

II-10

石狩川流域における蒸発散特性の検討

北海道開発局開発土木研究所 正員 井形 淳  
 北海道開発局開発土木研究所 正員 中津川 誠  
 北海学園大学土木工学科 正員 山口 甲

1. はじめに

近年、水資源管理や水環境の改善という観点から、それらの基礎となる流域水循環メカニズムの把握が望まれている。蒸発散は水循環の中でも重要な過程であるが、不確定要素が多く、定量的評価が最も難しい要因である。蒸発散量は広域流域を対象とした場合、観測資料の収集が非常に困難となり、また必要なデータの量と種類が多いことから推定がより困難になると考えられる。これらの値には定量的把握が特に難しい植生からの蒸発散量が含まれるので、蒸発散量の推定には流域内の森林や耕地などの影響の検討が必要である。

本研究では流域の地被状態を植生図によって把握し、植生からの影響を比較した。また1985年から1994年まで10年間の降水量、流出量データを用いて水収支法による蒸発散量の検討を行った。このような長期の水収支を行うことによって、流域蒸発散の地域的特性を把握することを主眼にしている。

2. 石狩川流域の概要

本研究では、解析対象として石狩川流域について検討を行った。石狩川は流路延長268km、流域面積14330km<sup>2</sup>の日本最大規模の河川である。流域内には札幌、旭川をはじめとする都市が点在し、北海道内で最も人口が集中する流域である。石狩川は空知川、雨竜川、夕張川、千歳川、豊平川など多くの支川を有しており、金山、桂沢、夕張シュエパロなどのダム流域を合わせて34の流域に分割して処理している。今回の検討では、図-1に示すように石狩川上流、雨竜川、空知川、幾春別川、夕張川、千歳川の6流域と、石

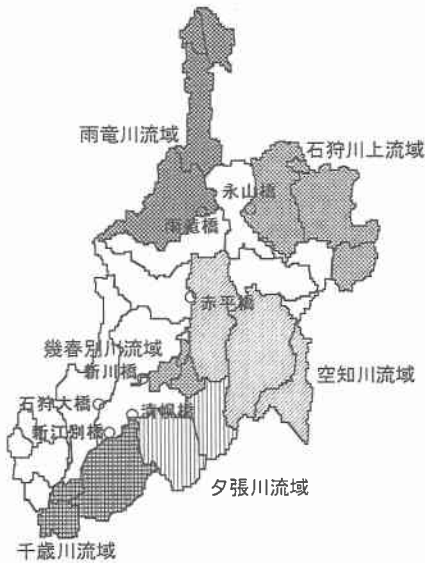


図-1 石狩川流域



図-2 アメダス観測地点

Characteristics of Evapotranspiration in the Ishikari River Catchment Area  
 by Sunao IGATA, Makoto NAKATSUGAWA, Hajime YAMAGUCHI

狩川全流域を対象にしている。これに対応する流量観測基準点はそれぞれ永山橋、雨竜橋、赤平橋、新川橋、清幌橋、新江別橋、石狩大橋である。また降水量データは図-2に示す28地点のアメダス降水量データを用いている。

### 3. 石狩川流域の植生状況

本研究では、流域からの蒸発散量が植生にどのような影響を受けるかを調査するため、石狩川流域の植生分布を整理した。図-3に示す植生分布図は、北海道現存植生図に基づき、国土数値情報の区分に合わせて1km×1kmの領域を単位メッシュとして作成しており、13種類の植生分布を分類表示した。図-4に示す石狩川流域の地形と比較すると、平地部では都市域を除く大部分が水田として利用されており、これは400m以下の地形とほぼ一致している。山岳部での傾向は、石狩山地の一部で針葉樹林が存在する以外は、広葉樹林と自然草原で分布されている。次に植生分布の分類別の面積割合を図-5に示す。この結果、石狩川流域の約50%が森林で覆われており、残りは草地と耕地で構成されていることが分かる。

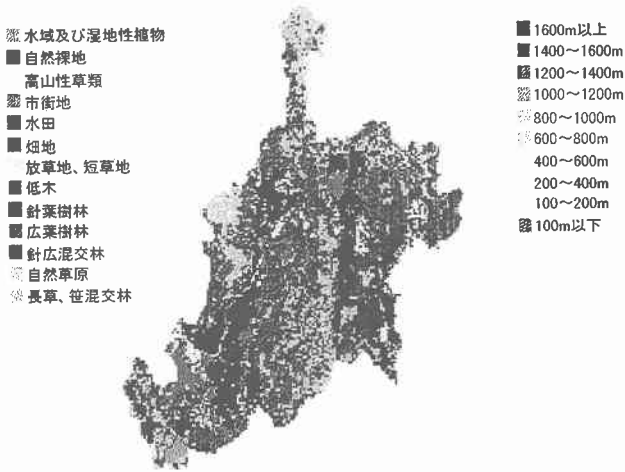


図-3 石狩川流域の植生分布



図-4 石狩川流域の地形

次に、図-1に示した支流のうち雨竜川、石狩川上流、千歳川、幾春別川各流域における面積割合を図-6に示す。雨竜川流域は、草原、水田の割合が多く、全域での傾向に比べ森林の割合が少ない。石狩川上流域はほとんどが森林面であり全体の70%近くを占めている。千歳川流域は水田、畑地と市街地の占める割合が多く、その分森林の割合は少なくなっている。幾春別川流域は広葉樹林の割合が高くなっており、他と比べて水田の割合が少なくなっている。

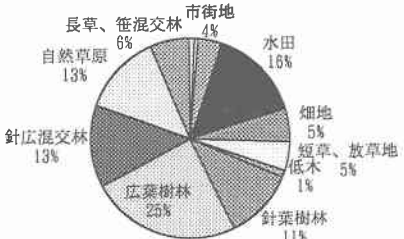


図-5 石狩川流域の植生割合

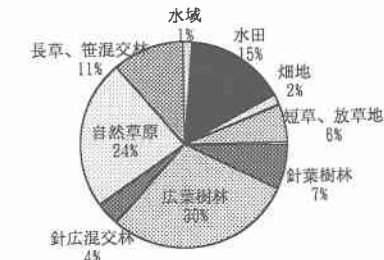


図6-1 雨竜川流域の植生割合

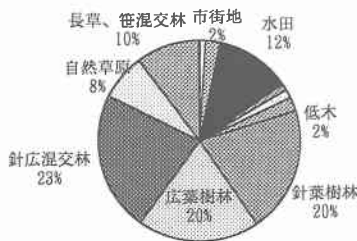


図6-2 石狩川上流域の植生割合

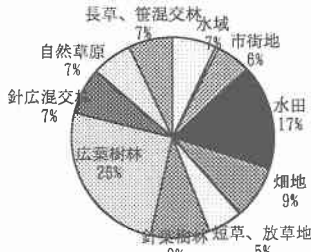


図6-3 千歳川流域の植生割合

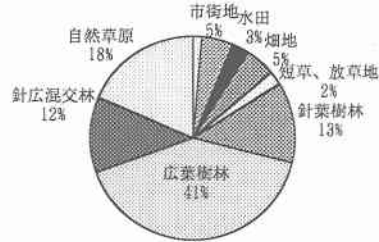


図6-4 幾春別川の植生割合

#### 4. 水収支法による蒸発散量の推定

1985年から1994年までの10年間のアメダス降水量データと河川流出量データを整理し、水収支法によって流域の蒸発散を推定した。対象としたのは図-1に示した6支川流域と石狩大橋地点での石狩川全流域である。水収支法による蒸発散量算定は次式によって行う。

$$E = P - R - S \quad (1)$$

ここでEは蒸発散量、Pは降水量、Rは流出量を示す。調査年が10年と長期間であることから貯留量Sは無視できるとした。蒸発散量の算出結果を表-1に示す。

この結果、雨竜川、幾春別川、空知川流域で蒸発散量が少なく、夕張川、石狩川上流域で蒸発散量が多くなる傾向が見られる。一般的に蒸発散量が小さな値となっているのは、冬期間の降水量を過小評価していることが原因として挙げられる。また、少蒸発散量傾向の流域は特に山岳地域を多く含む流域であり、全体的に降水量を少なく評価していることも考えられる。図-7に示す10年間の年平均降水量からも分かるとおり、空知川流域は石狩川流域内で最も降水量の少ない流域であり、季節別データから融雪流量が流出量の大部分と考えられることから、冬期間の降水量の再検討が必要である。

次に冬期間の降水量を補正した結果を表-2に示す。ここでは千歳川流域での積雪調査結果と降水を比較した観測を基にして、降雪量を1.8倍に換算して計算している。このとき気温が0℃以下の場合の降水量を降雪量とした。さら

に水収支法の結果との比較のため、Hamon法を用いた蒸発散量を図-8に示す。Hamon法は気温と昼間時間を基にした蒸発散量で、算定は次式によって行う。

表-1 推定蒸発散量

	年降水量	年流出量	年蒸発散量	蒸発散率
	mm/year	mm/year	mm/year	(年蒸発散量/年降水量) %
雨竜川流域	1415.5	1372.2	43.4	3.08
石狩川上流域	1086.2	885.3	200.9	18.49
空知川流域	971.7	1080.6	-108.9	0
幾春別川流域	1109.0	1082.4	26.5	2.39
夕張川流域	1332.3	944.7	387.6	29.09
千歳川流域	1257.2	1077.2	180	14.32
石狩川全流域	1143.0	1130.3	12.6	1.11

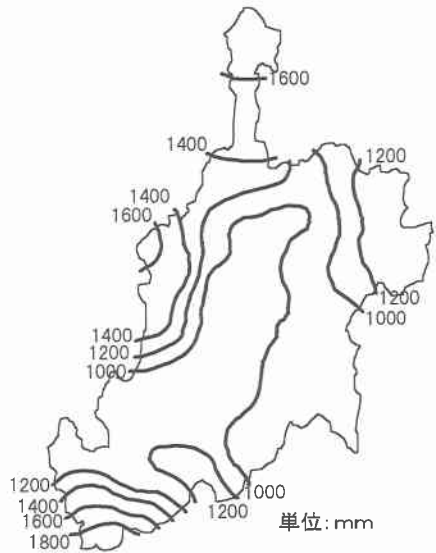


図-7 石狩川流域の年降水量 (1984~1994)

表-2 推定蒸発散量 (降雪量補正)

	年降水量	年流出量	年蒸発散量	蒸発散率	Hamon法蒸発散量	可能蒸発散率
	mm/year	mm/year	mm/year	(年蒸発散量/年降水量) %	mm/year	%
雨竜川流域	1823.1	1372.1	451.0	24.74	499.7	27.41
石狩川上流域	1302.4	885.3	417.1	32.03	456.3	35.04
空知川流域	1156.7	1080.6	76.1	6.58	492.0	42.53
幾春別川流域	1383.1	1082.4	300.7	21.74	528.9	38.24
夕張川流域	1879.3	944.7	734.6	43.74	512.1	30.49
千歳川流域	1423.6	1077.2	346.4	24.33	532.8	37.43
石狩川全流域	1398.7	1130.3	268.4	19.19	522.6	37.36

$$E = 0.14 (N/12)^2 x \quad (2)$$

$$x = 217 e / T \quad (3)$$

ここで  $N$  は日照時間 [h]、 $T$  は月平均気温 [°C]、 $e$  は飽和水蒸気圧 [hPa] を示す。 $T$  は 10 年間の平均値を用いた。補正の結果、各流域の蒸発散量は全体的に増加し、Hamon 法において求めた蒸発散量に近い結果となっている。ただし、空知川流域における少蒸発散傾向は変わらず、また平地領域が多い夕張川流域では過大に算出されており、降雪量割増率や降水量の評価は高度補正に再検討が必要と考えられる。また、雨竜川、石狩川上流域が Hamon 法による蒸発散量に近い値を示すのに対し、幾春別川、千歳川流域ではかなり少ない値を示した。

これらの傾向を流域の植生割合と比較検討する。上述の植生分類中で、水田及び水域は特に蒸発散量に対する影響が大きいと予想される。また、樹冠遮断作用は蒸発散量を増加させる効果があると考えられる。この効果は特に針葉樹林において大きいことが知られている。<sup>2)</sup>そこで、本研究では水田及び水域、針葉樹林の合計割合と蒸発散率（水収支法で求めた年蒸発散量／年降水量）、可能蒸発散率（Hamon 法で求めた年可能蒸発散量／年降水量）との関係を図-9 に図示した。ここでは表-2 に示すように蒸発散量が妥当な値として得られた雨竜川、千歳川、幾春別川石狩川上流域の結果を整理している。

この結果、蒸発散率と植生割合の間には正の相関関係が見られた。また蒸発散率は可能蒸発散率より 3~10% 少なく見積もられており、千歳川、幾春別川流域の結果は両者の差が大きい。Hamon 法による蒸発散率は気温に依存しているため、平地流域と山岳流域の相違が現れたと見ている。これらの結果から、流域内において針葉樹林や水田は、蒸発散率の増加に寄与するものと考えられる。従って実際の蒸発散量を推定する際にはそれらの影響を考慮する必要があると考えられる。

## 5. まとめ

本研究では水収支法を用いた蒸発散量の推定を行い、流域の蒸発散特性を調査したが、量的な評価を行うまでには至っていない。今後、降水量の年間を通した観測精度の評価と、植生などの不確定要素の解明による量的精度の向上が必要である。なお、本論文の作成に当たり、寒地河川学研究会の成果である、流域データベースを使用させて頂いたことに感謝の意を表す。

## 参考文献

- 1) 榎根勇, 1980; 自然地理学講座 3 水文学, 大明堂発行, pp.94-105
- 2) 三野徹、三浦健志、大槻恭一、高瀬恵次他, 1989; 講座 蒸発散, 農業土木学会誌 No.57(4)~(12)
- 3) 建設省土木研究所、北海道開発土木研究所, 1995; GERF 研究報告書 地球温暖化による水収支への影響評価に関する研究
- 4) 環境庁, 1984; 第 3 回自然環境保基礎調査(植生調査)北海道現存植生図

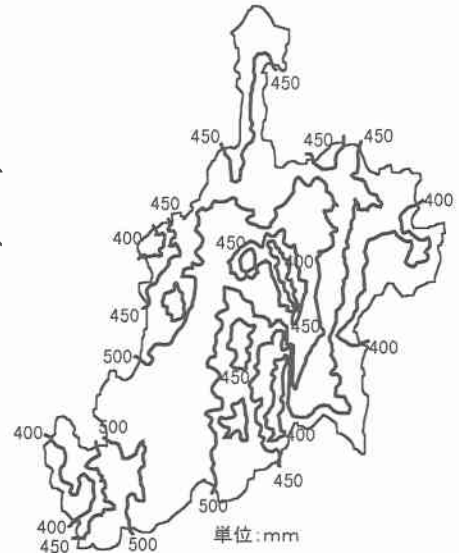


図-8 石狩川流域の蒸発散量 (ハモン法)

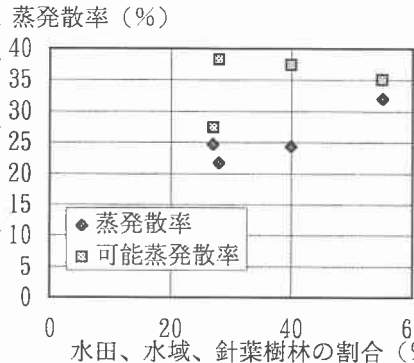


図-9 蒸発散率と植生割合の関係