自動測定機による調査を十分に補充し得る可能性を示しているといえる。

56年度の全データに関する回帰直線が自動測定機未設置地点にもあてはまるという仮定のもとでppb単位に換算した値を表一6に示した。

表一 5 自動測定機未設置地点の二酸化窒素濃度（推定値）

(ppb)

No.	測定地点	55年 4月	5	6	7	8	9	10	11	12	56年 1月	2	3	平均
5	秋田市飯島 秋田 工業高等専門学校	7.7	6.6	4.8	3.9	5.1	6.3	6.6	4.5	6.6	3.9	4.8	6.9	5.6
7	秋田市將軍野 東北電力將軍野寮	12.1	12.1	9.5	6.3	12.1	15.4	14.8	13.3	15.4	11.3	13.9	13.3	12.5
11	秋田市中通 千秋公園	13.3	—	8.6	8.6	4.8	12.4	—	10.4	—	7.7	13.3	—	9.9
13	秋田市仁井田 農業試験場	6.6	5.7	4.8	4.2	6.9	8.9	9.5	9.2	9.8	5.1	7.7	7.7	7.2
15	秋田市割山 秋田 市立病院割山分院	6.0	5.4	7.4	4.2	6.3	9.2	8.3	5.1	6.9	5.4	5.1	5.1	6.2
16	秋田市浜田 大森山	2.4	2.7	1.9	2.4	2.7	5.4	3.9	2.2	3.3	1.6	2.4	2.7	2.8

3. まとめ

- (1) TEAろ紙法によるNO₂の濃度分布及び経年変化は昨年度とほぼ類似した傾向にあり、経月的には各地点ともに11～12月及び2～3月にピークをもつ二山型のパターンを示している。
- (2) TEAろ紙法と自動測定機との相関については55、56年度の2カ年を通じ両年度とも両者の間に高い相関性と類似性がみられる。

また地点別では年間を通じては有意な相関は認められないが、月別では高い相関性があり、TEAろ紙法は自動測定機の補完法として十分有用と考えられる。

- (3) 今後、TEAろ紙法の精度向上の可能性を追求するため (ア)TEAろ紙のNO₂の吸着量の限界 (イ)暴露期間 (ウ)影響をうけやすいとされる雨、風の対策について検討することとしている。

八郎潟調整池の富栄養化について

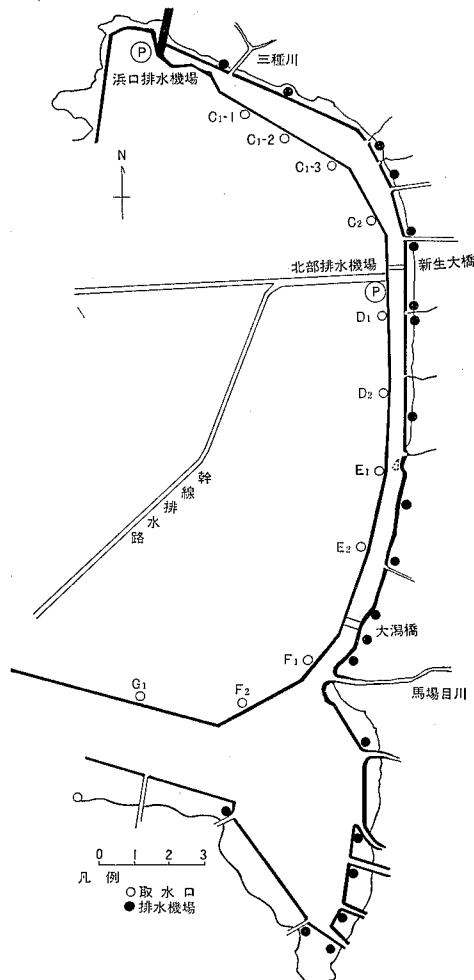
第5報 東部承水路の特徴について

三浦 竹治郎

八郎潟調整池東部承水路は調整池の一部をなすものであるが、水質的には調整池や西部承水路とは異なる様相を示している。既存のデータを基にして、東部承水路の水利上の機能や水質の特徴の解析を試みた。

I 東部承水路の機能上の特徴

東部承水路は八郎潟干拓地の東側に位置し、馬場目川河口から浜口排水機場まで、南北21km、東西0.45～1km、面積1,114ha、水面勾配約1/60,000の堤防に囲まれた細長い残存水域で調整池の一部である。



第1図 東部承水路概要図

東部承水路の水利上の役割は 1) 調整池の一部として洪水調整および中央干拓農地の用水貯溜池、2) 中央干拓農地排水の承水路、3) 後背地 489.252km²の広い地域から流入する11本の河川、排水路の承水路、4) 浜口排水機場で水を出し入れして西部承水路の水位調整、5) 北部地先干拓地および八郎潟東岸部農地の排水の承水路および一部農地の用水貯溜池など幾つもの役割を持つもので、その水の循環経路は複雑で図示し得ない程である。

東部承水路の水収支については、水の経路が複雑であるために、算定が困難で目下不詳の点多々あるが、概況はおおよそ次の様である。東部承水路自体の貯溜量は平均 3.18×10⁷m³ である。承水路に流入する水量については 1) 東部承水路に流入する河川のうち流域の大きいのは馬場目川199.48km²、三種川135.195km²であるが、その他流域も含めて、集水量を簡単に流域面積×年平均降水量×流出率で概算すると、全体で約4.8億トン、さらに杉沢発電所放水分年間約2.2億トンであるが、そのうち馬場目川分約2.1億トンと杉沢発電所放水分は直接調整池に流出すると見られるので、承水路に対する流入量は三種川分が主となる。三種川については流量観測の結果から推定される流量が計算値よりかなり少いので検討が必要である。これらの計算結果から後背地から東部承水路に流入する平常分の河川流量は意外に少いものと推定される。2) 中央干拓地から北部排水機場を通じて排出される量は年平均238,850千m³で5～9月のかんがい期は160,795千m³で67.3%である。

3) 浜口排水機場で西部承水路から排出される量は38,600千m³で、かんがい期は27.85%(56年度実績)である。4) 承水路の北部周辺干拓地および東岸の一部既存農地からの排水があるが、その量は掌握できない。排水機は事業団設置が14箇所(計画対象面積1959ha)であるが、その外に地元事業主体設置分があり、最近大規模圃場整理事業が行なわれ、かんばい系統が整備されたので、実態は掌握していない。流出分については 1) 中央干拓農地用水として9箇所の取水口から計画かんがい面積4715.7ha分の用水を供給しており、56年度実績は160,416千m³である 2) 北部干拓地および東岸部農地の一部に用水を供給しているが、これらは水門取水が主であり、承水路からと後背地からがあり、その区別が判然としていない面もあり、実態は不明である。北部干拓地の事業団設置分の56年度実績は2,729,834m³である。3) 浜口排水機場の水門から水位落差で西部承水路にかんがい水を供給しているが、その量は日別の水門開閉状態から計算しなければならず、目下掌握していない。しかし、西部承水路からの取水量の半量に近いものと考えられるので約7～80,000千m³程度と見られる。4) 東部承水路は調整池の一部として⁶⁾既報のような農作業に合わせた時期毎の水位調整を行っており、それに伴う水の動きがあるはずである。以上のように東部承水路にかかわる水の収支は水利系統が複雑で掌握しきれない面が多々ある。特に周辺干拓地、その後背地および東岸部既存農地については一部地元事業主体の運営になるものがあり、数量的に掌握できない。

II 東部承水路の水質について

東部承水路については、農試^{4) 5)}、内水面水産指導所³⁾、県環境保全課、農業短大等で調査を実施しており、農試は44～50年まで、内水面水産指導所は51年以降年間調査回数が多く、データ数が

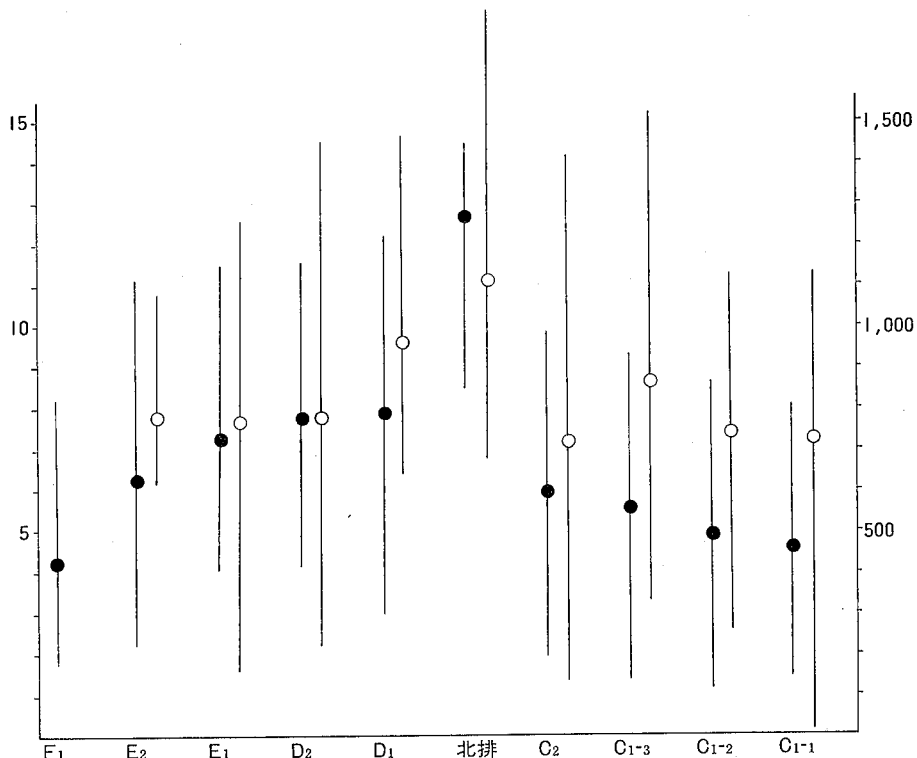
多い。我々は55年以降多くの調査を実施している。

これらの調査結果を通覧して、まず指摘し得ることは年間の水質の変化が大きいことで、これは西部承水路でも見られたことである。八郎瀨は昭和36年3月に防潮水門を締め切り、中央干拓地堤防を38年11月に締め切り、41年5月に干陸を完了した。この過程で急速な淡水化が行なわれたが、その後は干拓農地から洗滌脱する塩類が北部排水機場から東部承水路に供給された。その排水機場からの排水は不定時であり、かんがい期と非かんがい期とで水の質、量共に著しく異なる。また承水路での流向も複雑な利水形態を反映して、西部承水路のように一定しておらない。その為同一測点においても測定値が調査日毎に変動したものと思われる。一例を表1、図2、3に示す。このような状態であるので、年間数回の調査や平均値のみでは実態を掌握できない恐れがある。

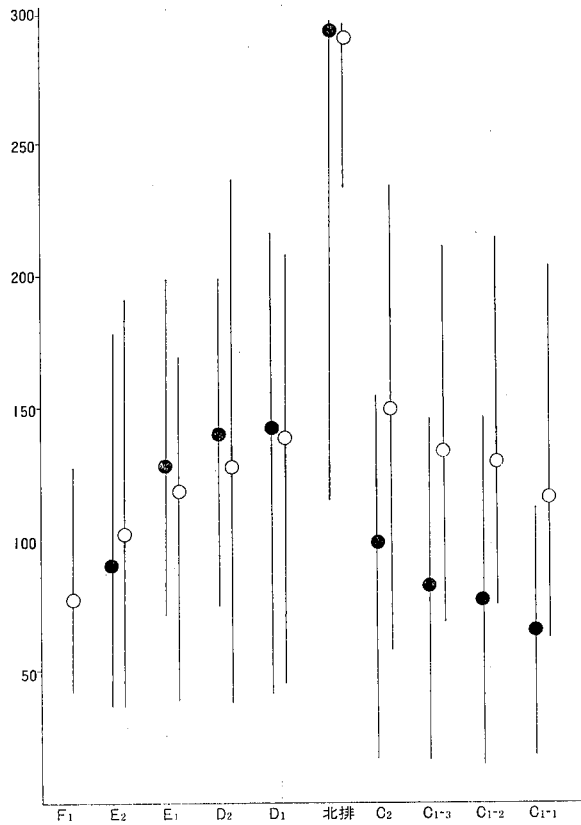
第1表 東部承水路のCODの年間変動

項	目	回数	最少	最高	平均	標準偏差	C.V
44年	東部承水路 北半分 農試 KMnO_4 消費量	28	0.1	12.3	7.7	3.9	50.6
46年	東部承水路 中央部 農試 KMnO_4 消費量	28	1.4	13.3	7.7	3.9	50.6
53年	東部承水路 公害課 COD	24	1.7	26.0	6.5	5.8	89.2

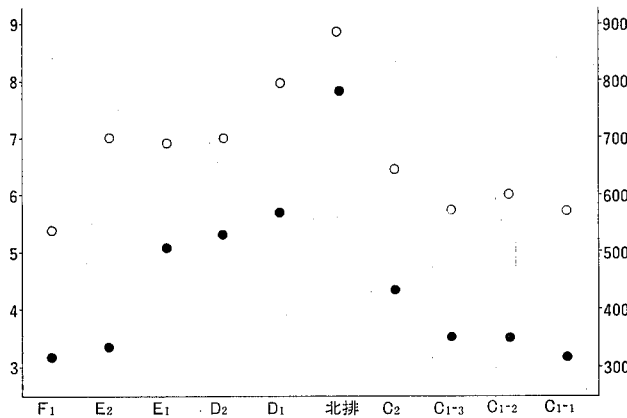
かんがい期は勿論非かんがい期であっても東部承水路に汚濁負荷の大きいのは北部排水機場からの排水と考えられる。これは承水路に約2km間隙に設置されている取水口の水質調査に見られる。



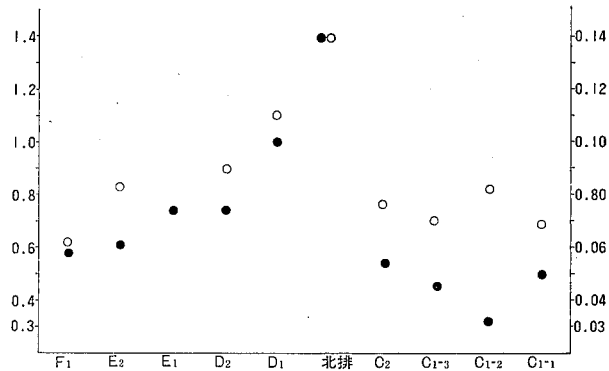
第2図 地点別 EC (●)、 KMnO_4 消費量 (○) の変化 46年農試



第3図 地点別 Cl (○) SO₃ (●) の変化 46年農試



第4図 地点別 EC (●) COD (○) の変化 57年 環技センター



第5図 地点別 TN (○) TP (●) の変化 57年 環技センター

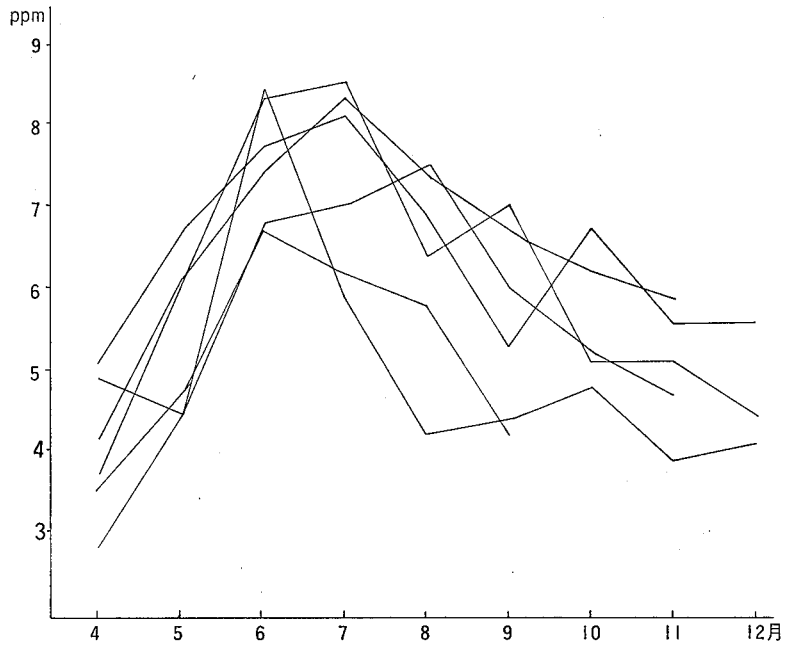
すなわち北部排水機場を頂点として南北に濃度傾斜が見られ、水の流れを反映して南にやゝゆるやかに傾斜している。しかしその程度は西部承水路程大きくはない。この事はまた通日調査の結果にも見られ、排水機場排水の影響が短時間内に直接表われるのは排出口附近だけで、3.5 km 離れた地点ではその影響が判然としない。

第2表 通日調査結果

月日	地点	時	PH	EC	BOD	COD	T-N	T-P	北部排水機場, 排水量
56. 4. 22	新生大橋	10	7.5	681	2.7	6.1	1.81	0.102	0~14時 8 t/sec
		14	7.4	277	2.2	3.9	0.66	0.068	
57. 9. 16	D ₂	10	7.0	444	2.3	6.4	1.25	0.057	8~16時 12 t/sec
		14	7.2	431	2.1	6.8	1.27	0.064	
57. 9. 17	D ₂	1	7.5	451	1.9	7.0	—	0.070	
		4	7.1	451	1.6	5.7	1.19	0.060	

このことから東部承水路は形態的には川であるが、水面勾配が極端に小さく南端に流量の大きい馬場目川が流入しているので、承水路の中では流れがゆるやかで、特にかんがい期には排水機場→取水口→農地→幹線排水路→排水機場で循環しているので、端的に言えば東部承水路は北部排水機場排水のたまり場になっていると言える。

栄養塩類の豊富な静的な水域では当然温暖期に内部生産が盛んに行なわれる。これに水田からの栄養塩類が負荷されるとすれば、温暖期に汚濁が進むのは当然で、東部承水路のCODの年間変動を見れば、この現象が端的に表現されている。



第6図 C O D の年間変動 55. 56. 57年. D₂、C₃

東部承水路水質の経年変化は同一地点で41年以降継続して年間多数回調査したデータがないので、比較的長い期間調査したものをつなぎ合わせて表3に示す。分析方法等の相異から同一に評価できないが、淡水化は徐々ではあるが確実に進んでいる。それにつれてE. Cも小さくなっている。COD、BODはやゝ安定した推移を示していると思われる。

第3表 経年変化

3-1 農試調査結果 地点C₂、D₁平均

年	44	45	46	47	48	49
E. C	0.67	1.14	0.70	—	0.86	0.56
KMn O ₄ 消費量	6.43	9.90	8.43	9.74	15.69	11.37
Cℓ量	124	250	144	113	196	107

3-2 内水面水産指導所調査結果

地点 大瀧橋、新生大橋平均

年	52	53	54	55
C O D	5.05	4.38	3.73	5.52
B O D	3.59	3.29	1.85	2.91
Cℓ量	130	126	77	99

3-3 環境技術センター調査結果

地点、C-3、D2 平均

年	55	56	57
E C	533	342	492
COD	5.56	5.38	6.77
BOD	2.21	1.96	3.40
C _ℓ	95	57	95

Ⅲ ま と め

東部承水路は形態的には調整池の一部であるが、水質的には調整池から独立した存在として考える必要がある。水質的には幹線排水路との関連が主要な意味を持つ水域で、北部排水機場との関連が大きい。北部排水機場を考える場合には農地排水と共に中央集落地を無視することはできない。北部排水機場排水は大瀧村居住地排水の全量を含むもので、これらとの関連に於て考える必要がある。東部承水路は広い後背地を持つので、これからの負荷について十分に調査する必要がある。

謝 辞

この調査の為に多くの調査資料を提供された農試、内水面水産指導所、八郎瀧基幹施設管理事務所の諸氏に謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 八郎瀧干拓事務所：八郎瀧干拓事業誌 昭和44年
- 2) 八郎瀧新農村建設事業団：八郎瀧新農村建設事業誌 昭和52年
- 3) 秋田県内水面水産指導所：秋田県内水面水産指導所事業報告書 昭和45～55年度
- 4) 秋田農試：八郎瀧中央干拓地第二期土壌調査成績書 昭和41～49年度
- 5) 秋田農試：低湿重粘土水田に関する土壌肥料試験成績書 昭和53～55年度
- 6) 三浦竹治郎：八郎瀧調整池の富栄養化について 第1報 八郎瀧調整池の形態と過去の水質について。 秋田県環境技術センター年報第7号 昭和56年
- 7) 三浦竹治郎：八郎瀧調整池の富栄養化について 第2報 西部承水路の水質について 秋田県環境技術センター年報第8号昭和57年