1．基本情報

区分	市街地	担当者名	古米弘明、尾崎則篤、和田桂子
タイトル（英文）	Gamma-dose rates from terrestrial and Chernobyl radionuclides inside and outside settlements in the Bryansk Region, Russia in 1996 - 2003		
タイトル（和文）	1996 年から 2003 年までのロシアの Bryansk 地域の住民の土壌由来のガンマ線被ばく量		
キーワード	Chernobyl accident; Cesium; Terrestrial radionuclides; Gamma-dose rates; Effective doses		
著者	Valery Ramzaev, Hidenori Yonehara, Ralf Hille, Anatoly Barkovsky, Arkady Mishine,Sarat Kumar Saho, Katsumi Kurotak, Masafumi Uchiyama		
文献	Journal of Environmental Radioactivity, vol.85, 205 - 227, 2006		

（1）対象地域

Bryansk Region (チェルノブリ原子力発電所の約 175 – 250 km 北東), ロシア

人口; 約 144 万人

（2）重要な図表

Fig.1 は研究対象地域を示している。著者らは Novozybkov 周辺住民の 1 年間の外部被ばく量を調べるために、Fig.1 に示す地点で土壌のサンプリング、空間線量の測定を行った。

Table.1 は ^{137}Cs 堆積量の他文献における値と著者らによる測定結果の比較を示している。

(1)式は著者による、1 時間の大気からの放射線暴露量であり、^{137}Cs 堆積量あたりの放射線暴露量（nGy/h per kBq/m^2）となっている。

$$\dot{D}_{\text{air Cs}} = \left((R_{\text{device}} - \text{BC}) \times k - \dot{D}_{\text{air TRN}} \right) / \text{GD}_{137}, \qquad (1)$$

R_{device}: 空間線量測定値（mR/h）

BC: 宇宙線線量値（mR/h）

k: 測定された放射線暴露量(mR/h)を放射線吸収量（暴露効率等を考慮して）に変換する(nGy /h)係数（8.7）

$D_{\text{air TRN}}$: TRN（**T**errestrial **R**adio**N**uclides, ^{40}K, ^{226}Ra subseries, and ^{232}Th series）由来の放射線吸収量(nGy/h)

GD_{137}: ^{137}Cs 堆積量測定値（kBq/m^2）

(2)式は著者による、年間の、住民の生活様式に応じた大気からの放射線暴露量であり、^{137}Cs 堆積量あたりの放射線暴露量（nSv/y per kBq/m^2）となっている。

$$E_i = R\,8760 \left[0.59 \sum_j \dot{D}_{\text{air Cs},j} P_{ijs} + 0.41\, W \sum_j \dot{D}_{\text{air Cs},j} P_{ijw} \right], \qquad (2)$$

R: 放射線吸収量を実際の大人への放射線暴露量へと変換する係数（0.75 Sv/Gy）（Jacob and Likhtarev, 1996）
8760: number of hours in a year
$D_{air\ Cs,j}$:タイプが j に分類される場所での ^{137}Cs 堆積量あたりの放射線暴露量（nGy/h per kBq/m^2）
P_{ijs}, P_{ijw}: i 番目のグループの人が夏季(s)と冬季(w)にタイプ j の場所で過ごした時間の比率
W: 冬季の積雪による暴露量の減少率
0.59 and 0.41: 夏季（7 months)と冬季（5 months)の時間割合

Table.2 は TRN と Cs の堆積量測定結果を示している。土壌の深さ、場所のタイプごとに平均値と最小値、最大値が示されている。^{137}Cs は土壌の最上層部分の堆積量を 1 としたときの値が示されている。Ground deposition (% to the total)は各層が土壌全体における堆積量に占める比率である。

Table.2(continued)は先に示した Table.2 の続きである。Sand, clay pits はそれぞれ建築資材用の砂、粘土の採掘場における土壌サンプル値である。これらの値は家の中での建材からの放射線暴露量の推定に用いられる。

Fig.3 は ^{137}Cs 堆積量の頻度分布を、Fig.4 は ^{137}Cs 堆積量の深さごとの相対値を示す。これは Table.2 の ^{137}Cs Activity concentration (relative units)を図示したものである。

Fig.2 は機器による放射線暴露量測定値と土壌中の放射能濃度から推定した放射能線暴露量推定値との比較である。両者は高い相関を示しおり、ほぼ同じ値となっていることが示されている。

Table.3 は式(1)における $D_{\mathrm{air\ TRN}}$, $D_{\mathrm{air\ Cs}}$ の値（それぞれ Absorbed dose rates from terrestrial radionuclides(nGy/h)、Normalized absorbed dose rates due to 137Cs fallout(nGy/h per kBq/m^2^{137}Cs current ground deposition)が各場所タイプごとに示されている。DRM half-lives は(Reduction of **D**ose **R**ate due to contaminant **M**igration, pp.221)であり、各場所におけるセシウム由来の放射線量の半減期であり、Fig.7 から放射線量の対数値とチェルノブリ事故からの経過時間の相関関係から求めた値である。

Fig.7 には、チェルノブイリ事故後の ^{137}Cs 堆積量あたりの放射線暴露量（nGy/h per kBq/m^2）の推移が示されている。0~10 年目までは他文献からの引用値であるが 10 年目以降は著者らの測定値が使用されている。

Table.4 は年間放射線暴露量を示しており、Terrestrial radionuclides と ^{137}Cs はそれぞれ先に示した(2)式の $GD_{137}\times E_i$ と E_i を表している。

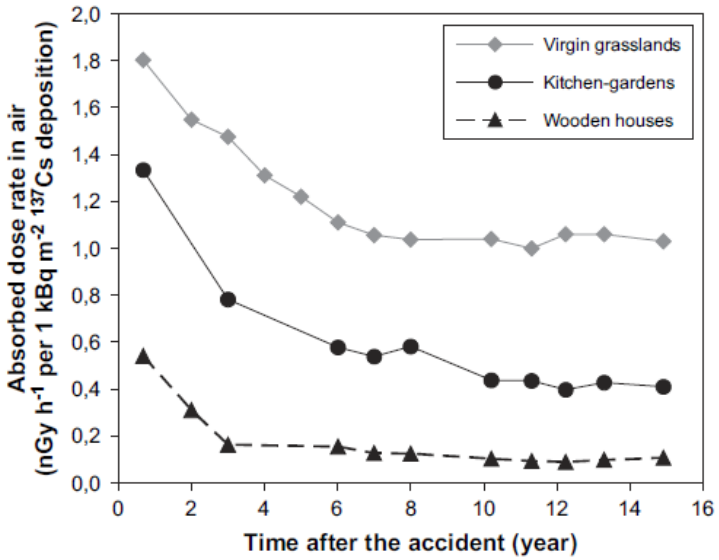

Fig. 7. Dynamics of normalized absorbed dose rates in air from ^{137}Cs (per unit of the radionuclide current ground deposition) at three typical locations in the Bryansk Region, 1986–2001. The data for the second decade show mean values for each location from the original measurements; data for the other years are estimates using literature data from Logachev et al. (1988), Golikov et al. (1993, 2002), and Jacob and Likhtarev (1996). The values of the coefficient of variation for an annual average were within the ranges of 18–25, 8–18, and 29–55% for virgin lands (for 1–15 y), kitchen gardens (for 10–15 y), and wooden houses (for 10–15 y), respectively.

Table 4
Average annual external effective doses from terrestrial radionuclides (mSv) and normalized annual external effective doses from ^{137}Cs contamination (mSv per MBq m^{-2} ^{137}Cs current inventory in soil) to selected groups of population of Bryansk Region in 1996–2001

Living area	Annual effective dose from					
	Terrestrial radionuclides (mSv)			^{137}Cs (mSv per MBq m^{-2} ^{137}Cs inventory)		
	Indoor workers	Pensioners	Herdsmen	Indoor workers	Pensioners	Herdsmen
(1) Brick house + asphalt yard + asphalt street	0.27	0.27	0.23	0.66	0.82	1.93
(2) Wooden house + grassy yard + dirt street	0.18	0.16	0.15	1.01	1.28	2.27
Ratio of (2) to (1)	0.66	0.60	0.63	1.53	1.55	1.18

2. 提言につながる情報

（1）モニタリングへの活用

特になし

（2）流出挙動・経路

耕作等による土壌撹拌によって放射能は土壌深くまで拡散される。

（3）除染の際の留意点

特になし

（4）担当者のコメント

観測地点・観測回数が非常に多い。