

林業技術



■1995/NO. 640

7

RINGYŌ 日本林業技術協会 GIJUTSU

図を測る、図で測る。

面積・線長精密測定器の定番X-PLAN360が生れて10年が経ちました。ながい間のご評判、ご愛用を感謝いたします。この度、コードレス連続使用80時間の新機軸を加えるとともに、一段と性能を向上させたニューモデルを発売いたします。精度、性能、耐久性を誇るウシカタの製品はご安心、ご納得してお使いいただけます。

New Model

■面積・線長・周囲長=同時測定

エクスプラン360dII (さんろくまるデーツー)

コードレス連続使用80時間達成!!

ほかに、オートクローズ機能、オートパワーオフ機能、演算機能、
小数桁指定を付加向上。



エクスプランの精度について(測定誤差0.1%以内完全確保)——X-PLAN360dII、X-PLAN360Cとともに、測定値のバラツキのないよう細心の注意をしております。製品には必ず検証ゲージを添付しておりますので、一層ご安心してお使いいただけます。

疲れないエクスプラン操作(偏心大型トレースレンズ)——座ったままで正確に測定できるトレースレンズを採用するなど、測定者の疲労を軽減する機構になっています。(特許取得済)

◆◆◆◆ コンピュータ接続、プリント記録、座標測定ができる上級機 ◆◆◆◆



エクスプラン360C (さんろくまるシー)

■座標・面積・線長・辺長・半径=同時測定、任意出力

★図心・角度・三斜面積測定などができる活用ソフトをご希望の方に無償ご提供中(PC98用)

資料のご請求は下記FAXで
ご記入の上、ご希望商品・送付先等を必ず明記ください
FAX.03(3756)1045

牛方商会 (ウシカタ)
146 東京都大田区千鳥2-12-7 TEL.03(3758)1111(代)

兵庫県南部地震

- 兵庫県南部地震を追う——地盤破壊の実態と森林が果たした防災機能 奥 西 一 夫 ... 2
 兵庫県南部地震による液状化現象の樹木への影響 田中義則・山瀬敬太郎 ... 7
 現代の木造住宅の耐震性——阪神・淡路大震災の所見から 神 谷 文 夫 ... 11

第 41 回林業技術賞業績紹介

- ヒノキ精英樹の採種園管理技術の確立とヒノキ精英樹の普及 丹 原 哲 夫 ... 15
 シイタケほど木の黒腐病に関する研究 松 尾 芳 徳 ... 18

第 6 回学生林業技術研究論文コンテスト要旨

- 上高地におけるニホンカモシカの行動学的生態研究 望 月 敬 史 ... 22
 スロープ付U字溝の有効性の検証——小動物との共存をめざして 倉 品 伸 子 ... 24
 热帯産マメ科4樹種の酸、アルカリストレス下における成長特性 神 長 健 夫 ... 26
 例幣使街道スギ並木におけるスギの衰退と根系保護効果 千 葉 潤 子 ... 28
 森林生態系における昆虫寄生性線虫 (Steinernema属) の分布実態 中 村 直 子 ... 29
 パイプフローの降雨流出過程に及ぼす影響 内 田 太 郎 ... 30
 雲仙普賢岳・中尾川扇状地における土石流の氾濫予測手法に関する研究 高 尾 正 樹 ... 31

隨 筆

- 日本人の長寿食 16 不老長生のまじない・ことわざ 永 山 久 夫 ... 32
 人生至る所に… 16 蝶で国際協力 (10) ——マレーシア半島の蝶園 杉 本 啓 子 ... 34

会員の広場

- 吉野の手すき和紙に熱い想いを込めて 伊藤貴文・植 貞男・福本信昭 ... 37
 持続的森林管理についての私見 塚 本 好 道 ... 40

技術情報 21	林政拾遺抄 43
林業関係行事一覧 (7・8月) 36	小嶋睦雄の5時からセミナー 1 44
傍目八木 42	本の紹介 44
統計にみる日本の林業 42	こだま 45
第4回森林文化教育フォーラム (和歌山大会) のお知らせ 36	
投稿募集のお知らせ 41	
農林漁業体験民宿業者の登録のお知らせ 45	
日林協《山火事予知ポスター》の図案・標語募集の中止についてのお知らせ 46	
協会のうごき・編集部雑記・編集部受贈図書 46	



●表紙写真…“三角帽子”京都府北桑田郡京北町細野、撮影=中村栄夫(京都市北区在住)。「道路を走ってたら木こりらしい方が北山杉を乾燥させていた。この木材はどこに使われるんだろう」第42回森林・林業写真コンクール特選。アサヒペンタックス 6×7, 75ミリレンズ, 1/60秒, 絞り 22, フジRFP。

兵庫県南部地震

●あの地震から半年。実態と山地防災の関係は？、液状化現象の綠化樹木への影響は？、木造住宅は本当に大丈夫なのか？、3名の専門家に検討していただきました。なお、「**兵庫県南部地震**」は地震名称、「**阪神淡路大震災**」は災害名称です。

兵庫県南部地震を追う ——地盤破壊の実態と 森林が果たした防災機能

兵庫県南部地震

①

おくにしかず お
奥西一夫



京都大学防災研究所教授 ☎0774-32-3111・代表
(日本地形学連合会長)

1. はじめに

六甲山系は過去100年ほどにわたる豪雨災害と復旧の歴史を持ち、今後起こり得る激しい土砂流動を伴う洪水に対してかなりの防災力を有している。しかし風化花崗岩特有の地盤の脆弱さのため、斜面崩壊と土石流が起こりやすく、都市域の山地部分へのスプロール化の影響もあって、斜面崩壊に起因する土砂災害が繰り返され、しかもしだいに都市災害的な色彩を強めてきている。兵庫県南部地震による六甲山地の斜面崩壊による人身被害は比較的少なく、阪神淡路大震災と呼ばれる災害の中ではごく限られた位置を占めているにすぎないが、上記の観点から、今後の阪神地区の防災のためにも、今後直下型地震が起こり得る他地域の防災のためにも、今回六甲山地で起こった斜面崩壊の特性を解明することは重要なと考えられる。

2. 兵庫県南部地震はどんな地震であったか？

地震に関する詳しい情報は地震計によって得られる。地震計の記録は、地震計が置かれた地点での地面の揺れ方を示すだけでなく、複数の地点の地震計記録から、震源で何が起こったかを解析することができる。また、余震観測からも震源で起こった現象が推測される。これらの結果によると、長さ約30kmの横ずれ断層の活動が本震を発生させた。その断層は淡路島では地表に断層運動が現れた野島断層に一致するが、神戸市側では既存の断層と完全には一致せず、震災の特に著しい「震災の帶」といわれるゾーンとは平行しているが少し離れている。そして既存の断層に沿って地盤変

状が見られたり、建物や墓石の倒壊方向に系統的な差が現れたりしている。このようなことから、上記の震源過程以外にも断層運動があったのではないかとの推測が行われているが、専門分野が異なると論者の間で議論がすれ違ったりして、はっきりしたことはわかっていない。

3. 地震による地盤破壊と災害

山腹斜面の崩壊（山崩れ）は場所によっては高い密度で発生したが、地震規模の割合に発生数は少なかったといわれている。山崩れについては次節でやや詳しく述べる。六甲山地の北側の神戸層群地域は兵庫県では有数の地すべり地帯であるが、これらの地すべりが地震によって動き出すことはなかった。一方、山麓の鮮新一更新統堆積物（大阪層群）地域の谷型斜面では、ごく浅い地盤の側方すべりと地震動が複合して特異な地盤破壊が発生し、家屋被害が大きかった。これを一種の地すべりと見なす考え方もあるが、今後議論されるべき問題である。山際や川に面した急崖では崖くずれが多発したが、従来多く見られた地震による崖くずれとは異なり、石積みや急崖斜面が地山から引き剥がされて崩れる形の崖くずれが多く発生した。扇状地から氾濫原、三角州、砂州にかけては、住宅やその他の建物および高架構造物（鉄道または道路）の被害が多かった。特に耐震設計がなされているはずの鉄筋コンクリート造りの建物や高速道路の橋脚の破壊は議論を呼んだ。これらの建

物や構造物が1 Hz(ヘルツ)内外の比較的短周期の振動に共振して破壊したらしいことから、直下型地震であったために短周期地震動の減衰があまりなく、地盤の共振特性と建物や構造物の共振特性がたまたま一致したときに思いがけない破壊が起こったという見方が有力である。海に近接する地域、特に海面を埋め立てて造成された人工島では地盤の液状化が広範に見られた。しかし、人工島の建築物は深い基礎杭によって支えられ、ほとんど損傷がなかった。それにひきかえ、港湾施設は大きな被害を受けた。これは岸壁部分を支持するケーソンが沖側に大きくすべり出したのが原因であるが、そのメカニズムは十分解明されていない。

4. 山崩れと森林

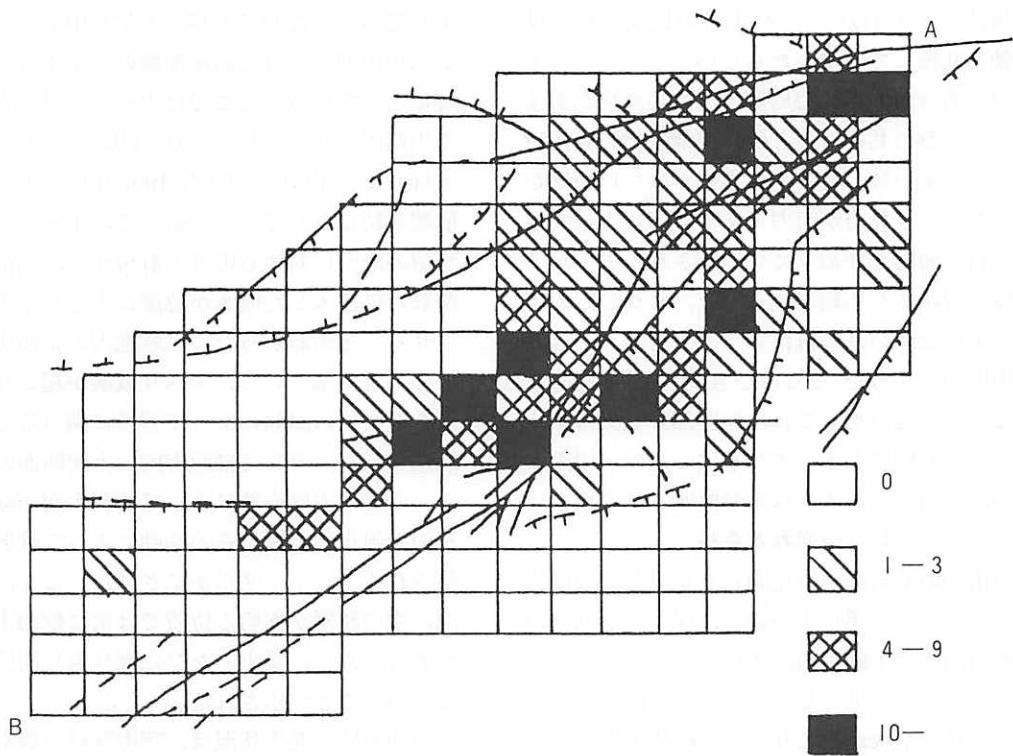
六甲山地の基岩は六甲花崗岩と布引花崗閃緑岩である。両方とも風化土が脆く、保水性が低いので、表層崩壊と土砂流出が多いことで知られている。六甲山地では他の都市周辺山地と同様、江戸時代に森林の乱伐が起り、江戸時代末期から明治時代にかけては山麓部で土砂災害・洪水災害が絶えなかったといわれている。折しも神戸市の国際港湾都市としての発展があり、大災害のリスクが予測されたので、大規模な砂防・治山事業が展開してきた。しかし、1938年には阪神大水害という未曾有の災害を喫している。その後砂防・治山事業はさらに精力的に進められ、第二次世界大戦に伴う停滞を除いて、着実に成果を上げたが、1961年と1967年の豪雨に際しては、都市化の進行に伴う新たな災害を受けた。ただし、1967年には1938年災害時以上の斜面崩壊・土砂流出があったにもかかわらず、山麓部に流出する土砂の大半をくい止めることができるなど、砂防・治山工事の成果は明らかである。

六甲山地の斜面崩壊については多くの研究が行われている。その基本原因は物理的風化と化学的風化に帰せられる。前者は六甲山地の隆起運動または断層運動と密接に関係している。後者は地中深部から湧昇するCO₂が造岩鉱物に働きかけて粘土鉱物が生成される過程で起こるものである。六甲山地での頻発する表層崩壊の研究はかなり進

歩している。なかでも神戸大学を中心とする研究が六甲山地における斜面崩壊の発生条件を最も明解に示している。ここではボーリング調査によって小断層が発見され、これと関連するリニアメント群および1961年および1967年に発生した斜面崩壊が特定されている。続いて、ボーリング孔内水位の降雨に対する応答の解析から、花崗岩中の割れ目に流入した雨水が急激に大きな水頭を出現させることができた。試験地内の斜面土層の構造の調査に基づいて、すべり破壊が起り得る土層を簡易貫入試験によって容易に調べることが可能になった。そして縦断方向の土層断面の精査から、過去の表層崩壊によって軟弱土層が除去され、その後風化や周囲からの移動によって軟弱土が補給されるようすが明らかにされた。また、谷型斜面の中で断層が横切る位置では常に軟弱土の補給があるために、豪雨のたびに繰り返し崩壊が発生していることが示された。

斜面崩壊の発生状況は、空中写真の観察によってかなり詳しく把握することができる。しかし、今回の地震による斜面崩壊の多くは、旧崩壊地の滑落面上の薄い風化土の崩落であったり、崩れ残った滑落崖上部の土石の崩落であったり、落石型であったり、変位量の少ないスランプ(すべり面が回転運動を伴うことによりスプーン状・凹状となる崩壊)であったりするため、空中写真の観察だけでは今回の地震によって起ったかどうかを判定できない。そこで、斜面崩壊が集中的に起ったいくつかの地域、特に地形や表土、露岩の状態などにおいて代表的な地域を選んで現地踏査を行い、その結果と空中写真の観察結果を付き合わせて、空中写真判読マニュアルを作成し、これに基づいて六甲山地全域の斜面崩壊を、空中写真判読によって統一的に行った。

これらの斜面崩壊は大まかに、スランプを伴う円弧すべり、表層すべり(岩塊の崩壊を含む)、土砂崩落および落石の4つに分類できる。スランプを伴う円弧すべりは直下型地震に際しては大規模ないし巨大規模の斜面崩壊が起こることがあり、例えは1984年長野県西部地震によって御嶽山南



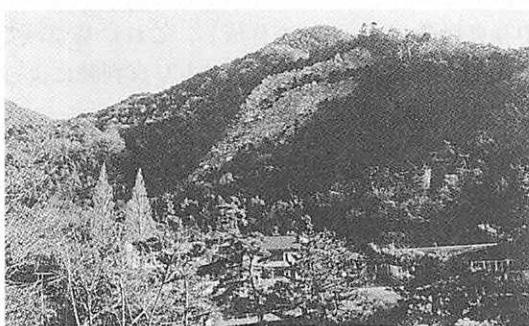
▲国土地理院の基準メッシュ（いわゆる1kmメッシュ）内の斜面崩壊の個数。
調査域の北東端A地点と南西端B地点はそれぞれ34°41'N, 135°8'15"Eおよび34°49'N, 135°21'E。

斜面で約3400万m³の大規模崩壊が起こり、その崩土は伝上川～王滝川に沿って13kmの距離を流下した。兵庫県南部地震によって引き起こされたスランプ型の斜面崩壊の土量はせいぜい10万m³オーダーであり、個数も7つにすぎない。そのため、その発生原因はかなり個別的な条件に関係すると思われるが、盛土斜面での発生がやや目立つ。この類型の斜面崩壊には、仁川百合野町や宝塚ゴルフクラブ内の斜面崩壊のように、スランプ土塊の

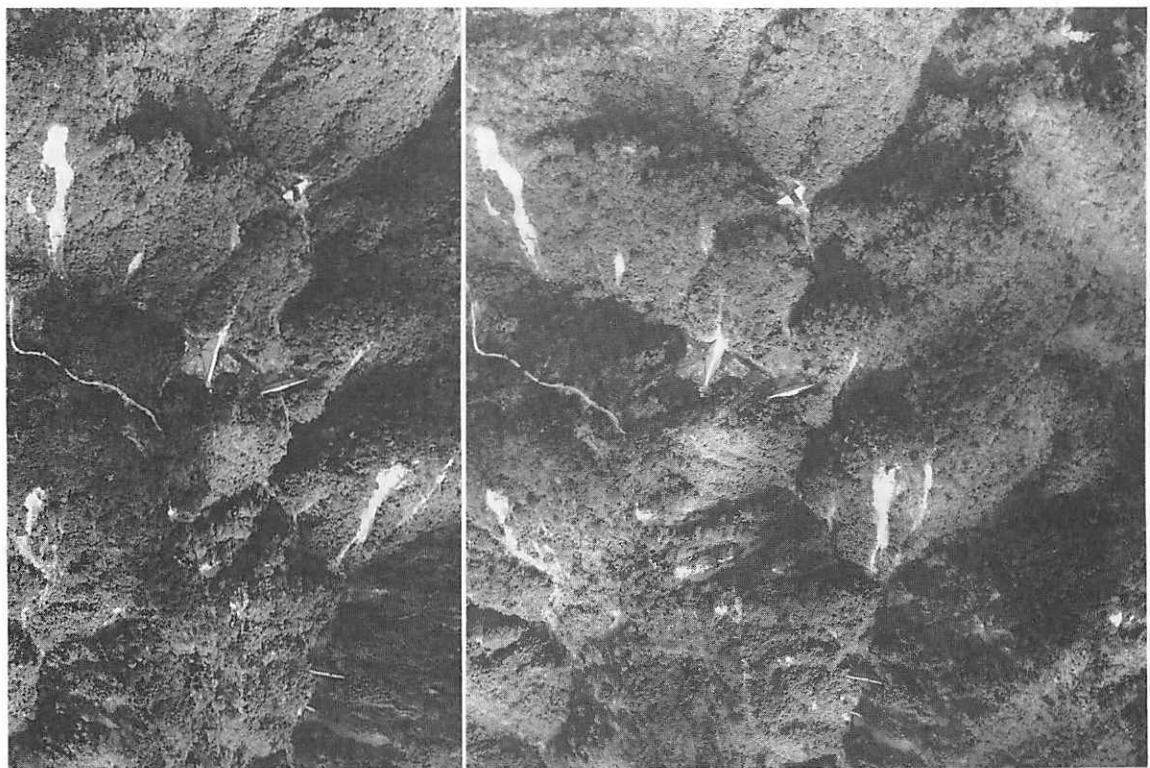
かなりの部分が二次的に崩壊・流動したケースもあるが、西岡本の地すべりのように、クラックの発生とわずかのスランピングを生じただけに終わっているケースのほうが多い。

表層すべりは土砂崩落に次いで発生数が多い。この類型の崩壊は多くの場合、過去に起こった豪雨による斜面崩壊の跡地で起こっている。そして前回の崩壊後に滑落崖で露出した風化花崗岩がその後大気にさらされることによって急速に風化し、今回滑落したものと考えられる。この類型の斜面崩壊は六甲山地南面の比較的標高の低い部分に多い。これは人工的な盛土斜面を除けば、風化帯が比較的厚いゾーンに該当する。

土砂崩落はすべり破壊によるのではなく、地山から引っ張り破壊によって切り離された形で崩れ、すべるというよりも落下したものである。この類型の斜面崩壊は最も数が多い。その発生は風化帯の比較的浅い六甲山地の南東面の岩石質斜面に集中しているが、その他の区域にも多く見られる。



▲スランピングを伴うやや深い崩壊(裏六甲蓬萊峡付近)



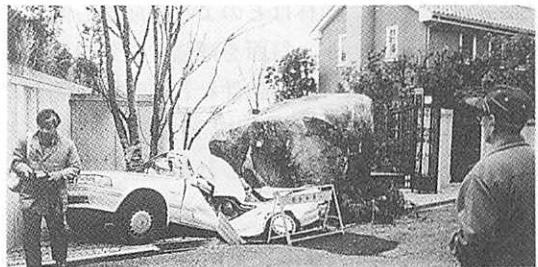
▲比較的斜面崩壊が集中した地区の例(池田市, ステレオペア, アジア航測平成7年1月20~21日撮影, 約1:8,000)

落石には石の大きさ、個数においてさまざまなものが起こっているケースが多いが、多くは空中写真上で認識・発見することが困難である。そこ



▲川に面した岩壁の崩落(芦屋川中流部)

で、空中写真の注意深い観察によって発見可能な、30 m³以上の体積の落石のみをピックアップした。それはわずか4箇所である。そのうち3箇所では複数個の30 m³以上の落石が発生した。このような大径の落石は質量の割りに転がり摩擦が小さいため、いったん転動し始めるとなかなか止まらず、傾斜が緩くても長い距離を移動する。落石のいくつかはスランプ土塊の二次的な崩壊や土砂崩れの中から現れた巨石で、他の崩土がすぐに停止したにもかかわらず転動を続けて、全く別の場所に停



▲大きな落石(約3 m角, 西宮市剣谷町)

止している。落石の中にはケーブルカーの軌道に飛び込んだり、家の玄関先の自動車をクラッシュしたものもあるが、幸い人身に直接影響する事例はなかった。このような大径の落石は数が極めて少ないため、その発生地点の共通的な特徴を挙げることは困難である。

1994年はまれな渴水年であったので、今回の地震時には六甲山地の山腹斜面はかなりの乾燥状態にあったと思われる。このことが斜面崩壊の発生の大きな制限要因になっていたことは疑いがない。このような状況下では、風化土は摩擦角が大きく、粘着力が小さくなるので、深い崩壊は起こりにくく、浅い崩壊が起こりやすい。そのため、植物の根の緊縛作用の有無が崩壊発生の大きな要因になる。その他の要因としては風化程度、斜面傾斜および地震動を挙げることができる。そのうち斜面傾斜と地震動は、はっきりわからない形で断層と関連していると思われる。このような要因との関係を分析するためには、多くのデータに基づく統計学的研究が必要である。

前述のように、六甲山地では昔から砂防・治山事業が精力的に進められてきた。その成果として今回の地震による斜面崩壊が例外的に少なかったということができる。しかし、この程度まで砂防・治山対策が充実している地域は全国的にはまれであり、同程度のマグニチュードの直下型の地震が他の地域で起これば、これよりもひと桁多い斜面崩壊が起こっても決して不思議ではないであろう。人工構造物(道路や鉄道の盛土のり面など)や宅地に面した斜面ではこのような状況は常時チェックし、地震時にも崩壊しないように補強したり、もし崩れても人命にかかわらないように対策することが必要である。植林はどのような崩壊も防止できるとはいえないが、斜面を補強する効果がある。また、斜面の地質、地形条件などの詳細な調査に基づいて、崩壊発生危険度や発生個数の予測とそれに基づく防災対策を行うことが可能である。

【参考文献】

ここでは上述の事柄をやや詳しく理解するのに役立つい

くつかの文献を挙げる。

六甲山の一般的な解説：室井 紹ほか「六甲の自然」(六月社)。

六甲山地の斜面崩壊：田中 茂(代表者)「山くずれと地質・地形構造の関連に関する研究」(文部省科学研究費報告書：非売品)。

兵庫県南部地震：藤原悌三(代表者)「平成7年兵庫県南部地震とその被害に関する調査研究」(文部省科学研究費報告書：非売品)。

兵庫県南部地震の地質学的側面：日本地質学会ほか「阪神大震災緊急合同報告会資料集」(大阪市立大学理学部地球科学科都市地盤研究室)。

災害調査報告：神戸大学工学部「兵庫県南部地震緊急被害調査報告書 第1報、第2報」(神戸大学工学部建築学科土木系教室、印刷実費1,500円、2,000円)。

震災復興：日本科学者会議兵庫支部ほか「みんなできりひらこう震災復興」(兵庫県労働運動総合研究所：1,200円)。

【研究に関連した諸情報】

1. 動いている研究組織・プロジェクト (情報問い合わせ先)

- ◆神戸大学兵庫県南部地震学術調査団(神戸大学：沖村孝)
- ◆京都大学特定研究チーム(代表者：亀田弘行 連絡：奥西一夫)
- ◆科学研究費総合研究(代表者：藤原悌三 連絡：奥西一夫)
- ◆国土問題研究会の研究グループ(奥西一夫)
- ◆関連諸学会の研究委員会など(砂防学会、地すべり学会)
- ◆JGU/KGRG の調査グループ(奥西一夫)

2. 電子メールによる情報入手

- ◆KOBENet 東大地震研究所で運営。研究機関ごとに代表者を決めて登録すれば情報をもらえる。Fax: 03-5411-0442 KOBENet
- ◆京都大学防災研究所地震予知研究センターのニュースグループ ukifune
- ◆地形学のニュースグループ GEOMORPHLIST 連絡先 Jeff Lee address: adgil @ ttacs. ttu. edu
- ◆JGU/KGRG 関係 address: c 53814 @ sakura. kudpc. kyoto-u. ac. jp
- ◆国土地理院への私的コンタクト address: iwashashi @ graph. gsi-mc. go. jp

3. WWW (World Wide Web) による情報入手 (MOSAICなどのソフトを使用)

http://157.82.98.44/kobenet/KOBENetHome. html
上記の神戸ネット

http://graph. gsi-mc. go. jp: 2000/ 国土地理院
http://ukifune.dpri.kyoto-u.ac.jp/Hyogo/current-kobe 4. gif 防災研究所

http://www. fema. gov アメリカ合衆国危機管理局

4. GIS システムの開発 (兵庫県南部地震に特化したもの)

- ◆神戸大学の GIS システム(神戸大学工学部 高田至郎教授)
- ◆京都大学の GIS システム(防災研究所 岩井 哲助手)

5. レポートなど

◆砂防学会：兵庫県南部地震に伴う土砂災害に関する緊急報告会資料 35 p., 1995. 3. 15

◆新聞社などのグラフ誌特集号多数

兵庫県南部地震による 液状化現象の 樹木への影響

兵庫県南部地震

②

たなかよしのり
田中義則



兵庫県立森林・林業技術センター
緑化センター ☎0796-76-2257・代表

1. 液状化現象による噴砂

平成7年1月17日早朝に発生した兵庫県南部地震は震度7の激震で、阪神や淡路地区に極めて甚大な被害をもたらした。死者者数は5,500余名を超え、家屋の倒壊や焼失、水道・ガス・電気の停止、交通網の寸断、さらには液状化現象による港湾施設の壊滅的被害など近年最大の大震災となった。

兵庫県南部地震による液状化現象は、神戸市から大阪府堺市までの100kmを超える範囲で確認されているが、顕著に見られたのはポートアイランドや六甲アイランド、芦屋浜などの海岸埋立地であった。液状化現象とは、埋立地のように地下水を多量に含んだ砂質の地盤が、震度がほぼ5以上の地震によって強く揺すられると砂粒が水中に浮

表・1 噴砂と客土の化学性

採取地	深さcm	pH		EC m·mho/cm
		噴砂	客土	
メリケン パーク	噴砂	7.8	4.31	
	客土1~5cm	6.0	0.23	
北公園	噴砂	7.5	3.59	
	客土1~5cm			
中公園	噴砂	7.5	0.97	
	客土1~5cm	5.7	0.15	
ポート アイランド	噴砂	8.4	1.02	
	客土1~5cm	4.7	0.59	
南西部	噴砂	8.1	2.62	
	客土1~5cm	7.6	0.74	
中央部	噴砂	8.4	2.22	
南部	噴砂	9.1	0.44	
南東部	噴砂	8.3	2.19	

注) ECとは水溶液の電流を流す能力で、 $\mu\text{mho}/\text{cm}$ の意。

やませけいたろう
山瀬敬太郎



兵庫県立森林・林業技術センター
緑化センター ☎0790-62-2118・代表

遊した状態となり、砂や水が地表に噴き出すことで、地表に噴き出た砂が噴砂である。海岸埋立地に発生する液状化現象は、地下水に海水を含むことから、噴砂はpH値や塩分濃度が高く、植物の生育を阻害すると考えられる。そのため、地震が発生してから、ほぼ2週間後の2月3日に神戸港周辺やポートアイランドを踏査し、樹木が植栽してある公園や道路の分離帯など7カ所の噴砂と客土を採取して、pHと電気伝導度(EC^{mho})を測定し、その結果を表・1にまとめた。

噴砂のpHは7.5~9.1といずれもアルカリ性を示し、pH 8前後のところが多かった。客土の表層のpHは、ポートアイランドの南部でpH 7.6とアルカリ性を示したが、他の場所のpHは4.7~6.0であった。一般的に、緑化木が良好な生育をするのはpH 6前後であり、pHが6.6以上になると生育は不良となる²⁾⁶⁾。また、海岸埋立地ではpHが8前後のところでも樹木は生育しているが、生育状況はあまり良好ではないので¹⁾、液状化現象による噴砂は樹木の生育を阻害するものと思われた。しかし、ポートアイランドの南部を除くと客土のpHは樹木の生育に支障のない値を示した。

ECをみると、噴砂では0.44~4.31 m·mho/cm、客土1~5cm層では0.15~0.74 m·mho/cm

表・2 試験の要領

試験区	試験の要領
除去区	噴砂を除去する
非除去区	噴砂を除去しないでそのままにしておく
堆肥区	樹木周辺の噴砂に有機質肥料を混入する
炭カル区	噴砂に炭酸カルシウムを混入する
対照区	噴砂がない場所の試験区



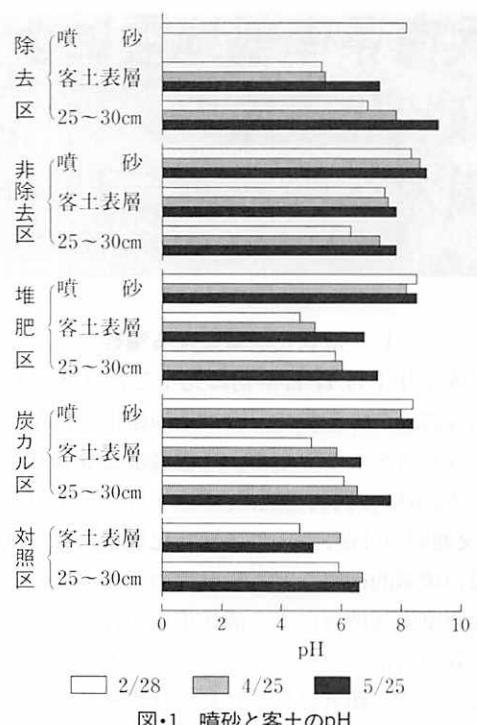
写真・1 ポートアイランド南公園の液状化現象

であり、採取した場所によってばらつきが大きかったが、ポートアイランド南部の噴砂と客土を除去とほとんど $1.0 \text{ m} \cdot \text{mho/cm}$ 以上であった。EC は $1.0 \text{ m} \cdot \text{mho/cm}$ 以上になると植物に障害があるといわれているので⁶⁾、噴砂の塩類が雨水により溶脱して、客土層に浸透すれば樹木に障害があるものと考えられる。

2. 噴砂による樹木への影響

液状化現象による噴砂が緑地帯に最も広く見られたのはポートアイランドの南公園であった。このため、地震から約 1 カ月半を経過した 2 月 28 日に、ポートアイランドの南公園の緑地帯で、噴砂による樹木の生育阻害を軽減するための試験を開始した。

ポートアイランドは六甲山系のマサ土を主体に昭和 41 年から埋め立てが始まり、昭和 55 年に埋

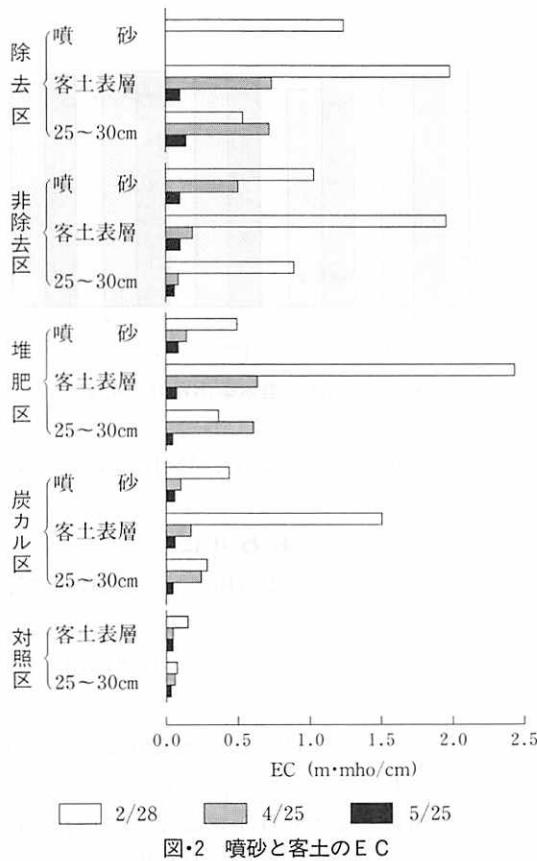


め立て工事は完了した。南公園は、ポートアイランドの南に位置し、面積は 8.3 ha で、海面からの埋立高は 7~11 m、さらに 0.5~1.2 m の厚さで客土され⁴⁾、ヤマモモ、アキニレ、エノキ、アラカシ、ウバメガシ、ヤブツバキ、サザンカ、シャリンバイ、トペラ、ドウダンツツジなどが植栽されている。

試験区は表・2 のとおりであり、各試験区における噴砂の平均深さは 9~13 cm で、最も深いところは 32 cm であった。供試木はいずれの試験区にも見られたヤマモモ、アキニレ、ウバメガシとし、樹高はそれぞれ 5.3~6.8 m, 7.1~9.1 m, 2.7~4.0 m であった。

堆肥区は、パーク堆肥をヤマモモとアキニレに 10 kg/本、ウバメガシに 7 kg/本施肥し、噴砂の中に混入した。炭カル区は、試験区の全面に炭酸カルシウムを 400 g 散粉し、噴砂に混入した。なお、各試験区は 8 m × 8 m としたが、堆肥区だけは区画を設けないで単木に施肥した。

2 月 28 日の試験開始時と、3 カ月半経過した 4 月 25 日、4 カ月半経過した 5 月 25 日の噴砂と客



土のpHとECを測定した結果は図・1と図・2のとおりである。

pHについて見ると、2月28日の噴砂のpHは8.3~8.6で高いアルカリ性を示しており、4月25日、5月25日と時間が経過してもそのpH値はほとんど変わらず、いずれの試験区ともアルカリ性を示すpH値であった。また、客土層は、2月28日では非除去区の表層でpH 7.5、除去区の25~30 cm層でpH 7.0とアルカリ性と中性を示したが、他はpH 6.4以下と樹木の生育には良好なpHであった。また、客土層では4月25日、5月25日と時間の経過とともに増加する傾向がみられ、5月25日では堆肥区と炭カル区の客土の表層を除くとpH 7以上となりアルカリ性の土壤に変わっていた。樹木の吸収根は地表より深さ30 cm層までに多く分布していることから³⁾、樹木の生育は不良となることが考えられる。

ECについてみると、2月3日の踏査時にポー

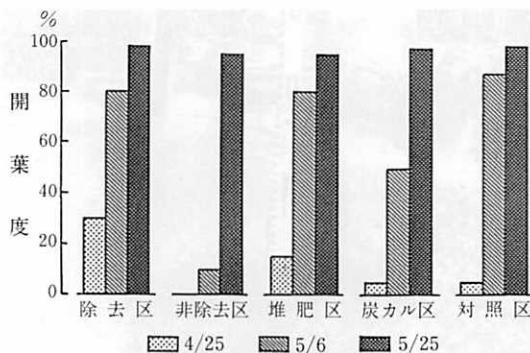


写真・2 ポートアイランド南公園の液状化現象
(厚さ15cmの噴砂)



写真・3 ポートアイランド南公園の液状化現象

トアイランドの7カ所で採取した試料では、噴砂で0.44~3.59 m·mho/cm、客土の表層で0.15~0.74 m·mho/cmであり、いずれの場所ともEC値は噴砂のほうが客土の表層より多かった。しかし、2月28日では、ECは噴砂で0.42~1.22 m·mho/cm、客土の表層で1.51~2.43 m·mho/cm、客土25~30 cm層は0.28~0.88 m·mho/cmであり、噴砂よりも客土の表層のEC値のほうが大きかった。2月3日と2月28日に採取した土壤をみると、2月3日から約1カ月の間に、噴砂に含まれていた塩類が雨水等で溶脱して客土の表層に移動しており、客土の表層で生育している根系に障害を与えることが考えられた。しかし、4月25日、5月25日の調査結果では、ほとんどの試験区、噴砂、客土ともEC値はしだいに減少し、5月



図・3 アキニレの開葉度

25日の調査結果では、除去区の客土25~30cmの0.14m·mho/cmが最も大きかったことから、震災後3カ月半経過すると、噴砂、客土のEC値は植物の生育に影響しない程度の値となっていた。今回の場合、土壤中の塩分濃度の高い時期が樹木の成長休止期であったことが幸いしたものと考えられる。

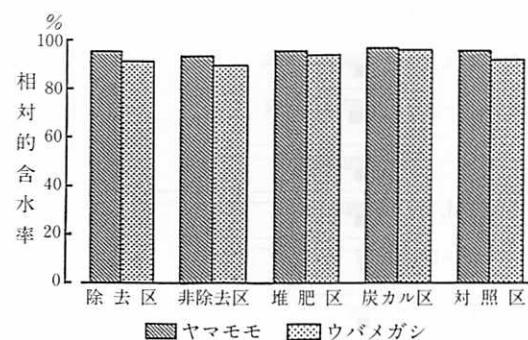
3. アキニレの開葉状況

アキニレの開葉度について調査した結果をまとめたのが図・3である。4月25日の調査では、非除去区を除いた他の試験区の開葉度は5~30%であったが、非除去区では葉は全く開葉していなかった。5月6日の調査では非除去区の開葉度が10%であったのに対し、他の試験区では50~87%の開葉度であった。このことから、液状化による噴砂は樹木の生育にマイナスの影響があるものと考えられた。しかし、5月25日の調査では、アキニレの開葉度は各試験区とも95~98%とほとんど差はなかった。このようにアキニレの開葉には一時的に生育阻害の現象が見られたが、短期間で回復するものと考えられた。

4. 葉の相対的含水率

葉の相対的含水率は、葉の水ポテンシャルと相関が高く、乾燥重量や生重量を基準とした含水率に比べて植物体の水分関係を良く示すことが報告されている⁵⁾。そこで、4月25日にヤマモモとウバメガシの葉を採取して葉の相対的含水率を測定した結果が図・4である。

葉の相対的含水率は、ヤマモモが94~97%，ウ



図・4 葉の相対的含水率(RWC) 4/25

バメガシは90~96%であり、試験区による差はあまりなかった。

5. おわりに

液状化現象の噴砂による樹木への影響として、アキニレの開葉が少し遅れた現象は見られたが、液状化現象が発生してから約4カ月半経過した時点では回復してきていた。

また、噴砂のpHはほとんど変化していないが、噴砂の下層にある客土層では徐々に高くなり、酸性土壤からアルカリ性土壤になっていた。ECについてみると、噴砂のECは時間の経過とともに減少していた。客土の表層のECは一時的にかなり高くなるが、これも時間とともに減少し、雨量にも影響を受けるが数カ月経過すれば樹木の生育に障害を与えない濃度になるものと考えられた。

しかし、液状化による噴砂の厚さが20cm以上のところがあるので、今後、地下部の通気性が悪化し、根の呼吸作用や枯損など土壤の理学性の問題として根系への影響などが考えられるので、今後とも調査を続けていく必要がある。

引用文献

- 1) 段林弘一・田中義則：海岸埋立地の緑地帯造成に関する研究(II)造成後の生育状況と土壤の理化学性の変化
兵庫環緑推進報 1972
- 2) 兵庫県：公共施設緑化の手引 1986
- 3) 刘住 昇：樹木根系図説 誠文堂新光社 1979
- 4) 神戸市：ポートアイランド海上都市建設の15年
1981
- 5) 高橋邦秀：トドマツ、アカエゾマツ苗木の耐乾性に関する研究 林試研報 No.313, 1981
- 6) 高遠 宏：都市緑化のための効果的施肥 森林と肥培 No.155, 1993

現代の木造住宅の耐震性

—阪神・淡路大震災の所見から

兵庫県南部地震

③

かみ や ふみ お
神谷文夫



森林総合研究所木材利用部構造利用科
構造性能研究室長 0298-73-3211・代表

1. 木造建築の被害の概要

今回の地震では、在来軸組工法の被害が目立った。プレハブ工法と枠組壁（ツーバイフォー）工法は、総じて被害が少なかった。その理由は、官が認定する工法あるいは官主導で導入された工法であるため規定が厳しいこと、ビルダーが大手で信用を重視するため無理な設計は控える傾向にあること、耐力壁でない部分にも接着パネルや合板が用いられるため、比較的余力の大きい構造になっていることなどである。

伝統的工法の社寺仏閣は多くが倒壊した。入母屋造りや数寄屋造りも被害が大きかった。これらの建物の耐震性が乏しいことは、従来から指摘されているとおりである。

集成材構造は、激震地域内では数が少なかったが、無被害であった。丸太組構法は、被害がないか、あってもわずかにずれが生じた程度であった。

2. 在来軸組工法の被害の原因の概要

建設省と林野庁による木造住宅等震災調査委員会（委員長：杉山英男東京理科大学教授、筆者も委員の一人）から中間報告が出ている。この報告を筆者の私見を交えて整理すると、被害の原因はおよそ次のようになる。

- ・耐力壁の不足
- ・柱—土台、筋違い端部などの接合部の強度不足
- ・筋違いの方向（引張・圧縮）のアンバランス
- ・耐力壁の配置のアンバランス
- ・無理な増改築
- ・蟻害・腐朽

- ・耐震メカニズムの無理解・耐震的配慮の欠如

3. 耐力壁の不足

木造建築の耐震設計は、昭和25年の建築基準法制定とともに公に義務付けられた。その方法は、建物の大きさ等に応じて地震の際に建物に加わる力を計算し、その力に抵抗できるように耐力壁を設ける方法で、そのプロセスは壁量計算と呼ばれている。

建物に加わる地震力は建物の質量に比例するので、便宜的に建物の床面積から推定する。ただし、そのとき、屋根の瓦などに応じて比較的重い建物と軽い建物とに分けている。話は脱線するが、今回の地震の木造住宅の被害原因の一つとして、ふき土の上に日本瓦を乗せた重い屋根が多かったことが取りざたされているが、基準法の建前からすれば当たらない。

地震力を求める実際のプロセスは、床面積に表・1の数値を掛けねばよい。結果は力ではなく壁量という単位で求められ、必要壁量と称せられる。例えば、ふき土に日本瓦を乗せた2階建ての住宅の1階部分の床面積が 50 m^2 だとすると、1階部分の必要壁量は、 $50 \times 33 = 1650 \text{ cm} = 16.5 \text{ m}$ である。

耐力壁は、作り方によって強度が異なる。土塗

表・1 必要壁量の変遷（2階建のみ掲載）（単位：cm/m²）

建築物の種類	昭25		昭34改		昭56改	
	1階	2階	1階	2階	1階	2階
屋根および壁の重い建築物	16	12	24	15	33	21
屋根の軽い建築物	12	8	21	12	29	15

壁や木づりは弱く、筋違いや合板などの面材を張った壁は強い。耐力壁の強度は倍率という単位(表・2)で表される。例えば必要壁量が上の例のように16.5mの場合、倍率0.5の土塗壁を用いると、 $16.5 \div 0.5 = 33$ であるから、建物の東西および南北の方向にそれぞれ33m以上の土塗壁を配置しなければならない。しかし倍率1.5の3つ割筋違いを用いると、 $16.5 \div 1.5 = 11$ mですむことになる。

基準法は昭和34年と56年に改正されて、必要壁量は表・1のようにしだいに厳しくなっている。昭和56年以後の基準は俗に新耐震基準と呼ばれているもので、1階部分だけを見ると、必要壁量は昭和25年の2倍以上、昭和34年改正の約1.4倍になっている。

図は森林総合研究所が、今回の地震被害について調査した建物の建設時期と被害との関係である。サンプル数は約300棟。建築時期は外観からの推定。店舗併用住宅は除いてある。これを見ると確かに古い建物ほど被害は大きく、逆に新耐震のものはほとんど被害がない。なお古い建物には蟻害を受けたり腐朽で土台などが腐っていたものがあった。しかし蟻害や腐朽は地震被害の一因ではあっても、主要因は明らかに耐力壁の不足である。

それでは、古い建物の被害は緩かった当時の耐震基準にあるかといえば、必ずしもそうではない。

表・2 耐力壁の倍率の変遷

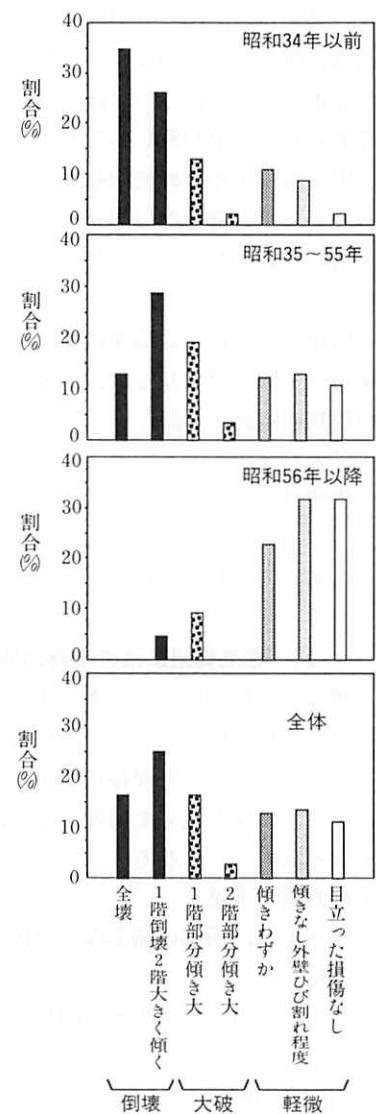
軸組の種類	昭25	昭34改	昭56改
土塗壁	0.5 (裏返しなし) (裏返しあり) 1	0.5	0.5
木づり壁	0.5 (片面) (両面) 3	1.5 (片面) (両面) 1	0.5 1
3つ割筋かい	2	1.5 (3cm×9cm筋かい)	1.5
2つ割筋かい	3	3 (4.5cm×9cm筋かい)	2
柱同寸筋かい	4	4.5 (9cm×9cm筋かい)	3
柱同寸筋かいしたすき掛け	8	6 (9cm×9cm筋かいしたすき掛け)	5

備考
・筋かいはその端部を、柱と梁その他横架材との仕口に接近して、ボルト、かすがい、釘、その他の金物で緊結しなければならない。
・壁を設けまたは筋かいを入れた軸組を釣り合い良く配置しなければならない。
・このほか構造用合板の耐力壁(倍率2.5)は昭47の告示から。

耐震基準が本当に守られるようになったのは比較的最近のことである。

4. 筋違いの方向と耐力壁の配置のアンバランス

耐震基準は壁量の規定だけではない。「耐力壁は釣合いよく配置しなければならない」となっている。耐力壁の配置には二つの意味がある。一つは建物がねじれないように平面的に、つまり東西南北の各面にできるだけ均等に配置すること。もう



図・木造住宅の建設時期別被害
(東灘区内、建設時期は推定)

一つは、同一の壁線上で筋違いの方向がペアをなすよう配置すること。筋違いは基本的に圧縮で抵抗するので片筋違い1本では一方向にしか効かないからである。

これが守られずに被害を受けた典型的な建物は、1階部分の間口にほとんど耐力壁がない店舗併用住宅（写真・1）と、土地が狭いために間口に耐力壁をほとんど設けられなかった狭小な敷地の住宅（写真・2）である。写真・2のように耐力壁の長さが91cmでは平面的なバランスが保てないだけではなく、筋違いがペアになっていないので、結果的に耐力壁がないのも同然である。

5. 柱一土台、筋違い端部などの接合部の強度の不足

在来軸組工法の一つの特徴は、和風の継手・仕口（接合部）にある。和風の継手・仕口は構造躯体を建て上げる際に非常に便利になっており、地球の引力を利用して落とし込んだり、ホゾやクサビを金づちで打ち込むだけで建物全体の寸法がきちんと取れるようになっている。しかし、残念なことは強度が必ずしも十分ではないことである。

例えば、地震によって柱には土台から引き抜かれようとする力が加わるが、ただホゾを差しただけでは抵抗することはできない。筋違いには圧縮と引っ張りの力が交互に加わるが、脱落を防いだり引っ張りの際もできるだけ抵抗できるように、その端部は金物を用いて柱や土台にしっかりと止め付ける必要がある。しかし補強金物を用いた最近の建物は別として、ほとんどの建物では、2本の釘を斜め打ちする程度の接合しか施されていなかった。

余談になるが、補強という言葉は、和風の継手や仕口の強度を補強するというところから用いられているが、今日では金物を用いなければ設計が成り立たない構造になっている。つまり金物の使用は絶対条件でこちらが主であるから、金物によ



写真・1 1階間口に耐力壁がない店舗併用住宅は軒並み倒れた



写真・2 狹小な土地に建てられた住宅は間口に十分な耐力壁を設けられないと大きな被害を受けた

る補強や補強金物などという言葉は廃したほうが適当と思われる。

6. 正しい理解

日本は長い木造建築の歴史を持っている。しかし大地震でも無傷でいられるほど強くなったのは

つい最近のことであり、そのことが証明されたのは今回の地震が始めてである。

日本の伝統的な構法は、束の上に立てた太い柱に貫を通し、鴨居を差す方式であった。この構造は、力学的にいえば、柱と梁が一定の角度を保ったまま動かないように固く接合するラーメン構造といわれるもので、今日の鉄骨建築でごく一般的な構造である。しかし金物を使わない接合部は完全に固くすることができず、大地震のたびに被害を繰り返してきた。筋違いが日本の木造建築に採用されるようになったのは、明治に欧米の建築様式が導入されて以来である。

明治24年の濃尾地震(M 8.4)では、そのころ結成された造家学会(今日の建築学会)によって初めて科学的な震害調査が行われた。日本での科学的な耐震研究の始まりである。大正6年には佐野利器が「家屋耐震構造論」を著し、「筋違いの垂直面に於いては出来る限り、如何なる所にもなるべく多くかつなるべく大面にわたる様にこれを用いることを原則とすべきなり」と、筋違いによって耐震設計を行うことを提案した。しかし、一種の文化にもなっている伝統的な構法への思い入れは強く、これが本当に実施されるようになつたのは、つい最近のことである。この原則がすぐに守られていれば今回のような大被害は生じなかつたことは明らかである。

しかし、なお今日でも、筋違いや耐力壁による耐震構造を正しく理解せずに、柱を太くして貫や鴨居を差せば、今の構法以上に強くなると考えている人が多くいる。筋違いや耐力壁のない伝統的な構法は、昭和25年の建築基準法制定時に否定され、それ以来そのような建物は建てる事はできない(ただし、構造計算で設計する集成材構造などは別である)。太い柱と梁の建物は立派であるが、立派に見えることと耐震性とは全く関係がないことを知る必要がある。粗末な材料を使っても、科学的に造られた建物は強い。この点、材料供給側もはっきりと認識する必要がある。

7. これからの木造建築の発展のために

建築基準法は建物の設計法を述べたものではなく、倒壊などによる人命の損傷を防ぐための最低基準を定めたものである。したがって、倒壊をしないまでも、建て替えを要するほどの被害を受けることは有り得る。それさえ守っていれば良いというものではない。歴史を振り返れば、これまで大地震に対して科学が勝利したことは一度もない。耐震配慮は可能な限り行わねばならないし、それが設計者の義務である。したがって、今回の地震で「古い建物は当時の耐震基準が緩かったから大きな被害を受けた」という意見には異論がある。現に古い住宅でも被害がほとんどないものがある(図参照)。そのような住宅には、耐震的配慮のあとがはっきりと見られるものが少なくない。

今回の地震では、建築に対する要求性能が、生命の安全だけでは済まされないことが明らかとなつた。修理や建て替えの莫大な責務や、住まいという生活基盤の喪失は、人間の一生を変える甚大な被害である。

今回の地震では、正しく設計された在来軸組構法は、このような大地震でも無傷でいられるほど高い耐震性があることが証明された。もちろん、過去の大地震でも、ほとんど被害を受けない伝統的な木造建物があった。しかしそれは材料、大工の技術、敷地や間取りなどの微妙なバランスの上に成り立ったものであって、偶然の結果にすぎない。今回の地震で「科学的に設計されたものが強く、そうでないものが弱い」ことがはっきりと示されたことは不幸中の幸いであった。

これからは、大地震でも無傷でいられるような高い耐震性を持つ住宅を供給することが望まれている。単に設計が悪い片付けるのではなく、店舗併用住宅や狭小敷地の住宅のようになぜそのような設計になるのかを見極め、それに対処し得る設計技術を開発する必要もある。設計者と施工者の責任を明確にし、施工の検査体制を見直す必要もある。しかし何よりも重要なことは、木造建築をより科学的にすることである。設計者や技術者だけでなく、一般の施主や材料を供給する側にも努力するべきことは多い。

第41回 林業技術賞 業績紹介

本会では、毎年、林業技術の向上に貢献し、林業の振興に多大な功績を上げられた方に対して林業技術賞を贈呈し表彰しています。今回の選考では、岡山県支部および大分県支部からの推薦による丹原・松尾の両氏の業績が高く評価され、日林協総会席上で表彰されました。

林業技術賞

ヒノキ精英樹の採種園管理技術の確立とヒノキ精英樹の普及推進

●プロフィール●

昭和44年愛媛大林学科を卒業。51年に岡山県林試勤務となり、以来本県の主要造林樹種であるヒノキの育種事業一筋に多くの研究がある。58年から平成2年にかけてはヒノキの着花促進技術の確立・発芽率の向上に取り組み種子の確保が難しいとされていたヒノキ精英樹の普及に大きな前進をみている。最近では耐陰性精英樹による複層林の誘導技術の開発の研究に取り組んでいる。

丹原 哲夫



岡山県林業試験場専門研究員

1. はじめに

岡山県においてヒノキは、経済樹種としてはもちろん、近年では松くい虫被害跡地の復旧樹種として活用され、最も重要な造林樹種である。育種事業において約15haの採種園を造成したが、5～6年周期での豊作年のほかは種子の確保が難しく、しかも、発芽率は5～10%の年が多く、1970～80年代にかけては種子の需給上、さらに精英樹の普及上の大きな障害となっていた。そこで、1983～90年に着花促進技術および発芽率の問題に取り組んだ。次に次代検定林の成長調査の結果を基に、精英樹の成長予測と収穫金額等について検討し、経済的観点からの解析を行った。なお、本試験の推進にあたっては多くの方々のご指導、ご協力を賜り、ここにあらためてお礼申し上げる。

2. 着花促進技術の改善

スギではすでにジベレリン(GA_3)の葉面散布による着花促進技術が確立していたが、ヒノキについては適切な技術が確立していなかった。そこで、根切り、枝の巻締めによる機械的処理および GA_3 、 GA_{4+7} による化学的処理について試験を実施し、 GA_3 または GA_{4+7} の枝への包埋処理が最も有効で

あることを明らかにするとともに、実用的に実施して安定的種子生産を行ってきた。

(1) GA_3 または GA_{4+7} の処理方法

花芽分化期（7月中～8月中旬）に、採種木の枝基部に内樹皮も含めて約1×5cm程度剥皮し、そこにCMC（纖維素グリコール酸ナトリウム）でのり状にした GA_3 等を包埋する。枝当たりの処理量は10mg程度が適当で、3～5カ所に分割して包埋する。包埋後は紙テープによって被覆する。なお処理部の癒合は2～3年で完了するため、剪定等の施業と組み合わせて採種園の輪番活用が有効である。

(2) 処理効果

処理効果は処理年（主に7・8月期が高温、少雨、高日照で処理効果が高い）の気象条件や前年の結実状況等との関係で年によって異なる。83～85年に20年生ごろの採種木に対し GA_3 10mgの包埋処理を実施した結果では、自然着花では枝当たりの雌花数は約50～180個（25精英樹平均）であったが、処理枝では約350～800個に増大した。また、自然着花しやすい精英樹ほど処理効果も高い傾向であるが、特異的に処理効果の高い精英樹も存在した。 GA_3 と GA_{4+7} の処理効果は同程度の精英樹が多いが、特に雄花の着花促進において処理効果の異なる精英樹が存在した。

自然着花では限られた精英樹の種子生産割合（寄与率）が高いが、本処理を実施することによりその傾向は正される。採種園でこの処理を採種木当たり10～15枝に実施すれば、凶作年でも約100kg/ha以上の生産が期待できる。なお、 GA_3 300ppmの葉面散布でも GA_3 10mg包埋処理の約50%の処理効果が期待できるが、事業的に実施するためには処理薬剤が大量に必要である。また、巻締め、根切りの機械的処理は、わずかに着花促進効果が見られる年もあるが、自然着花しにくい精英樹や凶作年には全く効果が見られない。

(3)処理にあたっての注意

処理量が多いほど処理効果も高いが、枝当たり15mg以上処理すれば枝葉が落葉する薬害が発生しやすい。精英樹の着花特性に注意し、採種木当たりの処理枝数を調節することによって寄与率の均等化に留意するとともに、結実量が増大すれば球果、種子は軽小化するため、採種園の適切な施肥管理を実施する。

3. 発芽率の向上

(1)発芽率低下の原因

人工交配試験、防虫試験等の結果から、発芽率は主に次の原因によって低下した(図・1)。

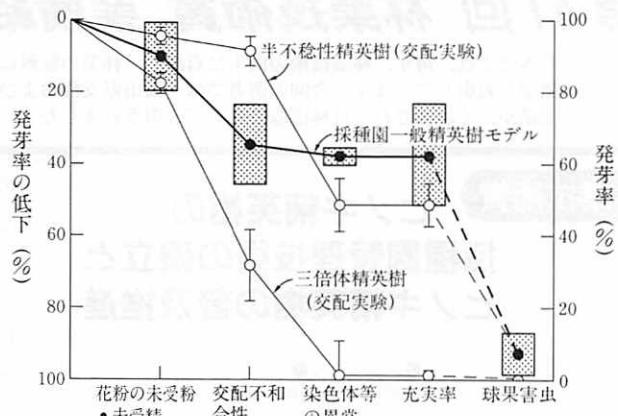
花粉の未受粉・未受精：採種園の花粉密度との関係で「シイナ(胚状物質なし)」が形成され、並作以上の作柄が着花促進施業を実施したときの平均シイナ率は約5%だが、凶作年には約23%であった。

交配不和合性：交配不和合性との関係で「シブダネ(胚に茶褐色の固形物あり)」が形成され、採種園の平均シブダネ率は約24%であった。完全自殖での平均シブダネ率は約60%であったが、採種園の自殖率は8~16%と推定され、自殖率が発芽率低下の大きな問題にはなっていなかった。

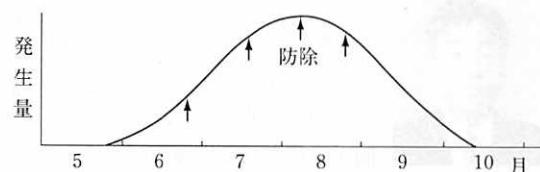
染色体等の異常：本採種園には25精英樹の中で、三倍体精英樹と半不稳定性精英樹がそれぞれ1クローン存在した。三倍体精英樹は雌性のときシブダネを約50%、「半シイナ(半透明の胚皮のみ存在、胚の発育形態から呼称)」を約30%，シイナを約17%形成し、発芽率は3%以下に低下した。また、雄性のときシブダネを約82%形成し、発芽率は約10%に低下した。一方、半不稳定性精英樹は雌性のとき半シイナを約42%形成し、発芽率は約50%に低下するが、雄性のときは染色体等の正常な精英樹と変わらなかった。

球果害虫：カムムシ類による被害とヒノキミオナガコバチによる被害が認められた。しかし、ヒノキミオナガコバチによる被害は5%程度で、発芽率が5~10%に低下する最大の原因是カムムシ類による被害であった。

以上の検討結果から、染色体等の正常な精英樹



図・1 要因別平均値による発芽率低下モデル(範囲は標準偏差)



図・2 カムムシの発生と防除歴モデル

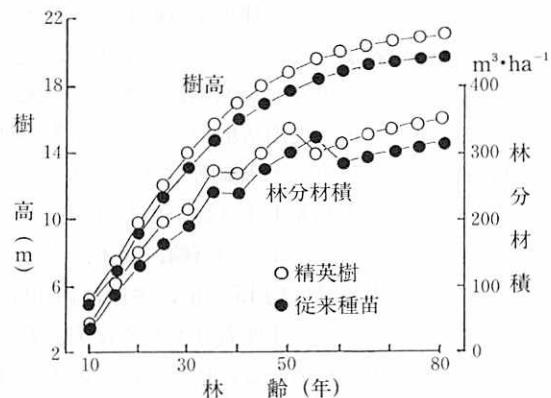
では、平均的には60%程度の発芽率が期待できることが明らかになった。発芽率向上対策として、着花促進施業を実施して採種園の花粉密度を高めるとともに、三倍体精英樹は採種木として不適当なため、他の精英樹との入れ替えを行った。また、次項に示すカムムシ類の防除を実施している。

(2)カムムシの発生と防除

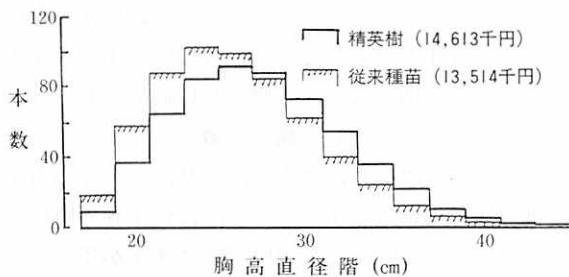
被害種子：被害種子はカムムシ類の吸汁跡に白色、針状のものが認められ、胚は薄茶色~黒色に変色してスポンジ状を呈したり、胚の周辺組織までカルス状を呈する場合もある。

カムムシの発生：カムムシはチャバネアオカムムシ、ツヤアオカムムシ、クサギカムムシが認められ、なかでもチャバネアオカムムシがきわめて多い。6月中旬までは採種園の落葉中などで越冬した成虫が多く飛来し、それ以降当年発生したカムムシが多くなる。発生量は8月にピークに達し9月以降は減少する。また、高温少雨の気象条件で多発する傾向が見られる。

防除：防除薬剤はM E P、ペルメトリン系が有効である。残効性は前者は6日、後者は10日程度



図・3 精英樹と従来種苗の樹高成長と林分材積



図・4 主伐材の胸高直徑分布と収穫金額 (50年伐期)

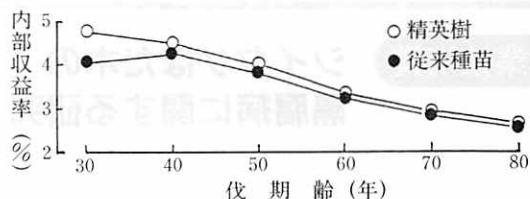
であるが、降雨があれば急激に低下する。防除は6月下旬から9月初旬に4回程度を目安に、誘引器などでカメムシの発生量に注意して実施する。また、誘引器との併用によってより高い防除効果が期待できる(図・2)。

また、貴重種子などについては、網袋によって防除を行うのも有効である。このとき袋内でカメムシが異常繁殖したり、球果を密閉しすぎて球果、枝葉が枯れる場合があり注意が必要である。

4. 精英樹の成長予測と経済効果

(1)成長と収穫金額の予測

10年生、12カ所の次代検定林の成長調査を解析(最小自乗推定値)した結果、精英樹は従来種苗に比較して約10%成長量が増大した。次に、岡山県の平均的立地条件で標準的施業(3000本/ha植栽、収量比数0.5~0.6の密度管理)を行ったときの成長と林分材積について、さらに主伐したときの収穫金額(粗収益)を予測した。樹高成長の予測は、従来種苗の平均樹高を材積表の地位中位の齢階別

図・5 精英樹と従来種苗の内部収益率
(賃金単価10千円、伐木集運材費15千円)

樹高に当てはめて地位指数曲線のガイドカーブとし、一般林分の個体変動の調査結果と10年生での成長量の差を利用して精英樹の樹高成長を予測した。従来種苗は前述のガイドカーブを使用した。林分材積は林分密度管理図の収量密度効果式によって推定した。また、主伐材の直径分布はワイル分布を適用し、収穫金額は既存の幹の細り推定式、地元素材市況の中値(89~90年平均)を使用して、個体ごとに最高値となるように4・3・2m材を採材するとした場合の予測値である(図・3, 4)。精英樹は従来種苗に比較して樹高は30年生で7%, 50年生, 80年生でともに6%の増大であった。林分材積は50年生で12%, 80年生で11%, 収穫金額はそれぞれ8%, 9%の増大であった。いま本県の年間造林面積を1000ha、伐期50年として試算すれば、伐期時の収穫金額の差は約10億円と予測した。

(2)内部収益率

経営状態の指標として内部収益率について検討した。造林等にかかる所用人員は地元林業団体の一般モデル(総人員226人)により、造林、下刈り、除伐、初期2回の間伐にかかる補助金は収益として計上し、3回目以降の間伐は経費と収入が見合うものとして計算から除外した。

精英樹は従来種苗に比較し内部収益率が約0.2~1.0%向上し、それは約13%以上の育林経費あるいは約30%の伐木集運材費に相当し、今後労務状況等の林業を巡る経営環境の悪化が予想される中で、その意義は一層大きくなると考えられる。なお、この予測は既存林分での資料を基にした推定式を使用しており、今後次代検定林などからこれらの情報を収集し、より的確な予測を行う必要がある(図・5)。

林業技術賞

シイタケほど木の
黒腐病に関する研究

●プロフィール●

松尾芳徳

大分県きのこ研究指導センター
主幹研究員

1. はじめに

大分県の乾シイタケ生産量は、昭和40年が1,300t、49年には約3,000tと急増したが、60年代になると生産を取り巻く諸条件の悪化により、ここ数年間は2,000t前後で低迷している。しかし、それでも原本栽培による乾、生シイタケの平成6年度の生産額は約100億円であり、シイタケ栽培が農山村を支える重要な収入源であることは変わりない。

現在も約8,000人の生産者が厳しい状況下で生産に努力している。そして、そのほとんどの生産者は、ほど木養成を野伏せ方式により行っている。野伏せ方式はほど木が約20カ月もの長い間天候任せの状態であるので、多少の害菌被害を受けることはやむを得ない。ダイダイタケ、キウロコタケ等の担子菌類やクロコブタケ、シトネタケ、ニマイガワキン等の子のう菌類の発生は、昔も今もごく当たり前の害菌として見られる。

これらの害菌は、シイタケの発生に大した影響を与えることはないが、今回述べるいわゆる「シイタケほど木の黒腐病」(以下黒腐病とする)は致命的な「病気」であり、シイタケの発生はまったく望めない。

2. 黒腐病大発生の始まり

昭和45年春に宮崎県東臼杵郡北方町の生産地

で、一生産者の接種した種駒4万個分のほど木が全滅したのが始まりである。そして47年には北方町全域に広がり、49年には宮崎、熊本および大分県に隣接する九州中央山岳地帯のシイタケ生産地全域に、さらに52年には福岡県にまで拡大し、予想もつかない被害が発生するに至った(図・1)。

昭和49年から54年までの宮崎、熊本、大分3県の被害ほど木総量は約15万m³、金額は約40億円に達した。シイタケ生産者はもちろん関係者にとって、被害木の特徴ある症状やその量の多さは経験したこともなく大問題となった。

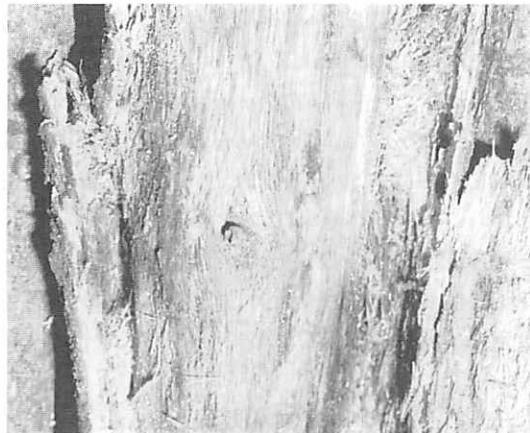
幸いにも被害量は各県とも昭和53年以降減少し、54年にはほぼ終息した。しかし、現在でも局所的に発生が見られており、今後いつまた大発生するのか予断を許さない恐ろしい病気である。

3. 病 徵

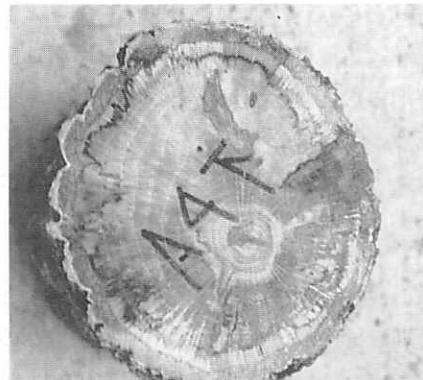
黒腐病はクスギ、コナラ、クリ、シデ等の当年種菌接種木に発生するが、病徵はいずれの樹種も類似している。特に大分県ではクスギが多く使用され、その被害量も多いのでクスギの病徵について述べる。



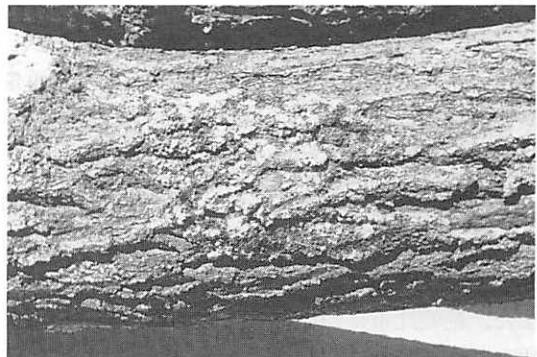
図・1 昭和45年における黒腐病激害地域(概略図)



写真・1 黒腐病ほだ木の材表面および樹皮の状態



写真・2 黒腐病ほだ木の断面



写真・3 黒腐病ほだ木の樹皮表面に発生したホコリカビの一種

(1)シイタケ菌が材表面にかなり蔓延^{まんえん}した状態で死滅している場合が多い。大径木では材内部の蔓延はわずかであるが、これも死滅している(写真・1, 2)。病気の発生は年や場所により異なるが、早い場合は9月、遅くとも11月には確認できる。

(2)樹皮表面には9月ごろからホコリカビ類の着生が見られるが(写真・3)、雨でホコリカビが落ちると健全なほだ木との区別がつきにくい。しかし、腰ナタ等の背で樹皮をたたくと鈍い音を発し、樹皮が完全に浮いていることがわかり容易に判別^{はんべつ}ができる。

剥皮すると、樹皮と材表面が完全に分離する場合、じん皮部が毛羽立ち状を呈したり、ざらざらした粒状を呈する状態のものがある。

(3)ほだ付部分は黄褐色から青味を帯びた黒褐色を呈し、異様な発酵臭を伴う。

(4)ほだ木は重く、樹皮下の材表面は水でぬれている。

4. 気象条件と被害

被害地域は九州中央山地周辺の海拔300~400mの高地で、低温多雨(湿)を特徴とする山地型の気候区分帯である。年平均気温は14°C以下で年間降水量は2,000mm以上である。ちなみに激害発生地であった標高828mの飯田高原は、九州の軽井沢と呼ばれ、7月から9月の平均気温は約21°C、日最高気温は26°C前後と低く冷涼である。

ところが、昭和40年から53年までの各年の4

月から10月までの降雨量および降雨日数を見ると、昭和49年が特に異常とは認められなかった。激害の発生した地域内であっても、ほぼ全滅に近い伏込み地や被害の軽微な伏込み地が混在していた。そこで、激害、軽害伏込み地の水分蒸発量を測定した。測定には細菌ろ過管型水分蒸発計を用い4月から秋期まで行った。

その結果、明らかに激害伏込み地の水分蒸発量は軽害伏込み地に比べて少なかった。水分蒸発量は、伏込み地の局所的な水分環境を総括的に示す指標であるものと考えられることから、激害伏込み地の水分蒸発量が少ないと多湿であることを意味する。

5. 原木と被害との関係

黒腐病は、クヌギの大径木に多く発生する傾向がある。激害発生地域では、原木に発生原因があるのではないかといわれ、原木価格の低下等混乱

もあった。しかし、被害発生地域の原木を無被害地に伏せ込めば病気は出ず、逆に無被害地の原木を被害地に伏せ込めば病気が出るなど原木产地と被害発生との関係は認められなかった。

また、1年経過した健全ほだ木およびほだ場内のほだ木には病気の発生はなかった。

6. 作業工程と被害との関係

原木の伐採時期を11月と1月について、また玉切り時期を種々組み合わせて黒腐病発生との関係を調べた。その結果、1月伐採のほうが11月伐採より被害が少なかったが、玉切り時期との関係については年により変動があり判然としなかった。

7. ほだ木内水分の状態

ほだ木内水分の状態を知るため、含水率、重量減少率、比重を測定した。11月の原木伐採時期の平均的な含水率は40%（湿量基準）前後である。

ところが、黒腐病被害木は43~45%と伐採時期より高くなっている。重量減少率は被害木の平均減少率が3.8%，健全木は8.0%と差があった。また、絶乾比重について見ても被害木は健全木に比べて高かった。

8. シイタケ品種と被害との関係

当時多く使用されていた市販の低湿性4品種と野生の5系統について被害発生との関係を調査した。その結果、どの系統にも被害が発生し、差はなかった。昭和52年以降、生シイタケ栽培が盛んになり、高湿性品種の使用量が増えてきたが、同様に被害が発生した。

9. ほだ木からの菌類分離と再現試験

伏込み中および被害木からの菌類分離調査の結果、主として*Hypocrea Schweinitzii*, *H. muriana*, *H. nigricans*, *H. spp.*、細菌類および未同定菌など多種類の菌類が検出された。これらの菌は、年、伏込み地、分離時期、ほだ木別および分離部位により種類ごとの検出頻度が異なった。特に被害木からは*Hypocrea*属菌（*Trichoderma*属菌）が材内部の深い部分からも検出された。

そこで、健全なほだ木に*Hypocrea*属菌を接種して、人工気象室で温・湿度条件を種々組み合わせて被害の再現を試みた。

その結果、温度12°C、相対湿度80%では被害発生は少ないが、20°C、25°C、30°Cでは湿度80%，100%ともにいずれの*Hypocrea*属菌接種区とも被害率が高かった。しかし、*Hypocrea*属菌の無接種区でも20°C以上の温度設定区では被害が発生した。これは自然感染によるものと思われるが、これら被害木からの再分離検査によっても*Hypocrea*属菌が検出されたため、これらの菌が黒腐病の発生に重要な関係を有していることが考えられた。

10. 害菌の侵入経路

これらの菌のほだ木内への侵入経路は、樹皮表面の傷、溝、枯枝跡部、穿孔中による穿入孔および種駒頭部等があり多様である。

11. 防除の試み

ほだ木内へ早くシイタケ菌を蔓延させるために、種駒の多植や深植え、および数種の抗カビ剤を用いて散布の時期、濃度および回数について試験を行ったが、絶対的な効果は認められなかった。種駒頭部への封口ウ（ワックスの塗布）の効果も同様であった。

伏込み木を梅雨期間中ビニールシート等で覆い、雨水を遮断すると被害をかなり抑制できた。しかし、被覆期間が長期になると活着、ほだ付の低下が見られた。

12. おわりに

以上のように、黒腐病の発病に*Hypocrea*属菌（*Trichoderma*属菌）が重要な関係を有していること、伏込み地の多湿環境が被害を誘発し大きくなっていること等がわかった。また、防除については栽培技術や管理による環境制御が有効であると考える。

しかし、細菌類が発病にどのように関与しているのか、病原菌とシイタケ菌との力関係など、まだ多くの研究課題が残されている。

この病気を契機に原木の作業工程や伏込み技術、管理について従来の慣行技術が見直されたことは、不幸中の幸いといえるかもしれない。願わくばこのままの状態で静かに推移してもらいたいものである。

技術情報

★ここに紹介する資料は市販されていない
ものであります。必要な方は発行所へお問い合わせくださいとあります。

研究報告 第 368 号

平成 6 年 11 月
森林総合研究所

- 第 2 世代のスギの模型精英樹の選抜効果と近交弱勢
- スギ黒粒葉枯病の発生生態に関する研究—特に病原菌の生理・生態的性質と病原性
- 林業機械用ナックルブームクレーンのファジイ制御
(研究資料)
- 森林総合研究所本所構内及び第二樹木園に植栽した樹木一覧
(1978 年～1990 年までの記録)
- 宝川森林理水試験地観測報告—本流・初沢試験流域 (1978 年 1 月～1990 年 12 月)

新潟大学農学部演習林報告 第 28 号

平成 7 年 2 月

- 新潟大学農学部附属演習林
- ブナ林の生態学的研究 (41) — ブナ, サワグルミ, ヤチダモ高木の分布と地下水位との関係
 - 産地の異なるブナの成育状況とフェノロジー
 - 樹根の張力に関する理論的考察
(英文)
 - (研究資料)

- スギクローン別成長試験 (2) — 試験地 2 における植栽 5 年後の成長経過
- 地球規模での CO₂ レベルの変化とそれに対する若干の落葉樹種樹の光合成反応

演習林報告 第 66 号

平成 6 年 11 月

京都大学農学部附属演習林

- テーダマツ幼一壯齡林のリターフォールについて
- アカマツ林におけるヒノキ若木の鱗片葉の挙動
- モミ属の地理分布に関する研究—マツ属の種分化に関する研究
- 自然安定同位体比を用いた森林生態系における脱窒過程の検討
- 芦生演習林トヒノ谷におけるバイオ網に関する研究
- 芦生演習林内の高原部における由良川最源流部の 2 流域の流出特性
- 鹿児島県の竹産業の構造—竹材の生産・流通・加工の分布
- 国有林野の境界保全に関する考察

- 京都府における民有林の林業労働災害に関する分析 (I) — 森林作業の現状と作業内容・事故の型から見た労働災害
- ボゴール市の景観と土地利用に対する視覚的判定に関する調査研究
- アカマツの心材形成における心材フェノール成分の特徴と細胞学的変化
- 京都の町家の外観における木格子とそのイメージ

木材研究・資料 No.30

平成 6 年 11 月

京都大学木質科学研究所

- 木材の横圧縮と加工
- 木の丈夫さ—その形態学的側面
- 顕微鏡でのぞく木の文化史
(論文)

□ 引張強度と寸法との関係

研究報告 第 8 号

平成 6 年 3 月

長野県林業総合センター

- スギ・ヒノキ材質劣化病害に関する総合研究
- シイタケの菌床栽培の開発—菌床栽培実用化試験
- 原木食用きのこ類の発芽及び保存に関する試験

研究報告 第 23 号

平成 6 年 12 月

高知県林業試験場

- ヒノキ優良木のさし木育苗に関する研究
- 複層林の造成管理技術の開発
- 広葉樹林の類型化と保育技術の調査

森林立地 Vol.36 No.2

平成 6 年 12 月

森林立地学会

[論文]

- ヒトの活動環境としての森林環境の温熱指標による評価
- スギ・ヒノキ造林地での斜面位置別の表層土壤の窒素無機化量
- 複層林下木ヒノキの当年生葉における比葉面積、光合成能力、およびクロロフィル a, b 比
- 地表変動に伴う森林群集の擾乱様式と更新機構
- 砂漠地域における防風・防砂林造成のための風洞模型実験
- 共生微生物の植生回復技術への適用—(I) 外生菌根菌の活用
- 亜高山帯針葉樹林における酸性雨の観測と実態
- 乾燥地における植生の微気候緩和

第6回 学生林業技術研究論文コンテスト要旨

平成6年度に実施されました表記コンテスト(大学支部推薦・論文審査方式)の優秀論文(7論文)を以下にご紹介します。在学期間内という制約を受けながら、今回も明確なテーマ設定、研究対象へのアプローチ手法、そして得られた知見・成果について斬新さが光ります。7年度応募期限は平成8年2月末となります。

林野庁長官賞

上高地におけるニホンカモシカの行動学的生態研究

望月敬史 東京農工大学農学部環境・資源学科現・同学科研究生

1. はじめに

林業との軋轢が生じているカモシカに関する研究は、植林地が存在する低山帯や山地帯での事例が多く、亜高山帯から上部の高標高域での調査はほとんど行われていない。そこで、人為的擾乱の少ない亜高山帯において、カモシカの種本来の持つ生態的特性を明らかにするために、行動圈、食性、行動圈内の食物環境と温度環境を周年的に調査し、季節的環境利用について考察した。

2. 調査地の概要

調査地の上高地は、中部山岳国立公園の特別保護地区として厳正に管理された自然性の高い地域である。調査地の地形は、河辺部、低地と斜面下部、山腹斜面に3大別され、植生を概観するとそれぞれ、ケショウヤナギ群落、サワグルミ—ハルニレ群落とウラジロモミ群落、コメツガ群落となっている(亀山1984)。

3. 調査方法

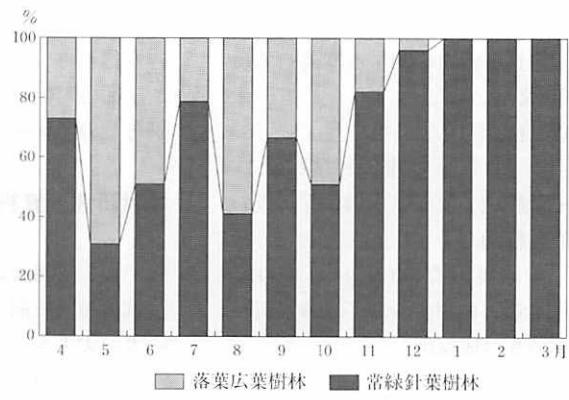
行動圈は、カモシカに小型発信機を装着し、ラジオテレメトリー法により調査した。解析は、行動圈計算ソフトとGISを連携するパソコンシステム(山根ら1994)を用い、最外郭法によった。食性は食痕調査法によった。無積雪期には踏査ルートを定期的に回って植物に残された新しい食痕を、積雪期には雪上に残されたカモシカの足跡に沿って出現する食痕を調べた。調査に当たっては、採食植物種、採食部位、食痕数、採食の程度について記録し、月別の採食リストを作成した。季節的環境利用については、行動圈内の食物環境と温度環境を調べ、ラジオテレメトリー法で定位した行動位置と対応する方法により解析した。食物環境の調査の手順は、①亀山(1984)ならびに航空写真を用いて上層植生を落葉広葉樹林、ウラジロモミ林、コメツガ林に区分する、②植物の成長期(6~9月)に

夏緑性草本が繁茂する落葉広葉樹林の外周、休眠期(12~3月)の主食の一つであるシナノザサの分布域を測量し、行動圈内の下層の植生分布図を作成する、③植物の成長期(6~9月)にシナノザサの分布しない場所を対象に、1m×1mの方形区を河辺林内に22カ所、ウラジロモミ林内に35カ所、コメツガ林内に22カ所設置し、高さ2m以下の植物について植生調査を行い、積算優占度を算出し、優占する植物種を明らかにする、である。温度環境については、行動圈内にIC記憶式温度記録計を設置し、10分間隔で温度を測定した。測定地点はウラジロモミ林と河原裸地である。

4. 結果と考察

2年間にわたる行動圈調査から、定住型の生活様式を持つ個体(Taka)であることがわかった。定位した位置から利用した植生の季節的变化を示したのが図・1である。4~11月には落葉広葉樹林と常緑針葉樹林の両方に定位し、1~3月には常緑針葉樹林に定位することがわかる。この理由を明らかにするため、行動圈内の食物環境と温度環境の分析を行った。食性調査の結果、137種の植物に採食が認められた。採食植物の季節的变化から休眠期(12~3月)には、常緑針葉樹、ササ、落葉広葉樹の冬芽を採食し、それ以外の季節は、落葉広葉樹の葉、夏緑性草本の葉が主要な採食植物であることがわかった。

これらの採食植物の分布を示した下層の植生分布図と、季節的行動圈を重ね合わせると(図・2)以下のことがわかる。休眠期(12~3月)には、シナノザサや、ウラジロモミ、イチイ、コメツガなどの常緑針葉樹の



図・1 Takaの定位位置の上層植生の割合

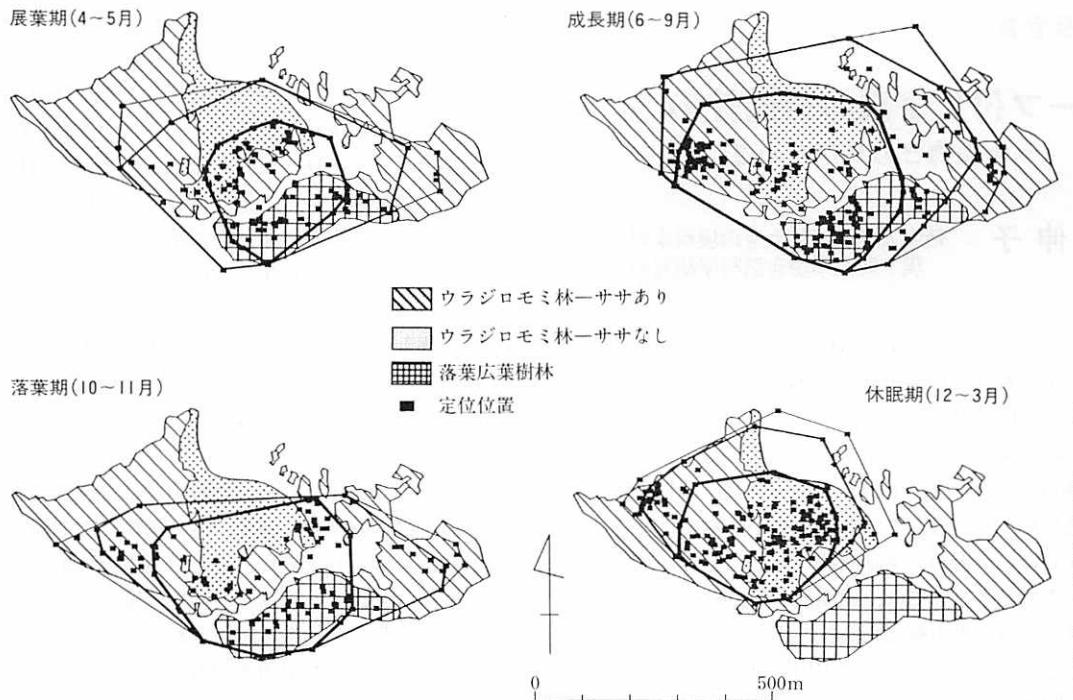


図2 季節的行動圏と植生の関係

太線は100%最外郭、中細線は95%最外郭、細線は75%最外郭による季節的行動圏を示す

低木が分布するウラジロモミ林内に行動圏が集中していること、他の季節では多様な植物種の分布する落葉広葉樹林とウラジロモミ林の両方に行動圏が見られる。このことは、季節により主食となる植物が異なり、その分布状況に応じて季節的行動圏が変化することを示している。

えき場とともに、行動圏の構成要素として休息場や隠れ場が必要となる。冬期に常緑針葉樹林だけを利用していることは(図2)、常緑針葉樹林が休息場や隠れ場として重要なことを示唆している。図3に、河原裸地と常緑針葉樹林の12~3月における1日の最高温度、最低温度、日温度較差を示した。この図から、常緑針葉樹林のほうが河原裸地に比べて日温度較差が小さいことがわかる。このことは、カモシカはなるべく安定した温度環境下で生活し、エネルギーコストを低く保ちながら越冬期を過ごしていることを示している。

5. おわりに

今回は、食物環境と温度環境からハビタット分析を行ったが、行動圏の決定には、このほかに個体間関係、行動圏内の家族構成、積雪状況などの気象条件など、さまざまな要因が関与していると考えられる。今後は、ほかの個体についても調査を行い、カモシカの各季節ごとの生息環境の特性を明らかにしていきたい。

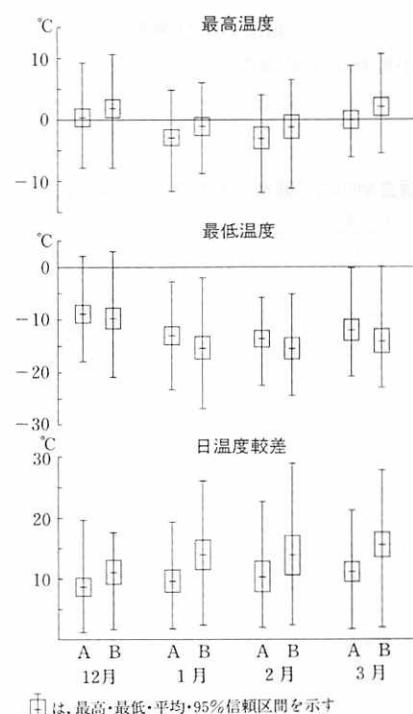


図3 常緑針葉樹林 (A) と河原裸地 (B) の温度の違い

林野庁長官賞

スロープ付U字溝の有効性の
検証——小動物との共存をめざして倉品伸子 新潟大学農学部生産環境科学科
現・同大学院自然科学研究科

I. はじめに

近年、建設省は、わが国の生物多様性条約の批准を受けて、生き物に優しいエコロードづくりを提唱している。その一環として、道路側溝に転落した小動物の救出を目的とした「這い上がりスロープ式」のU字側溝を採用した。しかし、これが実際に小動物によって利用されているか否かの実証試験はほとんど行われていない。そこで本研究では、山間部を走る林道に敷設されたU字側溝や集中柵に転落した小動物の実態を把握するとともに、全国レベルで実用に供されているスロープ付側溝の小動物による利用効率を併せて、自然石を利用した石積み側溝の脱出効率を明らかにすることを目的とした。

II. 結果および考察

1. 転落小動物の実態調査

調査は、新潟県東蒲原郡上川村滝首湿原（標高450

表・1 調査期間内に観察された落下小動物数

区間距離：700m 調査期間：5/13～11/27

種番号	種名	落下数	生存	死亡
1	ニホンアカガエル	8	6	2
2	ヤマアカガエル	54	45	9
3	ツチガエル	8	8	0
4	アカハライモリ	5	3	2
5	トウホクサンショウウオ	6	5	1
6	ニホンカナヘビ	1	1	0
7	マムシ	1	1	0
8	ヤマカガシ	1	1	0
9	ヒミズ	10	0	10
10	アカネズミ	5	0	5
その他識別不可能なヘビ		1	0	1
識別不可能なカエル		1	0	1
総個体数		101	70	31

トウホクサンショウウオの卵嚢

トウホクサンショウウオの幼生

カエル類の卵嚢

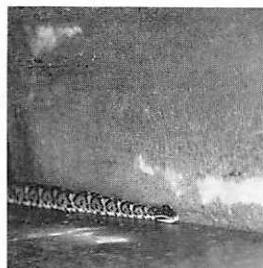
カエル類の幼生

※卵嚢・幼生の場合、
生残の有無のみを記録

m) にある林道約700mの区間で行った。1994年5月13日から11月27日までのおよそ約7カ月間にわたり、月に3～4回の割合で現地調査を行った。林道の周辺にはかつての薪炭林であるブナ・ミズナラを主体とする落葉広葉樹二次林が見られるほか、スギの植林地がある。この林道に沿って敷設されているU字側溝および集水柵（区間内で9個）内に落下している小動物や卵嚢を網でくつて採集し、種を記録した（表・1、写真・1）。その結果、ヤマアカガエル、トウホクサンショウウオ、マムシ、ヒミズなど合計10種、101個体の落下小動物が確認された。これら落下小動物のうち、U字側溝内で発見された個体はごく少なく、ほとんどは集水柵内で確認されたが、これにつながるU字側溝から転落したものと思われた。この中には生存個体もいたが、いずれは乾燥死、溺死、他の動物による捕食にさらされるものと考えられ、また沢の周辺の集水柵では、カエル、サンショウウオの卵嚢が確認され、後には卵嚢から孵化した幼生も確認された。しかし、集水柵という脱出不可能な閉鎖空間内では、太陽の照り返しによる水温の高温化・水流の移出入停滞による酸素不足などにより、生き延びることはかなり困難であると思われた。事実、計測したものでは水温が26°Cに達したものもあった。仮に、生息し続けたとしても、幼生は陸に上がり山に戻ることはほとんど不可能である。集水柵への転落によってこの回帰行動が阻止されると、一連の“繁殖システム”は、この段階で停止することになる。次世代が持続できないことから、ある種の地域個体群が減少するおそれがあるであろう。

2. 脱出実験

既製品である「這い上がりスロープ式」U字側溝（以下、スロープ付側溝）と、自然石を利用した石積み側溝の2種を実験対象とした。スロープ付側溝の長さは2000mm、

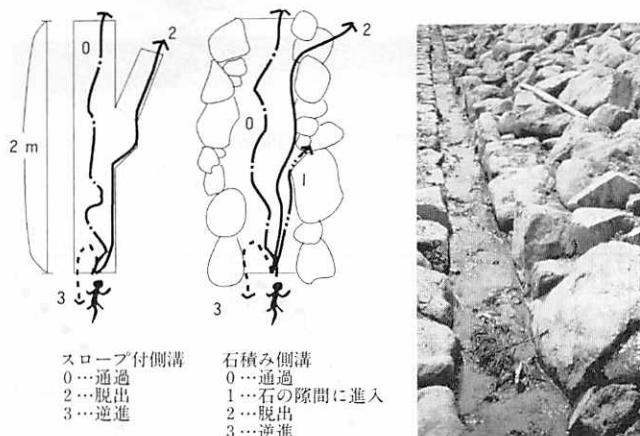


写真・1 集水柵に転落したマムシ。逃げようとしているが地上部までまだ80cm近くあり、脱出不可能となっている。



写真・2 スロープ付側溝

高さは300mm、幅は400mmで、スロープ部分の勾配は1:1.5であり、小動物がよじ登りやすいように斜面には2~3mmの凹凸が付けられている(写真・2)。一方、上川村によって施工された石積み側溝は、側溝底面から石積み頂端までの高さ150mmで、底面はコンクリート仕上げである(写真・3)。供試動物にはクロサンショウウオを用いた。実験区間はいずれの側溝でも2mとし、1個体ずつを側溝の中央に放し、その行動様式および軌跡を記録した。出発方向による脱出率の偏りが生じないように、実験は両方向から行った。行動様式については、図に示したように、スロープ付側溝の場合は3パターン、石積み側溝では石の間に潜り込むタイプを加えて4パターンに分類した。なお行動様式3:「逆進」については、脱出率を検討する際には除外した。また行動様式1:「石と石の隙間に侵入」については、このような石の隙間や穴の存在が一時的な避難所となることから“危険分散”という重要な意味があると考えられた。侵入した隙間から外部へ脱出できるように設計することにより、最終的には脱出が可能であると判断できることから、この行動も脱出とみなすこととした。実験時間は夜行性のサンショウウオの生態に合わせて夜間にを行い、照明にはサンショウウ



図・各側溝内におけるサンショウウオの行動様式

写真・3 石積み側溝

表・2 各側溝におけるサンショウウオの行動様式の比率と脱出率

側溝タイプ	行動様式0	行動様式1	行動様式2	脱出率(%)	n
石積み側溝	13.3	64.4	22.2	86.7	45
スロープ付側溝	76.5	—	23.5	23.5	85
改良型側溝	76.9	15.4	7.7	23.1	39

オの行動に支障がないように赤色光を使用した。実験の結果、スロープ付側溝では、脱出できた個体はわずか23.5%にすぎなかったが、これに対して石積み側溝では86.7%の個体が脱出に成功した。この結果は側溝の縁に沿って歩くというサンショウウオの習性を反映していると考えられた。石積み側溝には進路に凹凸があることから、縁に沿って歩くうちに必然的に石積みの間を利用して脱出できた個体が多かったと考えられる。そこで、この凹凸を持つ構造の利点を生かして、スロープ付側溝の脱出口に石を組んだ改良型の側溝を実験に供した(写真・4)。しかし脱出率はわずか23.1%にとどまり、スロープ付側溝の原型との間に有意な差は見られなかった(表・2)。

III. まとめ

小動物の脱出を意図して設計されたスロープ付側溝の脱出率23.5%を有効と判断するか、効果が低いと判断するかは意見の分かれることであろう。しかし、石積み側溝における脱出率を考慮すれば、改良の余地は十分にあると考える。この実験を通じて判明したことは、人間の発想に基づいて設計されたものが、必ずしも小動物にとって有効に働かないという事実である。サンショウウオのような目の不自由な動物にとって、

視覚に訴える構造物はほとんど意味を持たない。歩行中に脱出口が目に入り、それに向かって歩くという行動は、全く期待できないのである。したがって、サンショウウオの場合には、歩行中、視覚に頼ることなく必然的に(縁に沿って歩くというような習性を利用して)脱出口へ誘導する構造であることが望ましいといえる。この実験結果は、動物を対象とした構造物は、実際に動物を使った実証試験がなされる必要性があることを示唆した。また、施工後の追跡調査の重要性をも示唆した。



日本林学会会長賞

熱帯産マメ科4樹種の酸,アルカリリストレス下における成長特性

神長健夫

東京大学農学部林学科
現・林野庁指導部治山課

1. はじめに

近年急速に進行している熱帯林の減少と劣化は、二酸化炭素の大きな貯留源・吸収源の消失、生物の多様性の減少などにつながり、地球的規模の環境問題となっている。破壊された熱帯林の多くは放置され、荒廃地化しており、表土が流失し生産性の低い草原となっている場合が多い。荒廃地を森林に再生することは、地球環境の保全のために最も重要な課題となっている。

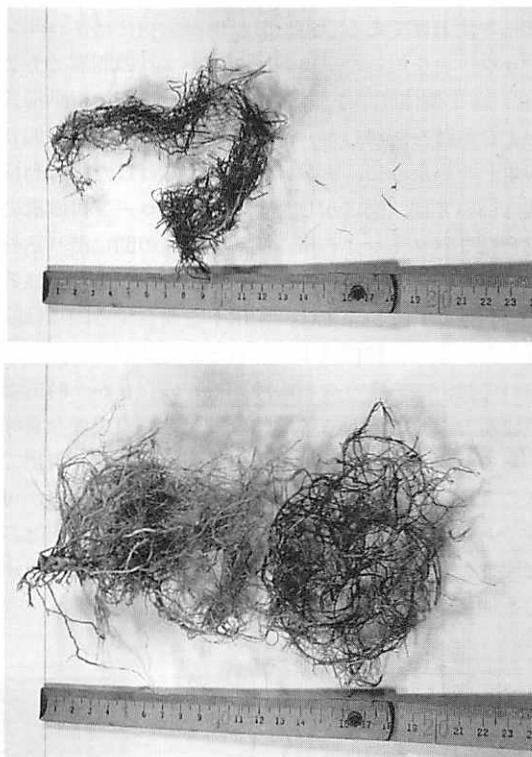
マメ科の樹木は、根粒菌との共生により空気中の窒素を固定することができるため、貧栄養の荒廃地でも生育が可能である。このため、荒廃地への造林樹種として導入が進んでいる。しかし荒廃地は、土壤のpHが樹木の生育に適していないなど土壤に何らかの問題を抱えているために、植生遷移の進行が妨げられている場合が多い。特に土壤のpHは、養分の可溶性を大きく左右し、植物の養分吸収に大きな影響を及ぼす要因であり、樹木の成長に大きな影響を及ぼす。したがって、荒廃地へのマメ科樹木の造林を効果的に行っていくためには、これらの樹木の土壤のpHに対する生理特性を把握する必要がある。

そこで本研究では、熱帯産マメ科樹木の土壤条件に対する特性を明らかにすることを目的として高pHと低pH条件に対する成長反応を種間で比較した。

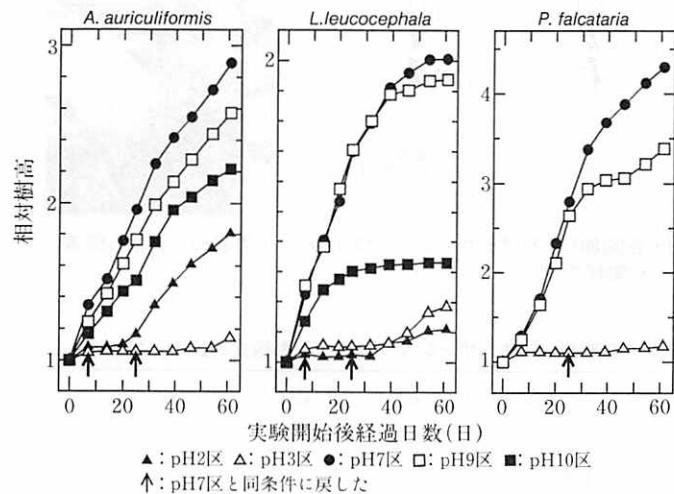
2. 実験方法

試験樹種は、*Acacia auriculiformis*, *A. mangium*, *Leucaena leucocephala*, *Paraserianthes falcataria*の6カ月から1年生苗を供試した。これら4種は、東南アジアを中心に人工造林種として、荒廃地に限らずさまざまな状況で用いられている。培養液に硫酸あるいは水酸化カリウムを添加してpH 2, 3, 9, 10に調整した処理区と、培養液のみでpH 7前後の対照区（以降pH 7区とする）を設け

た。1日4回2時間ずつ培養液にポットごと浸して灌水した。週1回培養液を交換し、pHを調整した。1994年8月12日から、*A. mangium*以外の3種について63日間の栽培実験を行った。また、酸性ストレスから



写真・1 栽培実験1開始4週間後の*A. auriculiformis*の根
(上: pH 3区, 下: pH 7区)



図・1 各処理区における相対樹高 (栽培実験1 8.12~10.14)

の回復過程を調べるためにpH 2区は7日後に、pH 3区は27日後に、それぞれpH 7区と同条件に戻した(栽培実験1)。また9月16日から、*L. leucocephala*以外の3種について、pH 3, 7, 10区で同様に28日間の栽培実験を行った(栽培実験2)。樹高、地際直径、光合成速度、気孔コンダクタンス、蒸散速度を定期的に測定した。実験終了後、各器官の乾重を測定し、根の活性(根の呼吸能の指標)を α -ナフチルアミン法とTTC法により測定した。これらの実験は、東京大学演習林田無試験地で行った。

3. 結果と考察

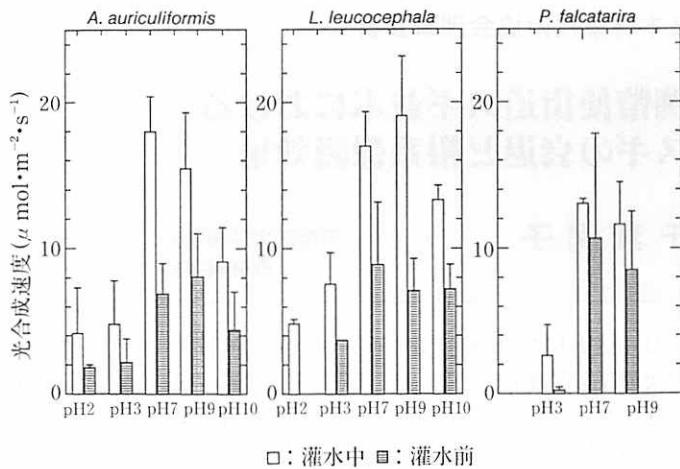
pH 9区では、4種ともpH 7区と比べ

て成長に差は見られなかった。しかしpH 10区では、4種ともpH 7, 9区に比べて成長が明らかに抑制されていた。その中で、*L. leucocephala*と*A. auriculiformis*は他の2種に比べてpH 10区での成長の低下が小さかった。pH 2, 3区では、4種とも成長がpH 7区に比べ著しく抑制され、地下部乾重もpH 7区に比べて小さく、褐変した根が多かった(写真・1)。また、pH 2, 3区の供試苗をpH 7区と同条件に戻した後、*A. auriculiformis*はpH 7区と同程度の成長速度を示すようになつたが、*L. leucocephala*と*P. falcataria*の成長速度はpH 7区に比べ低いままであった(図・2)。

光合成速度は、4種ともpH 9区とpH 7区では差がなかったが、pH 10区では4種ともpH 7, 9区に比べて光合成速度がやや小さかった。光合成速度が低下していたpH 10区では、気孔閉鎖が起こっていた。pH 2, 3区では、4種ともpH 7区に比べ気孔閉鎖による光合成速度の低下が見られた。特に*P. falcataria*は、葉がしおれたり、複葉が閉じるなど水ストレスの症状が顕著であった(図・2)。

酸ストレス、アルカリストレス条件下において、根系部の成長抑制や活性低下が水分供給能の低下を引き起こし、その結果、気孔閉鎖に伴う光合成速度の低下が起こり、成長が低下したと考えられる。

供試苗の成長経過から、*A. auriculiformis*は酸、アルカリストレスの両方にに対して強い耐性を持つこと、*L. leucocephala*はアルカリストレスに対しては強い耐性を持つが、酸ストレスに対しては耐性を持たないこと、*P. falcataria*は酸ストレスとアルカリストレスの両方にに対して耐性を持たないため、生育に至適なpH



図・2 栽培実験1開始後4日目の各処理区における光合成速度



写真・2 荒廢地に造林された*A. mangium*

の範囲が狭いこと、*A. mangium*は特に酸ストレスに対する強い耐性を持つことが明らかになった。

4. おわりに

環境ストレスとして本研究ではpHに着目したが、熱帯産マメ科樹種の中でも至適pHが異なり、耐性を示すpH範囲も異なることが示された。一般にマメ科樹種は貧栄養の荒廢地においても生育が可能であるとはいわれているが、生育可能な場所は土壤のpHによる限定を受けると考えられる。これまでに広い地域で造林されてきた主要な造林樹種においてこのような耐性の差が認められたことから、今後の荒廢地造林においては土壤pHに対応した樹種の選定が必要であることが示唆された。熱帯に存在する広大な放棄荒廢地を森林に再生し、持続的生物生産の場に戻していくためには、効率的に荒廢地への造林を行っていく必要があり、造林技術の開発とそれに付随する研究をさらに進めていくことが重要である。

日本林業技術協会理事長賞

例幣使街道スギ並木における
スギの衰退と根系保護効果

千葉潤子

宇都宮大学農学部
森林科学科

日光杉並木は、樹齢約370年の、世界でも類のない歴史的な文化遺産である。しかし、その樹勢は衰退の一途をたどっている。本研究は日光街道スギ並木のうち、例幣使街道において並木スギの健康度を判定し、それらと立地環境との関係を明らかにするとともに、最も衰退に影響していると思われる街道の路側のり面に露出した根系と、外側の並木敷の踏圧状態の根系に簡単な客土を行い、根系の保護効果について調べた。

例幣使街道(国道352号)の約1400本のスギを対象に、5段階の健康度を用いて判定した。立地環境については、車道面からのり面の高さ、車道際からのスギの根元までの水平距離、並木敷の状況、進入路の有無などを調べた。皮ヤケ、空洞などの状態から幹に対する被害の種類を特定した。また、道路の拡張工事や水路の整備により、根系の分布領域が狭められ、露出した根が見られる両側のり面に、90×30×10cmの木枠を作り、中を30×30cmずつ3区画にして設置した。その中に3種類の土壤を入れた。並木敷の外側歩道で

は、今市市が砂利の除去と根を傷めないように表層の耕耘を行い、発根促進剤を混ぜたパーク堆肥を盛土して各10cmの路盤工(碎石0~40mm)と山砂表層工(山砂)を行った。両方とも一成長期が過ぎてから根の再生状態を調べた。

並木スギの衰退は、のり面の高さ、並木敷の状況、進入路の有無が比較的影響していた。のり面高は、高くなるほど土壤の流出、根の露出が起こること、進入路のある場合は、2方向から並木敷を切り崩し、支持根や吸収根が切断され、根系の分布を狭めていること、住宅増加に伴う歩道敷の利用の増大などにより、根系の維持、発達が阻害されていることがスギの衰退を促進しているものと考えられた。梢端枯れ等が顕著な衰退木は幹の状態から落雷の被害によるものも多いと思われた。

客土した路側のり面における発根状態は、街道の東側ではどの枠も良好で、露出した根系からではなく、土壤の内部から新しい細根が生えてきていた。西側では木枠の下方の発根が良く、上部では発根の痕跡のみとなっていた(写真参照)。これは上部の枠が直接西日が当たり、乾燥を繰り返すために、せっかく生えた根が壊死したものであろう。歩道の整備が行われたわきでは、客土と落葉層の発達から、根の先が上を向いて生え、歩道の客土部でも発根しているのが見られた。

日光並木スギの衰退現象は、酸性雨や排気ガスなどの影響も考えられるが、基本的には樹木の生育に必要な根系分布領域である道路側の並木敷が、のり面の崩

落、土壤の流亡により、ほとんどないに等しい状態となっていることが大きな原因と考えられた。このようなり面における露出根への客土によって、老大木であるスギの根が再生する力が十分にあるという証拠が得られた。

スギの衰退防止について、大気二次汚染物質などの削減も緊急課題であるが、取り急ぎ具体的な根系保護対策として、のり面の客土、歩道敷の砂利撤去などによる土壤改良を行うことを提言したい。



写真・西側のり面における客土後の根の再生状態

日本林業技術協会理事長賞

森林生態系における昆虫寄生性線虫(*Steinernema*属)の分布実態

中村直子

玉川大学農学部農学科
林学研究室
現・株高野植物園

その強い殺虫力で害虫の生物的防除手段として注目されている昆虫寄生性*Steinernema*属線虫(以下、線虫とする)は、広く各地森林土壤に生息・分布することが明らかにされてきている。このような背景において、森林生態系での線虫の位置づけと、その役割の解明が課題となる。

本研究では、森林土壤中における線虫の生息実態を平面的広がりおよび分布の深度について明らかにすることを目的とした。玉川学園構内(町田市)2カ所、玉川大学箱根演習林2カ所、同弟子屈演習林2カ所のそれぞれの林分内に調査地を設定して、線虫の水平分布および垂直分布を調べた。各調査地では、10m×10mの調査区を設け、調査区内は2m×2mの小区画に分けた。これら小区画から採取した土壤について、ハチノスツツリガ幼虫を用いたトラップ法で線虫検出を行った。

水平分布：各調査地における線虫検出状況は表に示すとおりで、箱根演習林の1調査地を除くすべての調査地で線虫を検出した。小区画で見た線虫の検出結果は、いずれの調査地でも線虫が調査区内に広く分布することを示していた(図)。また、同じ調査区での時期を異にする2度にわたる調査結果から、線虫の水平移動を推測することができた。

垂直分布：線虫はL層を除いた地表から25cmの範囲に生息していて、それより深い土壤中での分布は見られなかった。線虫の垂直分布は、乾燥や温度変化に対応すると考えられているので、調査時期による変異が予測される。なお、水平分布調査では深さ約10cmまでの土壤を採取したが、この深さは線虫生息の有無を十分に反映することが、垂直分布の調査結果から示された。

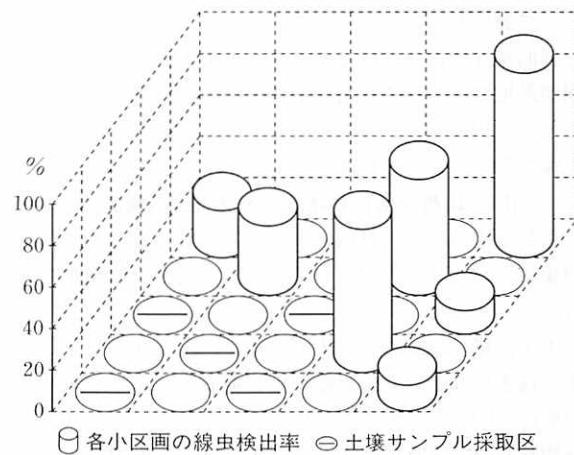
線虫の種について：各調査地で検出された線虫は、形態観察の結果、すべて同一種であると同定できた。既知種との比較では*Steinernema feltiae*に最も近似していた。本線虫は森林に広く分布する普遍的な種で

表・各調査地における*Steinernema*属線虫の検出結果

調査地	線虫検出率	調査虫数*
玉川学園構内ヒノキ林	19(17.9%) **	106
玉川学園構内竹林	16(7.1%)	224
箱根演習林広葉樹林(標高800m)	12(10.3%)	112
箱根演習林広葉樹林(標高660m)	0	114
弟子屈演習林トドマツ幼齢林	6(5.1%)	117
弟子屈演習林カラマツ林	33(28.7%)	115

* 調査虫数とは土壤中から再捕獲できなかつた不明個体を供試したハチノスツツリガ幼虫数から差し引いた数

** 数字は線虫感染を認めたハチノスツツリガ幼虫数。()内は調査虫数に対する検出率

図・弟子屈演習林のカラマツ林における*Steinernema*属線虫の水平分布

あることが示唆されたが、今後その種を明確にする必要がある。

カラマツのヒラタハバチ被害と線虫の分布：弟子屈演習林のカラマツ林ではヒラタハバチ被害が大発生していて、調査区内のヒラタハバチ潜土幼虫に対する線虫の寄生が認められた。これは自然条件下において*Steinernema*属線虫の昆虫寄生を確認したわが国最初の例となった。今後、ヒラタハバチ大発生における線虫の密度制御機能を追求することも、線虫の森林生態系における役割解明の手がかりとなる。

本研究から、*Steinernema*属線虫が森林土壤中に広くそして普遍的に生息することが明らかになり、森林生態系の生物要因として線虫が果たす役割解明の必要性が明確になった。

日本林業技術協会理事長賞

パイプフローの降雨流出過程に及ぼす影響

内田太郎

京都大学農学部 林学科
現・同大学院修士課程

I. はじめに

山腹斜面にはパイプと呼ばれる数センチメートルのオーダーの連続的な空間が存在する。そこで本研究はこのパイプと呼ばれる巨大孔隙に注目し、そのパイプ網が斜面崩壊に関係する地中水の挙動に与える影響について調べたものである。特に、パイプが排水に寄与し斜面を安定にする側に働くという現象と、パイプが崩壊跡地に多く見られ斜面崩壊に何らかの影響を与えるという相反する2つの現象を実際の斜面および室内実験で調べることを目的とした。

II. 山腹斜面におけるパイプ流出の観測

京都大学芦生演習林内のトヒノ谷におけるパイプを対象に、パイプ網の観察およびパイプ流出量の観測を行った。

まず、貫入試験により土層分布を、土壤サンプルにより透水性を確認し、実際の山腹斜面においてパイプの形態を明らかにするためにパイプを掘り、パイプ網を観察した。それによると、パイプは水の集中する谷

の合流点や難透水層の直上に発達しており、地下水の集中が見られるような所ではパイプ網は排水に寄与している。

次いで、降水量、パイプ流出、流域末端からの流量を観測した。降雨強度の大きいときにパイプからの流出が見られ、パイプは排水に特に降雨強度の大きいとき寄与している。

III. 人工パイプを用いた室内実験

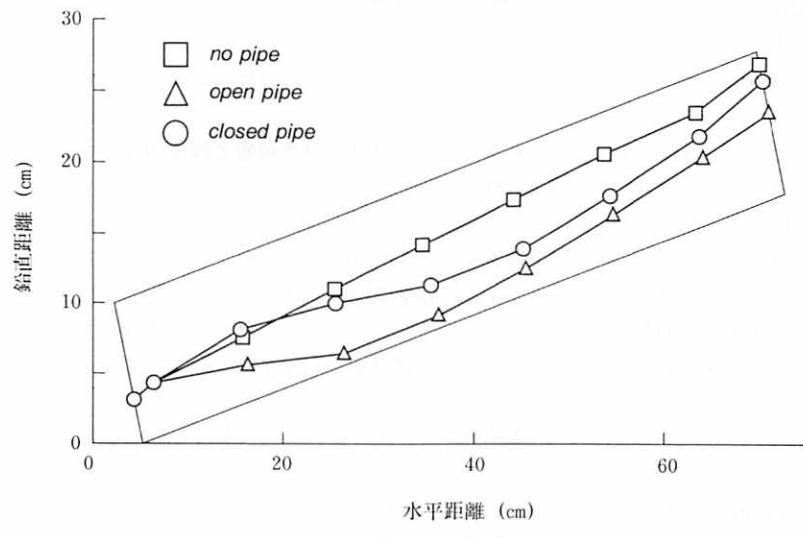
室内実験により下流端の閉塞しているパイプを埋設したときの影響を、パイプなしの斜面、下流端が排水路に開放している斜面と比較し検討した。それぞれの条件において斜面上流端から定量の水を加え定常状態に達するための流量、地下水水面形の時間変化を観測した。定常状態の水面形は図に示したとおりである。この結果より、パイプを埋設することにより斜面の排水性は良くなり、全般的に地下水水面形の水位は低くなり、給水に対する流量の応答も速くなることが確かめられた。

しかし、下流端の閉塞したパイプの下流端では、水面はパイプなしのときに比べても高く、また給水に対する地下水水面の上昇の応答も速かった。このことから、パイプの閉塞部分では、間隙水圧が上昇し崩壊の要因となりうると考えられる。

IV. まとめ

パイプは通常のマトリックスに比較して大きな透水性を持つことがわかり、特に降雨強度の大きなとき、水の集中する場所で排水効果が発揮されることがわかった。

しかし一方で、下流端が閉塞されていて斜面外に滞りなく排水されえない場合、そのパイプの下流端では逆に水の集中を招き、崩壊の要因となりうる。このことは、パイプの排水効果によって維持されている斜面においてパイプの落盤などによる閉塞が起これば、今までの排水システムが寸断されるのみならず、逆に水の集中を招く結果となり斜面は不安定になることが推測され、さらにその応答は極めて速いと考えられる。



図・定常状態の水面形

日本林業技術協会理事長賞

雲仙普賢岳・中尾川扇状地における土石流の氾濫予測手法に関する研究

高尾正樹

九州大学農学部林学科
現・同大学院修士課程

1. はじめに

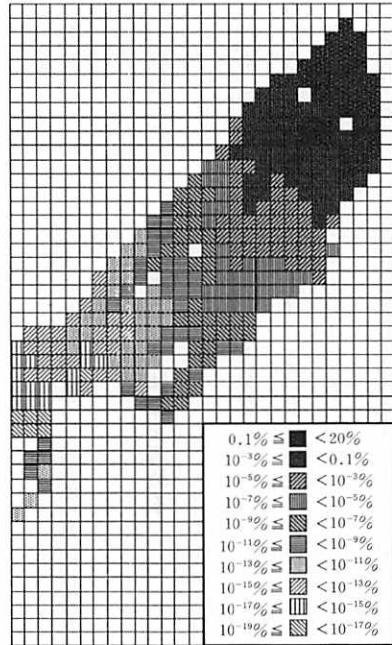
雲仙普賢岳の北東山麓に位置する垂木台地には、火山活動によって火碎流堆積物が厚く堆積している。現在、これを生産源とした土石流が頻発し、下流の中尾川扇状地で氾濫堆積している。この履歴から、将来の氾濫堆積の範囲を予測することは、防災上重要な課題である。

本研究では、土砂の氾濫堆積の範囲は扇状地面の地形によって制御されていると仮定し、その傾斜方向から流下経路を求め、傾斜角度から堆積土砂量を計算した。これらと、空中写真から判読したこれまでの土砂氾濫範囲（実測氾濫範囲）とを比較することによって、中尾川扇状地での堆積土砂量の予測手法を検討した。

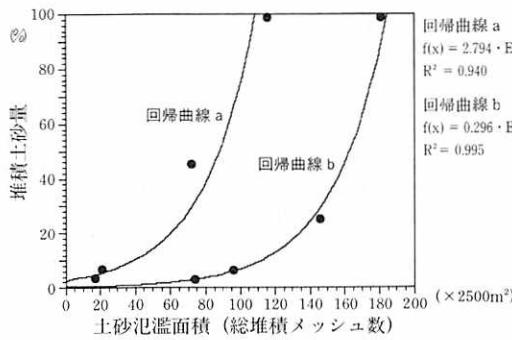
2. 解析

1/10,000 地形図において扇状地全体に 50 m のメッシュをかけ、各メッシュごとに傾斜方向と傾斜角度とを計測した。

傾斜方向については、メッシュの最大傾斜方向をベクトルで表した。氾濫



図・1 堆積土砂量推定図



図・2 堆積土砂量と土砂氾濫面積との関係

堆積する土砂の粘性と流量については一定とした。ベクトルを各メッシュごとに縦横方向に分解し、それの方向に土石流は移動することにした。また土石流量はおのの分解ベクトルのスカラー量の割合に応じて、それぞれ分配されているとした。土石流が堆積を開始する傾斜角度は、高橋（1980）の土石流発生式より、 $\tan\theta < 0.25$ とした。すなわち、メッシュを通過する土石流は、 $\tan\theta < 0.25$ の場合にその傾斜角に応じた量を堆積させると仮定した。また、垂木台地と中尾川扇状地とは、台地を掘削したただ一つのガリーで結ばれていることから、土石流はすべてこのガリーを通過して氾濫する。そこで、ガリーの出口を氾濫堆積ミュレーションの開始地点とした。

以上の条件に基づいて、土石流の流下経路に沿った各メッシュに土砂が堆積するミュレーションを行った（図・1）。次に、空中写真から判読した実測氾濫範囲を図・1に重ね合わせ、実測氾濫範囲に含まれるメッシュについて堆積土砂量と土砂氾濫面積とを合計し、これらの関係を分析した。

3. 結果と考察

土砂氾濫面積と堆積土砂量の関係を図・2に示した。これらの関係は大きく 2 つのグループに分けられ、いずれも下に凸の指数関数で回帰された。一方、土石流の流下経路は、左岸側と右岸側のほぼ 2 方向に分かれる傾向が見られた。2 つのグループはこれら 2 方向の流下経路にそれぞれ一致することがわかった。

土石流が扇状地の上流から堆積し始めると仮定すれば、堆積土砂量は頂部付近で最大値を示し、下流に行くほど急激に減少するため、上に凸の指数曲線を描くことになる。しかし、実際には、下に凸の指数曲線を描く結果となった。このことから、土石流は扇状地の下流部から堆積を開始し上流に向かう、いわゆる堆積週上を発生していることが示された。その原因として、

土石流の粘性が小さいため（平野、1994）、土石流プロットが傾斜角度の小さい扇状地下流部にまで到達したと考えられた。



病気知らずの健康な体を保つ知恵でした。ご飯に、季節の野菜がたっぷり入った実だくさんのみそ汁、ぬかみそ漬とか梅干しといった漬物、そしておかずが一品。これが「一汁一菜」で、伝統的な和食の原型でもあります。

「一菜」は、季節や土地によって変化しますが、最も多かつたのがイワシでした。なぜ、イワシが和食の「定番おかず」として好まれたのかというと、日本近海では、古くから大量に水揚げされ、まず、安価だったという点。

次に、塩やみそに漬けたり、干物にすると保存性が高まるという点もありました。

さらに加えて、「海のニンジン」と呼ばれるほど健康に役立つことがよく知られていました。

確かに、イワシにはタンパク質から成人病の予防に役立つ脂肪、イライラを防ぐカルシウム、貧血を防ぐ鉄分、心臓を丈夫にするカリウム、風邪を予防するビタミンA、老化を防ぐビタミンE、肌をつややかにするビタミンB₂、さらに重要なのはカルシウム

の吸収率を二〇倍

にも高めるといわれているビタミンDも多量に含まれているというこ

とでしよう。

動脈硬化を防ぐ

エイコサペンタエノ酸や、脳の老化を防いで記憶力をよくするというドコサヘキサエン酸

もたっぷり含まれている点にも注目されます。

キュウリは血を清める

キュウリの九六パーセントは水分だから、水を食べるようなもの、といいたいところでですが、実は、この水分が役に立つのです。

キュウリの水分にはカリウムが多く、体内の過剰な塩分を排出する上で効果があるだけではなく、浄血や利尿効果もあり、また、腎臓機能を整える働きもしているといわれています。利尿を促すことは、体内の毒素を洗い流し出すという意味でも大切になります。

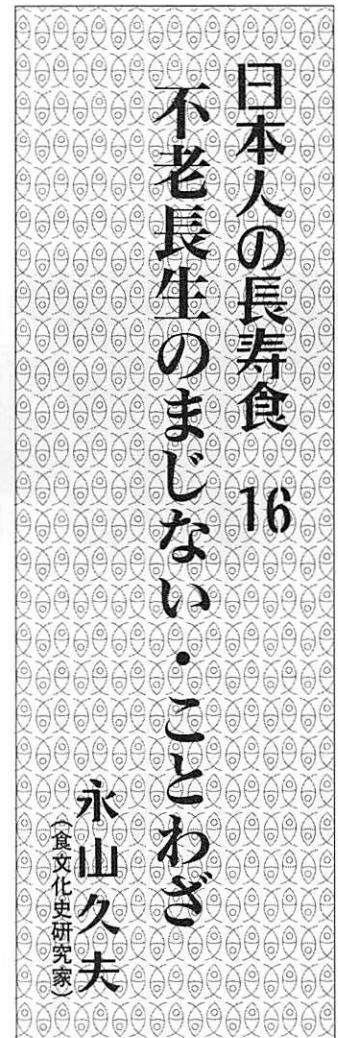
最近では、冬でもキュウリが出回っていますが、やはり、夏の強烈な太陽の下で育つた元気のあるキュウリが味・効果とともにずば抜けています。

唐の玄宗皇帝の寵愛を一身に受けた楊貴妃は、世界三大美人の一人ですが、キュウリが大好物で、いつでも食べられるように温室栽培させていたという伝説がありますが、キュウリの汁をキュウカンバといい、古くから化粧水として用いられており、楊貴妃も肌をつややかにするために使用していたのかもしれませんね。

日本人の長寿食

16

永山久夫
食文化史研究家



「ことわざ」は生活の知恵

「ことわざ」は、古くは「呪言」と同じ意味を持つていました。「ことば」によつて、わざわいや不幸を取り除き、病気を治す。

「呪」には、「まじない」という意味もあり、それを唱えることによつて、さまざまな効果が出てくる、というような要素もあるのが「ことわざ」なのです。

健康や不老長生をテーマにしたことわざがたいへん多いのですが、だれの心中にも普遍的に存在している願望だからではないでしょくか。

大根おろしに医師いらす

大根おろしは、いつてみれば消化薬として生み出された日本人の知恵ですが、なぜ、消化の薬かというと、ジアスターイゼなどのデンプン質を消化する酵素をたくさん含んでいるためで、これらの消化酵素には素晴らしい解毒作用や発ガン物質の毒性を消す働きのあることも、最近、発見されています。

イワシは海のニンジン

イワシは、漢方で用いる薬用のニンジンといつてもいいほど滋養効果があり、体力がつくという意味。

あるいは、「大根好きは長生きする」とか「大根どきの医者いらす」などともいいます。大

根の効果を強調したもので、確かに大根には、自然治癒力や病気に対する抵抗力を強化する成分が豊富に含まれています。

大根の効果は、生で食べたときに最も力が発揮されます。日本人には野菜を生で食べる習慣は、古くからありませんでしたが、漬物以外では大根だけが例外。なぜ、大根だけを生で食べてきたのかというと、日本人は米食民族であり、魚をたくさん食べてきたからです。

大根おろしには、いつてみれば消化薬として生み出された日本人の知恵ですが、なぜ、消化の薬かというと、ジアスターイゼなどのデンプン質を消化する酵素をたくさん含んでいるためで、これらの消化酵素には素晴らしい解毒作用や発ガン物質の毒性を消す働きのあることも、最近、発見されています。

日本人は、魚を食べるときにも大根おろしを用いてきました。たとえば、焼きたてのサンマには大根おろしが実によく合うのですが、単に味の相性がよいだけではなく、焦げに発生しやすい発ガン物質などの危険物を消去するための、日本人の知恵なのです。

「大根おろしに医師いらす」こそ、素晴らしいその薬効をいったもので、焼き肉などのときにも忘れずに添えたいもので、そのほうが健康管理にも役立ちます。

た。自ら採集するよりも、自然を熟知している森の人々に任せるほうがはるかに効率良く、なかなか見つけることのできない珍しい昆虫も容易に手に入るという。

私も、蝶の買い付けに同行させてもらつた。私たちの車が、ある集落に近づくと、待ち構えていたように大勢の大人・子供が飛び出しざきた。手に手に三角紙（蝶を一時保管する物）をいっぱい抱えている。昆虫業者は、一頭一頭蝶の種類と翅の痛み具合を確認してから彼らに現金を渡してゆく。子供たちも小銭をもらつて大はしゃぎ、すぐさま近くの商店へ駆けて行き、お菓子を買つていた。どの集落を訪れても、家々の軒先に捕虫網が立てかけてあり、小さな子供まで、ビニール袋を縛り付けた小枝を網のよう振り回していた。昆虫採集が、森の人々にとって格好の現金収入の手段となり、いかに多くの人に浸透しているかを物語る光景に、私は目を見張った。こ



蝶を持ってきた子供たち



蝶の仕分けをする昆虫業者の家族

見事な擬態、コノハムシ

花になりきって獲物を待つ
ハビラカマキリ

「大丈夫、蝶はいくらでもいる」と全く気にする様子もない。自然が豊かであれば、昆虫の繁殖力は驚異的で、採集くらいで減少することはないとの説もあるが、ビジネスとして大掛かりに採るのでは、

やはり乱獲となり、生態系の

バランスを崩すのではないだろうか、私は大いに疑問を感じた。

結局、マレーシア半島の蝶園は、キナバル国立公園の蝶園とはそもそもその目的が違い、運営方法もおのずと異なることがわかつたが、

それを知つてなおのこと、国立公園における蝶園の特色を明確に打ち出す必要性があるとして早く蝶園へ届けないと、蝶が弱つたり、死ぬ恐れがあるためだ。少しでも早く蝶園へ届けないと、蝶が一刻を争うかのように、彼らは黙々と作業を続けていた。

この昆虫業者が、週に二度ほどこ

り、蝶園へ届けないと、蝶が生きさせたいと、私は決意を新たに半島を後にした。

のような蝶の買い付けと出荷をしていると知つた私は、蝶の乱獲になる恐れはないかと

率直に聞いてみたが、彼らは、

人生至る所に… 16

アガエリトリバネ
アゲハ

蝶で国際協力 (10) マレーシア半島の蝶園

杉本啓子

● すがもと けいこ(青年海外協力隊事務局情報処理センター、☎03-3400-7261・代表)

私の任地、キナバル国立公園で蝶園を造るヒントになつたのは、その数年前からマレーシア半島に次々と建設され、評判になつてゐた民営の蝶園だつたという。日本の蝶園の手法には詳しい私も、マレーシアでは気候や、蝶・食草の種類が異なるため試行錯誤の連続で、あるとき、かねてから興味のあつた半島の蝶園を見学に訪れた。

半島の蝶園は、どこも植物園のように美しく整備され、人工の滝や川が流れ、池にはたくさんの錦鯉が泳いでいたりと、来園者の目を楽しませる造りになつてゐる。何といつても、数百から千頭にも上る蝶が飛び交う様が、実に華やかだ。

蝶を飼育繁殖させるとなると、食

あるとき、かねてから興味のあつた半島の蝶園を見学に訪れた。

半島の蝶園は、どこも植物園のように美しく整備され、人工の滝や川が流れ、池にはたくさんの錦鯉が泳いでいたりと、来園者の目を楽しませる造りになつてゐる。何といつても、数百から千頭にも上る蝶が飛び交う様が、実に華やかだ。

蝶園の確保や幼虫の世話をどの労力はいかばかりかと、自分の任地の蝶園で身にしみてゐる私は驚嘆した。ところが職員に裏方の話を聞いてみると、

研究のために飼育している一部の蝶を除き、大部 分は半島の昆虫業者から購入しているとのこと。蝶だけでなく、コノハムシなどの珍しい昆虫の数々、土産物店で販売さ



マレーシア半島の蝶園

れている蝶の標本やさまざまな工芸品も同様に、業者から取り寄せてゐるのだつた。また、キナバル国立公園のように、調査研究・飼育繁殖・自然教育に力を入れている蝶園は少なく、どこも観光ビジネスの色合いが強いこともわかつた。

私は知人の紹介で、ある中国人昆虫業者の施設を特別に見学させてもらつることができた。この昆虫業者は家族で業を営んでおり、特に昆虫学等を専門に学んだ者はいないとのことだが、皆、長年の経験から、蝶や幼虫の生態・食草についても大変詳しく、「勉強に来た」という私に、本当なら企業秘密かもしれない、いろいろな食草や幼虫飼育のコツなども、快く教えてくれた。

しかし、この施設で飼育している蝶だけでは、半島の各蝶園に送る何千、何万頭という数には程遠いように見えた。その点を尋ねてみると、実は出荷する蝶のほとんどは、野外で採集されたものとのこと。この昆虫業者は、半島の密林地帯に暮らす原住民が捕獲した蝶やさまざまな昆虫を、買い取つてゐるのであつ

林業関係行事一覧

7月

区分	行事名	期間	主催団体/会場/行事内容等
中 央	国際木橋セミナー	東京=7.7 10:00~17:00 広島=7.10 10:00~17:15	アメリカ合板協会・米国西部木材製品協会・株源社/東京=池袋U.S.トレーディングセンター。広島=中央森林公園協会公園センター研修室/木橋を普及するため、木橋に関する日米豪の権威を招き、日米豪国における実態や基準、維持管理の手法、構造をはじめとする技術的な諸問題について学習する。
〃	公開講演会「中国黄土高原地方の環境緑化と村おこし」	7.11 13:30~17:00	(社)海外林業コンサルタント協会・財林業科学技術振興所・緑の地球ネットワーク/麻布グリーン会館(東京)/講演=「黄土溝谷区域の流域保全と森林造成」「日中協力による砂漠緑化モデル林造成」「黄土高原の農村生活と植林」。パネルディスカッション=「黄土高原地方の地域振興への提言」。
新潟	市町村森林整備推進検討会(東日本地区)	7.12~13	全国市町村林野振興対策協議会(事務局=全国町村会経済農林部, ☎ 03-3581-0485)/新潟グランドホテル(新潟市下大川前通31町2230番地, ☎ 025-228-6111)。
全 国	第20回全国児童・生徒木工工作コンクール	7.20~12.31	日本木材青年団体連合会(東京都千代田区永田町2-4-3 永田町ビル ☎ 03-3581-4806)/応募対象:全国小中学校の児童・生徒(表彰式:平成8年6月8日)。
青 森	第12回「朝日森林体験教室—青森」	7.24~26 (2泊3日)	森林文化協会・朝日新聞社(東京都中央区築地5-3-2 朝日新聞社内 ☎ 03-5540-7686)/青森県葦野高原、八甲田山、鳶沼、奥入瀬渓谷、十和田湖、八幡平/ブナの天然林や施設林を中心に地元の専門講師の説明を聞きながら各地を歩き東北の自然の仕組みを学ぶ。
岩 手	第6回緑の少年団全国大会	7.26~28	全国緑の少年団連盟・岩手県・岩手県緑の少年団連盟・(社)国土緑化推進機構・(社)岩手県緑化推進委員会/記念式典(7月26日):「岩手県民の森」、荒天会場「松尾村体育館」。交流集会(7月26~28日):「岩手県民の森」。
長 野 等	第11回環太平洋学生キャンプ	7.31~8.14 (国内参加者) (は8.4~12)	日本テレビ放送網株式会社、環太平洋学生キャンプ実行委員会/長野県「国立信州高遠少年自然の家」、東京およびその近郊(ホームステイ)/環太平洋地域から青少年を招待しての国際交流。

8月

区分	行事名	期間	主催団体/会場/行事内容等
中 央	第10回夏休み親子木工教室	8.5~6	(社)全国木材組合連合会・東武百貨店および東武グループ/東武百貨店池袋店本館8階屋上/小学生とその保護者が対象。申込締切7月20日(必着)。問合先=東武百貨店営業推進室販売促進課夏休み親子木工教室係, ☎ 03-3981-2211(内線2045・2046, 担当=秋田・住吉)。
愛 知	第34回全国高等学校林業教育研究協議会	8.10~11	全国高等学校林業教育研究協議会・愛知県高等学校農業部会(事務局=県立安城農林高校, ☎ 0566-76-6144)/ルブラン王山(名古屋市千種区覚王山通り8-18, ☎ 052-762-3151)/大会テーマ=「魅力ある林業教育を展開するにはどうしたらよいか」——先端技術の指導展開および今後の課題。
中 央	第27回海外林業視察研修団(アメリカ・カナダ)	8.26~9.9	(社)全国林業改良普及協会・全国林業普及指導員協議会・全国林業研究グループ連絡協議会/訪問国ニアメリカ・カナダ。
高 知	第8回全国分水嶺(界)サミット	8.28~29	高知県梼原町/梼原町開発センター・梼原町健康増進センター。

第4回森林文化教育フォーラム(和歌山大会)のお知らせ 森林・みどりと触れあう場をつくり、その素晴らしさを少年・少女の時代から理解してもらうためにはどうしたらいいか、教育や森林関係者等いろいろな立場の人方が集まり、意見を出し合い、効果的な環境学習指導の方向性を見いだすフォーラムを開催します。日時=8月23日(木)13:00~16:30。会場:和歌山県民文化会館小ホール。内容=記念講演「紀州における森林文化」(筒井迪夫氏), パネルディスカッション「森と子供たち、その間をつなぐには」(山本健滋氏ほか)。主催=森林文化教育研究会。共催=和歌山県。後援=林野庁ほか。参加方法=参加費無料。住所・氏名・年齢・職業を記載した葉書を下記住所迄お送り下さい。なお、電話・FAXでも受け付けます。〒640 和歌山市小松原通り1-1 和歌山県庁林政課計画普及班内「森林文化教育フォーラム」担当。☎ 0734-41-2962・直通, FAX 0734-33-1037。申込締切日=8月4日(金)。



▲①「宇陀紙」をすく植 貞男

会員の広場

うな紙が室町時代に作られていたということは、少なくとも鎌倉時代かあるいは藤原時代には、吉野が紙の産地であったとする説もある。

というわけで、いつごろ吉野で紙すきが始まったかは諸説紛々であるが、ともあれ、少なくとも600年の歴史があることだけは事実である。

現在の吉野の和紙の特徴

吉野の紙すき職人は、今もその伝統をかたくなに守っていて、主に宇陀紙と呼ばれるコウゾ紙を昔ながらの手すきの手法で作っている(写真①)。この紙は表装の裏打ち用として主に使われているが、湿润時の強度が大きいこと、夾雜物のない自然な白さ、地合いの良さ(厚さむらがないこと)などがその大きな特徴である。紙すき職人の繊細な神経と高度な技術、それに高品質の原料(コウゾ)からのみ生み出される、実にきめのこまかい優しい和紙である。

吉野の和紙業界の現状

ところが、「はじめに」にも書いたように、この吉野の和紙が今、危機的な状況にある。表に吉野における和紙生産の推移を示すが、この表からも和紙生産者の減少と原料価格の著しい高騰を読み取ることができるであろう。

戦前から戦後にかけての和紙生産者の激減は和紙の需要の減少によるものであるが、近年の減少は和紙生産者の老齢化と後継者不足がその原因で、今後もこのような傾向が続くものと考えられる。

一方、原料のコウゾであるが、ここでそれについて少し解説させていただきたい。和紙の原料になるのはその樹皮の部分のみで、さ

吉野の手すき和紙に熱い想いを込めて

奈良県林業試験場

伊藤貴文 (いとう たかふみ)

植和紙製造

植 貞男 (うえ さだお)

農林業

福本信昭 (ふくもと のぶあき)

はじめに

「吉野」といえば杉や桜があまりにも有名であるが、この町は歴史ある手すき和紙の産地でもある。ところが、この和紙の産地は今、その存亡にもかかわる二つの大きな問題に直面している。一つは、いずれの伝統産業にも共通する悩みであろうが後継者の不足である。そしてもう一つが、今回の投稿のきっかけとなった原料(コウゾ)の著しい不足である。

この報告は、「地元では数十年来、ほとんど行われていなかったコウゾ栽培を始めよう」という我々の取り組みについての体験記であるが、会員の皆さんに少しでも吉野の和紙を知っていただきたいという想いもあって、その歴史や特徴といったところから書き始めるようになった。ご容赦願いた

い。

吉野の紙の歴史

わが国の製紙に関する最も古い記述は日本書紀の推古18年(西暦610年)のもので、その文面からは、6世紀末にはすでに飛鳥(現・奈良県高市郡明日香村)において紙すきが行われていたことがうかがえる。ところで、いつごろ吉野地方にその製紙技術が伝播したかということになると、実に不明なところが多い。地元では、大海人皇子の一行が吉野に滞在されたときにその技術が伝わったという説話があるが、吉野の紙が記録に初めて登場するのは室町時代のことである。当時、吉野紙は高級な楮紙として確固たる地位を占めていたらしく、他の産地ではまねのできない高い技術が吉野にはあったことがうかがい知れる。このよ

会員の広場

表 吉野町（窪垣内・南大野両地区）における和紙生産の推移

年	生産者数 (軒)	製品出荷額 (万円)	原材料費等 (万円)	製品価格に占 める原料価格 の比率(%) ^{*2}
1941	106 ^{*1}	—	—	—
1962	21 ^{*1}	—	—	—
1970	16	2,378	1,139	20
1980	17	6,076	2,870	27
1985	14	5,588	2,152	32
1990	13	5,719	2,549	33
1992	13	6,834	2,983	45
1994	12	—	—	45

* 1 久米康生著「和紙生活史」(雄松堂書店)より。

* 2 植和紙製造の資料より。

その他は、すべて奈良県工業統計より。

らに、宇陀紙のような高級紙の原料となれば手入れが行き届いていて、傷がない内樹皮の部分しか使えない。しかも、原料の調製はすべて手作業である。戦前は近辺の農家で生産されていたが、現在ではほとんどの和紙生産者が、精製した内樹皮を他府県(主に高知県)の問屋から購入している。良質のコウゾ生産には手間がかかること、そのわりに価格が低かったこと、過疎化に伴う人手の不足など、いろいろな要素があったのであろう。

しかし、他府県においても人手不足からか、良質の原料が入手にくくなってきた。ここ数年来の原料不足による価格の高騰は、目を覆うばかりである。

原料確保への取り組み

このような原料不足が簡単に解消するとは考えられない。もう、これは自分たちの手でコウゾの栽培をするか、個人的に栽培をだれかに依頼するしかないと痛感した植であったが、植自身もコウゾ栽培の経験がなかった。そこで、とりあえず高知県より50本のコウゾ苗を購入し、試験的に自宅の前

の小さな畠で栽培を始めたのが今から2年前のことであった。それと前後して、宮城県白石市在住の抄紙家・遠藤忠雄氏がコウゾを自家栽培されているという情報が耳に入った。早速、植と伊藤はそのノウハウを聞くために遠藤氏宅を訪れたところ、御夫妻は実に親切にコウゾの種類、施肥・害虫駆除の方法と時期などいろいろな話を聞かせてくれた。さらに、手作業

でしか無理だと思っていた原料の精製(外樹皮の除去)が、写真・2にあるような簡単な機械でできることも新たな発見であった。

コウゾの栽培に少し自信を持ったころ、吉野町に隣接している大宇陀町在住の福本から奈良県林業試験場に、「コウゾの栽培がしたいので、その方法について教えてほしい」という内容の電話が入った。伊藤は、福本とは全くの初対面であったが、渡りに船を得たような気分であった。地元の和紙生産者



▲②コウゾの外樹皮を除去するための簡易な機械とその作業(遠藤氏宅にて)



▲③福本が植栽したコウゾ苗

が置かれている現状や原料の流通経路の複雑さを説明したうえで、地元で消費されるような原料を生産してほしい旨を伝えるとともに、植の所在と意向を伝えた。福本は、すぐに植に連絡を取ったかと思えば、次はコウゾの苗を出荷している高知へも飛んだ。遠藤氏の所へも行った。とにかく、福本はあつという間に、250本もの苗を休耕田をはじめ、自分の土地に植えてしまった(写真・3)。今からちょうど1年前のことである。

初めての収穫

福本はとにかくまめに世話をした。その甲斐あって、福本の栽培したコウゾは夏を迎えるころからぐんぐんと生長し、植が植栽した2年目のコウゾと遜色なくなつた。コウゾは普通なら収穫までに2~3年を要するといわれているので、その生長には目を見張るものがあった。

そして昨年12月、本来は捨て切りをするはずだったコウゾを収穫することになった。福本は、1年で収穫ができたという喜びと同時に、品質に対する不安を合わせ持っていた。大きくはなったが、変色はないだろうか、内樹皮の厚さはどうだろうかと。

伐採と剥皮は2日にわたって行われ、気乾状態でおよそ35kgの樹皮を採取することができた(写真・4, 5)。色の白い、傷の少ない、分厚い内樹皮で、十分に宇陀紙の原料に使えることもわかり、一同安どの胸をなでおろした。

将来への希望と抱負

今回収穫したコウゾは、植和紙製造で1年間に使う原料の数パーセントにも及ばない。順調に株が生長すれば、2~3年後には収穫量が数倍になるとしても、まだま



▲④収穫したコウゾを束ねる福本



▲⑤剥皮したコウゾの樹皮 (向こう側の白い樹皮は精製後の内樹皮)

だ不足ではある。しかし、ここ何十年間も近辺でほとんど栽培されておらず、その方法さえ忘れられていたコウゾの栽培を復活した意義は大きいと我々は思っている。

今後は、二人とも各々の植栽本数を増やすことを考えているし、さらには、福本が住む大宇陀町宮奥地区には休耕田をはじめ未利用地が至る所にあり、また、コウゾ

の世話をくらうなら十分にできる年配の人たちの手もあるので、その人々の協力を得ることも考えている。植和紙製造のみならず、他の和紙生産者へも地元産のコウゾが供給できる、そんな日が1日も早く來ることを祈願して、キーボードをたたき終えたい。

「災い転じて、福が来」ますよう
に…。 【本年1月投稿】

持続的森林管理についての私見

自由業 塚本好道 (つかもと よしみち)

1. 森林管理が正常であった時代

平成4年度林業白書18ページの図1-2「わが国の森林面積の推移」と、19ページの図1-3「わが国の森林の蓄積の推移」では棒グラフで表されているが、人工林について面積と蓄積を、実績に近似の曲線で想定してみた(図参照)。

図でSは人工林面積を表す曲線で、上に凸となる。しかし、終戦のころからの推移を考えてみると、曲線が上に凹であった時代があるはずである。

別の資料で調べてみると、「人工造林面積は、昭和36年に戦後2度目のピーク(1度目は昭和29年)に達し、以降は減少一方で推移してきている」とあり、変曲点は昭和36年ごろということになる。

また、図中Aは人工林蓄積の推移を表し、実際の軌跡はSがますます正常な曲線となるのに比べて、こちらは曲線からやや離れたものとなるが、それでも全体の傾向として、いちおう実績に近似の曲線として想定してみたものである。そうすると、どうも二次曲線に近くなると思われるが、上に凹の曲線

となる。この曲線の仮想の対称軸が、やはり昭和35年ごろとなるようである。

これは、平成5年度林業白書18ページに記載の、森林の「蓄積の増加量」が昭和35年ごろにはほとんどゼロに近くなっていることを考えてみても、対称軸がこのころにあると思ってもよからう。

曲線SとAの基準となる“点”が、両方とも昭和30年代半ばにあることから、この時期は、わが国の林業生産活動の歴史の上で“方向転換期”であったと言うことができる。林業生産活動が最も活発であったのはこの時期であり、以降は停滞・衰退一方の傾向で推移してきていると考えられる。

一方、蓄積はこの時期を境にして、それまでの減少傾向から増加に転じ、以降は増加一方で推移してきている。

とはいってもその内容に関しては、残念ながら歴史の推移とともに、境以降の植林である現在の35年生以下の若齢林に表徴されるような、手入れの行き届かない森林になっていくばかりというこ

とになる。

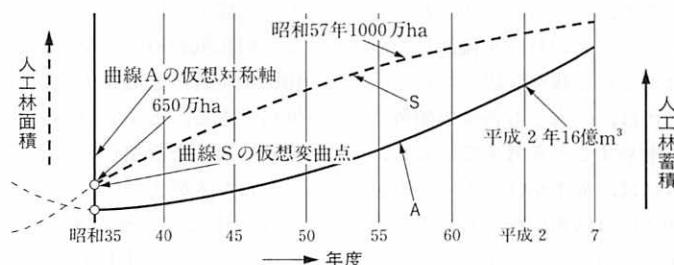
ちなみに私は、昭和20年には現住所で国民学校5年生であった。午前中は林業・農業を通じた勤労奉仕、午後は教室での学業、放課後は自主活動としての、供出用の作物栽培や野草・木の実の採取というのがだいたいの日課で、もちろんその間隙を縫って山や川での遊びもあったが、このころが山村での活動の原点であったように思う。

2. 森林基盤の整備・造成の必要性

森林基盤としては、その単位である流域が川上から川下までの全域で、たてまえとして存立を満足していることが必要であり、経済的には自立していることであると考える。そのためには、用材、パルプ材、きのこ等特用林産物その他あらゆる産品について、その生産・加工・流通の全過程を通じた流域林業全体として、まずどれほどの生産性を確保すべきか、例えば、GNPのような信頼性のある指標を用いて一定の基準を設け、それを目標にして産業・経済基盤の整備を図る必要がある。

そして、持続的管理とは整備された基盤をもとに、未来に向けて望ましい発展・繁栄を目指して、さらなる整備・造成を進めることであり、これを継続することであると思う。

また、持続的管理のうえで産業を振興させ、環境を保全し、社会の発展・繁栄を持続させるのは、言うまでもなくそこに住む人々自身であるということを、十分彼らに自覚せしめ、そして、その自主的・主体的活動を促すような体制整備を図るとともに、それに沿った情報伝達、さらには技術発展の



会員の広場

方向づけが重要であると考える。

人工林の憂うべき進展の方向に対しては、持続的森林管理の観点から早く手入れが行き届く状況に方向転換をすることである。そのためには、育林・伐出作業の抜本的な見直しが必要である。すなわち、素材生産活動全般の活性化を目指すと同時に、総体として均衡のとれた状態に向かうよう、適切に対応を進めていくことが大きな課題になっている。

このことは、林木を原生的に育てて収穫するという、まやかしてお茶を濁していくこととなる現状推移に見られる消極性から、少なくとも一世代前のころまでは“しごく当然の考え方”であった合理的に栽培して収穫するという積極性への転換を目指して、産業としての林業のあり方の根幹を正そうとするものである。

こうした積極的な、言い換えると進取的な思想は、異常性のある現状推移を常態として認識している通念に対しては相当に逆らうことであって、これを例えれば、薄暮の状態を真昼の状態に変えるというくらいの違いがあると言うことができ、または落差があるとも表現できる。現代では歴史の推移とともにその「落差」も一段と増幅されてきているだけに、今、純粋な理念がそのまま実現されれば、間違いなくわが国における“林業革命”が成立すると思う。

3. 担い手の確保

林業は今、極度に衰退しており、就業者総数もわが国全体でおよそ11万人と減少している。ただ、平成時代に入ってからはほぼ横ばいで推移しているとはいうものの、

林業生産活動が活発であった昭和30年代半ばに比べて四半減にも達している。就業者総数の激減に加えてその平均年齢の超高齢化への移行、新規参入者や若年層の激減、全般的な士気の衰弱など、就業構成の悪化は歴史的極限状態にあると言える。抜本的な変革がぜひとも必要である。

4. 機械化の促進

他産業の機械化の進展に比べて林業のそれが立ち後れている要因としては、急峻な地形であること、地表の状態が複雑で、概して極めて悪いことなどが挙げられる。しかし、林業衰退の現況に対して生産性向上は必須課題であり、担い手の確保と相まって、機械化を緊急に促進する必要がある。

林業の機械化を促進するためには、流域を基本単位とした森林施業の協同化を図って事業規模を大規模化し、林道のネットワーク化を強力に推進するとともに、地域にマッチした高性能機械を積極的に導入する必要がある。こうした傾向は平成時代に入って急速に進展しつつあり、発展方向がようやくにして緒についたと言える。

なお、林業の機械化の目的としては、労働生産性の向上により作業コストの低減を図って事業の収益性を上げること、作業者の労働負担を軽減して森林作業を容易に

すること、作業環境を改善して林業労働の安全を確保すること、そしてなんといっても、機械化にはメカトロニクス等の新しい技術が伴うので、必然的に将来性のある若者の導入につながることなどが挙げられている。

5. おわりに

森林・林業・山村がこれまでどのように変遷してきたか、このままではいけないとすれば、どうした方向を選択すべきかということは、なにもきのう・きょうの問題ではなく、ずっと昔からのことであり、これからも続くことであると思う。過ぎ去ったころのことを今さらくどくどと言ってもしかたがないが、林業生産活動の最も隆盛であった時代が昭和30年代半ばであったとすれば、少なくとも生産活動の指向に関しては、理想からすれば当時かそれ以前に置かれるべきであったと考える。結果論であるが、35年以上のタイムスリップが生じてしまったようにも思う。

森林・林業・山村の、持続・活性化の問題は追い詰められて、行き詰まっている、当該分野だけの努力・責任に委ねるのは、もはや限界もあるので、ここは国を挙げて、危機に直面していることに対する真剣に取り組む必要があり、そのぎりぎりの時が来ていると思う。

(山口県岩国市在住)

投稿募集のお知らせ

会員の皆様の投稿をお待ちしています。主張・方法・結果などポイントを簡潔にまとめてお寄せください。例えば、体験談・提案・意見等は400字×4～8枚程度に、皆様の身近な話題(出来事)等は写真1～2点を添えて同じく2～3枚程度に、研究・調査・実験等の成果は同じく12～16枚程度(図表・写真込)にまとめて、当協会編集部あてにお送りください。その他、本・情報(特に催しなど)・お便りなども歓迎いたします。

都庁も高いが 住宅はもっとタカイ

景気は底をついた。と政府が宣^{のたま}ってからずいぶんと時間がたったが底上げの兆しすら見えてこない。円高はいっこうに収まらず、株価も下落の一途、ついには15,000円の大台割れとか。日米は自動車戦争の真最中、そして報復するとかしないとか、とにかく毎日の新聞は経済面でも見出しに事欠くことがないのに、社会面ではこれまた、毎日オドロオドロした見出しが、いやでも目に飛び込んでくる。いったいぜんたい、この世の中どうなってるんだと、出るはため息とグチばかりは小生のみではあるまいて。

でも、この世の中いろいろあるようですな。この原稿を書いていれる拙宅2階の窓から木造3階建て

の新築工事がよく見える。築20年ほどの2階建てがババーンといとも簡単に壊されての新築である。駅まで20分の通勤途中にも新築工事の住宅が2棟もある。この現象はいったいどういうことなんだと考えてみることにした。小生の愚考では、政府の景気対策が効を奏してなんてことではないけど、とにもかくにも不況のおかげで金利がやたらと安いこと。バブルがブツツで地ベタの値段がそこそこに下がったこと。木材などの資材価格がまあまあであること。そして工賃等の入件費が抑制されていること。そして女房族のヘソクリが意外と多額?であることがわかつたこと。てなことではないかと思うのだが。その証拠にこの不

況の真っただ中に年間の住宅着工が150万戸にもなるわけないので、この証拠論は全くのこじつけでありますので悪しからず。

今回はそんなことよりも、もっと別のことを言ってみたく、この原稿を書くことにしたのでそっちのほうを。それは最近になって頗る盛んになってきた日米の住宅生産コストの違いについての論争のことである。

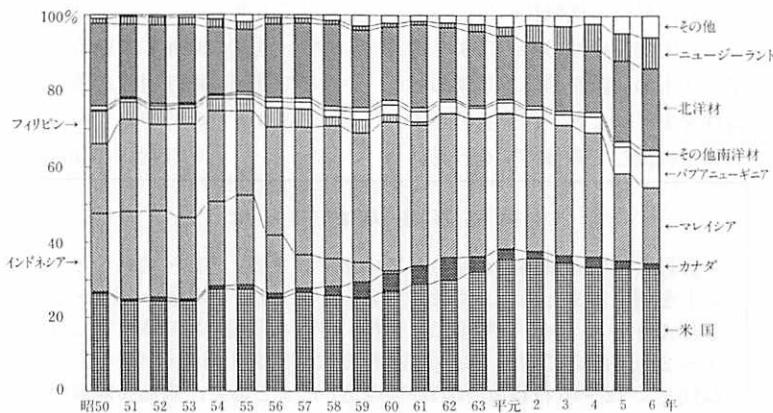
聞くところによると、日本とアメリカ、カナダの木造住宅の価格差は同品質、同規模のものを単純比較して彼材のそれは1/2から1/3だという。わが日本の男が一生汗水流して蓄えた虎の子3千万円也が家1棟でパー。彼の国の男は1千万円でチョン。残り2千万円也が糟糠ならぬバターの妻と優雅に世界一周してもいまだ余裕。これはハンバなことではない。極めて深刻かつ腹立たしいことなのである。

こうした事態はいったい何に起

統計にみる日本の林業

丸太輸入の 国別シェアの推移

丸太輸入国別シェアの推移



資料: 大蔵省「貿易統計」

わが国の丸太の輸入量は、製材、合板、チップ等の製品形態での輸入量の増加を背景に、昭和54年から減少に転じた。平成6年の輸入量は、昭和54年の約半分に当たる2,239万m³となっている。

丸太輸入量のシェアの推移を見ると、南洋材は、丸太での輸出規制などにより、大きな変化が見られる。特に、インドネシアからの丸太の輸入量は、昭和50年には輸入シェアの2割(742万m³)を占めていたが、60年に行われた丸太の全面輸出禁止措置により、以後の丸太の輸入は見られなくなった。また、近年、同国は木材産業の振興を図り、合板等の製品輸出の拡大を進めている。平成6年のわが国の合板輸入量を見ると、8割を

因しているのだろうか。話半分だとしてもやはり、しがないサラリーマンの一消費者としては怒り心頭である。ある識者の弁によると拠ってきたる主因は、住宅建築の工程管理にあり。という。考えてみると主材料である木材価格はそれほどの差はあるまい。あつたとしても住宅に占める材価比率は15%ほど、85%を工程で喰っていることになる。設計、部材調達、施工、そしてさまざまな規制、すべての面で日本の住宅建築システムは欧米に比べて原始の時代であるらしいのである。

住は衣、食とともに人間生活の根幹を成すことは自明のこと。その住が世界一高価格で国民生活を圧迫し、世の亭主族をショボクレにしていることは絶対に許せない。と原稿を書きながらひとり息巻いてみたが、ほんとどうしてくれる。政治屋さんよ。

インドネシアが占めている。

さらに、マレーシアでは、サバ州の丸太輸出禁止措置やサラワク州の木材加工促進対策により、近年は減少傾向で推移している。

木材(米国、カナダ)については、米国の伐採量の減少を背景に、丸太形態での輸入量が大幅に減少するとともに、近年、同国の製品輸出への移行もあり、丸太輸入のシェアは微減傾向となっている。

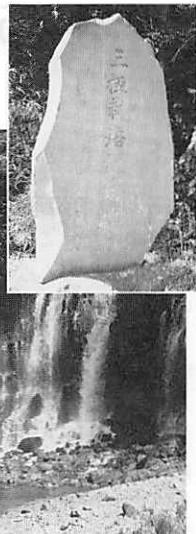
北洋材丸太の輸入量は、減少傾向にあるものの、丸太輸入のシェアは減っていない。

ニュージーランド丸太の輸入量は、近年増加しており、丸太輸入のシェアを伸ばしている。

このように、わが国の丸太輸入の状況は、木材産地国の資源的制約や環境保護運動などにより、構造的な変化が見られる。

林政拾遺抄

富士湧水



富士山麓の溶岩流のすき間から豊かな良質の水が湧き出ている。その一つ、富士宮市猪之頭地区の白糸、猪之頭、五斗目木、西川の4つの湧水を訪れた。この地は芝川(下流で富士川に合流)の上流で、48カ所の水源がある。静岡県企画部「富士山麓南西麓湧水群調査報告書平成6年度後期」によれば、6年11月の測定時点での湧水量(m^3/s)は、白糸湧水1.743、猪之頭0.511、五斗目木0.210、西川0.155となっている。日量に直せば白糸湧水では約150tと膨大な量である。

湧水は古くから地域の人々の日々の生活用水や農業用水として利用されていたが、ほかにも多方面の利用途があった。猪之頭湧水にある県営養鱒場(昭和11年開設)もその一例である。ここでは養鱒技術の研究や養鱒業者への鱒の種卵と稚魚の供給事業が行われ、現在では野鳥の森、県営鱒の家、釣り堀を含む県営猪之頭公園として広く開放されている。ワサビ田に利用さ

れている五斗目木湧水もある。この地は源頼朝が巻狩りの陣を張ったという「陣場の滝」として観光の対象になり、市も保存湧水池に指定している。

白糸湧水もかつては和紙生産の用水として利用された。現在では観光地「白糸の滝」として有名であるが、滝の入口にひっそりと立つ「三極栽培之碑」の碑文から、江戸時代の半ばころからこの地でミツマタが栽培され、明治になって大蔵省印刷局からの勧めで紙幣用和紙の生産を始めたことがわかる。富士山麓の製紙業のルーツは案外この場所だったのかもしれない。

「白糸の滝」の大量の美しい水は、主に富士山の古世代と新世代の地層の間を通って湧き出ている。この滝の背後に広がる白糸財産区有林はスギ・ヒノキの人工造林地に複層林施業を導入している。広大な富士の裾野の一角で水源林を育て、少しでも森林に降った雨を役立てようとする夢のある試みである。

(筒井迪夫)

小嶋睦雄の 5 時からセミナー 1

震災とサリン

95年の前半期は歴史に残る時間となった。このゼミが終了する年末までにどんな出来事が起きるのだろうか。

1月の阪神淡路大震災、3月の地下鉄サリン事件について後世の人々はどのような評価をするのであろうか。われわれ、森林あるいは林業を学ぶ者の一人としてどのようにとらえるべきか、いまだ結論を出してはいない。

今、言っておかねばならない事は、前者からは、在来軸組工法住宅の耐震性について情報が氾濫して、あたかもこの木造住宅が人命を奪ったことを強調する非在来系住宅メーカーがいること、林業技

術者や森林組合等の木材を提供する側の対応がマスコミあまり取り上げられていないこと、研究室の学生が数次にわたりボランティア活動に出かけたことは心に止めおきたい。

建築用構造材としての木材の強度等級区分の明確化が法的に確定される以前の木造住宅に被害が多かったとはいえ、千年単位の大地震だからしかたがないと免責されるものではないのではないか。材料を提供するだけの分業体制では林業の将来は危うい。

森林づくりのボランティア活動が各地で盛んに行われ、NHKが何度も取り上げるほどニュースバリ

ューが生まれてきた。最近では水産資源を守るための漁協婦人部の活動が注目を浴びた。古い林学を学んだ者は「魚付き林」しか知らない。私の前のセミナーを担当された松永教授の研究成果がマスコミを通じて取り上げられ、森林が魚の給餌・生息環境の保全に大きな効果を果たしていることがわかり、大反響を呼んだ。

多くの市民がさまざまな想いを胸に、全国各地で森林づくりのボランティアに参加する時代となつた。私の周りにも森林づくりのボランティアに参加している学生がいる。それは国内よりも海外である。面白いことに、男子よりも女子が熱心であり、さらには植林の経験がない等しい学生たちであること、現在の大学の林学教育は実践を軽視ないし無視していることを考えると、『これはなんだ!』ということになる。

本の紹介

永田 信・井上 真・岡 裕泰 著

森林資源の利用と再生

経済の論理と自然の論理

発行: 農山漁村文化協会

〒107 東京都港区赤坂7-6-1

☎ 03 (3585) 1141(代)

1994年11月30日発行 A5判, 242頁

価格3,200円



日本では森林が残り、フィリピンでは森林がなくなるのか。もちろん森林が残っているのは日本に限らないし、森林がなくなったのもフィリピンに限ったことではない。ヨーロッパ諸国でも森林は残っているし、熱帯諸国でも森林は著減している。日本の森林も、明治以降森林資源の充実に多大の努力が払ってきた結果であるし、ヨーロッパの森林は、原生林が伐採された後に再度森林として造成されたものといわれている。

著者は、このような歴史的に再び森林を充実させることのできたパターンを森林のU字型パターンと呼んでいる。U字型仮説とは、横軸に経済発展の段階を、ある尺度、例えば1人当たりのGNPを取り、縦軸に森林資源量、例えば1人当たりの森林面積を取ると、歴史の流れにつれてU字型が書けるというものである。つまり、経済発展の初期には森林は豊富にあるが、経済発展とともに森林が減少していくが、ある時期を過ぎると再び

森林が増加していくというシナリオを想定している。この場合の横軸の時間単位は、数10年から100年の長期を想定している。

著者の1人である永田は、フィリピンを主要対象国として、井上はインドネシアを主要対象国とし、さらに、岡はタイを主要対象国として森林資源の利用様式と熱帯林の減少を経済発展の中で位置づけようとする研究を行ってきたが、3人のこれまでの研究をU字型仮説という糸で結びつけようとしたものである。つまり、熱帯諸国の森林の減少は、U字型パターンの減少過程にあるのであって、経済の発展とともに反転し、森林資源の充実過程に移行できるのではないか、と考えたことが本書執筆の意義となっている。

膨大な資料の分析と詳細な現地調査によるU字型仮説の妥当性の検討によれば、日本・韓国はU字

一般入試、推薦入試、帰国子女特選、3年次編入、私費外国人特選など多様な選抜入試をくぐり抜けた若者たちを受け入れる大学は、めまぐるしく変わる社会のニーズに振り回されている。会員の中には、母校の校名(農林の名前が削除)や学部名さらには林学科名が変更されたり、なくなった会員は少なくないと思う。母校は、母校の先生はいざこに!

後者からは大学教育の限界と可能性を提起された。専門、専門をと叫ぶ学者と学生の関係が崩れたとき、逃避する場を持てない大学から宗教に救いを求めるのであろうか。私の卒論専攻生に在家信者がいることがわかつたら、私はオロオロするばかりだろう。(静岡大学農学部)

型、アメリカはL字型となるが、タイ・インドネシア・フィリピンは時間軸の半分まで経過した状態であり、今後どの経路をとるかの判断は時期尚早であるとしながらも、タイはU字型に転ずる兆しがあり、インドネシアはL字型ないし多少反転を持つU字型、フィリピンは現状では「丼」型であると分析している。

今日、森林資源問題、ことに熱帯諸国における森林の減少問題について多大の関心が集まっているが、この問題についての考え方を体系的に整理するための一助となるユニークな好著であり、広く一読を勧めたい本である。

(黒川泰亨/鳥取大学農学部)

こだま

登山道での光景

最近、山登りが楽しい。登りきったときの心地良さは言うまでもなく、新緑に包まれた中を小鳥のさえずりを聴きながら、また、山野草の可憐な花を楽ししながら登る山道は実に楽しい。

特に、東京近辺の山は楽しい。丹沢、箱根、甲斐の山々は格別である。それは美しく雄大な富士の山が目の前に眺められるからである。

ところで先日、ある山に登ったときのことであるが、そこで行われていた森林の取り扱いについて疑問に思ったことが2回ばかりある。

1回目は、登山道横に広がる20年生くらいのスギとヒノキの林で、枝打作業が終わったばかりの森林である。そこでは、芸術的ともいえる実に見事な作業が行われていた。二股に分かれた木、大きく曲がった木、はたまた途中で折れてしまった木まで、1本1本が見事に枝打ちされ、まるで庭木を造るかのような作業が行われていたのである。登山道に接し、多くの人々の監視があるからという理由で特に入念な作業が行われたのかもしれないが、どこかおかしい。目的と効果を忘れた枝打ちがどういう意味があるというのか。

もう1回は、40年から50年生くらいのスギ林で、これも驚

く出来事であった。そこは明らかに間伐の遅れた森林で、昼間でも薄暗く、地表に植生はない。表土はかなり流し、その中をよく整備された登山道が折れ曲がって上っている。登山道に沿って築かれた無数のコンクリート堰堤や、蛇籠は既に土砂に埋まった状態である。(断っておくが、谷ではなくスギの林立した斜面にである)。

こんな所にいくらたくさんの大規模な堰堤を築いてみても無駄なこと。なぜ、間伐をして地表植生による自然の堰堤を築くことを考えないのであるのか。自然の強大な力を活用してこそ林業技術といえるのではないのだろうか。

たまたま、これらの森林の所有者、管理者が、「登山者が多く行き交う場だから」、「自然保護がうるさいから」等の理由で、林業技術を忘れた(少し言い過ぎか?)施業を行っているのであるとすればこっけいである。このような場所でこそ堂々と、自信を持って林業の技術を発揮すべきであり、われわれの山造りを主張すべきであろう。

林業技術者一人として、今後とも常に心掛けなければならないことと肝に命じつ、今日も山登りを楽しんでいる。

(T生)

(この欄は編集委員が担当しています)

◇農林漁業体験民宿業者の登録が始まっています◇

本年4月、『農山漁村滞在型余暇活動のための基盤整備の促進に関する法律』が施行され、これに基づく農林漁業体験民宿業者の登録受付が本年7月3日から始まっています(6月15日官報に公示)。□登録決定業者には、①登録標識の掲示、②登録民宿のパンフの作成・利用団体等への働きかけ、③登録業者を対象とした体験指導インストラクター研修やサービス業ノウハウ等の研修への参加、そのほかのメリットがあります。□詳細については、(財)農林漁業体験協会(〒100 東京都千代田区永田町1丁目11番30号サウスヒル永田町4F/☎03-5251-1541・代表)へ。

編集部

日林協《山火事予知ポスター》の図案・標語募集の中止についてのお知らせ

当協会が例年製作しておりました「山火事予知ポスター」に係わる図案・標語の募集につきましては、諸般の事情により中止することにいたしました。また併せてポスターの製作も中止することといたしました。

長期間にわたり、山火事予知ポスター図案・標語の募集にご協力いただいた営林(支)局・署、都道府県、団体、学校等の関係各位ならびに会員各位、またポスターをご利用いただいている各地の現場の皆さまには、これまでのご協力・ご愛顧を厚く御礼申しあげます。

なお本件に関するお問い合わせは事業部(☎ 03-3261-6969)までご連絡下さい。 (社)日本林業技術協会

協会のうごき

◎平成7年度第1回理事会

5/17、本年度第1回理事会を本会にて開催した。理事20名、監事2名、顧問6名、参与4名、計32名が出席。議題:通常総会提出議案について。

◎海外出張

6/11~25、鈴木顧問を、6/11~7/19、森下主任調査員を、6/11~8/9、藤森航測検査部部長、小路口国際事業部次長、渡辺(準)課長、宮部課長代理、三上技師、久保主任研究員を、セレンゲ県森林管理計画調査のためモンゴル国に派遣した。

◎職員研修(空中写真判読部門)

6/6~9、内田恵美ほか2名に対し、初任者等職員研修を行い、実習は高尾山航測実験林において実施した。

◎番町クラブ6月例会

6/28、本会にて、毎日新聞論説委員苦米地重亨氏を講師として、「続・当面の政局を読む」と題する講演および質疑を行った。

編集部受贈図書 (敬称略)

筒井迪夫著
『森林文化への道』
朝日選書 529
255ページ(資料5ページ)
朝日新聞社
☎ 03-3545-0131

編集部 雜記
さざえのつぶやき ゲダツだの超能力だの全くもって論外とは言いながら、今、何をなすべきかを迷える若者たちの目の前に示したことが、既成の宗教にない魅力だったのだろうと識者は分析している。そういう目でお寺さんを見ると、生きている人間にとては、折々に祖先への礼を欠かさずすんだという自己満足以外に屁の役にも立ちやしない…と思う。役に立たぬどころか、亡き人を偲び、冥福を祈るにもやたらお金がかかる。葬式の後1,3,7,13,17,23,27,33の年忌etc.33年忌がすむと次は50年忌と小生は理解していたが、近頃は37,43年忌の新商品?まで考え出す企業努力ぶり、棺に片足突込んだ高齢者からも絞り取ろうという算段。地獄の沙汰も金次第はこのこと? (喝三度)

夏が来て 強い日差しを受けると思いつくのが昨年の九州北部・四国北部の水不足である。小生の郷里である福岡市の場合、過去度々の水飢饉に見舞われたが、今回の干ばつはさらに深刻であつた。給水制限は8月から本年5月までの10カ月に及び都市機能の維持、100万市民の生活に大きな影響を与えた。思うにわが国の場合、干ばつという気象災害は台風被害、集中豪雨などとは被害

の形態が異質であるのだ。上水道の普及により水源地の水不足は一つの行政単位、住民全体があまねく受け入れなければならない代償を伴うものとなっており、極めて社会性の強い災害となる。現代社会にとって水源地は自然との重要な接点であることを再認識したい。この夏も各地の水源地で「森と湖に親しむ旬間」(7/21~31)が始まる。 (平成の玉手箱)

吉田独歩ん よしきたどっぽんと読んでください。明朝でなければこれだと考えていた芸名で、大好きな国吉田独歩をもじったもの。現代国語に抜粋されていた「武蔵野」を読んで虜になり、文庫本を読みあさった高校時代。掛け売りお断りの本屋に談判、商品先取りの月賦払いで独歩全集を入れた大学時代。独歩に関する古本を買いあさっては、ゆかりの地を徘徊し始めた社会人時代。毎年6月23日の命日に青山墓地通いを欠かしたことはありません。独歩の実子・佐土哲二氏に墓前でお会いするという幸運もありました。梅雨時分です。今年も小雨を心地よく傘に受けながら煙草をやり、独歩には煙草代わりの香をやってもらいました。独歩にどっぽん。まだまだ続きそうです。 (山遊亭明朝)

林業技術 第640号 平成7年7月10日 発行

編集発行人 三澤 肇 印刷所 株式会社 太平社

発行所 社団法人 日本林業技術協会

〒102 東京都千代田区六番町7 TEL. 03 (3261) 5281(代)
振替 00130-8-60448番 FAX. 03 (3261) 5393(代)

RINGYŌ GIJUTSU published by
JAPAN FOREST TECHNICAL ASSOCIATION
TOKYO JAPAN

(普通会員 3,500円・学生会員 2,500円・終身会員(個人) 30,000円)

地域林業振興研究会編

A5判三回二頁 二、五〇〇円(税込340)

山づくり・むらづくり・人づくり・最前線

全国各地で取り組まれている、最前線の優良事例をピックアップして解説！ 都道府県の森林・林業・木材産業の概要も付した、研修や情報収集に最適の一冊！

北川 泉編著

A5判三回二頁 三、〇〇〇円(税込340)

森林・林業と中山間地域問題

中山間地域の住民が自信と元気を取りもどし、地域が活性化することで、都市住民も共に真の豊かさを享受できる道をどう描くか。現状と問題点を明らかにしつつ、新しい理論フレームの形成を図った論文二〇篇！

霞が関発 林政のニュースメディア 好評発売中!!

隔週刊 林政ニュース

各号B5判20頁 年間購読料一回、四〇〇円(月一、二〇〇円、消費税・送料込み)

最新の林政ニュースを追跡、わかりやすく解説する「ニュース・フラッシュ」、政策・予算の背景、人事異動評等を問答形式で掘り下げる「緑風対談」、都道府県・市町村の最新動向を伝える「地方のトピックニュース」などを満載！

好評最新刊!!



イイツクシンを 追え！

マンガ林業白書

森林は時空を超えて

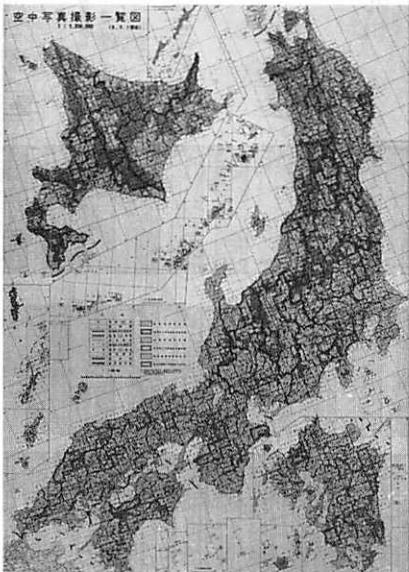
画／橋本陽子

A5判40頁 300円(税込190円)

●開発調査・環境アセスメントに空中写真！――

空中写真撮影一覧図

(平成7年4月1日 現在)



- 林野関係機関・国土地理院全撮影成果図示
- 最新成果の撮影年度・平成7年度撮影予定一目瞭然
- 撮影機関別に色分け
- 5万分の1地形図区画、図葉名入り
- 撮影地区一覧表・交付申込要領・同様式つき(裏面)
- 縮尺1:1,200,000(73×103cm) 12色刷

各種開発に伴う事前調査、測量・設計等に空中写真はいまや欠くことのできない情報源です。当該地域がいつ、どの機関によって撮影されたかが即座にわかり、空中写真入手を的確・容易にします。過去の成果も表示しているので、環境の経年変化を追う場合も的確な写真選択を可能にします。

- 価格2,884円 (税・送料込み)

〒102 東京都千代田区六番町7
社団法人 **日本林業技術協会**
事業部まで

☎(03)3261-6969(直) FAX(03)3261-3044

お求めは…

TREE PROTECTOR

HEXA TUBE

(ヘキサチューブ)

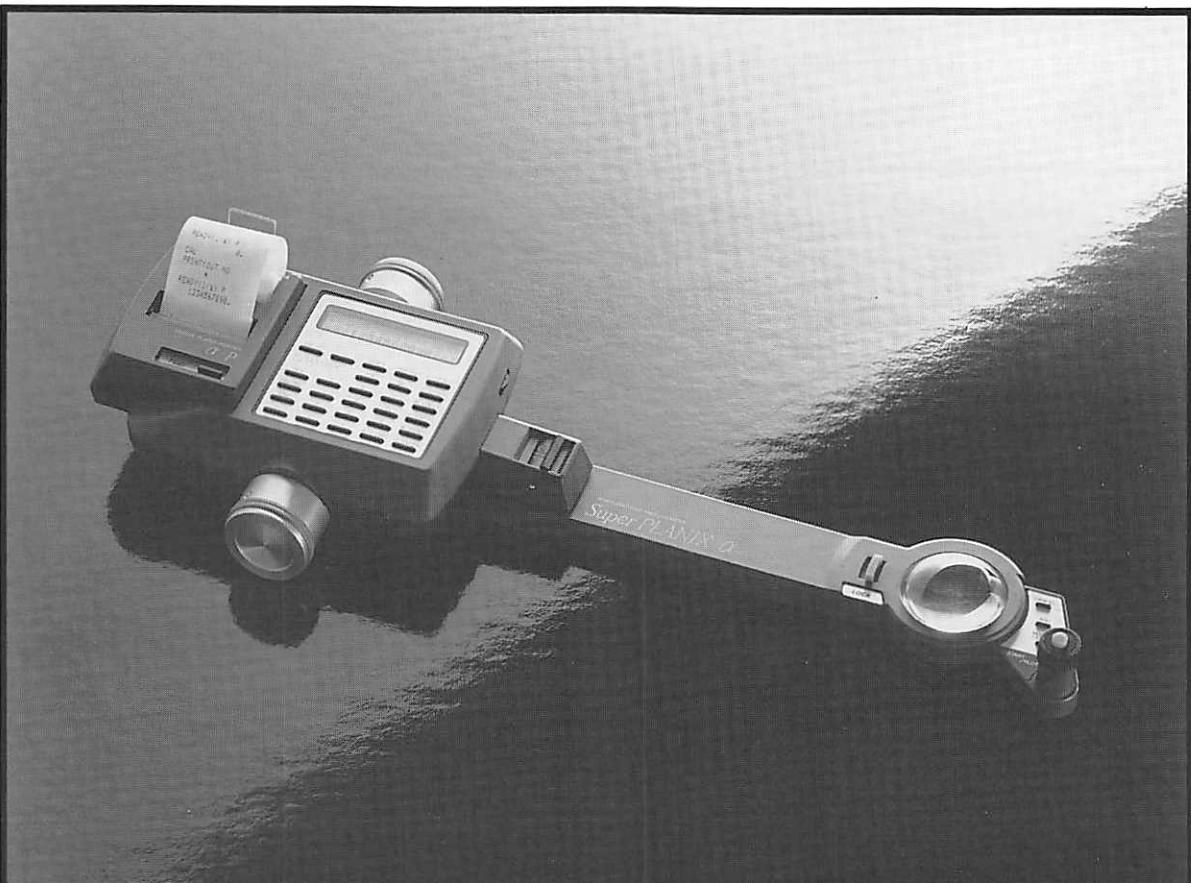
- ★ 1本1本にかぶせて杭にとめるだけ
- ★ 鹿やウサギ・ネズミの食害はゼロ
- ★ 温室効果で成長は2倍

HEXA TUBEは東京農業大学 赤井龍男博士の御指導により当社が開発しました (実用新案特許登録済)

仁志緑化株式会社

〒598 大阪府泉佐野市土丸1912番地
TEL 0724(68)0776 FAX 0724(67)1724





座標測定
辺長測定
線長測定
面積測定
半径測定
図心測定
三斜測定
角度測定
デジタイザ
電卓機能

測定ツールの新しい幕明け
スーパー プラニクスα
誕生。

TAMAYA DIGITIZING AREA-LINE METER

新製品

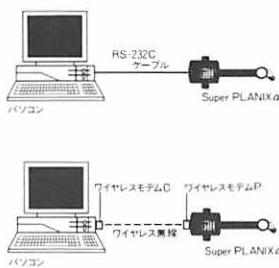
Super PLANIX α

■ 標準タイプ ￥198,000 (ACアダプタ、専用プラスチック収納ケース付)

■ プリントタイプ ￥230,000 (ACアダプタ、専用プラスチック収納ケース、ロール紙付)

タマヤのスーパー プラニクスαは、①座標 ②辺長 ③線長 ④面積 ⑤半径 ⑥図心 ⑦三斜(底辺・高さ・面積) ⑧角度(2辺長・狭角)の豊富な測定機能を持っています。オプションとして16桁小型プリンタ、RS-232Cインターフェイスケーブル、無線によるワイヤレスモデムのいずれかが接続可能です。

名器PLANIX5000の優れた機能を継承・発展させたスーパー プラニクスα、抜群のコストパフォーマンスで図形測定のスーパー テクニクス新登場。



 TAMAYA

タマヤ計測システム 株式会社

〒104 東京都中央区銀座4-4-4 アートビル TEL.03-3561-8711 FAX.03-3561-8719

●書店で買える…

100不思議シリーズ+1

プラスワン



熱帯林の 100不思議

- (社)日本林業技術協会 編集
- 森林総合研究所、熱帯農業研究センター、大学ほか76名による執筆
- 四/六判217ページ
- 定価1,200円
(本体1,165円)



続・森林の 100不思議

- (社)日本林業技術協会 編集
- 森林総合研究所、熱帯農業研究センター、大学ほか91名による執筆
- 四/六判219ページ
- 定価1,200円
(本体1,165円)



森林の 100不思議

- (社)日本林業技術協会 編集
- 森林総合研究所員82名による執筆
- 四/六判217ページ
- 定価1,010円
(本体981円)



新刊

木の 100不思議

- (社)日本林業技術協会 編集
- 森林総合研究所、都道府県試験研究機関、大学ほか83名による執筆
- 四/六判217ページ
- 定価1,200円
(本体1,165円)



土の 100不思議

- (社)日本林業技術協会 編集
- 森林総合研究所、農業環境技術研究所、農業研究センターほか5名による執筆
- 四/六判217ページ
- 定価1,030円
(本体1,000円)



森の虫の 100不思議

- (社)日本林業技術協会 編集
- 森林総合研究所、都道府県林業研究機関、農業環境技術研究所、大学ほか73名による執筆
- 四/六判217ページ
- 定価1,200円
(本体1,165円)



森の動物の 100不思議

- (社)日本林業技術協会 編集
- 森林総合研究所、養殖研究所、大学ほか79名による執筆
- 四/六判217ページ
- 定価1,200円
(本体1,165円)



森と水の サイエンス

- (社)日本林業技術協会 企画
- 中野秀章・有光一登・森川 靖3氏による執筆
- 四/六判176ページ
- 定価1,030円
(本体1,000円)



●発行 東京書籍株式会社

〒114 東京都北区堀船2-17-1
(03)5390-7531 / FAX(03)5390-7538

平成
二十六年
九月四日
第三種郵便物認
行
(毎月一回十日発行)

林業技術

第六四〇号

(定価四四五円(会員の購読料は会費に含まれています)送料八五円)