

デジタル林業推進業務 (違法伐採対策)

業務報告書

令和6年3月

一般社団法人 日本森林技術協会

目 次

1 章.	業務概要	1
1.1.	業務の目的	1
1.2.	実施概要	1
2 章.	伐採届、林地開発許可等の GIS データ化・整理	3
2.1.	実施内容	3
2.2.	Excel 等の表データと GIS データの結合	3
3 章.	衛星画像による令和 4 年度の森林変化箇所の抽出	10
3.1.	実施内容	10
3.2.	衛星画像による森林変化抽出	10
4 章.	分析結果の報告	15
4.1.	不突合箇所	15
4.2.	伐採届対象箇所のデータについて	18

巻末資料

- ・ 不突合箇所

1章. 業務概要

1.1. 業務の目的

全国的に人工林が利用期に達するとともに、国際情勢の影響で輸入材の供給が不安定となる中、国産材の需要が高まっている。一方で、九州地方など皆伐再造林が進んでいる一部地域において、無断伐採事案が確認されている。今後、大館市でも木材需要が高まることが想定されることから、その発生を未然に防ぐ対応が必要になる。本業務では衛星画像による森林変化抽出手法を用い、継続的に変化箇所と伐採届等を確認し、無断伐採の抑止につなげることを目的とする。

1.2. 実施概要

本業務の実施概要は表 1-1 のとおりであり、作業の流れを図 1-1 に示す。

表 1-1 実施概要

実施項目	内 容
(1) 伐採届、林地開発許可等の GIS データ化・整理	伐採届等の対象箇所の情報を GIS 分析に用いるため、該当箇所をポリゴンデータ化した。
(2) 衛星画像による令和 4 年度の森林変化箇所の抽出	FAMOST ¹ を用い、令和 4 年 5 月から 6 月を期首、令和 5 年 5 月から 6 月を期末とし、衛星画像による森林変化箇所の抽出を行った。
(3) 分析結果の報告	(1) の伐採届等の対象箇所と (2) の森林変化箇所を突合し、不突合箇所の整理を行った。

¹ FAMOST (Forest and Agriculture Monitoring Observation with Satellite Technology) : Google Earth Engine と無償衛星データを組み合わせ、2 時期の衛星画像を任意の期間で比較することで森林変化箇所のポリゴンを得られるプログラム。

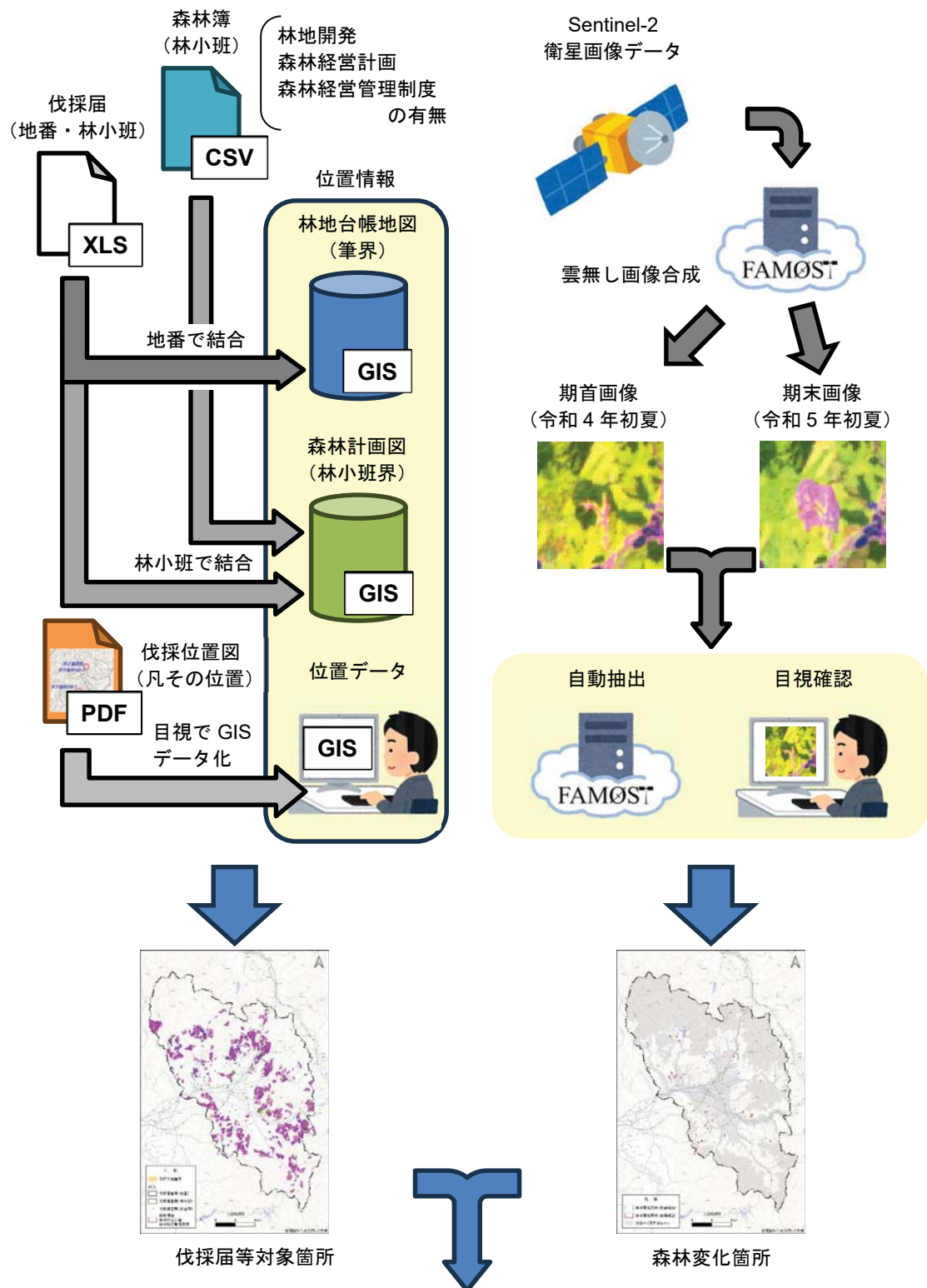


図 1-1 作業の流れ

2章. 伐採届、林地開発許可等の GIS データ化・整理

2.1. 実施内容

大館市の民有林において立木を伐採するとき、森林経営計画に基づく場合は伐採後 30 日以内に伐採届を、基づかない場合は伐採する 30～90 日前までに伐採及び伐採後の造林の届出書を市に提出する必要がある。また、1 ヘクタール（太陽光発電設備の設置を目的とする場合は、0.5 ヘクタール）を超える森林で開発行為を行う場合は、県へ林地開発の許可申請を行う必要がある。

本業務において、これらの届出・申請が行われている箇所は森林変化が予定されていることから、既存の GIS データを活用し位置情報等の整理を行った。

2.2. Excel 等の表データと GIS データの結合

(1) 既存の GIS データ

森林の所在は、地番または林小班で示すことができる。地番は法務局により登記された土地に割り当てられているものであり、固定資産税の課税等に用いられる。土地の境界情報は明治期に作成された公図に基づくが、近年の地籍調査により測量成果に基づいた修正が進められている。一方、林小班は森林所有者や林相が同一な森林ごとに設定された区画の単位であり、県が整備している森林計画図で図化されている。前者は市の税務課で、後者は県の森林資源造成課で GIS データを保有している。市の林政課では、それらのデータを元として作成された林地台帳を保有している。

本業務では、地番および地籍調査の境界情報を用いる際は林地台帳の GIS データ、林小班を用いる場合は森林計画図の GIS データを用いることとした。

(2) 伐採届の対象箇所

大館市の伐採届は Excel 形式の伐採造林届管理簿により管理されており、所在は地番や林小班で示されている（図 2-1）。それぞれの対象箇所の所在は単一または複数からなり、地番単位で整理番号が割り振られている。なお、1つの整理番号について、1つの地番で示されているが、林小班は複数で示されていたり、記載されていない場合がある。

これらの所在情報と、GIS データを結合することにより、地図上で所在を把握することができる。

一方、令和 5 年現在、大館市の地籍調査の進捗率は 51%となっており、林地台帳地図の GIS データには地番が含まれていないものがある。この場合は林小班で結合するが、森林計画図の境界が元となるため、精度が低くなることに留意する必要がある。

なお、伐採造林届管理簿に林小班の記載がなく、GIS データに該当地番が無いものについては結合することは不可能である。

届出通知番号 4-	整理番号	森林所有者等 (届出人)		森林の所在						
		住所	氏名	大字	字	地番		林小班		
						本番	枝番	林班	小班	枝番
10	16					86		113	113	0
								113	113	1
11	17					116	2	51	119	
									123	
	18					31	4	51	119	
									123	
	19					130	2	53	40,57 60,61 65	
20						85		53	60	
									61	
									65	
21						3	1	65	33	
22						23	7	65	33	

図 2-1 伐採造林届管理簿における森林の所在の例

データの有無に応じた処理方法についてまとめたものを表 2-1 に示す。GIS データと結合することができた箇所は、そのまま所在情報として利用し、結合できなかった箇所は伐採届位置図 (図 2-2) を参照して別途 GIS データを作成した。

以上により伐採届の情報から得られた伐採届対象箇所を図 2-3 に示す。

表 2-1 伐採届に関わる GIS データの処理方法

伐採造林届管理簿		林地台帳		処理方法
地番	林小班	地番	林小班	
○	○	○	—	①地番で結合
		×	○	②林小班で結合
	×	○	×	③結合不可。位置図を参照
		×	—	③結合不可。位置図を参照

○: データ有り ×: データ無し —: データ有無は無関係

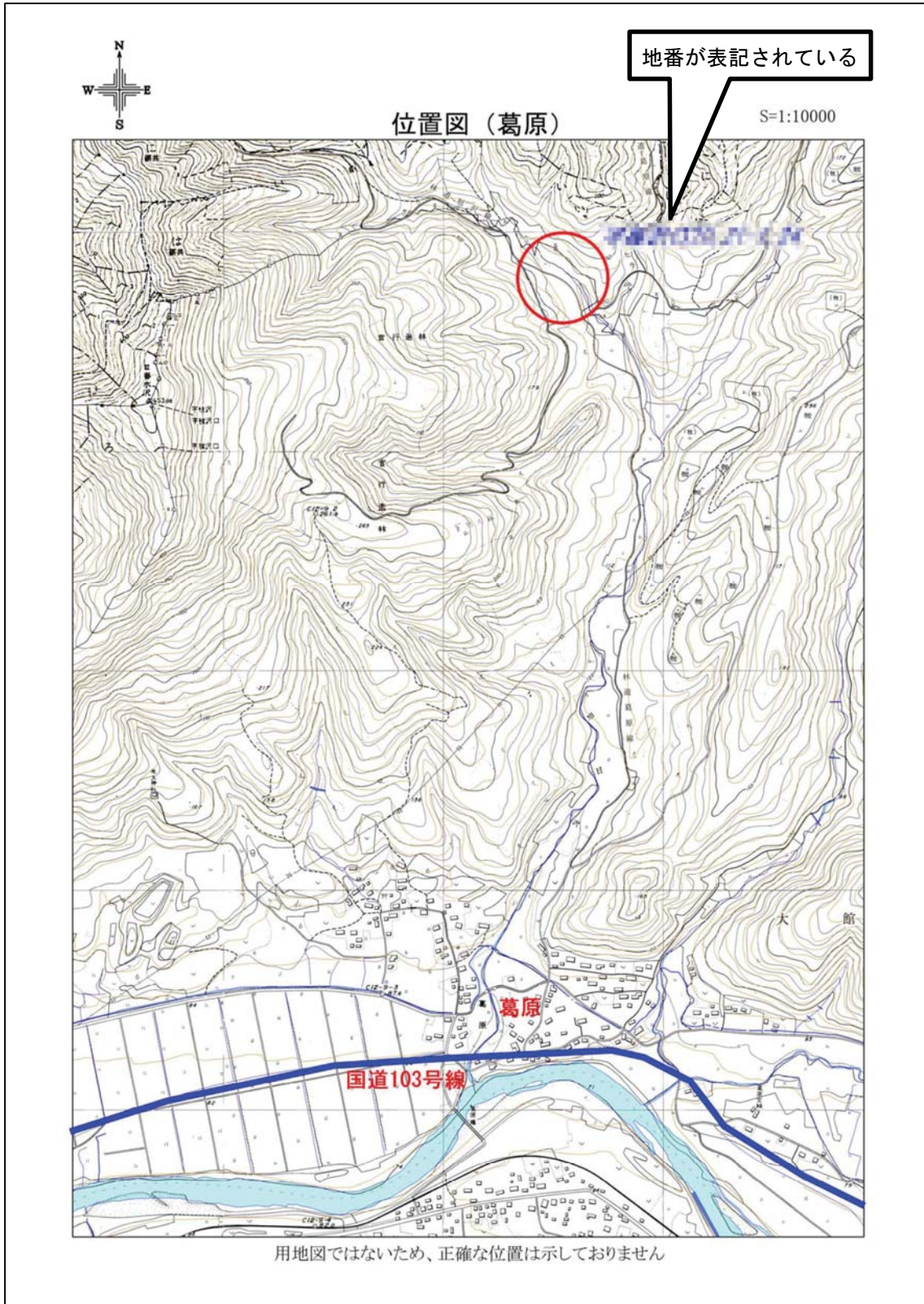


図 2-2 伐採届位置図の例

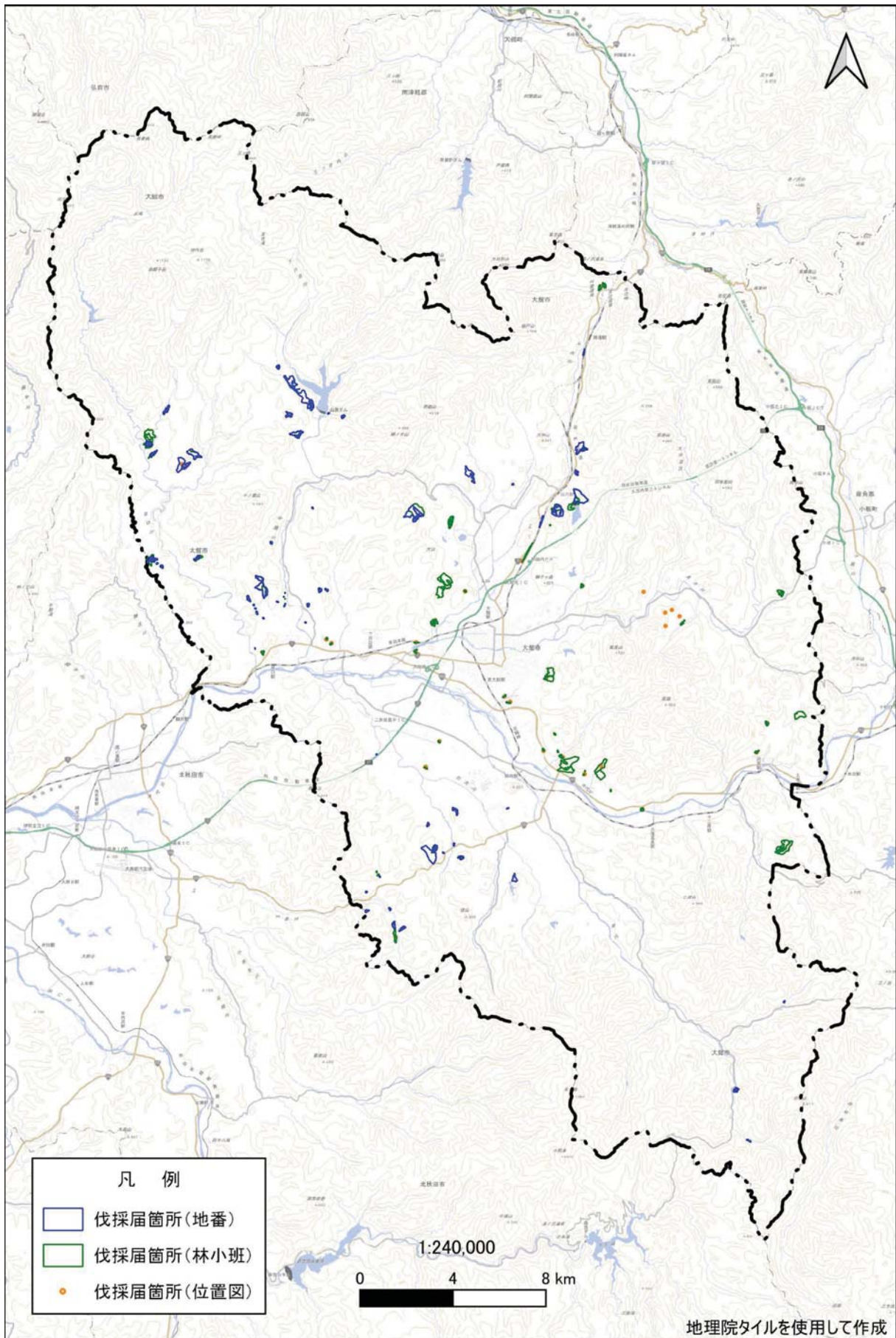


図 2-3 伐採届対象箇所

(3) 森林簿における林地開発等対象箇所

伐採届以外の林地開発等対象箇所について、県が整備している森林簿で確認した。森林簿の項目のうち、林地開発、森林経営計画、森林経営管理制度に係る項目（表 2-2）が空でないものを抽出し、森林計画図 GIS データと結合して所在を確認した。

表 2-2 森林簿における林地開発等対象箇所の該当項目

項目	内容
林地開発	林地開発許可の設定状況 (開発中)
経営計画属人区分 経営計画属地区分	森林経営計画のうち、属人計画の認定区分 および 森林経営計画のうち、林班計画または区域計画の認定区分 (市町村認定、知事認定、大臣認定)
森林経営管理制度	森林経営管理制度の設定状況 (経営管理権または経営管理実施権)

これら森林簿の情報より得られた林地開発等対象箇所を図 2-4 に示す。

(4) GIS による対象箇所の整理

以上の伐採届および森林簿から得られた対象箇所（図 2-3 と図 2-4 の和にあたる）を図 2-5 に示す。

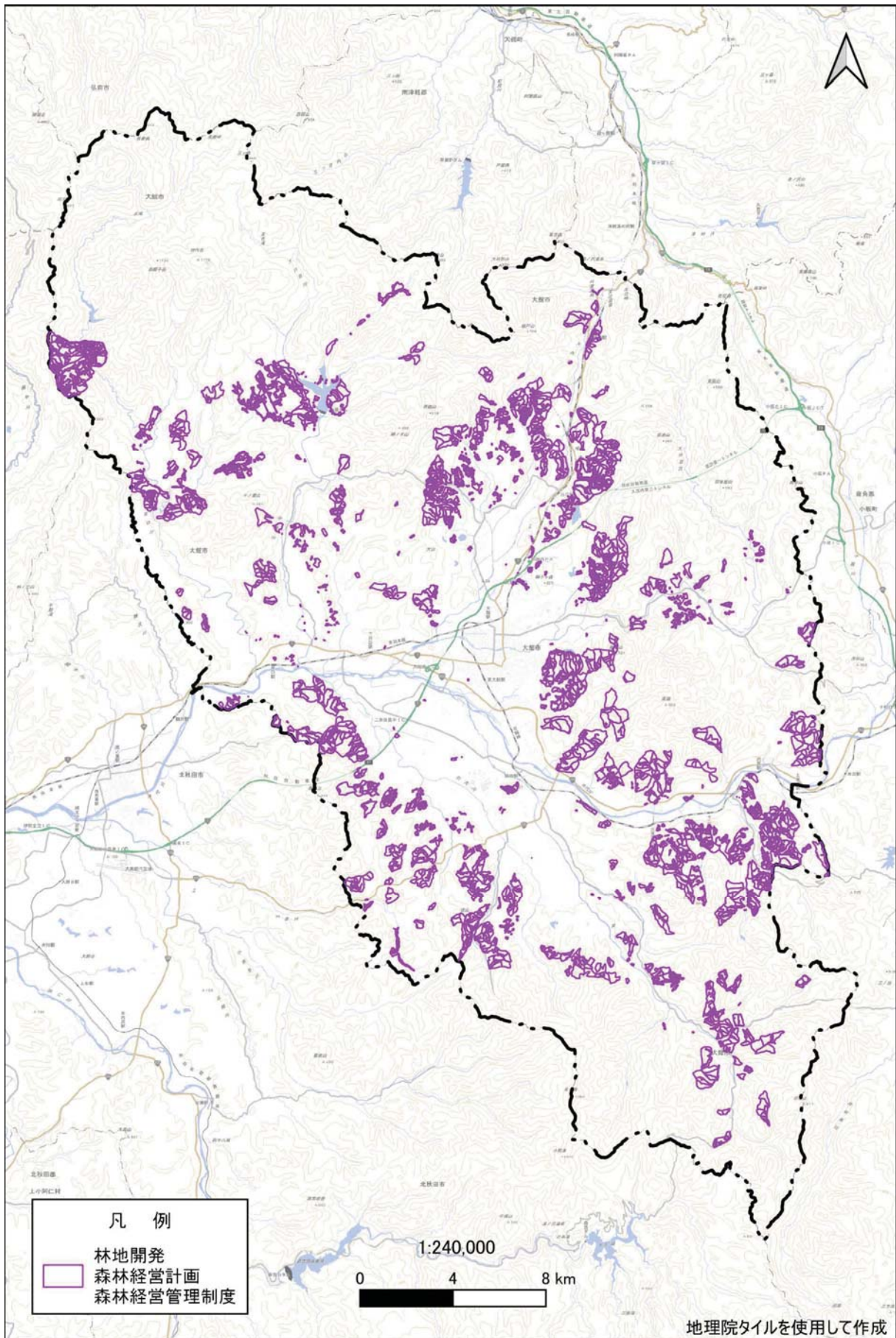


図 2-4 森林簿による対象箇所

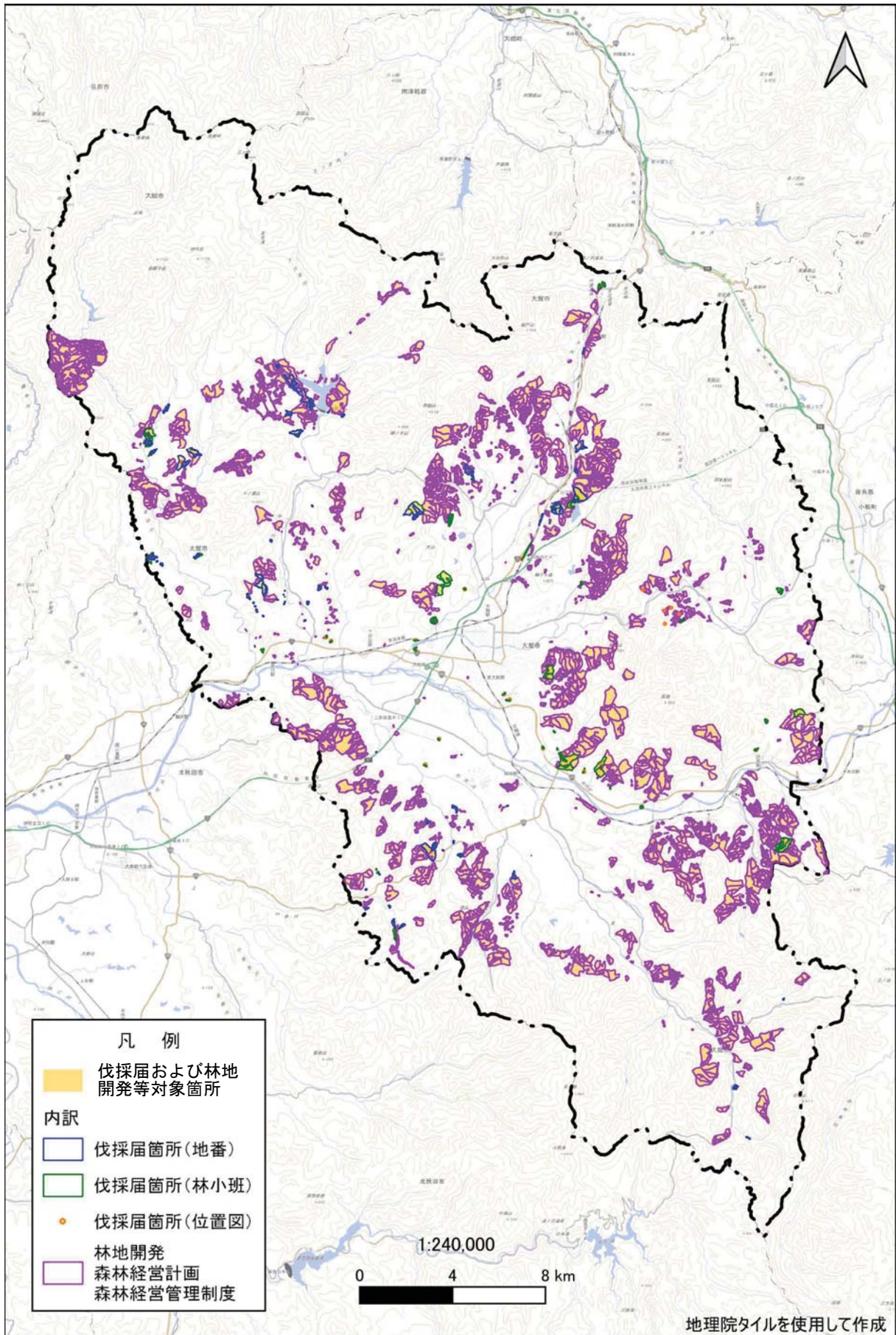


図 2-5 伐採届および林地開発等対象箇所

3章. 衛星画像による令和4年度の森林変化箇所の抽出

3.1. 実施内容

森林変化の抽出を、衛星画像を画像解析することによって実施した。画像解析は、森林変化抽出システム「FAMOST」による自動抽出、および目視確認による抽出を行った。抽出された箇所と2章で整理した対象箇所との整合を確認した。

3.2. 衛星画像による森林変化抽出

(1) 森林変化抽出の手法について

本事業における森林変化抽出には、無償で利用可能な Sentinel-2 衛星（表 3-1）の衛星画像を利用した。Sentinel-2 衛星は2機の衛星で構成されており、5日間隔でいずれかの衛星が同一箇所を周回するよう設計されている。そのため、1か月に5～6回の頻度で衛星画像の撮影が可能となっている。

表 3-1 Sentinel-2 衛星の概要

打ち上げ	Sentinel-2A : 2015 年 6 月 23 日 Sentinel-2B : 2017 年 3 月 7 日
観測時刻	午前 10 時 30 分
高度	786 km
観測幅	290 km
回帰日数	10 日 (2 機構成により観測は 5 日間隔)
波長帯	解像度 10 m の青、緑、赤、近赤外 その他、解像度 20 m や 60 m の近赤外や短波赤外等 計 13 バンド

一方、撮影は気候を考慮せずに定期的に行われるため、衛星画像の画像内には雲が存在していることが多い。そのため、FAMOST では期間を指定することで、雲に覆われている箇所を他時点の雲が無い画像と置き換えて合成し、期間を代表する単一の雲が無い画像を生成することができるようになっている。

衛星画像から得られるデータには、可視光線の青、緑、赤の波長のほか、不可視の赤外波長のデータがある。植生が存在する場合、葉における光合成により緑波長と赤外波長が反射される。植生が存在しない場合はこのような偏った反射特性は現れない。この反射特性を同一地点において2時点間で比較することによって植生の変化を検出することができる。なお、用いる画像は展葉期のものとしなければならない、年度初めからではなく5月以降とする必要がある。

以上の手法を用いて、表 3-2 の条件にて森林変化抽出を行った。

表 3-2 森林変化抽出の条件

抽出期間	期首：令和 4 年 5 月 1 日～6 月 30 日 期末：令和 5 年 5 月 1 日～6 月 30 日
抽出範囲	民有林（5 条森林）
検出精度	1 ピクセルあたり約 10m 四方の衛星画像を使用

森林変化抽出は FAMOST による自動抽出を実施するとともに、自動抽出結果を補完するため目視確認も行った。それぞれのメリット、デメリットを表 3-3 に示す。

表 3-3 自動抽出と目視確認の比較

	自動抽出	目視確認
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 対象全域の画素を漏れなく一定の閾値で評価して抽出できる 	<ul style="list-style-type: none"> 周辺状況やテクスチャ、色調などから総合的に評価して抽出できる
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 閾値の設定は、誤検出の増加と検出漏れのトレードオフになる。どちらも生じない閾値の設定は困難であり、FAMOST は誤検出を生じないように設定している→検出漏れが生じる 	<ul style="list-style-type: none"> 時間、コストがかかる 判読技術が必要 抽出結果に個人差が生じる 目視でも 100%完全に抽出することは困難

(2) FAMOSTによる自動抽出

森林部分を上空から見ると、森林が成立している林分は、林冠の濃い色によって暗く見え（輝度が低い）、伐採跡地は地面の色により明るく見える（輝度が高い）。この輝度が、期首画像より期末画像で高くなっていたら伐採された可能性がある。FAMOSTでは、この輝度値や植生指数など各種の指数の値を比較し、その差がある一定値（閾値）を超えた画素を伐採跡地として抽出している。

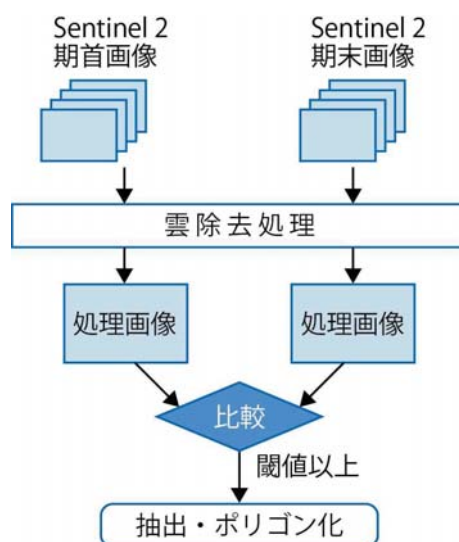


図 3-1 FAMOSTによる伐採跡地の把握方法

この FAMOST を用い、前記した表 3-2 の条件で自動抽出を行ったほか、抽出率向上のため他時期との変化についても自動抽出を行った。期首・期末の抽出期間のイメージを図 3-2 に示す。

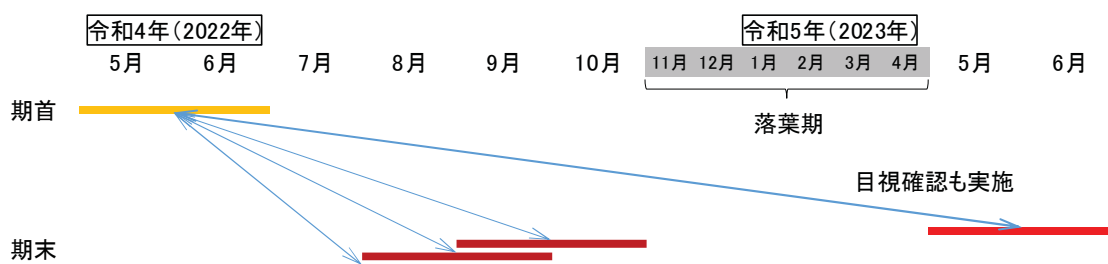


図 3-2 多時期による変化抽出のイメージ

(3) 目視確認による抽出

FAMOSTによる抽出結果を補正するため、追加で期首画像と期末画像を目視にて比較し、変化の有無を確認した。実施に当たり、確認を容易にするために衛星画像の表示をナチュラル

ルカラー調（赤：SWIR、緑：NIR、青：Red）に設定した（図 3-3）。

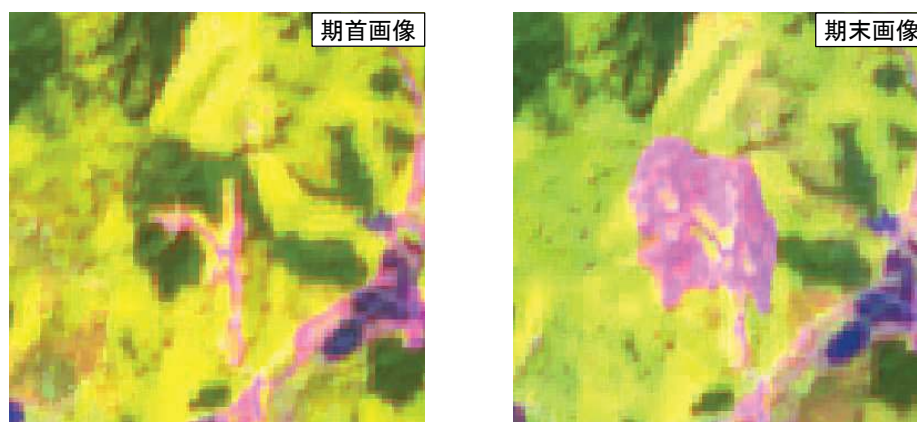


図 3-3 ナチュラルカラー調による期首画像と期末画像の比較の例
植生が無い箇所はピンク色、スギは濃緑色で表示される

変化があった箇所について、国土地理院の地理院タイル写真画像により元々の地目を確認し、森林であれば変化の範囲のポリゴンを作成して抽出した。

（４）森林変化箇所の抽出結果

以上により抽出された森林変化箇所について表 3-4 および図 3-4 に示す。本年度は、FAMOST で自動抽出された森林変化箇所数は目視確認した箇所数の 25%程度に留まるといふ結果となった。FAMOST は過剰な誤抽出を避けるための保守的なパラメータ調整がされていることから、過去における検証調査でも 3 割程度の抽出率となっており、今回も同様の傾向が示された。

目視確認に用いた画像は FAMOST システムの雲除去処理を施したものであり、広範囲の森林変化を確認するためのデータが簡易かつ無料で利用できることから、当面の対応としては自動抽出と目視判読を併用することにより、効率的かつ漏れの少ない森林変化箇所抽出が可能である。

なお、今後予定されている Sentinel-2 の 3 号機や 4 号機の追加等により、より良いシーンが撮影できる可能性が上がることや、それに伴う FAMOST システムの改善等により、自動抽出の精度が向上していくものと考えられ、目視判読のコストを下げる事が期待できる。

表 3-4 森林変化の抽出状況

	自動抽出	目視確認
箇所数	28	109
面積 (ha)	29.3	204.2

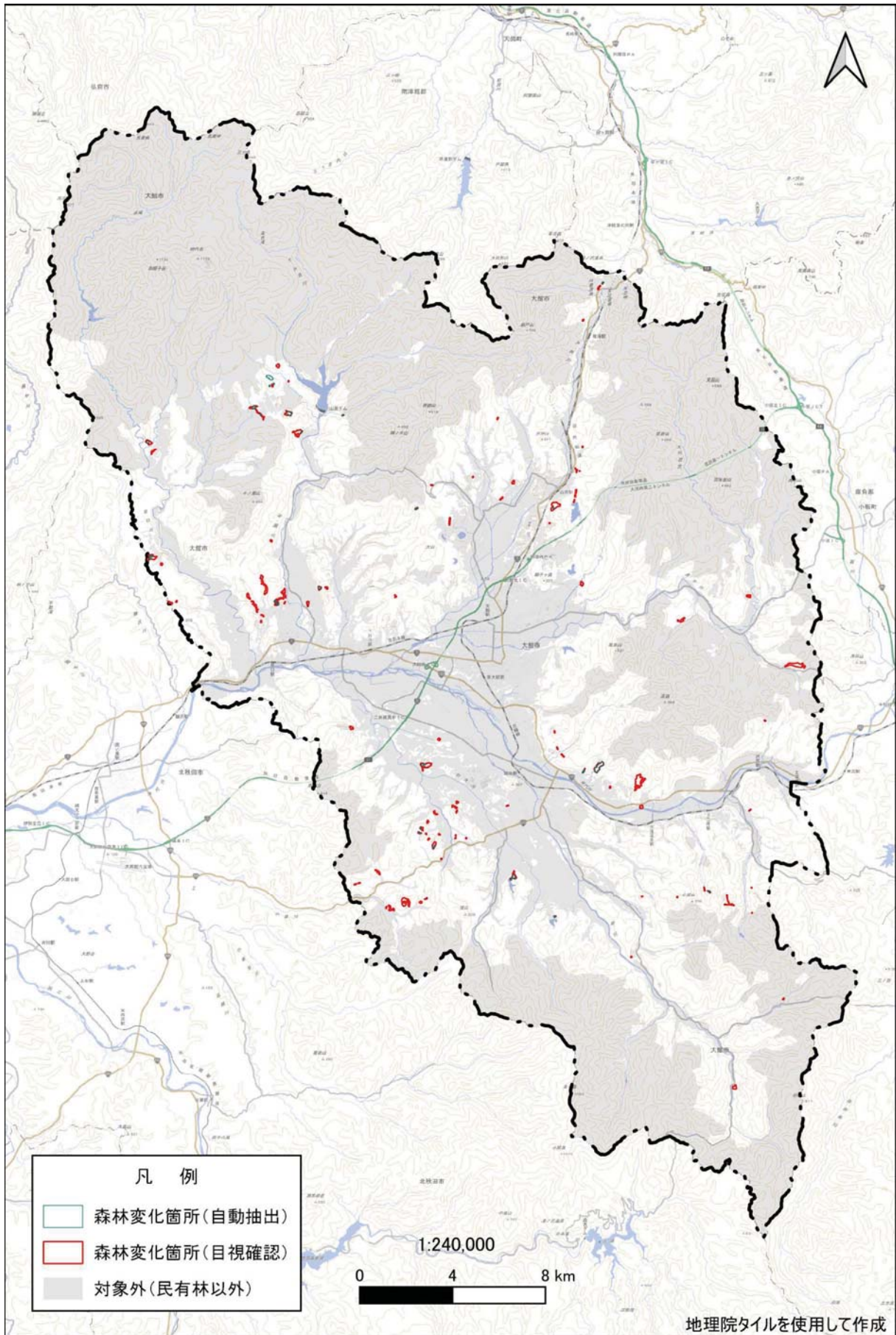


図 3-4 抽出された森林変化箇所

4章. 分析結果の報告

4.1. 不突合箇所

2章で得られた伐採届および林地開発等対象箇所と3章で得られた森林変化箇所を重ね合わせた結果は図 4-2 のとおりである。不突合箇所は、森林変化箇所のうち伐採届および林地開発等対象箇所に該当しないものであり、図 4-3 の通りである。不突合箇所の抽出状況を表 4-1 に、面積ごとの箇所数を図 4-1 に示す。

表 4-1 不突合箇所の抽出状況

ポリゴン数	86
平均面積 (ha)	0.47
総面積 (ha)	40.63

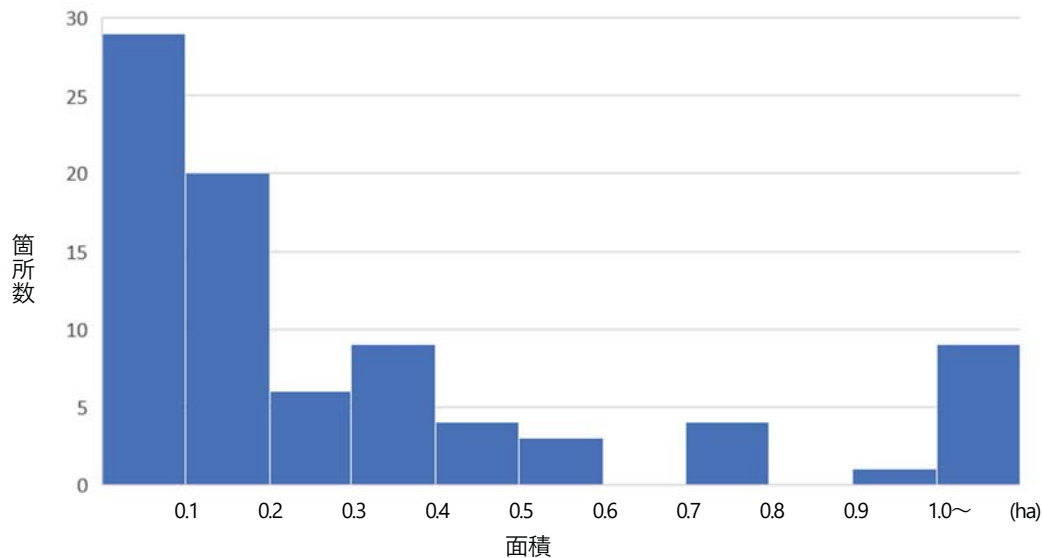


図 4-1 面積ごとの箇所数

なお、一部の箇所は山地崩壊等によって生じた変化である可能性がある。また、今回入手した森林簿のデータのうち最新の更新年月日は、2022年7月4日となっており、それ以降の伐採届および林地開発等対象箇所の追加や更新は反映されていない。令和3年度以前に提出された伐採届なども反映されていない。

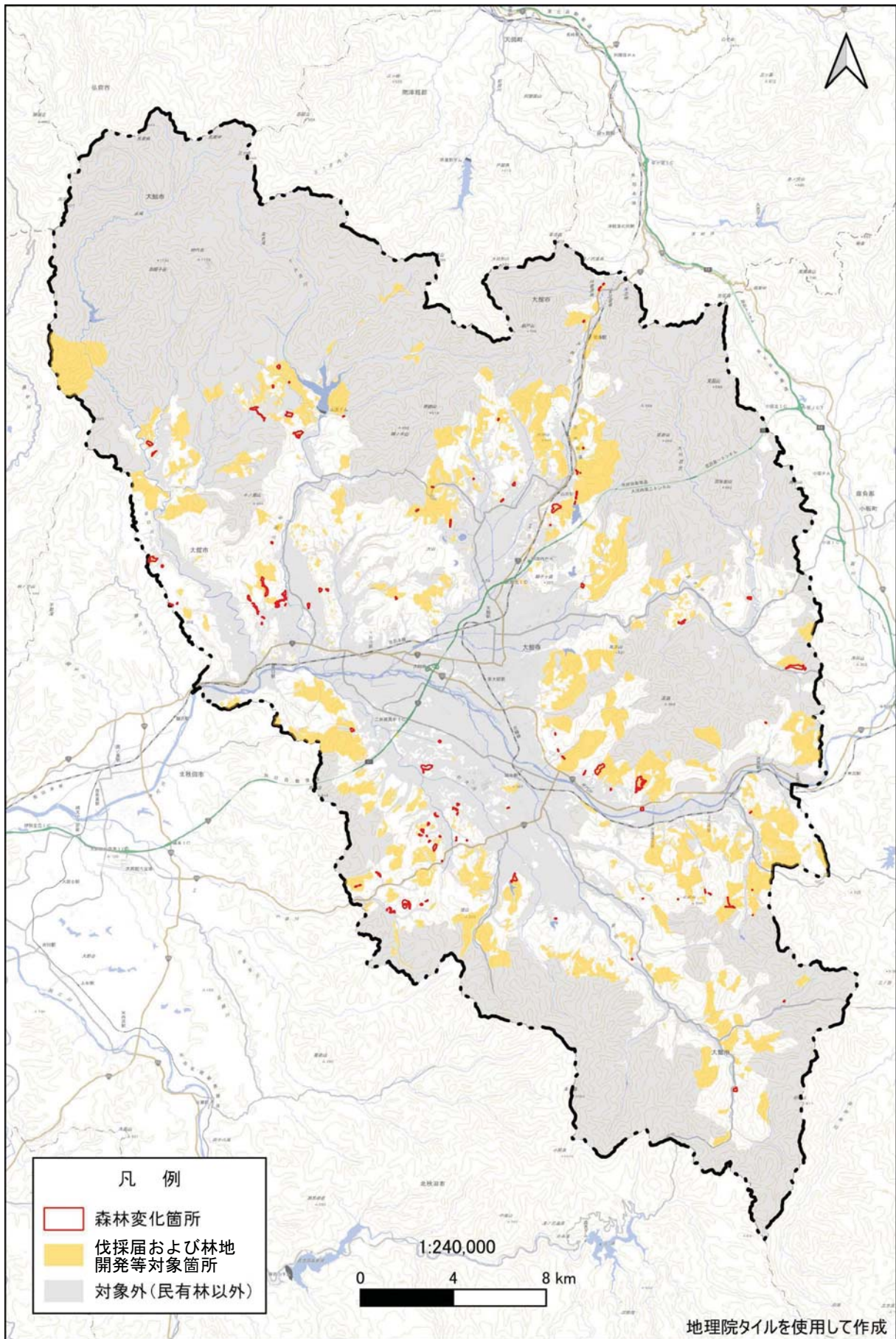


図 4-2 伐採届および林地開発等対象箇所並びに森林変化箇所

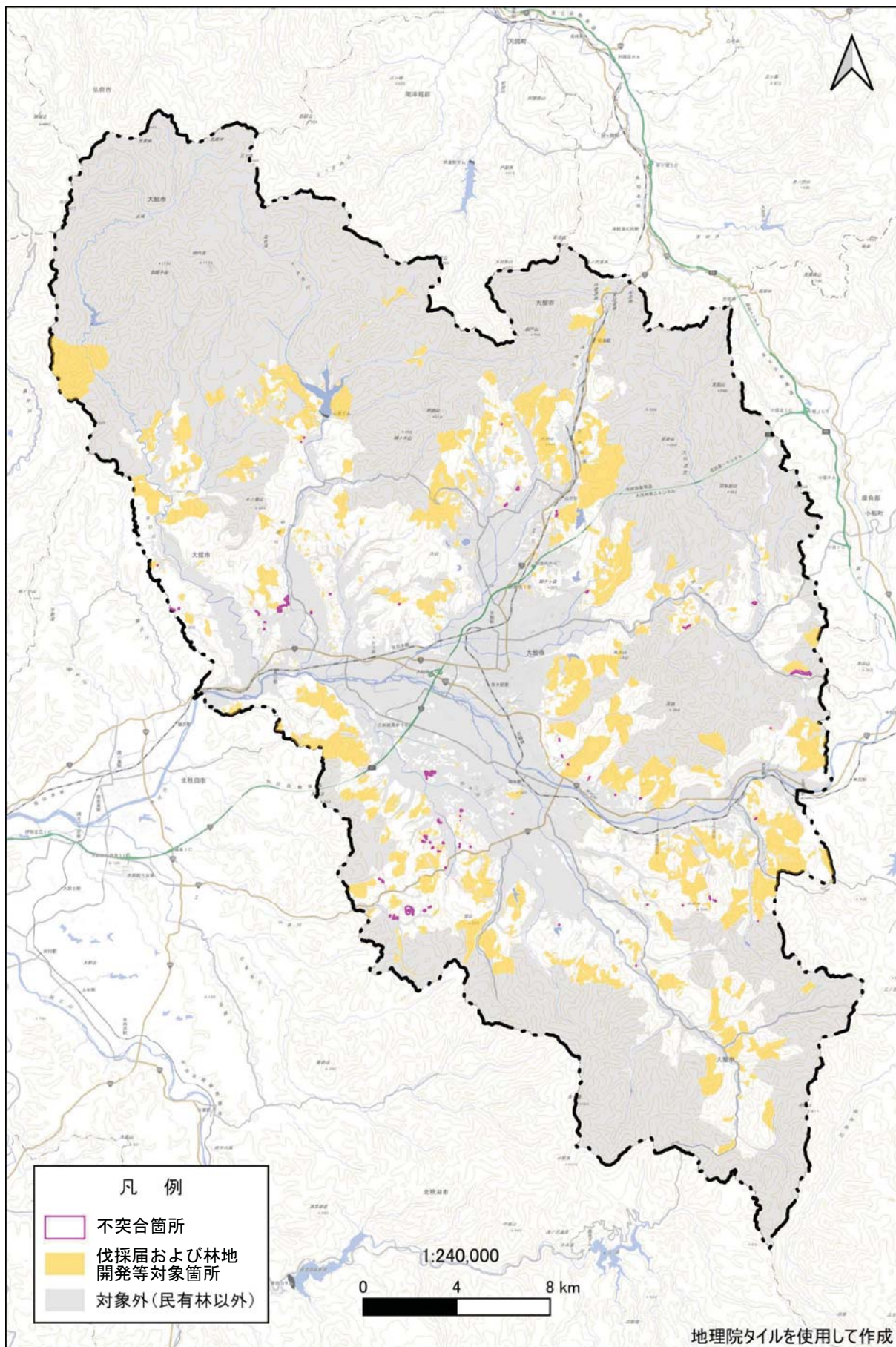


図 4-3 不突合箇所

4.2. 伐採届対象箇所のデータについて

本年度の事業の実施に当たり使用した伐採届位置図はデジタル化された PDF であったものの、位置・範囲の形状のデータは GIS データではなく、地図上に図形が描画されたものであった。同じ労力でデータを作成する場合、GIS データとなっていれば、伐採届対象箇所の確認が容易である。伐採届のデータは施業履歴のデータになり得るものであり、表 4-2 に示すとおり GIS データ化することで広範に活用できると考えられる。

伐採届のうち、林業事業者等が届け出るものについては、届出者が GIS データを作成して添付することも可能と考えられる。

表 4-2 伐採届 GIS データの活用可能性

用途	概要
違法伐採の抑止力効果が期待できる。	GIS データを用いて森林変化の確認が効率化することにより、伐採届の偽装による無断伐採を抑止できると考えられる。
施業履歴として森林現況の把握に活用する。	森林簿を更新する県と伐採届 GIS データを共有することで、森林簿の更新が効率的かつ確実に実施され、森林簿を用いた市の森林経営管理制度等の事務作業が円滑になる。
伐採届と伐採後の造林に係る森林の状況の報告（以下、再造林報告という）の整合性を確認する。	伐採届と再造林報告が別途に紙書類で提出されている現状においては、伐採届に対し再造林報告が提出されていることの確認に手間がかかる。双方が GIS データとなる※ことで同一地点に対し届出されていることの確認が容易になる。（図 4-4）
木材の合法性確認の伐採地証明とすることができる。	欧州連合（EU）では木材・木材製品の合法性確認のため、伐採地の情報まで求める動きが始まっている。GIS データで伐採地を特定できることが必要になると考えられる。

※ 今後、造林補助金の申請は、オルソ画像等を用いた GIS データによる申請に移行していくと考えられる。申請者が補助対象範囲の GIS データを再造林報告にも添付する、または、県に提出された補助対象範囲の GIS データを市と共有する方法により、再造林の GIS データを利用することができる。

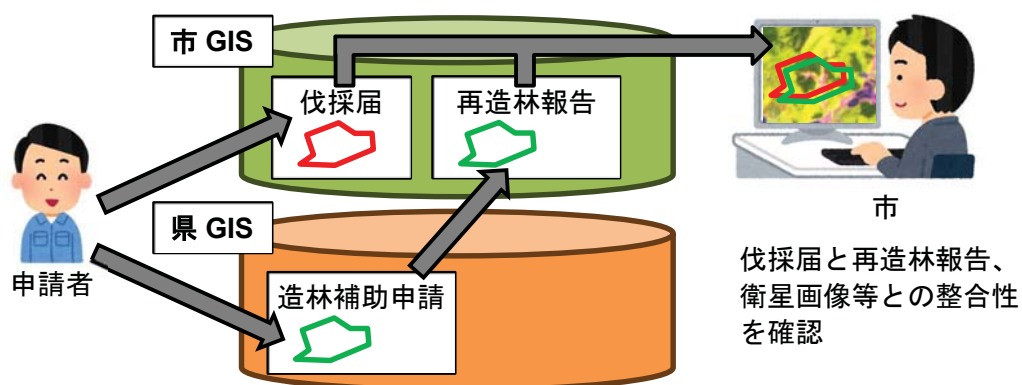


図 4-4 伐採届と再造林報告の整合性確認イメージ

また、伐採届の伐採期間は年度を跨ぐ長期のものや、次年度以降に設定されているものも見られた。このように届出年度と作業期間の年度が異なるデータの場合、届出年度別にデータを分けてしまうと、データのとりこぼしが生じてしまう。そのため、データ自体はデータベース等に年度を問わず一括で蓄積する形態とすることが望ましい（図 4-5）。届出年度のデータ列を作ることにより必要に応じて年度別に帳票出力させることも可能である。

GIS は時系列データを扱うことができ、指定した期間に該当するデータを抽出することができる。この機能により、伐採期間が年度を跨ぐものがあったとしても、データが蓄積されていれば、現時点や年度単位で届出が有効な箇所を取得することができる（図 4-6）。

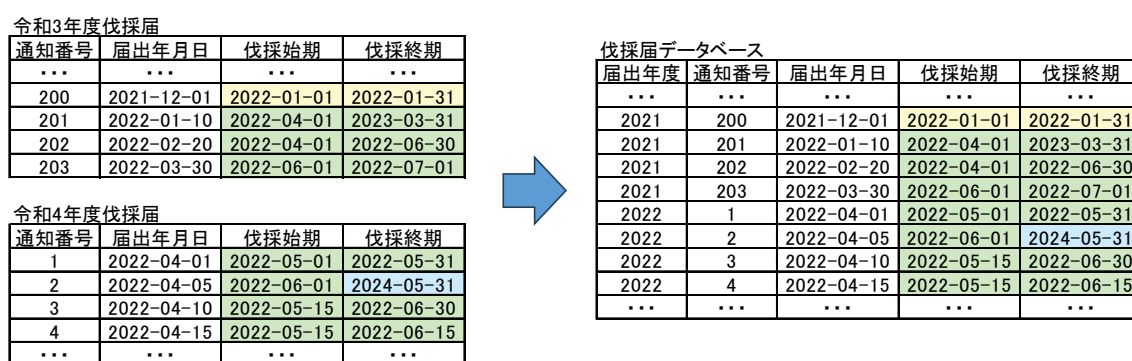


図 4-5 年度別伐採届データの統合イメージ

統合することにより令和3年度届出、令和4年度伐採のデータも一度に扱うことができる。

参考：森林法

（森林に関するデータベースの整備等）

第九十一条の七 第九十一条の四及び第九十一条の五に定めるもののほか、国及び地方公共団体は、森林の施業が適切に行われるためには森林に関する正確な情報の把握が重要であることに鑑み、森林に関するデータベースの整備その他森林に関する正確な情報を把握するために必要な措置を講ずるよう努めるものとする。

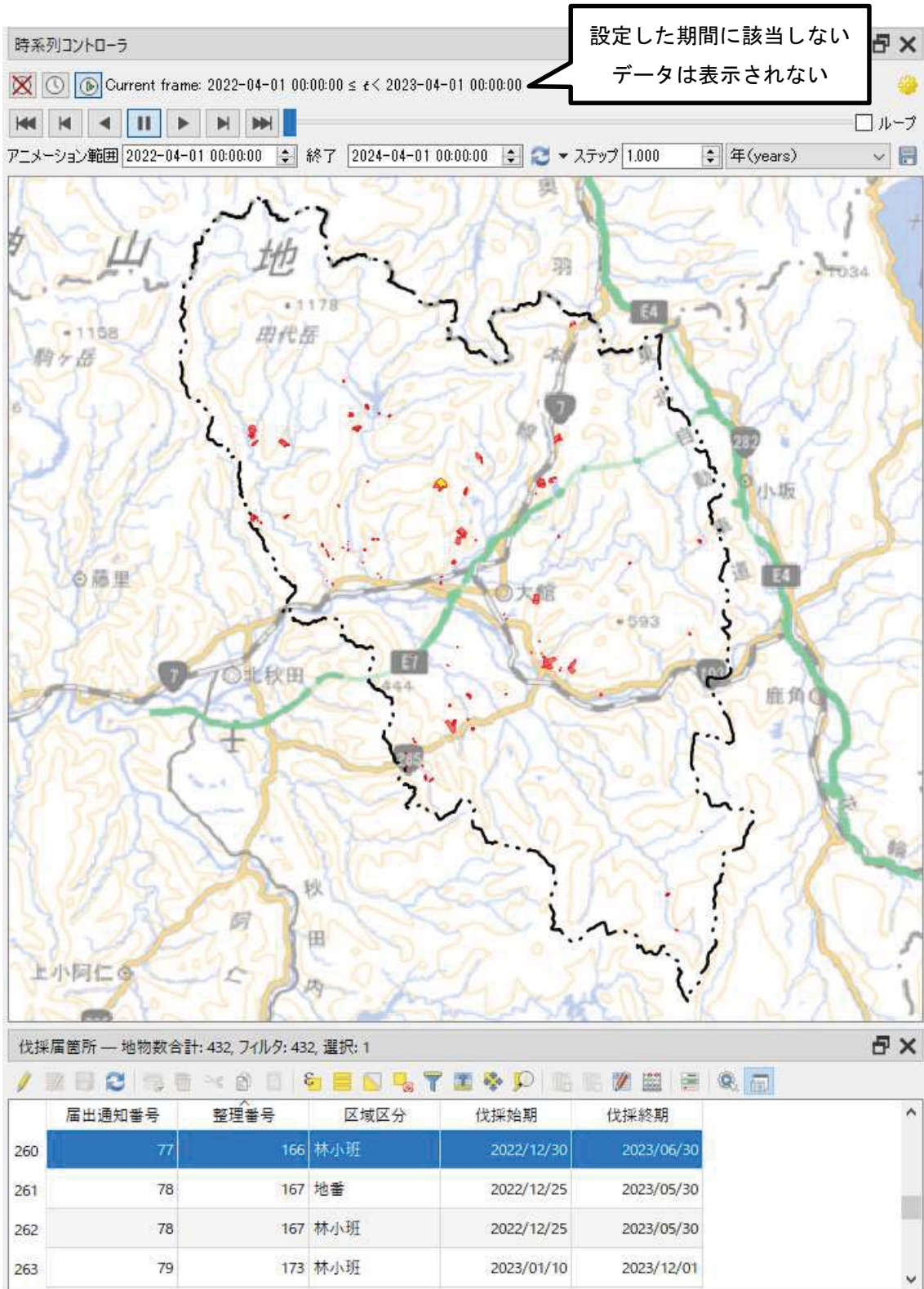


図 4-6 時系列情報を扱える GIS によるデータ表示例