

岐阜県の水循環解析調査について



岐阜県 都市建築部 水資源課 水資源係 技術主査 兼子嘉次

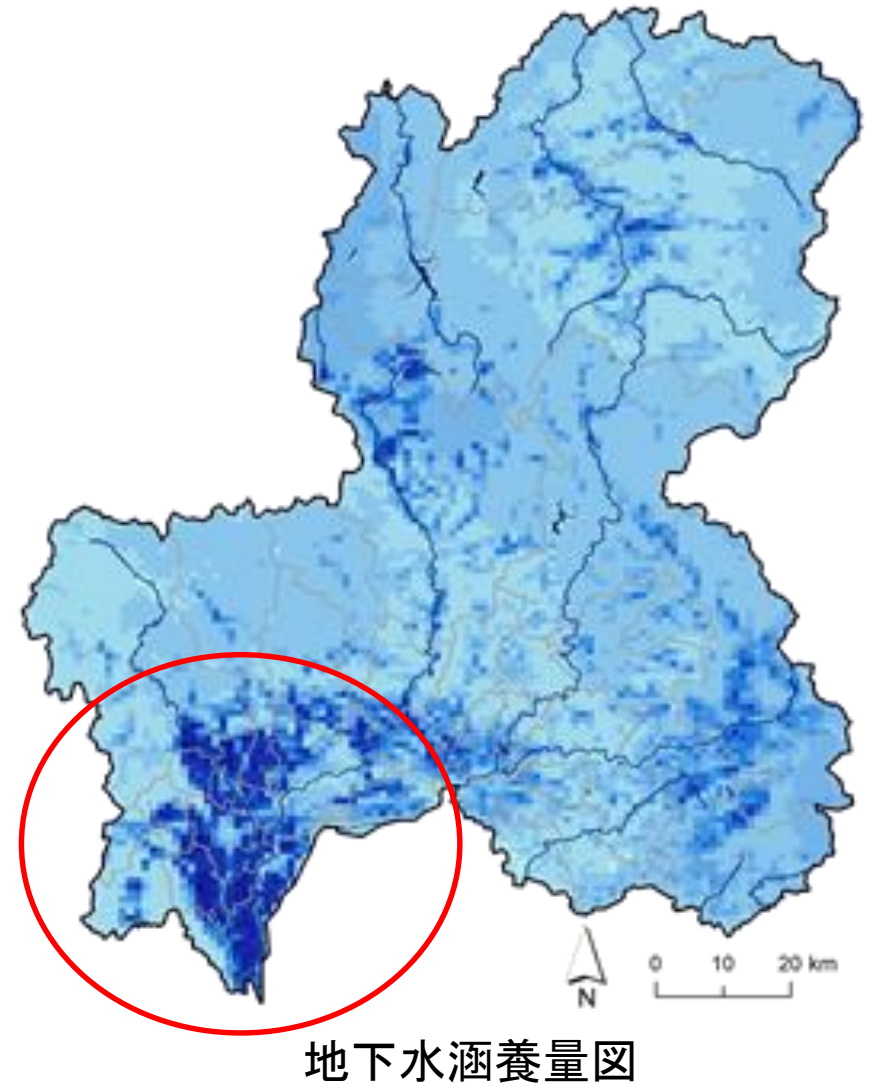
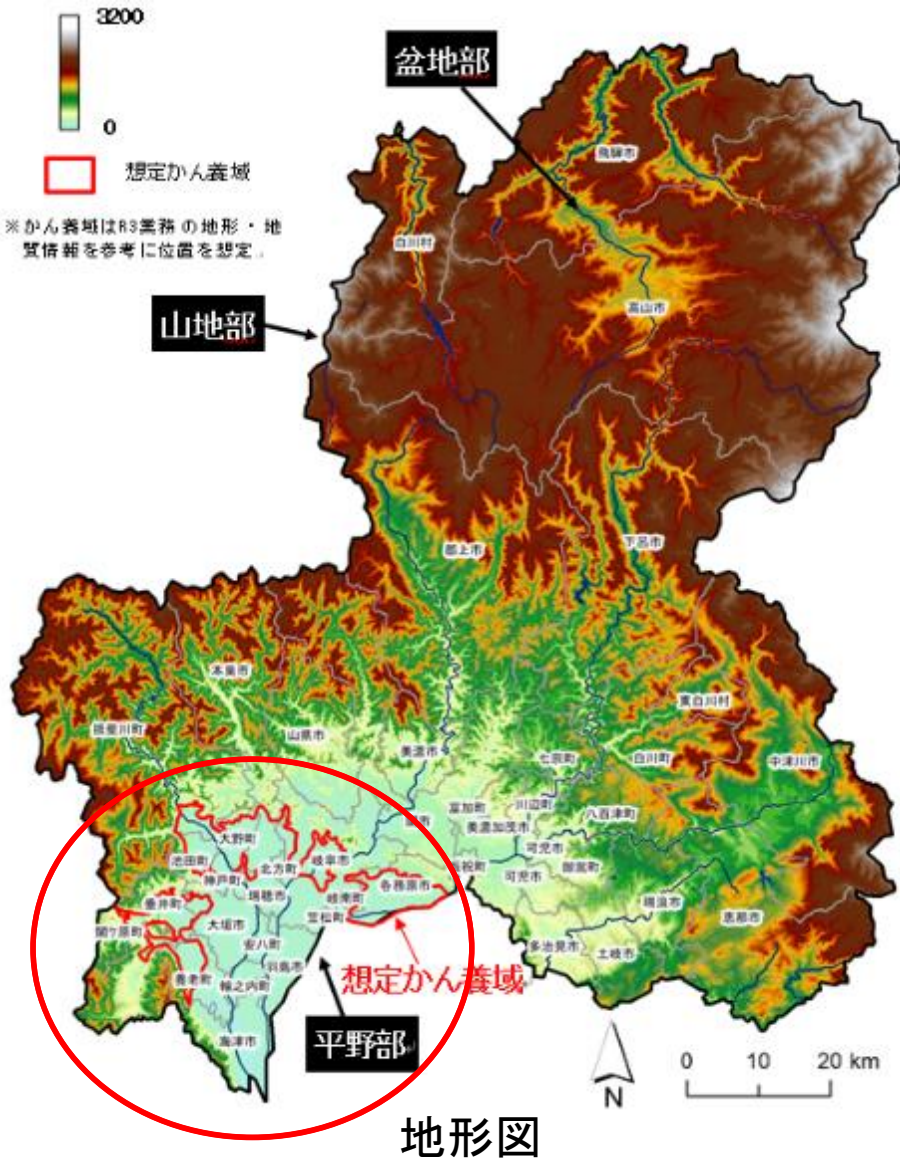
岐阜県の特徴を表す言葉

飛山濃水

(ひ ざ ん の う す い)

「飛山」は、飛騨地方が飛騨山脈、飛騨山地、両白山地など“山”を象徴とする山岳地域であること。「濃水」は、美濃地方が木曾川、長良川、揖斐川を中心とした木曾三川など“水”に象徴される水郷地域ということから、飛騨の山、美濃の水という意味で呼ばれ始めたもの。

岐阜県の地下水のイメージ



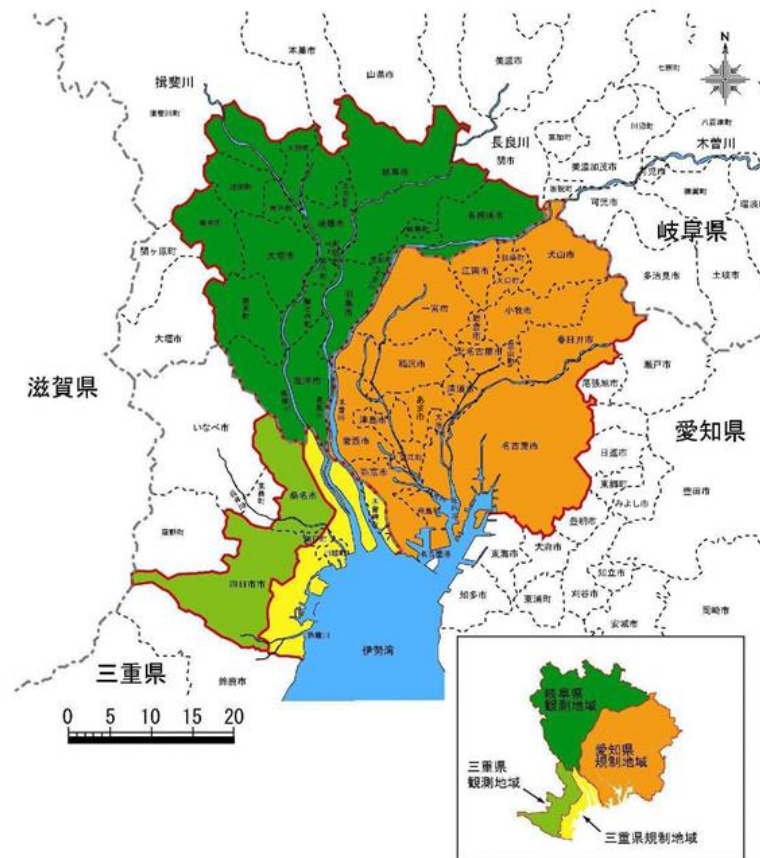
岐阜県の地下水位の観測調査について

高度経済成長期(S40年代前半)

- 地下水揚水量の増加
- 地盤沈下の継続的な発生
- 地盤沈下と地下水揚水に相関関係があることが広く認識される。

地下水位観測(S40年代後半～)

- 昭和46年に5箇所の観測井戸で地下水位観測開始。以後、平成19年までに24か所26井の観測所設置
- 機器更新を順次行い、現在は水圧式地下水位計で行っている。
- 濃尾平野地盤沈下対策要綱の監視地域指定
- 東海三県地盤沈下調査会をはじめとする地盤沈下関連の会議に参加
- 県内の2つの地下水対策協議会に参加

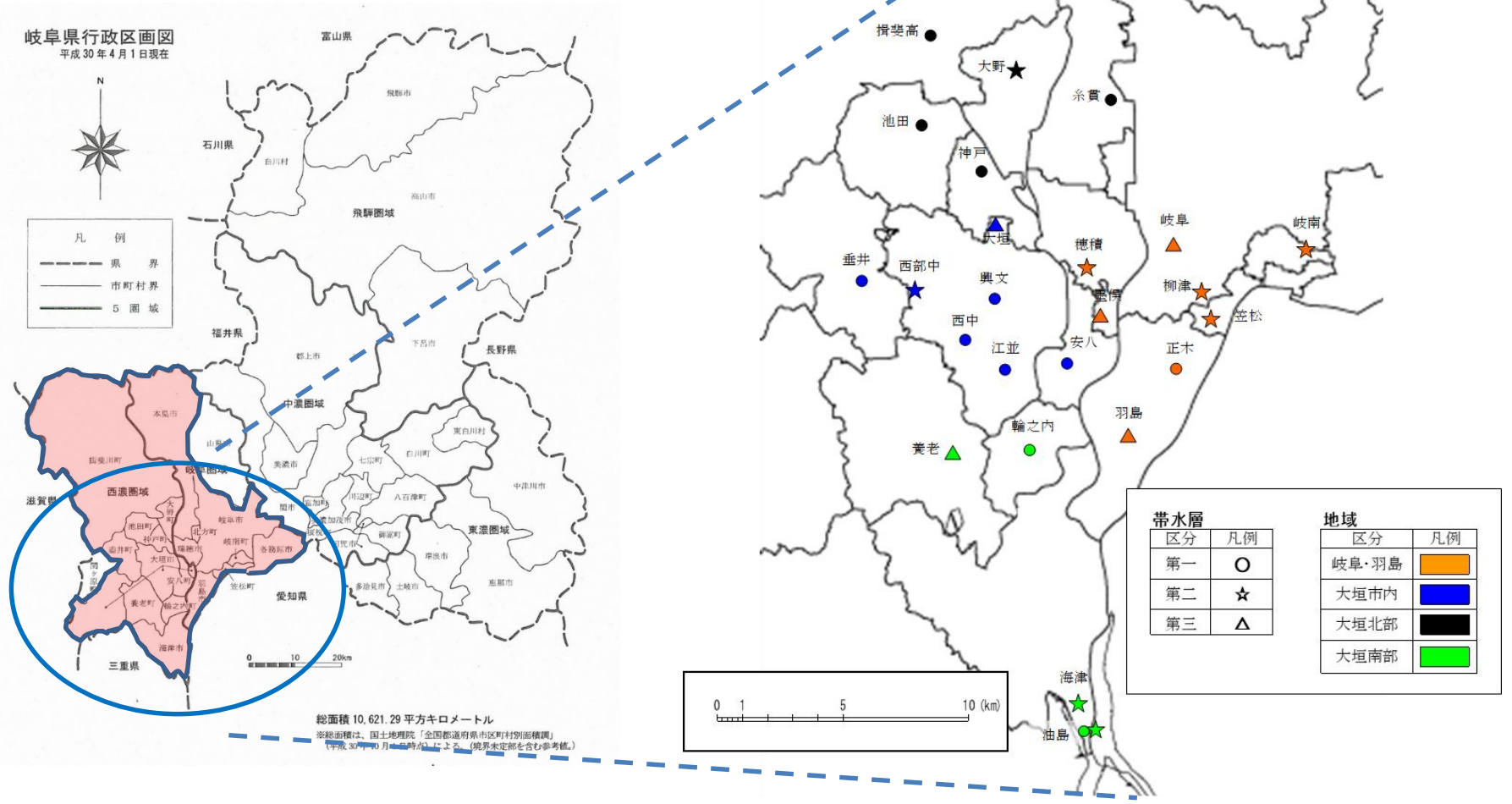


規制地域	[愛知県] 名古屋市、一宮市、春日井市、津島市、犬山市、江南市、小牧市、稲沢市、岩倉市、清須市、豊山町、北名古屋市、あま市、大口町、扶桑町、大治町、蟹江町、飛島村、弥富市、愛西市 [三重県] 桑名市(一部)、木曾岬町、四日市市(一部)、川越町、朝日町(一部)
観測地域	[岐阜県] 大垣市(一部)、神戸町、揖斐川町(一部)、大野町、垂井町、池田町、岐阜市、各務原市、岐南町、笠松町、安八町、北方町、瑞穂市、木巣市(一部)、羽鳥市、海津市、養老町、輪之内町 [三重県] 桑名市(規制地域を除く地域)、四日市市(規制地域を除く地域)、朝日町(規制地域を除く地域)

(平成30年8月時点)

地下水の観測網

観測所は県南西部に24か所



岐阜県の水循環解析調査のきっかけ

①きっかけ

- 平成24年頃、外国資本による水資源地の土地取得と、乱開発が表面化。
- 水資源確保のため、水資源に絡む土地取引の事前届け出や自治体協議を義務付けをできるようにするなどの動きが全国的に起こった。

②岐阜県の状況

- 平成24年度の県議会で、「水源地保護条例」制定に係る質問が相次ぐ
- 議論の中で、水資源の保護という観点から「外国資本による水源地の収奪を防ぐための地下水規制」の必要性を求める質問あり。
- 知事が地下水取水規制に関しては、検討すべき項目が多岐にわたることから、地下水の実態や課題について、早急に研究を進める旨の答弁。



③県の対応

- 県庁内の地下水に関する様々な問題を検討する研究会の立ち上げ(H25)
- 水資源を取り扱う課の設立(H26)
- 地下水の調査研究の開始と、取水制限に関する有識者会議の立ち上げ(H26)



岐阜県の水循環解析調査の進展

①平成27～28年度

- 平成27年度 県下全域の水循環解析の実施
- 平成28年度 気象条件や土地利用等についてシナリオを作成し、その結果をシミュレート
- 解析条件を各市町村ごとにまとめた「地下水の概要」を作成。公表

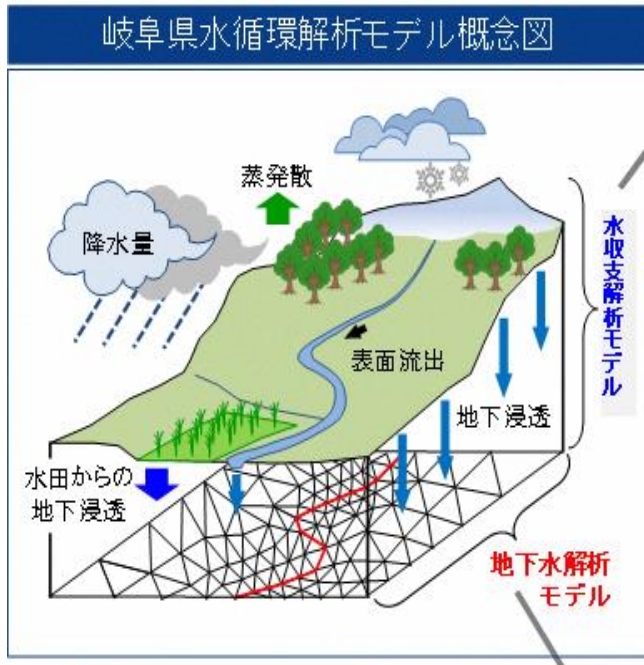
②令和元～2年度

- 本県で最も地下水が豊富な県南西部において、調査がほぼ実施されていなかった農業用地下水の井戸調査と揚水調査を実施。

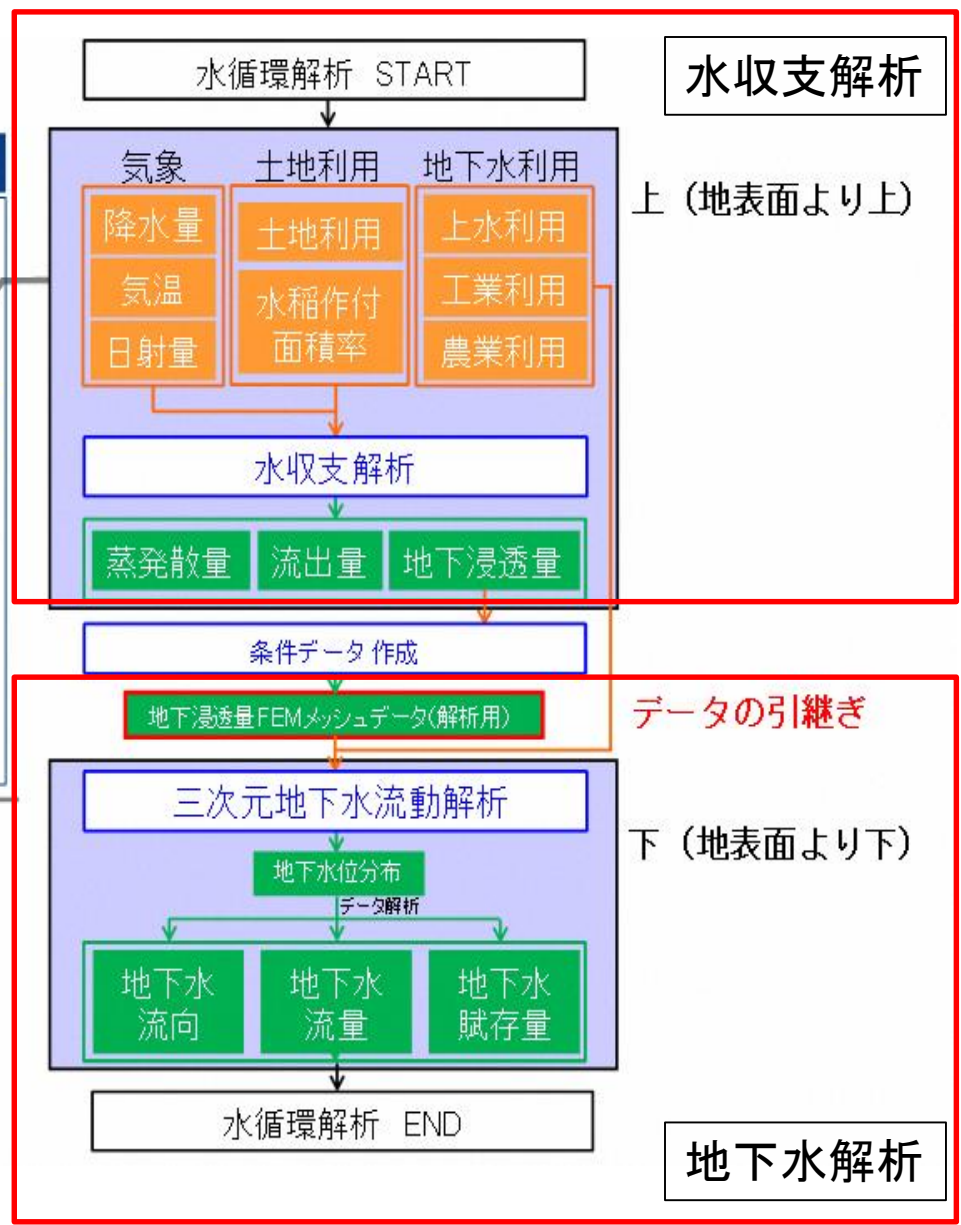
③令和3～5年度

- 水循環解析について、農業用地下水等新たに得たデータを基に再度解析
- 防災リスク(断層、洪水、高潮)等の文献調査実施
- 市町村ごとの地下水の概要の更新と説明会の実施
- 異常渇水時の気象条件等を考慮した水収支解析等の実施

水循環解析の手法



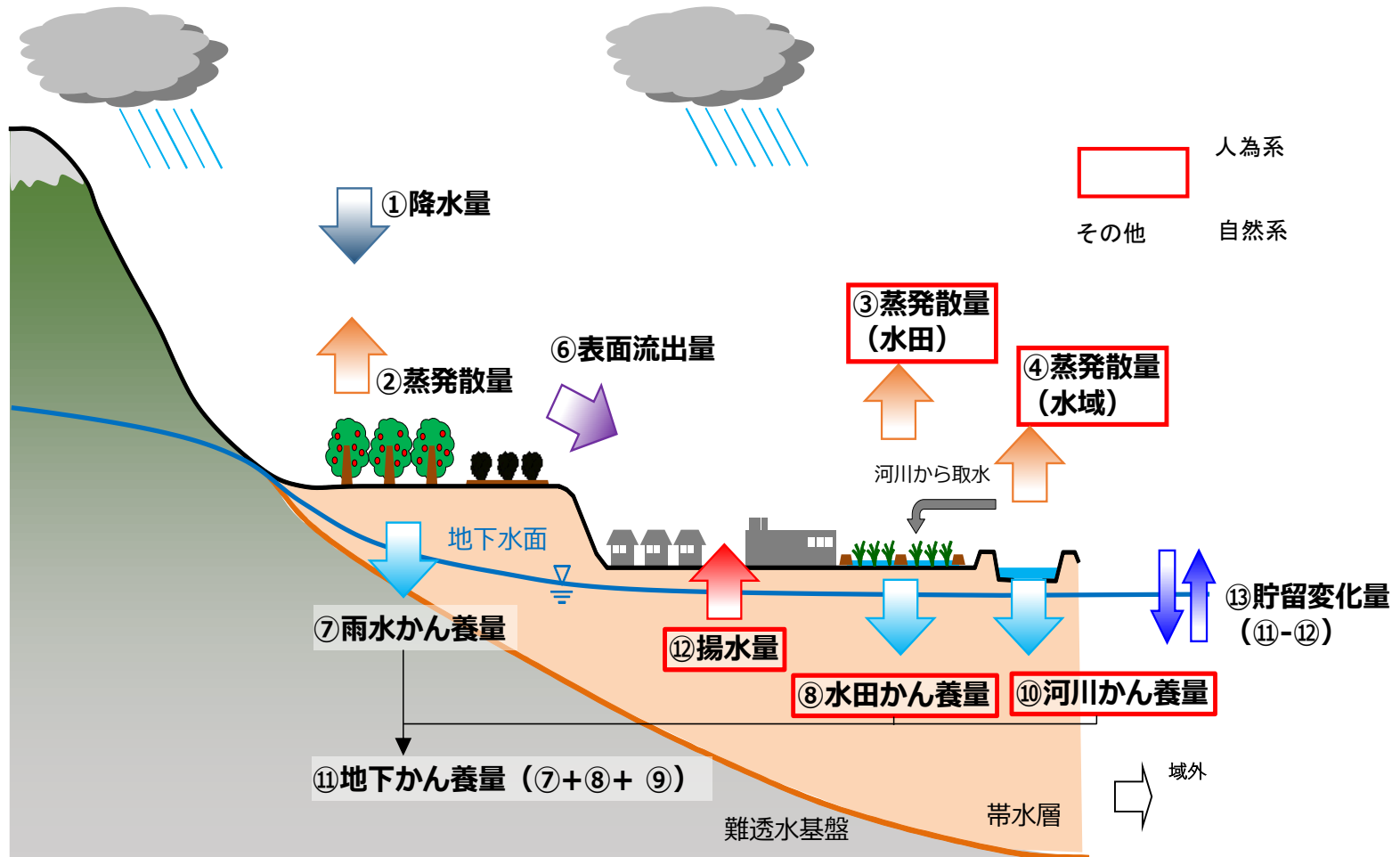
凡例	インプットデータ
	アウトプットデータ



水循環解析のモデル

名称	岐阜県水循環解析モデル	
	水収支解析モデル	地下水解析モデル
構造	地域ごとの表面流出・地下浸透等の特性を表現可能な分布型の2次元モデル（1 kmメッシュで領域を分割）	約100～500mメッシュで空間を分割した3次元モデル（水収支解析モデルの計算結果：地下浸透量を計算条件に使用）
入力データ	<ol style="list-style-type: none"> 1) 降水量：月別総降水量（mm） 2) 気温：月別平均気温（℃） 3) 日射量：日積算全天日射量（月平均） （MJ/m²） 4) 降水量補正係数 降水量データ補正時に使用 5) 土地利用：土地利用種別の面積（m²） 6) 減水深：地域別の減水深（mm/day） 7) 水稲作付面積率 地域別水稲作付面積率（水稲作付面積/ 水田面積） 8) 山地の浸透率 山地における表面流出量に対する地下 浸透の割合 9) 融雪出水モデル係数 地域ごとの融雪係数K、 積雪底面流出量Mb 10) 水田湛水期間：水稲作付スケジュール 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 地下かん養量（m³/月） 水収支解析モデルによる結果 2) 地下水揚水量（m³/月） 地下水を取水している井戸の揚水 3) 河川からのかん養量（m³/月） 伏流が確認される河川からのかん養量 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 20px; text-align: center;"> <p> 気象データ 人間活動関連条件 水収支解析結果 </p> </div>

水収支解析のモデル

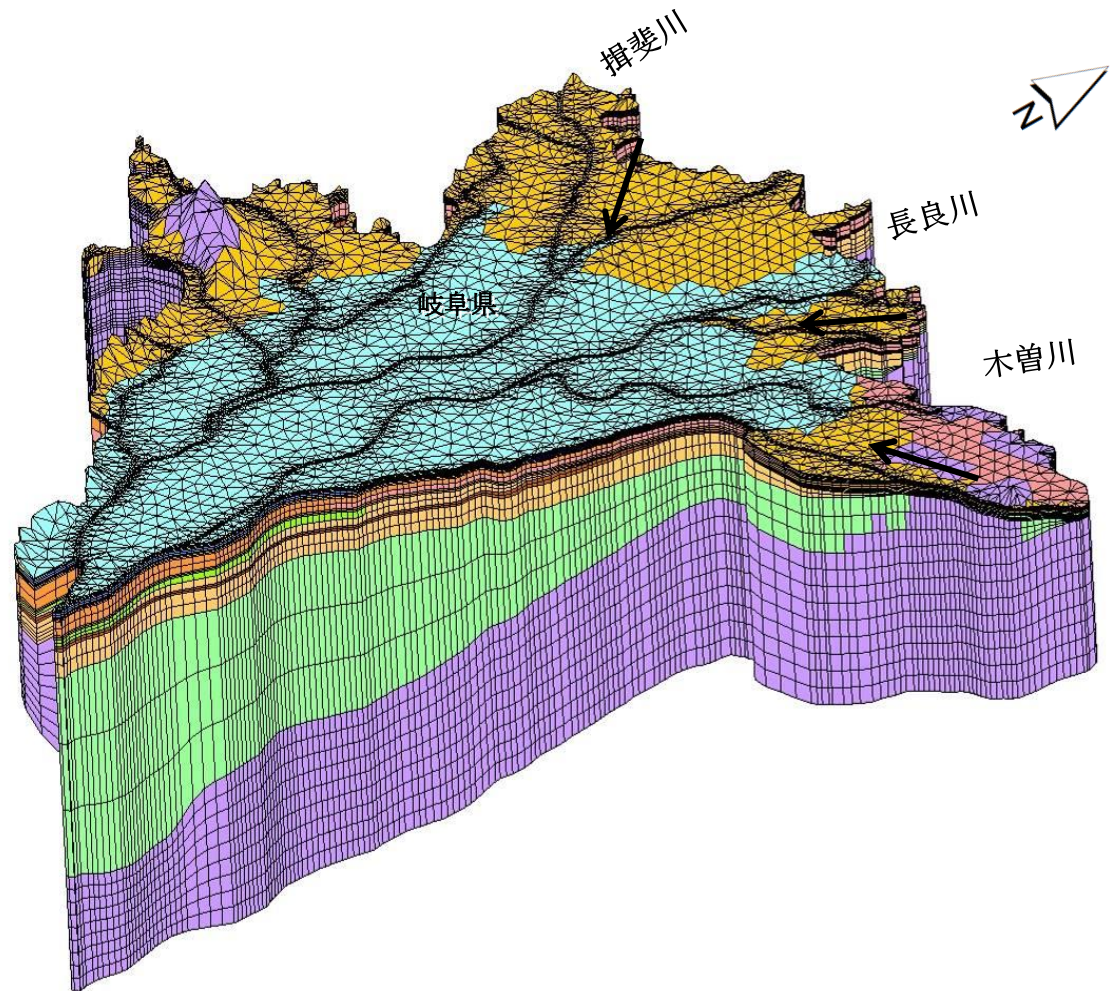


※⑨地下かん養量 (河川かん養量を除く) (⑦+⑧)

地下水解析のモデル(例:岐阜県内 濃尾平野モデル)

- 沖積層最上部
- 沖積層上部砂層
- 沖積層下部粘土層
- 濃尾層
- 第一礫層(G1)
- 熱田層山側(DG)
- 熱田層(D)
- 第二礫層(G2)
- 海部・弥富累層2(山側)
- 海部・弥富累層2(海側)
- 第三礫層(G3)
- 海部・弥富累層1
- 東海層群
- 基盤岩類

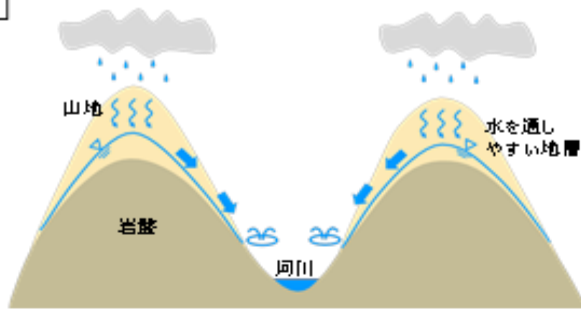
赤字は地表に露出したかん養能力の高い堆積物。かん養域にあたる地層



岐阜県の地下水の特徴

＜岐阜県の地下水の特徴＞

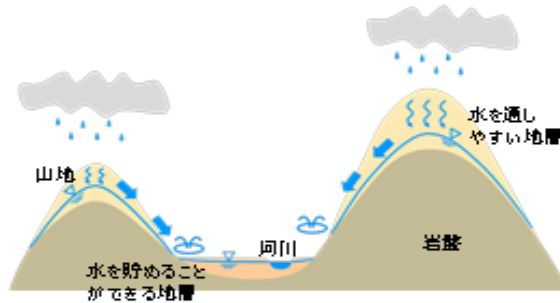
山地



県中部、北部、東部地域

山が多い地形。地表に降った雨が岩盤に沿って流れ、地表に湧出し、河川に流れる。

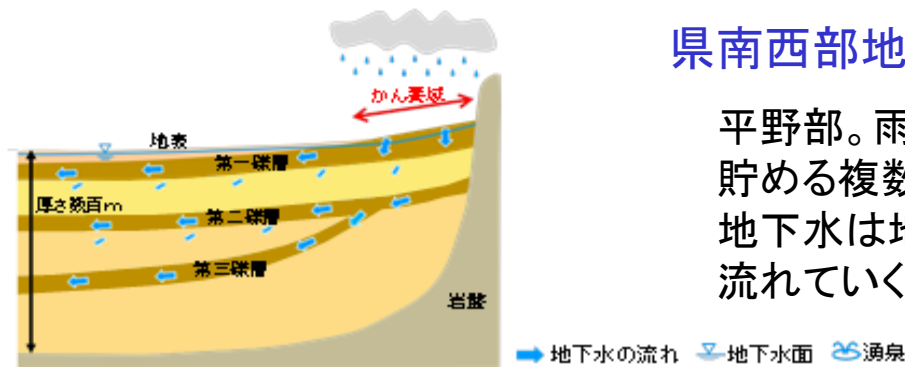
盆地



高山市、多治見市、中津川市、関市など

盆地の様な地形。地表に降った雨が岩盤に沿って流れ、水を貯める薄い地層にたまり、そこから河川に流れる。

平野

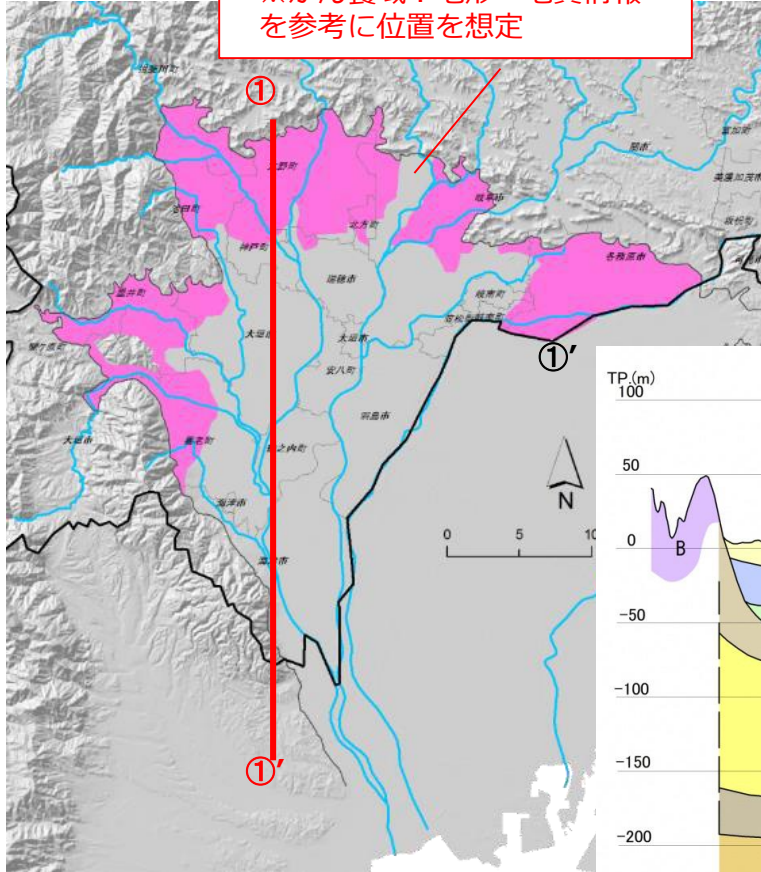


県南西部地域

平野部。雨水が地下に浸透するかん養域から、水を貯める複数の厚い地層にたまる。地下水は地層に沿って移動し、河川や伊勢湾に流れていく。

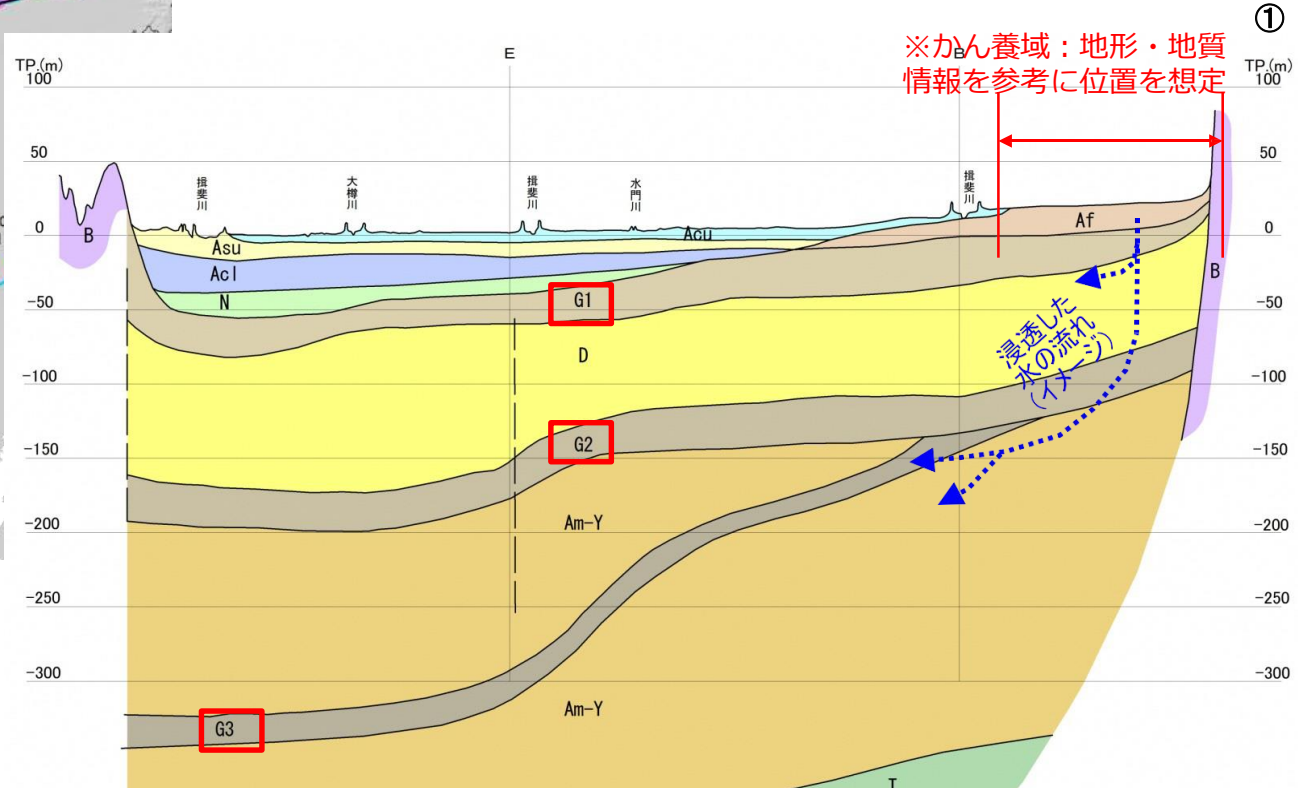
岐阜県南西部は、濃尾平野の地下水水源地

※かん養域：地形・地質情報を参考に位置を想定

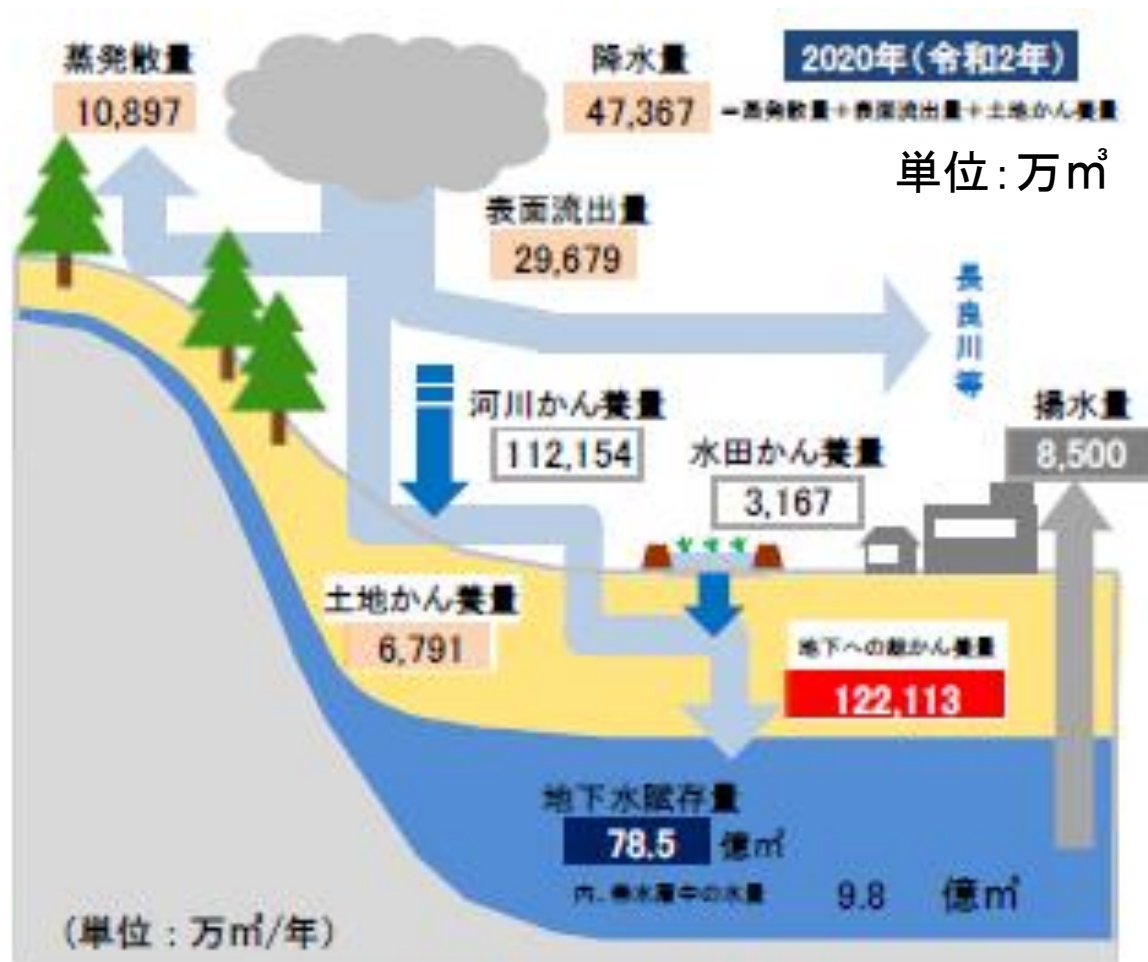


地下水は、雪や雨と河川から主として供給され、数年かけて流れ出てきます。岐阜県内の濃尾平野と山地の境目には、多くの水源涵養域があり、こうした場所から染み込んだ雨水が濃尾平野の地下水を潤しています。

また、濃尾平野の地下には、多くの地下水が流れる層が3つあり、それぞれ第一礫層(50~100m)、第二礫層(150~200m)、第三礫層(200m~350m)という深さをながられています。

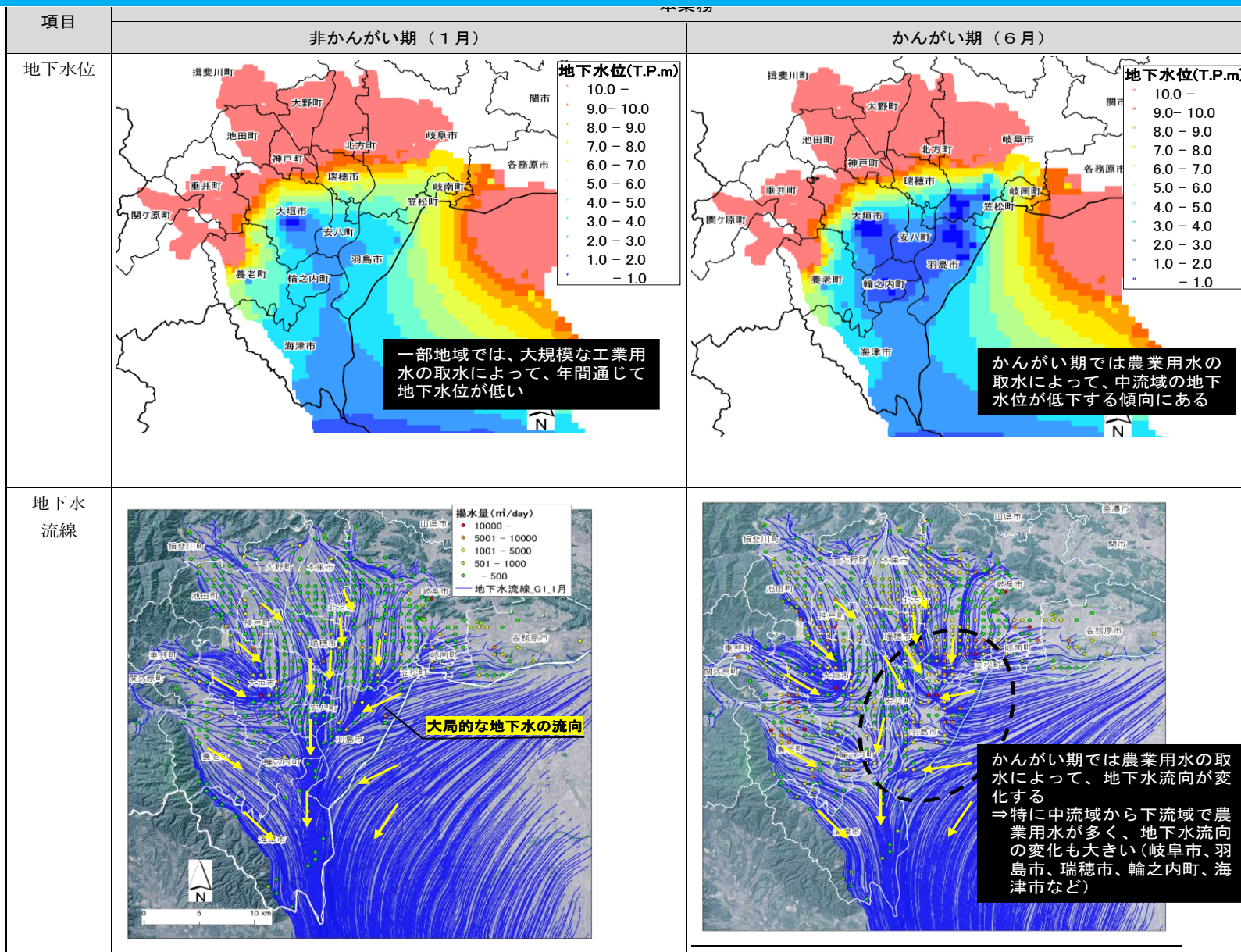


水循環解析結果の一例(水収支解析)

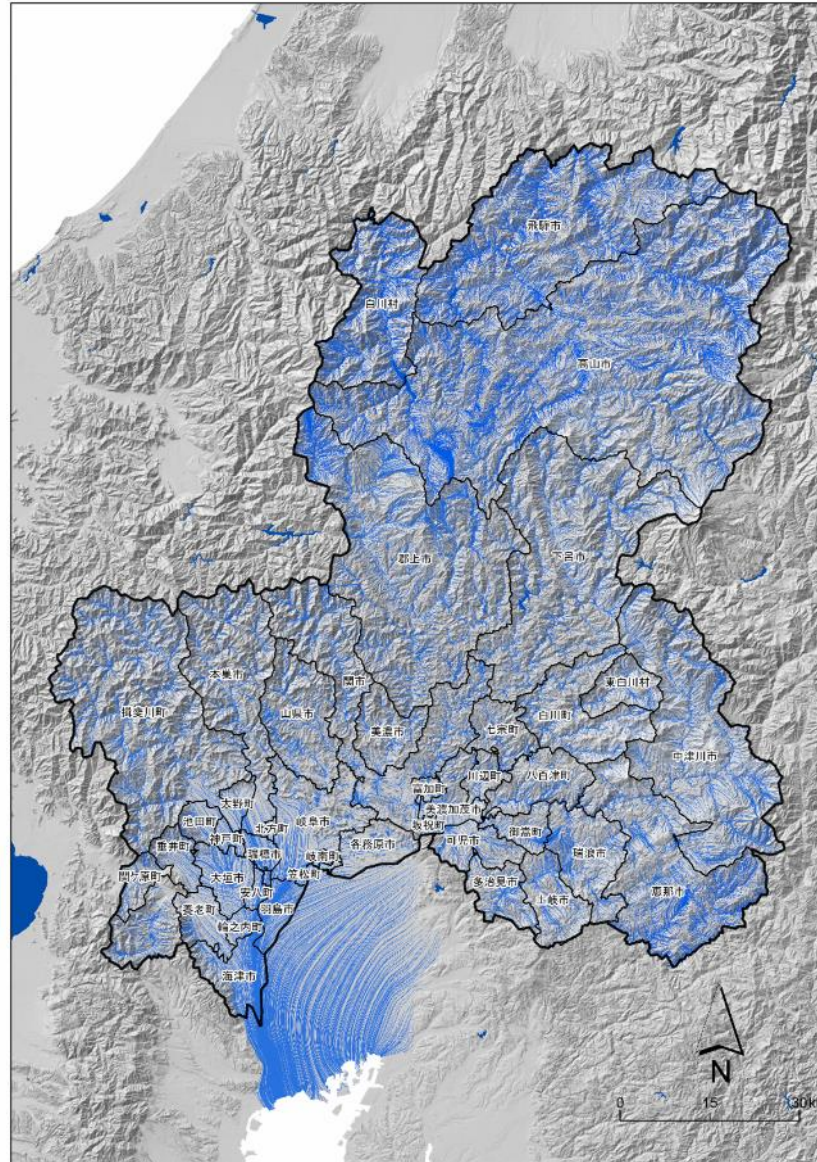


- ※地域における主なかん養(土地、河川、水田)や揚水状況がわかります。
- ※地下への総かん養量と揚水量を比較することで、地域の地下水に対する健全性がわかります。
- ※各数値はシミュレーションにより推計した値のため、実際とは異なる場合があります。
- かん養量 : 土地や河川、水田から地下に浸透する水量。
- 地下水賦存量: 地下に水が溜まっている量。実際に使える水量ではありません。
- 帯水層 : 水を過しやすく、貯められる地層。

水循環解析結果の一例(地下水解析等;G1層)



水循環解析の一例(地下水流向図:G1層)



水循環解析の結果わかったこと(主なもの)

- 水収支解析の結果から、地下水の揚水量に対して、地下涵養量が極端に少ない市町村は存在せず、岐阜県内の各市町村の地下水は、基本的に健全であるという事が判った。
- 地下水は、揚水量の多いポイントに吸い寄せられるように向きを変える。特に農業用地下水の揚水の多い地層では、灌漑期と非灌漑期では、地下水の流向が大きく変化する。
- 今回、2回目の水循環解析の更新を行ったが、解析以前の記録とも照合することで、各市町村ごとに地下水を涵養しつつ利用するための問題点等も整理ができた。

「地下水の概要」について

内容部分

表表紙・裏表紙

岐阜市

●地形と地下水

岐阜市は濃尾平野を流れる地下水の上流域(かん養域)に位置します(図1)。市内でかん養した地下水は、市内を流れた後、下流の地域へ流れています(図2)。

この地下水や河川水は、多くの自治体で水資源として共有されています(図3)。

なお、河川水や地下水はそれぞれの上下流とつながっているため、水資源を共有する自治体で連携して対応することが有効です。

図1 地域の地下水の流れ (断面)

図2 地域の地下水の流れ (平面)

図3 水資源を共有する上下流の自治体

●地下水の特徴

岐阜市では、長良川などからの豊富な河川かん養(地下へのかん養量のうち約90%)が地下水を育んでいるため、地下水の特性は基本的に健全です(図4、図5)。これを背景に水道用や工業用等の地下水依存度は県平均と比べて非常に高く、河川のかん養による恩恵を受けている地域といえます(図6)。

近年、岐阜市では市街地化が進み、水田面積が減少しています(図7)。さらに、かんがい期(5月～9月)には農業用の地下水かん養が行われるため、地下水位が一時的に低下する傾向にあり、1994年の渇水時には大きく顕著でした(図8)。

図4 水循環の各水量

図5 地下へのかん養量分布(河川かん養量を除く)

図6 地域の地下水依存度

図7 土地利用の変遷

図8 地下水位と地下水かん養量の関係

●今後の取り組みの提案

今後、岐阜市では、「水田面積減少による水田かん養量の減少」や「渇水時の地下水位の低下」などのリスクがあります。とくに、地下水かん養量の増減が地下水環境に与える影響が大きいです。

岐阜市の地形や地下水の特徴を踏まえ、かん養強化(森林保全の推進、土地利用の保全、雨水浸透施設の整備)と適正利用(地下水利用量の把握、地下水の適正利用、地下水利用可能量の設定、水源の多様化(河川水等複数水源の確保))を地域で取り組み、健全な水循環を維持することが望ましいです。

●地下水の保全と利用の主な取組事例

岐阜市に提案する地下水の保全と利用の主な取組事例です。

令和5年3月

かん養強化施策		適正利用施策		水源の多様化	
森林の推進	土地利用の保全	雨水浸透施設の整備	地下水利用量の把握	地下水位の適正利用	地下水位の観測
①森林保全の推進	②土地利用の保全	③地下水利用量の把握	④地下水位の適正利用	⑤地下水位の観測	⑥水源の多様化

清流の国 ぎふ

岐阜県の地下水の概要

岐阜市

岐阜県 都市建設部 水資源課

①森林保全の推進
水循環等、森林の様々な機能を発揮させるため、緑地、下刈り、間伐等を行う

②土地利用の保全
地下水の涵養機能の保全のため、農地の適切な保全・整備・利用を行う

③地下水利用量の把握
地下水状況の把握のため、排水機や電気料金、運転時間等から排水量や排水時期等を算出する

④地下水位の適正利用
排水のヒートカットやピンプの調整により、水位低下を抑制する

⑤地下水位の観測
最新の観測による地盤沈下等状況のため、観測や解析等に基づいて排水量の目標を設定する

⑥水源の多様化
地下水・河川水・ダム水等、複数の水源を確保する

地下水の概要について

- 目に見えない地下水について、サイエンスコミュニケーションの観点から、自然科学的知見や調査、検討結果をわかりやすく提供する目的で、県内42市町村ごとに個別に作成。
- 個別に地下水の状況を作成したことで、各自治体担当者、地域住民を問わず、地下水への理解の促進と地下水が川と同じく流域という形で捉えられるものであるといった合意形成に努める資料として使う事を念頭に置いている。
- A3短編閉じで表裏印刷し、A4版に折ると、そのままパンフレットとして使えるようになっている。

地下水の概要

◆地下水の保全と利用の主な取組事例

令和5年3月

岐阜市に提案する地下水の保全と利用の主な取組事例です。

かん養強化施策			適正利用施策				
森林保全の推進	土地利用の保全	雨水浸透施設等の整備	地下水利用量の把握	地下水の適正利用	地下水位等の観測	地下水利用可能量の設定	水源の多様化

①森林保全の推進



水源涵養等、森林の様々な機能を発揮させるため、植栽、下刈り、間伐等を行う

②土地利用の保全



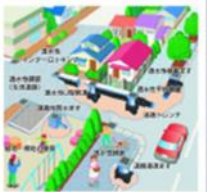
地下水の涵養機能の保全のため、農地の適切な保全・整備・利用を行う

③地下水利用量の把握



揚水状況の把握のため、揚水機の電気量や電気料金、運転時間等から揚水量や揚水時期等を算出する

④雨水浸透施設等の整備^{※2}



地下水涵養や流域治水のため、雨水の浸透・一時貯留施設等を整備する



⑤地下水の適正利用



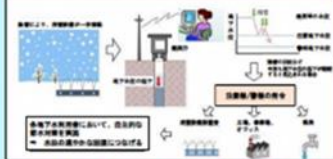
揚水のピークカットやピーク分散等により、水位低下を抑制する

⑥地下水位(地盤沈下)の観測



地下水位の変動状況を把握するため、地下水位や地盤収縮量を観測・記録する

⑦地下水利用可能量の設定^{※3}



過剰な揚水による地盤沈下等を防ぐため、観測や解析等に基づいて揚水量の上限を設定する

⑧水源の多様化^{※4}



地下水・河川水・ダム水等、複数の水源を確保する

※1：農林中央省、農業地域における持続的な地下水利用の手引きより
 ※2：公益社団法人国土計画推進技術協会HPより
 ※3：国土交通省HPより
 ※4：水資源機構HPより

清流の国
ぎふ



岐阜県の地下水の概要

岐阜市

岐阜県 都市建築部 水資源課

※写真は国土交通省水資源部河川課HPより提供

地下水の概要

岐阜市

地形と地下水

岐阜市は濃尾平野を流れる地下水の上流域(かん養域)に位置します(図1)。市内でかん養した地下水は、市内を流れた後、下流の地域へ流れていきます(図2)。

この地下水や河川水は、多くの自治体で水資源として共有されています(図3)。

なお、河川水や地下水はそれぞれの上下流とつながっているため、水資源を共有する自治体で連携して対応することが有効です。

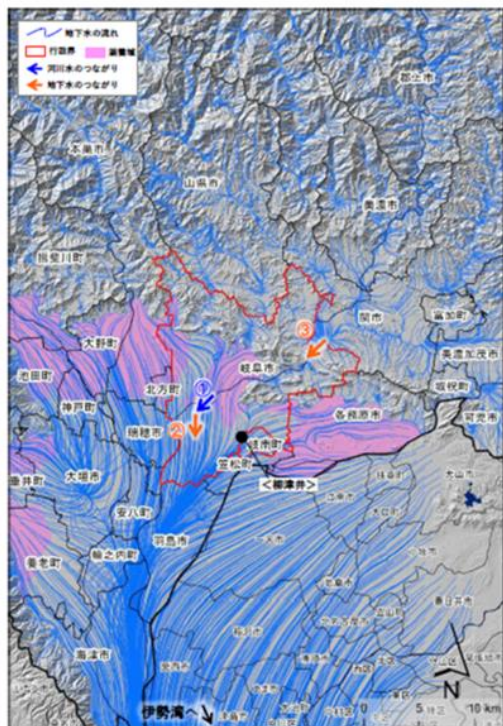


図2 地域の地下水の流れ(平面)

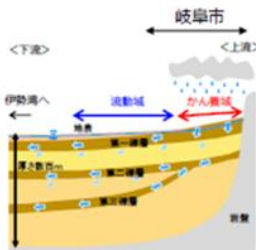


図1 地域の地下水の流れ(断面)



図3 水資源を共有する上下流の自治体

地下水の特徴

岐阜市では、長良川などからの豊富な河川かん養(地下水への総かん養量のうち約90%)が地下水を育てているため、地下水の状態は基本的に健全です(図4、図5)。これを背景に水道用水や工業用水の地下水依存度は県平均と比べて非常に高く、河川のかん養による恩恵を受けている地域といえます(図6)。

近年、岐阜市では市街地化が進み、水田面積が減少しています(図7)。さらに、かんがい期(5月~9月)には農業用の地下水揚水が盛んに行われるため、地下水水位が一時的に低下する傾向にあり、1994年の湯水時にはとくに顕著でした(図8)。

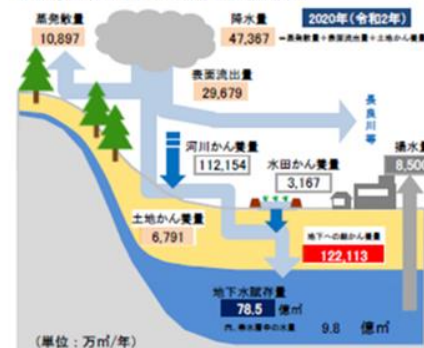


図4 水循環の各水量

※地域におけるかん養(土壌、河川、水田)や湯水状況が異なります。
 ※地下水への総かん養量は降水量をほぼ等しいと見て、地域別地下水に対する恩恵の大きさを示します。
 ※河川かん養は「土壌からの、水田からの地下水に湧き出す水」
 ※地下水貯留量は「地下に貯留している量、河川に湧き出す水とは異なります」
 ※降水量は「水不足しやすく、約90%は湯水」

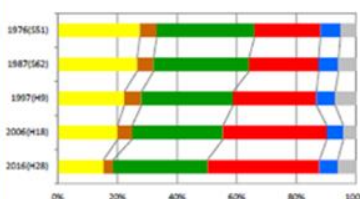


図7 土地利用の変遷

今後の取り組みの提案

今後、岐阜市では、「水田面積減少による水田かん養量の減少」や「湯水時の地下水水位の低下」などのリスクがあります。とくに、地下水揚水量の増減が地下水環境に与える影響が大きいです。

岐阜市の地形や地下水の特徴を踏まえると、かん養強化(森林保全の推進、土地利用の保全、雨水浸透施設の整備)と適正利用(地下水利用量の把握、地下水の適正利用、地下水利用可能量の設定、水源の多様化(河川水等複数水源の確保))を地域で取り組み、健全な水循環を維持することが望ましいです。

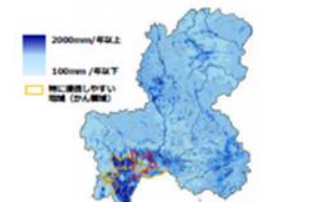


図5 地下への総かん養量分布(河川かん養量を除く)



図6 地域の地下水依存度

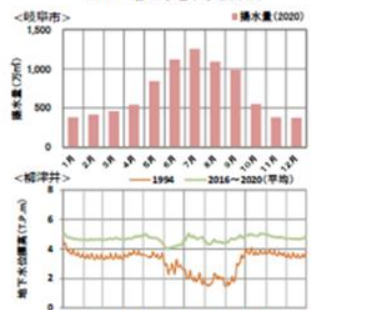


図8 地下水水位と地下水揚水量の関係

岐阜県の水循環解析調査について



- 地下水の概要紹介HP↓
<https://www.pref.gifu.lg.jp/page/302095.html>

ご清聴ありがとうございました