北海道一級河川環境保全連絡協議会
網走地方部会幹事会
「土砂流出に関する講演会」

日　時　　平成２１年5月１１日（月）１０：００～

場　所　　網走市南２条西４丁目 ホテルサンパーク

北海道一級河川環境保全連絡協議会網走地方部会幹事会

「土砂流出に関する講演会」

議　事　次　第

日　時　　平成２１年5月１１日（月）　１０：００～１２：００

場　所　　網走市南２条西４丁目　ホテルサンパーク　２階　翔鶴の間

１　　開　　会

２　　挨　　拶　　北海道一級河川環境保全連絡協議会網走地方部会
幹事長　網走開発建設部次長　伊藤　丹

３　　講　　演　　（１）川を濁らないようにする流域管理
北海道立林業試験場　森林環境部　保健機能科長　佐藤弘和
（２）常呂川およびその小流域における土砂輸送
北見工業大学　工学部　社会環境工学科　教授　中山恵介

４　　意見交換　　各機関の土砂流出防止・軽減に関する取組状況
今後の取り組みに関する意見交換

５　　その他

６　　閉　　会

川を濁らないようにする流域管理

北海道立林業試験場

森林環境部　保健機能科長　佐藤弘和

北海道立林業試験場
佐藤弘和

1．濁水は産業や生活に悪影響を及ぼすことがある

海まで流れ出た濁水

濁水が流れると・・・
○飲用水の供給が止まる
○ホタテ貝などの養殖に被害が及ぶ
○サケ科魚類などが生息しにくくなることがある

こうした状況では・・・
濁水発生の実態と原因を把握し，対策を講じる必要がある

そこで，流域内における濁水流出の実態と原因（ここでは，畑地と道路を取り上げます）を明らかにして，川を濁らないようにする対策方法について提案します

2．畑地では濁水が生じやすい状況にある

畑地で発生した濁水
この後，排水路を経由して河川に流れ込む

農作業車両が走行する場所は，
土壌が締め固められ，浸透能などが低下するため，降雨時では高濃度の濁水が発生しやすい
→場所によっては，土砂濃度が10,000mg/Lと高い値を示す

流域内における農地面積率が高い値ほど，流出する土砂の量が多い傾向にある

畑地では土壌物理性の悪化が問題となる

3．畑地周辺では崩壊や侵食が起きることがある

畑地周辺に形成された巨大なガリー状崩壊

畑地周辺では
○斜面の表土層が崩落する表層崩壊
○斜面に溝状の侵食が生じて起きるガリー状崩壊
などがみられることがある
表層崩壊は10年以内で植生回復するが，ガリー状崩壊は回復しにくいのが特徴

河川に土砂が流れ込むだけでなく，畑地面積そのものが減少することに繋がる

4．伐採後の濁りには集材路が関与する

10年以上経過しても依然として裸地になっている集材路
路面の土は，林地や伐採跡地より高く，路面上を流れた水による侵食が続いている

集材路の様子
○伐採後も濁りが変化しない場合
→川沿いに集材路なし
○伐採後に濁るが回復する場合
→川沿いに集材路あり
→最初は崩れていたが，数年後には植生が回復し安定していた
○伐採後も濁り続けている場合
→川沿いに集材路あり
→川への土砂流入が続いている

集材路の配置と攪乱の度合いが濁りに影響

5．林内道路では崩れやすい条件がある

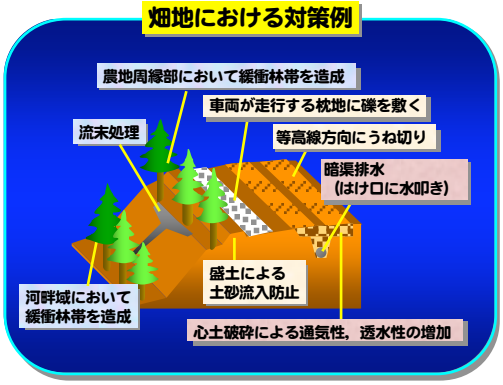
暗渠管が詰まり行き場を失った川の水が管の側方を侵食したため，通行不能になった道路

切取のり面
○のり高3m以上の箇所
盛土のり面（林道に多い）
○横断排水溝からの水による侵食
○暗渠管の閉塞による側方侵食
○川沿いでは，川の水がぶつかる場所に多い
路面（作業路に多い）
○わだちが水を集めた侵食
（勾配6°以上で発生，横断排水溝がほとんどない）
○側溝からあふれた水による侵食
（勾配3°程度でも発生）

林内道路では水流のコントロールが重要

6．川を濁らせないように配慮した対策方法

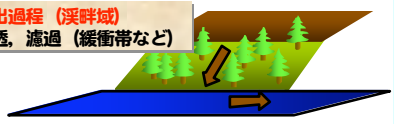
畑地における対策例



土砂流出の各過程における抑制方法

生産過程（発生源；畑，集材路）
侵食防止（植栽，マルチングなど）

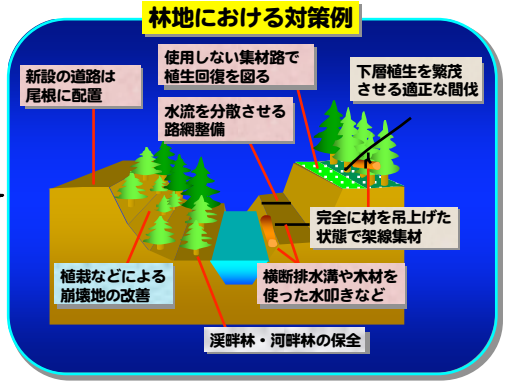
流出過程（渓畔域）
浸透，濾過（緩衝帯など）



流下過程（流路）：貯留効果（沈砂池など）

○流域にある攪乱地の制御が重要
・攪乱地の面積を減少させる
・攪乱地からの土砂量を減少させる
・攪乱地の位置を川から離す
○流域全体で対策を進めることが重要

林地における対策例



常呂川およびその小流域における土砂輸送

北見工業大学
工学部　社会環境工学科　教授　中山恵介

常呂川およびその小流域における土砂輸送

北見工業大学工学部
社会環境工学科　中山　恵介

本研究の背景

- 平成13年9月の洪水時における河口からの濁水･土砂流出によると考えられている大量のホタテの斃死
- 平成19年6月の第一頭首工口周辺における濁水の取水による断水

- **流域全体を対象とした対策を検討提案が必要**

本研究の目的･検討項目

- 流域における総合的な土砂輸送の把握，水質環境の維持･改善を目的
- 常呂川で最も大きな問題であると考えられる**超高濁度水の発生要因を解明**

1. 平水時における土砂輸送･水質環境の検討
2. 概念モデルの適用（流出の再現性検討）
3. 分布型流出モデルによる土地利用状況を反映した降雨-流出，土砂輸送予測の検討
4. 元素分析による輸送機構の解明

本研究の構成と発表内容

【本研究の構成】	【今回の発表内容】
常呂川流域の降雨-流出，浮遊砂流出特性の把握	1973年から2006年の33年間における流出特性の解析
上常呂地点での集中型モデルによる降雨-流出、浮遊砂流出の再現 ⇒概念モデルによるモデル流域全体での浮遊砂の流出予測と分布型モデルの拡張準備	2001年7月から2001年10月の降雨-流出の再現結果と考察 簡易手法による浮遊砂流出量の再現結果と考察
分布型モデルによる常呂川流域の降雨-流出、浮遊砂の予測モデルの開発 ⇒土地利用状況に応じた浮遊砂の流出予測	2001年7月における流出の再現結果と考察
モデル流域での降雨-流出，浮遊砂観測と結果 ⇒土地利用状況に応じた浮遊砂流出モデルの構築	オロムシ川での降雨-流出，浮遊砂観測結果
浮遊砂輸送機構解明 ⇒粒度構成，土壌構成の分析	粒度構成及び土壌構成の分析結果

Observatory

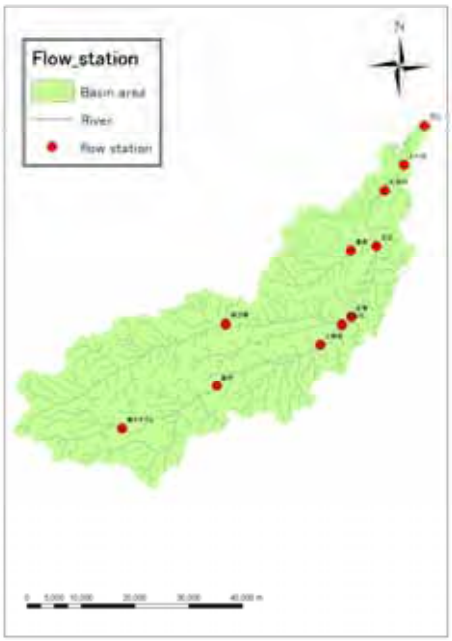
Available data

components (interval)

- Discharge (daily from 1970 but hourly data is available)
- SS

(Once to three times a month from 1973)

- DO (Same as above)
- PH (Same as above)
- BOD (Same as above)
- COD (Same as above)
- TN (Same as above)
- TP (Same as above)
- Coliform count (Same as above)



Rain station

Rain fall data

(1978～) every 1 hour

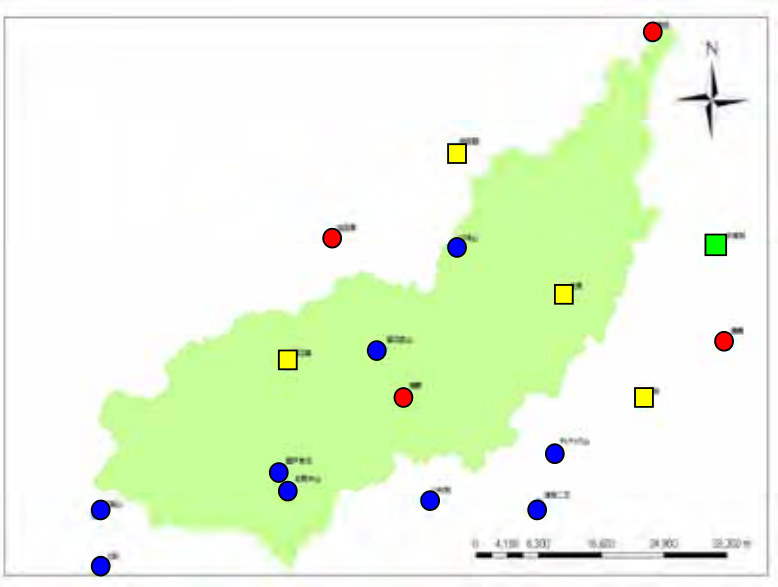
(1994～) every 10 minutes

Rainfall intensity,wind, solar radiation,snow ,airtemperature

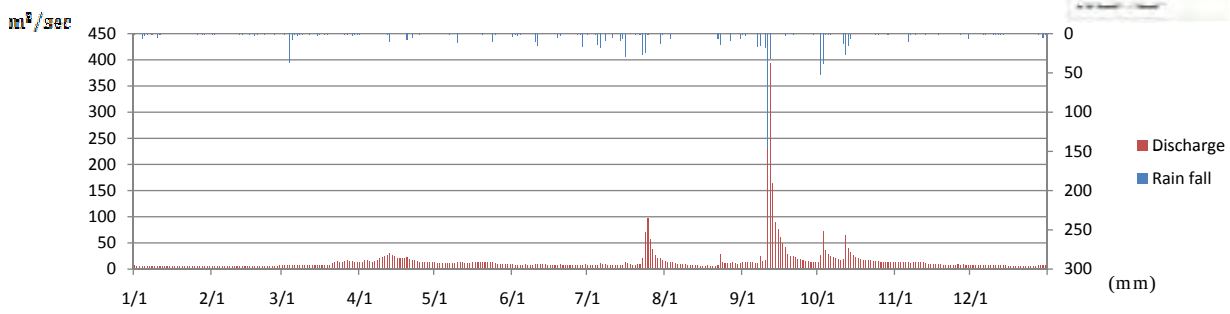
Rain intensity,wind, solar diation,air temperature

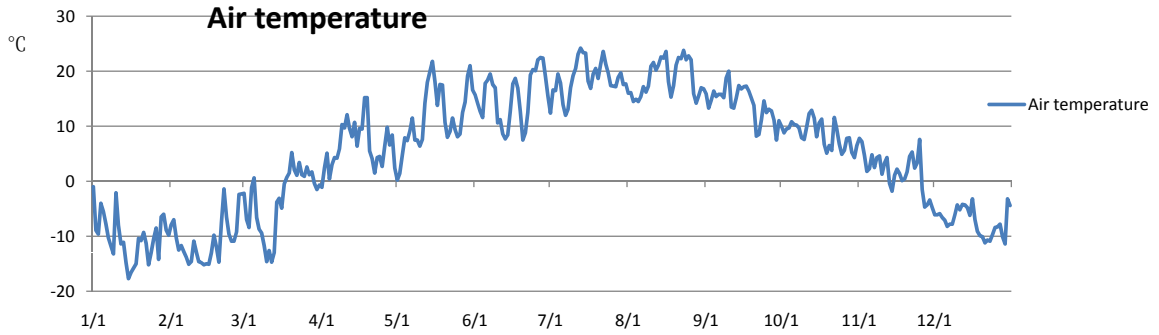
infall intensity

Rainfall intensity,wind, solar radiation,snow, air temperature

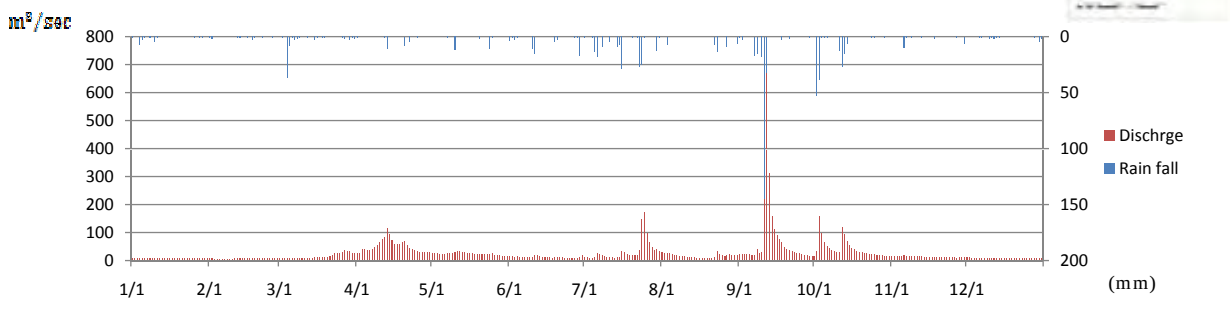


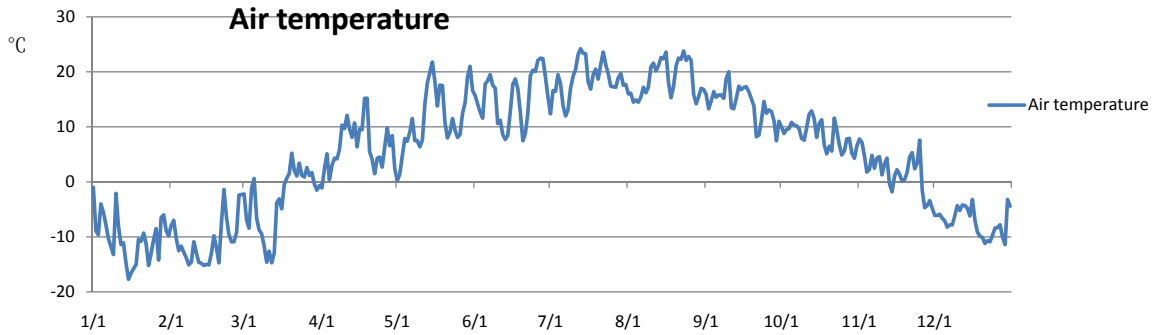
Hydrograph
Upstream 2001



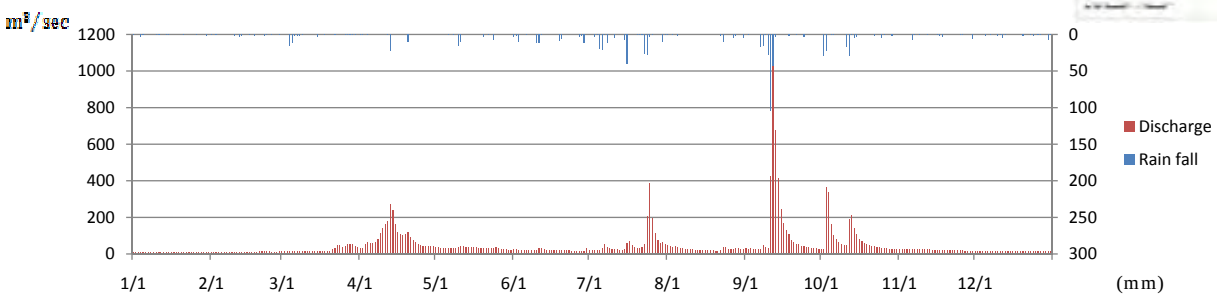


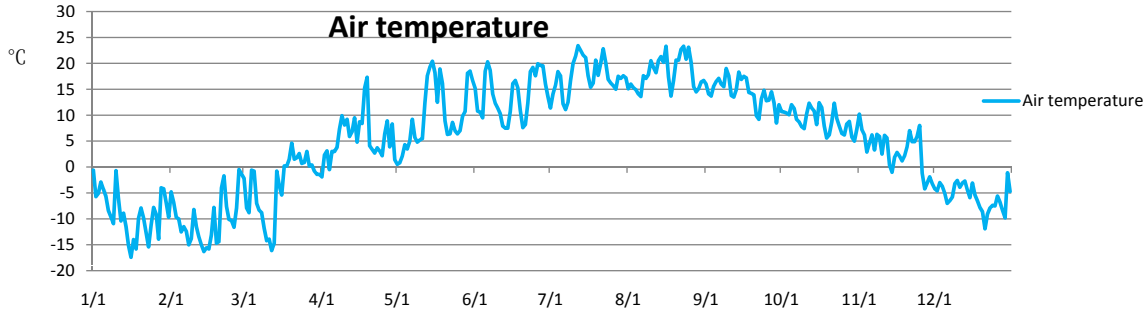
Hydrograph
Middle stream 2001



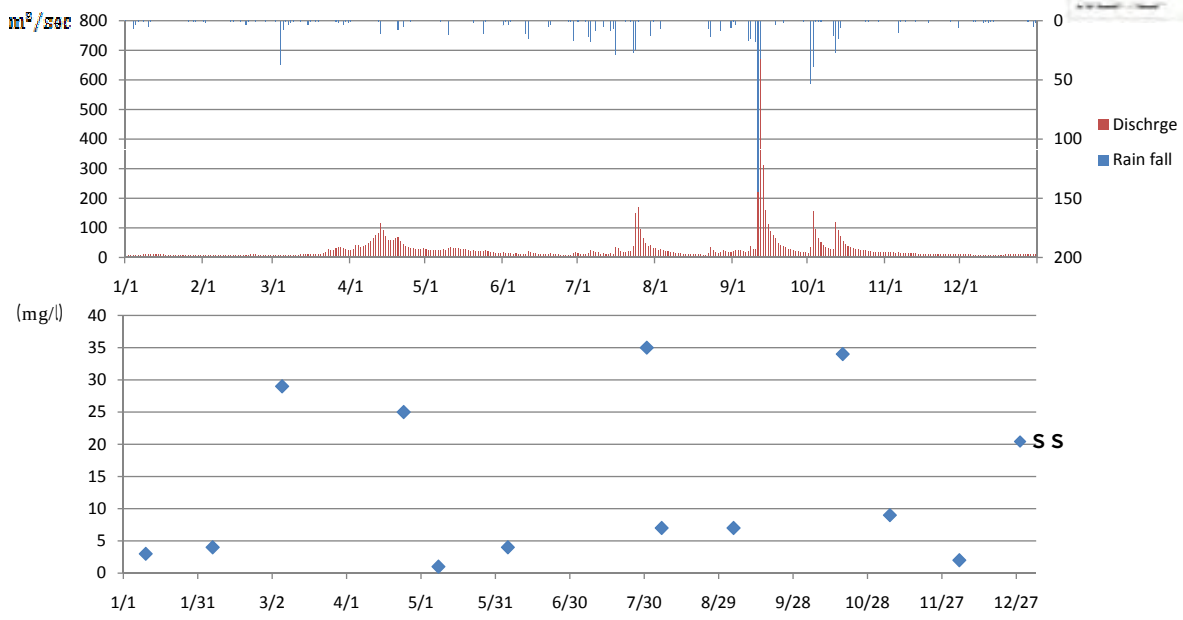


Hydrograph
Down stream 2001



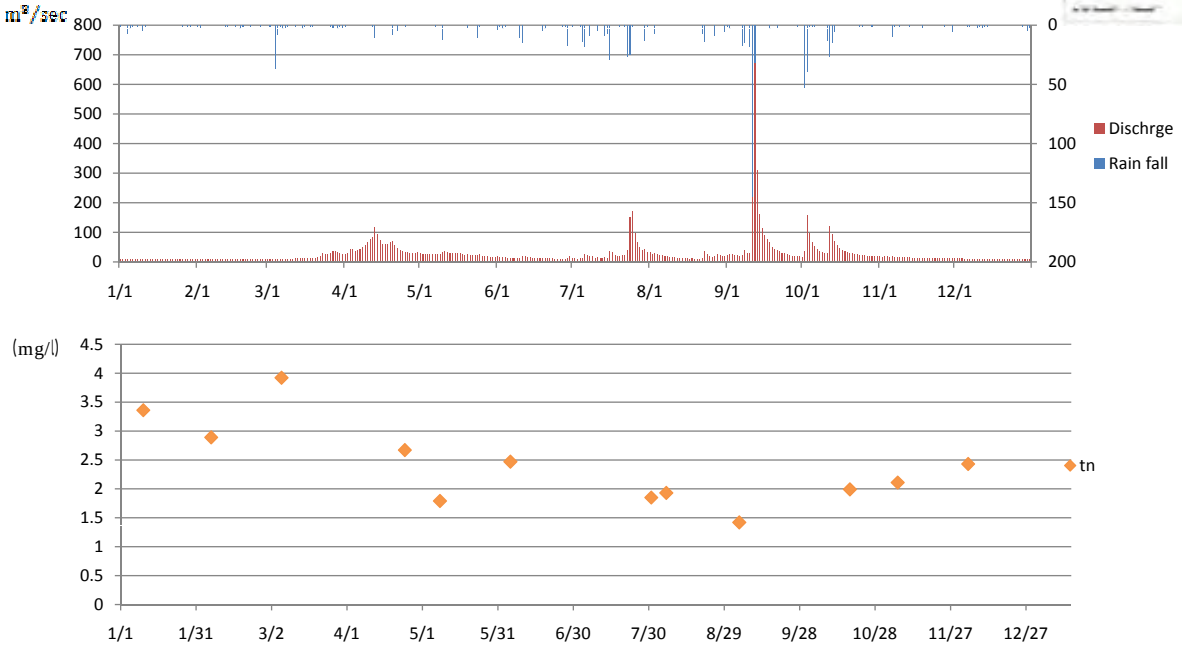


Water quality graph (SS)
Down stream 2001



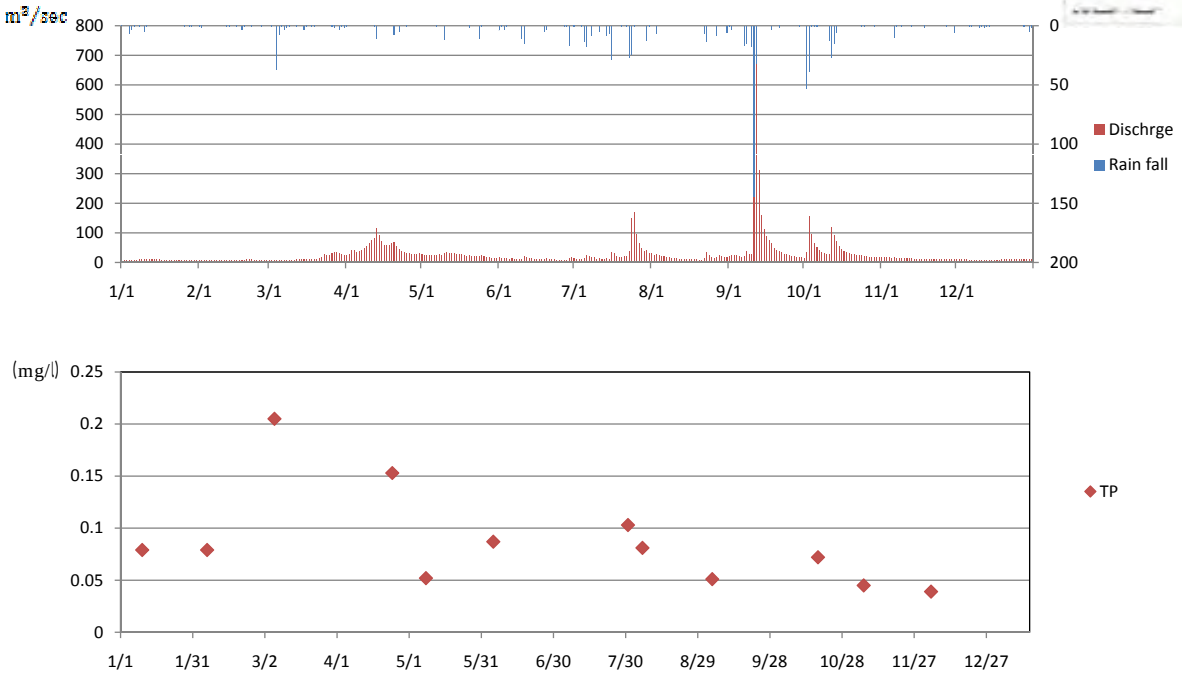
SS

Water quality graph (TN)
Down stream 2001



TN

Water quality graph (TP)
Down stream 2001



TP

SSと流量の関係について

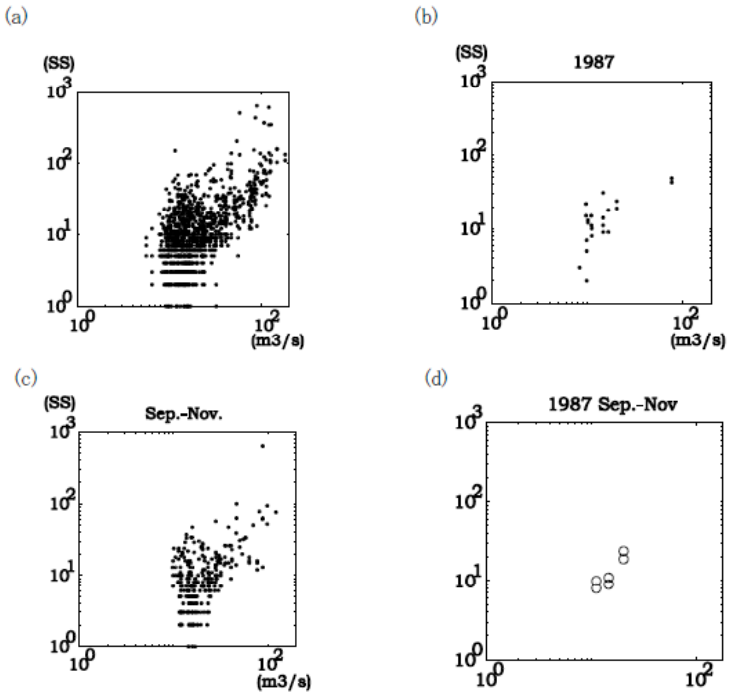


図-4 上常呂における平水時の流量とSSの関係.
(a) 1973年から2005年までの流量とSS. (b) 1987年における流量とSS. (c) 1973年から2005年における9月から11月の流量とSS. (d) 1987年の9月から11月における流量とSS.

集中型モデルによる降雨-流出解析（1）

- 集中型モデルは貯留関数法やタンクモデル等，様々な手法が開発されている．しかし，一般的に流出係数といった水収支の物理則が十分に反映されていないモデルとなっている．
- 本研究では，水収支の物理則を反映した集中型モデルであるDownward Approach法を適用した．

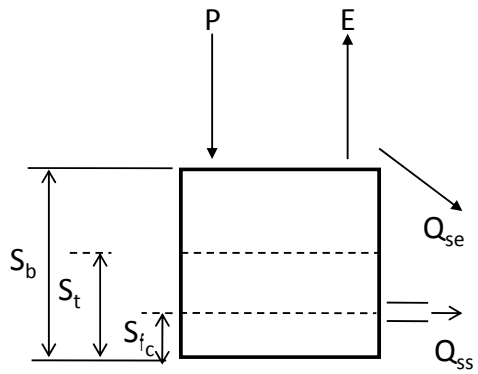
集中型モデルによる降雨-流出解析（2）

- Downward Approach法は，S1-S4の4stepで構成され，段階的に水収支を物理的に表現できる．

今回の検討範囲

	降雨	蒸発散	樹木による遮断	土壌条件	流　出
S1	実降雨	○	○	飽和	表面流
S2	実降雨	○	○	飽和	表面流･中間流
S3	実降雨	○	○	飽和-不飽和	表面流･中間流
S4	実降雨	○	○	飽和-不飽和	表面流･中間流･基底流

Water Balance Using Downward Approach (S_1 & S_2)



S_1：$Q_{ss}=0$，　$\alpha_{ss}=0$
S_2：$Q_{ss}>0$，　$\alpha_{ss}>0$

Volume of Stored

$$S_b = D\phi, \qquad S_{f_c} = f_c S_b$$
$$S_t = S_{t-1} + p - q - e$$

Evaporation

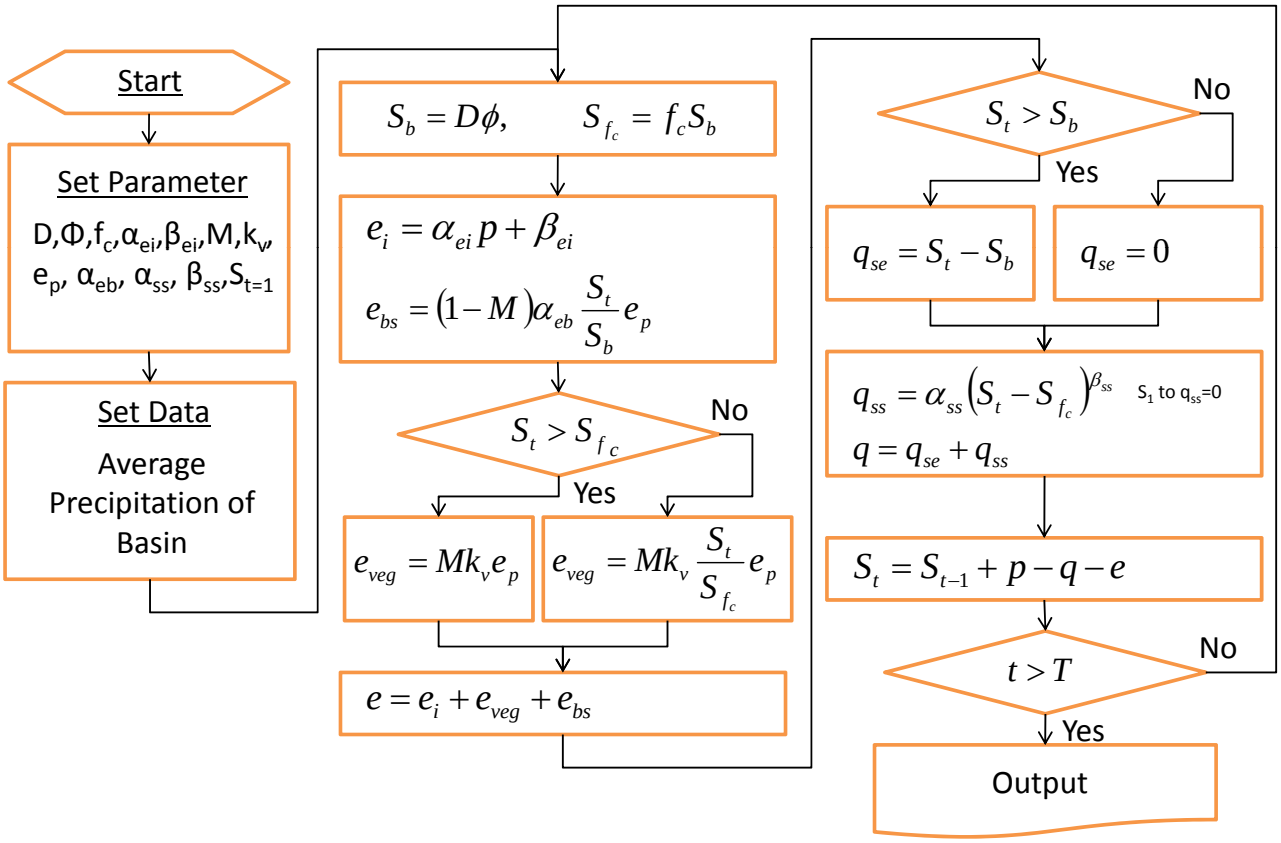
$$e = e_i + e_{veg} + e_{bs}$$
$$e_i = \alpha_{ei} p + \beta_{ei}$$
$$e_{veg} = \begin{cases} Mk_v e_p & S_t > S_{f_c} \\ Mk_v \dfrac{S_t}{S_{f_c}} e_p & S_t < S_{f_c} \end{cases}$$
$$e_{bs} = (1-M)\alpha_{eb} \frac{S_t}{S_b} e_p$$

Runoff

$$q = q_{se} + q_{ss}$$
$$q_{se} = \begin{cases} S_t - S_b & S_t > S_b \\ o & S_t < S_b \end{cases}$$
$$q_{ss} = \alpha_{ss}\left(S_t - S_{f_c}\right)^{\beta_{ss}}$$

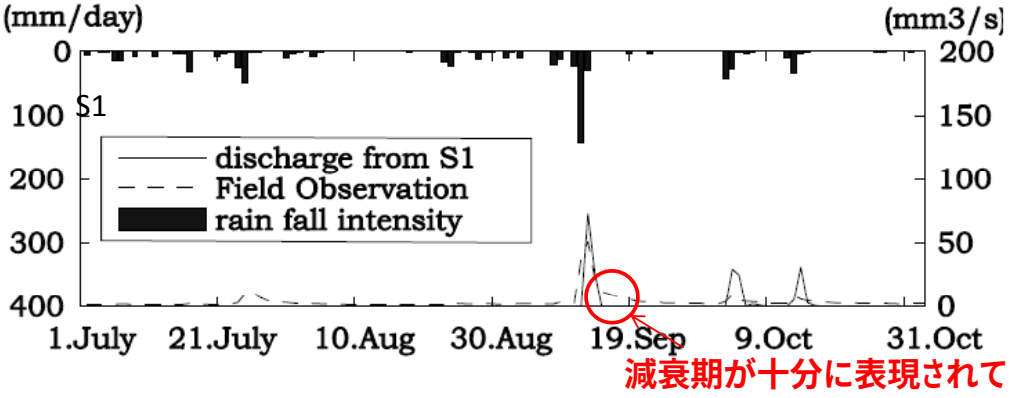
※βss＝1　if linear and 2 nonlinear

S_1 & S_2 Calculation



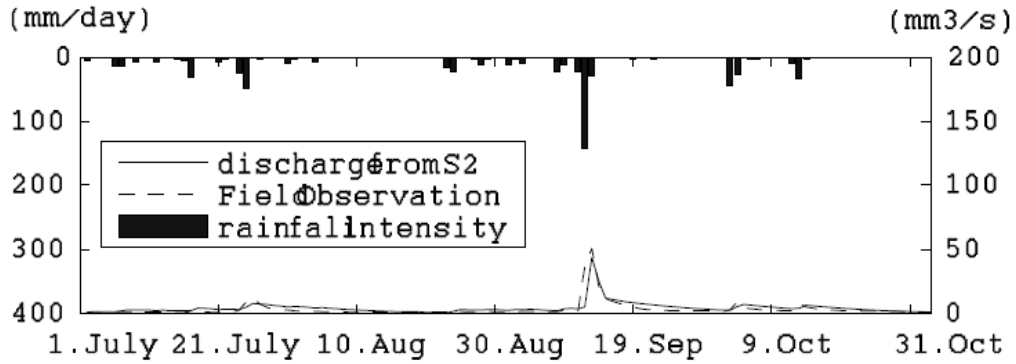
集中型モデルによる降雨-流出解析（3）

S1



減衰期が十分に表現されていない

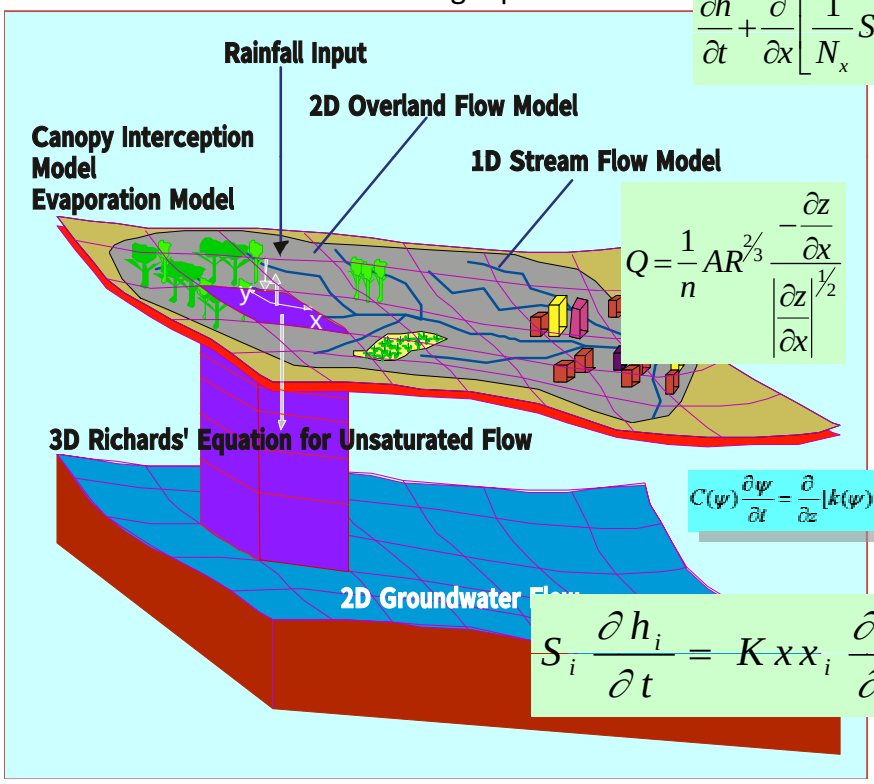
S2



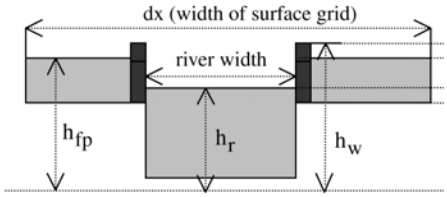
分布型モデルによる常呂川流域の降雨-流出の再現（1）

Governing equations

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{1}{N_x}S_{fx}^{1/2}h^{2/3}h\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[\frac{1}{N_y}S_{fy}^{1/2}h^{2/3}h\right]=q$$



$$Q=\frac{1}{n}AR^{2/3}\frac{-\frac{\partial z}{\partial x}}{\left|\frac{\partial z}{\partial x}\right|^{1/2}}$$

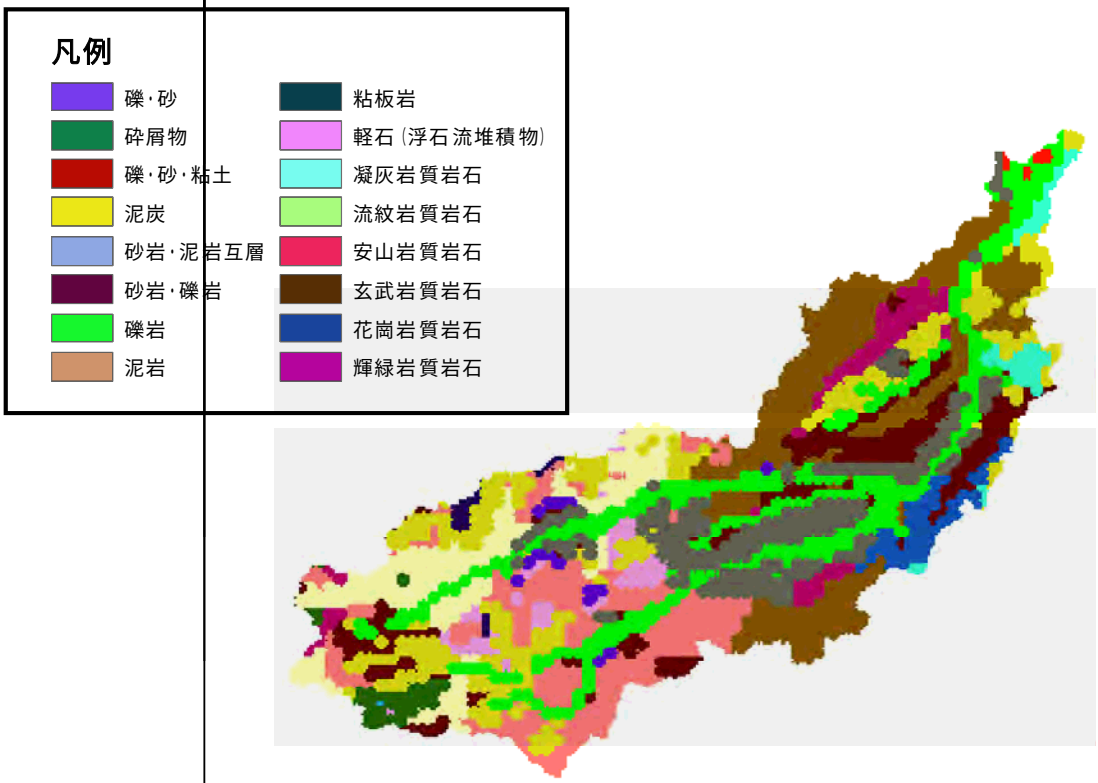


$$C(\psi)\frac{\partial\psi}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial z}[k(\psi)\frac{\partial\psi}{\partial z}+k(\psi)]+\frac{\partial}{\partial x}[k(\psi)\frac{\partial\psi}{\partial x}]+\frac{\partial}{\partial y}[k(\psi)\frac{\partial\psi}{\partial y}]-S_z$$

$$S_i\frac{\partial h_i}{\partial t}=Kxx_i\frac{\partial^2 h_i}{\partial x^2}+Kyy_i\frac{\partial^2 h_i}{\partial y^2}+R_i$$

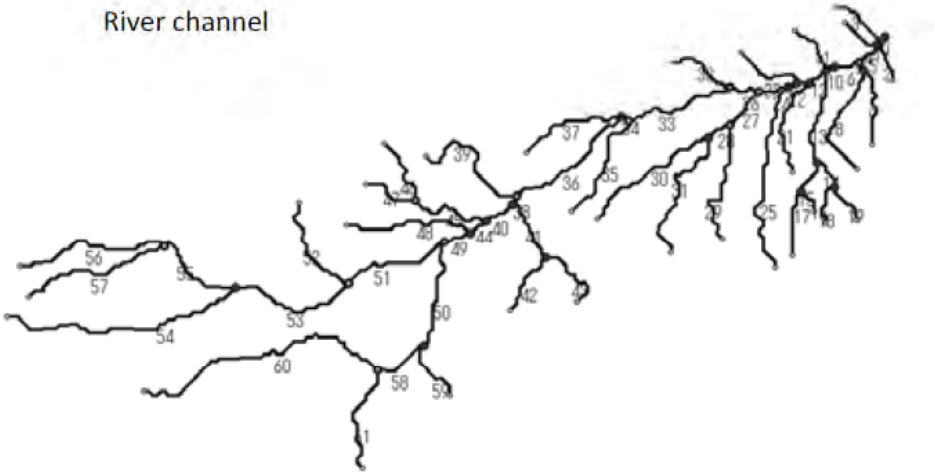
Source: Dutta et al. 2000

分布型モデルによる常呂川流域の降雨-流出の再現（2）

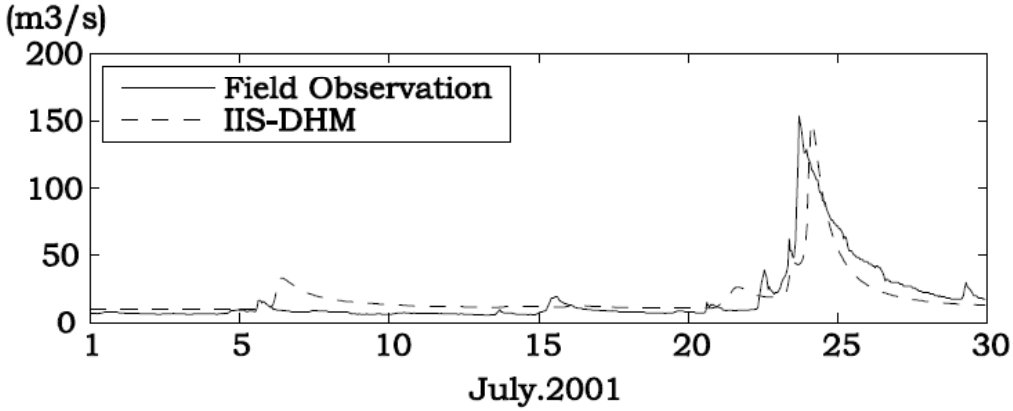


Rain station

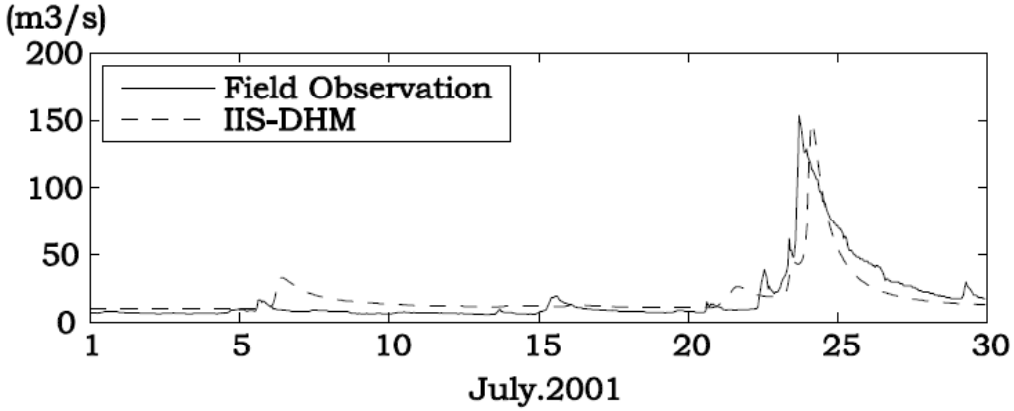
River channel

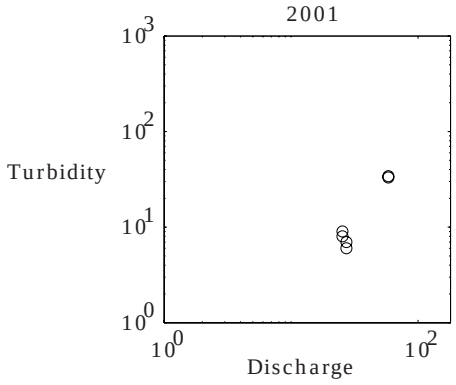


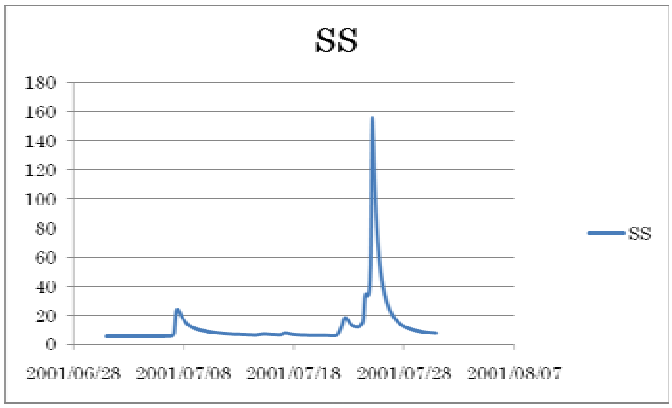
再現計算結果



SSの推定結果







土砂輸送解析の対象領域について

土地利用や表層土壌の空間スケールが数km以下である.

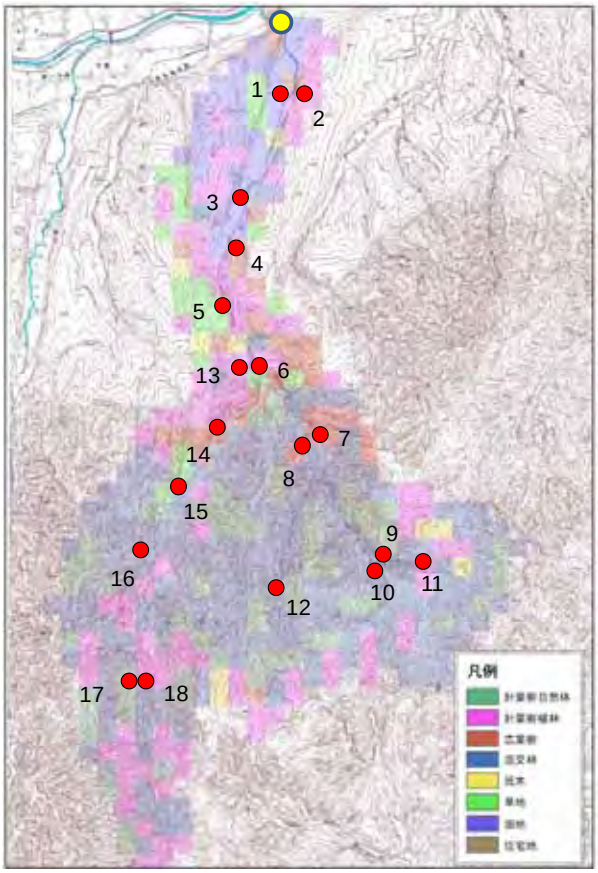
↓

土砂輸送も同様なスケールにより支配されている可能性がある.

↓

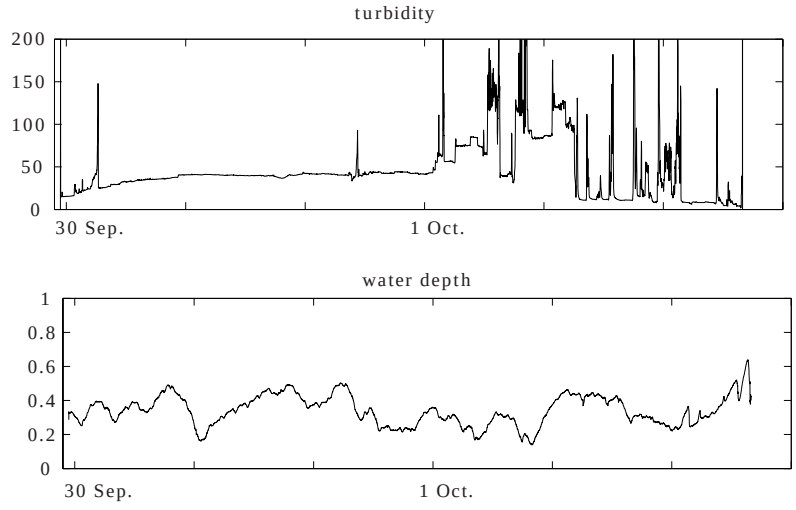
まずは流域面積が小さく，数kmスケールの現象を把握するのに適したオロムシ川流域をモデル流域とした.

オロムシ川流域

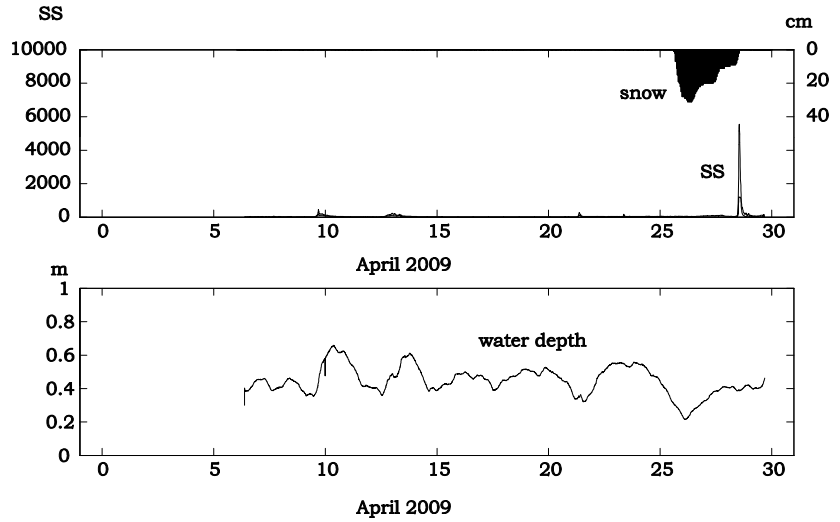


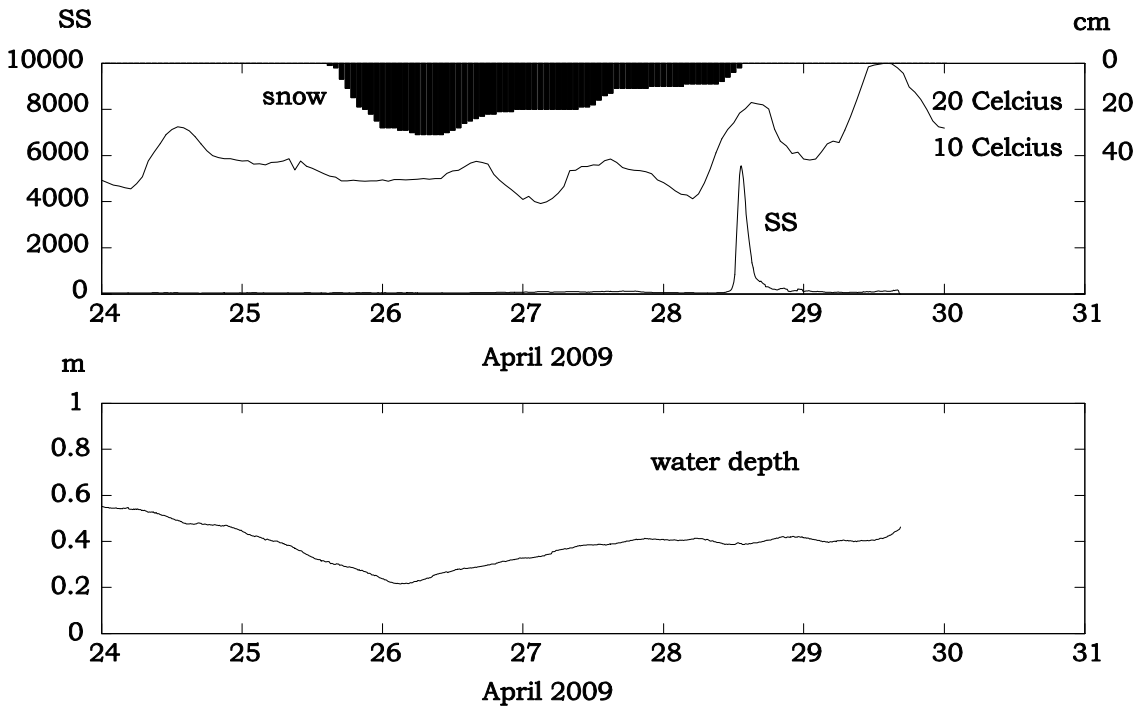
オロムシ川での観測結果（1）

2008年9月30日から10月31日



オロムシ川での観測結果 (2)





オロムシ川での観測結果の比較

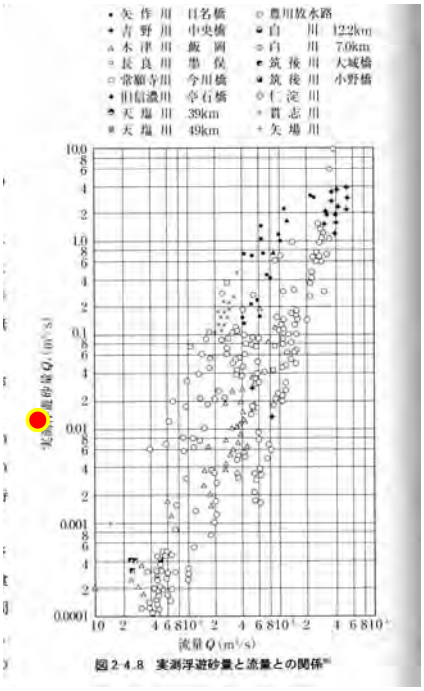
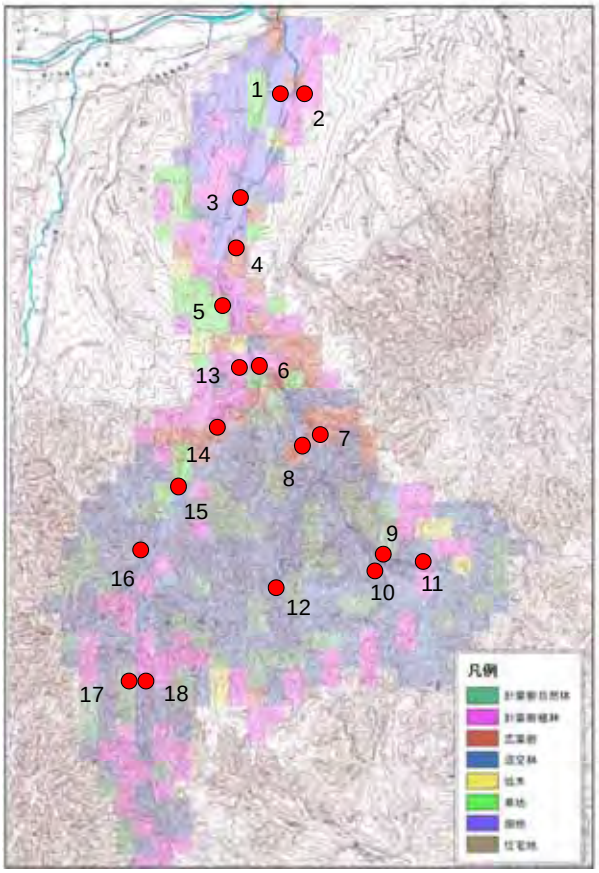


図 2-4.8 実測浮遊砂量と流量との関係[5]

浮遊砂生産源特定のための土砂分析

モデル流域：オロムシ川



【採泥による分析項目】
- 粒度分布
- 重金属類成分

採泥の様子

畑での採泥(ご協力ありがとうございました)

流域での採泥

オロムシ川での採泥

土の処理の様子

2.0mm篩にて根と土の仕分け

63μm篩にて篩い

篩った後の土

乾燥庫で110℃に熱し，乾燥させた土

乾燥させた土の磨り潰し

磨り潰した土をプレス機で圧力をかけて出来たメダル状の土

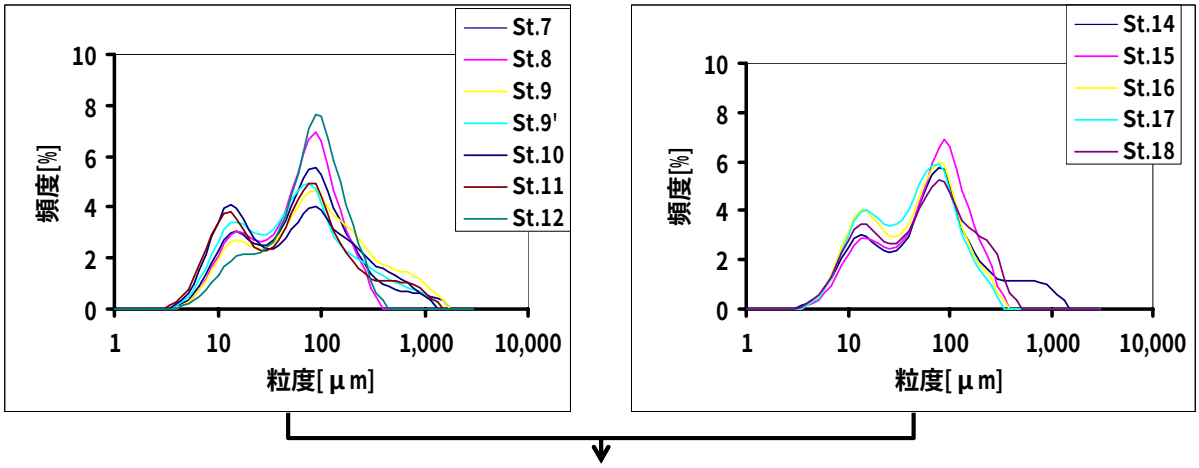
分析内容

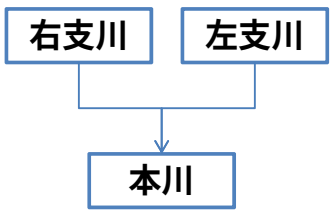
- 粒度分布を測定し，採泥地点の粒度分布を把握する．
- メダル状の土に蛍光X線をあて，土に含まれる金属物質を測定する．

粒度分布測定装置

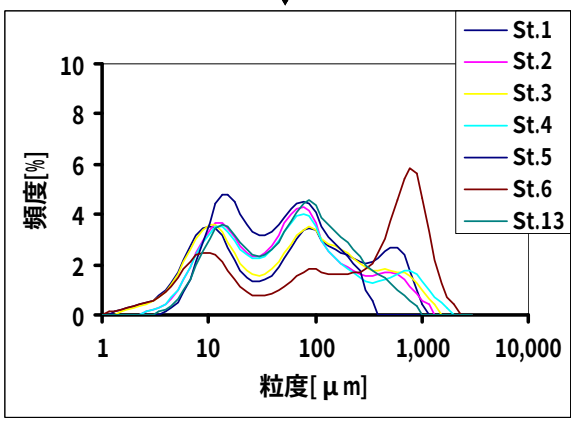
蛍光X線装置

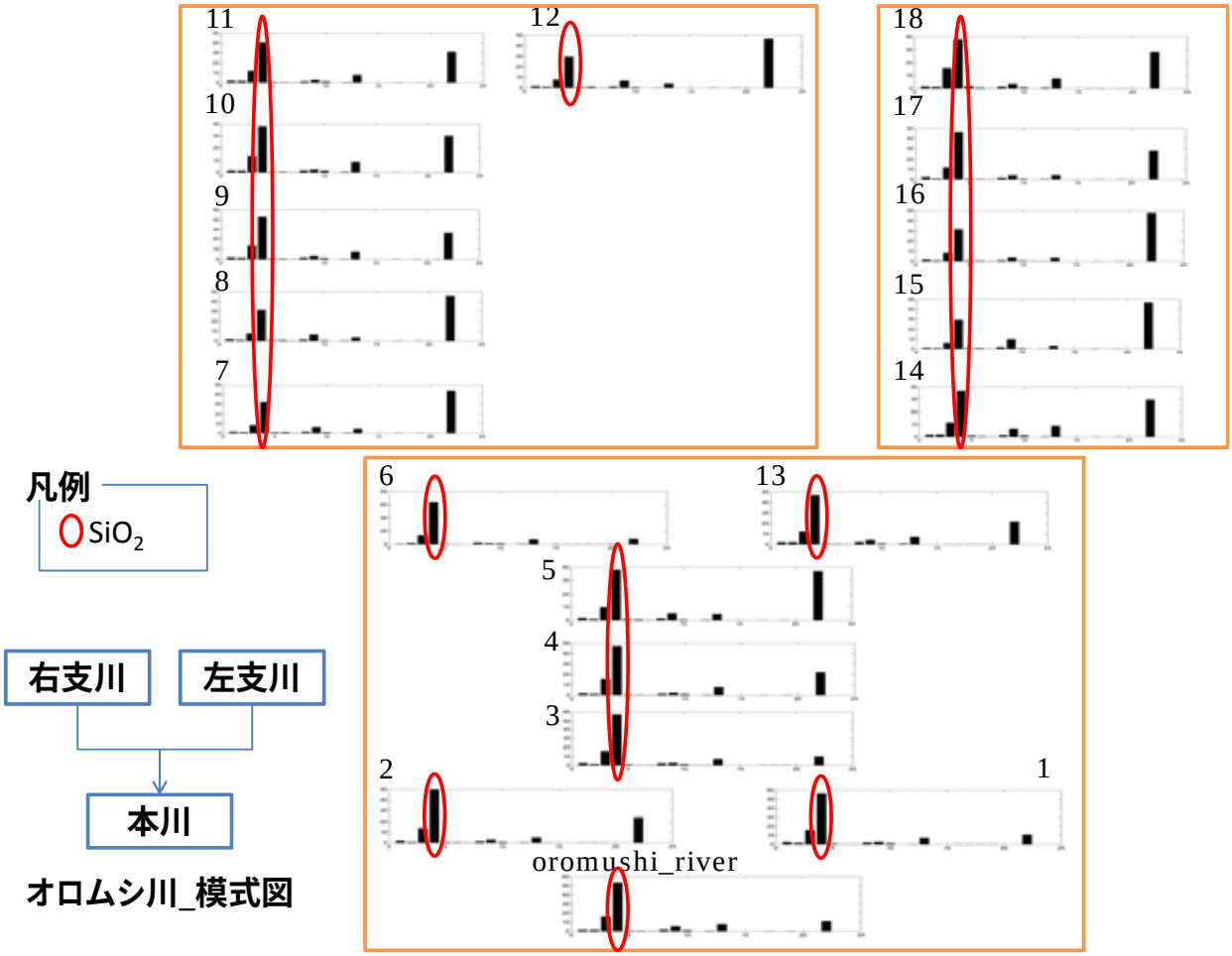
粒度分布結果





オロムシ川_模式図





オロムシ川_模式図

まとめ

- SS濃度に関して，年変動･季節変動が大きいことが示された．
- 集中型および分布型流出モデルを用いた流出解析を紹介した．
- SS濃度の流出特性について，観測結果をもとに考察した．
- 元素分析結果を紹介した．

各機関の土砂流出防止・軽減に関する取組状況

網　走　開　発　建　設　部

北　見　河　川　事　務　所

「平成19年常呂川の濁水に関する流域対策検討会」でとりまとめた対策について　～北見河川事務所

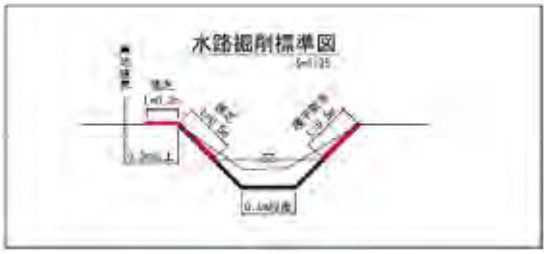
訓子府町内の堤内排水路において以下の対策を実施

- 堤内排水に堆積している土砂の掘削及び法面の植生回復を促す事により、土砂流出を抑制。
- 堤内排水路に土砂溜ピットを造成

小泉小学校（北見市）と連携して環境学習・植樹用苗作りを実施

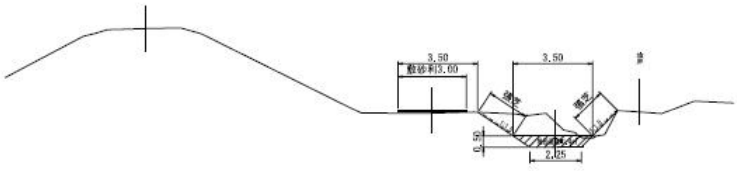
- 北見水防拠点を活用し、生徒による植樹用の苗を栽培。
  （紙パックによる苗ポット）

堤内排水路からの土砂流出抑制



土砂溜ピット

堤内排水路の一部分を広げることにより、水路内を流下する土砂の沈降を促し、その箇所に土砂を溜めやすくする。



地域と連携して植樹用の苗を栽培

北見水防拠点を活用し、
小泉小学校（北見市）の生徒による
植樹用の苗を栽培

北海道網走支庁産業振興部

農務課、調整課、整備課、林務課

農林業側の取り組み状況

北海道網走支庁産業振興部
農務課、調整課、整備課、林務課

1．普及･啓発

- 農林業者、関係団体用

リーフレットと事例集を平成２０年作成

管内市町村、農業協同組合、森林組合、土地改良区、道の出先機関など６０機関に配布。

各種会議等を通じ、資料内容の説明を行い、普及･啓発に努めている。

網走支庁主催の会議等では、これまで延べ２５０人に説明を行うとともに今後も継続して実施する。

流氷を守ることは、地球を守ること
Save the ice , Save the earth

大雨から農林地を守るために
－土砂流出の防止のために－
北海道網走支庁

あなたの周りでも起きていませんか！
農地
渓岸
段丘斜面
－最近、雨の降り方が変わってきています－

－表土の流出は、大切な財産を失うのと同じこと！－
農地の表土流亡を防ぐために！

■ 林業者、関係団体への取り組み状況

年月日	会議名等	対象者	内 容	備 考
H20．6．23	網走支庁管内民有林造林担当者会議	市町村、森林組合等	リーフレットの配布･説明、森林所有者への普及啓発依頼	64名
H20．6月～11月	伐採現場での指導	伐採事業者	環境に配慮した伐採方法などについて市町村と合同で現地指導	常呂川流域約60カ所
H21．3．23～24	環境に優しい森林伐採方法に向けた研修会	伐採事業者、森林組合等	①土砂流出防備のための森林環境保全対策について ②環境保全に配慮した林業機械の使用方法について ③森林計画制度について	紋別市　45名 北見市　58名

環境に優しい森林伐採方法研修会
（北見市）

2．事業による対応

- **農業農村整備事業（ハード）**

  平成２１年度は、常呂川流域で１３地区の事業を実施予定。

  事業内容は、排水路の改修、農地の区画整理、暗渠排水、客土、心土破砕などを実施。

- **農地の防災機能増進事業（ソフト）**

  地域の災害対策の強化を図るため、農地等の防災機能に着目した「地域防災施設管理計画」づくりや地域住民によるワークショップを開催。

  （調査期間　平成２０～２１年度）

常呂川流域内
道営農業農村整備事業地区位置

- **造林事業**

  常呂川流域内で、植林344ha、**間伐**662ha

  実施予定
- **治山事業**

  訓子府町：復旧治山事業（谷止工）

3．農地・水・環境保全向上対策の活用

- **流域内の関係3市町では、下表のとおり実施**
- **関係する活動では、排水路の草刈りや土砂上げ、農地法面の草刈りや作物収穫後の緑肥の植栽などを取り組みを実施**

	北見市	訓子府町	置戸町	計
H19より実施	17	1	0	18
H20より実施	5	2	2	9
計	22	3	2	27
協定面積	20,915ha	785ha	4,279ha	25,979ha

網走土木現業所

事業部　治水課

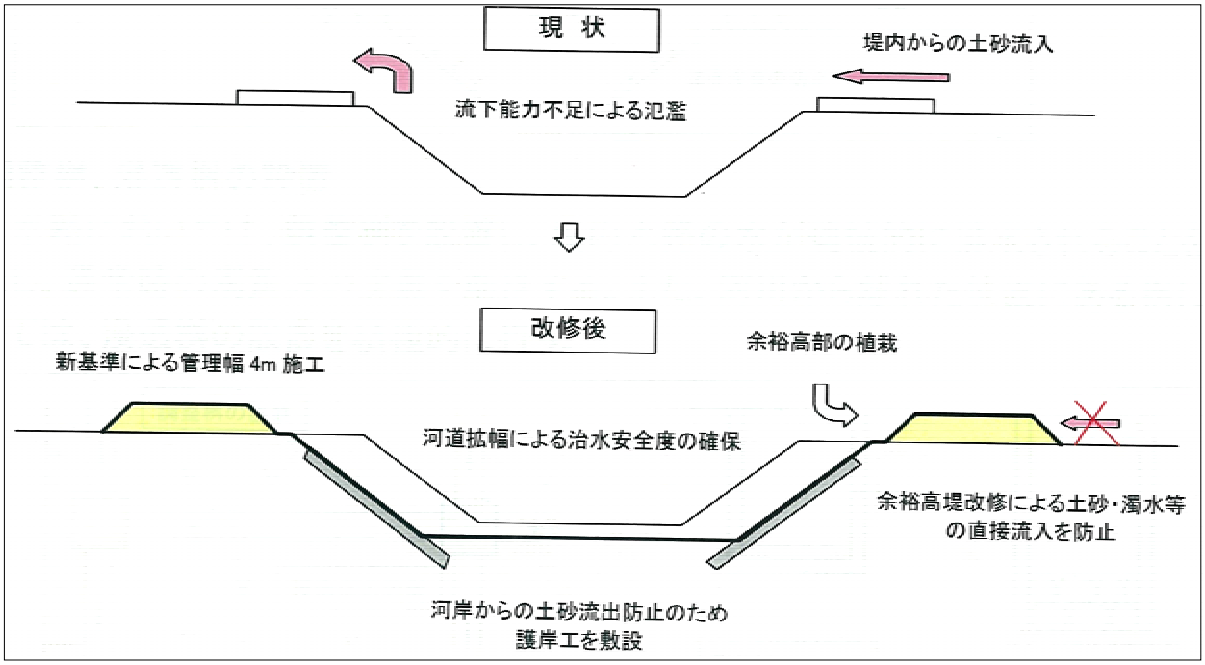
網走土木現業所における土砂流出防止・軽減に関する取り組みについて

平成２１年5月１１日（月）
網走土木現業所　事業部治水課

○常呂川支流における土砂流出軽減措置

　治水対策の必要な河川において、抜本的な河川改修の実施により副次的に土砂流出の抑制効果を期待

・洪水被害を軽減することにより、氾濫に伴う畑地等からの土砂流出の抑制
・堤防方式で整備することにより、河川への直接的な流入土砂の捕捉
・排水等の流入箇所において、流入土砂の軽減を図るための対策を検討
・その他

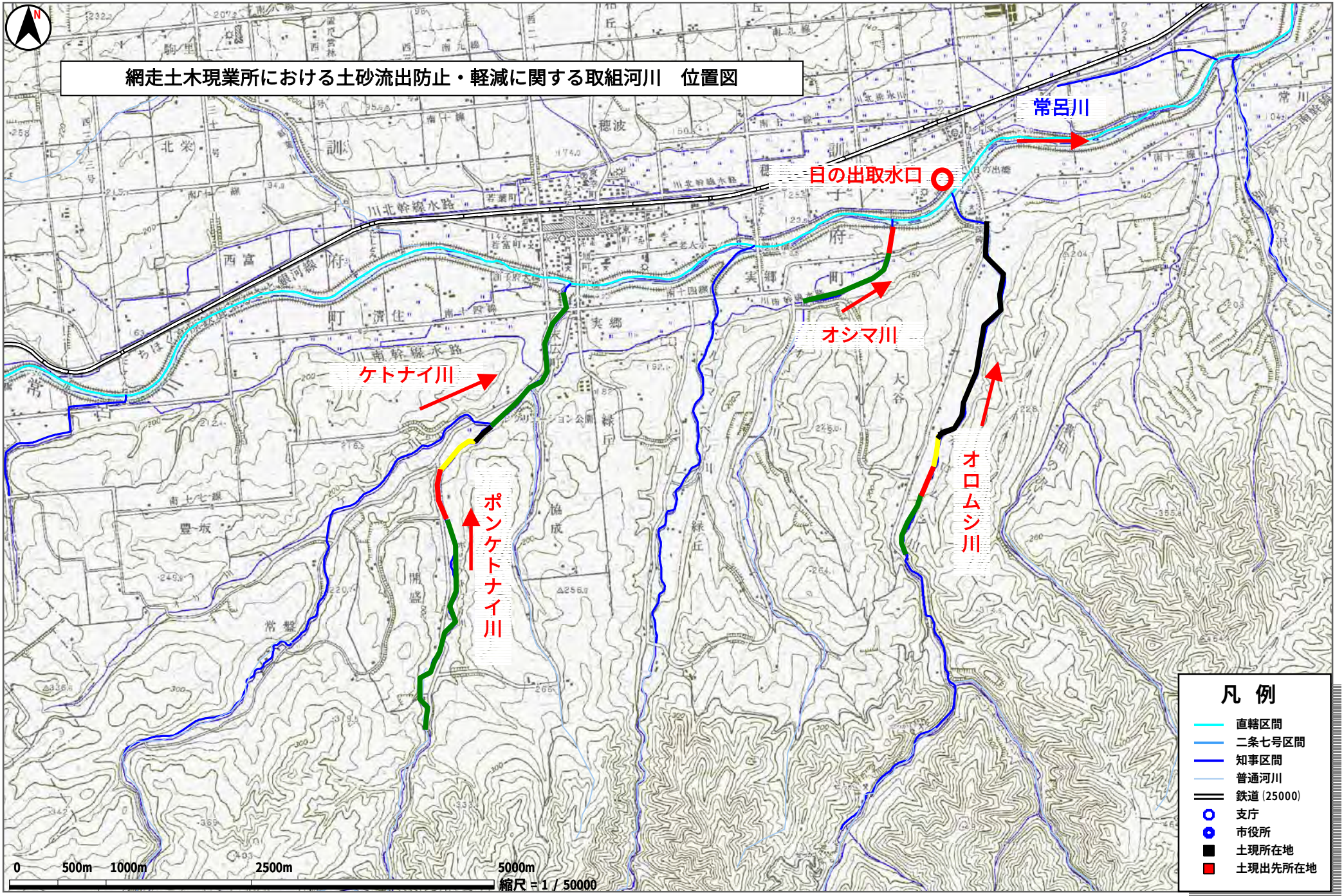


○事業実施河川

河川名	事業名	Ｈ２１事業概要（予定）
オロムシ川	単独事業（地域改良）	掘削工、築堤工、護岸工、排水工設計、用地補償
オシマ川	総合流域防災事業	掘削工、築堤工、護岸工、落差工、測試、用補
ケトナイ川	単独事業（自然災害）	用地調査
ポンケトナイ川	単独事業（地域・自然）	掘削工、護岸工、用地調査、用地補償

○河川位置図

・別紙　位置図のとおり


網走土木現業所における土砂流出防止・軽減に関する取組河川　位置図
常呂川
日の出取水口
オシマ川
ケトナイ川
ポンケトナイ川
オロムシ川
凡　例
直轄区間
二条七号区間
知事区間
普通河川
鉄道（25000）
支庁
市役所
土現所在地
土現出先所在地
0
500m
1000m
2500m
5000m
縮尺 = 1 / 50000

訓　子　府　町

訓子府町の濁水対策について

平成１９年度に実施した町道のチップ舗装は 2 年が経過し、春の融雪時期に現地確認し、ほぼ安定した状態を保っております。

強い降雨等では、チップが多少流亡する状況にありますが、路面（路盤）自体の侵食は少なく、上流部からの土砂がチップ上で留まりながら安定している状況です（写真参照)。下流部（起点部）である橋梁部分の流出土砂の量は減少していることなどから、濁水対策には有効であると考えられます。

今後は、チップ材の劣化等を確認しながら、補充等の時期を検討することとしております。

起点→終点

平成２０年５月撮影

ＳＰ１００→終点

平成２０年５月撮影

ＳＰ１５０→起点

平成２０年５月撮影

平成２１年４月撮影

平成２１年４月撮影

平成２１年４月撮影

ＳＰ２００付近

平成２１年４月撮影

平成２１年４月撮影

チップ上で土砂が留まり同化している

平成２１年４月撮影