

特集 25周年記念
シンポジウム

放射性物質と環境：新たな課題への挑戦を

鈴木 基之

問題の発生

2011年3月11日東日本大地震(M9),それに伴って生じた波高14mに達した津波は、東北地方の太平洋沿岸域に大災害をもたらし、さらに福島県双葉郡に位置する福島第一原子力発電所の1-4号炉の停止と1,3号機の爆発という事象につながり、いわゆる「過酷事故」の発生となった。3月15日からは敷地外において高い放射線量が観測されるようになった。自然環境中に、放射性物質が排出される深刻な環境問題が絶対安全と言われ続けてきた原子力発電所を巡って生じることとなったのである。

これまで放射性物質による環境汚染に関しては、環境省の管轄外とされていた¹⁾。わが国において原子力発電所の建設が開始されたのは1967年と、環境庁の設置以前であったことも、その背景にあらう。

さらに、原子力発電に関しては、エネルギーの廉価・安定供給を旗印とする推進の立場からは「安全神話」が徹底して広められ、事故が生じることはなく、ましてや、それによる発電所敷地外への放射性物質の飛散などは想定すべきではないとの風潮となっていたため、今回生じた事態に関しては管轄すべき行政体制も定まっておらず、政府自身が右往左往をせざるを得なかったのである。

放射性物質が発電所敷地外の広域な地域、自然環境へ放出され、これが地域住民の生命や健康、さらには地域で産する農作物や水産物などへ影響を及ぼすことが、短期的のみならず長期的、継世代的にも心配されるときになって、これに対処する体制が存在していないばかりか、科学研究としても準備が出来ていたとは言い難いことに気付かされるのである。

もちろん、原子力関連の研究は一つの強力な集団として推進されていたものの、事故への予防的な対応などの研究はあまり見られず、さらには、チェルノブイリなど、過去の他国における原子力発電所の事故から教訓を抽出し、わが国における事故発生を想定した具体的な対応などの体系的な検討がな

れてはなかった。

環境政策・行政面からの対応

このような状況の下ではあったが、環境中に現実に放出された放射性物質の影響とそれに対する対処法を如何に体系的に構築すべきかに関して、環境面からの責任ある関与が求められると考えるのはごく自然の成り行きであろう。放射性物質への対応、原子力発電の安全管理に関する三つの動きの概要を紹介しよう。

(1) 中央環境審議会は震災発生40日後の4月20日に臨時総会を開催し、27日に環境大臣に対して意見具申を行っている²⁾。ここで、環境省が原子力の安全管理・規制に関して積極的に関与するように求めている。

(2) さらに、わが国におけるエネルギー政策の中で、原子力発電を使い続ける場合に、如何にして安全安心をベースとした管理の下に実際の運用を行うべきなのかに関しては、これを国民の視線で判断を下すことが出来る仕組みを構築していくことが必要である。

周知のように、わが国の原子力発電に関しては、その安全・運転管理上の規制を司るメカニズムは2001年の省庁再編以降、科学技術庁から経済産業省に移され、原子力安全委員会、原子力安全基盤機構(独法)、および原子力保安院に関する法整備がなされ、一見、万全の態勢がとられていたとはいえ、原子力発電に関する推進体制と安全規制体制が一つの省に共存したことの問題なども今回の事故を契機に、明らかとされてきた。具体的な事故発生に関する一連の事象と共に、これら従来の体制が惹起した種々の問題については、政府および国会、それぞれに設置された事故調査委員会の報告を総合して如何なる結果に至るかが注目される。

今後の原子力規制に関する仕組みは、より安全確保に主眼を置いて、時の政府からも一定の独立性を有する確固たる権限を有する機関の設置が望まれることになる。この点に関して、内閣府に「原子力事故再発防止顧問会議」が設置され、10月4日か

ら4回の会議を経て、提言が座長より原発事故の収束及び再発防止担当大臣に提出された³⁾。これに基づき、独立性の高い原子力規制委員会が環境省の外局として設置され、その事務局機能としての原子力規制庁が従来の原子力安全・保安院、原子力安全委員会、原子力安全課（文科省）などの関連分野を集め、安全・規制の機能を果たすこととなった。この仕組みが如何に実効あるものとして、国民の信頼を得るものとなるかは、国民各層が原子力リテラシーを高め、国家としてのガバナンスを確立できるにかかっている。

(3) また、放射性物質の飛散により汚染された地域の除染に関しては、2011年8月に「除染基本方針」⁴⁾、「放射性物質汚染対処特措法」⁵⁾が制定され、環境省が指揮を執ることが決定された。これに伴い、除染に関する具体的な方針に関しては、「環境回復検討会」が設置され、9月14日、同27日の2回の会合が持たれ、特措法施行に向けて、対処の「基本方針」⁶⁾がパブリックコメントを経て制定されている。さらに第3回の検討会（12月11日）においては除染の「ガイドライン」⁷⁾などの検討が行われている。

環境科学としての対応

環境科学は、公害問題から始まる環境中の有害物質への対応の多様な経験を蓄積しており、今回の放射性物質の環境中への飛散に始まる汚染事象への科学的な対処に関しては、もっとも近いところに位置する学の体系を有しているといつて良からう。

(1) 発生源からの排出量

放射性物質が、どのような量、どのような形態で自然環境中へ排出されたのかについては、発電所の場合、ウラン237の崩壊によって、どのような核種が炉の中に存在するのか、あるいは使用済燃料として、どのような量が貯留されていたのかなどは炉を運転する側が把握しているべきものであり、どのような割合が大气へ、あるいは排水として海域へ放散されたのかが明確にされることが望ましい。事故調査の結果として、この辺りが明確にされることを期待したい。

当面の対象となっているセシウム137に関しては、どのような推算が行われたのかは不明であるものの原発から放出された量の推定として1万5000テラベクレルという膨大な数字が示されているようである⁸⁾。

(2) 環境中の挙動、フェイト

重金属化合物など従来型の有害物質の環境中への放出に比して、放射性物質は、その人体への影響、

生態系への負荷のありようなどにおいて異なる面がある。原子力発電所事故から飛散することとなった放射性同位元素もその核種がストロンチウム90、ヨウ素131、セシウム134、同137、プルトニウム239などであり、化学物質ではあるが、問題となるのが化学物質としての濃度ではなく、これらの崩壊により発生する α 、 β 、 γ 、中性子線であり、それぞれの放射線の特性に伴い、生じうるリスクも異なり、また崩壊の時定数が大きく異なることから、その対処も差を生むこととなる。しかしながら、これらの化学物質としての環境中の挙動、フェイトについては、一般的な化学物質を考えると同様の物理化学的、あるいは場合によっては生物による摂取などを配慮することによって、ある程度のモデル予測や推定も可能となるであろう。

たとえば、大气中に放出された放射性物質が気象条件により気流によって広域に拡散し、重力により、あるいは降雨に捕捉されて沈降し、土壌中の成分（粘土質、腐植質）、人工物（構造物、舗装表面、排水路など）との分配関係によりどのように捕捉されるのか、さらには樹木、森林、植物生態系とどのように関わることとなるのかが課題となろう。さらに農地の場合は農業生産が如何にリスクを負うこととなるのか、新たな降雨時の表流水によって放射性物質はどのように移送され、あるいは地中に浸透し、また、河川など水域に集められるのか、受水域においては水産への影響はどうか、人間居住圏への影響はどう考えることになるのかなど、一般的な評価が定量化されていくこと必要となるであろう。さらに、それぞれのプロセスが相互干渉をもちつつ地域毎の固有システムとしての振る舞いをどう考えるかなどの考察も必要であろう。これらは、環境中へ放出された有害物質の動態を対象としてきた研究者のカバーすべき課題であろう。

(3) 放射線の人体影響、生態系への影響

以上のように、放射性物質の環境中での挙動が把握されると、それに基づいて放射線環境の様相が把握され、それに伴い将来にわたり安全安心な生活空間、あるいは安全な農業生産の場が確保できることになるか否かの判断が出来ることとなる。

未だに十分に解明されていないのは、放射線の人体影響に関して、その用量反応関係が多く化学物質のように閾値を有するものであるのか、あるいは線形関係を仮定することが妥当であるのかという点のように見える。さらに放射線の被曝においては、外部被曝と内部被曝を峻別する必要があるであろうと言うことであり、放射線医学の面からの科学的な判断を基にして議論が進められることとなるであ

ろう。

(4) 除染技術・システムの開発

具体的な汚染地域の状況が把握されるために地域の面的な放射線の計測が不可欠である。現在、多様な計測器が流通しており、その精度、信頼性などの面でも一定の標準化が必要となると同時に、広域で継続的なモニタリングにより状況を判り易く知り得ることが、住民の安心感を醸成する上でも重要である。環境計測の一つの領域としての迅速なシステムの構築が求められよう。

実際の汚染地域の除染の遂行に当たって、発生する汚染土壌類を、現場における保管、市町村・コミュニティ単位での仮置場、さらに中間貯蔵施設（福島県）と3つの規模の異なる保管形態を想定し、副次的な汚染、被曝などの生じないようにガイドラインに示している。汚染物質を含む廃棄物類についても同様にガイドラインが策定されている。いずれにせよ、発生する汚染物質の量は膨大であり、最終的にどのように最終的な処分に結び付けていくのかは長期的な課題であると同時に新たな技術開発が試みられるべきところである。中間処理により、減容を試みるとしても放射性物質は保存されることとなるので、放射線レベルは高まっていくこととなる。この新しい課題に関しても、従来、環境分野において開発され、適用されている微量汚染物質の濃縮技術など、応用可能なものは数多いと考えられる。国内に蓄積されている各種技術が出番を与えられていないとすれば、色々な制度面での改革も必要であろうし、新たな試みも広く招致する必要もあるであろう。

さらに、地域単位での除染を実施するにあたっては、現場固有の状況の把握とそれに基づいて、汚染箇所への適正な対処法を特定し、それぞれの地域における解決に向けて優先度も考慮した最適な対応をとっていくことが求められる。限られた財源や人的資産を有効に活かして居住可能な状態を速やかに回復するためには、最適性の配慮も必要となるであろう。住民合意の上で、このような手法を確立し、問題解決のロードマップを明確にすることが現地における安心感を構築する上で必要であろう。

おわりに

原子力発電炉は2011年1月時点で、地球に436基存在し、75基が建設中、23基が計画中であり、その内、中国・韓国・台湾において39基、わが国に54基（内4基は廃炉決定）であった。人類が原子力エネルギーを今後も利用し続けるとすると、放射性物質による環境汚染に関する十分な配慮をし

ておくことが必要であることは言うまでもない。環境科学としては、放射性物質の環境への飛散、環境中におけるふるまい（フェイト）、人体を含む生物系への影響などを体系的に明らかにすることが求められ、実際に汚染が発生した場合に対するその対処に関して具体的な対応策、また予防的なシステム開発を十分に行っておくことが必要であり、これは環境科学に新たな地平を与えるものとなる。環境科学学会は、多様な専門家の集団として、人間の生存を守る立場から、学としての体系を構築し、将来への責任を果たす決意を固める必要がある。

文 献

- 1) 環境基本法第13条：「放射性物質による大気汚染、水質汚濁及び土壌汚染の防止のための措置については、原子力基本法（昭和30年法律第186号）その他の関係法律で定めるところによる。」
- 2) 「中央環境審議会会長特別提言」（2011年4月27日）：この内容は、被災地における当面の復旧段階での対応、中長期的視点での地域社会の設計とエネルギー問題への対応、さらに放射性物質の安全管理の体制作りであり、委員のコメントを付したものとなっている。
- 3) 「原子力事故再発防止顧問会議提言」（2011年12月13日）：原子力安全行政が地に落ちた事への反省に基づき、国民の信頼を得られる原子力安全規制体制を構築すること。推進と安全管理（規制）を分離し安全規制体制の独立性を確保する法令の整備の必要性を示し、改革にあたって考慮すべき7原則として、①「規制と利用の分離」、②「一元化」、③「危機管理」、④「人材の育成」⑤「新安全規制」、⑥「透明性」、⑦「国際性」を挙げている。
- 4) 「除染に関する緊急実施基本方針」（2011年8月26日、原子力災害対策本部）
- 5) 「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境汚染への対処に関する特別措置法」（2011年8月30日公布、2012年1月1日施行）
- 6) 「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境汚染への対処に関する特別措置法 基本方針」（2011年11月11日）
- 7) 「除染関係ガイドライン」および4編の「ガイドライン」類（2011年12月、環境省）
- 8) http://jp.wsj.com/japanrealtime/blog/archives/7514/?mod=rss_WSJBlog
ウォール・ストリート・ジャーナル日本版 Japan Realtime 「福島原発のセシウム137放出量は原爆168個分！」（2011年8月27日）