

単峰性堆積岩山地流域の降雨流出過程と流出水の水質特性
 Rainfall-runoff process and runoff water quality in the catchments of the single-peaked
 mountain composed of sedimentary rocks

○中村公人*, 瀧田純平*, 小杉賢一朗*, 勝山正則**, 糸数 哲*, 正岡直也*, 川島茂人*
 Kimihito Nakamura, Jumpei Takita, Ken'ichiro Kosugi, Masanori Katsuyama, Tetsushi Itokazu,
 Naoya Masaoka, Shigeto Kawashima

1. はじめに 山地基岩内に浸透して地下水帯を形成している山体地下水の水資源としての利用可能性を検討している。有効な山体地下水を容易な方法で見つけ出すことが重要であり、降雨流出過程や流出水の水質特性は有用な情報と考えられる。一方、森林水文において、単峰性山地の頂上から広がる複数の集水域を対象とすることは稀である。本報告では、堆積岩を地質とする単峰性山地の複数の集水域を対象に、流出水の水文・水質特性の実態を明らかにするとともに、両者の関係性を考察した。

2. 調査概要

(1)対象地域 滋賀県甲賀市信楽町に位置する金山とよばれる単峰性山地を対象とした。堆積岩で構成され、頂上の標高が 562m である。植生はスギ、ヒノキが優占している。頂上から四方に広がる 6 つの流域 (C, D1, D2, E, F, G) を設定し、踏査によって確認された湧水地点をもとに、ほぼ同じ標高になるように、流出水量観測地点を設定した (Fig.1)。

D1 流域は流量が多かったため、上流部の湧水箇所にも調査地点 (D1a, D1b) を設けた。

(2)水文・水質観測 観測地点に三角堰と水位計を設置し、流出水量を 5 分間隔で測定した。また、堰内に温度計と電気伝導度計を設置してそれぞれ 5 分、10 分間隔で計測するとともに、自動採水器を各地点に設置して 3 日おきに午前 10 時に採水した。さらに、雨量計と降雨採取装置を麓に設置し、林外雨の雨量観測と採水を行った。水質分析項目は、RpH, 主要イオン (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}), 無機金属 (Al, Fe, Mn, Si, Sr), 水の安定同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$, δD) である。

3. 結果と考察

(1)流域面積 標高値から得られる流域面積が一般的に用いられるが、地下水の集水域と地表面の集水域が一致するとは限らない。ここでは、各流域からの流出量と全流出量の比が各流域面積と全流域面積の比を反映していると考え、2012 年 11 月 5 日～2013 年 8 月 19 日までの低減期から低減期までの期間の流出量のデータを用いて平均的な各流域面積を求めた。その結果を Fig.2 に示す。C, D2, G 流域は

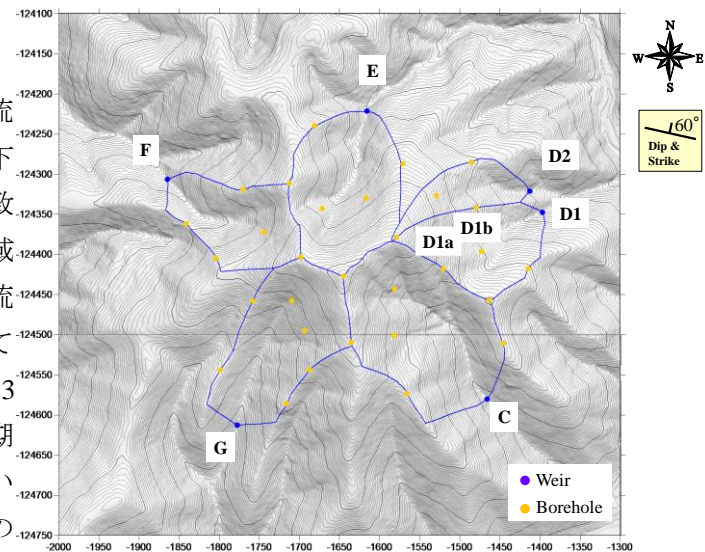


Fig.1 調査流域の概要 Outline of the investigated site.

* 京都大学農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kyoto University ** 京都大学学際融合教育研究推進センター Center for the Promotion of Interdisciplinary Education and Research, Kyoto University

Keywords : 山体地下水, 流域面積, 酸素・水素安定同位体比

標高値による流域面積と大きな違いはないが、D1流域では流量の比による流域面積が約2倍となり、E、F流域では標高値による流域面積より小さくなった。

(2)水収支 流域への降水量は流出量、蒸発散量の他に、基岩に浸透して流出量に寄与しない成分（いずれ下流域で流出し、以下、基岩涵養量とよぶ）に分配されると考えられる。日蒸発散量は、本地域に近い桐生水文試験地の1972～1976年の月別平均実蒸発散量（鈴木，1985）とPenman式による蒸発散位の比を月ごとに算出し、本地域の日蒸発散位に乗じて推定した。基岩涵養量は降水量から流出量と蒸発散量を引いて求められる。上記期間では、貯留量変化がないとすると、降水量1,121mm、流出量518mm、蒸発散量525mm、基岩涵養量78mmとなった。

(3)水文特性 ハイエットグラフと各流域のハイドログラフを Fig.3 に示す。基底流量が他の流域と比べて大きい流域がD1である。D1aでの湧水が流出特性に影響を与えている。流出成分を分離するために、4段タンクモデルによる解析を行った。ただし、4段目タンクの底部には基岩涵養量を表す浸透孔を設けた。流出量の再現精度はRMSEで2.5～11.3%と良好であった。D1流域の4段目タンクの流出率は64%となり、顕著に地下水流出成分が多く、安定的であることが示された。基岩涵養量の経時変化を Fig.4 に示す。11～12月に増加し、5～6月に減少することがわかる。D1流域はその変動が最も小さい。以上から、D1流域は安定した地下水流出量と基岩涵養量を見込める流域であることが示唆される。

(4)水質特性 多くの水質項目でD1、D1a流域の流出水はその変動が小さく安定していた。降水の安定同位体比に対する各流出水の同値の比の平均値と4段目タンクの流出率には正の相関がみられ (Fig.5)、水質情報から地下水流出量の多寡を判断できることが示された。

4. おわりに 対象地域内に掘削した多数のボーリングからの地質構造、地下水位分布と地下水水質とそれらの経時変化に関する情報と併せて検討する予定である。

謝辞：本研究はJSTCRESTの一環で行われた。また、滋賀県森林センターのご協力をいただいた。ここに記して感謝申し上げる。

引用文献：鈴木雅一（1985）：短期水収支法による森林流域からの蒸発散量推定，日本林学会誌 67, pp.115-125.

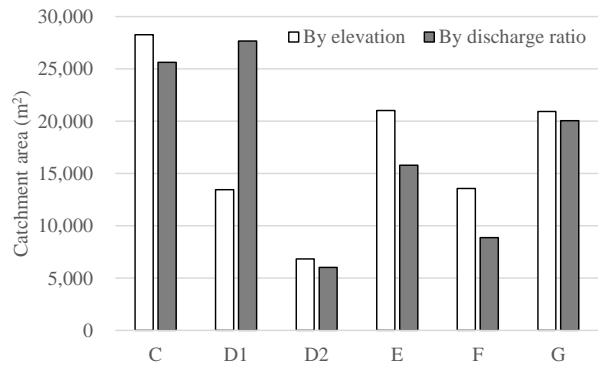


Fig.2 標高値と流量の比による流域面積の比較
Comparisons of catchment areas by elevation and by discharge ratio.

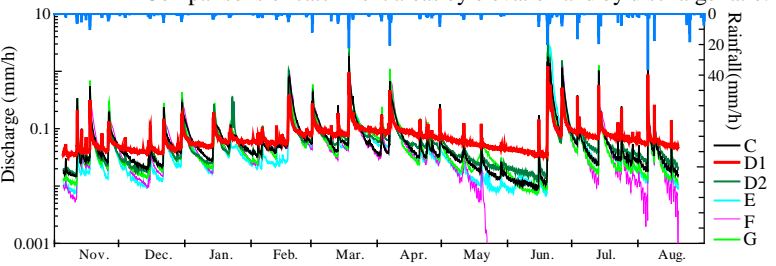


Fig.3 ハイドログラフとハイエットグラフ Hydrographs and hyetograph.

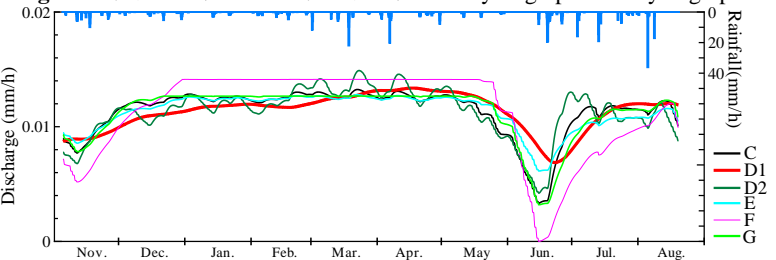


Fig.4 基岩涵養量の経時変化 Temporal changes in bedrock recharge.

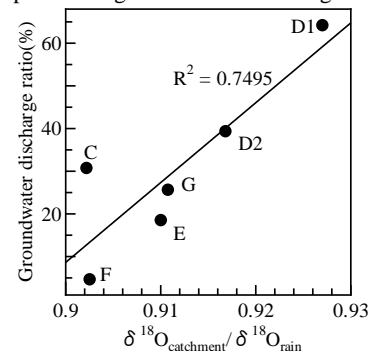


Fig.5 酸素安定同位体比と地下水流出率の関係
Relation between oxygen isotope ratio and groundwater discharge ratio.