

H15 採択課題

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

代表: 筑波大学大学院生命環境科学研究科
恩田 裕一

わが国の森林の40%は人工林

日本の水資源は、人工林の水循環に多くを依存

材価の下落等により、多くの人工林は放置・荒廃

荒廃したヒノキ林の問題

降雨時に表面流の発生

- 洪水
- 湧水流量の低下
- 侵食土砂による濁水
- 河川水温、水質、栄養塩の流出
- 河川生態系への影響

森林荒廃による流出の変化、河川環境への影響についての研究はほとんどない

所管する各省庁の利害に関わる問題

本研究プロジェクトのねらい

人工林の荒廃という人為的改変が将来の水循環、洪水発生、下流河川環境に与える影響等の予測のための観測、シミュレーションを行う

- * 異なったスケールでの現地観測
- * モデリングと現地観測のフィードバック

研究開発スケジュール

		15年度	16年度	17年度	18年度	19年度	20年度
準備研究	1) 現地予察	←	←				
	2) 観測機器の運搬・設置	←	←				
	3) 詳細地図の作成	←	←				
現状解明研究	1) プロット・源流域・流域スケールにおける現地観測	←	←	←	←	←	←
	2) リモートセンシングによる荒廃森林抽出		←	←	←	←	←
	2) プロットスケールにおけるモデリング		←	←	←	←	←
	3) 源流域スケールにおける分布型モデリング		←	←	←	←	←
将来予測研究	4) 洪水流出モデリング		←	←	←	←	←
	1) 森林の成長・森林施業と洪水流出シミュレーション			←	←	←	←
中間総括と問題整理				←			
研究総括と望ましい人工林の施業についての提言							←

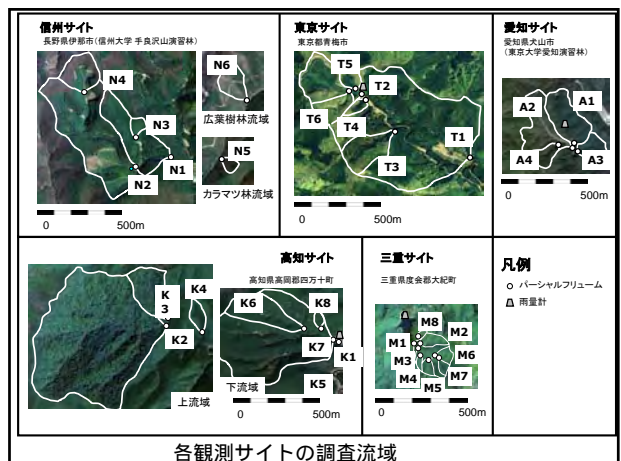
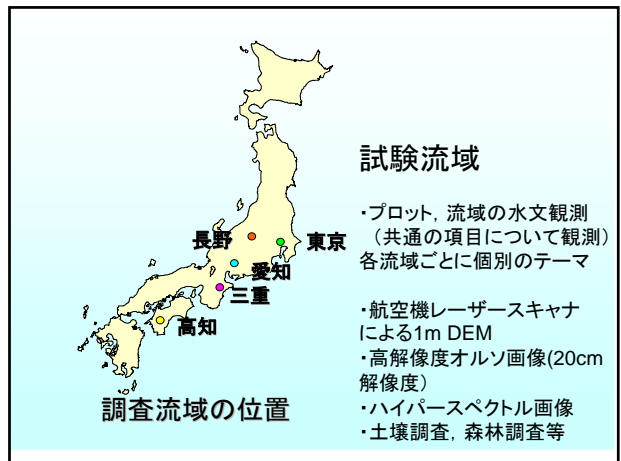
人工林荒廃と水・土砂流出の実態

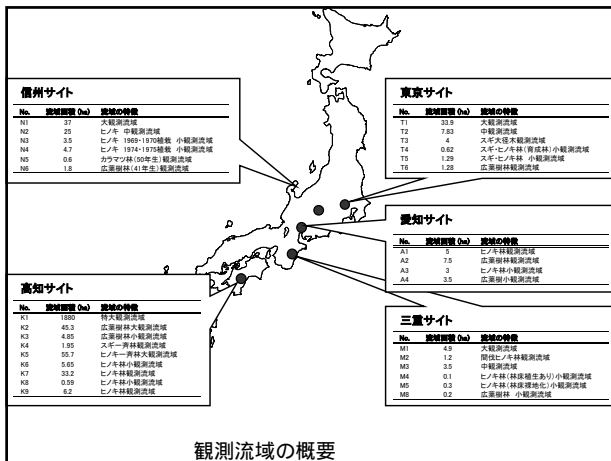
恩田裕一 著

森林管理、治山、治水、水源保全に携わる立案者・実務者は、常備必読の基本図書

本書は、国や自治体の実務者、施策立案者にとって必ず役立つ本である。年々荒廃してゆく人工林を、いかに修復し、健全に維持・管理するか、本書で解説される実態調査と実証研究の成果は、その難題に対処する指針を与えてくれる。林斜面から河川流域までの水・土砂移動のメカニズムを解き明かす、初めての研究書。

- 体裁＝A5判・上製・カバー・240頁
- 定価 5,040円(本体 4,800円 + 税5%)
- 2008年10月17日
- ISBN978-4-00-005463-8 C3061





洪水イベントでの水サンプル採取

- 基底流の水サンプルは月1回または洪水イベント直前に採取
- 洪水時の水サンプルは自動採水器で採取。

➢ ただし、多くの場合、降雨イベント時には現地に赴き、採水器のセットなどを行う必要があった。ただ、1つの流域でも欠測となるとそのデータはつかえないものとなった。

➢ 観測初年度の2004年には観測機材が流出するなどの事態も起こった。



このような状況でも、現地での降雨イベント観測を粘り強く進めてきた。



高知サイトヒノキ小流域 2004/08/30

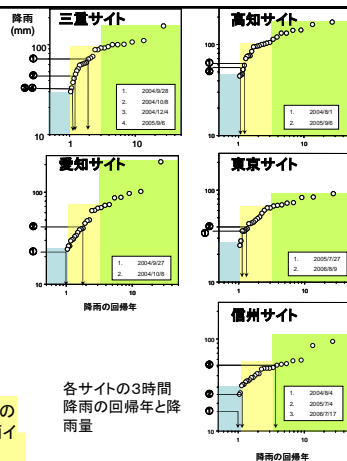


高知サイト 恩田(筑波大)撮影

洪水時の水サンプル採取と対象降雨イベント

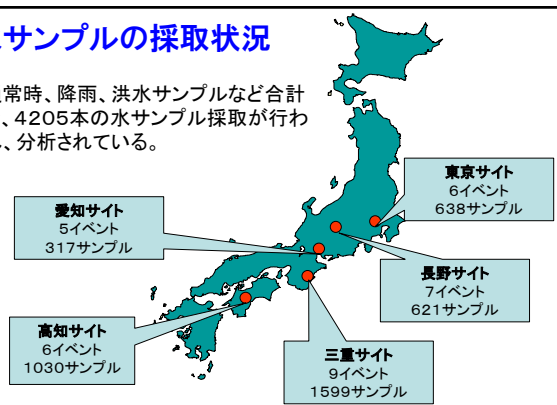


長野サイトでは、2006年7月19日の長野県中部に災害をもたらした降雨イベントの洪水イベントを観測した。



水サンプルの採取状況

通常時、降雨、洪水サンプルなど合計で、4205本の水サンプル採取が行われ、分析されている。



各サイトで、2~3イベントで広葉樹とヒノキ林の水流・水質を比較できるサンプルを採取している。

水分析の項目

筑波大学、国立環境研究所、アリゾナ州立大学にて分析

Suspended sediment, pH, EC, stream temperature

Anion (PO_4^{3-} , F^- , Cl^- , NO_2^- , Br^- , NO_3^- , SO_4^{2-})

Cation (Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+})

Total Phosphorus, Total Nitrogen, DOC, UV-DOC

Fe, Mg, Al, Ca, Mn, Na, Si

$\delta^{18}\text{O}$, δD

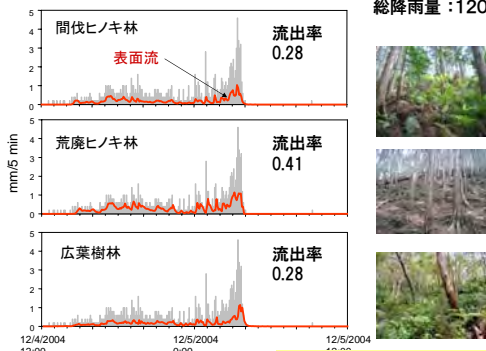
4205サンプルを分析

(水質3000サンプル分析済: 同位体2000サンプル分析済)

プロット流出観測結果

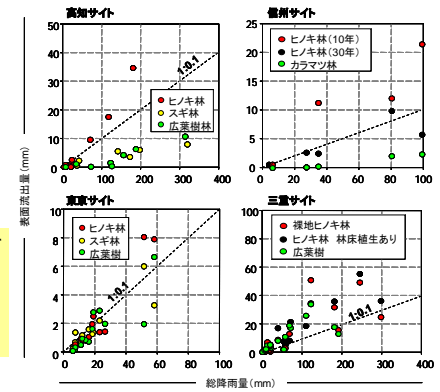
斜面プロット(0.5x2m)における表面流発生の一例

最大1時間雨量: 28mm
総降雨量: 120mm



三重サイト
五味・宮田(農工大)・小杉・サイドル(京大)

斜面プロット(0.5x2m)の表面流出量と降雨量の関係



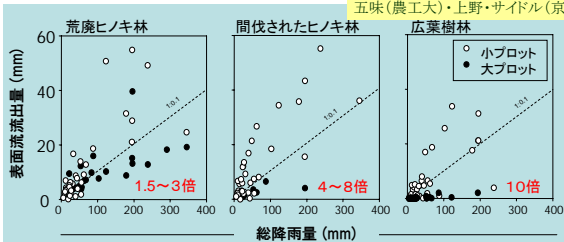
ヒノキ林において流出がやや多いものの、広葉樹からの流出もみられた。

斜面長が異なるプロットでの表面流の発生

三重サイトでは、大プロット(斜面長25m幅8m)と小プロット(斜面長2m幅0.5m)において表面流の観測を行った。



三重サイト
五味(農工大)・上野・サイドル(京大)



大プロットの観測では、ヒノキ林と広葉樹林の表面流の発生量に明らかな違いが確認された。

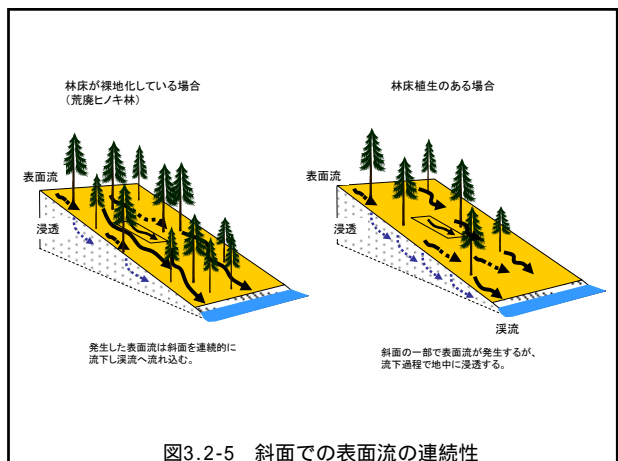


図3.2-5 斜面での表面流の連続性

撥水性の影響



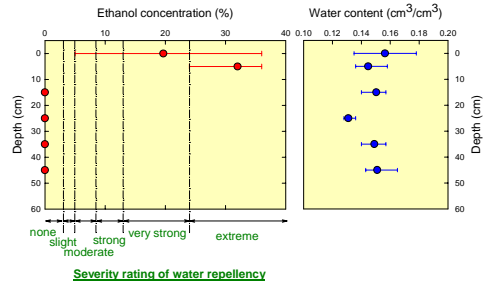
(Dekker & Ritsme, 2000)

- 土壌有機物、腐植、菌類、微生物に起因
- 山火事跡地で顕著に見られる
- ユーカリ林、マツ林でも強度の土壌撥水性

土壌が水をはじく性質 = 土壌の撥水性

土壌撥水性の鉛直分布（下層植生無し）

三重サイト
宮田・小杉(京大)



Critical Surface Tension 試験 (Willis and Horne, 1992)

様々な濃度のエタノール水溶液の水滴を土壌表面に滴下し、水滴が5秒以内で浸透する最小濃度の水溶液の表面張力を撥水性の指標とする試験

降雨時の撥水性による水流出

三重サイト
宮田・小杉(京大)

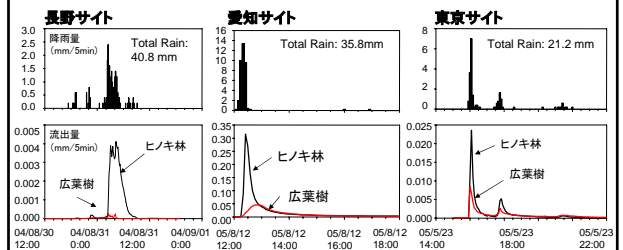


東京サイト
寺嶋(京大)・平野(千葉大)

図3.2-6 東京サイトにおける管理放棄されたヒノキ林斜面下部のバイオマットに沿った水の流れ
万能ナイフの長さは約10 cm、根の直径は数mm以下

小流域観測結果

小規模な降雨イベントに対する各サイトの流出特性(小流域)



すべてのサイトにおいて、ヒノキ林流域で、より降雨に対して応答が早く、大きなピーク流出量を観測していた。

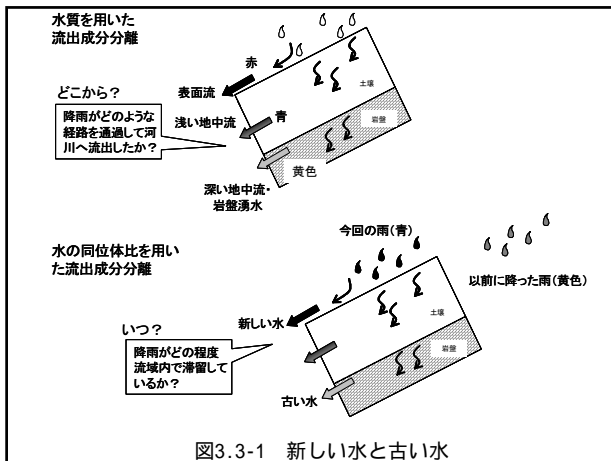
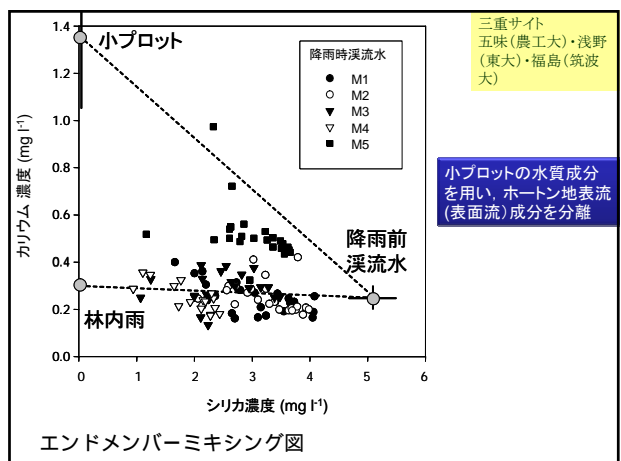
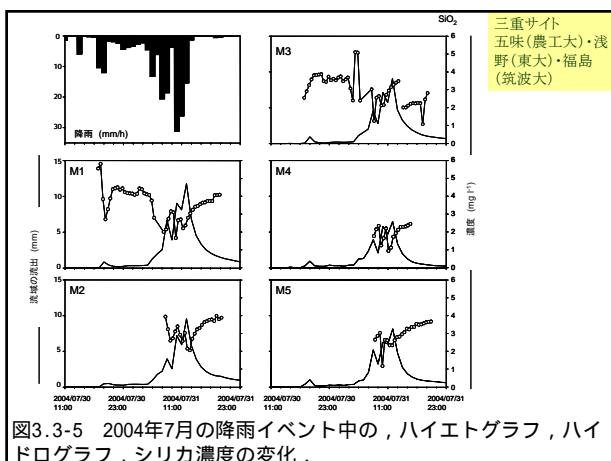
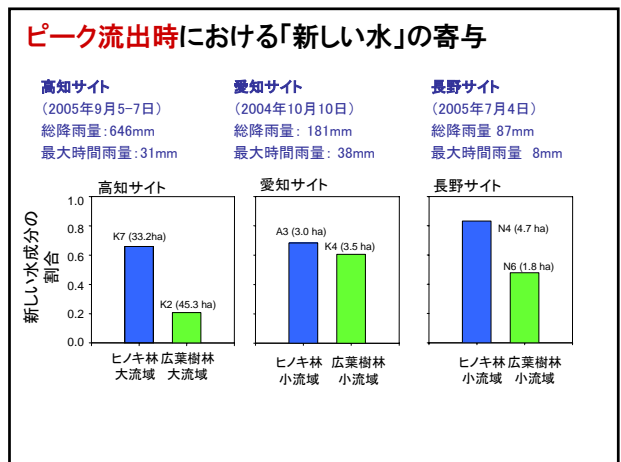
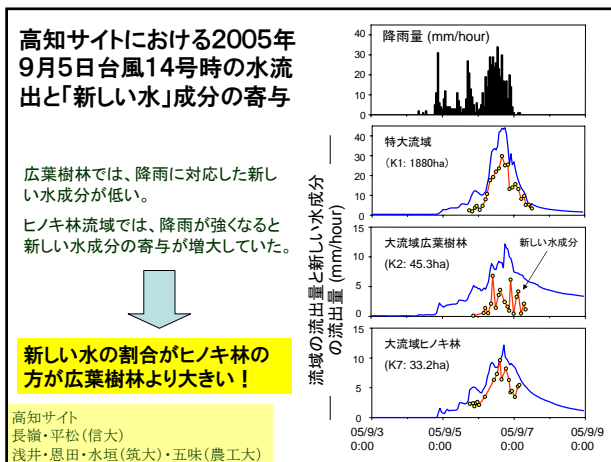
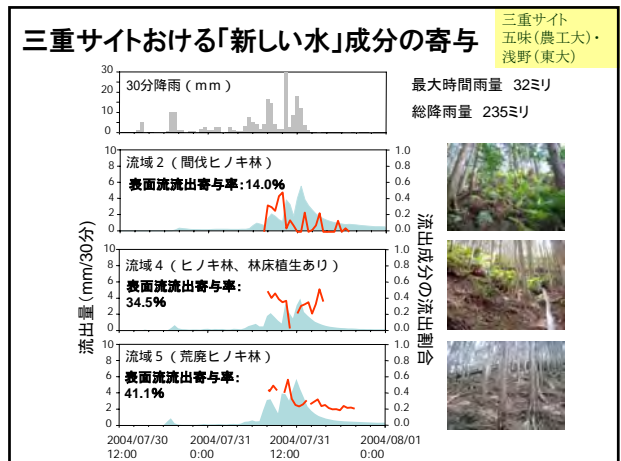
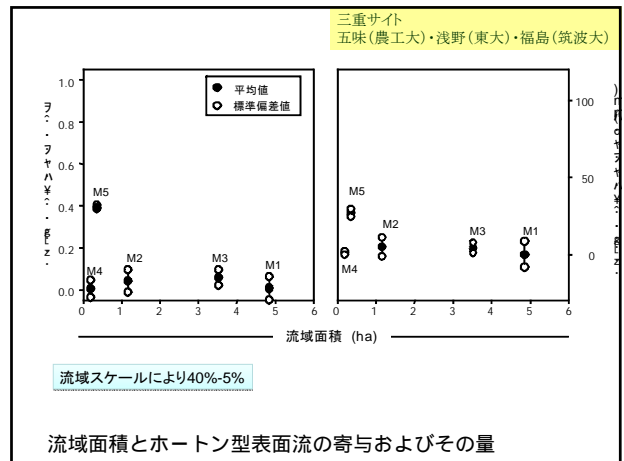
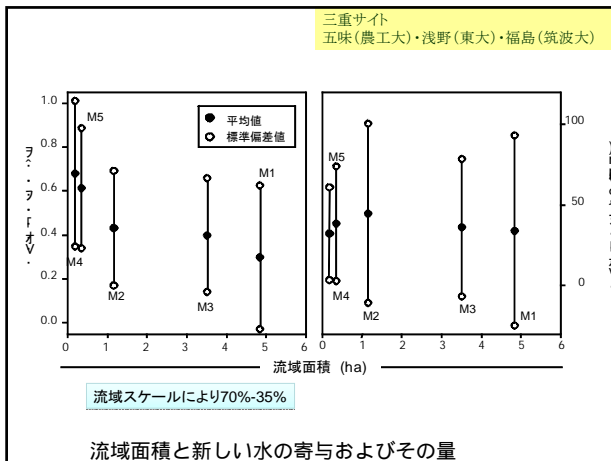


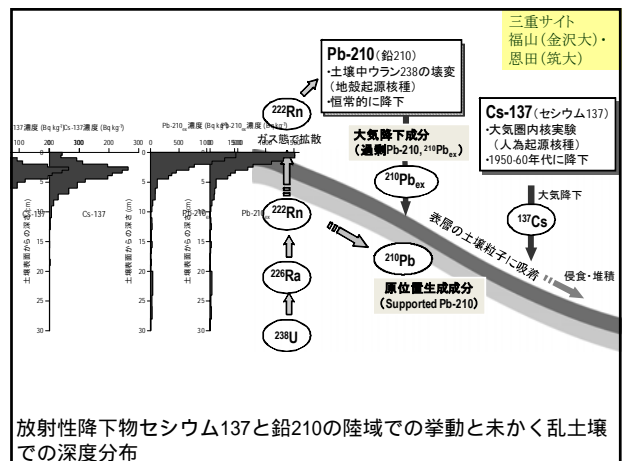
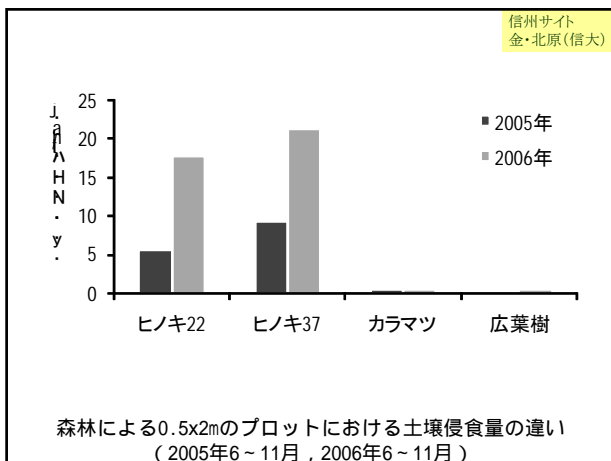
図3.3-1 新しい水と古い水

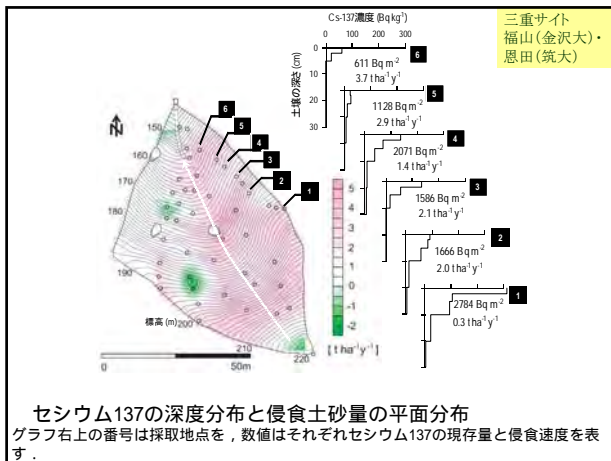




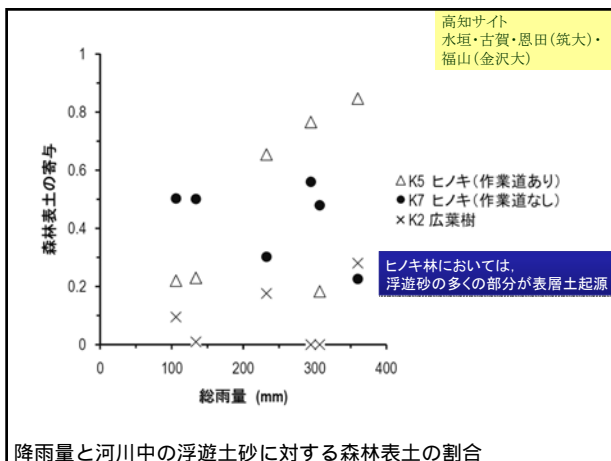
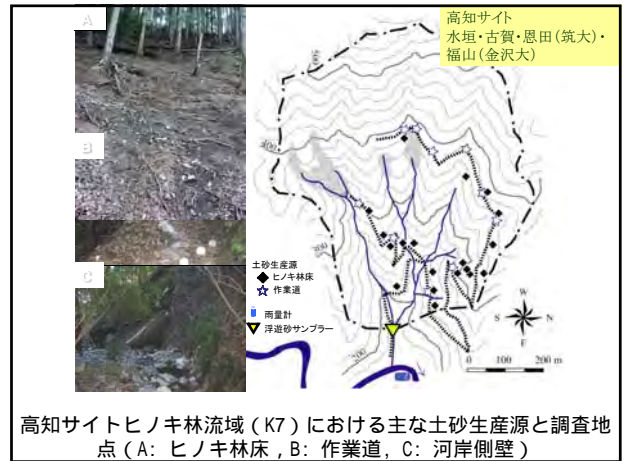
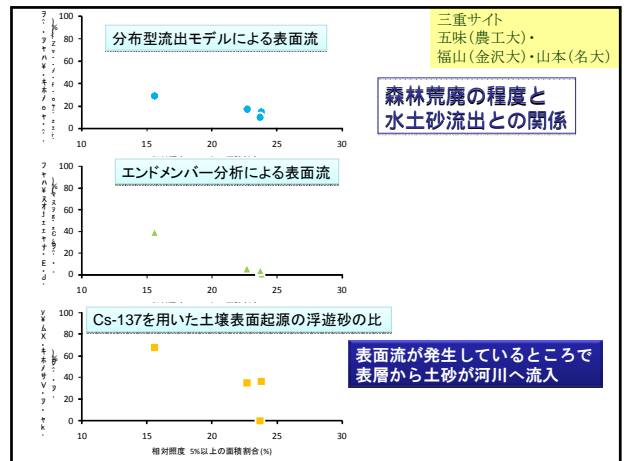
まとめ

- ・林床が裸地化したヒノキ林の方が、一般的にプロット流出率が高い。特に斜面長の長いプロットでその傾向は顕著である。
- ・林床が裸地化したヒノキ林においては、新しい水成分の寄与率が高く(40-50%)、表面流が発生している可能性が高い。
- ・新しい水成分のうち、ホートン地表流の割合は、やや低い(5-40%)。
- ・ヒノキ林は、撥水性が高く、より表面流が発生しやすい条件にある。





セシウム137の深度分布と侵食土砂量の平面分布
グラフ右上の番号は採取地点を、数値はそれぞれセシウム137の現存量と侵食速度を表す。



三重サイト
朝・福島(筑大)

全負荷量に占める降雨イベント寄与分の割合

	DOC	NO ₃ -N	DN	DP	SS
愛知	93%	93%	94%	43%	97%
高知	96%	90%	89%	77%	84%
三重	94%	90%	90%	78%	99%

栄養塩もほとんどが、出水時に運搬!

まとめ

- ヒノキ林において、土壌侵食が多い
- Cs-137, Pb-210exを用いることで、浮遊砂の起源推定が可能。四万十川上流域においては、林床からの寄与率は40-80%（高知）
- 表面流発生が多いところで、表層土砂が河川へ流亡（三重）
- 荒廃したヒノキ林では、出水時に平常時より格段に高い栄養塩の流出がある

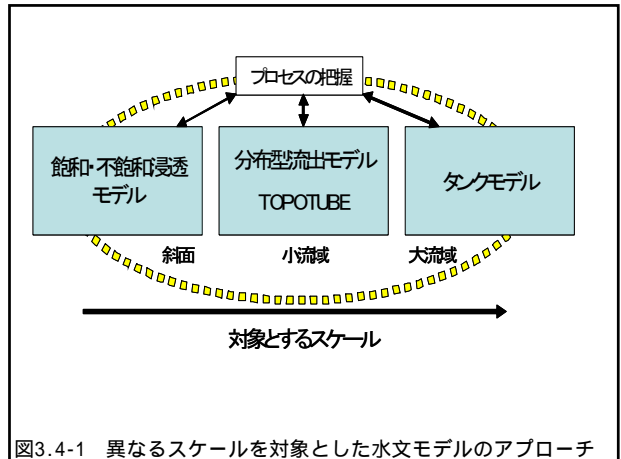
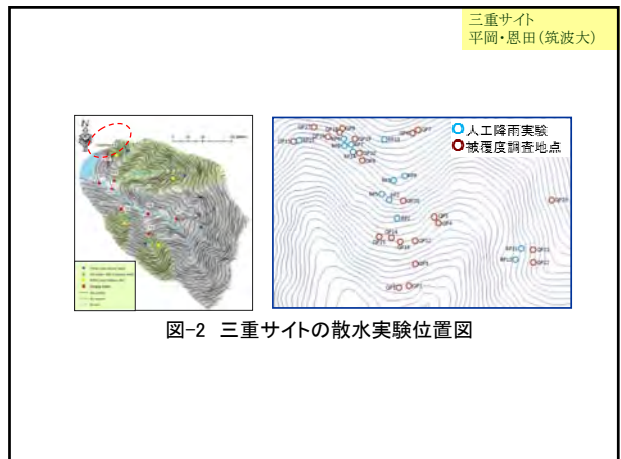
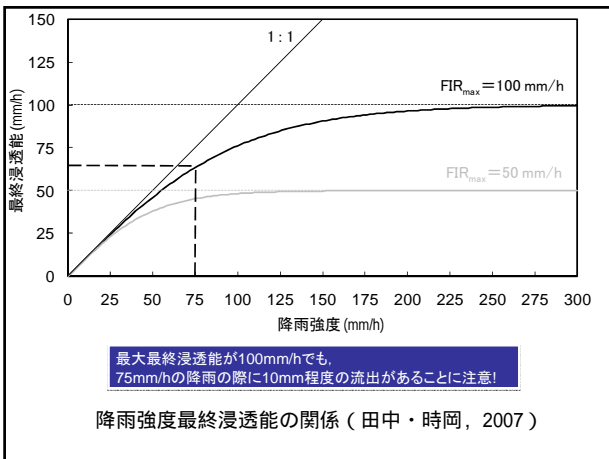
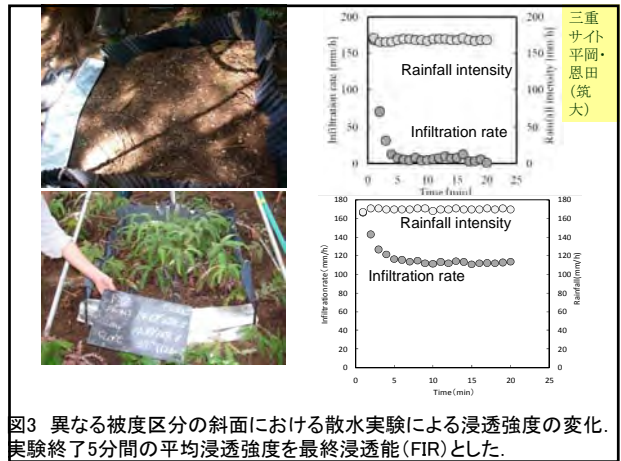
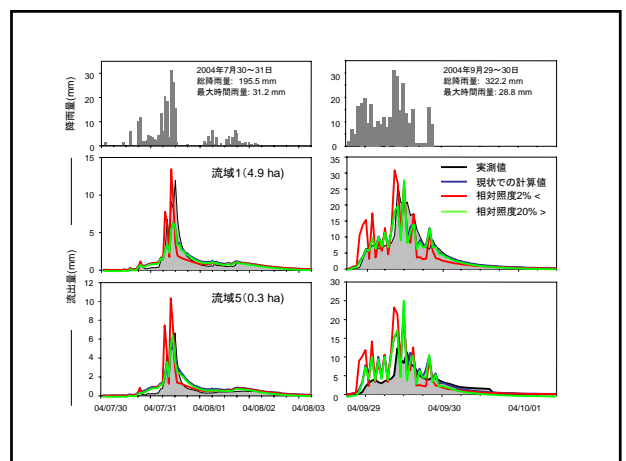
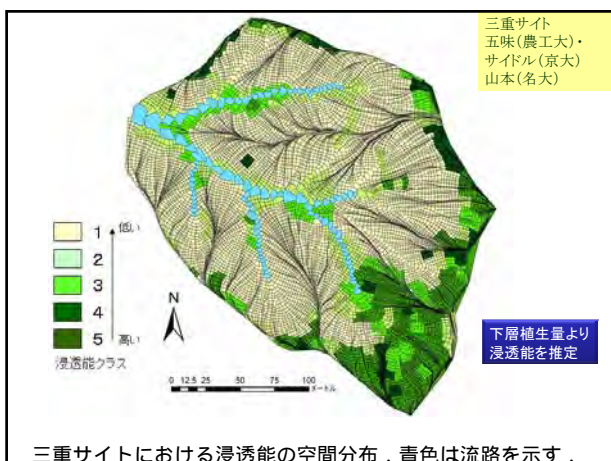
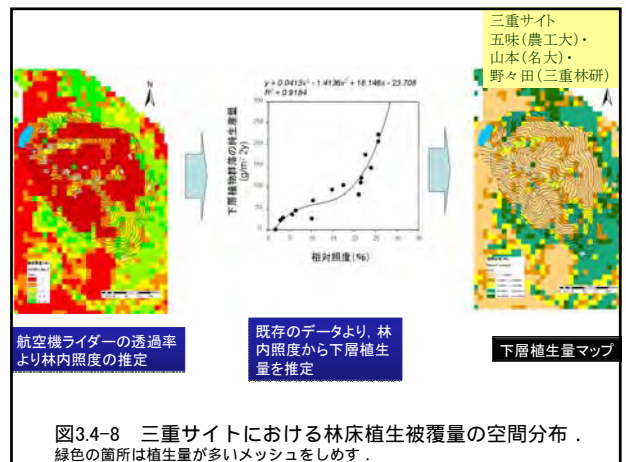
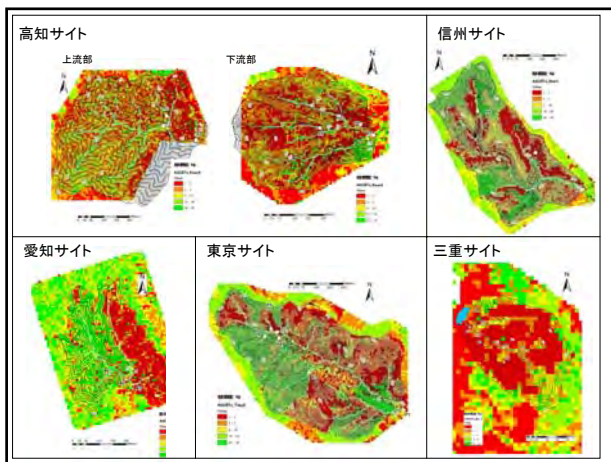
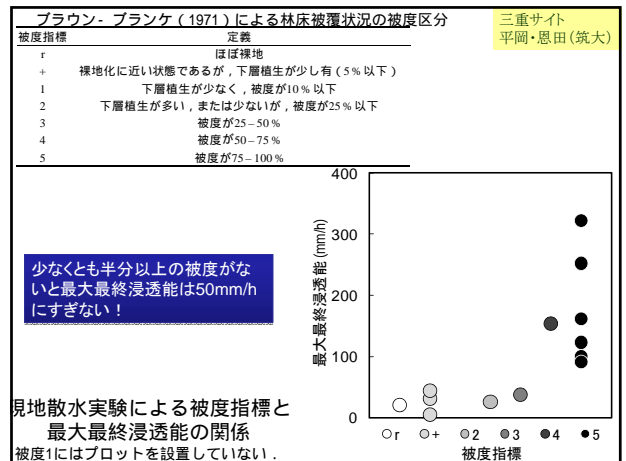
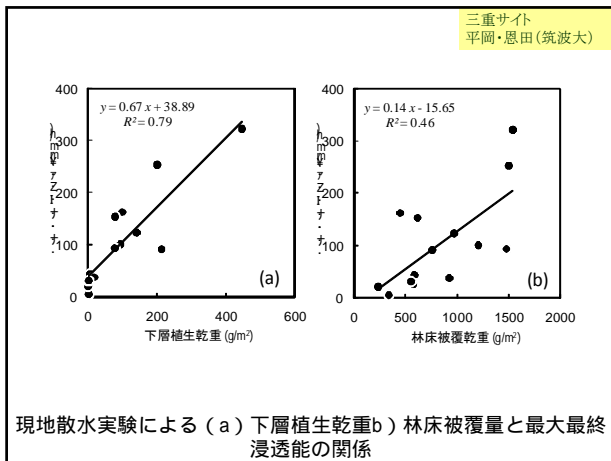
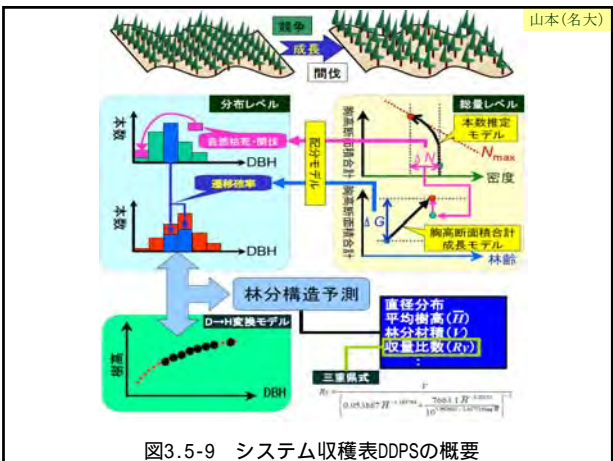
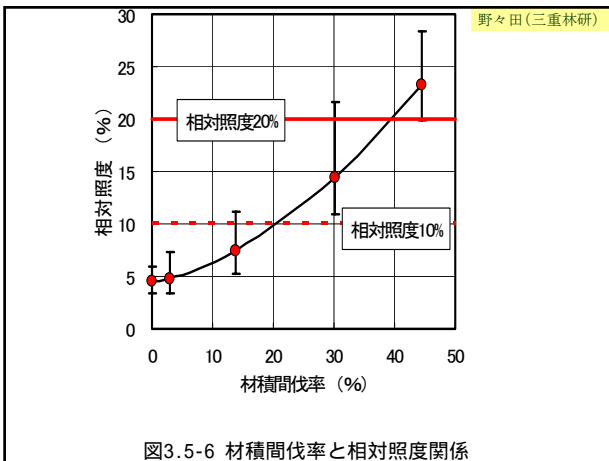
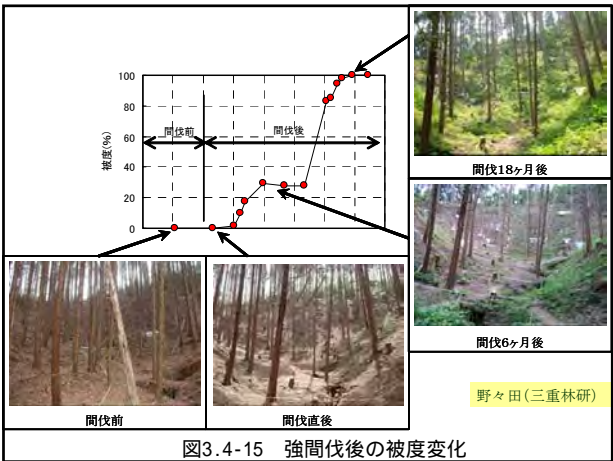
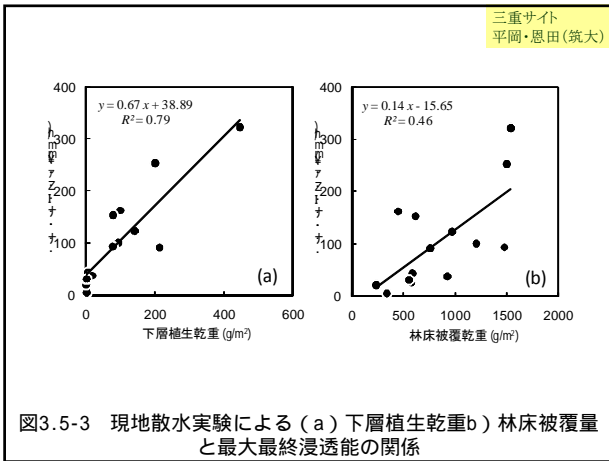
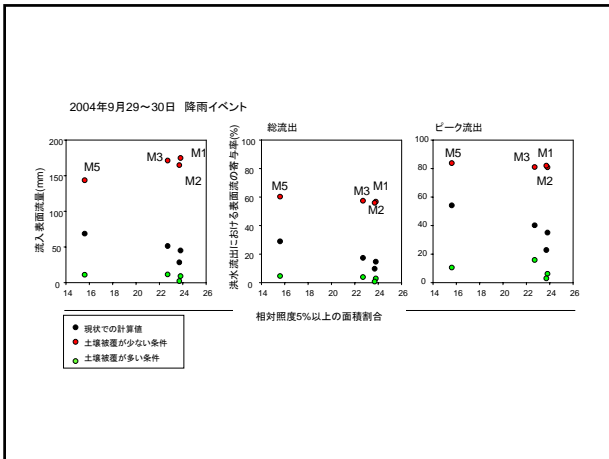
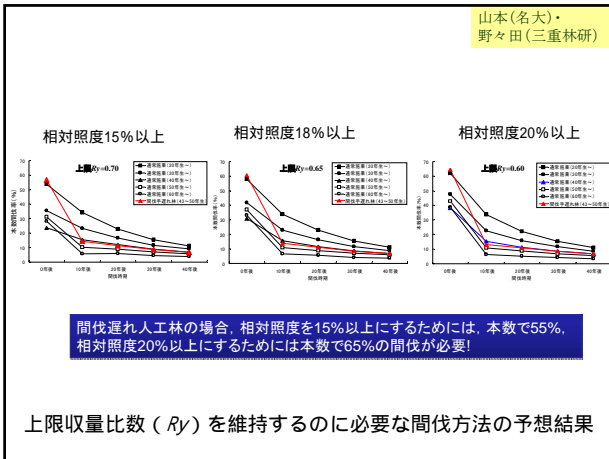


図3.4-1 異なるスケールを対象とした水文モデルのアプローチ









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

- 林床が裸地化したヒノキ林においては、新しい水(表面流)成分の寄与率が高くなっていた。
→大出水のデータはとれなかった。(今後の課題)
- 荒廃ヒノキ林においては、林床の細粒土砂が河川に流出している可能性が高い。
- 森林内の浸透能と林床被覆との関連より、環境に配慮した施業法を提案できる。
- リモートセンシング手法とモデリングを組み合わせることにより、荒廃人工林抽出、流出シミュレーションが可能

人工林荒廃と水・土砂流出の実態

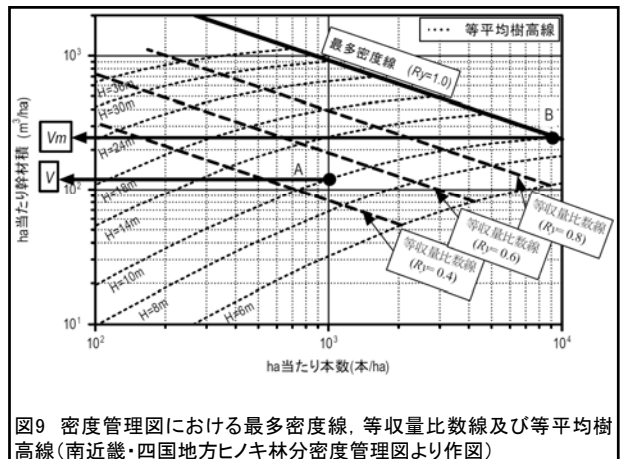
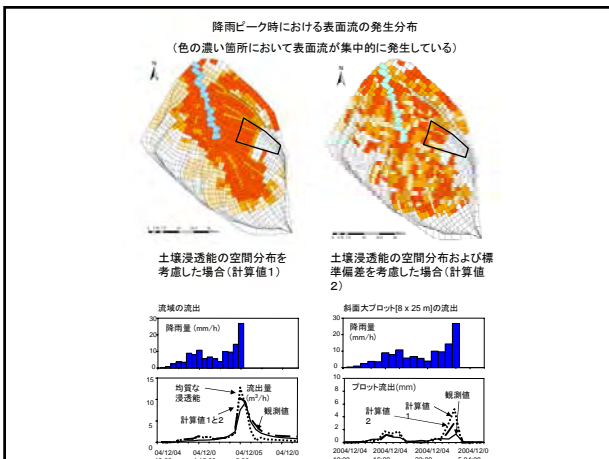
恩田裕一 著




本書は、国や自治体の実務者、施策立案者にとって必ず役立つ本である。年々荒廃してゆく人工林を、いかに修復し、健全に維持・管理するか、本書で解説される実態調査と実証研究の成果は、その難題に対処する指針を与えてくれる。林斜面から河川流域までの水・土砂移動のメカニズムを解き明かす、初めての研究書。

- 体裁=A5判・上製・カバー・240頁
- 定価 5,040円(本体 4,800円 + 税5%)
- 2008年10月17日
- ISBN978-4-00-005463-8 C3061

森林管理、治山、治水、水源保全に携わる立案者・実務者は、常備必読の基本図書



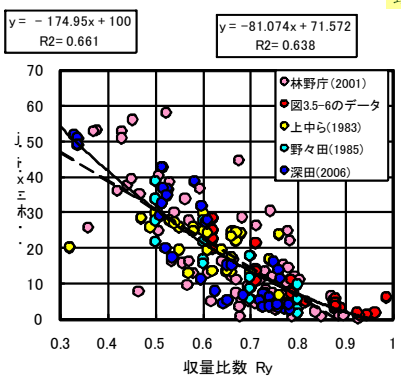


図3.5-7 収量比数と相対照度の関係