

福島第二原発の

汚染水対策について



よしむら かずなり
吉村 和就

（グローバルウオータージャパン代表
国連テクニカルアドバイザー）

福島原発の汚染水問題が毎日のように報道されている。原発事故以来二年以上経過したが、未だに場当たりの汚染水処理が続けられている。問題点はどこにあるのか、また恒久的な対策はあるのか、東電の原子力発電所の除染に携わった経験をもとに独自の視点で述べてみたい。

福島第一原発にあった放射能の総量

現在、汚染水対策が進められているが、最終目的である廃炉作業に向けて、放射能の総量を確認する必要がある。原子炉が緊急停止（スクラム）した二〇一一年三月十一日時点

で、福島第一原発1～6号機の格納容器（炉心）と使用済み核燃料貯蔵プールに存在した放射性物質の総量は、七億二千万テラベクレルであると東京電力が発表している。とりわけ大きな問題は燃料棒の溶融（東電の表現は損傷）やメルトスルー（メルトダウンした核燃料が圧力容器を突き破り外部に露出）寸前の可能性が指摘された1～3号機の炉心や3～4号機の使用済み燃料プールだけでも計六億七千万テラベクレルにのぼっている。（放射能総量の九三％相当）

どのくらい外部に放射性物質が放出されたのか

ベント抜き作業や水素爆発、さらに汚染水の漏えいにより、大気中、土壌、海水、地下水などに大量に放出されたものとみられ、放射能総量の一～二％と言われているが、その全貌は未だに明らかではない。タービン建屋内などに滞留している高濃度汚染水は七万四千トンでセシウム137は十二万六千テラベクレルと推定されている。問題は、放射性物質の放出は毎日続いていることである。現在1号機から3号機までは、強制的に冷却水を送り込むことで核燃料をとりあえず冷却しているが、これら核燃料の冷却は少なくとも今後十数年は必要と言われている。この間、何らかの不測の事態（大地震、津波、人為ミス、すべての外部電源の喪失など）が起きた場合、原子炉の冷却が不可能になり、さらなる放射性物質の放出が予想される恐れがある。

国際的な事故評価尺度（INES）の変遷

事故直後は、経済産業省原子力安全・保安院と原子力安全委員会は暫定評価でレベル4としていた。一一年三月十八日に米国スリーマイル島原発事故に匹敵するレベル5に引き上げられた。さらに四月十日の統一地方選挙が終了した翌々日の十二日、原子力史上最悪のチェルノブイリ原発事故に匹敵するレベル7に引き上げられた。海外の原子力関係機関は当初から重大事故のレベル7の可能性を指摘していた。オーストリア気象庁はキセノン133の解析をもとに福島事故はチェルノブイリ事故の二・五倍に匹敵すると指摘していた。（一二年十一月）最近になり東京電力は、大気中に放出されたセシウム137総量は一二年三月時点で、チェルノブイリ事故の四倍で、広島原爆の四千二十三個分であると発表している。

汚染水量低減対策について

毎日流入する地下水四百mを低減させる様々な対策が検討されている。

建屋貫通部の止水、外壁貫通部の総数は八百八十ヶ所で、地下水に常時水没している建屋貫通部は、五百九十ヶ所で全体の六七%を占め、トレンチおよび共通配管ダクト等に接

続する貫通部は二百七十八ヶ所である。現在まで止水されたのは三か所にとどまっている。配管トレンチの止水作業は高線量下での滞留水の吹き出しにより汚染事故や気体状の放射性物質の放出も考慮しなくてはならない。遠隔操作できるロボットなどの活用である。また、ある貫通部を止水した時に、さらに他の貫通部から倍量の流入がみられることもよく有る現象である。さらに心配なことは地下水の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イン水位と地下水位との相関係数は〇・六六であり、降雨量と地下水流入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。

遮水壁設置について

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、鹿島の提案した凍結工法が有力視されている。（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、1〜4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、その地中に一定間隔で管を並べて打ち込み、管内に冷却材（マインナス四〇℃）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。つまり一日四百トン流入する地下水の怖さが理解されていない。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、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、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、シミュレーションを繰り返す必要があるだろう。凍土による遮水壁については、計画策定までに六か月、施工に約一年かかり、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、連続的に冷凍機を運転させるコストの課題も指摘されている。今までの地下水対策がすべてモデル通りにいかなかったことを反省しなければならぬ。

大深度地下貯留法が決め手の汚染水対策

今後どのくらい汚染水が増加するのだろうか、汚染水処理対策委員会では、平成二十

六年四月に約四十五万トン、平成二十七年四月に約五十五万トン、平成二十八年四月に約六十三万トン、平成三十三年一月に約八十万トンになった後、横ばいになると予想している。また同時に今後貯蔵容量の増加が急遽必要となるリスクに備え、常に半年分の空き容量を確保する必要性を指摘している。長期的な視点では、①タンクの大形化、②洋上タンカーへの貯蔵、③大深度スペースの活用を挙げている。筆者は今後四十年間、この汚染水と闘うには、大深度地下貯蔵方式を推奨したい。大深度シールド工法は日本が世界に誇れる技術であり、世界中に実績がある。第一の理由は、その大容量貯蔵スペースが容易に作れることである。地震に対する安全性も高く地上に比べて地下空間の揺れは地上の数分の一と言われている。海底トンネルに見られるように遮水性も高い構造物が作れる。現在処理できない核種も、将来技術開発が進むまで長期保管ができる。万一、地上タンクに不具合が生じた時の対策として使える。具体的なイメージは首都圏外郭放水路（深度五十メートル、容量約四十三万 m^3 ）と同じで立坑とトンネルで構成される。

原発敷地内の地下深度五十～百メートルに直径三十メートルのトンネル、長さ千メートルを二本構築すれば、百四十万トンの貯留ができる。内部を仕切ることにより地下水の受け入れ、汚染水貯蔵、万一の事故の際の給水タンクとしても使える。また掘削土は現在、建屋周辺に覆土（一～二メートル）すれば、空間線量が殆ど遮蔽され今後の廃炉作業の効率が格段に増すであろう。今、大深度地下貯槽のような安全な汚染水貯留方法が求められている。