

## 土壌層の持つ土地利用メモリーと地中水との相互作用の解明

著者	田瀬 則雄
著者別名	Tase Norio
発行年	2000
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/444">http://hdl.handle.net/2241/444</a>

## 2. 研究地域の概要と研究方法

田瀬則雄（筑波大学地球科学系）  
岡田亮介（筑波大学環境科学研究科）

### 2.1 研究対象地域

すでに述べたように、研究対象地域としては、土(壤)層が厚く、地下水位が深く、土地利用、特に農業的利用が長く、さらにメモリー効果が長いと考えられるローム層に厚く覆われた武蔵野台地北西部、埼玉県入間市から東京都青梅市にまたがる金子台を取り上げた(図2-1)。

#### 1) 地形

金子台は東京都青梅市東方から埼玉県狭山市方向の南西方向から北東方に向かって、縦断方向に約18km、横断方向には約3kmと細長く伸びた扇状地性の台地である。扇頂部の標高は180m程度で緩やかに傾斜し、下流に向かうほど傾斜は急になり、扇端部の標高は30m程度である。金子台の上・中流部のすぐ北側は霞川によって削られた低地に沖積低地が堆積しており金子台との比高差が10m程度ある。さらに霞川を挟んで標高170~200mの阿須山丘陵が迫っている。この丘陵地は多摩面に分類され、形成年代は金子台よりも古く、下末吉海侵期の12.5万年以前のものであると思われる多摩ローム層およびそれ以前のローム層をのせている(榎根, 1994)。下流部の北側は入間川が堆積した沖積低地が広がる。一方、南側では立川面が同じ方向、すなわち南西方向から北東方に向かって伸びており、北側と同等で10m程度低くなっている。

#### 2) 地質

金子台付近の横断方向の模式断面図を図2-2に示す。金子台は下層に基盤としての上総層群が存在し、その上位に西から東にかけて傾斜している砂礫層とシルト層の互層からなる東京層群がのっている(檜山ほか, 1993)。金子台は12.5万年前までの下末吉海侵期に海岸段丘面であったと推定されている(榎根, 1994)ため、東京層群の上には当時堆積した下末吉礫層が存在している。この下末吉礫層の上に上位より立川ローム層(形成年代3万~1万年前)・武蔵野ローム層(形成年代6万~3万年前)・下末吉ローム層(形成年代12.5万~6万年前)と形成年代の異なる3種類のローム層が合計で10m程度堆積している。

関東ローム研究グループ(1986)によると粘土鉱物は火山灰が母材となり、上層の立川ロームではアロフェンが、下層の下末吉ロームでは加水ハロイサイトが卓越し、中間の武蔵野ロームはそれらの漸移層であることが報告されている。表層の1m弱は湿性黒ボク土が堆積し、その下に茶褐色のローム層が堆積している。日本道路公団(1987)資料によると、武蔵野ロームと下末吉ロームとの境界には砂礫層が挟まことが示されている。

金子台西部には南東—北西の方向に伸びる立川断層が等高線異常によって、存在が確認されているが、本研究対象地点は立川断層よりも下流側(東側)に位置しているので立川断層による影響は考慮していない。貝塚(1979)は下末吉面形成後の約10万年前で立川断層は約10m変位したとしている。

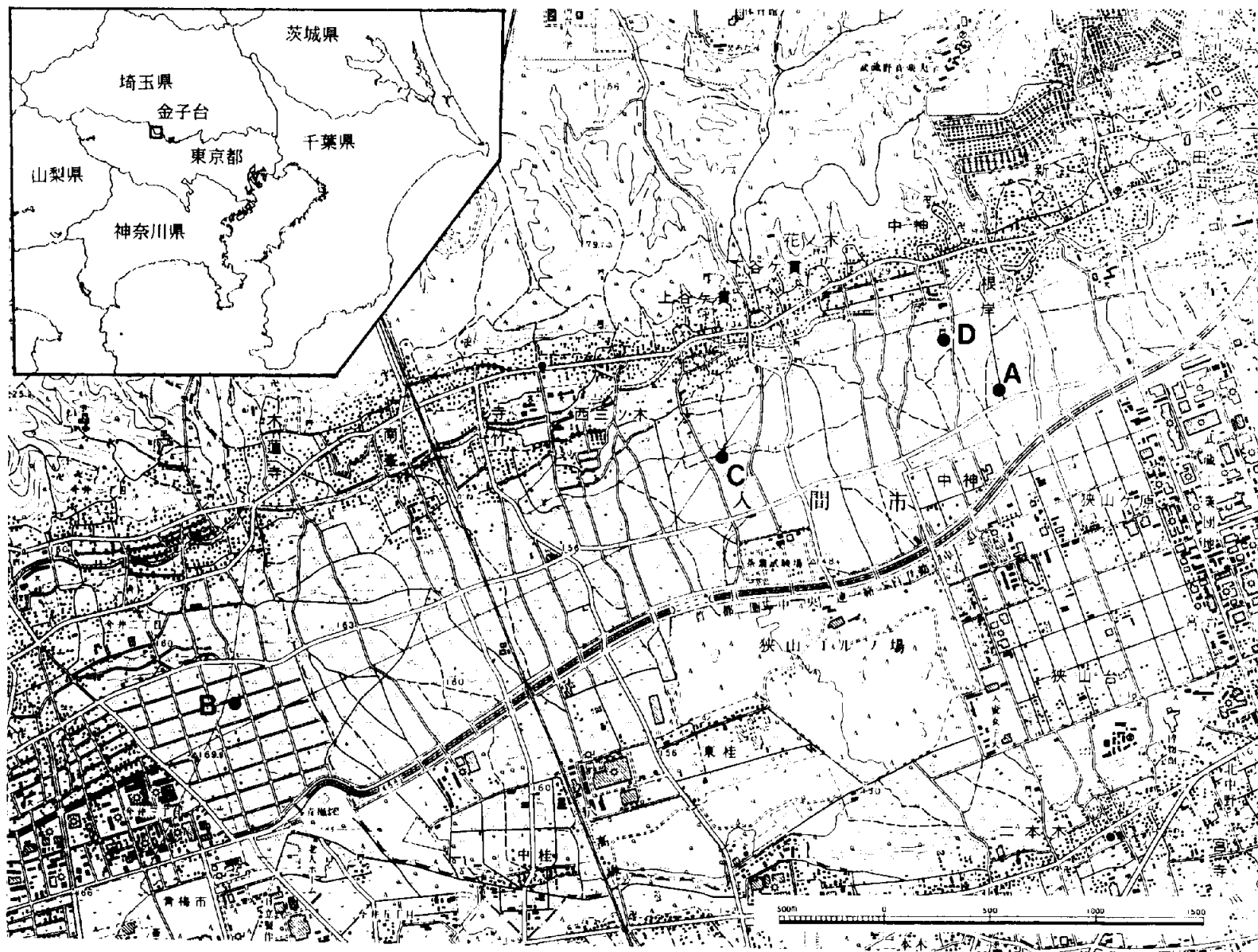


図2-1 研究地域とボーリング地点（国土地理院1:25,000地形図「青梅」）

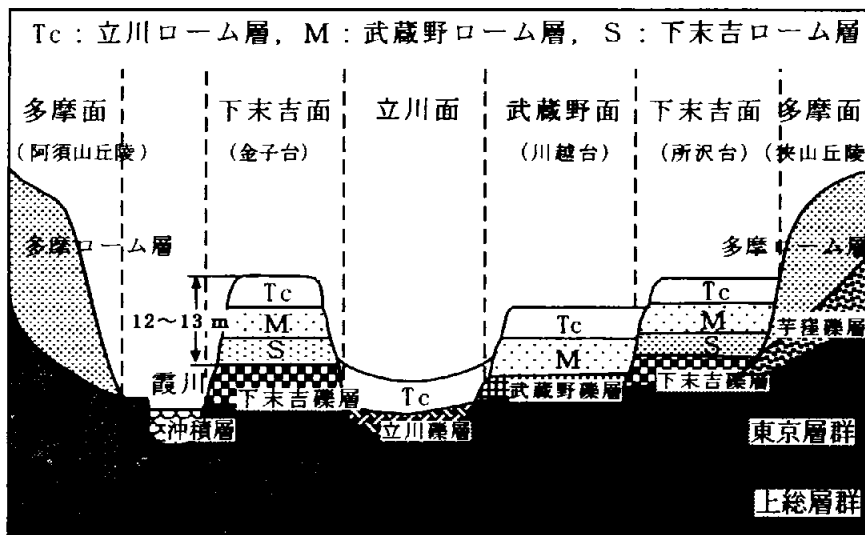


図2-2 金子台付近の地形面と地質断面の模式図

### 3) 気候

金子台は北側に阿須山丘陵、西側に草花丘陵、南側には狭山丘陵によって挟まれているために、降水量は少ない。

気象庁の青梅観測所(35°47'N、139°19'E、標高155m)のAMeDASデータによると1976年から1999年にかけての平均気温、年平均降水量はそれぞれ13.5°C、1462.1mmである。降水量については近年減少傾向が著しかったが、1998年、1999年は多かった(図2-3)。調査期間の1996年~1999年の月平均気温と月降水量を表2-1に示した。

また、研究地域内にある埼玉県茶業試験場における気象データも適宜使用した。

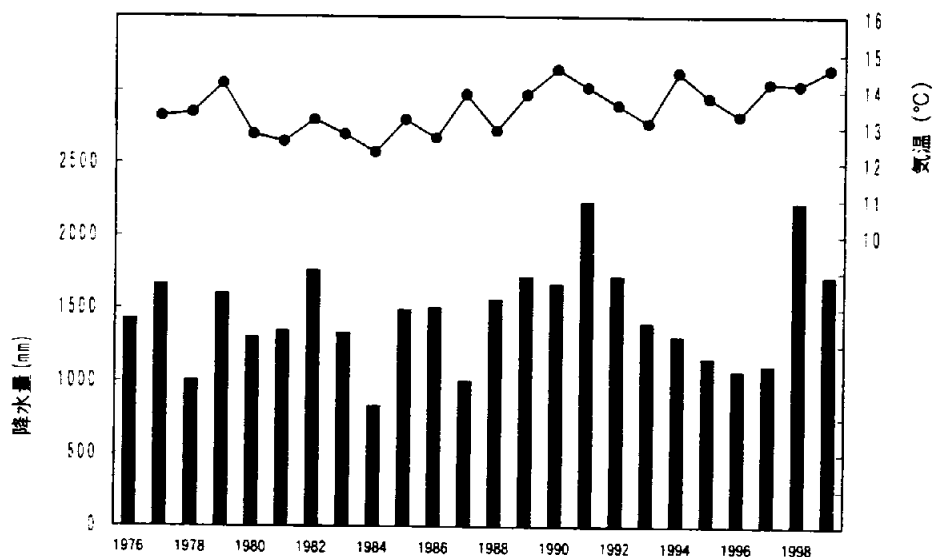


図2-3 青梅における年降水量と年平均気温

表 2-1 調査期間中の気温と降水量および平均値

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
1992年	1	27	70	72	84	42	258	35	288	70	83	39	1069
1997年	2.7	2.5	6.7	10.3	16.0	21.1	24.7	24.5	20.1	15.3	10.1	5.5	13.3
1998年	27	22	65	75	163	172	137	79	187	17	136	27	1107
1999年	2.9	4.1	7.9	13.1	17.3	21.1	25.1	25.4	20.8	15.5	11.4	6.0	14.2
1999年	126	111	76	176	138	207	254	467	427	198	3	43	2226
1999年	2.0	4.4	7.9	14.5	18.6	20.0	23.9	25.3	22.5	17.6	10.3	2.9	14.2
1999年	8	26	102	256	73	153	245	497	207	114	36	1	1718
1999年	3.3	3.5	7.7	12.7	17.9	21.2	24.6	26.6	23.9	16.8	11.1	5.3	14.6
平均	34.1	53.0	92.5	106.1	110.3	168.1	174.2	227.0	241.4	150.1	77.9	27.4	1462.1
	2.5	3.2	6.6	12.3	16.8	20.2	23.6	25.0	21.2	15.7	10.1	5.1	13.5

上段：降水量 (mm) 下段：気温 (°C)

#### 4) 水文

金子台における浅層地下水の水位は檜山(1993)、樫根(1994)、宮沢(1996)などによって報告されており、地表面下 10~20m程度と推定される。これは下末吉ローム層あるいは下末吉礫層に位置していると推測される。

樫根(1992)によると金子台の浅層地下水は地形面に沿って南西方向から北東方向に向かって流れているものと推定され、台地北側では阿須山丘陵あるいは霞川からの涵養が確認されている。このほかローム層の粘土化が激しい場所では粘土層によってローム層中の不圧地下水が保たれ、いわゆる宙水が所々に存在することが確認されている。

樫根ほか(1980)は武蔵野台地中央部の関東ローム層中の土壤水はトリチウムを用いて 1.28m/年の速度で降下浸透すると推定した。また Shimada(1988)は相模原台地における降下浸透は同じくトリチウムを用いて 1.38~1.45m/年と報告している。これらの報告から水が 10mの土壤層を通過するのに 7~8年を要する計算となる。

#### 5) 土地利用

金子台の上流部から中流部にかけては図 2-1 に示すように農地、とくに茶畑(∴)が卓越している。この地域は旧版の地形図(日本地図センター, 1993)から読み取る限り、明治時代以降は農地として利用されてきた。東京都青梅市から埼玉県入間市、狭山市にかけては、最近 20 年の間に急速に茶畑に転用されはじめ、現在では狭山茶の代表的産地となっている。

金子台は農地のほかにゴルフ場や工場が点在している他は住宅は少ない。住宅地は金子台上流部の青梅市や阿須山丘陵に涵養された湧水が出る阿須山丘陵の麓などに集中している。

なお、土地利用の詳細については、3章を参照されたい。

## 2.2 研究方法

### 1) ボーリング地点の選定とボーリング法

土壤の理化学性などの深度プロファイルを得るため、土地利用の異なる 4 地点において深度 10m~20mのボーリング調査を行った。選定した地点は、茶畑で 2 点(A, C)、栗林(B)と神社(D)でそれぞれ 1 点ずつ行った。なお、栗林では 1996 年に 1 本、1998 年には 2 本のボーリングを行ない、計 3 本のコアを採取した。

A 地点と B 地点のボーリングはバギー搭載型のボーリング機械により、全コアを採取した。採取したボーリングコアは 1m単位で塩化ビニールの筒に入れ、両側をゴム

栓で密閉した状態で実験室に持ち帰り分析に供した。また、C地点とD地点のボーリングはロータリー式ボーリングマシンにより、全コアを採取し、実験室に持ち帰り、分割してビニール袋で保管し、分析に供した。C地点とD地点では、ボーリング孔を観測井に仕上げ、D地点では自記水位計と自記電気伝導度計を設置した。

なお、表2-2に地点の概要をとりまとめた。

表2-2 ボーリング地点の概要

地点番号	A	B	C	D
土地利用	茶園	栗林	茶園	神社
所在地	入間市	青梅市	入間市	入間市
所有者	豊泉森次郎	町田 弘	増岡長寿	三輪神社(秋元利雄)
標高	140m	165m	150m	137.8m
ボーリング深度	13m	12m	20m	20m
ローム層の厚さ (表土・作土を含)	12.5m	11.5m	11.35m	9.7m
ボーリング日時	1996年9月	1996年9月 1998年10月	1998年3月	1998年2月
ボーリング箇所	株元	樹間	株元	笹藪
以前の土地利用	桑畑	茶園	桑畑	700年間神社
転作時期	20年程前	1978年(20年前)	戦後	
栽培種	やぶきた(樹齢10年)		やぶきた	
収穫(時期)	春芽のみ	秋の落穂を採取		
収穫量	2000kg/10a	非商用、必要量のみ採取		
肥料	県産配合肥料8号 (化学肥料,有機肥料,土 壌改良剤の配合肥料)	施肥なし		施肥なし
施肥法	春夏秋の3回に分けて 合計120~140kg/10a/ 年	植樹後1~2年は施肥		
管理	除草無、 耕耘機による耕耘 消毒を年4~5回	人手による草刈り		人手による草刈り

## 2) 現地調査の概要

茶園と栗林の施肥量・施肥時期あるいは、土地利用の履歴について聞き取り調査を行った。またあわせて、金子台の地下水位の聞き取り調査も行った。

観測井においては、毎月1回、採水を行い、水質分析を行った。また、1999年6月3日には周辺地下水の水位、水質を測定した。

## 3) 土壌性質分析法

土壌の理化学性の分析は以下の分析法により行った。

### i) 窒素・炭素量

土壌を構成する窒素および炭素の含有量は酸素循環方式NCアナライザーによって土壌中の全窒素および全炭素を乾式燃焼してガス化した後にガスクロマトグラフを用いて定量した。

### ii) 土壌pH(H<sub>2</sub>O)および土壌pH(NH<sub>4</sub>ClあるいはKCl)

土壌pH(H<sub>2</sub>O)、土壌pH(NH<sub>4</sub>ClあるいはKCl)共に風乾土を、土：液比1：2.5に調整後、pHメーターにて測定した。

### iii) 土壌水の遠心抽出による溶存態無機イオンの定量

土壌100mLからpF3.0(2173rpm)あるいはpF3.5(3686rpm)の土壌水を遠心抽出した。遠心抽出液を0.2μmのメンブランフィルターでろ過した後に、溶存する無機態陰イ

オン( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )をイオンクロマトグラフィー(ノンサプレッサー型)にて、無機態陽イオン( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ )および  $\text{SiO}_2$ , Mn, Al, Fe を筑波大学分析センター設置のプラズマ分光分析装置(ICP)を用いて定量した。

iv) 水抽出による水溶性無機イオンの定量

風乾土に蒸留水を加え室温で1時間振とうした。土：液比は1：50に調整した。振とう終了後、懸濁液を $0.2\mu\text{m}$ のメンブランフィルターでろ過し、pHを測定するとともに筑波大学分析センター設置のサプレッサー型のイオンクロマトグラフィーで液相中の無機態陰イオン( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )を、プラズマ分光分析装置(ICP)にて無機態陽イオン( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ )および  $\text{SiO}_2$ , Mn, Al, Fe を定量した。

v) NaOH抽出による交換性無機イオンの定量

交換性陰イオンの定量はNaOH抽出法(加藤・CLOTHIER法)に準じた。すなわち、乾土2g相当の風乾土に0.01MのNaOH水溶液を100mL加え、1時間振とう後にろ過した。ろ液は高pHで抽出したために多量の腐植を含んでいるので、カット分子量10,000の遠心(約4,000Gで90分)限外ろ過処理をした後、 $0.2\mu\text{m}$ のメンブランフィルターでろ過した後に、溶存する無機態陰イオン( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )をイオンクロマトグラフィー(ノンサプレッサー型)を用いて定量した。交換量はこの値から先に示した水溶性陰イオン量の差を土壤に吸着されていた成分とみなし、me/100gあるいはmeq/kgの単位で示した。

vi) 硫酸カリウム添加実験による硫酸保持量の定量

今井(1980)や麓ほか(1996)の実験を参考にした。すなわち、0~30.0me/100gまでの8段階の濃度に調整した硫酸カリウム水溶液を風乾細土に加え室温で12時間振とうした。土：液比は1：50に調整した。振とう終了後、懸濁液を $0.2\mu\text{m}$ のメンブランフィルターでろ過し、pHを測定するとともにサプレッサー型のイオンクロマトグラフィーで液相中の硫酸イオンを定量し、添加濃度と振とう後の濃度の差から土壤に吸着された量を計算し、これを保持量とした。

vii) 安定同位体の測定

炭素および窒素の安定同位体比は、試料を60度のオーブンで一晩かけて乾燥、粉碎し、窒素量25~1000 $\mu\text{g}$ 、炭素量100~1200 $\mu\text{g}$ となるようにスズ泊にくるみ、農業研究センターの元素分析計同位体比質量分析計(ANCA-MS(EA-IRMS))により分析した。

酸素および窒素の安定同位体比については、酸素は炭酸ガス平衡法で、水素は亜鉛還元方で前処理し、筑波大学の同位体比質量分析計(Delta SおよびMat-252)により分析した。

viii) 三相分布

JIS A 1203およびJSF T 121に準じて行なった。すなわち、100ccの土壤コアサンプル管に試料を入れ、三相計にて気相を測定後、恒温乾燥炉に入れ、110°Cで24時間乾燥させ、試料の炉乾燥前と後の質量差を土壤中の水分量として算出した。

ix) pF試験および水分特性曲線

JSF T 151に規定されている方法で行った。pF1.0, pF1.5, pF1.8, pF2.0に対応する水分量を吸引・炉乾法で、pF2.0以上を遠心法で求め、水分特性曲線を作成した。

表2-3に、各サンプルの分析項目を一覧表として示した。

表 2-3 地点別の測定項目一覧

項目	地点番号 土地利用	A 茶畑	B 栗畑	C 茶畑	D 神社
土層		○	○	○	○
三相分布			○		
土壌 pH (水)		○	○	○	○
土壌 pH		○ (NH <sub>4</sub> Cl)	○ (NH <sub>4</sub> Cl)	○ (KCl)	○ (KCl)
ORP				○	○
アニオン (溶存態)		○	○		
アニオン (水溶性)		○	○	○	○
アニオン (交換性)		○	○		
カチオン (溶存態)		○	○		
カチオン (水溶性)		○	○	○	○
カチオン (交換性)		○	○	○	○
蓄積量		○	○		
CEC				○	○
AEC				2点 (20・100cm 深)	
硫酸イオン保持量		4点 (2,3,4,8m 深)	4点 (2,3,4,8m 深)		
全炭素・窒素量		○	○	○	○
安定同位体 炭素				○	○
安定同位体 窒素				○	○
安定同位体 酸素			○		
安定同位体 水素			○		
トリチウム			○		
飽和透水係数 pF 試験				2点 (50・80cm 深)	
地下水位				毎月	自記
地下水 pH				毎月	毎月
地下水 EC				毎月	自記

○は深度プロファイルとして測定 (ただし、測定間隔、測定数は異なる)

## 参考文献

- 今井弘樹・岡島秀夫(1980)：土壤の養分保持能に関する研究(第2報)養分保持におけるアニオン吸着と石膏生成の意義，日本土壤肥料学雑誌，51(2)，95-101。
- 貝塚爽平(1979)：東京の自然史，紀伊国屋書店，239p。
- 今井弘樹・岡島秀夫(1980)：土壤の養分保持能に関する研究(第2報)養分保持におけるアニオン吸着と石膏生成の意義，日本土壤肥料学雑誌，51(2)，95-101。
- 貝塚爽平(1979)：東京の自然史，紀伊国屋書店，239p。
- 榎根 勇(1980)：環境トリチウムで追跡した関東ローム層中の土壤水の移動，地理学評論，55(4)，225-237p。
- 榎根 勇(1994)：「多摩川水系の地表水と地下水交流に関する研究」，(財)とうきゅう環境浄化財団研究助成 No. 160，310p。
- 関東ローム研究グループ(1986)：関東ローム その起原と性状，築地書館。
- 日本道路公団 東京第二建設局 川越工事事務所(1987)：昭和 61 年度首都圏中央連絡道路 入間地区土質調査報告書。
- 檜山哲哉(1993)：金子台付近における不圧地下水—水質の空間分布と地形段丘面による差異—，筑波大学水理実験センター報告，18，29-39。
- 麓 多門・岩間秀矩・天野洋司(1996)：林地黒ボク土の硫酸含量と土壤特性 硫酸イオン吸着能との関係，日本肥料土壤学雑誌，67(6)，648-654。
- 宮沢直樹(1997)：埼玉県入間市付近における不圧地下水の水質特性について。平成8年度筑波大学環境科学研究科修士論文。
- Shimada, J. (1988)：The mechanism of unsaturated flow through a volcanic ash layer under humid climatic conditions. Hydrological Processes, 2, 43-59.