

## 徒然草

### 安全な水供給とアフリカのゴールド・ラッシュ

香川重善

日本テクノ株式会社（幡ヶ谷）顧問

つれづれなるままに、……。途上国の地下水開発と飲料水供給に係わったのは 1979 年。石油開発に次ぐ第二のスタートとしての水資源、地下水、安全な水との出会いから 37 年が過ぎた。多くの類似プロジェクトに参加したが、いつも初歩からの勉強とデータ分析、修行と反省の連続が今日まで続いている。ODA 環境コンサルタントはアフリカなど対象国の現地調査と分析、報告書作成まで少なくとも 1 ヶ月以上、長い場合には数年間にわたって対象国での安全な飲料水供給の実施と監理を任される。

地下水開発が難しいとされるアフリカの硬岩地帯の深井戸から、予期せぬヒ素 (As) 検出が報告された。鉱山開発によるヒ素 (As) 汚染が心配されるのだが、原因は村落住民の金採掘と関係しているといわれた。砂金は風化土砂を水洗いして採取されており、砂金を求める地方住民のゴールド・ラッシュで人がたくさん集まって新しい村ができる。新しい村には飲料水がない。このため、日本チームが政府の要望に沿って深井戸を掘るのだが、空井戸が多く、水が出てもヒ素 (As) が検出された。

#### ブルキナファソ

ブルキナファソでは、2007 年から安全な水として地下水を調査、ODA 無償案件として地方住民に飲料水が給水されている。村落が位置する台地・丘陵地帯は、数億年前の硬い岩、花崗片麻岩類が露出して近くに河川がなく、このため、この硬岩に深井戸（深度 60m～100m）を掘り、飲料水としての地下水を取り出すことが求められた。第一次計画では、対象 300 村落にハンドポンプ付深井戸給水施設の建設によって約 9 万人の地方給水を完成させた。2013 年からは第 2 次計画として追加 300 村落、約 9 万人の給水改善を継続中である。日本による支援は、水と衛生のミレニアム開発目標（2015 年 MDGs）の達成に大きく貢献していると評価されている。

ところが最近になって、新たな問題が発生し、ブルキナファソを再訪した。地下のマグマから亀裂に沿って上昇する熱水が基盤の花崗片麻岩類に作用し、風化帯粘土が形成され、そこに金と共にヒ素 (As) が含まれ、地下水に影響を与えている。ゴールド・ラッシュの住民はこの風化粘土を採取し、自宅に持ち帰り、樋を活用し、水洗い分離して砂金を採取している。家内工業的に作業しているところが 10 数年前のカメルーンの採取方法より進歩している。そして問題はこの排水ではなく、原岩の亀裂にあるヒ素 (As) そのものが新たな地下水開発に伴って微かに付着して来るらしい。住民はヒ素 (As) を含む風化粘土には砂金が混じることはなく、風化粘土の色で区分できるという。「疑わしきは近寄らず。」対象村落とその地域を除外という案もあったが、政府の強い要望に応え、チームの一部反対を抑えて再調査した。

地形、地質、水理地質、地質構造、物理探査、衛星画像そして最近の Google Earth を活用し、リニアメント解析などを踏まえて、ヒ素 (As) の出ない開発を心掛けることになった。露頭する硬岩地帯の地下水は亀裂帯に沿って存在する。亀裂は先カンブリアン時代から現在に至る度重なる地殻変動によって生じている。そしてその変動の地質時代によって構造の方向性が異なる断層・亀裂帯、リニアメントとして残っている。そこで、新しく最も確からしい構造に物理探査をかけて安全な地下水の可能性を探った。

問題地域の調査結果は、成功井戸 2 井、空井戸 2 井そして地下水は多量に得られたがヒ素 (As) の検出井戸 2 井で、計画の成功率 60%を下回る 33.3% (成功井戸数÷建設井戸総数) となった。地下水開発の場合、計画に当たって地質データや既存の井戸の成否を統計的に分析し、地域の成功率を事前に算出して工事を進める。給水計画で動力ポンプを使用する場合は、成功水量は (5m<sup>3</sup>/時以上)、ハンドポンプの場合は (0.7m<sup>3</sup>/時以上) の地下水が得られることが目標で、さらに飲料水に適する水質が公的水質分析機関から数値で示されて初めて成功井となる。第 1 次計画の深井戸 300 井の成功率は 60% を達成。第 2 次計画でも科学的な分析に基づき、成功率 60% を目標に進めて来た。

### カメルーン

10 数年以上前のカメルーンでも同じような地方住民のゴールド・ラッシュの光景に出会った。腰まで水につかって川底の灰白色の泥土をすくい、水洗いしてザルに残った小さな砂金を採取する。この 1 日の作業が、1 ヶ月の農業収入と同じと聞いて驚いた。家族そろっての過酷な労働もやめられない。ヒ素 (As) の健康被害は WHO 飲料水ガイドラインで 0.01 mg/L 以下と規定されている。最近の地方政府の要望においても、まず地下水開発の現場でのヒ素 (As) 検査とその他数種 (pH、EC、水温、一般細菌、大腸菌群など) の水質検査を求めている。現場での簡易検査でヒ素 (As) が基準以上に検出された場合には、継続する井戸作業をその時点でとりやめ、無駄な出費を押え、早い段階で失敗井と判断する。ヒ素 (As) 汚染の心配のない井戸のみを仕上げ、揚水量試験、最後に水質サンプルを取り公的水質分析機関で飲料水基準 21 項目を公式に分析評価する。今回のヒ素 (As) の発見は現場判定で良いとされたが、公的機関の分析結果ではヒ素 (As) 検出が 0.0105~0.075 mg/L であった。最後の微かな数値であっても失敗井となる。WHO、日本及びブルキナ国基準は 0.01 mg/L 以下でなければ飲料水としては不適切、井戸は不成功で掘直しである。

### バングラデッシュ

ヒ素 (As) 汚染で注目を集めたのはバングラディッシュ国である。ブルキナファソ国の事例とは地質条件が異なり、厚いデルタ性堆積層に挟まれた粘土にヒ素 (As) の濃縮がある。長期間に渡って、地下水を揚水した結果、徐々に粘土からヒ素 (As) が絞り出されて地下水に混入してきた。地下水開発から 10 年以上を経過して住民が発病、飲料水に適さないことが判明した。ヒ素 (As) はガンジス川の上流域の鉱山起源かもしれないが特定されていない。日本の ODA 水質基準は 0.01 mg/L を採用しているが、バングラディ

シユ国基準は現在も 0.05 mg/L である。また解明されているヒ素(As)を含む粘土層は、深度 100m よりも浅い地層が問題である。対応策として井戸の深度を 100m より深くして安全な地下水を求めるか、天水、河川水、ため池の水を代案で生活用水に利用するか  
の選択が考えられるが、途上国での飲料水と衛生管理の問題が再発する。その他にインド、台湾、タイ、ガーナほか世界各地からヒ素(As)汚染の報告が出ている。これらはすべて堆積層に含まれるヒ素(As)問題である。

### 安全な水供給への挑戦

「国連国際水と衛生の 10 年(1980-1989)」といわれた 1980 年代および「Water for All: すべての人に安全な飲料水」という目標が立てられた 1990 年代から 2000 年に向けて、  
筆者は地下水開発分野に転向し、東南アジア、中近東そしてアフリカを中心とした ODA 業務を行って来た。当時の地下水の成功率 80%は無言の合意で、それが守られてきた。海岸平野やデルタ地帯の地下水開発は、関東平野と同様にマニラ、バンコクやジャカルタ首都圏でも、地盤沈下や地下水塩水化の問題があったが、深井戸の成功率はアフリカの硬岩地帯と比べて非常に高かった。

しかしながら、最近の乾燥・半乾燥気候、特にサブサハラ以南の国々における地下水開発は困難な問題が増加している。農村部で人口増加率が 3%を超えると、安全な飲料水開発率と人口増加率がほぼ同率となり、計画をいつまでも完遂できない社会的なジレンマに陥ることがある。アフリカの地方政府から求められる安全な水供給への挑戦はまだ続く。MDGs 2015(ミレニアム開発目標)から SDGs (持続可能な開発目標)に向けて、地下水開発の役割は一層高まることが予想されているのだが、これに対応するべく、日本の技術を受け継ぐ若者が減少しているというのが非常に気がかりである……。