

東京 -TOKYO-

都市としての東京

日本の首都となった1868年から発展を続け、20世紀初頭は200万人だった都市人口は、21世紀初頭までにおよそ1,300万人の大都市へと成長しました。

工業化によって大量の労働者が職を求めて流入してきたことが、急速な人口増加の一因です。いまでは、世界最大規模の国際都市となっており、限られた土地を有効に利用するために、地下鉄網の開発や高層ビルの建設など、土地空間が立体的に利用されています。

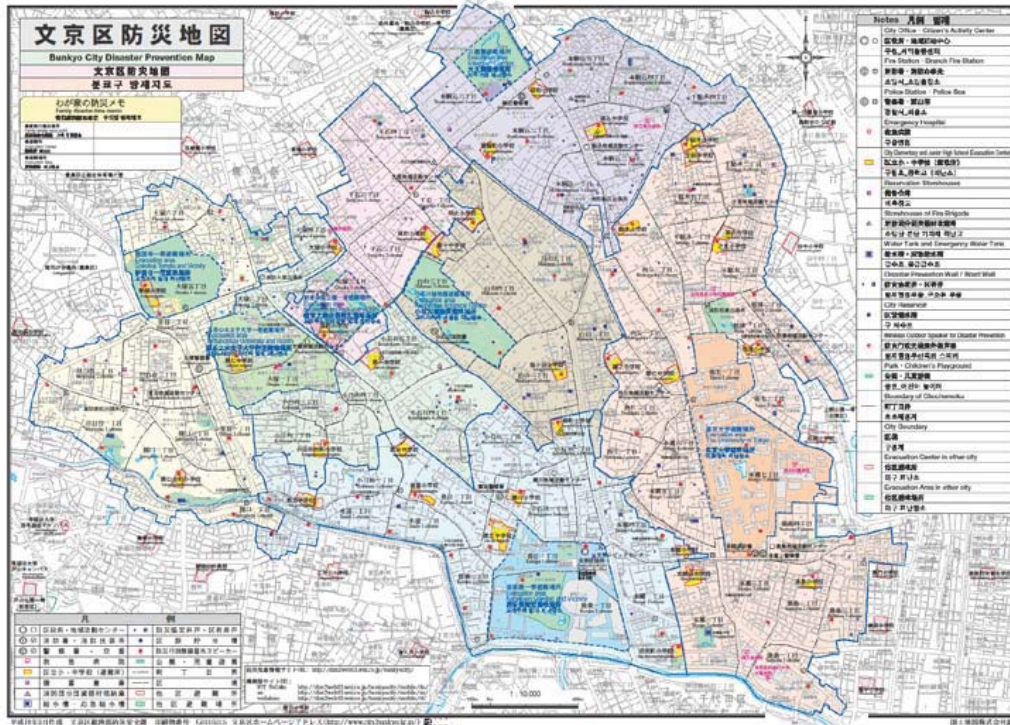


歴史的資料から復元した井戸の分布と人間生活

谷口 智雅(立正大学)



都市における地下水利用の変化を理解するため、井戸分布利用を史料および地図、現地調査による景観・水利用・土地利用の把握から行った。さらに、都市における人間活動に関わる「水」は、人為的な影響を非常に受けて変化していることから、地下水環境と人間活動との関わりおよびその変化についても検討した。なお、地図については、図式には井戸記号がある明治20年に出版された「1/5000東京図測量原図」を用いた。



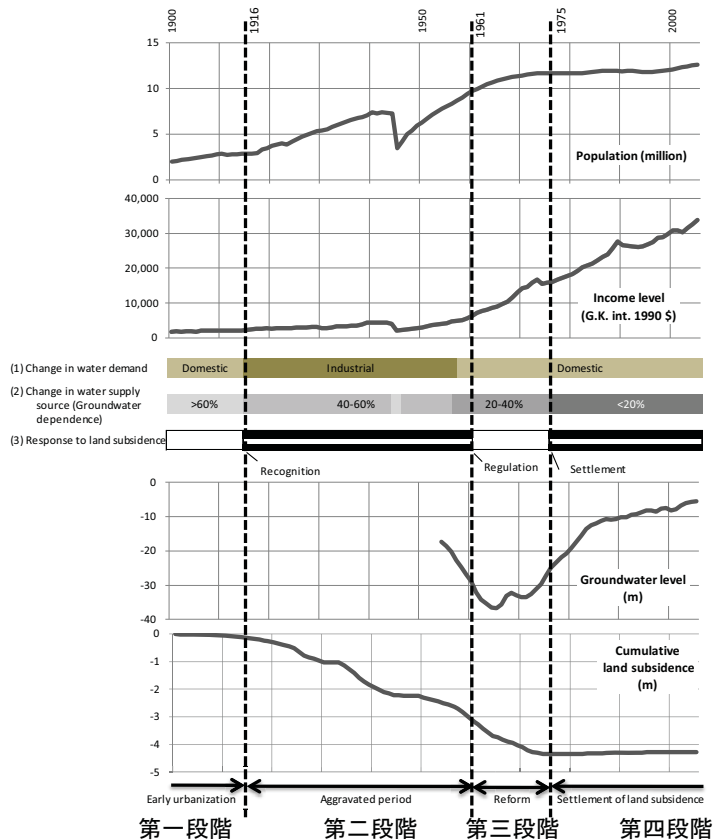
20世紀初頭には井戸は約45,000とも言われ、多くの井戸が生活用水の水源として住宅地に存在し、低地・台地、旧河道等地形的な自然的な条件より、住宅密集地・屋敷の敷地内に分布する特徴がある。また、現在でも名井と呼ばれる井戸があり、井戸を単なる水を得るためのものだけでなく、名跡として取り扱われている。生活用水水源は近代水道に変化し、水道の発達と住宅事情等から各家庭や住宅地域に存在する井戸は少なくなったが、現在でも寺社を中心に多くの開放井戸や打ち抜きの手動ポンプ井戸が残っている。さらに、緊急用の防災井戸が維持・整備されている。



Tomomasa TANIGUCHI, The restoration of historical hydro-environment from historical materials and topographical maps in Tokyo, Japan. Taniguchi M. et al eds. *From Headwaters to the Ocean: Hydrological Change and Watershed Management*, Taylor & Francis, 565-569.

東京を事例とした都市化と地盤沈下: 長期指標を用いた発展段階アプローチ

豊田知世(国際協力機構 研究所)・金子 慎治(広島大学)



都市が発展する過程において、同じような環境問題が繰り返し発生している。そこで、東京を参考に、都市の発展と水の使い方、および地盤沈下との関係をDPSIRフレームワーク*に基づき整理し、発展段階ごとの特徴についてまとめた。分析対象期間は、1900年-2005年である。

左は東京の都市化と地盤沈下の因果関係をDPSIRフレームワークによって、4つの段階に分類した図である。それぞれの段階の特徴は、1) 第一段階: 都市化初期(1900-1916)、2) 第二段階: 地盤沈下が認識されるも、有効な対策が講じられず、深刻化する段階。工業化が進行する(1916-1960)、3) 第三段階: 地下水揚水規制などの地盤沈下対策が実施され、地下水位が回復を始める段階(1961-1974)、4) 第四段階: 地盤沈下問題が解決する段階(1975-)である。

東京は現在第四段階にある。地下水位は回復しており、地盤沈下問題はほぼ解決している。一方で、地下水位の上昇に伴って、地下鉄などの地下建造物が浮上する問題が生じている。

(* DPSIRフレームワークとは、対処とする因果構造を大きくD:Driving Forces (駆動力)、P:Pressure (圧力)、S:State (状態)、I:Impacts (影響)、R:Responses (対応)という5つの項目に分け、自然環境システムと社会経済システムを問わず対象とする問題の因果構造を説明する指標を選定し、その計測を通じて、因果構造を把握しようとするものである。

Karen Ann B. Jago-on and Shinji Kaneko (2008) "Long-term urban growth and water demand in Asian mega-cities" From *Headwaters to the Ocean, Hydrological Changes and Watershed Management*, pp.483-489.

Karen Ann B. Jago-on, Shinji Kaneko, Ryo Fujikura, Akimasa Fujiwara, Tsuyoshi Imai, Toru Matsumoto, Junyi Zhang, Hiroki Tanikawa, Katsuya Tanaka, Backjin Lee, Makoto Taniguchi. "Urbanization and subsurface environmental issues: An attempt at DPSIR model application in Asian cities." *Science of the Total Environment*, vol.407, pp.3089-3104.

Kaneko, S. and T. Toyota(2011) "Long-term urbanization and land subsidence in Asian megacities: An indicators system approach", *Groundwater and Subsurface Environment*, Springer.(in press)

金子慎治・豊田知世(2010)「都市の経済発展と地盤沈下」、谷口真人編『アジアの地下環境』、学報社、37-65

東京の地下水

第二次世界大戦をはさんだ前後に、急速に工業化が進みました。工場で使用する水を地下からくみ上げて利用していたころ、著しく地下水位が低下し、地盤沈下が発生しました。そこで地下水のくみ上げを禁止する法律や、工業用水道を整備することで、地下水のくみ上げを抑制したところ、地下水位は回復し、地盤沈下は沈静化しました。

その一方で、地下水位が低下していた時期に建てられた地下建造物が浮き上がる、新たな「地下水問題」に直面しており、賢い地下水有効利用策が求められています。



地下水環境に与える 人間活動と都市化の影響

林 武司(秋田大学)・徳永朋祥(東京大学)

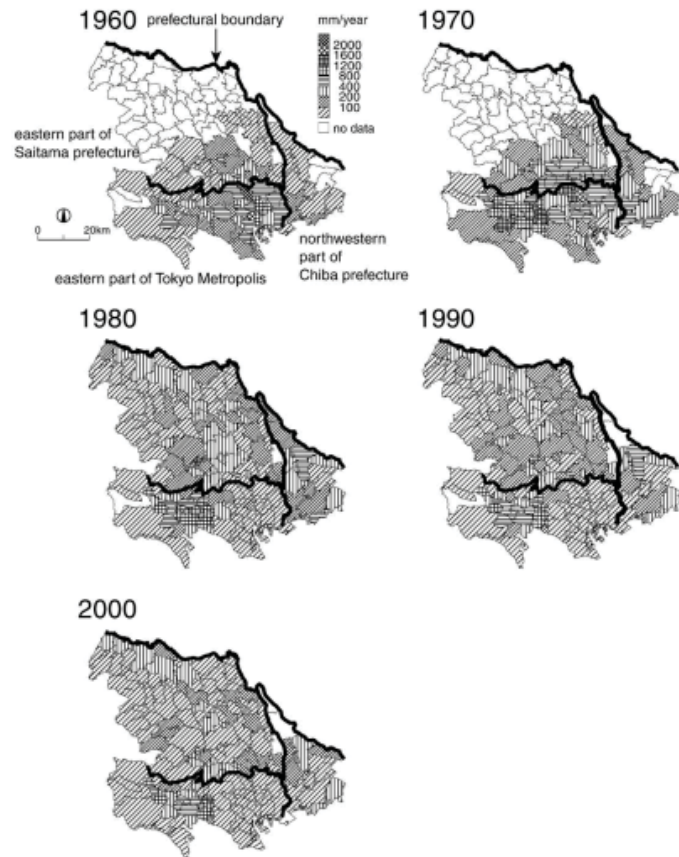


図1 各行政区における地下水揚水割合の経年変化(1960~2000年) (Hayashi et al. 2007より転載)

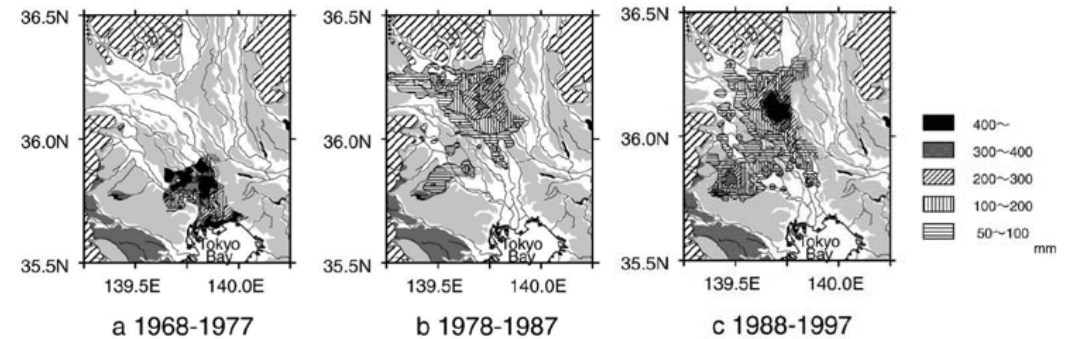


図2 地盤沈下量の積算値の経年変化 (Hayashi et al. 2007より転載)

関東地方において、初めて地下水供給用の井戸が作られたのは1913年といわれている。その後、大量の井戸が次々と設置され、東京湾の周辺を中心に大量の地下水が揚水された。揚水量は経済成長の著しい1950~1960年代に飛躍的に増加したことが判明した。地下水揚水が活発に行われている地域は年代により異なっており、これが地盤沈下量の分布の経年変化からも明確に読み取れる結果となった。

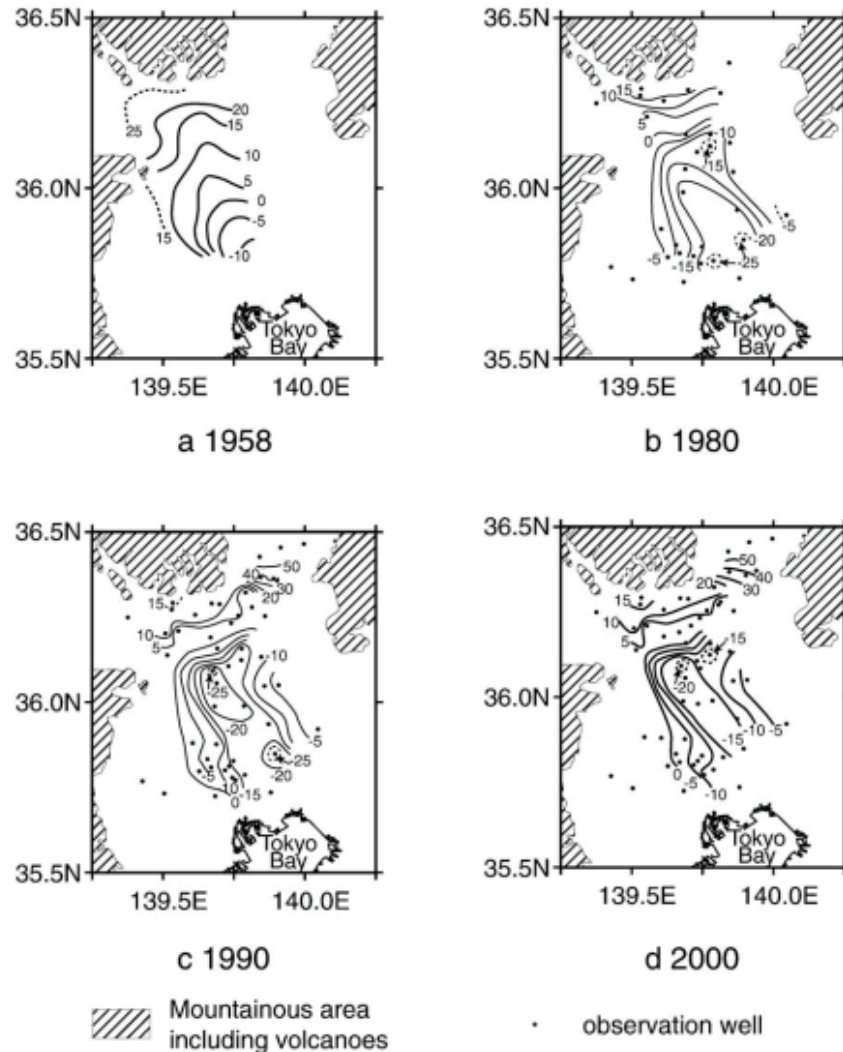


図3 深層地下水における平面ポテンシャルの経年変化
(Hayashi et al. 2007より転載)

高度経済成長期以降の地下水過剰揚水により、地下水頭的大幅な低下がみられるようになり、これが地盤沈下を引き起こした。

さらに、東東京において、いくつかの被圧帯水層が不圧帯水層へと変わってしまったことにより、酸欠空気による事故が発生するという事態にも見舞われた。

地下水揚水規制により、地下水頭は上昇へと転じたものの、このことがむしろ地下構造物の浮き上がりといった新たな地下水災害を引き起こしている。

地下水涵養量の 長期変化シミュレーション

愛知正温(東京大学)・徳永朋祥(東京大学)

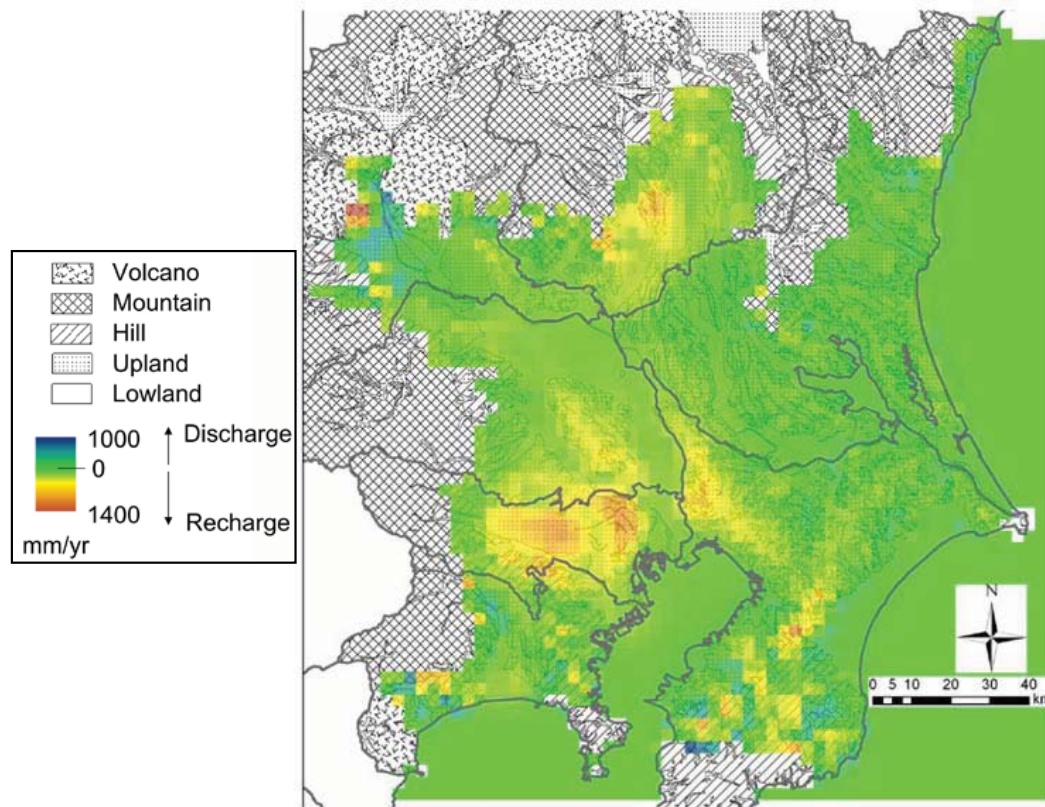


図1 シミュレーションによる地下水涵養量の分布(1970年)
(Aichi et al., 2008より転載)

関東地方における地下水涵養量の経年変化を、3次元の広域地下水シミュレーションにより明らかにした。地下水涵養量の多い地域は次第に、平野内陸部へと移動していくことが判明した。過剰揚水に伴う水頭低下により、自然涵養を上回る強制的な涵養が発生しており、水頭低下域の移動とともに、涵養域も変遷していった様子を明確に見出すことができた。

東京の地下熱環境

過去 100 年間で都心の気温が約 3℃上昇し、その影響を受けて地下の温度も上昇しています。通常、地下の温度は深いほど高くなりますが、東京の地下においては、深さ 100m程度までは温度が低下する、という逆転現象が見られます。地上のヒートアイランドに対応し、「地下のヒートアイランド」が生じているのです。



東京首都圏における地下熱環境の変化

宮越昭暢(産業技術総合研究所)・濱元栄起(埼玉県環境科学国際センター)

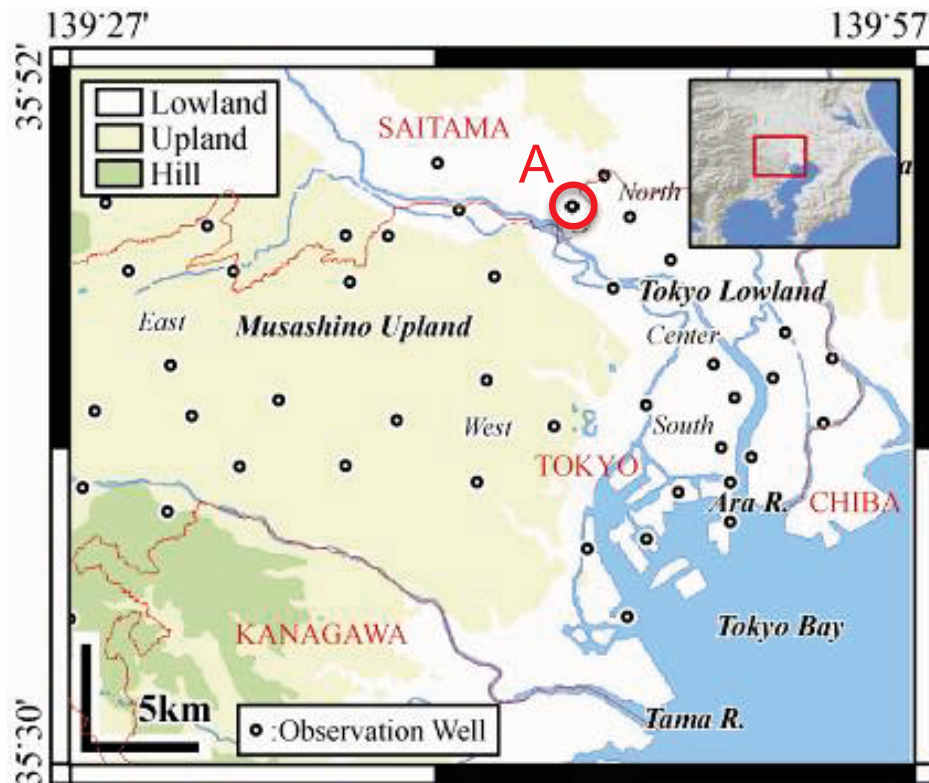


図1. 研究対象地域および観測井位置図

研究目的: 東京首都圏において人間活動に伴う地下熱環境変化を評価する

調査方法: 地盤沈下・地下水位観測井(図1)において地下温度プロファイルの測定を2000年以降複数回実施して、3次元地下温度分布とその経年変化を把握した。また、埼玉県内4地点において、2007年以降、長期モニタリングを実施し、地下温度の微細な変化を把握した。(Miyakoshi et al., 2008, 2009)



図2 深度50mにおける地下温度分布と土地利用(細密情報(国土地院,1994)より作成)

結果:

地下温度分布(図2)から高温域と低温域の分布に地域性が認められた。高温域は武蔵野台地東部から東京低地にかけて分布しており、土地利用と比較すると、都市域と一致する。郊外の台地西部とは明確な温度差が認められ、東京周辺地域では地下環境にもヒートアイランドが形成されていることが示唆された。

また、観測井A(図1)における地下温度プロファイルの変化(図3a)から深度30mで2000~2008年に0.2 Kの温度上昇が認められた。一方、長期モニタリング結果(図3b)から2007~2008年で0.025 K/年の継続的な温度上昇が認められた。これらの観測結果は、都心における浅部地下温度は現在も上昇傾向にあることを示しており、人間活動の影響によって形成された都心周辺地下の高温域が拡張している可能性が示された。

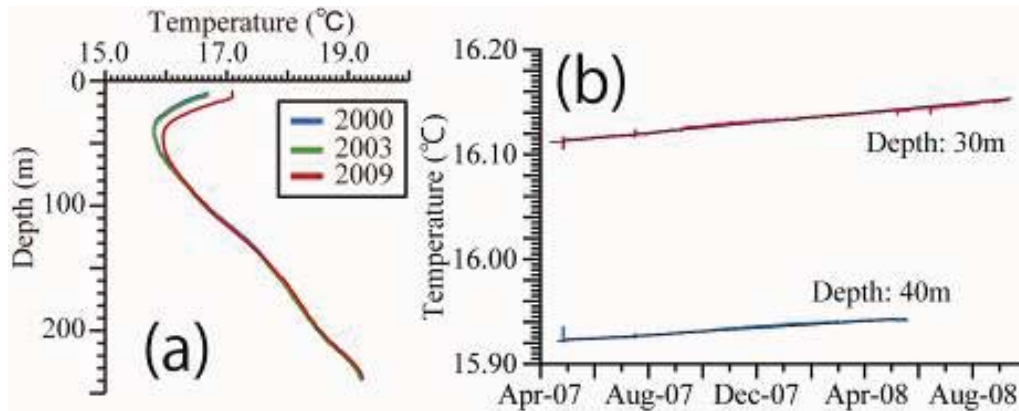


図3 (a) A井における地下温度プロファイルの比較, (b) 長期モニタリング結果.

Miyakoshi et al. (2008) Evaluation of change in subsurface thermal environment due to groundwater flow in the Tokyo Lowland, Japan, International Journal of Earth Science, 97:401-411.

Miyakoshi et al. (2009) Subsurface thermal environment change due to artificial effects in the Tokyo metropolitan area, Japan. From Headwaters to the Ocean (Taniguchi et al, eds.), Taylor & Francis, London, 547-552

東京の地下水汚染

ほぼ大阪と同じ傾向です。

