

京都盆地の地下水

化学成分から見た京都市街域の地下水

概要

- ・京都市街域の地下水の水質分析

京都市内28地点 + 宇治市内1地点 = 計29地点

- ・成分相互の相関

- ・井水への硝酸イオンの混入状況

- ・水質の分類

トリリニアダイアグラム法

- ・地下水の流動解析

濃度相関マトリクス法

パターン認識法

内容

1. 背景と目的
2. 京都水盆
3. 京都の井水
4. 成分相互の相関 相関係数
5. 水質の分類 トリリニアダイアグラム
6. 地下水流動の解析 濃度相関マトリクス法
パターン認識法

背景

京都盆地は、大阪層群とその被覆層から成る堆積層を地盤とした、東西約8km、南北約20kmの細長い盆地である[1]。

礫・砂・粘土層の互層から成る堆積層はその内部に帯水層を含むため、京都盆地は地下水盆を形成して、豊富な地下水を貯えている。

京都水盆の水質についての研究報告は、地下水利用の多い、伏見区および木津川周辺部についてなされている[2-4]。

一方、鴨川を中心とした京都市市街部の地下水の流動や水質についての研究報告は、上水が地下水から琵琶湖疎水へと転換され地下水利用が減少したこともあってか、1993年の沖野らの研究[5]以降、殆どなされていないようである。

[1] 山口省三, 1980. 日本の地下水の概要(近畿編), 地下水と井戸とポンプ, 22(4), pp.8-22.

[2] 松原厚, 1929. 伏見町の地下水に就いて, 醸造学雑誌, 6, pp.568-588.

[3] 堀池昭, 1984. 京都市南部地域の地下水水質に関する研究, 京都酒造工業研究会会報, No.23別冊, pp.1-100.

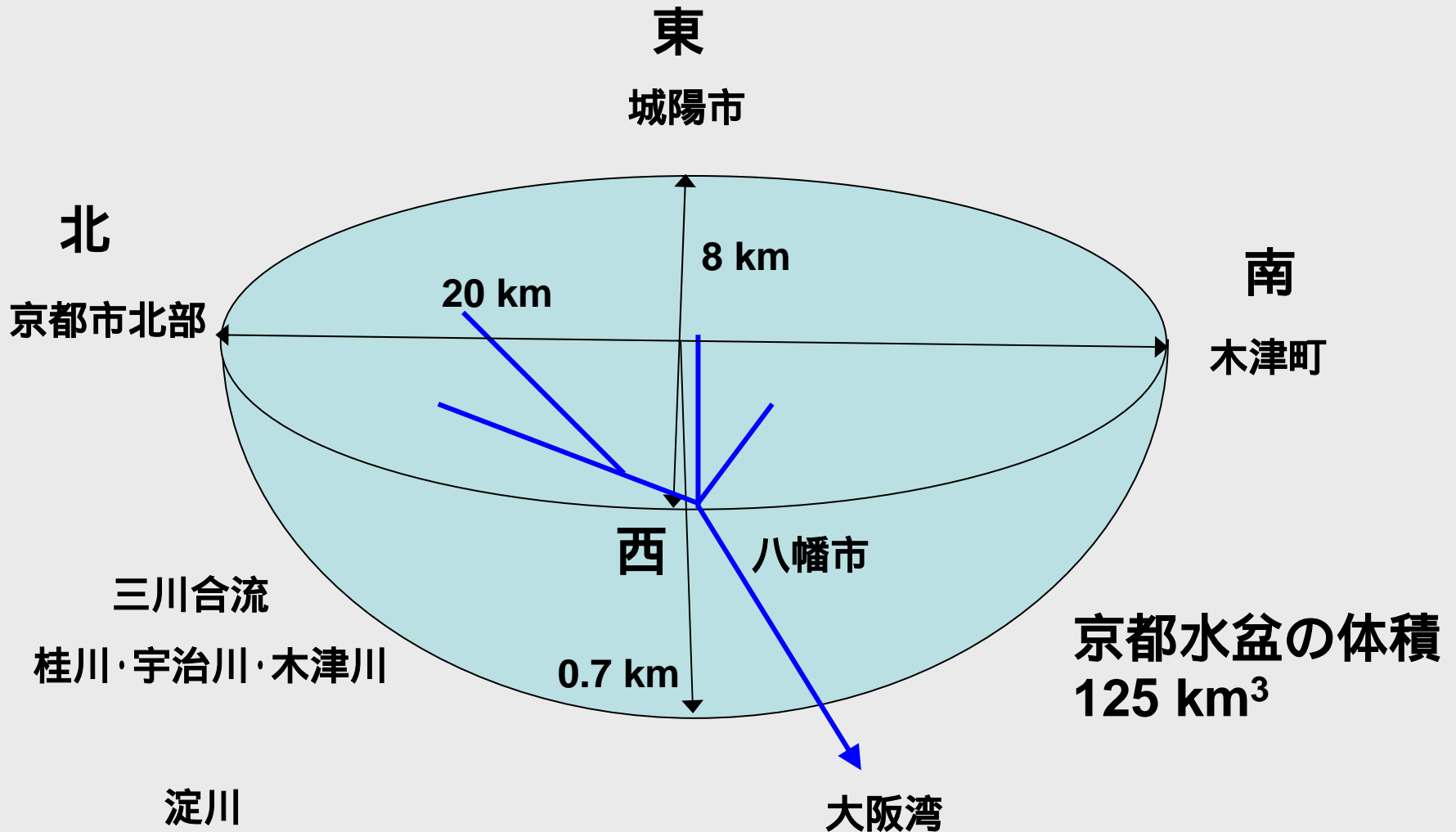
[4] 谷口敬一郎, 1992. 京都府南山城地方の地下水資源について, 物理探査, 45(1), pp.54-62.

[5] 沖野茂, 和泉正顕, 福原真介, 1933. 京都市の井戸及び井水の衛生学的調査, 水道, 8(9), pp.417-430.

目的

- ・京都盆地北部都市域の地下水の状況を把握することは、都市化による地下水の汚染実態や汚染経路を把握する上で、また、都市域の被覆土壌への涵養を考える上で重要性を増しているといえる。
- ・特に、京都市南部地域や大阪方面へと流下する地下水系への影響を鑑みるとき、水質に基づく地下水系の解析は有益であると思われる。
- ・現在、公共水道水への転換により、都市部の地下水試料を得られる井戸は少ない。しかし、京都市内の神社仏閣においては名水、神水としての名残を残し、地下水を供しているところも多い。
- ・これらの地下水を採取分析し、都市部の主に浅層地下水の水質分析を行い、成分組成の相関について調べた。
また、今日の都市化の影響についても考察した。

京都盆地と水盆



京都盆地の地層

最深部

沖積層	第四紀	更新世後期末(2万年前)以降 ~ 完新世 被覆層	三川合流地点 約 25 m
-----	-----	--------------------------------	----------------------

洪積層 (大阪層群)	第三紀	鮮新世(約300万年前)以降 帶水層	巨椋池 約 700 m
---------------	-----	-----------------------	----------------

古生層		基盤岩	
-----	--	-----	--

大阪層群

粘土, 砂, 礫の互層から成る

砂礫層(帯水層) : 粘土層 = 56 : 44

深度 0-100 m 良好な帯水層が3, 4層存在し, 極めて上質な地下水

深度 100-200 m Fe, Mn が多い

深度 200-300 m 良好な砂層 水質良

深度 300- m ボーリングデータなく不明

京都水盆の貯水量

$$\begin{aligned} \text{貯水量} &= \text{水盆体積} \times \text{砂礫層比率} \times \text{平均間隙率} \\ &= 125 \text{ km}^3 \times 0.56 \times 0.3 \\ &= 21.1 \text{ km}^3 \\ &= 211 \text{ 億 ton} \end{aligned}$$

275 億 ton (琵琶湖貯水量)

京都水盆の水収支

収入 降水の滲透, 河川からの供給, 滲出

$$\begin{aligned}\text{流入量} &= \text{年間降水量} = \text{平均降水量} \times \text{流域面積} \\ &= 1,700 \text{ mm/y} \times 7,050 \text{ km}^2 \\ &= 1.7 \text{ m/y} \times (7.05 \times 10^6 \text{ m}^2) = 1.2 \times 10^{10} \text{ m}^3/\text{y} \\ &= \mathbf{120 \text{ 億 ton/y}}\end{aligned}$$

支出 河川への流出, 人工揚水, 蒸発散

$$\begin{aligned}\text{流出量} &= \text{淀川の年間平均流出量} = \mathbf{\text{約 } 90 \text{ 億 ton/y}} \\ &\quad (\text{近畿地方建設局枚方観測所約30年間の観測データ}) \\ \text{蒸発量} &= 120 \text{ 億 ton/y} - \mathbf{\text{約 } 90 \text{ 億 ton/y}} = \mathbf{\text{約 } 30 \text{ 億 ton/y}}\end{aligned}$$

収支 流入量 = 流出量 (降水量 = 淀川流出量 + 蒸発量)

京都水盆地下水の平均滞留時間

表面流出量 90 億 ton/y

表面流出量 地下浸透量 90 億 ton/y / 2 = 45 億 ton/y

地勢(湖面, 山地, 耕地, 市街地等)により異なるが平均すると同程度
地下浸透流も, いづれは淀川水系に戻って流下すると仮定

$$\text{平均滞留時間} = \frac{211 \text{ 億 ton}}{45 \text{ 億 ton/y}} = 4.7 \text{ 年} \quad 5 \text{ 年}$$

京都市の地下水利用

昭和8年(西暦1933年)

井戸数 69,750

使用(飲料用など)井戸数 60,200以上

上水, 下水の不備

消化器伝染病(腸チフスなど)の発生の原因

京都市の大部分の地層 砂礫層

井戸の水面(地下水面) 河川の水面と共に容易に昇降する

夏冬の水位の差 3-4 m

井戸深度 1.5-21.5 m 平均5.8 m (調査井戸数341)

地下水面 0.2-13.5 m 平均1.4 m

京都の井水

採水地点

京都市28地点

- 左京区7
- 上京区5
- 中京区3
- 下京区2
- 西京区1
- 東山区4
- 山科区1
- 南区2
- 伏見区3

宇治市1地点

計29地点

京都市水道水(伏見区)



表 井水の名称と所在地

試料番号	名称	所在地	深度(m)
1	桐原水	京都府宇治市宇治山田 宇治上神社	
2	御香水	京都市伏見区御香宮門前町 御香宮神社	150
3	白菊水	京都市伏見区下板橋町 伏見板橋小学校校庭	58
4	不二の水	京都市伏見区深草烏居崎町 藤森神社	80
5	硯の水	京都市南区吉祥院政所町 吉祥院天満宮弁財天社	40
6	満仲誕生水	京都市南区八条町 六孫王神社弁財天社	40
7	若一神社神供水	京都市下京区七条御所ノ内本町 若一神社	20
8	天之真名井	京都市下京区本塩竈町 市比売神社本殿東側	100
9	音羽の滝	京都市東山区清水一丁目 清水寺	
10	鏡水	京都市東山区清閑寺靈山町 正念寺	
11	祇園神水	京都市東山区祇園町北側 祇園八坂神社境内	90
12	吉水	京都市東山区円山町 安養寺吉水弁財天堂	
13	朝日泉	京都市山科区日ノ岡一切経谷町 日向大神宮	
14	南禅寺の神水	京都市左京区南禅寺福地町 南禅寺	
15	蓮華水	京都市左京区浄土寺真如町 元真如堂	
16	錦の水	京都市中京区中之町 錦天満宮	33
17	下御霊香水	京都市中京区下御霊前町 下御霊神社	8
18	染井	京都市上京区染殿町 梨木神社	20
19	御手洗水	京都市左京区下鴨泉川町 下鴨神社	15
20	滋野井	京都市上京区東裏辻町	60
21	飛鳥井	京都市上京区飛鳥井町 白峰神宮手水舎	30
22	染殿井	京都市上京区聖天町 雨宝院	
23	天満宮の井戸	京都市上京区馬喰町 北野天満宮東門の手水舎	20
24	威徳水	京都市中京区西ノ京中保町	
25	松尾の亀の井	京都市西京区嵐山宮町 松尾大社	
26	いのちの水	京都市左京区鞍馬本町	
27	息つぎの水	京都市左京区鞍馬本町	
28	貴船神社神水	京都市左京区鞍馬貴船町 貴船神社	
29	朧の清水	京都市左京区大原草生町	
30	京都市水道水	京都市伏見区深草越後屋敷町 京都教育大学深草寮	

井水の名称

スライド写真

採水ポイントの紹介

測定項目

表1 測定項目と測定方法

分類	測定項目	測定方法・器具
物理的項目	温度	ガラス製棒状温度計
	pH	電位差分析
	酸化還元電位	電位差分析
	導電率	導電率計
	全蒸発残留物	蒸発乾固
化学的項目	COD	過マンガン酸カリウム酸性法
	遊離炭酸	pHと[HC03-]による平衡計算
陽イオン	カルシウムイオン	原子吸光光度法
	マグネシウムイオン	原子吸光光度法
	ナトリウムイオン	炎光法
	カリウムイオン	炎光法
陰イオン	硫酸イオン	クロム酸バリウム吸光光度法
	塩化物イオン	チオシアン酸水銀()吸光光度法
	炭酸水素イオン	pH4.8滴定法
	硝酸イオン	フローインジェクション-化学発光法
微量成分	溶存鉄	原子吸光光度法
	溶存マンガン	原子吸光光度法

採水時期: 1994年12月20日から25日の6日間

地下水の分析結果

表 測定結果

試料番号	名称	T	pH	ORP mV	EC mS/m	TRE mg/L	COD mg/L	CO ₂ mg/L	TH mg/L	Ca ²⁺ mg/L	Mg ²⁺ mg/L	Na ⁺ mg/L	K ⁺ mg/L	Fe μg/L	Mn μg/L	HCO ₃ ⁻ mg/L	Cl ⁻ mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L
1	桐原水	12.0	7.3	456	14.7	70	0.61	3.3	44.9	12.3	3.49	7.31	1.93	8.6	67	41.2	10.8	9.63	0.527
2	御香水	14.1	6.9	326	16.8	130	0.26	9.5	38.7	9.38	3.72	12.7	3.29	110	54	47.4	4.65	19.1	1.65
3	白菊水	15.2	6.4	796	28.2	220	0.06	17.5	74.8	20.8	5.58	18.5	5.02	6.6	1.6	27.5	59.6	8.60	7.88
4	不二の水	11.9	6.3	669	13.5	140	0.34	13.5	40.3	10	3.74	14.9	3.88	4.2	1.8	16.8	17.6	5.14	37.7
5	硯の水	9.2	6.2	662	22.8	170	0.48	26.2	65.7	17.9	5.12	18.5	4.43	9.7	0.87	26	15.6	33.8	14.1
6	満仲誕生水	9.0	7.3	611	12.3	160	0.08	4.7	75.4	18.6	7.03	15.6	1.24	7.2	25	58	15	20.7	17.8
7	若一神社供水	14.1	6.5	631	23.6	100	0.83	17.8	44.6	12.2	3.46	13.5	6.23	9.6	13	35.1	14.2	27	5.27
8	天之真名井	14.4	6.2	618	17.6	80	0.28	30.8	36.2	9.58	3	8.9	1.67	7.9	2	30.5	9.65	13.3	1.77
9	音羽の滝	12.2	6.8	486	2.8	20	0.36	0.8	5.1	0.526	0.922	2.16	0.50	3.2	0.31	3.1	2.83	4.38	2.09
10	鏡水	8.0	6.7	545	5	50	0.22	4.4	6.06	0.481	1.18	7.22	0.944	5.7	2.8	13.7	4.51	2.49	0.023
11	祇園神水	7.5	6.2	572	15	110	0.02	17	29.6	5.99	3.58	15.1	3.01	4.3	0.84	16.8	18.5	11.1	15.9
12	吉水	10.0	6.8	533	3.1	30	0.1	1.5	5.74	0.73	0.954	3.01	0.426	4.9	0.51	6.1	4.3	4.49	0.775
13	朝日泉	6.0	6.9	546	3.7	40	0.32	1.5	4.26	0.228	0.90	4.56	0.40	4.5	0.28	7.6	2.72	3.14	0.527
14	南禅寺の神水	5.1	7.0	533	5.4	60	2.6	1.7	11.8	2.48	1.36	5.68	0.878	33	6	10.7	4.41	9.14	1.84
15	奉喜舎井	14.9	5.7	506	4.7	40	0.42	19.5	7.65	0.766	1.40	5.49	1.62	18	6.4	6.1	7.04	1.08	1.47
16	錦の水	16.8	6.0	489	17.2	100	1.13	58.6	50.9	15.1	3.20	12	2.82	11	3.6	36.7	15.1	18.4	9.7
17	下御霊香水	17.1	6.8	429	17.8	110	0.4	9.3	57.9	17.8	3.25	11.5	3.44	10	1.3	36.7	16.7	19.9	10.1
18	染井	16.1	6.9	484	16.6	120	0.44	8	50.7	15.3	3.08	10.5	3.12	7.6	0.61	39.7	16.2	16.8	6.99
19	御手洗水	16.7	6.6	512	22.9	130	0.63	18.4	70	20.4	4.64	14.1	3.45	11	0.78	45.8	16.4	24.8	19.6
20	滋野井	13.8	6.9	476	27.1	150	0.34	8.6	67.7	18.5	5.22	18.8	7.23	13	3.6	42.8	21.8	23.7	32.8
21	飛鳥井	19.0	6.6	488	26.9	120	1.74	19.6	59.4	16.5	4.41	25.9	6.88	45	3.6	48.9	22	28.3	19.3
22	染殿井	15.8	5.9	477	35.9	220	1.80	95.4	78.7	21.9	5.87	28.8	15.6	210	1	47.4	35.9	34.7	36.8
23	天満宮の井戸	17.9	5.8	520	22.8	130	0.55	65.8	32.6	10.2	1.73	23.7	7.31	14	1.9	26	28.3	15.7	24.6
24	威徳水	12.2	6.8	490	23	150	0.34	13.6	65.3	13.4	7.78	14.7	2.6	5.9	2	53.5	29	9.19	10.4
25	松尾の亀の井	11.1	6.5	503	17.6	120	0.42	35.5	75.7	17.6	7.76	5.84	0.32	25	11	70.3	2.72	22.6	0.153
26	いのちの水	12.8	7.8	635	4	30	0.22	0.3	16.4	3.59	1.82	1.75	0.336	4.1	0.51	12.2	2.79	35.1	0.0041
27	息つぎの水	7.0	8.3	583	14.2	90	0.75	0.5	62.1	19	3.58	4.17	2.11	19	4.3	65.7	4.68	5.52	3.03
28	貴船神社神水	11.8	8.8	608	21.3	150	1.37	0.3	108	40	1.85	4.71	0.631	18	5.7	106.9	3.16	14.9	1.26
29	臈の清水	10.0	6.4	514	3.6	70	0.46	4.9	12.6	3.26	1.09	2.37	1.11	3.7	0.15	7.6	5.37	2.43	0.0041
30	京都市水道水	7.8	7.8	864	14.4	90	1.29	0.8	42.1	12.9	2.43	9.93	2.38	28	3.9	32.1	12.4	18.6	1.08

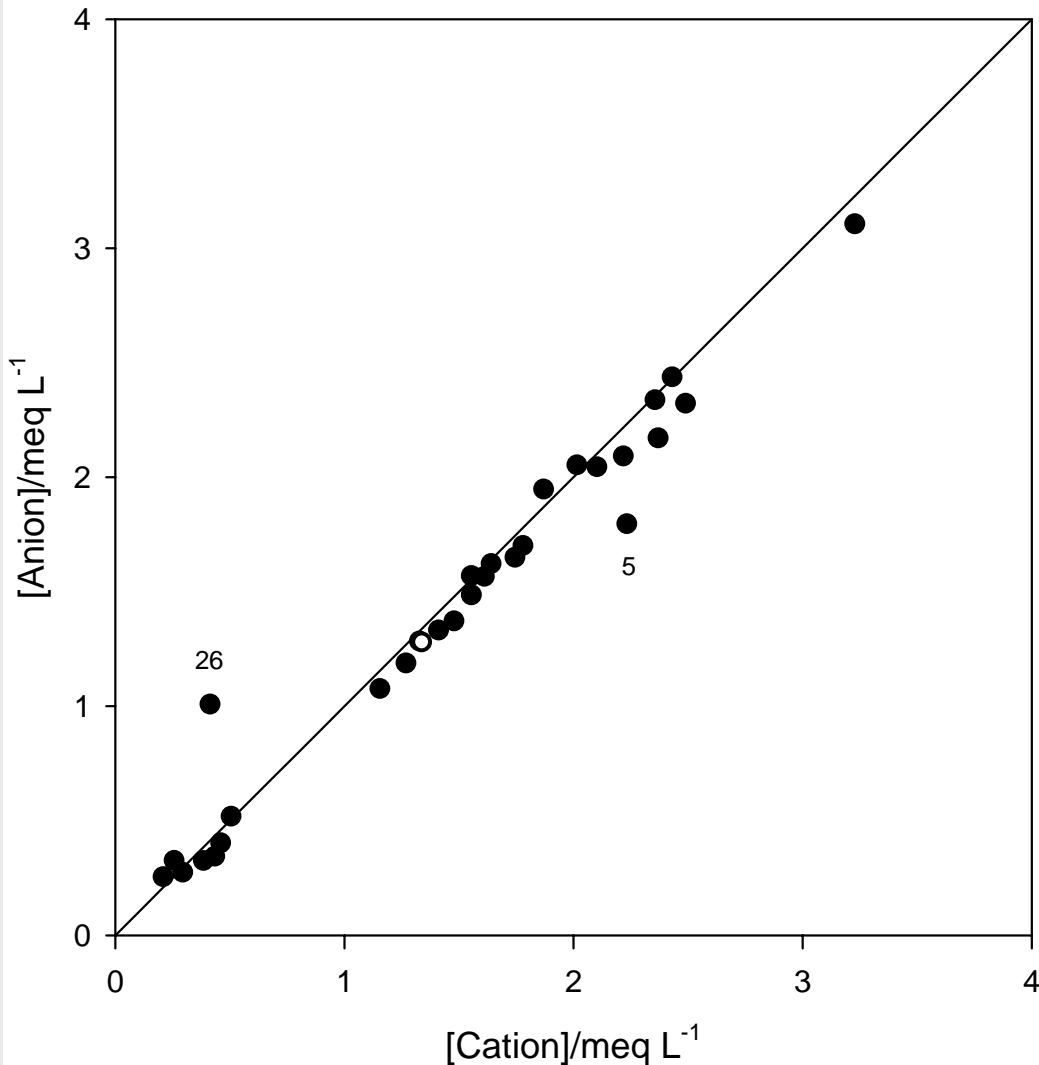
データの解析方法

- ・電荷バランス
 - ・相関係数
 - ・頻度分布
 - ・トリリニアダイアグラム
 - ・濃度相関マトリクス
 - ・パターン認識法
- 成分濃度の信頼性
 - 成分間の相関
 - 成分濃度の分布
 - 水質の分類
 - 水質の類似性
 - 水質の類似性

主成分濃度の信頼性

電荷バランス

Charge Balance



電荷バランス 概ね良好

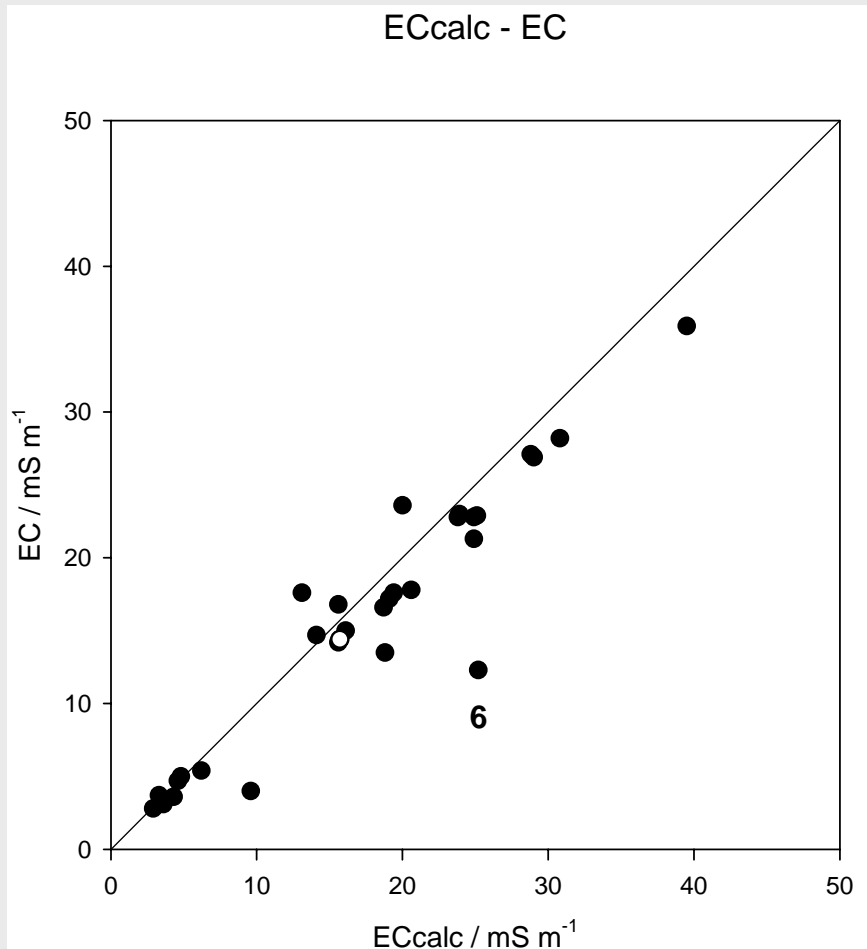
No.5, 26 のずれ

Cl⁻, SO₄²⁻ の測定誤差

伝導率

無限希釈におけるイオンの当量伝導率 λ_{eq}^0 [$\text{cm}^2 \text{ S eq}^{-1}$] (25)

伝導率 /mS m^{-1} = 当量濃度 c / meq dm^{-3} × 当量イオン伝導率 λ_{eq}^0 / $\text{cm}^2 \text{ S eq}^{-1}$ × 10^{-1}



Ca ²⁺ (59.47)	Mg ²⁺ (53.0)
Na ⁺ (50.08)	K ⁺ (73.48)
HCO ₃ ⁻ (44.5)	SO ₄ ²⁻ (80.0)
Cl ⁻ (76.31)	NO ₃ ⁻ (71.42)

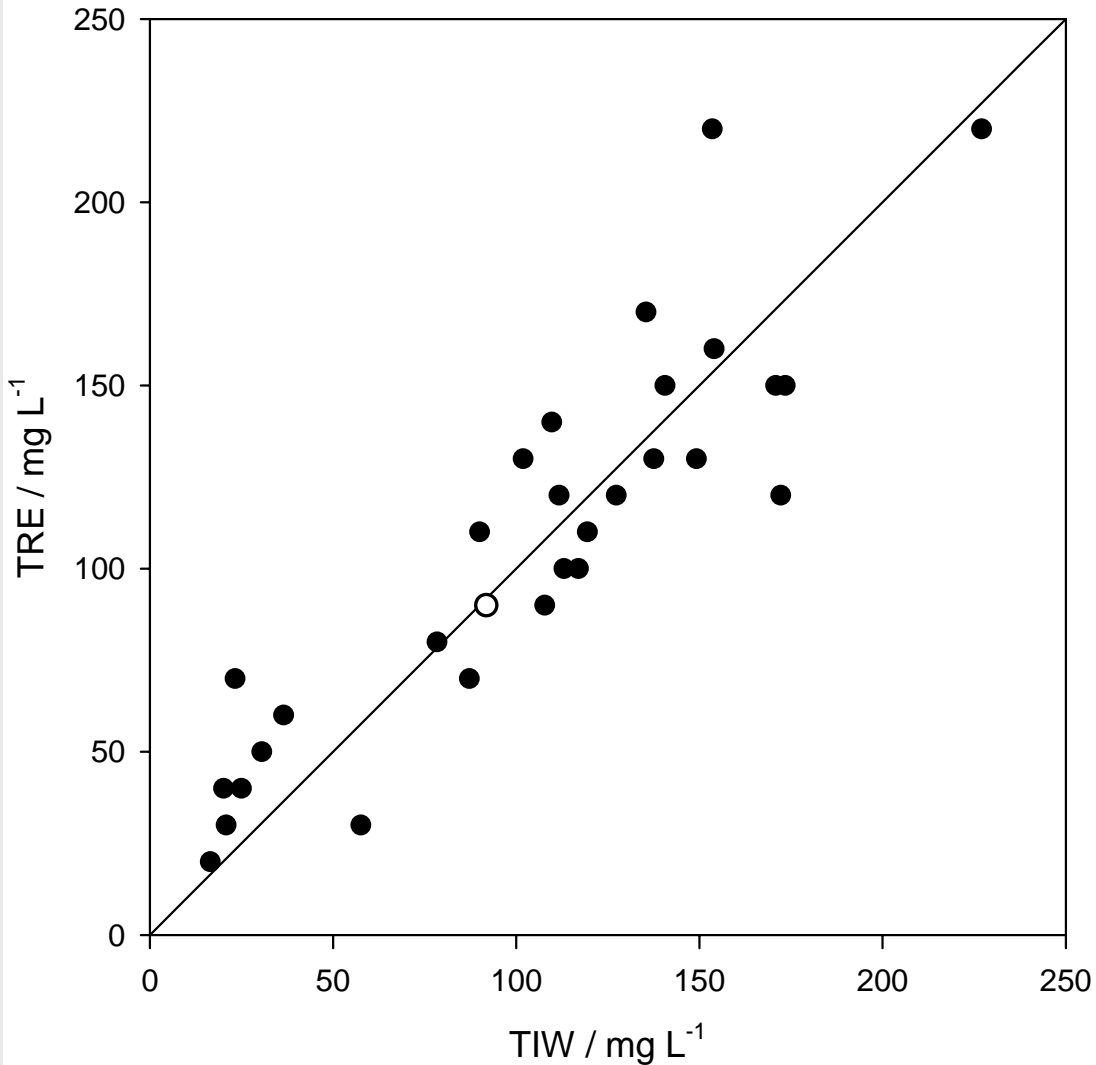
理論値 > 実測値

イオン雰囲気形成による活量低下

No.6 のずれ E.C.の測定誤差

蒸発残留物

TIW-TRE

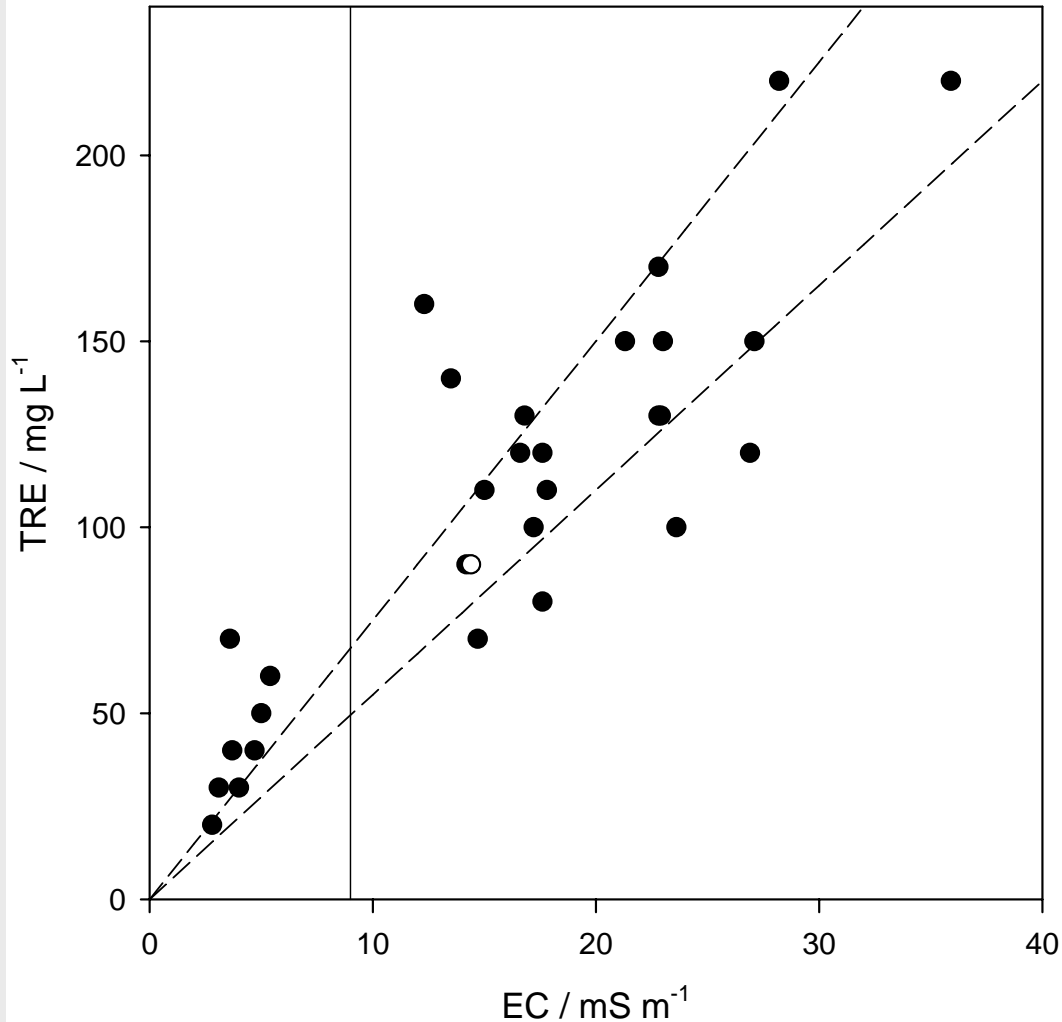


蒸発残留物量のバラツキ大
測定誤差大

蒸発残留物量 > イオンの総質量
ケイ酸の溶解

伝導率－蒸発残留物

EC-TRE



蒸発残留物量 (mg/L)

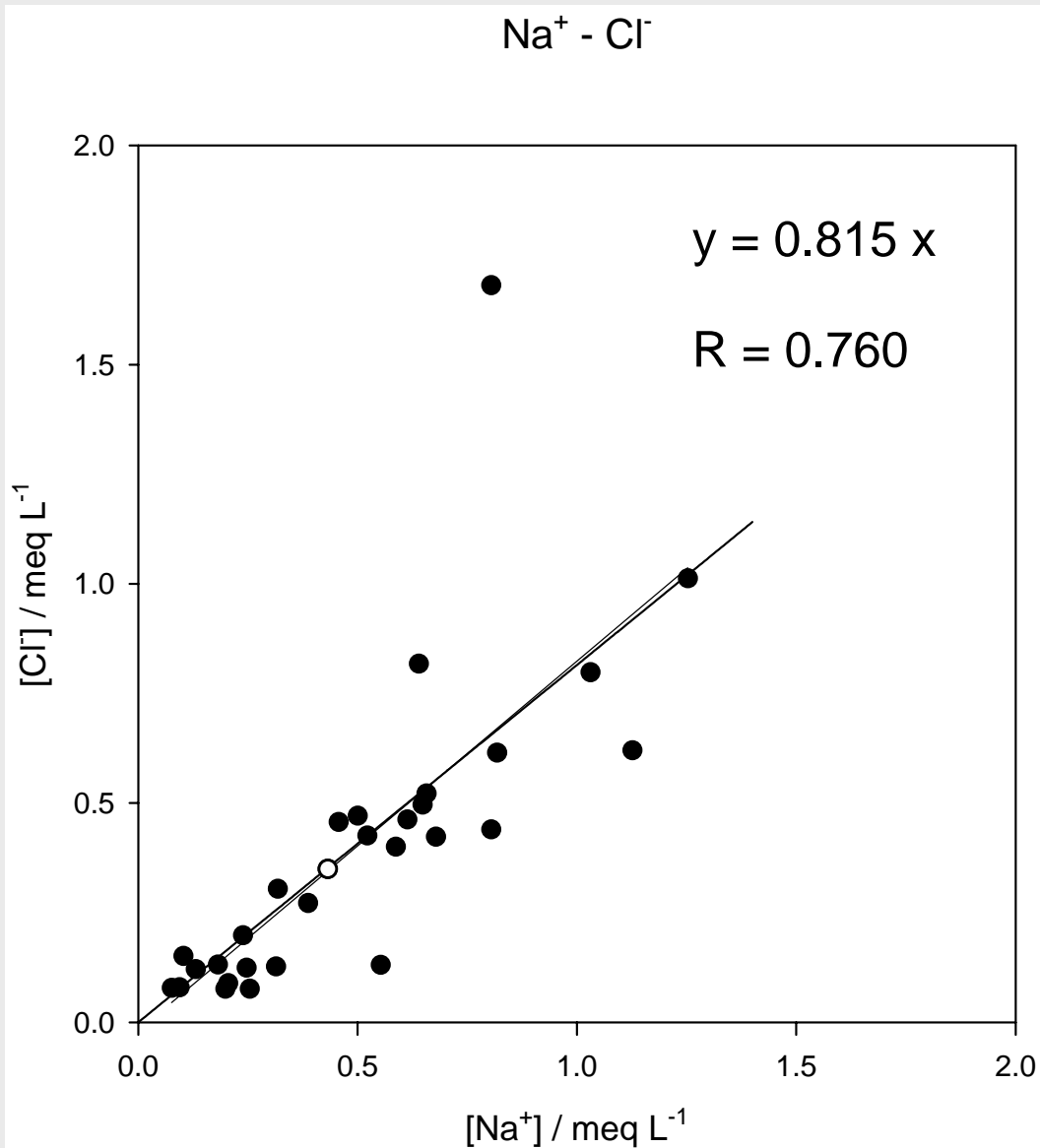
$$= k \times EC \text{ (mS/m)}$$

$$k = 5.5-7.5$$

(一般の天然水)

成分の相関

Na - Cl

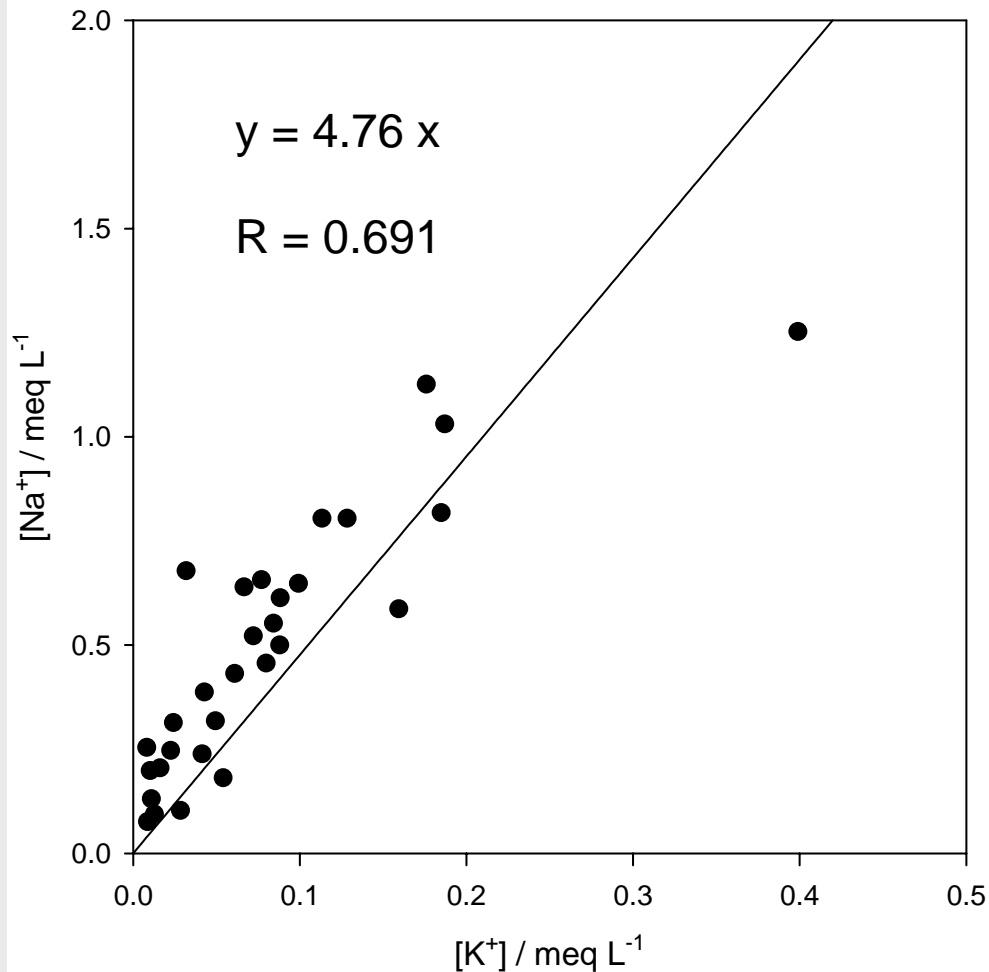


風送塩の影響

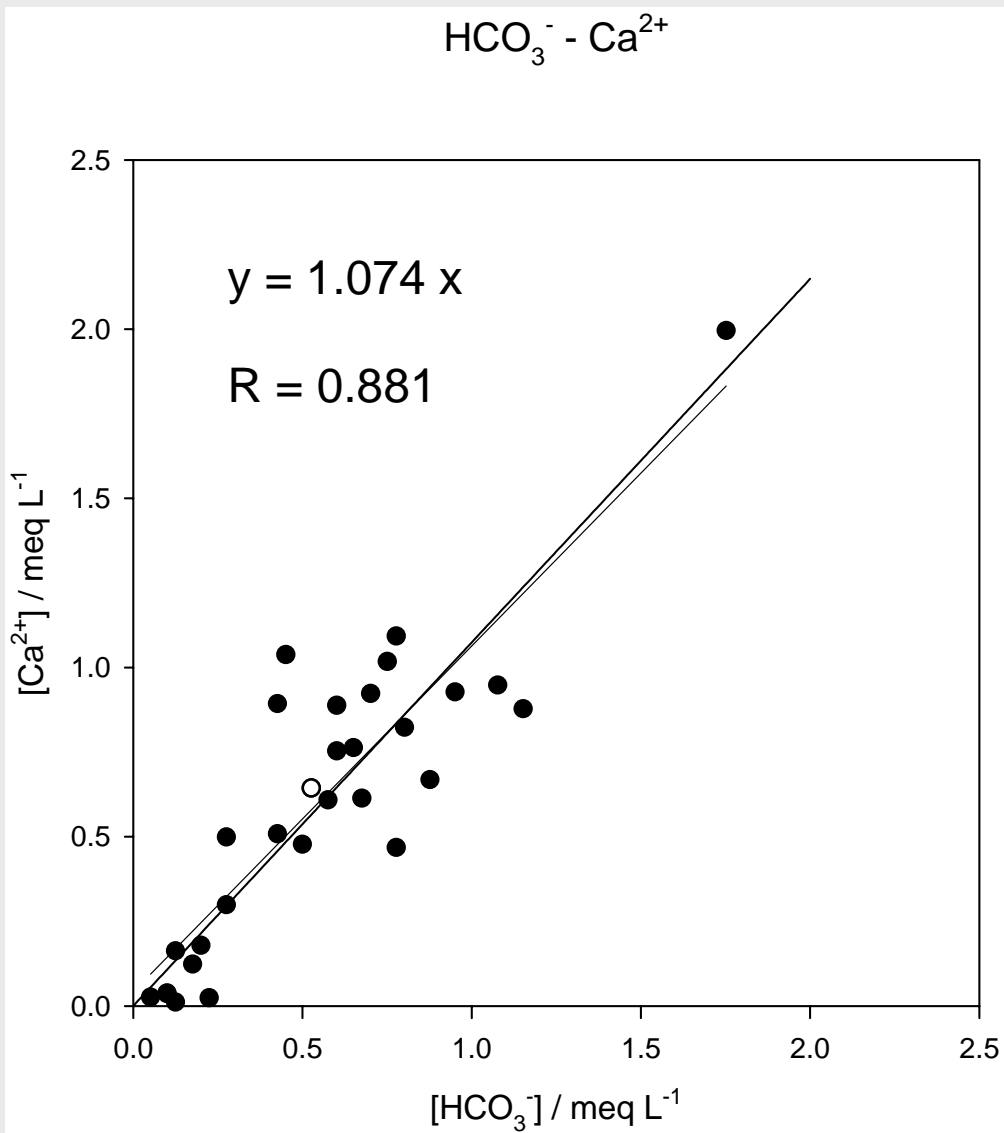
人為的影響(雑排水)

K - Na

$K^+ - Na^+$



HCO₃⁻ - Ca



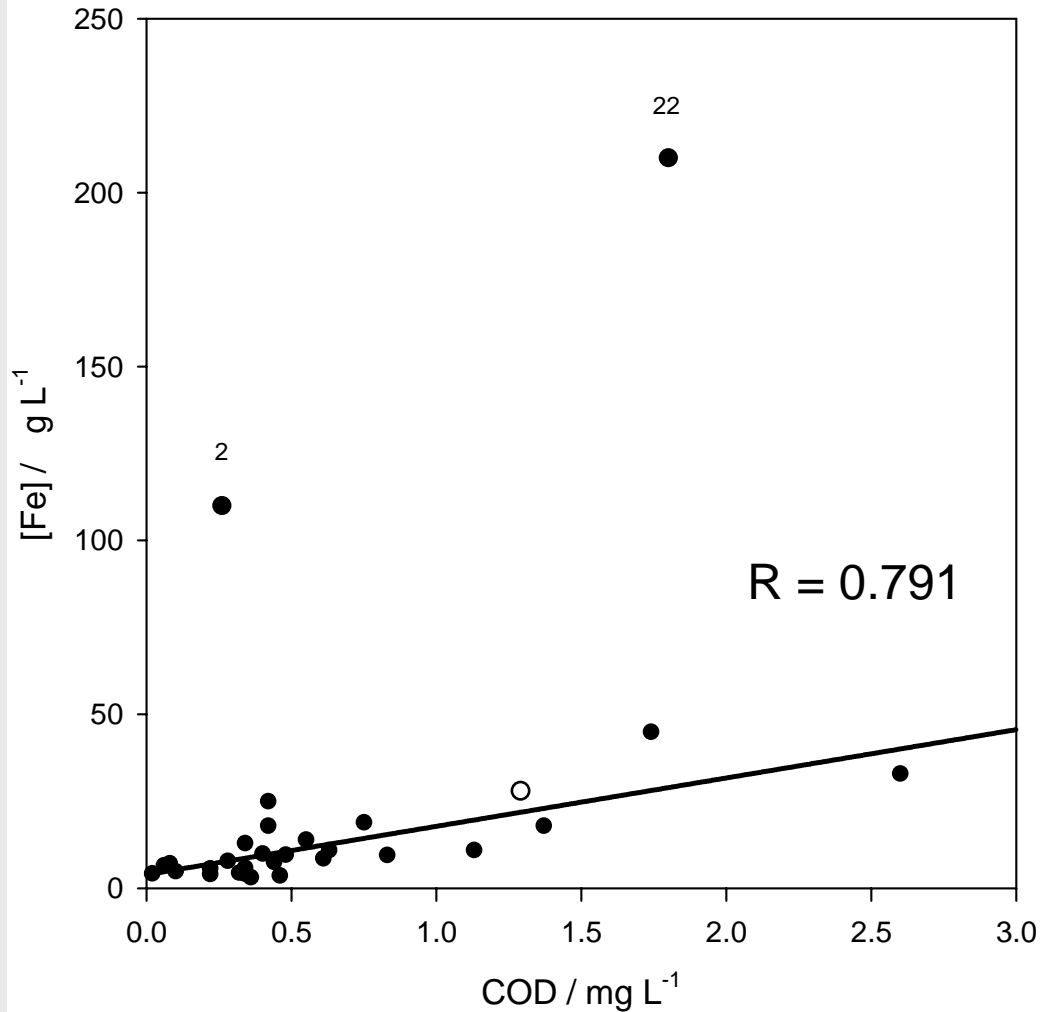
Ca:HCO₃ = 1:1.15 (幾何平均値)

**大気中の二酸化炭素の溶解
有機物の酸化による炭酸の生成**

炭酸による岩石の溶解

COD - Fe

COD - Fe



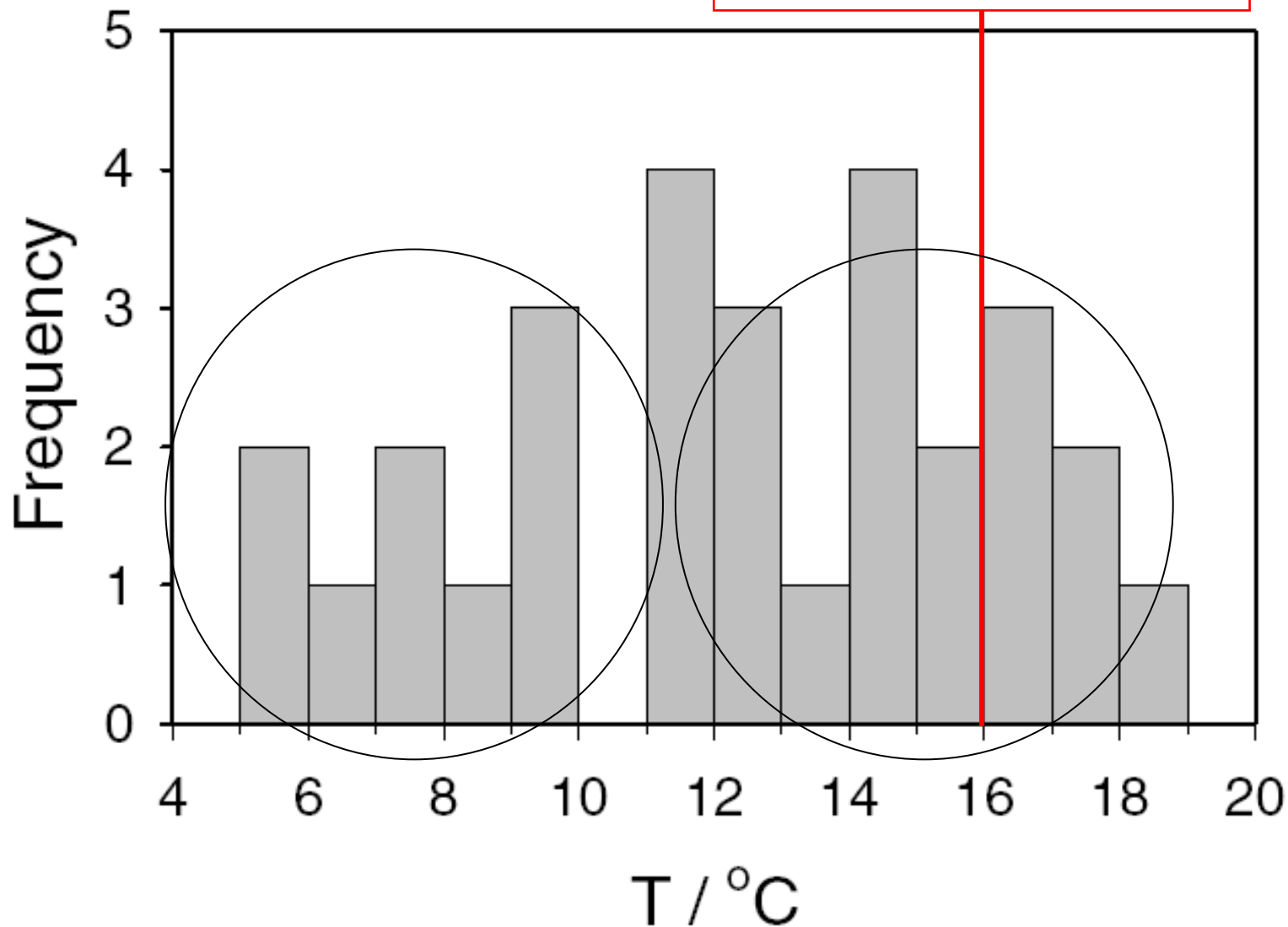
**有機酸との錯体形成による
鉄の可溶化
(ORP, Mn-Fe 相関なし)**

水質の分類

水温と伝導率

水温

京都市の恒温層の地中温度



地中温度と水温

恒温層(不易層) : 地温の年変化が消失する層。深度 8-15 m 層に存在。
その地点の年平均気温よりも 1-2 高い。

恒温層における地中温度 $T_e = 0.83 a + 3.7$ ()

a : その地点における年平均気温

T_e (京都市) = $0.83 a + 3.7$ () = $0.83 \cdot 15 + 3.7$ () **16** ()

恒温層以浅 年間で数 の振幅で変化する。

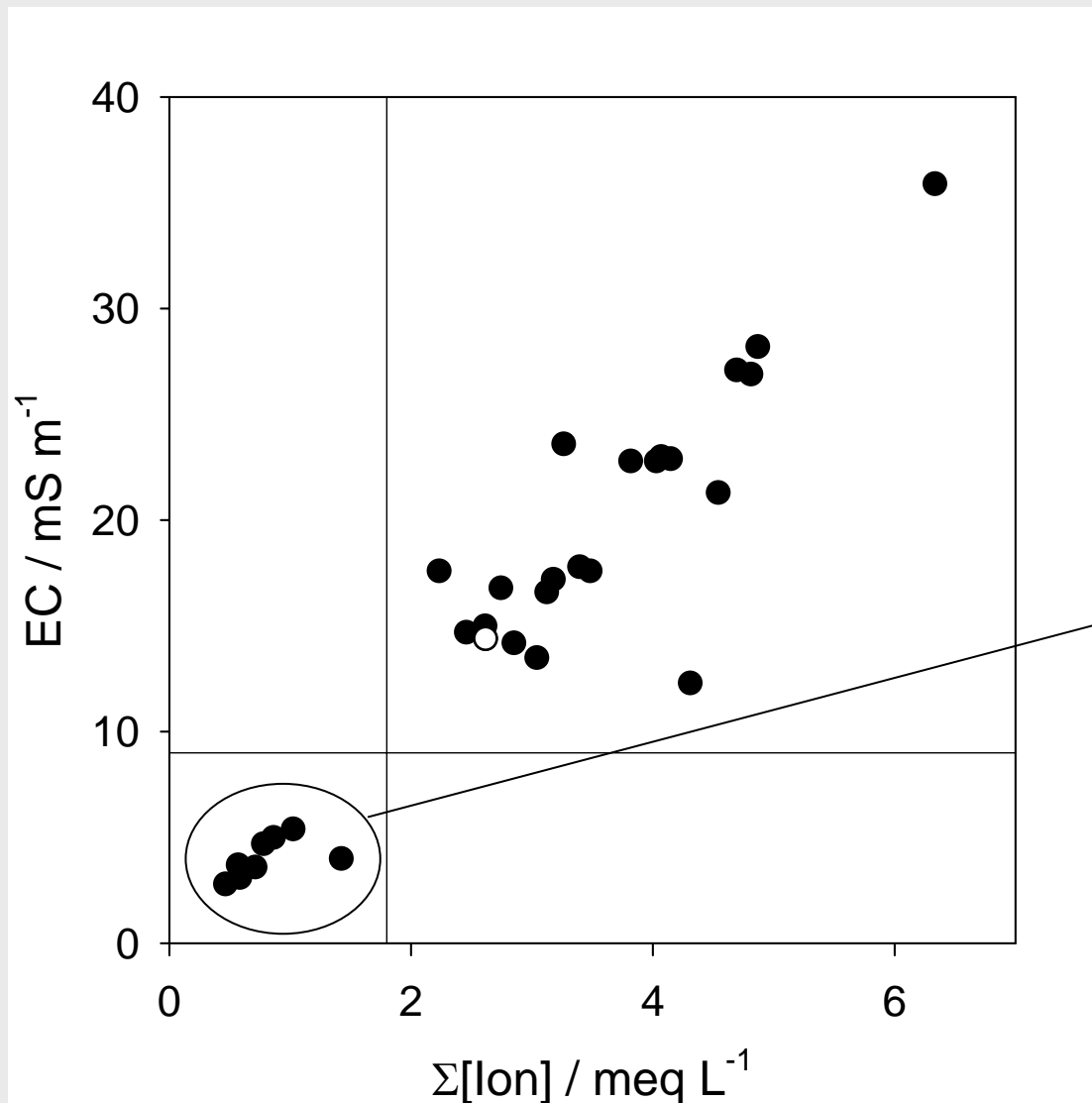
恒温層以深 深度(x m)とともに上昇する。

$T_x = T_0 + ax$ a : 地中増温率 約0.03-0.04(約3-4 /100m)

地中温度 地下水温 循環速度が極めて遅く, 平衡が成立すると仮定できる。

地下水温 井戸水温? 井戸の構造や使用状況による。

伝導率と総イオン濃度



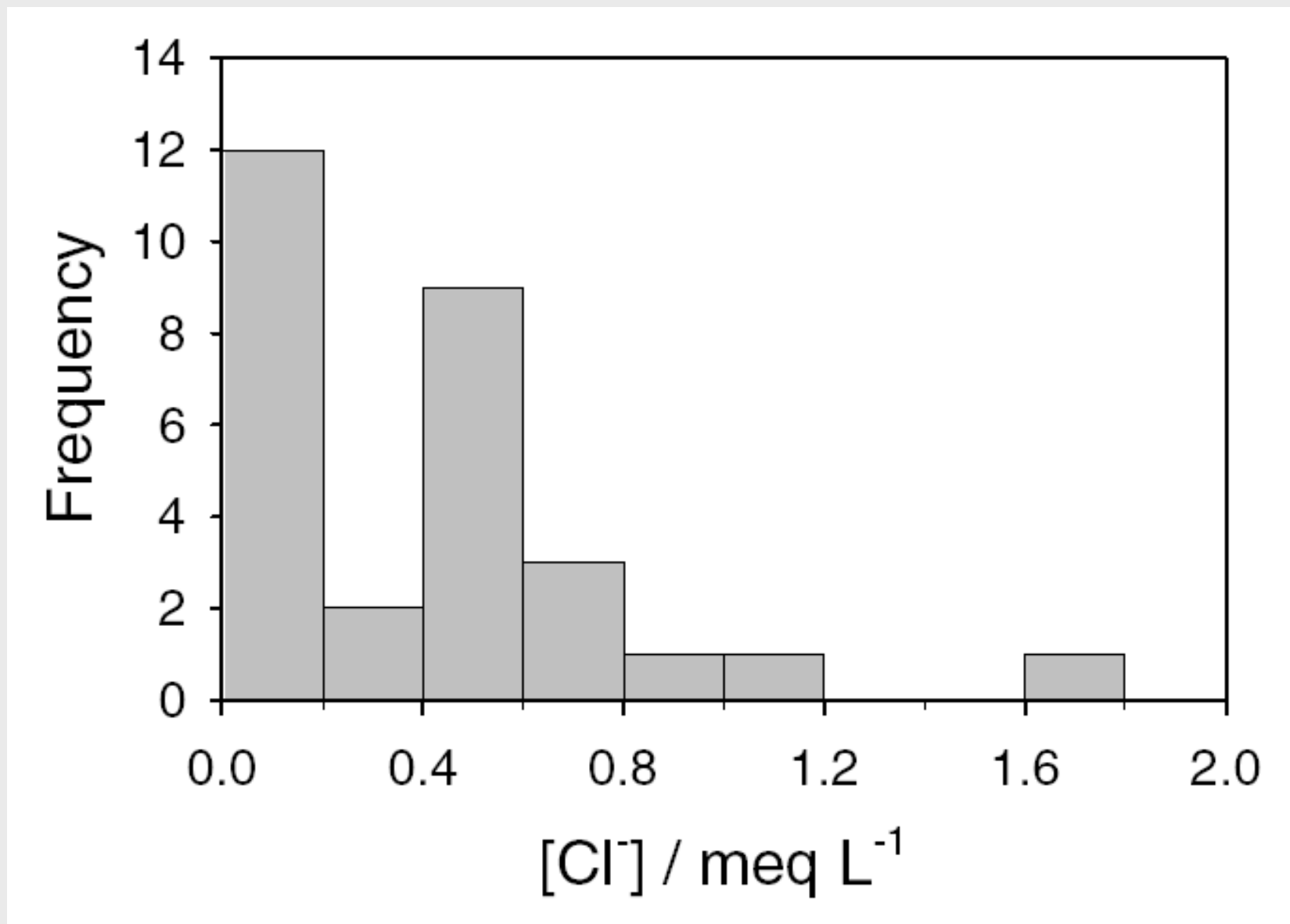
北山・東山丘陵地の井水
8試料: イオン濃度低い

- ・比較的浅い地層を流下
- ・涵養地域が近い
- ・滞留時間が短い
- ・冬季は低水温

< 15 , 5試料 < 10

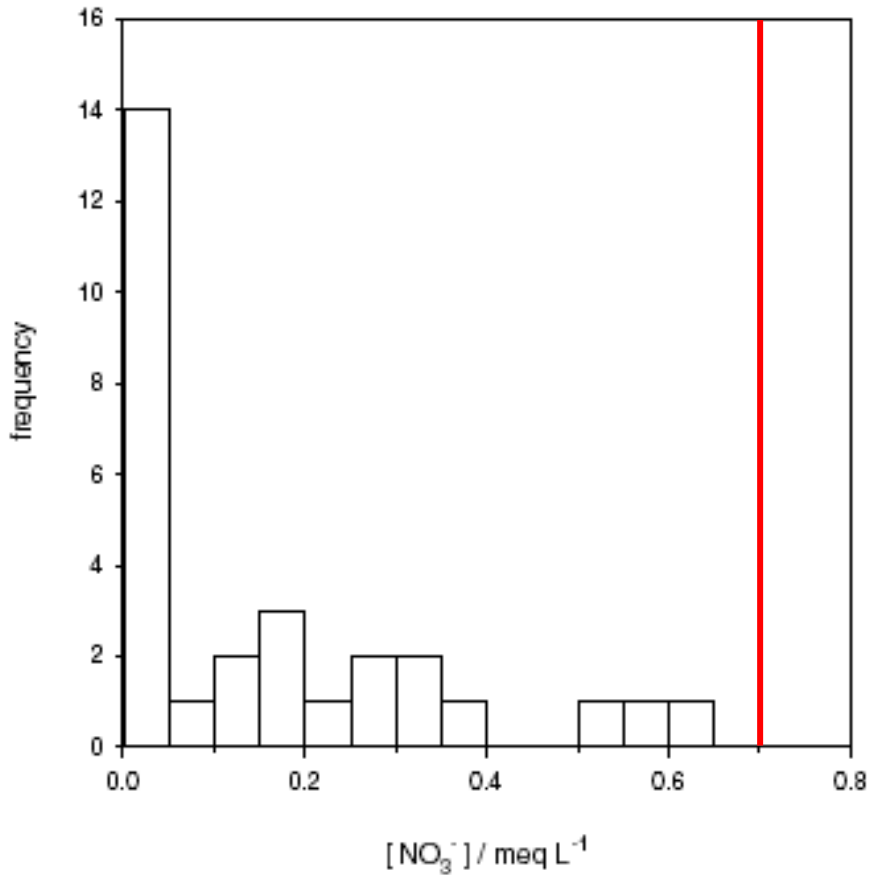
人為的汚染の影響

塩化物イオン

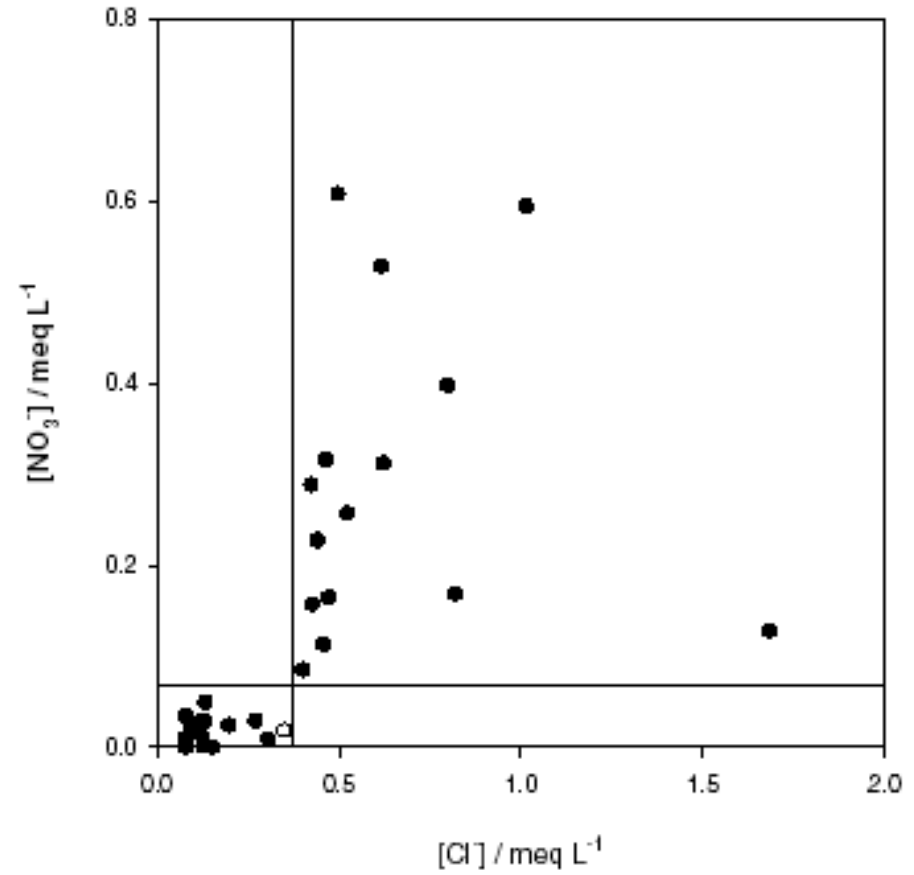


硝酸イオン

[NO₃⁻] Frequency



Cl⁻ - NO₃⁻



市街部で硝酸濃度が高い

ゆるい相関 人為的汚染

特徴による4分類

- ・山地丘陵地型

溶存物質量少・雨水の影響

8試料 , No. 9, 10, 12, 13, 14, 15, 26, 29

- ・都市部地表水涵養型

Cl, NO₃ 多

15試料 , No. 3, 4, 5, 6, 7, 11, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24

- ・都市部深井戸型

Cl, NO₃ 少

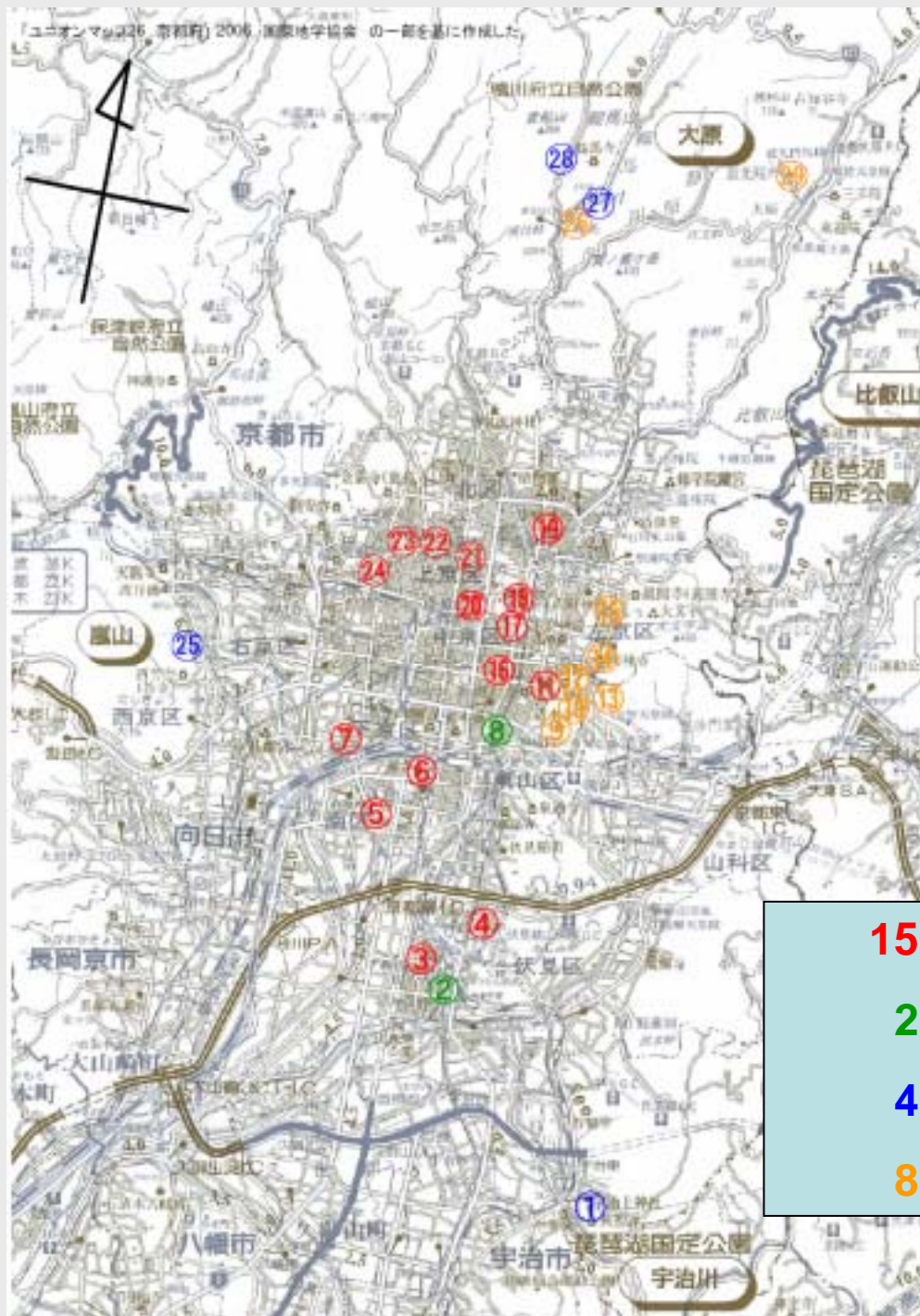
2試料 , No. 2, 8

- ・郊外型

Ca-HCO₃ 主成分 , Cl, NO₃ 汚染なし

4試料 , No. 1, 25, 27, 28)

4分類



15井水 都市部地表水涵养型

2井水 都市部深井戸型

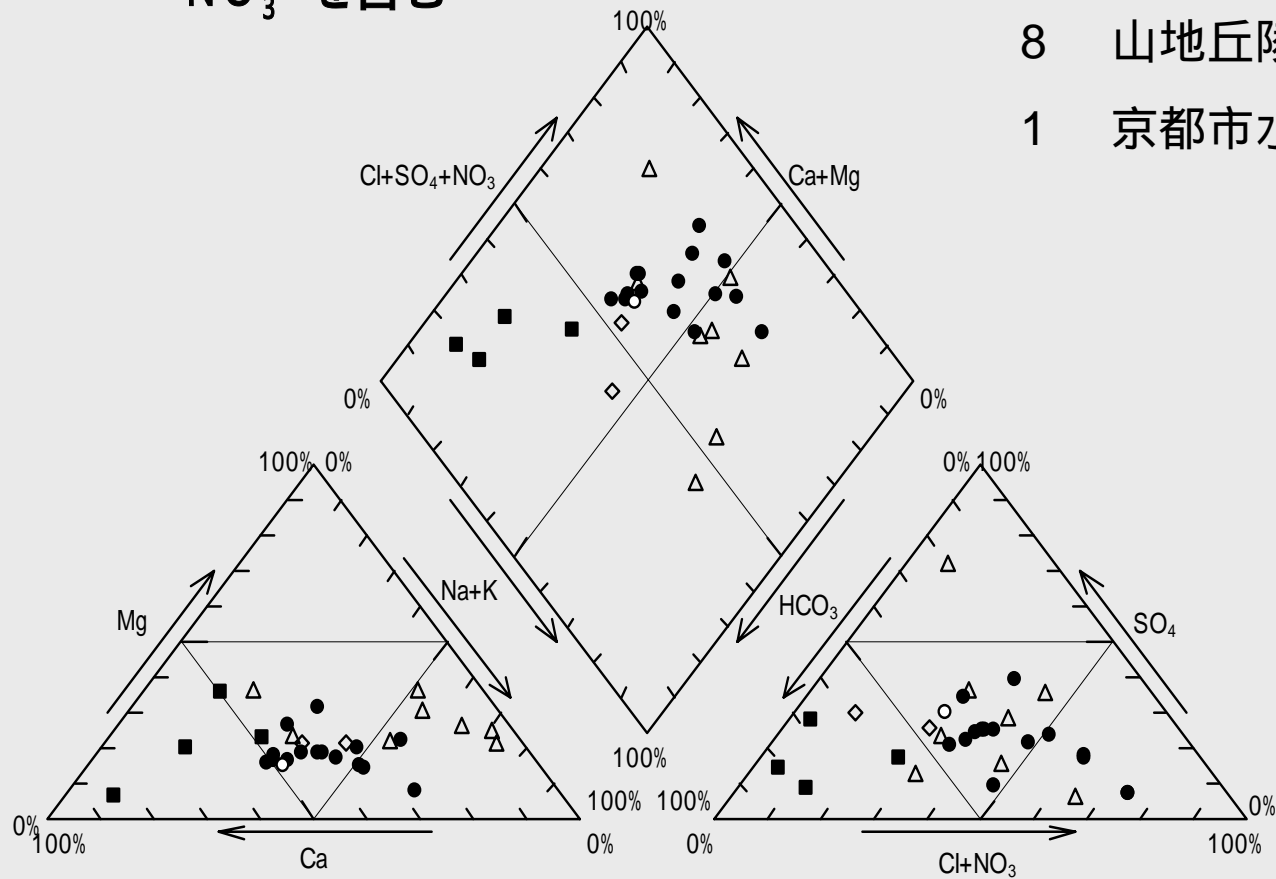
4井水 郊外型

8井水 山地丘陵地型

パイパーダイアグラム

トリリニアダイアグラム

NO₃⁻を含む



15 都市部地表水涵養型

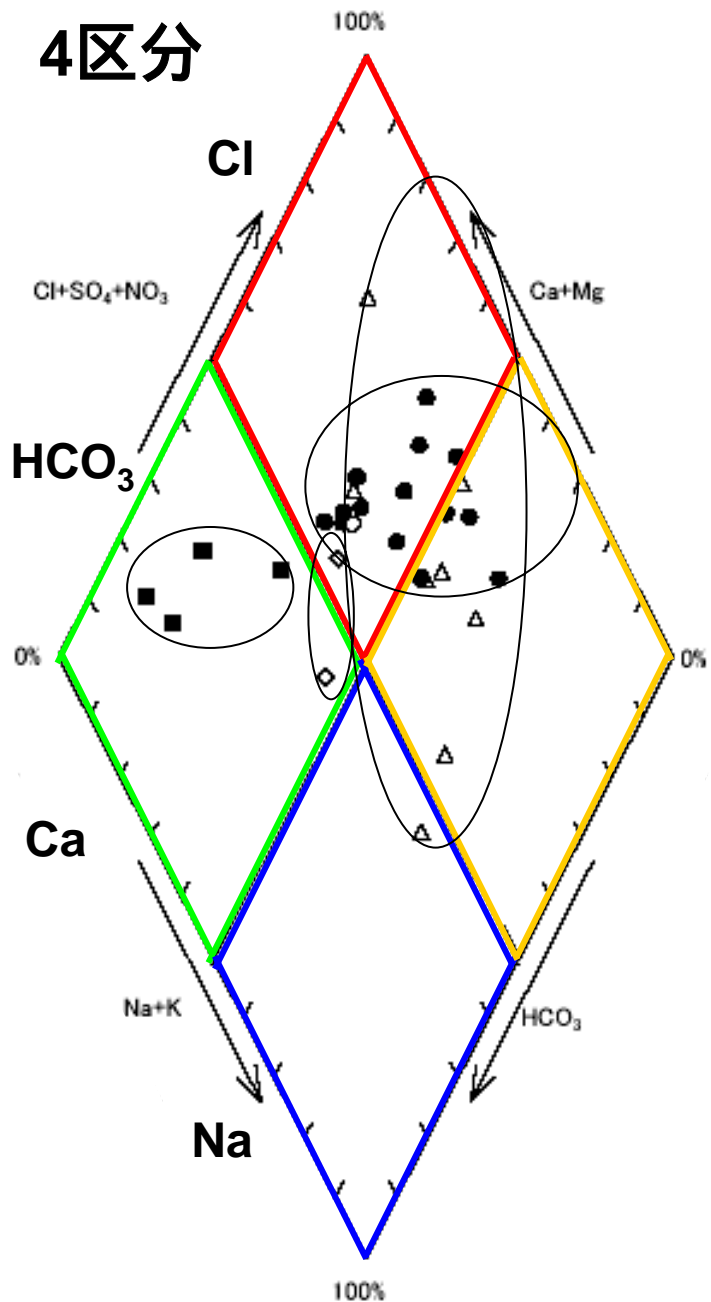
2 都市部深井戸型

4 郊外型

8 山地丘陵地型

1 京都市水道水

4区分



トリリニアダイアグラム



Ca-HCO₃ 型 郊外型
都市部深井戸型



Ca-Cl 型 都市部地表水涵養型
山地丘陵地型
都市部深井戸型



Na-Cl 型 山地丘陵地型
都市部地表水涵養型



Na-HCO₃ 型 山地丘陵地型

地下水流動の解析

濃度相関マトリクス

$$A = ([\text{Ca}^{2+}], [\text{Mg}^{2+}], [\text{Na}^+], [\text{K}^+], [\text{HCO}_3^-], [\text{SO}_4^{2-}], [\text{Cl}^-]) = (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7)$$

2つの試料水A, Bの主要7成分の比を要素とする行列の積を求める。

$$(y_{i,j})_{A,B} = \begin{pmatrix} \frac{a_1}{b_1} \\ \frac{a_2}{b_2} \\ \frac{a_3}{b_3} \\ \frac{a_4}{b_4} \\ \frac{a_5}{b_5} \\ \frac{a_6}{b_6} \\ \frac{a_7}{b_7} \end{pmatrix} \begin{bmatrix} \frac{b_1}{a_1} & \frac{b_2}{a_2} & \frac{b_3}{a_3} & \frac{b_4}{a_4} & \frac{b_5}{a_5} & \frac{b_6}{a_6} & \frac{b_7}{a_7} \end{bmatrix}$$

試料水A, Bの主要7成分の比を要素とする7 × 1行列

7 × 1行列の要素の逆数を要素として転置した1 × 7行列

濃度相関マトリクス

成分比を要素とする行列の積として得られる, 7 × 7行列の要素の値について調べる。

$$(y_{i,j})_{A,B} = \begin{pmatrix} \frac{a_1/a_1}{b_1/b_1} & \frac{a_1/a_2}{b_1/b_2} & \frac{a_1/a_3}{b_1/b_3} & \frac{a_1/a_4}{b_1/b_4} & \frac{a_1/a_5}{b_1/b_5} & \frac{a_1/a_6}{b_1/b_6} & \frac{a_1/a_7}{b_1/b_7} \\ \frac{a_2/a_1}{b_2/b_1} & \frac{a_2/a_2}{b_2/b_2} & \frac{a_2/a_3}{b_2/b_3} & \frac{a_2/a_4}{b_2/b_4} & \frac{a_2/a_5}{b_2/b_5} & \frac{a_2/a_6}{b_2/b_6} & \frac{a_2/a_7}{b_2/b_7} \\ \frac{a_3/a_1}{b_3/b_1} & \frac{a_3/a_2}{b_3/b_2} & \frac{a_3/a_3}{b_3/b_3} & \frac{a_3/a_4}{b_3/b_4} & \frac{a_3/a_5}{b_3/b_5} & \frac{a_3/a_6}{b_3/b_6} & \frac{a_3/a_7}{b_3/b_7} \\ \frac{a_4/a_1}{b_4/b_1} & \frac{a_4/a_2}{b_4/b_2} & \frac{a_4/a_3}{b_4/b_3} & \frac{a_4/a_4}{b_4/b_4} & \frac{a_4/a_5}{b_4/b_5} & \frac{a_4/a_6}{b_4/b_6} & \frac{a_4/a_7}{b_4/b_7} \\ \frac{a_5/a_1}{b_5/b_1} & \frac{a_5/a_2}{b_5/b_2} & \frac{a_5/a_3}{b_5/b_3} & \frac{a_5/a_4}{b_5/b_4} & \frac{a_5/a_5}{b_5/b_5} & \frac{a_5/a_6}{b_5/b_6} & \frac{a_5/a_7}{b_5/b_7} \\ \frac{a_6/a_1}{b_6/b_1} & \frac{a_6/a_2}{b_6/b_2} & \frac{a_6/a_3}{b_6/b_3} & \frac{a_6/a_4}{b_6/b_4} & \frac{a_6/a_5}{b_6/b_5} & \frac{a_6/a_6}{b_6/b_6} & \frac{a_6/a_7}{b_6/b_7} \\ \frac{a_7/a_1}{b_7/b_1} & \frac{a_7/a_2}{b_7/b_2} & \frac{a_7/a_3}{b_7/b_3} & \frac{a_7/a_4}{b_7/b_4} & \frac{a_7/a_5}{b_7/b_5} & \frac{a_7/a_6}{b_7/b_6} & \frac{a_7/a_7}{b_7/b_7} \end{pmatrix}$$

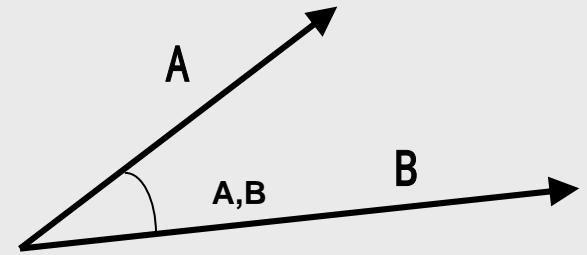
相関数 = (1/1.3 ~ 1.3の範囲の要素の数) / (全要素の数, 49)

1 (類似性高い)

パターン認識法

試料水Aを、主要7成分の濃度をベクトル成分とする7次元ベクトルと考える。

$$\begin{aligned} A &= ([\text{Ca}^{2+}], [\text{Mg}^{2+}], [\text{Na}^+], [\text{K}^+], [\text{HCO}_3^-], [\text{SO}_4^{2-}], [\text{Cl}^-]) \\ &= (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7) \end{aligned}$$



0 (cos 1) のとき, 類似性が高い

パターン類似率 S : 2つのベクトルA, Bが成す角度 の余弦関数cos

$$\begin{aligned} S(A, B) &= \cos_{A,B} = (A, B) / (|A| \cdot |B|) = \frac{a_i b_i}{a_i a_i \cdot b_i b_i} \\ &= \frac{(a_1 b_1 + a_2 b_2 + a_3 b_3 + a_4 b_4 + a_5 b_5 + a_6 b_6 + a_7 b_7)}{(a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + a_4^2 + a_5^2 + a_6^2 + a_7^2) (a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + a_4^2 + a_5^2 + a_6^2 + a_7^2)} \end{aligned}$$

パターン認識 表

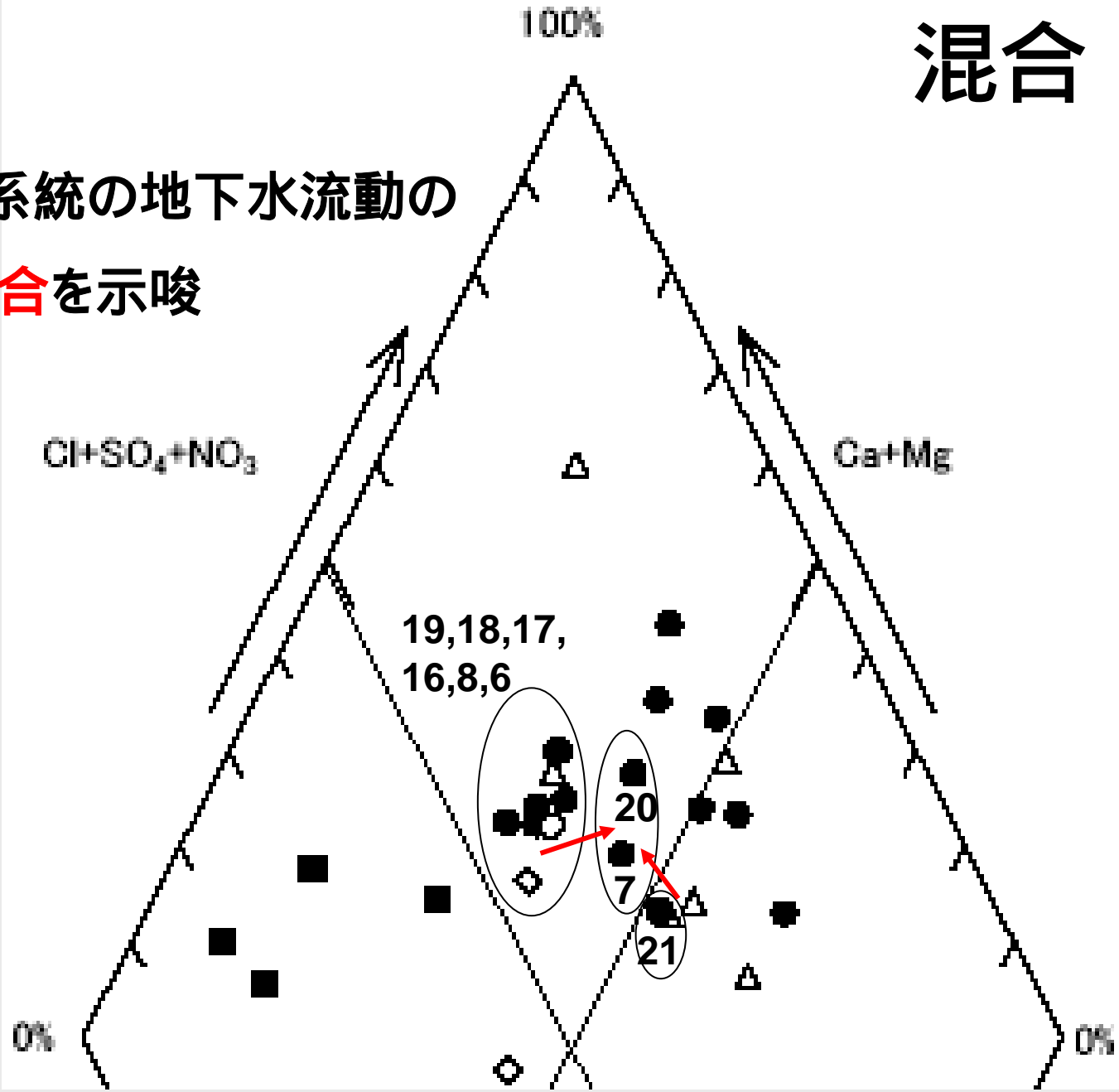
表 パターン認識法により得られたパターン類似率

試料番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
1		B	C	C	C	B	C	B	C	C	C	C	C	C	C	B	C	B	B	C	C	C	C	B	B	C	B	B	C	C			
2			C	C	C	B	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C			
3				C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	E	C	C	C	C		
4					C	C	C	C	C	C	B	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	D	C	C	C	C		
5						C	B	C	C	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
6							C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	B	C	C	C	C	B	
7								B	C	C	C	B	C	B	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	B	
8									C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	
9										C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
10											C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
11												C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	
12													C	B	C	C	C	C	C	C	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
13														C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
14															C	C	C	C	C	C	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	
15																C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	E	C	C	C	C	C	
16																	A	A	A	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	B	A		
17																		B	A	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	B	A		
18																			B	B	B	C	C	B	C	C	C	C	C	B	B		
19																				B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A		
20																					B	B	C	C	C	C	C	C	C	B	B		
21																						B	C	C	C	C	C	C	C	C	B		
22																							B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
23																									C	C	C	C	C	C	C	C	
24																										C	C	C	C	B	C	C	
25																										C	B	B	C	C	C		
26																											D	C	C	C	C		
27																													B	C	C		
28																														C	C		
29																															C	C	
30																																C	C

A: パターン類似率 $s > 0.996$, B: $s > 0.96$, C: $s > 0.46$, D: $s > 0.4$, E: $s > 0.4$.

混合

2系統の地下水流動の
混合を示唆



まとめ

- ・都市部では、地表水の混入が大きく、 Cl^- が多く、同時に NO_3^- も多い傾向が見られた。
しかし、郊外部および都市部の深井戸では、汚染の少ない Ca-HCO_3 型の水質が見られた。
- ・地下水中の Na , K , Cl は、雨水によるフォールアウトの形で陸水に供給されたものが保持され地下水中に流入したと考えられる。
- ・大気中の CO_2 や有機物の分解により生じた CO_2 が地下水に溶け、岩石成分を $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ として溶解し、地下水中に Ca を供給している。
- ・ Fe は有機物との錯体として可溶化される場合が多いと推察される。
- ・鴨川沿いに地下水が流動している。鴨川の西側は、鴨川と桂川とに挟まれた地域であるが、ここにも北から南の方向に地下水の流れがある。この地下水は、鴨川沿いに流動する地下水と混合していると推察される。