

地下水に関する諸問題と展望

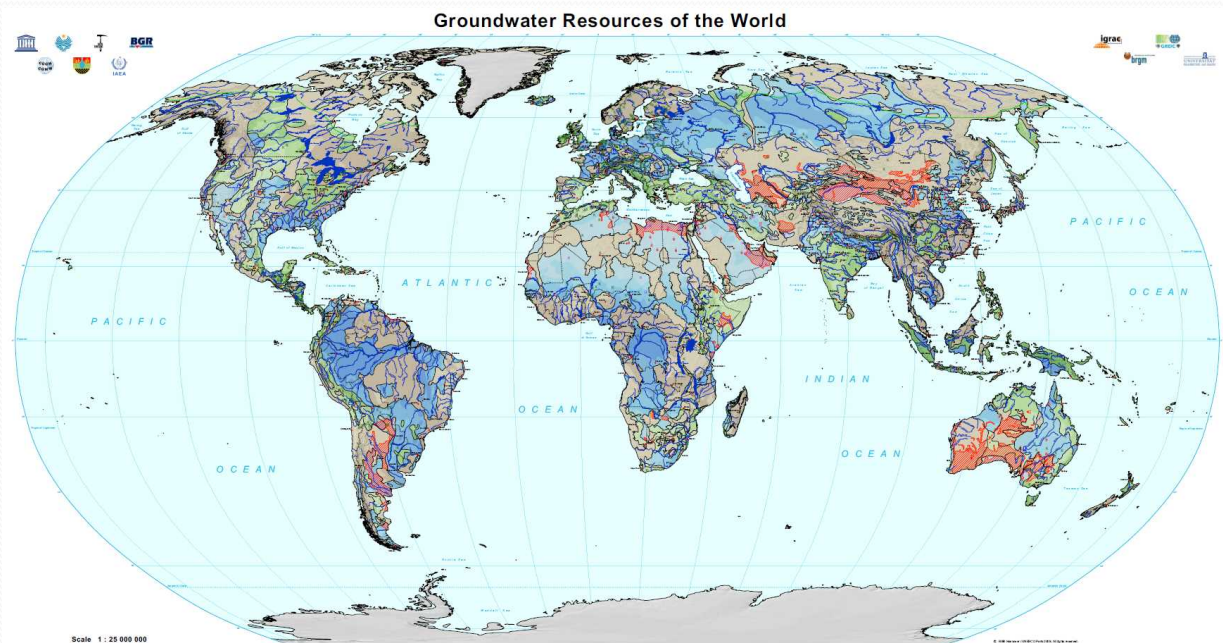
辻村 真貴 (筑波大学)

- 見えない地下水の流れを見る
- 地下水の器 (地質と地形)
- 水の履歴
- 山と平野の境界
- 地表水と地下水の連続
- 問題と展望

世界の地下水資源

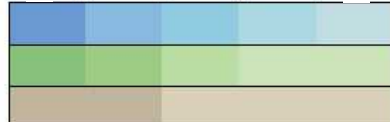
(国際地下水資源アセスメントセンター; IGRAC 2008)

- ・地下水資源には、地域的な偏りがある
- ・湿潤な地域に、豊富な地下水があるというわけではない



地下水涵養量(地下水への水供給量)

高 300 high 100 medium 20 low 2 低 0



高塩分濃度の地下水地域

主たる地下水の流域

複雑な地質構造の地域

局地的または浅層の地下水地域=よくわからない地域

井戸と地下水

見えない地下水を、我々は井戸を通じて見ている。地下水と井戸の有り様は、多様である。



チュニジア・スビバの河川
近傍の井戸



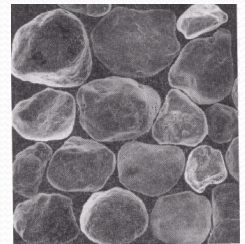
栃木県・鹿沼市内農家の
井戸



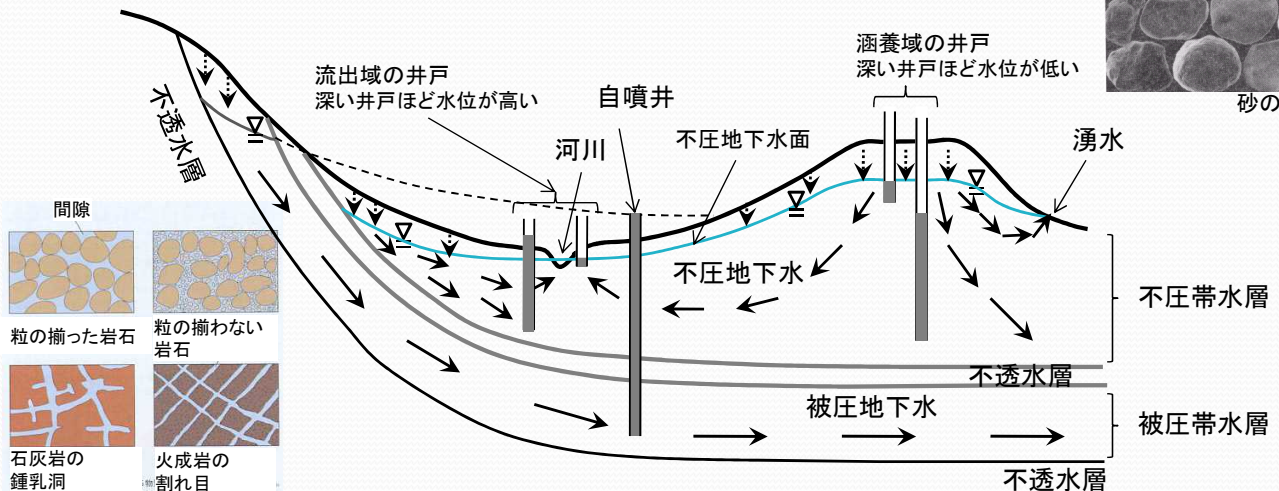
愛媛県・西条市役所前の
自噴井戸

地下水の流れとその器

- 河川や湧水は、地下水とつながっている。湧水は地下水の出口であり、河川は地下水の入口や出口として機能している。
- 地下水は土や岩石中のすきま(間隙)をゆっくりと、河川の1/10から1/1000以下のゆっくりとしたスピードで、流れる。



砂の間隙



$$\text{地下水の流れ} = \frac{\text{地層の水の通しやすさ}}{\text{地質}} \times \frac{\text{地下水のエネルギーの変化率}}{\text{地形}}$$

流速

$$\text{地下水のエネルギー} = \text{高さ} + \text{圧力}$$

流向

水の履歴 (フローとストック)

地下水流動の基本要素

水がどこから来るか
起源—出身地

気候・地質
地形・植生

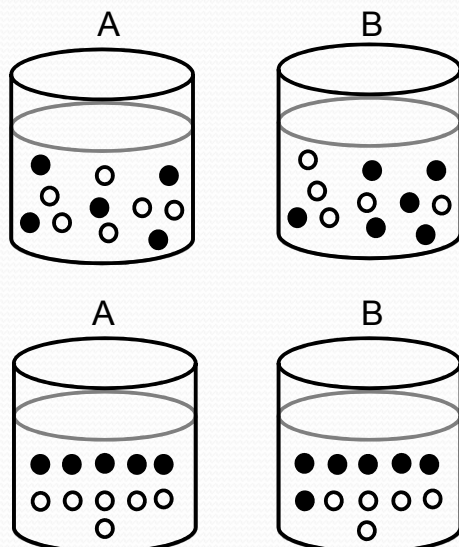
水がどこを流れてくるか
経路—経歴

水がどのくらいの時間で
流れてくるか
時間—年齢

水質(性格)・貯留量(身長・体重)

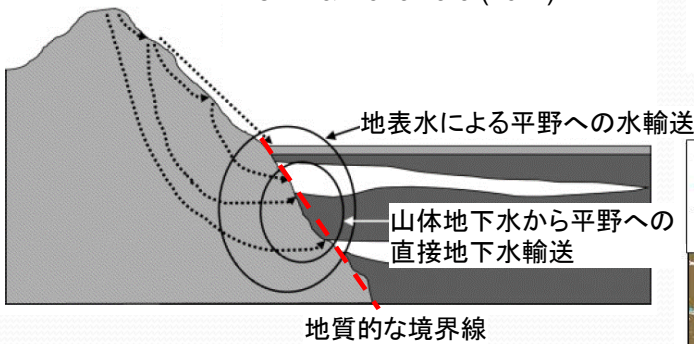
水の履歴書をつくる —水をトレースする—

AとBの二つのコップに入った水。丸印は水に含まれる、水分子やイオンなどのトレーサーを示す。一見ただけでは、AとBの水の違いはわからないが、分析機器で測ることによって、○と●の数の違い、すなわち水の違いがわかるようになる。



山と平野の境界域

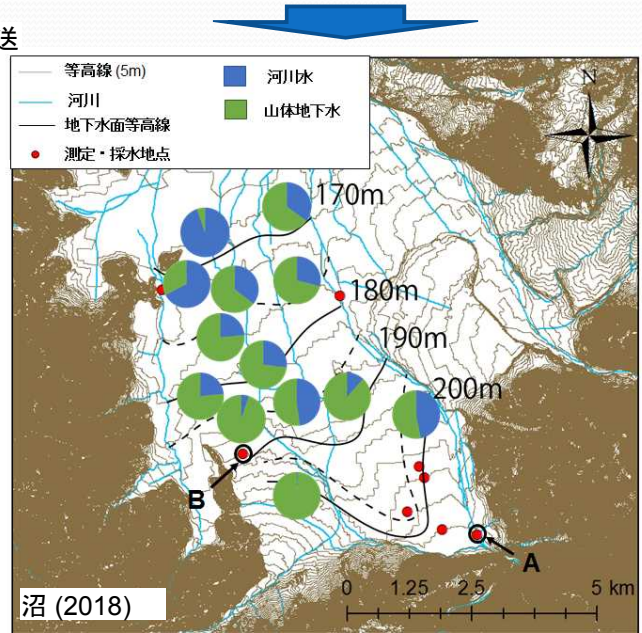
Aishlin & McNamara (2011)



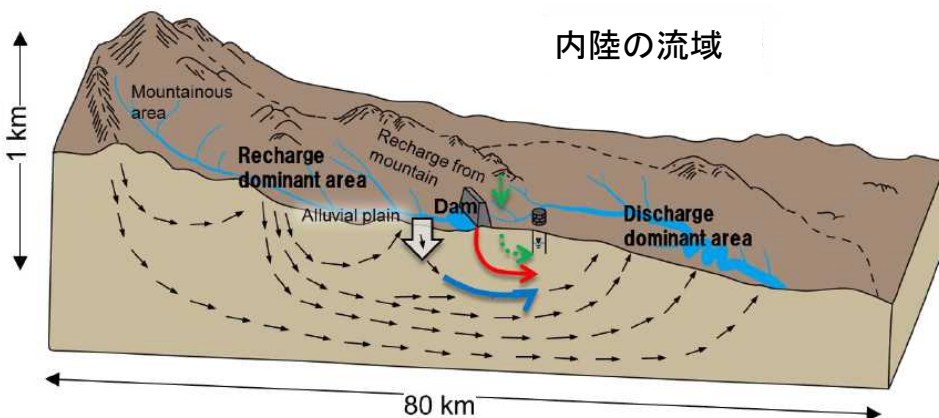
- 山地と平野の境界部分における水の輸送を示す模式図
- 山地から地表水により輸送される部分と、山体の地下水が直接平野に流入する部分がある

山地、平野、河川、地下水の一体的な水循環施策が重要

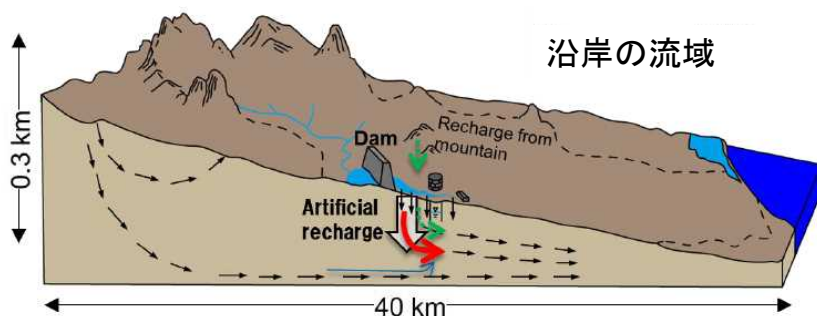
- 福井県大野盆地において推定された、地下水に対する河川水と山体地下水の寄与の割合
- 河川近傍では、50%近くが河川により涵養されるが、河川から遠い西側の山地縁辺部では、95%以上が山体地下水により涵養される



地表水と地下水の交わりーチュニジャー (Furukawa, 2015)

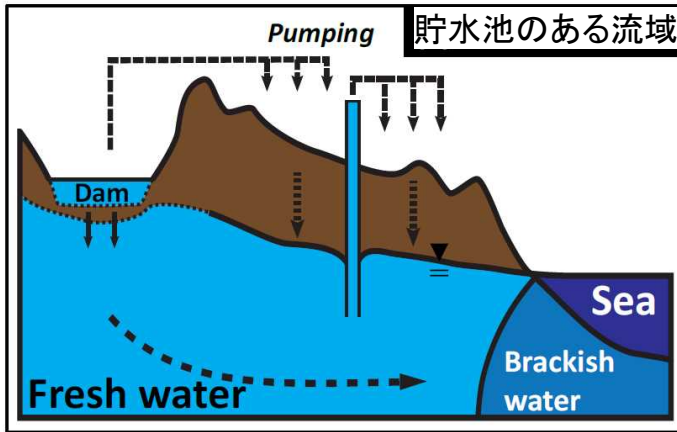


- 流域中央部にダムがある
- このダムから地下水への涵養が大きい
- 河川から地下水への涵養も重要な役割を果たしている



- 地下水の流れ
- ダム・貯水池
- 山地からの地下水の流れ
- 上流からの地下水の流れ
- ⇩ 河川から地下水への涵養

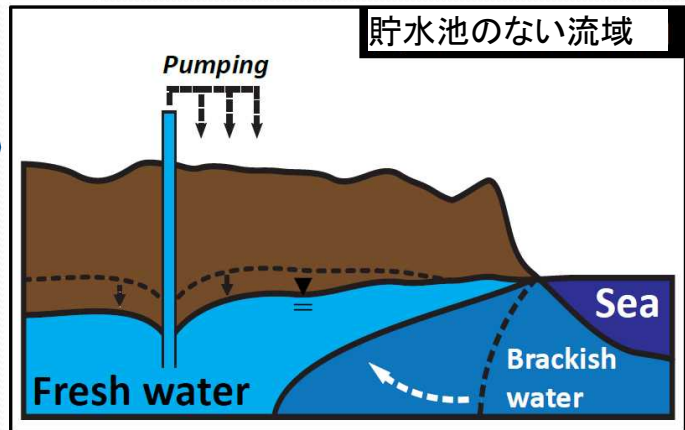
貯水池によって地下水の塩水化を防ぐ



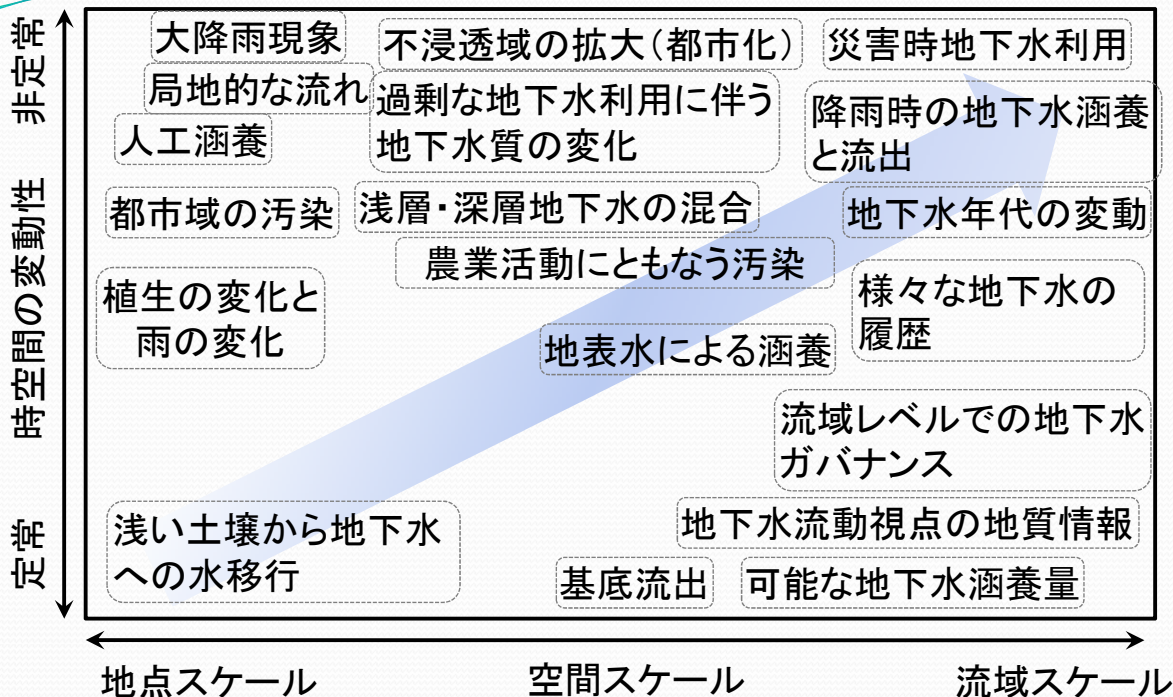
Shibayama (2015)
チュニジア・地中海沿岸域

- 貯水池のある流域では、貯水池からの水涵養により、内陸の地下水面が高く維持される
- これにより、内陸から沿岸域に向かう地下水の流れが卓越し、海岸部にある塩水が内陸に侵入することを抑えることができる

- 貯水池のない流域では、地下水涵養量が少ないため、内陸部の地下水面が沿岸域よりも低くなる
- そのため、沿岸域から内陸部に向かう地下水の流れが卓越し、沿岸域の塩水が内陸に侵入しやすくなる



地下水に関わる問題と展望



- 地下水に関わる問題は、異なる土地条件を含む流域スケールの涵養、異なる水体間の水移行、異なるステークホルダーが関わる地下水ガバナンス等、今後、より広域スケール、かつ変動性の顕著な、複雑問題が重要になるものと予想される
- 地下水の流れに主眼を置いた、水文地質図の更新と整備が必要である
- 様々な場の条件において、地下水の履歴情報を整備することが重要である

地下水利用の様子2景

ーモンゴルと中国ー



深さ2mほどの浅井戸。この少年は、日に何回か家族のために水くみに来る。20リットルのポリタンクに2つ。これで家族の約半日から1日分。モンゴル、ヘルレン・バヤン・ウラン村近くの井戸。



深さ約100mの灌漑用井戸。中国甘肅省高台村のトゥモロコシ畑。灌漑水は、水路を通じて、畑に供給される。