

積雪融雪環境の違いが森林山地域における渇水特性に与える影響評価

The Influence of Snow Conditions on Droughty Characteristics in a Mountain Watershed

アンドリュ ウイタカ*・伊藤誠剛**・関篤史***・○杉山博信*

A.C.Whitaker, Seigo Ito, Atsushi Seki, Hironobu Sugiyama

1. はじめに

積雪水量など積雪融雪環境の違いが渇水特性に与える影響を適切に評価することは、流域における水資源の持続的管理システムの構築に際して重要である。そこで本報では、既設の試験流域(杉山ら、2003)における2000年12月から2004年11月までの観測水文諸量から抽出される水文情報や融雪モデルの適用により得られる融雪量や積雪水量などの情報を活用して、標記課題を検討する。

2. 試験流域の概要

Fig.1 に試験流域の位置図と概略図を示した。流域面積は19.45 km²、主河道長11.5 km、流域末端部の標高は40 m、流域上流端のそれが950 m程で、平均標高が455 mの急峻な細長い流域形状である。試験流域の下流端部に水圧式自記水位計(○印)と転倒型自記雨量計(●印)を設置して(Fig.1(B))、河川水位と降雨量を各々時間間隔10分で測定してデータロガーに収録している。また、自記温度計(Fig.1(B),★)を試験流域の下流端(標高40m)、下流端近傍(標高140m)、中流域(標高550m)及び上流域(標高750m)に設置して1時間間隔で測定記録している。また、積雪量調査を試験流域の下流端周辺域で2~3週間ごとに実施している。流量は水位流量曲線を用いて水位から換算している。

3. 融雪モデルの適用結果とその考察

融雪モデルの計算手順をFig.2に示した。適用に際しては、試験流域内の各地点(標高140m, 550m, 750m)での観測気温を用いることを基本としているので、適用対象期間としては気温の観測収録を開始した2001年11月以降とし、計算は日単位で行っている。

(1) 地帯分割と降水量の割増係数：当該試験流域における地形特性と流域内に設置した気温測定地点の標高(Fig.1(B))を考慮して、流域を3分割し(図省略)、各地点における測定気

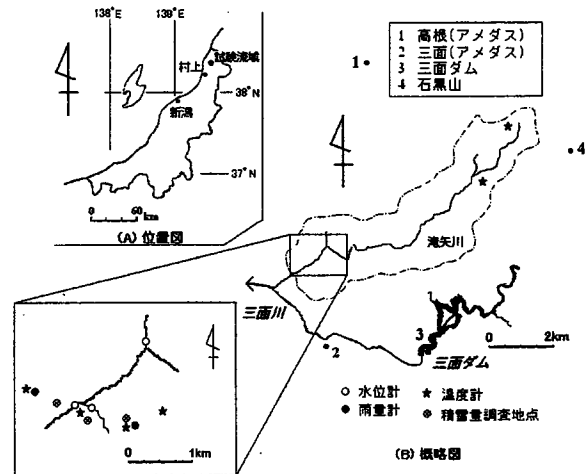


Fig.1 Outline and location of the experimental watershed

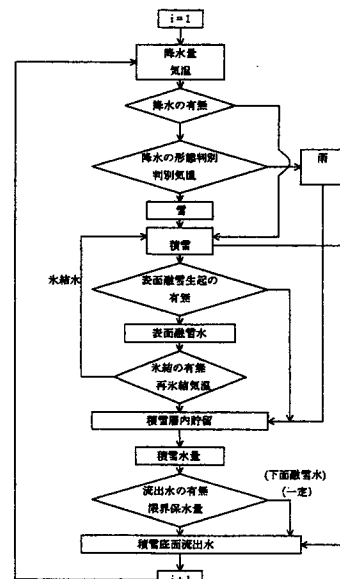


Fig.2 Estimation flow chart for the snowmelt model

* 新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology, ** 新潟大学工学部 Faculty of Civil Engineering, *** 新潟大学農学部 Faculty of Agriculture キーワード：水収支、水循環、積雪、融雪、流出特性

温を各分割地帯の代表気温とみなした。全流域に対する各地帯の面積比率は下流側から 0.42, 0.39, 0.19 (図省略) である。年水収支を基礎式として求めた寒候期 (12~5 月) における流域降水量の割増係数に見合うように、水年別に寒候期における各地帯における割増係数を決定した。

(2) パラメータ：気象特性および既往の成果を考慮して決定した融雪モデルのパラメータは、次のとおりである。表面融雪係数=2.6(mm/°C・d)、底面融雪量=0.6(mm/d)、判断気温=2.5°C、限界保水率=0.18、氷結気温=-0.5°C、気温効果係数=0.6。なお、短期水収支法とマッキング式を併用して、寒候期間における蒸発散量を推定した。

(3) 積雪水量の推定：Fig.3 は標高 140m 地点における水年別の積雪水量の推定結果である。同図には標高 140m の気温測定地点の近傍で実施した積雪量調査の結果 (○印) を併示した。各年とも測定回数が少ないものの、推定された積雪水量の再現結果が良好であることが分かる。このことは、本論文で適用した融雪モデルの有用性の証左の一つでもある。Table 1 に積雪融雪期間における推定・観測水文諸量を一覧にした。流域における総融雪量が年流出量に占める割合が 50~57%程であって、積雪融雪からの河川涵養がかなり大きいこと、積雪環境の違いにより最大積雪水量の生起日に 2 週間強の遅れが見られること、日最大融雪量が 60~70mm 程で豪雨出水に匹敵するほど大きいこと等が分かる。

4. 融雪流出と渇水特性

暖候期 (6~11 月) における流況曲線 (図省略) を作図して、超過確率時間 97%時の流出量 (渇水量に相当) および最小流量を読み取り、さらには年最小 7 日平均流量をも整理して、それらの生起状況を年毎に経時的に図示した (Fig.4)。なお同図には、積雪融雪期間における流量ハイドログラフの波形特性を活用した簡便法 (杉山ら、2003) を用いて各水年での融雪流出の開始日を読み取り、その結果 (●印) も併図した。同図を見ると、2001 年と 2004 年の渇水期は 8 月中旬から 9 月上旬に、2002 年と 2003 年でのそれは 6 月上旬から中旬に生起しており、2ヶ月ほどのシフトが見られる。Fig.4 の渇水諸量の経時的傾向より、融雪流出開始時期の早期化が渇水期の生起時期を早めていると考えられる。流域の積雪水量がどれほどの遅れ日数と割合で流出するのかを定量的に評価することは、今後の課題とする。

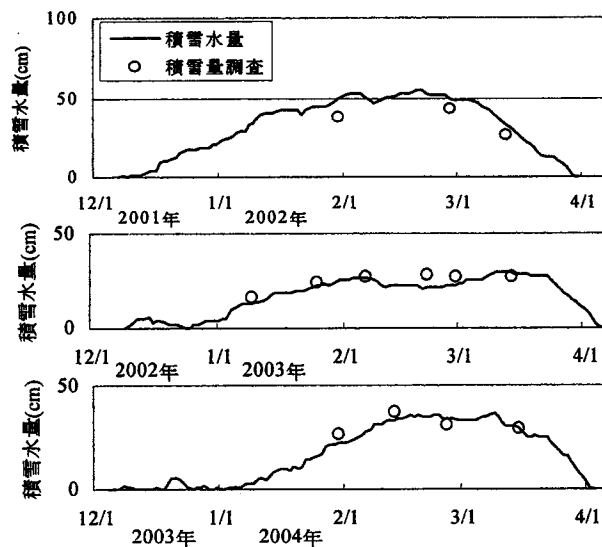


Fig.3 Comparison of simulated versus snow course SWE at 140m

5. おわりに

上述の検討結果より、温暖多雪地域における積雪からの河川涵養はかなり大きいこと、融雪流出開始時期など積雪融雪環境の違いが、渇水期の生起時期に影響を与えていること等を明らかにし、あわせて適用した融雪モデルの有用性を示した。

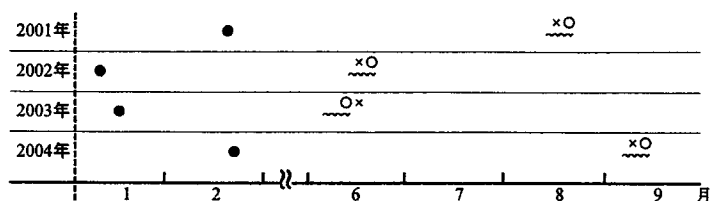
引用文献

杉山博信、A.C.Whitaker ら (2003)：積雪山地小流域における寒候期の水文特性、農土論集、No.228, 57-64.

Table1 Hydrological variables during winter and snowmelt season (単位：mm)

水年	積雪融雪期間	降水量	流出量	蒸発散量	融雪量		貯留量変化	最大積雪水量	年流出量
					総融雪量	日最大			
2001/2002	11/2~5/25	2307	1974	248	1616	68	110	991 (2/22)	2959
2002/2003	11/2~5/19	2562	2033	270	1754	57	9	952 (3/11)	3086
2003/2004	11/2~5/28	2223	2034	277	1561	63	196	898 (3/9)	3129

()：生起日



●：融雪流出開始日，○：最小流量，×：超過確率時間97%流量，～：年最小7日平均流量

Fig.4 Shift in timing of droughty hydrological variables as influenced by snowmelt season and amount of SWE