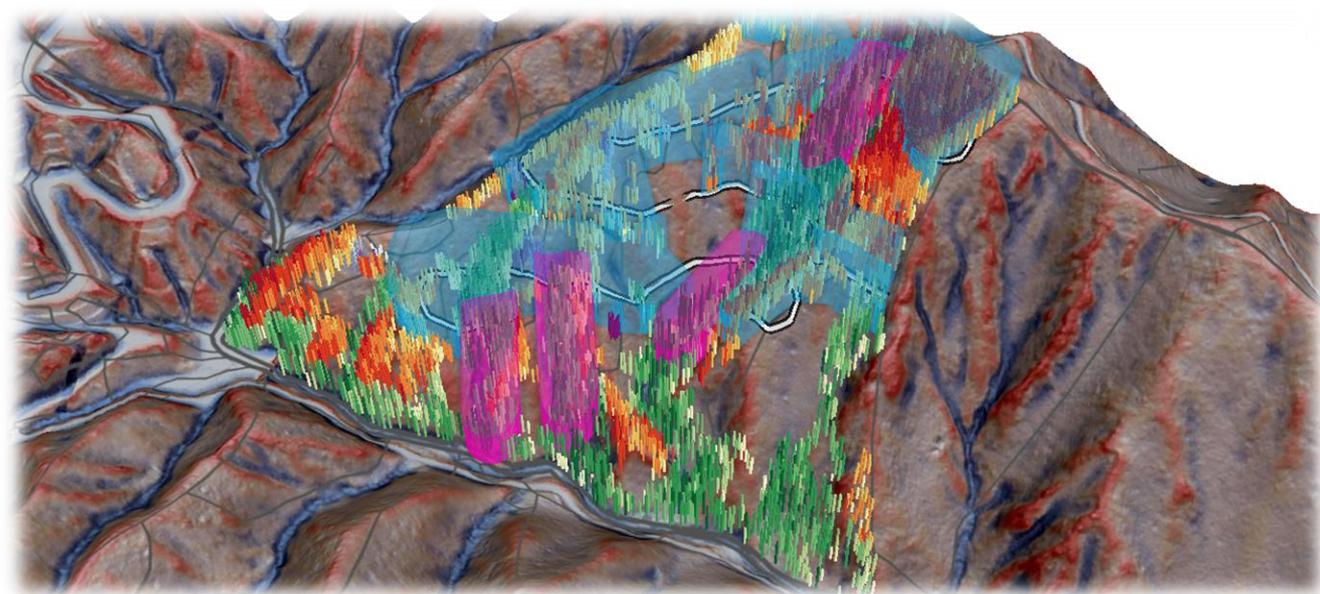
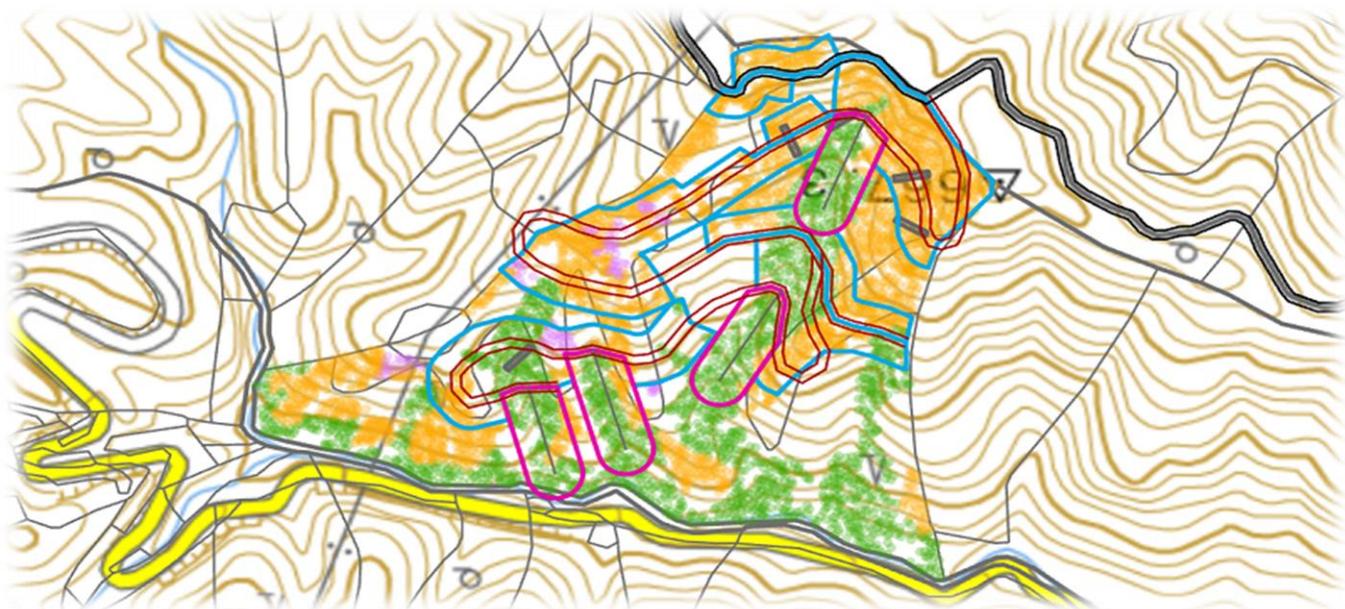


初版

2024 年度木材生産計画手順書整備委託業務

木材生産計画策定手順書



手順書の概要

01

本書の目的と構成

- 森林資源の在庫管理をしたい！を目的とするなら、まずは森林デジタルデータを使うと何ができるのか、どのくらい有用なのかを森林・林業の専門誌やweb情報などで簡単に調べておくことが望ましいです。その前提で、最初は何から手を付けていけばよいのか、どのような手順で進めるべきかについて手掛かりを掴めるような構成にしています。

02

必要な森林デジタルデータとツール

- 森林デジタルデータの入手先や入手方法およびそれらを扱うためのツールについて記載しています。入手したデータの内容を確認する方法やそれを理解するための基本的な知識についても概説しています。データには必ず欲しい情報が入っているか、それは間違いないか、不足している情報は何か、などを確認する必要があります。本書では航空レーザー計測した成果の樹頂点データを扱いますが、これには樹高しか無く胸高直径などのデータはありません。このデータだけで資源量をどのように推定するのかが本書のハイライトです。森林デジタルデータを扱うときは GIS ソフトと表計算ソフト（本書では QGIS と Microsoft Excel）を連携させて上手に使うことがコツです。章の終わりには GIS で森林デジタルデータを扱う際の重要事項も紹介しています。

03

机上の調査

- 森林デジタルデータが手元に揃っていたら、GIS で資源量を把握したい対象地を可視化してみましょう。表などでデータの羅列を見るよりも地図上に様々な情報を落とし込んで見る方が直感的にわかりやすいはずですが、そのために必要な基本的な GIS 操作も含めて、入手したデータから対象地だけのデータに絞り込んでいく手法を紹介し、最終的には樹頂点データも表示して、現地プロットを設けて樹高と胸高直径との関係性を調査すべき箇所を選定します。

04

現地プロット調査

- 現地の樹木は成長しているにもかかわらず、航空レーザー計測した時期が数年～十数年前であれば、樹頂点データの樹高はもちろん当時のままになっています。そのため現時点での樹高を知るために現地プロット調査を実施します。もちろん対象地にある樹木全ての樹高を補正しないといけません、最小限の努力で実現できるようラインプロット法を使って簡易に必要なデータを現地取得するようにします。また、樹頂点データには胸高直径のデータが無いので、樹高測定と同時に胸高直径も実測し、その結果として樹高と胸高直径の近似曲線を導きます。このほか、実際に対象地で伐採搬出するとしたら・・・という脳内シミュレーションするためにも現地状況を把握しておくことが大切です。

05

航空レーザー計測樹高の補正と DBH（胸高直径）

- 現地プロット調査のデータを使って、過去に計測した航空レーザーによる樹頂点データの樹高を補正します。実は航空レーザー計測した樹頂点と現地プロット内のある樹頂点とを完全に一致させることは困難なのです。経年変化（例えば自然災害による倒木の発生）も一因ですが、航空レーザー測量による樹頂点解析の成果が必ずしも正しいとは限らないからです。最も確からしいのは実際に現地でプロット調査した結果ですから、最初にプロット内の樹高を補正して胸高直径との相関関係を把握します。その結果から対象地の地位推定を行い、該当する地位の成長曲線から経年による樹高成長と胸高直径を推定できますので、過去〇年の間に X m の樹高成長があったと推定できます。これをもとに対象地内にある樹木のすべてに X m をプラスして、DBH も推定します。章の最後ではこの補正したデータを樹頂点データにフィードバックして、過去のものではなく現在のデータとして GIS 上に展開します。

06

伐採計画の策定

- 現地プロット調査のときに現況を見て伐採・搬出をシミュレーションしたように、GIS 上でもそれを可視化して検討します。最初に対象地の地形条件を可視化し、既設林道のうち使えるのはどれか、新たな作業道開設を要するかなど路網の検討が必要になります。このために必要な地形解析用の簡単な GIS リソースも紹介しておきます。利用する路網が決定できれば車両系集材と架線系集材も地形データやその他の情報も参考に決定していきます。集材方法を分けて考えるのは、出材に要する費用に関係してくるため、「車両系集材で〇m3、架線系集材で〇m3 が見込める」などのように計画したいからです。最終的に車両系で集材できる範囲の樹頂点データと架線系で集材できる範囲の樹頂点データを GIS で確定し、表計算ソフトにエクスポートして樹高別・胸高直径別の本数を一覧表にして次章で材積計算できるようにします。

07

利用材積算定

- 材積の算定にあたり、市場動向を考慮することは林産業の特性上、在庫管理には必要不可欠です。山元は出荷先や納材先など受け入れ側の事情を考えて生産活動をしなければなりません。それは採材長や最大または最小径級の限度、欠点材の許容値ほか、社会情勢によって変化するものすべてが該当します。これらも含めて算出したいので、単なる立木の蓄積材積ではなく「利用材積」としています。山元情報は現地プロット調査によって記録してきた情報が役に立ちますので、樹種ごとに一定のルールを設けて計算表に盛り込みます。樹高別・胸高直径別に有利な採材シミュレーションを表計算上でを行い、ABC 区分して末口二乗法で材積計算します。

目次

1	本書の目的と構成.....	1
	この手順書の構成.....	2
2	必要な森林デジタルデータとツール.....	3
	必要となる森林デジタルデータ.....	4
	データの入手先.....	4
	データの入手方法.....	4
	入手したデータの内容確認.....	5
	Windows から属性データの内容を確認する方法.....	7
	県提供データの様々な属性構成について.....	8
	オープンソース GIS.....	9
	QGIS をインストールする手順.....	10
	インストール後の起動確認.....	11
	GIS と連携して使う表計算ソフト.....	12
3	机上の調査.....	13
	座標系の設定.....	14
	二回目以降に座標系を設定する場合.....	18
	ベースマップの表示.....	19
	地理院地図の表示設定.....	19
	データのフォルダーを準備して一旦マップを保存.....	22
	林小班や樹種別の単木データを表示する.....	27
	レイヤの内容（属性テーブル）を表示する.....	28
	ラベルをつける.....	31
	必要な林小班のみを表示する.....	34

航空レーザー計測樹高データの経年補正	104
全樹高データの補正	106
プロット内樹高の補正.....	108
航空レーザー計測の補正樹高と実測 DBH とのすり合わせ	108
樹高別の胸高直径を全樹頂点レイヤに割り当てる	110
補正樹高と胸高直径データを樹頂点レイヤに結合	116
6 伐採計画の策定	122
伐採計画の策定手順	122
地形の概況を把握.....	123
CS 立体図を WebMAP で表示する	123
CS 立体図をインターネット経由して QGIS で表示する	125
G 空間情報センターから DL した CS 立体図を利用する.....	126
基盤地図情報で標高サーフェスを作成する	133
FGDV のインストール	134
数値標高モデルをダウンロードしてポイントデータにする	135
標高サーフェスの作成.....	141
等高線の作成.....	145
傾斜分布図の作成.....	147
傾斜区分図・路網整備難易度推定図の表示.....	150
「ぎふ森林情報 WebMAP」による傾斜分布図の表示.....	150
「ぎふ森林情報 WebMAP」のその他解析図の表示	152
作業道の線形検討.....	157
車両系集材範囲の把握.....	160
架線集材の可否検討	166
陰影起伏図	166
標高断面図.....	167
架線集材範囲の把握	169
集材範囲の樹頂点データ集計	178
集計作業.....	182
7 利用材積算定.....	185

材積算定の手順	185
共通計算条件の設定	186
樹種別の計算条件の設定	186
スギ計算条件の例.....	186
ヒノキ計算条件の例	186
カラマツ計算条件の例.....	187
集計の結果から計算表へ転記	187
欠点木の転記と ABC 評価	188
採材の検討	189
区分別・採材別の本数と材積の集計.....	189
8 参考資料.....	190
参考資料一覧.....	190

1 本書の目的と構成

ウッドショックのような需要の急変に柔軟に対応し、必要とされる木材を適時に適量、供給するためには、資源量が把握できている事業地を予め確保しておくことが有効であり、これを具体化するものとして「木材生産計画」の策定が必要である。本書は航空レーザー測量成果等の森林デジタルデータを活用した効率的な「木材生産計画」の策定を行うための手順について詳細に解説するものです。本書をご活用いただき各地域における森林資源の在庫管理にお役立てください。

岐 岐阜県は、平成25年から県域の航空レーザー測量を実施し、LiDar データを取得してきました。これらのデータは県が保有し、最初は主として詳細な地形データをGIS等で把握し山地防災や林道設計に活かしてきましたが、一部の地区ではさらにこのデータを活用した森林資源解析を実施（令和2年度～令和4年度）し、具体的には樹木本数や樹高のほか胸高直径や材積まで試算した報告書もあります。このように今まで現地調査や森林簿でしか把握できなかった森林の実態がLiDar データを元にして把握できるようになってきました。しかし、LiDar データそのものを扱うにはやや専門的な操作が必要となるので、県は森林解析の一環としてこれらのデータから樹頂点解析をしたデータに変換して整備してきましたが、その存在は森林施業に携わる事業者などに十分知られていませんでした。

メモ

LiDarとは「Light Detection and Ranging（光による検知と測距）」の頭文字をとった略語で、レーザー光線を使用して対象物の正確な距離と動きをリアルタイムで測定するリモ

ートセンシング技術のことです。プラットフォームには人工衛星、UAV（ドローン）、地上での車両や三脚などから計測するケースが考えられますが、本書で言及する LiDar は、主に航空機を使って上空から森林や地形など広範囲を高精度に計測した基盤データのことです。県では、LiDar による計測データを森林の所有界の確定（境界明確化）や森林資源量の調査、既設・新設を考慮した路網（林道・作業道）の線形配置、治山計画などの防災対策を検討するときに利用しており、民間においても利活用されることを期待しています。

本書ではそのデータの入手からオープンソース GIS で表示して森林概況を把握し、最終的には特定区域の木材生産計画に役立てられる手順を示すことを目的にしています。もしそのようにそれぞれの事業者が森林デジタルデータを活用できれば、森林の在庫管理が実現でき、顧客からの要請に対してより早くより正確に応えられるようになるかもしれません。本書ではなるべく直感的にわかるようビジュアルかつ平易に森林デジタルデータの利用手順を説明します。

この手順書の構成

本書では最初に県内の1地区を取り上げ、その地区で施業する範囲を決定し木材生産計画を策定する想定になっています。森林デジタルデータの取得からその内容を吟味し、GISでの概要把握をしてから正確性を期すために現地プロット調査を行い、再びGISによるモデル上で伐採計画の検討を行って、最終的に利用材積を算定する流れで進めます。



図 1-1 手順書の構成

すでに森林デジタルデータを閲覧できる GIS が準備できている場合や手元にデジタルデータがあつてすぐに活用したい場合は、3章の机上調査から始めることができます。

2 必要な森林デジタルデータとツール

木材生産計画を策定したい場所が決まったら、最初にその区域の森林デジタルデータを入手する必要があります。また、森林デジタルデータを扱うためのツール (GIS) も必要です。本章では、これら必要なツールやデータとその入手方法について解説します。

県 が保有する森林デジタルデータのうち、本書で扱う基本的なデータは林小班のポリゴンデータと樹種別の樹頂点データの二種類で、これらがシェープファイル形式で提供されます。林小班のポリゴンデータは図形的には（見た目には）単に林小班の境界線を表すデータですが、属性データに森林簿の詳細なデータを含めて提供してもらうことが可能です。

一方、樹種別の樹頂点データは、提供区域の樹木 1 本ごとの位置と樹高がわかるものです。こちらも見た目には単なる点（ポイントデータ）ですが、属性値に樹高データを持っており、その地点の樹木の高さがわかります。残念ながら、樹木は成長するので航空レーザー計測した時点からデータの陳腐化が始まっていますが、本書の手法によって数年後であっても利用できるようにするものです。

このほかにも県が保有する森林デジタルデータには他にも地形データなどがあります。

必要となる森林デジタルデータ

本書で必要となるデータは次の通りです。

データの種類	説明
森林簿データ	森林の所在地や所有者、面積や森林の種類、材積や成長量などの森林に関する情報を記載した台帳をデジタルデータ化したものです。
森林計画図（林小班）データ	森林の施業や管理用の図面として利用するために、地域森林計画の対象となる森林を、樹種や所有形態等で分けした図面をベクトルデータ化した図形データです。
路網図データ	林道や作業道がラインデータで図形化されたものです。
標高データ（DEM）	Lidar データから作成された地面の地形データです。一般的には標高を表すデータとなります。
森林疎密度解析データ	Lidar データから作成された地表面の地形データです。DEM と似ていますが、航空レーザーは地面に辿り着く前に障害物（樹木や建物など）があれば、そこから反射して地物の上面の標高を表すことになるので、DEM との差分を取れば、例えばビルであれば地面からの高さがわかります。このことから、森林地域でこの解析をすれば、任意の範囲において樹高が〇m の樹木が何本あるかが凡そ把握できるデータになります。

データの入手先

データごとに岐阜県林政部の所管が異なるため、入手先もそれぞれ違いますので必要なデータの詳細については下記までお問い合わせください。

データの種類	入手先・問い合わせ先 岐阜県林政部 058-272-1111
森林簿データ	林政課森林計画係（内4317）
森林計画図（林小班）データ	林政課森林計画係（同上）
林道・作業道データ	森林経営課整備係（内4385）
標高データ（DEM）	森林保全課治山係（内4417）
森林疎密度解析データ	森林活用推進課森林吸収現対策室（内4347）

データの入手方法

ほとんどの場合、事業者がデータを入手するのにデータの貸与申請が必要です。電磁的記録等複製・使用申請書や森林簿データ等貸与申請書および誓約書の提出が必要ですので、詳しくは入手先・問い合わせ先までご連絡ください。

データの容量が小さい場合はダウンロード先をメールなどで指定されてファイルを保存すれば事足りる場合もありますが、データ容量が大きい場合には、空のハードディスクなどが必要になるかもしれません。入手先に問い合わせの上、必要な機器を準備しておく必要があります。

別記第7号様式（第3章第3条3関係）

電磁的記録等複製・使用申請書

令和 年 月 日

岐阜県 森林管理課課長 様

住所 岐阜県岐阜市六番五丁目1番4号
申請者
氏名 代表理事 渡辺 博

林政部所管情報システム運用規約第3章第3条3の規定により、下記のとおり申請します。

記

1 目的	岐阜県森林管理センター 森林計画図データベース「森林計画図データベース」に関する申請
2 電磁的記録等種類及び内容	森林計画図シェープ（地番あり、所有者名なし）
3 範囲又は区域	別紙の通り

図 2-1 申請書の事例

入手したデータの内容確認

県から提供されるデータは zip 等の圧縮ファイルになっていることが多いので、解凍する必要があるかもしれません。適切な解凍ソフトで解凍したフォルダー中のファイルを確認します。

データは、GIS のデータやデータベースから属性値だけをエクスポートしたデータ（表計算ソフトで扱う）が提供されることもあります。申請者側がどんなデータが必要なのがわからないと提供側も申請者の意図しないデータを提供せざるを得ないことがあります。GIS の図形データが欲しいのか、それとも森林簿の属性データだけが必要なのかを伝えておかないと、何度も請求しなくてはならなくなるので事前によく調べておくことが必要です。

提供されたデータまたは解凍したデータが GIS データであるとき、一般に Windows のエクスプローラーからは次のように表示されているはずです。同じ名前のファイル名が複数あるように見えますが、ファイルの拡張子（.shx や .shp など）が異なります。これらのファイルはシェープファイル（米国 ESRI 社の GIS フォーマット）形式といわれるベクタ形式（図形は点・線・面）のデータを表現する形式です。やや旧式な部類に属するフォーマットですが、GIS 黎明期からの世界標準フォーマットですので現在でも使われています。

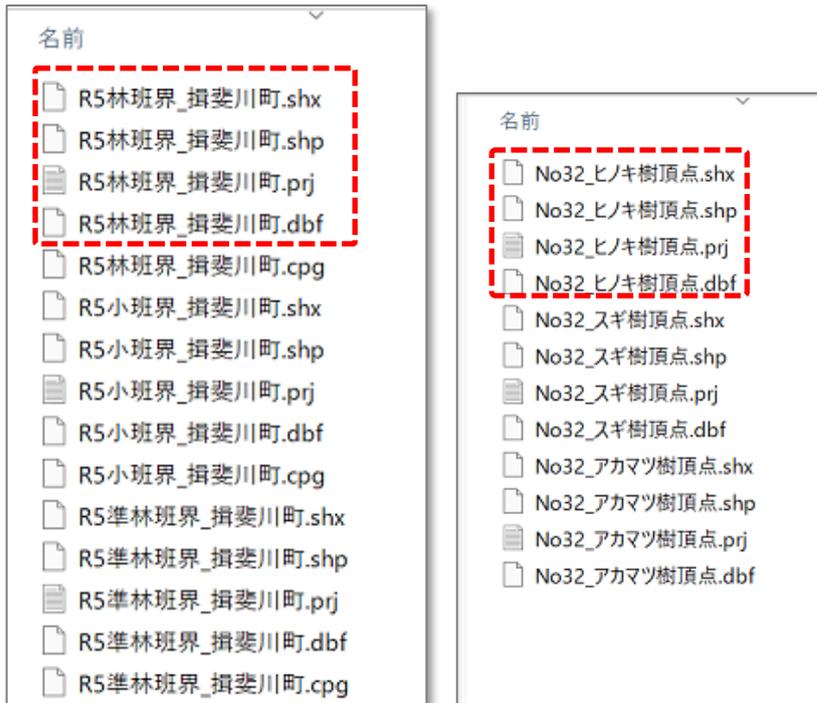
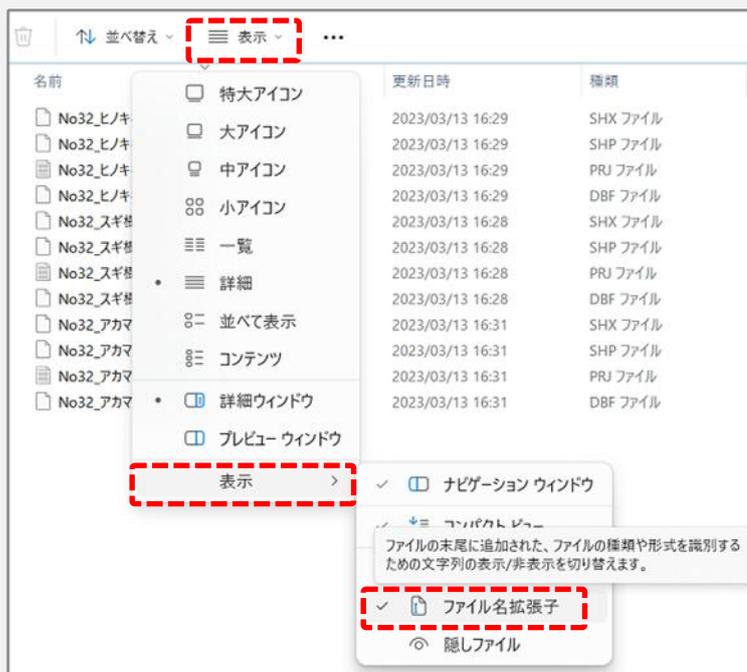


図 2-2 森林簿 GIS データ (左) と樹頂点データ (右)

メモ

PC で拡張子を表示させるには、エクスプローラーのメニューの「表示」から [表示] - [ファイル名拡張子] をクリックします。この拡張子は GIS を操作する上で重要なので表示させたままにしておきます。



Windows のエクスプローラーなどでシェープファイルを見ると、図 2-2 のように少なくとも同じ名前のファイルが 4 個以上あることがわかります。シェープファイルはこれらのファイルが相互に関係して一つの GIS データになりますので、必ずセットでコピーしたり移動したりする必要があります。GIS ソフトでこれらのファイル进行操作する場合には一つのファイルとして見えるよう設計されており、ファイルのコピーミスなどを防ぐことができます。このような理由から、データをコピー・移動するときは専用の GIS ソフトで行い、できるだけ Windows から操作するのは避けることが賢明です。

Windows から属性データの内容を確認する方法

主なシェープファイルの拡張子の意味は次の通りです。

拡張子	意味・役割
.shp	(必須) 図形の情報 (点・線・面) を格納するメインのファイル。
.shx	(必須) 図形のインデックス情報 (検索に使うデータ) を格納するファイル。
.dbf	(必須) 図形の属性情報 (図形に関する小班名、樹種、林齢など具体的なデータ) を格納するテーブル。
.prj	(推奨) 図形の持つ座標系の定義情報を格納するファイル。もしこの情報が無い場合は提供者から情報を得て自ら付与する必要がある。
.sbn および .sbx	(推奨) 空間インデックスを格納するファイル。空間インデックスを持つと、空間検索のパフォーマンスを向上させることができる。
.cpg	(推奨) 使用した文字コードの識別コードページ (DBF 専用) 指定。

上記のうち、特に重要な .dbf の拡張子を持つファイルを Windows から確認します。

<.dbf の確認>

.dbf は data base file を表しますので、そのまま表計算ソフトで開くことができます。表計算ソフトを起動して空白のシート上に ○○.dbf をドラッグ&ドロップすれば閲覧が可能になります。(注: 編集した後の保存は CSV 形式などにする必要があります。) データベースファイルを開いたすぐは次のように表示されますので、一番上の行でどんな内容のデータが格納されているかを知ることができ、その具体的なデータも 2 行目以降で確認することができます。

	A	B	C	D	E
1	樹種ID	樹種名	樹高	胸高直径	ID
2	1.000000000000	スギ	15.100000000000	3.200000000000	1
3	1.000000000000	スギ	22.500000000000	3.200000000000	2
4	1.000000000000	スギ	20.000000000000	3.200000000000	3

図 2-3 スギ樹頂点.dbf

県提供データの様々な属性構成について

上記のように県から提供されるデータの内容を確認すると、様々な形態で提供されることがわかります。例えば、同じ樹頂点データを申請しても、時期や場所によって属性データの内容が異なっていることがあり、胸高直径以外にも様々な林況指標が含まれていたり、中には単木の材積まで含まれていたりするものさえあります。すでに材積まである場合には、これをもって対象地に存する単木材積を全部集計してしまえば、概略の在庫量は把握できるわけですが、樹高を航空レーザー計測した年度や解析した年度を確認しておかないと過去の時点でのデータになってしまいます。よって本書では、航空レーザー計測した年度から現在までの林木の成長を考慮する方法を取ります。

(事例1) 材積まで記載がされている

▲	FID	Shape *	樹高	樹冠長	樹冠面	胸高直	材積	形状比	樹種ID	樹種	小班ID	林齢	森林計
1	0	ポイント ZM	19.1	38	14.5	29.6	0.64	65	2	ヒノキ	56@122@2@1@0	111	2013/01/01
2	1	ポイント ZM	17	30.3	6	21.2	0.292	80	2	ヒノキ	56@122@2@1@0	111	2013/01/01
3	2	ポイント ZM	20.4	11.6	15	26.8	0.583	76	2	ヒノキ	56@122@2@1@0	111	2013/01/01
4	3	ポイント ZM	19.9	23.5	12	26.9	0.568	74	2	ヒノキ	56@122@2@1@0	111	2013/01/01

(事例2) 材積の記載は無いが樹高やその他のデータはある

▲	OBJECTID_1 *	Shape *	OBJECTID	小班ID	林齢	樹冠長	樹冠面	樹種	樹種ID	樹高
1	1	ポイント	24485404	216@52@39@5@9@0	60	29.5	10	ヒノキ	2	21
2	2	ポイント	23369652	30@52@39@8@23@1	43	18.9	1.8	ヒノキ	2	12.8
3	3	ポイント	23369653	30@52@39@8@23@1	43	17.8	5	ヒノキ	2	18
4	4	ポイント	23369654	30@52@39@8@23@1	43	20.5	5.8	ヒノキ	2	17.2

図 2-4 属性の内容が異なる事例 (表示は ArcGIS による)

また、胸高直径が属性値にある場合でも、全ての樹高で同じ数値になっているなどのケースがありますので、本書ではこの胸高直径を採用しないで、改めて樹高から胸高直径を推定するようにしています。

	樹種ID	樹種名	樹高 ▲	胸高直径
1	2.000000000000	ヒノキ	4.100000000000	18.700000000000
2	2.000000000000	ヒノキ	4.300000000000	18.700000000000
3	2.000000000000	ヒノキ	4.300000000000	18.700000000000

	樹種ID	樹種名	樹高	胸高直径
1	2.000000000000	ヒノキ	28.700000000000	18.700000000000
2	2.000000000000	ヒノキ	28.200000000000	18.700000000000
3	2.000000000000	ヒノキ	27.700000000000	18.700000000000

図 2-5 樹高が異なっても全部同じ胸高直径になっている事例

メモ

県提供のデータが全く表示できない、既存のデータと重ならないなどのトラブルは、ほとんどが測地系と座標系の設定に起因します。測地系と座標系の知識を深めるには国土地理院サイトの国家座標の項目をご参照ください。

https://www.gsi.go.jp/sokuchiki_jun/kokkazahyo-top.html

オープンソース GIS



森林デジタルデータはオープンソースの GIS で表示でき、必要に応じて加工することができます。そのためソフトウェアは身近にある GIS ソフトを利用していただいても結構ですが、本書では QGIS を利用します。

QGIS は <https://qgis.org/> からダウンロードして PC にインストールしてください。

この作業が難しい場合には、例えば説明サイトの <https://qgis.mierune.co.jp/> や書籍などを利用して QGIS に関するトレーニングをしてから挑戦してください。まだインストールしていない場合には、以下にダウンロードサイトのイメージとインストールの簡単な手順を示しておきますので、準備してください。

QGIS をインストールする手順

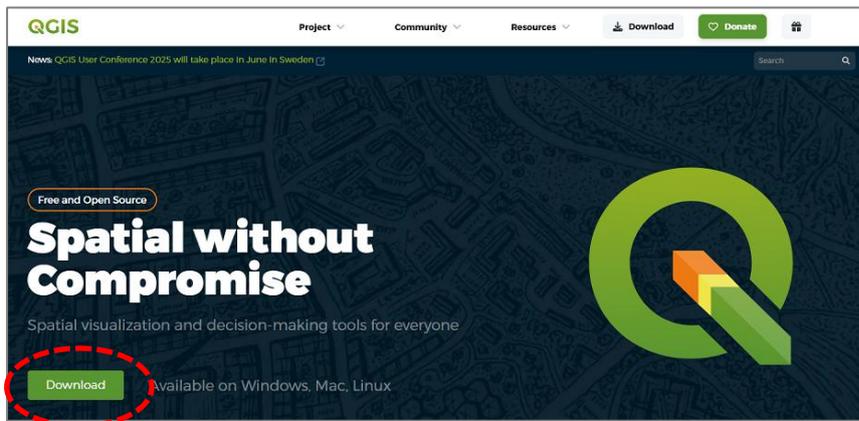


図 1-2 QGIS のダウンロードサイトの [Download] をクリック

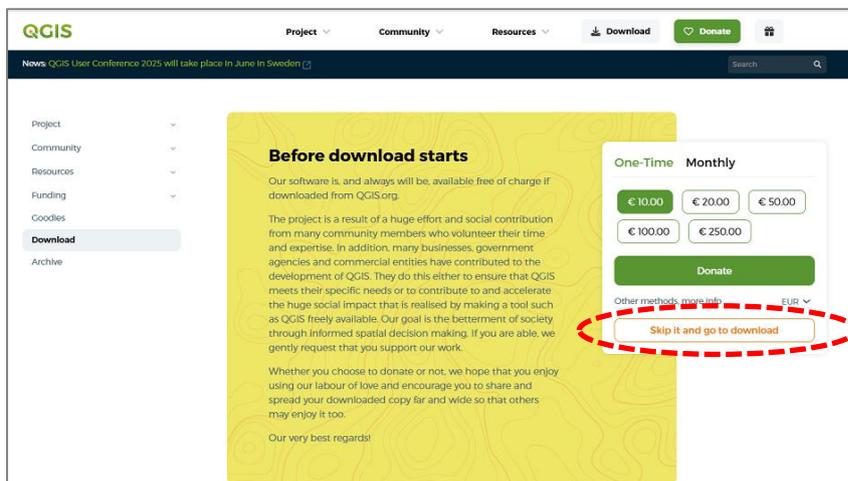


図 1-3 [Skip it and go to download] をクリック

QGIS はオープンソースということもあり、頻繁にバージョンアップが繰り返されています。あまり新しいバージョンをインストールしてしまうと説明サイトや書籍の説明と実際の操作画面が一致しないことがあります。これを避けるために安定版を利用することを推奨します。安定版とはプログラムのバグなどが少なく PC や OS などの違いによって不具合が起きにくいので文字通り安定して動作するバージョンのことです。

本書では OS が Microsoft Windows11 の PC へ下図の [Long Term Version for Windows (3.34LTR)] をクリックしてダウンロードしたものをインストールして使うことにします。インストールに際しダウンロードするファイル名は QGIS-OSGeo4W-3.34.14-1.msi です。

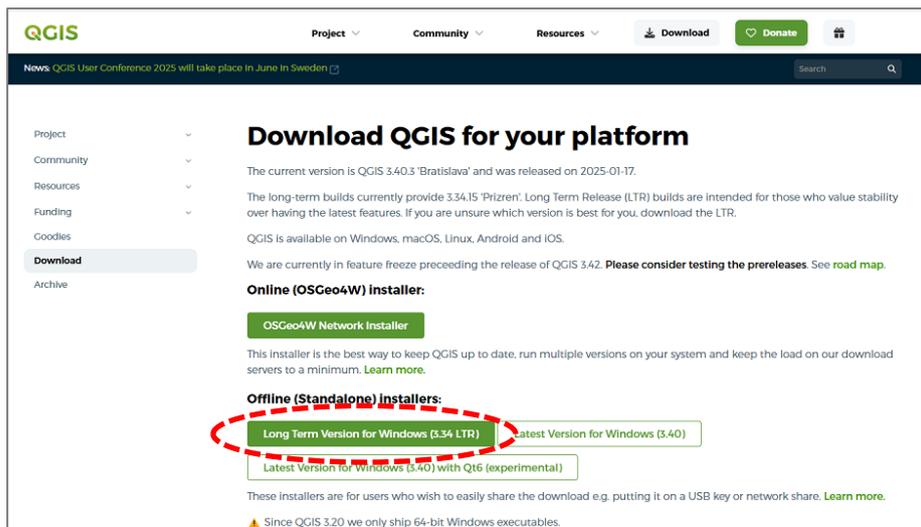


図 1-4 [Long Term Version for Windows (3.34LTR)]をクリック

上図のグリーンの部分をクリックすると、PC上でQGISインストーラをダウンロードする場所を指示する画面が出てくるので、適当な場所（本書では[ダウンロード]）を指定しておきます。ダウンロードには10分以上時間を要する場合があります。

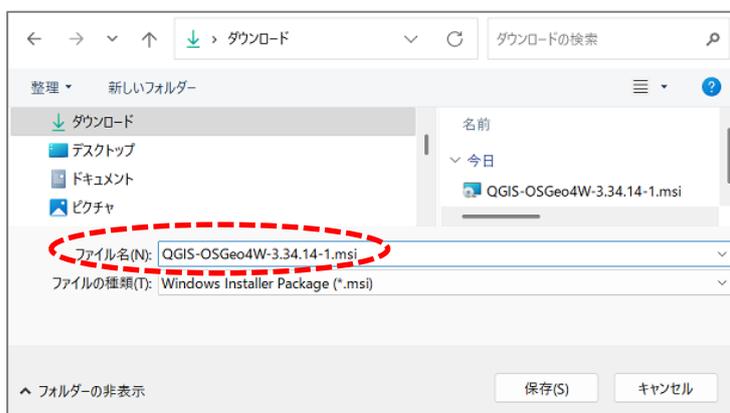


図 1-5 [ダウンロード]へ保存を指示

ダウンロードが終了したら、ダウンロードフォルダーにある「QGIS-OSGeo4W-3.34.14-1.msi」をダブルクリックし、画面の指示に従ってインストールしてください。インストールに要する時間はお使いのPC性能次第ですが、相応の時間がかかりますので途中で電源を落としたりしないで気長にお待ちください。

インストール後の起動確認

インストールが完了したら、PC画面左下のWindowsスタートボタンをクリックすると下図のようなアイコンができているのを確認します。



図 1-6 QGIS のアイコン

このアイコンをダブルクリックすると、次のスプラッシュ画面が表示されたあとに QGIS が立ち上がります。



図 1-7 起動時のスプラッシュ画面（安定版の[long term release]が表示されています）

GIS と連携して使う表計算ソフト

GIS で森林デジタルデータを閲覧・加工の途中で、あるいは最終的な集計作業の段階で、必要なデータを表計算ソフトに取り込んで様々な作業を行います。本書ではこの時に使う表計算ソフトを Microsoft Excel2021 とします。

3 机上の調査

森林デジタルデータをオープンソースGIS上に展開して対象地の概要を把握します。提供された航空レーザー解析データ（樹種、樹高、位置）を用いて、対象地の立木位置を地図上に描き（林相図）、樹高が低い立木は薄い色で、高い立木は濃い色で表してイメージを掴みます。この図を基に、樹高の分布が低い立木から高い立木まで網羅できるよう、プロット調査計画を立てることができます。

Q GISアイコンをダブルクリックして起動します。
 QGISアイコンは右クリックして「タスクバーにピン留めする」を選んでおくと、すぐにアクセスできて便利です。起動出来たら、使いやすいようにQGIS内のパネルを整理しておきます。例えば、「ニュース」というエリアが不要であれば、これを右クリックして非表示にしておきます。



図 3-1 不要なウィンドウを非表示にする

残るプロジェクトテンプレートは、これから作業するプロジェクトなので、これをダブルクリックすると、次の図のようになります。

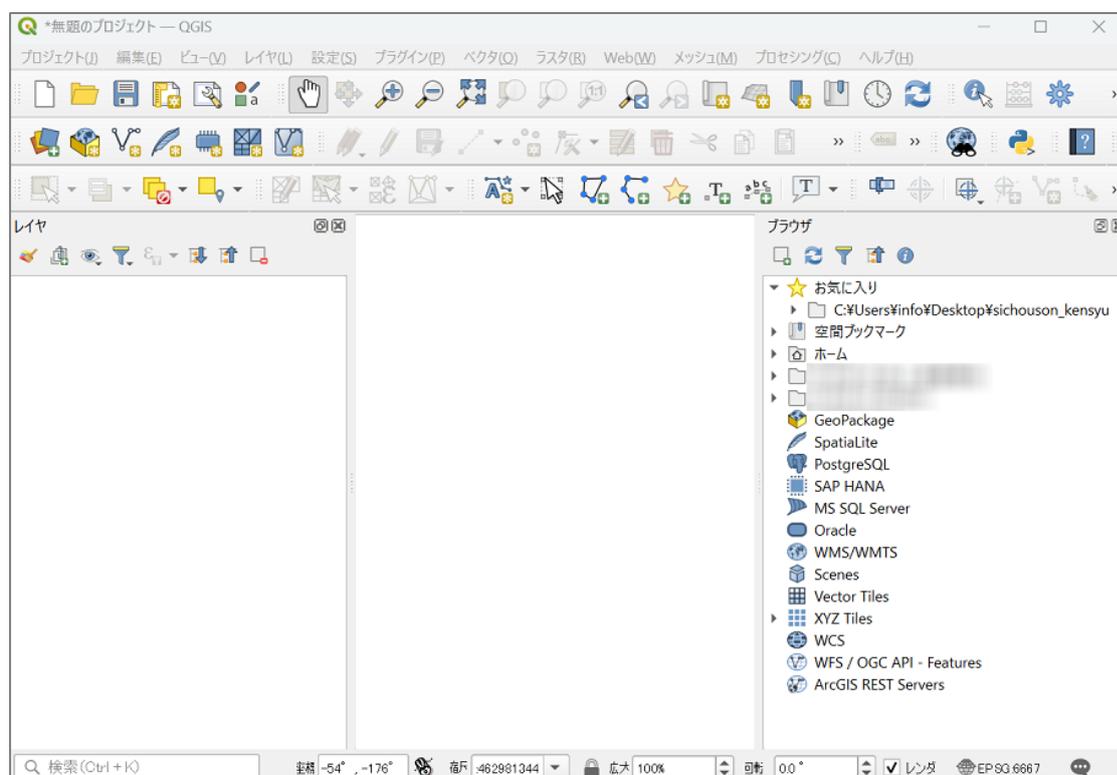


図 3-2 作業の開始画面

上の図は、インストール直後の画面構成ではなく、レイヤパネルを左側に配置し、ブラウザパネルを右側に配置して、マップ画面が真ん中になるよう位置の変更がしてあります。

メモ

レイヤやブラウザといったパネルは、その文字のあたりをマウスでドラッグ&ドロップすることによって作業者の好みに合うよう自由に位置を変えられます。

座標系の設定

起動したら、最初に画面右下隅にある下図の場所（下の図では、「EPSG6667」）をクリックしてプロジェクトのプロパティ座標参照系（CRS）の設定画面を出します。GIS を利用するとき、座標系は最初に必ず設定しておくことをお勧めします。

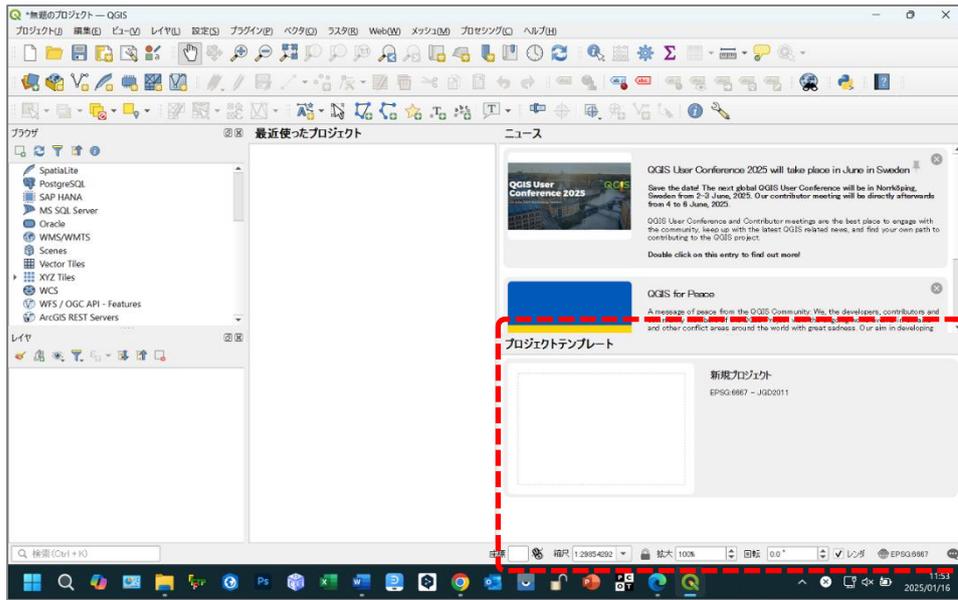


図 3-3 座標系の設定（上図はインストール後すぐに起動させた画面です） 図 3-2 に赤枠部分の拡大図

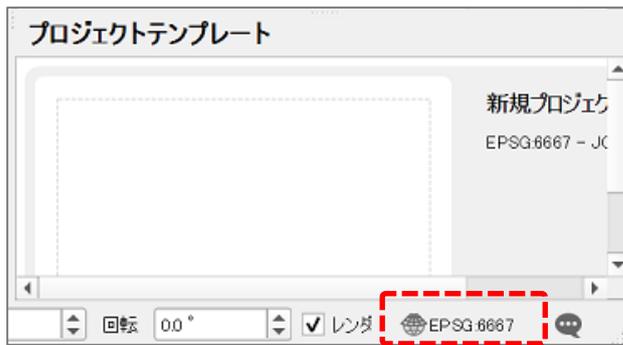


図 3-4 座標系の設定詳細図

森林解析では長さや面積などの精度が重視されるので、平面直角座標系（いわゆる公共測量座標系）を設定するのが一般的です。

メモ

平面直角座標系の説明は、国土地理院サイトが詳しいので確認してみてください。
https://www.gsi.go.jp/sokuchiki_jun/jpc.html

岐阜県は平面直角座標系第7系に位置しますが、QGIS では国際的な取り決めである EPSG コード表示で使われているため、このコードで指定します。

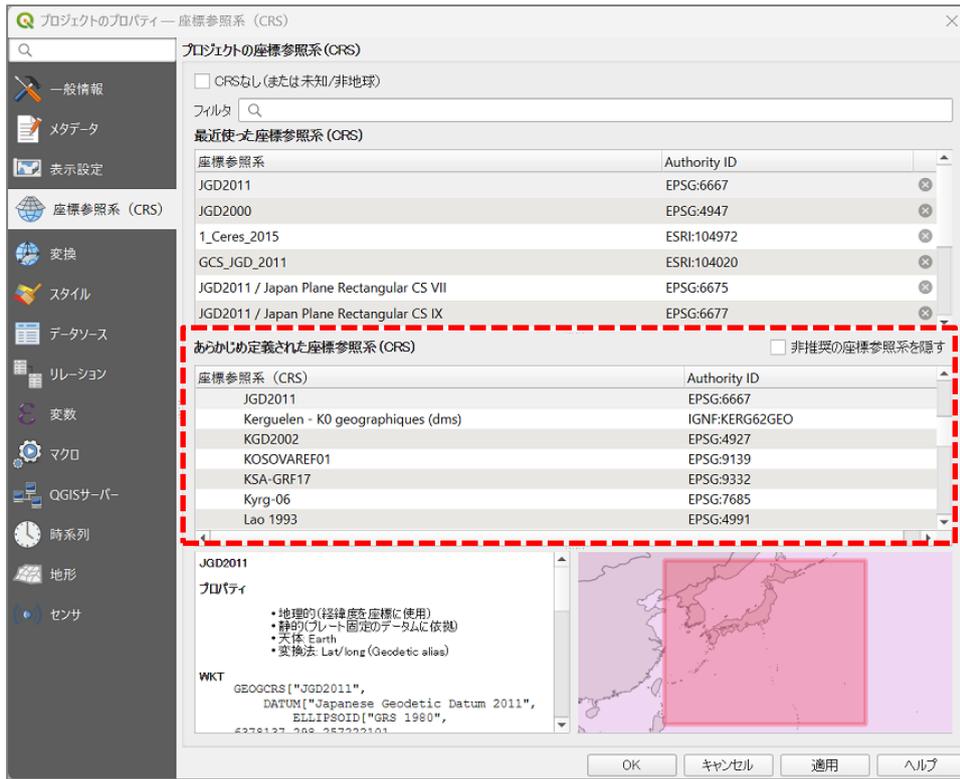


図 3-5 「あらかじめ定義された座標参照系 (CRS)」に注目

「あらかじめ定義された座標参照系 (CRS)」のところに注目すると、現在選択されている座標系の場所が表示されているので、上下して一番左端の▶印をクリックして閉じると下図のようになります。

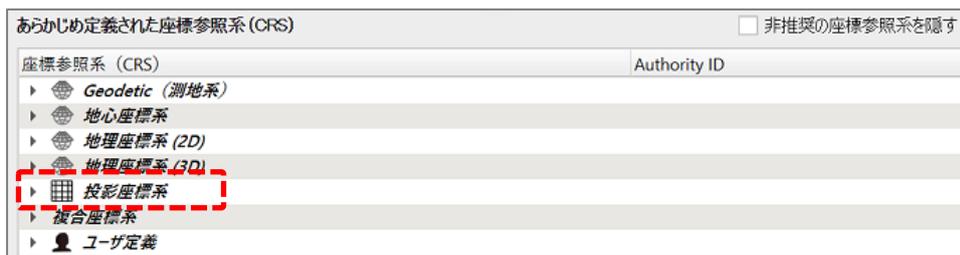


図 3-6 投影座標系

メモ

座標系については、地理座標系や投影座標系等のワードで検索してその違いや概念を掴んでおくと理解の助けになります。

平面直角座標系は投影座標系なので、改めてその左横の▶印をクリックして[投影座標系] - [横メルカトル]とし、「座標参照系 (CRS) JGD2011/Japan Plane

Rectangular CS VII、Authority ID EPSG:6675」を探してクリックして選択し、
[適用] - [OK] とクリックします。

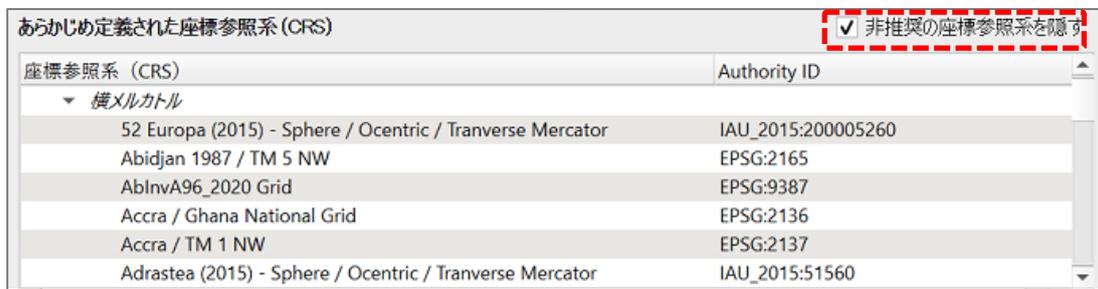


図 3-7 横メルカトルを選択時に右上の「非推奨の座標系を隠す」にチェックを入れておくと良い

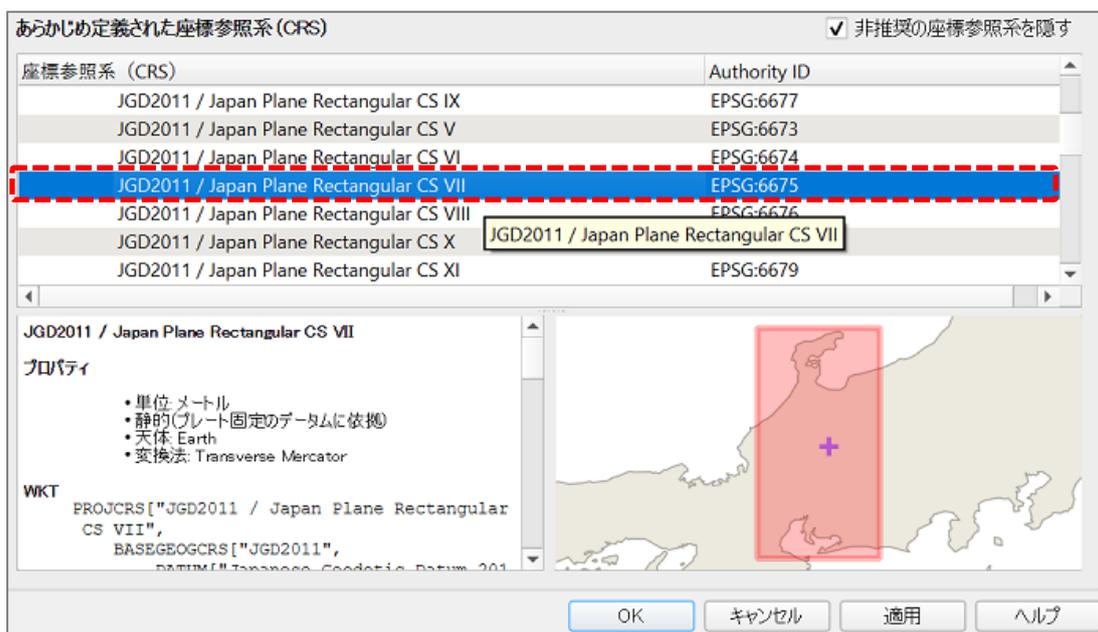


図 3-8 EPSG6675 を選択

改めて、画面右下隅の座標系に「EPSG6675」が表示されていることを確認します。

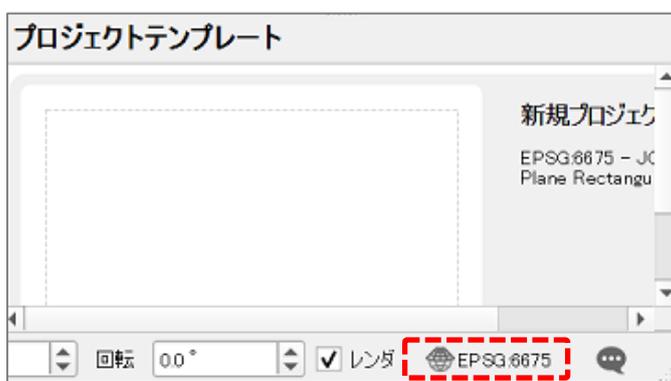


図 3-9 EPSG6675 が表示されていれば OK

二回目以降に座標系を設定する場合

すでに QGIS を使ったことがある場合には、フィルタ欄へ「EPSG」と入力すると、「最近使った座標参照系 (CRS)」欄に「座標参照系 (CRS) JGD2011/Japan Plane Rectangular CS VII、Authority ID EPSG:6675」が出てくるのでこれをクリックして選択し、[適用] - [OK] とします。あるいはフィルタ欄に直接「6675」と入力しても可です・

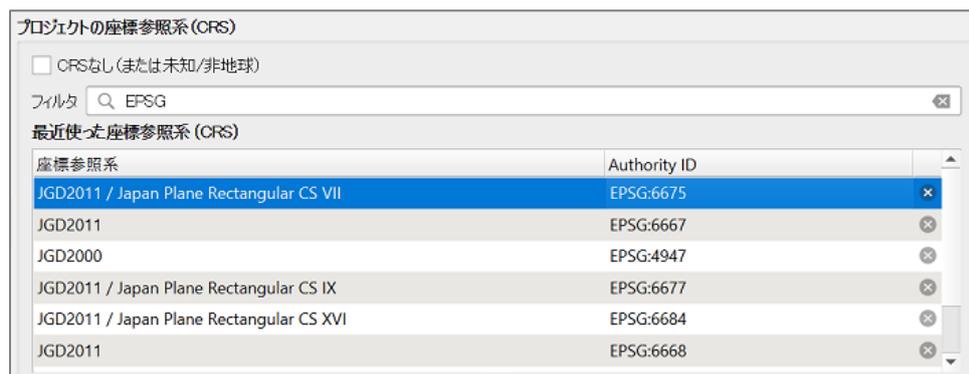


図 3-10 以前使用したことのある座標系

ベースマップの表示

起動したら最初にベースマップを表示させて、どの場所が表示されているかわかるようにします。ベースマップにはいろいろありますが、ここでは国土地理院の地理院地図を表示させておきます。

メモ

ベースマップとは、GIS のレイヤ表示において最下部に表示させるデータのことです。WEB 上では Google Map や Yahoo マップがそれですが、森林解析用途では森林基本図や 1/25,000 図の地理院地図が使われているようです。用途によってはオルソ画像を使う方が見やすい場合もあります。

地理院地図の表示設定

地理院地図を表示するには以下の手順で作業します。

上段のメニューツールバーから [レイヤ] を選択します。



図 3-11 メニューツールバー

[レイヤを追加] を選択します。

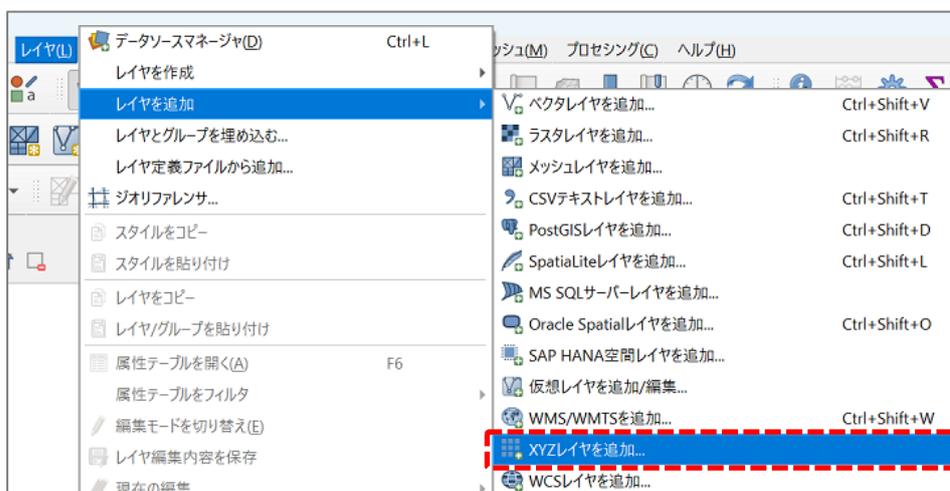


図 3-12 レイヤを追加

[XYZ レイヤを追加] を選択すると、データソースマネージャのパネルが現れます。このとき、上段のXYZ 接続欄の▼印をクリックしてコンボボックスから地理院地図を選択します。右下の保存ボタンをクリックしておく、以後も有効になります。接続の詳細欄は特に変更しないで、追加をクリックし閉じてください。

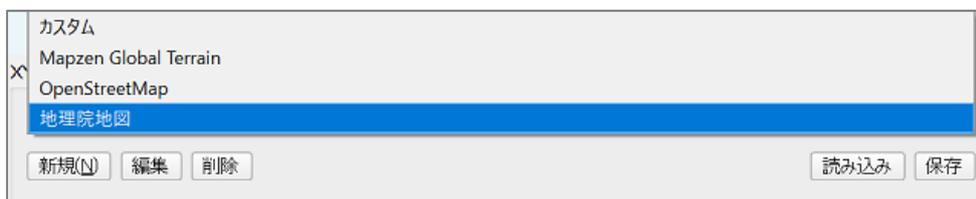


図 3-13 XYZ 接続のコンボボックス

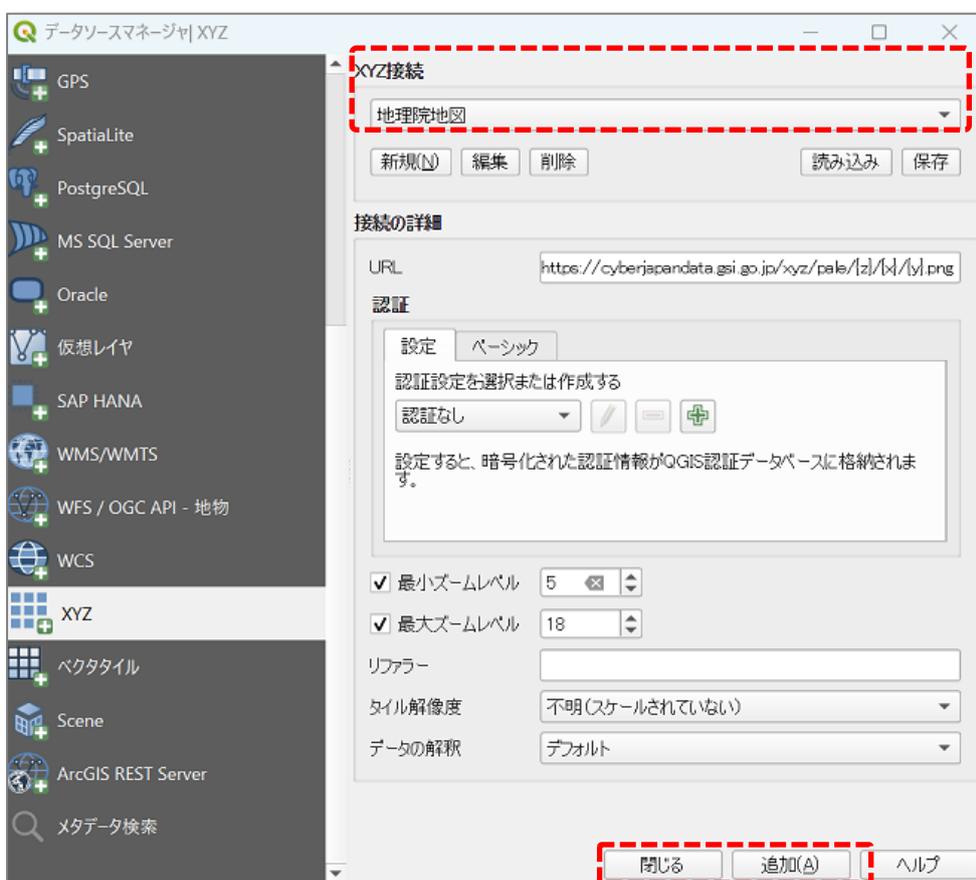


図 3-14 地理院地図表示の最終手順

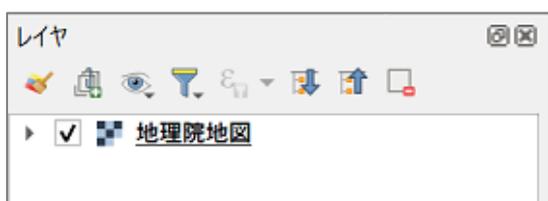


図 3-15 レイヤパネルで地理院地図の追加を確認

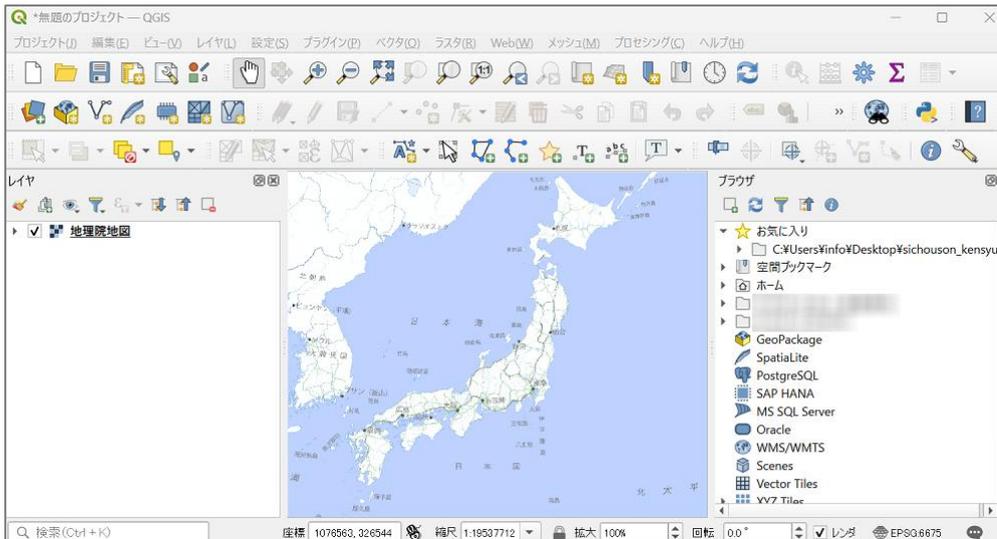


図 3-16 マップ画面でも地理院地図を確認

マップ画面で日本地図が表示されていないように見える場合、例えば次の図のような状態のときは、ナビゲーションツールバーを使って拡大、移動を繰り返して日本を探す必要があります。

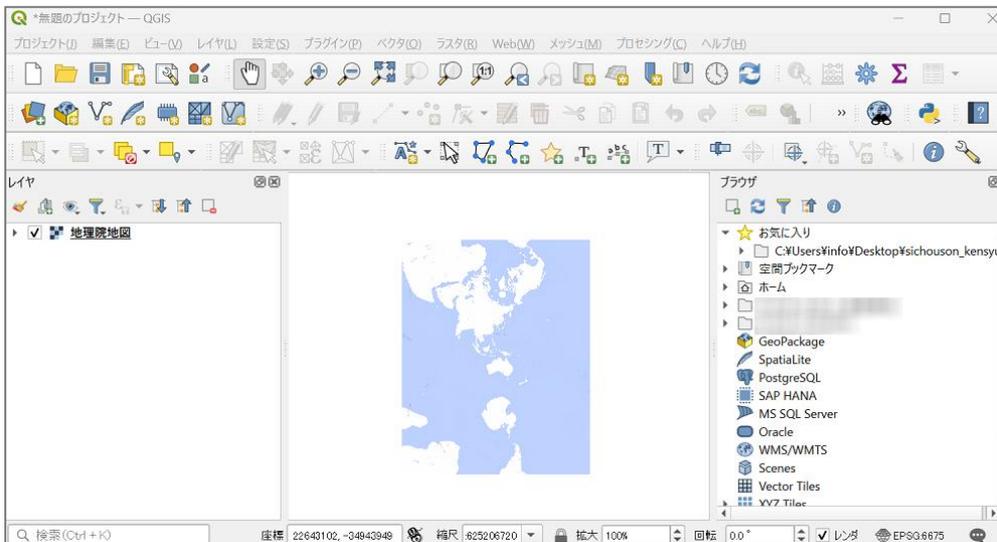


図 3-17 日本列島が見えない場合（日本固有の平面直角座標系で表示されているので世界が歪んで見えています）

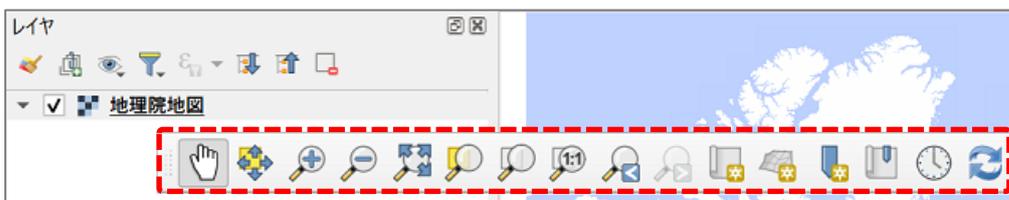


図 3-18 ナビゲーションツールバー（通常はメニューツールバーの直下で見つかります）

マップを拡大して、伊吹山の東にある岩手峠付近を中心にして表示しておきます。

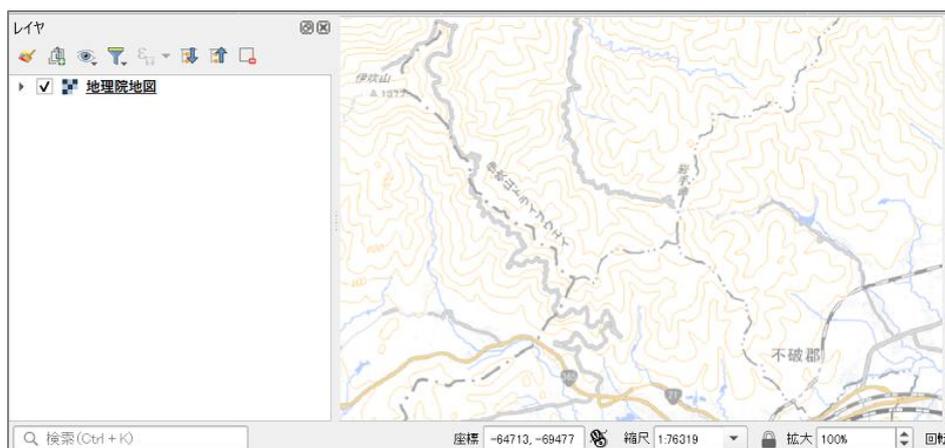


図 3-19 机上調査の付近に移動

メモ

地理院地図と同様にベースマップにはオルソなど岐阜県関係のデータも表示可能です。詳しくは「ぎふ森林情報 WEB マップ」をご参照ください。

<https://www.forest.rd.pref.gifu.lg.jp/shiyou/sinrinwebmap.html>

データのフォルダーを準備して一旦マップを保存

県から提供された森林デジタルデータは、「森林デジタルデータ」フォルダーに入れて、適当な場所に保存します。ここでは、デスクトップ上に「森林デジタルデータ」フォルダーを作成し、その中に下図のようにデータを格納しています。

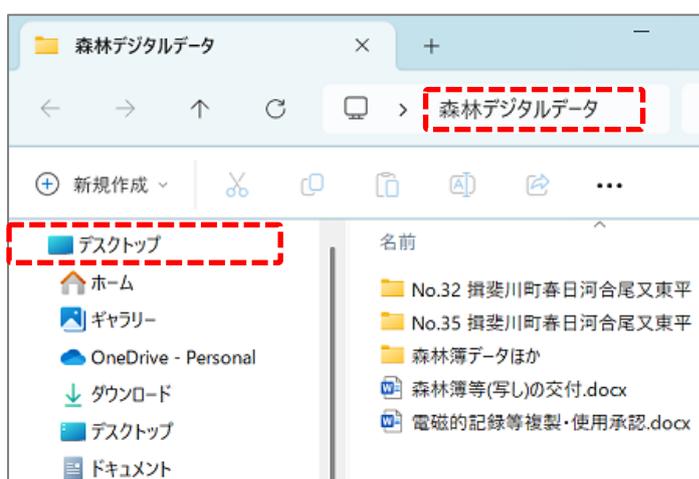


図 3-20 森林デジタルデータの場所

森林デジタルデータのフォルダーは以後もアクセスすることが多くなるので、QGIS からアクセスしやすいよう設定しておくくと便利です。



図 3-21 お気に入りに登録

QGIS のブラウザパネルの中の最上段にある「お気に入り」を右クリックし、[ディレクトリを追加…] をクリックします。



図 3-22 ディレクトリを追加

森林デジタルデータフォルダーを選択して、[フォルダーの選択] をクリックします。

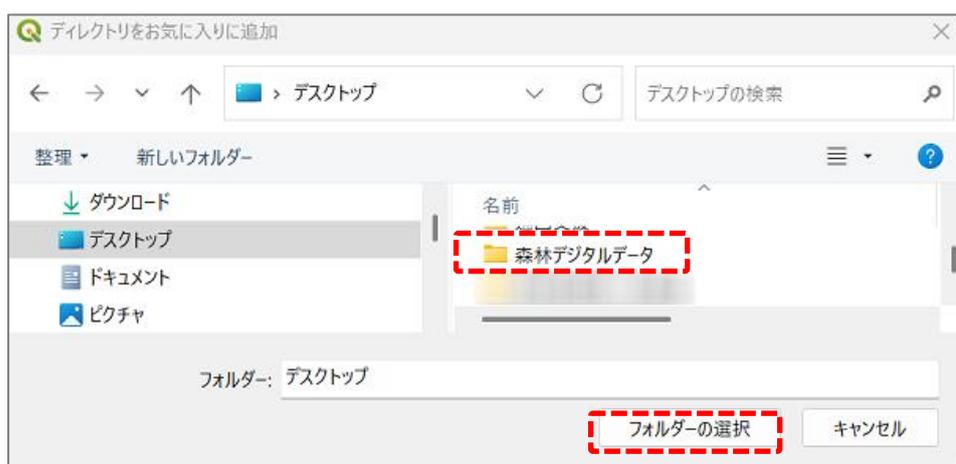


図 3-23 森林デジタルデータフォルダーを選択

この操作が完了すると、以後の操作はお気に入りフォルダーからデータの追加等が容易になります。

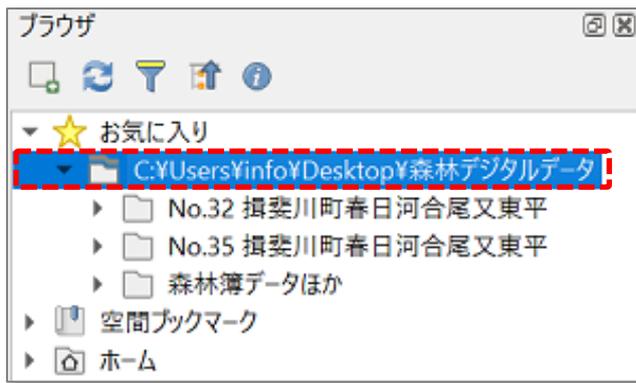


図 3-24 お気に入りフォルダーの中身

この状態で一旦、マップを保存してみます。画面左上隅のメニューツールバーにある [プロジェクト] をクリックして [名前をつけて保存(A)…] を選択します。

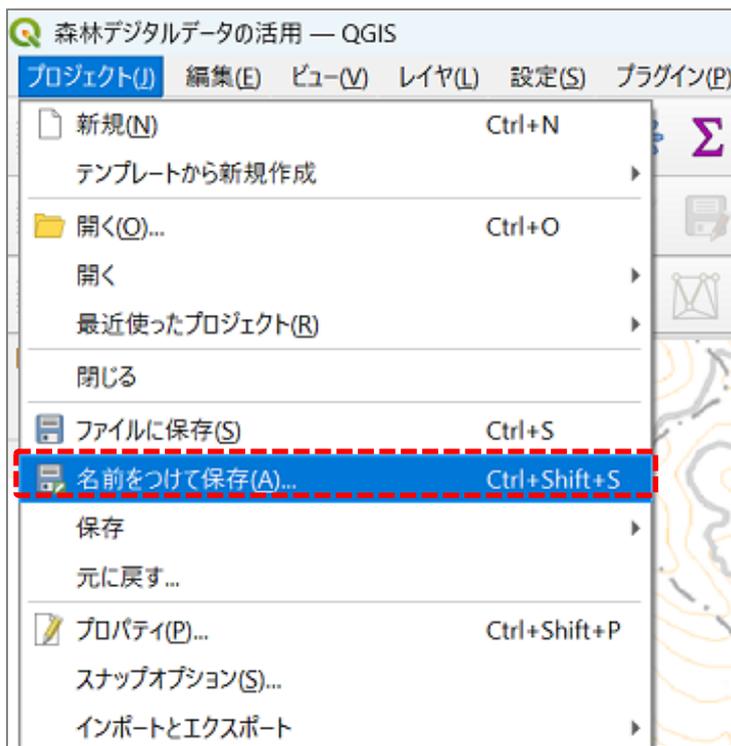


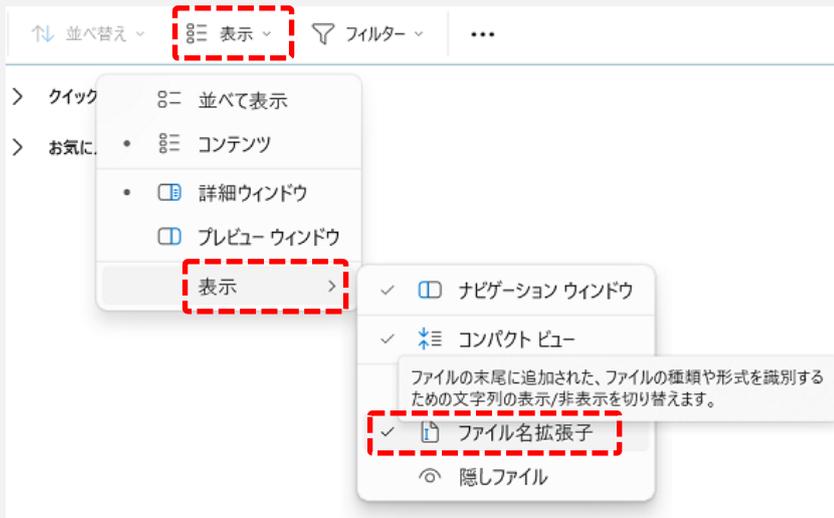
図 3-25 名前を付けて保存

先ほど準備したデスクトップ上にある「森林デジタルデータ」フォルダーに「森林デジタルデータの活用」という名前を付けて保存します。QGIS で作成するマップは拡張子が .qgz となります。Windows 上でも拡張子が見えないと何のデータかの判別が難しくなるので、ファイル名拡張子を表示させる設定をしておくことを強く推奨します。

メモ

シェープファイルを扱うときは、ファイル拡張子を参照できるようにしておくことが大事です。拡張子が無いと Windows からシェープファイルを見た場合、どれも同じファイル名にしか見え無くなってしまいます。

Windows の画面の左下スタートボタンを右クリックし、[エクスプローラー] をクリックしてファイルエクスプローラーを起動します。



上図のように、表示からファイル名拡張子をクリックしてレ点が付けばOKです。

森林デジタルデータフォルダーをダブルクリックして開き、次のようにファイル名を付けて保存ボタンをクリックします。

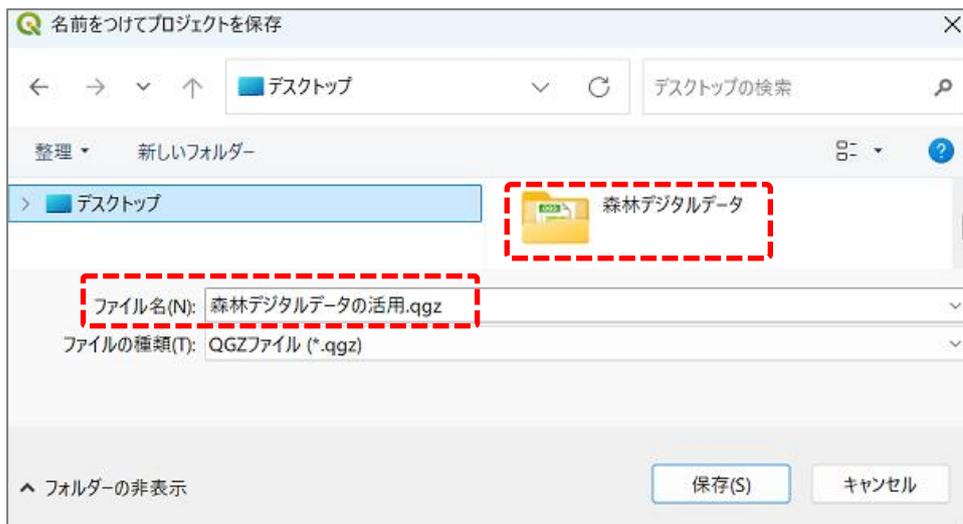


図 3-26 保存先

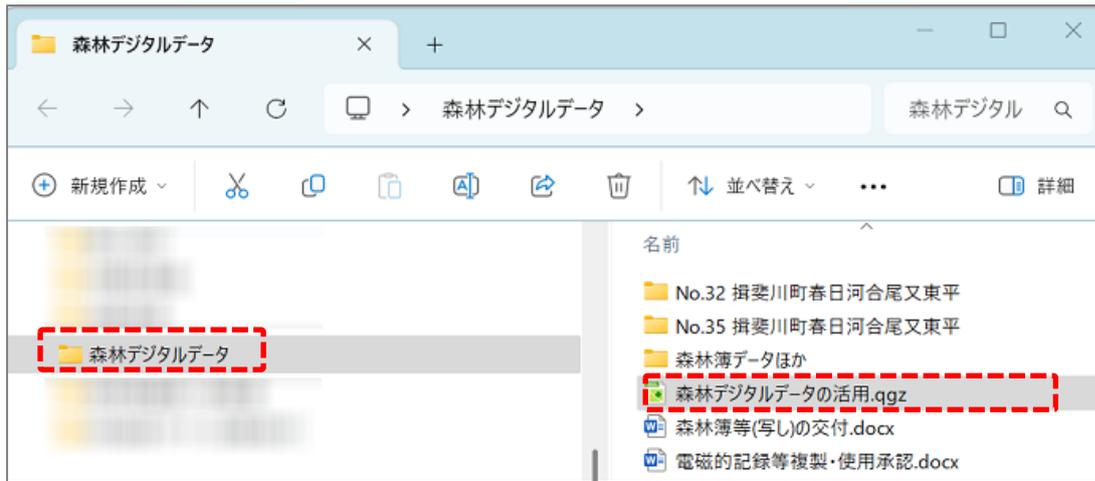


図 3-27 保存された QGIS マップファイル

その結果、森林デジタルデータフォルダーの中に「森林デジタルデータの活用」マップが保存されました。作業の途中で中断したいときはこれに上書き保存し、再開したいときはこのファイルをダブルクリックすれば OK です。

林小班や樹種別の単木データを表示する

前項で作成した「森林デジタルデータの活用.qgz」をダブルクリックして作業を再開します。ブラウザパネルの★お気に入りの左横の▶印をクリックして展開し、森林簿データほかも展開します。

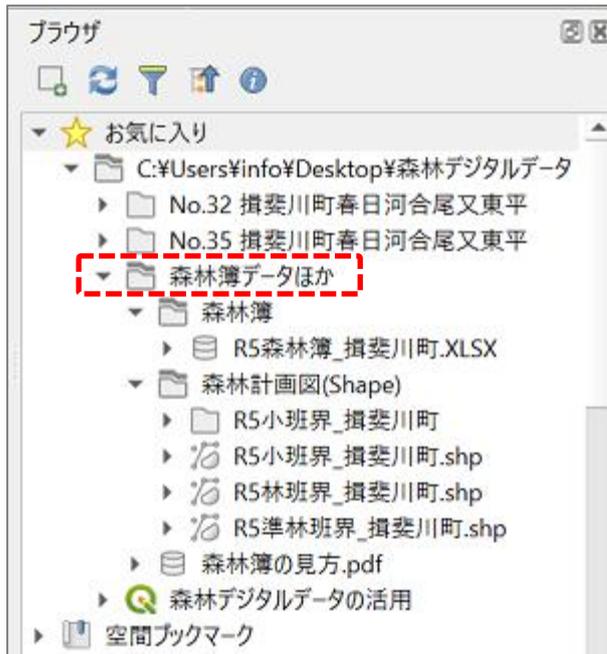


図 3-28 森林簿データ

森林計画図を展開した中に「R5 林班界_揖斐川町」「R5 準林班界_揖斐川町」「R5 小班界_揖斐川町」があるので、これらを順に QGIS のマップ画面へドラッグ&ドロップします。

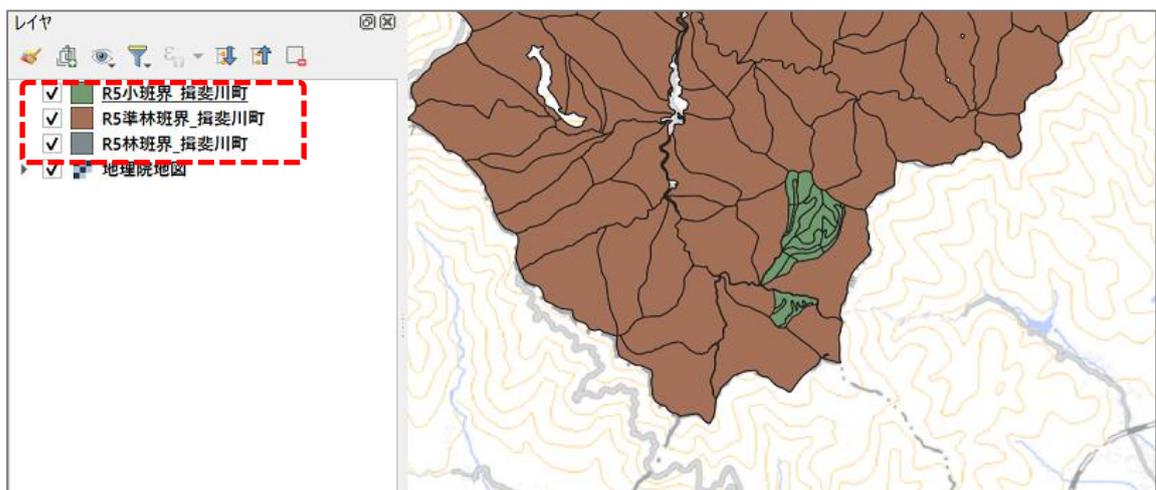


図 3-29 追加されたレイヤ

追加されたデータはレイヤと呼び、「R5 林班界_揖斐川町レイヤ」などと呼ばれます。あらかじめ「R5 小班界_揖斐川町」レイヤだけ必要な箇所だけに絞ってデータ化されているので図のように狭い範囲になっています。

レイヤの内容（属性テーブル）を表示する

ここでレイヤパネルに追加した「R5 林班界_揖斐川町」がどのようなデータか知るために右クリックして「属性テーブルを開く」をクリックします。

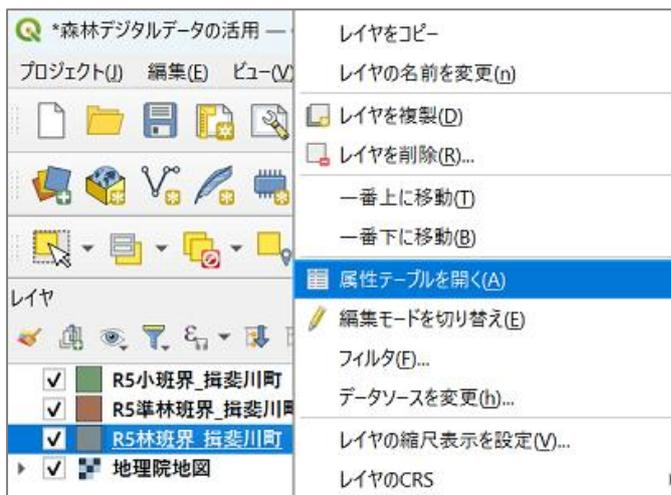


図 3-30 属性テーブルの表示

属性テーブルパネルが表示されます。初めて属性テーブルパネルを表示したときには画面の任意の場所に表示されるので、属性テーブルパネルのツールバーの一番右にアイコン「属性テーブルをドッキング」があるので、これをクリックします。マップの下側にドッキングされます。



図 3-31 属性テーブル（テーブルが文字化けしたときは、P.45 の文字コードの設定を参照してください。）

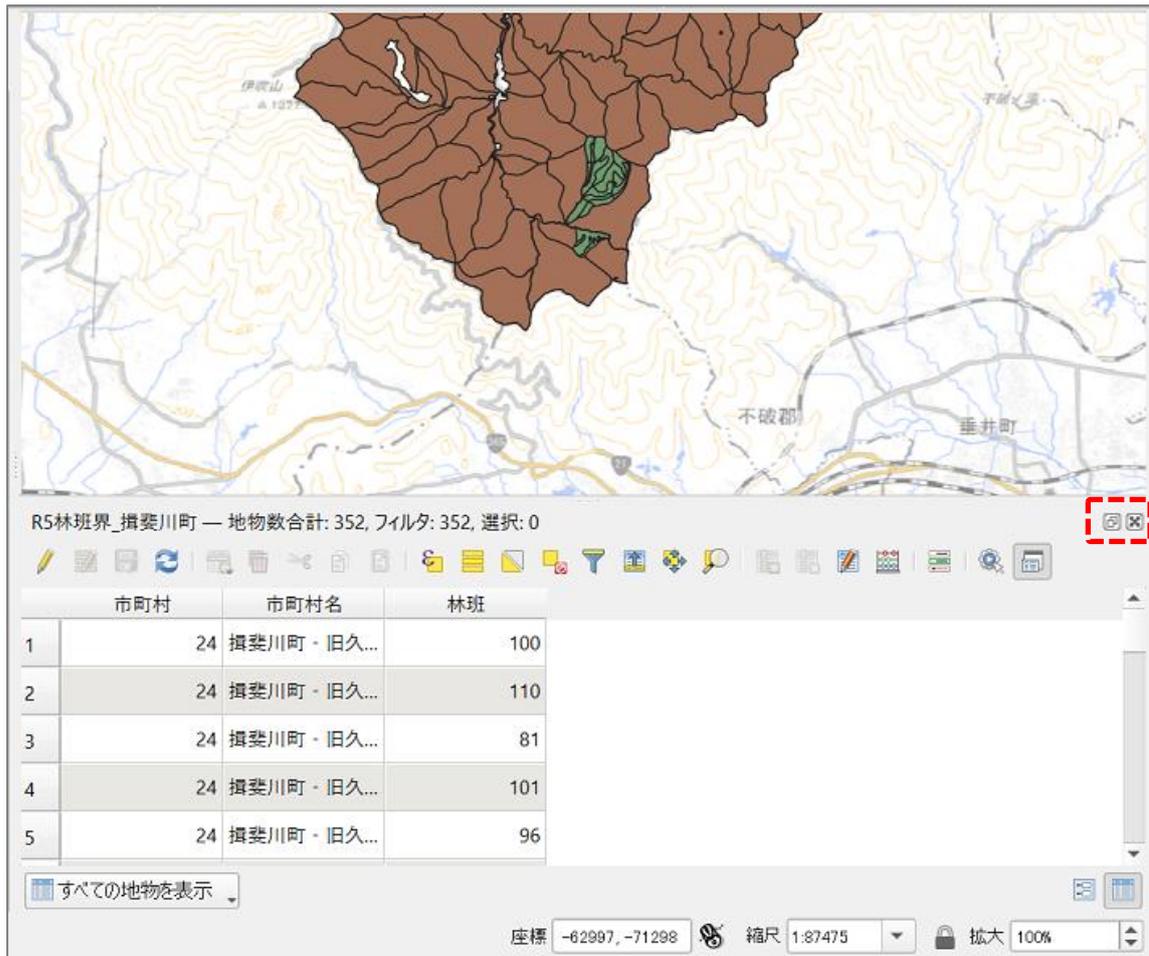


図 3-32 ドッキングされた状態の属性テーブル

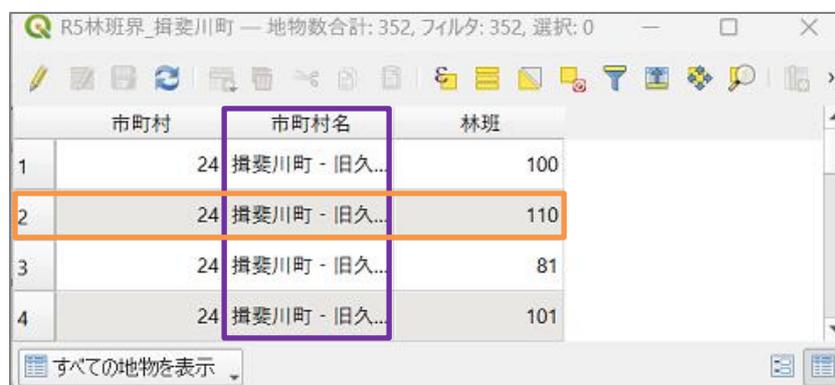
属性テーブルを表示したくない場合は、図の赤点線内にある右側の図をクリックします。属性テーブルのドッキングを解除してフロート状態にしたい場合は左側のアイコンをクリックします。

メモ

快適に作業するには2台以上のモニターを使用して、真ん中のモニターにマップ表示、もう一つのモニターには属性テーブル等を常時表示させておくと見やすく作業がはかどります。

さて、「R5 林班界_揖斐川町」レイヤの属性テーブルを見てわかることは、表計算のシートのような形態をしていることです。しかし、厳密に言えばこの表はデータベースのルールに基づいて振る舞いますので、単純にExcelのような表計算のシート操作はできません。

紫で囲った縦の列を「フィールド」といい、オレンジ色で囲った横の行を「レコード」といいます。呼び方は、縦の列では市町村名フィールドや林班フィールドという言い方をし、1～4までのレコードなどと呼ぶことがあります。



	市町村	市町村名	林班
1	24	揖斐川町 - 旧久...	100
2	24	揖斐川町 - 旧久...	110
3	24	揖斐川町 - 旧久...	81
4	24	揖斐川町 - 旧久...	101

図 3-33 テーブルの構造

メモ

ほかの「R5 準林班界_揖斐川町」や「R5 小班界_揖斐川町」レイヤについても同様にして、どんなデータが格納されているか確認してみてください。

林班など複数のレイヤが追加されたので、マップにも属性テーブルのデータを表示させてわかりやすいデータづくりを進めていきます。各レイヤの属性テーブルを確認してわかるように属性データには重要な情報が格納されていますので、これらのうち必要なデータだけをマップ上に表示させます。このようにレイヤなどマップ上のオブジェクトに関する属性データを文字で表示させることを「ラベルを付ける」、「ラベリングする」といいます。

ここでは必要な箇所は「R5 小班界_揖斐川町」レイヤの範囲だけですので、この小班が位置する林班が何なのかを知る必要があります。「R5 小班界_揖斐川町」レイヤでも知ることはできますが、表示の事例として「R5 林班界_揖斐川町」レイヤに林班番号を表示させます。

レイヤパネルの「R5 林班界_揖斐川町」レイヤを右クリックし、サブメニューから [ラベル表示] をクリックします。

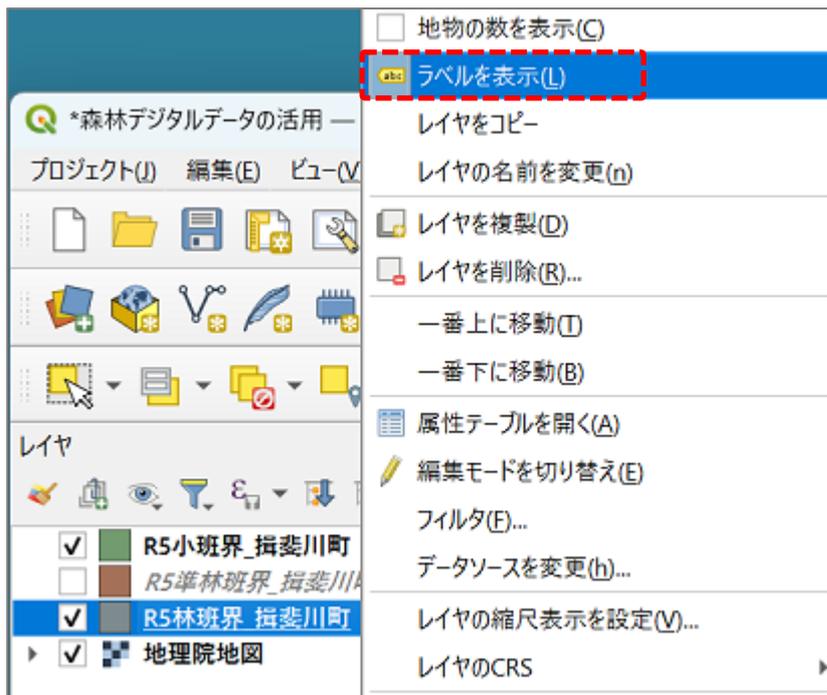


図 3-34 ラベルの表示

ラベルをつける

ラベル表示には林班の番号を表示させる意図がありましたが、マップの表示では各林班に「揖斐川町 - 旧春日村」の市町村名フィールドのデータしか表示されていません。



図 3-35 ラベルの初期表示

そこで再度、レイヤパネルの「R5 林班界_揖斐川町」を右クリックしてレイヤプロパティから [ラベル] を選択し、表示方法を定義する必要があります。

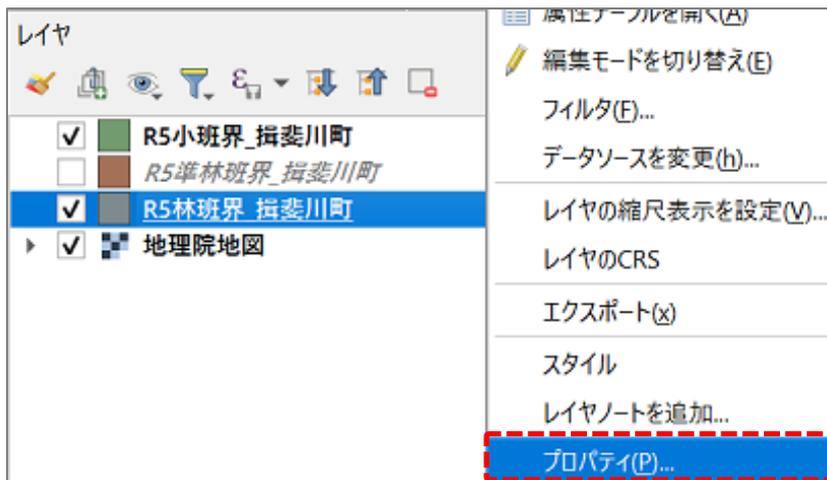


図 3-36 ラベルの調整

レイヤプロパティの左側メニューから [レイヤ] を選択し、単一定義を選択します。単一定義とは、単純に選択したフィールドのデータを表示させたい場合に使用します。より複雑なラベリングにはルールに基づく定義を選択しますが、ここでは不要です。

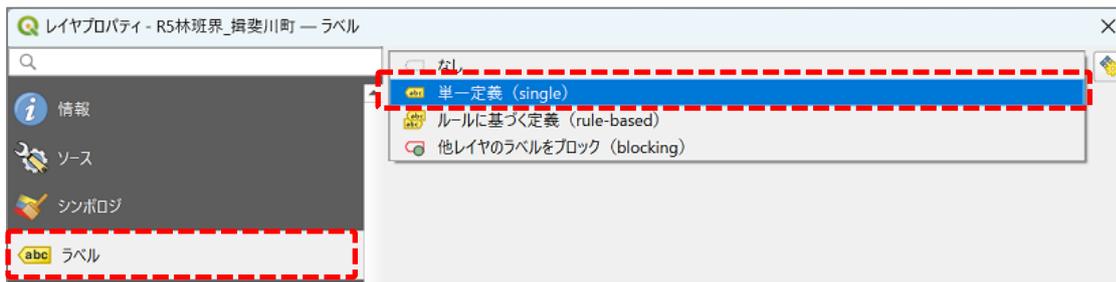


図 3-37 ラベルの定義

画面が変わって、値(Value)には、林班フィールドを指定します。林班の前にある「123」とは、この値が数値であることを示しています。一方、市町村フィールドは「abc」となっており、文字であることがわかります。

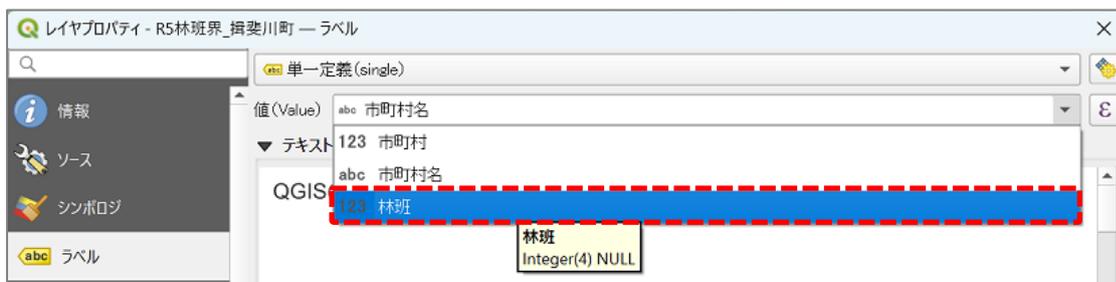


図 3-38 林班フィールドを選択

林班フィールドを選択し、文字の大きさやフォントなどの表示に拘る場合はプロパティ下部のオプションを設定し、その必要が無ければそのままレイヤプロパティ最下段の [適用] - [OK] をクリックします。

ラベルを意図したとおりに設定した結果、次のように林班番号がマップに表示されました。同時に属性データを指定して右クリックし、サブメニューから [地物にパン] すれば、マップのデータも明示されるのでマップ上の図形（ここではポリゴン）と属性データが1対1の関係性であることがわかります。

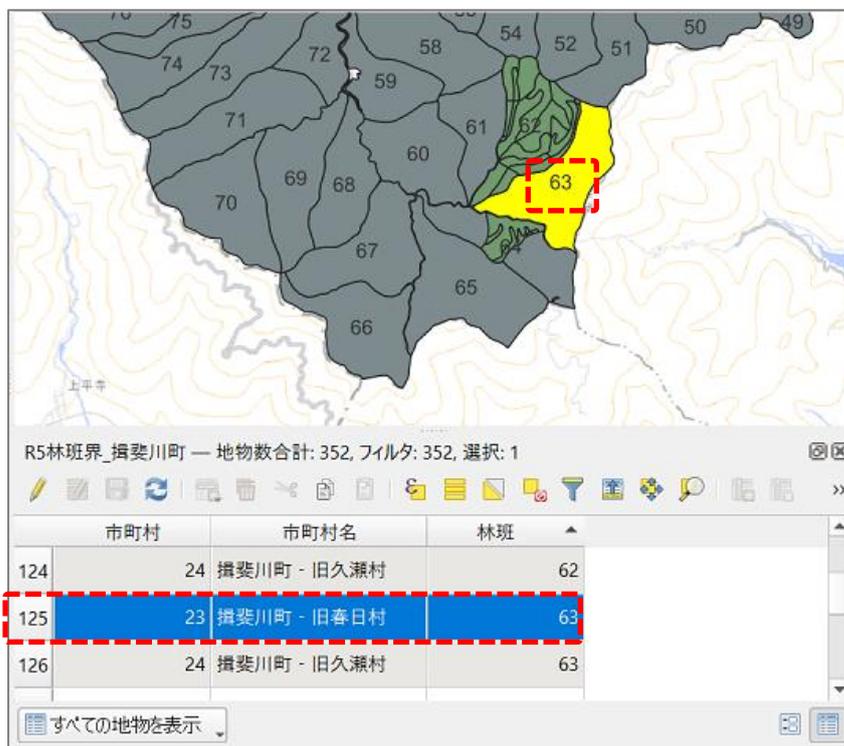


図 3-39 林班番号の表示

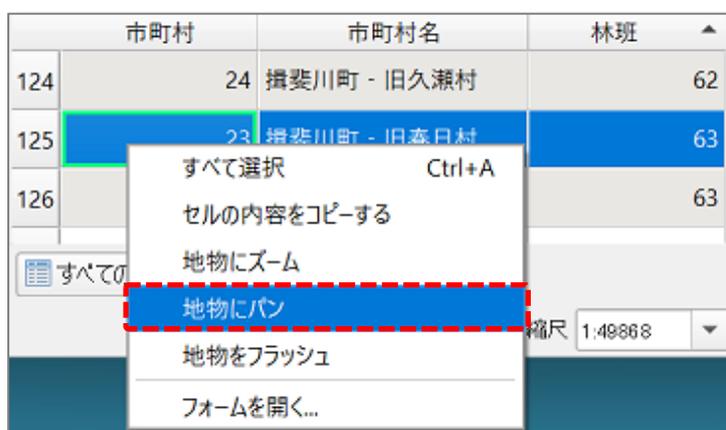


図 3-40 林班の図形と属性データは1対1の関係性を持つ

必要な林小班のみを表示する

小班の範囲から必要な林班は 60～65 林班が表示されていれば十分です。そのため不要な部分は表示させないように設定してみます。そこで、再び [R5 林班界_揖斐川町] レイヤの属性テーブルを確認してみます。

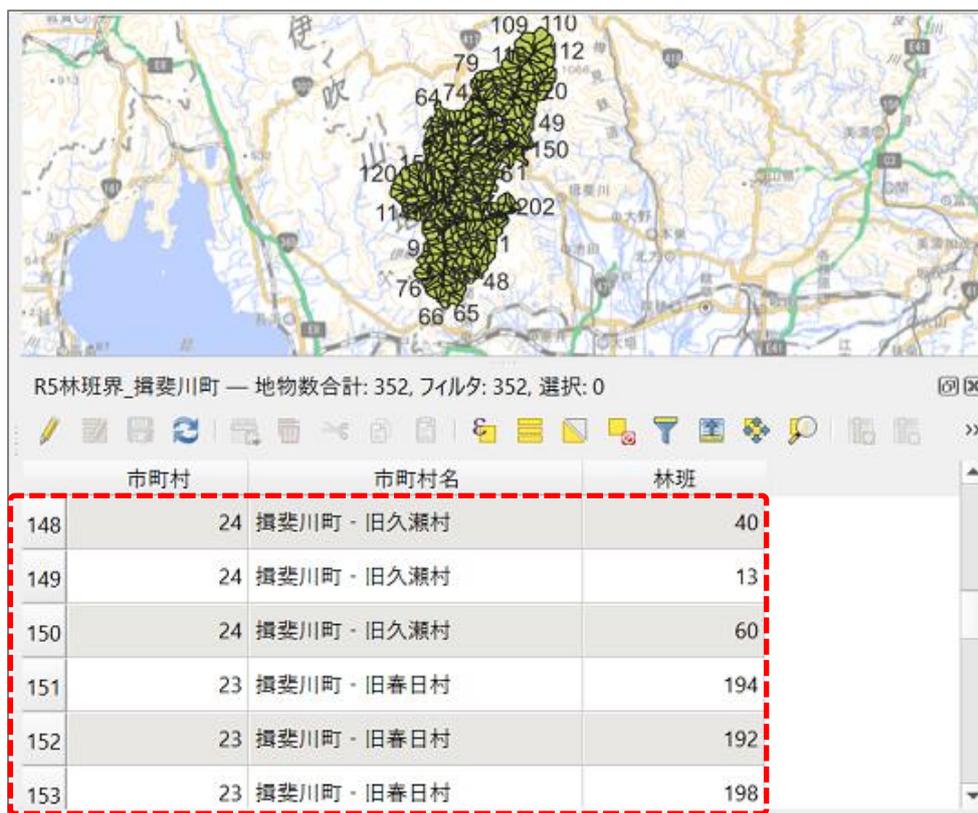


図 3-41 不要な部分を消す

「R5 林班界_揖斐川町」レイヤには解析の対象ではない旧久瀬村も含まれていることがわかります。PC の性能や保存する容量を考えると、解析時のデータはなるべく小さい方が何かと有利なので、「R5 林班界_揖斐川町」レイヤはひとまず旧春日村だけにする作業をしておきます。選択ツールバーから次の図のように [式による地物選択...] をクリックします。

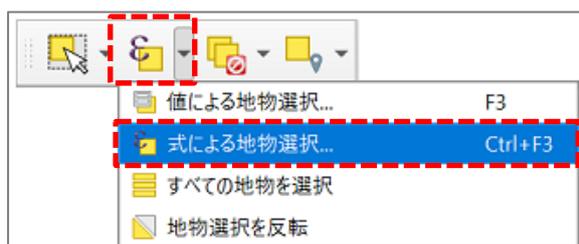


図 3-42 式による地物選択

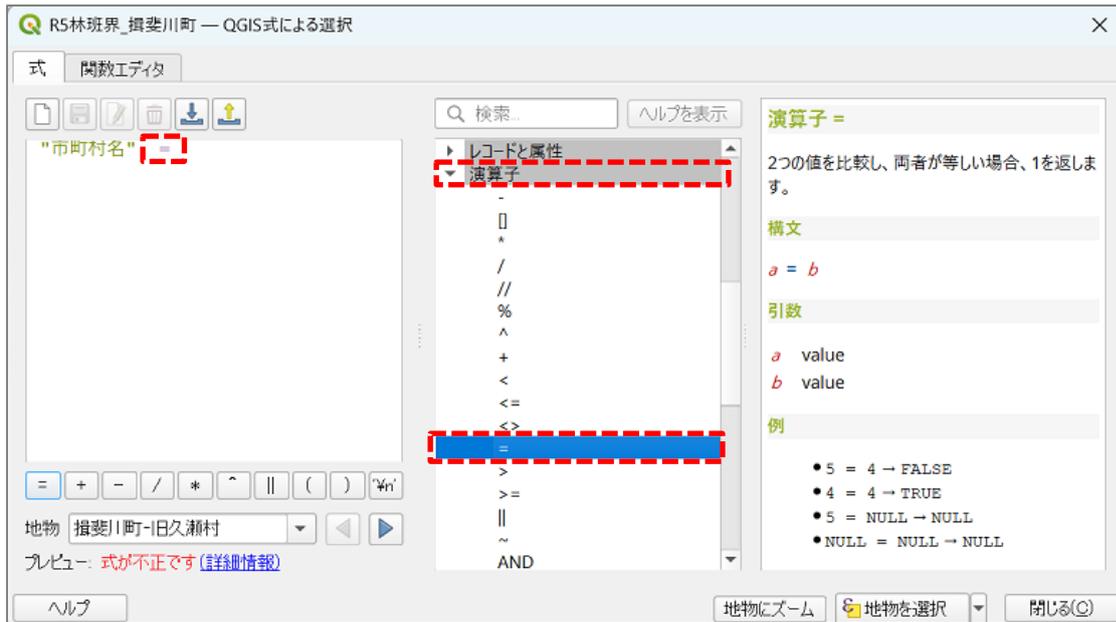


図 3-44 演算子の使い方

下部のプレビュー欄で「式が不正です」と表示されていますが、まだ条件式が完成していないときや式の作り方が QGIS のルールに沿っていない場合にはこのような警告が出ます。

再び、[フィールドと値] から [市町村名] を選択して、右側の [全ユニーク] をクリックすると、市町村名フィールドにあるデータが下部の空白部分に表示されます。ここで、「揖斐川町 - 旧春日村」をダブルクリックして条件式を完成させます。

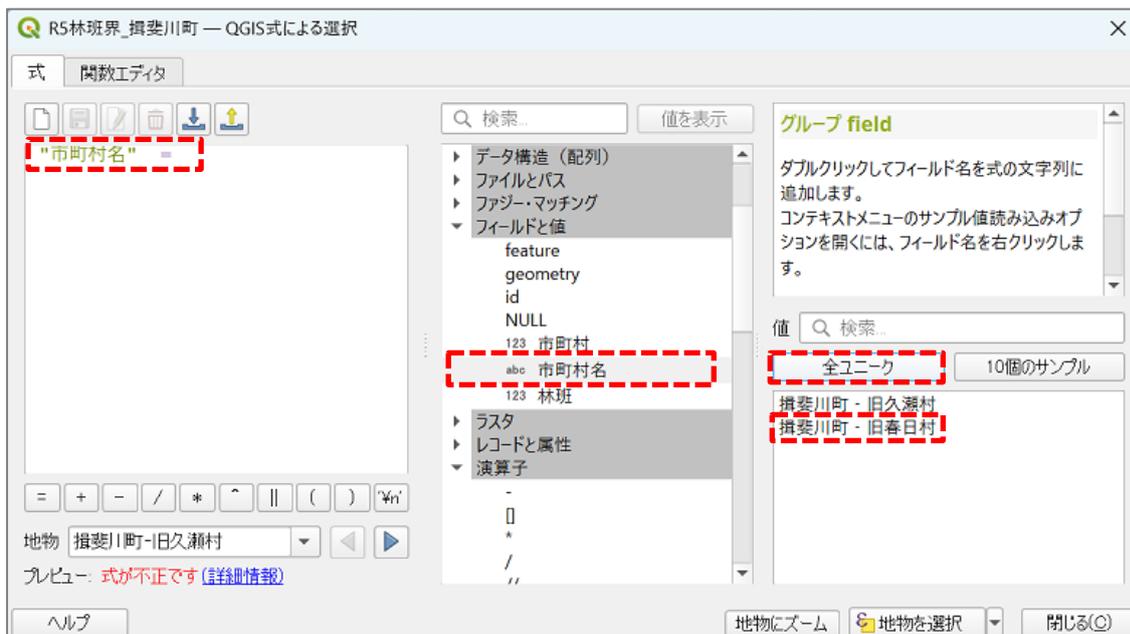


図 3-45 全ユニークで属性値を選択する



図 3-46 完成した条件式

ここまでの作業が確認出来たら、パネル右下の [地物を選択] をクリックし、[閉じる] もクリックします。

結果として、属性テーブルでは“揖斐川町 - 旧春日村”の部分はすべて青くハッチがかかり、マップの方では該当部分が黄色に変化しています。これはこの部分が選択されているという意味です。

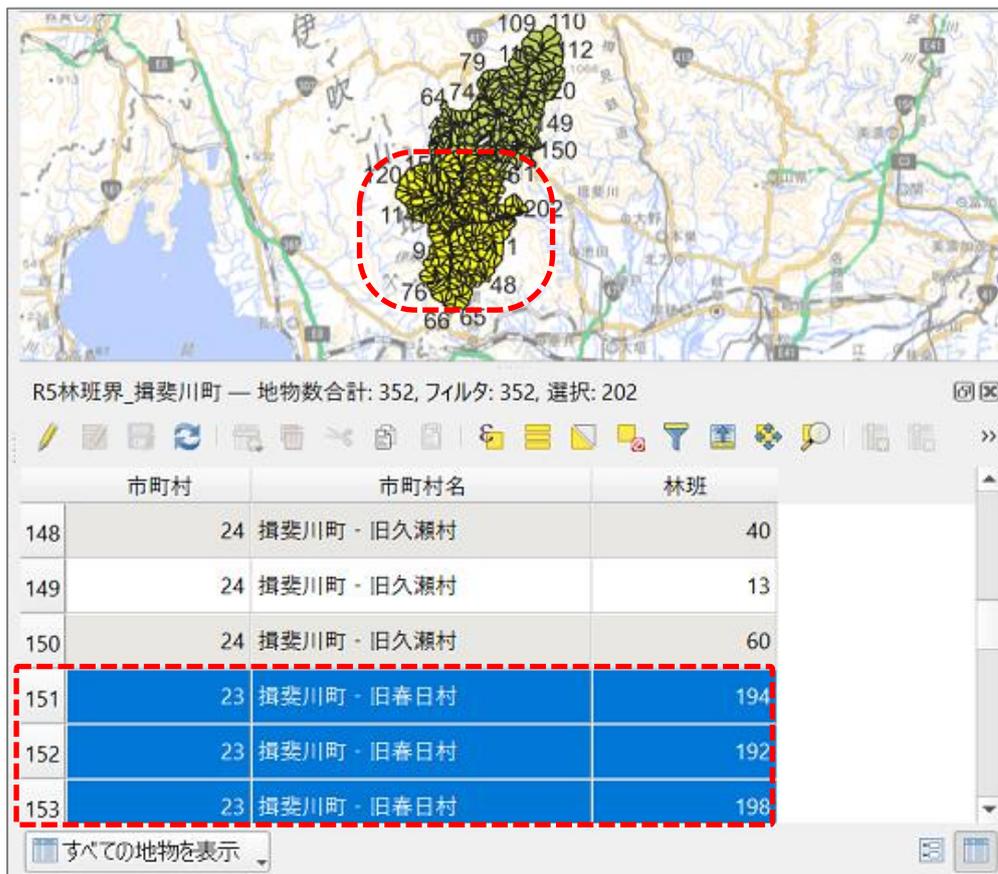


図 3-47 条件式を実行した結果

旧春日村だけ選択できたので、これをエクスポートして新しいレイヤとする作業に移ります。ここで、レイヤパネルからいったん「R5 小班界_揖斐川町」レイヤを削除しておきます。

エクスポート（外部ファイル化）する

下図のように「R5 林班界_揖斐川町」レイヤを右クリックしてサブメニューを展開し、[エクスポート]▶[新規ファイルに選択地物を保存(S)…] をクリックします。

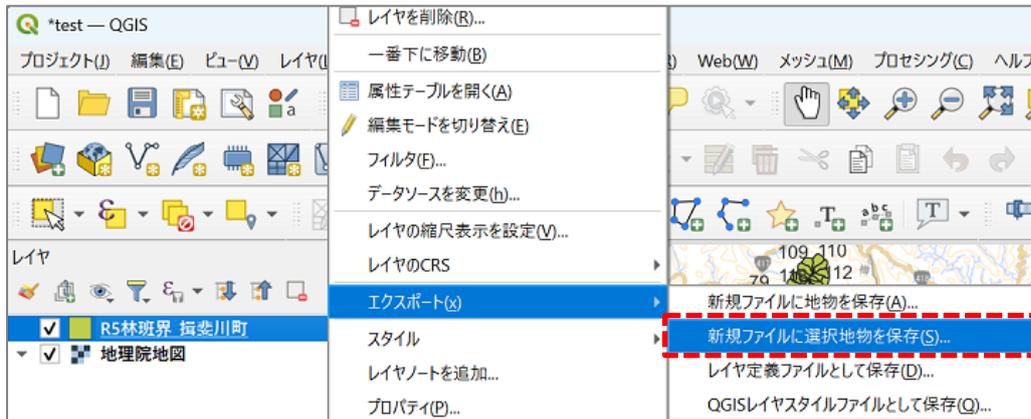


図 3-48 エクスポートして保存

名前をつけてベクタレイヤを保存...パネルが現れるので、最初に次の図のように保存する新しいファイル名と保存場所を決めます。

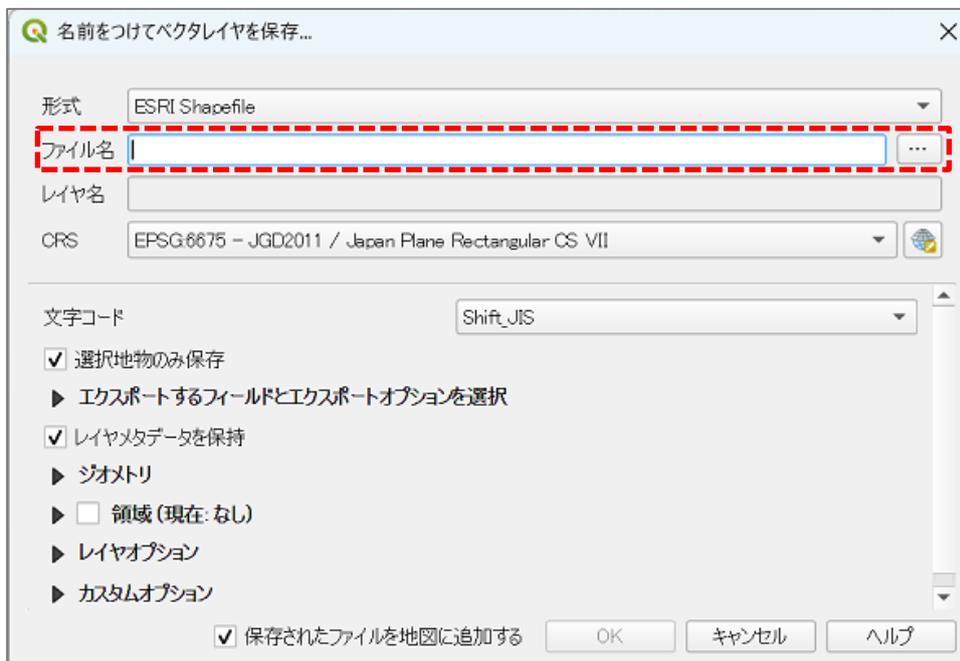


図 3-49 保存する新しいファイル名と保存場所

ファイル名の空欄右側にある・・・をクリックします。

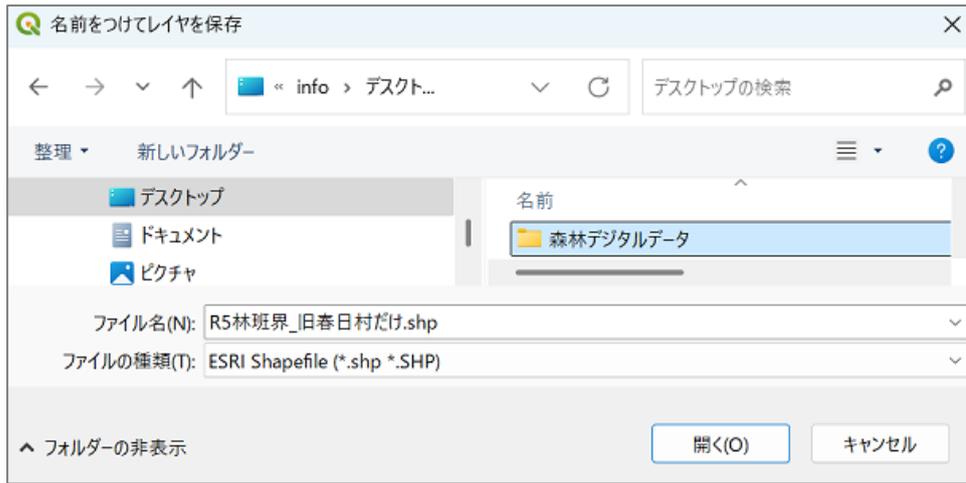


図 3-50 エクスポートしたファイルの保存場所を決める

エクスポートすると、新しいシェープファイルとして保存することになるので、保存場所をあらかじめ決めておきます。ここでは既存のシェープファイルがある場所に保存することにしますが、作業の都合によっては新たなフォルダーに保存しても構いません。

メモ

エクスポートのように新しいファイルを生成する場合には、どこに保存するのかをよく意識してからクリックする必要があります。無意識に保存してしまうと、新しいファイルは迷子になりやすいので注意が必要です。

前の図で「森林デジタルデータフォルダー」を再度クリックすると、次の図のとおり、既存のシェープファイルがあることがわかります。その同じフォルダーの中にファイル名を「R5 林班界_旧春日村だけ.shp」として保存をクリックします。

メモ

上記のような図形の一部を選択するといった方法はほかにもいろいろな手段があります。選択だけに限らず、一般的に GIS の操作では問題解決に至る方法がいくつかあります。ほかにもどんな方法があるかぜひ調べてみてください。

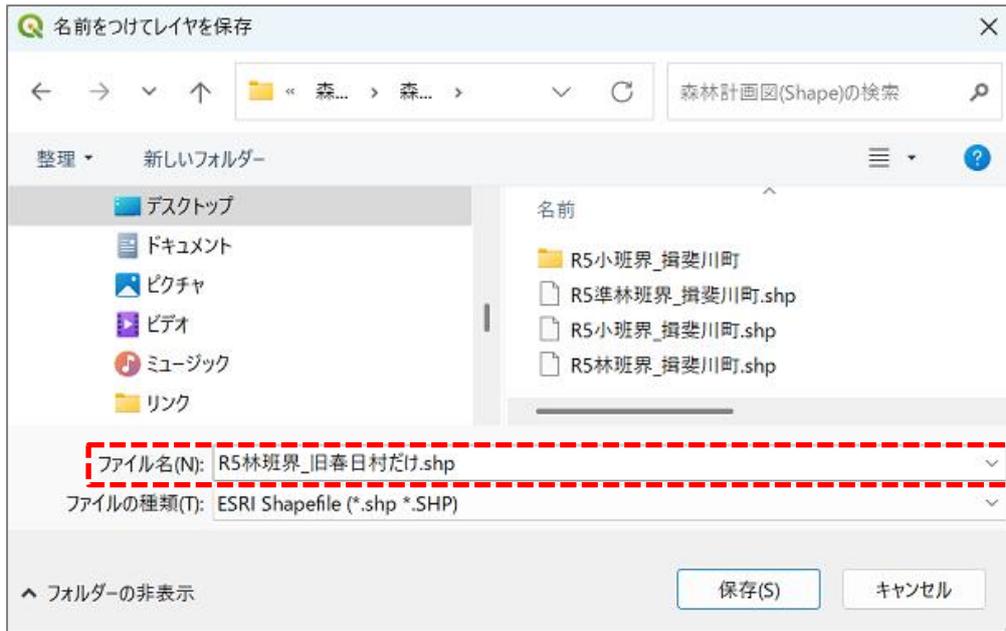


図 3-51 エクスポートする新しいファイル名を付けて保存

結果として、次の図のようにファイル名欄が入力できます。注意するべき点として、CRS（座標系）が図のように設定されているか、文字コードが Shift_JIS になっているかをチェックして OK をクリックします。

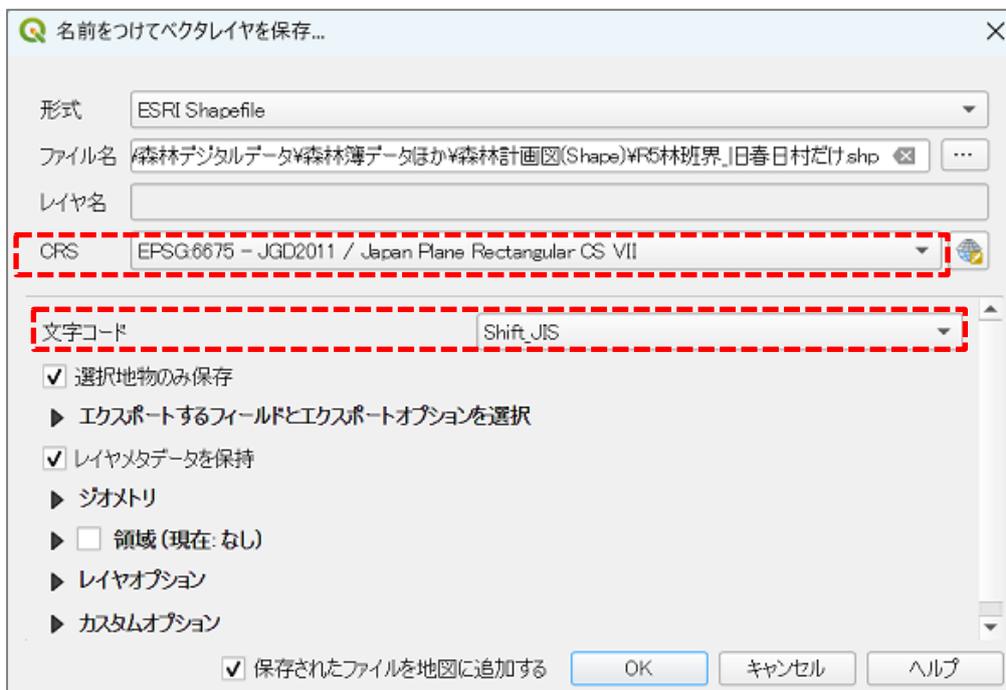


図 3-52 エクスポートパネルの最終設定画面

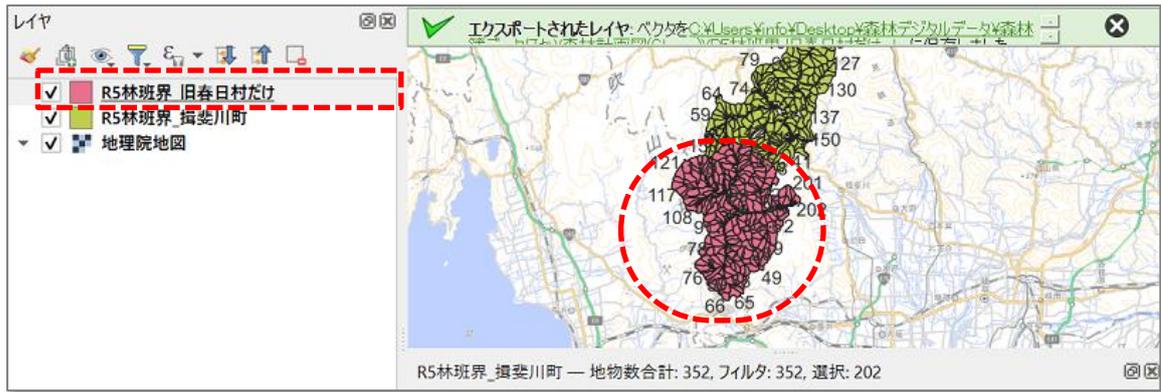


図 3-53 エクスポート直後の結果

エクスポートが成功すると、新しいレイヤが追加されていることを確認します。元の揖斐川町レイヤは不要なので「R5 林班界_揖斐川町」レイヤを右クリックしてレイヤパネルから削除します。

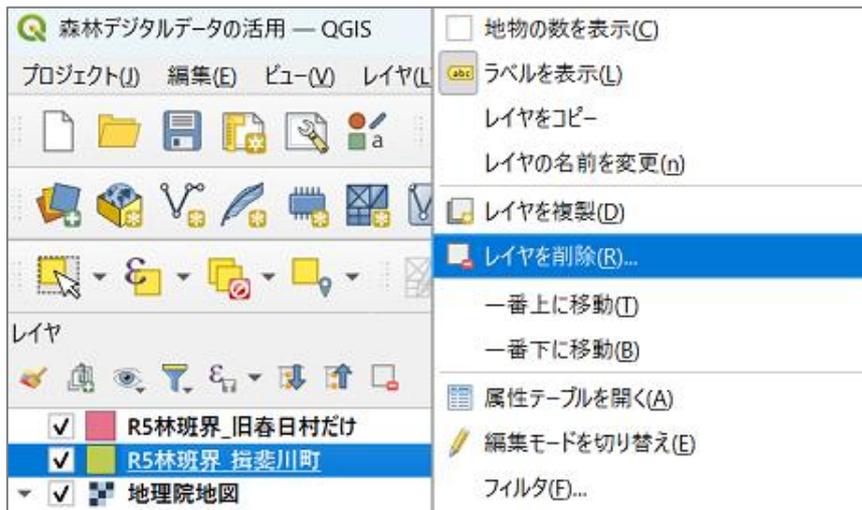


図 3-54 不要なレイヤを削除する

メモ

削除するときには次の確認が表示されますが、PC からファイルが完全に削除されるのではなく、単にレイヤパネルから除きますか？という確認です。



もし間違ってもOKし削除したとしても、再度、ブラウザパネルから同じレイヤを追加すれば簡単に復活することができます。

レイヤパネルには「R5 林班界_旧春日村だけ」レイヤだけが残っていますが、当初の目的の60林班～65林班だけを表示する作業はまだ行っていません。

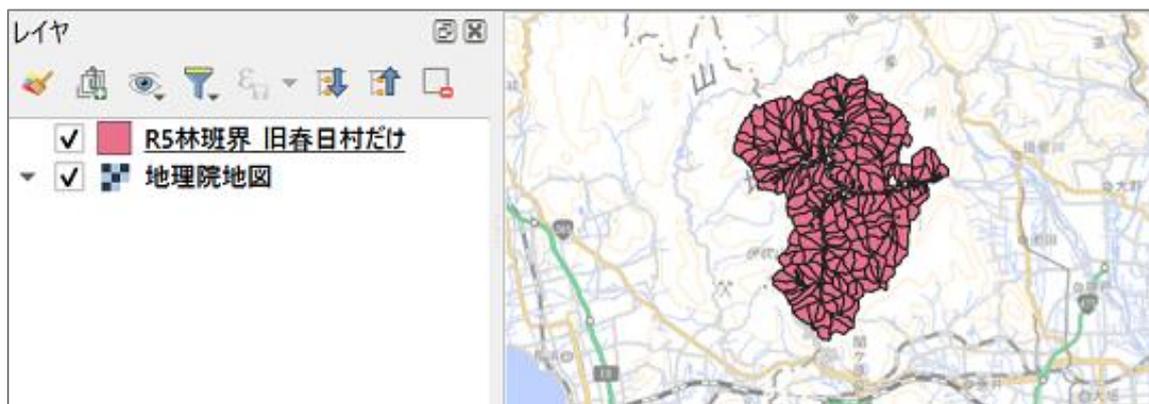


図 3-55 旧春日村の林班

フィルタの操作

そこで再び「R5 林班界_旧春日村だけ」レイヤを右クリックしてサブメニューから [フィルタ (F) …] をクリックし、60林班～65林班だけ表示できるようフィルタ機能を使います。



図 3-56 フィルタの起動

メモ

フィルタリングはクエリビルダパネルで設定します。前記のとおり、GIS の属性データはデータベースになっていますので、これらのデータを扱うにはデータベース操作の標準言語である SQL を利用するのが一般的です。しかし、QGIS のような高級な GIS では直接 SQL を使うのではなく、より簡単なアクセスによって SQL を扱えるように専用のツールが用意されています。それがクエリビルダパネルです。

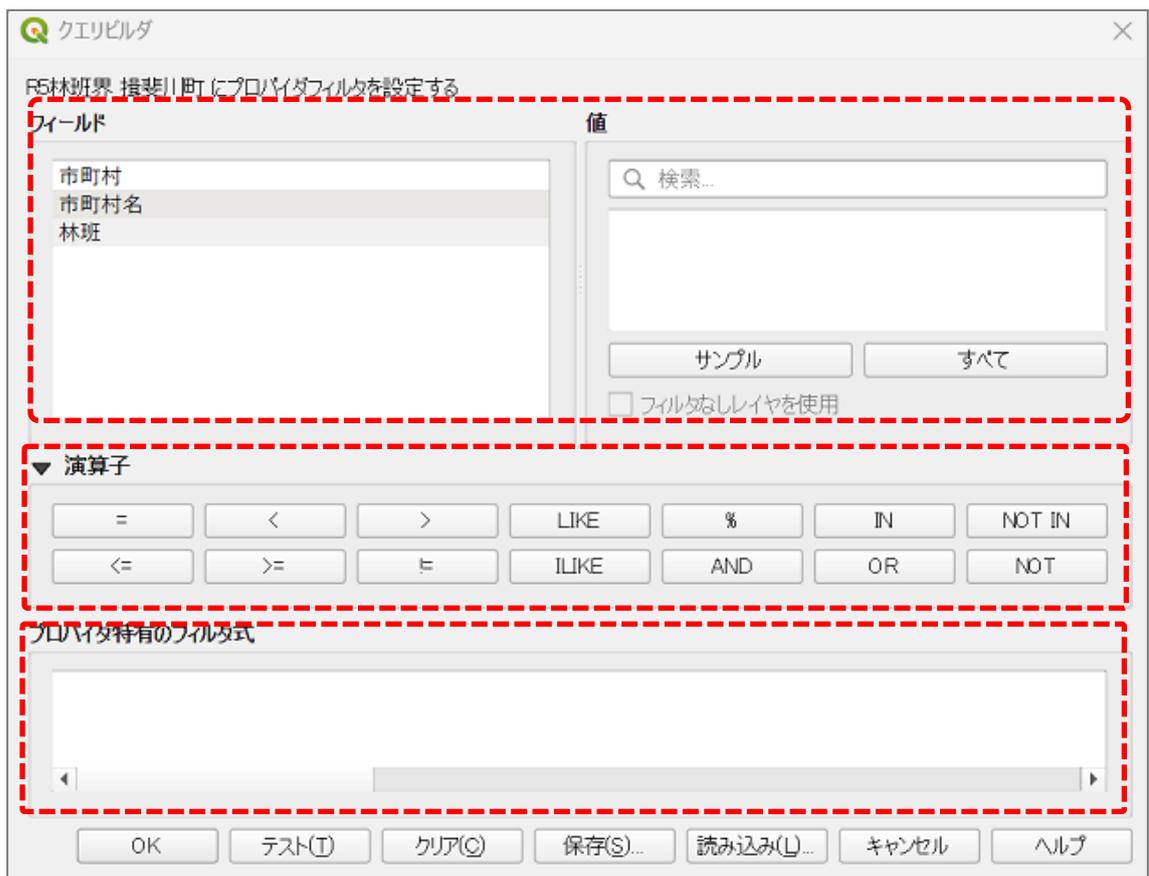


図 3-57 クエリビルダのパネル

クエリビルダは図のように大きく 3 区分され、フィールドの値や任意の値で演算子を使って最下段の空白部分に式をつくる、という構成になっています。データベースを扱うときのクエリ作成手法です。（林班番号は整数であることが前提の式になっています。）

具体的には、次の手順です。

- ① フィールドの林班をダブルクリック
- ② 演算子の「 \geq 」をクリック

- ③ フィルタ式の欄で「"林班" ≥」の後ろに半角数字で「60」と入力
- ④ 演算子の「AND」をクリック
- ⑤ フィールドの林班をダブルクリック
- ⑥ 演算子の「≤」をクリック
- ⑦ フィルタ式の欄で「"林班" ≥60 AND "林班" ≤」の後ろに半角数字で「65」と入力

最終的に次のフィルタ式が最下段の空白部分に完成します。

"林班" >= 60 AND "林班" <= 65

メモ

データベース特有の SQL や高度な演算子の使い方については、クエリビルダのヘルプボタンまたは書籍や WEB を参考にしてください。



図 3-58 フィルタ式の確認

フィルタ式を確認して OK をクリックすると、マップには 60～65 林班だけ表示されます。

メモ

フィルタ式に不安があれば、テストをクリックして条件式が正しいかどうか確認できます。将来的にフィルタ式を保存しておきたい場合は適当な場所に保存しておくこともできます。

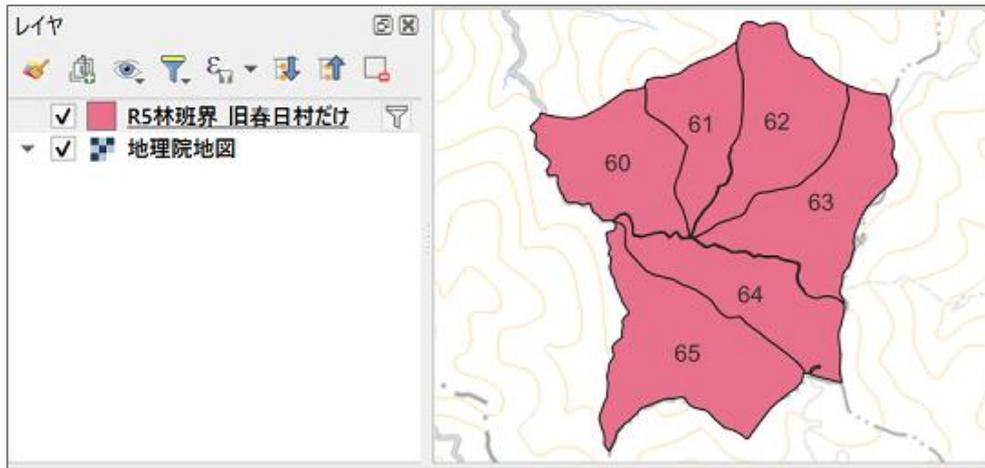


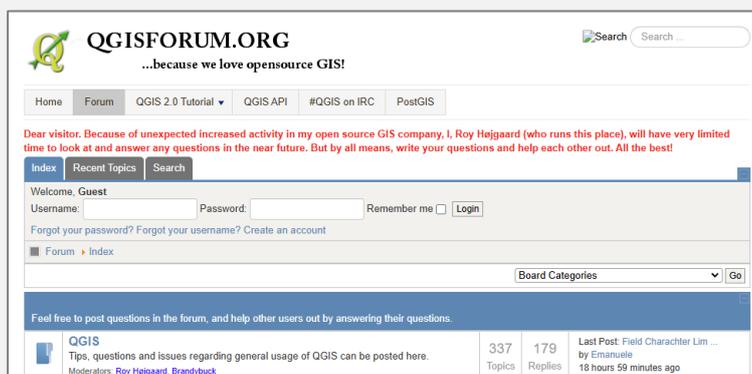
図 3-59 フィルタが正常に動作した状態

メモ

ここまで図形（ポリゴン）を属性データの内容によって選択し、必要な部分だけ残して表示させる作業をしてきましたが、「式による地物選択」と「フィルタ」の2通りを使いました。最初からフィルタ機能だけ使って同じ結果にすることも本来は可能のはずですが、OS、データ、ソフトのバージョン等、原因が不明ですが何かに問題があって正しく表示できませんでした。

メモ

QGIS のようなオープンソースのソフトウェアは、商用ソフトに比べて開発スピードが速いのが利点ですが、時にバグを含んだままリリースされることもあります。もし、指示通りに操作してもうまくいかない場合には同じような悩みを抱えて困っているユーザーもきっといるはずですので相談してみてください。例えば、QGIS ユーザーフォーラム (<https://qgisforum.com/forum/index>) では、世界中のユーザーが議論していますので、一度覗いてみてください。



ここまで操作してきたように、以下の操作も続けて行います。

「R5 林班界_旧春日村だけ」レイヤをエクスポートして、同じフォルダー内に「林班界.shp」で保存し、レイヤパネルには「林班界」だけ表示させ、林班番号をラベル表示します。

「R5 小班界_揖斐川町」レイヤも林班界と同様に「小班界.shp」の名前を付けてエクスポートし、シンボロジで改変して追加します。

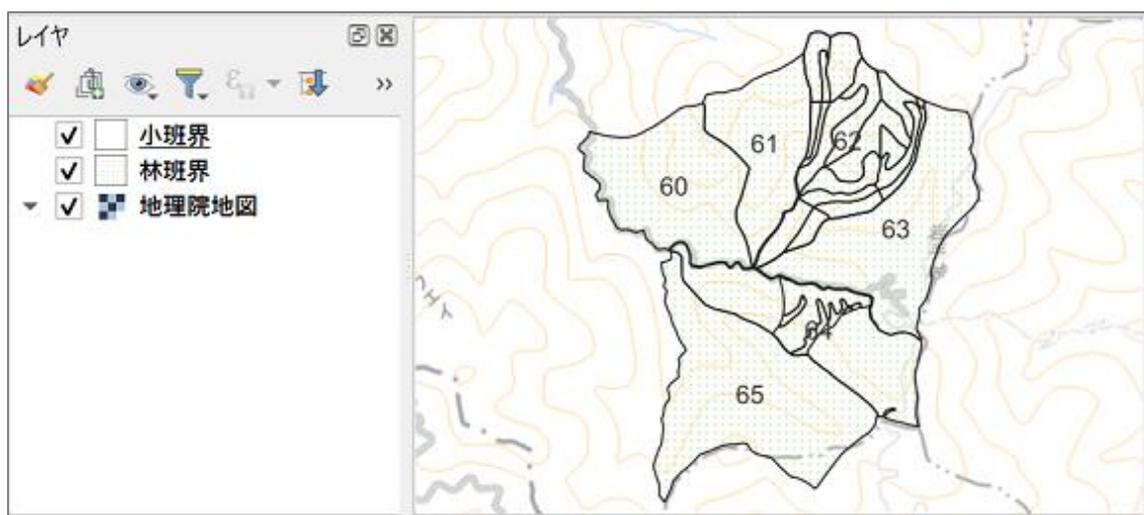
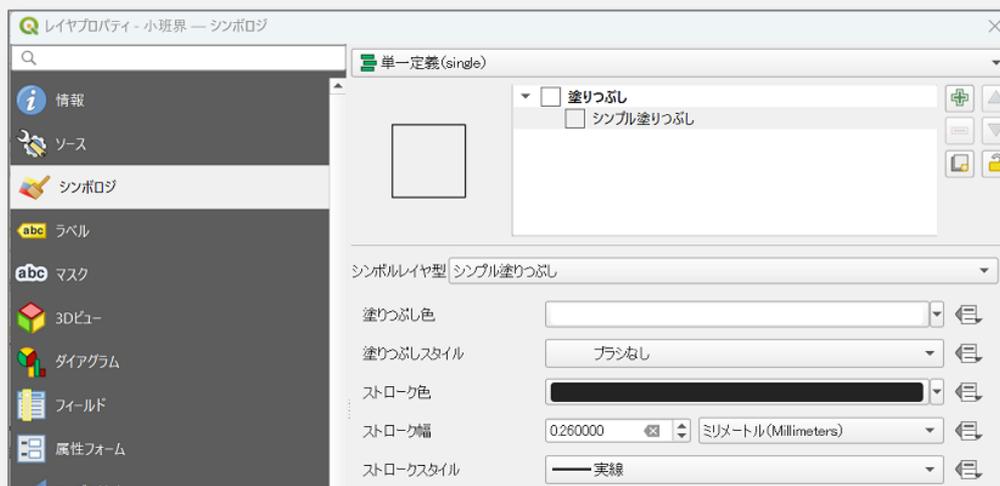


図 3-60 操作の結果（図では対象林班には薄くハッチがかけてあります）

メモ

マップのポリゴンの色や見栄えが違いますが、レイヤプロパティのシンボロジから調整した結果です。見やすいよう自由に改変してください。



樹種別の単木データを表示する

ここまでのマップに県提供の樹種別単木データを追加します。ブラウザパネルにある対象地のデータを展開して、それぞれのデータをマップに追加します。

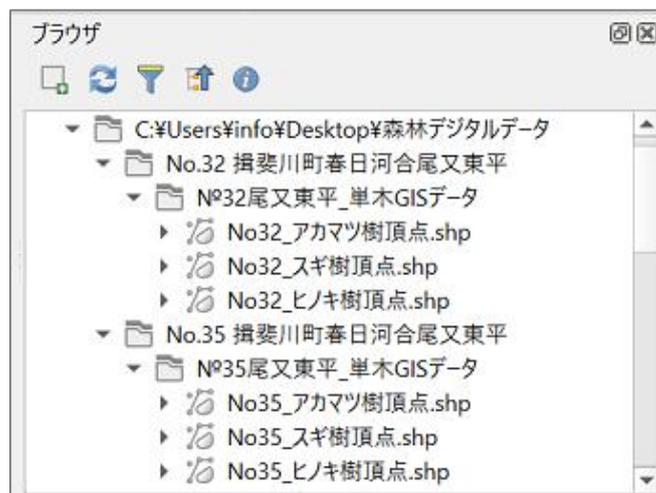


図 3-61 樹種別単木データのシェープファイル

下図のように、キーボードの Shift キーや CTRL キーでまとめて選択し追加します。

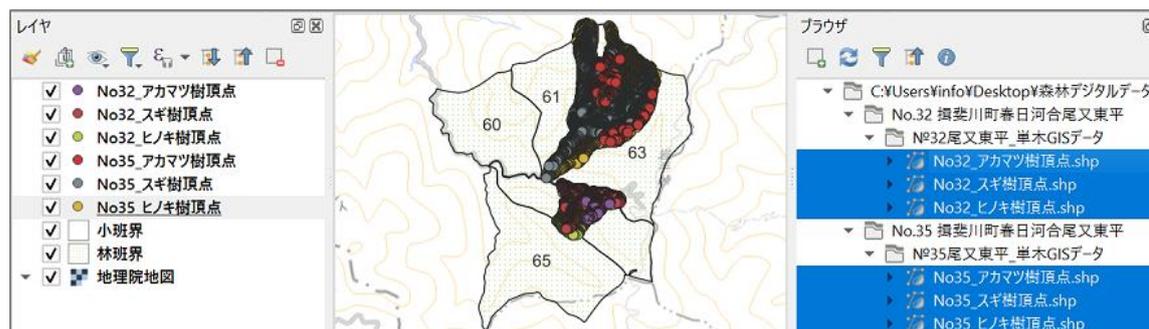


図 3-62 樹種別単木レイヤの追加

以下の操作事例で扱うのは 64 林班ですが、提供された単木データは 62 林班の分も含まれていますので、先に紹介した「式による地物選択」や「フィルタ」などの操作で 64 林班分だけに絞り込みます。ここで一旦、No.35 のレイヤをオフにします。

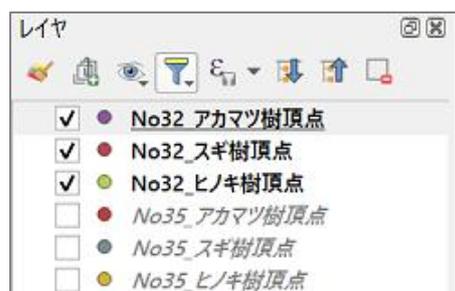


図 3-63 レイヤのオフ

64 林班の区域をナビゲーションツールバーの拡大ツールで見やすい大きさに拡大します。



図 3-64 ナビゲーションツールバー

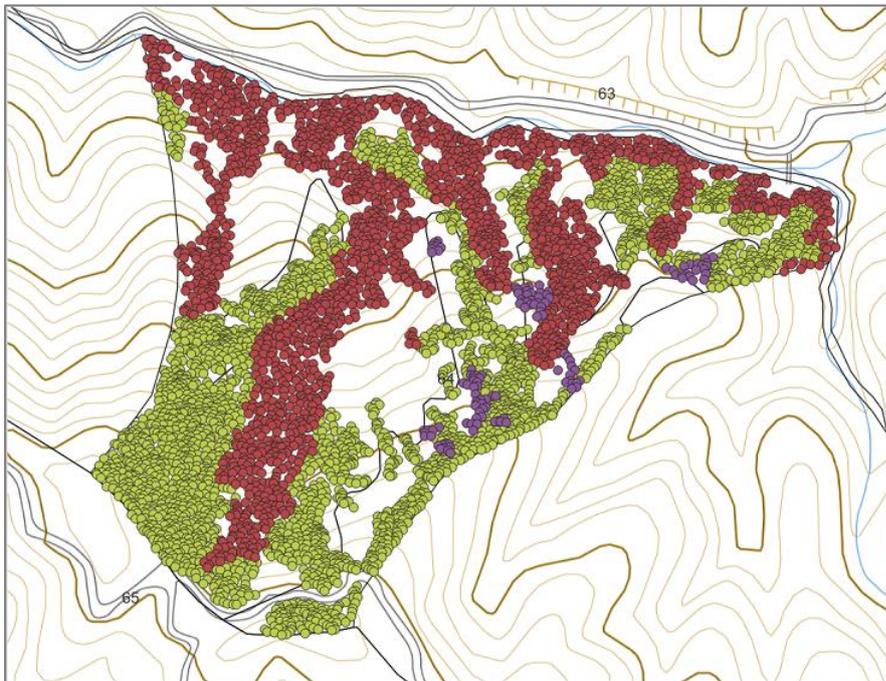


図 3-65 拡大後の樹種別単木データ

樹種別単木データは、マップ上では一本一本のアカマツ、スギ、ヒノキの樹頂点の位置が表示されており、属性テーブルでは次のように樹種 ID、樹種名、樹高、胸高直径の各データがあります。

樹種ID	樹種名	樹高	胸高直径	
1	2.0000000000000000	ヒノキ	11.9000000000000000	18.8000000000000000
2	2.0000000000000000	ヒノキ	14.7000000000000000	18.8000000000000000
3	2.0000000000000000	ヒノキ	11.8000000000000000	18.8000000000000000
4	2.0000000000000000	ヒノキ	13.1000000000000000	18.8000000000000000
5	2.0000000000000000	ヒノキ	14.1000000000000000	18.8000000000000000
6	2.0000000000000000	ヒノキ	11.0000000000000000	18.8000000000000000

図 3-66 樹種別単木データ（ヒノキ）の属性テーブル

各フィールドの型は提供されたまま表示されているので、小数点以下に不要なゼロがたくさん付いていたり、樹高が異なっても同じ胸高直径になっていたりする難点があります。樹種別単木データは樹木の位置や樹高分布はともかくとして、正確な在庫量把握のためには、特に後者の問題は正確を期す必要があります。解析に際しては航空レーザー測量から年数を経ていることや現場状況との整合を図る必要があるので、同地区の現地調査結果と照合し、是正する必要があります。

そこで、樹高と胸高直径との関係性を改めて現地データと照合することにしますが、全木調査は現実的ではないのでプロット調査を行うことにします。次の4章でプロット調査について詳述しますが、ここではどの場所でプロット調査をすべきかを樹種別単木データの樹高分布を参考に決定します。樹高分布は一般的に地位に関係するので、プロット調査位置を均等に配置するのに有効であるという意味です。そのためにはもう少しマップを整理しておきます。

シンボルの変更

マップ上で樹種別単木データはポイントデータ（点）で表示されているので、シンボロジで変更します。樹種別単木データをマップに追加した時点で、すでに樹種別の色分けができていますが、アカマツ：紫 #7a58f7、スギ：緑 #33a02c、ヒノキ：橙 #f6787b など好みの色に変更します。例として、スギの色を変更するため「No.32 スギ樹頂点」レイヤを右クリックし、レイヤプロパティを開きます。

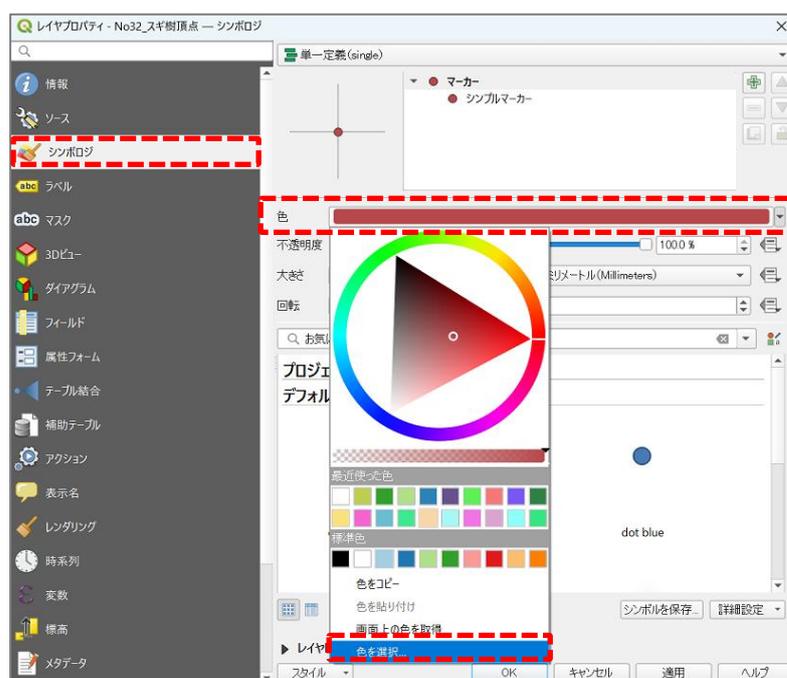


図 3-67 色を変更する

プロパティの色の右にある▼をクリックし、様々な方法で色選択できるツールが現れますので、一番下の [色を選択…] をクリックします。

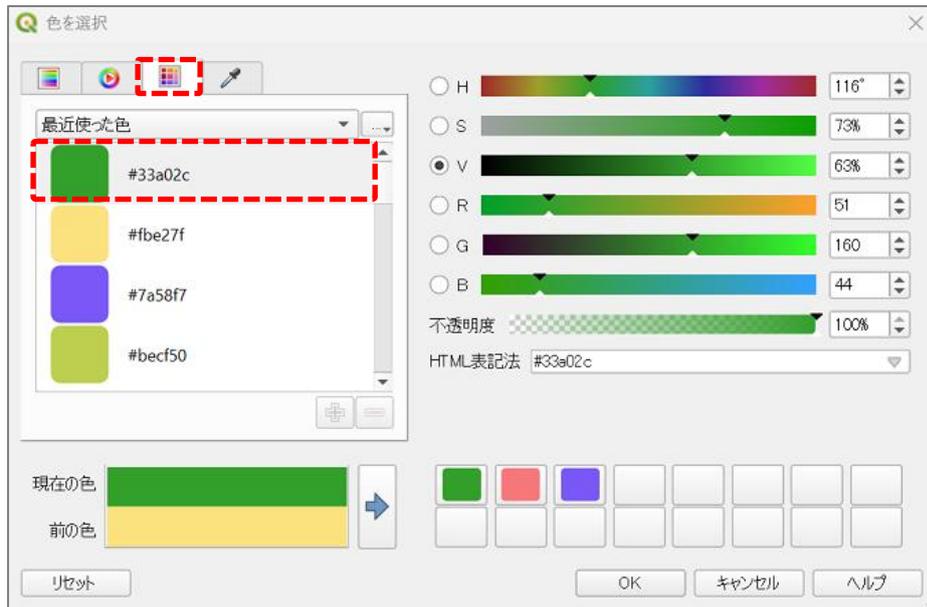


図 3- 68 色の決定

色見本のタブをクリックし、#33a02c を見つけてクリックし OK すると、スギの点の色が決定されますので、[適用] - [OK] して確定させます。

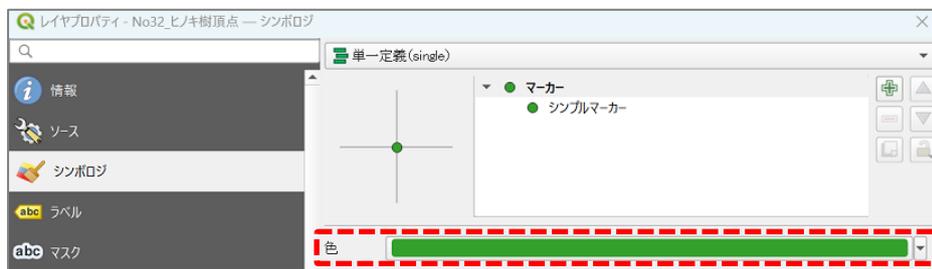


図 3- 69 色の確定

そのほかのレイヤ アカマツ：紫 #7a58f7、ヒノキ橙 #f6787b についても変更してみてください。

メモ

色見本の下部のところで、良く使う色は登録しておくると便利です。

現在の色  前の色 

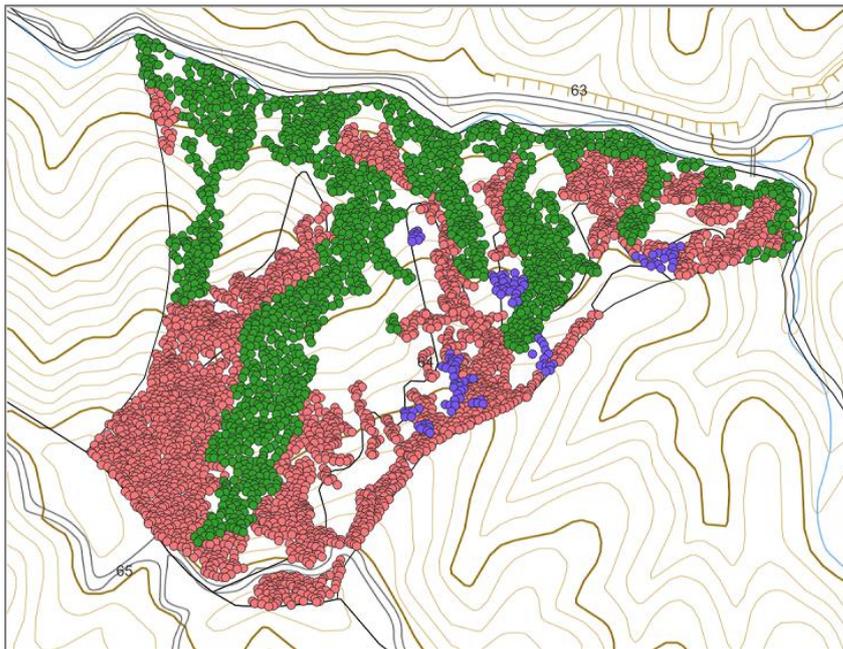


図 3-70 色変更後のマップ

次に樹高の分布を色のグラデーションで表現します。

同じく「No.32 スギ樹頂点」レイヤを右クリックし、レイヤプロパティを開きます。シンボロジの画面の最上段で「単一定義(single)」となっている部分をクリックし、「連続値による定義(graded)」をクリックします。

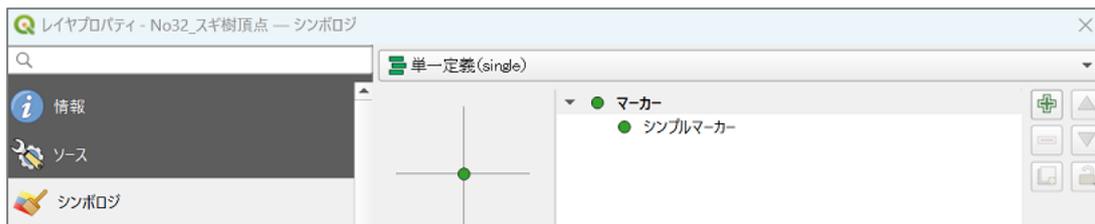


図 3-71 単一定義



図 3-72 連続値による定義

連続値による定義は、属性値が数値データの場合に使うことができます。



図 3-73 数値の分類

上段の「値」に樹高を選択し、カラーランプをクリックします。
 上段の値2をクリックし、下段に登録してあるスギの緑 #33a02c を選択し、OK
 します。

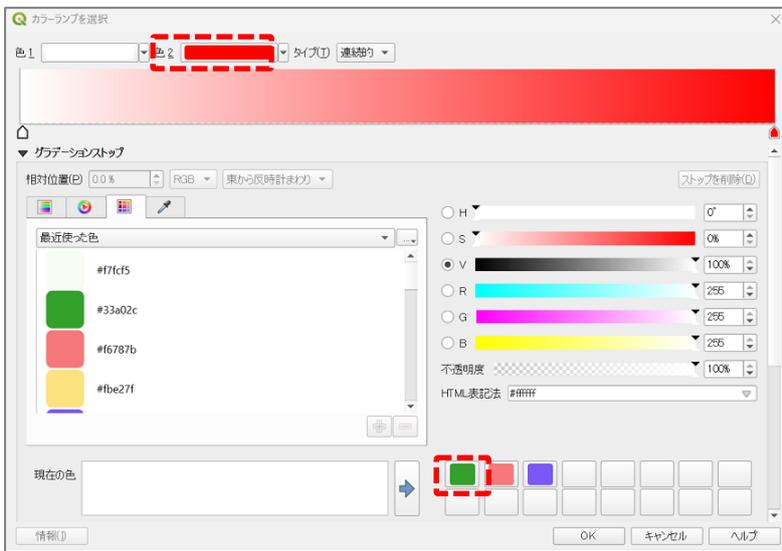


図 3-74 カラーランプの調整

グラデーションの状況を確認します。樹高が高いほど濃い緑にして、樹高が小さいほど薄い緑色になるようにしました。このようにする理由は、マップを一目見ただけで直感的に樹高分布を把握することができるメリットがあるからです。



図 3-75 グラデーション色の確認

次にレイヤプロパティのカラーランプ下にある分類ボタンをクリックします。

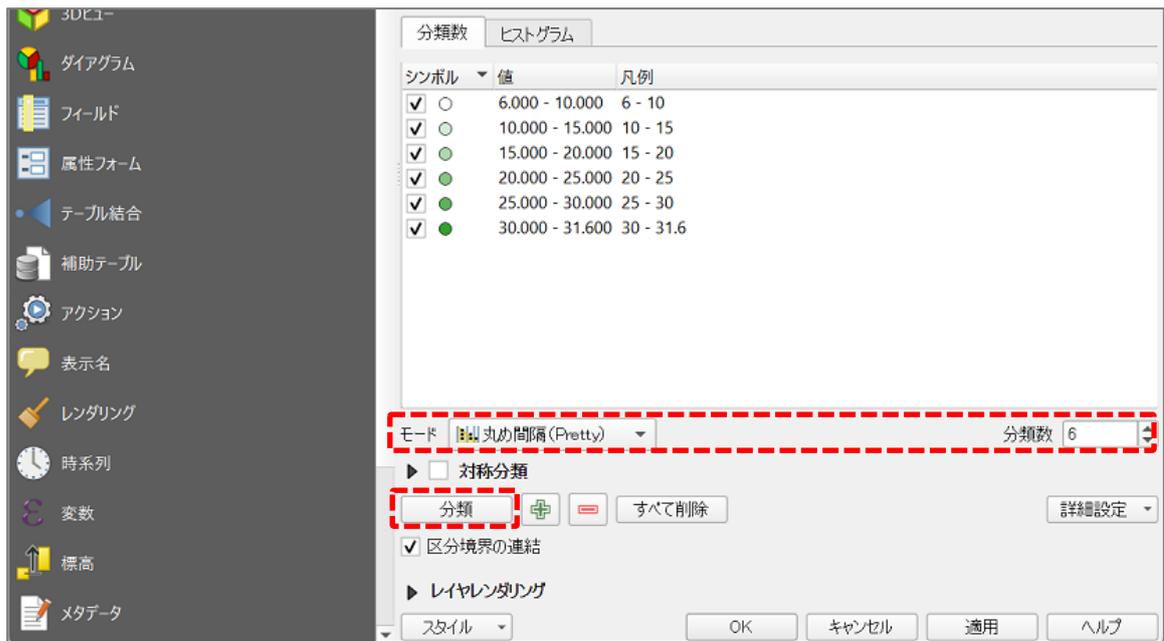


図 3-76 樹高フィールドによる階層分類

分類数タブの空欄のところに樹高が 5 m ごとに階層分けされ、樹高を表す緑色も薄い色から濃い色へとグラデーション表示になっています。ここで、[適用] - [OK] するとマップ表示も同様に表示されます。

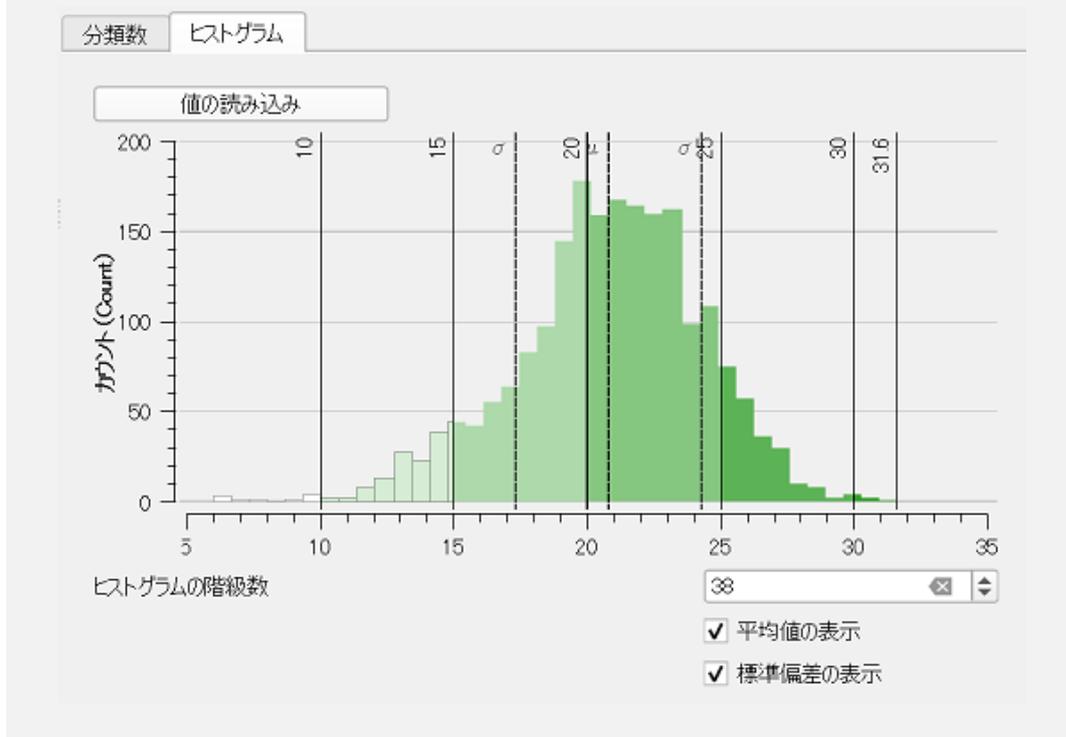


図 3-77 マップにおける表示 (図ではアカマツとヒノキのレイヤを非表示にしてあります)

階層分けを変更したいときは、モードのところの「丸め間隔 (Pretty)」をクリックし、意図する方法に変更でき、階層数も右の分類数の数字を変更できます。ここでは 6 階層のまま変更はしません。

メモ

上の画面のヒストグラムタブで値の読み込みボタンをクリックすると、樹高分布を見ることができます。



マップ上に多くのポイントデータがあるので、ベースマップの等高線などが見えなくなっています。将来の伐採を考える上で、路線の選定や集材システムを考える上でなるべく多くの情報が見えていた方が良いので、ポイントデータに透過処理を行います。シンボロジパネルの最下部にある▼レイヤレンダリングを展開し、不透明度を70%にします。



図 3-78 透過設定

ポイントデータがあっても等高線が見えるようになりました。

ここまで「No.32 スギ樹頂点」に対して作業してきた内容を他の樹頂点レイヤについても実施して表示してください。

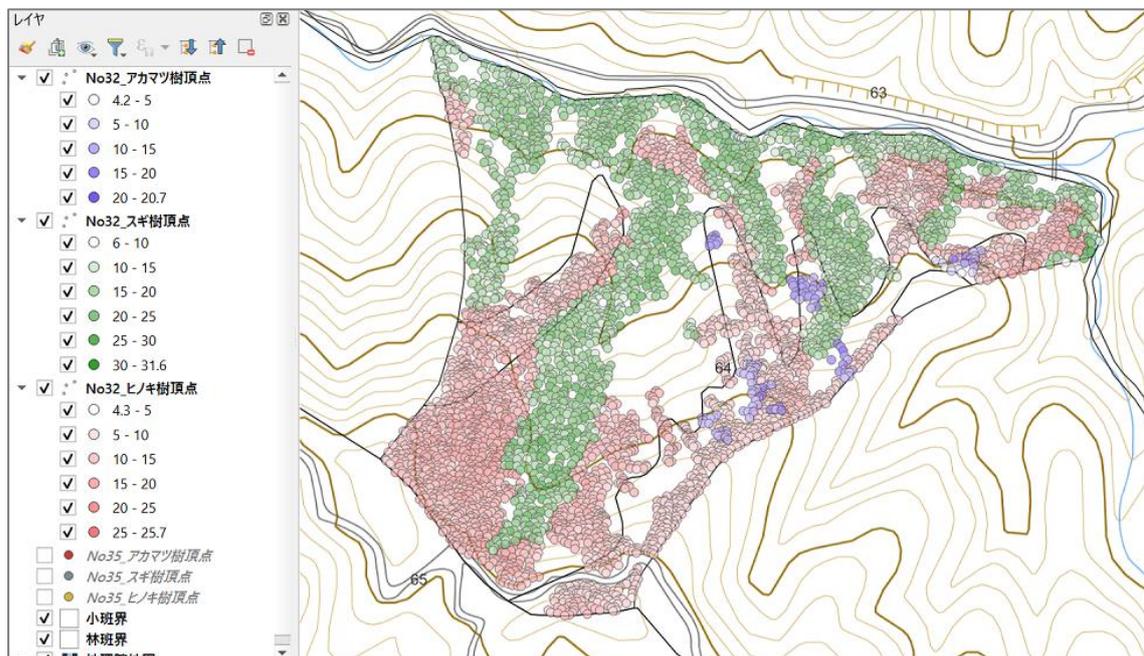


図 3-79 樹頂点の表示例（アカマツ、ヒノキがある場合）

以上で、GIS を利用した樹種別の単木樹頂点データの表示でき、樹高分布も併せて表現できました。

4 現地プロット調査

航空レーザー解析データにはほとんどの場合、胸高直径のデータが含まれないので、単木ごとの樹高データへ胸高直径を付与する現地プロット調査を行う必要があります。3章で作成した図面に基づき各地区、施工単位ごとに一樹種当たり2個以上、必要個数のプロット調査を行います。本手順では現地調査をより簡易に行えるよう、プロット形態を25m×4m=100 m²のラインプロットとしています。

森 林在庫管理の精度を確保するため、航空レーザー測量成果を補完または是正をする目的でプロット調査を行います。プロットでは胸高直径と樹高を測定するため、前述のとおり、プロットサイズ 縦25m×幅4mのラインプロットを指定の場所に設置する検討を行います。

作業手順の概要

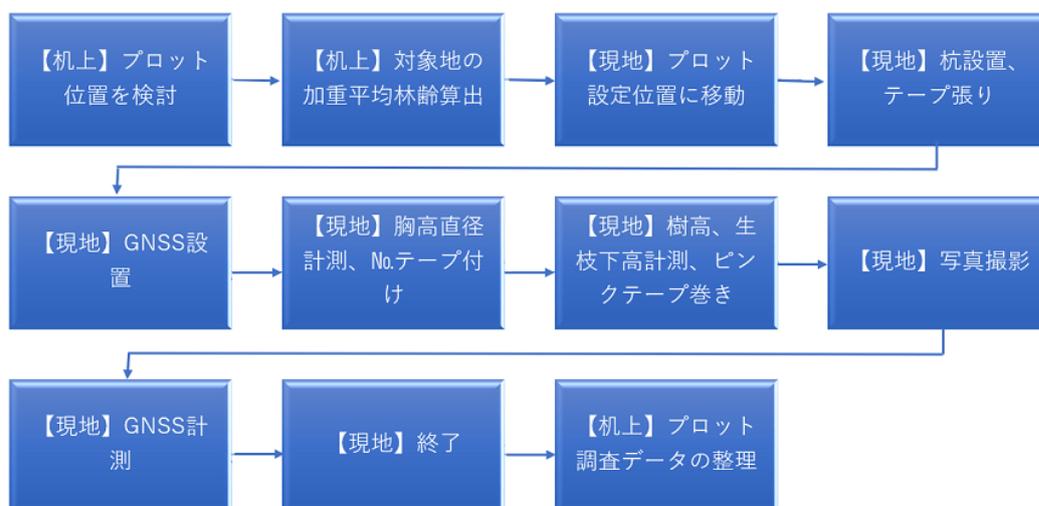


図 4-1 作業の流れ

机上の準備作業

【机上】プロット位置を検討

第3章では、提供された航空レーザー解析データ（樹種、樹高、位置）を用いて、GISで対象地のアカマツ、スギ、ヒノキの立木位置を地図上に表現しました。樹高が低い立木は薄い色で、高い立木は濃い色で表してあるので、机上にて樹高の分布が低い立木から高い立木まで満遍なく網羅できるようなプロット調査地を選定します。ただし、アカマツは在庫管理の対象外樹木ですのでプロットは検討しません。

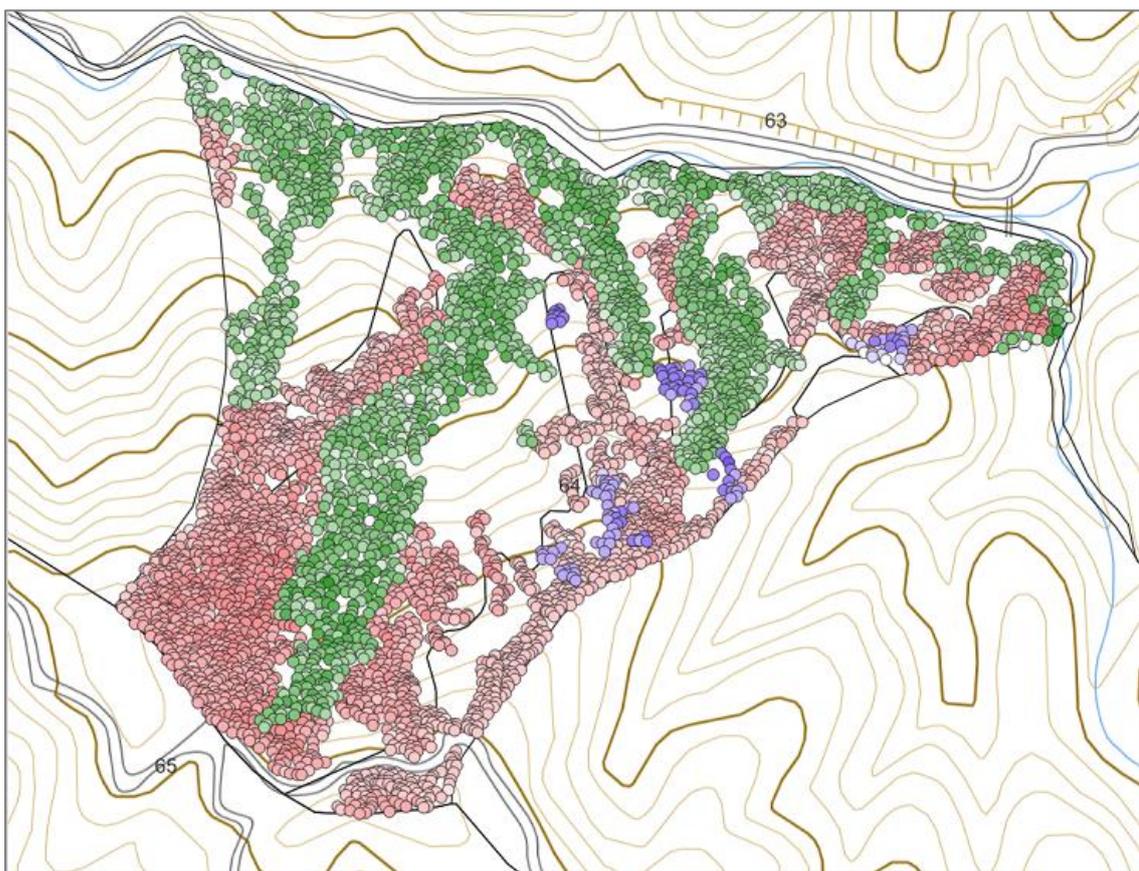


図 4-2 プロット位置検討のため、ポイントの透過は一時オフにして色にメリハリをつける

プロット調査地の選定箇所は、等高線に直角方向に25mの範囲で、単一樹種（この事例ではスギまたはヒノキのどちらか）で色の濃い薄い両方入る場所をGISで拡大表示しながら目視で探します。

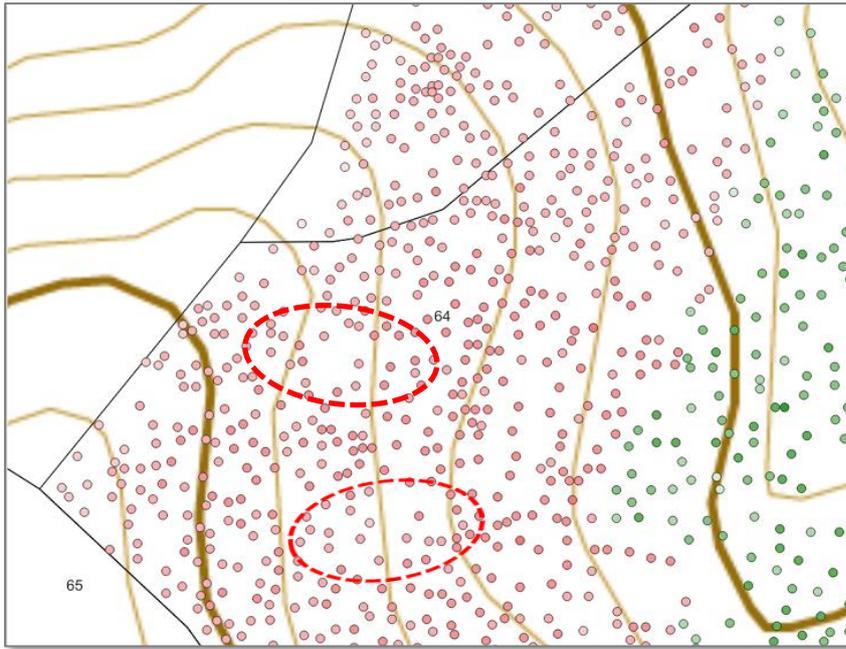


図 4-3 適切なプロット箇所を探す

適当な場所（図の赤丸囲み部分）の候補地の所で右クリックし、座標を取得します。

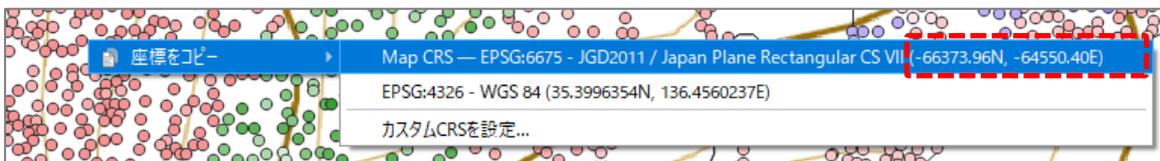


図 4-4 平面直角座標系第 7 系における XY 座標

いくつかの候補地について座標値をメモしておき、現地でその場所に辿り着けるようハンディ GPS などに座標をインプットして現地に向かいます。

【机上】対象地の加重平均林齢算出

- ・（算出の目的）樹高データの経年補正に利用するため、調査対象林分の平均的な林齢（航空レーザー計測時点と現在）をあらかじめ算出しておきます。在庫管理する対象地内の小林班で林齢が似通っている場合、小班ごとに算出してもできますが、小班数が多すぎると作業が大変になってしまいます。そのような場合には、森林簿の林齢を見ながら対象地をできるだけひとまとめにして代表的な林齢を算出しておくことを推奨します。
- ・算出する際に、林齢毎に占有する面積が異なりますので、地区ごと樹種ごとに森林簿の小班の平均林齢を面積の加重平均を取って代表林齢とします。

ヒノキ							
林班	準林班	小班	枝番	面積	割合	2023林齢	重み面積
				1.15	10	68	1.15
				3.28	10	67	3.28
				4.88	10	66	4.88
				6.20	10	67	6.2
				6.92	10	67	6.92
				1.91	10	69	1.91
				4.65	10	69	4.65
				2.59	10	68	2.59
				2.05	10	67	2.05
計				33.63			33.63
林齢の加重平均							67

樹高補正用の林齢			
No.	樹種	R5 (2023) 時点林齢	H26 (2014) 時点林齢
35	スギ	67	58
35	ヒノキ	67	58

図 4-5 対象地の平均林齢を算出する

- ・割合欄は森林簿の第一樹種の割合を入力します。
- ・大きく林齢が異なっている場合は、別の地区とみなしてこの方法を取る必要はありません。

以下の表は、ここまでの平均林齢算出方法で決定したそれぞれ各地区の代表林齢です。

この林齢と上層樹高を根拠にして、地位別上層樹高成長曲線図を用いて地位特定をします。

このあとの5章で使う重要な数値

№32尾又西平地区

対象地の代表林齢



H26(2014)時点の林齢

57

R5(2023)時点の林齢

66

№35尾又東平地区

対象地の代表林齢

H26(2014)時点の林齢

58

R5(2023)時点の林齢

67

現地調査の手順

【現地】プロット設定位置へ移動

先に机上で検討した座標を手掛かりにして対象地内のプロット設定候補地へ移動します。プロット設定位置における留意事項は次の通りです。

留意事項①

次の理由などで予定位置にプロット設定が困難な場合は同一林分内で適宜移動します。

- ・該当樹種ではない、想定本数が確保できない（間伐履歴が無い場合 25 本程度、間伐履歴があっても本数がやや多い場合 20 本程度、間伐履歴が複数回あり程良い間隔の場合 15 本程度、よく手入れされている場合 10 本程度）
- ・急傾斜、岩石地、ハチの巣があるなど作業することが危険

留意事項②

- ・単一の樹種のみでプロット設定することが望ましいです。やむを得ず複数の樹種が入る場合は、それぞれの樹種で 4 本以上樹高測定します。4 本に満たない場合はすべて樹高測定します。

留意事項③

- ・出現する樹種は、スギ、ヒノキ、カラマツ、その他針葉樹、広葉樹が想定されます。その他針葉樹、広葉樹は種名を記載しておきます。

【現地】杭設置、テープ張り

- ・プロット設置の方向は縦に 25m で最大傾斜線上（等高線に直角）とします。
- ・起点に木杭（25mm×25mm×300mm）を設置し、バーテックスまたはトゥルパルスで水平距離を測定し 25m を測ります。暗い林分は LED ランプ等で反射板を見やすくします。
- ・もう一方の木杭を設置し、レコード巻（荷造りテープ）を 1 本張ります。凹地形の場合、テープは空中を走らせず地を這うようにテープを張ることが大切です。（適宜、2m 幅を確認するため中間に現地調達の杭を用いた方が良いでしょう。）

- ・上下の杭には、対象地番号－林分番号－プロット番号（例：54-1-1）などと記入しておくことで後で再度確認する際に見つけやすいです。

【現地】GNSS 設置

上下どちらかの杭に GNSS を設置し、調査終了時に緯度経度を計測します。野帳に上下杭の区別を記録しておきます。

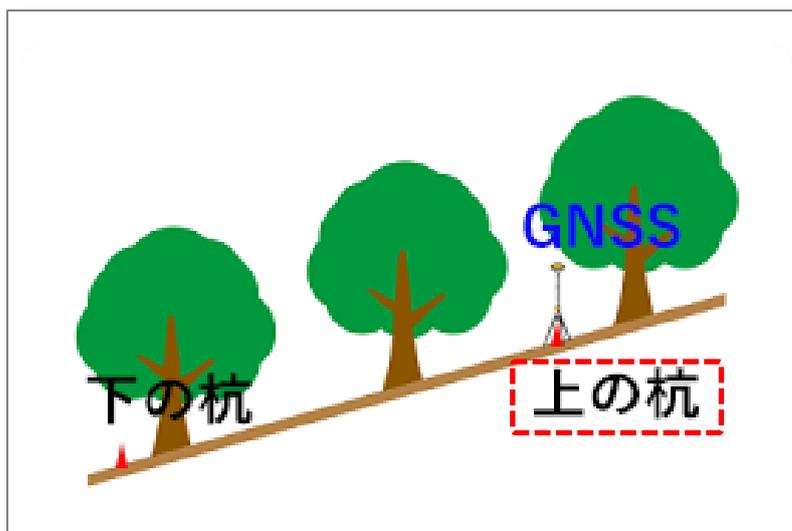


図 1-8 GNSS の設置位置を記録

【現地】胸高直径計測、No.テープ付け

- ・片側をテープに沿って 2m ポールで幅を確認しながら胸高直径を計測します。同様に残りの片側を計測します。
- ・立木の中心がレコード巻テープから水平距離 2m 以内に入るものを測定します。胸高位置は、山側地際から幹に沿って 1.2m の位置とします。
- ・胸高位置より高い山側の位置に No. テープをガンタッカで付けます。（1カ所留め）
- ・胸高直径は、輪尺で山側一方差しで計測。2cm 括約で読み取ります。（1cm に満たない場合は切下げ、1cm 以上は切上げます。）
- ・輪尺で測定できない場合に備え直径巻尺を携帯しておきます。一般的な輪尺は最大 46cm まで計測可能です。

- ・胸高直径測定者、記帳者は立木の形質（全体が直 or 幹曲 or 根曲の率）、傷、採材ごとの ABC 区分および平均傾斜などを判定し記録します。枯死木は測定しません。

プロット調査野帳																	
プロット傾斜		36°		プロットの斜面（下）方向		NE		調査年月日		令和		年 月 日					
契約番号		第 号				林分番号		調査者名									
所在地																	
植栽年度		昭和		平成		年度		年生		積雪区分		位置情報		北緯		東経	
植栽樹種		スギ				1=一般地域 2=多雪地域				上		35° 24' 2.06"		136° 27' 32.49"			
										下		35° 24' 2.54"		136° 27' 33.07"			
標準地面積		0.01 ha (25m×4m)				プロット番号		1		GNSS観測杭				上 下			
本数	NO.	樹種	胸高直径	樹高	品質・形状				枝下高	備考	ABC区分						
					根曲	幹曲	傷・腐り	皮剥			元玉 (3mまたは4m)	2番玉 (4m)	3番玉 (4m)	4番玉以上			
1	129	スギ	16	13.0			1		10.4		C	C	C				
2	130	スギ	32	22.0					16.1		A	A	B	B			
3	131	スギ	26	20.0					14.5		A	A	B	C			
4	132	スギ	30	23.0			1		13.8		B	A	C	C			
5	133	スギ	30	22.0			1		11.8		B	B	B	C			
6	134	スギ	24	19.0					13.3		A	B	B	C			
7	135	スギ	28	25.0					17.3		A	A	B	B			
8	136	スギ	36	26.0			1	1	15.8		C	A	B	B			
9	137	スギ	40	24.0			1	1	15.3		C	C	C	C			
10	138	スギ	16	21.0			1		17.7		C	C	C	C			
11	139	スギ	24	22.0			1	1	14.9		C	C	C	C			
12	140	スギ	44	27.0			1	1	15.0		C	A	A	B			

※A材：通直で傷が無いこと、節が少ないこと（市売り） B材：通直・小曲の並材 C材：バルブ材、バイオマス材
 ※樹高測定木は直径階を網羅すること。
 ※備考欄には、打出し長、被圧・折損・2又・曲がり・獣害等 形質形状について気付いた事を記入
 ※枯死木は測定しない。
 注 1) 現況写真：上部杭から下方1枚（No.テープが写る）、林況遠景（側面から）1枚、元木部分（傷、根曲がり等の欠点）1枚の計3枚
 2) プロットをとった箇所を、計画図に記入。

図 4-6 野帳の記入例

【現地】樹高、生枝下高計測、ピンクテープ巻

- ・樹高はバーテックスまたはトゥルパルスを使用します。
- ・樹高曲線を描くため、1プロットあたり4本以上の樹高を測定しておきます。
- ・野帳マンは、胸高直径の直径階が網羅できるよう樹高測定木を樹高測定者に指示しなければなりません。直径階の幅が広ければ4本に限らず5本以上測定しておきます。
- ・生枝下高も測定し、樹高測定木にはピンクテープを胸高以上に巻きます。

【現地】写真撮影

- ・ 上部の杭にポールを立て、ポール、杭、No.テープ、レコード巻テープ、樹高測定木に巻いたピンクテープが写るように上方より1枚撮影し、この1枚だけプロット番号などを記載した看板を写し込みます。

例

対象地番号	XX
林分番号	1
プロットNo.	1
樹種	ヒノキ



図 4-7 写真撮影の例（上段写真中央のピンクテープはラインプロットの中心線）

- ・プロット側方から遠景で林況がわかるように1枚撮影します。
- ・立木の傷、獣害、曲がりなどの欠点を1枚撮影します。
- ・写真のサイズは4M程度とし、日付は必要あれば入れても構いません。
- ・以上の3枚をエクセルシートに張り付けて管理しておくこと後日の検討に利用できます。（複数枚撮影し適切な写真を選んでも可）

【現地】GNSS計測

- ・先に設置したGNSSの緯度経度を計測し記録します。度分秒60進法、秒は小数点以下2位まで表記しておきます。
- ・野帳に上下杭の区別を記録します。

【現地】現地調査終了

- ・レコード巻テープは事情が許せば再訪時のために残置します。

【現地】現地調査の間に行うべきこと

- ・現地調査と並行して、現地の地形、林況を見ながら伐採搬出することを想定し、新設作業道の線形や架線集材の可否を野帳にメモしながら作業します。

メモ

新設作業道の線形や架線集材の可否を検討するときは現地で次のような記録をすると後で参考になります。

新設作業道：露頭（溪流や崩壊地など地表面が失われている箇所）を観察し、できればクリノメーターを用いて地層の走向と傾斜を測り、計画対象地が流れ盤か受け盤かを判別しておくこと線形を検討するのに役立ちます。そのほか凹（集水）地形の有無、湧水の有無、地すべり地形、基岩の風化状況なども要確認です。

架線集材：架設器材の運搬や集材作業での通い道（歩道）が作れるか、支障木の伐採（主索直下の支障木）の伐倒ができるか、支柱となる立木等はあるか、集材機及び器材の据え付けが可能かつ堅固な地盤で平坦な場所があるか、出材量等に応じた広い場所（土場）または狭い場所でも必要に応じて盤台を作設できるかどうか、策張りに支障のない地形かどうかなど、使用機械を想定してあらかじめ確認しておきます。

机上でプロット位置を再現する

GNSS で計測してきた座標値を Excel に整理して表示してみます。一方、「森林デジタルデータ」フォルダーの中には新たに「現地プロット位置」フォルダーを作成しておき、そこに「現地プロット座標.csv」などとして CSV ファイルで保存します。（注：CSV UTF-8(コンマ区切り)ではなく、CSV(コンマ区切り)を選択）

	A	B	C
1	番号	緯度10進数	経度10進数
2	スギ1上	35.40057222220	136.45902500000
3	スギ1下	35.40070555560	136.45918611100
4	スギ2上	35.39885833330	136.45643333300
5	スギ2下	35.39899166670	136.45668888900
6	ヒノキ1上	35.39898611110	136.45702500000
7	ヒノキ1下	35.39916388890	136.45692500000
8	ヒノキ2下	35.39930555560	136.45590277800
9	ヒノキ3上	35.39974444440	136.45588055600
10	ヒノキ3下	35.39962222220	136.45614722200

この例ではヒノキ2上は取得できず

図 4-8 GNSS で取得したプロット座標 (Excel で csv 表示した例)

QGIS のブラウザパネルで「森林デジタルデータ」を右クリックして「再読み込み」すると、現地プロット位置フォルダーが読み込まれて表示されます。



図 4-9 現地プロット位置フォルダーの読み込み

現地プロット位置フォルダーの左の▶をクリックして展開すると、「現地プロット座標.csv」があります。

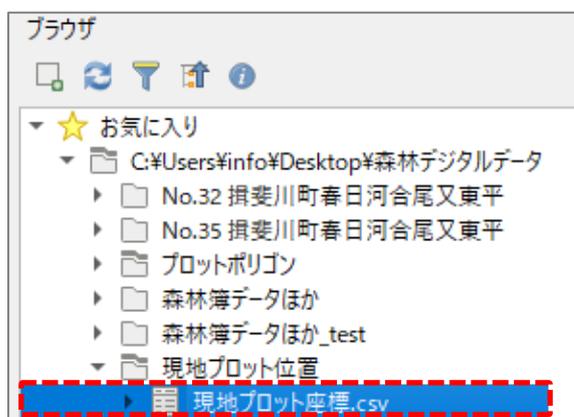


図 4-10 [現地プロット座標.csv]

現地プロット座標をマップ上に表示させるためには、メニューの [レイヤ] から [データソースマネージャ (D)] をクリックします。

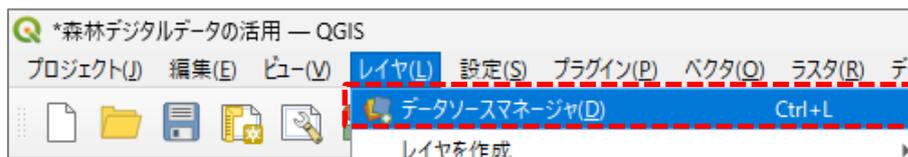


図 4-11 データソースマネージャ

メモ

「現地プロット座標.csv」をマップ上へ直接ドラッグ&ドロップすることもできますが、単にテーブルとして追加されるだけです。ここでは、GNSS で取得したポイントを図形としてマップに表示したいので、この方法ではなくデータソースマネージャを使う方が適しています。

The screenshot shows the '現地プロット座標' dialog box in QGIS. The dialog has a title bar '現地プロット座標 — 地物数合計: 9, フィルタ: 9, 選択: 0'. Below the title bar is a toolbar with various icons. The main area contains a table with the following data:

番号	緯度10進数	経度10進数	
1	スギ 1 上	35.40057222220	136.45902500000
2	スギ 1 下	35.40070555560	136.45918611100
3	スギ 2 上	35.39885833330	136.45643333300
4	スギ 2 下	35.39899166670	136.45668888900
5	ヒノキ 1 上	35.39898611110	136.45702500000
6	ヒノキ 1 下	35.39916388890	136.45692500000
7	ヒノキ 2 下	35.39930555560	136.45590277800
8	ヒノキ 3 上	35.39974444440	136.45588055600
9	ヒノキ 3 下	35.39962222220	136.45614722200

At the bottom of the dialog, there is a button labeled 'すべての地物を表示'. To the left of the dialog is a 'レイヤ' (Layers) panel showing a tree view with '現地プロット座標' expanded to show 'プロット' (checked), 'No32_アカマツ樹頂点', 'No32_スギ樹頂点', and 'No32_ヒノキ樹頂点' (all checked).

データソースマネージャが表示されたら、ブラウザパネルの「現地プロット座標.csv」をファイル名の空欄にドラッグ&ドロップします。文字コードは「Shift_JIS」になっていることを確認し、下段のサンプルデータが文字化けしないで正しく表示されていることを確認します。

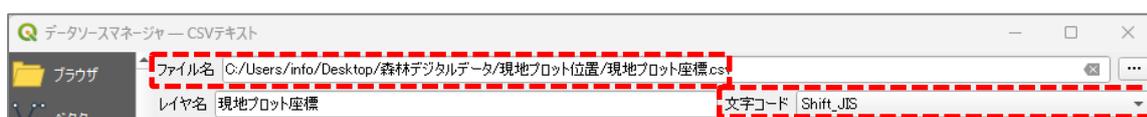


図 4-12 データソースマネージャの設定その 1

サンプルデータ

番号	緯度10進数	経度10進数
abc テキスト(string)	1.2 倍精度(double)	1.2 倍精度(double)
1 スギ1上	35.40057222220	136.45902500000
2 スギ1下	35.40070555560	136.45918611100
3 スギ2上	35.39885833330	136.45643333300
4 スギ2下	35.39899166670	136.45668888900
5 ビノキ1上	35.39898611110	136.45702500000
6 ビノキ1下	35.39916388890	136.45692500000
7 ビノキ2下	35.39930555560	136.45590277800
8 ビノキ3上	35.39974444440	136.45588055600

図 4-13 文字化けが無いことを確認

メモ

QGIS をインストールした直後の文字コードは UTF-8 になっていることがあります。このまま属性テーブルを表示すると、属性データが文字化けしてしまうので Shift_JIS に変更してください。

XY 座標をポイントデータ化する

次に、ジオメトリ定義を設定します。GNSS で取得してきたデータをマップ上に点で表示させたいので「ポイント座標」にチェックが入っていれば OK です。また、X 値と Y 値には、GNSS で計測してきた座標値は地理座標系（度・分・秒の緯度経度系）で、机上（QGIS）で検討してきたのは投影座標系（XY 座標のメートル系）なので、GNSS のデータは XY 座標に変換して表示させる必要があります。X 値には経度 10 進数を Y 値には緯度 10 進数を選択します。

▼ ジオメトリ定義

ポイント座標

Well-known text(WKT)

ジオメトリなし(属性のみのテーブル)

X値 経度10進数 Z値

Y値 緯度10進数 M値の属性

度分秒を使う

ジオメトリのCRS EPSG:4326 - WGS 84

図 4-14 データソースマネージャの設定その 2

さらに、ジオメトリの CRS を設定する必要があります。GNSS は人工衛星による測位なので、一般的に座標系は WGS1984 になっています。そこで、▼印をクリッ

クして選ぶのですが、過去に使ったことのない座標系は表示されないので一番右の地球をイメージした「CRS を選択」アイコンをクリックして探します。



図 4-15 データソースマネージャの設定その 3

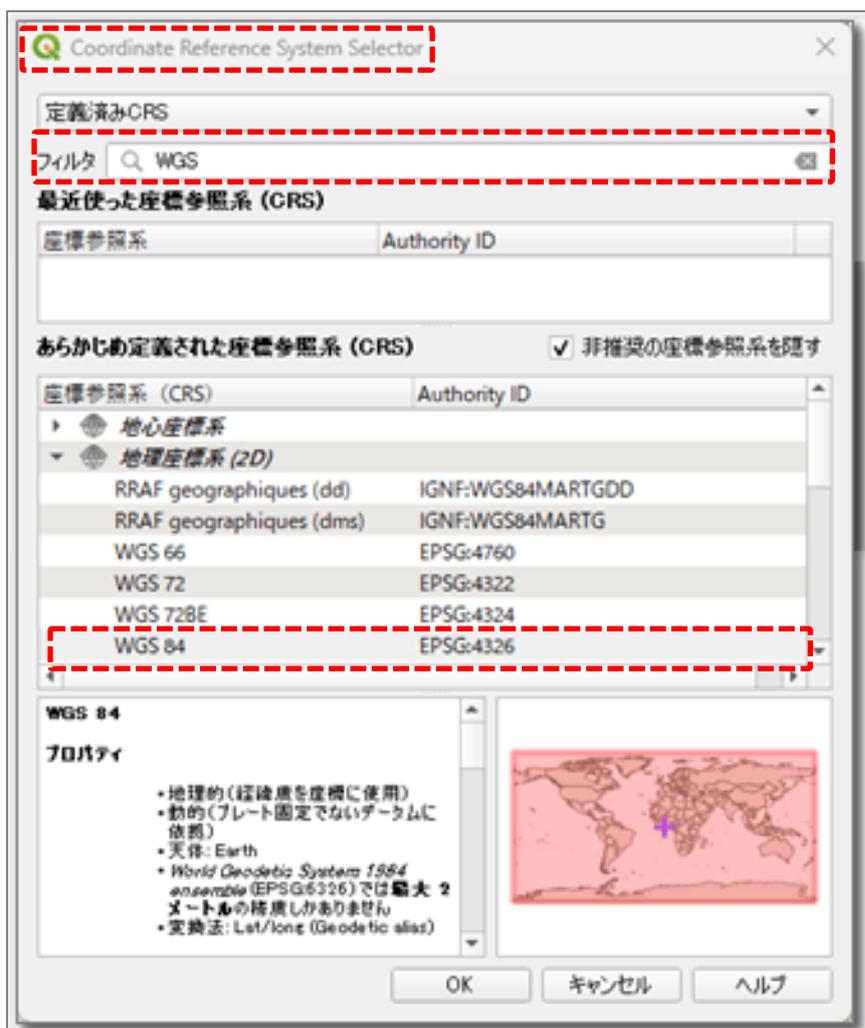


図 4-16 座標系の選択

Coordinate Reference System Selector パネルが現れるので、フィルタに「WGS」と入力し、地理座標系(2D)から WGS 84 (EPSG:4326) を選択して OK します。以上で設定は次の図のようになっています。一番下の「追加」をクリックして閉じます。



図 4-17 最終的な設定パネル

レイヤパネルには「現地プロット座標」レイヤが追加され、マップ上には GNSS で測位した座標にポイントが表示されます。



図 4-18 レイヤパネルとマップ上の表示

メモ

投影座標系(メートル系)のマップに地理座標系(度分秒)のデータが重なっている状態に見えますが、データソースマネージャが自動的に変換処理してくれます。

現地プロット調査のポリゴンレイヤを準備する

プロットの形状を GIS 上に表示するため、プロットポリゴンを作成します。

新しいポリゴンレイヤを作成するには、ブラウザパネルのお気に入りに入っている「森林デジタルデータ」を右クリックして下図のように展開します。ただし、このようにすると、これから作成するファイルは全部「森林デジタルデータ」フォルダーの中に入ってしまい、目的のファイルが非常に探しにくくなってしまいます。

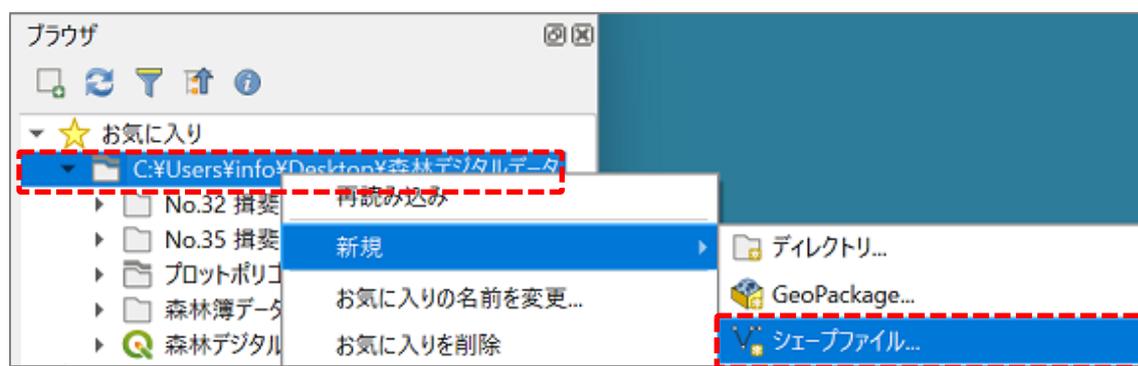


図 4-19 新しいベクトルデータの作成

そのようになるのを防ぐため、図 4-21 ではあらかじめ Windows のエクスプローラーから森林デジタルフォルダーの中に新しく「プロットポリゴン」フォルダーを作成しました。このようにするとプロットポリゴンフォルダーの中に新しいベクトルデータを作成することができます。

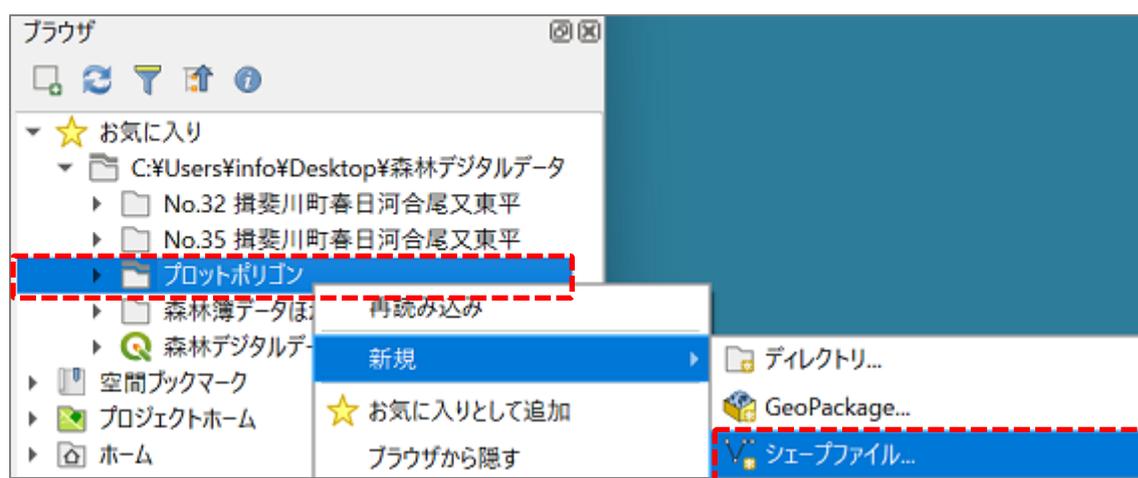


図 4-20 「プロットポリゴン」フォルダー

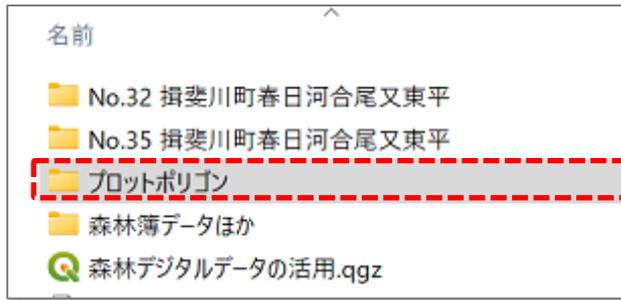


図 4-21 Windows で新しいフォルダーを作成

図 4-20 で、プロットポリゴンフォルダーを右クリックし、シェープファイルをクリックすると、新規シェープファイルレイヤのパネルが開きます。

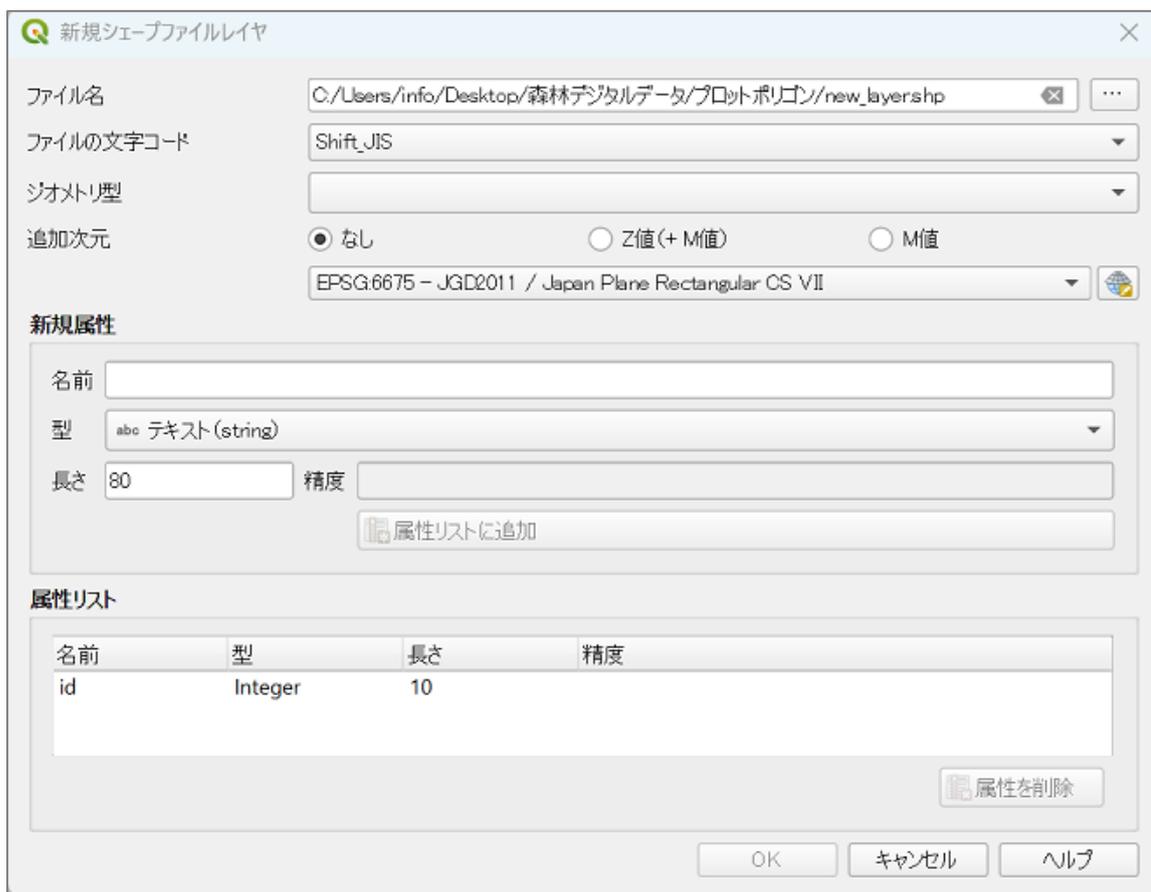


図 4-22 新規シェープファイルレイヤのパネル

ここでプロット箇所を「プロット.shp」として保存する設定は次の図のようになります。

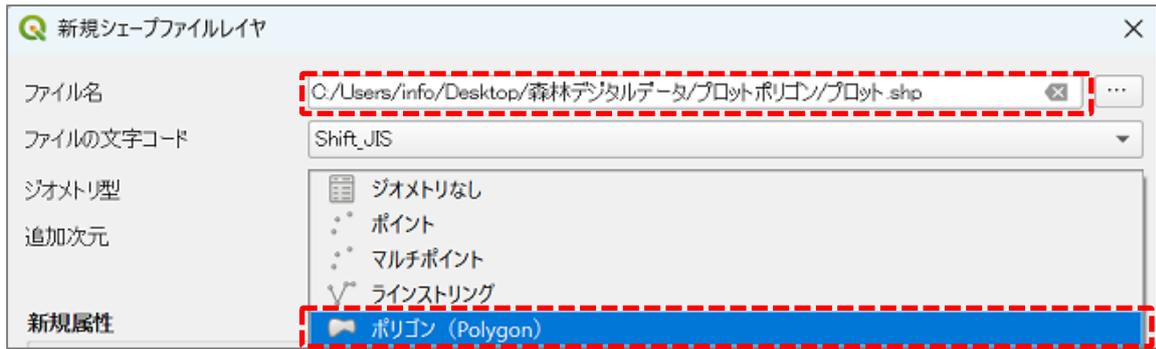


図 4-23 ファイル名の設定とジオメトリ型

さらに、そのシェープファイルに必要な属性のフィールド名に使う名前を決めます。

ここでは、「プロットの名称」というフィールド名をテキスト形式（文字）で 20 文字以内（全角文字なら 10 文字以内）を想定して次の通り設定します。例えば、後から「スギ1」のように記入します。

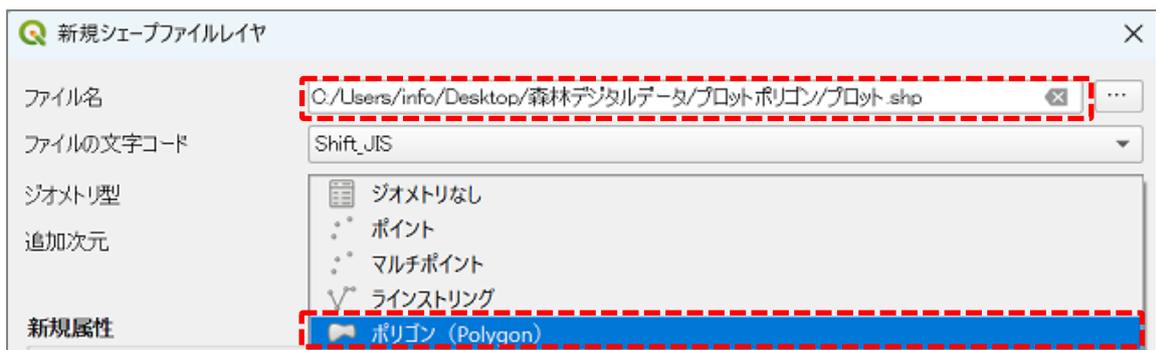


図 4-24 フィールド名とそのデータ型

次に属性テーブルのフィールドを設定します。

メモ

作成する図形（ポリゴン）に関するデータ（属性）を格納するための場所（フィールド）を確保しておく作業です。データベースでは、あらかじめ格納するデータの型を決める必要があり、どんな種類のデータ（数値か文字かなど）なのか、また、数値の場合はどのくらいの精度が必要なデータかなどを設定します。

このように名前、型、長さを指定し、「属性リストに追加」ボタンをクリックします。

新規属性

名前

型

長さ 精度

図 4-25 属性の設定（※ここでは単純に「プロットの名称」というフィールドを作成するだけです）

作成されたフィールドは属性リストに表示されます。複数のフィールドを作成する場合はこの作業を繰り返すこともできますし、後から追加して作成することもできます。

属性リスト

名前	型	長さ	精度
id	Integer	10	
プロット名称	String	20	

図 4-26 属性リスト

プロットの図形（ポリゴン）の作図・編集

現地プロット調査のポリゴンレイヤを追加する

ブラウザパネルから [プロット.shp] をマップにドラッグ&ドロップします。

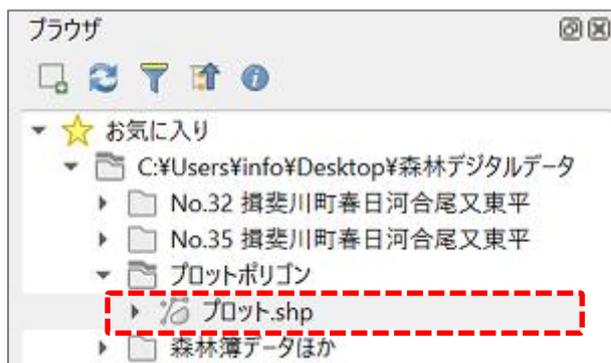
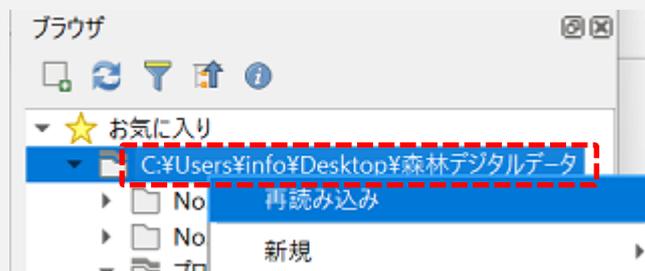


図 4-27 作成したプロット

メモ

ブラウザパネルの中に作ったはずの「プロットポリゴン」フォルダーが無い、あるいは「プロット.shp」が見つけれないといった場合は、再読み込みをします。再読み込みは、[森林デジタルデータ]を右クリックします。



再読み込みすると、ブラウザパネルがリフレッシュされ、Windows 側で追加したフォルダーやファイルが見えるようになります。

ブラウザパネルから「プロット.shp」をマップにドラッグ&ドロップすると、レイヤパネルに「プロット」が表示されます。しかし、マップには何も表示されていないはずですが。なぜなら、まだプロットの図形を作図していないので、マップに表示する絵としては何も無いからです。

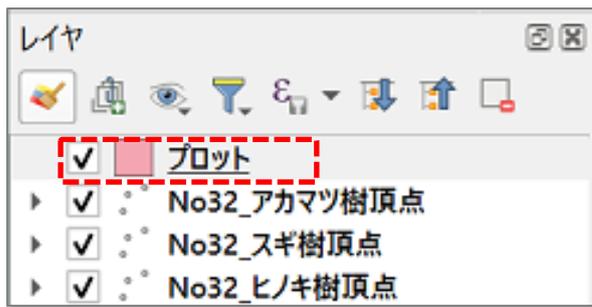


図 4-28 プロットレイヤの追加

同様に、「プロット」レイヤを右クリックして属性テーブルを表示すると何のデータも無いことがわかります。ただし、先に作成した「プロット名」というフィールドがあることは確認できます。

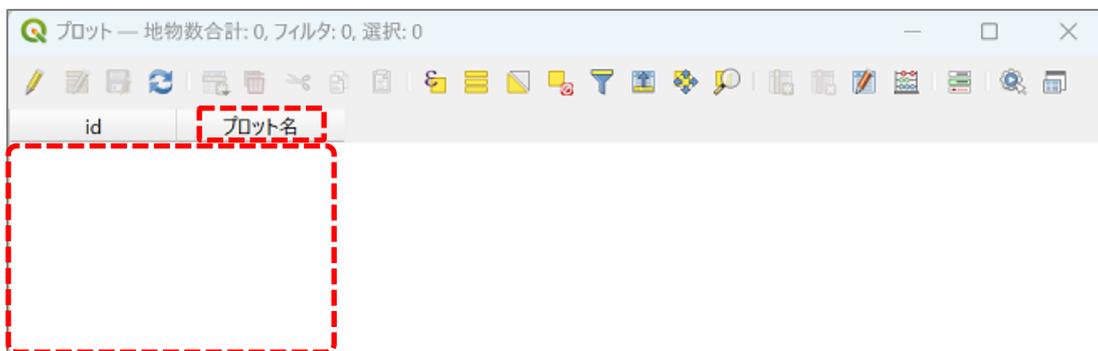


図 4-29 属性テーブル

メモ

点・線・面（ポリゴン）のベクトルデータ（シェープファイル）を一から作成するときは、最初にブラウザパネルで空のレイヤを作成してからマップに追加し、マップ上で作図するのが一般的です。

ポリゴンを作図する準備

次に「プロット.shp」を作図する準備をします。作図するには、プロットレイヤを右クリックし、「編集モードを切り替え(E)」をクリックします。

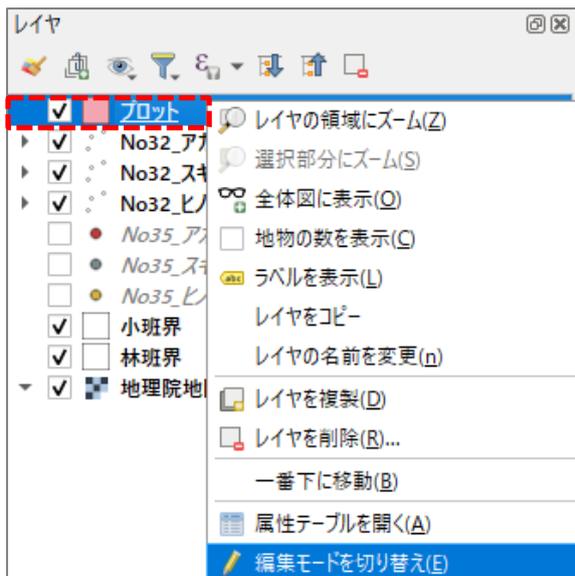


図 4-30 編集モードを切り替え

編集モードが切り替えられると、デジタイジングツールバーが有効になります。

これは同じツールバーの  をクリックしても同じく有効になります。



図 4-31 デジタイジングツールバーの編集モードを切り替えアイコン



図 4-32 有効になったデジタイジングツールバー

デジタイジングツールバーのほかに、もうひとつ高度なデジタイズツールバーも表示します。

ツールバーの何もない部分を右クリックします。



図 4-33 ツールバーの空白部分をクリック

パネルとツールバーの一覧が表示されますが、ツールバーの方から「スナップツールバー」と「高度なデジタイズツールバー」を見つけて、を付けます。

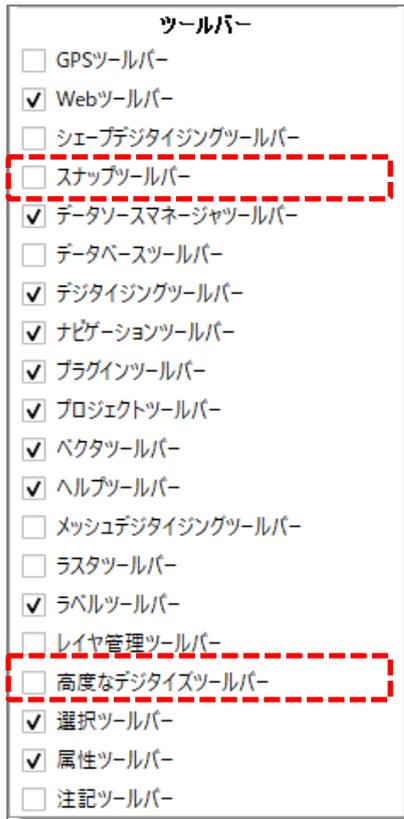


図 4-34 新しいツールバーの追加



図 4-35 スナップツールバー

ツールバーの一番左のアイコンをクリックすると、スナップツールバーが有効になります。一つ置いて右のアイコンはスナップする場所の選択ができます。

ツールバーの各アイコンは図に示したデフォルトのままにしておきます。

次に、デジタイジングツールバーの [ポリゴン地物を追加] アイコンをクリックします。



図 4-366 [ポリゴン地物を追加] アイコンをクリックして作図を開始する

デジタイジングツールバーの  をクリックし、高度なデジタルツールバーの一番左のアイコンがクリックできるようになります。

一番左の「高度なデジタイズツールの有効化」のアイコンをクリックし、有効化します。



図 4- 377 高度なデジタイズツールバー

高度なデジタイズパネルが表示されますので、マウスをマップ上に移動します。

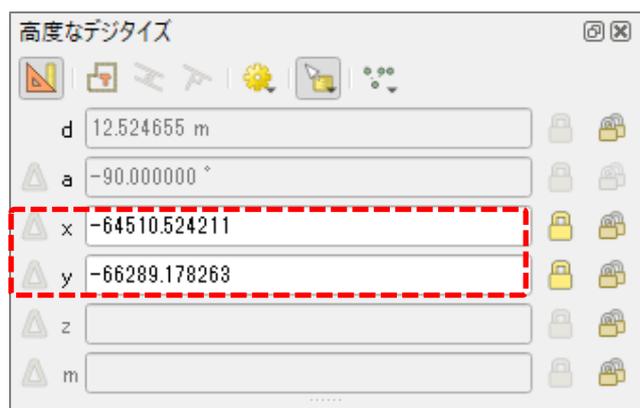


図 4- 388 高度なデジタイズのパネル

XY はマウスが指している位置、つまりマップ上の平面直角座標系の XY 座標を表しています。単位は” m” で、平面直角座標系第 7 系原点からの距離が表示されています。

メモ

x y ともにマイナス表示となっている理由については、国土地理院の平面直角座標系の説明をご一読ください。

ここまでで、作図する準備が整いました。

ポリゴンを正確に作図する

ここで、現地プロットのサイズが 4m×25mの長方形のポリゴンを作図します。最初はマップの適当な場所でクリックします。（以下の手順では適当な場所を施業範囲外としていますが、これは作図したポリゴンを後ほど施業範囲内へコピーして移動させるためです。）

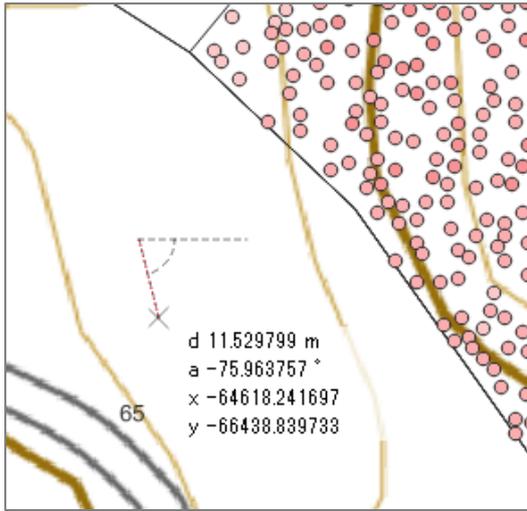


図 4-39 マップの適当な場所でクリック

高度なデジタイズパネルの d 欄に 4、a 欄に 90 と入力して、それぞれ右端のカギアイコンをクリックしてロックします。



図 4-40 数値を入力してロック

マウスをマップに戻すと図上でラインが引かれているので一旦左クリックします。マウスを少し動かすと確定された部分は動かなくて、引き続き作図を促されます。

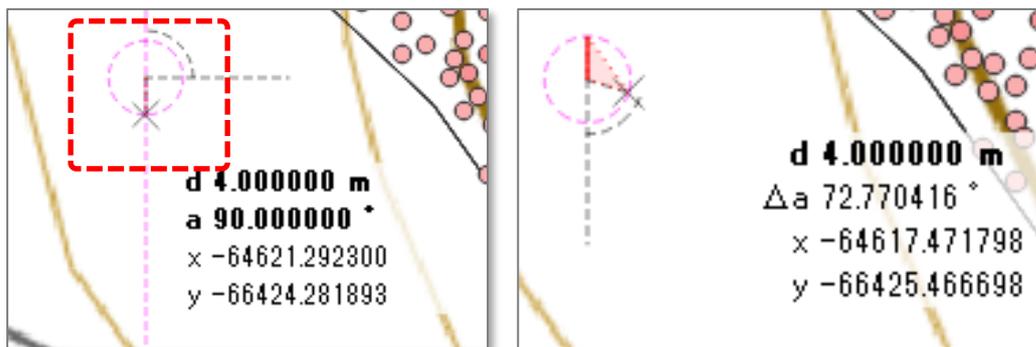


図 4-41 作図途中

再び、高度なデジタイズパネルの d 欄に 25、a 欄に 90 と入力して、それぞれ右端のカギアイコンをクリックしてロックし、マップに戻ってクリックします。

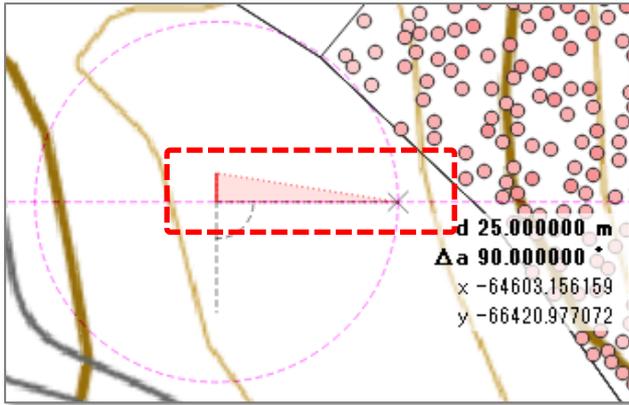


図 4- 42 90 度方向へ

再び、高度なデジタイズパネルの d 欄に 4、a 欄に 90 と入力して、それぞれ右端のカギアイコンをクリックしてロックし、マップに戻って長方形ができる位置でクリックします。

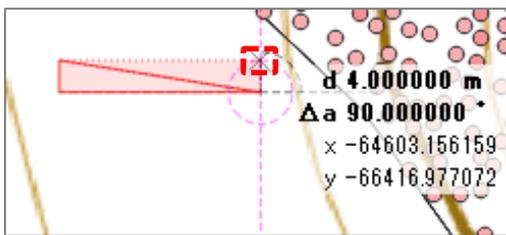


図 4- 43 長方形のポリゴンを作成

右クリックすると次のパネルが現れるので、id に 1、プロット名に「スギ1」などを入力して OK します。

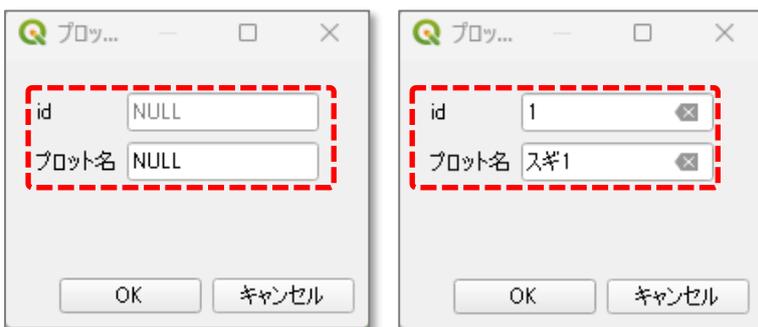


図 4- 44 属性値を入力

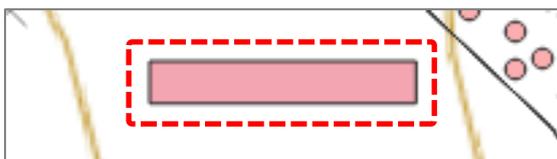


図 4- 45 正確な長方形ポリゴンの作図

以上で、4m×25mの正確な長方形のプロットポリゴンが作図できました。念のため、プロットレイヤを右クリックして属性テーブルを確認します。

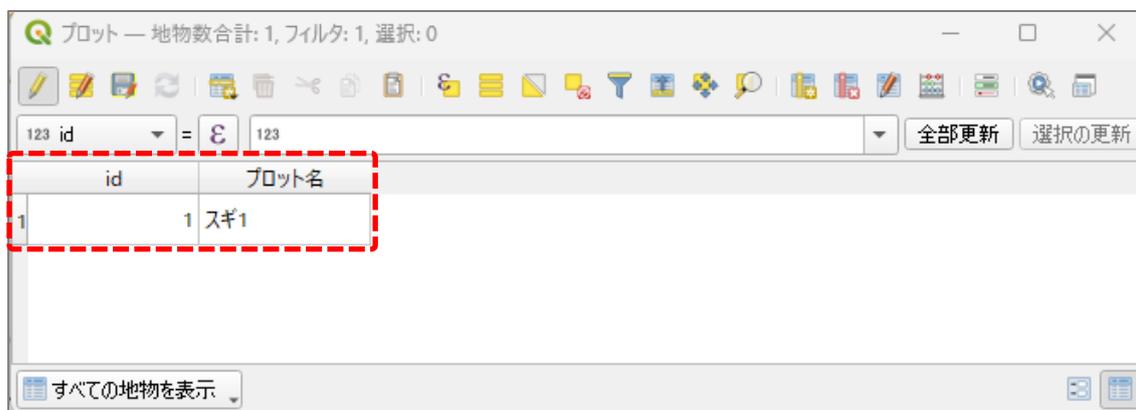


図 4- 46 属性テーブルの確認

次に作図したポリゴンを GNSS で測位したポイントの現地プロット座標に配置します。

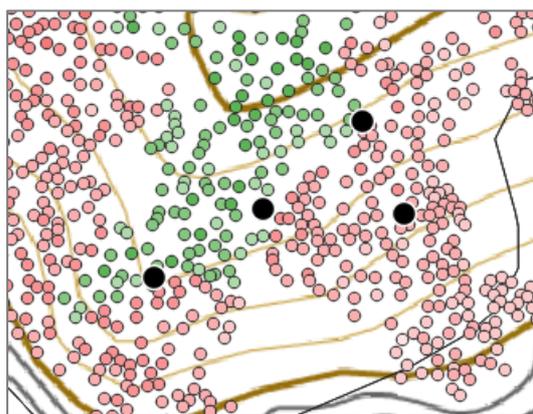


図 4- 47 GNSS 測位ポイントの位置

プロットポリゴンを移動して配置するには、各樹種の樹頂点レイヤのポイントにスナップしてしまうのを防ぐため、いったん各樹種の樹頂点レイヤをオフにしておきます。

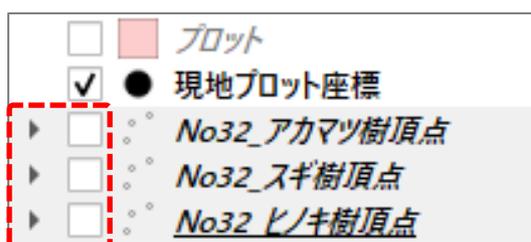


図 4- 48 樹頂点レイヤをオフ

プロットレイヤを配置していくには、「現地プロット座標」レイヤのラベルを表示させて、どの位置のポイントなのか分かるようにしておく作業がしやすいです。例えば、「上」と表示されたポイントだけにプロットを置いていくイメージです。

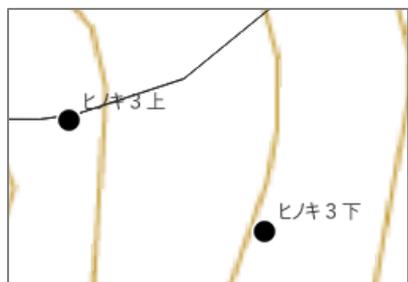


図 4-49 「現地プロット座標」レイヤにラベリング

高度なデジタルツールバーの地物を移動アイコンの▼をクリックします。



図 4-50 移動アイコン

地物をコピー/移動を選択し、マップ上でプロットポリゴン上にマウスオーバーします。なお、スナップはセグメントの中央にしておきます。

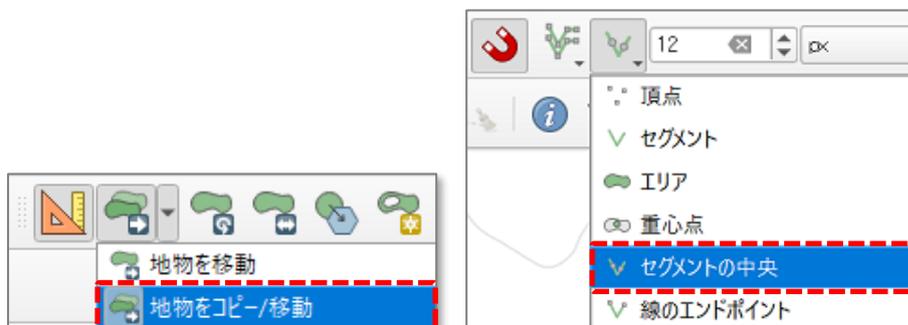


図 4-51 地物をコピー/移動

微妙にマウスを動かして、ポリゴン短辺の中点に来たら△が現れますのでクリックし、ポリゴンの色が濃く変わったならマウスを移動します。

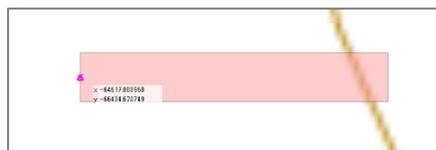


図 4-52 プロットポリゴン短辺の中点

このまま現地プロット座標のポイントまで移動していき、短辺中点を確実に図の点にスナップさせます。

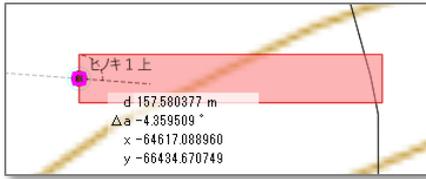


図 4-53 スナップ

さらに次のスナップさせたいポイントまで移動させてクリックすることをプロット数の分だけこれを繰り返します。

作りたいプロット分だけクリックしてコピーできたら、右クリックでコピー/移動を終了します。各所に配置したプロットポリゴンは等高線に直角になるよう「地物を移動」や「地物を回転」を使って単木樹頂点ポイントをなるべく多く、適正に囲めるような配置をします。

ただし、回転ツールはポリゴンの重心を中心に回転してしまうので、スナップさせた現地プロット座標を中心として回転させたい場合は、キーボードの CTRL キーを押しながら現地プロット座標ポイントをクリックして回転の中心として、もう一方のポリゴンの端を掴んで回転させると、意図したとおりの回転ができます。



図 4-54 地物を回転アイコン

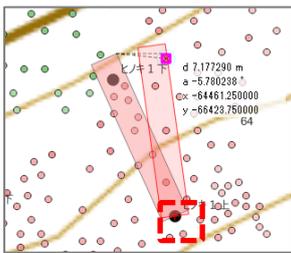


図 4-55 回転の中心を変える

配置を修正するとき、ポリゴン内の樹頂点数が現地プロット調査の本数と比べて足りないなどの場合には、現地プロット座標ポイントへのスナップに拘らず、いったんスナップを解除して微調整することも OK とします。現地プロット座標は GNSS 測位の誤差を含み、あくまでも現地でプロットを作った場所がわかれば良く、その範囲の樹高を知ることが目的だからです。その結果、プロットポリゴンは現地プロット座標から外れることもあり得ます。



図 4-56 スナップを無効にする

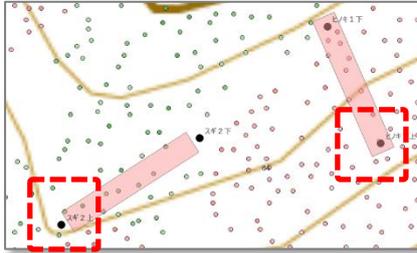


図 4-57 プロット位置の微調整

スナップツールバーの磁石アイコンをクリックして無効にします。

すべてのプロットを配置した結果の事例を以下の図に示します。

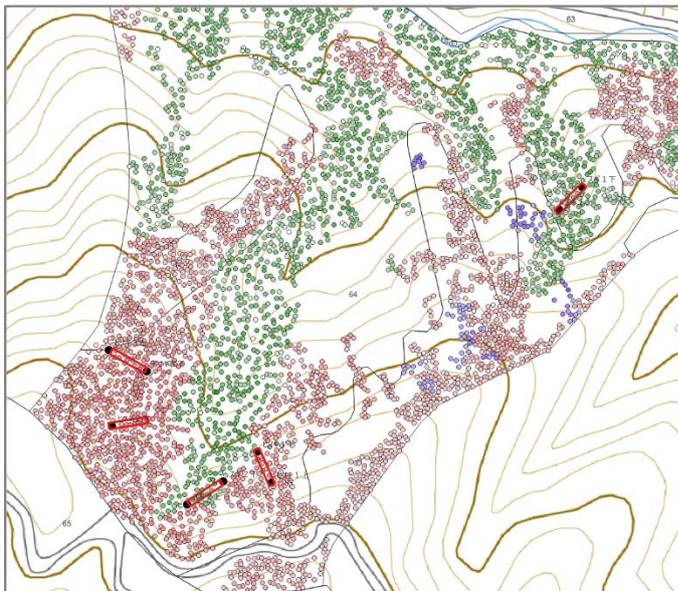


図 4-58 配置例を赤枠のプロットで示す

プロットの配置が出来たら、現地プロット座標レイヤはオフにします。

プロット内の航空レーザーによる樹高データ取得

プロットポリゴン内にある樹頂点のデータだけを選択し、属性テーブルで表示します。樹頂点のレイヤは樹種ごとにあるので、樹種の数だけ同じ作業を行います。

メモ

この作業は、現地プロット調査で計測してきたデータ（位置や本数）と航空レーザー計測データ（樹頂点データの位置や本数）がきちんと一致しているかどうか確認する意味もあります。現地では10本あったのに、GIS上では10本無いまたはもっと多いということがありますので、なるべく本数は一致させるようポリゴン位置の多少の修正は許容します。全く現地プロット調査結果と航空レーザー計測データが異なっている場合は、樹頂点データの精度が悪いことが考えられるので、別の位置で比較し直すなどの検討をしてみてください。そのためには現地プロット調査位置も予備を用意しておくことが望ましいです。

例えば、ヒノキの樹頂点について作業する場合は、レイヤパネルの [No.32_ヒノキ樹頂点.shp] を選択しておきます。

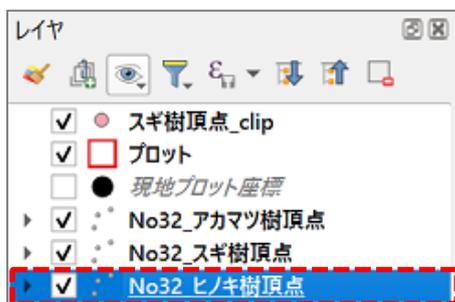


図 4-59 ヒノキ樹頂点レイヤを選択

上部のメニューから [ベクタ] - [空間演算ツール] - [切り抜く (clip)] と展開し、クリックするとベクタオーバーレイ - 切り抜く (clip) パネルが表示されます。

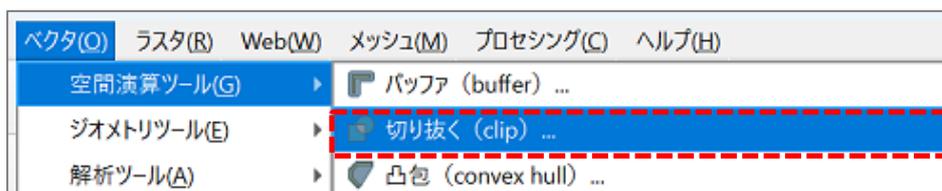


図 4-60 クリップの起動



図 4-61 クリップ

先に「No.32_ヒノキ樹頂点.shp」を選択していたので、すでに入力レイヤに設定されています。「No.32_ヒノキ樹頂点.shp」は切り取られる側のデータなので、次は切り取る側の図形、つまりプロットの図形をオーバーレイヤ欄に設定します。

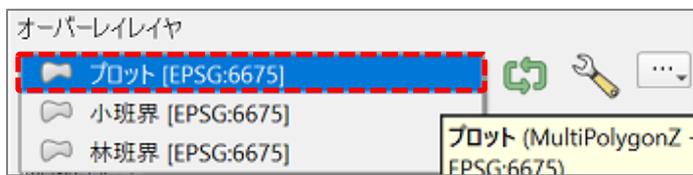


図 4-62 オーバーレイヤ

さらに、結果をどんなファイル名で保存するかを切り抜き結果欄に設定します。念のため、文字コードを変更(Shift_JIS)をクリックして、再度、「ファイルに保存」をクリックします。



図 4-63 文字コード設定

プロットポリゴンフォルダーに [ヒノキ樹頂点_clip.shp] として保存します。



図 4-64 ファイル名の決定と保存場所

以上で設定が完了したので、実行します。

メモ

保存場所は新しいフォルダーを作成するなど、わかりやすい場所を設定しておきます。また、ファイル名にはどんな作業をしてこのファイルができたのかがわかるよう、ファイル名の最後に_clip などのように作業名を付記しておくことで後からどうやって作成されたデータだったのかがわかるので便利です。

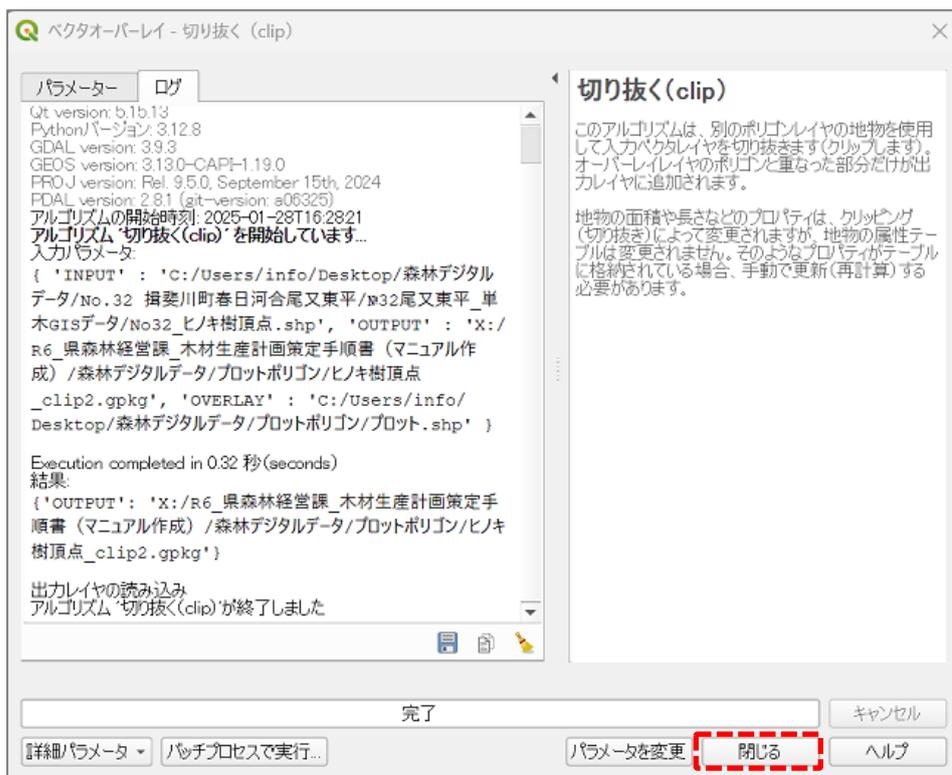
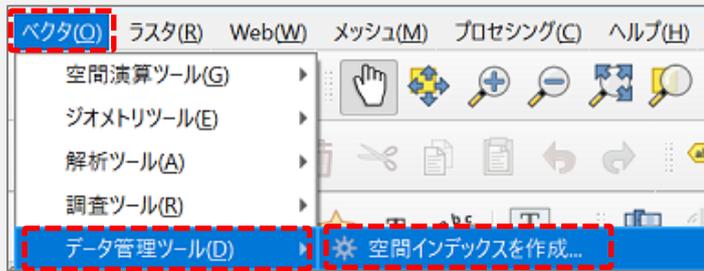


図 4-65 クリップの完了画面

完了したら、閉じる をクリックします。

メモ

ベクタの操作をするとき、「・・・空間インデックスが存在しません。処理が極端に悪化します。」のような警告があった場合は、対象レイヤに空間インデックスを設定しておくで安心です。



ベクタ一般 - 空間インデックスを作成パネルが現れたら、入力レイヤ欄のコンボボックスからインデックスを作成したいレイヤを選択し実行するだけでOKです。ファイル名などは変更されません。

レイヤパネルには、先ほどファイル名を指定した「ヒノキ樹頂点_clip」が表示されており、マップ上にもプロット内に含まれる樹頂点だけ表示されました。下図では、スギの樹頂点レイヤはそのままで、No.32 ヒノキの樹頂点レイヤのみオフにしています。



図 4-66 クリップの効果

他の樹種についても同様の作業を行います。

メモ

ここまでの操作は樹種ごとにクリップしましたが、一括してプロット内のポイントだけ選択する方法もいくつかあります。例えば、各樹頂点レイヤを同一レイヤにしてからクリップしたり、前述したフィルタを使ったりする方法もありますので、書籍・WEBなどで確認してください。

全ての樹種レイヤについて作業出来たら、属性テーブルを確認します。文字化けが無いことを確認し、各フィールドのデータも確認します。



図 4-67 クリプレイヤの属性テーブルを確認

クリップした樹頂点は、属性テーブルを見ただけではどこのプロット内にあるのかがわかりません。そこで、この属性データにプロット名を付与します。樹頂点のポイントデータとプロットのポリゴンデータが重なっていれば、そのポリゴンのプロット名をポイントデータの属性に付け加える操作をします。

切り取った樹頂点データにプロット名の属性を加える

メニューから [データ管理ツール(D)] - [属性の空間結合…] と展開してクリックします。

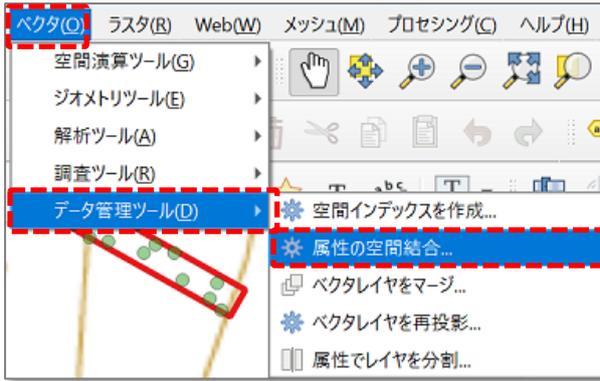


図 4-68 属性の空間結合

樹頂点_clip レイヤに「交差する」（空間的關係についてはパネル右側の説明書きを読んでから、最適なオプションを選択してください）プロットレイヤのプロット名を付与するので、地物を結合するレイヤに「樹頂点レイヤ_clip」、比較対象に「プロット」を設定します。

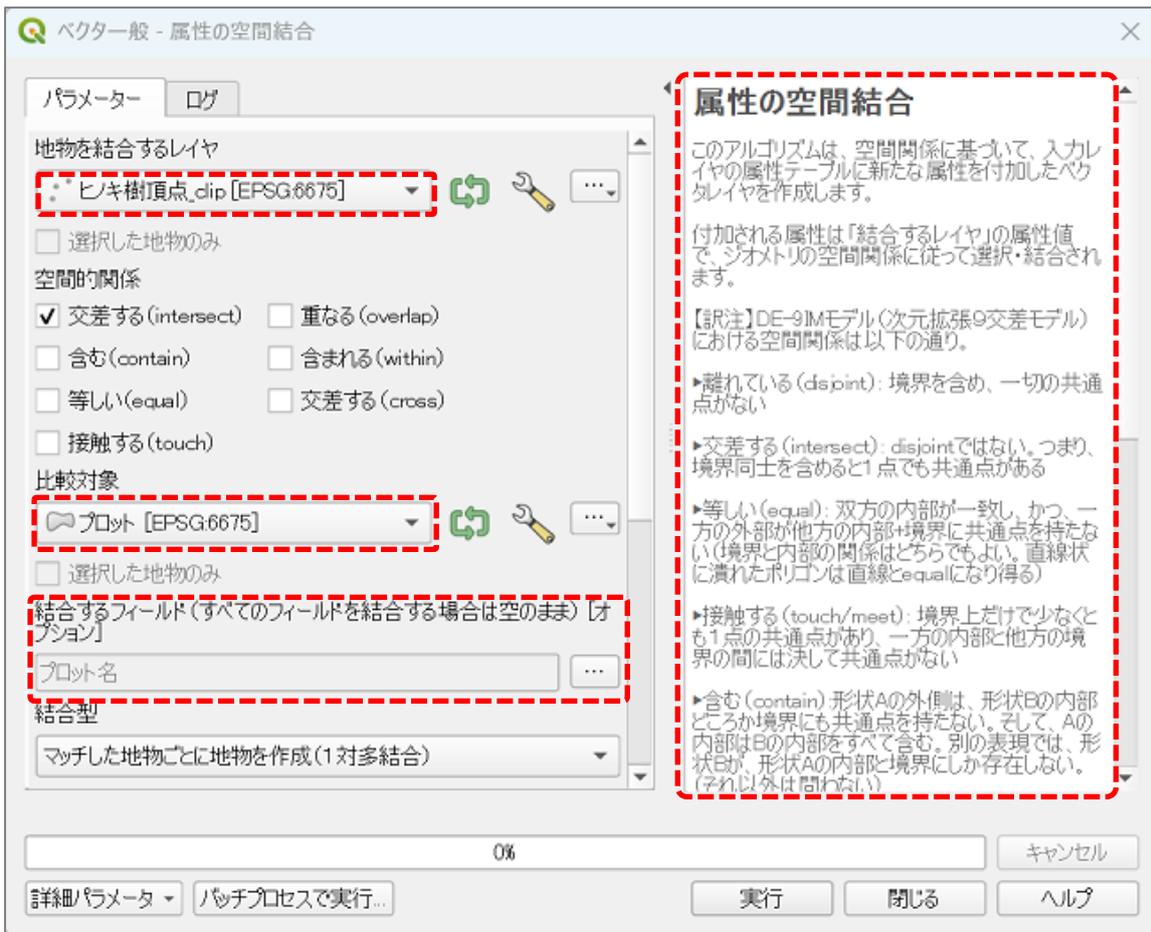


図 4-69 属性の空間結合のパラメータ設定

比較対象の下段で結合するフィールド欄の「…」をクリックして結合するフィールドのうち「プロット名」にチェックを入れてOKします。



図 4-70 結合するフィールド

実行すると正常に完了すると次の画面になるので閉じます。

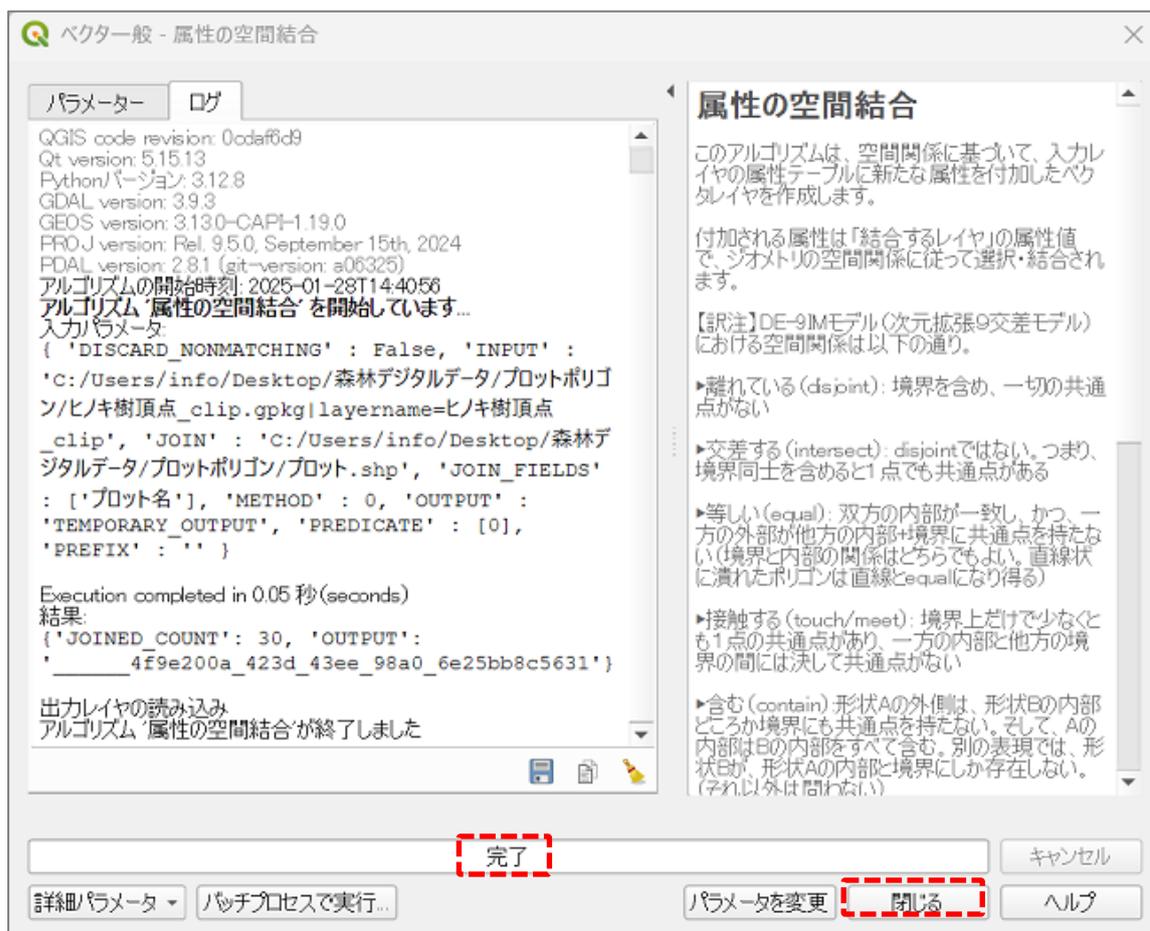


図 4-71 属性の空間結合が成功

レイヤパネルに「出力レイヤ」が表示されるので、右クリックして名前を変更します。

「出力レイヤ」→「ヒノキ樹頂点_プロット内」などとします。

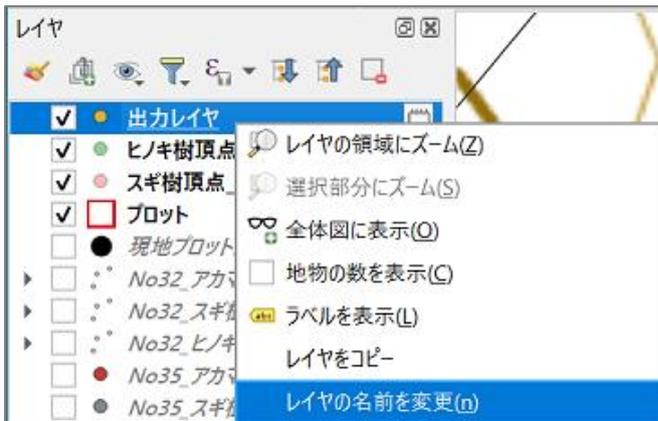


図 4-72 レイヤ名を変更する

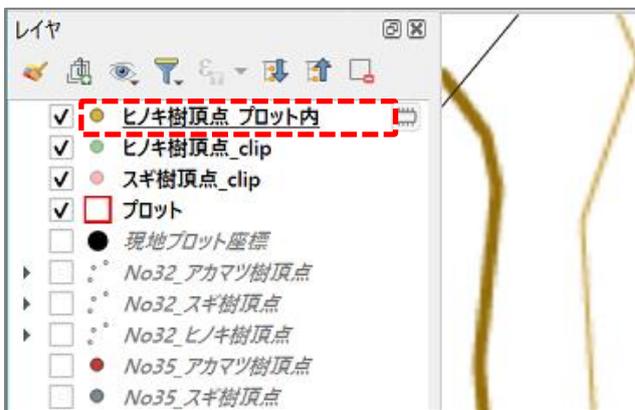


図 4-73 レイヤ名の変更

「ヒノキ樹頂点_プロット内」レイヤの属性テーブルを確認します。プロットレイヤのフィールドの「プロット名」が追加されていることが確認できました。

ヒノキ樹頂点_プロット内 — 地物数合計: 30, フィルタ: 30, 選択: 0

fid	樹種ID	樹種名	樹高	胸高直径	プロット名
1	1	2 ヒノキ	20.4	18.8	ヒノキ 1
2	2	2 ヒノキ	19.6	18.8	ヒノキ 1
3	3	2 ヒノキ	20	18.8	ヒノキ 1
4	4	2 ヒノキ	19	18.8	ヒノキ 1

すべての地物を表示

図 4-74 空間結合されたプロット名

属性テーブル中の胸高直径フィールドは全部同じ数字になっているので使用しません。データとして必要なのは樹種名と樹高とプロット名なので、このデータを Excel など加工しやすいように表計算形式でエクスポートします。エクスポートするには、レイヤパネルから属性データを加工したいレイヤを選択して右クリックし、サブメニューから [エクスポート] - [新規ファイルに地物を保存(A)…] をクリックします。

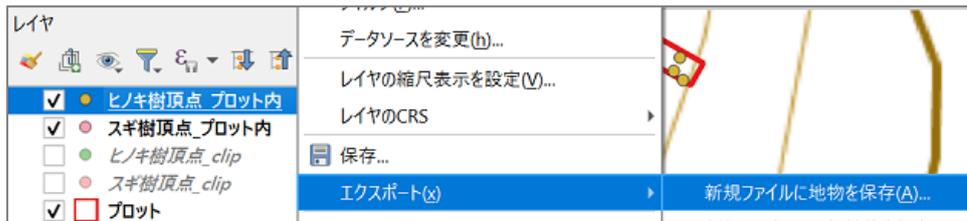


図 4-75 属性データのエクスポート

ここではヒノキ樹頂点_clip はオフにして、ヒノキ樹頂点_プロット内レイヤをエクスポートします。

名前をつけて「ベクタレイヤを保存…」パネルが開きます。パネル内のパラメータを次の図のように設定します。形式は「カンマで区切られた値[CSV]」です。

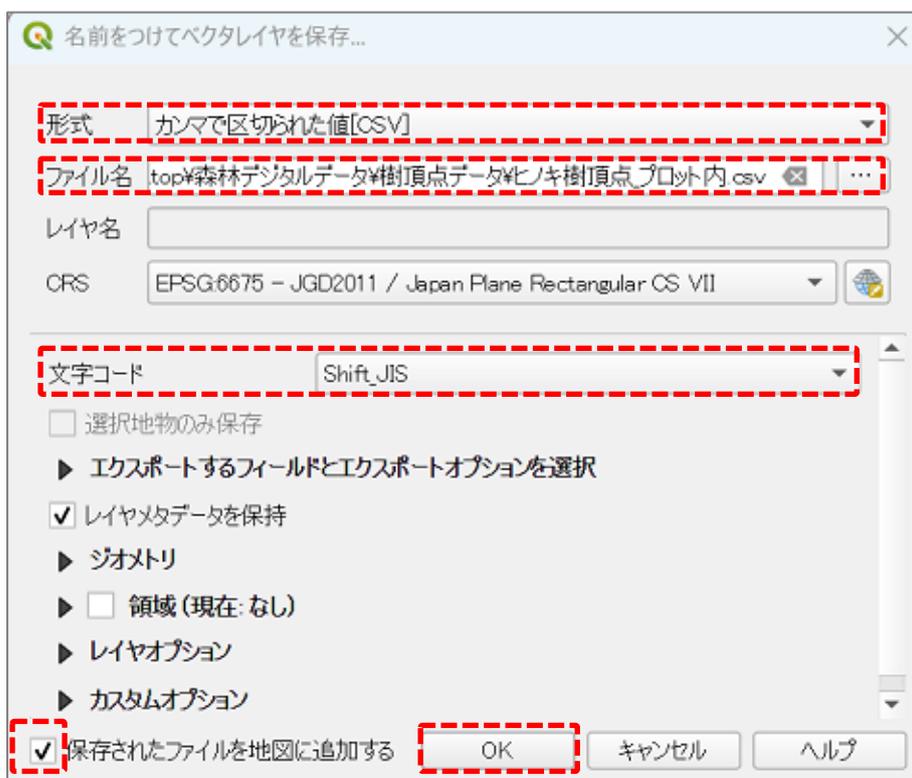


図 4-76 CSV で保存

ファイル名は「樹頂点データ」フォルダーを新設して、その中に保存することになります。

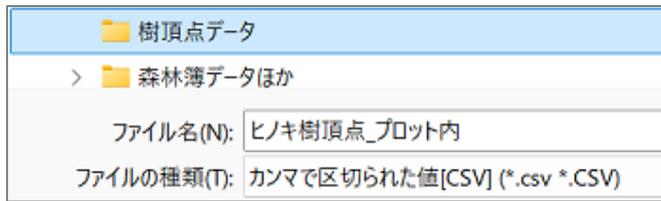


図 4-77 樹頂点データ

「保存されたファイルを地図に追加する」にチェックを入れた場合は、レイヤパネルにも表示されますが、不要の場合はこのレイヤをパネルから削除してください。

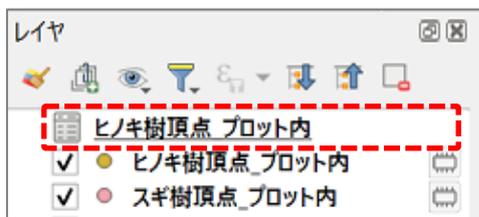


図 4-78 不要なレイヤは削除

以上のエクスポートを全ての樹種に対して作業します。

樹頂点データの属性テーブルを表計算ソフトで開く

一方、Windows のファイルエクスプローラーで「森林デジタルデータ」 - 「樹頂点データ」フォルダーを見ると、各樹種の CSV ファイルができています。

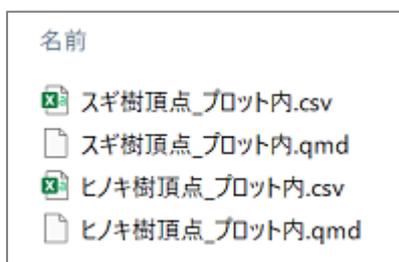


図 4-79 エクスポートされた CSV ファイル

拡張子 csv のファイルを表計算ソフトで開きます。

	A	B	C	D	E	F
1	fid	樹種ID	樹種名	樹高	胸高直径	プロット名
8	7	2	ヒノキ	18.3	18.8	ヒノキ1
9	8	2	ヒノキ	17.9	18.8	ヒノキ1
10	9	2	ヒノキ	20.8	18.8	ヒノキ1
11	10	2	ヒノキ	17.3	18.8	ヒノキ1
12	11	2	ヒノキ	22.1	18.8	ヒノキ2
13	12	2	ヒノキ	21.9	18.8	ヒノキ2
14	13	2	ヒノキ	19.2	18.8	ヒノキ2
15	14	2	ヒノキ	20.4	18.8	ヒノキ2
16	15	2	ヒノキ	20.3	18.8	ヒノキ2

図 4-80 表計算でプロット内の樹頂点データを開く

各樹種ともそれぞれ表計算ソフトで森林デジタルデータ（航空レーザーによる樹高データ）を整理したら、それを一つのファイルにまとめます。不要なデータ（胸高直径など）は削除しておきます。

	A	B	C
1	プロット名	樹種名	樹高
6	スギ1	スギ	22.2
7	スギ1	スギ	22.8
8	スギ2	スギ	20.4
9	スギ2	スギ	20.9
10	スギ2	スギ	21.9
11	スギ2	スギ	23
12	スギ2	スギ	23.9
13	スギ2	スギ	24.2
14	スギ2	スギ	24.6
15	スギ2	スギ	25.8
16	ヒノキ1	ヒノキ	17.3
17	ヒノキ1	ヒノキ	17.9

図 4-81 プロット内の樹高データ（航空レーザーによる）

プロットごとに単純平均を取っておきます。

	A	B	C	D
1	プロット名	樹種名	樹高	平均
6	スギ1	スギ	22.2	20.1
7	スギ1	スギ	22.8	
8	スギ2	スギ	20.4	
9	スギ2	スギ	20.9	
10	スギ2	スギ	21.9	
11	スギ2	スギ	23.0	
12	スギ2	スギ	23.9	
13	スギ2	スギ	24.2	23.1
14	スギ2	スギ	24.6	
15	スギ2	スギ	25.8	
16	ヒノキ1	ヒノキ	17.3	
17	ヒノキ1	ヒノキ	17.9	
18	ヒノキ1	ヒノキ	18.3	
19	ヒノキ1	ヒノキ	19	
20	ヒノキ1	ヒノキ	19.3	19.2
21	ヒノキ1	ヒノキ	19.6	
22	ヒノキ1	ヒノキ	19.7	
23	ヒノキ1	ヒノキ	20	
24	ヒノキ1	ヒノキ	20.4	
25	ヒノキ1	ヒノキ	20.8	
26	ヒノキ2	ヒノキ	17.6	

図 4- 82 プロットごとの平均樹高（航空レーザーによる）

プロット調査データの整理

野帳から表計算ソフトで次のような整理を行います。幹曲がりや根曲がりなど欠点についても調査した一本一本について正確に入力し、対象林分全体においても同割合で出現する前提でパーセンテージを算出します。

		全数		幹曲がり	皮剥・根曲がり	その他			
本数		19		6	9	0			
割合				32%	47%	0%			
植栽樹種	スギ								
標準地面積	0.03ha	(25 m × 4 m)							
プロットNo	立木No	胸高直径	樹高	幹曲がり	皮剥・根曲がり	その他	備考		
1	129	16	13		1				
	130	32	22						
	131	26	20						
	132	30	23	1					
	133	30	22	1					
	134	24	19						
	135	28	25						
	136	36	26		1				
	137	40	24	1	1				
	138	16	21	1					
	139	24	22	1	1				
	140	44	27		1				
	2	108	42	29					
		109	38	27					
110		36	23		1				
111		44	30		1				
112		28	22		1				
113		30	25		1				
114		42	30	1					
平均樹高		24							
最大樹高		30							

図 4-83 野帳の整理

現地プロット調査では樹種ごとに胸高直径と樹高のデータを記録してきたので、その林分における双方の関連性が分かります。これらのデータから樹高と胸高直径の相関から近似曲線を導き出しておきます。

近似曲線は表計算ソフト（Excel）で図 4-83 の赤枠（胸高直径と樹高）部分を選択して、メニューの挿入から [散布図] を選択します。

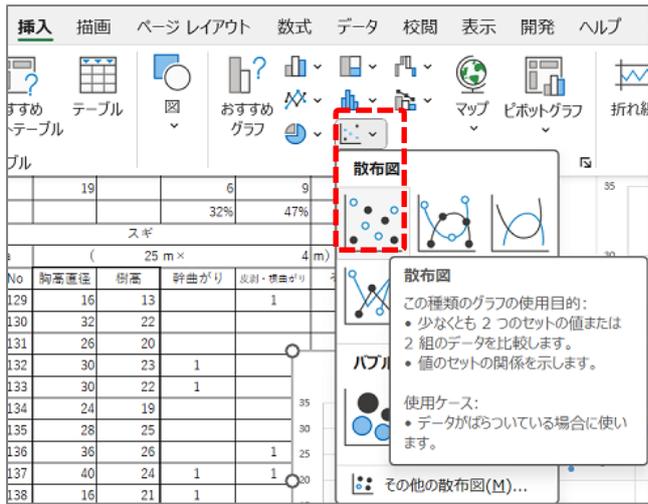


図 4-84 近似曲線のグラフ作成

グラフが表示されたら、右上の+をクリックします。

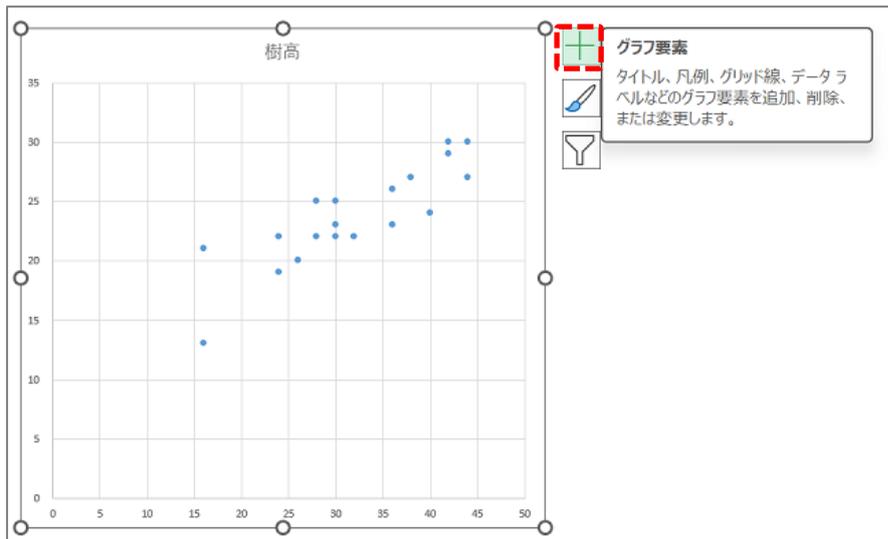


図 4-85 グラフの要素を追加

サブメニューの近似曲線にマウスオーバーすると右に>が現れるのでクリックします。

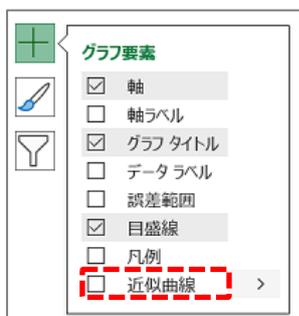


図 4-86 近似曲線

「その他のオプション....」を選択して近似曲線のオプションを設定します。

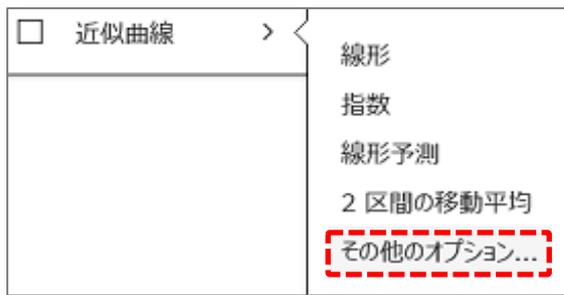


図 4-87 その他のオプション

本書では対数近似を(O)を選択し、下方の「グラフに数式を表示する(E)」と「グラフにR-2乗値を表示する(R)」に☑を入れておきます。



図 4-88 近似曲線のオプション設定

この近似曲線はプロット調査の結果と航空レーザー計測値とのすり合わせをするのに必要になります。

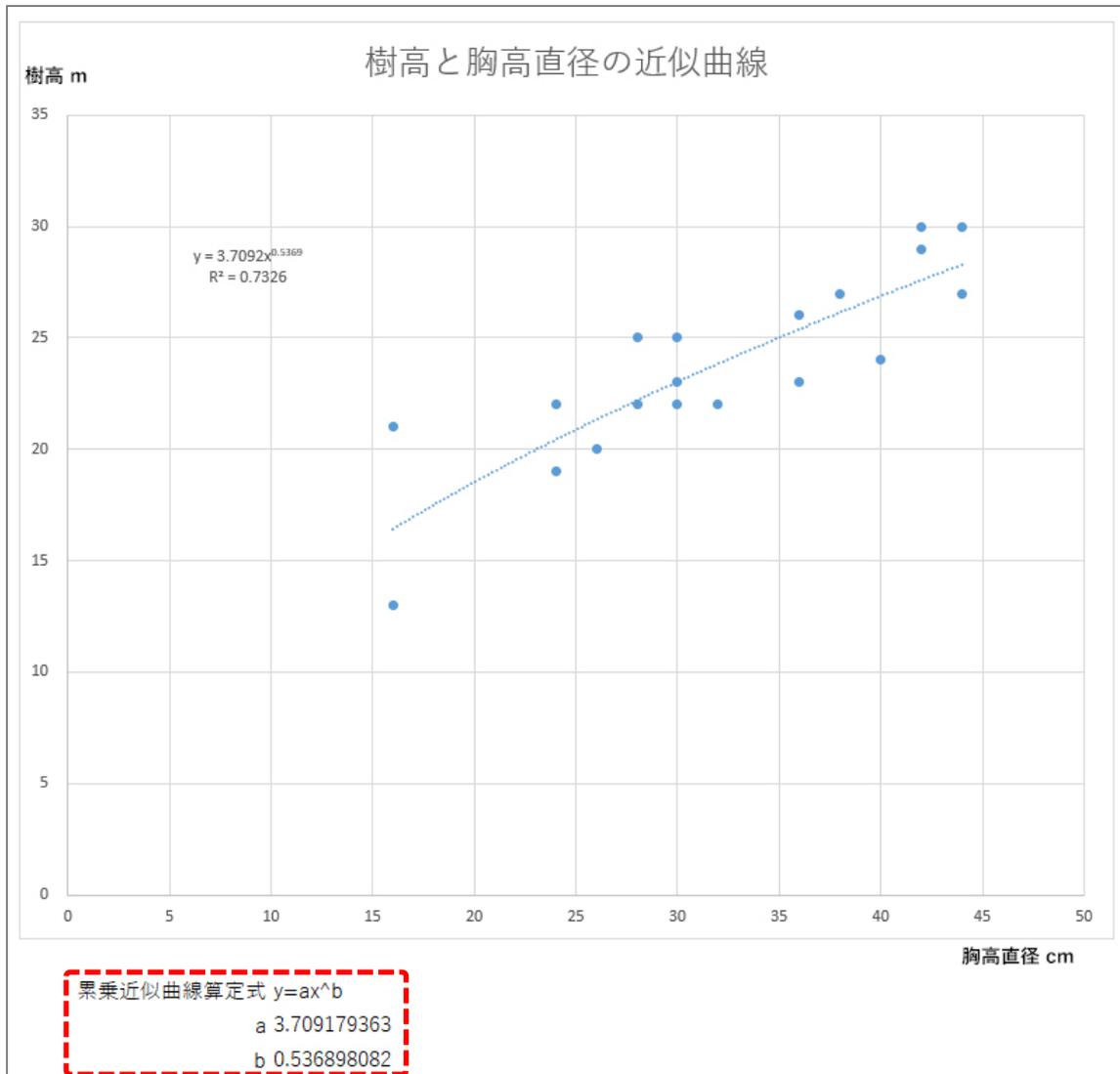


図 4-89 樹高と胸高直径の相関と近似式

5 航空レーザー計測樹高の補正と DBH

航空レーザーによる樹高データは計測した時点での数値であって、年数が経過したあとの樹高を知るには当然ながら補正が必要です。現地プロット調査の胸高直径と樹高との関係性から、樹高データの補正を行ってから現在の資源量を把握する必要があります。

現況の資源量を把握するためには、過去に計測した航空レーザーによる樹高データと4章の現地プロット調査で収集した現在のデータを使って、対象地全体の資源量を推定します。

航空レーザー計測時から現在樹高への補正手順

現在樹高の把握のための手順は次の通りです。最初に対象地全体について航空レーザー計測で得られた全樹高データの上層平均樹高を算出しておきます。同様にプロット調査した範囲の樹高も補正して平均します。過去のレーザー計測時と現在の林齢は所与の事項なのでそれぞれ樹高成長曲線図にマーキングし、プロット内の平均樹高から最も当てはまる成長曲線を選択して地位確定をします。地位確定したその成長曲線から現時点での樹高を決定し、過去の樹高からの増分を算出します。

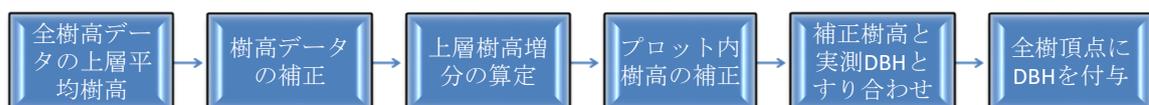


図 5-1 現在樹高の把握手順

上層平均樹高は、単に上層樹高という場合もあって、一般的には上層林冠を構成する生立木の樹高の平均値のことを指しますが、これには被圧木や枯死木の樹高は含めずに計算されるものとされています。しかしながらその具体的な方法が示されていないため、今日までいろいろな算出法が考案されています。例えば、航空レーザーデータの単純平均、単純平均した平均より上位だけ選抜してさらにその平均を取る方法などがあります。以下の事例では森林総合研究所の論文に掲載されている手法を取りました。具体的な定義は「同齢単純林における上層樹高の量的定義」森林総研 日本森林学会関東森林研究 71 (1), 13-162020-03 をご参照ください。

航空レーザーによる全樹高データの上層平均樹高

上層平均樹高は、各樹種の樹頂点データから算出します。QGIS で樹頂点レイヤに を入れて樹種ごとに属性データをエクスポートします。

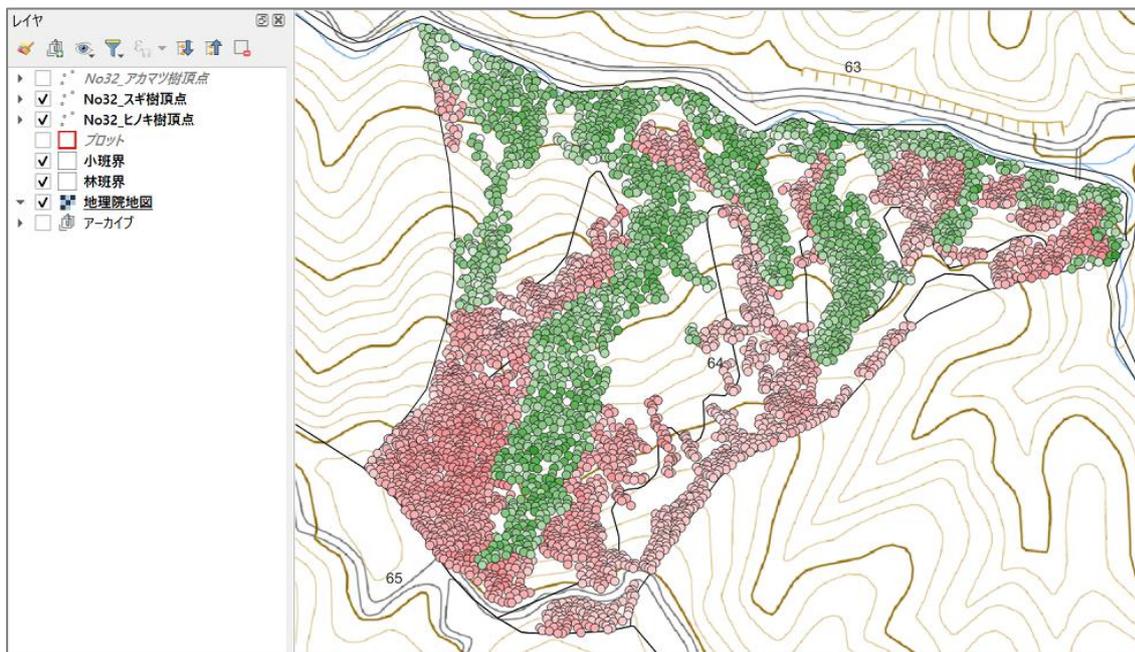


図 5-2 スギとヒノキの樹頂点レイヤをオンにする

属性テーブルを開いて確認します。樹高フィールドにある樹高のデータを対象地全域について csv 形式で「全樹高データ」フォルダーにエクスポートします。

	樹種ID	樹種名	樹高	胸高直径
1	1.000000000000	スギ	15.100000000000	3.200000000000
2	1.000000000000	スギ	22.500000000000	3.200000000000
3	1.000000000000	スギ	20.000000000000	3.200000000000
4	1.000000000000	スギ	13.500000000000	3.200000000000
5	1.000000000000	スギ	14.300000000000	3.200000000000

図 5-3 スギの属性テーブルの例（データ数が 2079 なので、表計算では 2000 行を超えます）

エクスポートの方法は、4章の後半を参照してください。ここでは、「スギ全樹高データ.csv」と「ヒノキ全樹高データ.csv」とファイル名を付けています。

	A	B	C	D
1	樹種ID	樹種名	樹高	胸高直径
2		1 スギ	15.1	3.2
3		1 スギ	22.5	3.2
4		1 スギ	20	3.2
5		1 スギ	13.5	3.2
6		1 スギ	14.3	3.2

	A	B	C	D
2076		1 スギ	20.6	3.2
2077		1 スギ	20.7	3.2
2078		1 スギ	20.7	3.2
2079		1 スギ	19.3	3.2
2080		1 スギ	19.9	3.2
2081				

	A	B	C	D
1	樹種ID	樹種名	樹高	胸高直径
2		2 ヒノキ	11.9	18.8
3		2 ヒノキ	14.7	18.8
4		2 ヒノキ	11.8	18.8
5		2 ヒノキ	13.1	18.8
6		2 ヒノキ	14.1	18.8

	A	B	C	D
3036		2 ヒノキ	16.5	18.8
3037		2 ヒノキ	17.4	18.8
3038		2 ヒノキ	16.8	18.8
3039		2 ヒノキ	18.5	18.8
3040		2 ヒノキ	18.4	18.8
3041				

図 5-4 csv で出力した全樹高データ（航空レーザーによる）D 列の胸高直径は無視

上層平均樹高についての具体的な定義は次を採用します。（図 5-1 メモ参照）

$$Hh2 = \frac{\sum (h * h^2)}{\sum h^2}$$

Hh2 : 樹高の 2 乗を重みとする加重平均樹高

全樹高データについて、上式で計算します。「スギ全樹高データ.csv」と「ヒノキ全樹高データ.csv」に h2、h*h2、Hh2 欄を設け、上式を入力して計算します。

B	C	D	E	F
樹種名	樹高(h)	h ²	h*h ²	Hh ²
				21.9
Σ h ²	923,156.72			
Σ (h*h ²)			20,197,732.20	
スギ	15.1	228.01	3,442.95	
スギ	22.5	506.25	11,390.63	
スギ	20	400	8,000.00	
スギ	13.5	182.25	2,460.38	
スギ	14.3	204.49	2,924.21	

B	C	D	E	F
樹種名	樹高(h)	h ²	h*h ²	Hh ²
				16.6
Σ h ²		521,317.91		
Σ (h*h ²)			8,673,051.1	
ヒノキ	11.9	141.61	1,685.16	
ヒノキ	14.7	216.09	3,176.52	
ヒノキ	11.8	139.24	1,643.03	
ヒノキ	13.1	171.61	2,248.09	
ヒノキ	14.1	198.81	2,803.22	

図 5-5 スギとヒノキの加重平均高（全対象地）

以上の作業で対象地の上層平均樹高が算出できました。

航空レーザー計測樹高データの経年補正

樹高データの経年補正に関する手順を示します。図は、航空レーザー計測時が平成 26 年度（2014 年）、現時点が令和 5 年（2023 年）とした場合の作業例です。

- ① 地位別上層樹高成長曲線図（以下、曲線図と表記）を準備する。岐阜県林政部が平成 4 年 3 月に発刊したスギ人工林林分収穫表/林分密度管理図およびヒノキ人工林林分収穫表/林分密度管理図に付属する表。

岐阜県が作成した収穫予想表：<https://www.pref.gifu.lg.jp/page/9729.html>

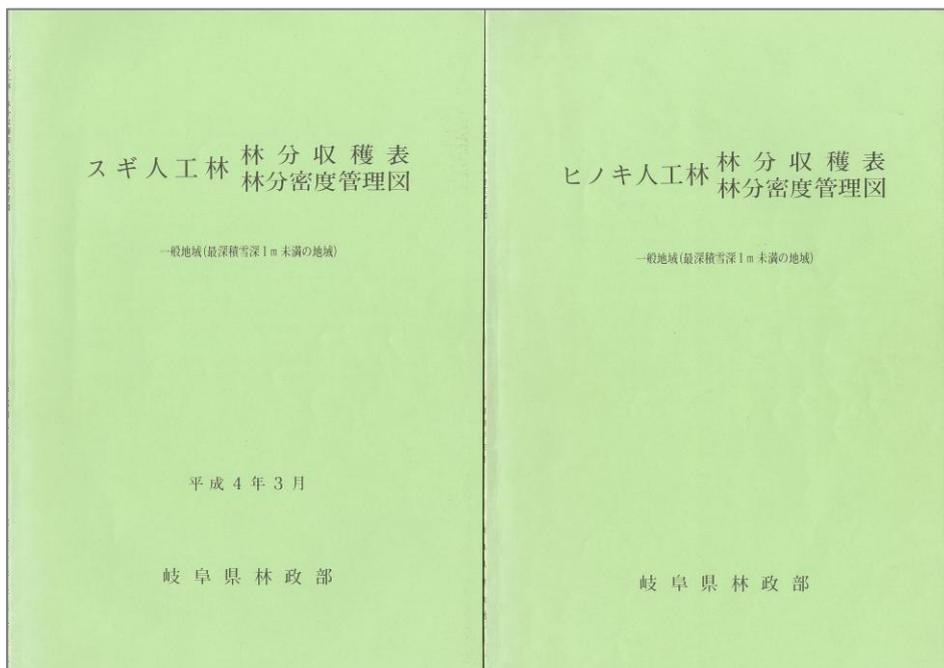


図 5-6 人工林林分収穫表/林分密度管理図

- ② XX 年森林簿からスギまたはヒノキの平均林齢を算定（面積を重みとする加重平均）します。この手順書ではすでに4章 現地プロット調査の【机上】2. 対象地の加重平均林齢算出で「このあとの5章で使う重要な数値」で算定済みです。

No.32尾又西平地区

対象地の代表林齢



H26(2014)時点の林齢

57

R5(2023)時点の林齢

66

図 5-7 小班面積の加重平均で算出した対象地の平均林齢 (No.32 尾又西平地区のみ再掲)

- ③ ②平均林齢を①曲線図上の林齢軸に赤▲でマークします。また、提供された航空レーザーによる樹高データは過去のものなので、X 年を引いた位置にマークします。図の例では、令和 5 年までの経過年数を差し引いた位置を青▲でマークします。

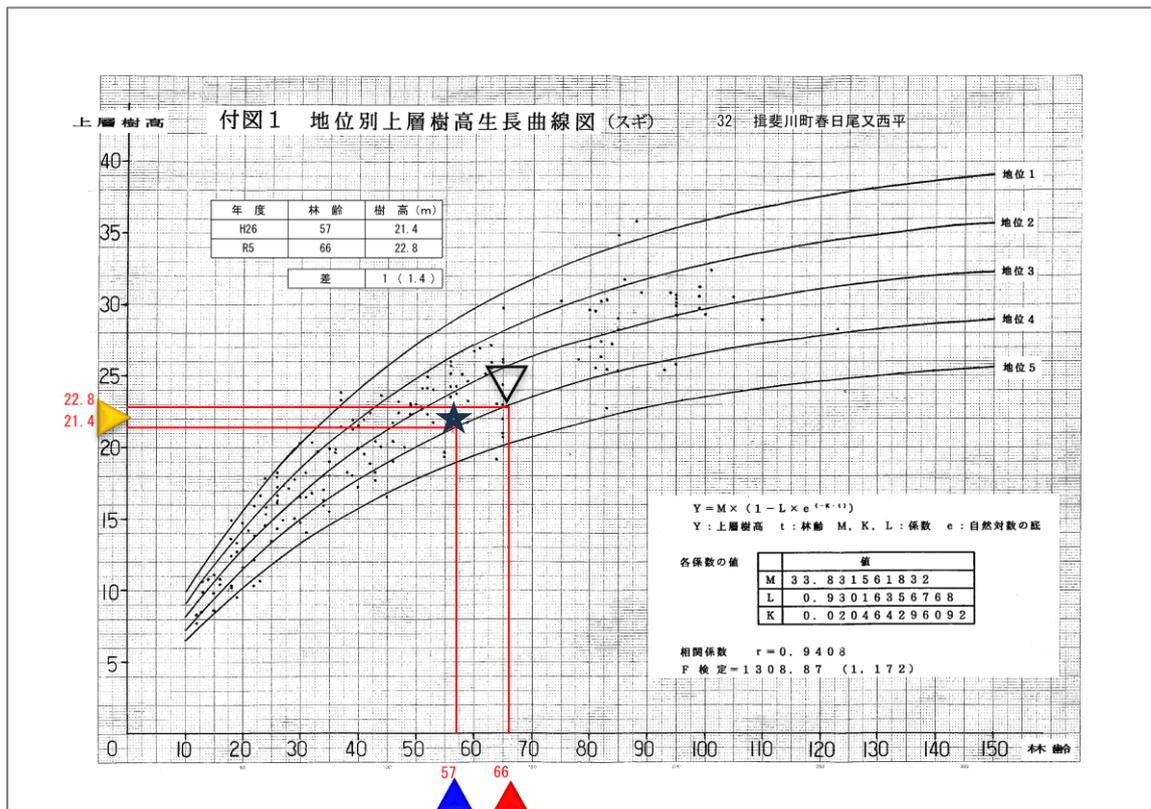


図 5-8 No.32 尾又西平地区 スギの事例

- ④ 次に上層平均樹高を図の縦軸の「上層樹高」に橙▶でマークします。事例はスギの上層平均樹高は 21.9 (=図 5-5 参照) である位置にマークしてあります。
- ⑤ 橙▶マークと青▲マークの交点に★でマークします。(図上での交線は省略) ★に一番近い地位曲線を選び(事例の場合は、地位 4 の曲線になります) 青▲マークとの交点をマークし、これを過去の樹高とします。
- ⑥ ⑤で選んだ地位曲線と赤▲を伸ばした交点を▽でマークし読み取ります。事例では、過去の樹高(航空レーザー計測時)が 21.4m、現在の樹高が 22.8m となっており、**22.8-21.4=1.4m が樹高の増分**となります。

定義の出典：日本森林学会関東森林研究 71 (1), 13-162020-03

同齢単純林における上層樹高の量的定義 森林総合研究所森林森林管理研究領域

全樹高データの補正

再び、事例の「スギ全樹高データ.csv」を加工して「補正後の樹高(h')」の列を加え、樹高の増分 1.4 を加算します。「ヒノキ全樹高データ.csv」も同様にします。

B	C	G	H
樹種名	樹高(h)	補正後の樹高(h')	+1.4
スギ	15.1	16.5	
スギ	22.5	23.9	
スギ	20	21.4	
スギ	13.5	14.9	
スギ	14.3	15.7	
スギ	20.3	21.7	
スギ	21.8	23.2	
スギ	20	21.4	

図 5-9 樹高を現在の高さに補正

例えば、ヒノキの上層平均樹高は 16.6m、林齢は H26:57 年生、R5:66 年生とした場合、地位曲線に地位 3 を選択した時は 1.2m、地位曲線に地位 4 を選択した時はほとんど樹高生長が無いに等しく、ヒノキの北斜面では地位級が低いと極端に樹高成長が悪くなります。上層平均高の取り方にもよりますが、上位の地位級を取れ

ば過大、下位を取れば樹高成長がほぼゼロになることもあり得ます。

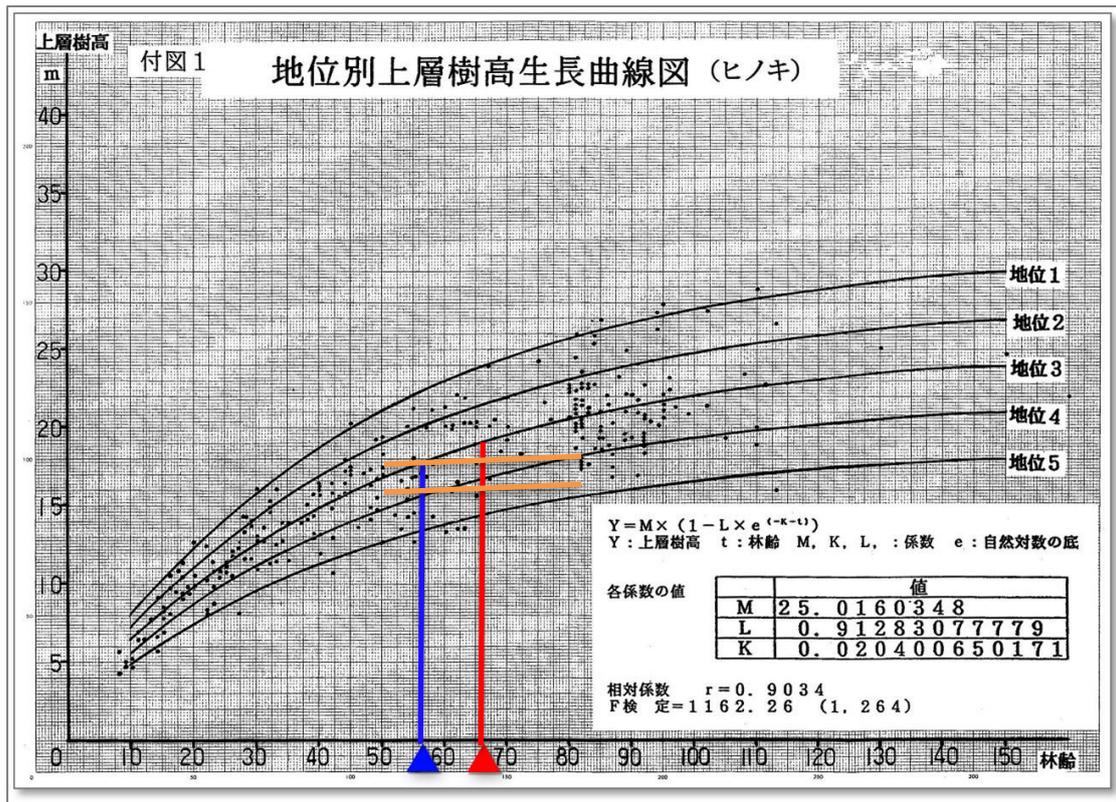


図 5-10 地位曲線の取り方で樹高生長が変化する事例

プロット内樹高の補正

プロット設定した範囲についても航空レーザー計測時点の樹高に成長量を加えて現時点の樹高を求めます。事例では、令和5年時点の樹高にして平均樹高を再度求めます。

4章の後半で作成した「スギ樹頂点_プロット内.csv」「ヒノキ樹頂点_プロット内.csv」を加工します。

	A	B	C	D	E	F
1	fid	樹種ID	樹種名	樹高	補正樹高	プロット名
2	1	1	スギ	20.1	21.5	スギ1
3	2	1	スギ	22.8	24.2	スギ1
4	3	1	スギ	22.2	23.6	スギ1
5	4	1	スギ	20.7	22.1	スギ1
6	5	1	スギ	19.0	20.4	スギ1
7	6	1	スギ	15.9	17.3	スギ1
8	7	1	スギ	20.9	22.3	スギ2

図 5-11 スギ樹頂点_プロット内.csv を加工して樹高に+1.4 して補正樹高とした

航空レーザー計測の補正樹高と実測 DBH とのすり合わせ

樹高が補正出来たら補正樹高の胸高直径を推定します。胸高直径は現地プロット調査から現時点での正しい数値がわかっているのです、すでに4章プロット調査データの整理の項で樹高と胸高直径の相関から近似式を作成しました。

胸高直径 推定のポイント

- 事例で示した現地プロット調査では、樹高が13m～30mの範囲でデータ収集されていますが、航空レーザー計測の樹高には、上記の範囲外の樹高のデータも多くあるはずです。よって得られた近似曲線式だけでなく一定のルールを設けてプロット以外の場所を推定することにします。
- 現地プロット調査の範囲外で樹高がより大きい場合は、近似曲線式で得られる樹高30mの胸高直径まで許容（事例ではMAX49cm）し、それ以上の胸高直径となる場合は樹高がいくら高くなってもその範囲内に留めておく、樹高が小さい場合は細り表を使用し、細り表が無い場合は近似の細り表を適用す

る、などのルールを設けて胸高直径推定方法に一貫性を持たせるようにすることが推定する際のポイントです。

表計算で胸高直径の計算表を作成します。胸高直径 cm (近似曲線) の列には、 $=ROUND(POWER(樹高/a/b),0)$ の式が入っており、事例では $a:3.709179363$ 、 $b:0.536898082$ となっています。胸高直径 cm (決定) の列は図中の注意書き通りの手入力としています。

揖斐川町春日尾又西平 胸高直径計算表

		スギ			
樹高欄で緑色のハッチが掛けているのは、現地プロット調査した樹高の範囲	樹高 m	胸高直径cm (近似曲線)	胸高直径cm (決定)		
	10	6	14		プロット調査時のMIN 樹高未満は細り表を適用し、該当する細り表が無い場合は、近似の細り表を適用する。
	11	8	16		
	12	9	18		
	13	10	20		現地プロットした樹高の範囲内の胸高直径は実測値を重視し、野帳記載事項および近似曲線式に沿って胸高直径を決定する。
	14	12	20		
	15	13	20		
	16	15	20		
	17	17	22		
	18	19	22		
	19	21	24		
	20	23	24		
	21	25	26		
	22	28	28		
	23	30	30		
	24	32	32		
	25	35	32		
	26	38	34		
	27	40	36		
	28	43	38		
29	46	39			
30	49	41		プロット調査時のMAX 樹高より高い樹高は、プロット調査時のMAX樹高を近似曲線式で算出したときの最大値49cm以内に抑える。	
31	52	42			
32	55	44			
33	59	46			
34	62	46			
35	65	46			
36	69	46			
37	73	46			
38	76	46			
39	80	46			

各直径階ごとに 32% を幹曲がり、 47% を皮剥・根曲がりとする。
 ※幹曲がり・根曲がり率が別途ある場合は直接入力を行う
 胸高直径12cm以下の樹高は算出不能のため、データ抽出時に削除する

図 5-12 胸高直径計算表

細り表は、大洞智宏（2010）岐阜県版スギ・ヒノキ細り表の作成．岐阜県森林研究所研究報告 39：1-18．を使用します。

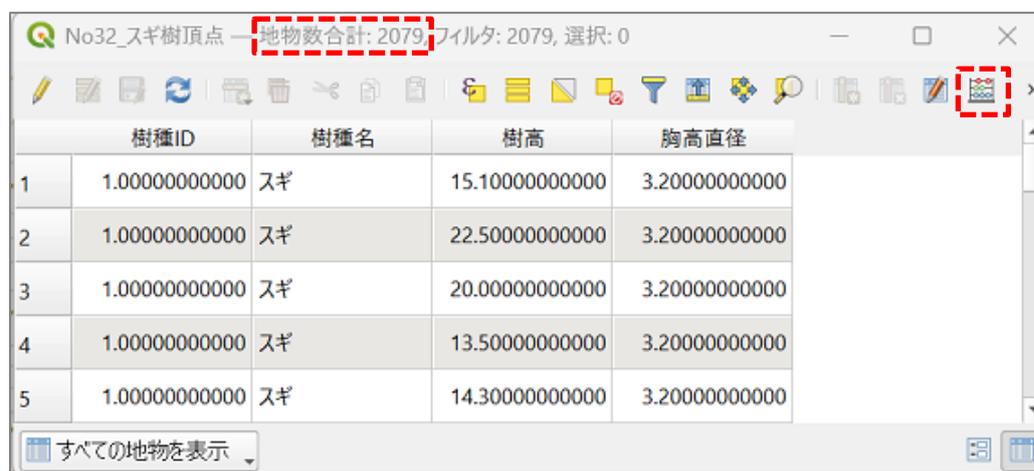
DL 先：<https://www.forest.rd.pref.gifu.lg.jp/pdf/39/bull3901.pdf>

あるいは<https://www.forest.rd.pref.gifu.lg.jp/shiyou/hosori.html>で紹介されている岐阜県版スギ・ヒノキ細り表・細り早見カードを使用することもできます。

樹高別の胸高直径を全樹頂点レイヤに割り当てる

ここで QGIS に戻り、決定した補正樹高と胸高直径を樹頂点レイヤの属性テーブルに反映させる作業をします。以下は「No.32_スギ樹頂点レイヤ」を事例にしています。

「No.32_スギ樹頂点レイヤ」を右クリックして属性テーブルを開きます。当初のままであれば、各フィールドは以下の図のようになっており、樹種 ID がすべて 1.000... のようになっています。このままではスギを 1 本ごとに判別できないので、全てのスギに対して固有の番号を付与することにします。固有の番号を付与すると外部からのデータ、例えば表計算で作成したデータを結合させることなどができますので有用です。属性テーブルの右上隅にある「フィールド計算機を開く (Ctrl+I)」のアイコンをクリックします。



	樹種ID	樹種名	樹高	胸高直径
1	1.000000000000	スギ	15.100000000000	3.200000000000
2	1.000000000000	スギ	22.500000000000	3.200000000000
3	1.000000000000	スギ	20.000000000000	3.200000000000
4	1.000000000000	スギ	13.500000000000	3.200000000000
5	1.000000000000	スギ	14.300000000000	3.200000000000

図 5-13 ID を付与する

メモ

固有の番号は一般的にフィールド名が ID で表記されるもので、通番になります。つまり、データ数分の番号が付けられるので、最終の ID 番号は地物数の合計が

2079 となっているためその ID 番号になります。ID を付与する方法は複数ありますので、WEB 検索するなどして、使いやすいものを試してみてください。

フィールド計算機パネルが開いたら、次のようにパラメータを設定します。式の欄は、「@row_number」と入力し、確認出来たら OK します。

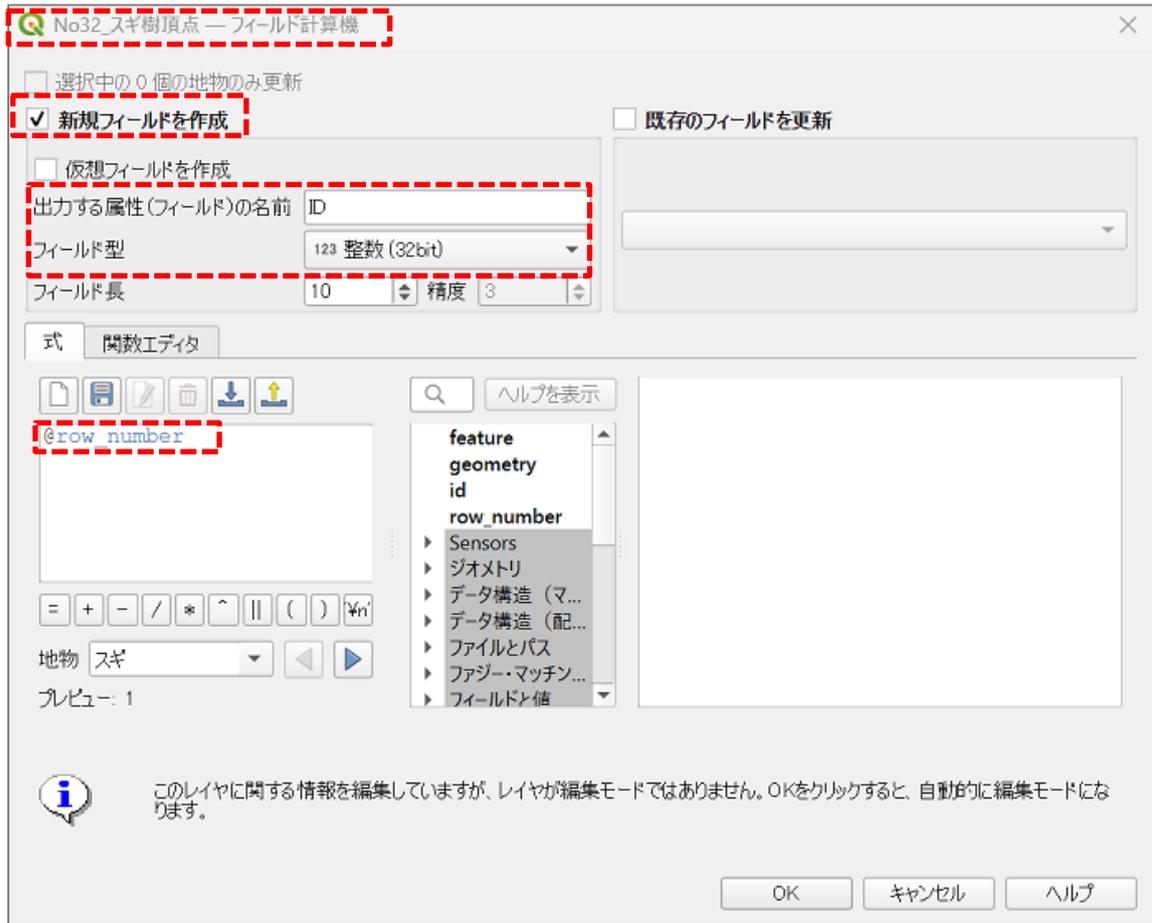


図 5-14 フィールド計算機で通番の ID フィールドを作成する

属性テーブルを確認すると、胸高直径フィールドの右に新しく ID フィールドが作成されたことがわかります。下図は最初と最終レコードを合成しています。

	樹種ID	樹種名	樹高	胸高直径	ID
1	1.000000000000	スギ	15.100000000000	3.200000000000	1
2	1.000000000000	スギ	22.500000000000	3.200000000000	2
2078	1.000000000000	スギ	19.300000000000	3.200000000000	2078
2079	1.000000000000	スギ	19.900000000000	3.200000000000	2079

図 5-15 追加された ID フィールド

フィールドの整理については、右上の  列の整理アイコンをクリックします。ID をドラッグ&ドロップして最上段に、樹種 ID のチェックをオフにします。

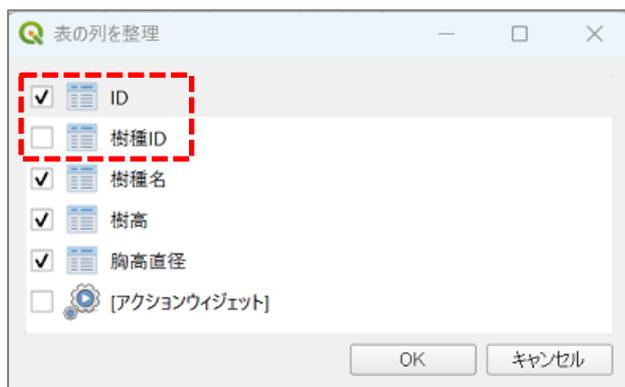


図 5-16 フィールドの整理

次にこの属性テーブルを csv としてエクスポートします。エクスポートするレイヤを右クリックし、サブメニューのエクスポートから [新規ファイルに地物を保存 (A)…] とし、ファイル名を「スギ樹頂点.csv」として「樹頂点データ」フォルダに保存します。エクスポートした CSV データは地図に追加する必要はありません。

エクスポートした CSV ファイルを表計算ソフトで開くと、CSV ファイルでは QGIS のフィールド設定は反映されていないので再度整理し、補正樹高列を追加します。

	A	B	C	D	E
1	樹種ID	樹種名	樹高	胸高直径	ID
2	1	スギ	15.1	3.2	1
3	1	スギ	22.5	3.2	2
4	1	スギ	20	3.2	3
5	1	スギ	13.5	3.2	4
6	1	スギ	14.3	3.2	5

図 5-17 エクスポートした CSV ファイル

	A	B	C	D	E
1	ID	樹種名	樹高	補正樹高	胸高直径
2	1	スギ	15.1		3.2
3	2	スギ	22.5		3.2
4	3	スギ	20		3.2
5	4	スギ	13.5		3.2
6	5	スギ	14.3		3.2

図 5-18 修正した CSV ファイル

事例のスギの場合、樹高の経年変化は+1.4m だったので、補正樹高欄に=ROUND(樹高+1.4, 0)と四捨五入の式を入力します。

	A	B	C	D	E
1	ID	樹種名	樹高	補正樹高	胸高直径
2		1 スギ	15.1	17	3.2
3		2 スギ	22.5	24	3.2
4		3 スギ	20.0	21	3.2
5		4 スギ	13.5	15	3.2
6		5 スギ	14.3	16	3.2

図 5-19 補正樹高の入力

胸高直径欄には当初からの数値が入っているので、ここに補正樹高に対応する胸高直径を入力します。この章の「航空レーザー計測の補正樹高と実測 DBH とのすり合わせ表示」項で作成した樹高と胸高直径の対応表を胸高直径列から少し離して数値としてコピー&ペーストします。※別ファイルのまま参照テーブルとしても OK ですがここでは見やすいように同シート上から参照することにします。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	ID	樹種名	樹高	補正樹高	胸高直径		樹高 m	胸高直径cm(決定)
2		1 スギ	15.1	17	3.2		10	14
3		2 スギ	22.5	24	3.2		11	16
4		3 スギ	20.0	21	3.2		12	18
5		4 スギ	13.5	15	3.2		13	20
6		5 スギ	14.3	16	3.2		14	20

図 5-20 樹高と胸高直径の対応表が参照テーブル

胸高直径列に次の参照式を入力します。=VLOOKUP(D2, \$G\$2:\$H\$31, 2) は、補正樹高に対応する樹高を樹高と胸高直径の対応表 (\$G\$2:\$H\$31 の範囲にコピーした) から探して合致した行の 2 列目 (左から数えて 2 番目の胸高直径 cm(決定)列) の数値を書き込む式です。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	ID	樹種名	樹高	補正樹高	胸高直径		樹高 m	胸高直径cm(決定)
2		1 スギ	15.1	17	22		10	14
3		2 スギ	22.5	24	32		11	16
4		3 スギ	20.0	21	26		12	18
5		4 スギ	13.5	15	20		13	20
6		5 スギ	14.3	16	20		14	20

図 5-21 胸高直径の割り当て

胸高直径の割り当てが完了したら、念のため、参照テーブルを残したまま別のファイル名で CSV ファイル（事例では「スギ樹頂点_参照テーブル付き.csv」）を保存しておきます。「スギ樹頂点_参照テーブル付き.csv」を開いて、胸高直径列を全部選択（事例では E 列を右クリック→コピー）し、同じ場所で「値(V)」として貼り付けします。



図 5-22 表計算で値として貼り付け

貼り付けしたら、同シート状の樹高と胸高直径の対応表は削除して、「スギ樹頂点.csv」に上書き保存します。樹高と胸高直径の対応表を別ファイルのまま参照したときには、以上の操作は不要です。表計算ソフトは終了しておきます。

メモ

GIS ソフトで CSV ファイルを扱うとき、しばしば読み込めないなど意図した操作ができなくなる場合があります。そのときは、表計算ソフトがまだ起動した状態でないか確認してください。同じファイルを表計算ソフトと GIS の両方で同時に編集する状態になっていると不具合が発生します。GIS ソフトの作業に移ったら、表計算ソフトは必ず終了した状態にしてください。

QGIS に戻り、ブラウザパネルから「樹頂点.csv」を探してマップに追加します。

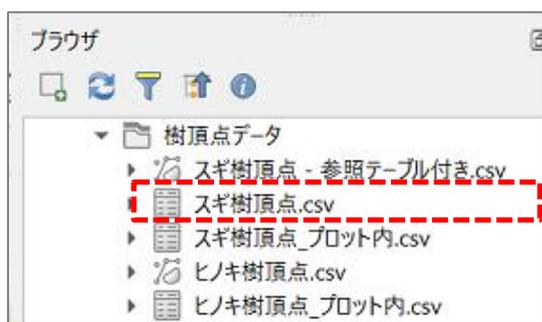


図 5-23 樹頂点.csv ファイルの追加

CSV ファイルをマップに追加するときは、そのまま「樹頂点.csv」をドラッグ&ドロップしないで、メニューから [レイヤ] - [レイヤを追加] - [CSV テキストレイヤを追加] として、CSV テキスト欄で設定してから追加します。

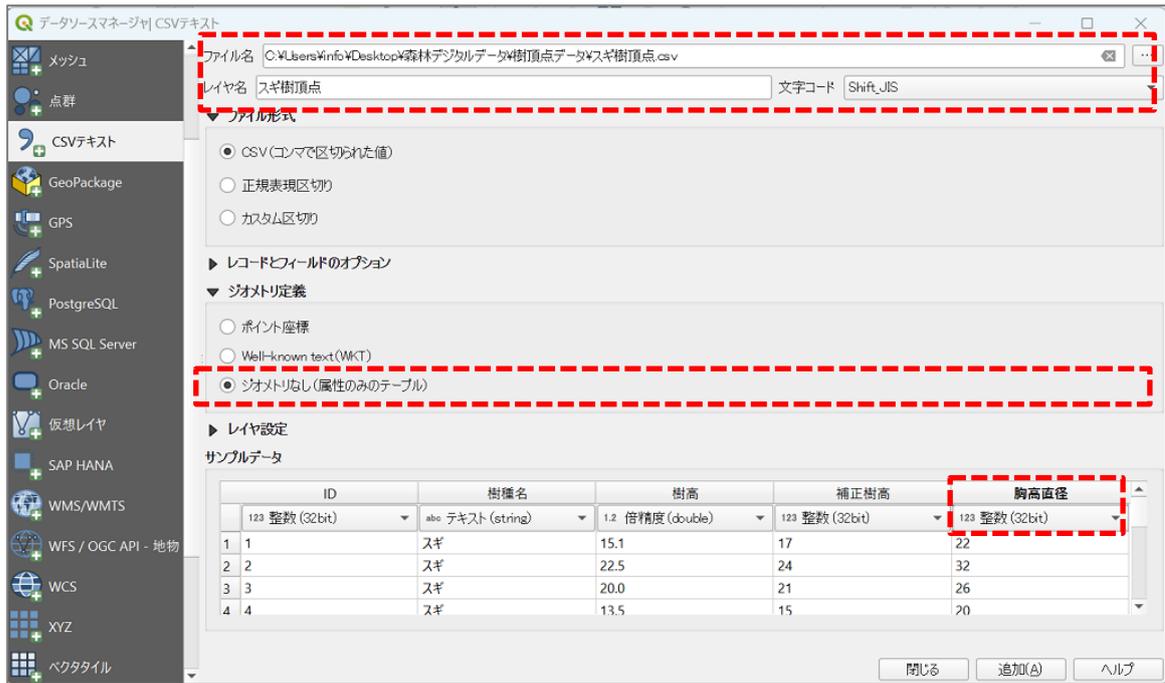


図 5-24 CSV 追加の設定

設定の重要ポイントは、文字コードを Shift_JIS にすること、ジオメトリ定義でジオメトリ無し（属性のみのテーブル）にチェックすること、および胸高直径のフィールドのデータタイプを整数にしておくことの3点です。

レイヤパネルの「スギ樹頂点」レイヤを右クリックし、サブメニューから属性テーブルを開きます。文字化けしていないこと及び数値が右揃えになっていることを確認します。



図 5-25 CSV テーブルの属性

文字化けや数字が表示されているように見えていても左揃えになっている場合は数値計算できないため、CSV 設定をやり直します。

補正樹高と胸高直径データを樹頂点レイヤに結合

レイヤパネルから樹頂点レイヤ（事例では「No.32_スギ樹頂点」レイヤ）を右クリックし、属性テーブルを表示します。

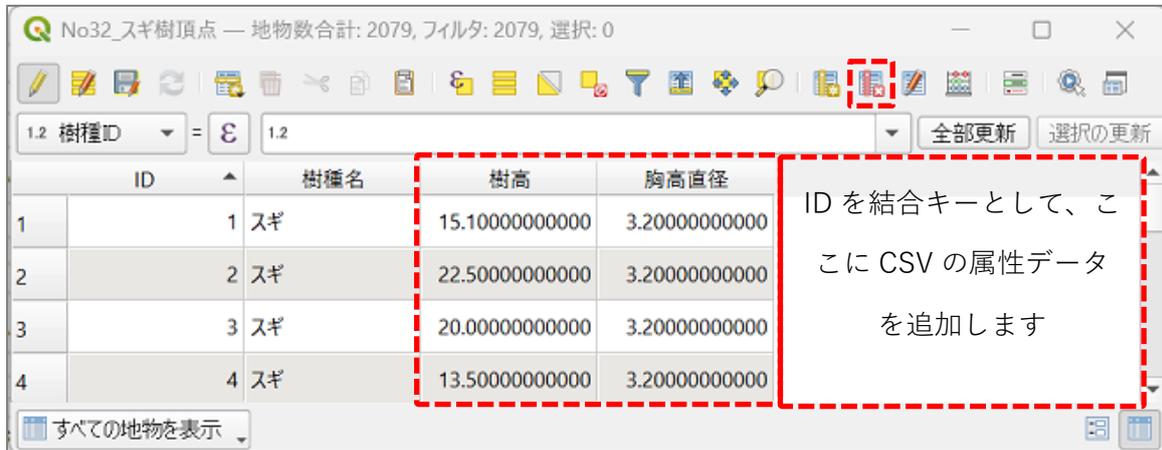


図 5-26 樹頂点レイヤの属性テーブル

樹高フィールド、胸高直径フィールドともにフィールドタイプが高精度な設定になっていますが、ひとまずこのままにしておきます。ここまで作業してきた CSV のスギ樹頂点データをこの属性テーブルに追加します。この作業はテーブル結合やフィールド結合といわれています。

「No.32_スギ樹頂点」レイヤをダブルクリックしてレイヤパネルのテーブル結合を選択します。右クリックしてサブメニューからプロパティを選択しても OK です。左下の  アイコンをクリックします。

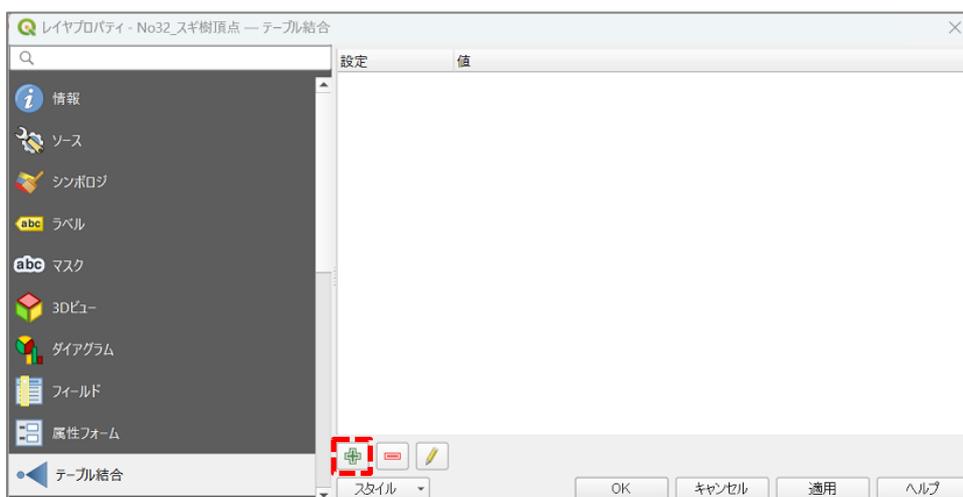


図 5-27 テーブル結合パネル

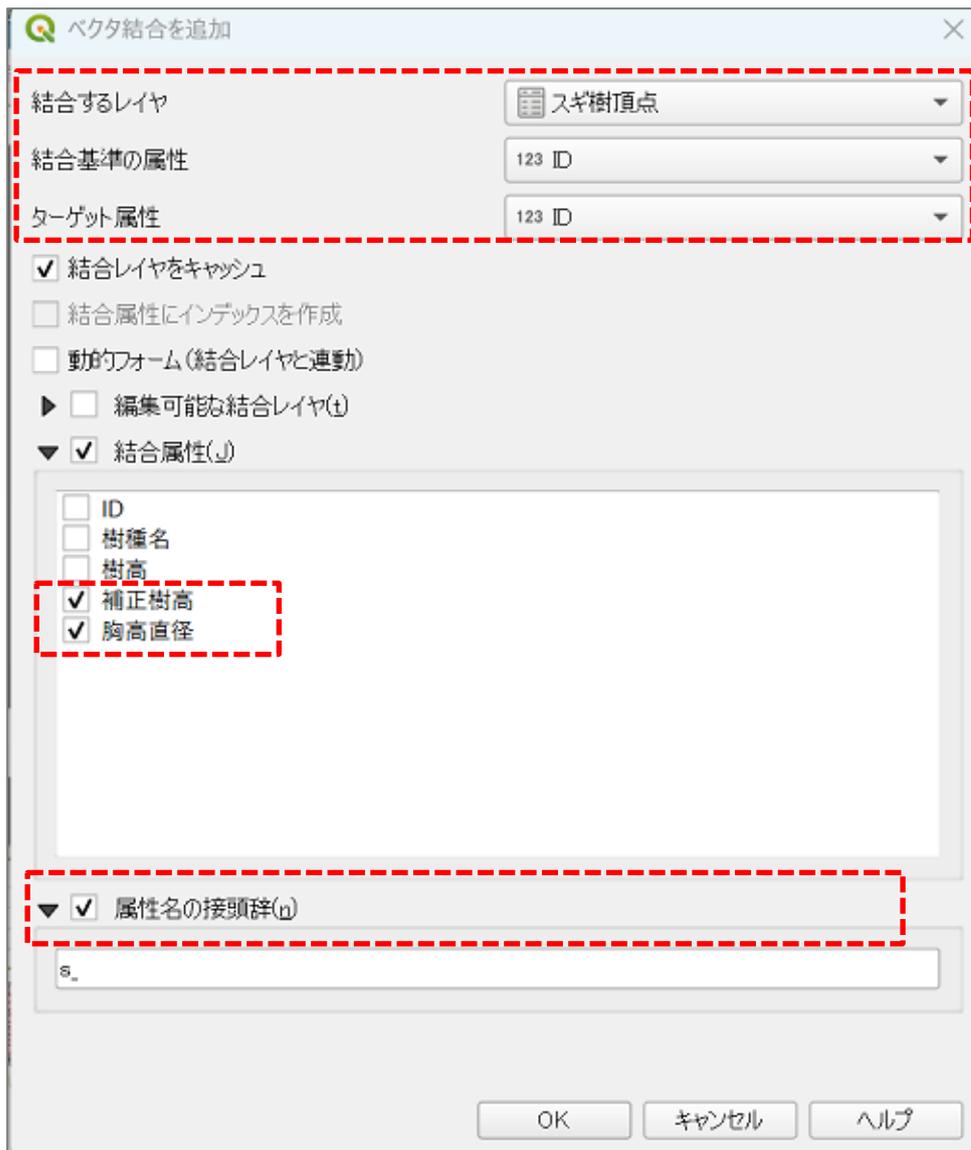


図 5-28 結合の設定

上部の「結合するレイヤ」に「スギ樹頂点」なっていますが、これは CSV レイヤのことです。結合基準の属性、ターゲット属性ともに ID フィールドを指定し、樹頂点のポイント 1 つに対して該当する補正データを付与する、1 対 1 結合という意味になります。

結合属性には「補正樹高」と「胸高直径」に☑を入れます。

属性名の接頭辞(n)は、「s_」としておきます。ここは付けてもつけなくても大丈夫ですが、同じフィールド名がある場合にはどちらがどちらであったかわからなくなるのを防止するために付けてあります。事例では胸高直径フィールドが両方にあるので付与した方に「s_」が付けてあるとわかりやすいです。

確認したら OK します。

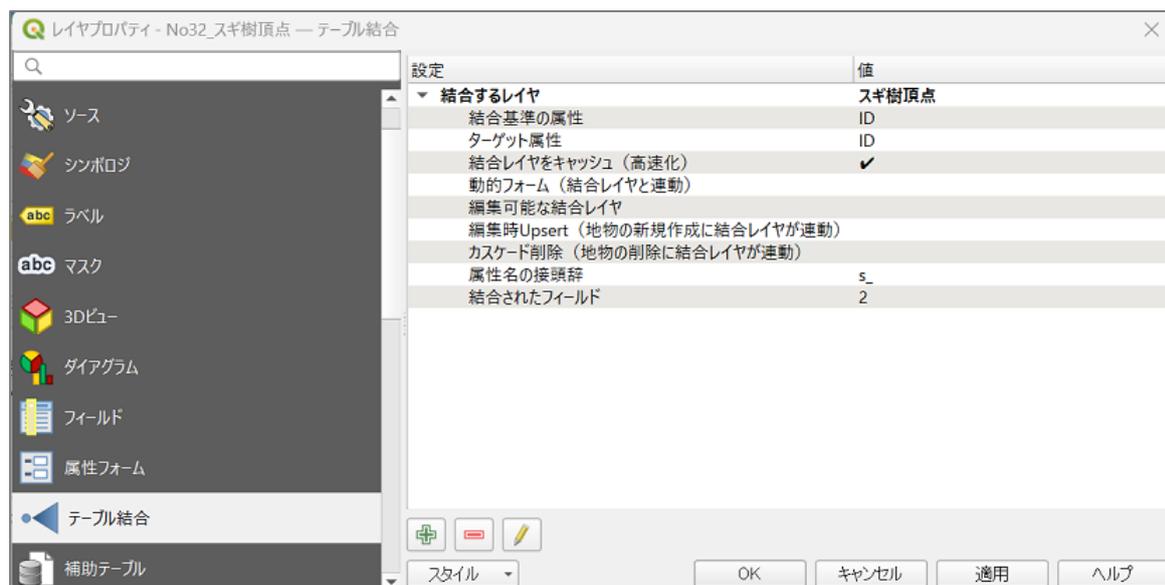


図 5-29 テーブル結合設定の最終チェック

最終チェックしたら、[適用] - [OK] とします。この時点でマップに変化はありません。レイヤパネルから樹頂点レイヤ（事例では「No.32_スギ樹頂点」レイヤ）を右クリックし属性テーブルを表示してデータ結合できていることを確認します。

ID	樹種名	樹高	胸高直径	s_補正樹高	s_胸高直径
1	スギ	15.100000000000	3.200000000000	17	22
2	スギ	22.500000000000	3.200000000000	24	32
3	スギ	20.000000000000	3.200000000000	21	26
4	スギ	13.500000000000	3.200000000000	15	20

図 5-30 樹頂点レイヤの属性テーブル

この段階での結合は、メモリ上で結合されているだけでファイルとして保存されていないので注意が必要です。ファイルとして保存するにはエクスポートします。

「No32_スギ樹頂点_補正後.shp」として単木 GIS データフォルダーに保存することにします。

メモ

[レイヤを複製] コマンドを使うと、コピーはできますが結合は解除されてしまいます。

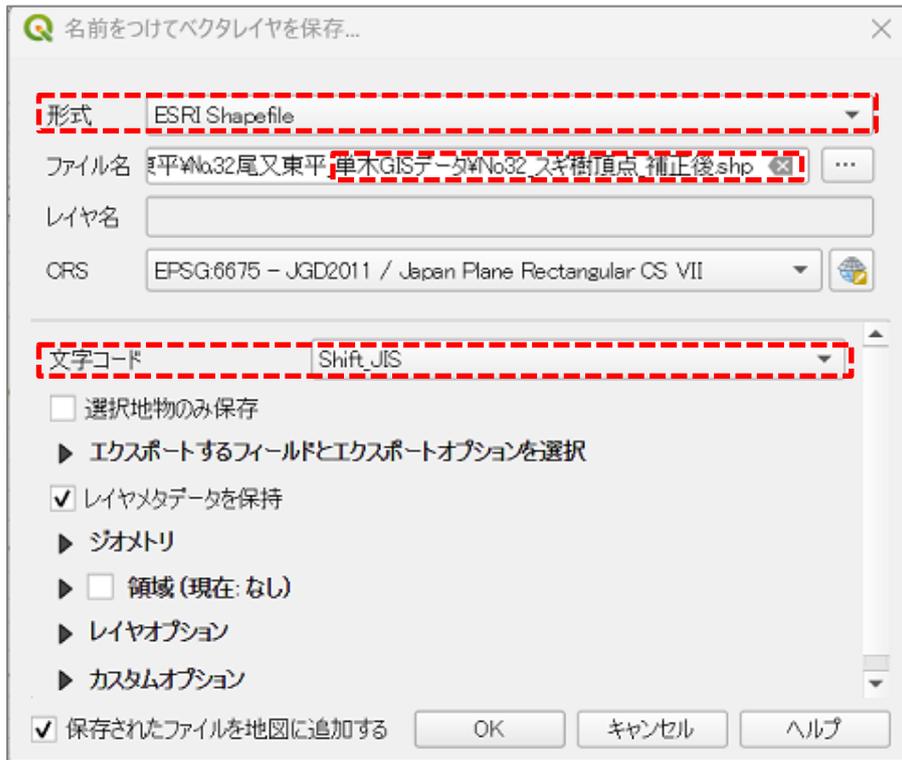


図 5-31 結合したレイヤをエクスポートして別名で保存

エクスポートしたファイル（事例は「No32_スギ樹頂点_補正後.shp」）がレイヤパネルに表示されるので、このレイヤの属性テーブルを表示してみます。

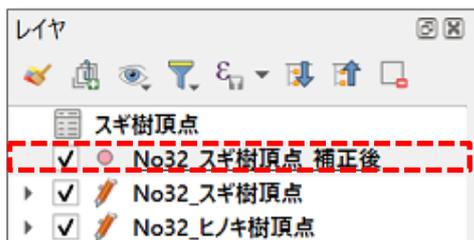


図 5-32 エクスポートしたレイヤ

	樹種ID	樹種名	樹高	胸高直径	ID	s_補正樹高
1	1.00000000000	スギ	15.10000000000	3.20000000000	1	17
2	1.00000000000	スギ	22.50000000000	3.20000000000	2	24
3	1.00000000000	スギ	20.00000000000	3.20000000000	3	21
4	1.00000000000	スギ	13.50000000000	3.20000000000	4	15

図 5-33 属性テーブルの整理

属性テーブルの上にある✎アイコンをクリックし、不要なフィールドのチェックをオフにします。

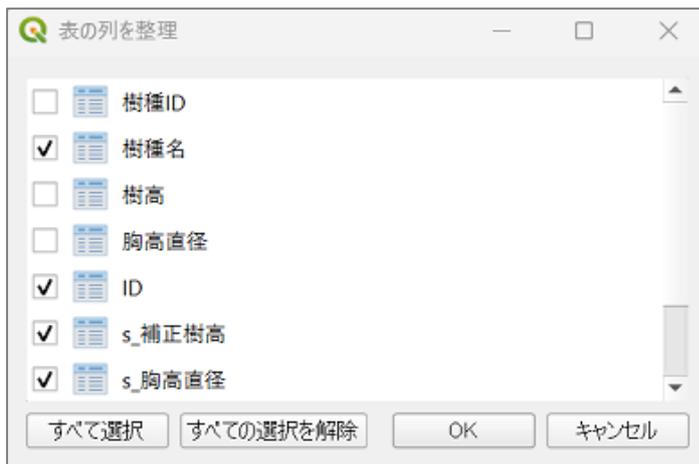


図 5-34 不要なフィールドを非表示にする

レイヤパネルで「No32_スギ樹頂点_補正後」レイヤのシンボルを調整します。

6 伐採計画の策定

現地プロット調査時には伐採方法や搬出方法の検討とともに搬出のための作業道線形も検討しておくべきです。もちろん机上で可能なこともありますが、実際の作業方法は現地状況を把握した上で決定しないと危険です。ここでは、既存林道、開設作業道からの架線集材、車両集材を比較検討する手順を解説します。

現況の資源量を把握するためには、過去に計測した航空レーザーによる樹高データと4章の現地プロット調査で収集した現在のデータを使って、対象地全体の資源量を推定します。

伐採計画の策定手順

現在樹高の把握のための手順は次の通りです。最初に対象地全体について航空レーザー計測で得られた全樹高データの上層平均樹高を算出しておき、地位別上層樹高成長曲線図で地位確定をして樹高補正をします。その後、過去の樹高から現在の樹高の増分を算出します。

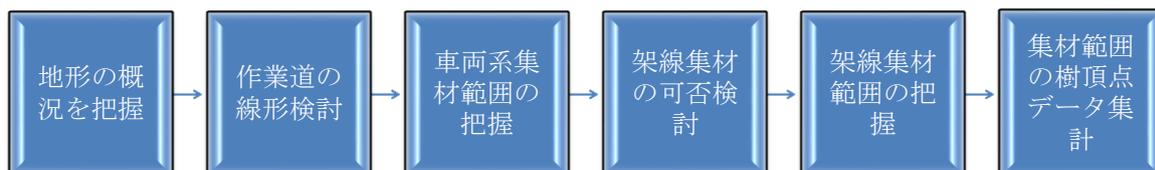


図 6-1 伐採計画の策定手順

地形の概況を把握

地形の概況把握は現地へ行くのが一番ですが、樹木で覆われかつ複雑な地形のときは対象地全体を把握することは困難です。現地へ行く前に机上で概要を把握し、その資料を持って現地へ行けば、より詳細に細かい谷などを知ることができます。そこで最初に机上で地形の概況を把握する作業を行います。

地形の概況を手軽に知るには WEB 上では Google Earth のようなアプリがあつてオルソも同時に閲覧できて便利ですが、地形の解像度からいうと今一つです。そのため航空レーザー測量で得られたデータを基に作成された赤色立体図（アジア航測(株)）や CS 立体図（長野県林業センター）が考案され、森林・林業の調査シーンでは良く利活用されています。以下では CS 立体図を表示する方法を紹介します。

CS 立体図を WebMAP で表示する

岐阜県は「ぎふ森林情報 WebMAP」サイトで CS 立体図や傾斜区分図などを WEB 上で公開しています。

<https://www.forest.rd.pref.gifu.lg.jp/shiyou/sinrinwebmap.html>

メモ

CS 立体図とは長野県林業総合センターが考案した地形表現図で、曲率と傾斜を巧みに色表現し、直感的な地形判読を可能にしています。長野県林業センターは Github 上で QGIS 用の CS 立体図作成用のプラグインも公開していますので、自作してみたいときには有用です。<https://github.com/waigania13/CSMapMaker>

CS 立体図に関する関連情報は以下にも紹介されています。

林野庁：<https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sagyoudo/attach/pdf/romou-17.pdf>

G 空間情報センター：<https://front.geospatial.jp/showcase/csmap/>

同サイトの最初のページにある「操作説明書」のリンクから PDF をダウンロードし、参照しながら操作するとスムーズに表示できます。最初に、スマートフォンなどを持って現場で地形を確認したい、現場でマップ上の地形を確認しながら路線形のシミュレーションをしたいなどの利用方法であれば、WEBMAP 上からの表示だけで十分です。この場合は、QGIS を使わなくても直接お持ちのデバイスで一般公開されている WEB マップを見ることができます。



図 6-2 ぎふ森林情報 WebMAP のサムネイル画面 (岐阜県森林研究所により作成)

上記の画面から右上の 3D の方のサムネイルをクリックして、見たいレイヤを左上のアイコンから選択すると CS 立体図プラスアルファの情報が表示されます。

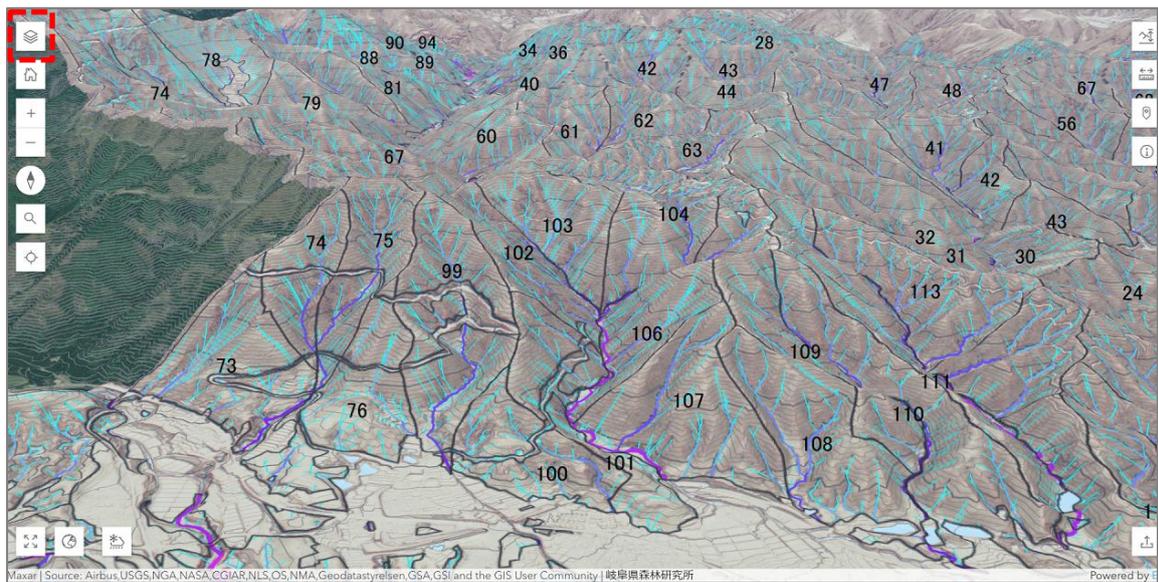


図 6-3 ぎふ森林情報 WEB マップのメイン画面 (岐阜県森林研究所により作成)

このほか、画面上にある各アイコンの使い方については「操作説明書」に詳しく記述されていますので試してみてください。3D 表示の方には「標高縦断解析ツール」、「見通しツール」など架線系集材の検討に利用できるツールが用意されています。

CS 立体図をインターネット経由して QGIS で表示する

ぎふ森林情報 WebMAP の各レイヤを QGIS で表示することは、「操作説明書」で詳細に紹介されています。サーバー上の WebMAP のレイヤを表示するためにインターネットを介してタイル化されたラスターデータを表示させる手法です。説明書通り操作すれば表示できますが、ブラウザからマップに追加できるのは（全レイヤ）だけで、ブラウザに表示されているサブレイヤー（個別のレイヤー）をマップに追加しても表示されません。既製のレイヤは編集できませんが、見て参照するのであれば（全レイヤ）が追加できていれば問題ありません。レイヤパネルで（全レイヤ）を「CS 立体図」などの適切な名前に変更しておきます。

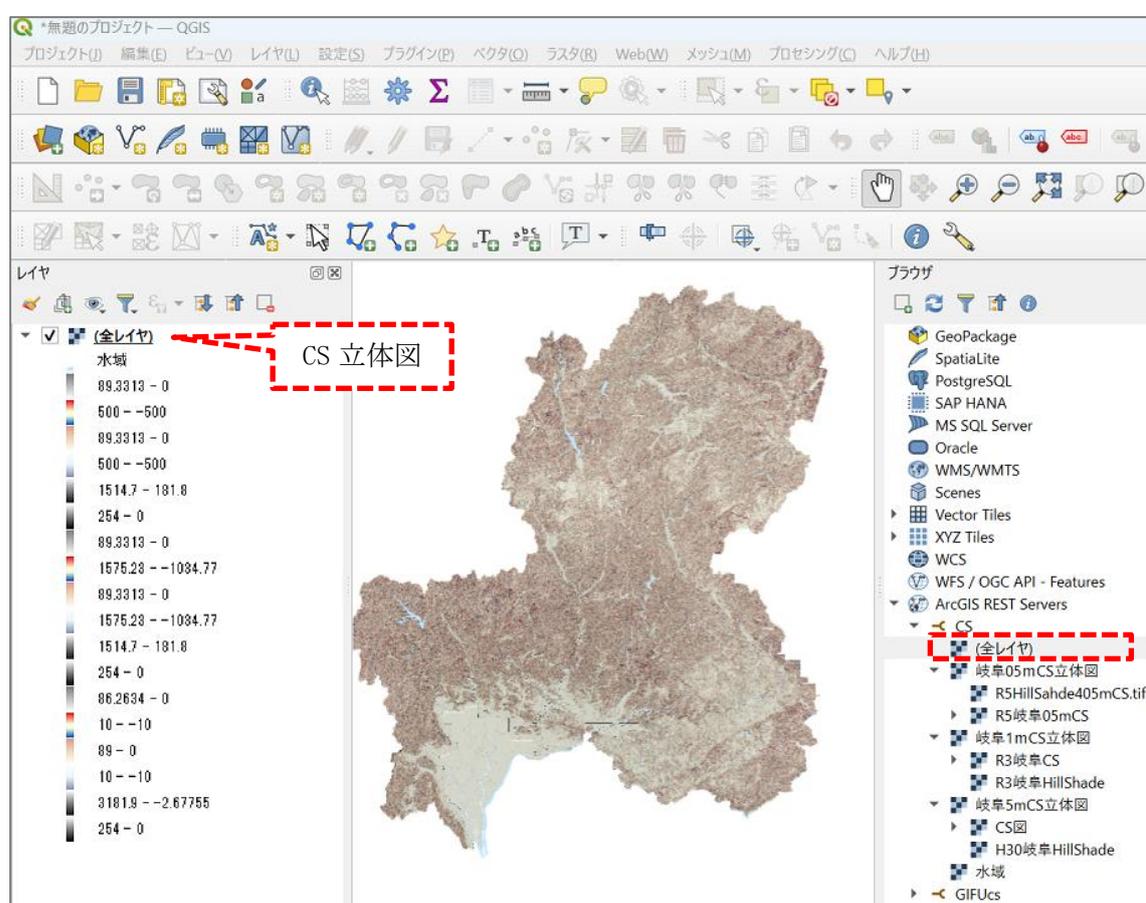


図 6-4 ArcGIS REST Servers の利用（岐阜県森林研究所により作成）

QGIS には、ほかにもこの方法で様々なマップを追加することができます。ぎふ森林情報 WebMAP が公開するマップで CS 立体図以外には、傾斜区分図、等高線（10m）、年代別オルソ、林班図、準林班図、岐阜流域区分図、集水線図、推定崩壊跡地（AI 抽出）、冠雪害危険度などがあり、外部リンクでは国土地理院地図や地質図なども表示できますので、必要に応じて選択してください。

G 空間情報センターから DL した CS 立体図を利用する

CS 立体図だけに限らず他の有用な GIS データは、クリアリングハウスの G 空間情報センターにも集約されています。ここでは G 空間サイトから「森林情報 WebMAP」サイトと同じ CS 立体図のデータをダウンロードして QGIS で表示する方法を紹介します。

<https://front.geospatial.jp/>

最初の画面で「初めての方へ」をクリックし、使い方などを読んでから「新規ユーザー登録」からアカウントを取得し、パスワード設定してログインします。



図 6-5 G 空間情報センターの WEB サイト

ログインしたら、データセットページの検索欄で「岐阜県」などのワードで検索すると、関連するデータ一覧が表示されます。データの選択は、GeoTIFF 形式と表示のあるものを探し、各データの下にある「zip」をクリックします。開いたそのページにある対象地を含む市町村がその中に入っているかを確認します。



図 6-6 「岐阜県」で検索

岐阜県CS立体図2023更新 (GeoTIFF形式)

注：森林情報 WebMAP サイトではすでに 2024 版がリリースされている

「CS立体図」は、長野県林業総合センターが考案した図法により作製された微地形表現図です。2023年度に当所が入手した航空レーザ測量成果（2019～2021年度に中部森林管理局が、2022年度に岐阜県森林保全課が実施）である0.5mメッシュDEMをもとに更新しました（その他の地域は、「岐阜県CS立体図2019」、「岐阜県CS立体図2020更新」「岐阜県C...

PDF ZIP

岐阜県CS立体図+等高線 (GeoPDF形式)

「CS立体図」は、長野県林業総合センターが考案した図法により作製された微地形表現図です。神通川水系砂防事務所、越美山系砂防工事事務所、多治見砂防国道事務所および岐阜県治山課が実施した航空レーザ測量成果である1.0mメッシュ（または0.5mメッシュ）DEM、または航測会社3社（国際航業株式会社・株式会社バスコ・アジア航測株式会社）が著作権を有し、公益社団...

PDF ZIP

図 6-7 「岐阜県 CS 立体図」で検索し、対象地を含む市町村があるか確認

損斐川町 (旧春日村0)
損斐川町のうち旧春日村0のデータです。ZIP形式、ファイルサイズは約189MBです。ダウンロードする際にはご注意ください。ZIP形式のファイルを解凍すると...

損斐川町 (旧春日村1)
損斐川町のうち旧春日村1のデータです。ZIP形式、ファイルサイズは約191MBです。ダウンロードする際にはご注意ください。ZIP形式のファイルを解凍すると...

損斐川町 (旧春日村2)
損斐川町のうち旧春日村2のデータです。ZIP形式、ファイルサイズは約171MBです。ダウンロードする際にはご注意ください。ZIP形式のファイルを解凍すると...

図 6-8 対象地を含む市町村を発見する

損斐川町 (旧春日村2)

損斐川町のうち旧春日村2のデータです。ZIP形式、ファイルサイズは約171MBです。ダウンロードする際にはご注意ください。ZIP形式のファイルを解凍すると、TIFF形式画像データとその位置情報のワールドファイル（拡張子.tifw）が復元します。

このデータのために作成されたビューはまだありません

追加情報	
フィールド	値
データ形式	ZIP
ライセンス	クリエイティブ・コモンズ表示
座標参照系	EPSG:6675

図 6-9 座標系 EPSG:6675 を確認し、zip ファイルをダウンロード

ダウンロードした ZIP ファイルを森林デジタルフォルダーに解凍します。

拡張子が .tfw と .TIF の二つのファイルが確認できます。 .tfw は座標値を含むファイルで、 .TIF は画像ファイルです。 GIS では二つのファイルはペアで使うので同じフォルダーに入れたままにしておきます。

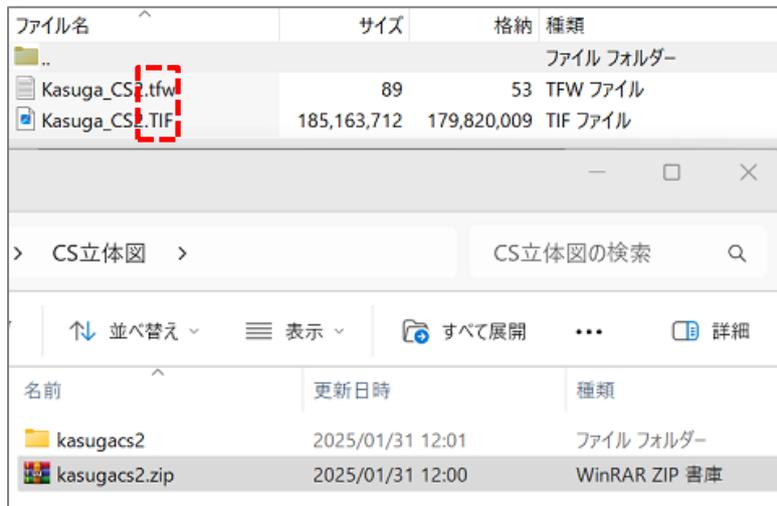


図 6-10 ZIP ファイルを解凍

QGIS に戻って、ブラウザパネルから森林デジタルデータフォルダーを展開すると解凍したファイルが見つかります。ここでは座標値のファイル .tfw は見えないようになっています。

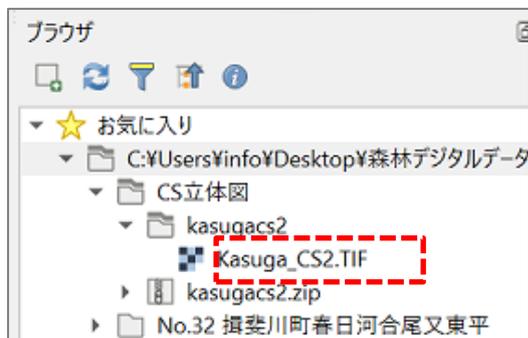


図 6-11 森林デジタルデータフォルダーの下に CS 立体図フォルダーを作成して解凍した例

XXX_CS2.TIF をドラッグ&ドロップでマップに追加します。

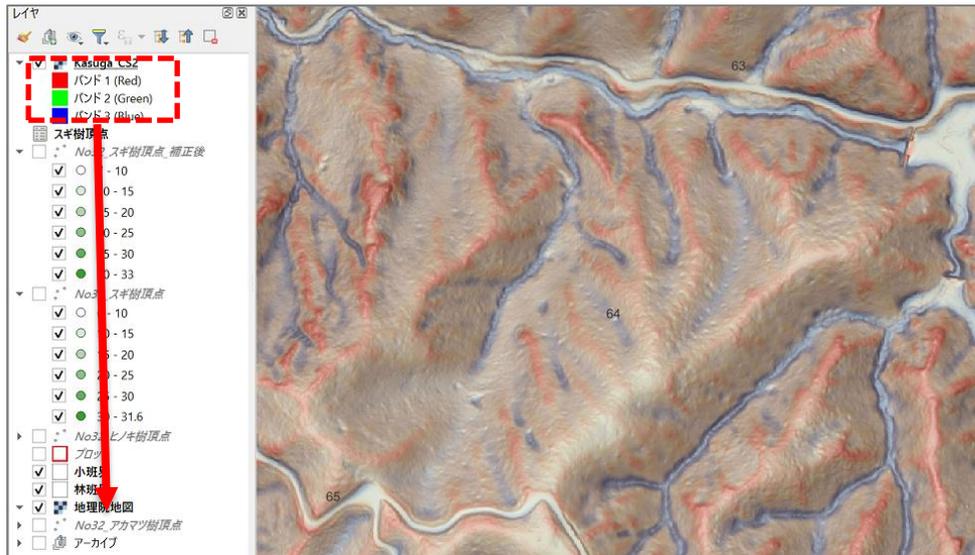


図 6-12 CS 立体図

ZIP ファイルをダウンロードするページの座標系と QGIS の座標系が一致していればマップの地図に重なりますが、レイヤパネルの最上段に「XXX_CS2」レイヤがあるので、このままでは下のデータが隠れて見えません。

そこで、レイヤパネルの「XXX_CS2」レイヤを再度、ドラッグ&ドロップで「地理院地図」レイヤの下まで移動します。

今度は「XXX_CS2」レイヤが「地理院地図」レイヤの下になって隠れてしましますが、「地理院地図」レイヤをダブルクリックしてレイヤプロパティの左欄から「透明度」を選択し、「グローバルな不透明度」を 30% に設定して [適用] - [OK] とします。

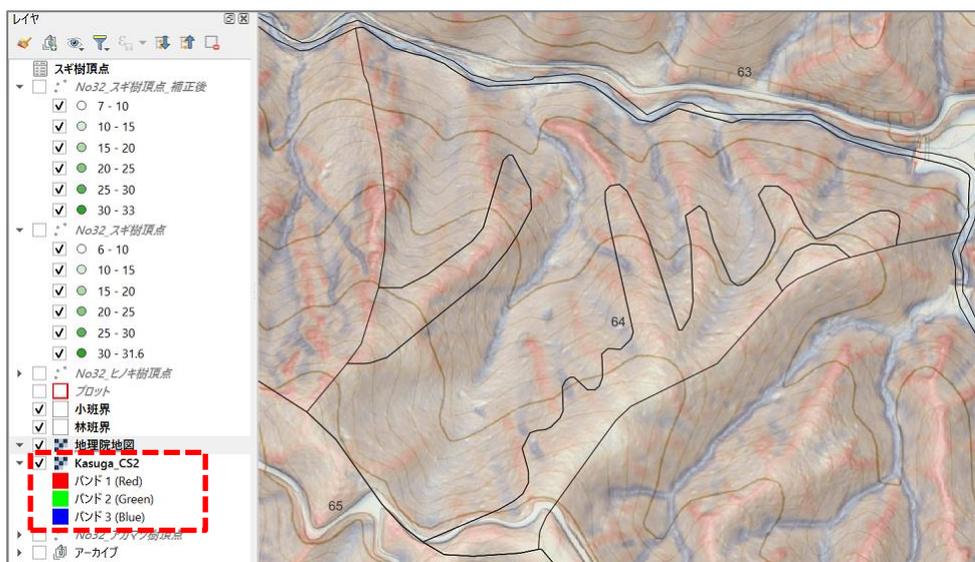


図 6-13 透過した地理院地図と CS 立体図

「XXX_CS2」レイヤをオンオフして、道路の形などから地理院地図と正しく重なっているかどうかを判断します。CS 立体図は赤と青で地形表現がされていることがわかります。色の濃淡は下図のような地形を表現しており、一般に暗い色になるほど急斜面で明るい色ほど緩斜面になっています。

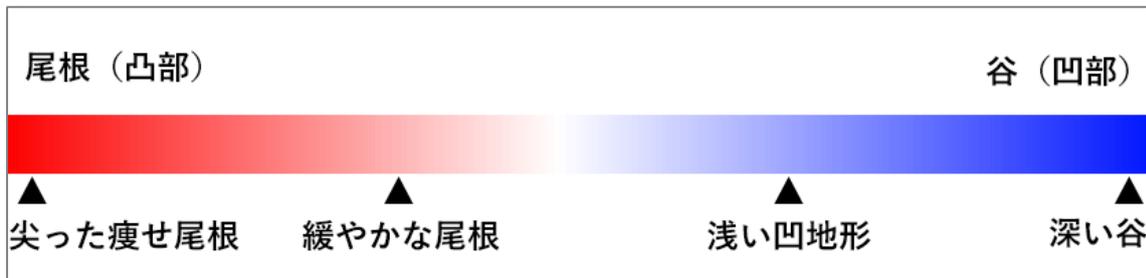


図 6-14 CS 立体図の色表現

このように地形の概要は CS 立体図でかなり把握できますが、いわゆる“地形図を読む”ことを等高線とする向きには地理院地図の等高線も重要になります。ところが、地理院地図の等高線と CS 立体図の重なりをよく見てみるとかなりずれていることがわかります。この原因は、そもそも 1/25,000 地形図が地理院地図の元になっているので、細かい地形を読むには「地理院地図」レイヤの等高線は必ずしも正確ではないというところが難点です。



図 6-15 地理院地図の等高線と CS 立体図とのずれ

このような場合は、「地理院地図」レイヤの代わりに、前述した「ぎふ森林情報 WebMAP」にある等高線 (10m) マップを代用することもできます。

等高線 (10m) データはタイルマップで作成されており、次の URL から ArcGIS Vector Tiles Server 接続すれば QGIS で表示できます。

QGIS のメニューから「レイヤ」を選択し、[レイヤを追加] - [ベクタタイルレイヤを追加...] とし、クリックします。

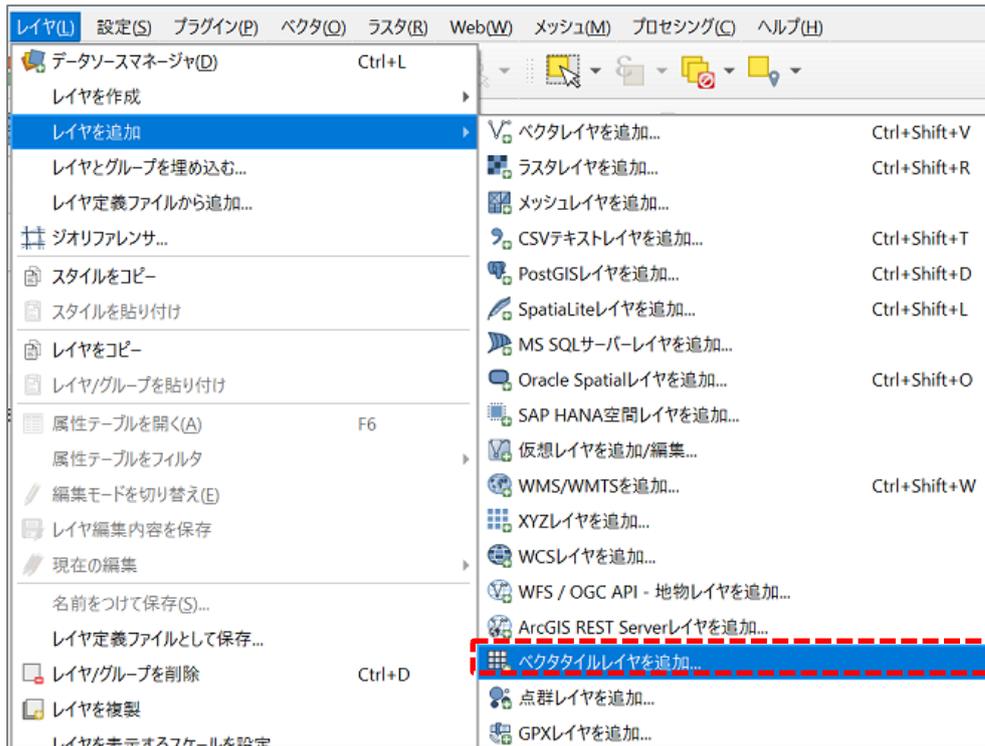


図 6-16 ベクタスタイルレイヤ

「新規」をクリックし、「新規 ArcGIS Vector Tile Service 接続...」を選択します。

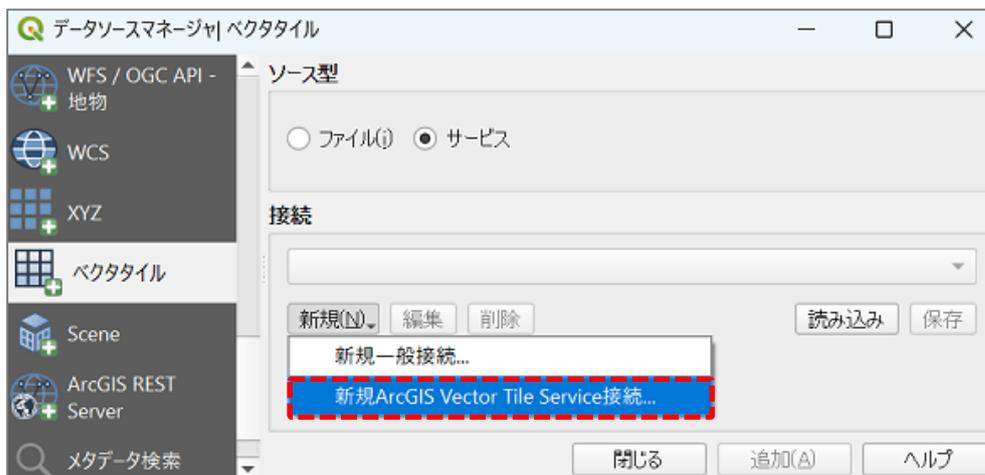


図 6-17 新規 ArcGIS Vector Tile Service 接続

接続の詳細欄には、名前：等高線 10m、Service URL 欄には以下の URL をコピー & ペーストし、OK します。

`https://tiles.arcgis.com/tiles/jJQWqgqiNhLLjkin/arcgis/rest/services/%E7%AD%89%E9%AB%98%E7%B7%9A/VectorTileServer`

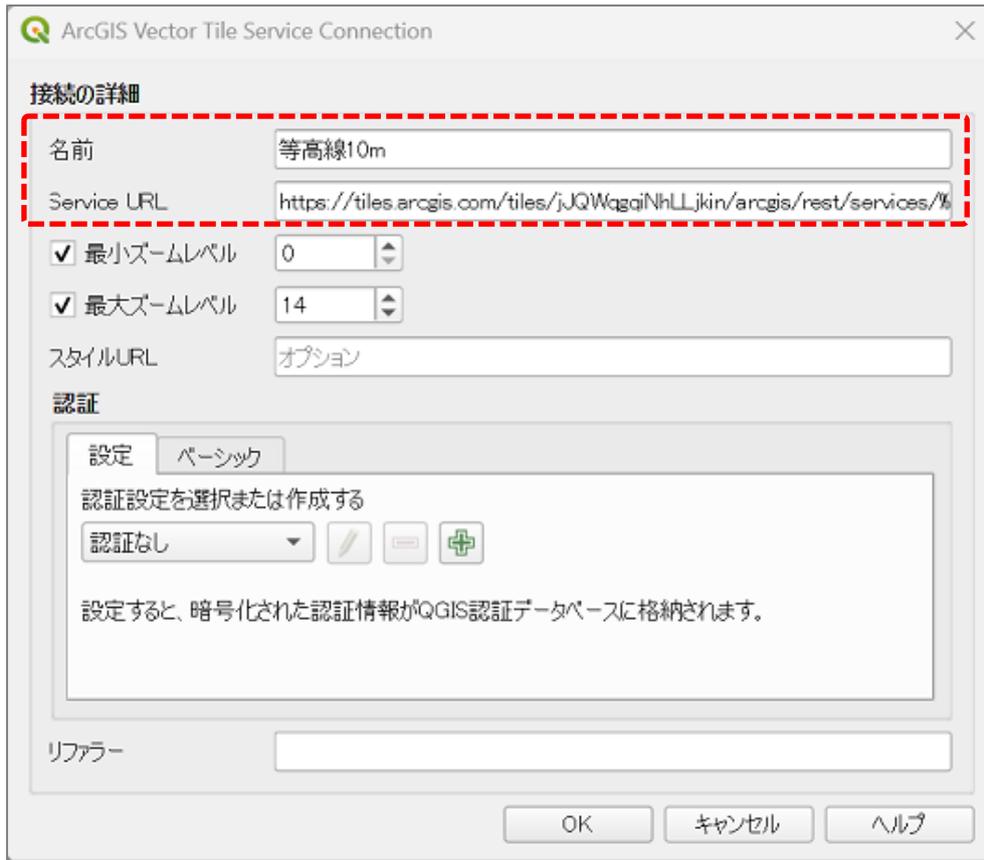


図 6-18 接続の詳細設定

元の画面に戻ったとき、「等高線 10m」があるのを確認して「追加」をクリックすれば、等高線が表示されます。

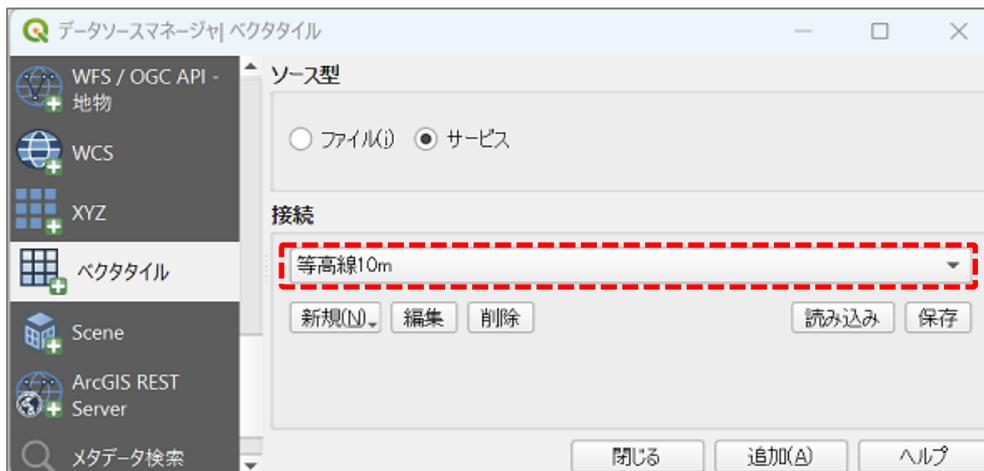


図 6-19 等高線 10m ベクタタイルに接続

基盤地図情報で標高サーフェスを作成する

メモ

ここまでご紹介してきたインターネット経由で表示できるマップやレイヤのデータは直接編集して変更した結果を保存することができません。既製状態のまま表示できれば良い場合には、この項を省いて「傾斜区分図・路網整備難易度推定図の表示」の項へスキップしてください。「ぎふ森林情報 WebMAP」の3D マップ（図 6-2, 6-3）のような解析を GIS ソフト上で実現したいときには本項を参照してください。

岐阜県は、航空レーザー測量による m2 当たり 4 点の DEM を保有しています（データの入手先の項を参照）が、これを入手して自力で扱うには、相応の時間やリソースが必要となってしまいます。そのかわりになるのが、国土地理院の基盤地図情報から得られる 5mDEM です。これを利用すれば、航空レーザー測量に近い精度で簡易に地形解析をすることができます。ここでは基盤地図情報のデータで「標高サーフェス」を作成し、そこから解析する手順を紹介します。

国土地理院 基盤地図情報の WEB サイトを訪問し、右の「地図・空中写真・地理調査」バナーをクリックします。

<https://www.gsi.go.jp/>



図 6-20 国土地理院サイト

画面が遷移したら、「基盤地図情報」を探してクリックします。



図 6-21 基盤地図情報サイト

FGDV のインストール

基盤地図情報のダウンロードページに移動するので、ここで下段の「基盤地図情報ビューア (ZIP 形式 : 10.4MB)」 (ファイル名:FGDV.zip) をダウンロードします。



図 6-22 FGDV のダウンロード

FGDV.zip を適当な場所に保存して解凍します。解凍したフォルダーには FGDV.exe があるので右クリックしてデスクトップなどに「ショートカット」を作成しておくると便利です。

FGDV のショートカットをダブルクリックして起動してみます。

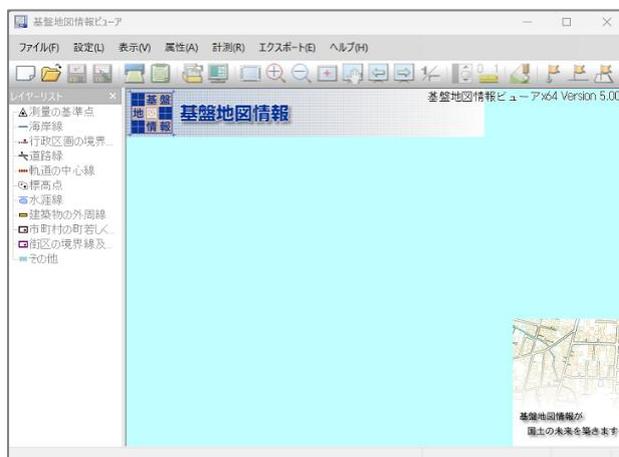


図 6-23 基盤地図情報ビューア

数値標高モデルをダウンロードしてポイントデータにする

基盤地図情報ビューアはこのままにして、再び基盤地図情報のダウンロードページに戻り、「基盤地図情報のダウンロード」をクリックします。



図 6-24 基盤地図情報のダウンロード



図 6-25 利用者登録と数値標高モデル

数値標高モデルのデータをダウンロードする前に下段にある「新規登録」をクリックして、利用者登録を済ませます。それが済んだら、「ファイル選択へ」をクリックします。検索条件指定は5mメッシュのすべてにチェックを入れます。

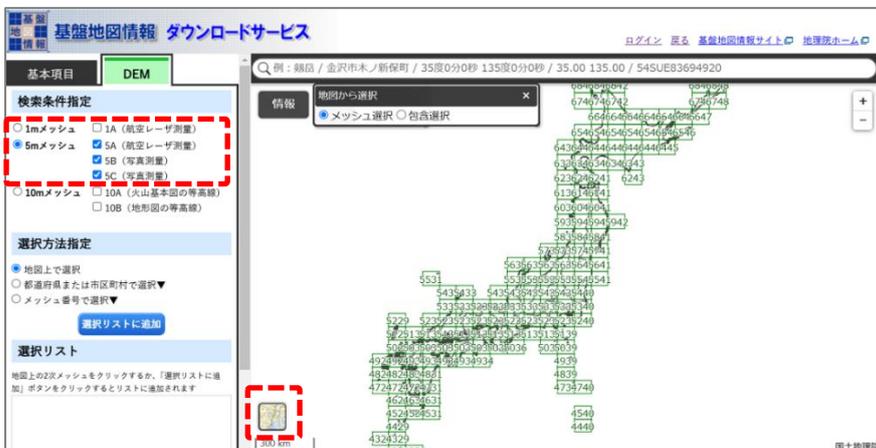


図 6-26 DEM データの選択

マップ画面の左下にあるスケールの上のアイコンをクリックすると背景地図を切り替えられるので、データの欲しい場所が見やすくなります。マップ上でマウスホールドを動かしながら目的場所を拡大していきます。欲しい場所に来たらメッシュがこれ以上大きくならないまで拡大します。



図 6-27 マップの切り替え

ダウンロードしたいメッシュ番号をクリックすると選択リストに追加されますので、全部選択し終わったら、「ダウンロードファイル確認へ」をクリックします。

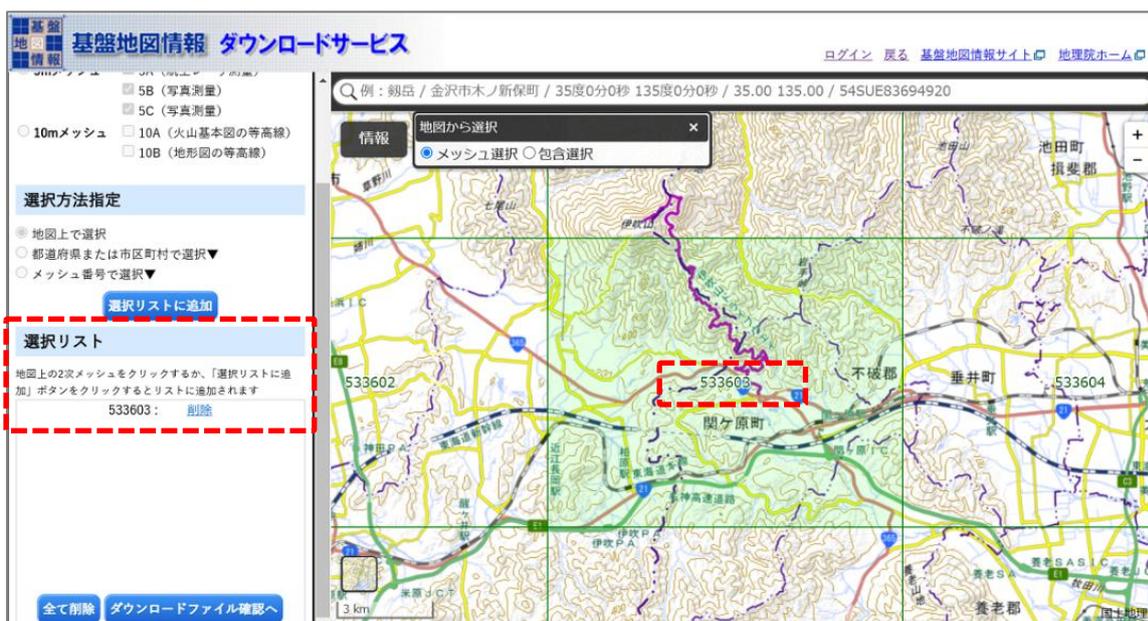


図 6-28 選択リストにダウンロードしたいメッシュ番号が表示される

画面が遷移したら、チェック欄に☑して、「このページをまとめてダウンロード」します。



図 6-29 DEM データのダウンロード

ログイン ID とパスワードを求められるので入力して「ログイン」します。



図 6-30 ログイン

アンケート画面に移るので、適当に記入して OK すると PackDLMap.zip のファイル名で適当な場所にダウンロードします。



図 6-31 PackDLMap.zip の中身

FG-GML-5336-03-DEM5A.zip をそのまま開いている基盤地図情報ビューアの水色の部分にドラッグ&ドロップすると標高サーフェスが作成されます。

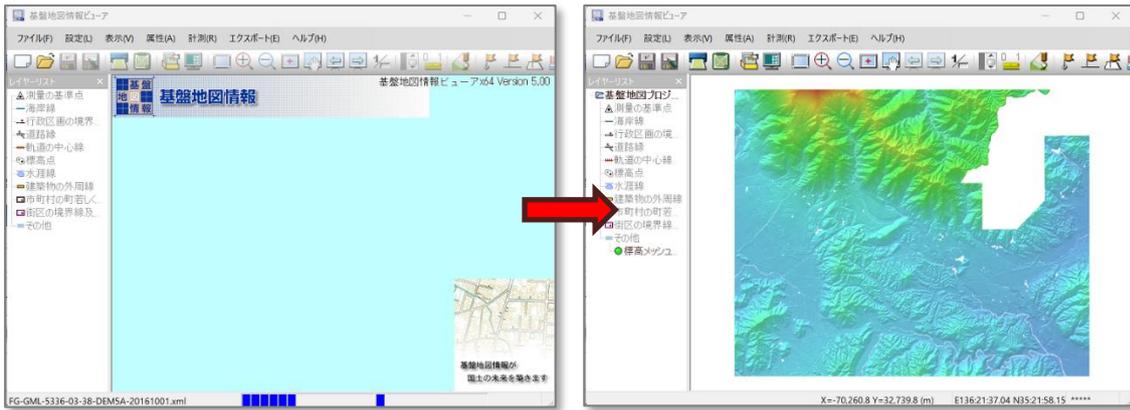


図 6-32 データの投入と展開

データの欲しい場所がわかっているならば拡大してメニューの [エクスポート] をクリックします。

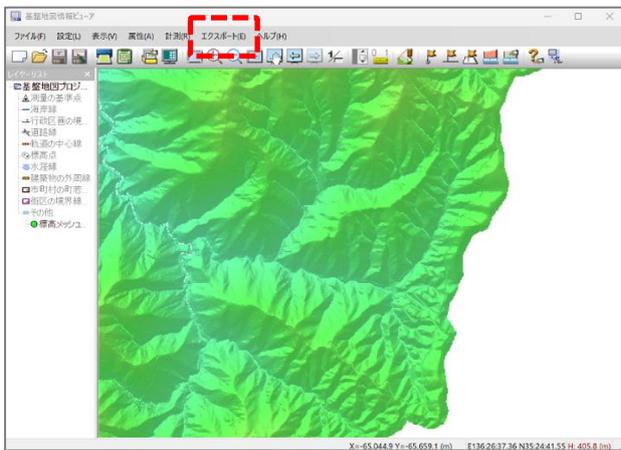


図 6-33 エクスポート

作業時間の短縮などに効果的のようにデータはなるべく小さくします。適当な領域設定方法を選んでさらに必要範囲を絞ります。

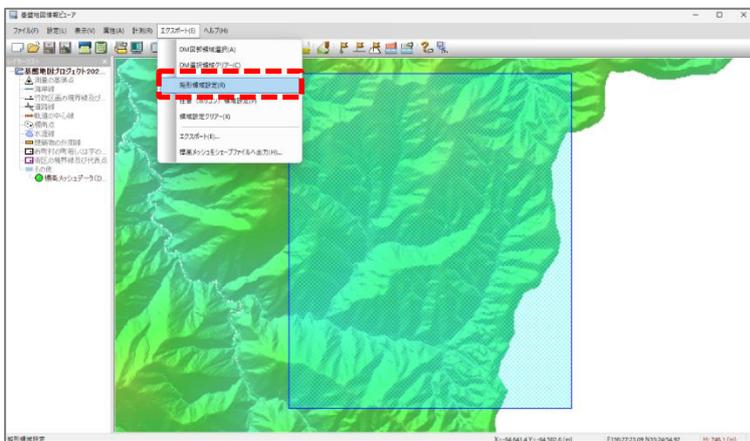


図 6-34 領域設定

領域が設定出来たら、「標高メッシュをシェープファイルへ出力(H)…」を選択し、森林デジタルデータフォルダーの中に 5mDEM フォルダーを作成します。



図 6-35 シェープファイルへ出力

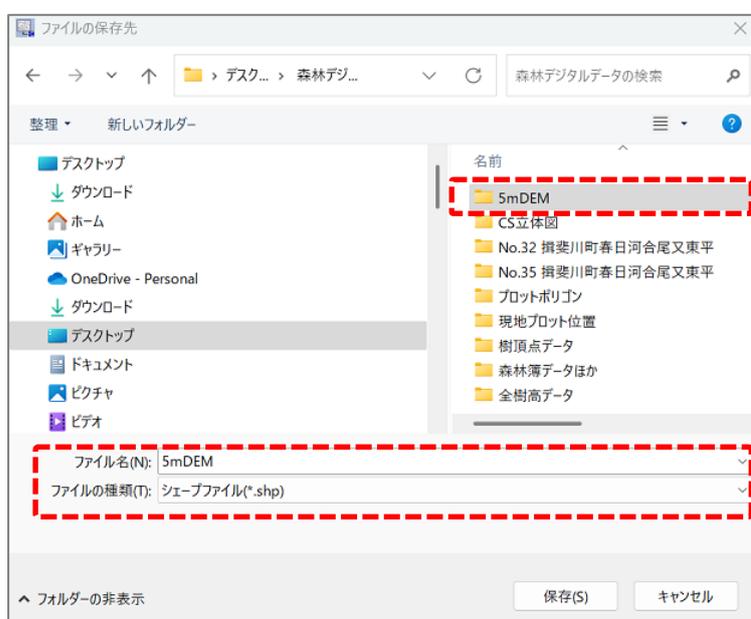


図 6-36 5mDEM フォルダーの中に 5mDEM のシェープファイルを作成

作成した 5mDEM フォルダーの中に「5mDEM.shp」を出力するよう座標系などのパラメータを設定します。

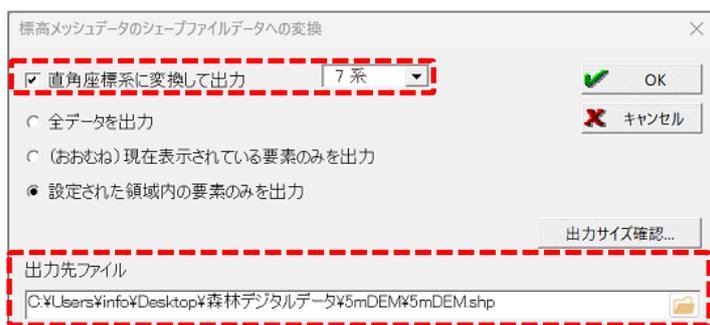


図 6-37 シェープファイルを出力

5mDEM フォルダの中を確認すると、シェープファイルの「5mDEM.shp」が見つかります。同時に QGIS のブラウザパネルでも確認します。

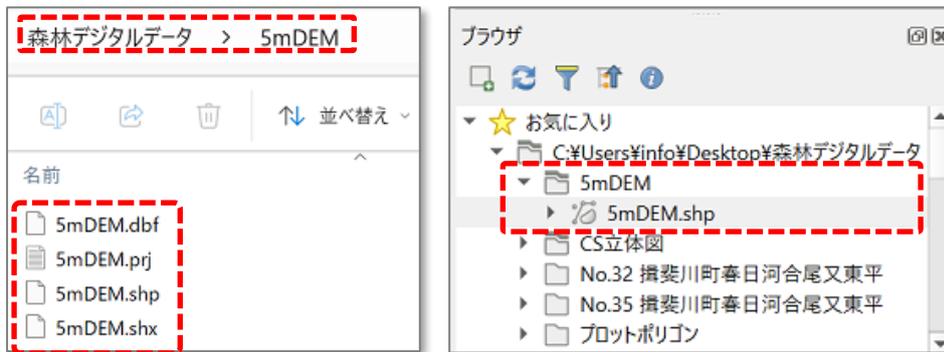


図 6-38 5mDEM.shp

ブラウザパネルから「5mDEM.shp」を QGIS のマップにドラッグ&ドロップします。5mDEM はポイントデータなので無数の点が表示されていますが、遠目には真っ黒になっていることがわかります。



図 6-39 5mDEM の追加

しかし、対象地付近を拡大してみると約 5m 間隔に並んだポイントデータであることがわかります。

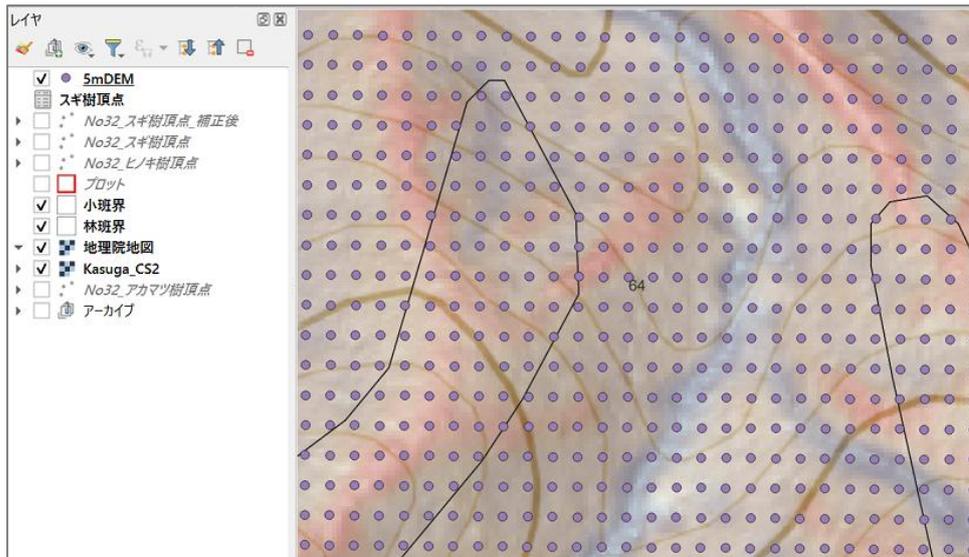


図 6-40 拡大表示した 5mDEM

このポイントデータにはそれぞれ標高値が格納されているので属性テーブルを表示して確認します。フィールド名が文字化けしている場合は、プロパティから文字コードを” UTF-8” → ” Shift_JIS” に変更します。

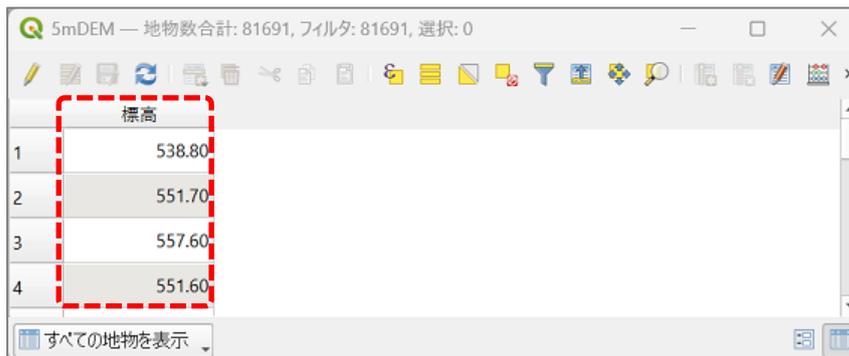


図 6-41 標高データ

標高サーフェスの作成

このポイントデータを利用して自然な地形形状の「標高サーフェス」を作成します。これには DEM のポイントデータの間の空白を周囲の標高を参照しながら齟齬の無いよう埋めて補完する「内挿」といわれるツールを使います。

[メニュー] - [プロセッシング] - [ツールボックス] とし、「プロセッシングツールボックス」パネルを表示します。



図 6-42 ツールボックスの表示

「プロセッシングツールボックス」パネルの下部を表示すると「内装」ツールがあり、さらに展開すると「TIN 内挿（不規則三角網）」というツールがあるのでクリックします。

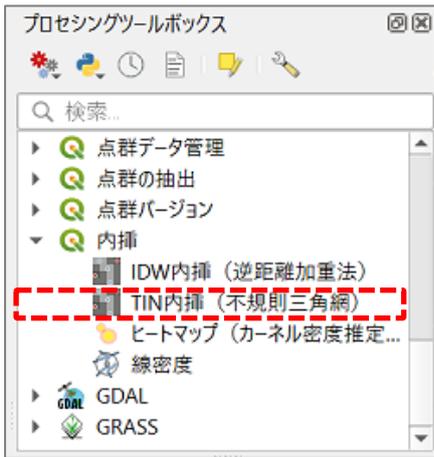


図 6-43 内挿ツール

TIN 内挿のパラメータは次のように設定します。

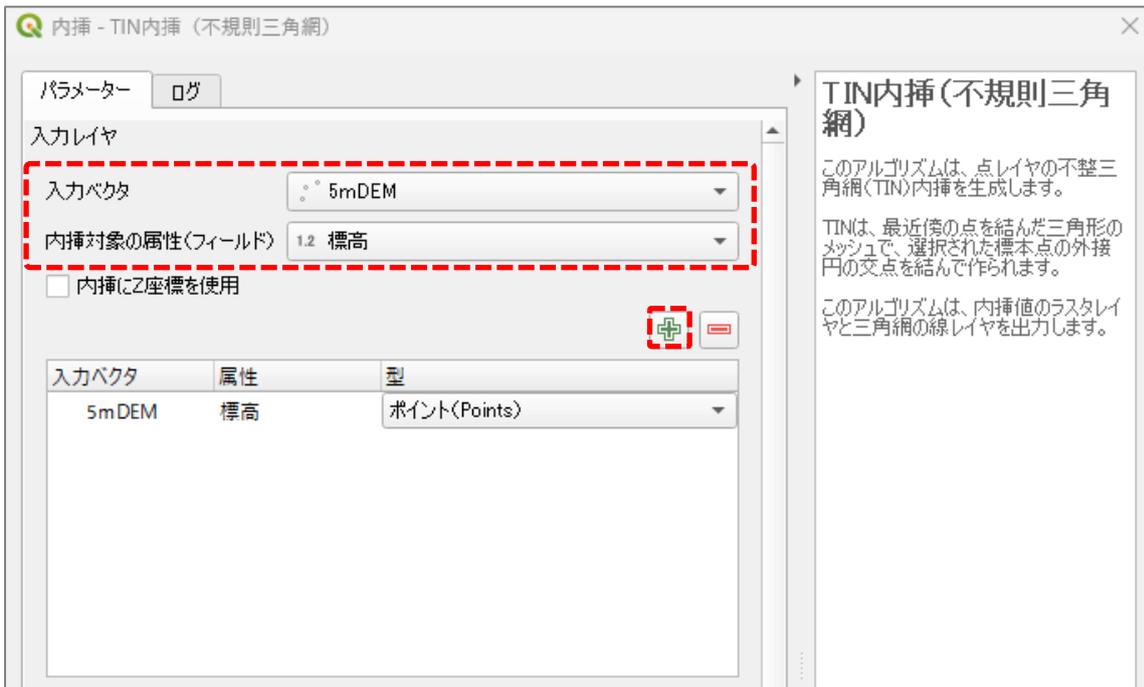


図 6-44 TIN 内挿パラメータ設定その 1

入力ベクタに「5mDEM」を選択すると、自動的に内挿対象の属性（フィールド）が「標高」になります。そのすぐ下の「+」をクリックして入力ベクタを5mDEMに決定します。

内挿方法には画像の補完方法の一つであるキュービック法を選択しました。

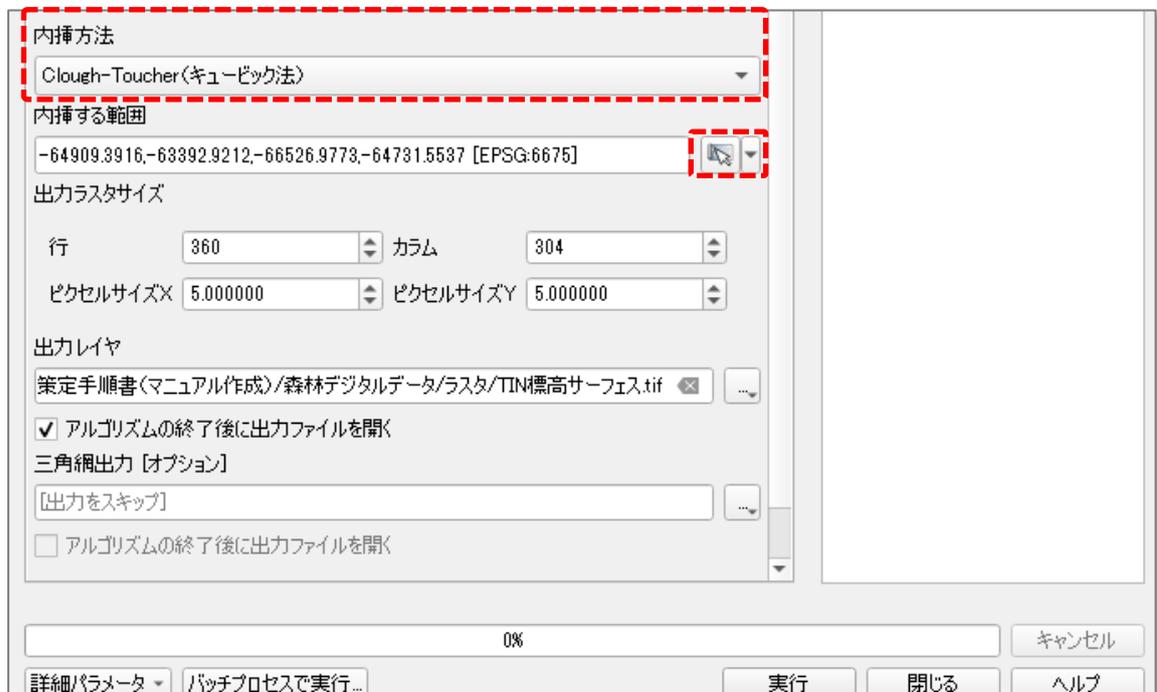


図 6-45 TIN 内挿パラメータ設定その 2

内挿する範囲は、右の▼をクリックして、レイヤから計算から「5mDEM」を選択します。ピクセルサイズは1とし、出力レイヤは「ラスタ」フォルダーの中に「TIN 標高サーフェス.tif」とします。

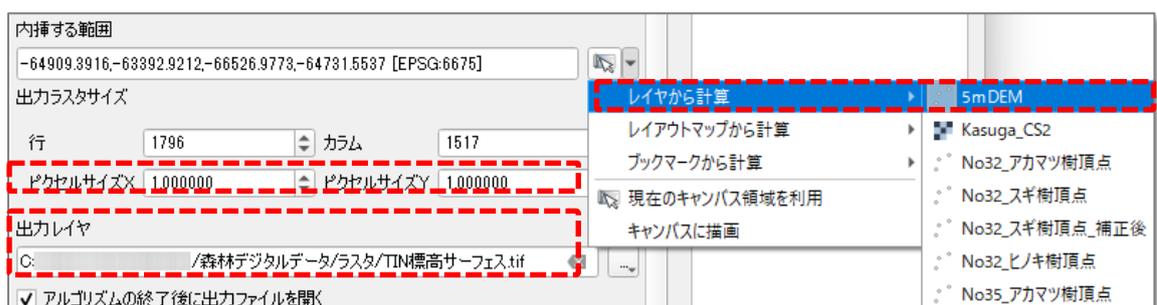


図 6-46 TIN 内挿パラメータ設定その 3

パラメータ設定が完了したら、実行をクリックするとしばらく計算が続き、最終的に TIN から作成された標高サーフェスが表示されます。

メモ

標高サーフェスとはマップ全体の高さを定義するレイヤのことです。事例ではサーフェスを TIN (ベクタ) で作成していますが、ラスタで作成することもできます。

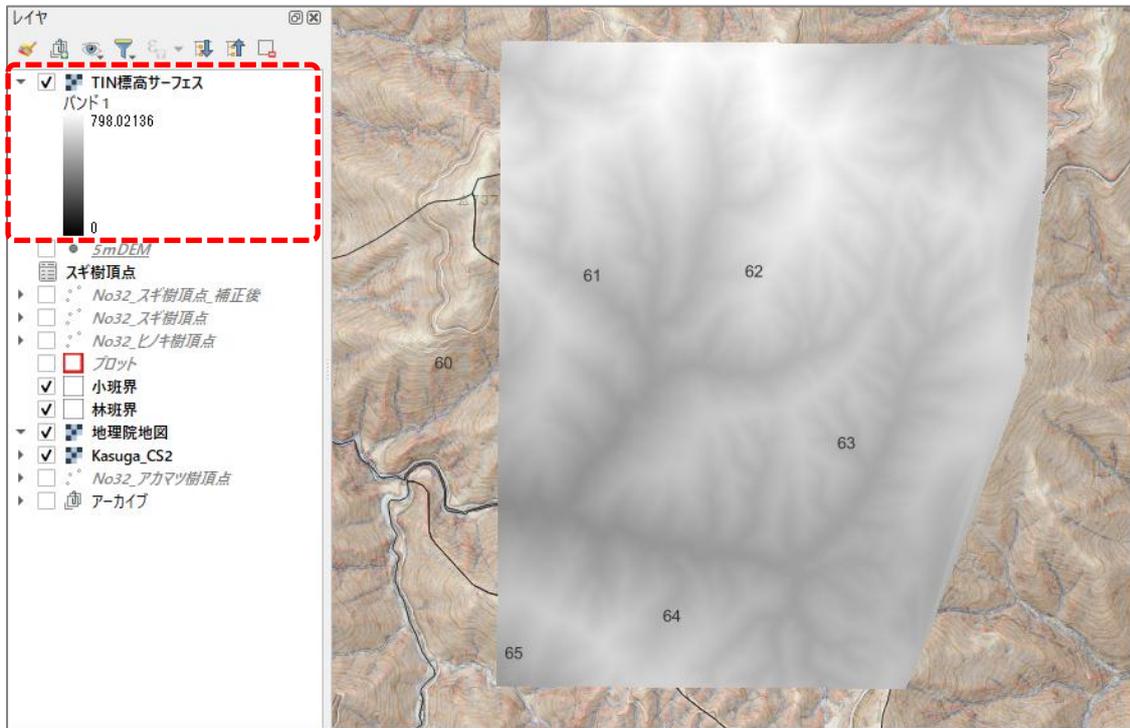


図 6-47 TIN から作成した標高サーフェス

作成した標高サーフェスから等高線、傾斜分布図、傾斜方向分布図、陰影起伏図、地形断面図など机上で現地地形を把握するのに有用なデータを作成できます。

以降では、例として等高線と傾斜分布図の作成事例をそれぞれ紹介します。

等高線の作成

メニューの [ラスタ] - [抽出] と展開し [等高線(contour)…] をクリックします。

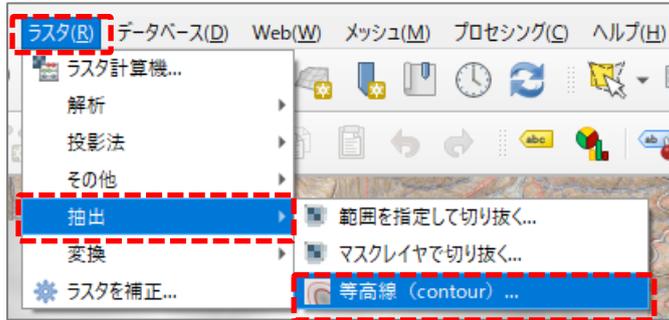


図 6-48 等高線ツール

入力レイヤに「TIN 標高サーフェス」を選択し、10mコンタを作成するように設定します。

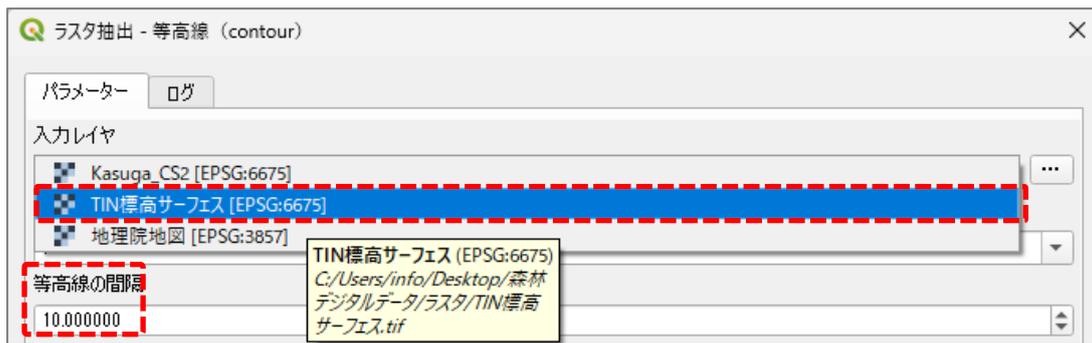


図 6-49 等高線パラメータ設定その 1

5mDEM フォルダーの中に 10mコンタを作成します。

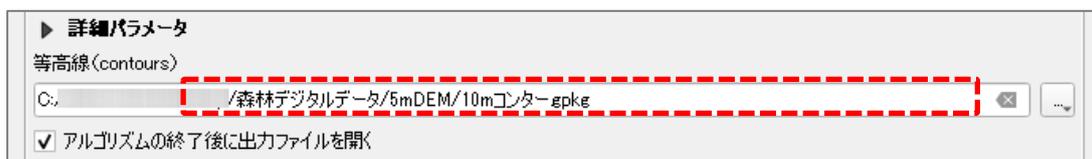


図 6-50 10mコンタ

実行をクリックするとマップに 10m間隔の等高線が表示されます。

メモ

10mコンタと同様に 50mコンタを作成し、10mコンタは線幅を 0.3、50mコンタを 0.6、色を茶色に変えると、地理院地図と同じイメージで表示できます。

下図では等高線の色を青にして、国土地理院とここまで作成してきたものの違いが分かるようにしています。地理院地図やベクタータイルよりも改善されていることがわかりますので、地形把握するにはこちらを使う選択肢もあります。

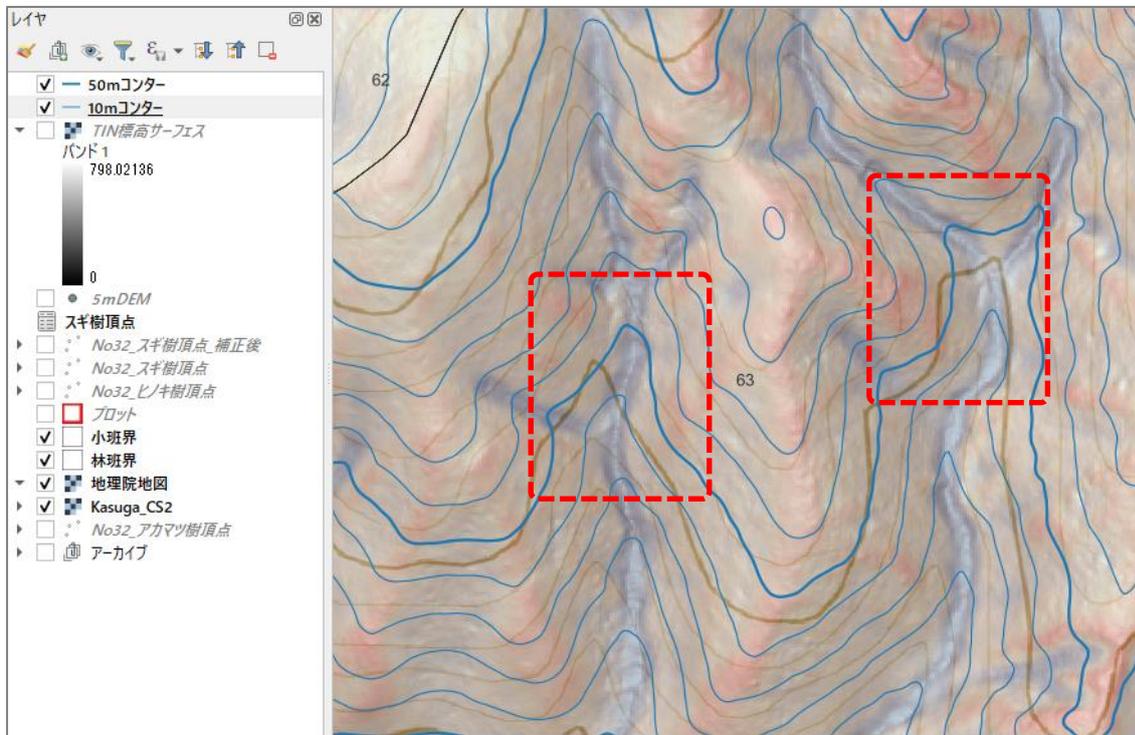


図 6-51 自作と地理院地図の等高線の違い

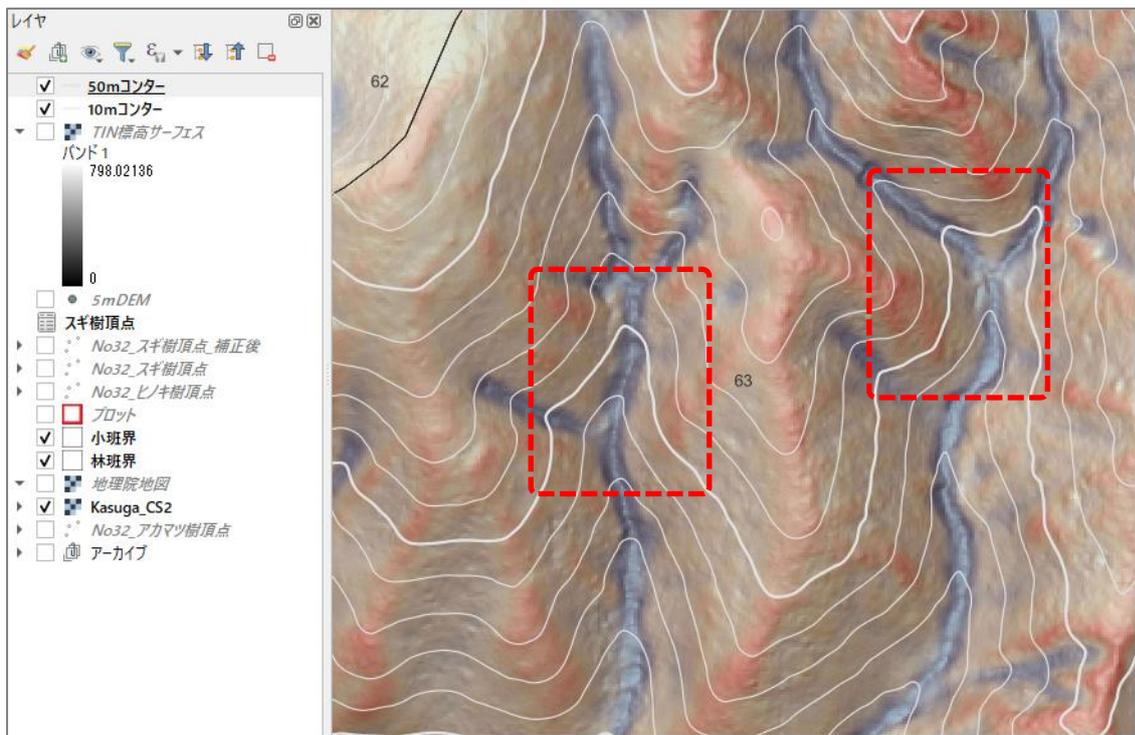


図 6-52 地理院地図をオフ

傾斜分布図の作成

メニューの [ラスタ] - [解析] と展開し [傾斜(slope)…] をクリックします。

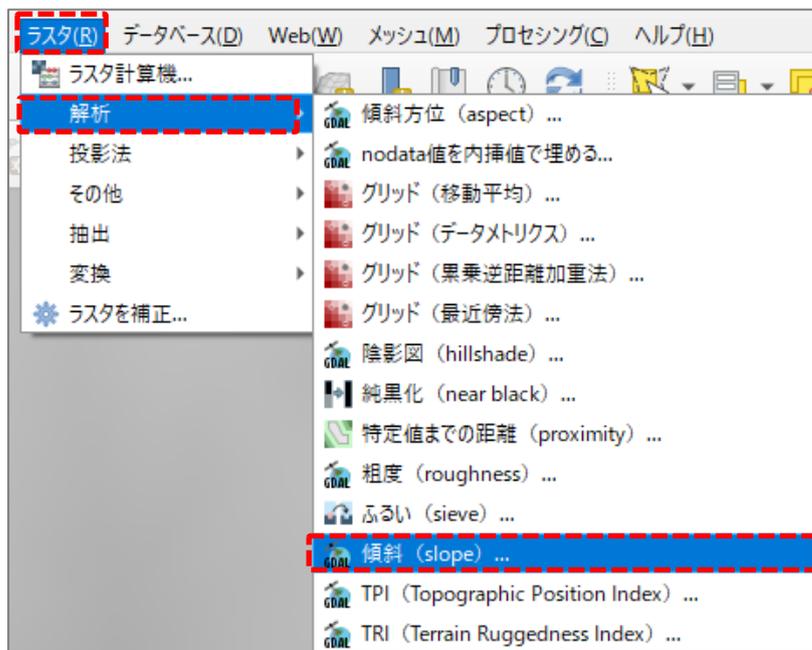


図 6-53 傾斜ツール

入力レイヤに「TIN 標高サーフェス」を選択し、10mコンタを作成するように設定します。

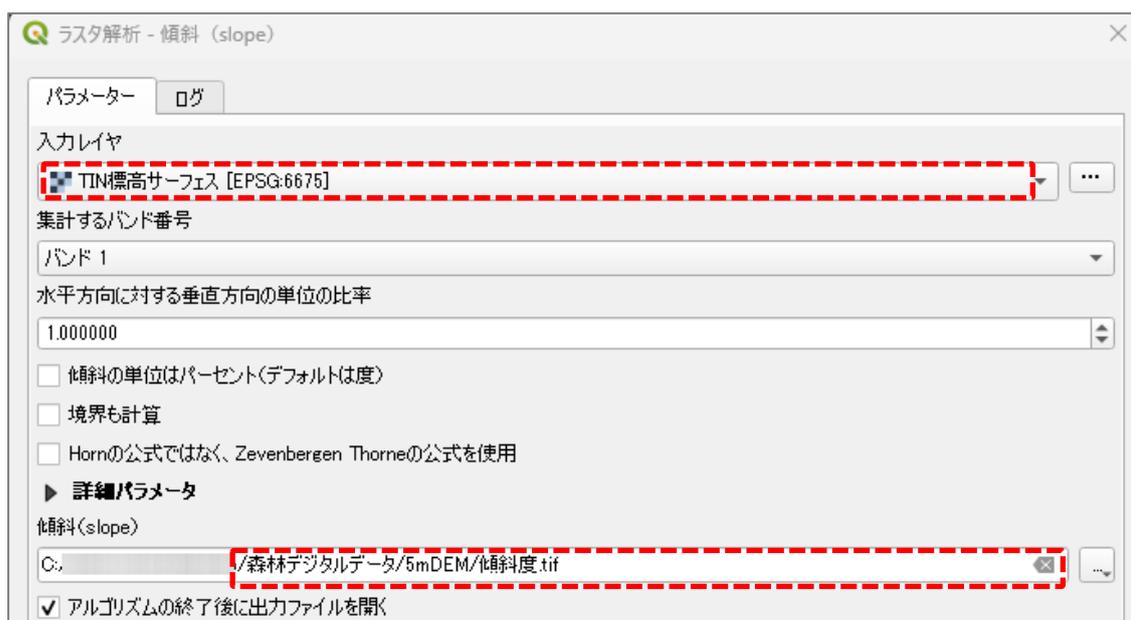


図 6-54 傾斜パラメータ設定

実行をクリックするとマップに傾斜度レイヤが表示されます。

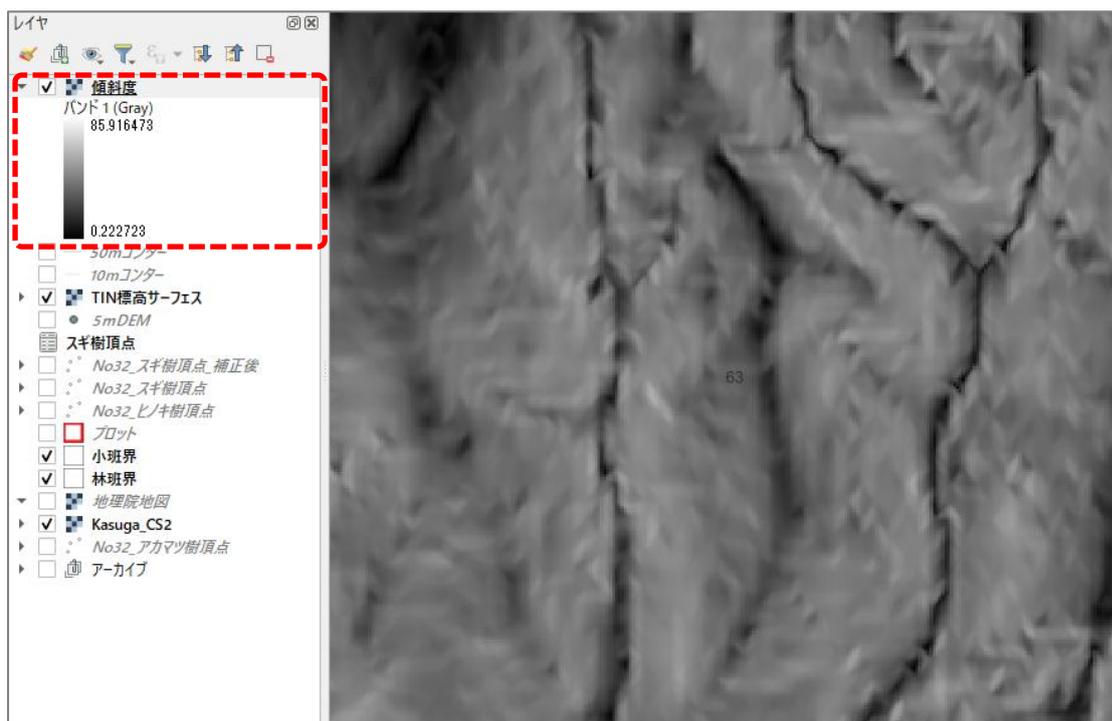


図 6-55 傾斜度

レイヤの上下位置を修正して、傾斜度レイヤのプロパティからシンボロジを調整します。

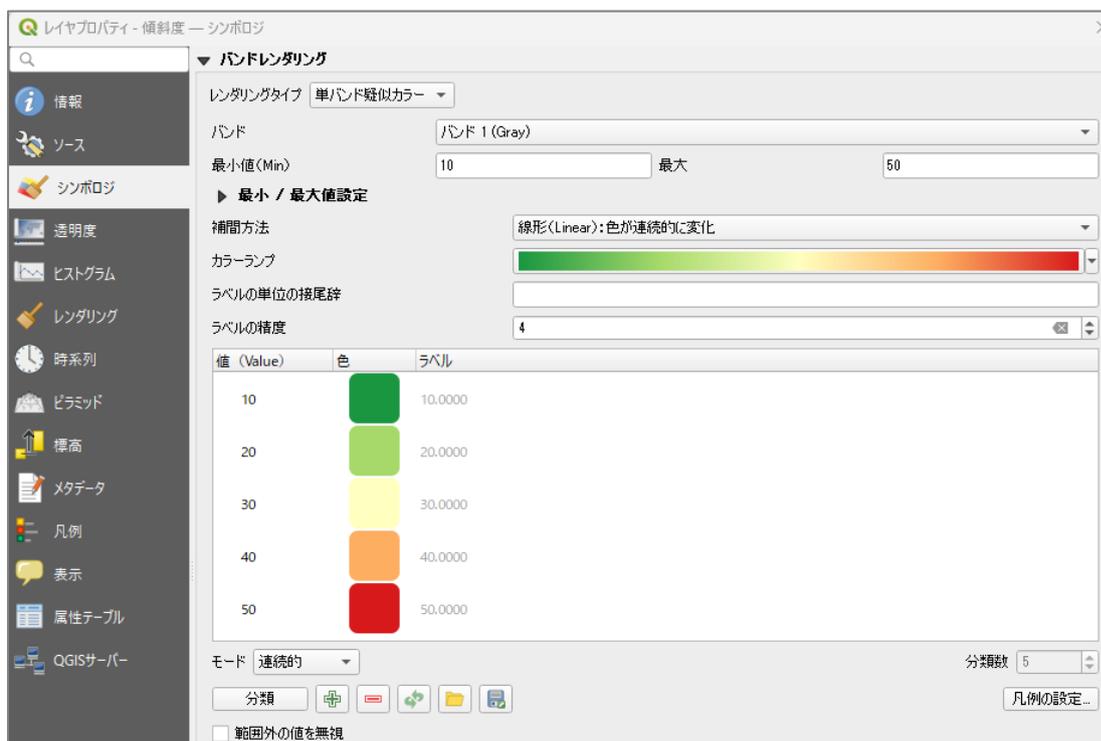


図 6-56 傾斜度レイヤのシンボロジ設定例

メモ

作業道の線形検討に使用したいときに一番必要な情報は開設可能な場所はどこあたりが適当か？なので、斜面傾斜を等分割してランク分けする意味がありません。急傾斜であれば作設できないので、むしろ 10 度～35 度程度の間の傾斜分布を細かく表示させた方が有益な情報が得られることがあります。

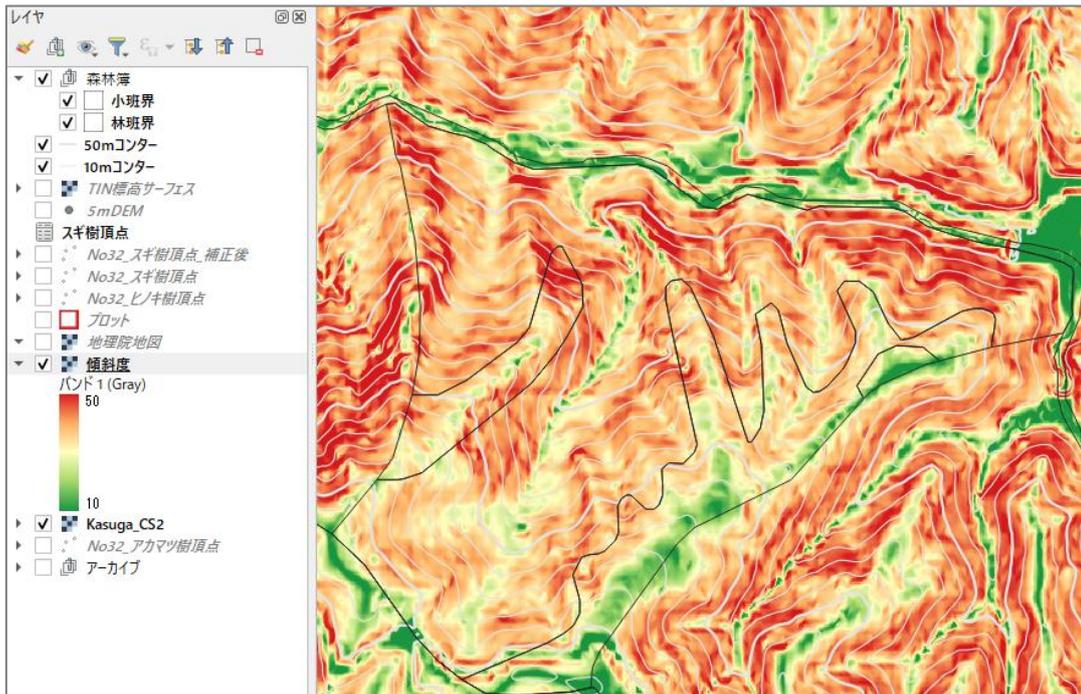


図 6-57 傾斜分布図（単位：度）

メモ

地形分析などの情報を収集するには、前述した「ぎふ森林情報 WebMAP」サイトを参照します。<https://www.forest.rd.pref.gifu.lg.jp/shiyou/sinrinwebmap.html>



路網整備難易度推定図や土砂災害リスク評価支援図などがすでに分析された状態で提供されていますので、次項で表示方法を説明します。

傾斜区分図・路網整備難易度推定図の表示

前項の「基盤地図情報で標高サーフェスを作成する」で紹介した傾斜区分図は、「ぎふ森林情報 WebMAP」から既製のレイヤを簡単に表示できます。

「ぎふ森林情報 WebMAP」による傾斜分布図の表示

ブラウザから「ArcGIS REST Servers」を見つけて右クリックし、「新規接続…」をクリックします。

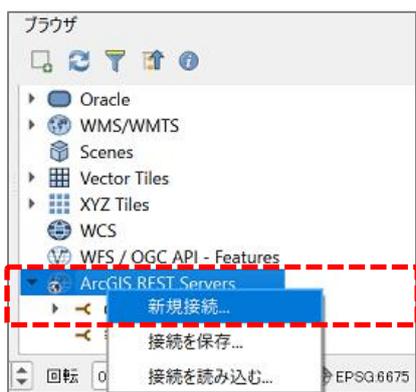


図 6-58 ArcGIS REST Servers を右クリック

接続の詳細の名称欄は「傾斜区分図」、URL 欄には、「ぎふ森林情報 WebMAP」の傾斜区分図タイルマップの URL をコピー&ペーストし、OK します。

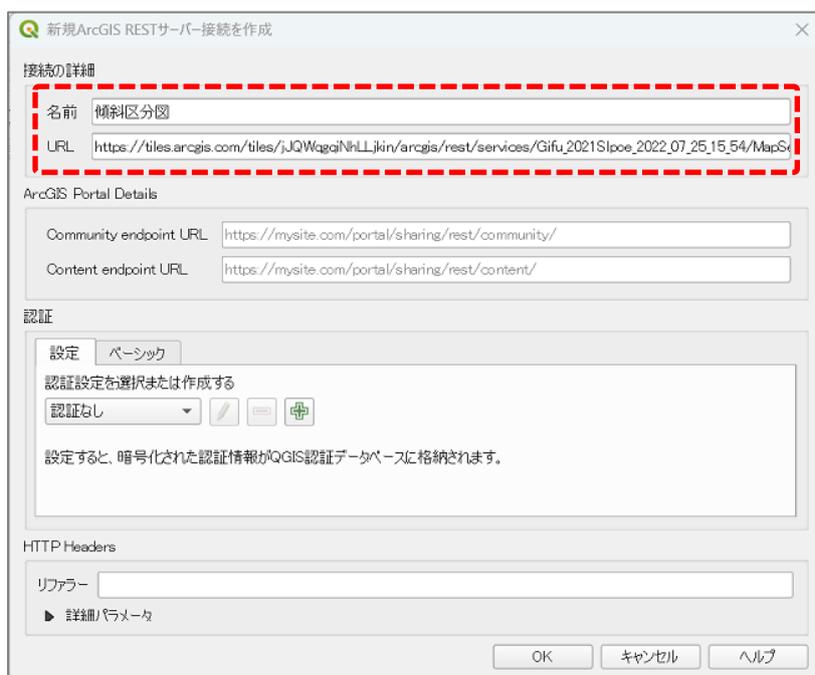


図 6-59 接続の詳細 (URL の最新版は、「ぎふ森林情報 WebMAP」を参照してください)

ブラウザに「傾斜区分図」が追加されているので、▶をクリックして展開し、
（全レイヤ）のみマップに追加します。レイヤ欄の（全レイヤ）は、「傾斜区分
図」とリネームします。

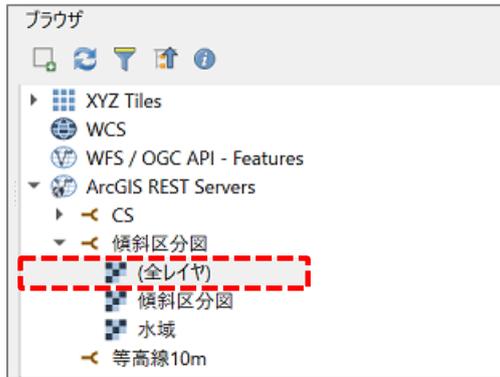


図 6-60 傾斜区分図の追加

傾斜区分図が表示され、レイヤには凡例が示されています。なお、このレイヤは
「ArcGIS REST Servers」からラスターデータで提供されているので凡例の区分
や色合いは変更できません。GIS ソフトで自由に変更したい場合には前項の「基
盤地図情報で標高サーフェスを作成する」で紹介した方法を検討してください。

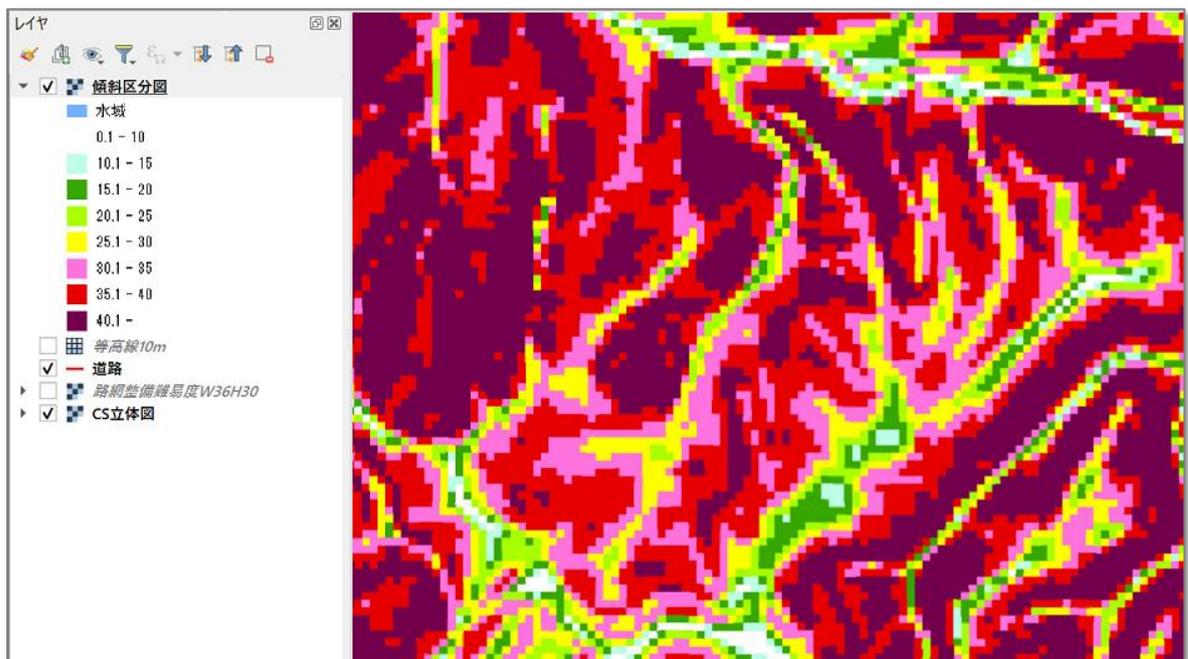


図 6-61 ぎふ森林情報 WebMAP による傾斜区分図（岐阜県森林研究所により作成）

「ぎふ森林情報 WebMAP」のその他解析図の表示

「ぎふ森林情報 WebMAP」サイトから、土石流災害リスク評価支援図や路網整備難易度推定図の解析データも利用できます。ここでは、同サイトおよび岐阜県森林研究所サイトで公開されている「路網整備適地選定における山地災害リスク評価手法の解説」に基づき、QGIS で表示する方法を紹介します。

土石流災害リスク評価支援図と路網整備難易度推定図は、どちらも同じ方法で表示できるので、以下は「路網整備難易度推定図（森林作業道：幅員 3.0m、切土高 2.0m）」のデータを表示する手順を示します。

メニューから「レイヤ」をクリックし、[レイヤを追加] - [WMS/WMTS]をクリックします。

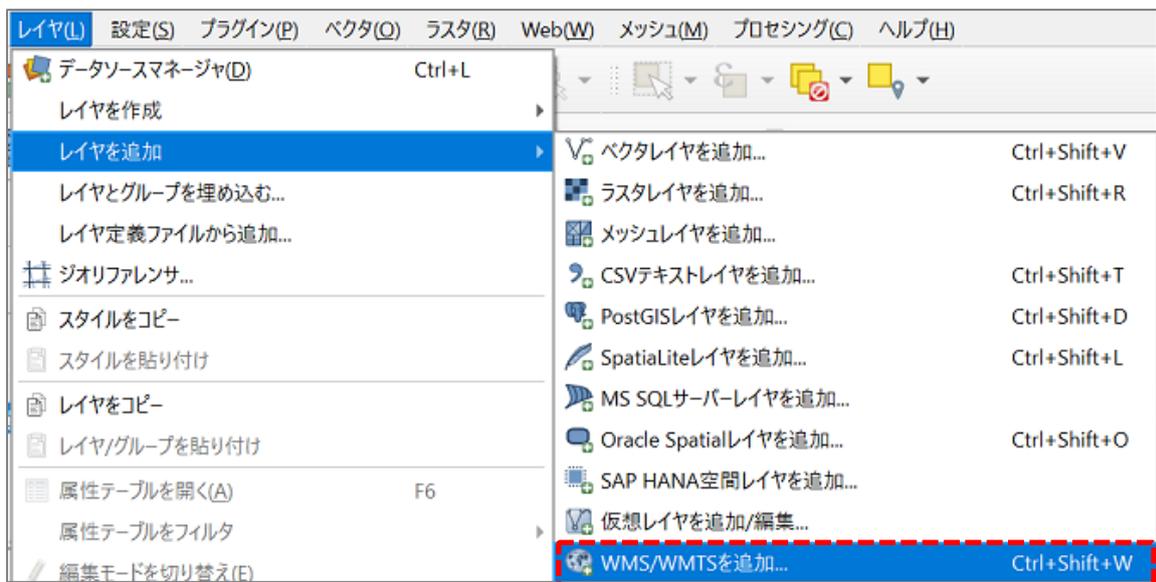


図 6-62 WMS/WMTS を追加...

左の欄で WMS/WMTS を選択されていることを確認し、レイヤタブの上部で「新規」をクリックします。



図 6-63 新規作成

接続の詳細では、レイヤの名前に「難易度_森林作業道_幅員 3m_切土高 2m」などとし、URL 欄には次をコピー&ペーストします。

https://tiles.arcgis.com/tiles/jJQWqgqiNhLLjkin/arcgis/rest/services/路網整備難易度 W30H20/MapServer/WMTS/1.0.0/WMTSCapabilities.xml



図 6-64 接続の詳細

最下部の OK をクリックすると、画面が元に戻り、レイヤ欄に「難易度_森林作業道_幅員 3m_切土高 2m」（路網整備難易度推定図（森林作業道：幅員 3.0m、切土高 2.0m）のこと）が表示されます。直下の「接続」をクリックしてインターネットから該当する画像を読み込みます。

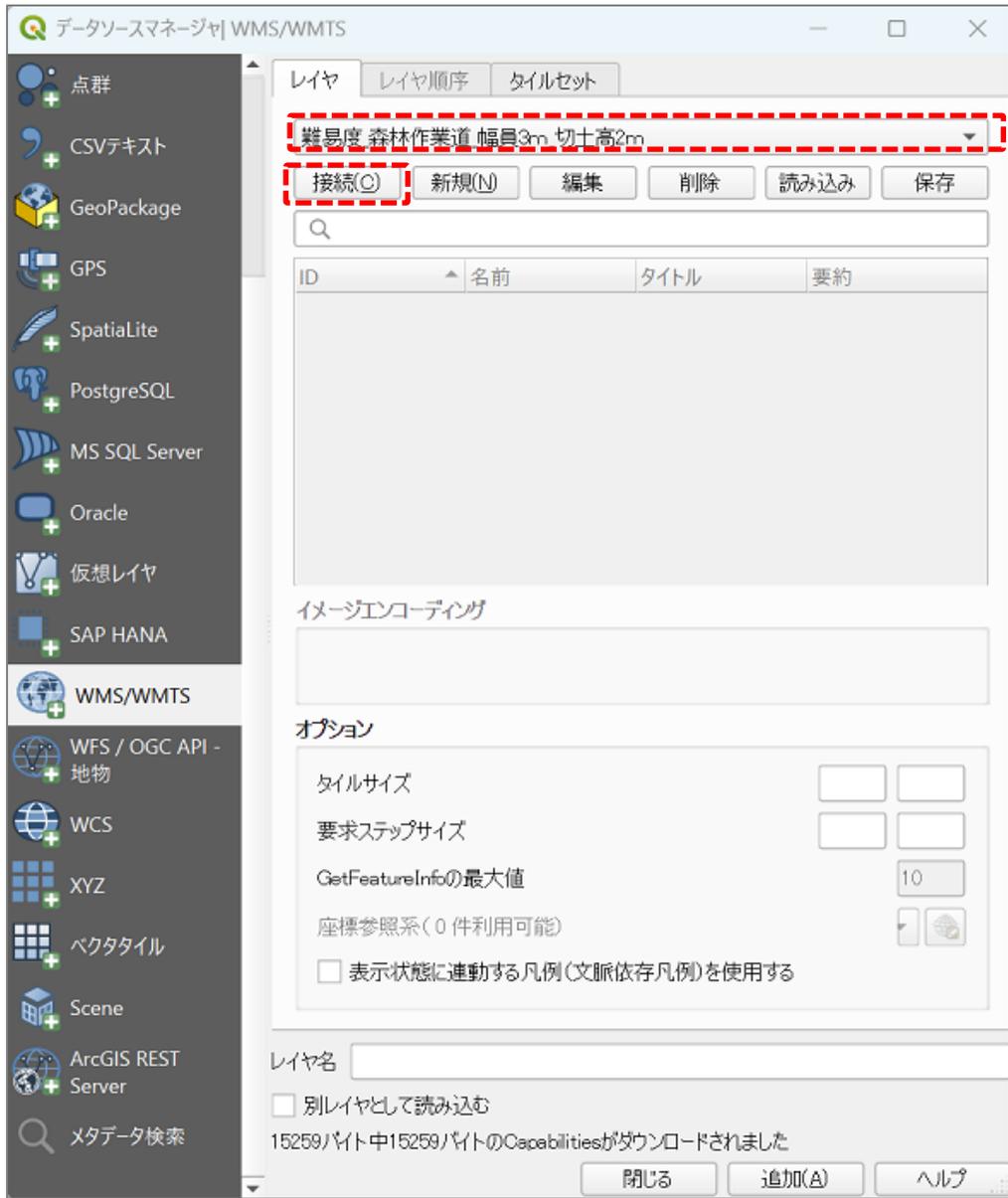


図 6-65 WMTS に接続

接続されると、タブがタイルセットに移り、路網整備難易度推定図（森林作業道：幅員 3.0m、切土高 2.0m）の画像が読み込まれていることがわかります。複数を読み込むことも可能で、その場合は上図の「別レイヤとして読み込む」などのオプション設定もできます。

レイヤ名は「路網整備難易度 W30H20」と表示されています。最下段の「追加」をクリックし、「閉じる」もクリックします。

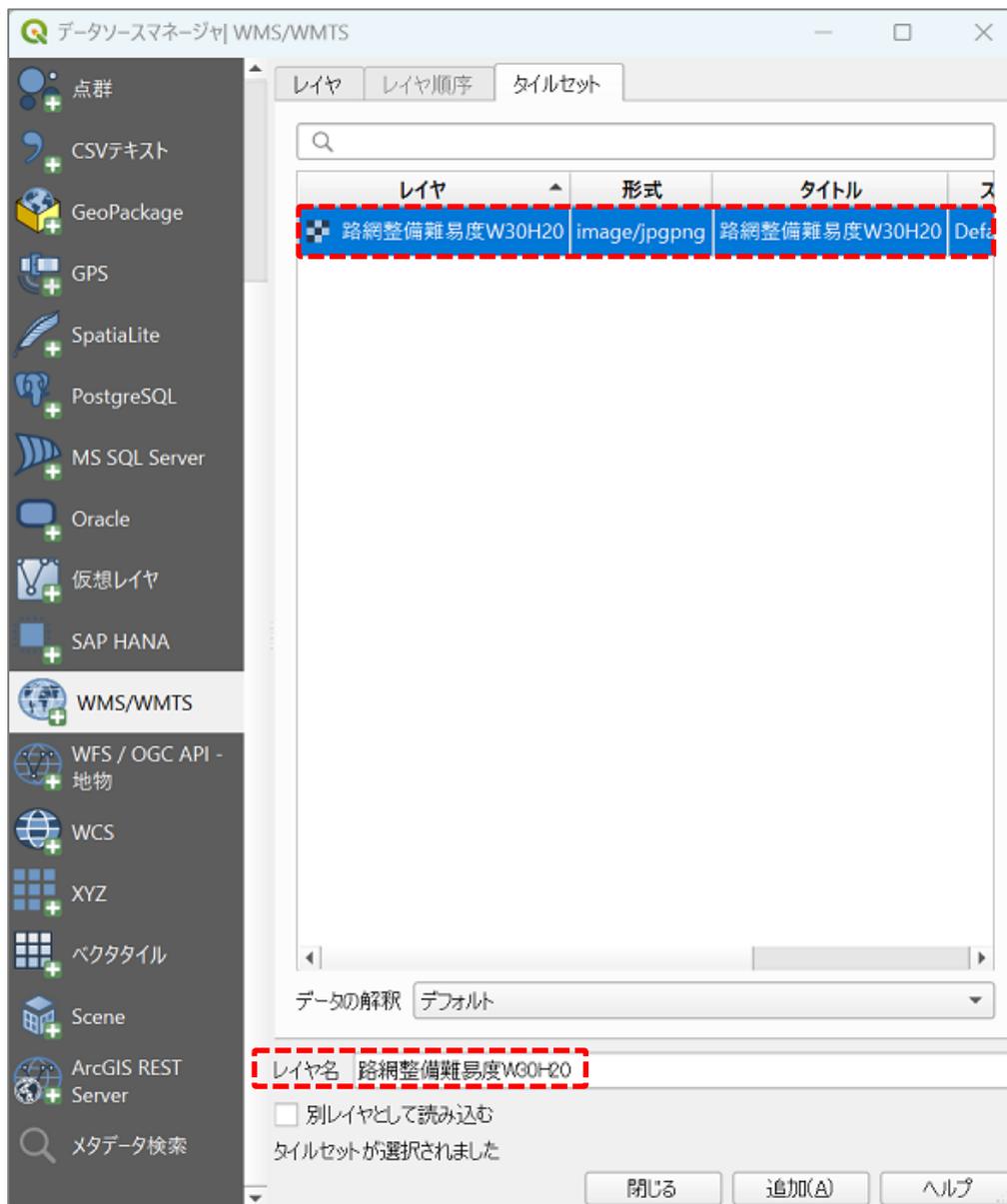


図 6-66 路網整備難易度タイルセットの追加

これで「路網整備難易度推定図（森林作業道：幅員 3.0m、切土高 2.0m）」が表示できました。既存の路網をレイヤ表示して評価することもできますし、新設する線形はどこを通したらより良いかなどを検討することができます。

なお、WMS/WTMS からの画像は凡例が表示できませんので、必ず「ぎふ森林情報 WebMAP」サイトから、「路網整備適地選定における山地災害リスク評価手法の解説」をダウンロードし、路網整備難易度区分の凡例（p. 8、p. 11）を確認した上で利用してください。

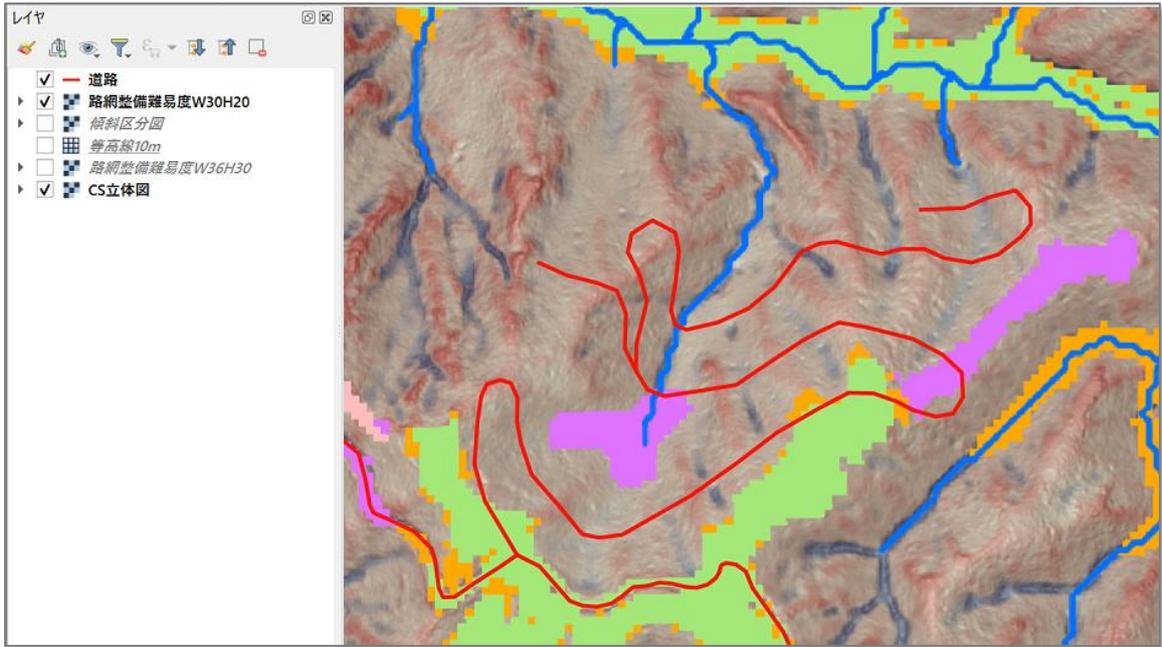


図 6- 67 森林作業道：幅員 3.0m、切土高 2.0mの解析図（岐阜県森林研究所により作成）

作業道の線形検討

森林デジタルデータフォルダーの中に「作業道」フォルダーを作成します。ポイントデータ同様に新規のシャープファイルを「作業道.shp」として属性リストに必要なフィールドを設定して作成します。

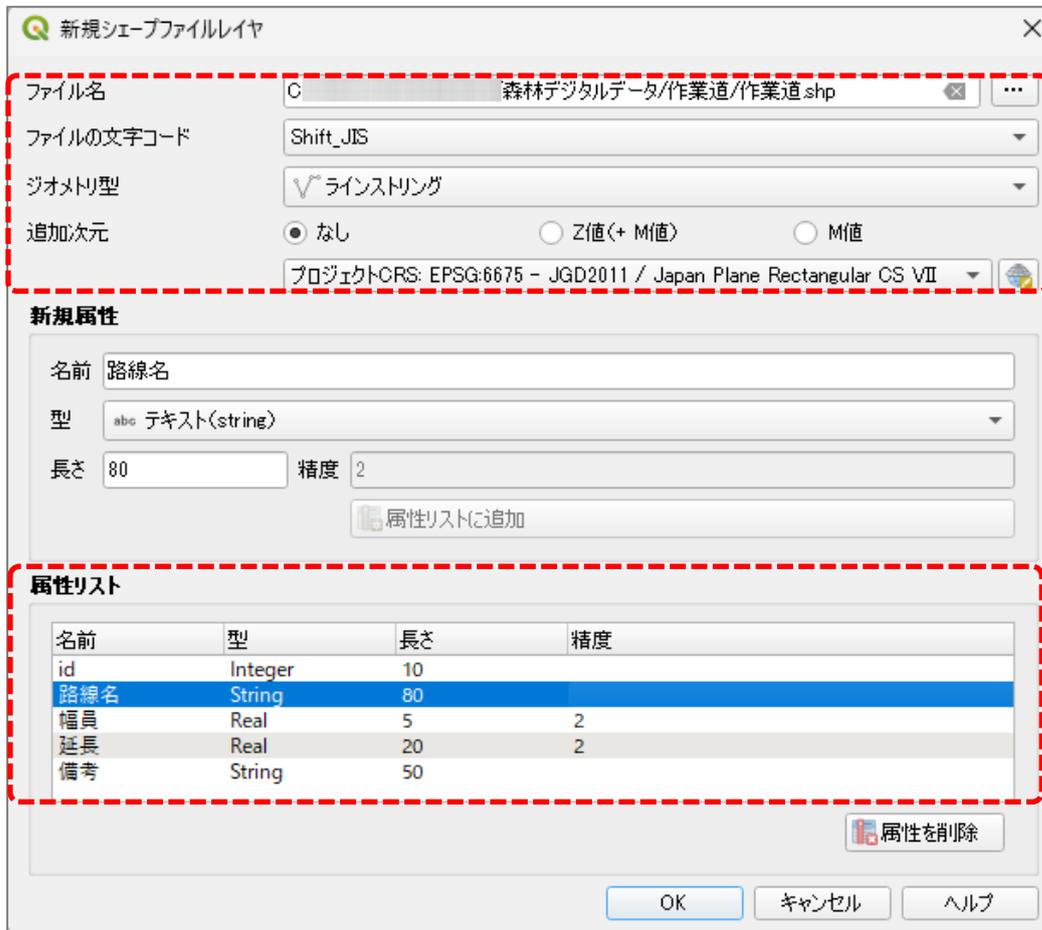


図 5-37 新規シャープファイルの作成 (ライン)

既設林道などのデータがあれば先にマップへ「既設林道」レイヤとして追加しておき、前項で作成した等高線や傾斜度および CS 立体図などを参考にして、新設する作業道の線形を検討します。

「作業道.shp」をマップに追加し、同レイヤを右クリックして「編集モードを切り替え」で、デジタイジングツールバーを有効にします。ツールバーの「線の地物を追加(CTRL+.)」をクリックし、現地検討してきた場所から作図を開始します。



図 6-68 ラインの作図

スギ・ヒノキの分布、等高線、傾斜、CS 立体図から情報を得ながらクリックして線形を描いていきます。等高線間隔が 10m なので、任意の等高線上から延長 100m で上下どちらかの次の等高線に到達すれば 10% 勾配の線形になります。作業道の規程や使用機械の性能を勘案して決めていきます。

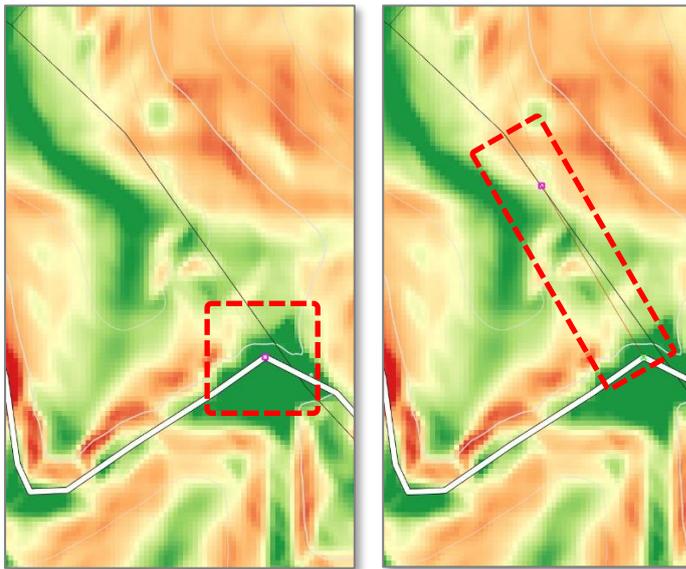


図 5-38 csv で出力した全樹高データ（航空レーザーによる）D 列の胸高直径は無視

検討する線形が作図出来たらその終点で右クリックすると、属性の入力を求められるので id と路線名などを入力します。

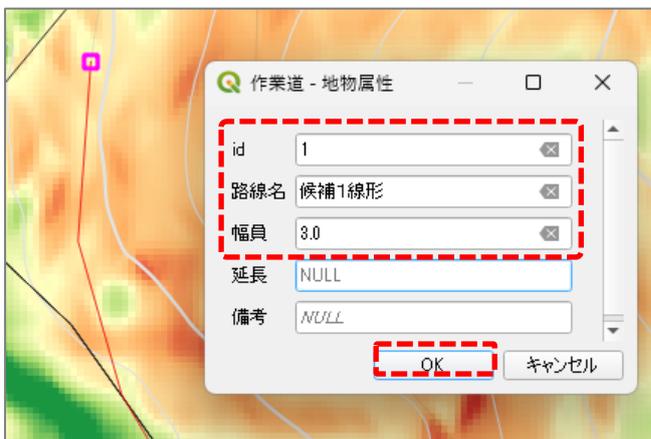


図 6-69 作図の確定

パネルでOKして、デジタイジングツールバーの「編集モードを切り替え」アイコンをクリックします。描いた線形を保存するか廃棄するかを選択してクリックします。

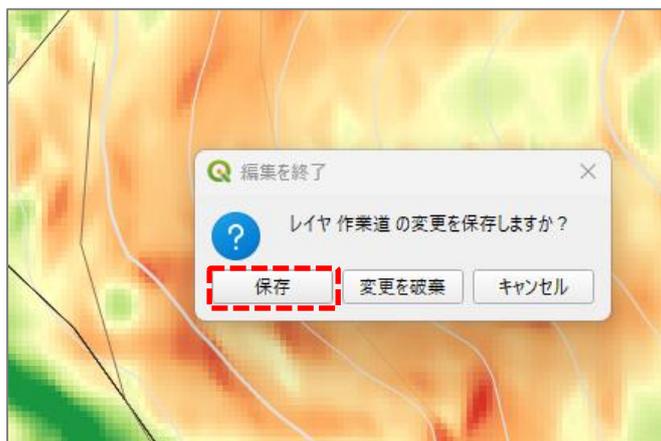


図 6-70 作業道の線形レイヤを保存

以上で施業に必要な作業道の作図を完了しました。レイヤパネルでは路網グループを作り、その中に既設林道レイヤと作業道レイヤを入れ、それぞれプロパティからシンボロジを設定して見やすくしておきます。

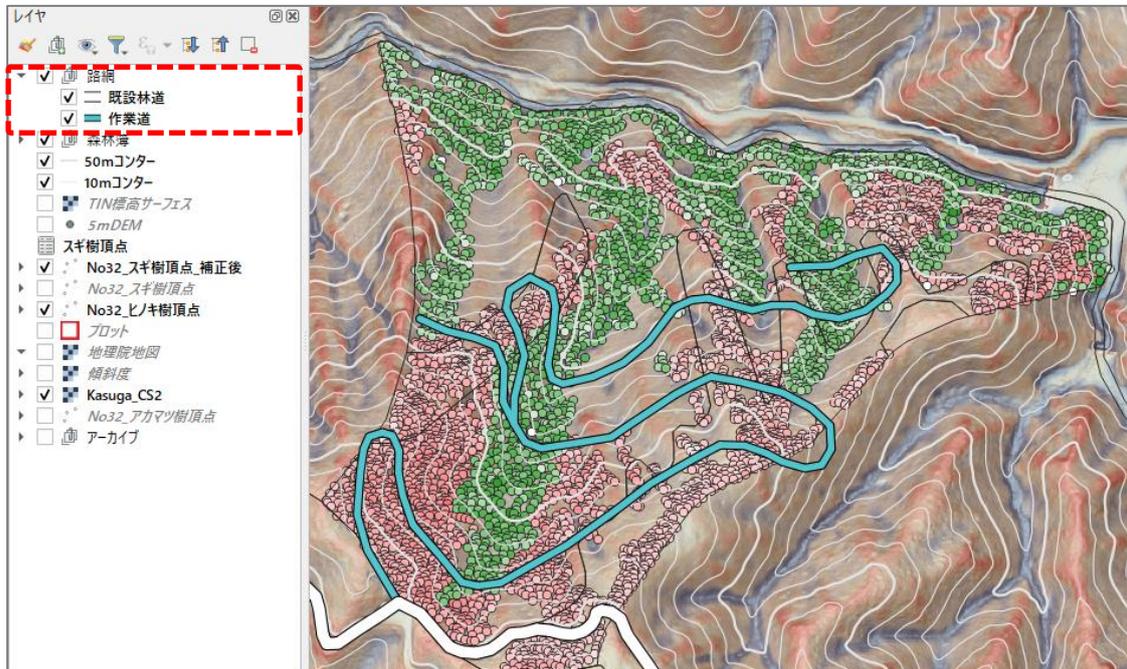


図 6-71 作業道の検討完了

車両系集材範囲の把握

車両系集材では、集材システムや使用機械の在り方について具体的な検討をします。例えば以下のような具体的な指針などを参考に、スギ・ヒノキの分布、現場条件や路網の整備状況、保有する機械や労働生産性を考慮して集材範囲を決定します。

(m ³ /人日)					
平均集材距離 (山土場まで,m)	35 未満	35~ 50	50~ 75	75~ 150	150 以上
※対応する路網密度 (m/ha)	125 以上	125~ 88	88~ 58	58~ 29	29 未満
スイングヤーダ	4.10	5.31	4.09	3.82	2.80
タワーヤーダ	2.74	2.94	2.58	2.66	2.39
高性能車両系	8.77	6.60	—	3.34	—
従来車両系	4.58	2.74	3.32	2.50	1.72
従来架線系	2.00	2.94	2.39	1.78	2.37

資料：森林利用学会誌 第20巻第4号「間伐作業における適正な集材機械の選択法に関する研究」
注：1) 学会誌等に掲げられた間伐作業事例をもとに、集材距離と労働生産性の関係を調べたもの。集材機械のグループ分けは次のとおり。
・高性能車両系：スキッダ、ハーベスタ、フォワーダ等
・従来車両系：グラブブル、トラクタ、林内作業車等
・従来架線系：集材機、ラジキャリア等
2) □ は集材距離ごとに最も生産性の高い集材機械の生産性を示す。
3) 「※対応する路網密度」は平均集材距離をもとに参考として林野庁で算出した路網密度である(迂回率は1.75とした)。

図 6-72 平均集材距離ごとの労働生産性

(出典：望ましい作業システムの考え方 林野庁 平成 18 年 6 月 6 日)

(単位：m/ha)						
区分	作業システム	基幹路網			細部路網	路網密度
		林道	林業専用道	小計	森林作業道	
緩傾斜地 (0 ~ 15°)	車両系	15 ~ 20	20 ~ 30	35 ~ 50	65 ~ 200	100 ~ 250
中傾斜地 (15 ~ 30°)	車両系	15 ~ 20	10 ~ 20	25 ~ 40	50 ~ 160	75 ~ 200
	架線系				0 ~ 35	25 ~ 75
急傾斜地 (30 ~ 35°)	車両系	15 ~ 20	0 ~ 5	15 ~ 25	45 ~ 125	60 ~ 150
	架線系				0 ~ 25	15 ~ 50
急峻地 (35° ~)	架線系	5 ~ 15	—	5 ~ 15	—	5 ~ 15

図 6-73 地形傾斜・作業システムに対応する路網整備水準の目安

(出典：林野庁ホームページ)

区分	作業システム	最大到達距離 (m)		作業システムの例			
		基幹路網から	細部路網から	伐採	木寄せ・集材	枝払い・玉切り	運搬
緩傾斜地 (0 ~ 15°)	車両系	150 ~ 200	30 ~ 75	ハーベスタ	グラップルウインチ	(ハーベスタ)	フォワーダトラック
中傾斜地 (15 ~ 30°)	車両系	200 ~ 300	40 ~ 100	ハーベスタ チェーンソー	グラップルウインチ	(ハーベスタ) プロセッサ	フォワーダトラック
	架線系		100 ~ 300	チェーンソー	スイングヤーダ タワーヤーダ	プロセッサ	トラック
急傾斜地 (30 ~ 35°)	車両系	300 ~ 500	50 ~ 125	チェーンソー	グラップルウインチ	プロセッサ	フォワーダトラック
	架線系		150 ~ 500	チェーンソー	スイングヤーダ タワーヤーダ	プロセッサ	トラック
急峻地 (35° ~)	架線系	500 ~ 1500	500 ~ 1500	チェーンソー	タワーヤーダ	プロセッサ	トラック

(路網・作業システム検討委員会最終報告から一部改変して引用)

注：この表は、現在採用されている代表的な作業システムを、使用されている林業機械により現しつつ、傾斜および路網密度と関連つけたものであり、林業機械の進歩・発展や社会経済的条件に応じて変化するものである。地域において、今後の路網整備や資本整備の方向を決めるに当たっては、地域における自然条件、社会経済的条件を踏まえた工夫や経営判断が必要である。「グラップル」にはロングリーチ・グラップルを含む

図 6-74 作業システムの例 (出典：林野庁ホームページ)

例えば、車両系はグラップル集材に限って道から 20m の範囲まで集材可能だった場合、GIS 上で対象地に関係しそうな路網の水平距離 20m の範囲を図示して集材範囲を可視化します。まず、対象地には既設林道と新設する作業道があつて両方とも伐出に使えるようなので、二つの道を一つのラインに合体させておきます。

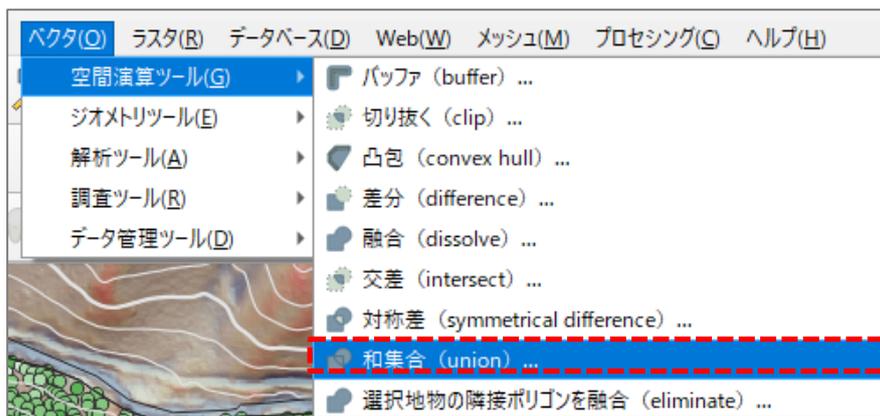


図 6-75 和集合 (ユニオン)

「森林デジタルデータ」フォルダーの「作業道」フォルダーの中に「道路.shp」を作成します。実行すると林道と作業道が 1 つになって表示されます。

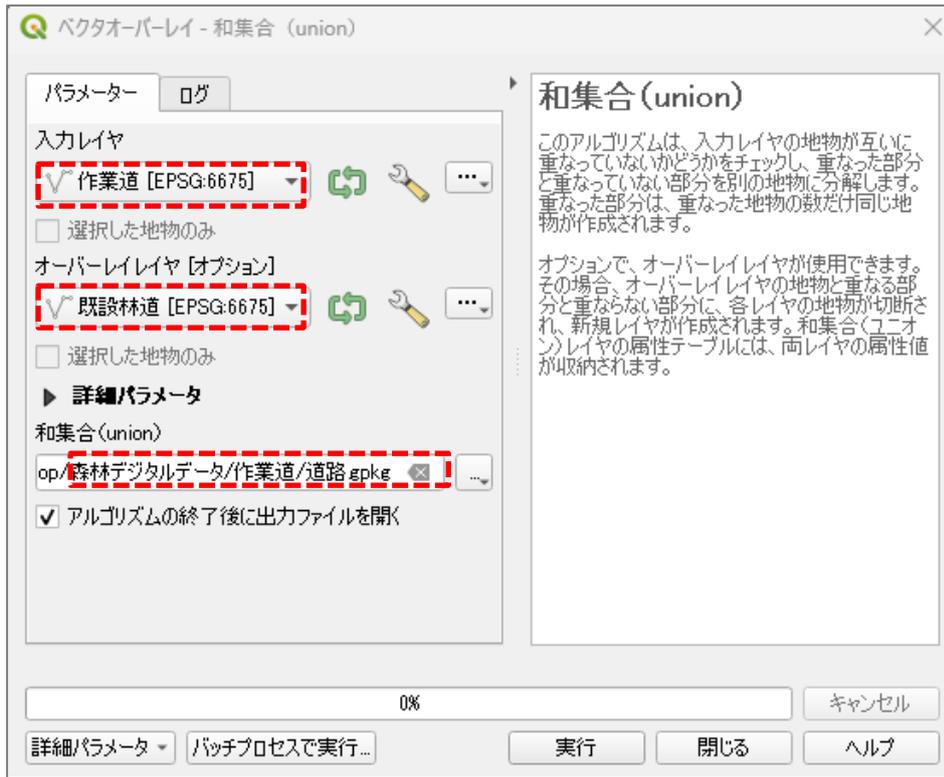


図 6-76 道路レイヤを作る

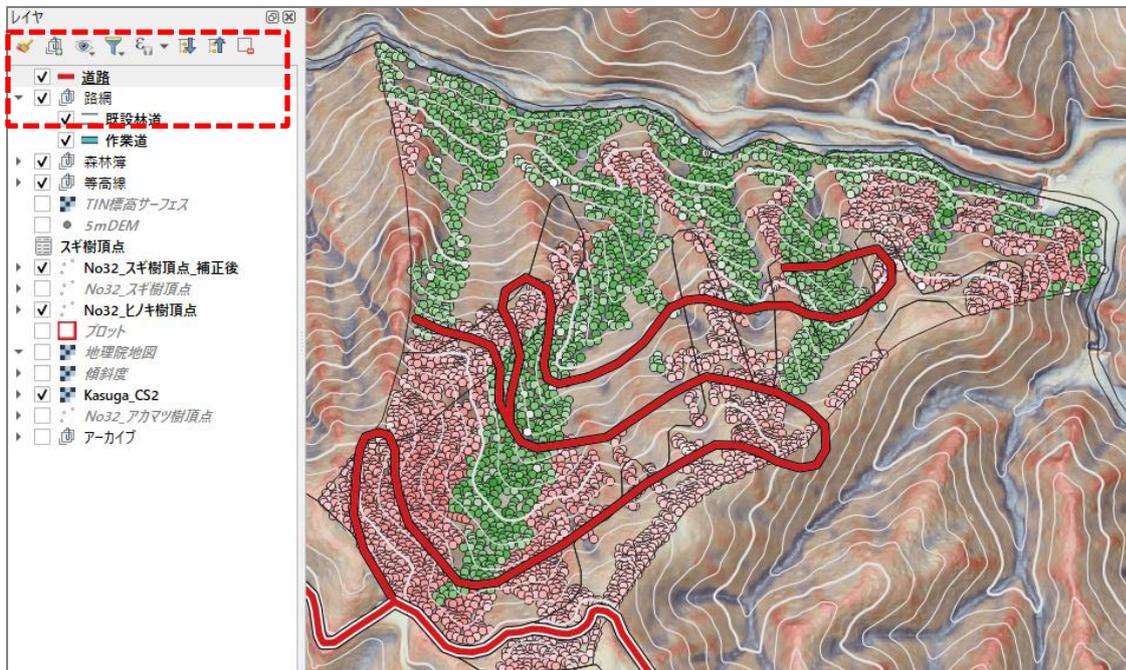


図 6-77 二つの道が一つのラインに合体

この「道路」レイヤに対して、20mのバッファを作成します。

QGIS のメニューから [ベクタ] - [空間演算ツール] と展開し、「バッファ (buffer)…」をクリックします。

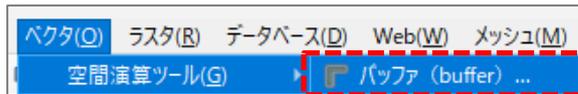


図 6-78 空間演算ツール

バッファパネルのパラメータ設定を以下のようにしてから実行します。道路から集材できる範囲は、グラップルだけを使って集材する予定なので、「集材範囲」フォルダーを作成し、結果は その中に [グラップル集材範囲 _暫定] として保存します。

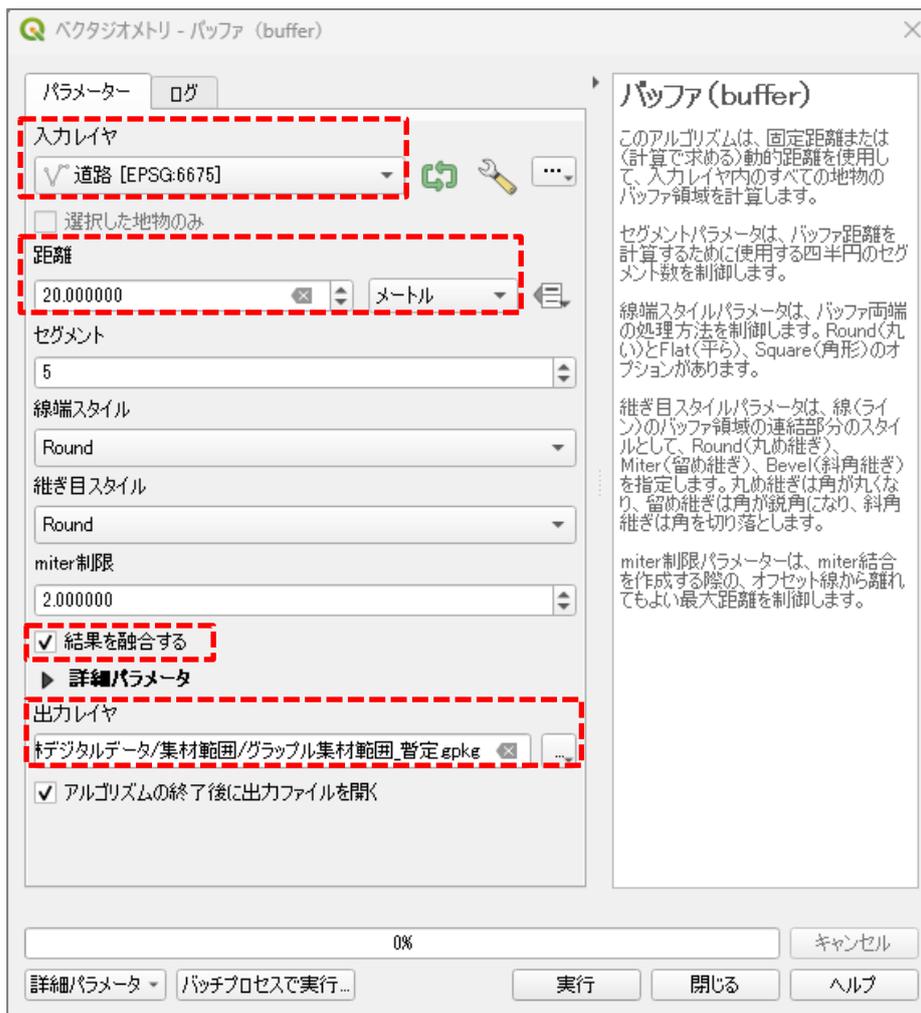


図 6-79 バッファのパラメータ設定

実行するとマップに道路から片側 20m幅のポリゴン（バッファ）が表示されます。「グラップル集材範囲」レイヤはシンボロジを調整して見やすくします。

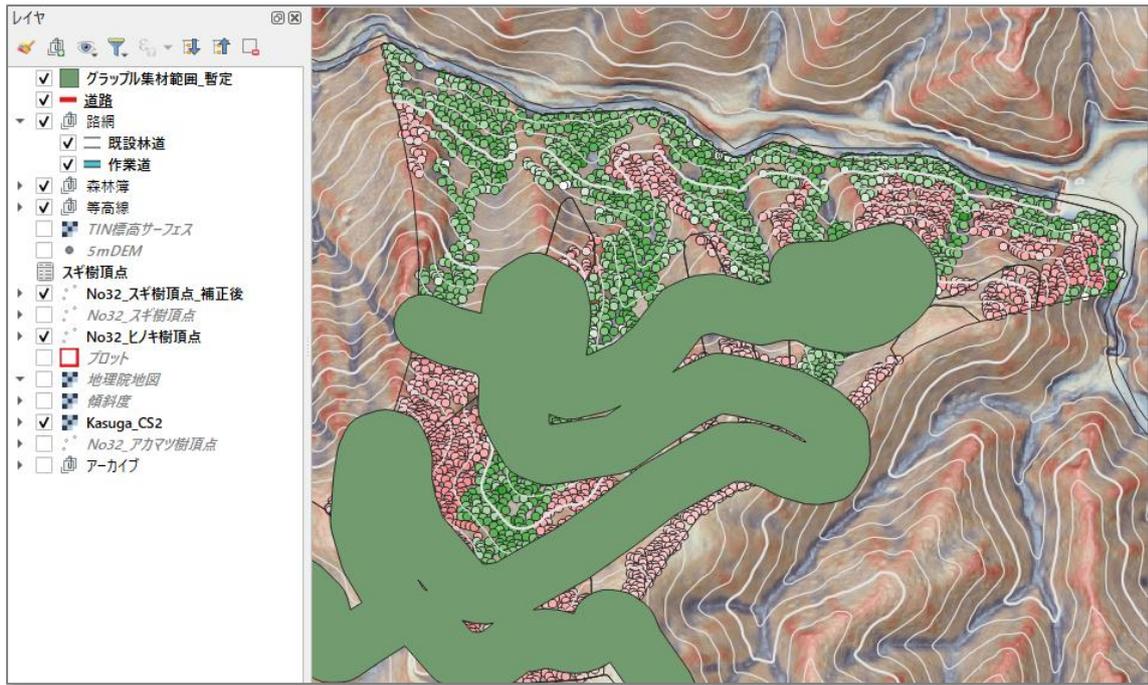


図 6-80 グラッブル集材範囲_暫定

グルッブル集材範囲のポリゴンは対象地外にも広がってしまっているため、このポリゴンを小班界で切り抜き (clip) します。

メニューから [ベクタ] - [空間演算ツール] と展開し「切り抜く (clip)」をクリックし、切り抜く (clip) パネルが現れたら、次のようにパラメータ設定します。

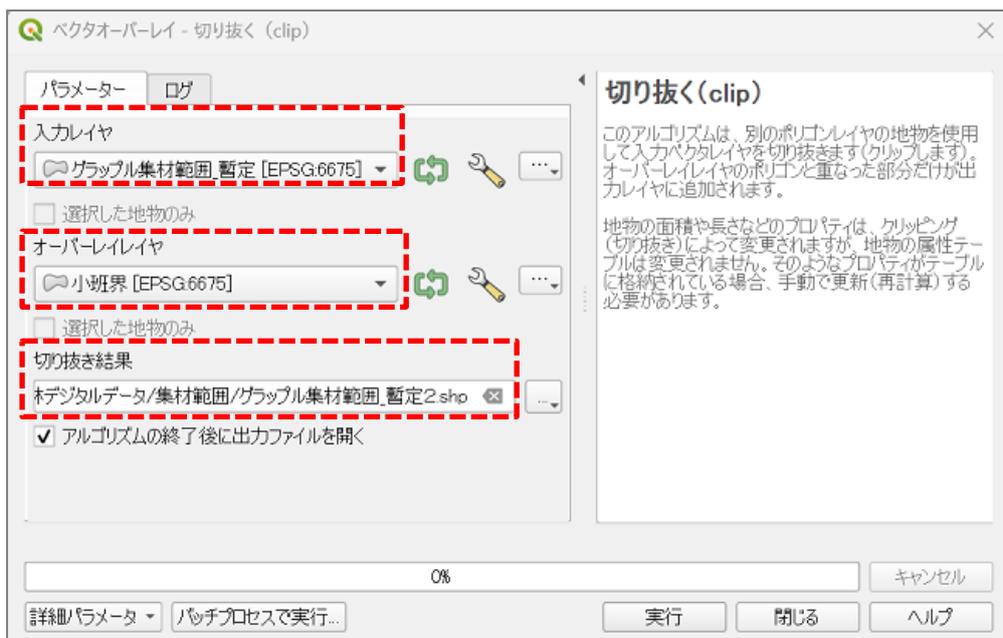


図 6-81 切り抜くパラメータ設定

実行をクリックし、「グラップル集材範囲_暫定」レイヤをオフにし、「グラップル集材範囲_暫定2」レイヤのシンボロジを調整します。

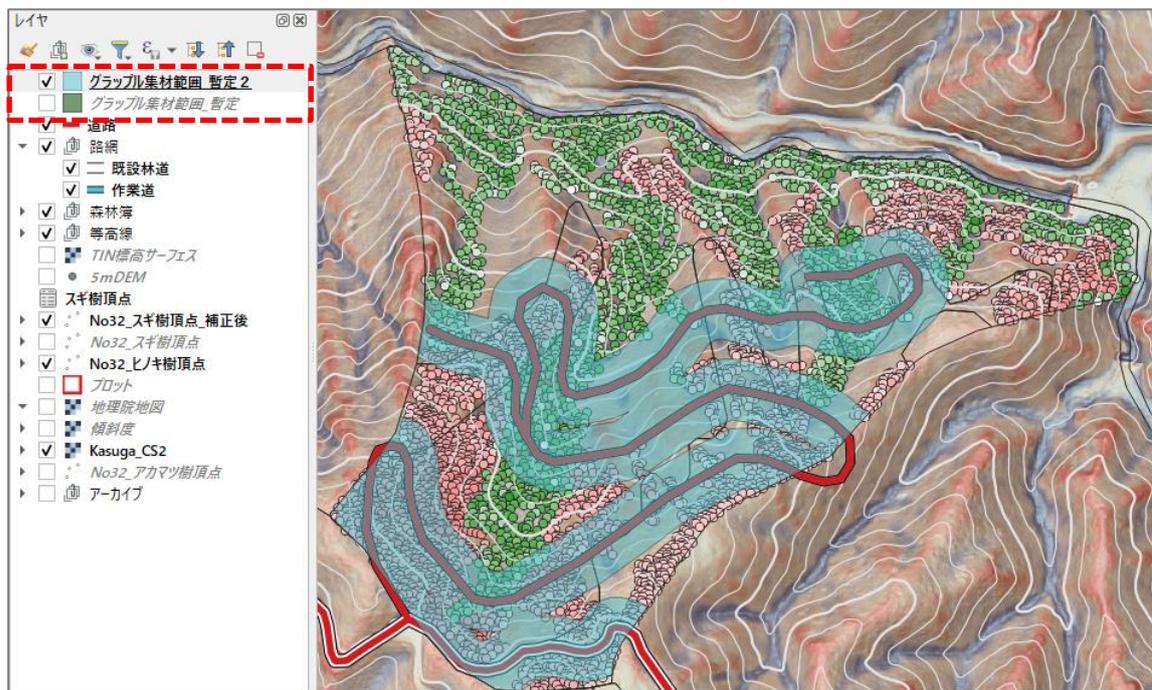


図 6-82 グラップル集材範囲_暫定2

メモ

グラップル集材範囲レイヤを「暫定」としている理由は、架線集材できる範囲がまだ検討されていないので、集材範囲が重なってくるエリアがあるかもしれないからです。重なるエリアがある場合は、どちらの方法で集材するかを後で検討します。

架線集材の可否検討

車両系のグラップル集材だけでは限界があるので、スイングヤード、タワーヤードなど架線系で集材する選択肢があれば検討しておきます。（スイングヤードは車両系にカテゴリズされることもありますが、事例では架線系にしています。）現地で検討することは絶対条件ですが、事前に机上でも可能性を検討しておきたいところです。ここでは架線集材する場合の簡易な検討方法を紹介します。

陰影起伏図

「TIN 標高サーフェス」を作成している場合は、このレイヤをダブルクリックしてレイヤプロパティを開き、シンボロジを設定します。レンダリングタイプに「陰影図 (hillshade)」を選択し、そのほかのオプションも好みに合わせて設定し、[適用] - [OK] とします。

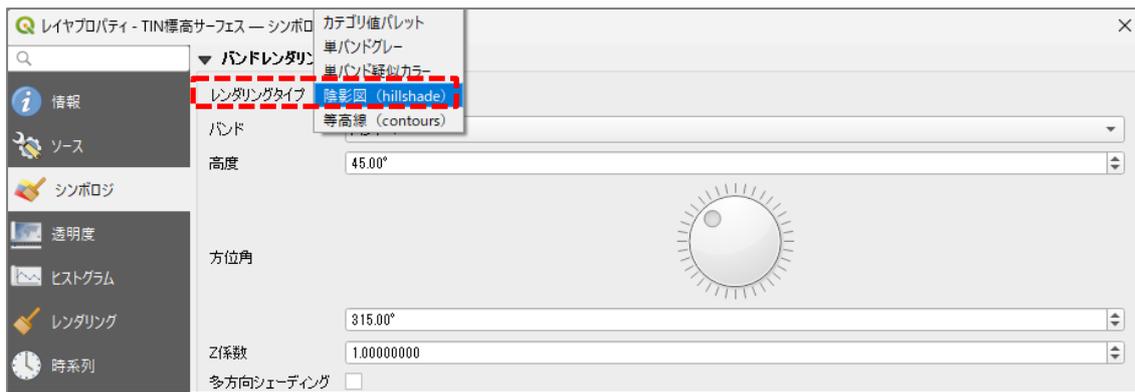


図 6-83 陰影図のパラメータ設定

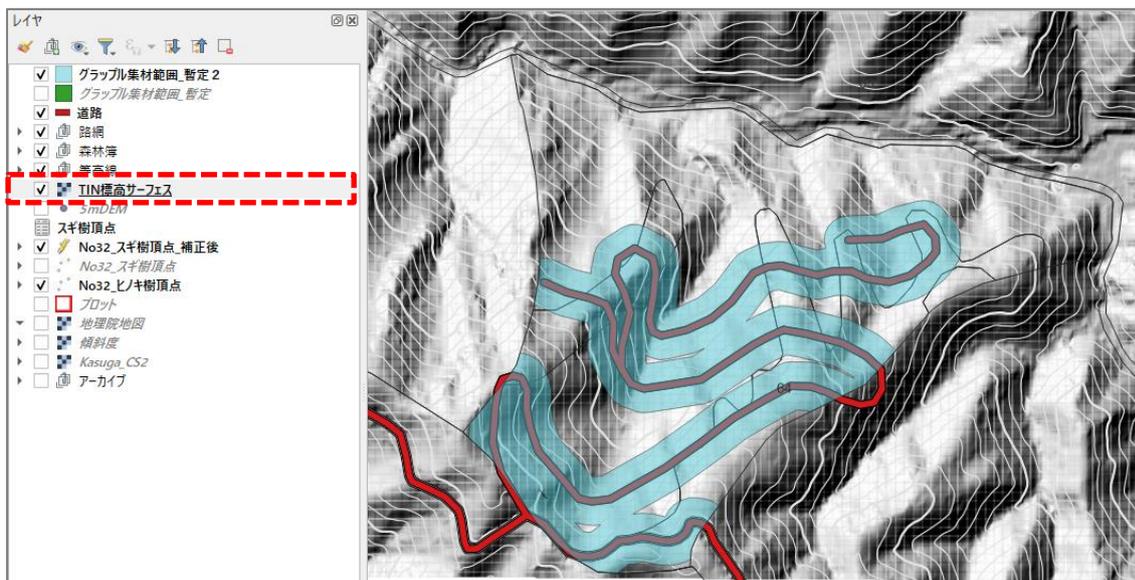


図 6-84 陰影起伏図

架線集材できそうな候補地の見当を付けるのに見やすいマップになりました。

標高断面図

架線集材できそうな候補地の見当がついたら、具体的に地形の断面を表示してみます。標高断面図を表示し、架線を使いたい場所にラインを引いて適した地形かどうかをイメージします。

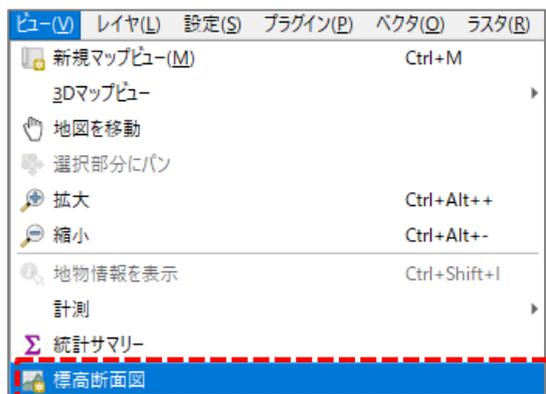


図 6-85 標高断面図

下図の事例は作業道から横取り幅 30mを想定して検討している状況で、アイコン  をクリックしてラインを引き、右クリックで終了すると断面図が表示されます

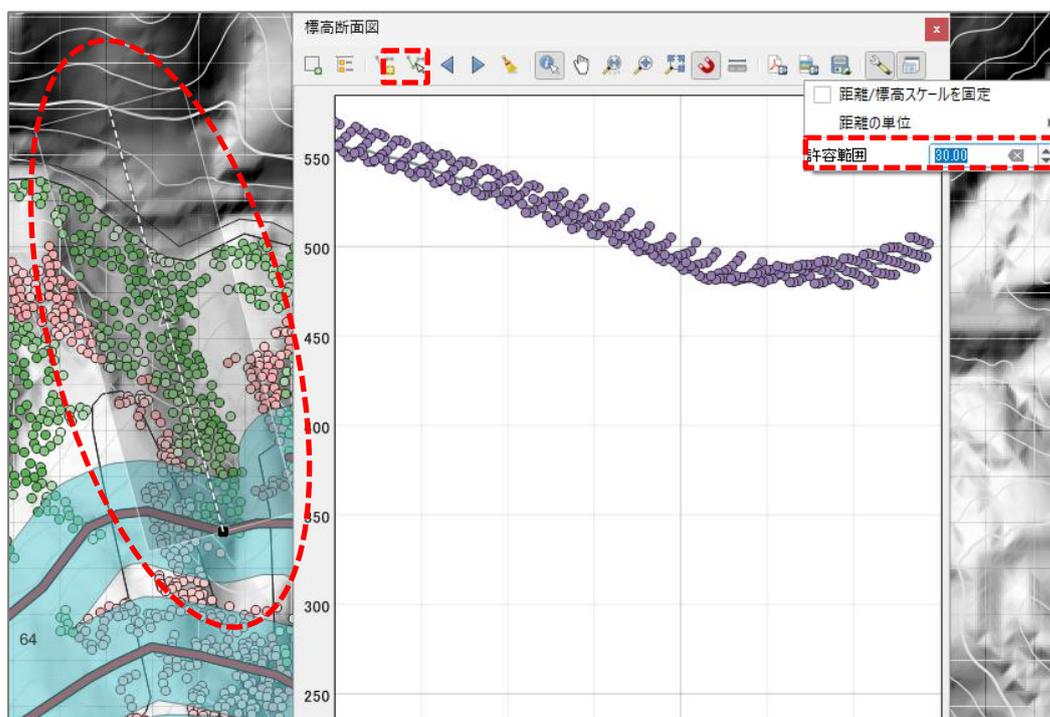


図 6-86 高低差の検討

ここまで紹介した以外、3D化する、標高サーフェスからラスタ解析するなど高度な検討方法もありますので目的に合わせて複数の手段を比較しながら総合的に検討します。

メモ

マップを3D化すると、地形に合わせた架線のレイアウトをシミュレーションすることができるので、よりビジュアルに検討することができます。

参考 URL : https://www.forest.ac.jp/academy-archives/forestry_0610/

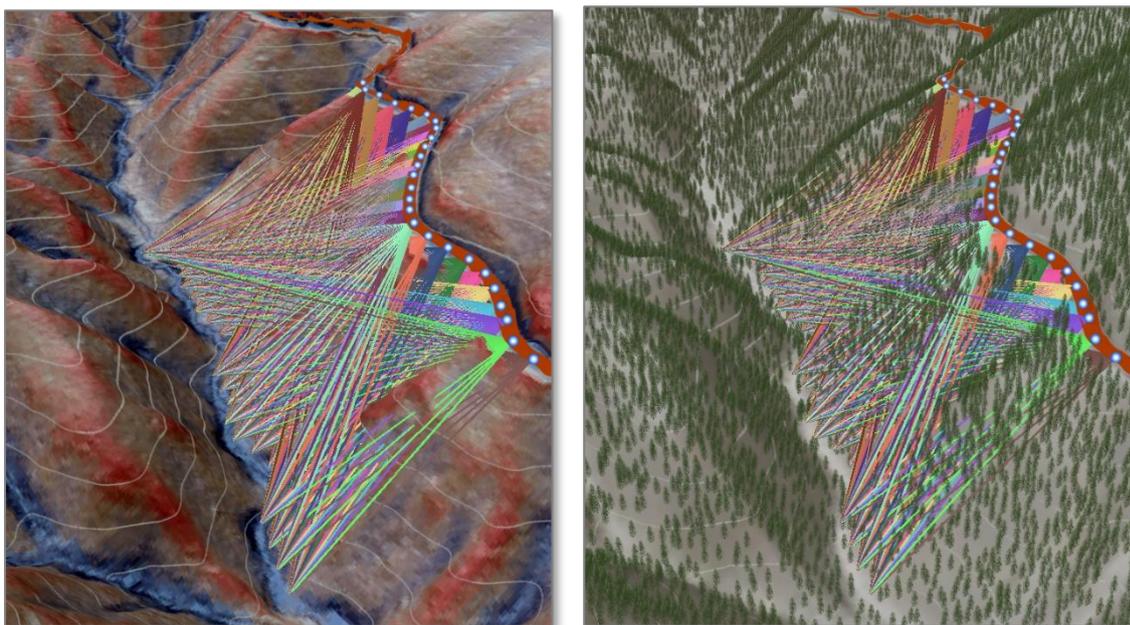


図 6-87 3D マップ上で林道上の候補地から架線可能なラインを総当たりで検索した事例（見通しが途中で途切れているのは地形が障害になっている箇所）

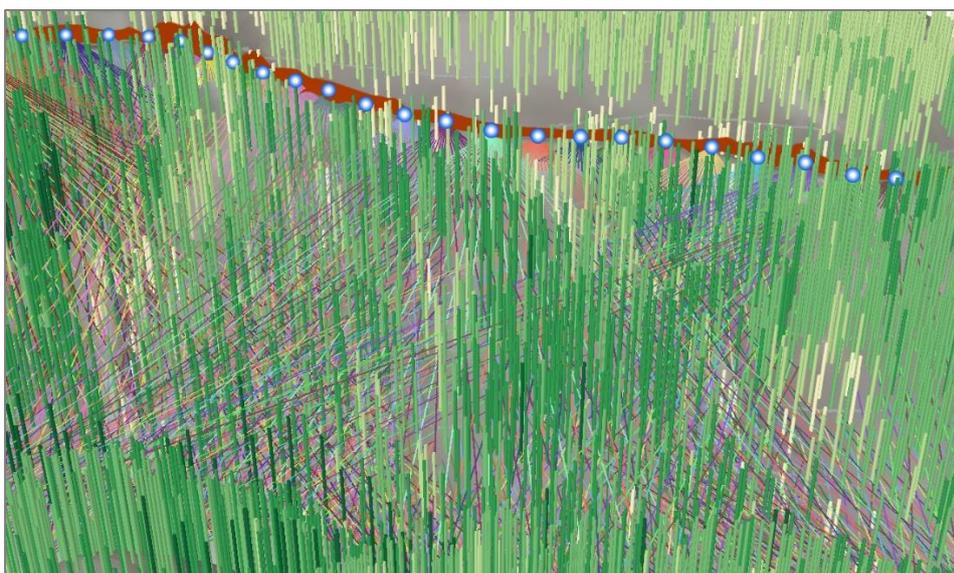


図 6-88 樹高の分布状況と併せて検討した事例（濃い緑ほど樹高が高く資源量が多い可能性がある）

架線集材範囲の把握

架線の策張り検討では、邪魔な地物や適当なアンカーの有無など机上ではわからない要因で架線を計画できない場合もありますから、机上のみならず現地の状況を一番に考慮する必要があります。

事例では、現地状況を含めて検討したスイングヤーダの策張りラインを下図のように決定しました。「スイングヤーダライン」レイヤを「集材範囲」フォルダーの中に作成し、検討した位置で作図します。

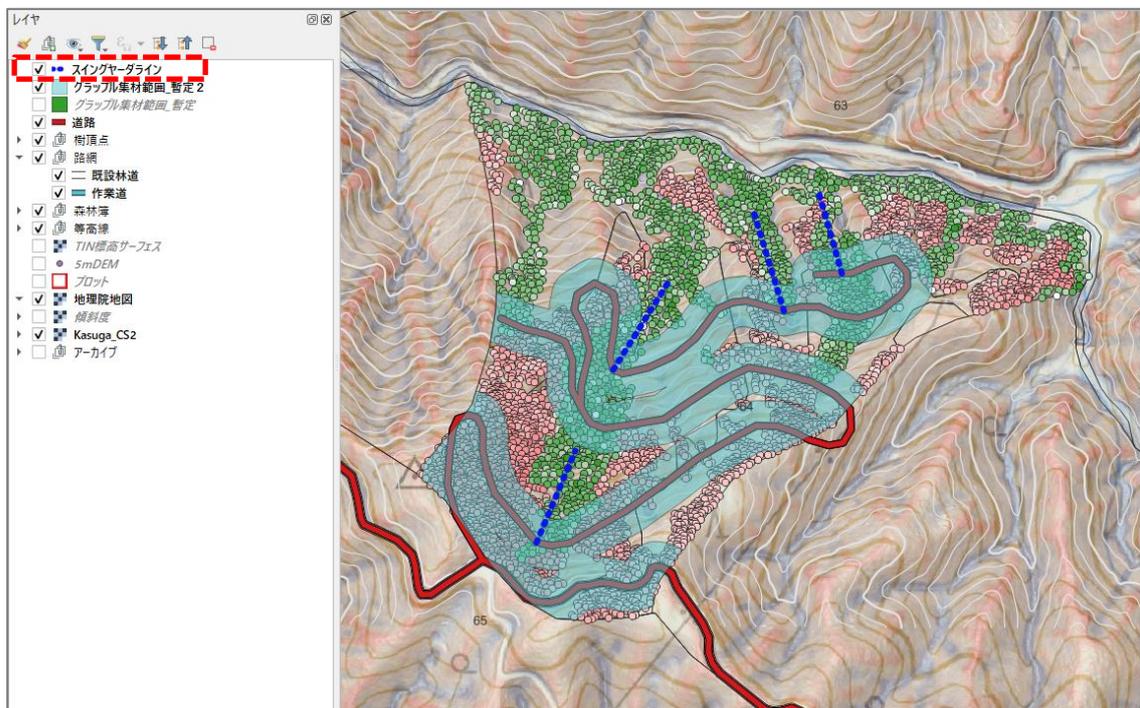


図 6-89 スイングヤーダの策張りライン

策張りラインを作図したら、そこから片側 20mを横取り範囲として、スイングヤーダの集材範囲を把握します。車両系のグラップル集材範囲と同様にスイングヤーダラインへバッファを発生させて表示することにします。

メモ

グラップル集材範囲レイヤと架線系集材のバッファが重なりますが、どちらを優先すべきかは、土場の設置可能性や傾斜の緩急など現場状況によります。

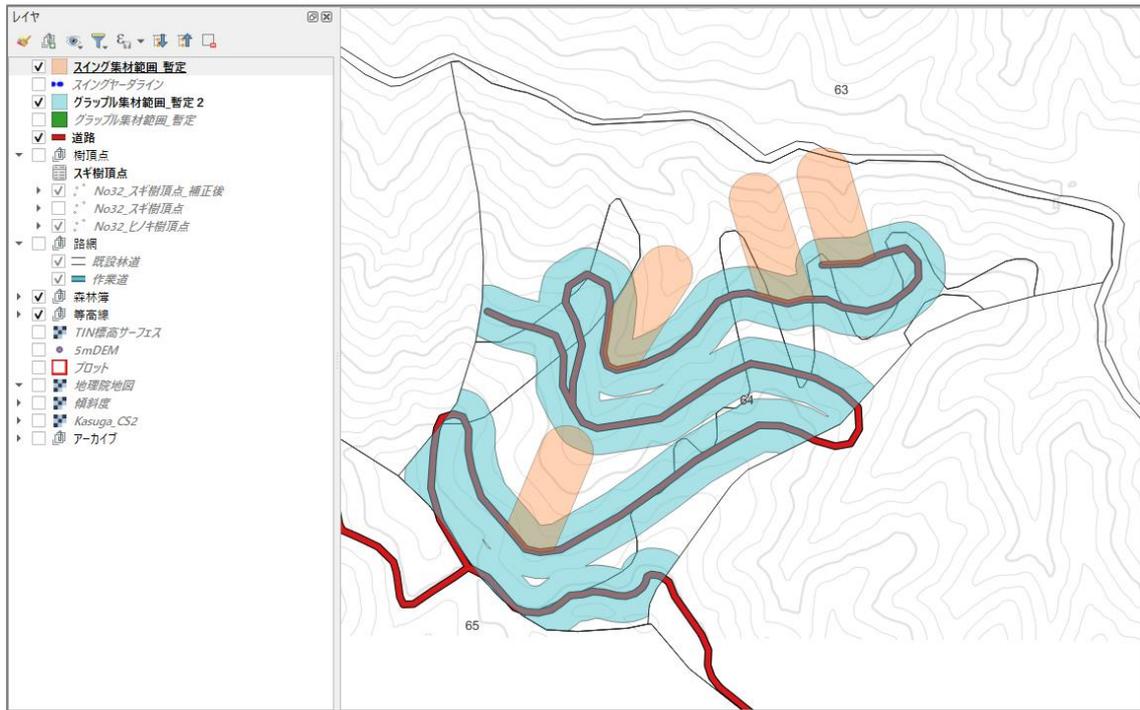


図 6-90 スイングヤーダ集材範囲の表示

現場状況から、先にスイングヤーダを架線してその範囲を全部集材した後、道路沿いをグラップルで集材していくプランとします。よって、グラップル集材範囲からスイング集材範囲を除く操作を行います。

メニューから[ベクタ] - [空間演算ツール] と展開し、「差分(difference)…」をクリックします。



図 6-91 差分

メモ

上記のようなベクタレイヤの操作をジオプロセッシングといい、QGIS ではメニューのプロセッシングからプロセッシングツールボックスを開いて行うこともできます。一つの結果を得るのに、一つしか方法が無いということは稀で、いろいろなツールを複合して使うことで実現できる場合が多いです。

差分ツールのパネルでは、入力レイヤに「グラップル集材範囲_暫定2」レイヤをオーバーレイヤに「スイング集材範囲_暫定」レイヤを設定し、結果を「集材範囲」フォルダーに「グラップル集材範囲.shp」として実行します。

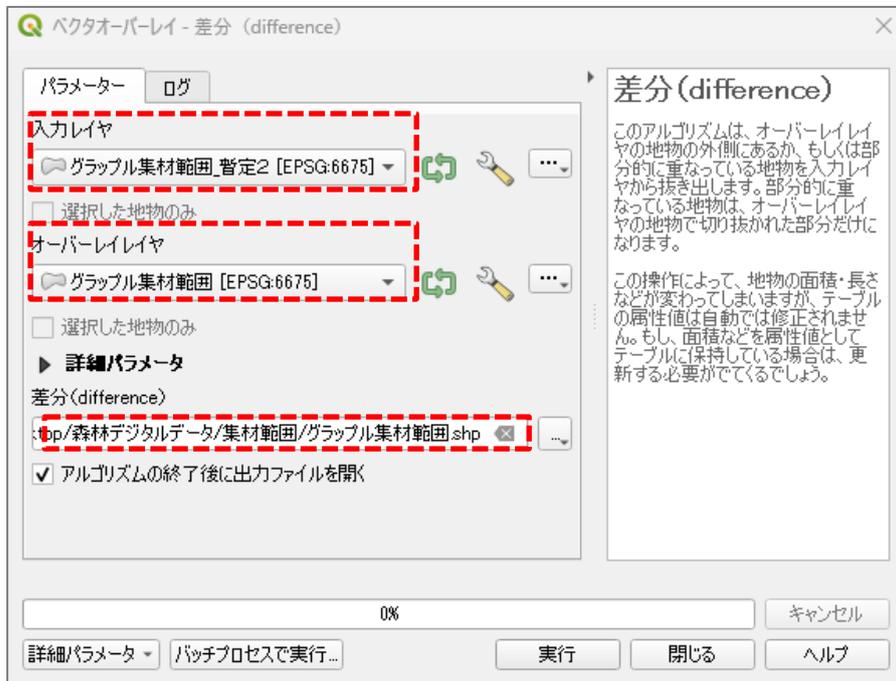


図 6-92 差分のパラメータ設定

「グラップル集材範囲_暫定2」レイヤと「スイング集材範囲_暫定」レイヤの重なり部分が除去された形で「グラップル集材範囲」レイヤが表示されます。

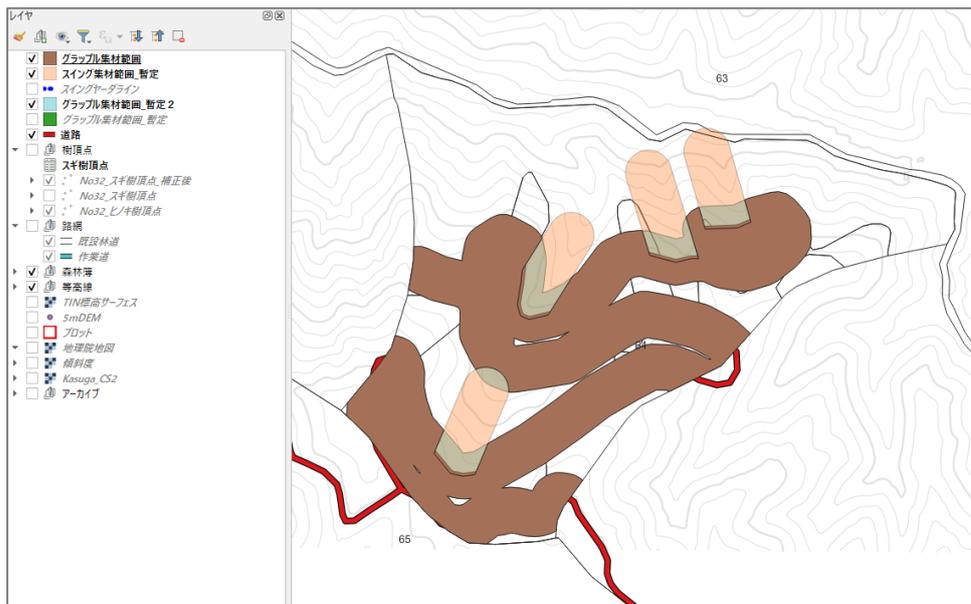


図 6-93 差分ツールの実行結果

集材範囲の各レイヤを整理し、これで集材方法別の範囲が確定できましたので、「スイング集材範囲_暫定」レイヤは名前を変更して、「スイング集材範囲」レイヤにします。

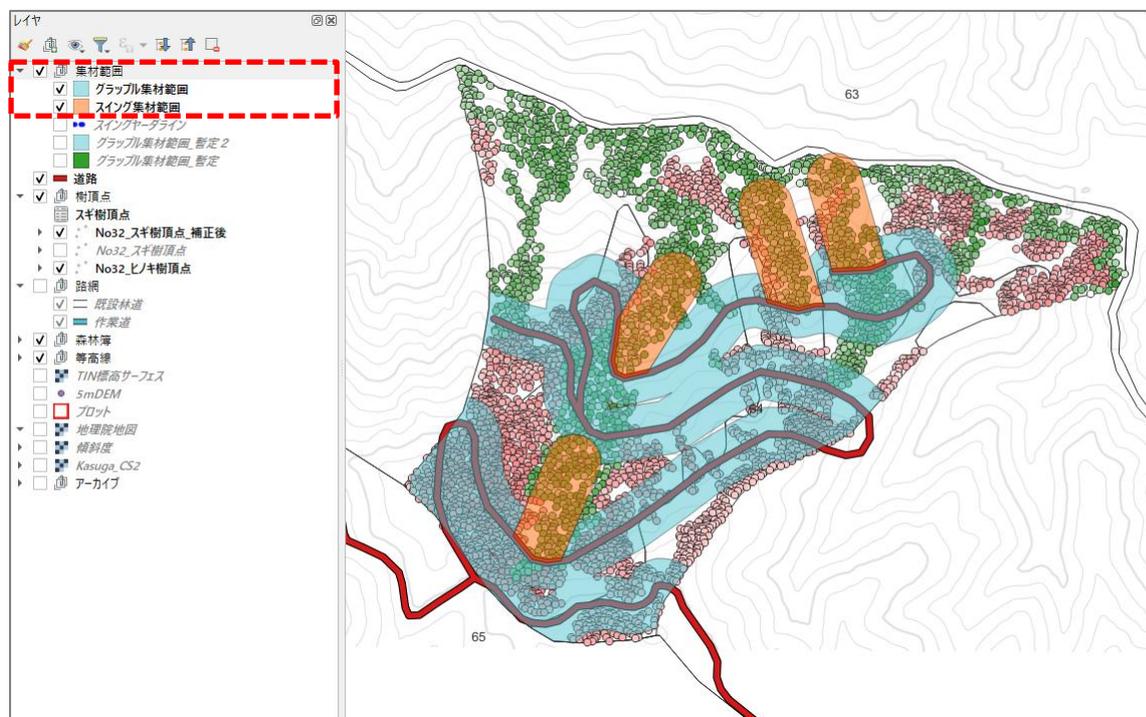


図 6-94 集材方法別の範囲を確定

最初に「スイング集材範囲」レイヤの属性テーブルについて作業します。属性テーブルにはポリゴンに関する情報以外は何も無いので、「集材方法」フィールドを作成し、そこに「架線系集材」とデータを入れます。

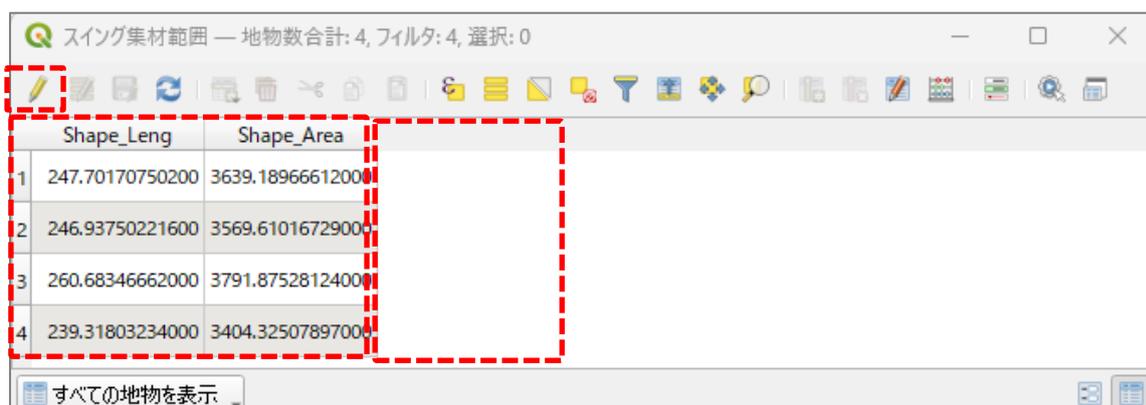


図 6-95 スイング集材範囲レイヤに属性を付加

属性テーブルパネルの左上にある  「編集モードを切り替え(Ctrl+E)」アイコンをクリックすると、フィールド操作ができるようになります。

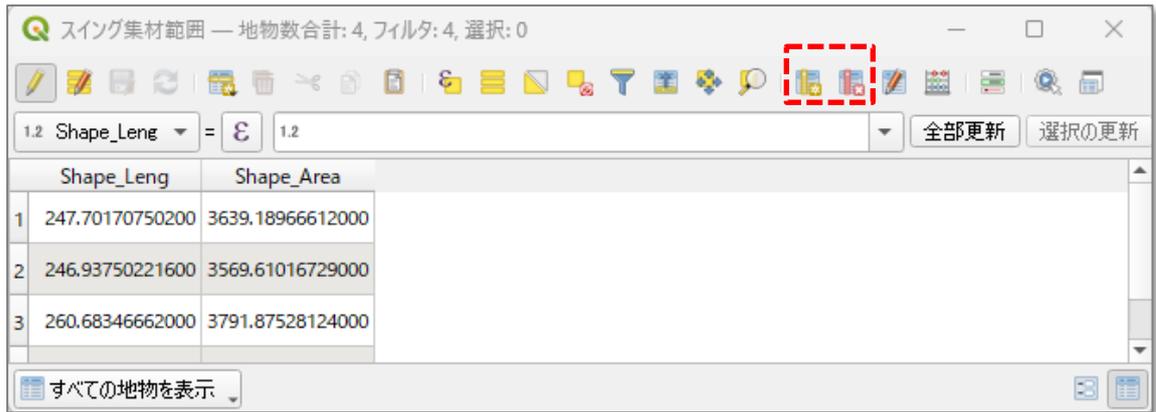


図 6-96 編集モードを切り替え

「新規フィールド(Ctrl+W)」をクリックし、下図のように入力しOKします。

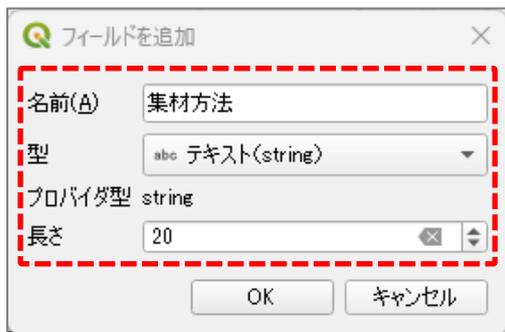


図 6-97 フィールドを追加パネル

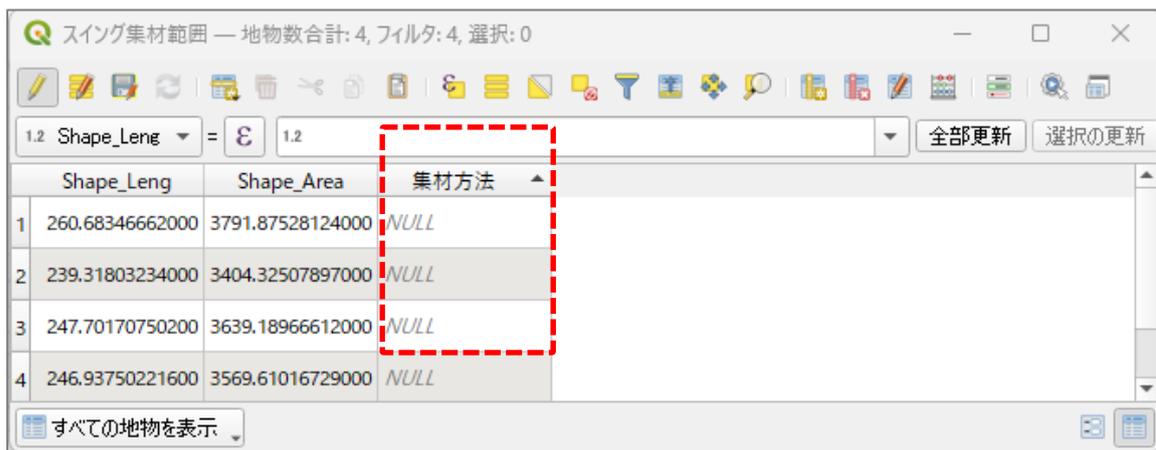


図 6-98 集材方法フィールドの属性を入力

集材方法フィールドができたので、ここに「架線系集材」データを入力します。一つのレコードに入力した後、各レコードにはコピー&ペーストします。

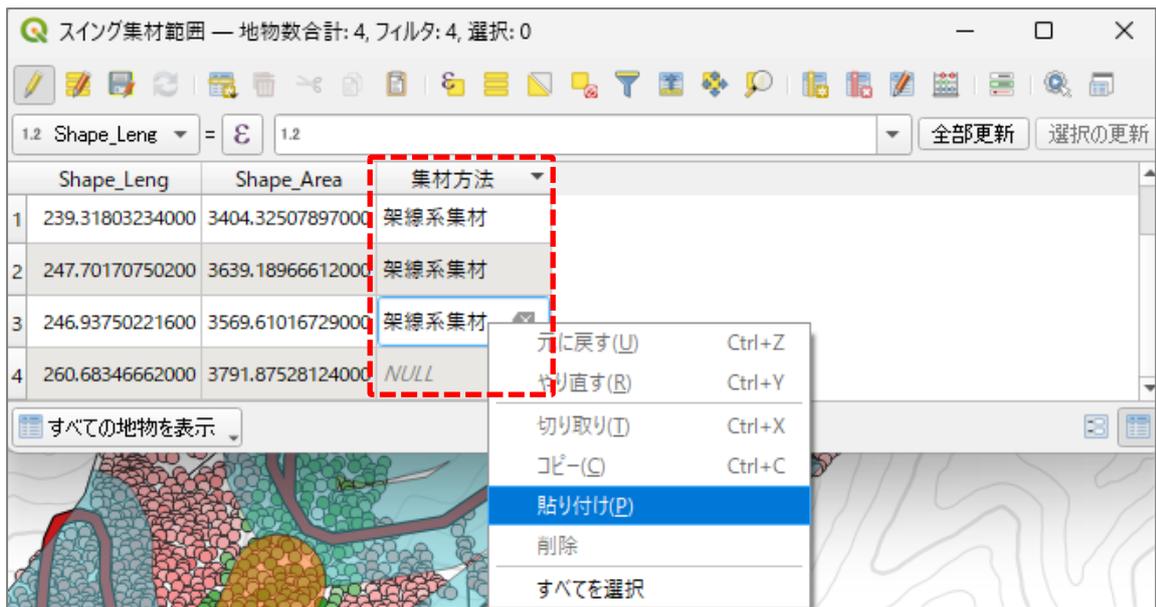


図 6-99 各レコードにコピー

入力が完了したら、✎「編集モードを切り替え (Ctrl+E)」アイコンを再びクリックして保存し、編集を終わります。

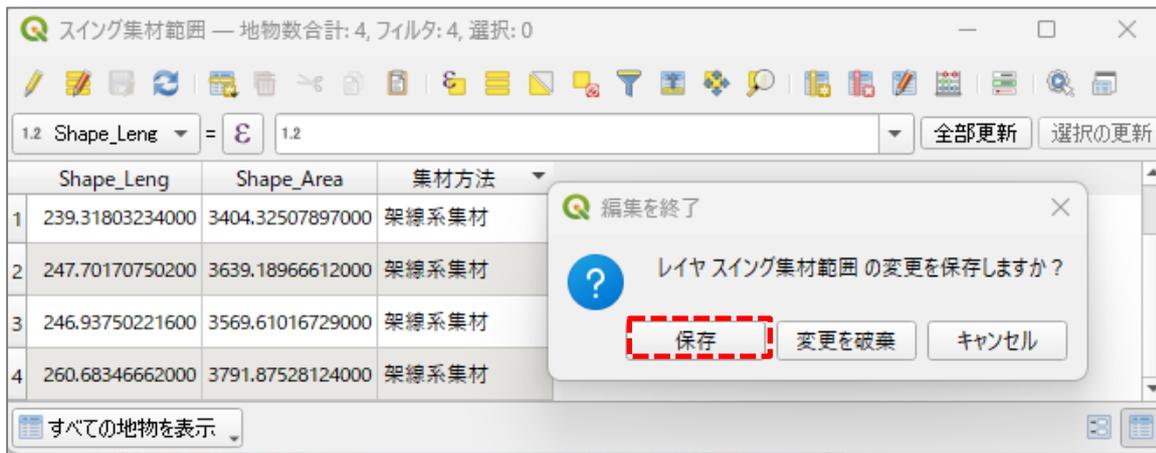


図 6-100 編集を終了

グラップル集材範囲レイヤの属性テーブルにも同様に「集材方法」フィールドを作成し、「車両系集材」と入力します。

各集材範囲レイヤに集材方法を属性に格納出来たら、これらのレイヤを一つにまとめます。これには「ベクタレイヤをマージ」を利用します・

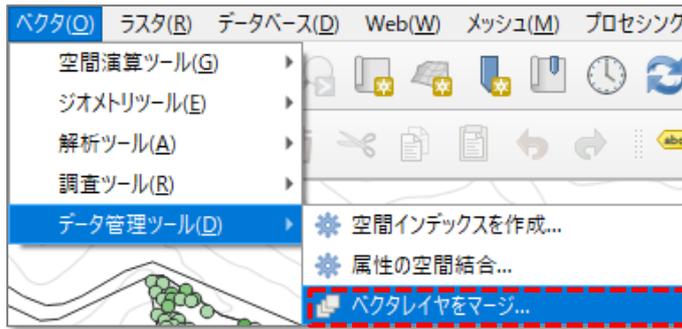


図 6-101 ベクタレイヤをマージ

ベクタレイヤをマージパネルが開いたら、入力レイヤの右にある「…」をクリックします。

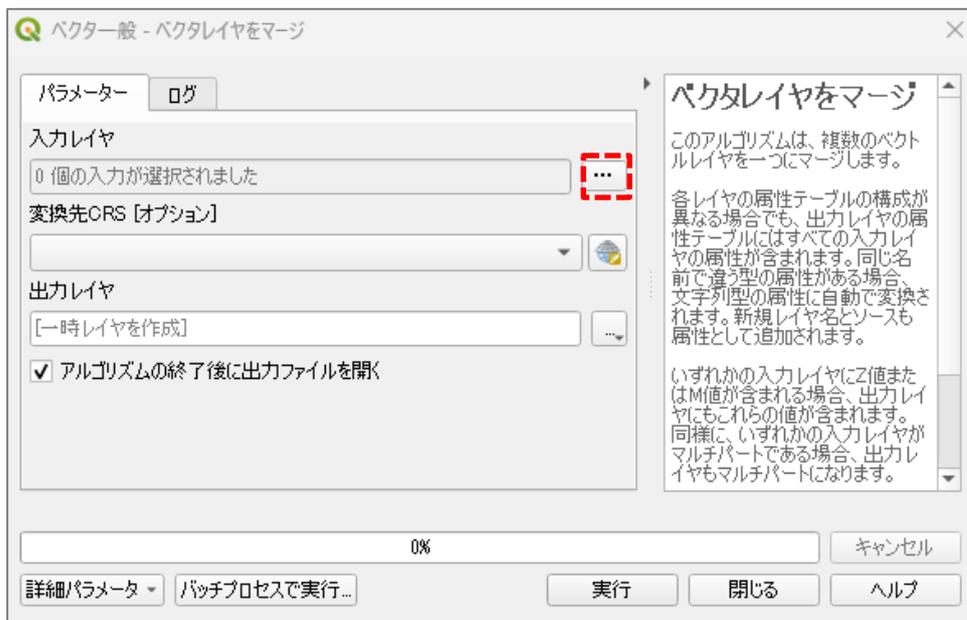


図 6-102 ベクタレイヤをマージのパラメータ設定その 1



図 6-103 ひとつにしたい集材範囲レイヤを選択

入力レイヤの左上の◀をクリックして元のパラメータ設定画面に戻ります。変換先 CRS は座標系をマップに合わせ、出力レイヤは「集材範囲」フォルダーに「集材範囲_merge.shp」の名前で保存する設定にして実行します。

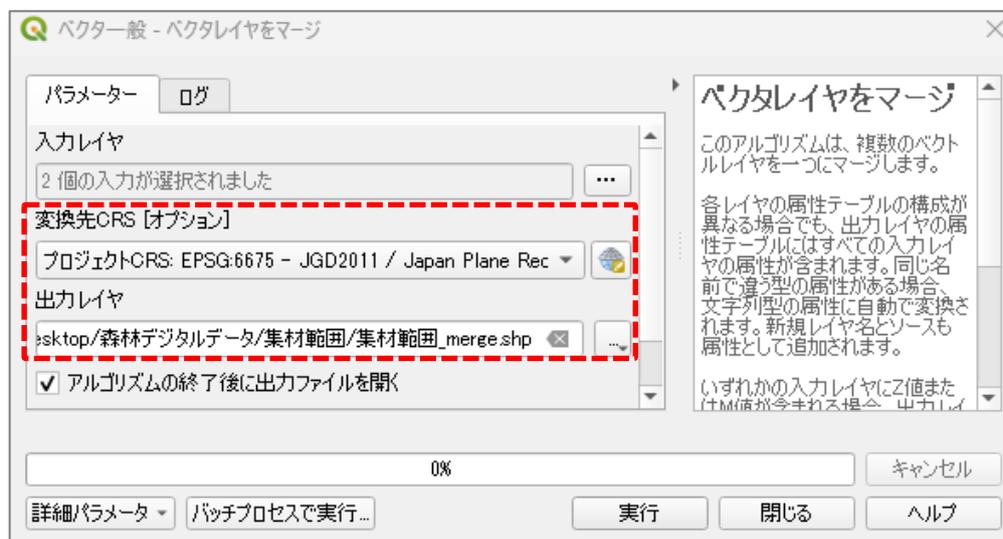


図 6-104 ベクタレイヤをマージのパラメータ設定その 2

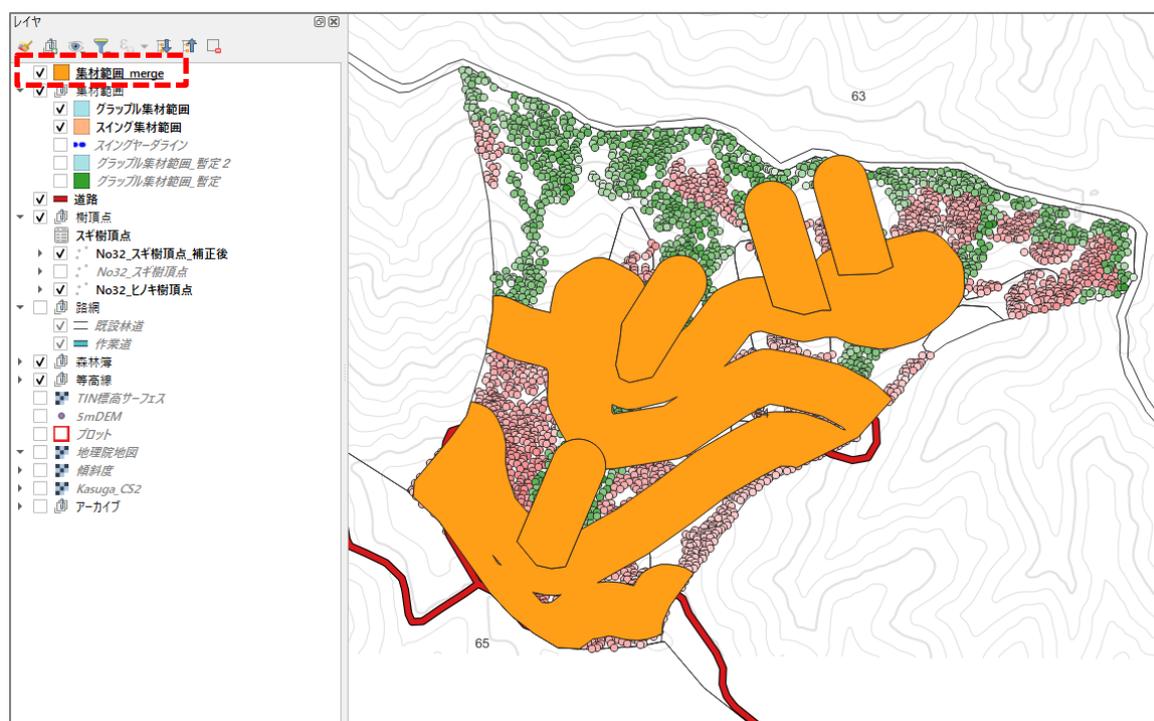


図 6-105 集材範囲_merge ポリゴン

「集材範囲_merge」レイヤの属性テーブルを開き、それぞれの集材方法がポリゴンに対応していることを確認します。

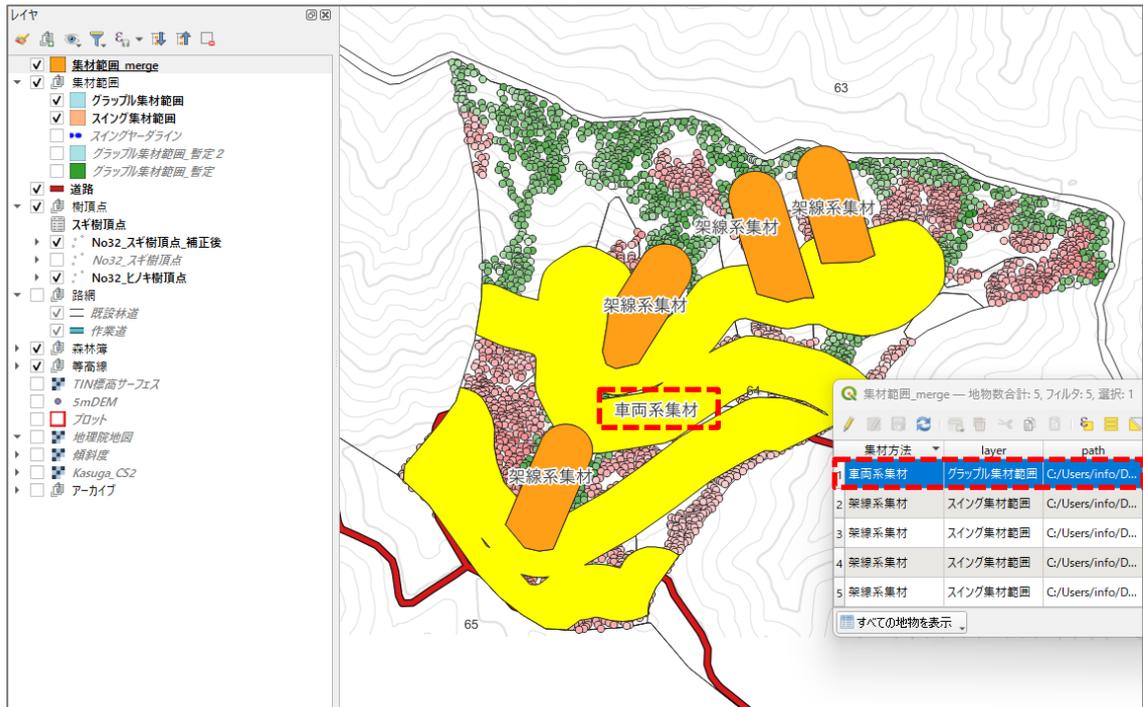


図 6-106 属性テーブルとマップの整合性を確認

集材範囲の樹頂点データ集計

集材方法別の範囲（ポリゴン）内にある樹種別の樹頂点レイヤを集計します。

次に補正後の樹頂点レイヤに集材方法のデータを付与します。樹頂点レイヤのポイントデータのうち、各集材範囲内にあるポイントデータにのみ、その属性テーブルにそれぞれの集材方法を属性として書き込みます。したがって、範囲外の樹頂点レイヤ（ポイントデータ）は集材しないので集材方法は書き込まれません。

この操作ではポイントデータにポリゴンデータの属性値を取り込むので、再び「属性の空間結合」を利用します。事例では「集材範囲_merge」レイヤの集材方法フィールド内のデータを「スギ樹頂点_補正後」レイヤへ結合する手法を紹介します。

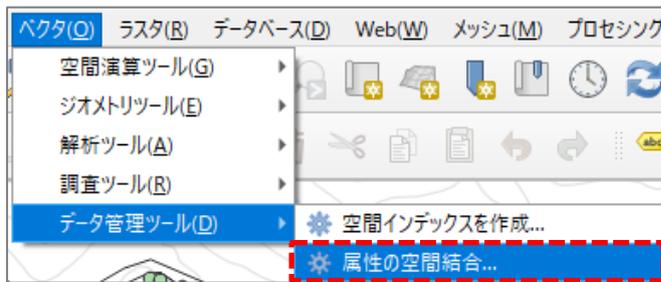


図 6-107 属性の空間結合



図 6-108 属性の空間結合パラメータ設定その 1

結合するフィールドの入力は、右側の「…」をクリックします。



図 6- 109 属性の空間結合パラメータ設定その 2 (結合するフィールド指定)

結合するフィールドの一覧が表示されるので、「集材方法」フィールドだけに☑して OK して元のパラメータ設定画面に戻ります。

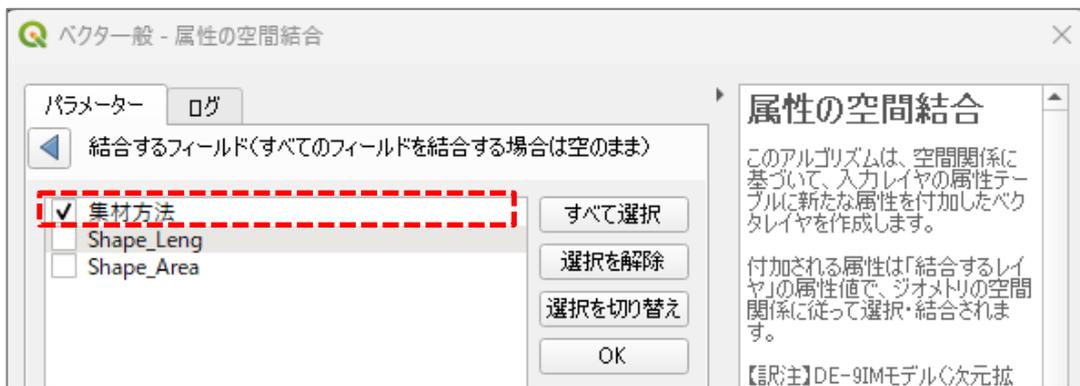


図 6- 110 結合するフィールド

「樹頂点データ」フォルダーの中に [集材方法別_スギ樹頂点.shp] の名前で保存するように設定し、実行します。

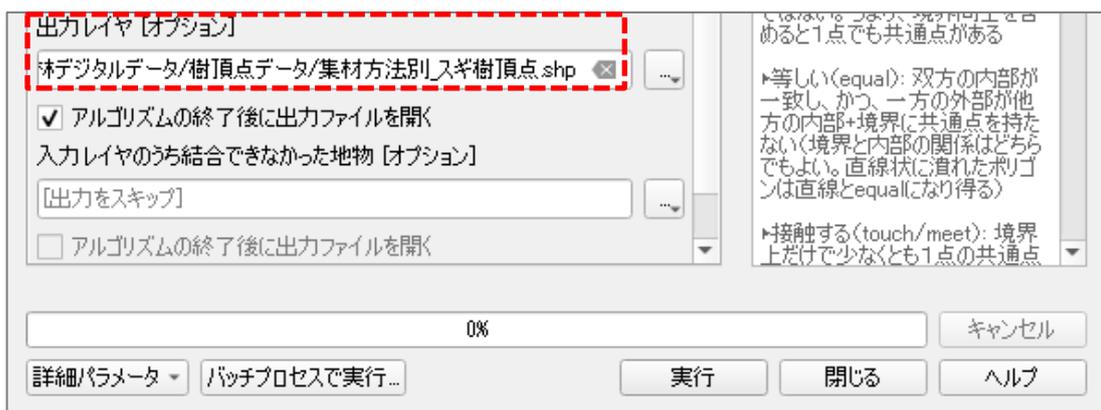


図 6- 111 「集材方法別_スギ樹頂点.shp」の名前で保存

実行して追加された「集材方法別_スギ樹頂点」レイヤを右クリックして属性テーブルを開き、集材方法フィールドに車両系集材と架線系集材の両方があることを確認します。

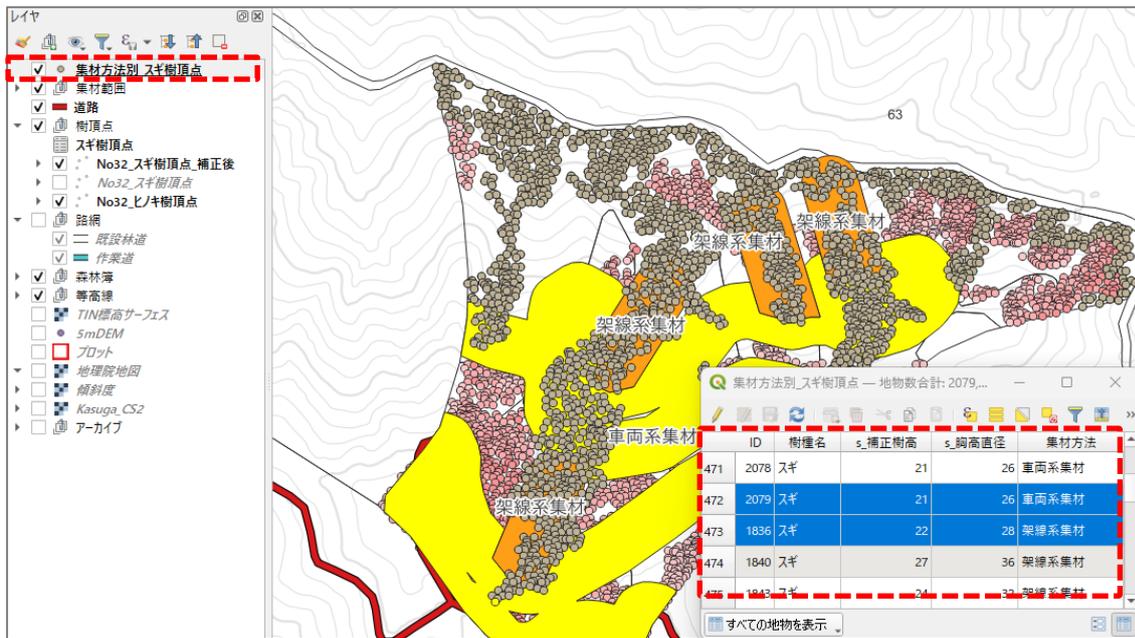


図 6-112 樹頂点データの属性に車両系と架線系の集材方法を結合

「集材方法別_スギ樹頂点」レイヤを右クリックして、エクスポートから CSV ファイルで「集材方法別_スギ.csv」として「集材範囲」フォルダーに保存します。



図 6-113 csv で保存

保存した「集材方法別_スギ.csv」を表計算ソフトで開きます。事例では、不要な列などを非表示にしています。

以上ここまでの作業は、他の樹種についても行い、csv ファイルで保存します。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	樹種ID	樹種名	樹高	胸高直径	ID	s_補正樹高	s_胸高直径	集材方法
2		1 スギ	13.5	3.2	4	15	20	車両系集材
3		1 スギ	19	3.2	9	20	24	車両系集材
4		1 スギ	15.4	3.2	10	17	22	車両系集材
5		1 スギ	17.1	3.2	17	19	24	車両系集材
6		1 スギ	19	3.2	20	20	24	車両系集材



	B	E	F	G	H
1	樹種名	ID	s_補正樹高	s_胸高直径	集材方法
472	スギ	2078	21	20	車両系集材
473	スギ	2079	21	26	車両系集材
474	スギ	1836	22	28	架線系集材
475	スギ	1840	27	36	架線系集材

図 6-114 表計算ソフトで表示

CSV で作業してきたファイルを一旦保存し、このファイルを表計算のオリジナルフォーマットにします。例えば、Microsoft Excel であれば〇〇.xlsx に保存し直し、再度そのファイル（事例では、「集材方法別_スギ.xlsx」）を表計算ソフトで開き、不要な列の削除、フィールド名の修正、列の入れ替えなどを行います。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	樹種ID	樹種名	樹高	胸高直径	ID	s_補正樹高	s_胸高直径	集材方法
2		1 スギ	13.5	3.2	4	15	20	車両系集材
3		1 スギ	19	3.2	9	20	24	車両系集材
4		1 スギ	15.4	3.2	10	17	22	車両系集材

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	樹種名	樹高	胸高直径	本数	集材方法	ID	削除	高直径
2	スギ	15	20	1	車両系集材	4	13.5	3.2
3	スギ	20	24	1	車両系集材	9	19	3.2
4	スギ	17	22	1	車両系集材	10	15.4	3.2

図 6-115 データの列（フィールド）修正

さらに、集材方法のフィールドにデータが入っていない行は、対象地内ですが今回の集材範囲には入っていないので、全部削除します。

「集材方法別_スギ.xlsx」で、列を修正したシートに「集材方法別_スギ（修正後）」と名前を付けます。樹高の列（フィールド）で昇順に並べ替えたとき、胸

高直径が割り当てられていない樹高が出現する場合は、細り表を参考に適切な胸高直径の値を入力するか、事前に樹高 10m 未満はカウントしないルールを設けておき削除する対応をします。事例では削除しないで胸高直径に 13cm を割り当てています。

	A	B	C	D	E
1	樹種名	樹高	胸高直径	本数	集材方法
2	スギ	9		1	架線系集材
3	スギ	9		1	架線系集材
4	スギ	11	16	1	車両系集材
5	スギ	11	16	1	車両系集材

	A	B	C	D	E
1	樹種名	樹高	胸高直径	本数	集材方法
2	スギ	9	13	1	架線系集材
3	スギ	9	13	1	架線系集材
4	スギ	11	16	1	車両系集材
5	スギ	11	16	1	車両系集材

図 6-116 胸高直径が割り当てられていない樹高への対処

集計作業

樹高別（胸高直径別）のスギが階級ごとに何本あるのかを知るための集計作業を行います。このような集計作業には表計算のピボットテーブルが便利です。先に、フィールド名の行を含めて樹高～集材方法フィールドまでにある全てのデータ範囲を選択しておきます。

	A	B	C	D	E
1	樹種名	樹高	胸高直径	本数	集材方法
2	スギ	9	13	1	架線系集材
3	スギ	9	13	1	架線系集材
4	スギ	11	16	1	車両系集材
5	スギ	11	16	1	車両系集材

1071	スギ	30	41	1	架線系集材
1072	スギ	30	41	1	架線系集材
1073	スギ	30	41	1	架線系集材
1074	スギ	31	42	1	架線系集材
1075	スギ	31	42	1	架線系集材
1076	スギ	32	44	1	架線系集材

図 6-117 フィールド行を含めて最終データまで選択

表計算ソフトのメニューから [挿入] を選択し、ピボットテーブルアイコンをクリックします。

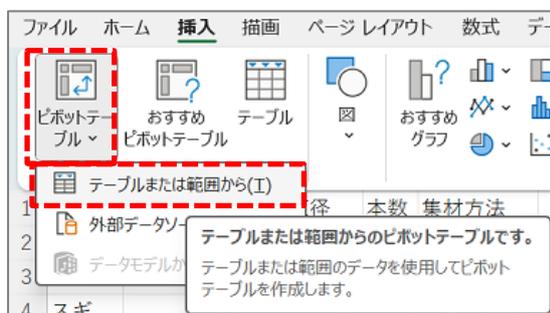


図 6-118 集計する準備作業

テーブルまたは範囲からのピボットテーブルの設定ウィンドウが開くと、テーブル/範囲(T)には、樹高～集材方法フィールドまでにある全てのデータ範囲がすでに指定されています。

また、ピボットテーブルを配置する場所には新規ワークシートを選択しておきます。

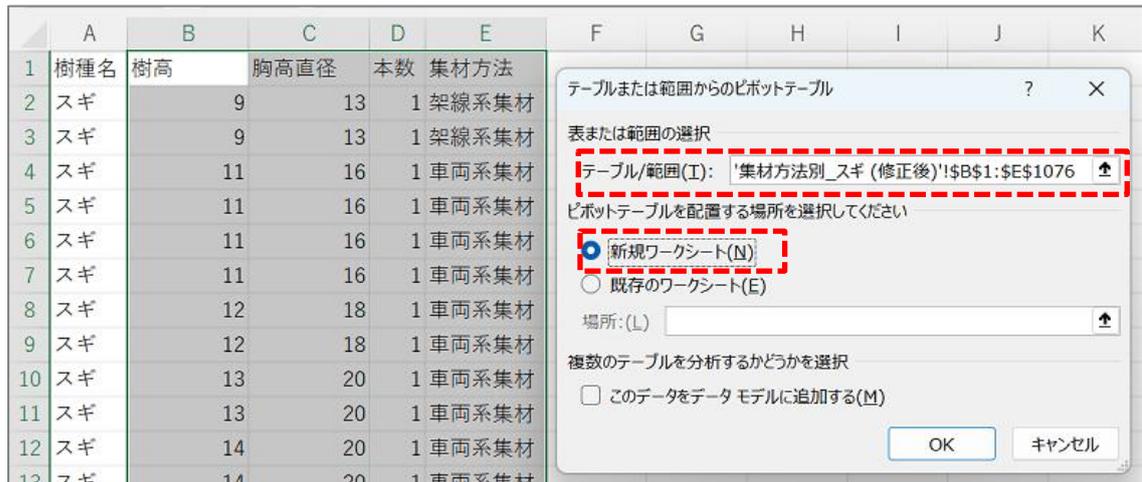


図 6-119 ピボットする範囲指定

ピボットフィールドの各フィールドを事例のようにドラッグ&ドロップして配置します。



図 6-120 ピボットテーブルのフィールド配置

配置し終わると、集計の結果が表示されます。

行ラベル	13	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	39	41	42	44	
9	1																	
11		2																
12			1															
13																		
14				7														
15				5														
16				9														
17					11													
18					23													
19						26												
20						45												
21							59											
22								51										
23									73									
24										59								
25										67								
26											57							
27												50						
28													34					
29														16				
30															4			
31																2		
32																		
総計																		603

図 6-121 集計の結果

左の行ラベル（縦の数列）は「樹高」、上段には集材方法別に列ラベル（横の数列）の「胸高直径」が並んでいます。4章と5章で近似回帰式を使うことにより、ひとつの樹高に対して、必ずひとつの胸高直径が割り当てられていることがわかります。また、グレーの部分には樹高階級別の本数が、表の最下段には胸高直径階級別の本数がそれぞれ集計されています。

この事例では、対象地における伐出可能なスギについて架線系集材で603本、車両系で472本、総計は1,075本が出材可能になりました。対象地全体の利用材積算定には他の樹種についてもここまでの作業を終えておきます。

7 利用材積算定

航空レーザー解析データ、伐採計画調査に基づき利用材積を算定します。計画策定地近傍の木材市場の需要状況を考慮して採材を検討し、最終的に取引されるであろう材積を算出することにします。

集 材範囲の樹頂点データから、樹高と胸高直径およびその本数を樹種別、集材方法別に集計できたので、この章では実際の利用材積の算定を行います。利用材積は現地プロット調査での知見も含めて「幹曲がり」などの欠点を持つ材も考慮するとともに、市況情報からABC別の採材をして算出することにします。

材積算定の手順

あらかじめ表計算ソフトで材積計算するツールがあればそれを応用するのが効率的です。事例では集計された樹高別・胸高直径別のデータを表計算に投入し、一定のルールの下で市場価値があるものを集計してそれを在庫管理に資する材積としました。

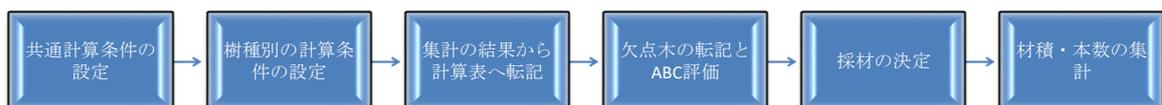


図 7-1 材積算定の手順

上記の手順で計算するときには、実際に出材する予定の市場における等級別の市況、工場着単価の契約であれば受け入れ径級や曲がり・矢高の許容範囲など確認しておかないと計算条件を設定できないのであらかじめ準備しておきます。

共通計算条件の設定

GIS の操作時も含めて共通計算条件には次のような設定事例が考えられます。

- ・ 樹高からの胸高直径推計はプロット調査で確認できた樹高の範囲は類似曲線を使用。そのほかは細り表等にて推計する
- ・ 各玉の末口径は細り表（8 章の参考資料参照）を適用する。スギはスギ細り表、ヒノキ、カラマツ、アカマツはヒノキ細り表を適用する。
- ・ 林道、作業道から 50m 区間を「車両系」にて算出し、それ以遠は架線の平均延長を推計し、「架線系」にて算出集材方法別の範囲（ポリゴン）内にある樹種別の樹頂点レイヤを集計する。

樹種別の計算条件の設定

計算表では、近隣市場への出材条件や製材工場の受け入れ条件、運送条件など様々な地域事情によって以下の例のように条件設定を設けて計算します。

スギ計算条件の例

A 材径 16cm 以上 41cm 未満
B 材径 16cm 以上 16cm 未満
直径 41cm 以上は製材機に入らないため B 材とする
3 番玉以上は A 材にしない
形状比 細り表による
材最小径 8 cm
曲がり、腐り等のある一番丸太は 3m 打ち上げ
幹曲がり材は 2 番玉以降 C 材とする
皮剥・根曲がり材は 2 番玉以降 B 材とする
A 材は径級によって売価が異なるので次のように区別する
A 材①は 16～18cm、A 材②は 19～29cm、A 材③は 30～41cm

ヒノキ計算条件の例

A 材径 16cm 以上 41cm 未満
B 材径 16cm 以上 16cm 未満
直径 41cm 以上は製材機に入らないため B 材とする
3 番玉以上は A 材にしない
形状比 細り表による
材最小径 8cm
曲がり、腐り等のある一番丸太は 3m 打ち上げ

幹曲がり材は2番玉以降C材とする
 皮剥・根曲がり材は2番玉以降B材とする
 A材は径級によって売価が異なるので次のように区別する
 A材①は16～22cm、A材②は23～29cm、A材③は30～41cm

カラマツ計算条件の例

A材径 16cm以上 41cm未満
 B材径 16cm以上 16cm未満
 直径 41cm以上は製材機に入らないためB材とする
 3番玉以上はA材にしない
 形状比 細り表による
 材最小径 8cm
 曲がり、腐り等のある一番丸太は3m打ち上げ
 幹曲がり材は2番玉以降C材とする
 皮剥・根曲がり材は2番玉以降B材とする
 A材とB材は径級によって売価が異なるので次のように区別する
 A材①は16～19cm、A材②は20～41cm
 B材①は16～19cm、B材②は20～41cm

集計の結果から計算表へ転記

表計算ソフトで次のような様式の計算表を用意し、樹種別・集材方法別にシートを用意します。例えば「スギ車両系集計」「ヒノキ架線系集計」のようにします。

		幹曲がり ○ 0.32		皮剥・根曲がり ▲ 0.47		1番丸太			
樹高	胸高直径	曲がり・腐れ等	全体本数	補正本数	長さ	末口径	丸太材積	ABC材	
m	cm	区分	本	本	m	cm	m3	区分	
17	22		12	4	4	18	0.520	A	
17	22	○		3	3	18	0.291	C	
17	22	▲		5	3	18	0.485	C	
18	22		31	8	4	18	1.040	A	
18	22	○		9	3	18	0.873	C	
18	22	▲		14	3	18	1.358	C	
19	24		41	10	4	20	1.600	A	

図 7-2 スギの材積計算表（車両系）その1

樹高と胸高直径の欄は、＜スギ計算条件＞に従って6章の最後に作成した集計表から転記します。集計表の樹高と胸高直径を呼び出せるよう計算表と連動させるようにすると便利になります。

欠点木の転記と ABC 評価

次に4章の最後にまとめた現地プロット調査の野帳データを整理した際に、幹曲がりなどの欠点木の割合を欄外に転記します。事例では例えば「幹曲がり」が0.32、つまり32%の確率でこの欠点木があるという意味で、全体本数12本のうち幹曲がり3本出現するため、補正本数欄が3本となります。（図7-2参照）

それぞれの本数が決定したら、ABC材の評価をします。基本的に樹種別の計算条件の設定からABC材を区別し、欠点木の場合はすべてC材にする式をABC材の区分欄に入力しておきます。

近隣の需給状況から1番玉の長さを決定し、末口径は該当する細り表から記載します。末口径への入力細り表を表計算のテーブルにして検索できるようにしておく便利です。

以上の数値入力を完了し、丸太材積欄に末口二乗法の式が入れてあれば自動的に材積計算できます。

		幹曲がり ○ 0.32							
		皮剥・根曲がり ▲ 0.47				1番丸太			
樹高	胸高直径	曲がり・腐れ等	全体本数	補正本数	長さ	末口径	丸太材積	ABC材	
m	cm	区分	本	本	m	cm	m ³	区分	
17	22		12	4	4	18	0.520	A	
17	22	○		3	3	18	0.291	C	
17	22	▲		5	3	18	0.485	C	
18	22		31	8	4	18	1.040	A	
18	22	○		9	3	18	0.873	C	
18	22	▲		14	3	18	1.358	C	
19	24		41	10	4	20	1.600	A	

図7-3 スギの材積計算表（車両系）その2

メモ

末口二乗法とは、「末口の直径×末口の直径×長さ」の計算式で材積を計算する手法です。正式には日本農林規格に規定された計算式ですので、以下を参照ください。農林水産省ウェブサイトのJAS一覧のページ (https://www.maff.go.jp/j/jas/jas_standard/) から「林産物」を選び、「素材」のPDFの中の付属書Aに詳細が記載されています。

採材の検計

2番玉以降も1番玉と同じく、近隣の需給状況に合うよう末口径が計算条件に合わなくなるまで採材を繰り返します。

樹高 m	胸高直径 c m	曲がり ・腐れ等 区分	全体 本数 本	補正 本数 本	2番丸太				3番丸太				4番丸太			
					長さ m	末口径 cm	丸太材積 m3	ABC材 区分	長さ m	末口径 cm	丸太材積 m3	ABC材 区分	長さ m	末口径 cm	丸太材積 m3	ABC材 区分
17	22		12	4	4	14	0.312	C	4	10	0.160	C				
17	22	○		3	4	16	0.306	C	4	12	0.174	C				
17	22	▲		5	4	16	0.510	B	4	12	0.290	C				
18	22		31	8	4	14	0.624	C	4	11	0.384	C				
18	22	○		9	4	16	0.918	C	4	12	0.522	C				
18	22	▲		14	4	16	1.428	B	4	12	0.812	C				
19	24		41	10	4	16	1.020	A	4	13	0.680	C				
19	24	○		12	4	18	1.560	C	4	14	0.936	C	4	9	0.384	C
19	24	▲		19	4	18	2.470	B	4	14	1.482	C	4	9	0.608	C

図 7-4 スギの材積計算表（車両系）その3

区分別・採材別の本数と材積の集計

全ての材について計算が完了したら、ABC材別に材積集計し、A材については計算条件通り径級別に細分化して本数と材積集計します。この集計に際しては、6章で行ったピボットテーブルを利用すると便利ですが、あらかじめ集計する式を作成しておくこともできます。

総計			1番丸太			2番丸太			3番丸太			4番丸太		
区分	材積	単位	区分	材積	単位	区分	材積	単位	区分	材積	単位	区分	材積	単位
A	39.380	m3	A	23.394	m3	A	15.986	m3	A	0	m3	A	0	m3
B	75.800	m3	B	0.000	m3	B	32.906	m3	B	27.762	m3	B	13.188	m3
C	124.368	m3	C	53.772	m3	C	22.342	m3	C	24.172	m3	C	16.772	m3
本数	413	本												
A①	5.670	m3	A①	1.560	m3	A①	4.110	m3						
A②	28.678	m3	A②	18.652	m3	A②	10.026	m3						
A③	5.032	m3	A③	3.182	m3	A③	1.850	m3						

図 7-5 区分別・採材別の本数と材積の集計（スギの車両系集材）

以上の作業を他樹種および架線系集材についても実施し、それらの総計で対象地の在庫を概ね把握できることとなります。

8 参考資料

参考資料一覧

- ・ 県営林立木の評価要領 平成8年11月1日付け林振第486号
- ・ 立木幹材積表 西日本編
- ・ 岐阜県版スギ・ヒノキ細り表の作成 岐阜県森林研研報.39 (2010) 大洞智弘
<https://www.forest.rd.pref.gifu.lg.jp/shiyou/hosori.html>
- ・ 「同齢単純林における上層樹高の量的定義」 森林総研 日本森林学会関東森林研究 71 (1), 13-16 2020-03
- ・ スギ地位別上層樹高成長曲線図
- ・ ヒノキ地位別上層樹高成長曲線図
- ・ カラマツ地位別上層樹高成長曲線図
- ・ 森林簿 出力機関名：岐阜県林政部
- ・ 林野庁サイト
- ・ 国土地理院サイト
- ・ G 空間情報センターサイト
- ・ 岐阜県森林研究所サイト (森林情報WebMAP)
<https://www.forest.rd.pref.gifu.lg.jp/shiyou/sinrinwebmap.html>

野帳様式例

プロット調査野帳

プロット傾斜		プロットの斜面(下)方向		調査年月日	年 月 日									
契約番号	第 号			林分番号	調査者名									
所在地														
植栽年度	昭和	平成	年度	年生	積雪区分	位置情報	北緯	東経						
植栽樹種				1=一般地域 2=多雪地域		上								
						下								
標準地面積 : 0.01 ha (25m×4m)				プロット番号	6	GNSS観測杖 上 下								
本数	NO.	樹種	胸高直径	樹高	品質・形状				枝下高	備考	ABC区分			
					根曲	幹曲	傷・腐り	皮剥			元玉 (3mまたは4m)	2番玉 (4m)	3番玉 (4m)	4番玉以上
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														
32														
33														

※A材：通直で傷が無いこと、節が少ないこと（市売り） B材：通直・小曲の並材 C材：ハルブ材、バイオマス材
 ※樹高測定木は直径階を網羅すること。
 ※備考欄には、打出し長、被圧・折換・2又・曲がり・獣害等 形質形状について気付いた事を記入
 ※枯死木は測定しない。

注. 1) 現況写真：上部杭から下方1枚（No.テープが写る）、林況遠景（側面から）1枚、元木部分（傷、根曲がり等の欠点）1枚の計3枚
 2) プロットをとった箇所を、計画図に記入。

野帳の記入例

プロット調査野帳

契約番号		プロット傾斜 43°		プロットの斜面(下)方向		NE	調査年月日	令和	年	月	日			
第 32 号				林分番号				調査者名						
所在地		春日川合尾又西平						調査年度、調査期間						
植栽年度		昭和	平成	年度	年生		積雪区分	位置情報	北緯	東経				
植栽樹種		ヒノキ				1=一般地域 2=多雪地域		上	35° 23' 56.35"	27° 25.29"				
								下	35° 23' 56.99"	27° 24.93"				
標準地面積		0.01 ha (25m×4m)				プロット番号		1	GNSS観測杭 上 下					
本数	NO.	樹種	胸高直径	樹高	品質・形状				枝下高	備考	ABC区分			
					根曲	幹曲	傷・腐り	皮剥			元玉 (3mまたは4m)	2番玉 (4m)	3番玉 (4m)	4番玉以上
1	115	ヒノキ	26	23.0			1	1			C	A	B	C
2	116	ヒノキ	32	24.0	1	1			モメ		C	B	B	C
3	117	ヒノキ	26	22.0		1	1		谷川傷		C	C	C	C
4	118	ヒノキ	26	23.0			1		へこみ、谷川傷		C	B	C	C
5	119	ヒノキ	30	24.0	1		1				C	B	C	C
6	120	ヒノキ	30	22.0			1				C	A	B	C
7	121	ヒノキ	26	23.0			1				C	B	C	C
8	122	ヒノキ	46	25.0			1	1			C	A	B	C
9	123	ヒノキ	32	19.0							A	A	B	B
10	124	ヒノキ	24	18.0		1					C	A	B	C
11	125	ヒノキ	30	19.0		1					B	B	C	C
12	126	ヒノキ	20	17.0		1					B	C	C	C
13	127	ヒノキ	28	19.0			1	1			C	A	C	C
14	128	ヒノキ	24	19.0		1	1		モメ		C	C	C	C
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														
32														
33														

※A材：通直で傷が無いこと、節が少ないこと（市売り） B材：通直・小曲の並材 C材：バルブ材、バイオマス材
 ※樹高測定木は直径階を網羅すること。
 ※備考欄には、打出し長、被圧・折損・2又・曲がり・獣害等 形状形状について気付いた事を記入
 ※枯死木は測定しない。

注. 1) 現況写真：上部杭から下方1枚（Noテープが写る）、林況遠景（側面から）1枚、元木部分（傷、根曲がり等の欠点）1枚の計3枚
 2) プロットをとった箇所を、計画図に記入。

木材生産計画の作成例

材積本数計算表

樹種	調査方法	プロット数	所在地	撰選川町春日尾又西平
スギ	車両系			

平均胸高直径 27.72 cm

計算条件

- ・ A材径 16 cm以上 41 cm未満
- ・ B材径 16 cm以上 16 cm未満
- ・ 直径 41 cm以上は製材機に入らないため B 材とする
- ・ 3 番玉以上は A材にしない
- ・ 形状比 細り表による
- ・ 材最小径 8 cm
- ・ 曲がり、腐り等のある一番丸太は3m打ち上げ
- ・ 幹曲がり材は 2 番玉以降 C 材
- ・ 皮剥・根曲がり材は 2 番玉以降 B 材
- ・ A材① 16 ~ 18
- ・ A材② 19 ~ 29
- ・ A材③ 30 ~ 41

総計

区分	材積	単位
A	39.380	m3
B	75.800	m3
C	124.368	m3
本数	413	本

区分	材積	単位
A	23.394	m3
B	0.000	m3
C	53.772	m3

区分	材積	単位
A	15.986	m3
B	32.906	m3
C	22.342	m3

区分	材積	単位
A	0	m3
B	27.762	m3
C	24.172	m3

区分	材積	単位
A	0	m3
B	13.188	m3
C	16.772	m3

区分	材積	単位
A	0	m3
B	1.944	m3
C	6.468	m3

区分	材積	単位
A	0	m3
B	0	m3
C	0.842	m3

区分	材積	単位
A	0	m3
B	0	m3
C	0	m3

区分	材積	単位
A	0	m3
B	0	m3
C	0	m3

材積
240.392
m3

A①	5.670	m3
A②	28.678	m3
A③	5.032	m3

A①	1.560	m3
A②	18.652	m3
A③	3.182	m3

A①	4.110	m3
A②	10.026	m3
A③	1.850	m3

幹曲がり ○ 0.32
皮剥・根曲がり ▲ 0.47

区分	樹高	胸高直径	曲がり・腐れ等	全体本数	補正本数	1 番丸太				2 番丸太				3 番丸太				4 番丸太				5 番丸太				6 番丸太				7 番丸太				8 番丸太				総体積 (幹材積)			
						長さ	末口径	丸太材積	ABC材	長さ	末口径	丸太材積	ABC材																												
単位	m	cm	区分	本	本	m	cm	m3	区分	m	cm	m3	区分	m	cm	m3	区分	m3																							
	17	22	○	12	4	4	18	0.520	A	4	14	0.312	C																							1.005					
	17	22	○		3	3	18	0.291	C	4	16	0.306	C	4	12	0.174	C																				0.794				
	17	22	▲		5	3	18	0.485	C	4	16	0.510	B	4	12	0.290	C																				1.308				
	18	22		31	8	4	18	1.040	A	4	14	0.624	C	4	11	0.384	C																				2.067				
	18	22	○		9	3	18	0.873	C	4	16	0.918	C	4	12	0.522	C																				2.339				
	18	22	▲		14	3	18	1.358	C	4	16	1.428	B	4	12	0.812	C																				3.624				
	19	24		41	10	4	20	1.600	A	4	16	1.020	A	4	13	0.680	C																				3.331				
	19	24	○		12	3	20	1.440	C	4	18	1.560	C	4	14	0.936	C	4	9	0.384	C																	4.328			
	19	24	▲		19	3	20	2.280	C	4	18	2.470	B	4	14	1.482	C	4	9	0.608	C																	6.848			
	20	24		65	15	4	20	2.400	A	4	16	1.530	A	4	14	1.170	C																					5.141			
	20	24	○		20	3	20	2.400	C	4	18	2.600	C	4	14	1.560	C	4	10	0.800	C																		7.373		
	20	24	▲		30	3	20	3.900	C	4	18	3.900	B	4	14	2.340	C	4	10	1.200	C																		11.053		
	21	26		53	12	4	22	2.328	A	4	18	1.560	A	4	14	0.936	C	4	10	0.480	C																		5.317		
	21	26	○		16	3	22	2.320	C	4	20	2.560	C	4	16	1.632	C	4	12	0.928	C																		7.463		
	21	26	▲		25	3	22	3.625	C	4	20	4.000	B	4	16	2.550	B	4	12	1.450	C																		11.648		
	22	28		53	12	4	24	2.760	A	4	20	1.920	A	4	16	1.224	B	4	12	0.696	C																		6.623		
	22	28	○		16	3	24	2.768	C	4	20	2.560	C	4	18	2.080	C	4	14	1.248	C																		8.692		
	22	28	▲		25	3	24	4.325	C	4	20	4.000	B	4	18	3.250	B	4	14	1.950	C																		13.561		
	23	30		51	11	4	26	2.970	A	4	22	2.134	A	4	18	1.430	B	4	14	0.858	C																		7.428		
	23	30	○		16	3	26	3.248	C	4	22	3.104	C	4	20	2.560	C	4	16	1.632	C	4	9	0.512	C															11.064	
	23	30	▲		24	3	26	4.872	C	4	22	4.656	B	4	20	3.840	B	4	16	2.448	B	4	9	0.768	C															16.592	
	24	32		45	10	4	28	3.140	A	4	24	2.300	A	4	20	1.600	B	4	16	1.020	B	4	9	0.320	C															8.388	
	24	32	○		14	3	28	3.290	C	4	24	3.220	C	4	22	2.716	C	4	18	1.820	C	4	11	0.672	C															11.734	
	24	32	▲		21	3	28	4.935	C	4	24	4.830	B	4	22	4.074	B	4	18	2.730	B	4	11	1.008	C															17.593	
	25	32		23	6	4	28	1.884	A	4	24	1.380	A	4	20	0.960	B	4	16	0.612	B	4	11	0.288	C															5.140	
	25	32	○		7	3	28	1.645	C	4	24	1.610	C	4	22	1.358	C	4	18	0.910	C	4	13	0.476	C															6.026	
	25	32	▲		10	3	28	2.350	C	4	24	2.300	B	4	22	1.940	B	4	18	1.300	B	4	13	0.680	C																8.597
	26	34		20	5	4	28	1.570	A	4	26	1.350	A	4	22	0.970	B	4	18	0.650	B	4	13	0.340	C																4.907
	26	34	○		6	3	30	1.620	C	4	26	1.620	C	4	24	1.380	C	4	20	0.960	C	4	14	0.468	C																6.084
	26	34	▲		9	3	30	2.430	C	4	26	2.430	B	4	24	2.070	B	4	20	1.440	B	4	14	0.702	C																9.108
	27	36		8	3	4	30	1.080	A	4	28	0.942	A	4	24	0.690	B	4	20	0.480	B	4	14	0.234	C																3.462
	27	36	○		2	3	32	0.614	C	4	28	0.628	C	4	24	0.460	C	4	22	0.388	C	4	16	0.204	B	4	10	0.080	C												2.384
	27	36	▲		3	3	32	0.921	C	4	28	0.942	B	4	24	0.690	B	4	22	0.582	B	4	16																		