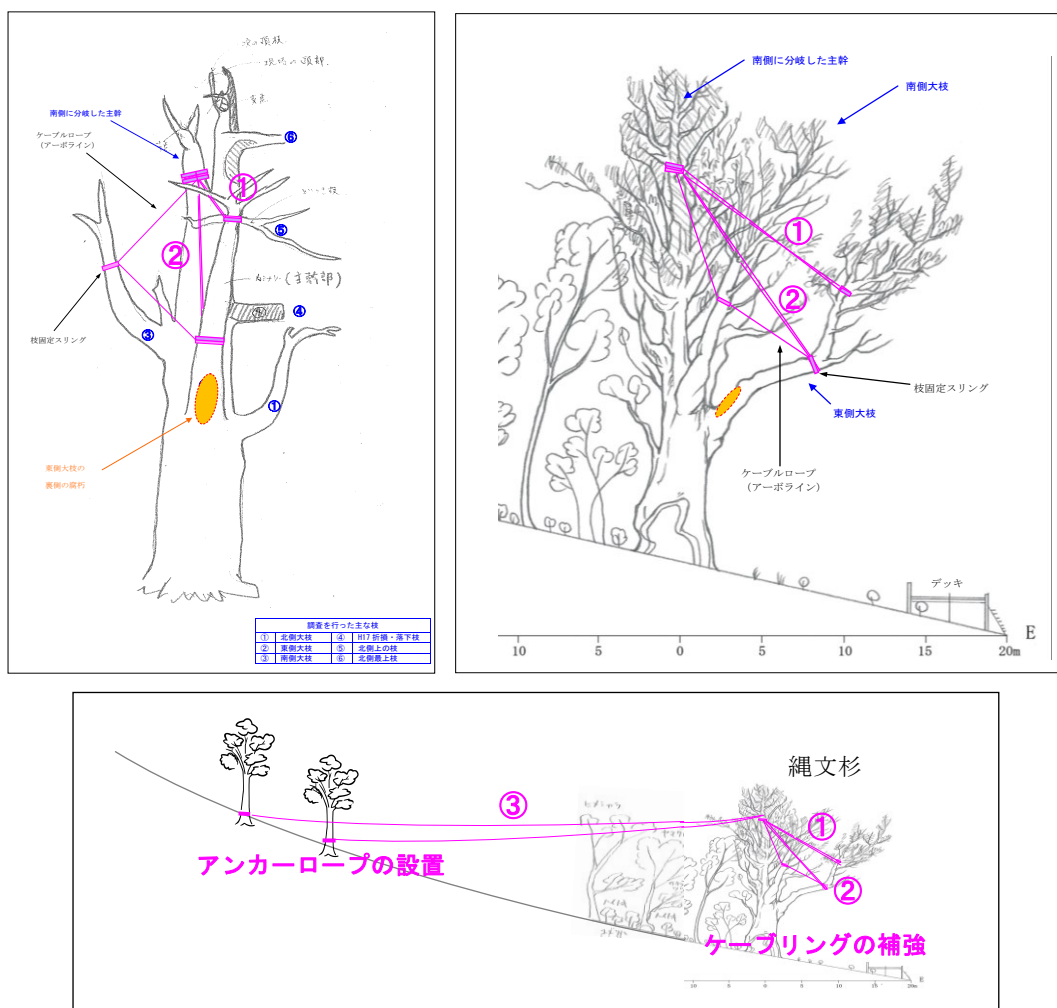


縄文杉に関するケーブリングの補強とアンカーの設置、及び東側大枝の腐朽診断について

1. 縄文杉の東側大枝のロープの補強及び縄文杉へのアンカーの設置

平成24年12月に縄文杉の東側大枝に応急的なケーブリングが実施されたが、豪雪時や台風等の暴風時を想定した補強が望ましいとの専門家意見もあり、ケーブリングの効果を高めるため、各種補強を実施した。

各種補強は、縄文杉の東側大枝に施されたケーブリングそのものを補強するロープの補強(ロープの二重化)と、東側大枝を支える縄文杉主幹の負担を軽減するため、縄文杉の主幹から斜面上部にある強固な樹木2本にアンカーの設置を平成25年10月12日～14日に実施した。ケーブリングの補強及びアンカーの設置状況を図-1、表-1に示す。



ケーブリング実施後の現地写真を写真-1に示す。

現地写真より、ケーブルロープ(アーボライン[シルバー])そのものは背景に溶け込んでほとんどわからない状況である。またスリング(こげ茶色)は、樹皮の色と一体になり、ほとんどわからない状況となっていて、景観的に目立たないものとなっている。

表-1 平成25年10月に実施したケーブリング・アンカーの実施状況

<p>平成25年10月12日～14日にかけて、縄文杉の東側の大枝のケーブリングの補強、縄文杉主幹上部から後方のスギ大径木2本へのアンカーの設置を実施した。作業は、荒田洋一（科学委員〔樹木医〕）の現地指導の下、高木登攀技術者兼樹木医4名、樹下作業樹木医1名の計6名が実施した。また、資材等の搬出入については、荷上げ及び荷卸し作業員をそれぞれ2名要した。</p>
<p>① 主幹上部から東側大枝上部へのケーブリングの補強（ケーブルの二重化）</p> <p>主幹の既設スリング箇所（南側健全幹の分岐上部根元周囲2.8m箇所）にスリングをもう1個新設し、そこから東側大枝上部の既設スリング（大枝根元から10mの南側分岐枝の分岐点上部根元周囲1.9m箇所）に、平成24年度に設置したケーブルと2重になるよう10mのケーブル（アーボライン〔シルバー〕）を設置した。</p>
<p>② 主幹上部から東側大枝下部へのケーブリングの補強</p> <p>上記①の主幹の新設スリングから、東側大枝下部の既設スリング（大枝根元から約6m部分の幹周4mの箇所）に、平成24年度に設置したケーブルと2重になるよう10mのケーブル（アーボライン〔シルバー〕）を設置した。</p>
<p>③ 主幹上部から縄文杉背後（北西側、南西側）にあるアンカー予定木2箇所へのアンカーロープの設置</p> <p>上記①の主幹の新設スリングの下部にもう1個スリングを新設し、そこから、北西側17mに生育しているスギ（h19.8m・DBH105cm）と南西側28mに生育しているスギ（h25.4m・DBH232cm）の高さ2m箇所にスリングを設置し、縄文杉からそれぞれのスギにアンカーロープ（アーボライン〔シルバー〕）を設置した。</p>

（注）スリングは、合成繊維で作られた丈夫なベルトで幹に傷をつけずにロープを接合するものである。縄文杉の幹の樹皮と同色のものを使用している。

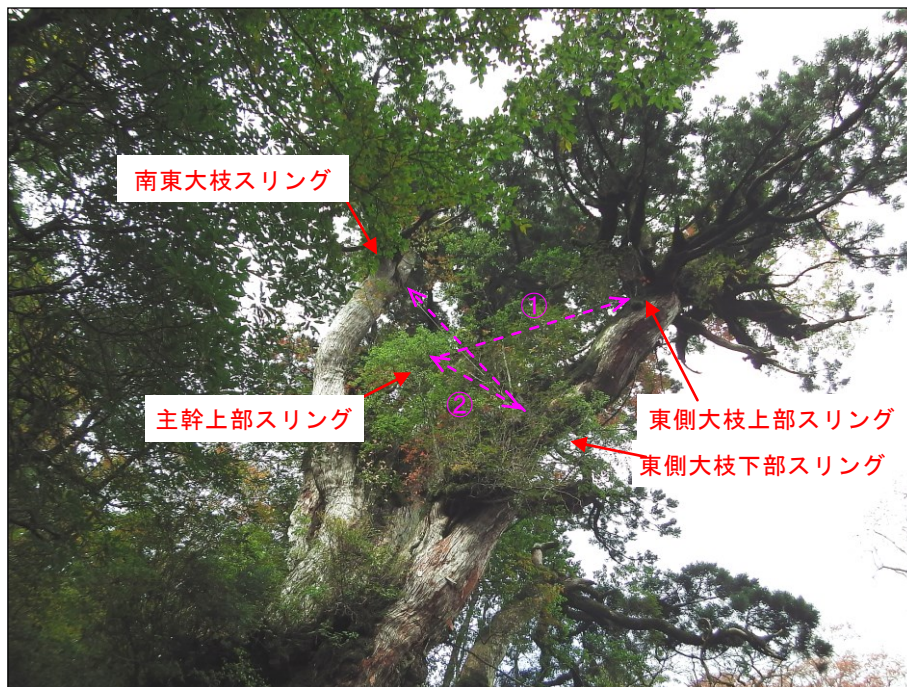


写真-1 ケーブリング補強後の現地写真（ロープ等はほとんど目立たない）

2. 縄文杉の腐朽診断

非破壊法による一般的な腐朽断面調査は、音響測定器やレントゲン等を使用する方法が用いられるが、その場合、最大でも直径1m未満（精度が保障されるのは直径75cm未満）の樹木が対象となり、縄文杉の大枝には適用できない。そこで、本調査においては、センサー付きの音響波計測診断器ドクターウッズを使用し、縄文杉の東側大枝の根元付近から枝先端に向かって3箇所での測定を実施した。

測定は、山田利博（東京大学教授）、荒田洋一（科学委員〔樹木医〕）の現地指導、堀大才（東京農大講師）の技術指導の下、高木登攀技術者兼樹木医4名、音響波計測診断器オペレーター兼樹木医1名、音響波計測診断器オペレーター1名、樹下作業樹木医1名の計10名が、平成25年11月4日～6日に作業を実施した。また、機材とバッテリーの搬出入については、荷上げ及び荷卸し作業員をそれぞれ6名を要した。なお、測定結果の精度を向上させるため、併せて弾性波計測診断器マイクロハンマーも使用し測定結果の検証も実施している。

表-2、図-2に、音響波計測診断器ドクターウッズの説明等を示す。

表-2 非破壊検査で使用した音響波計測診断機器ドクターウッズの測定原理等

採用理由	測定原理等
<ul style="list-style-type: none"> ・バッテリー電源の使用が可能（山奥でも測定が可能） ・正確な二次元診断図画面（正確な腐朽診断が可能） ・フルオート計測が可能（数時間で計測可能） ・発振・受信器センサー取付型（縄文杉の東側大枝の太さ〔径1.6m〕でも適用が可能） ・樹木に対する負担が軽い（センサーピンの設置は樹皮表面のみ） 	<p>複数のセンサー間（1個の発振センサーと複数の受信センサー）で計測を行うことにより、より正確な二次元診断図画面を描ける。幹に複数の小さなセンサーピンを設置し、その間を通過する音響波の速度から内部の断層画像をカラー表示する。固い材中を伝わる音波の速度は、腐朽などでやわらかい材中の速度より速いと言う原理に基づき、伝播速度の絶対値を相対比較し画像化する。</p>

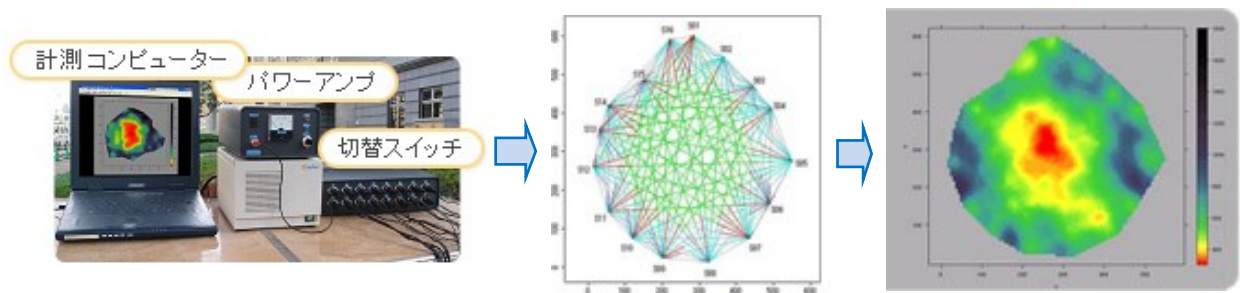


図-2 音響波計測診断器ドクターウッズの測定結果の事例（二次元診断図画面）

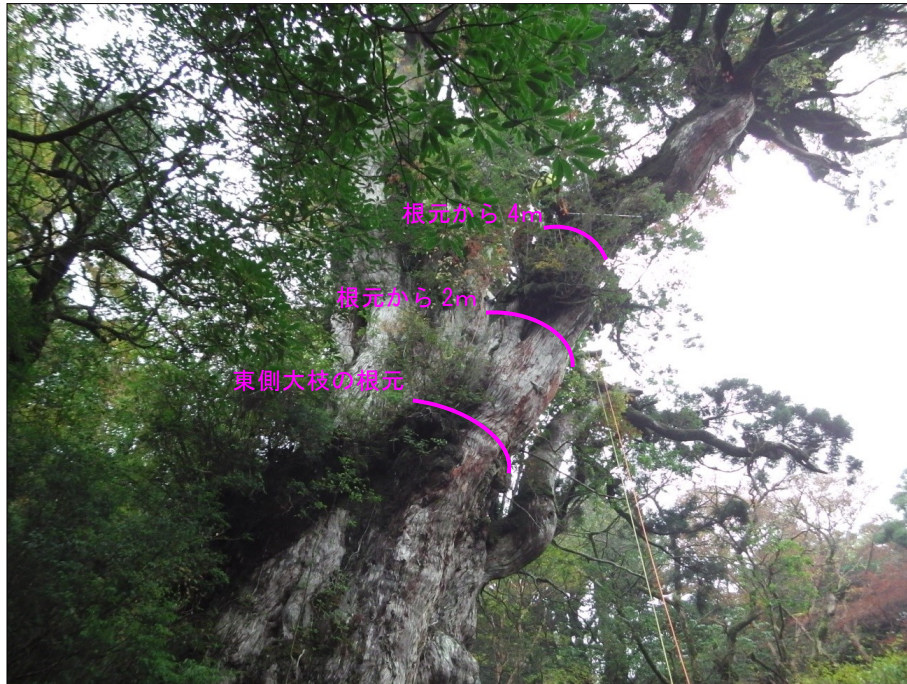


写真-2 縄文杉東側大枝における音響波計測診断器ドクターウツズの測定箇所



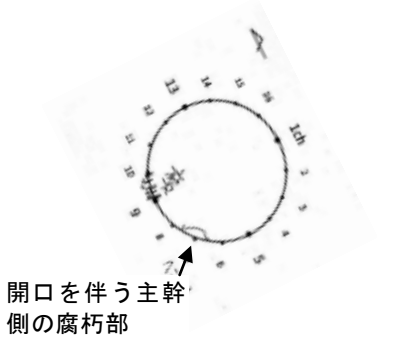
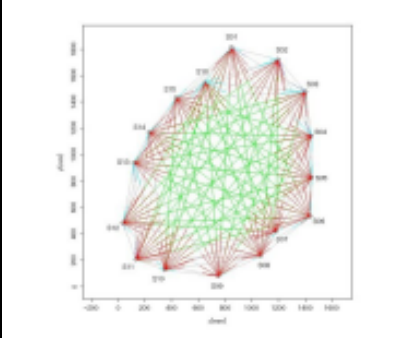
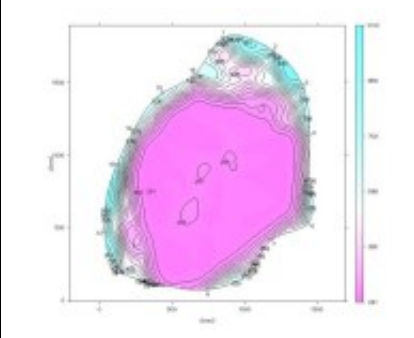
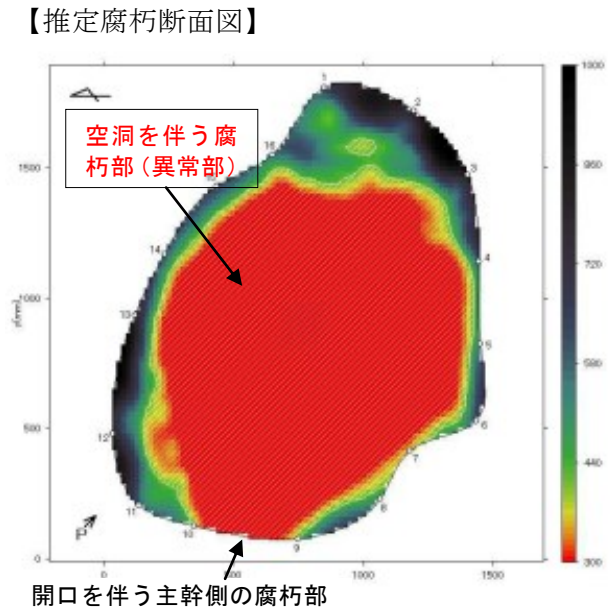

写真-3 東側大枝の根元の測定状況（左写真）、根元から 2m 箇所の測定状況（右写真）



写真-4 根元から 4m 箇所の測定状況（左写真）、音響波計測診断器の測定状況（右写真）

音響波計測診断機器ドクターウツズによる東側大枝の根元部の測定結果を表-3に示す。

表-3 音響波計測診断機器ドクターウツズによる東側大枝の根元部の測定結果

場所	屋久島 縄文杉	測定日	平成 25 年 11 月 5 日
樹種	スギ	測定部	東側大枝根元（付け根）
測定周囲長	5.0m	側点数	16 点
発振周波数	15 KHZ	繰り返し	4 回
【センサー取り付け図】 	【センサー間測定イメージ】 	【音響波伝播速度二次元診断図】 	
【推定腐朽断面図】 	【測定状況】 		
推定腐朽率：76.6%（異常部断面積 140.10 cm ² / 全体断面積 182.86 cm ² ）			

測定結果を測定に係った学識者・樹木医等全員で診断した結果、東側大枝の根本部分の推定腐朽率は76.6%と異常に高く、大枝の幹の外側（東側）にできた硬い木部（アテ部）でかろうじて大枝を支え生育していて、いつ折損してもおかしくない状態であると判断した。

また、参考までに根元から2m地点の推定腐朽率は78.1%、根元から4m地点の推定腐朽率は35.9%であり、根元から少なくとも高さ4m地点までは、木材腐朽が連続的に進行していることが判明した。