

は不可能である。このため、ヒトの防護における標準人に相当する、標準動物及び植物（Reference Animals and Plants）の概念が提唱され、2008年には12種類の標準動物及び植物の詳細とそれを用いた環境防護の枠組みについての報告書（Publication 108）がICRPより刊行された²⁾（図1）。この標準動植物は、分類上の科を念頭に置いた、ある形と大きさを持った仮想的な生物である。標準動植物それぞれについて生物個体や環境媒体中の核種の濃度（Bq/kg）から生物個体が受ける線量率（ $\mu\text{Gy}/\text{day}$ ）を算出するための線量換算係数（Dose conversion factors）、及び得られた線量率とその標準動植物において放射線影響を考慮すべき量であるかを判断するための目安として誘導考慮参考レベル（Derived Consideration Reference Levels）（ mGy/day ）を示している（図2）。この誘導考慮参考レベルはあくまでも目安であり、規制のための数値ではないが、放射線の環境影響評価を何らかの形で取り入れている国において評価のための基準値として用いられている値（1~10 mGy/day 程度）や欧州共同体（EC）のプロジェクトが種感受性分布（SSD：Species Sensitivity Distribution）解析手法によって提唱しているスクリーニング線量率³⁾あるいはUNSCEARなどほかの国際機関が示している値と大きな違いはない。誘導考慮参考レベルは豊富とは言えない慢性被ばく実験データに基づいて設定されているが、例えば、レファレンスネズミの誘導考慮参考レベル0.1~1.0 mGy/day は、実験マウスの寿命短縮やリンパ球の染色体異常の出現頻度の増加が1 mGy/day の低線量率長期連続照射では観察されない、あるいは極めて僅少であるのに対し、20 mGy/day の照射では明確に観察されるという環境科学技術研究所の田中博士らによる貴重な研究結果^{4,5)}とよく合致しており、放射線影響を考慮するための目安として妥当であろう。

Derived Consideration Reference Levels (mGy/d)
for Reference Plants and Animals (ICRP: Pub. 108)

Dose rate (mGy/d)	0.01	0.1	1	10	100	1000
Deer						
Rat						
Duck						
Frog						
Trout						
Flatfish						
Bee						
Crab						
Earthworm						
Pine tree						
Wild grass						
Brown seaweed						

図2 ICRPが提示した誘導考慮参考レベル

前述したように、環境生物の線量評価手法並びに生物影響について目安となる線量率が提示されたことから、種々の状況において環境中の生物の放射線影響を推定することが可能となった。そして不幸にも発生した東電福島第一原子力発電所の事故は、放出された多量の放射性物質で汚染された地域に生息する生物が放射線影響を受けるのかどうかをその枠組みを利用して推定する機会となった。実際、2011年5月に*Environmental Science and Technology*誌に掲載された論文でフランス放射線防護原子力安全研究所（IRSN）のJ. Garnier-Laplace博士らは、文部科学省のモニタリングデータとECのプロジェクトが開発した線量評価ツールを利用して、福島県相馬郡飯舘村の土壤中の放射性物質濃度からそこに生息するネズミの被ばく線量を計算し、ICRP Publ.108の誘導考慮参考レベルを明らかに超えて、繁殖能力の低下が懸念されるレベルの被ばくをしている可能性を示唆した⁶⁾。しかし、その線量計算ツールは放射線が環境生物に影響を及ぼすことがないように概ね予防的、保守的に設定された数値に基づいていること、環境生物が受ける被ばく線量の計算手法は人と比べると随分大雑把であることなどの点を踏まえると、福島県の環境に生息する生物が放

射線によって実際に影響を受けるのかどうかという質問に答えるには現地の生物を対象とした放射線影響研究を遂行することが必須である。Garnier-Laplace 博士らの報告は、原発事故後間もない時期のモニタリングデータを利用しているため、 ^{131}I の線量寄与が非常に大きく、 ^{131}I が完全に減衰している現在、前述の飯舘村での被ばく線量は大きく低下している。警戒区域内（原発から半径 20 km 圏内）の顕著に汚染された場所では、現在でも 60~80 $\mu\text{Sv/h}$ の空間線量率を示す。この空間線量率から土壤中の放射性物質濃度を推定し、ICRP Publ.108 の線量換算係数を使用して野ネズミの被ばく線量を計算した場合、明確な影響が観察されても不思議ではない線量となる。そこで、我々の研究グループは野ネズミ（主にアカネズミとヒメネズミ）と野ネズミが息息する場所の土壌や落ち葉などを福島県の計画的避難区域や警戒区域内で捕獲採取する活動を 2011~12 年にかけて複数回行い、捕獲した野ネズミの被ばく線量の推定と放射線影響の探索を開始した。今後、汚染地域での野ネズミの捕獲を継続して実施するとともに、できるだけ早く得られた結果を報告したいと考えている。いずれにせよ、今後、継続的な野生生物の個体数調査や個体の健康影響調査、生物が受ける被ばく線量のより精度の高い評価が必要である。福島県で野生生物を観察あるいは捕獲採取し、捕獲採取した生物に通常では見られない何らかの変化や異常を発見した場合、その変化や異常が放射線に起因するのかわかり判定することが重要である。そのために

は、被ばく線量の推定を目的として観察あるいは捕獲採取した場所の放射線の空間線量や環境媒体、例えば土壌、落ち葉、水、底泥などの放射能濃度を測定することが必要である。

参考文献

- 1) United Nations, Report of the United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, 3-14 June (1992)
- 2) ICRP, Environmental protection: the concept and use of reference animals and plants, ICRP publication 108 (2008)
- 3) Garnier-Laplace, J., Della-Vedova, C., Gilbin, R., Copplestone, D., Hingston, J. and Ciffroy, P., First derivation of predicted-no-effect values for freshwater and terrestrial ecosystems exposed to radioactive substances, *Environ. Sci. Technol.*, **40**, 6498-6505 (2006)
- 4) Tanaka, S., Tanaka, I. B. III., Sasagawa, S., Ichinohe, K., Takabatake, T., Matsushita, S., Matsumoto, T., Otsu, H. and Sato, F., No Lengthening of Life Span in Mice Continuously Exposed to Gamma Rays at Very Low Dose Rates, *Radiat. Res.*, **160**, 376-379 (2003)
- 5) Tanaka, K., Kohda, A., Satoh, K., Toyokawa, T., Ichinohe, K., Ohtaki, M. and Oghiso, Y., Dose-Rate Effectiveness for Unstable-Type Chromosome Aberrations Detected in Mice after Continuous Irradiation with Low-Dose-Rate γ Rays, *Radiat. Res.*, **171**, 290-301 (2009)
- 6) Garnier-Laplace, J., Beaugelin-Seiller, K. and Hinton, T.G., Fukushima Wildlife Dose Reconstruction Signals Ecological Consequences, *Environ. Sci. Technol.*, **45**, 5077-5078 (2011)

(放射線医学総合研究所)