

淡水資源の危機

—地下水の現状と今後の課題—

陳 平 (チン ヘイ)

神田外語大学外国語学部国際コミュニケーション学科 (中国)

1 はじめに

生命を維持するために、水はなくてははいけない。水の惑星と呼ばれている地球に生きている我々が使用可能な水はわずか2.53%¹の淡水²である。その2.53%は、ほぼ我々の足元に流れている地下水なのである。生活用水、農業用水、工業用水などはそのわずかししか占めていない地下水に依存している。産業革命以来、急速な工業化に伴い、地下水への需要も高まってきた。一方、農業用水の浪費、生活用水の浪費は地下水の枯渇につながっている。また、人口の増加、人間活動の規模拡大、地球の温暖化の深刻化など、さまざまな影響を地下水に与えてきた。

本論文では、世界の地下水への依存の状況、過剰な取水による地盤の沈下、地下水汚染問題について、関連する文献や資料などを参考に述べる。そして、それらの問題への対策を提言する。最後に、地球に生きている我々は水を持続可能に利用する意識を持つべきことを喚起する。

2 地下水の利用状況

2.1 地下水の定義

本節では世界の地下水の使用状況を述べる。本題に入る前に、地下水の定義をしなければいけない。残念ながら、日本の地下水学会は地下水の定義をまとめていない。本稿は守田優 (2012) のまとめた定義を引用する。

地下水は文字通り地下に存在する水である。地下水は大きく裂隙水^{わひん}と地層水に分けられる。裂隙水^{わひん}は岩石に割り目や空洞などに存在する水である。地層水はまだ岩石になって

¹ 国土交通省・国際的な水資源の問題への対応 HP より 地球上の水の量海水など 97.47%、淡水 2.53% (氷河など 1.76%、地下水 0.76%、河川、湖沼など 0.01%)

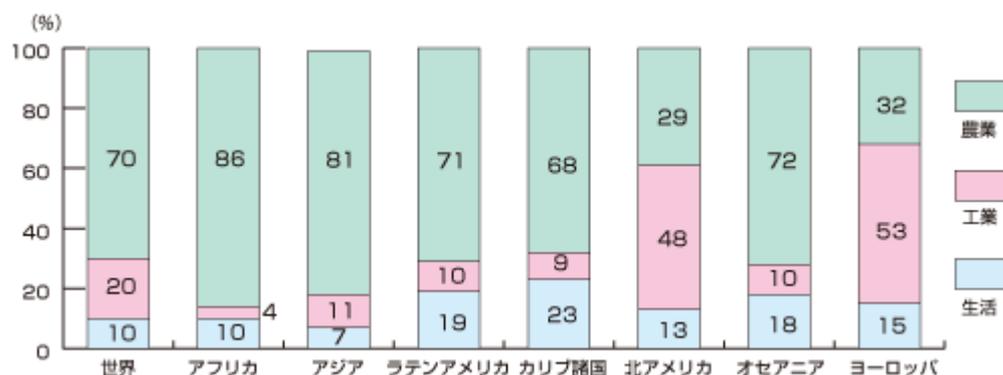
² コトバンクより 塩分濃度のきわめて低い水。普通の河川水・湖沼水・地下水など。

いない地層のり粒子間、つまり砂や粘土など空隙を満水である。(守田優 2012)

裂隙³水の例をあげると、トンネル工事の時、大量に噴出した水である。地下水を説明すれば、帯水層³と通気帯⁴などを説明しなければならない。地下水の形成過程はさまざまなので、大部分は雨、雪などの降水が地面にしみこんだ結果のものである。地球温暖化による世界各地の降水量の変化は地下水に影響する。気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の予測などでは、地球温暖化すると、現在雨が多い場所ではさらに降水量が多くなり、少ないところではさらに少なくなるとされている。2007 年の IPCC の報告書ではドイツの研究グループが地球レベルでの温暖化と地下水の涵養量⁵の変化に関する研究結果を提示して、温暖化によって世界の地下水の状況が大きく変化する可能性を指摘した⁶。

2.2 地下水の利用状況

世界の地下水に依存する状況については、図 2.2-1、図 2.2-2 を挙げて、述べる。



資料: FAO.2006.AQUASTAT DATABASE より

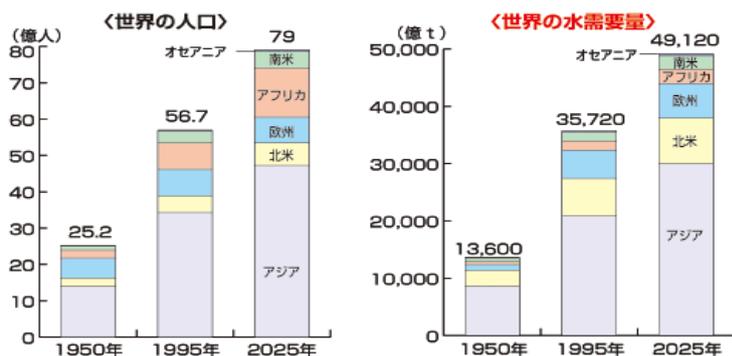
図 2.2-1 世界の水資源の使用状況 (2001 年)

³ 日本地下水学会 HP より 「帯水層とは、地下水で満たされた砂層等の透水性が比較的良い地層であり、一般には地下水取水の対象となり得る地層のことです。また、帯水層は地下水が流れる経路にもなることから、地下水汚染の拡がりを調べる上でも重要です。」

⁴ 『地下水の科学』 日本地下水学会・井田徹治 講談社 2012 P. 79 「地中で地下水によって満たされている部分を「飽和帯」という、それ以外の部分は空気で満たされているので「不飽和帯」あるいは「通気帯」と呼ばれている。」

⁵ 八千代市公式ホームページより 「地下水涵養とは、地表の水 (降水や河川水) が地下帯水層に極めて緩慢に浸透して地下水となることを言います。」

⁶ 『地下水の科学』 日本地下水学会・井田徹治 講談社 2012 P. 225~226



＜1995年と2025年の用途別内訳＞

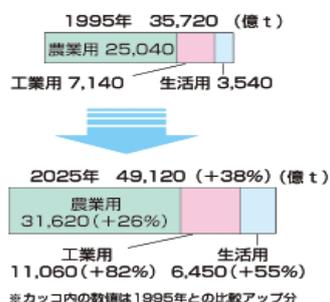


図 2.2-2 世界の人口と水需要の将来の見通し

資料：総務省統計局「世界の統計」、農林水産省「我が国の食料自給率 2003 年度食料自給レポート」(I.A.Shiklomanov「Assessment of Water Resources and Water Availability in the World」より)、国土交通省「平成 19 年版日本の水資源」ほかより

図 2.2-1 での示すように、世界の水資源は約 7 割が農業用水であることはわかった。図 2.2-2 から見ると、アジアの人口の増加に伴い、水需要も増大する見通しとなっている。人口の増加につれて、食糧需要が増加する。要するに農業水への需要も増加する。農業の生産量を上げるため、灌漑用水が必要となってくる。農業用水としては、河川水、湖沼などの淡水の利用は難しく、取水施設を設置する費用、水利権⁷、水温は問題である。夏の場合、河川水、湖沼水などの温度は高いので、農産物に対しては適切ではない。また、食糧生産と同じく人間の生活用水中の飲料水への需要も増加しつつあると予測する。UNEP⁸によると、アジアの人口は地下水に依存する人の割合は約 32%、ヨーロッパ 75%、中南米は 29%、アメリカ合衆国は 51%、オーストラリアは 15%である (2025 年時点)⁹。

⁷ 国土交通省より 「水利権とは、特定の目的（水力発電、灌漑、水道など）のために、その目的を達成するのに必要な限度において、流水排他的・継続的に使用する権利のこと」

⁸ UNEP 《United Nations Environment Programme》国連環境計画。

⁹ 『地下水の科学』 日本地下水学会・井田徹治 2012 講談社 P.216 図 8-1 より

発展途上国であれ、先進国であれ、地下水は飲用水源として不可欠である。

工業水においては、海水の利用は可能であるが、水質と水温などの要因により、使用する場面も限られている。その上、海水には塩分があり、微量の金属なども含まれているので大量に使用することは難しい。それに対して地下水は、水質と水温も一定であり、自分が所有権をもっている土地でポンプを設置すれば、簡単に大量な水を得られる。費用も安い。例を挙げると、日本の場合は、民法第 207 条土地の所有権に水源の範囲も明記している。「土地所有権は、法令の制限内において、その土地の上下に及ぶ。」要するに、自分が所有している土地では、自由に地下水を取ることができる。水利権という壁もない。私的なものと認められている。

3. 過剰な取水により、生じる問題

3.1 地盤の沈下

過剰な地下水を利用することによって起きた問題は地盤沈下¹⁰である。アメリカのカリフォルニア州中部、地下水を大量くみ上げによって、広い範囲に地盤が沈下している (National Geographic 日本版)。中国の北京でも地盤沈下が進み、最も被害が多い地区は年間 11 センチ沈下している。特に北京の地盤沈下は急速に進んでいる (CNN)。日本は高度経済成長期 (昭和 30 年代~40 年代) に地盤沈下はピークに達した。昭和 43 年に江戸川区葛西の年間沈下量は 23.89 センチと記録された (東京都環境局 平成 23)。いずれにせよ、過剰な取水が主な原因となる。地盤沈下による、建物の傾斜、ひび割れ、道路の凸凹など我々の日常生活に影響を与えた。

3.2 地下水の汚染

過剰な揚水と並ぶ、地下水を脅かすもうひとつの要因が地下水の汚染である。環境省によると、汚染の原因となる物質は主として、揮発性有機化合物、重金属、硝酸性酸素及び亜硝酸性酸素がある。一旦汚染されると、浄化することは難しい。まだ物質の種類によって程度は異なりますが、汚染が拡散することもある。

1950 年代から 1970 年代にかけて、日本の経済成長は、水への需要量激増に伴い、大

¹⁰国土交通省中部地方整備局 HP より 「地盤沈下とは粘土層の間にある、礫・砂層などの間隙に閉じ込められた地下水を過剰揚水することにより、粘土層からの間隙水が絞りだされ、その粘土層が収縮することにより地面が沈む現象。」

量な生活排水、工業排水、農業排水などが河川に流され、地下水への汚染はますます深刻化していた。1968年には、厚生省により、イタイイタイ病の原因は、三井金属鉱業株式会社の排水によるものとする見解が発表された。また、水俣病については、熊本県水俣湾周辺で発見されたものは、新日本窒素肥料（株）（チッソ（株）の前身）、新潟県阿賀野川流域で発見されたものについては、昭和電工（株）の工場排水であるとする政府統一見解が発表された¹¹。中国の山東省においては、複数の製紙工場や化学工場が製品を作る際に発生する工業用水を地下水に強制排水していた。2010年5月には一部の企業が検査を回避し、同様に高圧ポンプで強制に地下へ排水した¹²。

4. 問題への対策と今後の課題

本論文では、ここまで述べてきたように、淡水危機をもたらす地下水は地盤沈下と地下水汚染を引き起こす。しかし、それに対する根本的な対策である健全な地下水資源への監視と保護対策はまだ完備されていない。そして、人々は水を持続可能に利用する意識を持っていない。法律面においてもまだまだ不十分である。もちろん、地下水への監視は河川水、湖沼水などのように簡単に監視することができないし、地下水の汚染への監視、汚染源の調査などは科学技術の発達も必要である。

地盤沈下への対策は代替水源も考えられる。つまり、ダムや河川水に転換すればよいだろう。実はダムの開発は簡単にできるものではないから、中国の三峡ダムは何年もかけて、費用、自然への影響なども考慮しなければならなかった。日本の場合、河川水への転換は2章が述べたように大量利用することは難しいので、一番現実的なのは地下水を適正に管理しながら、持続的に利用することである。

地下水汚染は汚染の原因と物質によって、対策も異なるので、早期の調査と対策が必要である。有害な物質が地下に浸透する前に防ぐことは一番重要である。政府は我々に地下水の汚染になる物質に対する対策を教える必要である。

法律面では、地下水は共有水と認めすべきである、法律を執行する機関は更に厳しくなる必要がある。また地下水の用水は水道用水のように、使用量によって、料金を支払う必要がある。

世界の人口増加と水資源不足が深刻になるに伴い、20世紀の石油をめぐる国際紛争の

¹¹独立行政法人環境再生保全機構より <https://www.erca.go.jp/yobou/taiki/rekishu/03.html>

¹² ウェブサイト ZAPZAP より <https://www.erca.go.jp/yobou/taiki/rekishu/03.html>

ように、21世紀は限られた水をめぐる紛争が激化するだろう、それを防ぐことが今後の課題の一つである。水紛争に対しては、国際的な協力が必要であり、特に水資源が不足しているアフリカ諸国への援助は一刻も猶予できない。生活用水、農業用水、工業用水などの節約に対応できる機械の開発にも注目すべきである。

5. おわりに

今我々に依存する地下水は、はるか昔に降った雨や雪など地下にしみこんだ結果なので、一度使い切ったら、すぐには戻らない。したがって、我々の子孫のために、持続可能な利用は何よりも重要である。それに加えて、水への節約意識は常に日常生活の中で持つべきである。

参考文献及びサイト

日本地下水学会・井田徹治 『地下水の科学』 講談社 2012

守田優 『地下水は語る』 岩波書社 2012

門司正三・高井康雄 『陸水と人間活動』 東京大学出版社 1984

鎌田薫 『デイリー六法』 三省堂 平成29年版

National Geographic 日本版

http://natgeo.nikkeibp.co.jp/nng/article/news/14/9069/?ST=m_news (閲覧日：2016/10/8)

CNN.co.jp <http://www.cnn.co.jp/fringe/35084911.html> (閲覧日：2016/10/8)

東京都の地盤沈下と地下水の再検討について ウェブサイト

https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/water/groundwater/attachement/01_%E6%9C%AC%E6%96%87.pdf (閲覧日 2016/10/9)

彩の国埼玉県 ウェブサイト

<https://www.pref.saitama.lg.jp/a0505/901-20091202-17.html> (閲覧日 2016/10/9)

独立行政法人環境再生保全機構

<https://www.erca.go.jp/yobou/taiki/rekishi/03.html> (閲覧日 2016/10/9)

地下水汚染のしくみ ウェブサイト

<http://www.env.go.jp/water/chikasui/panf/pdf/p02.pdf> (閲覧日 2016/10/9)

日経ビジネス

<http://business.nikkeibp.co.jp/article/world/20130225/244166/?rt=nocnt>

(閲覧日 2016/10/9)

ZAPZAP ウェブサイト

<http://zapzap.jp.com/archives/24760629.html> (閲覧日 2016/10/10)

ニッスイ 企業サイト

<http://www.nissui.co.jp/academy/data/06/04.html> (閲覧日 2016/10/10)

国土交通省

<http://www.mlit.go.jp/river/riyou/main/suiriken/> (閲覧日 2016/10/6)

コトバンク

<https://kotobank.jp/word/%E6%B7%A1%E6%B0%B4-564223> (閲覧日 2016/10/6)

日本地下水学会

<http://www.jagh.jp/jp/g/activities/torikichi/faq/10.html> (閲覧日 2016/10/6)

地下水の涵養について - 八千代市公式ホームページ

<https://www.city.yachiyo.chiba.jp/content/000022011.pdf> (閲覧日 2016/10/6)

国土交通省中部地方整備局

http://www.cbr.mlit.go.jp/kawatomizu/ground_sinkage/07.htm (閲覧日 2016/10/10)