名水を訪ねて (68) モンゴル・ヘルレン川流域の地下水

辻村真貴*・安部 豊**

Visit to Valuable Water Springs (68) Groundwater in Kherlen River Basin, Eastern Mongolia

Maki TSUJIMURA * and Yutaka ABE **

1. はじめに

2003年の夏、ウランバートル空港を飛び立ったモンゴル・エアの航空機は、ゴビ砂漠の東縁部を南東に進んでいた。起伏と植生にきわめて乏しい、荒涼とした荒れ地という表現がぴったりとした景観に筆者は見入っていた。およそ4時間半後、房総半島に近づいた時には折からの曇天でほとんど眺望がなかったが、成田に近づき着陸態勢に入ったところで、雲の切れ間からはっきりと下総台地のモコモコとした起伏が眼前に広がったのを見て、一瞬はっとした。一面緑なのである。ほんの数時間前に見た光景との差はあまりにも大きく、筆者は年降水量が1オーダー近く違うことによる地表面植生の違いを、衝撃的な感慨とともに実感した。

さて本誌の名物コーナーである名水シリーズも、そろそろ場所のネタが切れてきたらしく、担当編集委員の吉田さんと島野さんから「モンゴルの地下水について何か」という依頼であった。モンゴルの地下水では名水にならない、少なくとも

本稿の読者が“名水”という言葉に抱くイメージとはほど遠いものがあると言って断ろうと思ったが、上述した鮮烈な景観の印象が頭をよぎり、また細かいことは気にしないで良いからと言われ、これまでにさんざんお世話になっていることもあり、つい引き受けてしまった。本誌上では名水に対し、“valuable water springs”という英語表記を当てている。モンゴルの人々や動物たちにとっては、井戸水は文字通り valuable (貴重な; 金銭的価値のある) なものであるだろうと勝手に解釈し、また、相撲のおかげでモンゴルが日本人に身近になったとは言え、読者の中にモンゴルでの調査経験者は多くないと思い、開き直って書かせていただくことにした。

筆者らはモンゴル北東部にあるヘルレン川流域を主たる対象とし、モンゴル国気象学・水文学研究所と共同で、地下水、河川水、大気を含む水循環プロセスと生態系および地形プロセスとの係わりを解明することを目的とした研究プロジェクトに参加し、2002年以降何回か現地調査・観測を行ってきた。本稿では、調査の途上で地下水に関

* 筑波大学大学院生命環境科学研究科 ()
Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

** 国土環境株式会社環境技術本部
METOCEAN ENVIRONMENT INC.

連して感じたことを中心に、得られた結果の一部を紹介する。

2. 井戸を探して…

モンゴル語で、井戸のことを“ホトク”と言う。挨拶と並んで、筆者が覚えた数少ないモンゴル語の一つである。モンゴルでの地下水調査は、まず井戸を探すことから始まる。まさに迷いながら探すので、本稿は“迷水を訪ねて”と洒落たいところである。手許には一応、1970年代にモンゴル国気象学・水文学研究所によって整備された地下水データベースに記載された井戸の緯度・経度情報があるが、現地調査にはあまり役に立たない。データベースに記載された位置に携帯用GPSを頼りに行ってみると、井戸らしき残骸はあるが壊れていたり放棄されて荒れ果てていたり、ということが多かった。ちなみに、モンゴルの草原を自動車で走っていた時ほど、GPSの威力を感じたことはなかった。空に障害物がないので、どこでもGPSは完全に働き、かつ、道路はあってないようなものなので、目標地点をきちんと入力しさえすれば後はGPSがそこに連れていってくれるのである。

さて、モンゴルの草原での井戸探しは、最終的にはチャーターした自動車のドライバーの目が、すべてであった。最初は、「こいつらホトクを見つけたぐらいで何をそんなに喜んでいるのか」という感じで筆者らを見ていたドライバーも、こちらの意図がだんだんと分かってきたらしく、自ら井戸を探し出してくれるようになった。草原の道（と言っても、ただの轍だが）を走っていた自動車が、突然それまでと違う方向に向かいだした。何事だろうと思っていると、しばらくして井戸の脇に自動車を停めドライバーは、獲物を捕まえて誉めて欲しい猟犬よろしく、にっこりとするのであった。モンゴルの人は、1 km先に何十頭という羊の群の中から、自分の所有している羊が識別できると、最初に聞いた時は冗談だろうと思っていたが、井戸探しをやるようになってから信じるようになった。

3. モンゴルの自然環境を少し…

モンゴルの自然環境に関しては、人間活動との関係という視点から2003年に岩波書店の「科学」73巻5号で、「モンゴル：環境立国の行方—人と自然の古くて新しい関係」という特集が組まれた。モンゴルの歴史、遊牧、生態、気候、水循環、自然災害などに関し最新の情報が網羅されているので、モンゴルに興味のある方はぜひご一読いただきたい。さて、この特集号で杉田（2003）がまとめているように、モンゴル高原は乾燥・半乾燥地域に分類され、北部の山岳地域で年降水量が250~400mm、南下するとともに徐々に減少し南部ゴビ砂漠地域では150mmを大きく下回る。この年降水量の60~70%以上が6~8月の夏季に降る雨であり、冬季の積雪はそれほど多くない。モンゴル国内での蒸発量に関する高精度の測定データはこれまでほとんどないが、単純に流域の年降水量から年河川流量を差し引くと、北部にあるセレンゲ川や東部のヘルレン川流域では、降水の70~90%近くが蒸発によって失われていると考えられる。また可能蒸発散量は、山岳部を除きほとんどの地域で500~700mm/yと推定され、年降水量と可能蒸発散量の差は負の値となる。

4. モンゴルの地下水概説

モンゴルでは、全人口の約6割が地下水を生活用水として使っており、地下水源の水道利用も含めれば、その数は9割にのぼる。まさに、地下水はモンゴルの人々の命を支えているのである。

一方でモンゴルでは1990年以降市場経済が導入され、それまで遊牧民の生活基盤であった農牧業協同組合（ネグレル）など様々な社会主義システムが崩壊（小長谷、2003）するとともに、草原域における井戸の管理システムも崩れてきた。国内に43,000基あった井戸の40~50%が使用不能になり、とくに7,800基あった深井戸の80%が放棄、破壊され、特定の浅井戸へ利用が集中するという状況が懸念されている（平原、1999）。

5. ヘルレン川流域

ヘルレン川はモンゴル北東部の山岳地域に源を発し、しばらく南流した後ウランバートルの南東150km付近から流れを東に変え、モンゴル-中国国境を越えて、フールン湖(呼倫池)に流入する。源流域では森林植生がみられるが、南部に流下するとともに草原へと変化する。4月から10月における平均降水量は、山岳森林地域で250mm以上であるが、下流のウンドルハーンでは100mmを下回る。

調査対象地域は、山岳森林域のモンゲンモリット(MNG)から草原地域のウンドルハーン(UDH)に至る地域であり、およそ北緯48°30'から46°30'、東経108°15'から110°45'にかけて、東西175km、南北140kmの範囲である(図1)。

6. ひとつの作業仮説

今考えると安直であったが、筆者は現地調査を開始する前、対象地域における地下水流動系の枠組みに関し、きわめてシンプルなアイディアを持っていた。乾燥地域であることと、当地域の山

岳部が、不連続永久凍土帯の南限にあたることから、基本的には地下水と河川水の交流関係がキーになると考えた。すなわち、北部山岳地域では河川への地下水流出が卓越し、一方中流より下流の草原地域においては、河川水による地下水涵養が卓越すると推定したのである。とくに山岳域では、凍土層が不透水層の役割を果たし、河川への地下水流出を促進すると考えていた。上流から下流に向かい、河川流量が若干減少傾向にあるなど、この作業仮説をサポートする状況証拠も、少しはあったのである。したがって、とくに河川に比較的近い地域では地下水と河川水の水質特性や同位体組成が類似し、上記の仮説をサポートしてくれると考え、現地に入った。

7. はずれた仮説

こうして現地に入ったのであるが、作業仮説は徐々に崩れていった。まず、河川に近い地域に井戸がないのである。前述のような方法で、またときには遊牧民に訪ねながら探し回るが、川の近傍では全くといって良いほど井戸がなかった。その理由は、直にわかった。ある川の近くにゲル(遊

図1 調査対象地域の位置

牧民の住む移動式住居) 集落があったので、「この辺に井戸はないか?」と尋ねると、予想通り「ない」という答え。「では飲み水はどうしているのか?」と訊くと、その牧民は何でそんな当たり前のことを訊くのかという顔をしながら、川の方を指さした。その瞬間、「そうか、川の近くにわざわざ井戸を掘る必要がないんだ!」という至極当然のことによく思い至ったのである。最初からつまづいたかたちではあったが、それでもあきらめずに調査を続け、サンプリングを進めていった。そして、研究室に戻ってから分析してみると、仮説とは相容れないデータがみえてきた。水質組成の空間分布を図2に、河川水と地下水の水質組成の違いを図3と4に示す。

図2をみると、河川水の濃度は地下水のそれに比較し、全般的に低い傾向が明瞭である。また対象範囲においては、上流から下流に至るまで河川水の水質組成に大きな変化はみられなかった。一

方、地下水における水質組成は、濃度は高く、空間的な多様性がきわめて顕著であるという特徴がみられた。図3に示すとおり、河川水はCa-HCO₃型の水質特性で特徴づけられるが、地下水のそれは一つの水質タイプでは特徴づけられず、また空間的な分布特性も明瞭ではない。やはり、現実はそのほど甘くなかったのである。

8. 草原の井戸

草原を回っていて気づいたことの一つに、深度およそ2 mからせいぜい10 m程度の浅井戸が多いということがあげられる。地下水面が、意外に浅いのである。また手堀りして、余り木などで側壁を作ったような井戸が多い(写真1)。天端部分は古タイヤというのが、モンゴル流である(写真2)。また手回しポンプ付きの井戸も、少なからずあった(写真3)。この種の井戸は社会主義時

図2 河川水および地下水における水質組成の空間分布

図3 河川水における水質組成

図4 地下水における水質組成。凡例のアルファベットは地点名を示し、図1のそれに対応している。

写真1 手掘り・木製側壁の浅井戸。水深1.5 m、井底2 m程度。

写真3 手回しポンプ式の井戸。

写真2 典型的な浅井戸。天端部は、古タイヤの使い回しである。

写真4 浅井戸に群がる牛の群。

代に各地に作られたもので、深度は10～20m程度のもが多いが、放棄されゴミ置き場状態になっているものも数多くあった。

草原では、井戸水を使うのは人間だけではなく、羊や馬、牛などの動物たちも立派なスーパー・ユーザーである(写真4)。量からいけば、人間による使用量よりも多い可能性すらある。したがって多くの浅井戸には、汲みあげた井戸水を動物たちが飲むための樋が併設されている。これも草原における浅井戸の、典型的な形である(写真1、4)。

こうした浅井戸も含め、合計で100箇所をこえる井戸を回ったが、深さ2～3 mの浅井戸は地形的な凹地に多く分布しているという印象を持った。起伏は非常に緩やかなので、浅層地下水で

あっても、比較的大きな流動系を形成しているのではないかと予想していたが、意外にもヘクタール・スケール程度の小さな集水域内で局地的な地下水流動系によって維持されている井戸が多いのではないかとというのが、現地調査によって得た感触であった。これも、当初の予想が外れたことの一つである。

9. おわりに

このように実際に現地を調査してみると、大方の予想は見事に外れ、研究者としては恥ずかしい限りである。ただ内陸乾燥地の地下水に関する調査研究が従来決して十分でないことを考慮すれば、仕方がない面もあると勝手に自分を慰めてい

る。では、はずれた作業仮説の代わりに、どのような科学的知見が明らかになったのだろうか。実は仮説よりもはるかに面白いことが、明らかになりつつある。これについては、近々学術論文として公表していく予定なので、乞うご期待ということで今回はご容赦願いたい。

謝 辞

本調査は、独立行政法人科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業 (CREST) における研究課題「北東アジア植生変遷域の水循環と生物・大気圏の相互作用の解明 (代表: 筑波大学大学院生命環境科学研究科・杉田倫明助教授)」の一環として行われたものである。現地調査に際しては、熊本大学理学部の嶋田 純教授、筑波大学大学院生命環境科学研究科の田中 正教授、熊本大学大学院

自然科学研究科の樋口 覚氏、三井金属資源開発株式会社の斎藤 章博士、モンゴル国気象学・水文学研究所の Dr. Gombo Davaa, Dr. Dambarravjaa Oyunbaatar に一方ならぬお世話になった。以上、記して謝意を表する。

参考文献

- 小長谷有紀 (2003): 生まれ変わる遊牧論—人と自然の新たな関係をもとめて. 科学, **73**(5), 520-524.
- 杉田倫明 (2003): 水循環プロセスと生態系の係わり—水文学からみたモンゴル高原. 科学, **73**(5), 559-562.
- 平原洋和 (1999): モンゴル国中央部とゴビ地域の水質と水文化学的特徴. 用水と廃水, **41**(9), 7-14.
- (受付: 2005年1月14日、受理: 2005年1月24日)

モンゴルの水辺風景

A 草原の中の湧水と、水を汲みに来た遊牧民の子供たち

B 浅井戸から地下水を汲みあげる遊牧民の少年

(写真提供：嶋田 純・辻村真貴)