

自己評価報告書

平成23年 3月31日現在

機関番号：62603

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2012

課題番号：20500266

研究課題名（和文） 環境データ解析のためのベイズ的方法の開発とその応用

研究課題名（英文） Development of Bayesian methods for analyzing environmental data and their application

研究代表者

柏木 宣久（KASHIWAGI NOBUHISA）

統計数理研究所・データ科学研究系・教授

研究者番号：50150032

研究分野：統計数理

科研費の分科・細目：情報学・統計科学

キーワード：環境問題、識別問題、生態リスク評価、発生源解析、要因分析、雨滴粒径分布、東京湾水質、ベイズ

1. 研究計画の概要

環境問題における統計的問題、特に生態リスク評価、発生源解析、および環境化学物質測定の実用性に関する問題を解決するためのベイズ的方法を開発する。同時に、開発した方法を実際の環境問題に適用し、方法の実用性を検証すると共に、環境問題の解決に尽力する。

生態リスク評価については、データの大きさが過小な場合でも、化学物質の環境濃度分布および化学物質に対する生物種の感受性分布の事後分布を安定的に導出可能にする方法について検討した後、期待影響割合を曖昧さも含めて評価可能にする方法を確認し、実際の化学物質を対象に、方法の実用性を検証する。

発生源解析については、原理的に困難とされる組成が不明の未確認発生源に関する推論を実現する方法について検討する。既に基本的な方法は開発済みであるが、推論の精度を向上させると共に、実行可能性を向上させる。そして、開発した方法を地方自治体所属の研究協力者が所管する環境汚染問題に適用する。

要因分析については、データが不完全であるため推論が困難な場合でも、要因効果の有無を確率評価できる方法、および要因効果を実用的に許容できる精度で推定できる方法を開発する。そして、開発した方法を環境省が収集したデータに適用する。

2. 研究の進捗状況

様々な化学物質の生態リスクを合理的に管理するには、個々の化学物質の生態リスクを統一的に評価する必要がある。そのための

指標として、化学物質によって影響を受ける生物種の割合を示す期待影響割合が提案されている。この指標は化学物質の環境濃度分布と化学物質に対する生物種の感受性分布に基づき計算される。ところが、検出限界以下の値や時空間変動が原因となり環境濃度分布を安定的に推定できないといった問題や、毒性データが特定の生物種に偏在するため推定に偏りが生じるといった問題があった。そこで、環境データに内在する不確実性に対処できる環境濃度分布のベイズ推定法、および様々な生物種の感受性分布を合理的に統合するためのベイズ的方法を開発した。更に、それらの成果を用いて期待影響割合とその不確実性を評価できるベイズ的方法を開発し、開発した方法により東京都における生態リスクランキングを作成した。

発生源解析については、発生源情報を拡充する目的から、食塩電解過程で生成されるダイオキシン類、土壌中における PCB の挙動、PCB 製品の揮発による組成変化等について検討する一方、適用事例として、佐渡真野湾で採取した底質コアサンプルによるダイオキシンの歴史的変遷、ベイズ型重回帰モデルによる発生源寄与率推定等について検討した。また、ダイオキシン類による大規模汚染の事例として、神戸市に依頼された神戸港の問題についても検討した。

環境化学物質測定の実用性については、外れ値に関する検討を実施した後、底質中有機スズの測定データを対象に、測定値の変動を規定する要因のベイズ的評価を試みた。

以上の課題に加え、衛星搭載降雨レーダによる降雨観測に関連して雨滴粒径分布の母

数の同定およびレーダ反射因子と降雨強度の関係、東京湾水質の長期変動、土壌中 POPs の汚染診断方法等についても検討した。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

生態リスク評価については、当初計画した期待影響割合の推定法が完成し、新たな展開を図る余裕が生じた。発生源解析については、発生源情報の拡充を優先する必要が生じたが、発生源情報は発生源解析の精度を高めるために必須の情報であり、達成度の観点からはおおむね順調と言える。環境化学物質測定の要因分析については、方法の試作版は既に完成しているが、データの集積に時間を要している。以上の状況を総合的に判断すると、おおむね順調に進展していると言える。

4. 今後の研究の推進方策

研究計画の概要で述べた生態リスク評価、発生源解析、および環境化学物質測定 of 要因分析について引き続き検討する。

生態リスク評価については、新たな展開を図るため、重金属の生態毒性影響に関わる水質データに基づく河川の類型化、および化学物質の急性生態毒性データから慢性生態毒性を推定する方法等について検討する。

発生源解析については、発生源情報の拡充に努める一方で、未確認発生源について推論する方法の精度と実行可能性を更に向上させるため、系統的なバイアスを減減させるための事前分布について検討すると共に、観測の繰り返しを時系列、空間、あるいは時空間データで代替する方法の開発を進める。

環境化学物質測定 of 要因分析については、推定不能な要因効果を推定可能にするベイズ的方法の開発を更に進め、環境測定分析統一精度管理調査により得られたデータを用いて試作した方法の習熟を計る。

以上の3課題に加え、衛星搭載降雨レーダによる降雨観測、および地球温暖化に伴う日本沿岸域の水質の変化についても検討する。

衛星搭載降雨レーダによる降雨観測については、降雨量の推定精度を向上させるために必要な方法を開発する。特に、雨滴粒径の経験分布からレーダ反射因子と降雨量の関係を規定する変数を推定するため、変数の不連続変化にも追従できる多変量非ガウス平滑化モデルを開発する。

地球温暖化に伴う日本沿岸域の水質については、水質の長期変動について推論するために必要な方法を開発する。特に、水質の鉛直方向の変化の特徴を明らかにするため、東京湾において表層から底層まで等間隔に取得した水質の時系列データを対象に、時空間季節変動調整法を開発する。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 14 件)

①Hayashi, T. and Kashiwagi, N., A Bayesian approach to probabilistic ecological risk assessment: risk comparison of nine toxic substances in Tokyo surface waters, Environmental Science and Pollution Research, (in press), 有査読.

②古津年章, 柏木宣久, 下舞豊志, 状態空間モデルによるレーダ反射因子対降雨強度 (Z-R) 関係の推定, 電子情報通信学会論文誌 B, J93-B, 1660-1665, (2010), 有査読.

③Kozu, T., Masuzawa, K., Shimomai, T. and Kashiwagi, N., Estimation of NO for 2-scale gamma raindrop size distribution model and their statistical properties at several locations in Asia, Journal of Applied Meteorology and Climatology, 49, 676-686, (2010), 有査読.

④Hayashi, T. and Kashiwagi, N., A Bayesian method for deriving species-sensitivity distributions: Selecting the best-fit tolerance distributions of taxonomic groups, International Journal of Human and Ecological Risk Assessment, 16, 251-263, (2009), 有査読.

⑤林岳彦, 柏木宣久, 時間的・空間的な変動性Vおよび推定の不確実性Uを解析する: 階層ベイズモデルによる不検出値を含む環境中濃度データの解析, 日本リスク研究学会誌, 19, 47-54, (2009), 有査読.

[学会発表] (計 18 件)

①二宮勝幸, 柏木宣久, 岡敬一, 永山恵, ダミー変数を用いた重回帰による海水温のトレンドの推定と考察, 日本水環境学会, 2011. 3. 18, 札幌.

②林岳彦, 柏木宣久, ベイズ統計を用いた化学物質の定量的生態リスク比較, 統計関連学会連合大会, 2010. 9. 7, 東京.

③今井美江, 東野和雄, 山崎正夫, 柏木宣久, 高橋明宏, PCB 製品等からの PCB 揮散実験: 含有組成と揮散組成の比較, 環境化学討論会, 2010. 6. 22, 春日井市.

④柏木宣久, 環境モニタリング結果の統計解析とその活用について, 化学物質環境実態調査環境科学セミナー, 2010. 1. 20, 東京.

⑤古津年章, 柏木宣久, 状態空間法による Z-R 関係の自動推定, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2009. 11. 27, 名古屋.