

山地流域の植生・地質と水文・水質の関係について - 北海道のダム流域を対象として -

(独)北海道開発土木研究所 正会員 ○高田 賢一
正会員 中津川 誠
正会員 村上 泰啓

1. まえがき: 北海道のダム流域は森林が多くの割合を占め、積雪があることも相まって豊富な水資源と良好な水質環境に恵まれていると言われている。そのような北海道を対象として流域条件(植生、地質)が水文・水質特性にどのような影響を及ぼすかを見出すことを試みた。

2. 調査対象ダム: 今回の整理において、図-1に示す北海道内にある国土交通省が管理する12カ所のダムを対象とし、1997年から2001年までの水文データ(札内川ダムについては1998年から2001年)を収集した。

3. 各ダム流域の植生、地質状況: 各ダム流域における土地利用状況及び地質状況については国土数値情報を用い、各ダム流域に占める面積の割合で整理を行った。まず、植生については北海道内流域の特徴として針葉樹・針広混交林が多くを占める。また、地質については図-3に示すように漁川ダムの軽石流堆積物など、火山性地質に注目できる。

4. 流域条件と水文特性: 各ダム流域において年間流況の安定性を把握するため、湧水流出高及び年最大流出高と年最小流出高の比を表す河状係数を図-4に示した。漁川、大雪、美利河、十勝など湧水流出高が1mm/day以上の値となった流域は河状係数も100以下と小さくなっている一方、0.5mm/day前後を示しているダムのうち、特に札内川と桂沢は河状係数が300以上となっており、流況の不安定さを示している。次に、湧水流出高と流域条件との関係を明らかにするため、植生分布面積比(ある植生が流域面積に占める比率)及び地質分布面積比との相関係数を求め、図-5に示した。この結果、植生との関係においては明確な相関関係は表れなかったが、地質との関係で火山性軽石流堆積物との相関がみられ、湧水流出は地質に影響されていることが認められた。虫明²⁾は第四期に形成された火山岩及び火山噴出物が分布する地域は湧水比流量が高いことを指摘している。北海道の火山性軽石流堆積物は全て第四期に形成されており、今回の結果はそれが積雪寒冷地流域にも当てはまることを示している。

5. ダム流域の可能地下水貯留量の推定: 次にダム流域における夏期間(7月~10月)の可能地下水貯留量を中尾³⁾の方法により推定し、流域が持つ保水能力について評価を試みた。その際の貯留量は「可能地下水貯留量」 S_{g0} と定義して下式で与える。

$$S_{g0} = Q_{g0} \cdot T_c \quad (1)$$

ここで、 S_{g0} は可能地下水貯留量(mm)、 Q_{g0} は日野³⁾の方法により成分分離した地下水成分のピーク流量を示し、 T_c は日流入量の各年ピーク値(1997~2001)からの逓減部解析によ

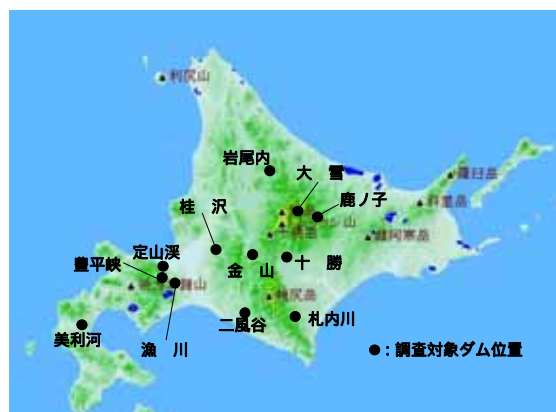


図-1 調査対象ダムの位置

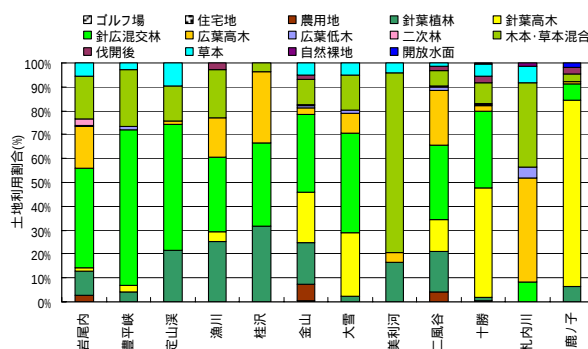


図-2 各ダム流域における土地利用割合

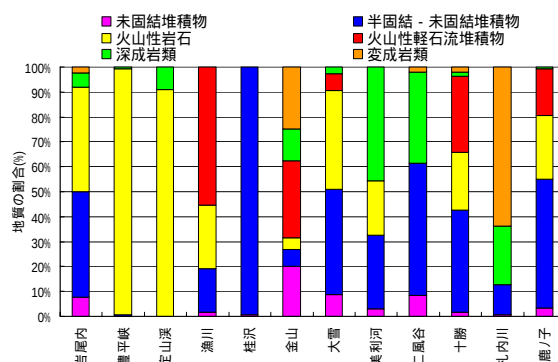
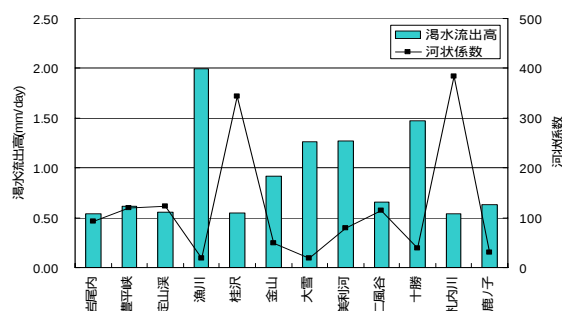


図-3 各ダム流域における地質割合

図-4 湧水流出高と河状係数
(1997-2001年平均)

キーワード 植生分布、地質分布、河川流況、可能地下水貯留量、水質負荷原単位
連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34 TEL 011-841-1696

て求めたものを5年平均した値である。

この結果、図-4の湧水流出高が1mm/day以上の値となったダム流域(漁川、大雪、美利河、十勝)は図-6に示すとおり100mm以上の可能地下水貯留量となっており、いずれも貯留能力が高い流域であることが認められた。また、同図に示した夏期降雨量に対する可能地下水貯留量の割合は、20%前後の比較的高いグループと10%前後のグループに分けられ、流域の特徴が反映されるような結果が得られた。

6. 流域条件と水質特性：次に流域条件と水質との関連性について述べる。ダム流域の流入支川で定期的に行われている平水時水質観測結果を用い、土地利用別、地質別の負荷量原単位の推定を行った。ここでは道内各ダム流域の流入支川で定期的に行われている流量観測、水質観測結果を用い、土地利用別、地質別の負荷量原単位を推定した。まず、既往の水文・水質調査結果から観測所毎に流量と負荷量の関係式($L-Q$ 式)を導き、年間の流量時系列資料を与えて年間総負荷量 L_n を求める。さらに地質分布別、土地利用分布別の面積 A を次式にあてはめ、負荷量原単位 X を求める太田ら⁴⁾の方法で推定を行った。

$$L_n = AX \quad (2)$$

$$L_n = \begin{pmatrix} L_{1n} \\ L_{2n} \\ L_{3n} \\ \vdots \end{pmatrix}, A = \begin{pmatrix} A_{1w} & A_{1f} & A_{1r} & \cdots \\ A_{2w} & A_{2f} & A_{2r} & \cdots \\ A_{3w} & A_{3f} & A_{3r} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} X_w \\ X_f \\ X_r \\ \vdots \end{pmatrix} \quad (3)$$

ここで、 A は各土地利用別の面積マトリックス(km^2)、添字の数字は流域番号、添字の w, f, r は例えば森林、畑、水田などの土地利用や地質構成を示す。 X は土地利用別の原単位ベクトル($\text{t}/\text{km}^2/\text{年}$)、 L_n は負荷量ベクトル($\text{t}/\text{年}$)である。ここではSSについて地質別及び土地利用別毎に、原単位 X を求めた結果と各流域で流量と負荷量の関係式($L-Q$ 式)から、2000年の流量資料を与えて年間の負荷量を求めたものと、原単位から推定した結果を比較したものを図-7に示した。原単位 X を求めた結果を土地利用別にみると表-1のようにSSが人工地より森林域において抑制される傾向が認められ、水質が植生によって影響を受けていることが示唆された。また、地質別については表-2のように深成岩類、変成岩類においてSSやT-Pで高い値が示された。

7. あとがき：水文データを整理し、土地利用や地質データとの関連性を整理した結果、低水時の流出では地質が流況に影響していることが示唆された。特に火山性軽石流堆積物が分布するダム流域で湧水流量が大きいことが改めて確認された。さらに、各ダム流域の貯留能力を定量化し、流況の安定している流域ほど貯留量が大きいことが示された。また、水質では森林域のSS流出が抑制される傾向がみられた。地質との関係では、深成岩類・変成岩類が分布している流域でSS、T-Pの発生が目立つことが示された。

謝辞：本研究の一部は、平成15年度北海道開発局受託研究費によって実施された。また、各種データを提供して頂いた北海道開発局の各ダム管理所に謝意を表す。

参考文献：1) 虫明：河川水文学(高橋裕編)、共立出

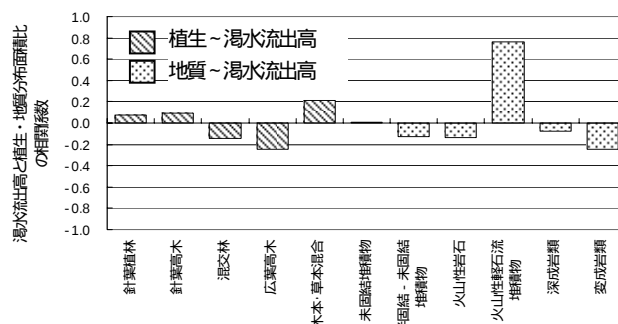


図-5 湧水流出高と植生、地質分布面積比との相関

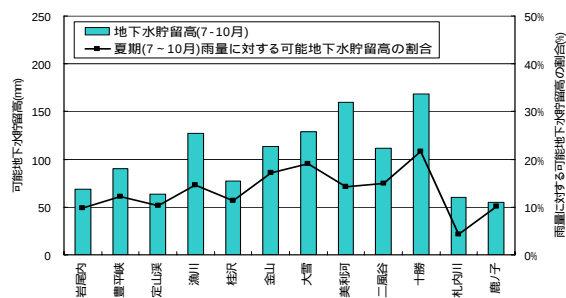


図-6 各ダム流域の可能地下水貯留高
(1997-2001 平均)

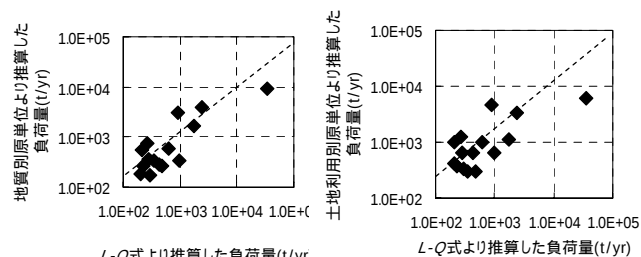


図-7 ダム流域毎の $L-Q$ 式と原単位から推定した負荷量の比較(SS)

表-1 土地利用区分からの原単位推定結果

単位: ($\text{t}/\text{km}^2/\text{年}$)

土地利用分類	COD	SS	T-P	T-N
人工地(ゴルフ場, 住宅地, 農用地)	6.0	10.0	0.020	0.25
針葉植林	3.0	5.0	0.015	0.15
針交混交林	4.8	5.5	0.030	0.35
混交林	5.0	4.5	0.010	0.28
広葉樹(広葉高木, 広葉低木, 二次林)	3.5	4.0	0.008	0.26
木本, 草本混合	8.5	25.0	0.035	0.09
草地ほか	9.2	26.0	0.040	0.50

表-2 地質区分からの原単位推定結果

単位: ($\text{t}/\text{km}^2/\text{年}$)

地質分類	COD	SS	T-P	T-N
未固結堆積物	12.1	6.0	0.010	1.40
半固結・固結堆積	2.3	6.2	0.013	0.09
火山性岩石	1.1	4.0	0.015	0.46
深成岩類	4.9	19.2	0.061	0.03
変成岩類	3.2	21.9	0.030	1.70

版, pp168-172, 1978, 2) 日野ら: 水文流出解析, pp84-93, 森北出版, 1985, 3) 中尾, 湖沼水位の安定性についての研究, 北海道大学学位論文, pp34-41, 1970, 4) 太田ら: 出水時を含む水質成分負荷量と流域土地利用との関係について, 水工学論文集, 第46巻, pp887-892, 2002.