

多摩地域・狭山丘陵の湧水の水質特性

石田 祐三

(yu3-ishida@onyx.ocn.ne.jp)

(公益財団法人) トトロのふるさと基金会員

(公益財団法人) 日本自然保護協会会員

要旨

環境影響を知るための指標として、水質の調査がある。ここでは、多摩地域・狭山丘陵周辺の環境状況を把握するために、地域に広く分布する湧水地を選んで水質検査を行った。環境・地質構造による水質の違いを明らかにするため、調査範囲は可能な限り広げた。その結果、水質の地域差による明瞭な違いが認められた。測定データ（化学的酸素要求量と硝酸態窒素項目）から、湧水の水質は場所に依存した3つの特徴的なタイプに分類できることが分かった。これらの成果から、湧水の水質特性タイプ分類法は各地域の環境評価を行うための有効な手段となりうる。湧水の水質特性が更に詳細に分かれれば、環境評価法の新たな展開が期待できる。

キーワード：パックテスト；環境評価指標；水質特性タイプ；人的活動と富栄養化

調査の目的

人的諸活動や気候変動による水圏環境・生態系への影響評価のための指標の一つとして、河川・湖沼・湧水等の水質の測定が行われている。こうした調査活動は広域で長期にわたるため、多くの市民レベルによるフィールドワークが必要とされる。本報告では、トトロの森を含む狭山丘陵の湧水と多摩地域の湧水の水質検査結果を比較することによって、各地域の環境条件に依存した湧水の特性を明らかにする。こうした水質調査を長期的・継続的に行うことにより今後の地域の環境保護・保全活動に生かして行く。

調査地点概要

狭山丘陵と多摩地域の湧水調査は、蛇崩湧水、狭山公園湧水（1）、狭山公園・湧水の池（2）、真姿の池湧水、野川湧水、落合川湧水の6地点で行った（表1）。調査は2014年4月から2015年5月にかけて実施した。

多摩地域の河川の調査は、野川（野川公園）、落合川（南沢沢頭流れ）、柳瀬川（きよせ橋）、野火止用水（水車苑）、多摩川上流（沢井）の5地点で行った（表2）。調査は2014年3月から2014年8月にかけて実施した。

調査の方法と手順

水質測定には簡易測定法であるパックテスト® ((株) 共立理化学研究所製) を使用した。今回の測定項目は、

- 1) pH
- 2) 化学的酸素要求量 (Chemical Oxygen Demand : COD)
- 3) アンモニウム態窒素 ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$)
- 4) 亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2^- - \text{N}$)
- 5) 硝酸態窒素 ($\text{NO}_3^- - \text{N}$)
- 6) リン酸態リン ($\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$)

の 6 項目である。この他、気温と水温の年間変動を測り両者の相関も調べた。なお、銅イオン、鉄イオン、亜鉛イオンの検査項目については今回省略した。

なお、試料の検査を実施する際は製品の指示通りの手順に従って行うが、これらの基本的手順の過程と標準色との比色の過程で経験や個人差に大きく依存した測定誤差 (バラツキ) が発生する。例えば、中・高濃度 COD の場合では、経験等に依存して濃度比で 2 倍以上のバラツキが確認されており、こうした誤差を考慮に入れて測定結果の評価や議論を行う必要がある。

結果と考察

今回の調査では、狭山丘陵周辺の湧水と多摩地域に分布する湧水の水質検査を行い、それらの水質特性の比較を行った。また、湧水との違いを見るため多摩地域の代表的な河川の水質検査を行い、両者の水質特性の比較も行った。これらの調査結果から、それぞれ異なる環境条件下 (地形、地質、土地利用等) に対応して水質に特徴的な振る舞いがあることが分かった。

表 1 に狭山丘陵・多摩地域の湧水 (5 か所) の水質検査結果を示す。また、表 2 は多摩地域の代表的河川 (5 か所) の水質検査結果である。

表 1、表 2 に示す水質検査結果から、狭山丘陵・多摩地域の湧水・河川の特徴を整理してみると、次のように大略 3 つのタイプに分類できる。各タイプの分類にあたっては、きれいな上流河川の目安とされる値や水道法水質基準値を判断材料として妥当な基準値を設定した。

すなわち、本水質検査では 4 つの評価条件を導入し、①低濃度 COD: < 2ppm、②高濃度 COD: > 5ppm、③低濃度硝酸態窒素: < 1ppm、④高濃度硝酸態窒素: > 5ppm という基準値を設定した。これから 4 つの組み合わせが可能であるが、今回の調査結果では以下に示すように 3 つのタイプが存在することが確認できた。

タイプ 1 (山岳・丘陵型): 人的活動の影響が少なく、相対的に標高が高い位置にある湧水。

該当湧水 (河川): 狭山公園湧水(1)、狭山公園・湧水の池(2)、(多摩川上流・沢井)

特徴: ①低濃度 COD かつ③低濃度硝酸態窒素の状態にある。その他のアンモニウム態窒素、亜硝酸態窒素、リン酸態リン濃度は検出限界 (パックテスト仕様) である。

見た目も大変きれいで、透明感の高い水である。このような湧水は礫層でよく濾過されて出てきたものと考えられる。また、年間を通して水量・水温の変動幅が少ないことも一つの特徴 (約 15°C前後) である。これまでの多摩地域の調査点ではかなり限定される。狭山丘陵では、比較的

高い位置（標高約 100m 前後）にある湧水地（狭山公園内）がこれに該当する。また、河川上流域（多摩川や玉川上水）の場合も同様である。

タイプ 2（低地郊外型）： 人的活動が盛んな低地に位置するので汚染されやすい湧水。

該当湧水（河川）： 蛇崩湧水、（野川・野川公園、柳瀬川・きよせ橋、野火止用水・水車苑）

特徴：②高濃度 COD かつ④高濃度硝酸態窒素の状態にある。アンモニウム態窒素や亜硝酸態窒素もその影響を受けて検出限界値を超える濃度を示すことから、人的汚染の可能性が高い。

都市開発に伴う宅地化、道路のコンクリート化、工場設置等で大きく環境変化した郊外に分布する湧水。太古より人々が生活してきた里山（狭山丘陵麓等）、武蔵野台地に今も点在する湧水などはこれに該当する。これらの地域はほぼ標高 50m 前後に位置し、固有の地形・地質構造を形成する所である。こうした場所では人為的な環境改変・土地利用等により地下水に影響を及ぼし水質汚染が起りやすくなる。かつて湧水・名水とされた所で水量が著しく減少したり枯れたりしている。

特定地質を除き、一般的には硝酸態窒素はアンモニウム態窒素が酸化により亜硝酸態窒素を経て生成されるか、土壤中の微生物によって分解・生成されたものなどである。主な汚染源としては、動植物の遺骸や糞尿、窒素肥料、農薬、生活排水、工場排水・廃棄物等が考えられる。これらが地下に浸みこみ、地下水を汚染すると考えられる。

汚染が著しくなると河川・湖沼の富栄養化が進み、周辺生態系に悪影響を及ぼす可能性がある。継続的な監視が必要である。

タイプ 3（低地崖線型）： タイプ 1 とタイプ 2 の中間的特性を持ち、主に崖線型の湧水。

該当湧水（河川）： 真姿の池湧水、野川湧水（COD 変動）、落合川湧水、（落合川・南沢沢頭流）

特徴：①低濃度 COD かつ④高濃度硝酸態窒素の状態にある。

現在の多摩地域に分布する低地湧水の多くがこのタイプに属する。見た目のきれいさはタイプ 1 とさほど差はない。崖線上部はほとんど市街地であり、人的活動と環境変化（季節・気象条件等）に対応して水量・水質は影響受けやすい。タイプ 2 と同様に、ほとんどの湧水で高濃度硝酸態窒素状態（変動に伴う）にある。上記のような要因があると考えられる。

なお、今回確認されなかった残りのタイプ 4：②高濃度 COD かつ③低濃度硝酸態窒素の状態については継続して調査する。

表 3 は、これら 3 つのタイプの特性と各湧水がどれに属するか分かりやすく整理したものである。

まとめ

市民レベルによる簡易パックテストで水質検査を行ってきた。本方法でも活用の仕方次第で十分意味ある情報が得られることを実証してきた。

今回は多摩地域の湧水・河川等の水質データを 6 種類の検査項目について比較・検討することで、各地の水質特性に明瞭な違いがあることを示してきた。

同じ湧水といっても、水質特性は各場所の環境条件に大きく依存しており、3 つの湧水タイプ

に分類できた。

どの湧水も目視では見分けがつかない。きれいで、無色・無臭である。実際検査してみると、特に硝酸態窒素の検査項目に関しては、低濃度湧水群に対する高濃度湧水群の比率は 20 倍以上であった。硝酸態窒素の汚染源を考えると、人為的作用の強い低地ほどその影響は顕著である。湧水と聞くと、直観的にきれい・冷たい・うまいといったイメージが浮かぶが、水質特性はそれぞれ場所によって個性がある。

狭山公園湧水（多摩湖が隣接）がこれまでの調査で最もきれいであると判明した。水量は多くないが定期的に湧き出し、年平均水温もほぼ一定。これらは湧水の特徴である。安定性の高い水質状態に保たれているなら、“基準湧水”として活用方法が考えられる。

今後の課題

まだ調査期間は短く、長期にわたるデータの蓄積が必要である。また、総合的でより定量的な水質特性を調べていくことが新たな課題である。

例えば、“高 COD 値の湧水は、どのような有機物成分と量で構成されているか”という疑問にパックテストでは答えられない。高感度分析機器を使えば湧水固有の特性がより詳細に分かるであろうか？

年々水圏環境は大きく変動しており、今後も年間を通して水質のモニタリングを続ける必要がある。湧水を含む水圏の保全や生態系への影響をより深く把握するためには、多様な側面からの調査活動、情報共有や議論が一層必要である。

“人・トトロの健康も生物多様性も、まずはキレイ（健康）な水から”

謝辞

調査にあたり有益なコメントを頂いた荻野豊氏（公益財団法人トトロのふるさと基金事務局長）に、心より感謝申し上げます。また、トトロの森ウォーキングの案内役をして頂いた関係者の方々には色々な情報提供をして頂きました。心より感謝申し上げます。

参考文献

小倉紀雄・倉宗司 (2001) : 市民環境科学の実践-身近な川の一斉調査 10 年から学ぶこと-.水環境学会誌. 24 (2): 16-19.

パックテストや水環境調査のデータベースに関する資料 :

<http://kyoritsu-lab.co.jp>

<http://www.packtest-db.com>

表 1 狭山丘陵・多摩地域の湧水の水質検査結果

<調査地点>	蛇崩湧水	狭山公園湧水 (1)	狭山公園・湧水の 池(2)	真姿の池湧水	野川湧水	落合川湧水
実施日(採取日)	2015/5/31 (5/30)	2015/3/1 (2/20)	2014/8/21	2014/12/29 (12/13)	2015/3/31 (3/22)	2014/4/15
時間	11:00	15:45	15:30	10:40	13:30	13:55
天気(前日)	快晴(晴れ)	雨(晴れ)	晴れ(快晴)	快晴(快晴)	快晴(快晴)	晴れ(曇り)
気温(°C)	28	17	29	13	20	20
水温(°C)	18	12	18	16	17	17
<測定項目>						
pH	7	6.5	7	6	7	-
化学的酸素要求量 COD(mg/l)	6	2	2	2	4	2
アンモニウム態窒素 NH ⁴⁺ -N(mg/l)	0.5	<0.2 (検出限界)	<0.2 (検出限界)	<0.2 (検出限界)	0.2	<0.2 (検出限界)
亜硝酸態窒素 NO ²⁻ -N(mg/l)	0.035	<0.005 (検出限界)	<0.005 (検出限界)	<0.005 (検出限界)	<0.005 (検出限界)	<0.005 (検出限界)
硝酸態窒素 NO ³⁻ -N(mg/l)	5	0.3	0.3	5	7.5	7.5
リン酸態リン PO ₄ ³⁻ -P(mg/l)	0.05	<0.02 (検出限界)	<0.02 (検出限界)	<0.02 (検出限界)	<0.02 (検出限界)	≤0.02
銅イオン Cu ⁺ , Cu ²⁺ (mg/l)	-	-	-	<0.5 (検出限界)	<0.5 (検出限界)	-
鉄イオン Fe ²⁺ , Fe ³⁺ (mg/l)	-	-	-	<0.05 (検出限界)	<0.05 (検出限界)	-
亜鉛イオンZn ²⁺ (mg/l)	-	-	-	~0	~0	-
<その他>						
湧水の周辺状況	大きさ約50cm径、 傾斜下の雑木林 の日影、 斜面上部は果樹 園等の畑地	宅部池上の岩場 から湧出	面積約1×2m ² 、水 深約30 cm	崖線直下から湧 出、高木常葉樹等 で覆われ日影形 成	コナラ、クヌギ等の 樹木に覆われ、崖 線は国際基督 教大学キャンパス	樹木・竹林に囲ま れた静寂な環境。 竹林内の窪地か ら湧出、水深約 40cm
清浄度/透視度(cm)	きれい	きれい	きれい	きれい	きれい	きれい
水量	少量	かなりの量	十分な量	十分な量	十分な量	十分な量
流れ方	岩間から湧出	緩やか	緩やか	緩やか	かなりの勢い	緩やか
湧水で見られる生物	セキショウ、落ち 葉堆積	岩にコケ、落ち葉	表面は藻、池周辺 は水草多数種(ミ ソソバ、ツリフネソ ウ等)、アキアカ ネ、ヤゴ等	セキショウ等の水 草	セリ、セキショウ等 の水草	周りの岩にコケ付 着、小魚、アメン ボウ

表 2 多摩地域の河川の水質検査結果

<調査地点>	野川 (野川公園)	落合川 (南沢沢頭流)	柳瀬川 (きよせ橋)	野火止用水 (水車苑)	多摩川上流 (沢井)	河川上流のきれいな水の目安
実施日	2014/3/23	2014/4/15	2014/8/18	2014/8/19	2014/8/20	
時間	13:30	13:10	14:35	14:30	14:50	
天気(前日)	晴れ(晴れ)	晴れ(曇り)	晴れ(曇り)	快晴(晴れ)	快晴(快晴)	
気温(°C)	19.5	22.0	32.0	33.2	30.0	
水温(°C)	18.5	18.1	24.8	28.0	21.0	
<測定項目>	-					
電気伝導度 EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	-	-	-	-	-	50 ~ 100
pH	-	-	7	7	7	-
溶存酸素濃度 DO (mg/l)	-	-	-	-	-	-
化学的酸素要求量 COD (mg/l)	6	5	4	7	2	<1
アンモニウム態窒素 NH_4^+-N (mg/l)	0.2	<0.2 (検出限界)	0.2	0.2	<0.2 (検出限界)	<0.05
亜硝酸態窒素 NO_2^--N (mg/l)	0.0075	<0.005 (検出限界)	0.005	0.35	<0.005 (検出限界)	~0
硝酸態窒素 NO_3^--N (mg/l)	7.5	5	5	10	0.35	<1
リン酸態リン $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ (mg/l)	0.035	0.02	0.02	0.2	<0.02 (検出限界)	<0.05
<その他>						
川の周辺状況	野川公園、東八道路等が隣接、川幅は広い	樹木に覆われた自然護岸。南沢流域で流量約1万トン/日、平成の名水百選に選定	川幅10~15m、水深約20cm、岩石の護岸、子供達の水遊び	川幅約1m、水深約10cm、川岸は住宅地と道路、反対側は樹木(コナラ)	川幅5~10m、水深20~40cm、両岸は樹木多種、河原小石	-
清浄度/透視度 (cm)	普通	きれい・透明	普通	普通	きれい・底まで透明	-
水量	多量	多量	十分な量	十分な量	多量	-
流れ方	かなり速い	速い	かなり速い	かなり速い	急流	-
川で見られる生物	川原は野草で覆われ、水中はコケ・水草やカエルの卵・小魚。昆虫・鳥など多数	岸辺はセキショウ、水草繁茂、水中の岩はコケ生育。蛍生息、カワセミ等野鳥多い	クレソン、岩にコケ	川底は小石、コケ少ない	アユ、カワウ、カワセミ等	

表 3 各地域の湧水の水質特性による分類

湧水の分類	水質特性	蛇崩湧水	狭山公園湧水(1)	狭山公園・湧水の池(2)	真姿の池湧水	野川湧水	落合川湧水
タイプ1 (山岳・丘陵型)	低COD (<2ppm) で 低硝酸態窒素 (<1ppm) 状態	X	◎	◎	X	X	X
タイプ2 (低地・郊外型)	高COD (>5ppm) で高硝酸態窒素 (>5ppm) 状態。 他にアンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、リン酸態リンも検出 (富栄養化状態)	◎	X	X	X	○	X
タイプ3 (低地・崖線型)	低COD (<2ppm) で 高硝酸態窒素 (>5ppm) 状態	X	X	X	◎	○	◎

(◎: 該当する、○: 他のタイプと重複、X: 該当せず)



写真 1 狭山公園湧水(2015.4.15)



写真 2 蛇崩湧水(2015.5.30)