

4.3 長崎県

(1) 調査地域の概況

1) 調査地域

モデル地域の有明町、国見町は島原半島の北東部に位置しており（図 4-3-1）、面積は有明町が 23.48km²、国見町は 38.20km²である。地形は、雲仙岳とそれに連なる丘陵地、海岸沿いの平野部からなり、河川はいずれも流域が狭く、利水可能な河川は少ない。

平成 10 年度から 3 年間実施した概況調査の結果、特に島原半島地域において硝酸性窒素による汚染が確認され、島原半島地域の中でも特に汚染が顕著であった有明町、国見町を調査の対象とした。

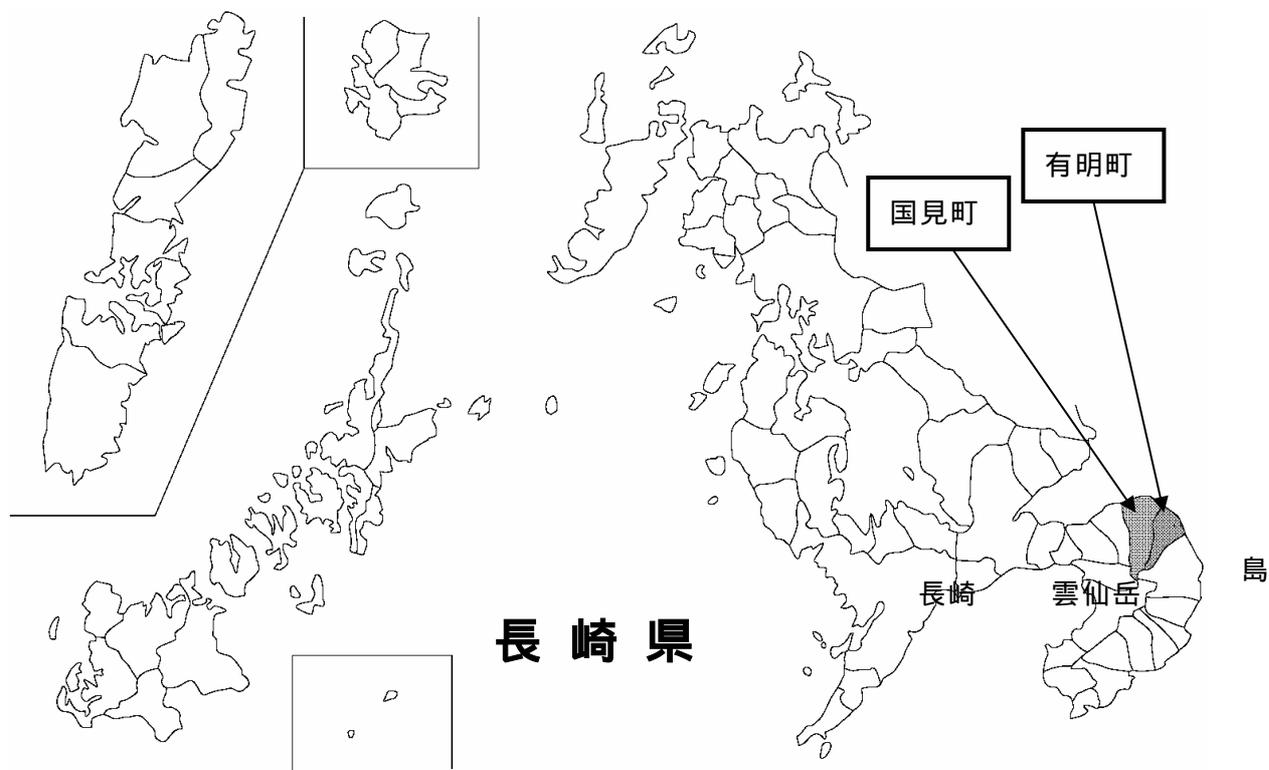


図 4-3-1 有明町、国見町の位置

2) 人口

有明町、国見町の人口は、平成 12 年で有明町 11,958 人、国見町 11,458 人である。

これまでの人口動向を振り返ると、両町とも戦後から昭和 50 年にかけて人口減少が続き、昭和 55 年から U ターンの増加等によって人口増に転じた。しかしながら平成 2 年以降、人口減少の傾向が続いている。

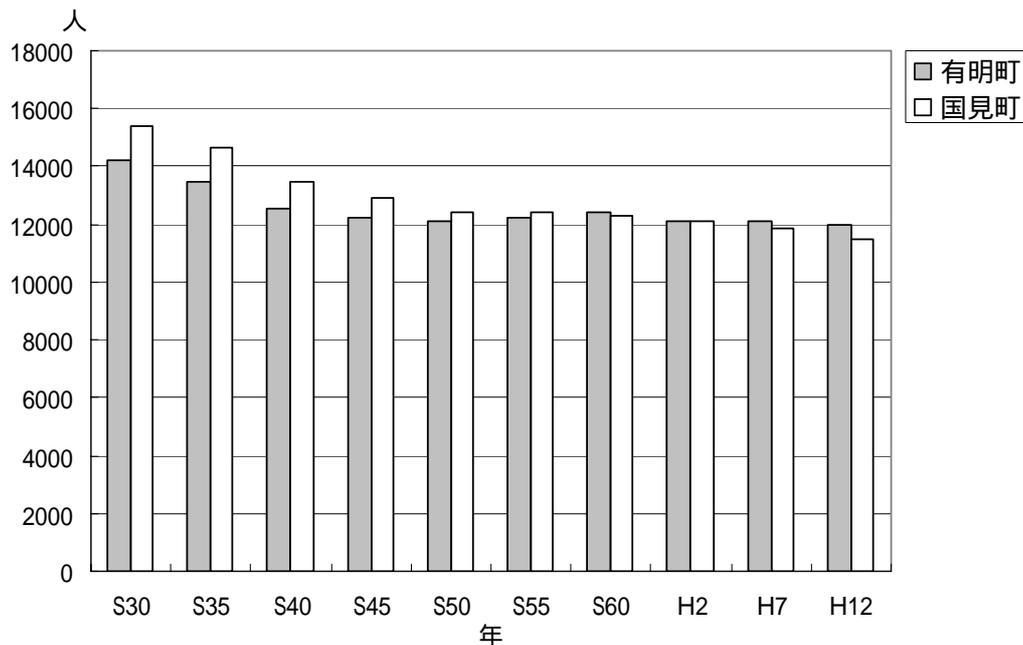


図 4-3-2 人口推移図

3) 上水道

有明町は、大三東簡易水道が昭和 56 年 5 月 25 日、川内簡易水道が昭和 51 年 11 月 29 日、湯江簡易水道が昭和 53 年 5 月 19 日に完成し、平成 13 年度末の普及率は 95.4%である。

国見町は、上水道が昭和 53 年 5 月 19 日、南部簡易水道が昭和 55 年 4 月 30 日に完成し、平成 13 年度末の普及率は 90.3%である。

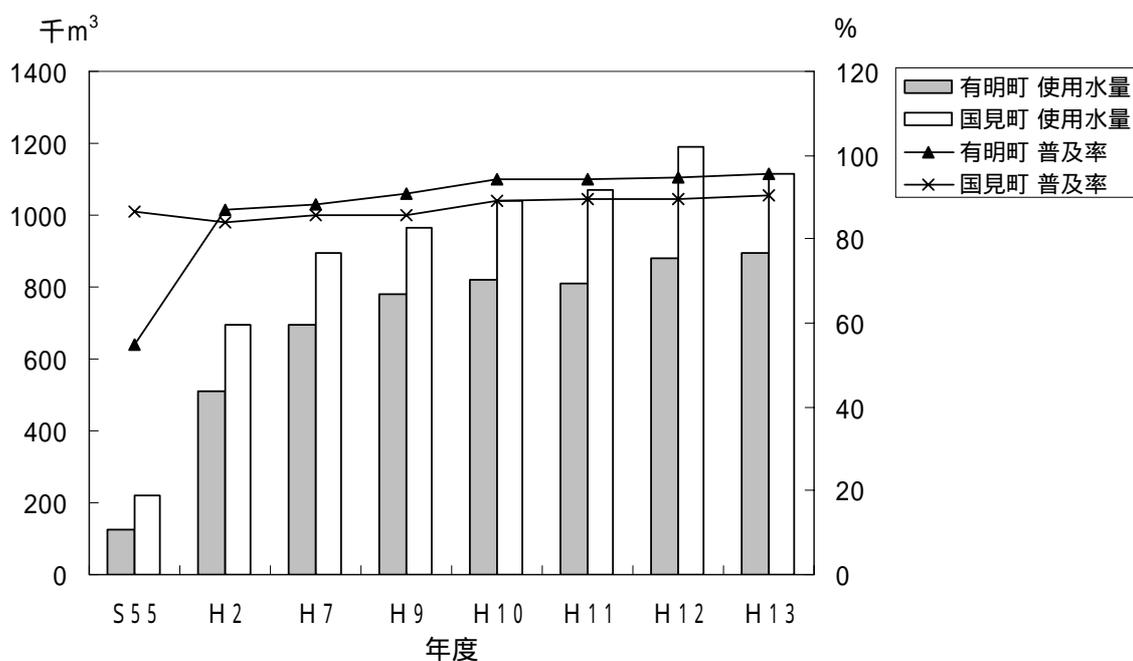


図 4-3-3 上水道普及推移図

4) 気象

隣接の島原市（有明町、国見町に最も近い気象庁の観測地点）は、北九州型気候区分に属し、年平均気温 18 前後、年間降水量 1,800mm 前後と温暖で湿潤な気候となっている。特徴としては、春から初夏にかけて月 200mm 程度の降雨が見られ、秋に雨量が少なく、農業生産に恵まれた条件となっている。また、年間を通しての気温差は 30 前後であり、冬の寒さがそれほど厳しくないという特徴がある。

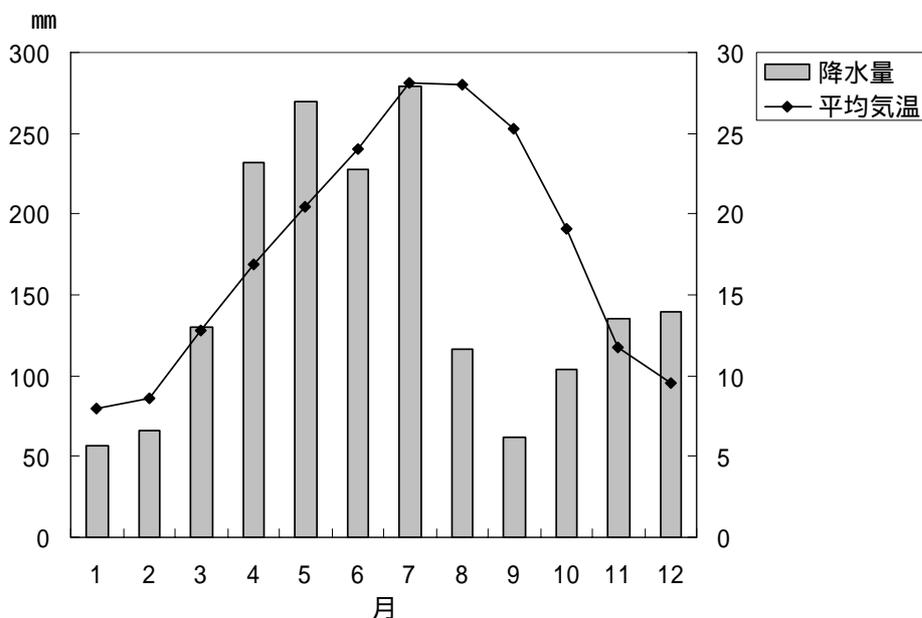


図 4-3-4 降水量と平均気温

(2) 地下水汚染の状況

1) 概況調査

平成 9 年に地下水環境基準が設定されたことを受け、平成 10～12 年度までの 3 カ年で県下 441 本の井戸について、地下水質調査を実施した。その結果、硝酸性窒素の環境基準超過地点の大半が有明町・国見町を中心とした島原半島で占められ、県内の環境基準を超過した 50 地点のうち、島原半島地域は 42 地点を占めていた（表 4-3-1）。

表 4-3-1 硝酸性窒素の環境基準超過状況（概況調査）

年度	調査地点数	環境基準超過地点数	備考
10	144(117)	23(23)	島原半島地域及び対馬地区で実施。
11	146(8)	4(3)	10 年度実施以外の地区で実施。 一部再調査。
12	151(19)	23(16)	10、11 年度実施以外の地区で実施。 一部再調査。
計	441(144)	50(42)	

()内数字は、島原半島地域

2) 汚染井戸周辺地区調査

平成 10～12 年度の概況調査において、新たに発見された環境基準超過井戸の周辺の汚染状況を把握するために、平成 13 年度に島原半島を中心に県下 81 本の井戸について、硝酸性窒素の調査を実施し、34 本の井戸で環境基準を超過していたが、そのうち 32 本は島原半島地域であった(表 4-3-2)。

表 4-3-2 硝酸性窒素の環境基準超過状況(汚染井戸周辺地区調査)

年度	調査地点数	環境基準超過 地点数	備 考
13	81(60)	34(32)	

()内数字は、島原半島地域

(3) 地下水汚染の原因

1) 地下水・河川水質調査

ア) 水質調査地点

調査を実施した地点を表 4-3-3, 図 4-3-5, 図 4-3-6 に示す。

地下水については平成 13 年度は県実施の概況調査(H10～H12 年度)において硝酸性窒素の環境基準を超過した井戸およびその周辺の井戸 28 地点について調査を行った。また、平成 14 年度はそのうち 16 地点を選定して追跡調査を行い、さらに新たに未調査の 3 地点を加えて調査を行った。調査地点の概要は表 4-3-3 のとおりである。

河川水については、当該地区については小河川が何本も走っており、それぞれの集水域が明確でないため、代表的な 2 河川(土黒川、湯江川)について 2 ヶ年とも調査を行った。

なお、人為的な汚染が少なく、より自然形に近いと考えられる舞岳原水についてもバックグラウンドとして水質調査を行った。

表 4-3-3 調査地点の概要

調査地点				
			地点番号	選定理由
十四年度調査実施	国見町	土黒川	1 (最上流)	平成 13 年度からの継続調査
			2 (上流)	
			3 (中流)	
			4 (下流)	
		地下水	5	硝酸性窒素濃度が高い国見町北部の代表点
			6	
			7	硝酸性窒素濃度基準値以下
			8	トリリニアダイアグラムが他地点と異なる (H13 調査)
			9	硫酸イオン濃度が異なる国見町中央部の代表点
			10	
			11	平成 13 年度の未調査地区
			12	
	有明町	湯江川	13 (最上流)	平成 13 年度からの継続調査
			14 (上流)	
			15 (中流)	
			16 (下流)	
		地下水	17	硝酸性窒素濃度が高い硝酸イオン濃度が異なる有明町中央部の代表点
			18	
			19	
			20	大腸菌群数が多い有明町中央部の代表地点
			21	
			22	硝酸性窒素濃度は低い硫酸イオン濃度が高い
			23	硝酸性窒素濃度が高い有明町頭部の代表点
			24	
			25	硝酸性窒素濃度基準値以下
			26	有明町北部の代表点
			27	
		28 (舞岳源水)	非汚染のバックグラウンド	
十三年度のみ調査実施	国見町	地下水	30	
			31	
	有明町	地下水	32	
			33	
			34	
			35	
			36	
			37	
			38	
			39	
			40	
41				

図 4-3-5 地下水および河川水採取地点（国見町）

数字：地点番号

赤：(硝酸性窒素濃度) > 10mg/L (2年調査のうち2年とも基準超過)

赤：(硝酸性窒素濃度) > 10mg/L (1年調査で基準超過)

青：(硝酸性窒素濃度) < 10mg/L (2年とも基準以下)

図 4-3-6 地下水および河川水採取地点（有明町）

数字： 地点番号 水色 ： 舞岳源水
赤 ：(硝酸性窒素濃度) > 10mg/L (2 年調査のうち 2 年とも基準超過)
赤 ：(硝酸性窒素濃度) > 10mg/L (1 年調査で基準超過)
黄 ：(硝酸性窒素濃度) > 10mg/L (2 年調査のうち 1 年基準超過)
青 ：(硝酸性窒素濃度) < 10mg/L (2 年調査のうち 2 年とも基準以下)
青 ：(硝酸性窒素濃度) < 10mg/L (1 年調査で基準以下)

イ) 地下水調査

a) 概要

調査は国見町地下水については平成 13 年 10 月および平成 14 年 8 月に、また有明町地下水については平成 13 年 10 月および平成 14 年 11 月にそれぞれ実施した。分析項目および分析方法は表 4-3-4 のとおり行った。

表 4-3-4 分析項目および方法

項目	分析方法	
pH	JIS K0102	ガラス電極法
電気伝導度		電気伝導度計
総アルカリ度	上水試験法	MR 混合指示薬による方法
Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、NO ₃ ⁻	JIS K0102	イオンクロマトグラフ法
NO ₂ ⁻	JIS K0102	ナフチルエチレンジアミン吸光光度法
NH ₄ ⁺	JIS K0102	インドフェノール青吸光光度法
T-N	JIS K0102	熱分解法
Na ⁺ 、K ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺	JIS K0102	フレイム原子吸光法
大腸菌群数		BGLB 培地直接 MPN 法
糞便性大腸菌		M-FC 法

b) 分析結果

調査地点および各項目の 2 カ年分の結果について、表 4-3-5 に示した（平成 14 年度の有明町地下水については糞便性大腸菌数を調査した）。なお、14 年度に採水を予定していた No.19、No.21 地点については地下水枯渇のため欠測とした。

i) 窒素成分

- ・ 窒素成分のほとんどが硝酸性窒素であった。
- ・ 硝酸性窒素の環境基準（10mg/L）を超過した井戸は 13 年度は全 28 井戸中 23 井戸（超過率 82%）であったが、14 年度は全 17 井戸中 9 井戸（超過率 52%）であり、前年度の超過率を大きく下回った。
- ・ 硝酸性窒素の最高濃度はそれぞれ 13 年度 29mg/L、14 年度 36mg/L であり 2 カ年とも No.17 地点で検出された。
- ・ 比較的深い井戸である No.17、18、33、34、35 地点については高濃度の硝酸性窒素が検出され、鉛直方向への汚染も示唆された。
- ・ 舞岳源水についてはほとんど窒素成分は検出されなかった。

ii) pH

- ・ それぞれ 13 年度では 5.8～7.1、14 年度では 6.0～7.8 の範囲内であった。

表 4-3-5 地下水質調査結果

No.	所在地	深さ (m)	水温 ()	pH	上段:平成13年度 下段:平成14年度												
					EC (mS/m)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	アルカリ度 (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	大腸菌群数 (MPN/100ml)	糞便性大腸菌 (個/100ml)
5	国見・馬場第二	不明	22.5	6.2	30.1	17.9	<0.02	<0.01	27.0	8.9	22.0	9.1	8.5	7.9	27.0	130	-
			20.5	6.5	27.2	11.2	<0.02	<0.01	30.7	9.8	23.3	11.1	9.3	7.2	22.0	140	-
6	国見・轟木	40	20.0	6.4	43.6	23.1	<0.02	<0.01	29.0	11.8	23.3	17.1	7.6	15.5	31.1	4	-
			21.5	6.5	43.9	23.3	<0.02	<0.01	29.2	22.7	45.6	23.8	8.8	16.0	31.9	22	-
7	国見・宮田	不明	22.0	6.6	22.1	7.1	<0.02	<0.01	20.0	7.9	12.9	10.8	3.6	7.9	17.1	0	-
			24.0	7.0	25.3	9.9	<0.02	<0.01	37.0	10.0	23.2	13.6	3.7	9.2	19.8	0	-
8	国見・篠原	不明	20.5	7.0	19.9	1.7	<0.02	<0.01	67.0	10.0	22.5	11.7	3.2	9.0	12.1	0	-
			20.5	7.0	22.8	2.3	<0.02	<0.01	70.1	10.2	10.4	11.9	4.1	11.4	14.0	0	-
9	国見・楠高	30	20.5	7.0	25.3	10.7	<0.02	<0.01	42.0	26.3	50.9	8.7	3.8	11.6	18.8	4	-
			21.8	7.1	26.8	12.9	<0.02	<0.01	42.9	9.1	15.9	24.0	4.8	13.9	16.4	130	-
10	国見・楠高	40	18.4	6.2	22.6	11.1	<0.02	<0.01	32.6	10.4	16.3	9.8	2.9	8.4	15.8	27	-
			19.8	6.6	24.6	10.7	<0.02	<0.01	32.6	10.1	14.8	18.2	5.5	10.8	18.0	23	-
11	国見・神代	不明	23.0	6.9	28.9	<0.1	<0.02	0.02	77.3	22.7	19.9	21.7	12.0	17.8	4.9	0	-
12	国見・神代	60	21.5	7.8	22.3	<0.1	<0.02	0.13	98.0	5.2	0.3	18.3	2.6	4.8	21.1	0	-
17	有明・高野	70	19.5	5.8	49.9	29.7	<0.02	<0.01	0.5	33.2	48.8	10.8	14.5	13.5	43.0	2	-
			16.4	6.0	51.2	36.0	<0.02	<0.01	7.7	33.8	43.6	15.0	15.5	16.1	52.0	-	0
18	有明・高野	120	19.5	6.6	35.3	22.6	<0.02	0.01	13.0	23.9	11.1	15.0	10.5	10.8	29.0	0	-
			16.4	6.8	36.3	28.0	<0.02	<0.01	16.9	22.9	9.3	15.6	9.6	12.2	28.2	-	0
19	有明・高野	15	18.6	5.9	50.8	22.0	<0.02	<0.01	5.5	29.8	94.8	9.7	11.3	15.1	52.8	10	-
20	有明・高野	20	19.1	5.9	35.7	12.9	<0.02	<0.01	4.1	18.2	73.7	5.3	12.2	8.8	36.6	16000	-
			17.6	6.9	34.9	8.4	0.71	0.51	8.4	27.7	61.2	11.3	10.7	8.8	33.7	-	6
22	有明・高野	100	17.7	7.0	12.2	5.6	<0.02	<0.01	15.0	9.0	63.7	7.2	4.4	3.1	7.5	33	-
			15.4	7.0	15.7	6.1	<0.02	<0.01	16.3	9.6	2.5	8.5	4.7	3.5	7.6	-	0
23	有明・三之沢	55	19.6	6.6	45.5	20.1	<0.02	<0.01	21.0	28.2	62.4	18.4	7.4	16.4	34.8	2	-
			14.2	6.9	46.6	22.0	<0.02	<0.01	21.9	27.6	60.1	20.7	8.1	16.8	35.1	-	0
24	有明・三之沢	45	19.9	6.8	48.5	18.1	<0.02	<0.01	31.0	29.2	79.5	17.1	8.0	18.3	40.1	2	-
			13.0	7.0	48.8	20.0	<0.02	<0.01	29.7	28.0	64.7	15.5	6.8	18.2	39.8	-	0
25	有明・久原	30	19.8	7.0	20.8	4.9	<0.02	<0.01	27.0	12.9	26.5	11.5	4.9	6.1	15.1	0	-
			21.0	6.7	24.5	6.0	<0.02	<0.01	32.2	14.7	33.6	13.5	4.5	7.1	16.1	-	0
26	有明・久原	50	24.9	6.6	28.3	11.2	<0.02	<0.01	18.0	19.9	40.4	11.8	5.9	8.3	21.2	0	-
			13.0	6.8	34.0	13.0	<0.02	<0.01	20.2	23.0	47.5	16.0	5.2	11.2	25.9	-	2
27	有明・久原	不明	17.8	6.5	29.8	10.0	<0.02	<0.01	30.8	21.9	31.3	20.7	11.5	5.3	20.0	-	2
28	舞岳(BG)	-	15.0	7.2	8.3	0.1	<0.02	<0.01	34.3	2.9	0.9	6.1	3.8	1.9	4.7	-	0
30	国見・轟木	48	21.0	6.6	30.1	12.7	<0.02	<0.01	25.0	17.8	25.0	10.3	4.6	11.2	23.2	0	-
31	国見・馬場第二	不明	20.5	6.6	28.3	12.4	<0.02	<0.01	36.0	15.5	29.2	10.8	2.7	11.1	23.6	2	-
32	有明・高野	25	18.8	5.8	41.8	22.8	<0.02	<0.01	9.0	19.8	66.3	8.0	12.6	8.7	46.0	240	-
33	有明・高野	110	19.4	6.4	34.6	19.9	<0.02	<0.01	8.5	26.4	29.3	14.9	12.0	9.7	24.9	2	-
34	有明・高野	90	17.6	6.3	28.7	14.9	<0.02	<0.01	11.0	21.0	19.1	11.2	9.4	8.4	20.5	0	-
35	有明・高野	80	19.0	6.7	25.8	17.8	<0.02	<0.01	10.0	18.5	6.1	10.9	7.5	7.3	15.2	2	-
36	有明・高野	10	19.0	5.9	49.3	26.7	<0.02	<0.01	8.0	33.5	45.6	13.8	12.5	14.6	46.1	3500	-
37	有明・三之沢	50	18.5	6.6	34.9	17.8	<0.02	<0.01	15.0	27.5	50.7	15.1	8.4	11.5	26.6	22	-
38	有明・三之沢	50	18.8	6.6	33.8	12.3	<0.02	<0.01	25.0	19.5	45.0	14.4	7.7	12.2	27.7	0	-
39	有明・三之沢	15	20.2	6.4	32.6	14.8	<0.02	<0.01	19.0	43.0	34.1	19.6	6.1	9.3	19.2	13	-
40	有明・久原	不明	18.6	6.6	29.1	8.4	<0.02	<0.01	32.0	20.3	34.2	12.4	7.2	9.7	22.6	0	-
41	有明・久原	40	18.8	7.1	22.1	5.8	<0.02	<0.01	32.0	13.1	25.6	12.1	5.2	6.9	16.3	0	-

備考) No.19,21 地点(平成14年度)については地下水枯渇のため欠測

iii) 大腸菌群数、糞便性大腸菌数

- ・大腸菌群数は最高値はそれぞれ13年度 1.6×10^4 、14年度 1.4×10^2 であった。
- ・糞便性大腸菌は前年度大腸菌群数が高かった No.20 地点において検出され、その他2地点において検出された。
- ・大腸菌群数の分布は表 4-3-6 のとおりであった(舞岳源水を除く)。

表 4-3-6 大腸菌群数

年度	$\sim 1.0 \times 10^2$	$\sim 1.0 \times 10^3$	$\sim 1.0 \times 10^4$	$1.0 \times 10^4 \sim$
平成 13 年度	23	2	2	1
平成 14 年度	6	2	0	0

備考) 平成 14 年度は国見町のみ

iv) トリリニアダイアグラム

各イオン成分の等量濃度からトリリニアダイアグラムを作成した(図 4-3-7、図 4-3-8)。結果は以下のとおりである。

- ・ 菱形座標においてはプロットが非重炭酸型領域の一部分に集中していた 13 年度の結果に対して 14 年度はプロットが重炭酸型の領域方向に散在しており、10 年度～12 年度の島原半島の調査結果をプロットした形(図 4-3-9)に類似していた。
- ・ 13 年度では 1 地点が、また 14 年度では 3 地点が「アルカリ土類 - 重炭酸塩型」に分類された。それ以外は全て「アルカリ土類 - 非重炭酸塩型」であった。
- ・ 三角座標における陽イオンのプロットは 2 ヶ年とも類似していた。
- ・ 舞岳源水については本来の不圧地下水または被圧地下水が示す領域にプロットが位置しており、自然形地下水に近い水質であることがわかる。

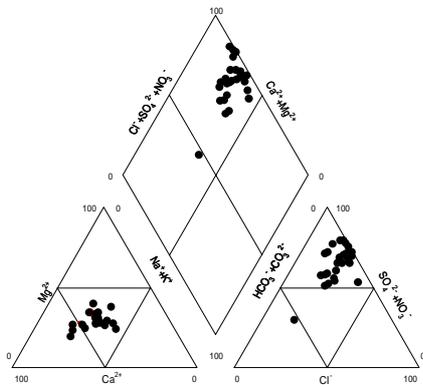


図 4-3-7 トリリニアダイアグラム (H13 年度)

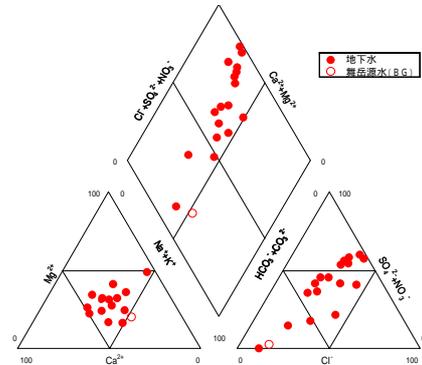


図 4-3-8 トリリニアダイアグラム (H14 年度)

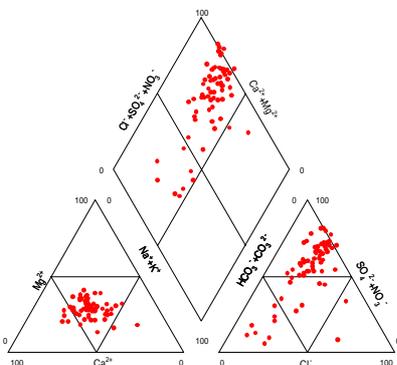


図 4-3-9 トリリニアダイアグラム (H10～12 年度)

v) ヘキサダイアグラム

各イオン成分の等量濃度からヘキサダイアグラムを作成した(図 4-3-10 ~ 図 4-3-12)。結果は以下のとおりである。

- ・一部の地点を除き、陽イオンは 13 年度と 14 年度は類似した形状を示した地点が多かった。
- ・全体的に 13 年度と比較して 14 年度は硝酸性窒素濃度が減少していることがわかる。

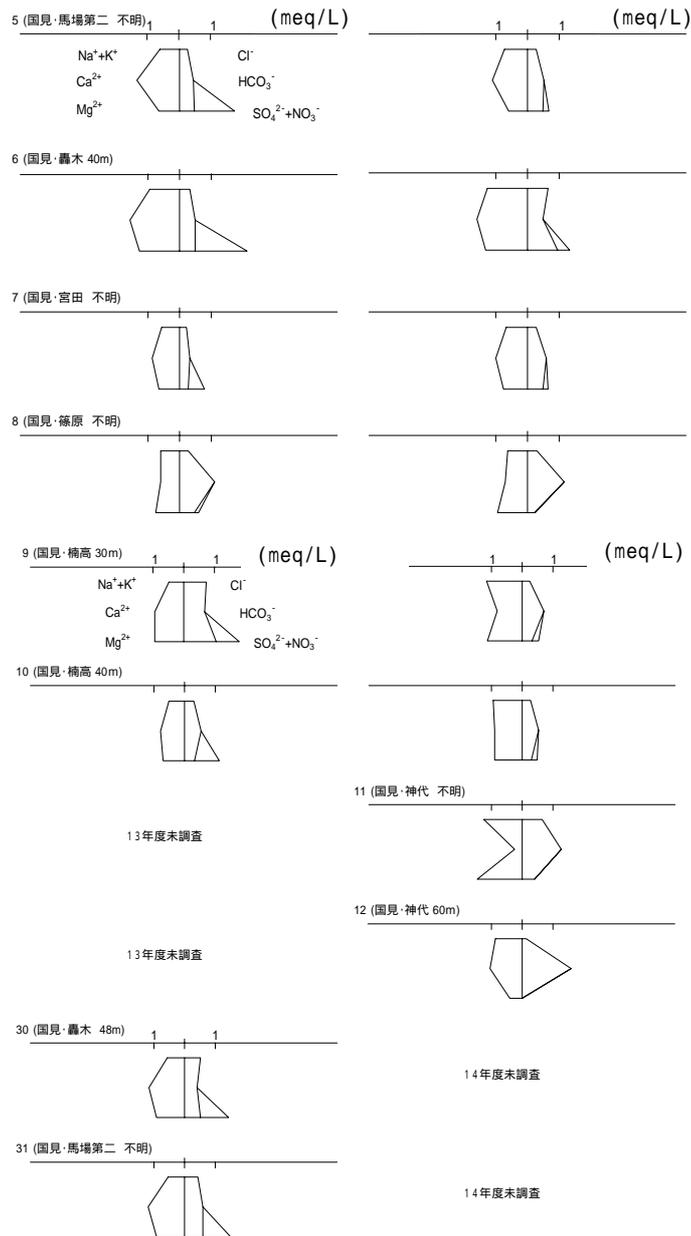


図 4-3-10 国見町地下水ヘキサダイアグラム(左側 13 年度、右側 14 年度)

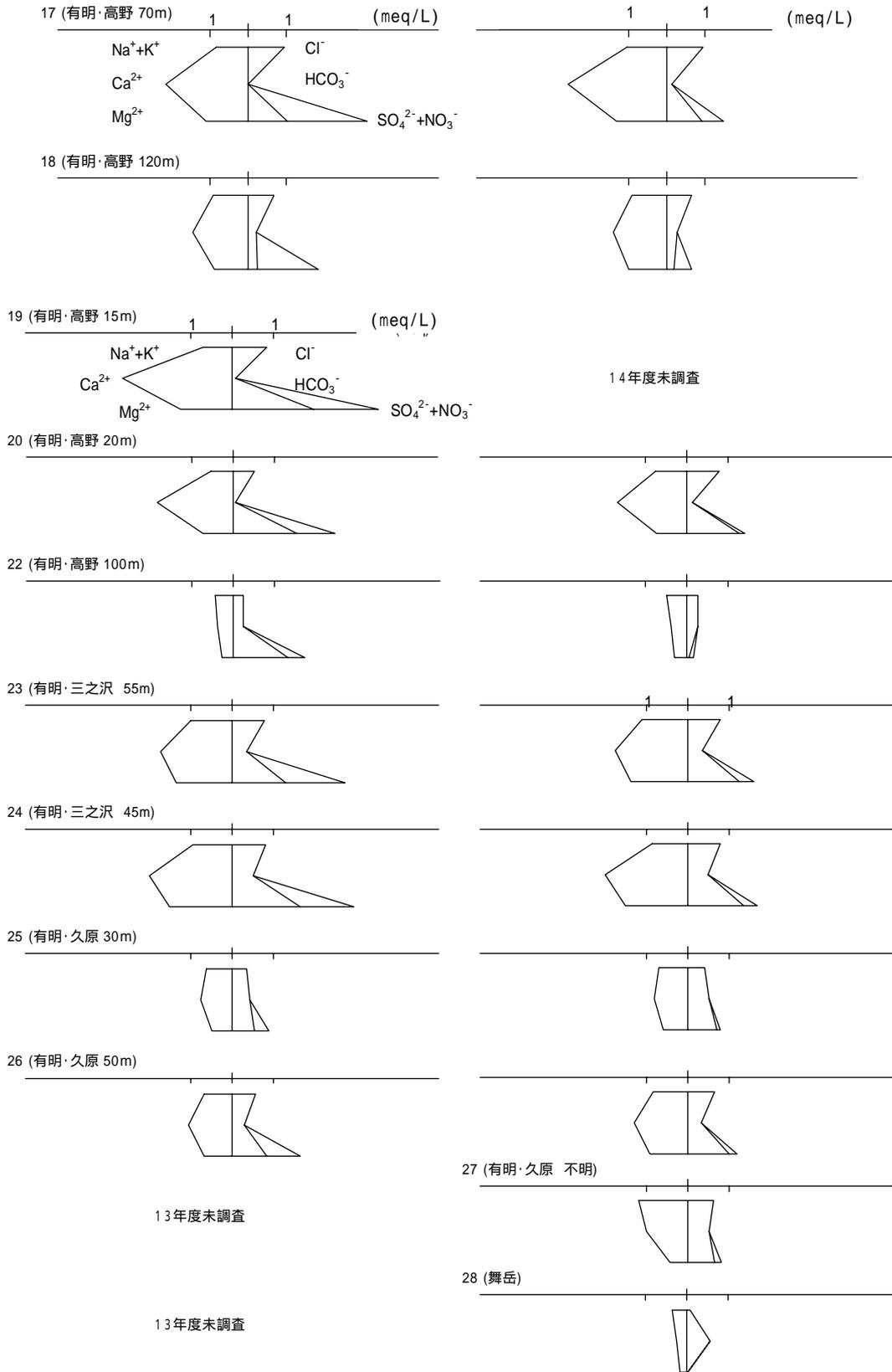


図 4-3-11 有明町地下水ヘキサダイアグラム(左側 13 年度、右側 14 年度)

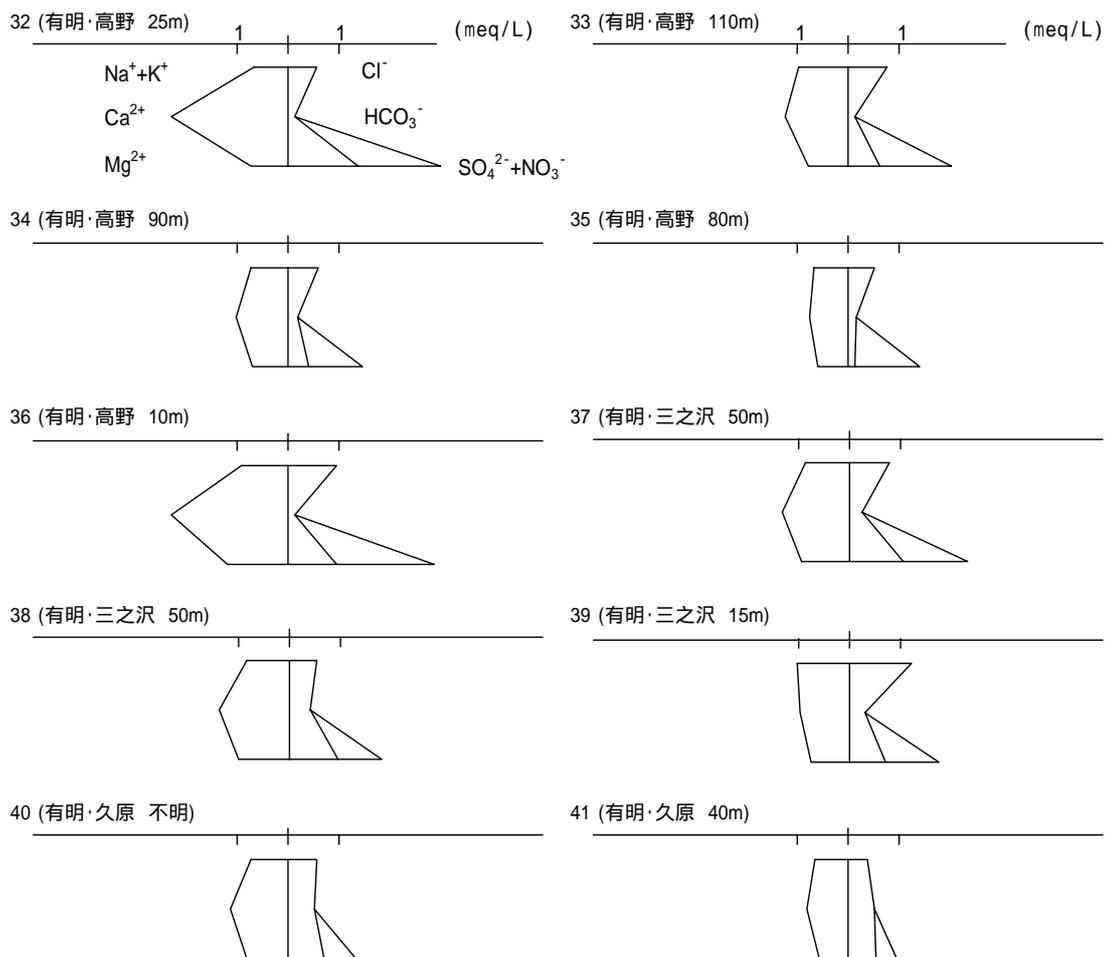


図 4-3-12 有明町地下水ヘキサダイアグラム(13 年度調査分)

ウ) 河川水質調査

a) 調査の概要

調査は土黒川については平成 13 年 10 月および平成 14 年 8 月に、また湯江川については平成 13 年 10 月および平成 14 年 11 月にそれぞれ実施した(調査地点は表 4-3-3、図 4-3-5、図 4-3-6 参照)。調査項目、方法は地下水質調査と同様(大腸菌群は実施せず)表 4-3-4 のとおり行った。

b) 分析結果

分析結果、トリリニアダイアグラム、ヘキサダイアグラムについて、それぞれ表 4-3-7、図 4-3-13、図 4-3-14、図 4-3-15、図 4-3-16 に示した。

i) 土黒川(国見町)

- ・ 2 ヶ年とも特に最上流から上流にかけて硝酸イオンの濃度が大きく上昇していた。また、上流から下流にかけては大きな濃度差はみられなかった。
- ・ トリリニアダイアグラムは最上流を除いては 2 ヶ年のプロットに大きな差はみられなかった(最上流の 2 ヶ年のプロットがやや離れているのは陰イオン

の組成比の違いが影響している。

- ・ヘキサダイアグラムから全体的に各イオン成分は13年度に対して14年度は下流方向ほど、より大きく増加していることがわかる。

ii) 湯江川（有明町）

- ・2ヵ年とも土黒川同様に最上流から上流にかけて硝酸イオン濃度が大きく上昇しており、4地点の中では上流が最大濃度であった。
- ・上流では硝酸イオン濃度以外に、全窒素濃度やカルシウムイオン濃度も高い値であった。
- ・トリリニアダイアグラムは各地点とも2ヵ年のプロットに大きな差はなかった。
- ・2ヵ年のヘキサダイアグラムを各地点で比較すると、最上流から中流では類似した形状であったが下流の形状が異なっていた。

表 4-3-7 河川水質調査結果

上段:平成13年度 下段:平成14年度

河川名	地点名	気温	水温	pH	EC	T-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	アルカリ度	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
		()	()		(mS/m)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
土黒川 (国見町)	最上流	12.9	10.0	6.6	10.0	1.10	0.93	<0.02	<0.01	18.1	6.2	1.6	5.5	3.4	1.1	5.0
		34.5	23.5	7.2	7.9	0.70	0.50	<0.02	<0.01	26.6	2.9	2.1	4.0	3.7	1.4	4.3
	上流	12.0	11.0	6.9	18.3	3.75	3.70	<0.02	0.02	28.2	9.9	4.4	7.9	3.6	2.7	8.4
		30.5	25.0	7.5	16.7	3.90	3.80	0.02	0.01	37.7	9.2	9.8	11.0	5.7	4.3	14.9
	中流	11.9	11.5	7.2	19.7	4.98	4.94	<0.02	0.02	27.1	11.8	10.2	7.3	4.3	3.0	10.9
		32.5	26.0	6.9	23.2	4.60	4.60	<0.02	<0.01	40.6	12.3	20.2	12.0	6.8	6.0	20.6
	下流	14.0	12.2	8.2	23.5	3.46	3.45	0.02	0.01	34.6	12.6	10.7	9.6	4.1	3.9	12.5
		32.0	28.0	7.2	24.1	2.80	2.30	<0.02	<0.01	53.9	13.5	20.2	9.1	5.8	5.8	22.9
湯江川 (有明町)	最上流	12.4	9.5	7.2	7.3	2.57	2.41	<0.02	0.01	26.7	8.1	5.2	4.8	2.7	1.9	9.6
		17.0	12.0	8.0	4.8	3.40	3.00	<0.02	0.02	20.2	4.4	2.4	5.3	3.4	1.7	8.3
	上流	14.8	12.5	7.3	12.8	10.00	8.63	<0.02	0.01	27.4	11.9	9.5	8.7	5.8	3.5	14.5
		17.8	14.4	7.5	21.2	10.00	9.70	<0.02	0.01	32.0	10.4	9.6	10.8	7.6	4.8	14.9
	中流	12.8	15.5	7.2	15.4	9.22	7.73	<0.02	0.02	27.2	14.4	12.1	7.3	5.3	4.3	12.1
		18.2	15.1	7.5	22.3	8.50	8.00	<0.02	0.01	33.9	13.4	13.3	9.7	6.3	6.1	6.5
	下流	12.4	10.5	7.7	15.8	8.31	7.75	<0.02	0.02	30.3	16.0	30.4	13.1	4.7	4.5	11.5
		19.2	15.5	7.4	23.7	7.20	7.10	<0.02	<0.01	37.0	14.7	20.6	9.0	5.2	4.8	19.9

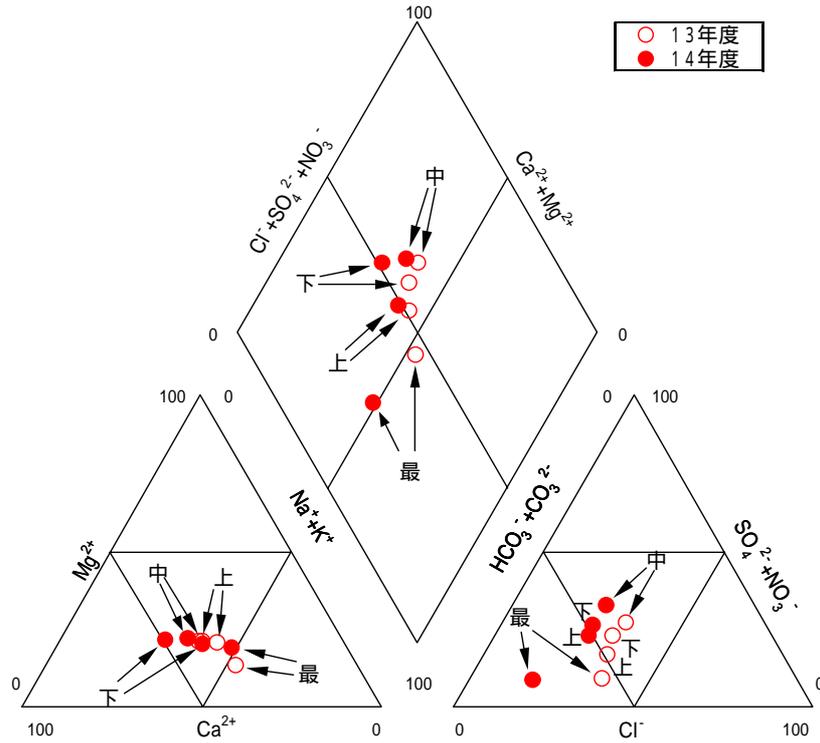


図 4-3-13 土黒川トリリニアダイアグラム

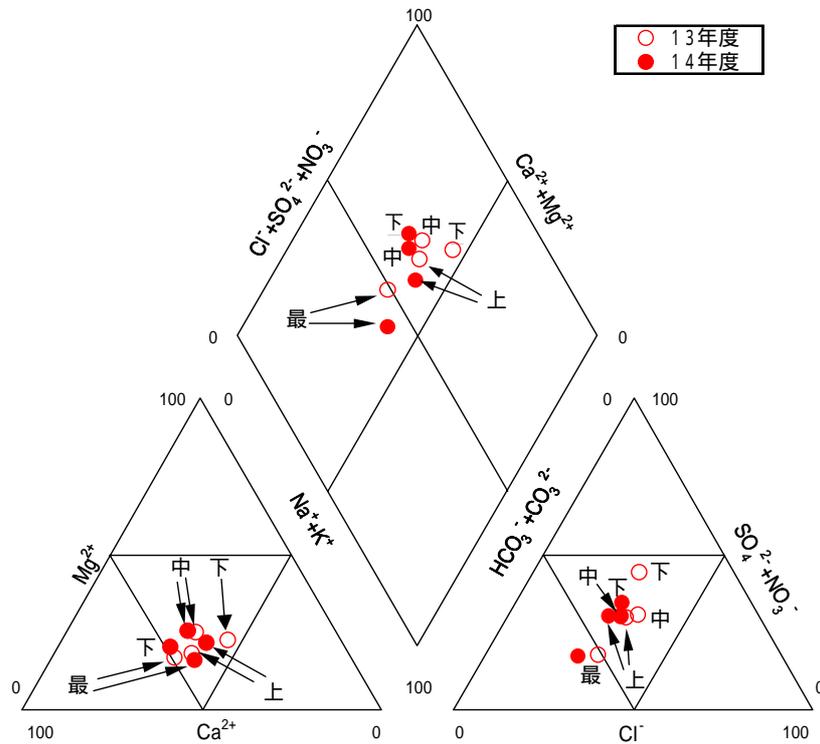


図 4-3-14 湯江川トリリニアダイアグラム

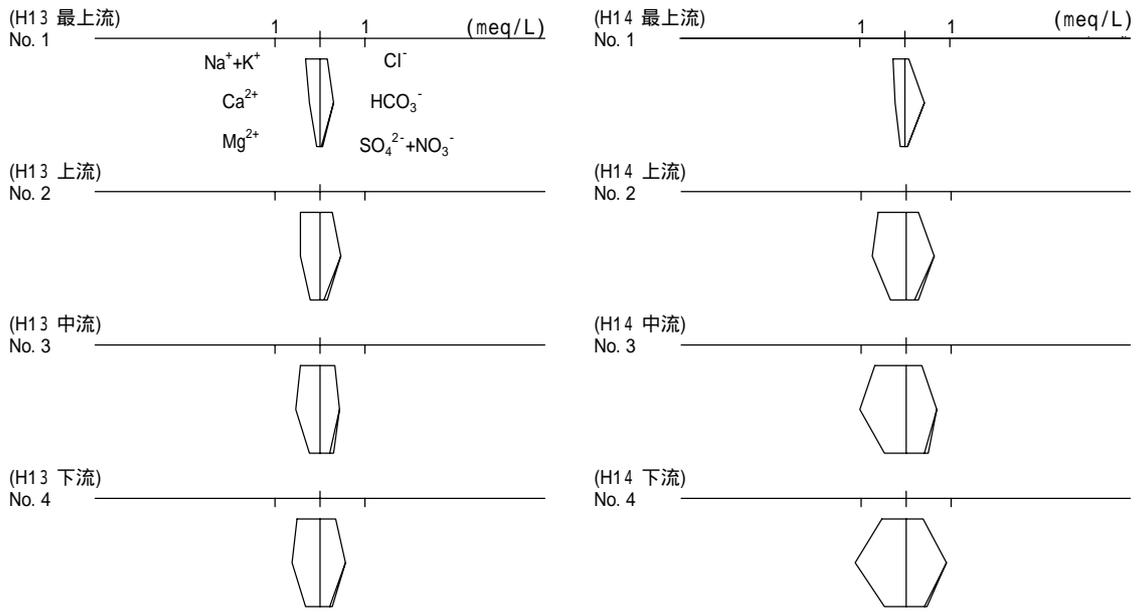


図 4-3-15 土黒川ヘキサダイアグラム

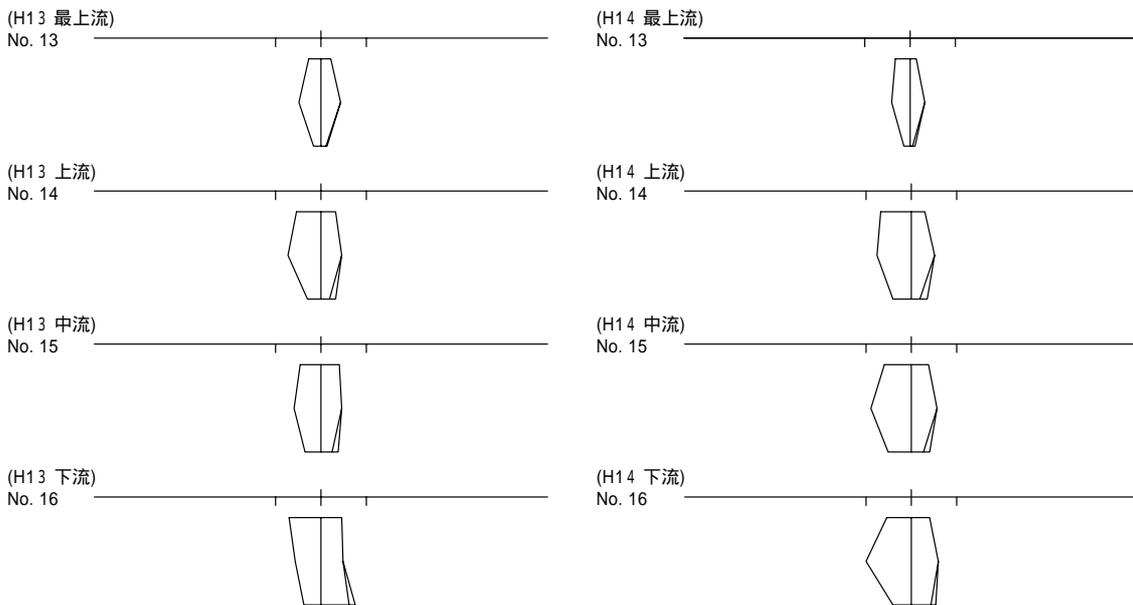


図 4-3-16 湯江川ヘキサダイアグラム

工) 窒素安定同位体比調査

a) 調査の概要

窒素には ^{14}N と ^{15}N との 2 つの安定同位体が存在し、大気中での存在比は 99.635% と 0.365% とほぼ一定である。また、窒素供給源の種類によってこの 2 つの安定同位体の存在比がほぼ一定の範囲に収まる性質があることから、この性質を利用して地下水の窒素の供給源を推定する方法である。 $\delta^{15}\text{N}$ 値とは、対象物質の安定同位体比を大気を基準として千分率で表したものであり (1) 式により算

出される。

$$\delta^{15}\text{N 値}(\text{‰}) = \{ (R \text{ 試料} / R \text{ 大気}) - 1 \} \times 1000 \quad \text{----- (1)}$$

$$R : {}^{15}\text{N} / {}^{14}\text{N}, R \text{ 大気} : 3.663 \times 10^{-3} (= 0.365\% / 99.635\%)$$

この $\delta^{15}\text{N}$ 値は降水で 8 ~ 2 ‰、化学肥料で 7.7 ~ 6.8 ‰、家畜糞尿で 10 ~ 22 ‰、下水処理水で 8 ~ 15 ‰などの値が報告されており、これらの値を目安として地下水の窒素安定供給源を推定する(図 4-3-17)。

b) 分析結果

平成 14 年度に採水を行った舞岳源水を除く地下水 18 検体と河川 8 検体について分析を行った。結果について表 4-3-8、図 4-3-17、図 4-3-18 に示した。

i) 地下水

${}^{15}\text{N}$ 値(‰) 3.5 ~ 9.9 であった。この結果から供給源として畑地耕土、有機物施用土壌、化学肥料、下水処理水などが推定される。また、一部の地点では局地的に高い大腸菌群数が検出され、さらに糞便性大腸菌も検出されている地点があることから家畜糞尿(10 ~ 22 ‰)の影響も考えられる。硝酸性窒素濃度と ${}^{15}\text{N}$ 値の散布図では有明町、国見町ともにばらついており、相関性を示さなかった。

ii) 河川

湯江川については ${}^{15}\text{N}$ 値(‰) 3.8 ~ 9.2 であり、地下水と同様な供給源が推定される。また、土黒川については 6.7 ~ 10.5 と地下水と比較するとやや高い値を示した。このことから供給源として畑地耕土、有機物施用土壌、化学肥料、下水処理水以外に加えて家畜糞尿の影響も考えられる。硝酸性窒素濃度と ${}^{15}\text{N}$ 値の散布図では湯江川、土黒川ともに上流と下流のプロットが比較的接近していた。

表 4-3-8 窒素安定同位体比分析結果

地下水			河川		
地区	No.	¹⁵ N (‰)	河川名	No.	¹⁵ N (‰)
国見町	5	6.6	土黒川	1 (最上流)	6.7
	6	6.1		2 (上流)	10.2
	7	3.5		3 (中流)	7.9
	8	8.5		4 (下流)	10.5
	9	4.8	湯江川	13 (最上流)	3.8
	10	5.8		14 (上流)	8.2
	11	-		15 (中流)	9.2
12	-	16 (下流)		8.1	
有明町	17	7.3			
	18	6.8			
	20	7.0			
	22	3.8			
	23	4.7			
	24	5.4			
	25	7.7			
	26	5.7			
	27	9.9			

No.11、12 については検体の窒素濃度が低く、濃縮後分析を行ったが検出できなかった。

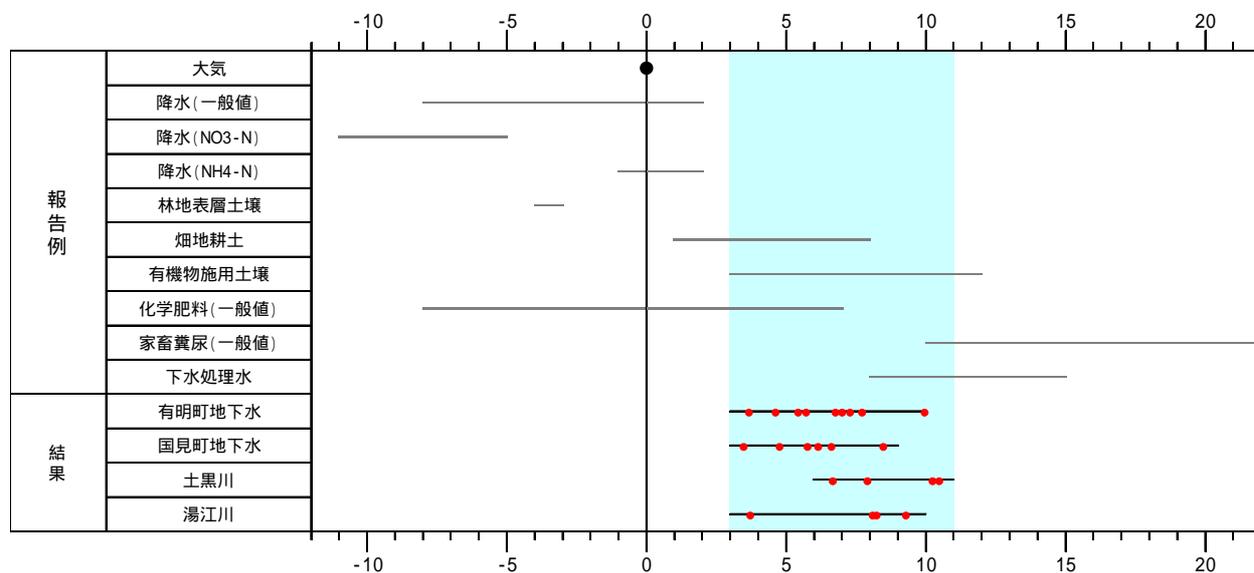


図 4-3-17 ¹⁵N 値の報告例と分析結果