

14 地下水の流動

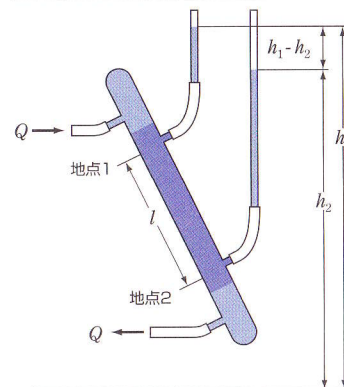
地層中を流れる地下水の流れを表す方法としては、フランス人のダルシーが行った実験で得た経験式(ダルシー則)が広く知られています。それによると、ある2点間を流れる地下水の流速は、その2点間の単位距離当たりの全水頭の差 (dh/dl :ダルシーは「どうすいこうばい動水勾配」と呼びました)と、地層自体の水の通しやすさの大きさを示す指標である「透水性」との積で表されます。なお、全水頭とは位置水頭と圧力水頭の和であり、管を立てたときの水柱の基準からの高さで表されます。

地上に降った雨は、山から谷を伝って海へと、高いところから低いところへ向かって流れますが、浅い地下を流れる地下水の流れも、原則として地表の地形を反映して、地形的に高いところ(の地下)から低いところ(の地下)へと流れます。

地表付近では、地下のある地点の海水準を基準とした水頭は、地下水面からその深度までの距離にほぼ等しいので、地形的に起伏が大きい部分ほど水圧は高くなり、地下水を流動させる力、すなわち、動水勾配が大きくなります。しかし、地下深部では、地形の影響が地表付近ほど直接的に全水頭の差として現れにくいので、一般に動水勾配は地下深部ほど小さくなります。

一方、地下深部の地層は、一般に固結が進み、平均的には粒子間の隙間は小さくなっています。このことは、水を通す隙間が小さく地下水を通しにくい、すなわち、透水性が低いということを示します。一般に、地下深部の地層の透水性は、地下浅部の未固結層に比べて1万分の1から100万分の1です。

ダルシーの実験とその経験式(ダルシー則)

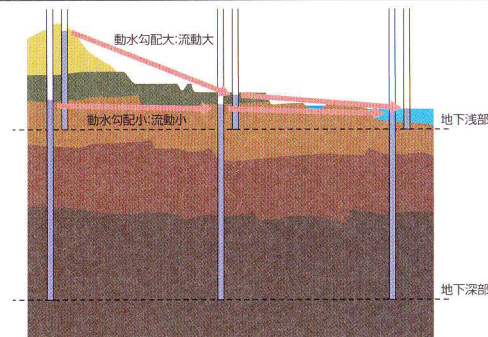


$$q = \frac{Q}{A} = K \left(\frac{h_1 - h_2}{l} \right) = K \frac{dh}{dl}$$

- q:ダルシー流速
- Q:流量
- A:断面積
- K:透水性
- l:地点1と地点2の距離
- h_1 :地点1の全水頭
- h_2 :地点2の全水頭

基準地形と動水勾配の関係

動水勾配は地形の凹凸の影響を受けていることがわかります。



岩石の種類と透水性の関係

透水性 (m/sec)	10^{-9} 以下	10^{-9} 10^{-7}	10^{-7} 10^{-5}	10^{-5} 10^{-3}	10^{-3} 以上
透水性	実質上水を 通さない		水を通し やすい		
有効 間隙率	小		大		
土	粘土		シルト	砂	
岩石	泥岩		石灰岩	花崗岩	
	風化や割れ目 の発達部				

地下深部の地層の透水性は、地下浅部の未固結層に比べて1万分の1から100万分の1です。

(Andersonほか 1996をもとに作成)