

雨水浸透施設設置前後における異なる帯水層の地下水位変化及び涵養効果

サンコーコンサルタント株式会社 ○徳永 貴大, 飯野 竜一, 中村 静也

1. はじめに

雨水浸透施設は治水対策として推進されるとともに、地下水涵養として機能することから、全国的に普及が進んでいる。しかしながら、浸透施設周辺の地下水位の挙動について報告された事例は極めて少ない状況である。水位の上昇は、地すべりの誘発・土地の湿地化・地下構造物の浮力や漏水量増加等の負の影響もあり、浸透施設による地下水涵養効果を正当に評価することは重要である。本稿では、地下水保全対策事業の一環として箱根町で実施されている地下水涵養実験の結果を紹介する。

2. 調査地の概要

調査地は、背後に明星ヶ岳(標高923.8m)が位置する平地(標高約500m)で、学校の駐車場(集水域: 303m²)に浸透施設及び雨量計を設置した(図-1)。また、浸透施設の下流側には、帯水層ごとに地下水観測孔を設置した(表-1)。



図-1 浸透施設及び観測孔の位置図

調査地の地質は、固結した凝灰角礫岩を主体とした狩川溶岩(Kri 層)を基盤とし、その上位に火口丘噴出物である土石流堆積物(Ycp 層)や強羅湖成層(Lk 層)が堆積し、表層は扇状地堆積物(Q 層)で覆われている(図-2)。また、現場透水試験の結果、下位の層ほど透水係数が高い傾向がみられる。なお、本文では便宜的に Q 層, Ycp 層を浅層地下水、Lk 層, Kri 層を深層地下水として表記する。

表-1 観測孔の諸元

地点名	地下水形態	井戸の諸元					地質	透水係数k (m/sec)
		地盤標高 (GH+m)	井戸径 (m)	持高 (EL) (GL+m)	深度 (GL-m)	ストレーナー設置深度 (GL-m)		
No.1-1	浅層地下水	494.10	0.50	-0.17	15.0	11.0 ~ 15.0	土石流堆積物 (Ycp)	1.36E-07
No.1-2	浅層地下水	494.08	0.50	-0.15	5.0	1.0 ~ 5.0	扇状地堆積物 (Q)	9.65E-07
No.2-1	深層地下水	494.06	0.50	-0.10	41.0	37.0 ~ 41.0	狩川溶岩 (Kri)	1.40E-05
No.2-2	深層地下水	494.06	0.50	-0.12	27.0	23.0 ~ 27.0	強羅湖成層 (Lk)	3.54E-06
No.2-3	浅層地下水	494.08	0.50	-0.18	7.0	3.0 ~ 7.0	扇状地堆積物 (Q)	1.16E-06
No.3-1	深層地下水	493.98	0.50	-0.15	40.5	37.5 ~ 40.5	狩川溶岩 (Kri)	1.99E-04
No.3-2	深層地下水	493.97	0.50	-0.12	29.0	25.0 ~ 29.0	強羅湖成層 (Lk)	1.86E-06

地質時代	地質名	記号	岩相及び分布
新第四紀	未固結層	bk	未固結の硬凝り粘性土からなりコンクリート片混じり。
	粗粒ローム	Lm	暗茶褐色で細かいスコリア片混じり。
	扇状地堆積物	Q	安山岩の新鮮な岩塊を含む玉石混じり砂礫からなる。
	箱根中央火口	Ycp	全体に固結した凝灰角礫岩と火山灰の互層からなる。
	火山丘噴出物	Lk	火山凝灰岩中にシルトと火山砂の薄層を挟むラマが見られる。
	外輪山噴出物	Mo	全体に固結した凝灰角礫岩と火山凝灰岩の互層からなる。
	溶岩	Kri	固結した凝灰角礫岩からなる。

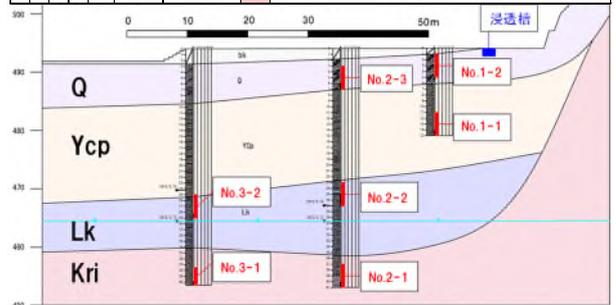


図-2 地質断面図

3. 調査内容

浸透施設設置前後の地下水位変化や浸透施設の涵養効果を把握するため、浸透水槽内及び観測孔に自記水位計を設置し連続観測を行った。観測孔は2013年4月、浸透施設は2014年10月から観測を開始している。

4. 調査結果

(1) 浅層地下水の水位変化

浅層地下水の水位は、ある程度まとまった雨が降ると上昇し、無降雨が継続すると孔底まで低下する。No.1-1, No.1-2では、浸透施設設置後に降雨に伴う湛水が頻発する傾向がみられる(図-3)。

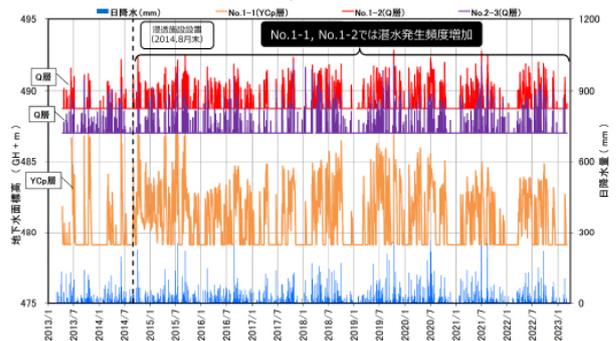


図-3 各観測孔の浅層地下水位変動図

(2) 『遅延時間』及び『水位収束時間』の変化

涵養効果をより詳細に分析するため、『遅延時間』（降雨の降り始めから、水位が反応するまでの時間差）及び『水位収束時間』（水位が上昇してから元の水位に戻るまでの時間）に着目し、設置前後の変化について検討した（図-4、表-2）。結果は下記①、②のとおりである。

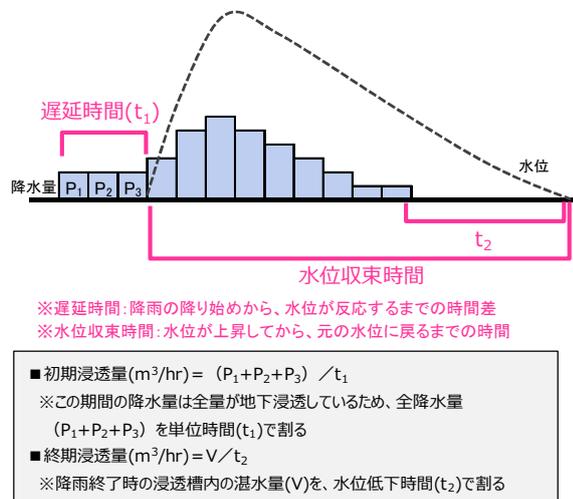


図-4 浸透量算出イメージ

①遅延時間の変化

浅層地下水では、施設設置後に遅延時間が長くなる傾向を示す。これは、降雨が浸透施設に一時的に貯留されてから地下浸透しているためと考えられる。

②水位収束時間の変化

No.1-1, No.1-2では、施設設置後に水位収束時間が長くなり、水位が長期間観測されるようになった。これは、浸透施設を設置したことで、降雨の表面流出分が施設内に貯留され徐々に浅層地下水へ浸透するためと考えられる。No.2-3では、湛水深の発生頻度も含め、設置前後で明瞭な変化はみられないことから、涵養効果が顕在化していないと考えられる。

表-2 浸透施設設置後の遅延時間、水位収束時間の変化

■浸透施設設置前後の変化(R4(2022)3月時点)

地点名	地層	湛水深	遅延時間(時間)	水位収束時間(日)
No.1-1	土石流堆積物 Ycp	増加	21.3 → 21.6	1.9 → 6.2
No.1-2	扇状地堆積物 Q	増加	8.6 → 9.9	1.8 → 3.0
No.2-3	扇状地堆積物 Q	?	3.9 → 5.4	0.7 → 0.5

※遅延時間: 降雨の降り始めから、水位が反応するまでの時間差
 ※水位収束時間: 水位が上昇してから、元の水位に戻るまでの時間

(3) 深層地下水の水位変化

深層地下水は、浅層地下水とは異なる水位変動を示し、ひと雨ごとの水位反応は不明瞭であった。そのため、タンクモデル解析により浸透施設を設置しなかった場合の水位を再現し、涵養効果の評価を行った。すると、浸透施設設置後の観測水位は、降雨から暫くの間、再現水位より高い傾向を示した（図-5）。つまり、浸透施設設置による涵養効果が顕在化したといえる。

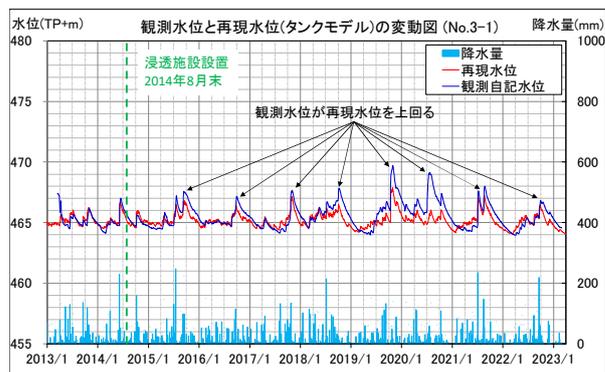


図-5 タンクモデルによる深層地下水位変動図(No.3-1)

(3) 浸透施設の浸透量

浸透水槽内の水位観測結果を基に、降雨時の浸透施設の『初期浸透量』（降雨開始～水位が発生するまでの浸透量）と『終期浸透量』（降雨終了～元の水位に回復するまでの浸透量）を試算した（図-4）。結果、浸透槽設置以降の全期間の平均浸透量は初期1.57(m³/hr)、終期0.33(m³/hr)であり、初期浸透量は終期と比べて約5倍多いと試算された。また、浸透量の経年変化をみると、年々減少しており、浸透能力が低下していると考えられる（図-6）。

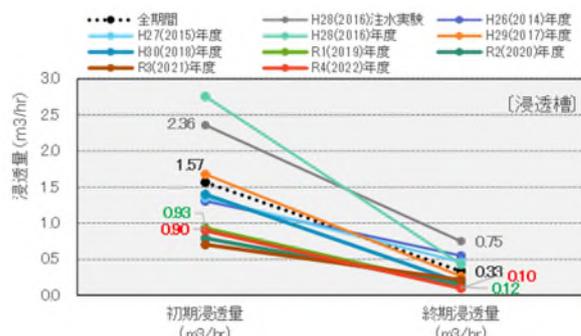


図-6 各観測孔の地下水位変動

5. まとめ

浅層地下水は、浸透施設設置前後の水位変化から涵養効果を把握し、遅延時間・水位収束時間に着目することで、涵養効果をより詳細に分析することができた。深層地下水は、タンクモデル解析で水位を再現することで、涵養効果が顕在化していると評価できた。浸透施設の浸透量に関しては、浸透能力の低下が把握され、メンテナンスや能力低下を踏まえた設置など、維持管理について予め検討する必要があることがわかった。

現在、水循環基本計画が改定され、国や地方公共団体の地下水マネジメントが推進されているとともに、事業者や国民に施策への協力が求められ、地下水利用分に応じた涵養に取り組む企業もある。しかしながら、地域によっては、地下水に関する情報やノウハウが不足していることもあり、取り組みが中々広がっていないのが現状である。本稿は地下水マネジメントや災害対策の一環として、涵養計画を立てる上での参考資料になればと考える。