

地形的立地条件に考慮した 都市計画の手法に関する研究

沼田 飛鳥¹・中川 義英²

¹学生非会員 早稲田大学大学院 創造理工学部建設工学専攻 (〒169-8555 東京都新宿区三丁目4-1)
E-mail:tomato-spinach@suou.waseda.jp

²正会員 早稲田大学理工学術院 (〒169-8555 東京都新宿区三丁目4-1)
E-mail:naka@waseda.jp

多極分散型集約型のコンパクトな市街地かつ地域の個性を活かした都市・地域像が求められ中で、都市計画の新たな手法が必要とされる。そこで地形に着目する。本研究では、都市計画において地形が生みだすその場所の固有性—地形的立地条件—を基に都市計画における土地利用の計画を立てうるといふ仮説を立て検討する。都市計画に資する地形的立地条件を検討し、土地利用との関係を明らかにし、これらを踏まえ土地利用の計画単位を作成することで、地形的立地条件を考慮した都市計画の手法を構築する。

Key Words : topography, GIS, slope, dekokoko, land use

1. 背景

我が国の社会情勢は人口減少社会や経済成長の鈍化等、成熟化が進み、都市計画・都市整備においても、多極分散型集約型のコンパクトな市街地かつ地域主権で、地域に潜在する風土や歴史を重視した地域の個性を活かした計画からなる都市・地域像が求められている。そのためには、土地利用において地域内ごとの用途の混在・多様性、その地域の中心性やその計画スケールをより意識した地域固有のまちづくりと、都市全体との整合性を図り統括する都市計画が必要と考える。

しかしながら、制度が多層化し、特に土地利用制限をはじめとした画一的で変化ありきの後追いの既存の都市計画制度では、これらへの対応が難しい。そこで、都市計画制度において新たな、都市構造の組み立て方、手法が必要とされている。

そこで地形に着目したい。

地形の要素—標高・地質・勾配等—は、空間の基礎としてあまねく存在しながら、その場所・地域の唯一無二の固有の存在であるといえ、都市の素顔を構成する要素であると考え。現在都市の市街地の土地の多くは社会基盤に覆われて、公園等を除き、目に見える自然環境はあまり残されていない。しかし市街化が進んでいる東京の都心部においても、微地形と呼ばれる小規模な起伏が折り重なって複雑な地形を形作っている地域や、谷状地

形の地域、江戸時代の埋め立て地域等、自然環境の特徴は市街地には失われたように見える中で地形として存在している。そのような地形の要素は、都市空間の構成に形態的な特徴を与え、または都市活動や土地利用に影響を及ぼしている等の都市分析の研究がされてきた。

しかし、現行の都市計画制度の土地利用計画や地域計画において、地形が生みだすその場所の固有性—地形的立地条件^{注1)}—を、活かした都市計画の手法は確立されてきていない。

さらに今後の日本の都市計画を考える上で、特に地域の固有性を一元的に扱える可能性からも、地形的立地条件に考慮した都市計画手法を検討する必要がある。

そこで都市計画において地形的立地条件で規定されうることとして以下のような項目が考えられる。

①水害防災都市づくり②都市空間における人の活動形態による都市計画③住民主体のまちづくりに資する地域の特性把握④中心市街地の活性化⑤街路計画⑥特定用途の施設の立地選定(駅、商業施設、公園、工場等)⑦都市の自然環境保全と共生⑧集約型都市像の適正規模設定⑨広域市町村圏といった計画の圏域設定

これらの中で本研究では、地形的立地条件を基にした②都市空間における人の活動形態に着目した都市計画を考える。

以上より本研究では、地形的立地条件を基に都市計画を構築することで、地域の個性を活かし、かつ都市全体

との整合性を図ることを考える。さらに都市空間における人の活動形態に着目した新たな土地利用特性の分類を作ることで、土地利用計画における混合や多様性に対応する事を目指す。これにより集約型かつ地域の個性を活かした都市像を求める上で、地形的立地条件に考慮した人の活動形態に着目した都市計画を考える。

従って以下の3点を目的とする。

1) 集約型かつ地域の個性を活かした都市計画に資する地形的立地条件を定め、またそれを抽出するための地形分析手法を開発する。

2) 都市空間における人の活動形態に着目した土地利用計画の用途分類を定め、地形的立地条件がそれらにかかわる要素であることを明らかにする。

3) 地形的立地条件と求めた土地利用の用途分類を用いて、人の活動形態に着目した都市計画のための計画単位を定める。

これにより地形的立地条件を考慮した都市計画の手法を構築する一助とする。

2. 研究概要

(1) 既存研究の整理

a) 地形要素に着目した都市分析・解析

微地形、谷地といった特定の土地環境の特性に着目する事でその空間特性を明らかにし、また類型を見出した研究としては、菊原ら¹⁾が東京都心の商業系への用途変化と微地形との関係性を明らかにしている。また服部²⁾は東京の谷状地形にある鉄道駅が入り込むことに着目し、地形と駅と周辺商業地の形態の類型の抽出をし、戸島³⁾は開析谷地の空間構成を地形構成と建築要素構成からみて、形態と街路網から5種の構成類型も見出している。このように、都市の用途から見てその結果地形要素の特徴を抽出する都市分析の研究は多いが、反対に地形の要素から都市構造を提案・計画に繋げる研究はあまり見られない。

b) 地形分析手法

傾斜量の研究として、神谷ら⁴⁾は傾斜量図を用いた地形・地質の判読として、傾斜の計算式の違いによる傾斜量図の違いを指摘し、程培ら⁵⁾は、森林学においてDEMを用いて計算した斜面傾斜度によって表層が土石からなる斜面を推定して区分している。また、横山⁶⁾は開度の開発及び斜度図・開度図を使用して地質情報抽出をしている。

c) 地形と災害

数値標高モデル (DEM) で計算可能な斜面の傾斜や斜面方位、集水面積などの地理情報を、他の地理情報 (植生、地質、土壌など) と組み合わせて崩壊発生の条

件を解析し、危険度評価を行うといった黒川らの研究⁸⁾やさらに、地形分類図も活用しハザードマップを作成する小荒井の研究⁹⁾がある。さらに土地条件図と災害の関係も研究されており、ハザードマップ作成のための簡易評価手法の研究¹⁰⁾がある。

d) 景観計画と地形

また景観計画の中において地形は広く扱われている。土地条件と景観の関係を明らかにし、景観単位を作成した後藤の研究¹¹⁾や、地形と街路景観との分析をした研究¹²⁾、街路パターンと微地形の関係から地域分析をした研究¹³⁾がある。しかし③④ともに総合的な都市計画の土地利用を提案するまでに至っていない。

e) 地形を考慮した都市計画の手法

地形や土壌といった自然立地条件が本来、地域の居住環境、防災、計画的土地利用調査を考える上で重要な役割を担っていると述べたものとして、緑地学的課題における生物空間保全の在り方への計画方法論としての自然立地的土地利用計画を述べた武内の研究¹⁴⁾がある。土地環境の特性を土地利用計画すなわち都市計画制度に展開しようとする試みである。それを受け都市的土地利用と農林的土地利用の無秩序化といった都市化が著しい大都市近郊地域において、その自然立地条件を考慮した土地利用規制の在り方を検討した塚口の研究¹⁵⁾では、低地域と台地域における、市街化区域と農振農用地・白地への土地利用規制の方向を提案している。このように地形を取り入れた都市計画・地域計画の手法としては、はじめに開発前の自然環境としての地形に対応させた土地利用計画の提案手法が研究されている。既成市街地への検討が可能である地形の捉え方としては、流域圏を計画単位とした石川らの研究¹⁶⁾等がある。実際のマスタープランに反映されている計画手法であるが、これは環境共生型・都市再生を目指した都市計画に資するものであり、「流域ではなく、丘陵、台地、さらに広域的なランドスケープの複合を計画枠組みとした都市計画こそ有効という場合も多々あること」¹⁷⁾が指摘されている。地域の固有性の重視やコンパクトな市街地という都市像を目指す際の効果は研究されていない。

(2) 研究の位置付け

よって本研究では、都市計画において地形を元に土地利用の計画を立てうるという仮説を設け、以下の検討を行うとする。

まず既存の地形分析手法ではなく、地域の個性や集約化を考慮した都市計画に必要な地形的立地条件を表現できる、新たな地形分析手法を開発する。さらにその地形的立地条件から総合的な都市計画の土地利用提案に使用できるようなモデルを構築する。そのために地形的立地条件と土地利用の用途項目との関連から土地利用計画単

位を提案し、計画手法を検討する。

(3) 研究の流れ

図-1に本研究の流れを示す。現状把握では地形的立地条件を表すために既存の地形分析手法の不足点を把握する。また、土地利用特性を検討するために、既存の地形と土地利用との関係进行分析した研究を把握する。地形分析手法の開発では、地形的立地条件を表せる新たな地形分析手法を、ArcGISを用いて試行することで提案・開発する。試行を繰り返すことで、目的に即した手法を作成する。土地利用特性の検討では、地形的立地条件が示しうる土地利用の方向性を土地利用特性として提案する。それには作業過程として i) 示したい土地利用特性を検討する ii) その土地利用特性を示す具体的な施設、土地利用の項目を検討する。iii) GISで扱えるデータを作成する、に分けられる。地形的立地条件に基づく計画単位の検討では、開発した地形分析手法と土地利用の用途を用いて、人の活動に着目した都市計画を検討する際の計画単位を設定する。最後に都市計画への適用をするために、作成した計画単位を用いた土地利用計画の方法を提案する。

(4) 言葉の定義と使用データ

a) 地形的立地条件

本研究で定義する都市の地形に関する要素の事。ある都市基盤や都市施設、土地の用途がどのような地形条件の中に立地しているか、という視点で地形の様々な様子や性質を総称的に地形的立地条件と本研究では呼ぶ。

3. 現状把握

(1) 既存の地形分析手法

a) 傾斜角

図-2に傾斜角の概念図を示す。また算出の方法は、数値標高データにおいて、図-3のように、東(右)方向にX軸を、南(下)方向にY軸をとる。添え字は、YXの順序とする。いま、対象とする格子点の標高をH22とし、これに隣接する格子点の標高をH11、H12、H13、H21、H23、H31、H32、H33とする。X方向の傾斜SxおよびY方向の傾斜Syから、式(1a)を用いて傾斜Sを計算できる。

$$S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} \quad (1a)$$

Sx, Sy の算出には、いくつかの方法が提案されているが、本研究の ArcGIS では式(1b)で計算される。

$$\begin{cases} S_x = \frac{(H_{11}+2H_{21}+H_{31})-(H_{13}+2H_{23}+H_{33})}{8D_x} \\ S_y = \frac{(H_{11}+2H_{12}+H_{13})-(H_{31}+2H_{32}+H_{33})}{8D_y} \end{cases} \quad (1b)$$

またArcGISで傾斜角 (slope) を計算すると、傾斜度と傾斜率が出るが本論では傾斜度を用いる。

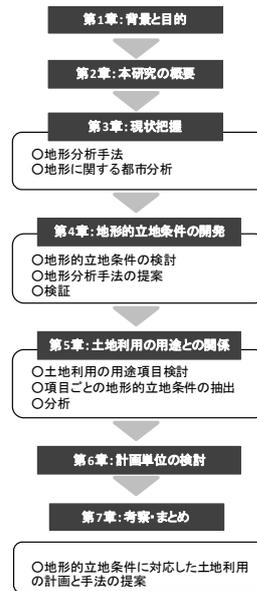


図-1 研究の流れ

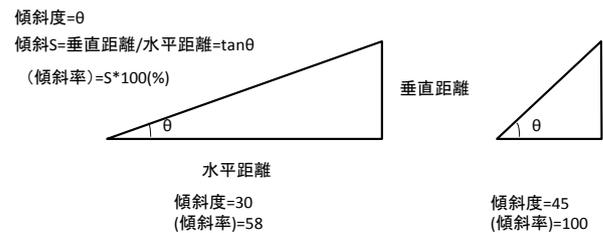


図-2 傾斜角の概念図

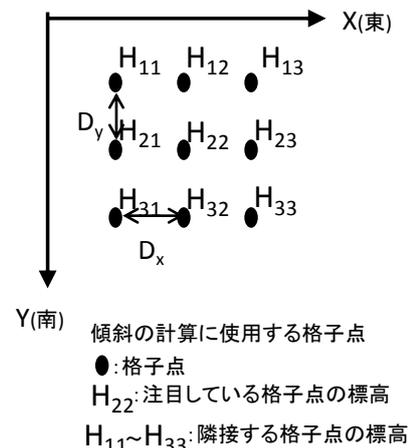


図-3 傾斜角の格子点

b) その他の分析手法

標高(数値標高モデルDEM)を用いた地形分析手法としてその他に表-1のようなものがある。

表-1 既存の地形分析手法

地形分析手法		
地上(地下)開度	地形開放度	陰影量
当該地点が周囲に比べて凸凹している程度を数量化したものである。計算距離の指定によって、地形規模に適した情報抽出が可能である。また、方向性及び局所ノイズに依存しない表示が可能である。開度が大きいほど白く表示した地上開度図によって、線の密度、長短、屈曲、コントラストなどが、地形の起伏、開析、隆起などに関する地形の情報を反映すると言われる。	地形的に開けている度合いを示す。尾根・谷・平衡斜面の違いを数値化するための水平方向の開放角度(各グリッドから半径10m、20mの円周を見通す半直線)について、グリッドより標高が低い地点を見渡せる水平角の合計)遷移点を求めるための縦断方向の開放角度(各グリッドの標高に加えこれを中心に20m間隔のメッシュの4頂点から求めた最大傾斜線の延長と半径10mと20mの円周との4つの交点の標高を求め、グリッドから最大傾斜線方向に見渡せる高低角として計算)	DEM各点の幾何学的位置の差を光の当て方により際立たせることで、尾根・谷・線上構造などを識別しやすくするもので、地図が像を見る上での基本処理である。空中写真の立体視に似た効果を持つが、一方で光の方向により感覚的に異なる画像が見え、観察者が戸惑うことも多い。

表-2 地形に関する都市分析

着目地形要素	地形分析手法	単位	土地利用・都市分析項目	結論・応用例	文献
微地形(坂)	傾斜角度	1度~10度、1度刻み	クラビング法による小売り商店の連続・不連続性	坂の傾斜角度は2~6度に商店の連続性に影響	21
微地形	標高値・傾斜角	標高と標高で3分	商業系用途	東京都心の商業系への用途変化と微地形との関係	1
谷状	谷を3分級・台地・低地		鉄道駅周辺の商業地	谷の形状と地形にある鉄道駅が入り込むことに着目し、地形と駅と周辺商業地の12類型の抽出をした	2
開析谷地		5分級	住居系(建物の高中小・大・中規模)、OS(大中小)	開析谷地の空間構成を地形構成と建築要素構成からみて、形態と街路網から5種の構成類型も見出した	3
周辺地形・微地形	海辺・盆地・山辺の3種、平地・小山より6種、標高		名所神社	周辺地形と微地形の特徴から名所神社を7つ分類 立地特性と景観記述に關係	22
崖線	視点と水平見込み角		別邸	別邸敷地と地形の關係	23
小地形	斜面等	5分級	建物群(平面規模と高さの10分)	地形による都市の領域構成検討のための小地形の抽出と建物の配列による領域パターンを見出した	24
台地・自然堤防・扇状地(等高線高い)がほとんど			歴史的街道(中山道)		25
斜面地	斜面地の面積率・標高・傾斜角度	斜面地の9分級	人口動態・年齢構成・居住形態・建築物・用途地域	傾斜角10°以上かつ最寄駅より徒歩15分以上が集約化の際の撤退推奨斜面住宅地	26
(土地条件分類図の)人工改変地・台地・低地・斜面地			開空地の発生・残存	人工改変地・低地・斜面地はバブル時の大規模宅地開発で開空地の偏在	27
断面形状		5分級	水系資源と温泉街の位置關係による7分級	地理条件と温泉の形成過程、温泉街の機能、宿泊施設にはそれぞれ關係がある	28
(地形分類図より)低地・台地・丘陵地・小起伏山地・中起伏山地			市街地・水田・果樹園・森林・その他	6種類の景観単位の抽出	29

(2) 既存の地形に関する都市分析

表-2に既存の地形に着目した都市分析においてどのような土地利用分類が抽出されたかを示す。

既存研究から地形に關係する土地利用の要素として、商業系と住宅系、交通系がある。また商業系の分布は傾斜等地形の変化に關係し、住宅系は安定した台地等に分布することが、これらの既存研究から想定される。

(3) 都市計画の土地利用と地形

a) 都市計画制度における地形の認識

日本の明治以降、都市計画の法規の中で地形がどのように認識されてきたかを、土地利用計画との関わりを含め旧都市計画法と市街地建築物法の成立過程から把握する。

明治以降、都市インフラ整備として東京市では市区改正が行われたが、急速な工業化・都市化により全国的に都市問題が発生し、郊外への無秩序な市街化や住工混在・過密・不良住宅の問題を解決するため、中心市と郊外一体的なコントロールを旧都市計画法の制定が望まれた。そこでの法案として土地利用規制の項目として、1)災害予防2)衛生3)風紀4)美観・風致地区を設ける案が当初はあった。しかし、最終的には地質など土地の性質が関わるとして1)や2)は除かれ、旧都市計画法には3)風紀・風致地区しか残らず、市街地建築物法に美観地区と防火地区が「都市計画ノ施設トシテ」決定されることとなった。また、結果としては旧法化では、土地利用規制よりも都市

計画事業が中心であり、民間による市街地形成がされたのちにインフラ整備として都市計画がされたとも見ることが出来る。都市計画として地形に考慮した制度はなかったと言える。

b) 現行の土地利用計画と地形

現行の都市地域における土地利用規制は①都市計画法②建築基準法③景観法④まちづくり条例の4つ制度が並存する。その中で直接地形の要素が土地利用規制に關連するものとしては、防災対策がある。いくつかの災害に対して土地利用規制に基づく防災対策の検討が始められている。平成13年の土砂災害防止法の施行によって、土砂災害の危険性のある区域に新たな住宅等の立地を抑制し、既存住宅の移転促進等が定められている。このように防災面での地形を考慮した土地利用に關する制度は存在する。

4. 地形的立地条件の設定と分析手法の検討

(1) 着目したい地形的立地条件

集約型かつ地域の個性を活かした都市計画に資する地形的立地条件を検討する。まず、検討する地形の要素として、地表面の標高や傾斜の他、地質、さらに自然の成り立ちから個々の地域に与えられる崖地、三角州、氾濫平野といった広域的で限定的な要素の捉え方がある。ここでは、地域の個性をとらえつつも、異なる地域や広域的な整合性を考えていく上でも、一元的な指標で表したい。

そこで本研究で着目する地形の要素は、地表面の変化の連なりの様子とする。「でこぼこ」自体の大きさ(深いか浅いか)に着目するのではなく、周囲と比べて地表面の特徴がどのくらい変化したかという「でこぼこ」の存在に着目したい。すなわち地表面の特徴の変化「でこぼこ」に着目した地形的立地条件としたい。

既存の地表面を表現するものとして標高があり、標高の変化を捉えるものとして傾斜角がある。これはその場所における地表面の形態を把握できる。しかしその傾斜の特徴はとらえられても、その変化は捉えられない。また同様に標高から求められるものとして地上開度があり、その場所が周囲に比べてどの程度狭まって(広がって)凹凸しているかを表現するが、周囲との変化は見られない。

(2) 地形分析手法の提案

a) データと作成

以下の手順で地形分析手法を作成する。①分析したい地形の範囲が収められた国土地理院発行の数値標高モデル(数値地図5mメッシュ(標高))を準備する。②

ArcGISにおいてこの標高ポイントデータに3D Analyst Tools-Raster Interpolation- IDWを実行し、標高のラスターデータへ変換する。③この標高ラスターデータに3D Analyst Tools-Raster Surface-slopeを実行し、傾斜角(度)のラスターデータを作成する。これにより求められた各メッシュの値が傾斜角となる。④⑤で求めた傾斜角のラスターデータに再度3D Analyst Tools-Raster Surface-slopeを実行する。

ここで④にて求められたラスターの各メッシュの値に着目する。この値は、標高値(m)の変化の割合である傾斜度(°)の変化の割合であり、標高(m)の二階微分である。単位は $\arctan[\text{傾斜角}^\circ / \text{長さm}]$ である。これを本研究では「SS値」と定義し、その単位を[SS値ポイント=sp]と定める。またSS値を表した地図を「SS値図」とする。

b) SS値の特性

SS値は地形をどのようにとらえるのか、値が表現するものを把握するため、6つの地形パターンを作成し、その地形断面を検証する。そこで標高を5m間隔で設定した仮定の地形パターンの断面図が図-5である。またその下の表は、その地点における傾斜角とSS値を5mメッシュで算出した際の値である。ここからSS値は地形とどのように対応しているか把握する。

まず、地形パターン①は、傾斜があるが傾斜角が一定である。また地形パターン②では傾斜角が0度の地形が続いている。このようなとき、SS値は0spとなる。また、でこぼこした箇所である地形パターン③と④では、同じ傾斜角11度の斜面から傾斜が変化するが、④の方が傾斜角の大きい急斜面へと変化している。そのためSS値の最大値は③が58spに対し④では73spと④の方が大きい。傾斜角の変化が④の方が大きいためSS値が大きくなった。ただし、⑤と⑥のように傾斜角は同じ推移であっても⑤は凸、⑥は凹な地形であるが傾斜角の推移の値が等しいため、SS値の推移も等しく最大値も63spと等しい。すなわちその場所が凸なのか凹なのかはSS値からは判別できない。

このようにSS値は傾斜角の大きさに関わらず、その変化の有無と変化の大きさによって、値が算出される。このため、でこぼこの存在を表現することができるものとして、本研究の地形的立地条件を表す手法となる。

(3) SS値とメッシュ規模

a) SS値とメッシュ

SS値はその作成過程においてメッシュの規模を変えることで、様々なスケールで求めることができる。すなわちでこぼこの基本単位となるメッシュのスケールを定める必要がある。そこで最も詳細な数値地図である5mメッシュを採用する。よって本研究は、地形的立地条件であるでこぼこを示すSS値の基本単位として5mメッシュを設定する。

b) SS値の実感による状況

以上を踏まえて5mメッシュSS値をより分かりやすく理解するため、SS値の評価をするための、実感による状況の段階区分を行う。図-6に示す高田馬場3丁目周辺の5mメッシュSS値図を用いて、実際の状況を参照して、数値が持つ実態的な意味を主観的に段階的に表現する。(表-3)

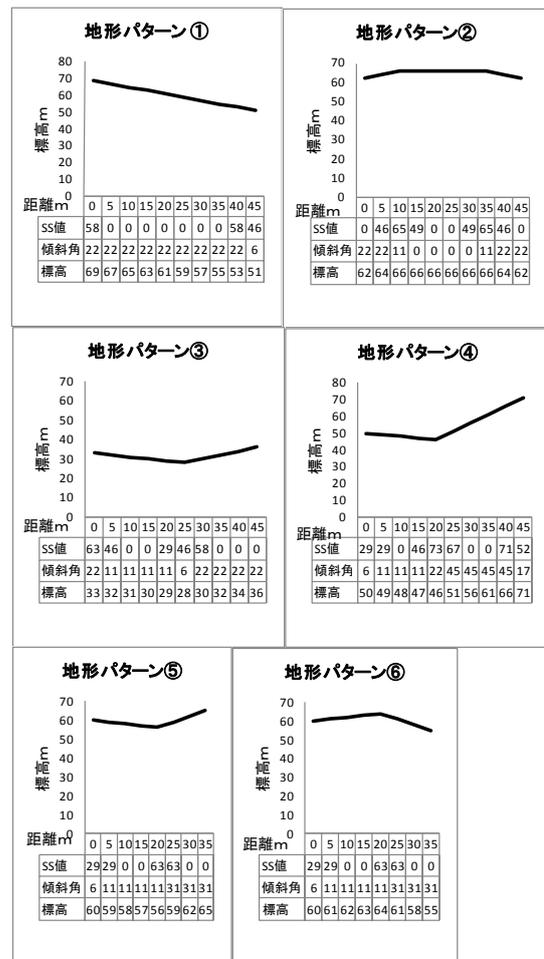


図-5 地形パターン①～⑥

表-3 SS値の実感による状況段階

SS値	実態	状況
～30sp	傾斜が変わらないか平坦であるか、でこぼこを感じない、認識しない。	平坦
30～50sp	地表面の何らかの微小な変化を見て認識しうる、またわずかにでこぼこを感じ始める。	わずかにでこぼこ
50～60sp	地表面がゆるやかなカーブを描いている事を、認識する。	ゆるやかなでこぼこ
60～70sp	平坦な場所から傾斜が始まる、坂道が始まるなど感じる場所	はっきりでこぼこ
70～80sp	一段、高さが変わる場所や数段階でこぼこ	きついでこぼこ
80sp～	平坦な場所から壁のように敷地が上がるほどのでこぼこがある場所。道ならば一部のかなりの勾配。もしくは崖	でこぼこすぎる

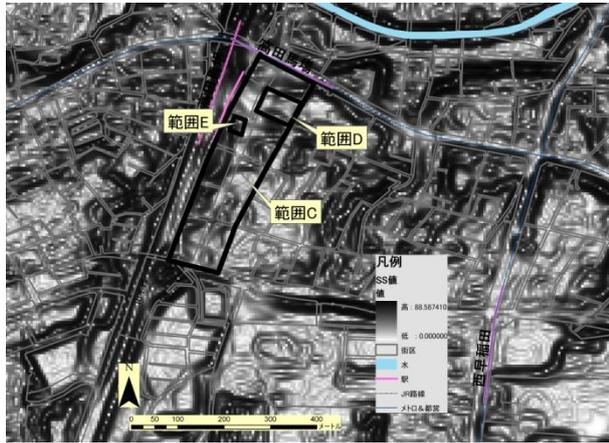


図-6 高田馬場駅周辺の5mメッシュSS値図

表-4 SSA値の試行結果

範囲	SSA値(sp)	評価
範囲C	46.32845	わずかなでこぼこ
範囲D	39.65612	わずかなでこぼこ
範囲E	57.46443	ゆるやかなでこぼこ

表-5 行政区とSSA値

範囲	SSA値	範囲	SSA値
中央区	28.04	千代田区	41.85
台東区	28.19	港区	44.39
墨田区	32.74	文京区	44.42
江東区	37.05	新宿区	45.24
豊島区	38.13	目黒区	47.07
品川区	41.24	渋谷区	50.78
中野区	41.68		

(4) 一定範囲におけるSS値の算出

a) SSA値

本研究で土地利用とSS値の関係を考える際、以上のようなある地点のSS値ではなく、ある平面のSS値を扱う必要が出てくる。そのため方法として、ある平面を定め範囲に一致する5mメッシュSS値の平均値を「SSA値」と定義し着目する。

b) データ作成方法

試行として、具体的に以下の方法でArcGISにてSSA値を算出した。そこで図-6に表示される高田馬場駅周辺の囲みの範囲C、範囲D、範囲Eの5mメッシュSSA値を算出する。まず全体の5mメッシュSS値のラスターデータを用意する。またそれぞれの範囲をシェープファイルのポリゴンデータとして作成する。そしてArcGISにおいてSpatial Analysis Tool-Extraction-マスクで抽出を選択し、入力ラスターとしてSS値のラスターデータ選択し、マスクデータとして作成した範囲のシェープファイルを選択し、実行する。これによってラスターデータであるSS値のメッシュをポリゴンデータである範囲C,D,Eで抽出

する。こうして指定した範囲で抽出されたSS値の複数のメッシュは一つのラスターデータとなる。GIS上でこのラスターデータのプロパティを参照すると、抽出したメッシュの値の平均値が表示され、これがSSA値となる。単位はSS値の平均であるため[sp]である。

c) 試行結果と範囲の階層性

表-4に範囲ごとのSSA値の算出結果と表-3の状況段階を参照し、各範囲のSS値の評価を行った。範囲Dと範囲EのSSA値を比較すると、範囲Dの方が小さくでこぼこが少ないと判断できる。しかし範囲Eと範囲Dでものさし評価を参照すると、範囲Eは範囲Cの一部であるが、両者の評価は異なる評価となり、SSA値の意味づけが不明確になる。

したがってSSA値の算出範囲は、でこぼこの基本単位の統合によって無限に拡大されていくものであり、範囲には階層性があるため、スケールを検討した上でSSA値を扱う必要がある。

(5) SSA値の検証

a) 行政単位におけるSSA値

範囲のスケールを統一させてSSA値を比較する。そこで行政範囲におけるSSA値で検討するため、東京都23区のうち13区について各々SS値を抽出し、各SSA値を表-5に示す。東京の山の手と言われる新宿区と下町の台東区のSSA値では、SSA値の差が如実に表れている。スケールを行政単位のような広域な範囲にした場合SSA値は、地域全体としての地形的立地条件を示すと言える。すなわち地形的立地条件を基にした地域特性を把握しうることがわかる。

b) スケールの違うSSA値を使った評価方法

ここで異なる地域の2つのある範囲x,yのSSA値が等しいとする。しかしそれらを含むそれぞれの広域な地域X,YのSSA値に大きな差がある場合を考える。範囲xと範囲yは同様なでこぼこの状況であると、SSA値が等しいことから判断される。しかしそれぞれの広域地域を基準に範囲x,yを評価した場合、その立地的な意味合いは変わってくると考えられる。

そこで広域なスケールのSSA値とその中の範囲のSSA値を相対的な視点によって、評価する方法を考える。広域な範囲(新宿区)を「SSA値基礎地域」とし、そのSSA値を「基礎SSA値」とする。新宿区における範囲DのSSA値の評価は、(範囲DのSSA値) / (基礎SSA値) * 100で計算される。この値を「SSA値率(%)」とする。

(6) 5mメッシュSS値図と地形の関係

a) 暗渠との関係

SS値が実際の地形をどの程度判別しているか検証するため、5mメッシュSS値図を用いて、暗渠である目黒

川水系の北沢川支流と神田川水系蟹川・水窪川を参照した。(図-7) 暗渠は盛り土がされているため、神田川等の河川のようにSS値が高くはならず、SS値が高い地点を避けて、SS値が低い地点を通っている。

b) 土地条件図との関係

既存の地形区分によるSSA値の違いを見出すため、土地条件図を用いる。数値地図25000(土地条件)におさめられている地形分類の項目ごとに、5mメッシュSS値を抽出した。対象範囲は数値地図25000(土地条件)におさめられた東京23区の範囲に含まれる東京西部、東京西南部、東京中部、東京南部の4区画分の地図の範囲とする。SSA値の結果を表-6図-8に示す。

SSA値が高い項目として切土斜面を始め、斜面地が挙がっている。一方でSSA値が低い項目として、砂堆・洲や海岸平野・三角州といった平坦な地形が抽出された。よってSSA値は既存の地形分類の一部を把握しうると言える。

(7) 小結

集約型かつ地域の個性を活かした都市計画に資する地形的立地条件を「でこぼこ」と定め、それを抽出するための地形分析手法としてSS値を開発し、検証した。またSS値を用いて土地利用との関係性を把握する手法をSSA値として提案し、特に地形との関係を検証をした。

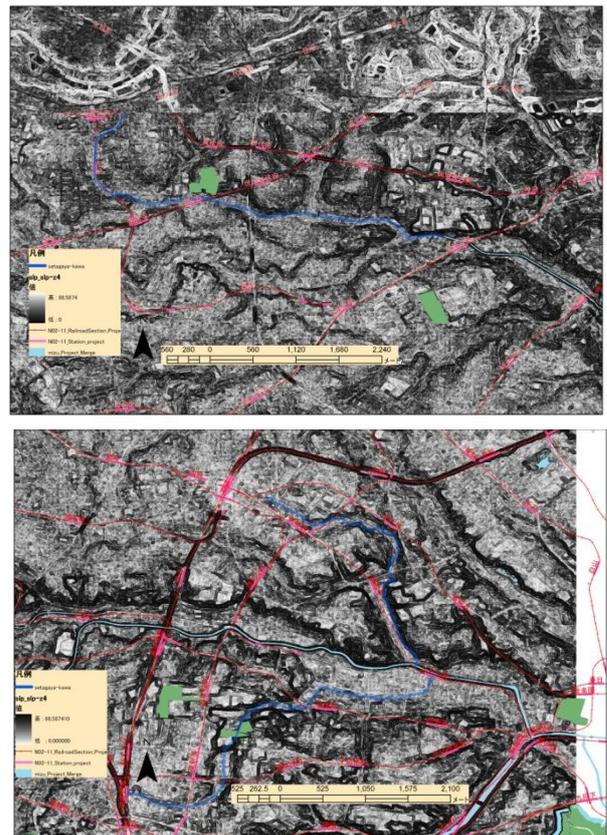


図-7 北沢川(上)蟹川・水窪川(下)

表-6 土地条件図と SSA 値

土地条件小項目	斜面	上位面	中意面	下位面	低位面	麓斜面	自然堤防	砂堆・洲	凹地・浅い谷	谷底平野	海岸平野	旧河道
SSA値	56.35	45.908	38.393	46.583	44.488	44.488	33.585	30.836	42.467	44.7	34.049	41.074
土地条件小項目	高水敷	低水敷・浜	潮汐平地	水部	平坦化地	切土斜面	高い盛り土	盛り土	埋立地	干拓地	凹陥地	改善中
SSA値	41.951	50.601	46.734	23.44	55.575	70.844	37.605	37.26	57.735	45.163	28.394	53.085

5. 土地利用の用途と地形的立地条件の関係

(1) 土地利用の用途分類

都市における土地利用を、人の活動形態を表すように分類した特性を用いて表現するために、以下のような特性で表現する。

- i) 中心的特性；地形が都市や集落の骨格や成長に関わっていると仮定すると、都市が生まれ骨格の成長源である都市の中心となる点を、地形的立地条件が示しうると考える。
- ii) 流動的特性；人の交流や往来は地形に沿って行われているのではないかと考える。
- iii) 安息特性；人が落ち着くと感じる、安らぐと感じる地形的立地条件があると考える。
- iv) 異質性；周囲の土地利用と際立って差異がある場所は、その地形的立地条件にも特異性があるのではないかと考える。
- v) 日常活動性；日中働く場や毎日訪れる場所

これらの特性を表すと考える土地利用の用途の小分類の項目について、土地利用特性との対応とその一覧とデータの出典及びArcGISで使用するためのシェープファイルへの加工方法を表-7にまとめた。

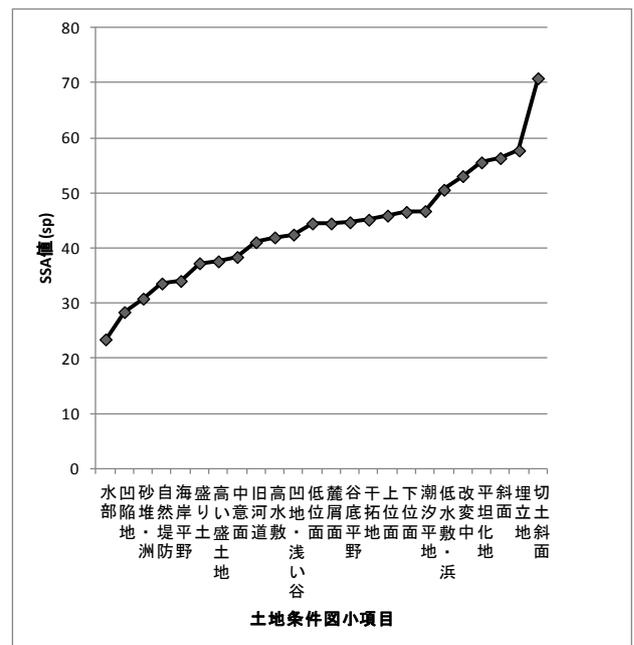


図-8 土地条件図と SSA 値

(2) 土地利用の用途小項目ごとのSSA値

表-7の土地利用の小分類の項目ごとにSSA値を算出する。これによってSSA値が土地利用との関係を分析する。

a) 対象地域

東京都区部を対象とする。洪積台地と沖積低地の接点に位置し、地形の変化が顕著に見られ、江戸期より坂の町として知られる。江戸期の市街地は半分以上が、台地内の開析谷地を含む沖積低地に立地していた。明治以降の東京市街化は洪積台地に広がった。また首都であり多様な人の都市活動を可能にする環境が存在する。本検証では、表-5より区のSSA値にバラつきがあり、地形的立地条件から地域特性に差が見られると考えられる、5つの区を対象とした。

b) 抽出方法

東京都区単位をSSA値基礎地域として、定めた土地利用の用途項目ごとに、SS値を抽出しSSA値を得、それぞれの区を基にしたSSA値率を計算する。手順は以下の通り。**①**東京都区部を網羅する数値地図データ(標高)からSS値を算出する。**②**東京都の区ごとのシェープファイルを作成する。**③①**で求めたSS値から**②**で作成した東京都区単位ごとに、SS値を抽出しSSA値を得る。これが各区の基礎SSA値となる。**④**各区で**③**で作成したSS値のラスターデータから、土地利用の用途項目ごとのシェープファイルでマスク処理をし、SS値を抽出し、SSA値を得る。

b) 結果

ArcGISにより抽出したSS値からSSA値とSSA値率を算出した結果を表-8に示す。

(3) 分析

結果について比較分析をする。

5区で比較すると、SSA値率が5区とも低い項目として、医療施設、スーパー、メトロが挙げられる。また、SSA値率が高い項目は、鉄道用地、JR、水である。

またSSA値に着目すると、公園は5つの区で31sp~39spと近い値を示した。しかしその他の項目ではSSA値自体に近い値が見られない。これより土地利用の小項目との関係性は、SSA値率を用いることで、広域範囲の地形的立地条件を鑑みながら、検証する必要がある。

6. 現段階におけるまとめ

(1) 得られた知見

地形的立地条件を定め、またそれを抽出するための地形分析手法を開発した。

都市空間における人の活動形態に着目した土地利用計画の用途分類を定め、地形的立地条件と用途分類との関

係を分析する手法を定めた。

それによって、地形的立地条件が土地利用の用途項目の一部と関係があることを明らかにした。

(2) 今後の予定

土地利用の用途項目とSSA値に関する分析を方法の検討も含め進める。分析対象地を広げるもしくは別の地域でも実施する。また東京区部は特徴ある地形をしているが、例えば盆地の都市とも分析することを検討する。さらに着目したい土地利用特性を表す、土地利用の用途項目の検討を再度する。

また、SS値の検証として水害ハザードマップや過去の水害実績との関係を分析する。

面的なSS値を算出する方法を再検討する。

これらを踏まえ土地利用の計画単位をSS値によって作成する。

表-7 土地利用の用途小項目

算出する土地利用用途小項目	抽出に用いた小項目	データの出力	データの加工方法	シェープファイルの種類	備考
i	交通	国土数値情報	施設の「公共施設(点)」のベクトルデータから該当データ(小分類コード14003)のみExport	ポイント	
iv	公的施設	国地方機関	施設の「公共施設(点)」のベクトルデータから該当データ(大分類コード110の施設12地)及び「医療施設(点)」のベクトルデータのみExport	ポイント	
i	商業施設	商業施設	国土数値情報	ポイント	
	商業施設	Google検索「東京百貨店」「東京商業施設」など2500(空間データ)	アドレスマッピングで緯度経度座標を付与して作成 上記のポイントデータに数値地図の「gauku」をArcGISのAnalysis ToolでオーバーレイIntersectしたもの	ポリゴン	オアシスを含む複合商業施設や駅ビル、ショッピングセンター(買回用品)
v	商業施設	商業施設	国土数値情報	ポイント	農畜品の店舗としてチェーン店の2社の東京の全店舗
v	スーパー	スーパー	国土数値情報	ポイント	農畜品の全店舗
	スーパー	西友、ライフの店舗	アドレスマッピングで緯度経度座標を付与して作成 上記のポイントデータに数値地図の「gauku」をArcGISのAnalysis ToolでオーバーレイIntersectしたもの	ポリゴン	(注)
ii	駅	国土数値情報	「鉄道」のベクトルデータからstationのみExport	ライン	ラインデータなので駅舎等の広がりで見えない
	鉄道	国土数値情報	「鉄道」のベクトルデータからrailroadのみExport	ライン	地下鉄と地上の鉄道とどちらも含む
	内、JR	国土数値情報	上記の鉄道からJR路線のみExport	ライン	地上地上を定めるため
	内、メロ&都営	国土数値情報	上記の鉄道から地下鉄(東京メロ・都営)のみExport	ライン	地中を定めるため、鉄道として地中の地帯と駅舎を見分けるには、地下鉄の線路上に多く存在する幹線道路とSS値との関係を見たい
ii	鉄道	国土数値情報	「鉄道」のベクトルデータからstationのみExport	ライン	駅舎等の広がりで見えない
	鉄道	国土数値情報	「鉄道」のベクトルデータからrailroadのみExport	ライン	地下鉄と地上の鉄道とどちらも含む
iii	文化施設	美術博物館	国土数値情報	ポイント	
	文化施設	Google検索「東京百貨店」「東京商業施設」など2500(空間データ)	アドレスマッピングで緯度経度座標を付与して作成 上記のポイントデータに数値地図の「gauku」をArcGISのAnalysis ToolでオーバーレイIntersectしたもの	ポリゴン	(注)
iii	公園	都市公園	国土数値情報	ポイント	都市公園法で定める都市公園のため街区公園等小規模なものから鉄道まで含む
	公園	数値地図2500(空間データ)	収録されたシェープファイル[youtu]のうちコードA6241に分類されるデータのみExport	ポリゴン	都市公園のうち小規模な街区公園、地区公園等は含まれていない(1階、夕陽階等)また、境界線が不明な場合もある
	公園	数値地図2500(空間データ)	収録されたシェープファイル[youtu]のうちコードA6244、A6215に分類されるデータのみExport	ポリゴン	
v	学校	国土数値情報&数値地図2500(空間データ)	施設の「公共施設(点)」のベクトルデータから該当データ(大分類コード16)学校のみExportしたポイントデータに数値地図の「gauku」をIntersectしたもの	ポリゴン	(注) 小中高大全てを含む
	学校	数値地図2500(空間データ)	収録されたシェープファイル[youtu]のうちコードA6243に分類されるデータのみExport	ポリゴン	大学のみ
v	水	数値地図2500(空間データ)	収録されたシェープファイル[mzu]	ポリゴン	

表-8 用途小項目のSSA値の算出結果

SSA値基礎地域	新宿区		渋谷区		品川区		豊田区		台東区	
	SSA値	SSA値率								
基礎SSA値	45.24		50.78		41.24		32.74		28.19	
交差点	45.72	103%	59.50	99%	35.01	87%	29.51	90%	32.55	115%
学校(点)	45.97	102%	42.21	83%	42.59	103%	30.20	92%	26.84	95%
学校(街区)	42.27	93%	47.96	94%	54.33	122%	30.19	92%	31.93	113%
都市公園(点)	44.25	98%	56.14	111%	37.72	91%	29.93	91%	27.58	98%
医療施設	40.19	89%	47.19	93%	39.76	96%	30.17	92%	24.62	87%
駅(LINE)	37.89	94%	42.72	94%	45.33	110%	31.99	97%	35.90	127%
水	66.40	147%	63.31	125%	37.58	91%	32.95	101%	31.53	112%
商業施設(街区)	44.58	99%	50.86	100%	54.42	122%	28.80	98%	30.34	108%
商業施設(点)	34.50	76%	50.59	100%	36.29	88%	28.95	91%	27.77	99%
国地方機関	34.76	77%	60.67	119%	34.42	83%	24.03	73%	28.64	102%
鉄道(LINE)	42.94	95%	47.81	94%	50.28	122%	36.39	111%	32.53	115%
内、JR	53.31	131%	60.19	118%	62.11	151%	36.75	112%	46.85	166%
内、メロ&都営	37.94	84%	37.01	73%	33.54	81%	25.02	76%	20.78	74%
zyouit-公園	39.60	88%	37.30	73%	49.52	120%	31.69	97%	37.19	126%
zyouit-大学	44.41	98%	52.74	104%		0%		0%	35.47	126%
zyouit-神社(街区)	34.59	76%	47.39	93%		0%		0%	34.03	121%
zyouit-鉄道	58.76	130%	59.80	116%	39.12	93%	46.91	143%	57.49	204%
商業施設(街区)	47.72	105%	47.27	93%	44.98	109%	38.32	117%	15.80	56%
商業施設(点)	34.52	76%	39.81	78%	51.25	124%	35.11	107%	7.79	28%
スーパー	41.18	91%	33.30	68%	37.83	92%	28.04	68%	20.24	72%
スーパー(点)	53.64	119%	40.59	80%	39.22	95%	12.71	39%	9.93	35%

付録

1) 既存の地形分類

土地条件図は、国土交通省国土地理院による、防災対策や土地利用・土地保全・地域開発等の計画策定に必要な、土地の自然条件等に関する基礎資料を提供する目的で、昭和30年代から実施している土地条件調査の成果を基に、表-9の地形分類について示したものである。

2) 数値地図5mメッシュ (標高)

国土地理院が提供する航空レーザー測量による精密地盤高計測によって取得した標高データから計算によって求めた数値標高モデル (DEM) データである。このDEM データは2千5百分の1国土基本図単位に、南北及び東西方向に、それぞれ5m間隔で分割して得られる方眼の中心の標高が記録されている。地理情報システム (GIS) の基盤データとして、微細な地形を表現できるとされている。

3) 数値地図25000 (土地条件)

土地条件図をベクタ形式でデータ化したものであり、各分類項目をシェープファイルに変換とすることで、ArcGIS の分析に使用できる。

表-9 土地条件図項目

分類項目	定義
山地斜面等	山地・丘陵または台地の縁などの傾斜地。
変形地	崖 自然にできた幅の狭い急斜面 地すべり地形 動きの緩急は問わず、山体の一部が土塊として下方に移動してできた地形。滑溜地は地すべり頭部にできた崖。移動体はすべった土塊の到達範囲。
台地・段丘	更新世段丘 台地または段丘のうち、更新世に形成されたもの。 完新世段丘 台地または段丘のうち、完新世に形成されたもの。
山麓堆積地形	斜面の下方、山間の谷底または谷の出口等に堆積した、岩屑または風化土等の堆積地形面で、崖麓・麓斜面・土石流堆などをいう。
低地の微高地	扇状地 山麓部において主として砂礫からなる扇状の堆積地形。 自然堤防 洪水時などに河川の流路沿いまたは周辺に砂やシルトが堆積してできた微高地。 砂州・砂堆・砂丘 砂州、砂堆は現在及び過去の海岸、湖岸付近にあって波浪、沿岸流によってできた、砂または礫からなる浜堤、砂州・砂嘴などの微高地。砂丘は風によって運ばれた砂からなる小高い丘。 天井川・天井川沿いの微高地 堤防によって囲まれた河床が埋内地(堤防によって洪水から守られている人家や農地の側)より高い部分と、天井川に沿って形成された微高地。
凹地、浅い谷	台地・段丘、低地の微高地などに細流や地下水の動きによって形成された相対的に低い地形。合流扇状地の境界付近における相対的に低い部分。
低地の一般面	谷底平野・氾濫平野 山地・丘陵あるいは台地・段丘を刻む河川の堆積作用が及ぶ平坦地、及び河川の堆積作用により形成された、広く開けた平坦地。 海岸平野・三角州 過去の浅海堆積面が海退により陸化した平坦地、及び河川の河口部にあって主としてシルト、粘土などの細粒物質からなる平坦地。 後背低地 河川の堆積作用が比較的及ばない沼沢性起源の低湿地。 旧河道 過去の河川流路の跡。
傾水地形	高水敷・低水敷・浜 堤外地(堤防にはさまれて水が流れている側)のうち高水時に冠水する部分、及び暴浪時に冠水する海岸の岩場、砂礫地。 湿地 地下水位が地表面に対して著しく浅い土地。
水部	河川・水運線及び水面 河川は原則として常時水流がある部分。水運線は、自然状態における水陸の境界。水面は河川、湖沼、海、貯水池などの表面。 旧水部 海、池、沼などを、盛土や埋立等により人工的に陸化したもの。
人工地形	平坦化地 山地・丘陵地、台地などの斜面を切り取り整地した平坦地または傾斜地。 農耕平坦化地 山地・丘陵地、台地などの斜面を農耕地として切り取りより整地した土地。 切土地 山地・丘陵、台地・段丘などの造成地のうち、切り取りによる平坦地または傾斜地。 盛土地・埋立地 主として低地及び水部に土を盛って造成された平坦地または傾斜地。山地・丘陵、台地・段丘などの造成地のうち、盛土による平坦地または傾斜地。 干拓地 水部を干して陸地化した土地。 改変工事中の区域 現在人工的に地形の改変が進行中の区域。

参考文献

- 1) 菊原啓二、郷田桃代、稲坂晃義(2010)「青山・表参道地域における商業系用途の空間分布に関する研究その2.建物用途の変化と微地形の関係」日本建築学会大会学術講演梗概集
- 2) 服部曉文(2008)「東京における谷状の地形と鉄道駅の複合による位相的な都市空間の単位」日本建築学会大会学術講演梗概集
- 3) 戸島健(2009)「地形と建築の関係からみた開析谷地の空間構成」日本建築学会大会学術講演梗概集
- 4) 神谷泉・田中耕平(2000)「傾斜量図を用いた地形・地質の判読」情報地質第11巻
- 5) 程培峰・後藤純一(2003)「地形を表す指標による土層の細粒割合の推定」森林学誌18
- 6) 横山隆三「数値地図より作成した斜度図・開度図からの地質情報抽出」日本地理学 pp298
- 7) 横山隆三「開度による地形特徴の表示」(1999)写真測量とリモートセンシング Vol.38, No.4 pp26-34
- 8) 黒川潮・阿部和時・大丸裕武・松浦純生(2007)「物理則モデルによる表層崩壊危険度評価」日本地すべり学会誌,43,pp351-355
- 9) 小荒井徹(2008)「地形分類図とDEMを活用した磐梯火山のハザードマップに関する地理情報解析」地学雑誌117(2),pp439-454
- 10) 国土交通省国土地理院(2007)「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」
- 11) 後藤春彦(1986)「東京旧15区における土地条件に着目した景観単位の設定」日本建築学会計画系論文報告集,pp65-76
- 12) 乙武正宏 (2005) 「地形による街路空間のシークエンス変化に関する研究」日本建築学会学術講演梗概集
- 13) 角皆貴紀(2010)「GISを用いた微地形と街路パターンによる地域分析と記述—東京・神田川流域を対象として—」佐々木研究室修士論文
- 14) 武内和彦 (1981) 「自然立地的土地利用計画の方法論的研究」造園雑誌 44pp137-154
- 15) 塚口孝彦 (1989) 「都市化に伴う土地利用秩序の変容過程と自然立地条件・土地利用規制に関する研究」造園雑誌 52pp166-182
- 16) 片桐由希子・山下英也・石川幹子(2007)「小水域を基礎とした緑地計画の検討手法に関する研究」ランドスケープ研究 70(5),pp643-646
- 17) 石川幹子・岸由二・吉川勝秀(2005)流域圏プランニングの時代—自然共生型流域圏・都市の再生—(技報堂出版)
- 18) 牧紀男・深澤良信 (2006) 「土地利用規制を地要した防災対策の全体安全・安心な国土を目指して」自然災害科学 25(2),pp135-pp154
- 19) 松本泰生・戸沼幸市 (1998) 「東京都の微地形に関する研究」日本建築学会大会学術講演梗概集
- 20) 国土交通省土地・水資源局国土調査課/国土交通省国土地理院応用地理部防災地理課土地条件調査係 HP
- 21) 羽賀正和・吉川徹(2011)「微地形が小売り商店立地分布に与える影響—下北沢を対象としたケーススタディ—」日本都市計画学会 都市計画論文集 Vol.46,pp55-62
- 22) 日高圭一郎・有馬隆文・鶴心治・坂井猛・萩島哲(2005)「地方における名所とされた神社の立地特性に関する研究—「大日本名所図録 福岡縣之部」を事例として—」日本建築学会計画系論文集第587号,pp93-100
- 23) 小谷野真由巳・笠原知子・齊藤潮(2007)「国分寺崖線二子玉川周辺における明治・大正期の別邸の地形的立地特性」日本都市計画学会 都市計画論文集 Vol.42,pp121-126
- 24) 安森亮雄・坂本一成・本橋良介・中井邦夫・足立真・久

- 野靖広・遠藤康一(2006)「小地形と建物の配置—地形による都市の領域構成(1)—」日本建築学会大会学術講演梗概集 pp701-702
- 25) 熊原康博(2010)「平野地域における歴史的街道沿いの地形条件—関東平野の中山道を事例に—」日本地理学会 E-journalGEO,2010,Vol.5(1)
- 26) 二瓶遥香・稲垣景子・吉田聡・佐土原聡(2010)「コンパクトシティ実現に向けた斜面市街地の特性把握に関する研究—横浜市を対象とした分析—」日本建築学会学術講演梗概集 pp81-82
- 27) 大澤陽樹・横張真・雨宮護(2009)「都市郊外の住居系用途地域における空閑地の発生・残存パターンと地形との関係」ランドスケープ研究 72(5),pp683-686
- 28) 山田桐子・宮崎均(2008)「温泉街の地域特性からみたまちづくりに関する研究—地理的条件ならびに形成過程から見た地域特性の傾向—」日本建築学会計画系論文集,第 73 巻,第 626 号,pp819-826
- 29) 朴・加我宏之・下村泰彦・増田昇(2010)「明日香村を事例としてGISを利用した景観特性の解明」ランドスケープ研究 73(5),pp563-568
- 30) 川原奈緒・有馬隆文・武田裕之(2011)「中心市街地における賑わい性能の定量化・可視化に関する研究」日本建築学会九州支部研究報告
- 31) 南順一郎・清水裕之・村山頭人・臼井直之(2009)「伊勢湾流域圏における土地利用の検討のための流域水収支モデルの考察」日本建築学会技術報告集,第 15 巻,第 29 号,pp239-244
- 32) 樋口忠彦(1981)日本の景観
- 33) 渡辺俊一(1993)「都市計画」の誕生
- (? 受付)

STUDY ON TECHNIQUE OF CITY PLANNING CONSIDERED THE LOCATED CONDITION OF TOPOGRAHY

Asuka NUMATA, Yoshihide NAKAGAWA

We need a new technique of city planning for a city image making the most of an identity of a region. Therefore I point topography. I establish my hypothesis that it is possible to make land use planning, considered “the located condition of topography” - the identity of the place on the basis of topography. So I study the content of “the located condition of topography”, demonstrate the relationship between “the located condition of topography” and land use, and make the planning unit of land use. Then I suggest the technique of city planning considered the located condition of topography.