

II-53

河道網モデルを用いた釧路湿原への流入土砂量の推定

北海道大学工学部	○学生員	佐藤健彦
佐藤工業株式会社	正会員	山本 徹
北海道大学工学部	フェロ-会員	黒木幹男
北海道大学工学部	フェロ-会員	板倉忠興

1. はじめに

原始の姿をとどめる釧路湿原は特別天然記念物に指定されたタンチョウをはじめ、貴重な動植物の生息地、飛来地として有名である。ラムサール条約により国際的な保護の手が差し伸べられるとともに、昭和62年には国立公園にも指定されている。

その釧路湿原が、今日乾燥化の傾向にあるといわれている。地下水位の低下のためと言われていたが、原因は定かでない。そこで、本研究では乾燥化の原因として釧路湿原に流れ込む河川から供給される土砂を考えることにする。

2. 現状

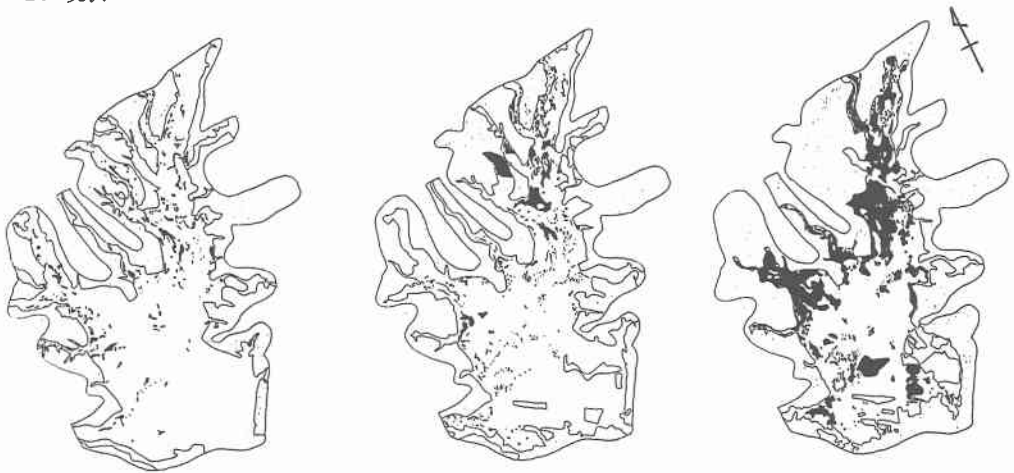


図1 1947年

図2 1977年

図3 1996年

図1~3は、釧路湿原の1947年、1977年、1996年における植生の分布図である。図中の黒色部分はハンノキの分布を、白色部分はヨシの分布を示している。植生の分布を調べることで釧路湿原の乾燥化の様子を伺うことができる。

それぞれの図を比較しながら見ていくと、図-1からは1947年の時点では釧路湿原全体にヨシが広く分布しておりハンノキの分布はほとんど見られない。しかし、図-2からは1977年の時点で釧路湿原東部にハンノキがかなり見られるようになってくる。さらに、図-3からは1996年の時点では釧路湿原に

Study on Estimation of Discharge Ratio into Kushiro Swamp adopting Network Model
by Takehiko Sato, Mikio Kuroki, Tadaoki Itakura

河川が流れ込む河口付近全体にかなり多くのハンノキが見られるようになるが、やはり湿原東部において、より顕著に見られる。

ここで、ヨシとハンノキの特徴を述べておく。ヨシとハンノキの分布を調べることでその分布域での水位の比較をすることができる。ヨシというのは水位の高いところに生育し、ハンノキというのはヨシに比べて水位の低いところに生育するので、植生の種類がヨシからハンノキに移り変わるといことはその部分の水位が下がる、すなわち、乾燥化の傾向にあるといことができる。つまり、1947年から1996年までで多くがヨシからハンノキに変わっていることから、釧路湿原が乾燥化の傾向にあるといことができる。さらに、釧路湿原東部でのハンノキへの移り変わりが西部に比べて、より顕著に見られることから、釧路湿原内においても東部での乾燥化がより顕著であるといことができる。

3. 河道網モデルの適用

(1) 釧路湿原

釧路湿原は図-4に示すように北海道東部に位置する北海道最大の湿原である。釧路湿原には数多くの河川が流れ込んでいる。本研究では釧路湿原の対象とする範囲に流れ込む河川を対象とする。その河川は表-1に示すとおりである。図-5は釧路湿原に流れ込む全ての河川のメッシュ図である。1メッシュは約1km²で総メッシュ数1434、総外部リンク434である。各河川ごとのメッシュ図情報は表-1に示す。これを見ると、全河川の総面積の半分以上を釧路湿原が占めていることがわかる。図-6は釧路湿原の河道網図である。太線は釧路川の幹川を示しており、実線は幹川に合流する支川を示している。

表1 各河川メッシュ図情報

河川名	メッシュ数	外部リンク
幌呂川	133	43
雪裡川	177	44
ツルハシナイ川	24	9
久著呂川	103	26
コッタロ川	34	9
ヌマオロ川	78	19
シラルトロエトロ川	75	24
釧路川	750	260



図-4 釧路湿原

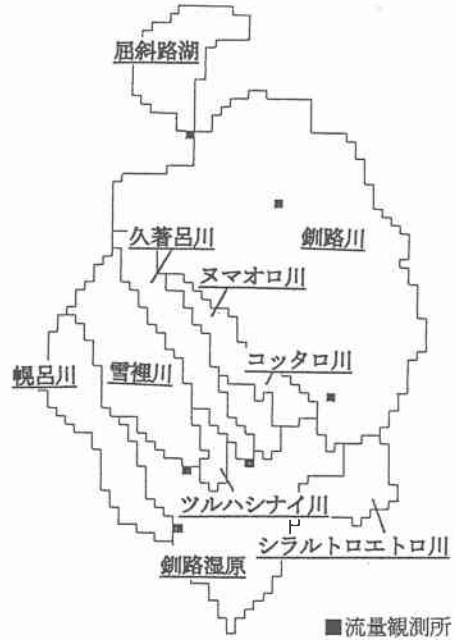


図-5 釧路湿原メッシュ図

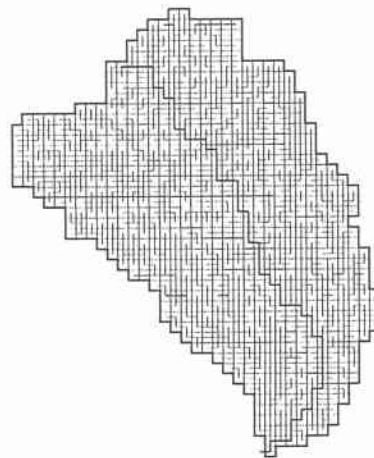


図-6 釧路川河道網図

(2) 河床高縦断形

各河川において河道網モデルにおける幹川を決定する。流域中の河道長が最大のものを幹川とする。同位のものがある場合は標高の低い方を幹川と定め、その実河床高縦断形にもっとも適するように指数型縦断形を当てはめ、河床勾配および座標を決定する。実河床高縦断形は国土数値情報の最低標高を用いた。図-7 に釧路川の河床高縦断形、図-8 に雪裡川の河床高縦断形を示す。両者を比較してみると、釧路川は雪裡川に比べ河道長が長く最上流端での標高が低いことから、かなりの緩勾配であることがわかる。

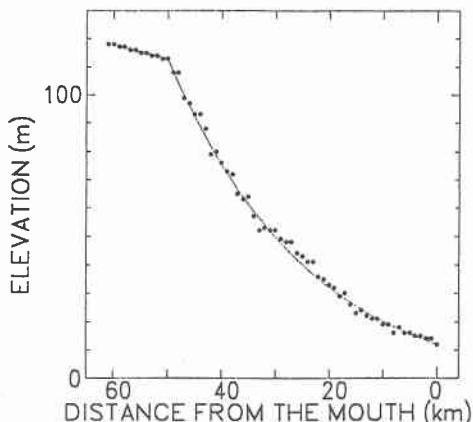


図-7 釧路川幹川河床高縦断形

(3) 流量・流砂量

流れの運動方程式、流れの抵抗則式、平行横断河床掃流式、流砂の連続式、流砂量式から河床勾配を流量と流砂量の関数として表すことができ、単位河道の上流端、下流端の座標と河床勾配が与えられると、砂量、流砂量は外部リンク流入流量 $[Q_v]_i$ で表すことができるということは山本らにより示された¹⁾。その式は(1)式、(2)式により表される。

$$sumQ = 80.55 \times [Q_v]_i \quad (1)$$

$$sumQ_B = 0.02 \times [Q_v]_i \quad (2)$$

$sumQ$: 年最大流量、 $sumQ_B$: 総流入流砂量、 $[Q_v]_i$: 外部リンク流入流量、係数：雪裡川のもの

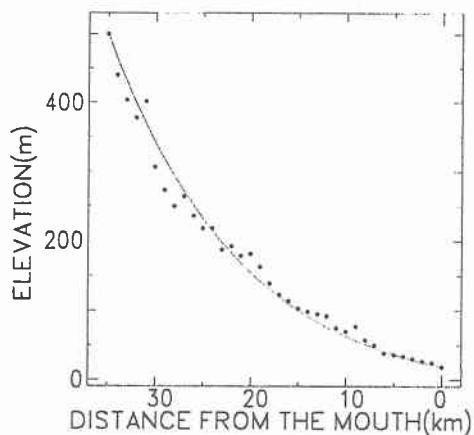


図-8 雪裡川幹川河床高縦断形

年最大流量²⁾は各河川下流端にある流量観測所のデータから与えることができ、(1)式より $[Q_v]_i$ が求まる。(1)式より求められた $[Q_v]_i$ を(2)式に代入することによって総流入土砂量 $sumQ_B$ が求まる。

雪裡川の場合を例としてあげると、雪裡川下流端での年間最大流量 $sumQ$ は $105.59\text{m}^3/\text{sec}$ であり、(1)式から $[Q_v]_i$ が1.31と求まる。さらに、(2)式から総流入土砂量 $sumQ_B$ が $0.03\text{m}^3/\text{sec}$ と求まる。他の河

表-2 計算結果

河川名	月最大雨量 (mm)	日最大雨量 (mm)	年最大流量 (m^3/sec)	流砂量 (m^3/sec)	継続時間 (day)	年生産土砂量 (m^3/year)
幌呂川	249.91	102.37	45.21	0.00	4.79	1251.41
雪裡川	232.95	92.50	105.59	0.03	4.90	10868.90
ツルハシナイ川	230.18	90.64	14.32	0.00	4.95	990.05
久著呂川	232.67	92.34	52.33	0.01	4.90	5804.90
コッタロ川	230.18	90.64	17.27	0.00	4.95	755.52
ヌマオロ川	230.66	90.96	24.78	0.00	4.95	1524.36
釧路川(五十石)	233.64	102.37	238.24	0.01	4.85	3542.33
シラルトロエトロ川	226.64	88.16	23.82	0.00	5.00	89.76

川についての年間最大流量は表-2 に示すとおりであり、他の河川についても雪裡川同様の計算を行った結果も表-2 に示す。

この結果を年生産土砂量に換算する。各河川における月最大雨量と日最大雨量³⁾ をその河川付近にある観測所のデータからティーセン法により求めると、表-2 に示すようになる。月最大雨量と日最大雨量は1986年～1996年まで、過去11年分の雨量データの平均値である。両者の比から継続時間と雨量継続時間の関係のグラフ⁴⁾ を用い、見かけの継続時間 T を求め、これを総流入流砂量 $sumQ_B$ に乗ずることにより年生産土砂量を求めることができる。求められた見かけの継続時間 T と年生産土砂量は、表-2 に示すとおりである。

4. 結果

釧路湿原に流れ込むすべての河川に河道網理論を適用し計算した結果は表-2 に示されたとおりである。図-6 は年堆積土砂量の比較の図である。グラフは左側から順に西部にある河川から並べてある。

前述したように釧路湿原では東部において、より乾燥化が顕著に見られる。したがって、単純に考えると釧路湿原への総流入土砂量は西部の河川より東部の河川からの方が多くなるように思われるが計算結果はそうはいかなかった。実際、雪裡川と釧路川を例にとって考えてみると、釧路川は流域面積は大きい勾配が雪裡川に比べ、非常に緩やかなので総流入土砂量が雪裡川に比べ少ないのは妥当な結果のように思われる。図-7 の比流砂量のグラフを見ても釧路川は比流砂量が少ないということがわかる。実際この数値は全国の河川の中でも、北海道の河川の中でも極めて小さいものである。

ここまで考えてきた流入土砂量というのは掃流砂のみを対象としており、浮遊砂は考慮されていない。したがって、この方法のみでは釧路湿原の乾燥化を説明することができず、浮遊砂も考慮に入れなければならないことがわかった。今後は浮遊砂も考慮に入れ研究していく必要がある。

5. 参考文献

- 1) 山本徹、黒木幹男、板倉忠興：流域特性分布を考慮した河道網理論とその適用、土木学会北海道支部論文報告集、1998
- 2) 北海道開発局釧路開発建設部：流量データ
- 3) 財団法人日本気象協会北海道本部：気象年報（1986～1996）
- 4) 萩野涼子、堀江克也、山本徹、黒木幹男、板倉忠興：河道網モデルを用いた年平均ダム堆砂量の推定、土木学会北海道支部論文報告集、1999

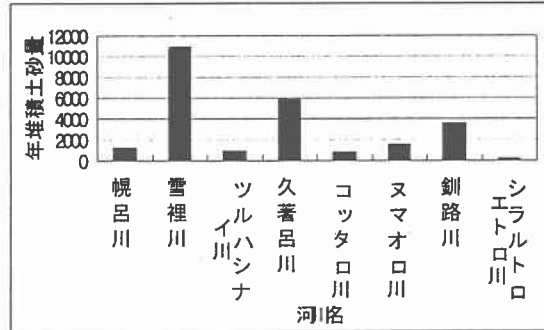


図-6 年流入土砂量

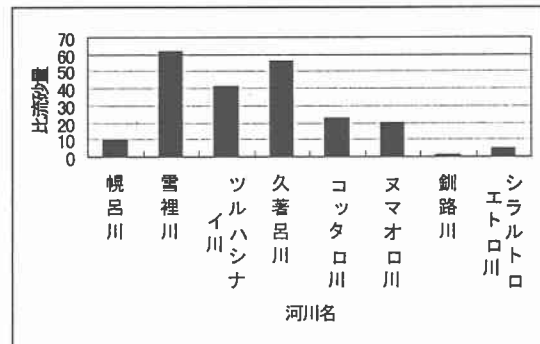


図-7 比流砂量