

東洋大学川越キャンパス周辺地下水の実態調査と災害時の利用

東洋大学 学生員 ○最上 知香
東洋大学 正会員 青木 宗之
東洋大学 非会員 関根 綾香
東洋大学 正会員 福井 吉孝

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日の東日本大震災では多くの世帯の断水が発生し、避難場所では飲料水の不足が生じた。災害時に断水が生じた場合、地域ごとに自給自足できるような円滑な生活用水の確保に向けた備えを整備する必要がある。

東洋大学川越キャンパスは周辺地域の広域避難場所として指定されている。万一の災害に備えて、生活に必要な水の供給源としてキャンパス周辺地域の井戸、地下水の実態調査を行い、災害時における地下水の有効利用について検討を行う。

2. キャンパス周辺の地下水の実態

(1)調査井戸

東洋大学川越キャンパス周辺には古くからある家が数多く存在し、井戸が多く残っている。しかし、ライフラインの整備が進むとともにその利用価値が薄れており、廃止される井戸も少なくない。今後の大規模災害が発生するときに備えて、井戸を継続させていくためには定期的な地下水の調査、現状把握が必要である。



図 1 各観測点位置と周辺地図

図 1 に示すように、現在 20 軒ほどの井戸を調査している。調査では、各家庭の井戸水位・水質の測定、利用目的・震災発生時の井戸水の様子等の聞き取り調査を行ってきている。各観測点ごとの地下水面標高 (T.P.m) 及び H25.12 の水深は表 1 に示す。

各家庭における井戸の利用においては、現在は全く

表 1 観測点の地下水面高と水深

測点	地面(T.P.m)	井戸深さ(m)	地下水面(T.P.m)									2013.12 水深(m)
			2011.12	増減	2012.7	増減	2012.12	増減	2013.7	増減	2013.12	
1	29.0	8.12	25.02	0.67	25.69	-0.63	25.06	0.67	25.73	-0.41	25.32	4.40
2	27.7	6.20	24.52	0.80	25.32	-1.56	23.76	1.54	25.30	-0.35	24.95	3.46
3	32.8	6.22	28.78	0.92	29.70	-0.98	28.72	-	-	-	29.26	2.78
4	32.2	5.70	28.28	1.06	29.34	-	-	-	28.20	0.58	28.78	2.34
5	32.2	7.26	28.46	-	-	-	-	-	27.94	0.72	28.66	3.70
6	30.9	7.93	27.06	1.07	28.13	-0.54	27.59	0.13	27.72	0.14	27.86	4.89
7	30.4	4.49	27.33	-0.57	26.76	0.45	27.21	0.92	28.13	-0.83	27.30	1.43
8	29.9	5.58	24.39	0.68	25.07	-0.47	24.60	0.74	25.34	-0.49	24.85	0.50
9	39.0	3.94	36.94	0.23	37.17	-0.26	36.91	-0.17	36.74	0.26	37.00	2.16
10	38.6	4.33	36.50	0.21	36.71	-0.29	36.42	-0.08	36.34	0.17	36.51	2.21
11	36.0	6.27	31.38	1.72	33.10	-0.32	32.78	0.13	32.91	-0.08	32.83	3.12
12	43.1	4.99	39.30	1.16	40.46	-0.48	39.98	-0.57	39.41	0.77	40.18	3.23
13	18.9	4.08	16.10	0.18	16.28	-0.03	16.25	-0.07	16.18	0.51	16.69	1.86
14	36.5	6.38	31.45	-0.24	31.21	0.61	31.82	-0.08	31.74	-0.21	31.53	1.54
15	17.9	5.04	14.84	-0.58	14.26	-0.21	14.05	0.40	14.45	-0.35	14.10	1.24
16	23.7	6.08	20.62	0.50	21.12	-0.54	20.58	0.41	20.99	-0.17	20.82	3.21
17	22.6	4.99									19.32	1.71
18	20.5	2.64									18.47	0.61
19	16.7	2.48									15.29	1.07
20	16.6	3.24									15.05	1.69

キーワード 浅井戸 地下水 水質 水位変動
連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学理工学部都市環境デザイン学科 TEL. 049-239-1404 E-mail : kc1001182@toyo.jp

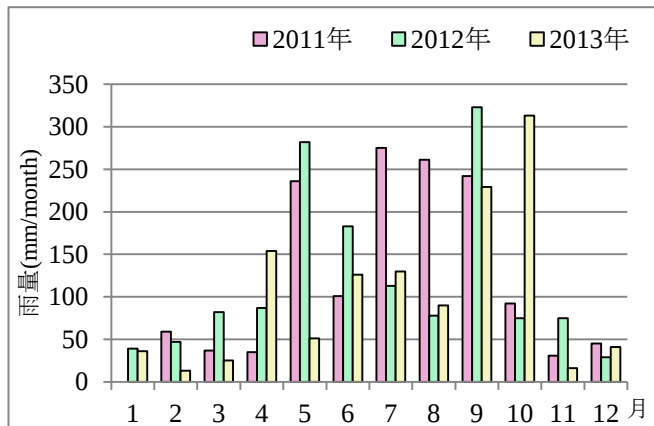


図2 鶴ヶ島における月雨量

使用していない、もしくは庭の水やり程度の少量でしか利用していない所が多い。日頃から飲料水としても利用している井戸は No.14 のみである。

(2) キャンパス周辺の地下水位

a) 経年変化

各観測点ごとに若干の計測差が出たものの、年間を通してほぼ一定の水位を読み取ることができた。しかし、計測月が同じにも拘わらず年によって測定数値に差が出た。例えば、No.1（現在、全く使用されていない井戸のため、揚水は0）の観測点では、2011年12月と2012年12月での水位差は0.04mとほぼ同水位だが、2012年12月と2013年12月では0.26mの差が生じた。他の井戸を見ても、No.14以外は総て2012年12月より2013年12月の水位が高くなっている。この原因の一つとして、雨量が関係していると考え。各観測点における井戸はどれも一般家庭の古井戸で、浅井戸であり地下水面が自由に変動しやすい。キャンパス周辺（鶴ヶ島）の雨量を検討すると、図2に示すように2013年10月における雨量が過去2年に比べて非常に多いことが分かる。ここで、2013年10月16日に関東に上陸した台風26号が関係していると考え。この台風は中心気圧945hPa、最大瞬間風速55m/sと非常に勢力が強く、伊豆大島に甚大な被害をもたらした台風である。この雨による地表面からの涵養が、図3に示すように、No.1における2013年12月の水位上昇に繋がったと考える。図4に示すようにNo.2においても台風等の降雨が地下水位増加に影響を及ぼしていることが分かる。また、現在のところ小さな地震のみ起きているため大地震が起きた際の水位が大きな問題だが、図5に示すようにキャンパス周辺の地下水位等高線は過去2年と比べても大きな差がないため、大地震が起きた際にも

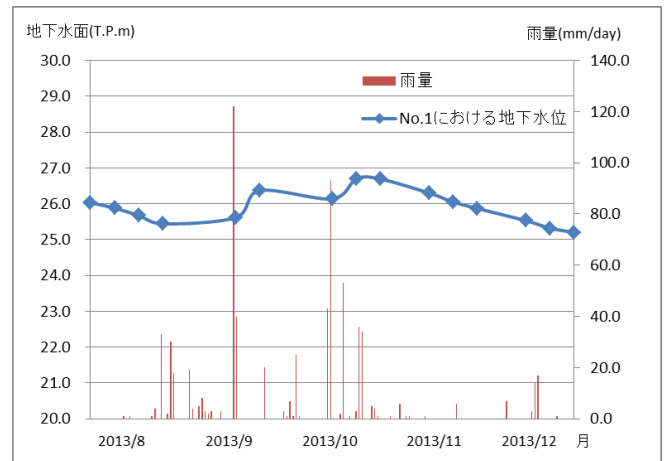


図3 No.1における地下水位変動と鶴ヶ島の雨量

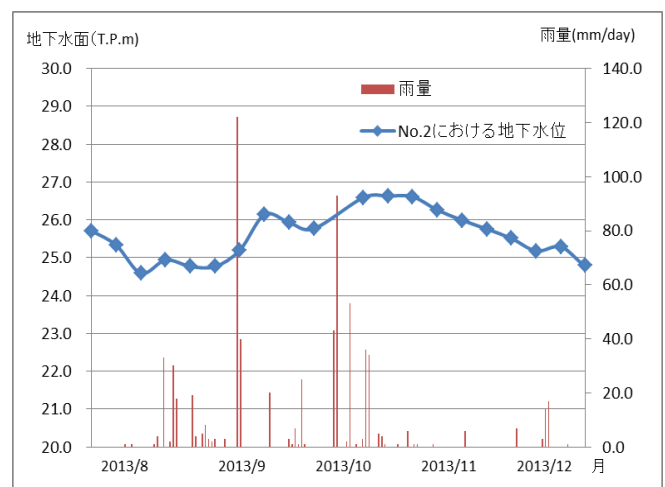


図4 No.2における地下水位変動と鶴ヶ島の雨量

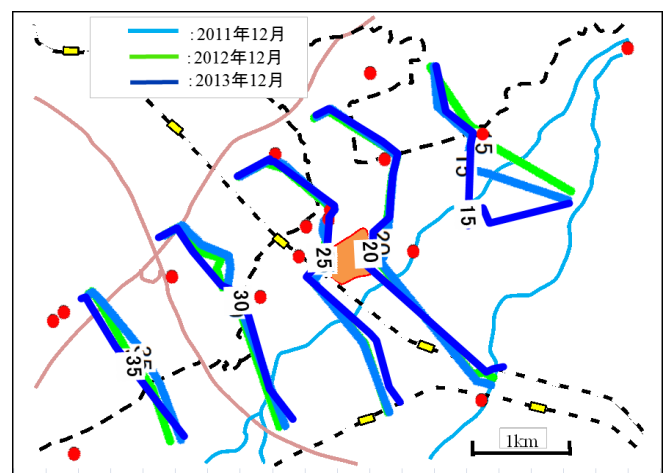


図5 キャンパス周辺の地下水位等高線 (T.P.m)

使用できる地下水量を見込める。(図5における15m地点の地下水等高線においての変動は、今年度より図1におけるNo.17～20の観測地点を増やしたためである。)

b) 雨季と乾季の比較

一般に雨季には地下水位が上昇し、乾季には水位が

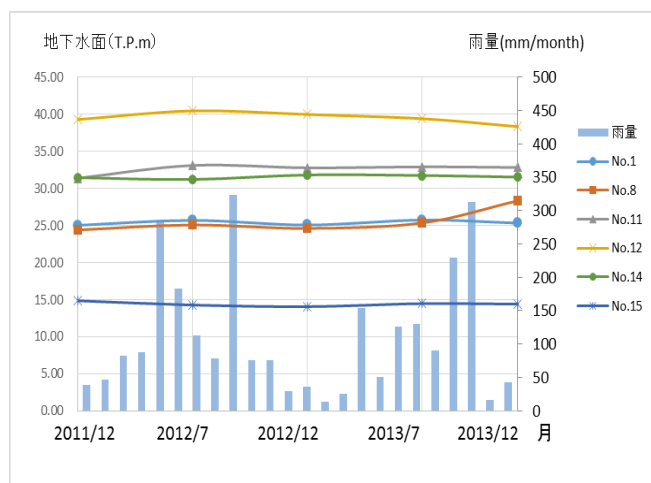


図6 5地点における地下水位

減少する。しかし、図6に示すように梅雨の時期を越えたのにも拘わらず地下水位が減少(2012年12月→2013年7月)している観測点(No.9・10・12~14)や、乾季にも拘わらず水位が上昇(2013年7月→12月)している観測点(No.9・12)もある。原因の一つとして、No.9及びNo.12は生活用水(飲用以外の家事、風呂等)に日々使用しているため、井戸水利用による揚水が降雨による涵養より上回ったのではないかと考える。しかし、揚水量であれば日々の生活用水を地下水でまかなっているNo.14の測点においても同じ結果が出るはずだが、2012年12月の観測水位においては増加しているが、他の観測水位においては減少している。日々の揚水による季節的な関係性を得るためにも、継続した測定によって水位特性を紐解く必要があるが、やはり揚水による変動ではないかと考える。

(3)地下水水質と井戸環境・地質の関係

各観測点において採取した地下水の水質数値(H25.12測定のもの)を表2に示し、キャンパス周辺のボーリング柱状図を図7に示す。図7においてNo.1・2は有機質粘土の層、No.11は砂礫層、No.17・18においては粘土混じり砂礫層に地下水が存在する。

a)亜硝酸態窒素と硝酸態窒素

人体に影響のある亜硝酸態窒素と硝酸態窒素は、水質基準により合わせて10mg/L以下と定められている。表に示すように、No.7・10・12・15・17において基準値を超えているが、隣接する測点においては基準値以内の低い値を示しており、問題はないと思われる。しかし、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素は主に農作物に与える肥料に多く含まれるものである。実際に、調査

表2 2013年12月における地下水水質結果

測点	Cl	NH4-N	NO2-N	NO3-N	PO4	COD	TH	放射線量
1	3.287	< 0.08	< 0.006	4.650	< 0.1	6.691	40.50	0.04
2	6.754	< 0.08	< 0.006	1.250	< 0.1	< 2	28.03	0.06
3	4.534	< 0.08	< 0.006	7.720	< 0.1	< 2	33.07	0.05
4	6.372	< 0.08	< 0.006	5.160	< 0.1	< 2	50.32	0.04
5	4.606	< 0.08	0.006	6.980	< 0.1	2.447	37.17	0.05
6	3.379	< 0.08	< 0.006	4.770	< 0.1	< 2	31.62	0.04
7	3.674	< 0.08	< 0.006	11.350	< 0.1	< 2	66.78	0.04
8	6.133	< 0.08	< 0.006	7.100	< 0.1	< 2	37.08	0.04
9	5.298	< 0.08	< 0.006	6.250	< 0.1	< 2	60.97	0.05
10	8.902	< 0.08	< 0.006	11.890	< 0.1	< 2	82.47	0.05
11	4.534	< 0.08	< 0.006	2.370	< 0.1	< 2	27.09	0.05
12	8.878	< 0.08	< 0.006	10.130	< 0.1	1.989	45.54	0.04
13	7.542	< 0.08	< 0.006	3.200	< 0.1	< 2	53.65	0.04
14	7.136	< 0.08	< 0.006	7.490	< 0.1	< 2	36.49	0.04
15	6.277	< 0.08	< 0.006	10.160	< 0.1	< 2	45.37	0.04
16	4.116	< 0.08	< 0.006	9.180	< 0.1	< 2	84.85	0.04
17	13.120	< 0.08	< 0.006	29.700	< 0.1	< 2	191.40	0.06
18	4.301	< 0.08	< 0.006	6.720	< 0.1	2.544	39.22	0.04
19	2.439	< 0.08	< 0.006	1.450	< 0.1	1.700	6.25	0.04
20	4.916	< 0.08	< 0.006	9.230	< 0.1	2.351	67.06	-
単位	mg/l							μSv/h

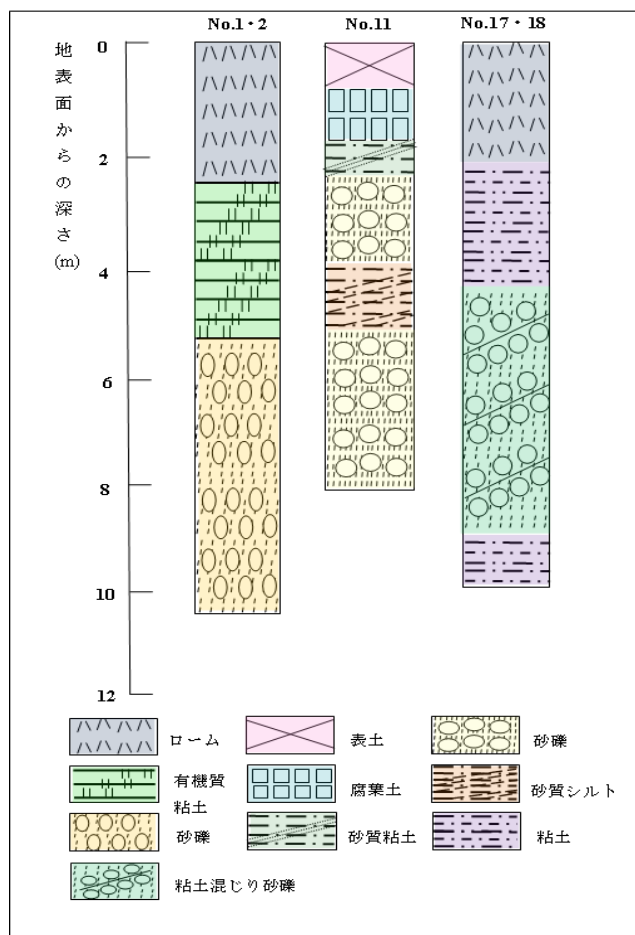


図7 キャンパス周辺の柱状図

を行っている観測点のうちNo.9以外は農家のため、肥料に多く含まれたものが地下水中への高濃度の硝酸態窒素負荷を与えてしまう原因だと考えられる。具体的にレタスやキャベツなどをはじめとした葉物野菜や果樹、茶の栽培地域において多量の施肥が行われている

ため、これらの栽培地域の地下水中の硝酸態窒素濃度も相対的に高い値を示していると考えた。また、火山噴出物は土壌の透水性が高いので汚染を拡大すると考えられている。1707年における富士山噴火（宝永大噴火）と1783年における浅間山大噴火において降り積もった火山噴出物がローム層として、川越キャンパス周辺の地層にも存在するため、今後も継続していく必要があると考える。

b)鉄分

各家庭において井戸の様子聞き取り調査を行った際に、No.18の家庭で井戸水を洗濯に使用した際に鉄分によって白い洗濯物が黄色くなったということを聞いた。地質を調べると図7に示すように、地下水が存在する地質が粘土混じり砂礫であることが分かった。一般にシルト・粘土、堆積岩では地層の透水性の比較的小さい場合が多いことから、地下水が帯水層中に滞留し、水酸化鉄等として地層中に存在していた鉄が還元されて Fe^{2+} として地下水中に溶出することが想定される。また、これらの地層は砂・砂礫層や火山噴出物と比較して有機物に富むことが多く、その有機物が分解する過程で酸化還元反応を起こすことによって、鉄分が多く存在する要因となっていると考えられる。

No.18は河川に近いので、上流から河川に向かって流れている地下水が、何らかの形で河川に流れずとどまっていると考え、No.18地域の地形の問題にも関連付けられる。また大昔、川越キャンパス周辺地域では刀を使った戦いが起こって、今も尚、土壌中に埋まっているという言い伝えもある。この言い伝えが現在の地下水中に存在する鉄分に関連があるかどうか、また聞き取り調査においてNo.18でのみ地下水中の鉄分を聞いたが、果たして他の地域では全くないのか、No.1・2は有機質粘土層だが鉄分の混入がないのか、更なる解明点が必要である。

3. 災害時における地下水利用の検討

過去の利用例から、阪神淡路大震災の際には、消化活動・飲料用・トイレ・洗濯等幅広い用途で使用されていたことが分かる。しかし飲用に使用するためには、水質上の問題があり、飲料用・炊事用には利用されなかった場合が多いとされる。地震直後の地下水利用の幅を広げるためには飲用としての安心な利用が課題だが、濁り等が数時間～一週間のうちに元に戻っている事例もあるため、地質との関係性等が今後の検討

に必要であると考え。

4. まとめ

キャンパス周辺の地下水は、井戸枯れすることなく、年間を通してほぼ一定の水位を読み取ることができた。地下水位の変動は各観測点によって様々である。降雨によって地表面からの涵養が増したとしても、必ずしも水位が上昇するわけではないことが表から分かる。これは、各家庭における地下水の利用量が様々であることと、地下構造に関係があると考え。地下水の揚水の更なる調査と今後の継続した観測が必要であり今後の検討課題である。

また、万一の災害時において、ある程度の量を確保することができることが分かり、生活に役立つ水としての利用価値を持っていると考える。しかし、体内に取り入れても安全な水かどうか（亜硝酸態窒素・硝酸態窒素・大腸菌等）や、味覚の指標において異常はないかどうか（塩素・硬度等）においても継続した地下水の採取・計測が必要である。

謝辞

本研究は、H.25年度東洋大学理工学部長施策研究の助成を受けて行った。また、地下水に関するデータの取得には、岸田氏を始め多くの近隣住民のご協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省 国土保全局 水門水質データベース：
<http://www1.river.go.jp/>
- 2) 埼玉県 表層地質図・ボーリング柱状図：
<http://www.pref.saitama.lg.jp/page/jibansiryohu24.html>
- 3) 厚生労働省 水質基準項目と基準値：
<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/kijun/kijunchi.html>