

原発事故で放出された環境中の放射性セシウムの 経年減衰の GIS を用いた環境因子の推定手法について

津田 和俊[†] TSUDA, Kazutoshi[‡]

(有) DMA[†] Digital Media and Arts, Inc.[‡]

要旨

東京電力福島第一原発の事故により環境中に放出された放射性セシウムの各地域ごとの空間分布について、これから原発近辺の避難指示が出されていた地域が帰還解除になるにあたり、生活行動を行う際の被曝量の経年変化の予測が求められている。

空間線量率の半減期 T_{total} は、放射性セシウム Cs-137 由来の半減期 T_{Cs137} 、放射性セシウム Cs-134 由来の半減期 T_{Cs134} 、及び環境半減期 $T_{location}$ を用いて、

$$1/T_{total} = 1/T_{Cs137} + 1/T_{Cs134} + 1/T_{location}$$

と記述できる。

本研究では、航空機モニタリングによる地域メッシュ、車載モニタリングによる走行サーベイなどの調査の経年変化を PostgreSQL の空間データベースとして構築し、SQL で数値計算を行うことにより各地点の経年の減衰の様子を効率的に求め、国土地理院の提供する GIS と組み合わせることにより環境半減期 $T_{location}$ を推計する手法を開発した。

また、この推計に当たる並列計算を高速化する手法について考察する。

システム構成

データベースシステムとして、オープンソースとして提供されている PostgreSQL を用いた。これに同様のオープンソースの地理空間ライブラリ GEOS と空間インデックスライブラリ GIST 等を組み込んだ PostGIS のプラグインを利用し、SQL で地理空間情報を扱うことを実現している。

使用するデータ

空間線量率の面的データとして、原子力規制委員会が年に1度行っている主に福島第一原発を中心とした半径 80km 圏内を主な対象とした航空機モニタリングサーベイの約 250m 四方のメッシュデータを取り込み、各メッシュ毎にその地点で滞在した際の被曝量とその経年変化を DB 上で扱えるようにする。

また人間が主に生活行動を行う際の空間線量率

の線的数据として、富岡町などで年に数回の頻度で行っている乗用車を利用した車載サーベイのデータを取り込み、滞在地点間を移動する際の被曝量とその系編変化を DB で扱えるようにする。

地理情報のデータとしては、国土地理院が提供する数値地図を用いた。面的な情報としては地形図のデータが利用できるが、道路と紐づいた情報として数値地図の道路中心線のデータが活用できる。

応用的な利用

本データベースを利用することで、対象となる地域で住民の方々が生活行動を行う上で、自宅や職場などに滞在しその間を移動する上での被曝量を推計し、その経年変化を予測することができる。

また、以下のような応用的な利用も可能となる。カーナビゲーションシステムで利用される経路選択において、移動経路を最小にするアルゴリズムとしてはダイクストラ法、A*法などがよく知られているが、PostGIS にはこれらのライブラリも実装されている。

移動経路が最小の経路を求めるには、移動経路内を経由する道路片の集合 $\{i\}$ に対し、各道路片の道のりを L_i とすると、移動距離 $L_{total} = \sum_i L_i$ を最小化する集合 $\{i\}$ を求める問題と定義できる。また移動時間が最小の経路を求めるには、各道路片の平均移動速度を S_i とすると、移動時間 $T_{total} = \sum_i L_i/S_i$ を最小化する集合 $\{i\}$ を求める問題と定義できる。

ここでさらに、本研究で求めた各道路片に対する平均空間線量率を利用すると、被曝量最小経路を求めることができる。これは各道路片の平均空間線量率を D_i とすると、移動にあたっての被曝量 $D_{total} = \sum_i D_i \times L_i/S_i$ を最小化する集合 $\{i\}$ を求める問題と定義できる。

本研究について

原発事故により環境中に放出された放射性セシウムは、その元素の性質から、土壌中の粘土鉱物や樹木の組織に強く結合している現象が知られている。このため住環境の中では、表面がアスファルトやコンクリートの道路やビルなどの建物の多い地域では、風雨によるウェザリングにより洗い流されることで環境因子の減衰が早い。それに対し一方で、森林や田畑の多い田園地帯や木造家屋の多い地域では、環境因子の減衰が遅い。このことは、同じ空間線量率の値を現しているも、250m メッシュの範囲で主として半径 300m の平均の値を示す航空機モニタリングと、主として半径 10m 前後の範囲の領域を強く示す地上 1m での空間線量率測定とを比較すると、周囲の土地利用の状況に応じてかなりの差が現れることが知られている。

この現象を定量的に示すため、本研究では以下の点に着目した。自治体が行っている車載サーベいの測定値とその地域の平均を示す航空機モニタリングの測定値との比と、国土地理院数値地図のデータにある道路の幅の相関を考える。車載サーベいでは、測定器を載せた車両を道路上で運行させながら一定時間毎に空間線量率とGPS による位置測定を行う。この位置情報と、国土地理院数値地図の道路片と紐付け、道路片毎の平均を求める。各道路片は概ね交差点と交差点の間の地理情報を表現しているため、数m～数十m程度の長さの道路を単位とするものである。

この道路片と空間線量率の位置情報の紐付けは、地理空間ライブラリを組み込んだ RDB を用いると SQL 式で容易に求めることができる。

国土地理院数値地図では道路片の大きな道路幅の情報を持っており、これで片道一車線の狭い道路か幅の広い幹線道路かの区別ができる。また、国土地理院数値地図では、道路片が車両が通行できる車道か、人や自転車しか通れない歩道かの情報も持っている。

予備調査の段階では、車載サーベいと航空機モニタリングの比と、この道路幅との間には強い相関が見られた。これは、車載サーベいの測定範囲が半径 10m 程度の領域を強く拾うため、道路の幅が広い部分では狭い部分と比べると放射性セシウムが風雨により流されやすく減衰の早い道路の場所を多く拾っているためと考えられる。

また同様に予備調査の段階では、同じ道路を測定しているも、車載サーベいの調査と、同じ機器を背中に背負って徒歩で測定した補講サーベ

いの調査とでは、車両の遮蔽を補正した上でも有意に値が異なり歩行サーベいのほうが高めの値になるという現象が見られた。これは厳密には同じ道路でも、車載サーベいで測定しているのは舗道の中であるのに対し、歩行サーベいでは歩道という違いがあり、歩行サーベいでは道路の外側にある自然物の影響を強く拾っているものと推察される。

対象地域としては、富岡町夜ノ森地区を選んだ。この地域は現在も避難指示が継続している地域を含むが、ほぼ全ての道路を対象とした自治体による車載サーベいが年数回の頻度で行われている。周囲の土地利用としては、低層の木造家屋を中心とする住宅街で、桜並木の名所で知られているように緑の多い地域であり、周囲には田畑が広がっている。都市部や田園部と比べると、人工物と自然物がほどよくミックスした土地利用となっており、相互の違いを示すには適した環境であると思われる。

今後の研究について

この研究にあたって、同じ道路の徒歩サーベいでも、道路の片側ともう片側の歩道では有意に値が異なる道路片がまれに見られることがわかった。

現地調査の結果、このような現象が見られる原因として、道路の端に法面などがあり、その部分に付着している放射性セシウムの影響を受けるかどうかにより大きく値が変わることが推察された。

このことは、住民サービスとして被曝量最小経路検索を行うにあたり、同じ道路でもどちらの歩道を歩くかによって被曝量がかなり異なることを意味するが、標準のライブラリではこの現象をうまく実装しにくい。

また、車載サーベいと異なり、歩行サーベいは測定に時間がかかり全ての道路に対しては十分な測定量が得られてないため、地区住民が居住を再開した際にどこの部分にこのような特異な道路があるかを示すことは現状ではできない。

どういった方法で改良することができるか、目下の課題である。