

## 公園池の供給水に井戸水を用いる場合の問題点

唐木 毅

### 1. はじめに

都市の公園池では、周辺の水環境の悪化から、近年水質悪化が進行している場合が多い。水質悪化原因の一つとしては、生活排水によるものより、底泥からの栄養塩類の溶出、水鳥やコイへの餌、供給水の枯渇などの原因が考えられる。このうち供給水については、従来使用されてきた湧水や清澄な表流水の減少のため、水量豊富な深井戸からの供給に頼らざるを得ない場所も少なくない。井戸水の場合、外見が透明な場合が多いため、供給水としての水質については考慮されないまま利用されているケースもみられる。この問題についてまとめられているものは少ないが、渡辺は<sup>1)</sup>、公園池の供給水に井戸水を用いることにより珪藻類が発生して池水が茶色になる可能性を指摘しており、井戸水利用が必ずしも透明な池水を造るとは限らないことを示唆している。

そこで本報告では、池の供給水として井戸水が使用される場合の問題点を明らかにするため、井戸水の水質分析、簡易的な藻類増殖試験を行い、問題点を取りまとめ、事前の対処について示した。

### 2. 実験方法と解析方法

#### 2.1 井戸水の水質分析

現在公園池への供給水として使用されている、地下水起源の水（湧水含む）を都内 5 個所で採水し、14 項目（pH、電気伝導度、過マンガン酸カリウム消費量、硝酸窒素、亜硝酸窒素、アンモニア性窒素、リン酸性リン、ナトリウムイオン、カリウムイオン、カルシウムイオン、マグネシウムイオン、重炭酸イオン、塩素イオン、硫酸イオン）について調べた。

#### 2.2 藻類増殖試験

公園池の水質で問題となるのは、主に植物プランクトンの大量発生による透視度の低下とそれに伴う池水への着色である。そこで、前記 5 個所のうち水質の違いが明らかであった 2 個所について、藻類発生量の違いを、クロロフィル a の測定から調べた。

### 3. 結果

#### 3.1 井戸水の水質分析

井戸水の水質分析結果を表1に示す。

表1 井戸水の水質分析結果

(単位：指定外 mg/l)

地点	池 A	池 B-1	池 B-2	池 C	池 D
井戸スクリーン深度 (m)	湧水	25	110	65~140	189
pH 値 (-)	6.5	6.3	7.9	8.3	7.3
電気伝導度 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	206	260	264	386	256
過マンガン酸カリウム消費量	0.15	0.06	0.15	1.54	8.74
硝酸性窒素	7.4	8.95	1.94	0.09	5.7
亜硝酸性窒素	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
アンモニア性窒素	<0.02	<0.02	<0.02	0.772	0.201
リン酸性リン	<0.005	<0.005	0.021	0.042	0.033
ナトリウムイオン	11.3	18.6	11.4	17.3	15.4
カリウムイオン	1.0	0.7	2.3	5.1	1.9
カルシウムイオン	14.3	18.7	28.6	42.0	22.7
マグネシウムイオン	8.2	9.2	8.7	11.3	9.1
重炭酸イオン	50.0	48.8	92.7	150	70.3
塩素イオン	13.4	21.1	16.0	39.8	18.9
硫酸イオン	11.9	17.2	23.7	23.4	16.8

pHは、池A、池B-1で弱酸性、池B-2、池C、池Dで弱アルカリ性であった。窒素については、池A、池B-1、池B-2、池Dでは硝酸態で多く検出されているが、池Cについてはアンモニア態で多く検出された。リン酸性リンについては、池A、池B-1で不検出であったが、池B-2、池C、池Dでは検出された。過マンガン酸カリウム消費量については、池C、池Dで多く検出されたが、池A、池B-1、池B-2での検出は少なかった。

以上の結果と井戸のスクリーン深度を比較すると、概ね、深度30m以上の井戸（以下便宜上“深井戸”と呼ぶ。帯水層の位置が明らかでないため正確な分類ではない）と深度30m未満の井戸（同様に以下“浅井戸”と呼ぶ）の水では、栄養塩類、有機物の量と形態に違いがあることが推測できた。さらに、深井戸の井戸水では、浅井戸の井戸水に比べて、重炭酸イオンとカルシウムイオンを多く含む傾向があることがわかった。

編集注：雑誌掲載時には、表1をもとに栄養塩類と有機物量に関する項目の棒グラフ、及びイオン成分についてのトリニヤーダイアグラム、ヘキサダイアグラムがありましたが、編集の都合上割愛しました。

### 3.2 藻類増殖試験

水質分析の結果をふまえ、浅井戸の池 A、深井戸の池 D について藻類増殖試験（クロロフィル a で 0.6 μg の藻類を 14 日間培養した後のクロロフィル a 濃度を測定）を 3 回実施した結果、14 日後のクロロフィル a 濃度は、池 A (0.006mg/l, 0.02mg/l, 0.008mg/l)、池 D (0.081mg/l, 0.088mg/l, 0.081mg/l) で、池 D の値が池 A に比べて明らかに高い値であった。

編集注：雑誌掲載時には、藻類増殖試験結果を示す棒グラフがありましたが、編集の都合上割愛しました。

## 4. 考察

### 4.1 井戸水の水質分析

浅井戸では硝酸性窒素、深井戸ではアンモニア性窒素が多い傾向がみられたが、これについては以下のとおり考えられる。一般的に浅層地下水の場合は、腐植質、肥料、し尿を起源としたアンモニア性窒素が、微生物による酸化で硝酸性窒素に移行して検出される場合が多い。また深井戸では、硝酸性窒素の還元によりアンモニア性窒素が検出される場合がある<sup>2)</sup>とされており、前記の傾向はこのためと考えられる。

リン酸イオンは、浅井戸に含まれず、深井戸に含まれる傾向がみられた。リンはリン酸鉄等の状態で土壤に含まれており、還元状態ではリン酸として遊離することが知られている<sup>3)</sup>。深井戸の場合、通常酸素が消費されて還元状態となっているためリン酸イオンが溶出し、そのため深井戸の水にリン酸イオンが含まれることになったと考えられる。

過マンガン酸カリウム消費量は浅井戸より深井戸で高い傾向がみられたが、これは深井戸の水が、アンモニア性窒素を多く含むなど、還元的な水質であることが原因の一つと考えられる。また土壤中には腐植質等の有機物が含まれているが、地下水が深層に向かうにつれ土壤と接触し、有機物が溶解することも原因の一つと考えられる。

pH 値は浅井戸で低く、深井戸で高い傾向がみられ、重碳酸イオンとカルシウムイオンは浅井戸より深井戸に多い傾向がみられたが、これについては以下のとおり考えられる。一般的に地表近くでは、植物やその他の有機物の作用によって炭酸ガスの含有量が増し、微酸性となる。深層では炭酸ガスの生成は減少するが、炭酸を溶かした水の溶解作用によって炭酸に対する重碳酸イオンの比率が増加し、pH 値が増加する<sup>4)</sup>といわれている。カルシウムは、石灰岩等炭酸カルシウムの形で地層に含まれているが、炭酸を含んだ水に接触することでカルシウムイオンが溶出する<sup>4)</sup>。したがって、地下水の移動距離が長い深井戸ほどカルシウムイオンが増大する傾向がある。

以上から、浅井戸と深井戸では水質の傾向が異なっていることがわかった。違いが生じた原因は、おもに井戸深度による酸化、還元状態の違い、地下水の移動距離の違いなど、一般的な深井戸、浅井戸でも当てはまることであった。したがって、一般的に井戸水を公園池の供給水として使用する場合でも、このような浅井戸と深井戸の水質傾向の違いを考

慮する必要があるといえる。( 編集注：下線 編集加筆)

#### 4.2 藻類増殖試験

池 D の 14 日後のクロロフィル a 濃度が、池 A のものと比べて高かったが、その原因は以下のとおり考えられる。栄養塩類であり、しばしば植物プランクトン増殖の制御因子となるリン酸イオンを多く含んでいる池 D の水は、植物プランクトンの増殖に有利といえる。また、池 D の水は重炭酸イオンを多く含んでいるが、これは光合成に用いられるため、植物プランクトンの増殖に有利である。その他にも、池 D の水は有機物を多く含む傾向があるが、これが分解すると栄養塩類の供給源ともなり、植物プランクトンの増殖に有利といえる。また、植物プランクトンの中でも藍藻類は、アルカリ性を好む種が多い。池 D の水は pH 値がやや高いので、藍藻類の増殖に有利といえる。

以上のことから、池 D の水質は、植物プランクトンの増殖に有利であり、とくに藍藻類の増殖に有利といえる。一般的な深井戸の水についても、池 D の水質と似た水質である可能性があるので、植物プランクトンが増殖しやすい可能性がある。

#### 5. まとめ

以上の結果から、公園池の供給水として井戸水を使用する場合の問題点と事前の対処についてまとめた。

一般的に、スクリーン深度が深い井戸の場合、リン酸性リン、重炭酸イオン、有機物が多く含まれる場合があり、このような水質は、植物プランクトンの増殖に有利である。したがって、このような水質の水を供給水として利用した場合、植物プランクトンの増殖を促進し、公園池の透視度低下、池水の着色を招く可能性がある。これを防止するためには、深井戸水は外観が透明であっても、池水への供給水として使用する前に水質分析を行って、水質を十分把握することが必要である。また、水質が悪い場合でも、供給水量が多い場合は希釈効果により水質改善が可能な場合もあるので、水質のみならず供給可能水量についても把握して、水質浄化計画を立てることが望ましい。( 編集注：下線 編集加筆)

#### 参考文献

- 1) 渡辺泰徳：公園の池，その水の色と質，緑の読本シリーズ 31，p.5～10，公害対策技術同友会，東京（1994）
- 2) (社)日本水道協会：上水試験方法 解説編，p.240，日本水道協会，東京（1993）
- 3) (社)日本水産学会編：水域の自浄作用と浄化，p.48，恒星社厚生閣，東京（1979）
- 4) 山本莊毅：新版 地下水調査法，p.388，古今書院，東京（1983）