

2023年度(R05年度)

地下水盆管理学

福島大学 共生システム理工学類
生命・環境分野 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

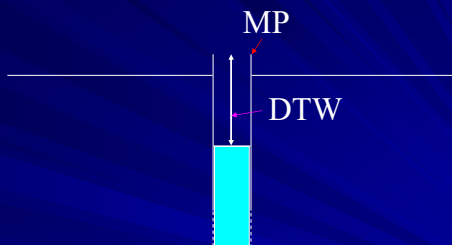
短期一斉観測の方法(4)

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)

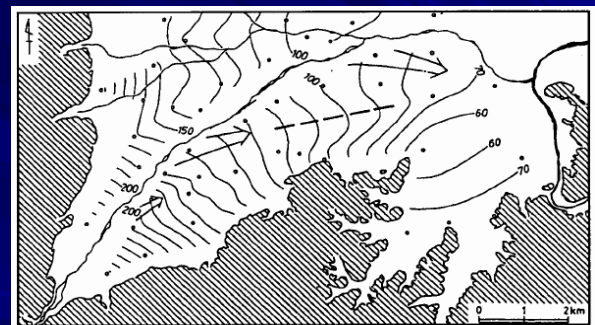


地下水位の計算方法



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

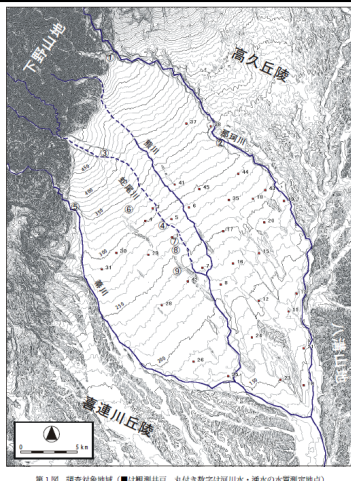
地下水面図の例(福島盆地)



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

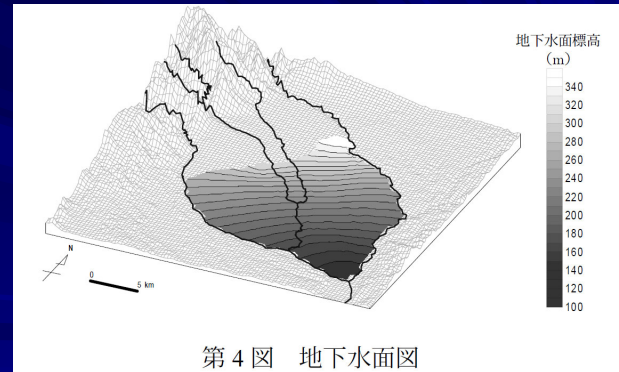
(農業技術環境研究所HPより)

栃木県那須 扇状地の 調査事例



(山中ほか, 2003)

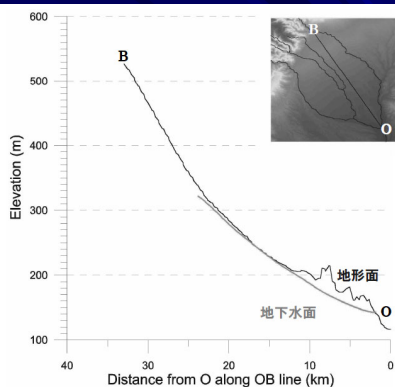
栃木県那須扇状地の地下水面分布



第4図 地下水面図

(山中ほか, 2003)

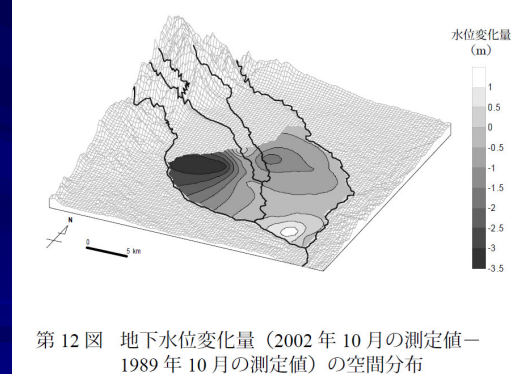
栃木県那須 扇状地の 地下水面 断面分布



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

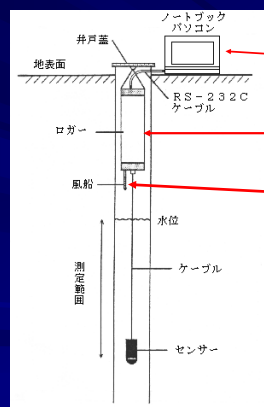


水圧式自記水位計

地下水位・地盤沈下 観測井の例



水圧式自記水位計(1)

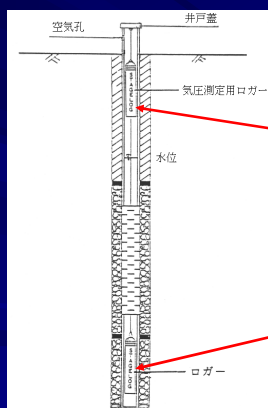


NoteBook PC

Data Logger

大気圧補正用風船

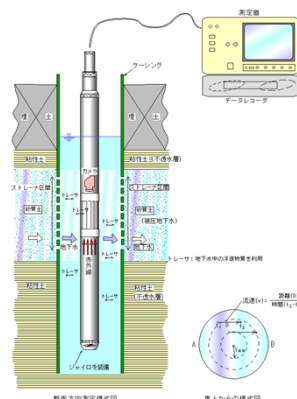
水圧式自記水位計(2)



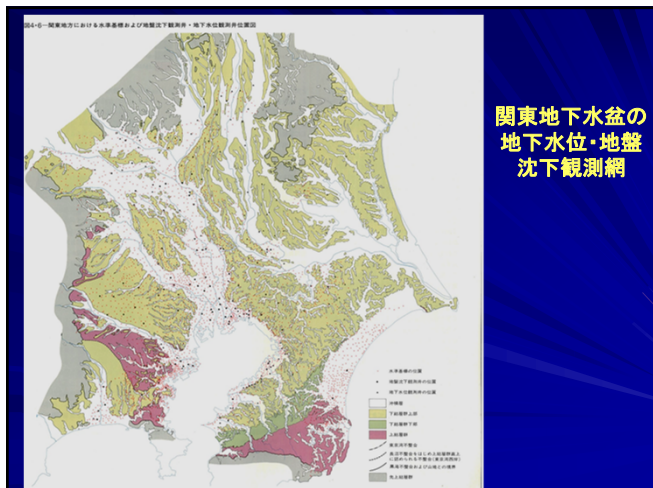
大気圧測定用Logger

水位測定用Logger

地下水 流向流速計



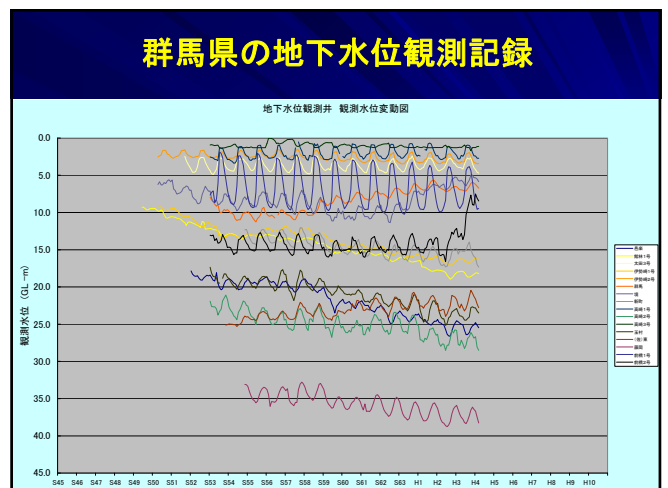
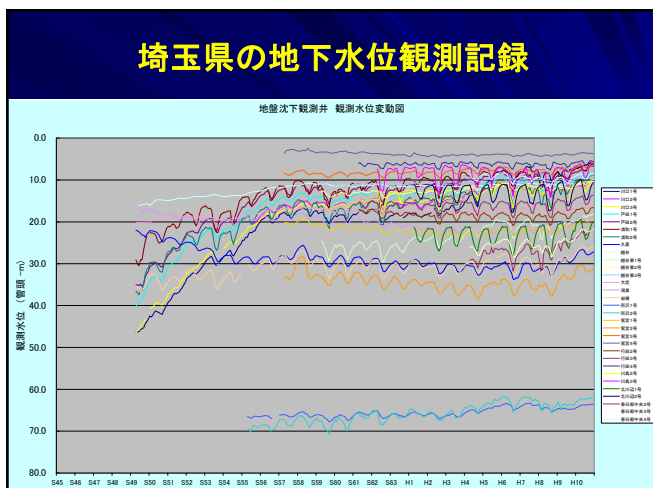
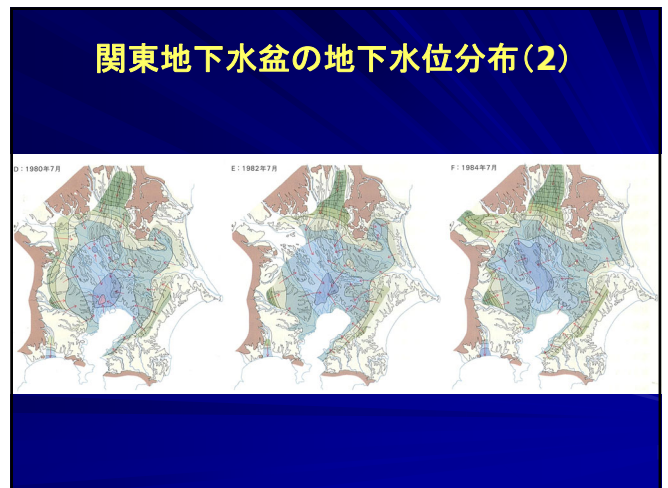
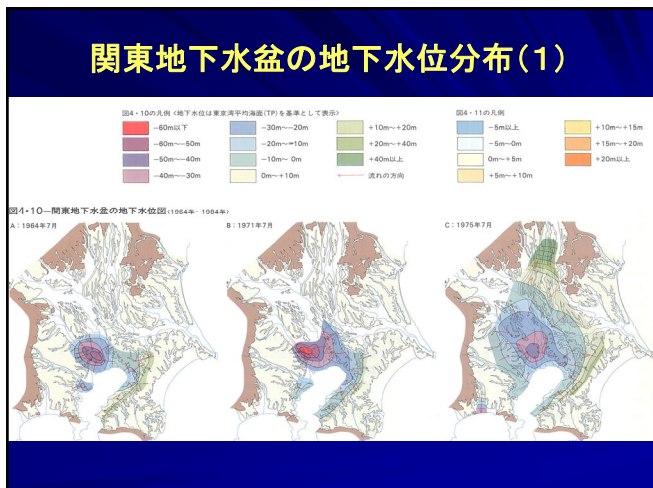
地下水流速測定観測概念図



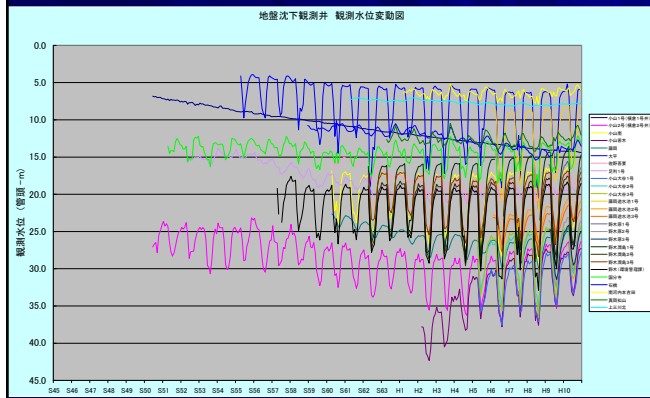
関東地下水盆の地下水位・地盤沈下観測井数量

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)

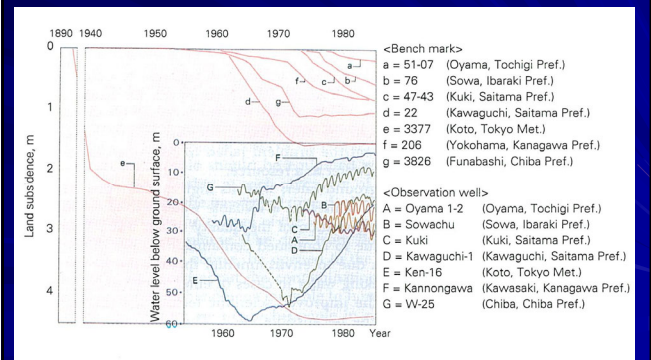
	東京都	埼玉県				神奈川県						千葉県	茨城県	栃木県	群馬県	合計
		県	建設省	農林省	合計	横浜市	川崎市	平塚市	海老名市	寒川町	合計					
観測開始年(昭和・年)	28	37				35	34	48	45	54		34	48	49	50	
観測地点数	31	23	4	3	30	12	9	4	1	1	26	70	57	56	22	292
観測井数	75	36	4	6	46	15	9	4	1	1	30	118	97	58	26	450



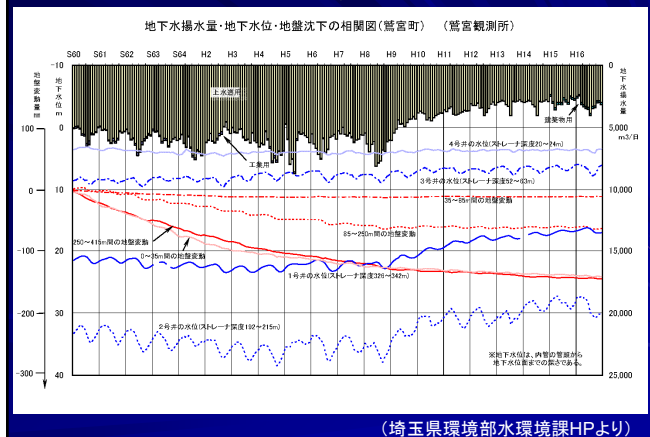
栃木県の地下水位観測記録



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): 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

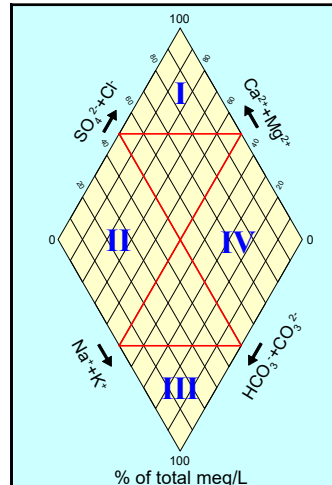
ミリグラム当量濃度での データのチェック

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		

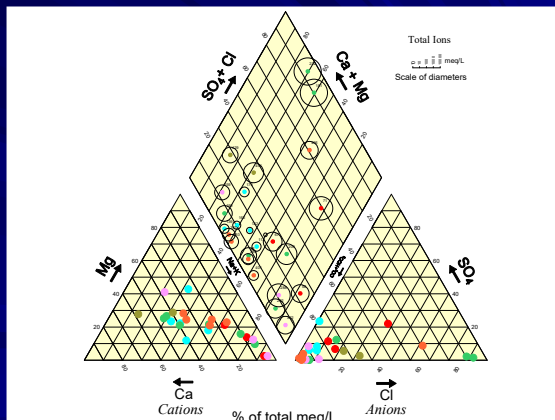
(Domenico & Schwartz, 1990より)

キーダイアグラム による水質区分

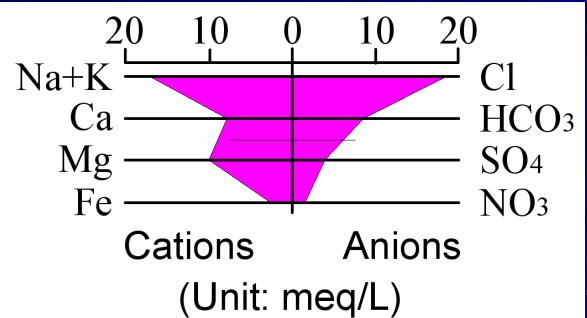


区分	水質	地下水の種類
I	アルカリ土類 非炭酸塩	温泉水
II	アルカリ土類 炭酸塩	河川水・ 浅層地 下水
III	アルカリ炭酸 塩	深層地 下水
IV	アルカリ非炭 酸塩	温泉水・ 油田塩 水

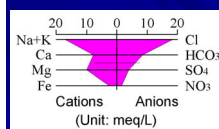
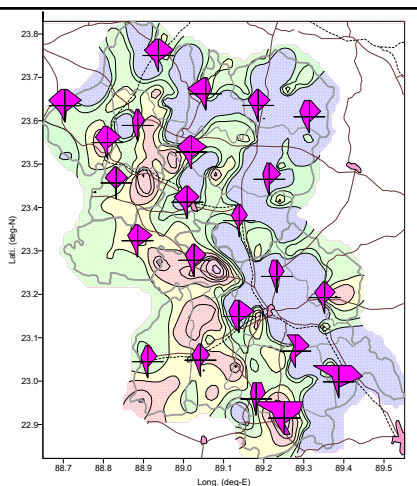
トリリニアードイアグラム



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