

アジア地域の都市環境情報システムの開発研究

九州大学工学研究科 学生員○井手 哲 学生員 今井 晃
正 員 中山 裕文 正 員 井村 秀文

1. はじめに

現在、アジア地域の諸都市では、急速な工業化・都市化に伴う環境問題に直面している。ただし、一口に都市といっても、アジアには社会、経済、地理的にみて多様な性格を有する都市があり、その性格によって深刻化している都市環境問題の種類、程度は異なっており、規制、処理方法などの対策状況にも差がある。そのため、アジアの都市環境問題を分析し、対応策を検討するためには、環境問題の状況、原因、対策、結果などの要因及びそれぞれに関連する社会・経済的背景など、膨大な量のデータを同時に分析することが必要となる。

このような状況において、筆者らは、アジア地域を対象として、環境問題に関連する情報を効率よく運用・解析・表示するための環境情報システムの開発研究を行ってきた^{1),2),3)}。本研究はその延長線上に位置付けられるものであり、特に都市レベルでの環境問題分析機能の開発に重点をおいたものである。

2. 都市環境情報システムの構築

2.1 システムの機能

本システムの全体フローを図1に示す。システムは、編集、表示、解析の3つのサブシステムによって構成される。以下でそれぞれについて説明する。

まず、データベース編集サブシステムは、都市環境問題に関する各種データを蓄積するデータベースと、その編集機能で構成される。システム利用者は、入手したデータをシステムで規定された形式に変換し、データベースに蓄積する。利用可能なデータは、統計などの数値情報の他、画像(GISで用いる地図情報を含む)、文献情報など多岐にわたる。このシステムのデータベース・エンジンには、Access2000(Microsoft)を用いている。

表示サブシステムは、利用者の分析したいデータを、分析目的に合わせて表示するシステムである。データの表示方法としては、数値表示、グラフ表示、地図表示がある。地図表示は、システム利用者の分析対象により、各解析空間(国レベル、地域レベル、都市レベル)でデータを表示することができる。なお、グラフ表示には Olectra Chart Ver.5.0J(BOC)、地図表示には SIS Ver.5.0(informatix)を用いている。

解析サブシステムは、データベースに蓄積されている数値データを用いて、利用者が解析作業を行うためのものである。本システムで利用できる解析手法は、クラスター分析を用いた都市の類型化である。システム利用者は、分析したい複数の都市と評価基準となる複数の環境関連指標をデータベースから選択し、クラスター分析にかける。その結果、環境的性質が類似した都市郡がグループ化され、そのグループごとに環境特性を評価することが出来る。この一連の作業を、システム化することにより、分析対象都市・環境指標の変更、再計算、再評価のサイクルを効率的に行うことが出来る。今回採用したクラスター手法は、最短距離法、最長距離法、ウォード法、郡平均法の4つで、クラスター間の距離は、平方ユークリッド距離である。また、生データをそのまま分析する方法と、データを標準化してから分析する方法の2通りを選択できる。解析サブシステムは、Visual Basic6.0(Microsoft)及びExcel2000(Microsoft)を用いて作成している。図3に解析システムにおけるクラスター分析の作業プロセスを示す。

各サブシステムの全体統合と、システム制御のためのGUIは、Visual Basic6.0(Microsoft)を用いて作成し、ユーザーフレンドリーな作業環境を与えることを目指している。そのため、本システムは、たとえシステム使用者がデータベースの管理方法や、GISの高度な操作方法を知らなくても、分析したい環境情報の編集、表示、解析作業を行うことができるように設計されている。

2.2 解析サブシステムの利用例

ここでは、解析サブシステム利用の一例として、中国の都市環境データを用いて、①深刻化している汚染の種類、②汚染の原因、対策、結果の特性、の2通りのアプローチによって都市の類型化を行い、分析結果を考察する。

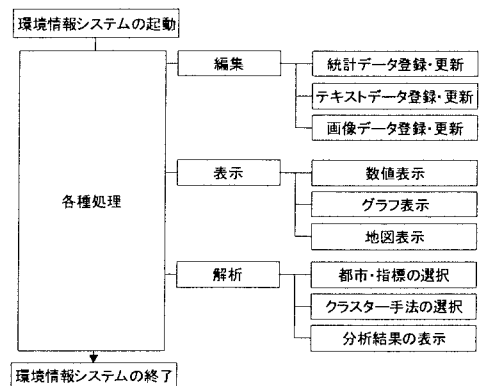


図1: 環境情報システムの全体フロー

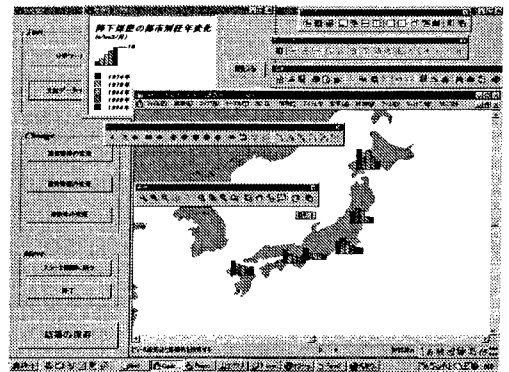


図2: 地図表示画面

まず、深刻化している大気汚染の種類による都市の類型化を行う。大気汚染指標としては、SO₂ 濃度、TSP 濃度、降下煤塵量、NO_x 濃度を用いる。また、分析対象都市は、中国環境年鑑に大気汚染データが公表されている 41 都市である。クラスター分析の結果を集計したものを表1に示す。分析の結果、41の都市は5つの大気汚染特性にグループ化された。グループ1は、SO₂、TSP、降下煤塵は全体平均とほぼ同じ値であるが、NO_x のみ全体平均の 2.5 倍と高い。このグループに属する都市は、北京、広州である。グループ2は、すべての指標において全体平均とほぼ同じ値を持つグループである。グループ3は、TSP、降下煤塵の値が全体平均と比較して高く、粉塵・煤塵対策が必要である。太原、ハルビン、西安などの都市がこのグループに属している。グループ4はすべての指標において平均を下回っており、大気環境は比較的良好である。なお、このグループには 14 都市(全体の 34.1%)が分類され、今回分析した中国の都市にはこのタイプの特性をもつ都市が最も多い。グループ5は、TSP、降下煤塵、NO_x は全体平均をやや下回るが、SO₂ は全体平均の 4.6 倍と極めて高く、SO₂ の早急な対策が必要である。このグループには、重慶、貴陽が分類されている。

次に、大気汚染の原因、対策、結果の特性に基づいて都市の類型化を行う。分析指標としては、工業生産額(原因)、工業部門の SO₂ 除去率(対策)、工業部門からの SO₂ 排出量(結果)を用いる。分析結果を集計したものを表2に示す。グループ1は、工業生産額(原因)は平均値の 1.5 倍ほどだが SO₂ 除去率(対策)が 8%と低いグループである。グループ2、グループ3は SO₂ 除去率(対策)が低いが、工業生産額(原因)が低いいため SO₂ 排出量(結果)が低い値を示した。グループ4は工業生産額(原因)が全体平均の4倍と高いにもかかわらず、SO₂ 除去率(対策)が低いため、SO₂ 排出量(結果)も平均値の2倍以上と高い値を示した。グループ5、グループ6は SO₂ 除去率(対策)が平均値よりも大きく、工業生産額(原因)、SO₂ 排出量(結果)ともに低いグループである。グループ7は工業生産額(原因)は全体平均値の2割ほどの値だが、SO₂ 除去率(対策)が低いため SO₂ 排出量(結果)は全体平均値の2倍近い値をとっている。

3. 今後の課題と展望
今回の研究では、データ編集、表示、解析の3つのサブシステムを統合することと、解析機能(クラスター分析)の作成に重点を置いた。今後は、クラスター分析だけでなく他の手法も導入し、複数の手法の中から最適なものを選択できるよう解析システムの拡充を行っていく予定である。

3. 今後の課題と展望

今回の研究では、データ編集、表示、解析の3つのサブシステムを統合することと、解析機能(クラスター分析)の作成に重点を置いた。今後は、クラスター分析だけでなく他の手法も導入し、複数の手法の中から最適なものを選択できるよう解析システムの拡充を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 中山裕文、東野裕、小倉礁、二渡了、藤倉良、井村秀文:地球規模環境分析のための統合的情報システムの開発、第3回地球環境シンポジウム講演集、pp103-108、1995
- 2) 三浦孝治、金子慎治、中山裕文、谷川寛樹、松本亨、井村秀文:PC 上でのオブジェクト指向プログラミングによる環境情報システム開発、環境システム研究 Vol24、pp373-378、1996
- 3) 今井晃、金子慎治、松本亨、井村秀文:アジア地域の統合的環境情報システムの開発、平成10年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp882-883、1998

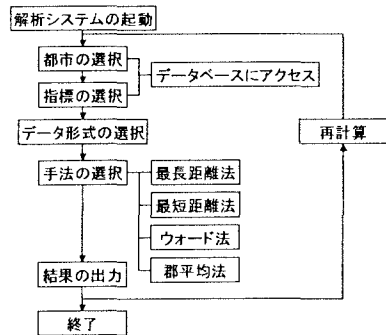


図3: 解析システムにおけるクラスター分析の作業プロセス

表1: 深刻化している大気汚染の種類による中国都市の類型化

<No.1>	都市数	SO ₂ 濃度 (mg/m ³)	TSP濃度 (mg/m ³)	降下煤塵量 (t/km ² ・月)	NO _x 濃度 (mg/m ³)
グループ平均	2	0.082	0.315	12.505	0.135
全体平均との比較(%)	4.9	102.1	110.8	81.6	252.1
<No.2>	都市数	SO ₂ 濃度 (mg/m ³)	TSP濃度 (mg/m ³)	降下煤塵量 (t/km ² ・月)	NO _x 濃度 (mg/m ³)
グループ平均	11	0.083	0.281	12.875	0.059
全体平均との比較(%)	26.8	103.8	98.8	84.0	111.1
<No.3>	都市数	SO ₂ 濃度 (mg/m ³)	TSP濃度 (mg/m ³)	降下煤塵量 (t/km ² ・月)	NO _x 濃度 (mg/m ³)
グループ平均	12	0.086	0.421	27.258	0.056
全体平均との比較(%)	29.3	106.8	148.1	177.9	104.0
<No.4>	都市数	SO ₂ 濃度 (mg/m ³)	TSP濃度 (mg/m ³)	降下煤塵量 (t/km ² ・月)	NO _x 濃度 (mg/m ³)
グループ平均	14	0.033	0.161	7.557	0.033
全体平均との比較(%)	34.1	40.6	56.6	49.3	61.5
<No.5>	都市数	SO ₂ 濃度 (mg/m ³)	TSP濃度 (mg/m ³)	降下煤塵量 (t/km ² ・月)	NO _x 濃度 (mg/m ³)
グループ平均	2	0.370	0.247	12.415	0.048
全体平均との比較(%)	4.9	460.1	86.7	81.0	90.0
全体平均	41	0.080	0.284	15.324	0.053

表2: 大気汚染の原因、対策、結果の特性による都市の類型化

<No.1>	都市数	工業生産額(万元)	SO ₂ 除去率(%)	SO ₂ 排出量(トン)
グループ平均	3	13,073,132	8	179,550
全体平均との比較(%)	6.5	153.6	34.7	101.9
<No.2>	都市数	工業生産額(万元)	SO ₂ 除去率(%)	SO ₂ 排出量(トン)
グループ平均	12	4,558,149	15	149,815
全体平均との比較(%)	26.1	53.5	69.9	85.0
<No.3>	都市数	工業生産額(万元)	SO ₂ 除去率(%)	SO ₂ 排出量(トン)
グループ平均	14	2,334,742	8	35,533
全体平均との比較(%)	30.4	27.4	34.3	20.2
<No.4>	都市数	工業生産額(万元)	SO ₂ 除去率(%)	SO ₂ 排出量(トン)
グループ平均	1	34,446,592	11	432,952
全体平均との比較(%)	2.2	404.6	51.4	245.8
<No.5>	都市数	工業生産額(万元)	SO ₂ 除去率(%)	SO ₂ 排出量(トン)
グループ平均	13	1,627,173	27	35,096
全体平均との比較(%)	28.3	19.1	120.2	19.9
<No.6>	都市数	工業生産額(万元)	SO ₂ 除去率(%)	SO ₂ 排出量(トン)
グループ平均	2	2,096,508	72	36,580
全体平均との比較(%)	4.3	24.6	324.2	20.8
<No.7>	都市数	工業生産額(万元)	SO ₂ 除去率(%)	SO ₂ 排出量(トン)
グループ平均	1	1,460,627	14	363,700
全体平均との比較(%)	2.2	17.2	65.3	206.4
全体平均	46	8,513,846	22	176,175