

濃尾平野扇状地における長良川からの地下水涵養・流動経路

岐阜大学工学部

正会員

神谷 浩二

岐阜大学大学院

学生会員

○桑山 浩幸

(株)テイコク

井上 裕

1. まえがき

濃尾平野では、1994 年に経験したような異常渇水に伴う地下水位低下と地盤沈下の再進行に備えるとともに、異常渇水時も含めて地下水を持続的に利用するためには、降雨等による地下水涵養量との量的バランスを管理しながら揚水量を制御することが重要である。本報告は、木曽三川の一つである長良川を対象にして、地下水涵養量の実態を示すとともに地下水涵養経路等の地域的特徴を分析した。

2. 長良川における地下水涵養量

(1) 対象地域：対象地域は、図 1

に示すように濃尾平野北部に位置する長良川扇状地である。扇状地はその殆どが厚い砂礫層によって構成され、透水係数は 10^{-3}cm/s のオーダーであり透水性は高めである。図 1 には 55 本の既設井戸(消防利水井戸)と地下水位観測所 1 地点における地下水位(T.P.m)、河川水位観測所①、地点 B と C の河川水位(T.P.m)の値を用いて描いた地下水位等高線を示した。長良川の地点 A と地点 B の河川区間

では河川を中心とした地下水嶺がみられ、河川から地下水を涵養する傾向にある。地点 B と地点 C の区間では、北側から地下水が長良川に流入し、南側に長良川が地下水を涵養するような地下水流動がみられる。

(2) 地下水涵養量の実態：地下水涵養量 $Q^*(\text{m}^3/\text{s})$ は、扇頂から扇端の河川区間における河川流量の差及び河川の接続水路による流入量・流出量の水収支に基づき算定した。長良川では図 1 の地点 A, B, C の 3 地点で河川流量 $Q_A, Q_B, Q_C(\text{m}^3/\text{s})$ の観測を ADCP(超音波流速計)法によって行い、地下水涵養量の算定を行った(流入量・流出量は河川流量と比較してわずかであったため無視)。

図 2 は、長良川の流況が渇水流量から低水流量の範囲について、区間 A-B の地下水涵養量 Q_{A-B}^* 及び区間 B-C の地下水涵養量 Q_{B-C}^* の値を示したものである。区間 A-B ではおよそ $0\sim 15\text{m}^3/\text{s}$ 、区間 B-C ではおよそ $-17\sim 1\text{m}^3/\text{s}$ 程度の地下水涵養量であった。図 1 で述べたように、区間 B-C では右岸側から地下水が流入して左岸側で地下水を涵養する傾向にあるため、地下水涵養量が負値を示す場合があると考えられる。

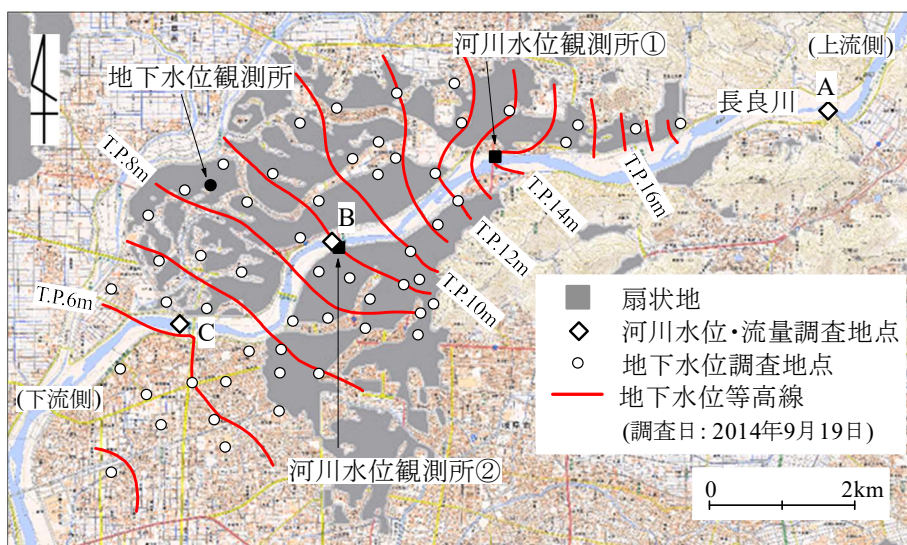


図 1 対象地域及び地下水位等高線

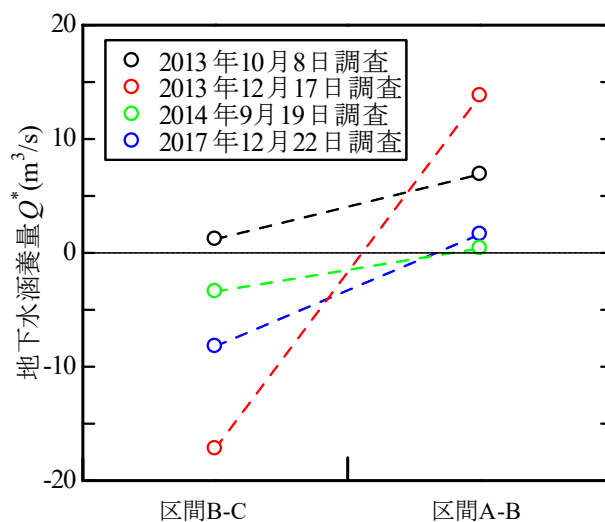


図 2 河川区間別地下水涵養量

キーワード 地下水涵養, 扇状地, 河川

連絡先 住所: 〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 Tel&Fax: 058-293-2421

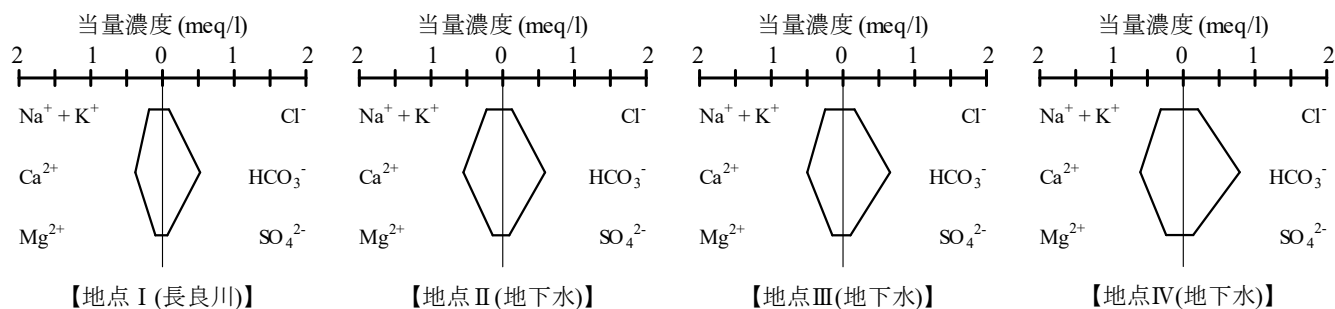


図3 長良川と周辺地下水の水質のパターンダイアグラム

3. 長良川からの地下水涵養の経路

岐阜市では、2005年～2009年度の期間に約700本の消防水利井戸から採取した地下水の水質分析が実施された²⁾。本報告では分析されたデータの内、水質の主要7成分(Na^+ (ナトリウムイオン), K^+ (カリウムイオン), Ca^{2+} (カルシウムイオン), Mg^{2+} (マグネシウムイオン), Cl^- (塩化物イオン), HCO_3^- (炭酸水素イオン), SO_4^{2-} (硫酸イオン))のデータを用いた。図3は、長良川と周辺地下水(位置は後述する図4に併記)の水質のパターンダイアグラムの例を示したものであり、これらの水質は重炭酸カルシウム型に分類される。

次に、図3の水質データ(約700地点)を用いて、次式(1)により、採水地点*i*での地下水質と河川水質の間のユークリッド距離 D_i 求め、更に D_i 値を正規化した β_i 値を求めた。この β_i 値が1に近いほど地下水が長良川の水質に対して類似性が高い。

$$D_i = \sqrt{\sum_{j=1}^7 (u_{ij} - v_j)^2}, \quad \beta_i = \frac{1}{1 + D_i} \quad (1)$$

ここで、 u と v は地下水と河川水のそれぞれの各イオン濃度を標準化したときの値であり、添字 j は個体番号(イオンの種類)である。 $u_{ij} = (x_{ij} - \bar{x}_j)/s_j$, $v_j = (x_j^* - \bar{x}_j)/s_j$ によって求められ、 x_{ij} (mg/l)と x_j^* (mg/l)は地下水と河川水のそれぞれの各イオンの濃度、 $\bar{x}_j$ (mg/l)と s_j (mg/l)は地下水および河川水の各イオンの濃度の平均値と標準偏差である。

図4は長良川扇状地の β_i 値の

分布を示したものである。扇状地の長良川近傍において β_i 値が比較的高い傾向にある。特に区間A-Bでは0.5以上の値を示す地域が長良川近傍に広がっていて、この地域が主要な涵養経路の一つであると考えられる。一方、区間B-Cでは長良川の北側で β_i 値が小さくなっており、河川からの地下水涵養よりも地下水の河川への流入が卓越しているのではないかと推察される。また、区間B-Cの南側では β_i 値が0.5以上の範囲が現れる。これらの長良川と周辺地下水の水質の関係は、上述の図1の地下水等高線による地下水流向、図2の地下水涵養量の様子と符合する。

4. あとがき

本報告は、扇状地河川による地下水涵養機構の解明に資するものであり、地下水質や地下水涵養量データに基づいて長良川による地下水涵養の主要な経路を特定できることなどを示した。

参考文献 1)神谷浩二, 桑山浩幸, 井上裕, 井上やおき: 濃尾平野における扇状地河川からの地下水涵養量とその地域的特徴, Kansai Geo-Symposium 2019 論文集, pp.211-216, 2019. 2)神谷浩二, 眞鍋洋, 山崎勲: 溶存イオンデータの多変量解析に基づいた広域地下水流動系の評価, 地盤工学ジャーナル, Vol.9, No.2, pp.219-231, 2014.

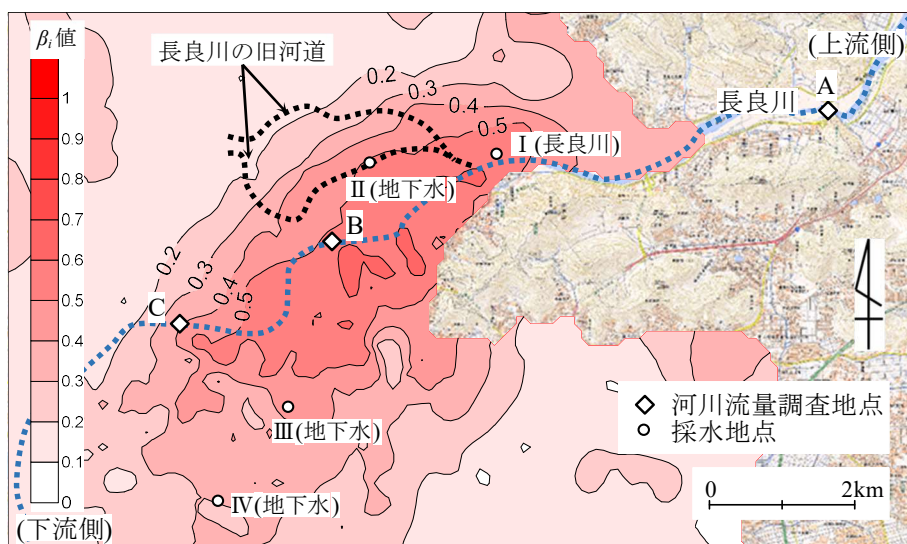


図4 長良川と周辺地下水の水質の類似性(β_i 値)の分布