



谷田武西戸神の谷津 —湧水調査の結果報告会—

2010年6月26日

千葉大学環境リモートセンシング研究センター

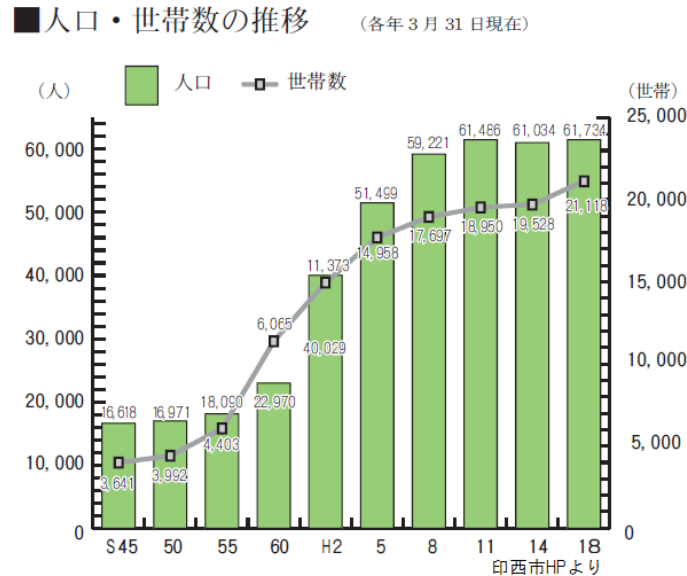
千葉大学大学院理学研究科地球生命圏科学専攻地球科学コース

近藤研究室 (<http://dbx.cr.chiba-u.jp/>)



千葉ニュータウンの概要

- 3市2村(船橋市、白井市、印西市、印旛村、本埜村)にまたがり、多摩ニュータウン(東京都)、港北ニュータウン(神奈川県)に次ぐ規模 (東西約18km、南北約3km)
- 北総線沿線の(西から)西白井エリア、白井エリア、小室エリア、千葉ニュータウン中央エリア、印西牧の原エリア、印旛日本医大エリアからなる
- 2009年末現在の計画人口は14万3300人、居住人口は8万8904人、計画面積は約1933ha



【千葉ニュータウンの歴史】

1966年 事業計画制定(当時の計画人口は34万人)

1970年 造成開始

1979年 北総線(北初富～小室) 開業

西白井・白井・小室エリア 入居開始

1984年 千葉ニュータウン中央駅 開業

ニュータウン中央エリア 入居開始

1996年 印西町が市制施行「印西市」誕生

1997年 印西牧の原エリア 入居開始

2000年 印旛日本医大エリア 入居開始

2001年 白井町が市制施行「白井市」誕生

2005～2006年 大型ショッピングセンターが続々開業
(牧の原モア、イオン千葉ニュータウン)

.....

2010年3月23日(予定)

印西市、印旛村、本埜村が合併し、新「印西市」誕生

2010年4月(予定)

印旛明誠高校が開校予定

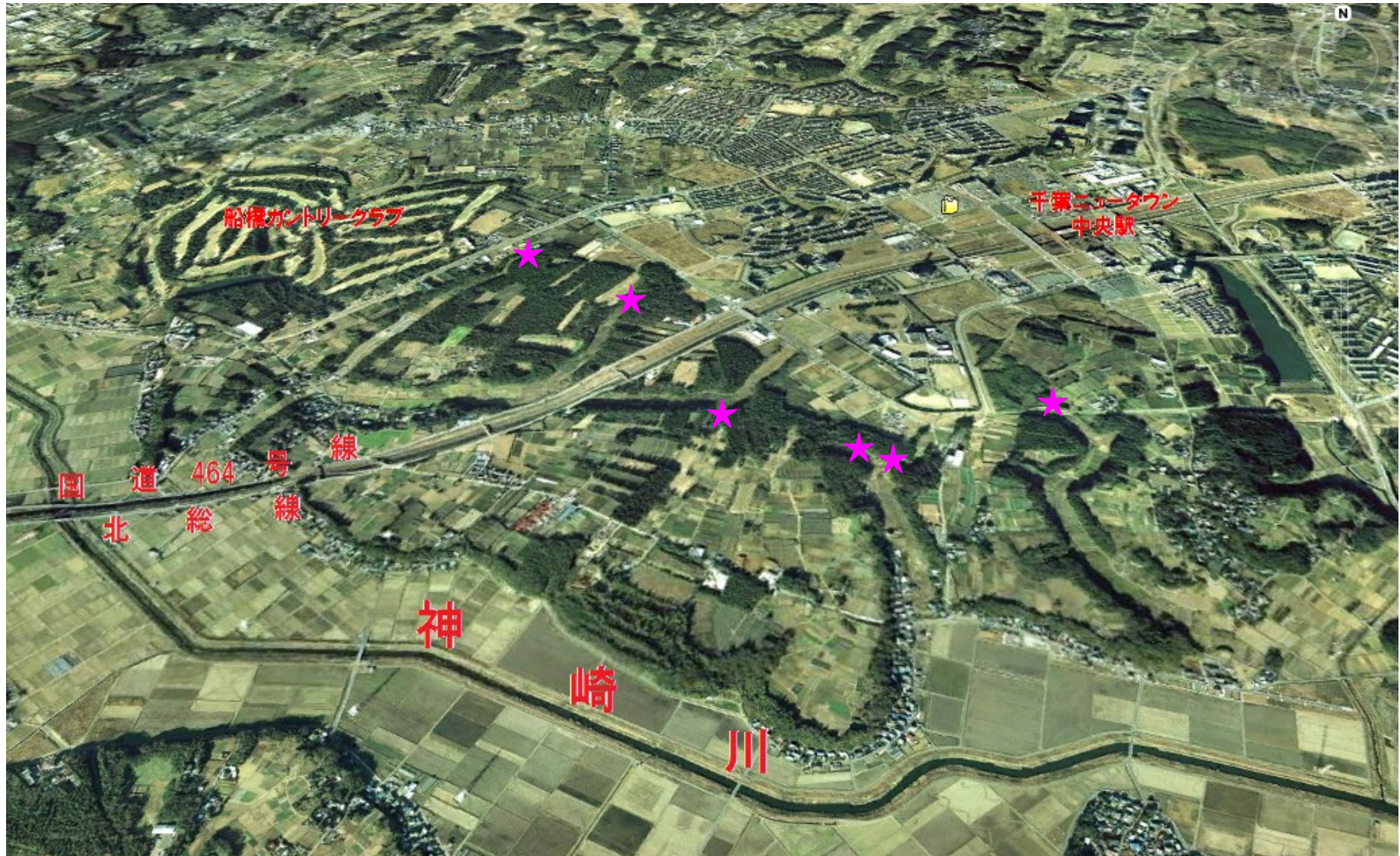
2010年7月(予定)

北総線が成田空港へ直通予定

(東京(日暮里)⇔成田空港が最短35分へ!)



調査地の概要（千葉ニュータウン中央）



(Google Earthより引用)

調査内容

湧水と谷津の湿地は生態系サービス機能(自然の恵み)を持つ



都市化が湧水の湧出量を減少させている？



健全な水循環系が損なわれているのではないか？



湧水を保全し、生態系サービスを享受！

湧水を保全するために守るべき範囲(涵養域)はどこか??



湧水の集水域を特定することを調査の目的とする

健全な水循環系とは、流域を中心とした一連の水の流れの過程において、人間社会の営みと環境の保全に果たす水の機能が、適切なバランスの下にともに確保されている状態。

調査方法

① 地形図から分水界を決定する

- 等高線の判読により集水域(分水界、流域界)を決定する (等高線・標高点の抽出)。
- また、空中写真判読により確認を行う。

② ボーリング資料より分水界の位置を修正する

- 透水層と不透水層の読み取りなど、地質情報を考慮して修正を施す。
(今後、冨澤さんの卒業論文でさらなる検討)

③ 流量観測により検討する

- 日本の地下水涵養量を1mm/dayと仮定すると、流量を観測することで計算により集水域の面積を検討できる。

- 室内作業による検討(①、②) と 現地調査による検討(③) の2通りのアプローチで、集水域を特定。

調査方法の課題

① 地形図による分水界の決定

- 湧水地点に集水する範囲を等高線から抽出する場合、平坦な台地面では分水界の位置が特定しにくい場合がある。
- 空中写真判読、地形判読など、なるべく多くの情報を取り入れて判断。

② ボーリング資料より分水界の位置を修正する

- 地質構造(透水層、難透水層の存在)、およびその変形の程度の把握。
(地形発達史の観点も重要⇒竜ヶ崎砂層の存在の有無)

③ 流量観測により検討する

- 平均的な地下水涵養量とした1mm/dayは仮定である。この値は地域の地形、地質、気候、土地利用、などの特徴によって異なる。

- 1mmは日本の河川の平均的な基底流量に相当する。ただし、平坦な台地ではこの値より大きい場合もある。

流量観測の方法

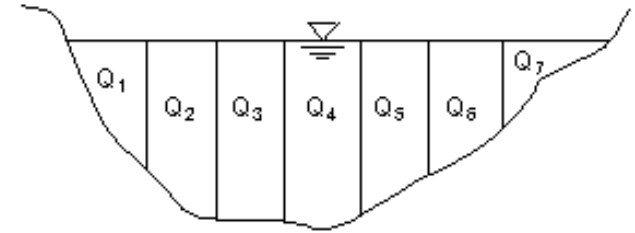


電磁流速計→

①流速計を使用する観測方法

河道断面をいくつかに分け、流速計を用いてそれぞれの断面における流速を測定。
流量 Q (m^3 /秒) = 断面積 A (m^2) × 流速 V (m /秒) で流量を求めることができる。

$$Q = A_1V_1 + A_2V_2 + A_3V_3 + \dots + A_nV_n$$

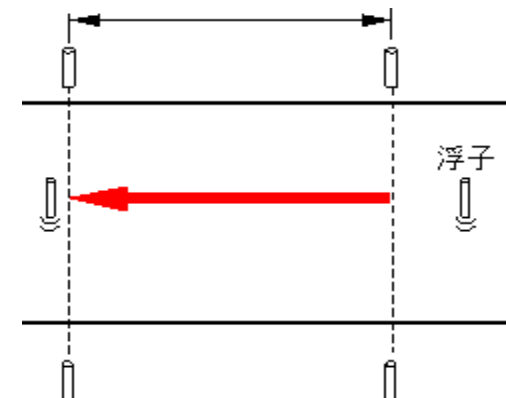


②浮子を使用する方法

流速計が使用できないような浅い流路で用いる方法。

木の葉、枝などを流し、単位区間を通過するのに要する時間を測定することで流速を計算。

1m通過するのに5秒かかるなら、流速は 0.2m/秒。



**流量観測には20%程度の誤差は
充分あり得ることに注意！**

(富士開発コンサルタント株式会社HPより)

流量データから涵養域面積の求め方

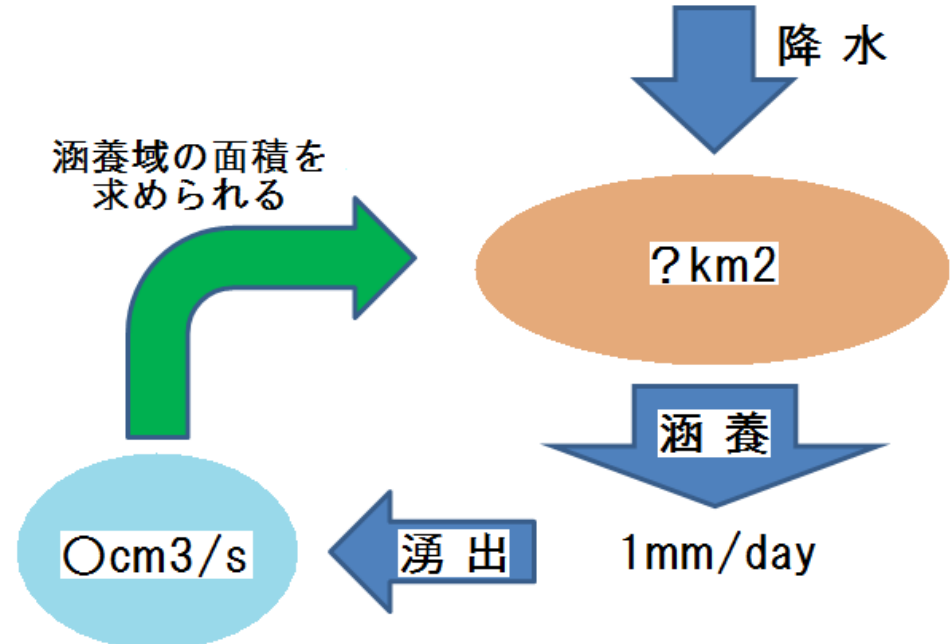
- 日本の平均的な地下水涵養量は1mm/dayと言われているので、湧水の流量をQ(l/s)、流域面積をA(km²)とすると、

$$1(\text{mm/day}) = (Q \times 100 \times 100 \times 86400) \div (A \times 100000 \times 100000)$$

もし、Q=20(l/s)ならば、上式に代入してA=1.7(km²)となる。

※ 86400(秒)=60×60×24

平均涵養量とした1mm/年は地域によって異なる。本来は流域ごと、地点ごとに決めなければならない。



地理情報システム（GIS）による白井市基本図のデジタル化

- ▶ 白井市基本図をGISで表示(平面直角座標系第9系)
- ▶ 等高線および標高点を抽出し、デジタル化
- ▶ 流量観測地点をプロット
- ▶ 等高線および標高点の標高値を参照して流域界抽出(マニュアル操作)
- ▶ 面積計算

GISを使わずとも、紙地図の上で鉛筆で流域界をなぞり、プランメーター(面積測定のための道具)で面積を測っても良い。

GISを使うメリットは、下記の通り。

- ▶ 面積計算が簡単に行える
- ▶ 他の空間情報・地図情報を後から追加、編集することができる

GISを使うデメリットは、下記の通り。

- ▶ 操作が複雑
- ▶ データ入力に手間がかかる



**白井市基本図を背景に
表示し、等高線、標高点
をデジタル化、流域を
判読で抽出**



活動履歴

第1回目 【2009年12月12日(土)】

- 現地視察と水質サンプル採取・水質測定、今後の活動内容の討議

参加者； 森田、中村、寺園(以上、市民グループ)、近藤、ジュエン、郡、黄(千葉大学)

第2回目 【2010年1月16日(土)～17日(日)】

- 流量観測と水質サンプル採取・水質測定

参加者； 森田、中村、寺園(以上、市民グループ)、長谷川(東邦大学)

上原(パシフィックコンサルタンツ)、近藤、郡、黄、孫(千葉大学)

第3回目 【2010年5月21日(金)】

- 流量観測と水質サンプル採取・水質測定

参加者； 森田、寺園(以上、市民グループ)、

近藤、富澤、安次嶺、相馬(千葉大学)

調査結果



1. 先神谷津



注) 涵養域A : 流量観測から
涵養域B : 地形判読から

		COD (mg/l)	NO3-N	流量 (l/s)	涵養域 A (km ²)	涵養域 B (km ²)
①	先神谷津	2.3	18.8	0.720	0.062	0.097
		n. m.	15.9	0.800	0.069	
⑪	北総聖地霊園	under	4.5	15.998	1.380	0.477
		n. m.	5.2	8.975	0.775	

涵養域(流域)の面積

想定される地下水
水流入の方向

先神谷津
1月:0.062
5月:0.069
地形:0.097

北総聖地霊園
1月:1.382
5月:0.775
地形:0.477

(流域面積単位:km2)

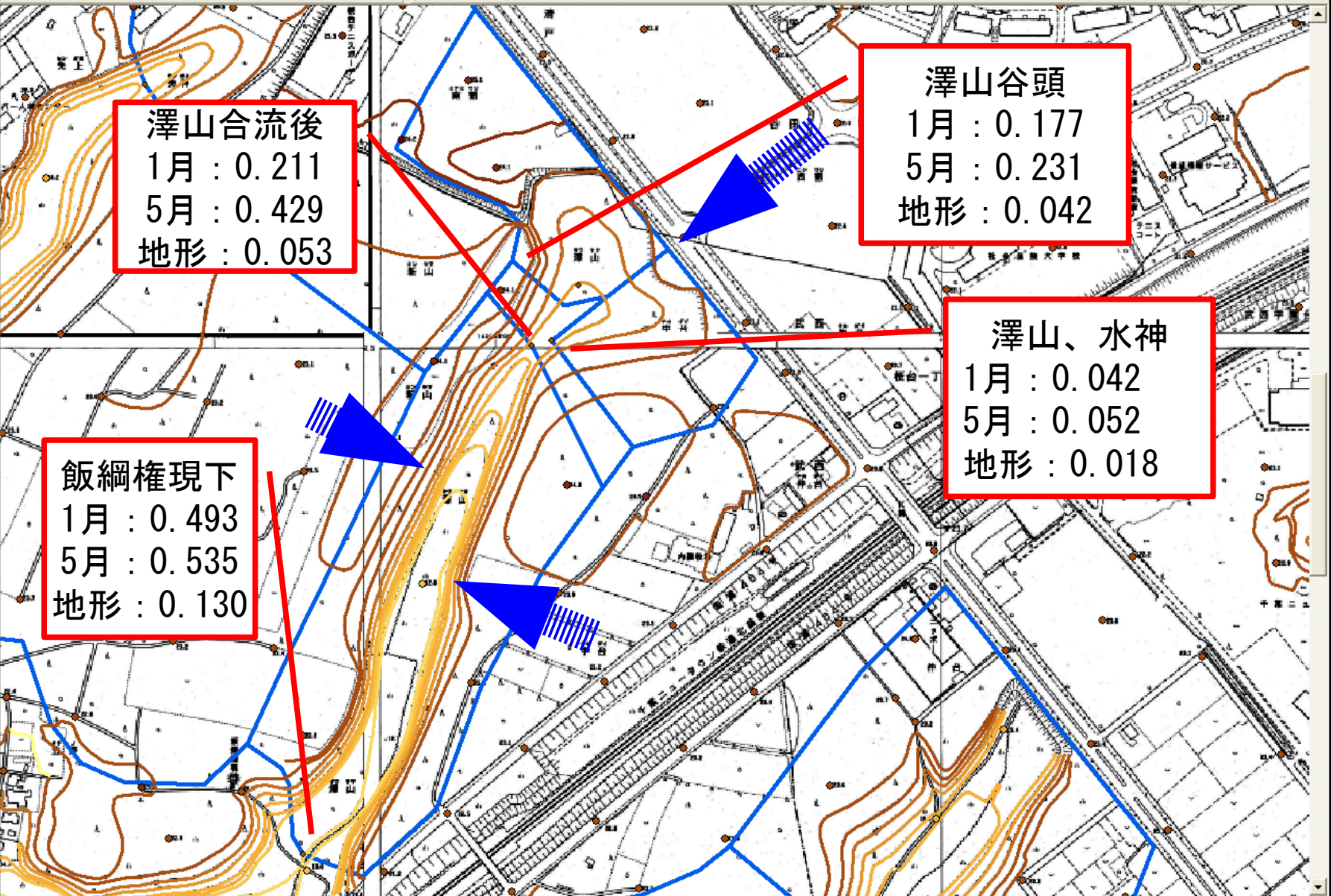
- ▶ **谷頭を囲む舗装道路は概ね流域の最高標高地点を走っており、流域界とほぼ一致すると考えられる。**
- ▶ **谷頭部の湧水地点の流量から求めた涵養域面積は地形図による流域面積とほぼ一致している。**
- ▶ **このことは、現在の湧水は舗装道路の内側の範囲で涵養されていると考えられる。**
ただし、涵養量1mm/日の仮定が過小評価であるならば、涵養域の面積はさらに狭くなる。
- ▶ **下流の北総聖地霊園観測点では地形による涵養域よりも流量から求めた涵養域面積が大きい。**
- ▶ **これは、平坦面が広がる右岸のゴルフ場側からの地下水流入の可能性も考えられる。**

2. 澤山の泉



		COD(mg/l)	NO3-N(mg/l)	流量(l/s)	A1(km2)	A2(km2)
②	澤山谷頭	under	0.4	2.052	0.177	0.042
		n.m.	0.5	2.670	0.231	
③	澤山東	under	0.7	0.497	0.042	0.018
		n.m.	0.6	0.603	0.052	
④	澤山合流	under	0.4	2.447	0.211	0.053
		n.m.	n.m.	4.968	0.429	
⑫	飯綱権現下	under	0.8	5.704	0.493	0.130
		n.m.	0.7	0.619	0.535	

涵養域(流域)の面積



澤山合流後
1月 : 0.211
5月 : 0.429
地形 : 0.053

澤山谷頭
1月 : 0.177
5月 : 0.231
地形 : 0.042

澤山、水神
1月 : 0.042
5月 : 0.052
地形 : 0.018

飯網権現下
1月 : 0.493
5月 : 0.535
地形 : 0.130

▶全体として流量から求めた涵養域面積が地形から求めた涵養域よりも広い。

▶これは上流側の道路を挟んだ反対側の平坦面の標高が若干低いにも関わらず、地下水の流入がある可能性を示唆している。

。よって、沢山湧水の保全にはさらに上流側の保全が必要と考えられる。

▶湧水の地形的特徴、特に沢山東の水神様の祀られている部分は過去の流量は今より大きかったことを示している。

よって、現時点の流量ではなくかつての流量を復元するためには上流域の保全が必要と考えられる。

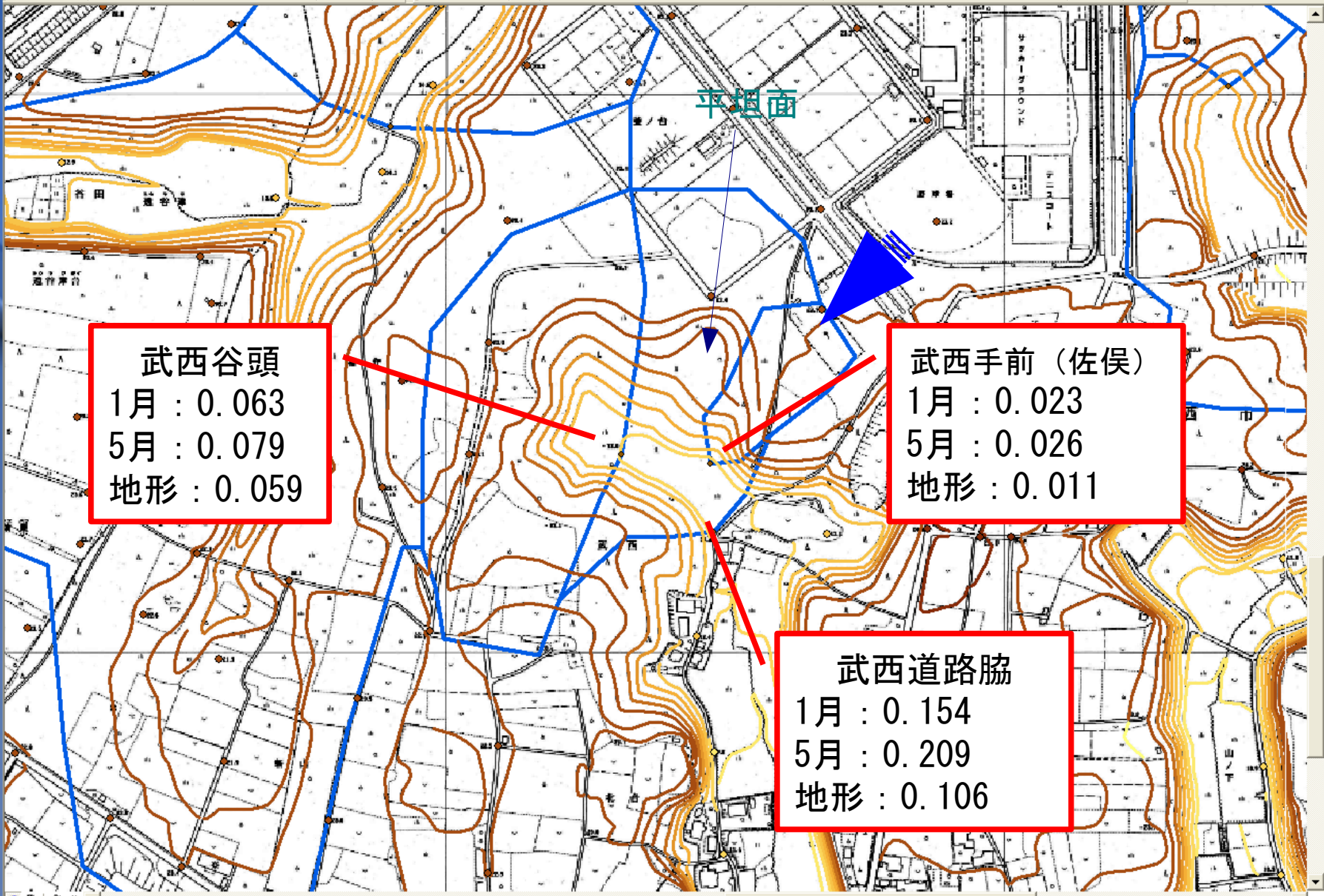
▶飯綱権現下でも地形的分水界を超えた地下水流入が考えられる。

3. 武西谷津



		COD(mg/l)	NO3-N(mg/l)	流量(l/s)	A1(km2)	A2(km2)
⑦	武西谷頭	under	0.8	0.732	0.063	0.059
	(奥)	n.m.	0.9	0.914	0.079	
⑥	武西谷頭	under	0.4	0.270	0.023	0.011
	(手前)	n.m.	0.7	0.298	0.026	
⑤	武西道路脇	2.8	0.6	1.770	0.153	0.106
		n.m.	0.7	2.422	0.209	

涵養域(流域)の面積



平地

武西谷頭
 1月 : 0.063
 5月 : 0.079
 地形 : 0.059

武西手前 (佐俣)
 1月 : 0.023
 5月 : 0.026
 地形 : 0.011

武西道路脇
 1月 : 0.154
 5月 : 0.209
 地形 : 0.106

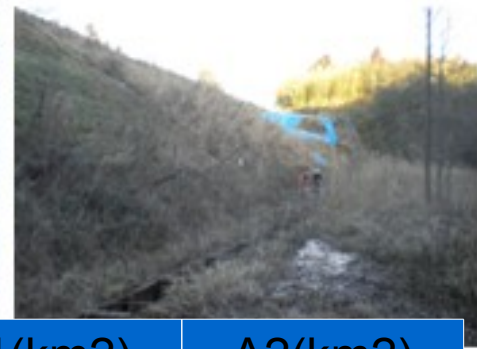
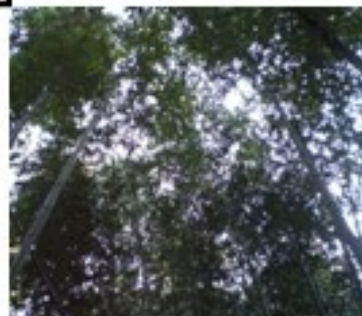
➤ **武西の谷頭では概ね流量と地形による涵養域面積は一致した。**

➤ **佐俣の湧水(武西谷頭手前)では地形の分水界を超えた地下水流入が考えられる。**

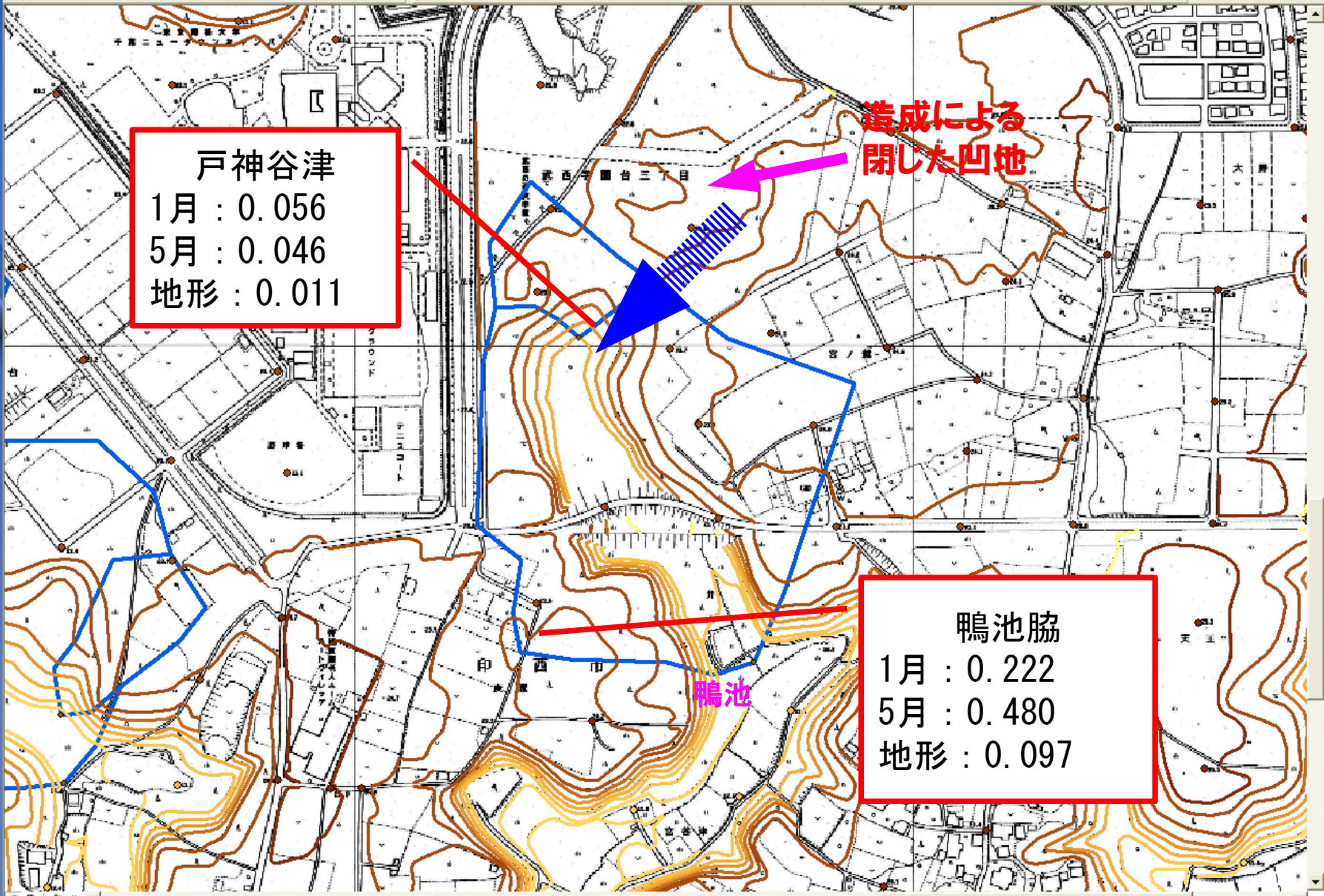
➤ **武西道路脇でも流量による涵養域面積が地形的分水界よりも若干大きいのが、地形の分水界を超えた地下水流入が考えられる。**



4. 戸神谷津



	地点名	COD(mg/l)	NO3-N(mg/l)	流量(l/s)	A1(km2)	A2(km2)
⑧	戸上谷津	under	under	0.650	0.056	0.011
		n.m.	under	0.527	0.046	
⑨	戸上鴨池脇	under	4.1	2.572	0.222	0.097
		n.m.	5.2	5.551	0.480	
	戸上だんだん	n.m.	18.0	0.983	0.085	



戸神谷津
1月 : 0.056
5月 : 0.046
地形 : 0.011

造成による
閉じた凹地

鴨池脇
1月 : 0.222
5月 : 0.480
地形 : 0.097

▶ 戸神谷津（谷頭）では流量による涵養域面積が大きいですが、地形による分水界を超えた上流側（武西学園大三丁目）に造成による凹地が存在しており、ここからの地下水涵養の可能性が考えられる。

▶ 戸神鴨池脇でも同様に地形による分水界を超えた地下水流入が考えられる。

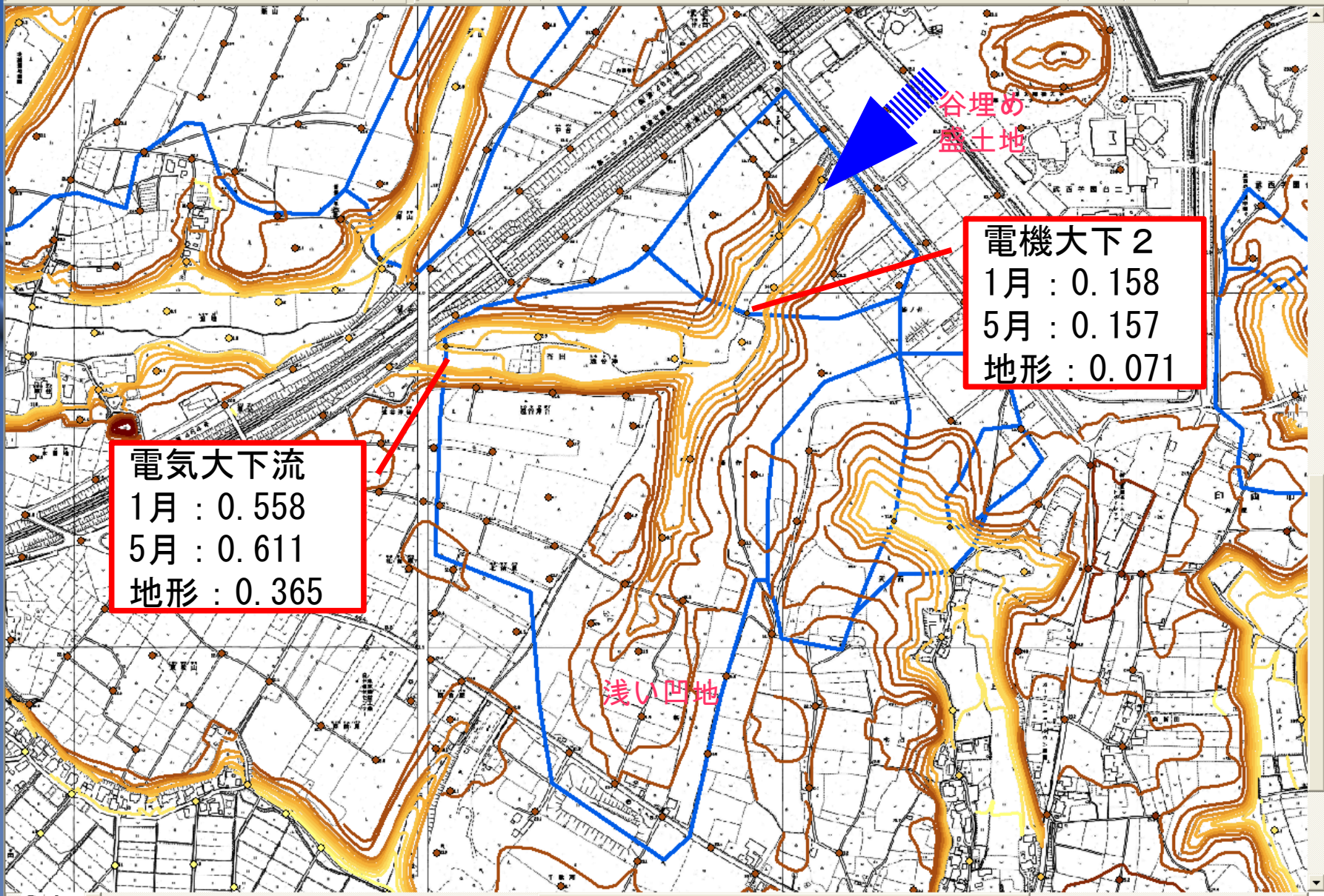


5. 東京電機大下



	地点名	COD(mg/l)	NO ₃ -N(mg/l)	流量(l/s)	A1(km ²)	A2(km ²)
⑭	電機大下2	under	0.3	1.825	0.158	0.071
		n.m.	under	1.815	0.157	
⑯	電機大下	2.2	0.4	6.464	0.588	0.365
	(国道脇)	n.m.	under	7.072	0.611	

涵養域(流域)の面積



▶電機大下流でも流量による集水域面積は地形による流域面積より大きい。

▶電機大の谷埋め盛土からの流出も考えられるが、道路下の排水溝からの流出は少ない。

⇒明瞭な谷地形が失われたため、谷底全体からの浸み出しによる流出が卓越しているかも知れない。

課 題

以上の議論は、平均涵養量を1mm/年とした場合である。台地における地下水涵養量としてはけっして過大ではない。平均涵養量が大きくなると、推定された流域面積は小さくなる。

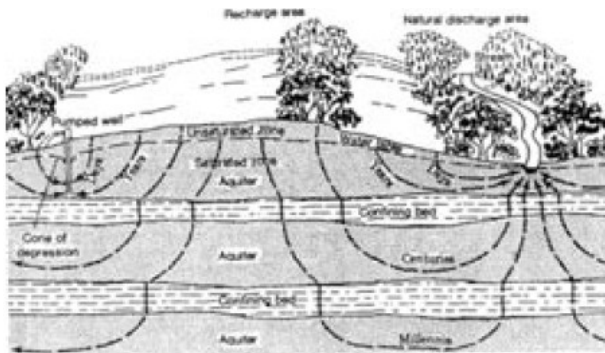
結論

- 谷頭の湧水の集水域については以下の二つのタイプがある。
- A: ほぼ地形から求めた集水域から集水している湧水
- B: 地形の分水界を超える地下水の流入が想定できる湧水

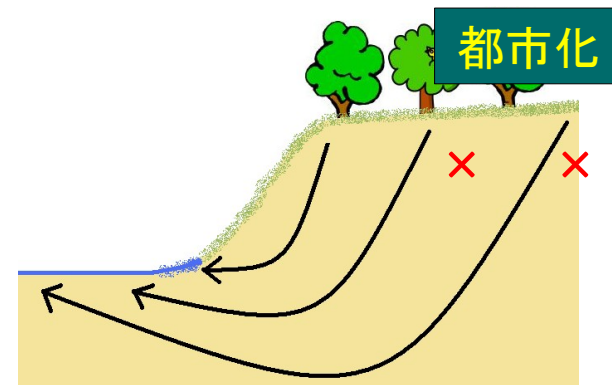
平均涵養量1mm/年
を仮定した場合

A: 谷頭の湧水の**現在の**流量を維持するためには、**谷頭の上流側林地を保全すればよい**。しかし、**流量が多かったと考えられる過去の状態を回復するためには広い範囲の保全が必要である**。

B: **より広域の保全が必要**



滞留時間を異にする地下水流動系のあり方を示す模式図
(Engelen and Kloosterman, 1996).



- **地下水流動系の概念によると、谷頭の湧水はその近傍から集水する。下流になるほど広域の地下水流動系から集水している。**
- **よって、下流の谷底の湿地域を保全するのであればより広範囲の地下水流動系の保全を行う必要がある。**

湧水を保全するためには

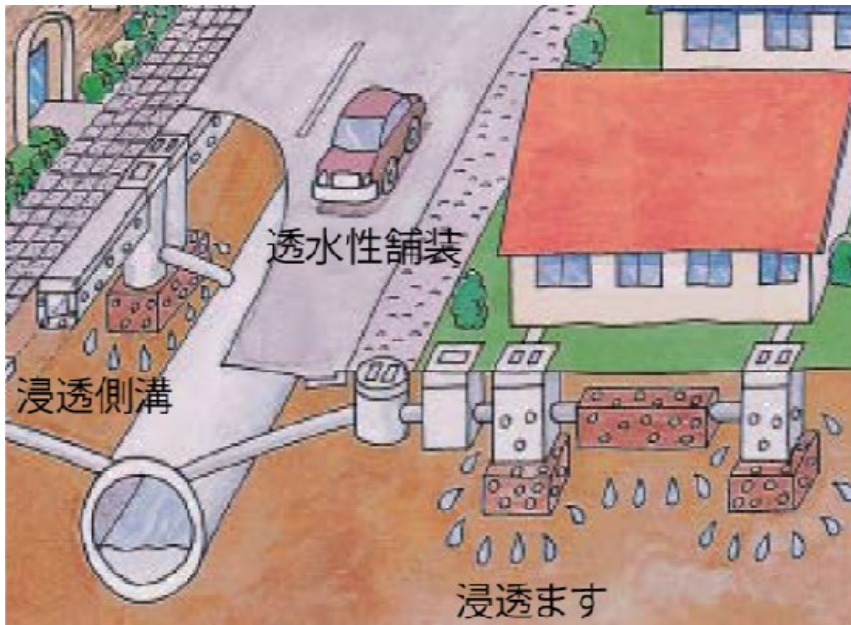
- 造成により地表面の浸透能が減少⇒地下水涵養量の減少
- 宅地化が進む中で湧水の湧出量を保持するには（すなわち、涵養量を保持するには）

○ 雨水浸透ます

○ 透水性舗装

○ 浸透性側溝 など

⇒ 洪水の防止、ヒートアイランドの緩和、
ファーストフラッシュ対策にもつながる



市川市あまみず条例

都市と農村(自然/里山)の共存


湧水のみでなく景観・生態系なども
今後の保全課題

なぜ地下水流動系を保全しなければならないか

●水道の危機—安心とは複数のソースがあること

身近な水(地下水)を慈しみ、使うことによって保全する

●生態系サービス(自然の恵み)を享受する社会



台地—低地系

人と自然の良好な関係性を意識する社会

—低コスト、持続可能社会

—安心して、楽しく、少し豊かに、そして誇りをもって暮らせる社会

(明治大学の小田切先生の言葉)

⇔新自由主義の市場経済・競争優先社会

都市と農村の新たな関係 ー成熟社会とはー

●低成長時代、人口減少(高齢化)社会

都市の撤退

都市機能のコンパクト化(コンパクトシティー)

良好な農村

都市と農村が接し、交流(交通)できる暮らし

●生態系サービスを理解する社会

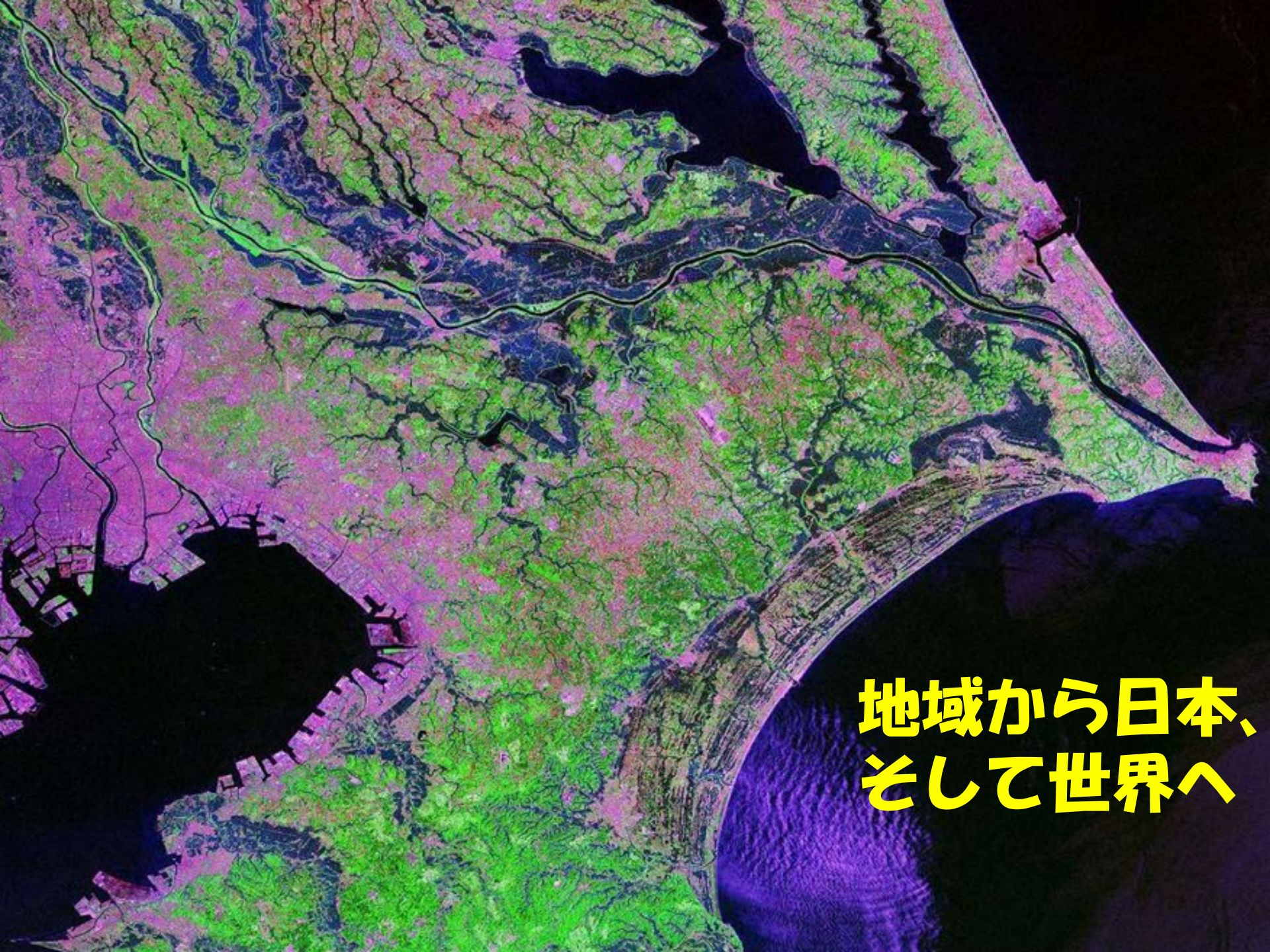
環境リテラシー・・・文明人であるためには

●四身一体社会

都市・農村・生物多様性・健全な水循環系

二番じゃだめなんですか？





**地域から日本、
そして世界へ**