

愛媛県の島しょ部における硝酸性窒素等汚染地域の化学的水質特性

山竹定雄 大和田茂人 高津有美*¹ 福田行剛*²

The Chemical Characteristics of Water Quality such as Nitrate Nitrogen (NO₃-N) at the Insular Areas treated with fertilizers in Ehime Prefecture

Sadao YAMATAKE, shigeto OOWADA, Yumi KOUZE*¹, Yukitake FUKUDA*²

The chemical characteristics of water quality, such as NO₃-N at the insular areas treated with fertilizers were analyzed for successive four years from fiscal year 2000.

The investigated areas were the 66 points in seven towns (Yoshiumi-chou, Miyakubo-chou, Yuge-chou, Oomishima-chou, Hakata-chou, Kamiura-chou and Nakajima-chou)

The results were shown as follows.

1. Kamiura-chou showed the highest average concentration (18.4ppm) of NO₃-N, on the other hand, Yoshiumi-chou showed the lowest (6.7ppm) .
2. The Polluted wells showed Ca²⁺ - (NO₃⁻+SO₄²⁻) pattern on the hexadiagram in every district and also (Na⁺+K⁺) - (NO₃⁻+SO₄²⁻) pattern in the district except Nakajima-chou. On Key diagram, polluted wells in every district were classified into Non-carbonate hardness alkali earth and some districts were classified into Non-carbonate alkali.
3. 15 among 66 points (23%) were influenced by sea water.
4. The shallow groundwater in the islands showed the water quality of Non-carbonate hardness alkali earth, and differed from the natural groundwater showing Carbonate alkali.

Keywords : nitrate nitrogen, chemical characteristics of water quality, sea water, non-carbonate hardness alkali earth, non-carbonate alkali, carbonate alkali

はじめに

平成11年2月22日付環境庁告示第16号「地下水の水質汚濁に係る環境基準の一部改正について」により、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素(以下、「NO₃-N等」という。)(環境基準値 10mg/l以下)、フッ素(環境基準値 0.8mg/l以下)、ホウ素(環境基準値 1mg/l以下)の3項目が、地下水の水質汚濁に係る環境基準項目に追加された。

今回調査の地下水中のNO₃-N等をはじめとする硝酸塩が問題になっている背景には、硝酸塩を多量に摂取すると乳児に致命的な影響を与えることにある。

硝酸塩は条件によって胃の中で亜硝酸塩に還元されて血液中に取り込まれ、ヘモグロビンと結合してメトヘモグロビンとなり体内酸素を運ぶ能力を低下させてブルー

ベビー症候群といわれるメトヘモグロビン血症を発症させる。

また、硝酸塩はアミンと反応してニトロソアミンになり、N-ニトロソ化合物は発ガン性のある物質であることが指摘されている。

地下水中のNO₃-N等濃度の高まりは、多肥集約型農業における化学肥料の多量施用や畜産廃棄物の投棄的な土壌還元が原因とされている¹⁾。

以前から、県下の瀬戸内海島しょ部の気候的風土は、柑橘栽培に適し果樹育成のための施肥による地下水汚染が懸念されてきた。

当県では、平成12年度からNO₃-N等を含む3項目を加えて、地下水概況調査を実施し環境基準値を越えた地点の周辺井戸調査を行ってきたが、NO₃-N等汚染地域は島しょ部が大半を占めており、施肥が地下水のNO₃-N等汚染の原因であることが分かっている。

そこで、島しょ部のNO₃-N等汚染地域の化学的主成

愛媛県立衛生環境研究所 松山市三番町8丁目234番地

*1 現 西条地方局保健部生活衛生課

*2 現 西条地方局保健部四国中央保健所衛生環境課

分について、解析を行ったところ若干の知見を得たので報告する。

調査対象地区

調査対象地区は、平成12年度から平成15年度の4年間に実施した汚染井戸調査のうち島しょ部に該当する地域とした。図1に、今回の採水地区を示す。



図1 島しょ部の採水地区

内訳は、忽那諸島の中心である中島町宇和間地区（平成15年度の11採水地点）と越智諸島の吉海町田浦地区（平成12年度の8採水地点）、宮窪町友浦地区（平成13年度の8採水地点）、弓削町狩尾地区（平成13年度の10採水地点）、大三島町野々江地区（平成13年度の9採水地点）、伯方町叶浦地区（平成14年度の14採水地点）、上浦町井口地区（平成14年度の6採水地点）の7町66採水地点とした。（同

じ町内で2年以上NO₃-N等濃度が環境基準値を越えた地域については、最新年度の測定データを使用することとした。また、平成15年度の対象地域である生名村（5採水地点）は平均濃度で分類した場合、高濃度グループが1地点となるため統計の都合上除外した。）

比較対象は、松山市内の浅層地下水（石手川伏流水を涵養源とする松山市街地の21採水地点²⁾とした。

地質及び環境

忽那諸島の本島である中島は、松山市の西部に位置する。越智諸島のなかの大島は吉海町と宮窪町が二分する形で存在し、大島の北側に位置する大三島は大三島町と上浦町から成り立っている。さらに大三島の東方に伯方島、北東方向に弓削島とつづいている。

吉海町の調査地区は、地質的に領家花崗岩類の大島型花崗閃緑岩帯に位置³⁾し、大島石は約400年の碎石の歴史をもつ。ほかの6調査地区も広島花崗岩類の広島型黒雲母花崗岩帯に属する³⁾ため、花崗岩類特有のフッ素も随所に検出されている。

瀬戸内海は温暖少雨の気候と豊かな自然に恵まれ、特有の海洋性と中国と四国山脈の影響を受け、内海性の性質も併せもっており、島しょ部はその気候風土から柑橘類の栽培に適し県下でも有数の産地である。

調査法及び分析法

調査法は、「硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素にかかる地下水汚染マニュアル」（環境庁、平成11年3月）により

表1 各採水地区の主要成分分析値

採水地区	採水年月	採水地点数		NO ₃ -N及びNO ₂ -N(mg/l)	pH	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)
吉海町田浦	H12年度 H13.3	8地点	平均値	6.7	6.6	17.3	1.0	28.3	5.3	13.9	29.8	38.0	38.8
			標準偏差	4.9	0.2	7.0	0.8	9.6	1.3	5.5	21.7	11.1	17.8
宮窪町友浦	H13年度 H13.11	8地点	平均値	10.6	6.7	26.0	4.3	33.4	7.8	15.6	46.7	51.0	62.6
			標準偏差	10.5	0.5	11.2	4.3	13.7	5.4	4.1	46.6	38.0	47.6
弓削町狩尾	H13年度 H13.11	10地点	平均値	7.4	6.2	25.4	1.8	29.7	5.0	16.7	32.7	51.5	45.7
			標準偏差	8.1	0.4	12.9	1.3	16.0	2.2	3.8	36.1	24.4	49.8
大三島町野々江	H13年度 H13.11	9地点	平均値	11.9	6.6	36.9	2.1	42.4	8.8	54.5	52.6	52.4	39.8
			標準偏差	9.3	0.5	24.0	2.9	32.5	7.6	112.5	41.0	14.2	17.1
伯方町叶浦	H14年度 H14.10	14地点	平均値	7.1	6.3	25.3	1.7	23.9	4.1	18.1	31.4	28.9	53.8
			標準偏差	6.2	0.3	4.7	1.8	5.7	1.9	8.0	27.5	9.3	25.6
上浦町井口	H14年度 H14.10	6地点	平均値	18.4	6.3	27.7	7.5	40.7	9.3	20.1	81.6	69.1	45.1
			標準偏差	8.0	0.4	11.9	4.5	8.7	2.7	4.0	35.3	16.8	29.8
中島町宇和間	H15年度 H15.11	11地点	平均値	12.1	6.7	38.7	7.4	42.7	14.8	54.1	53.7	78.8	60.1
			標準偏差	5.8	0.2	31.9	6.0	8.9	7.8	79.0	25.5	17.2	16.9
松山市	S50年度 S50.6	21地点	平均値	2.7	6.4	15.1	2.4	29.0	4.3	17.2	12.0	23.7	39.8
			標準偏差	0.8	0.1	4.7	0.6	2.5	1.2	3.2	3.5	4.1	4.5

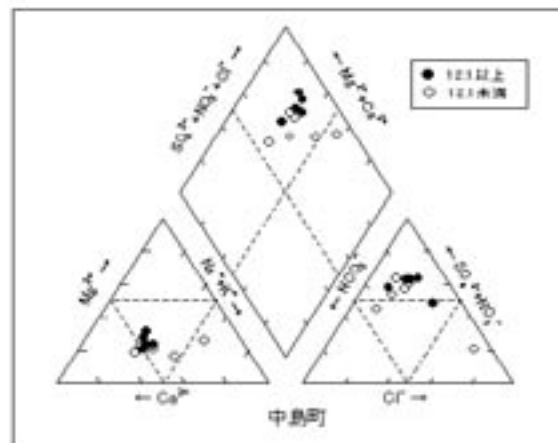
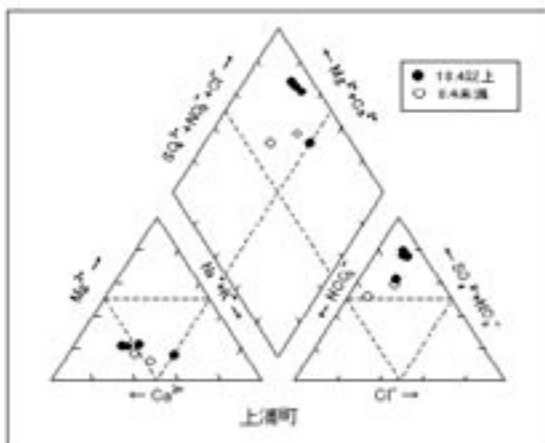
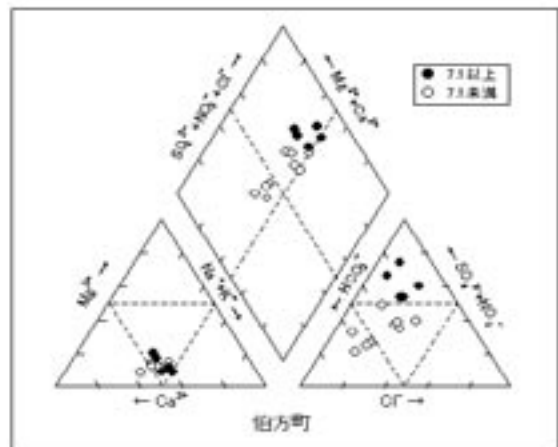
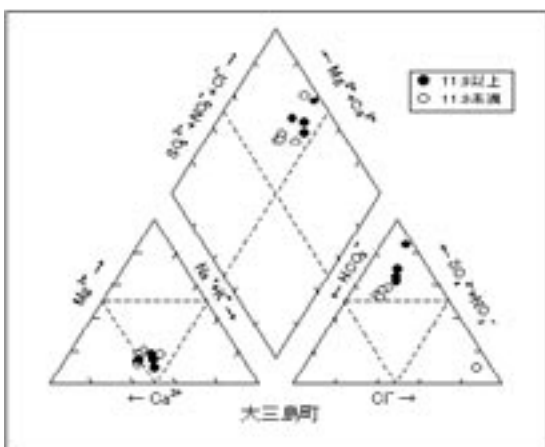
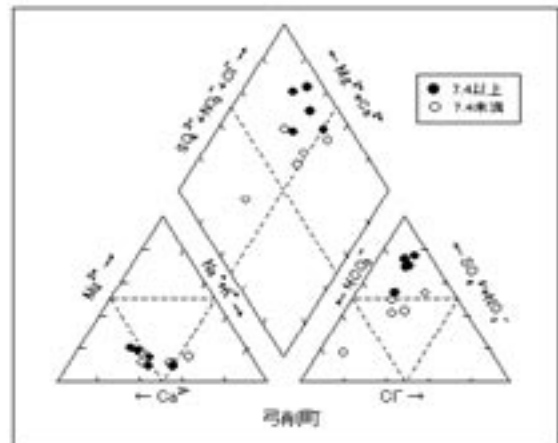
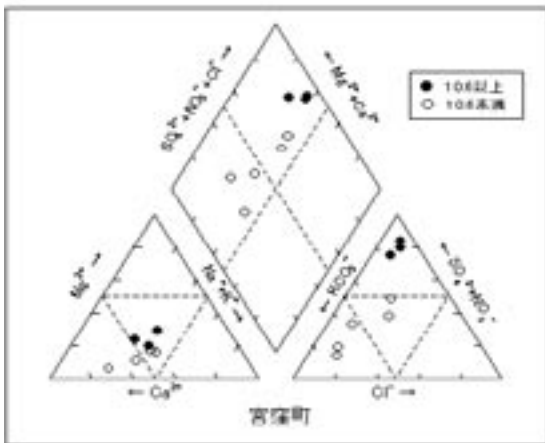
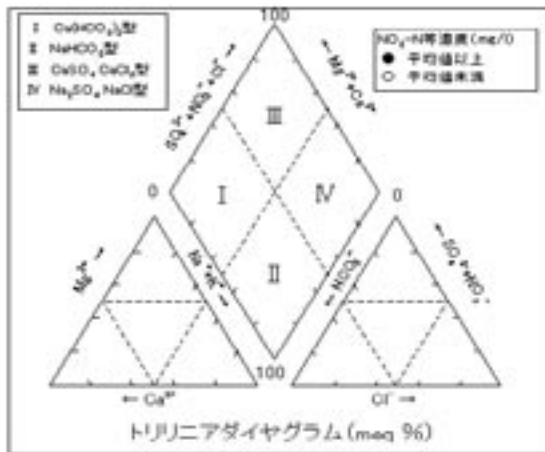


図2 各採水地点のトリリニアダイアグラム

実施し、分析法は地下水成分 (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Cl^- , HCO_3^- (HCO_3^- と CO_3^{2-} の総和), NO_3^- , NO_2^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , pH, 電気伝導度) についてJIS-K0102に準じて行った。

結果及び考察

[採水地区別結果]

表1に各採水地区の $\text{NO}_3\text{-N}$ 等及び主要成分の平均濃度と標準偏差を示す。

$\text{NO}_3\text{-N}$ 等濃度は、上浦町が18.4mg/lと最も高く、吉海町が6.7mg/lと一番低いが、石手川伏流水を涵養源とする松山市内の井戸水、2.7mg/lと比較しても島しょ部の浅層地下水汚染が進んでいることが分かる。

島しょ部66採水地点の内40%強の27地点が環境基準値の10ppmを越えており、最高値34.2ppmの井戸水は大三島町に存在する。各採水地区ともほとんどが自由面地下水の浅井戸であるためpHは6.2~6.7と若干酸性側にある。

図2は、各採水地区の $\text{NO}_3\text{-N}$ 等平均濃度で分類し、主要成分濃度割合をトリリニアダイアグラムで表したものである。

吉海町では、採水地点全ての井戸水が汚染指標域であるⅢ型のアルカリ土類非炭酸塩に属する。

宮窪町の場合は、平均濃度10.6ppm以上のグループはかなりの汚染度合いを示しているが、低濃度グループの中には普通の河川水、地下水と同じ水質を示すⅠ型のアルカリ土類重炭酸塩型も見受けられる。

弓削町においては、1地点の井戸水はまったくの一般的浅層地下水と同じであり、またわずかな海水混入が考えられるⅣ型のアルカリ非炭酸塩型に属する地点もあるがほとんどはアルカリ土類非炭酸塩型である。

大三島町は、全地点がアルカリ土類非炭酸塩型に位置するが、三角座標図から明らかに海水影響のある井戸水があることが分かる。これは、 CaCl_2 型に属しており $\text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$ が過剰であるのに反し $\text{Na}^+ \cdot \text{K}^+$ が不足しており、またpHが6.9と酸性側にあることから揚水に伴って海水の浸入が現在進行している可能性⁴⁾が考えられる。

伯方町では、高濃度グループは1地点のアルカリ非炭酸塩型以外はアルカリ土類非炭酸塩型であるが、低濃度グループはアルカリ土類重炭酸塩型とアルカリ土類非炭酸塩型に分散している。

上浦町は、アルカリ非炭酸塩型が1地点ある以外は全てアルカリ土類非炭酸塩型に位置している。

中島町は、1地点を除いてすべてアルカリ土類非炭酸塩型に属している。その1地点は鍵座標図及び三角座標図から明らかに海水混入が見て取れ、 NaCl 型であるが Ca^{2+} の割合から考慮した場合、単に海水浸入により地下水がうすめられた状態ではない⁵⁾ことが推察できる。

表2は、各採水地区における環境基準値10mg/lを越えた汚染井戸をヘキサダイアグラムとキーダイアグラムの型で一覧表に表したものである。

表2 各採水地区の汚染井戸

町名	汚染井戸数	ヘキサダイアグラムの型	数	キーダイアグラムの型	数
吉海町	3	$\text{Ca}-(\text{NO}_3+\text{SO}_4)$	2	アルカリ土類非炭酸塩型	3
		$(\text{Na}+\text{K})-(\text{NO}_3+\text{SO}_4)$	1		
宮窪町	3	$\text{Ca}-(\text{NO}_3+\text{SO}_4)$	2	アルカリ土類非炭酸塩型	3
		$(\text{Na}+\text{K})-(\text{NO}_3+\text{SO}_4)$	1		
弓削町	3	$\text{Ca}-(\text{NO}_3+\text{SO}_4)$	2	アルカリ土類非炭酸塩型	2
		$(\text{Na}+\text{K})-(\text{NO}_3+\text{SO}_4)$	1	アルカリ非炭酸塩型	1
大三島町	4	$\text{Ca}-(\text{NO}_3+\text{SO}_4)$	2	アルカリ土類非炭酸塩型	4
		$(\text{Na}+\text{K})-(\text{NO}_3+\text{SO}_4)$	2		
伯方町	3	$\text{Ca}-(\text{NO}_3+\text{SO}_4)$	1	アルカリ土類非炭酸塩型	2
		$(\text{Na}+\text{K})-(\text{NO}_3+\text{SO}_4)$	2	アルカリ非炭酸塩型	1
上浦町	4	$\text{Ca}-(\text{NO}_3+\text{SO}_4)$	3	アルカリ土類非炭酸塩型	3
		$(\text{Na}+\text{K})-(\text{NO}_3+\text{SO}_4)$	1	アルカリ非炭酸塩型	1
中島町	6	$\text{Ca}-(\text{NO}_3+\text{SO}_4)$	6	アルカリ土類非炭酸塩型	6

各地区ともヘキサダイアグラムで $\text{Ca}^{2+} - (\text{NO}_3^- + \text{SO}_4^{2-})$ 型を有し、中島町以外では、 $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{NO}_3^- + \text{SO}_4^{2-})$ 型も示している。

キーダイアグラムでは、各地区が海水あるいは肥料成分影響の指標区域であるアルカリ土類非炭酸塩型に属し、弓削町、伯方町、上浦町では海水の影響を示唆するアルカリ非炭酸塩型も存在している。

全汚染井戸において、自然界の浅層地下水である $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 型のアルカリ土類重炭酸塩型や、淡水性の被圧地下水の NaHCO_3 型であるアルカリ重炭酸塩型とは水質的に異なっている。

表3に主要イオンの占有順序を示した。

表3 主要イオンの占有順序

市町名	$\text{NO}_3\text{-N}$ 等 平均値	平均値 より上下	陽イオン (meq%)	陰イオン (meq%)
吉海町	6.7	以上	$\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K}$	$\text{NO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^-$
		以下	$\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K}$	$\text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^-$
宮窪町	10.6	以上	$\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K}$	$\text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^-$
		以下	$\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K}$	$\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^-$
弓削町	7.4	以上	$\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K}$	$\text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^-$
		以下	$\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K}$	$\text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^-$
大三島町	11.9	以上	$\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K}$	$\text{NO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^-$
		以下	$\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K}$	$\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{NO}_3^-$
伯方町	7.1	以上	$\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K}$	$\text{NO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^-$
		以下	$\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K}$	$\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^-$
上浦町	18.4	以上	$\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K}$	$\text{NO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^-$
		以下	$\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K}$	$\text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{NO}_3^- > \text{Cl}^-$
中島町	12.2	以上	$\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K}$	$\text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^-$
		以下	$\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K}$	$\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{NO}_3^-$
松山市	2.7		$\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K}$	$\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^-$

柑橘栽培には硫酸をはじめ、多くの肥料を用い土壌酸性改良剤に苦土石灰を使用している。

各採水地域毎のNO₃-N等の平均濃度で分類した場合、陽イオンについては高濃度グループも低濃度グループも松山市と同じような一般地下水の指標とされているCa²⁺ > Na⁺ > Mg²⁺ > K⁺の順であった。

陰イオンは、松山市のようなHCO₃⁻ > SO₄²⁻ > Cl⁻ > NO₃⁻が一般的地下水である。

これと同じ傾向の地下水は、宮窪町と伯方町の低濃度グループのみで、他の地区は両グループともにNO₃⁻がSO₄²⁻が最も高い占有率を示している。

地下水中のSO₄²⁻の起源については海水や温泉といわれているが、塩素イオンとの比や当地に温泉がないことから硫酸の影響が考えられる。

Simpsonは、Cl⁻/HCO₃⁻の当量比をもって、地下水が海水によって汚染される程度を表4のように分けている⁴⁾。

表4 海水による地下水の汚染程度 (meq%)

Cl ⁻ /HCO ₃ ⁻	汚染の程度
0.5	ふつうの汚染されない地下水
1.3	少し汚染されている地下水
2.8	中くらいの汚染を受けた地下水
6.6	相当汚染された地下水
15.5	もっともひどく汚染された地下水
200±	海水

これを参考に、各採水地区の海水汚染度をみると、大三島町の12.3(ひどく汚染された地下水)を筆頭に、中島町の8.4(相当汚染された地下水)、大三島町の3.5(中くらいの汚染を受けた地下水)とつづき、1.3(少し汚染されている地下水)以上をみると、吉海町に1地点、宮窪町2地点、弓削町3地点、大三島町は上記の2地点、伯方町2地点、上浦町2地点、中島町は上記を含む3地点と、島しょ部66地点中15地点の23%という高い割合で海水の影響を受けていることが分かる。

[全採水地点結果]

以下は、島しょ部全66採水地点のNO₃-N等平均濃度10.0mg/lで高濃度グループ(10.0mg/l以上)と低濃度グループ(10.0mg/l未満)に分類し、比較検討した結果である。

図3は、HCO₃⁻とNa⁺の関係⁶⁾より両グループの水質について検討したものである。

高濃度グループはHCO₃⁻の成分割合が少なく地上汚染型地下水傾向の強いことが示され、低濃度グループは地上汚染型のなかでもばらつきが見られ、また陸水性被圧型や海水混入型も見受けられる。

これは、低濃度グループは海水影響によるNa⁺の増加、有機物分解等からの炭酸ガスに起因するHCO₃⁻の増加などが考えられる。

図4は全採水地点をトリリニアダイアグラムにプロットしたものである。

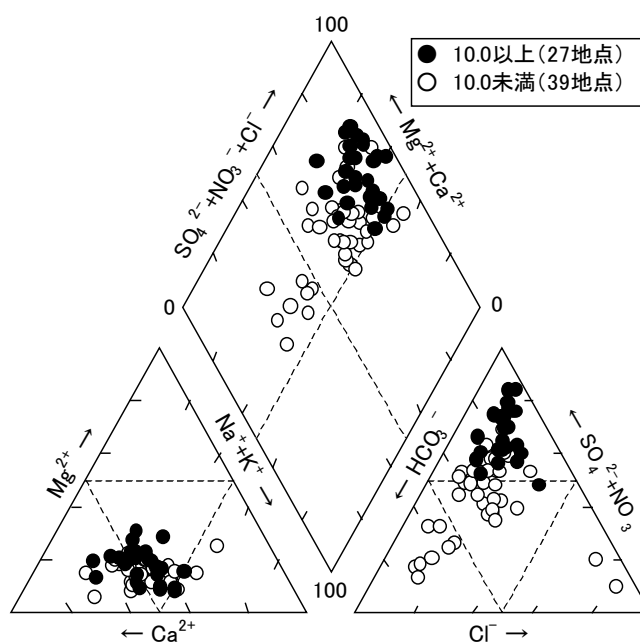
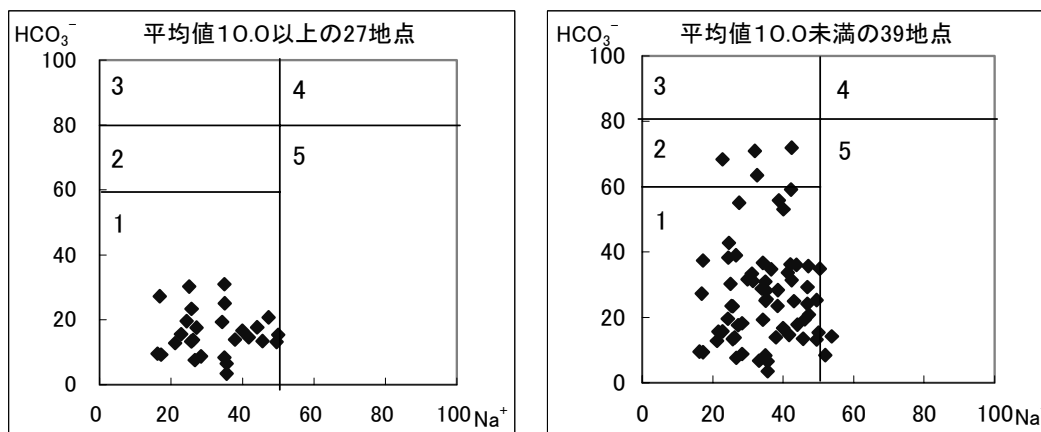


図4 島しょ部全66採水地点 (meq%)



1 地上汚染型 2・3・4 純陸水性被圧型 5 海水混入型
図3 炭酸水素イオンとナトリウムイオンの関係 (meq%)

鍵座標図から分かるように、ほとんどがアルカリ土類非炭酸塩型に集中し、汚染のないアルカリ土類重炭酸塩型は8地点、全体の1割強しかなく島しょ部の地下水汚染の深刻さを物語っている。

施肥などに関係する成分として地下水の溶存成分中、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- が考えられており、島しょ部を高濃度グループと低濃度グループに分類してこれら成分の相互相関を見たのが表5である。

表5 主要成分の相関

$\text{NO}_3\text{-N}$ + $\text{NO}_2\text{-N}$ (mg/l)	平均10.0以上(27地点)			$\text{NO}_3\text{-N}$ + $\text{NO}_2\text{-N}$ (mg/l)	平均10.0未満(39地点)		
無相関の検定 * :5% ** :1%				無相関の検定 * :5% ** :1%			
判定	$\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$	SO_4^{2-}	NO_3^-	判定	$\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$	SO_4^{2-}	NO_3^-
$\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$	-			$\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$	-		
SO_4^{2-}	**	-		SO_4^{2-}	**	-	
NO_3^-	*	**	-	NO_3^-		**	-

高濃度グループでは、すべてが5%以内で有意な相関を示し、3成分が同一起源であることを示唆している。

低濃度グループにおいても $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$ と SO_4^{2-} 、 SO_4^{2-} と NO_3^- が1%以内で相関を示し、島しょ部における土壌酸性改良剤である苦土石灰や化学肥料である硫酸の影響の大きさがうかがえる。

図5は、主要成分の濃度割合を放射軸法で示したものである。

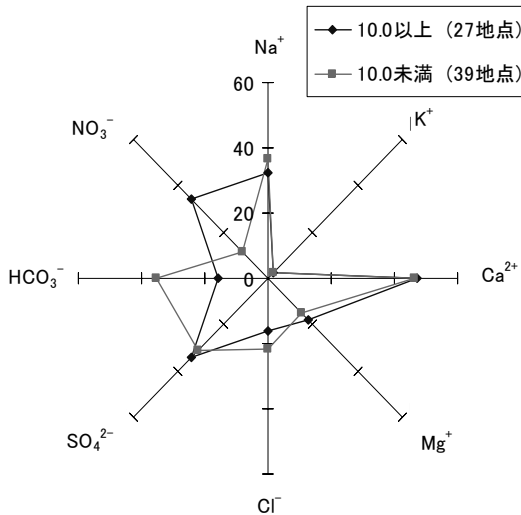


図5 島しょ部の放射軸法による濃度割合(meq%)

図から高濃度グループの NO_3^- が高い割合を示し、 HCO_3^- が極端に少ないことと、両グループとともに SO_4^{2-} の占める割合が多いことが分かる。

HCO_3^- の挙動は、一般的に地下水の滞留時間に関係があるとされている⁷⁾が、島しょ部という地理的環境

を考えると短時間の滞留時間ということと、化学肥料成分である NO_3^- と SO_4^{2-} の増加により高濃度グループの HCO_3^- が減少したものと考えられる。

各主要成分の占める割合をmeq%の平均値±標準偏差の範囲で図6に示す。

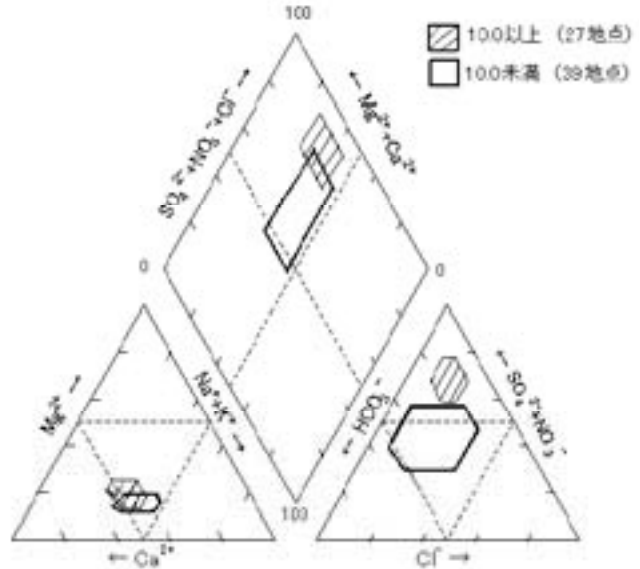


図6 島しょ部の地下水質傾向(meq%)

両グループとも陽イオンについては大きな差は見られないが、陰イオンについては低濃度グループの各成分割合の標準偏差が大きいため示す面積は高濃度グループに比べ広がっている。

これは、低濃度グループの水質が変化に富んでいるため標準偏差が大きくなったもので、各地点においてかなりの水質の違いがあることを示している。

まとめ

平成12年度から平成15年度の4年間に実施した汚染井戸周辺調査のうち、島しょ部の施肥による $\text{NO}_3\text{-N}$ 等汚染地域の7町(吉海町、宮窪町、弓削町、大三島町、伯方町、上浦町、中島町)66採水地点の化学的水質特性について解析したところ、以下のことが明らかになった。

1. $\text{NO}_3\text{-N}$ 平均濃度は、上浦町の18.4mg/lが最も高く、吉海町の6.7mg/lが一番低い。
 2. 66採水地点のうち41%(27地点)が、環境基準値の10.0mg/lを越えており、最高濃度は大三島町の34.2mg/lである。
 3. 汚染井戸は、ヘキサダイアグラムでは各採水地区とも $\text{Ca}^{2+}-(\text{NO}_3^-+\text{SO}_4^{2-})$ 型を有し、中島町以外は、 $(\text{Na}^++\text{K}^+)-(\text{NO}_3^-+\text{SO}_4^{2-})$ も示している。
- キーダイアグラムでは、各地区ともアルカリ土類非炭酸塩型に属し、弓削町、伯方町、上浦町はアルカリ非炭酸塩型も存在している。

4. 島しょ部の高濃度グループ（10.0mg/l以上）は、地上汚染型地下水傾向が強く、低濃度グループ（10.0mg/l未満）は、地上汚染型とともに陸水性被圧型、海水混入型も見受けられる。
5. 全体の23%（15地点）が少なからず海水の影響を受けている。
6. ほとんどがアルカリ土類非炭酸塩型に集中し、汚染のないアルカリ土類重炭酸塩型は12%（8地点）にすぎない。

以上のように、島しょ部の浅層地下水は柑橘栽培における施肥及び海水浸入の汚染により、アルカリ土類非炭酸塩型の水質傾向を示し、自然地下水のアルカリ土類重炭酸塩型とは明らかに異なる水質を有している。

以前から慢性的な水不足である島しょ部の飲料水問題

は深刻であり、窒素除去装置や海水淡水化装置導入等早急な改善を進め、住民が安心して健康な生活が送れるよう対処する必要がある。

文 献

- 1) 小川吉雄：地下水の硝酸汚染と農法転換，21-22，（2000）
- 2) 真木強他：愛媛衛研年報，36，16-20（1974）
- 3) 愛媛県地質図編集委員会：愛媛県地質図，（1991）
- 4) 村下敏夫：地下水学要論，172-184（1975）
- 5) 山本莊毅：地下水調査法，376-382（1985）
- 6) 杉崎隆一他：地質学雑誌，67（791），427-439（1961）
- 7) 酒井軍次郎：地下水学，365-367（1974）