

C1 空間相関に基づいた大気汚染モニタリング局の 最適配置に関する検討

A study on the optimization of air pollution monitoring station based on the spatial correlation

共生環境評価領域

08E10013 岩橋香季 (Kouki IWAHASHI)

Abstract: In recent years, a simple and practical method for optimizing the location of air monitoring stations(AMS) in Japan is required. In this study, the spatial distribution of nitrogen dioxide were predicted by ordinary kriging based on the data from the existing AMS and the goal is to withdraw existing AMS with as little damage done as possible. Spatial simulated annealing was used as the optimization algorithm and method to remove one by one monitoring station as the comparative method was also used. Both methods were performed to minimize the mean universal kriging variance (MUKV). We can say results obtained by both methods is effective.

Keywords: ordinary kriging, spatial simulated annealing, optimization method, monitoring station

1. はじめに

大気環境を的確に把握するために、大気汚染防止法に基づき都道府県および大気汚染防止法上の政令市において大気汚染の常時監視が行われている。この常時監視システム的设计に関しては環境省から「望ましい測定局数」の算出方法が示されているが、具体的な配置に関しての考え方の議論は十分ではない。また、モニタリング局は主に人口が集中する都市域などの地域に設置されることが多く、人口が少ない地域や山間部では大気汚染物質濃度の実態が不明であることが多い。さらに昨今の自治体の財政状態悪化に伴ってモニタリング局の見直しも予想される。そこでクリギング法を用いて大気汚染物質濃度空間分布の把握をし、そのうえで Spatial simulated annealing(SSA)¹⁾を用いたモニタリング局の最適配置について検討することを目的とする。

2. 濃度空間分布予測とその精度評価について

2. 1 濃度空間分布の予測手法について

本研究では大気汚染物質の空間分布予測に、地理統計解析手法として使用されることが多いクリギング法を用いた²⁾。濃度空間分布予測をする対象物質は他の有害物質と比べると排出量が多い二酸化窒素とした。対象領域は日本国内で二酸化窒素排出量が多いとされる大阪府とした。

2. 2 空間分布予測精度算出方法

通常クリギングによるクロス・バリデーションを行い、精度評価指標を得た。クロス・バリデーションとは n 個のデータセットから各データを順次取り除き、その位置での値を残りの $n-1$ 個のデータから予測し、取り除いたデータと予測値とを比較する方法である³⁾。精度評価指標は、決定係数(R^2)が1に近く、Root mean squared error (RMSE)が小さく、mean squared normalized error (MSNE)が1に近い値を示したものを空間分布予測とした。

3. モニタリング局配置の最適化について

本研究では昨今の自治体の財政状態悪化に伴って今後モニタリング局の削減がなされるという想定のもと、クリギング法から得られた空間分布予測を基に既存のモニタリング局を5、10、20局除去する際の最適な除去の手法について考えた。最適化の基準として、クリギングを用いて空間分布予測をすることで得られる平均普遍クリギング分散(MUKV)を用いた。最適化アルゴリズムとして SSA³⁾とモ

モニタリング局を一つずつ減らしていく比較手法をあげ、それぞれの配置を比較した。

4. 結果と考察

精度評価指標が最も良い値を示した 2010 年の大阪府の NO₂ 濃度推定分布を図 1 に示す。クリギング法によって得られた NO₂ 濃度空間分布は大阪湾沿岸の中部西側が高濃度となり、その場所を中心とした同心円状に濃度が低下していく傾向があった。対象地域には高濃度部分に日本でも有数の大都市である大阪市があり、工場や人口また交通量も多く NO₂ 発生源が大量にあるため高濃度になったと考えられる。クロス・バリデーションの結果、R² 値が概ね 0.8 を超えており得られた濃度分布は発生源の分布を反映している。

SSA と比較手法で MUKV を最小にするように 20 か所除去したモニタリング局のデータを除いた時に得られる NO₂ 濃度空間分布を図 2 に示す。図 1 と比較すると濃度分布の特徴を再現することができ、各手法で選ばれたモニタリング局を除去することができる。

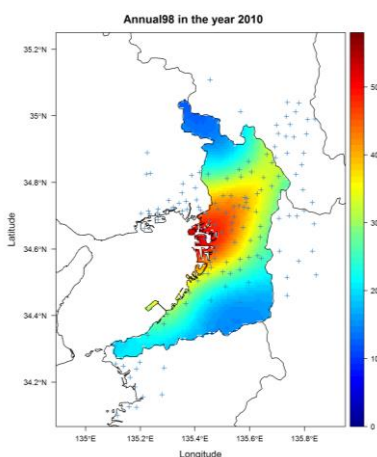


図 1 2010 年 NO₂ 濃度分布

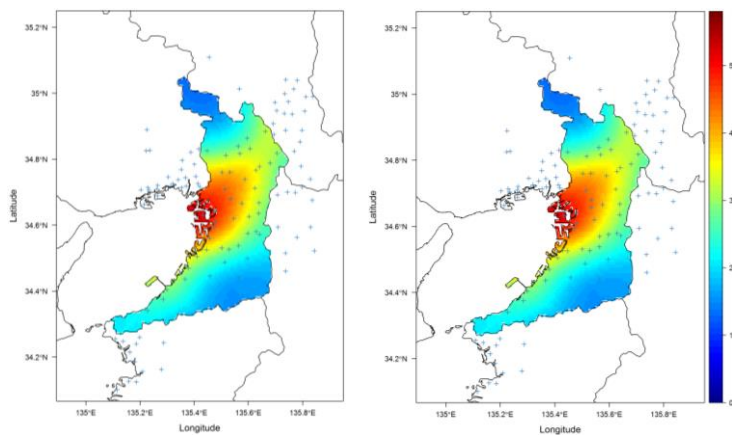


図 2 NO₂ 濃度分布(20 か所除いた場合) SSA(左)比較手法(右)

5. 結論

本研究の結論を、以下にまとめる。

- 精度評価指標が概ね良い値を示していたためクリギング法は NO₂ 濃度空間分布に有効な手法である。
- 各手法で選ばれたモニタリング局のデータを除いてクリギング法で NO₂ 濃度分布予測を行った場合、データを除かなかった場合と比較するとほとんど差はなく、選ばれたモニタリング局を除去するうえで本研究で使用した最適化アルゴリズムは有効である。

今後の課題として本研究では既存のモニタリング局の除去について検証したが、除去するだけでなく既存のモニタリング局の配置を変更することで MUKV を最小にするような配置についても検証する必要がある。

参考文献

- 1) Baume, O. P., et al. "Network optimization algorithms and scenarios in the context of automatic mapping." *Computers & Geosciences* 37.3, pp289-294, 2011
- 2) 間瀬茂他. "空間データモデリング - 空間統計学の応用." 共立出版 pp135-151, 2001.
- 3) Wackernagel, Hans. "地球統計学研究委員会 (訳編), 青木謙治 (監訳).":地球統計学, 1 版, 森北出版, pp87,2004.