

本日の話題

古くて新しい木のはなし

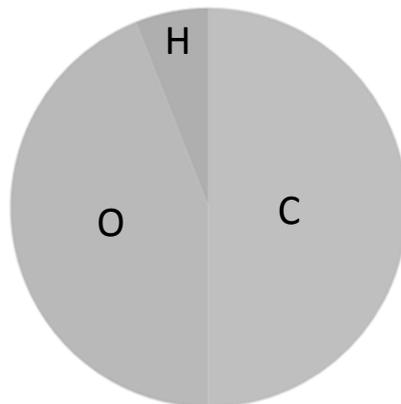
鳥取県林業試験場
木材利用研究室 桐林 真人

- 樹木と木材
- 人類と木材
- “木材”の紹介
- 応力波で探る木の不思議

「樹木」という生物

- 石炭紀以来の地上の覇者
- 地上最高齢(4700歳) ブリッスルコーンパイン
- 地上最大の生命体(1,487m³) セコイアデンドロン
- シンプルな組成

ほとんど
炭素
酸素
水素 だけ!



樹木と木材

- 年輪が無いもの 草
- ↓ 進化
- 年輪があるもの 木
- 針葉樹
- ↓ 進化
- 広葉樹

人類が利用する際に木材と呼称

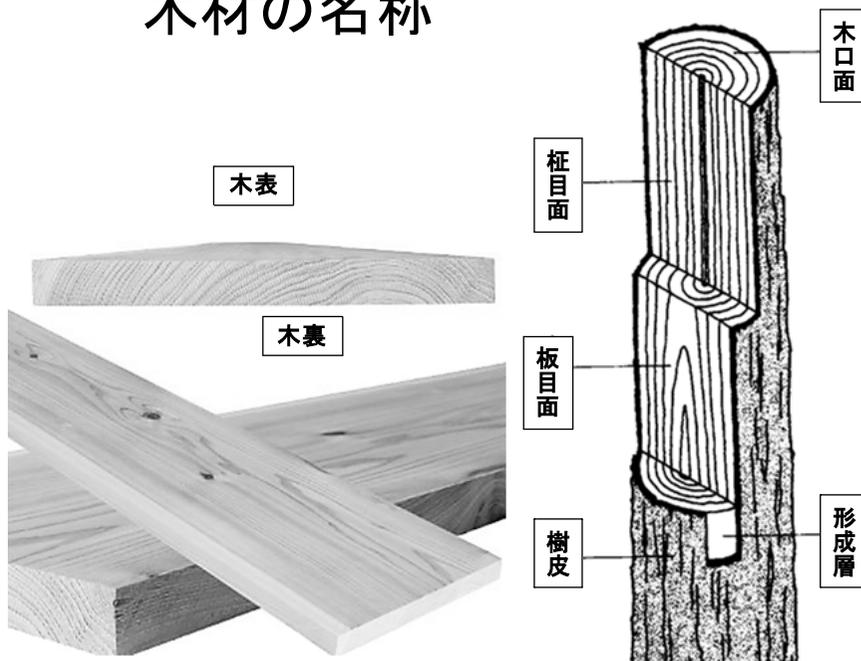
木材と人類

- 長いつきあい
 - 生活雑器・道具 ●熱源 ●建築物
 - 特殊な用途
 - その他の材料
 - …薬品(コカイン・キニーネ・樟脳等)
 - …繊維(アツウシ、紙ほか)
 - …油脂(松ヤニ、ろう)
 - …樹脂(漆・柿渋・乳香・ゴム等)
 - …色素、タンニン

“木材”の紹介

- 木材の名称
- 針葉樹と広葉樹の違い
- 年輪(早材、晩材)
- “心材”と“辺材”

木材の名称



針葉樹と広葉樹の違い

区分	針葉樹	広葉樹
水分通導	仮導管	導管
樹体の維持		木部組織
養分貯蔵	放射柔組織	放射柔組織
年輪幅が狭いと…	硬くなる	柔らかくなる

樹木の生長

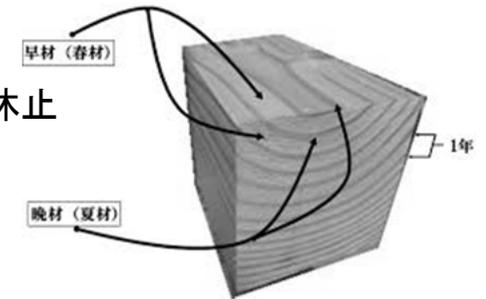
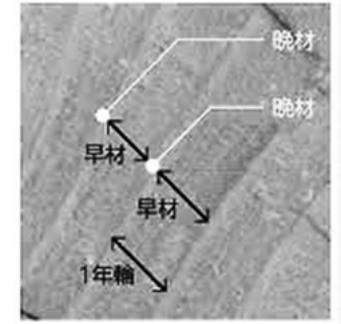
- 頂端部から上に向かって伸びる
- 根も同様に先に向かって伸びる
- 生きているのは形成層のみ
- 形成層は内側(木部)と外側(師部)に向けて細胞分裂
- 木部は年輪状に木材になっていく
- 師部は樹皮になり剥落していく

年輪(早材と晩材)

早材(春材)
春から初夏に形成

晩材(夏材)
夏から秋に形成

秋～春(冬期)は成長休止



辺材と心材

- 辺材 水分や養分の流動を行う
ほとんど死んでいる
一部栄養分を蓄える組織のみ生きている
- 心材 全ての活動を停止している。
辺材が死ぬ時に蓄えた栄養分を防腐・防菌
の働きのある物質に転換(赤く見える)

心材の定義…全ての細胞が生活機能を失っており、デンプン等の貯蔵物質は心材成分(フェノール性物質)に転化している…

辺材と心材の「強さ」の違い

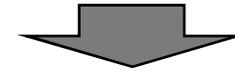
- 強度性能は辺材
心材は幼年期の未成熟材や節がある
辺材は成熟材で形成され節も少ない
- 耐久性能は心材
心材化の過程で防腐・防菌成分を含む

木材の“都市伝説”

- 目が詰んでる方が強い
既往の研究では、傾向は若干あるものの、
ほぼ無関係。
- 芯の方が強い
未成熟材で構成されているため、曲げヤング
係数は総じて低い。

木材を使うときの“敵”

木材が生物由来の材料であること



性能のバラツキ

- 製材、製品歩留まりの低下
- 工業原料としての使いにくさ

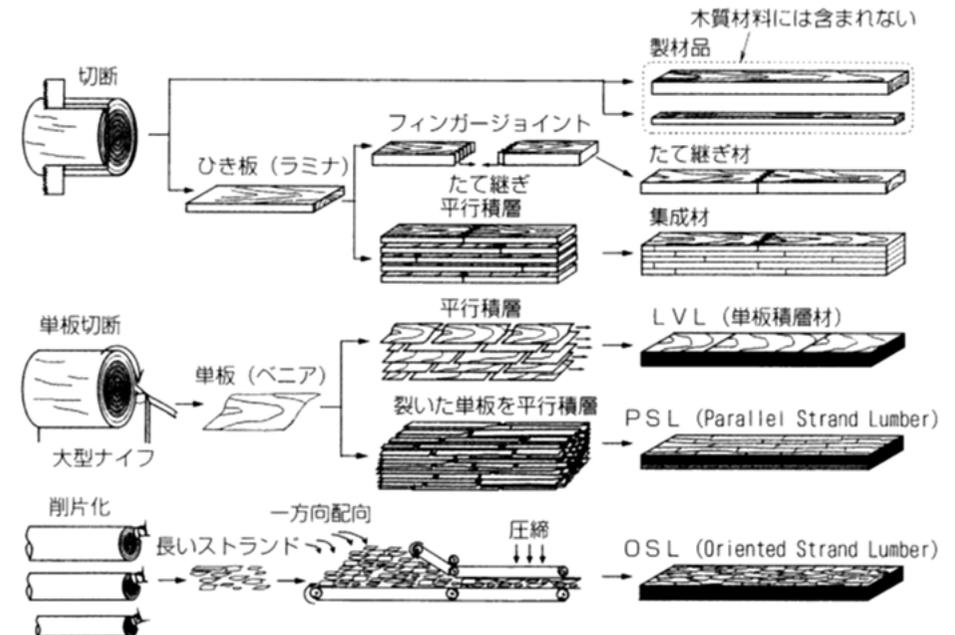
対策

一度バラバラにして、
つなぎ合わせて平均化する



木質材料

- ベニヤ板等の合板、集成材、MDFなど



木材と人類

合板…ロータリーレース又はスライサーにより切削した単板3枚以上を、主としてその繊維方向を互いにほぼ直角にして接着したもの

積層単板材…ロータリーレース又はスライサーにより切削した単板単板を繊維方向を互いにほぼ平行にして積層接着した一般材

パーティクルボード…木材を削ってできた小片に接着剤を添加して、熱板でプレスして板状に成型した木質材料

ファイバーボード…木材を繊維にまでほぐして板状に成型したもの

木材とは、

多面的に人類文明を支えてきた生物資源

物理的な用途…生活道具、建築材料、等

化学的な用途…熱源、医薬品、塗料、等

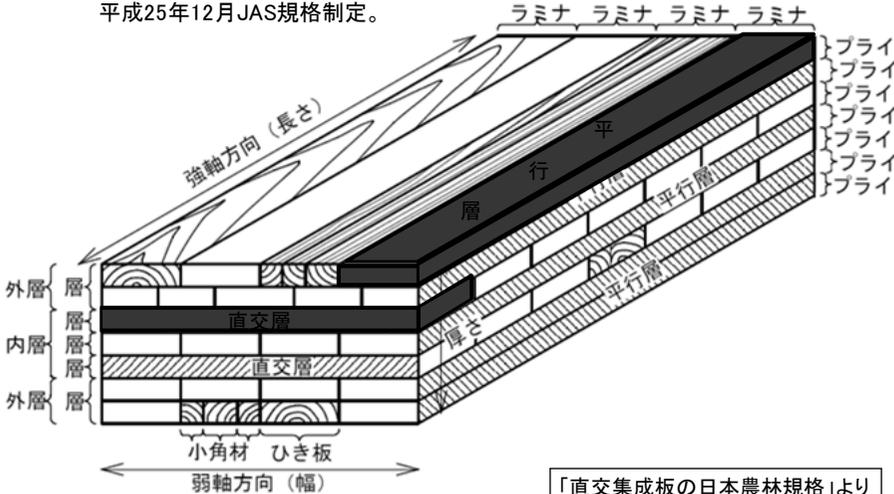
これからの木質材料の用途

CLT、CNF、木質バイオマス

「CLT」とは？

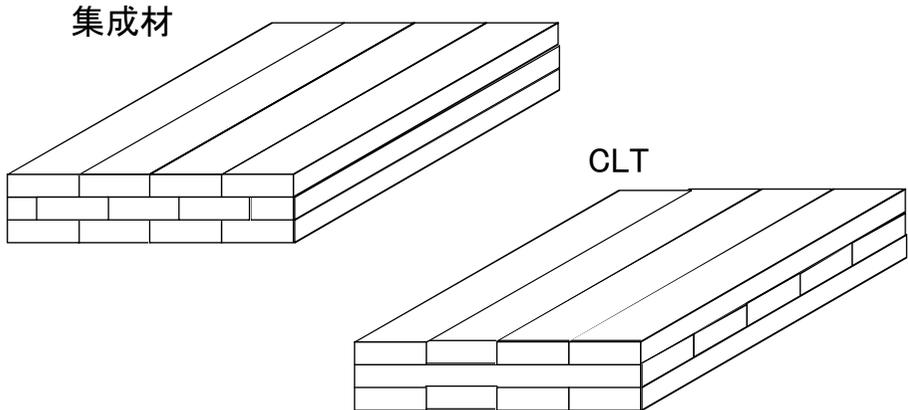
「直交集成板(Cross Laminated Timber)」

・ひき板を繊維方向が直交するように積層接着したパネル。直交積層構造により欠点分散されるため、節等の多い比較的低質な材を利用できる。
平成25年12月JAS規格制定。



「集成材」との違いは？

集成材…ひき板、小角材等とその繊維方向を互いにほぼ並行にして、厚さ、幅及び長さの方向に集成接着したモノ



「CNF」とは？

木材の化学成分 セルロースの部品

- セルロース
木材の主要成分の約50%を占め、機械的強度を担う。(鉄筋)
- ヘミセルロース
木材の主要成分の20~35%を占め、セルロースとリグニンを結合させる役目。(針金や砂利)
- リグニン
木材の主要成分の20~35%を占め、木材を強固に固める役目。(セメント)

これからの木材 —CNF—



これからの木材 —木質バイオマス—

熱・エネルギー源として…

木質バイオマス発電所

全国193箇所
384万kwh
原発3基分



株式会社 森のエネルギー研究所 HPから 2017.8末時点

木の不思議を応力波で探る

「応力波」とは…
物質中を伝搬する”ひずみ”(応力)の波
衝撃や超音波によって発せられ物体中を伝わる力

計測するのは**応力波伝搬時間**
Stress-wave Propagation Time
(…以下、「SPT」と表記)

木材での応力波の特徴

密度が高い方が速く伝わる

水分が少ない方が速く伝わる

強い(ヤング係数が高い)方が速く伝わる

速く伝わる=SPTの値が小さい

使用機材

2点間を伝わる応力波の速度を知るには、応力波が2点間を伝わるのに要する時間(SPT)を計測する

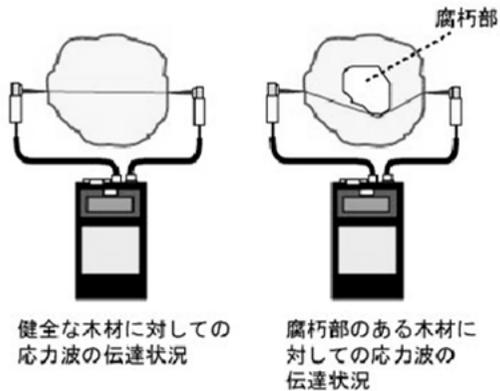


携帯性に優れる
電池が長持ち
操作が簡便
出力結果が単純

Fakopp Enterprise, Hungary

FAKOPPの使い方

立木の腐朽診断

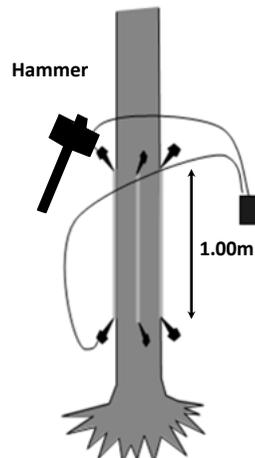


健全な木材に対しての
応力波の伝達状況

腐朽部のある木材に
対しての応力波の
伝達状況

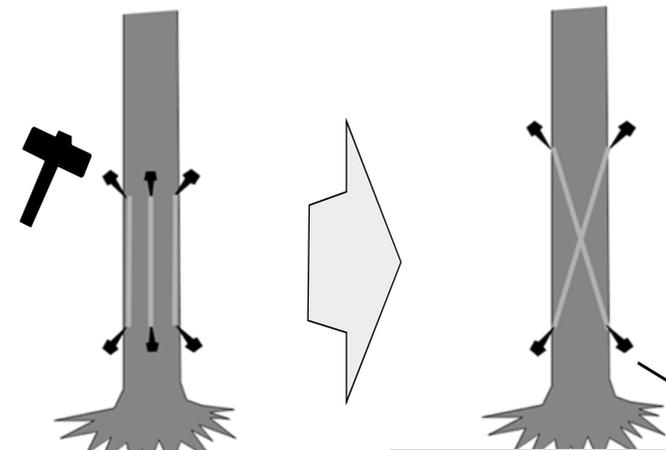
応力波伝搬時間(SPT)を計測
SPT値÷センサー間距離=V

立木の強度性能把握



E_{ws} (応力波伝搬法ヤング係数) $=V^2 \rho$
V=音速, ρ =密度

使い方の改善

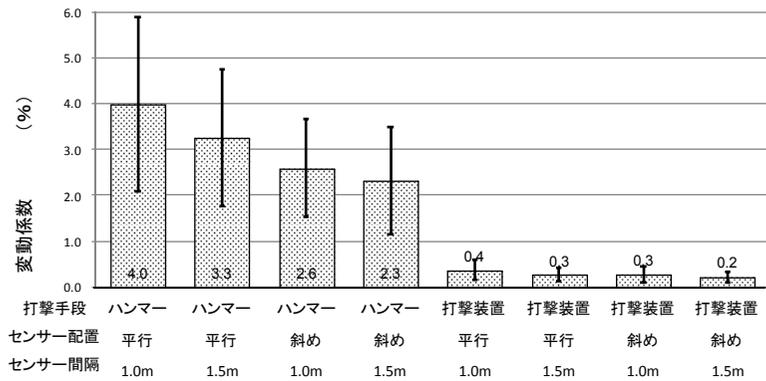


今までの計測手法
センサーは幹に対してまっ直に配置。
設置間隔は1.0m。測線は4本。
センサーの打撃は人力ハンマー打撃。

新しい計測手法
樹幹に対して斜めにセンサーを配置。
設置間隔は1.5m。測線は2本。
センサーの打撃は装置を使った定力打撃

計測の高精度化

計測値のばらつきを大幅に減少させた



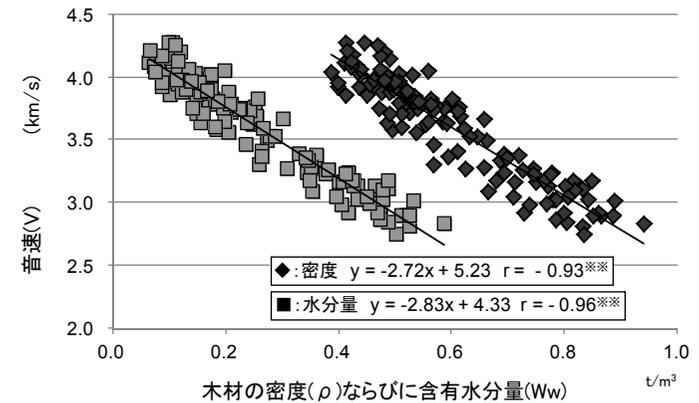
定力打撃装置を用いた、センサー間隔1.5mでの斜め計測が、最も再現性が高い

Measurement in oblique arrangement with Mechanical knocking=MM法

SPT計測の活用

丸太を自然乾燥させつつ定期的に重量やSPTを計測しSPTに対する水の影響を明らかにした。

乾く=水分の減=SPTの減(音速の増)



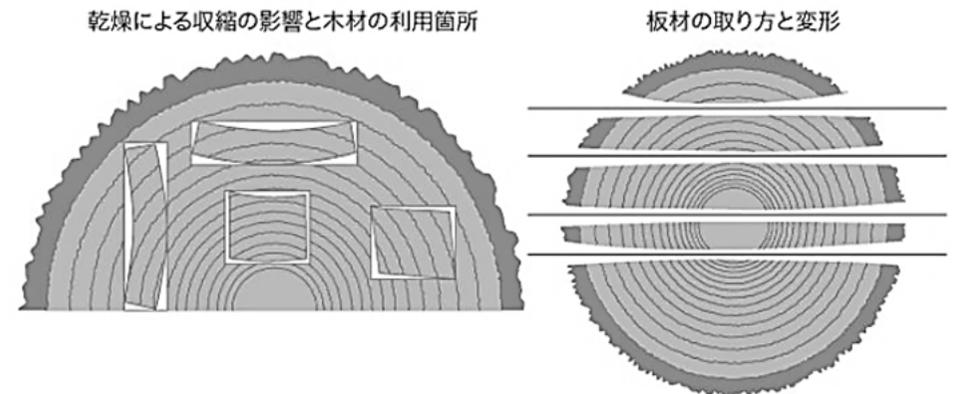
計測精度の向上により、材内水分の動向の検出が可能に

木材を使うときの“敵”

水分

- 搬出、輸送時の手間やコストの増
- 製品の寸法安定性や歩留まりの低下
- 燃料利用時の発熱量低下
- 人工乾燥や長期間の天然乾燥を要する

乾燥と収縮・変形

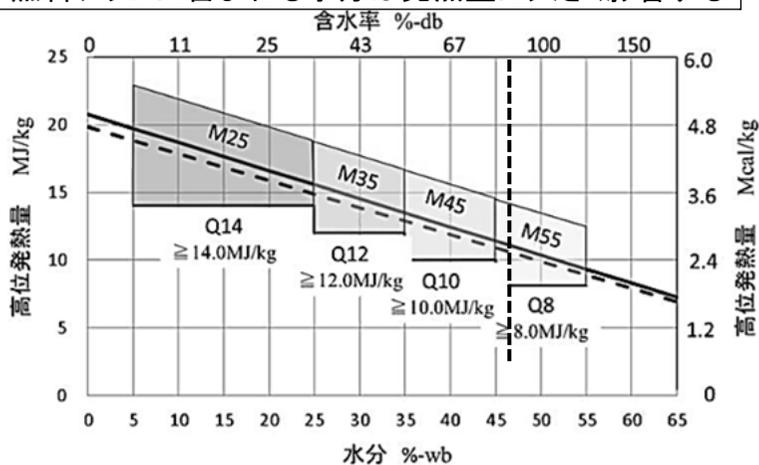


ウッド新沼(株)HPより

水分と発生エネルギー

木質バイオマスでの水分管理の重要性

…燃料チップに含まれる水分は発熱量に大きく影響する



出典…沢辺 攻「燃料用木質チップの品質規格」
一般社団法人 日本木質バイオマスエネルギー協会HPより抜粋

各種の水対策

- ① 製材以前で含水率を低減させる工夫
- ② 含水率を下げやすい状況を作る
- ③ 含水率の低い時期を探る
- ④ 低含水率の品種の創出

林業の現場での木材乾燥

- 含水率の高いスギ
 - 重量があり運搬が困難(特に流送)
 - 製材後の乾燥が大変
 - ↓
 - 葉枯らしで素材の含水率を下げる
 - ↓
 - 材色が良くなり材価が高くなる
 - 智頭等の林業地で伝統的に行われてきた

葉枯らし

葉をつけたまま放置して自然に乾燥させる手法

軽い、出しやすい、人工乾燥コストも低い
材色が良い、刃あたりがよい
→「黒心材」は価格が低い

国有林では1990前半にサンドライ・ブランド
→定着しなかった
葉枯らしに必要な期間の把握が困難
→効率的な施業の実施が不可能

葉枯し期間の把握

木口の色では判らないので含水率を調査

従来の調査手法
一斉に伐採

0日目
30日目
● 日目

円盤を採って含水率を計測

● 含水率を調査する=鋸断して円盤を採取
→1度調べた個体はその後の計測が不可能

● スギはもともと個体毎のバラツキが大きい
→円盤採取法には限界

採取した円盤

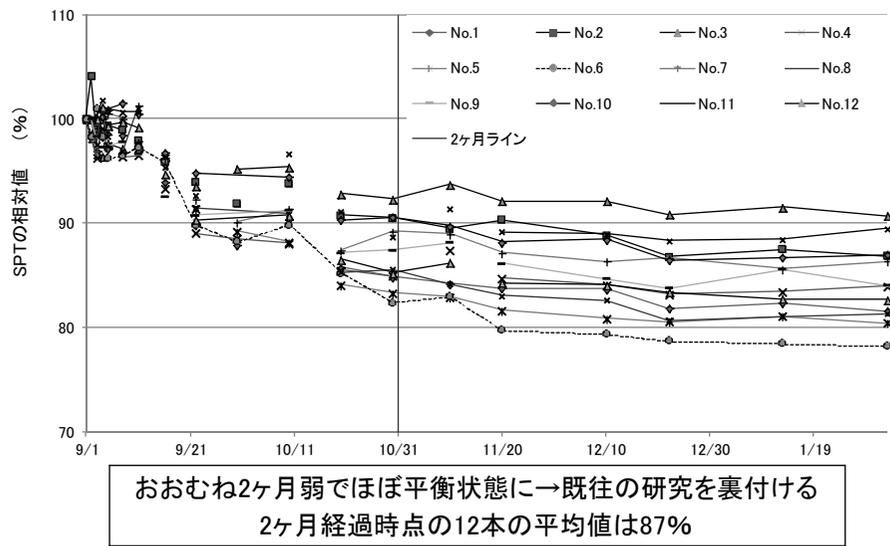
葉枯し期間の把握

水分の減少を非破壊で把握する試み

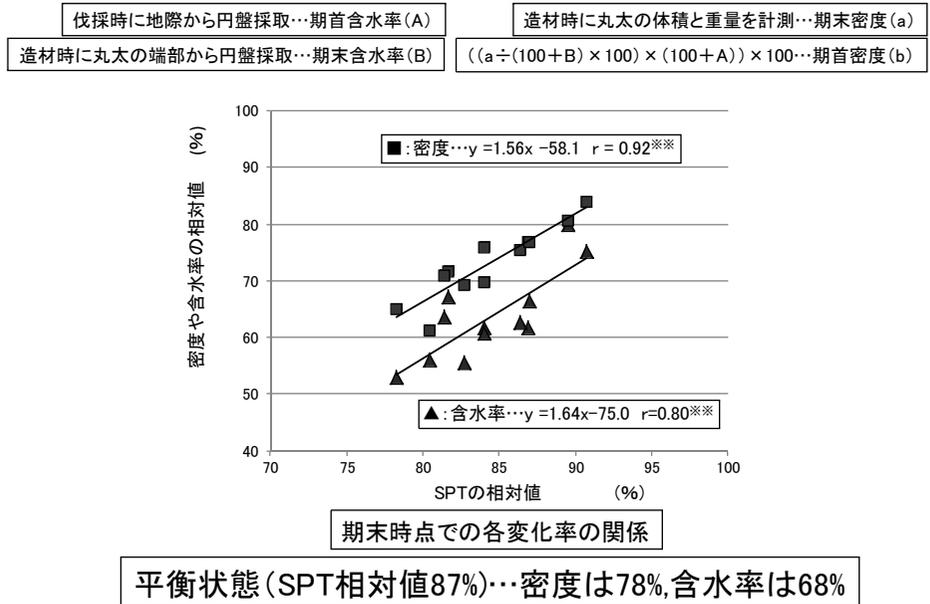
新しい計測手法
同じ試験体を対象に、木材中の水分の変化を応力波法で計測する

同じ箇所を計測すれば水分の変化が判る
～水分が減少するとSPT値が小さくなる～

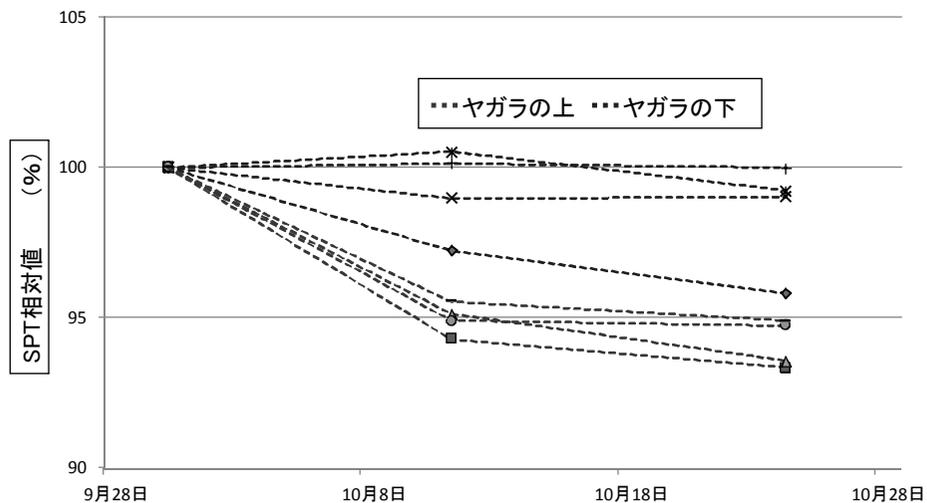
計測の例 SPT相対値



2ヶ月経過すると…

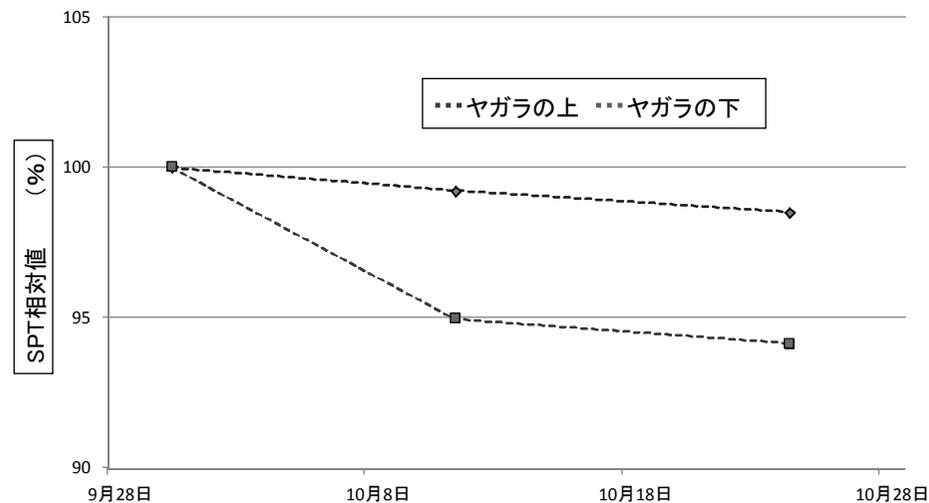


ヤガラの上下での差



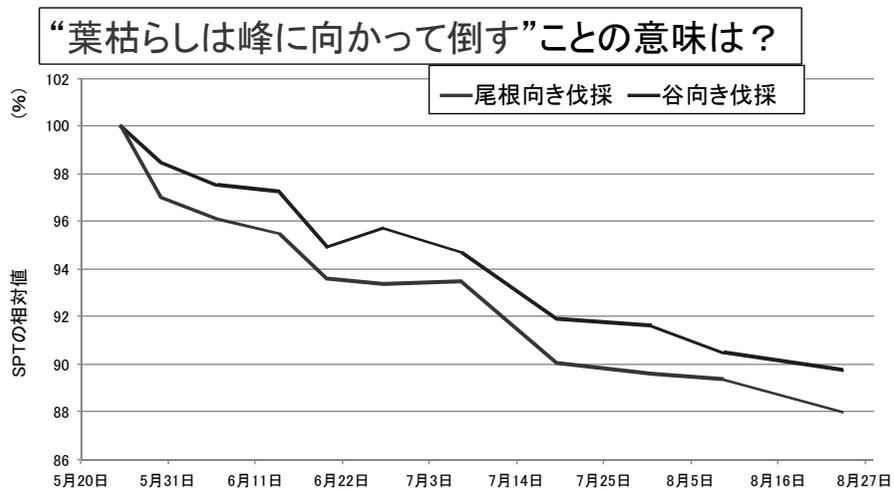
SPT相対値の推移 ヤガラの下は乾かない P<0.01

ヤガラの上下での差



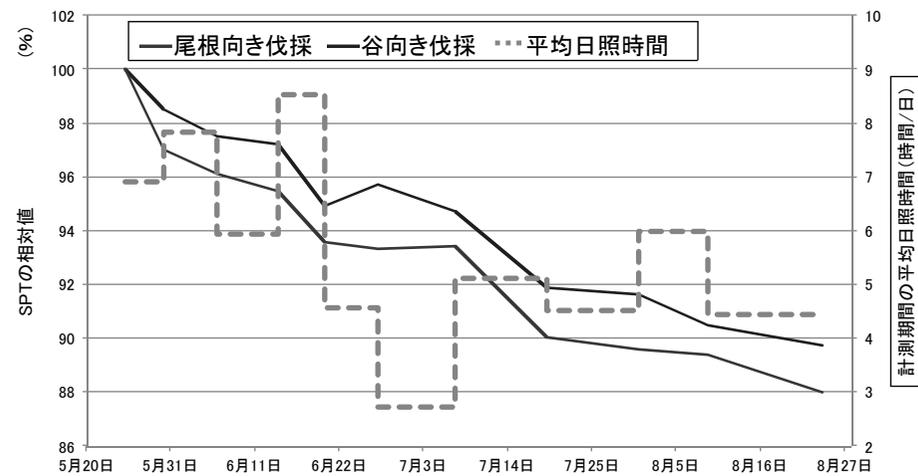
SPT相対値の推移 98.5%対94.2%…重量で6.7%の差

伐倒方向の差



2ヶ月経過時点で相対値に2%の差=重量で3.2%の差

伐倒方向の差

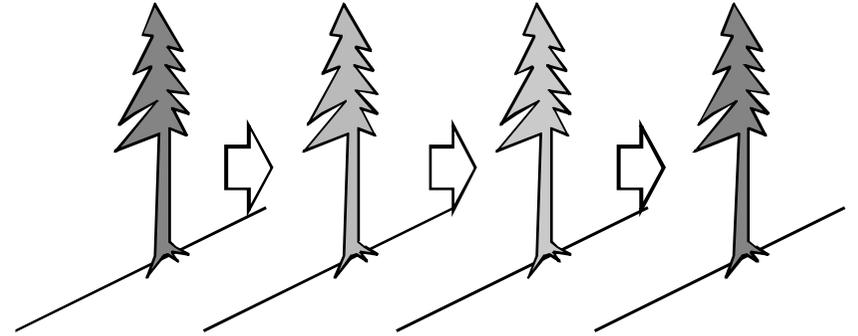


葉枯らしの初期では、日照時間の影響が大きい

各種の水対策

- ① 製材以前で含水率を低減させる工夫
- ② 含水率を下げやすい状況を作る
- ③ 含水率の低い時期を探る
- ④ 低含水率の品種の創出

樹幹内水分の季節変化



立木に水の多い時期、少ない時期がある、と云われている

水をあげている、芽が動く、木が動かない、等

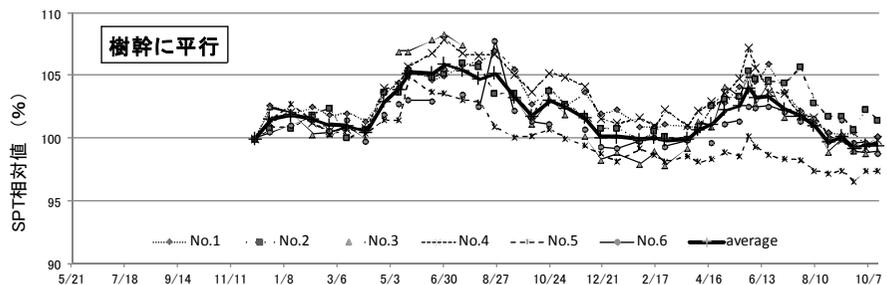
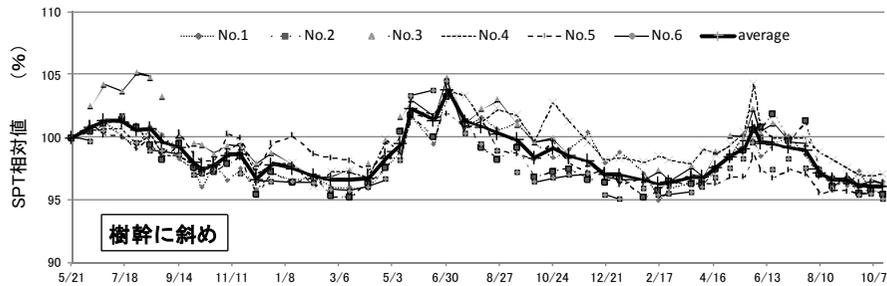
数値化できれば、様々なメリット

従来…超音波や電気伝導度による調査→まとまった傾向の把握が困難

精度の高いSPT計測なら相対的な把握の可能性がある

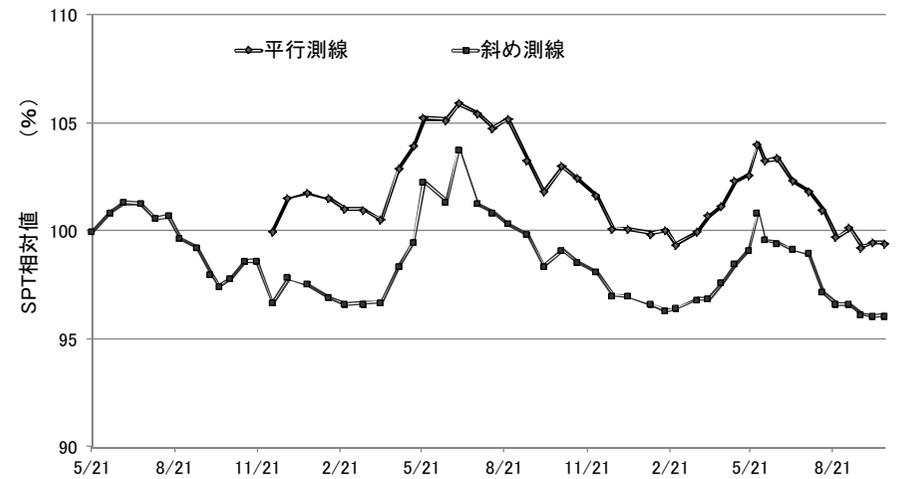
計測結果

(H27.5.21~H29.10.17)



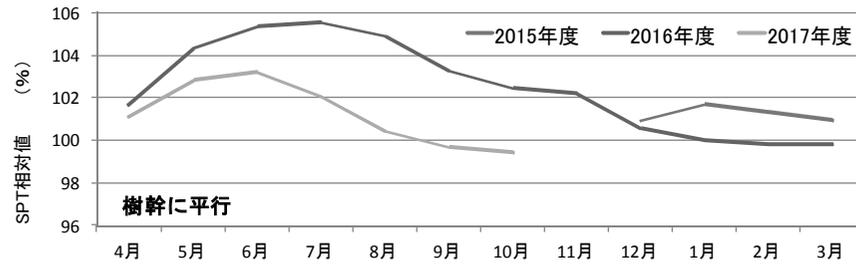
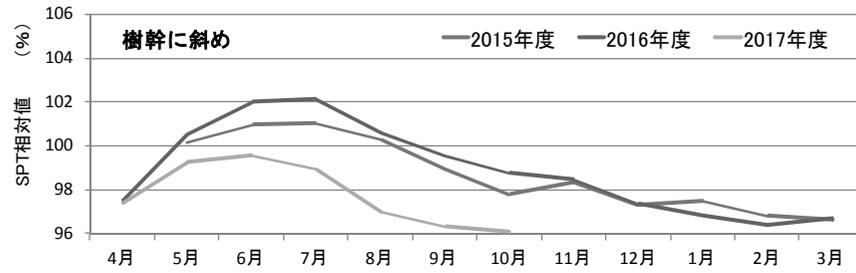
計測結果

(H27.5.21~H29.10.17)



計測結果

(H27.5.21~H29.10.17)



木の不思議を応力波で探ると…

～精度の高いSPT計測でわかってきたこと～

- ①葉枯らしでヤガラの下は乾かない。
- ②葉枯らしで尾根向きに倒すのは効果あり。
- ③季節によって幹の水分が変化する。

昔から林業関係者が
言っていたことは正しい。
(感覚の数値化)