

図-16 各地点にかかるトリハロメタン生成能の排出負荷量

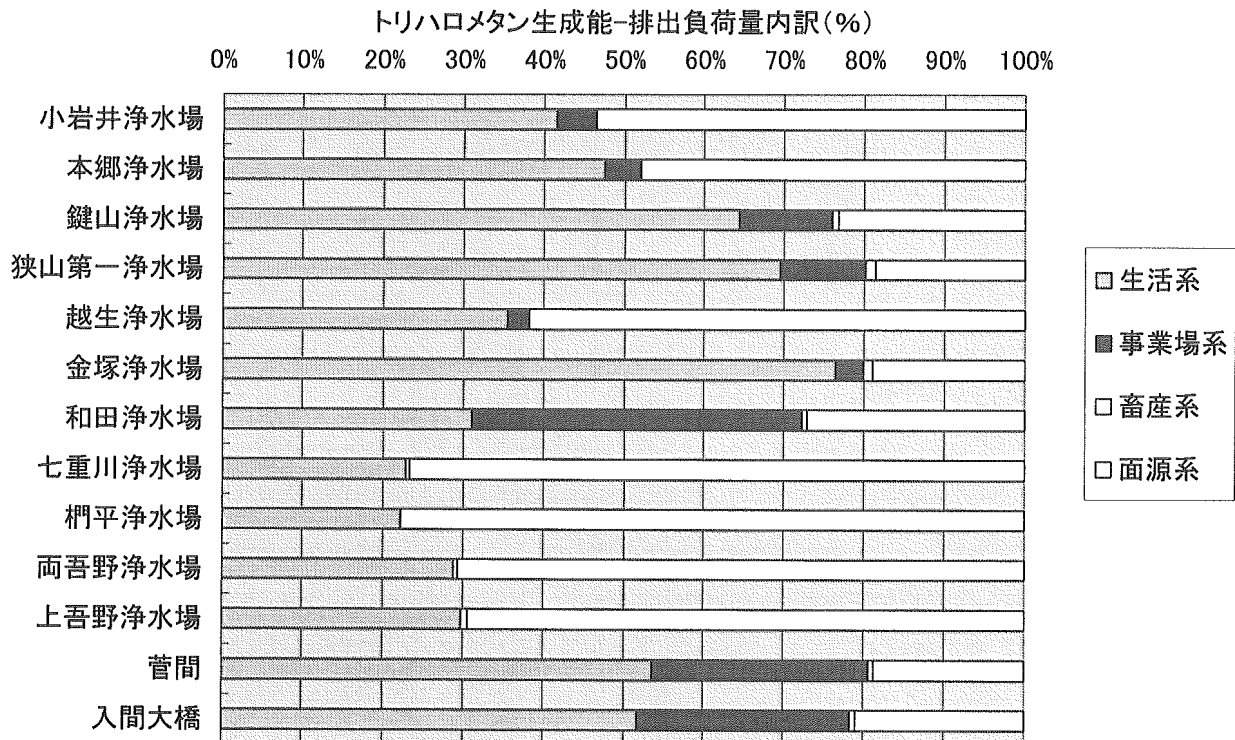


図-17 各地点にかかるトリハロメタン生成能排出負荷量の構成比率

3. ケーススタディー流域の水文水質データ

ここでは、ケーススタディーで対象としている入間川流域の菅間地点を例として、水文水質データの整備状況について整理する。

表-16 に菅間地点における負荷流出解析のための時系列データの整備状況を示す。

表-16 負荷流出解析のための時系列データの整備状況（平成16年2月現在）

年次	降水量			水位 (菅間流量 観測所)	流量 (菅間流量観測所)		水質 (菅間観測 所)
	アメダス (堂平、 都幾川、 飯能、青 梅、鳩山、 所沢等)	水文水質 DB (小川、堂平 山横瀬、越生、 名栗、吾野、 鶴ヶ島、飯能、 川越、所沢等)	雨量年表 (小川、 名栗)	水文水質 DB	水文水質 DB 日平均 流量 確定値	流量 年表 日平均 流量 確定値	水文水質 DB 時刻瞬時値
1998	○		○	○* 日平均水位 確定値	○	○	
1999	○		○			○	
2000	○		○			○	
2001	○		○			○	
2002	○	○		○** 時刻水位 暫定値			○*** 自動監視 時刻毎瞬時値 暫定値
2003	○	○		○** 時刻水位 暫定値			○*** 自動監視 時刻毎瞬時値 暫定値

1998年の水文水質DBと流量年表の流量は同値

2002年の水位と水質は、5月31日～12月31日まで

降水量については、気象庁で観測、公表しているアメダスデータがあり、入間川流域では6箇所含まれる。また、国土交通省系の「水文水質データベース」では、10箇所の地点で観測、公表している。なお、雨量年表は水文水質データベースの確定値を印刷物として公表したものである（観測地点は入間川では2箇所のみ）。最新の2002年、2003年についてはアメダス、「水文水質データベース」とともに公表されているが、雨量年表は2001年以前のみである。

流量については、「水文水質データベース」において1998年までしか公表されておらず、流量年表では2001年までしか公表されていない。ただし、時刻水位については「水文水質データベース」より暫定値が公表されており、1998年までは日平均水位が確定値として公表されている。近年の流量はこの1998年日平均水位及び日平均流量より水位流量曲線式より算定することが必要となる。

水質データについては、「水文水質データベース」より暫定値として時刻別濁度が、2002年以降公表されている。

以上に示すように、国土交通省「水文水質データベース」は、インターネットで公開されており、近年の前項における時系列データの情報が利用可能である。データ整備において水文水質デ

データベースを有効に活用することは、入力の手間が省けること、最新の情報での検討が可能など等様々なメリットがある。

全国ベースで解析を試みる場合、菅間と同じように流量観測所と水質観測所が隣接し、データが豊富にある場合には、近年の負荷流出状況が再現できるものと考えられる。

図-18 にインターネット等を活用したデータ入手について示す。

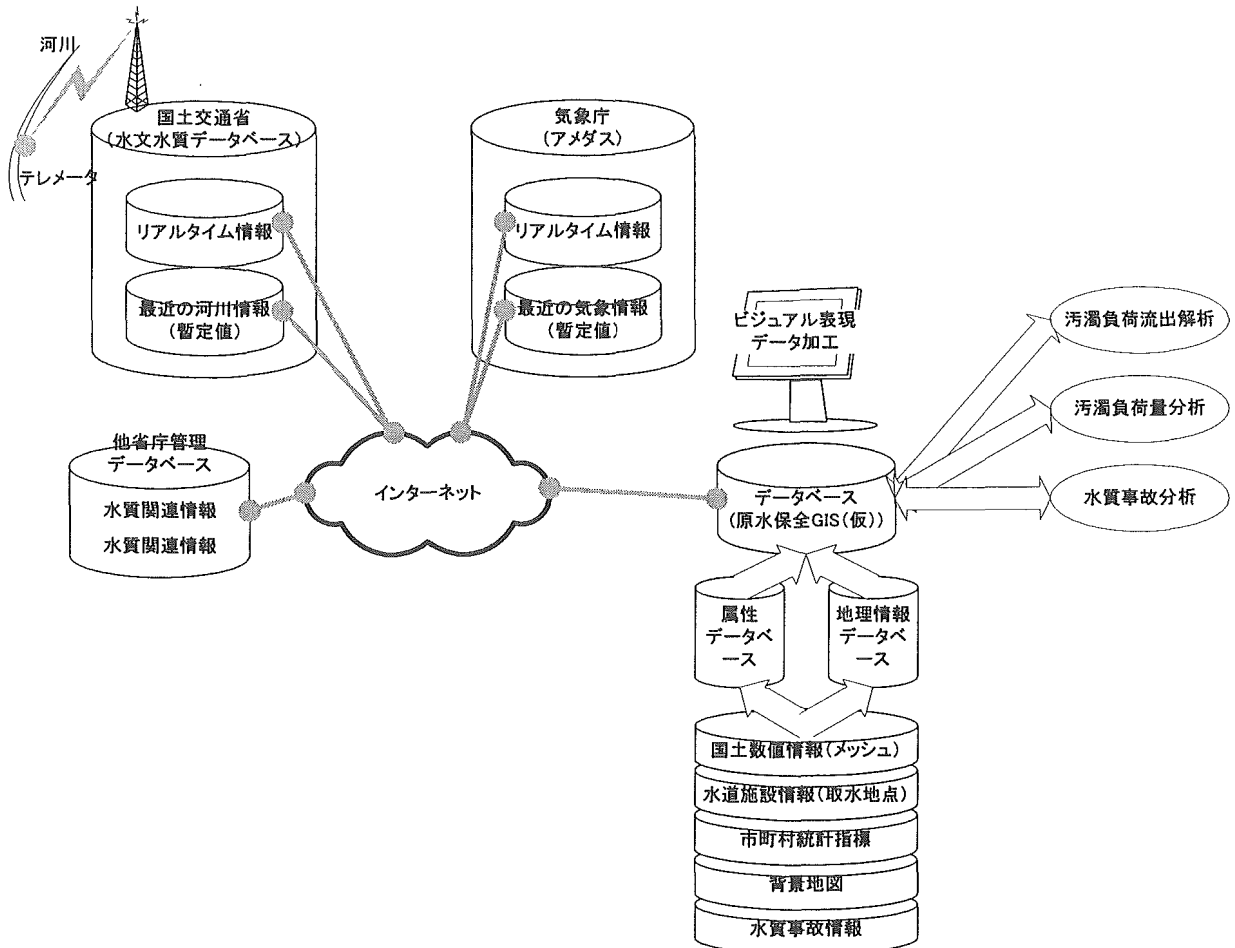


図-18 インターネット等を活用したデータ入手

なお、菅間の流量観測と水質観測の位置図とは約 1km 離れており、流量観測所は、水質観測所の東側約 1km のところに位置している。

流出解析のためには、流量と水質の 2 つの日単位時系列データが必要となることから、水質データの入手可能な 2002 年以降の日平均流量を推計することとする。

ここでは、日降雨からタンクモデルによる流出解析で求める方法と、河川砂防技術基準を参考に、日平均水位（暫定値）から 2 次曲線式で補間した水位流量曲線式により求める方法の 2 通りが考えられる。

水位流量曲線式による方法は、河道断面の形状と流量と水位の傾向より 2 つの曲線式として、図-20、図-21 に示すような曲線式で補間することとした。

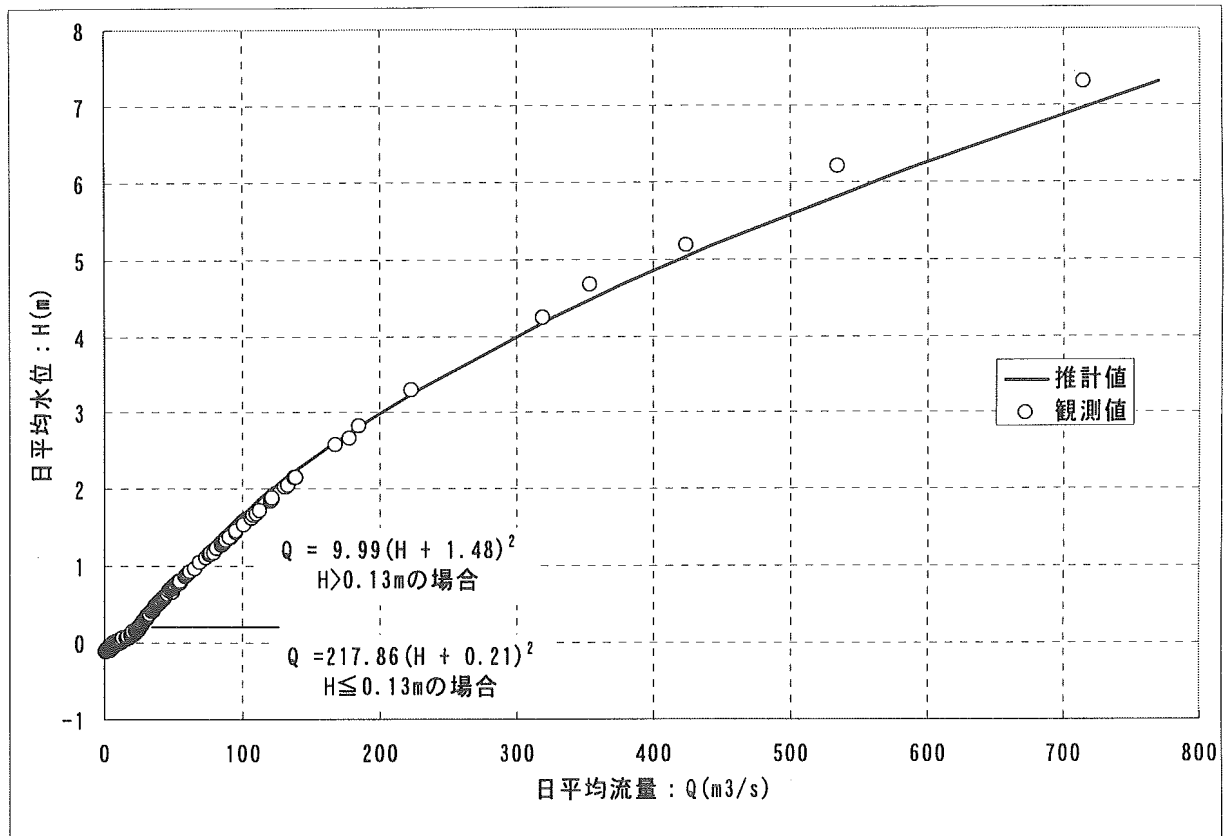


図-19 水位流量曲線式（2次曲線式）の設定（1998）

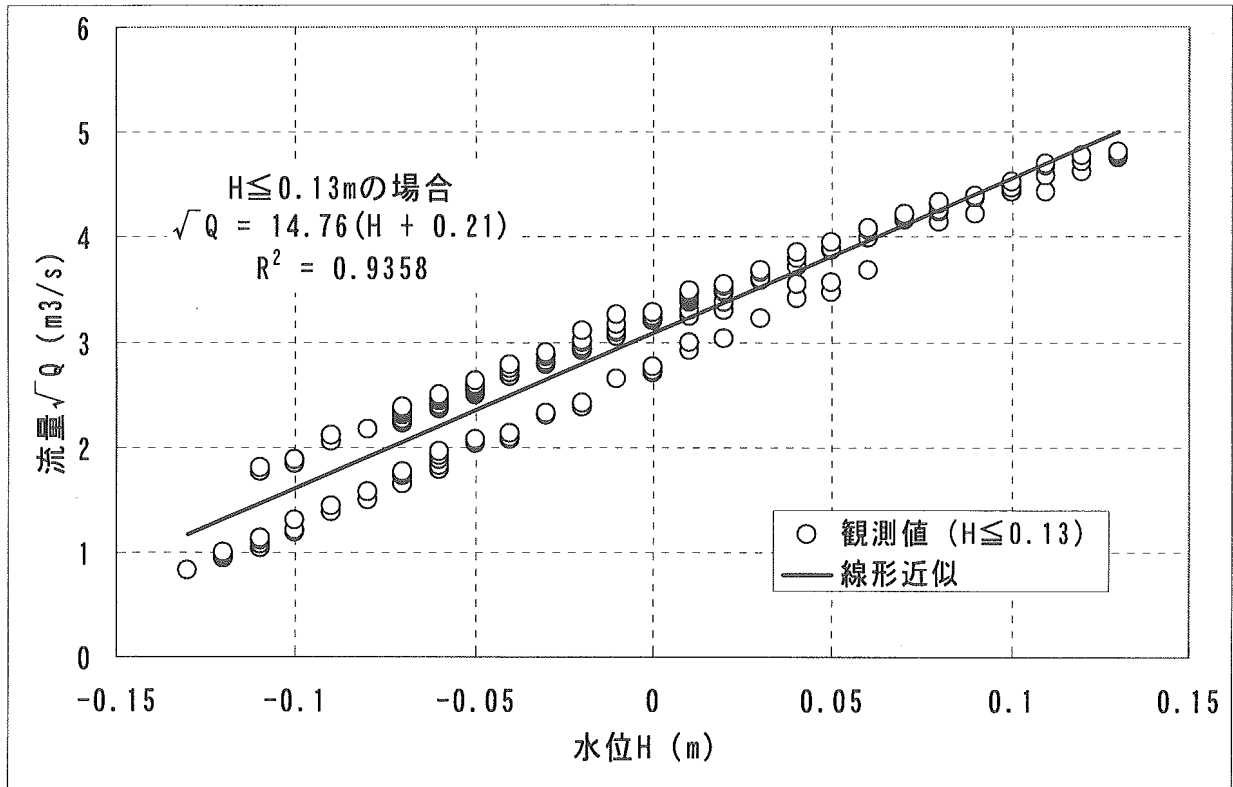


図-20 水位流量曲線式（日平均水位と日平均流量：1998）による流量の推計

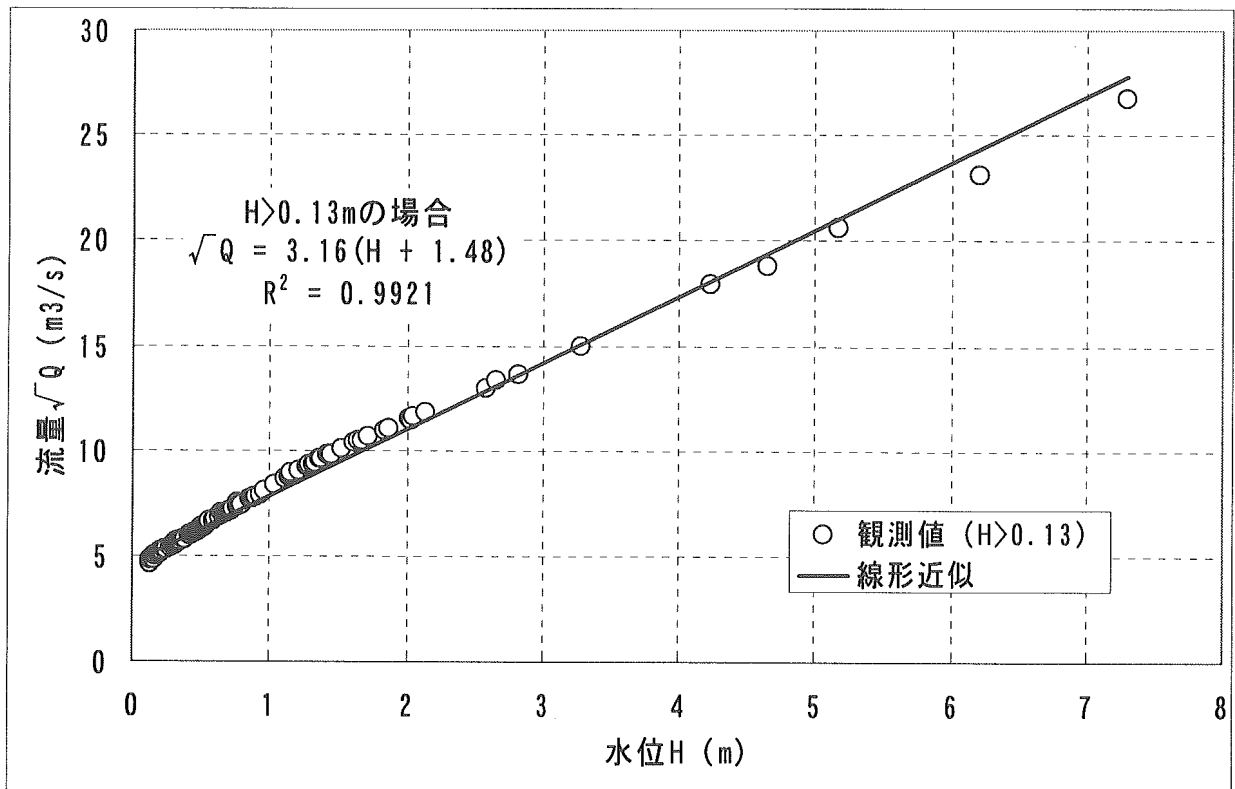


図-21 水位流量曲線式（日平均水位と日平均流量：1998）による流量の推計

タンクモデルと水位流量曲線による流量の推計方法について、図-22、図-23に示すように精度について評価すると、相関係数、残差2乗平均平方根とも、水位流量曲線の方法に良好な結果が得られた。

したがって、日平均水位から水位流量曲線式により日平均流量を推計する。

具体的な、汚濁負荷流出解析のための流量データ作成の手順は以下の通りである。

1. 1998年の日平均水位と日平均流量から水位流量曲線式を作成する。
2. 2003年の時刻水位（暫定値）の1日の総和を24で割って、日平均水位を算定する。
3. 1.で作成した水位流量曲線式により2003年の日平均流量を推計する。
4. この日平均流量に対して流出解析のためのタンクモデルの係数を設定する。

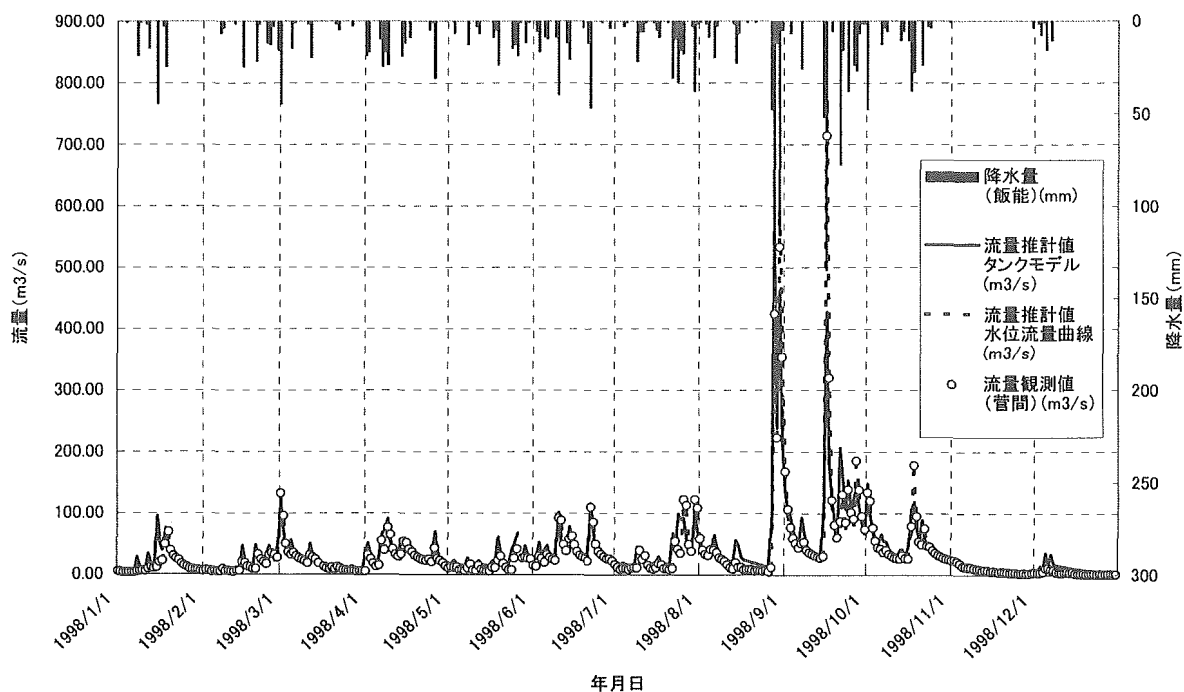
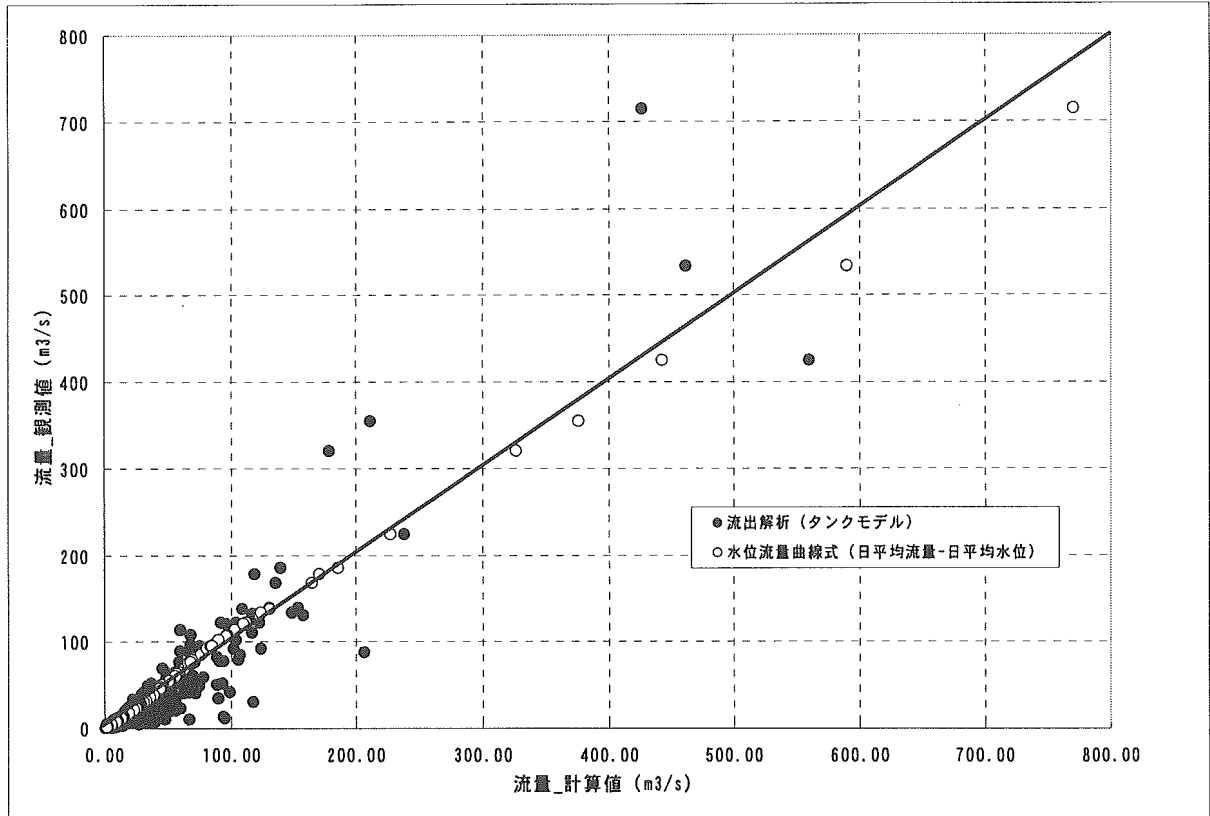


図-22 流量の推計結果



	相関係数	$\sqrt{\text{残差2乗平均}}$
流出解析	0.914	26.37
水位流量曲線式	0.997	5.86

図-23 2つの推計方法の比較評価

4. 解析結果

(1) 降雨データについて

降雨データについては、基本的に気象庁のアメダスデータを用いることとし、補足的に国土交通省の雨量観測データを用いることとした。入間川流域のティーセン分割図を図-24に示す。

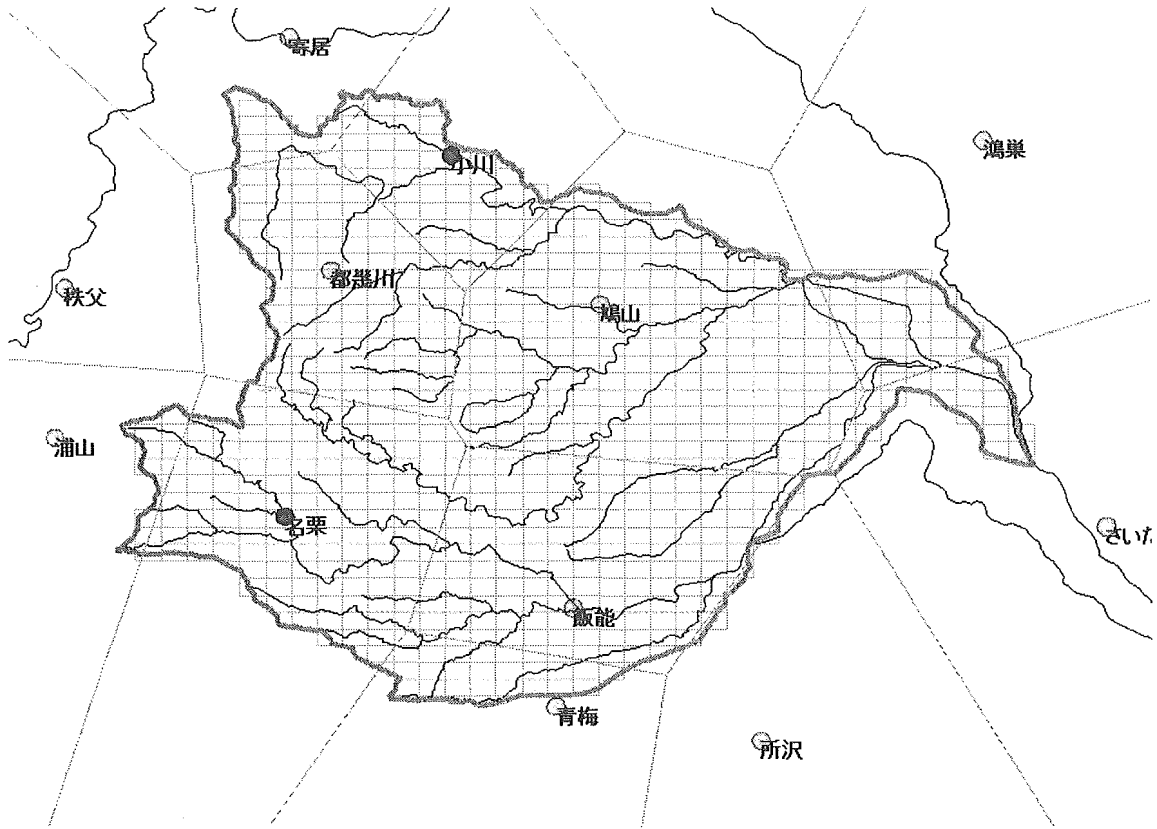


図-24 入間川流域メッシュとティーセン分割の結果

(2) 落水線の作成

数値地図 50m メッシュ標高より、図-25に示すような落水線を作成した。3次メッシュごとに8方位のうち勾配が最も大きくなる方向へ落水線を引いた。

低平地については、河川の流れに沿うように落水線を設定した。

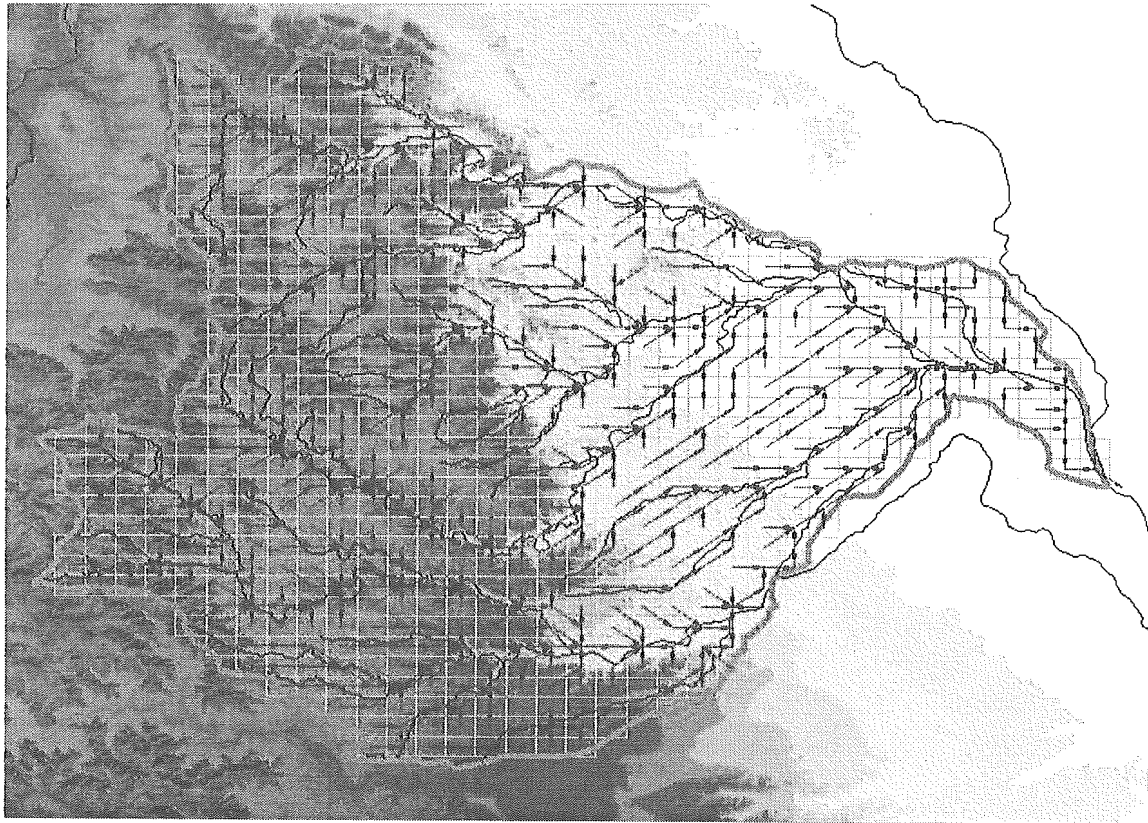


図-25 落水線図

(3) 流量解析結果

菅間（流量観測地点）における計算結果と1998年のH-Q式を用いた推定結果を、それぞれ図-26及び図-27に示した。

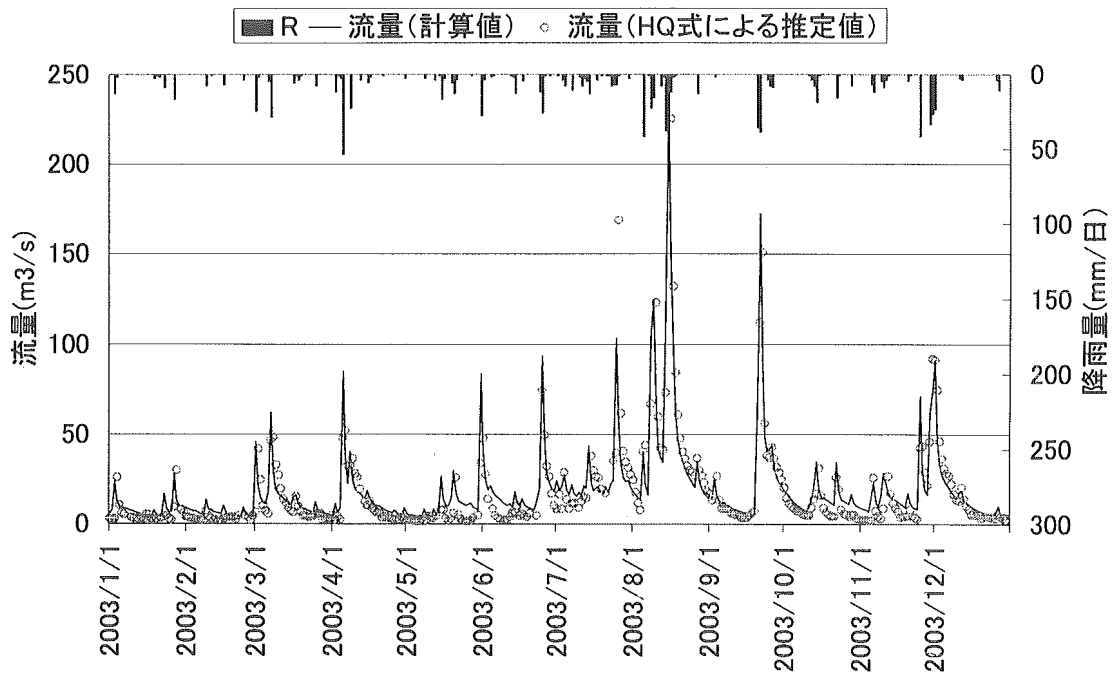


図-26 流量解析結果

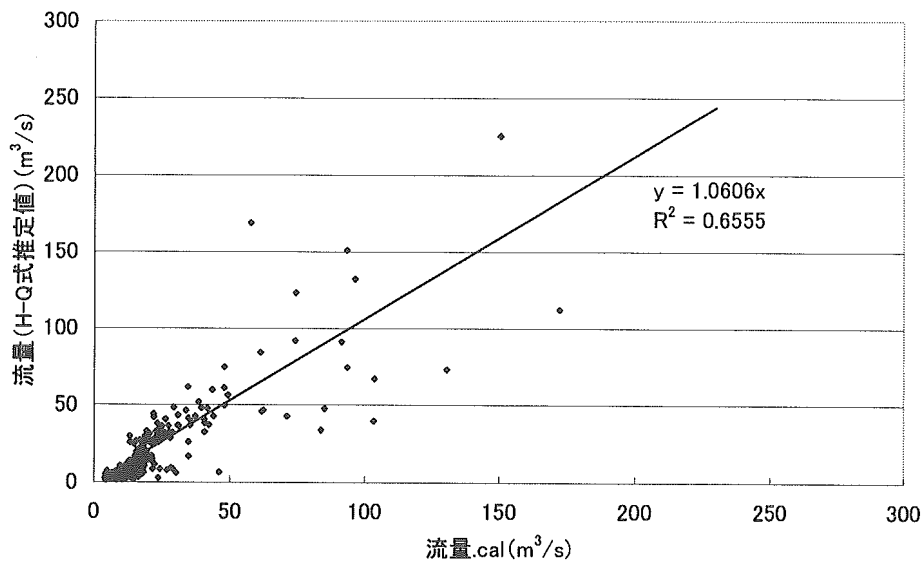


図-27 流量計算値とHQ式による流量推定値

(4) 水質解析結果

水質解析を行うにあたり、菅間地点における濁度を SS に換算する必要がある。入間川流域の環境基準点の測定データについて表-17に示した。

測定結果は、「公共用水域及び地下水の水質測定結果(資料編)」として翌年度末*に取りまとめられる。国土交通省が測定している地点については、HP 公開もされている。

*: 平成 14 年度測定分は、平成 16 年 2 月に取りまとめられる。

表-17 埼玉県入間川流域における環境基準点と測定機関

区分	地点名		測定機関	時間	水質			出典	HP 公開	
					流量	SS	濁度			
環境基準点 (補助地点 含まず)	入間川	入間大橋	国土交通省	スポットデータ 12回/年※	●	●	△	公共用水域及び地下水の水質測定結果(資料編) 埼玉県環境防災部	●	
		落合橋(入間川)	"	"	●	●	△		"	●
		給食センター前	埼玉県	"	"				"	-
	越辺川	落合橋(越辺川)	国土交通省	"	●	●	△	"	●	
		今川橋	埼玉県	"	"			"	-	
	都幾川	東松山橋	国土交通省	"	●	●	△	"	●	
	槻川	兜川合流地点	埼玉県	"	"			"	-	
	高麗川	高麗川大橋	国土交通省	"	●	●	△	"	●	
	小睦川	蕨橋	"	"	●	●	△	"	●	
	霞川	大和橋	埼玉県	"	"			"	-	
	成木川	成木大橋	埼玉県	"	"			"	-	

△: 平成 14 年度より測定が行われている項目

環境基準点における濁度と SS の水質測定結果について図-28 に関係を示した。データは国土交通省 HP で公開されている 2002 年 4 月から 2003 年 9 月まで(計 18 回)のデータである。図より、菅間地点に近い入間大橋において換算係数が約 1mg/l・度とみなせることから、換算係数を 1mg/l・度と設定した。

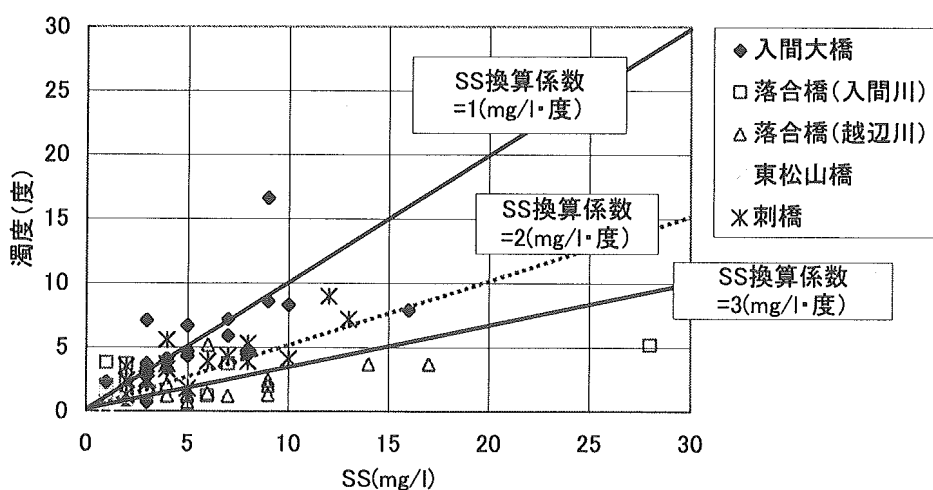


図-28 環境基準点(5地点)におけるSSと濁度の関係

SSの解析結果について以下に示した。

図-29に示すように、晴天時の平均的なSSおよび、降雨時におけるSS上昇の傾向、降雨後

の SS の低下の傾向が再現できている。

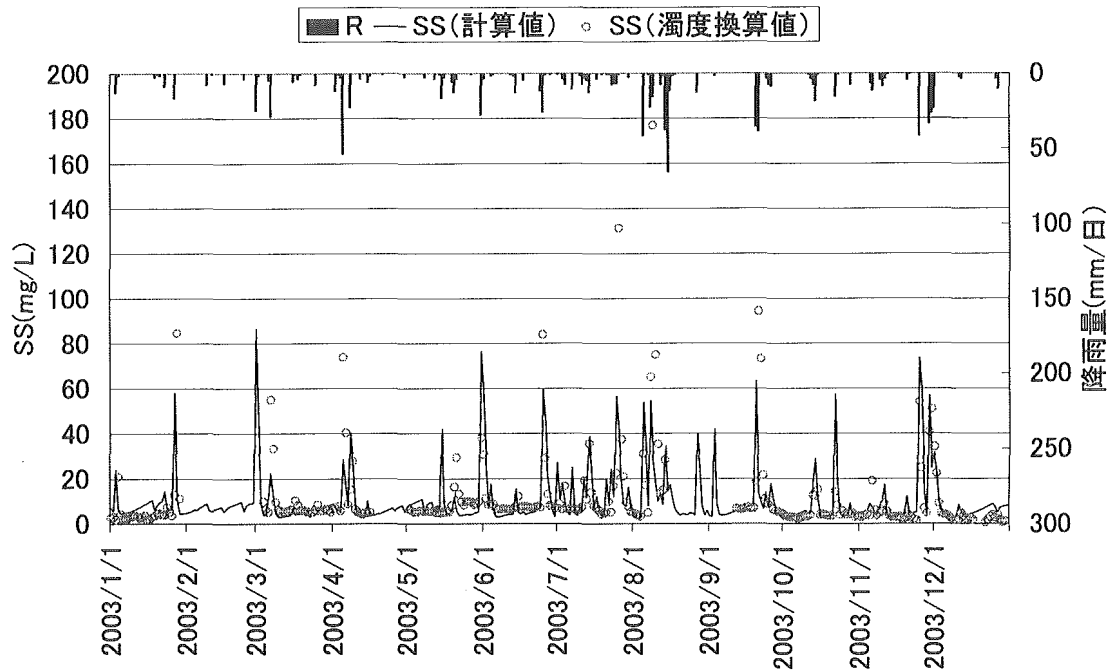


図-29 SS 計算結果

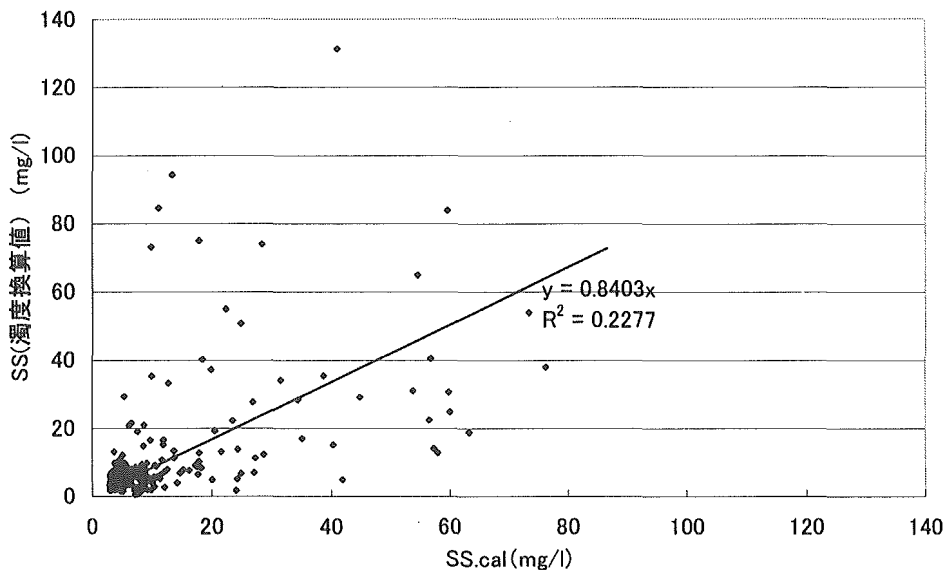


図-30 SS 計算値と濁度より SS に換算した値の比較

SS 流出負荷量について以下の図-31、表-18に示した。

モデル計算値では、日平均の流出負荷量が約 32,000kg/日であるのに対し、実測は約 62,000kg/日である。これは降雨量が 30mm/日を越える日、特に 6-9 月において、計算値と実測による値

の差が大きくなっているためである。

モデルで考慮している SS の汚濁源は点源排水と屋根・道路からの排水のみであり、降雨量が多い時期には他の汚濁源からも SS が流出しているためと考えられる。

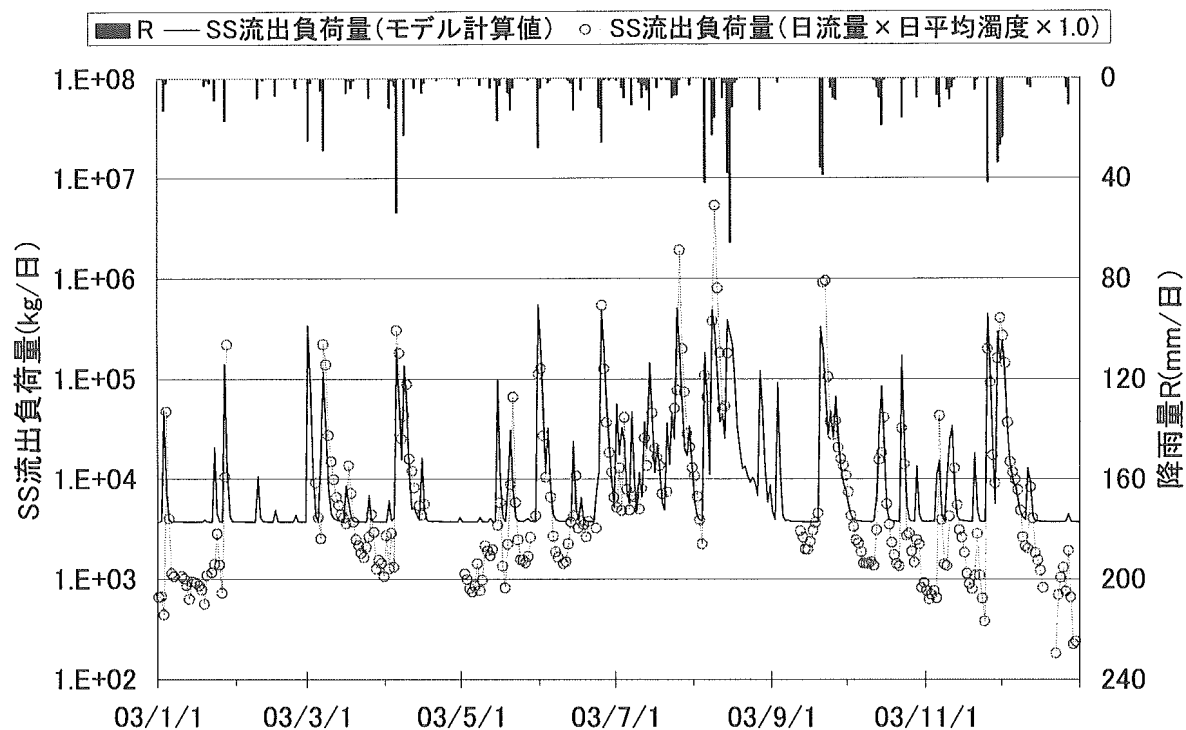


図-31 SS 流出負荷量のモデル計算値と日流量、日平均濁度による SS 流出負荷量

表-18 流出負荷量のモデル計算値と実測に基づく流出負荷量

	モデル計算値	日流量、日平均濁度による値	備考
日平均 SS 流出負荷量 (kg/日)	30,260	—	年間 365 日の平均値
	32,198	61,875	日流量、日平均濁度の有効データ数 265 個の平均
年間 SS 流出負荷量 (t/年)	11,044	—	

モデルを用いて、SS 流出負荷量の由来について以下の図-32に示した。

晴天時はほとんど点源由来の SS であり、降雨時には晴天時に堆積した点源由来の SS、および、面源由来の SS が SS 流出負荷量の構成要素となっている。

水道事業者にとっては、発生汚泥量予測、SS と同様の挙動を示す点源、または面源由来の物質についての水質分析計画の策定、原水水質の監視方法の確立などに利用することができると思われる。

水質分析計画の策定、原水水質の監視方法の確立については、まず特定の物質について原水水質の実態把握、およびSSとの関連性について把握することが重要である。

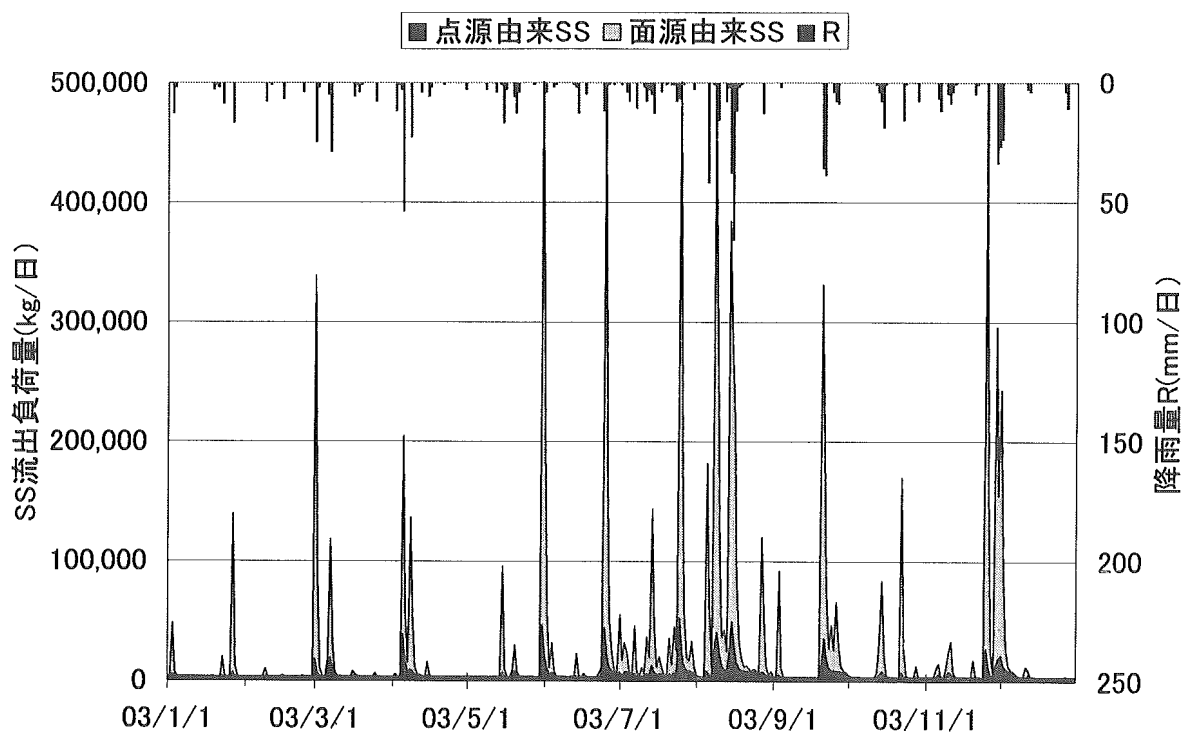


図-32 モデル計算値によるSS流出負荷量の由来

トリハロメタン生成能については、以下の方法により負荷量推定値の妥当性を検討した。

- (a)浄水場の原水トリハロメタン生成能測定値を整理する。
- (b)2003 年における各浄水場取水点の流量計算値から平水流量（大きい順に 185 番目）を整理する。（モデル計算値による流量設定）
- (c)原水水質（年間平均値）×低水流量(m³/s)×86,400(s)により流出負荷量(g/日)を算定する。
- (d)フレームより算定される負荷量推定値と平水時の流出負荷量から、流出率を算定する。

検討結果を表-19に示した。平成14年度においてトリハロメタン生成能のデータがある浄水場は、小岩井浄水場、本郷浄水場、両吾野浄水場、上吾野浄水場であり、算定される流出率は、0.46~0.56と低かった。

これは、図-17からわかるように、各浄水場に占める点源（生活系、事業場系、畜産系）の占める割合が30%~50%程度と低くなっているためと推察される。

表-19 トリハロメタン生成能の排出負荷量と流出率

	推定値					実測値						流出率(-)
	平成14年度 負荷量推定値(g/日)					平成14年度 浄水場の原水水質				流況	流出負荷量(kg/日)	
	生活系	事業場系	畜産系	面源系	計	データ数(個)	最大値(mg/l)	最小値(mg/l)	平均水質(mg/l)	平水流量(m ³ /s)	平均水質×平水流量	流出負荷量/負荷量推定値計
小岩井浄水場	1,392	159	6	1,793	3,350	2	0.015	0.012	0.014	1.472	1,781	0.53
本郷浄水場	2,157	195	10	2,175	4,537	2	0.014	0.014	0.014	1.707	2,065	0.46
鍵山浄水場	12,400	2,246	144	4,471	19,261	-	-	-	-	-	-	-
狭山第一浄水場	20,995	3,197	362	5,618	30,172	-	-	-	-	-	-	-
越生浄水場	197	15	0	343	555	-	-	-	-	-	-	-
金塚浄水場	1,253	57	18	310	1,638	-	-	-	-	-	-	-
和田浄水場	1,806	2,398	34	1,573	5,811	-	-	-	-	-	-	-
七重川浄水場	50	0	1	168	219	-	-	-	-	-	-	-
櫛平浄水場	18	0	0	63	81	-	-	-	-	-	-	-
両吾野浄水場	60	0	1	147	208	2	0.019	0.007	0.013	0.103	116	0.56
上吾野浄水場	36	0	1	84	121	2	0.015	0.006	0.011	0.061	58	0.48
菅間	84,159	42,546	1,007	29,406	157,118	-	-	-	-	-	-	-
入間大橋	86,728	44,659	1,137	35,220	167,744	-	-	-	-	-	-	-

- (5) ケーススタディー解析結果のとりまとめと情報管理の方向性
前節までのケーススタディー結果の取りまとめると以下となる。

地理情報システムを用いた汚濁源の把握について

- (a)種々の面的なデータ、および地理情報システムを用いて汚濁負荷量の集計を行い、取水点上流の流域内の汚濁負荷量の把握を行うことができる。水道事業者は、まず面的なデータ、地理情報システムを用いて汚濁源を把握することが重要である。
- (b)トリハロメタン生成能については、負荷量の推計結果がおおむね妥当であった。よって、トリハロメタン生成能についても GIS を活用し、汚濁源を把握していくことが可能と考えられる。
- (c)地理情報システムを用いた汚濁源の把握については、面的なデータの使用が欠かせないが、水道事業にとっては、そのデータの収集に多大な時間と人員がかかることが想定される。今後の展望として、これらの情報源を提供するだけでなく、情報そのものを即時に利用できる形で提供するサービスを行う機関の設立が期待される。

濁度解析について

- (a)時系列的な濁度解析を行うことにより、晴天時の平均的な SS および、降雨時における SS 上昇の傾向、降雨後の SS の低下の傾向が再現できる。
- (b)降雨量が 30mm/日を越えるときの予測値に課題が残るため、リアルタイムな濁度管理の目的で使用するには難がある。この場合は、他の方法（時系列予測方法、ニューラルネットワークなど）を用いることが適切と考えられる。
- (c)濁度解析モデルは、人口等のフレーム変化や、土地利用変動や下水道普及等の中・長期的な面的なデータの変動によりどのように水質が変わっていくか、または、発生汚泥量の推定に用いることができる。
- (d)今後の展望として、SS と同様の挙動を示す点源、または面源に由来する物質についての水質分析計画の策定方法（原水水質の監視方法）に利用していくことも必要と思われる。

研究成果の刊行に関する一覧表

研究成果の刊行に関する一覧表

1. 論文発表

- 1) 永礼英明, 藤井滋穂, 宗宮 功. 琵琶湖における窒素の水中内存在量と循環過程. 水環境学会誌, Vol.26, No.10, pp.663-669(2003).
- 2) 永礼英明, 藤井滋穂, 宗宮 功, 芹澤佐和子. 森林河川水質と集水域内地質・食性との関係の評価. 環境工学研究論文集, Vol.40, pp.501-506(2003).

2. 学会発表

- 1) 森 一晃, 国包章一, 津野 洋. 水道原水保全における地理情報システム (GIS) の活用. 第55回全国水道研究発表会, pp.118-119(2004).

研究成果の刊行物・別刷

(3-8) 水道原水保全における地理情報システム (GIS) の活用

○森 一晃(国立保健医療科学院) 国包 章一(国立保健医療科学院)
津野 洋(京都大学)

1. はじめに

流域の視点で、水循環の状態や管理のあり方を検討する試みが行われてきている。

流域内の多種多様な水に関する情報を統合化し、活用していくためには、地理情報システム (GIS) 機能の利用が有効と考えられる。

また、近年、河川の水質情報の一部が時間データとしてリアルタイムで利用可能となってきており、今後とも水環境情報ソースの拡充・強化が図られていくことが期待される。このため、新たに整備された流域環境情報を活用し、どのような取り組みが可能か水道の立場より種々検討することが重要と考えられる。

本稿においては、今後、水道の立場より流域の視点で GIS を用い、どのような取り組みが可能かの検討に資するためケーススタディとして汚濁濃度 (濁度) 予測を行ったので、その概要を紹介する。

2. 方法

(1) 対象流域及び対象物質

本研究ではケーススタディの対象流域を、埼玉県南部に位置する 1 級河川荒川水系入間川流域とした (図-1)。本流域末端の菅間地点において 2002 年 5 月より水質情報の一部が時間データとしてリアルタイムで公表されている。対象物質としては菅間地点での公表データの一つである濁度を選んだ。

濁度は浄水処理の基本的な水質指標であるとともに、流域内土地利用や工事状況とも関連する。また、降雨流出に伴う突発的な濁度の上昇の予測と対応は、水質リスク管理方法を検討する上からも示唆に富むと考えられる。

(2) 濁度予測

工場、事業場等の点源からの濁度負荷については、原単位法を用い推計した。面源からの降雨流出に伴う濁度負荷については表層タンクモデルからの流量と負荷量関係式から推定した。

調査時点では、菅間地点の 2002 年の日平均流量データが公表されていなかったため、公表されていた 1998 年から 2000 年の日平均流量データと雨量データを用い 4 層複合タンクモデルのパラメータ係数合わせを行った。高い相関性が得られたモデルパラメータを用い、2002 年の雨量から 2002 年の日平均流量を推定し、濁度予測を行った。

3. 結果と考察

雨量と流量の相関及び濁度予測結果の一部を図-2 及び図-3 に示す。

タンクモデルを用い、3 ヶ年間の雨量データと流量データのパラメータ係数合わせを行い 0.76~0.93 の相関係数が得られた。0.76 と相関係数の低い年間データには、上流ダムの放流等の雨量と関係しない流量による影響が考えられたので、以下の濁度予測には 0.93 の比較的高い相関係数が得られた 1998 年のモデルパラメータ値を用いることとした。

濁度予測については、菅間地点における水質情報の公表が 2002 年 5 月以降であったため、2002 年と 2003 年について、濁度の予測データと実測データの比較を行ったところ、相関関係は 0.35~0.41 であった。

濁度予測にあたり、さらに高い相関を求めるには降雨強度の予測式への反映方法や対象流域内の土木工事等による発生負荷量の把握を行う必要があると考えられる。