

2024年度(R06年度)

## 地下水益管理学

福島大学 共生システム理工学類  
地球環境コース  
柴崎 直明

1

## 12. 地下水の計測と評価 地下水位・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

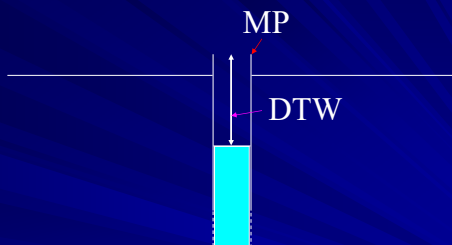
## 短期一斉観測の方法(4)

### 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)

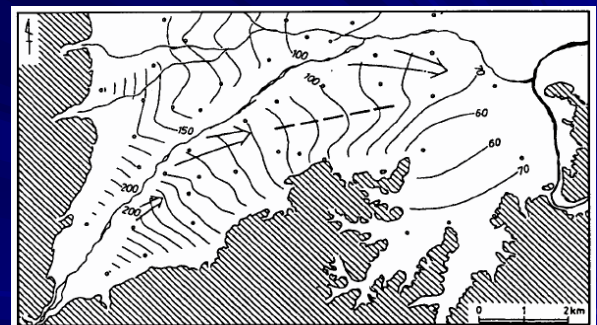


## 地下水位の計算方法



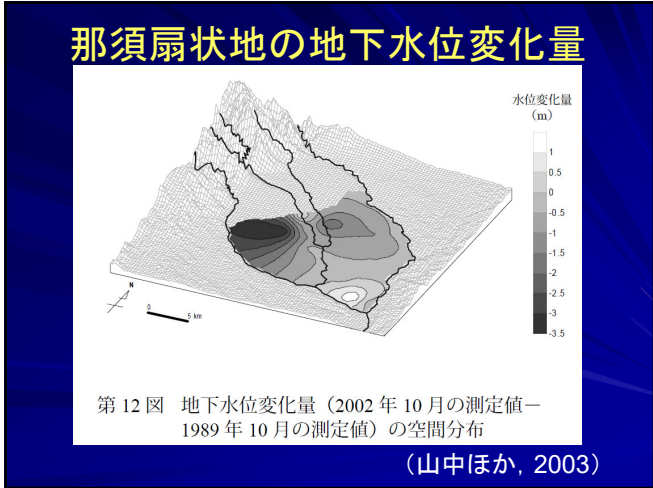
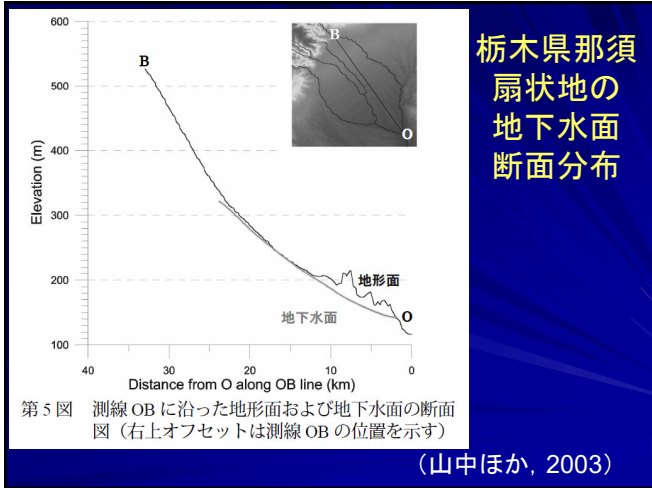
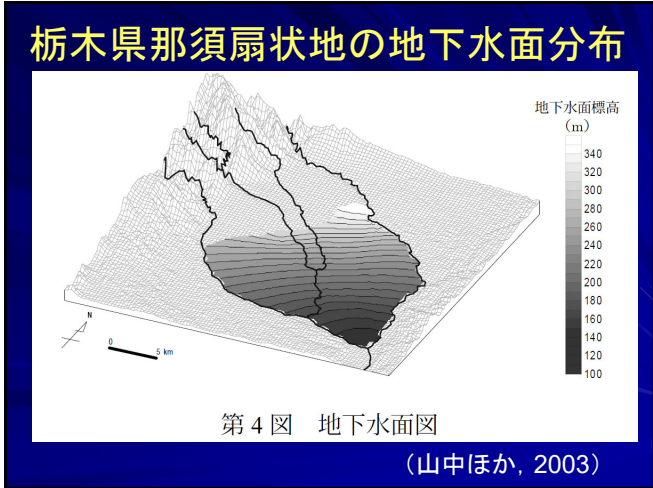
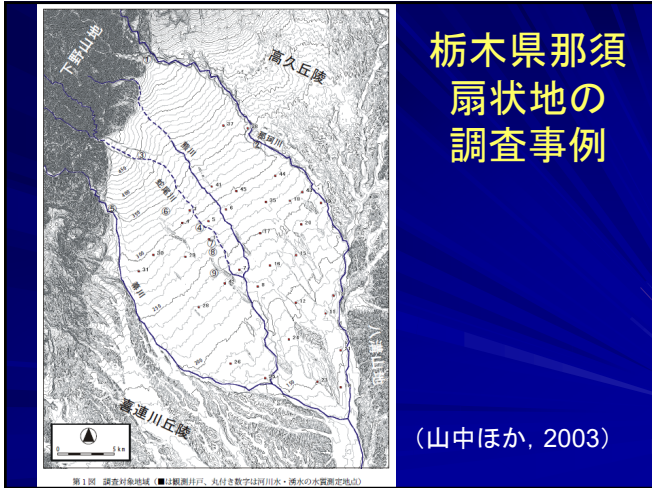
GL = 海拔100 m、MPの高さ = GL+100 cm、DTW = 3.50 m  
MP海拔標高 = 101.00 m  
地下水面海拔標高 = 101.00 m - 3.50 m = 97.50 m

## 地下水面図の例(福島盆地)



太破線は地下水嶺。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**

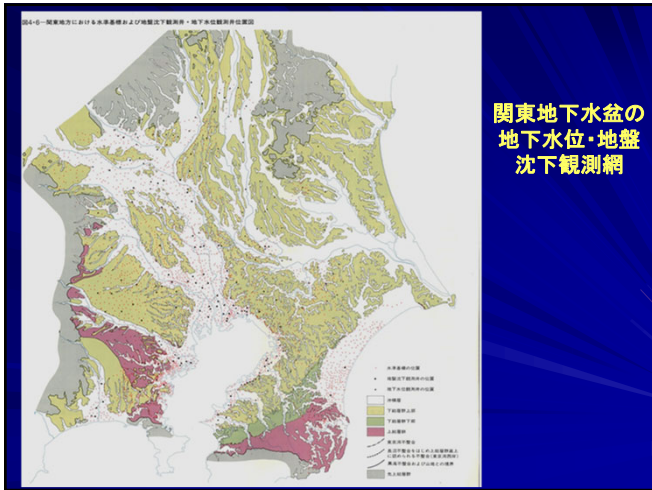
**水圧式自記水位計(1)**

- NoteBook PC
- Data Logger
- 大気圧補正用風船

**水圧式自記水位計(2)**

- 大気圧測定用Logger
- 水位測定用Logger

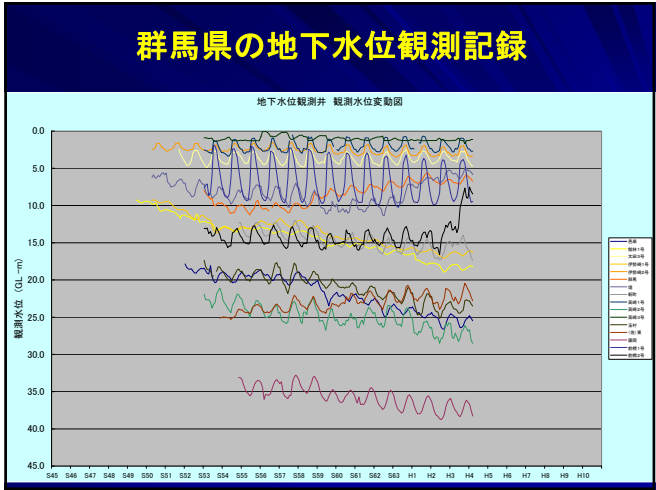
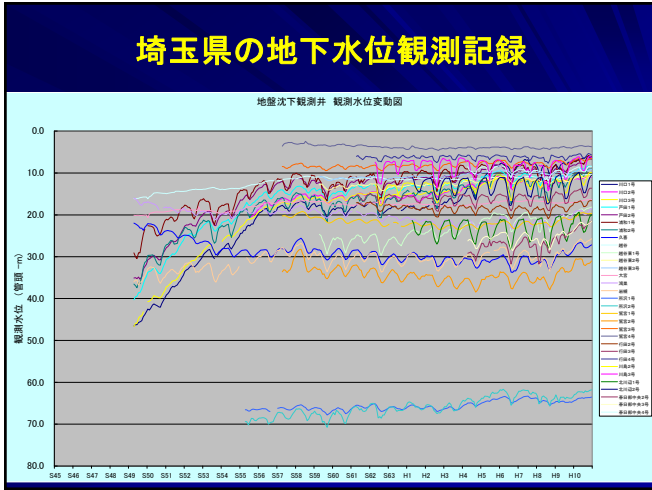
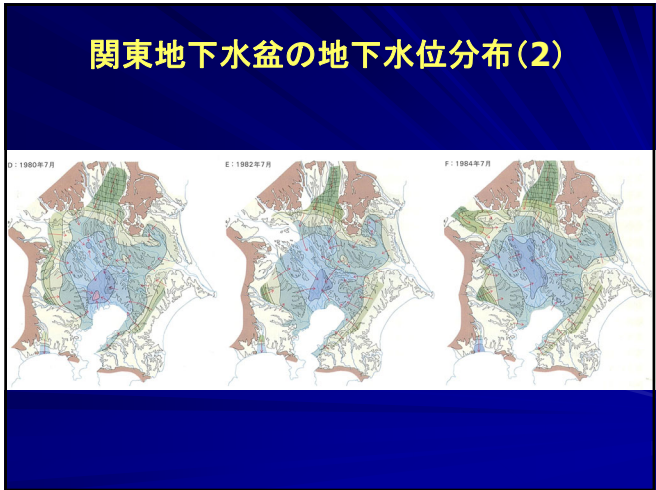
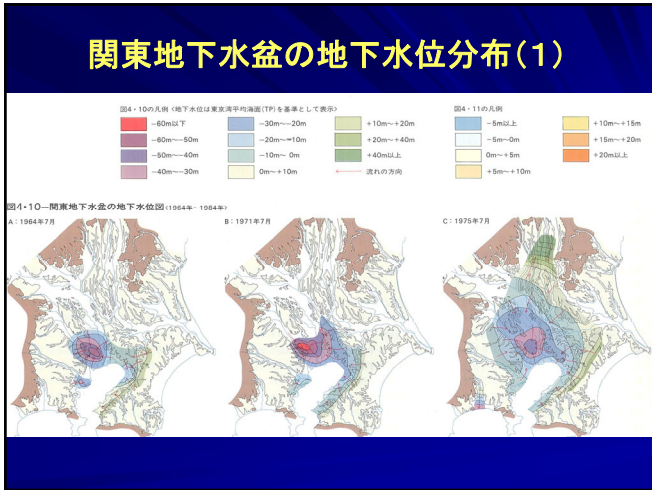
**地下水  
流向流速計**



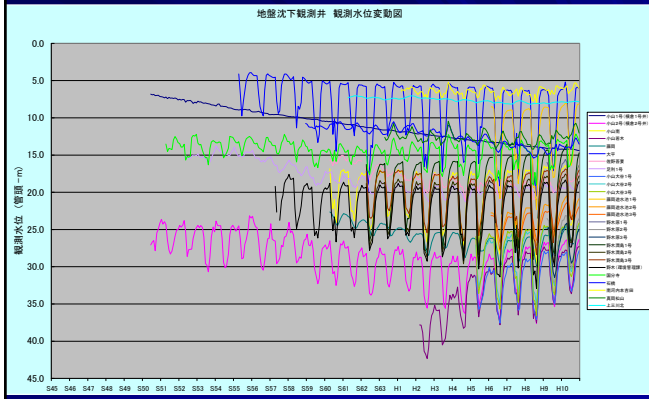
### 関東地下水盆の地下水水位・地盤沈下観測井数量

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)

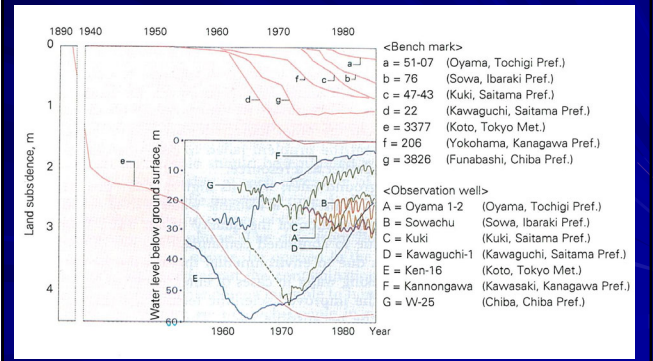
	東京都		埼玉県				神奈川県					千葉県	茨城県	栃木県	群馬県	合計
	都	府	建設省	農林省	合計	横浜市	川崎市	平塚市	海老名市	寒川町	合計					
観測開始年(昭和・年)	28	37				35	34	48	45	54		34	48	49	50	
観測地点数	31	23	4	3	30	12	9	4	1	1	26	70	57	56	22	292
観測井数	75	36	4	6	46	15	9	4	1	1	30	118	97	58	26	450



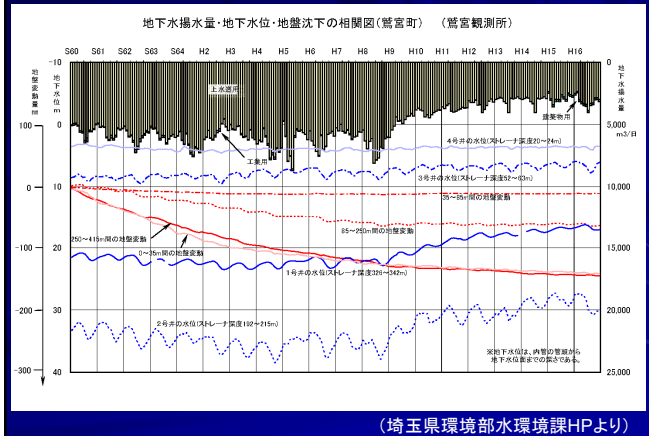
## 栃木県の地下水位観測記録



## 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」濃度値に乗ずると、「meq/L」濃度値に変換できる

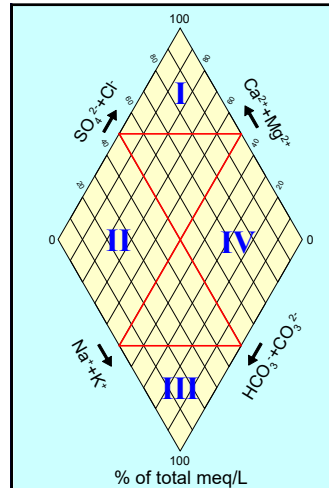
Bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ):	0.01639
Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ):	0.04990
Chloride ( $\text{Cl}^-$ ):	0.02821
Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ):	0.08226
Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ):	0.01613
Potassium ( $\text{K}^+$ ):	0.02557
Sodium ( $\text{Na}^+$ ):	0.04350
Sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ):	0.02082

## 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		

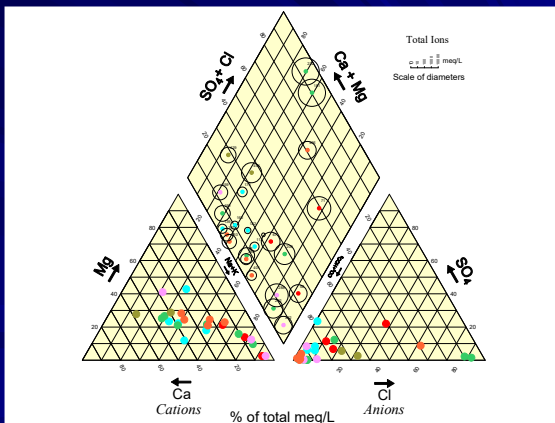
(Domenico & Schwartz, 1990より)



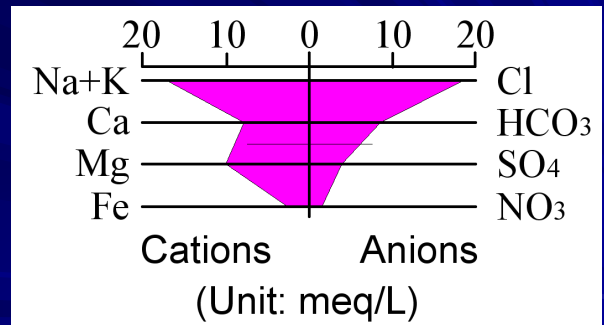
## キーダイアグラムによる水質区分

区分	水質	地下水の種類
I	アルカリ土類 非炭酸塩	温泉水
II	アルカリ土類 炭酸塩	河川水・ 浅層地 下水
III	アルカリ炭酸 塩	深層地 下水
IV	アルカリ非炭 酸塩	温泉水・ 油田塩 水

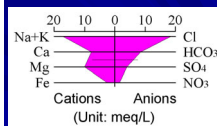
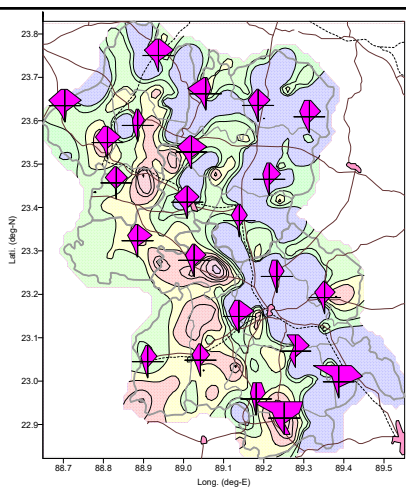
## トリリニアードイアグラム



## 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