

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.767

November 2013

流量観測データを用いた河道閉塞（天然ダム形成）覚知に関する
データの整理・分析の手引き（案）

蒲原潤一
内田太郎
丹羽 諭

Manual on data analysis for detection of landslide dam occurrence using discharge data

Jun'ichi KAMBARA
Taro UCHIDA
Satoshi NIWA

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

流量観測データを用いた河道閉塞（天然ダム形成）覚知に関するデータの整理・分析の手引き（案）
蒲原潤一* 内田太郎** 丹羽 諭**

Manual on data analysis for detection of landslide dam occurrence using discharge data
Jun'ichi KAMBARA* Taro UCHIDA** Satoshi NIWA**

概要

河道閉塞（天然ダム）による被害を防止・軽減するために、河道閉塞（天然ダム）の発生を早期に覚知することが重要である。河道閉塞（天然ダム）が生じることにより、下流側では流量が急激に減少することが考えられる。そこで、本手引きでは、この流量の急激な現象を捉えることにより、河道閉塞（天然ダム）の形成を覚知するシステム・体制構築に資する流量データの解析手法について取りまとめた。

キーワード 河道閉塞（天然ダム）、流量観測、データ解析

Synopsis

To prevent and/or mitigate disaster due to landslide dam, early detection of landslide dam occurrence should be important. It can be thought that due to landslide dam occurrence, discharge rates at the downstream of landslide dam should decrease dramatically. So, here we showed methods of data analysis for detection of landslide dam occurrence using discharge data

Key Words; Landslide dam, Flow discharge observation, Data analysis

*危機管理技術研究センター 砂防研究室長 Head, Erosion and Sediment Control Division, Center for Disaster Risk Management

**危機管理技術研究センター 砂防研究室 Erosion and Sediment Control Division, Center for Disaster Risk Management

流量観測データを用いた河道閉塞（天然ダム形成）
覚知に関するデータの整理・分析の手引き（案）

平成 25 年 11 月

国土技術政策総合研究所砂防研究室

はじめに

深層崩壊や地すべりなど大規模土砂移動現象により生じた土石により河道閉塞（天然ダム）が生じた場合、速やかな対応が必要となる。速やかな対応を実施するにあたっては、河道閉塞の形成を早期に覚知し、その危険性を評価することが重要である。河川砂防技術基準（調査編）においても、

天然ダムの形成確認と災害の拡大の危険性に関する調査は、大規模な降雨又は地震後に速やかに、天然ダムの形成場所の特定や対策の必要性を評価するために行う。

とされている。

これまで、河道閉塞の形成確認は、ヘリコプター等による目視で行われることが一般的であった。しかしながら、範囲が広域になると確認に時間を要する場合がある。また、豪雨時には、ヘリコプターの飛行が困難になるなど、確認までに時間を要する場合もある。

これに対して、「雨量、流量、地盤振動等による大規模な土砂移動の統合監視」および「衛星画像による天然ダム発生箇所の推定」を組み合わせることで河道閉塞の形成を把握することが検討されてきている。特に、深層崩壊のおそれの高い地域では、監視体制を強化する必要がある。しかし、流量を用いた河道閉塞の形成覚知は可能であると考えられてきてはいるものの、

- (1) どのような流量変動が生じた場合、河道閉塞の形成とするかの判断基準
またはその設定手法
- (2) 監視に用いる流量観測箇所の選定方法

についての統一的な手法がなく、流量観測データを用いた河道閉塞の形成覚知・確認が行われているとは言い難い。そこで、国土技術政策総合研究所砂防研究室では、既存の流量データを用いて、上記の(1)、(2)に関する手法を示した「流量観測データを用いた河道閉塞（天然ダム形成）覚知に関するデータの整理・分析の手引き（案）」を取りまとめた。

以下に本手引きに関する参考文献を示す。

- ① 調査全般について
河川砂防技術基準（調査編）2012年
- ② 流量観測について
山地河道における流砂水文観測の手引き（国土技術政策総合研究所 砂防研究室、2012年）

③ 天然ダム形成確認に関する調査

(1) 雨量基準について

深層崩壊を引き起こした降雨の特徴（土木技術資料，Vol. 54，No. 11，pp. 32-35、2012年）

(2) 地盤振動による監視手法について

大規模土砂移動検知システムにおけるセンサー設置マニュアル（案）（独立行政法人土木研究所、2012年）

(3) 衛星画像による天然ダム発生箇所の推定について

単偏波 SAR 画像による河道閉塞箇所判読調査手法（案）（国土技術政策総合研究所 砂防研究室、2013年）

④ 深層崩壊のおそれのある地域の抽出について

深層崩壊推定頻度マップ（国土交通省水管理・国土保全局砂防計画課地震・火山砂防室、2012）

深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出マニュアル（案）、（独立行政法人土木研究所、2008年）

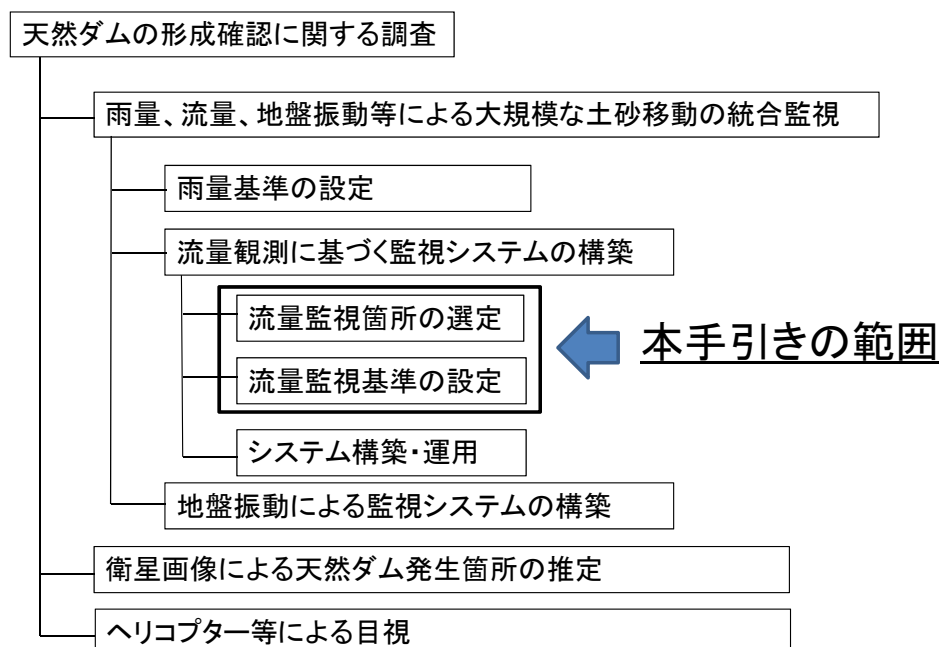


図 本手引きの位置づけ

流量観測データを用いた河道閉塞（天然ダム形成）覚知に関する

データの整理・分析の手引き（案）

目次

1. 共通事項	1
1.1 目的	1
1.2 対象流域と対象流量観測箇所	2
1.3 概要	3
1.3.1 本手引き（案）の想定	3
1.3.2 手法の基本的な考え方	7
1.3.3 分析フロー	10
2. 資料収集	12
3. 流量データ整理分析	13
3.1 整理・分析対象データの抽出	13
3.2 通常時（非河道閉塞形成時）の流量減少に関するデータ整理	14
3.3 通常時（非河道閉塞形成時）の流量増加に関するデータ整理	17
3.4 監視基準値の候補の設定	20
4. 監視可能区間の設定	21
4.1 限界距離の算出	21
4.2 限界面積の算出	28
4.2.1 流量定常または減水時における限界面積の算出	28
4.2.2 増水時における限界面積の算出	30
4.3 監視可能区間の設定	32
4.3.1 流量定常または減水時の監視可能区間の設定	32
4.3.2 増水時の監視可能区間の設定	37
5. 監視基準の設定	39
6. 検討結果の利活用	40
【参考文献】	41
【添付資料 1 用語集】	42
【添付資料 2 流量データにおける注意すべきデータの例】	44

1. 共通事項

1.1 目的

本手引きは、流量（水位）観測データを用いて、河道閉塞（天然ダム）の形成を覚知するシステム・体制構築に資する流量データの解析手法について取りまとめたものである。

【解説】

土塊が山地河道の流水を堰き止めること（河道閉塞）により、河道閉塞箇所から下流においては、流量が通常の出水時に比べて急激に減少する（例えば、千葉ら、2007；鈴木ら、2012）。このことから、河道閉塞箇所下流で生じる急激な流量低下を検知することで河道閉塞の発生を覚知することが可能と考えられる（図1参照）。

本手引きは、流量（水位）観測データを用いて河道閉塞（天然ダム形成）を覚知するシステム・体制の構築を目的とし、そのために必要な下記の項目について示したものである。

- ① 河道閉塞の可能性を判断する基準の設定に関するデータ整理・分析（3章）
- ② ある基準により、河道閉塞が覚知できる領域の算出に関するデータ整理・分析（4章）
- ③ ①、②に基づく、河道閉塞の可能性を判断する基準の設定方法（5章）

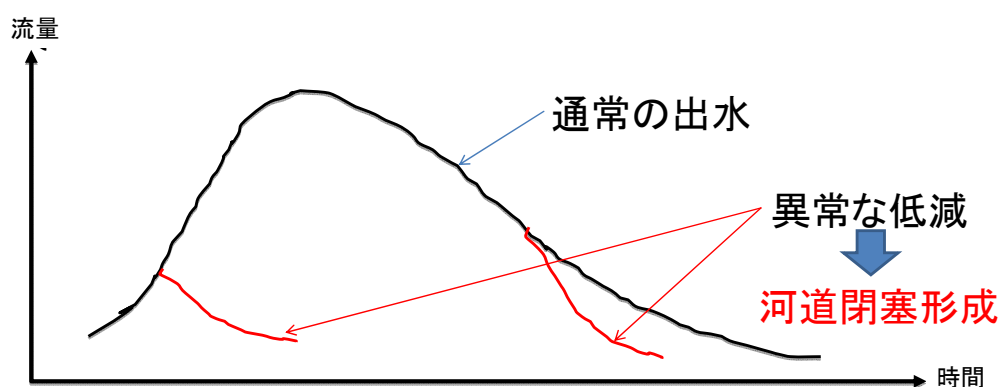


図1 河道閉塞形成の覚知のイメージ

1.2 対象流域と対象流量観測箇所

対象流域は、深層崩壊・河道閉塞の発生のおそれのある流域とする。

【解説】

深層崩壊・河道閉塞の発生のおそれのある流域の抽出に関しては、過去の深層崩壊・河道閉塞の発生実績および下記の資料が参照できる。

- ・ 深層崩壊推定頻度マップ
- ・ 深層崩壊跡地密度マップ
- ・ 深層崩壊に関する溪流（小流域）レベルの調査結果

検討対象とする流量観測箇所の設定にあたっては、流量観測箇所から距離が離れた地点では、河道閉塞の形成の覚知が困難となる可能性が高いため、なるべく深層崩壊のおそれの高い溪流（小流域）やおそれの高い地域に近い観測箇所を選ぶことが望ましい。特に、保全対象の位置も考え、河道閉塞が生じた場合に速やかに形成を覚知することが重要となるであろう区間より下流で当該区間に近い流量観測所を選ぶことが望ましい。

検討対象とする流量観測箇所は、観測箇所より上流に流況に顕著な影響を及ぼすような貯水池がない箇所とすることが望ましい。

1.3 概要

1.3.1 本手引き（案）の想定

本手引きでは、河道閉塞の形成にともない、それより下流域で急激な流量低下が生じることを想定し、その流量低下を検知することで河道閉塞の形成を覚知することを基本とする。

【解説】

本手引きにおいて、河道閉塞の形成にともなう河道閉塞箇所下流の流量変化は以下の想定に基づく。

- ① 河道閉塞形成にともない河道閉塞箇所より上流域からの流水は堰き止められるため、河道閉塞箇所より下流で急激な流量減少が生じる。
- ② 河道閉塞が増水時に生じた場合、定常に近い状態や減水時に生じた場合に比べて、流量減少の規模が小さくなる。
- ③ 河道閉塞箇所から下流に距離が離れるに従い、河道閉塞に伴う流量減少の程度が小さくなる（流量変化が緩やかになる）。

想定①において、土塊により堰き止められる流水は、河道閉塞箇所より上流域からの流水のみである。すなわち、河道閉塞箇所より下流で合流する支川の流水は河道閉塞の影響を受けないため、流量に変化は生じず、流量観測箇所に達する（図 2 参照）。

本手引きでは、

- ・ 比流量は流域内で一様である。
- ・ 河道閉塞形成により河道閉塞箇所より上流の流水は速やかに完全に堰き止められる。

と仮定する（4.2 参照）。これらの仮定に従うと、ある流量観測点における河道閉塞にともなう流量減少の程度は、河道閉塞箇所上流の流域面積と流量観測箇所の流域面積の割合で決まる（図 2 参照）。すなわち、流量観測箇所の流域面積に比べて、河道閉塞箇所上流の流域面積が大きい場合は、流量減少の規模も大きくなり、検知しやすくなる（図 2 の流量観測所 A および B）。一方で、流量観測箇所の流域面積に比べて、河道閉塞箇所上流の流域面積が小さい場合は、流量減少の規模も小さく、通常時（非河道閉塞形成時）の流量減少と同規模かそれ以下になり、河道閉塞の検知が困難であると考えられる（図 2 の流量観測所 C）。

そこで、本手引きでは、通常時（非河道閉塞形成時）の流量減少の規模を把握し（3.2 参照）、河道閉塞が生じた場合に上流側の流域面積が十分に大きく、通常

時（非河道閉塞形成時）の減少を上回るような流量減少が生じることが予想される区間を河道閉塞の監視が可能な区間と考える（4.2.1 参照）。

想定②において、降雨の前半など流量が増加傾向にあるときに河道閉塞が形成された場合、河道閉塞直下で流量が急激に減少したとしても、河道閉塞箇所より下流で合流する支川からの流入流量は増加するため、流量減少の規模が小さくなると予想される（図 3 参照）。すなわち、河道閉塞箇所より上流の流域面積が大きい場合であっても、増水時に河道閉塞が生じると、定常に近い状態や減水時には、河道閉塞の形成が覚知可能であっても、河道閉塞形成が覚知できない区間があると考えられる。

そこで、本手引きでは、増水時の流量増加の程度を把握し（3.3 参照）、増水時であっても、通常時の減少を上回るような流量減少が生じることが予想される区間を河道閉塞の監視が可能な区間と考える（4.2.2 参照）。

想定③において、土塊が山地河道の流水を堰き止めることにより、河道閉塞直下では流量が急激に減少した場合であっても、流下するに従い流量の減少が緩やかになると考えられる（図 4 参照）。

本手引きでは、河道閉塞直下流では流量は瞬時に 0 となると仮定した上で、流下にとともなう流量減少が緩やかになることを考慮する。すなわち、河道閉塞箇所から下流側に離れた地点では、流量減少が通常時の流量減少と同程度かそれ以下になり、河道閉塞の覚知が困難になると考えられる（図 4 の流量観測箇所 C）。

そこで、本手引きでは、河道閉塞の形成による急激な流量減少が緩やかにならず伝搬する区間を河道閉塞の形成を監視することが可能な区間と考える（4.1 参照）。

なお、本手引きの用語を「添付資料 1」にまとめる。

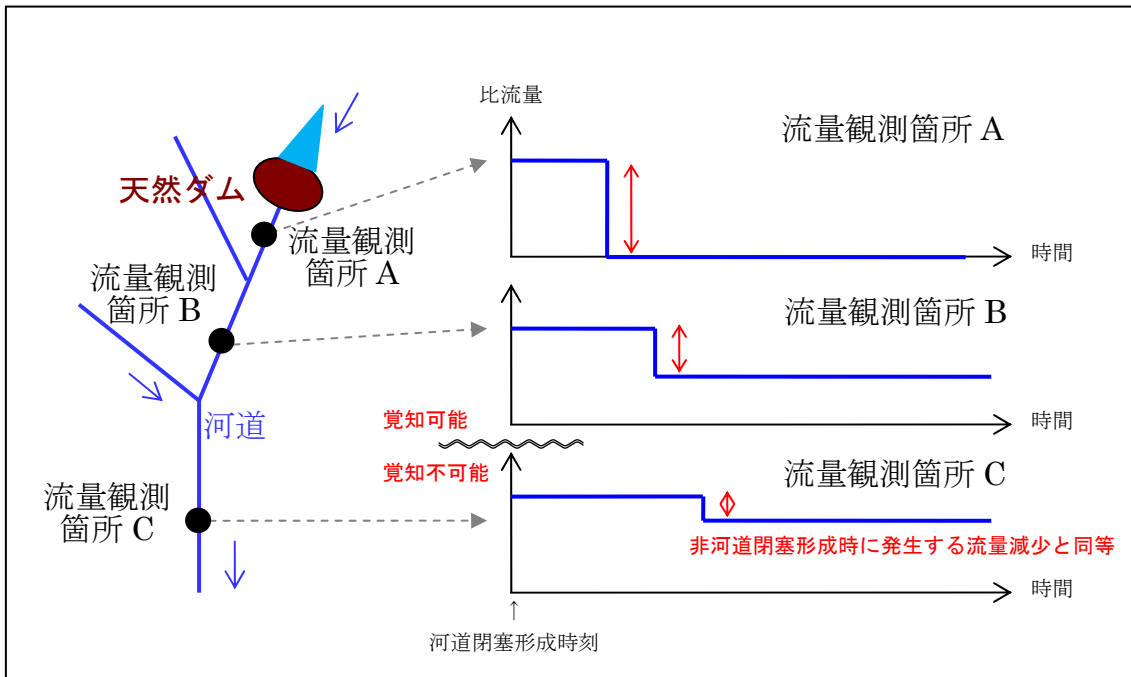


図 2 河道閉塞形成の下流で生じる急激な流量減少のイメージ (流量定常時)

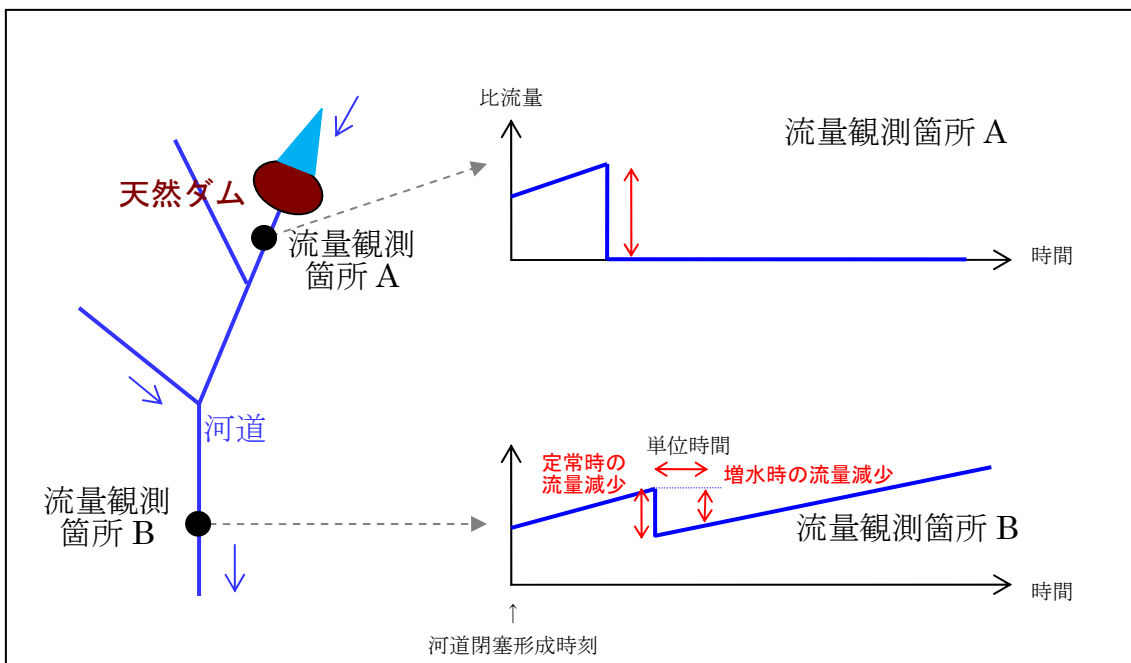


図 3 河道閉塞形成の下流で生じる急激な流量減少のイメージ (増水時)

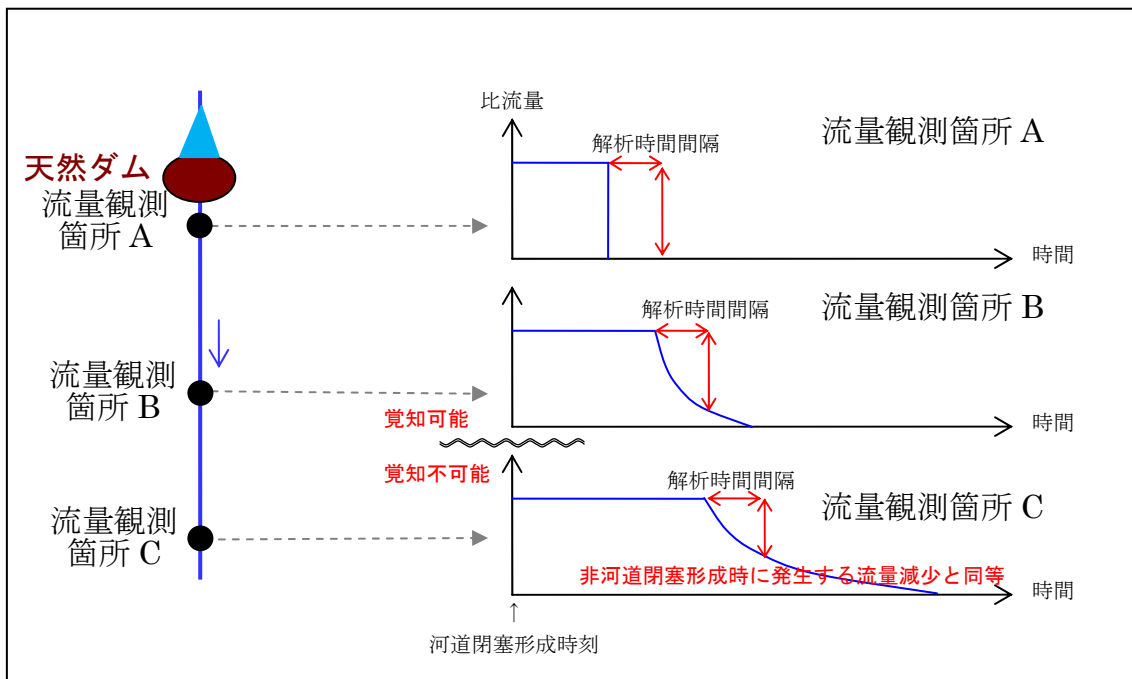


図 4 流下に伴う流量減少が緩やかになるイメージ

1.3.2 手法の基本的な考え方

本手引きでは、見逃しおよび空振りが少なくなるように、河道閉塞が形成したおそれが高いと判断する基準を設定する。

【解説】

河道閉塞の形成を覚知するための監視において重要な要素は、

- ・できるだけ、災害につながるような河道閉塞の見逃しを少なくする。
- ・できるだけ、空振り（誤検知）を少なくする。

ことである。

1点目の河道閉塞の見逃し（巻末の用語集参照）については、対象流量観測箇所
の流量変化により河道閉塞の形成が覚知できる「①監視可能区間」の範囲で評価
する。よって、河道閉塞の形成のおそれが高い区間、河道閉塞が形成した場合
に土砂の直撃による被害や湛水被害が生じるおそれのある区間ができるだけ包含
されるように監視可能区間を設定する。

一方、2点目の空振りについては、河道閉塞が形成していないにも関わらず、河
道閉塞形成時に生じると想定される流量変化と同様な変化が生じる年間の流量回
数を「②空振り頻度」として評価する。

本手引きでは、河道閉塞形成のおそれが高いと判断する基準として、対象流量
観測所における下記の 1)～3)を設定する。その際、①監視可能区間、②空振り頻
度を評価指標として 1)～3)の値と組み合わせを決定する。

- | | |
|-----------|-------------------------------------|
| 1) 監視基準値 | 河道閉塞の形成と判断する流量減少率（流量減少率の設定は、3.2 参照） |
| 2) 解析時間間隔 | 流量減少率を算出する際の時間間隔 |
| 3) 下限流量 | 監視を実施する流量の下限値 |

図 5 に、①、②の評価指標と 1)～3)の設定項目の関係を示した。

また、監視可能区間の算出にあたり、下記の「限界面積」、「限界距離」2項目を
評価する。その上で、当該地点の集水面積が限界面積より大きく、流量観測所か
らの距離が限界距離以内の区間を監視可能区間として評価する。

限界面積 十分な流量低下（監視基準値を上回る流量低下）が生じ、河道閉塞

形成の覚知が可能となる区間の集水面積の最小値。限界面積より、集水面積が小さい区間における河道閉塞の形成覚知は困難であり、監視可能区間から除外する（図 6 参照）。限界面積は減水時と増水時では異なり、減水時の方が増水時に比べて小さくなる。

限界距離 河道閉塞による流量減少の程度が緩やかになり、解析時間間隔内に十分な流量減少が生じなくなると考えられる流量観測箇所からの距離。流量観測箇所から限界距離以上離れた河道区間における河道閉塞の形成覚知は困難であり、監視可能区間から除外する（図 7 参照）。

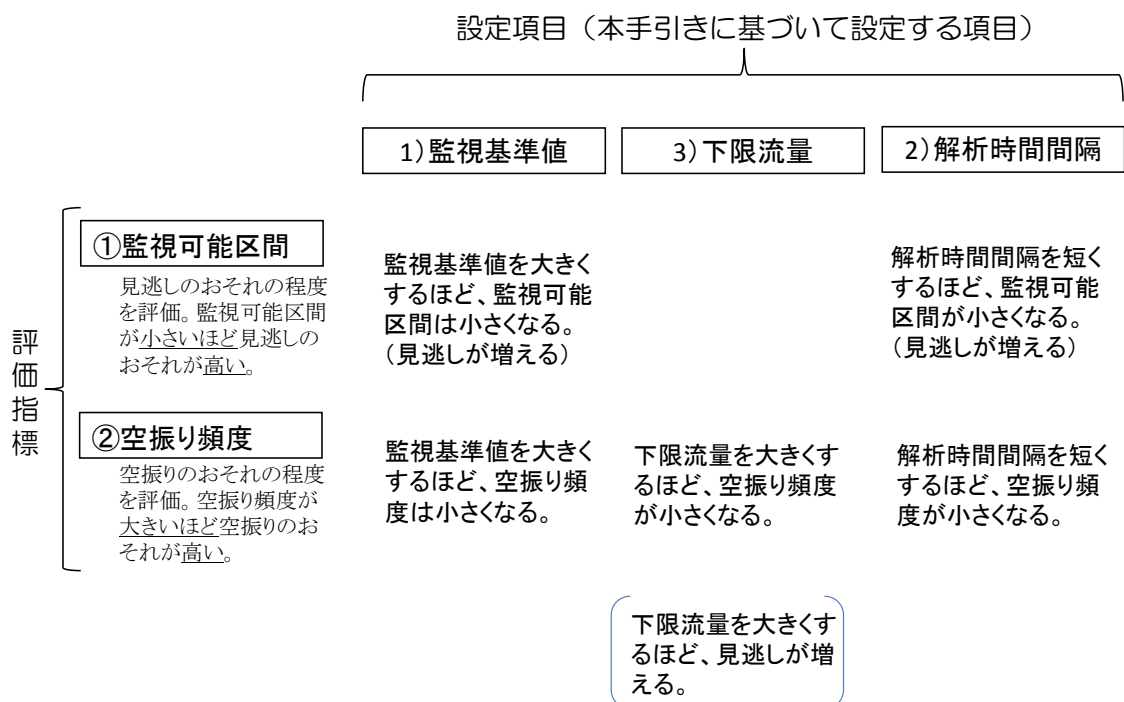


図 5 評価指標と設定項目の関係

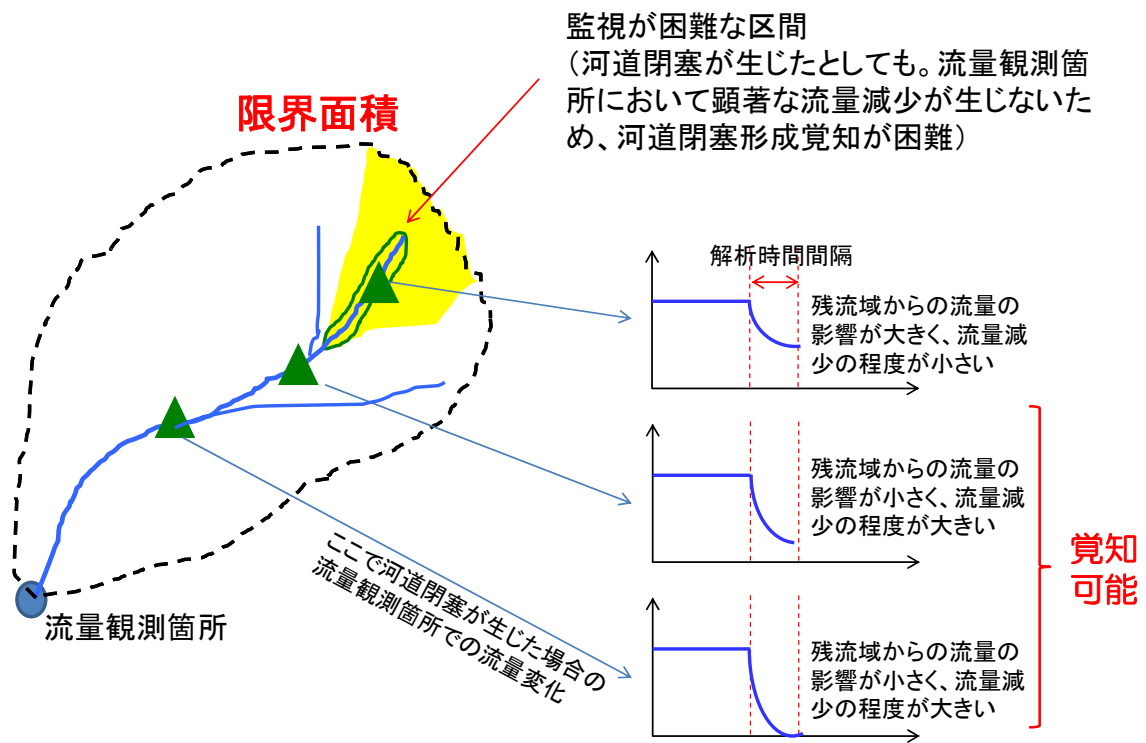


図 6 限界面積の概念図

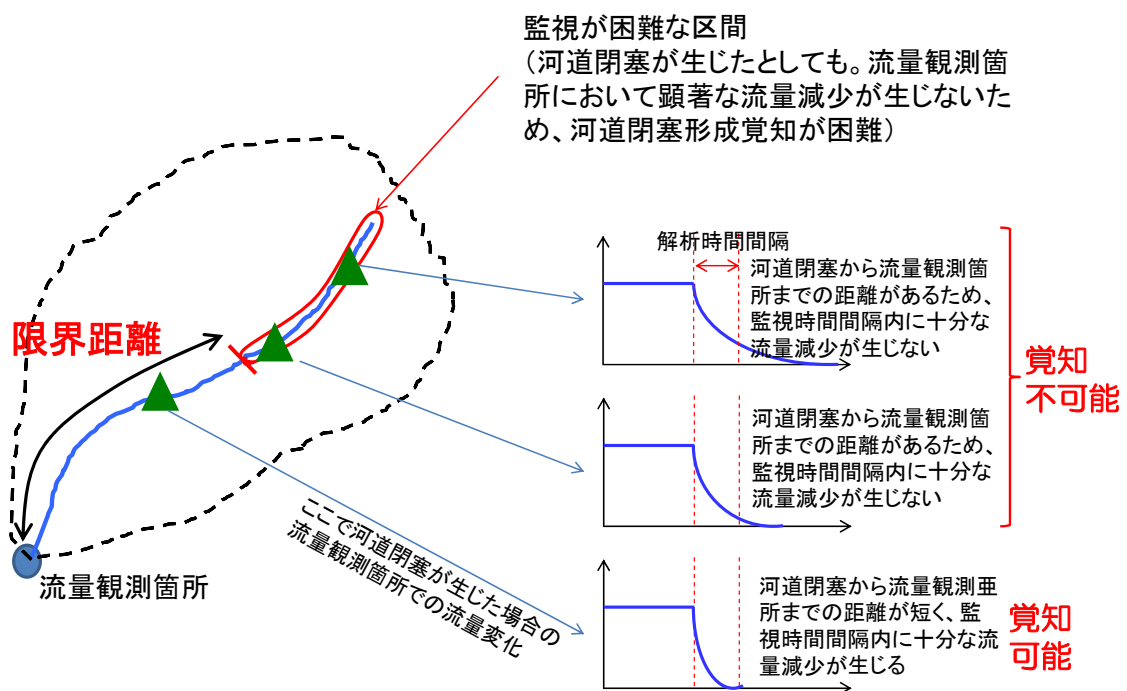


図 7 限界距離の概念図

1.3.3 分析フロー

「資料収集」、「流量データの整理」、「監視可能区間の算出」により、河道閉塞に対する監視基準（監視基準値、解析時間間隔、下限流量）を設定する。

【解説】

河道閉塞に対する監視可能区間を分析フロー図（図 8）に基づき分析する。

○資料収集（2章）

検討対象の流量観測箇所の流量データ等を収集する。

○流量データの整理（3章）

はじめに、3.1において、整理分析対象データを抽出する。次に、整理分析対象データを用いて、3.2において、通常時（非河道閉塞形成時）の流量減少率と出現回数との関係、3.3において、通常時（非河道閉塞形成時）の流量増加率と出現回数との関係を把握する。そして、3.2の整理結果を元に監視基準値、解析時間間隔、下限流量と空振り頻度の関係を把握し、3.4において、下限流量と解析時間間隔ごとに、監視基準値の候補を「空振りの程度」の観点から設定する。

○監視可能区間の算出（4章）

3.4で設定した監視基準値の候補に対して、監視可能区間を算出する（見逃しのおそれの程度を評価する）。はじめに4.1において限界距離を、4.2において限界面積を算出する。次に4.3において、限界面積と限界距離から監視可能区間を設定する。ここでは、3.3で求めた流量増加率と出現回数との関係を元に、増水時の監視可能区間についても設定する。

○監視基準の設定（5章）

3章、4章の検討を元に、①見逃しのおそれ（監視可能区間）、②空振りのおそれ（空振り頻度）の観点から、監視基準（監視基準値、解析時間間隔、下限流量）を設定する。

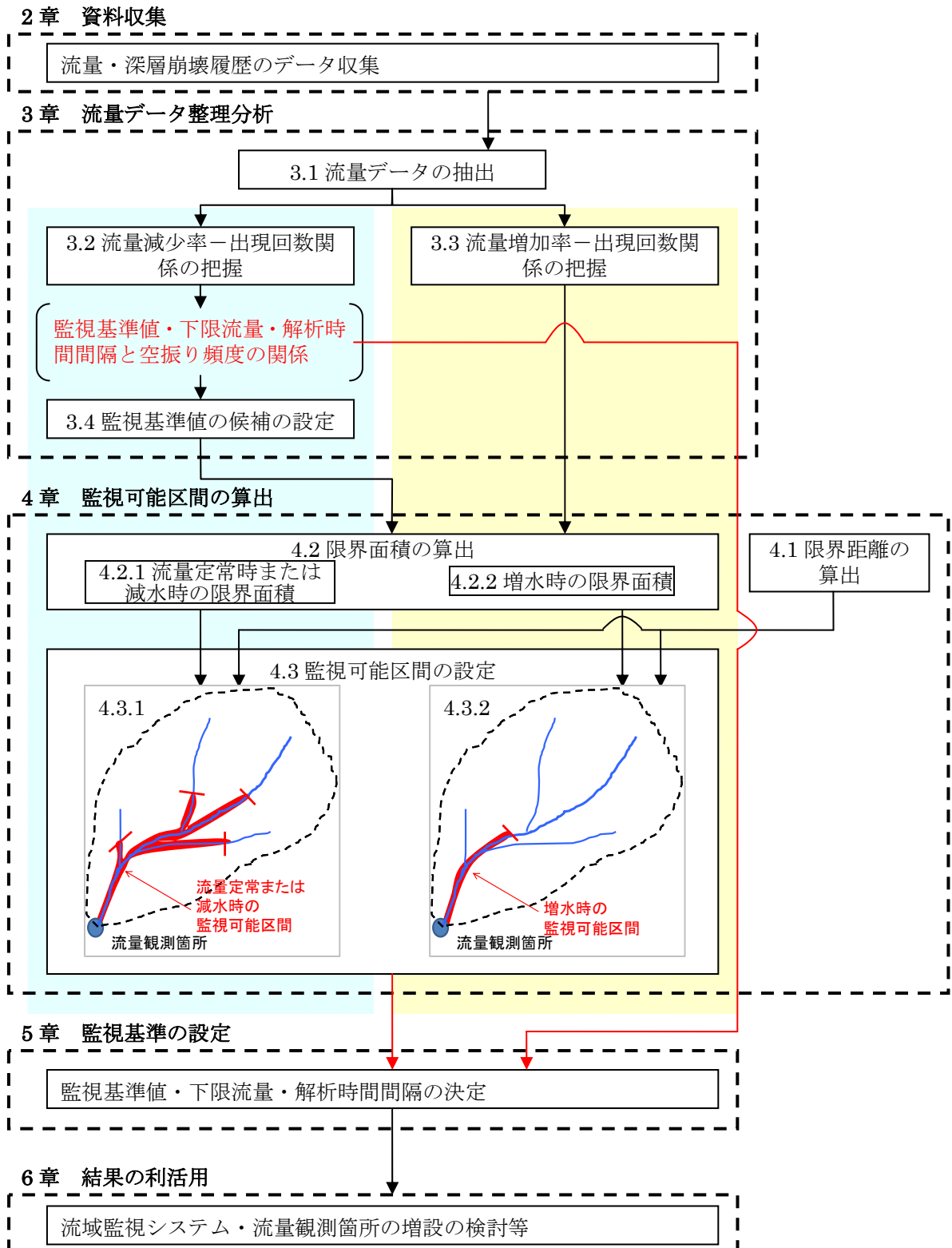


図 8 分析フロー図

2. 資料収集

本分析に必要となる以下の資料を収集する。

- ① 対象流域内の観測所における水位・流量観測データ
- ② 対象流域内の深層崩壊履歴に関する情報・データ

【解説】

① 対象流域内の観測所における水位・流量観測データ

流量観測データについては、観測開始以降全ての下記データを収集することを基本とする。

- ・ 異常値が除去されていない、かつ、流量値の補正がかけられていない流量観測生データ（以降、生データ）
- ・ 異常値の除去、および、補正がされたあとの流量観測データ（以降、補正データ）

データ取得間隔は最長でも 1 時間とし、10 分間隔のデータが得られる場合は、10 分間隔のデータについても収集する。流量の算出されていない水位観測所については、流速の計測を行うなどし、水位情報から流量情報に変換するものとする。

② 対象流域内の深層崩壊履歴に関する情報・データ

深層崩壊履歴に関する情報・データについては、基本的に水位・流量観測期間の情報・データを対象に収集するものとする。また、河道閉塞の形成の有無に関する情報がある場合は、河道閉塞の形成の有無に関する情報も収集する。

3. 流量データ整理分析

3.1 整理・分析対象データの抽出

本章のデータ整理分析には、流域内において河道閉塞が生じた時期以外の流量データを用いる。

【解説】

本章では、河道閉塞が生じていない通常時に流量がどの程度増加するか、または、どの程度減少するかを把握する目的で、データの整理分析を行う。このため、対象流域内の深層崩壊履歴に関する情報・データをもとに、

- ・ 河道閉塞の形成により流量の減少を観測したデータ
- ・ 河道閉塞箇所の決壊による洪水データ
- ・ 河道閉塞の影響を受けている可能性があるデータ

については整理・分析対象から除外する。

生データと補正データの両方が入手可能な場合は、いずれのデータを用いても良いが、以下の点に留意する。

- ・ 次節以降の解析を補正データを用いておこない、監視基準値等を設定した場合、機械的に除去できない異常値などにより、河道閉塞形成として誤った検知がなされる可能性が考えられる。そのため、実際に運用した場合の空振り頻度が当初想定される空振り頻度より、大きくなるおそれがある。
- ・ 次節以降の解析を補正データを用いておこない、監視基準値等を設定した場合、容易に除去できる異常値も含めた解析となる。

3.2 通常時（非河道閉塞形成時）の流量減少に関するデータ整理

検討対象の流量観測箇所において、河道閉塞が生じていない時期における流量の減少規模と出現回数の関係を把握するために流量データを整理・分析する。

【解説】

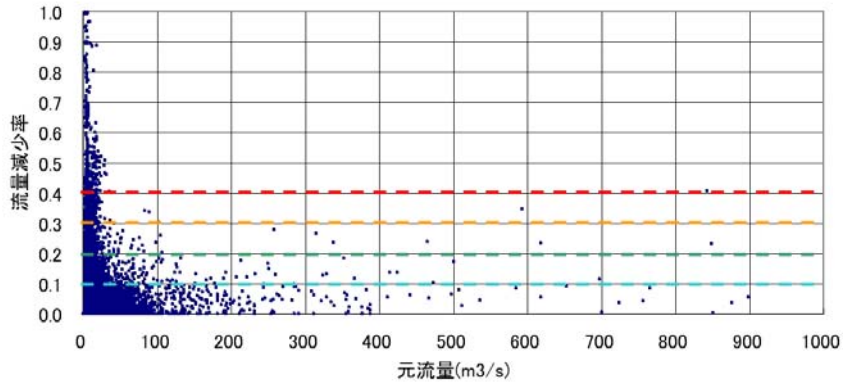
本手引きでは、流量減少の規模をある解析時間間隔（ Δt ）における流量減少の程度「解析時間間隔あたりの流量減少率 ΔQf 」（以下、単に「流量減少率」と呼ぶ）とし評価する。流量減少率は、当該時刻の流量（以下、「現況流量（ Q_{t1} ）」と呼ぶ）と解析時間間隔前の流量（以下、「元流量（ $Q_{t1-\Delta t}$ ）」と呼ぶ）から、次式により算出する。

$$\Delta Qf = \frac{Q_{t1-\Delta t} - Q_{t1}}{Q_{t1-\Delta t}} \quad (\text{数式 1})$$

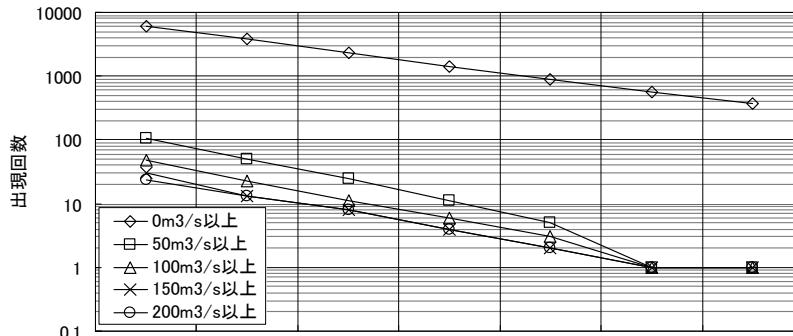
解析時間間隔（ Δt ）は 60 分を基本とし、10 分間隔の流量データの取得が可能な場合は、解析時間間隔（ Δt ）を 10 分、30 分、60 分とした場合（計 3 ケース）の流量減少率を算出する。10 分間隔のデータを用いて、解析時間間隔（ Δt ）が 30 分、60 分の流量減少率を求める際には、10 分間隔の全データに対して、30 分前または 60 分前のデータを元流量の値として、流量減少率を算出する。

整理は次の手順で行う。

- ① はじめに、流量減少率と元流量の関係を整理する（図 9a 参照）。
- ② 次に、流量減少率ごと（例えば、0.1 未満、0.2 未満、0.3 未満、0.4 未満、0.4 以上）の出現回数を算出する。算出にあたっては、元流量別（例えば、0 m³/s 以上、50 m³/s 以上、100 m³/s 以上、150 m³/s 以上、200 m³/s 以上）に整理する（図 9b 参照）。
- ③ その上で、元流量別の各流量減少率の 1 年間あたりの出現回数（空振り頻度）を整理する（図 9c、図 10 参照）。

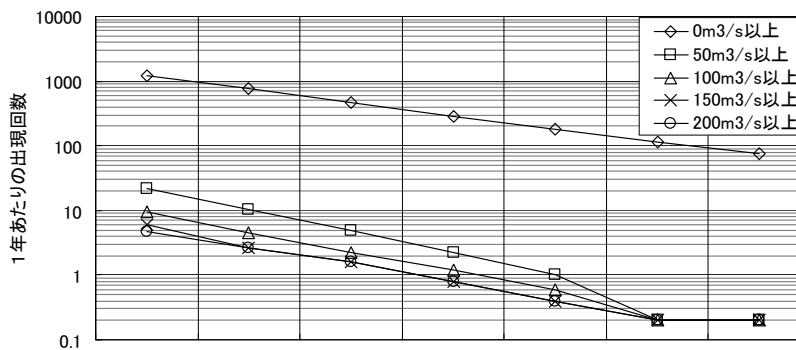


(a)元流量と流量減少率の関係



元流量	減少率 0.1以上	減少率 0.15以上	減少率 0.2以上	減少率 0.25以上	減少率 0.3以上	減少率 0.35以上	減少率 0.4以上
0m³/s以上	5999	3773	2356	1437	906	569	373
50m³/s以上	107	51	25	11	5	1	1
100m³/s以上	48	23	11	6	3	1	1
150m³/s以上	30	13	8	4	2	1	1
200m³/s以上	24	13	8	4	2	1	1

(b)元流量と流量減少率における出現回数



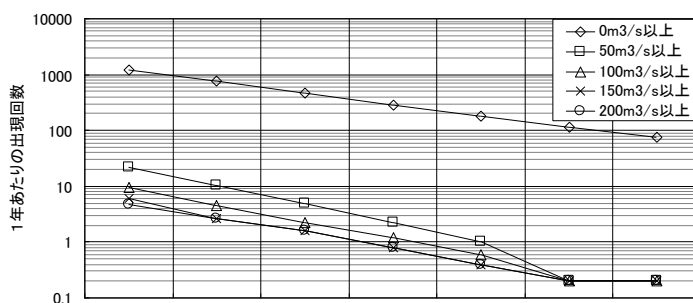
元流量	減少率 0.1以上	減少率 0.15以上	減少率 0.2以上	減少率 0.25以上	減少率 0.3以上	減少率 0.35以上	減少率 0.4以上
0m³/s以上	1199.8	754.6	471.2	287.4	181.2	113.8	74.6
50m³/s以上	21.4	10.2	5.0	2.2	1.0	0.2	0.2
100m³/s以上	9.6	4.6	2.2	1.2	0.6	0.2	0.2
150m³/s以上	6.0	2.6	1.6	0.8	0.4	0.2	0.2
200m³/s以上	4.8	2.6	1.6	0.8	0.4	0.2	0.2

(c)1年間あたりの出現回数

図9 解析時間間隔1時間あたりの流量減少率整理イメージ

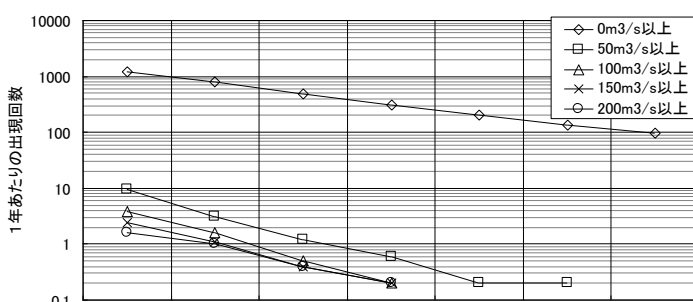
凡例 (セルの色)
 1年あたりの出現回数が

- : 3回より多い
- : 1回より多く3回以下
- : 0.5回より多く1回以下
- : 0.5回以下



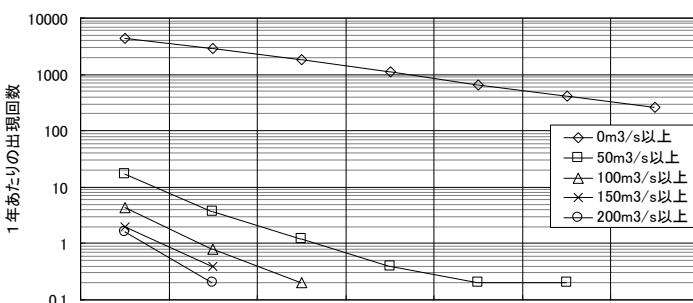
元流量	減少率 0.1以上	減少率 0.15以上	減少率 0.2以上	減少率 0.25以上	減少率 0.3以上	減少率 0.35以上	減少率 0.4以上
0m ³ /s以上	1199.8	754.6	471.2	287.4	181.2	113.8	74.6
50m ³ /s以上	21.4	10.2	5.0	2.2	1.0	0.2	0.2
100m ³ /s以上	9.6	4.6	2.2	1.2	0.6	0.2	0.2
150m ³ /s以上	6.0	2.6	1.6	0.8	0.4	0.2	0.2
200m ³ /s以上	4.8	2.6	1.6	0.8	0.4	0.2	0.2

(a)解析時間間隔 60分の1年間あたりの出現回数イメージ
 (図9(c)の再掲)



元流量	減少率 0.1以上	減少率 0.15以上	減少率 0.2以上	減少率 0.25以上	減少率 0.3以上	減少率 0.35以上	減少率 0.4以上
0m ³ /s以上	1195.2	790.2	492.9	314.9	204.7	135.6	94.9
50m ³ /s以上	9.4	3.1	1.2	0.6	0.2	0.2	0.0
100m ³ /s以上	3.8	1.6	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0
150m ³ /s以上	2.4	1.1	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0
200m ³ /s以上	1.6	1.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0

(b)解析時間間隔 30分の1年間あたりの出現回数イメージ



元流量	減少率 0.1以上	減少率 0.15以上	減少率 0.2以上	減少率 0.25以上	減少率 0.3以上	減少率 0.35以上	減少率 0.4以上
0m ³ /s以上	4431.4	2943.4	1820.0	1107.2	655.8	404.0	263.8
50m ³ /s以上	16.8	3.6	1.2	0.4	0.2	0.2	0.0
100m ³ /s以上	4.4	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
150m ³ /s以上	2.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200m ³ /s以上	1.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

(c)解析時間間隔 10分の1年間あたりの出現回数イメージ

図10 解析時間間隔による流量減少率の出現回数の変化

3.3 通常時（非河道閉塞形成時）の流量増加に関するデータ整理

検討対象の流量観測箇所において、河道閉塞が生じていない時期における流量の増加規模と出現回数の関係を把握するために流量データを整理・分析する。

【解説】

本手引きでは、流量増加の規模をある解析時間間隔（ Δt ）における流量増加の程度を「解析時間間隔あたりの流量増加率 ΔQ_r 」（以下、単に「流量増加率」と呼ぶ）と表わし、現況流量（ Q_{t1} ）と元流量（ $Q_{t1-\Delta t}$ ）から次式により算出する。

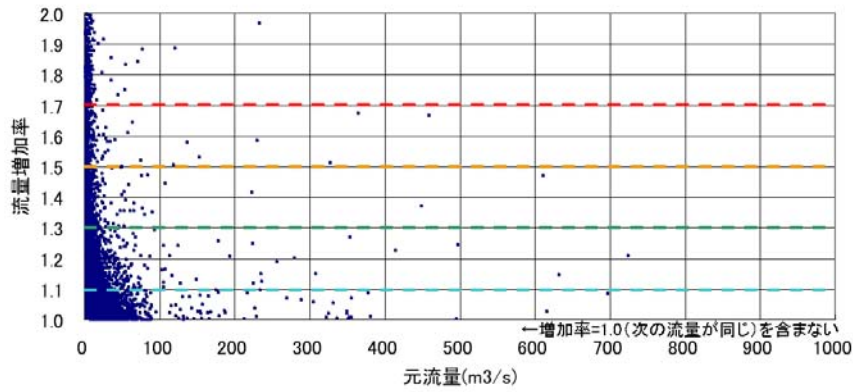
$$\Delta Q_r = \frac{Q_{t1}}{Q_{t1-\Delta t}} \quad (\text{数式 2})$$

流量増加率は、流量変化がないとき 1 となり、流量増加の程度が大きいほど 1 より大きい値を取る。なお、前項で定義した流量減少率は、流量変化がないときゼロとなり、流量減少の程度が大きいほど 0~1 の範囲で大きい値となる指標であり、両者の定義が異なることに留意する。

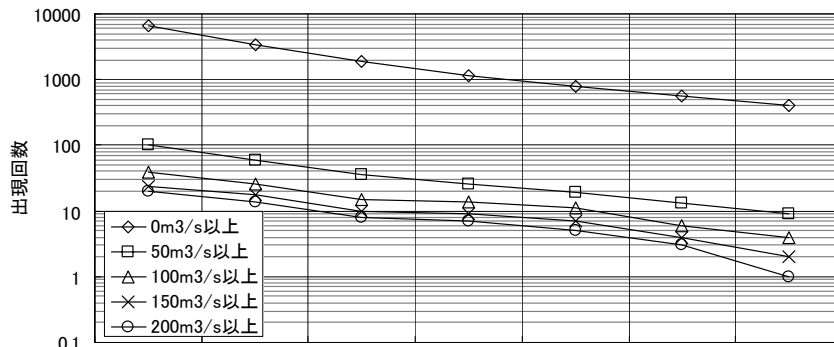
解析時間間隔（ Δt ）は 1 時間を基本とし、10 分間隔の流量データの取得が可能な場合は、解析時間間隔（ Δt ）を 10 分、30 分、60 分とした場合（計 3 ケース）の流量増加率を算出する。10 分間隔のデータを用いて、解析時間間隔（ Δt ）を 30 分、60 分とした場合の流量増加率を求める際には、10 分間隔の全データに対して、30 分前または 60 分前のデータを元流量の値として、流量増加率を算出する。

整理は次の手順で行う。

- ① はじめに、流量増加率と元流量の関係を整理する（図 11a 参照）。
- ② 次に、流量増加率ごと（例えば、1.1 以上、1.2 以上、1.3 以上、1.4 以上、1.5 以上、1.6 以上、1.7 以上）の出現回数を算出する。算出にあたっては、元流量別（例えば、0 m³/s 以上、50 m³/s 以上、100 m³/s 以上、150 m³/s 以上、200 m³/s 以上）に整理する（図 11b 参照）。
- ③ その上で、元流量別の各流量増加率の 1 年間あたりの出現回数を整理する（図 11c、図 12 参照）。

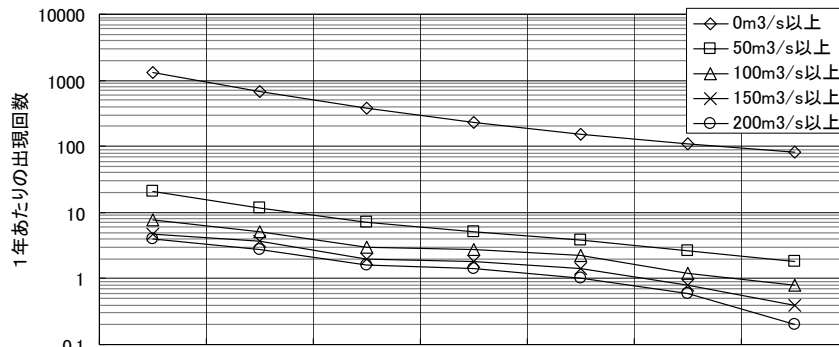


(a)元流量と流量増加率の関係



元流量	増加率 1.1以上	増加率 1.2以上	増加率 1.3以上	増加率 1.4以上	増加率 1.5以上	増加率 1.6以上	増加率 1.7以上
0m³/s以上	6705	3431	1897	1159	775	559	409
50m³/s以上	103	58	36	26	19	13	9
100m³/s以上	39	26	15	14	11	6	4
150m³/s以上	24	18	10	9	7	4	2
200m³/s以上	20	14	8	7	5	3	1

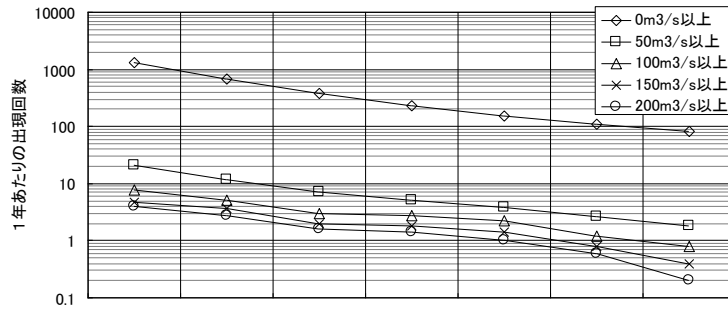
(b)元流量と流量増加率における出現回数



元流量	増加率 1.1以上	増加率 1.2以上	増加率 1.3以上	増加率 1.4以上	増加率 1.5以上	増加率 1.6以上	増加率 1.7以上
0m³/s以上	1341.0	686.2	379.4	231.8	155.0	111.8	81.8
50m³/s以上	20.6	11.6	7.2	5.2	3.8	2.6	1.8
100m³/s以上	7.8	5.2	3.0	2.8	2.2	1.2	0.8
150m³/s以上	4.8	3.6	2.0	1.8	1.4	0.8	0.4
200m³/s以上	4.0	2.8	1.6	1.4	1.0	0.6	0.2

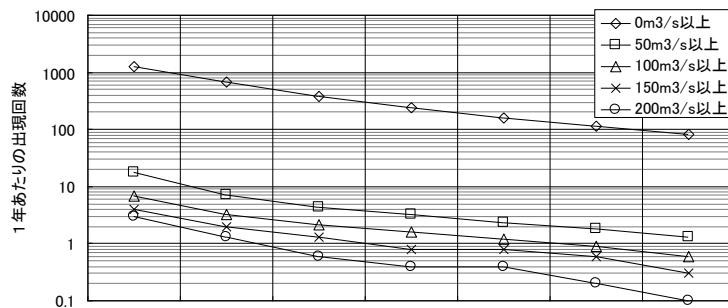
(c)1年間あたりの出現回数

図 11 解析時間間隔 1 時間あたりの流量増加率整理イメージ



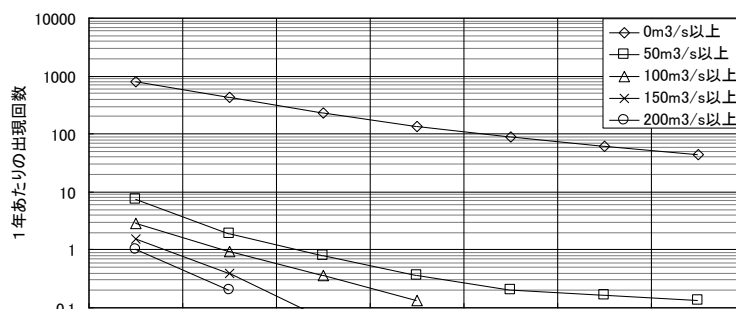
元流量	増加率 1.1以上	増加率 1.2以上	増加率 1.3以上	増加率 1.4以上	増加率 1.5以上	増加率 1.6以上	増加率 1.7以上
0m3/s以上	1341.0	686.2	379.4	231.8	155.0	111.8	81.8
50m3/s以上	20.6	11.6	7.2	5.2	3.8	2.6	1.8
100m3/s以上	7.8	5.2	3.0	2.8	2.2	1.2	0.8
150m3/s以上	4.8	3.6	2.0	1.8	1.4	0.8	0.4
200m3/s以上	4.0	2.8	1.6	1.4	1.0	0.6	0.2

(a)単位時間 60 分当たりの 1 年間あたりの出現回数イメージ
(図 11(c)の再掲)



元流量	増加率 1.1以上	増加率 1.2以上	増加率 1.3以上	増加率 1.4以上	増加率 1.5以上	増加率 1.6以上	増加率 1.7以上
0m3/s以上	1279.9	677.8	380.8	236.0	160.4	112.9	83.1
50m3/s以上	17.6	7.1	4.3	3.2	2.3	1.8	1.3
100m3/s以上	6.8	3.3	2.1	1.6	1.2	0.9	0.6
150m3/s以上	4.0	2.0	1.3	0.8	0.8	0.6	0.3
200m3/s以上	3.0	1.3	0.6	0.4	0.4	0.2	0.1

(b)単位時間 30 分当たりの 1 年間あたりの出現回数イメージ



元流量	増加率 1.1以上	増加率 1.2以上	増加率 1.3以上	増加率 1.4以上	増加率 1.5以上	増加率 1.6以上	増加率 1.7以上
0m3/s以上	795.4	424.6	235.1	137.5	88.0	60.8	44.4
50m3/s以上	7.6	1.9	0.8	0.4	0.2	0.2	0.1
100m3/s以上	2.9	0.9	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0
150m3/s以上	1.5	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
200m3/s以上	1.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

(c)単位時間 10 分当たりの 1 年間あたりの出現回数イメージ

図 12 解析時間間隔による流量増加率の出現回数の変化

3.4 監視基準値の候補の設定

流量減少率の整理結果をもとに、監視基準値の候補を設定する。

【解説】

本節では、河道閉塞の形成と判断する流量減少率を暫定的に決定する。河道閉塞の形成と判断する流量減少率を「監視基準値」と呼び、監視基準値を上回る規模の流量減少が生じた場合において、河道閉塞が生じたおそれがあると判断する。

監視基準値は、3.2 で検討した流量減少率の1年間あたりの出現回数を元に設定する。ここで、監視基準値をある流量減少率とした場合、当該流量減少率の1年間あたりの出現回数は、「1年間あたりの空振り回数」と見なすことができる。

監視基準値の設定において、河川流量が小さい時期には、下記の内容について留意する必要がある。

- ・ 流量の観測精度等の関係から非河道閉塞形成時にも大きな流量減少率が頻発する可能性がある。
- ・ 河道閉塞が形成された場合、湛水に時間を要することから、越流等までの時間的な猶予があることが予想される。そのため、流量監視以外の手法で河道閉塞の形成を覚知できる可能性が考えられる。

従って、空振り頻度と監視する流量の下限値を組み合わせて監視基準値の候補を検討する。

例：「流量 100 m³/s 以上でかつ1時間あたりの流量減少率 0.2 以上」

空振り頻度（流量減少率の年間あたりの出現回数）は0.5回、1回、3回程度を基本とし、監視基準値の候補を数ケース設定する（表1参照）。

表 1 流量・流量減少率・空振り頻度の整理イメージ（図9(c)より）

解析時間間隔 Δ 60 分	各洪水流量以上で観測する場合の 通常時（非河道閉塞形成時）における空振り頻度		
下限流量	3 回以下	1 回以下	0.5 回以下
50 (m ³ /s) 以上	0.25 (減少率)	0.3 (減少率)	0.35 (減少率)
100 (m ³ /s) 以上	0.2 (減少率)	0.3 (減少率)	0.35 (減少率)
150 (m ³ /s) 以上	0.15 (減少率)	0.25 (減少率)	0.3 (減少率)

4. 監視可能区間の設定

4.1 限界距離の算出

河道閉塞形成にともなう流量減少の程度が河道閉塞箇所からの距離が下流に離れるに従い緩やかになることを考慮し、流量観測箇所から上流に河道閉塞形成を覚知できる最大距離を決定する。

【解説】

河道閉塞箇所の直下では流量は急激に減少するが、河道閉塞箇所から下流側に距離が離れるにつれて、流量波形が緩やかになると考えられる（図 4 参照）。すなわち、河道閉塞箇所から離れた場合、河道閉塞箇所下流における支川の合流がなくとも解析時間間隔内に流量がゼロにならない場合が考えられる。

そこで、流量減少の程度が緩やかになり解析時間間隔内に十分な流量減少が生じなくなると考えられる河道閉塞箇所からの距離を「限界距離」とし、流量観測箇所から上流側に限界距離以内の区間に河道閉塞が形成された場合は、河道閉塞の覚知が可能とする。すなわち、4.1 で求めた限界面積より流域面積が大きい区間であっても、流量観測箇所からの距離が限界距離以上離れた区間で生じる河道閉塞は覚知困難と見なす。

現状では、観測データから限界距離を求めることは困難であると考えられる。そこで、数値シミュレーションにより限界距離を算出することを基本とする。

数値シミュレーションによる限界距離の算出例を参考図 1、参考表 1、参考表 2、参考表 3 に示す。この結果から、河道閉塞箇所直下では、流量が瞬間的にゼロになるとした条件であっても、流下距離が長くなるに従い解析時間間隔内の流量減少率が小さくなることがわかる。

参考表にあるように、解析時間間隔（10～60 分）内に流量が元流量の 0% になることを条件に限界距離を算出すると、限界距離が短くなり、監視可能区間が小さくなることが考えられる。

そこで、ここでは、ある程度、流量が低減するまでの時間が解析時間間隔より短いかどうかについて検討することとし、検討対象とする流量低減の程度を限界距離算出流量低減率（ α ）とする。限界距離算出流量低減率（ α ）は 0.7～

0.9 を基本とする。限界距離算出流量低減率を大きくすると、限界距離は短くなるが、次節でも算出する限界面積は大きくなる。そこで、限界距離算出流量低減率 (α) は、限界距離と限界面積の両者の観点から、必要な監視ができるだけ可能となるように適切に設定する。

10 分間隔の流量データが得られている場合は、解析時間間隔 10 分、30 分、60 分についてそれぞれの限界距離を算出する。基本的に、解析時間間隔を小さくとした場合、限界距離は小さくなる傾向を示す。

なお、数値シミュレーションによる評価が難しい場合、参考表 1, 参考表 2, 参考表 3 を参考として限界距離を求めても良い。

参考 限界距離の算出例

計算条件

支配方程式：1次元浅水長波方程式

$$\text{(連続式)} \quad \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

$$\text{(運動方程式)} \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) = -gA \frac{\partial H}{\partial x} - B \frac{\tau_b}{\rho}$$

A ：流れの通水断面積 [m²]

Q ：流量[m³/s]

B ：川幅[m]

v ：流速 ($v = Q/A$) [m/s]

H ：水面標高 ($H = z + h$) [m]

g ：重力加速度[m/s²]

z ：河床標高[m]

ρ ：流体密度[kg/m³]

h ：水深[m]

τ_b ：せん断抵抗力[kg/m²]

時間の離散化手法：リーブフロッグ法

空間の離散化手法：スタガード格子による差分法

抵抗則の評価：マンニングの抵抗則

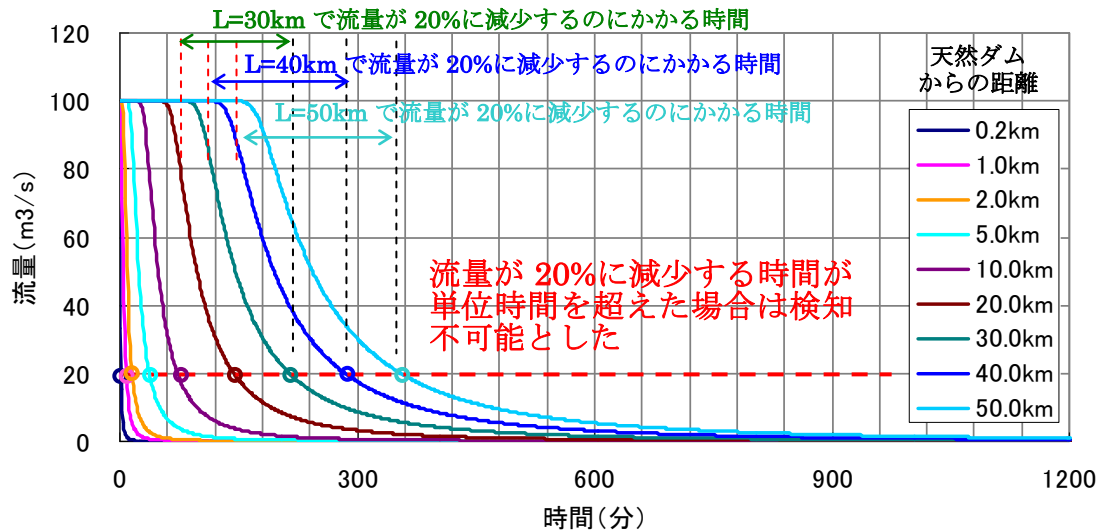
地形条件：一定川幅 (50m)、一定勾配 (1/100、1/50、1/10)

外力条件：上流端から一定流量後に流量ゼロ

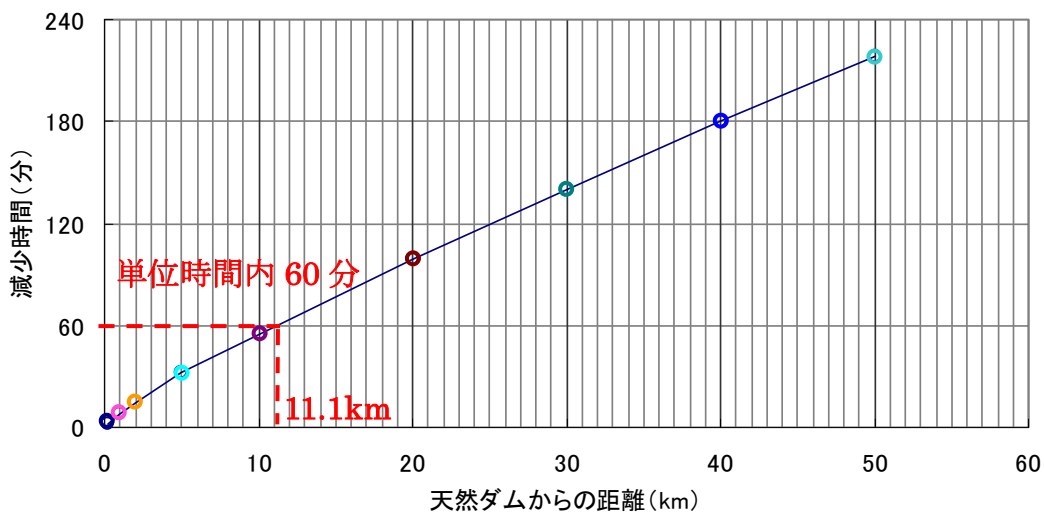
(1000m³/s、500m³/s、250m³/s、100m³/s、25m³/s)

支川および残留域からの側方流入水量なし

粗度条件：粗度係数=0.02、0.03、0.05、0.07、0.09



(a) 河道閉塞箇所下流のハイドログラフ (初期流量 $100m^3/s$ 河床勾配 1/100)



(b) 流下距離と初期流量が20%に減少するまでの経過時間
(初期流量 $100m^3/s$ 河床勾配 1/100 粗度係数 0.03)

参考図 1 数値計算による限界距離の検討例

参考表 1 流量と勾配に応じた限界距離算出例 ($\alpha=0.7$)

解析時間間隔 $\Delta t=60$ 分

【n=0.02】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	61.3km	80.0km	95.0km
500m ³ /s	10m ³ /s	43.6km	56.7km	67.5km
250m ³ /s	5m ³ /s	31.3km	40.0km	49.0km
100m ³ /s	2m ³ /s	20.4km	26.3km	31.9km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	10.5km	13.7km	16.3km

【n=0.03】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	43.6km	57.5km	68.8km
500m ³ /s	10m ³ /s	31.4km	41.5km	50.0km
250m ³ /s	5m ³ /s	22.9km	30.0km	35.7km
100m ³ /s	2m ³ /s	14.8km	19.3km	23.3km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	7.8km	9.6km	12.2km

【n=0.05】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	28.2km	39.2km	46.7km
500m ³ /s	10m ³ /s	20.5km	27.8km	33.6km
250m ³ /s	5m ³ /s	15.3km	20.4km	24.5km
100m ³ /s	2m ³ /s	10.0km	13.3km	16.1km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	5.2km	6.9km	8.4km

【n=0.07】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	21.3km	29.4km	36.0km
500m ³ /s	10m ³ /s	15.8km	21.4km	26.3km
250m ³ /s	5m ³ /s	11.5km	15.6km	18.9km
100m ³ /s	2m ³ /s	7.7km	10.2km	12.6km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	4.1km	5.4km	6.5km

【n=0.09】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	17.2km	24.0km	29.4km
500m ³ /s	10m ³ /s	12.7km	17.6km	21.7km
250m ³ /s	5m ³ /s	9.5km	13.0km	18.9km
100m ³ /s	2m ³ /s	6.4km	8.4km	12.6km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	3.3km	4.3km	5.4km

解析時間間隔 $\Delta t=30$ 分

【n=0.02】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	27.0km	35.7km	41.7km
500m ³ /s	10m ³ /s	19.2km	25.0km	30.0km
250m ³ /s	5m ³ /s	13.5km	17.3km	20.9km
100m ³ /s	2m ³ /s	8.6km	11.4km	13.3km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	4.3km	5.8km	6.8km

【n=0.03】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	18.6km	24.4km	31.1km
500m ³ /s	10m ³ /s	13.5km	17.9km	20.9km
250m ³ /s	5m ³ /s	9.6km	12.6km	15.3km
100m ³ /s	2m ³ /s	6.3km	8.2km	10.0km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	3.4km	4.3km	5.0km

【n=0.05】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	12.0km	16.7km	20.0km
500m ³ /s	10m ³ /s	8.9km	12.0km	14.4km
250m ³ /s	5m ³ /s	6.4km	8.6km	10.0km
100m ³ /s	2m ³ /s	4.2km	5.5km	6.8km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	2.3km	2.9km	3.6km

【n=0.07】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	9.0km	12.2km	15.3km
500m ³ /s	10m ³ /s	6.7km	9.0km	11.0km
250m ³ /s	5m ³ /s	5.0km	6.7km	8.0km
100m ³ /s	2m ³ /s	3.4km	4.3km	5.2km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	1.7km	2.3km	2.7km

【n=0.09】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	7.4km	10.0km	12.6km
500m ³ /s	10m ³ /s	5.7km	7.5km	9.0km
250m ³ /s	5m ³ /s	4.5km	5.5km	6.8km
100m ³ /s	2m ³ /s	2.8km	3.6km	4.2km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	1.4km	1.9km	2.7km

解析時間間隔 $\Delta t=10$ 分

【n=0.02】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	7.0km	8.8km	10.0km
500m ³ /s	10m ³ /s	4.4km	5.0km	5.7km
250m ³ /s	5m ³ /s	3.3km	3.3km	3.3km
100m ³ /s	2m ³ /s	2.3km	2.8km	3.3km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	1.1km	1.5km	1.8km

【n=0.03】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	4.5km	6.7km	7.5km
500m ³ /s	10m ³ /s	3.3km	4.0km	5.0km
250m ³ /s	5m ³ /s	2.3km	3.1km	3.8km
100m ³ /s	2m ³ /s	1.6km	2.0km	2.3km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	0.9km	1.1km	1.3km

【n=0.05】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	3.3km	4.4km	5.0km
500m ³ /s	10m ³ /s	2.3km	2.9km	3.5km
250m ³ /s	5m ³ /s	1.8km	2.0km	2.4km
100m ³ /s	2m ³ /s	1.1km	1.3km	1.8km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	0.7km	0.8km	0.9km

【n=0.07】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	2.3km	3.3km	3.7km
500m ³ /s	10m ³ /s	1.7km	2.3km	2.8km
250m ³ /s	5m ³ /s	1.3km	1.8km	1.8km
100m ³ /s	2m ³ /s	0.9km	1.1km	1.3km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	0.5km	0.7km	0.8km

【n=0.09】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	2.0km	2.7km	3.3km
500m ³ /s	10m ³ /s	1.5km	1.8km	2.3km
250m ³ /s	5m ³ /s	1.1km	1.5km	1.8km
100m ³ /s	2m ³ /s	0.8km	1.0km	1.3km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	0.5km	0.5km	0.8km

参考表 2 流量と勾配に応じた限界距離算出例 ($\alpha=0.8$)

解析時間間隔 $\Delta t=60$ 分

【n=0.02】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/10
1000m ³ /s	20m ³ /s	44.2km	56.7km	66.3km
500m ³ /s	10m ³ /s	31.9km	40.8km	48.2km
250m ³ /s	5m ³ /s	23.0km	29.4km	35.3km
100m ³ /s	2m ³ /s	15.0km	19.3km	22.9km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	7.8km	10.0km	12.0km

【n=0.03】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/10
1000m ³ /s	20m ³ /s	32.4km	42.1km	49.1km
500m ³ /s	10m ³ /s	23.2km	30.0km	36.2km
250m ³ /s	5m ³ /s	17.0km	21.7km	26.0km
100m ³ /s	2m ³ /s	11.1km	14.3km	17.3km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	5.9km	7.6km	9.0km

【n=0.05】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/10
1000m ³ /s	20m ³ /s	20.9km	27.9km	34.0km
500m ³ /s	10m ³ /s	15.5km	20.4km	24.8km
250m ³ /s	5m ³ /s	11.2km	15.2km	17.9km
100m ³ /s	2m ³ /s	7.6km	9.8km	12.0km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	4.0km	5.1km	6.2km

【n=0.07】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/10
1000m ³ /s	20m ³ /s	16.1km	21.9km	26.7km
500m ³ /s	10m ³ /s	12.0km	15.9km	19.3km
250m ³ /s	5m ³ /s	8.8km	11.7km	14.2km
100m ³ /s	2m ³ /s	5.9km	7.7km	9.3km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	3.1km	4.1km	4.9km

【n=0.09】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/10
1000m ³ /s	20m ³ /s	13.2km	17.9km	21.7km
500m ³ /s	10m ³ /s	9.6km	13.2km	16.1km
250m ³ /s	5m ³ /s	7.3km	9.6km	11.6km
100m ³ /s	2m ³ /s	4.8km	6.4km	7.3km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	2.5km	3.3km	4.0km

解析時間間隔 $\Delta t=30$ 分

【n=0.02】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/10
1000m ³ /s	20m ³ /s	20.0km	25.6km	30.0km
500m ³ /s	10m ³ /s	14.1km	18.5km	21.7km
250m ³ /s	5m ³ /s	10.0km	13.3km	15.3km
100m ³ /s	2m ³ /s	6.4km	8.3km	10.0km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	3.4km	4.3km	5.0km

【n=0.03】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/10
1000m ³ /s	20m ³ /s	13.9km	18.0km	22.2km
500m ³ /s	10m ³ /s	10.0km	13.2km	15.6km
250m ³ /s	5m ³ /s	7.4km	9.6km	11.0km
100m ³ /s	2m ³ /s	4.8km	6.1km	7.5km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	2.5km	3.2km	3.9km

【n=0.05】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/10
1000m ³ /s	20m ³ /s	9.3km	12.1km	14.7km
500m ³ /s	10m ³ /s	6.8km	8.9km	10.5km
250m ³ /s	5m ³ /s	4.8km	6.4km	7.8km
100m ³ /s	2m ³ /s	3.2km	4.2km	5.0km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	1.7km	2.2km	2.7km

【n=0.07】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/10
1000m ³ /s	20m ³ /s	6.9km	9.3km	11.4km
500m ³ /s	10m ³ /s	5.0km	6.9km	8.3km
250m ³ /s	5m ³ /s	3.8km	5.0km	6.1km
100m ³ /s	2m ³ /s	2.5km	3.3km	4.0km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	1.3km	1.7km	2.0km

【n=0.09】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/10
1000m ³ /s	20m ³ /s	5.7km	7.8km	9.3km
500m ³ /s	10m ³ /s	4.3km	5.7km	6.9km
250m ³ /s	5m ³ /s	3.2km	4.2km	5.1km
100m ³ /s	2m ³ /s	2.1km	2.7km	3.3km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	1.1km	1.4km	1.7km

解析時間間隔 $\Delta t=10$ 分

【n=0.02】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/10
1000m ³ /s	20m ³ /s	5.0km	6.0km	8.0km
500m ³ /s	10m ³ /s	3.3km	4.4km	5.7km
250m ³ /s	5m ³ /s	2.3km	3.3km	4.0km
100m ³ /s	2m ³ /s	1.6km	2.0km	2.3km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	0.9km	1.1km	1.3km

【n=0.03】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/10
1000m ³ /s	20m ³ /s	3.5km	5.0km	8.0km
500m ³ /s	10m ³ /s	2.4km	3.3km	4.0km
250m ³ /s	5m ³ /s	1.8km	2.3km	2.9km
100m ³ /s	2m ³ /s	1.3km	1.6km	1.8km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	0.7km	0.8km	1.0km

【n=0.05】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/10
1000m ³ /s	20m ³ /s	2.3km	3.3km	4.0km
500m ³ /s	10m ³ /s	1.7km	2.3km	2.8km
250m ³ /s	5m ³ /s	1.3km	1.6km	1.8km
100m ³ /s	2m ³ /s	0.9km	1.1km	1.3km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	0.5km	0.6km	0.7km

【n=0.07】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/10
1000m ³ /s	20m ³ /s	1.9km	2.3km	2.8km
500m ³ /s	10m ³ /s	1.3km	1.7km	2.0km
250m ³ /s	5m ³ /s	1.0km	1.3km	1.5km
100m ³ /s	2m ³ /s	0.7km	0.9km	1.0km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	0.4km	0.5km	0.6km

【n=0.09】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/10
1000m ³ /s	20m ³ /s	1.5km	2.0km	2.3km
500m ³ /s	10m ³ /s	1.1km	1.5km	1.8km
250m ³ /s	5m ³ /s	0.9km	1.1km	1.5km
100m ³ /s	2m ³ /s	0.6km	0.8km	1.0km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	0.4km	0.4km	0.6km

参考表 3 流量と勾配に応じた限界距離算出例 ($\alpha=0.9$)

解析時間間隔 $\Delta t=60$ 分

【n=0.02】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	27.5km	35.0km	41.5km
500m ³ /s	10m ³ /s	20.0km	25.7km	30.0km
250m ³ /s	5m ³ /s	14.7km	18.6km	22.1km
100m ³ /s	2m ³ /s	9.5km	12.5km	14.7km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	5.0km	6.5km	7.7km

【n=0.03】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	20.0km	26.0km	31.6km
500m ³ /s	10m ³ /s	14.9km	18.9km	22.6km
250m ³ /s	5m ³ /s	10.9km	13.9km	16.8km
100m ³ /s	2m ³ /s	7.1km	9.3km	11.1km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	3.8km	4.9km	5.8km

【n=0.05】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	13.7km	18.3km	21.7km
500m ³ /s	10m ³ /s	10.0km	13.3km	15.9km
250m ³ /s	5m ³ /s	7.4km	9.6km	11.6km
100m ³ /s	2m ³ /s	4.6km	6.4km	7.6km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	2.7km	3.4km	4.1km

【n=0.07】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	10.6km	14.2km	16.9km
500m ³ /s	10m ³ /s	7.9km	10.2km	12.4km
250m ³ /s	5m ³ /s	5.8km	7.6km	9.1km
100m ³ /s	2m ³ /s	3.9km	5.0km	6.0km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	2.0km	2.7km	3.2km

【n=0.09】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	8.7km	11.7km	14.2km
500m ³ /s	10m ³ /s	6.5km	8.7km	10.4km
250m ³ /s	5m ³ /s	4.8km	6.4km	7.7km
100m ³ /s	2m ³ /s	3.3km	4.1km	5.0km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	1.7km	2.2km	2.7km

解析時間間隔 $\Delta t=30$ 分

【n=0.02】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	12.5km	16.3km	18.7km
500m ³ /s	10m ³ /s	8.9km	11.4km	13.7km
250m ³ /s	5m ³ /s	6.4km	8.4km	10.0km
100m ³ /s	2m ³ /s	4.2km	5.5km	6.4km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	2.1km	2.8km	3.4km

【n=0.03】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	9.3km	11.8km	14.2km
500m ³ /s	10m ³ /s	6.8km	8.3km	10.0km
250m ³ /s	5m ³ /s	4.8km	6.1km	7.4km
100m ³ /s	2m ³ /s	3.1km	4.1km	4.8km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	1.6km	2.0km	2.5km

【n=0.05】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	6.2km	8.1km	9.6km
500m ³ /s	10m ³ /s	4.5km	5.8km	7.1km
250m ³ /s	5m ³ /s	3.3km	4.2km	5.2km
100m ³ /s	2m ³ /s	2.1km	2.8km	3.4km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	1.1km	1.4km	1.7km

【n=0.07】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	4.6km	6.3km	7.5km
500m ³ /s	10m ³ /s	3.4km	4.6km	5.5km
250m ³ /s	5m ³ /s	2.5km	3.3km	3.9km
100m ³ /s	2m ³ /s	1.7km	2.2km	2.6km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	0.9km	1.1km	1.3km

【n=0.09】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	3.8km	5.2km	6.3km
500m ³ /s	10m ³ /s	2.8km	3.8km	4.6km
250m ³ /s	5m ³ /s	2.1km	2.8km	3.9km
100m ³ /s	2m ³ /s	1.4km	1.8km	2.6km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	0.8km	0.9km	1.3km

解析時間間隔 $\Delta t=10$ 分

【n=0.02】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	3.3km	4.0km	5.0km
500m ³ /s	10m ³ /s	2.3km	3.1km	3.7km
250m ³ /s	5m ³ /s	1.6km	2.2km	2.7km
100m ³ /s	2m ³ /s	1.1km	1.3km	1.6km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	0.6km	0.7km	0.9km

【n=0.03】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	2.3km	3.1km	3.7km
500m ³ /s	10m ³ /s	1.7km	2.0km	2.7km
250m ³ /s	5m ³ /s	1.3km	1.6km	1.8km
100m ³ /s	2m ³ /s	0.8km	1.0km	1.3km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	0.5km	0.6km	0.7km

【n=0.05】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	1.6km	2.0km	2.4km
500m ³ /s	10m ³ /s	1.1km	1.5km	1.8km
250m ³ /s	5m ³ /s	0.9km	1.1km	1.3km
100m ³ /s	2m ³ /s	0.6km	0.7km	0.9km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	0.3km	0.4km	0.5km

【n=0.07】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	1.2km	1.6km	2.0km
500m ³ /s	10m ³ /s	0.9km	1.1km	1.4km
250m ³ /s	5m ³ /s	0.7km	0.9km	1.0km
100m ³ /s	2m ³ /s	0.5km	0.6km	0.7km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	0.2km	0.3km	0.4km

【n=0.09】

流量		河床勾配に応じた限界距離		
初期値	単位幅値	1/100	1/50	1/30
1000m ³ /s	20m ³ /s	1.0km	1.3km	1.6km
500m ³ /s	10m ³ /s	0.8km	1.0km	1.1km
250m ³ /s	5m ³ /s	0.6km	0.7km	0.8km
100m ³ /s	2m ³ /s	0.4km	0.5km	0.6km
25m ³ /s	0.5m ³ /s	0.2km	0.3km	0.4km

4.2 限界面積の算出

4.2.1 流量定常または減水時における限界面積の算出

流量定常または減水時において、河道閉塞の形成による流量減少を検知し、河道閉塞の形成を覚知できると考えられる区間の最小集水面積（限界面積）を、流量減少率および流量観測箇所の流域面積から算定する。

【解説】

3.4 で決定した監視基準値の候補に基づき、監視基準値ごとに流量減少または減水時における限界面積を算出する。なお、監視基準値と限界面積の関係についての概念図を図 13 に示した。

本項では、流量定常または減水時の限界面積を算出する。ここでは、流域内の比流量が面的に一樣でかつ時間変化がないとして、河道閉塞地点からの流出が完全に遮断（ゼロカット）されると仮定する。この仮定に従い、流量観測箇所上流の流域面積（ A ）を用いて、ある解析時間間隔あたりの流量減少率（ ΔQ_{cr} ）を監視基準値とした場合の「流量定常または減水時の限界面積」（ A_{min} ）を次式により算定する。

$$A_{min} = \Delta Q_{cr} \times A \times \frac{1}{\alpha} \quad (\text{数式 3})$$

ここで、 α は、限界距離算出時に用いた限界距離算出流量低減率である。

例えば、監視基準値となる流量減少率が 0.2、流量観測箇所上流の流域面積が 100 km²、のとき、限界距離算出流量低減率が 0.9 のとき、限界面積は、 $0.2 \times 100 \times (1/0.9) = 22.2$ [km²]となる。

本項の限界面積には非河道閉塞形成時に生じる流量の減少は見込んでいない。そのため、河道閉塞箇所より下流における流入量の減少が生じた場合は、限界面積はより小さくなる（より上流域まで監視可能となる）と考えられるが、ここでは安全側を見て流量が定常状態であると仮定する。また、流量定常または減水時の限界面積による監視可能区間の算定イメージを図 14 に示す（これに限界距離を考慮して最終的な監視可能区間を決定）。

10 分間隔の流量データが得られている場合は、解析時間間隔 10 分、30 分、60 分についてそれぞれの限界面積を算出する。なお、基本的に、解析時間間隔を小さくとした場合に限界面積は小さくなる。

流量減少率30%を監視基準値とした場合

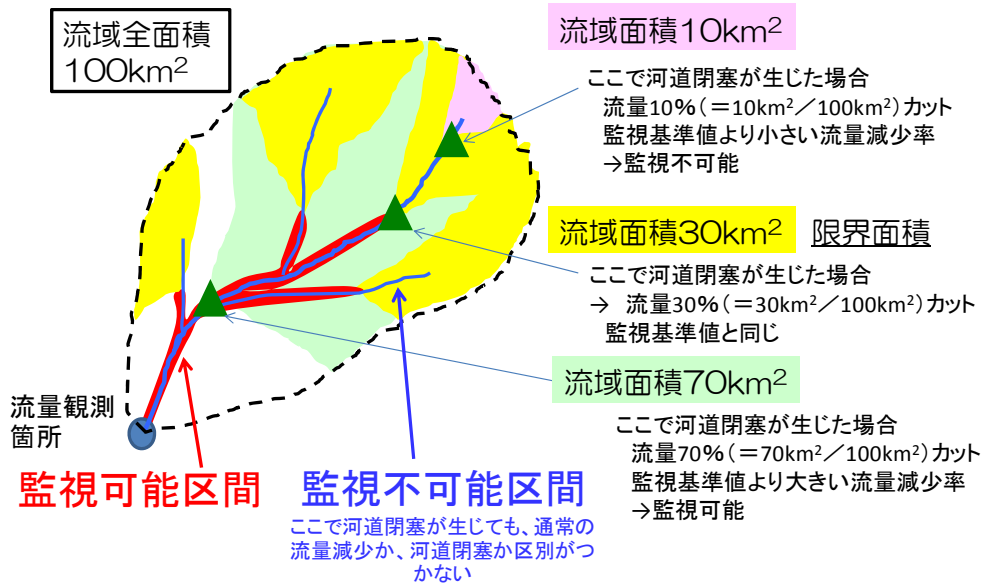


図 13 流量定常または減水時の限界面積のイメージ図

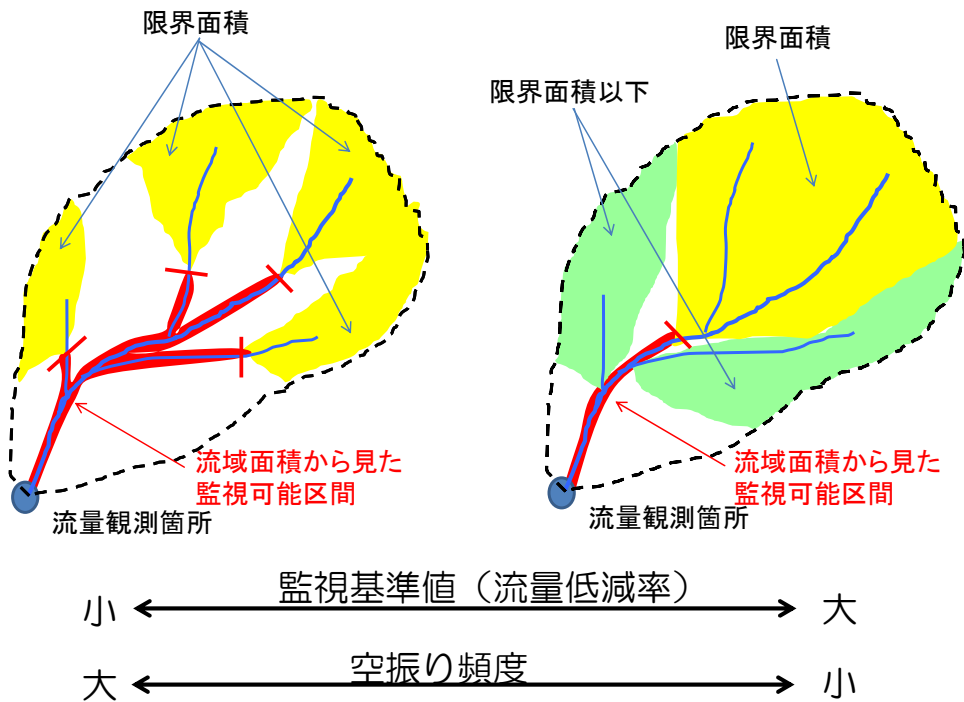


図 14 監視基準値と限界面積の関係のイメージ図

4.2.2 増水時における限界面積の算出

増水時において、河道閉塞の形成による流量減少を検知し、河道閉塞の形成を覚知できると考えられる区間の最小集水面積を、流量減少率、流量増加率および流量観測箇所の流域面積から算定する。

【解説】

本項では、増水時の限界面積を算出する。ここでは、流域内の比流量および比流量の増加率が面的に一様として、河道閉塞地点からの流出が完全に遮断（ゼロカット）されると仮定する。この仮定に従い、ある流量減少率（ ΔQ_{cr} ）を監視基準値とした場合に、流量観測箇所上流の流域面積（ A ）から、ある流量増加率（ ΔQ_r ）のときの「増水時の限界面積」（ $A_{r_{min}}$ ）を次式により算出する。

$$A_{r_{min}} = A \left\{ \frac{\Delta Q_{cr} - 1}{\Delta Q_r} + 1 \right\} \frac{1}{\alpha} \quad (\text{数式 4})$$

ここで、 α は、限界距離算出時に用いた限界距離算出流量低減率である。また、ここで用いる流量増加率は、「3.3 通常時（非河道閉塞形成時）の流量増加に関するデータ整理」の結果に基づくこととし、出現回数の異なる複数の流量増加率ごとに限界面積を算出する。

例えば、監視基準値となる流量減少率が0.2、流量観測箇所上流の流域面積が100 km²のとき、流量増加率を1.5、限界距離算出流量低減率を0.9とすると限界面積は、

$$100 \times \left\{ \frac{0.2 - 1}{1.5} + 1 \right\} \times \frac{1}{0.9} = 51.9 \text{ [km}^2\text{]}$$

となる。なお、増水時の限界面積による監視可能区間の算定イメージを図15に示す（これに限界距離を考慮して最終的な監視可能区間を決定）。

10分間隔の流量データが得られている場合は、解析時間間隔10分、30分、60分についてそれぞれの限界面積を算出する。

流量減少率30%を監視基準値とした場合 (増水時)

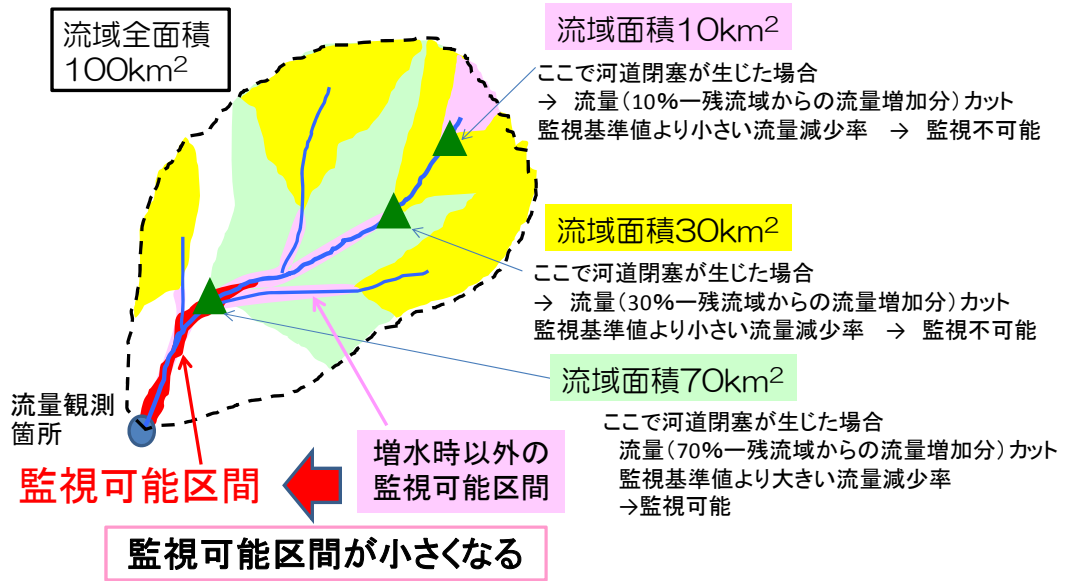


図 15 増水時の限界面積のイメージ図

4.3 監視可能区間の設定

4.3.1 流量定常または減水時の監視可能区間の設定

流量定常または減水時において、限界面積と限界距離から、河道閉塞の覚知が可能となる河道区間について検討する。

【解説】

監視基準値とする「解析時間間隔あたりの流量減少率」ごとに流量定常または減水時に発生する河道閉塞について覚知が可能な区間（監視可能区間）を図示する。まず、4.2.1 で設定した限界面積以上の流域面積を有する河道区間を監視可能区間として抽出する。その上で、4.1 で設定した限界距離以上離れた区間については監視可能区間から除外し、最終的な監視可能区間を設定する（図 16 参照）。監視可能区間を図示した例を図 17 に示す。

10 分間隔のデータが利用可能な場合は、解析時間間隔の違いによる監視可能区間について比較し、最適な解析時間間隔を決定する。最適な解析時間間隔は、下限流量、空振り頻度別にそれぞれ決定する（表 2 参照）。

また、監視可能区間内であっても、河道閉塞の規模が小さい、または、河道閉塞の規模に対して湛水池への流入流量が大きい場合、検討の解析時間間隔内に越流することが懸念される。河道閉塞形成後、短時間で決壊が生じる場合は、そもそも対応が困難である場合が多いと考えられるが、解析時間間隔の検討にあたっては、解析時間間隔を長く取ると解析時間間隔内に河道閉塞箇所の越流が開始するなど、河道閉塞を見逃すおそれが高くなることに留意する。

なお、基本的に、解析時間間隔を小さくとった場合、限界面積、限界距離は小さくなる傾向を示す。

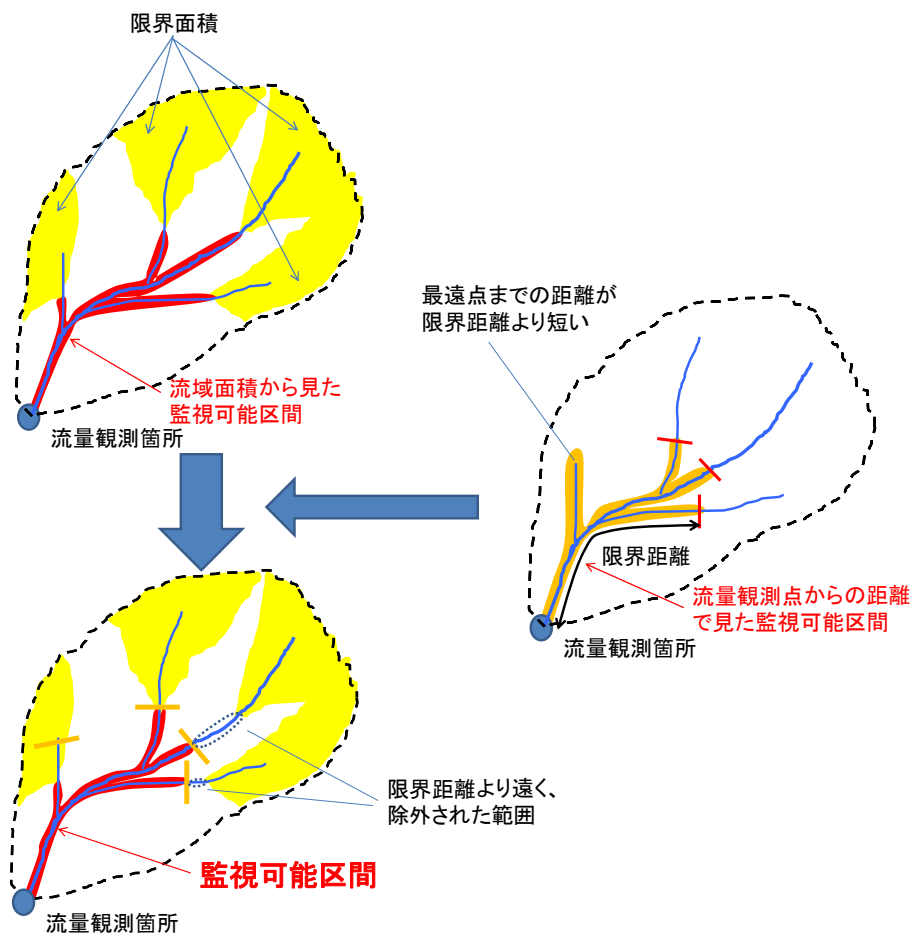


図 16 監視可能区間設定の概念図

表 2 下限流量と空振り頻度ごとの解析時間間隔の整理イメージ

下限流量	下限流量と空振り頻度に応じた 最適な解析時間間隔		
	0.5 回以下	1 回以下	3 回以下
50 (m ³ /s) 以上	30 分	60 分	60 分
100 (m ³ /s) 以上	10 分	30 分	60 分
150 (m ³ /s) 以上	10 分	30 分	30 分

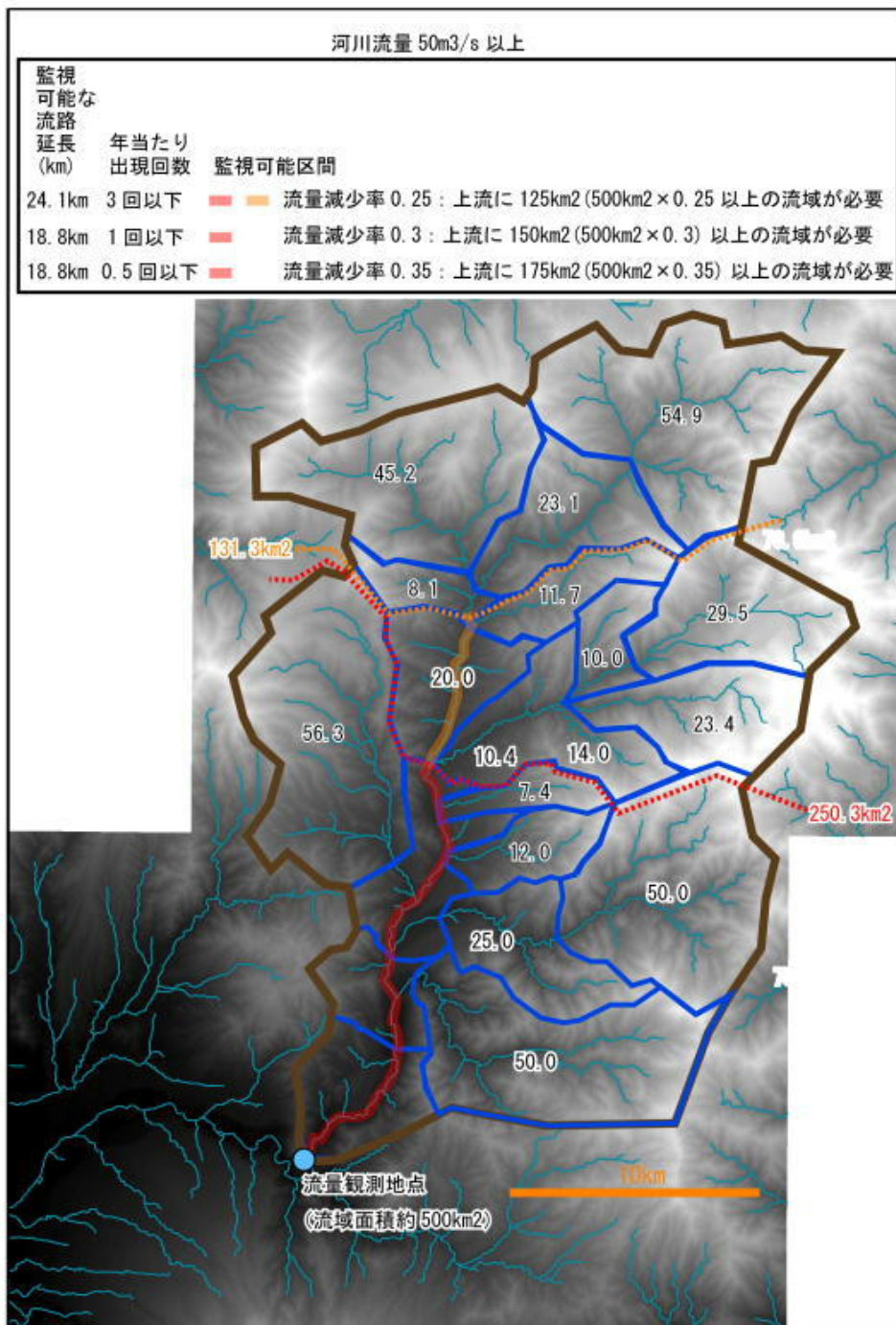


図 17 (a) 「解析時間間隔あたり流量減少率」 毎の監視可能区間の表示例
 (減水時、河川流量 50 m³/s 以上、解析時間間隔 60 分の場合)

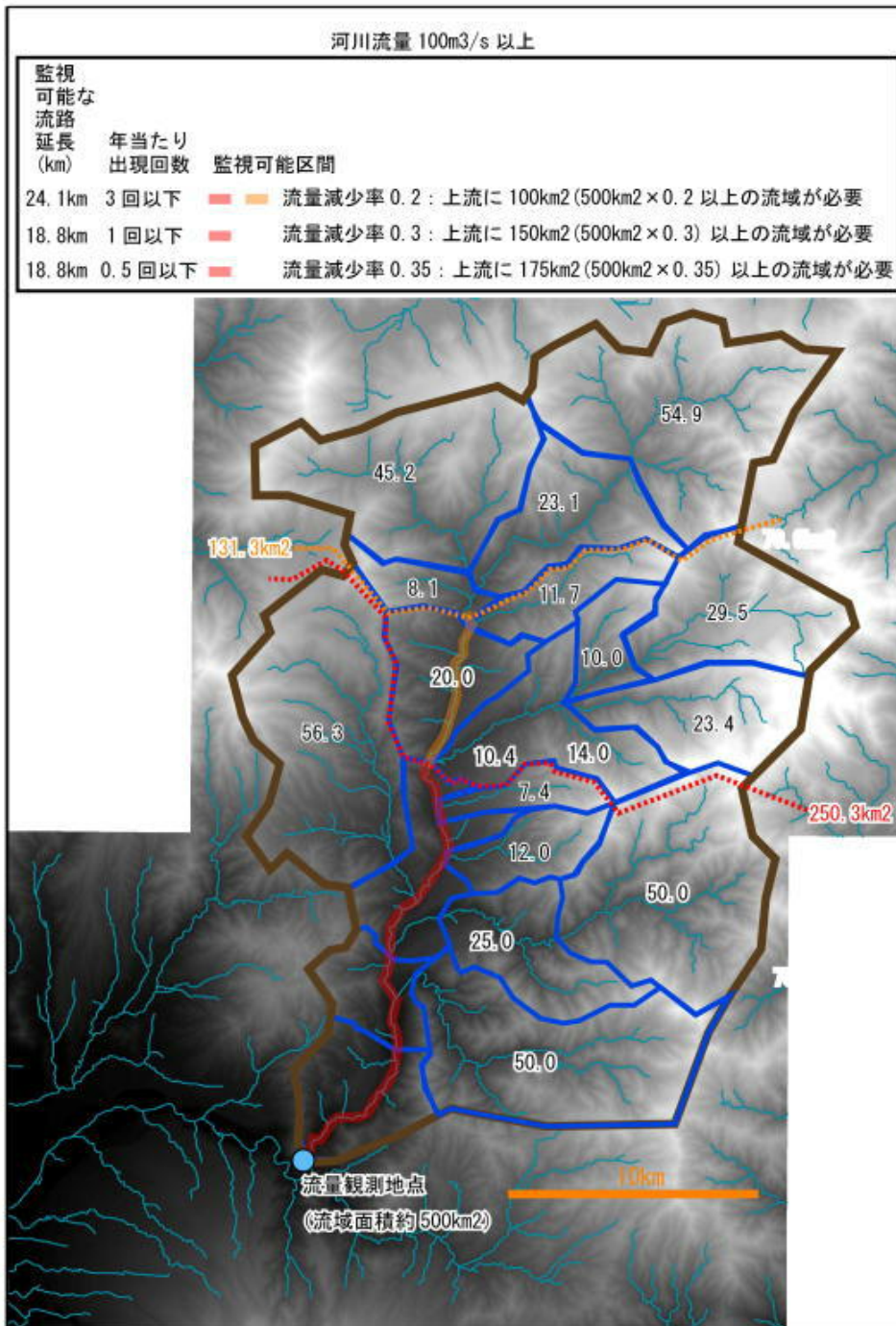


図 17 (b) 「解析時間間隔あたり流量減少率」 毎の監視可能区間の表示例 (減水時、河川流量 100 m³/s 以上、解析時間間隔 60 分の場合)

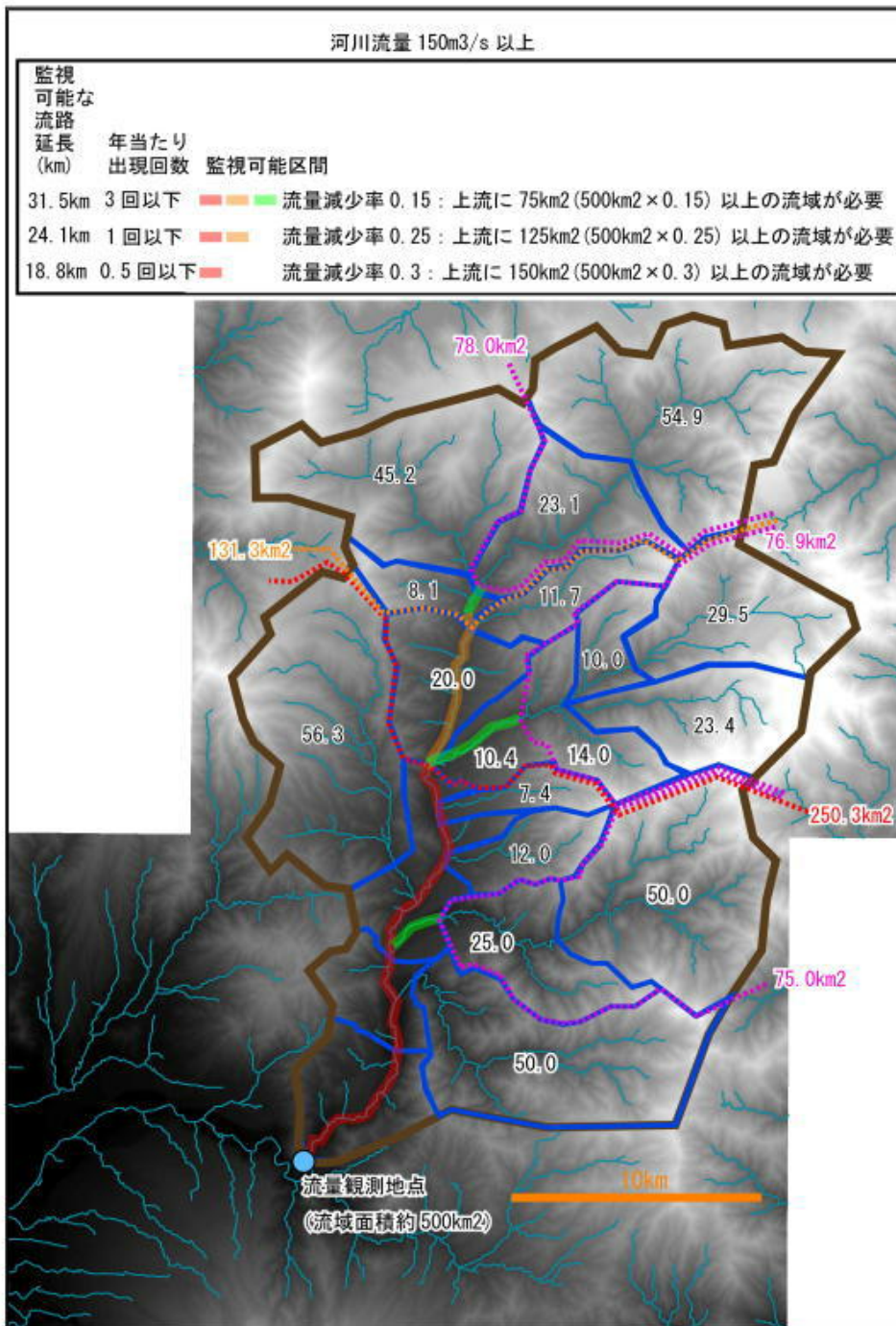


図 17 (c) 「解析時間間隔あたり流量減少率」 毎の監視可能区間の表示例 (減水時、河川流量 150 m³/s 以上、解析時間間隔 60 分の場合)

4.3.2 増水時の監視可能区間の設定

増水時において、限界面積と限界距離から、河道閉塞が形成した場合に河道閉塞の覚知が可能となる河道区間について検討する。

【解説】

監視基準値とする「解析時間間隔あたりの流量減少率」ごとに増水時に発生する河道閉塞について覚知が可能な区間（監視可能区間）を図示する。まず、4.2.2 で設定した増水時における限界面積以上の流域面積を有する河道区間を監視可能区間として抽出する。その上で、4.1 で設定した限界距離以上離れた区間については監視可能区間から除外し、最終的な監視可能区間を設定する（図 16 参照）。監視可能区間を図示した例を図 18 に示す。

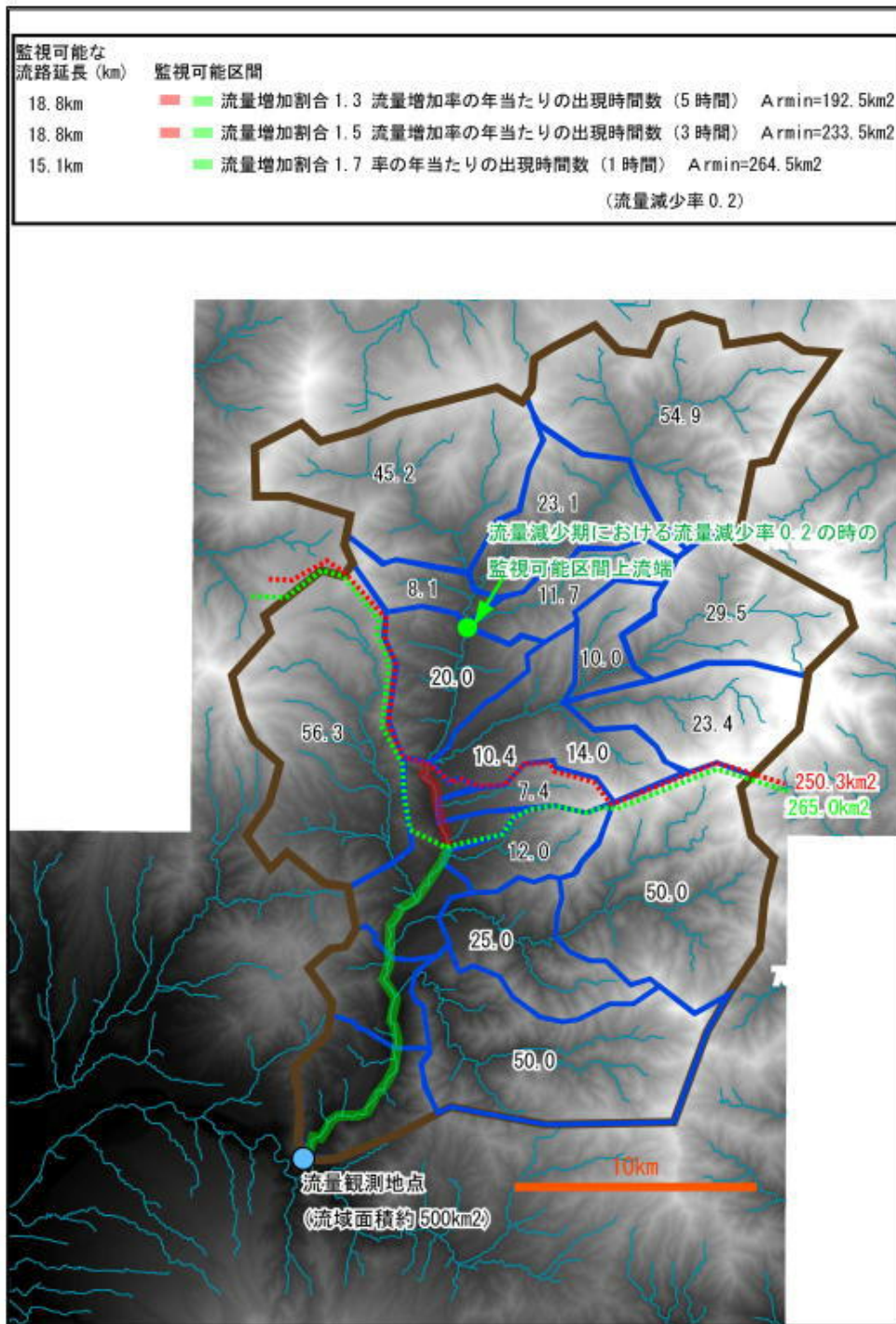


図 18 増水時の監視可能区間の整理イメージ
「増水時、流量 100m³/s 以上、1 時間あたりの流量減少率 0.2 以上」
(※) 設定した監視基準値、流量、流量増加率について必ず図示することとする。

5. 監視基準の設定

監視基準値、解析時間間隔、下限流量は、監視可能区間、空振り頻度、被害のおそれの大小・有無などを総合的に勘案して決定する。

【解説】

監視基準値、解析時間間隔、下限流量は、

- ① 4.3.1 で求めた流量定常または減水時の監視可能区間
- ② 4.3.2 で求めた増水時の監視可能区間
- ③ 空振り頻度

を総合的に勘案して、決定する。監視基準値は必ずしも1つである必要はなく、流量ごとに異なっても構わない。

監視可能区間は広い方が望ましいが、監視可能区間内または外での河道閉塞の形成のおそれの大小、河道閉塞が生じた場合の被害のおそれの大小などを考慮することも重要である。河道閉塞の形成のおそれの大小は、「深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出マニュアル（案）」（土木研究所）に基づく、深層崩壊に関する溪流（小流域）レベルの調査結果が参考になる。また、被害のおそれについては、河道閉塞箇所と保全対象の距離や閉塞した場合の湛水量などが目安になり、より詳細な検討には、数値シミュレーションが有効であると考えられる（田村ら、2010 など）。

6. 検討結果の利活用

本手引きの検討結果を、

- ① 流量観測による河道閉塞監視システムの構築
- ② 他の観測情報等と組み合わせた統合的な河道閉塞を監視するシステム構築への活用
- ③ 監視可能区間が不十分な場合の流量観測箇所の増設の検討等に利活用する。

【解説】

- ① 流量観測による河道閉塞監視システムの構築
流量データをリアルタイムでうる仕組みを構築し、流量データの減少から河道閉塞の形成を検知するために活用する。
- ② 他の観測情報等と組み合わせた統合的な河道閉塞を監視するシステム構築への活用
本手引きの検討を踏まえて、各種センサー情報等を活用した統合的な河道閉塞を監視するシステムの構築に活用する。
- ③ 監視可能区間が不十分な場合の流量観測箇所の増設の検討
河道閉塞に対する監視可能区間が不十分な場合、流量観測箇所の増設を検討する。増設する箇所は、既存の水位計の観測が実施されている箇所で流量換算されていない箇所、横断構造物がある場所など既存の施設が利用可能な箇所を優先し、必要な監視ができるようにする。

【参考文献】

- 千葉幹・森 俊勇・内川龍男・水山高久・里深好文（2007）：平成 18 年台風 14 号により宮崎県耳川で発生した天然ダムの決壊過程と天然ダムに対する警戒避難のあり方に関する提案、砂防学会誌、Vol. 60、No.1、pp. 43-47
- (独)土木研究所(2008) 深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出マニュアル(案)、土木研究所資料 No.4115
- 国土交通省水管理・国土保全局砂防計画課地震・火山砂防室（2012）：深層崩壊推定頻度マップ
(http://www.mlit.go.jp/report/press/river03_hh_000252.html)
- 国土交通省水管理・国土保全局砂防計画課地震・火山砂防室（2012）：深層崩壊に関する溪流（小流域）レベルの調査について
(http://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo03_hh_000552.html)
- 鈴木啓介、安藤詳平、内田太郎、宮崎新二、菊井稔宏、嶋大尚（2013）：河川水位の低下に着目した天然ダム発生検知に関する検討、H25 砂防学会研究発表会概要集 B、pp.B-216－B-217.
- 田村圭司・内田太郎・吉野弘祐・森 俊勇・里深好文（2010）岩手宮城内陸地震で発生した天然ダムの越流侵食状況の数値シミュレーション、土木技術資料、Vol. 52、No.2、pp.6-9.

【添付資料 1 用語集】

監視可能区間

検討対象の流量監視箇所において、顕著な流量減少が生じ、河道閉塞の形成が覚知できると考えられる河道区間。集水面積が限界面積より大きく、流量観測箇所からの距離が限界距離以内の区間として求めることができる。監視可能区間を広げるには、①監視基準値を小さくする、②解析時間間隔を長くすることが考えられる。

見逃し頻度

流量観測箇所より上流で発生した河道閉塞を覚知できない頻度。見逃しを引き起こす原因としては、

- (1)河道閉塞が監視可能区間の外で発生し、覚知できないことによる見逃し。
- (2)河道閉塞が監視可能区間の中であったにも関わらず生じる見逃し。

が考えられる。本手引きでは、(1)による見逃しを監視可能区間を設定することにより、監視可能区間の大小で評価する。(1)による見逃し頻度を小さくするためには、①監視基準値を小さくする、②解析時間間隔を長くすることが考えられる。

空振り頻度

誤って河道閉塞形成と判断してしまう頻度。河道閉塞が形成されていない状態で、監視基準値以上の流量減少率が生じる一年間あたりの回数として求めることができる。空振り頻度を小さくするためには、①監視基準値を大きくする、②下限流量を大きくする、③解析時間間隔を短くすることが考えられる。

監視基準値

河道閉塞の形成と判断する流量減少率の値。流量減少率が、監視基準値より大きくなった場合に、河道閉塞形成のおそれが高いと判断する。監視基準値を大きくすると、空振り頻度は小さくなるが、限界面積が大きくなるため、監視可能区間は狭まる。

解析時間間隔

流量減少率を算出する際の時間間隔（現在の流量と解析時間間隔前の流量から、流量減少率を算出）。解析時間間隔を短くすると、空振り頻度は小さくなるが、限界距離が短くなるため、監視可能区間は狭まる。

下限流量

監視を実施する流量の下限値。これより流量が少ない時期は監視を行わない。下限流量を大きくすると、空振り頻度は小さくなるが、見逃し頻度が大きくなるおそれがある。

限界面積

十分な流量低下（監視基準値を上回る流量低下）が生じ、河道閉塞形成の覚知が可能となる区間の上流の集水面積最小値。限界面積より、集水面積が小さい区間における河道閉

塞の形成覚知は困難であり、監視可能区間から除外する。限界面積は減水期と増水期では異なり、減水期の方が増水期に比べて小さくなる。限界面積を小さくするためには、監視基準値を小さくすることが考えられる。

限界距離

河道閉塞による流量減少の程度が緩やかになり、解析時間間隔内に十分な流量減少が生じなくなると考えられる流量観測箇所からの距離。流量観測箇所から限界距離以上離れた河道区間における河道閉塞の形成覚知は困難であり、監視可能区間から除外する。限界距離を長くするためには、解析時間間隔を長くすることが考えられる。

流量減少率

流量減少の程度を表わす指標で次式により算出する。

$$\Delta Qf = \frac{Q_{t1-\Delta t} - Q_{t1}}{Q_{t1-\Delta t}}$$

ΔQf : 流量増加率

Δt : 解析時間間隔

Q_{t1} : 現況流量

$Q_{t1-\Delta t}$: 元流量

流量増加率

流量増加の程度を表わす指標で次式により算出する。

$$\Delta Qr = \frac{Q_{t1}}{Q_{t1-\Delta t}}$$

ΔQr : 流量増加率

Δt : 解析時間間隔

Q_{t1} : 現況流量

$Q_{t1-\Delta t}$: 元流量

元流量

当該時刻から解析時間間隔前の時点の流量

【添付資料 2 流量データにおける注意すべきデータの例】

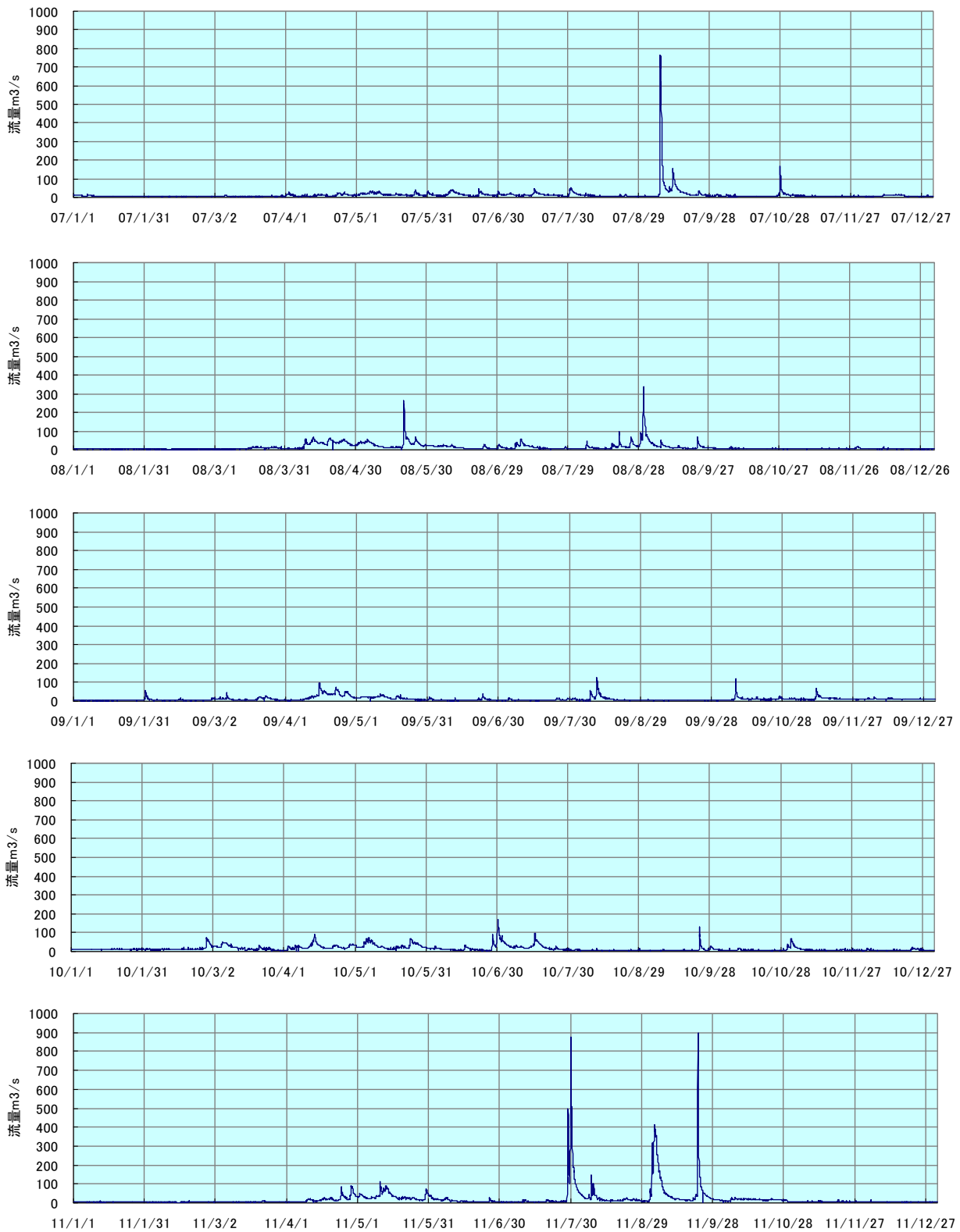


図 流量波形 (データ間隔 1 時間)

データ		
年月日	時間	流量 (m3/s)
2007/1/1	1:00	14.37
2007/1/1	2:00	12.48
2007/1/1	3:00	12.96
2007/1/1	4:00	13.15
2007/1/1	5:00	13.92
2007/1/1	6:00	13.63
2007/1/1	7:00	12.10
2007/1/1	8:00	12.58
2007/1/1	9:00	13.33
2007/1/1	10:00	11.66
2007/1/1	11:00	11.67
2007/1/1	12:00	12.16
2007/1/1	13:00	11.67
2007/1/1	14:00	10.00
2007/1/1	15:00	12.57
2007/1/1	16:00	13.32
2007/1/1	17:00	11.17
2007/1/1	18:00	13.62
2007/1/1	19:00	12.58
2007/1/1	20:00	11.67
2007/1/1	21:00	12.11
2007/1/1	22:00	10.58
2007/1/1	23:00	9.72
2007/1/1	24:00:00	11.08
2007/1/2	1:00	11.09
2007/1/2	2:00	12.13
2007/1/2	3:00	11.64
2007/1/2	4:00	11.09

2009/3/23	13:00	25.25
2009/3/23	14:00	24.00
2009/3/23	16:00	22.95
2009/3/23	17:00	23.75

→ 15:00 の記録がない
解析時に注意

2009/8/3	3:00	7.44
2009/8/3	4:00	7.99
2009/8/3	5:00	-
2009/8/3	6:00	7.44
2009/8/3	7:00	7.44

→ 記録はあるが“-”データ
解析時に注意

図 流量観測値の注意すべき数値データの例

1時間間隔流量データの基礎情報

データ種類	データ数等	備考
対象データ初期日時	2007/1/1 1:00	
対象データ最終日時	2012/1/1 0:00	
本来あるべきデータ数	43824	1時間データでカウント
観測時刻記録数	43734	"-"データ含む
観測数値記録数	43652	"-"データ含まない
解析可能データ数	43598	1時間間隔の連続データの個数

図 データ基本情報整理の例（データ間隔1時間）

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of N I L I M

N o . 767 November 2013

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

企画部研究評価・推進課 TEL 029-864-2675