

水と森と人

Water, Forests and People

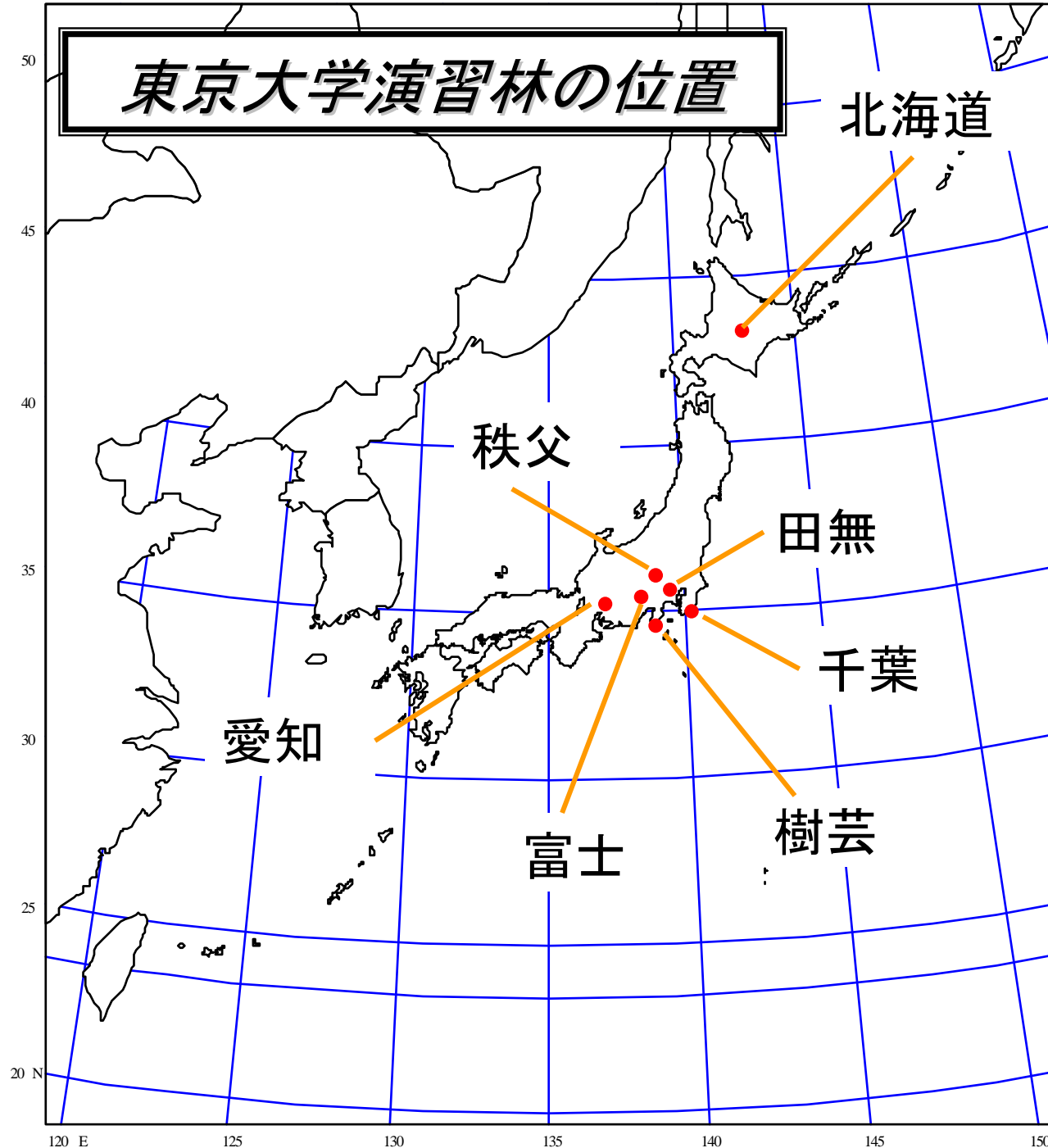
蔵治 光一郎
KURAJI Koichiro

東京大学大学院農学生命科学研究科
附属演習林 愛知演習林 講師
Lecturer, University Forest in Aichi, UT

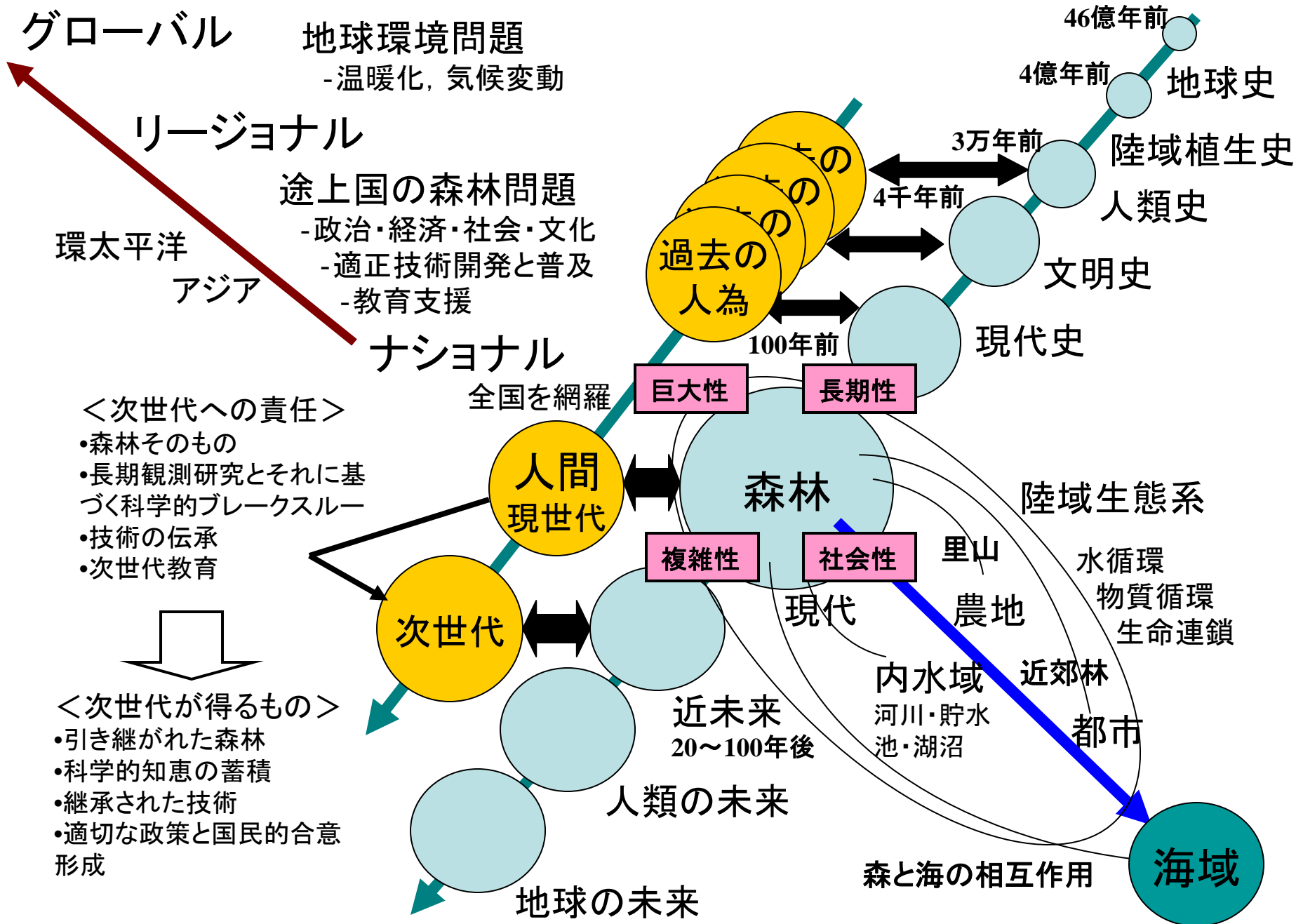
※:このマークが付してある著作物は、第三者が有する著作物ですので、同著作物の再使用、同著作物の二次的著作物の創作等については、著作権者より直接使用許諾を得る必要があります。

特に断りのない図、表、写真は講演者がオリジナルで作成・撮影したものです

東京大学演習林の位置



東京大学演習林の目指すもの



愛知演習林ブックレット

(東京大学演習林出版局)

東京大学愛知演習林ブックレット ①

森林認証・地域材認証と 森林管理・木材利用

～愛知演習林ワークショップの記録～

蔵治 光一郎 編集



東京大学演習林出版局



2006

東京大学愛知演習林ブックレット ②

森林環境税は森を救えるか

—第20回日本の森と自然を守る全国集会より—

蔵治 光一郎 編



東京大学演習林出版局

2008

『水をめぐるガバナンス』
第19回高知出版学術賞
受賞 2009年3月



Blue Revolution

Integrated Land and Water Resource Management

水の革命

森林・食糧生産・河川・流域圏の統合的管理

イアン・カルダー：著

ニューキャッスル大学土地利用水資源研究センター所長

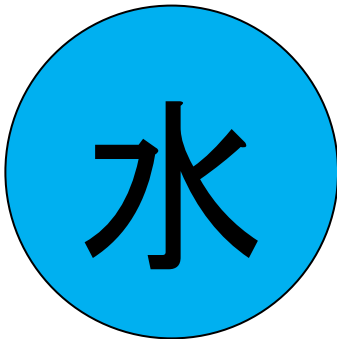
蔵治光一郎・林裕美子：監訳

築地書館

2008年 築地書館

水・森・人の歴史

- 地球 46億年前
- 水
 - 地球誕生から約1億年後？原始海洋の形成
- 森
 - 約4.5億年前 シルル紀 陸上植物の出現
 - 約1億年前 白亜紀 被子植物の出現
 - 化石燃料とは、森が地中に堆積してできたもの
- 人
 - 600–700万年前 祖先の化石
- 水があったから森ができた。人は最後に登場した



45億年前

← 自然 人間 →

雨を、川の水と
水蒸気に変換

水を土に蓄えて
蒸発させ、余り
を川に流す

作用

森の生物が
生育(光合
成)するの
に必要な資源

生きていくの
に必要な水、
食糧やエネ
ルギーのた
めの水

機能

これまでは、洪
水・水害の防
御、水資源、
水力エネル
ギーの開発

最近では、環
境保全・再
生も考慮



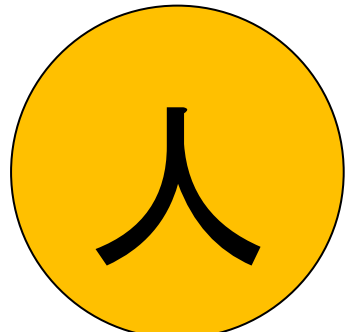
4.5億年前

木材、食糧、肥料、エネ
ルギー、環
境サービスの供給

機能

これまでは森林伐採、植林

最近では、保護、保全、再生も



700万年前

作用と機能

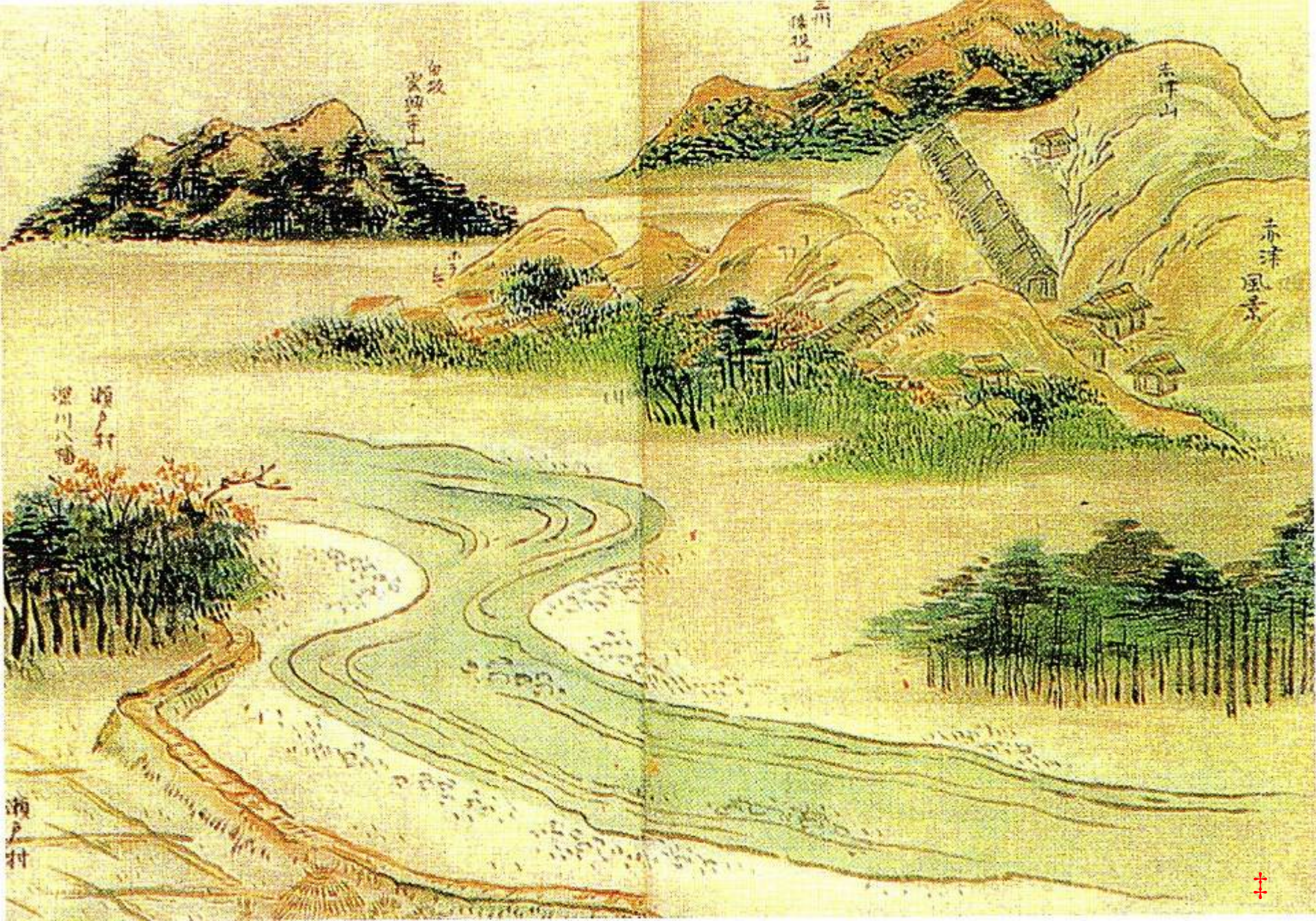
- 作用＝メカニズム＝機構
 - －自然中心主義。おのずから、そこにあるもの。
- 機能＝サービス＝恵み
 - －人間中心主義。作用のうち、人間にとって都合がよいもの。
- 人間にとって都合が悪い作用
 - －脅威、猛威など

水・森・人のトレード・オフ

- 人は水からも、森からも、様々な資源、機能（サービス、恵み）を享受しようとしてきた
- 水と森とは、人のいない自然だけの世界でも、相互作用している
- トレード・オフを起こす可能性
 - 例： 木材という資源だけを求めて森をいじると、それが「森と水との関係」を変え、水のサービス、恵みにはマイナスとなるかもしれない
- 自然は人間の都合よく作用するとは限らない。なんでも同時に得られると期待するのは、虫が良すぎるのでは？

機能からみた日本の自然の歴史

- 人類の歴史は、自然のもつ**作用(=メカニズム、機構)**のうち、人間にとって都合が悪いもの(脅威、猛威)を排除、回避、破壊し、人間にとって都合がよいもの(=機能、サービス、恵み)だけを集中的、効率的に利用しようとしてきた歴史。



1700年代後期の瀬戸付近

内藤東甫「張州雜誌」名古屋市蓬左文庫

17世紀の「治山治水思想」

- 熊沢蕃山(1619～91) 岡山県人
 - 蕃山の治山治水思想の根底には自然破壊を戒める「天人合一」の哲学があった。蕃山は禿げ山に木を植えることを唱導し、治水は植林から始まると言った。
- 河村瑞賢(1618～99) 関西人
 - 淀川とその主要な支流を水源から河口まで仔細に観察し、治水の要件として水源の山々に植林を行う必要を強く幕府に訴えた。瑞賢の淀川改修は水源の禿山に植林することから始められた。
- 山川掟
 - 1666年に発布された、日本で初めて治山治水を説いた法令

山川掟 (1666)

- 一、近年は草木の根まで掘り取り候ゆえ、風雨の時分、川筋へ土砂が流出し、水行き留まり候ゆえ、今後は草木の根を掘り取ることを禁止する。
- 二、川上左右の山に木立がなくなりたる所々は、当春より木苗を植付け、土砂が流れ落ちざる様にする。
- 三、川筋河原等を開発された田畑は、新田畑はもとより古田畑であれども、川に土砂が流出する場合は耕作をやめ、竹、木、葎、萱を植え、新規の開発を禁止する。

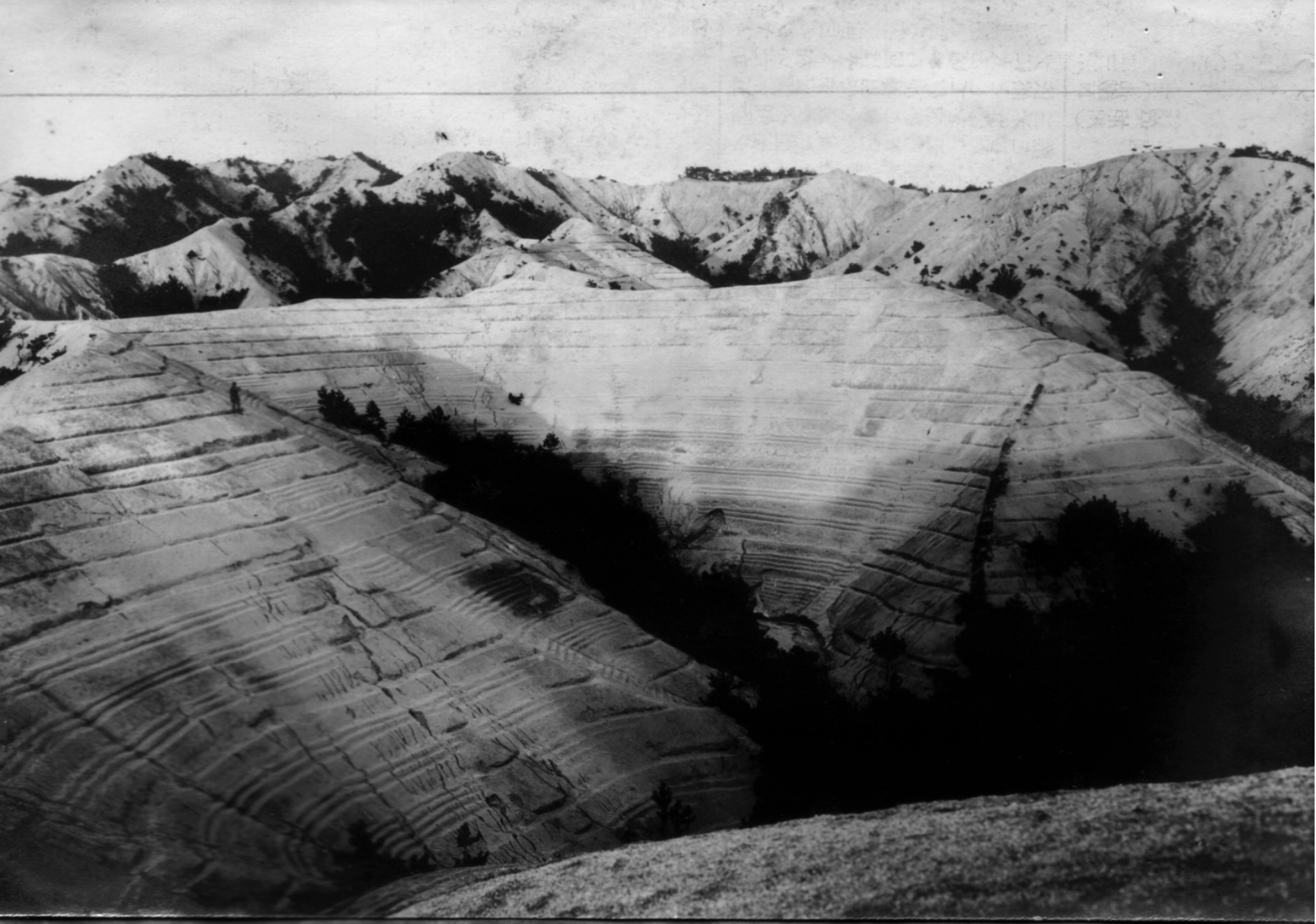


明治22
からの三
渥美の
してい

自然環
治山事業のあ



1889(明治22)年のハゲ山分布 愛知県森林保全課資料



愛知県豊田市保見団地、1906(明治39)年 東京大学卒業論文より



愛知県豊田市保見団地、1907(明治40)年 東京大学卒業論文より

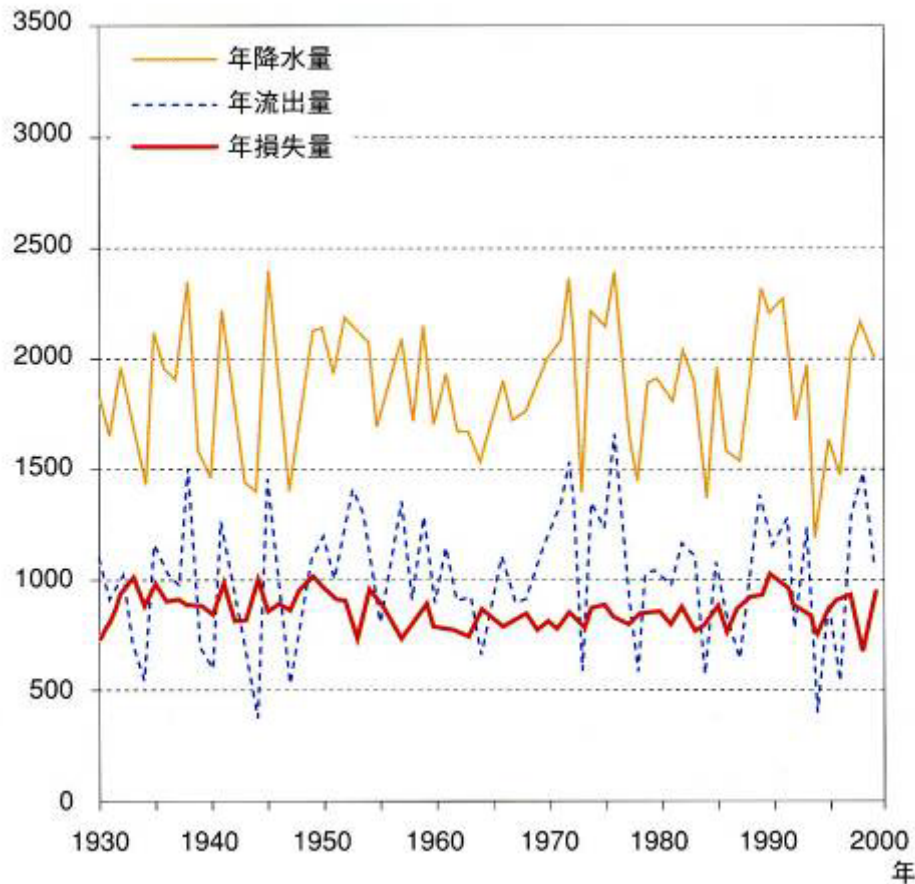
森と水と人の関係を研究する —東京大学愛知演習林—



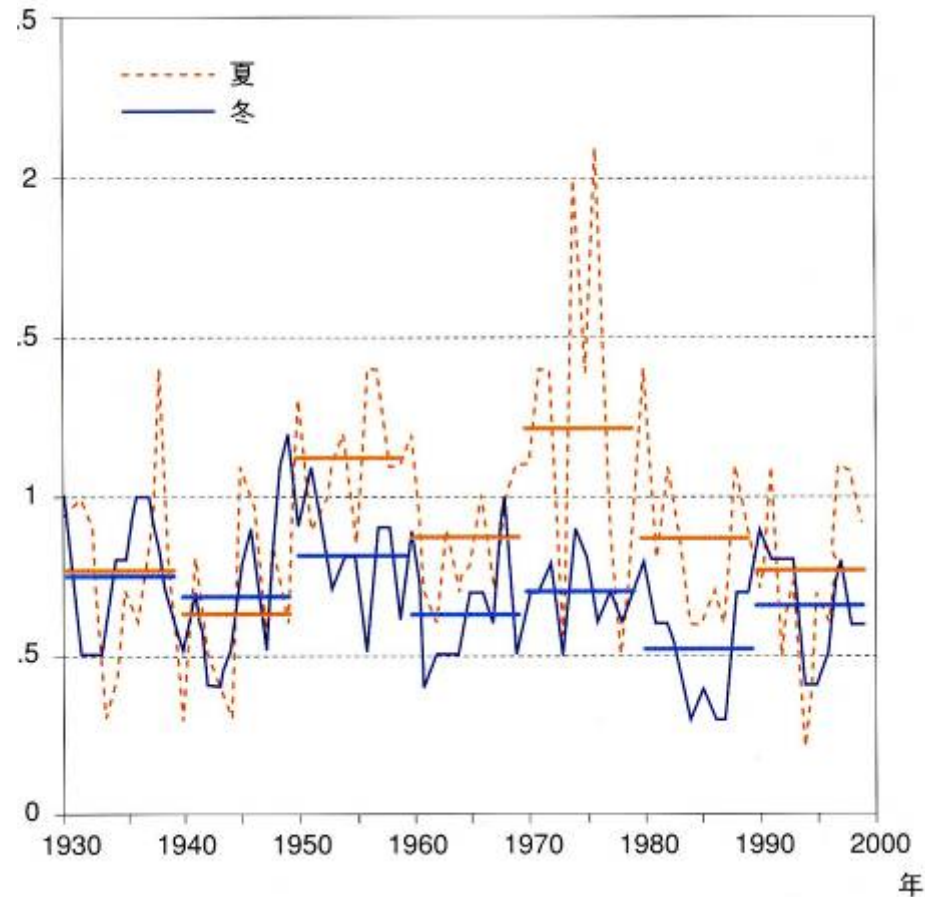
森から流れ出る水量の計測を、1929年より現在まで継続

70年間の観測結果

水収支

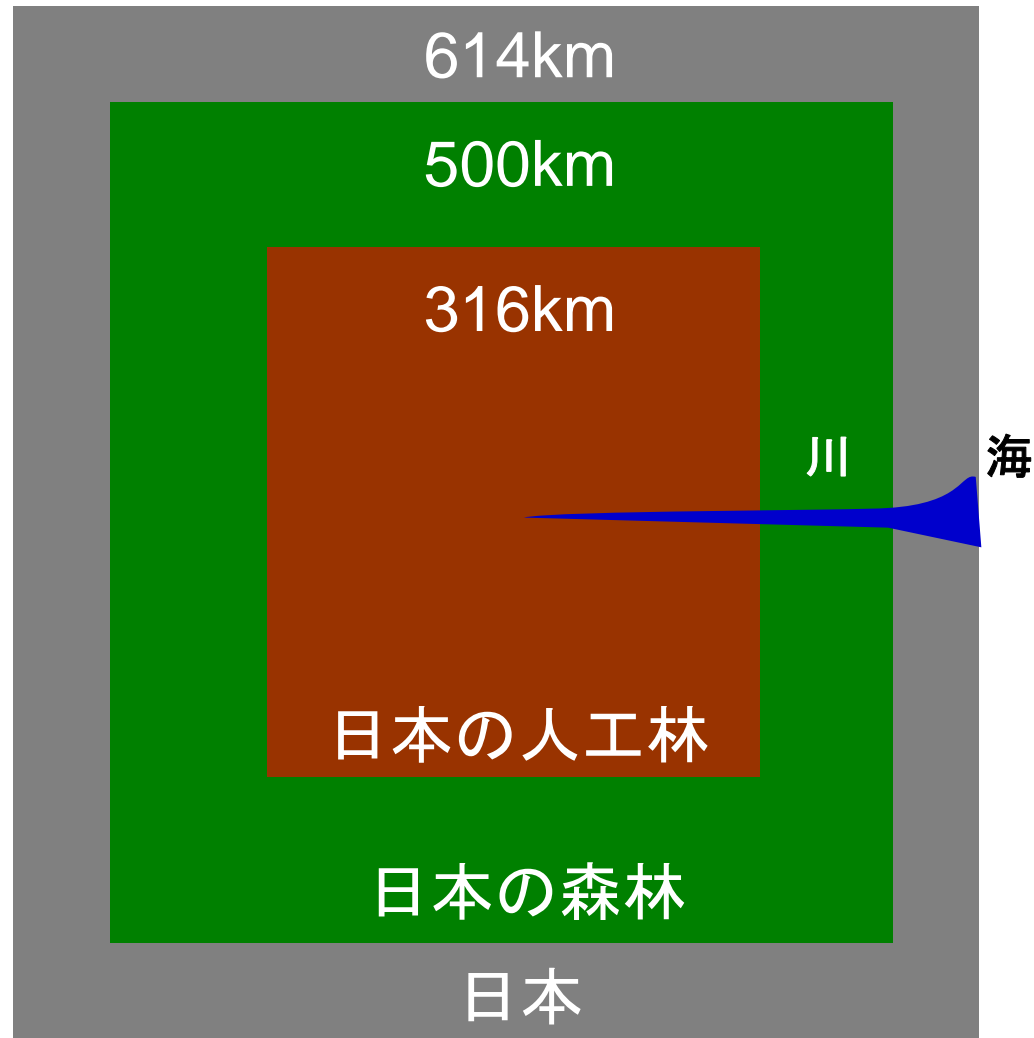


渇水時流出量



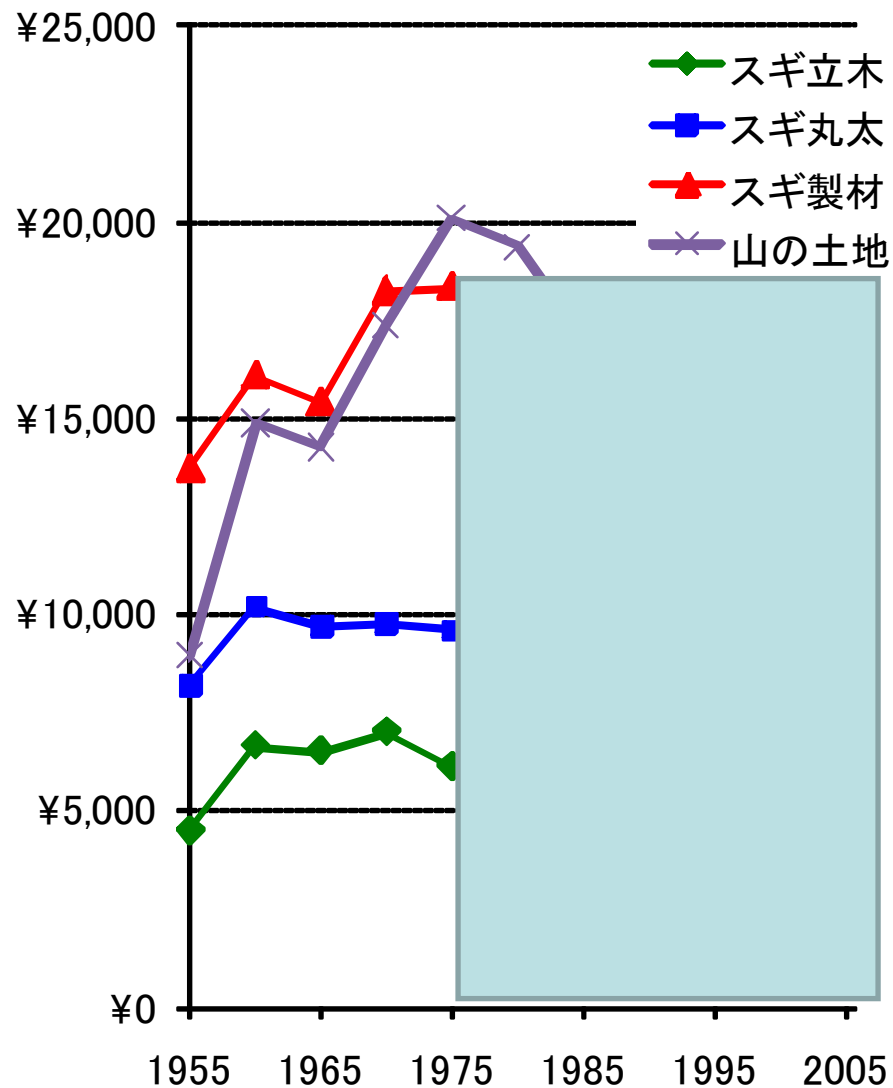
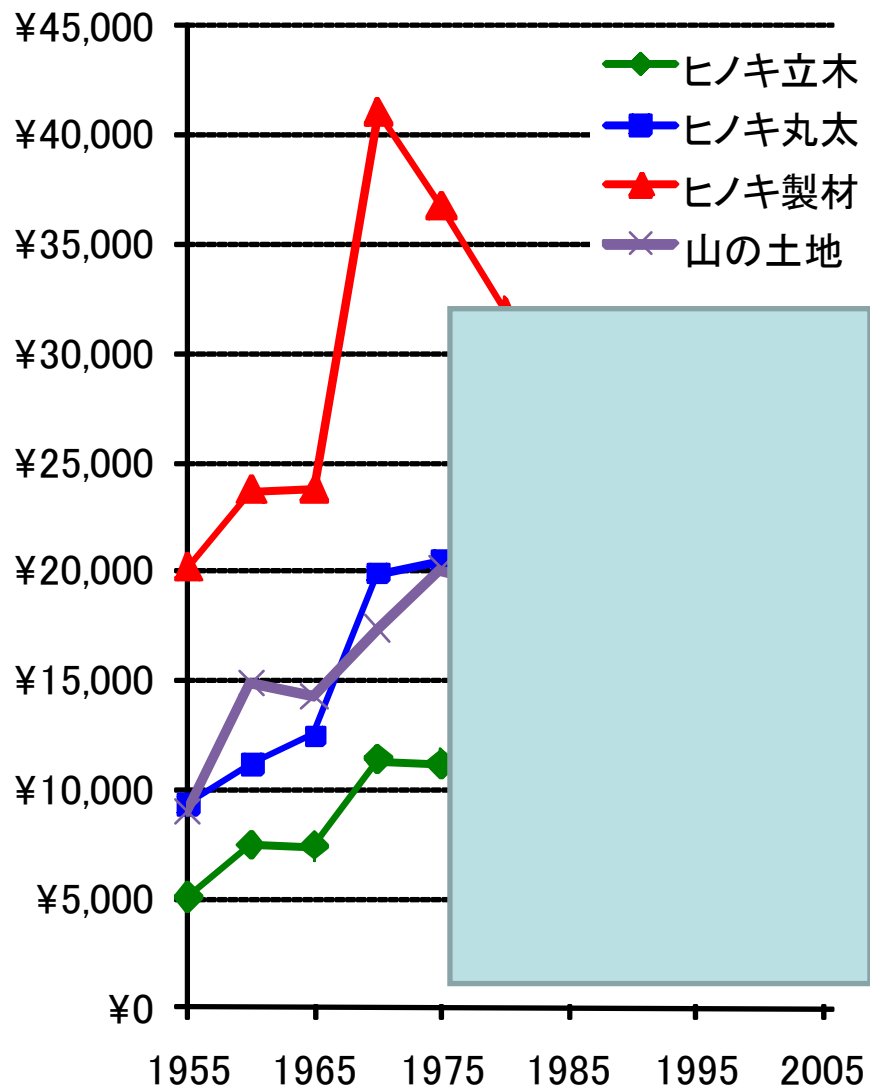
戦後の植林

- 国土の7割は森林
- 森林の4割は人工林
(スギ、ヒノキ、カラマツ)
- 昭和35－45年に大規模に植林された
- 当時、木材の需要が急増し、価格が上昇
- 林業が困難な場所まで植林(もうけるため)



立木・丸太・製材・土地の価格

(1955年を基準とした実質価格 円/m³)



山のとっぺんから谷まで 見渡す限り植林



緑のダム

- 1975年 朝日新聞、林野庁「水確保に『緑のダム』作戦」
 - 1962～64年 東京砂漠
- 1980年代 自然保護運動 ブナ林＝緑のダム
- 1995年 長良川河口堰 緑のダム＝洪水軽減
 - 2000年 民主党鳩山代表の諮問機関「公共事業を国民の手に取り戻す委員会」が「緑のダム構想」を答申
 - 2001年 田中知事「脱ダム宣言」を发表
 - 2001年 国土交通省河川局ホームページ『オピニオン「緑のダム」が整備されればダムは不要か』掲載、緑のダムを否定
 - 2009年 民主党マニフェスト「ダムによらない治水」



緑のダム

蔵治光一郎 | 保屋野初子

目次

◆第1章 「緑のダム」の科学

「緑のダム」研究はどこまで進んだか
森林の荒廃は洪水や河川環境にどう影響しているか

森が水をためる仕組み

世界の「緑のダム」研究事情

流域全体から「緑のダム」の治水効果を見る

「緑のダム」機能をどう評価するか

「緑のダム」議論は何が問題か

森林の機能論としての「緑のダム」論争

◆第2章 「緑のダム」への期待と議論

なぜ住民は「緑のダム」に共感するのか

森林水文学から見た川辺川ダム問題

脱ダムから「緑のダム」整備へ

「緑のダム」で地域と水を再生する

「緑のダム」と政策、これまでとこれから

2004年12月 築地書館刊

築地書館

森林、 河川、 水循環、 防災

これまでの研究で、
何がどこまでわかっているのか、
今も情熱的に問われてきた
「緑のダム」を、
第1線の研究者、行政担当者、
住民、ジャーナリストが
あらゆる角度から
科学的に検証する。

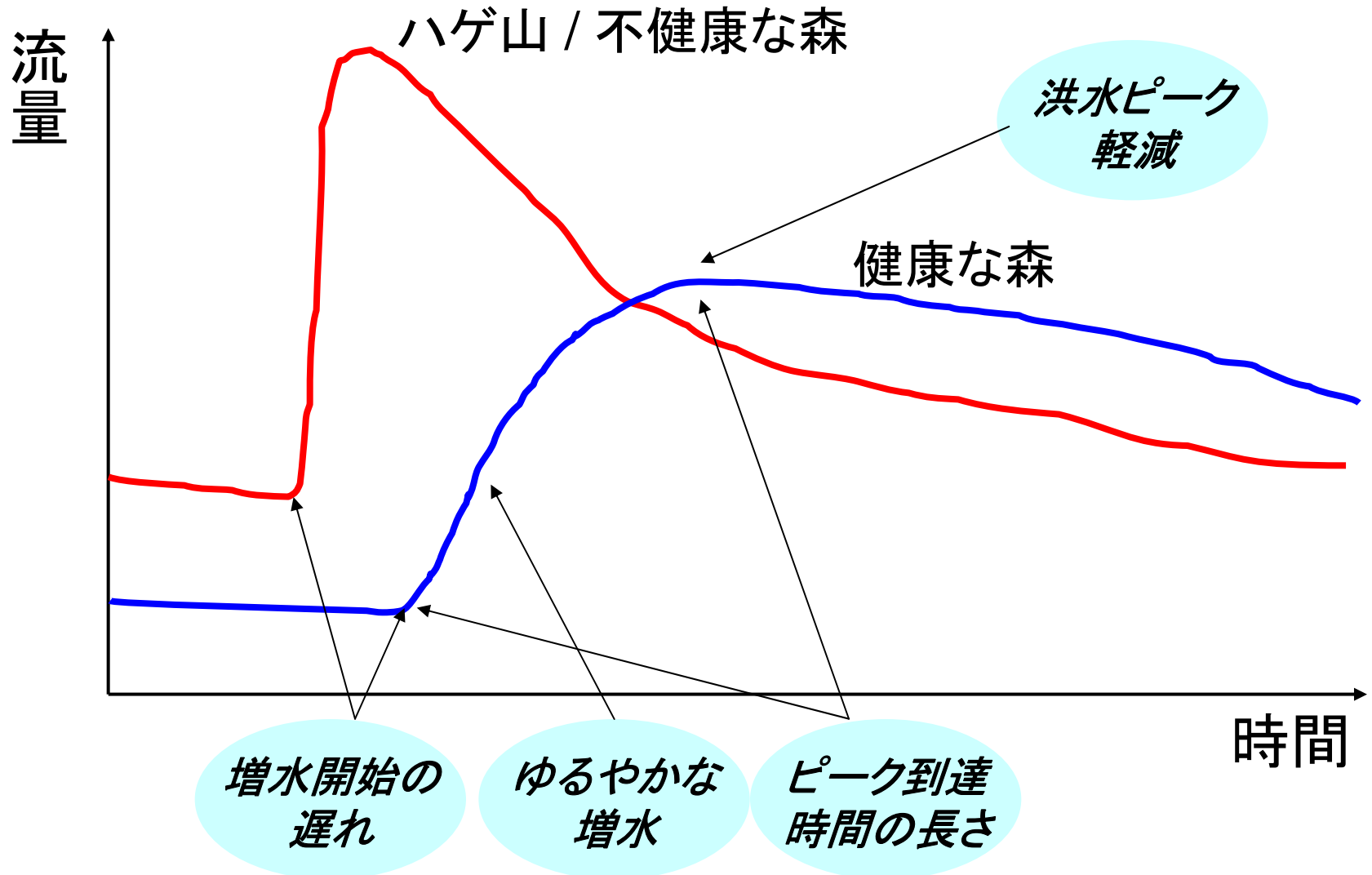
森と水の作用と機能

- 作用 = 森の働き、機能 = 人間の都合
- 森の水に対する作用は2種類
 - 平準化作用
 - 蒸発作用
- 森の水に対する機能は3種類
 - 洪水軽減機能
 - 水資源かん養機能
 - 水質浄化機能

森と水の作用とは

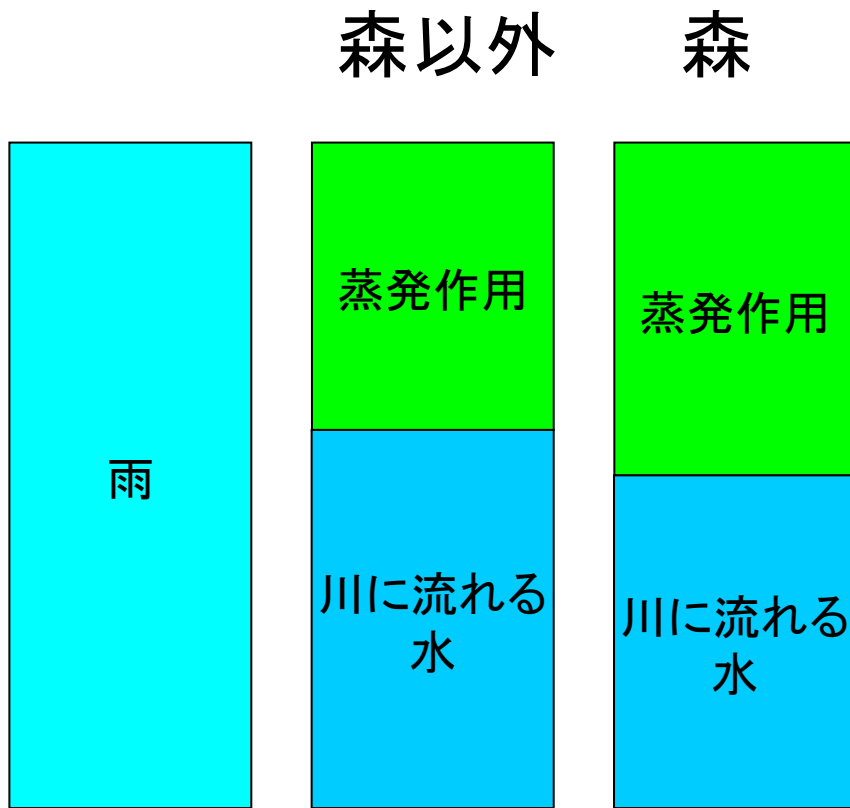
- 「森の作用」は「平準化作用」と「蒸発作用」に分けられる
- 平準化作用
 - 水を一時的に貯留し、川にゆっくり流す
 - 川の水量は変わらないが、流れる速度が変わる
- 蒸発作用
 - 水を一時的に貯留し、川に流さずに蒸発させて大気に返す
 - 川の水量そのものを減少させる

平準化作用のイメージ



蒸発作用のイメージ

水収支



- 他の土地被覆（草地、ハゲ山など）に比べて森は蒸発作用が大きい
- その分だけ、川に流れる水が減る

森林と水の関係における 作用と機能の関係

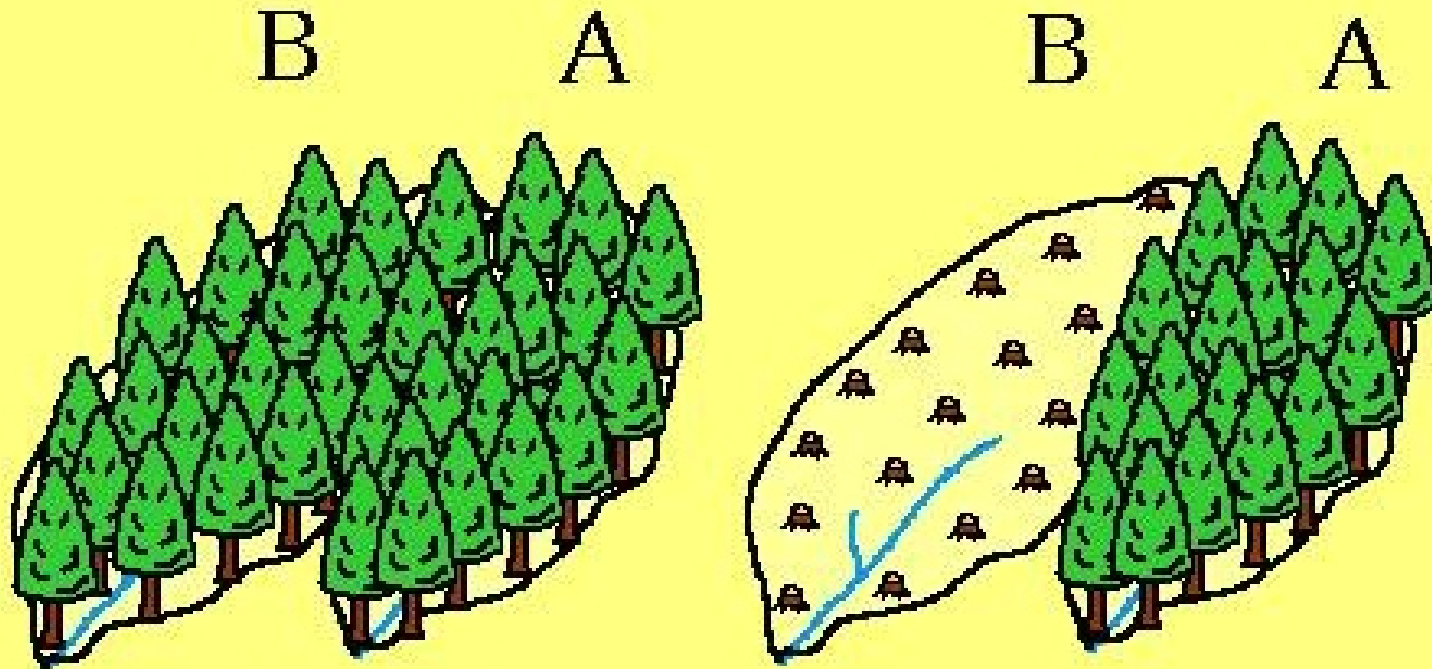
作用	機能	洪水緩和機能	水資源かん養機能
平準化作用 (雨水を一時的に保水し、それを川や地下水にゆっくりと流していく作用)		+	+
蒸発作用 (雨水を一時的に保水し、水蒸気として大気に戻す作用)		+	-

森の蒸発作用

- 草地や裸地などと比べて、森の蒸発作用は大きい。
- 簡単な説明： 森は地球上の雨が多い地域にしか存在しない。生きていくのに水を必要とするので、大量に水を貯められる環境（土壌）を自ら作り出す。
- 森は、自らたくさん水を使うから水を貯めるのであって、下流に水をたくさん流したいから貯めるのではない。

対照流域法

- 隣り合う2つの川を試験地として設定し、川の流量をしばらく観測したのち、片方の森林を伐採する実験を行う
- 100年以上前から、全世界で行われてきた





東大千葉演習林袋山沢

Jun. 1999



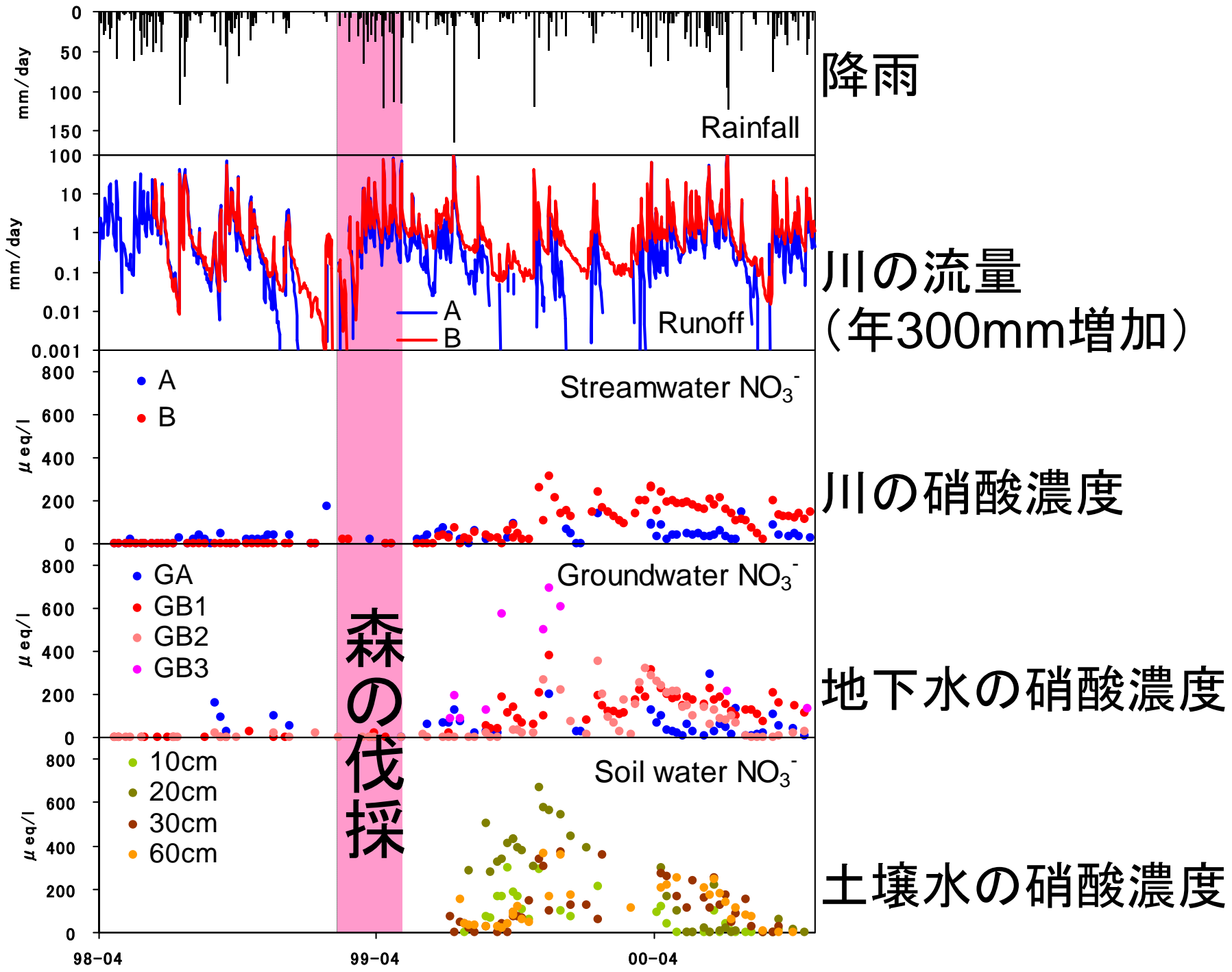
東大千葉演習林袋山沢

Apr. 2000



東大千葉演習林袋山沢

Aug. 2001



降雨

川の流量
(年300mm増加)

川の硝酸濃度

地下水の硝酸濃度

土壌水の硝酸濃度

森の伐採

98-04

99-04

00-04

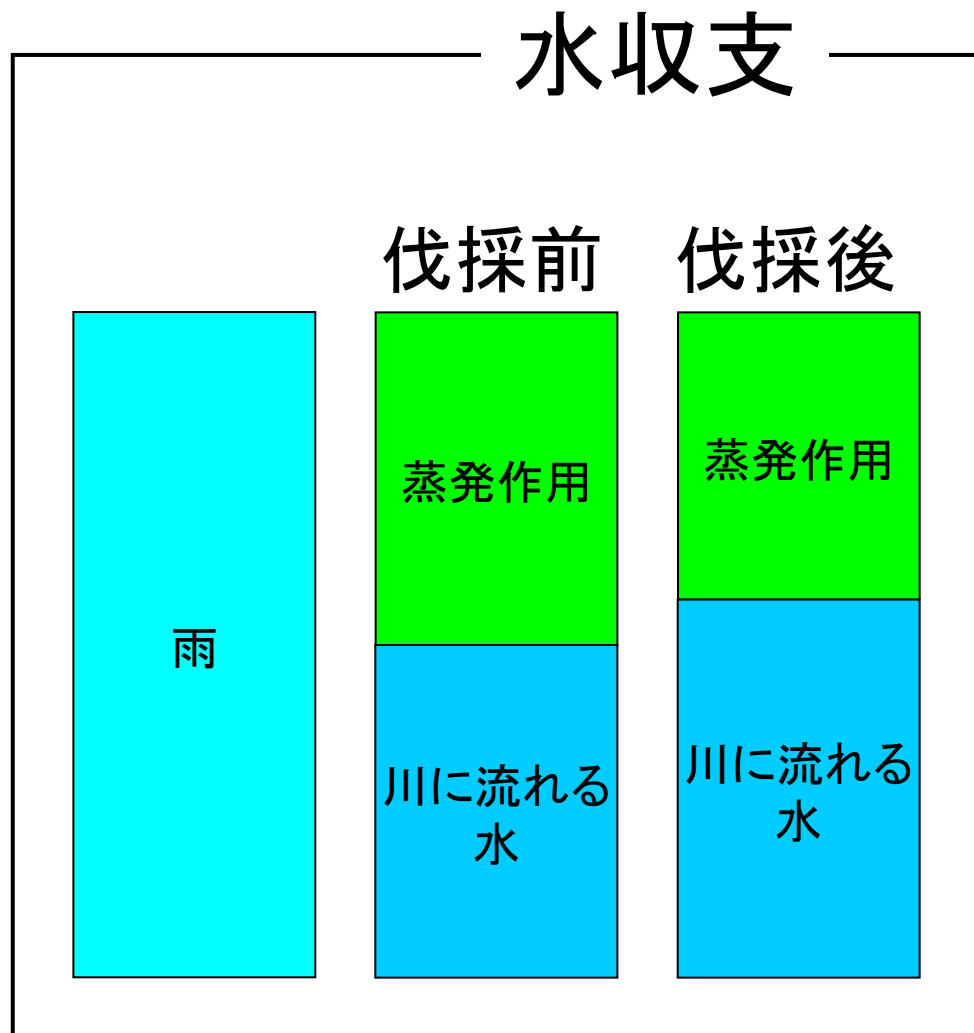


森の中を流れる川よりも、伐採跡を流れる川の方が、水量が多い

伐採跡は乾いているように見えるが、それは表面だけで、地中は湿っており、森の中の方が乾いている

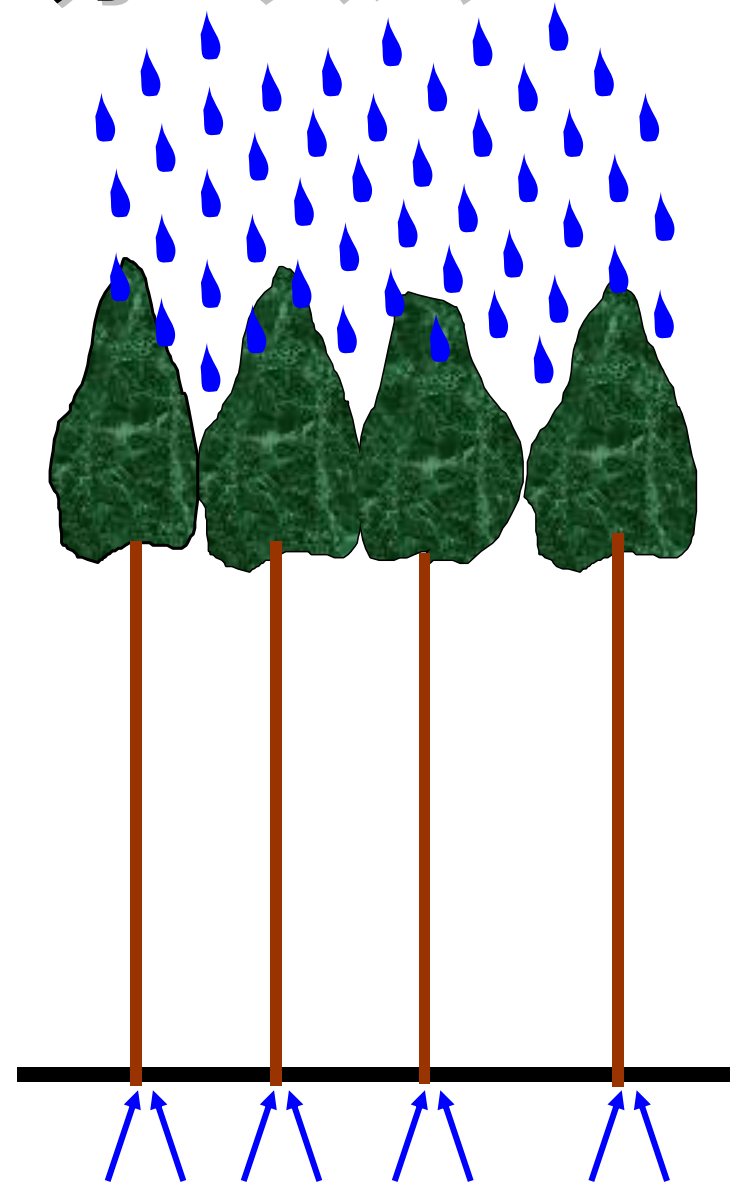
森の蒸発作用の科学的証拠

- 森を切った方では、川の水量が増える (全世界共通)。
- → これまで森の蒸発作用で消費されていた水が余って川に流れしてきた。



蒸発作用の2つのメカニズム

- ① 遮断(しゃだん) = 雨滴が木の枝葉に捕捉され、地面に達することなく、そのまま蒸発する。
- ② 蒸散(じょうさん) = 一度、地面にしみこんだ水が根から吸い上げられ、葉の裏面にある光合成のために CO_2 を取り込む穴(気孔)から蒸発する。



森と川(人)は水を取り合っている

- 山に植えたスギ・ヒノキが成長するにつれて、沢の水が昔に比べて少なくなった
- スギ・ヒノキは「水を大量に消費する樹木」。水を大量に消費し、他の植物との水の奪い合いに勝ち、成長していく種類だからこそ、林業用の樹種として選ばれている
- 雨が少ないオーストラリア、インドでは、乾燥に強いユーカリを植林するが、ユーカリは地下深くから水を吸い上げて消費するので、地下水位が低下して問題になっている

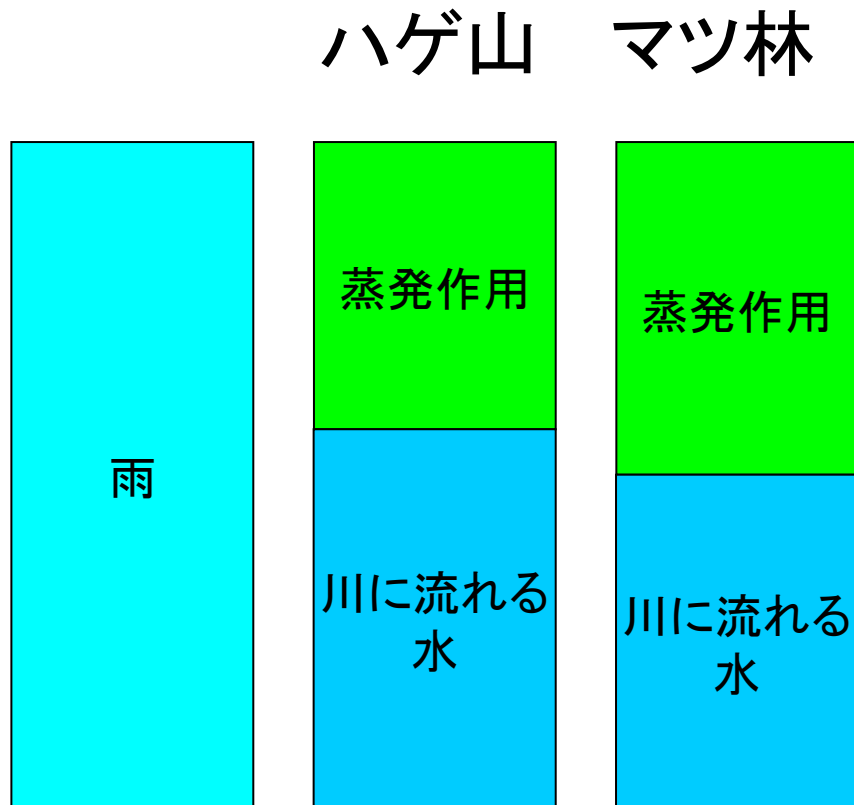
平田・山本論争(1933-36)

- 林業試験場 平田徳太郎と岡山県山林課技師 山本徳三郎との間の論争
- 「ため池のまわりのハゲ山」にマツを植林した。木が育つとともに、ため池が涸れる年が続いた
- 平田：**平準化作用**のため、植林により水が増えた。涸れるのは少雨のため
- 山本：**蒸発作用**のため、植林により水が涸れた
- 両者が論争のため執筆した論文等は34編、決着つかず

平田・山本論争

ハゲ山にマツを植えると

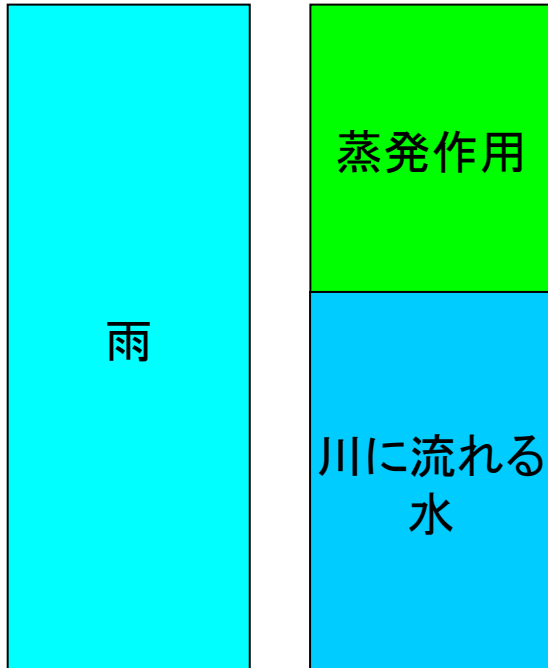
水収支



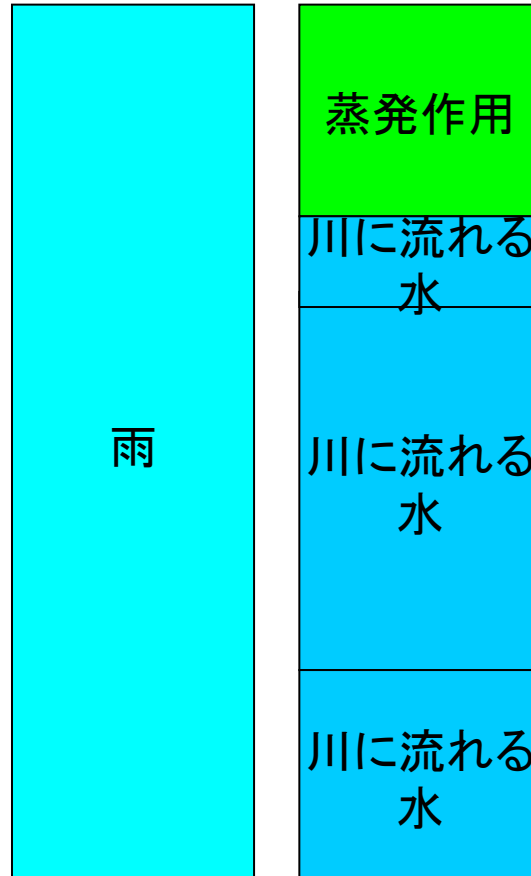
- 常緑針葉樹であるマツは蒸発作用が大きい
- ハゲ山にマツを植えると、その分だけ、川に流れる水が減る
- 下流のため池の水が減る

ブナ林の水収支

平地の常緑樹林



ブナ林



ブナ林の特徴

●落葉広葉樹で蒸発作用が小さいので、その分、川に流れる水が多くなる

●標高の高いところにあり、雨や雪が多いので、川に流れる水が多くなる

森の平準化作用

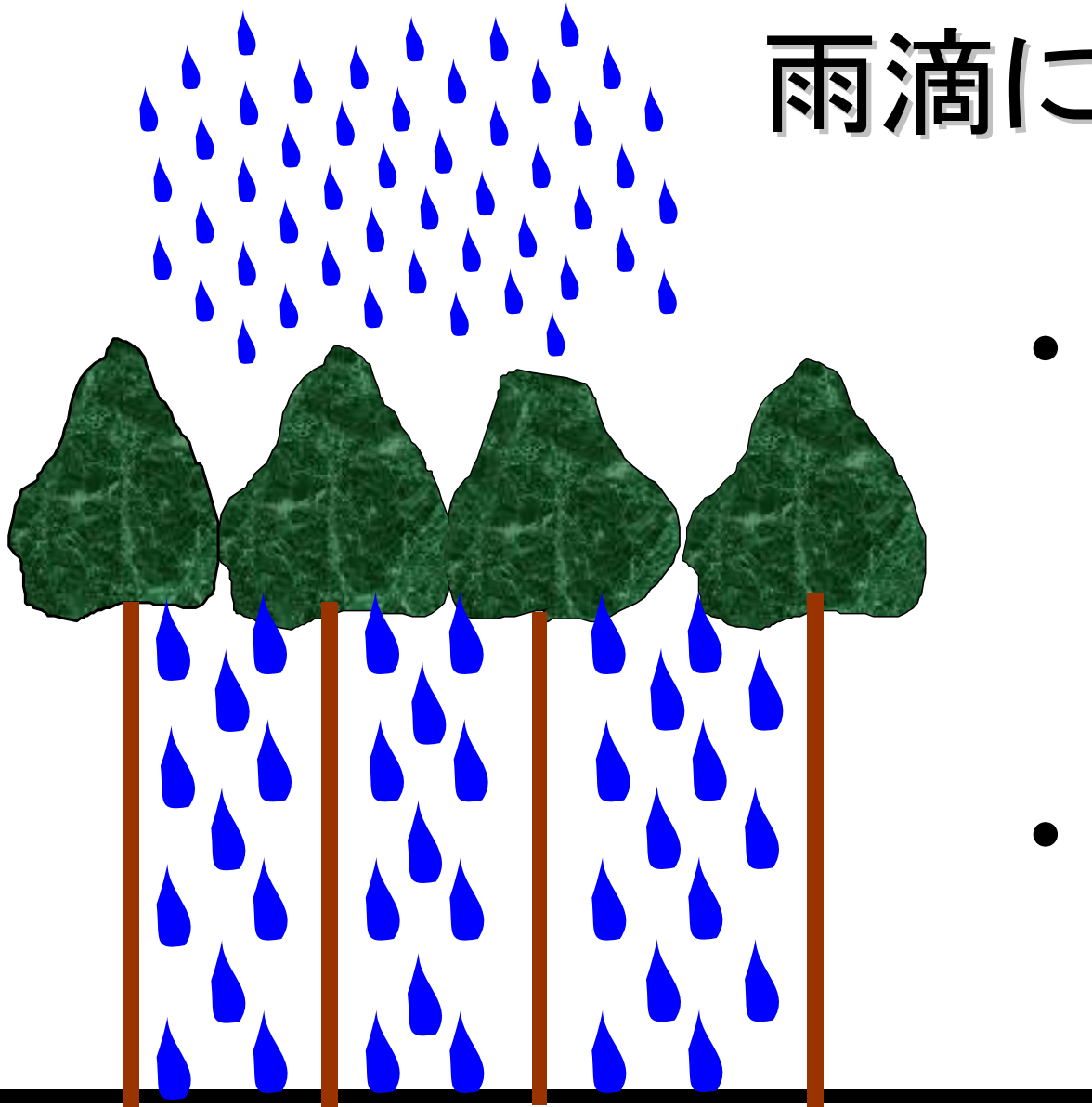
- 「平準化作用」とは、「ゆっくり流す」作用のこと
- ゆっくり流す作用で重要なのは以下の2点
 1. 雨水が地表面に浸透するかどうか
 - 浸透しない水は地表流となって速く流れるので、浸透能が低いと、平準化作用が弱まる
 2. 浸透した水が土の中をゆっくりと流れるかどうか

森林土壌

- 「森林土壌」が発達していればいるほど、「**平準化作用**」が高く、水をゆっくり流す機能に優れている
- 逆に言えば、森林土壌が失われているような状態では、「**平準化作用**」が低下し、ゆっくり流す機能は低下している
- 森林土壌は、ゼロ(ハゲ山)から1000年以上かけてゆっくりと形成されるが、失われるのは一瞬



雨滴による浸食



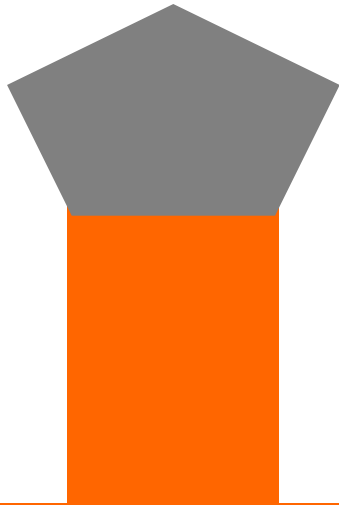
- 林の中の方が外よりも雨滴の直径が大きく、その分衝撃エネルギーが大きい
- 直径4~5倍、エネルギー16~25倍

土人形

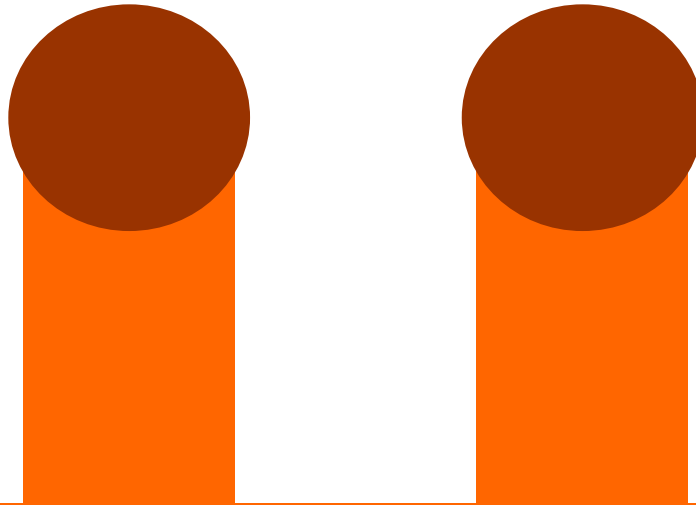


土人形とは

小石



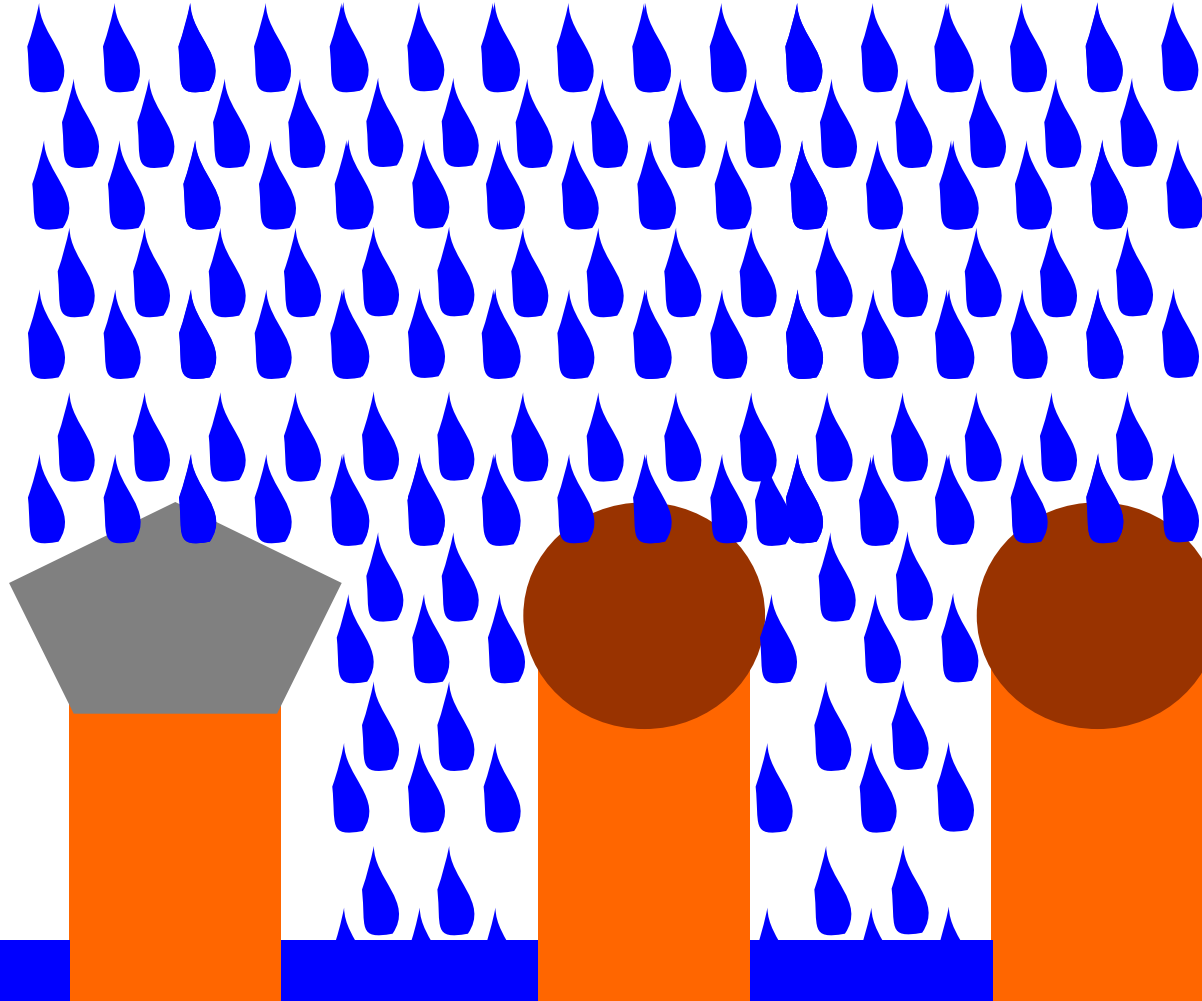
ヒノキの種







森林内で
巨大化した
雨滴

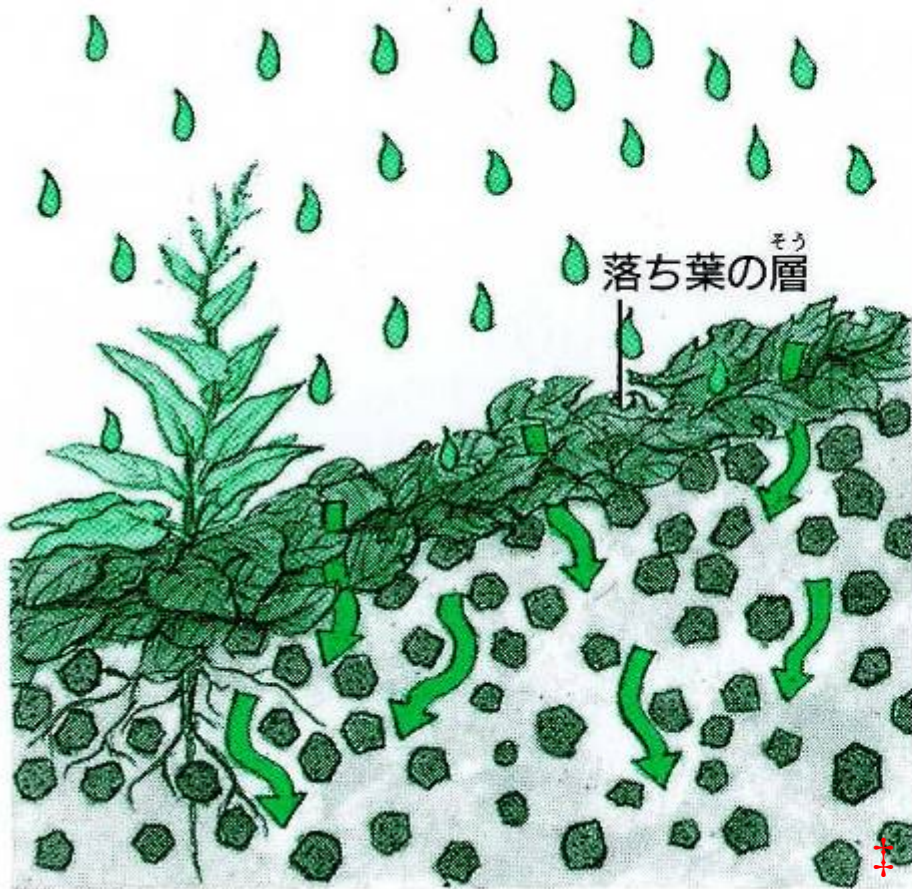


浸食さ
れた

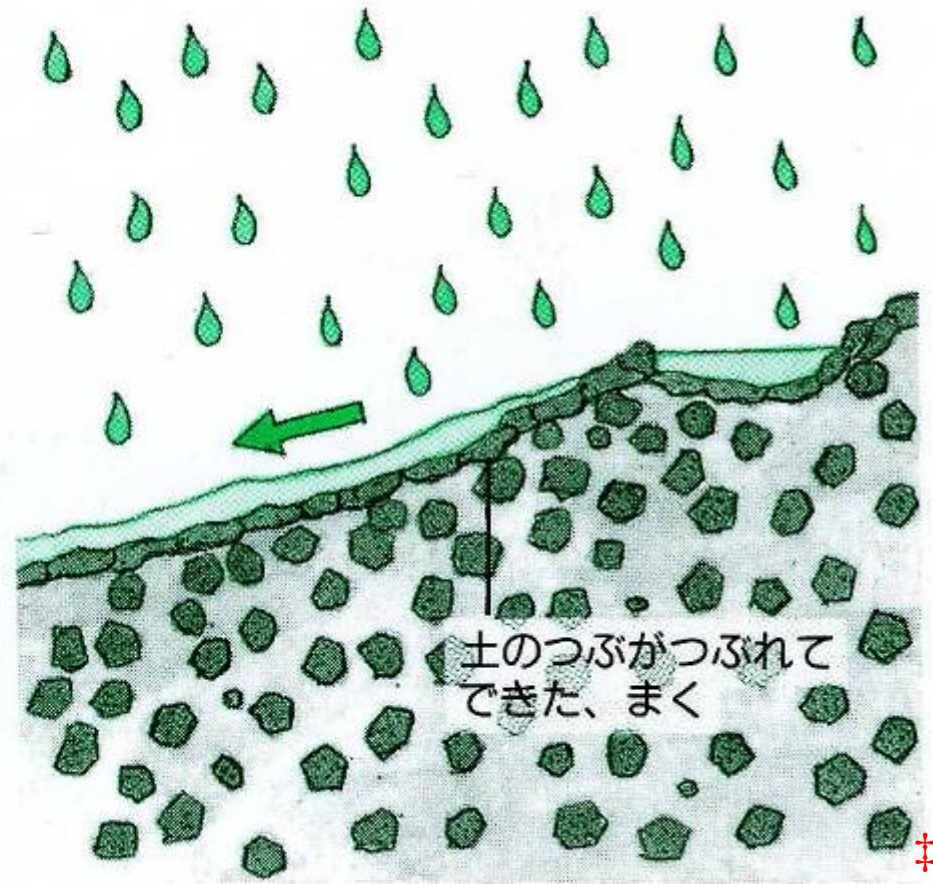
小石やヒノキの種が雨滴
衝撃から地表面を守った

目詰まりして
いて水が浸透
しない

健康な森、不健康な森



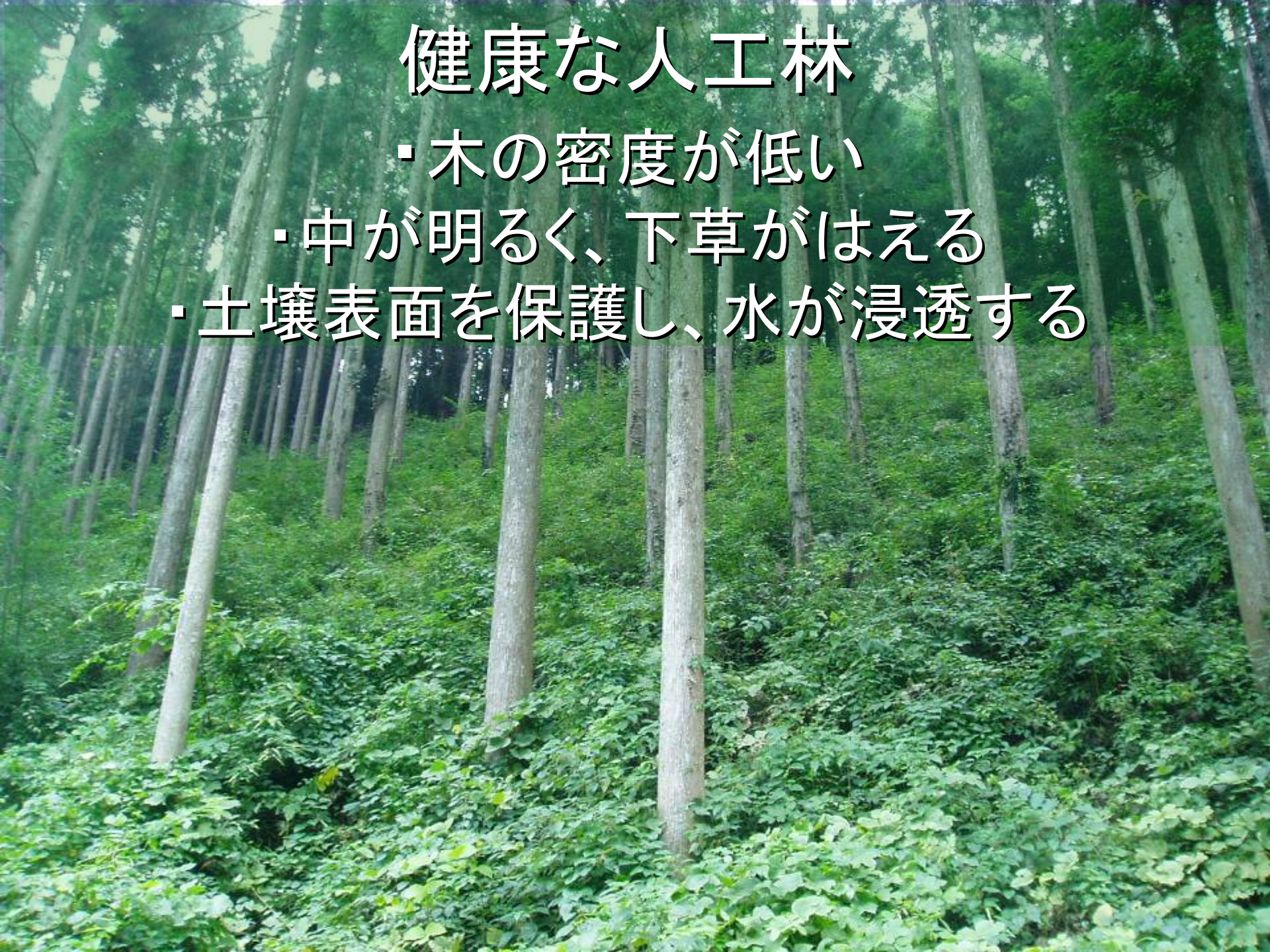
健康な森の中



不健康な森の中

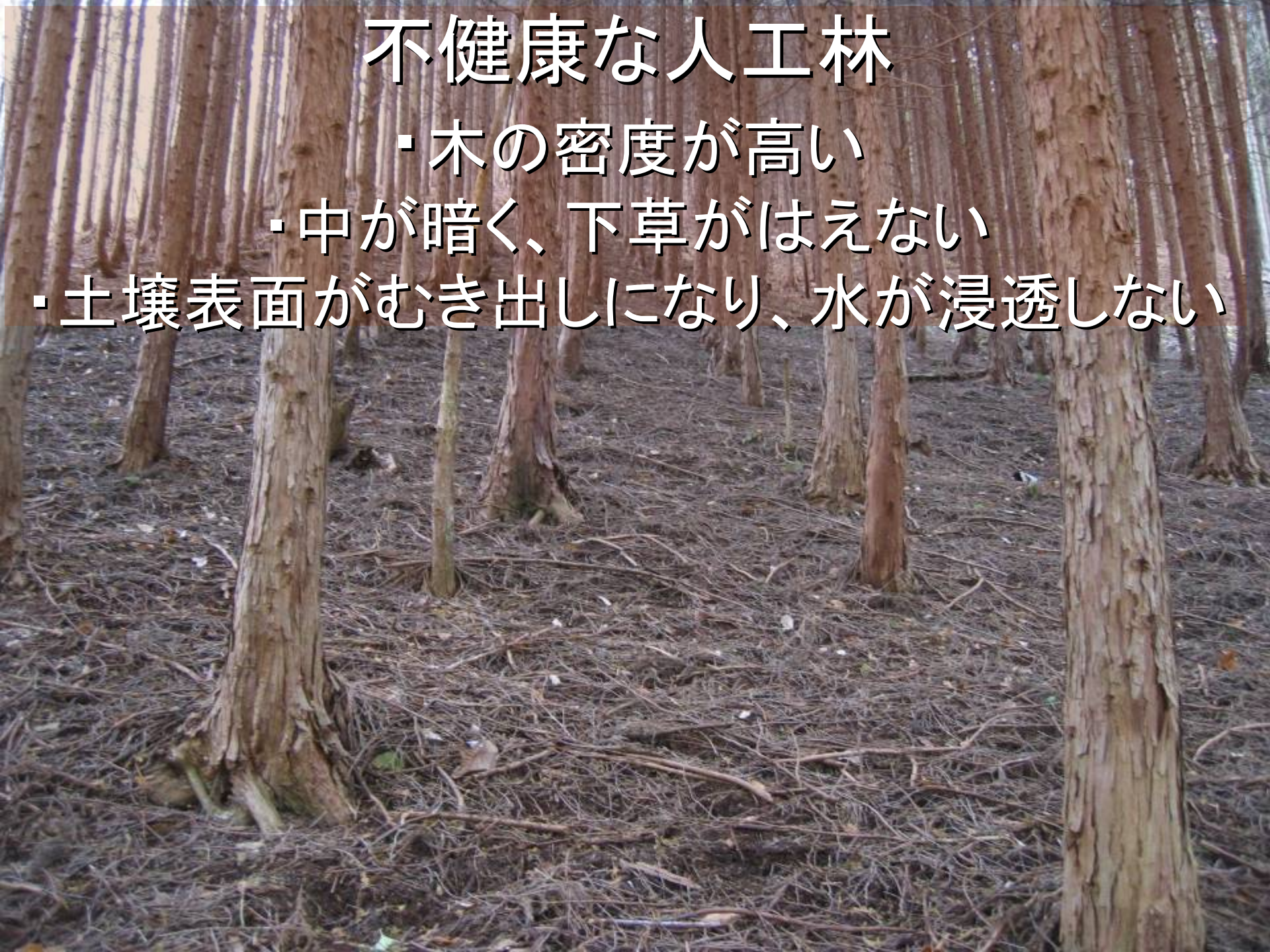
健康な人工林

- 木の密度が低い
- 中が明るく、下草がはえる
- 土壌表面を保護し、水が浸透する



不健康な人工林

- ・木の密度が高い
- ・中が暗く、下草がはえない
- ・土壌表面がむき出しになり、水が浸透しない



東海豪雨 2000.9.12



豊田市矢作川研究所(2002)

「東海豪雨 矢作川流域・記憶と記録」

2004年10月20日台風23号 兵庫・岡山県風倒木災害





人工林放置→崩壊のメカニズム

- 雨滴の巨大化
- 雨滴のエネルギーによる土砂の細粒化と目詰まり
- 土砂の流出
- 根がむき出しの森
- 過密なため、1本当たり根の広がりが狭い

- どれくらい的人工林が放置状態にあるのか、誰も知らない。どこにもデータがない

森の健康診断

- 2005年調査地点
- 2006年調査地点
- 2007年調査地点
- 2008年調査地点
- 2009年調査地点

平谷村

恵那市

根羽村

設楽町

豊田市

岡崎市

安城市

西尾市

碧南市

5年間合計
参加者数 1,270人
調査地点数 346地点

第5回 矢作川森の健康診断

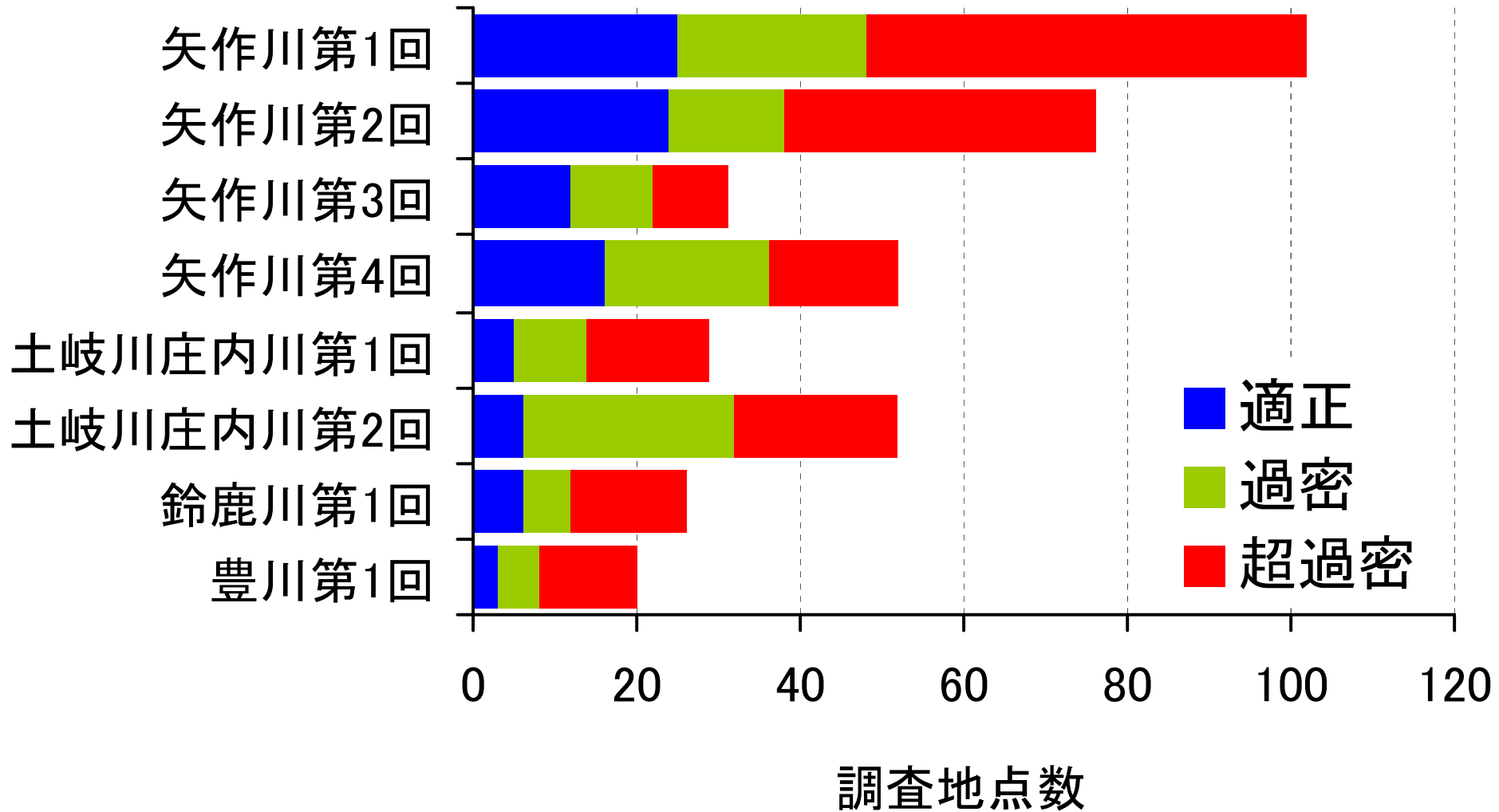
2009.6.6





- ① 使い捨てカメラ ② チョーク ③ 中心の木に巻くテープ ④ ノギス ⑤ 移植ごて
⑥ ボード ⑦ 調査枠設定用ロープ ⑧ ものさし ⑨ 傾斜角度計 ⑩ 方位磁石
⑪ 白のビニールシート ⑫ 簡易直径巻き尺 ⑬ 4m釣り竿

森の健康診断の結果



『森の健康診断 — 100円グッズで始める 市民と研究者の愉快的な 森林調査』

2006年4月 築地書館刊

100円グッズで始める
市民と研究者の
愉快的な森林調査

森林と流域圏の再生をめざして、
森林ボランティア・市民・研究者の
協働で行なう、

手づくりの人工林調査の
ためのガイドブック


全国
どこでも使える
森の健康診断
マニュアル付き

森の 健康診断



蔵治光二郎＋
洲崎燈子＋
丹羽健司

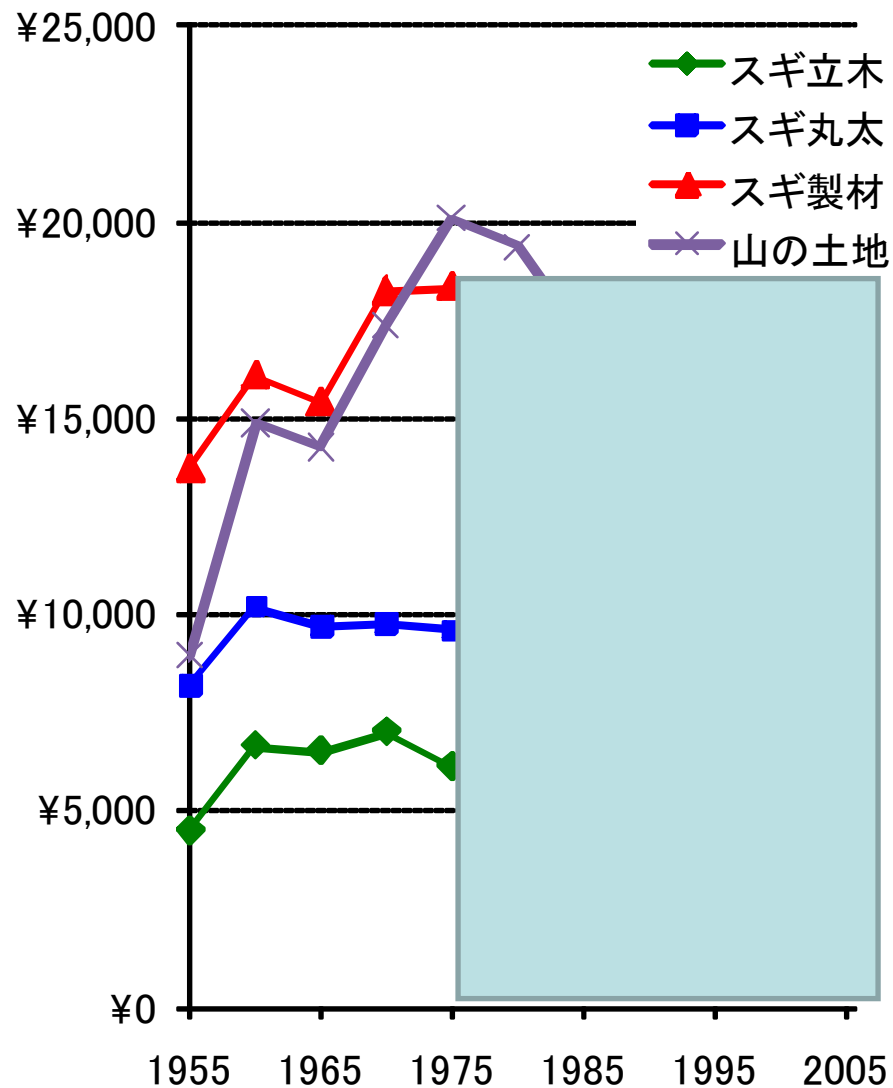
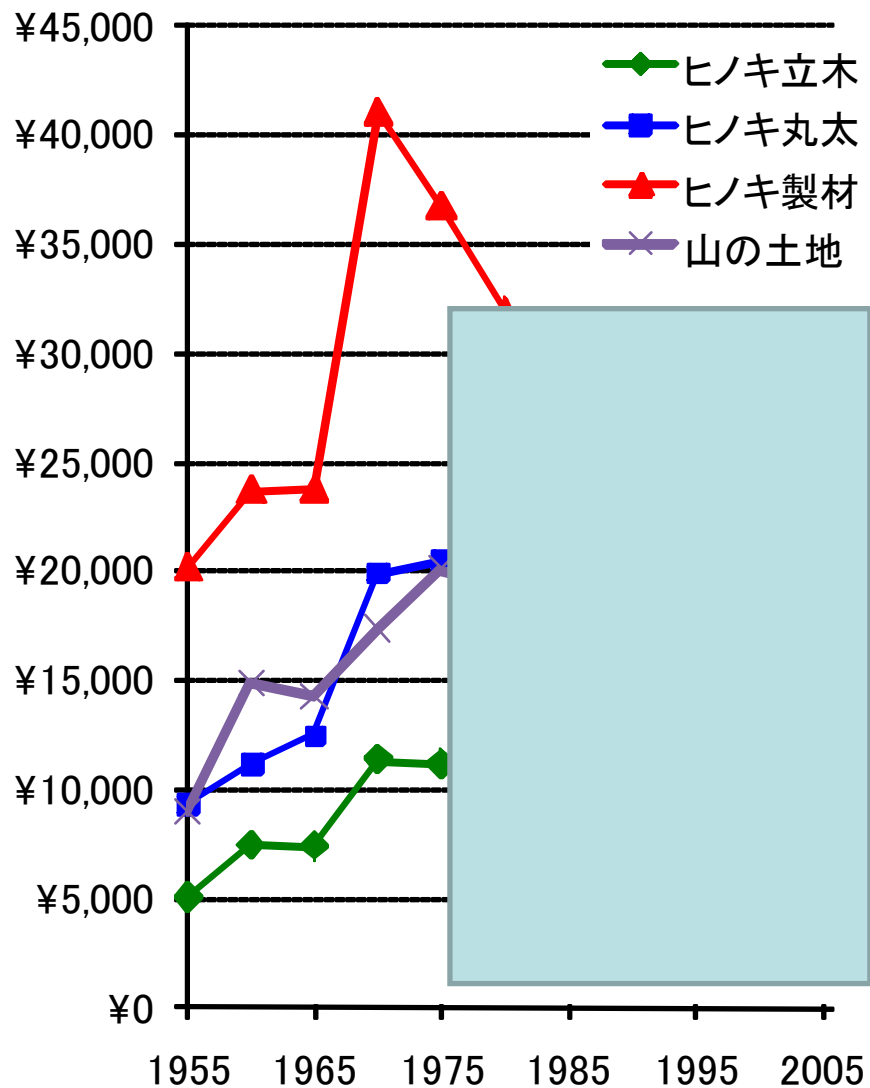
築地書館



なぜ人工林の間伐は進まないか

- 人
 - 過疎化、高齢化
 - 林業労働＝きつい、汚い、危険、給料が安い
- 金
 - 買う人がいない。需要がない
 - もうからない。やればやるほど赤字
- 制度
 - 実態を誰も把握していない → **森の健康診断**
 - 土地所有制度、森林管理制度、補助金制度
 - 怠けていた人が得をし、頑張った人が報われない

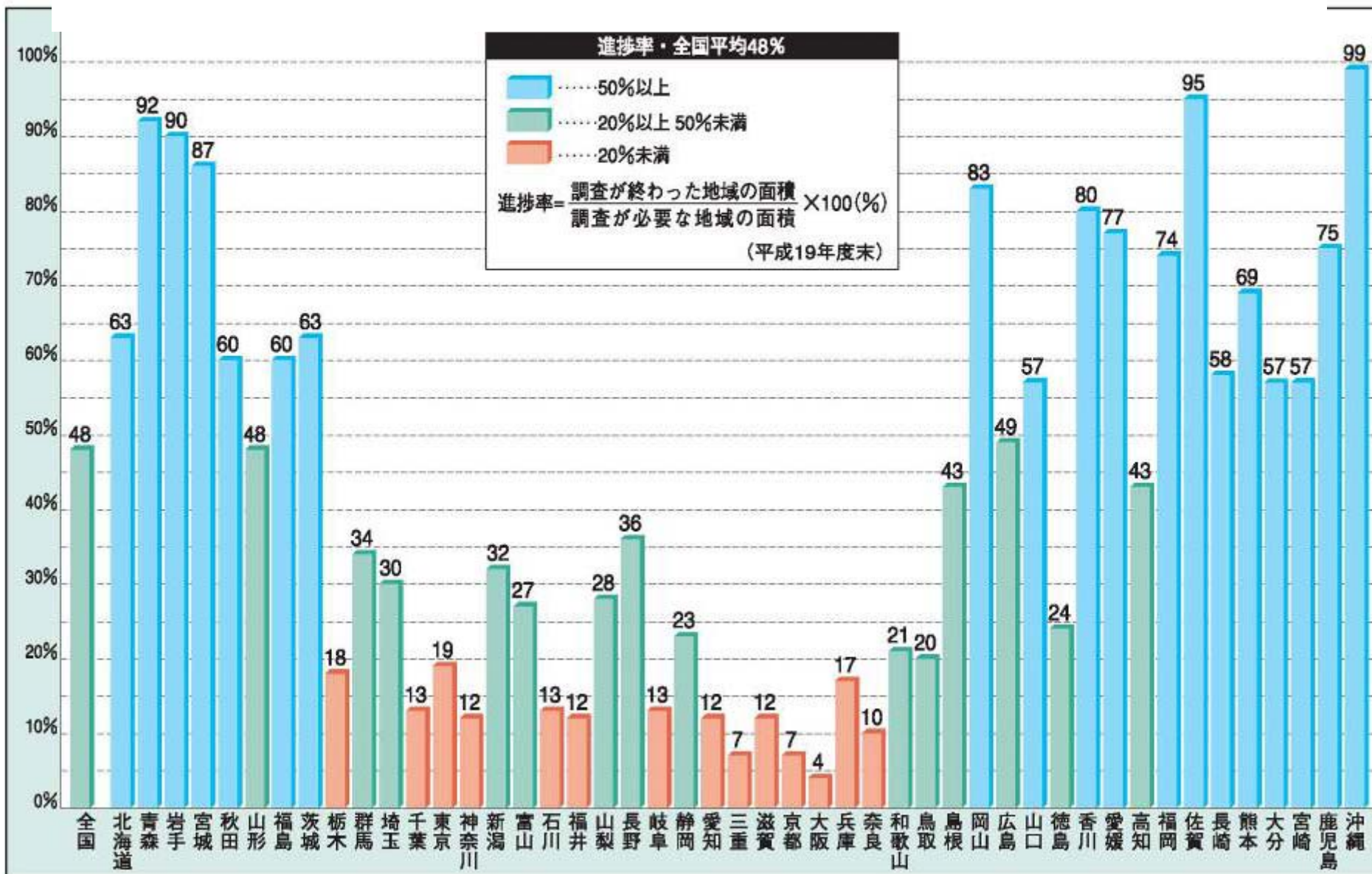
立木・丸太・製材・土地の価格 (1955年を基準とした実質価格 円/m³)



不健康な人工林の治療

- 対処療法ではなく根本的治療を
- 日本の森林管理は**所有者**に任されている
 - **予定調和論**（林業をしていれば公益的機能はおのずと達成される）
- 森林管理の破綻
 - 利益を生まない森林は所有者にとって「塩漬け」財産
 - 林業が減びると公益的機能も失われてゆく
 - 林業がもうかるようになれば、所有者は再び手入れをするか？
 - 技術が減び、誰も作業できなくなる？

地籍調査の進捗状況



人工林間伐の推進に向けて

- 制度的手法
 - － 平成検地、台帳統一、所有・管理分離、管理権強制収用、義務強化、固定資産税・相続税改革
- 経済的手法
 - － 国産材の選択的利用、公益的機能の市場化
- 社会的手法
 - － 流域圏「運命共同体」思想、上下流交流・連携・一体化、水源林再生国民運動
- 科学的手法
 - － リスクや恩恵を科学的に数値で説明する
 - － 水源林管理技術の確立

一人一人にできること

- 森の価値を認め、価値に対して対価を払う
- 森の価値① 木材
 - 日本の木を使った家、板、家具など 木を使う暮らし
- 森の価値② エネルギー
 - 薪、ペレット、小規模発電など
- 森の価値③ 水源、二酸化炭素吸収、生物多様性
 - 税金や水道料金として払い、使い方を国や地方の政府に任せる
- 森の価値④ レクリエーション、観光、森林セラピー
 - 楽しみ、癒しの場としての森 森に行って楽しみ癒される
- 森の価値⑤ 教育
 - 木育 森のようちえん

ご清聴ありがとうございました



全学自由研究ゼミナール 2009.2.17