

印旛沼の集水域は、すべて生活圏であり、殆ど農耕地、住宅地になっています。利根川・多摩川の上流のような水源地にふさわしい森林地帯はありません。それでも河川の水は年中滔々と流れています。その水はどこから流れてくるのでしょうか。その秘密を探してみましょう。

1 水源を探す

水源地として好まれる森林地帯は、多量の水を吸収保持する森林土壌に覆われているために、雨水を一時的に森林内に貯留してゆっくりと流れ出しています。この作用によって、河川の流れは降雨直後の急激な増水を抑え、かつ渇水期の水量を増やして治水・利水に都合のよい状態にしています。

フィルター分離 AR 法という方法を使って、印旛沼に流入する河川の水量のうち、雨水が直接流出する水量（降雨流出成分）と、平常時に流出する水量（基底流出成分）とに分けて測定してみると、基底流量は全印旛沼流入量の約7割¹⁾ありました。

基底流出成分に含まれる水は、家庭排水、工場排水などの各種排水や谷津のあちこちに湧く湧水などが考えられます。各種排水は合計しても河川流量の数%程度ですから、基底流量の大部分は湧水と考えられます。

印旛沼流域の湧水は、しばれ水程度の小規模のものが多く、これを集めても基底流量を賄うほどの水量になるか、疑われるほどです。しかし、湧水地点の数は大変多く、佐倉市内だけでも541ヵ所の湧水を確認²⁾しています。印旛沼流域内で確認された比較的規模の大きな湧水だけを見ても、図9-1のように³⁾、印旛沼流域のほぼ全面を覆っています。印旛沼流域の湧水は、小規模多数面的に分布し、湧水量を合計すると印旛沼の主要な水源となっていると考えられます。

印旛沼の水源地は、一つ一つの小さな湧水を涵養する狭い地域の合計です。それらを合計した水源地は印旛沼流域全体に広がり、農耕地や住宅地等の人の生活圏そのものでした。

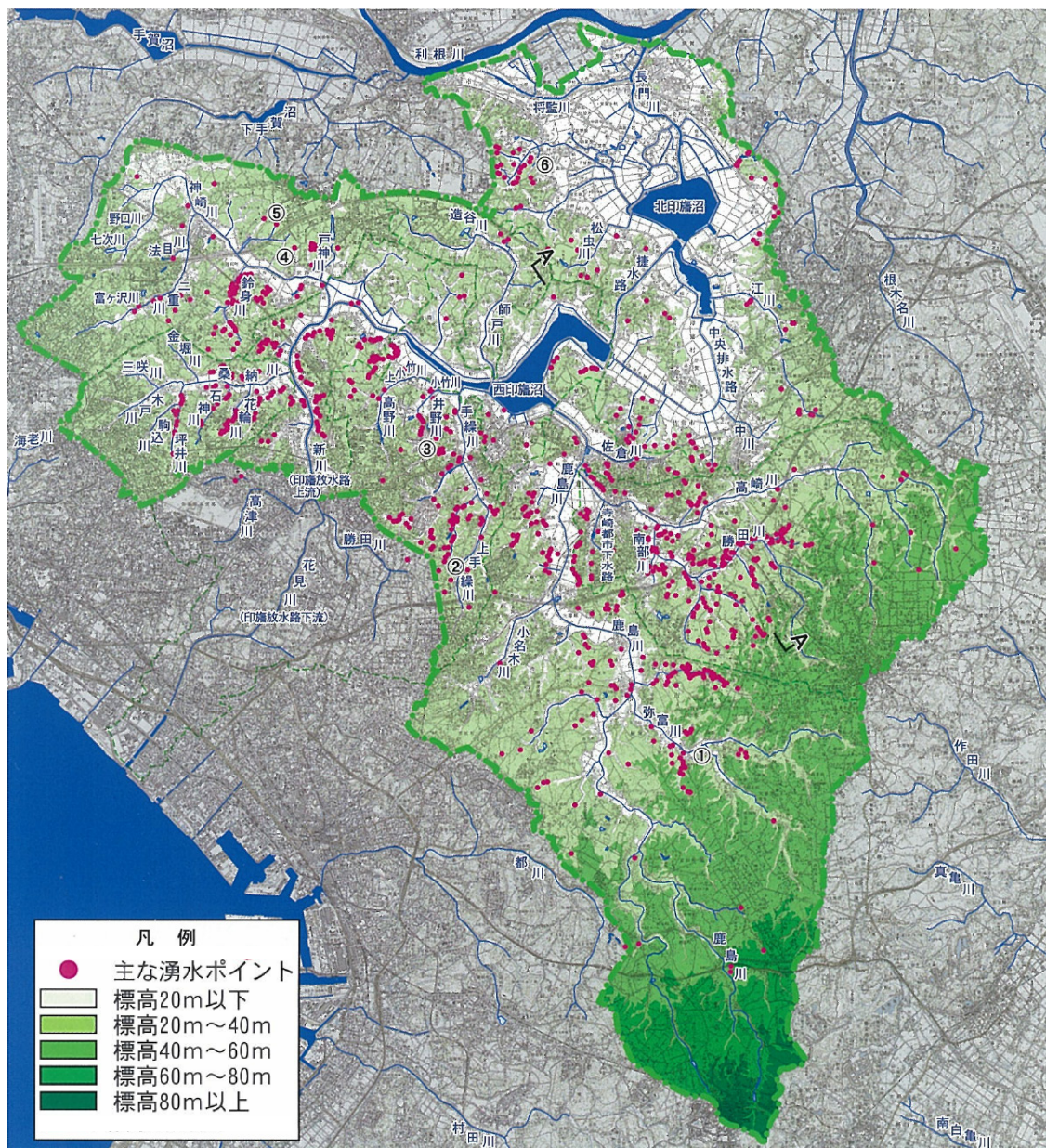


図 9-1 印旛沼流域の主な湧水³⁾

2 下総台地の地形地質

人の生活圏でありながら水源地となりうる理由の一つは、下総台地の地形地質の特性にあります。

(1) 下総台地の地質構造と地下水

下総台地の地層は、古東京湾の堆積物から成り立っています。古東京湾は、その昔、海盆と呼ばれる深い海の窪地に土砂が堆積し、次第に浅い海になり、40～50 万年前頃から内湾となったものです。その後、古東京湾は隆起して 10 数万年前頃から陸地になりかけ、8 万年前頃から以後は海底に没することなく関東平野へと移っていきます。古東京湾が陸化する頃から富士、箱根の山々が噴火し、大量の火山灰が降り積もりました。深海に堆積した地層を上総層群、浅海に堆積した地層を下部下総層群、古東京湾に堆積した地層を上部下総層群と呼び、その上部に陸地になりかけた頃に降った火山灰を含んだ常総層(常総粘土層)という層が堆積しています。そのまた上部に陸地になってから降った火山灰の関東ローム層と呼ばれる地層が台地の表面を覆っています。

古東京湾の時代は、海進・海退の影響を受けて海面高の変動を何回も繰り返しています(第 1 章 [参考 1])。ある時期は、海面が上昇して内湾となり、ある時期は逆に海面が低下して内湾は干上がって陸地化することがありました。

古東京湾は、海進のときの水域に土砂を堆積し、海退のときに内湾が陸地化して、河川の流れによって浸食谷が造られます。この一回の海進に対応する堆積物は、砂礫層、泥層または砂泥層、貝化石を含む厚い淘汰のよい砂層、泥層(泥炭を含むことあり)の順に積み重なっています⁴⁾。

したがって、上部下総層群は、一回の堆積サイクルに対応する砂層、泥層などが似たような順序で幾層も積み重なっています。そして、一回の海進に対応する一連の堆積物の地層にそれぞれ名前を付けています。図 9-2²⁾に示す木下層、上岩橋層、清川層などは、こうして命名された地層です。印旛沼流域で、谷津などに露頭として見られる地層は、木下層と上岩橋層の上部までであり、それより下部の地層は地下に潜っていて見えません。深部にある各地層は、房総半島の市原市以南の露頭で見られます。

	関東ローム層
上	常総粘土層 (常総層)
部	木下層
下	上岩橋層
地	上泉層
層	藪層
群	地蔵堂層
	金剛地層
下	笠森層

図 9-2 下総台地の地質柱状図²⁾

水が地層を通過する速さは、粒子の粗い砂層で早く、細かい粘土・シルト層で遅いので、上層からしみ込んできた水は粘土層上部の砂層に溜まります。これが地下水です。下総台地を構成する上部下総層群は、粘土層と砂層の互層になっているので、幾層もの粘土層の上部に地下水が溜まります。水を通しにくい地層を難透水層、その上部の水の溜まっている地層を帯水層と呼んでいます。

下総台地で最も浅い難透水層は、関東ローム層直下の常総層です。常総層は連続性が悪く、所々切れているので、その上部に溜まった地下水は漏れやすく宙釣りの状態にあり、宙水と呼ばれています。

また、上部下総層群は若い堆積層であり、岩石として固まるほどの年代を経っていません。この硬い岩石のないという性質が、多量の地下水を保つことに有利に働いています。

(2) 下総台地の地形と湧水

古東京湾が隆起して陸地になるとき、隆起する速さは場所によって一様ではありません。関東構造盆地といわれるように、関東平野の縁辺部の隆起は速く、中央部の埼玉県東部加須あたりを中心として凹んだ形になっています。下総台地は、その影響を受けて北西方向に緩やかに傾斜し、ほぼ平坦な台地面を持っています。印旛沼流域の台地面の高さ⁵⁾は、図 9-3 のように、南東部の土気付近が最も高く標高約 90m であり、北西に向かって低くなり、八千代、白井付近で約 25m です。巨視的にみると下総台地の帯水層は、この台地の傾きに沿っています。

また隆起の程度は部分的に異なり、隆起の速いところは台地に、遅いところは低地になっていきました。こうして図 9-4 のように⁶⁾、現在の利根川下流低地と、東京湾北部に広がる東京下町から埼玉県東部にかけての低地ができました。

下総台地を構成する地層は若い堆積物であり軟らかく、台地面は雨水浸食を受けやすいので、図 9-4 のように⁶⁾、谷津と呼ばれる急峻な浸食谷が樹枝状に発達しています。印旛沼に流入する河川は、すべてこの谷津を流れています。

谷津は、台地を浅く窪んだ程度の「浅谷津」と深く浸食した「深谷津」⁷⁾とがあります。浅谷津は谷津上流の台地面に近い高いところにあり、印旛沼北部の谷津の多くは、谷津上流まで浸食が進んで深谷津の形をしています。

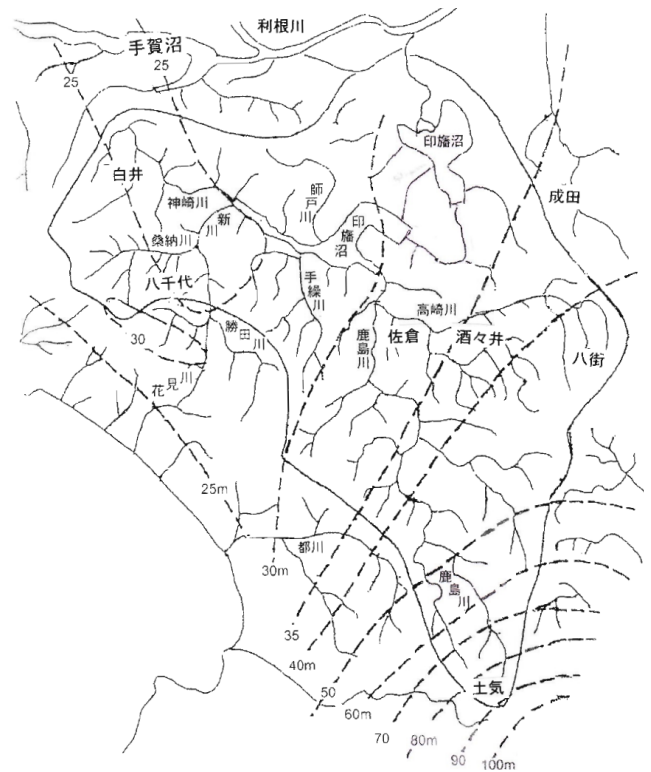


図 9-3 下総台地の標高⁵⁾

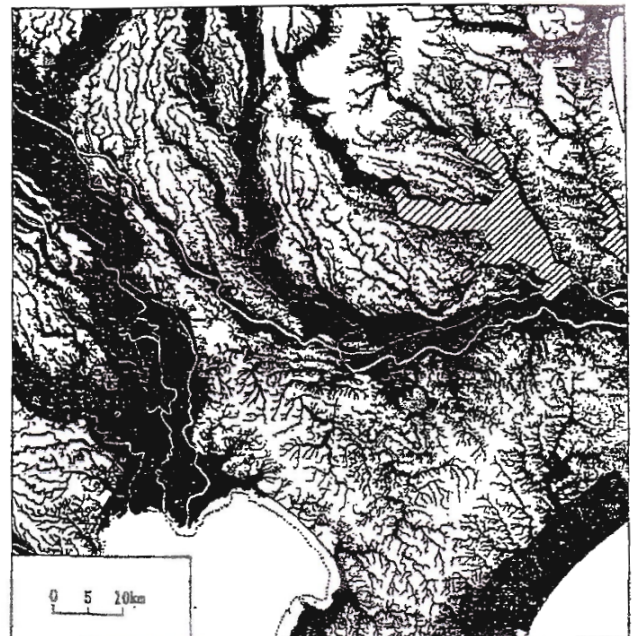


図 9-4 下総台地の谷津地形⁶⁾



写真 9-1 谷津の風景

地下水は、谷津に出会うと流れ出して湧水となります。地下水は幾層もあるので、浅い谷津からは浅い地層の地下水が、深い谷津からは深い地層の地下水が流れ出して、ほぼすべての谷津の至る所から湧水が出ています。

〔余話 7〕 谷津とは

谷津とは、台地や丘陵地に出来た細長い浸食谷のことです。

「谷津」という言葉は、千葉県地方（下総・上総の国）の方言であり、神奈川県地方（相模の国）では「谷戸」、東京・埼玉県地方（武蔵の国）では「谷地」と言っています。谷戸・谷地のある関東西部と、谷津のある千葉県北部とでは地形に若干の相違があり、前者は丘陵地帯、後者は平坦な低い台地地帯にできています。両者は、景観・特性に違いが見られるので、下総台地では関東西部の浸食谷と区別するために「谷津」を使うことにしています。

谷津の形について、白井⁸⁾は、浸食を続行している谷津、上流から流れてきた土砂の堆積が勝る谷津などがあるとして、河川浸食性谷津、河川堆積性谷津、河川埋積性谷津、湖沼埋積性谷津に分類しています。河川埋積性谷津、湖沼埋積性谷津は泥炭層を持っています。

3 湧水の仕組み

(1) 雨水が湧水になるまで

湧水は、下総台地に降った雨水が地下にしみ込んで地下水となり、これが谷津などに湧き出したものです。

雨水は、まず台地表面層の火山灰土壌に吸収されます。図 9-5⁹⁾ は、千葉県内の代表的な火山灰畑土壌、粘土質畑土壌、砂質畑土壌について、地表から地下 1m までの土壌構造の様子を示したものです。火山灰畑土壌は、固相と呼ばれる鉱物などの固体部分は全体の約 20%しかありません。残りは、空気の占める気相が 25%、水の占める液相が 55%程度です。気相と液相を合わせた部分は孔隙という「穴」です。雨水は、この孔隙の空^{カラ}になっている部分（気相）に一時的に貯留されます。火山灰土壌は、粘土質畑土壌や砂質畑土壌に比べて孔隙が多く、それだけ雨水を多量に吸収保持する性質を持っています。しかも孔隙の連続性がよく、水は下層にしみこみやすくなっています。

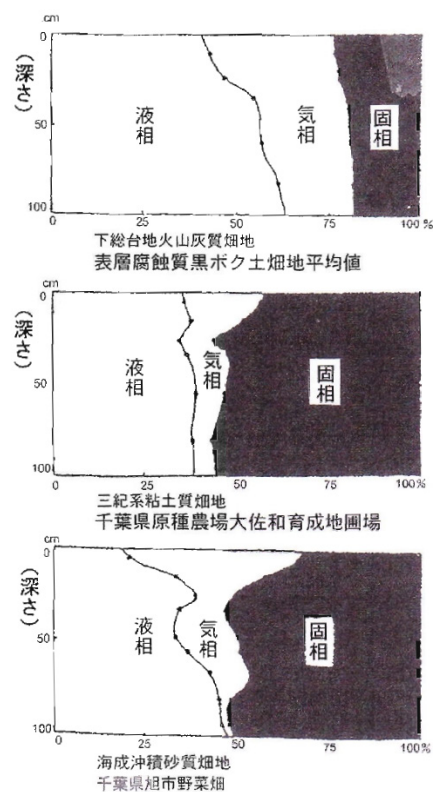


図 9-5 土壌（畑）の三相分布⁹⁾

成田市三里塚公園で、図 9-6のような雨水浸透観測装置を設けて実測¹⁰⁾してみたところ、雨水が地下 1.5m のところに浸透してくる水量は、降水量の 1/4 程ありました。公園のような地表の比較的固いところでこの程度ですから、山林や耕耘された畑の雨水地下浸透量はもっと大量になるでしょう。

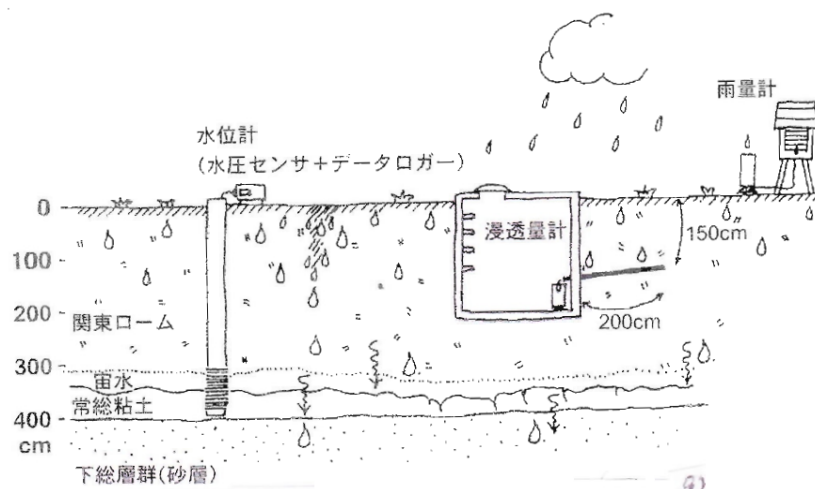


図 9-6 雨水浸透観測システム模式図¹⁰⁾

下総台地は、①雨水を吸収しやすい表層の火山灰土壌と、②それを地下水として幾層にも分けて貯留する地質構造と、③その地下水が再び地表に湧き出す谷津地形という、湧水にとって有利な三つの条件を揃えていることになります。

(2) 湧水の形と涵養域

湧水は、図 9-7の番号で示した地形のところから湧き出しています²⁾。図の各番号で示す湧水の特徴は、次の通りです。

- ① 谷津の最上流部（谷頭）にある湧水：数も多く、代表的な形です。
- ② 台地の崖線沿いにある湧水：数も多く、代表的な形です。
- ③ 谷津の台地斜面にある湧水：「根だれ」とも言われ、人の飲み水にも使われます。
- ④ 谷津の低地平面にある湧水：湿田状態の旧来型谷津田には、水田底から冷水の湧くところがあり、農家はその場所を熟知していてそれに対応した稲作管理をしていました。この形の湧水は、発見しにくいけれども多数あると思われます。
- ⑤ 台地上の窪地にある湧水：常総層上部に溜った宙水によるもので、昔は台地上の宿場や牧場などで使われる貴重な水でした。

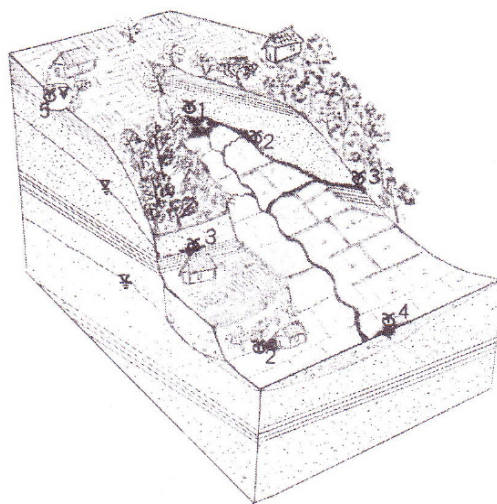


図 9-7 地形と湧水の模式図²⁾

湧水は、地下水が地表に流出したものであり、最も台地面に近い常総層を含む木下層上部の帯水層から出る湧水を「坂戸型湧水」、その下層の上岩橋層最上部から出る湧水を「上座型湧水」、そのまた下層の上岩橋層から出る湧水を「佐倉型湧水」と呼んでいます²⁾。



写真 9-2 台地崖線の湧水（子は清水）

各湧水の涵養域は、図 9-8の通りです。坂戸型湧水や上座型湧水のような浅い地下水の流れ（局地的流動系）から出る湧水は、各湧水地点と地形の分水界で囲まれた狭い領域内に降った雨水が湧水の起源となり、佐倉型湧水のような若干深い地下水の流れ（中間的流動系）から出る湧水は、さらに広い鹿島川・高崎川など河川の分水界で囲まれた広い範囲に降った雨水が湧水の起源となっています。

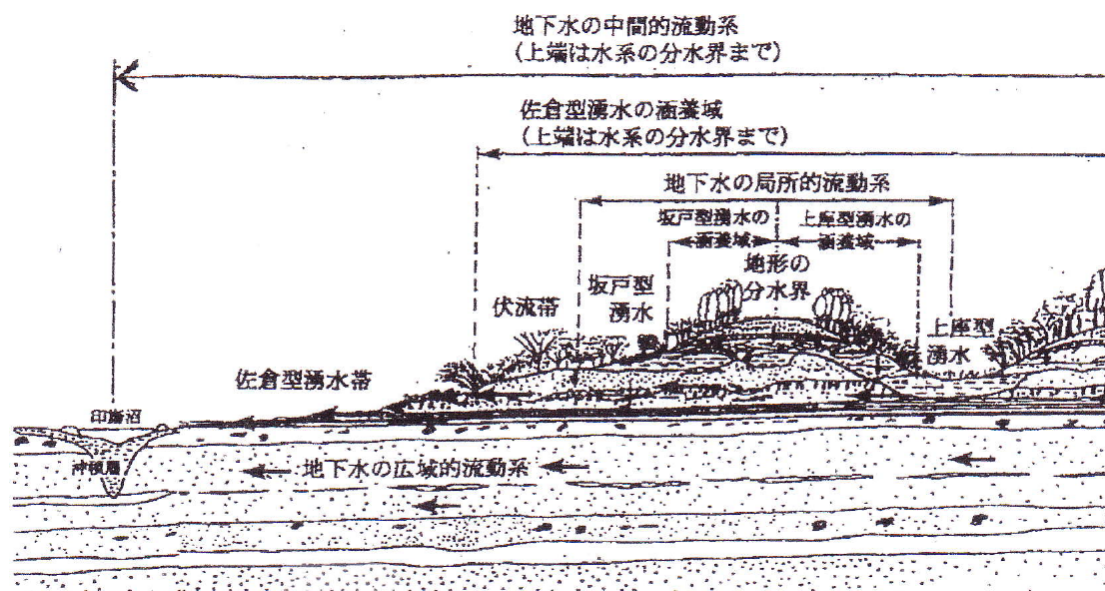


図 9-8 印旛沼流域の湧水機構模式図²⁾

さらに深い地下水の流れ（広域的流動系）から流出する湧水があるはずですが、印旛沼流域では地下に潜っていて谷津低地に湧水として流れ出ることはありません。印旛沼に佐久知穴という湧水があって、直径 5m の穴から 30～60cm も高く噴き上げていたという伝説¹⁾があります。印旛沼は谷津低地より低いところにあるので、もしかしたらこの湧水は、広域流動系地下水に属する湧水であったかもしれません。

〔参考 4〕 印旛沼内の湧水

印旛沼や利根川下流低地は、谷津より低く、広域的流動系地下水の湧出する可能性を否定できません。古老の漁師によると、印旛沼開発工事以前の印旛沼は、あちこちに湧水があったと言います。現在の沼水位は、当時より約 1m 高く保っているため、沼内の湧水はほとんど見られませんが、沼の水位を低下させれば湧水を復活させることができるかもしれません。

印旛沼の沼底は、下総台地の窪地に厚さ 20～40m の沖積層が堆積しています。その地下水は、表層の沖積砂質土層に存在する不圧地下水と、不透水層である沖積粘土層下部の被圧地下水があります。

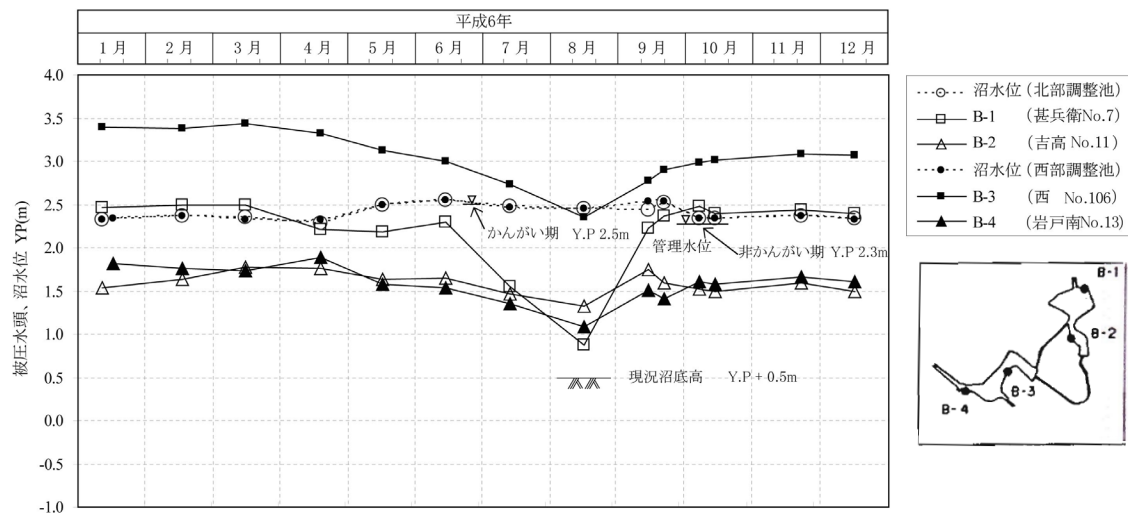


図 9-9 印旛沼の被圧水頭経時変化（平成 6 年）¹²⁾

平成 6 年に行った印旛沼内の地下水位観測によると、図 9-9¹²⁾のように、被圧地下水の水頭は、現在の湖沼の水位より低いところが多く、沼内で湧水として湧いているところは少ないようです。でも、西印旛沼の土浮地先は沼の水位より地下水位の方が高く、湧水の湧いている可能性があり、北印旛沼の北須賀地先でも季節によっては湧水のある可能性があります。この地点は、沈水性水草や浮葉性のアサザが最近まであったところです。沼内湧水の復活によって、水草復活ができれば、こんな嬉しいことはありません。なお、印旛沼隣接水田には、自噴する掘り抜き井戸が数ヶ所あります。

文献

- 1) 印旛沼流域水循環健全化会議資料
- 2) 佐倉市（2000）：佐倉市自然環境調査報告書・地質環境部門
- 3) 千葉県（2010）：印旛沼流域情報マップー環境・自然編ー
- 4) 菊池隆男（1980）：古東京湾、アーバンクボタNo.18
- 5) 白鳥孝治（2006）：生きている印旛沼、崙書房
- 6) 菊池利夫（1968）：房総半島の地域診断、大明堂
- 7) 鈴木武・白鳥孝治（1969）：両総谷津田の土壌の性質と水稻の生育（予報）、千葉県農業試験場研究報告 No.9
- 8) 白井哲之（1993）：印旛沼周辺低地の地形分類、（山田・白鳥・立本編、印旛沼手賀沼水環境への提言、古今書院）
- 9) 千葉県農業試験場地力保全研究室資料
- 10) 千葉県水質保全研究所地質環境研究室（1998）：千葉県の地盤沈下と地震
- 11) 赤松宗旦（1938）：利根川図志、岩波文庫
- 12) 建設省関東地方建設局利根川下流工事事務所（1995）：印旛沼の自然