

原子力機構高崎放射性核種観測所 における希ガス観測 —CTBTO による認証—

山本 洋一
Yamamoto Yoichi

1. 包括的核実験禁止条約（Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty：CTBT）とは

CTBT¹⁾は、宇宙空間、大気圏内、水中、地下を含むあらゆる場所での核兵器の実験的爆発及びその他の核爆発を禁止し、加盟国がその順守を検証する体制の確立等を規定したもので、1996年9月に国連総会で採択された。CTBTが発効するためには、潜在的な核開発能力を有する特定の44か国（発効要件国）全ての批准が必要となるが、現在のところ36か国が批准しているのみであり、未発効となっている。

CTBTでは、4つの監視技術（地震波、放射性核種、水中音波、微気圧振動）を用いた監視施設網により地球規模で核実験を常時監視する、国際監視制度（International Monitoring System：IMS）の整備が定められている。条約で設置が定められているIMS監視施設は、観測所として地震170か所、放射性核種80か所（80か所全てで粒子状放射性核種の観測を実施するが、放射性希ガスの観測は半分の40か所のみ）、水中音波11か所、微気圧振動60か所と、放射性核種監視を支援する実験施設16か所を加えた合計337か所がある。2015年5月現在、既に281か所（83.4%）が核実験監視のための技術要

件を満足した監視施設としてCTBT機関準備委員会（CTBT Organization：CTBTO）から認証され運用中²⁾で、実質的な国際監視体制が確立されつつある。各監視施設で得られた観測データはCTBTOの提供する世界的情報通信基盤によりウィーンの国際データセンターを経由して各締約国の国内データセンターへ配信され、そこで核実験が実施されたか否かを解析・評価する仕組みである。

2. 我が国におけるIMS監視施設

我が国のIMS監視施設は、図1に示すよう



図1 日本国内のIMS監視施設
()内のアルファベットは監視施設ID、数字は条約議定書付録に記載の施設番号

に放射性核種観測所が2か所、実験施設が1か所、地震観測所が6か所、及び微気圧振動観測所が1か所の合計10か所ある。このうち、日本原子力研究開発機構（原子力機構）は、2つの放射性核種観測所（沖縄県国頭郡恩納村，群馬県高崎市），及び実験施設（茨城県那珂郡東海村）の運用を担当している。また，これら3つ以外の施設については，（一財）日本気象協会が運用している。

3. 高崎観測所の認証と希ガス観測の重要性

原子力機構が高崎量子応用研究所内に設置し運用している高崎観測所は，粒子状放射性核種と放射性希ガス（Xe）の両方を観測している放射性核種観測所（沖縄観測所は粒子観測のみ）であり，粒子状放射性核種の観測所としては2004年に既に認証を得ていた。一方，放射性Xe監視技術はその技術的な難しさからCTBTのほかの監視技術より遅れて開発整備が始められたため，高崎観測所で試験的に放射性Xe観測を開始したのは北朝鮮が第1回地下核実験を

実施した翌年の2007年からであった。それ以降，放射性Xeバックグラウンドの観測を継続的に行い，その運用経験を通じて放射性Xe観測装置の改良が行われてきた。しかし，あくまでも試験運用であったため，放射性希ガスの観測所としての正式な認証が望まれていた。2011年の東日本大震災に伴う東京電力（株）福島第一原子力発電所事故や北朝鮮情勢等の影響により認証作業が延期されていたが，大気捕集量等がCTBTOの技術要件を満足しているかの確認作業を経て，2014年12月19日にCTBTOから東アジア沿岸国で初めて（世界では22番目）の認証を得ることができた。これにより我が国のIMS監視施設の認証は全て完了し，国内のCTBT監視体制が確立した。

核実験に際しては，地震波監視等による震源位置及び発生時刻の特定と，大気中に放出された核爆発特有の人工放射性核種の監視により総合的な評価を行う。CTBT監視対象の放射性Xe同位体（ ^{133}Xe ， ^{135}Xe ， $^{131\text{m}}\text{Xe}$ ， $^{133\text{m}}\text{Xe}$ ）は核爆発によって多量に生成されることや，半減期

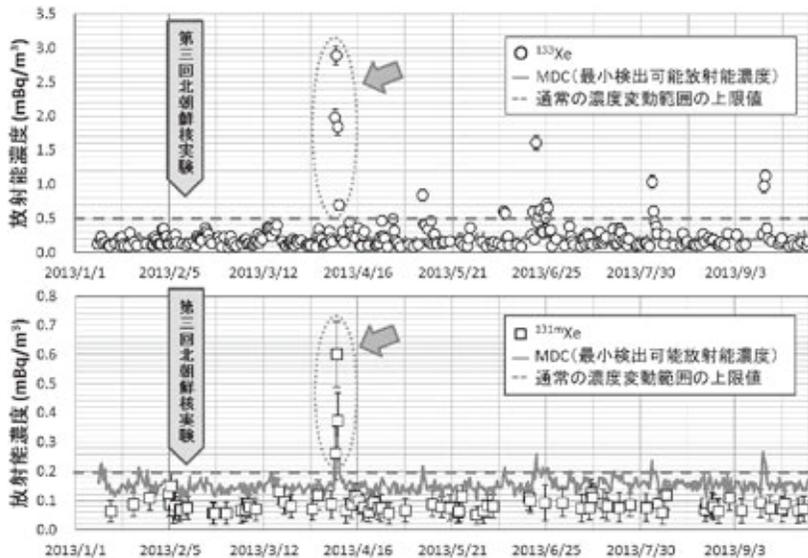


図2 第3回北朝鮮核実験後の高崎観測所における放射性Xe同位体の放射能濃度変化 [(上) ^{133}Xe ，(下) $^{131\text{m}}\text{Xe}$]
点線で囲まれた部分が第3回北朝鮮核実験由来の検出

が9.1時間～11.8日であることから、CTBT監視に適している。また、Xe等の希ガスは非常に安定で化学的に不活性なガスであるため、地下で行われた核爆発でも地層の亀裂等を通して大気中に浸み出してくる可能性が他の核種に比べて高い。このため、放射性Xeの監視は、特に地下核実験の検知/同定に重要な役割を果たすことが期待されている³⁾。2013年4月に高崎観測所で通常の濃度変動範囲を大きく超える2つの放射性Xe同位体 (^{133}Xe , $^{131\text{m}}\text{Xe}$) を同時検出した (図2)。その同位体比や大気拡散シミュレーションによる推定放出源の解析から、本事象は北朝鮮が同年2月に行った第3回地下核実験で生成され地下に閉じ込められていた放射性Xeが何らかの原因 (坑道の作業等) によ

り4月上旬に大気中に放出されたものと同定された。このように、高崎観測所はアジア地域の東端に位置するため、偏西風によって運ばれてくる放射性核種の観測において国際的に重要な拠点となっている。今回の認証により、これまで以上に安定した観測所の運用と高品質な観測データの提供が期待されている。

参考文献

- 1) Sullivan, J.D., *Physics Today*, **51** (3), 24–29 (1998)
- 2) CTBTO ホームページ, <http://www.ctbto.org>
- 3) Bowyer, T.W., *et al.*, *J. Environ. Radioact.*, **59**, 139–151 (2002)

(日本原子力研究開発機構)