

林地保全に配慮した施業が特に必要
な国有林野の判別ツール整備事業
調査報告書

令和5年1月
林野庁

目次

1 事業の背景・目的	2
2 事業の実施内容	2
(1) 山地災害防止タイプ(土砂流出・崩壊防備エリア)変更林小班抽出ツール 開発	3
a. 数値標高モデルデータ (DEM) のダウンロード、GeoTiff 形式変換	4
b. 窪地を埋めた DEM の作成	6
c. 河川次数 (ストラー数) ラスターの作成	8
d. 上流域ラスター画像とベクター化	10
e. 土砂災害警戒区域の「土石流」の上流域抽出について	14
f. 崩壊土砂流出危険地区及び土石流区域の抽出数について	16
g. 崩壊土砂流出危険地区及び土石流区域の上流域抽出ツール	17
(2) 他オーバーレイ地区等の抽出について	18
(3) 山地災害防止タイプ(土砂流出・崩壊防備エリア)に変更する区域以外の 抽出	20
a. 上流域と重なる林小班の抽出	20
b. 山地災害防止 (土砂流出・崩壊防備エリア)、自然維持、森林空間利用 タイプ林小班の除外について	22
(4) 搬出方法を特定する必要のある林小班抽出ツール開発	25
a. QGIS による傾斜角度算出、ラスター画像作成	26
b. ポリゴン内の平均傾斜算出	27
c. 抽出した林小班の平均傾斜算出と 35 度以上抽出	28
d. 事業を計上している林小班を抽出	29
(5) 判別・抽出ツールの実証及びマニュアルの作成	30
3 まとめ	31

1 事業の背景・目的

人工林資源が充実し本格的な利用期を迎えている中で、森林の有する公益的機能の発揮を図りつつ、森林資源の循環利用を推進していくためには、森林施業の効率化と併せて、皆伐等の森林施業に伴う土砂の流出等のリスクの軽減を図ることが重要であり、国有林においても林地保全に配慮した施業を推進していく必要がある。

そのため、令和3年度に作成した「国有林における林地保全に配慮した施業の手引き」において示した森林施業に伴う山地災害リスクへの対応の考え方を踏まえ、伐採箇所や伐採方法の適否や、適切な搬出方法を特定すべき森林を簡易に判別できるツール等を開発するとともに、その利用マニュアルの作成を行うものとする。

2 事業の実施内容

実施内容の全体は、オープンソース GIS である QGIS 上で利用できる、下記(1)から(5)のプラグインツールを作成することとする。利用する QGIS のバージョン及びツールを利用する PC の環境条件は以下の通りとする。

(i) 利用する QGIS のバージョン

仕様上 QGIS-OSGeo4W-3.10.msi (QGIS バージョン 3.10) 以降の条件があることから、上流域抽出、平均傾斜算出等がエラー無く実施できるバージョンで最も最新の QGIS Desktop 3.16.16 with GRASS 7.8.5 を利用することとした。

(ii) ツールを利用する PC の環境条件

ア. OS Windows10pro

イ. CPU 種別 Intel Core i5、Core m5 のいずれか又は同等以上

ウ. CPU クロック周波数 1コアあたり最大動作周波数が 2.0GHz 以上かつ2コア以上搭載

エ. メインメモリ 8GB 以上

オ. ストレージ 250GB 以上 (SSD 又はフラッシュメモリ型)

また、実施内容全体の手順を以下に示した。なお、開発したツールの操作方法については、別冊の操作マニュアルに詳細に記述しているので、本報告書は、山地災害危険地区及び土砂災害警戒区域の GIS データから、どのような手順を踏んで搬出方法を特定する必要のある森林として判別するのかを明らかにすることを目的として作成するものである。

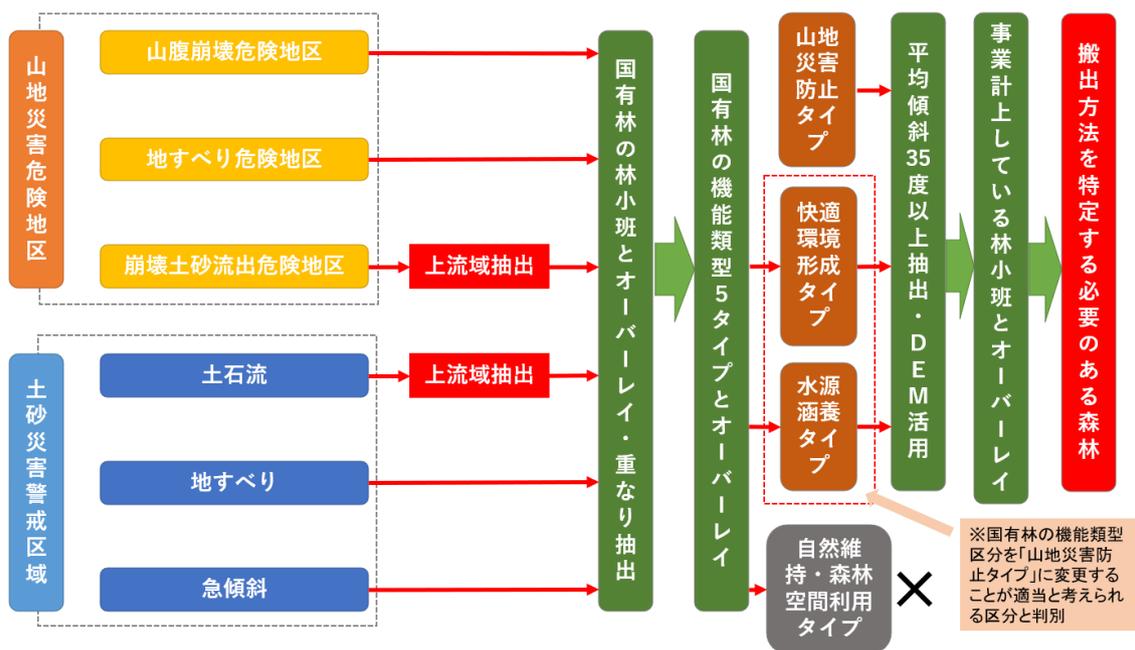


図1 実施内容全体の手順

(1) 山地災害防止タイプ(土砂流出・崩壊防備エリア)変更林小班抽出ツール開発

国有林の機能類型区分を「山地災害防止タイプ(土砂流出・崩壊防備エリア)」に変更することが適当と考えられる区域を判別するため、山地災害防止タイプ(土砂流出・崩壊防備エリア)に変更する林小班を抽出するツールを開発した。

まず、QGISを利用して「山地災害危険地区(崩壊土砂流出危険地区)」や「土砂災害警戒区域(土石流)」の上流域を抽出する方法を検討した。具体的には図2の手順にて上流域を抽出する方法を検討し、同様の作業を自動的に実施するQGISのプラグインツールを開発した。

上流域抽出方法・手順

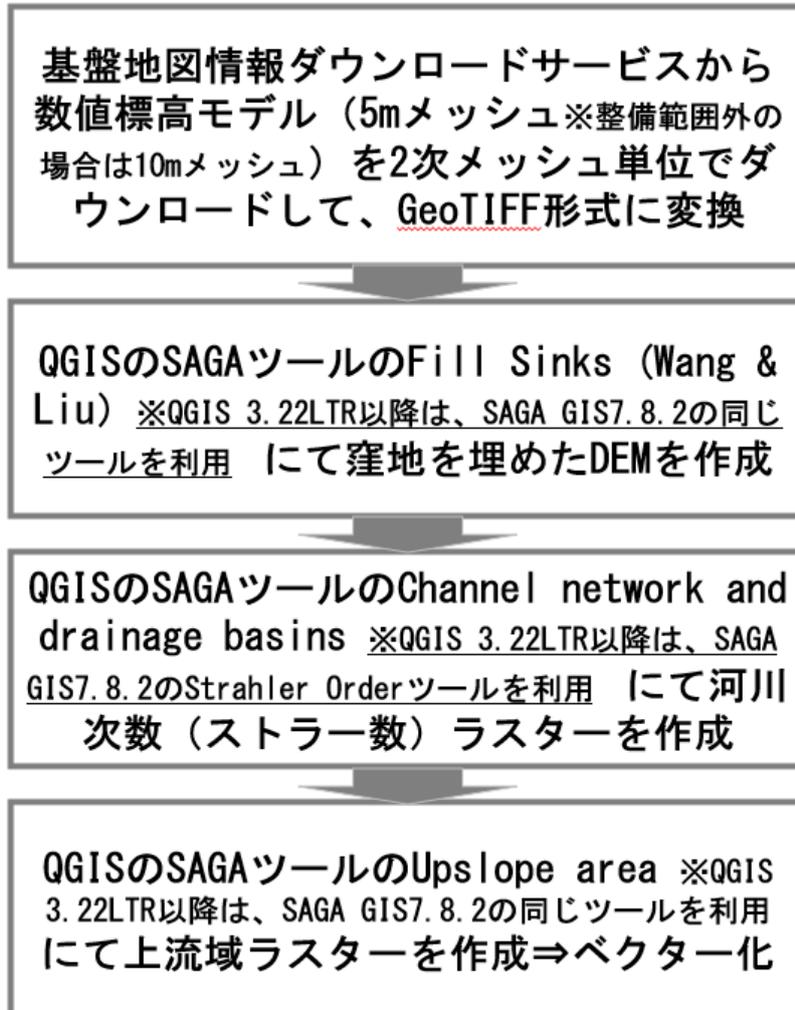


図2 上流域抽出方法・手順

a. 数値標高モデルデータ（DEM）のダウンロード、GeoTiff形式変換

本事業では、日本全国の国有林が対象であることから、全国整備済みの標高モデル10mメッシュデータ（以下、10mDEM）を使用することで、全ての国有林を網羅することができる。また、さらに精密な5mメッシュデータ（以下、5mDEM）についても、近年整備が進み、国有林が多く占める山間部にも拡大している。そこで、上流域抽出に際しては、5mDEMが存在する場合には、5mDEMを使用して、5mDEM整備対象外の場合のみ、10mDEMを使用する方法とする。

基盤地図情報ダウンロードサービス

(<https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>) のホームページにアクセスし、上流域を抽出したい地域を包含するメッシュ（図3の□枠）を選択して、パソコンの指定するフォルダに保存する。この際、ファイルはZIP ファイルとして保存する。

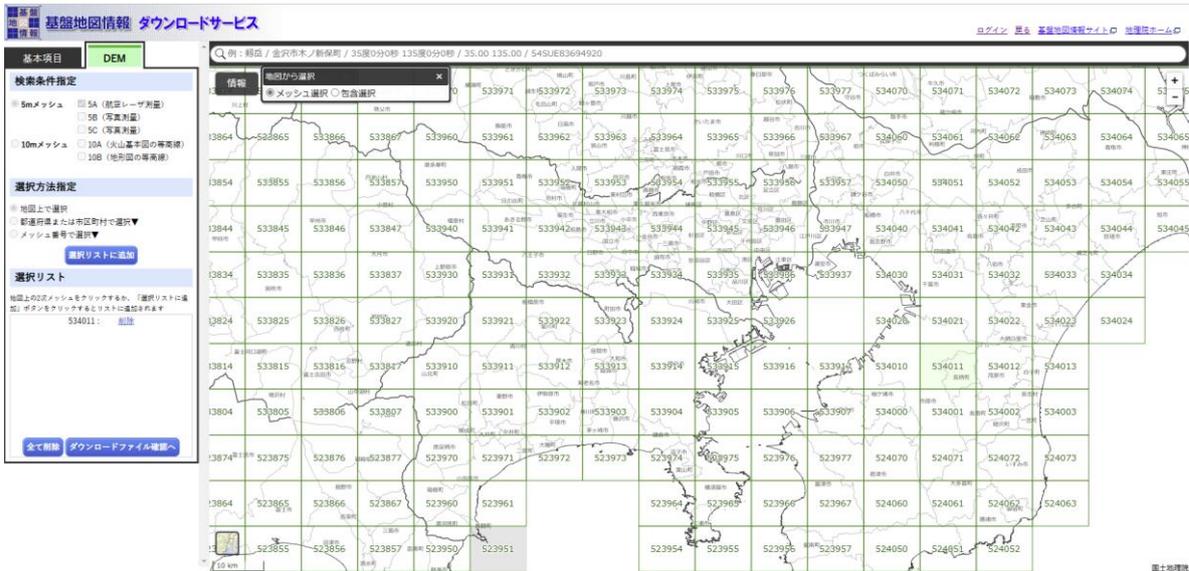


図3 5mメッシュ単位の標高データダウンロードサイトイメージ

次にダウンロードしたZIPファイルに格納されたXML形式のデータをGeoTiff形式のDEMに変換する。本事業では、共同事業体の株式会社MIERUNEが開発したQGIS Python Pluginsの「QuickDEM4JP」を使用する（図4参照）。なお、使用するQGISのバージョンは、QGIS Desktop 3.16.16 with GRASS 7.8.5とし、ケーススタディ（試行）を実施した。

QGISのメニュー_プラグイン>プラグインの管理とインストールをクリックして、画面左の「すべて」を選択して、「QuickDEM4JP」を入力し、ダウンロードする。インストールが完了すると、画面に「XML」と書かれたアイコンが出現するので、それをクリックして、入力設定のDEMにダウンロードしたDEMのZIPファイルを選択し、出力設定の形式としてGeoTiffにチェック☑して、出力先としてはダウンロードデータのあるフォルダ等を選択する。「OK」ボタンをクリックすると、QGIS画面左側のレイヤパネルに「output」として変換されたラスター画像が追加される。今回は5mDEMを利用する。なお、農林水産省では、セキュリティ対策で、ダウンロードができないため、前述の方法で、ZIPファイルからインストールする方法を採用することとした。

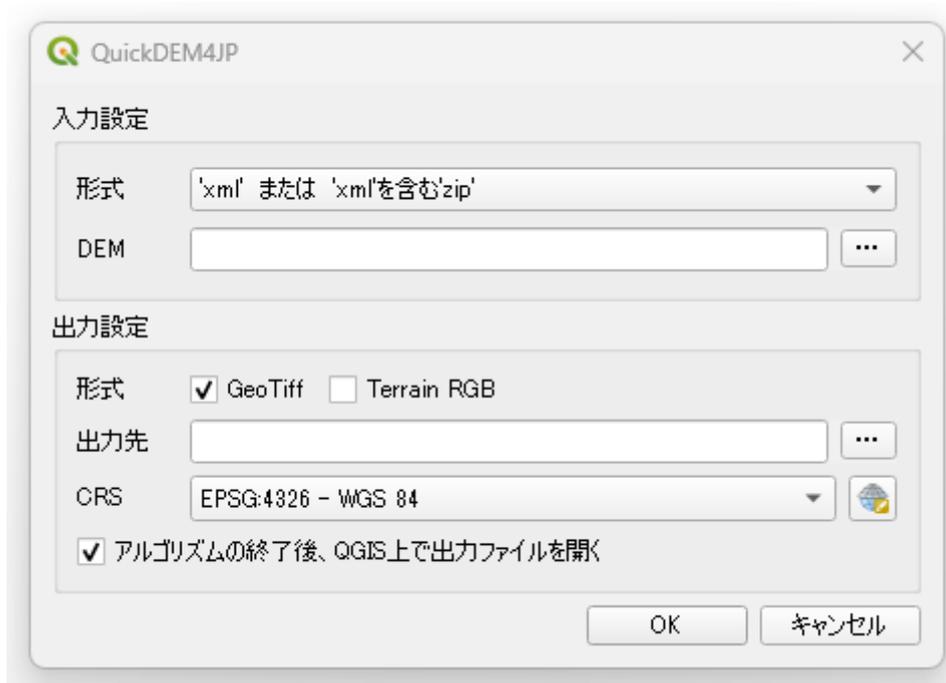


図4 「QuickDEM4JP」立ち上げ時のイメージ

b. 窪地を埋めた DEM の作成

群馬県みなかみ町の2次メッシュ『553817』に含まれる国有林の崩壊土砂流出危険地区をケーススタディとして上流域抽出方法を検討した。崩壊土砂流出危険地区を含む山地災害危険地区のGISでは、林野庁提供データを使用した。

プロジェクトのCRS（参照座標系）は、投影座標系とし、今回は群馬県を対象としたので、JDG2000/平面直角座標系IX(9)系とした。

“QuickDEM4JP”にてGeoTiff画像に変換したデータに対して、メニューの「プロセッシング」⇒「ツールボックス」をクリック（図5左図）、SAGA▶Terrain Analysis-Hydrology▶Fill Sinks(wang&liu)をクリックし、図5の右図の通りチェックして実行する。⇒窪地を埋めた5mDEMの「FILLED」ファイルがレイヤ領域に追加される（図6）。

- ▶ ラスタ解析
- ▶ ラスタ地形解析
- ▶ レイヤツール
- ▶ 地図製作
- ▶ 内挿
- ▶ GDAL
- ▶ GRASS
- ▼ SAGA
 - ▶ Climate tools
 - ▶ Georeferencing
 - ▶ Geostatistics
 - ▶ Image analysis
 - ▶ Projections and Transformations
 - ▶ Raster analysis
 - ▶ Raster calculus
 - ▶ Raster creation tools
 - ▶ Raster filter
 - ▶ Raster tools
 - ▶ Raster visualization
 - ▶ Simulation
 - ▶ Table tools
 - ▶ Terrain Analysis - Channels
 - ▼ Terrain Analysis - Hydrology
 - Burn stream network into dem
 - Catchment area
 - Catchment area (flow tracing)
 - Catchment area (recursive)
 - Cell balance
 - Edge contamination
 - Fill sinks
 - Fill sinks (wang & liu)
 - Fill sinks xxl (wang & liu)
 - Flat detection
 - Flow path length
 - Flow width and specific catchment area



図5 ツール選択（左図）とパラメーター設定画面（右図）

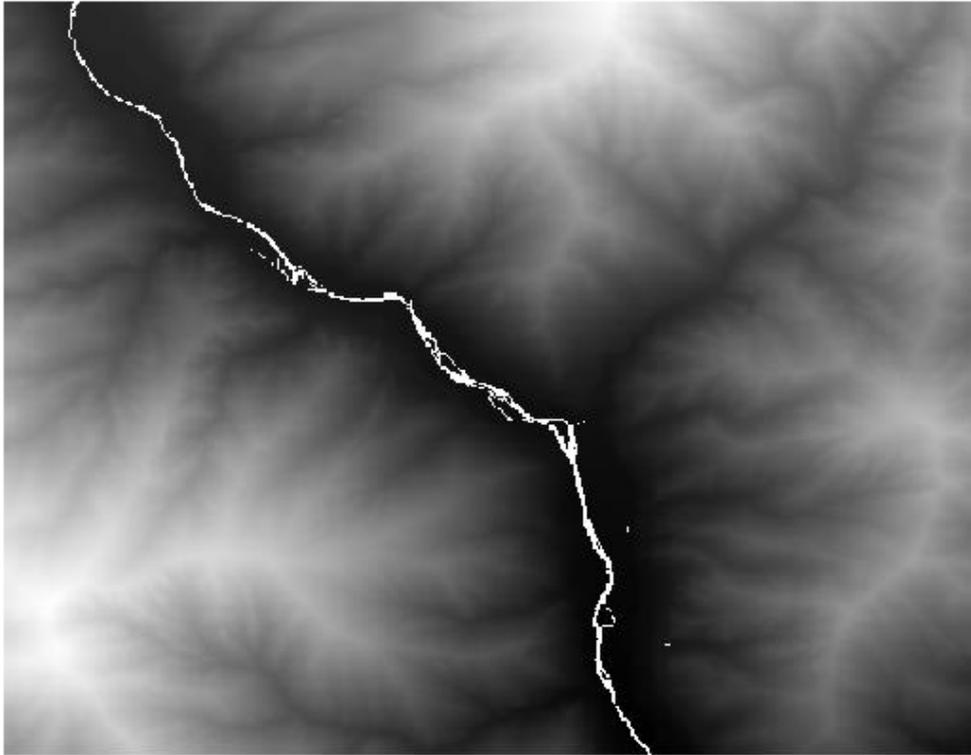


図6 窪地を埋めた 5mDEM (群馬県みなかみ町)

c. 河川次数 (ストラー数) ラスターの作成

次に窪地を埋めた 5mDEM の「FILLED」ファイルを使用して、上流域抽出に必要な河川ネットワークとしての河川次数ラスターを作成する。今回は、最も一般的な河川の順位付けの方法であるストラー (Strahler) の方法を使用する。なお、順位付けとは、川の本流と支流を区別するために、ひとつひとつの流路にランク付けを行うことで、このランクのことを「流路次数 (Stream Order)」と呼ぶ。水源から発生する支流を持たない細い流路を 1 次、1 次と 1 次の流路が合流すると 2 次...といった形で下流へすすむにつれて、次々と流路が合流していく過程にて、その次数が連続的に大きくなる。下記の図 7 の通り、今回のストラー (Strahler) の方法では、合流の際の次数が大きい方が合流後の次数となること、同じ次数の場合は次の次数 (例: 同じ 1 次の場合、2 次となる) になることが特徴となっている。

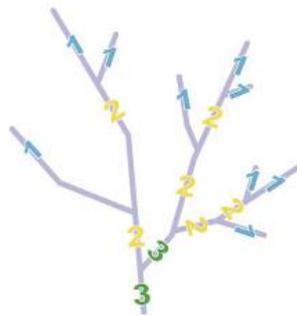


図7 ストラー（Strahler）の方法

「FILLED」された GeoTiff 画像に対して、SAGA▶Terrain Analysis-Channels ▶Channel network and drainage basins をクリックして、下記の画像の通りチェックして実行する。⇒Strahler の方法による河川の順位付け：河川次数ラスタ「ORDER」（ラスタ）と「SEGMENT」（ライン）ファイルがレイヤ領域に追加される。

図8 にツール画面、図9 に河川次数ラスタ画像を示す。

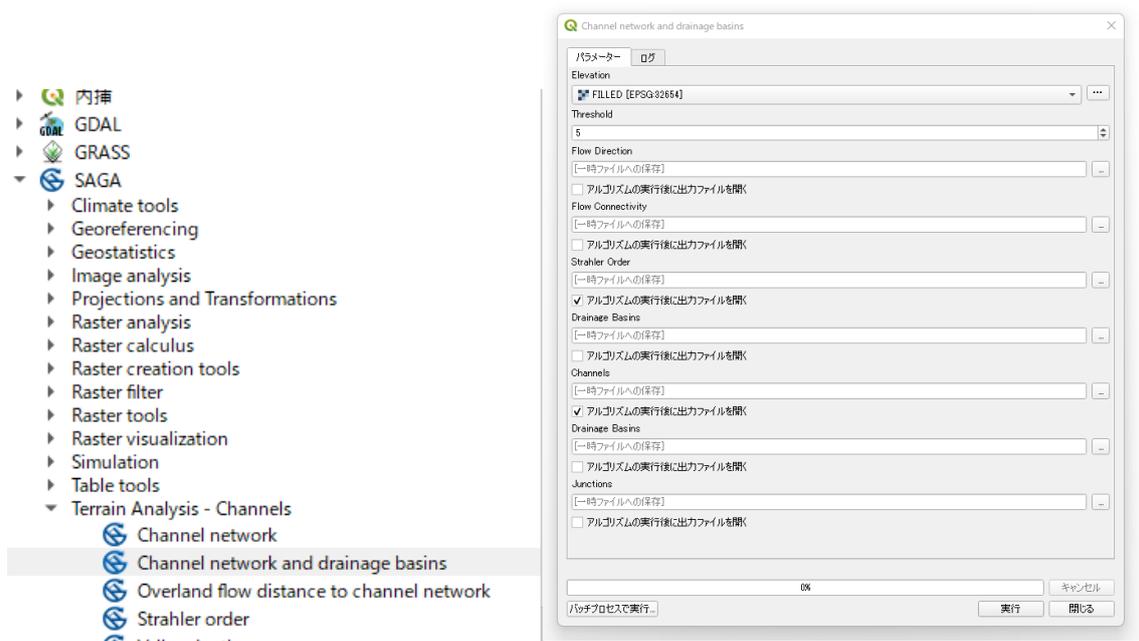


図8 ツール選択（左図）とパラメーター設定画面（右図）

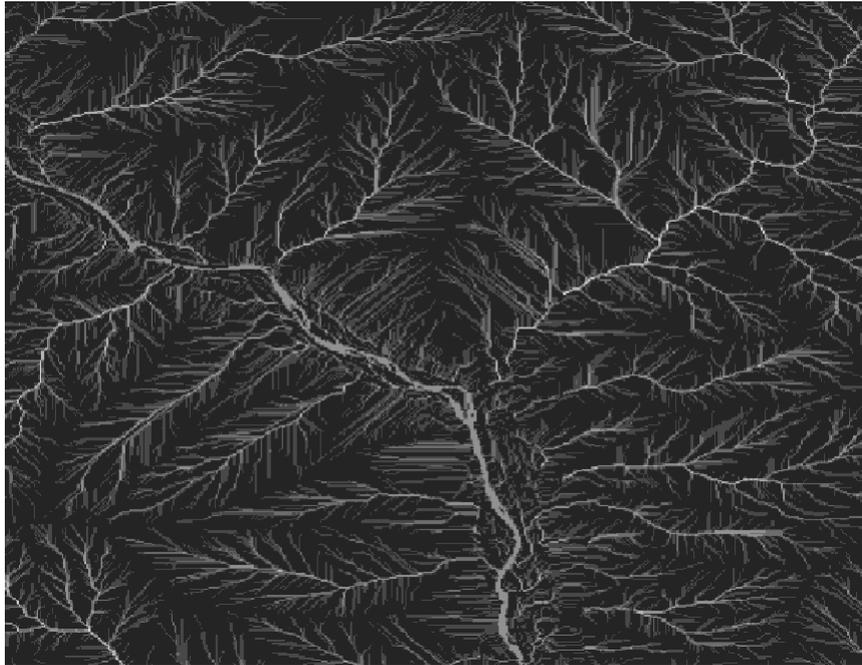


図9 作成した河川次数（ストラー数）ラスター

d. 上流域ラスター画像とベクター化

林野庁から提供された「崩壊土砂流出危険地区」のラインデータをレイヤ領域に追加する⇒作成する危険地区ラインの上流部を、河川次数ラスターの「ORDER」（ラスター）と「SEGMENT」（ライン）ファイル画像を参考に拡大して、「地物情報表示」⇒右クリックして、下部の座標の数値をコピーして、図10の通りにメモ帳にペーストする。

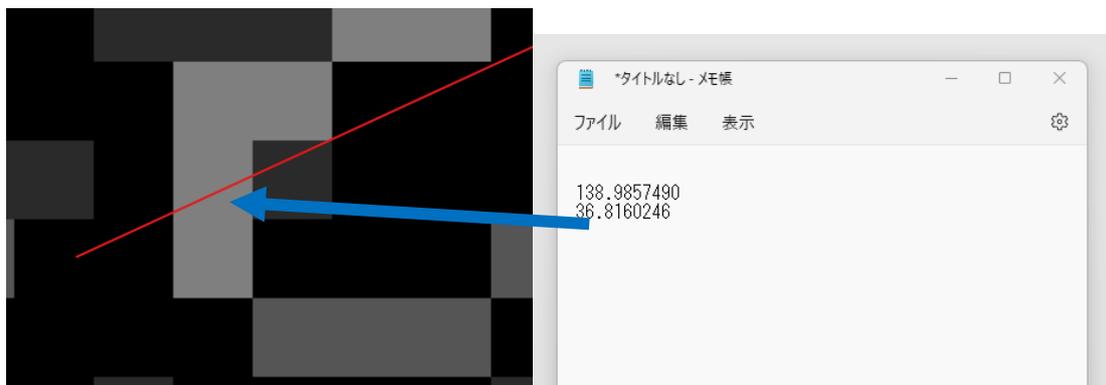


図10 河川次数ラスターの上流部と「崩壊土砂流出危険地区」との合流部座標

SAGA▶Terrain Analysis-Hydrology▶Upslope area をクリックし、下記の画像の通り入力、ファイル選択して実行する。⇒Target Xには、メモ帳の最初の数

値をコピー&ペースト、Target Yには、メモ帳の次の行の数値をコピーする。また、Elevationには、5の「FILLED」ファイル選択、Methodには、図11の通り、[0]Deterministic 8を選択する。

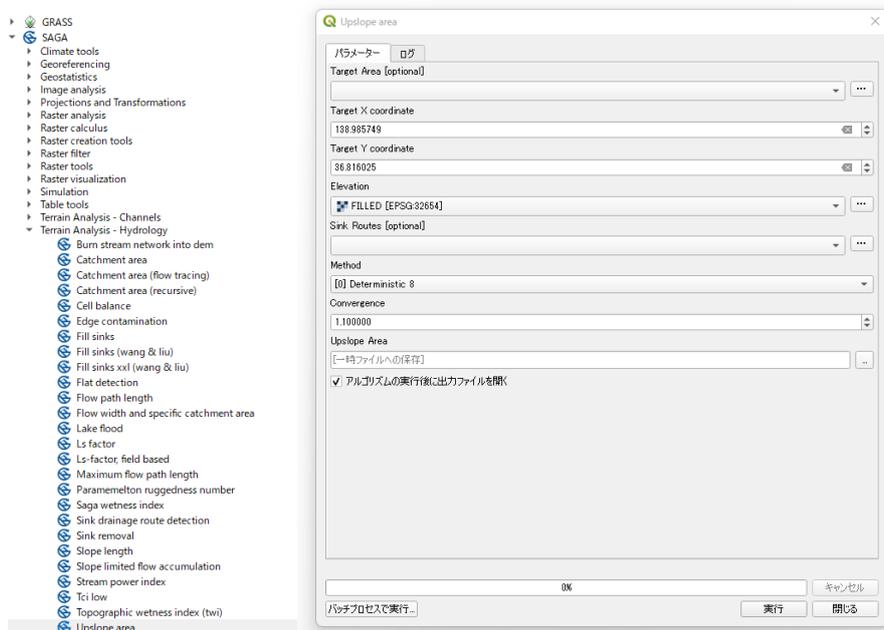


図11 上流部抽出ツールの選択とパラメータ入力

前述の SAGA▶Terrain Analysis-Hydrology▶Upslope area により、ラスター画像の「AREA」ファイルがレイヤ領域に追加される⇒メニューのラスター▶変換▶ラスターのベクトル化をクリックして、そのまま実行する。⇒河川次数ラスターの「OUTPUT」のベクトルファイルが追加される⇒右クリック__編集モードをクリック__右クリック__属性テーブルを開く⇒属性テーブルの「DN」に数値がゼロ（0）の一番右の数値カラムを左クリックして、メニューのゴミ箱をクリックして削除する。⇒編集を終了して保存する⇒上流域のポリゴンデータが残る。⇒プロパティにて、塗りつぶしを無くして見やすくする。図12に作成した「崩壊土砂流出危険地区（赤ライン）」の上流域ポリゴン（青ラインポリゴン）を示した。

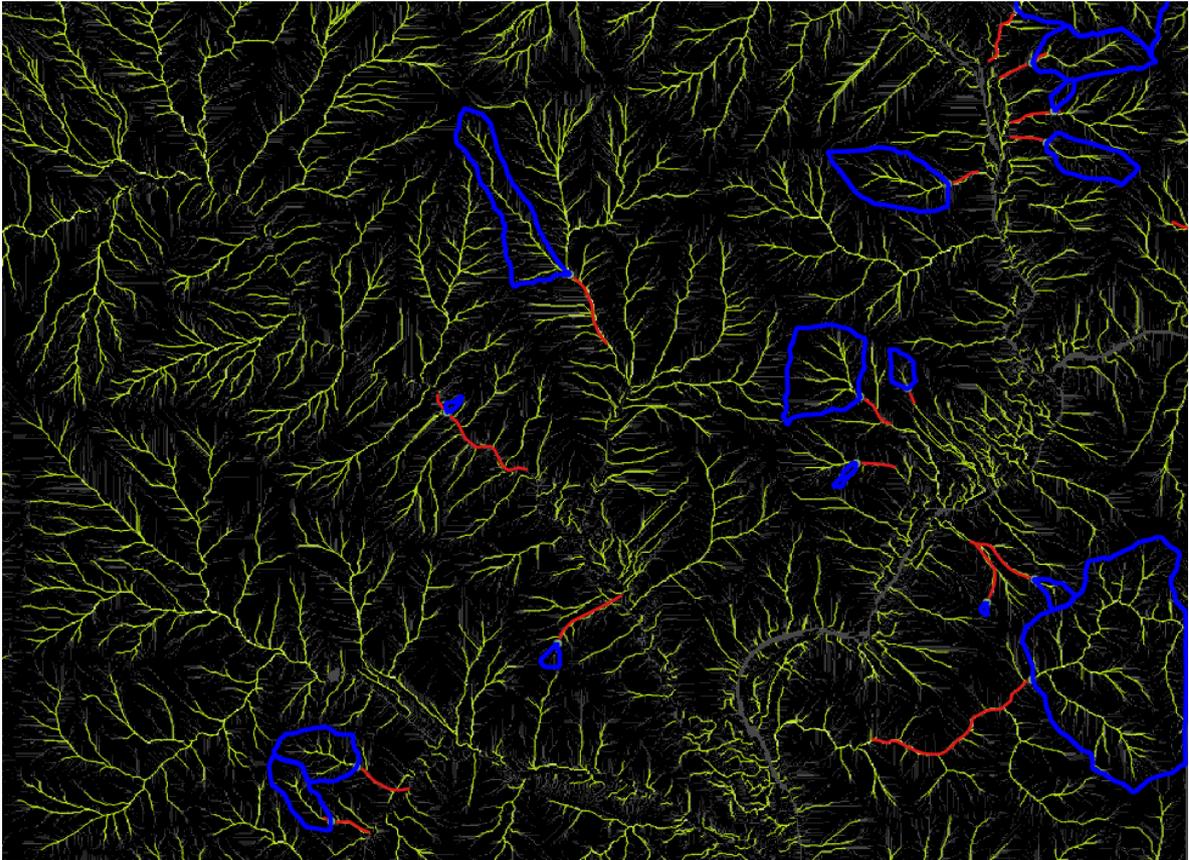


図 12 作成した「崩壊土砂流出危険地区」の上流域ポリゴン（青ラインポリゴン）

図 12 の上流域は、一見、正しく上流域全体を抽出しているように見えるが、図 13 の通り、崩壊土砂流出危険地区の GIS データ（赤色ライン）に平行して抽出されるはずの流路ラインデータ「SEGMENT」（黄色ライン）が連続してつながっていないため、上流域抽出の起点となる点（赤色ラインと青色ラインとの交点）が上流域と異なる点を下流部を選択しまい、求めたい上流域が抽出できない。そこで、ツール開発では、図 13 のように、流路ラインが粗い場合は、微細な流路ラインまで抽出することができる閾値選定があり、それを変更して再度抽出できるような対応とした。

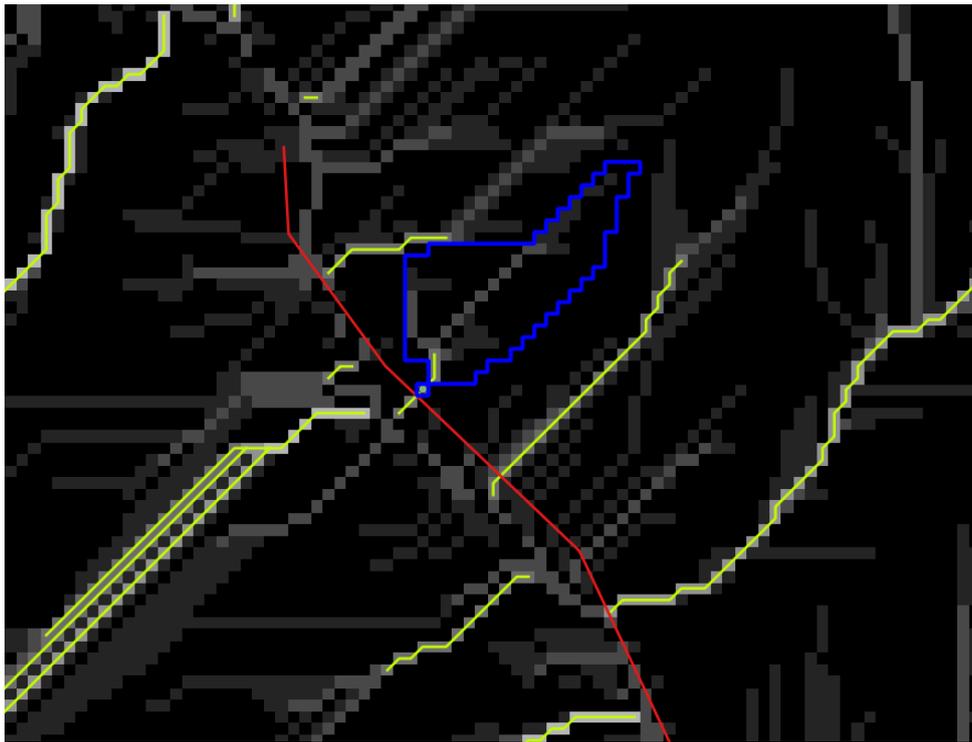


図 13 下流域の上流部した抽出できないケース



図 14 崩壊土砂流出危険地区ライン上流部に流路ラインデータが無い場合

また、図 14 の通り、崩壊土砂流出危険地区ライン上流部先端と流路ラインデータが別方向に離れて、崩壊土砂流出危険地区ライン上流部先端部分に流路ラインデータが抽出できなかった場合も、誤って、右側の流路ラインデータと

の交点付近を起点として上流域抽出を実施してしまう可能性があるため、微細な流路ラインまで抽出することができる閾値選定の変更にて対応することとした。

さらに、図 15 のように、崩壊土砂流出危険地区ライン上流部先端と流路ラインデータが離れて並行している場合は、下流部から上流域を抽出する場合があるため、崩壊土砂流出危険地区ラインにバッファを設定して、そのバッファ内に含まれる流路ラインデータを起点として上流域抽出できるように、ツールでは設定することとした。

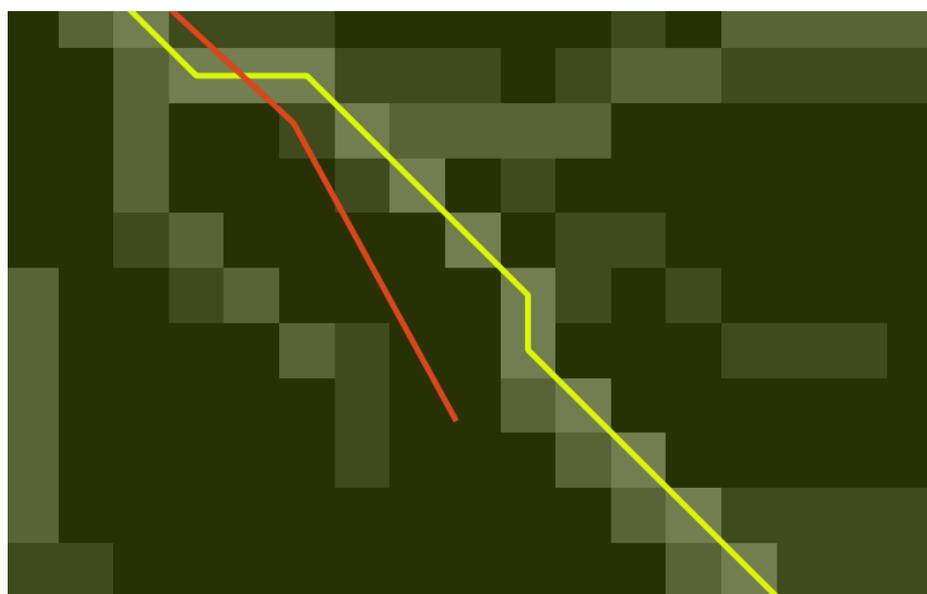


図 15 崩壊土砂流出危険地区ライン上流部と流路ラインデータが離れた場合

e. 土砂災害警戒区域の「土石流」の上流域抽出について

土石流においても、崩壊土砂流出危険地区と同様の方法にて、5mDEM のデータから作成した河川次数ラスタ（ORDER）及び流路ラインデータにて上流域抽出は可能である。しかし、図 16 から 18 に示した通り、上流域抽出の起点となる土石流ポリゴンデータと流路ラインデータとの交点の位置関係は 3 パターンあることが判明し、それぞれの場合の対応について定義して、ツール開発を行った。土石流の GIS データは、国土数値情報ダウンロードサービスサイト (<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>) から、2. 政策区域⇒災害・防災⇒土砂災害計画区域（ポリゴン）（ライン）からダウンロードして入手した。また、土石流、地すべり、急傾斜地の崩壊の区分は、属性名「現象の種類

(A33_001)」の現象種別コードから判別した(1:急傾斜地の崩壊、2:土石流、3:地すべり)。

・「土砂災害警戒区域(指定済)」の先端に「土砂災害特別警戒区域(指定済)」があり、Channelsラインと交差しているケース ⇒ 交差点を起点として上流域抽出する。

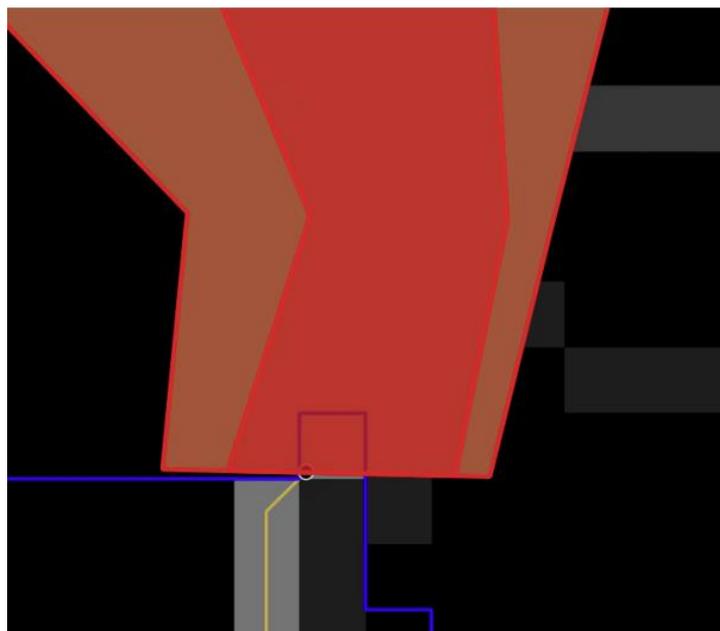


図 16 特別区域があり流路ラインデータと交差しているケース

・「土砂災害特別警戒区域(指定済)」はあるが、Channelsラインと交差しないケース ⇒ 「土砂災害特別警戒区域(指定済)」の外周ライン(土砂災害計画区域)に最も近接するChannelsラインとの交点を起点として上流域抽出する。



図 17 特別区域があるが流路ラインデータと交差していないケース

- ・「土砂災害警戒区域(指定済)」の先端に「土砂災害特別警戒区域(指定済)」がないケース⇒「土砂災害警戒区域(指定済)」の外周ラインと交差する Channels ラインの交点の中で、最も標高の高い交点を起点として上流域抽出する。

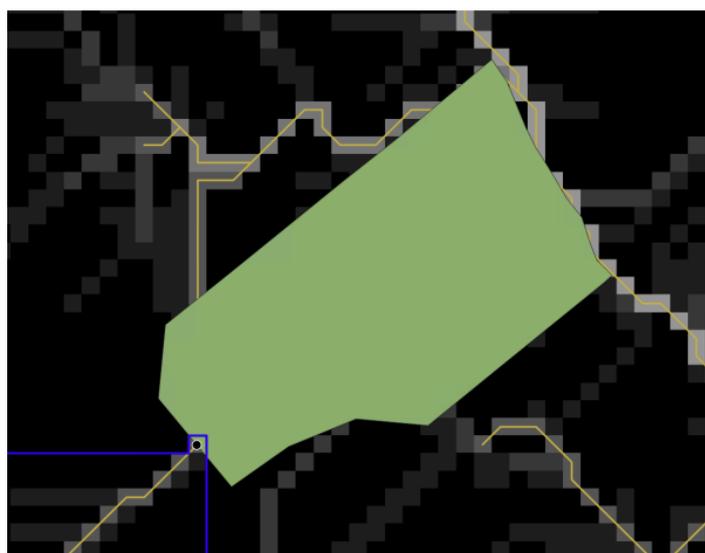


図 18 特別区域が無く流路ラインデータとの交差が複数あるケース

f. 崩壊土砂流出危険地区及び土石流区域の抽出数について

表 1 に示した通り、国有林内の崩壊土砂流出危険地区は、アイオーネイチャラーボ株式会社の集計によると全国で 6,754 地区となり、北海道が最も多くなっている。また、同様に国有林内の土石流区域は、全国 8,571 区域となり、広島県が最も多くなっている。なお、崩壊土砂流出危険地区と土石流区域は、重

なっているケースもあり、総数は15,325地区・区域よりやや少ないと考えられる（北海道における国有林内の崩壊土砂流出危険地区と土石流区域が重なっている地域は136件あり）。いずれにしても、地区・区域数が多く、1回の操作・手順で上流域が抽出できないケース等が想定されることから、全数もしくはサンプリングチェックにより、操作・手順のパターンを調査して、全地区・区域にて対応可能なツール開発を目指すこととした。

表1 上流域抽出可能性のある崩壊土砂流出危険地区数及び土石流区域数

山地災害危険地区-崩壊土砂流出危険地区(国有林内)					土砂災害警戒区域-土石流(国有林内)				
都道府県名①	崩壊土砂流出危険地区数	都道府県名②	崩壊土砂流出危険地区数	※参考 北海道振興局別集計	崩壊土砂流出危険地区数	都道府県名①	土石流区域数	都道府県名②	土石流区域数
北海道	1,785	滋賀県	34	空知	86	北海道	841	滋賀県	116
青森県	381	京都府	59	石狩	64	青森県	300	京都府	84
岩手県	237	大阪府	11	後志	64	岩手県	442	大阪府	8
宮城県	177	兵庫県	75	胆振	79	宮城県	332	兵庫県	170
秋田県	282	奈良県	26	日高	112	秋田県	239	奈良県	12
山形県	148	和歌山県	64	渡島	128	山形県	180	和歌山県	79
福島県	156	鳥取県	60	檜山	239	福島県	550	鳥取県	25
茨城県	8	島根県	101	上川	457	茨城県	145	島根県	90
栃木県	78	岡山県	42	留萌	146	栃木県	304	岡山県	87
群馬県	125	広島県	185	宗谷	80	群馬県	420	広島県	880
埼玉県	8	山口県	21	オホーツク	108	埼玉県	0	山口県	53
千葉県	0	徳島県	7	十勝	135	千葉県	6	徳島県	1
東京都	6	香川県	69	釧路	74	東京都	95	香川県	89
神奈川県	8	愛媛県	41	根室	13	神奈川県	26	愛媛県	36
新潟県	96	高知県	152			新潟県	176	高知県	80
富山県	57	福岡県	124			富山県	7	福岡県	273
石川県	16	佐賀県	40			石川県	0	佐賀県	171
福井県	121	長崎県	43			福井県	24	長崎県	95
山梨県	6	熊本県	83			山梨県	15	熊本県	171
長野県	882	大分県	75			長野県	569	大分県	117
岐阜県	355	宮崎県	125			岐阜県	71	宮崎県	374
静岡県	81	鹿児島県	139			静岡県	80	鹿児島県	626
愛知県	126	沖縄県	0			愛知県	70	沖縄県	3
三重県	39	合計	6,754			三重県	39	合計	8,571

注1) 山地災害危険地区-崩壊土砂流出危険地区(国有林内)は、林野庁各森林管理局ホームページから抜粋、森林管理局ヒアリング、北海道振興局別は振興局ポリゴン利用して算出。

注2) 土砂災害警戒区域-土石流(国有林内)は、国土数値情報から、①土砂災害警戒区域データダウンロード⇒土石流のみ抽出、②国有林野データをダウンロードして、両者から国有林内の土石流区域を抽出、算出。

g. 崩壊土砂流出危険地区及び土石流区域の上流域抽出ツール

開発したツールの崩壊土砂流出危険地区及び土石流区域の上流域抽出ツールの処理画面イメージを図19に示した。