

緑地の汚染ガス吸収量を用いた市街化シミュレーション*

Urban Growth Simulation by using Atmospheric Pollution Gas Absorption by Green Area*

渡辺公次郎**・近藤光男***

by Kojiro WATANABE** and Akio KONDO***

1. はじめに

(1) 研究の背景と目的

近年、徳島都市圏を含む多くの地方都市では、中心部の空洞化にもかかわらず、市街化調整区域（調整区域）を中心に、虫食的な市街化が進行し、緑地や農地が減少しつつある。持続可能な都市を実現していくためには、良好な自然環境資源を残しつつ、如何に市街化をコントロールするかが重要である。調整区域は本来、郊外部における市街化を抑制し、計画的な市街地形成を図ることを目的とした制度であるが、その目的が十分に果たされていない現状にある。平成12年の改正都市計画法では、調整区域における開発許可制度が見直され、地域の実情に応じた開発コントロールが可能になった。そのため、地方自治体では調整区域の開発規制をはじめ、市街化区域をも含めた、都市全体の土地利用のあり方に関する議論が始まっている。

緑地は、大気汚染ガスを吸収することで、大気を浄化する機能を持っている。当然ながら、市街化が進み、緑地が減少すれば、この効果も減る。そうかといって、郊外部の開発を全く認めないのも非現実的である。どこで、どの程度の開発であれば、大気浄化機能はどの程度変化するのか。また、大気浄化機能を維持しながら、開発需要を満たすような市街地形態を予測できれば、より効果的な土地利用規制を行うための情報となりうる。

そこで本研究では、緑地の大気浄化機能を評価指標とした土地利用規制評価手法を開発することを目的とする。なお、本研究で扱う大気汚染ガスは、二酸化炭素 (CO₂)、二酸化窒素 (NO₂)、二酸化硫黄 (SO₂) の3種類とする。

(2) 研究対象地域

研究対象地域は、近年郊外部へのスプロール化が顕著な徳島市周辺部（徳島市、鳴門市、小松島市、松茂町、北島町、藍住町、石井町、板野町、上板町、佐那河内村、羽ノ浦町、那賀川町）である（図1）。

この地域は、図2に示すように、徳島東部、藍住の2つの都市計画区域、および都市計画区域外の板野町、上板町、佐那河内村からなる。藍住都市計画区域は区域区分がなされていない、いわゆる未線引き都市計画区域である。この地域では、藍住町を中心に徳島市か

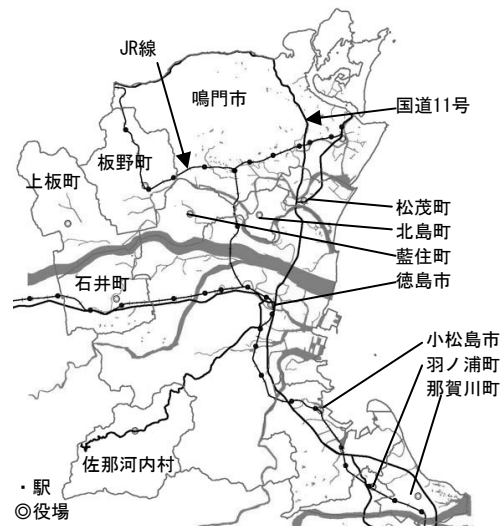


図1 研究対象地域

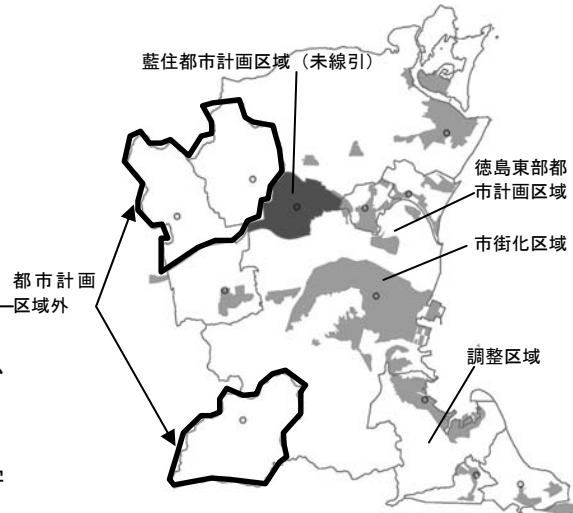


図2 研究対象地域の都市計画

* キーワード：都市計画, GIS, 土地利用

** 正会員 博 (工) 徳島大学大学院工学研究科エコシステム工学専攻 (徳島市南常三島町2-1 TEL (088) 656-7615
kojiro@eco.tokushima-u.ac.jp)

*** 正会員 工博 徳島大学大学院工学研究科エコシステム工学専攻 (徳島市南常三島町2-1 TEL (088) 656-7339
kondo@eco.tokushima-u.ac.jp)

表1 対象地域の人口

	面積[km ²]	人口[人]				1985～2000年の増減	
		1985年	1990年	1995年	2000年	[人]	[%]
徳島市	191.65	257,884	263,356	268,706	268,218	10,334	4.01
小松島市	44.73	43,998	43,188	43,349	43,078	-920	-2.09
鳴門市	135.45	64,329	64,575	64,923	64,620	291	0.45
板野町	36.18	13,907	13,785	13,999	14,637	730	5.25
上板町	34.51	12,523	12,546	12,721	12,952	429	3.43
佐那河内村	42.30	3,644	3,467	3,245	3,016	-628	-17.23
那賀川町	18.66	10,008	10,006	10,033	10,508	500	5.00
羽ノ浦町	8.99	11,490	11,652	11,780	11,735	245	2.13
石井町	28.78	25,071	25,207	25,436	26,023	952	3.80
松茂町	12.62	10,957	12,096	13,562	14,267	3,310	30.21
北島町	8.75	17,745	18,986	19,514	19,823	2,078	11.71
藍住町	16.27	22,619	25,674	28,408	30,368	7,749	34.26
合計	578.88	494,175	504,538	515,676	519,245	25,070	5.07

らのスプロール化による虫食い的な開発が多くみられる¹⁾。

表1に対象地域の人口と1985～2000年までの変化を示す。徳島市の北部に隣接する松茂町、藍住町では、人口は約3割、北島町では約1割増加している。それに比べて小松島市では約2%減少しており、徳島市の北部方面へのスプロールが進んでいることがわかる。佐那河内村では17%減であり、過疎化が進んでいる。松茂町には徳島市を縦断する国道11号が走っており、この付近での沿道開発も人口増の要因と考えられる。

2. 市街化予測モデル

(1) モデルの内容

本研究で用いる市街化モデルは、筆者らがこれまで開発を進めてきたセルオートマトン (CA) 市街化予測モデル¹⁾を改良して用いている。

モデルで用いる土地利用データは、国土数値情報の土地利用データ (1987年、1997年) である。そのため、市街地は、土地利用データの「建物用地」とし、セルの大きさは120m×120mとした。セルの状態変化は「田」、「その他農用地」、「森林」、「荒地」、「その他の用地」から市街地への変化のみとし、それ以外のカテゴリーのセルは不変とした。

モデルでは、市街地 (建物用地) でないセルの中から、市街化が可能 (標高40m以下、かつ土地利用が田、その他農用地、森林、荒地、その他の用地のいずれか) なセル ij の開発ポテンシャル pt_{ij} (式1) を計算し、0～1の乱数 ran よりも大きければ、市街地に遷移する。

$$pt_{ij} = r_{urban_{ij}} * reg_{ij} \quad (1)$$

ここで、 $r_{urban_{ij}}$ はセル ij の近傍内 (半径3セル) の市街化率、 reg_{ij} はセル ij の土地利用規制に関する係数で、セ

ル ij が市街化区域または未線引き都市計画区域であれば1.0、調整区域であれば0.5、都市計画区域外であれば0.05とした。

筆者らによる、この地域における過去30年間の市街化傾向分析¹⁾より、市街化には区域区分が大きな影響を与えており、かつある程度まとまって市街化する傾向が観察されたため、市街化率と区域区分を開発ポテンシャルの変数に用いた。コントロールトータルは、各市町村ごとに与えた。モデル処理の流れを図3に示す。

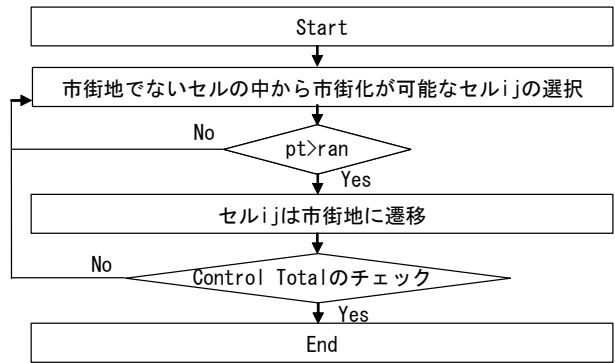


図3 市街化予測モデル処理の流れ

(2) 精度の検証

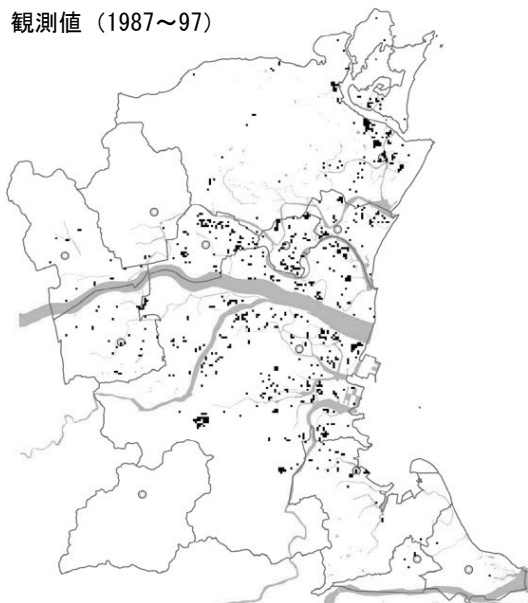
1987年を初期値とするシミュレーションを行い、1997年の市街地を再現することで、モデルの精度を検証した。コントロールトータルは、行政区ごとに、この10年間に市街化したセル数を与えている。その結果、1987年から1997年に市街化した807セルのうち、予測結果と合致したのが108セル (13.4%) であった。この値だけみると、精度は低いですが、分布図 (図4) を比較したところ、予測結果の方が分散的な市街化を示しており、未線引きの藍住町、および徳島市北部の松茂、北島町で市街化が予測されており、市街化の傾向は現状に適合していると考えられる。しかし、観測値では徳島市の南西部にまとまった市街地が存在するが、これは大規模住宅団地開発である。こういった計画的な市街地はモデルでは予測できておらず、改善の余地がある。

3. 大気汚染ガス吸収量の推計

大気汚染ガス吸収量 (W_{CO_2} , W_{SO_2} , W_{NO_2} [t/yr]) の推計には、参考文献2, 3, 4で紹介されている、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(2-1)～(2-3)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大きな特徴である。

$$W_{CO_2} = 1.63 * P_n * S \quad (2-1)$$

観測値 (1987~97)



予測値 (1987~97)



市街化したセルのみ表示

図4 観測値と予測値の比較

$$W_{SO_2} = 20.7 * C_{SO_2} * P_g * S \quad (2-2)$$

$$W_{NO_2} = 20.7 * C_{NO_2} * P_g * S \quad (2-3)$$

ここで、 P_n [$tha \cdot yr$]は純生産量、 P_g [$tha \cdot yr$]は総生産量、 S [ha]は面積、 C_{SO_2} と C_{NO_2} は SO_2 と NO_2 の濃度[$\mu g/cm^3$]である。純生産量と総生産量は、植生区分ごとに原単位が与えられている²⁾。

4. 市街化シミュレーション

(1) 市街化シミュレーションの条件

2章で開発したモデルと3章で紹介した推計法を用いて、2つのシナリオを想定し、1997年から2007年までの市街化シミュレーションを行った。

シナリオ1は現状維持型で、コントロールトータルとなる2007年の市街地面積は、1987年から1997年までに市

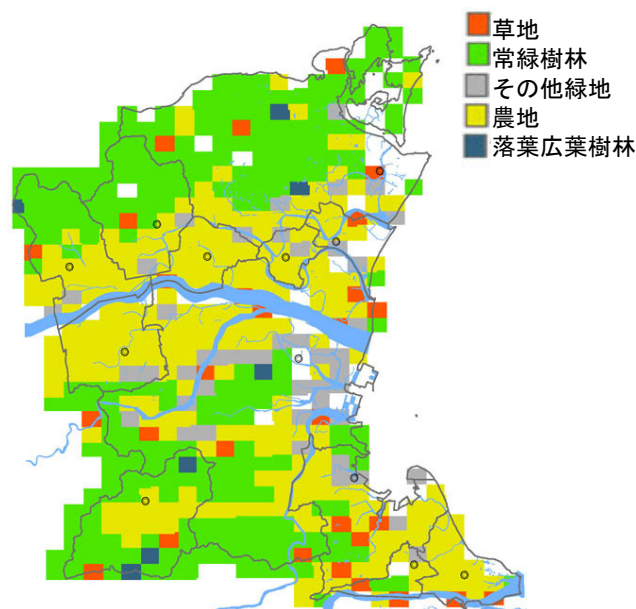


図5 植生データ (3次メッシュ)

街化した面積をそのまま用いた。シナリオ2は、この条件に加えて、一次生産量の高い常緑広葉樹林と常緑針葉樹林がある地域で開発規制（新規開発禁止）を行った場合である。この計算を行うためには植生区分データが必要になるが、ここでは、web上で公開されている第5回自然環境保全基礎調査⁵⁾（緑の国勢調査）を基にした3次メッシュ単位の植生区分データ（図5）を用いることにした。しかし、このデータは3次メッシュ形式であるため、そのままでは荒すぎる。そこで、国土数値情報の土地利用データから得られる森林と農地のデータとこの植生データを重ね合わせて、擬似的ではあるが、120mメッシュ形式の植生データを作成した。

(2) シミュレーション結果と考察

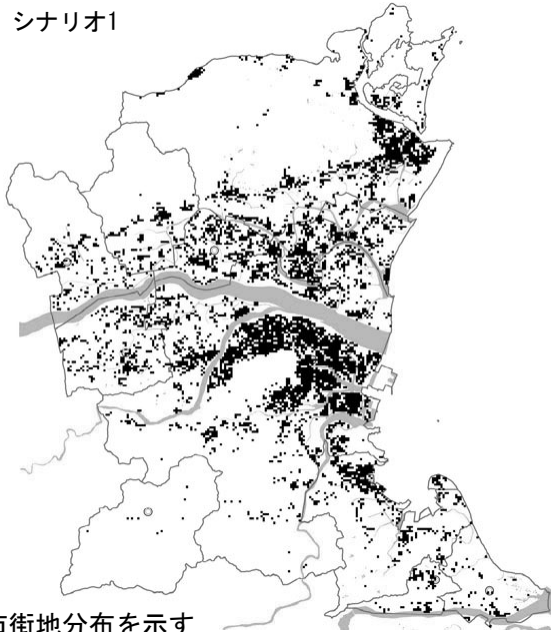
市街化シミュレーション結果を図6に、大気汚染ガス吸収量の推計結果を表2に示す。表2より、常緑樹林を開発禁止にした場合（ケース2）、何もしない場合よりも、 CO_2 は約2422[t/yr]、 SO_2 は約0.6[t/yr]、 NO_2 は約1.2[t/yr]、吸収量が多くなることがわかった。

この結果から、常緑樹林を開発禁止にすることは一定の効果があることが示されたが、図4と図5を比較してみると、対象地域で市街化が著しい徳島市北部地区

表2 大気汚染ガス吸収量の比較

		吸収量[t/yr]		
		CO2	SO2	NO2
1997年		955,746.98	194.67	411.04
2007年	シナリオ1	939,095.94	191.90	405.20
	シナリオ2	941,518.25	192.46	406.38
	シナリオ1と2の差	2,422.31	0.56	1.18

シナリオ1



2007年の市街地分布を示す

シナリオ2

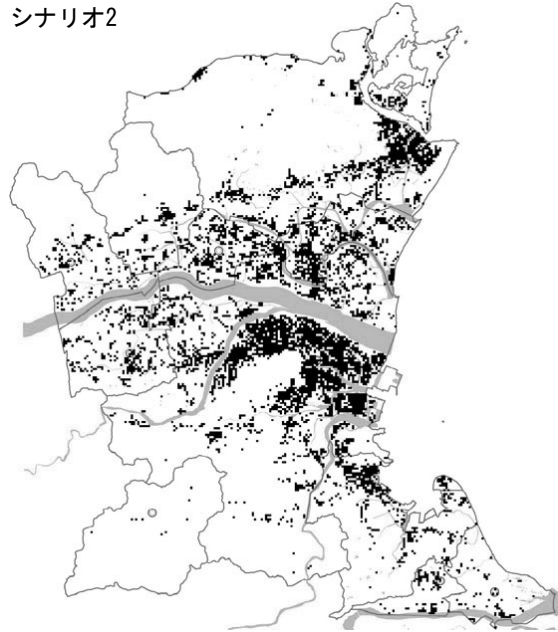


図6 市街化シミュレーション結果（2007年）

は農地が多く、山間部と海岸部の一部に存在する常緑樹林地は、それほど市街化圧力は強くないと考えられる。今回は、植生を5つに分けてガス吸収量を計算したが、今後はさらに細かい植生データとそれに対応した一次生産量を用いて、より詳細な推計が可能になれば、植生区分ごとの開発規制や線引きの変更などの効果を予測することができると考えられる。

5. まとめ

本研究では、緑地の持つ大気汚染ガス吸収量を用いて市街化シミュレーションを行った。今後は、より詳細な植生区分データの利用や市街化モデルの精度向上に加えて、大気汚染ガス吸収量を制約条件にした場合の市街地形態評価を行う予定である。

参考文献

- 1) 渡辺公次郎, 近藤光男, 中島康博: 地方都市郊外部における市街化シミュレーションモデルの開発, 都市計画研究講演集 3, 日本都市計画学会中国四国支部, pp. 13-16, 2005年
- 2) プレック研究所: 大気浄化植樹マニュアルーきれいな大気をとるもどすためにー, 公害健康被害補償予防協会, 1995年
- 3) 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ー東京都における大気汚染ガス吸収量の推定からー, 農業土木学会誌, 58 (2), pp. 131-137, 1990年
- 4) 山田順之, 上田純広, 恒川篤史: GISを活用した緑地の環境保全機能の評価ー静岡県掛川市を例としてー, GISー理論と応用, Vol.11, No.1, pp.61-69, 2003年
- 5) 生物多様性情報システム
<http://www.biodic.go.jp/J-IBIS.html>, 環境省