

# デポジットゲージ法による降下ばいじん量 及び貯留水中 pH 値の推移

熊本県保健環境科学研究所 植木 肇

## 1. はじめに

熊本県では、デポジットゲージ法による降下ばいじん量の測定を1964 (S.39) 年6月から開始した。大気汚染の状況を調査する目的で、大気汚染自動測定器による監視のほか、降下ばいじん量の測定は、年間を通して現在も引続き実施中である。その間測定地点数には幾多の変遷があり、最近の例では1988 (S.63) 年度から1996 (H.8) 年度まで18地点で調査を行っている。

1965 (S.40) 年から1996 (H.8) 年度までの熊本県内各地の降下ばいじん量及び貯留水中のpH値の経年的な推移について、これまで公表された「熊本県公害白書」<sup>1)</sup>等<sup>2)</sup>の資料をもとに述べる。

なお、各地点の降下ばいじん総量（以下降下ばいじん量とする）の測定値は、熊本県が発行する「公害白書（昭和47年版～61年版）、環境白書（昭和62年版～平成8年版）」、「大気調査等調査成績報告（第1報～第18報）、大気・騒音調査結果（第19報～第32報）」に掲載されている。

## 2. 調査地点及び調査方法

### 2.1 調査地点

1996年度末における熊本県が実施している降下ばいじん量の調査地点（デポジットゲージ設置地点）5市2町を図1に示した。地区別には北から荒尾市5地点、長洲町2地点、玉名

市1地点、宇土市2地点（以上の地区を県北部とする）、八代市3地点、田浦町2地点及び水俣市3地点（以上の地区を県南部とする）の合計7市町18地点である。設置地点が沿岸部に多いのは、主要工場が立地している地域を中心に測定が開始されたためである。このほか、熊本市、八代市、水俣市も独自に調査地点を設けている。

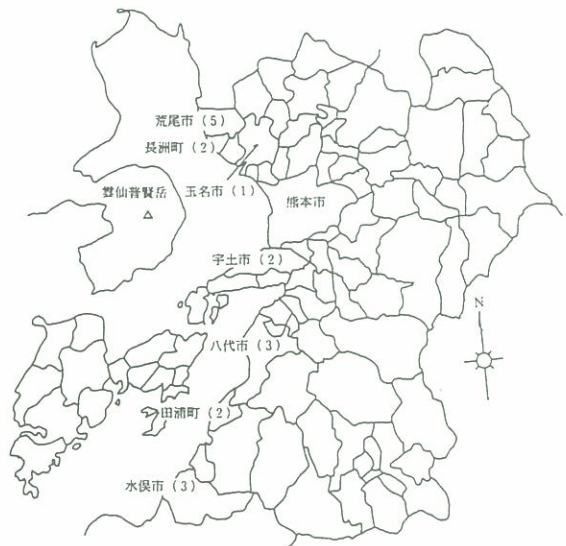


図1 降下ばいじん量調査地点

( ) の数字はデポジットゲージ設置地点数

### 2.2 調査方法

各調査地点に降下ばいじん採取容器（デポジットゲージ）を設置し、関係市町並びに管轄保健所等の協力により一ヶ月毎に容器中の貯留水を回収する。研究所に搬入された貯留

水量を測定後、ろ紙 (No.5A) でろ別し、そのろ液とろ紙上の残留物から溶解性成分量、不溶解性成分量を求め、その合計を降下ばいじん量とする。また、貯留水のろ液のpH値を同時に測定している。pH値の測定はいずれもガラス電極pH計で行った。

### 3. 熊本県の降下ばいじん量

#### 3.1 主要地区の降下ばいじん量の経年変化

図2に荒尾市、長洲町、八代市及び水俣市の主要4地区の1996年度末までの降下ばいじん量の年間平均値(算術平均値)の経年変化を示した。これによると1966~1970(S.41~45)年の降下ばいじん量は、各地区ごとの年間平均値でも10ton/km<sup>2</sup>/月を超える年が多い。その後、1967(S.42)年の「大気汚染防止法」の制定、1970(S.45)年の「大気汚染防止法」の改正等によって、施設の改善が進み、1970~1975年(S.40年代後半)にかけて、急激に降下ばいじん量が減少した。その後1975(S.50)年以降は、地区によって若干の増減はあるものの、さらに少量となり、その後各年度の年間平均値は、水俣地区が他の3地区よりやや多量であるものの、3~5ton/km<sup>2</sup>/月程度のほぼ横ばいという状態で推移していた。このように一定した状況が、1990年度まで続いた。しかし1991年度は、荒尾市、長洲町の県北部の調査地区で、降下ばいじん量の急激な増加が認められた。荒尾地区のこの時の年間平均値は14.4ton/km<sup>2</sup>/月であり、1960年代後半の降下ばいじん量に匹敵するほどであった。また同様に長洲地区では30ton/km<sup>2</sup>/月を超えていた。しかしこの状況も1993年以降は再

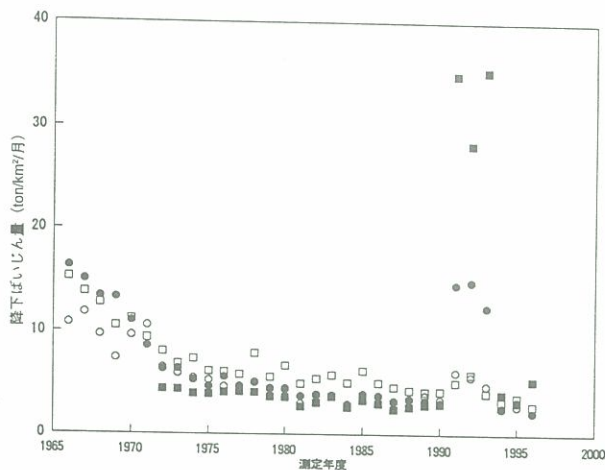


図2 主要4地区の降下ばいじん量年平均値の推移 (1966~1996年度)

● : 荒尾地区(3地点平均), ■ : 長洲地区(2地点平均),  
○ : 八代地区(3地点平均), □ : 水俣地区(3地点平均)

び減少を始め現在に至っている。一方県南部の八代、水俣両地区ではこの期間の降下ばいじん量の増加は、それほど大きくなかった。この降下ばいじん量の増加は雲仙普賢岳の火山活動に伴うものと考えられた。これについては後述する。

#### 3.2 主要継続地点の降下ばいじん量の経年変化及び経月変化

次に長期にわたる熊本県内の降下ばいじん量の動向を検討した。図3に長期間にわたって測定が継続されている地点の1966年4月から1997年3月までの各月の降下ばいじん量の推移を示した。当初からの測定地点である荒尾市役所、宇土浦田団地(1987年度から宇土市役所に変更)、八代保健所及び水俣保健所の4地点と、その後1972年度から調査を開始した長洲町水源地、玉名女子高校(1980年度から玉名総合庁舎に変更)の2地点である。図4にこれらの地点の年間平均値の推移を示した。また表1に測定期間中の降下ばいじん量の算術

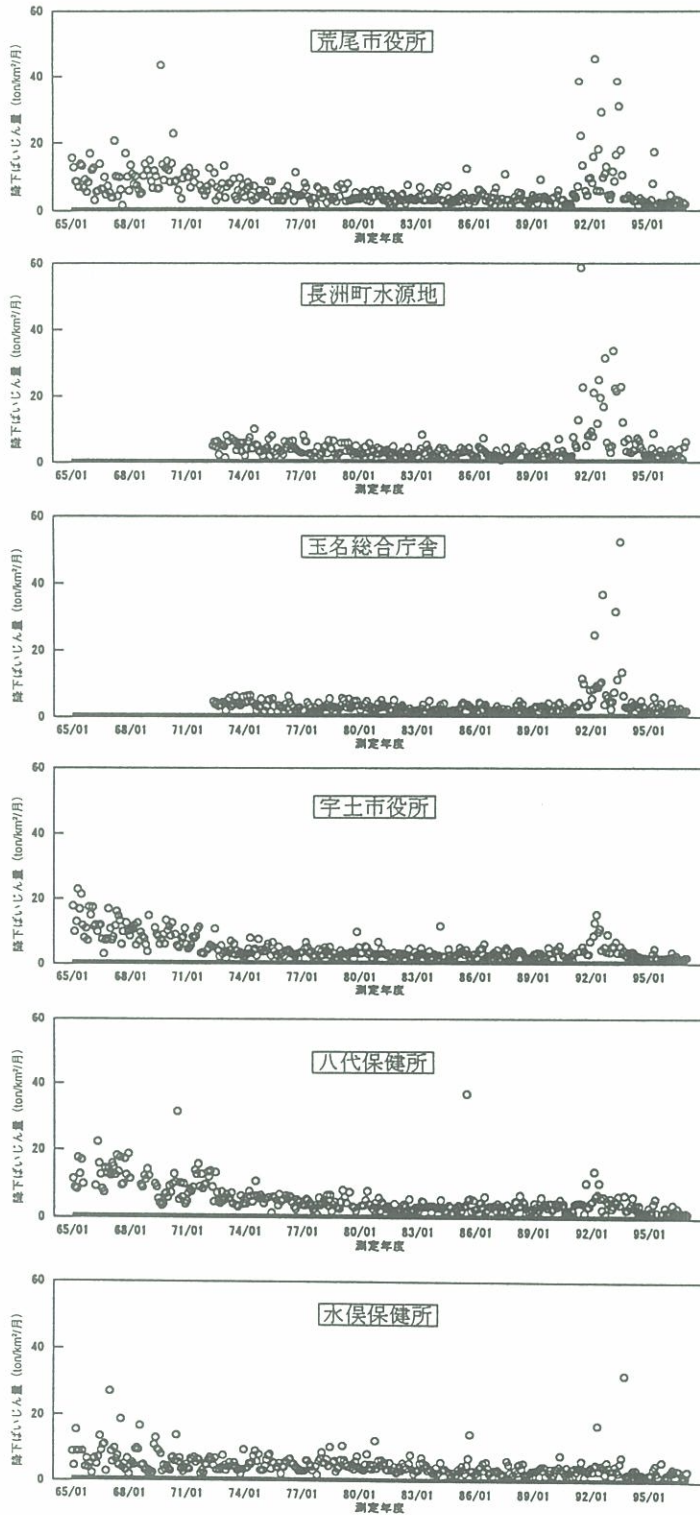


図3 主要継続6地点の降下ばいじん量の推移  
(1966年4月～1997年3月)

注) 長洲町水源地には91/06, 91/09, 92/04, 92/08, 93/06にそれぞれ99.2, 104.1, 85.5, 95.0, 112.2ton/km<sup>2</sup>/月がある。玉名総合庁舎には91/06に87.7ton/km<sup>2</sup>/月がある。

表1 降下ばいじん量の統計値

調査地点	調査開始	測定数	平均値 算術(幾何) (ton/km <sup>2</sup> /月)	標準 偏差	変動 係数
荒尾市役所	1965.1~	372	6.40 (5.10)	5.54	0.86
長洲町水源地	1972.5~	280	6.45 (3.91)	13.65	2.12
玉名総合庁舎	1972.5~	282	4.10 (3.10)	6.70	1.63
宇土市役所	1965.1~	360	4.99 (4.04)	3.68	0.74
八代保健所	1965.1~	353	5.65 (4.60)	4.28	0.76
水俣保健所	1965.1~	368	4.89 (4.24)	3.19	0.65

平均値、幾何平均値、標準偏差及び変動係数を地点別に示した。

図3によると1966~1970年の各月の降下ばいじん量は、20ton/km<sup>2</sup>/月以内で大きく増減していたが、1975年度以降の各月の降下ばいじん量はかなり小さくなり、5ton/km<sup>2</sup>/月前後で推移していた。しかし1991年6月に、降下ばいじん量は急激な変化をきたし、その後も県北部の調査地点を中心に、とくに長洲町水源地では100ton/km<sup>2</sup>/月を超える月が出現するという極めて特異的な状態が続いた。しかし、この状態も1993年後半から次第にその量は減少を始め、1990年以前の降下ばいじん量程度に落ち着いた。これは後述するように、1990年11月に火山活動を開始した雲仙普賢岳の噴火等の影響を受けて、県北部の各地点を中心に降下ばいじん量が増加したことを示している(1991年6月、9月に大きな火砕流が発生)。

#### 4. 雲仙普賢岳の火山活動と降下ばいじん量との関係

##### 4.1 雲仙普賢岳の活動状況

調査期間中の1990(H.2)年11月7

日には、雲仙普賢岳(1,360m)が198年振りに、山頂付近で噴火活動を始めた。活動は次第に活発化し、1991(H.3)年5月12日から山頂付近で地震活動が始まり、同月24日に初めての火砕流が発生した。その後も火砕流の発生が続き、同年6月3日には大災害となった。さらに溶岩ドームの成長、崩落、火砕流の発生等が続いた<sup>3)</sup>が、1995(H.7)年2月以降は火砕流の発生もなく、5月には地下のマグマの脈動も検出されなくなった<sup>4)</sup>。

##### 4.2 雲仙普賢岳の火山活動に伴う降下ばいじん量の変化

図2~図4に示すように、雲仙普賢岳の火山活動の期間中には県北部で降下ばいじん量が増加した。各地区の降下ばいじん量を、年度別に年間平均値で比較した結果を表2に示した。1991年度の全体の平均値は1990年度に比べ3.6倍の増加を示し、地区別では荒尾地区が4.9倍、長洲地区が11.7倍、玉名地区が5.7倍であり、以下宇土、八代、田浦、水俣地区の順であった。また同様に熊本市の測定結

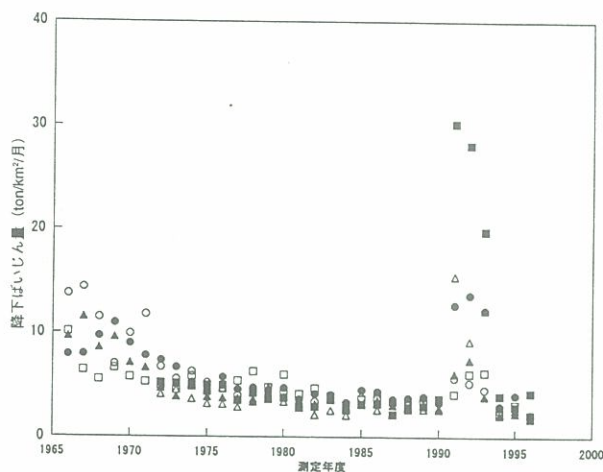


図4 主要継続6地点の降下ばいじん量年平均値の推移(1966~1996年度)

●: 荒尾市役所, ■: 長洲町水源地, △: 玉名総合庁舎,  
▲: 宇土市役所, ○: 八代保健所, □: 水俣保健所

果<sup>5)</sup>を比較すると、1990年度の2.9ton/km<sup>2</sup>/月が、1991年度には31.9ton/km<sup>2</sup>/月と、実に11.0倍の増加となり、長洲地区と同程度の増加であった。このことは、県南部に比べて、県北部の調査地点を中心として、降下ばいじん量の異常な増加があったことを示している。その後も1993年度までの降下ばいじん量の年間平均値は、1990年度のそれに対して、数倍程度の増加が続いた。しかし1994年度には、この比は1以下となり、火山活動開始前の状態に近くなった。このことから、雲仙普賢岳の火山活動に伴う降下ばいじん量の変化は、活動開始前の1990年度、活動開始後の活動が活発な1991～1993年度、及び沈静化の兆候が見られ終息に向かった1994年度以降の3期に区別できる。

このように降下ばいじん量が増加した時期が、雲仙普賢岳の火山活動の開始時期あるいは活動が活発な時期と一致していること、また減少をはじめた時期が、火山活動が沈静化の兆候を示した時期と前後していること等、雲仙普賢岳の火山活動の消長と極めて類似した挙動を示した。鎌田<sup>6)</sup>は火山から噴出した物質は、活動の中心からの距離に応じて降下量が指数関数的に減少し、最終的に地上に落下するとしている。雲仙普賢岳の火山活動による降灰等の火山噴出物も同様に、直接ある

いは地上に落下後再び西～南西風に乗り、海を越えて25～30km離れた対岸の熊本県北部地域に降下し、大気環境に（この場合これらの地域の降下ばいじん量の増減という形で）かなりの影響を及ぼしたことは明らかである。

#### 4.3 降下ばいじん量と硫黄酸化物濃度との関係

雲仙普賢岳は、火山活動により周辺環境に火山灰のほか、SO<sub>2</sub>等の火山ガスを多量に放出していると考えられる。平林ら<sup>7)</sup>の測定によれば、1991年7月から翌年2月までの測定時の平均放出量は200ton/day、1992年3月から翌年2月までは50～150ton/dayであった。1991年6月3日の雲仙普賢岳における噴火の影響について、今村ら<sup>8)</sup>は熊本市内の大気自動測定局のSPM（浮遊粒子状物質）、SO<sub>2</sub>濃度の噴火前後の日平均値の変化を検討し、SPMは増加したが、SO<sub>2</sub>濃度の変化は認められなかったとしている。火山活動前の1990年度と活動中の1992年度における降下ばいじん量とアルカリろ紙法による硫黄酸化物濃度との関係を検討した。ここでは火山活動の影響が大きいと考えられた荒尾市役所と、それほどの影響が認められなかった八代保健所の2地点を対象とした。その結果は図5

表2 雲仙普賢岳の火山活動前後における

降下ばいじん量(算術平均値)の変化 (単位: ton/km<sup>2</sup>/月)

地区別(地点)	1990年度	1991年度	1992年度	1993年度	1994年度	1995年度
荒尾地区(5)	2.9	14.3(4.9)	14.0(4.8)	12.5(4.3)	2.6(0.9)	2.6(0.9)
長洲地区(2)	3.0	35.0(11.7)	26.9(9.0)	32.0(10.7)	3.6(1.2)	3.5(1.2)
玉名地区(1)	2.7	15.5(5.7)	9.2(3.4)	12.2(4.5)	2.9(1.1)	2.6(1.0)
宇土地区(2)	3.1	6.6(2.1)	12.1(3.9)	4.2(1.4)	2.5(0.8)	2.7(0.9)
八代地区(3)	3.4	6.1(1.8)	5.6(1.6)	4.8(1.4)	2.6(0.8)	2.8(0.8)
田浦地区(2)	3.3	5.0(1.5)	4.8(1.4)	4.2(1.3)	2.2(0.7)	2.5(0.8)
水俣地区(3)	4.3	5.0(1.2)	5.9(1.4)	4.0(0.9)	3.0(0.7)	3.7(0.9)
熊本県(18)	3.3	11.9(3.6)	11.1(3.4)	10.1(3.1)	2.7(0.8)	2.9(0.9)

( ) の数字は1990年度の降下ばいじん量に対する倍率。

度とも、八代保健所が0.16～0.26SO<sub>3</sub>mg/日/100cm<sup>2</sup>、荒尾市役所が0.05～0.14SO<sub>3</sub>mg/日/100cm<sup>2</sup>の範囲であり、いずれも八代保健所の方が多量であった。一方降下ばいじん量は1990年度は両地点とも

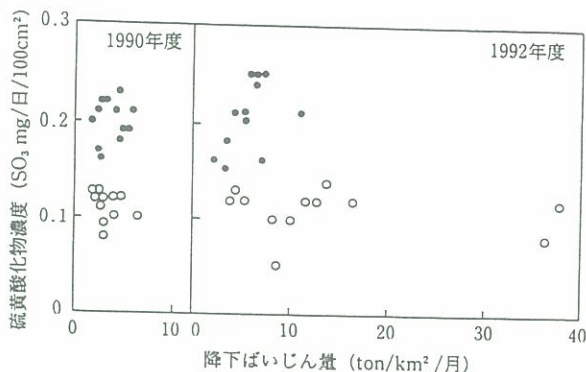


図5 降下ばいじん量と硫黄酸化物濃度との関係

○：荒尾市役所，●：八代保健所

ほぼ1～6ton/km<sup>2</sup>/月の範囲であった。しかし、1992年度は八代保健所は2～8ton/km<sup>2</sup>/月の範囲で変化は小さかったが、荒尾市役所は3～38ton/km<sup>2</sup>/月と採取した月により極端な量の差があった。いずれにしろ両項目はそれぞれ独立した挙動を示し、降下ばいじん量の増加に伴って硫黄酸化物濃度が増加するという関係は認められなかった。

#### 4.4 降下ばいじん量中の溶解性成分量と不溶解性成分量

降下ばいじん量に著しく大きな量的変化があったので、つぎに降下ばいじんの質的变化があったか否かを検討した。雲仙普賢岳の火山活動に由来する降灰成分が多いとすれば、当然、降下ばいじん量中の灰分を含む不溶解性成分量が通常より多くなると考えられる。

表3に、1969年、1990年、1991年、1994年度の降下ばいじん中の溶解性成分量、不溶解性成分量及び両成分の総量を示した。さらに溶解性成分量と降下ばいじん量との比を示した。

これによると、1969 (S.44) 年度の溶解性成分量と降下ばいじん量の比は、荒尾地区の0.38を最低として、最高は水俣地区の0.60で

あり、その他の地区の比は0.5前後の値であった。溶解性成分量と不溶解性成分量の割合はほぼ同程度の量であることを示していた。1990年度の降下ばいじん量は1969年度に比べて著しく減少しているが、降下ばいじん量に対する溶解性成分量の比は0.40～0.59の範囲であり、1969年度当時とほぼ同様の割合であった。しかも範囲が小さく、全体が均一化したと考えられる結果であった。ところが1991年度になると、こ

の比が県北部の地域でより小さい値となり、荒尾、長洲、玉名、宇土の各地区では0.11～0.28であった。県南部の八代、田浦、水俣地区では0.34～0.51であり、1990年度と変わらない値であった。1990年度とその後の各年度の溶解性成分量は、表3に示すように長洲地区を除きその量にはほとんど差がなかった。しかし宇土以北の地点で不溶解性成分量が1993年度までは増加していた。そのため溶解性成分量の割合が従来よりも小さくなったと考えられた。一方県南部では不溶解性成分量も大きい変化はなかった。1994年度になると各地区とも再び火山活動開始前の値に近くなった。このことから、明らかに雲仙普賢岳からの影響が降下ばいじん量の変化、とくに不溶解性成分量の増加として現れていると考えられた。これは雲仙普賢岳から約40km以遠の県南部まで影響を及ぼさなかったことを示している。このことは、雲仙普賢岳の噴火に伴うSPM濃度が火口から半径50km内外までに影響を与え、広域汚染が見られたとしている森ら<sup>9)</sup>の報告とも一致していた。

#### 5. デポジットゲージ貯留水のpH値の推移

表3 降下ばいじん量の組成及び組成比の変化

地区 (地点数)	調査年度	降下ばいじん量 (ton/km <sup>2</sup> /月)			A/B	A/(A+B)
		溶解性成分(A)	不溶解性成分(B)	総量(A+B)		
荒尾地区 (5)	1969	4.8	7.8	12.6	0.62	0.38
	1990	1.3	1.6	2.9	0.81	0.45
	1991	2.7	11.7	14.4	0.23	0.19
	1994	0.9	1.7	2.6	0.53	0.35
長洲地区 (2)	1969	—	—	—	—	—
	1990	1.5	1.5	3.0	1.00	0.50
	1991	7.8	27.2	35.0	0.29	0.22
	1994	1.1	2.5	3.6	0.44	0.28
玉名地区 (1)	1969	—	—	—	—	—
	1990	1.3	1.4	2.7	0.93	0.48
	1991	1.7	13.8	15.5	0.12	0.11
	1994	0.8	2.1	2.9	0.38	0.28
宇土地区 (2)	1969	4.8	4.3	9.1	1.12	0.53
	1990	1.2	1.8	3.0	0.67	0.40
	1991	1.9	4.8	6.7	0.40	0.28
	1994	1.0	1.5	2.5	0.66	0.40
八代地区 (3)	1969	3.7	3.7	7.4	1.00	0.50
	1990	1.5	1.9	3.4	0.79	0.44
	1991	2.1	4.0	6.1	0.52	0.34
	1994	1.1	1.5	2.6	0.73	0.42
田浦地区 (2)	1969	2.4	2.7	5.1	0.89	0.47
	1990	2.0	1.4	3.4	1.43	0.59
	1991	2.2	2.8	5.0	0.78	0.44
	1994	1.0	1.8	2.8	0.55	0.36
水俣地区 (3)	1969	5.9	4.0	9.9	1.48	0.60
	1990	2.4	1.8	4.2	1.33	0.57
	1991	2.6	2.5	5.1	1.04	0.51
	1994	1.2	1.8	3.0	0.67	0.40

近年酸性雨の問題が広域的な環境汚染としてクローズアップされるに伴い、我が国でも各地でpH値をはじめ主要成分の測定が行われている<sup>10-12)</sup>。しかしながら、多数の地点を対象として、降水を常時監視し、連続的にpH値等を測定し始めたのは、多くは最近のことである。熊本県でも、酸性雨の状況を把握する調査を1988(S.63)年10月に2地点で開始し、現在は県内9地点で降水の調査を行っている。開始後の期間も短く、まだデータの蓄積量は十分ではない。一方酸性雨の問題が深刻さを増すにつれ、過去から現在までの長期間にわたる降水のpH値の変化を知る必要が生じてきた。

長期間の降水のpH値の変化を知る一つの手段として、同一方法で採取し、同一方法での

測定が継続されれば、ある程度の傾向が読みとれるものと考え、デポジットゲージ貯留水のpH値の変化を比較検討した。一般にこの採取方法はバルク採取法と呼ばれ、降水現象も含めた種々の大気浄化過程を経由して地表面に降下した汚染質による総合的な影響が評価される<sup>13)</sup>と言われている。しかし、1ヶ月間近く放置されている貯留水のpH値の測定値が、実際にはいかなる意味を有するのか明瞭でなく、その評価が懸念されたことも一因となり、これまで全国的に見てもデポジットゲージ貯留水のpH値に関する報告は少ない<sup>14-16)</sup>。

### 5.1 各地点でのpH値の経月変化

降下ばいじん量の測定が長期間継続されている代表的な6地点でのデポジットゲージ貯留水中の各月のpH値の推移を検討した。図6にこれら6地点の1968~1996(S.43-H.8)年度までの結果を示した。なおここでは実測定値で示した。その結果、いずれの地点でも1968~1970年の各月のpH値は7前後の値が多数測定されていたが、1980年代になると、次第にpH値5~6が多くなるという一般的な傾向が認められた。

熊本市のデポジットゲージ貯留水のpH値(全市平均値)は、1963~1967(S.38~42)年頃はpH7程度であったのが、次第に変動が著しくなるとともに酸性化が進み、現在はpH5前後<sup>5)</sup>と言われている。また四日市市<sup>15)</sup>

表4 デポジットゲージ貯留水のpH値の統計値

調査地点	調査開始	測定数	算術 平均値	標準 偏差	変動 係数
荒尾市役所	1968.1～	335	5.47	0.71	0.13
長洲町水源地	1972.5～	278	5.35	0.71	0.13
玉名総合庁舎	1972.5～	280	5.41	0.66	0.12
宇土市役所	1968.1～	324	5.31	0.76	0.14
八代保健所	1968.7～	325	5.44	0.74	0.14
水俣保健所	1968.1～	332	5.81	0.74	0.15

でも同様の傾向が見られている。

図6に示した各地点の測定開始時から1996年度までのpH値を整理し、その算術平均値、標準偏差及び変動係数を地点ごとに求めた結果を表4に示した。

全期間の平均値は水俣保健所が最も高く、pH値5.81であり、他の地点のpH値は5.31～5.47の範囲であった。水俣保健所は1965年前後にpH7を超えることが多かったためと考えられる。

## 5.2 pH値の経年変化

次に、経年的にどの程度pH値が変化しているかを検討した。測定を開始した1968年から1972年までの5年間と、その後20年経過した1988年から1992年の5年間の各月の測定値を用いて、各調査地点別に、両時期のpH値の算術平均値及び標準偏差を求めた(表5)。明

表5 調査期間別のデポジットゲージ貯留水のpH値(算術平均値±標準偏差)の比較 ( )の数字は測定数

調査地点	調査期間		差
	1968.1～1972.12	1988.1～1992.12	
荒尾市役所	5.82 ± 0.84 (55)	5.30 ± 0.66 (58)	-0.52
宇土市役所	6.16 ± 0.87 (54)	5.43 ± 0.65 (52)	-0.73
八代保健所	5.97 ± 0.70 (51)	5.14 ± 0.68 (60)	-0.83
水俣保健所	6.44 ± 0.67 (60)	5.58 ± 0.70 (58)	-0.86

表6 デポジットゲージ貯留水のpH値の分布

対象期間 pH値 (範囲)	1968.1～1972.12				1988.1～1992.12					
	荒 尾	長 洲	八 代	水 俣	小計(%)	荒 尾	長 洲	八 代	水 俣	小計(%)
～4.4	1	2	1	0	4(1.8)	6	3	6	1	16(7.0)
4.5～4.9	6	4	3	2	15(6.8)	14	13	22	11	60(26.3)
5.0～5.4	15	6	8	3	32(14.5)	16	10	15	14	55(24.1)
5.5～5.9	7	8	13	7	35(15.9)	9	14	9	12	44(19.3)
6.0～6.4	14	11	11	19	55(25.0)	11	8	6	15	40(17.5)
6.5～6.9	7	11	13	15	46(20.9)	2	4	1	4	11(4.8)
7.0～	5	12	2	14	33(15.0)	0	0	1	1	2(0.9)
合計	220(99.9)					228(99.9)				

らかに20年後のpH値は0.52～0.86の範囲で酸性側に移り、各地点で酸性化が進行している。両時期の平均値についてt検定を行ったところ、いずれの地点でも危険率1%以下で有意であった。

次に調査期間別のpH値の出現傾向を見るため、これら4地点での全測定値をまとめて、各期間におけるpH値の出現頻度の分布状況を検討した。表6に各調査期間ごとに結果を示した。両調査期間の分布型は明らかに異なっていた。しかもその最大の出現頻度のピークは地点別の項でも述べたように、酸性側に大きくシフトしていた。例えば1968年1月からの5年間ではpH値6.0以上が全体の約61%を占めていたのに対し、1988年1月からの5年間ではpH値4.5～5.4で全体の約50%を占める状況であった。そのためpH値の平均値を比較しても、1968年1月からの4地点延べ220測定値の平均値は6.11であり、1988年1月からの延べ228測定値の平均値は5.36であった。また明らかに後者の期間中のpH7以上の出現例は激減していた。すなわち、これらのpH値の濃度分布の割合を見ると、とくにpH7以上の試料は前者で220例中33例(15.0%)であったのが、20年後の5年間では228例中わずか



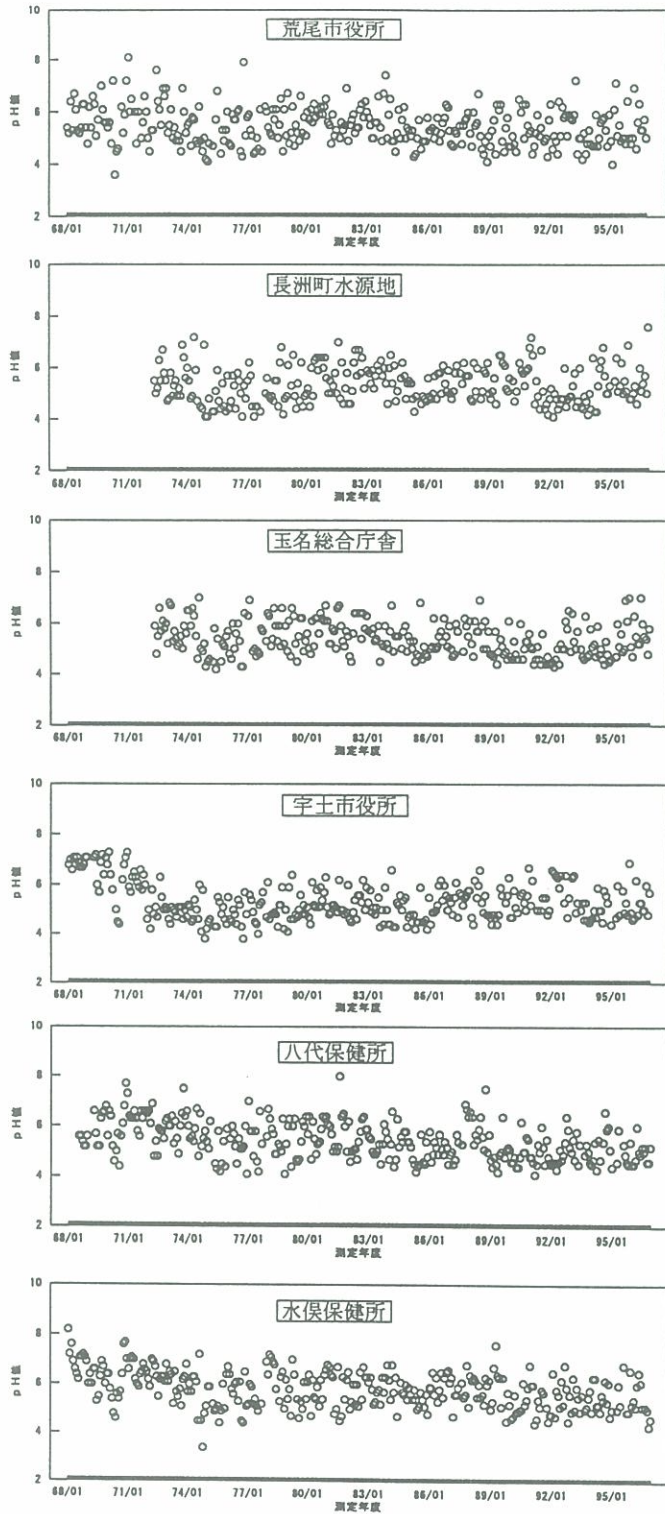


図6 デポジットゲージ貯留水のpH値の推移（1968～1996年度）

2例(0.9%)にすぎなかった。

一方、近年問題となっている酸性雨の目安であるpH値5.6以下の雨水も急激に増加し、1968年当時の67例(30.4%)が、20年後の1988年からの5年間では実に154例(67.5%)となっていた。これからも次第に酸性化が進行していると考えられた。

デポジットゲージ貯留水のpH値は、純粋に雨水のデータとは言えないものの、以上のことから、1975(S.50)年以降、全県下に雨水を中心とした酸性降下物が、昼夜を問わず降下していると言える。

今回の結果から見て、活発な火山活動のような自然現象に由来する降下ばいじん量の増加をのぞけば、降下ばいじん量は近年着実に減少している。また硫黄酸化物あるいは窒素酸化物の著しい増加もない。しかしながら雨水の酸性化が進行しているという事実は、現在考えられている酸性雨発生のメカニズムから考えれば不可思議なことであり、その供給源が熊本県という一自治体規模の問題でなく、さらに広域的、地球的規模での研究、対策が必要なことを示唆している。

## 6. まとめ

1965(S.40)年度以降の熊本県内の降下ばいじん量及びデポジットゲージ容器内の貯留水のpH値の推移について検討した。その結果次のことが明らかとなった。

1) 1965~1970年の降下ばいじん量は、10ton/km<sup>2</sup>/月を超える年度、地点が多かったものの、法規制の強化とともにこれらは次第に改善され、最近では3~5ton/km<sup>2</sup>/月と安定した状況で推移していた。

2) 1991年度の降下ばいじん量は前年度に比較して、県北部の地点で5~12倍増加した。

1994年度になると再び従来と同程度の量となった。雲仙普賢岳の火山活動の影響による降下ばいじん量の増加が認められた。増加した期間中の降下ばいじん量の質的变化をみると、県北部の各地点で不溶解性成分量の急激な増加が認められた。また硫黄酸化物濃度の増加は認められなかった。

3) デポジットゲージ貯留水のpH値は、1970年以前には7前後の値が多数みられていたが、1975年以降になると、次第にpH値5~6が多くみられるようになった。調査期間中の6地点のデポジットゲージ貯留水のpH値の平均値は、5.31~5.81であった。各地点のpH値の経年変化を見ると、年ごとに増減を繰り返し、経年的な低下傾向が認められた。また1988年から1992年までの5年間のpH値の平均値を20年前のそれに比較すると、0.52~0.86程度低下し(表5)、酸性化が進行していることを示唆していた。pH値の頻度分布を見ると、20年前にはpH値6.0以上が約61%を占めていたが、最近では4.5~5.4の範囲が約50%を占める状況であった。

## 文 献

- 1) 熊本県環境公害部：公害白書(昭和47年版~61年版)、環境白書(昭和62年版~平成8年版)。
- 2) 熊本県：大気調査報告書等(第1報~第18報)、大気・騒音調査結果(第19報~第32報)。
- 3) 日本気象協会編：気象年鑑 1994年版、p.194-201(1994)、同 1995年版、p.187-194(1995)。
- 4) 太田一也：1990-1995年雲仙岳噴火活動の予知と危機管理支援、火山、42(1)、61-74(1997)。

- 5) 熊本市：熊本市公害白書（平成3年版），同（平成4年版），同（平成5年版）。
- 6) 鎌田政明：火山活動と地球環境，火山，第2集，**20**，355－362（1975）。
- 7) 平林順一，大場 武，野上健治，吉田稔，小坂丈予，鍵山恒臣：雲仙岳1990－1993年の活動と火山ガス，雲仙岳溶岩ドームの形成と崩落に関する総合的観測研究（代表 太田一也），103－112（1994）。
- 8) 今村 修，矢澤吉邦：降水に及ぼす火山の影響，熊本県衛生公害研究所報，**21**，63－67（1991）。
- 9) 森 淳子，濱野敏一，桑野紘一，宇都宮彬，今村 修：雲仙普賢岳噴火に伴う大気環境影響調査（第1報）－二酸化硫黄と浮遊粒子状物質濃度の動向－，全国公害研会誌，**19**（3），155－162（1994）。
- 10) 玉置元則，小山 功：地上から見た日本の酸性雨－酸性雨調査・研究で得られた成果と今後の課題－，大気汚染学会誌，**26**（1），1－22（1991）。
- 11) 玉置元則，加藤拓紀，関口恭一ら：日本の酸性雨の化学，日化，**1991**（5），667－674（1991）。
- 12) 玉置元則：大気汚染と酸性雨現象，環境技術，**15**（8），1－9（1986）。
- 13) 玉置元則：日本の酸性雨監視体制と降水酸性化の現状，現代化学，**232**，44－50（1990）。
- 14) 井内陽子，向井宏実，村上憲司：徳島県主要地点における降下ばいじんの測定結果と経年変化について（第14報），徳島県保健環境センター年報，**10**，59－64（1992）。
- 15) 環境庁地球環境部監修：「酸性雨－地球環境の行方－」，p.28（1997）．中央法規出版
- 16) 植木 肇，野田 茂：デポジットゲージ貯留水のpH値の変遷，熊本県衛生公害研究所報，**22**，52－56（1992）。