



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	JavaScriptを利用した森林可視化への取り組み：毎木調査データを利用して、森林を立体描画する
Author(s)	早柏，慎太郎
Citation	北方森林保全技術，第34号，21-28
Issue Date	2017-02-17
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/72983
Type	departmental bulletin paper
File Information	2015-34_1-4.pdf



I - 4 JavaScript を利用した森林可視化への取り組み

— 毎木調査データを利用して、森林を立体描画する —

早柏慎太郎

天塩研究林

1. はじめに

研究林には様々な調査によって多くのデータが蓄えられおり、長期観察林の毎木調査データもその一つである。天塩研究林では古いものでは 1985 年から調査を開始し、現在 21 箇所にて継続調査している (図-1)。

長期観察林より得られた毎木調査データは、森林の構造や動態を明らかにする用途に用いられる他、近年では航空機ライダー測量との整合性を確認することなどにも利用している。毎木調査データは、個々の木の位置情報、胸高直径、樹高など (図-2) からなるが、これらの情報から森林構造を理解するためには、樹冠投影図や樹種毎・径級毎の頻度分布図の作成などが必要となる。しかし、森林の立体構造を描画する方法は限られており、研究林では今まで、山形大学の野堀先生が開発された「Forest Window」がよく利用されている。このソフトウェアは、調査データに基づいて森林の三次元構造を描画することが可能であり、細かなパラメータも設定できるため汎用性が高い。その反面、個々の樹木の情報や、林分の統計情報を参照しづらいことなどが直観的な森林構造の理解の妨げとなっている。このような問題を克服し、森林の立体構造や統計情報を簡単に可視化できるソフトウェアを開発することができれば、観測データの品質管理作業を効率的に行うことが可能となり、さらには研究・教育用途にも利用できると考えられる。そこで今回、このようなニーズに対応できる汎用性の高いソフトウェアの開発を試みた。



図-1 観察林調査の様子

樹高	胸高直径	樹種	径級	X	Y
41.7-43.0	34	14	1	20.0	21.1
44	42	18	5	26.4	26.9
45	36	18	2	29.8	37.7
46	60	19	2	29.5	40.3
47	14	4	5	25.5	40.3
48	68	25	1	26.8	42.7
49	22	14	4	29.5	43.5
50	24	14	3	26.4	44.0
51	50	14	3	31.1	48.15
52	46	20	5	33.2	49.4

図-2 調査データ

2. 開発環境

ソフトウェアの開発には、Web ブラウザを通じて特定の OS やハードウェアに依存せず動作し、かつ豊富なライブラリ (おもにソフトウェア開発の省力化のために汎用的な追加機能を提供するプログラム) 群が提供されている「JavaScript」を用いた。森林の立体構造を表現する処理については JavaScript 上で 3 次元グラフィックスを容易に扱えるライブラリ「Three.js」を、統計情報のグラフ化については入力データの内容にあわせてグラフを簡単に作成できるライブラリ「D3.js」を用いた。本ソフトウェアは Web ブラウザ上で動作するが、ローカル環境に保存されたファイルのみを参照するので、利用にあたってインターネットに接続されている必要はない。

3. ソフトウェアの特徴

開発したソフトウェアは、個々の木の XY 座標位置、樹高、胸高直径、樹冠幅などのデータを参照し、Web ブラウザ上で森林を立体描画させる（図-3、図-4）。描画の際には、針葉樹を青色の円錐、広葉樹を緑色の俵型、幹は茶色の円柱で表現した。込み入った森林における樹木個体の空間配置を分かりやすくするために、樹木はすべて透過表示とした。なお、描画面面上で個々の木の幹をダブルクリックすることによって、その木の個体番号や樹種名、樹高、胸高直径、樹冠幅などの値をラベル表示域に表示させることができる（図-3）。2016 年 7 月現在（ソフトウェアバージョン：20160727_base.html）のところ、複数樹木が同一座標にある時に回避措置は設定しておらず、樹木は重なって表示され、CSV ファイルの並びで上位にあるものが優先してラベル表示される。また、複数回の調査データを一括して読み込むことが可能であり、描画面面上で調査回の切り替えを行うことができるので、長期に渡る森林の動態を瞬時に確認することができる。

森林の立体描画機能に加えて、読み込んだ数値情報をもとに、プログラムは自動で統計情報を計算し、2 種類のグラフを作成する。一つは、「調査回、樹種別統計情報グラフ」で調査回毎、樹種毎に本数合計、平均胸高直径（cm）、平均樹高（m）、材積合計（m³）が図示される（図-5）。もう一つは、「調査回、径級別樹木本数グラフ」で、調査回毎、径級 10cm 毎に樹木本数が図示される（図-6）。

ソフトウェアに入力する必須項目は、個体番号、樹種コード、樹種名、胸高直径（cm）、X 座標（m）、Y 座標（m）、調査回、調査年の 8 項目であり、これらの数値情報を定められたフォーマットで CSV ファイルとして準備する（表-1）。必須項目のみの個体については、既存の経験式を用いて、胸高直径から樹高と樹冠幅を推定して描画する。枝下高は、樹高×0.4 として描画する。生枯、樹高（m）、4 方向（0 時、3 時、6 時、9 時）の樹冠幅（m）、枝下高（m）、被害情報がある場合、プログラムはその値を参照して描画を行う。樹冠幅は 4 方向の平均値を半径とした円で表示される。「生枯」情報が空白の場合、生木と判定して樹冠を表示、2 を入力した場合は枯死木と判定して幹のみを表示する。被害情報に 1 を入力した場合に被害木と判定して幹をピンク色で表示する。

詳細な使用方法については、別紙「森林可視化ソフトウェア簡易説明書」を参照していただきたい。

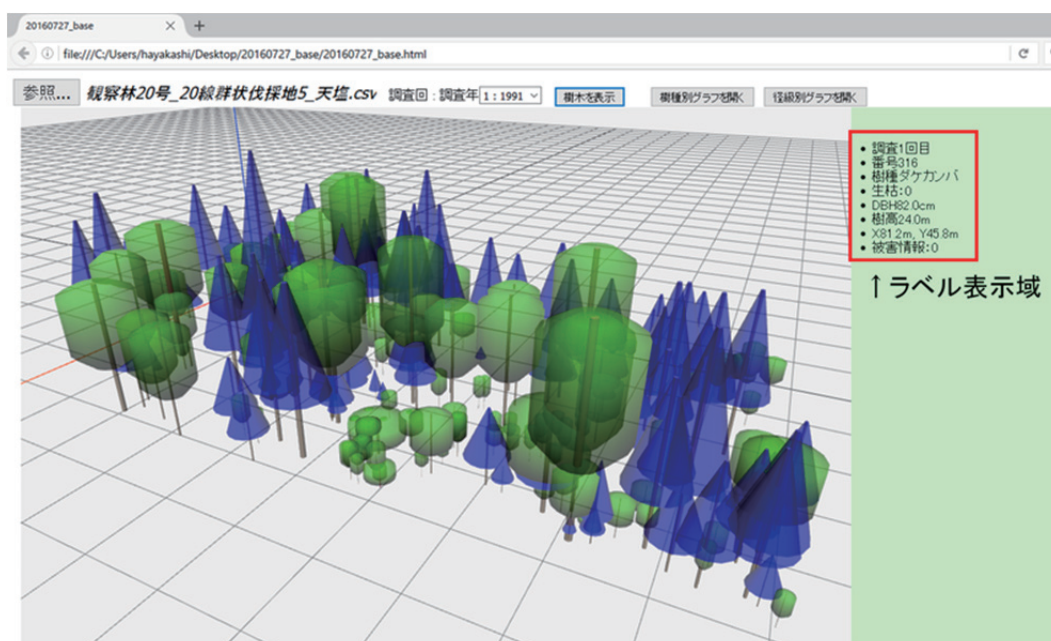


図-3 針広混交林の表示

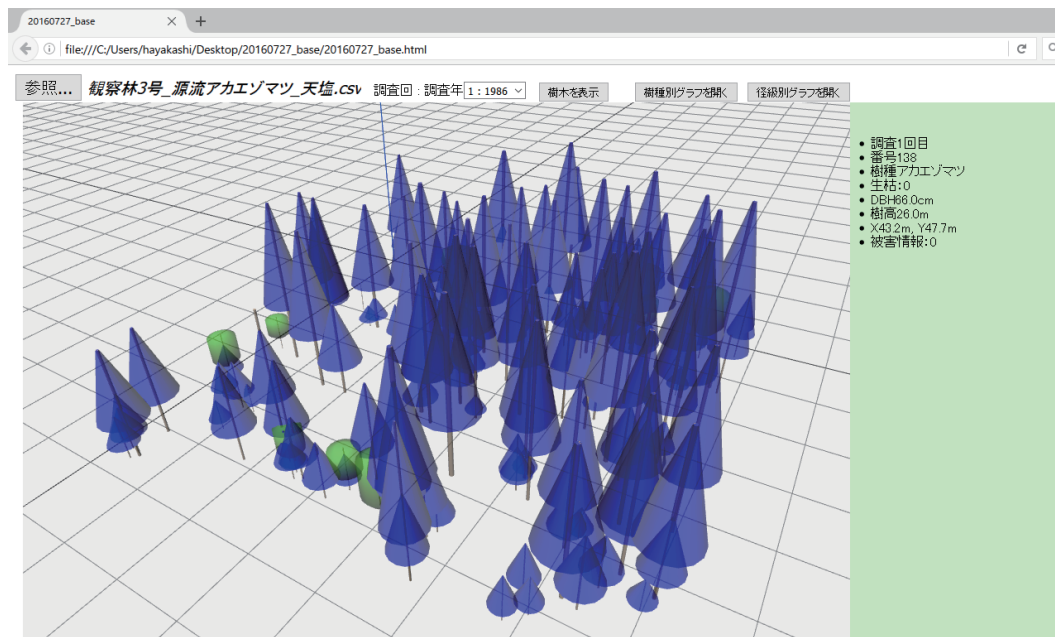


図-4 針葉樹林の表示



図-5 調査回、樹種別統計情報グラフの表示

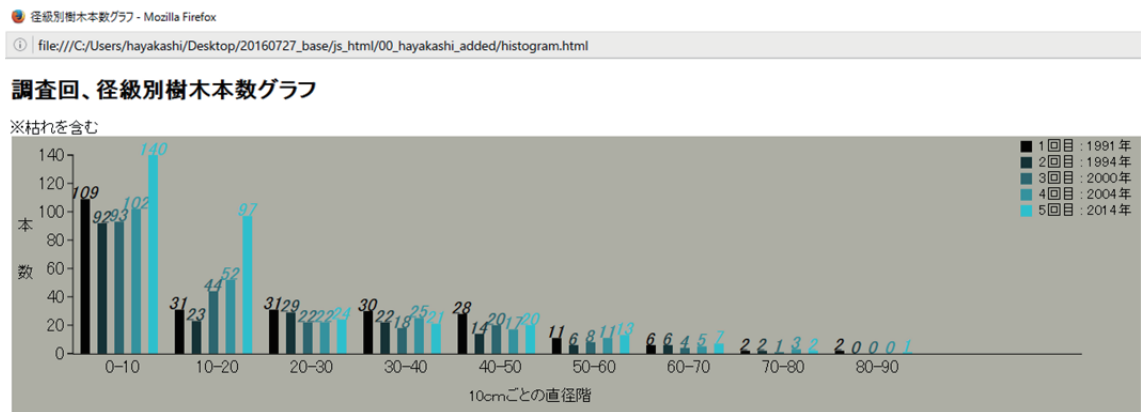


図-6 調査回、径級別樹木本数グラフの表示

表-1 ソフトウェアへの入力項目

項目名	データの 種類	データ の型	必須 項目	入力方法など
no	個体番号	数値	○	
spid	樹種コード	数値	○	北大の樹種コード 不明な場合は、 針葉樹:「19」 広葉樹:「99」
sp	樹種名	文字	○	
live	生枯	数値		生:「空白」枯:「2」
dbh	胸高直径(cm)	数値	○	
height	樹高(m)	数値		未入力の場合は、 経験式より推定
cr0	樹冠幅0(m)	数値		樹冠は、半径 ($cr0+cr3+cr6+cr9$)/4 の円で表示 未入力の場合は、経験式よ り推定
cr3	樹冠幅3(m)	数値		
cr6	樹冠幅6(m)	数値		
cr9	樹冠幅9(m)	数値		
x	X座標(m)	数値	○	プロット左上が原点 横方向:X、縦方向:Y 原点位置が異なる場 合は変換して入力
y	Y座標(m)	数値	○	
res_no	調査回	数値	○	初回の場合:「1」
res_year	調査年	数値	○	最大4桁まで入力可
cr_height	枝下高(m)	数値		未入力の場合は、 樹高×0.4
damage	被害情報	数値		幹の色をピンクにしたい 場合:「1」

4. おわりに

開発したソフトウェアによって、森林の構造や変化を簡単に可視化することが可能となり、データの品質管理にも役立つことが期待できる。ソフトウェアは Web ブラウザ上で動作するため、ホームページ上で森林の立体構造や統計情報を公開することも可能である。また、実習や公開事業などにおいて、過去から現在までの森林の変化の様子を説明する際にも役立つと考えられる。

ソフトウェアは現時点で必要最小限の機能を有すると思われるものの、地形情報を描画することをはじめとして、今後も様々な要求にこたえられるように、継続的に改良を行っていきたい。

参考文献等

- 1.山形大学 野堀嘉裕氏 HP (ForestWindow)
<http://www.tr.yamagata-u.ac.jp/~fi/J/ynobori/index.html>
- 2.山田祥寛、2010、JavaScript 本格入門～モダンスタイルによる基礎から Ajax・jQuery まで、pp423、株式会社技術評論社
- 3.遠藤理平、2013、three.js による HTML5 3D グラフィックス 上 ブラウザで実現する OpenGL (WebGL) の世界、pp307、株式会社カットシステム
4. 遠藤理平、2014、three.js による HTML5 3D グラフィックス 下 ブラウザで実現する OpenGL (WebGL) の世界、pp284、株式会社カットシステム
- 5.古旗一浩、2014、データビジュアライゼーションのための D3.js 徹底入門 WEB で魅せるグラフ&チャートの作り方、pp464、SB クリエイティブ株式会社

【別紙】

更新日 2016/7/27

森林可視化ソフトウェア簡易説明書

1. 必要なソフトのインストール

「Firefox」 インストール → <https://www.mozilla.org/ja/firefox/new/>

「LibreOffice」 インストール → <https://ja.libreoffice.org/>

2. ソフトウェアへの入力準備：「LibreOfficeCalc」で文字コードUTF-8のCSVファイルを作成 毎木調査データを下記の様式に合わせデータセットを作成する（図-1、表-1）

①

no	spid	sp	live	dbh	height	cr0	cr3	cr6	cr9	x	y	res_no	res_year	cr_height	damage
17	27	ダケカンパ			18	12				7.64	29.36	1	1991		1
19	27	ダケカンパ			12	12				9	28.4	1	1991		
41	1	イチイ			24	7				2.52	20.69	1	1991		
11424	54	コシアブラ			12	11				4.32838	9.23252	1	1991		
11425	21	バコヤナギ			14	12				9.66336	3.4664	1	1991		
51	2	トドマツ			38	16				8.47	0.34	1	1991		1
50	4	エゾマツ			12	10				8	0.3	1	1991		
49	50	イタヤカエデ			6	4				10.86	4.13	1	1991		
48	23	ケヤマハンノキ			6	5				8.2	4.3	1	1991		
11430	23	ケヤマハンノキ			6	5				11.27392	12.5708	1	1991		
11431	23	ケヤマハンノキ			6	5				12.98514	13.0766	1	1991		
31	23	ケヤマハンノキ			28	15				17.27	18.47	1	1991		

図-1：データセットの例

表-1：ソフトウェアへの入力項目

項目名	データの 種類	データ の型	必須 項目	入力方法など
no	個体番号	数値	○	
spid	樹種コード	数値	○	北大の樹種コード 不明な場合は、 針葉樹：「19」 広葉樹：「99」
sp	樹種名	文字	○	
live	生枯	数値		生：「空白」枯：「2」
dbh	胸高直径(cm)	数値	○	
height	樹高(m)	数値		未入力の場合は、 経験式より推定※1
cr0	樹冠幅0(m)	数値		樹冠は、半径 (cr0+cr3+cr6+cr9)/4 の円で表示
cr3	樹冠幅3(m)	数値		
cr6	樹冠幅6(m)	数値		未入力の場合は、経験式より 推定※2
cr9	樹冠幅9(m)	数値		
x	X座標(m)	数値	○	プロット左上が原点 横方向:X、縦方向:Y
y	Y座標(m)	数値	○	原点位置が異なる場合 は変換して入力
res_no	調査回	数値	○	初回の場合：「1」
res_year	調査年	数値	○	最大4桁まで入力可
cr_height	枝下高(m)	数値		未入力の場合は、 樹高×0.4
damage	被害情報	数値		幹の色をピンクにした 場合：「1」

※1 樹高(m)の経験式

・針葉樹

胸高直径(dbh:cm) 5 cm 以上
 $7.9586 \times \ln(\text{dbh}) - 10.242 \quad R=0.9162$
 胸高直径 5cm より下は固定値：2.6 m

・広葉樹

胸高直径 5 cm 以上
 $5.6965 \times \ln(\text{dbh}) - 3.9316 \quad R=0.7989$
 胸高直径 5 cm より下は固定値：5.2 m

※2 樹冠幅(m)の経験式

・針葉樹

胸高直径 5 cm 以上
 $1.3042 \times \ln(\text{dbh}) - 1.4339 \quad R=0.8704$
 胸高直径 5 cm より下は固定値：0.7 m

・広葉樹

胸高直径 5 cm 以上
 $1.4515 \times \ln(\text{dbh}) - 1.5116 \quad R=0.8322$
 胸高直径 5 cm より下は固定値：0.8 m

1. プログラムから「LibreOfficeCalc」を開く
2. 前述の様式でデータセットを作成 (図-1、表-1)
※Excel で保存されているデータを、「全選択」→「貼り付け」してもよい
※必須項目がひとつでも未入力の場合、対象の個体データを行ごと削除してください
3. ①「ファイル」から「名前を付けて保存」(図-1)
4. ファイル名は「任意の名前」を入力
※表示する際のタイトルとなります
5. ファイルの種類は「テキスト CSV」を選択し「保存」
6. 「ファイル形式の確認」ウインドウで「テキスト CSV 形式を使用」を選択
7. 「テキストファイルのエクスポート」ウインドウ
→「文字エンコーディング」から「Unicode (UTF-8)」を選択 (図-2)
8. 「OK」、「ファイルを閉じる」

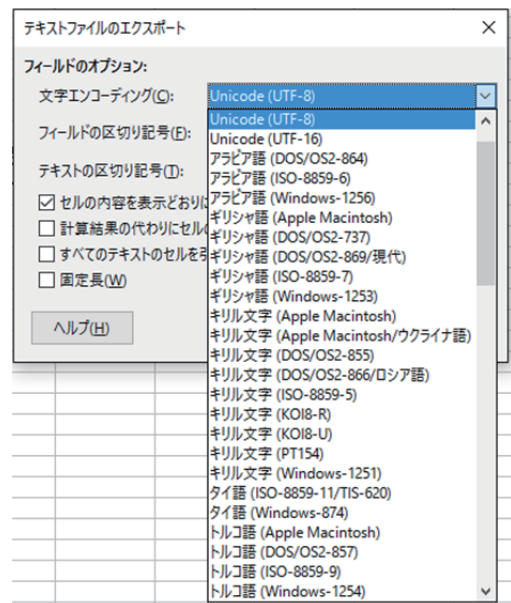


図-2：文字コードの選択

3. 調査データの表示：「Firefox」で樹木やグラフを表示
1. 「20160727_base.zip」を適当な場所に解凍 (図-3)
2. 解凍した「20160727_base」フォルダの
「20160727_base.html」をFirefox で開く (図-4)
3. ①「参照」から保存した CSV ファイルを開く (図-4)
4. ②「樹木を表示」をクリック (図-4)
5. 樹木が表示される

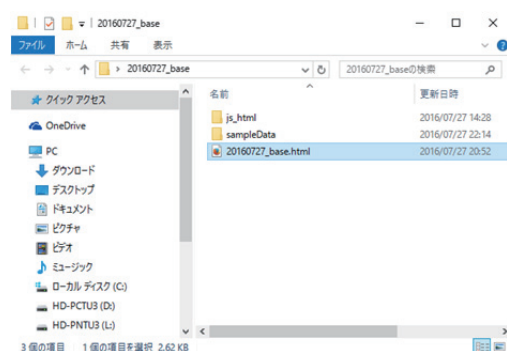


図-3：「20160727_base」のフォルダ内



図-4：「20160727base.html」をブラウザで開いた様子

4. 表示の操作方法など

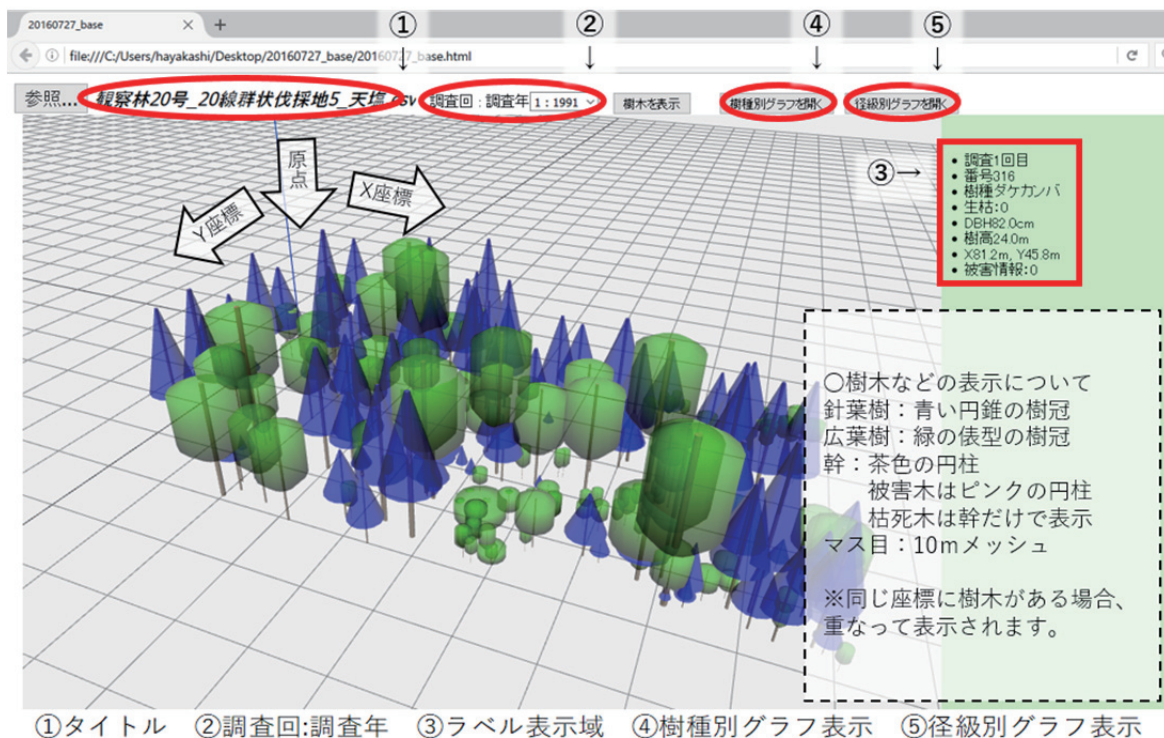


図-5：表示の操作方法など

1. 調査回、調査年の切り替え（図-5）

②「調査回：調査年」の右端プルダウンメニューから選択して切り替えます

2. ラベルの表示（図-5）

対象木の幹をダブルクリックすると③右端の薄い緑エリアに表示されます

※同じ座標に樹木がある場合は、CSV ファイルで上位に近いもののラベルのみ表示されます

3. 表示の操作方法：樹木が表示されている薄い灰色の枠内で下記の操作をする（図-5）

回転：マウスの左ボタンを押したまま移動

平行移動：マウスの右ボタンを押したまま移動

拡大、縮小：マウスホイールを回す

※Windows OS についての操作方法となります

※マウスホイールの改行数は通常 3、少なくすると拡大縮小の切り替えが細くなります

4. 統計情報グラフの表示（図-5）

④樹種別グラフ（調査回、樹種別統計情報グラフ）、⑤径級別グラフ（調査回、径級別樹木本数グラフ）は各ボタンをクリックすると別ウインドウで表示されます

4-1. 調査回、樹種別統計情報グラフは、調査回、樹種毎に本数合計、平均胸高直径（cm）、平均樹高（m）、材積合計（m³）が表示されます（図-6）

○各統計情報の定義

- ・本数合計：胸高直径のカウント数（枯死木を含む）
- ・平均胸高直径：胸高直径の平均値（枯死木を含む）
- ・平均樹高：樹高データが入力されてる個体の平均値（枯死木を含む）
- ・材積合計：樹高データが入力されている個体の材積を中島式で求めたものの積算値（枯死木を含む）



図-6：調査回、樹種別統計情報グラフ

4-2. 調査回、径級別樹木本数グラフは、調査回、10cm ごとの径級別に本数が表示されます(図-7)

○統計方法の定義

- ・胸高直径の小数点以下を切り捨てた 10 cm ごとの直径階別本数の集計値(枯死木を含む)

※例：胸高直径 10.8 cm は、10 cm として扱われ 10-20 cm の直径階に集計される

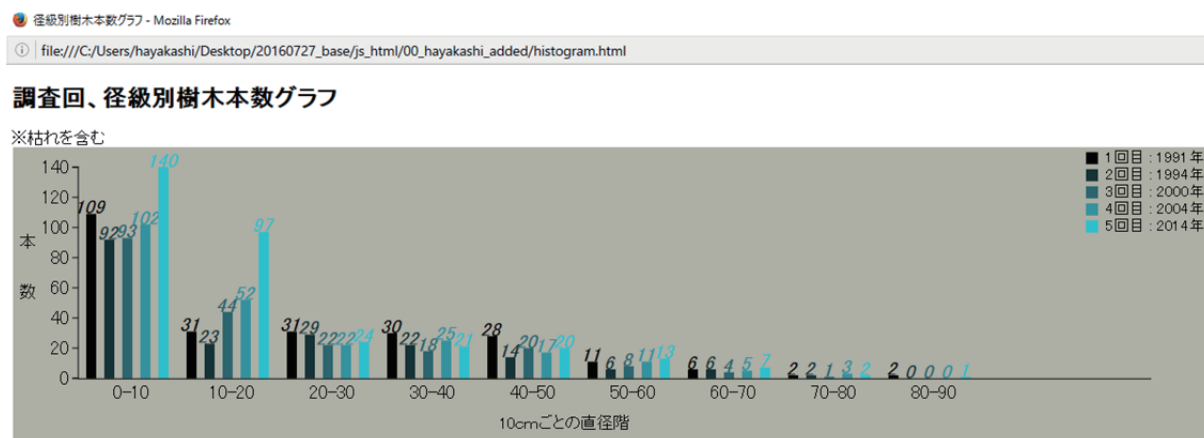


図-7：調査回、径級別樹木本数グラフ

5. 別のデータの読み込み

1. 「20160727_base.html」を開いた状態でキーボードの「F5 キー」で web ブラウザの表示を更新
2. 「参照」からファイルを選択して「樹木を表示」をクリック

6. その他

印刷機能に対応しておりません。プリントスクリーンなどをご利用ください

「sampleData」フォルダ内にサンプルの毎木調査データがありますのでご利用ください