

放射性物質の沈着過程

○青山智夫, 神部順子, 八木徹¹, 長嶋雲兵²

¹江戸川大学情報教育研究所(〒270-0132 千葉県流山市駒木 474)

²FOCUS(〒650-0047 神戸市中央区港島南町 7-1-28)

【緒言】放射性物質拡散シミュレーション WRF/Chem [1]の大気中の¹³⁷Csの[Bq/m³]値を使い, 沈着なしの時の大気中¹³⁷Cs濃度から地上のγ線量[Gy/h]を*ab-initio*計算する. 実測値との相違が大きい地点は降雨などの影響がある所である. 同シミュレーションの風速や雲水量の内部データから地表面への沈着を, 沈着式と最適化により計算する. 結果を放射性物質沈着の気象要因から考察する.

【大気からのγ線束量の*ab-initio*計算】

MP	location	obs dose	obs time	calc dose	calc time
Fukushima	north envir.	23.9 μSv/h	19:00 JST	0.6 μSv/h	19:00 JST
Fukushima	Momijiyama	18.7	19:00	1.8	19:00
Koriyama		5.3	15:00	9.2	16:00
Shirakawa		3.7	15:00	9.7	15:00
Iitate	village office	42.5	19:00	43.7	20:00
Tamura	funehiki	1.5	15:00	1.6	15:00
Kawauchi	tunnel	37.8	11:00	14.0	12:00

福島2地点の線量値が実測と1オーダー異なる. 上空の気象場との作用を検討する.

【放射性物質の沈着式】

1. Dry deposition: 大気(0~10m)中の放射性物質が風により地面と接触して移行する式
2. Cloud deposition: 大気(0~10m)中の同物質が霧と風により一部が地表に移動する式
3. Wet deposition: 大気(0~530m)中の同物質が雨により落下して一部が地表に移動する式

Equation of the **dry** deposition (D) is $D(t)=K_D w(t)Cs(t)^{\lambda}\{1-C_L(1,t)\}$, (1), where 1 is the first layer (10m).

Cloud deposition (C) is $C(t)=K_C w(1,t)C_L(1,t)Cs(1,t)^{\lambda}$, (2),

Wet deposition (W) is $W(t)=K_W \sum_L q_{rain}(L,t)^v \times Cs(L,t)^{\lambda}$, (3).

$Cs(t)$, $w()$, $C_L()$, $q_{rain}()$ are density of ¹³⁷Cs in air, wind speed, cloudiness [2], cloud water mixing ratio. K_D , K_C , K_W are deposition-coefficients; i.e., optimization parameters.

【Optimization】

$$E_{point} = \sum k (Obs(k) - Calc(k, p))^2, \quad (4),$$

Where k is timing step, p is parameter, i.e., K_D , etc.

$Calc(k, p; 1:4, \lambda, v) = Air(p1) + Dry(p2, \lambda) + Cloud(p3, \lambda) + Wet(p4, \lambda, v)$
+ Accumulated Radioactive matter on the ground (decaying as Te-132).

$$\partial(E_{福島2地点} + E_{郡山} + E_{白河} + E_{飯館}) / \partial p_{1:4, \lambda, v} < \epsilon, \quad (5)$$

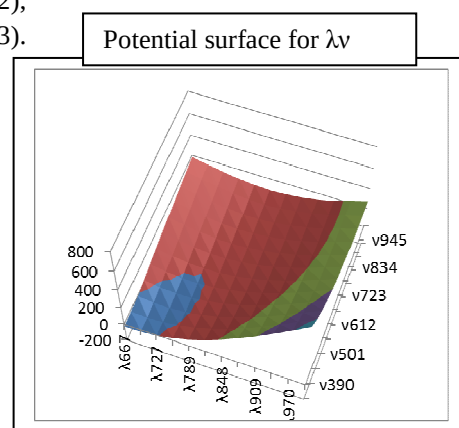
参考文献

[1] Weather Research and Forecasting (WRF) Model Users' Page, <http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/>.

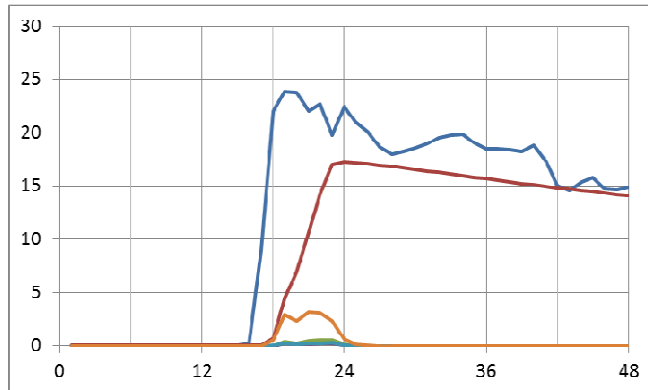
Cf. WRF/chem: <http://ruc.noaa.gov/wrf/WG11/>.

Calculations of WRF/Chem, Cs in this paper are executed by Dr. M.Takaigawa in JAMSTEC and ISET-R (A01 group).

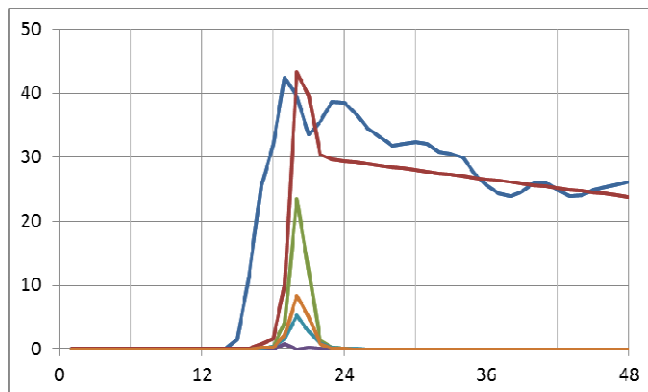
[2] Kuan-Man Xu, et.al., "A semiempirical Cloudiness Parameterization for Use in Climate Models", *J. Atmospheric Science*, **53**, pp.3084-3102 (1996).



【結果】



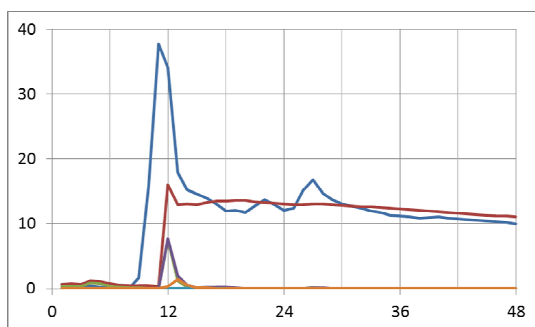
横軸：3/15, 0 時からの経過時間[h]
縦軸：空間線量率[μSv/h]
青線：福島県北保健センター実測
赤線：計算値； 橙：降雨により沈着した Cs 量に対応する線量率
福島市の放射性物質汚染は降雨によるものが 85%である。
沈着した ^{137}Cs は以降崩壊しながら線量値に寄与し続ける。Plume 通過後の実測曲線が波打つ原因は放射性ヨウ素の再飛散と考える。



横軸：3/15, 0 時からの経過時間[h]
縦軸：空間線量率[μSv/h]
青線：飯舘村役場実測値
赤線：計算値； 緑：大気からの放射線を線量率に換算した量
飯舘村の放射性物質汚染は降雨と霧による。比率は 57：38%である。
飯舘村では霧による ^{137}Cs の付着作用がある。大気からの線量も大きい。 ^{137}Cs が地表近くにあることを示す。

地点名	Dry	Cloud	Wet
福島県北	0.064	0.078	0.858
郡山市	0.685	0.193	0.121
白河市	0.340	0.509	0.151
飯舘村	0.050	0.384	0.566
福島紅葉山	0.069	0.080	0.850
川内村	0.754	0.000	0.246

左表は ^{137}Cs の沈着原因比率である。
Dry は大気と地表面の摩擦効果、Cloud は霧による付着、Wet は雨による沈着である。
雨が原因の ^{137}Cs 汚染は福島市と飯舘村で顕著で霧の効果は標高 350m 以上の白河市と飯舘村で大きかった。



風の摩擦による付着は放出直後の川内村で顕著であった。川内村の線量率を実測と計算と比較すると風の沈着効果が大きかったので良く一致するが大気からの放射計算が小さくピークが再現されない。同村では ^{137}Cs の分布が地表により近いことが暗示されている。川内村では parameter optimization は行っていない。計算値は本論文の計算の有効範囲を示す。

【放射性物質の沈着についてのまとめ】

1. 原発からの距離 20km 以下では雨が降らなくとも風による沈着がある。地表付近の大気中の放射性物質濃度も高い。
2. 40~50km 圏の高所では雨が降らなくとも霧による付着がある。
3. 60km 以上では降雨に注意が必要である、それ以外の要因による放射性物質の Cs 沈着は少ない。

【速報】

2016.3.30 福島県伊達市で山火事があり $^{134/137}\text{Cs}$ の再飛散を調査した。Plume は存在せず、大気中の濃度は $\sim 10^{-5} [\text{Bq}/\text{m}^3]$ であった。