

松山平野の地下水資源の現状と井戸取水の影響

愛媛大学大学院 正会員 ○藤森祥文
 愛媛大学大学院 学生会員 松尾悠平
 愛媛大学大学院 正会員 森脇 亮

1. はじめに

地下水は人間の生活には欠かせない水資源である。しかし、近年の気候変動により雨域や雨量の変化や、人口増加、土地利用など都市の性状の変化などから地下水資源量が変動してきている。地下水資源を安定的に利用していくためには、流域内の水資源がどのように利用されているか、現状を把握するとともに、気候変動や降水の変化や流域の人工的な変化を把握しておくことが重要となる。本研究では松山平野の水利用状況の整理と、地下水利用が地下水資源に与える影響の考察を行った。

2. 松山平野の水利用状況

松山平野は重信川の扇状地などで構成され、伊予灘を底辺とする二等辺三角形形状を呈している。松山平野の土地利用(1997年)を図-1 に示す。松山平野において人口が集中している松山市の水利用量の経年変化¹⁾を図-2 に示す。石手川ダムが完成する1972年までは伏流水に水源を頼っていたが、ダム完成後は伏流水の取水量は減少し、浅井戸による取水に転換する。現在、松山市は上水道用水資源の約半分を地下水に依存しており、その取水源は主に重信川右岸から浅井戸から取水している。主な取水エリアは図-1 の破線で囲まれた範囲である。

ここで、井戸取水が松山平野の水供給量に対してどの程度あるかを概算する。重信川の流域面積は445 km²であるので、年平均降水量を1300 mm とすると、流域内に供給される降雨は年間で578.5×10⁶ m³である。このうち55×10⁶ m³が井戸取水量であるので、井戸取水は流域に供給される降雨の約9%と概算される。

3. 井戸取水が地下水資源に与える影響の考察

本研究では井戸取水が地下水資源に対してどの程度、どの範囲に影響を及ぼしているのかを数値実験によって考察した。使用した水循環モデルはWEPモデル²⁾である。WEPモデルはメッシュベースのモデルで、水循環の様々な素過程を物理方程式に基づき表現した分布型物理モデルである。

3-1 計算条件

松山平野で水源用の浅井戸が設置されたのが1955年である。井戸取水が開始前の伏流水が豊富であったといわれる年代を再現するために、case1として井戸取水を全て0にした計算を行う。また、比較対象としてのcase2は取水量が2003年以降大きく変化していない(図-2)ことから、2003年の井戸取水データを入力した計算を行う。case1,2とも気象条件は2003年のデータ、土地利用は1997年のデータを用いた。その他の入力データもcase1,2で共通とする。主要な入力パラメータを表-1に示す。

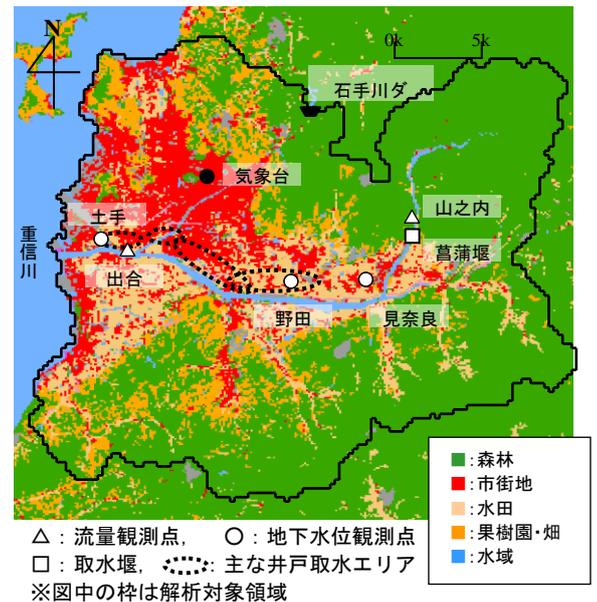


図-1 松山平野の土地利用状況

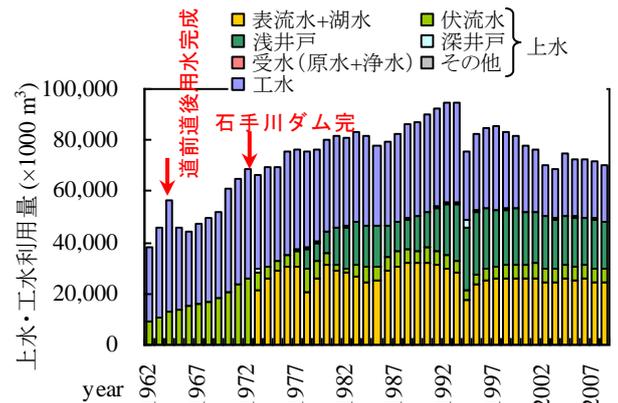


図-2 井戸取水量と石手川ダム表流水取水の経年変化

表-1 主要な入力パラメータ

不圧帯水層透水係数 (m s ⁻¹)	5×10 ⁻⁵ ~5×10 ⁻²
不圧帯水層貯留係数	0.15
不圧帯水層厚 (m)	1.00~71.00
河床透水係数 (m s ⁻¹)	1×10 ⁻⁵
河床材料厚 (m)	1.00

3-2 計算結果

10月25日12時のcase1（井戸取水なし）、case2（井戸取水あり）のそれぞれの地下水位深度（地表面からの距離）の差分を図-3に示す。図-3は井戸取水による地下水位低下をマイナスとしている。また、年取水量の分布を図-4に示す。図-3より扇頂部から重信川本川に沿って地下水位が低下する範囲がみられ、野田地点より下流側でその傾向が顕著に見られ、井戸取水量と、その分布に対応していることがわかる。出合地点の東側の2つのエリア（図-3中の矢印部）において水位低下がより顕著にみられる。これはこのエリアに大規模な取水井戸群が存在しているためである。図-3中の黒線ABに沿った地下水位の断面を図-5に示す。この黒線はほぼ重信川の右岸に沿って、河口から野田地点まで引かれている。図-5白矢印は図-3矢印の位置である。大規模取水箇所付近ではcase2の水位が大きく下がり、井戸取水の影響が大きいことがわかる。

井戸取水による地下水位低下は確認されたが、取水がない場合(case1)の結果の検証は、実測値がないため行えない。そこで本研究では重信川周辺住民の聞き取り調査³⁾と比較することで検証を行う。聞き取り調査によれば、河口から11~14km区間では「戦前より年に数ヶ月は瀬切れ（河川流水の断絶，河川の干上がり）があった」という調査結果が得られている。この区間は図-5楕円ハッチング部と対応しており、case1,2ともに地下水位が地表面から離れている。また、図-6は2006年~2011年に観測された瀬切れ日数の合計を河口からの距離で示している。つまり過去も現在もこの区間においては取水の有無に関わらず瀬切れが発生しやすい範囲であると考えられる。また、河口から6~8km区間では「1981年かきつばた浄水場が完成し瀬切れが数ヶ月続くようになった」などの調査結果が得られており、井戸取水がない場合には地下水位が高かったことが示唆されている。よって、case1の計算結果が妥当であると考えられる。

4. おわりに

松山平野の水利用状況を整理し、井戸取水は流域に供給される降雨の約9%と概算された。井戸取水による地下水位低下は重信川周辺の広範囲に広がる。また、また、重信川の瀬切れに関する歴史的証言を井戸取水による地下水位低下と関連して説明し得ることが明らかになった。

参考文献

- 1)松山市公営企業局：統計年報平成22年度など。
- 2)木内豪，渡部康実：地質・土壌・土地利用の空間分布を考慮した水循環解析手法の検討，水工学論文集，第55巻，pp.565-570，2011。
- 3)国土交通省四国地方整備局：重信川水系河川整備基本方針（参考資料）第Ⅲ編 正常流量の検討，236pp.，2006。

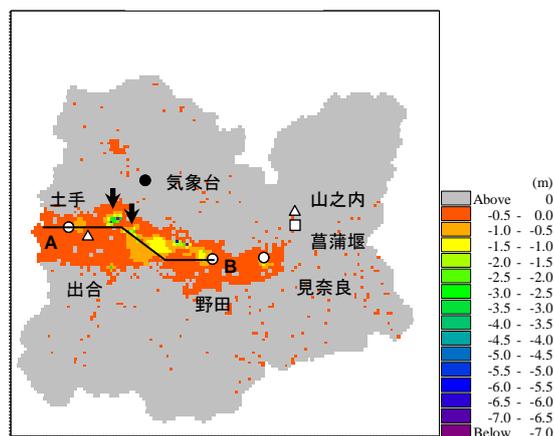


図-3 case1 と case2 の地下水位深度の差分

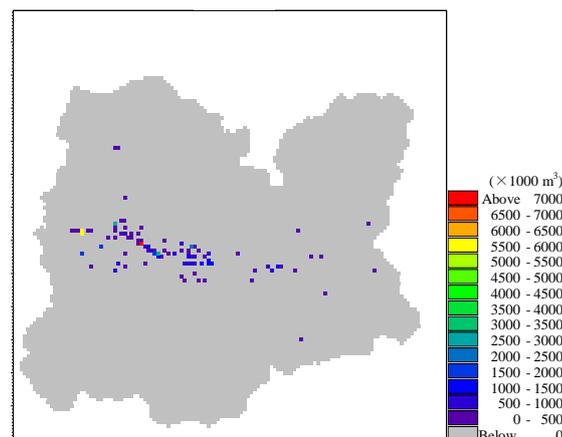


図-4 年取水量の分布（取水井戸分布）

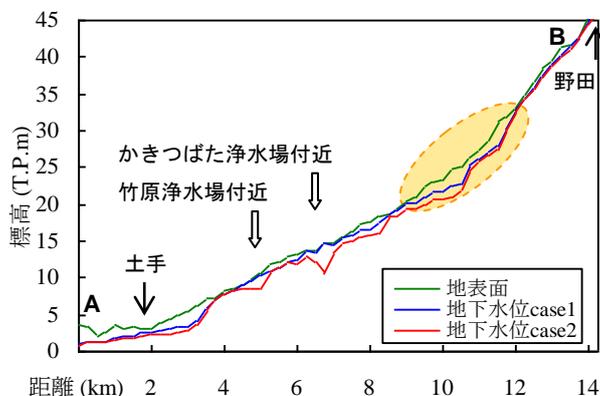


図-5 地下水位断面図

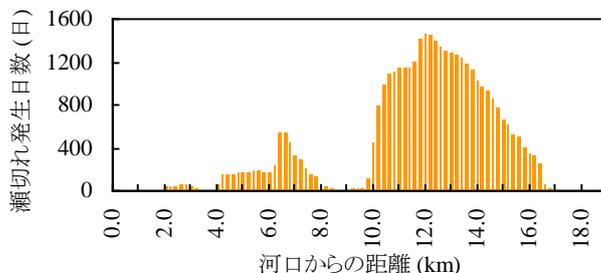


図-6 河口からの距離と瀬切れ日数