

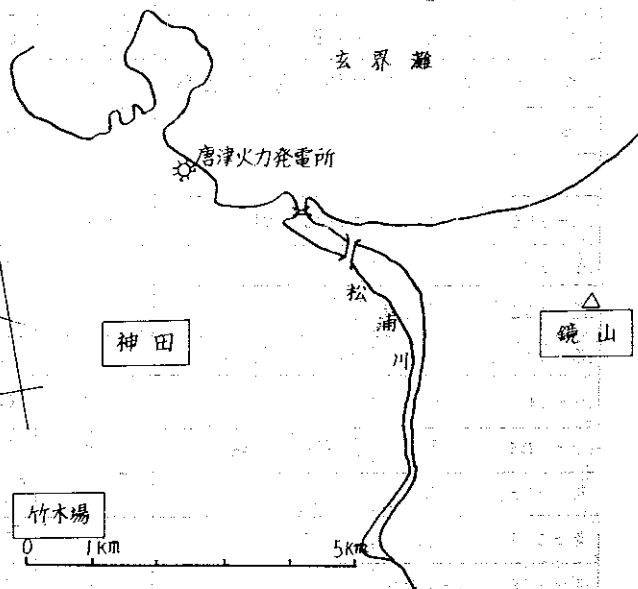
1. 大 気 課

(1) 植物，土壤中のイオウ，バナジウムについて

大気課 山崎 忠・山口満秀

唐津火力発電所（出力103万KW）の排出ガスによる環境影響調査の一環として、植物の葉と土壤のイオウ，バナジウムの測定を行った。植物にとって、イオウは必須元素で、タンパク質などの構成要素であり、通常乾物葉で数百PPm以上のものが多い。試料採取に注意し、採取地点を多くすればイオウ含量の分布からイオウ酸化物による大気汚染の傾向を知ることができると言われている。今回11種について同一植物の葉を2回採取し、全イオウ，水溶性イオウを化学分析で定量した。同時に全イオウについては、蛍光X線分析法で併せて定量した。植物の葉を採取した地点の土壤については、蛍光X線分析法によって、イオウ，バナジウムの定量を行った。

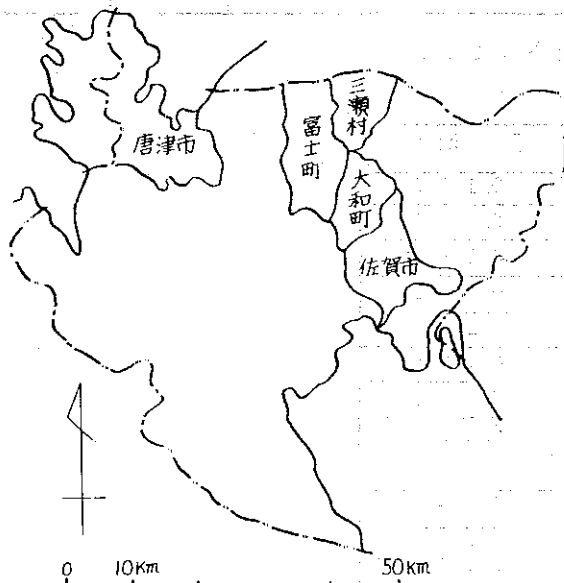
○ 唐津市内採取地点



1. 採取地点

唐津市内の神田，竹木場，鏡山の3地区からそれぞれ植物の葉と土壤を採取した。また佐賀市北部の町村（大和町，富士町，三瀬村）を対照地区とした。

○ 植物，土壤採取市町村



2. 植物葉中のイオウ（化学分析）

(1) 全イオウ

植物の葉を乾燥し、粉碎した試料1gを石灰乳と混和し、乾燥灰化したのち希塩酸に溶かす、それを硝酸で酸化し塩酸を加えて蒸発乾固する。これを0.3N塩酸50mlに溶かし、濾過、水洗したのち100mlとし試料溶液とする。以下硫酸イオンを塩化バリウム比濁法で定量した。全イオウが最も多いのはNo-6のブドウ（0.270%）であった。これは、20日位前にボルドー液で消毒したため硫酸銅が影響していると思われる。No-103のブドウ（0.246%）についても、同時期に採取しているが消毒薬の散布については確認できなかった。植物の葉中の全イオウ含量は0.075～0.270%の範囲であった。第1回採取（7・8月）と第2回採取（10・12月）を比較すると、対照地区はすべての種類で減少した。唐津地区では14検体のうち虹の松原，鏡山の4検体が増加し、10検体については対照地区と同様に減少した。

表-1

植物葉中のイオウ分析結果 (化学分析)

試料No.	試料名	採取地点	第1回 採取日	植物中のイオウ(%)		第2回 採取日	植物中のイオウ(%)		備 考
				全イオウ	水溶性イオウ		全イオウ	水溶性イオウ	
No-1	柿	富士町上小副川	7月14日	0166	0040	10月21日	0141	0011	
No-2	杉	三瀬村湖畔荘横	"	0140	0015	"	0134	0032	
No-3	ひのき	"	"	0130	0010	"	0096	0012	
No-4	松	"	"	0114	0015	"	0100	0013	
No-5	ミカン	大和町大願寺	7月21日	0211	0011	12月1日	0170	0039	
No-6	ブドウ	大和町尼寺(農芸高)	"	0270	0043	"	0166	0016	20日位前にボルドーによる消毒
No-7	桜	"	"	0168	0040	"	0119	0030	
No-100	ミカン	唐津市神田	7月15日	0228	0022	12月3日	0207	0089	
No-101	ク　　リ	"	"	0207	0023	"	0094	0006	
No-102	ひのき	"	"	0158	0017	"	0086	0019	
No-103	ブドウ	唐津市内田	"	0246	0005	"	0107	0001	
No-104	柿	"	"	0200	0039	—	—	—	落葉で2回目採取できず
No-105	竹	唐津市竹木場	"	0179	0034	"	0134	0088	
No-106	桜	"	"	0160	0022	—	—	—	"
No-107	松	"	"	0118	0030	"	0075	0065	
No-108	ネズミモチ	"	"	0223	0114	"	0144	0122	
No-109	ひのき	"	"	0161	0011	"	0112	0013	
No-110	松	唐津市虹の松原	8月20日	0089	0041	"	0105	0052	
No-111	桜	鏡中学校	"	0078	0004	—	—	—	"
No-112	く　　す	"	"	0194	0066	"	0114	0058	
No-113	ミカン	鏡　　山	"	0219	0016	"	0244	0058	
No-114	柿	"	"	0236	0097	"	0156	0091	
No-115	ひのき	"	"	0108	0028	"	0126	0040	
No-116	ネズミモチ	鏡山頂上	"	0093	0025	"	0143	0087	

植物葉の種類別、地区別のイオウ含量は表-2のとおりである。

表-2

植物名	地区	対照地区(%)	唐津地区(%)	平均(%)
柿		0.154	0.197	0.176
杉		0.137	—	0.137
ひのき		0.113	0.125	0.119
松		0.107	0.097	0.102
ミカン		0.191	0.225	0.208
ブドウ		0.218	0.177	0.198
桜		0.144	0.119	0.132
ク　　リ		—	0.151	0.151
竹		—	0.157	0.157
ネズミモチ		—	0.151	0.151
く　　す		—	0.154	0.154
平均		0.152	0.155	0.153

イオウ含量は平均ミカンが最も多く、松が最も少なかった。

(2) 水溶性イオウ

粉碎した植物試料2gを水80mlで1時間振と

うし、濾過後100mlとした。以下硫酸イオウは塩化バリウム比濁法で定量した。経葉的に吸収されたイオウは葉内で大半は水溶性の形で存在し、より大気汚染との相関があると考えられる。採取別、地区別の水溶性イオウは次表のとおりである。

表-3

	第1回採取		第2回採取	
	対照地区	唐津地区	対照地区	唐津地区
検体数	7検体(%)	17検体(%)	7検体(%)	14検体(%)
最高値	0.043	0.114	0.039	0.122
最低値	0.010	0.011	0.011	0.001
平均値	0.025	0.035	0.022	0.056

対照地区では第1回、第2回の差はあまりなく唐津地区は増加した。地区別では唐津地区が1.4~2.5倍になっている。

分光結晶 EDDT
検出器 ガスフロー比例計数管
X線通路 真空
計数時間 100 sec

(3) 植物葉中のイオウと土壌中のイオウ・バナジウム

(蛍光X線分析)

① 植物葉中のイオウ

試料は化学分析に用いたものと同じであり、密柑、葡萄、檜等12種類延べ試料数46である。

I) X線分析条件(イオウ)

X線管 クロム(Cr) 対陰極
管電圧電流 50KV-40mA

II) 測定結果

測定結果は表-4のとおりである。なお、後述する土壌中のイオウとバナジウムの測定結果についても併記した。

蛍光X線分析による植物および土壌中のイオウの測定法については既にいくつかの報告がなされており、主にこれらの報告文を参考にして分析を行った。

土壌及び植物葉中のイオウ及びバナジウム (蛍光X線分析法)

表-4

▲ : 土壌試料
単位: イオウ%, バナジウム PPm

検体No	検体種類	検体採取地点	前 期			後 期		備 考
			検体採取日	イオウ	バナジウム	検体採取日	イオウ	
No 1	土 壤	富士町上小副川	50 7.14	▲0.038	30	50.10.21	—	
"	柿	"	"	0.357	—	"	0.327	
No 2	杉	三瀬村湖畔荘横	"	0.176	—	"	0.234	
No 3	檜	"	"	0.193	—	"	0.196	
No 2	土 壤 (表層)	"	"	▲0.030	84	—	—	
"	土 壤 (表層下 20cm)	"	"	▲0.027	82	—	—	
No 4	土 壤	"	"	▲0.014	59	—	—	
"	松	"	"	0.207	—	"	0.190	

検体№	検体種類	検体採取地点	前 期			後 期		備 考
			検体採取日	イオウ	バナジウム	検体採取日	イオウ	
№ 5	土 壤	大和町大願寺	50 7 21	▲0.052	31	50 10 21	—	
"	ミ カ ン	"	"	0.386	—	50 12 1	0.468	
№ 6	土 壤	大和町尼寺	"	▲0.027	30	—	—	
"	ブ ド ウ	"	"	0.488	—	"	0.293	
№ 7	土 壤	"	"	▲0.062	89	—	—	
"	桜	"	"	0.227	—	"	0.301	
№100	土 壤	唐津市神田	50 7 19	▲0.026	48	—	—	
"	ミ カ ン	"	"	0.473	—	50 12 3	0.598	
№101	土 壤	"	"	▲0.019	57	—	—	
"	栗	"	"	0.292	—	"	0.308	
№102	檜	"	"	0.241	—	"	0.300	
№103	土 壤	唐津市内田	"	▲0.097	71	—	—	
"	ブ ド ウ	"	"	0.347	—	"	0.296	
№104	土 壤	"	"	▲0.043	95	—	—	
"	柿	"	"	0.357	—	—	—	
№105	土 壤	唐津市竹木場	"	▲0.057	150	—	—	
"	竹	"	"	0.337	—	"	0.390	
№106	桜	"	"	0.232	—	—	—	
№107	土 壤	"	"	▲0.021	39	—	—	
"	竹	"	"	0.175	—	"	0.231	
№108	ネズミモチ	"	"	0.337	—	"	0.359	
№109	檜	"	"	0.185	—	"	0.195	
№110	土 壤	唐津市虹ノ松原	50 8 20	▲0.018	30	—	—	
"	松	"	"	0.208	—	"	0.212	
№111	土 壤	唐津市鏡中学校	"	▲0.018	33	—	—	
"	桜	"	"	0.215	—	—	—	
№112	楠	"	"	0.390	—	"	0.389	
№113	土 壤	唐津市鏡山	"	▲0.055	72	—	—	
"	ミ カ ン	"	"	0.437	—	"	0.484	
№114	柿	"	"	0.482	—	"	0.373	
№115	檜	"	"	0.264	—	"	0.308	
№116	ネズミモチ	"	"	0.234	—	"	0.365	
№117	シ バ	"	"	—	—	"	0.371	

前期と後期の植物葉中のイオウ含有量(平均値)の大きい植物から順に並べたのが表-5である。

表-5 イオウ含有量の大きい植物葉の順位とその平均値

順位	前期		後期	
	植物名	S平均値(%)	植物名	S平均値(%)
1	密柑	0.432	密柑	0.516
2	柿	0.419	竹	0.390
3	葡萄	0.418	楠	0.389
4	楠	0.390	鼠竊	0.362
5	竹	0.337	柿	0.350
6	栗	0.292	栗	0.308
7	鼠竊	0.285	桜	0.301
8	桜	0.227	葡萄	0.294
9	檜	0.221	檜	0.250
10	松	0.195	杉	0.234
11	杉	0.176	松	0.211

注：前後期ともに採葉した植物のみ

植物葉中のイオウは前後期を通じて0.175~0.598%の範囲にあり、後期において前期より増加する傾向にあるものがほとんどであり、なかでも密柑、鼠竊(ネズミモチ)では0.1%以上の

増加が認められた試料もあった。一方、反対に減少する傾向にある植物は葡萄、柿であり、葡萄では0.2%近くの減少を示したのもあった。また檜・杉および松の常緑樹は12種類の植物葉のうち最もイオウ含有量は小さく、概ね0.15~0.30%であり、変動は小さかった。

なお、密柑葉中にイオウを0~1%添加して得られた検量線のバラツキは±6.7%以内であった。

② 土壌中のイオウおよびバナジウム

試料数は延3-2個で、X線分析条件はイオウについては、植物葉中のイオウ分析条件と同じであり、バナジウムについては下表のとおりである。

I) X線分析条件(バナジウム)

X線管 タングステン(W) 対陰極

管電圧電流 50KV-40mA

分光結晶 LiF

検出器 シンチレーション計数管(S.C.)

X線通路 真空

計数時間 100 sec

II) 測定結果

測定結果は表-5のとおりである。

土壌中のイオウ含有量の高い順と、それに対応する植物名および植物葉中のイオウと土壌中のバナジウムは表-6のとおりである。

表-6 土壌中のイオウとバナジウムおよび植物中のイオウ

順位	採土地点	土壌中のイオウ(PPm)	対応する植物名	葉中のイオウ(%)	土壌中のバナジウム(PPm)
1	No. 103	966	葡萄	0.347	79
2	No. 7	620	桜	0.227	106
3	No. 105	565	竹	0.337	159
4	No. 113	546	密柑	0.437	79
5	No. 5	520	密柑	0.386	34
6	No. 104	428	柿	0.357	96
7	No. 1	379	柿	0.357	28
8	No. 2, 3	301	杉(檜)	0.176(0.193)	94
9	No. 6	267	葡萄	0.488	29
10	No. 100	255	密柑	0.473	56
11	No. 107	207	松	0.175	41
12	No. 101	191	栗	0.292	65
13	No. 111	178	桜	0.215	31
14	No. 110	177	松	0.208	35
15	No. 4	141	松	0.207	66

土壌中のイオウとバナジウムの変動は、ともに地域の土壌成因あるいは消毒や施肥の人為的汚染に基づくものの比重が大きいと考えられ、土壌中のイオウとバナジウムの相関および土壌中のイオウと植物中のイオウとの相関は認め難い。

また、バナジウムについては、原油・重油等に10～100PPm程度含まれているため、それらを燃料油として燃焼排出するばいじん中には、重油専焼ボイラーで40～52%あるいは火力発電所ボイラーで0.3～5.0%のバナジウムを含有し、浮遊粉じん中では0.20～0.94PPmとの報告もある。

当センターで蛍光X線により、火力発電所から排出されるばいじん中のバナジウムの定量を行った結果は表一7である。

表一7 火力発電所から排出されるばいじん中のバナジウム

2号機電気集塵機出口	1.7%
3号機電気集塵機出口	2.5%
3号機煙突40m高さ部位	2.3%

また、他の重金属としてNi, Fe, Cu, Zn, Co, As等が定性された。

なお、土壌中のイオウの分析について、土壌にイオウを0～1,000PPm添加して得られた検量線のバラツキは±6.6%以内であり、ケイ酸とホウ酸のモデル標準試料による検量線を使用したものより6%の低い値となった。バナジウムの分析についての詳細は別報「蛍光X線分析による土壌中のバナジウムの定量」による。

(4) ま と め

- 1) 植物葉中のイオウの分析の結果、化学分析と蛍光X線分析による測定法の違いによって、相方にかんがりの分析値のバラツキがあり、この点については、今後さらに回収率等の検討を加えていく。
- 2) 今回は、植物の種類別のイオウ含有量の実測が目的であり、今後は、季節的な変動を知るため、毎月採葉し、また経年変化、地域別分布等を把握することが必要である。

参 考 文 献

- 1) 栽培植物分析測定法 作物分析法委員会編
養賢堂発行
- 2) 農技研作栄試験成績書68(1968) 申崎光男他
分析化学(1974)「底質中のリン、イオウの蛍光X線分析」田中英樹他
- 3) 分析化学講演要旨集(1974)1B20「蛍光X線分析法による燃料油中のバナジウム、ニッケルの定量」村松富美雄他
- 4) 宮城県公害技術センター報告「宮城県内における環境中のバナジウム濃度について」
山田わか他