

福井県における酸性雨と生態系の実態について (第7報)

— 山間地域の酸性雨と大気汚染 —

青山善幸・前川 勉^{*1}・石田幸洋・落井 勅・植山洋一

Studies on the States of Acid Rain and Ecosystem in Fukui Prefecture (VII) — Acid Rain and Atmospheric Pollution in Mountainous Region —

Yoshiyuki AOYAMA, Tsutomu MAEKAWA, Yukihiro ISHIDA, Tadasu OCHII, Youichi UHEYAMA

Abstract

To grasp the transport extent of acid deposition in Fukui prefecture, we have investigated the actual state of rain water and atmospheric NO_2 in mountainous region.

In mountainous region, the concentration of acid deposition (SO_4^{2-} , NO_3^-) in rain water were lower than in residential districts, but the amount of acid deposition (SO_4^{2-} , NO_3^-) in rain water were much the same with in the latter because of more rain in mountainous region.

The concentrations of atmospheric NO_2 in mountainous region were 50~80% lower than in residential districts.

1 はじめに

欧米では、1970、1980年代に森林破壊が大きな問題となり、酸性雨との因果関係を究明するための研究が精力的に進められた¹⁾。

我が国においても、平野部のスギ林や山岳地帯のシラカンバ、モミ、オオシラビソ林等の衰退が確認されており、酸性降下物を含む大気汚染が森林生態系に与える影響について危惧されているところである²⁾。

本県では、平成元年度から、山間地域、田園地域および市街地域の3地点において濾過式採取法による酸性雨の通年モニタリング調査を実施している。その結果、居住地域から遠く離れた山間地域を含む全地点で酸性雨現象が認められている³⁾。

山間地域における酸性雨調査は、降雨現象が複雑で、採取手間が要求されるために困難な面もあるが、酸性雨原因物質の輸送過程や輸送範囲を知る上で現状を把握することは重要である。

そこで、平成9年度土壌・植生モニタリング調査⁴⁾(環境庁委託)にあわせて、山間地域における酸性雨と大気汚染の実態調査を実施した。平成6年度にも同一地点で同じ調査⁴⁾を実施しており、両年度の結果を整理し、考察したので報告する。

2 調査方法

2.1 調査地点

調査地点は次のとおりである。

- ① 五所ヶ原 勝山市北谷町五所ヶ原
- ② 大芝山 福井市上一光町
- ③ 木の芽峠 今庄町上板取
- ④ センター 福井市原目町 県環境科学センター

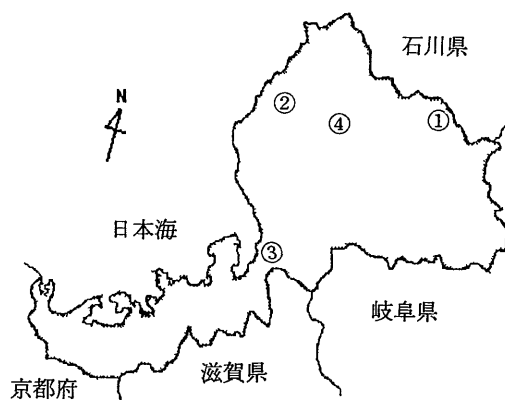


図1 調査地点図

各調査地点の土地条件および植生等の状況は表1のとおりである。

*1 現環境政策課

表1 調査地点の土地条件および植生等の状況

調査地点	土地条件および植生等の状況
五所ヶ原	福井県と石川県境の加越山地、護摩堂山南側中腹の緩斜面にあるスギ人工林。 周辺の植生は、コナラ群落またはブナ・ミズナラ群落であり、人工林はほとんどがスギ林である。 標高720m 調査地点から勝山市街方面が見通される。
大芝山	福井平野の西側、丹生山地のなだらかな稜線の東側緩斜面にあるスギ人工林。 周辺の植生は、コナラ群落で、人工林はほとんどがスギ林である。 標高420m 西側8kmには日本海が、東側約10kmには、福井市街地があり、見通される。
木の芽峠	福井県を東西に分ける南条山地の鉢伏山から南東側に続く稜線より北東に張り出す尾根すじの緩斜面の天然の落葉広葉樹林。 周辺の植生はクリ・ミズナラ群落で、人工林のほとんどがスギ林である。 標高620m 約13年前から周辺一帯のナラ類の枯損が目立ち、カシノナガキクイムシ等が発見されている。調査地点周辺でも、ナラ類が枯損していた。 調査地点から、敦賀湾が見通される。
センター	福井市街地東部郊外の平野部。水田を中心とした農業地域で、近傍に大きな固定発生源はない。 海岸までの距離は約20kmであるが、冬期はもちろん、それ以外の時でも北西風が強いときは海塩の影響を受けることがある。

2.2 試料採取方法および分析方法

2.2.1 雨水調査

a. 試料採取方法

分離型ブフナーロー（ポリプロピレン製、上端部内径172mm）の脚にシリコンゴム栓を付け、ポリ瓶（ポリプロピレン製、2ℓ）に固定、このポリ瓶を樹木の影響を受けない場所に立てた木杭に高さ約1.5mで固定して

採取した。防虫用に、ローと脚の間にネット（ポリプロピレン製、編目約1mm）をはさんで使用した。

試料採取は6月、9月、11月に、毎週月曜日から次週の月曜日までの1週間降水試料を各4回採取した。

b. 分析方法

降水量：貯水量をブフナーロー上端内寸面積232.23cm²で除して求めた。

pH：ガラス電極法

水素イオン：pH測定値から計算で求めた。

導電率：電導度計

イオン成分：イオンクロマトグラフ法

陰イオン 硫酸イオン、硝酸イオン、塩化物イオン

陽イオン アンモニウムイオン、ナトリウムイオン、カリウムイオン、カルシウムイオン、マグネシウムイオン

2.2.2 大気調査

a. 試料採取方法

試料は、バッジ型NO₂測定用サンプラー（㈱小川商会製）に、二酸化窒素捕集用濾紙（東京化成工業㈱製）をはさみ、円筒ルーバー型シュルター内に釣り下げて暴露した。

試料採取は、雨水調査と同様、6月、9月、11月に毎週月曜日から次週の月曜日までの1週間暴露試料を各4回採取した。

b. 分析方法

回収した濾紙を50ml共栓付試験管に入れ、イオン交換水20mlで浸透抽出し、ナフチルエチレンジアミン法により分析した。

大気中の二酸化窒素濃度の算出は、

$$\text{NO}_2 \text{濃度} = \alpha_{\text{NO}_2} \times W_{\text{NO}_2} / t$$

α_{NO_2} ：濃度換算係数 56

W_{NO_2} ：濾紙に捕集されたNO₂量（ng）

t：暴露時間（分）

により求めた。

2.2.3 調査期間

雨水調査および大気調査の調査月と調査期間は、表2のとおりである。

表2 調査月および調査期間

調査月	平成6年度 調査期間	平成9年度 調査期間	備考
6月	5月30日から6月27日	6月2日から6月30日	毎月曜日から次週の月曜日までの1週間間隔で4回
9月	8月29日から9月26日	9月1日から9月29日	
11月	10月31日から11月28日	11月4日から12月1日	

3 調査結果⁵⁾

3.1 雨水調査

雨水調査の結果を別表1および別表2に示した。

3.1.1 降水量

調査全期間の降水量は、五所ヶ原が484mm(H6)と642mm(H9)、大芝山が535mm(H6)と596mm(H9)、木の芽峠が577mm(H6)と463mm(H9)であった。

センターにおける濾過式採取法による通年モニタリング調査結果では、同じ調査期間の降水量は379mm(H6)と471mm(H9)であり、年間降水量の1724mm(H6)と2166mm(H9)の約22%にあたる降水量であった(図2)。

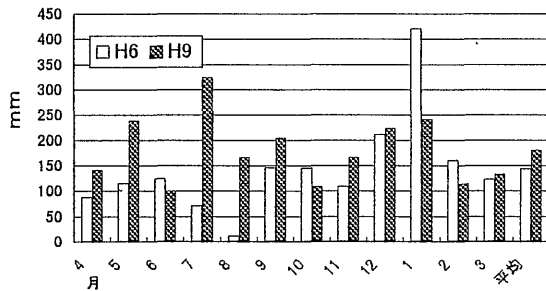


図2 月間降水量(センター)

調査全期間における両年度の平均降水量は、山間地域(五所ヶ原、大芝山および木の芽峠)がセンターの22~33%多かった。平成6年度は9月、9年度は11月が特に多く、調査地点では6年度には木の芽峠、9年度には五所ヶ原が特に多かった(図3、4)。

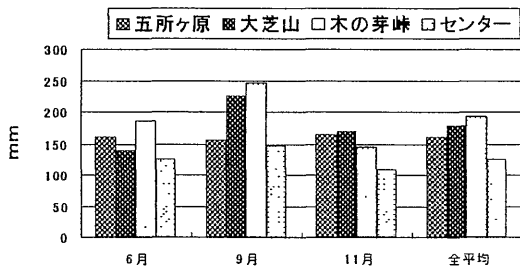


図3 月間降水量(H6)

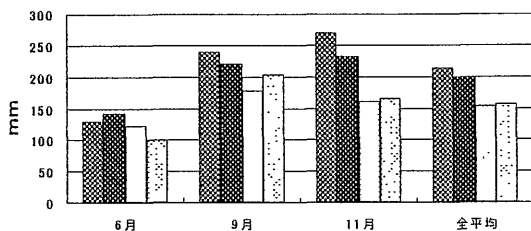


図4 月間降水量(H9)

3.1.2 雨水のイオン成分

a. イオン組成

調査月別の雨水のイオン組成を図5から図10に示した。トータルのイオン濃度は各調査地点とも6月、9月、11月の順に高くなる。特に、11月は6月の2~3倍高い。北西季節風の影響が出始めることで、山間地域およびセ

ンターとも海塩成分の濃度が高くなるためと考えられる。

調査地点別にみると、各調査月ともセンターが高く、山間地域が低い。特に、五所ヶ原は他の山間地域と比較すると最も低い。海から最も離れているため、海塩成分の影響が他と比較して少ないものと考えられる。

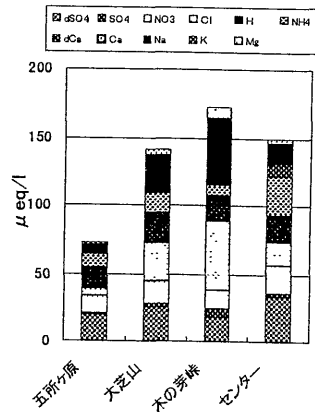


図5 イオン組成(H6.6)

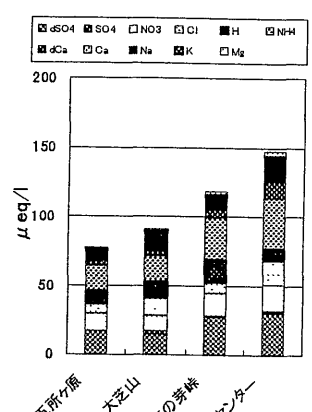


図6 イオン組成(H9.6)

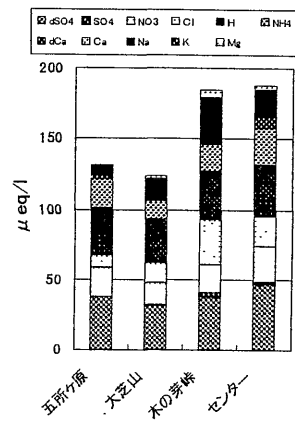


図7 イオン組成(H6.9)

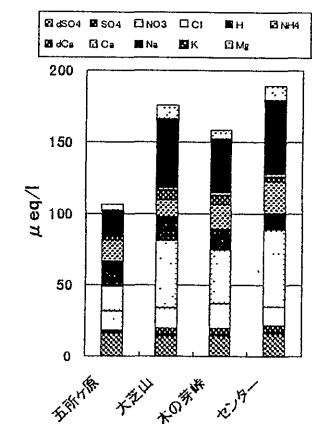


図8 イオン組成(H9.9)

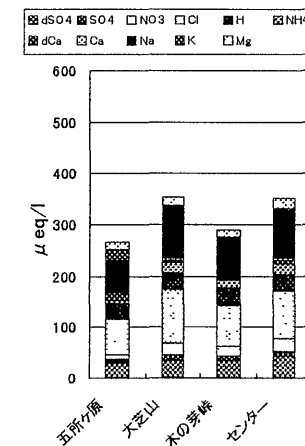


図9 イオン組成(H6.11)

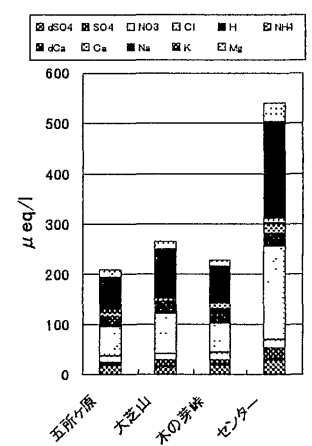


図10 イオン組成(H9.11)

b. nss-（非海塩性）硫酸イオン

nss-硫酸イオン濃度は、全体的にみて平成6年度が高く、9年度が低かった。山間地域におけるnss-硫酸イオン濃度は、3地点がほぼ同程度で、センターと比較すると低かった。

平成6年度は6月が低く、9月が高かったが、9年度は6月に木の芽峠で高かったが、他は各月ともほぼ横ばいであった（図11、12）。

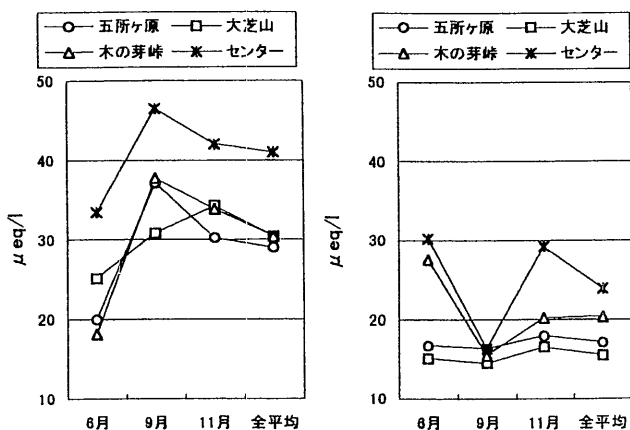


図11 nss 硫酸イオン濃度 H6 図12 nss 硫酸イオン濃度 H9

nss-硫酸イオン沈着量は平成6年度が9年度より多かった。また、両年度とも山間地域の降水量が多かったため、沈着量は山間地域とセンターがほぼ同程度であった（図13、14）。

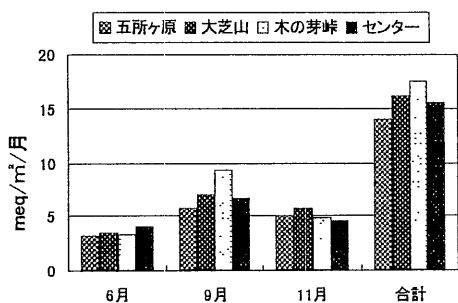


図13 nss-硫酸イオン沈着量(H6)

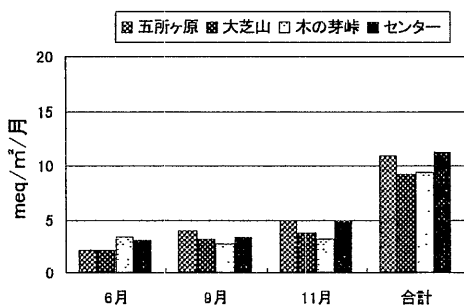


図14 nss-硫酸イオン沈着量(H9)

c. 硝酸イオン

硝酸イオン濃度は、山間地域は両年度ともほぼ同程度であった。センターは平成6年度が高く、9年度が低かった。平成6年度の11月に五所ヶ原で低かったが、他は各月

ともほぼ横ばいであった（図15、16）。

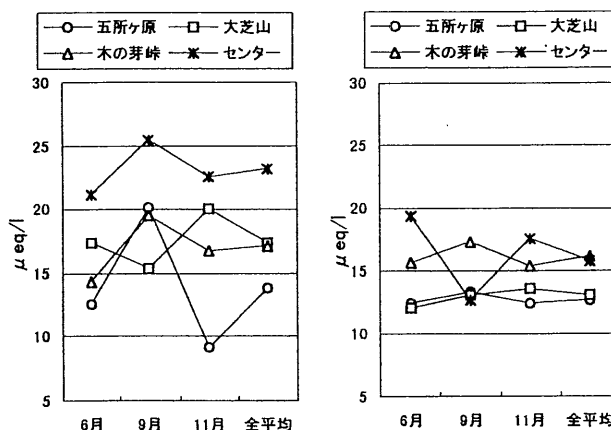


図15 硝酸イオン濃度(H6) 図16 硝酸イオン濃度(H9)

硝酸イオン沈着量は、両年度がほぼ同程度であった。また、山間地域とセンターがほぼ同程度であった（図17、18）。

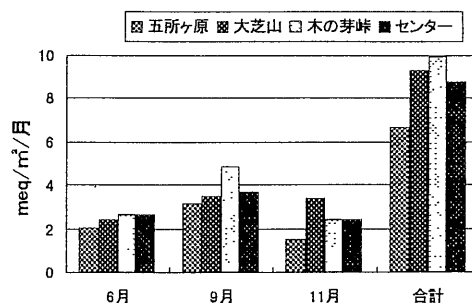


図17 硝酸イオン沈着量(H6)

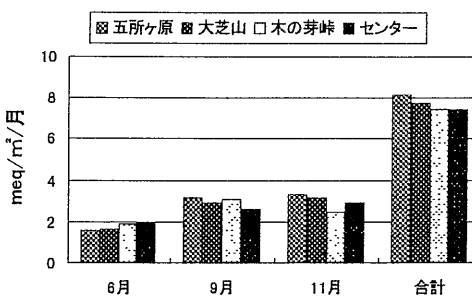
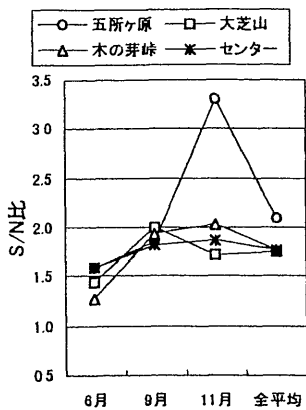
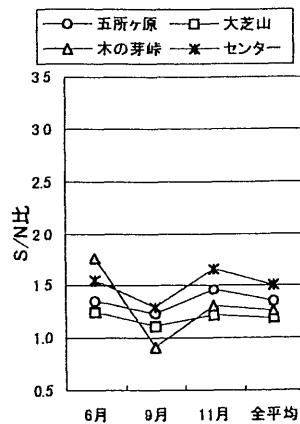


図18 硝酸イオン沈着量(H9)

d. nss-硫酸イオンと硝酸イオンの当量濃度比（S/N比）

nss-硫酸イオンと硝酸イオンの当量濃度比から、雨水酸性化への寄与割合を知ることができる。山間地域のS/N比の平均値は、平成6年度のnss-硫酸イオン濃度が9年度より高かったため、6年度が1.6～2.1と高く、9年度が1.2～1.3と低かった（図19、20）。

また、平成6年度の11月に五所ヶ原で3.3と特に高かったが、他は各調査地点および各調査月とも、センターとほぼ同程度では横ばいであった（図19、20）。


図19 nssSO₄/NO₃(H6)

図20 nssSO₄/NO₃(H9)

e. アンモニウムイオン

アンモニウムイオン濃度は、両年度ともほぼ同程度であった。山間地域のアンモニウムイオン濃度はセンターの60%程度とかなり低い。また、3地点がほぼ同程度であった。

農地などの発生源が近傍にないためと考えられる (図21, 22)。

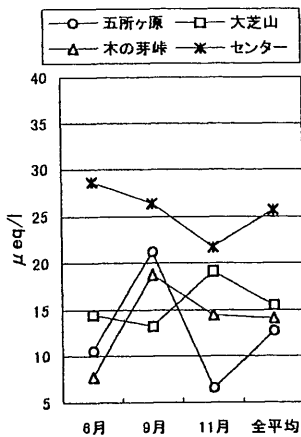


図21 アンモニウムイオン(H6)

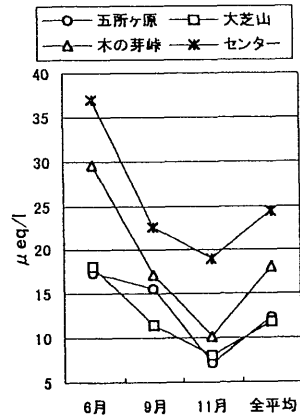


図22 アンモニウムイオン(H9)

f. nss-カルシウムイオン

nss-カルシウムイオン濃度は、平成6年度は各期とも

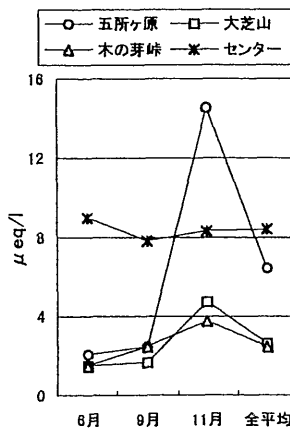


図23 nssカルシウムイオン(H6)

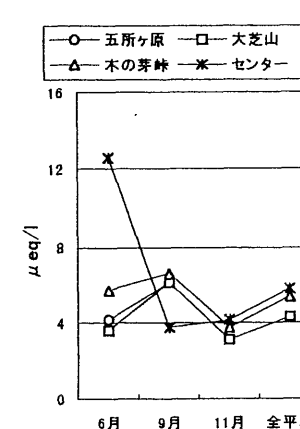


図24 nssカルシウムイオン(H9)

センターが山間地域より高い傾向が見られたが、9年度はほぼ同程度であった (図23, 24)。

g. 水素イオン

山間地域における pH は、平成6年度が4.5~4.8、9年度が4.6~5.0の範囲にありセンターの4.4~5.0とほぼ同程度であった。両年度とも6月が高く、概ね11月が低い傾向にある (図25, 26)。

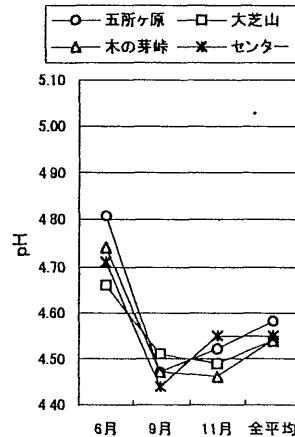


図25 pH (H6)

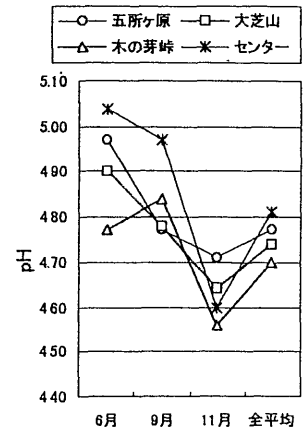


図26 pH (H9)

平成6年度の pH が9年度と比較して全体的に低かったため、水素イオン沈着量は、6年度が9年度より多かった。山間地域の調査期間全体の水素イオン沈着量は、降水量が多いため6年度はセンターの19~56%、9年度は同じく26~49%多かった。調査月では、6月が最も少なく、9月と11月はほぼ同程度であった (図27, 28)。

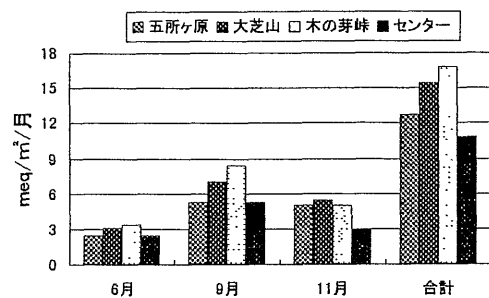


図27 水素イオン沈着量(H6)

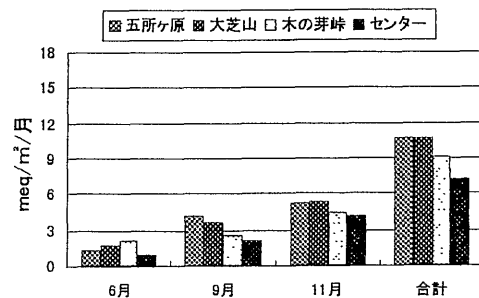


図28 水素イオン沈着量(H9)

3.2 大気調査

山間地域および福井市内（福井市引目町）において二酸化窒素捕集用濾紙法、また、センターにおいてザルツマン法により測定した大気中二酸化窒素濃度の測定結果を別表3および別表4に示した。

福井市内の二酸化窒素濃度は、9.0～14.9ppb(H6)、7.8～16.7ppb(H9)で、センターの大気汚染常時監視結果10～14ppb(H6)、9～15ppb(H9)と類似した値であった(図29、30)。

福井市内では、6月、9月、11月の順に高くなる傾向が見られたが、山間地域では、各月ともほぼ同程度であった(図29、30)。

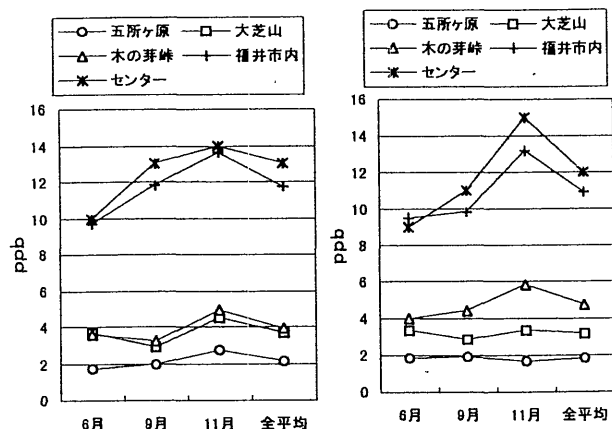


図29 大気中NO₂濃度(H6) 図30 大気中NO₂濃度(H9)

各調査地点における年度別の大気中二酸化窒素濃度の範囲と平均値を表3に示す。山間地域における二酸化窒素の平均濃度は福井市内の1/2～1/6の濃度であった。

表3 調査地点別の大気中二酸化窒素濃度

調査地点	年度	濃度範囲(ppb)	平均(ppb)
五所ヶ原	H 6	1.2 ～ 3.2	2.1
	H 9	1.1 ～ 3.0	1.8
大芝山	H 6	2.1 ～ 5.6	3.7
	H 9	1.8 ～ 5.5	3.2
木の芽峠	H 6	3.0 ～ 6.1	3.9
	H 9	2.3 ～ 10.0	4.7
福井市内	H 6	9.0 ～ 14.9	11.7
	H 9	7.8 ～ 16.7	10.9

山間地域の福井市内に対する二酸化窒素濃度および福井市内の1/2と1/5の濃度線を図31および図32に示す。

五所ヶ原は、福井市内の約1/6の濃度で、最も低い。

大芝山は、福井市内の約1/3であるが、1/2を超える時も見られ、福井市街地の発生源の影響を受けているものと考えられる。

木の芽峠は、福井市内の1/2～1/3の濃度で、山間地域の内では最も高い濃度である。敦賀市街地の発生源および、調査地点の西2km、下方400mに高速道路、東1km

に国道があることから、自動車排ガスの影響を受けることが考えられる。

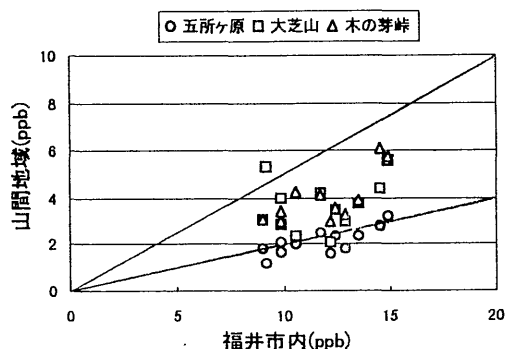


図31 NO₂濃度の比較(H6)

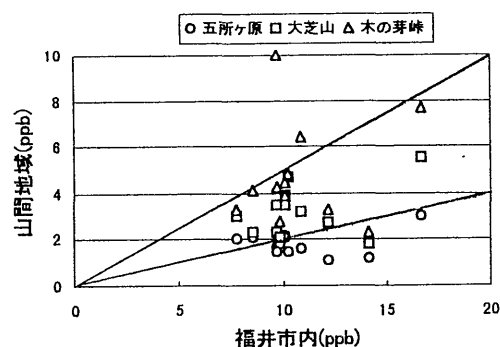


図32 NO₂濃度の比較(H9)

4. まとめ

平成9年度の土壌・植生モニタリング調査（環境庁委託）にあわせて、山間地域における酸性雨と大気汚染の実態調査を実施した。平成6年度にも同一地点で同じ調査を実施しており、両年度の結果から以下のことが認められた。

- (1) 汚染起源が人為的で、酸性化に寄与するnss-硫酸イオンおよび硝酸イオンの雨水濃度は、山間地域が福井市郊外の平野部にあるセンターより低い。しかしながら、沈着量は山間地域の降水量がセンターより多いため、センターとほぼ同程度となっている。
- (2) 山間地域のnss-硫酸イオンと硝酸イオンの当量濃度比は、各調査地点および各調査月とも、センターとほぼ同程度で、変動パターンも同様である。山間地域を含む県下全般で酸性成分の組成が類似した降水が見られるものと考えられる。
- (3) 塩基性成分であるアンモニウムイオンの雨水濃度は、山間地域がセンターの60%程度と低い。農地などの発生源の影響がないためと考えられる。

また、同じ塩基性成分であるnss-カルシウムイオンの雨水濃度は、平均的には山間地域がセンターより低い、年度によって高くなる地点が見られる。

- (4) 山間地域の雨水のpHは、センターとほぼ同程度であり、県内山間地域の広い範囲で酸性雨現象が認められる。また、沈着量は山間地域の降水量が多いため、

山間地域の方がセンターより多くなっており、森林生態系への影響が懸念される。

- (5) 山間地域の大气中二酸化窒素濃度は、センターの1/2～1/6とかなり低い。しかし、地理的条件から木の芽峠のように自動車排ガスの影響を受けるような地点では、山間地域の割には高い濃度となることが認められた。

参考文献

- 1) 村野健太郎：ファルマシア，32，No.6，pp655-660，1996.
- 2) 福井県環境科学センター：福井県環境科学センター年報，業務報告，17，pp13-14，1989. 27，pp13-14，1997.
- 3) 福井県：平成9年度 酸性雨による土壌影響調査結果報告書（土壌・植生モニタリング調査），平成10年3月.
- 4) 福井県：平成6年度 酸性雨による土壌影響調査結果報告書（土壌・植生モニタリング調査），平成6年3月.
- 5) 前川 勉他：福井県環境科学センター年報，24，pp46-57，1994.

別表 1 雨水調査結果 (平成 6 年度)

五所ヶ原 '94

調査月	降水量	pH	H+	EC	SO4 ⁻	NO3	Cl	NH4	Na	K	Ca	Mg	CAT	ANI	C/A	ECcal	EC比	nssSO4	
	降水濃度	■	ueq/l	μS/cm	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l		μS/cm		ueq/l	
	降下量	■	meq/m2	0.1mS	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2		0.1mS		meq/m2	
6	平均雨水濃度		4.81	15.38	11.24	20.37	12.56	5.66	10.54	3.53	2.12	2.16	0.10	33.82	38.59	0.88	9.58	1.17	19.95
	雨水降下量	161.1		2.48	1.81	3.28	2.02	0.91	1.70	0.57	0.34	0.35	0.02	5.45	6.22		1.54		3.21
9	平均雨水濃度		4.47	33.67	19.80	37.94	20.13	8.79	21.17	6.05	1.19	2.69	0.36	65.13	66.86	0.97	19.05	1.04	37.22
	雨水降下量	156.8		5.28	3.10	5.95	3.16	1.38	3.32	0.95	0.19	0.42	0.06	10.21	10.48		2.99		5.83
11	平均雨水濃度		4.52	30.11	28.09	37.54	9.15	69.58	6.54	60.92	19.41	17.23	16.74	150.95	116.27	1.30	26.38	1.07	30.23
	雨水降下量	166.1		5.00	4.67	6.24	1.52	11.56	1.09	10.12	3.22	2.86	2.78	25.08	19.32		4.38		5.02
全	平均雨水濃度		4.58	26.36	19.80	31.96	13.84	28.61	12.61	24.04	7.75	7.50	5.90	84.16	74.41	1.13	18.41	1.08	29.07
	雨水降下量	484.0		12.76	9.58	15.47	6.70	13.85	6.10	11.64	3.75	3.63	2.85	40.74	36.02		8.91		14.07

大芝山 '94

調査月	降水量	pH	H+	EC	SO4	NO3	Cl	NH4	Na	K	Ca	Mg	CAT	ANI	C/A	ECcal	EC比	nssSO4	
	降水濃度	■	ueq/l	μS/cm	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l		μS/cm		ueq/l	
	降下量	■	meq/m2	0.1mS	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2		0.1mS		meq/m2	
6	平均雨水濃度		4.66	21.94	16.81	27.95	17.39	27.08	14.42	24.32	1.45	2.56	4.02	68.70	72.42	0.95	15.97	1.05	25.04
	雨水降下量	139.8		3.07	2.35	3.91	2.43	3.79	2.02	3.40	0.20	0.36	0.56	9.60	10.12		2.23		3.50
9	平均雨水濃度		4.51	31.04	18.42	32.26	15.40	14.65	13.26	12.28	0.47	2.20	1.70	60.95	62.31	0.98	17.51	1.05	30.78
	雨水降下量	225.6		7.00	4.16	7.28	3.48	3.31	2.99	2.77	0.11	0.50	0.38	13.75	14.06		3.95		6.95
11	平均雨水濃度		4.49	31.99	33.63	46.17	19.98	107.89	19.15	99.56	2.79	9.10	19.94	182.52	174.03	1.05	32.75	1.03	34.22
	雨水降下量	169.5		5.42	5.70	7.83	3.39	18.29	3.25	16.88	0.47	1.54	3.38	30.94	29.50		5.55		5.80
全	平均雨水濃度		4.54	28.96	22.82	35.54	17.37	47.45	15.43	43.08	1.46	4.48	8.09	101.50	100.36	1.01	21.94	1.04	30.37
	雨水降下量	534.9		15.49	12.21	19.01	9.29	25.38	8.25	23.05	0.78	2.40	4.33	54.30	53.69		11.73		16.25

木の芽峠 '94

調査月	降水量	pH	H+	EC	SO4	NO3	Cl	NH4	Na	K	Ca	Mg	CAT	ANI	C/A	ECcal	EC比	nssSO4	
	降水濃度	■	ueq/l	μS/cm	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l		μS/cm		ueq/l	
	降下量	■	meq/m2	0.1mS	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2		0.1mS		meq/m2	
6	平均雨水濃度		4.74	18.29	17.45	23.60	14.29	50.57	7.85	45.55	0.94	3.46	8.36	84.44	88.47	0.95	16.75	1.04	18.14
	雨水降下量	187.0		3.42	3.26	4.41	2.67	9.46	1.47	8.52	0.18	0.65	1.56	15.79	16.54		3.13		3.39
9	平均雨水濃度		4.47	33.94	23.47	41.10	19.51	32.23	18.71	28.28	2.09	3.69	4.82	91.53	92.83	0.99	22.44	1.05	37.71
	雨水降下量	246.9		8.38	5.79	10.15	4.82	7.96	4.62	6.98	0.52	0.91	1.19	22.60	22.92		5.54		9.31
11	平均雨水濃度		4.46	34.53	30.39	42.98	16.74	82.87	14.49	75.57	2.15	7.02	14.61	148.38	142.59	1.04	29.25	1.04	33.92
	雨水降下量	143.4		4.95	4.36	6.16	2.40	11.88	2.08	10.84	0.31	1.01	2.10	21.28	20.45		4.19		4.86
全	平均雨水濃度		4.54	29.02	23.24	35.90	17.13	50.75	14.14	45.62	1.73	4.44	8.40	103.35	103.78	1.00	22.28	1.04	30.43
	雨水降下量	577.3		16.75	13.41	20.72	9.89	29.30	8.16	26.34	1.00	2.56	4.85	59.66	59.91		12.86		17.56

センター '94

調査月	降水量	pH	H+	EC	SO4	NO3	Cl	NH4	Na	K	Ca	Mg	CAT	ANI	C/A	ECcal	EC比	nssSO4	
	降水濃度	■	ueq/l	μS/cm	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l		μS/cm		ueq/l	
	降下量	■	meq/m ²	0.1mS	meq/m ²	meq/m ²	meq/m ²	meq/m ²	meq/m ²	meq/m ²	meq/m ²	meq/m ²	meq/m ²	meq/m ²		0.1mS		meq/m ²	
6	平均雨水濃度		4.71	19.34	16.76	35.20	21.15	17.32	28.73	14.35	0.54	9.65	2.77	75.39	73.68	1.02	16.01	1.05	33.48
	雨水降下量	124.8		2.41	2.09	4.39	2.64	2.16	3.59	1.79	0.07	1.20	0.35	9.41	9.19		2.00		4.18
9	平均雨水濃度		4.44	36.44	24.66	48.49	25.47	21.51	26.35	17.14	0.96	8.62	3.11	92.61	95.48	0.97	23.63	1.04	46.43
	雨水降下量	145.8		5.31	3.59	7.07	3.71	3.14	3.84	2.50	0.14	1.26	0.45	13.50	13.92		3.44		6.77
11	平均雨水濃度		4.55	27.92	32.90	53.36	22.49	96.98	21.70	93.93	2.49	12.41	19.68	178.13	172.83	1.03	31.32	1.05	42.08
	雨水降下量	108.8		3.04	3.58	5.80	2.45	10.55	2.36	10.22	0.27	1.35	2.14	19.37	18.80		3.41		4.58
全	平均雨水濃度		4.55	28.37	24.42	45.51	23.20	41.77	25.80	38.24	1.26	10.04	7.75	111.47	110.48	1.01	23.33	1.05	40.92
	雨水降下量	379.3		10.76	9.26	17.26	8.80	15.84	9.79	14.51	0.48	3.81	2.94	42.28	41.91		8.85		15.52

別表2 雨水調査結果 (平成9年度)

五所ヶ原 '97

調査月		降水量	pH	H+	EC	SO4	NO3	Cl	NH4	Na	K	Ca	Mg	CAT	ANI	C/A	ECcal	EC比	nssSO4
	降水濃度	■		ueq/l	μS/cm	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l		μS/cm		ueq/l
	降下量	■		meq/m2	0.1mS	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2		0.1mS		meq/m2
6	平均雨水濃度		4.97	10.80	8.66	17.50	12.39	6.36	17.30	6.30	1.61	4.45	1.01	41.48	36.25	1.14	8.58	1.01	16.75
	雨水降下量	130.6		1.41	1.13	2.29	1.62	0.83	2.26	0.82	0.21	0.58	0.13	5.42	4.74		1.12		2.19
9	平均雨水濃度		4.77	17.13	10.92	18.36	13.34	17.13	15.53	16.39	1.28	3.54	3.64	57.51	48.82	1.18	12.18	0.90	16.39
	雨水降下量	240.7		4.12	2.63	4.42	3.21	4.12	3.74	3.94	0.31	0.85	0.88	13.84	11.75		2.93		3.95
11	平均雨水濃度		4.71	19.46	17.79	25.08	12.38	59.50	7.13	59.11	2.05	10.18	13.37	111.29	96.97	1.15	19.19	0.93	17.99
	雨水降下量	270.5		5.26	4.81	6.79	3.35	16.10	1.93	15.99	0.55	2.75	3.62	30.11	26.23		5.19		4.87
全	平均雨水濃度		4.77	16.82	13.35	21.02	12.74	32.79	12.35	32.34	1.67	6.52	7.21	76.91	66.55	1.16	14.40	0.93	17.14
	雨水降下量	641.9		10.80	8.57	13.49	8.18	21.05	7.93	20.76	1.07	4.19	4.62	49.37	42.72		9.24		11.00

大芝山 '97

調査月	降水量	pH	H+	EC	SO4	NO3	Cl	NH4	Na	K	Ca	Mg	CAT	ANI	C/A	ECcal	EC比	nssSO4	
	降水濃度	■	ueq/l	μS/cm	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l		μS/cm		ueq/l	
	降下量	■	meq/m2	0.1mS	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2		0.1mS		meq/m2	
6	平均雨水濃度		4.90	12.69	9.96	16.61	12.07	12.21	18.11	12.68	1.40	4.10	1.53	50.51	40.89	1.24	9.96	1.00	15.09
	雨水降下量	140.9		1.79	1.40	2.34	1.70	1.72	2.55	1.79	0.20	0.58	0.22	7.12	5.76		1.40		2.13
9	平均雨水濃度		4.78	16.51	14.75	20.10	13.13	48.55	11.55	46.78	1.51	8.10	9.70	94.16	81.78	1.15	16.33	0.90	14.49
	雨水降下量	221.8		3.66	3.27	4.46	2.91	10.77	2.56	10.37	0.34	1.80	2.15	20.88	18.14		3.62		3.21
11	平均雨水濃度		4.64	22.94	21.83	26.80	13.59	82.40	8.09	85.92	2.04	6.84	16.22	142.05	122.79	1.16	23.75	0.92	16.49
	雨水降下量	233.8		5.36	5.10	6.27	3.18	19.27	1.89	20.09	0.48	1.60	3.79	33.21	28.71		5.55		3.86
全	平均雨水濃度		4.74	18.13	16.39	21.90	13.06	53.24	11.74	54.07	1.69	6.66	10.33	102.62	88.20	1.16	17.73	0.92	15.42
	雨水降下量	596.5		10.81	9.78	13.06	7.79	31.75	7.00	32.25	1.01	3.97	6.16	61.21	52.61		10.58		9.19

木の芽峠 '97

調査月	降水量	pH	H+	EC	SO4	NO3	Cl	NH4	Na	K	Ca	Mg	CAT	ANI	C/A	ECcal	EC比	nssSO4	
	降水濃度	■	ueq/l	μS/cm	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l		μS/cm		ueq/l	
	降下量	■	meq/m2	0.1mS	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2		0.1mS		meq/m2	
6	平均雨水濃度		4.77	17.00	12.91	28.55	15.58	8.18	29.55	9.03	2.34	6.08	1.67	65.67	52.31	1.26	13.22	0.98	27.46
	雨水降下量	123.4		2.10	1.59	3.52	1.92	1.01	3.65	1.11	0.29	0.75	0.21	8.10	6.45		1.63		3.39
9	平均雨水濃度		4.84	14.52	13.27	19.83	17.26	37.90	17.19	35.30	1.75	8.14	6.91	83.81	74.99	1.12	14.81	0.90	15.60
	雨水降下量	177.8		2.58	2.36	3.53	3.07	6.74	3.06	6.28	0.31	1.45	1.23	14.91	13.34		2.63		2.77
11	平均雨水濃度		4.56	27.62	20.64	27.86	15.44	61.28	10.24	64.42	1.93	6.57	11.69	122.47	104.59	1.17	22.81	0.91	20.13
	雨水降下量	162.0		4.47	3.34	4.51	2.50	9.93	1.66	10.44	0.31	1.06	1.89	19.84	16.94		3.69		3.26
全	平均雨水濃度		4.70	19.76	15.75	24.96	16.18	38.16	18.05	38.49	1.97	7.04	7.19	92.50	79.30	1.17	17.18	0.92	20.34
	雨水降下量	463.2		9.15	7.30	11.56	7.49	17.68	8.36	17.83	0.91	3.26	3.33	42.85	36.73		7.96		9.42

センター '97

調査月	降水量	pH	H+	EC	SO4	NO3	Cl	NH4	Na	K	Ca	Mg	CAT	ANI	C/A	ECcal	EC比	nssSO4	
	降水濃度	■	ueq/l	μS/cm	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l	ueq/l		μS/cm		ueq/l	
	降下量	■	meq/m2	0.1mS	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2	meq/m2		0.1mS		meq/m2	
6	平均雨水濃度		5.04	9.09	12.95	32.03	19.37	16.70	36.86	15.82	1.20	13.27	3.27	79.52	68.10	1.17	12.96	1.00	30.13
	雨水降下量	100.7		0.92	1.30	3.23	1.95	1.68	3.71	1.59	0.12	1.34	0.33	8.01	6.86		1.31		3.03
9	平均雨水濃度		4.97	10.75	13.50	22.26	12.64	54.28	22.58	49.25	1.48	5.90	9.71	99.69	89.18	1.12	15.69	0.86	16.35
	雨水降下量	204.2		2.20	2.76	4.55	2.58	11.09	4.61	10.06	0.30	1.21	1.98	20.36	18.21		3.21		3.34
11	平均雨水濃度		4.60	24.99	37.01	51.89	17.59	185.43	19.02	188.70	3.89	12.36	36.75	285.71	254.92	1.12	42.13	0.88	29.25
	雨水降下量	166.2		4.16	6.15	8.63	2.92	30.83	3.16	31.37	0.65	2.05	6.11	47.50	42.38		7.00		4.86
全	平均雨水濃度		4.81	15.42	21.68	34.80	15.83	92.52	24.38	91.30	2.27	9.76	17.88	161.00	143.15	1.12	24.44	0.89	23.85
	雨水降下量	471.2		7.27	10.21	16.40	7.46	43.60	11.49	43.02	1.07	4.60	8.42	75.87	67.45		11.52		11.24

別表3 大気中NO₂調査結果 (H 6)

単位 ppb

調査月	調査日	五所ヶ原	大芝山	木の芽峠	福井市内	センター
6月	5/30- 6/ 6	1.7	4.0	3.4	9.9	10
	- 6/13	2.0	2.4	4.3	10.6	
	- 6/20	1.2	5.3	-	9.2	
	- 6/27	1.8	3.1	3.1	9.0	
	平 均	1.7	3.7	3.6	9.7	
9月	8/29- 9/ 5	2.1	2.9	3.0	9.9	13
	- 9/12	2.4	3.5	3.6	12.4	
	- 9/19	1.8	3.0	3.3	12.9	
	- 9/26	1.6	2.1	3.0	12.2	
	平 均	2.0	2.9	3.2	11.9	
11月	10/31-11/ 7	2.5	4.2	4.1	11.7	14
	-11/14	3.2	5.6	5.7	14.9	
	-11/21	2.8	4.4	6.1	14.5	
	-11/28	2.4	3.8	3.9	13.5	
	平 均	2.7	4.5	4.9	13.6	
全 平 均		2.1	3.7	3.9	11.7	13

別表4 大気中NO₂調査結果 (H 9)

単位 ppb

調査月	調査日	五所ヶ原	大芝山	木の芽峠	福井市内	センター
6月	6/ 2- 6/ 9	2.0	3.0	3.3	7.8	9
	- 6/16	1.7	2.3	4.3	9.7	
	- 6/23	2.2	3.5	3.9	10.1	
	- 6/30	1.5	4.7	4.8	10.3	
	平 均	1.9	3.4	4.0	9.5	
9月	9/ 1- 9/ 8	2.1	3.9	4.5	10.1	11
	- 9/16	2.1	2.3	4.1	8.6	
	- 9/22	1.8	2.1	2.8	9.9	
	- 9/29	1.6	3.2	6.4	10.9	
	平 均	1.9	2.9	4.4	9.9	
11月	11/ 4-11/10	1.2	1.8	2.3	14.1	15
	-11/17	3.0	5.5	7.7	16.7	
	-11/25	1.1	2.7	3.3	12.2	
	-12/ 1	1.5	3.5	10.0	9.7	
	平 均	1.7	3.4	5.8	13.2	
全 平 均		1.8	3.2	4.7	10.9	12

注) 福井市内は、福井市引目町における測定結果(他の調査地点と同一の方法による。)

注) センターは、福井市原目町における大気汚染常時監視測定結果(ザルツマン法による。
平均は月平均値、全平均は年平均値)