

東電福島第1原発の汚染水対策

～発想を新たに、根本的な解決策を～



グローバルウォーター・ジャパン代表 国連環境アドバイザー 吉村 和就

1972年荏原インフィルコ入社。荏原製作所本社経営企画部長、国連ニューヨーク本部の環境審議官などを経て、2005年グローバルウォーター・ジャパン設立。現在、国連テクニカルアドバイザー、水の安全保障戦略機構・技術普及委員長、経済産業省「水ビジネス国際展開研究会」委員、千葉工業大学非常勤講師などを務める。著書に『水ビジネス 110兆円水市場の攻防』（角川書店）、『日本人が知らない巨大市場 水ビジネスに挑む』（技術評論社）、『水に流せない水の話』（角川文庫）など。

アルゼンチン・ブエノスアイレスで9月7日に開催されたIOC（国際オリンピック委員会）総会の場で、安倍晋三首相は「汚染水の状況は制御できている。東京には今までも、これからも何のダメージもない」「私は首相として責任を完全に果たす」と強調し、2020年東京オリンピック・パラリンピック招致を勝ち取った。経済産業省は国の指示を受け「実証を踏まえた汚染水対策事業（補助金付）」の公募を開始した。ここまで聞くと、国民は「やっと国が重い腰を上げ、汚染水問題は根本的な解決が図られる」と期待するが、大きな間違いである。どこが間違いなのか。公表された限られたデータから、水の専門家として意見を述べてみたい。

地下水の恐ろしさ

東京電力のこれまでの汚染水対策は、なぜダメだったのか。第一の原因は、地下水がどこから来て、どこに流れていくのか、基本的な認識が欠如していたからである。

地下水源は阿武隈山系の推定 1億トンと雨水250万トン

東電は2013年8月23日公表の資料「福島第一原子力発電所周辺の地質・地下水および解析」の中で、「地下水の供給源は、敷地内の降雨が主であると想定される」としているが、ここから検証する必要があるだろう。

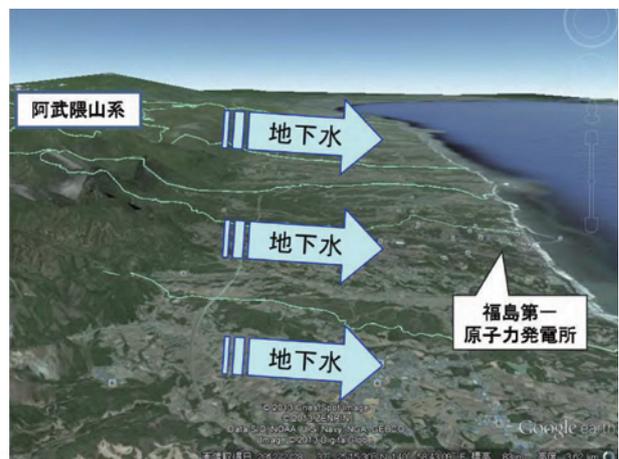
主要な地下水源は二つ考えられる。一つは①阿武隈山系から流れ出る地下水（図1）。阿武隈山系は南北約170km、東西約50kmからなる山系で、最高峰である大滝根山（1193m）を中心に広がる高原状台地であるため、水関係者には最高の水源地と見なされている。湧水地も多い。降雨による補給量は年間平均約40.8億トンと考えられる。福島原発に流入している地下水は、敷地の山側にある標高35mの山林を含む下部透水層に蓄積された保有水で約5000万～

1億トンと推定され、常に海に流出している。

二つ目は②年間降雨量（年平均1550ミリ）から補給される分で、その地下水量は約250万～280万トン/年である。東電は、原子炉・タービン建屋に流入する地下水の内訳は地下水によるものが300m³/日、雨水によるものが100m³/日と仮定しているが、その根拠は不明である。

一例だが、前出の8月23日の東電資料では、震災前（2008年3月～11年2月までの4年間）、建屋周りのサブドレインへの最大流入量は1724トン/日、平均流量は1344トン/日の実績値を示している（図2）。

図1 福島第1原発周辺の地下水の流れ（イメージ）



©Google 出所：汚染水処理対策委員会資料（2013年5月30日）

年換算では約49万～63万トンの地下水である。

この水量はたまたまサブドレインに流入した水量であり、建屋を回り込んで海に流出している地下水はさらに多いことが容易に推測される。

さらに心配なことは、地下水位と降雨量の関係である。東電では降雨の地下浸透率を30%とみているが、東電の別データによるとサブドレイン水位と地下水位との相関係数は0.66、降雨量と地下水流入量との相関係数は0.59で、どちらも降雨に対してかなり敏感に反応している。

つまり、雨が降れば、地下水位の上昇が顕著になるということである。9月の台風18号襲来では、地上汚染水タンクの堰に溜まった雨水+放射能汚染水を1130トン放流している。廃炉までの最低40年間、汚染水対策は、この膨大な地下水量と闘うことになる。その覚悟が東電にはない。

国の役目は…地下水の見える化を急げ

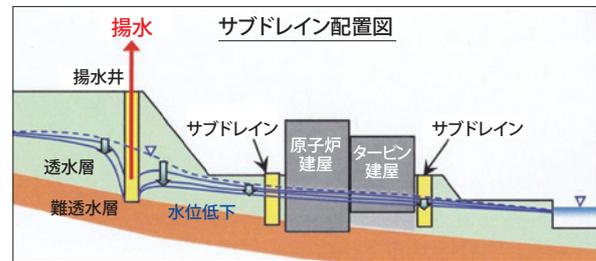
国の役目は、この地下水を衛星により重力場解析し、さらに複数の観測井戸を掘って詳細なデータを集

め、今後最低40年間の地下水の流れを解析することである。つまり、地下水位の観測井戸網の構築である。地下水を“見える化”する技術については、(財)リバーフロント研究所(代表理事・竹村公太郎氏)が、世界で初めて実現している。このデータから、福島原発に流れ込んだ地下水は岸壁付近からだけではなく、沿岸の海底からも湧出していることが分かる。

原発周辺の地下水の流れは

東電は、1000m³/日以上地下水が建屋周りに流入し、海に流出していると発表している。阿武隈山系からの地下水の流れは、(海側から見て)敷地右側の細谷地区、左側の長者原、北台地区に分けられる。タン

図2 震災前のサブドレイン地下水流入実績 (2008年3月～2011年2月)

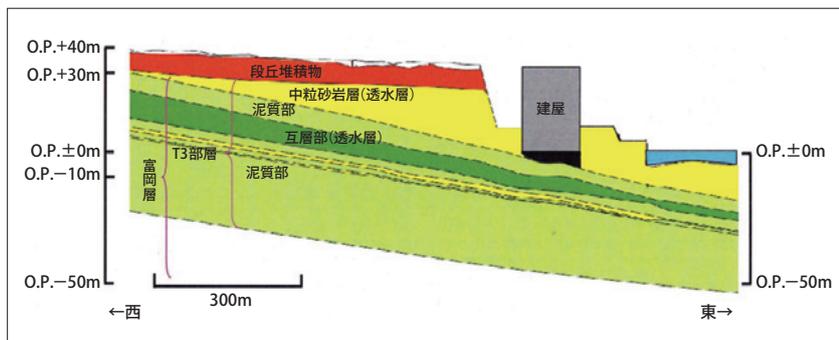


サブドレイン設置場所	最大値 (m ³ /月)	平均値 (m ³ /月)
1号機周辺	7681	6849
2号機周辺	3631	2409
3号機周辺	4264	3635
4号機周辺	10346	8933
SPT建屋周辺	2376	1901
個体廃棄物	563	379
運用共用施設	2228	1435
廃棄物減容施設	16665	12153
プロセス主建屋	5531	3872
焼却炉建屋	155	87
合計	53440	41655
日換算流入量	1724 m ³ /d	1344 m ³ /d

※数値は東電発表

ク群がある左側の地区は、その昔河川であったことが地質調査(図3)で裏付けられており、そこを流れる地下水は3000～5000m³/日ほどと予想される。8月に地上タンク(H4、No5)から漏えいした汚染水300トンは側溝を通じ、この地下水の流れで拡散したものと思われる。これらも解析しなければならない。

図3 福島第1原発敷地内の地質構造図



出所: 東電資料

(注)・透水層は表層近くに分布する中粒砂岩層、泥質部の下位に分布する互層部(砂岩と泥岩の混在)と考えられる。
・富岡層は敷地全域にわたりほぼ同じ層厚で分布し、南北方向ではほぼ水平に、東西方向(山側から海側)では東方に2度傾斜している

地下水は抑制されると暴れる

地下水はなぜ海に流れるのか。地下水自体が重力による移動エネルギーを持っているからである。地中に遮水壁を作ると、そのエネルギーは逃げ場を求め、地中壁の周辺や、さらに地中壁の下部に水道(みずみち)を作り、そのエネルギーは抑圧された量に比例し、流量、流速が早くなる性質を持つ。これらは多くのトンネル工事や、地下ダムを作る時

に見られる現象である。つまり福島原発に流入する地下水を地中壁で抑制すればするほど、地下水は逃げ場を求めて、地層の中で暴れるのである。

世界でも実績のない凍土壁対策

凍土壁は汚染水対策の決め手のように扱われているが、多くの未解決課題を含む。その凍土壁に政府は320億円を投入する。凍土による遮水壁については、どんなに急いでも計画策定までに6カ月、施工に約2年かかる。この間も汚染水が漏れ続けるだろう。大規模な凍土壁の施工で10年を超える運用実績はなく、廃炉までの40年間連続的に冷凍機(合計5.6MW)を運転させる電力コストの課題も指摘されている。

凍土壁完成までに最低2年、出来ても効果なしの可能性

計画では、山側と陸側を同時に冷却して凍土壁を作ることになっているが、長さ1.4kmの壁を同時に凍結させることは不可能である。仮に凍結しても土中の氷壁はもろく、1.4kmの氷壁が1カ所でも溶解すると、そこが突破口になって地下水がなだれ込み、凍土壁が崩壊する可能性が指摘されている。鹿島の提案書(2013年5月16日)を注意深く読むと、マスコミが報道していないゼネコン技術者の本音も見受けられる。①凍土遮水壁が施工されても、域内には難透水層(つまり敷地内の底部地層)からの侵入や、雨水の浸透によりある程度の地下水は供給される

(完全な遮断ではない)②滞留水の水位と地下水位が一致する場合、滞留水が拡散で建屋外に漏れいする恐れは否定できない(つまり漏れる)と明記している。また、清水建設の提案書では、遮水壁が出来ても、地表から雨水の浸透量88トン/日、水平浸透量(遮水壁を通過)26トン/日、地層底部(湧水)からの浸透量115トン/日と合計229トン/日の敷地内への流入量を予測している。

汚染水対策委員からも指摘

汚染水対策委員からも多くの指摘が挙がっている。①凍土壁は2重のバリアにすべき。1重だと必ず漏れる②タービン建屋の下部も凍土化せよ、地下水は横ではなく、底から噴き出してくる③凍土壁では、地表からの降雨浸透流は遮断できない。地表面にウレタン系、またはアスファルトの止水層を作るべき一などである。地下水を完全に遮断することは不可能と、有識者や専門家は見ているわけだが、最終報告書には記載されていない。

もう一つの怖さは地盤沈下である。有史以来、福島原発の地盤は、地下水脈で支えられている。過大な地下水汲み上げで、全国各地で地盤沈下を引き起こした事例がたくさんある。地下水を汲み上げ過ぎると、

図4 福島第1原発敷地外に遮水壁を



©2013 Cnes/Spot Image, DigitalGlobe, Landsat

いままで水で支えられていた原子炉・タービン建屋は傾き、破壊される恐れもある。現在でもメルトダウンしたと言われる原子炉建屋の下部構造の詳細は確認されていない。

国が乗り出すなら、地下水と建屋内汚染水との水位バランスが決め手になる。対策の実施に当たっては、実測データによる精密モデルを作り、三次元シミュレーションを繰り返す必要があるだろう。

電気代と維持管理コスト

電気代を含む維持管理コストを公表しないまま、プロジェクトにゴーサインを出すことは無責任である。提案書にある冷凍機(5.6MW)を運転し続けると電力使用量は年間4900万kWhとなり、仮に東電の産業用電気料金18円/kWhを採用すれば、単純計算でも年間8.8億円の電気代となる。現実には、土壤の熱伝導率が明記されていないので正確には算出できないが、仮に凍土(氷)の熱伝導率を2.2w/m・Kと仮定してい

