

4. GIS を活用した流域汚濁負荷情報データベースの構築に関する調査

下水道研究室 室長 藤生 和也
研究官 吉田 敏章
研究官 田本 典秀

1 はじめに

公共用水域の効率的な水質管理のために、汚濁負荷量に関する計画を流域単位で策定することが重要であるが、流域別下水道整備総合計画（以下、流総計画）は効果的な下水道事業の実施に資するために先導的な役割を果たしている。流域からの汚濁負荷量を推定し、下水道事業で推進すべき汚濁負荷削減につき広域的な観点から定めるためには、現状の流総計画の実践においては、集計や計算に大きな時間や労力を要するという問題がある。一方、地理情報システム（GIS: Geographic Information System）の進展は近年著しく、多くのデータが整備されその活用環境が整いつつある。

そこで、本調査は、GIS を活用して、流域の汚濁負荷の推定に関する情報データベースを構築し、精度が高く効率的な汚濁負荷量の推定を目指すことを目指すものである。本年度は、流総計画の事例検討を行い、メリット・デメリット等の適用性につき調査を行った。

2 調査方法

(1) 流総計画における関連情報の把握

流総計画で、基礎調査、発生汚濁負荷量の算定に関連し必要となる情報を整理した。

(2) 流総計画の事例検討

以下の流総計画 3 事例をとりあげ、点源負荷量・面源負荷量の推定手法、GIS データの活用状況を整理し、GIS の適用にあたり今後整備すべきデータ等を検討した。

- ・東京湾流域別下水道整備総合計画（神奈川県）
- ・天竜川流域別下水道整備総合計画
- ・北上川流域別下水道整備総合計画

(3) GIS データの整備状況の整理

流域汚濁負荷推定に関連する GIS データの整備状況について、現状把握を行った。多種のデータが GIS データ又は電子データとして整備されつつあるが、下水道事業については下水道整備区域や合流・分流区域等のデータは未整備であり、下水道事業に関連しないデータについても、整備されていないものもある。

(4) 流域汚濁負荷量の推定に対する GIS の適用性の定性的検討

適用につきメリット・デメリットを整理した。また、整備すべきデータや GIS データの精度のあり方等の課題を定性的に整理する。

3 調査結果

(1) 流総計画における関連情報の把握

基礎調査や発生汚濁負荷量の算定に関する情報は、(3) において GIS データの整備状況とあわせて示すこととする。

(2) 流総計画の事例検討

3 事例につき、基礎調査及び負荷量算定方法の比較を行うと、表 1 のとおりとなる。

表1 流総計画3事例の比較

選定 No.	1		2		3		
計画名称	北上川流域別下水道整備総合計画に関する		天竜川流域別下水道整備		東京湾流域別下水道整備		
策定機関	国土交通省東北地方整備局		長野県		神奈川県		
計画概要	対象水域	北上川		天竜川・諏訪湖		東京湾・鶴見川等	
	対象流域	岩手県(32市町村)宮城県(45市町村)		長野県(36市町村)		神奈川県(4市)	
	水質項目	※H15.3現在 BOD		※H15.7現在 (天竜川)BOD(諏訪湖)COD・T-N・T-P		(河川)BOD(東京湾)COD・T-N・T-P	
項目	調査内容	方法・出典	調査内容	方法・出典	調査内容	方法・出典	
自然的条件	地形	両県地形図、GISデータ	地形	県地形図	地形	県地形図	
	河川	両県河川部局資料、GISデータ	河川	県河川部局資料	河川	県河川部局資料	
	湖沼	両県湖沼部局資料、GISデータ	湖沼	県資料	湖沼	基本方針策定調査資料	
水質及び下水道整備の状況	現況水質	公共用水域の水質測定結果(環境省)	現況水質	公共用水域の水質測定結果(環境庁)	現況水質	公共用水域の水質測定結果(環境庁)	
	水質環境基準	両県環境部局資料	水質環境基準	県環境部局資料	水質環境基準	県環境部局資料	
	排水基準	(上乗せ基準)県条例	排水基準	(上乗せ基準)県条例	排水基準	(上乗せ基準)県条例	
	下水道整備状況	両県下水道部局資料	下水道整備状況	県下水道部局資料	下水道整備状況	県下水道部局資料	
基礎調査	土地利用の現況と見直し	地目別土地利用面積	両県統計年鑑	地目別土地利用面積	県勢要覧	地目別土地利用面積	県勢要覧
	人口及び産業の動向	人口(現況)	両県統計年鑑	人口(現況)	県勢要覧	人口(現況)	県勢要覧
		人口(将来)	(全県値)両県総合計画、(市町村値)トレンド推計	人口(将来)	(全県値)県企画課資料、(市町村値)トレンド推計	人口(将来)	(全県値)県総合計画、人口問題研究所資料(市町村値)トレンド推計
	水利用の現況と見直し	出荷額(現況)	岩手県統計年鑑、「宮城の工業」	出荷額(現況)	県勢要覧	出荷額(現況)	県勢要覧
		家畜頭数(現況)	岩手県統計年鑑、宮城県林水産年報	家畜頭数(現況)	長野県農林市町村統計書	家畜頭数(現況)	県勢要覧
		観光人口(現況)	両県観光統計概要	観光人口(現況)	県勢要覧	観光人口(現況)	県勢要覧
生活・営業	算定方法	処理形態別負荷量原単位×処理形態別人口フレーム	算定方法	処理形態別負荷量原単位×処理形態別人口フレーム	算定方法	処理形態別負荷量原単位×処理形態別人口フレーム	
	負荷量原単位	流域指針を参考に処理形態別に設定	負荷量原単位	流域指針を参考に処理形態別に設定	負荷量原単位	流域指針を参考に処理形態別に設定	
工業	水質・負荷量原単位	(大規模)排水水質調査値×排水量実績 (その他)中分類別負荷量原単位×中分類別出荷額 (大規模)特定事業所調査 (その他)細分類別負荷量調査結果(環境庁)より設定	水質・負荷量原単位	(大規模)排水水質調査値×排水量実績 (その他)中分類別負荷量原単位×中分類別出荷額 (大規模)特定事業所調査 (その他)細分類別負荷量調査結果(環境庁)より設定	水質・負荷量原単位	(大規模)排水水質調査値×排水量実績 (その他)中分類別負荷量原単位×中分類別出荷額 (大規模)特定事業所調査 (その他)細分類別負荷量調査結果(環境庁)より設定	
	排水量実績・出荷額	上乗せ排水基準を考慮 (大規模)工業統計調査票(両県統計部局) (その他)流域内出荷額設定値	排水量実績・出荷額	上乗せ排水基準を考慮 (大規模)工業統計調査票(両県統計部局) (その他)流域内出荷額設定値	排水量実績・出荷額	上乗せ排水基準を考慮 (大規模)工業統計調査票(両県統計部局) (その他)流域内出荷額設定値	
家畜	算定方法	種別(牛・豚)原単位×家畜頭数フレーム	算定方法	種別(牛・豚)原単位×家畜頭数フレーム	算定方法	種別(牛・豚)原単位×家畜頭数フレーム	
	家畜頭数フレーム	流域内家畜頭数設定値	家畜頭数フレーム	流域内家畜頭数設定値	家畜頭数フレーム	流域内家畜頭数設定値	
観光	算定方法	日帰り宿泊別原単位×観光客数フレーム	算定方法	日帰り宿泊別原単位×観光客数フレーム	算定方法	—	
	観光客数フレーム	流域内観光客数設定値	観光客数フレーム	流域内観光客数設定値	—	—	
施設	算定方法	施設毎の排水量と水質を調査し、個別設定	算定方法	施設毎の排水量と水質を調査し、個別設定	算定方法	施設毎の排水量と水質を調査し、個別設定	
	自然:BOD	算定方法:自然負荷量原単位×流域面積 負荷量原単位:岩手県設定(S99.3)のL-Q式より算定 面積フレーム:流域内設定値	算定方法:自然負荷量原単位×流域面積 負荷量原単位:流域指針値 面積フレーム:流域内設定値	算定方法:自然負荷量原単位×流域面積 負荷量原単位:流域指針値 面積フレーム:流域内設定値	算定方法:自然負荷量原単位×流域面積 負荷量原単位:流域指針値 面積フレーム:流域内設定値		
面源:COD・TN・TP(市街地・水田・畑地)	算定方法	—	算定方法	面源負荷量原単位×種別面積	算定方法	面源負荷量原単位×種別面積	
	面積フレーム	—	面積フレーム	長野県実測資料 流域内設定値	面積フレーム	流域内設定値	
面源:COD・TN・TP(CSO)	算定方法	—	算定方法	—	算定方法	面源負荷量原単位×合流面積	
	面積フレーム	—	面積フレーム	—	面積フレーム	関連シミュレーション結果 東京湾特定水域高度処理基本計画調査結果 流域内設定値	
その他産業:COD・TN・TP(温泉・ガス井戸)	算定方法	—	算定方法	施設毎の排水量と水質を調査し、個別設定	算定方法	—	
	面積フレーム	—	面積フレーム	—	面積フレーム	—	
その他産業:COD・TN・TP(網いけす)	算定方法	—	算定方法	—	算定方法	—	
	面積フレーム	—	面積フレーム	—	面積フレーム	—	
降雨:COD・TN・TP	算定方法	—	算定方法	—	算定方法	—	
	面積フレーム	—	面積フレーム	—	面積フレーム	—	

表2 発生汚濁負荷量の算定に関するデータ及びGISデータの整備状況

項目	内容	計画作成上の主な用途	必要となるデータ	GISデータの有無			GISでの検討の必要性															
				有無	GIS及び電子データ	出典	一元管理	効果的 図化	流総計画での検討の必要性													
									必要性	理由												
汚濁負荷量	家庭排水	し尿 雑排水 営業	ブロック別汚濁負荷量の算定	処理形態別の定住人口	△	人口3次メッシュ、4次メッシュ (国勢調査)	統計情報研究開発センターHP	○	○	△	GIS利用によりブロック別集計を行う際の配分比の制度が向上するが、現在の手法はそれほど非効率ではない。効果的な図化も可能であり、流域フレームごとに集計しなければならないことを考えるとデータを一元管理の必要性はあると考えられるが、下水道部局のみでの整備には限界がある。											
												工場排水	大規模工場 その他の工場	ブロック別汚濁負荷量の算定	工場排水量	×	-	-	○	○	△	GIS利用によって分布の偏りを考慮できるため、精度は向上する。しかしながら、データの公表が可能なか否かの問題がある。また、効果的な図化も可能であり、流域フレームごとに集計しなければならないことを考えるとデータを一元管理の必要性はあると考えられるが、下水道部局のみでの整備には限界がある。
	観光排水	宿泊客 日帰客	ブロック別汚濁負荷量の算定	宿泊客数 日帰客数	×	-	-	○	○	△	GIS利用によりブロック別集計を行う際の配分比の精度が向上するが、現在の手法はそれほど非効率ではない。また、効果的な図化も可能であり、流域フレームごとに集計しなければならないことを考えるとデータを一元管理の必要性はあると考えられるが、下水道部局のみでの整備には限界がある。											
												家畜排水	家畜頭数	ブロック別汚濁負荷量の算定	△	S55「農業センサス3次メッシュ(乳用牛、肉用牛、豚、にわとり、ポイラー)」	「農業センサスメッシュ(国土数値情報ダウンロードサービス)」	○	○	△	GIS利用によりブロック別集計を行う際の配分比の精度が向上するが、現在の手法はそれほど非効率ではない。また、効果的な図化も可能であり、流域フレームごとに集計しなければならないことを考えるとデータを一元管理の必要性はあると考えられるが、下水道部局のみでの整備には限界がある。	
	特定源	下水処理場 し尿処理場 その他	ブロック別汚濁負荷量の算定	施設毎の排水量、水質	△	処理場位置(H8年版)、処理場情報(処理水量、処理水質)	位置情報：「道路地図」、処理場情報：「下水道統計」	○	○	△	GIS利用によりブロック別集計を行う際の配分比の精度が向上するが、現在の手法はそれほど非効率ではない。また、効果的な図化も可能であり、流域フレームごとに集計しなければならないことを考えるとデータを一元管理の必要性はあると考えられるが、下水道部局のみでの整備には限界がある(下水処理場は除く)。											
																						面源
												流域面積	○	河川流域界(水系、河川、流域単CODE、河川名等の属性有)	国土数値情報(国土地理院)「河川台帳」「河川単位流域台帳」「流路位置」「流域界、非集水界線位置」「湖岸線位置」「湖沼台帳」「湖沼位置」等を基に独自に作成したもの	○	○	○				
	合流区域面積	×	-	-	○	○	○															
	降雨量	○	アメダス観測点	「アメダス地点一覧ファイル」	○	○	△	現在の作業で特に非効率ではない。また、効果的な図化も可能であり、流域フレームごとに集計しなければならないことを考えるとデータを一元管理の必要性はあると考えられるが、下水道部局のみでの整備には限界がある。														

※表中の「GISデータの有無」のうち、○は「データ有り」、△は「データは有るが作成年度が古い・「基礎調査」で必要とされる項目のうち一部データがない」、×は「データ無し」を表す。

(3) GIS データの整備状況の整理

表 2 のとおり、発生汚濁負荷量の算定に必要なデータと GIS データの整備状況とが整理された。

(4) 流域汚濁負荷量の推定に対する GIS の適用性の定性的検討

流総計画に対する GIS の適用性については、以下のように作業の効率化のみならず、多様な効果が期待される。

①作業の効率化及び精度の向上

基礎となるデータが GIS データとして整理されていれば、例えば、市町村単位のデータを流域ブロック毎に再集計する際の作業の効率化が図れる。特に、面源負荷量算定においては、GIS の適用による効果が最も大きいと推察される。面源汚濁負荷量の算定は、一般に行政単位のフレームを、流域ブロックというフレームで再集計するために、大きい作業量を要するが、GIS の適用により作業の効率化が図れる。

さらに、地目別面積の集計による算定方法を現在の土地利用に即したメッシュデータによる集計方法に変更することにより、集計精度の向上も期待できる。また、従来行われていたデジタイザ等による面積配分値の設定等において、人為作業を排除することにより、常に同一の面積配分比の算出が可能となり、人為的ミスもなく精度の一定化を図ることができる。

②データの一元管理

GIS 上で位置情報を持たせ、それらの位置情報に流総計画で必要となる基礎情報を関連付けることで、データを空間情報として一元管理しやすくなる。また、データを一元管理することにより複合的な解析が可能となり、集計が容易となる。

③効果的図化

GIS は、データの加工や表現力に優れており、従来のような表形式では分かりづらかったデータを空間分布として図化することで、専門家だけでなく一般人にも分かりやすい表示が可能となる。よって、GIS により作成した図を用いることにより、汚濁負荷量の発生や削減、公共用水域の水質等を効果的に表示できる。そして、政策結果の図示や、流域ブロックや行政単位毎の汚濁負荷量等の情報の図化など、流総計画の内容を分かりやすく表現したり、意思決定支援ツールとしての役割を担ったりすることができる。

4 まとめ

流総計画の事例検討や GIS データの整備状況の把握を通じて、GIS の適用性につき検討を行ったところ、多様な効果が存在することが確認された。しかし、基礎調査で収集すべきデータの多くが電子データ又は GIS データとして整備されていず、整備されていても更新が進んでいず活用が難しいデータも存在する。また、計画の策定には統一した年次におけるデータが必要となるが、概して統一性は確保されていないのが実情である。さらに、点源として事業場のデータ等、公開できないデータも存在している。

したがって、全面的な適用ではなく、部分的な導入等を見据え GIS の活用を考えていく必要がある。例えば、発生汚濁負荷量の推定では、特に面源を対象として GIS を適用することが考えられる。また、汚濁負荷量の推定に対して GIS を適用するのみならず、流総計画の中身が見えるような汚濁負荷量に関する情報整理方法及び表示方法につき検討することも今後の課題である。