

平成 21年 3月 31日現在

研究種目：若手研究(B)
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18780122
 研究課題名(和文) 花崗岩および堆積岩山地の降雨流出過程の比較に基づく森林の水環境保全機能の評価
 研究課題名(英文) Evaluation of water yielding function of forests with the comparison of rainfall-runoff characteristics between granitic- and sedimentary rock catchments
 研究代表者 勝山 正則(KATSUYAMA MASANORI)
 総合地球環境学研究所・研究部・プロジェクト上級研究員
 研究者番号：40425426

研究成果の概要：

森林流域の水源涵養機能として、森林の存在が降雨に対する流出をコントロールする能力に関心が高まっている。本研究ではこの機能の本質は流域を構成する基岩地質が担っていることを明らかにした。また、水の安定同位体指標を用いた、地下水・渓流水の平均滞留時間の推定値が、これらの山地の降雨流出特性を反映していることを明らかにした。すなわち、比較的容易に測定可能な安定同位体指標を用いることで、流域の降雨流出過程を整理することが可能になることを明らかにした。この知見は、森林流域の水源涵養機能を正確に評価する上で有効な手段であり、基礎として考慮されるべき指標である。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,500,000	0	1,500,000
2007年度	1,200,000	0	1,200,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	270,000	3,870,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：林学・森林科学

キーワード：水循環・水資源・森林流域・水文学・花崗岩・堆積岩

1. 研究開始当初の背景

森林の水源涵養機能には洪水緩和・水資源貯留・水量調節・水質浄化の4つの作用が含まれるとされる(林野庁ホームページより)。森林水文学分野でのこれまでの研究から、これらの作用には森林斜面土層と、土層より下の基岩層の特性が影響していることが明らかにされてきている。このうち、土層は不飽和孔隙中に降水を一時的に貯留し、流出を遅らせるという役割を果たしていることが明

らかにされている。同時に土壌と水との接触過程でさまざまな生物地球化学反応が起こることにより、水質が形成される。これまで、森林の水源涵養機能に関しては、このような土層の役割から説明されることがほとんどであった。

2. 研究の目的

申請者がこれまで行ってきた観測の結果、風化花崗岩山地における森林の水源涵養機

能は主として基岩内部に浸透した地下水の果たす役割が大きいことが示された。

このような観測から得られた水環境保全機能に関する知見を一般化するために、本研究では条件の異なる流域での比較観測を行う。ここでは特に基岩地質の違いに着目し、花崗岩流域と堆積岩流域の降雨流出特性の比較を元に、森林の水環境保全機能を評価する。

3. 研究の方法

観測対象とするサイトは花崗岩流域として滋賀県南部の桐生水文試験地を、堆積岩流域として京都大学フィールド科学教育研究センター和歌山研究林とその周辺地域を設定する。桐生水文試験地において蓄積された各種水文・水質データを活用するとともに、新たな観測として、2005年9月に流域内で行われたボーリング調査から得られる土壌・基岩の物理特性の情報と、ボーリング孔を利用した水質・安定同位体比観測をもとに、より深部の基岩地下水の動態をあわせて把握し、山体スケールの水環境保全機能を評価する。他方、和歌山研究林周辺地域では集水域単位で林齢の異なる人工林が存在し、若齢林から壮齢林・老齢林に至るまでの時間スケールの現象を横断的に観測することが可能である。このような他に類を見ない特性を生かし、森林の成立過程に着目した水質観測が行われている。本研究の第一段階では、それぞれの流域で詳細な降雨流出データを取得し、降雨に対する流出の応答特性を相互に比較する。第二段階では水質データ・水の安定同位体比データを用い、流域内の地下水・渓流水の平均滞留時間を推定する。また、これらをトレーサーに用いた混合モデルを適用すると同時に、流域内部の地下水位・土壌水分変動などの物理水文観測データとあわせることで、地下水の流出経路を推定する。これらの解析から、流域の基岩地質の違いによって、流域内部の水移動過程にどのような違いが生じるかを明らかにし、花崗岩流域と堆積岩流域とが持つ森林の水環境保全機能の共通点・相違点を評価する。

4. 研究成果

雨量と流量という比較的容易に取得されるデータを元に、流域面積がほぼ等しく、基岩地質の異なる2流域での降雨流出特性の比較から、森林流域の水貯留能力について考察した。ハイドログラフ形状を比較すると、花崗岩流域に比べて堆積岩流域でピーク流量が大きく、無降雨時の基底流量が小さいという変動が見られた。降雨時の流量を見ると、花崗岩流域では降雨時に流出せず基岩内に貯留されて遅れて流出する成分の割合が大きかったのに対し、堆積岩流域では降雨時の

流出率が高かった。年間の流量から決定される流況曲線を比較すると、この堆積岩流域では花崗岩流域と比べて降水量が約2倍で、通常時の流量(平水流量)は花崗岩流域よりも大きかったが、流量がもっとも減少する時期の流量(渇水流量)は花崗岩流域よりも小さいという結果が得られた。また、堆積岩流域における林齢と流量の関係を見ると、林齢の増加とともに表層土壌が発達し、降雨時のピーク流量が緩和される傾向が見られたが、この緩和による変化は、花崗岩流域と堆積岩流域の差に比べて小さかった。これらのことから、流域の基岩地質は流出特性を決定する第一の要因であることが示された。

さらに、水の安定同位体指標を用いた、地下水・渓流水の平均滞留時間の推定値が、これらの山地の降雨流出特性を反映していることを明らかにした。降雨の増減に対する流量の増減応答が激しい性質を持つ堆積岩流域では滞留時間が短く、一方、応答が緩やかな花崗岩流域では滞留時間が長くなることが示された。また、堆積岩流域内、花崗岩流域内での支流間での滞留時間の相違は、流域の標高や地下部の集水構造を反映していることが明らかになった。すなわち、比較的容易に測定可能な安定同位体指標を用いることで、流域の降雨流出過程を整理することが可能になることを明らかにした。この知見は、森林流域の水源涵養機能を正確に評価する上で有効な手段であり、基礎として考慮されるべき指標である。また、これらの流出特性を考慮し、流域の渓流水質を再現する生物地球化学モデルを適用したところ、アジアモンスーン地域に属する日本の流域では、この気候特性に起因する水文特性を考慮したモデルを提案する必要性が明らかになった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計6件)

1. Katsuyama, M., Shibata, H., Yoshioka, T., Yoshida, T., Ogawa, A. and Ohte, N. (2009) Applications of a hydro-biogeochemical model and long-term simulations of the effects of logging in forested watersheds, Sustainability Science (in press). 査読有

2. Katsuyama, M., Fukushima, K. and Tokuchi, N. (2009) Effects of various rainfall-runoff characteristics on streamwater stable isotope variations in forested headwaters, Eds. by M. Taniguchi, Y. Fukushima, W.C. Burnett, M. Haigh and Y. Umezawa, From Headwaters to the Ocean:

Hydrological Change and Watershed Management, Taylor & Francis. pp. 51-55. 査読有

3. Katsuyama, M., Kabeya, N. and Ohte, N. (2009) Elucidation of the relationship between geographic and time sources of streamwater using a tracer approach in a headwater catchment, Water Resources Research, (in press). 査読有

4. Tokuchi, N., Fukushima, K. and Katsuyama, M. (2009) Factors controlling stream water chemistry in ten small forested watersheds with plantation forests of various proportions and ages in central Japan, Eds. by M. Taniguchi, Y. Fukushima, W.C. Burnett, M. Haigh and Y. Umezawa, From Headwaters to the Ocean: Hydrological Change and Watershed Management, Taylor & Francis, pp. 75-81. 査読有

5. Fukushima, K., Tokuchi, N., Tateno, R. and Katsuyama, M. (2009) Water yield and nitrogen loss during regrowth of Japanese cedar forests after clearcutting, Eds. by M. Taniguchi, Y. Fukushima, W.C. Burnett, M. Haigh and Y. Umezawa, From Headwaters to the Ocean: Hydrological Change and Watershed Management, Taylor & Francis, pp. 97-103. 査読有

6. Katsuyama, M., Fukushima, K. and Tokuchi, N. (2008): Comparison of rainfall runoff characteristics in forested catchments underlain by granitic and Sedimentary rock with various forest age, Hydrological Research Letters, 2, pp. 14-17. 査読有

[学会発表] (計 9 件)

1. Katsuyama, M., Fukushima, K., Tokuchi, N., Ohte, N. and Tani, M.: Geological influences on hydrological and isotopic characteristics in forested headwaters, AGU Fall Meeting, San Francisco, 2008. 12. 17.

2. Katsuyama, M., Fukushima, K. and Tokuchi, N.: Effects of various rainfall-runoff characteristics on streamwater stable isotope variations in forested headwaters, HydroChange 2008, Kyoto, 2008. 10. 1.

3. 勝山正則, 大手信人, 福島慶太郎, 柴田英

昭, 吉岡崇仁: アジアモンスーン地域における渓流水質予測モデルの適用と水文学的改良, 水文・水資源学会 2008 年研究発表会, 東京大学, 2008. 8. 27.

4. Katsuyama, M., Nishimoto, S., Ohte, N. and Tani, M.: Relationship between rainfall-runoff processes and mean residence times of stream and groundwater in weathered granite catchments, WPGM2008, Cairns, Australia, 2008. 7. 30.

5. 勝山正則, 速水香奈, 伊藤雅之, 大手信人, 谷誠: 花崗岩流域における降雨流出特性と渓流水・地下水滞留時間の関連性, 第 119 回日本森林学会大会, 東京農工大学, 2008. 3. 28.

6. 勝山正則, 福島慶太郎, 徳地直子, 大手信人, 谷誠: 森林流域の降雨流出過程に対する基岩の役割, 第 118 回日本森林学会大会, 九州大学, 2007. 4. 3.

7. Katsuyama, M., Ohte, N. and Kabeya, N.: Disagreement of end-members and geographic sources of streamwater: riparian control mechanism, AGU Fall Meeting, San Francisco, 2006. 12. 14.

8. Katsuyama, M., Fukushima, K. and Tokuchi, N.: Influence of Geology on Water Yielding Function in Forest Catchments, RIHN (Research Institute for Humanity & Nature) 1st International Symposium "Water and Better Human Life in the Future", Kyoto International Conference Hall Annex Hall, 2006. 11. 7.

9. 勝山正則, 福島慶太郎, 徳地直子: 花崗岩および堆積岩森林流域の降雨流出特性の比較, 2006 年度日本水文科学会学術大会, 信州大学, 2006. 10. 29.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
特になし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

勝山 正則(KATSUYAMA MASANORI)
総合地球環境学研究所・研究部・
プロジェクト上級研究員

研究者番号：40425426