

2025年度(R07年度)

地下水盆管理学

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

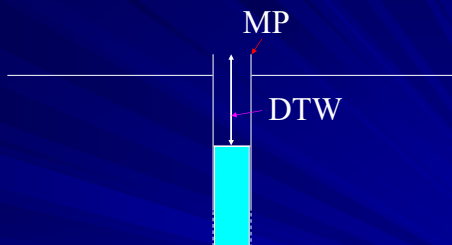
短期一斉観測の方法(4)

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)

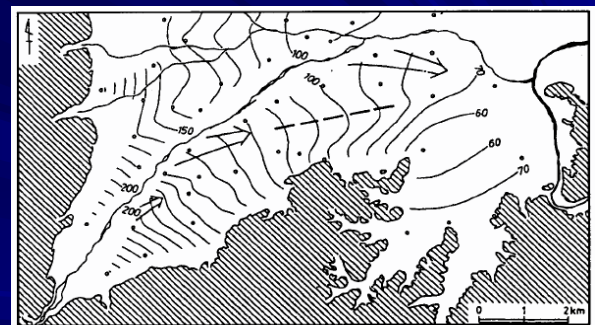


地下水位の計算方法



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

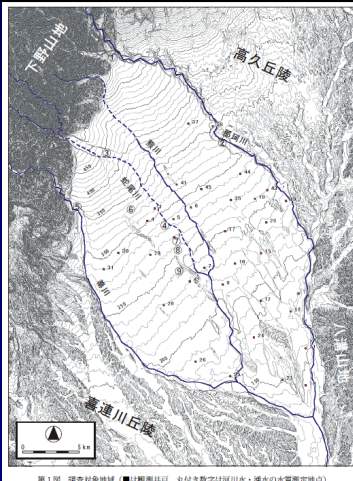
地下水面図の例(福島盆地)



太破線は地下水面。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

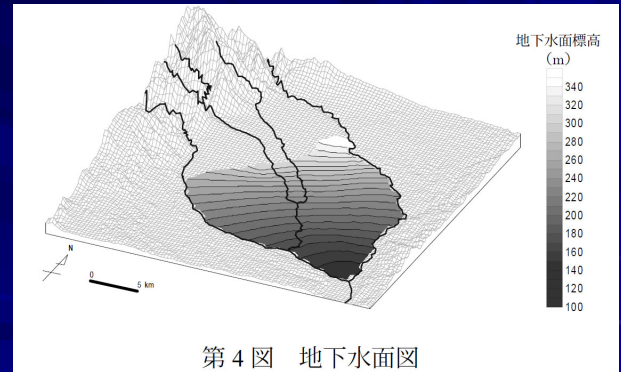
(農業技術環境研究所HPより)

栃木県那須 扇状地の 調査事例



(山中ほか, 2003)

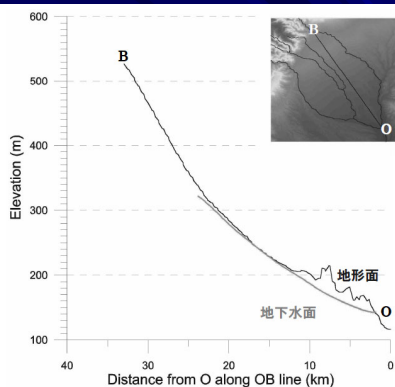
栃木県那須扇状地の地下水面分布



第4図 地下水面図

(山中ほか, 2003)

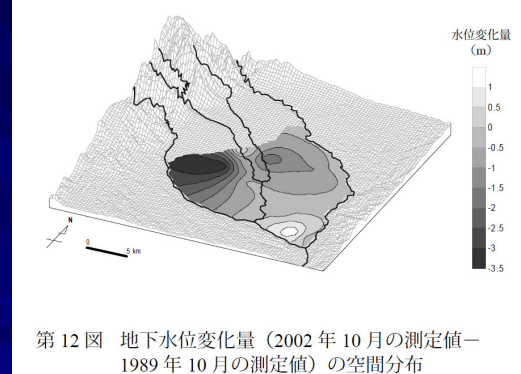
栃木県那須 扇状地の 地下水面 断面分布



第5図 測線OBに沿った地形面および地下水面の断面図 (右上オフセットは測線OBの位置を示す)

(山中ほか, 2003)

那須扇状地の地下水位変化量



第12図 地下水位変化量 (2002年10月の測定値－1989年10月の測定値)の空間分布

(山中ほか, 2003)

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
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

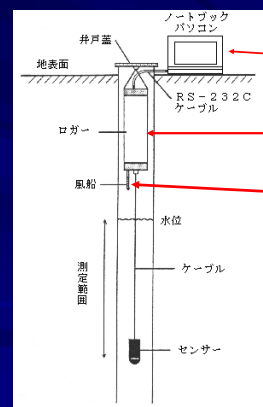


水圧式自記水位計

地下水位・地盤沈下 観測井の例



水圧式自記水位計(1)

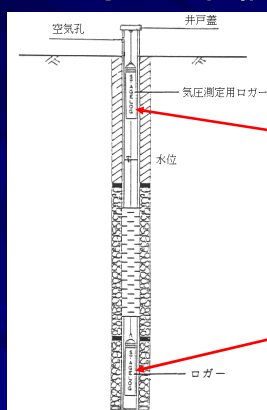


NoteBook PC

Data Logger

大気圧補正用風船

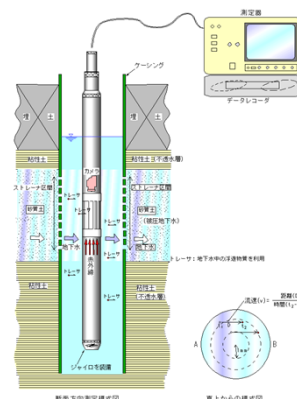
水圧式自記水位計(2)



大気圧測定用Logger

水位測定用Logger

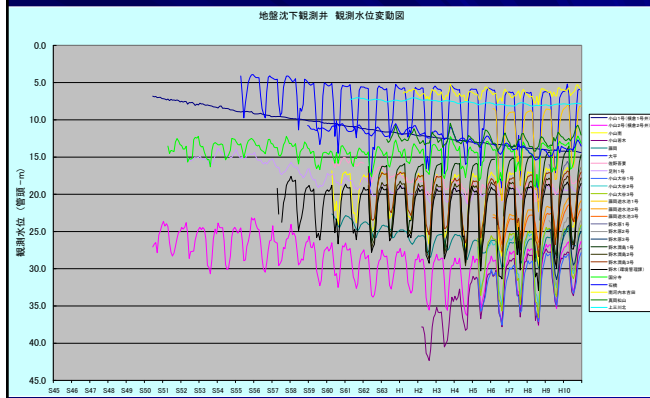
地下水 流向流速計



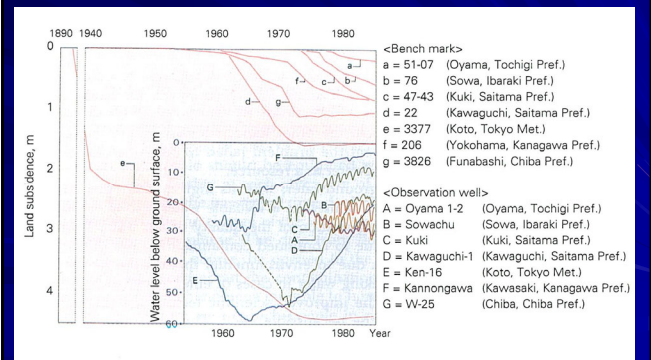
地下水流速測定観測断面図

観測断面図

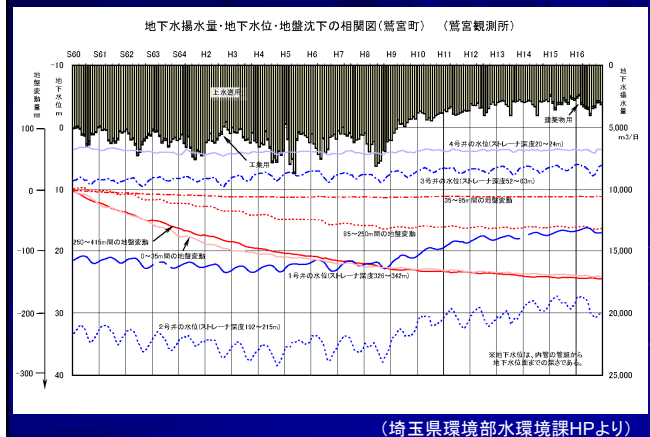
栃木県の地下水位観測記録



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): Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}

陰イオン(Anions): Cl^- , SO_4^{2-} , 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 (HCO_3^-):	0.01639
Calcium (Ca^{2+}):	0.04990
Chloride (Cl^-):	0.02821
Magnesium (Mg^{2+}):	0.08226
Nitrate (NO_3^-):	0.01613
Potassium (K^+):	0.02557
Sodium (Na^+):	0.04350
Sulfate (SO_4^{2-}):	0.02082

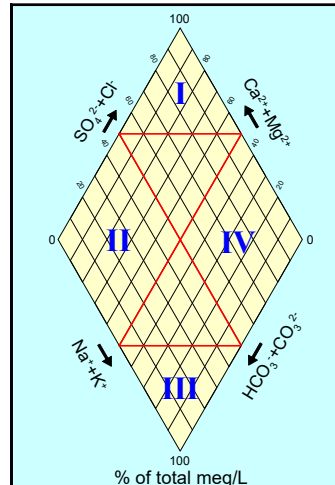
ミリグラム当量濃度での データのチェック

Table 11.4
Evaluating the electroneutrality of the example routine analysis

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

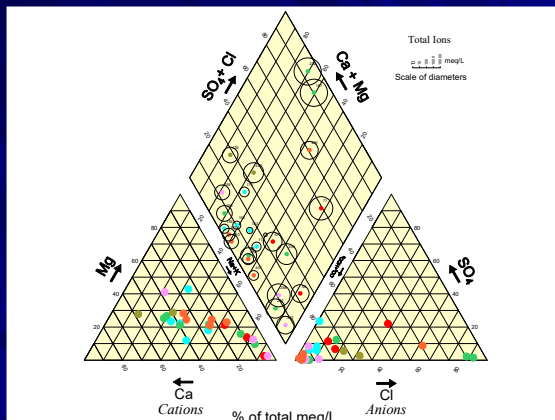
(Domenico & Schwartz, 1990より)

キーダイアグラム による水質区分

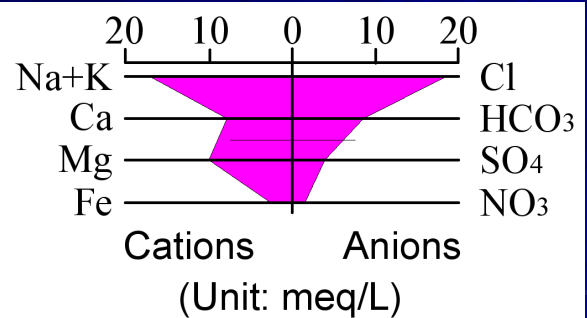


区分	水質	地下水の種類
I	アルカリ土類 非炭酸塩	温泉水
II	アルカリ土類 炭酸塩	河川水・ 浅層地 下水
III	アルカリ炭酸 塩	深層地 下水
IV	アルカリ非炭 酸塩	温泉水・ 油田塩 水

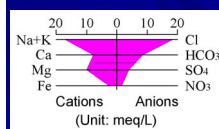
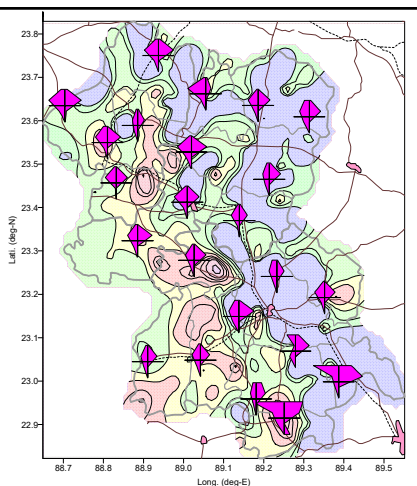
トリリニアードイアグラム



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