

3 ラスタ化手法と日本全体における地形・地質の素因の分布

日本全国を網羅する地形・地質に関する 2 次的な情報を示す主題図は、「土砂災害警戒区域等」・「深層崩壊推定頻度マップ」・「地すべり地形分布図」の 3 つ考えられ、それぞれデジタルデータ（ベクター形式）で整備されている。これらのベクター形式の主題図を日本全国で統一的に活用するためには、PC の性能等の問題で、データをそのまま処理することが困難な場合が多く、データのラスタ化による情報量の圧縮が求められる。

これらのラスタ化に際して、データの特性或整備状況等により資料毎に表 3.1 に示す課題が存在する。例えば、土砂災害警戒区域は基本的にデジタル形式であるが、整備縮尺が 1/2,500 である。これらは非常に緻密な曲線で描かれており、全国では数万のデータとなるためデジタル形式の情報量が膨大で扱いづらいという欠点がある。

本章ではこれらの情報の圧縮のため、地形・地質情報を被覆面積率としてラスタ化する処理方法を説明するとともに、日本全国における各情報の被覆面積率の分布状況等の整理結果を示す。

表 3.1 素因として用いる主題図ごとのラスタ化のための課題

資料名	データ整備状況および使用データ	ラスタ化に対する課題
土砂災害警戒区域等	「土石流」・「がけ崩れ」・「地すべり」に対する土砂災害警戒区域および土砂災害特別警戒区域のポリゴンデータが GIS データとして整備されている（国土数値情報ダウンロードサイト： http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/ より入手可能）。データは平成 30 年 8 月 1 日公表データを使用	縮尺 1/2500 地形図を基にする成果であり、曲線及び点数が多く、ベクター形式のままではデータ量が膨大となり扱いづらい。
深層崩壊推定頻度マップ	国土交通省のプレスリリース（深層崩壊に関する全国マップについて）にて公表されている元データ（GIS）データを活用した。 （ http://www.mlit.go.jp/common/000121614.pdf ）。 推定頻度毎のポリゴンデータ（GIS データ）は土木研究所で管理されている。	推定頻度毎のポリゴン情報として日本全国を網羅されている。一定エリア内に複数の危険度が混在するため、対象とする区分の抽出が必要。
地すべり地形分布図	防災科学技術研究所の HP で公開されている GIS データで、地すべり地形の移動体はポリゴン情報で滑落崖や後方崖・線状凹地などの内部構造はライン情報により作成されている。国立研究開発法人防災科学技術研究所の地すべり地形分布図デジタルアーカイブ（ https://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/landslidemap/gis.html ）より入手し利用。	ライン情報とポリゴン情報が混在する。 滑落崖や内部構造のケバ表現のうち、空白部も対象として考慮する必要がある。

3.1 解析単元メッシュの設定

本検討は、災害予測のための地形・地質情報に関する素因情報の整備を目的としており、土砂災害警戒情報に用いられる土壌雨量指数などの誘因情報（雨量指標）と同じく3次メッシュ（約1kmメッシュ）のラスタ情報とすべきである。これにより、土砂災害警戒情報の補足資料としても利用できるようになる。そこで解析単元メッシュには、土壌雨量指数などの降雨指標と同一の総務省標準地域メッシュの3次メッシュ（約1kmメッシュ）を用いた。

【標準地域メッシュの3次メッシュとは】

標準地域メッシュとは、統計に利用するために国土を緯度・経度に基づいてほぼ同じ大きさの格子（メッシュ）に分けたものである（昭和48年7月12日行政管理庁告示第143号）。この告示では、統計に用いる標準地域メッシュを「基準地域メッシュ」・「分割地域メッシュ」及び「統合地域メッシュ」の3種類と定めており、各地域メッシュの区分方法とメッシュコードの表示方法を規定している。また、基準地域メッシュは、第1次地域区画を基に区画される。第1次地域区画は、緯度を40分間隔、経度を1度間隔に区分した区画。これを縦横に8等分した区画が第2次地域区画、更にこれを縦横に10等分した区画が基準地域メッシュ（第3次地域区画）となる。

これらの地域メッシュは、現在では総務省統計局だけでなく国の行政機関で広く活用されている。

表 3.2 全国の地域メッシュの区分方法

画の種類	区分方法	緯度の 間隔	経度の 間隔	一辺の 長さ	地図との関係
第1次地域区画	全国の地域を偶数緯度及びその間隔（120分）を3等分した緯度における緯線並びに1度ごとの経線によって分割してできる区域	40分	1度	約 80km	20万分の1地勢図の1図葉の区画
第2次地域区画（統合地域メッシュ）	第1次地域区画を緯線方向及び経線方向に8等分してできる区域	5分	7分 30秒	約 10km	2万5千分の1地勢図の1図葉の区画
基準地域メッシュ（第3次地域区画）	第2次地域区画を緯線方向及び経線方向に10等分してできる区域	30秒	45秒	約 1km	
2分の1地域メッシュ（分割地域メッシュ）	基準地域メッシュ（第3次地域区画）を緯線方向、経線方向に2等分してできる区域	15秒	22.5秒	約 500m	
4分の1地域メッシュ（分割地域メッシュ）	2分の1地域メッシュを緯線方向、経線方向に2等分してできる区域	7.5秒	11.25秒	約 250m	

総務省統計局 HP より引用 (http://www.stat.go.jp/data/mesh/m_tuite.html)

3.2 地形・地質に関する主題図のラスター化手法の概要

地形・地質に関する 3 つの主題図について、日本全国を一律に扱うためのデータ活用性や土砂災害警戒情報の高度化を考慮し、3 次メッシュ (1km メッシュ) ごとの被覆面積率のラスター情報として整理した。図 3.1 に地形・地質情報に関するラスター化のフローチャートを、図 3.2 に被覆面積率の考え方を示す。また、地形・地質に関する主題図毎のラスター化方法を示す。以後、被覆面積率としてラスター化する要素を素因と呼ぶ。また、ラスター化された情報のことを素因情報と呼ぶ。

【地すべり地形分布図及び土砂災害警戒区域等】

地すべり地形分布図は滑落崖や内部構造等のラインデータと移動体のポリゴンデータが混在している。この 2 つは別種のオブジェクトであり、ラインに基づく面積集計はアルゴリズム上実施不能である。また、滑落崖は傾斜方向と範囲がラインで表現される図形で示され、ライン間の空白部も含めて滑落崖と判断される。そのため滑落崖の面積をラインの塗りつぶし範囲などで集計すると過小評価になりやすい。

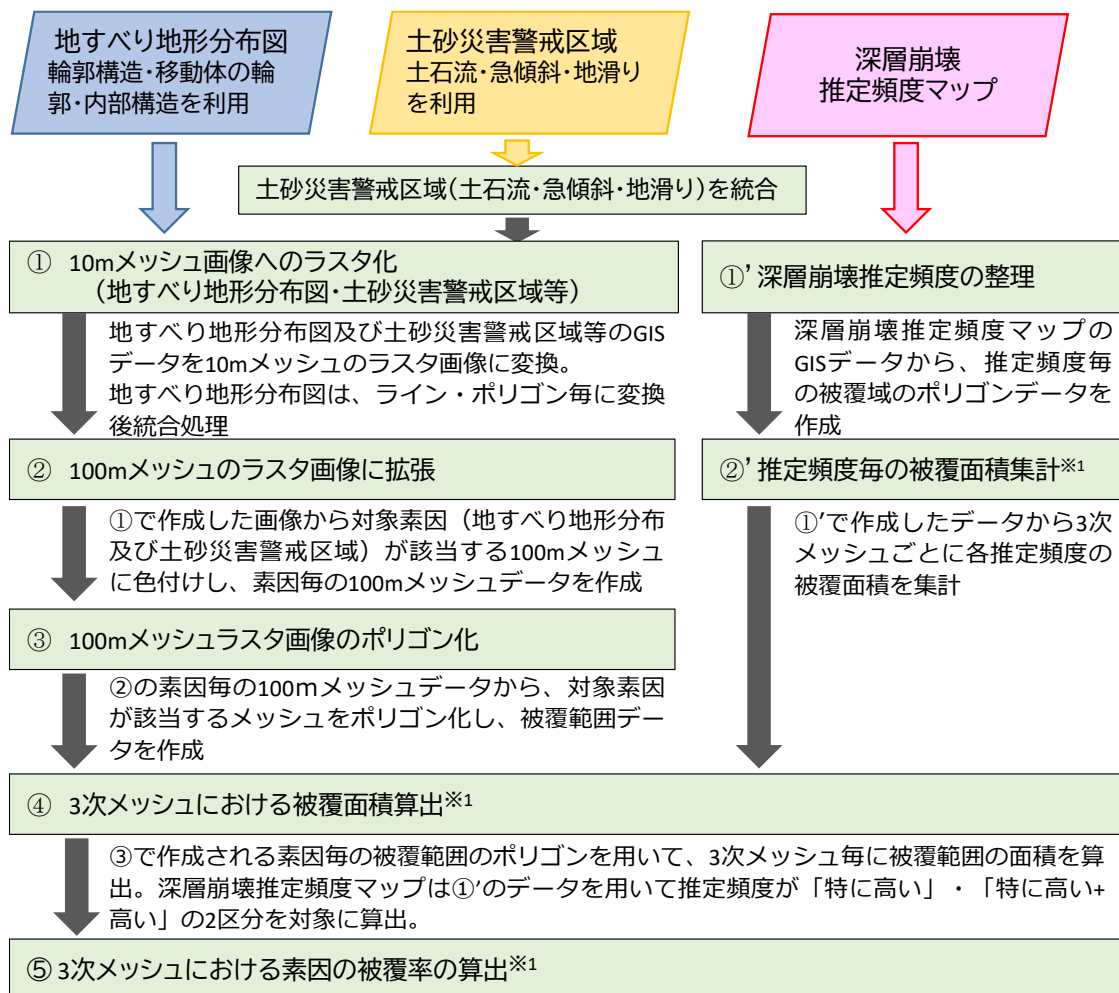
土砂災害警戒区域は、すべてがポリゴン情報であるものの、ポリゴンを構成する点情報の密度が高くかつ箇所数も多いため、日本全国ではデータ量が膨大となるという課題がある。

そこで、これらの主題図については、ライン及びポリゴンデータを 10m メッシュにラスター化したのち、100m メッシュごとに素因の有無を集計し、1km メッシュ内における素因属性のある 100m メッシュの占める割合を素因の被覆面積率とした (図 3.1、図 3.2)。実際には、1km メッシュは緯度方向と経度方向の距離が異なり、100m の正方メッシュとはズレが生じてしまうため、素因が含まれる 100m メッシュを一度ポリゴンに変換したのち、1km メッシュ毎の面積率を算出した。ここで、100m メッシュ化により算出した被覆面積率はポリゴンから直接集計した被覆面積率よりもやや高目となる傾向を示すことに留意が必要である。

【深層崩壊推定頻度マップ】

深層崩壊推定頻度マップは、比較的広い地域をひとまとめにしたポリゴンデータであり、境界線の粗密が他の素因データより小さいため、被覆面積率を 100m メッシュから算出する手法と直接ポリゴンの面積から算出する手法の差は、極めて小さいと考えられる。また、深層崩壊推定頻度マップは複数の推定頻度が混在するため、推定頻度毎のポリゴンから直接 1km メッシュ毎の被覆面積を算出し、被覆面積率を算出した (図 3.1)。

これら 1km メッシュ毎の被覆面積率を地形・地質の素因情報とした。主題図毎の具体的な被覆面積率の算出事例については、巻末資料に付した。



④および②'で算出される素因の被覆面積と3次メッシュの面積から被覆率を算出する。

※1：面積はUTM座標系に変換したのちGISにて算出した。

図 3.1 3種類の地形・地質に関する主題図ごとの素因の被覆面積率の算出手順

被覆面積率の考え方

被覆面積率は3次メッシュを基本単位として、素因を含む100mメッシュの被覆面積が占める割合で示したものである。地すべり地形分布図及び土砂災害警戒区域等の被覆面積率については、100m四方ごとに素因の該当有無を評価し、「該当あり」と評価される100mメッシュの割合で評価した。

$$\text{被覆面積率} = \frac{\text{該当3次メッシュ内の素因被覆面積}}{\text{3次メッシュの面積}}$$

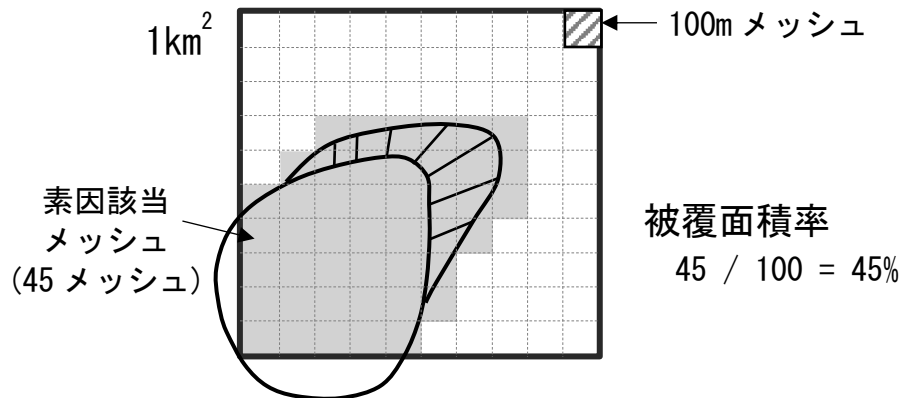


図 3.2 素因の被覆面積率の考え方

3.2.1 対象とする地形・地質に関する主題図のラスタ化項目

3種類の地形・地質に関する主題図の要素のうち、土砂災害警戒区域等については土砂災害警戒区域と土砂災害特別警戒区域の2種類、深層崩壊推定頻度マップについては推定頻度が2種類、地すべり地形分布図は本手法に加えて、既存研究による手法の2種類の合計6種類の素因についてラスタ化を行い、それぞれの素因情報を比較した。

本資料における素因のラスタ化項目

- ・土砂災害警戒区域 (Yzone) の被覆面積率 (W_Y)
- ・土砂災害特別警戒区域 (Rzone) の被覆面積率 (W_R)
- ・地すべり地形分布図の被覆面積率 (S)
- ・地すべり地形分布図 (移動体のみ) の被覆面積率 (S')
「土志田 (2015) の手法 (参考値)」
- ・深層崩壊推定頻度マップ「特に高い」領域の被覆面積率 (D_A)
- ・深層崩壊推定頻度マップ「特に高い+高い」領域の合算被覆面積率 (D_{AB})

1) 土砂災害警戒区域等における素因のラスタ化項目

土砂災害警戒区域等については、「土砂災害警戒区域 (Yゾーン)」と「土砂災害特別警戒区域 (Rゾーン)」の被覆面積率をそれぞれ算出した。RゾーンはYゾーンに包含される。以後、前者を W_Y 、後者を W_R と表記する。

2) 地すべり地形分布図における素因のラスタ化項目

地すべり地形分布図における被覆面積率については、既存の研究事例として土志田 (2015) がある。土志田 (2015) では、地すべり地形分布図の GIS データのうち、ポリゴン情報である地すべり移動体のみを用いて被覆面積率を算出している。また、解析単元はメッシュサイズ 1km の正方メッシュであり、3次メッシュ (緯度経度単位: 約 1km のメッシュ) とは異なる。

一方、本手法による地すべり地形分布図の被覆面積率は、ライン情報である地すべり滑落崖とポリゴンデータである地すべり移動土塊のデータの両方を用いて被覆面積率を算出しているという違いがある。

本資料では参考として、本手法により算出した地すべり地形分布図の被覆面積率 (S) と土志田 (2015) の手法に準じた 3次メッシュ毎の被覆面積率 (S') について比較した。

3) 深層崩壊推定頻度マップにおける素因のラスタ化項目

深層崩壊推定頻度マップには、4つの推定頻度区分があり、高い方から「特に高い」、「高い」、「低い」、「特に低い」に分けられる。これらのうち、推定頻度区分が「高い」以上に区分される領域に着目し、「特に高い」と「特に高い OR 高い」の2区分に対して被覆面積率によるラスタ化を実施した。以後、前者を D_A 、後者を D_{AB} と表記する。

3.3 地形・地質に関する主題図のラスタ化結果

1km メッシュごとの地形・地質情報である主題図の被覆面積率（素因情報）の分布を以下に示す。

【土砂災害警戒区域等】

日本全国の土砂災害警戒区域（Y）および土砂災害特別警戒区域（R）について、被覆面積率を算出した結果を図 3.3 及び図 3.4 に示す。

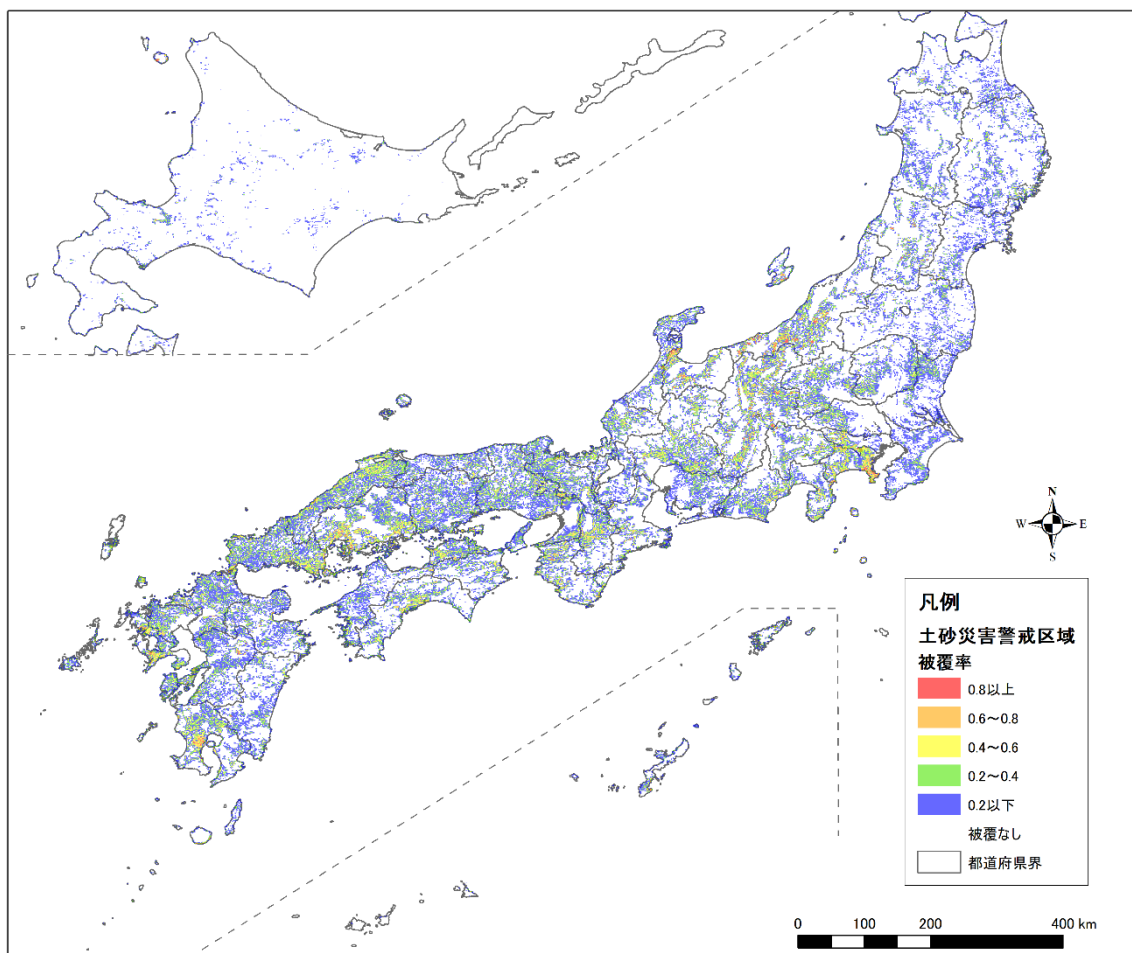


図 3.3 1km メッシュ毎の土砂災害警戒区域（Y）の被覆面積率

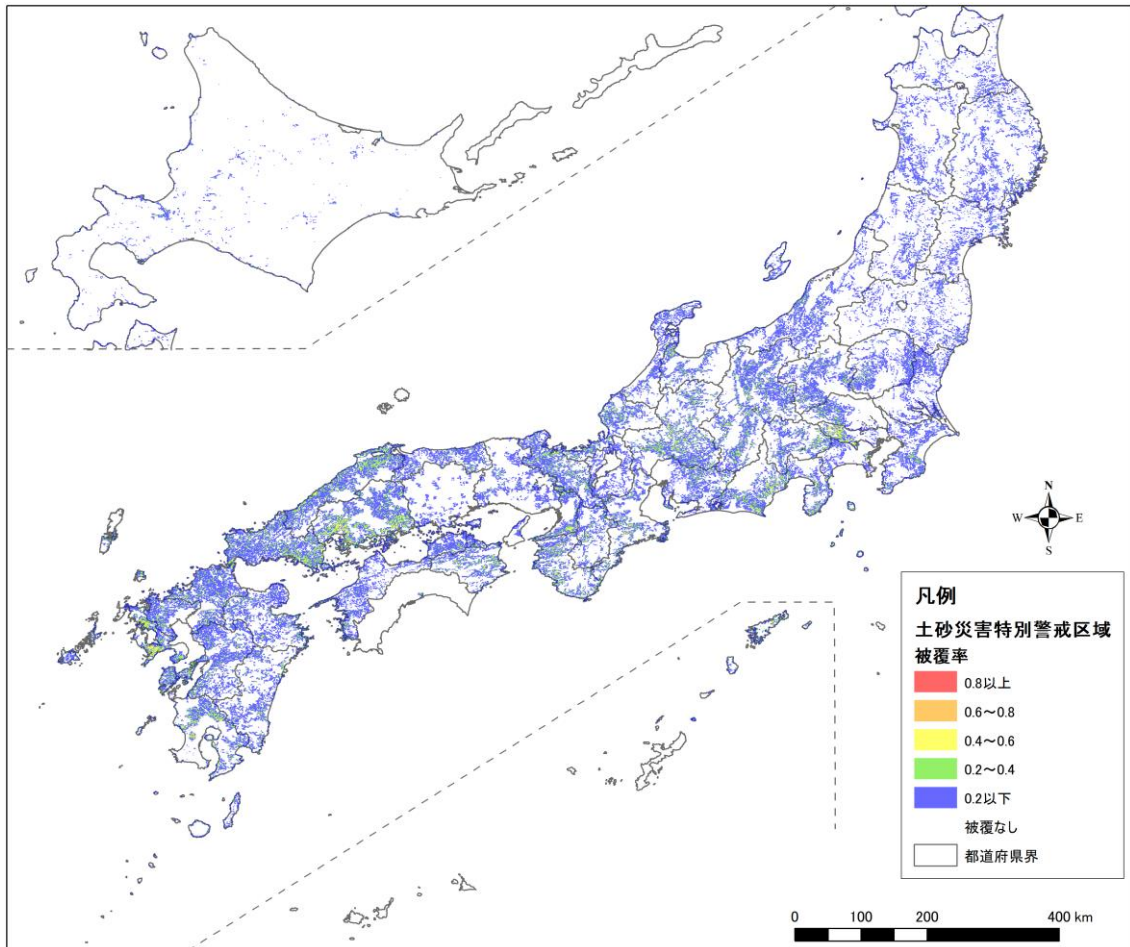


図 3.4 1km メッシュ毎の土砂災害特別警戒区域 (R) の被覆面積率

両者を比較すると、土砂災害警戒区域 (Y) の被覆面積率 (W_Y) は、関東から西において、黄色～黄緑色のやや高い値を示している。一方、土砂災害特別警戒区域 (R) の被覆面積率 (W_R) は、土砂災害警戒区域 (W_Y) よりも黄色～黄緑色の範囲が狭く、全体的に低い面積率となる傾向がみられる。

土砂災害特別警戒区域は、発生した土砂等によって木造家屋の倒壊等が想定されるエリアであり、土砂災害警戒区域に包含される区域である。そのため、 W_R は W_Y よりも被覆面積率が低くなる傾向を示す。なお、高知県については、土砂災害警戒区域が先行指定されており、平成 30 年 8 月 1 日までの指定状況のデータでは、多くの土砂災害特別警戒区域は未指定である。これは、今後も順次指定が行われるため、改善されていくものである。

3.3.1 地すべり地形分布図

日本全国の地すべり地形分布図における被覆面積率を算出した結果を図 3.5 と図 3.6 に示す。

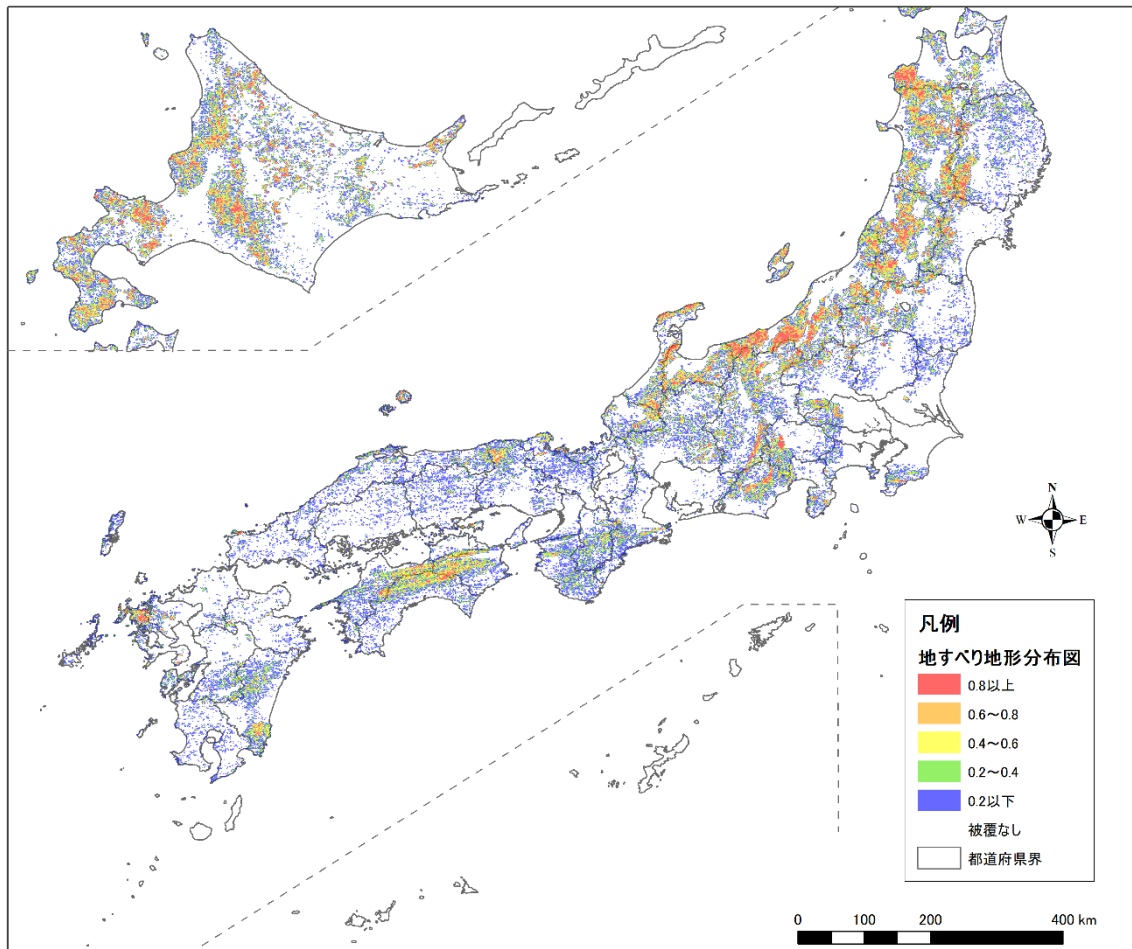


図 3.5 本手法による 1km メッシュ毎の地すべり地形分布図の被覆面積率

本手法による 1km メッシュごとの地すべり地形分布の被覆面積率 (S) では、北海道の中央部の西側～北海道南西部にかけて、被覆面積率が高い領域がみられる。また、日本海側の秋田県～石川県の山地部で被覆面積率が高いことがわかる。さらに、四国の北側にも被覆面積率が高い領域がみられる (図 3.5)。

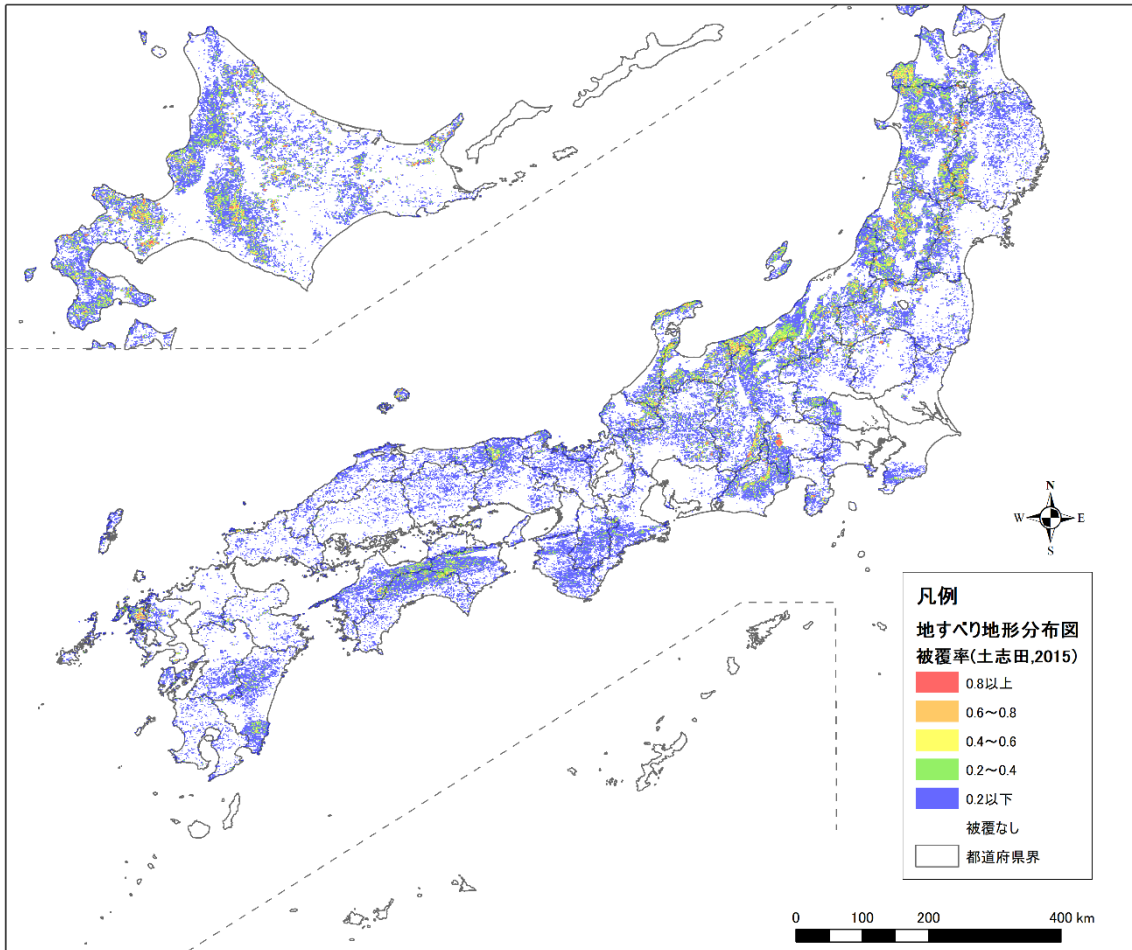


図 3.6 土志田（2015）の手法に準じた地すべり地形分布図の被覆面積率分布

土志田（2015）の手法による被覆面積率（ S' ）は、地すべり移動体による被覆面積率である。そのため、本手法による地すべり地形分布の被覆面積率（ S ）よりも小さな値を示すものの、被覆面積率の高い地域は概ね一致している（図 3.6）。

3.3.2 深層崩壊推定頻度マップ

深層崩壊推定頻度マップのうち、推定頻度が「特に高い」または「特に高い+高い」に該当する2種類について被覆面積率を算出した。

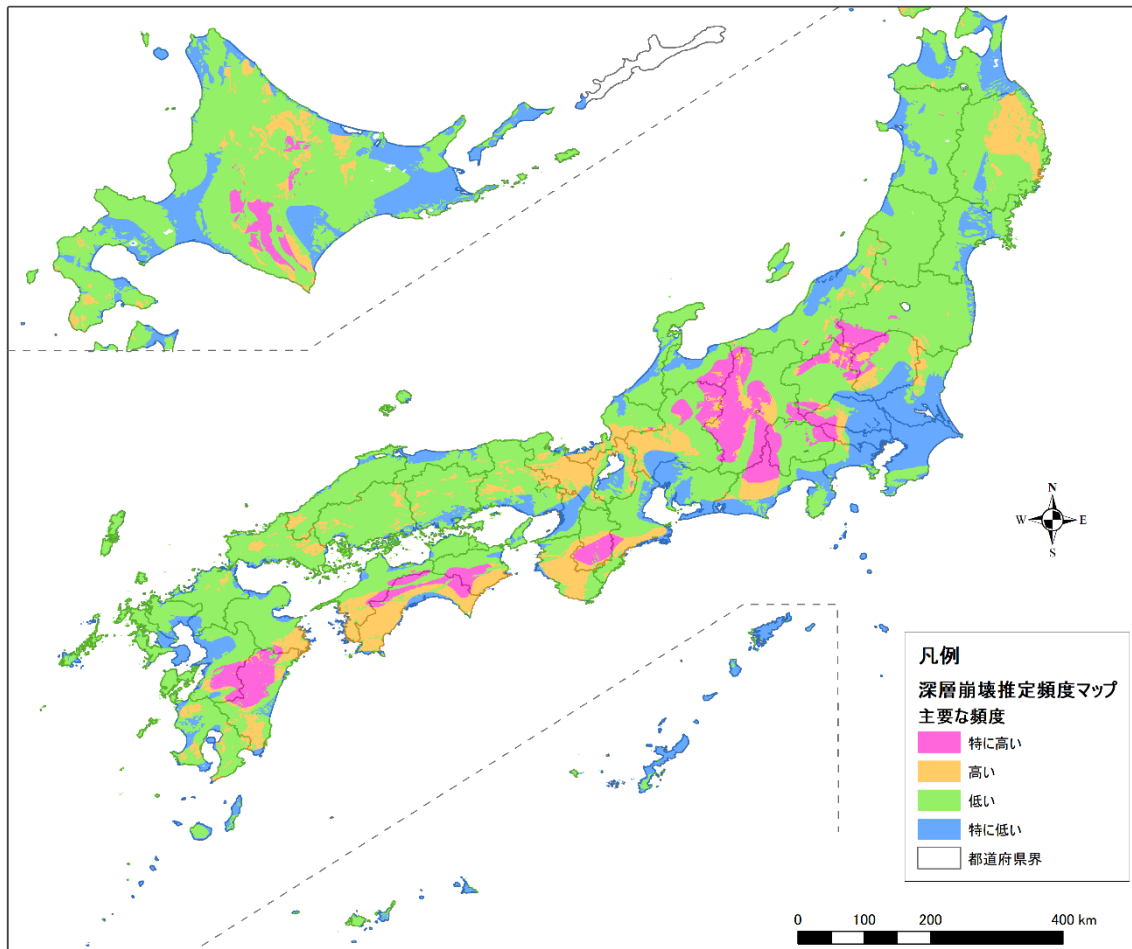


図 3.7 深層崩壊推定頻度マップ

深層崩壊推定頻度マップは、過去の災害資料を教師として地形的・地質的な検討に基づいて得られた深層崩壊の発生頻度を4区分したマップである。比較的広域に同一の推定頻度が分布する(図 3.7)。

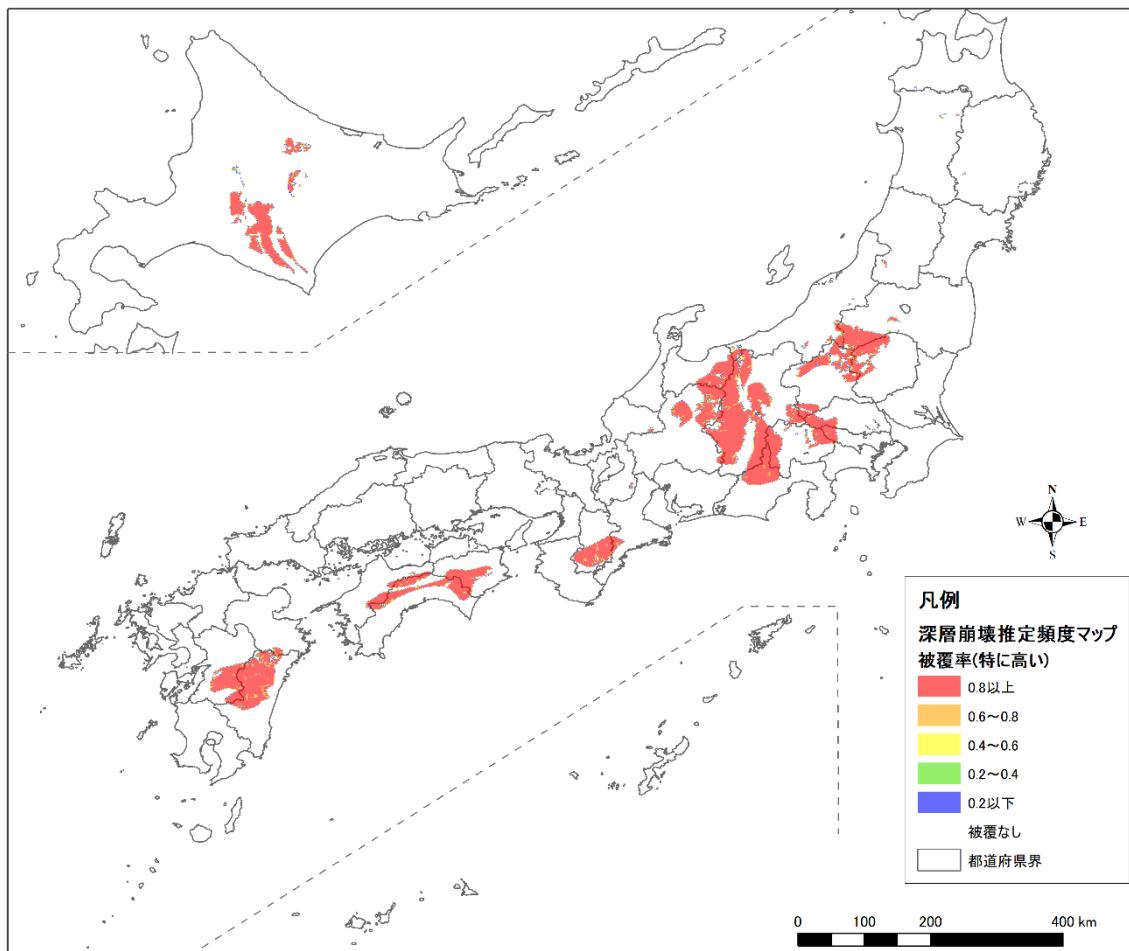


図 3.8 1km メッシュ毎の層崩壊推定頻度マップ「特に高い」の被覆面積率分布

深層崩壊推定頻度マップのうち「特に高い」に該当するエリアに対して、1km メッシュ毎に被覆面積率 (D_A) を算出した。

深層崩壊推定頻度マップの「特に高い」に該当するエリアは、北海道の中央南部の日高山脈付近、北関東の群馬・栃木・福島・新潟の県境付近、静岡から長野・富山にかけての日本アルプス、紀伊山地、四国山地、九州山地付近にみられる。該当エリアの多くが被覆面積率 0.8 以上である。エリアの境界部付近にのみ 0.8 未満のメッシュが分布しており、面積率が 0.8 未満のメッシュの数は極めて少ないことがわかる (図 3.8)。

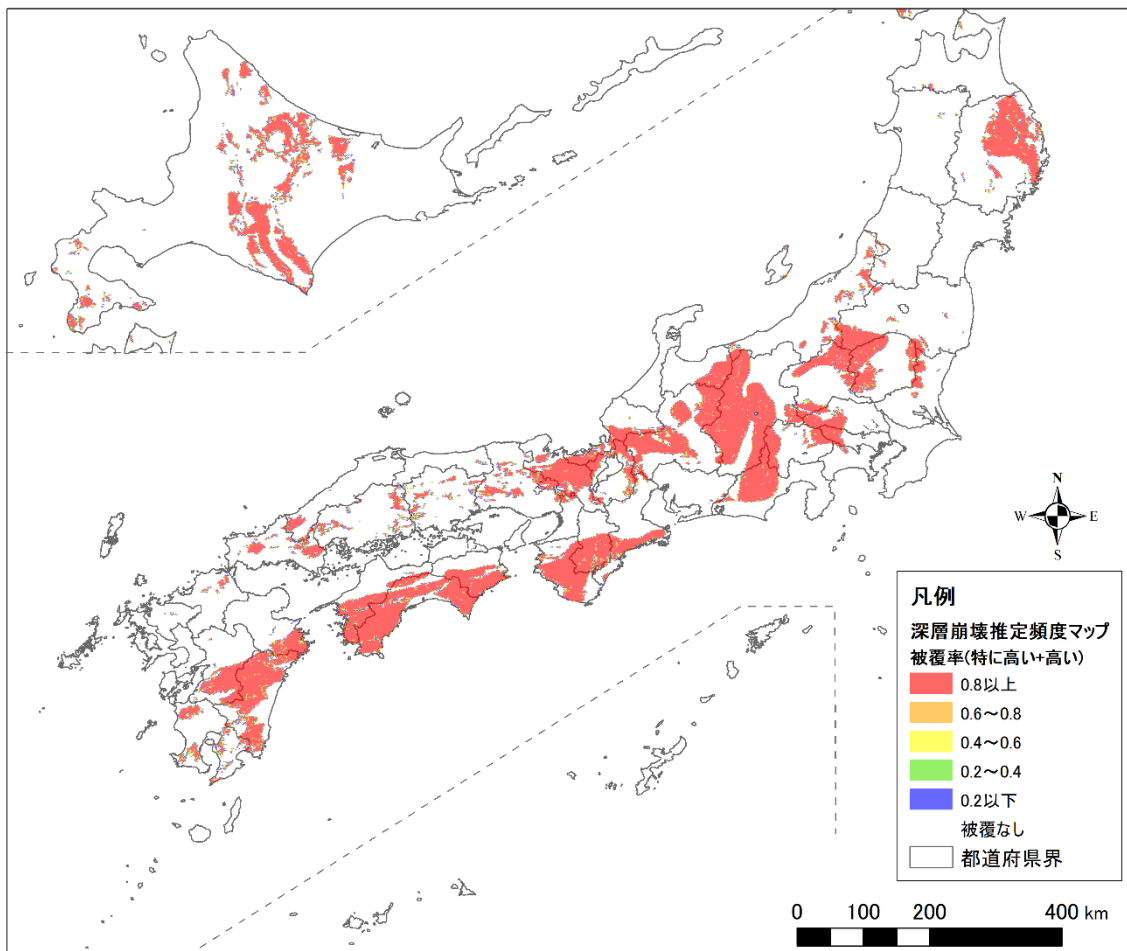


図 3.9 1km メッシュ毎の深層崩壊推定頻度マップ「特に高い+高い」の被覆面積率分布

深層崩壊推定頻度マップの「特に高い」または「高い」に該当するエリアについて、1kmメッシュ毎に被覆面積率 (D_{AB}) を算出した。

深層崩壊推定頻度マップ「特に高い」に該当するエリアの分布と比較すると、紀伊山地～四国～九州南部の中央構造線以南の地域が広く該当するほか、北海道北部や岩手県北部、近畿地方から中国地方の内陸部も該当する。被覆面積率 0.8 未満のエリアの分布傾向は、深層崩壊頻度マップ「特に高い」に該当するエリアの傾向と同様に、面積率 0.8 以上のエリアの境界部に主に分布している (図 3.9)。

3.4 日本全国における各素因情報の分布状況

地形・地質に関する主題図より得られた 1km メッシュごとの被覆面積率として整理される素因情報について、被覆面積率の変化に伴う該当メッシュ数の変化等の傾向を把握した。なお、各図は、横軸に被覆面積率の区間 (0.1 ピッチ)、縦軸にその区間に含まれるメッシュ数を示す。また累積頻度を折れ線グラフで示す。

3.4.1 土砂災害警戒区域等

土砂災害警戒区域の被覆面積率 (W_Y) および土砂災害警戒区域の被覆面積率 (W_R) について、被覆面積率 0.1 間隔における該当メッシュの頻度分布と累積割合を整理した。

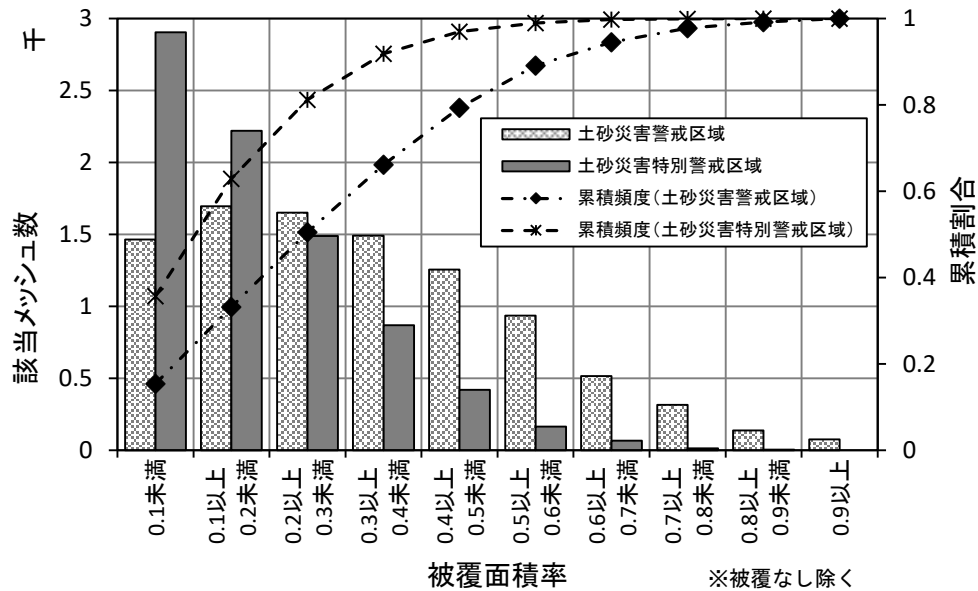


図 3.10 土砂災害警戒区域等の被覆面積率 (W_Y) 及び (W_R) の頻度分布

図 3.10 に土砂災害警戒区域の被覆面積率 (W_Y) と土砂災害特別警戒区域の被覆面積率 (W_R) の分布を示す。 W_R は 0.1 未満の被覆面積率で最も頻度が高く、徐々に減少する傾向がみられる。また、 W_Y は被覆面積率 0.1 以上 0.2 未満にピークを持ち、被覆面積率の増加に伴い緩やかに減少している。そのため、比較的高い被覆面積率では、 W_R よりも該当メッシュが多い傾向がみられる。

3.4.2 地すべり地形分布図

地すべり地形分布図における被覆面積率 (S) と土志田 (2015) の手法に基づく被覆面積率 (S') について、被覆面積率 0.1 間隔における該当メッシュの頻度分布と累積割合を以下に整理した。

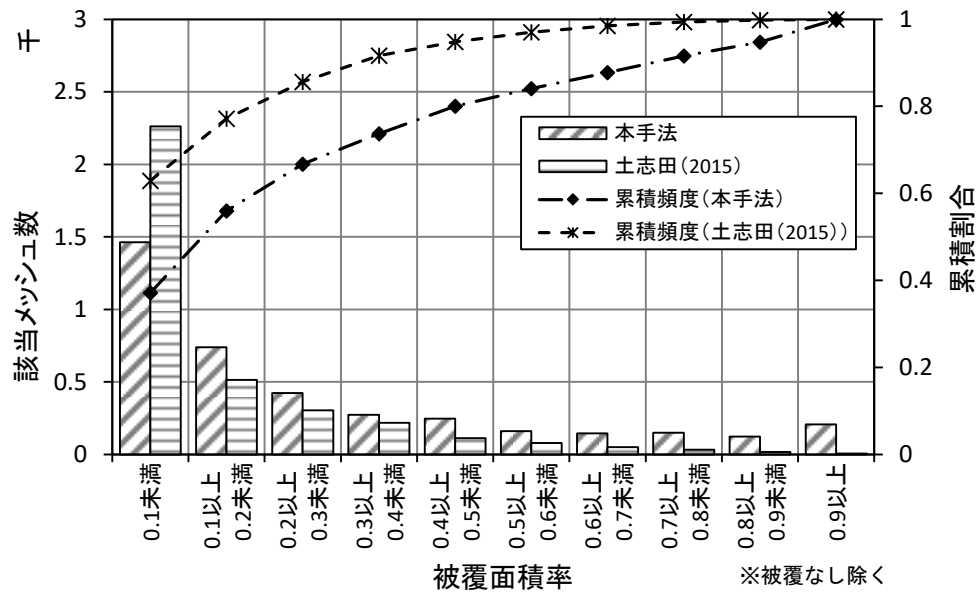


図 3.11 地すべり地形分布図の被覆面積率 (S) 及び土志田(2015)の被覆面積率 (S') 分布

本検討の手法に基づく地すべり地形分布図の被覆面積率 (S) と土志田 (2015) の手法に基づく地すべり地形分布図の被覆面積率 (S') の分布を比較すると、S と S' ともに、ほぼ同様の分布形状を示すが、被覆面積率 0.1 未満では、S' の頻度が高く、0.1 以上では逆に S の頻度が高くなる傾向がみられる (図 3.11)。これは、本手法 (S) の方が滑落崖等のライン情報を含めた被覆面積率であるうえ、素因の有無を 100m メッシュ単位でカウントするという手法によるものと考えられる。

3.4.3 深層崩壊推定頻度マップ

深層崩壊推定頻度マップでは、「特に高い」に該当するエリアの被覆面積率 (D_A) 及び「高い」以上に該当するエリア（「特に高い+高い」）の被覆面積率を (D_{AB}) について、被覆面積率 0.1 間隔ごとの該当メッシュの頻度分布と累積割合を整理した。

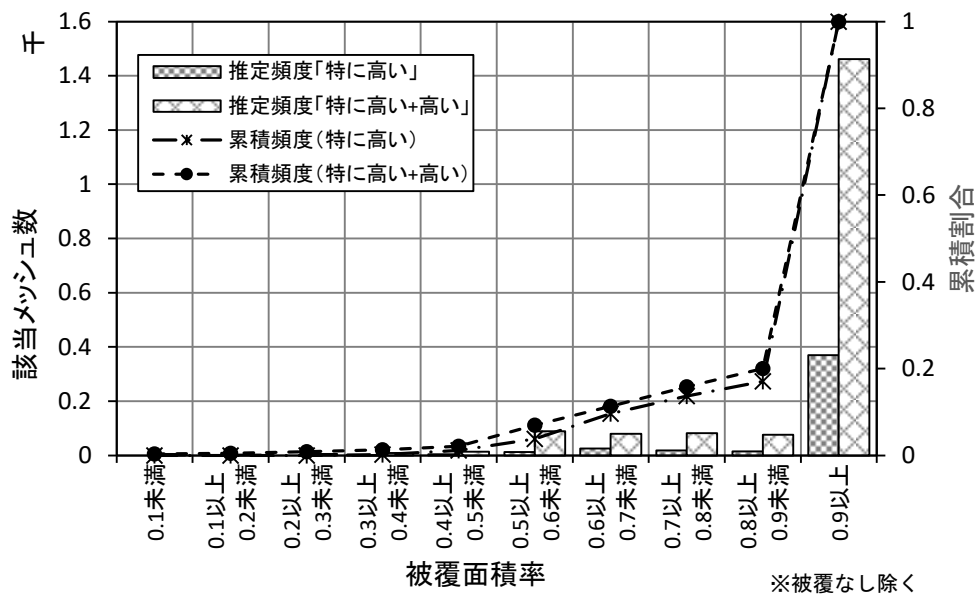
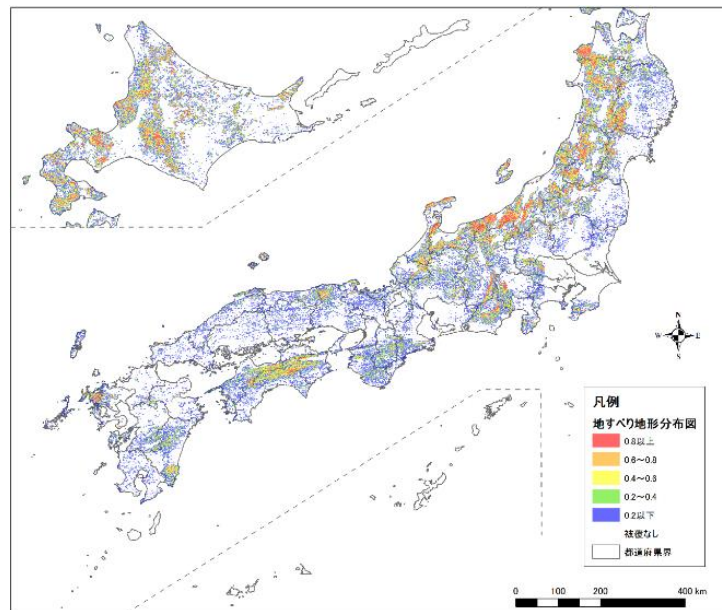


図 3.12 深層崩壊推定頻度マップの被覆面積率（「特に高い」： D_A ）及び被覆面積率（「特に高い+高い」： D_{AB} ）の分布

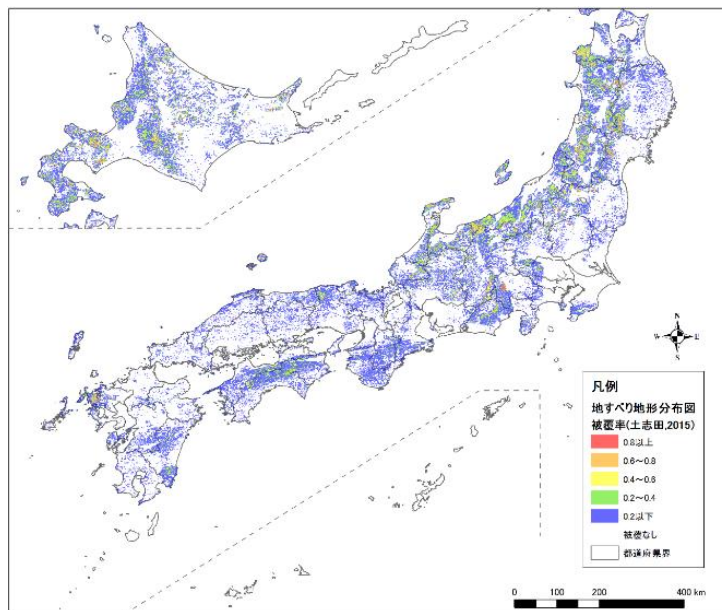
深層崩壊推定頻度マップのうち、「特に高い」に該当するエリアの被覆面積率 (D_A) と「特に高い+高い」に該当する被覆面積率 (D_{AB}) の分布形状は、ほぼ同一であり、0.9 以上の非常に高い面積率に集中していることがわかる（図 3.12）。

3.4.4 既往研究手法との比較検証

地すべり地形分布図に関して、本手法による被覆面積率 (S) と土志田 (2015) の手法による被覆面積率 (S') を比較すると、本研究による被覆面積率分布の方がやや高い値を示しているが、その集中域はほとんど変わらない。また、両者のヒストグラムからも、全体的な被覆面積率の全体の分布形状にはほとんど違いがないことが確認された (図 3.13)。



本資料の手法に基づく地すべり地形図分布図の被覆面積率分布 (再掲)



土志田 (2015) に基づく地すべり地形分布図の被覆面積率分布 (再掲)

図 3.13 ラスタ化手法の違いによる地すべり地形分布図による被覆面積率の比較