

降雨時の河川には “新しい水”と“古い水”の どちらが多いか？

河川の増水は、雨水によるもの？

森林の土壌は透水性が高く、雨水の多くを地中に浸透させることができます。

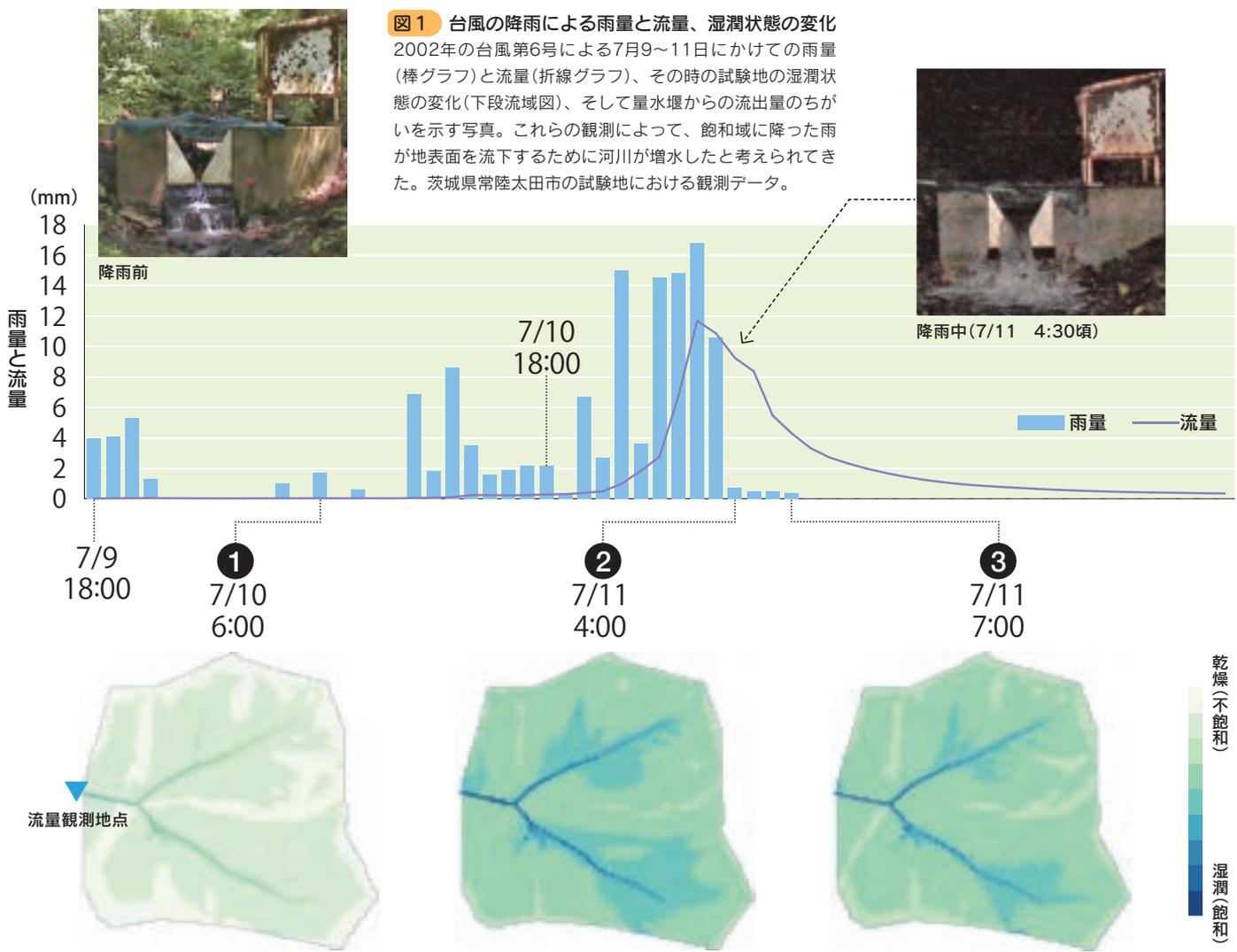
このため森林では、舗装道路のように雨水が地表を流れるようなことはなかなか起こりません。しかし、台風のようなときに雨が降り続き土壌層が水であふれて（飽和して）しまうと、後からそこに降る雨は地中に浸透することができず、地表を流れ始めます。そして、飽和域が広がると **図1**、地表を流下する雨水の量も増え、河川が増水すると考えられてきました。

“新しい水”と“古い水”のどちらが多い？

河川の流量の時間変化を表すグラフのことをハイドログラフといいます。降雨によって河川の流量は、しだいに増えますが、それを構成している水は、雨の降り始めから終わりまで変化することはないのでしょうか？ もし降雨量が増えるとともに、直接地表を流れ下る雨水の量が増えるのであれば、河川水を構成しているのは、ほとんどが雨水であるはずですが。

そこで、雨水と地中に浸透した水で水質が異なることを利用して、降雨によって新たに流域に流れこんだ水を“新しい水”（雨水）、降雨前から地中にあった水を“古い水”（地中水）として区別し、それらが河川水の何割を占めるのかを調べる研究

図1 台風の降雨による雨量と流量、湿潤状態の変化
2002年の台風第6号による7月9～11日にかけての雨量（棒グラフ）と流量（折線グラフ）、その時の試験地の湿潤状態の変化（下段流域図）、そして量水堰からの流出量のちがいを示す写真。これらの観測によって、飽和域に降った雨が地表を流下するために河川が増水したと考えられてきた。茨城県常陸太田市の試験地における観測データ。



研究者の横顔

Q1. なぜ研究者に？

小学生の頃、テレビ番組で野生動物を調査している研究者を見て、やってみたく思ったのがきっかけでしょうか。



久保田 多余子

Kubota Tayoko

森林防災研究領域

Q2. 影響を受けた本や人など

動物児童文学者の棕鳩十さんの名作選いろいろ。小学校の国語の教科書で読んだのが最初で、森と生きものと人との関わりに関心を持つきっかけになった気がします。

Q3. いまホットなマイテーマは？

陸域の水蒸気の約6割が植物の気孔から蒸散された水であることが最近わかりました。葉にあるほんの数ミクロンの小さな気孔の開閉に地球規模の炭素と水を動かす力があることに関心を持ち、年輪の炭素同位体比（炭素）を使って過去の蒸散量（水）を復元することを始めています。

Q4. 若い人へ

普段の何気ない会話の中に研究のヒントがたくさんあったと思っています。オンラインの会議や在宅勤務が増えても、研究室やその枠を超えた人たちとのコミュニケーションを大切にすることが良いのではないかと思います。

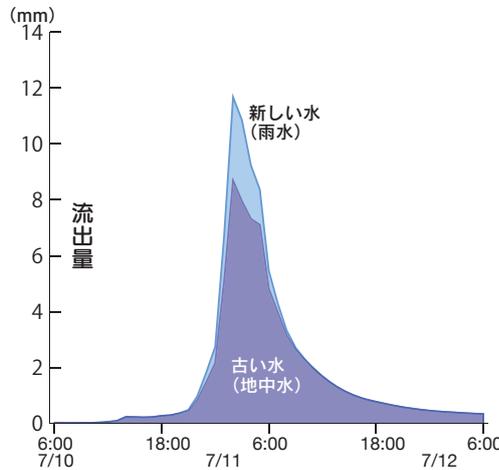


図2 “新しい水”と“古い水”を分離すると
2002年7月10～12日にかけての河川水のハイドログラフを電気伝導度を用いて“新しい水”と“古い水”に分離すると、流出量の多くを“古い水”が占めていた。

が各地で行われました。すると、世界のあらゆる流域において、降雨中の河川水の大部分を“古い水”が占め、“新しい水”はわずかであることがわかりました(図2)。この結果はそれまでの定説を覆すもので、地中であつた水が降雨中に速やかにかつ多量に流出するメカニズムを説明することが大きな課題となりました。

降雨中の河川水を構成している水

そのメカニズムを明らかにするため、森林総研では河川水のイオン濃度の変化を調べました。そして、降雨前から地中であつた“古い水”が土壌層の水(土壌水)なのか、その下の風化した岩石層に浸透した水(地下水)なのかを区別し、より精密な分析を行いました。

塩化物イオン濃度を縦軸にとると、ナトリウムイオン濃度を横軸にとると、河川水の水質は各構成成分の水質に囲まれたグラフになります(図3)。この事例では河川水の水質は雨の降り始めでは地下水に近い濃度でしたが、流量が増えるにつれて土

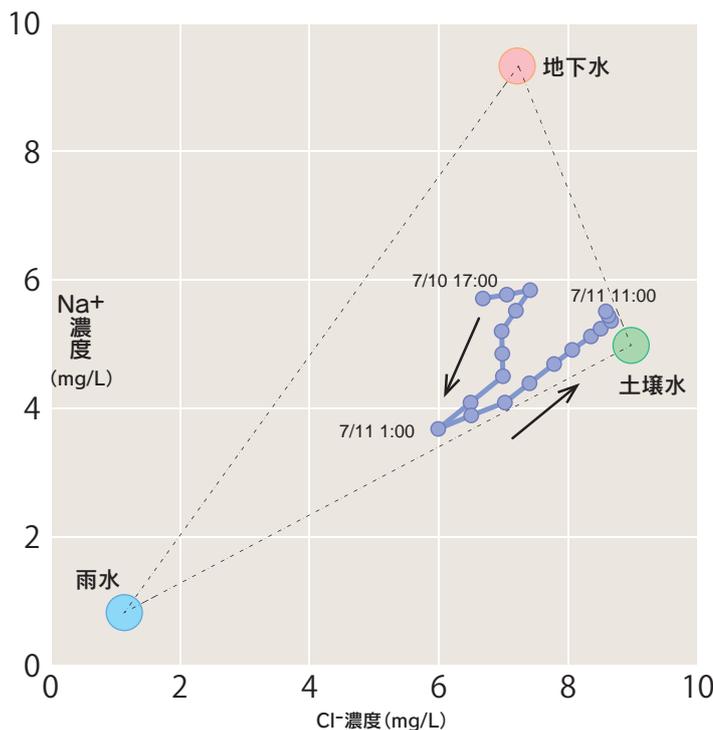


図3 降雨中の河川水に含まれる構成成分の変化
雨水、土壌水、地下水のCl⁻濃度とNa⁺濃度の比率のちがいがから、河川水に含まれる水の構成成分の変化を調べた。2002年7月10～11日にかけて徹夜で採水。

壌水に近づきました。このことから、“古い水”は主に土壌水であることがわかりました。森林の土壌にはさまざまな大きさのすき間(孔隙)があり、水は小さな孔隙ではゆっくり移動しますが、パイプと呼ばれる大きな孔隙(根の腐った跡や小動物の通路)では速やかに移動します。飽和した土壌層の水の一部はパイプを通して速やかに河川に流出すると考えられます。そして、飽和域が広がると、地中のパイプがつながって、“古い水”が効率良く排水されるのでしよう。さらなる検証を続けたいと思います。