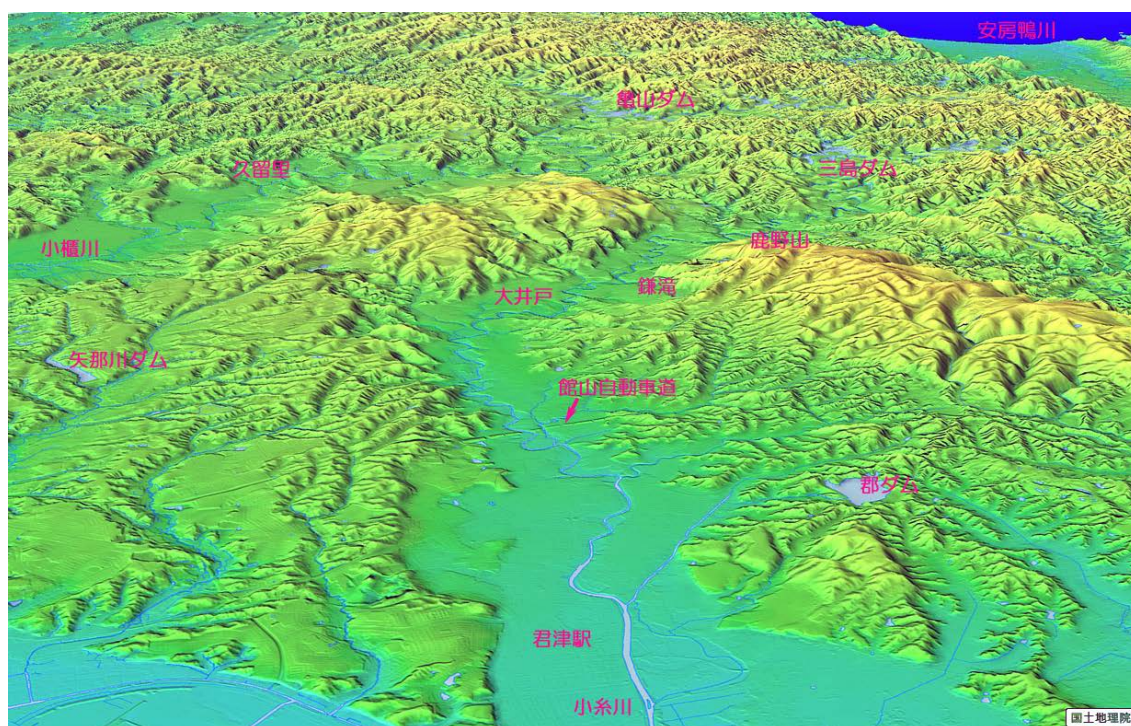




日本地下水学会
湧水めぐり イン 君津

千葉県君津市
(君津市街→久留里町)

見学案内資料



(国土地理院数値地図)

2015 年 10 月 4 日 (日曜日)

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 上総堀りを記録する会

協賛・協力 里山ネットワークきみつ

NPO 法人久留里フィールドミュージアム

NPO 法人久留里城山郷かずさ活性化の会

後援 君津市

目次

	頁
1. はじめに	1
2. 見学ポイント一覧	2
3. 地下水について	3
4. 君津の地質	4
5. 見学地点	6
5－1. 君津市街の自噴井	6
5－2. 自噴地下水・茶水（ちゃみず）	7
5－3. 市宿層	10
5－4. 亀山ダム－梅ヶ瀬層	12
5－5. 上総掘り	13
5－6. 久留里の地下水	16
6. 最近のトピック	20
6－1. 地下水はいつ生まれたか	20
6－2. 君津の地下水のこれから	21
7. おわりに	23

1. はじめに

20 世紀中頃までに行われた無秩序な地下水利用の結果、日本各地で地下水位は大きく低下し、これによって地盤沈下や塩水化などの地下水障害が発生しました。そして 20 世紀後半には、トリクロロエチレンや硝酸態窒素などによる地下水汚染が顕在化しました。

日本地下水学会では、このような問題に対して早くから警鐘を鳴らすとともに、会員はそれらの調査、観測、問題解決等に取り組んできました。私たちはその過程の中で、地下水を守るためには先端研究の推進と技術の開発が必要であり、そして同様に、市民の皆様による地下水を守りたいという意識が重要であることを痛感してきました。このような背景から、日本地下水学会・市民コミュニケーション委員会は、地下水に関する情報を広く発信するための活動をおこなっています。具体的には、ホームページにおける、地下水用語の解説、地下水に関する新聞情報等の紹介、地下水に関するコラムの掲載、日本の湧水の情報、地下水に関する質問コーナーの設置、地下水に関する本の紹介などがあります。

本日の『湧水めぐり』は、皆様に地下水のことをもっと知っていただきたいという思いから企画されました。この企画では地下水にまつわる見学ポイントをバスおよび徒歩で巡っていただきます。見学地点に関するご質問や日頃の地下水に関するご質問等がございましたら、お気軽にお尋ねください。

本日の見学ルートには、君津発祥の掘削技術「上総堀り」の掘削現場や古くから君津を潤してきた自噴井などが含まれます。一部、狭い道などもございます。事故に十分気をつけつつ、お楽しみください。

主催 日本地下水学会・市民コミュニケーション委員会

共催 上総堀りを記録する会

協賛・協力 里山ネットワークきみつ

NPO 法人久留里フィールドミュージアム

NPO 法人久留里城山郷かずさ活性化の会

後援 君津市

2. 見学ポイント一覧

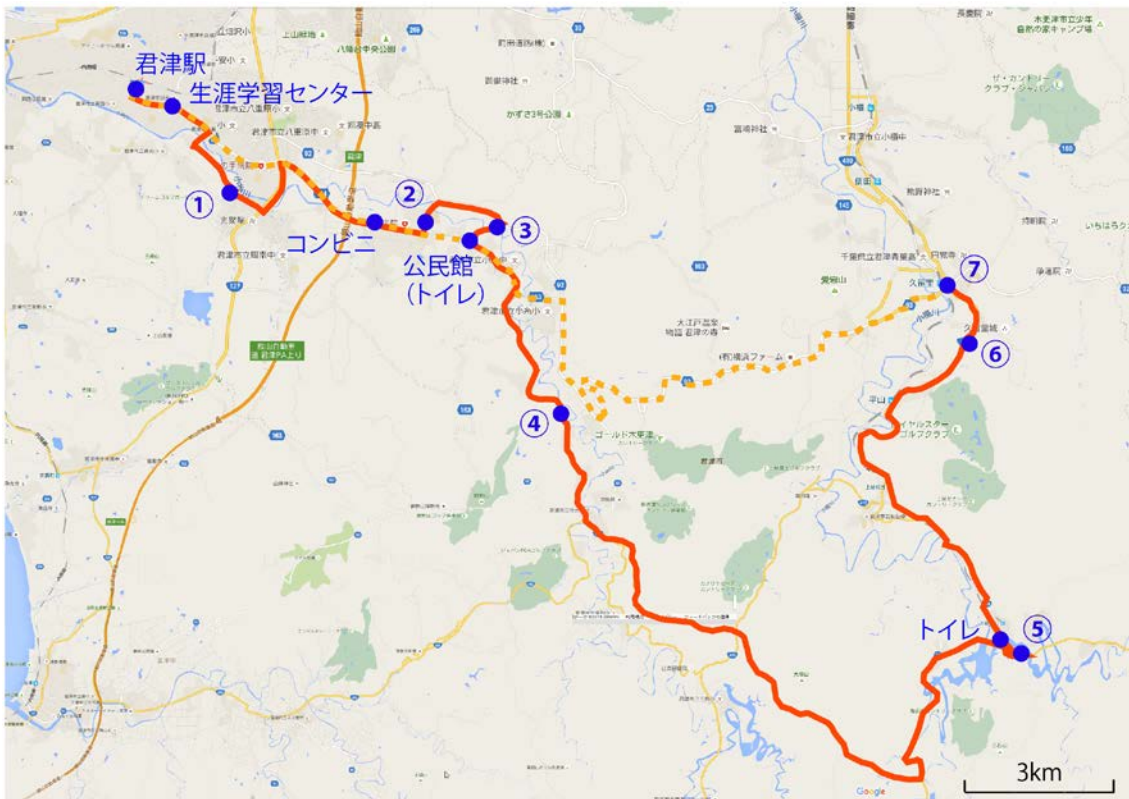


図 2-1 湧水めぐりイン君津 見学地点 (赤線：往路、橙線：復路)
(グーグルマップより)

- ①自噴井 (八幡の井戸)
- ②春日神社/大宮寺 (通過)
- ③自噴井 (茶水)
- ④上部上総層群露頭 (通過)
- ⑤亀山ダム湖畔・下部上総層群露頭 (昼食)
- ⑥上総掘り掘削現場
- ⑦久留里町内 (湧水見学・徒歩)

3. 地下水について

地面を少し深く掘ると徐々に土は湿ってきます。この水分量は深くなるにしたがって多くなっていき、ある深度で土粒子間の間隙が水で満たされた領域になります。土が湿っている領域を不飽和帯といい、土粒子間の間隙が水で満たされた領域を飽和帯といいます（図 3-1）。井戸の中に見える水面は実はこの飽和帯の上面で、**地下水面（ちかすいめん）**と呼ばれています。私たちが利用している地下水は、地下水面から下の地下水（帯水層）なのです。

地下水の源となっているのは雨です。地表に降った雨の一部は不飽和帯を下へと浸透していきますが、このとき、雨の中の不純物や病原菌などの多くを取り除いてくれます。つまり、不飽和帯は自然のフィルターなのです。やがて水は地下水面に到達します。濾過された地下水が帯水層を涵養し、私たちが使う地下水資源となるのです。

君津では、この地下水が井戸の中を自然に上昇し、井戸の口元から湧出しています。このような井戸を自噴井（じふんせい）といいます。なぜ君津の井戸は自噴するのでしょうか。その理由は君津の地質構造に関連しています。

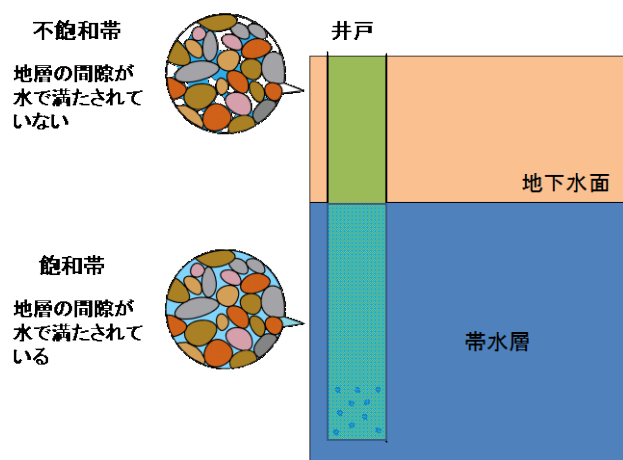


図 3-1 不飽和帯と飽和帯



写真 3-1 大口径の井戸（上）

写真 3-2 井戸の中に見える水面（下）。この位置が地下水面。

4. 君津の地質

君津市および君津市の周辺は図 4-1 に示されるように安房層群、上総層群、下総層群等の地層群からできています。これらの地層からこの地域が過去 1,000 万年の間に太平洋の深海から浅海そして陸になったことが分かります。

地層が露出している崖（露頭）の前に立つと泥（岩）の層、砂（岩）の層、砂礫（岩）の層などが見られます。それらの層はそれぞれ単層と呼ばれ地層の最小の単位です。地質図を書くために 1/50,000、1/25,000 等という地図のスケールに合わせ単層を何枚か集めたものを部層と呼び、地質図ではその地層が分布する地域の地名、たとえば市宿に代表的に分布する地層であれば市宿層などと表します。海底で堆積してできる地層は同じ時代に堆積した地層でも湾の内外、大陸棚では陸からの距離、大陸棚の斜面など堆積する環境によって堆積物も変化するので 1 枚の地層を追っていくと他の岩相に変わってしまうこともあります。

この部層（類層）を集めたのが層群です。層群は一連の部層が上下の地層と不整合の関係（地層と地層の間に下の地層が浸食されてから上の地層が堆積するなどのような大きな時間の間隙がある重なり方）にあるような地層を集めた単位です。

安房層群は 1,000 万年～300 万年前の、陸からかなり離れた太平洋の水深 1,000m を越える深い海底で堆積した地層と言われています。主に海底の火山活動による火山灰が固結した凝灰岩や砂岩でできていて年代が古いので固結化が進んでいるため地下水を透しにくい地層になっています。

上総層群は二百数十万年前～数 10 万年前の太平洋の安房層群が堆積した海域よりも陸に近く、水深も 1,000m より浅い海底つまり大陸棚斜面あるいはそれより浅い海底で下位の安房層群が大きく浸食された後に堆積した地層と言われ、凝灰岩を挟む砂岩や泥岩等の地層で形成され、その厚さは 3,000m にも及ぶと言われています。上総層群中部の梅ヶ瀬層、国本層付近は粗粒砂岩層、中粒砂岩層、細粒砂岩層、砂岩泥岩の互層、凝灰岩層等でできています。これらの地層は安房層群に比べ若い地層なのでそれほど固結化が進んでいません。梅ヶ瀬層付近には堆積時に海水の移動にともなって形成される斜交層理も見られます。上総層群中部の地層はそのため地下水を十分に含み地下水がその中を流動しやすく帯水層の性質を持っているといえます。上総層群上部の柿の木台層、長南層は主に砂質泥岩層、泥質砂岩層等の泥質の地層でできていて一部は水を透しにくい性質を持っています。山地で露出している上総層群の中部層が久留里市街の地下では良好な帯水層となり、上総層群の上部層が加圧層となって久留里市街の自噴井を形成しています。上総層群の最上部の笠森層からは水深数 100m に棲息する貝化石が産出し、堆積年代は 60 万年前と推定されています。

下総層群は今から 40 万年～10 万年前に関東平野に広がった古東京湾と呼ばれる湾の底で堆積した堆積物で、ほとんどに砂層でできていますが、ところにより泥層を挟みます。砂層には場所によって多量の貝化石が含まれています。泥層には植物化石が含まれ、時には泥炭層が挟まれることもあります。下総層

群の上には10万年以降の海岸付近や陸の河川の河床で堆積した段丘堆積物がのっています。

このように、君津市街から久留里町周辺の地質は南から北に向かって新しくなります。

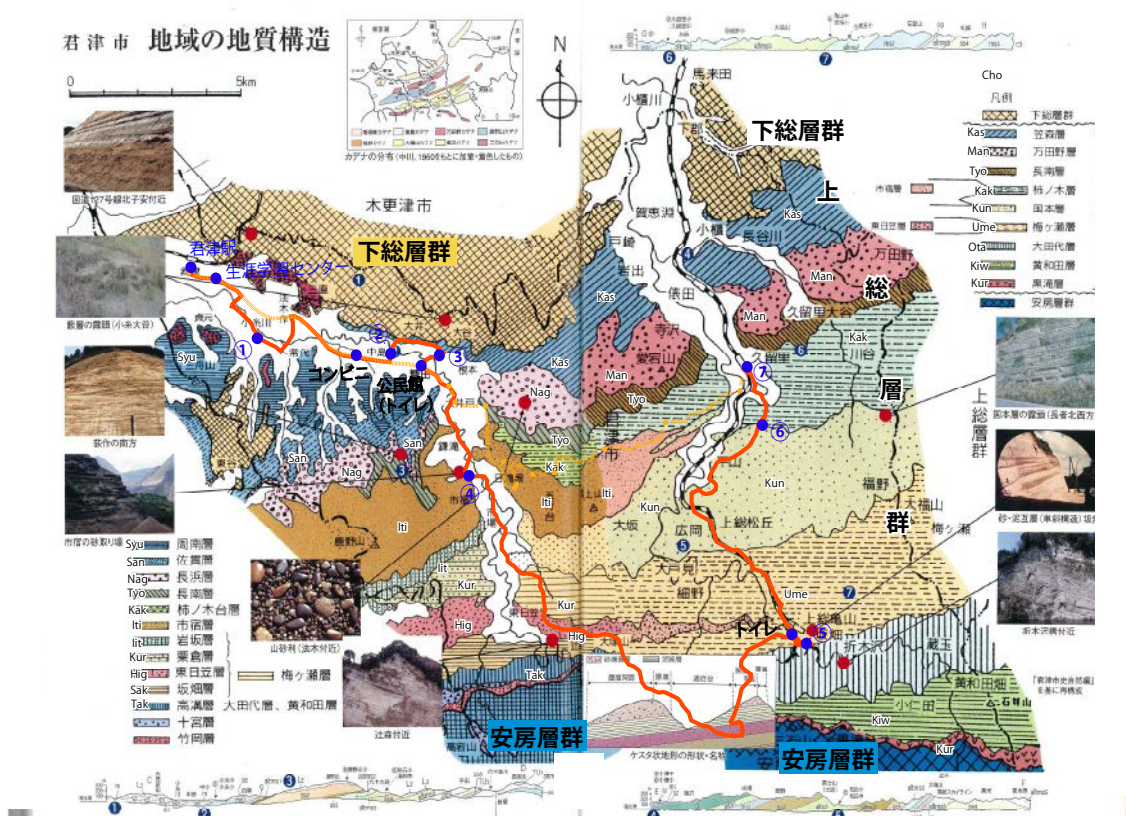


図 4-1 本日のルートと地質の関係（上総掘りを記録する会、2011）

5. 見学地点

5-1. 君津市街の自噴井

君津市街の自噴地下水は、どこから来て、どこへ流れていくのでしょうか。そのイメージを描いたものが図 5-1-1 です。地下への入り口となっているのは、鹿野山を形成する丘陵地一帯であり、小糸川方面へ向かう地下水の大きな流れがあります。そして、小糸川の地下を通り東京湾にて海底に湧出していると考えられています。自噴地下水を胚胎しているのは上総層群中部の地層で、本日見学する市宿層（5-3 節）もその一部です。

君津市の地下水が自噴する理由として、4 節で述べた砂と泥が交互に重なりあった、砂泥互層が北に傾いて存在していることが挙げられます。イメージとしては『帯水層は水を通しにくい地層によって上下を挟まれているので、山の方から地下水が涵養されると、君津市街の地下にて地下水が“ぎゅうぎゅう”と押しこまれている』という感じです。そのため、フタとなっている地層（下の図では泥層と書かれている部分）を井戸で掘りぬくと、水圧の高い地下水が飛び出してきました。これが君津市街にある自噴井です。

君津市街の自噴地下水は、一般には透明な無色水です。これらの pH は 8.0～8.7 の弱アルカリ性で、水温は 14.5～21.4℃、電気伝導度は 110～410 μ S/cm の範囲をとります。溶存酸素濃度はほぼゼロで酸素はほとんど含まれていません。しばしば硫化水素臭が認められ、帯水層は強い還元環境にあると言えます。

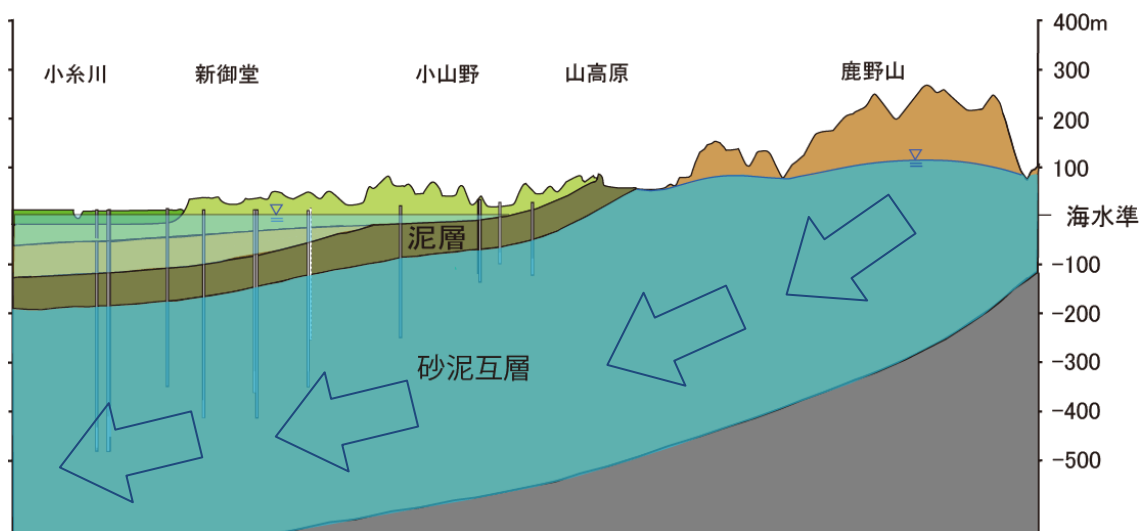


図 5-1-1 上総層群中部の砂泥互層が主たる帯水層となっている。地下水は鹿野山周辺の丘陵地にて涵養され、君津市街地へ向かっている。

5－2．自噴地下水・茶水（ちゃみず）

君津市街の地下水には、透明な無色水に加えて、茶色を呈する“茶水”が存在します。無色水中に含まれる陽イオンはカルシウムが卓越するのに対し、茶水はナトリウムが卓越します。茶水の pH は 8.5 前後であり、無色水と同様に弱アルカリ性です。しかし、電気伝導度は高く、明らかに溶存イオン濃度が高くなっています。茶色を呈する理由はフミン酸（腐植酸）によるものと考えられており、これらの水は泥層もしくは砂泥互層から得られると考えられています。この茶水は飲用には適さないのですが、君津市ではカラー栽培に有効利用されています。



写真 5-2-1 茶水

【君津のカラー】



ホワイトデーにはカラーの花を

大切な人へ贈る 白

カラーの代表的な花色は「白」。どんな色にも変化する可能性を秘めた「贈まりの色」です。とくにカラーの白色は、真珠のような艶やかさがあり、気品を感じさせます。ブライダルの花としても人気です。

素敵な女性を思わせる 姿形

柔らかく巻いた白い花弁にすっと伸びた茎。スタイリッシュな姿に、凛とした強さと優美さを併せ持っています。まさに女性の理想像を表しているような花です。

名前の由来は 美

ギリシャ語で『美』を意味する「Kallos」が、カラー（calla）の由来の一つと言われています。南アフリカ原産で、別名「ナイルの百合」（Lily of the Nile）とも呼ばれています。

カラーの里「きみつ」

君津市は、豊富な湧き水を活かした湿地性カラーの栽培が盛んで、その歴史は半世紀以上にわたります。平成 11 年頃からは花色が豊富な畑地性カラーの栽培も始まりました。市内には、「君津市小系花卉園芸組合」と「ブルームネット」「君津市農協花部会」などの生産者団体があります。

環境 にもやさしい

豊富な湧き水を活かして栽培されるカラー。湧き水の温度は 1 年を通じて安定しているため、夏は冷房、冬は暖房効果があり、燃料費がかかりません。

また、農薬や肥料など環境への負荷の削減に努める環境認証プログラム（MPS）に参加している生産者もいます。

お問い合わせ

J A きみつ小系経済センター

〒299-1104 千葉県君津市藤田169 TEL0439-32-2588 FAX0439-32-4741

カラーについて

白く巻いた花のように見える部分は苞（ほう）と呼ばれ、中心にある黄色い芯が本当の花です。こまめに手入れをすると、2週間ぐらい花が楽しめます。カラーは、水分の多い土で良く育つ「湿地性カラー」と、乾いた土を好む「畑地性カラー」の二つに分けられます。

湿地性カラー：10～5月出荷、最盛期3～4月
主な品種は、ウエディングマーチ、チルドシアーナ、アクアホワイต์（千葉県育成種）など。
花色は白や緑が多い。

畑地性カラー：10月上旬～6月末出荷
主な品種は、クリスタルブラッシュ（白）、ガーネットグロー（濃桃）のミニカラーや、マジスティックレッド、ホットチョコレートなど。
花色が豊富なのが特徴。

学 名 サトイモ科ザンテデスキア属
Zantedeschia aethiopica

原産地 南アフリカ

英 名 Calla

和 名 阿蘭陀海芋（オランダカイウ）
（1843年オランダ船によって渡来したため）



※参考：東京都中央卸売市場・切り花カラーの取扱量（湿地性及び畑地性・平成21年）

①千葉県（55万本） ②福島県（102万本） ③愛知県（59万本） ④熊本県（47万本） ⑤長野県（32万本）

5－3．市宿層

写真 5-3-1 は鎌滝地区の上総層群中部の市宿層の露頭です。大規模な斜交層理が特徴的です。70 万年前頃の地層で、水深 50～130m の海で堆積したと考えられています。市宿層はスコリア・軽石粒などに富む、細粒から粗粒の砂層及び細砂礫からなり、見学地点付近での厚さは 250m 以上とされています。この地層は北に向かって傾斜していますが、どこまで分布しているのかは、はっきりしていません。しかし、その岩相から地下水の主たる帯水層の 1 つになっていると考えられています。



写真 5-3-1 市宿層の露頭

斜交層理

普通、1枚の地層の中では、それをつくる堆積物の粒子の大きさや色、粒子の並ぶ方向性などの違いによって、筋状の模様がつくられます。各縞模様は水平に近いものが多いのですが、市宿層のように地層面（積み重なる地層と地層とが相接した面）に対して角度をもっている場合を斜交層理といいます。この地層は砂層中に見られることが多く、水流や風によって運ばれた砂粒が、移動方向に傾斜した面に沿って並び、次々に形成されます。

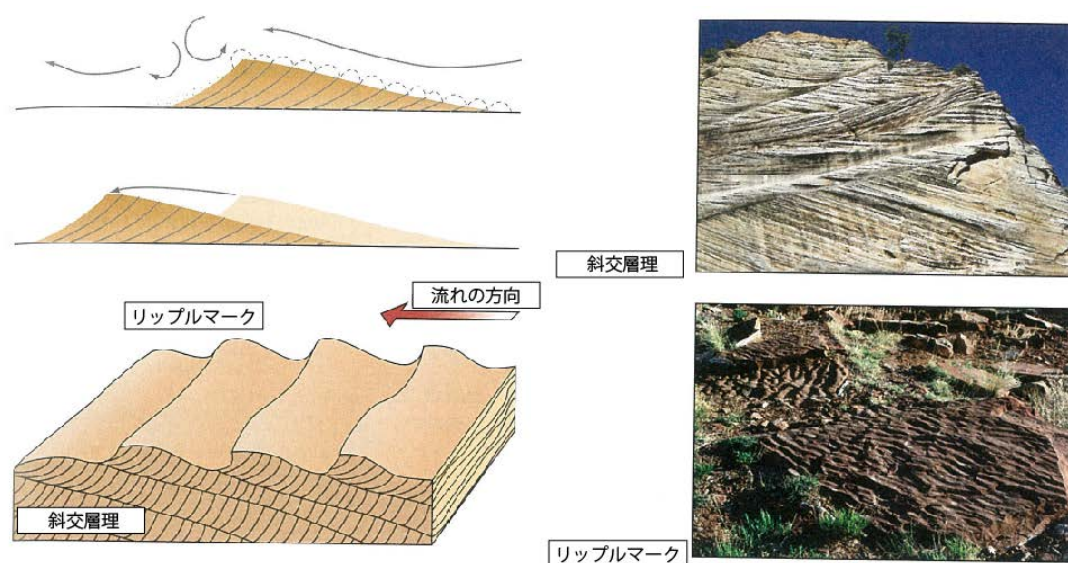
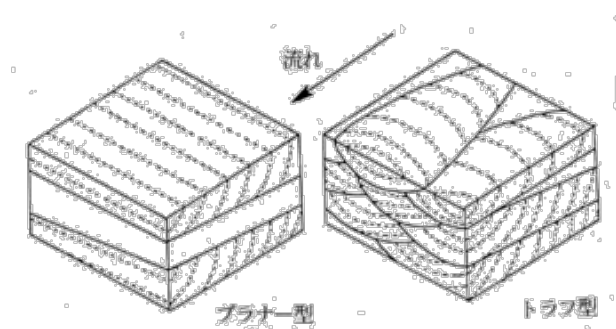


図 5-3-1 斜交層理の形成メカニズム (Davidson, et al., 2001)



見学場所で見られるのは、トラフ型斜交葉理であり、流軸方向に地層を見ていることになります。

図 5-3-2 斜交層理と地層形成当時の水の流れ（芝，ホームページ）

5－4． 亀山ダム－梅ヶ瀬層

亀山ダムはいくつもの目的を持つ多目的ダムです。まず、異常な降雨の水を溜めて小櫃川流域を氾濫から守ります。次にダムで溜めた水を **40km** 下流の君津広域水道企業団の大寺浄水場（河口から **10km** 上流）まで流して小櫃川の美しい川の流れを保全すると共に生息する動植物を守り、また農業用水を確保し流域の田畑の渇水対策にもなっています。大寺浄水場で採取された水は木更津市、君津市、富津市、袖ヶ浦市、市原市などで最大一日 **220,000m³** が水道水として利用されています。

写真 5-4-1 は亀山湖岸の上総層群中部の梅ヶ瀬層の露頭です。およそ **90 万年** 前の地層と思われます。この露頭では粗粒砂岩層、中粒砂岩層、細粒砂岩層、泥岩層、凝灰岩層がきれいに単斜構造を示して重なっています。岩石といっても、年代のまだ新しい百数十万年ほど前の地層なのでそれほど固化が進んでいません。



写真 5-4-1 亀山湖岸と梅ヶ瀬層

5-5. 上総掘り

上総掘りは、千葉県君津市小糸地区・小櫃地区を中心に開発され、旧上総国西部で発展した井戸掘削技術です。江戸時代に行われていた伝統的な鉄棒式や檜棒式の突き掘り法（鉄棒や檜棒をそのまま地中に突き込む工法）から、竹ヒゴ・鉄管・スイコ・ノミ・ネバ・ヒゴグルマなどの組み合わせによる独特な掘削技術へと発展したのが、**1883 年（明治 16 年）**頃から**1893 年（明治 26 年）**頃だと言われています。この技術の開発により、人力で**500 m**以上も掘り進めることが可能となりました。

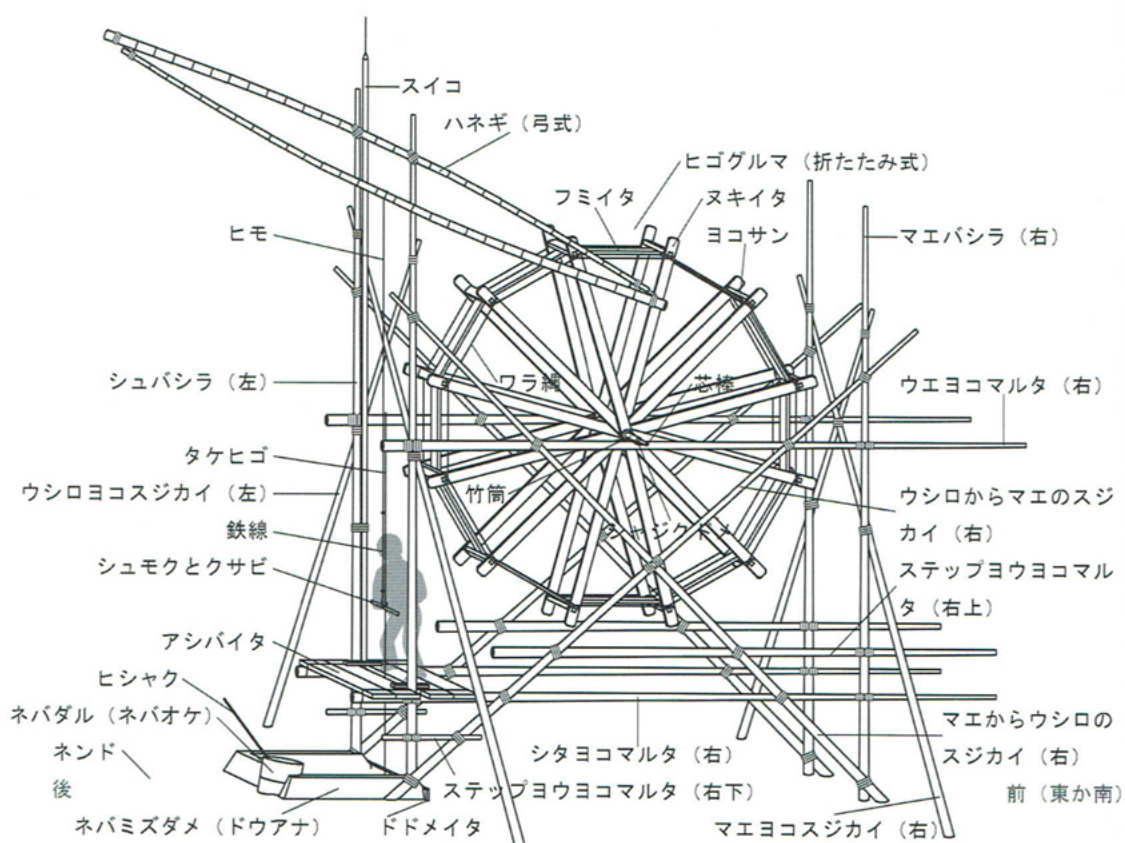
君津市は、房総半島の中央部、上総丘陵の西部に位置し、地層が東京湾に向かって北西方向に緩く傾斜しています。地質としては、砂層や泥層、砂礫層などが分布し、それらが互層となって重なる単斜構造をなしています。透水性の低い泥層に挟まれた砂礫層が帯水層となり、それらが何枚にも重なることで複数の帯水層が分布し、地下水に恵まれた地域となっています。しかしながら、耕地が河川よりも高い位置にあったため、河川の水を利用することが困難であり、古くから干害に悩まされてきました。農民たちにとって、水の安定的な確保は、大きな願いでした。

このような、当該地域の地形・地質的な特徴を背景に、灌漑用水を得るために上総掘りは発達し、稲作の増産に飛躍的な効果をもたらすと同時に、飲料水や生活水の確保にも貢献しました。我が国の近代化の中で、石油・ガス井戸、鉱石・石炭等の探鉱、温泉の掘削等に大いに利用されることとなりました。また、開発されて間もない明治中期頃から、すでに国内だけには留まらず、台湾や中国などへもその技術が広まっていきました。このような歴史から、上総掘り用具は、**1960 年**に国重要有形民俗文化財として指定を受け、その後、**2006 年**には、その技術までも国重要無形民俗文化財として指定を受けることとなりました。

その工法としては、図 5-5-1 に示すように、はじめに丸太を荒縄で結んでヤグラを組み、上部に鉄管を引き上げるために竹を利用したハネギを取り付けます。このハネギには、釣竿式と弓式（図 5-5-1 では弓式）があり、その弾力を利用し、長さ約 **7 m**、重量 **30 kg** 程度の鉄管を上下させて、地中に繰り返し打ちつけることで、穴を掘り進めていきます。鉄管の下方には、地層や岩盤を砕くための円形のノミが取り付けられ、その内側には、コシタという逆止弁が固定されています。掘り進めた穴が鉄管の長さを超えると、鉄管上部に一本が **7~8 m** 程度の竹ヒゴを接ぎ足し、さらに掘り続けていきます。竹を使用する利点としては、しなやかに曲がる、比較的簡単につながることができる、竹と水との比重が近く掘削の労力が軽減できる、などが挙げられます。掘削時は、孔内に粘土水を補給し続け、孔側壁が崩れないように保護をします。また、摩擦で熱くなるノミを冷却したり、地層や岩盤を砕いた掘り屑を粘性にし、取り込みやすい状態にする目的でも、粘土水は補給され続けます。この水に混ぜる粘土はネバと呼ばれ、山の粘土や水田の床土が利用されます。上総掘りは、鉄管の中を下から上へと水を通すことによって、孔底の掘り屑を巻き上げて掘り進める工法であり、鉄管内に掘り屑が溜まると、地上に鉄管を引き上げ内部を掃除して空にします。

また、孔内の浚渫には、ブリキなどで作られたスイコと呼ばれる専用の道具を用います。これら鉄管やスイコ、その他の道具の上げ下げには、直径が約 4 m の木製で作られたヒゴグルマを使用します。このヒゴグルマに人が入り、体重を利用して回転させ、ヒゴグルマに紐で結びつけられた竹ヒゴを巻き取っていきます。孔内に掘り屑がなくなると、再び鉄管で掘り進み、次々と竹ヒゴを接ぎ足します。このような工程の繰り返しで、地下深くまで掘り進めることが可能となります。なお、上総掘りの職人たちの作業風景を、図 5-5-2 に示しました。

1960 年代まで盛んに用いられてきた上総掘りは、井戸掘削技術の機械化によって、一旦はその役目を終えました。しかしながら、近年では、環境に優しく自然と共生する技術として、深刻な水不足に悩むアジアやアフリカなどの地域において、日本の数少ない伝承者の実地指導などにより、上総掘りが広く取り入れられ新たな脚光を浴び始めています。



「平成 18 年度上総掘り体験学習資料」袖ヶ浦郷土博物館発行

図 5-5-1 足場の各部名称



図 5-5-2 上総掘りの作業風景（上総掘りを記録する会、2011）

5－6．久留里の地下水

久留里地区は古くから良質で豊富な地下水が湧き出る「銘水の里」として知られています。街のいたるところで上総掘りによる掘り抜き井戸（188本）から自噴する地下水の様子を見学することができます。

一般的に、地下水は年間を通じて水温が一定で水質が安定しています。久留里周辺の地下水も例外ではなく、上総掘りで掘削された井戸は、当初は生活用水や灌漑用水として、そして現在は酒造用や豆腐製造、カラーの栽培や君津のブランド化を目指しているホンモロコ（コイ科）養殖池の水源として利用されるなど幅広く利用されています。

住民だけでなくおいしい水を求めて遠方から来る人たちも利用しやすいよう水源周辺の整備を行ったり、水質検査を定期的に行う等の地域住民の保全活動や地下水利用の歴史などが評価され、平成20年に【生きた水・久留里】として平成の名水百選に選定されました。



図 5-6-1 掘抜き井戸の分布状況
(君津市史編さん委員会, 1966)



4 節で述べたように久留里周辺では、房総丘陵から東京湾に向かって傾斜した砂礫層、砂層、泥層の互層（上総層群）が厚く堆積し、地下 300～400m に分布する水を透しにくい層の上下には帯水層が確認されています。久留里地区は 1 つの帯水層だけではなく、いくつかの帯水層から取水した地下水を利用していることになります。特に、下位の国本層の地下水は上位の不透水層の存在により被圧地下水（圧力を受けた水）となり、井戸を掘削した際の自噴の原因となっています。

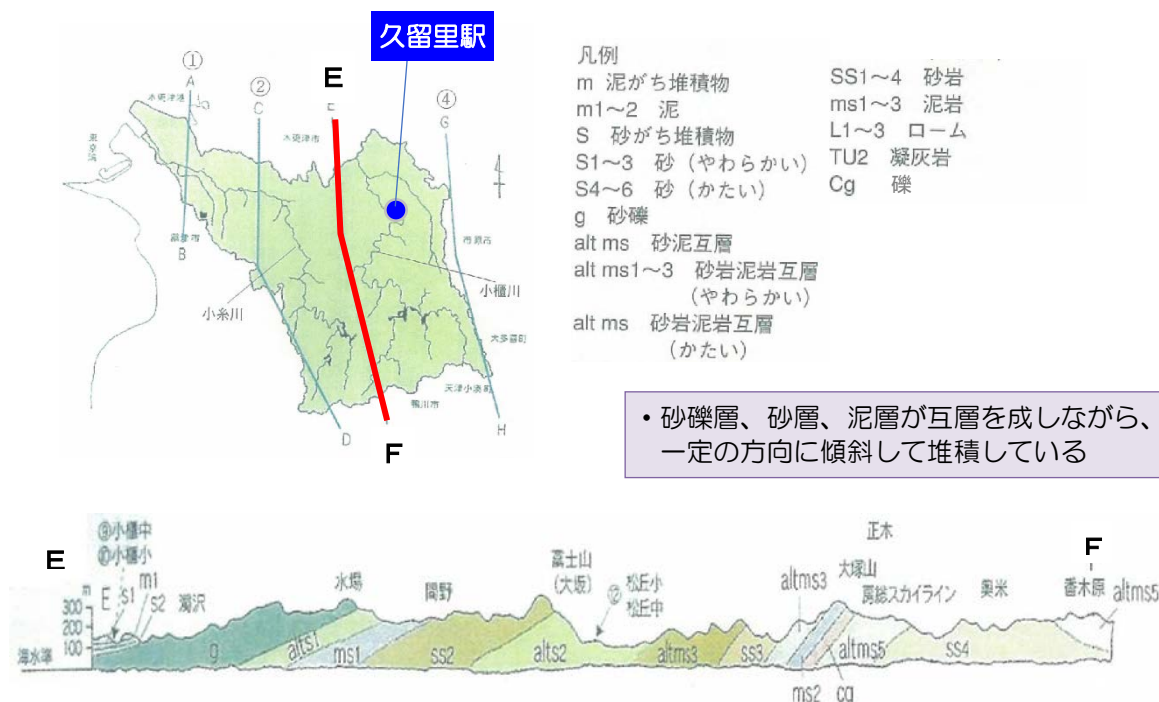
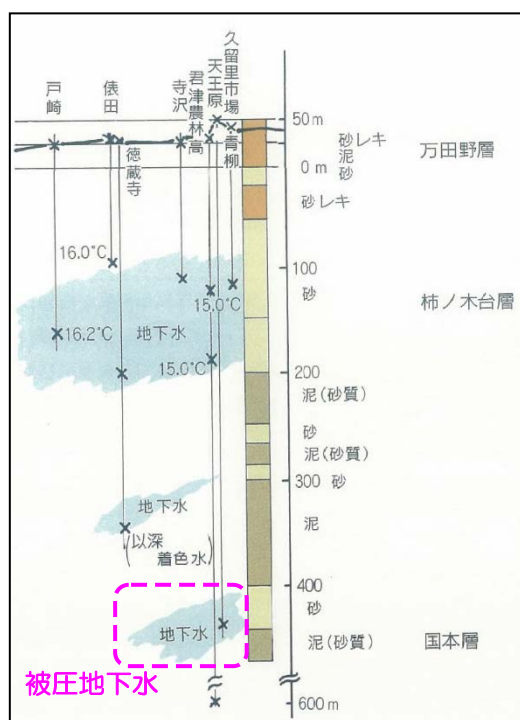


図 5-6-2 君津市域の地質断面（千葉県,1976）



- 帯水層(地下水を含む層) は複数存在する
- 下位の帯水層は、上位の不透水層の存在により被圧地下水となる(自噴の原因)

図 5-6-3 久留里付近の地質と地下水（君津市史編さん委員会，1996 に加筆）

地下水の水質

久留里地区の地下水の水質を調べるため、下図の計 5 箇所において採水 (H27.3.29 実施)を行いました。



採水箇所

採水時の水質

地点No	名 称	所 在 地	採水年月日	水源	水温 (°C)	電気伝導率 (mS/m)	pH
1	泉	君津市泉	20150329	Gf	16.0	17.6	7.8
2	大井の湧水	君津市大井	20150329	Sp	16.5	35.0	7.4
3	大井の自噴井	君津市大井	20150329	Gf	17.0	24.0	7.8
4	水田の中	君津市大井	20150329	Gf	19.4	117.0	8.0
5	駅前	君津市久留里	20150329	Gf	17.5	23.5	7.8
6	新町	君津市久留里	20150329	Gf	16.3	25.5	7.8
7	藤平(養魚)	君津市久留里	20150329	Gf	14.5	42.5	8.0
8	高沢の水	君津市久留里	20150329	Gf	15.5	24.5	8.0
9	藤平酒造	君津市久留里	20150329	Gf	15.2	35.0	8.0
10	徳蔵寺	君津市俵田	20150329	Gf	16.5	42.5	8.0

Gf: 自噴井, Sp: 湧水

図 5-6-4 採水箇所とデータ

水質分析の結果、久留里地区の地下水は2つのタイプに区分されることが分かりました。

- ①流動性の良い浅い地下水（Ⅰ型）：5.駅前と6.新町と8.高沢の水 が該当
- ②滞留時間の長い深い地下水（Ⅱ型）：7.藤平(養魚)と9.藤平酒造 が該当

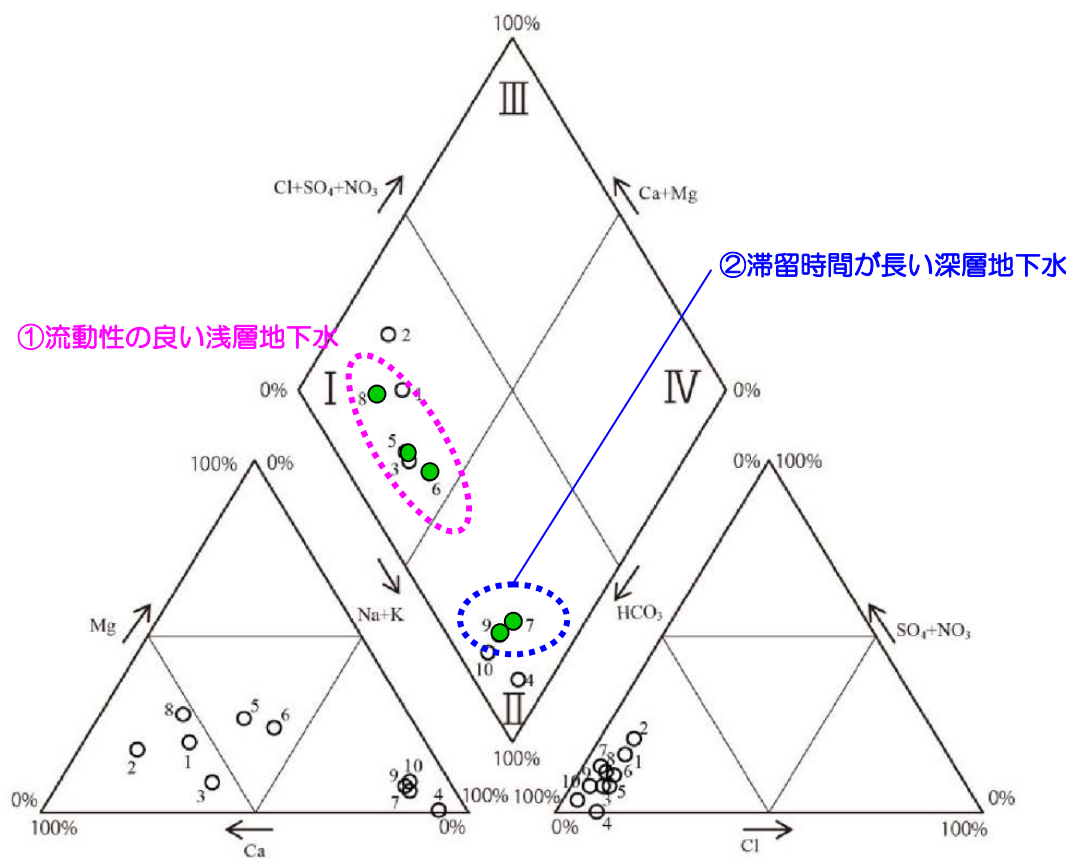


図 5-6-5 水質組成図（トリリニアダイアグラム）

先にも久留里の地下水の帯水層は複数存在することに触れましたが、取水している帯水層の違いが水質の違いに反映されたものと考えられます。
 水質分析を行うことによって、浅い地下水なのか深い地下水なのか、どこの地下水が同じ系統の地下水なのか等を知る有用な手がかりとなります。

表 5-6-1 トリリニアダイアグラムの分類

type	区分	特徴
I	アルカリ土類炭酸塩型	流動性の良い浅層地下水に多い。日本では最も多く見られる水質組成。
II	アルカリ炭酸塩型	滞留時間の長い深層地下水型に多い水質組成。
III	アルカリ土類非炭酸塩型	熱水、化石水でよく見られる水質組成。
IV	アルカリ非炭酸塩型	海水や温泉で見られる水質組成。

6. 最近のトピック

6-1. 地下水はいつ生まれたか

君津市街の自噴地下水の源となっているのは、鹿野山周辺の丘陵地に降った雨です（図 5-1-1）。雨が地面に浸透したときから、再び地表にでるまでの時間を地下水の年齢といいます。最近の研究によって、君津市街の自噴地下水の年齢が測定されています。

図 6-1 のそろばんの玉のような形の中に書かれている数字が、地下水の年齢です。本日の湧水ツアーで見学した八幡の自噴地下水は②⑩で、その年齢は 900 歳です。つまり、この地下水の源は 900 年前に鹿野山に降った雨ということです。そして、この地域で一番古い地下水は、鐘ヶ淵公園に湧出している深度 500m の井戸から得られたもので 9700 歳でした。縄文時代に降った雨が長い時間をかけて地下を流れ、ようやく君津市街の地下にたどり着いたのです。

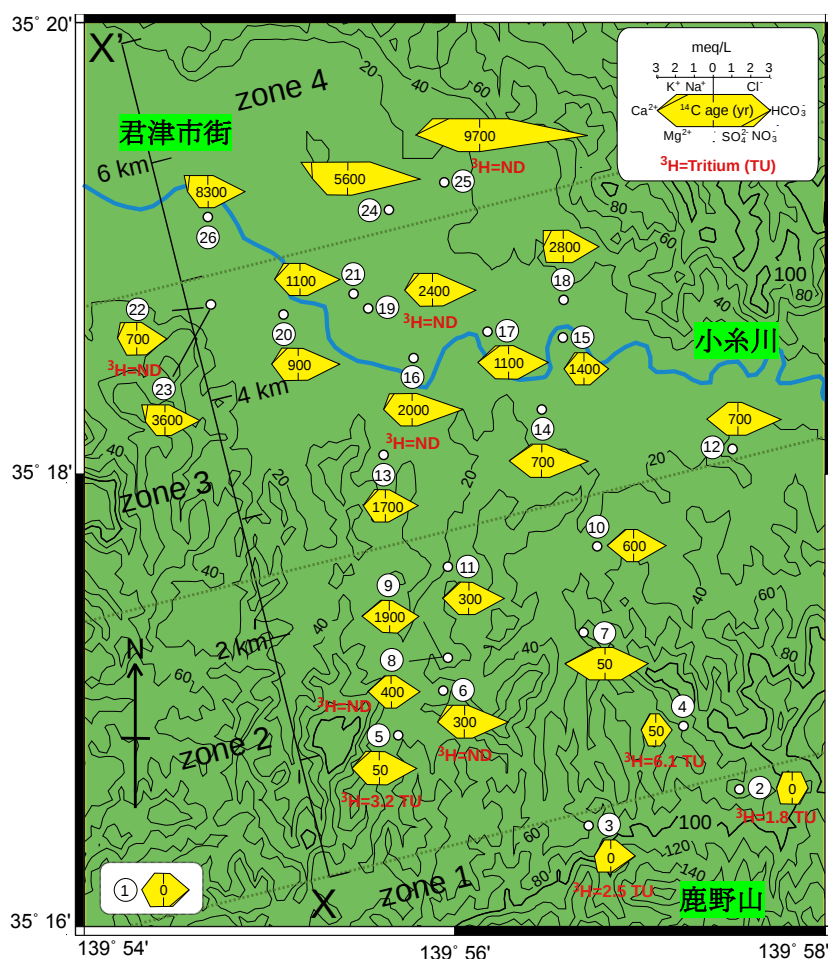


図 6-1 地下水の年齢。“そろばんの玉”の中にある、数値が年齢です。10 の位を四捨五入していますので、49 歳よりも若い地下水は 0 歳と書かれています。

(Machida et al., 2013)

6-2. 君津の地下水のこれから

表 6-1 は、地質調査所（現：産業技術総合研究所，1966）と最近の地下水水質調査結果の比較です。一部を除き、1966 年と比較して 2007 年では水質に大きな変化が見られません。地表の土地利用が変化してきた中で、水質が約 40 年の間、大きく変化していない理由として、帯水層が深いこと、そして地下水の水圧が高いことが理由の 1 つとして考えられます。外箕輪小で地下水の水圧を測定したところ、地表から +6.4m（地表面標高は+10m）でした。自噴地下水を胚胎する帯水層中はこれだけの水圧を保持しているのです。

表 6-1 地下水水質の過去と現在の比較（Machida et al., 2013）

地点名	地点 番号	採水年 (year)	水温 ℃	pH	電気伝導度 μS/cm	自噴量 m ³ /day	アルカリ度 (meq/L)	Cl ⁻ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)
松代橋	5	2007	16.6	8.4	198	33	1.93	6.07	0.00	0.00	10.25	0.00	5.15	21.46
		1966	16.8	8.0	143	210	1.44	8.40		0.00	12.20	0.05	5.40	19.30
相川宅	14	2007	18.0	8.3	189	33	1.47	6.56	0.00	0.00	18.38	0.00	5.44	18.15
		1966	18.0	8.2	167	125	1.50	6.40	0.00		11.40	0.47	2.30	18.60
笠島宅	18	2007	15.5	8.5	137	58	1.35	5.36	0.00	0.00	11.65	0.00	4.65	19.71
		1966	15.7	7.8	137	92	1.44	6.40						
重田宅(古)	20	2007	14.9	8.5	113	29	1.09	5.63	0.00	0.00	9.27	0.00	2.68	17.83
		1966	15.5	8.0	105	138	1.12							
後生橋(河川)	R1	2007	8.5	8.0	254		2.86	16.55	0.13	3.90	21.67	0.00	7.57	30.49
		1996	8.0	7.6	196		2.54	11.00	0.00		9.40	0.06	5.20	22.00

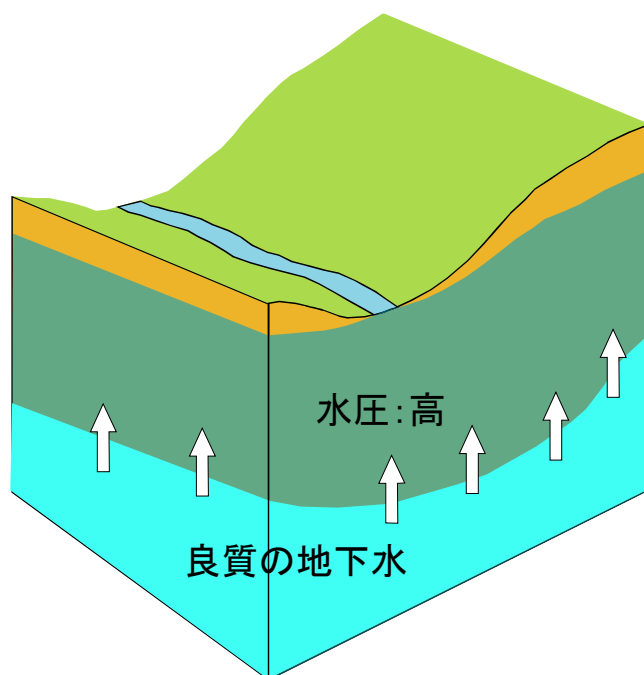


図 6-2 君津市の地下水

都市化等の影響をほとんど受けずに、水質を保ってきた理由は、帯水層が深い位置にあること、そして、地下水の水圧が高いことが考えられます。

ただし、自噴量はいずれの地点でも減少しています。2007 年の聞き込み調査では、多くの地点で自噴量は減少しており、自噴量が増加した地点を見いだすことはできませんでした。住民の方々の話によると、自噴量が減少したために、近傍でより深い井戸を掘削する、という作業が繰り返されているようです。さ

らに（これも聞き込み調査にて明らかになったことですが）、ここ 10～20 年で急激に自噴量が減少した地点があるそうです。

地下水の水圧が低下すると、自噴量の低下をまねきます。これは地下水資源の減少を意味しています。もちろん、帯水層に大量の水が補充され続ければ、水圧は回復しますが、6－1 で述べた通り、帯水層内の地下水の流れは遅く、使いすぎてしまつては短期間での回復は難しいと考えられます。地下水を持続的に利用するためには、限りある地下水資源を大切に使う必要があります。



写真 6-1

地下水の圧力の測定風景（2007 年 外箕輪小学校）
君津市役所環境保全課にご協力いただいた。

7. おわりに

上総堀りの歴史に代表されるように、自噴地下水は君津市のシンボルの1つであり、現在でもカラー栽培、水田等を始めとする農業分野に利用されています。自噴井は動力なしで地下水を得られるという優位性に加え、環境面での寄与も見逃せません。例えば池や川の水源としての役割は、大道沢緑道や鐘ヶ淵公園などで見ることができ、周囲の風景を清涼感漂うものになっています。また、しばしば見かけられるように、住民が湧水を求めてボトルを片手に移動する風景も味わい深いものです。このように、自噴地下水は単なる水資源にとどまらず、君津市住民の生活の一部となっています。

君津市に限らないことですが、地下水を今後もずっと利用しつづけるためには、市民の皆様が地下水を正しく理解していただくことが不可欠です。本湧水ツアーに参加された皆様が、お住まいの地域の地下水資源について改めて考えていただければ幸いです。

参考文献

- 遠藤邦彦, 関本勝久, 高野司, 鈴木正章, 平井幸弘(1983): 関東平野の沖積層. 特集「最終氷期以降の関東平野」, アーバンクボタ, 21, 26-43.
- 上総堀りを記録する会 (2009a): 地下のめぐみと上総堀り 1「上総堀りの過去・現在・未来」. 上総堀りを記録する会, 213p.
- 上総堀りを記録する会 (2009b): 地下のめぐみと上総堀り 2「KAZUSA SYSTEM 対訳・解説 上総システムー外国人教師が綴った上総堀りー」. 上総堀りを記録する会, 213p.
- 上総堀りを記録する会 (2010): 地下のめぐみと上総堀り 3「上総堀り関係文献集成」. 上総堀りを記録する会, 169p.
- 上総堀りを記録する会 (2011): 地下のめぐみと上総堀り 4「上総堀り記録・史料集」. 上総堀りを記録する会, 173p.
- 神奈川県生命の星・地球博物館、横須賀市自然・人文博物館編 (1999) : 特別展示解説書「海から生まれた神奈川」
- 菊地隆男(1980): 古東京湾. 特集「関東堆積盆地」, アーバンクボタ, 18, 16-21.
- 君津市史編さん委員会 (1996) : 君津市史自然編, 640p.
- 芝正博 (ホームページ) : <http://www.dino.or.jp/shiba/survey/index.htm>
- 地質調査所 (1966) : 千葉県の地下水, 地質調査所, 茨城, 110p.
- 千葉県 (1976) : 土地分類基本調査 大多喜 5 万分の 1 国土調査.
- 千葉県 (1976) : 土地分類基本調査 富津 5 万分の 1 国土調査.
- 長瀬和雄 (1997) : 地質学と地震学. 神奈川県温泉地学研究所観測日より, 47, 1-4.
- Davidson, J., Reed, W. and Davis, P.(2001) : Exploring Earth, 2nd edition. PreticeHall. 549p.
- Machida, I., Suzuki, y. and Takeuchi, M. (2013): Carbon-14 age and chemical evolution of $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ -type groundwater of age less than 8,000 years in a confined sandy and muddy Pleistocene aquifer, Japan, *Hydrogeology Journal*, 21, 1289-1305.



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
http://homepage3.nifty.com/jagh_torikichi/

共催

上総掘りを記録する会

協賛・協力

里山ネットワークきみつ
(関連サイト)

<http://chiba-satoyama.net/wp/wp-content/uploads/2015/03/e78a262af3650173800f3999d10261de.pdf>

NPO 法人久留里フィールドミュージアム

<http://kururi.info/fieldmuseum/index.html>

NPO 法人久留里城山郷かずさ活性化の会

http://www.kimishien.com/registration/index_introduce.php?eid=00019

後援

君津市

<http://www.city.kimitsu.lg.jp/>