

地下水・再生水を活用した地下利用に関する調査研究（その2） ～沿岸型モデルにおける地下水・再生水の利用と地中熱利用の可能性検討～

(株)大林組 正会員	三好 悟	(株)アサノ大成基礎エンジニアリング
中央開発(株) 非会員	上田 正人	非会員 藤川 富夫
(株)ダイヤコンサルタント 非会員	坂東 聡	鉄建建設(株) 正会員 ○柳 博文
日揮(株) 非会員	池田 孝夫	(一財)エンジニアリング協会 正会員 岡本 達也

1. はじめに

異常気象や大規模地震に対する防災・減災に向けた社会インフラ整備の要求が高まるとともに、地球環境保全の国際的機運もあり再生可能エネルギーへのシフトも速まりつつある。地下水や再生水の利用に関しても、規制と利用推進の両面で検討が進められている¹⁾。高度成長期にはわが国の多くの都市において、地下水の過剰揚水によって地下水位の低下ひいては地盤沈下が誘発され、社会問題となった。また、沿岸部では地下水位の低下による海水浸入の結果地下水の塩水化という問題がもたらされている。これらの問題の対策として揚水の規制が行われ、急速な地下水位低下の問題は沈静化しつつあるが、この結果、都市域などでは地下水位の上昇による構造物への過剰な浮力の発生などの新たな問題を逆に誘発した場合もある。余剰地下水の対策として、汲み上げにより河川に放流し水質改善に寄与している例が見られる。さらに、低炭素社会実現に向けた取り組みとして、帯水層を熱源として利用する地中熱利用技術の適用が拡大しつつある。都市域では、打ち水などのヒートアイランド対策に地下水を利用する事例なども見られる。

上記のような社会的背景を鑑み、筆者らは、地下水・再生水の適正な利用の促進を目的に、地表水と地下水環境の現状、地下水・再生水を活用した事例、および、制度面など社会的動向を調査し、さらに、想定したモデル都市において地下水・再生水および地中熱の利用施設の地域的導入とその効果に関するケーススタディを実施した²⁾。モデル都市として、河川の上・中流域を想定した内陸型モデルと下流域を想定した沿岸型モデルの2つを設定した²⁾。ここでは沿岸型モデル都市の概要と検討結果を示すとともに、内陸型モデルでの検討結果³⁾と合わせ、両者の比較評価を行い、今後さらに検討が必要な課題について述べる。

2. 沿岸型モデル都市の概要

沿岸型のモデル都市としてわが国の東北地方太平洋沿岸地域の中規模都市を想定したモデルを設定した²⁾。地形は、古・中生代の海成堆積岩からなるなだらかな山地が卓越する東側と、市内を南下する河川により形成された第四紀の沖積平野が卓越する西側に大きく分けられる。河川の両岸には自然堤防が発達して後背湿地を形成している。第四系は層厚数十mの砂泥互層からなり、不圧の帯水層Aおよび2層の被圧帯水層B、Cを形成している。深部には層厚数百mの新第三系の砂岩・礫岩により被圧帯水層Dを形成している。この都市は海洋性の気候で平年の降水量は年間1,060mm、年平均気温は11.6℃とやや冷涼である。

平野部の農業地域では主に帯水層Aから揚水している。採水深はせいぜい地下10m程度である。また、臨海部の工業地帯では、かつて帯水層A、B、Cから著しい揚水が行われた地域があり、それら地域では地下水位低下が生じ地盤沈下や塩水化をもたらした。これらの影響は現存している。

社会背景として、人口は近年減少中で、農地が減少し、宅地や都市域が増加している。平成23年3月11日に発生した東北大震災により、津波の被害を受けた。臨海部では浸水被害を受け、地震の影響により広範囲に沈降した地域が見られる。また、津波は市中心部の河川を遡上し、その後背湿地にも浸水の被害が及んだ。

3. 検討方法

上記の地理、地質、気象、および、社会背景上の特徴から、当該モデル都市の水利用に関する課題をまとめ

キーワード 地下水, 再生水, 地中熱, 治水, 再生可能エネルギー, 水循環

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 株式会社大林組 技術研究所 Phone: 042-495-1014

ると次のようである。(1)臨海部工業地帯や農地における地下水の過剰揚水による地盤沈下および塩水化。(2)渇水による農業用水不足。(3)上流域の森林面積減少による地下水涵養機能や雨水貯留機能の低下に伴う都市型水害。(4)災害時あるいは災害に伴うエネルギー需給の逼迫。

水循環・水環境の健全化を念頭に上記課題を解決するため、地下水・再生水および地中熱の利用施設をモデル都市に効率的に配置することを検討した。また、それら施設の水循環・水環境への影響について検討した。

4. 検討結果

検討結果としての施設配置を図-1に示す。

モデル地域の北部に比較的高標高に形成された扇状地があり、豊富な湧水が利用可能である。津波等の災害対策の観点から計画されている高台への宅地移転や、防災拠点整備を見据えた貯留槽や井戸を設置する。

上流域の平野部は主に農業用地として利用されるので、農業用の浅井戸、ハウス栽培用の地中熱利用施設を配置する。高速道路付近には工業団地を設置し、帯水層 D を利した深井戸を工業用水源として利用する。

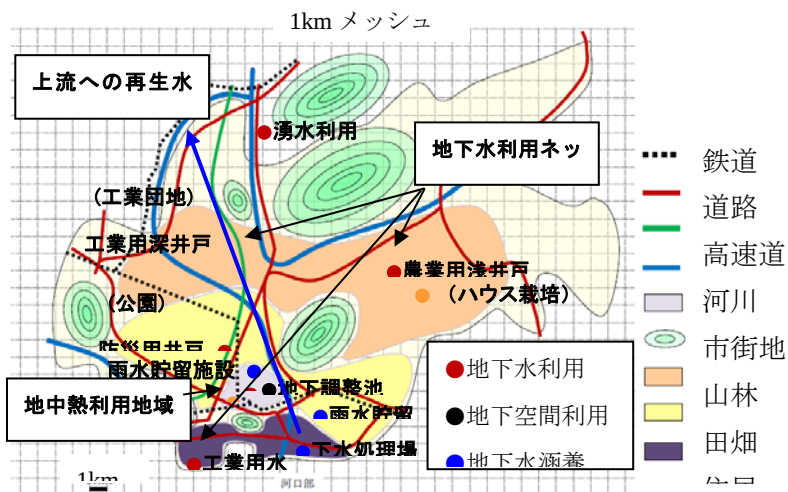


図-1 沿岸型モデル都市の施設配置イメージ

下流域の平野部は住居、公園、商業地などのエリアであり、災害用井戸、雨水貯留施設を設けるほか、地域冷暖房などの一体管理型地中熱利用施設、大規模な地下排水トンネルなどを配置する。

臨海部は、港湾のほか、工業や水産加工業などの産業エリアとして利用されるため、工業用深井戸を設置して工業用水源として利用する。この地域では帯水層 A, B, C は涵養量と利用量が逼迫し、一部では今なお地盤沈下・塩水化といった地下水障害が見られるので、取水量に余裕がある帯水層 D への水源移行を徐々に行うとともに、市内各地の井戸と地下配管などによるネットワークを構築し取水量の管理・調整を行う。また、下水処理施設を配置し、再生水の一部を上流に送水し涵養や環境浄化に利用するための施設を設置する。

5. 考察とまとめ

内陸型モデルと沿岸型モデルの条件の主な相違点を表-1に示す。

気象条件の相違により、沿岸型モデルでは地中熱源の利用先としてハウス栽培が挙げられている点で特徴的である。地下水涵養量の点で、沿岸型では、豊富と言えない表層の帯水層に利用が集中し、農地の水不足や臨海部の地下水障

表-1 内陸および沿岸型モデルにおける条件の主な相違点

	内陸型	沿岸型
気象条件	寒暖差の大きい内陸盆地型	海洋型、やや冷涼
地下水涵養状況	貯存量豊富な浅層・深層の帯水層	浅層は貯存量少なく、深層は豊富
涵養と利水の課題	被覆の増加に伴い涵養域の減少	地下水位低下による地盤沈下と塩水化
想定自然災害	内水氾濫	津波、高潮

害が生じており、深層の帯水層への水源移行、地下管路の設置によるネットワーク化と再生水による涵養を提案した。また、両者に共通な施設として、氾濫時の減災などの観点から、地下貯留施設の設置も提案した。

今後は、地域社会復興や活性化への貢献を考慮し、非常時における防災・減災への地下水・地下空間利用と、再生可能エネルギーとして地熱・地中熱利用を含めたスマートシティ構築に関する調査研究を実施予定である。なお、本研究は財団法人 JKA による競輪の補助金を受けて一般財団法人エンジニアリング協会で実施した。

文献

- 1) 国土交通省 (2011) : 平成 23 年版 日本の水資源 一気候変動に適應するための取組み一
- 2) 一般財団法人エンジニアリング協会地下開発利用研究センター (2012) : 平成 23 年度地下水・再生水利活用の地下空間利用に関する調査報告書
- 3) 稲葉ほか (2012) : 地下水・再生水を活用した地下利用に関する調査研究 (その 1) ～内陸型モデルにおける地下水・再生水の利用と地中熱利用の可能性検討～, 第 67 回土木学会年次学術講演会発表予稿集