

建物配置を考慮した 街区分割手法について

天口 英雄^{1*}・河村 明¹

¹首都大学東京都市環境学部都市基盤環境学科（〒192-0397東京都八王子市南大沢1-1）

* E-mail: amaguchi@tmu.ac.jp

本研究は、高度な地物データGISを用いた建物浸水解析のための新たな街区分割手法を検討したものである。建物・街区の座標値を用いて個別建物形状に着目した街区分割手法を考案するとともに、本手法を実在する街区に対して適用した。その結果、個別建物を考慮して街区を分割することが可能であることを確認し、本手法を用いることでTSRモデルなどによって個別建物浸水解析のためのモデルデータ生成が容易になると考えられるとともに手作業において課題とされていた労力の軽減および時間短縮が期待できる。

Key Words : TSRモデル, 地物データGIS, 建物浸水解析, 街区内地物要素, 街区分割手法

1. はじめに

都市流域では、建物および道路などの不浸透域、公園および緑地などの浸透域が複雑に分布している。このような都市流域において洪水流出過程や水循環過程を精度よく解析するためには、都市を構成する建物、道路、公園などの地表面地物を正確に表現した土地利用データを作成し、これを入力データとする分布型洪水流出解析モデルや水循環モデルを構築する必要がある。こうした背景の下、グリッド型と比較し地物を正確に表現することが可能なポリゴン型地物データ（高度な地物データGIS）を作成し、このデータを利用した都市洪水流出解析モデル（TSR: Tokyo Storm Runoffモデル）が提案されている¹⁾⁴⁾。高度な地物データGISの作成は、各地方自治体より比較的入手可能なポリライン型の電子地形図データに対し、様々な加工を手作業で行う必要があるため、多大な時間と労力を要する。こうした背景より著者らは、1/2500地形図標準データファイル⁵⁾（以下、地形図標準データ）から、高度な地物データGISの自動構築を行う手法の開発を試みてきた⁶⁾。この手法は、先ず基礎的地物データGISとして地形図標準データに含まれるポリライン型の建物外周線、街区境界線および水涯線をもとにポリゴン型の建物要素、街区要素、河道要素および道路要素を構築し、次いで街区内地物要素を生成し地図記号より地物に

土地利用情報を与え、さらに道路要素と河道要素を微小に分割することで高度な地物データGISを構築するものである。

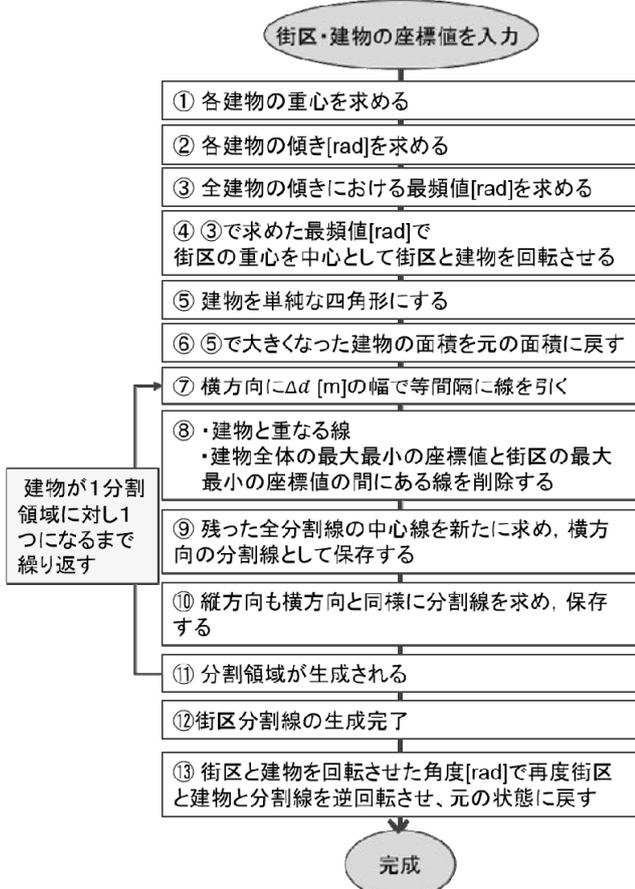
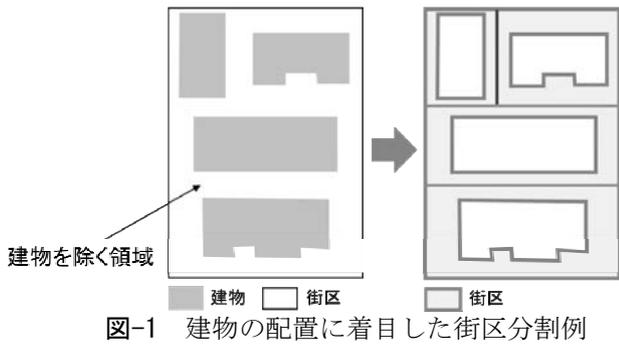
しかしながら建物浸水解析に利用するための街区内土地利用地物要素の形状生成には手作業による構築に大きな労力を要しており、高度な地物データGIS構築の中において自動化の要求が大きなデータであるといえる。

そこで本研究では、有用な街区内地物要素形状生成手法として建物形状に着目した街区分割手法を提案するとともに、本手法を実在する複数街区に適用し評価・検討を行った。

2. 街区分割手法の検討

(1) 街区分割の方針

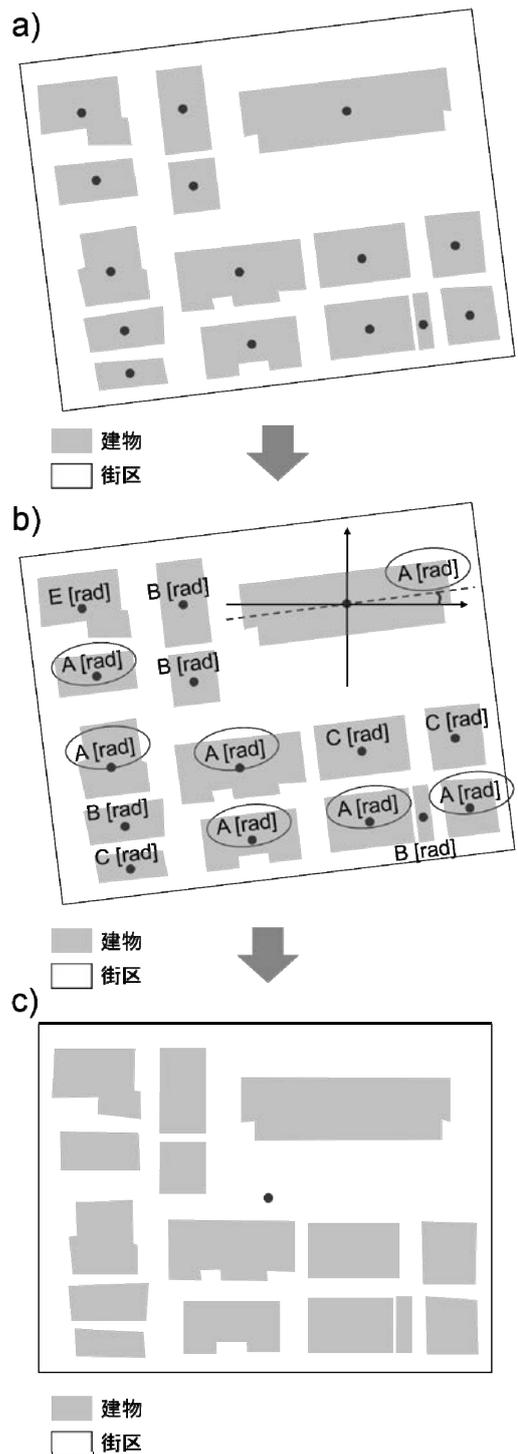
街区内土地利用地物要素の形状生成は、図-1に示すように、①個々の地物がポリゴンによって精緻に表現されていること、②面積が極度に大きな要素や極度に小さな要素がなく、単純形状であること、③隣接する要素と整合性をもち分割されていること、④個別建物の浸水深を容易に計算するために建物の敷地に近い形状として分割されていることが望ましい。上記に示す条件をもとに、領域界ラインを用いた街区分割手法および微小道路要素の分割線起点を固定点として不整三角形網を発生させる手法⁷⁾、お



よびコンピューターグラフィックスの分野で開発されたスケルトン法⁷⁾を用いて街区内分割を行う手法を検討した。しかしスケルトン法で生成される地物形状は複雑であり、また不整三角形網発生手法は生成される地物形状は単純形状であるが、建物などの土地利用地物が考慮されていないため更なる改善が必要となっている。そこで本研究では、より単純なアルゴリズムで上記の条件を多く満たす手法の開発を目的として、建物および街区の座標値を用いた個別建物の配置に着目した街区分割手法を考案した。

(2) 建物に着目した街区分割手順

図-2は、建物の配置に着目した街区内の形状生成の手順を示したものである。図-3は、図-2において



①から③までの手順を具体的な街区を用いて示したものである。

まず、地形図標準データより街区および建物の座標値を取得する。次いで、図-3 a)に示すとおり、対象街区に含まれる建物の重心を個々に求め、図-3 b)のように、その重心を通る縦・横方向の軸に対する建物の傾きをそれぞれ求める。このときの建物の傾きは、建物を構成する全ての辺と基準線（南北

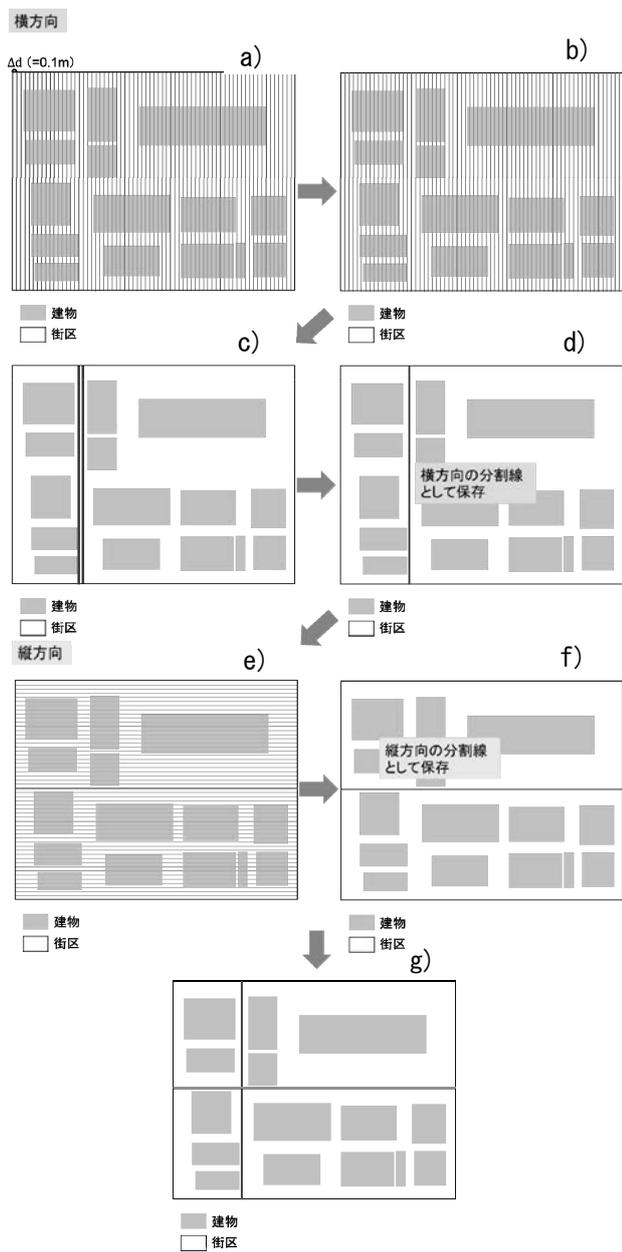


図-4 初期分割

あるいは東西の方向)との成す角度を計算し、その最頻値によって求められる。次いで、図-3 b)のとおり、求められた全建物の傾きにおける最頻値 $A[\text{rad}]$ を求め、この角度を用いて、街区の重心を中心として、街区および建物を回転させる (図-3 c))。

次の処理の前に建物形状の単純化を行う。これは、プログラムの処理における計算負荷の低減およびプログラム作成の簡易化につながる。例えば、建物形状が複雑であれば、建物を構成する座標数は10, 20, 30個と増えてしまい、これらの座標値を全て考慮すると計算負荷がかかるだけでなく、これらを処理するプロセスが必要となる。したがって、本研究では建物を長方形に統一し、構成する座標値を4つに設

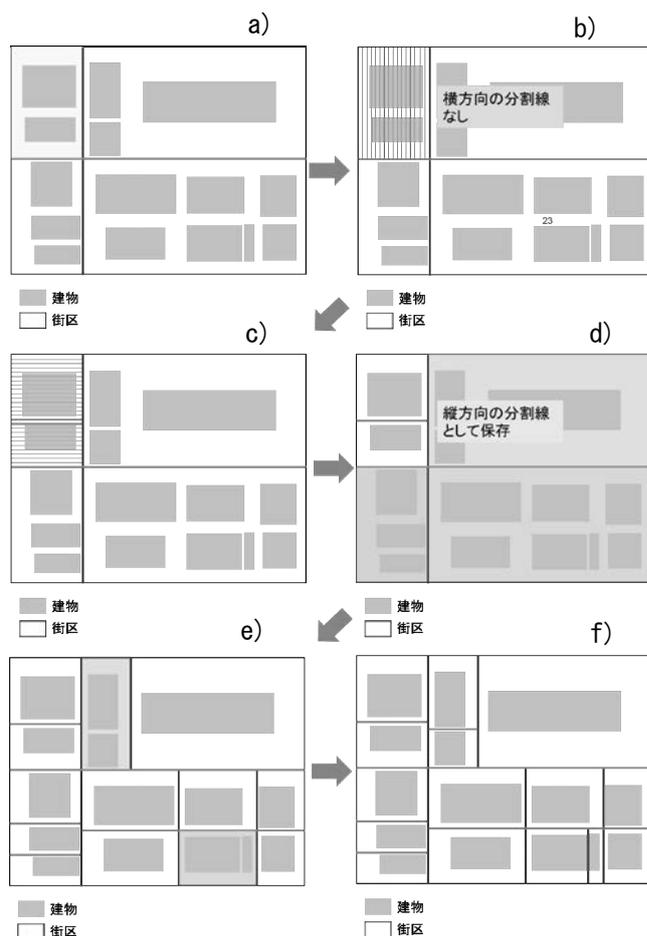


図-5 2回目以降の分割

定する。建物の最大・最小の座標値を用い、さらに建物の重心を中心として、建物の面積を基準に縮小する。

図-4は、図-2における⑦から⑩の街区分割の手順において、繰り返し1回目(初期分割)の流れを示したものである。図-4 a)に示すように、横方向に Δd の幅で等間隔に線を引く。本研究では Δd を0.1mとして設定した。続いて、引いた線の中で、図-4 b)に示す横方向の建物と重なる線および、図-4 b)において建物全体の最大値と街区の最大値、建物全体の最小値と街区の最小値の間にある線を削除し(図-4 c))、残った全分割線の中心線を新たに求め、それを横方向の分割線として保存する(図-4 d))。また、図-4 e)に示すように、縦方向についても同様に分割線を求め、図-4 f)のように縦方向の分割線として保存する。これらの流れを街区の初期分割とする。

そして、図-5に示すとおり上述した初期分割により生成された新たな分割領域に対しても同様の方法で分割線を生成する。まず、図-5 a)の分割領域D1に対し分割線を引く。このとき、分割領域D1を1つの街区とみなし、縦・横方向の分割線を引く。図-5 b)およびc)に示す例では、横方向の分割線は建物

全体の最大値と街区の最大値，建物全体の最小値と街区の最小値の間にある線を除いて全ての線が建物と重なっているため，分割線を引くことができない．一方，縦方向においては初期分割と同様に分割線を引くことができるため，この領域においては縦方向の分割線のみを保存する．**図-5 d)**に示すとおり，この段階で1つの領域に対し1つの建物のみ含まれる状態となった領域が生じており，これらの領域は分割完了とする．続いて，**図-5 d)**に示す分割領域に対しても同様に分割線を引く．しかし，**図-5 e)**に示す例のとおり，1つの分割領域に対し，複数の建物が残ってしまうこともあるため，こういった領域がなくなるまで，繰り返しこの作業を行うことで1

つの街区に対する分割線の生成を完成させる (**図-5 f)**)．最後に，街区，建物および分割線をはじめの傾きA[rad]で逆回転させ，建物形状を元に戻すことで個別建物の配置に着目した街区分割を完成させる．

4. 適用結果と考察

本手法を実際の街区に適用した実例を**図-6**に示す．**図-6a)**に示す適用結果例においては，各建物の敷地ごとに街区が分割されており，また分割領域の形状も単純なものとなった．また，**図-6 b)~図-6g)**に示す適用結果例についても同様のものとなり，手法

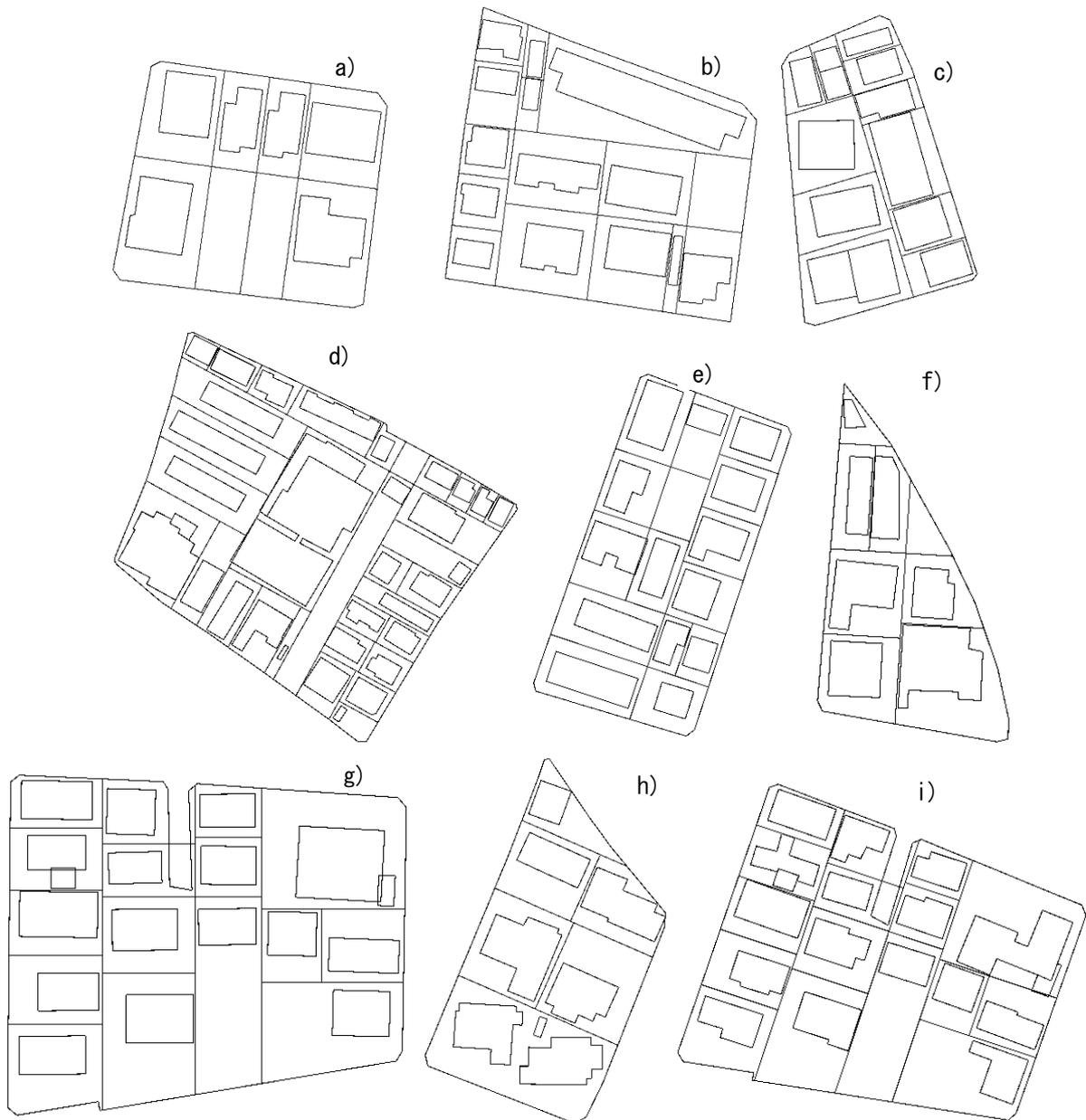


図-6 適用結果

の妥当性が示された。特に、図-6 f)に示す適用結果例のような街区形状が比較的特殊な例や、図-6 d)に示す適用結果例のような建物形状が複雑、かつ街区に含まれる建物数が多い場合においても個別建物の敷地ごとに街区を分割することが可能であることが判った。本手法によって、街区内土地利用地物要素の形状生成における条件を満たす街区分割が可能であることが示唆された。

しかし、図-6 h)に示す適用結果例においては、建物が1つの分割領域に対し、複数残る箇所が見受けられた。また、図-6 i)に示す適用結果例においては、街区に袋小路が含まれており、街区の形状が他と比較して複雑なものになっていることから、街区分割線がうまく引けず、街区境界線と建物の間に分割線が引かれる箇所や、分割領域が複雑形状となっている箇所が見受けられた。続いて、これらの箇所について考察する。

まず、図-6 h)に示す適用結果例のような建物が複数ある分割領域が生じた例においては、街区内の建物の中で極端な傾きを有する建物が複数ある場合、その建物を含む領域では、分割線が生成される時点で、縦・横方向の分割線が全て建物と重なってしまい生成されない。対処案としては、複数考えられる。例えば、図-2で示した街区分割手順において、本手法により出力された結果において、建物が複数ある領域に対しては、改めてその分割領域のみを取り出し、そこに含まれる建物の傾きを算出し、その傾きを用いて分割領域の重心を中心として街区および建物を回転させた後に縦・横方向の分割線を生成させ、元の傾きに戻すことが有効であると考えられる。図-6 g)の例では、建物形状が元の状態のままであれば、建物が複数残った分割領域においても、縦方向の分割線を引くことができる。しかし、本手法においては、街区分割線を引く前に、計算負荷低減のため、建物形状の単純化を行っているため、建物の隙間が抽出されにくく、街区分割線が引けない箇所が生じやすくなっている。したがって、こういった課題に対しては、街区分割線を生成する前に、建物形状の単純化を行わない場合、もしくは建物形状の単純化を行った後、元の面積に戻すのではなく、元の面積より小さくする場合などのアルゴリズムの検証を行うことで、有効な対処案を検討する必要があると考えられる。

続いて、図-6 i)に示す適用結果例のような街区に袋小路が含まれており、街区の形状が他と比較して複雑なものになっていることより、街区分割線がうまく引けず、街区境界線と建物の間に分割線が引

かれる箇所や、分割領域が複雑形状となっている箇所が見受けられた例について対処案を述べる。

対処案①としては、本手法を適用する前に予め街区を袋小路の部分で分割しておくといったことが挙げられる。これにより、街区の形状が単純化され、上述した箇所が減ると考えられる。また、領域界ラインによる街区分割手法を用いて、街区を予め分割しておくことも、このような複雑形状の街区に対して本手法を適用する際に有効であると考えられる。また、対処案②としては、袋小路の部分オーバーラップする形で線を引き、街区境界線を新たに設定することが挙げられ、それにより街区境界線と建物の間に分割線が引かれること、および分割領域の形状が複雑になることを防ぐことができると考えられる。

5. むすび

本研究では、高度な地物データGISにおける街区内土地利用地物要素の自動構築を念頭におき、新たな手法として建物・街区の座標値を用いた個別建物の配置に着目した街区分割手法を検討した。

建物の配置に着目した街区分割手法を適用した結果では、建物の敷地ごとに街区を分割することが可能となったことに加え、要素形状は単純なものとなることが判った。また、本手法を複数街区に適用した結果、各建物の敷地ごとに街区が分割されており、分割領域の形状も単純なものとなることが判った。

以上より本手法は、TSRモデルを応用した建物浸水解析のための街区内土地利用地物要素の形状生成における活用などを念頭に入れた街区分割に最も適しており、街区分割の課題とされていた労力の軽減や時間の短縮を図ることが可能となることが示唆された。しかし、複数街区の適用結果より、街区の形状や街区に含まれる建物の形状・傾きによって、建物が複数残る分割領域も生じた状態で分割されているものも存在するため、今後は、領域界ラインを用いた街区分割手法と組み合わせ、街区内を予め小領域に分割した状態で本手法を適用するなどの検討が必要である。

参考文献

- 1) 天口英雄, 河村明, 高崎忠勝: 地物データ GIS を用いた新たな地物指向分布型都市洪水流出解析モデルの提案, 土木学会論文集 B, vol.63, No.3, pp.206-223, 2007.
- 2) 天口英雄・長坂丈巨・河村 明・高崎忠勝・中川直子, 都市流域を対象とした建物浸水モデルの提案, 河川技術論文集, 第 19 巻, pp. 211-216, 2013.

- 3) 天口英雄・河村明・Jonas Olsson・高崎忠勝・中川直子, 家屋の雨水排水経路を考慮した洪水流出解析モデルの提案と都市小流域への適用, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.71, No.4, pp. I_313-I_318, 2015.
- 4) Amaguchi, H. and Kawamura, A., Development of a storm runoff model considering process of individual building inundation, International Journal of Safety and Security Engineering, Vol.6, Issue 3, pp.570-581 (June 2016)
- 5) 東京都都市整備局: 「東京都縮尺 1/2500 地形図」の利用について, http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/kiban/map_user/index.html, 2018.1.12.
- 6) 田内裕人, 天口英雄, 河村明, 中川直子: 1/2500 地形図標準データファイルを用いた高度な地物データ GIS の自動構築に関する研究, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.69, No.4, pp.I_523-I_528, 2013.
- 7) 太田 遥, 田内裕人, 天口英雄, 河村 明: 都市流域の非構造格子モデルにおける街区不整形生成について, 第 43 回土木学会関東支部研究発表会講演集, CD-ROM 版(II-41), 2016.