ISBN 978-4-902606-86-7

森林総合研究所

第２期中期計画成果集

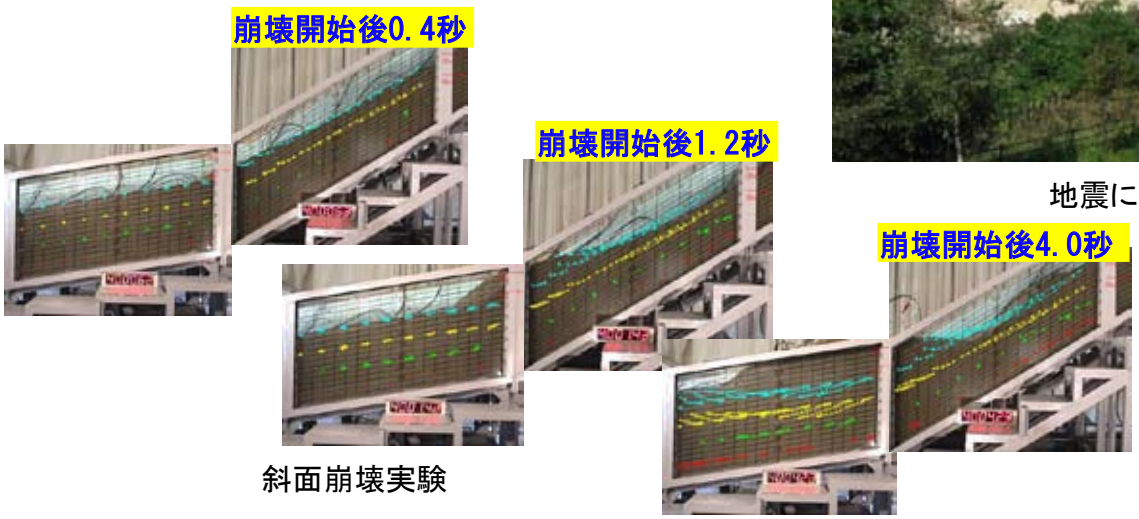
重点課題アイb
水土保全機能の評価及び災害予測・被害軽減技術の開発

長期森林水文観測

豪雨による崩壊

海岸防災林

地震による山地災害



斜面崩壊実験

独立行政法人 森林総合研究所
Forestry and Forest Products Research Institute

第２期中期計画成果集　アイｂ
目　次

はじめに …… 3

重点課題アイｂ研究基本計画 …… 5

研究課題群アイｂ１研究計画 …… 7

研究課題群アイｂ２研究計画 …… 8

重点課題の研究推進概要図 …… 9

第２期中期計画全体を通じた研究課題一覧 …… 10

主要研究成果

１．間伐すると森林からの水流出はどうなる？ …… 12
積雪地域と非積雪地域の森林流域で試験間伐を行い、水収支と流出特性への影響を明らかにしました。

２．森林の再生と水流出の長期的な関係 …… 14
年単位・流域単位の水流出が森林の再生に伴って長期的に変動していく過程を定量的に評価する方法を開発しました。

３．カンボジアの森林流域における水資源量
－国際河川メコン川下流域における森林流域の水資源量及び季節変動－ …… 16
これまで森林の水資源量に関するデータが全くなかったカンボジアの平地常緑林について、蒸発散量や水収支を把握するとともに、水環境データセットを整備しました。

４．カンボジアの森林流域におけるモニタリングシステムの構築と環境変動 …… 18
カンボジアの代表的な常緑林と落葉林に観測サイトを構築し、それぞれの森林の特徴を明らかにしました。

５．首都圏周辺の森林域における窒素飽和現象 …… 20
首都圏周辺の森林では、窒素化合物が多量に流入し、植物が吸収しきれずに渓流に流出してしまうことがあります。

６．地下水の流れる音から山崩れの場所を予測する …… 22
地下水が流れるときに発生する「音」の強弱から、山崩れの原因となる地下水の集中する場所を特定する方法を開発しました。

７．樹木の根がもっている力の大きさを調べる …… 24
地中に張りめぐらされた樹木の根がどの程度土砂崩れを防止する力があるのか、定量的に評価を行いました。。

８．地震による強い揺れを受けた地すべりの動きを探る …… 26
地震による強い揺れを受けた地すべりがどのような変動を生じるのかについて、長期自動観測によって明らかにしました。

９．山地斜面の崩壊を引き起こす地震の特徴 …… 28
山地の斜面崩壊の原因となる地震の揺れ方の特徴について明らかにしました。

10．深層崩壊発生危険斜面を探る …… 30
航空機レーザー測量や年代別の空中写真・衛星画像を用いて、深層崩壊の危険性が高い斜面を抽

出する方法を明らかにしました。

11. 2008 年岩手・宮城内陸地震により発生した土砂災害 …… 32
2008 年岩手宮城内陸地震で発生した土砂災害について、地質・地形・土質的な特徴を明らかにしました。

12. 土石流がより遠くまで流れるメカニズム
ならびに治山堰堤が土石流を捕捉する機能を実証 …… 34
大型の人工水路を用いた実験により、土石流が長距離を流下するメカニズムを解明し、治山堰堤が土石流を捕捉する機能を明らかにしました。

13. 新たなクロマツ海岸林管理に向けて …… 36
大型水路実験と数値シミュレーションを行い、津波被害を軽減する海岸林の形を明らかにするとともに、広葉樹林化に適した樹種を適切に選定する方法を開発しました。

14. 雪崩災害を軽減する森林のはたらき …… 38
スギ林内で停止した大規模な表層雪崩の事例とスギの幹が折れる力から推定した雪崩の速度変化を解析し、雪崩に対して森林が減勢効果を発揮する様子を明らかにしました。

15. 在来の植物と共生微生物を活用した荒廃地の早期緑化技術 …… 40
樹木の根に共生する菌根菌を荒廃地緑化に活用するためのマニュアルを作成し、三宅島火山噴火による荒廃地の緑化に島固有の植物とその共生微生物を活用しました。

16. 林野火災を発見し自動通報するシステムの開発 …… 42
人工衛星を利用して燃えやすくなっている森林を検出したり、発生した火災の情報を関係する機関に通報するシステムを開発しました。

研究成果の社会還元

１．講演会、シンポジウム、森林講座等 …… 44

２．パンフレット、マニュアル等の刊行・公開 …… 45

３．ホームページによるデータベース等の公開 …… 45

４．行政対応等 …… 45

５．プレスリリース等 …… 45

６．関連公刊図書等 …… 45

はじめに

独立行政法人森林総合研究所では、農林水産大臣が示した第二期中期目標に基づいて、平成 18 年度から平成 22 年度にわたる第二期中期計画を策定して研究を推進してきました。本第二期中期計画では、2 重点研究領域と 5 重点研究分野及びこれらを推進するための 12 重点研究課題を設定しました。

このうち、重点課題ア（イ）b「水土保全機能の評価及び災害予測・被害軽減技術の開発」では、中期計画である「健全な水循環の形成及び多発する山地災害・気象災害の軽減のため、環境変動、施業等が水循環に与える影響の評価技術、山地災害危険度の評価技術、治山施設・防災林等による被害軽減に関わる技術の開発を行う。」に対して、重点課題基本計画を策定（平成 20 年 12 月改訂）し、以下の研究課題群のもとに計画達成に向けた研究を推進しました。

ア（イ）b１　環境変動、施業等が水循環に与える影響の評価技術の開発

ア（イ）b２　山地災害危険度の評価技術及び治山施設・防災林等による被害軽減に関わる技術の開発

ここでは、第二期中期計画期間中に重点課題ア（イ）bで実施した多数の研究を 16 の主要な研究成果として取りまとめました。本成果集が行政担当者を含めて広く社会に有効に活用されることを願っています。

平成 23 年 3 月

独立行政法人　森林総合研究所
重点課題責任者・研究コーディネータ
加藤正樹

様式1　　（重点課題責任者用）

重点課題基本計画（平成20年12月改訂）

アイｂ　水土保全機能の評価及び災害予測・被害軽減技術の開発

重点課題責任者：加藤正樹（研究コーディネータ）

１．研究の必要性と目的

研究の背景と必要性

平成13年6月に改正された「森林・林業基本法」では、基本理念として「1　森林の有する多面的機能の発揮」を掲げ､森林を「水土保全林｣､｢森林と人との共生林｣｢資源循環林｣に3区分し､｢水土保全林｣においては水源かん養、山地災害の防止等を重視した森林整備を行うとしている。

平成17年3月に策定された「農林水産研究基本計画」では、重点目標（5）「豊かな環境の形成と多面的機能向上のための研究開発」で、「①農地・森林・水域の持つ国土保全機能と自然循環機能の向上技術の開発」を掲げている。

平成18年3月に閣議決定された第三期「科学技術基本計画」の「分野別推進戦略」では、目標3の中政策目標として「環境と調和する循環型社会の実現」を掲げ、「健全な水循環と持続可能な水利用」を推進するとしている。同じく目標6の中政策目標として「国土と社会の安全確保」を掲げ、「災害に強い新たな減災・防災技術の実用化」を推進するとしている。

森林総合研究所の中期目標の「第3国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項」の「1（2）ア（イ）森林と木材による安全･安心･快適な生活環境の創出に向けた研究」において、森林の公益的機能を高度に発揮させるためには、近年急増している台風、豪雨、津波等による自然災害に適切に対応し、森林の被害を予防・復旧していくことが必要であり、そのため「水土保全機能の評価及び災害予測・被害軽減技術の開発を行う」としている。

平成17年1月に開催された第2回国連防災世界会議において、「農山漁村地域の防災機能と保全対策」について広く世界全体に提言を行った。また、平成18年3月にメキシコで第4回「世界水フォーラム」が開催され、総合的な水資源管理や水の効率的な利用等の重要性が再認識されたほか、「アジア太平洋水フォーラム」が設立された。

中期計画

健全な水循環の形成及び多発する山地災害・気象災害の軽減のため、環境変動、施業等が水循環に与える影響の評価技術、山地災害危険度の評価技術、治山施設・防災林等による被害軽減に関わる技術等の開発を行う。

研究の目的

（1）施業が水循環に与える影響の評価技術を開発するため、間伐等の施業が水流出に与える影響の評価手法の開発を行う。また、環境変動の影響を明らかにするため、アジアモンスーン地帯において水流出モデルの開発及び水資源賦存量の評価を行う。

（2）山地災害危険度の評価技術及び治山施設･防災林等による被害軽減に関わる技術等を開発するため、山地で発生する地すべり等の土砂災害の発生機構を解明し、災害危険度評価技術及び被害軽減技術を開発する。また、雪崩等の発生危険度予測手法、治山施設や防災林による被害軽減に関わる技術を高度化する。

２．期待される成果の利活用

（1）森林施業が水循環に及ぼす影響を評価し、水資源保全の面から林野庁等が行う森林管理施策を技術的に支援するとともに、アジアモンスーン地帯の森林流域において、水循環変動予測モデルの開発及び水資源賦存量の変動評価を行い水資源管理計画の策定に資する。

（2）崩壊、地すべり、土石流等の山地災害危険度の評価手法及び治山施設等による被害軽減技術を開発するとともに、気象災害等の発生危険度予測手法を高度化し、林野庁等が行う治山事業の効率的な推進を技術的に支援する。

３．研究内容と期間内に達成すべき成果

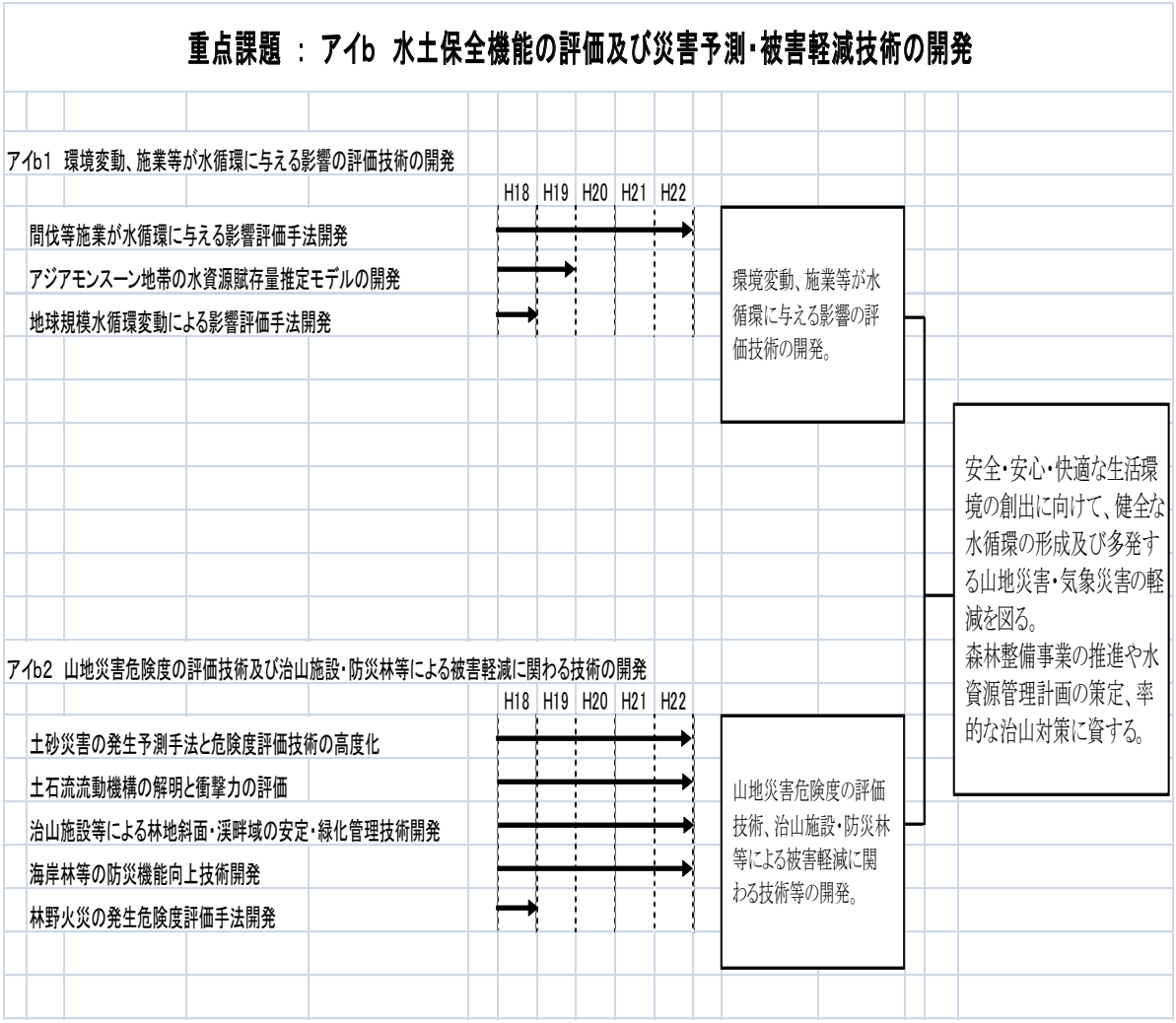
（1）地形や土壌、気象要因等の因子が水流出に及ぼす影響をモデル解析し、間伐等の施業が水流出に与える影響の評価手法の開発を行う。また、アジアモンスーン地帯のメコン川流域を例として、現地での水文観測等をもとに水流出モデルを構築し、水資源賦存量の評価を行う。

（2）土石流、地すべり、表層崩壊について、発生の要因やメカニズム、流動特性等を解明し、到達範囲

の予測手法及び危険度評価手法を開発する。また、雪崩の発生危険度を評価するとともに、渓畔域の治山施設や海岸林等の防災林による津波等の災害防止及び被害軽減に関わる評価手法を高度化する。

４．研究計画（研究実施年度）
アイｂ１　研究課題群名：環境変動、施業等が水循環に与える影響の評価技術の開発
責任者：落合博貴（水土保全研究領域長）：H18　H19　H20　H21　H22
アイｂ２　研究課題群名：山地災害危険度の評価技術及び治山施設・防災林等による被害軽減に関わる技術の開発
責任者：落合博貴（水土保全研究領域長）：H18　H19　H20　H21　H22

５．研究全体のフローチャート



様式２　　（研究課題群責任者用）

研究課題群研究計画（平成 20 年 12 月改訂）

研究課題群名：アイｂ１　環境変動、施業等が水循環に与える影響の評価技術の開発
責任者　　：落合博貴（水土保全研究領域長）
重点課題名　：アイｂ　水土保全機能の評価及び災害予測・被害軽減技術の開発

１.１．概要

背景

平成 13 年 6 月に改正された「森林・林業基本法」では、基本理念として「1　森林の有する多面的機能の発揮」を掲げ、森林を「水土保全林」、「森林と人との共生林」「資源循環林」に 3 区分し、「水土保全林」においては水源かん養機能等を重視した森林整備を行うとしている。

平成 18 年 3 月に閣議決定された第三期「科学技術基本計画」の「分野別推進戦略」では、目標 3 の中政策目標として「環境と調和する循環型社会の実現」を掲げ、「健全な水循環と持続可能な水利用」を推進するとしている。

平成 18 年 3 月にメキシコで第 4 回「世界水フォーラム」が開催され、統合的な水資源管理や水の効果的な利用等の重要性が再認識されたほか、「アジア太平洋水フォーラム」が設立された。

重点課題における位置づけ

健全な水循環を形成するため、環境変動や森林施業等が水循環に与える影響の評価技術の開発を行う。

達成目標

健全な水循環を形成するため、水流出に及ぼす間伐の影響を評価し、林野庁等が行う森林施策に貢献する。森林流域からの水及び各種物質の供給量を解明し、下流域の水管理計画に寄与する。また、地球規模の水循環変動を解明するため、アジアモンスーン地帯において各種水文データを取得し、水資源管理計画や食糧生産技術の向上に貢献する。

１）目的

水文条件の異なる森林流域において、水流出に及ぼす間伐の影響評価及び長期水文変動解析を行い、水循環に対する森林施業の影響評価手法を開発する。また、流域圏における健全な水循環を維持するため、森林流域から流出する水及び各種物質の供給量を解明する。これまで未解明であったアジアモンスーン地帯のメコン川流域において、水文観測を実施するとともに、水流出モデルを構築して水循環過程を解明する。地球規模の水循環変動が食糧生産に及ぼす影響評価・予測の一環として、アジアモンスーン地域における水流出過程及び水資源賦存量を評価する。

２）内容

（1）間伐が水流出に与える影響を定量的に評価するとともに、多様な条件下で適用可能な水流出の長期変動評価手法を開発する。

（2）森林施業が水循環に与える影響を評価するため、林齢の異なる森林における栄養塩類の流出の変動を解明するとともに、地形や気象要因等の因子が水流出に及ぼす影響をモデルによって評価する。

（3）アジアモンスーン地帯における森林の水保全機能を解明するため、メコン川流域の森林において水文観測を行い、水循環変動の素過程解明とモデル化を行う。

（4）地球規模の水循環機能評価の一環として、アジアモンスーン地帯において広域の衛星データの解析と地上調査を実施し、森林流域の水資源賦存量を推定する。

３）達成すべき成果

水流出に及ぼす間伐の影響を評価し、林野庁等が行う森林管理施策に貢献する。また、森林流域から下流域への栄養塩類の供給量を解明し、流域圏の水管理計画に寄与する。アジアモンスーン地帯の森林流域において水文データを取得・解析し、水循環変動予測モデルを開発するとともに、地球規模水循環変動の評価の一環として、森林流域の水資源賦存量の変動評価を行う。

様式２　　（研究課題群責任者用）

研究課題群研究計画（平成 20 年 12 月改訂）

研究課題群名：アイｂ２　山地災害危険度の評価技術及び治山施設・防災林等による被害軽減に関わる技術の開発
責任者　　：落合博貴（水土保全研究領域長）
重点課題名　：アイｂ　水土保全機能の評価及び災害予測・被害軽減技術の開発

１．　概要

背景

平成 13 年 6 月に改正された「森林・林業基本法」では、基本理念として「1　森林の有する多面的機能の発揮」を掲げ、森林を「水土保全林」、「森林と人との共生林」「資源循環林」に 3 区分し、「水土保全林」においては水源かん養機能、山地災害の防止等を重視した森林整備を行うとしている。

平成 18 年 3 月に閣議決定された第三期「科学技術基本計画」の「分野別推進戦略」では、目標 6 の中政策目標として「国土と社会の安全確保」を掲げ、「災害に強い新たな減災・防災技術の実用化」を推進するとしている。

平成 17 年 3 月に策定された「農林水産研究基本計画」では、重点目標（5）「豊かな環境の形成と多面的機能向上のための研究開発」で、「①農地･森林･水域の持つ国土保全機能と自然循環機能の向上技術の開発」を掲げている。

重点課題における位置づけ

近年多発する山地災害・気象災害等を軽減するため、山地・気象災害等の危険度の評価及び治山施設・防災林等による被害軽減に関わる技術の開発を行う。

達成目標

融雪・豪雨・地震等の誘因で発生する土石流災害や地すべり災害等のメカニズムを解明して災害危険度の評価手法を開発し、治山施設配置の計画手法等の効率的な治山対策に資する。また、森林の土砂災害及び気象災害等の発生機構を解明し、災害危険度予測手法を高度化する。

１）目的

山地で発生する地すべり・土石流・山腹崩壊等の土砂災害や雪崩災害の発生機構を解明し、災害危険度評価技術及び被害軽減に関わる技術、及び森林等の植生が土砂災害・気象害及び渓流保全に与える影響の評価及び被害軽減技術を開発する。

２）内容

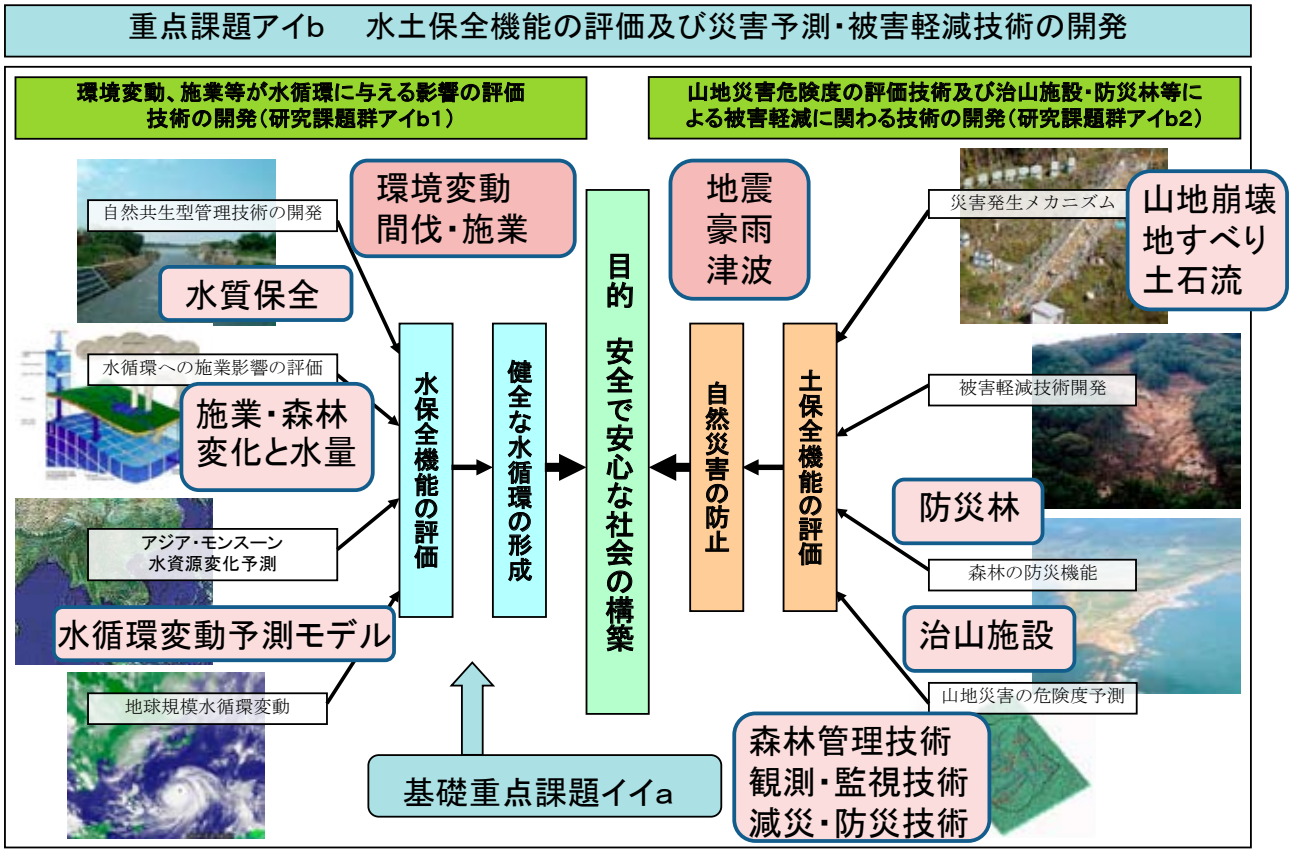
（1）融雪・豪雨・地震等の誘因が複合的に関与する地すべり・土石流・山腹崩壊の発生・流動メカニズムを浸透流解析・安定解析・地震応答解析手法等を用いて解明し、災害危険度の評価手法及び被害軽減技術を開発するとともに、山地積雪の安定度を推定し表層雪崩発生を予測する技術を開発する。

（2）森林等の植生が崩壊・侵食・雪崩・気象害等の発生・進行及び渓流の保全に与える影響を明らかにし、被害軽減技術の開発を行う。

３）達成すべき成果

崩壊、地すべり、土石流等の山地災害危険度を評価して治山施設等による被害軽減対策技術を開発し、林野庁等が行う治山事業の効率的な推進を技術的に支援する。また、森林の土砂災害及び気象災害等の発生危険度予測手法を高度化し、林野等が行う林業施策の効率的な推進を技術的に支援する。

重点課題の概念図


重点課題アイb　水土保全機能の評価及び災害予測・被害軽減技術の開発
環境変動、施業等が水循環に与える影響の評価技術の開発（研究課題群アイb1）
山地災害危険度の評価技術及び治山施設・防災林等による被害軽減に関わる技術の開発（研究課題群アイb2）
自然共生型管理技術の開発
水質保全
水循環への施業影響の評価
施業・森林変化と水量
アジア・モンスーン水資源変化予測
水循環変動予測モデル
地球規模水循環変動
環境変動
間伐・施業
水保全機能の評価
健全な水循環の形成
目的　安全で安心な社会の構築
地震
豪雨
津波
自然災害の防止
土保全機能の評価
災害発生メカニズム
山地崩壊
地すべり
土石流
被害軽減技術開発
防災林
森林の防災機能
治山施設
山地災害の危険度予測
森林管理技術
観測・監視技術
減災・防災技術
基礎重点課題イイa

研究課題一覧

課題番号		課題一覧	開始年	～	終了年	責任者	費目
ア		森林・林業・木材産業における課題の解決と新たな展開に向けた開発研究					
アイ	重点分野	森林と木材による安全・安心・快適な生活環境の創出に向けた研究					
アイｂ	重点課題	水土保全機能の評価及び災害予測・被害軽減技術の開発				加藤　正樹	
アイｂ１	研究課題群	環境変動、施業等が水循環に与える影響の評価技術の開発				松浦　純生・落合　博貴	
アイｂ１１１	プロジェクト課題	水流出に及ぼす間伐影響と長期変動の評価手法の開発	18	～	20	加藤　正樹、坪山　良夫	交付金プロ
アイｂ１１２	プロジェクト課題	流域圏における水循環・農林水産生態系の自然共生型管理技術の開発	14	～	18	吉永　秀一郎	技会プロ
アイｂ１１３	プロジェクト課題	アジアモンスーン地域における人工・自然改変に伴う水資源変化予測モデルの開発	14	～	18	清水　晃	政府外受託
アイｂ１１４	プロジェクト課題	地球規模水循環変動が食料生産に及ぼす影響の評価と対策シナリオの策定	15	～	19	坪山　良夫	技会プロ
アイｂ１１５	プロジェクト課題	メコン中・下流域の森林生態系スーパー観測サイト構築とネットワーク化	20	～	23	荒木　誠・清水　晃	公害防止
アイｂ１１６	プロジェクト課題	大都市圏の森林における窒素飽和による硝酸態窒素流出に関する研究	20	～	23	吉永　秀一郎・小林　政広	公害防止
アイｂ１１７	プロジェクト課題	間伐促進のための低負荷型作業路開設技術と影響評価手法の開発	21	～	24	落合　博貴	技会実用技術開発
アイｂ２	研究課題群	山地災害危険度の評価技術及び治山施設・防災林等による被害軽減に関わる技術の開発				松浦　純生・落合　博貴	
アイｂ２０１	研究項目	山地災害の危険度予測及び対策技術の高度化	18	～	22	松浦　純生・落合　博貴	
アイｂ２０１０１	実行課題	土砂災害の発生予測手法と危険度評価技術の高度化	18	～	22	大丸　裕武	一般研究費
アイｂ２０１５１	小プロ課題	表層雪崩発生予測を目的とした積雪安定度推定手法の開発	17	～	19	竹内　由香里	科研費
アイｂ２０１５２	小プロ課題	定点連続観測と地表面計測の融合による地すべり土塊の移動－変形機構の解明	18	～	20	岡本　隆	科研費
アイｂ２０１５３	小プロ課題	阿蘇火山中岳火口付近の有史における火山災害と噴火様式の実態解明	18	～	19	宮縁　育夫	科研費（分担）
アイｂ２０１５４	小プロ課題	降雨量分布予測手法を取り入れた山地災害危険地予測技術の開発	18	～	19	大丸　裕武	政府等受託
アイｂ２０１５５	小プロ課題	積雪地帯における土砂災害の発生危険度予測手法の開発調査	18	～	21	松浦　純生	政府等受託
アイｂ２０１５６	小プロ課題	地震力が作用した地すべりの長期変動機構に関する調査	19	～	19	岡本　隆	政府等受託
アイｂ２０１５７	小プロ課題	大規模地すべり地における地下水排除工の施工効果と長期安定性の評価	18	～	19	黒川　潮	政府等受託
アイｂ２０１５８	小プロ課題	洪水堆積物による観測期以前の災害の復元手法	19	～	19	大丸　裕武	科研費
アイｂ２０１５９	小プロ課題	花崗岩地帯の崩壊斜面で確認された異常な地下水位の上昇と基盤・土層構造の特徴	19	～	20	多田　泰之	科研費
アイｂ２０１６０	小プロ課題	物理的根拠に基づく表層崩壊発生限界雨量の検討	19	～	22	多田　泰之	科研費（分担）
アイｂ２０１６１	小プロ課題	山地の地震動の地形効果が崩壊発生に及ぼす影響の解明	20	～	22	淺野　志穂	科研費
アイｂ２０１６２	小プロ課題	非破壊的手法である地下流水音探査を用いた鳥取砂丘内のオアシス発生メカニズムの解明	20	～	22	多田　泰之	科研費（分担）
アイｂ２０１６３	小プロ課題	岩手・宮城内陸地震によって発生した土砂災害の特徴と発生機構に関する研究	20	～	21	三森　利昭	交付金プロ
アイｂ２０１６４	小プロ課題	治山ダムの嵩上げ高の設定手法検討調査	20	～	20	岡田　康彦	政府等受託
アイｂ２０１６５	小プロ課題	花崗岩地帯の崩壊斜面で確認された異常な地下水位の上昇と岩盤・土層構造の風化の特徴	21	～	23	多田　泰之	科研費
アイｂ２０１６６	小プロ課題	平成 21 年 7 月 21 日に山口県防府市及び山口市において発生した山地災害における崩壊形態の類型化に・・・	21	～	21	大丸　裕武	政府等受託
アイｂ２０１６７	小プロ課題	地すべり変位量に基づく地震力の定量化と新たな指標の提言	22	～	24	岡本　隆	科研費
アイｂ２０２	研究項目	森林の防災機能の評価手法及び被害軽減技術の高度化	18	～	22	大谷　義一	
アイｂ２０２０１	実行課題	林地斜面・渓畔域の安定・緑化管理技術の開発	18	～	22	落合　博貴	一般研究費
アイｂ２０２０２	実行課題	海岸林等の防災機能の評価手法及び機能向上技術の開発	18	～	22	坂本　知己	一般研究費
アイｂ２０２５１	小プロ課題	渓流に対する落葉供給源解明のための落葉移動距離の推定	17	～	18	阿部　俊夫	科研費
アイｂ２０２５２	小プロ課題	インド洋大津波に対する海岸林の効果の検証と今後の海岸域の保全のあり方	18	～	20	坂本　知己	科研費（分担）
アイｂ２０２５３	小プロ課題	森林伐採による飛砂影響調査	13	～	21	坂本　知己	政府外受託
アイｂ２０２５４	小プロ課題	菌根菌の増殖及び緑化資材形成技術の開発	18	～	19	岡部　宏秋	政府外受託
アイｂ２０２５５	小プロ課題	木竹酢液がアーバスキュラー菌根共生体に及ぼす影響評価	18	～	18	岡部　宏秋	政府外受託
アイｂ２０２５６	小プロ課題	樹木の耐風性獲得メカニズムの解明	19	～	21	後藤　義明	科研費
アイｂ２０２５７	小プロ課題	緑化資材とする共生微生物の簡易増殖技術の開発	20	～	21	山中　高史	政府外受託
アイｂ２０２５８	小プロ課題	水流出に及ぼす間伐影響と長期変動の評価手法の開発	21	～	22	斉藤　武史	交付金プロ
アイｂ２０２５９	小プロ課題	大規模表層雪崩に対する森林の減勢効果の研究	22	～	24	竹内　由香里	科研費
アイｂ２０２６０	小プロ課題	河川への落葉供給源として必要な河畔林幅の解明	22	～	24	阿部　俊夫	科研費
アイｂ２１１	プロジェクト課題	地下流水音による斜面崩壊発生場所の予測手法の開発	17	～	19	多田　泰之	科研費
アイｂ２１２	プロジェクト課題	崩落岩塊群の長距離運動機構の解明と数値モデルの構築	18	～	20	岡田　康彦	科研費
アイｂ２１３	プロジェクト課題	林野火災対策に係る研究調査	18	～	18	後藤　義明	政府等受託
アイｂ２１４	プロジェクト課題	桜島地区上流域における渓間工の挙動特性と許容地耐力調査事業	18	～	22	岡田　康彦	政府等受託
アイｂ２１５	プロジェクト課題	効率的な表層崩壊防止対策手法調査（崩壊発生メカニズムの解析調査））	18	～	18	落合　博貴	政府等受託
アイｂ２１６	プロジェクト課題	樹木根系の斜面補強効果調査	20	～	21	黒川　潮	政府等受託

間伐すると森林からの水流出はどうなる？

水土保全研究領域　坪山良夫、久保田多余子、延廣竜彦
東北支所　野口正二
秋田県農林水産技術センター森林技術センター　金子智紀

間伐が水流出に及ぼす影響を評価するために、積雪地帯の長坂試験地（秋田県）のスギ人工林と非積雪地域の常陸太田試験地（茨城県）のヒノキ・スギ人工林においてそれぞれ本数率 50% の試験間伐を行い、間伐に伴う林況変化と水収支及び流域からの流出量の変化を調べました。その結果、林分水収支に関しては、間伐により林冠が疎開することで降雪や降雨の遮断率が減少し、林内に到達する正味の降水量が増加すること、流域流出に関しては、間伐をしていない流域に比べ、間伐をした流域の日流出量が平均的に大きくなる傾向があることを明らかにしました。

間伐は葉量を減らし蒸発散量を抑えるとともに、林内を明るくして林床植生の繁茂を促すことで土壌の流亡を防ぐ効果があると考えられています。しかし、間伐が水流出に及ぼす影響を定量的に評価した具体的データは限られ、特に流域スケールで検証した例はほとんどありません。そこで、この研究では積雪地帯と非積雪地帯の森林流域において実際に間伐を行い、林分構造の変化と水流出への影響を調べました。

積雪地帯での調査結果

積雪地帯の対象地として、秋田県北部の長坂試験地において調査を行いました。この試験地にはスギ人工林（2006 年時点で約 40 年生）で覆われた３つの流域（上の沢・中の沢・下の沢流域：面積 6.5 ～ 7.5 ha）があります。このうちの上の沢と下の沢流域で 2007 年２月～３月にかけて本数率 50% の間伐を行い間伐に伴う流出の変化を把握するとともに、間伐区と無間伐区の双方で樹冠開空度、積雪深及び樹冠通過降水量を測定しました。その結果、樹冠開空度の大きな林分ほど樹冠通過降水量が多く林内の積雪も深くなる一方、融雪期の積雪深低下も早いことを明らかにしました（図 1、図 2）。また、３つの流域の無積雪期間の流況曲線を間伐前後で比べた結果、大部分の期間（平水期：72 ～ 117 日目、低水期：118 ～ 159 日目、渇水期：160 ～ 184 日目）において、無間伐流域に対する間伐流域の流出量の比が間伐に伴い大きくなったことを明らかにしました（図 3）。これは間伐による蒸発散量の低下が原因と考えられます。

非積雪地域での調査結果

非積雪地帯の対象地として、茨城県北部の常陸太田試験地において調査を行いました。この試験地には林齢や面積の異なる４つのヒノキ・スギ人工林流域があります。このうちの１つの流域（面積 0.88ha、2009 年時点で 22 年生）で、2009 年３月～５月にかけて本数率 50%、材積率 30% の切り捨て間伐を行い、間伐前３年間及び間伐後１年間の観測結果をもとに間伐にともなう林分水収支と水流出の変化を調べました。その結果、間伐は樹冠通過雨量の増加と樹幹流下量の減少をもたらし、正味の林内雨量は増加することを明らかにしました（表 1）。また、間伐実施流域の日流出量と、この流域の近傍にあり、試験間伐の前後を通じて顕著な林相変化が見られなかった二つのスギ・ヒノキ壮齢林流域（面積は 0.84 ha と 2.48 ha、2009 年時点の林令はともに 85 年生）の日流出量を比較した結果、間伐により日流量が相対的に増加する傾向が見られました（図 4）。

むすび

以上の調査結果は、積雪地帯と非積雪地帯のいずれにおいても、森林流域の流出量が間伐によって増えたことを示しています。増加の程度は間伐前の林況や間伐方法によって変わる可能性がありますが、この調査により水流出への間伐の影響を流域スケールで評価する際の定量的なデータが得られました。今後は、森林施業が水循環に及ぼす影響評価手法への活用に向けて研究を発展させます。

参考文献

金子智紀・和田　覚・石川具視・野口正二 (2009) 秋田県長坂試験地における 2008/2009 冬期の樹冠通過降水量 , 東北森林科学会第 14 回大会講演要旨集 p.70.
金子智紀・野口正二・武田響一 (2010) スギ人工林の間伐が流況に及ぼす影響 , 東北森林科学会第 15 回大会講演要旨集 p.2.
久保田多余子・坪山良夫・延廣竜彦 (投稿中) 間伐が水流出へ及ぼす影響―常陸太田試験地における間伐後約 1 年間の観測結果から― , 関東森林研究 62
野口正二・金子智紀・和田　覚・石川具視 (2010) スギ林における間伐区と無間伐区の積雪深の比較，水文・水資源学会誌 23:339-246.

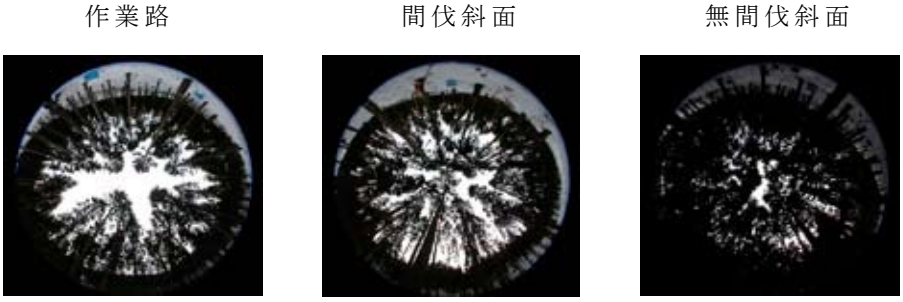


図１　作業路、間伐斜面、無間伐斜面における全天空写真（長坂試験地）
※林内から上空に向けた魚眼レンズで全天空写真を撮影し、樹冠の開き具合（開空度）を調べた結果、作業路＞間伐斜面＞無間伐斜面の順に大きいことがわかりました。

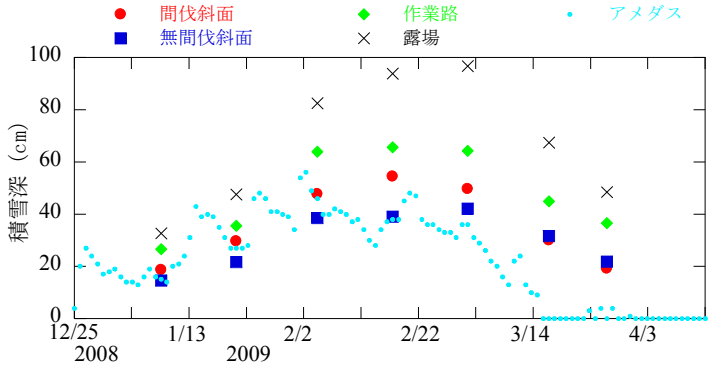


図２　積雪深の測定結果とアメダス観測値（鷹巣）との比較
※積雪期の前半は露場＞作業路＞間伐斜面＞無間伐斜面の順で雪が深く、後半は露場＞間伐斜面または作業路＞無間伐斜面の順で雪が速く減ることが分かりました。

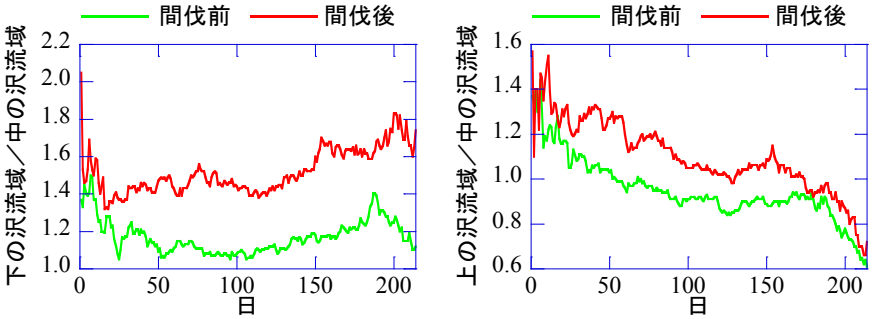


図３　間伐前後の無積雪期間の流況曲線の比［（間伐流域：上の沢流域、下の沢流域）／無間伐流域（中の沢流域）］
※間伐流域の流出量が間伐前よりも相対的に大きくなっていることが分かりました。

表１　間伐前後の林分水収支の比較（常陸太田試験地）

	樹冠通過率	樹幹流下率	林内雨量率	樹冠遮断率
間伐前	76 %	8 %	83%	17 %
間伐後	82 %	5 %	87%	13 %

集計期間：間伐前：’06.03.01-’09.01.24 ；間伐後：’09.06.01-’10.06.23.

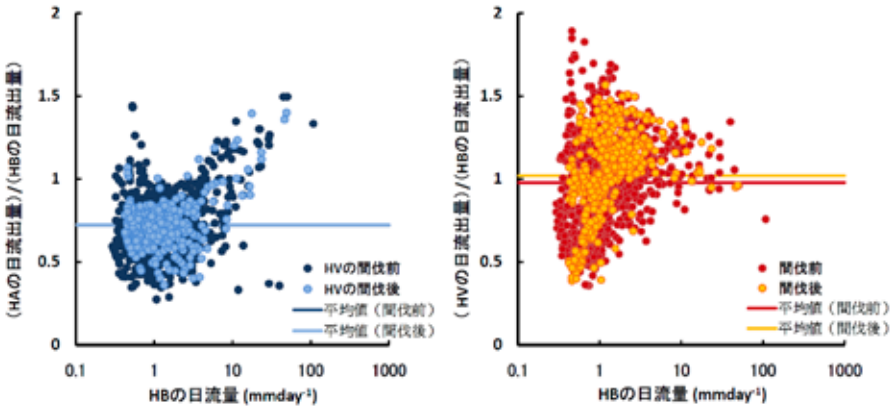


図４　間伐前後の日流出量の比較（常陸太田試験地）
※無間伐流域（HA と HB）の間の日流量比が変わらない（左側）のに対して、間伐流域（HV）と無間伐流域（HB）の間の日流出量比が間伐後に大きくなったことが分かりました。

森林の再生と水流出の長期的な関係

関西支所　細田育広
東北支所　野口正二
水土保全研究領域　坪山良夫

森林は蒸発散を通じて、水流出を変動させます。しかし気象条件の年々変動が大きいために、森林の再生過程のように緩やかな変化が蒸発散量に与える影響は分かりにくく、森林と水流出の長期的な関係をめぐる議論は定性的にならざるをえませんでした。そこで森林と年流出水量の長期的な関係を定量的に評価する手法を検討しました。蒸発散量から気象条件の影響を除いた蒸発散指標と、空中写真に基づく流域平均林冠高の関係を定式化して推定した年流出水量は、実際の年流出水量の長期変動と概ね一致しました。流域平均林冠高が得られれば、施業の影響や森林樹木の成長の影響を含めて、森林と水流出の関係を流域単位・年単位で定量的に評価できるものと考えられます。

伐採やマツ枯れで水流出は増加することが知られています。しかしその後の森林再生過程において、水流出がどのように変化するかはあまり知られていません。森林の再生には長い時間を要し、毎年の森林の変化は小さい一方、降水量を含めた気象条件の年々変動は大きく、その中に森林の影響が埋没して見えにくいからです。そこで竜ノ口山森林理水試験地（岡山県岡山市）を対象に、年単位・流域単位の森林と水流出の長期的な関係を定量的に評価する方法を検討しました。

森林と蒸発散量

森林と水流出の長期的な関係を調べるには、まず水流出の変動に含まれる気象条件の影響を除く方法を見つけなければなりません。流域からの流出水量は、年単位では概ね降水量から蒸発散量を差し引いた値になると考えられます。単純にいえば森林状態と気象条件に応じて蒸発散量が変化し、流出水量が変わるわけです。本研究では気象露場（草地）の蒸発散量を気候学的に求め、年間の降水量と流出水量の差で求められる流域蒸発散量から差し引いて森林の影響を抽出することにしました（図 1）。その毎年値の変動傾向を移動平均で求め、森林蒸発散指標（dE）としました。

森林と水流出の長期的な関係

また、森林と水流出の長期的な関係を定量的に評価するためには、森林状態（林況）を指標化する必要があります。過去に遡及して森林状態を統一的に扱える指標として、ここでは空中写真に基づく林冠高モデル（DCHM）を用いました（図 2）。竜ノ口山森林理水試験地の複数の植生調査プロットにおける平均樹高と、プロット周辺の平均 DCHM の関係は、樹種や林齢に関係無く概ね一致します（図 3）。そこで 1947 年以降、2007 年までの間に撮影された空中写真から DCHM を作成し、流域内の平均値（流域平均林冠高）を求め、その値から推定される立木幹材積と LAI を合わせて林況の指標としました。

森林蒸発散指標と各林況指標の関係はいずれもシグモイド曲線 * で近似できました（図 4）。さらに図 4 の関係を用いて年流出率を推定すると、いずれの林況指標でも長期的な変動に概ね一致することがわかりました（図 5）。施業や風倒等の気象害、林野火災による森林の構造的変化は多様ですが、水流出に対する影響については、流域平均林冠高をどの程度変化させたかで評価できると考えられます。ただし、クロマツやヒノキが部分的に植栽されてきた南谷に比べ、自然に再生した広葉樹を主とする北谷の森林蒸発散指標は、林況指標の増加に伴う変化が緩やかです。流域の樹種構成や気候条件によって森林蒸発散指標と林況指標の関係がどのように変わるのか、今後明らかにしていきたいと考えています。

＊シグモイド曲線：ひとつの変曲点とふたつの漸近線（y=a, y=b）を持つ S 字形の曲線。

参考文献

細田育広（2009）空中写真を用いた平均樹高分布の推定－竜ノ口山森林理水試験地を例として－．第 120 回日本森林学会大会講演要旨集，519.
細田育広（2010）水流出に対応する植生の指標について－竜ノ口山森林理水試験地を例として－．第 121 回森林学会大会講演要旨集，762.
Hosoda, I. 2010: An index for evaluating mean annual runoff, affected by the vegetation cover in forest watersheds. The International Forestry Review, 12(5):161-162.

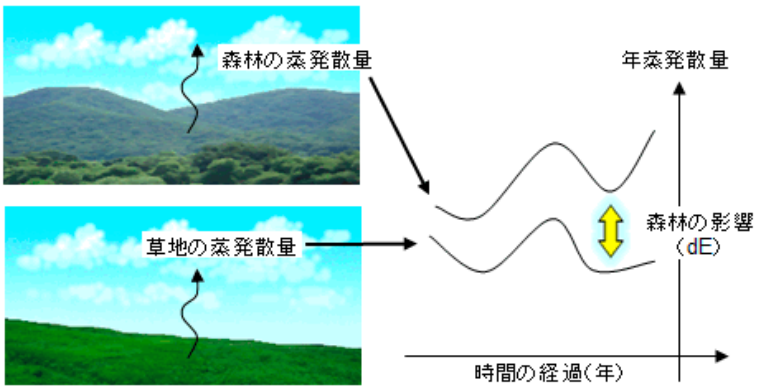


図１　森林蒸発散指標（dE）の概念図

森林の年蒸発散量は草地に比べて一般に多いことが知られています。その差は林況に応じて変化すると考えました。

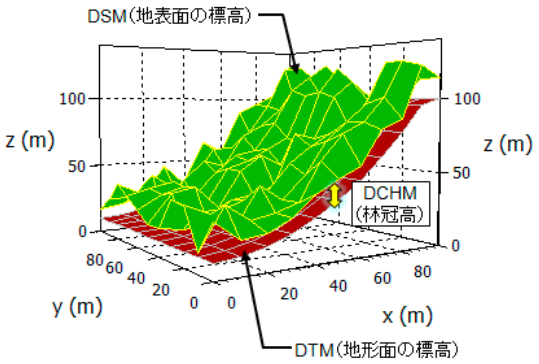


図２　林冠高モデルの概念図
DCHM は DSM と DTM の差で表されます。

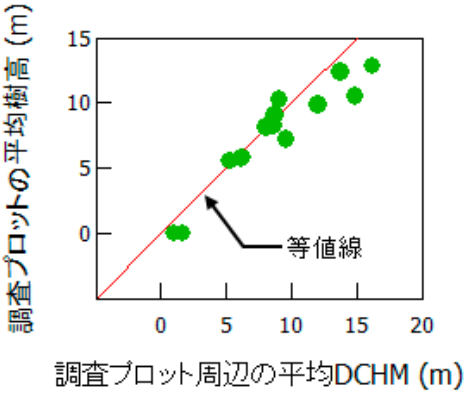


図３　DCHM と樹高の関係。
DCHM は平均的な樹高を概ね表現できると考えられます。

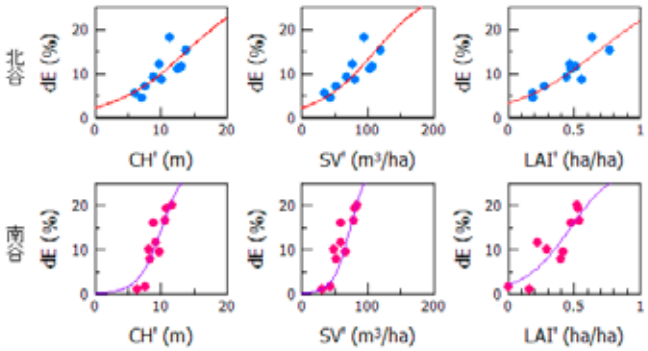


図４　森林蒸発散指標（dE）と林況指標の関係

平均林冠高（CH′）、立木幹材積（SV′）、LAI′ のいずれも森林蒸発散指標との間にシグモイド曲線で近似できる関係が認められます。

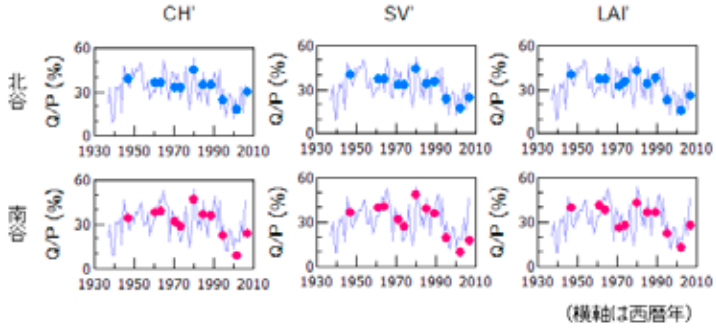


図５　年流出率（Q/P、折れ線）の変動経過と林況指標による推定値（●：北谷、●：南谷）

流域平均林冠高（CH′）、立木幹材積（SV′）、LAI′ のいずれによる推定値も年流出率の変動に良く対応しています。

＜図脚注＞
森林蒸発散指標の計算には気象庁ホームページ気象統計情報における岡山地方気象台の公表値、空中写真は米軍撮影（1947 年）・国土地理院撮影（1961・1964・1971・1975・1980・1985・1990・1995・2002 年）・近畿中国森林管理局撮影（2007 年）の画像データ、DTM は国土地理院発行 1/25000 地形図に基づく北海道地図 GISMAP Terrain（平 18 総使、第 294-71 号）、林況の実測値および推定式は「後藤ら（2006）森林総研研究報告 5: 215-225.」をそれぞれ使用しました。

カンボジアの森林流域における水資源量
－国際河川メコン川下流域における森林流域水資源量及び季節変動－

九州支所　清水　晃、壁谷直記、齋藤英樹
企画部研究情報科　荒木　誠
立地環境研究領域　大貫靖浩
水土保全研究領域　坪山良夫、清水貴範、延廣竜彦、飯田真一、玉井幸治
北海道支所　伊藤江利子
特別研究員　澤野真治
JIRCAS　古家直行
東京大学　鈴木雅一
京都大学　太田誠一、神崎　護
東京大学生研　沢田治雄
名古屋大学　服部重昭
筑波大学　餅田治之

これまで森林の水資源量に関するデータが全くなかったメコン下流域に位置するカンボジアの平地常緑林流域を対象として研究を行いました。大規模な流域試験地や気象観測タワー、手堀では最深規模の土壌調査など各種の観測システムを構築し、継続的にデータを収集してその実態を解明しました。森林流域からの水流出量は年間 400 mm程度、蒸発量は 1200 mm程度、流域には深い土壌が存在し、地下水面が雨季と乾季で大きく変動することなど新たに多くのことが判明しました。得られた結果に基づいてデータセットを作成し、ホームページに公開しました。これらの成果は、現地の適切な森林管理に貢献するだけでなく重要な地上情報として気候変動、温暖化対策など様々な分野に寄与するものです。

背景と目的

メコン川はチベット高原を源とする国際河川で、流域には中国、ミャンマー、ラオス、タイ、カンボジア、ベトナムの各国があります。メコン川流域の森林地域に関する観測データは非常に少なく、とりわけ下流域にあるカンボジアでは長引く内戦の影響もあり、森林の水資源に関する観測はまったく行われていませんでした。一方で、メコン川流域の他の国々と同様にカンボジアでも森林地帯の開発は急速で水資源を含む環境への影響が大きな問題となっています。また、最近の気候変動対応の観点からも適正な森林管理のための水資源変動把握は緊急に実施するべき研究課題となっています。

水資源把握のための観測体制

地上調査から衛星画像までさまざまな規模で森林の水資源について、カンボジアの森林野生生物科学研究所と共同で観測を行い、その実態を解明することから始めました。地上調査では、カンボジア中央部のメコン川支流であるチニット川森林流域試験地を設定して研究を推進しました。この流域で雨や流出水の量を測り、水収支を把握するとともに、高さ 60m の気象観測タワーを建設して森林からの蒸発量を測定しました。また、10m の深さの土壌調査用の穴を掘削し、根の分布など多くの特徴を調査しました。さらに、土の中の水の量や地下水の変化についても観測を行いました。

水資源量研究の結果

上記のタワー観測及び水流出観測により、2004 年にはこの地域で年間約 400mm の流出量と 1200mm の蒸発量があり、その年間変動を把握しました。さらに、乾季に地下水面が低下する過程をモデルで再現するなど、水資源に関わる様々な要素を解明することができました。こうした研究結果は、この地域ではまったく初めてのもので、その詳細は書籍や多くの学術雑誌で発表しました。

水環境データセット

研究成果に基づいて、チニット川流域を対象に 0.1 度 (約 10km × 10km) グリッド毎の水環境データセットを作成しました。また、メコン川全流域を対象とする過去の植生復元を行いました。以上のデータは、森林総合研究所のウェブサイトで公開し、地域の森林基盤情報として活用されています。

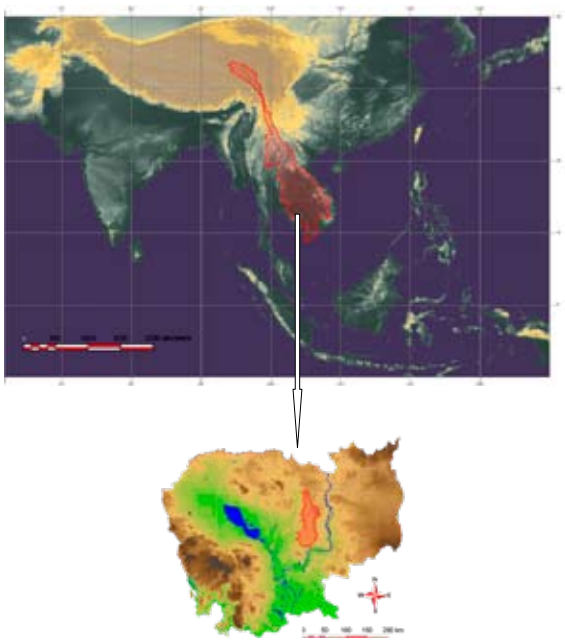
各種のパンフレットや研究論文集、報告書などは、現地の行政機関に提供し、森林管理施策立案に貢献しています。さらに、個別研究成果については、現地で毎年開催するシンポジウム（2005 年には森林研究機関の国際連合である IUFRO の研究集会を現地で開催しました）を通じて流域各国の研究者、NPO 職員、行政担当機関職員等に直接受け渡しています。

なお、本研究開始時には現場で式典を行い、試験地周辺に居住する人たちに研究の意義や内容などについて詳しく説明して理解を得ました。

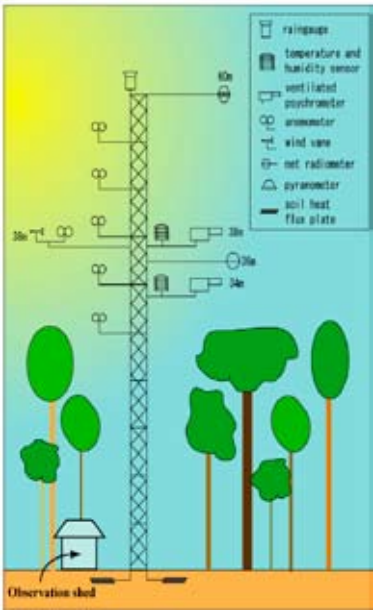
本研究は 2002 年度から開始した文科省プロジェクト「人・自然・地球共生プロジェクト」(RR2002) 及び農水省プロジェクト「アジアモンスーン地域における人工・自然改変に伴う水資源変化予測モデルの開発」による成果です。

参考文献

Forest Environments in the Mekong River Basin, Sawada H., Araki, M., Chappell, N.A., LaFrankie,J.V.,Shimizu,A. (eds.),p299, Springer, 2007
Akira Shimizu, Sophal Chann, Nang Keth, et al., Water Resources Observation and Large-scale Model Estimation in Forested Areas in Mekong River Basin, JARQ - Japan Agricultural Research Quarterly,44(2),2010
Naoki Kabeya, et.al., Preliminary study of flow regimes and stream water residence, Paddy and Water Environment 6(1), 25-35, 2008
Koji Tamai, et.al., The characteristics of atmospheric stability above an evergreen forest in central Cambodia, Hydrological Processes, 22(9), DOI:10.1002/hyp., 1267-1271, 2008
Tatsuhiko Nobuhiro, et.al., Evapotranspiration during the late rainy and middle dry seasons in a watershed of an evergreen forest area, central Cambodia, Hydrological Processes, 22(9), DOI:10.1002/hyp.6938, 1281-1289,2008
Makoto Araki, et.al, Seasonal fluctuation of groundwater in an evergreen forest, central Cambodia: experiments and two-dimensional numerical analysis, Paddy and Water Environment 6(1), 37-46,2008

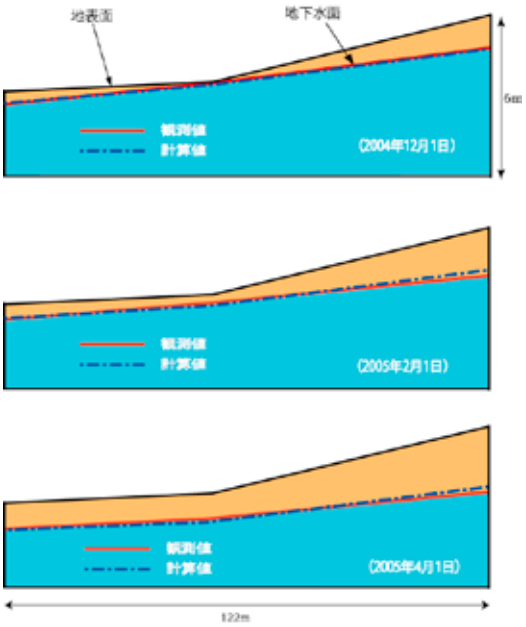


メコン川・カンボジア国と研究対象域
赤い範囲がチニット川流域

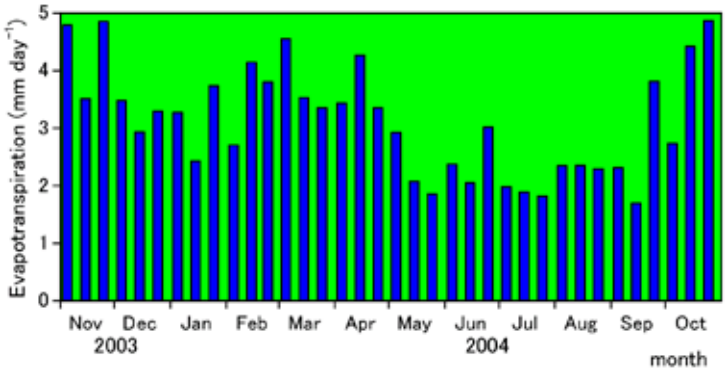


60 m森林気象観測タワー (常緑林サイト：地域で最高)
樹冠上に、風向・風速計、温・湿度計、放射収支計、雨量計、放射計 (短波・長波)、乱流変動観測機器などを配置して観測を継続しています。

10m の深さの土壌調査用断面
手堀の穴でおそらく世界最深規模のものと考えられます。5 m以上の深い場所にも樹木の根が存在しています。



試験地内の地下水位の変動
乾季当初から終盤に向けて樹木の水分消費により地下水面が確実に下降していることが、実測及びシミュレーションによって確認できました。



蒸散量の変動 (10 日毎の平均：2003 ー 2004 年)
乾季である 11 月下旬から 4 月下旬まで旺盛な蒸散量が観測され、本地域常緑林の土壌水分利用実態が明瞭に認められました。

カンボジアの森林流域における モニタリングシステムの構築と環境変動

九州支所　清水　晃、壁谷直記
立地環境研究領域　大貫靖浩
水土保全研究領域　玉井幸治、清水貴範、飯田真一
森林管理研究領域　佐野　真
国際連携推進拠点　米田令仁、田中憲蔵
北海道支所　伊藤江利子
東京大学　沢田治雄、鈴木雅一
京都大学　太田誠一

熱帯地域の平地林では、これまでにかなりの面積が農地などに開発されてしまいましたが、カンボジアには現在でも広大な平地林が残っています。しかし、残された森林も開発が容易であることから、その存続が危機にさらされています。こうした森林を保全するには、公益的機能などを評価することが必要であり、そのためにはこの地域の森林やそれをとりまく環境に関する科学的な調査・観測データが不可欠です。カンボジアの森林では、歴史的な混乱もあって、このような観測データは皆無な状態でした。そこで現地の研究機関と共同で2004 年に常緑林、2009 年には落葉林に観測サイトを設定し、樹木や土壌などの調査とともに、気温・湿度などの環境についてモニタリングを行っています。

観測サイトの構築

常緑林・落葉林の両観測サイト（写真１）に、観測プロットを設け、樹木や土壌について、精密な地上観測とモニタリング（継続観測）が可能な人工衛星からの観測を並行して行っています。また、森林に高さ約 60 mのタワーを建てて林冠上に風速計や水蒸気計などを設置し、森林環境のモニタリングを行っています（図１）。さらに、このタワーを使って、樹高 30m 以上の林冠木から林床の低木まで様々な樹種の葉を採取し、光合成速度や気孔の開閉度などを測定しました。

常緑林と落葉林の特徴

樹木や土壌の観測の結果、①樹木が根を張るのが容易な土壌層は、落葉林が常緑林よりも明らかに薄い、②同じ高さの樹木を比べると、落葉林が常緑林より幹が太く（図２）ずんぐりとした形であることなどが判明しました。このようなそれぞれの森林の特徴は、なにが常緑林や落葉林の分布を決めているかを探る手がかりになります。

常緑林樹木の蒸散作用と光合成活動

様々な樹種の葉の光合成速度や気孔の開閉度を調べた結果から、林冠層の葉では気象状態の変動に対応して、気孔の閉鎖が起きるため、光合成活動が抑制されている可能性が考えられました。林冠層は日当たりや風通しが良いことから、空気が乾燥する傾向にあるためと考えられます。一方、常緑林には、他の木に比べて樹高が特に大きいエマージェントと呼ばれる大木が点在しています。エマージェントがあることにより、空気の流れが乱れ、森林から大気への水蒸気の移動を促進している可能性を示すデータが得られています。このような光合成や空気の流れに関する特性を明らかにすることは、森林の公益的機能のひとつである森林が周辺の温度、湿度などの環境を形成する能力を評価するために必要です。

例えば、エマージェントの存在が大気への水蒸気移動を促進しているとすれば、エマージェントの消失が水蒸気の移動を不活発にし（図３）、気温の上昇や空気の乾燥といった森林環境を悪化させるかもしれません。

本研究によって得られた知見は、定期的にプノンペンで開催しているワークショップによって、カンボジア政府職員、研究者、学生、NGO 団体などへの普及に努めています。本研究は、「予算区分：環境省地球環境保全等試験研究費、課題名：メコン中・下流域の森林生態系スーパー観測サイト構築とネットワーク化」による成果です。

写真１　観測サイトが設営されたカンボジア常緑林（上）と落葉林（下）の様子

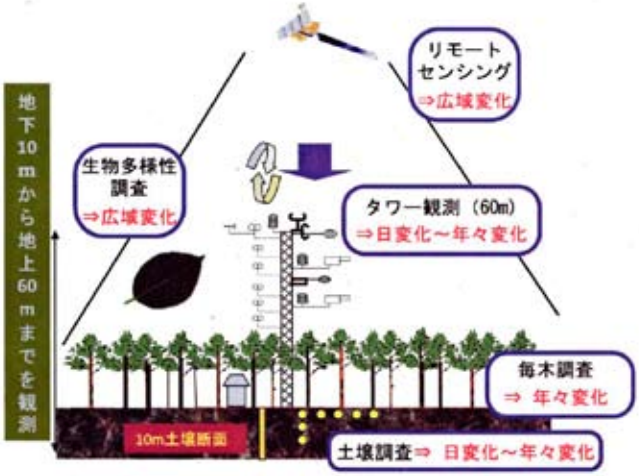


図１　観測システムの概念図
精密な地上調査とモニタリングが可能な人工衛星によるリモートセンシングを組み合わせた観測システム

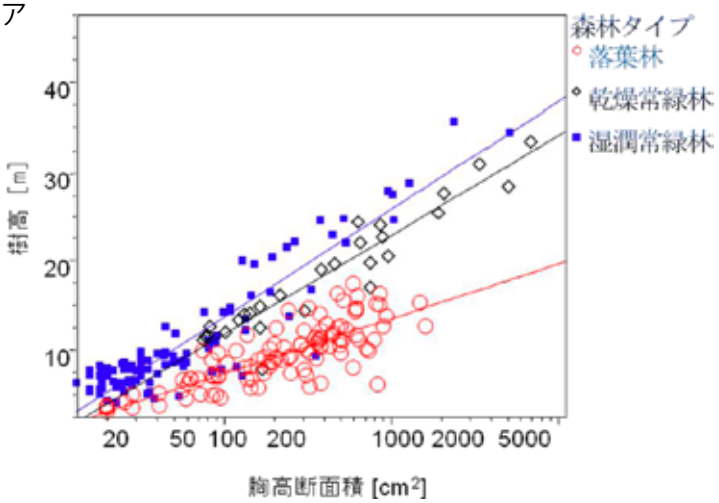


図２　常緑林と落葉林における樹木の胸高断面積（高さ 1.2m における幹の断面積）と樹高の関係
常緑林は、さらに乾燥常緑林と湿潤常緑林に細分して示しています。落葉林は常緑林よりも木の幹が太く、樹形がずんぐりとした形であることが解りました。

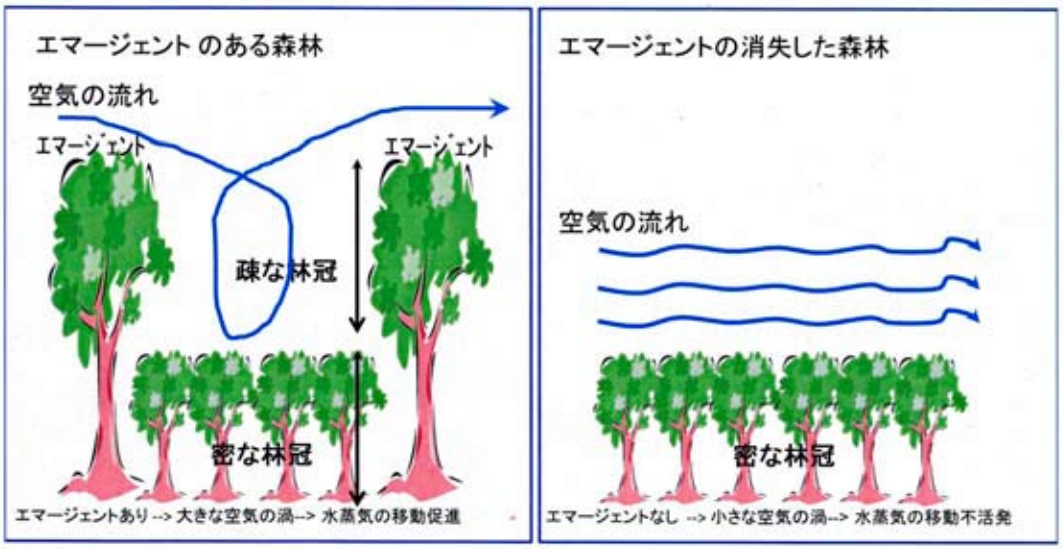


図３　常緑林サイトの林冠層での空気の流れの概念図
観測データは、他の木に比べて樹高の特に大きいエマージェントが空気の流れを乱し、森林から大気への水蒸気の移動を促進している可能性を示しています。エマージェントの消失は、気温の上昇や空気の乾燥といった森林環境を悪化させるかもしれません。

首都圏周辺の森林域における窒素飽和現象

立地環境研究領域　小林政広
立地環境研究領域　伊藤優子
立地環境研究領域　稲垣昌宏
立地環境研究領域　稲垣善之
水土保全研究領域　坪山良夫
水土保全研究領域　玉井幸治
九州支所　吉永秀一郎

首都圏の周辺に、通常よりたくさんの窒素化合物を流出させている森林流域があることが分かってきました。その仕組みを明らかにするため、複数の森林で、窒素の流入・流出と土壌中で動態を調べました。都心に近い森林では、都心から遠い森林と比べて、雨と一緒に土壌に流入する窒素化合物の量が多く、渓流水中の窒素化合物の濃度が高い傾向がありました。また、水や養分を吸収する根の多い深さより深いところで採取した土壌水中の窒素化合物は、都心から遠い森林では極めて低濃度でしたが、都心に近い森林では高濃度でした。都心に近い森林では、森林に流入する窒素化合物が植物の吸収量を上回り、吸収しきれなかった窒素が流出していると考えられます。

研究の目的

森林生態系では、窒素は不足しがちな養分であり、通常、雨に溶けて流入する窒素化合物は植物に吸収・利用されるため渓流にはほとんど流出しません。しかし、近年、多量の窒素化合物が排出される首都圏の周辺に、他の地域より多くの窒素化合物を流出させている森林流域がいくつも見つかっています。そこで、窒素化合物の流出がどのようにして起きるのかを明らかにするため、首都圏周辺の複数の森林で（図１）、雨、土壌中の水、渓流水の水質や、植物と土壌の間でやりとりされる窒素の量などを調べました。

首都圏周辺の森林における窒素の動態

森林の中で測った雨と一緒に流入する窒素化合物の量は、都心から遠い森林と比べて都心に近い森林で多い傾向がありました（図２）。これは、首都圏で放出された窒素化合物が都心に近い森林により多く流入しているためと考えられます。窒素化合物の流入が多い筑波の森林と流入が少ない桂の森林について、雨水が土壌を通過した時、地下水になった時、渓流水として流出した時の窒素化合物濃度を比較しました（図３）。桂では、水と一緒に土壌中を移動する窒素化合物が、根の多い範囲より下の深さ 90cm ではほとんどなくなり、渓流水として流出するときも非常に低濃度です。これは自然状態の森林で普通に見られる濃度変化であり、主に植物が吸収するためです。一方、筑波では土壌を通過した水の窒素化合物濃度が非常に高く、渓流水として流出したときの濃度も桂の 10 倍以上でした。筑波の森林の樹木の成長量から推定される窒素吸収量は桂と比べて同等かそれ以上でした。つまり筑波の森林もしっかり窒素を吸収しています。それを上回るように多量の窒素化合物が流入し続けた結果、生態系が必要とする量に対して窒素が過剰となり、外へ流れ出してしまっていると考えられます。

筑波の森林の渓流水の窒素化合物濃度も、飲み水として使える基準よりは十分低いと言えます。ただし、森林から湖沼や海洋へ流出する窒素の量が多い状態が続けば、富栄養化などの問題につながる可能性もあります。また、土壌中の窒素化合物濃度が高すぎると、植物の栄養のバランスがくずれて成長に害が及ぶ可能性もあります。この先も調査を継続し、窒素の流出を低減させる森林管理手法の確立に役立てていきます。

参考文献

稲垣昌宏ほか（2010）関東森林研究 61：179-182

図１　観測地点の位置
都心からの距離の異なる森林を対象にしました。

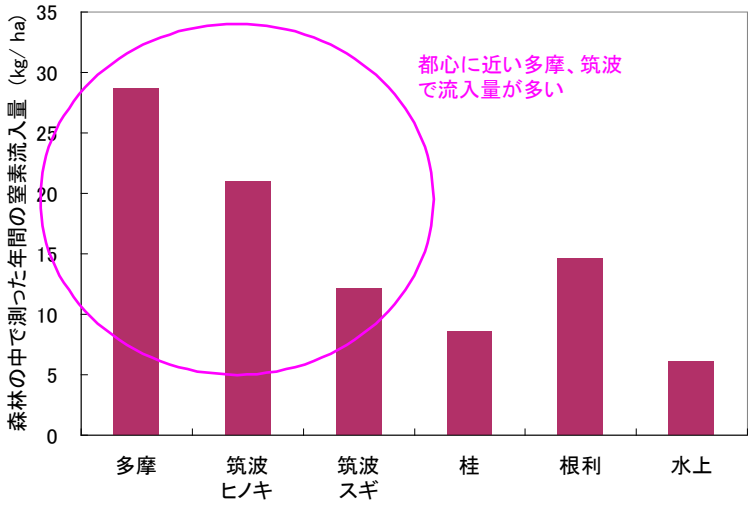


図２　森林の中で測った雨と一緒に森林に流入する窒素化合物の量（窒素のみの量に換算）
都心に近い筑波や多摩で多く、都心から遠い桂、根利、水上で少ない。

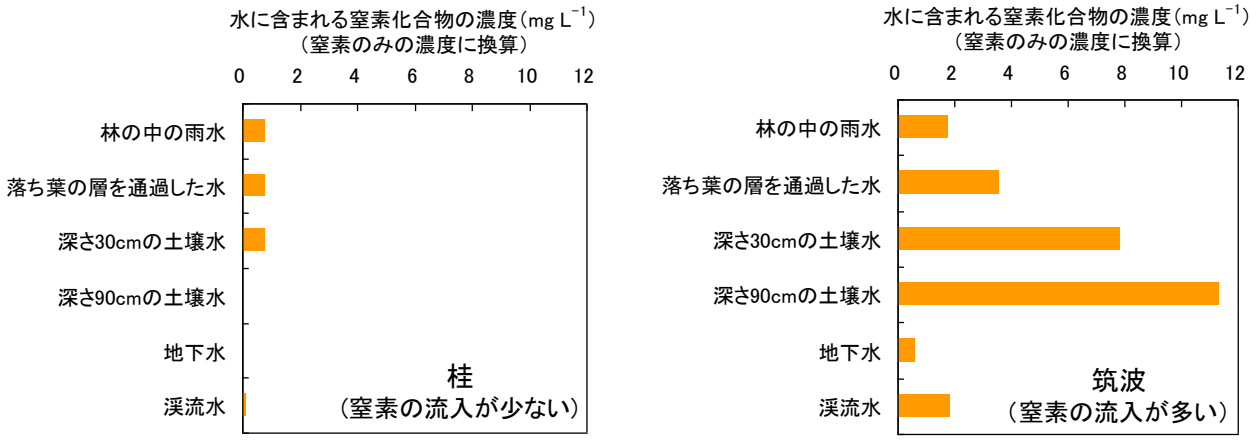


図３　窒素化合物の流入の多い筑波と流入の少ない桂の森林における水移動にともなう窒素化合物濃度の変化
都心に近く窒素化合物の流入が多い筑波では、土壌水、地下水、渓流水中の窒素化合物濃度がいずれも高い。

地下水の流れる音から山崩れの場所を予測する

水土保全研究領域　　多田泰之

本研究では、地下水が流れるときに発生する「曝気音」の強弱から、山崩れの原因となる地下水の集中する場所を特定する地下流水音探査法を開発しました。この方法で山崩れの危険性が高い場所を予測したところ、その後の大雨で実際に山崩れが起こり、この方法の有効性が確認できました。また、長野県岡谷市、鳥取県琴浦町、東京都八王子市豪雨災害等で発生した山崩れに本手法を適用したところ、山崩れの発生した場所では地下流水音が強く、様々な地形・地質においても本手法が有効であることが確認できました。
また、この手法を普及するために（株）拓和と共同で普及型探査装置を開発し、プロトタイプの装置が完成しました。今後、様々な地質での適用試験が必要ですが、防災対策への応用が期待されます。

地下水の集中する場所を調べる

山崩れの多くは大雨が降った時に発生します。これは雨が土に浸透し地下水が発生すると、土の強度が失われ不安定になるためです。山地で山崩れの発生する場所を予測するには、山崩れの原因となる地下水の集中する場所を特定する必要があります。本研究では、地下水が流れるときに発生する曝気音の強弱から地下水の集中する場所を特定する地下流水音探査法を開発しました（写真１）。

地下水が岩盤の亀裂や土粒子の間隙（すき間）に入り込むと、間隙中にあった空気を押し出します。このとき、間隙に気泡が生じこれが割れると「コロコロ」・「ボコボコ」などの曝気音が生じます。これを地下流水音と呼びます。

地下水が多く流れている場所では、土の中の空気と水が盛んに交換されます。つまり、地下水が多く流れている場所ほど大量の気泡がはじけ、地下流水音の強さが大きくなります。地下流水音探査では、高感度な電子聴診器を使ってこの音の強い場所を探し、地下水の流れる場所を特定します。

山崩れの場所を予測する

山崩れの起きた場所で地下流水音の強さを調べた事例を紹介します（図１）。図中のグラフは写真の青色の点線上で測定した音の強さを表しています。また、A、B、Cは山崩れの位置を表し、上の写真に対応しています。

山崩れの発生した場所では、周囲に比べて地下水流水音が強いことが分かります。同様の結果は、平成 18 年長野県岡谷市、平成 19 年鳥取県琴浦町、平成 20 年東京都八王子市豪雨災害など、異なる地形や地質で発生した山崩れで確認できました（図２）。また、この方法で山地の崩れる危険性が高い場所を予測したところ、その後の大雨で実際に山崩れが発生しました。

地下流水音探査が、地形や地質の種類に関係なく、山崩れの場所を予測するのに有効であることが明らかになりました。

探査方法の普及に向けて

この地下流水音探査を防災対策に生かすため、普及型探査装置を開発しました。従来の装置では技術者の経験技量が結果へ大きく影響する問題点がありました。そのため、（株）拓和と装置の共同開発を行い、誰でも地下水の流れる場所を簡単に特定できる装置の開発に成功しました（写真２）。今後、様々な地質での適用試験が必要ですが、防災対策への応用が期待されます。

本研究は、京都大学防災研究所、鳥取大学、鳥取県林業試験場との共同研究による成果です。また、（株）拓和と共同で特許を取得しました。

写真１　地下流水音の測定
地下水の流れる音を測定している様子。探査装置は小型軽量で、足場の悪い山地においても容易、かつ短時間で地下流水音を測定できます。

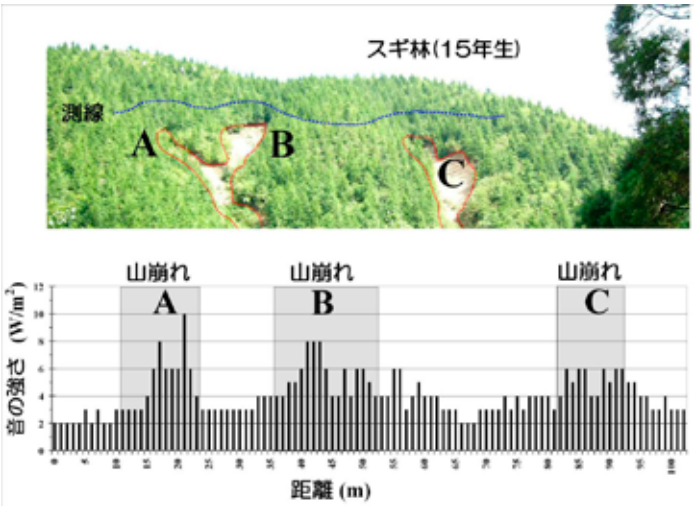


図１　崩壊地での地下流水音の測定例
花崗岩を地質にもつ既に山崩れの起きた斜面で地下流水音を測定しました。山崩れの場所では地下流水音が強く、地下水の集中する場所で山崩れが発生していることがわかります。

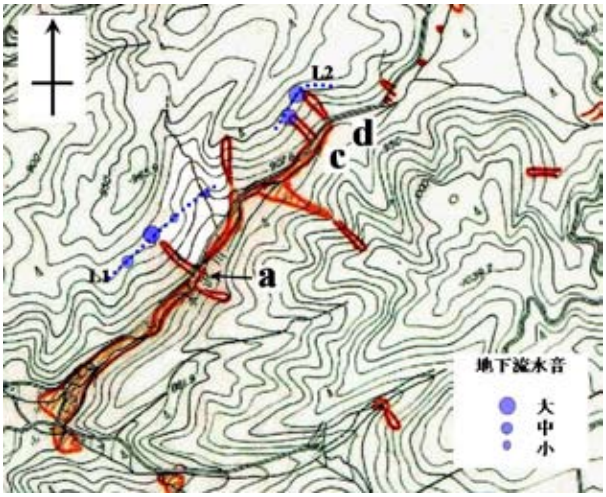


図２　平成 18 年長野県岡谷市豪雨災害で発生した山崩れの位置と地下流水音の分布
地下流水音の強い場所の直下で崩壊が発生しています。また、谷地形であっても地下流水音の弱い場所では山崩れが発生していません。
地下水の集中する場所で山崩れが発生していることがよく分かります。

写真２　普及型地下流水音探査装置
（株）拓和と共同で、誰でも地下水の流れる場所を簡単に特定できる普及型地下流水音探査装置の開発に成功しました。

樹木の根がもっている力の大きさを調べる

関西支所　黒川　潮
水土保全研究領域　岡田康彦
信州大学　北原　曜

雨や地震によって、深さ１～2m 程度で発生する土砂崩れを表層崩壊といいます。この表層崩壊においては、地下に張りめぐらされている樹木の根が土砂崩れの防止に効果があることが知られています。樹木の根が表層崩壊を防ぐ力を３通りの方法で評価した結果、下方向に伸びる根の持つ力はクヌギ（広葉樹）とスギ（針葉樹）ではほぼ同じ値となりました。しかし、横方向に伸びる根は、クヌギがスギより数倍力があることがわかりました。また、木を引き倒す試験を行ったところ、カラマツ（針葉樹）よりクヌギが大きな力を持つことがわかりました。土砂災害を防ぐために健全な根をはぐくむ森林の取り扱いが今後重要と考えます。

根が持つ力を調べる

日本では、6、7月にかけての梅雨時及び夏秋の台風通過時の大雨や、大規模な地震が原因となって各地で土砂災害が発生します。雨や地震により、深さ１～2m 程度で発生する土砂崩れを表層崩壊といいます。この表層崩壊については、地中に張りめぐらされた樹木の根が土砂崩れの防止に効果があることが知られています。ここでは、樹木の根が表層崩壊を防ぐ力の定量的な評価を行いました。

今回は、樹木の根を３つの方法を用いて調べました。１つは切り株を掘り起こし、どのような太さの根がどの方向、深さに存在しているかを調べました（写真１）。２つめは、地中に生えている根を引っ張って、根が抜けるときにどの程度の力を持っているかを調べました（写真２）。３つめは、立っている樹木の幹にワイヤーをかけ、引っ張ることで木が倒れるにはどのくらいの力が必要かを調べました（写真３）。

その結果から、クヌギ（広葉樹）とスギ（針葉樹）について根の直径と引き抜いた時の力の相関式を作成しました。切り株での根の深さ、方向や太さに関する調査結果にこの相関式を当てはめたところ、表層崩壊の境界面に直接作用する下方向に伸びる根の力は、クヌギとスギはほぼ同程度の値を示しました（図１）。

横方向に伸びる根の力も強い

下方向に伸びる根の力の評価はこれまでも行われてきましたが、最近になって横方向に伸びる根も表層崩壊の防止に効果があるのではないかと言われはじめました。そのため、横方向に伸びる根についても調べてみました。その結果、スギよりクヌギが横方向に伸びる根がしっかりしており、その力は数倍大きいという結果となりました（図２）。

また、樹木全体が持っている力を評価するためにクヌギとカラマツ（針葉樹）を対象として、木を引き倒す試験を行ったところ、木の幹の直径と木を倒す力の間には、直径の３乗に比例することがわかり、クヌギが大きな力を持っていることがわかりました（図３）。

今後もさまざまな樹種について調べることで、土砂崩れを防ぐために下方向だけでなく横方向にも根を伸ばすような適切な森林管理の方法について、本研究の成果が指針になるものと考えられます。

本研究は、林野庁中部森林管理局委託事業「樹木根系の斜面補強効果調査」の成果です。詳しくは黒川ほか（2010）関東森林研究 61：283-284、岩名ほか（2009）中部森林研究 57：187-190 をご覧ください。

写真１　根の分布調査

写真２　根の引き抜き試験

写真３　樹木の引き倒し試験

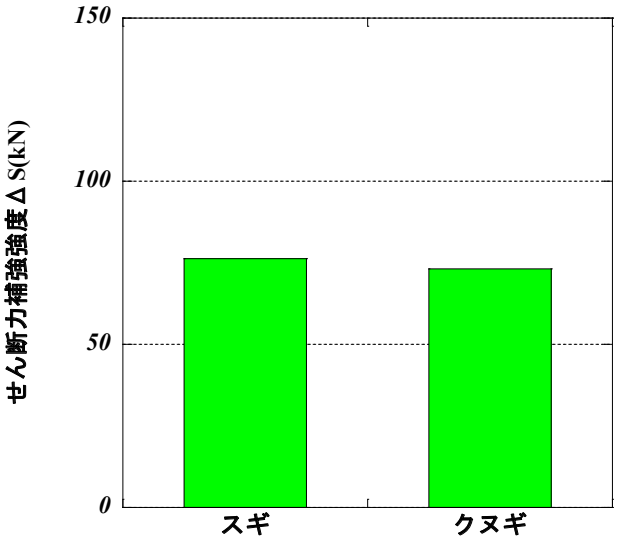


図１　下方向に伸びる根の力の評価結果

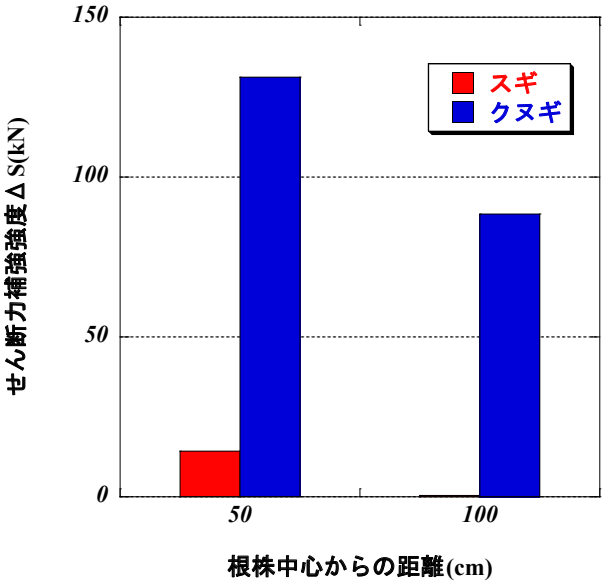


図２　横方向に伸びる根の力の評価結果

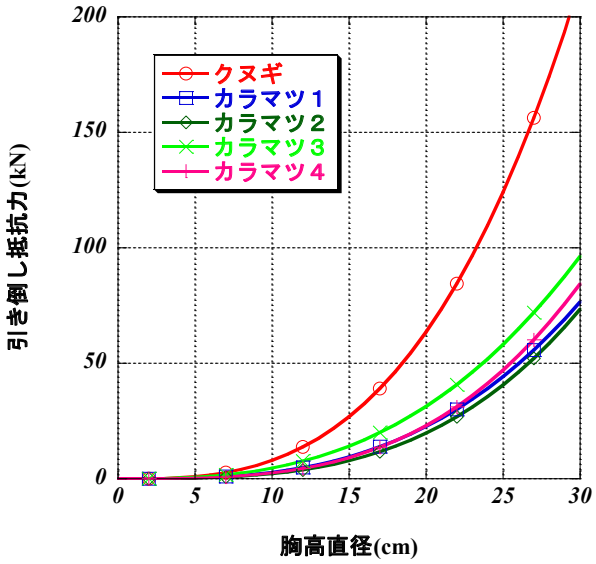


図３　引き倒し試験結果

地震による強い揺れを受けた地すべりの動きを探る

東北支所　岡本　隆
水土保全研究領域　大丸裕武
九州支所　浅野志穂
関西支所　黒川　潮

日本で発生する山地災害の種類には、斜面の一部が急速に崩落する斜面崩壊のほかに、緩やかな斜面の一部がゆっくりと移動する現象があり、これを地すべりと呼びます。本研究では地震時および地震後の地すべりの動きを長期自動観測によって捉え、地震によって強い揺れを受けた地すべりがどのような特徴をもって変動するかを解析しました。その結果、地すべりの移動形態は地震時と降雨時で同一であることが分かりました。また、地震後には地すべり活動が一時的に沈静化する特異現象を発見しました。本成果は、大規模地震の発生地域における地すべり危険度の評価、対策計画の立案に際し、重要な決定根拠として活用できます。

地震時の地すべり変動

年間に 1m 程度の緩慢な移動を呈する新潟県上越市の伏野地すべり地（図１）は、新潟県中越地震によって震度 5 強から 5 弱と推定される強い揺れを受けました。この地震による地すべり移動と地下水変動を地震前から継続していた 10 分間隔の自動観測が捉えました。地すべり移動は地震後約 4 時間にわたって続き、その総移動量は地すべり地内の中部および下部ブロック内の 5 カ所の観測点において 1.9 ～ 6.7mm に達しました（図２）。5 カ所の観測点における地すべり移動量の比は、地震時と降雨時で同様の関係を示しました（図３）。このことから緩斜面に存在する地すべりは、誘因が降雨であっても地震であっても同様の移動形態を示すことが分かりました。地すべり地の地下水圧は観測地点ごとに上昇、下降、不変など様々な変動を示しました（図３）。水圧の上昇は土塊の圧縮、下降は土塊の引張に起因する現象と考えられることから、地震時には地すべり内部で多様な変形が局所的に生じていたと推定されました。

地震後の地すべり沈静化現象

地震後 1 日が経過すると地すべりの移動はほぼ停止し、その後約 4 ヶ月間にわたって地すべり移動が極度に低下する沈静化現象が認められました（図４）。この間は地すべりの誘因となる降雨や融雪があっても地すべりの応答は著しく鈍りました。地すべりの沈静化現象の要因として、地震の揺れによるすべり面（地すべりの移動層と不動層の境界面）構造の乱れを推定しました。すべり面の構造が乱されることで、その「せん断強度（摩擦力）」は一時的に増えると考えられます。この推定を検証するため、地すべり地からすべり面の試料を採取し、地震動を模擬した乱れを与える土質試験を行った結果、乱されたすべり面のせん断強度がわずかに回復する計測結果が得られ、本推測の裏付けが得られました。

本成果の利活用

緩慢に移動する地すべりは東北地方の日本海側や北陸地方を中心に全国に分布します。2004 年新潟県中越地震や 2008 年岩手・宮城内陸地震の発生時には、地震動による強い揺れを受けた地すべりが多くありました。普段は緩慢に動く地すべりに地震の強い揺れが加わると、その動きにどのような変化があるかについてはこれまで不明であり、二次災害の危険度や地震後の対策計画を決める上での根拠が不足していました。本研究成果は、地震動を受けた地すべりの変動を明らかにしたものであり、今後大規模地震が発生した際の地すべり危険度の評価や対策計画の立案に役立ちます。

参考文献

岡本隆・松浦純生・浅野志穂・竹内美次 2006 活動中の地すべり地における中越地震発生時の移動および間隙水圧変動特性．日本地すべり学会誌　43（1）　20-26.
Okamoto, T. et al. 2008 Coseismic movement of an active landslide resulting from the Mid-Niigata Prefecture Earthquake, Japan. Landslides and Engineered Slopes. 1439-1445.

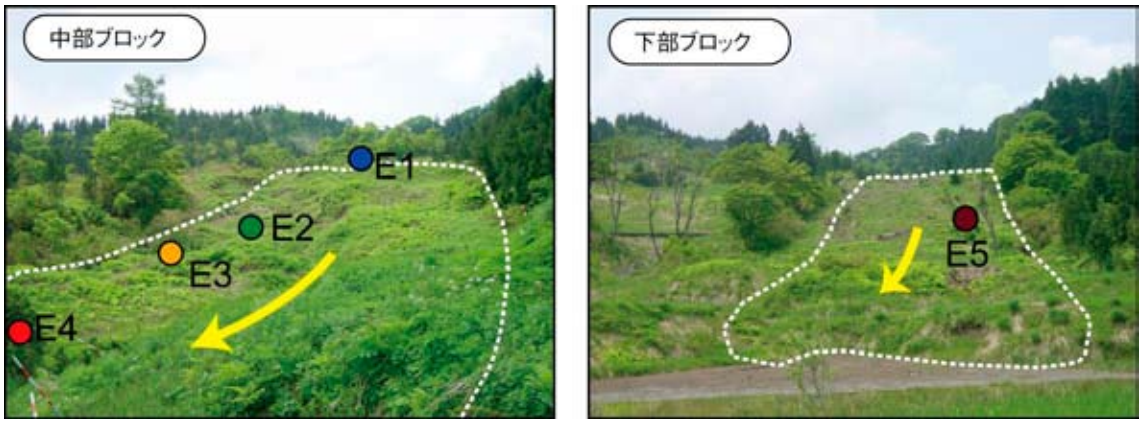


図１　伏野地すべり地の全景と観測地点の位置（E1 ～ E5 は地すべり移動量および間隙水圧の観測位置、黄色い矢印は地すべりの移動方向を表します）

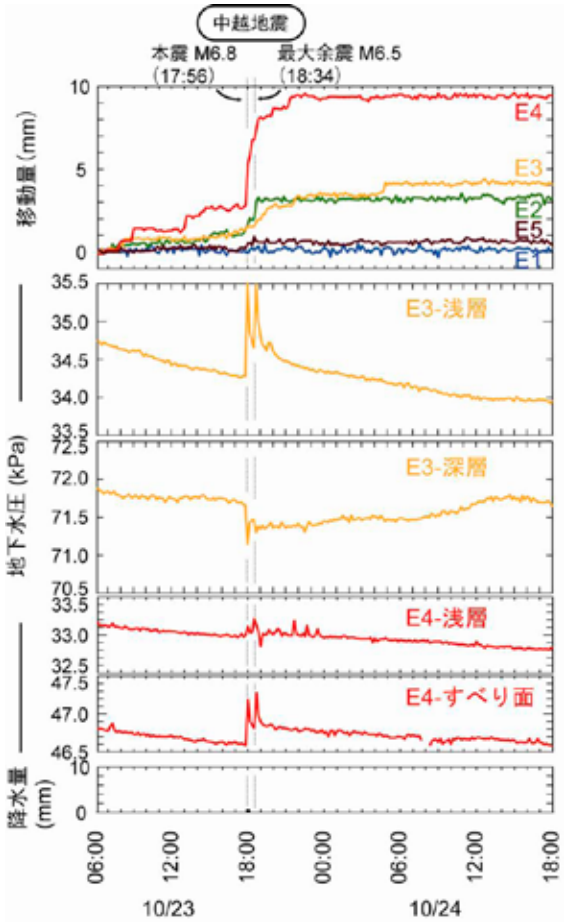


図２　中越地震発生時における地すべり変動の観測結果（中越地震の発生に伴って地すべりが動き出し、地下水圧がスパイク状に変動しました）

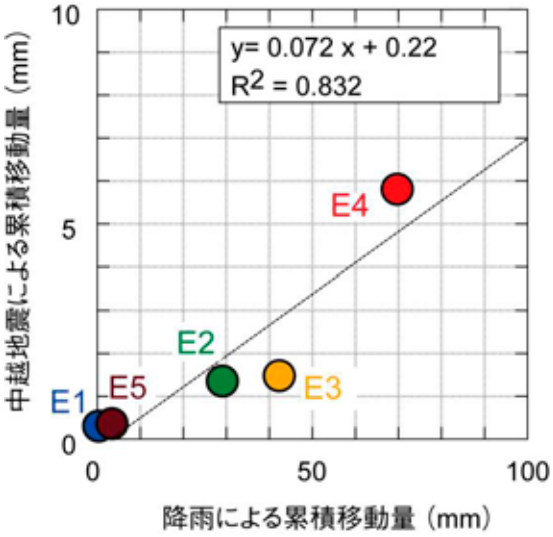


図３　降雨と地震による地すべり移動量の関係（横軸は 2004/9/25 ～ 10/22 までの累積移動量、縦軸は地震発生から 4 時間後までの累積移動量。降雨を誘因として大きく移動する部分は，地震によっても大きく移動することが分かります）

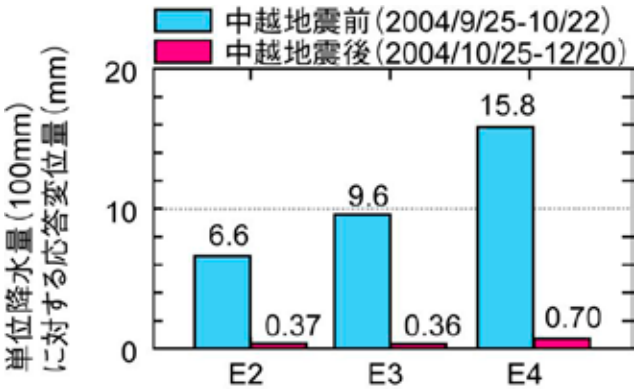


図４　降水量に対する平均応答変位量の比較（地震後、降雨に対する地すべりの応答が著しく低下していることが分かります）

山地斜面の崩壊を引き起こす地震の特徴

九州支所　　浅野志穂

山地では、非常に強い地震によって斜面の土砂崩壊が多数発生し、大きな被害を受けることがあります。地震によって揺れが大きくなりやすい場所の特徴が明らかになれば、地震による斜面崩壊の危険性が高くなりやすい場所を事前に予測することに役立ちます。そこで実験や観測、数値解析などの方法により、崩壊が発生する場所と地震動の大きさの関係や山地斜面で発生する地震動の大きさの分布の特徴等について、特に地形との関係を明らかにしました。これらの成果は地震による山地崩壊危険地区の評価の精度を高めるために活用できます。

新潟県中越地震や中国四川大地震、岩手・宮城内陸地震などのように、山間地で強い地震が発生すると、多数の土砂崩壊が発生し、山間地での生活基盤に深刻な被害を与えます。このため地震時の斜面崩壊の危険性を事前に予測することが必要となっています。

崩壊実験の結果から

そこで地震による斜面崩壊の原因を調べるため、人工の斜面に振動を与えて斜面の崩壊実験を行いました。崩壊は斜面上部の比較的浅い部分で発生し、また同時に斜面上部では地震加速度※が増幅されて大きくなることが分かりました（図１）。地震加速度が大きいと斜面の土砂に大きな力が働きます。このため斜面の上部では、地震加速度が増幅されて、斜面の土砂が持つ抵抗力を上回るほど強い力が働いたために崩壊が起きたことが分かりました。

現地観測の結果から

また、実際の野外の斜面で地震加速度が場所によってどの位変わるかを調べるため、丘陵地の斜面で地震の観測を行いました（図２）。山の上とその地下で 2009 年に観測した地震の地震加速度の最大値で比較すると、地下から伝わってきた地震動は山の上に達すると増幅されて大きくなることが実際に確かめられました。また、地震加速度が増幅する度合いは、方向毎に異なることが分かってきました。

数値シミュレーション解析

そこで、新潟県中越地震の時に大きな斜面崩壊が発生した山地を例として、地震加速度の大きさや特性について数値シミュレーションを行いました。まず、崩壊発生前の山体の地形を再現して、三次元のモデルを作成しました。次に、山体モデルの底面に仮想的に地震動を与えて、地震動が地下を伝わる様子を数値解析によるシミュレーションを行い、地表に生じる地震動の大きさを推定しました。図３は各場所の斜面の傾斜方向に発生する地震加速度の最大値と、崩壊が発生した場所を示したものです。解析の結果、地震加速度は尾根付近や表層土が厚い山麓緩斜面で大きくなり易いことや、大きな崩壊が多く発生する尾根付近では大きな地震加速度が生じ易い特徴があることが分かりました。

本研究では、主に地形との関係で地震時の崩壊の原因となる地震加速度の分布の特徴を検討しました。広い国土を対象としたときに地形は最も精度の高いデータとして整備されているため、地震による山地災害の危険性を広範囲に調べる場合に有効です。本研究の成果は、学会誌や講演会等を通じて情報発信するとともに、林野庁の治山行政にフィードバックされています。

参考文献

Asano, S.、Ochiai, H. 2008 Influences of earthquake motion on slopes in a hilly area during the Mid-Niigata Prefecture Earthquake 2004. Landslides and Engineered Slopes, 1:1375-1379

浅野志穂 2009 地震動と崩壊のメカニズム 森林科学 56:7-10

浅野志穂、落合博貴、岡田康彦 2010 埋没谷斜面における地震動観測、日本地すべり学会研究発表会講演集 49:245

脚注

※地震加速度：地震の揺れの速度の変化率で、物体に働く力は加速度に比例して大きくなる。

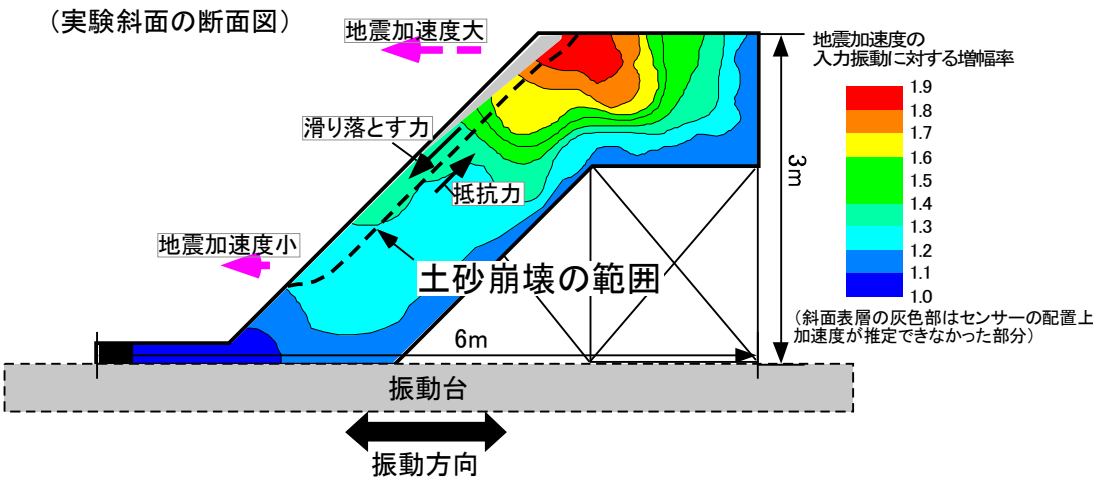


図１　斜面の地震時崩壊実験による地震加速度の増幅率の分布と崩壊発生位置

説明：実験により、斜面上部で地震加速度が増幅し、崩壊の発生源となることが分かりました。

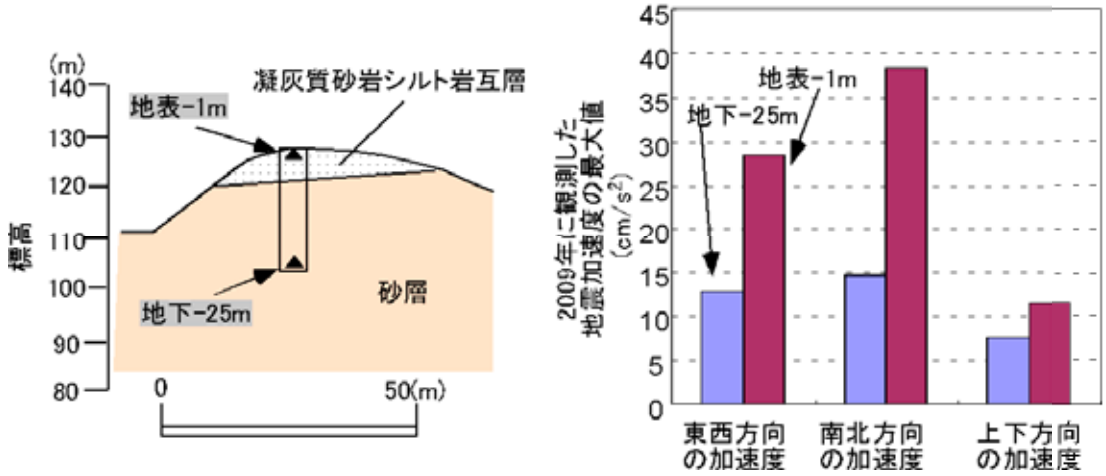


図２　地震観測地の断面図と観測した地震加速度の最大値の比較

説明：現地観測により、山稜では地下 -25m から地表 -1m にかけて地震の揺れが増幅し、その増幅量は方向で異なることが分かりました。

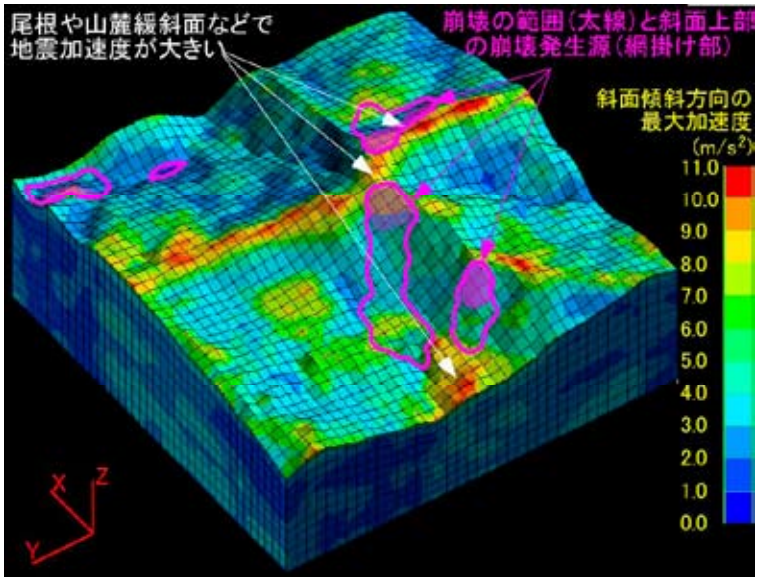


図３　数値シミュレーションによる崩壊山地における地震加速度の分布特性

説明：崩壊は斜面上部で発生し、崩壊の発生場所付近では斜面の傾斜方向の地震加速度が大きくなりやすいことが分かりました。

深層崩壊発生危険斜面を探る

水土保全研究領域　大丸裕武、村上　亘
関西支所　黒川　潮

近年、西日本を中心に記録的な豪雨によって深層崩壊が多く発生しており、深層崩壊の予測手法の開発が求められています。本研究では、近年登場した航空機レーザー測量技術によって、深層崩壊が発生する斜面の微地形の特徴を明らかにするとともに、地震時に斜面の重力変形が特に進行する場合があることを明らかにしました。また、過去 60 年間に蓄積された空中写真や衛星データから斜面の時間的な変動を解析し、大規模な深層崩壊が発生する前に前兆的な地形変化が見られる場合があることを明らかにしました。

はじめに

最近記録的な大雨が各地で観測されるようになり、地下深くの岩盤にまで達する深層崩壊の発生が目立つようになりました。今後、温暖化の進行によって豪雨頻度が増えて深層崩壊が多発することが懸念されるため、深層崩壊の予測手法の開発が急がれています。

深層崩壊をとらえる

深層崩壊の多くは、多数の割れ目を伴う脆弱化した岩盤で発生しています。深層崩壊が発生するような険しい山地は、隆起する一方で自らの重さによってつぶれるように変形するため、変形の際にできたひび割れがいたる所にあります。このような、ひび割れが作る微地形を探すことで、深層崩壊の危険度が高い斜面を予測することが可能です。特に、山体の稜線部が自重によってへこんでできる細長い凹地（線状凹地）は、山体の重力変形を知るための重要な手がかりになります。近年では、航空機レーザー測量技術によって、これまでよくみえなかった樹冠下の微地形を詳しく観察できるようになりました。図１は長野・新潟県境付近の蒲原山の森林内にみられる線状凹地で、山体が姫川側の東方に傾動していることがわかります。また、航空機レーザー測量を繰り返し行うことによって、重力変形の時間的変化を捉えることも可能になりました。図２は 2008 年の岩手・宮城内陸地震によって、山地稜線にあった線状凹地の中で新たに亀裂が発生した例です。これまで、山体の重力変形がいつ起きるかについては不明の点が多かったのですが、地震時に重力変形がとくに進行する場合があることを明らかにしました。

しかし、重力変形による傷跡は山地の各所にあり、実際にはそのような地形があってもすぐには崩壊しない斜面が大部分です。災害予測のためには、危険な斜面をさらに絞り込む必要があります。そこで多くの深層崩壊が見られる大井川流域の山地について、空中写真や衛星画像を用いて過去60年間の変化を解析しました。その結果、崩壊前に小崩壊が発生する例（図３）や崩壊斜面の周辺で亀裂が拡大する例（図４）がたくさん見つかりました。このように、深層崩壊の中には一気に崩壊するのではなく、ほころびが徐々に拡大する形で段階的に崩れていくものが見られます。このような崩壊について、は前兆現象を見つけることで危険斜面をさらに絞り込める可能性があることから、山地災害危険地予測の精度の向上につながります。

参考文献

大丸裕武 (2008) 年代別空中写真からみた深層崩壊発生斜面の動態－大井川中流域の崩壊地を例に－．水利科学，302，72-87..

Murakami, W., Daimaru, H. and Matsuura, S. (2008) Characteristics of Landslides in the Gamaharazawa Area in the Northern Fossa-Magna Region by LiDAR DEM. Proceedings of the International Conference on Management of Landslide Hazard in the Asia-Pacific Region，282-291.

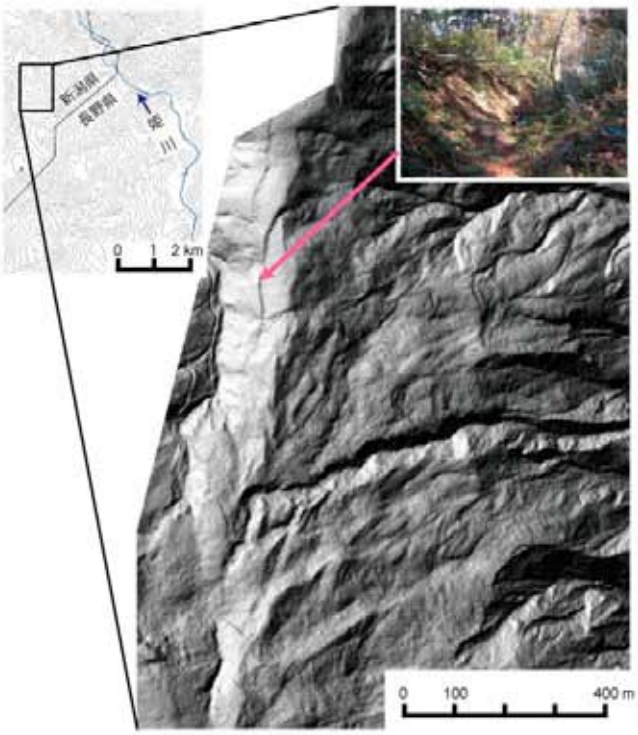


図１　長野・新潟県境の蒲原山北方の航空機レーザー測量による陰影図。空中写真ではわからない林内の線状凹地（右上写真）が鮮明に捉えられており、稜線部が姫川側に向かってずれていることがわかります。

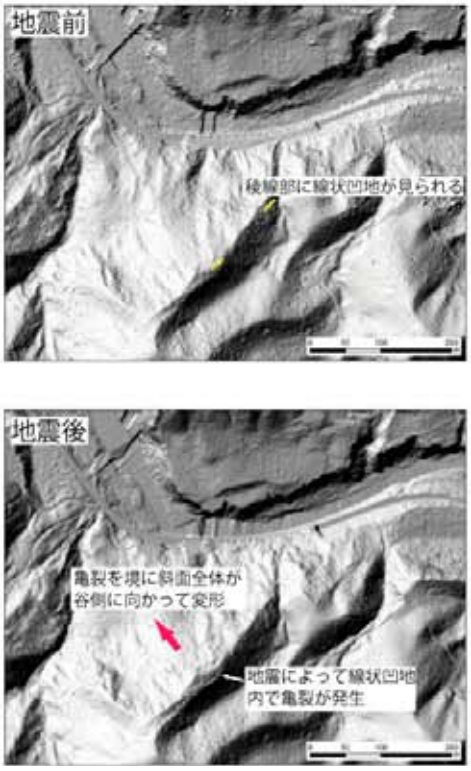


図２　2008 年岩手・宮城内陸地震による栗駒ダム西方の尾根斜面の変形。地震によって稜線部の古い線状凹地内で亀裂が発生して斜面全体が北西方向に向かって変形したことがうかがわれます。

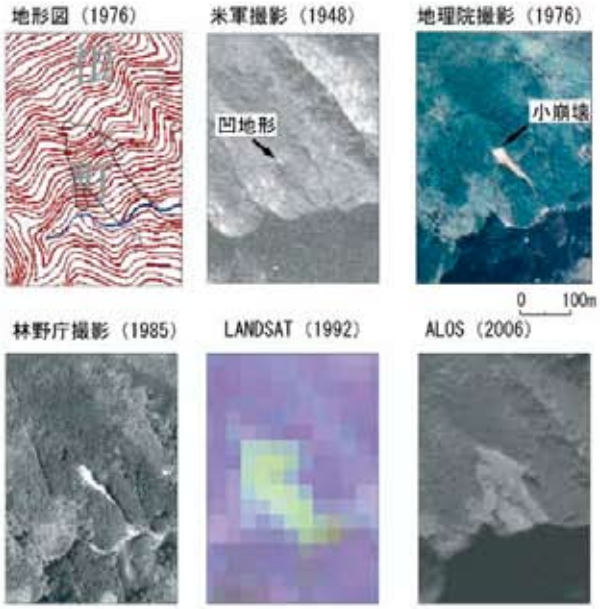


図３　榛原川に見られる崩壊発生斜面の時間的変化。大規模な崩壊発生に先行して、崩壊発生斜面の下部に小崩壊が発生しているのがわかります。

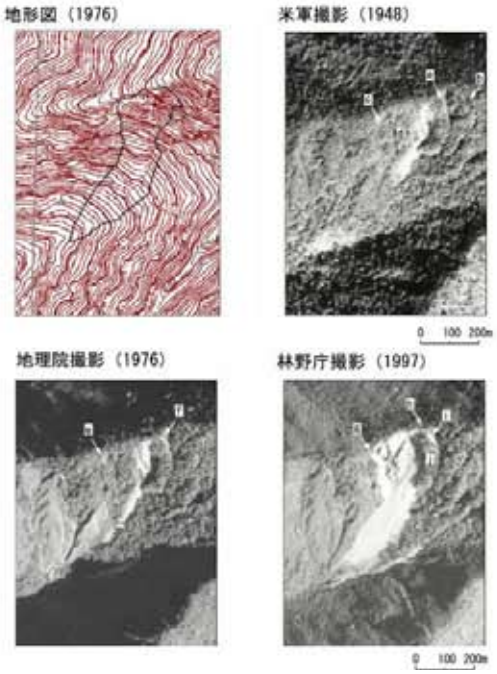


図４　大井川上流の朝日岳付近に見られる崩壊発生斜面の時間的変化。崩壊が拡大する前に亀裂に由来する線状の植生パターンが出現しているのがわかります。

2008 年岩手・宮城内陸地震により発生した土砂災害

水土保全研究領域　三森利昭、大丸裕武、小川泰浩、村上　亘、岡田康彦、多田泰之
東北支所　野口正二、岡本　隆、安田幸生
関西支所　黒川　潮
九州支所　浅野志穂

2008 年 6 月 14 日午前 8 時 43 分に岩手県南部の内陸部を震源とする地震 (M7.2) が発生し、死者 17 名、行方不明 6 名という大きな被害が生じました。この地震では、建物への被害は少なく、山地での崩壊と土石流による被害が主でした。今回の地震は、東北内陸部火山地帯での潜在的な活断層の活動によって起きました。このような潜在的な活断層と火山堆積物を主とする地質の組合せは国内に広く存在し、類似の災害を未然に防ぐ行政的な観点から研究対応が求められています。このため、本地震における土砂災害を集約して地質・地形などの影響を分析し災害のメカニズムを明らかにするとともに、危険度評価技術の開発を行いました。

はじめに

災害直後に撮影した航空写真と陸域観測技術衛星「だいち」（略称：ALOS）の衛星可視光画像を用いて、岩手・宮城・秋田にまたがる被災区域のほぼ全域から、箇所数：11,163 箇所、面積：138,4762,000 ㎡にのぼる崩壊地を目視によって独自に抽出し、GIS 上に記載しました。これと地質図、地形図など崩壊の発生に関与する他のデータを重ね合わせることで、各要因の影響解析が可能となる「山地災害データベース」を作成しました。

崩壊箇所の特徴

この GIS データベースを用いて求めた地質別の崩壊発生状況では、「北川溶結凝灰岩及び相当層」と「湖成層」での崩壊発生率が 3% 近くに達しており、両地質での崩壊が突出して多い事が判明しました。地質と崩壊を重ね合わせた図１では、特に、南部の一迫川流域から三迫川流域にかけて両層の境界付近で崩壊が多発しているのがわかります。両層は新生代第三紀から第四紀にかけての堆積層で、特に「湖成層」は軟弱な地層であり、地震時の破壊強度も低いことがわかりました。このように、柔らかく軽い「湖成層」の上に、堅くて重い「溶結凝灰岩」が乗っている地質構造（キャップロック構造といいます）で、さらに、急勾配の箇所が崩壊・地すべりを多く発生させていることを、現地調査によって確認しました。また、軟質岩中に崩壊には至らない程度の岩盤すべり（変形）が発生している箇所も多数見いだされ、今後の豪雨、地震の際には注意が必要であることも明らかにしました。

被災した区域全体は、傾斜 10 ～ 20 度にピークを持つなだらかな地形であったのに対し、崩壊の発生件数では、傾斜 30 ～ 40 度での頻度が最も高く、急勾配で発生しており、従来の地震災害（例えば中越地震災害）と同様の傾向がありました。一方、傾斜による崩壊の起こりやすさを示す発生率では、45 度を超える斜面で急増する傾向があり、先に述べたキャップロック構造を反映した結果となりました。(図２）

以上の結果から、崩壊の発生に大きな影響を与えていた地質・地形（傾斜）区分別の崩壊発生率をもとに、危険度マップを作成しました（図３）。この成果は東北森林管理局に提供され災害復旧に役立てられます。

（注）キャップロック構造：軽くて軟弱な地層の上に重くて堅い地層が乗っている地質構造。ちょうど豆腐の上におもりを載せたような構造で、地震時のように揺らすと簡単につぶれて破壊します。

予算区分：交付金プロジェクト
課題名：「岩手・宮城内陸地震によって発生した土砂災害の特徴と発生機構に関する研究」による成果です。

参考文献

三森利昭ら (2010)：2008 年岩手・宮城内陸地震による土砂災害、水利科学、No. 314、p.105-127.
野口正二ら (2010)：2008 年岩手・宮城内陸地震前後における災害地周辺の先行土湿、砂防学会誌、Vol.63、No.1、p. 39-43.

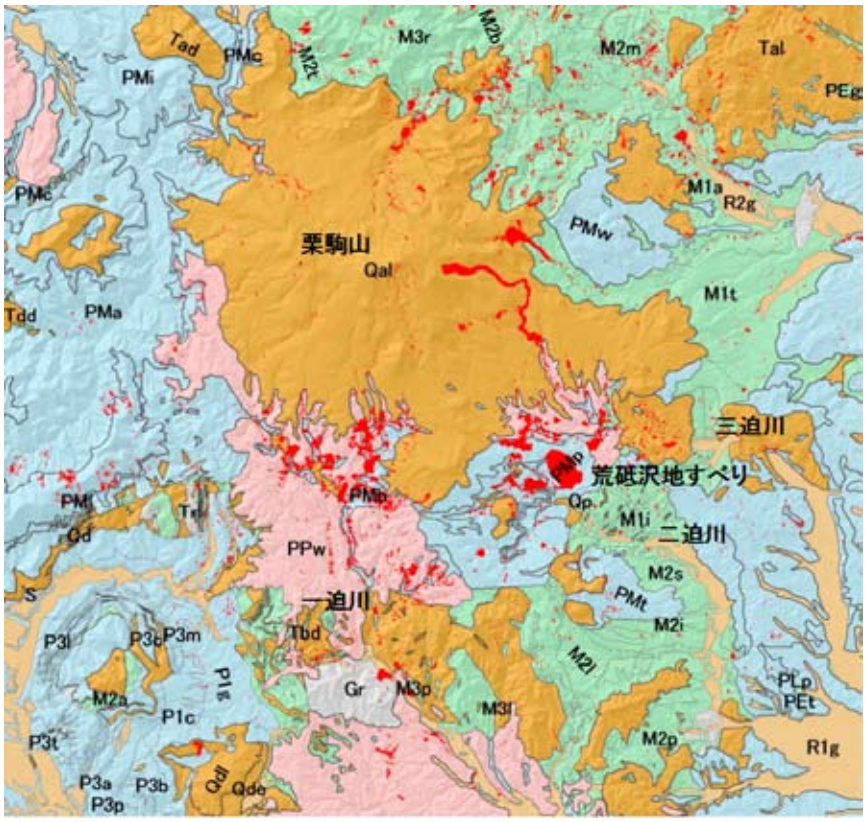


図１．崩壊と地質の関係
ピンク色の北川溶結凝灰岩と水色の湖成層との境界付近で崩壊 (赤色) が多数発生しています。

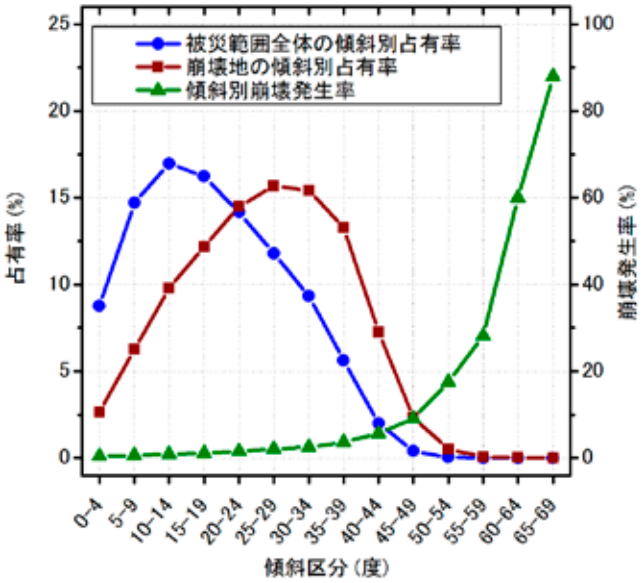


図２．傾斜区分別の占有率、崩壊発生率
被災地全体の傾斜別占有率（面積率）のピークは、10 ～ 14 度で比較的なだらかな地形であることを示しています。崩壊地の傾斜別占有率は被災地全体より高く、25 ～ 29 度がピークとなっています。崩壊の発生率は、傾斜が急になるほど大きくなります。65 度以上ではほぼ 9 割の斜面で崩壊が発生していました。

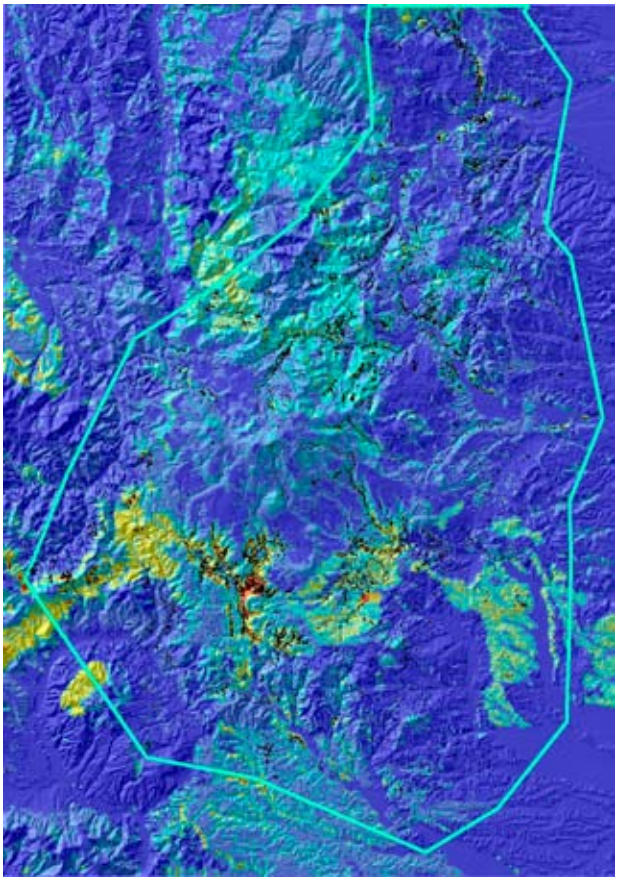


図３．今回の地震による崩壊の発生率を示した危険度マップ。青の発生率が低く、黄、赤の順に発生率が高くなります。

土石流がより遠くまで流れるメカニズム ならびに治山堰堤が土石流を捕捉する機能を実証

水土保全研究領域　　岡田康彦

我が国では、集中豪雨が発生する度に多くの土石流が発生します。土石流は緩い斜面でも遠方まで流れるため、しばしば大災害をもたらします。国民の生命、財産を土石流災害から守るためには、土石流が長距離を流下するメカニズムを解明する他、山地を保全するための治山堰堤が土石流に対してどのような機能を持つかを明らかにする必要があります。
そこで、大型の水路を用いて人為的に土砂を流下させる物理実験を行い、流れる土砂の種類により流下距離が大きく異なること、治山堰堤の背後の堆砂内の水分条件の違いに対応して治山堰堤で捕捉される土砂の量が異なることを明らかにしました。

土石流による被害を軽減し国民の安心・安全を守るためには、土石流が長距離を流下するメカニズムの解明が必要です。また、山地には斜面を保全する治山堰堤が数多く設置されています。しかし、治山堰堤が土石流に対してどの様な機能を発揮するのかわかっていませんでした。そこで、土石流が頻発している鹿児島県桜島を想定した大型の水路（図１）を用いて人為的に土砂を流下させる物理実験を行って解析しました。

土石流が長距離流下するメカニズム

用いた材料は、実際に土石流が発生している桜島の山地渓流から採取した軽石、および軽石と火山灰の混合試料です。軽石が数 cm の大きさであるのに対し、火山灰は 0.1mm 以下の細かい土を多く含みます。粗い粒子の軽石のみからなる試料、および軽石に火山灰を混ぜた（体積にして約 10%）試料を、各々流下させたところ、以下のように、流下中に発生する水圧が両者で大きく異なり、最終的な流下距離もかなり違う結果になりました。

- 軽石のみの試料では、水圧の上昇が認められなかったのに対し、混合試料では過剰に高い水圧が発生し、土粒子同士の摩擦抵抗が軽減されました。
- 軽石試料では、水路幅が狭くなる場所で目詰まりを起こし、遠くまで流れませんでした。一方、混合試料では、狭窄部もスムーズに通過して流下距離が長くなりました（図２）。
- 混合試料でみられた過剰な水圧の上昇は、火山灰が水に浮遊して重たい液体（泥水）になったこと、火山灰が混合することで土砂内部で一時的に上昇した水圧が低下しにくくなったことが主な原因であると明らかになりました。

軽石に火山灰のような細かい土が混合されると、一時的に水圧が過剰に上昇し、狭窄部でもスムーズに通過が可能となる程度にまで液体に近い状態に変化して、長距離流下することが明らかになりました。

治山堰堤による土石流の捕捉

人工水路の土石流が流走する場所に治山堰堤模型を設置して（図３）、治山堰堤が土石流を捕捉する機能を解析しました。流下させた土砂ならびに治山堰堤模型の背後に与えた堆砂双方とも、用いた材料は桜島で採取した軽石です。治山堰堤背後の堆砂を水で飽和させた条件で土砂を流下させた結果、多くの土砂が治山堰堤を乗り越えて流下しました。一方、治山堰堤背後の堆砂を空気が多く混在する条件（水で飽和していない状態）で土砂を流下させたところ、ほとんどの土砂が治山堰堤により捕捉され、流下が抑止されました。このことから、治山堰堤背後の堆砂の水分条件をうまく制御すれば、土石流を捕捉する機能が強化され防災施設としてより有効になることがわかりました。

土石流対策の高度化に向けて

観測史上最高の雨量といった極端な集中豪雨の発生回数が増加している中、国民の生命と財産を守り、安心して暮らせる防災社会を形成していくためには、物理現象のメカニズム解明、対応する防災施設の機能強化が欠かせません。本研究で得られた成果はこれらに貢献するものです。地域住民への啓蒙活動などのソフト対策に加えて、既存のハード施設を効率的に利用して機能を強化することの重要性が増す中、物理的手法、数値計算手法など多角的な手法を用いて土石流対策を発展させることが緊要であり、本研究成果はその基盤となるものです。

本研究の詳細は、岡田＆落合 (2007) 土砂流下実験における間隙水圧の動的変化と流下土砂の運動特性 . 日本地すべり学会誌 . 44(1):15-24. ならびに Okada&Ochiai (2008) Flow characteristics of 2-phase granular mass flows from model flume tests. Engineering Geology. 97(1):1-14. をご覧下さい。

図１　土石流実験に用いた大型の人工水路の全景
全長 13m（水平部長さ 8m、勾配可変部長さ 5m）、幅 0.6m

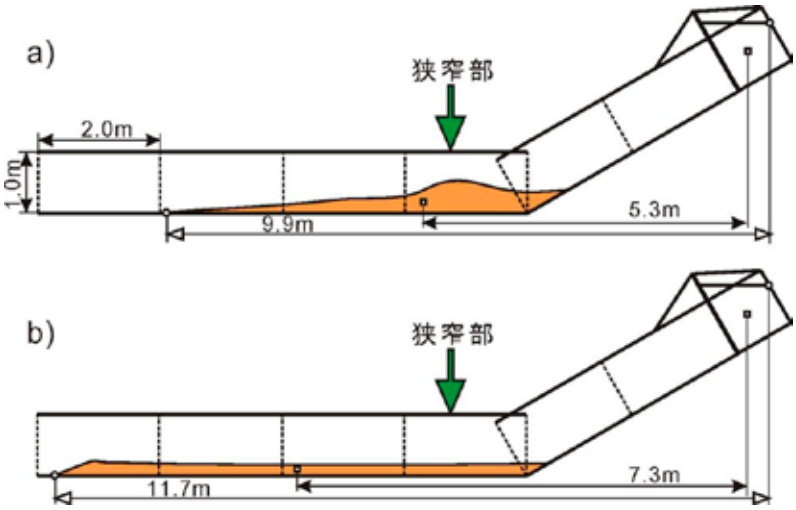


図２　土石流実験終了時における土砂の堆積の様子
a) 軽石試料：土砂は狭窄部で目詰まりを起こし大半が停止（到達距離は 9.9m）
b) 軽石と火山灰の混合試料：土砂は狭窄部をスムーズに通過し水路水平部の左端付近にまで到達（到達距離にして 11.7m）。到達距離が増大すると共に、長距離運動した土砂が増加。

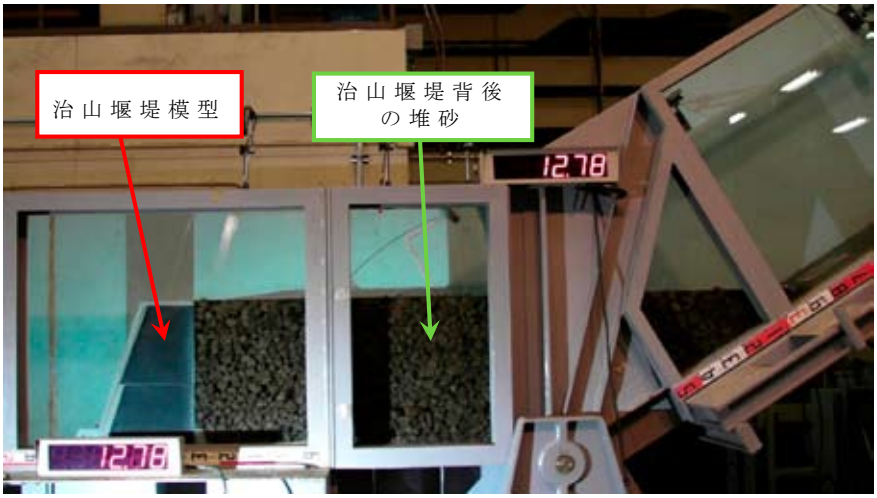


図３　水路の流走域に設置した治山堰堤模型およびその背後堆砂の様子

新たなクロマツ海岸林管理に向けて

気象環境研究領域　坂本知己、島田和則、野口宏典
九州支所　萩野裕章

白砂青松の景観として親しまれてきたクロマツ海岸林は、飛砂害を防ぎ強風を和らげることで、耕作地や宅地を増やし、作物や家屋を守ってきました。しかしながら、海岸林が津波被害を軽減する機能も考慮した場合、これまでの単純なクロマツ林が最善と限りません。また、クロマツ海岸林は、マツ材線虫病の防除と被害跡地での再造成とに多くの手間と費用がかけられています。この負担を軽減する一つの方法として、広葉樹林化することが考えられます。そこで、大型水路実験と数値シミュレーションを行い、津波被害を軽減する林の姿として、枝の枯れ上がっていない樹形の有効性を明らかにし、また、樹種特性を整理することで広葉樹林化に適した樹種を適切に選定する方法を開発しました。

津波被害軽減に向けて

実物のクロマツを用いた水路実験を行ないました。その結果、津波を模した流水に対するクロマツの葉と枝それぞれの抵抗力、量（投影面積）との間の比例関係を数値的に明らかにしました。

海岸林での測定からクロマツのそれぞれの部位（幹、葉、枝）の量（投影面積）を求めました。幹では基本的に上方に向って減少する傾向が、葉と枝では内陸側に比べて海側林縁付近が鉛直方向の分布域が広く、高さ当たりの値も大きい傾向がみられました。

上で得られたクロマツの流水に対する抵抗特性と、クロマツの量の高さ分布を津波氾濫流の数値計算に組み入れたことによって、より高い信頼性を持って、林の状況や林帯幅の変化が氾濫流へ及ぼす影響を予測することができます（図１、図２、図３）。計算結果から、海岸林が津波氾濫流を減衰させる機能を果たす上で枝葉の量が重要であることが数値的に明らかになりました。

以上の成果に基づいて、枝の枯れ上がりの少ない樹木を林の中に配置するなど、海岸林の津波災害軽減機能を効果的に発揮させる方法を行政機関等に提案していきます。

クロマツ海岸林の広葉樹林化に向けて

クロマツのように海岸の厳しい環境下でも生育でき、かつ最大樹高が大きい樹種は他に知られていません。しかし、クロマツは外来のマツノザイセンチュウへの耐性がなく、北海道と青森県を除く各地で松枯れの被害が拡がっています。そこで以下の手順で、松枯れ発生地域のクロマツ海岸林を広葉樹林化する際の、適切な樹種選択法を検討しました。まず、種ごとに潮風や埋砂等に対する耐性や種としての最大樹高などの種特性を整理しました（表１）。次に、地形や周辺状況に左右されない指標として現状のクロマツの樹高を用い、クロマツ海岸林を汀線側から内陸に向かってゾーニングを行い、ゾーンごとに適した樹種を当てはめました（図４）。表１の縦の並びは種ごとの最大樹高、横は海岸での耐性でそれぞれランクづけをしています。表１と図６とあわせてみると、ランクＡ（Ａ－Ⅰ～Ａ－Ⅳ）、の樹種は、海側の林縁からクロマツとの置き換えは可能であると考えられ、ランクＢ（Ｂ－Ⅰ～Ｂ－Ⅴ）の樹種も内陸側では置き換えが可能と考えられました。

以上のように、クロマツ海岸林の広葉樹林化に向けて、クロマツの樹高に基づいたゾーニングによる樹種選択方法を開発しました。

この成果は、海岸林管理指針の一部としてとりまとめ、海岸林を管理する行政機関や NPO 等に配布します。

詳しくは、野口宏典ほか (2008) 関東森林研究 59:242-245、野口宏典ほか (2009) 日本森林学会学術講演集 120:847、野口宏典ほか (2010) 日本森林学会学術講演集 121:773、島田和則ら（2010）海岸林学会誌 9(1):25-30 をご覧ください。

表１　ゾーニングのための樹種区分

海岸での耐性			A: 最前縁で耐性がある	B: 最前縁で耐性はないが，海側に樹木または工作物等があれば生育する	C: 海岸で生育困難
最大樹高区分	Ⅰ	2m	マルバグミ，クコ，ハマナス，ハマゴウ，*ハイネズ*	ヤツデ，ガクアジサイ	キハギ，*ノイバラ*，ヤマハギ
	Ⅱ	5m	オオバマサキ，シャリンバイ，トベラ，ハマヒサカキ，マサキ，マルバシャリンバイ，アキグミ	アズマネザサ，オオバイボタ，ネズミモチ	カマツカ，ニシキギ，ニワトコ
	Ⅲ	10m	ウバメガシ	サンゴジュ，ヒメユズリハ，ヤブツバキ，ネムノキ	ヒイラギ
	Ⅳ	15m	カシワ，*ビャクシン*	モッコク，カクレミノ，シロダモ，ヒサカキ，ユズリハ，アカメガシワ	
	Ⅴ	20m 以上	*クロマツ*	アカガシ，クロガネモチ，スダジイ，タブノキ，モチノキ，オオシマザクラ，エゾイタヤ，エノキ，コナラ，ハリギリ，ミズナラ，ヤチダモ（湿性地），ヤマザクラ，*アカエゾマツ*，*アカマツ*，*トドマツ*	ヤマモミジ，コブシ，シラカシ，*スギ*，*ヒノキ*，*モミ*

潮風や埋砂等に対する耐性や、種としての最大樹高などの種特性を整理しました。斜体は針葉樹、他は広葉樹です。
グレーの部分は、海岸防災林をつくる上で残す優先度が低い樹種です。この表には地域性は反映していません。

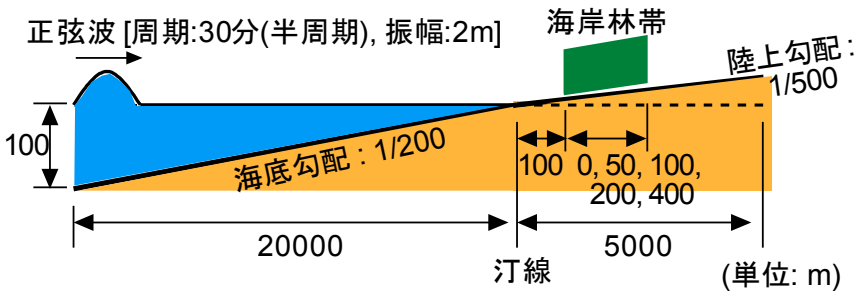


図 1. 主な計算条件
地形、津波や林帯の条件を設定して計算を行ないました。クロマツの投影面積の高さ分布と林帯幅は条件を変更して計算を繰り返しました。

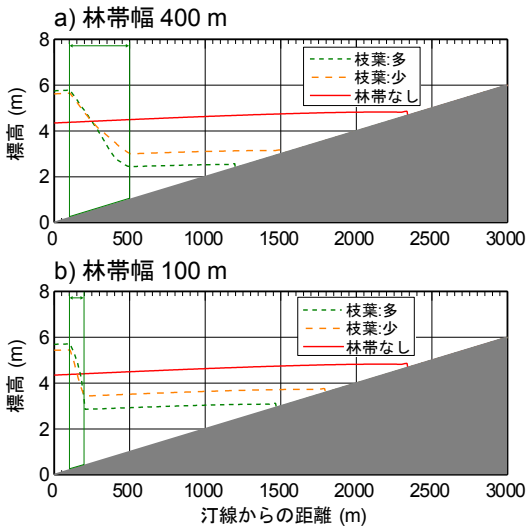


図 2. 津波氾濫流の最高水面の計算結果
林帯幅が大きい場合や枝葉が多い場合の方が、氾濫流の最高水面が抑えられる様子が数値的に明らかになりました。

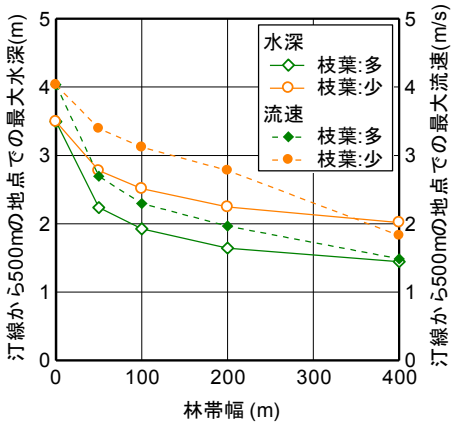


図 3. 汀線から 500m 内陸側の地点の最大水深、最大流速と林帯幅の関係
最大水深、最大流速ともに、枝葉が多い方が小さく、林帯幅が増加すると減少しました。

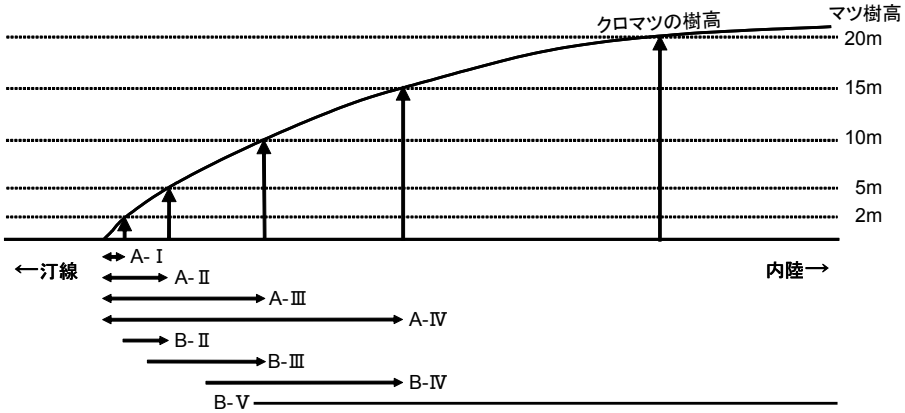


図４　クロマツと置き換えられる広葉樹のタイプ
クロマツの樹高を指標に、クロマツ海岸林をゾーニングしました。各記号（表１の記号と対応）は、各ゾーンにおいてクロマツと置き換えられる広葉樹のタイプを示します。

雪崩災害を軽減する森林のはたらき

十日町試験地　　竹内由香里

2008 年に新潟県妙高山域の幕ノ沢で発生した大規模な表層雪崩で、多数のスギ林が倒壊しました。これまでデータが乏しく、詳しいことがわかっていない森林の表層雪崩に対する減勢効果を調べる目的で、雪崩によるスギ林の倒壊状況を解析しました。スギの損壊は、雪崩が流入した林縁付近で甚大で、林内へ入るにつれて軽微となり、雪崩の痕跡は林縁から 130 m 付近で途絶えたことがわかりました。調査結果にもとづいて、スギの幹が折れるのに必要な力から雪崩の速度を計算した結果、雪崩は高さが 17 m 以上に達する雪煙を伴って 30 m s^{-1} 以上の速度でスギ林に流入し、林内を進みながら減速して、林縁から 130 m 付近で停止したことが推定できました。このようなデータを蓄積することは、減勢効果の高い森林を造成し、雪崩災害を軽減するのに役立ちます。

大規模な表層雪崩の観測

雪崩は、斜面に積もった積雪が重力の作用により崩れ落ちる自然現象で、斜面下方の雪を取り込みながら高速で流下します。森林や構造物を破壊して大きな災害をもたらすこともあります。新潟県南西部にある妙高山域の幕ノ沢では大規模な雪崩が多発するため、試験地を設置して雪崩の発生を検知する観測や気象観測を行なっています。2008 年 2 月に幕ノ沢で発生した大規模な表層雪崩※は、標高差 900 m、地図上で 3000 m の距離を流下しました（写真 1）。約 10 ha の範囲に 5 ～ 10 万 t もの雪を堆積させ、国内だけでなく海外の事例と比較しても非常に大規模な雪崩でした。この雪崩の一部はスギ林に流入し、多数のスギが倒壊しましたが、雪崩は林内で止まり、スギ林より下流へは達していないことがわかりました。

森林と雪崩の関係

森林には雪崩の発生を防ぐ働きと、流下する雪崩の進行を妨げ速度を落とすことで、雪崩の破壊力を弱める働きがあると考えられます。雪崩の災害を防止するにはどれ位の広さの森林が必要なのかは、雪崩の種類や規模、森林を構成する樹種や樹齢、立木密度などの条件によって異なると考えられますが、詳しいことはわかっていません。森林が表層雪崩の破壊力を弱める働きを明らかにするために、幕ノ沢の雪崩が流入したスギ林の倒壊状況を解析しました。

スギ林内の雪崩の速度変化

スギの損壊は、雪崩が流入した林縁付近で最も甚大でした。林縁では高さ 17m の枝が折れ、直径 70 cm の幹が折れていて、雪崩の大きさを物語っていました（写真 2）。林の奥へ入っていくと、太い幹は折れず、細い幹や枝だけが折れていました。調査結果に基づいて、雪崩がスギ林に流入してから停止するまでの速度の変化を計算しました。スギの幹が折れるのに必要な力をもとに雪崩の速度を計算した結果、雪崩は高さが 17m 以上に達する雪煙を伴って秒速 30m 以上の速度でスギ林に流入し、林内を進みながら減速して、林縁から 130m 付近で停止したことが推定できました（図 1）。このようなデータを蓄積し、雪崩に対する森林の減勢効果について定量的な知見を得ることは、より効果の高い森林を造成し、災害を軽減するのに役立ちます。

参考文献

竹内由香里・平島寛行・和泉薫・上石勲・河島克久・山口悟・宮崎伸夫・西村浩一・Evgeniy Podolskiy・鈴木貴・村上茂樹・遠藤八十一　2009　妙高山域の幕ノ沢で 2008 年 2 月に発生した大規模な乾雪表層雪崩．雪氷、71: 167-176.

竹内由香里・鳥田宏行・西村浩一・坂本知己・萩野裕章・後藤義明・村上茂樹・遠藤八十一　2010　妙高山域幕ノ沢の大規模表層雪崩によるスギ林の倒壊状況と雪崩速度の推定．雪氷、72: 115-125.

竹内由香里　2010　シリーズ「近年の土砂災害」－妙高山域の幕ノ沢における大規模雪崩－　水利科学、315: 39-57.

※脚注：表層雪崩は発生時の滑り面の位置が積雪層内部である雪崩。滑り面が地面である全層雪崩に比べて、一般的に高速で破壊力が大きく、流下距離が長い。

写真１　大規模な表層雪崩が発生した妙高・幕ノ沢
雪崩の発生区は標高約 1700 m、最長到達点は標高約 770 m。2 本の曲線は雪崩の主要な流下経路。雪崩は約 3000 m を流下しました。

写真２　雪崩で倒壊したスギ林の様子

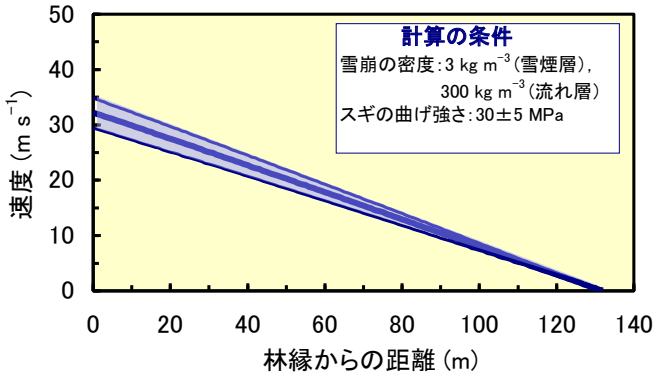


図１　スギの幹が折れるのに必要な力から推定した雪崩の速度変化
雪崩は秒速 30 m 以上の速度でスギ林に流入。林内を進みながら減速し、林縁から 130 m 付近で停止しました。

在来の植物と共生微生物を活用した荒廃地の早期緑化技術

森林微生物研究領域　山中高史、赤間慶子
水土保全研究領域　小川泰浩
関西支所　黒川　潮

樹木の根には、植物の成長を助ける菌が感染して「菌根」を作ります。これらの菌は菌根菌と呼ばれ土壌中に普通に存在しています。しかし、自然災害などの影響を受けて土壌中の菌根菌が消失している場合、人為的に菌根菌を感染させて、植物の生育を向上させることが必要です。菌根菌を植生回復事業に活用することを目的に菌根菌を樹木に接種して菌根を形成させるまでを説明するマニュアルを作成するとともに、伊豆諸島三宅島の噴火跡地の植生回復に、島固有の植物と、それら植物に共生する菌根菌などの土壌微生物を活用する緑化手法を開発しました。

野外で生育する樹木の細根には、植物の成長を助ける菌が、根を覆うように感染して「菌根」（写真１）を作ります。菌根を形成する菌は菌根菌と呼ばれ、土壌中に普通に存在しています。しかし、火山噴火や土砂流出などの自然災害を受けて土壌中の菌根菌が消失している場合には、その跡に、防災のために植栽した苗に菌根が形成されず、苗の生育や定着が不良になるなどの問題が生じます。そのとき人為的に菌根菌を感染させた苗を用いれば、植物の生育を画期的に向上させることが可能です（写真２）。

樹種と菌根菌の選択

植生の回復に菌根感染苗を導入するに当たっては、地域の生物多様性を保全する観点から、元々その場所に生育している樹木や菌を用いることが必要です。樹種と菌根菌の選択から、現場からの菌の分離と培養、樹木苗へ接種して菌根を形成させるまでの手法をとりまとめて、「菌根形成・管理マニュアル」を作成し、森林総合研究所のホームページで公開しています（写真３）（http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/kanko/chuki-seika/2ki/chukiseika2ki-15.pdf）。

2000 年三宅島噴火による荒廃地の早期緑化技術

2000 年の三宅島噴火の結果、厚く堆積した火山灰層は、その表面が固く、しかも酸性化しており、このままでは植物が生育できない環境でした。また雨水も下層へ浸透しないで表面を流れ、それに伴って土壌が削り取られ浸食が進んで、二次災害の原因にもなります。そこで火山灰層を掘り起こして、噴火前の地表を露出させ、三宅島固有の植物種子の散布や苗の植栽を行いました（図１）。噴火前の表層土壌中には、火山噴火後でも共生微生物が生き残っており、緑化して２年後には、その共生微生物の感染が認められ、現在も火山ガスの影響下でも枯死することなく生育しています。また、噴火前の表土層は浸透性も高く、土壌侵食を抑止することができました。火山灰が堆積した山腹はこれまで緑化が非常に困難でしたが、今回の手法は早期緑化を可能にする技術といえます。

黒川ら（２０１０）２０００年三宅島噴火災害とその後の復旧、水利科学 54(1)、63-79.
Yamanaka, T. and Okabe, H. (2006) Distribution of Frankia, ectomycorrhizal fungi, and bacteria in soil after the eruption of Miyake-Jima (Izu Islands, Japan) in 2000. Journal of Forest Research 11, 21-26.

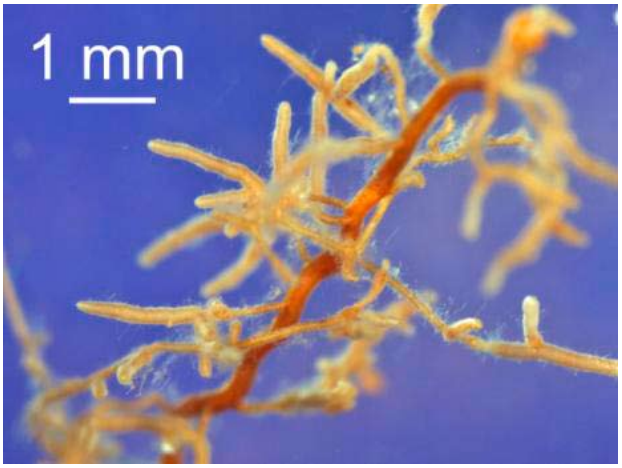


写真１．ウラムラサキ菌接種によりコナラ細根に形成された菌根（周囲を菌に覆われてやや肥大した部分）

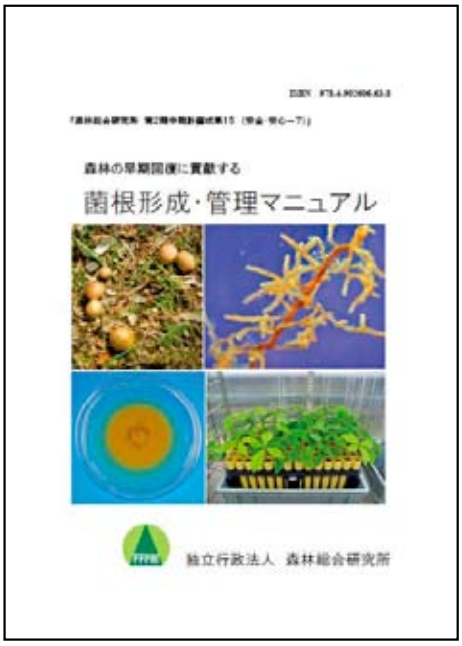


写真３．菌根形成・管理マニュアル

写真２．オオバヤシャブシ成長への菌根菌の接種効果。左，外生菌根菌接種；右，非接種

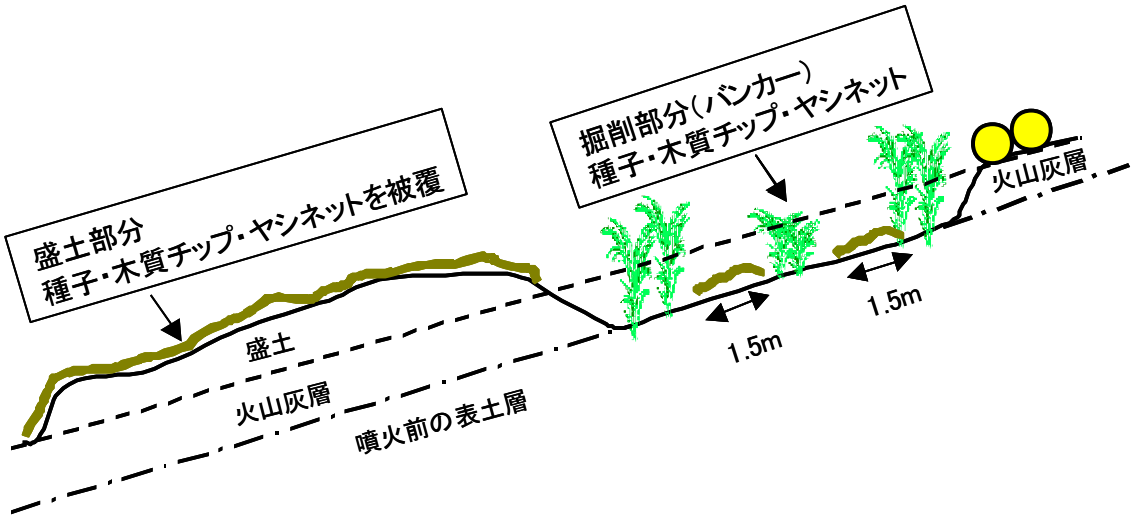


図１三宅島における緑化方法の概要

林野火災を発見し自動通報するシステムの開発

気象環境研究領域　後藤義明
東京大学　沢田治雄

林野火災による被害を減らすためには、林野火災が起きやすい状態にある森林を見つけだすことや、発生した火災をすぐに発見して小さいうちに消火することが大切です。そこで林野火災が発生しやすくなっている森林を特定するとともに、火災が見つかった場合にはただちに通報するシステムを開発しました。このシステムでは人工衛星を利用して全国の森林を監視し、森林の乾燥状態から火災発生の危険度を推定します。さらに火災の発生地点を見つけだします。これらの情報はWeb上でいつでも確認することができます。火災の発生情報は、関係する機関に電子メールで自動送信されます。このシステムは林野火災の被害を減らすことに役立てられます。

林野火災の被害を減らすには

日本では毎年2,000件ほどの林野火災が発生し、焼失面積は約1,000ha、損害額は約5億円に達しています。林野火災による被害を減らすためには、乾燥して燃えやすくなっている森林を見つけだし、森林に入る人に注意を呼びかけたり、火を使わないようにするなどの対策が必要です。また、運悪く火災が発生してしまった場合でも、早期に発見してまだ小さいうちに消火することが重要です。人家に近い里山などで発生した火災は、人によって発見される機会も多いのですが、発生場所が奥山であったり、夜に発生した場合などは、発見が遅れて大規模な火災になることがあります。そこで、人工衛星を利用して広域に監視を行うことで、林野火災の被害を減らすためのシステムを開発しました。

森林の燃えやすさを推定する

雨が降らずに乾燥した日が長く続くと、森林は非常に燃えやすくなります。そこで地球観測衛星テラとアクアから得られる画像を解析して、森林の乾燥の程度を推定し、植生乾燥度図を作成しました（図左中）。この図は植生の乾燥度合いを「高（乾燥が厳しい）」、「中（乾燥の傾向にある）」、「低（乾燥していない）」、「積雪域・雲域など」、「水域その他」という区分で示しています。この図は約1週間間隔で更新されます。

林野火災を発見し通報する

火災が発生し森林が燃えだすと、人工衛星データではホットスポット（高温地点）として検出されます（図右中）。このシステムでは、テラとアクアに加え、気象観測衛星ノア（12、15、17、18号の4機）を利用してホットスポットを見つけだし、火災が発生した場所を特定します。1日におおよそ10回ほどの観測の機会があり、日本全国を同時に観測しますし、夜も観測するので、夜間に発生した火災でも発見が可能です。火災が発見された場合には、最新の火災発生地点情報として地図上に示されます。同時に、火災発生地点の都道府県、およびその地点から10kmの範囲に入る都道府県の関係機関には、火災の発生を知らせる電子メールが送信されます。こうした作業は、システムにより完全自動で行われます。このシステムは、林野火災を発生させないことや、被害を小さいうちにとどめることに役立てています。

植生乾燥度図と林野火災発生地点情報は、森林総合研究所および農林水産研究情報総合センターのWeb上に掲載し公開しています（図下）。詳しくはhttp://hinomiyagura.dc.affrc.go.jp/をご覧ください。

人工衛星（テラ、アクア、ノア）

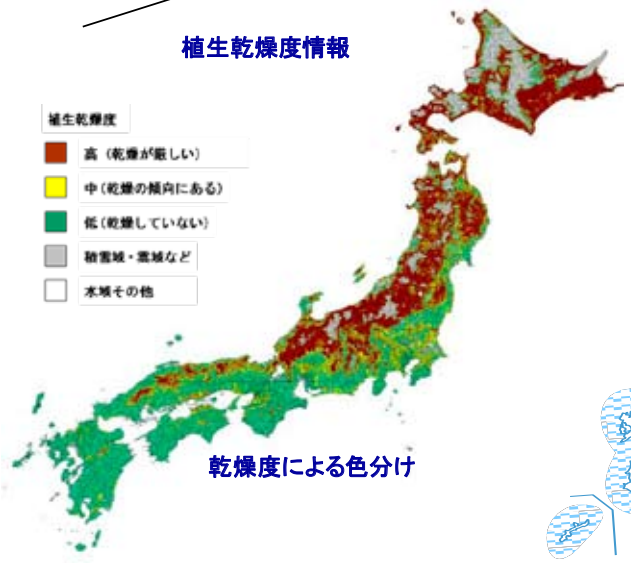
火災危険度評価システム

植生の乾燥状態を監視します。

火災早期発見・早期通報システム

火災が発生していないか監視します。

植生乾燥度情報

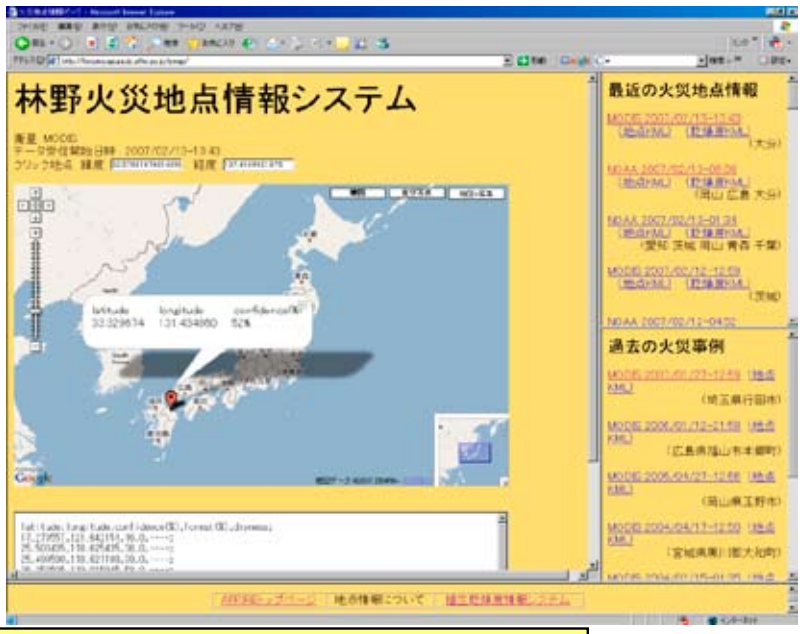


乾燥度による色分け

火災発生情報

乾燥度から林野火災危険度を判定します。

ホットスポット情報から火災発生地点を割り出します。



全国版をWeb上で公開しています。 http://hinomiyagura.dc.affrc.go.jp/

研究成果の社会的還元

1．講演会、シンポジウム、森林講座等

題名	年月、開催場所	関連課題番号
International Workshop on Forest Watershed 2006	平成 18 年 10 月 カンボジア国プノンペン市	アイｂ１１３ アイｂ１１４
Mekong Research for the People of the Mekong	平成 18 年 10 月 タイ国チェンライ市	アイｂ１１３ アイｂ１１４
「自然共生」プロジェクトシンポジウム 「恋瀬川流域の水・生態環境　－自然と共生する農林水産業の確立に向かって－」	平成 18 年 12 月 茨城県つくば市　エポカルつくば	アイｂ１１２
メコン川流域を中心としたインドシナ半島領域における森林環境及び管理に関する研究展開　森林学会セッション	平成 19 年 3 月 福岡県福岡市　九州大学	アイｂ１１３ アイｂ１１４
International Workshop on “Assessment of Changes in Water Cycles on Food Production and Alternative Scenarios” -Implications for Policy Making-	平成 19 年 11 月 茨城県つくば市　つくば国際会議場	アイｂ１１４
International Workshop on Forest Research　in Cambodia 2008	平成 20 年 1 月 カンボジア国プノンペン市	アイｂ１１４ アイｂ１１５
多摩森林科学園　森林講座 「噴火跡地に緑を再生する」	平成 20 年 10 月 東京都八王子市　森林総合研究所多摩森林科学園	アイｂ２０２０１
平成 20 年度　独立行政法人森林総合研究所　公開講演会 「頻発する大規模山地災害はなぜ起きるか？　－その発生予測と被害の軽減に向けて -」	平成 20 年 10 月 東京都港区　ヤクルトホール	アイｂ２
多摩森林科学園　森林講座 「日本の山火事と世界の山火事」	平成 20 年 12 月 東京都八王子市　森林総合研究所多摩森林科学園	アイｂ２１３
多摩森林科学園　森林講座　妙高山域で発生する大規模雪崩	平成 21 年 6 月 東京都八王子市　森林総合研究所多摩森林科学園	アイｂ２
シンポジウム　豊かな水を育む森林　－水源林の役割－	平成 21 年 10 月 北海道札幌市　札幌教育文化会館	アイｂ１
ジオネットワークつくば主催　第 2 回サイエンスカフェ 「森もメタボに？　－筑波山周辺の森林が危ない -」	平成 21 年 10 月 茨城県つくば市　つくばエキスポセンター	アイｂ１ イイａ１
ジオネットワークつくば主催　第 2 回野外観察会（森林総合研究所筑波共同試験地）	平成 21 年 11 月 茨城県かすみがうら市	アイｂ１ アイｂ２ イイａ１
International Workshop on Forest Research in Cambodia	平成 21 年 11 月 カンボジア国プノンペン市	アイｂ１１５
多摩森林科学園　森林講座 「乾季でも落葉しないカンボジア天然林の謎」	平成 22 年 1 月 東京都八王子市　森林総合研究所多摩森林科学園	アイｂ１１５
全国森林インストラクター協会　森林の地下を科学する　－災害日本列島の被害防止－	平成 22 年 2 月	アイｂ２０１
第 31 回緑化工技術講習会 「緑化工、斜面防災に関わる最近の動き、斜面崩壊発生位置予測技術の最新動向」	平成 22 年 4 月	アイｂ２０１
多摩森林科学園　森林講座 「日焼けを防ぐ木陰　－その効果的なしくみ－」	平成 22 年 6 月 東京都八王子市　森林総合研究所多摩森林科学園	アイｂ２
「水の週間」親子森林体験　～水（みず）から知ろう森の大切さ～	平成 22 年 8 月 東京都八王子市　森林総合研究所多摩森林科学園	アイｂ１、アイｂ２、イイａ２ 研究の基盤となる情報の収集と整備の推進（ウａ１１２）
「Integrated water sciences and management: 8. Forest Hydrology and Management」	平成 22 年 11 月 茨城県つくば市　筑波大学 EDL（環境ディプロマティックリーダーの育成拠点）	アイｂ１、イイａ２ 研究の基盤となる情報の収集と整備の推進（ウａ１１２）

２．パンフレット、マニュアル等の刊行・公開

題名	刊行・公開日	関連課題番号
Research Project on Change of Water Cycle in Mekong River Basin CWCM-Phase Ⅱ	平成 21 年 10 月	アイｂ１１３、アイｂ１１４、アイｂ１１５
森林総合研究所　第２期中期計画成果 15 （安全・安心－7）「森林の早期回復に貢献する　菌根形成・管理マニュアル」http://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/documents/2nd-chukiseika15.pdf	平成 22 年３月	アイｂ２０２０１
森林総合研究所　第２期中期計画成果 16 （安全・安心－8）「気象災害に強く環境緩和機能の高い森林を目指して」http://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/documents/2nd-chukiseika16.pdf	平成 22 年３月	アイｂ２０２０１
メコン川流域における森林情報復元および水循環素過程の解明とモデル化	平成 16 年９月	アイｂ１１３、アイｂ１１４
Research Project on Change of Water Cycle in Mekong River Basin CWCM-Phase Ⅱ	平成 21 年 11 月	アイｂ１１５

３．ホームページによるデータベース等の公開

題名、アドレス	公開日	関連課題番号
カンボジア・メコン流域における水循環変動に関する研究 Changes Water Cycle in Mekong River Basin 研究プロジェクト“ＣＷＣＭ” http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/cwcm/	平成 18 年４月	アイｂ１１３、アイｂ１１４、アイｂ１１５
林野火災発見・通報サポートシステム http:/hinomiyagura.dc.affrc.go.jp/	平成 19 年３月	アイｂ２１３
平成 20 年（2008 年）岩手・宮城内陸地震によって発生した山地災害（調査速報）http://www.ffpri.affrc.go.jp/research/dept/04soil-water/2008_disaster/2008_disaster_rep.html	平成 20 年６月	アイｂ２０１６３
平成 20 年（2008 年）岩手・宮城内陸地震によって発生した山地災害（第２報）http://www.ffpri.affrc.go.jp/research/dept/04soil-water/rep2/rep2.html	平成 20 年８月	アイｂ２０１６３
森林理水試験地データベース（ＦＷＤＢ）http://www2.ffpri.affrc.go.jp/labs/fwdb/main.htm	平成 22 年 10 月	アイｂ１、イイａ２０１０１ 研究の基盤となる情報の収集と整備の推進（ウａ１１２）
森林と水のＱアンドＡ「森林と水の謎をとく」（公開予定）	平成 23 年３月	アイｂ１、イイａ

４．行政機関等への対応・協力

件名	年月、対応先	関連課題番号
つくば市ふるさとの山づくり懇談会において、宝篋山における造成斜面の安全性評価のため人工降雨実験実施及び緑化計画策定に協力	平成 19 年１月～平成 20 年１月 茨城県つくば市	アイｂ２０２０１
林野庁森林整備保全技術検討委員会治山専門部会　治山技術基準解説（総則・山地治山編）の改訂にアドバイザーとして参画	平成 19 年６月～平成 20 年３月 林野庁	アイｂ２
長野県・「災害に強い森林づくり指針」および解説作成のため森林の土砂災害防止機能に関する検討委員会委員として参画	平成 18 年 10 月～平成 20 年１月 長野県	アイｂ２
中国四川大地震に関わる山地災害分野での政府考察団派遣に参加	平成 20 年 10 月 中国四川省	アイｂ２０１０１

５．プレスリリース等

題名	年月	関連課題番号
地下水の流れる音を探知して山崩れの場所を予測する	平成 20 年５月	アイｂ２０１０１
火山灰のような細かい土が被災域の拡大をまねく～大型模型水路による土石流実験～	平成 20 年７月	アイｂ２０２０１

６．公刊図書等

書名	発行年月日、発行所	関連課題番号
Landslides:Processes, Prediction, and Land Use	平成 18 年５月、American Geopysical Union Water Resources Monograph	アイｂ２
Forest Environments in the Mekong River Basin	平成 19 年４月　Springer	アイｂ１１３ アイｂ１１４
森林大百科事典	平成 21 年８月　朝倉書店	アイｂ、イイａ 研究の基盤となる情報の収集と整備の推進（ウａ１１２）

Memo.

森林総合研究所

第２期中期計画成果集

発　行　日	平成 23 年 3 月
編集・発行	独立行政法人　森林総合研究所 茨城県つくば市松の里 1 電話 029(873)3211 (代表)
お問い合わせ	企画部研究情報科
メールアドレス	kanko@ffpri.affrc.go.jp
ホームページ	http：//www.ffpri.affrc.go.jp
印　刷　所	大成印刷株式会社 茨城県日立市東多賀町 4-11-7 電話 0294(36)1837 (代表)

本誌から転載・複製する場合は、森林総合研究所の許可を得て下さい。

森林総合研究所

第２期中期計画成果集

独立行政法人 森林総合研究所

茨城県つくば市松の里１　　URL http://www.ffpri.affrc.go.jp/

リサイクル適性の表示：紙へリサイクル可