

平成 22 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2006～2008

課題番号：18208014

研究課題名 (和文) 森林生態系における水・物質動態の流域特性の広域比較研究

研究課題名 (英文) Comparative study on water and material dynamics among various forest ecosystems

研究代表者

丹下 健 (TANGE TAKESHI)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授

研究者番号:20179922

研究成果の概要：

北海道から沖縄までに分散して様々な環境条件の森林域に設置されている大学演習林の森林流域における水・物質動態の観測ネットワークを構築し、観測流域間で比較可能なデータの蓄積を図る体制の整備を図った。気象データについては、インターネットを活用した速やかな公開システムの運用を図った。流量・水質の形成過程に関わる降水の平均滞留時間を指標するトレーサの検討を行い、平水時の平均滞留時間の長短を流域間で比較する方法を提示した。土壌の保水量に関わる土壌撥水性発現の森林流域内での時空間的変異を観測し、乾性土壌で夏期の強度の乾燥によって撥水性が発現し、それが長期間維持されることを明らかにした。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	16,200,000	4,860,000	21,060,000
2007 年度	9,800,000	2,940,000	12,740,000
2008 年度	10,200,000	3,060,000	13,260,000
年度			
年度			
総計	36,200,000	10,860,000	47,060,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：水資源涵養・水質、森林生態・保護・保全

1. 研究開始当初の背景

地球規模での環境劣化が進む中で人類の生活環境や生物の多様性の保全において森林の機能に対する関心が高まっている。しかし森林が地域性、超長期性という特徴を有する自然物であることから、その機能を適切に評価し、機能を十二分に発揮させる管理手法を確立するには、時空間的な変動を踏まえた広域比較可能な長期森林観測データが必要である。国際的には、広域比較のためのデータ蓄積・提供を目的として、測定方法

やデータ公開方法を共通にした生態系観測のネットワークがアメリカを中心に構築され、森林についても成長や動態、環境などについての長期観測研究を進める動きが活発になっている。しかし我が国では、そのような国際基準での長期生態系観測研究はまだ緒についたばかりであり、我々の全国の大学演習林を中心としたグループが、そのネットワークへの参画を目指して体制整備を進めている段階である。

大学演習林は全国27大学に設置され、森林科学

関連の教育研究施設として森林を組織的に維持管理している。北海道から沖縄まで、全国に分散して設置されている特性を活かして、全国規模での森林流域における物質動態の長期モニタリング研究を1993年から開始している。これまでの研究によって、まず降水等によって森林生態系に負荷される物質や森林生態系から流出する物質、水循環を規定する気象条件などについて、広域比較を可能にする信頼性の高いデータの蓄積とデータの速やかな公開システムの構築を進めてきた。

2. 研究の目的

本研究では、これまでに大学演習林のネットワークを活用し構築された全国規模での森林流域における水・物質動態のモニタリング研究体制のさらなる充実を図り、様々な森林生態系の水・物質動態の実態を明らかにし、広域比較するための研究基盤の整備を第一の目的とした。さらに、雨水流出や渓流水の水質特性が、どのような流域属性によって規定されているのかを検討するための観測を行い、広域比較のための基礎的な知見の蓄積を図ることを目的とした。

3. 研究の方法

- (1) 森林生態系における水・物質動態の広域観測
 - ・北海道大学、山形大学、新潟大学、東京農工大学、筑波大学、信州大学、東京大学、三重大学、京都大学、島根大学、高知大学、九州大学、宮崎大学、鹿児島大学、琉球大学の演習林内の森林流域を観測流域とした。
 - ・量水観測は、堰堤に水位計を設置して行う。
 - ・水質観測は、月1回渓流水を採取し、イオンクロマトグラフィーで各種イオン濃度を測定する。各大学の分析値の比較を可能とするために、統一した手法で定期的に測機の検定を行う。
 - ・気象観測は、観測流域に隣接した場所で気温、降水量等をデータロガーを用いて自動測定する。
 - ・全国大学演習林協議会のホームページ等での、観測データの公開を進める。
- (2) 流量・水質の形成過程
 - ・森林流域の貯水量や水質形成に関与する流出水の平均滞留時間を推定するためのトレーサの選定を行った。
 - ・降水量や流出水量、流出波形が異なる4森林流域(御手洗水試験流域(九州大学演習林)、田野試験流域(宮崎大学演習林)、高隈試験流域(鹿児島大学演習林)、青野試験流域(東京大学演習林))を調査流域とした。
 - ・流量の少ない時期に渓流水を採取し、水の安定同位体比、フロン類(chlorofluorocarbons, CFCs)、六フッ化硫黄(SF₆)、トリチウムなどの濃度を測定し、平水時の平均滞留時間を比較した。
- (3) 土壌保水量の時空間的変動
 - ・土壌保水性の指標として、土壌の撥水性発現・消失を調べた。
 - ・東京大学演習林樹芸研究所内の森林流域を調査

流域とし、地形条件の異なる7箇所に測定区を設置した。

- ・土壌の含水率とマトリックポテンシャルを同時に自動測定し、その関係の変化から撥水性発現の有無を評価した。

4. 研究成果

- (1) 森林流域からの降水の流出に関して、これまで10大学17森林流域で実施されていた量水観測を継続するとともに、年降水量が大きい琉球大学与那演習林と九州大学宮崎演習林で新たに量水観測を開始し、北海道から沖縄までの全国にわたる量水観測ネットワーク(11大学20森林流域)を整備した。量水観測に関する研修会を実施するなどにより、降雨に対する流出の応答特性などを観測流域間で比較するための量水データの蓄積体制を構築した。
- (2) 森林域での気象観測に関して、これまでの12大学26地点に、岩手大学滝沢演習林が加わり13大学27地点で気象観測を実施した。観測データの観測地点間での比較を可能とする統一された形式で、過去に遡ってデータ検索が可能なデータベースを構築し、それらのデータベースをウェブ上で公開するためのシステムを開発した。
- (3) 森林流域から流出する物質に関して、これまで9大学16森林流域で実施されていた渓流水の水質観測を11大学22森林流域に拡大し、さらに湿性降水による物質の流入量として降水の分析を4大学5森林流域で新たに実施した。同じ試料を各大学の分析機器で分析・データ比較を定期的に行うことによって、観測流域間でのデータ比較が可能となるための測定精度保証に努めた。また広域比較のための試行として、いくつかの観測流域間の渓流水の水質を比較し、海岸線や都市からの距離による大気からの沈着量の違いや基岩の化学性(塩基や硫化鉱物の含有量など)が渓流水質に大きく影響することを示した。
- (4) 広域比較のために必要な観測森林流域の属性に関して、東京大学千葉演習林と東京農工大学大谷山演習林の観測森林流域を対象に、気温や降水量などの一つの数値で表せる属性の他に、地形や植生などの面的情報で表される属性についても検討した。地形情報、とくに地表面の地形と土層厚とから推定される基岩が形成する地形に関する情報が、地下水の滞留・流出・隣接流域への越流などの水文特性に大きな影響を与える可能性があることを明らかにした。面的情報を観測流域間で比較する手法については今後の課題となった。
- (5) 森林流域の環境特性等の属性によって水・物質動態に相違が生じる過程を明らかにするための基礎的な知見を得ることを目的に、森林流域の貯水量や水質形成に関与する流出水の平均滞留時間

を推定するためのトレーサの選定を行った。降水量や流出水量、流出波形が異なる4森林流域を対象に、水の安定同位体比、フロン類(chlorofluorocarbons, CFCs)、六フッ化硫黄(SF₆)、トリチウムなどをトレーサとして、平水時の平均滞留時間を比較した結果、いずれのトレーサを用いても平均滞留時間を特定することはできなかったが、相対的な平均滞留時間の長短を森林流域間で比較することは可能であった。また、ハイドログラフから推定される平均滞留時間の長短とトレーサを用いて推定される平均滞留時間の長短とに相関がみられることを明らかにした。

- (6) 降水の森林流域での流出や地表流による表土侵食に関わる土壌の撥水性発現の時空間的変動を、東京大学樹芸研究所の森林流域で調べた。乾性褐色森林土(粒状・堅果状構造型)が分布する尾根部では、A層下部からB層上部にかけて、無降雨期間が続く土壌がpF3.2以上に強く乾燥すると撥水性が発現し保水力が低下する履歴効果が発現すること、夏から初秋にかけては蒸散によって土壌水分が速やかに消費されるため撥水性が維持されることを明らかにした。表層土については、尾根部ほど撥水性が発現する頻度が高いが、いずれの地形条件でも撥水性が発現する時期があることを明らかにした。

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15件)

浦川 梨恵子・戸田 浩人・生原喜久雄(2007)高齢化したスギ・ヒノキ人工林小流域における下層土のNO₃⁻吸着による窒素流出の遅延効果. 日本森林学会誌 89: 190~199.

小柳 信宏・久保井 喬・戸田 浩人・生原喜久雄 (2007) 高齢化したスギ・ヒノキ人工林小流域における斜面位置別土壌中の水溶性イオンの動態. 日本森林学会誌 89: 151~159.

高木正博・森山聡之(2007) 全国の大学演習林をむすぶ気象観測・公開システムの開発. 日本森林学会誌89(5): 336-339

五名美江・蔵治光一郎・春田泰次・鴨田重裕・小田智基・堀田紀文・鈴木誠・木村徳志・五十嵐勇治・大村和也・渡邊良広(2007) 東京大学5演習林8試験地における渓流水質の特性. 東京大学農学部演習林報告 118: 65-83.

智和正明・井出淳一郎・扇大輔・田代直明・古賀信也・柴田英昭・佐藤冬樹・大槻恭一 (2007) 北海道演習林及び福岡演習林における降水、渓流水中の化学成分の特徴. 九州大学農学部演習林報告 88: 33-43.

久米朋宣・東直子・脇山義史・金丸裕一郎・井手

淳一郎・大槻恭一(2008)管理放棄人工林を主体とする御手洗水試験流域における土壌の性質と水分保持特性. 九州大学農学部演習林報告 89: 13-28

東直子・智和正明・熊谷朝臣・大槻恭一(2008)シカ害のある流域における土壌の性質と渓流水質. 九州大学農学部演習林報告 89: 29-38

篠原慶規・小松光・大槻恭一(2008)御手洗水試験流域の気象特性について. 九州大学農学部演習林報告 89: 39-50

Ide J, Kume T, Wakiyama Y, Higashi N, Chiwa M, Otsuki K (2009) Estimation of annual suspended sediment yield from a Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa*) plantation considering antecedent rainfalls. Forest Ecology and Management 257: 1955-1965
Tange T, Yanaga K, Osawa H, Masumori M (2009) Effects of evening and nighttime leaf wetting on stomatal behavior of *Cryptomeria japonica* growing in dry soil. Photosynthetica 47:313-316.

篠原慶規・井手淳一郎・藏本康平・小松光・大槻恭一(2009)御手洗水試験流域の流量・気象観測報告. 九州大学農学部演習林報告 90: 51-87

小野澤郁佳・久米朋宣・小松光・鶴田健二・大槻恭一(2009)樹液流計測のモウソウチクへの適用—切り竹における吸水量と樹液流量の比較—. 日本森林学会誌 91: 366-370

篠原慶規・井出淳一郎・東直子・小松光・久米朋宣・智和正明・大槻恭一(2010) 管理放棄されたヒノキ人工林における樹冠遮断量の計測. 日本森林学会誌 92: 54-59

梶浦雅子・江取良枝・丹下健 (2010) 南伊豆の広葉樹林における乾性土壌の水分環境—一時的な強度の乾燥に伴う吸水性の低下とその影響—. 森林立地 52: (印刷中)

藏本康平・篠原慶規・小松光・大槻恭一(2010) 森林回復が流出に及ぼす影響—地質の異なる2流域における検討—. 水文・水資源学会誌 23: (印刷中)

[学会発表] (計21件)

蔵治光一郎. いま日本の森の何が問題か、過剰な期待と進まない現実の間で何ができるのか、由良川フォーラム(第2回)~川と森の今を考える~. 舞鶴市西駅交流センター. 2006年8月26日

蔵治光一郎. 森林の保水力について. 第19回日本の森と自然を守る全国集会熊本集会「緑のダム—森林の保水力」熊本学園大学. 2006年12月3日

高木正博. 檜壮齡林小流域における水収支. 第63回日本林学会九州支部研究発表会. 2006年11月11日

高木正博・野田亜紀枝. 山地小流域源頭部における水質形成機能の定量的評価. 第118回日本森林

学会大会,九州大学,2007年4月2~3日
蔵治光一郎. 森林と洪水. 第118回日本林学会大会,九州大学,2007年4月2~3日
五名美江・蔵治光一郎・春田泰次・鴨田重裕・小田智基・堀田紀文・鈴木誠・木村徳志・五十嵐勇治・大村和也・渡邊良広. 東京大学5演習林8試験流域における渓流水質の特性. 第118回日本林学会大会,九州大学,2007年4月2~3日
福島武彦・張朝・恩田裕一・水垣滋・五味高志・小杉賢一朗・平松晋也・北原曜・蔵治光一郎・寺嶋智己・松重一夫. 森林の種類による栄養塩流出の違い. 第119回日本森林学会大会,東京農工大学,2008年3月27~28日
高木正博. 広葉樹林と針葉樹林の溪流の増水時における水質の比較. 第119回日本森林学会大会,東京農工大学,2008年3月27~28日
Shibata H. Where does sequestered carbon allocate in forested watershed? - Comparison of process studies in forest ecosystem of northern Japan. Gifu University 21st Century COE Program; Satellite Ecology, 2nd International Symposium; Integrating and scaling processes for plot to landscape ecosystem study -toward the interdisciplinary understanding and networking-, 2008年7月31日,岐阜(招待講演)
Shibata H., Fukuzawa K, Watanabe T. Role of Sasa dwarf bamboo on the carbon and nitrogen biogeochemistry under the environment changes in cool-temperate forest ecosystem in northernmost of Japan. Memorial Symposium Celebrating Dr. David Tilman, "Ecology for the Changing World, 2008年12月11日,仙台(招待講演)
Shibata H. Long-term and Large-scale Ecosystem Studies in Cool-temperate Ecosystem under Climate Change, FORTROP II, Special session: Science Program on EAP-ILTER Initiatives on Climate Change and Adaptation, 2008年11月20日,バンコック(タイ)
戸田浩人. 北関東の人工林生態系における物質循環と森林施業の関わり. 第119回日本森林学会大会,東京農工大学,2008年3月27~28日
三好貴之・戸田浩人・生原喜久雄. 森林小流域での渓流水質に影響を及ぼす諸要因の寄与度 - 1991年と2007年の調査より-. 第119回日本森林学会大会,東京農工大学,2008年3月27~28日
浦川梨恵子・戸田浩人・生原喜久雄・崔東寿. スギ・ヒノキ高齢林の斜面下部伐採による渓流水質への長期的影響. 第119回日本森林学会大会,東京農工大学,2008年3月27~28日
戸田浩人. 北関東における森林生態系の物質循環と生態系サービスの関係 - 森林施業の影響と時間 -. 第120回日本森林学会大会,京都大学,2009

年3月26~27日
三好貴之・生原喜久雄・戸田浩人・崔東寿・関子光太郎. 北関東における森林流域の水質形成に及ぼす地形因子の影響評価. 第120回日本森林学会大会,京都大学,2009年3月26~27日
浦川梨恵子・戸田浩人・生原喜久雄. 各種の保育施業履歴を持つ人工林からの窒素流出の長期モニタリング. 第120回日本森林学会大会,京都大学,2009年3月26~27日
高木正博・宮田義規・上村直之. ヒノキ壮齢林における流域レベルでの物質循環. 第120回日本森林学会大会,京都大学,2009年3月26~27日
浅野友子・丹下健・大槻恭一・智和正明・高木正博・館野隆之輔. 流出特性の流域間比較に有効な平水時の平均滞留時間の推定. 第120回日本森林学会大会,京都大学,2009年3月26~27日
梶浦雅子・江取良枝・丹下健. 湿潤な森林流域における撥水性土壌の発現分布を規定する水分環境. 第120回日本森林学会大会,京都大学,2009年3月26~27日
浅野友子・丹下健・大槻恭一・智和正明・高木正博・館野隆之輔・浅井和由. 山地源流域における平水時流出水の平均滞留時間. 日本地球惑星科学連合2010年大会. 千葉,2010年5月23~28日

[図書] (計 0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0件)

○取得状況 (計 0件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

丹下 健 (TANGE TAKESHI)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授
研究者番号:20179922

(2) 研究分担者

蔵治光一郎 (KURAJI KOICHIRO)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・講師
研究者番号:90282566

堀田紀文 (HOTTA NORIBUMI)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・助教
研究者番号:00323478

大槻恭一 (OTSUKI KYOICHI)

九州大学・大学院農学研究院・教授
研究者番号:80183763

熊谷朝臣 (KUMAGAI TOMOOMI)

九州大学・大学院農学研究院・准教授
研究者番号:50304770

榎木 勉 (ENOKI TSUTOMU)

九州大学・大学院農学研究院・准教授

研究者番号:10305188

智和正明 (CHIWA MASAOKI)

九州大学・大学院農学研究院・助教

研究者番号:30380554

柴田英昭 (SHIBATA HIDEAKI)

北海道大学・北方生物圏フィールド科学センタ

ー・准教授

研究者番号:70281798

高木正博 (TAKAGI MASAHIRO)

宮崎大学・農学部・准教授

研究者番号:70315357

小野寺弘道 (ONODERA HIROMICHI)

山形大学・農学部・教授

研究者番号:90002063

戸田浩人 (TODA HIROTO)

東京農工大学・共生科学技術研究院・教授

研究者番号:00237091

中島 皇 (NAKASHIMA TADASHI)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・講

師

研究者番号:40202212

近藤昭彦 (KONDO AKIHIKO)

千葉大学・リモートセンシング研究センター・教

授

研究者番号:50323960

本間航介 (HOMMA KOSUKE)

新潟大学・農学部・准教授

研究者番号:10305188

(3) 連携研究者

該当なし