

GISを用いた環境と防災に配慮した 土地利用計画策定支援システムに関する研究

山畠 充紗子¹・渡辺 公次郎²・近藤 光男²

¹学生員 徳島大学大学院先端技術科学教育部（〒770-8506 徳島市南常三島町2-1）

E-mail: yamahata@eco.tokushima-u.ac.jp

²正会員 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部（〒770-8506 徳島市南常三島町2-1）

E-mail: kojiro@ce.tokushima-u.ac.jp（渡辺）

E-mail: kondo@eco.tokushima-u.ac.jp（近藤）

本稿では、筆者らが開発を進めている環境と防災に配慮した土地利用計画策定支援システムの構成と評価・予測手法について説明した。システムは環境保全性評価、災害危険性評価、人口予測の3つに分かれる。環境保全性評価指標として、大気汚染ガス吸収量、一人当たりの緑地・農地面積を、災害危険性評価指標として、液状化、土砂崩壊、津波浸水危険性を用いた。人口予測はコーホート変化率法で行った。これらは全て3次メッシュ単位で評価、予測される。本システムは、GISソフトSISをVisual Basicでカスタマイズさせて必要な機能を盛り込んだ。

Key Words : GIS, Land Use Planning, Planning Support Systems, Environmental Preservation, Disaster Mitigation

1. はじめに

現在、我が国の地方都市では、人口減少社会を迎えており、中山間地の小集落や中心市街地における過疎化が進む一方、郊外部の分散的かつ無秩序な沿道開発も増加している。これらの現象は、災害時の被害拡大や復興の遅れ、生物多様性の低下といった災害、環境問題にも関連しており、今後求められる低炭素型かつコンパクトな都市構造の実現を阻害する原因ともなり得る。そのため、今後は災害危険性と環境保全性の両方に配慮した土地利用計画の策定が必要である。

災害危険性、環境保全性の評価手法には、様々なものが提案されており、それらをどのように土地利用計画策定に用いるべきかについても、各地で様々な方法が模索されている。そのため、計画策定の現場では、対象地域の特性に応じて様々な評価手法を利用できる支援システムが重要な役割を果たすと考えられる。

様々な手法により、様々な代替案の基で予測、評価を行い、その結果を地図上で確認しながら計画策定を進めるためには、GISの利用が必要不可欠である。そこで本稿では、環境と防災に配慮した土地利用計画策定を支援するための計画支援システム開発の第一段階として、システムの構成と評価・予測手法について報告する。

2. システムの構成

本研究で開発するシステムは、環境保全性と災害危険性の面から対象地域を評価し、その結果を踏まえた土地利用計画を作成する作業を支援することを目指している。それを実現するために、現状データの閲覧、環境保全性と災害危険性の評価、人口予測を機能として盛り込む（図-1）。

現況把握データとして、市街地の位置、工場の位置、植生図、地質図を用いる。植生図と地質図にあるデータを用いて評価が行われる。

評価、予測を行う際の空間単位は、全て3次メッシュとした。その理由は、人口など統計データがこのサイズで整備されていることに加え、メッシュサイズがこれよりも小さくなると、評価結果を土地利用計画に反映させる際、分布の傾向を捉えることが難しくなると考えたためである。

環境保全性評価指標としては、数値地図や国土数値情報など、全国的に入手可能であるデータを用いて評価ができるようにするため、大気汚染ガス（CO₂、NO₂、SO₂）吸収量、一人当たりの緑地・農地面積とした。緑地を保全する場合、量だけでなく、その種類も重要な検討項目であり、その指標の一つとして、大気汚染ガス吸収量を用いた。一人当たりの緑地・農地面積は、住民の

緑地、農地への近づきやすさを示す指標とした。

災害危険性評価指標も環境保全性評価指標と同様の考え方で、液状化、土砂崩壊、津波浸水危険性とした。

評価結果を基に制約条件を想定し、人口予測を行う。想定される制約条件としては、環境保全性が高く災害危険性が高い場所で開発規制を行うなどが考えられる。環境保全性評価、災害危険性評価、人口予測結果を比較しながらユーザは土地利用計画の検討を行う。

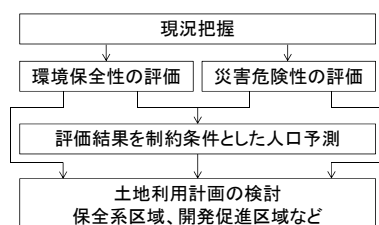


図-1 システムの構成

3. 評価・予測手法

(1) 環境保全性の評価

大気汚染ガス吸収量(WCO_2 , WSO_2 , WNO_2 [t/yr])の推計には、三宅ら¹⁾が提案している、各植生区分の一次生産量を基にした簡便な推計方法を踏襲する。推計式を次式に示す。このモデルは、汚染ガス濃度と植生区分ごとの面積が分かれば、吸収量が推計できる点が特徴である。

$$WCO_2 = 1.63 \cdot Pg \cdot S \quad (1)$$

$$WSO_2 = 20.7 \cdot CSO_2 \cdot Pg \cdot S \quad (2)$$

$$WNO_2 = 15.5 \cdot CNO_2 \cdot Pg \cdot S \quad (3)$$

ここで、 Pg [t/ha・yr]は総生産量、 S [ha]は面積、 CSO_2 と CNO_2 は SO_2 と NO_2 の濃度[$\mu g/cm^3$]である。総生産量 Pg は、次表に示すように、植生区分ごとに原単位が与えられている¹⁾。

表-1 植生区分ごとの総生産量

植生区分	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pg [t/ha yr]	20	14	11	10	9	8	6	5	10
植生区分	10	11	12	13	14	15	16	17	97
Pg [t/ha yr]	7	12	11	15	8	5	1	5	0

1 常緑広葉樹林/2 マツ・スギ・ヒノキ林/3 天然性針葉樹林/4 落葉針葉樹林・竹/5 ブナ・カバ・ナラ林/6 亜熱帯低木林・低山常緑低木樹林/7 低山落葉低木林/8 高山低木林/9 常緑・落葉果樹・桑畑/10 茶畑/11 畑地/12 水田/13 両棲的草原・大型植物群/14 ササ・禾本草原・人工草原/15 休耕地/16 水中・特殊草原・小型植物群/17 都市緑地/97 その他

用いた植生データは、環境省自然環境局生物多様性センターで提供している第3・4・5回自然環境保全基礎調査植生調査の成果²⁾である。このデータを、表-1の区分に合わせて再分類し、3次メッシュ単位で表-1の区分別に面積を計算し、式(1)～(3)を用いて大気汚染ガス吸収

量を計算した。

一人当たりの緑地・農地面積[ha/人]の計算でも同様のデータを用いた。3次メッシュ単位で緑地と農地の面積を集計し、平成17年の人口（国勢調査地域統計メッシュデータ）を用いて計算した。図-2に CO_2 吸収量[t/yr]と一人あたりの緑地面積[ha/人]を示す。

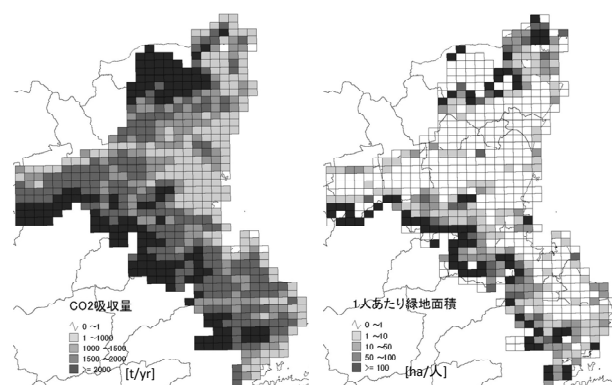


図-2 CO_2 吸収量と1人あたりの緑地面積

(2) 災害危険性の評価

液状化危険度の評価では、国土交通省が作成した、数値地図25000（土地条件図）を用いた簡便な評価手法³⁾を踏襲する。ただし、徳島県では数値地図25000（土地条件図）が整備されていないため、徳島県の土地分類調査による地形データ⁴⁾を、数値地図25000（土地条件図）にある地形区分へ読み替え、評価を行った。危険度ごとに3次メッシュ単位で面積を集計し、最も多くの面積を占める危険度に判定した。

次に、土砂災害危険度の評価では、国土数値情報で整備されている土砂災害危険箇所データ⁵⁾を用いる。このデータは土砂災害危険箇所がポリゴン形式で整備されていることから、3次メッシュ単位でその面積を集計し、その値に応じて危険度を設定した。

最後に、津波危険性の評価では、徳島県のウェブサイト上で公開されている津波浸水予測図^{注1)}を用いる。このデータは地図画像として公開されているため、その中から浸水域をポリゴン化し、浸水深と被害程度を考慮して4段階に区分した。このデータを3次メッシュ単位で集計し、その面積に応じて危険度を設定した。表-2に災害危険性評価手法を、図-3に液状化危険性の評価結果を示す。

表-2 災害危険性評価手法

危険性	液状化			
	発生可能性	地形(土地分類調査)		
0	なし	大起伏山地、中起伏山地、小起伏山地、大起伏丘陵地、小起伏丘陵地、岩石台地(上位)、砂礫台地(上位)、山麓地		
1	小さい	扇状地性低地、扇状地性低地(氾濫原性低地)		
2	大きい	自然堤防、砂州、砂丘、三角州性低地		
3	非常に大きい	干拓地		
-	評価対象外	人工改変地		
危険性	土砂災害		津波	
	発生可能性	土砂災害危険箇所面積比	浸水可能性	予測浸水深
0	なし	1%以下	低い	0.5m以下
1	小さい	1~25%	あり	0.5m~2m
2	大きい	25~50%	大きい	2m~4m
3	非常に大きい	50%以上	非常に大きい	4m以上

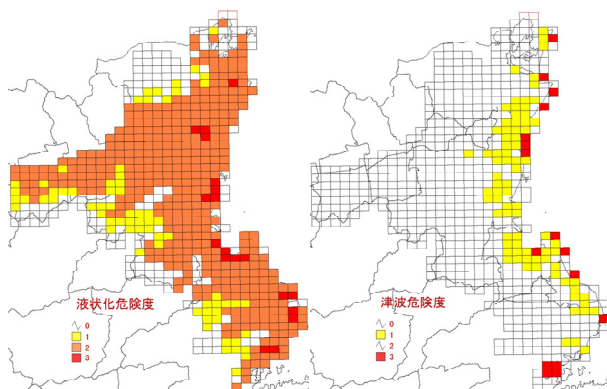


図-3 液状化危険度と津波危険度

(3) 将来人口の予測

将来人口の予測では、平成12(2000)年と平成17(2005)年の国勢調査地域統計メッシュデータを用いて、コーホート変化率法で予測した。

コーホート変化率法を用いる場合、人口が少ないメッシュや、コーホートに0が含まれるメッシュでは、変化率を計算することが困難となり、別の予測方法を用いる必要がある⁹⁾。本研究では、土屋ら⁹⁾の手法を参考に、以下に示す方法を用いた。

変化率を計算する際に用いる2時点の人口データのうち、秘匿がなく、0を含まないメッシュについては、コーホート変化率法をそのまま用いる。ただし、大規模宅地開発などにより、ある時点で大きな人口変化が発生したメッシュでは、周囲のメッシュよりも極端に変化率が大きくなることが考えられる。その場合、その変化率が今後も続くとは考えにくい。そこで、5.0以上の変化率が生じるメッシュは、コーホート変化率を5.0として予測を行った。5.0という値は、平成12年から平成17年の変化率分布を見て決定した。

次に、変化率を計算する際に用いる2時点の人口データのうち、どちらか一方、もしくは両方に秘匿、0を含むメッシュがある場合、メッシュ内の人口の増分を変化量とし、次の年次にはその値を足し合わせることで予測値とする。もし、負の値が生じるメッシュでは、該当するコーホートの人口を0とした。

この手法により、平成27(2015)年の将来人口を予測

した。コーホート変化率は平成12年と平成17年のデータを用いて計算し、この変化率が平成27年まで継続すると考える。予測された平成27年の人口は、対象地域の平成7・12・17年のメッシュ総人口を用いて計算した、平成27年メッシュ総人口に合うように補正を行った。図-4に平成27年の予測人口を示す。

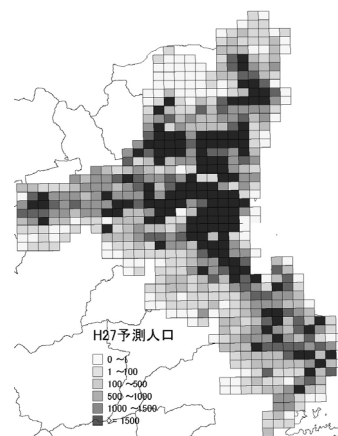


図-4 平成27年予測人口

4. GISとの統合

本研究で開発しているシステムは、徳島県都市計画区域を対象にしている。開発環境は次の通りである。利用したGISソフトは、SIS Map Modeller ver.7.1である。これをVisual Basic (Microsoft Visual Studio 2010, VB) により必要な機能をカスタマイズする。このとき、SISで提供されているGis Linkと呼ばれるモジュールを介してSISに独自の機能を付加させるようにした。ここでは、評価、予測を別モジュールで行い、そこで用いるデータと計算結果を、Gis Linkを介してSISに送ることで、地図上に表示させる。現在は、SISとVBとの通信部分を開発中であり、今後、操作パネル等を充実させる予定である。

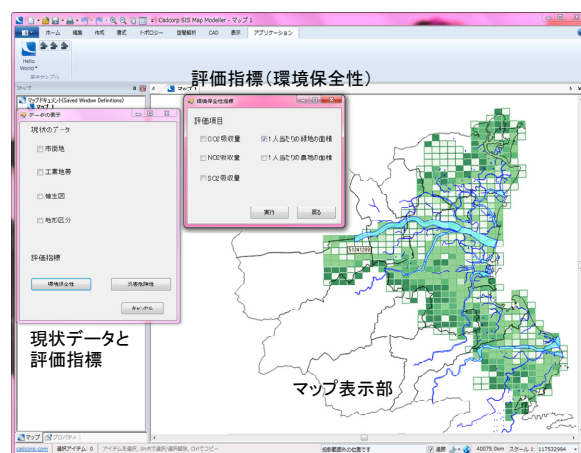


図-5 システムのイメージ画像

5. まとめ

以上、本研究では、環境と防災に配慮した土地利用計画策定支援システムの構成と評価・予測手法について説明した。

今後は、環境保全性、災害危険性の評価項目を基に想定した保全系地域、開発促進区域が実施された場合の人口予測を可能にすること、そして、ユーザインターフェイスの改良を加え、システムの完成度を高めることが必要である。

注釈

- 1) 研究実施時点で入手できた 2008 年度に徳島県から発表された津波浸水予測図を利用している。2012 年 8 月現在は、2012 年 1 月に徳島県から発表された「暫定津波浸水予測図」が公開されている。
<http://anshin.pref.tokushima.jp/normal/earthquake/forecast2012.html>

参考文献

- 1) 松尾芳雄、三宅博、青木正敏：大気浄化機能からみた農林業的土地利用の存在効果－東京都における大気汚染ガス吸収量の推定から－、農業土木学会誌、58(2), pp.131-137, 1990
- 2) 環境省自然環境局生物多様性センター
<http://www.biodic.go.jp/trialSystem/shpddl.html>
2012 年 8 月 2 日閲覧
- 3) 国土交通省：土地条件図の数値データを使用した簡便な災害危険性評価手法、2007
<http://www1.gsi.go.jp/geowww/disapotal/index.html>
2012 年 8 月 2 日閲覧
- 4) 国土交通省：20 万分の 1 土地分類調査
<http://tochi.mlit.go.jp/tockok/index.htm>
2012 年 8 月 2 日閲覧
- 5) 国土交通省：国土数値情報ダウンロードサービス
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>
2012 年 8 月 2 日閲覧
- 6) 土屋貴佳、室町泰徳：メッシュ単位の将来人口推計モデルの構築に関する研究、土木計画学研究・講演集 32、2005

A STUDY OF LAND USE PLANNING SUPPORT SYSTEM CONSIDERING
ENVIRONMENTAL PRESERVATION AND DISASTER MITIGATION
Misako YAMAHATA, Kojiro WATANABE and Akio KONDO