



HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|---------------------|--|
| Title | Effects of Thick Clay Layers on Hydrological Processes in Headwater Catchments Underlain by Impermeable and Permeable Bedrock [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review] |
| Author(s) | 吉野, 孝彦 |
| Degree Grantor | 北海道大学 |
| Degree Name | 博士(農学) |
| Dissertation Number | 甲第15304号 |
| Issue Date | 2023-03-23 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/89871 |
| Rights(URL) | https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/ |
| Type | doctoral thesis |
| File Information | Yoshino_Takahiko_review.pdf, 審査の要旨 |



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(農学) 氏名 吉野 孝彦

| | | | |
|-------|----|------|------------------------|
| 審査担当者 | 主査 | 教授 | 山田 孝 |
| | 副査 | 教授 | 中村 太士 |
| | 副査 | 准教授 | 笠井 美青 |
| | 副査 | 助教 | 桂 真也 |
| | 副査 | 特任教授 | 山口 真司 (本学広域複合災害研究センター) |
| | 副査 | 准教授 | 厚井 高志 (本学広域複合災害研究センター) |

学位論文題名

Effects of Thick Clay Layers on Hydrological Processes in Headwater Catchments
Underlain by Impermeable and Permeable Bedrock
(厚い粘土層が不透水性・透水性基岩を有する山地源流域
における水文プロセスに与える影響)

本学位論文は、英文110頁、図35、表7、4章からなり、参考論文1編が付されている。

山地源流域にもたらされた降雨は斜面に浸透して斜面内部を移動し、やがて河川へ流出する。この過程で河川の流量や水質が決定され、また斜面崩壊等を発生させることから、防災・減災や社会経済活動の維持、環境保全等の観点から山地源流域における水文プロセスを明らかにすることは重要である。

山地源流域は、透水性の低い基岩層の上に透水性の極めて高い土層が載る構造となっている。これまでの研究により、基岩層が実質的に不透水性の場合、基岩層がこれ以深には水がほとんど浸透しない「基盤面」となり、表土層(有機物由来の土層)および風化層(基岩層の風化物で構成される土層)内の水移動が主となる一方、基岩層の透水性が不透水性基岩と比べて高い透水性基岩の場合、表土層・風化層に加えて基岩層にも水が浸透し、各層内を水が移動することでそれぞれ水文プロセスに寄与することが明らかにされてきた。

蛇紋岩、凝灰岩、泥岩等の地質を有する流域では、風化層が粘土で構成される場合がある。粘土層は一般に透水性が低いいため基盤面として働くと考えられ、これまであまり注目されてこなかった。一方、粘土層への水の浸透や粘土層からの流出が水文プロセスに寄与していることを間接的に示唆する研究結果も一部報告されている。本研究では、風化層が厚い粘土で構成される不透水性基岩(蛇紋岩)の流域および透水性基岩(凝灰角礫岩)の流域それぞれで直接的かつ詳細な斜面内部の観測等を実施することにより、粘土層が山地源流域の水文プロセスに与える影響を検討した。

不透水性基岩の流域では、表土層・粘土層内の地下水位・圧力水頭および各層の地下水の水質・水温を観測した。その結果、粘土層内に表土層-粘土層境界付近に地下水面を持つ地下水帯が形成され、それとは別に表土層内にも地下水帯が無降雨時を含め形成されていた。降雨時は粘土層が基盤面として働き、表土層を通じて雨水を素早く流域外へと流出させる一方、無降雨時に表土層内に形成された地下水帯の水質は、この地下水帯の起源が粘土層内地下水であることを示していた。室内試験で計測した水分特性と圧力水頭の観測値から水移動フラックスを計算したところ、降雨時は表土層から粘土層へと鉛直下向きの飽和・不飽和フラックスが生じるが、無降雨時に表土層が乾燥すると、粘土層から表土層への上向きの不飽和フラックスが生じていた。この上向きフラックスは、無降雨時の表土層内の地下水帯を形

成するのに十分な量であった。これらの結果から、粘土層内にも雨水が一部浸透し、無降雨時は粘土層内に浸透・貯留された水が表土層へ上向き不飽和フラックスとして供給され、地下水帯を形成することを明らかにした。

透水性基岩の流域では、表土層・粘土層・基岩層内の地下水位・圧力水頭、地温・地下水温、水質および流域出口で表土層から滲出して粘土層の上を流れる湧水の流量・水温・水質を観測した。その結果、表土層・粘土層・基岩層内に別個の地下水帯が形成され、それぞれ降雨に反応して拡大・収縮していた。よって、粘土層が基盤面として働く一方で、雨水が粘土層を通過して基岩層へも浸透していると考えられた。降雨時・無降雨時に関わらず、表土層から粘土層へ鉛直下向きの流れが生じていた一方、斜面末端部の粘土層内地下水帯では恒常的に鉛直上向きの流れが生じていた。各地下水帯の拡大・収縮や水質・水温等の解析から、湧水の起源は粘土層内地下水と推定された。基岩層内地下水位は恒常的に高く、降雨時にはたびたび粘土層－基岩層境界より高い位置まで上昇するものの、基岩層内地下水の表土層内地下水帯や湧水への影響は確認されなかった。これらの結果から、本流域では透水性の低い粘土層が基岩層内地下水の流出を阻害していることを明らかにした。

最後に、不透水性・透水性基岩それぞれの流域で確認された粘土層の影響の違いは、基岩層への浸透の可否に起因することを考察し、本研究で明らかにされた粘土層を介した水文プロセスが河川への流出や水質、斜面崩壊等にも影響を与える可能性を指摘した。

以上のように本研究では、粘土層が不透水性・透水性基岩いずれの流域においても基盤面として働くのみならず、基岩の透水性に応じていったん粘土層に浸透し貯留された水を表土層に供給したり、基岩層へと浸透した水の表土層への流出を阻害したりするなどの影響を与えており、主要な水移動の場として山地源流域の水文プロセスに大きく関与していることを示した。これらの成果は、山地源流域の水文プロセスの理解のみならず、河川の流量・水質の予測・管理や斜面崩壊等の発生予測にも大きく貢献するものと思われる。

よって、審査員一同は、吉野孝彦が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。