

2016年度(H28年度)

## 地下水盆管理学概論

福島大学 共生システム理工学類  
環境システムマネジメント専攻  
柴崎 直明

## 12. 地下水の計測と評価(2) 地下水位調査, 水質調査



喜多方市での地下水位測定

### 地下水位調査の意義

地下水流動を解明する基本的な調査

- 1) 地下水面(地下水頭)の分布状況から、地下水の流動方向を把握することができる
- 2) 地下水位の経時的な変動記録から、地下水かん養や揚水の影響、地下水の収支状況を把握することができる。

3

### 地下水位調査のポイント(1)

- ① 地下水は、地形・地質条件によって存在様式が異なる。まず、地形・地質に関する情報を入手することが重要
- ② 地下水は帯水層ごとに水位や流動方向が異なるので、対象とする地下水を明確にする必要がある

4

### 地下水位調査のポイント(2)

- ③ 地下水調査には、広域的な観測と長期的な観測とがあるので、目的に応じて適切な調査を実施することが重要

5

### 地下水位調査の分類

|      | 短期一斉観測                                                      | 長期連続観測                        |
|------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 目的   | 地下水面の広域的な分布を把握                                              | 地下水位の経時的な変動を把握                |
| 調査対象 | 観測井、既存井戸(湧水、カナート)                                           | 観測井                           |
| 主な成果 | 地下水面(水頭)分布図                                                 | 地下水位変動グラフ                     |
| 留意点  | 対象井戸のスクリーン深度と帯水層区分の確認、1回の測定はできるだけ短期間で実施、異なる季節で数回実施することが望ましい | 局所的な原因による水位変動の防止、降水量や揚水記録との比較 |

6

### 短期一斉観測の方法(1)

理想的な調査目標:

同一時間における帯水層別の地下水面(または地下水頭)を広域的に測定し、地下水ポテンシャルの分布を把握する

7

### 短期一斉観測の方法(2)

#### ① 対象井戸の選定

- 井戸構造(井戸深度、スクリーン深度)の明らかな井戸を選定
- 対象井戸がなるべく均等に分布するように選定
- 帯水層が複数ある場合、どの帯水層の水位を測定しているかを確認

8

### 短期一斉観測の方法(3)

#### ② 現地での作業

- 平面位置の測定(GPS測定、m単位)
- 対象井戸地点の地盤標高の測定  
(できれば水準測量を実施、cm単位)
- 水位測定基準点(MP)の高さの測定  
(cm単位)
- 生産井戸の場合、揚水停止後、水位が回復しているかどうか確認

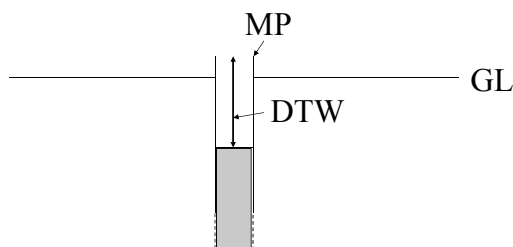
### 短期一斉観測の方法(4)

#### ③ 水位測定

- 水位測定基準点(MP)から地下水面までの距離(DTW)を水位計で測定(0.5cm単位)

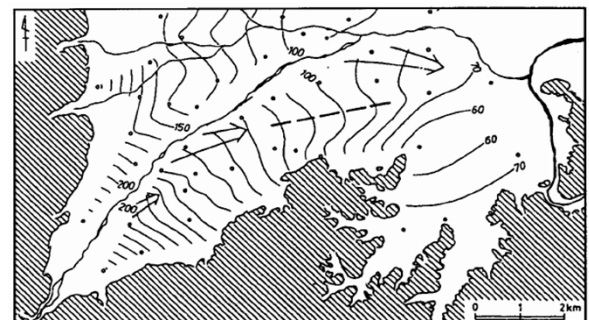


### 地下水位の計算方法



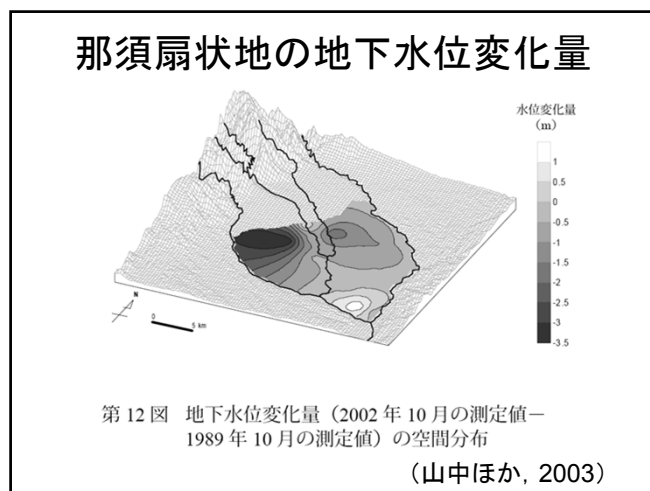
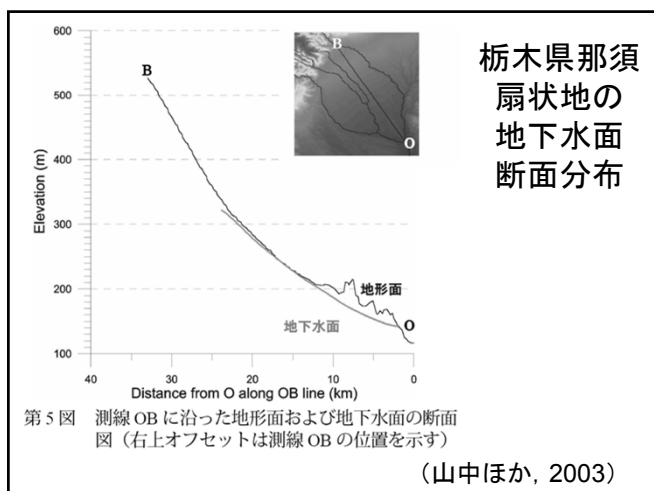
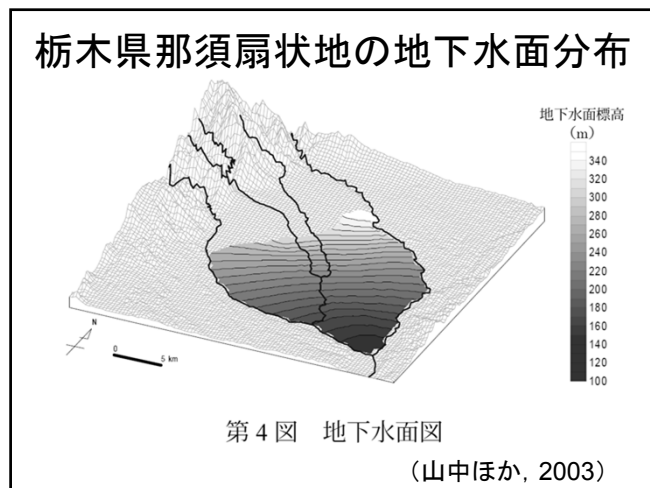
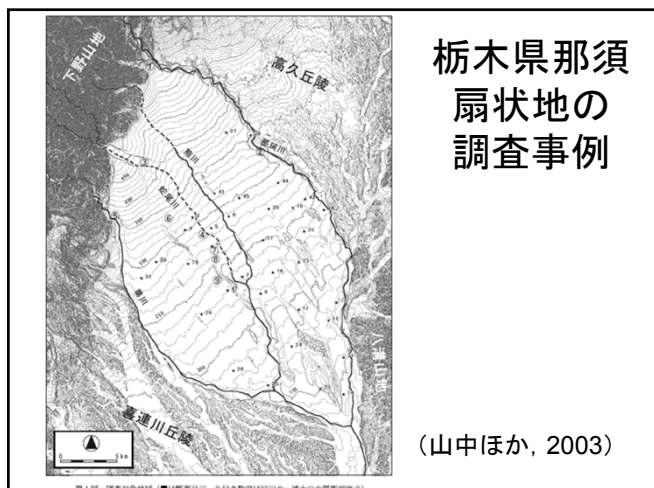
GL = 海拔100 m、MPの高さ = GL+100 cm、DTW = 3.50 m  
 MP海拔標高 = 101.00 m  
 地下水面海拔標高 = 101.00 m - 3.50 m = 97.50 m

### 地下水面図の例(福島盆地)



太破線は地下水流。等高線の数字は地下水面の海拔高度(m)。  
 丸印は地下水位測定点の井戸。矢印は河川水の主要な流入経路

(農業技術環境研究所HPより)



## 長期連続観測の方法(1)

### 理想的な調査目標:

同一地点における複数の帯水層の地下水面(または地下水頭)を連続的に測定し、地下水位の変動を把握する

## 長期連続観測の方法(2)

### ① 対象井戸の選定

- 井戸構造(井戸深度、スクリーン深度)の明らかな観測専用井戸が望ましい
- 帯水層が複数ある場合、帯水層別に観測井が設置されていることが望ましい

## 長期連続観測の方法(3)

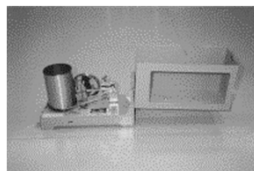
### ② 水位計による手動測定の方法

- 定期的に決められた時刻に測定  
例: 1日1回 毎朝午前9時  
5日に1回、正午  
(1日の間でも水位変動している可能性がある  
るので、同一時刻に測定することが望ましい)
- 数字で記録するだけでなく、グラフにプ  
ロットする(データ誤記入防止のため)

## 長期連続観測の方法(4)

### ③ 自記水位計による連続測定の方法

- 自記水位計の種類を確認し、正しくセッ  
トする



フロート式自記水位計

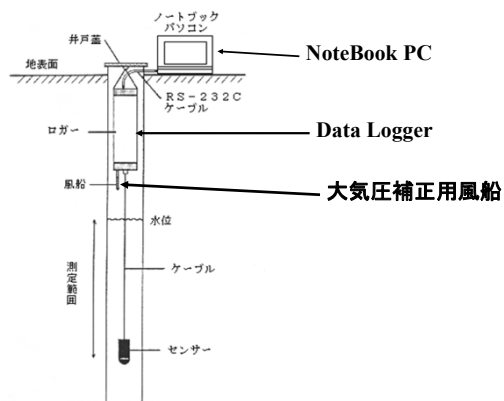


水圧式自記水位計

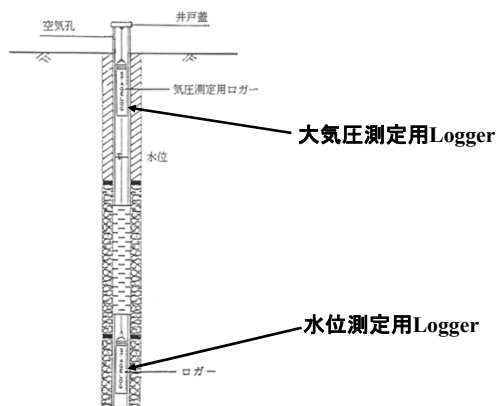
### 地下水位・地盤沈下 観測井の例



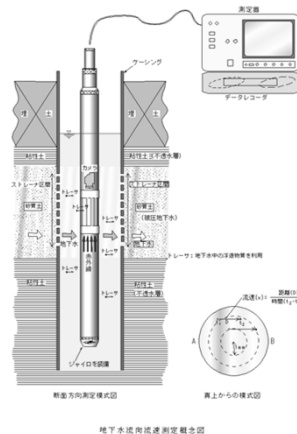
### 水圧式自記水位計(1)

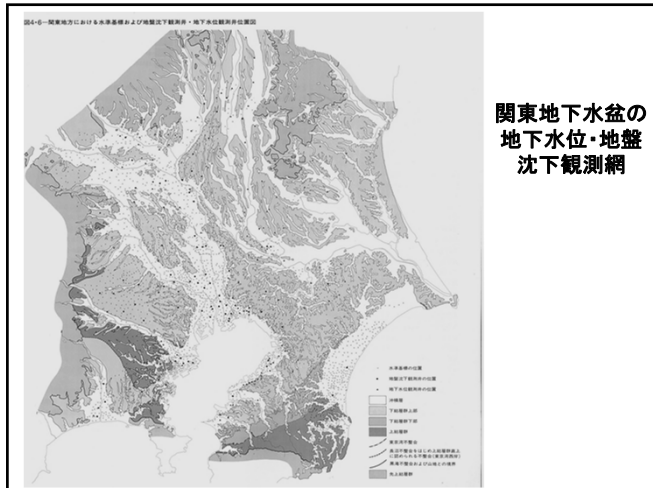


### 水圧式自記水位計(2)



### 地下水 流向流速計

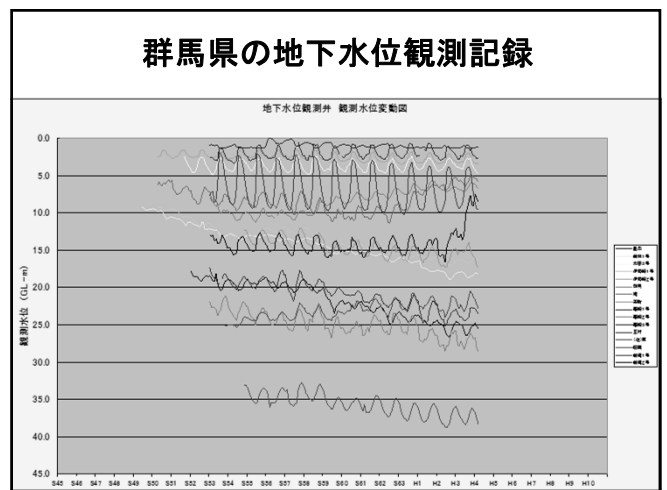
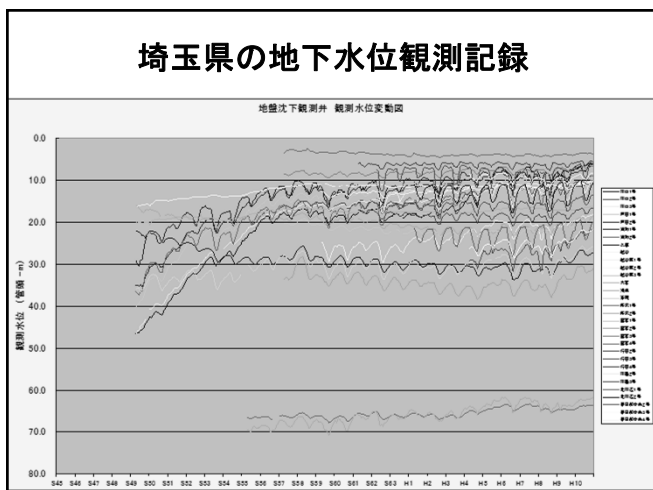
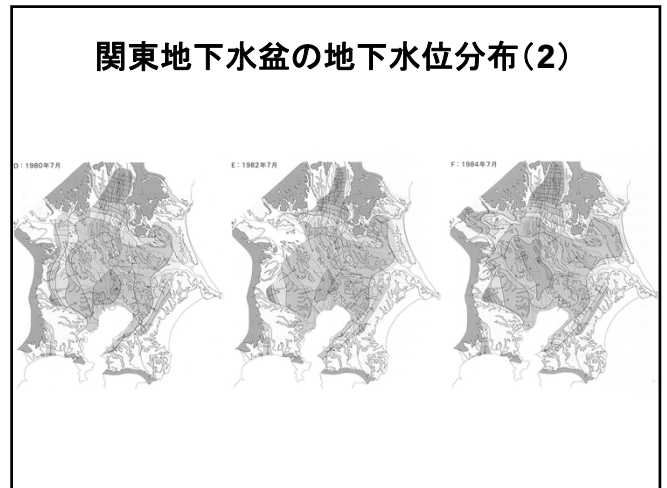
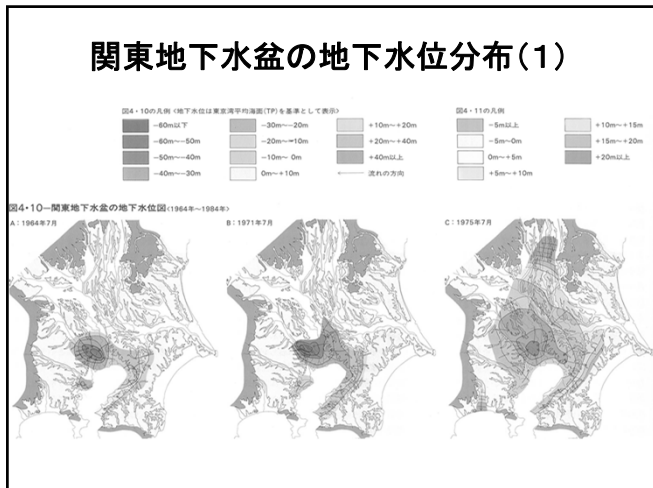




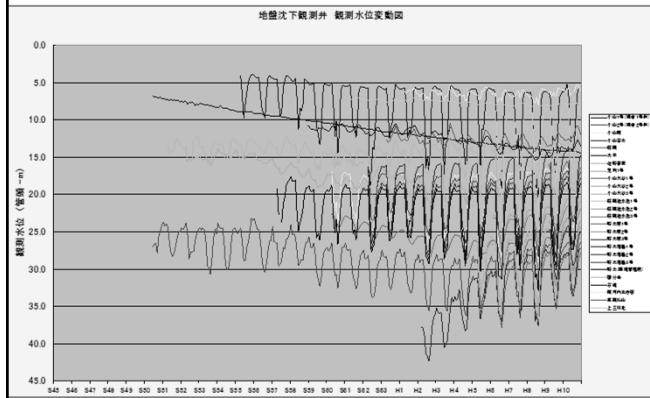
### 関東地下水盆の 地下水位・地盤沈下観測井数量

表4・2—関東地方における地盤沈下・地下水位観測井の設置状況(1986.3.時点)

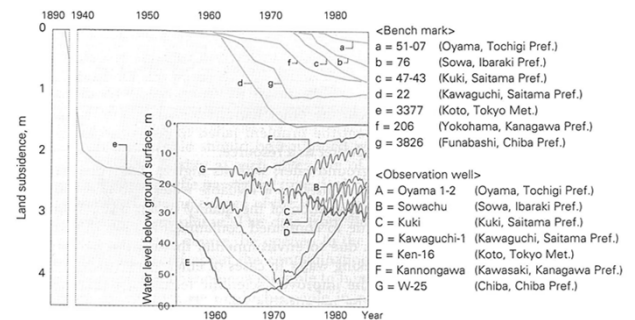
|                 | 東京都 | 埼玉県 |     |     |    | 神奈川県 |     |     |      |     |    | 千葉県 | 茨城県 | 栃木県 | 群馬県 | 合計  |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|----|------|-----|-----|------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                 |     | 県   | 建設省 | 農林省 | 合計 | 横浜市  | 川崎市 | 平塚市 | 海老名市 | 寒川町 | 合計 |     |     |     |     |     |
| 観測開始年<br>(昭和・年) | 28  | 37  |     |     |    | 35   | 34  | 48  | 45   | 54  |    | 34  | 48  | 49  | 50  |     |
| 観測地点数           | 31  | 23  | 4   | 3   | 30 | 12   | 9   | 4   | 1    | 1   | 26 | 70  | 57  | 56  | 22  | 292 |
| 観測井数            | 75  | 36  | 4   | 6   | 46 | 15   | 9   | 4   | 1    | 1   | 30 | 118 | 97  | 58  | 26  | 450 |



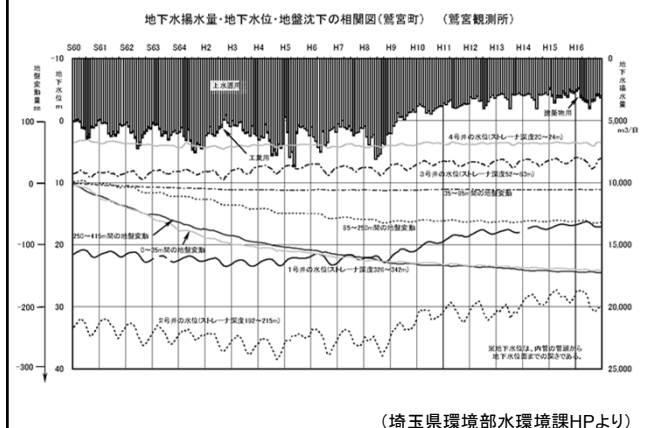
## 栃木県の地下水位観測記録



## 関東地下水盆における 地下水位・地盤沈下長期観測記録 (1890年～)



## 埼玉県鷲宮観測所の長期記録(S60年～)



## 水質分析結果の表示と解析

水質組成の地球化学的な考察

モル濃度や当量濃度を使用する

当量濃度： 溶液1L中の含有量を当量数  
であらわす

地下水ではミリグラム当量が表示されることが  
多く、その単位は「meq/L」あるいは「me/L」,  
「epm」などと表示される

## 当量濃度の特徴

地下水の分析値では、陽イオン(Cation)と陰イオン(Anion)それぞれの当量濃度の合計は等しくなる

陽イオン(Cations):  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$

陰イオン(Anions):  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$

## 「mg/L」から「meq/L」への変換

次の係数を「mg/L」濃度値に乘ずると、「meq/L」濃度値に変換できる

|                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| Bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ): | 0.01639 |
| Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ):     | 0.04990 |
| Chloride ( $\text{Cl}^-$ ):       | 0.02821 |
| Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ):   | 0.08226 |
| Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ):      | 0.01613 |
| Potassium ( $\text{K}^+$ ):       | 0.02557 |
| Sodium ( $\text{Na}^+$ ):         | 0.04350 |
| Sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ):   | 0.02082 |

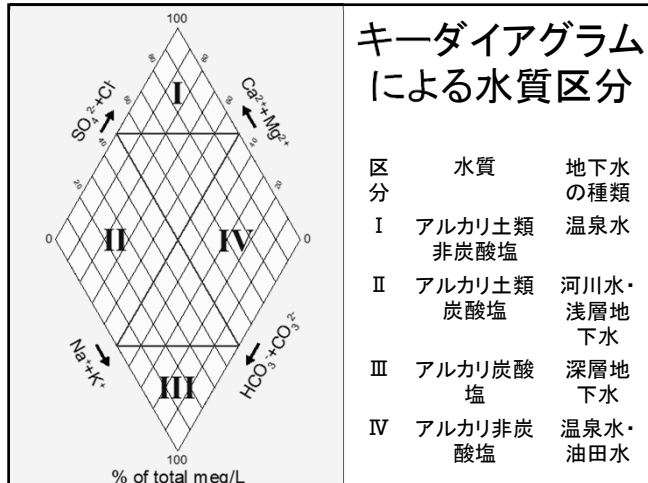
## ミリグラム当量濃度での データのチェック

**Table 11.4**  
Evaluating the electroneutrality of the example routine analysis

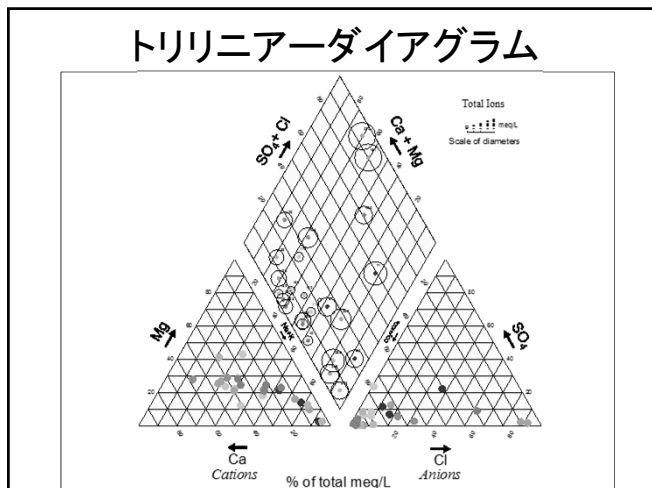
| Cation concentration |      |       | Anion concentration           |      |       |
|----------------------|------|-------|-------------------------------|------|-------|
|                      | mg/L | meq/L |                               | mg/L | meq/L |
| Ca <sup>2+</sup>     | 1.0  | 0.05  | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 1315 | 21.6  |
| Mg <sup>2+</sup>     | 1.0  | 0.08  | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 59   | 1.22  |
| Na <sup>+</sup>      | 550  | 23.9  | Cl <sup>-</sup>               | 45   | 1.27  |
| K <sup>+</sup>       | 3.5  | 0.09  | F <sup>-</sup>                | 0.25 | 0.01  |
| Fe                   | 8.7  | 0.31  | Total                         |      | 24.1  |
| Total                |      | 24.4  | cation/anion ratio = 1.01     |      |       |

(Domenico & Schwartz, 1990より)

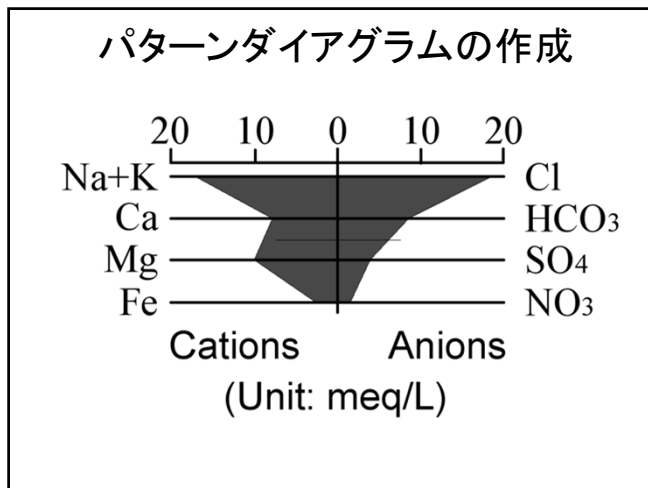
## キーダイアグラム による水質区分



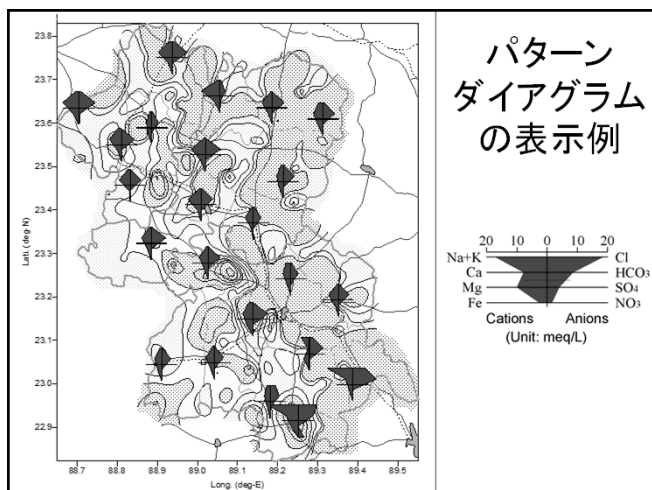
## トリリニアードイアグラム



## パターンダイアグラムの作成



## パターン ダイアグラムの 表示例



## 参考文献

水収支研究グループ編  
「地下水資源・環境論—その理論と実践—」  
共立出版、1993年

Todd, D. K. : “Groundwater Hydrology  
2nd Ed.”, John Wiley & Sons, 1980年

Domenico, P. A. and Schwartz, F. W. :  
“Physical and Chemical Hydrogeology”,  
John Wiley & Sons, 1990年