

CS-43

地下空間の湧水の制御と水資源としての利用

九州大学 正会員 江崎 哲郎

九州大学 正会員 蔣 宇静

九州大学 周 国云

1. 地下空間開発と地下水

多くの地下空間は空間そのものを利用するために建設される。これらの施設では、その空間内への湧水、漏水があり、空間の維持をはかるために排水施設を設け地表に常時排水を行っている。また、これらの建設にあたっての地下水の低下は周辺環境に影響を及ぼすので、工事中の湧水防止が積極的に行われ、完成後も漏水対策が図られるようになり、例えば地下鉄の最近の漏水は1オード以上減少している（図-1）。その結果、大都市では、開発による地下水位低下が抑制され、最近ではむしろ地下水位は回復し、東京、大阪では水位上昇による障害すら発生してきているのが現状であり、この地下水をどのように安定に制御するかが今後の課題である。

他方、近年都市への人口集中、一人当たりの消費量の増加、地下水などの取水制限などの理由から、大都市圏のみならず各地方地域において、上水道、工業用水、農業用水、水産のための用水などの需要が増加している。さらに渇水による水不足が深刻な問題となっており、新たな水源の確保が急務となっている。しかるに、沖積平野では従来から地下水採取による地盤沈下が問題となっている。最近では鎮静化されたといわれているものの、なお、農業用水など地下水への依存度は高く、佐賀筑後平野、濃尾平野などではこの問題が解決していない。そこで、現在ほとんどが河川等に放流されている地下空間の湧水を新しい水資源としての活用することに注目する。

2. 水資源としての期待

図-2に鉄道トンネルの恒常湧水量の調査結果を示す。この結果、全体の60%のトンネルに多量の湧水があり、14%のトンネルは1km当り1t/分以上である。最近の地下開発は、大規模長大化、深部化の傾向にあるので、湧水量は今後増加すると推定され、少なくとも各施設毎にローカルな水資源として期待できる。この水資源としての特徴は、

(1) 天候に左右されず安定した水量が確保できる。経年的枯渇も少ない、(2) 一般に深部ほど水質も良好となる、(3) 湧水を集める方

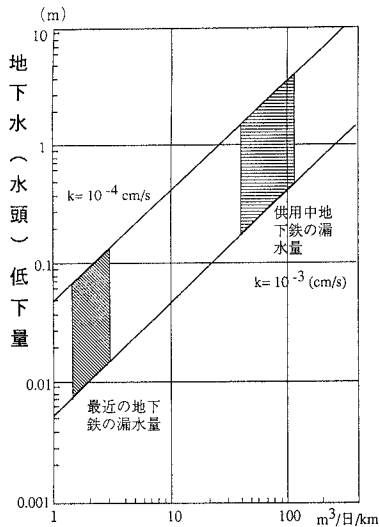


図-1 地下鉄の漏水量

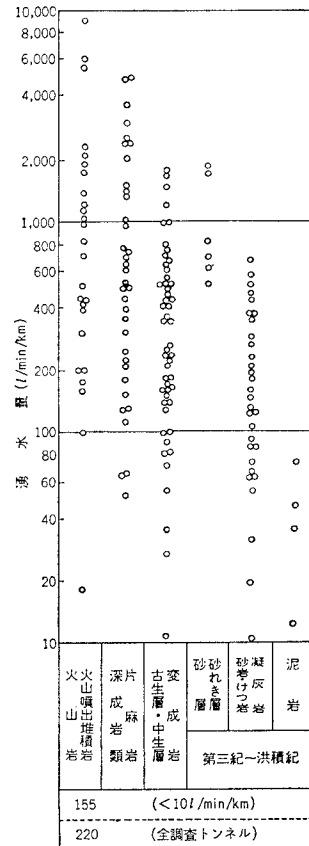


図-2 恒常湧水量(石井による)

式なので井戸揚水と異なり水位低下が問題とならない，(4) 水収支が明確となれば漏水量を調節して適正な地下水制御を行える見通しもある，などであろう。

3. ケーススタディ，海底採掘を行っている福岡県三池炭坑の湧水の検討

(1) 現状 現在の湧水量は，海底である三川四山地区（大牟田市三池港）65t/分，有明地区

（高田町）20t/分，陸上地区（大牟田市内）6t/分である．このうち，陸上地区は地元の農業用水等として既に利用している．したがって，毎分85t，日量約12万t程度が水資源として利用可能である．この海底部からの湧水は，降雨による影響がほとんどなく，経年的変化もない．

湧水の水質は，濁度がやや高いので沈殿池を設けているが，そのまま河川に放流するに支障のない程度の水質である．塩分は約1,100～1,800ppmしかなく，海水（約2万ppm）と比べて格段に少ない．

一般に炭坑湧水は水質が悪いというイメージがあり，実際閉山後に湧出している水にはpHが低く強酸性を示したり，鉄分， SO_4 などが多く含まれることがある（西田ほか，1986）．しかしながら，三池炭鉱の湧水は，塩分を除けば水道水としても利用可能な水質である．

(2) 水資源としての利用可能性 図-3に三池炭鉱の展開状況の見取図を示す．炭坑は有明海海底に展開しており，維持されている坑道は平均深さ400m，総延長250kmが約40km²の範囲に存在する．湧水はその空間より浸出してくる浸透水である．この水は，坑道内各レベルで集水ピットで集められ地表に排水される．現在，最深部の水位は-520mレベルであり常時汲み上げられている．地下湧水は，他の水源と混合しないとすれば，上水道利用のためには塩分を除去するための逆浸透膜法による淡水化プラントが必要である．逆浸透膜法を利用した淡水化プラントの建設コストは，水源の塩分濃度，施設規模に大きく影響される．三池炭鉱の湧水は，塩分濃度が海水に比べ低いため，建設コストも格段に安くて済む．

(3) 水資源開発の効果 ①将来，炭鉱が閉山して排水されなくなれば，地下水位が上昇し，坑口より湧水するなどの鉱害問題を回避できる．②水質の悪い水というイメージがあるが，長崎県松浦郡などでは，そのまま利用して水道事業も行われている実績がある．③佐賀筑後平野は農業の盛んなところである．佐賀白石平野では平成5年の渇水期に最大18cmも沈下した．佐賀県が公表したデータによれば，年間最大20～40mmの沈下を生じており，地下水の取水制限および代替水源の確保が急がれている．この水資源の開発は代替水源となり得る量が期待できるし，地盤沈下を回避できる（Esaki, et al, 1995）．④炭鉱は，この事業と共存できる．この事業が推進されると有明海海底に賦存する莫大な石炭資源を将来開発できる可能性を残しておくことになり，炭鉱の延命も期待できる．また，地下揚水発電など将来残存地下空間の有効利用が可能となる（江崎ほか，1995）．⑤同等の水資源を確保するとすれば，新規ダム等，開発に要する時間と費用は莫大なものと考えられる．また，新規立地は立地，自然破壊の問題もある．この地下水利用が行われれば，環境面でも，閉山後の荒廃の防止と新規地点の開発の抑制という二重の効果がある．

参考文献：1)石井ほか；全国主要鉄道トンネルの恒常湧水実態調査，鉄研報告，施383 2)西田ほか；旧産炭地における古洞水の枯渇，土と基礎34-11，45-50（1986） 3)江崎ほか；地下空間利用シンポジウム1995，17-24（1995） 4)Esaki, et al；Analytical system assisting underground development with prediction and confinement of changes in the subterranean environment, Land Subsidence IAHS Pub No.234, 287-294（1995）

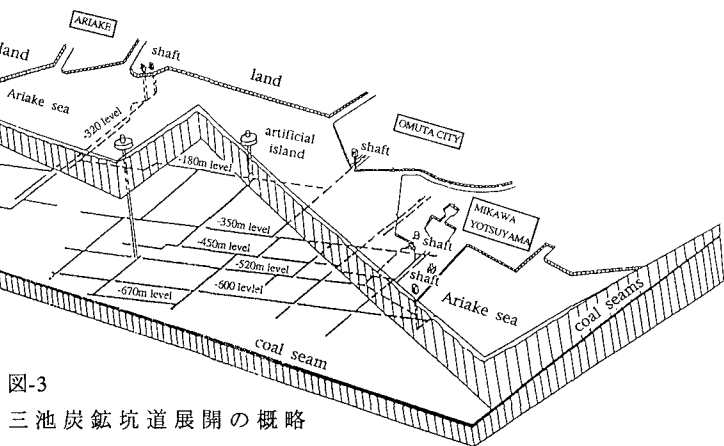


図-3 三池炭鉱坑道展開の概略