

北総台地における佐倉市の湧水を考察する

堀 田 和 弘

A Study on Spring Water in Sakura City on the Hokusō Plateau

Kazuhiro HOTTA

印旛沼の集水域は北総台地であり、沼の広さは、千葉県約1割の面積にあたる489.9km²を占め、湖沼水質保全特別処置法に基づく、指定湖沼（水質の保全に関し対策の必用な湖沼全国10箇所）中、COD値が手賀沼（23mg/l）に次いで高い（14mg/l）。

この水質環境を改善するためには、沼の水源である湧水の保全が重要課題であるとの見地から、佐倉市570箇所の湧水を基盤として、水環境の保全について考察した。

1. はじめに

千葉県北部の北総台地中央に位置する佐倉市は、平成12年3月末現在、その行政面積は103.59km²、人口175,027人の豊かな自然環境と遺跡・史跡に富んだ歴史の町である。

この佐倉市は、昭和58年に明治百年記念事業の一つとして国立歴史民俗博物館が開館した町でもあり、都心から東へ50km、県都千葉市から北東へ20km、新東京国際空港（成田空港）から西へ15kmの所にある（図1-1）。

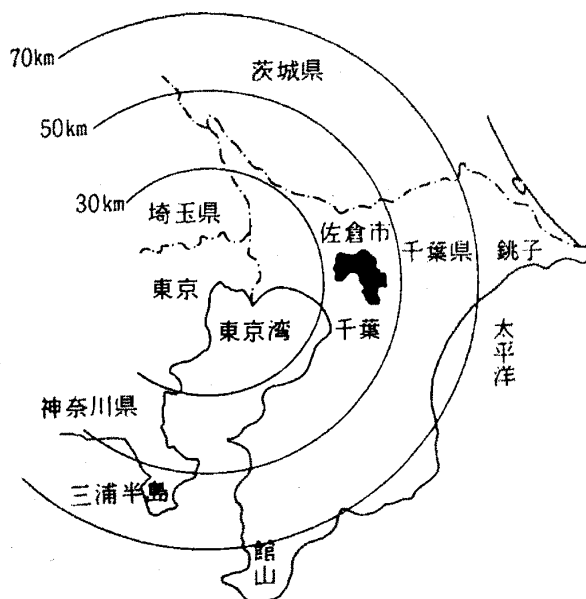


図1-1 佐倉市の位置と地形

東西南北の各15.9kmの地形の中で、東部は酒々井町、東南部は八街町に接し、南西部は千葉市、四街道市、西部は八千代市と界し、北部は印旛沼を隔てて印旛村に相對している。

佐倉市は印旛沼の南方に展開する低地と台地であるが、これを区分すると、印旛沼沿いならびにこの沼に注ぐ鹿島川水系（佐倉川、高崎川、南部川、勝田川、大流川、弥富川、小名木川や沢）と手繰川水系（畦田沢、下志津沢）さらに井野川、高野川、小竹川等沿いの谷津を併せての低湿地と洪積層の台地、それと両者の間の傾斜地の三部に区分することができる（図1-2）。

佐倉市における湧水の調査は、佐倉市自然環境調査・地質環境部門において、平成9年～平成11年にかけて行われ570箇所の湧水地点を確認した。

北総台地における湧水地点としては、印旛沼に隣接する市町村中他に例を見ない多さであり、この湧水の保全とこれを取り巻く地質環境の保全は、佐倉市民のみならず現世に生きる我々の責務であると考えらる。

そこで、佐倉市の湧水の保全と地質環境の保全に向けて、1. 湧水保全の意義と地質環境 2. 湧水の保全に関する現状と問題点、3. 今後の湧水保全と地質環境の創造に向けての指針3項目について考察する。

2. 湧水保全の意義と地質環境

佐倉市の湧水地点を湧水の形態や湧水状況などの地質環境的観点から分類すると、自然湧水（浸みだし、流出、根だれ、絞り、噴出）が全体の80%を占め、人工湧水（暗渠水抜きタイプ、法面湧出タイプ、側溝タイプ、人自湧水）が20%である。

この自然湧水・人工湧水ともに、湧水地点を含む湧水周辺部全域（涵養域）が、動植物の聖域であることから、動植物を中心とした生態系を維持する源として、人類および生物体全てが現在は無論のこと、未来に対しても持続的繁栄を維持するための共有財産として湧水を位置づける。

次ぎに湧水は水循環の要として、表流水と地下水の接点に位置している。

降水の地下浸透によって、その時間的出水の不均衡緩和するばかりでなく、土壌を始めとした地質環境の浄化機能と相俟って、良質の水資源ならびに地下水資源ともなる。

経済的役割としては、水産資源の維持、洪水防止、防火用水や非常用水源の確保などとして重要である。

特に、防火用水や非常用水源としては、自然湧水中の90%を占めるじわじわと浸み出る佐倉型湧水は、枰をつくって貯留したりパイプで集水する必要がある。

また、社会教育施設としては、清涼な湧水を主体とした流水公園や生物環境に囲まれた市民に対する憩いの場を提供するなど、その利用効果は大きい。

図1-2 佐倉市の河川・沢および谷津の分類とその名称

以上のように、湧水が人間生活に対してもたらす地質環境の浄化機能や経済的役割さらには社会教育の場としての効果など、湧水の果たす意義は大きい。

3. 湧水の保全に関する現状と問題点

水資源としての湧水は、曾ては灌漑や生活用水などとして使われ大切に保全されてきた。

しかし、現代の機械化文明は湧水と人との関わりを無くし、生活用水は水道、農業の灌漑用水はポンプによる揚水にとって変ってしまった。

湧水地点と湧水周辺部の現状を見るに、神社・仏閣に既存する湧水地以外のほとんどがジメジメした湿地帯として嫌悪され、生活雑排水の排出先とされるばかりでなく、中には湧水地点が多く存在する谷津全体を埋め立てて、宅地開発がなされている。

最悪の事態としては、谷津頭部が残土石や産業廃棄物、また生活廃棄物の処理場として埋め立てられている例もあり、その処理場からの浸出液による地下水汚染が下流部の湧水において検出されてる。

谷津頭部の埋め立ては、涵養域の破壊と共に水源域の汚染源となり、印旛沼を飲料水として利用する全ての人の健康に関わるということを、事業者を含む全ての市民と、行政が強く認識する必要がある。

さらに、湧水即ち地下水域を涵養する森林資源の軽視（安価な外国木材による国産木材資源の放棄）、田畑の農作業全般にわたる機械の使用による表土の圧密や硬化、ガラスやビニール被覆下の施設耕作による土壤乾燥地化などによる地下水の枯渇や、地盤沈下が問題になりつつある。

また、ある湧水地点においては、上部からの化学肥料や畜産排水、生活雑排水が地下水域に浸透し、湧水の水質汚濁を引き起こしている。

そこで湧水地点とその周辺部の保全を図るには、湧水涵養域を形成する森林、原野、田畑などを含めた地域と、地下水流動域の谷津全域を保全する必要がある。

そのためには、湧水の涵養域に該当する市町村の境界を超えた保全対策が不可欠である。

以上の問題点を認識し、湧水の保全と地質環境の保全に向けて努力することが、印旛沼の水質環境の改善へと繋がるものと確信する。

なお、佐倉市が印旛沼を含む利根川水系（印旛郡市広域市町村圏事務組合）から上水道のために受水する量は、平成11年度、日最大受水量 $22,000\text{m}^3/\text{日}$ であり、地下水源からの供給量は日最大有効取水量 $45,670\text{m}^3/\text{日}$ であることから、湧水の利用対策を早急に図ることと、湧水の流入先である河川の浄化即ち、印旛沼の浄化に真剣に取り組む必要がある。

4. 今後の湧水保全と地質環境の創造に向けての指針

地球規模における環境破壊が広範囲の地域で進行している現在、われわれの子孫から一時的に預けられている佐倉市における湧水環境を官民一体となって、如何に英知を集めて保全・修復し、地質環境の創造に向けて努力していくべきかを、佐倉市自然環境調査・地質環境部門の調査結果から、A～Iの9項目を指針として提唱する。

A. 湧水の涵養域における土壌の保全

湧水の涵養域における土壌を剥離移動と固形化によって不透水性にしないこと。

そのためには、湧水量の確保と水質の保全に、住民に対しての涵養域に対する維持・管理意識の向上に努めるとともに、行政からの土地保有者と土地開発者への指導を積極的に行うことが不可欠である。

B. 雨水の地下浸透を図る

住民個々が居住地において、雨水の地下浸透対策（例：浸透トレンチ工法 等）を積極的に図り、特に涵養域内の居住地、工場敷地、学校校地などの空間（駐車場、歩道）は、雨水浸透タイプとすること、ただし、その際に下水の浸透は禁止する。

C. 湧水を含む地下水涵養域の保護

印旛沼と地下水の水質を保全する上で、佐倉型湧水および坂戸・上座型湧水双方の水量確保が必要である。

そのためには、極少の湧水も大切に保全し、さらには、佐倉市内および地下水上流域における木下層以浅の地層分布域は、地下水涵養域として保護並びに持続可能な開発を必要とする。

D. 地下水の汚染と地下水源の過剰利用に敏感になること。

地下水汚染源などを含む地質汚染して、重金属類（工場排水処理施設から）の流出、病理性微生物（し尿浄化槽から）の漏出、合成有機化合物（除草剤・殺虫剤・工場廃液から）の流出、無機態富栄養塩類（下水処理水・家庭雑排水・肥料）の流出、産業廃棄物の不法投棄・廃棄物による埋め立てなどの汚染物質に対して、市民一人ひとりが敏感に対応するとともに、行政側も市民の情報提供に機敏に対応する。

さらに、大規模な地下水源の過剰利用に対して行政は規制する一方、市民も個々が居住する地域の地下水源の過剰利用に対しての情報を得た時に、その情報を速やかに行政に伝えるとともに、市民自らが家庭雑排水の浄化に積極的に取り組む姿勢が必要である。

E. 谷津と谷津田の維持と保全を図る。

谷津と谷津田は、湧水の涵養域としての役割以外に、生物資源を維持し更新する場として、また、涵養域内の微気象をコントロールする場としても重要な機能を果たしている。

特に、谷津田において現在も行われている伝統的農法 は、湧水地点の環境維持のためにも

この農法を継承する必要がある。

F. 湧水と生物保全地域の設定

ある特定の湧水地点とそれを涵養する地域を、生物生息保全域として位置付ける必要がある。そこで、A～Fの指針を考慮して、570箇所の湧水地点から保全地域を設定する。

1) 保全地域

(a) 湧水環境として後世に継承したい地域

＝米戸沢 大流川左岸 加賀清水 佐倉城此公園・西側外堀 小篠塚谷津＝

(b) 学術的（地質学）観点から重要な地点

＝勝胤寺の化石床と湧水 米戸沢の上岩橋層＝

(c) 開発が懸念される地域

＝西御門周辺部 畔田沢 清水作（佐倉市飯田）＝

西御門周辺部と清水作については、印旛沼の水質保全のために、開発計画が立案される前に湧水涵養域として、行政において保全策を検討する。

畔田沢についての利用計画は、湧水の活用方法（4）畔田沢湧水ゾーンにて示す。

G. 湧水の涵養と地質環境を復活させるためのモデル事業の設定。

市民が先代から歴史的遺産として受け継いできた加賀清水の湧水地点と、その涵養域での雨水浸透対策などの環境整備、姥が池の湧水復活対策などのモデル事業を、行政と市民が一体となって実施する。

1) 加賀清水の現状と対策

加賀清水は、高野川流域の源流部である清水下の標高約21mの地点にある。

加賀清水（坂戸・上座型湧水-宙水-谷津頭からの浸みだし）の涵養域は、底辺部約600m、縦部約1000mの三角形状をした面積約300km²の地域内にあり、北部（三角形状の頭部）には国道296号（成田街道）と京成線（勝田台-志津）、さらには市道の勝田台長熊線がともに、この涵養域を横断していて、佐倉市でもっとも開発の進んでいる地域の一つである。一方、西南側は八千代市との市境付近で接し、東側は西志津1丁目と4丁目までが範囲にあり南部（三角形状の底辺部）には、加賀清水の湧水量に最も強い影響を与えると考える施設（井野団地の調整池、志津霊園、志津図書館さくら幼稚園等）がある（図4-1 手繰川・高野川流域の地質図）。

加賀清水の現状は、湧水量が年々減少の一途をたどり、これ以上この涵養域内の開発が進むと加賀清水の枯渇は必至となると考える。

そこで、今後歴史的にも重要な加賀清水の湧水量を確保するためには、先ず新規の開発（特に志津図書館の隣接空地の住都公団による宅地開発等）に対しては、行政による地下水の揚水抑制と降水浸透設備設置の指導を行うべきである。また、涵養域内全域（特に井野団地の

北総台地における佐倉市の湧水を考察する

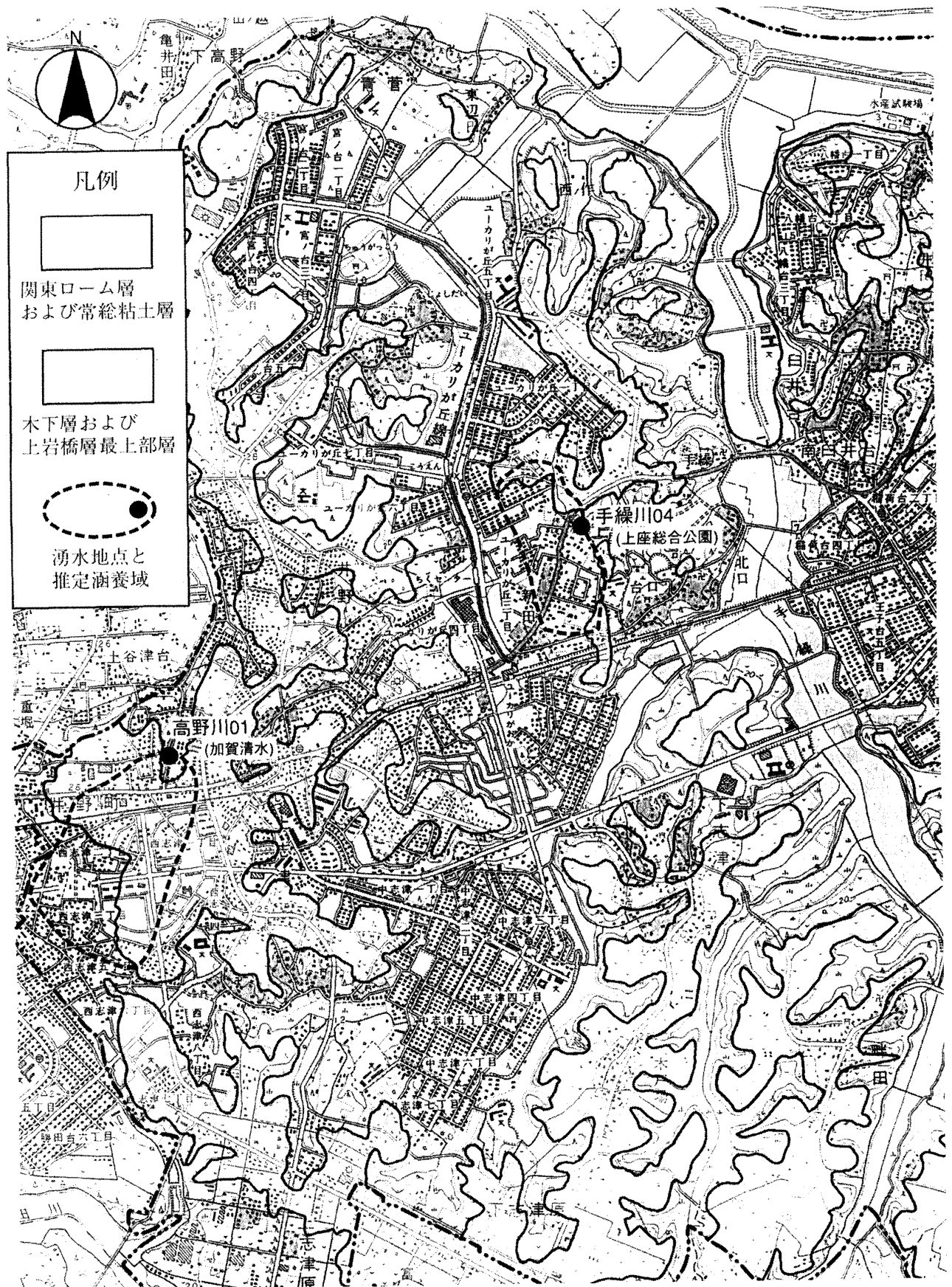


図4-1 手繰川・高野川流域の地質図および坂戸型・上座型湧水の推定涵養域
ただし沖積層および残土等人工地層をのぞく

調整池の表流水を浄化浸透させる設備の設置。志津霊園、志津図書館、さくら幼稚園の降水を地下に浸透させる等の対策）を早急に進める必要がある。

次いで国道296号と市道I-9号線の表流水も地下水域へ直接浸透させないために、道路側溝と下水道設備を完備させ、道路表流水を貯蔵浄化して浸透させるなどの技術的対策が急がれる。

2) 姥が池の現状と対策

佐倉城此公園内にある由緒ある池で、曾ては湧水による美しい池であったが、現在は地下水をポンプで揚水して注水している。

この池を湧水で再現することは、佐倉市の湧水機構の2つのタイプ（坂戸・上座型と佐倉型）中の佐倉型湧水機構を分析究明する具体的作業の絶好なる機会である。その結果、佐倉市民が願望する元の姥が池が再現できることは、これからの湧水保全対策として、重要なモデル事業となる。

H. 人工湧水の有効利用

人工湧水の20%を地域ごとに集水して、防火用水や非常時用水源または散水用水などとして有効に利用する。

1. 全湧水の活用

湧水を積極的に活用して、水棲生物の観察や水循環にたいする認識を強化する。

市民に対する社会教育施設や義務教育の校外学習の場、または、市民の憩いの場として、湧水を中心とした流水公園や自然観察ルートを設定する。

さらには、災害用水や市民生活への省エネ型水利用として、湧水の在り方を考える場として提供する。

1) 湧水ゾーンの保全と活用方法

「6 湧水の評価」において、佐倉市における湧水とそれに係わる水循環システムを検討する上で重要と思われる地域として、「米戸沢湧水ゾーン」「岩富湧水ゾーン」「勝田川湧水ゾーン」「畔田沢湧水ゾーン」の4地域を設定した。各4地域の湧水ゾーンの分布は、図4-2に、主な特徴は表4-2に示したとおりである。

そこで、この佐倉市における代表的4地域の湧水ゾーンの内、どのゾーンを保全し、どのゾーンを活用するかを各湧水ゾーンごとに検討した。

i. 米戸沢湧水ゾーン(保全地域)

[現 況]

米戸沢湧水ゾーンは、和田地区（図4-2）に所在し、土地利用状況は山林42%、田畑が24%合計66%（950ha）で、降水浸透能力は比較的大きい地域である。

地区内を流れる河川は勝田川で、地区の東方を源流として西方に流下する。米戸沢には支

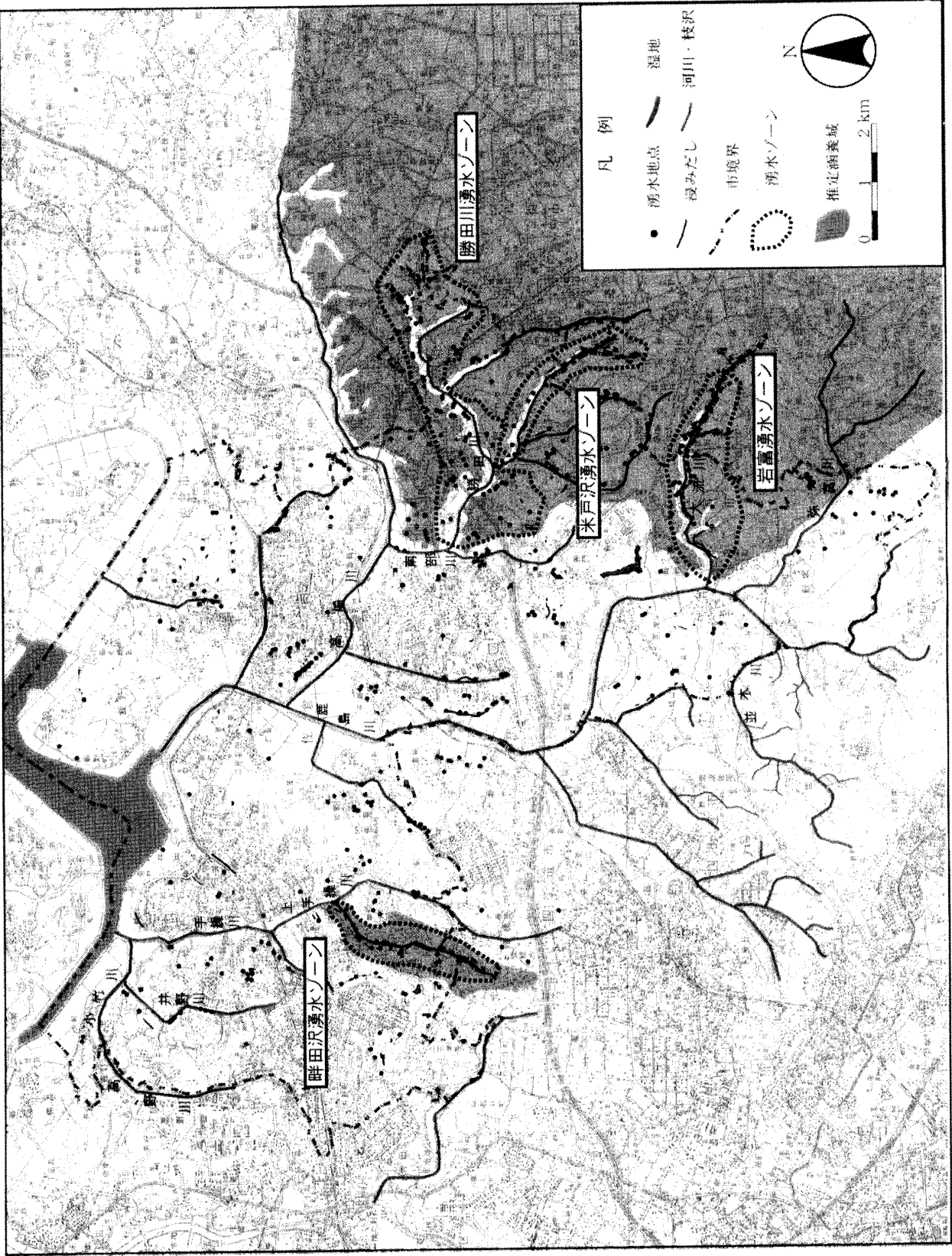


図 4-2 湧水ゾーンと推定涵養域

流である直弥沢と上別府沢が流入している。

米戸沢の流域面積は3.28km²で、米戸沢本流は自然水路になっていて、上流部においては伝統的農法による水田がある典型的な谷津景観が残っている湧水ゾーンである。

〔湧水地点と特徴〕

米戸沢の湧水地点は32箇所（自然湧水30地点、人工湧水2地点）である。

自然湧水のタイプは佐倉型（第1透水層-上岩橋層上部シルト層から湧出）で、湧出量は多く平均19.9 L/min、平均水温は15.9℃で、ともに季節的変動がある。一方pHは7.6（弱アルカリ性）で季節的変動がなく一定である。

主要イオン間の相関（ヘキサダイアグラム）は、算盤玉型をしたCa-HCO₃型で、上岩橋層上部シルト層中において様々な溶存成分が溶け込む時間と地質環境にあることを示している。

〔保全の方法〕

佐倉市における典型的な谷津景観と、連続的に存在する佐倉型の湧水ゾーンを現状で維持・保全するために、この湧水ゾーンを地質環境・生物資源特別保全地域として指定し、市民のボランティア活動を主体に、湧水地点を中心に水質環境（涵養域）の保守を図る。

- ① そのためには、湧水口周辺部と進入路の整備を行う。
- ② 定期的に観測を行って、涵養域の維持管理に努める。
- ③ 行政としては、出来るだけ早期に八街市と連絡協議機構を設定し、八街市側に大きく依存する涵養域についての保全に努める（土地調整地域の指定など）。
- ④ この地区に特別ガイド制を設定し、学校教育（総合的学習の場）や社会教育の場として、1グループの人数を制限して利用する。

ii. 岩富湧水ゾーン(保全地域)

〔現 況〕

岩富湧水ゾーンは、佐倉市の最南部の弥富地区（図4-2）に所在し、西端で四街道市南端に千葉市、東端において八街市、北端では根郷地区と接合している。

この地域の土地利用状況は、山林44%、畑地23%合計67%（720ha）で、降水浸透能力は米戸沢湧水ゾーンに匹敵する。

地区内の中央部を鹿島川が流れ、その支流である並木川が四街道市内、弥富川と大流川が八街市を源流部として流入している。

〔湧水地点と特徴〕

湧水地点は68箇所（自然湧水47地点、人工湧水21地点）である。

自然湧水のタイプは佐倉型（第1透水層-上岩橋層上部から湧出）で、湧出量は米戸沢と同じく19.9L/min、平均水温15.3℃（1月14.5℃、8月16.1℃）で季節的変動が非常に少ない。pHは7.7（1月8.0、6月7.5）の弱アルカリ性で季節的変動が少ない。ECは18で他の3

湧水ゾーンと変わらないが、全窒素（9.03）と全リン（0.18）が多く、主要イオン間の相関（ヘキサダイアグラム）においても、 Ca-HCO_3 型の一成分が非常に多かったり、極端に少なかったりする複雑な形となっている。

この地区で特筆すべきは、台地と谷津との連続した景観が素晴らしい岩富と西御門においては、イモリやゲンジボタルなどの貴重生物が生息している反面、大流川の上流部（八街市）に繋がる谷津が、残土石によってほぼ完全に埋め立てられていることと、南部地域の千葉市との境界部においても大規模開発が実施されていることである。

当然これ以上の開発行為は、岩富、西御門の水質環境の悪化を招くことになることから、開発行為に対しては、地質環境と生物環境の保全を優先した、行政および専門家による指導体制を早急に整える必要がある。

そこで、この湧水ゾーンを地質環境・生物資源特別保全地域として指定し、行政と民間の保護活動を早急に始めるべき地域である。

[保全方法]

地質環境・生物資源特別保全地域として、官民一体の保護団体を組織して保全に努める一方、特に行政は、この地域における私有地の公有地化に努力する。

iii. 勝田川湧水ゾーン(活用地域)

[現 況]

勝田川湧水ゾーンは図4-2に示すように、地区としては和田地区内にあり米戸沢湧水ゾーンと隣接する勝田川を中心にするゾーンである。

[湧水地点と特徴]

このゾーンにおける湧水地点は82箇所（自然湧水71地点、人工湧水11地点）あり、自然湧水のタイプは、佐倉型（第1透水層-木下層下部砂層～上岩橋層上部砂層から湧出）で、湧出量は $51.8\text{L}/\text{min}$ あり、佐倉市内の水系では突出している。水温は6月 17.8°C 、8月 20.5°C 、10月 15.8°C と季節的変動が大きい。ただしpHは7.6で季節的変動はない。

一方、主要イオン間の相関でのヘキサダイアグラムは、算盤玉型をした Ca-HCO_3 型で、様々な化学成分が地質環境に溶け込む時間があることを示している。

[活用の方法]

勝田川ゾーンにおける豊富な湧出量を活用するための方法を検討する。

- ① 勝田川に上勝田沢が合流する上流地点に砂止め堰を作成する。図4-3に示す。
- ② 堰によって出来た貯水池一帯を親水公園とし、市民の憩いの場とする。
- ③ この公園を湧水保全のために周囲の涵養域にあわせた植栽をする。
- ④ 簡易揚水場としての機能を併設する。
- ⑤ 水質が安定していることから、水棲生物の一大繁殖池とする。

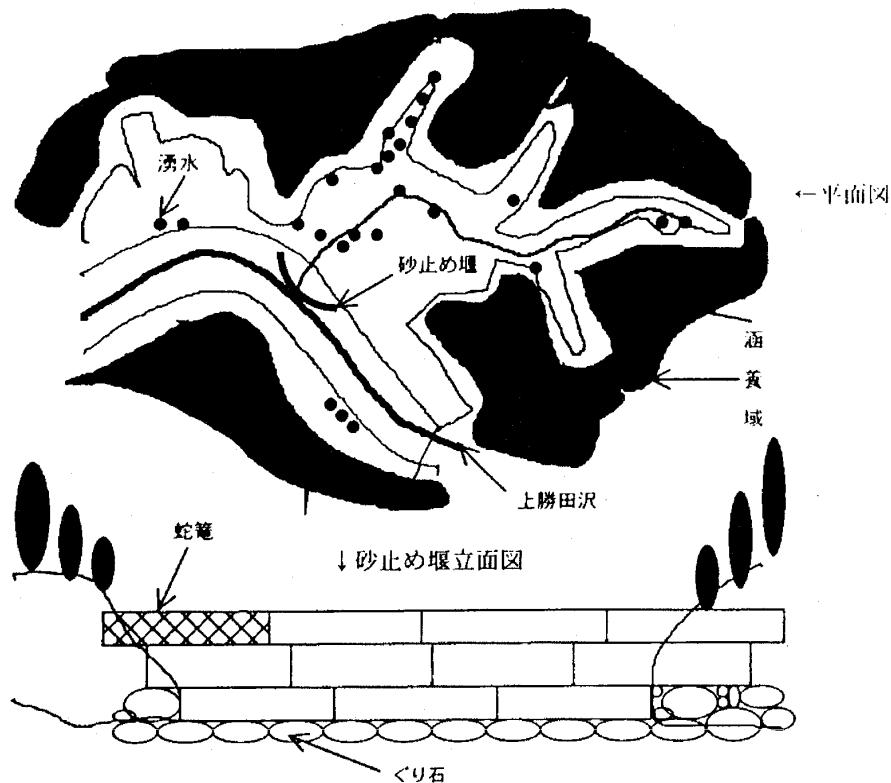


図4-3 勝田川湧水ゾーンの活用例

iv. 畦田沢湧水ゾーン(活用地域)

[現 況]

畦田沢湧水ゾーンは図4-2に示すように、千代田地区にあり、開発の進行による涵最も涵養域の水環境の変化が懸念される地域である。

現存している涵養域（田畑・山林の面積）424haの殆どが畦田、生谷、下志津地域、羽鳥、飯重、吉見地域に限られ、特に山林と水田、湿地帯を涵養域とする畦田沢は、佐倉市の水環境（上手繰川）上の重要な位置を占めている。

[湧水地点の特徴]

畦田沢の湧水箇所（自然湧水26地点、人工湧水0地点）で、湧出タイプは坂戸・上座型（宙水-木下層中部砂層）で湧水量は5.6L/minと少ないが、水温15.1℃、pH6.4（酸性）で共に季節的変動は少ない。

主要イオン間の相関（ヘキサダイアグラム）は、佐倉型に比べて算盤玉型が縦に長い。

このことは降水が地層中において、滞留時間が比較的の短いか、粘土鉱物の少ない地層を透過してきた結果ではないかと考察される。

主要イオンの $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ や $\text{Cl}^- + \text{NO}_3^-$ の数値が高く、特に NO_3^- イオンが多いことから家庭雑排

水や耕地の施肥などの影響を受けていると考察される。

[活用の方法]

畦田沢湧水ゾーンは、上記の様に湧水量が少なく水質汚濁が懸念されるが、市街地域における涵養域の保全を図り、湧水（宙水）の湧出量を維持して、畦田沢さらには上手繰川の水質浄化を図るためには、畦田沢は重要な湧水ゾーンである。そこで次の活用の方法を提言する。

- ① 畦田沢ゾーン全域の涵養域を保全するために、ゾーン一帯の植生調査を行い涵養林の増強を行う。
- ② 畦田沢に混入する家庭雑排水を避けるために、下水道の整備を図る。
- ③ 畦田沢周辺部に存在する農耕地での農薬や化学肥料の使用を慎むように、耕作者に対して行政が説得する。
- ④ 畦田沢の水環境を保守するために、定期的観測を実施する。
- ⑤ 市民にこの沢の良さと価値を啓発するために、図4-4に示すように、湧水と 水棲生物の観察のため、沢に沿って木道と観察小屋を設置する。
- ⑥ 市民のボランティアと専門家による定期的観察会を開催する。

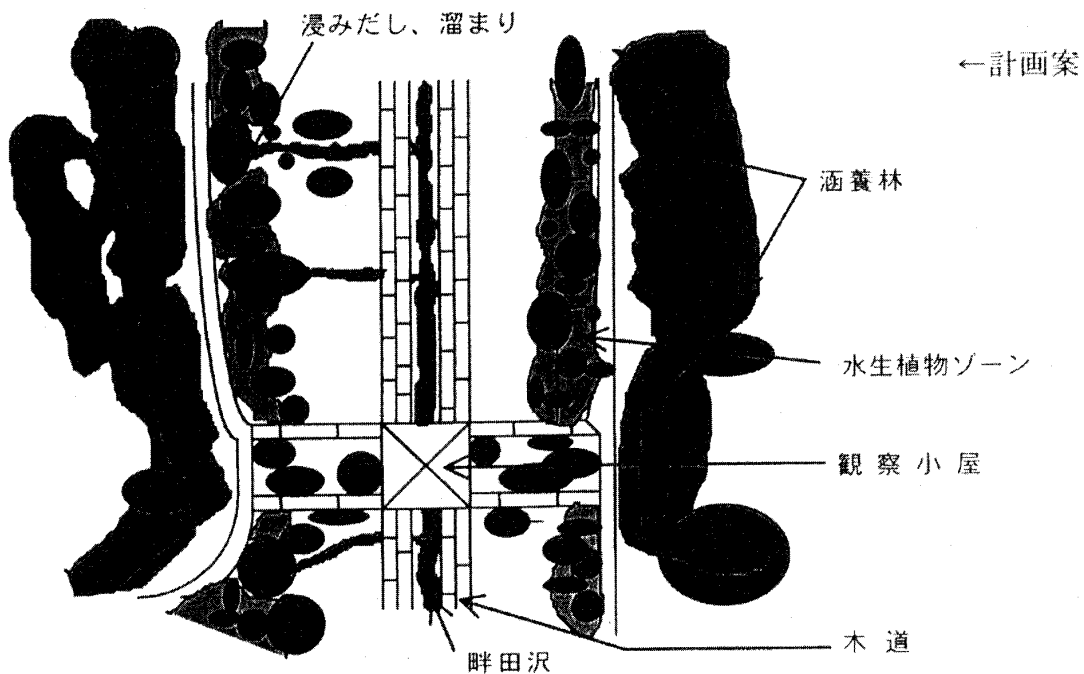


図4-4 畔田沢湧水ゾーンの活用例

5. 参考文献

- 1) 佐倉市・佐倉市自然環境調査団 平成12年3月：調査報告書
- 2) 佐倉市教育委員会 平成12年度：佐倉の教育
- 3) 財団法人 印旛沼環境基金：印旛沼白書平成11年度版