

伊豆諸島の火山・地震活動にともなう水道原水及び水道水中の無機成分の実態調査

栃本 博*, 高橋 保雄*, 小杉 有希*, 小輪瀬 勉*
関山 登*, 小西 浩之*, 中川 順一*, 真木 俊夫*

Investigation of inorganic ingredient in raw water and water supply with volcanic activity and earthquake in Izu Islands

Hiroshi TOCHIMOTO*, Yasuo TAKAHASHI*, Yuki KOSUGI*, Tsutomu KOWASE*
Noboru SEKIYAMA*, Hiroyuki KONISHI*, Junichi NAKAGAWA* and Toshio MAKI*

Keywords: 無機成分 inorganic ingredient, ヒ素 arsenic, 水道原水 raw water, 水道水 water supply, 火山活動 volcanic activity, 地震 earthquake, 三宅島 Miyakejima Island

緒 言

2000年6月26日、伊豆諸島の三宅島は17年ぶりに火山活動を開始した。7～8月には三宅島、新島、神津島近海で震度5～6の群発地震が発生し、新島、神津島では崖崩れが起こり、特に新島では多くの家屋が被害を受けた¹⁾。8月には三宅島の大噴火が起こり、火山灰が山頂から火砕流のように海岸まで流れた。このため、9月には島民全員が島外に避難した²⁾。噴火から1年経過した現在でも三宅島の火山活動は低下したものの終息の気配はみられず、島民全員の帰島の目処はたっていない。また、三宅島、新島、神津島では震度1～2の有感地震も続いている。

火山活動では、火山ガスや岩石成分が地下水中に溶け込み、温泉水となり、地下水水質に影響する^{3,4)}。また、地震活動が地下水水質に影響することも報告されている^{5,6)}。三宅島、新島、神津島等では水道水源に地下水を利用して⁷⁾。このため、地下水水質に及ぼす火山活動の影響が懸念される。

そこで、これら地域の水道水の安全性確保及び火山・地震活動の地下水水質に及ぼす影響を把握する目的で水道原水(以下原水と略す)及び水道水の無機成分の水質調査を実施した。

調 査 方 法

1. 調査地点 三宅島の原水14地点、水道水3地点、新島の原水16地点、水道水2地点、式根島の水道水1地点、神津島の原水6地点、水道水1地点、御蔵島の原水1地点、水道水1地点の合計原水37地点、水道水8地点を調査した。原水は、三宅島と新島では地下水、神津島では地下水と湧水、御蔵島では湧水である。

2. 調査時期 三宅島は2000年6月と2001年3～6月、新島は2000年7、12月と2001年1月、式根島は2000年12月、神津島は2000年12月、御蔵島は2001年1月に調査した。調査回数は、三宅島の原水3地点、新島の原水2地点、水道水1地点は2回、新島の原水1地点は3回で、他はすべて1回である。

3. 調査項目 水道水水質基準21項目: 水銀(Hg)、鉛(Pb)、クロム(Cr)、カドミウム(Cd)、セレン(Se)、ヒ素(As)、フッ素(F)、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、塩素イオン(Cl⁻)、過マンガン酸カリウム消費量、銅(Cu)、鉄(Fe)、マンガン(Mn)、亜鉛(Zn)、ナトリウム(Na)、硬度、pH、味、臭気、色度、濁度、監視項目5項目: ニッケル(Ni)、アンチモン(Sb)、ホウ素(B)、モリブデン(Mo)、ウラン(U)、その他の項目: 火山活動の影響を示す硫酸イオン(SO₄²⁻)³⁾及びアルミニウム(Al)⁸⁾、地殻において比較的高い割合を占めるカリウム(K)、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、鉱泉に定義している物質であるリチウム(Li)、ストロンチウム(Sr)、バリウム(Ba)、臭素イオン(Br⁻)の合計35項目を調査した。

4. 分析方法 鉛、クロム、カドミウム、銅、鉄、マンガン、亜鉛、ナトリウム、ニッケル、ホウ素、モリブデン、アルミニウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、リチウム、ストロンチウム、バリウム、ウランの分析は、試料到着後、硝酸を加え、ウランの分析はICP-MS法(横川アナリティカルシステムズ、HP4500)他はすべてICP法(ジャーレルアッシュ、IRIS ADVANTAGE)で行った。水銀の分析は、試料到着後、硫酸を加え、原子吸光法(日本インスツルメント、RA-2A)で行った。セレン、ヒ素、

* 169-0073 東京都新宿区百人町3-24-1

* The Tokyo Metropolitan Research Laboratory of Public Health
3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo, 169-0073 Japan

アンチモンの分析は、試料到着後、塩酸を加え、水素化物発生 - ICP法で行った。フッ素イオン、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、塩素イオン、硫酸イオン、臭素イオンは、イオンクロマトグラフ法（ダイオネックス，DX - 120）で測定した。硬度はカルシウムとマグネシウム濃度から算出した。色度は比色法，濁度は透視比濁法で測定した。

結 果

1. 健康に関連する水質基準項目

水道水水質基準項目のうち健康に関連する項目の調査結果を表1に示す。鉛とクロムは2000年6月三宅島の地点No.1, 4, 11の原水から検出された。鉛は基準値の50～60%，クロムは基準値の15%程度であった。カドミウムは2000年6月三宅島の地点No.1の原水から基準値の50%検出された。他は基準値の10%以下であった。ヒ素は2000年7月新島の地点No.13の原水から基準値を越えて検出された。2001年1月にも基準値の80%の値を示した。三宅島の地点No.3, 12の原水，新島の地点No.1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16の原水，地点No.1, 2の水道水，式根島の水道水，神津島の地点No.2, 5の原水，水道水からも基準値の10～50%検出された。フッ素は三宅島の地点No.5, 7, 8, 14の原水から基準値の25%検出された。硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素は，すべて基準値以下であったが，三宅島の地点No.6，新島の地点No.1, 6, 7, 16の原水から基準値の50%以上検出された。水銀及びセレンは全地点で検出されなかった。

2. 一般性状に関連する基準項目

水道水水質基準項目のうち性状に関連する項目の調査結果を表2に示す。塩素イオンは，すべて基準値以下であったが，新島で地点No.1, 13の原水と地点No.1の水道水から基準値の50%以上検出された。過マンガン酸カリウム消費量は，すべて基準値の50%以下で，ほとんどが30%以下であったが，新島では他の島より高い傾向がみられた。銅は，すべての地点で基準値の5%以下であったが，新島の北部の地点No.1, 2の原水，地点No.1の水道水で他の地点より高かった。鉄は三宅島の地点No.2の原水で基準値を超えた。他，三宅島の地点No.8, 12, 14の原水で基準値の50%以上検出された。マンガンは三宅島の地点No.14の原水で基準値を超え，地点No.12で基準値の90%検出された。亜鉛はすべて基準値の10%以下で，ほとんどが，5%以下であった。硬度は，三宅島の地点No.3の原水で基準値を超え，地点No.1, 4, 6, 11, 14の原水と地点No.1, 2の水道水で基準値の50%を越えた。pHは，すべて基準値以内であったが，新島南部の地点No.4～15ではすべて8以上であった。色度は，マンガンが基準値を超えた三宅島の地点No.14の原水で基準値を超えた。鉄が基準値を超えた三宅島の地点No.2で基準値の5度を示した。三宅島の地点No.14の原水，地点No.1の水道水，神津島の地点No.6の原水で3度を示した。味，臭気はすべて異常なく，濁度はすべて1以下であった。

3. 監視項目

水道水水質基準を補完する項目のうち監視項目の調査結果を表3に示す。ニッケルは，三宅島の地点No.5, 8, 9の原水で指針値を超えた。三宅島の地点No.3, 4, 6, 7, 12の原水では指針値の10～40%，新島の地点No.14，神津島の地点No.4, 5の原水では指針値の10%検出された。アンチモンは新島の地点No.11, 13の原水で指針値の10～15%検出された。ホウ素は三宅島の地点No.1, 3, 4, 11の原水で指針値の10～20%検出された。モリブデンは，全地点指針値の10%以下であったが，新島では検出された地点が多かった。ウランは新島の地点No.3, 8, 16の原水で指針値の10～15%検出された。

4. その他の項目

水道水水質基準項目及び監視項目以外の項目の調査結果を表3に示す。硫酸イオンは三宅島で高い地点が多く，5地点で50 mg/Lを越えた。アルミニウムは，三宅島の原水の3地点で0.05 mg/Lを越えた。カリウムは三宅島の原水8地点，水道水1地点で3 mg/Lを越えた。カルシウムは，三宅島の5地点の原水，2地点の水道水で40 mg/Lを越えた。マグネシウムは，三宅島では5地点の原水，1地点の水道水で20 mg/Lを越えた。リチウムは，新島南部，式根島ではすべて検出された。ストロンチウムは，三宅島の5地点の原水，2地点の水道水，新島の1地点の原水で0.1 mg/Lを越えた。バリウムは，新島の1地点，神津島の2地点の原水で0.05 mg/Lを越えた。臭素イオンは，三宅島，新島のそれぞれ4地点の原水，新島の1地点の水道水で検出された。リチウム，ストロンチウム，バリウム，臭素は鉱泉に定義されている濃度それぞれ1, 10, 5, 5 mg/Lのいずれも1/20以下であった。

考 察

今回，火山地震活動により水質が変化したかどうか調べるために，三宅島4カ所の地点No.1, 4, 13, 14，新島4カ所の地点No.1, 4, 8, 13，神津島5カ所の地点No.1, 2, 3, 4, 5における原水の水質測定値を，各島の火山・地震活動直前の測定値（三宅島：2000年5月，新島：2000年2月，神津島：2000年2月）と比較した。健康項目では，三宅島の地点No.1, 4の2カ所では鉛，クロムが火山活動開始直後の2000年6月に検出された。地点No.1ではカドミウムも，火山活動開始直後検出された。他の項目で変化がみられたのはヒ素である。新島の地点No.4, 8，神津島の地点No.2, 5では地震活動後検出された。新島の地点No.13では地震前わずかに検出されていたが，地震後さらに高い値を示した。地震後の水中ヒ素の増加については，関西淡路大震災後，高濃度のヒ素を含む湧水の河川への流入により河川水中のヒ素濃度が増加し，地質的要因が関与したという報告がある^{9, 10)}。今回ヒ素が検出された多くの地点は，pHがアルカリ性であったが，ヒ素がアルカリ性で溶出してくるという報告もみられる¹¹⁾。

三宅島の地点No.13の原水，地点No.3の水道水，新島

表 1 健康に関連する水質基準項目

島	地点No.	採水日	Hg	Pb	Cr	Cd	Se	As	F	NO ₃ -N*
三宅島	原水1	2000/6/30	ND	0.026	0.006	0.0050	ND	ND	ND	0.9
	原水2	2001/5/11	ND	ND	ND	0.0005	ND	ND	ND	1.2
	原水3	2001/5/11	ND	ND	ND	0.0006	ND	0.002	ND	1.1
	原水4-1	2000/6/30	ND	0.028	0.007	nd	ND	ND	ND	0.8
	原水4-2	2001/5/11	ND	ND	ND	0.0005	ND	ND	ND	1.4
	原水5	2001/4/20	ND	ND	ND	0.0004	ND	ND	0.2	3.0
	原水6	2001/5/11	ND	ND	ND	0.0005	ND	ND	ND	8.5
	原水7	2001/4/20	ND	ND	0.001	0.0004	ND	ND	0.2	0.5
	原水8	2001/4/20	ND	ND	ND	0.0004	ND	ND	0.2	2.0
	原水9	2001/4/20	ND	ND	ND	0.0004	ND	ND	ND	2.5
	原水10	2001/5/11	ND	ND	ND	0.0005	ND	ND	ND	0.9
	水道水1	2001/6/13	ND	ND	ND	0.0001	ND	ND	ND	1.2
	原水11	2000/6/30	ND	0.032	0.008	nd	ND	ND	ND	0.7
	原水12	2001/3/30	ND	ND	ND	0.0004	ND	0.001	ND	2.5
	水道水2	2001/5/8	ND	ND	0.001	0.0004	ND	ND	ND	1.5
	原水13-1	2001/3/29	ND	ND	ND	0.0003	ND	ND	ND	2.9
	原水13-2	2001/5/12	ND	ND	ND	0.0005	ND	ND	ND	3.5
	水道水3	2001/5/8	ND	ND	ND	0.0004	ND	ND	ND	2.9
	原水14-1	2001/4/9	ND	ND	ND	0.0004	ND	ND	0.2	0.6
	原水14-2	2001/5/12	ND	ND	ND	0.0006	ND	ND	ND	0.6
新島	原水1-1	2000/7/19	ND	nd	nd	nd	ND	0.001	ND	4.0
	原水1-2	2000/12/18	ND	ND	ND	0.0002	ND	ND	ND	6.4
	原水2	2000/12/18	ND	ND	ND	0.0002	ND	0.005	ND	2.8
	水道水1	2000/12/18	ND	ND	ND	0.0002	ND	0.003	ND	3.7
	原水3	2001/1/29	ND	ND	ND	0.0001	ND	ND	ND	2.0
	原水4	2001/1/29	ND	ND	ND	0.0001	ND	0.003	ND	0.7
	原水5	2001/1/29	ND	ND	ND	0.0001	ND	0.003	ND	0.4
	原水6	2001/1/29	ND	ND	ND	0.0001	ND	0.001	ND	5.7
	原水7	2001/1/29	ND	ND	ND	0.0002	ND	0.004	ND	5.1
	原水8	2001/1/29	ND	0.003	ND	0.0001	ND	0.002	ND	2.7
	原水9-1	2000/7/19	ND	nd	nd	nd	ND	0.001	ND	3.8
	原水9-2	2001/1/29	ND	ND	ND	0.0001	ND	0.002	ND	4.1
	原水10	2001/1/29	ND	ND	ND	0.0001	ND	0.002	ND	4.9
	原水11	2001/1/29	ND	ND	ND	0.0001	ND	0.002	ND	1.0
	原水12	2001/1/29	ND	ND	ND	0.0001	ND	0.002	ND	0.4
	原水13-1	2000/7/19	ND	nd	nd	nd	ND	0.016	ND	2.8
	原水13-2	2000/7/21	ND	nd	nd	nd	ND	0.003	ND	2.8
	原水13-3	2001/1/29	ND	ND	0.003	0.0002	ND	0.008	ND	0.3
	水道水2-1	2000/7/21	ND	nd	ND	nd	ND	0.001	ND	2.7
	水道水2-2	2001/1/29	ND	ND	ND	0.0001	ND	0.003	ND	3.3
	原水14	2000/12/18	ND	ND	ND	0.0001	ND	0.001	ND	0.2
	原水15	2000/12/18	ND	ND	ND	0.0001	ND	ND	ND	0.6
	原水16-1	2000/7/19	ND	nd	nd	nd	ND	0.001	ND	8.7
	原水16-2	2000/12/18	ND	ND	ND	0.0002	ND	0.001	ND	9.3
式根島	水道水	2000/12/18	ND	ND	ND	0.0001	ND	0.001	ND	3.3
神津島	原水1	2000/12/18	ND	ND	ND	0.0002	ND	ND	ND	2.1
	原水2	2000/12/18	ND	ND	ND	0.0002	ND	0.001	ND	0.7
	原水3	2000/12/18	ND	ND	ND	0.0002	ND	ND	ND	3.3
	原水4	2000/12/18	ND	ND	ND	0.0002	ND	ND	ND	1.7
	原水5	2000/12/18	ND	ND	0.001	0.0002	ND	0.001	ND	0.7
	原水6	2000/12/18	ND	ND	ND	0.0001	ND	ND	ND	0.2
	水道水	2000/12/18	ND	ND	ND	0.0002	ND	0.001	ND	0.5
御蔵島	原水	2001/1/30	ND	ND	ND	0.0001	ND	ND	ND	2.9
	水道水	2001/1/30	ND	ND	ND	0.0001	ND	ND	ND	0.4
定量下限			0.0001	ND=0.001 nd=0.005	ND=0.001 nd=0.005	ND=0.0001 nd=0.001	0.001	0.001	0.2	0.2
基準値			0.0005	0.05	0.05	0.01	0.01	0.01	0.8	10

* 硝酸性窒素および亜硝酸性窒素

単位(mg/L)

表2 性状に関連する水質基準項目

島	地点No.	採水日	Cl	KMnO ₄ *	Cu	Fe	Mn	Zn	Na	硬度	P H 値	味, 臭気	色度	濁度
三宅島	原水1	2000/6/30	48.2	1.2	0.002	0.040	ND	0.003	55.8	219	6.4	異常なし	1度未満	1度未満
	原水2	2001/5/11	29.6	1.2	0.001	0.583	0.012	0.033	28.6	90	6.9	異常なし	5度	1度未満
	原水3	2001/5/11	72.0	0.6	0.003	0.015	ND	0.027	62.0	322	6.4	異常なし	1度	1度未満
	原水4-1	2000/6/30	36.7	2.3	0.002	0.030	0.002	0.003	65.6	209	6.7	異常なし	1度未満	1度未満
	原水4-2	2001/5/11	26.1	0.6	0.001	0.035	ND	0.013	35.7	150	6.7	異常なし	1度	1度未満
	原水5	2001/4/20	18.9	0.8	0.001	0.045	0.002	0.001	19.6	131	6.6	異常なし	2度	1度未満
	原水6	2001/5/11	26.6	1.8	0.003	0.022	0.002	0.002	54.4	298	6.4	異常なし	2度	1度未満
	原水7	2001/4/20	14.3	0.5	0.004	0.112	0.002	0.002	37.3	85	7.1	異常なし	1度	1度未満
	原水8	2001/4/20	21.2	0.8	0.003	0.215	0.003	0.002	41.2	135	6.6	異常なし	2度	1度未満
	原水9	2001/4/20	16.2	0.8	0.001	0.068	0.002	0.001	34.7	74	6.6	異常なし	1度	1度未満
	原水10	2001/5/11	24.5	1.2	0.005	0.032	ND	0.002	15.7	74	7.0	異常なし	1度	1度未満
	水道水1	2001/6/13	30.8	0.3	0.002	0.120	0.002	0.005	34.9	190	6.9	異常なし	3度	1度未満
	原水11	2000/6/30	27.4	1.4	0.002	0.015	ND	0.003	48.6	213	7.0	異常なし	1度未満	1度未満
	原水12	2001/3/30	44.6	1.3	0.016	0.299	0.045	0.012	28.2	93	7.0	異常なし	1度未満	1度未満
	水道水2	2001/5/8	27.3	1.8	0.001	0.009	ND	ND	38.5	200	7.3	異常なし	1度未満	1度未満
	原水13-1	2001/3/29	33.9	0.9	0.006	0.059	0.013	0.003	39.6	111	7.2	異常なし	2度	1度未満
	原水13-2	2001/5/12	28.3	0.9	0.004	0.018	0.003	0.005	24.9	74	7.2	異常なし	2度	1度未満
	水道水3	2001/5/8	24.1	1.5	ND	0.041	0.001	0.005	27.1	77	7.4	異常なし	1度未満	1度未満
	原水14-1	2001/4/9	20.5	0.2	0.001	0.211	0.005	0.002	40.5	104	6.7	異常なし	3度	1度未満
	原水14-2	2001/5/12	24.9	1.2	0.004	0.044	0.056	0.002	27.9	153	6.3	異常なし	11度	1度未満
新島	原水1-1	2000/7/19	78.0	1.9	0.013	0.060	ND	0.082	62.6	60	6.8	異常なし	1度	1度未満
	原水1-2	2000/12/18	106.0	1.2	0.011	0.072	0.001	0.031	69.5	89	6.8	異常なし	1度未満	1度未満
	原水2	2000/12/18	86.3	2.8	0.013	0.225	0.003	0.054	61.4	64	6.7	異常なし	1度未満	1度未満
	水道水1	2000/12/18	180.0	2.2	0.050	0.019	ND	0.021	62.9	75	6.9	異常なし	1度未満	1度未満
	原水3	2001/1/29	53.4	4.0	0.009	0.116	0.006	0.006	51.4	109	7.6	異常なし	1度	1度未満
	原水4	2001/1/29	61.7	2.6	0.022	0.050	ND	0.004	52.5	55	8.4	異常なし	1度未満	1度未満
	原水5	2001/1/29	42.4	2.6	0.001	0.006	0.001	0.001	43.3	54	8.5	異常なし	1度未満	1度未満
	原水6	2001/1/29	36.7	2.9	ND	0.005	ND	0.001	40.5	68	8.4	異常なし	1度未満	1度未満
	原水7	2001/1/29	44.8	2.6	ND	0.055	0.018	0.001	43.9	79	8.3	異常なし	1度未満	1度未満
	原水8	2001/1/29	35.1	3.5	0.035	0.040	0.019	0.004	47.5	98	8.0	異常なし	1度未満	1度未満
	原水9-1	2000/7/19	35.7	1.9	0.002	0.020	0.002	0.004	39.7	53	8.0	異常なし	2度	1度未満
	原水9-2	2001/1/29	33.6	2.4	0.015	0.050	0.001	0.005	41.2	64	8.1	異常なし	1度未満	1度未満
	原水10	2001/1/29	38.2	4.8	0.001	0.024	ND	0.013	42.6	66	8.2	異常なし	1度未満	1度未満
	原水11	2001/1/29	29.2	3.2	0.002	0.008	ND	0.001	37.6	46	8.2	異常なし	1度未満	1度未満
	原水12	2001/1/29	34.4	3.2	ND	0.018	0.001	0.001	50.9	48	8.5	異常なし	1度未満	1度未満
	原水13-1	2000/7/19	100.0	2.6	0.002	0.004	0.009	0.003	65.5	82	8.3	異常なし	1度未満	1度未満
	原水13-2	2000/7/21	96.6	2.2	0.003	0.003	0.010	0.002	66.3	82	8.2	異常なし	1度未満	1度未満
	原水13-3	2001/1/29	33.8	3.2	ND	0.010	0.009	0.002	67.6	95	8.4	異常なし	1度未満	1度未満
	水道水2-1	2000/7/21	51.5	1.9	0.002	0.002	0.005	0.003	48.7	63	8.1	異常なし	1度未満	1度未満
	水道水2-2	2001/1/29	98.6	2.4	ND	0.017	ND	0.001	48.3	76	8.3	異常なし	1度未満	1度未満
	原水14	2000/12/18	30.0	1.8	0.003	0.018	ND	0.001	33.3	33	8.2	異常なし	1度未満	1度未満
式根島	原水15	2000/12/18	30.4	1.5	0.003	0.010	ND	0.002	32.9	33	8.1	異常なし	1度未満	1度未満
	原水16-1	2000/7/19	31.3	1.9	0.005	0.009	ND	0.010	57.0	91	7.6	異常なし	1度未満	1度未満
神津島	原水16-2	2000/12/18	35.4	2.5	0.003	0.007	ND	0.005	59.3	114	7.6	異常なし	1度未満	1度未満
	水道水	2000/12/18	34.5	1.5	0.002	0.009	ND	0.001	42.8	60	7.9	異常なし	1度未満	1度未満
	原水1	2000/12/18	26.3	1.5	0.002	0.008	ND	0.002	31.4	28	6.4	異常なし	1度未満	1度未満
	原水2	2000/12/18	20.4	1.2	0.001	0.015	ND	0.018	29.1	16	6.6	異常なし	1度未満	1度未満
	原水3	2000/12/18	24.5	1.2	ND	0.008	ND	0.091	32.6	29	6.3	異常なし	1度未満	1度未満
	原水4	2000/12/18	55.1	1.2	0.001	0.012	ND	0.001	45.9	35	6.6	異常なし	1度未満	1度未満
	原水5	2000/12/18	20.9	0.9	ND	0.015	ND	0.013	26.5	7	6.6	異常なし	1度未満	1度未満
御蔵島	原水6	2000/12/18	25.5	1.8	0.001	0.006	ND	ND	29.5	7	7.1	異常なし	3度	1度未満
	水道水	2000/12/18	23.3	0.9	0.004	0.016	ND	0.014	28.6	11	6.8	異常なし	1度未満	1度未満
	原水	2001/1/30	48.3	2.4	ND	0.009	ND	ND	7.5	18	7.0	異常なし	1度未満	1度未満
定量下限			1	0.2	0.001	0.001	0.001	0.001	1	1			1度	1度
基準値			200	10	1	0.3	0.05	1	200	300	5.8-8.6	異常なし	5度	2度

* 過マンガン酸カリウム消費量

単位(mg/L)

表3 監視項目

島	地点No.	採水日	Ni	Sb	B	Mo	U
三宅島	原水1	2000/6/30	ND	-	0.12	ND	ND
	原水2	2001/5/11	ND	ND	0.03	ND	ND
	原水3	2001/5/11	0.001	ND	0.21	ND	ND
	原水4-1	2000/6/30	0.002	-	0.16	ND	ND
	原水4-2	2001/5/11	ND	ND	0.03	ND	ND
	原水5	2001/4/20	0.016	-	0.02	ND	ND
	原水6	2001/5/11	0.001	ND	0.03	ND	ND
	原水7	2001/4/20	0.002	-	0.01	ND	ND
	原水8	2001/4/20	0.013	-	0.02	ND	ND
	原水9	2001/4/20	0.014	-	0.01	ND	ND
	原水10	2001/5/11	ND	ND	0.02	ND	ND
	水道水1	2001/6/13	ND	ND	0.06	ND	ND
	原水11	2000/6/30	ND	-	0.10	ND	ND
	原水12	2001/3/30	0.004	-	0.04	0.001	ND
	水道水2	2001/5/8	ND	-	0.05	ND	ND
	原水13-1	2001/3/29	ND	-	0.04	ND	ND
	原水13-2	2001/5/12	ND	ND	0.02	ND	ND
	水道水3	2001/5/8	ND	-	0.02	ND	ND
新島	原水14-1	2001/4/9	ND	-	0.04	ND	ND
	原水14-2	2001/5/12	ND	ND	0.08	ND	ND
	原水1-1	2000/7/19	ND	-	0.01	0.002	ND
	原水1-2	2000/12/18	ND	ND	0.03	ND	ND
	原水2	2000/12/18	ND	ND	0.02	ND	ND
	水道水1	2000/12/18	ND	ND	0.02	ND	ND
	原水3	2001/1/29	ND	ND	0.02	0.006	0.0002
	原水4	2001/1/29	ND	ND	0.02	0.001	ND
	原水5	2001/1/29	ND	ND	0.01	0.001	ND
	原水6	2001/1/29	ND	ND	0.01	ND	ND
	原水7	2001/1/29	ND	ND	0.01	0.002	ND
	原水8	2001/1/29	ND	ND	0.01	0.001	0.0003
	原水9-1	2000/7/19	ND	-	0.01	0.002	ND
	原水9-2	2001/1/29	ND	ND	0.01	0.001	ND
	原水10	2001/1/29	ND	ND	0.01	0.001	ND
	原水11	2001/1/29	ND	0.0002	0.01	0.001	ND
	原水12	2001/1/29	ND	ND	0.02	0.001	ND
	原水13-1	2000/7/19	ND	-	0.01	0.003	ND
	原水13-2	2000/7/21	ND	-	0.01	0.003	ND
	原水13-3	2001/1/29	ND	0.0003	0.01	0.002	ND
式根島	水道水2-1	2000/7/21	ND	-	0.01	0.002	ND
	水道水2-2	2001/1/29	ND	ND	0.01	0.002	ND
	原水14	2000/12/18	0.001	ND	0.02	ND	ND
	原水15	2000/12/18	ND	ND	0.01	ND	ND
	原水16-1	2000/7/19	ND	-	0.01	ND	0.0002
	原水16-2	2000/12/18	ND	ND	0.02	ND	0.0002
	水道水	2000/12/18	ND	ND	0.02	ND	ND
	原水1	2000/12/18	ND	ND	0.01	ND	ND
神津島	原水2	2000/12/18	ND	ND	0.01	0.001	ND
	原水3	2000/12/18	ND	ND	0.01	ND	ND
	原水4	2000/12/18	0.001	ND	0.01	ND	ND
	原水5	2000/12/18	0.001	ND	0.01	ND	ND
	原水6	2000/12/18	ND	ND	0.01	ND	ND
御蔵島	水道水	2000/12/18	ND	ND	0.01	ND	ND
	原水	2001/1/30	ND	ND	0.01	ND	ND
	水道水	2001/1/30	ND	ND	0.01	ND	ND
定量下限		0.001	0.0002	0.01	0.001	0.0002	
指針値			0.01	0.002	1	0.07	0.002

単位(mg/L)

の地点No.1, 5, 14の原水, 地点No.1, 2の水道水, 式根島の水道水, 神津島の地点No.3における原水の監視項目の平成11年度に調査した測定値と今回の測定値を比較した。ホウ素は, 三宅島の地点No.13では火山活動前検出されなかったが, 火山活動後検出された。伊豆大島では, 原水から高い濃度のホウ素が検出されており, 火口に近いほどその濃度が高くなる傾向がみられ, 火山由来であることが明らかになった¹²⁾。三宅島の原水のホウ素も, 三宅島だけがよく検出されることから火山活動が原因していると推定される。ニッケル, アンチモン, モリブデン, ウランは, 火山活動前後とも検出されていない。全調査地点をみると, ウランは新島だけで検出されている。地震により地下水中のウラン濃度が増加するという報告がみられるが¹³⁾, 今回ウランが検出された地点で地震前のデータがないため, 地震の影響によるものか明らかではない。三宅島では, 鉛, クロム, カドミウム, ニッケルがかなり高く検出されたが, そのメカニズムは明らかではない。1986年の伊豆大島の噴火でも, ニッケルを除くこれらの金属が原水である地下水から検出されている。また, 水銀, 銅, ヒ素は, 水道水水質基準を上回った濃度で同時に検出された¹⁴⁾。

後藤らによる1959年の三宅島7地点の地下水調査¹⁵⁾によると, 硫酸イオンは, 3.7~98.5 mg/L, カルシウムは8.0~27.6 mg/L, マグネシウムは, 3.5~38.4 mg/Lであった。今回の三宅島における原水の値と比較すると, 後藤らの値の範囲を越えているのは, 硫酸イオン2地点で, カルシウム10地点, マグネシウム1地点であった。三宅島の噴火は, 多量の亜硫酸ガスを火山ガスとして発生させている¹⁶⁾。小坂は, 硫酸イオンは火山ガスから供給されることを述べている³⁾。三宅島で特に硫酸イオンが高い傾向があるのは, 今回の火山活動の影響が推定された。三宅島だけ, フッ素も4地点から検出されている。後藤は, カルシウムとフッ素は, 塩素イオンとの比から海塩からの供給は小さく, 岩石からの供給が大きいと述べている¹⁵⁾。これらも, 火山の影響を示していると考えられる。アメリカのセントヘレナ火山の噴火では, 地表水中の鉄, マンガン, アルミニウムの増加が報告されている⁸⁾。三宅島でもこれらの金属が高く検出されており, 火山活動の影響が推定された。

まとめ及び結語

1. 三宅島では, 鉛, クロム, カドミウム, フッ素, 鉄, マンガン, 色度, ニッケル, ホウ素, 硫酸イオン, カリウム, カルシウム, マグネシウム, ストロンチウム, アルミニウムが他の島より高い地点がみられた。新島では, ヒ素, 塩素イオン, 過マンガン酸カリウム消費量, 銅, 亜鉛, アンチモン, モリブデン, ウランが他の島より高い地点がみられた。三宅島は, 玄武岩^{1, 17)}質の活火山であること, 新島はほとんどが流紋岩質^{1, 17)}で近年の噴火記録がみられないことが関連していると推定された。

2. 水道水水質基準値に比較して, 三宅島の原水で, 鉄, マンガン, 硬度, 色度が基準値を超えるものがあつた。新

表4 その他の項目

島	地点No.	採水日	SO4	Al	K	Ca	Mg	Li	Sr	Ba	Br
三宅島	原水1	2000/6/30	66.8	0.02	3.1	48.3	23.8	ND	0.110	0.001	0.2
	原水2	2001/5/11	22.5	0.12	2.8	20.1	9.7	ND	0.072	0.003	ND
	原水3	2001/5/11	118.0	ND	6.9	62.3	40.3	0.01	0.174	0.003	0.2
	原水4-1	2000/6/30	54.5	0.05	3.1	46.6	22.5	0.01	0.125	0.004	0.2
	原水4-2	2001/5/11	51.4	ND	3.8	34.5	15.6	ND	0.117	0.005	ND
	原水5	2001/4/20	4.3	ND	4.2	29.4	14.0	ND	0.115	0.006	ND
	原水6	2001/5/11	187.0	ND	6.9	70.0	30.0	ND	0.26	0.011	0.6
	原水7	2001/4/20	4.5	0.01	2.3	22.8	6.8	ND	0.058	0.005	ND
	原水8	2001/4/20	4.5	0.11	4.6	31.2	13.9	ND	0.127	0.007	ND
	原水9	2001/4/20	5.1	ND	2.5	17.7	7.2	ND	0.074	0.003	ND
	原水10	2001/5/11	5.8	0.03	2.3	17.2	7.5	ND	0.070	0.003	ND
	水道水1	2001/6/13	65.6	0.01	2.5	45.4	18.5	ND	0.121	0.006	ND
	原水11	2000/6/30	43.6	0.02	3.8	44.0	25.1	ND	0.164	0.005	ND
	原水12	2001/3/30	23.9	0.04	2.5	22.5	11.8	ND	0.097	0.002	ND
	水道水2	2001/5/8	25.0	ND	4.3	40.4	24.0	ND	0.117	0.005	ND
	原水13-1	2001/3/29	10.2	0.08	2.0	27.7	10.2	ND	0.070	0.003	ND
	原水13-2	2001/5/12	10.4	ND	2.1	18.2	7.0	ND	0.099	0.002	ND
	水道水3	2001/5/8	9.5	0.01	2.3	19.3	6.9	ND	0.072	0.001	ND
	原水14-1	2001/4/9	14.8	ND	2.2	29.3	7.4	ND	0.061	0.001	ND
	原水14-2	2001/5/12	27.9	ND	3.7	36.2	15.1	ND	0.098	0.006	ND
新島	原水1-1	2000/7/19	19.9	0.03	1.4	13.9	6.1	ND	0.046	0.012	0.2
	原水1-2	2000/12/18	27.9	0.01	2.0	18.2	10.6	ND	0.074	0.013	0.3
	原水2	2000/12/18	20.9	0.01	1.5	13.0	7.6	ND	0.058	0.007	0.2
	水道水1	2000/12/18	43.3	ND	1.7	15.4	8.8	ND	0.063	0.009	0.5
	原水3	2001/1/29	36.5	0.01	0.5	22.4	13.0	0.03	0.040	0.033	ND
	原水4	2001/1/29	18.5	0.01	0.6	15.6	4.0	0.03	0.039	0.017	0.2
	原水5	2001/1/29	14.5	0.01	0.5	14.3	4.4	0.02	0.023	0.012	ND
	原水6	2001/1/29	19.8	ND	0.5	15.5	7.2	0.02	0.024	0.012	ND
	原水7	2001/1/29	27.9	0.01	0.6	19.2	7.6	0.02	0.034	0.024	ND
	原水8	2001/1/29	18.1	ND	0.5	21.7	10.6	0.02	0.030	0.021	ND
	原水9-1	2000/7/19	21.3	0.05	0.5	12.7	5.1	0.02	0.022	0.024	ND
	原水9-2	2001/1/29	21.1	ND	0.5	13.5	7.4	0.02	0.026	0.023	ND
	原水10	2001/1/29	19.6	ND	0.6	15.1	6.9	0.02	0.024	0.011	ND
	原水11	2001/1/29	11.0	ND	0.5	11.2	4.4	0.02	0.025	0.018	ND
	原水12	2001/1/29	14.0	ND	0.8	12.2	4.3	0.03	0.033	0.012	ND
	原水13-1	2000/7/19	34.6	0.05	0.7	27.5	3.2	0.05	0.095	0.108	0.2
	原水13-2	2000/7/21	31.9	0.05	0.7	27.5	3.2	0.05	0.094	0.108	0.3
	原水13-3	2001/1/29	14.0	ND	0.9	30.3	4.7	0.05	0.121	0.091	ND
	水道水2-1	2000/7/21	23.3	0.05	0.5	17.6	4.6	0.03	0.035	0.031	ND
	水道水2-2	2001/1/29	33.7	ND	0.6	18.7	7.0	0.03	0.040	0.025	ND
	原水14	2000/12/18	8.6	0.01	0.4	9.4	2.4	0.02	0.013	0.019	ND
	原水15	2000/12/18	7.7	0.01	0.3	8.6	2.9	0.02	0.009	0.017	ND
	原水16-1	2000/7/19	16.3	0.01	0.6	20.9	9.5	0.04	0.028	0.038	ND
	原水16-2	2000/12/18	19.3	0.01	0.8	22.8	13.9	0.04	0.035	0.038	ND
式根島	水道水	2000/12/18	13.3	ND	0.5	13.7	6.3	0.03	0.023	0.025	ND
神津島	原水1	2000/12/18	10.3	0.01	2.6	3.1	5.0	ND	0.029	0.056	ND
	原水2	2000/12/18	8.1	0.01	2.1	1.8	2.8	ND	0.013	0.048	ND
	原水3	2000/12/18	12.5	ND	2.9	3.1	5.2	ND	0.033	0.094	ND
	原水4	2000/12/18	13.1	ND	2.7	4.8	5.5	ND	0.034	0.017	ND
	原水5	2000/12/18	7.9	ND	1.2	1.0	1.1	0.01	0.007	0.020	ND
	原水6	2000/12/18	8.0	0.01	0.4	0.8	1.2	0.02	0.005	0.005	ND
	水道水	2000/12/18	8.6	0.01	1.7	1.3	1.9	ND	0.009	0.034	ND
御蔵島	原水	2001/1/30	22.2	ND	0.7	4.9	1.3	ND	0.011	ND	ND
	水道水	2001/1/30	2.8	0.01	0.7	5.0	1.2	ND	0.011	ND	ND
定量下限			1	0.01	0.1	0.1	0.1	0.01	0.001	0.001	0.2

単位(mg/L)

島の原水1地点でヒ素が基準値を超えた時期があった。基準値以下であるが基準値の50%以上原水から検出されたのは、健康項目では、三宅島の3地点の鉛、1地点のカドミウム、新島の2地点のヒ素、三宅島の1地点、新島の4地点の硝酸及び亜硝酸性窒素であった。水道水は、水質基準値の40%を越えた項目はみられなかった。監視項目では、三宅島の3地点のニッケルが指針値を超えた。水道水では、すべての項目とも指針値の10%以下であった。

3. 水質基準項目について同じ調査地点で、三宅島火山活動直前の測定値と比較したところ、火山活動前より三宅島の鉛、クロム、カドミウム、硬度、新島のヒ素が高かった。新島で検出されたヒ素については、地震の影響が推定された。監視項目では、三宅島のホウ素が火山活動前より高かった。ニッケル、硫酸イオン、カルシウム、マグネシウムは、今回の三宅島火山活動により濃度の増加が推定された地点があった。

今回の調査で、三宅島と新島の地下水水質の特徴が明確にみられた。しかし、地震前の水質調査のデータが乏しく、今回の火山・地震活動による水質変化なのか、今回の火山・地震活動とそれほど関係ない地質の影響によるものか判断がつかない調査地点が多かった。そのため、常日頃からの地質の影響を調べるためのバックグラウンドレベルの観測が重要である。今回、火山・地震活動後、飲み水の安全性を中心に水質調査を実施したが、地下水水質が火山・地震活動前から変化する報告^{5, 18)}もみられ、さらに火山・地震活動の予知という視点からの取り組みも必要であろう。

謝辞 本調査を実施するにあたりご協力いただいた衛生局生活環境部環境指導課水道係の方々に感謝します。また、三宅島の火山活動前の水質調査資料を提供いただいた三宅村役場、新島村役場、神津村役場の方々に感謝します。

文 献

- 1) 磯辺洋一, 地質ニュース, 554号, 5-16, 2000.
- 2) 日本地震学会ニュースレター, 12, No.4, 59-62, 2000.
- 3) 小坂丈予, 温泉科学, 45, 159-167, 1995.
- 4) 吉川清志, 地質ニュース, 516号, 26-31, 1997.
- 5) 脇田宏, 水環境学会誌, 19, 342-348, 1996.
- 6) 富永卓男, 小泉尚嗣, 北川有一, 他, 京都大学防災研究所年報, 38, B-1, 275-286, 1995.
- 7) 東京都衛生局生活環境部, 東京都の水道, 平成11年版, 2000.
- 8) Bonelli, J. E., Taylor, H. E., *Trace Subst Environmental Health*, 15, 261-264, 1981.
- 9) 環境庁水質管理課, 水質規制課, 環境安全課, 環境と測定技術, 22(6), 2-7, 1995.
- 10) 芦田賢一, 小川剛, 山本淳, 古武家善成, 清浄で安心な生活環境の創造: 環境低負荷型浄化技術の開発と応用成果報告書, 平成8-10年度, 250-267, 1999.
- 11) 内田美保, 渋谷奈保, 加藤丈夫, 水環境学会誌, 19, 1015-1019, 1996.
- 12) 栃本博, 高橋保雄, 中神千穂, 他, 東京衛研年報, 50, 249-253, 1999.
- 13) Kuleff, I., Petrov, P., Kostadinov, K., *Jornal of Radioanalytical Chemistry*, 58, 267-274, 1980.
- 14) 高橋正博, 高橋保雄, 中川順一, 他, 東京都衛生局学会誌, 90, 78-79, 1990.
- 15) 後藤達夫, 水, 37(8), 24-30, 1995.
- 16) 佐藤努, 高橋誠, 松本則夫, 他, 地質ニュース, 561号, 6-14, 2001.
- 17) 青木滋, 新藤静夫, 茅原一也, 火山 第2集 第29号 三宅島噴火特集号, S324-S334, 1984.
- 18) 我孫子勤, 文部省科学研究費自然災害特別研究研究成果 (No.A-59-4) 火山ガス測定による噴火予測に関する研究, 56-70, 1984.