

同時流量観測に基づく都市河川への地下水湧出の実態把握

名城大学理工学部 正会員 ○ 原田 守博
名城大学理工学部 杉浦 陽大, 津田 竜彦

1. はじめに

降雨のない平常時の河川流量は地下水湧出によって維持されるのが一般的である。しかし都市化の進行に伴い雨水浸透が妨げられ、地下水位が低下したことにより湧出量も減少、都市域の河川は流れの乏しい状況にある。名古屋市を流れる山崎川もかつては豊かな流れをもつ風光明媚な景勝地であったが、現在は平常時の流量が十分に確保されず、水辺の景観や水質の悪化が問題となっている。そうした山崎川の中流域で湧水が河床の砂を吹き上げる光景が確認され、地下水湧出が流況の改善に果たす可能性を感じることができる。本研究では、山崎川における地下水湧出の実態を把握するとともに、湧水量を増強させる方策を検討する。

2. 対象河川の概要

対象とする山崎川の流域を図-1に示す。山崎川は名古屋市千種区の猫ヶ洞池を水源とし、名古屋港に注ぐ二級河川である。名古屋市内の河川の多くが堀川や中川運河など人工的に開削された運河であるのに対し、山崎川は丘陵地から平地を抜けて流下する自然河川である。流路延長は12.4km、流域面積26.6km²、流域の土地利用は97%が市街地であり、降雨の大半は地下浸透せず、合流式下水道によって河道に流出する。近年、雨天時の流出抑制と水質改善を目的として多数の雨水貯留施設が設けられる一方、河道は流下能力を高めるために改修され、特に上流域では流況の乏しい人工的な水路となっている。



図-1 山崎川流域

3. 地下水湧出量の観測方法

河川における地下水湧出は、河床下の水頭の測定やサーモカメラによる水温画像によって確認可能であるが、湧出量そのものを定量的に把握することは容易でない。そこで今回は湧水確認地点を挟んだ区間において、図-2のように流下方向に3つの河道断面A-B-Cを設定し、同時流量観測を行なって断面間の流量差から湧出量を推定した。

流量観測は無降雨期間が続いた後の晴天日を選び、各断面30分程度の短時間で実施した(図-3)。各断面での流量は、川幅を10区間に分け、各区間の水深と流速を測定して算出した。流れが緩慢であることから、流速測定には(株)KENEK製2次元電磁微流速計を使用した。



B断面: 向田橋下流

C断面: 鼎橋直下

図-3 現地での流量観測風景



図-2 同時流量観測を行った河道断面

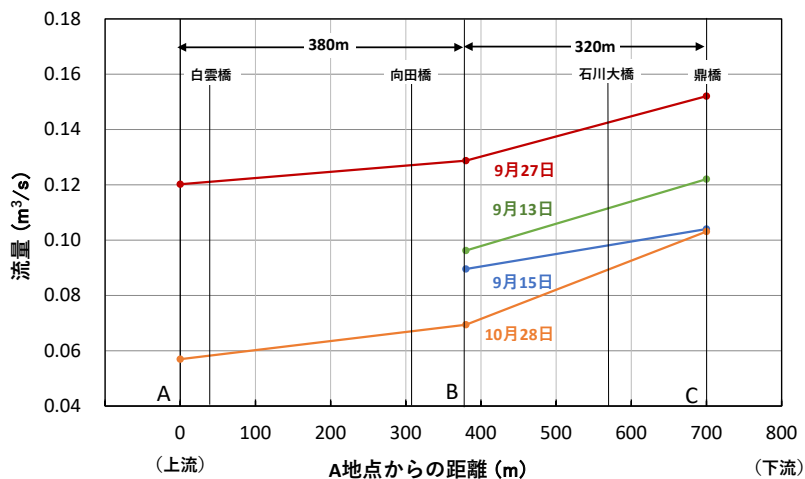


図-4 同時流量観測の結果（2022年9月～10月）

表-1 各断面間における地下水湧出量
(流下方向 1 km 当たり)

(m³/s/km)	A:白雲橋上流	B:向田橋下流	C:鼎橋直下
9月13日		8.08 × 10 ⁻²	
9月15日		4.53 × 10 ⁻²	
9月27日	2.25 × 10 ⁻²		
		7.28 × 10 ⁻²	
	4.55 × 10 ⁻²		
10月27日	3.27 × 10 ⁻²		
		10.53 × 10 ⁻²	
	6.59 × 10 ⁻²		

4. 同時流量観測による湧出量の推定結果

2022年9月～10月に4回実施した流量観測結果を図-4に示す。どの観測日においてもA→B→Cと流下するにつれて流量の増加が認められる。この区間では晴天時に側方からの流入は存在しないことから、この流量増加は地下水湧出に起因すると判断できる。特に左岸（東）側には小高い丘陵となっていることから、丘陵地に雨水が浸透し山体の内部に貯留された地下水が湧出することが想定される。また、A-B区間よりB-C区間の方が増加割合は大きい。石川大橋上流で河床砂が湧出により吹き上げられる現象が確認されていることから、この付近での湧出が顕著であると推察される。表-1に各断面間の流量差から求めた湧出量の推定値を示す。これによると、B-C間では流下1km当たり4.53～10.53×10⁻²m³/s/kmであり、B-C間の距離320mを乗ずると、1日当たりの湧出総量はこの区間だけで1250～2910m³/dayに達することが分かる。

5. 水理解析による現況の再現および湧出強化方策の検討

現地観測で示された湧出現象のメカニズムを明らかにし、湧出量を増強するための方策を検討する目的で、山崎川から左岸に広がる丘陵地を含めた東西断面内の地下水流の水理解析を実施した。降雨浸透が一様に与えられるものとして、定常状態での地下水位分布と河川への湧出量を求めた。境界条件は河川から2200mに丘陵頂部を設定して不透水境界とし、河川で水位指定、河床下の境界で不透水条件とした。帯水層を等方均質と仮定し、準一様流による1次元解析を行ったところ、9月15日の湧出量4.53×10⁻²m³/s/kmと領域内の観測井戸水位を用いて透水係数4.96×10⁻⁵m/s、降雨浸透量1.78mm/dayが同定された。

将来予測として降雨浸透量を1.5倍にして解析した結果、湧出量は6.46×10⁻²m³/s/kmに増加することが分かった。同様のパラメタでUNSAF2D¹⁾による鉛直2次元解析を行ったところ、図-5に示す丘陵から河川に向かう地下水流が得られ、湧出量は類似の値となって将来予測の妥当性が検証された。

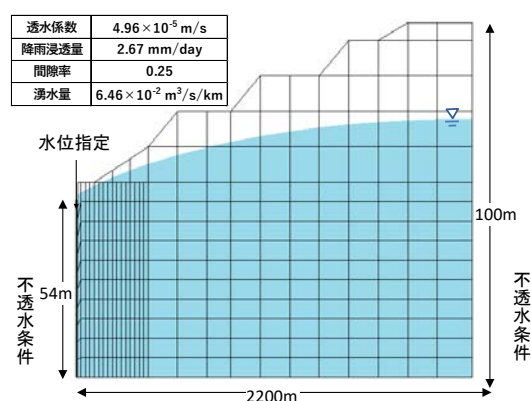


図-5 鉛直2次元解析の結果

6. おわりに

都市化が進行した山崎川流域でありながら河川への地下水湧出が存在する事実を現地観測から確認できた。得られた有意な結果を踏まえ、引き続き地下水流の実態解明と湧出量の強化方策を検討して行きたい。

謝辞：本研究の遂行にあたり、名古屋市環境局より貴重な情報を得ました。ここに記して謝意を表します。

参考文献：1) 西垣 誠(監修)：有限要素法による飽和不飽和浸透流解析－AC-UNSAF2D－, 2005。