

森林荒廃が洪水・河川環境に及ぼす 影響の解明とモデル化



平成15年度採択
研究代表者
恩田 裕一
(筑波大学 大学院生命環境科学研究所
助教授)



荒廃したヒノキ林流域における流出観測

// 研究目的

日本では、森林が国土の約65%を占め、その40%以上が人工林です。したがって、人工林地が水資源の涵養や下流域の洪水発生に影響していると考えられます。戦後の拡大造林の時期に植栽されたスギやヒノキ等の人工林が徐伐・間伐の時期を迎えてますが、林業従事者の減少や材価の低迷に伴って、適切に管理されずに放置され荒廃した林分の面積割合が年々増大しています。

人工林の荒廃は、下流域での洪水発生などの災害、渇水時の水量や水質の確保といった水資源の問題、河川や海洋の生態系に対する影響、森林管理の費用負担など、様々な問題と関わっています。しかしながら、荒廃した人工林地の水流出特性の変化について、相対的に大きな流域スケールで実測した例がほとんどなく、それらが河川や海洋の環境へ及ぼす影響が十分に理解されていません。

そこで、プロットスケール、源流域スケール、大流域スケールにおいて洪水流出や水質の観測を行い、リモートセンシングによる分析等、広域をカバーする手法を組み合わせることで、人工林の荒廃が水循環、洪水発生、水質など下流域の河川環境に与える影響を予測します。これらの理解を通じて、人工林の維持・管理方法について提言を行い、今後の水資源の循環予測・持続的利用のための基礎資料を提示することを目的として研究を行います。

// 研究概要

観測フィールドとして、日本の各地に人工林の荒廃が著しい5つの大試験流域を設定し(図1)、その中からヒノキ人工林、スギ人工林、カラマツ人工林を対象として施業履歴や林床植生の異なる荒廃した林分を測定します(図2)。水資源上、最も問題が

大きいと思われるヒノキ林についてはすべての流域で観測を行い、比較対象として広葉樹、またスギ・カラマツの人工林についても観測を行います。

対象とする大試験流域は以下の5地域です。

- ・**愛知フィールド** 東京大学愛知演習林犬山研究林(愛知県犬山市)
- ・**高知フィールド** 四万十川支流葛籠川流域(高知県高岡郡四万十町)
- ・**三重フィールド** 宮川上流(三重県度会郡大紀町)
- ・**長野フィールド** 信州大学農学部手良沢山演習林(長野県伊那市)
- ・**東京フィールド** 荒川支流成木川流域(東京都青梅市)

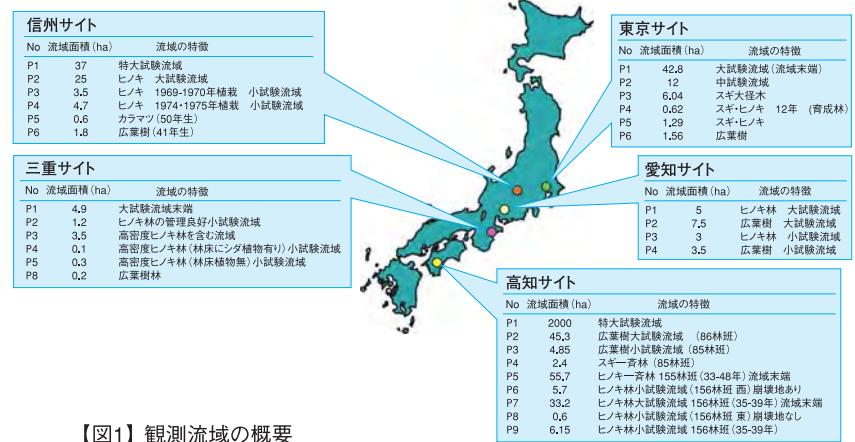
各フィールドでの観測体制は以下の通りです。

1. 樹種、荒廃度の異なる3-4ヶ所の流出プロットを設定
2. 樹種、荒廃度の異なる3-4箇所の源流域を設定し、流量、土壤水を測定
3. 1-2箇所の大試験流域における流量測定

これらの観測流域は入れ子状に配置し、それぞれのスケールでの現象の解明とともにスケールアップによる現象の変化も観測できるようにしています。

各観測地点では、斜面からの水流出が河川流出にどのような影響があるかを観測するとともに、洪水時における流出水を採水し、安定同位体($\delta^{18}\text{O}$)分析や化学分析(CaやSiO₂)を行い、大流域からの流出水のflow pathを明らかにします。そして、人工林の荒廃による各空間スケールでの水流出メカニズムの解明とそれらが洪水発生に及ぼす影響を明らかにします。

これらの結果を基に斜面土壤および浸透モデリング、大試験流域における洪水発生モデリング、森林成長モデルと 土壤変化モデルを組み合わせた森林成長・荒廃予測モデル、水質形成モデルについて3つの



【図1】観測流域の概要



【図2】観測流域の林分と林床植生の様子

空間スケールにおいてモデル化を行い、洪水の予知、将来予測などを通じて、今後の河川洪水対策・および流域管理計画を目指します。

// 研究体制

本研究チームは以下のグループから構成されています。

統括:恩田裕一(筑波大学)

1. リモートセンシンググループ

松下文經(筑波大学)・山本一清(名古屋大学)

2. フィールド調査グループ

長野グループ:北原曜(信州大)・Roy Sidle(京大防災研)

千葉グループ:寺嶋智巳(千葉大)・恩田裕一(筑波大)

愛知グループ:藏治光一郎(東大演習林)

三重グループ:Roy Sidle(京大防災研)

高知グループ:平松晋也(信州大)・恩田裕一(筑波大)

3. モデリンググループ

プロットスケール流出モデル:小杉賢一朗(京都大)

流域流出モデル:Roy Sidle(京大防災研)・近森秀高(岡山大学)

森林維持管理モデリング:竹中千里(名古屋大学)・藏治光一郎(東大演習林)

環境影響モデル:福島武彦(筑波大)・今井章雄(国立環境研)

// 研究成果

(1) 洪水イベント時の水流出および水質の観測

観測を開始した2004年5月から2006年7月現在までに、総数で約4000本の水サンプルを採取し、各サイトで2から3回の洪水イベントでヒノキ林と広葉樹林の流域で水質を比較できるデータが蓄積されました(図3)。目安となる3時間降雨から回帰年を設定すると、各洪水イベントの回帰年は1から3年となっていました。高知サイトでは、2005年9月4日から7日にかけて、台風14号により大規模な降雨イベント(気象庁アメダス大正観測地点:総降雨量646mm、最大時間雨量31mm)が発生し、四万十川下流域では、370世帯が床上・床下浸水の被害を受けました。本研究では、この洪水イベント時の流

量と水質データを取得することができました。

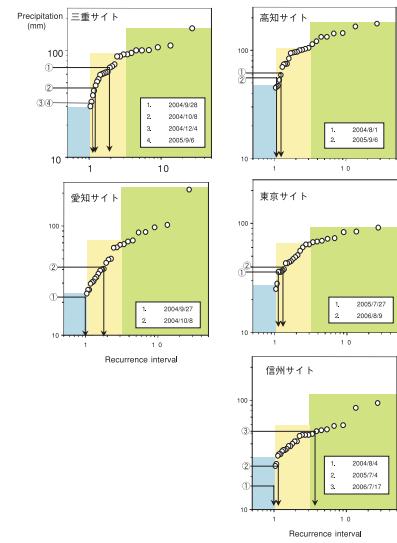
(2) $\delta^{18}\text{O}$ による流出成分分離

酸素の同位対比($\delta^{18}\text{O}$)を用いる事によって、洪水イベント中の水流出に寄与する成分を、「新しい水(今回の降雨によってもたらされた水)」と「古い水(降雨前から流域に貯留されていた水)」の2成分に分離することができます。ヒノキ林などで発生している表面流などは、「新しい水」として分類されます。図4には、高知サイトにおける2005年9月の台風14号の洪水時の流域末端とヒノキ林大試験流域と広葉樹大試験流域の流出と新しい水成分の寄与を示しました。広葉樹では、ヒノキ林とくらべて新しい水成分の量は少なくなっています。とくに、流出ピークの近傍では、ヒノキ林流域で新しい水成分の寄与が大きくなっています。

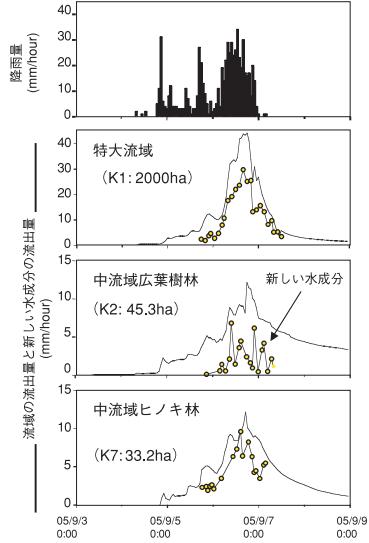
高知・愛知・長野の各サイトのヒノキ林と広葉樹林流域におけるイベントピーク流出時の新しい水成分の割合を図5に示しました。各サイトで観測対象となった降雨の規模に違いがありますが、ヒノキ林流域では、広葉樹林流域に対して新しい水成分の割合が大きくなる傾向がみられました。これらのことから、ヒノキ林流域と広葉樹林では、表面流発生などによる直接流出が洪水流量の増加を引き起こしていることが示唆されています。

// 今後の取組み

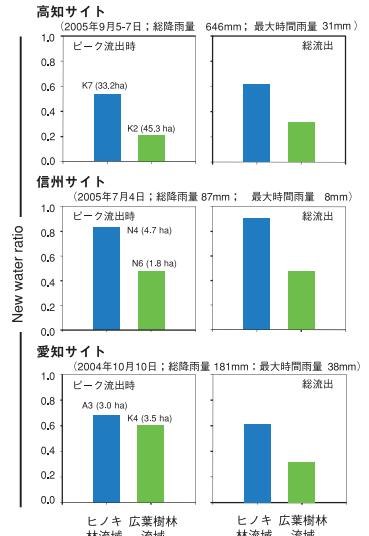
今後は、発生した地表面流の斜面での連続性・不連続性、浸透の過程などをプロット観測・降雨実験などによって進めています。また、安定同位体を含めた複数の化学成分による成分分離によって地表流成分などの水文プロセスを把握し、地表流が洪水流出に寄与している程度を解析します。これらのフィールドデータを用いて、流出モデルの構築を推し進め、針葉樹人工林と広葉樹を含む溪流の水・土砂流出や水質の予測を行い、上流の森林管理が下流の河川環境へ与える影響の評価を行ないます。



【図3】各観測サイトの最大3時間降雨の回帰年と採取を行った洪水イベント



【図4】高知サイトの2005年9月5～7日の洪水イベントにおける新しい水成分の流出



【図5】高知・信州・愛知サイトのイベントピーク流出時と総流出に占める新しい水の割合