

浸透流解析に基づいた扇状地河川からの地下水涵養特性の考察

岐阜大学 正会員 神谷 浩二

岐阜大学 学生会員 ○桑山 浩幸

1. まえがき

濃尾平野では揚水規制により地下水位の回復と地盤沈下の沈静化が継続している。しかしながら、異常渇水時も含めた持続的な地下水利用のためには揚水量と地下水涵養量の水収支の管理が重要となる。本報告は、濃尾平野における扇状地河川からの地下水涵養機構の解明のため、浸透流解析に基づき河川水と地下水の交流関係について考察したものである。

神谷ら^{1),2)}は、図-1に示した長良川扇状地におけるN-1～N-3の3地点で

ADCP(超音波ドップラー流速計)を用いて河川流量観測を実施し、その流量差に基づき長良川における地下水涵養量を算定した。観測は2013年に3回、2014年に2回、2017年に1回実施し、本報告では位況が渇水位から低水位の範囲の観測結果を用いた。図-2には河川区間ごとの地下水涵養量を示した。長良川からの地下水涵養量はN-1～N-2区間で0～15m³/s程度、N-2～N-3区間で-17～1m³/s程度にある。長良川の扇頂から扇央にかけては長良川から地下水に漏水する失水傾向が強く、扇央から扇端にかけては地下水涵養量が負値を示す場合があり、地下水から長良川に流入する得水傾向が現れた。

2. 地下水涵養機構を表現するための浸透流解析

2.1 地盤モデル

神谷ら²⁾は、長良川扇状地を含む南北方向に16km、東西方向に17km、鉛直方向を標高T.P. -300mまでの3次元地盤モデルを作成した。地表面形状は、国土地理院の基盤地図標高数値モデル(5mメッシュ)と河川縦断方向に200m間隔で測量された河川横断測量データに基づき再現した。また、地質構造は対象地域内の280本の既存ボーリングデータと微動アレー探査による基盤調査データに基づき表現した。

3.2 解析モデルと境界条件

図-3に示した解析モデル³⁾は、図-1に示した長良川の河川距離標47.2kから56.2kのおよそ9kmの河川区間において、長良川を中心におよそ右岸側と左岸側の800mの幅

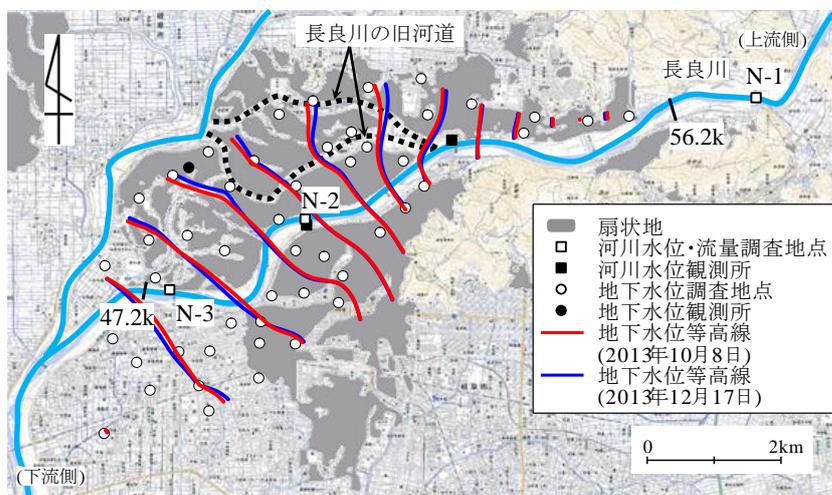


図-1 対象地域と地下水位等高線

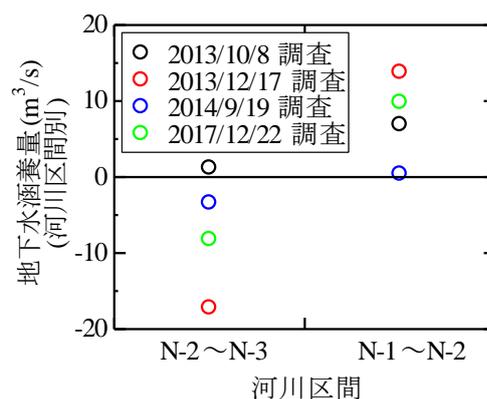
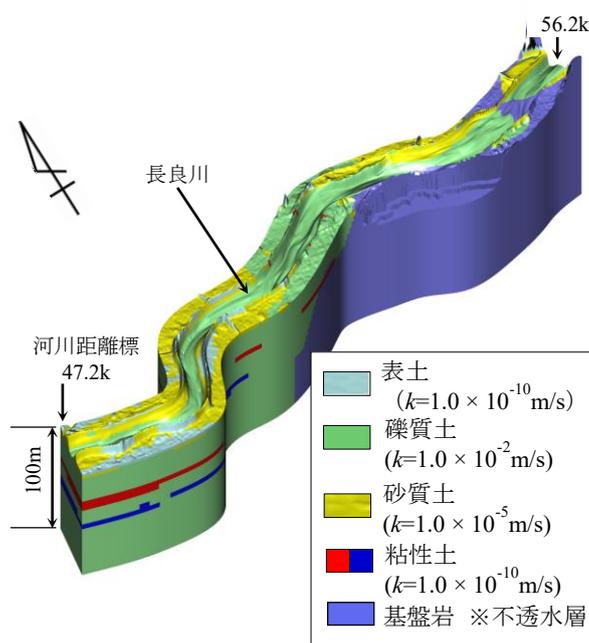


図-2 区間別地下水涵養量

図-3 解析モデル(基盤部分一部非表示)³⁾

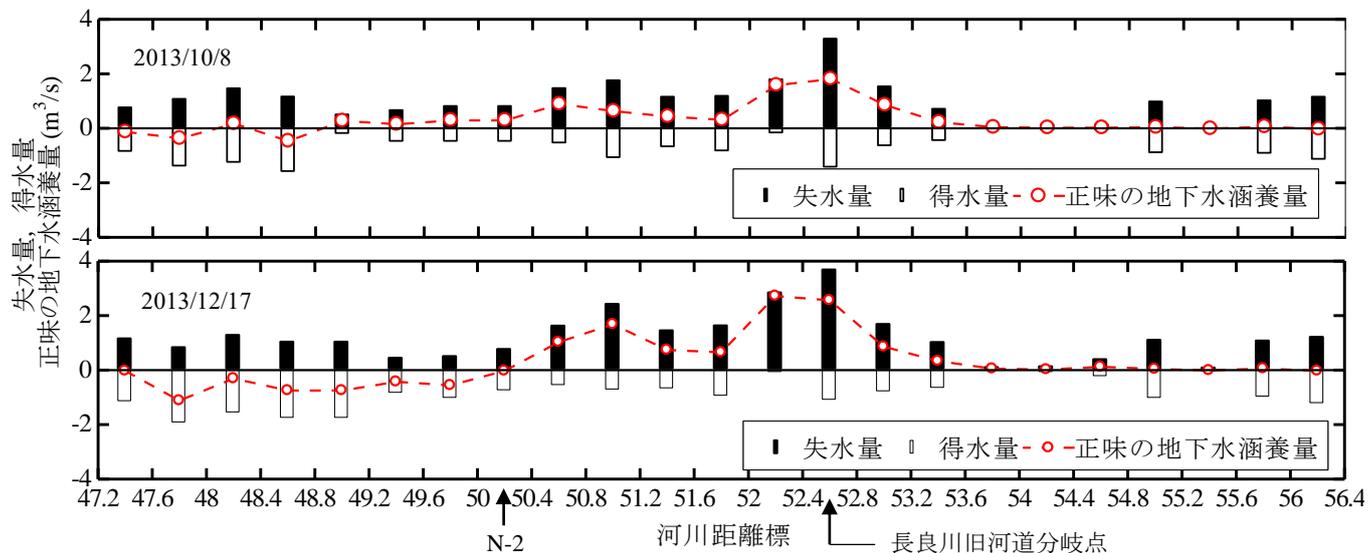


図-4 400m 河川区間ごとの河川水と地下水の交流関係

で作成した。解析に用いたメッシュは水平方向に一辺が約 10m, 鉛直方向には 20m から 5m へと地表面付近ほど細かく作成した。また, 地質情報は上述した地盤モデルを反映し, それぞれの飽和透水係数は図-3 に併記した値, 体積含水率と不飽和透水係数の関係は参考文献 4) に例示されたものを引用した。

この解析モデルを用いて長良川からの地下水涵養機構を分析するため, 3次元飽和・不飽和浸透流定常解析(ソルバー: Dtransu-3D・EL)を実施した。境界条件は, 長良川の水域部分に河川水位分布として圧力水頭, モデル縦断方向の側面に地下水位分布として全水頭を与え, 定常浸透流解析を実施した。河川水位分布は, 上述した河川流量観測時の河川水位, 河川流量を境界条件とし河川シミュレーションソフト iRIC による平面 2次元流れ計算(ソルバー: Nays2DH)で推定し, 地下水位分布は図-1 に併記した地下水位等高線(49本の既設井戸を用いた地下水位調査に基づき描いた)により求めた。

2.3 長良川からの地下水涵養機構

図-4 は, 河川区間 400m ごとの失水量, 得水量, さらに正味の地下水涵養量(失水量と得水量の和)を示した。正味の地下水涵養量は, 図-2 によれば, 2013年10月8日において N-1~N-2 区間で $6.90\text{m}^3/\text{s}$, N-2~N-3 区間で $1.20\text{m}^3/\text{s}$, 2013年12月17日ではそれぞれ $13.80\text{m}^3/\text{s}$, $-17.20\text{m}^3/\text{s}$ であった。これに対して, 図-4 では2013年10月8日においてそれぞれ $6.85\text{m}^3/\text{s}$, $0.22\text{m}^3/\text{s}$, 2013年12月17日ではそれぞれ $10.79\text{m}^3/\text{s}$, $-3.99\text{m}^3/\text{s}$ であり, 類似傾向にある。

長良川からの失水量は, いずれの解析結果でも長良川旧河道分岐点を含む河川区間で多い傾向にあり, 正味の地下水涵養量も他の区間と比較して多く, この区間が長良川からの主要な地下水涵養経路であるとみられる。また, N-2 地点から下流の区間では得水量が卓越する傾向がある。一方で, 各解析結果において失水量の和と得水量の和を求めると 2013年12月17日の場合の方が両者の値が多い傾向にある。図-1 に併記した2か所の河川水位観測所では12月17日のときの河川水位が 15 cm 程度高い一方, 地下水位観測所では 9 cm 程度地下水位が低い。これによって, 12月17日の場合では, 長良川と周辺地下水位の動水勾配が大きくなり長良川と地下水の交流関係が顕著になったと考えられる。

3. あとがき

本報告では, 3次元浸透流解析により長良川からの地下水涵養機構について分析した。その結果, 実測調査と類似した傾向が認められ, 扇央付近が主要な地下水涵養経路であるなどの特徴が判明した。

参考文献: 1) 神谷ら: 扇状地河川からの地下水涵養量の評価法に関する考察, Kansai Geo-Symposium 2015 論文集, pp.57-60, 2015. 2) 井上ら: 河道状況からみた扇状地河川の地下水涵養特性の考察, Kansai Geo-Symposium 2018 論文集, pp.65-69, 2018. 3) 神谷ら: 扇状地における地下水質・水位からみた地下水涵養・流動経路, Kansai Geo-Symposium 2020 論文集, pp.7-11, 2020. 4) 国土技術センター: 河川堤防の構造検討の手引き(改訂版), pp.51-56, 2012.