

山腹斜面流出過程におけるキノンバイオマーカーの挙動

山梨大学大学院医学工学総合研究部 正会員 ○藤田昌史、芳賀弘和、正会員 坂本康、西田継

1. はじめに

山腹斜面流出水の成分分離については、古くから水質成分¹⁾や安定同位体²⁾などをトレーサーとして用いる方法が検討されてきた。しかしながら、中間流出については十分に解明されるには至っていない。そこで本研究では、豊富な情報量を持つキノンバイオマーカー³⁾に着目した。出水時ハイドログラフの増水部・減水部における各キノン種の挙動を追跡することで、中間流出に特徴的なバイオマーカーについて検討した。

2. 方法

(1) 観測および採水

山梨県北巨摩郡須玉町に位置する釜瀬川の源流部を対象流域とした(図-1)。図中で囲まれた0.65haの谷地形からの湧水点付近に量水堰が設置されている。そこに圧力式水位計を備え付け、5分間隔で水位を自動測定した。そして、斜面流出水量と水位との関係から、流量を算出した。また、降雨量を連続観測するために、転倒マス雨量計を設置した。

8月14日から16日にかけて降った73.4mmの降雨によってもたらされた出水に着目し、量水堰の上流に位置する湧水点の傍で、8月15日、17日、23日に斜面流出水の採水を行った。17日はピーク直後に位置していたが、ここでは、15日から17日を増水部、17日から23日を減水部と見なした。一方、直前の降雨イベントから約90時間経過しており、流出成分が基底流出であったと考えられる6月11日にも同様の採水を行った。いずれも約20Lの採水を行い、後述するキノン分析に供した。

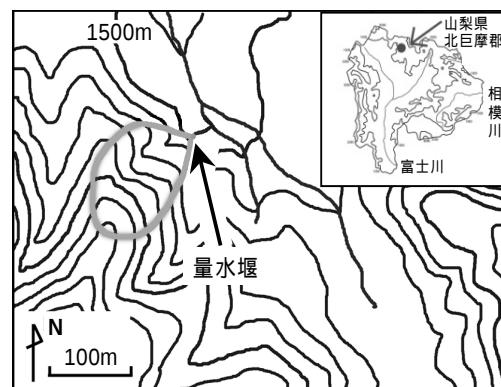


図-1 対象流域

(2) キノンプロファイル法

キノンは、細菌の呼吸鎖において水素キャリアーとして機能する補酵素である。好気呼吸や硝酸呼吸を行う細菌が持つユビキノン(Q-n)、嫌気呼吸を行う細菌が持つメナキノン(MK-n)に大別される。ここで、nはイソプレノイド側鎖数を表す。一般的に、一細菌種はひとつの優占キノン種を持ち、遺伝的にも安定していることが知られている。

キノンは、極性の異なる数種類の有機溶媒による抽出、固相抽出カートリッジによる分離・精製を経て、高速液体クロマトグラフィにより定量される。

3. 結果および考察

(1) 降雨量および斜面流出水量

8月1日から26日における降雨量および斜面流出水量を図-2に示した。8月14日以降の出水は、8月8日、9日の96.2mmの降雨にともなう出水に引き続いて起こったものであり、8月15日、17日、23日の斜面流出水量は比較的大きかった。例えば、基底流出と考えられる6月11日と比べて、8月15日、17日の斜面流出水量は10倍強であった。8月23日は、降雨後約80時間が経過していたものの、斜面流出水量は2倍強であった。

(2) 出水時ハイドログラフの増水部・減水部におけるキノンバイオマーカーの挙動

8月15日、17日、23日のキノン濃度を6月11日とあわせて図-3に示した。キノン濃度は、斜面流出水量が大きいほど高く、逆に小さいほど低くなる傾向が見られた。降雨の流出過程で土壤中に含まれる細菌群が流出したものと解釈される。

それぞれの採水日ごとに検出されたすべてのキノン種の存在比をモル百分率から算出した(図-4)。基底流出時の6月11日には、Q-8、Q-9、Q-10、MK-7、MK-8の5種類しか検出されなかったが、出水時

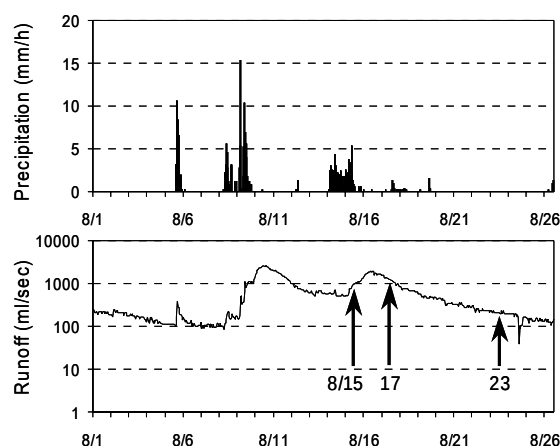


図-2 降雨量および斜面流出

キーワード：キノンバイオマーカー、山腹斜面、降雨流出、中間流

〒400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11 Tel / Fax: 055-220-8592 E-mail: mfujita@yamanashi.ac.jp 藤田昌史

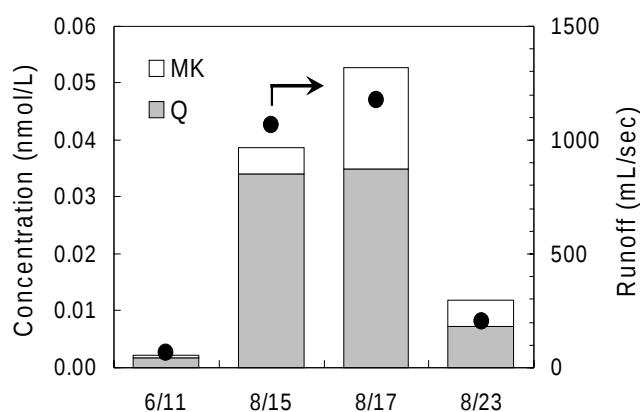


図-3 キノン量

の8月15日、17日、23日にはそれぞれ10、11、11種類のキノン種が検出されていた。また、それぞれの採水日におけるキノンプロファイルには明確な違いが認められた。

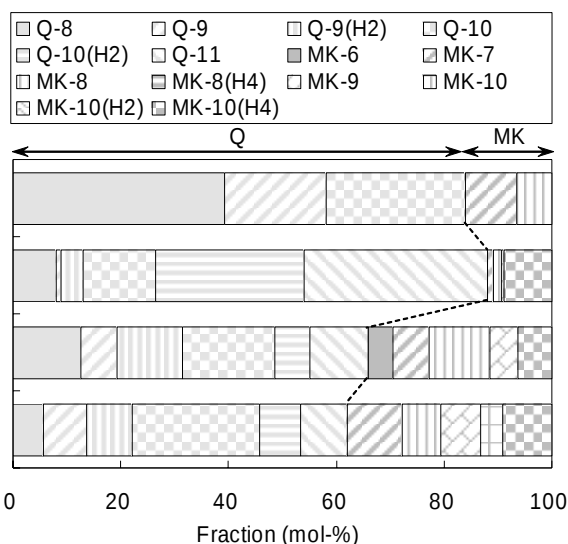


図-4 キノンプロファイル

出水時に検出された12種類のキノン存在比の変化を図-5

に示した。ここでは、基底流出の6月11日に検出され5種類以外のキノン種について、その挙動と流出特性との関係を検討する。8月15日にQの優占上位2種であったQ-11とQ-10(H2)はいずれも17日にかけて、つまり、斜面流出水量の増加とともに減少していた。これらのキノン種は、出水時ハイドログラフの立ち上がり初期から8月15日にかけて流出していたものと考えられる。言い換えると、早い中間流出に特徴的なキノン種の可能性がある。一方、斜面流出水量の増加とともに増加傾向を示したキノン種も存在した。なかでも、別な観測⁴⁾の出水時ハイドログラフの減水部における流出水からは検出されなかったQ-9(H2)や8月17日にのみ検出されたMK-6は、中間流出に特異的である可能性がある。また、8月23日の存在比が15日や17日に比べてはるかに高かったMK-10は、遅い中間流出に対応している可能性が示唆される。

このように流出プロセスを反映するキノン種が存在した一方で、斜面流出水量の変化とはまったく逆の傾向を示したMK-10(H4)や存在比が増加し続けたMK-9については、今回の結果だけでは概念的な流出成分との対応を説明することができなかった。

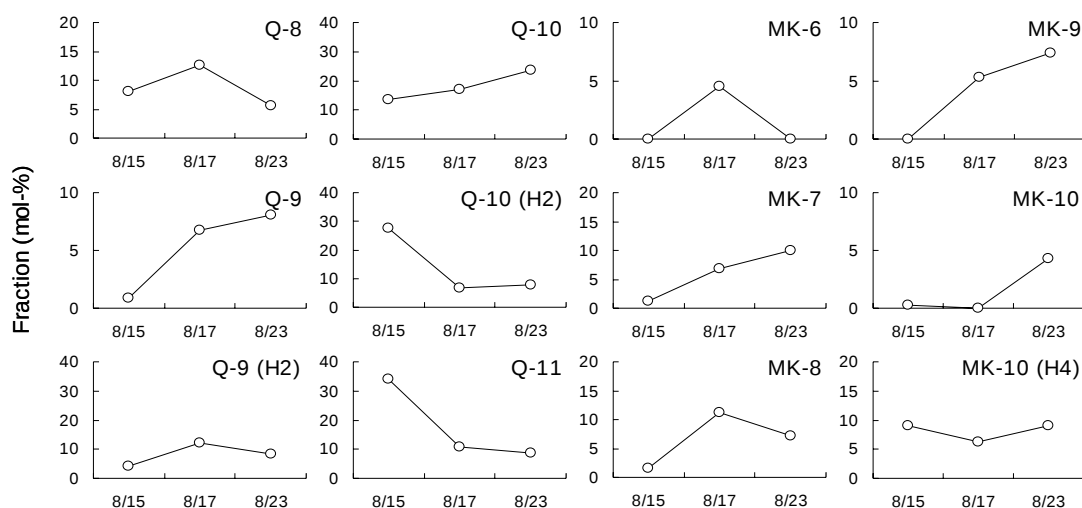


図-5 出水時ハイドログラフの増水部・減水部におけるキノン存在比の変化

4. まとめ

斜面流出水のキノン濃度や組成は、基底流出水に比べて明確な違いが認められた。また、出水時ハイドログラフの増水部および減水部でも、明らかに異なっていた。出水時ハイドログラフの増水部および減水部に着目して、キノンバイオマーカーの挙動を追跡したところ、検出された12種類のキノン種のうちQ-9(H2)、Q-10(H2)、Q-11、MK-6およびMK-10が中間流出に特徴的なキノン種である可能性が示された。

参考文献

- 1) Takeuchi and Sakamoto: Conjunctive Water Use, IAHS, **156**, 199-209, 1986, 2) 辻村, 田中: 水文地形学, 古今書院, 79-87, 1996. 3) 藤田ら: 海岸工学論文集, **50**, 996-1000, 2003. 4) 藤田ら: 水工学論文集, **48**, 343-348, 2004.