

タイスの式を用いた水位降下量の計算

帯水層からの地下水揚水に伴う影響

均質，等方性，等厚で無限の広がりを持つ被圧帯水層へ完全貫入している井戸から一定量で地下水が揚水されると，井戸を中心に地下水位が低下する．タイスの式を使えば，水位低下 s は，揚水量 Q_w ，透水量係数（＝地層の透水係数 K × 帯水層の厚さ b ），井戸からの距離 r ，貯留係数 S_c （＝比貯留係数 × b ），経過時間 t から計算できる．表-1 は井戸からの距離 1,000m 地点における水位降下量(cm) の計算例である．なお，本計算に用いた条件を備考に示す．

表-1 井戸からの距離 1000m 地点における水位降下量(cm)

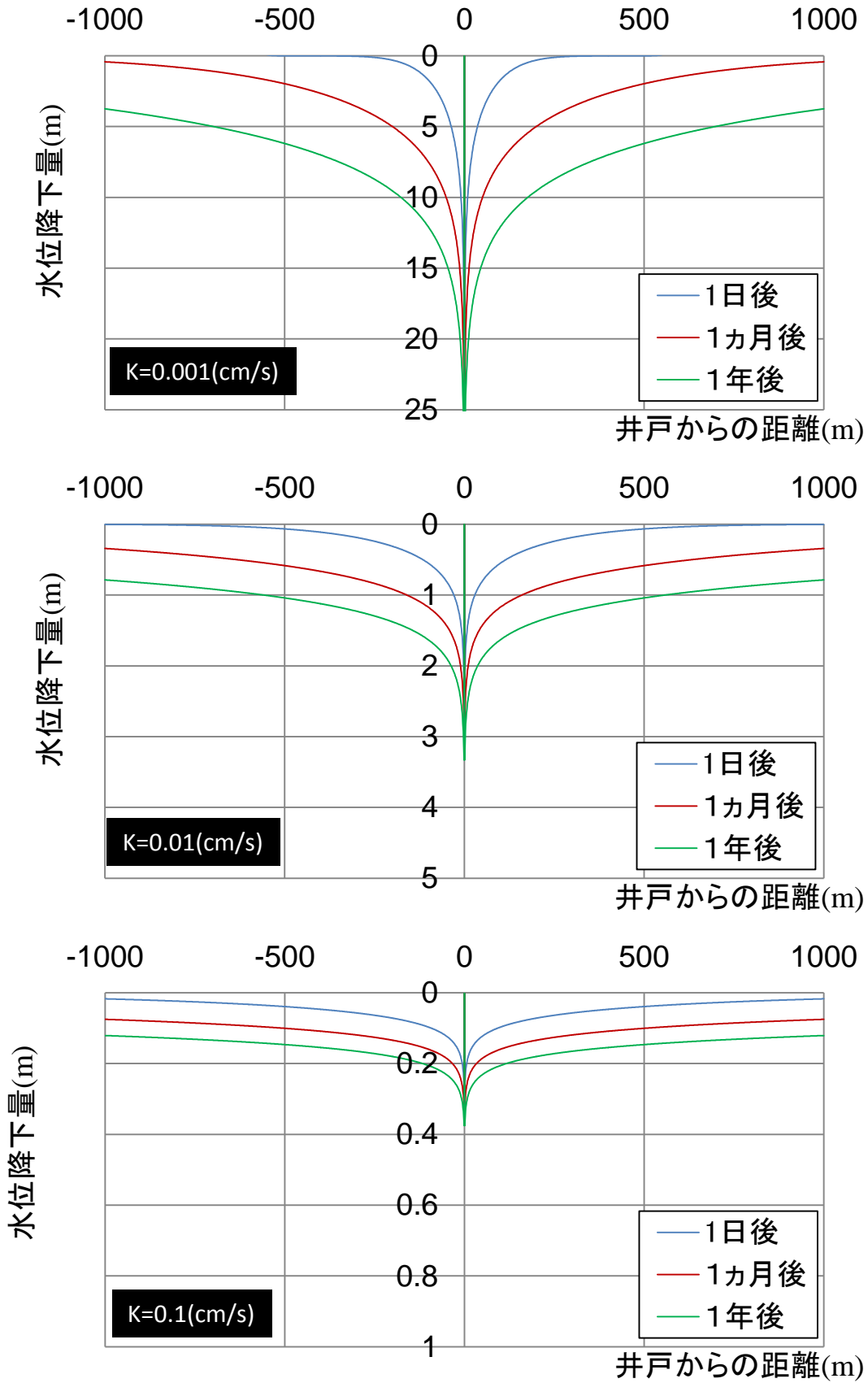
		K=0.001cm/秒	K=0.01cm/秒	K=0.1cm/秒
揚水時間	1 日	0.0	0.3	1.7
	1 ヶ月	42.9	34.2	7.5
	1 年	374.9	78.6	12.1

単位 : cm

備考 表-1 の計算条件

項目	単位	
揚水量	t/日	1,000
井戸からの距離	m	1,000
帯水層厚さ	m	50
貯留係数(S_c)		0.005

また，下図は表-1 に示す計算例における水位降下の分布を示したものである．透水係数の小さい地層では，影響範囲は狭いが井戸近辺で大きな水位降下が生じる．逆に，透水係数が大きい地層では，井戸周辺の水位降下は小さいが影響範囲が広がる．



計算式

タイスの式を用いると、初期水位からの水位降下量は次式で計算できる。

$$s = \frac{Q_w}{4\pi T} \int_u^\infty \frac{e^{-x}}{x} dx = \frac{Q_w}{4\pi T} W(u)$$

ここに、 $W(u)$ はタイスの井戸関数と呼ばれる関数で、その漸近解は

$$W(u) = -0.5772 - \ln u + u - \frac{u^2}{2 \times 2!} + \frac{u^3}{3 \times 3!} - \frac{u^4}{4 \times 4!} \dots$$

で与えられる。

なお、 $u = r^2 S_c / (4Tt)$ である。

参考文献

藤縄克之：環境地下水学，共立出版，pp. 123～125（2010）