OIL に基づく被ばく線量評価の検討
（２）測定核種の同位体による影響

Study on Radiation Dose Evaluation based on the OIL
（2）Influence by the isotopes of a measurement nuclide

*吉田　至孝　原子力安全システム研究所

緊急時の環境モニタリングでは原子炉から放出された放射性物質のうち代表的な核種（ヨウ素 131、セシウム 137 等）を対象に測定が行われる。原子炉内の放射性同位体は燃料組成や燃焼度に依存する。一方、同位体は基本的に同じ振る舞いをすることから、測定核種の放射能濃度が測定された場合、原子炉停止時刻から同位体の割合を推定し、対象元素による被ばく線量を評価することが可能である。本研究は PWR および BWR の代表的炉心を対象として、OIL 観測値に基づく被ばく線量への同位体による影響を検討した。その結果、OIL の種類に応じて測定核種に対する補正が必要であることを明らかにした。
キーワード：運用上の介入レベル、公衆防護措置、原子力災害、被ばく線量、同位体

１．緒言

運用上の介入レベル（OIL）に対する包括的判断基準である被ばく線量に着目して、OIL 観測値に基づく被ばく線量評価手法の検討を行っている。本研究では、原子炉で生成された元素の同位体組成を用いて、環境モニタリングで測定された核種の放射能から、測定核種の同位体による被ばく線量への影響を検討した。

２．被ばく評価手法の概要

各 OIL に対する被ばく経路を表 1 に示す。それぞれの被ばく線量を計算するため、IAEA[*1] および ICRP[*2] の文献から線量換算係数を抽出するとともに、吸入、摂取量等のデータを整備し、測定核種に対する被ばく線量を評価[*3] した。

表１　各 OIL に対する被ばく経路

OIL	被ばく経路
OIL1 OIL2	グランドシャイン
	再浮遊による吸入
	不注意な経口摂取
OIL4	汚染した皮膚からの不注意な経口摂取
	皮膚汚染から真皮への外部被ばく
OIL6	飲食物摂取

３．同位体による被ばく線量への影響評価手法

PWR 炉心（2，3，4 ループ）及び BWR 炉心（4,5,ABWR）を対象とした ORIGEN 燃焼計算結果に基づき、福島事故時に測定された核種の元素を対象として、OIL 毎に線量換算係数のある同位体を抽出し、事故発生 12 時間後から 1 週間後までの同位体比率による単位線源の被ばく線量を計算して測定核種（Mn-54、Fe-59、Co-60、Sr-89、Zr95、Nb95、Tc-99m、Ru-106、Ag-110m、Te-132、I-131、Cs-134、Ba140、La140、Ce-144、Pu-238）の被ばく線量に対する全同位体の被ばく線量の比（補正係数）を求めた。補正係数が 1 であれば測定核種のみで代表できる。

表２　同位体による影響

元素	補正係数（最大値）			
	OIL1	OIL2	OIL4	OIL6
Mn	7.91	1.03	125.54	2.41
Fe	1.00	*1.13	*1.25	*2.08
Co	2.43	2.25	2.35	1.90
Sr	12.48	1.46	*1.18	1.46
Zr	1.04	1.03	1.02	3.13
Nb	1.00	1.00	1.00	1.14
Tc	1.00	1.00	1.00	1.00
Ru	8.08	2.14	2.44	1.48
Ag	1.25	1.52	50.79	12.97
Te	1.57	1.09	1.01	1.10
I	8.52	4.51	1.10	1.38
Cs	1.89	1.94	2.16	1.83
Ba	1.02	1.00	1.00	1.00
La	1.03	1.03	1.00	1.04
Ce	2.18	1.24	64.40	1.58
Pu	1.60	1.66	2.36	1.94

*:事故発生 1 週間後、その他は 12 時間後

４．評価結果

補正係数は運転期間 1～13 ヵ月の間の最大値を事故発生 12 時間後から 1 週間後までの時間変化で求めた。PWR 炉心と BWR 炉心の同位体による影響は 18%程度であった。OIL1 では Mn、Co、Sr、Ru、I、Ce が、OIL2 では Co、Ru、I が、OIL4 では Mn、Co、Ru、Ag、Cs、Ce、Pu が、OIL6 では Mn、Fe、Zr、Ag が 2 倍を超える補正係数となった。

５．考察と今後の課題

OIL が対象とする事故後数時間から数日間の環境モニタリングで測定された主要核種の放射能を被ばく線量に変換する際には、OIL の種類によって原子炉停止からの経過時間により同位体の影響を補正する必要がある元素が確認された。今後は、測定される可能性のある核種に対して補正係数を求めるとともに、福島第一原発事故時のデータを用いて検討を深めていきたいと考える。

*1: IAEA TECDOC-1162, (2000). & IAEA SRS No.19, (2001).
*2: ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public; Ver. 3.0
*3:吉田至孝,原子力学会 2015 秋の大会,L55

*Yoshitaka YOSHIDA,　Institute of Nuclear Safety System