

長崎県における地下水水質調査の経緯と今後の課題

森 淳子・近藤幸憲・徳末有香・赤澤貴光・馬場強三・村井勝行ⁱ

History of groundwater quality investigation in Nagasaki Prefecture and future problem.

Atsuko MORI, Yukinori KONDO, Yuka TOKUSUE, Takamitsu AKAZAWA,
Tsuyomi BABA and Katsuyuki MURAI

The extensive pollution by trichloroethylene, etc. was proven by the Environment Agency survey in the 1982. 17 years progressed, after Nagasaki Prefecture started the groundwater investigation. In this interval, Nagasaki Prefecture has carried out general condition investigation, investigation around polluted wells, continual periodic monitoring study of polluted wells. The pollution status by trichloroethylene and tetrachloroethylene made to be a problem at the beginning shows the tendency in the convergence year by year. It also came to the appearance of the site which satisfied the environmental standard every year. Therefore, in 2000 fiscal year, Nagasaki Prefecture reexamined the periodic monitoring study in 28 sites, and it should be made to be the 10 sites.

In 1997, Environment Agency determined the groundwater environment standard on 23 items for the purpose of the protection of the human health. According to this determination, Nagasaki Prefecture carried out general condition investigation for the whole prefecture area from the 1998 fiscal year in the 3 years. As this result, the environmental standard was exceeded on nitrate nitrogen and nitrite nitrogen in 33 sites. From the situation around the hinterland it is guessed that causes of the pollution are livestock industries, domestic wastewater, fertilization to the farmland, etc.. In the future, sufficient investigations and countermeasures are also necessary on the pollution estimated with the agriculture derivation.

Key Words : groundwater, trichloroethylene, tetrachloroethylene, nitrate nitrogen and nitrite nitrogen

キーワード：地下水、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素

はじめに

昭和57年度の環境庁調査によりトリクロロエチレン等による広範な地下水汚染が判明したのを契機に、長崎県でも地下水汚染調査を開始して以来、17年を経過している。この間、環境庁が示した調査方法に従い、地下水質の概況把握、汚染井戸周辺調査、汚染井戸の継続的な定期モニタリング調査を実施してきた^{1)~10)}。平成12年度は環境基準設定に伴う概況調査の最終年であることから、これまでの経過をまとめ、調査で明らかとなった今後の課題について記述する。

地下水水質調査の経緯

1 実態調査と暫定指針

昭和50年代のIC産業の急激な成長に伴い、洗浄

用に用いる塩素系溶剤による地下水の汚染が相次いだことから、昭和57年度環境庁は地下水汚染実態調査を実施した。この結果、トリクロロエチレン等による広範な汚染が判明したため、長崎県では環境庁の委託を受けて昭和59年度、発ガン性が疑われるトリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタンの3物質について使用実態調査を実施するとともに、同年から昭和61年にかけて工場排水及び隣接する公共用水域で水質実態調査を実施した。

工場・事業場では、トリクロロエチレンについては1工場、テトラクロロエチレンについては2事業場における排水が、昭和59年に定められた暫定指導指針を超えた。トリクロロエチレンで排水基準を超過した工場は一般機械器具製造業で、直ちに使用を中止した。

ⁱ 長崎県環境保全課

表1 地下水水質調査にかかる経過概要

1981年 (昭和56年)	米国サンタクララバレーで有機塩素系溶剤による地下水汚染が判明
1982年 (昭和57年)	環境庁、地下水汚染実態を調査
1983年 (昭和58年)	長崎県、地下水水質調査を開始
1984年 (昭和59年)	環境庁においてトリクロロエチレン (TCE) 等の排出に係る暫定指導指針を設定 長崎県TCE、テトラクロロエチレン (PCE)、1,1,1-トリクロロエタン (TCA) の使用実態を調査
1989年 (平成元年)	TCE等を水質汚濁防止法の有害物質に指定。排水規制及び地下浸透規制の対象に 環境庁は概況調査、汚染井戸周辺調査、定期モニタリング調査からなる地下水調査方法を示す。調査項目は水質汚濁防止法に規定するカドミウム等有害物質11項目 10月 長崎県、概況調査として県下57地点で調査 (TCE、PCEと一部重金属) 12月 上記調査の結果、大村市で汚染井戸が発見されたため、汚染井戸周辺調査として大村地区88地点を調査
1990年 (平成2年)	概況調査として42地点、汚染井戸周辺調査として大村、津久葉地区合計20地点、定期モニタリング調査として島原 (寺町、新湊) 大村、国見、栄田、吾妻地区合計24地点で調査
1991年 (平成3年)	概況調査として26地点、汚染井戸周辺調査として島原城見町3地点、定期モニタリング調査として島原、大村、国見、諫早、吾妻地区合計28地点で調査 (以後ほぼ同様に実施)
1993年 (平成5年)	環境庁は人の健康の保護に関する環境基準の見直しと項目の追加を行う
1996年 (平成8年)	水質汚濁防止法を改正し、汚染地下水の浄化制度等を規定
1997年 (平成9年)	有害物質23項目について地下水の水質汚濁に係る環境基準が設定された
1998年 (平成10年)	環境基準設定に伴う概況調査が3カ年計画で開始された。
1999年 (平成11年)	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、ふっ素、ほう素の3項目が環境基準項目に追加された
2000年 (平成12年)	長崎県は定期モニタリング地点を見直し、10地点で実施

また、テトラクロロエチレンで排水基準を超過したのはドライクリーニング所で、業者に対しては、厚生省マニュアルにより、廃液処理装置の管理等について指導が行われた¹¹⁾。

昭和60年度の公共用水域実態調査では1地点でトリクロロエチレンの水道水暫定的水質基準を超えた。

2 水質汚濁防止法一部改正と評価基準

平成元年9月、水質汚濁防止法が一部改正され、トリクロロエチレン等が有害物質に指定され、排水規制及び地下浸透規制の対象となった。

長崎県では法改正に従って、順次概況調査を行った。その結果、大村市杭出津地区、諫早市津久葉地区、吾妻町平江地区、国見町神代地区、島原市寺町地区、新湊地区でトリクロロエチレンまたはテトラクロロエチレンについて評価基準を超過した井戸が発見されたため、汚染井戸周辺調査を経た上、想定汚染源をかかえる諫早市栄田地区の2地点を加えた合計28地点において継続的に定期モニタリング調査を行うこととなった。

3 地下水水質調査項目追加

平成5年3月環境庁は、有害物質による公共用水域の汚染を防止し、国民の健康の保護を図るため、水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準の見直しと項目の追加を行った。これによって、有機燐化合物については項目から除外されたが、有機塩素系化合物としては従来のトリクロロエチレン、テトラクロロエチレンに加え、ジクロロメタン等8物質が、発ガン性のおそれがあるとして追加された。さらにチウラム、シマジン等4つの農薬と、慢性毒性を有する金属としてセレンが項目に追加され、合計23項目が人の健康の保護に関する環境基準設定項目とされた。これと同一の項目が地下水水質調査項目とされ、環境基準と同一の基準が評価基準とされた。

また、人の健康の保護に関する物質であるが、公共用水域等における検出状況等からみて、現時点では直ちに環境基準を設定する物質とせず、引き続き知見の集積に努めるべきと判断されるものとして、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、ふっ素、ほう素等25物質が「要監視項目」として位置づけられ、公共用水域及び地下水の測定を行い、その推移を把握していくこととなった

長崎県では、平成6年度から追加物質の調査を実

施したが、追加物質の評価基準超過はなかった。

4 地下水環境基準設定

環境基準の設定に伴い、長崎県は平成10年度から3カ年で県下全域を対象として概況調査を行った。調査地点は、総理府の標準地域メッシュに基づく1kmメッシュ区分を基本として選定された。平成10年度は対馬保健所及び県南保健所管内の1市22町の144地点を対象に、カドミウムからセレンに至る23項目に加え、要監視項目であったトランス-1,2-ジクロロエチレン、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の計25項目について調査を行った。また、平成11年度は西彼、県央、県南、県北、五島、上五島、壱岐各保健所管内の5市24町1村の146地点を対象に、カドミウムからふっ素に至る25の環境基準項目に加え、要監視項目であるトランス-1,2-ジクロロエチレンの計26項目について調査を行った。平成12年度は西彼、県央、県南、県北、五島、上五島、壱岐各保健所管内の2市39町1村の151地点を対象に、カドミウムからほう素に至る26の環境基準項目に加え、要監視項目であるトランス-1,2-ジクロロエチレンの計27項目について調査を行った。

定期モニタリング地点における経年変化

平成元年の法改正に伴い順次概況調査で発見された汚染井戸を含む地区について、汚染井戸周辺調査を経た上、想定汚染源をかかえる諫早市栄田地区の2地点を加えた合計28地点において継続的に定期モニタリング調査を行うこととなった。各地区の推定・想定汚染源と汚染物質を表2に示す。また、継続的に調査が行われた地点で検出された項目の経年変化を表3に示す。

表2 長崎県下の地下水汚染調査地区(県管轄分)

地区	推定・想定汚染源	基準超過物質
諫早市栄田町周辺	K社(電気めっき施設)	
諫早市津久葉地区	中核工業団地	トリクロロエチレン テトラクロロエチレン
吾妻町平江地区	A電子工業	トリクロロエチレン 硝酸性亜硝酸性窒素
大村市杭出津地区	Tクリーニング	テトラクロロエチレン 硝酸性亜硝酸性窒素
島原市寺町地区	Sクリーニング	テトラクロロエチレン 硝酸性亜硝酸性窒素
島原市新湊地区	T製作所	トリクロロエチレン
国見町神代地区	Kクリーニング	テトラクロロエチレン

表3において、数年にわたって基準超過が見られない地点については見直しが行われ、平成12年度以降は図1に示す5地区、10地点で定期モニタリング調査を継続することとされた。以下、5地区における汚染物質濃度の経年変化を示す。

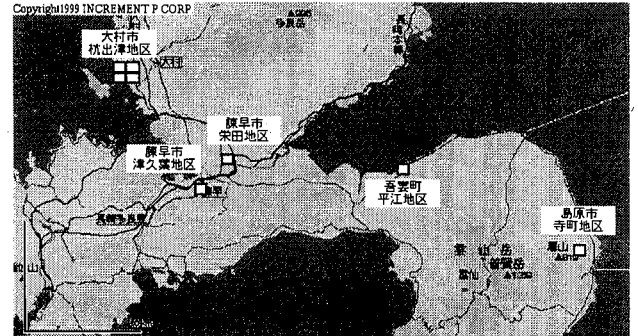


図1 定期モニタリング調査地区

1 諫早市栄田地区、津久葉地区

栄田地区ではこれまで3地点で調査が実施されているが、調査項目について検出事例はない。津久葉地区では、調査開始当初中核工業団地の北西の谷間に位置する004018地点でトリクロロエチレンとテトラクロロエチレンが高い濃度で検出された。平成5年10月以降004018地点直近の004031地点で現在まで継続して調査が続けられている。両者の濃度は平成4年10月をピークとして漸次減少傾向にあるが、トリクロロエチレンについては平成12年度調査で基準値を超過しており、今後も継続して調査が必要と思われる。なお、両物質の濃度変化は経年的に同様の挙動を示しており、両物質を同時に使用する発生源からの汚染と考えられる。

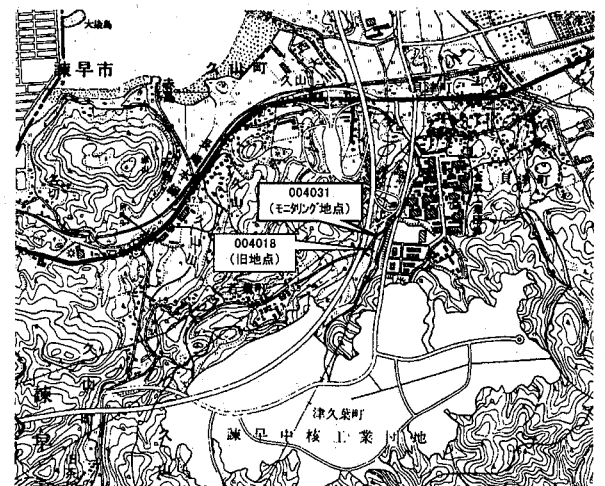


図2 諫早市津久葉地区調査地点

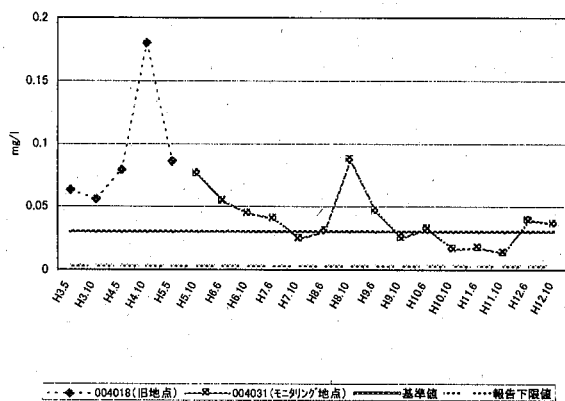


図3 津久葉地区におけるトリクロロエチレン濃度経年変化

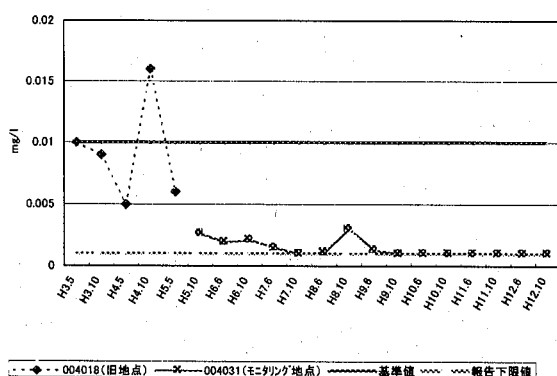


図4 津久葉地区におけるテトラクロロエチレン濃度経年変化

2 吾妻町平江地区

吾妻町平江地区における地下水汚染はA電子において部品洗浄に使用されたトリクロロエチレンが原因であると推定されている。平成元年1月、汚染源直近の035004地点で8.2mg/lのトリクロロエチレンが検出された。これは環境基準値の273倍にあたり、長崎県の地下水調査で最も高濃度での検出であった。

周辺調査では、汚染源から約130m地点にあたる035005地点で平成5年5月まで環境基準を超過するトリクロロエチレンが検出されたが、漸次濃度は減少している。ただし、平成12年度の調査では、035004地点で増加傾向にあり、今後も調査が必要と思われる。035004及び035005地点では、環境基準の設定に伴い平成10年度から追加された項目のうち、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素について、平成12年度までにそれぞれ2回ずつ環境基準を超過している。また、035004地点では平成12年6月に地下水調査ではじめて、農薬のシマジンを検出している。

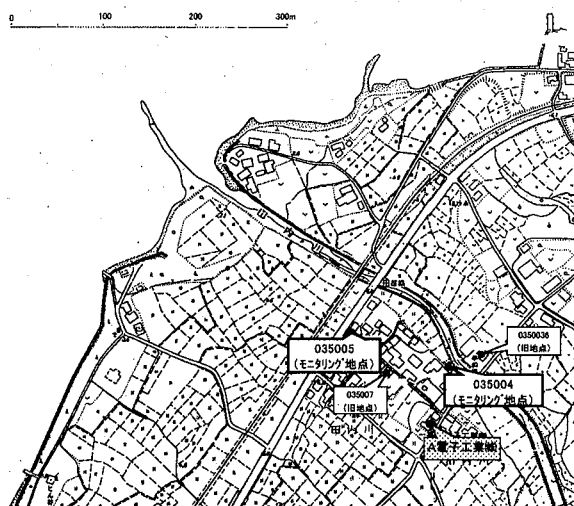


図5 吾妻町平江地区調査地点

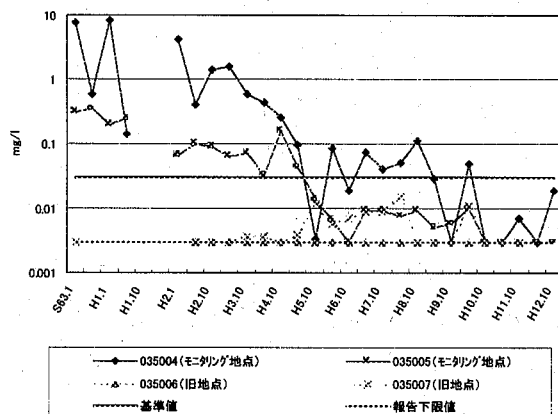


図6 平江地区におけるトリクロロエチレン濃度経年変化

3 島原市寺町地区

吾妻町平江地区における地下水汚染はスクリーニングで使用されたテトラクロロエチレンが原因であると推定されている。汚染源直近の003015地点で昭和63年7月に0.45mg/l、平成3年10月に0.46mg/lという環境基準値の約15倍にあたるテトラクロロエチレンが検出された。

周辺調査では、汚染源から約50m地点にあたる003016地点で平成6年10月まで環境基準を超過するテトラクロロエチレンが検出されたが、漸次濃度は減少している。ただし、平成12年度の調査では、003015地点で増加傾向にあり、今後も調査が必要と思われる。

なお、003011地点及び003015地点でトリクロロエチレンが検出されているが、これはテトラクロロエチレンが分解したものと推定される^{12,13}。

003008地点では、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素が測定対象となった平成10年6月から7mg/lを超え

る硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素を検出していたが、平成12年10月の調査では11mg/l となり、環境基準を超過した。

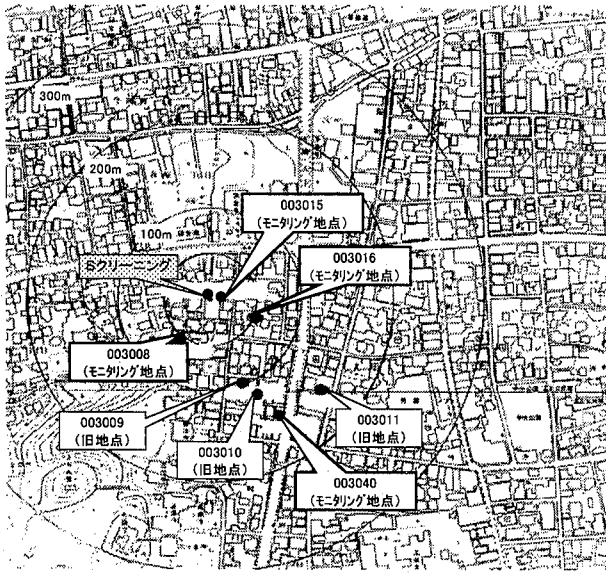


図7 島原市寺町地区調査地点

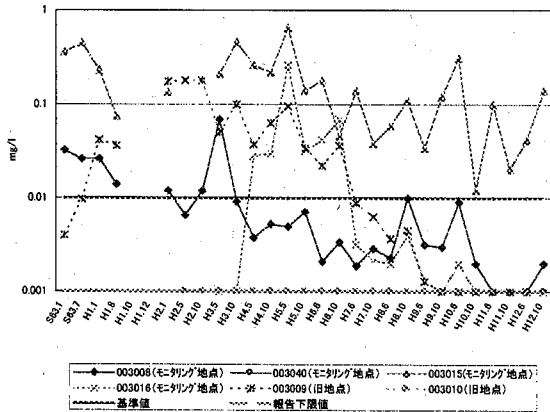


図8 寺町地区におけるテトラクロロエチレン濃度経年変化

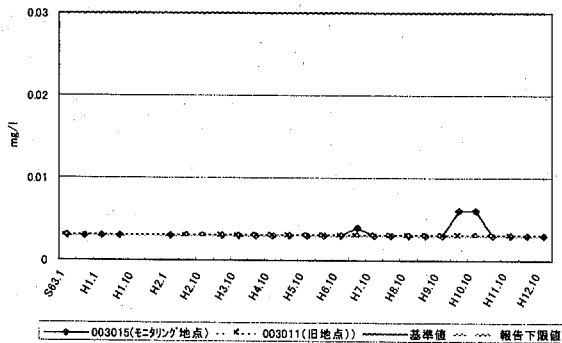


図9 寺町地区におけるトリクロロエチレン濃度経年変化

4 大村市杭出津地区

大村市杭出津地区における地下水汚染は旧Eクリーニング及びTクリーニングで使用されたテトラクロロエチレンが原因であると推定されている。両者から約500mの位置にある005043地点では平成元年8月に環境基準値の35倍にあたる0.35mg/l のテトラクロロエチレンが検出された。

周辺調査では、汚染源から約800m地点にあたる005082地点で現在に至るまで環境基準を超過するテトラクロロエチレンが検出されている。平成12年度の調査では、005043及び005082地点で増加傾向にあり、今後も調査が必要と思われる。

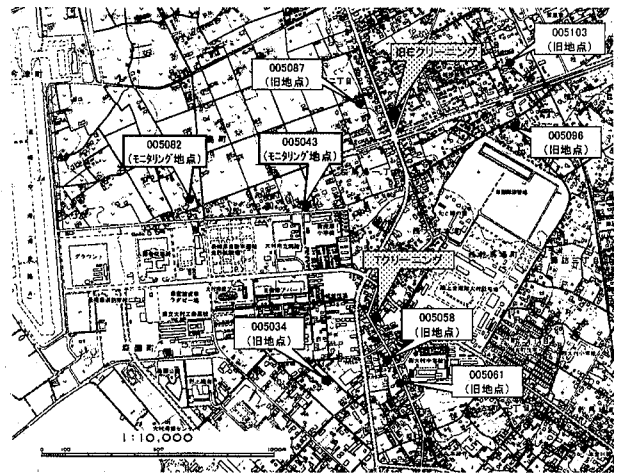


図10 大村市杭出津地区調査地点

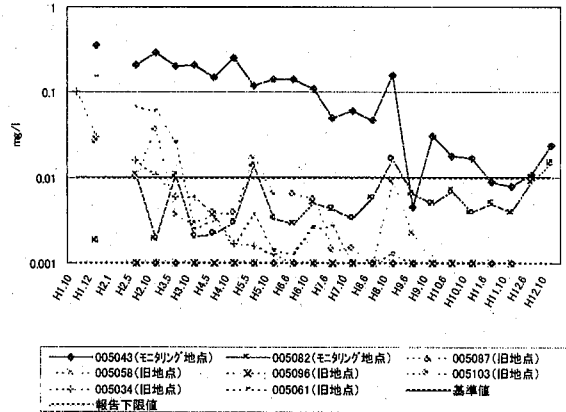


図11 杭出津地区におけるテトラクロロエチレン濃度経年変化

旧地点である005087及び005103地点では、平成10年度と11年度の調査で、それぞれ2回と1回、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素で環境基準を超過した。平成12年度は、概況調査のなかで周辺を含め再調

査されることとなったが、005087で環境基準を超過した。

今後、農薬や硝酸性窒素など、農業由来と推定される有害物質についても、十分な調査と対策が必要と考えられる。

5 定期モニタリング調査のまとめ

平成元年の法改正に伴い実施された概況調査によって発見されたトリクロロエチレン、テトラクロロエチレンによる汚染井戸の定期モニタリング調査が開始されてから約10年を経過した。この間、汚染物質の分解、流出等自然浄化により汚染状況は経年的に収束し、例年環境基準を満たす地点も出現するに至った。しかし、平成12年度以降も継続して調査することとなった10地点では、未だ環境基準を超過する地点もあり、今後も挙動に着目する必要がある。

環境基準設定に伴う概況調査結果

平成9年に23項目に関する地下水質の環境基準が定められたことを受け、環境基準適合状況等地下水の概況を把握するため、平成10～12年度の3カ年で長崎市、佐世保市を除く県下全市町村を対象に調査を行った。表4に調査地点の概要、表5に平成10～12年度地下水質概況調査における硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の保健所管内別、濃度別検出状況、表6に硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の環境基準超過状況を示した。

3カ年の、延べ調査地点数は441地点となるが、表5では同一の調査地点23地点については高濃度で検出された測定値を採用し、重複を避けた。また、平

表4 地下水質概況調査地点概要

() 内は県南保健所管内の地点数

年度	調査地点数	環境基準超過地点数	備考
10	144 (117)	23 (23)	県南保健所管内(島原島地域)及び対馬保健所管内で実施。
11	146 (8)	4 (3)	10年度実施以外の市町で実施。一部再調査
12	151 (19)	23 (16)	10、11年度以外の市町で実施。一部再調査
計	441 (144)	50 (42)	

均濃度の算出において報告下限値以下の数値はゼロとして処理した。

硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素は全体の95%の地点から検出された。最も出現頻度の高い濃度範囲は1.0mg/lを超え5.0mg/l以下の濃度範囲であった。県南保健所管内では5.0mg/lを超え10.0mg/l以下の濃度範囲が最も出現頻度が高かった。

全体の平均濃度は4.1mg/lであり、上五島保健所県南保健所管内の平均濃度がこれを超えた。417地点中33地点で環境基準を超過した。その76%は県南保健所管内の調査地点であった。環境基準超過があった地区は県央、県北、県南、上五島保健所管内であった。調査地点数に対する環境基準超過割合は県南保健所管内で20%、上五島保健所管内で10%となった

表5 平成10～12年度地下水質概況調査における保健所別、濃度別検出状況

保健所名	地点数	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素 濃度階級別の地点数						基準超過 地点数/ 地点数	平均 濃度 mg/l
		<0.04 mg/l	~0.5 mg/l	~1.0 mg/l	~5.0 mg/l	~10 mg/l	>10 m g/l		
西彼	62	5	8	8	28	13		0	2.8
県央	65	4	4	14	27	12	4	0.06	3.6
県北	65	2	11	18	28	5	1	0.01	2.2
県南	124	11	12	9	32	35	25	0.20	7.4
五島	26		5	5	13	3		0	2.4
上五島	30		6	3	12	6	3	0.10	4.8
壱岐	18	2	3	4	8	1		0	1.9
対馬	27		5	9	13			0	1.2
計	417	22	54	70	161	75	33	0.08	4.1

報告下限値 0.04mg/l

環境基準値 10mg/l

表6 地下水質概況調査における硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の環境基準超過状況

管轄保健所	井戸番号	市町名	地区名	平成10年度 mg/l	平成11年度 mg/l	平成12年度 mg/l	備考
県央	015007	多良見町	化屋			11	
	028001	森山町	井牟田上			14	
	005078	大村市	古賀島2			15	
	005081	大村市	古賀島2			11	
県南	032003	有明町	大三東乙	15	17	24	ボーリング水、付近に畑地
	032007	"	大三東乙		17	19	ボーリング水、付近に畑地
	032008	"	大三東甲		28	18	付近に畑地
	032005	"	久原	17		17	
	032006	"	三之沢	17		21	付近に畑地
	038003	小浜町	山畑	28		5.4	
	040001	加津佐町	権田	11		11	
	045002	有家町	蒲河	14		15	
	045003	"	下藤原	12			
	045003	"	木場	11			
	046004	布津町	大崎	14		9.6	
	046005	"	貝崎	11			
	047009	深江町	瀬野	20		14	
	003022	島原市	津吹	21		22	付近に田畑
	003023	"	御手水	11		16	付近に田畑
	003025	"	稗田	15		14	住宅地
	003025	"	立野	30		29	付近に畑地
	033006	国見町	轟木	22		24	住宅地
	033011	"	高下	18		3.7	
	033014	"	楠高	11			
	035011	吾妻町	永中	26		22	
	036010	愛野町	野平	15		14	
	036014	"		22		20	
	036015	"	山ノ口	13			
	036009	"	八幡	12			
	県北	060003	世知原町	栗迎1区			12
上	069001	宇久町	野方		11		
五	050008	小値賀町	前方			39	付近に事業場、畜産業なし。畑あり。
島	070002	奈良尾町	奈良尾			11	
環境基準超過地点数				23	3	23	

10mg/l を超える硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素が検出された場合、その原因は過剰施肥等人間の活動に由来するものと考えられ、このような地下水を乳児が飲用するとメヘモグロビン血症を引き起こすおそれがあることから¹⁴⁾環境基準設定項目となっている。なお、年度毎の概況は次のとおりである。

平成10年度

県南保健所管内117地点、対馬保健所管内27

地点を対象に調査を行った。その結果、県南保健所管内の23地点で環境基準を超過した。最高濃度は井戸番号003025(島原市立野地区)の30mg/lであった。

平成11年度

対馬保健所管内を除く146地点で調査を行った。その結果、県南保健所管内で3地点、上五島保健所管内で1地点新たに環境基準の超過があつ

た。最高濃度は井戸番号032008(有明町大三東甲地区)の28mg/lであった。

平成12年度

対馬保健所管内を除く151地点で調査を行った。その結果、県央保健所管内で4地点、県北保健所管内で1地点、上五島保健所管内で2地点が新たに環境基準を超過した。県南保健所管内における調査地点は、平成10, 11年度に環境基準を超過した地点のうち19地点で再調査が行われた。その結果、038003, 046004, 033011の3地点では環境基準を下回る値となったが、他の地点ではほぼ同程度か、過去の濃度を上回る結果となった。最高濃度は井戸番号050008(小値賀町前方地区)の39mg/lであった。

まとめ

地下水質の調査開始当初課題とされたトリクロロエチレン、テトラクロロエチレンによる汚染状況は分解、流出など自然浄化により経年的に収束し、例年環境基準を満たす地点も出現するに至った。地区別に各物質濃度の経年的減衰を確認したところ、平成12年度以降も継続的モニタリングが必要と判断された地点においては、濃度が増加傾向をみせるものもあった。

地下水環境基準の設定に伴い、平成10年度から3カ年計画で県下全域を対象として行った概況調査では、33地点で硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素について環境基準を超過した。このうち、ほとんどの地点は畑作地帯にあることが報告されている。

硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素による地下水汚染地域を擁する他自治体では、人への健康影響を未然防止する見地からすでに環境省の委託事業等により対策が進められているところもある¹⁵⁻¹⁷⁾。今後、本県においても地下水の成分分析等によって汚染原因を明らかにし、有効な対策につなげることが必要と考えられる。

参考文献

- 1) 長崎県：平成2～12年度版環境白書。
- 2) 長崎県保健環境部：平成2～5年度 公共用水域及び地下水の水質測定結果。
- 3) 長崎県生活環境部：平成6～9年版 公共用水域及び地下水の水質測定結果。
- 4) 長崎県県民生活環境部：平成10～12年版 公共用水域及び地下水の水質測定結果。
- 5) 瀧 義明, 赤木 聡, 松尾征吾：長崎県下の地下水質調査, 長崎県衛生公害研究所報, 37, 62-64, (1993)

- 6) 瀧 義明, 豊坂元子, 松尾征吾：長崎県下の地下水質調査, 長崎県衛生公害研究所報, 40, 104-107, (1994)
- 7) 瀧 義明, 矢野博巳, 松尾征吾：長崎県下の地下水質調査, 長崎県衛生公害研究所報, 41, 50-51, (1995)
- 8) 石崎修造, 近藤幸憲, 松尾征吾：長崎県下の地下水質調査, 長崎県衛生公害研究所報, 42, 63-67, (1996)
- 9) 石崎修造, 近藤幸憲, 桑原 洋：長崎県下の地下水質調査, 長崎県衛生公害研究所報, 43, 77-78, (1997)
- 10) 近藤幸憲, 森 淳子, 古賀浩光, 桑原 洋：長崎県下の地下水質調査(1998年度), 長崎県衛生公害研究所報, 44, 60-62, (1998)
- 11) 長崎県：昭和62年版 環境白書(1987)
- 12) Rolf Mergler-Volkl, Manfred Nerger and Julia Schule: A Contribution to the Bio-degradation of Volatile Chlorinated Hydrocarbons in Groundwater and Sewage, Contaminated Soil, 2, 1159-1162, (1988)
- 13) 横浜市環境科学研究所：地下水汚染に関する調査研究報告書—分解反応モデルを用いた評価—, 環境研試料 No. 1 4 0 (2000)
- 14) 国包章一：硝酸性窒素および亜硝酸性窒素の健康影響, 日本水環境学会誌, 19, 965-968, (1996)
- 15) 福岡県：環境庁委託事業調査「硝酸性窒素地下水汚染対策検討調査報告書—汚染機構解明調査—」(1999)
- 16) 福岡県：平成12年度環境省委託事業報告書「硝酸性窒素総合対策推進事業報告書—浄化システム調査—」(2001)
- 17) 熊本県保健環境科学研究所：硝酸性窒素による地下水汚染機構解明調査報告書(平成7～9年度調査結果)(2000)