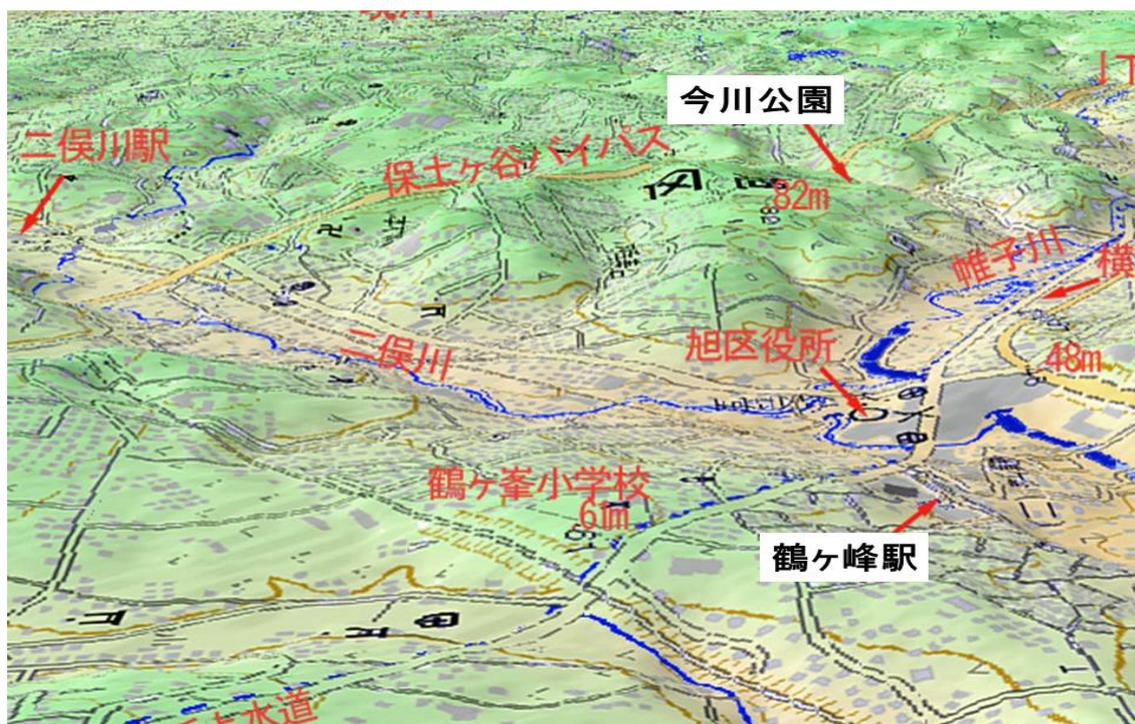


日本地下水学会 湧水めぐり  
**帷子川付近の湧水を訪ねて**

**—湧水と河川水の形成—**

横浜市旭区帷子川沿いの湧水  
(鶴ヶ峰付近→今川公園)

見学案内資料



2013年10月27日(日曜日)

(改訂 2013.12.14)

主催 公益社団法人日本地下水学会 市民コミュニケーション委員会  
共催 水辺愛護会 帷子川はふるさとの川の会  
後援 横浜市旭区、神奈川地学会

## 目次

	頁
1. はじめに .....	1
2. 見学地点 .....	2
3. 見学地域の地形と水文地質 .....	8
4. 帷子川の蛇行と河川改修 .....	12
5. 帷子川の湧水と河川水の形成 .....	13
6. 帷子川周辺の河川流量観測 .....	14
7. 酸性泥岩 .....	17
8. 帷子川および周辺湧水の水質 .....	19

添付資料：ルートマップ

## 1. はじめに

本来横浜は日本で最も水に恵まれず、また水に対して難問を抱えるはずの都市です。それを横浜の先人は日本で最も水に恵まれた、安全な都市に変える努力をしてきました。

横浜には山地を源にする大きな川はなく、地下に豊富な地下水を保有する帯水層也没有。明治の始めに横浜が抱えた最大の難問は飲み水などの生活用水の不足でした。現在東南アジアの街で見受けられるような水売りの光景が当時の横浜にも見られたそうです。そこで遠く丹沢山地に水源を求めて横浜水道が布設されました。日本で最初の近代水道と云われています。その水は船に載せて赤道を越えても腐らないと船乗りの間では有名な名水だったそうです。戦後相模湖ダムから始まって多くのダムが丹沢山地に造られ横浜の発展を支えてきました。横浜の水は先人の努力のたまもので市民にとってはかけがえのない宝物なのです。今年の夏も東京、埼玉、千葉などで水不足から給水制限という話が新聞やテレビのニュースで騒がれましたが、横浜は全くその心配はありませんでした。

また、横浜は広々とした丘陵と台地、段丘などの地形でできていて、人の快適な生活に大変適しています。そのため近年急激な住宅開発が進みこの地はコンクリートの住宅街に変わりました。横浜市の人口は大阪市を抜いて東京に次いで日本で2番となりました。横浜では下水道の布設も全国で最も進んだ都市の一つですが、今年も日本各地で集中豪雨による被害が出ていて横浜も決して油断はできません。

横浜では地下水はともすれば忘れられがちですが丘陵、台地、段丘は人が住み着く前からこの地においても雨は降り、地下にしみこんだ水は地下水となって川に湧き出し、その水循環の過程でいろいろな生物を育んできました。現在の横浜市民も現在の水循環の中で他の生物と共生しています。横浜の主要河川、帷子川流域の湧水を散策し、その湧水を通して横浜の水問題、環境問題を考えてみたいと思います。

## 2. 見学地点

見学地点は湧水箇所、河川の合流地点など17地点です。

表-1 見学地点一覧

①鶴ヶ峰地区連合町内会館前の井戸	⑨鎧の渡し緑道
②武蔵野段丘堆積物から湧出した地下水が作った池の跡	⑩「鎧の渡し」と首洗いの井戸遺跡碑
③緑道沿いの湧水	⑪二俣川・帷子川新合流点
④帷子川親水緑道	⑫今川・帷子川の合流点
⑤帷子川（用賀下橋の魚道）	⑬今川
⑥帷子川分水路	⑭横浜市旭土木事務所の井戸
⑦水道橋付近	⑮今川公園入口
⑧鶴ヶ峰公園	⑯鉄の酸化皮膜
	⑰泉一今川の出発点

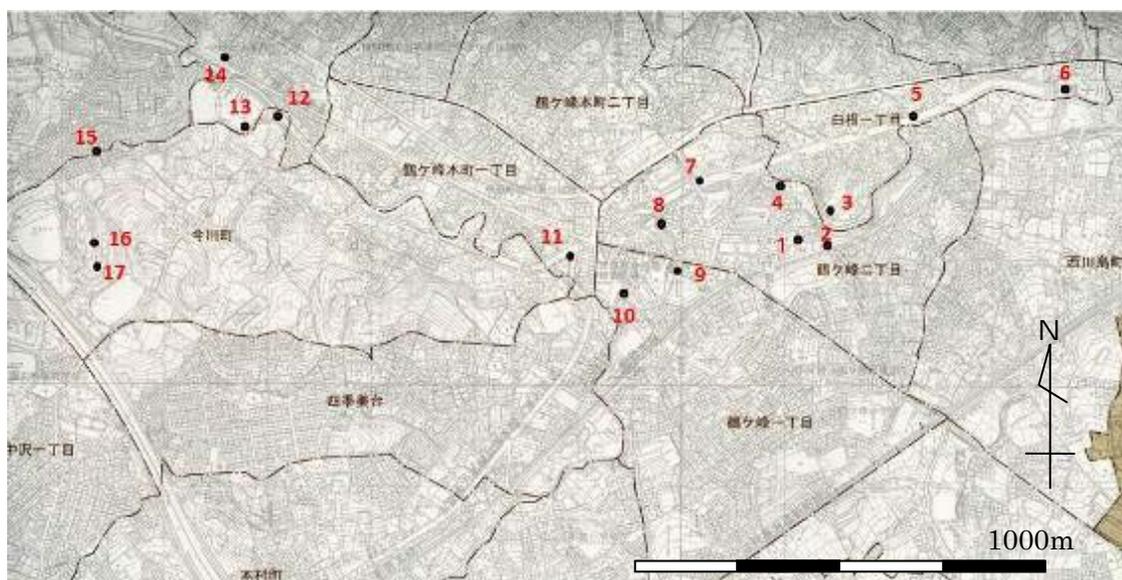


図-1 17の見学地点

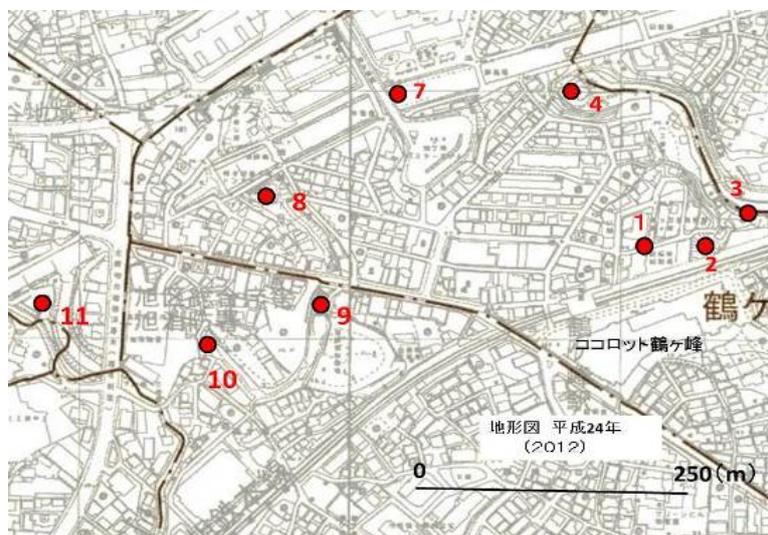


図-2 見学地点拡大図（見学地点 1-4, 7-11）

### ①鶴ヶ峰地区連合町内会館前の井戸

懐かしい手押しポンプが付いた典型的な『井戸』が鶴ヶ峰地区連合町内会館の前にあります。ポンプのレバーを動かせば、水が湧き出し、地下水に触れることができます。この地下水はこの地域の基盤である上総層群の上ののる武蔵野段丘堆積物を流れる地下水で、後ほど、この地下水の湧き出す所を案内いたします。

この井戸は現在防災井戸としての役割を果たしています。



### ②武蔵野段丘堆積物から湧出した地下水が作った池の跡

かつてここに池がありました。初めて見た町内会館前の手押しポンプの地下水と同じ武蔵野段丘堆積物から湧き出した地下水がこの凹地にたまっていました。現在でも地下水はこの付近で湧き出していて、この下の民家では雑用水として利用しています。



### ③緑道沿いの湧水

親水緑道の小川（昭和46年頃までは帷子川はここを流れていた）に下りたところに崖があります。崖の表面に、水が見えます。この湧水の大半は、「この地域の基盤の上総層群と、その上に堆積した武蔵野段丘堆積物」の境界部から湧出しているもので、この付近の湧水の典型的な地下水の形の一つです。（図-3）

注意して崖の上を見ると土管が見えます。これは先ほど見た湧水（昔の池②）が作った流れの排水管です。

上総層群の泥岩を調べるとキラキラした小さな鉱物が含まれています。大部分はガラスですが運が良いと真鍮色の金属光沢を持った黄鉄鉱を見つけることができます。

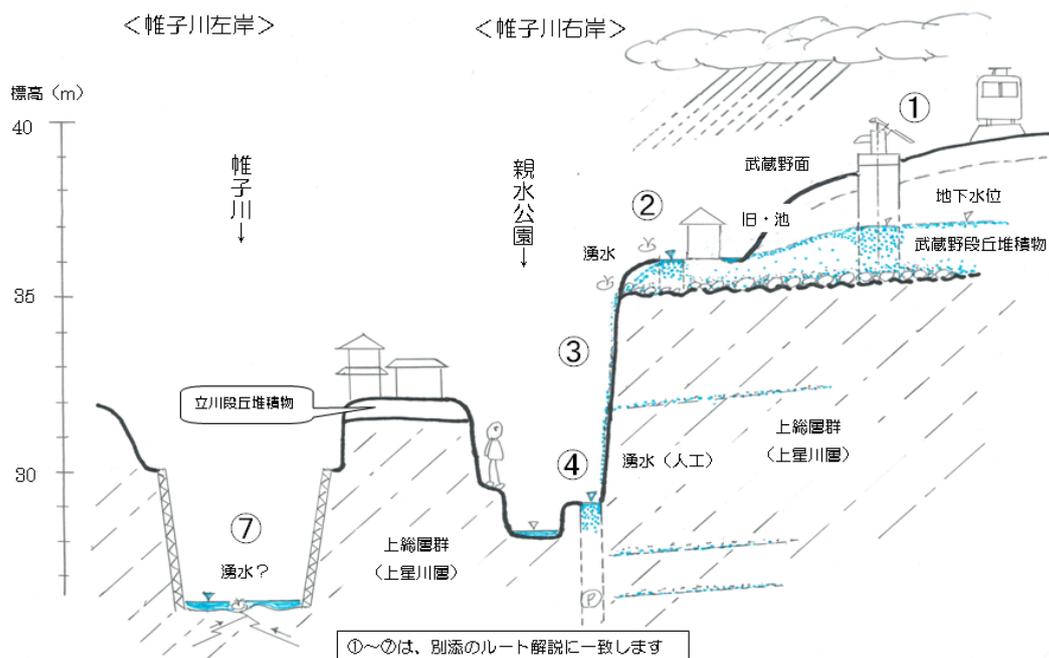
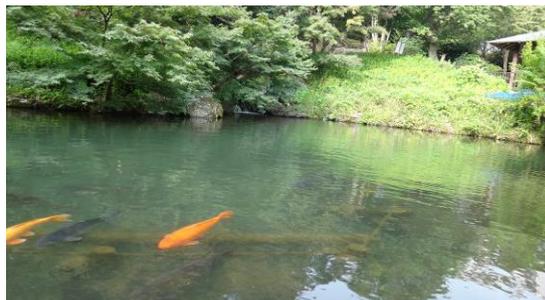


図-3 鶴が峰付近の湧水・地下水・河川水と地形・地質の関わり

#### ④帷子川親水緑道

帷子川の旧河道を利用した親水公園です。とても落ち着いた気持ちの良い水辺空間を楽しめるところで、平成20年度の都市景観大賞(美しいまちなみ特別賞)を受賞しています。公園内の池と小川の水は、帷子川の対岸にある、鶴ヶ峰浄水場の余剰水を主な水源としています。この水は近代水道として日本で最も古い歴史を持つ丹沢山地から運ばれてきた横浜水道の水と、その後横浜の発展とともに丹沢山地に造られた沢山のダムで取水された水です。



遠く丹沢山地から運ばれてきたこの水は多くの先人の努力の結晶であり、横浜市民にとってはかけがえのない宝物なのです。雨量不足で水道の断水騒ぎが新聞やテレビのニュースを賑わしても横浜ではそのような状況におかれたことはありません。

帷子川親水緑道の入口の階段を下りてすぐ右に湧水があります。こんこんと湧き上がっていますが、残念ながら、地下水をポンプアップした人工の湧水です。孔口付近には茶褐色の沈殿物(褐鉄鉱)が付着しています。水質を測定してみたところ、どうやら先の鶴ヶ峰地区連合町内会館前の井戸とは水質が異なり、基盤の上総層群から汲み上げられた地下水のようです(水質は8章 pp.19-20)。

#### ⑤帷子川(用賀下橋の魚道)

かつては、帷子川の流れを利用して染物の水洗いが盛んに行われました。これも帷子川の歴史の一つです。今でも、そのときの土台のコンクリートが、河床に見られる所もあります。帷子川は蛇行の激しい川でしたが、近年急速な都市化とともに水害が多発するようになったため、川幅を広げ、河床を数メートル掘り下げる大規模な河川改修が行われました。



河川改修後、川底に上総層群が露出しているところが多くなりましたがこの地層は浸食されやすく、川底がコンクリートで補強されていることが多く見られます。一時期帷子川がゴミ捨て場ようになってしまったこともありましたが、「帷子川はふるさとの川の会」の皆さんが、綺麗な川を取り戻すための活動として、川の清掃活動を続け、西谷付近までは鮎が遡上するほどきれいになりました。「川の会」は西谷より上流で鮎が見られないのは河床に段差のあることを突き止め、関係方面に働きかけ平成22年には魚道の設置(用賀下橋の魚道など)も実現しました。今では帷子川は季節になるとかなり上流まで鮎の魚影さえ見られるようになり、環境と調和した温かみがある川となっています。

#### ⑥帷子川分水路

帷子川沿いに下ると、遊水地と帷子川分水路への水門に到達します。帷子川の抜本的な治水対策のために建設されたのがこの全長7.5kmの帷子川分水路です。着工から16年の年月を経て、平成9年3月に竣工しました。度々の豪雨の際に、この分水路が大いに機能しています。



この分水路は長さ5.3kmのトンネル(高さ9.0m、幅11.2mで新幹線のトンネルより大きな断面)で横浜国大、三ツ沢公園の下を通り抜け、横浜駅北方の鶴屋町を経て東京湾に繋がります。

## ⑦水道橋付近

分水路から U ターンして帷子川を上流へと戻ります。岸边ではカワセミなどの野鳥がさえずり、川には大きな鯉が泳いでいます。分水路から約 1km 上ったところに、水道橋があります。水道橋の下をとって水道管で鶴ヶ峰浄水場の余剰水が帷子川親水緑道に導水されています。更に余剰水は左岸から、帷子川に流れ込んでいます。ここより上流の帷子川の平水時（雨が降らない時）の水量は、帷子川の流域下水道が完備しているため支流や河床からの湧水と考えられます。上流に歩きながら帷子川の水量の変化に注意してください。



## ⑧鶴ヶ峰公園

帷子川本流から左に折れた帷子川の旧河道は現河道より 5 m 程高く、現在は鶴ヶ峰公園となっています。ここを昭和 46 年頃まで帷子川が流れていました。この公園の終点は鎧橋です。鎧橋は明治 18 年横浜水道敷設のために作られた水道みち（現鶴ヶ峰駅前通り）と旧帷子川が交差する所に架けられました。

横浜水道は明治 20 年に落成した日本で初めての近代水道です。丹沢山地で道志川が相模川に合流する地点（海拔 100m）に取水口をもうけ、野毛山浄水場（海拔 50m）まで 43km に及ぶ導水施設です。明治時代鉄道工事とならび日本近代化の糸口の建設工事といわれています。

鎧橋を過ぎると旧河床は鎧の渡し緑道と名称が変わります。



## ⑨鎧の渡し緑道

鎧の渡し緑道も昭和 46 年頃まで帷子川の河床でした。この旧河床の一部は駐輪場となっていますが、この駐輪場の奥で、湧水が見られます。これも武蔵野段丘堆積物からの湧水です。

（水質は 8 章 pp.19-20）



## ⑩「鎧の渡し」と首洗いの井戸遺跡碑

鎧の渡しの終点、旭区役所の裏に「鎧の渡し」と「首洗い井戸」の遺跡碑があります。昭和 46 年頃までこの付近に二俣川と帷子川の合流点があり、合流した帷子川は現在の鎧の渡し緑道を鎧橋の方向へ流れていました。鎌倉時代この付近は鎌倉街道が帷子川を渡る場所でした。当時川幅も広く、武士は、鎧を頭上にかざしてこの渡しを渡りました。「鎧の渡し」はその様子に由来してつけられた名称といわれています。

鎌倉時代の畠山重忠公は源頼朝の忠臣として幕府の創設にも力を尽くし、智・仁・武を兼ね備えた名将でしたが、幕府の実権をめぐる争いに巻き込まれ、鎌倉街道を鎌倉に向かう途中この地で北条の大軍の待ち伏せを受け、戦死しました。この付近の河原に地下水が湧き出る井戸があり、その井戸の水を使って、この地で討ち死にした畠山重忠公の首を洗ったので、その井戸は「首洗い井戸」と呼ばれていました。旧合流点から帷子川の旧河床を削って二俣川の河床とし、合流点を北に移す河川改修がおこなわれた結果現在ではその井戸は存在しません。



### ⑪二俣川・帷子川新合流点

立川段丘（立川段丘堆積物と上総層群）を開削してトンネルを作り、以前帷子川が流れていた河床を掘り下げて二俣川を区役所裏からここまで逆流させ、二俣川（写真右側）と帷子川（写真左側）の新たな合流点をここに移しました。そのためこの付近には新しい湧水が多く見られます。



平成 25 年 8 月 3 日の河川流量調査では二俣川の流量は  $10,000 \text{ m}^3/\text{日}$ 、帷子川の流量は  $22,000 \text{ m}^3/\text{日}$  でした。

この水は殆ど帷子川流域の湧水で将来有効に利用することを考えることができます。ここから約 1km 上流の今川合流点の間で周辺の流域と本流の河床から約  $6,000 \text{ m}^3/\text{日}$  の地下水が湧き出して帷子川に加わります。水量の変化と護岸や川底の黄褐色の付着物に注意しながら川を上ってください。

### ⑫今川・帷子川の合流点

今川公園などを源流とする今川と帷子川の合流点では、マンションの前に、川へと続く緩やかな傾斜があり、河床に下りて遊べる親水公園のような空間になっています。



ここまで来ると帷子川の水量はかなり少なくなっています。平成 25 年 8 月 3 日の河川流量調査では今川の流量は  $1,400 \text{ m}^3/\text{日}$ 、帷子川の流量は  $14,700 \text{ m}^3/\text{日}$  でした。

### ⑬今川

帷子川本流と別れ、今川を遡ると、その右岸側の護岸の最下部付近が褐色に着色している箇所が連続して見られます。これは褐鉄鉱が沈積しているものです。この付近は上総層群を沖積氾濫原の堆積物が覆っている地質なので沖積氾濫原の地下水が湧き出していると考えられます。褐鉄鉱はこれまで本流の護岸の割れ目などにもしばしば見られました。褐鉄鉱の量は季節によって変化します。写真左は 3 月 17 日、右は 8 月 17 日です。



### ⑭横浜市旭土木事務所の井戸

帷子川左岸立川段丘の縁に横浜市旭土木事務所があります。その庭に井戸があり、立川段丘堆積物から地下水を汲み上げて、池に給水しています。大雨の時にはこの井戸から溢れだした地下水が池に流れ込むといわれています（水質は資料編）。

下の写真は旭土木事務所の井戸（左）と池（右）：立川段丘礫層の地下水  
大雨が降ると井戸水があふれ池に流れ込む



### ⑮今川公園入口

今川を遡るといくつかの支流との合流があります。公園入口すぐ横で水路の底が茶褐色に着色しています（写真左 3月17日）。褐鉄鉱が河床に沈積したものです。右は同じ所の8月17日の写真ですが河床に黄褐色の褐鉄鉱はほとんど見られません（水質は8章 pp.19-20）。



### ⑯鉄の酸化皮膜

鉄細菌は鉄を酸化するときのエネルギーを用いて炭酸同化を行う細菌で、水に溶けている鉄分を酸化して褐鉄鉱を作ると説明されています。時に、この鉄細菌は鉄の酸化皮膜を作ります。この膜は触れると割れ、油の臭いもせず、生物（虫など）に対しても無害です。写真上は4月8日の酸化皮膜の様子、写真下は同じ場所の8月22日の様子です。今回見学してきた帷子川の川原にもギラギラした酸化皮膜が見られました。これは河川の汚染や油の流出などいわゆる汚いものではありません。



### ⑰泉—今川の出発点

帷子川の支流の一つ今川の出発点になる泉です（水質は8. 帷子川および周辺湧水の水質）。泉の中をのぞいてみると水の底の葉っぱや茎に褐鉄鉱が沈殿しています（写真上 5月7日）。下の写真は8月8日の同じ泉の底です。褐鉄鉱の沈殿は前に比べ少ないように見えます。

褐鉄鉱は安定な鉱物で乾燥した環境で長時間かかって赤鉄鉱に変わります。川底などで褐鉄鉱の量が増えるのは新たに生成するのと水の流れにより運び去られるためです。横浜の帷子川の流域の護岸や川底の石が黄褐色に薄汚れているように見えますがこれは上流から運ばれてきた褐鉄鉱が付着したものでこの地域特有の自然現象で決して汚いものではありません。帷子川の支流はこのような泉が出发点となってそれぞれの流域の湧水を集め合流して帷子川を形成しています。不心得者が川にごみを捨てなければ帷子川の水は殆ど湧水なのできれいな河川になります。



### 3. 見学地域の地形と水文地質

図-4 は、横浜付近から神奈川県全体を鳥瞰した図で、低地が黄緑色で、台地や丘陵が茶色、山地が緑色で表現されています。旭区は、この中では茶色に表現される台地と丘陵で構成されています。丘陵や台地は帷子川の侵食により、小さな谷が多く入っています。現在は、この丘陵や台地は開発が進み、人工改変され住宅地となっています。今回見学コースのある帷子川は大岡川とならんで横浜市を代表する河川です。図-5 は見学コース一帯を南東から北西方向へ見た鳥瞰図です。鶴ヶ峰駅“みなくる”は図-5 の中央にあります。

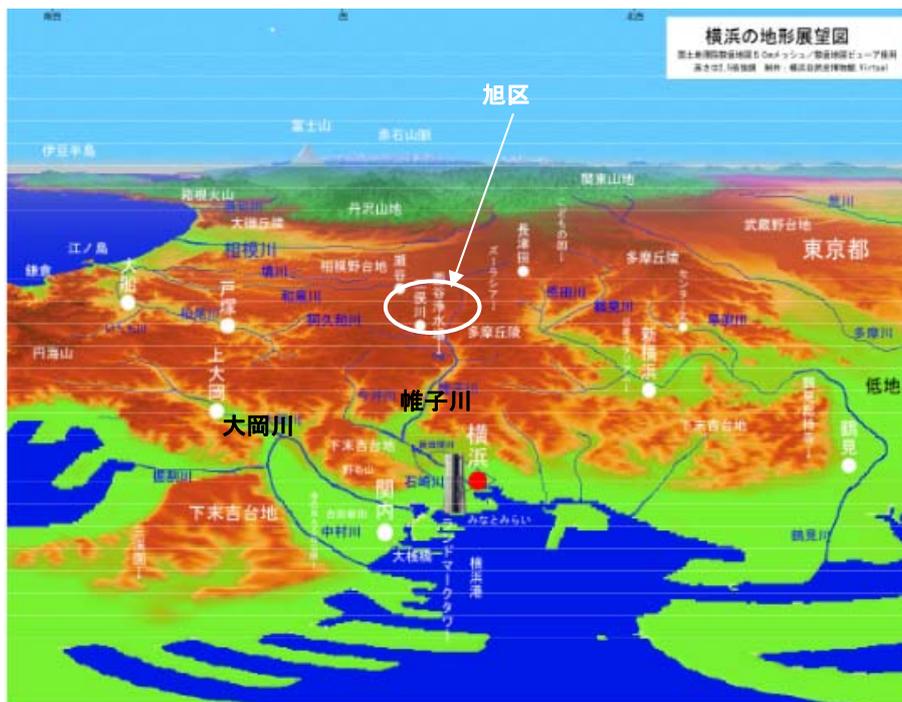


図-4 横浜の地形展望図 (横浜の大地 HP より)



図-5 見学地域の鳥瞰図

図-6 は帷子川流域の地形概略図で、旭区付近の地形地質の概要を示した図です。旭区は多摩丘陵と下末吉台地、及びそれを侵食した帷子川水系の諸河川により形成された谷底低地から形成されています。

図-7 は、この丘陵や台地が形成された地形変遷を示しています。(a)は、約 12～13 万年前の最終間氷期（リスール間氷期）で、現在の東京湾北部付近を中心とする関東構造盆地に砂層を主体とする地層が基盤の上総層群を覆うように堆積した様子を表しています。横浜付近では、下末吉層と呼ばれる地層が該当し、その上部には下末吉ローム層が堆積しました。(b)は、約 1.5～2 万年前の最終氷期（ウルム氷期後期）で、現在よりも海水面が約 100mも低下し、古東京湾は干上がり、古東京川や支流の古多摩川が台地を削っていました。この(a)～(b)の約 10 万年間に東京地方の台地は古多摩川の侵食・堆積作用によって、何段もの段丘地形（台地面）が形作られました。(c)は、約 6000 年前の後氷期で、いわゆる縄文海進の時代です。海進によりできた奥東京湾には沖積層が堆積し、古多摩川がつくりだした台地面には樹枝状の開析谷（谷底低地）が発達し、腐植土などを堆積して(d)のような現在の地形が形成されました。

図-8 は見学地域の地質図・地質断面図です。見学コース付近の地形は多摩丘陵、下末吉台地、武蔵野段丘、立川段丘、帷子川の沖積氾濫原に区分されます。

この地域の西方で 50 万年ほど前から箱根火山、8 万年ほど前から富士火山の噴火がありました。見学地はそれらの火山の偏西風の風下にあたるため粗い火山灰がこの地形を覆いました。火山灰に覆われた丘陵、台地、段丘の地下それほど深くない数～十数mのところ、ほぼ 100 万年前の上総層群の上星川層と呼ばれる水を通しにくい砂泥の互層・泥質岩が基盤岩として分布します。そのためこの地域に降った雨は地下に浸透して地下水になっても大部分が浅層の地下水として 1 ヶ月程度の比較的短い時間で湧水として再び地表へ流出してしまうため水には恵まれない土地柄でした。

鎌倉時代源頼朝の忠臣として鎌倉幕府の創設に力を尽くした畠山重忠公は権力争いに巻き込まれ、鎌倉街道を鎌倉に向かう途中、茫漠としたこの丘陵地域（旭区役所の付近）で北条一族の待ち伏せを受け、ここは戦場となり、畠山一族が戦死したところと伝えられています。

(1) 多摩丘陵では基盤を構成する浅い海底で堆積した上総層群の上星川層を直接箱根火山から飛来した多摩ローム、下末吉ロームおよび富士山起源の武蔵野ローム、立川ロームが覆っています。上総層群上星川層の厚さは 170m、で、下部 60m は砂泥の互層、中部 60m は砂を挟む泥岩、上部 50m は再び砂泥の互層で構成されています。上総層群上星川層の砂質のところからは多少の地下水をとることができます。

(2) 下末吉台地では基盤の上総層群上星川層を下末吉層、箱根火山起源の下末吉ロームおよび富士山起源の武蔵野ローム、立川ロームが覆っています。下末吉層の厚さは 10m 内外で、下部は地質時代の海岸の波食台の砂礫～砂からなる堆積物や谷を埋めた堆積物で、上部は泥層です。下末吉層の下部の砂礫～砂は水を通しやすく帯水層となります。

(3) 武蔵野段丘では基盤の上総層群上星川層を武蔵野段丘堆積物、更にその上を武蔵野ロームと立川ロームが覆っています。武蔵野段丘堆積物の下位は砂礫層、砂層で上位には粘土が分布します。武蔵野ローム・立川ロームは比較的雨水を浸透しやすい性質を持っていて浸透した雨水は浅層地下水として下位の砂礫層に滞留し地下水の一部は下位の上総層群上星川層を涵養しますが大部分の地下水は比較的短い時間で湧水として地表に流出します。

(4) 立川段丘では基盤の上総層群上星川層を立川段丘堆積物、更にその上を富士山から飛来し

た赤褐色のスコリア質の立川ロームが覆っています。立川段丘堆積物は厚さ2～5mの砂層を挟む礫層です。立川ローム層は埋積土壌を挟み、埋積土壌は乾燥するとクラックが発達することがあります。立川ローム層は透水性が大きく雨水を浸透しやすい性質を持っていて浸透した雨水は立川段丘礫層下部の砂礫層に滞留して浅層地下水となりますが、大部分の地下水はほぼ1ヶ月程度で湧水として地表に湧出します。

(5) 沖積氾濫原堆積物は現世になって帷子川が洪水などで氾濫したときの堆積物で基盤の上総層群上星川層を直接覆っています。帷子川の現河床では最近の河川改修で河床が掘り下げられ上総層群上星川層が露出しているところが多く見られます。



図-6 帷子川流域の地形概略図

(出典：ジオテック(株)のHP)

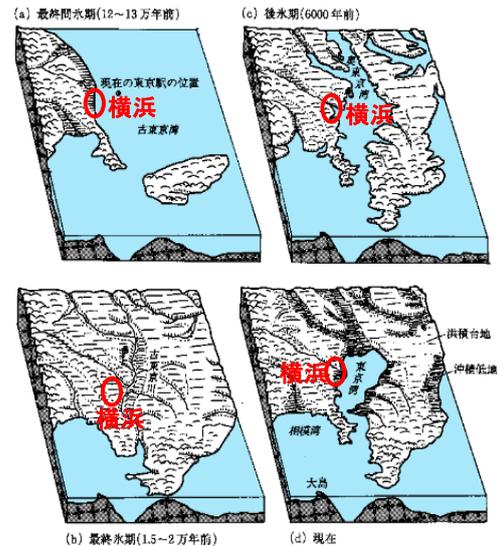


図-7 東京湾周辺の地形変遷

(出典：技術ノート No. 26 (H10.10) 東京都地質調査業協会)

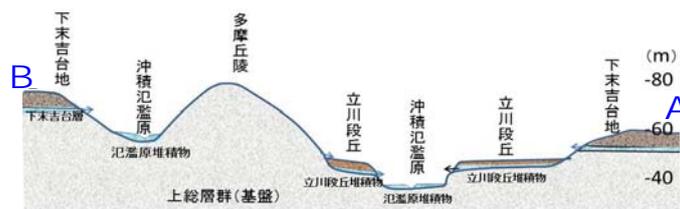


図-8 見学地域の地質図・地質断面図 (数字は見学地点番号)

(出典：神奈川県 (1988)：土地分類基本調査「横浜・東京西南部・東京東南部・木更津」5万分の1 (に加筆))



#### 4. 帷子川の蛇行と河川改修

帷子川はこの地域で著しく蛇行していました。図-12は明治39年(1906)に陸軍省が三角測量により初めて全国的な地形図を作ったときのこの付近の地形図です。地形図に今回の見学地点を入れてみました。見学地点10(区役所裏)は河川改修前で帷子川本流を鎌倉街道が渡るところで、多分「鎧の渡し」のあったところと思われます。現在の地形図のように空中写真などで補正されていませんが激しい蛇行が示されています。

川の一生を考えると若い川はまず川底を削り川底が浸食基準面(海面など)に近づくと次に川の側方を削って蛇行します。この地域の帷子川の著しい蛇行は星川ドームと呼ばれるドーム状の地質構造(地質図参照)を作った大地の隆起と関係があるのかも知れません。近年土木工事で蛇行がカットされ直線状の河川に改修されました。また、首都圏に位置するこのあたりは地形が住宅建設に適していたこともあって昭和40年代以降急速に宅地開発が進み、緑の大地は住宅とコンクリートで覆われるようになりました。もともと大きな河川がなかったこの地域は降雨後短時間で降水が一挙に河川に流出するようになり洪水の被害も著しくなって、帷子川の河川改修も頻繁に行われました。帷子川分水路(全長7.5km)もその一つで白根一丁目の水門で洪水時に取り込まれる河川水は5.3kmのトンネル等で横浜駅北の鶴屋町を経て横浜港まで運ばれ海に放出されます。

最近、地球温暖化により世界各地でこれまで経験したことのない集中豪雨が観測されるようになりました。横浜にとっても決して他人事ではなく沖積氾濫原の建物は水に対し備えをとることが大切です。

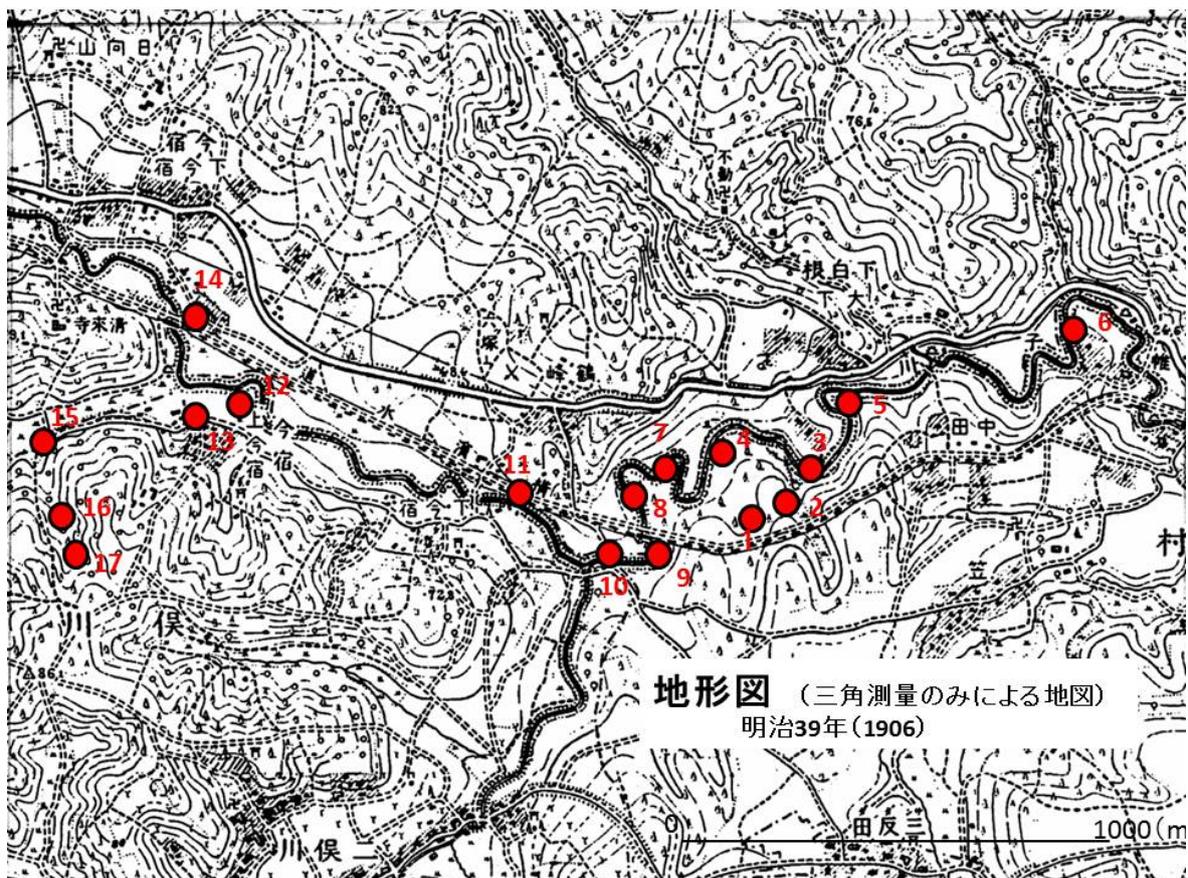


図-12 1906年の地形と帷子川の蛇行

## 5. 帷子川の湧水と河川水の形成

今川公園には泉があり、今川の支流の一つの出発点になっています。この泉の湧出量は  $3\text{m}^3/\text{日}$ 、下流に向かっていくつかの支流の湧水を集めて  $272\text{m}^3/\text{日}$ 、 $1,295\text{m}^3/\text{日}$ と量を増し、帷子川に合流する直前には  $1,352\text{m}^3/\text{日}$ となり、合流して  $15,984\text{m}^3/\text{日}$ となります。更に帷子川はまわりの支流等の湧水を集めて二俣川との合流前には  $22,104\text{m}^3/\text{日}$ 、二俣川と合流して  $32,256\text{m}^3/\text{日}$ となります（図-13 2013年8月3日流量調査）。

横浜旭区の下水道は雨水と汚水に分けられ殆どの地域で完備しています。晴天が続いた後の帷子川の流水はほぼ湧水と考えることができます。

今川と帷子川の合流点における今川、帷子川の流量比  $1,352\text{m}^3/\text{日} : 14,745\text{m}^3/\text{日} = 1 : 10.9$ 、流域面積比は  $1.0\text{km}^2 : 12.1\text{km}^2 = 1 : 12.1$  となり流量比と流域面積比はほぼ等しくなります。

また、二俣川と帷子川の合流点における二俣川、帷子川の流量比  $9,979\text{m}^3/\text{日} : 22,104\text{m}^3/\text{日} = 1 : 2.2$ 、流域面積比は  $10.6\text{km}^2 : 15.9\text{km}^2 = 1 : 1.5$  となり、帷子川流域は二俣川流域に比べ面積に対し流量が多い結果が出ました。その違いのほとんどは流域の地形や地質の違いによるものです。帷子川流域では地形や地質に大きな違いがないので帷子川の本流の一部と支流の今川を最上流の泉までたどることにより、帷子川の河川水の形成課程を理解することができます。



図-13 帷子川の流量測定結果 (流量の単位は :  $\text{m}^3/\text{日}$ )

## 6. 帷子川周辺の河川流量観測

### (1) 帷子川周辺の流量観測結果

帷子川周辺の流量を把握するため、平成25年8月3日に流量の一斉観測を行いました。観測箇所は、帷子川4箇所(①～④)、帷子川に合流する今川4箇所(⑤～⑧)及び二俣川1箇所(⑨)の計9箇所です(下図参照)。

帷子川の流量は、上流から下流に向かって徐々に増加する傾向を示しています(上流から10,240L/min→11,100L/min→15,350L/min→22,400L/min)※。

帷子川に合流する今川の源頭(湧水の湧き出し口)は今川公園内(⑤)にあります。この地点の流量はわずか1.8L/minと1分間で2Lのペットボトル9割程度しか溜まらない湧水が約400m下流の帷子川との合流地点(⑧)では約500倍の939L/minにまで増加し帷子川に注ぎます。この区間の流量増加は、上総層群上星川層の上を覆っている沖積氾濫原に帯水している地下水が湧出したことによるものと考えられます。

また帷子川②～③区間では4,250(L/min)の流量増加がみられます。旭区の下水道普及率はH23年度末時点で99%とほぼ完備されていることや流量観測を実施した時期は降雨が少なく雨の影響をあまり受けない時期にあたることから、生活排水や雨水の影響ではなく帷子川周辺からの地下水の湧出による流量増加と考えられます。

※ L/min : リットル/分, =1.44m<sup>3</sup>/日



図-14 河川流量観測結果(平成25年8月3日実施)

## (2) 帷子川の水位と河川防災

横浜市では市内を流れる主要河川の河川水位を常時監視しており、10分毎の水位データをインターネット上（横浜市水防災情報のページ <http://mizubousaiyokohama.jp/index.html>）で閲覧することができます。

帷子川水系にも水位観測所が何か所か設置されており、見学ルート上にも1箇所今川橋で観測施設を見ることができます(右の写真参照)。

下図は、平成25年で最も日降水量の多かった4月6日の降雨(97mm)に対する帷子川(今川橋)の河川水位の変化状況です。



図-15 河川水位観測地点  
(今川橋)

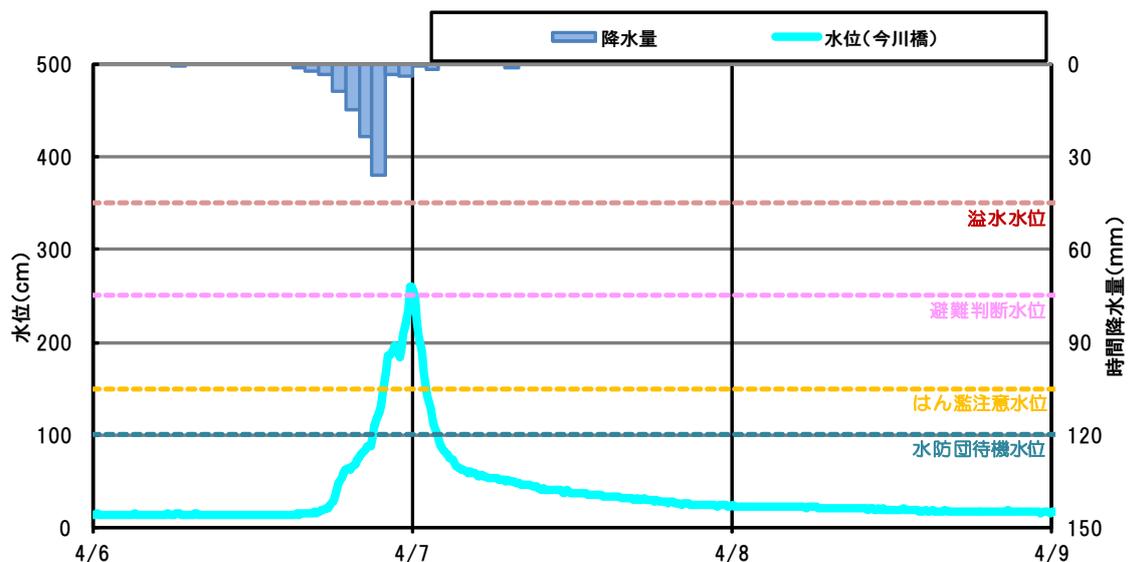


図-16 降雨と河川水位との関係 (今川橋)

帷子川(今川橋)の水位は降り始め1~2時間後から上昇し始め、9時間後には避難判断水位を超える260cmを観測しています。避難判断水位とは、『はん濫注意水位を超える水位であって、洪水による災害の発生を特に警戒すべき水位。住民の避難に資する情報であるが、出水特性等により避難等に要する時間が十分に確保できない場合がある。』水位のことで横浜市が定める4段階レベルのうち、上から2番目のレベルに相当します。

この大雨を受けて横浜市では「市災害対策警戒本部」を設置して対応に当たりました。幸い人的被害はありませんでしたが、旭区内では床上・床下浸水が発生したほか、鶴見区では避難勧告が出される程の災害となりました。

近年は地球温暖化の影響から、局所的な集中豪雨が頻発するようになってきています。集中豪雨による河川水位の急激な上昇やそれに伴う災害の発生はメディアでも数多く報道されているように増加傾向を辿っています。今回の事例でも4月6日21時に36mmの降雨を観測していますが、これはいわゆる『バケツをひっくり返したような』雨に相当し、『道路が川のようになる』ほどの降雨です。

各自治体ではこうした災害に対する対策を講じる一方、市民への情報発信も行っています。横浜市では先述した『横浜市水防災情報のページ』から水位等に関する情報を閲覧できる他、『防災

メール』に登録することで水位や地震・津波に関する緊急情報を受信することも可能です。こうしたツールを活用しながら市民一人一人が防災意識を高め、万々に備えておくことが非常に重要です。

#### 【参考になるホームページ】

- 横浜市水防災情報のページ  
(<http://mizubousaiyokohama.jp/index.html>)
- 鶴見川・多摩川・帷子川・大岡川水系浸水想定区域図(県)  
(<http://www.pref.kanagawa.jp/osirase/kasen/suibo/shinsui.htm>)
- 市の洪水ハザードマップ  
( <http://www.city.yokohama.jp/me/anzen/kikikanri/hmap/>)

## 7. 酸性泥岩

見学地域の基盤となっている上総層群上星川層は酸性泥岩とされています。

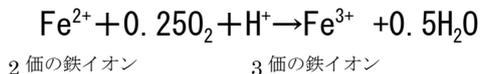
酸性泥岩とは黄鉄鉱などの硫化鉄物を含む地層で、浸透してきた雨水などにより酸性を示す岩石をいいます。

関東平野は2000万年ほど前から今日に至るまで、沈降が続いた地域で地層が厚く堆積し、関東堆積盆と呼ばれています。横浜に分布する上総層群は約280万年前から50万年前にこの堆積盆の西縁で「太平洋に面した大陸棚斜面」→「大陸棚」→「太平洋に開いた湾」の堆積物として環境を変えながら堆積しました。地層が堆積したとき泥とともにその堆積環境に応じて微生物の働きにより硫黄が黄鉄鉱として堆積したとされています。今回見学地域の上総層群上星川層は大陸棚（浅海）の堆積物と考えられ黄鉄鉱を含んでいて酸性泥岩です。

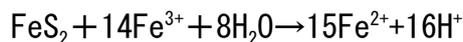
上総層群上星川層の中の黄鉄鉱（FeS<sub>2</sub>）は浸透してくる酸素を含んだ雨水により酸化され強い酸性を示します。



Fe<sup>2+</sup>はさらに酸化されて以下となる。



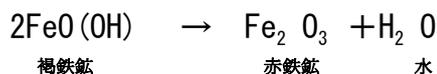
Fe<sup>3+</sup>ができると黄鉄鉱はさらに酸化されやすくなって溶け出すといわれています。



Fe<sup>3+</sup>はFe<sup>2+</sup>に比べ水に溶けにくいので茶褐色の褐鉄鉱 FeO(OH)として沈殿します。

また、鉄細菌は2価の鉄イオン Fe<sup>2+</sup>が酸化するときのエネルギーを用いて炭酸同化を行う細菌で Fe<sup>2+</sup>を酸化して水に溶けない褐鉄鉱 FeO(OH)を作るとも説明されています。時に、この鉄細菌は鉄の酸化皮膜を作ることもあり、油の流出事故と間違われることもしばしばあります。この膜は触れると割れ、油の臭いもせず生物（虫など）に対しても無害です。今回の見学地域にも良く河床や川の側面に黄褐色の沈殿物（褐鉄鉱）が見えたり、キラキラした酸化皮膜が見られることがあります。河川の汚染や油の流出などいわゆる汚いものではありません。帷子川流域は下水道もほぼ完備しているし、流れている水のもとは殆ど湧水です。帷子川の河川水は心ない人によりごみさえ捨てられなければ決して汚い水ではありません。最近では鮎も遡上しています。

褐鉄鉱 FeO(OH) は安定な鉄物です。川底などに付着した褐鉄鉱の量が増えるのは川の水により運び去られるためです。褐鉄鉱は土の中にたまって土に黄褐色の色を付けます。日本に黄褐色の土が多いのはこの褐鉄鉱によるものです。褐鉄鉱は長い時間かかって乾燥気候のもとでは脱水されて赤色の赤鉄鉱に変わります。アフリカなどの乾燥気候の国々では土は赤い色をしています。日本にも中国山地には赤い土があります。そこで育った人は土は赤色と信じています。





(a) 泉における褐鉄鉱の沈殿



(b) 川原における酸化皮膜(油の流出でない)



(c) 川底に褐鉄鉱なし



(d) 川底に褐鉄鉱付着



(e) 黄鉄鉱の調査

図-17 地下水に含まれる鉄分の挙動と調査

## 8. 帷子川および周辺湧水の水質

帷子川とその周辺の地下水、湧水について、現地で測定した EC（電気伝導度）、pH、水温の結果と、イオンクロマトグラフィーによる水質測定（溶存成分量）の結果を表-2 にまとめました。EC の値が大きいと、水に溶けている物質が多いということがわかりますが、どんな物質がどれくらい溶けているのかはわかりません。そこで、水を採水して分析機器を利用して測定することにより、溶存物質の種類と量を把握することができます。

EC は 14.9～41.9 mS/m の範囲となっており、4.親水公園内の湧水（地下水）、11-1.帷子川湧水池、17.今川公園斜面湧水で相対的に高い値を示していることから、これらの地点では水に溶けている物質が多いことがわかります。また、武蔵野段丘堆積物中の地下水よりも、上総層群中の地下水のほうが EC が高いという特徴もあらわれています。河川水の EC の値をみると、帷子川では比較的高い値を示していますが、二俣川や今川では帷子川よりも低い値を示していることがわかります。pH は 6.40～9.86 の範囲となっており、pH7 以上のアルカリ性（塩基性）を示す地点が多くなっています。特に帷子川、二俣川、今川の河川水で pH が高くなっています。この要因として、河床に生えている水草などによる光合成の影響が及んでいる可能性が考えられます。

採取した水を分析して求めた溶存成分量の値を「ヘキサダイアグラム（シュティフダイアグラム）」と「トリリニアダイアグラム」として表示したのが図-18 です。ヘキサダイアグラムは、主要溶存成分である塩化物イオン（Cl<sup>-</sup>）、硝酸イオン（NO<sub>3</sub><sup>-</sup>）、硫酸イオン（SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>）、重炭酸イオン（HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>）、ナトリウムイオン（Na<sup>+</sup>）、カリウムイオン（K<sup>+</sup>）、マグネシウムイオン（Mg<sup>2+</sup>）、カルシウムイオン（Ca<sup>2+</sup>）がどのくらい水に溶けているのかを一目でわかるように示したものです。“ヘキサ”とはギリシャ語で数字の六を意味しており、溶存成分を六角形で示していることからこの名前がついています。単位は meq/L（あるいは me/L）が用いられています。中央の線の左側には陽イオンを、右側には陰イオンを示し、六角形の形と大きさにより水質の特徴をあらわしています。簡単に言うと、六角形の大きさが大きいほど、水に溶けている物質が多いということになります。このヘキサダイアグラムの利点としては、数値からはなかなか読み取りにくい水質の特徴を一目で知ることができ、地図上に組成図を示せば同じ水質組成をもつ湧水などでグループ分けをすることができるということが挙げられます。一方、トリリニアダイアグラムは中央の菱形と、左右 2 つの正三角形で構成されており、菱形の部分は大きく 4 つの部分（Ⅰ～Ⅳ）に分かれています。Ⅰ～Ⅳの水質組成は、一般的に以下のように特徴付けられます。

- Ⅰ：アルカリ土類炭酸塩型（Ca-HCO<sub>3</sub>型；浅い地下水）
- Ⅱ：アルカリ炭酸塩型（Na-HCO<sub>3</sub>型；深い地下水、停滞性の地下水）
- Ⅲ：アルカリ土類非炭酸塩型（Ca-SO<sub>4</sub>型、Ca-Cl<sub>2</sub>型；熱水、化石水、汚染水）
- Ⅳ：アルカリ非炭酸塩型（Na<sub>2</sub>-SO<sub>4</sub>型、Na-Cl 型；海水）

トリリニアダイアグラムはプロットされている場所によって大まかに水質区分をすることができるという特徴があり、多くの地点の水質区分をする際に役立ちます。

調査地点のヘキサダイアグラムをみると、多くの地点では Ca<sup>2+</sup>（カルシウムイオン）と HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>（重炭酸イオン）が多い Ca-HCO<sub>3</sub>型の水質組成を示していますが、1.連合会館前では Ca-SO<sub>4</sub>型、3.崖の湧水では Na-HCO<sub>3</sub>型であり、他の地点とは異なった水質組成であることがわかります。また、4.親水公園内、11-1.帷子川湧水池、17.今川公園斜面湧水では六角形の各辺が長く形が大きいこと、溶存成分量が多いことも一目でわかります。帷子川は今川が合流した後の地点でも合流前

とほぼ同じ水質組成を示しています。これは今川の流量に比べて帷子川の流れが多く、今川の水質の影響を受けにくいと考えられます（「6. 帷子川周辺の河川流量観測」をご参照ください）。六角形の右下の軸で黒く塗りつぶした部分はNO<sub>3</sub><sup>-</sup>（硝酸イオン）濃度を示しています。

1.連合会館、3.崖の湧水、9.駐輪場内湧水、14.旭区土木事務所地下水でやや多く含まれていることから、これらの地点では人為的な影響が多少表れていることも予想されます。トリリニアダイアグラムの結果から、帷子川とその周辺地域の水は、Ⅰ（アルカリ土類炭酸塩型）とⅢ（アルカリ土類非炭酸塩型）にプロットされており、大まかに水質の区分を行うことができます。

表-2 現地調査結果および水質組成測定結果

地点No			EC mS/m	pH	水温 ℃	F <sup>-</sup> mg/L	Cl <sup>-</sup> mg/L	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/L	Br <sup>-</sup> mg/L	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/L	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/L	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L	Li <sup>+</sup> mg/L	Na <sup>+</sup> mg/L	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/L	K <sup>+</sup> mg/L	Mg <sup>2+</sup> mg/L	Ca <sup>2+</sup> mg/L
1	連合会館前	2013/6/22	23.8	6.40	19.0	0.0	13.5	0.0	0.0	56.7	19.6	0.0	29.9	0.0	14.7	0.0	0.3	7.8	18.5
3	崖の湧水	2013/8/3	14.9	7.95	23.1	0.0	6.8	0.0	0.0	17.3	20.4	0.0	28.1	0.0	12.7	0.0	0.4	3.7	8.0
4	親水公園内	2013/6/22	41.0	7.20	16.5	0.1	19.4	3.7	0.0	19.3	0.1	0.0	174.8	0.0	17.8	1.7	8.6	12.7	37.6
9	駐輪場内	2013/6/22	24.0	7.00	18.0	0.0	10.3	0.0	0.0	38.1	16.0	0.0	67.4	0.0	13.6	0.0	1.9	7.0	23.7
11-1	帷子川湧水池	2013/8/3	41.9	7.38	19.3	0.1	12.6	0.0	0.0	60.6	0.0	0.0	161.1	0.0	16.3	0.4	3.6	9.7	51.4
11-2	二俣川	2013/8/3	24.3	9.86	25.0	0.0	13.9	0.0	0.0	28.4	8.6	0.1	76.6	0.0	14.2	0.0	1.5	6.7	22.2
11-3	帷子川(二俣川合流手前)	2013/8/3	33.3	9.15	28.8	0.2	21.2	0.3	0.0	36.2	10.3	0.1	106.5	0.0	21.5	0.0	3.3	9.4	28.1
12-1	今川	2013/8/3	25.3	9.27	25.0	0.0	12.3	0.1	0.0	23.3	10.7	0.0	86.3	0.0	11.9	0.0	1.3	8.7	22.7
12-2	帷子川(今川合流前)	2013/8/3	34.7	8.69	27.1	0.2	24.2	0.4	0.0	36.4	10.4	0.0	105.2	0.0	23.9	0.0	3.7	9.6	28.2
12-3	帷子川(今川合流後)	2013/8/3	33.9	8.70	27.4	0.1	22.5	0.4	0.0	35.8	10.6	0.0	104.9	0.0	22.4	0.0	3.4	9.4	27.7
13	川沿い斜面湧水	2013/8/3	24.1	6.96	21.4	0.0	7.8	0.0	0.0	47.1	1.3	0.0	66.5	0.0	11.9	0.0	0.6	7.6	21.2
14	旭区土木事務所地下水	2013/8/3	22.4	6.60	18.8	0.0	9.0	0.0	0.0	36.9	19.1	0.0	45.1	0.0	13.1	0.0	0.3	6.8	17.3
15	今川公園前の小河川	2013/8/3	25.3	7.70	22.9	0.0	11.5	0.0	0.0	18.6	7.3	0.0	96.1	0.0	10.9	0.2	0.9	9.6	21.6
17	今川公園斜面湧水	2013/8/3	39.5	6.73	17.4	0.0	13.8	0.1	0.0	44.8	7.1	0.0	155.9	0.0	21.9	0.1	0.9	16.2	33.6
(参考)	横浜市水道水	2013/6/22	20.0	7.00	19.0	0.1	8.5	0.0	0.0	19.5	3.7	0.0	54.0	0.0	8.1	0.0	1.4	4.6	15.4

横浜市旭区鶴ヶ峰 水質分析結果  
(2013年6月22日および8月3日 調査)

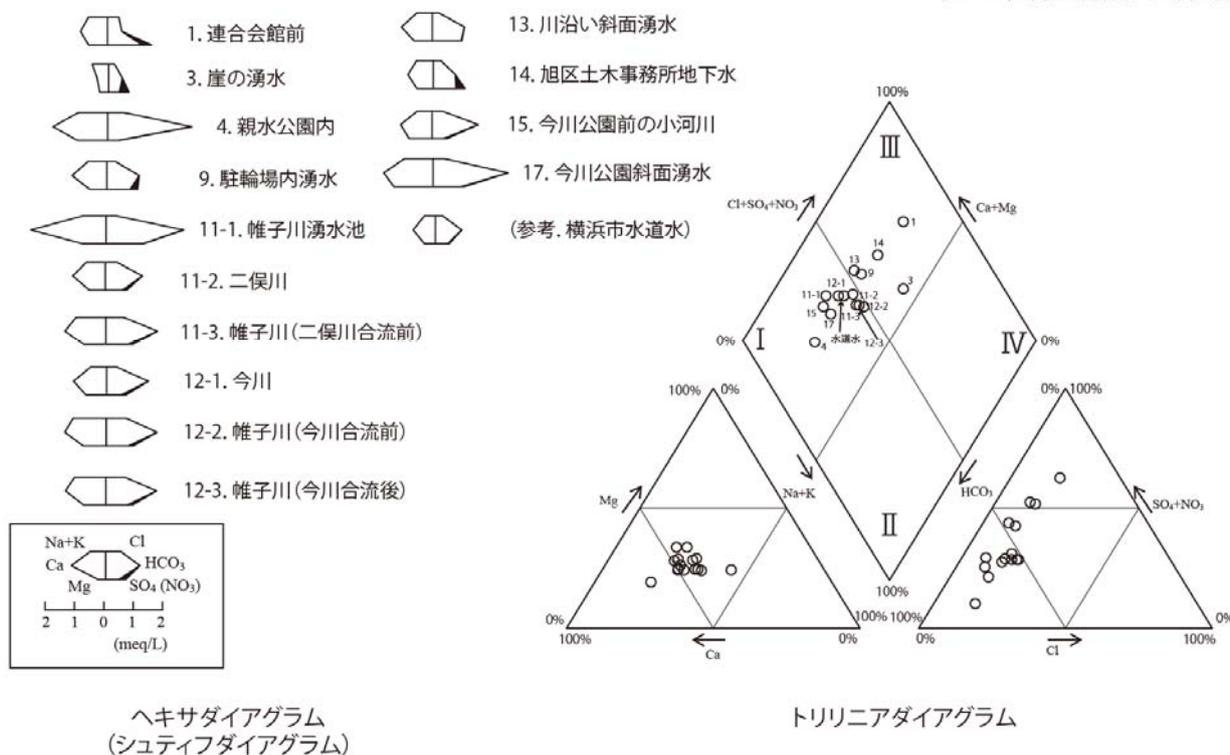
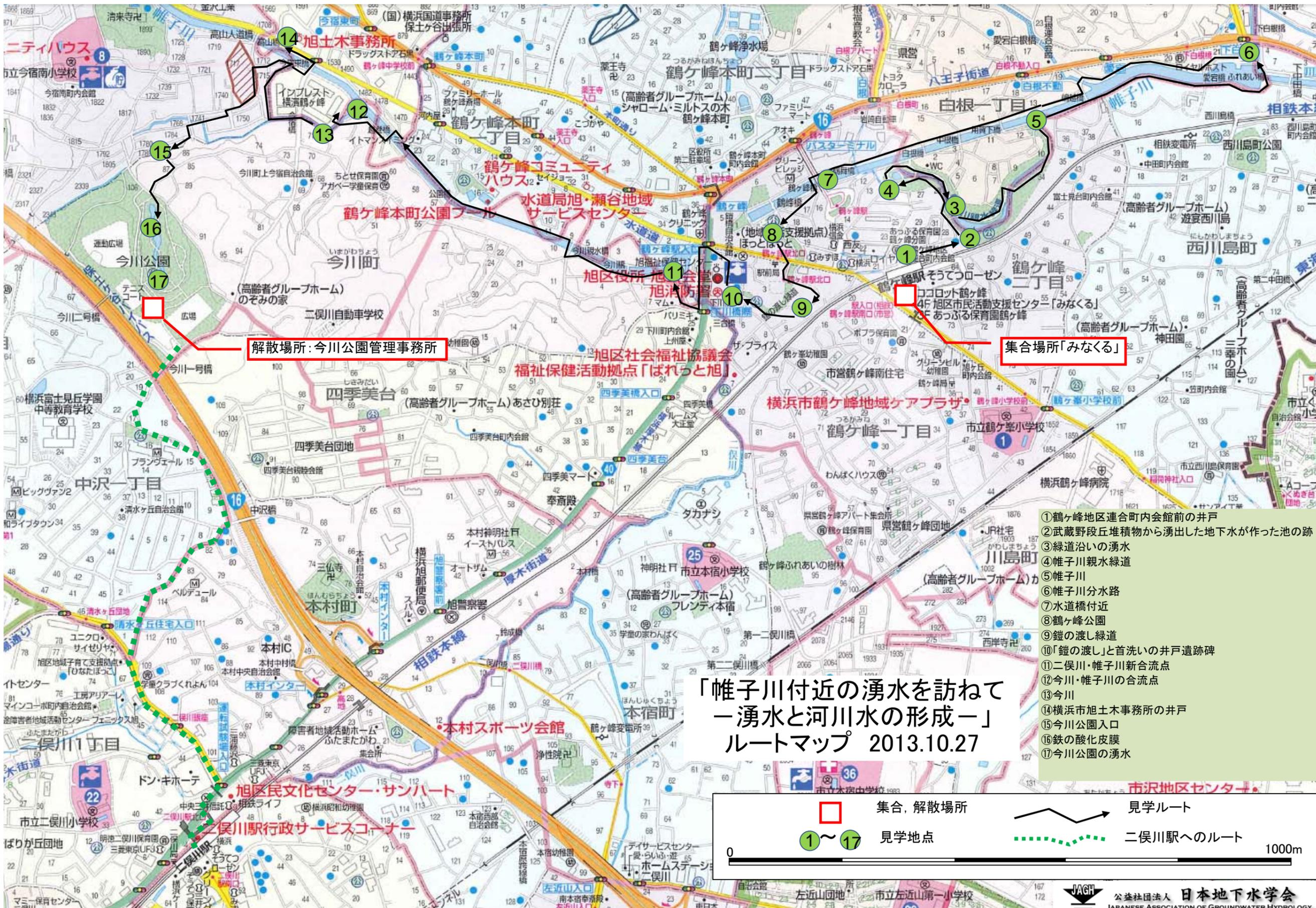


図-18 水質組成図

## 参考文献

- 菊地隆男（1984）多摩丘陵、URBAN KUBOTA 23。
- 横浜市公害対策局（1989）帷子川水系に係わる地下水流動調査。
- 神奈川県（1991）土地分類基本調査（国土調査）、横浜・東京西南部・東京東南部・木更津。
- 石坂信之（1993）酸性泥岩の科学的特徴について、神奈川県温地研報告。
- 加藤良昭・下村光一郎・飯塚貞男（2008）横浜市内の湧水特性、横浜市環境科学研究所報第 32 号
- 日本地下水学会編（2002）地下水水質の基礎，理工図書





解散場所: 今川公園管理事務所

集合場所「みなくる」

### 「帷子川付近の湧水を訪ねて ー湧水と河川水の形成ー」 ルートマップ 2013.10.27

- ① 鶴ヶ峰地区連合町内会館前の井戸
- ② 武蔵野段丘堆積物から湧出した地下水が作った池の跡
- ③ 緑道沿いの湧水
- ④ 帷子川親水緑道
- ⑤ 帷子川
- ⑥ 帷子川分水路
- ⑦ 水道橋付近
- ⑧ 鶴ヶ峰公園
- ⑨ 鍮の渡し緑道
- ⑩ 「鍮の渡し」と首洗いの井戸遺跡碑
- ⑪ 二俣川・帷子川新合流点
- ⑫ 今川・帷子川の合流点
- ⑬ 今川
- ⑭ 横浜市旭土木事務所の井戸
- ⑮ 今川公園入口
- ⑯ 鉄の酸化皮膜
- ⑰ 今川公園の湧水

集合, 解散場所  
①~⑰ 見学地点  
 二俣川駅へのルート  
 見学ルート

0 1000m



公益社団法人日本地下水学会 市民コミュニケーション委員会

[http://homepage3.nifty.com/jagh\\_torikichi/](http://homepage3.nifty.com/jagh_torikichi/)

水辺愛護会 帷子川はふるさとの川の会

横浜市旭区帷子川

<http://www.city.yokohama.lg.jp/asahi/madoguchi/kusei/kikaku/katabiragawa/>