

環境要素間の空間的相互作用：化学物質のヒト健康リスクを評価する新たなモデルの概念的設計とその構築に向けて

Spatial interactions of environmental factors: toward a conceptual approach for modeling chemicals in human health risk assessment

頼理沙 [1]; 吉田 喜久雄 [1]

Risa LAI[1]; Kikuo YOSHIDA[1]

[1] (独) 産総研・安全科学

[1] RISS, AIST

<http://www.aist-riss.jp>

化学物質は発生源から排出され、輸送・移行・変換によって、環境空間中における異なった挙動を経て、人体と接触し体内に入り込む。吉田・手口は、化学物質の環境媒体間の移行と暴露を研究するため、土壌・植物・家畜の各移行モデルを開発し、農産物と畜産物経由の化学物質の経口摂取量を推定した(吉田&手口, 2008)。人間の健康や生活質に影響を及ぼす環境要因は、空間中に不均等に分布している。また、人々は地域的に不均等に分布し、移動し、結果として異なる暴露を受ける。そのため、暴露集団とその感受性や暴露量に強い空間的特性が形成される。空間次元はヒト健康リスク評価に重要な役割を占め、空間構成要素を扱うことがリスク解析の基本部分の一つでもある。地理学は、環境要素とヒト健康リスクとの間の関係を研究する自然の実験室を提供している。地理情報システム (GIS) 手法で記述したヒト健康リスクに内在する空間的特性は、対象化学物質の動態の解明、一般住民の暴露の把握及び削減対策の効果を端的に示す指標として重要な意味を持つ。しかし、現在では、空間分析と GIS 技術は、自然災害などのリスク管理分野には多く応用されているが、化学物質のヒト健康リスク評価への活用がまだ大変限られている。これら諸手法を統合したリスクに基づく化学物質管理システムの研究もほとんど行われていない。リスク解析技術と GIS 技術を融合した評価システムの開発が望まれている。

この見地から、本研究は、空間的相互作用の理論から出発し、農・畜・水産物の生産地から消費地への移動を定量化する流通モデルの構築を目標としている。まず、日本国内の生産地を特定できたハウレンソウの流通モデルを切り口に、それぞれの地域の放出性、吸引力及びその分離性について、生産地と消費地の地域特性データベースに基づき、定式化された古典モデルに適用し、特性の抽出及び定数項、放出性、吸引力、分離性の変数選択を行った。次に、これら結果を考察した上、環境的、経済的諸要素の放出性、吸引力、分離性に関する最適化(取捨)を行い、柔軟性と頑健さを有する流通モデルを構築している。第三に、モデルパラメータの調整には、データの正規分布という仮定に依存しない非線形データ処理手法であるサポートベクターマシン (SVM) を検討する予定である。最後に、GIS ベースにおいて、1) 環境媒体間の移行モデル、2) 農・畜・水産物の流通モデル、3) 摂取量分布を反映した経口暴露モデルを、統合することによって、化学物質のヒト健康リスク評価手法の高度化を目指している。

従来の流通モデルと違い、我々は、空間的相互作用を重視し、化学物質及びヒト暴露集団のダイナミック性を定量的に扱うモデルの開発を研究目的としている。食物経由の暴露をよりよい精度で推算するため、食品の発生源(生産地)から暴露(消費地)までの流過程の複雑さをモデリングする。実社会世界のダイナミックな空間システムにおいて、空間的相互作用は、駆動力として、「場所」と「動き」との相補的または競合的な関係を表現している。空間的相互作用モデルに、道路網、土壌、土地利用、地形、地理位置、気候など環境的要素、及び人口、生活様式、交通量、経済活動、市場変動など社会経済的要素の GIS レイヤーを取り込み、既知の「量 反応関係」と統合し、対象化学物質のヒト健康リスクを推算する。

全体的に見れば、化学物質のリスク評価を取り巻く環境では、技術要素の進歩と行政制約面の変化が激しく、不確実性の増加と予測の困難さが見込まれる。このような変化に迅速に対応するため、シナリオを作ることが重要である。リスク解析におけるシナリオ設定は、常に未知に対する不確実性の高い環境の中で意思決定を行う。GIS ベースでの評価システムは、データ取得、処理、統合、分析において、迅速かつ視覚的に結果を提供し、複数のパターンを提示したシナリオ分析に大変強力である。また、柔軟性と頑健さを兼ねたモデルによって、異なるリスクレベルでの評価や、異なる場所での小人口集団での暴露評価も可能である。

【参考文献】 吉田喜久雄, 手口直美: プラスチック添加剤のリスク評価システムの構築と検証, 日本リスク研究学会第 21 回年次大会発表予稿集, 437-442, 2008