

森林保全の地下水涵養に及ぼす影響に関する研究（第2報）

平野晃章・新井一司*

(*東京都農林総合研究センター)

【要約】 森林の保全により、東京の地下水涵養量がどの程度増加するのかを評価することを目的として、2023年度から森林流域における水文観測を開始した。2024年度には8月の大雨により流量堰が土砂で埋没し、欠測を生じてしまったが、それまでの流量データ、水質データから若干の流出特性が確認されたので報告する。

【キーワード】 森林流域、流量測定、地下水涵養、水収支、溶存イオン

【目的】

本研究では、荒廃した過密林を適切に間伐・管理した場合、森林流域の水循環がどの程度改善し、地下水涵養の回復が期待できるかについて検証することを目的とする。このためには、1) 正確な水文観測、特に流量の測定が出来ること、2) 森林管理の効果を検証できる適切な流域を探すこと、3) 対象となる流域において必要な協力体制を組むこと、が不可欠なプロセスとなる。2024年度は、2023年度に引き続き流量測定を行い、水文特性・流出特性に係るデータ収集と洪水時における水文観測の脆弱性を改善するための知見の集積を行った。

【方法】

東京都農林総合研究センターと共同研究契約を締結し、同センターの日の出試験林の中ノ沢流域(図1)を試験流域として選定し、水文観測を行った。

(1) 流域の概要

対象地は草花丘陵の南部に位置し、標高約200mから270mまでの範囲の尾根に囲まれた流域であり、地質的には大荷田層(大荷田礫層)が厚く堆積し、帯水層を形成している¹⁾。流域面積は約3.5ha、そのうち約1haは、優良大径材の見本林として少花粉品種由来の花粉の少ないスギが植栽され、林齢の若い森林である(図1、表1中「スギ100年の森」の部分)。残りの面積は、スギ、ヒノキの植栽地(成木)、アカマツ林、苗畑、草地・裸地、舗装面及び広葉樹林等で構成される(表1)。

(2) 観測体制

図1中の、HF-0の地点において、三角堰を設け、水位、電気伝導率、pHを自動計測し、データロガーに記録した。流量は、自動計測された水位を実測した水位-流量曲線により変換して時系列データ化した。水質分析は、溶存イオン(F⁻、Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻、Na⁺、K⁺、Mg²⁺、Ca²⁺)はイオンクロマトグラフで、溶存シリカ(SiO₂)はICP-MSで、重炭酸(HCO₃⁻)は滴定による総アルカリ度の代用による方法で測定した。また図中のHF-1、HF-2、HF-3は2024年3月13日に採水した上流の観測点である(第1報で報告済み)。

ただし、後述の堰の不調により、2024年7月以降は流量、水質とも欠測となったため、通年のデータは得られなかった。



図1 流域の概況図

表1 流域の構成

流域面積	35,351
観測地点の集水域	33,294
スギ100年の森	9,922
ヒノキ林	9,514
アカマツ林	2,952
スギ展示林	2,880
その他(苗畑,草地,道,広葉樹)	8,026

単位: m²

【結果の概要】

(1) 降雨・流出の応答

図3は、24時間以内の連続降雨（ひと雨）の総雨量と当該降雨イベントに伴う増加流量（降雨開始から降雨終了24時間後までの流量増加分を積算したもの）の相関を見たものである。これを見るとひと雨総雨量が8mmに満たない場合は増加流量が発生していないことが分かる。このことから当該流域では、概ね8mmがひと雨ごとの初期損失・樹幹遮断量に相当すると考えられる。総雨量が8mmを超えると増加流量も増えるが、ばらつきも大きく明確な応答関係を定式化するまでには至らなかった。

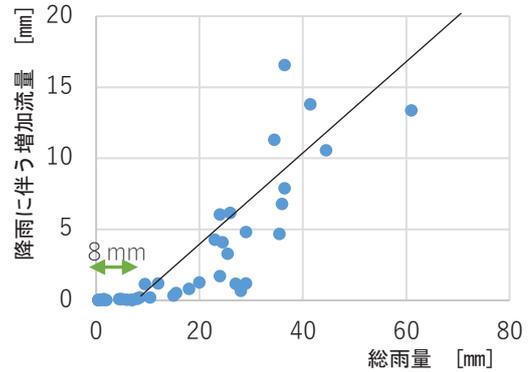


図3 ひと雨ごとの総雨量と増加流量の相関

(2) 水質形成の特性

図4は、溶存イオン等の主成分分析の結果であり、昨年度報告にデータ追加したものである。これを見ると、雨天時(2023年8月14日)の洪水流出と、降雨翌日(2024年3月13日)の早い地下水流出と低水時(同年1月10日)の遅い地下水流出の3つのエンドメンバー(E.M.1~3)があることが分かる。また、表2は各エンドメンバーの水質を見たものであるがこれを見ると、SiO₂濃度は、洪水流出で顕著に低く、早い地下水と遅い地下水とで差がないことが分かる。このことは、SiO₂は洪水流出と地下水流出の分離の指標には有用であるが、地下水の帯水層中での滞留時間の指標にはならないことを示唆している。一方、HCO₃⁻、Mg²⁺、Ca²⁺濃度は早い地下水と遅い地下水とで差が顕著であり、地下水の滞留時間の指標となり得ることが示唆された。原因としては、SiO₂は表層土壌付近に蓄積している無定形シリカの影響を受け²⁾、表層土壌付近で濃度上昇するのにに対し、HCO₃⁻、Mg²⁺、Ca²⁺は帯水層中で濃度上昇していることが考えられる。

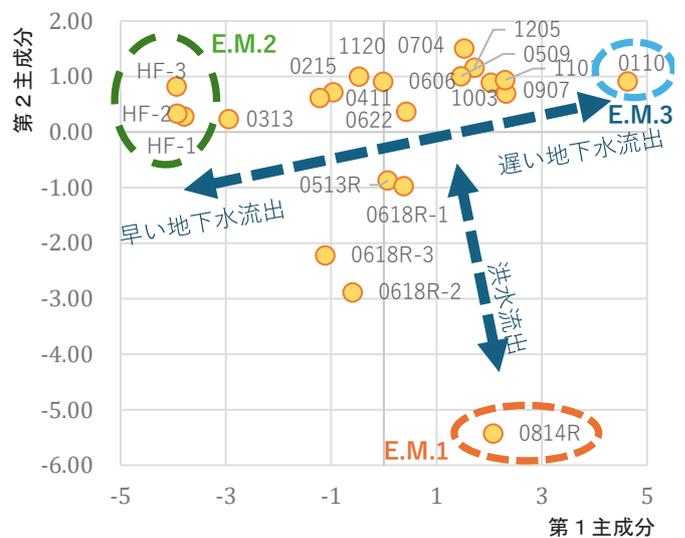


図4 溶存イオン等の主成分分析結果

表2 各エンドメンバーの水質

	SiO ₂ (mol/L)	F ⁻ (mEQ/L)	HCO ₃ ⁻ (mEQ/L)	Cl ⁻ (mEQ/L)	NO ₃ ⁻ (mEQ/L)	SO ₄ ²⁻ (mEQ/L)	Na ⁺ (mEQ/L)	K ⁺ (mEQ/L)	Mg ²⁺ (mEQ/L)	Ca ²⁺ (mEQ/L)
E.M.1: 洪水流出	0.105	0.005	0.640	0.071	0.014	0.057	0.107	0.032	0.084	0.378
E.M.2: 早い地下水	0.307	0.001	0.180	0.037	0.040	0.100	0.124	0.006	0.054	0.110
E.M.3: 遅い地下水	0.280	0.002	1.340	0.060	0.007	0.057	0.201	0.023	0.240	0.837

(3) 流量測定の脆弱性

2024年には、7月の堰の漏水で止水に用いた粘土の影響で後の水質が異常値をきたし、更には8月の大雨により堰が土砂に埋没したため流量に欠測値が生じた。2025度は、他機関へのヒアリングに基づき、水文観測の脆弱性を克服するよう堰の改良を行う予定である。また、今回発表したSiO₂濃度の形成に関する仮説を今後検証することも併せて考えている。



図5 土砂に埋没した堰の状況

参考文献

- 1) 「5万分の1地質図幅（青梅8-50）」（独立行政法人産業技術総合研究所 2007）
- 2) 「地下水ハンドブック」（地下水ハンドブック編集委員会 建設産業調査会 1979 pp137-138）