

# 網走湖水位低減対策案の水理現象の検証 —模型実験と数値解析の併用による検証—

網走開発建設部 治水課 ○小泉 和久  
崇田 徳彦  
堀田 伸之

網走湖下流域では、H18年10月洪水により網走湖の水位がH.W.L.を30時間も越えるなど、戦後最大規模の洪水となり流域に甚大な被害をもたらした。このため、洪水時に網走湖の水位をH.W.L.より越えさせない抜本的な対策が急務となっている。この改修に向けては環境に配慮した対策案を検討し、模型実験や数値計算により治水効果や環境への影響を検討した。

キーワード：模型実験、数値シミュレーション、河川環境、河川景観

## 1. はじめに

北海道東部に位置する網走川は、その源を阿寒山系の阿寒岳に発し、途中で網走湖を通しオホーツク海に向かって北上する1級河川である（図1-1）。



図1-1 流域図

網走川の下流に位置する網走湖は、道内のシジミやワカサギ漁獲割合の約8割を占めるなど、道内内水面漁業の重要な役割を担っている。

一方、網走湖は、洪水に対して自然の貯留効果を兼ね備えており、計画高水規模に換算すると、図1-2に示す通り、上流から1,500m<sup>3</sup>/s流入し下流から520m<sup>3</sup>/s流出することで、1,000m<sup>3</sup>/sの貯留効果を発現し、下流の網走市街地を洪水から守っている湖である。また、網走湖下流域は、河床勾配1/5,000、河床材料（代表粒径 $d_r$ ）0.4mmであり、セグメント2-2となっている。

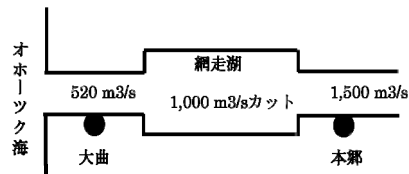


図1-2 計画高水流量配分図

しかしながら、平成元年以降、網走川流域では降雨量が増加傾向にあり、昭和45年から平成元年まではみられなかった約100mmを超える洪水が頻発している（図1-3）。とりわけ、平成18年10月洪水では、24時間雨量139mmを観測し、網走湖のH.W.L.を30時間、氾濫危険水位を240時間超過し（図1-4）、湖畔のホテル、民家やキャンプ場等が浸水するなど被害をもたらした（写真1-1）。

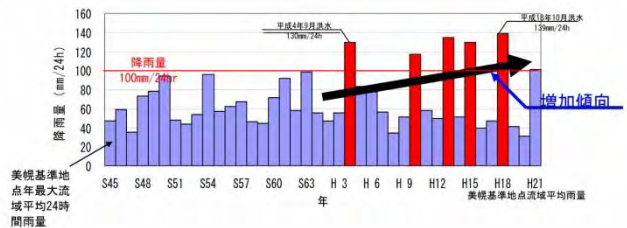


図1-3 年最大降雨・年最大流量

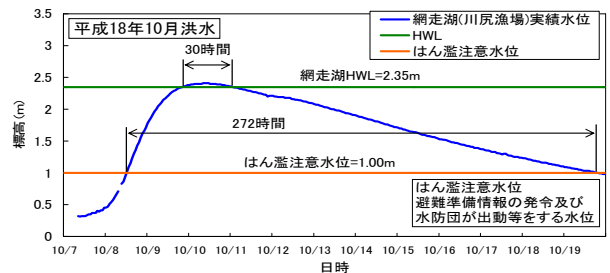


図1-4 平成18年10月洪水 洪水継続時間

写 1-1 平成 18 年 10 月洪水  
(網走湖畔のはん濫状況)



写 1-2 漏水対策  
(月輪工法)



このため、湖畔の民家周辺の堤防整備を進めるほか、平成13年9月洪水で発生した網走湖背水区間堤防の基盤漏水(写真1-2)を受けて、対策を急ピッチで進めるなど治水安全度の向上を図っているが、依然として網走湖の洪水時の災害ポテンシャルが高いままであり、洪水時に網走湖の水位をH.W.L.より越えさせない抜本的な対策が急務となっている。

洪水時に網走湖の水位をH.W.L.より越えさせない方法としては、網走湖の流入量を減らすか、網走湖からの流出量を増やす方法が考えられるが、本文では網走湖からの流出量を増やす方法について述べる。

網走湖からの流出量を増やす方法として、現在までに複数の案を比較検討した上で、本川の河道拡幅を行うのではなく、網走湖の流水を新水路で分流させる方法が治水上也環境上也最適であると判断しているが、新水路と本川合流付近の流況が複雑な流れとなることも考えられるため、模型実験と数値解析の併用により合流部付近の水理現象の検証<sup>1)</sup>を行い、治水と環境とが両立する河道計画を検討した。

現在、河川事業が周辺環境に与える影響や地域住民の価値観の多様化などにより、河川事業の地元合意形成が長期化する傾向にある。事業に対する地域住民の理解を得るには、河川管理者の説明の質的向上が必要

であることから、数値解析と模型実験を併用して行うことで技術的検証を広範囲で行うこととした。

## 2. 網走湖水位低減対策箇所の現状と課題

### (1) 網走湖下流の水産業(シジミ)の現状と課題

網走湖および下流河道でのシジミ漁は、先述の通り道内漁獲量占める漁業割合が8割を占める地域の重要な産業の一つとなっている。

特に、網走湖下流で採取されたシジミは、そのまま出荷されるだけでなく再生産がほとんどない隣接する藻琴湖に放流し「寒シジミ」と呼ばれる地域ブランドを生みだしている。

このため、改修にあたっては、シジミの生息場としての河床を出来るだけ改変しないこと、とりわけ既往調査結果<sup>2)</sup>から st6 から上流(図 2-1、図 2-2)は生息数が多いことがわかっており、良好な漁場となっている(写真 2-1)ことから、河床の改変を行わないことが地域産業を保全する観点から重要と考えている。



図 2-1 調査地点箇所図

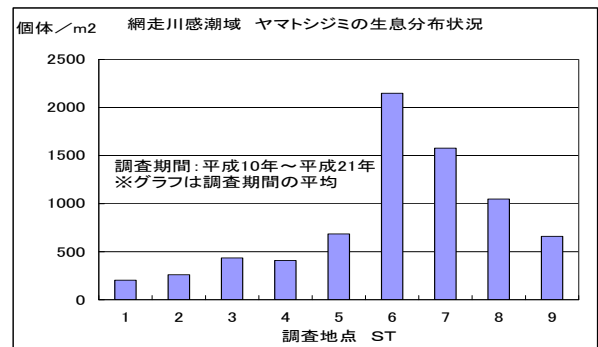


図 2-2 シジミの生息分布状況

写 2-1 網走川でのシジミ漁

(出典: 網走 HP)



## (2) 網走湖下流の河川景観の現状と課題

網走湖から網走川にかけての天然樹林帯と川の織り成す四季折々の河川景観（写真 2-2）は、網走市の玄関口として重要な観光資源となっている他、網走湖から下流の大曲地区は網走市大曲湖畔園地整備実施計画が進められるなど市民の憩いの場として親しまれている。

近年、融雪出水等による河岸決壊により樹木倒壊が発生しており、地元から天然樹林帯の保全要望が強くなってきている状況にあり、河道拡幅に伴う樹木の伐採は、地元の合意が得られないと考えている。

写真 2-2 秋の河川景観



## 3. 網走湖水位低減対策案

2章で述べた現状と課題を踏まえ、網走湖水位低減対策は図3-3に示す本川河道掘削案とするところであるが、河川環境や河川景観を踏まえ、図3-2に示す新水路案を検討した。



図 3-1 新水路ルート（案）

以上のことから、現在の豊かな河川環境や河川景観を保全しながら、治水安全度の向上を目指すことが網走湖水位低減対策の課題となっている。

写 3-1 実験範囲

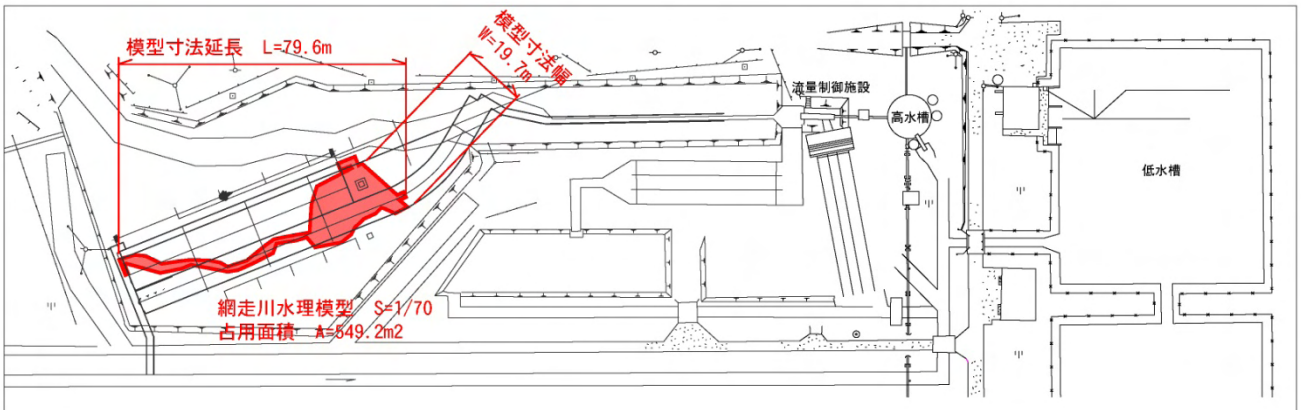
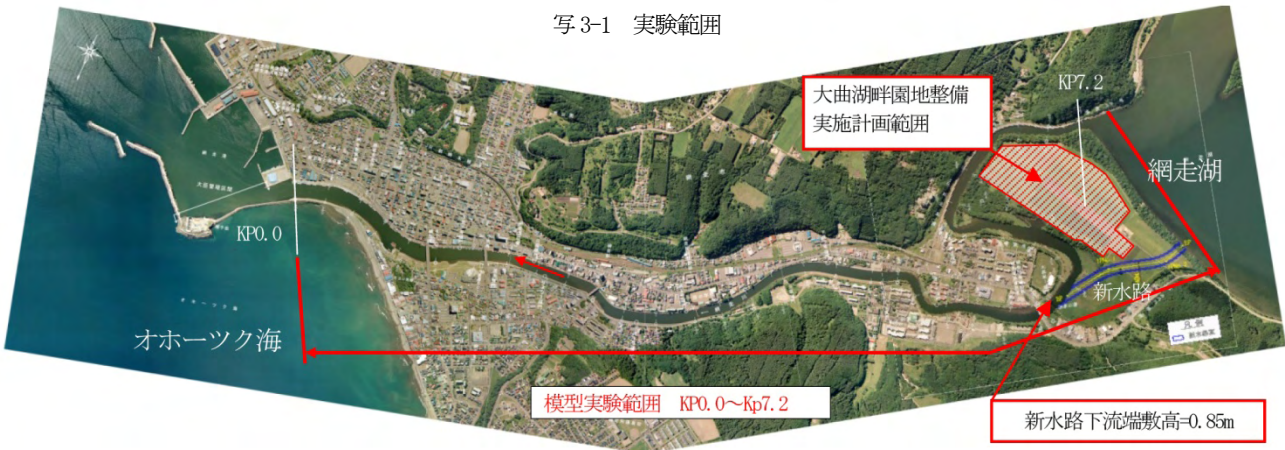


図 4-1 模型実験範囲平面図

新水路案の検討に向けて、治水、河川環境や周辺土地利用状況を勘案し以下の点について考慮した。

- ① 塩水が新水路を通じて網走湖へ逆流させない。  
河口から網走湖までは感潮区間であり、青潮等の要因となる塩水の湖への流入を防ぐため、本川との合流点敷高を既往最高潮位である 0.85m に設定。
- ② 合流によるエネルギー損失を極力小さくする<sup>3)</sup>。  
新水路が滑らかに本川と合流する形式とした。
- ③ 網走市の「大曲湖畔園地整備実施計画」と整合性を図る。

極力園地計画の変更が生じないルートを選定。

また、新水路の形状は河床幅40m、水深1~2m程度であり(図3-2)、掘削ボリュームは本川河道掘削案(130千m<sup>3</sup>) (図3-3) に対して新水路案(11千m<sup>3</sup>) であり、1割程度の掘削ボリュームとなり、コスト縮減にもつながる結果となる。

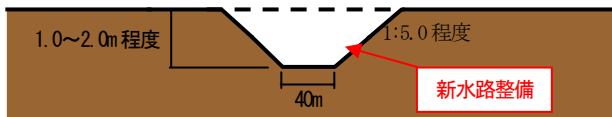


図 3-2 網走湖水位低下対策 新水路掘削形状

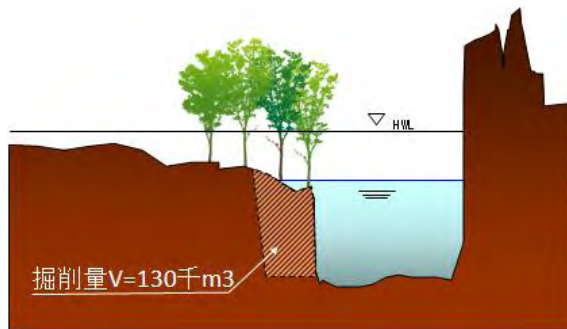


図 3-3 網走湖水位低下対策 本川河道掘削案

## 1) 水深方向流速分布

測定箇所図を図4-2に示し、水深方向の流速成分を図4-3に示す。

表 4-1 模型縮尺対比表

	実物値	模型値 (縮尺1/70)
整備計画目標流(案)	360(m <sup>3</sup> /s)	8.81(l/s)
本川分担流量(m <sup>3</sup> /s)	290(m <sup>3</sup> /s)	7.1(l/s)
新水路分担流量(m <sup>3</sup> /s)	70(m <sup>3</sup> /s)	1.71(l/s)
本川川幅(合流点箇所)	83(m)	120(cm)
新水路川幅(合流点箇所)	40(m)	60(cm)
本川水深(合流点箇所)	5.8(m)	8(cm)
新水路水深(合流点箇所)	1.4(m)	2(cm)

\* 川幅・水深については、整備計画目標流量規模相当である。

表 4-2 実験および計算条件

流量(m <sup>3</sup> /s)	360 (戦後最大流量、H18洪水)
河口出発水位(m)	0.85 (戦後最大潮位、昭和39年)
河道断面	現況断面
河道形状	新水路有り、無し

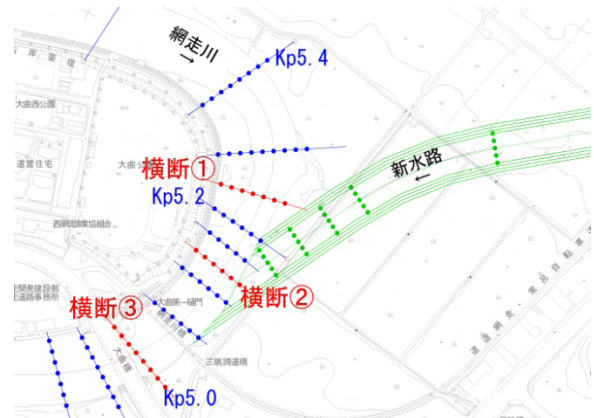


図 4-2 測定箇所平面図

## 4. 大型模型実験および2次元数値計算による検証

### (1) 実験範囲および規模

実験は、(独)寒地土木研究所が所有する石狩水理実験場で行った。実験範囲および実験規模を図4-1に示す。

実験規模は、模型における水理現象が確保(粘性力が無視できる $Re > 2000$ )され、設置箇所で最大の規模となる1/70とし、実験範囲は、kp0~kp7.2までとした(写3-1)。模型縮尺対比を表4-1、実験および計算条件条件を表4-2に示す。

### (2) 実験結果の検証

水理現象の変化としては、下記に示す点に着目し検討を行った。

- ① 合流部の3次元流れの把握
- ② 掃流力の変化

合流上流箇所である横断①によると、新水路有りの場合は、新水路無しの場合に比べて、本川上流から流れてくる流量が70m<sup>3</sup>/s程度小さいため、流速が横断全域にわたり均等に落ちた分布形をしている。合流箇所である横断②によると、新水路の流れが左岸側から本川に合流することにより、側線2で河床付近に潜り込み河床の流れが速くなっている。ただし、新水路からの流れの影響は小さく、側線3ではその影響が見られない。合流後の横断③によると、新水路合流に伴う流況変化は、ほとんど見られない。また、横断③によると、新水路有りの場合と新水路無しの場合では、共通して側川③、④で河床付近の流れが速くなっている。これは、河道が大きく湾曲

しているため、湾曲に起因する2次流（河床付近で内岸側に向かう流れ）が生じていると考えられる。

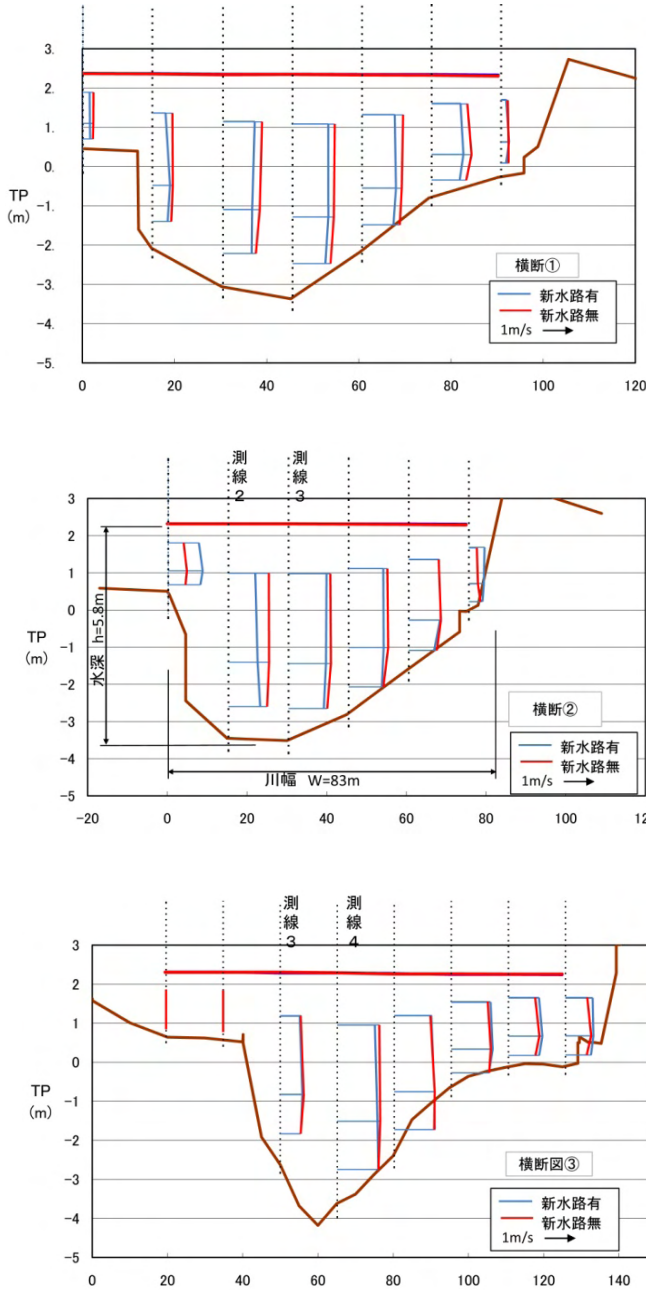


図 4-3 流速鉛直分布図（合成流速）

## 2) 無次元掃流力の検証

新水路設置による新水路合流部周辺の河床変化の違いを検証するため、無次元掃流力を計測結果（河床付近の流速と水深）から整理分析した。

無次元掃流力  $\tau^*$  を式 (1) に示す。

$$\tau^* = \frac{1}{\rho} \frac{\tau_0}{sgd} \quad (1)$$

ここで、 $\tau^*$ ：無次元掃流力、 $u^*$ ：摩擦速度、 $s$ ：砂粒の水中比重 (1.65)、 $g$ ：重力加速度、 $d$ ：粒径、 $\tau_0$ ：掃流力、 $\rho$ ：水密度

また、掃流力  $\tau_0$  を式 (2) に示す。

$$\tau_0 = \sqrt{\tau_x^2 + \tau_y^2} \quad (2)$$

ここで、 $\tau_x = \rho g n^2 u \sqrt{u^2 + v^2} / h^3$ 、 $\tau_y = \rho g n^2 v \sqrt{u^2 + v^2} / h^3$

、 $n$ ：粗度係数、 $u$ ：河床の  $x$  方向流速、 $v$ ：河床の  $y$  方向流速、 $h$ ：水深、 $\tau_x$ ： $x$  方向底面せん断力、 $\tau_y$ ： $y$  方向底面せん断力、粗度係数は、 $n=0.022$  とした。

この結果によると、新水路有りの場合と新水路無しの場合で無次元掃流力の違いはほとんど見られなく、新水路設置に伴う河床変化は少ないと考えられる。

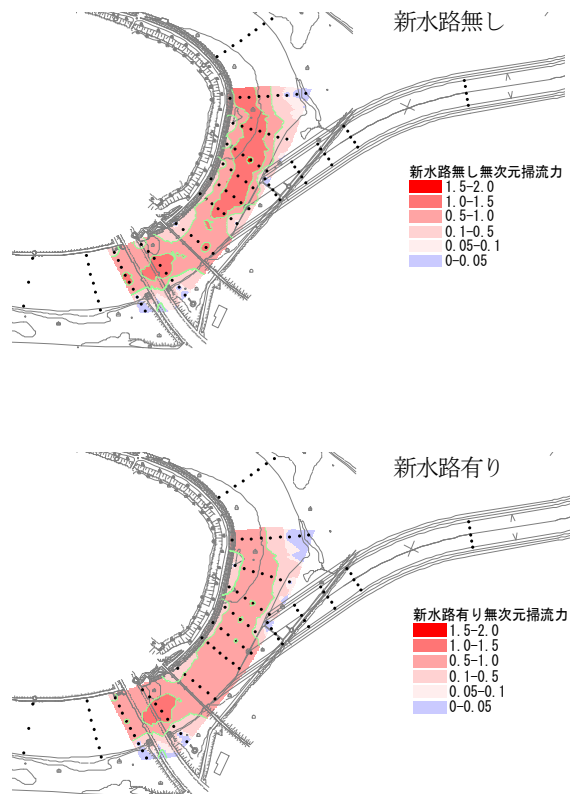


図 4-4 無次元掃流力コンター図

### (3) 実験結果と計算結果の比較

水深方向に平均した流速ベクトル（実験）と平面2次元モデルによる流速ベクトル（計算）の比較を図4-5に示す。

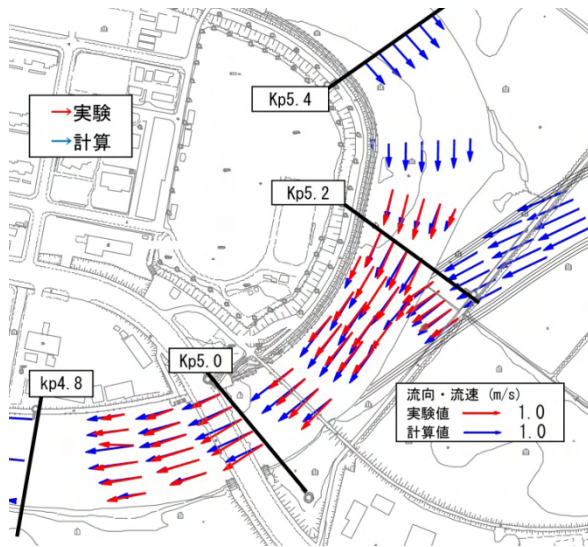


図 4-5 流速ベクトル図（実験と計算との比較）

合流部付近の新水路箇所流速ベクトルによると、早さおよび向きとも実験と計算結果が良く一致している。合流後の本川の流速ベクトルによると、向きは良く一致しているが、kp5.0上流側の計算流速ベクトルが実験流速ベクトルと比べて若干速い結果となっている。計算は

湾曲に起因する2次流を計算では見込んでいないことなどが考えられるが、若干の流速の違いは内岸側の一部に限定されることから、全川にわたり計算結果と実験結果は良く一致していると考えられる。

### 5. おわりに

本検討では、洪水時の水理現象を模型実験と数値解析により明らかにし、網走湖下流域の水理・地域特性を反映した実現性の高い河道計画を立案することができたと考えている。

現在、河川事業の地元合意を得るためには、適切な情報開示をはじめとして技術的内容をわかりやすく説明することが今まで以上に河川管理者に求められている。

模型実験は、実験条件（インプット）、実験結果（アウトプット）がわかりやすく説明可能なことから、水理現象の検証に加え地元合意形成に向けた技術的説明手段として有益であると考えている。

### 参考文献

- 1) 福岡 捷二 洪水の水理の河道の設計法, 森北出版株式会社, p105~106
- 2) 網走湖水環境改善施策検討委員会, 2010, 網走湖水環境改善施策検討最終報告書, p6-42
- 3) 国土交通省監修 社団法人 日本河川協会編, 2008, 河川砂防技術基準 同解説 計画編, 技報堂出版, P130