

## 間違いだらけの

## 東電福島汚染水対策・その1

## 凍土壁建設について



よしむら かずなり  
吉村 和就

(グローバルウォータージャパン代表)  
国連テクニカルアドバイザー

九月七日ブエノスアイレスで開催されたI O C (国際オリンピック委員会) 総会の場で、I O C 委員から汚染水問題を質問された時、安倍首相は「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」、「汚染水問題は、解決に向けたプログラムを決定し、既に着手している。責任を完全に果たす」と強調し、二〇二〇年東京オリンピック・パラリンピック招致を勝ち取った。

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」、「国際的にも公約した」と期待するが、大きな間違いである。では、どこが間違いであるのか、水の専門家として水を切り口に意見を述べてみたい。

### 一、地下水の恐ろしさ

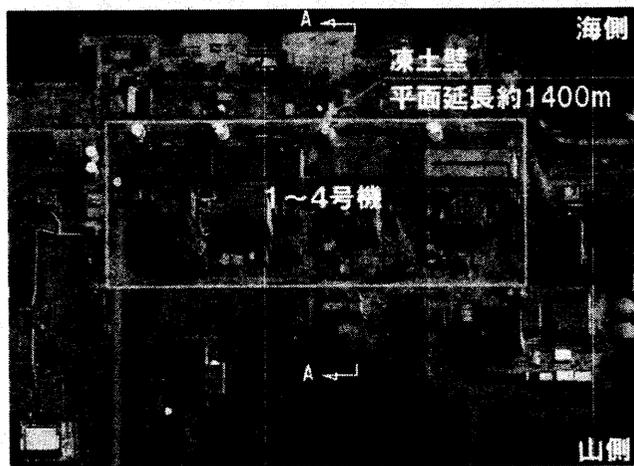
今までの東電の汚染水対策はなぜダメか、地下水は何処から来て、何処に流れてゆくのか、基本的な認識が欠如しているからである。

#### 地下水脈に立地された福島第一原発

福島原発一号機の建設地は河岸段丘地帯に位置し、地質として砂岩、その上部に富岡層に属するシルト岩(遮水層)が主体で、その上を砂礫堆積層(含水帯)が覆っている。一号機の周辺は標高三十五mの台地を切り崩し、標高10mで整地された。当時の津波対策に必要とされた敷地高さは4mであり、その二倍以上の高さとして標高10mとしたが、この高さが最も整地コストが低減できるものだった。

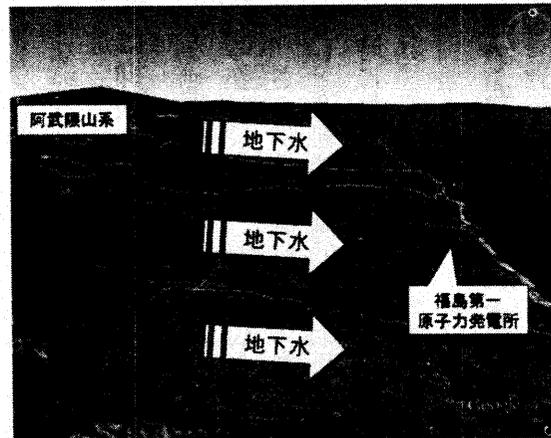
原子力プラントは米国GE社のタービンキー契約(設計、調達、建設、試運転、性能保証まで責任を持つて行う契約)であったが、敷地造成工事は東京電力の責任施工範囲で、熊谷組、間組、前田建設、五洋建設などが従事している。地質は標高三十五mから二十七mまでは柔らかい

### 凍土壁による遮水方式



汚染水処理対策委員会(H25.5.30資料より)

## 福島第一原子力発電所 地下水の流れ



汚染水処理対策委員会 (H25.5.30資料より) ©Google

つまり、雨が降れば、地下水位の上昇が顕著になるとのことである。地球温暖化が加速し、ゲリラ豪雨が、福島原発を襲えば、建設中の遮水壁などは役に立たなくなることは明白である。以上のように今後廃炉までの最低四十年間、膨大な地下水量と闘わなければならない運命を背負っている。この覚悟が東電にはない。国が乗り出すなら、東電敷地外の阿武隈山系からの地下水流入防止策を取らなければ根本的な解決にならない。

二つ目は②年間降雨量（年平均一千五百五十ミリ）から補給される地下水量は約二百五十万トンから五百万トン／年である。東電は建屋に流入する地下水の内訳は地下水によるものが三百 $m^3$ ／日、雨水によるものが百 $m^3$ ／日と仮定しているが、その根拠は不明である。さらに心配なことは地下水位と降雨量との関係である。東電のデータによるとサブドレーン水位と地下水位との相関係数は〇・六六であり、降雨量と地下水量との相関係数は〇・五九であり両方とも、降雨に対してかなり敏感に反応していることが明らかになっている。

土質で、標高二十七mから十mの間は常に地下水が湧出し地盤がぬかるみやすい含水層だったのでウエルポイント（地中に取水用パイプを打ち込み、真空ポンプや遠心ポンプで連続的に水をくみ出す）工法が多用された。また梅雨時には重機がぬかるるために鉄板を敷いて作業している。つまり「福島原発は地下水脈の上に建設された」のである。今この地下水に悩まされている。

現在なら原子炉は必ず岩盤の上に建設されるが、当時は広い敷地が確保され、海からの原子力機器の陸揚げが可能で、かつ土木工事のやりやすい河岸段丘が選ばれた。工期は一九六六年六月一日より一九六七年三月末までの突貫工事十ヶ月間であった。

### 地下水源は阿武隈山系の一億トンと雨水の五百万トン

では地下水は何処から来ているのであろうか。

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である。阿武隈山系は南北約百七十km、東西幅約五十kmからなる山系であり、最高峰である大滝根山（二千九百九十三メートル）を中心に広がる高原状山地であり、水関係者にとり最高の水源地と見なされている。湧水地も多い。東電福島に流入している地下水は東電敷地の山側にある標高三十五mの山林を含む敷地の下部透水層に蓄積された保有水で約五千万トンから一億トンと推定され常に海に流出している。まずはこの地下水の現状を衛星による重力場解析、また複数の観測井戸を掘り詳細なデータを集め、今後、最低四十年間の「地下水の流れ解析」をする必要がある。地下水の見える化技術については、（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。

## 原発周辺の地下水の流れは

東電によると一km<sup>3</sup>/日以上以上の地下水が建屋廻りに流入し、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、東電の敷地（海側から見て）の右側の細谷地区、左側の地区（長者原、北台地区）に分けられ、左側の地区（タンク群有）は、その昔河川であったことが地質調査で裏付けられており、地下水は三千〜五千m<sup>3</sup>/日位流れているものと予想される。八月に地上タンク（H4、N05）から漏えいした汚染水三百トンが側溝を通じ、この地下水の流れで拡散したものであると思われる。これらもキチンと解析しなければならぬ。

## 地下水は抑制されると暴れる

地下水はなぜ海に流れるか、当たり前であるが、それ自身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。

## 二、世界でも実績の無い凍土壁対策

政府は毎日四百トンずつ増え続ける汚染水対策の決め手と言われる凍土壁に三百二十億円、放射性物質の浄化装置（ALPS）に百五十億円、合わせて四百七十億円投入、その内二百十億円は今年度予算の予備費を当てることを決定した。凍土壁とは、原子力施設の建屋の周りの土を冷却材の循環により凍結させ、地下水の浸透を防ごうとする大規模設備である。

これについても世界中から疑問の声が挙がっている。

## 凍土壁の設置について

陸側の遮水壁設置について、本年五月にゼネコン三社から提案がなされ、鹿島の提案した凍土壁（凍結工法）が採用された。（経済産業省は五月三十日に東電に対し凍土壁方式を採用する指示を出した）鹿島の基本計画案では、一〜四号機を囲むように地盤を一・四キロメートルにわたって掘削（深さは明示されず）、その地中に一定間隔（一メートル置）で管を並べて打ち込み、管内に冷却材（マイナス四〇℃）を循環させ、土壌を凍らせて壁を作り、この凍土壁が建屋内と外側の地下水の動きを遮断する計画である。特徴はコンクリート壁による遮水方式と異なり、施工が容易で工期も一〜二年で施工可能で、仮に冷却に必要な電源を失っても凍土壁は数か月は解けずに遮水能力は保たれるという。他の工法（粘土壁方式、グラベル（碎石）方式）に比べ良い提案のように思えるが、水の専門家から見ると更なる検討が必要と思われる。つまり一日一千トン以上流入する地下水の怖さ（前述）が理解されていない。

## 凍土壁完成までに最低二年、出来ても効果なしの可能性

計画では山側、陸側を同時に冷却開始し凍土壁を作ることになっているが、長さ一・四キロの壁を同時に凍結させることは不可能であり、先に述べたように必ず水道（みずみち）ができる。例えば山側の凍土壁に未凍結の隙間ができると、パスカルの原理と同じように凍土壁で遮られた地下水圧が、隙間にかかり、地下水流量が増加する。その結果建屋内にさらに流入する地下水が増す。一方、山側に凍土壁が連続にできた場合、下流側のタービン建屋内の汚染滞留水は残留している地下水に吸引される形で、海側へ流失し汚染水を海に拡散させることになる。逆に海側が先に凍結すると上流側の地下水位が増すことになり、建屋にさらに地下水を流入させる結果となる。地下水と建屋内汚染水との水位バランスが決め手であり実施に当たっては、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し返す必要があるだろう。

鹿島の提案書（五月十六日）を注意深く読むと、多くのマスコミが報道していない提案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え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。また清水建設の同提案書では、遮水壁が出来ても、地表から雨水の浸透量八十八トン／日、水平浸透量（遮水壁を通過）二十六トン／日、地層底部（湧水）からの浸透量百十五トン／日と合計二百二十九トン／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多くの指摘が挙がっている。①凍土壁は二重のバリアにすべきである、一重だと必ず漏れる。②タービン建屋の下部も凍土化せよ、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れ、などである。これらから言えることは、完全に地下水を遮断することは不可能であり、やらないよりやった方がベターとの感覚である。

これに政府は、三百二十億円（国民の税金）を投入する、四十年間のランニングコストは誰も明示していない。

## 世界に実績なき凍土壁

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六か月、施工に約二年かかる。この間も汚染水が漏れ続けているだろう。また大規模な凍土壁の施工で十年を超える運用実績がなく、廃炉までの四十年間連続的に冷凍機を運転させる電力コストの課題も指摘されている。簡単に述べると、現在流入している約一千トン／日の地下水温度は一〇〜一六度で、毎日凍土壁と衝突し溶解・凍結の繰り返しで、凍結しない恐れもある。この膨大な冷却電力を賄う為に発電所が必要とも言われ、海外の専門家から「さすが東京電力、常に電気を使うプロセスを採用している」と皮肉られている。

今回は待ったなしの汚染水タンク問題について述べる。