

多摩丘陵への試験流域の設置とその水文地質構造

An Experimental Basin equipped in the Tama Upland and its Hydrogeological Structure

虫明 功臣*・安藤 義久*・村上 雅博**・

Katumi MUSIAKE, Yoshihisa ANDO, Masahiro MURAKAMI,

小池 雅洋*・大矢 哲朗***

Masahiro KOIKE and Tetsuro OYA.

1. まえがき

筆者らは、昭和52年7月から多摩丘陵の西部、東京都八王子市別所に流出試験地（流域面積4.40ha）を設定し観測体制を順次整備するとともに、資料収集と予備的な解析を進めてきた。この流出試験地の下流端に長池（水面積0.26ha）という池があることから、これを長池試験流域と呼ぶことにする。本稿では、資料解析の前提となる流域の地下構造の調査と観測体制の概要について紹介する。

2. 研究のねらい

丘陵地は従来土地利用度が低く薪炭林地的価値しかもたなかったが、1960年前後から宅地造成の対象とされ始め、近年とくに大規模宅造用地としての比重を高めつつある。こうした造成あるいは都市化が水流量に及ぼす影響については、従来、洪水流出量の増加が問題とされ、いくつかの流出試験地における雨量と洪水量の実測資料を基に、各種の洪水流出量推定法が提案された。この場合、地味条件を考慮に入れて降雨量と洪水流出量を関係付けるというアプローチが採られることが多い。

一方、流域の改変は洪水流出量だけでなく、平常時の流出量や周辺の地下水にも影響を及ぼす。たとえば、下流の農業用水、環境用水、あるいは近隣の家庭用浅井戸にも量的変化を生ずる。環境問題が重要視されるにつれて、洪水流出量の増大だけでなく、大規模な都市化が平・低水時の流出機構や地下水涵養機構に与える影響の評価も現実的に重要な課題となってきた。こうした課題を明らかにするためには、降雨と流出だけでなく、流域の地表面下に立ち到った水循環の過程をフォローしなければならない。こうした考えから、長池試験流域では、流域の地下構造をできるだけ詳細に把握するよう努めるとともに、降雨量、流出量をもとより、蒸発量、深度ごとの不飽和帯の水分量および地下水量の変化といった、水循環過程に沿った一環した観測体制の整備を目指している。

この試験流域で得られる成果により、自然状態の丘陵

地における洪水流出、低水流出、地下水を含む水循環機構を究明する一方、多摩ニュータウン内の既開発地区にも同種の観測項目を備えた試験地を現在設置中である。両試験地の観測データを解析・対比することによって、都市化が水循環の諸過程に及ぼす影響について明らかにすることを意図している。

3. 水文地質構造と地下水流域界

3.1 ボーリング柱状図の整理 長池周辺には露頭が少なく、既存のボーリング地点もこの流域内には存在しないので、図1のW-1~12でボーリングが行なわれ¹⁾、それを補足する意味で筆者らによってH-1~3のハンド・ボーリングが行われた。同図の各断面について、地質柱状図と推定地質断面を整理したのが、図2(a)~(f)である。これらの図と対照しながら、長池への流出に関連をもつ水文地質構造について以下に説明する。

この地域の地質層序は、上位から下位に向けて、立川ローム層、武蔵野ローム層、下末吉ローム層、多摩ローム層、水成多摩ローム層、御殿峠礫層（低位、高位）、連光寺砂層、連光寺泥層、連光寺砂礫層、平山砂層となっている。²⁾³⁾⁴⁾ 多摩ローム層から上位のローム層は大きく二つに区分される。上部のローム層（立川ローム層と

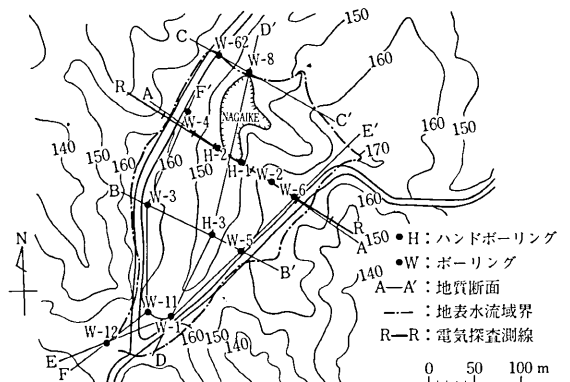
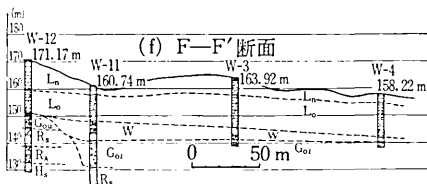
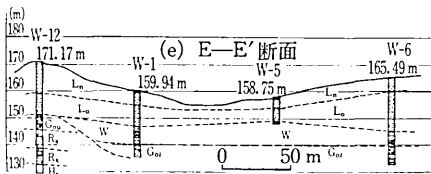
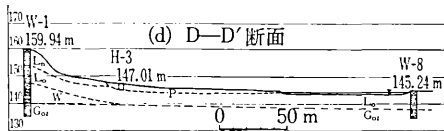
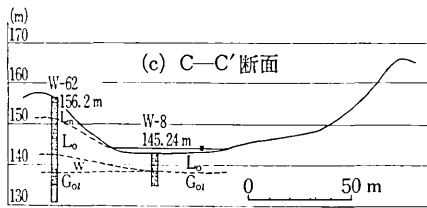
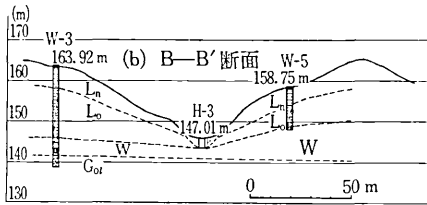
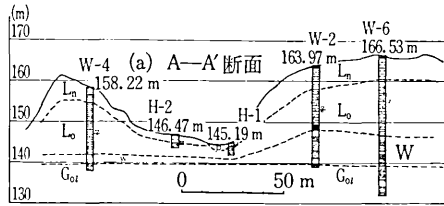


図1 長池試験流域のボーリング、地質断面、電気探査測線の位置

* 東京大学生産技術研究所 第5部

** (株) 日本工営

*** (株) 岡部組



L_n : ローム層 L_o : 火山灰質粘土層 P: 腐植土
 W: 水成多摩ローム層 G_o : 御殿峠礫層 (G_{ou} : 高位面, G_{ol} : 低位面)
 R_s : 連光寺砂層 R_A : 連光寺互層 H_s : 平山砂層

図2 ボーリング柱状図と推定地質断面

武蔵野ローム層上部)は粘土化が弱い風成ローム層であり、その下部のローム層(武蔵野ローム層下部, 下末吉ローム層, および多摩ローム層)は強度に粘土化が進んでいる。ボーリング調査¹⁾の土質名の呼称に習って、前者をローム層、後者を火山灰質粘土層と呼ぶことにする。これらローム層と火山灰質粘土層中に不圧地下水が存在し、地表面下4~15m程度の範囲で季節的に変動し、かつ雨に対する水位の反応が敏感である。

W-6地点の立川~多摩ローム層の各深度における土質試験結果を表1に示す。透水係数は深度によってバラついているが、火山灰質粘土層のなかには 10^{-6} cm/sのオーダーを示すものもあり、下部の火山灰質粘土のある層が不透水性基盤となり、その上部に前述の不圧地下水が存在するものと推定される。透水係数だけでは、この推論は成り立たないが、i) 不圧地下水位が雨に応じて上昇しても、その下の被圧地下水位はほとんど変化しないこと、ii) 火山灰質粘土層から下方へ漏水がないという仮説のもとに、月単位の収支解析を行った結果、収支要素が妥当な値を示すこと、の二つの裏付けから、火山灰質粘土層の下部を不透水性基盤とみなしてよいと考えられる。

図2(a)~(f)にみられるように、この火山灰質粘土層(L_o)は、尾根から谷底にかけて連続的に分布していることは注目すべき点である。とくに、図-2(c)および(d)に着目すると、長池の底部にもこの不透水性の地層が連なっており、池の形成条件となっているとともに、長池は L_o 層から上部の不圧地下水によって涵養されていることがわかる。

火山灰質粘土層の下位に、固結度の低い、砂・礫・シルトの薄層からなる互層がある。各層厚は10~50cm程度で、全層厚は2~10mと場所によって変化する。これらは、多摩ローム降下期の初期~中期にこの地帯の湖沼や湿地に堆積した地層と推察されるので、「水成多摩ローム層」と呼ぶことにする。

その下位には、古相模川によって形成された御殿峠礫層が分布している。さらにその下に、砂・泥・礫の互層よりなる海成の連光寺互層が広がる。上部の砂層は未固結で比較的粒度の揃った海浜砂で、場所によっては御殿峠礫層の堆積期に古相模川により侵食されて残存しない所もある。泥層は地元では「ナメ」と呼ばれる固結度の高い地層であり、土木用語では土丹と言われる。泥層の下には砂礫層があり、その下位を再び泥層で挟む場合もある。連光寺互層の下位の平山砂層は、細粒の海浜砂よりなる。

以上、ボーリング柱状図に表れた各地層の要点を述べたが、長池への流出に関与する地層は火山灰質粘土層か

研究速報

表1 ローム層の土質試験結果

深度 (m)	標高 (m)	地質		仮比重	透水係数 (cm/s)	間隙率 (%)	有効空 隙率(%)
		地層名	土質名				
0.05	166.48	立川 ローム層	表	0.46	1.2×10^{-4}	77	32
0.15	166.38			0.45		77	27
0.25	166.28		0.46	79		23	
0.35	166.18		土	0.46		76	18
0.50	166.03			0.48		80	11
0.70	165.83		ロ ー ム 層	0.53		80	12
1.00	165.53			0.56		79	7
1.50	165.03			0.54		75	11
2.00	164.53			0.72		70	5
2.94	163.59			0.62		79	5
3.05	163.48	0.63		77	4		
3.18	163.35	0.64		76	6		
4.18	162.35	0.66					
4.39	162.14	0.68		1.2×10^{-4}	76	6	
4.93	161.60	0.74		2.0×10^{-5}			
5.08	161.45	0.73	76	5			
5.96	160.57	0.71					
6.19	160.34	0.73	1.8×10^{-5}	75	4		
7.12	159.41	武蔵野 ローム層	0.62	76	4		
7.27	159.26		0.60	2.8×10^{-3}	76	4	
8.11	158.42		0.60				
8.26	158.27		0.59	1.0×10^{-3}	76	9	
9.02	157.51		0.66				
9.17	157.36		0.68	7.5×10^{-4}			
9.87	156.66		0.86	70	4		
10.02	156.51		0.89				
11.04	155.49		東京パーミス	0.55	82	4	
11.29	155.24		下末吉 ローム層	0.82	1.0×10^{-2}	74	3
11.94	154.59	0.76					
12.24	154.29	0.80		9.1×10^{-6}			
13.99	152.54	多摩 ローム層	0.55	80	9		
14.19	152.34		0.64	2.0×10^{-5}	80	8	
17.02	149.51		0.57				
17.24	149.29		0.53	1.9×10^{-4}			

ら上部の立川～多摩ローム層である。この中の不圧地下水面がどのような形状を示し、地下水の流域界がどうなっているかが次の課題である。

3.2 電気探査 ボーリング孔は観測井化され、自記水位計が設置されているが、尾根部と流域内の谷部でしかボーリング調査が行われなかったために、流域外における地下水位、および尾根と谷の間での地下水面形状が明らかでない。これを補足し、地下水面形状を明らかにする目的でL-10型大地比抵抗測定器を用いて、Wenner法(垂直深査法)⁹⁾による電気深査を行った。深査深度 a とその深度における見掛比抵抗値 ρ の関係曲線を $\rho - a$ 曲線といい、この曲線の屈曲点によって地層の界面あるいは地下水面を探す方法は直視法と呼ばれている。今回の調査では、この直視法によってどの程度の精度で地下水面が推定できるかについて次のように検証を行った。すなわち、電気探査の測点ER-1を図1のように観測井W-6のごく近くに選定し、その水位と直視法による推定地下水位を比較した。探査当日のW-6の地下水位は11.6mであった。図3のER-1の $\rho - a$ 曲線から、その屈曲点は約11mと読みとれる。つまり、 $\rho - a$ 曲線の屈曲点はかなりの精度で地下水面の位置と対応することがわかる。

こうした検証を背景に、図1の電気探査の測線にそって6測点で電気探査による ρ

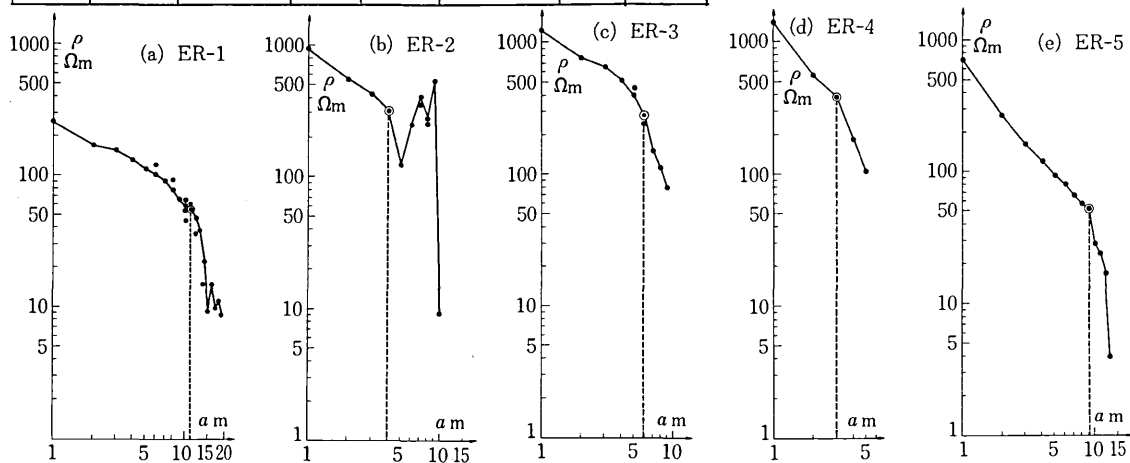


図3 $\rho - a$ 曲線

— a 曲線の追跡が込われた。それらの結果を図3(a)~(f)に示す。

3.3 地下水流域界の推定 電気探査による推定地下水位と、探査当日の各観測井の地下水位をつなぐことによって、図4に示す地下水断面が得られる。この図において、地下水面形が地形の起伏にはほぼ相似な形状を示す点が注目される。この不圧地下水の不透水性基盤をなす火山灰質粘土層の底面が地形に沿った形をとることからこのような地下水面形状は予想されはしたが、電気探査によってそれが確認された。以上、地質断面の検討ならびに電気探査の結果より、長池試験流域では、地表水の流域界と地下水流域界がほぼ一致するとみなしてよいと判

断される。

4 観測体制

こうした地下構造をも含めた流域特性の把握を背景に水循環の諸過程をフォローする資料を得るために、図5および表2のような観測施設が昭和52年8月から昭和53年3月にかけて配置され、資料収集が継続されている。

謝 辞

この研究は、多摩ニュークウン地区蓮生寺長池保全整備計画委員会の作業として始められ、日本住宅公団南多摩開発局の各位から甚大な協力をいただいている。記して感謝の意を表します。(1978年8月24日受理)

参 考 文 献

- 1) 日本住宅公団南多摩開発局：南多摩B-4地区長池周辺地下水調査報告書J、日本工管(株)、1978。
- 2) 関東ローマ研究グループ：関東ローマ、築地書館、pp. 79~84、1965。
- 3) 増田富士雄：多摩丘陵の地質について、地質学雑誌第77巻 第3号、pp. 153~164、1971。
- 4) 皆川絏一・町田端男：南関東の多摩ローマ層層序、地球科学、25巻4号、pp. 164~176、1971。
- 5) 志村登：電気探査法、昭見堂、1965。

表2 観測項目と方法

観測項目	記号	観測器機など
雨 量	R	0.5 mm 転倒マス型観測雨量計、R-1：林内、R-2：林外
水 位	N	リチャード式自記水位計、N-1：1/1、N-2、3：1/5
流 量	D	直角三角堰
蒸 発 量	E	自記蒸発計
地下水水位	不 圧 W-OL	地下水用自記水位計、1部にフロートレス自記水位計
	被 圧 W-OS	地下水用自記水位計
不飽和帯水分量	T	自記テンシオメーター 深度：5、15、25、35、50、70、100、150、200、300、400、600 cm。

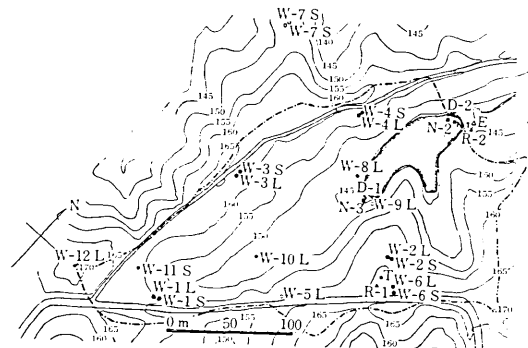


図5 長池試験流域における観測施設の配置

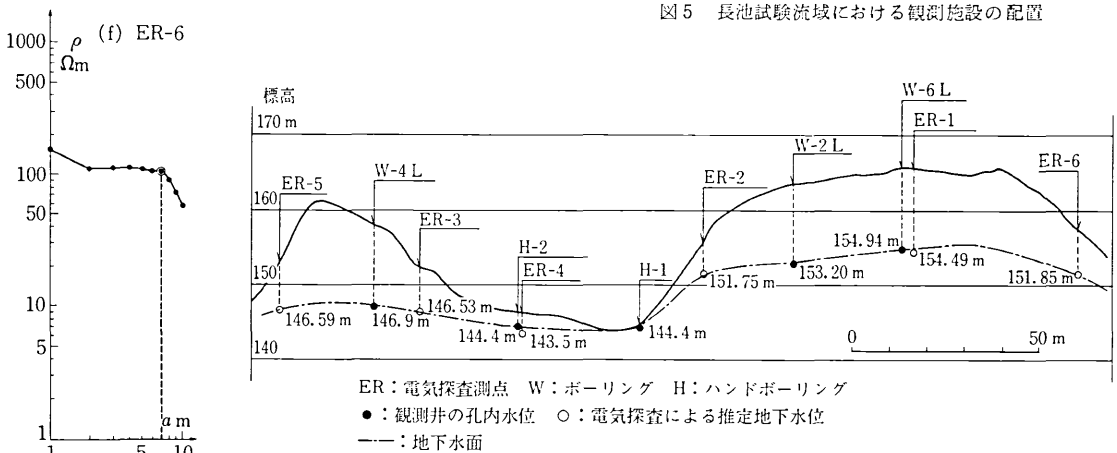


図4 推定地下水断面