

## 4.2 静岡県

### (1) はじめに

昭和 58 年頃から水道水源における硝酸性窒素が水道水質基準（10mg/L）を上回るようになった静岡県清水市（現在は静岡市、以下同じ）広瀬地区の旧簡易水道水源を調査対象として選び、地下水の水質保全を推進するため、硝酸性窒素による汚染機構解明の調査を実施するとともに、汚染の低減計画の策定を行うことを目的とした。調査概要を図 4-2-1 に示す。

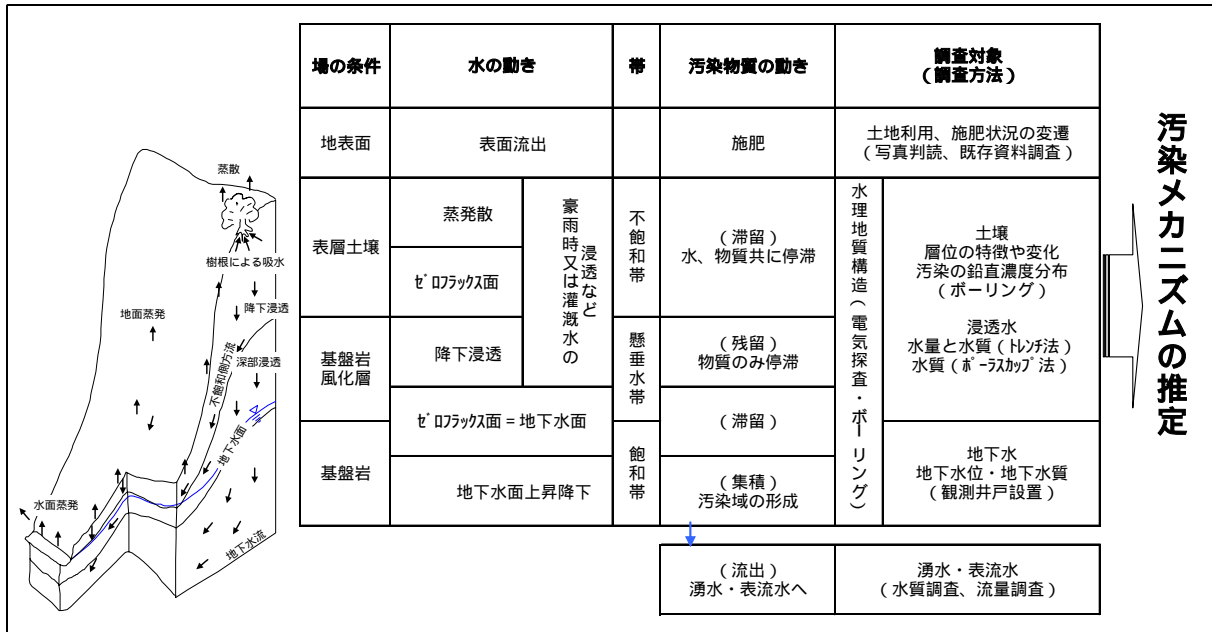


図 4-2-1 調査概要

調査対象地域は図 4-2-2 に示す静岡県清水市広瀬地区で、清水市街から北北東約 5 km に位置する。図 4-2-3 に調査地点位置図を、表 4-2-1 に地点状況を示す。対象地域は北側を青木沢、南側を長尾沢に挟まれた尾根部にあたり、標高約 50m から 400m の範囲で、総面積は約 36.5ha になる。その内訳は尾根部の平坦面に広がる茶畑が 8.2ha（22.5%）、斜面に広がるみかん畑が 3.8ha（10.4%）、その他裸地・草地・林地が 24.5ha（67.1%）となっている。2 地点（標高約 150m）にある湧水は、かつて広瀬地区の水道水源として利用されていたが、上流域の茶畑やみかん畑等での施肥の影響を受け硝酸性窒素濃度が水道水質基準を超過するようになった。現在、湧水は農業用水・雑用水に利用され、飲用水等生活用水は市上水道を利用している。



図 4-2-2 調査地案内図



図 4-2-3 調査地点詳細位置図

表 4-2-1 調査地点状況

	区分	流量 L/分	NO <sub>3</sub> -N mg/L	調査地点状況
1	表流水	6.8	2.1	長尾沢の表流水。採水地点は 2 湧水の流路合流点の直上部。流域は調査対象地の南側。流域の一部に茶畑が分布している。硝酸性窒素濃度は低い。
2	湧水	56.2	13.0	湧水。広瀬地区の旧簡易水道水源。現在は農業用水、雑用水に利用されている。本調査での主要観測地点。
3	湧水	8.6	8.7	青木沢最上流部の東側斜面下部より湧出。東側斜面の直上部は調査対象地の尾根部にあたり茶畑が広がっている。
4	表流水	6.1	3.0	青木沢の源流部。流域には針葉樹林が広がる。茶畑はない。硝酸性窒素濃度は低い。
5	湧水	1.2	6.8	3 に同じ。
6	表流水	27.0	13.0	青木沢の表流水。本調査での主要観測地点。
7	表流水		8.6	長尾沢の最下流部。
8	表流水		12.0	青木沢の最下流部。長尾沢に比べ硝酸性窒素濃度が高い。流域の大部分が調査対象地に含まれ、尾根部に茶畑が広がっている。

注：流量、No3-N 濃度は平成 12 年 2 月測定。

現地において以下の調査を実施し汚染メカニズムを推定した。

既存資料調査、空中写真判読：土地利用、湧水質、施肥状況の変遷を把握  
 地形地質踏査、水質調査、ボーリング調査：地下水汚染機構の解明  
 土壌浸透水調査：施肥と土壌浸透水質の時空間分布の関係把握  
 窒素負荷量の推定、施肥実態ヒアリング調査：窒素負荷量の把握  
 雨量観測、流量・水質調査：水収支・窒素収支の把握、減肥対策のモニタリング



図 4-2-4 尾根部平坦面に広がる茶畑



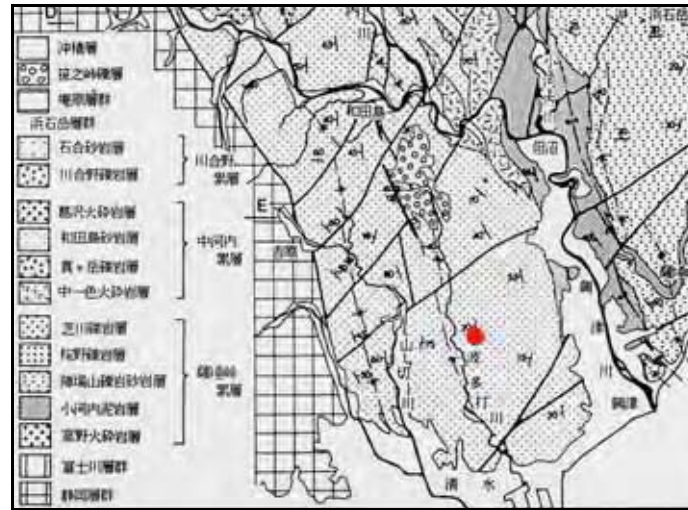
図 4-2-5 斜面に分布するみかん畑

## (2) 調査地域の概況

### 1) 地形・地質

調査対象地の踏査の結果、調査対象地内の山地斜面（標高 50～400m）は第三紀鮮新世の海成層、浜石岳層群の砂岩・泥岩の互層からなり（図 4-2-6）、地質構造は西向きに約 20 度で一様に傾斜した構造になっている。2 地点（標高約 150m）にある湧水や青木沢の上流部にある湧水（3～5 地点）付近の露頭では、上位からクラ

ックの発達した砂岩層、半固結のシルト層、塊状の砂岩層といった層相を示しており、湧水はシルト層の上位より湧出している状況が観察された。このシルト層は尾根部の露頭（標高約 320m）でも確認されており、調査地全体に連続的に分布していると考えられる。



●：清水市広瀬地区

図 4-2-6 地質図（地学団体研究所専報/40）

## 2) 土地利用、湧水質、施肥基準の変遷

調査対象地尾根部の茶畑やみかん畑等での施肥の影響で、2 湧水の硝酸性窒素濃度が水道水質基準を超過するようになった経緯から、土地利用と湧水質の変遷の関係をみるため、調査対象地を含む年代別の空中写真を使い土地利用について判読をした。

図 4-2-7 に年代別の空中写真、図 4-2-8 に土地利用判読図、図 4-2-9 の上段に土地利用別面積（割合）の変遷を示す。昭和 55 年頃までは茶畑がほとんどなく、みかん畑中心の土地利用で全体の 3 割強のみかん畑が占めていた。ところが、昭和 50 年代後半にみかん畑から茶畑へ土地利用転換が進み、現在（平成 9 年）では茶畑が 2 割強、みかん畑が 1 割、残り 7 割弱が裸地・草地・林地となっている。

湧水の硝酸性窒素濃度は（図 4-2-9 の中段）昭和 58 年頃から 10mg/L を超過するようになり、平成 2 年以降には 20mg/L を超過する高濃度が観測されるようになった。この濃度上昇はみかん畑が茶畑に変わった時期に対応しており、施肥量の多い茶畑への土地利用転換の影響が湧水質に現れていると推定される。平成 12～14 年の本調査結果でも硝酸性窒素濃度は 11～21mg/L で推移し、常に環境基準を超過している状況にある。

清水市農協の施肥指導基準は、平成 6 年当時、肥料中の窒素成分量として 110kg/年間/10a であった。その後、平成 9 年に農林水産省より施肥の適正化に関する通達があったことを受け、平成 11 年に静岡県の施肥基準が窒素成分量で 66kg/年間/10a 以下に改訂された（多収園では、目標収量 2,700kg/10a、普通園では 54kg/年間/10a）。この指導を契機に、平成 14 年 3 月には県の施肥基準が 54kg/年間/10a に改定されたことより、平成 15 年には平成 6 年の半分の約 55kg/年間/10a まで減肥対策が進んでいる。



图 4-2-7 年代別空中写真

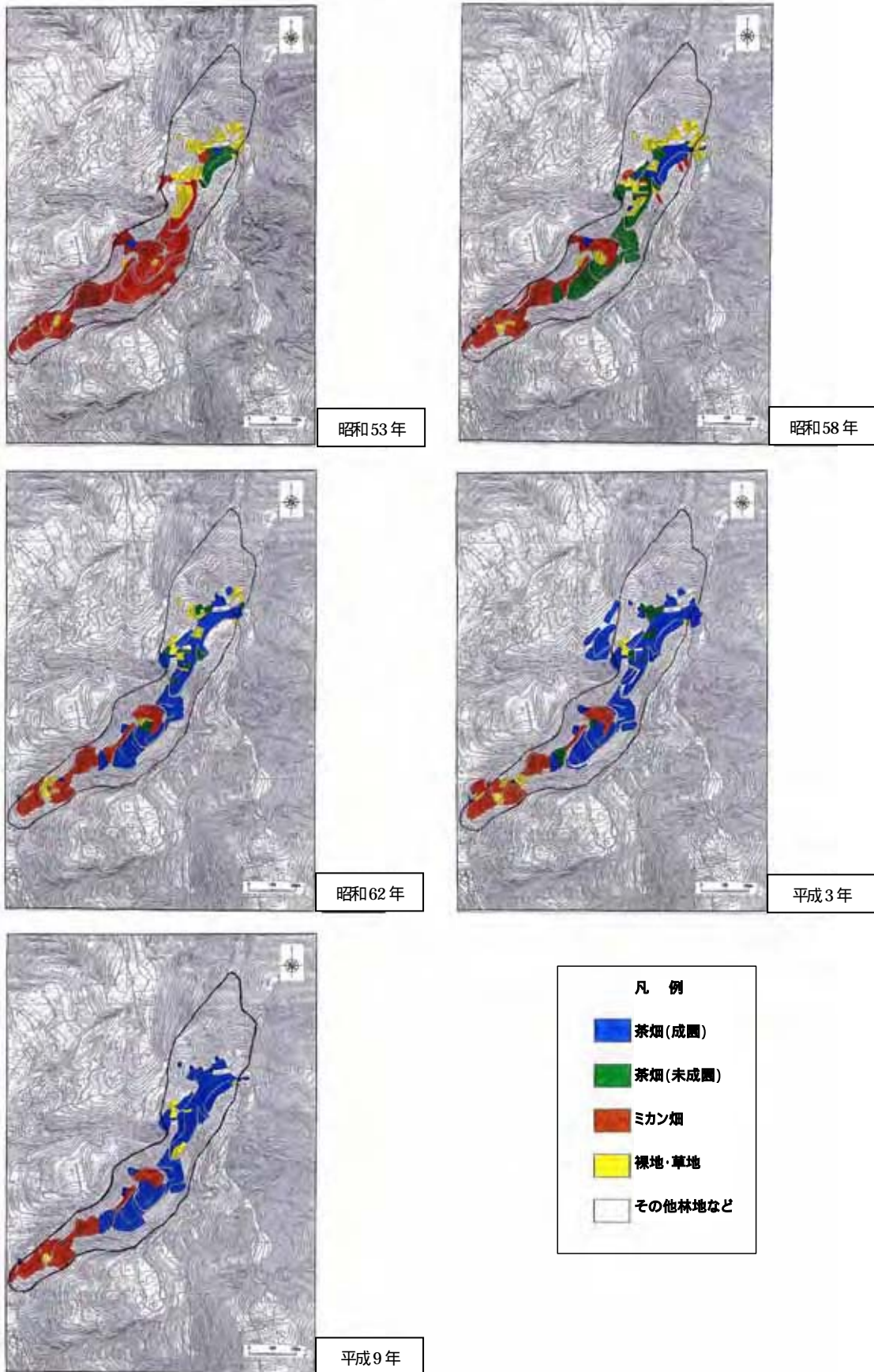


図 4-2-8 年代別土地利用判読図

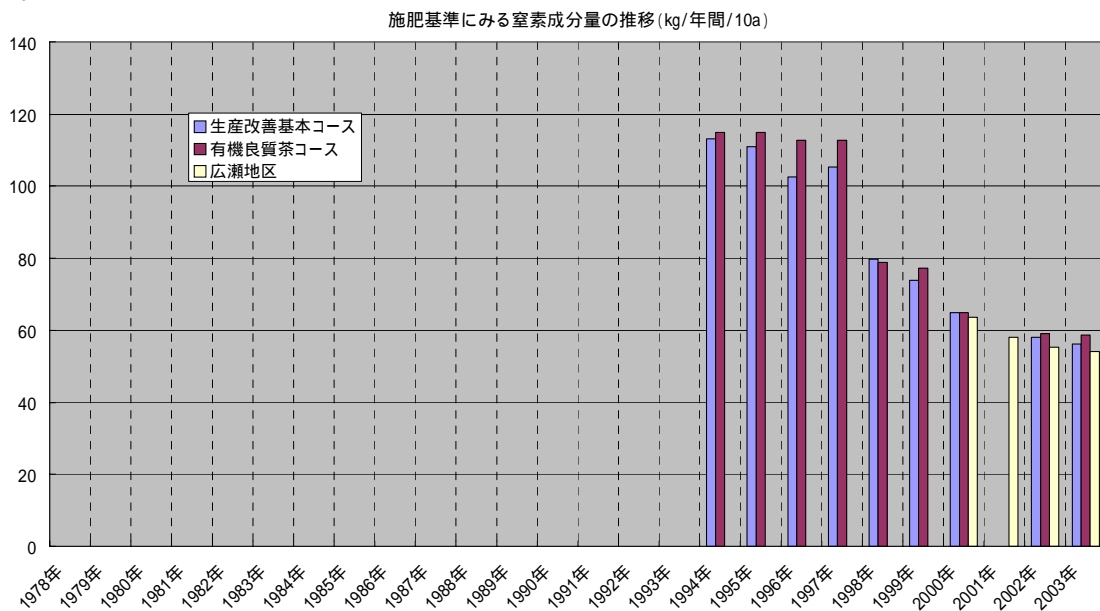
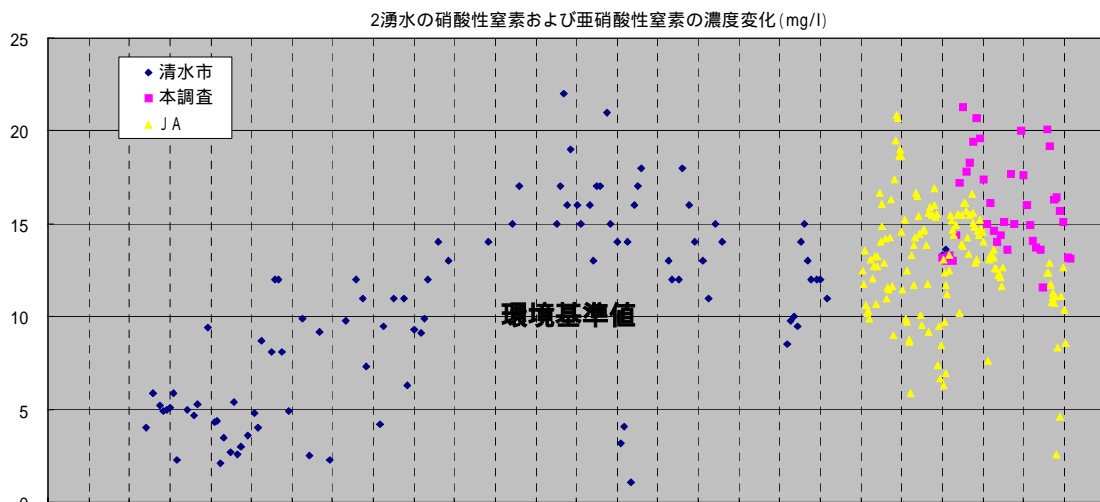
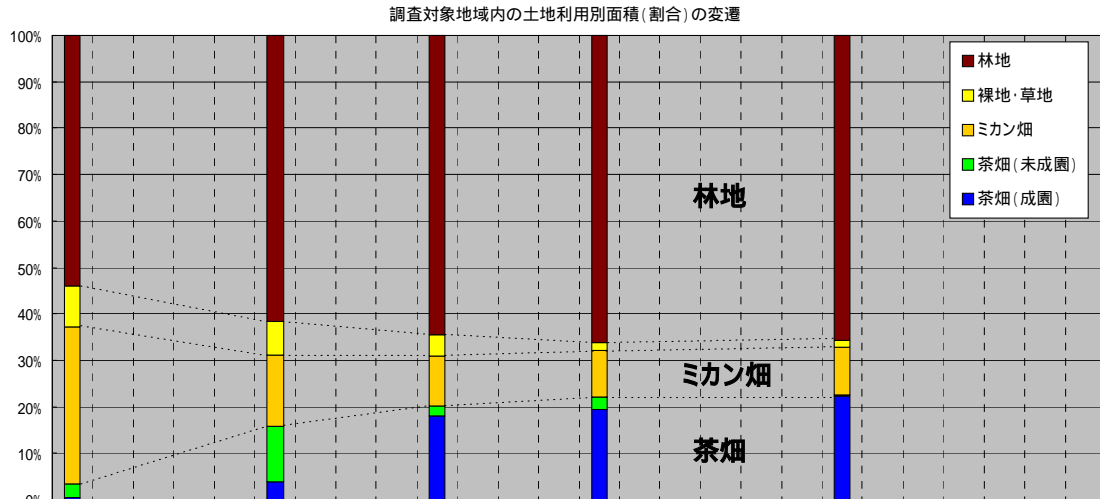


図 4-2-9 土地利用、2 湧水質及び茶園施肥基準の変遷

### (3) 地下水汚染機構解明調査

調査対象地における地下水の汚染機構を解明するために、

- 1) 湧水・表流水水質調査
  - 2) 窒素安定同位体分析
  - 3) 電気探査・ボーリング調査
  - 4) 土壌浸透水調査
- を実施した。

#### 1) 湧水・表流水水質調査

調査対象地の湧水・表流水を8地点で採水し、窒素成分及び主要イオン成分を分析した。ヘキサダイアグラムによる図形解析手法により、2つのパターンに分類した(図4-2-10)。



図 4-2-10 ヘキサダイアグラムによる湧水・表流水の主要イオン成分分析結果

2パターンの水質組成の差は、地表地質調査結果から明らかになった地質構造(特に湧水地の基盤に見られるシルト層の分布)と各サンプリング地点上流の集水域の土地利用(特に茶畑の面積割合)に規定されていることが推定された。



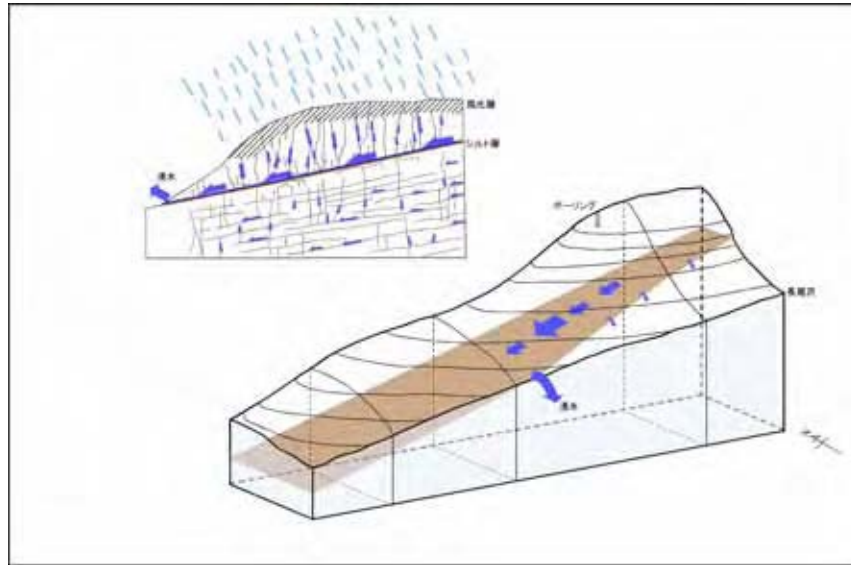


図 4-2-11 地下水涵養・流動機構及び湧水湧出機構の推定図

1 地点（長尾沢）は、シルト層より下位に位置し、集水域は、茶畑の少ない地域となっているため、茶畑からの浸透水等はほとんどなく、硝酸性窒素濃度が低い（グループ）。一方、2・3・5・6 地点はシルト層より上位に位置し、集水域には茶畑が多いため硝酸性窒素濃度が高い（グループ）。水質パターンや硝酸性窒素濃度の違いから、茶畑に浸透した雨水が地下水面まで到達し、シルト層の上面を經由して湧水として流出する機構が推定される（図 4-2-11）。

また、グループの主要イオン成分の特徴は、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 成分が相対的に多く（図 4-2-10 ヘキサダイアグラム）、 $\text{Ca}^{2+}$ と  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ と  $\text{SO}_4^{2-}$ の値の相関性が高い（表 4-2-2 濃度相関マトリクス）。これは調査地点の集水域にある茶畑において、窒素等化成肥料とともに硫酸や硫酸成分を含む配合肥料、土壌酸性化を防止する目的でカルシウムやマグネシウムを主成分とする苦土石灰等の土壌改良材が散布されていることによると考えられる。

表 4-2-2 グループの水質分析結果による濃度相関マトリクス（データ数：7）

	pH	EC	T-N	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	Do	$\text{SiO}_2$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Cl}^-$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{SO}_4^{2-}$
temp	0.20	0.15	0.13	0.84	0.11	0.15	0.48	0.56	-0.17	0.14	0.17	-0.27	0.79	-0.40
pH		0.71	0.66	0.11	0.64	-0.38	0.72	0.04	0.38	0.73	0.45	0.69	0.25	0.19
EC			0.91	-0.03	0.90	-0.24	0.75	0.15	0.51	0.98	0.90	0.83	0.37	0.39
T-N				-0.07	1.00	-0.12	0.71	-0.21	0.16	0.82	0.68	0.70	0.17	0.04
$\text{NH}_4\text{-N}$					-0.10	0.15	0.09	0.55	-0.18	-0.02	0.07	-0.46	0.74	-0.34
$\text{NO}_3\text{-N}$						-0.13	0.69	-0.22	0.16	0.81	0.68	0.70	0.14	0.05
Do							0.01	-0.13	-0.55	-0.37	-0.29	-0.51	0.27	-0.58
$\text{SiO}_2$								0.21	0.21	0.71	0.54	0.57	0.53	0.03
$\text{Na}^+$									0.55	0.28	0.47	0.00	0.79	0.44
$\text{K}^+$										0.67	0.68	0.72	0.20	0.91
$\text{Ca}^{2+}$											0.92	0.87	0.39	0.53
$\text{Mg}^{2+}$												0.71	0.51	0.60
$\text{Cl}^-$													-0.04	0.65
$\text{HCO}_3^-$														0.03