

水害リスク評価のための行政部局間相互利用を前提とした 流域データベース維持管理に関する研究

南葉潤一^{†1} 畑山満則^{†2}

概要: 今日、地理空間情報の効率的な利活用の推進は全社会に関わる重要な課題として認識されており、特に行政が保有する地理空間情報の活用については、行政部局間での相互的な二次利用を推進することで業務効率性及び総合性を高めることが求められている。しかしながら、行政分野における二次利用推進については既往のガイドライン及び報告等が提示されているものの、具体的なデータ構成や整備更新のスケジューリングに関する提示は未だ見られない。また行政分野における地理空間情報の活用先として、国民の安全確保に資する災害リスクの評価が規定されている。そこで本研究では、行政分野における二次利用促進というフレームワークにおいて、具体的な応用実証モデルとして水害リスク評価事業を分析対象とし、多数の地理空間情報から構成される流域データベースの行政相互利用を前提とした維持管理手法を構築・提案する。具体的には、①インプットデータの諸元データとして、実世界における地形変化を捉える法定台帳を二次利用する手法、②簡易測量作業が内包する測量誤差に着目した、LP データ修正作業量を軽減する手法の2プロセスからなる維持管理工程を構築する。

キーワード: 行政部局, 地理空間情報の二次利用, 水害リスク評価, データベース維持管理

A Study on Watershed Geographic Database Management considering Each Utilization between Governmental Departments for Evaluation of Flood Risk Distribution

JUNICHI NAMBA^{†1} MICHINORI HATAYAMA^{†2}

Abstract: Input data, which is given to flood simulation as parameters, is generally produced from existing Information such as maps and data; we call this process “secondary-utilization of existing data”. However, in case that the accuracy of existing data is not enough, we have to modify the input data in order to maintain the accuracy of input data, so when we update the input data, we have to pay the cost of modifying process; this is “Data Accuracy Problem”. On the other hand, in case that the updating pitch of existing data is longer than the updating pitch of input data, we cannot maintain the freshness of input data; this is “Data Freshness Problem”. Research objective is to propose the database management method that solves the two problems, by focusing on flood simulation in Shiga prefecture as a case study, and by analyzing the producing process of input data from existing data. In concretely, we propose the method that utilizing the other existing data in order to update and maintain the freshness of input data.

Keywords: Government, Secondary-Utilization of Geographic Data, Evaluation of Flood Risk Distribution, Database Management

1. はじめに

今日、地理空間情報の効率的な利活用の推進は全社会に関わる重要な課題として認識されている。特に行政が保有する地理空間情報の活用については、“国及び地方公共団体部局等が保有する測量成果等は、当該部局内部で利用するだけでなく、公共財として行政他部局や社会一般において広く積極的に活用されることが求められる”ことが掲げられている[1]。具体的な指針として、地理空間情報活用推進基本法では、“行政の各分野において必要となる地理空間情報の共用等により、地図作成の重複の是正、施策の総合性を図り、行政運営の効率化及びその機能の高度化を実現すること”が規定され、また測量法では“測量成果の正確

性を確保し測量の重複を排除すること”が規定されている。以上の方針を踏まえると、測量成果等の地理空間情報のあり方として、当該の地理空間情報に応じた目的・精度保証をはじめ、行政の重複投資の排除を踏まえた上で、積極的に二次利用を促進していくことが望ましいと言える。

行政分野における二次利用推進については、既往のガイドライン及び報告等が提示されているものの、その内容は①地理空間情報の活用推進を図る上での二次利用の必要性を明示したもの[1]、②地方公共団体が地理空間情報を調達または提供する際の、知的財産権および個人情報保護等の取り扱いについて法的観点から説明したもの[2]、③地理空間情報の流通を行う上で検討すべき課題について比較的具体的に述べたもの[3]であり、実際に行政内で二次利用を行う上での具体的なデータ構成や整備更新のスケジューリングに関する記載は未だ見られない。

また、行政による地理空間情報の活用例として、“地理空

^{†1} 京都大学 大学院 情報学研究科
Graduate School of Informatics, Kyoto University

^{†2} 京都大学 防災研究所
Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

間情報の活用に関する施策は、国及び地方公共団体がその事務又は事業の遂行にあたり積極的に取り組んで実施することにより、効果的かつ効率的な公共施設の管理、防災対策等の推進等が図られ、もって国土の利用、整備及び保全の推進並びに国民の生命、身体及び財産の保護に寄与するものでなければならない”ことが地理空間情報活用推進基本法において規定されている。さらに地理空間情報の利活用に係る最新の計画においても、防災分野、特に災害リスクの評価のために地理空間情報を活用することが提唱されている。

このように、地理空間情報の利活用によって防災対策や災害リスク評価を行い、国民の安全を図ることが必要とされている一方で、その具体的な実施手段としての行政を中心とした二次利用方法については未だに体系的な検討がなされていない。そこで本研究では、行政分野における二次利用促進というフレームワークにおいて、具体的な応用実証モデルとして水害リスク評価事業を分析対象とし、多数の地理空間情報から構成される流域データベースの行政相互利用を前提とした維持管理手法を構築・提案する。

第2章では、本研究の問題意識を明確にすると共に、地理空間情報の二次利用応用先としての一般的な水害リスク評価と、本研究で分析対象とする地先の安全度評価の関連性について述べ、対象事例としての妥当性について述べる。第3章では、地先の安全度評価事業における地理空間情報からなる流域データベース維持管理の現状について分析を行う。第4章では、地先の安全度評価に必要なデータの品質を確保するためのデータベース維持管理プロセスを構築する。第5章では、二次利用目的を達成するための一次整備情報が存在しない場合における効率的なデータ管理プロセスを構築し実証実験を行う。第6章では本研究を総括する。

2. 対象事例とする水害リスク評価事業

2.1 本研究の具体的な問題意識

平成13年の水防法改正により、洪水予報河川及び水位周知河川に指定された河川について、洪水防御に関する警告の基本となる降雨により当該河川が氾濫した場合に浸水が想定される区域（浸水想定区域）の指定と、指定の区域及び浸水した場合に想定される水深を浸水想定区域図として公開することが義務付けられた。内閣府社会資本整備審議会の答申[4]によると、近年では、地球規模の気候変動の影響で、時間雨量50mm以上の短時間強雨の発生件数が約30年まえの1.4倍に増加し、日降水量100mm、200mm以上の日数も増加していることが報告されており、河川整備基本方針で定める基本高水を上回る洪水の発生も見られるようになった。同答申では、このような状況下での具体的な適応策として、災害リスクの評価と災害リスク情報の共有を

掲げており、それを実現するためのプロセスとして、単一規模の降雨シナリオだけでなく様々な規模の降雨シナリオや複数の河川が氾濫した場合の浸水想定を作成し提示することを掲げている。

浸水想定区域図の作成については、「洪水浸水想定区域図作成マニュアル」、「中小河川浸水想定区域図作成の手引き」といった国土省の公開するマニュアルに従って作成することが一般的である。これらのマニュアルでは、氾濫解析の手法について、十分な記載があるものの、計算機で解析を行う際に必要とされるデータ（以下、インプットデータ）については、満たすべき条件が中心で、入手手段や整備方法についてはほとんど記載が見られない。

実際に氾濫解析を行う際には、インプットデータは、既存の整備図面や数値情報（以下、諸元データ）を加工して整備されることが多いが、これらの諸元データは氾濫解析のために整備されているわけではないので、必要な項目は一元管理されておらず、諸元データの存在しない項目もみられる。しかし、このような一時凌ぎ的なやり方でのデータ整備では、河川整備の進捗や災害発生に伴う復旧事業により浸水想定区域図を見直す際に、初期作成時と同じコストをデータ整備にかかる必要があり、行政に大きな負担を強いることとなる。

本研究では、水害リスク評価に必要な多数の諸元データから構成されるデータベースの維持管理コストを軽減し、持続可能性をもたらすための、データベース維持管理方法について体系的な検討を行う。

2.2 標準的な水害リスク評価プロセス

治水事業を行う上で、河川が氾濫した場合における浸水想定区域を氾濫シミュレーションによって事前に算出することは重要な施策である。「洪水浸水想定区域図作成マニュアル」に示される洪水浸水想定区域図の標準フローから、計算機による解析部分は、設定された降雨規模に応じた流出計算、河道内不定流計算、浸水解析の3つからなることが読み取れる。つまり、この3つの解析のために必要な情報がインプットデータであると考えられる。

2.3 地先の安全度評価事業における水害リスク評価プロセス

本研究では、「洪水浸水想定区域図作成マニュアル」では具体的に記述されていないインプットデータやその諸元データについての分析を行うことを目的とするため、以降では具体的な浸水想定区域図作成事例をベースに考察を進めることとする。

ケースとして取り上げるのは、滋賀県流域政策局が作成・公開している「地先の安全度マップ」である。滋賀県では、平成26年3月31日に「滋賀県流域治水の推進に関する条例」（以下、流域治水推進条例）が公布・施行されて

いる。本条例は堤内外の水害対策を組み合わせた総合的な治水政策、具体的には河川整備対策・流域貯留対策・氾濫原減災対策・地域防災力向上対策を政策実施の枠組みを定めている。流域治水政策を進めるうえで基礎資料として、住民の自宅などの水害リスクを氾濫シミュレーションにより求め地図化した地先の安全度マップ[5]がある。このマップは、特定の河川の外水氾濫のみを対象とするのではなく、中小河川や水路といった内水からの氾濫も考慮したシミュレーションに基づいたものであり、浸水深・流体力・被害発生確率(床上浸水・家屋水没・家屋流出)の3種類が平成24年度公表されている。流域治水推進条例では、治水事業等のハード対策の効果を反映させるため地先の安全度マップを概ね5年毎に更新することが定められている。このことから、地先の安全度マップは、従来の浸水想定区域図作成のフローに基づき、内閣府社会資本整備審議会の答申による水災害分野における気候変動適応策を先取りする形で作成されたものであると位置づけることができる。

地先の安全度マップは図1に示すフローに基づき、以下の手順で作成されている。

① 流出域（山地部）からの流出量の計算

滋賀県降雨強度式を用いて作成された10年、100年、200年の各発生確率の中央集中型降雨データを滋賀県全域に与え、山地からの流出量を合成合理式によって求め、接続する河川に与える。

② 氾濫原における浸水深の計算

河道域における流量を一次元非定常流解析によって求め、氾濫原との流量交換を行う。氾濫原では降雨流量に加え、河川および水路からの氾濫を与えて平面二次元非定常流解析を行い、50mメッシュ単位の浸水深を算出する。

③ 浸水深のマップ表示

算出した浸水深に対して補正処理を加え、地先の安全度マップを作成する。

上記①及び②の工程は、流域での降雨・流出・氾濫といった各場を一体的に解析し、氾濫域における氾濫頻度や氾濫した場合の水理諸元（浸水深及び流速）の時間的変化を推定するために、滋賀県が開発した統合的な水理解析手法「統合型水理モデル」（図2）を用いている。このシミュレーションモデルは、「洪水浸水想定区域図作成マニュアル」に示されるモデルに比べ、堤内の降雨や中小河川・排水を取り扱えるような工夫がなされているものの、基本的な考え方は踏襲されており、インプットデータに関する分析のためのケースとしては適切であると考えている。

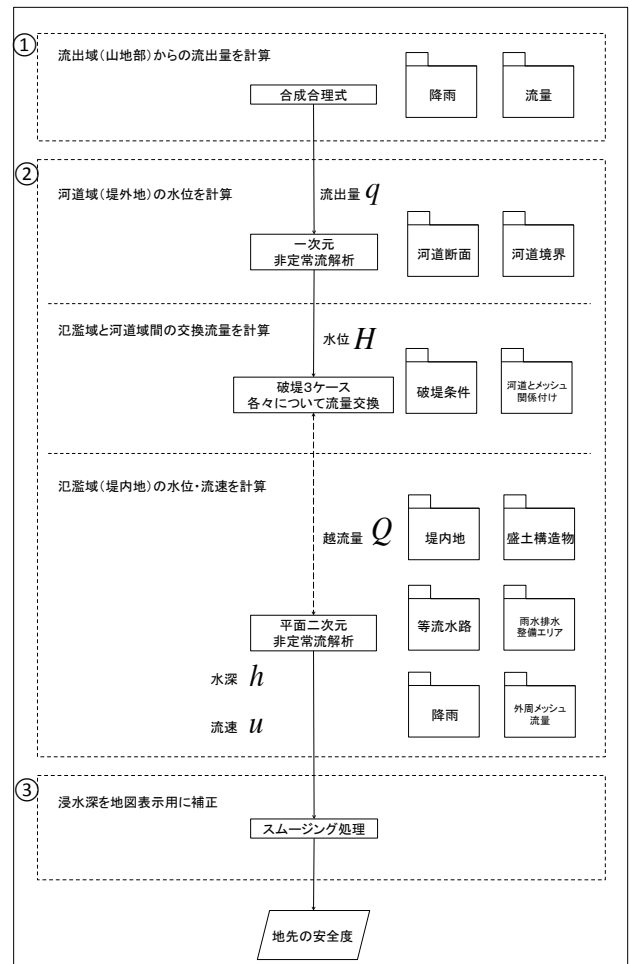


図1 地先の安全度の計算フロー

(平成19年度 滋賀県流域治水計画検討業務委託 報告書より抜粋)

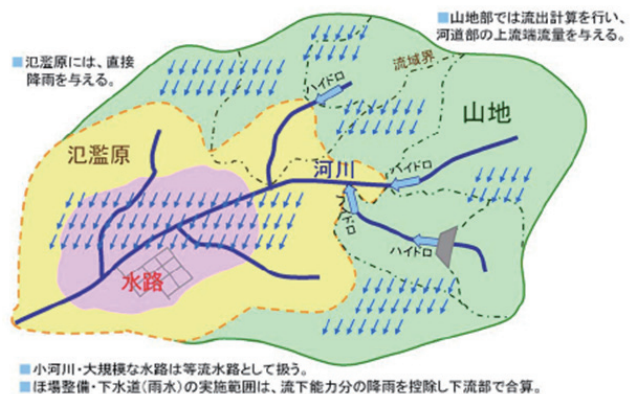


図2 統合型水理モデルの概略

(平成19年度 滋賀県流域治水計画検討業務委託 報告書より抜粋)

3. 流域データベース維持管理の現状分析

3.1 インプットデータの分類

浸水想定区域図を作成するにあたり、管理の対象とするデータあるいは情報を同定する。管理対象の同定にあたって、入力データをその作成工程の複雑性に着目して「Simple Flow だけで構成されるデータ」と「Complex Flow を含むデータ」の2種類に分類することを考える。

まず、Simple Flow を以下のように定義する。また Simple Flow の概念図を図3に示す。

入力に対して、あるアルゴリズムに従う処理を実行することで、自動的に出力が得られること。

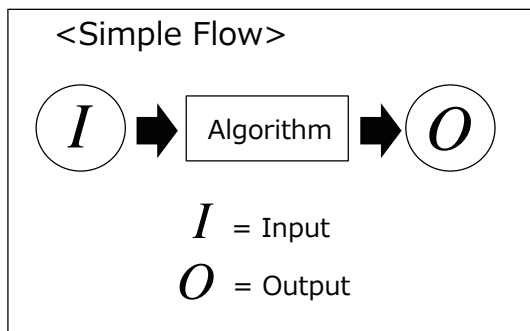


図3 Simple Flow 概念図

また、Complex Flow を以下のように定義する。また Complex Flow の概念図を図4に示す。

入力に対して、あるアルゴリズムに従う処理を実行し、自動的に得られる中間出力に対して、人間の手作業による修正処理を加えること。

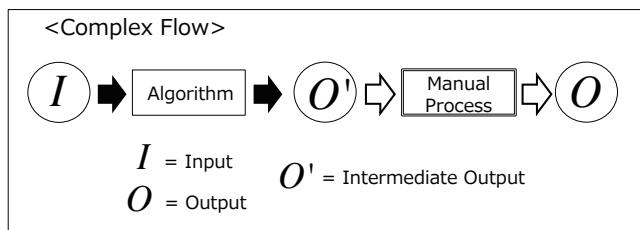


図4 Complex Flow 概念図

作成工程が複数の Simple Flow のみで構成されるデータは、あるデータ及び情報を最初の入力として、あるアルゴリズムを実行するプログラムによって自動的に出力を得るプロセスを繰り返すことで最終的に作成される。そのため、入力の変化を出力に反映させる更新作業は、時間的及び人的コストが低いという点で、比較的容易であると考えられる。

る。この場合、入力となる情報を管理対象とすれば良い。

図1に示すフロー図に示されたパッケージ図において、Simple Flow だけで構成されるパッケージを抽出し表1に示す。表1ではさらに、管理対象とするデータ及び情報の種類によって分類を行っている。

表1 Simple Flow だけで構成されるパッケージとその分類

複雑性	管理対象による分類	パラメータ
Simple Flowのみで構成される	計算条件値/他のパラメータ	降雨
		流量
		河道とメッシュの関連付け
		破堤条件
		外周メッシュ流量
		台帳等の整備資料
	堤内	
	盛土構造物	
	等流水路	
	排水整備エリア	
	河道境界	
	整備図面由来の河道断面	

降雨パラメータ、流量パラメータ、河道とメッシュの関連を行うパラメータ、破堤条件パラメータ、外周メッシュ流量パラメータについては、表2に示すデータを管理対象として、Simple Flow の反復で更新することが可能である。

堤内パラメータ、盛土構造物パラメータ、等流水路パラメータ、排水整備エリアパラメータ、河道境界パラメータ、整備図面由来の河道断面については、他部署、他業務で整備される台帳や図面等の資料を管理対象として二次利用する手法を取ることで、Simple Flow の反復で更新することが可能であると考えられる。

表2 管理対象とするデータ

パラメータ	管理対象データ
降雨	滋賀県降雨強度式より算出される
流量	降雨パラメータ
河道とメッシュ関連付け	堤内パラメータ・河道断面パラメータ・河川平面位置情報
破堤条件	堤内パラメータ・河道断面パラメータ・河道とメッシュ関連付けパラメータ
外周メッシュ流量	流量パラメータ・堤内パラメータ

作成工程に Complex Flow を含むデータは、アルゴリズムによって自動的に出力を得るだけではなく、手作業による修正作業プロセスを介在させることで作成される。そのため、入力の変化を最終的な出力に反映させる更新作業を行う場合、その度に手作業による修正作業プロセスを繰り返すことになる。手作業に要するコストが高い場合、継続的な更新作業は時間的及び人的コストが高いという点で困難であると考えられる。

3.2 インプットデータの管理に関する考察

作成工程に Complex Flow を含まないインプットデータに関しては、今後は諸元データを管理対象と、必要に応じて二次利用することで、パラメータの整備が可能であると考慮される。

作業工程に Complex Flow を含むインプットデータは、河道断面パラメータのみであることが明らかになっている。さらに、河道断面パラメータはその諸元によって以下の 2 種類に分類できる。

- (1) 河川台帳及び既存測量図面を諸元とする大河川
- (2) 河川台帳を持たず、航空レーザ測量データ（以下、LP データ）を諸元とする中小河川

上記のうち(1)に該当する河川については、その工程において以下のマニュアル作業が必要であることがわかっている。

- ① 河道断面の追加（落差工）
- ② 一次元河川と二次元メッシュの接続
- ③ 河道断面の追加（支川下流端の断面無し区間）
- ④ 河道と盛土構造物のラスタ重復

これらの工程は、初回のデータ整備では多大なコストをかけることが必要であったが、2 回目以降は、その変化を捉えて修正することで対応が可能となると考えた。それぞれの変化は、下記のように捉えられる。

- ① 落差工は、河川整備によってのみ追加される
- ② 接続点の変更は河道の付け替えがあったときのみ
- ③ 断面の追加は支川が付け替えられたときのみ
- ④ 修正は盛土構造物が新設されたときのみ

したがって、(1)に該当する河川については最小限の労力で維持管理が可能であると考えられる。一方、(2)に該当する河川については、更新の度に多大なコストが発生するため、効率的な維持管理手法が必要となる。詳しくは第 5 章で述べる。

3.3 データ管理における鮮度向上の要求

インプットデータの要求更新間隔に対して諸元データの更新間隔が長い場合、インプットデータの鮮度が担保出来ないという問題が発生する。シミュレーションの再計算頻度に応じてインプットデータの更新が発生するのに対して、諸元データは本来の整備管理主体の管理枠組みに従って更新や再整備が行われるため、必ずしも両者の更新タイミングが合致しない。インプットデータの鮮度はシミュレーション結果に影響を与えるため、インプットデータ鮮度を担保するための維持管理手法が必要である。

4. 流域データベース維持管理プロセスの構築

本研究では、インプットデータの諸元データとして、実世界における地形変化を捉える法定台帳を二次利用する手法を提案する。実世界での変化頻度が高く、かつ氾濫シミュレーションにおいてモデル化されインプットデータとな

る地形は、河道形状、道路及び鉄道による線状盛土構造物、宅地造成による面状盛土構造物、宅地開発による建築物である。また変化頻度は比較的低いモデル化される地形は、農業用排水路や放水路といった水路、下水道や圃場整備エリアによる雨水排水ネットワーク、樋門や排水ポンプといった河川排水施設である。以上で述べた地形変化は行政及び民間事業者による整備事業に起因するものであり、整備事業の際には一般的に整備図面が調製される。したがって、整備事業の都度調製される整備図面及び法定台帳をインプットデータの諸元として随時二次利用することで、「データ鮮度の問題」に対応することが可能である。

4.1 地形変化に対応した法定台帳及び整備図面

(1) 河川台帳及び既存測量図面を諸元とする大河川の、河道形状および河川排水施設

河川台帳及び既存測量図面を諸元とする大河川について、河道形状変化を引き起こす要因は大きく分けて次の 3 つ、すなわち①河川整備事業、②水位上昇や出水による堤体破壊や土砂堆積などの洪水災害、③流水の自然作用による流砂堆積や河床掘削である。①の河川整備事業については、築堤や護岸補修等のハード整備が該当し、河川法において定められる河川管理者が事業計画及び実施を行う。事業計画段階において、対象河川の現況把握や工事の実施、整備後の堤体の予測等の様々な目的から河川整備測量図面が調製される。本図面は河川法施行令において指定される河川現況台帳調書および河川現況台帳図面に該当し、河道の平面図・横断面図・縦断面図を示すものである。本図面をインプットデータの諸元として二次利用することが可能である。

②の洪水災害について、公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法を根拠法令とする災害復旧事業において復旧対象として採択された場合、災害復旧事業または改良復旧事業としてハード整備が実施される。この場合も通常の河川整備事業と同じく河川整備測量図面が調製されるため、インプットデータの諸元として二次利用することが可能である。

③の自然作用による変化については、各河川管理者が実施する定期縦横断測量によって捕捉されるが、河川の維持管理に含まれるため基本的に追跡されることはない。

(2) 線状盛土構造物

線状盛土構造物の変化を引き起こす要因は大きく分けて次の 2 つ、すなわち①道路開発、②鉄道建設である。①の道路開発については、道路法の規定に基づく道路管理者が台帳を調製保管することが定められ、道路法施行規則において台帳の記載事項に変更があった場合は速やかに訂正を行うことが定められている。本図面は道路法施行令において指定される道路台帳調書および道路台帳図面に該当し、道路の詳細情報及び立体区間についてはその平面図・横断面図・縦断面図を示すものである。本図面をモデル化しインプ

ットデータの諸元として二次利用することが可能である。

②の鉄道建設については、一般に事業計画段階で民間事業者と当該行政機関との間で申請及び協議が行われ、詳細な工事図面が調製される。本図面をモデル化しインプットデータの諸元として二次利用することが可能である。

(3) 面状盛土構造物

面状盛土構造物の変化を引き起こす要因は、主に切り土及び盛り土を伴う宅地造成開発事業である。都市計画法及び宅地造成等規制法に基づき、対象区域内において一定の開発規模基準を超える開発行為が行われる際には、事業計画段階において当該行政機関への申請及び許可を受ける必要がある。設計図書及び開発登録簿において、切土及び盛り土を行うエリア及び工事前後の地盤面が示されるため、本図面をモデル化しインプットデータの諸元として二次利用することが可能である。

(4) 建築物

建築物の新築行為において、建築基準法において建築許可及び状況調査が必要であると定められる建築物については、平面図及び延べ面積等を示す建築計画概要書及び確認申請書が調製される。本図面をモデル化しインプットデータの諸元として二次利用することが可能である。

(5) 排水施設ネットワーク

下水道事業については、下水道法において定められる整備図面が、圃場整備エリアについては、土地改良法において定められる整備図面が二次利用可能である。

4.2 提案手法を用いたインプットデータ維持管理工程

4.1 節で提案した法定台帳を諸元として二次利用した場合の具体的なインプットデータ維持管理工程を構築する。本手法の原理は、実世界における地形変化を捉える法定台帳を二次利用することでインプットデータの鮮度を補完することであるため、任意のインプットデータを取り上げて維持管理工程を示せばよい。ここでは、インプットデータの一つである堤内地データについて述べる。堤内地データ属性(表 3)のうち、地形をモデル化した属性値はメッシュ平均地盤高及びメッシュに占める建物占有率である。本維持管理工程は、初回作成、地形変化に即応した堤内地データの更新から構成される。

(1) 初回作成

本維持管理工程(図 5)では、まず堤内地データの初回作成において、航空レーザ測量データ(以下、LP データ)及び都市計画図を諸元データとして二次利用することで、メッシュ平均地盤高及び建物占有率をそれぞれ得ている。具体的には、LP データより DEM を作成し、メッシュ単位で

標高値の平均を取ることでメッシュ平均地盤高が得られる。また都市計画図より建築物を読み取り、メッシュ面積に占める建築物面積合計値の割合を求めることで建物占有率が得られる。これらの諸元データの管理主体及び更新頻度は表に示す通りである。

(2) 地形変化に即応した堤内地データの更新

宅地造成及び建築物の建築が計画あるいは実施された時点で、調製された設計図書及び建築計画概要書を二次利用してその変化の内容を工程(1)で作成した堤内地データに反映させる。具体的には、宅地造成許可申請で届け出のあった土地利用計画書および設計図書より、切り土及び盛り土を行うエリアとその前後の地盤面を読み取り、メッシュ単位での平均地盤高を求める。また建築許可申請で届け出のあった建築計画概要書より建築物面積を読み取り、メッシュ面積に占める建築物面積合計値の割合を求めることで建物占有率が得られる。図 5 に全体の流れを示す。

表 3 堤内地データの属性

インプットデータ	属性
堤内	メッシュ番号
	メッシュJ番号
	メッシュ平均地盤高(単位:T.P.+m)
	建物占有率
	底面粗度係数
	河道内フラグ
	降雨流域番号
	流出率

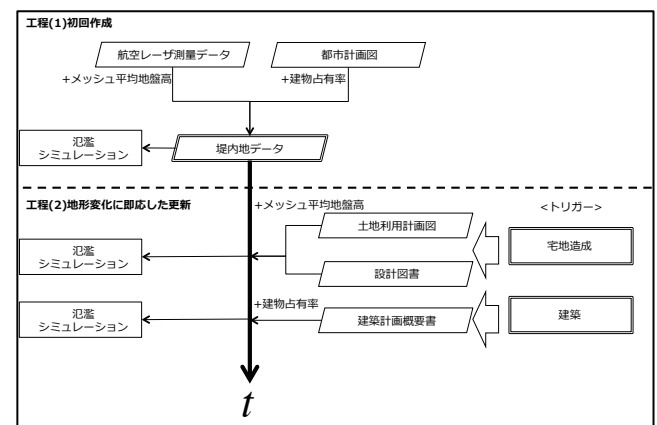


図 5 インプットデータ維持管理工程

5. 航空レーザ測量データを諸元とする中小河川データの効率的な維持管理手法の構築

5.1 既往業務の問題点

地先の安全度評価事業においては、中小河川からの氾濫も含めた浸水被害リスクを正確に把握するために、測量図面や台帳が未整備であるような中小河川の横断形状データを作成更新することを定めている。現在公開されている地先の安全度の評価に当たっては、平成18年度既往業務において、全国の維持管理対象外河川の横断形状を一挙に取得する中小河川横断形状データ作成システム(*1)を利用して中小河川の横断形状データを作成した。

本システムでは広範囲の地表状況を効率的かつ高密度に取得出来る航空レーザ測量データ(以下、LPデータ)から地表面の構造物標高を除去したDEM(Digital Elevation Model)を用いているが、河道における水面・植生・遮蔽物といったノイズの影響により必ずしも正確に河道形状データを自動生成出来るわけではない。また河道幅が狭い河川の場合、航空レーザ測量の分解能では河道形状を正確に取得出来ないという問題がある。そのため実情としては、既存システムを用いて中小河川横断形状データを自動生成した上で、さらに現場確認に赴き簡易測量を実施して得られた簡易測量成果を用いて修正する作業工程を行った。表4に既往業務で要した作業コストを示す。

表4 H18年度既往業務において
 LPデータの修正に要したコスト

作業量:	2km/日・人 (現地簡易測量+机上での修正作業)
作業日数:	630 km ÷ 2 km = 315 日(1人作業の場合)
作業人員:	確認要員 1人/1日 + 作業員 3-5人/1日
作業期間:	5ヶ月 (うち3ヶ月で90%完了)

一般的にこの簡易測量・修正作業工程には多大な時間と労力が必要とされるため、中小河川横断形状データを定期的に更新するのであれば、その度に多大な負担を強いられるという問題がある。そのため、中小河川横断形状データの更新にかかる労力を削減出来るような維持管理工程を構築することは非常に重要な課題であると考えられる。以上の社会的要請を踏まえ、本研究ではLPデータより作成する中小河川横断形状データの更新にかかる負担を削減するための維持管理手法を提案する。

なお本章で扱う中小河川横断形状データは、第3章2節で示した「(2)河川台帳を持たず、航空レーザ測量データ(以下、LPデータ)を諸元とする中小河川」に該当し、維持管理上解決すべきComplex Flowを含むインプットデータである。

*1 国土交通省国土技術政策総合研究所：
 治水安全度評価システム(2009リリース)

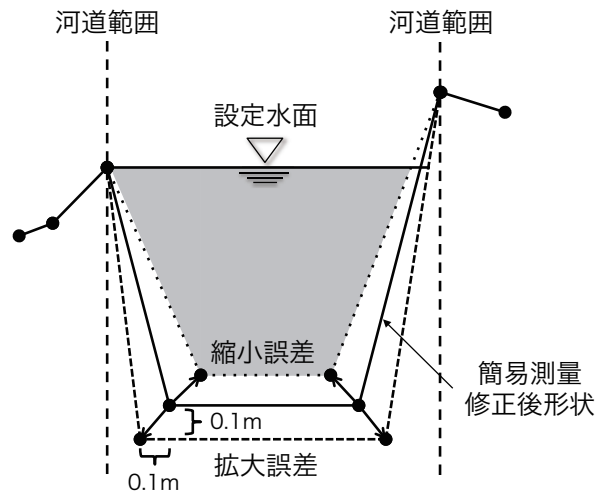


図6 過年度修正後形状データへの測量誤差設定
 (着色部は A_{shrink} 最大流積)

5.2 測量誤差許容範囲内外判定処理

(1) 測量誤差の設定

本手法では、更新時の新規修正前データ(以下、 O_2 (origin)データ)と過年度作成の修正後データ(以下、 M_1 (modified)データ)を用いて、修正作業の必要性が低い O_2 データ(以下、SKIP_ O_2 データ)を抽出する。

修正作業では、一般に簡易的なポール横断測量を実施するが、ポールに塗布されたゼブラ幅は0.2mであることから、測量作業自体の精度として少なくとも水平鉛直両方向に対して±0.1mの誤差が見込まれる。従って本処理では M_1 データが内包する測量誤差として水平鉛直両方向±0.1mを設定する(図6)。

(2) 最大流積の算出と比較

質量保存則より、断面形状が流しきることの出来る最大流量(キャパシティ)を比較するための指標として、流速を固定した時の最大流積を用いることができる。最大流積を与えるのは最大水深であるため、河道範囲左右岸の低い方の堤防高に水面を設定する。以上より O_2 データの最大流積 A_{before} 、 M_1 データが測量誤差により縮小した場合の最大流積 A_{shrink} 、 M_1 データが測量誤差により拡大した場合の最大流積 A_{extend} を計算する。求めた各最大流積が以下の関係(*)を満たすならば、 O_2 データは M_1 データが内包する誤差許容範囲内に収まっているため、修正の必要性は低いと判定出来る。

$$A_{shrink} < A_{before} < A_{extend} \quad (*)$$

5.3 採用すべき横断形状データ判定処理

(1) 許容範囲内外データの重複判定

過年度の許容範囲内外データが更新時の許容範囲内外データに含まれているかどうか重複判定を行うことで、採用すべき横断形状データを決定する(表5)。

表 5 複数年度間での許容範囲内外重複判定
(◎=許容範囲内 ×=許容範囲外)

O ₁ -M ₁	O ₂ -M ₁	自然作用変化判定	採用するデータ	備考
◎	◎		O ₂	新規LPでOK
◎	×	自然作用変化範囲内◎	M ₂ (要測量)	河道形状が変化
		自然作用変化範囲外×	M ₁ M ₂	新規LPでは偶然綺麗に捉えていない
×	◎		O ₂	新規LPでOK
×	×		M ₁ M ₂	LPでは恒久的に綺麗に捉えられない
			M ₁ M ₂	両LPで偶然綺麗に捉えていない

O₂-M₁判定で許容範囲内となったO₂データについては、更新時の新規LPデータにより河道形状を誤差範囲許容内の精度で取得出来ているため、そのままSKIP_O₂データを自動的に採用することが出来る(表6中1及び4行目)。

(2) 自然作用により変化した地点の抽出

O₂-M₁判定で許容範囲外となり、かつO₁-M₁判定では許容範囲内となっていたO₂データに関して、(1)M₁作成時点より時間経過に伴って堆積及び洗掘作用により河道形状が自然変化したため(表5中2行目)、(2)更新時の新規LPデータでは偶発ノイズの影響が入ったため(表5中3行目)、という二つの可能性が考えられる。そこで、当該NOT_SKIP_O₂データに対して、さらにM₁自然作用変化範囲±0.5m設定データを用いて第2章で述べた範囲内外判定処理を行うことで、自然作用による河道変化であるかどうかの判定を行うことが可能であり、M₂データを測量取得しなければならぬと判断出来るだけでなく、河川行政として重点的に定期確認すべき中小河川箇所を特定することが出来る。

5.4 本手法を用いたO1-M1判定結果

滋賀県流域政策局が平成18年にLPデータより作成・簡易測量修正した中小河川横断形状データ(河川数204,横断形状数7368)を用いて第2章で示した手法を適用した。O₁-M₁許容範囲内外判定結果を図7に示す。なお左側円グラフ中の“DO₁”は修正無しでそのまま採用されたデータを示している。M₁データのうち35.898%は修正作業の必要性が低いSKIP_O₁データであることが示された。

また本手法では修正前後の形状での最大流積変化率を計算しているため、NOT_SKIP_O₁データのうち最大流積変化率が大きく、特に現地確認が必要な河川箇所を特定することが出来た(具体的な河川名と距離標の提示は割愛)。

5.5 本手法を用いたO2-M1判定結果及び考察

平成25年度野洲川航空レーザ測量業務成果、平成26年度田川単独河川改良業務航空レーザ測量成果を用いて、計27河川759測線に本手法を適用した。表6に結果を示す。

NOT_SKIP_O₂データが70測線となり、これらについて河床変化またはノイズの判別を行うことを目的に、実際の河川箇所を地理的特徴を入力したLP測量時期である冬期には枯れ川または低水面となる測線は15箇所であり、これらについては時間経過の中で堆積作用または洗掘作用によって河道が変化したことが示唆された。

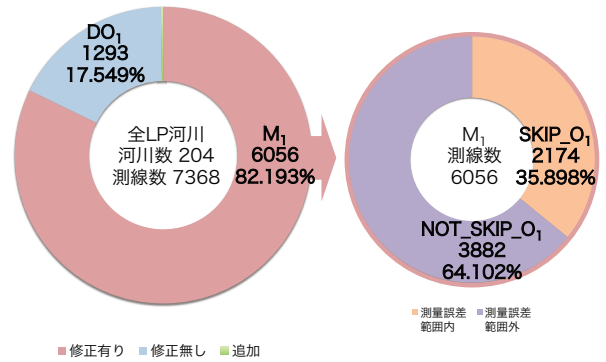


図 7 O₁-M₁許容範囲内判定結果

表 6 O₂-M₁重複判定結果

M1-O1	M2-O2	測線数
誤差範囲内(◎)	誤差範囲内(◎)	55
誤差範囲内(◎)	誤差範囲外(×)	70
誤差範囲外(×)	誤差範囲内(◎)	99
誤差範囲外(×)	誤差範囲外(×)	535
合計		759

6. まとめと今後の展望

本研究では、行政分野における二次利用促進というフレームワークにおいて、具体的な応用実証モデルとして水害リスク評価事業を分析対象とし、多数の地理空間情報から構成される流域データベースの行政相互利用を前提とした維持管理手法を構築・提案する。具体的には、①インプットデータの諸元データとして、実世界における地形変化を捉える法定台帳を二次利用する手法、②簡易測量作業が内包する測量誤差に着目した、LPデータ修正作業量を軽減する手法の2プロセスからなる維持管理工程を構築した。

特に②LPデータ修正作業量の軽減については、自然変化箇所を抽出できた一方で、LPデータの揺らぎによる不規則なノイズ傾向も見られた。今後はLPデータの正確性と水面形との関連性について検討を進める必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省国土地理院測量行政懇談会基本政策部会:次期[3期]地理空間情報活用推進基本計画の策定に向けた国土地理院の対応について、(2016)
- 2) 国土交通省国土地理院測量行政懇談会:地理空間情報の二次利用促進に関するガイドライン(測量成果等編), pp. 3, <http://www.gsi.go.jp/common/000063605.pdf>, (2011)
- 3) 国土交通省国土政策局:地理空間情報活用推進基本計画, <http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/sokuitiri/tirikuukan-keikaku/pdf/keikaku.pdf>, (2012)
- 4) 内閣府社会資本整備審議会:水災害分野における気候変動適応策のあり方について~災害リスク情報と危機感を共有し、減災に取り組む社会へ~答申, (2015), http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/s_haseishin/kasenbunkakai/shouinkai/kikouhendou/pdf/1508_02_toushinonbun.pdf
- 5) 滋賀県流域政策局:地先の安全度マップ解析条件, (2012), http://www.pref.shiga.lg.jp/h/ryuiki/tisakinoanzendo/files/map_kaisekizyouken_1.pdf