

地熱資源開発に係る 温泉・地下水への影響検討会

ヒアリング資料

平成23年9月28日

平山 利晶

(公益社団法人日本地下水学会 理事)

目次

1. 日本地下水学会の紹介
2. 地下水と温泉水
3. 地下水や湧水の地下における流動状況の特徴
4. 地下水の保全に必要な対策
5. 景観維持機能としての地下水の役割
6. 地熱開発についてのコメント

1. 日本地下水学会の紹介

目的:地下水に関する研究、技術開発及び普及に関する事業を通じて、地下水資源の保全と有効利用、地下水に係る諸問題の解決に貢献し、社会の発展に寄与。

1959年 : 設立

2009年 : 設立60周年

2010年 : 公益社団法人に認定

会員数 : 約800人

会員構成 : 大学、研究機関、官公庁、民間企業

会長 : 嶋田 純(熊本大学)

2. 地下水と温泉水

地下水とは、

地表面より下に存在する水(土壌・岩石の間隙や割れ目に存在する水)の総称。

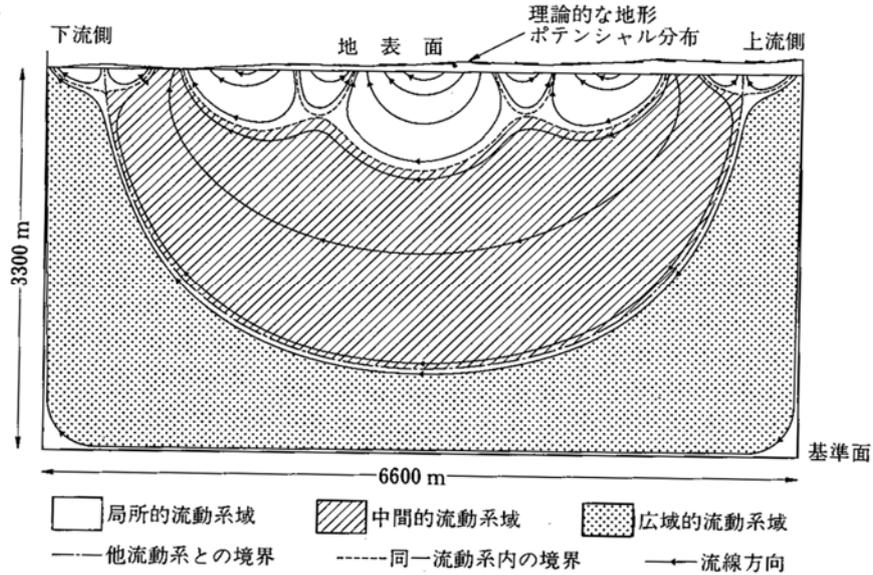
温泉水とは、

地下水の流動過程の一部で熱水や火山ガスが溶解したもの。

地球化学的研究により、温泉水の多くは天水起源。

3. 地下水と湧水の地下における流動状況の特徴(1)

地下水流動系：地下水の流動は、深部にまで及ぶ。

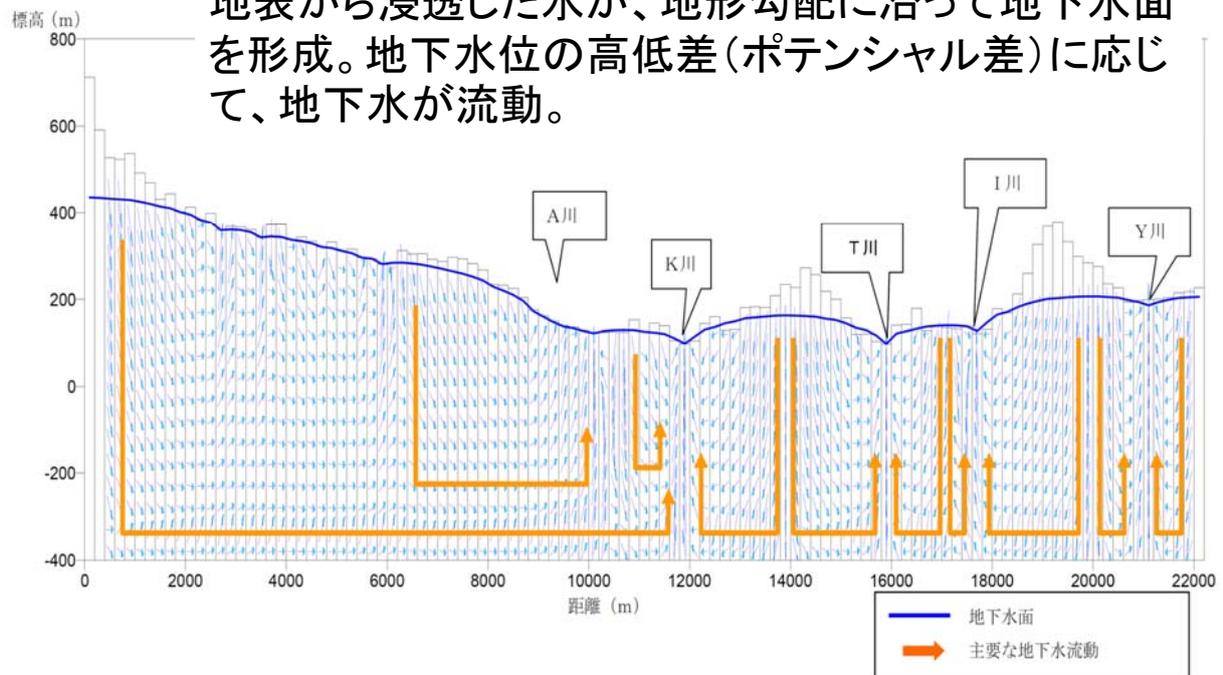


水収支研究グループ(1993):地下水資源環境論
(オリジナルはToth(1963))

3. 地下水と湧水の地下における流動状況の特徴(2)

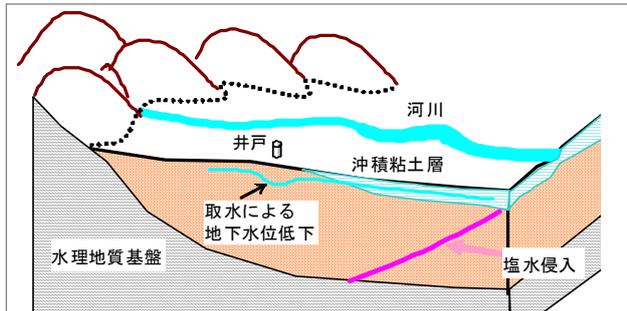
地表から深部の地下水の解析例

地表から浸透した水が、地形勾配に沿って地下水面を形成。地下水位の高低差(ポテンシャル差)に応じて、地下水が流動。

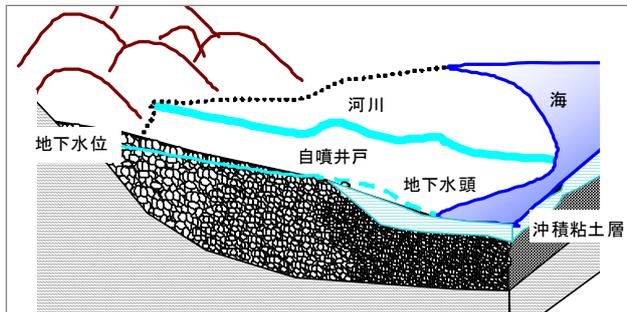


3. 地下水と湧水の地下における流動状況の特徴(3)

地下水の存在及び流動形態は、
地質構造に規定される。



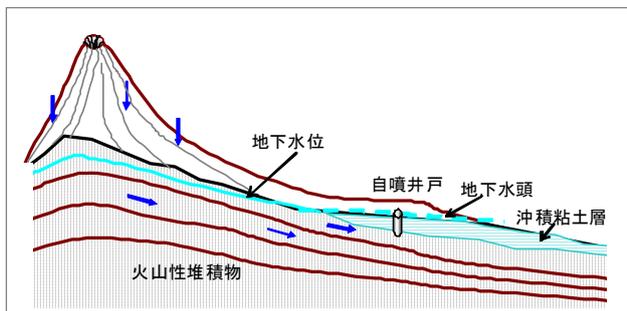
海岸平野: 砂～礫層の間隙中に地下水が賦存。地下水の源は降水や河川水、水田地帯では灌漑水も含む。主な取水施設は井戸。地下水水位低下により地盤沈下や塩水侵入が生じる。



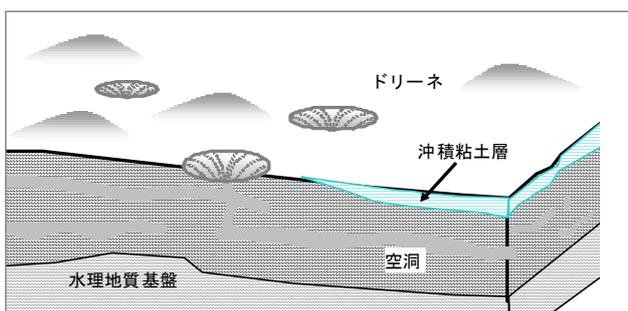
扇状地: 礫間の空隙に地下水が賦存。水が浸透しやすく河川水が全て地下を伏流する場合もある。加圧層が分布する扇端部では自噴域を形成する。

佐藤・岩佐(2002): 地下水理学

3. 地下水と湧水の地下における流動状況の特徴(4)



火山山麓: 溶岩や堆積物中の空隙に地下水が賦存。火山山体自体も涵養域を形成する。加圧層の分布する山麓末端では自噴域を、加圧層がない地区では湧水帯を形成する。



石灰岩地域: 空洞や空隙中に地下水が賦存。主な地下水の源は降水で、ドリーネは水の浸透口となる。河川がない地域では石灰岩中の地下水はとくに貴重な水資源である。

佐藤・岩佐(2002): 地下水理学

3. 地下水と湧水の地下における流動状況の特徴(5)

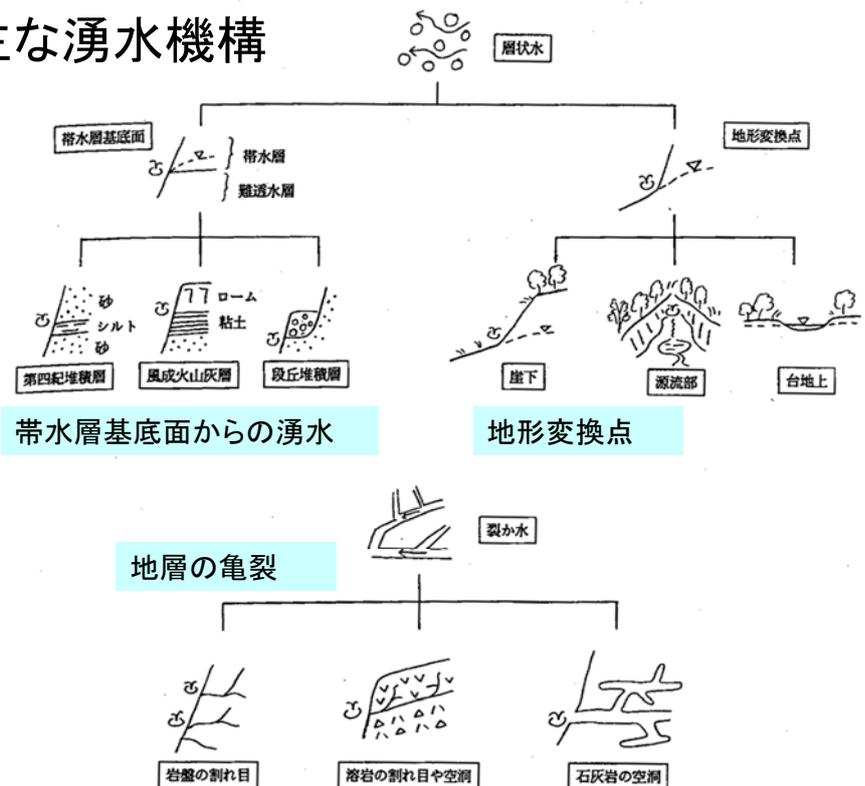
福里地下ダム(宮古島)



3. 地下水と湧水の地下における流動状況の特徴(6)

主な湧水機構

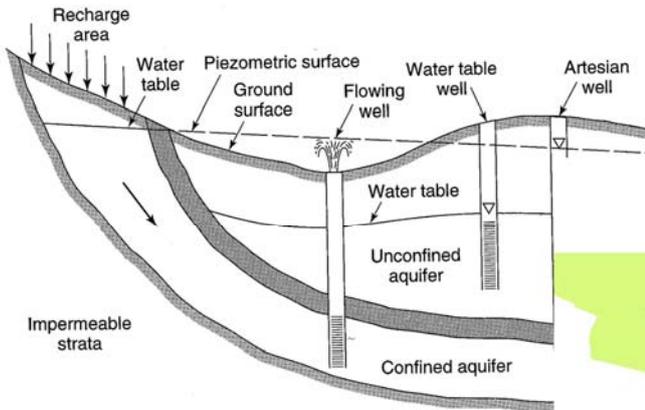
地下水が自然に地表面まで流出する現象で、地下水位が地表面以上にある状況で起こる。地形と地質が湧水の要因。



高橋・末永(1992)
: 湧水調査の手びき

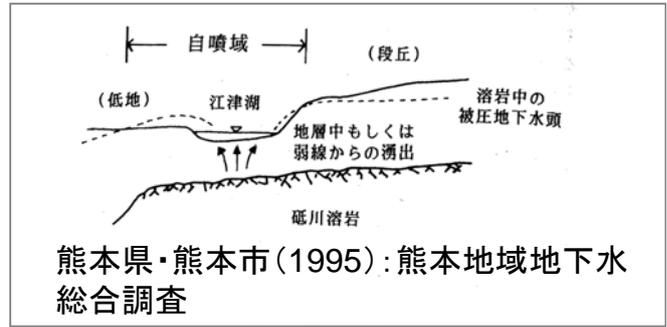
3. 地下水と湧水の地下における流動状況の特徴(7)

被圧帯水層からの湧水

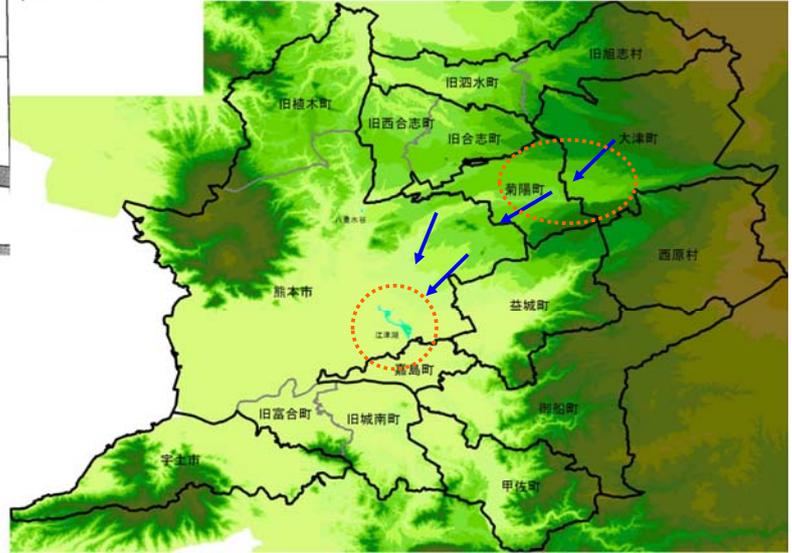


D.K.Todd (2005)

: Groundwater Hydrology



熊本県・熊本市(1995): 熊本地域地下水総合調査



3. 地下水と湧水の地下における流動状況の特徴(8)

$$k = \frac{\kappa \cdot \rho \cdot g}{\mu}$$

k : 透水係数

κ : 固有透過度 (地質のみに関係)

ρ : 密度、 g : 重力加速度

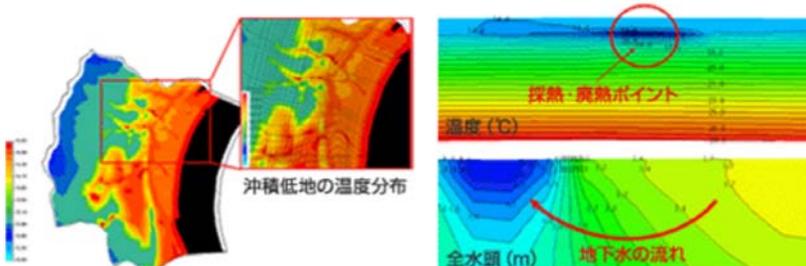
μ : 粘性係数

温度によって、水の粘性や密度が変化

→ 透水係数が変化

→ 地下水流動状況が変化

温度変化を考慮した調査・解析



地層構造の違いや採熱・廃熱等の熱利用オペレーションが温度分布へ与える影響を予測

株式会社地圏環境テクノロジー
HPより

4. 地下水の保全に必要な対策(1)

地下水利用:人間活動に、地下に賦存する水(地下水)を利用する行為。

- 飲用・生活水や産業利用 (都市用水及び農業用水約824億m³のうち、約97億m³(約12%)、国土交通省、H23日本の水資源)
- 温度利用(夏の冷却、冬の暖房・消雪)
- 水質利用(温泉の浴用、地中熱)
- 発電(深部地熱水の利用)
- 溶存ガス採取(水溶性天然ガス) など。

日本地下水学会編(2011):地下水用語集、理工図書 (※近日出版)

4. 地下水の保全に必要な対策(2)

地下水保全

地下水の水量と水質を、良好に維持する一連の施策や活動。地下水管理に比べて、現状を保つ意味合いで利用される場合が多い。

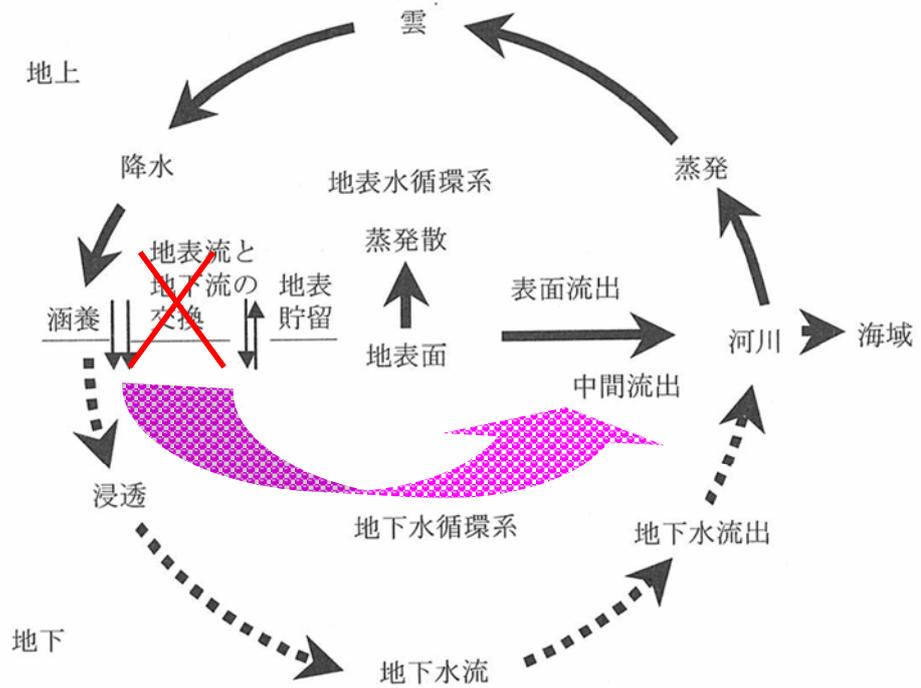
地下水管理

地下水の揚水・利用が帯水層や環境に悪影響を与えないように、地下水の水量や水質を監視し、適切な管理を行なうこと。地下水位や地盤沈下量、水質の監視、地下水利用量などのモニタリングと、利用計画の策定、誘導あるいは防止のための施策などが含まれる。

日本地下水学会編(2011):地下水用語集、理工図書 (※近日出版)

4. 地下水の保全に必要な対策(3)

水循環の一部を損なうことにより、循環全体に関わる問題が生じる

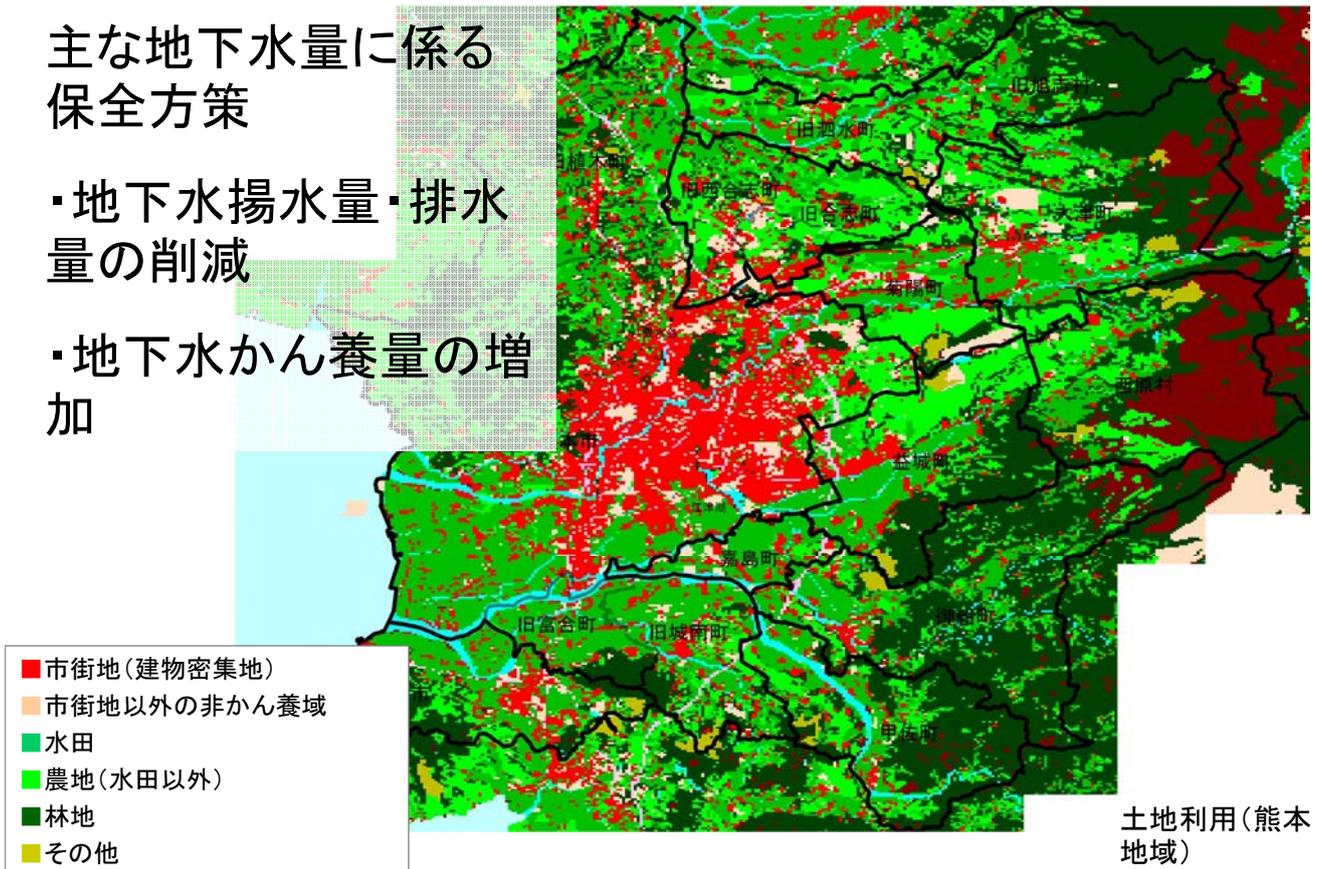


佐藤・岩佐(2002):地下水理学

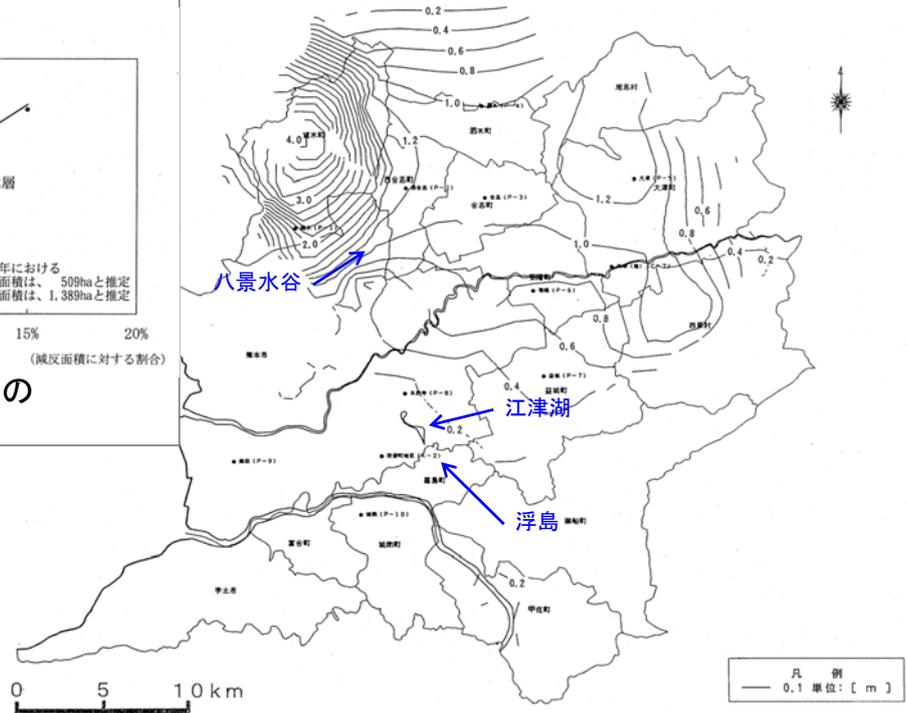
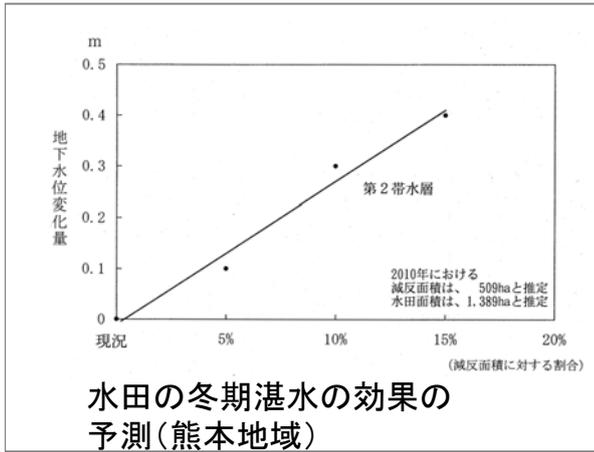
4. 地下水の保全に必要な対策(4)

主な地下水量に係る保全方策

- ・地下水揚水量・排水量の削減
- ・地下水かん養量の増加



4. 地下水の保全に必要な対策(5)



熊本県・熊本市(1995):熊本
地域地下水総合調査

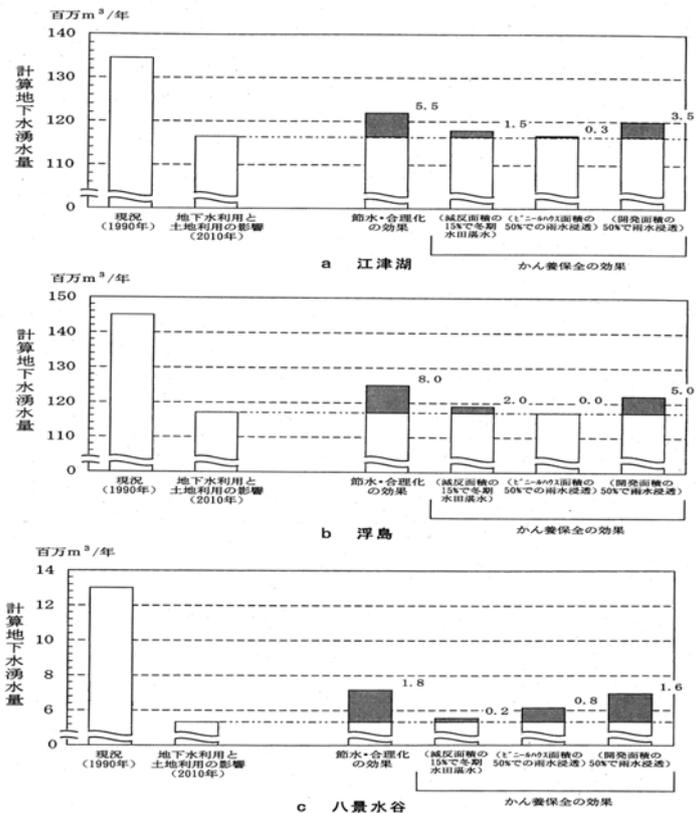
かん養域保全による効果の予測(熊本地域)

4. 地下水の保全に必要な対策(6)

地域特性や、社会動向に
じて、対策を講じる必要が
ある。

対策効果の検証が不可欠
(モニタリングによる評価)

対策による湧水量の回復効果
の予測(熊本地域)



熊本県・熊本市(1995):熊本
地域地下水総合調査

5. 景観維持機能としての地下水の役割(1)

地下水の主な役割

- ・水資源
- ・親水環境の構成要素
- ・生態系の維持



名水百選(1985)
平成の名水百選(2008)
東京の名湧水57選

湧水

- 1) 自然の水循環の一部
 - ア)河川の水源
 - イ)ヒートアイランド対策
 - ウ)地下水の指標(量と質)
- 2) 地域の自然の象徴
 - ア)自然環境を形成
 - イ)うるおいのある水辺環境の創出
 - ウ)身近な生物の生息環境の形成

東京都環境局HPを抜粋

5. 景観維持機能としての地下水の役割(2)



平成13年に佐賀導水事業による通水開始と水源転換の直後から、縫ノ池の湧水が40年ぶりに復活。復活した縫ノ池を大切にすべく、「縫ノ池湧水会」が設立されて、活動を行っている。

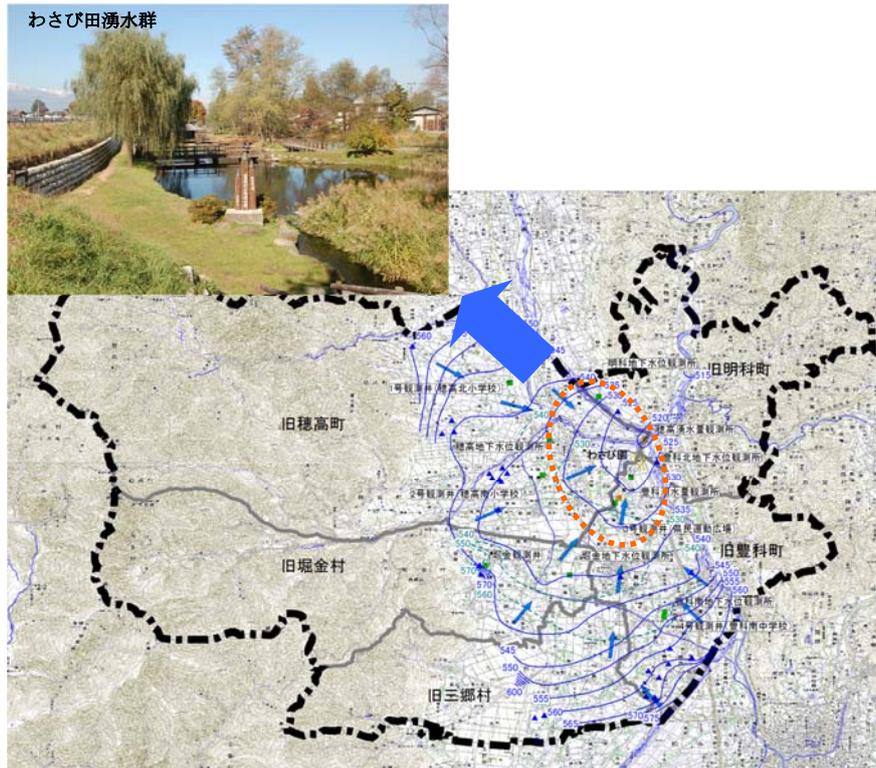


復活前 (縫ノ池湧水会資料)



現在 (H16/6/30)

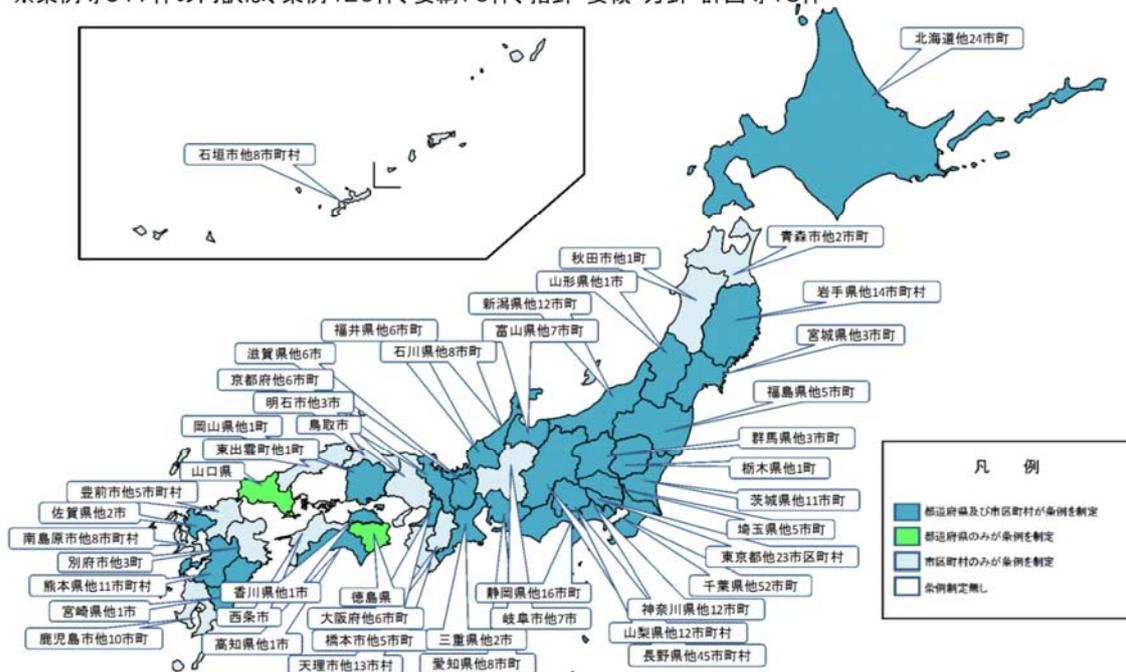
5. 景観維持機能としての地下水の役割(3)



長野県安曇野市における地下水流動（安曇野市調査資料に加筆）

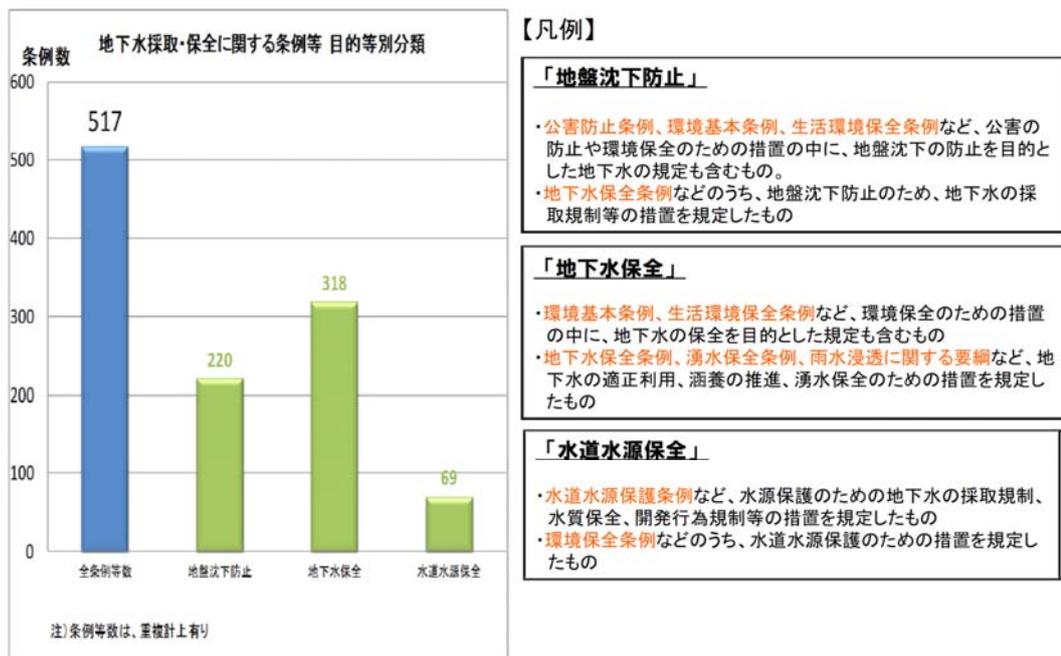
5. 景観維持機能としての地下水の役割(4)

※条例等517件の内訳は、条例420件、要綱79件、指針・要領・方針・計画等18件



国土交通省(H23)：地下水採取規制・保全に関する条例等の制定状況(速報)

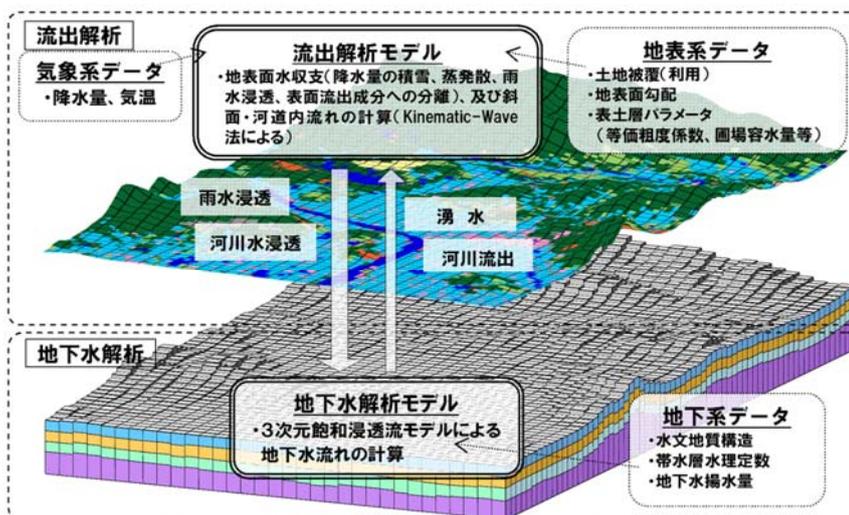
5. 景観維持機能としての地下水の役割(5)



国土交通省(H23)：地下水採取規制・保全に関する条例等の制定状況(速報)

5. 景観維持機能としての地下水の役割(6)

解析手法の一つとして、地下水と地表水を連結した、水循環モデルが開発されている。



6. 地熱開発についてのコメント

比較的浅層(井戸等で水を揚水する範囲)の地下水への人為的な影響メカニズムは、概ね、明らかにすることが可能。

温泉水(噴気を含む)に対する人為的な影響について、メカニズムについての知見が少なく、定性的あるいは経験的な評価に留まる場合が多いと思われる。

例えば、 温泉水の供給源はどこか？

水収支(流入量、流出量・採取量、水量変化との関係)は？

深層ほど、地下水の流動メカニズムに関わる情報が少ない。

地質構造、地下水(温泉水)流動、成分の生成機構などについて、さらに調査研究が必要。