

平成 28 年度地域材利用拡大緊急対策事業のうち

地域竹材の利用促進対策

竹材生産情報把握手法確立事業

報告書

平成 29 年 7 月

一般社団法人 日本森林技術協会

目次

1. 事業の概要	1
1.1. 事業の背景	1
1.2. 事業の目的	1
1.3. 事業の概要	2
2. 事業の実施内容	3
2.1. 企画・検討委員会の開催	3
2.2. 竹材利用可能量等の把握	5
2.2.1. 竹材利用可能量等の把握手法の検討.....	5
2.2.2. 既往文献レビュー及び聞き取り	5
2.2.3. モデル地域の選定.....	10
2.2.4. 検証用エリアの設定	22
2.2.5. 解析に用いる衛星画像の選定	24
2.2.6. 画像分類・竹林抽出手法の検討.....	25
2.2.7. 半自動分類手法による竹林地の抽出手順	27
2.2.8. 分類結果の評価と課題	45
2.2.9. 竹林抽出手法の評価と課題	46
2.3. 竹林情報データベースの整備	47
2.3.1. 竹林情報データベースの概要	47
2.3.2. 竹林情報データベースの作成手順	47
2.3.3. 竹林情報データベースのまとめ.....	51
3. まとめ.....	52
4. 手法の普及及び今後の課題.....	52

1. 事業の概要

1.1. 事業の背景

戦後の燃料革命や経済発展に伴い、かつて人々の暮らしに欠かせなかった薪炭林や採草地は放棄され、農林産物の輸入拡大等により田畑は放棄され、竹林の多くも 1970 年代以降利用が減少し、手入れが行き届かなくなった。このような全国的な山林の管理不足や耕作放棄地の増加は、放棄された竹林の分布拡大に拍車をかけており、地域資源の利用と生産の循環の崩壊という悪循環を招いている。本来の農地や地域の里山の持つ資源循環機能を持続的に発揮させていくためには、農林業に対する土地所有者の意向や、地域住民のニーズなどを踏まえて地域資源（材）の需要拡大を図る必要があり、山村林の履歴・現況や将来の姿の効率的な分析・評価を基にした地域材の適切な利用、維持・管理が求められている。

竹の二次林への侵入、全国的な竹林の分布拡大には、近年の土地利用形態の変化、とりわけ耕作放棄地の増加、管理の行き届いていない山林の増加や地球温暖化が影響しているといわれている。日本列島における竹林の分布については環境省の第 3 回自然環境保全基礎調査などの成果により既にある程度明らかとなっており、潜在的な分布適地についても 2000 年以降に基礎研究が行われ解明されて来た。しかし竹林の管理状況や利用の実態については詳しくは把握されていない。地域活性化のための補助事業やボランティア活動などで小規模な取り組みは行われているが、全国的な対策や継続した研究・開発が実施されておらず、地域（県レベル）に応じた効率的な政策が求められている。

竹林の実態把握のための基盤となる既存の情報としては、森林資源調査データ、自然環境モニタリングデータや空中写真、衛星画像、森林簿、施業履歴、所有者情報、境界情報等が利用可能と想定されるが、これらのデータを活用した竹資源の評価手法については、確立されたものがない状況である。さらに地域竹材の利用促進のための、利用可能性を評価するための把握手法がほとんどない状況にある。



図 1.1 滋賀県の里山に拡大した竹林の状況（2016 年 8 月、新幹線より郡撮影）

1.2. 事業の目的

戦後造成した人工林が本格的な利用期を迎える中、山村に広がる豊富な森林資源を循環利用し、林業の成長産業化を実現するためには地域材の需用拡大を図ることが課題となっている。

竹（主としてモウソウチク、マダケ、ハチク）は、かつてはタケノコ栽培や竹材生産のためだけではなく、農山村における様々な用途（農作業用の支柱、農機具・生活用品用資材、補助的な建築材など）に用

いるため、民家の周囲に植栽されていたと考えられる。利用頻度が高い時代には定期的な伐採が行われ管理されていたが、竹材の代替資材の普及やタケノコ輸入の増加のために、次第に竹林は放置されるようになった。また農山村の過疎化や後継者不足がそれに拍車を掛けているとみられる。

放置された竹林（とくにモウソウチク）は、周辺の人工林や二次林へ侵入し、全国的に分布拡大するようになり、問題とみなされるようになった。生産竹林の面積については、既往の林野庁統計資料等によりある程度把握されてきたが、管理放棄された森林や分布拡大した森林を含めた実態については、情報が乏しい状況である。竹林の管理や利用状況も含めた実態については不明な点が多く、全国及び地域（県レベル）での情報把握が求められている。

本事業では、竹材の生産情報をモデル地域において把握する手法を確立することにより、竹資源を有効かつ持続的に利用していくための管理・供給システム構築に資することを目的とし、①企画・検討委員会の開催、②竹材利用可能量等の把握、竹材生産情報のとりまとめ、③報告書の作成及び成果の普及、について実施する。

1.3. 事業の概要

事業の概要は、図 1.2 に示すとおりである。

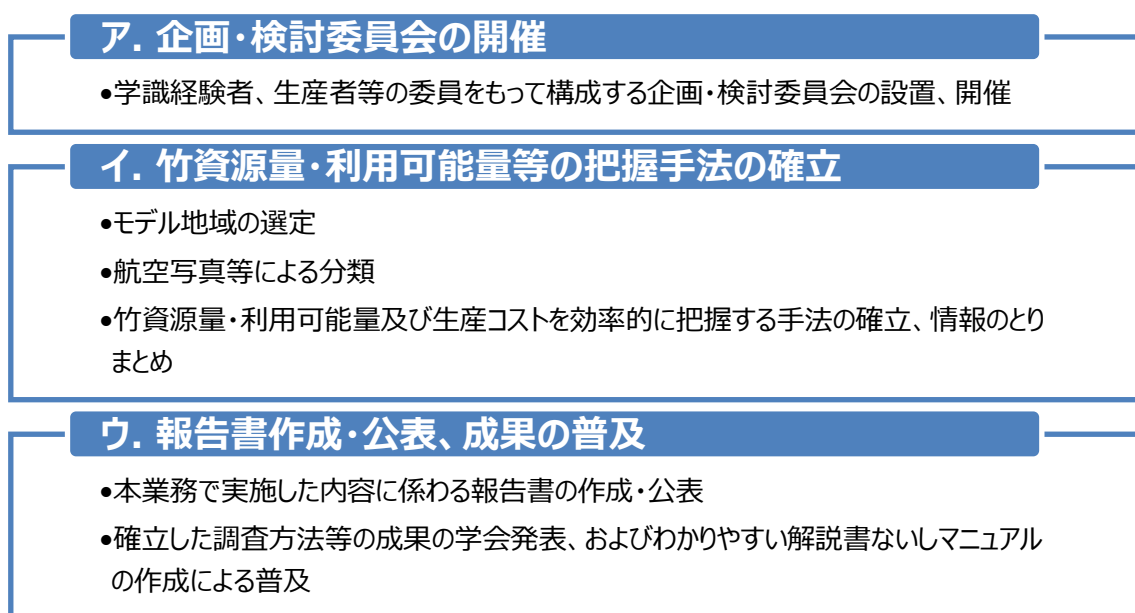


図 1.2 事業の概要

2. 事業の実施内容

2.1. 企画・検討委員会の開催

事業の実施にあたっては、様々な専門分野の学識経験者等の委員をもって構成する企画・検討委員会を開催した。本事業においては、リモートセンシング等の技術を用いて効率的で低コストな竹林把握技術の確立を目標としていることから、竹の生態に詳しい生態学分野の学識経験者に加え、リモートセンシング、景観生態学分野の研究者にも参画いただくとともに、竹林の資源把握や活用に先進的に取り組んでいる自治体の関係者にも参画いただいた（表 1）。

表 1 企画・検討委員会名簿

氏 名	所 属	専門分野
佐野 真琴	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 森林管理研究領域長	GIS、 森林リモートセンシング
鳥居 厚志	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所関西支所 地域研究監	森林生態学
藤原 道郎	兵庫県立大学大学院 緑環境景観マネジメント研究科教授、兵庫県立淡路景観園芸学校校長	景観生態学、植生学
山田 隆信	山口県農林水産部 森林企画課林業企画班	林学、行政

（50 音順、敬称略）

企画・検討委員会は、下記のとおり 2 回開催した。

第 1 回検討委員会

日時：平成 29 年 2 月 7 日 13:30～15:00

場所：日林協会館 4 階中会議室

主な検討内容：調査方針、具体的な調査地域、調査方法、調査実施に当たっての留意事項等

第 2 回検討委員会

日時：平成 29 年 7 月 25 日 13:30～15:30

場所：日林協会館 4 階中会議室

主な検討内容：調査結果の報告、確立した手法のとりまとめ、調査報告書案等の検討

2.2. 竹材利用可能量等の把握

2.2.1. 竹材利用可能量等の把握手法の検討

竹林利用可能量等を把握するための作業項目・手順は以下の図の通りとした。なお、本業務においては衛星画像の分類により竹林の分布を把握することとした。

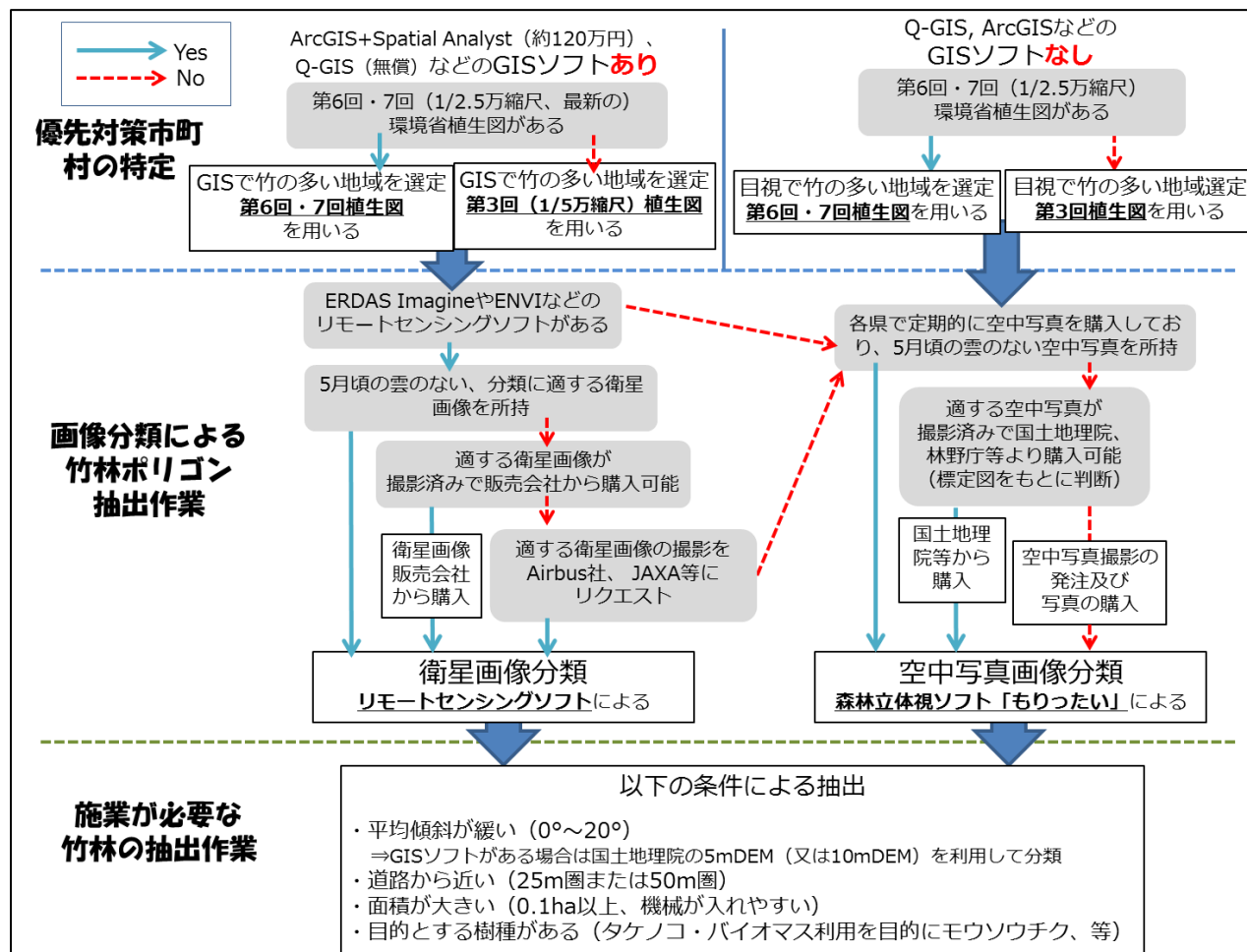


図 2.3 竹林利用可能量等を把握するための作業項目・手順

- (ア) 既往文献レビュー及び聞き取り
- (イ) モデル地域の選定：情報の入手可能性から地域を絞り込み（植生図や最新の空中写真を用い、全国レベル、都道府県レベル、市町村レベルへと絞り込み）
- (ウ) 解析手法の検討：竹林地の抽出のための解析手法および解析に用いるソフト、データ（衛星画像、空中写真など）等の決定
- (エ) モデル地域における解析：衛星画像分類による竹林の林相区分図作成と分類結果の検証。

2.2.2. 既往文献レビュー及び聞き取り

2.2.2.1. 基本方針

本事業の目的である、「利用可能な竹材資源量の把握手法の確立」を検討するにあたり、以下の観点を重視しながら、既往文献のレビュー及び学識経験者への聞き取り等を行った。

- ・ 竹林の拡大情報（とくに近年の動向）
- ・ 竹林の分布情報の把握方法
- ・ 竹林の拡大のメカニズム
- ・ 竹材利用の観点から見た竹林の分類、竹林分布情報

2.2.2.2. 文献のレビュー

収集した文献リストを表 2 に示す。

表 2 収集した文献リスト

No.	著者名	タイトル	年
1	鳥居厚志・井鷲裕司	京都府南部地域における竹林の分布拡大	1997
2	鳥居厚志	里山林の放置と竹林の拡大	2004
3	林加奈子・山田俊弘	竹林の分布拡大は地形条件に影響されるのか？	2008
4	鈴木重雄	竹林の分布拡大過程における土地利用履歴の影響	2010
5	染矢貴・竹村紫苑・宮本駿・鎌田磨人	自然環境情報GISと国土数値情報を用いた日本全域の竹林分布と環境要因の推定	2010
6	鳥居厚志・奥田史郎他	拡がるタケの生態特性とその有効利用への道	2010
7	長島啓子・木南雪彦・田中和博・	高解像度衛星画像とLiDARデータを用いた管理竹林の抽出	2012
8	吉村亨子・藤原道郎・美濃伸之・	現存植生図をもとにした淡路島における竹林の分布特性	2010
9	帆足和徳・藤原道郎・大藪崇司・澤田佳宏・山本聡	淡路島北部における竹林の空間配置及び林分構造をもとにした管理手法	2010
10	本江美智子・藤原道郎・山本聡・大藪崇司・美濃伸之	淡路島北部における竹林拡大の現状と竹林タイプ別管理	2008
11	加久美雪・藤原道郎・大藪崇司・澤田佳宏・山本聡	兵庫県淡路島における竹稈量の推定にもとづく持続的な竹稈の燃料利用と竹林管理の可能性	2014
12	藤原道郎・伊藤休一	淡路島における現存植生図を基にした竹林の面積,分布および傾斜に関する予察的研究	2013
13	山本ジェイミー順子・藤原道郎・大藪崇司・澤田佳宏・山本聡	淡路島における竹林の分布および立地環境を基にした竹林管理の仕組み	2013
14	河合洋人・西條好迪・秋山侃・張福平	モウソウチク地下茎の年間伸長量と成長様式の解明	2008
15	鳥居厚志・松浦陽次郎・野口享太郎・木村光男・山田倫章	モウソウチク群落の地下部現存量	2009
16	石井哲	竹林拡大防止技術に関する研究	2009

№1 は、京都市南部における竹林の分布拡大状況について、過去の地形図や空中写真の判読結果をもとに分析を行ったもので、1950-60 年代から 1980 年代までの間に竹林が概ね増加し、とくに近年における分布拡大は人為的なものではなく、自然拡大によるものであることを示したものである。№2 は、№1 の成果に加え、里山における竹林の分布拡大のメカニズムについて、竹の生態的な特性や社会情勢も踏まえて考察している。

№3 においては、竹林の分布拡大における地形や傾斜の影響について分析したもので、斜面地や平坦地

のほうが、尾根や急斜面よりも拡大速度が速いことを明らかにした。

№4 においては、竹林の分布拡大においては、隣接する農地の耕作放棄により拡大しやすいことが示されている。

№5 では、日本全域における竹林分布の実態を明らかにするために、既存の竹林分布データと基盤環境データを用いて日本全域における竹林分布可能域を推定し、竹林の分布を規定している環境要因について考察した。

№6 は、森林科学 58 号における特集で、竹林の拡大の現状やメカニズムに関して（鳥居厚志・奥田史郎「竹は里山の厄介者か？」）、竹林の現存量に関して（小林剛・多田壮宏「モウソウチクは里山林の炭素吸収・貯蔵および有機物分解にどのような影響をもたらしているか？」）、竹林の植物多様性に関して（鈴木重雄「竹林」）、竹林の有効活用のための施業に関して（柴田昌三「竹資源の新たな有効活用のための竹林施業」）、竹の伐出コストに関して（伊藤崇之・村上勝・谷山徹「竹利用のキーは伐出のコスト」）という竹に関する多面的な論文・記事により構成されている。

№7 は、高解像度衛星画像と LiDAR データにより、管理竹林と非管理竹林の分類を試みたものである。なお本論文では、管理竹林を高品質なタケノコを生産するための特別な施業（京都式軟化栽培）が行われている竹林と定義されており、一般的な管理竹林の概念とは若干異なる。

№8 は、現存植生図をもとに、竹林の分布傾向、竹林分布と地形要因との関係、隣接する植生・土地利用との関係について分析したものである。竹林は島の北部に多く分布しており、比較的標高が低く、傾斜も緩やかな場所に多く分布している。隣接する土地利用としてはコナラ林が多く、竹林拡大の影響を受けやすい植生タイプとして挙げられた。

№9 は、竹林の管理手法を検討するために、竹林の空間配置について空中写真と現地調査をもとに竹林分布図を作成するとともに、広葉樹との関係からいくつかに分けた竹林のタイプごとに現地調査を行い、林分構造を調査し、所有者への聞き取りによって管理意欲を調査しとりまとめたものである。

№10 は、竹林の拡大状況を明らかにするとともに、広葉樹との関係や隣接する土地利用の関係竹林のタイプごとの管理方法について検討を行ったものである。

№11 は、竹稈の現存量と再生量の推定に基づく燃料としての竹利用と持続可能な竹林管理の可能性について検討を行ったものである。

№12 は、現存植生図をもとに、竹林の分布状態を把握し、竹林のパッチサイズ、地形等の立地条件との関係について竹林の管理の始点から検討を行ったものである。

№13 は、現存植生図や現地調査より、淡路島における竹林の分布状態を把握し、竹の利活用の観点から、「管理すべき竹林」「管理しやすい竹林」の二つの観点から優先的に管理すべき竹林を抽出する手法の検討を行ったものである。

№14 は、竹林の分布拡大機構を解明するため、地下茎を採取した試料から年間の成長量を推定したもので、岐阜県西部において調査された本事例では、平均して 1.27m/年の伸長量と推定された。西日本の事例に比べるとやや小さな値となっている。

№15 は、竹林を二酸化炭素の吸収源としてみた場合に必要となる、地下部現存量について Root/Shoot 比に着目し、地上部現存量から推定する方法を確立するための調査を行ったものである。地上部と地下部のバイオマス比はばらつきが大きく、両者の関係性は明瞭ではなかったが、管理竹林では地上部バイオマスが小さいことがわかった。

№16 は、省力的かつ効率的に竹林拡大を防止する技術に関する研究で、伐採の時期、薬剤の施用について試験を行ったものである。

2.2.2.3. まとめ

有識者へのヒアリング結果と、前記の文献レビュー結果を整理すると、本事業の目的である「利用可能な竹材資源量の把握手法の確立」のためには、以下のような点に留意しつつ実施していく必要がある。

- ・管理竹林と放置竹林については厳密な区分は難しい。立地条件（傾斜や道路からの距離等）により定義づけることは可能である。
- ・管理されている竹林は密度が少ないため、林冠は起伏が大きい。
- ・放置されると、競争と密度効果によって、より稈高が高く、太くなる傾向がある。
- ・面的な分布の把握手法としては、空中写真の目視判読がもっとも確実であるが、単価が高く、広範囲に適用するのは困難である。
- ・近年は衛星画像も高解像度かつ多様なバンド（波長帯）をもったものがあり、解析上の工夫によって、比較的広域の竹林分布を低コストかつ効率的に行うことができる可能性がある。
- ・既往の竹林分布情報としては、空中写真をベースとした環境省の現存植生図があるが、更新頻度の問題があり、拡大状況のモニターは困難であるため、基礎的データとして用いるのが適切である。
- ・「利用可能」という点を考慮した場合、道路からの距離や傾斜が重要な要素となるため、詳細な標高データ及び道路データが必要である。

2.2.3. モデル地域の選定

2.2.3.1. モデル地域選定の基本方針

「2.2.2 事業の概要既往文献レビュー及び聞き取り」の結果を踏まえ、利用可能な竹材資源量について実証解析を行うためのモデル地域の選定を行う。モデル地域は、全国、都道府県、市区町村レベルと段階的に絞込み、最終的には解析に適した区画あるいは衛星画像の撮影範囲などの単位とする。選定の基本方針について以下に整理する。

- (1) 森林生態系多様性基礎調査（4km 格子）のモウソウチク優占地点
- (2) 最新の 1/25,000 現存植生図（環境省）の整備範囲
- (3) DEM（5m 解像度）の整備範囲（欠損地域は 10m DEM で補完）
- (4) 竹林の放置・拡大が進行中であり、対策を行っていないし必要としている都道府県
- (5) 解析に適した撮影時期、撮影エリアを含む衛星画像が利用可能である地域

2.2.3.2. 選定用データの概要

各データの概要は以下のとおりである。

(1) 森林生態系多様性基礎調査（4km 格子）のモウソウチク優占地点

森林生態系多様性基礎調査（旧：森林資源モニタリング調査）は、林野庁が平成 11 年度から全国的に実施している系統サンプリング調査である。これは、全国に 4km 間隔に配置された格子点のうち、森林にあたる調査点を 5 年ごとに現地調査し、モニタリングするものである。

現地調査においては、調査プロット内の立木の胸高直径が計測されている。タケ類については、モウソウチク、マダケ、ハチクの 3 種が調査対象であり、地上高 1.3m の範囲にある節間の中央径を計測することとなっている。また、計測された枯死稈の数より竹林の放棄状態についても推察可能である。

これらの結果より、単位面積当たりのタケの蓄積量を算出することが可能であり、これを原単位とすれば、把握された竹林面積に掛け合わせることで、タケの資源量を見積もることができる。

森林生態系多様性基礎調査において竹林の優占する調査プロットを図 2.4 に示す。この図から、竹林が西日本に多いことがわかる。

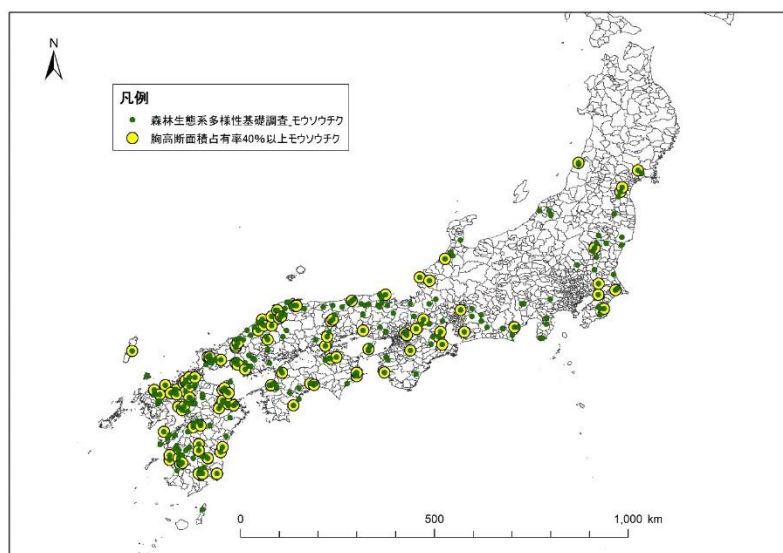


図 2.4 竹林の優占するプロット（森林生態系多様性基礎調査の結果より）

(2) 最新の 1/25,000 現存植生図の整備範囲（環境省第 6 回・7 回自然環境保全基礎調査植生調査植生図）

第 6 回・7 回自然環境保全基礎調査植生調査における植生図（以下、環境省植生図）は全国を 8 ブロックにわけ、2 次メッシュ（約 10km×10km）単位で空中写真判読による判読情報図を作成した後、それをもとに優占種調査および組成調査からなる現地調査を実施し GIS 植生図を作成した成果である。5 年から 10 年をかけて完成させるため、未整備地域が存在する。なお、竹林は自然植生ではないため、環境省植生図においては、モウソウチクやマダケといった種レベルで区分されていない。

一方で、過去の第 3 回から第 5 回の環境省植生図は、より粗い 1/50,000 スケールであるものの、全国レベルで整備されているため、基礎的な分布状況の比較情報として利用可能である。

竹林の近年の分布傾向は、森林生態系多様性基礎調査の結果と同じく、西日本に多いことが分かる。

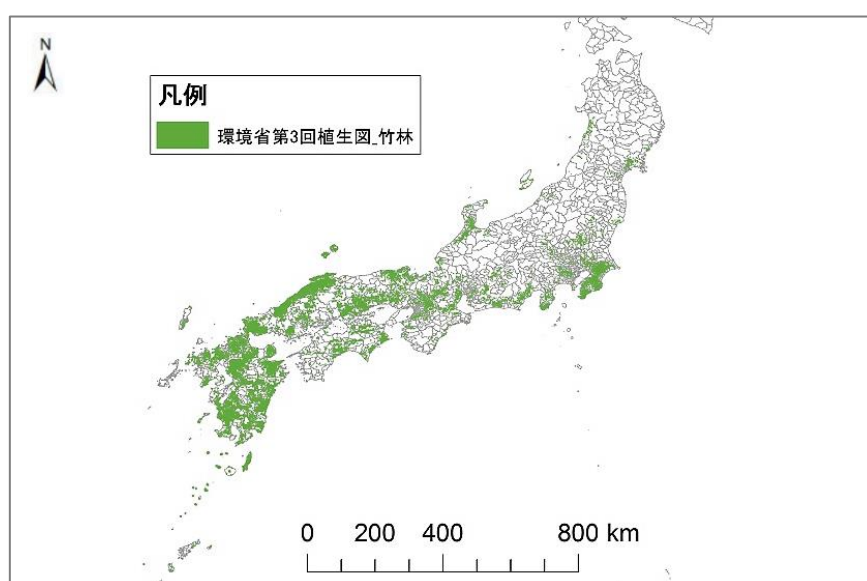


図 2.5 環境省植生図による竹林の分布（環境省植生図第 3 回の結果より）

(3) DEM（デジタル標高モデル）の整備範囲

国土地理院から全国版の 10m 解像度の DEM データが無料で公開されているため、これを用いて、大まかな地形区分が可能である。10m 解像度の DEM データは全国について整備されているが、地域によっては、より詳細な 5m 解像度の DEM データが整備されている。竹林の施業効率を左右するといわれる微地形については、5m 解像度の DEM データを用いることで、地形解析を行うことができる。今回は 5m 解像度の DEM データが既に整備されている地域を優先してモデル地域を選定した。

(4) 竹林情報の需要がある都道府県

竹林が比較的多い西日本のうち、特に竹林情報の需要があると思われる地域について、既存研究やヒアリングにより、都道府県レベルでの絞り込みを行った。

(5) 解析に適した撮影時期の衛星画像の有無

モデル地域のさらなる絞り込みの要素として、(1)~(4)で絞り込んだ地域周辺について解析用衛星画像が入手できるかどうかの確認が必要である。今回の竹林抽出では SPOT 画像を用いることとした（「2.2.5 解析に用いる衛星画像の選定」参照）ため、これについて、分類に適した時期（竹が紅葉し見やすくなる 4 月から 5 月頃）に撮影された最新画像の有無、SPOT 衛星の軌道上にあるか否か、雲や霧がかかっているか、購入単位である 100km² の枠に収まる範囲か否かなどを考慮した。

2.2.3.3. 候補地の選定結果

前節の選定材料を検討した結果、兵庫県と山口県が候補地として適切であると判断した。さらに、以下の手順により、詳細なモデル地域の絞り込みを行った。

2.2.3.4. 兵庫県

対象県の一つである兵庫県では、図 2.6 に示した環境省植生図、およびそこから算出した竹林総面積の市町村別比較表（表 3）から、特に淡路島や姫路市、三田市、豊岡市に竹林の分布（パッチ数及び面積）が多いことがわかった。この地域では、森林生態系多様性基礎調査においてもモウソウチクを含む調査地点（プロット）が多く分布していることから、モデル地域の選定は淡路島（図 2.7）を対象とした。

淡路島の地域的な特徴としては、中北部地域において竹林が多く見られ、モウソウチクのほかにマダケが里山周辺に混在して見られることである。

また、淡路島においては既存の竹林の研究が多く行われている（「2.2.2.2 文献のレビュー」の文献番号 8 から 13 など）。

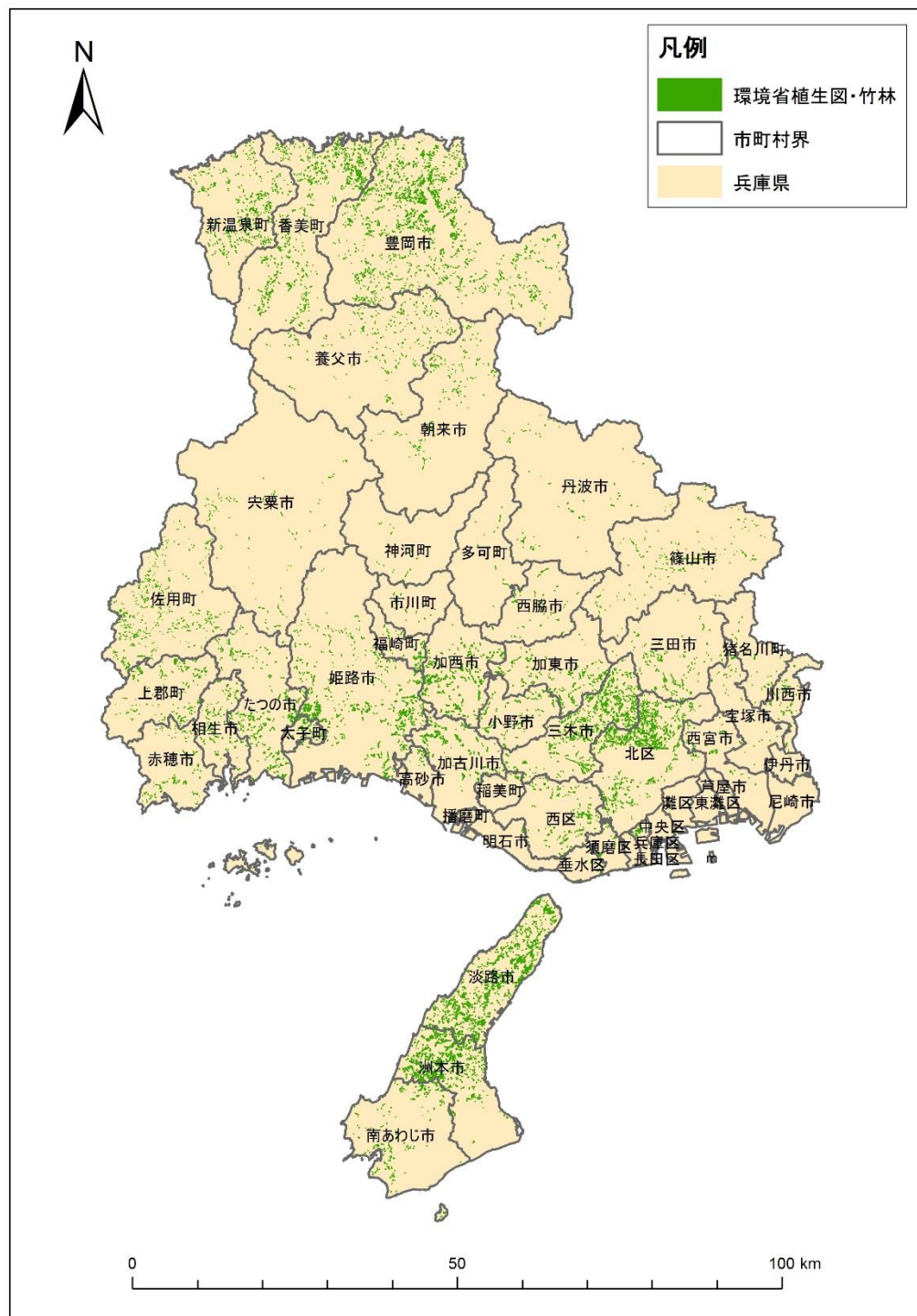


図 2.6 兵庫県における竹林の分布（第 6 回及び第 7 回環境省植生図より）

表 3 環境省植生図から算出した市町村別の竹林総面積の比較表（淡路島）

市区町村	市町村面積 (ha)	竹 ポリ ゴン 数 (個)	竹 ポリ ゴン 数 (順位)	最大 面積 竹 ポリゴン (ha)	最大 面積 竹 ポリゴン (順位)	竹 ポリゴンの 合計 面積 (ha)	竹 ポリゴンの 合計 面積 (順位)	市町村面積 に占める 竹ポリゴンの 面積割合 (%)	市町村面積 に占める 竹ポリゴンの 面積割合 (順位)
淡路市	18,454.91	712	2	65.86	1	1,369.47	2	7.42	1
洲本市	18,265.70	451	8	43.44	2	1,032.22	3	5.65	2
三木市	17,643.74	547	5	9.23	16	789.07	6	4.47	3
太子町	2,265.37	50	30	20.89	6	96.38	24	4.25	4
北区	24,104.51	611	4	15.72	9	887.23	4	3.68	5
加西市	15,088.32	231	13	14.34	10	455.32	8	3.02	6
豊岡市	69,737.22	1295	1	24.00	4	1,565.71	1	2.25	7
兵庫区	1,463.46	28	36	5.73	23	32.28	34	2.21	8
香美町	36,881.48	692	3	17.09	8	736.27	7	2.00	9
たつの市	21,077.75	306	10	8.65	18	377.44	10	1.79	10
福崎町	4,576.81	67	26	5.33	26	81.51	26	1.78	11
加古川市	13,853.63	137	21	12.87	12	245.49	14	1.77	12
小野市	9,293.85	107	23	19.09	7	161.96	19	1.74	13
須磨区	2,892.49	28	35	28.54	3	49.84	31	1.72	14
加東市	15,753.60	199	15	9.95	15	266.71	12	1.69	15
新温泉町	24,095.94	441	9	6.28	21	406.83	9	1.69	16
姫路市	53,399.94	545	6	21.58	5	882.48	5	1.65	17
西区	13,805.40	159	19	11.60	13	195.34	15	1.41	18
相生市	9,027.38	151	20	3.63	35	120.69	22	1.34	19
上郡町	15,022.39	231	12	5.62	25	175.19	17	1.17	20
垂水区	2,807.70	20	39	5.31	27	32.55	33	1.16	21
南あわじ市	22,922.46	224	14	13.38	11	258.39	13	1.13	22
川西市	5,347.26	54	28	4.30	29	59.71	29	1.12	23
佐用町	30,735.60	486	7	3.86	33	285.08	11	0.93	24
赤穂市	12,693.92	106	24	8.89	17	112.00	23	0.88	25
高砂市	3,448.51	30	33	4.14	31	28.61	35	0.83	26
三田市	21,028.31	166	18	5.79	22	166.51	18	0.79	27
西脇市	13,240.61	53	29	8.32	19	87.66	25	0.66	28
西宮市	9,964.90	66	27	3.33	36	58.41	30	0.59	29
稲美町	3,487.24	20	38	7.46	20	19.73	38	0.57	30
養父市	42,289.97	288	11	5.71	24	192.29	16	0.45	31
宝塚市	10,155.56	40	31	11.48	14	39.04	32	0.38	32
篠山市	37,742.68	179	16	4.83	28	133.63	21	0.35	33
朝来市	40,288.55	177	17	3.16	37	136.29	20	0.34	34
猪名川町	9,034.02	35	32	2.51	38	26.79	36	0.30	35
市川町	8,264.79	24	37	2.20	40	18.50	39	0.22	36
長田区	1,139.25	6	41	0.82	44	2.31	42	0.20	37
丹波市	49,313.04	70	25	4.15	30	70.14	27	0.14	38
神河町	20,233.18	28	34	4.02	32	24.96	37	0.12	39
宍粟市	65,848.47	118	22	2.27	39	69.26	28	0.11	40
多可町	18,529.64	16	40	3.76	34	18.36	40	0.10	41
明石市	4,953.18	3	42	2.13	41	3.90	41	0.08	42
芦屋市	1,838.82	2	45	0.90	42	1.39	43	0.08	43
東灘区	3,293.87	2	44	0.63	46	0.86	45	0.03	44
伊丹市	2,496.80	2	43	0.32	47	0.59	47	0.02	45

市区町村	市町村 面積 (ha)	竹 ポリ ゴン 数 (個)	竹 ポリ ゴン 数 (順位)	最大 面積 竹 ポリゴン (ha)	最大 面積 竹 ポリゴン (順位)	竹 ポリゴン の 合計 面積 (ha)	竹 ポリゴン の 合計 面積 (順位)	市町村面積 に占める 竹ポリゴン の面積割合 (%)	市町村面積 に占める 竹ポリゴン の面積割合 (順位)
灘区	3,252.48	1	47	0.69	45	0.69	46	0.02	46
尼崎市	5,077.58	1	46	0.88	43	0.88	44	0.02	47
中央区	2,889.52	0	49	0.00		0.00	48	0.00	48
播磨町	911.46	0	48	0.00	48	0.00	49	0.00	49

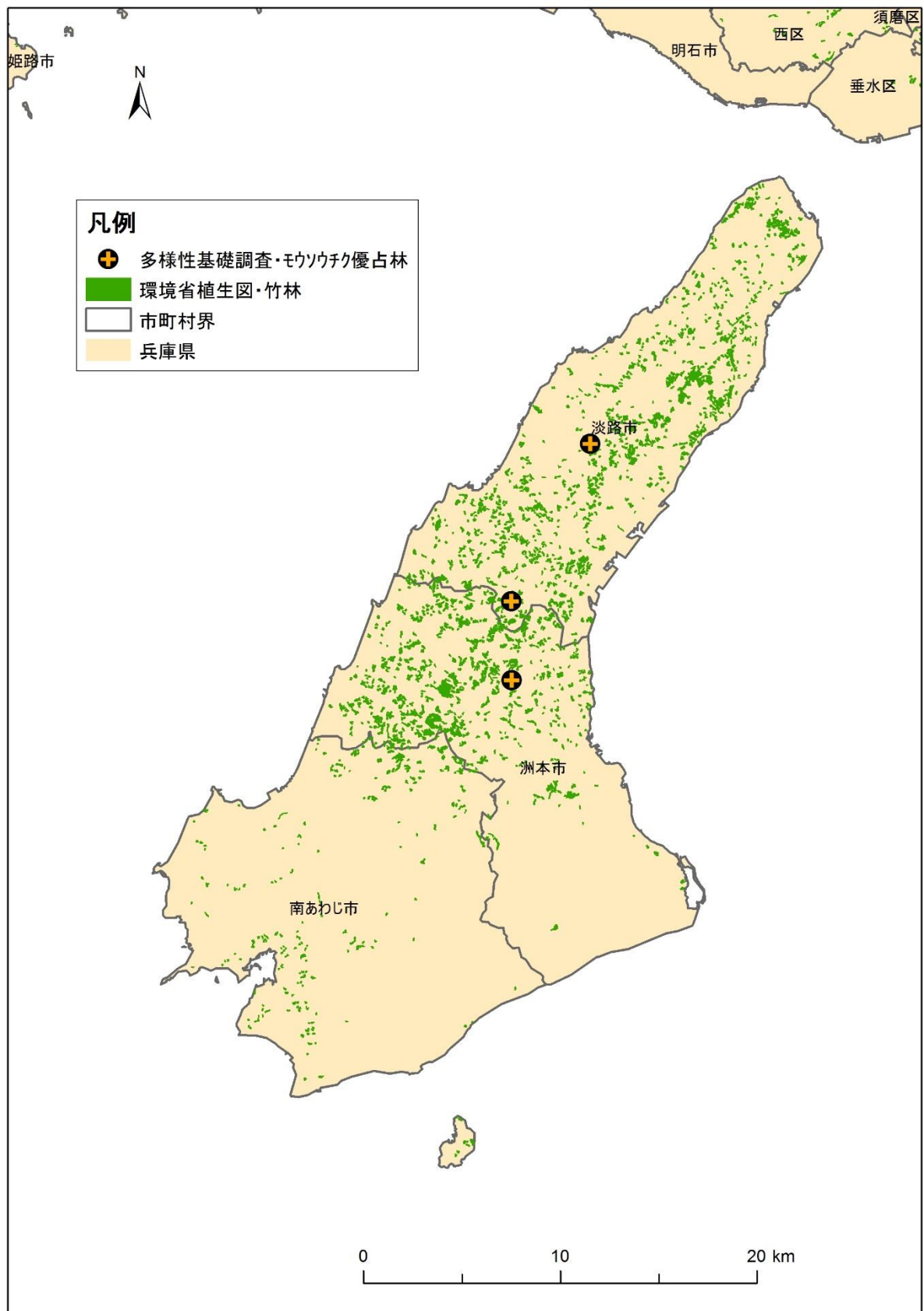


図 2.7 淡路島における竹林の分布
(第 6 回及び第 7 回環境省植生図及び森林生態系多様性基礎調査より)

兵庫県では、植生図の竹ポリゴン数と合計面積が最大であった地域が、空中写真の撮影コースに入っていなかったため、モデル地域は空中写真が入手可能な少し北東側の淡路市周辺に移動した（図 2.8）。赤い長方形の範囲は衛星画像の販売単位（100km²）を示している。

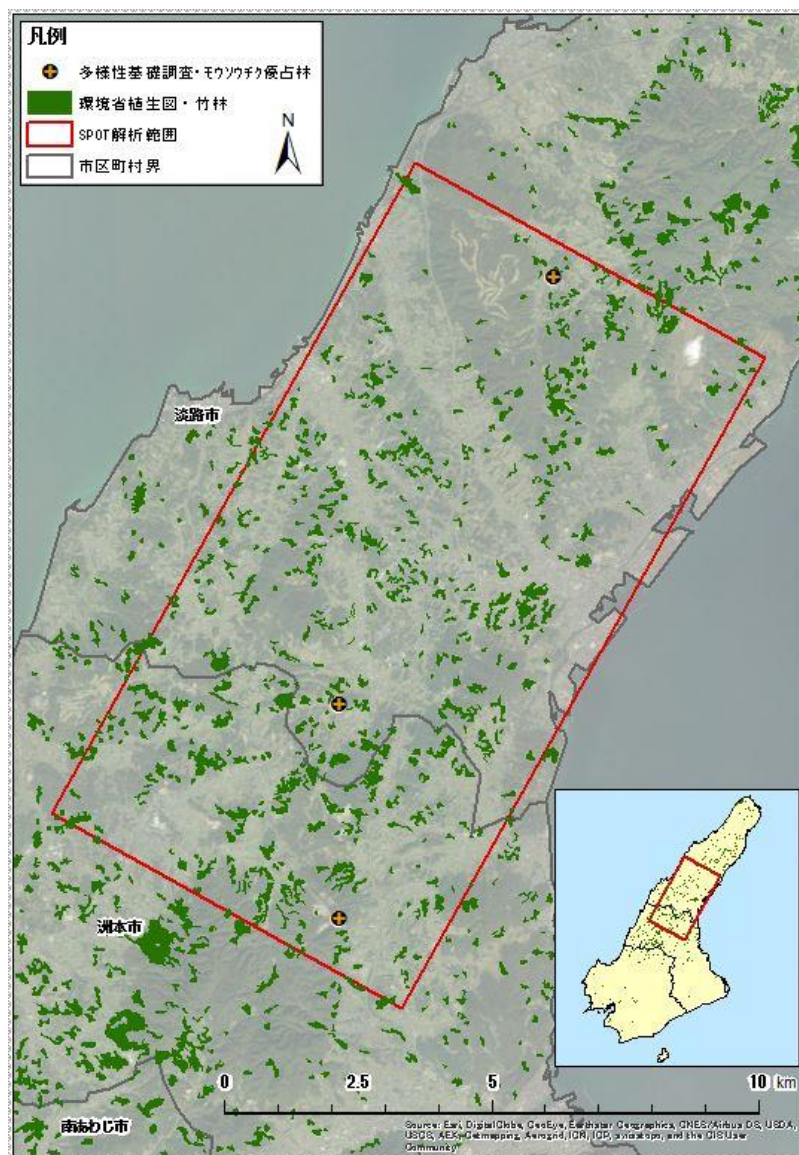


図 2.8 モデル地域の範囲（淡路島）

2.2.3.5. 山口県

山口県は、全国的に見ても竹林の多い県であり、かねてから竹林の拡大、放置竹林の増大等の問題が生じていた。このため、全国に先駆けて竹林の有効活用のための資源把握や駆除に取り組んでおり、これまでに竹のバイオマス燃料としての利用や、竹の駆除に着目した実証事業等が行われてきた。竹林情報を効率的に取得することは事業実行上の課題であり、県担当者へのヒアリングの結果、今年度は県の東部における解析の要望があったため、該当地域において実施可能な範囲の検索を行った。

森林生態系多様性基礎調査の結果、対象とした山口県周南市及び下松市周辺部（以下、周南市）のうち、周南市の中央部に、モウソウチクを含む調査プロットが分布していた。

最新の環境省植生図の整備は、県の最も東の部分を除いてほぼ完了しており、本事業では、環境省植生図が整備済みのエリア内においてモデル地域を選定した（図 2.9）。

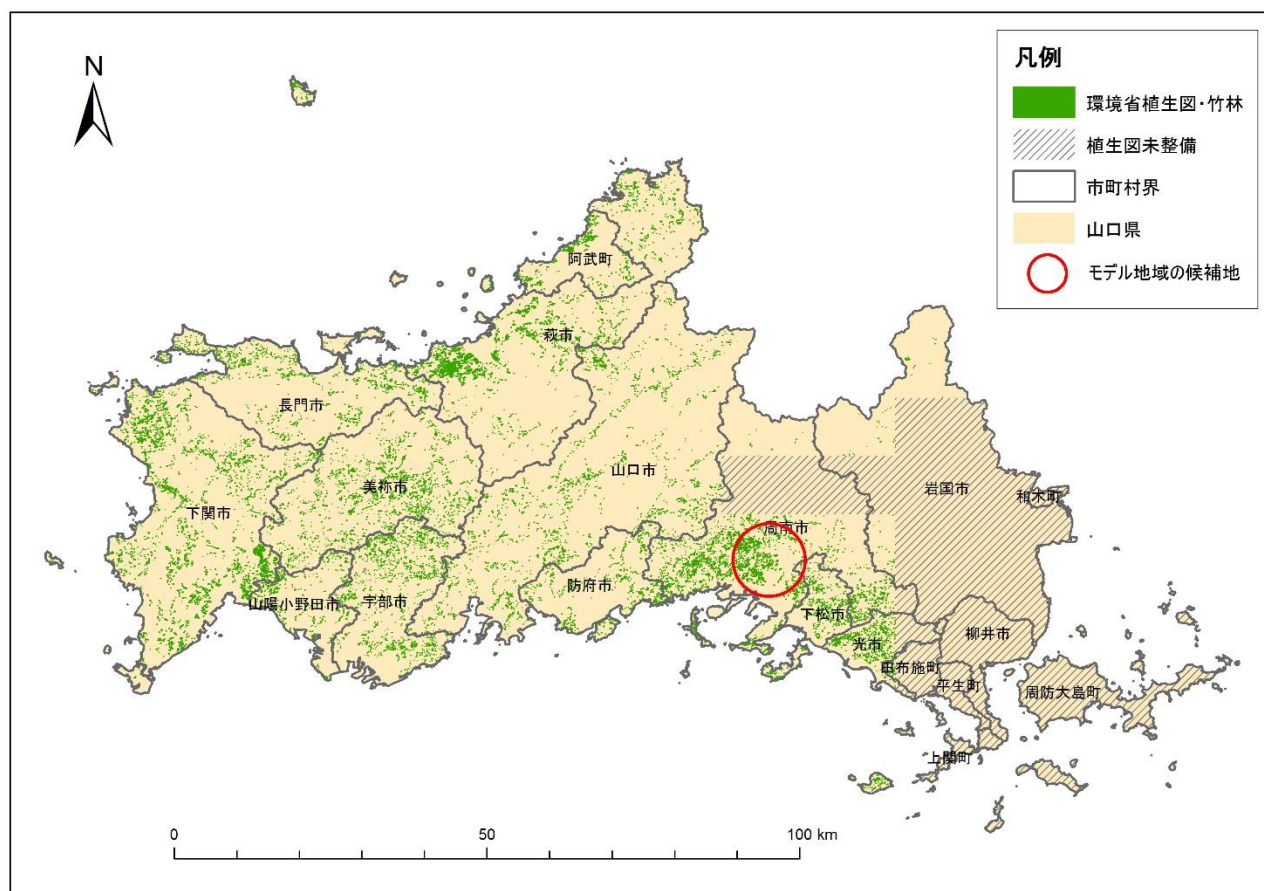


図 2.9 山口県における竹林の分布
（第 6 回及び第 7 回環境省植生図より。斜線部が H28 年度において植生図が未整備の箇所）

表 4 は、環境省植生図における竹林の面積を市町村別に集計したものである。

表 4 環境省植生図から算出した市町村別の竹林総面積の比較表（山口県）

市町村	市区町村 面積 (ha)	竹 ポリ ゴン 数 (個)	竹 ポリ ゴン 数 (順位)	最大 面積 竹 ポリゴン (ha)	最大 面積 竹 ポリゴン (順位)	竹 ポリゴンの 合計 面積 (ha)	竹 ポリゴンの 合計 面積 (順位)	市町村面積 に占める 竹ポリゴンの 面積割合 (%)	市町村面積 に占める 竹ポリゴンの 面積割合 (順位)	植生図 整備面積 (ha)
田布施町	5,044.87	30	15	7.20	15	38.68	15	10.8	1	359.21
上関町	3,487.87	69	13	10.88	13	71.26	13	8.6	2	829.89
光市	9,231.32	389	9	32.79	5	485.95	9	7.6	3	6,410.75
下松市	8,949.81	381	10	17.76	10	479.02	10	5.4	4	8,949.81
周南市	65,656.42	1582	3	34.99	4	2,391.56	2	4.9	5	48,909.55
下関市	71,638.61	1729	1	60.20	2	2,947.43	1	4.1	6	71,376.98
宇部市	28,690.39	1116	6	36.72	3	1,060.99	6	3.7	7	28,688.47
萩市	69,835.90	1235	5	239.62	1	2,254.59	3	3.2	8	69,835.90
阿武町	11,604.61	215	12	25.09	8	372.74	12	3.2	9	11,604.61
美祢市	47,248.59	1329	4	25.96	7	1,489.64	4	3.2	10	47,248.53
山陽小野田市	13,312.63	324	11	13.26	12	414.82	11	3.1	11	13,312.35
防府市	18,901.51	450	8	14.80	11	560.22	8	3.0	12	18,901.50
長門市	35,767.58	811	7	28.03	6	973.54	7	2.7	13	35,767.60
山口市	102,315.48	1586	2	22.10	9	1,477.81	5	1.4	14	101,993.48
岩国市	87,374.31	65	14	10.52	14	52.75	14	0.2	15	21,657.59
柳井市	13,991.98									0.00
周防大島町	13,877.84									0.00
和木町	1,057.84									0.00
平生町	3,469.32									0.00

※面積集計が可能なのは、環境省植生図が存在する市町村に限られる。

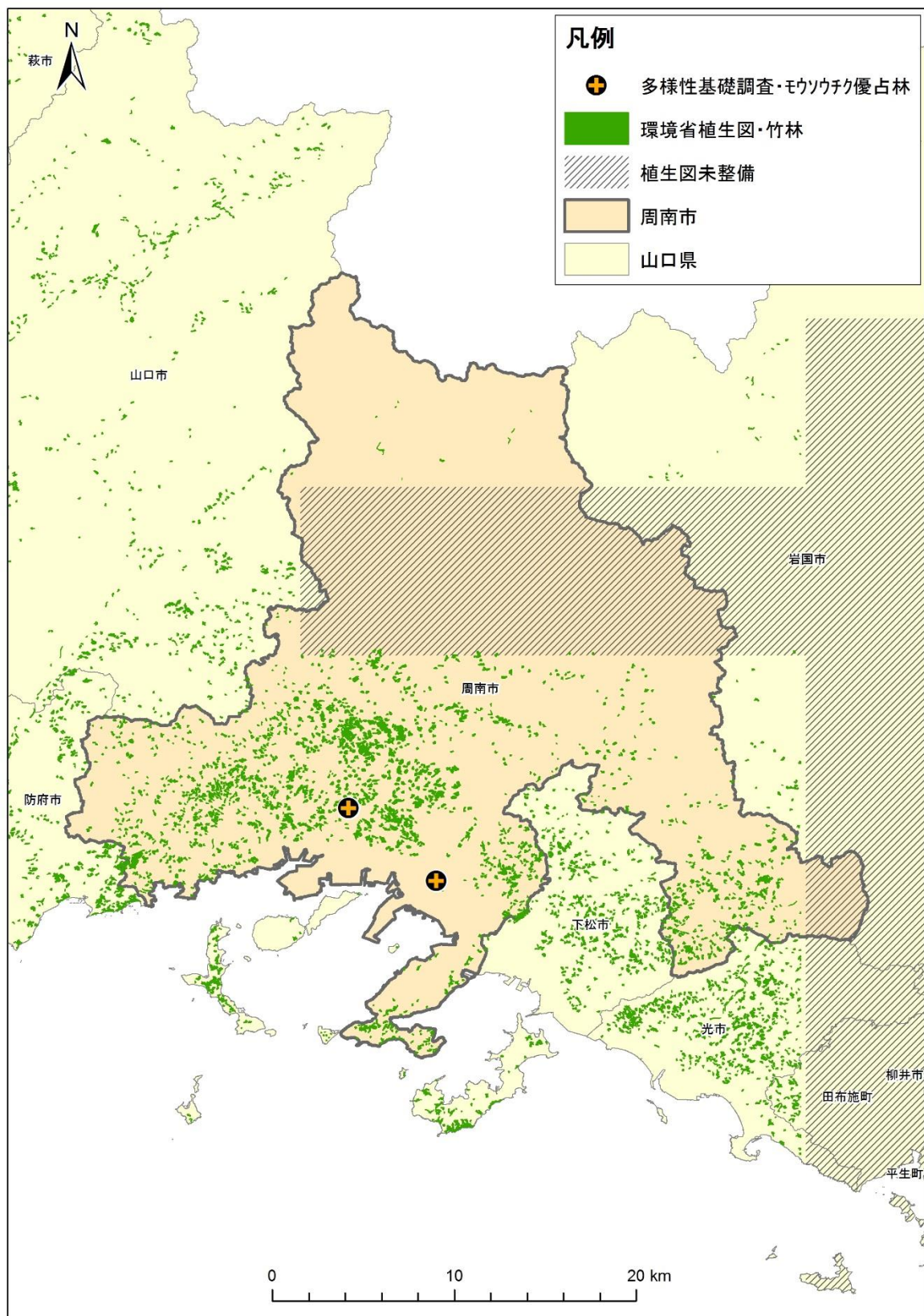


図 2.10 周南市における竹林の分布
(第 6 回及び第 7 回環境省植生図及び森林生態系多様性基礎調査より)

山口県の場合、植生図の竹ポリゴン数と合計面積が最大の地域について、特に問題なく空中写真を入手できるのを確認した。以上を踏まえ、山口県で設定したモデル地域は図 2.11 の赤い長方形の範囲であり、衛星画像の販売単位（100km²）を示している。

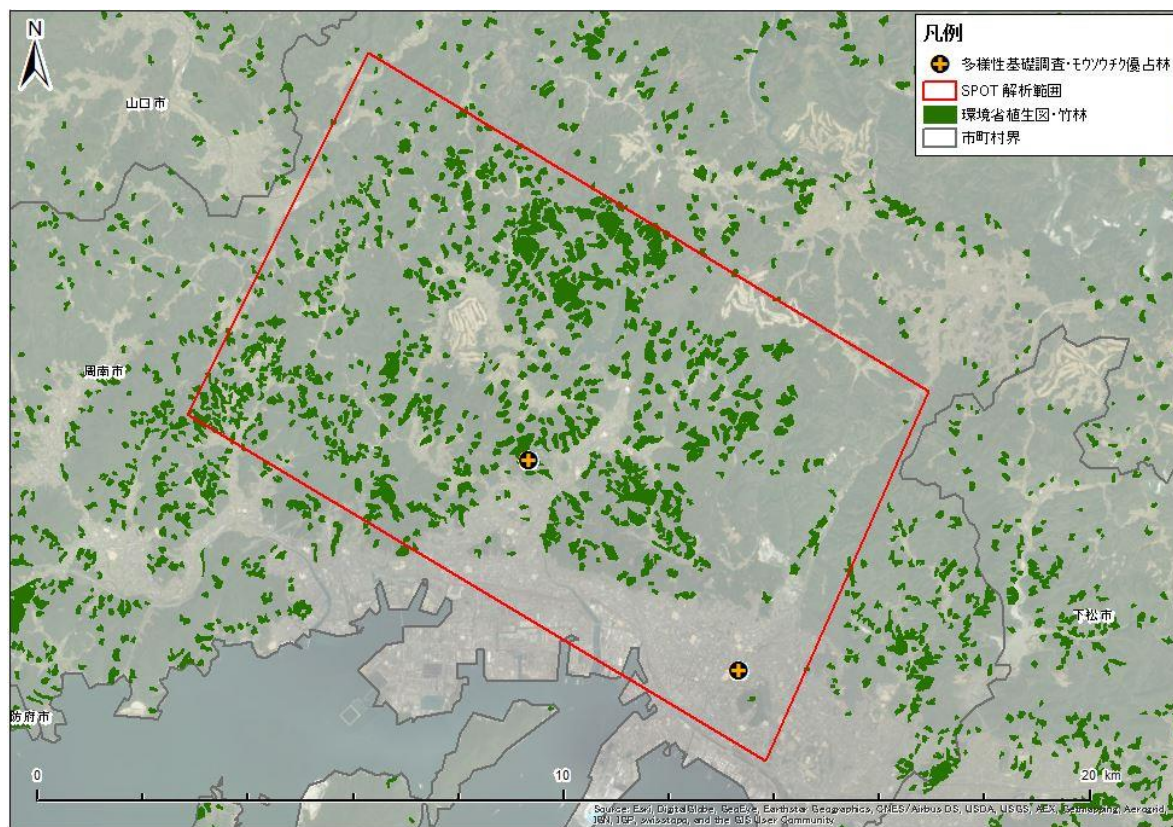


図 2.11 モデル地域の範囲（周南市）

選定した兵庫県淡路島および周南市のモデル地域 2 つについて、衛星画像解析による竹林地の抽出を行う。

2.2.4. 検証用エリアの設定

SPOT 画像解析後、分類結果のポリゴンと空中写真判読結果のポリゴンを比較検証するための検証用エリアを設定する。検証エリアは、連続して撮影されているコース上にあり、解析に適した春期のシーンが存在する空中写真が入手可能なエリアとした（図 2.12、図 2.13）。

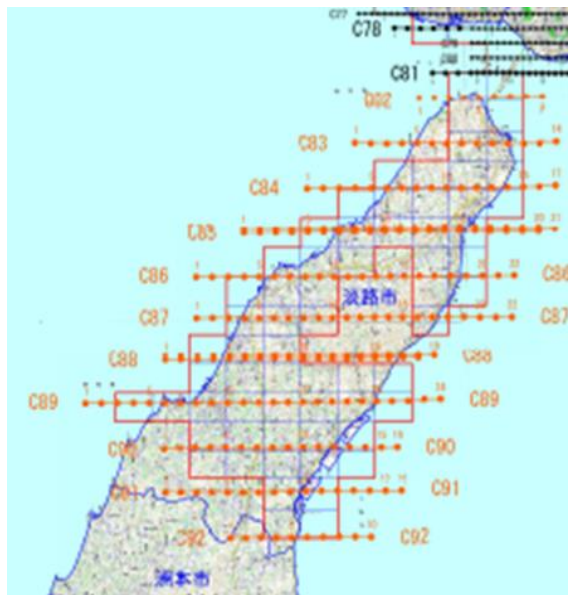


図 2.12 空中写真の標定図（淡路島）

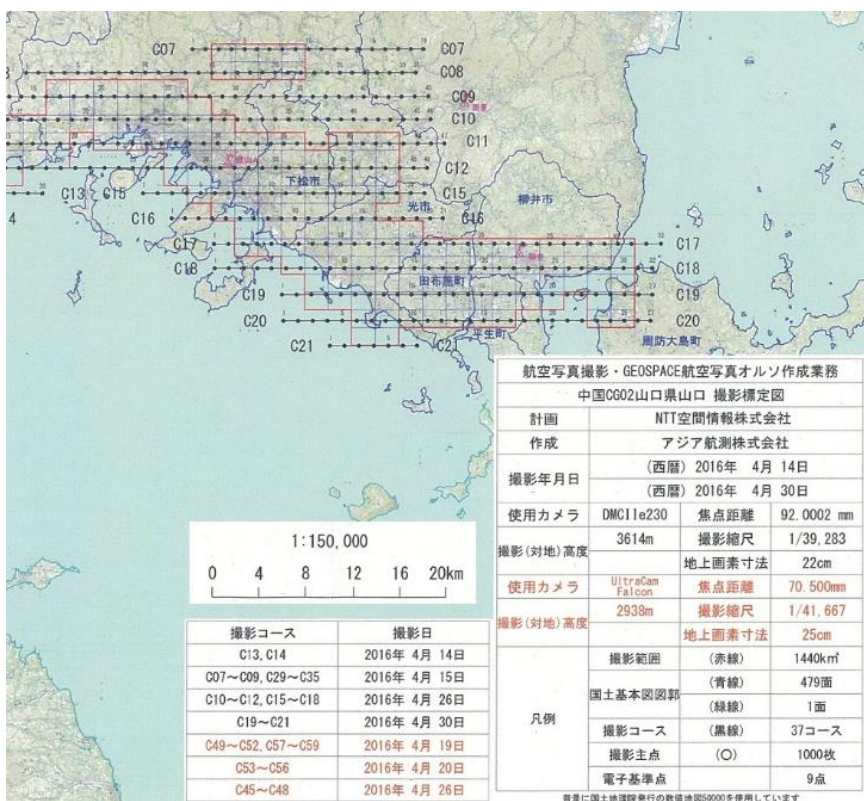


図 2.13 空中写真の標定図（山口県）

図 2.14 と図 2.15 に淡路島モデル地域と周南市モデル地域にそれぞれ設定した検証用エリアを示す。

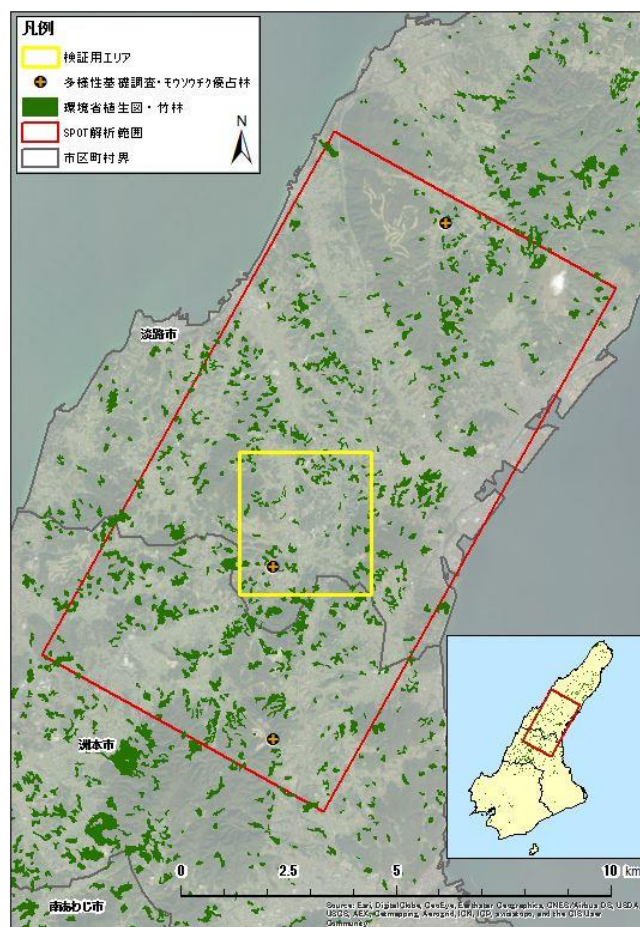


図 2.14 検証用エリア位置図（淡路島）

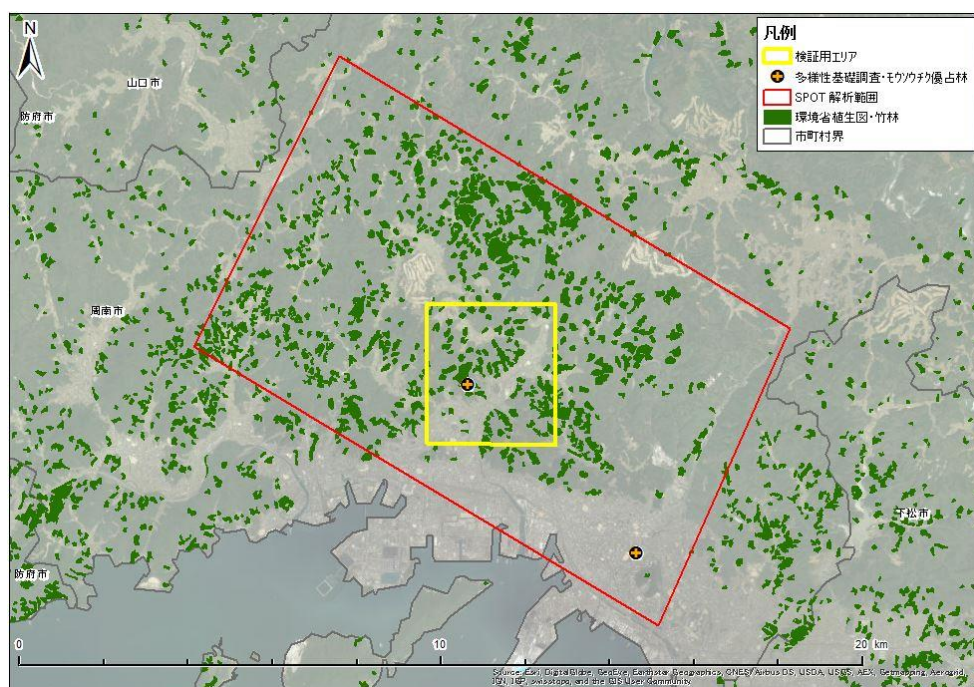


図 2.15 検証用エリア位置図（周南市）

2.2.5. 解析に用いる衛星画像の選定

衛星画像は、解像度が 1m 以下の高分解能のものから 1km 以上の低分解能のものまで様々に存在し、各衛星に搭載されたセンサーの持つバンド（波長帯）、軌道、観測幅、入手し易さ、価格など、その選択肢も豊富である。一般的に、植生の検出・区分には、可視（Visible）バンド、近赤外域（Near infrared）バンドを用いるのが有効とされており、その波長域を捉えるセンサーを搭載した、図 2.16 に示すような衛星の選択が不可欠である。

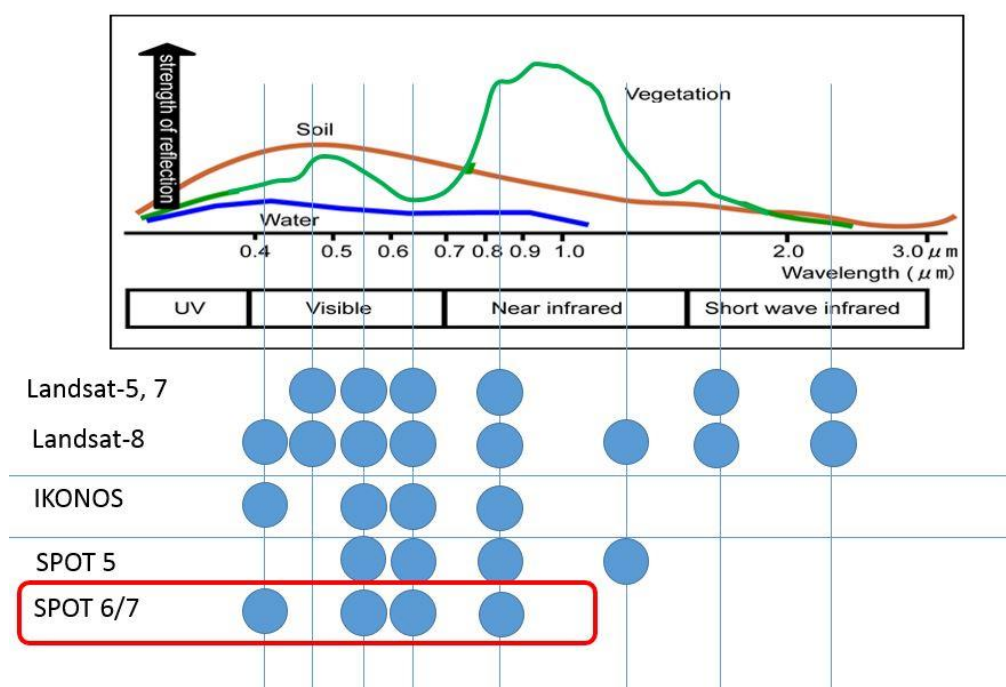


図 2.16 衛星ごとのバンドの組み合わせと地物（水、土壌、植生など）への反射強度

今回の目的のひとつである広域、かつ最新の竹林分布情報を整備する上では、竹林をパッチ状に区分して抽出する必要があり、それを実現できる解像度をもった衛星画像の選択に留意しなければならない。

LandsatTM は、広域の画像を無償で入手できる利点があるものの、地上分解能は 30m と低めで、大面積の竹林でない限り抽出が難しい。他方、IKONOS のような高分解能（地上分解能 1m 以下）の衛星画像は、画像情報が多く単木の影を区分できるほどであるが、他の樹種の混ざった林分などでは林相区分が難しくなる。また、高解像度衛星画像は高価であり、分類対象面積が広域にわたる場合にはより多くのシーンを購入する必要がある。空中写真（地上分解能 0.5m）を竹林抽出に利用する場合、分類精度は高められるものの、さらに大量の枚数の写真を購入する必要がある、費用と手間の面からあまり効率的ではない。

SPOT による衛星画像は、マルチスペクトル 6m、パンクロ 1.5m の地上分解能をもち、比較的小さな竹林でもある程度の群落の塊として認識することができ、かつ一本一本の影を検出できるほど高解像度でもない適度な地上分解能を持つ衛星画像である。また、SPOT は 4 種類の波長域からなるバンドをもちシーンあたりの撮影エリアが比較的広域であるため、作業の手間が少なく解析時間を節約することができる。

既存事例・実際の利用例として、林野庁の一部事業においても、全国をカバーする SPOT シリーズの

衛星画像が導入されており、2年に1度の頻度でSPOT画像を取得・更新している。

SPOT5とSPOT6/7は利用可能なバンドと利用できる撮影年が異なっている。SPOT6/7で利用できるバンドは、植生を区分する際に重要な植物の光の吸収・反射特性を現す波長域に特化しており、利用可能な撮影年についてもSPOT6とSPOT7は最新のものが入手できる（SPOT5衛星画像は2012年まで）。このため、本事業の竹林抽出に用いる衛星画像にはSPOT6/7画像を用いることとした。

以上の検討結果により、本事業では、比較的広域をカバーし植生区分に有効との実績があるSPOT7の画像を用いることとした。実際の竹林抽出に用いたのは下記のSPOT7画像である。

表 5 分類に用いたSPOT7画像

対象地	衛 星	日 付	I D
兵庫県	SPOT7	2016年5月1日 1:21	SEN_SPOT7_20160501_012212100_000
山口県	SPOT7	2015年5月8日 1:33	SEN_SPOT7_20150508_013316400_000

※日付はグリニッジ標準時。

2.2.6. 画像分類・竹林抽出手法の検討

一般的に、林種区分などの主題図や基盤地図情報等を整備する際には、広域をカバーできる衛星画像、詳細情報を持つ航空写真、および地上観測を併用し、それぞれコストや機能面で利点と弱点がある。衛星画像は、空中写真に比べ解像度が粗いものの広域を高頻度で隙間なくスキャンしており、必要なシーンを入手できる可能性は高い。しかし、撮影シーンが多いため適切な品質の画像を検索する手間がかかってしまう。高解像度デジタル航空写真は、立体視できるが1シーンの撮影範囲が狭く、対象範囲をカバーするためには大量の連続写真が必要で購入価格が高くなり、撮影頻度が数年に一度で撮影コースもまばらであるため必要なシーンを入手できるかが不確実である。

このような利点と欠点に鑑み、衛星画像解析による分類を主軸として、高解像度空中写真と環境省植生図（分布確認・参考用）の2種を併用して竹林の抽出を行うこととした。

画像分類手法には、表6に示すような、オブジェクトベース分類、ピクセルベース分類、目視判読による分類がある。

表 6 画像分類手法の比較

	特 徴	長 所	短 所
オブジェクトベース分類	セグメンテーションと呼ばれる処理によりスペクトル情報や形状情報に基づいたオブジェクト（ピクセルの集合）を生成させ、これを分類する。	高分解能衛星画像の分類に適しているため、詳細な分類図を得られる。	分類のためのパラメータ設定が複雑。
ピクセルベース分類	類似したピクセル情報を持つピクセルをまとめることで分類する。	比較的均質な成果が得られる。	高分解能衛星画像の分類には適さない。
目視判読	対象が持つ色調・形状・大きさ・きめ・模様などを手がかりにして、作業者の判断により分類する。	分類精度が高い	経験に基づく技術力が必要であり、また作業量が多くなる。

本事業では、以下の点を考慮し、オブジェクトベース分類を用いることとした。

- SPOT7 の地上分解能が 1.5m と比較的高いため、ピクセルベース分類では陰やノイズなど誤分類が生じやすい。
- オブジェクトベース分類では、人間が目視で作成したものに近い林相境界線が作成できる。
- オブジェクトベース分類では、オブジェクト内の各バンドのデジタル情報の平均や分散といった統計値、模様・パターン等のテクスチャー情報を分類時に使用できる。
- オブジェクトベース分類で抽出した結果は、シェープファイル（.shp）形式のポリゴンとして出力できるため、抽出したポリゴンを一林分単位として竹材利用の管理・計画に活用できる。
- シェープファイルとして出力された各ポリゴン（竹林地）の属性テーブルに情報を追加し、竹林情報のデータ基盤として拡張していくことが可能である。

また、解析に使用するソフトウェアや方法などについて検討した結果を表 7 に示す。

表 7 解析ソフトウェアおよび方法の検討結果

	ERDAS IMAGINE	ENVI	もりったい	目視判読による分類
ピクセル分類機能	○	○	—	—
オブジェクト分類機能	○	○	○	—
大面積の一括自動処理	△	○	×	×
分類結果のシェープファイル出力	○	○	○	（GISを利用したデジタル化）
特徴	標準ツールを使った目視による半自動セグメンテーション（100km ² を1日で処理）	半自動の分類とセグメンテーション処理（100km ² を約10分で処理）	ピクセルの塊からシェープ抽出可能。教師データの質に左右されるが10分程度	空中写真をオルソ化し、立体視により判読する。判読結果をGISでデジタル化
制限要因	一括処理には拡張機能を追加購入する必要がある	—	前処理で50cm解像度に加工が必要、処理範囲は12km ² に限定される	立体視判読の技能が必要 デジタル化作業に人件費と時間が必要
ソフトウェアの初期導入費用	約300万円	約150万円	10万円	（委託作業の場合、100km ² 当たり約150万円）
一連の分類作業の操作難易度	複数の処理コマンドを理解し、これらを組合せて分類せねばならない。	一連の処理が体系化されており、ダイアログにまとめられ、初心者でも操作可能。	複数の処理コマンドを理解し、これらを組合せて分類せねばならない。	GISソフトウェアを利用。
利用できる分類元画像	衛星画像 空中写真	○ ○	× ○	○ ○
総合評価	△ ※衛星画像所有の場合	◎ ※衛星画像所有の場合	○ ※空中写真所有の場合	○ ※空中写真所有の場合

検討の結果、有料のオプションツールなどを追加せずに、表示されるダイアログの手順に沿って半自動でオブジェクトベース分類ができ、初心者にとっても比較的使いやすいインターフェースを備えたソフトウェア ENVI を用いて竹林を抽出することとした。

2.2.7. 半自動分類手法による竹林地の抽出手順

ENVI の半自動分類手法を用いた解析の手順を図 2.17 に示す。

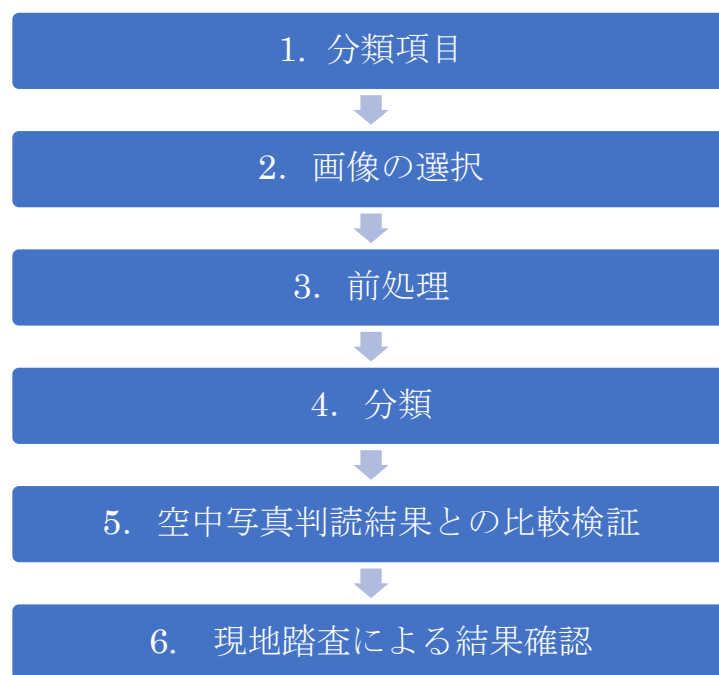


図 2.17 衛星画像を用いた分類の手順

(1) 分類項目

竹林の抽出を目的とする分類を行った。針葉樹の少ない淡路島においては、撮影時期を適切に選定することによりマダケとモウソウチクの 2 種の竹林を区分することが可能と考えられた。そのため、以下のように分類クラスを設定した（表 8）。

表 8 分類項目

分類コード	クラス
01	広葉樹 (Quercus)
02	裸地 (Bare)
03	畑地 (Crop)
04	草地 (Grass)
05	耕地 (Crop1)
06	市街地 (Urban)
07	マダケ (Madake)
08	モウソウチク (Mousou)
09	水域 (Water)
10	落葉広葉樹 (Kouyouju)
11	水田 (Paddy)
12	人工構造物 (Building)

(2) 画像の選択

「2.2.5 解析に用いる衛星画像の選定」で選定した SPOT7 のうち、分類処理前に行う前処理を可能な限り省くため、下記の条件をクリアする撮影シーン（60×60km の範囲で撮影）を選択した。

- 画像の範囲に雲や霧が存在しないもの
- 地面に対して垂直に近い（ひずみの小さい）角度から撮影されているもの
- 竹林が区別しやすい5月前後に撮影されたもの

(3) 前処理

衛星画像の前処理として、幾何補正とパンシャープンを行った。幾何補正は、主に衛星の移動や地球の回転、センサーの特性などに由来する、幾何学的な歪みが生じた画像を補正する処理のことをいう。前ステップで選択した画像に対し、ENVI のオルソ補正ツールを用いて幾何補正を行った。

パンシャープン作業は、ブレの改善と鮮明化を目的に、分解能 6m の可視 3 バンド、近赤外 1 バンドの画像、及び分解能が高い可視域の画像（パンクロマチック、1.5m 解像度）とを合成した画像である。この作業によって 1 本 1 本の樹木ではなく、ある程度まとまった樹冠からなる林相区分が可能となり、竹林等群落をパッチ（オブジェクト）として検出し易くなる（図 2.18）。

植生を赤く強調した下図のようなフォールスカラー表示が林相区分に用いられる。

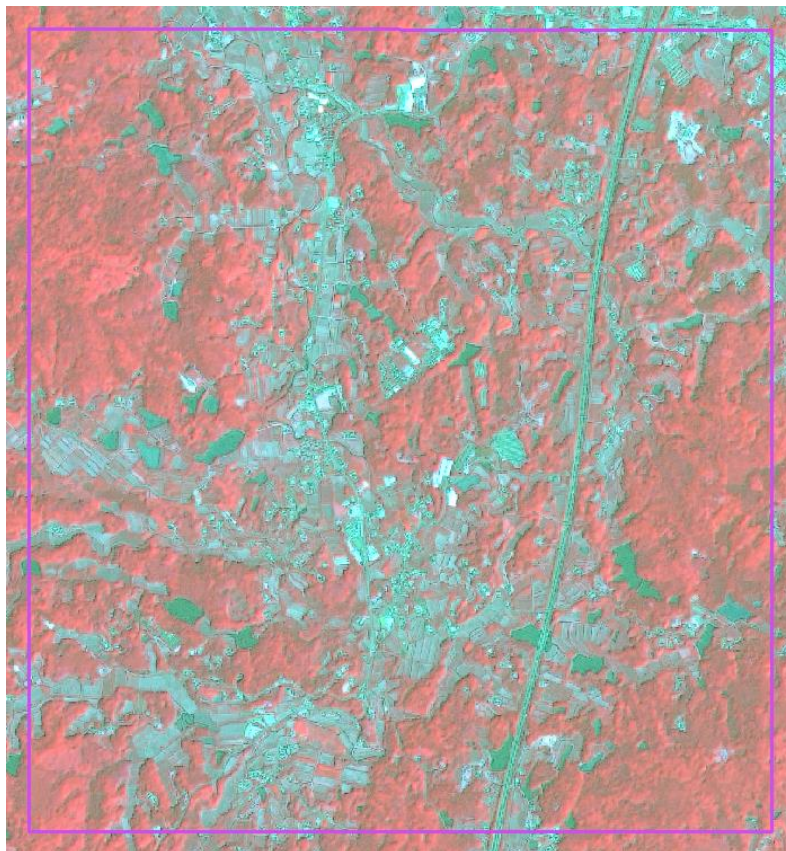


図 2.18 パンシャープン後の衛星画像をフォールスカラー表示したもの
（淡路島の検証用エリア、四角枠は一辺約 3.5km）

(4) 分類

分類作業には、「2.2.6 画像分類・竹林抽出手法の検討」で選定した画像解析ソフトウェア ENVI のバージョン 5.3 を使用した。表 9 に、ENVI におけるオブジェクトベース分類に関連する用語と主な作業を紹介する。

表 9 ENVI5.3 によるオブジェクト分類の関連用語

用語	手法・作業の内容
Object Creation	- 閾値を設定して画像を区分する作業 - テクスチャ（画質）が同じ範囲の対象（林分）を、目視でいくつか選び出して登録することにより、半自動的に同等の林分を認識させ区分する手法
Examples Selection	区分した区画を目視判読し、分類結果の見本を作成する作業
Feature Extraction	画像からまとまりのある形状を認識させ抽出する作業
Segment and Merge	- 画像をどう区分するかの閾値を設定して分類する（閾値の設定については下記参照）作業 - 閾値は分類作業を複数回実行し、試行錯誤によって決定する必要があるが、概ねデフォルト値の 50 から比較しながら設定する

また、表 10 には、Segment and Merge ダイアログで設定した内容についてまとめる。

表 10 Segment and Merge ダイアログにおける閾値と設定内容

設定の名称	閾値、設定内容など
Segment Setting	- Scale level を左右に調整しながら、区分の度合いを調整することが可能 - アルゴリズムは Edge を選択する。（ここでは 60.2 に設定）
Merge Setting	- どの範囲の見え目までが同等の林分であるか、どの色合いの範囲までを一囲みに統合するかを設定可能 - アルゴリズムは Full Lambda Schedule を選択し、Merge Level は 95.4 に設定
Texture Kernel Size	デフォルト値の 3 を使用

以上のようにダイアログを設定した後、解析を実行する。

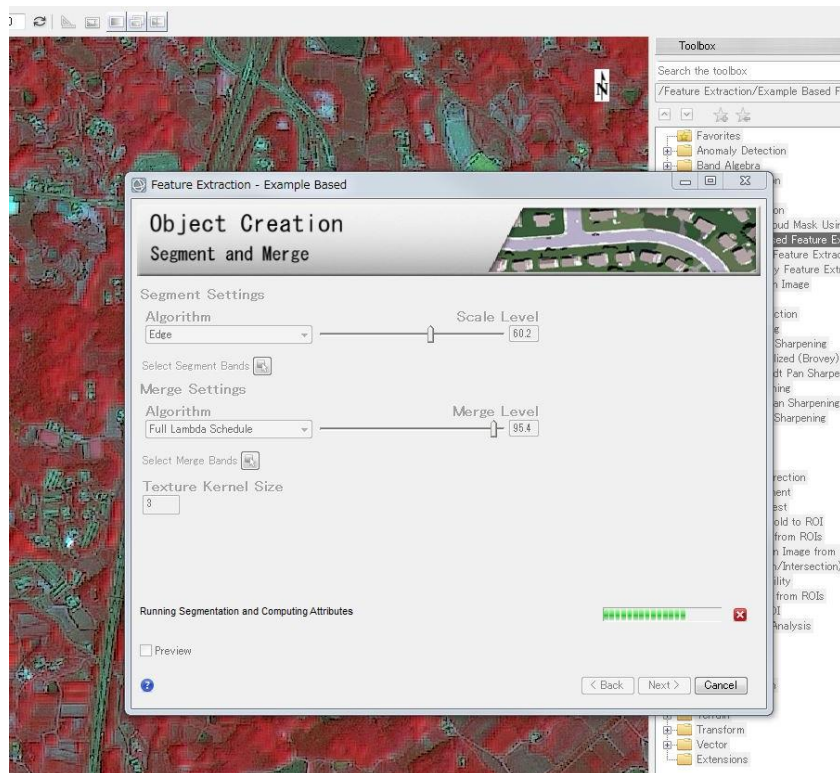
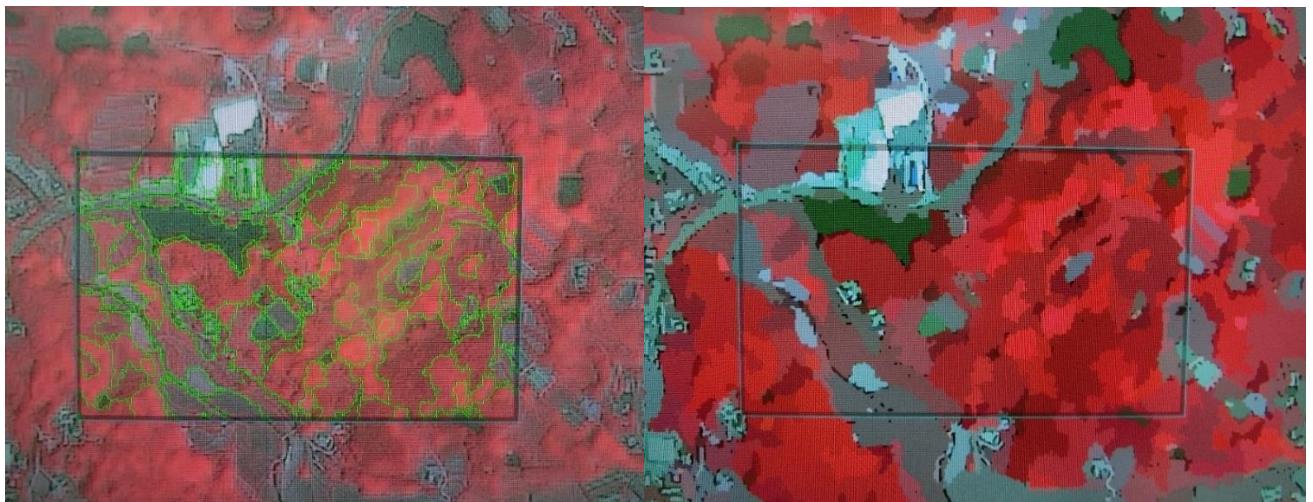


図 2.19 ENVI5.3 によるオブジェクトベース分類



「プレビュー画面」を利用して試行を繰り返
し、分類（分割）具合をみて閾値を設定する

形状としての分類後の状態

図 2.20 試行錯誤による閾値の決定

次に、**Choose Examples** ⇒ **Examples selection** で分類のサンプルを選択する作業を行う。作成した区画について、落葉広葉樹林、水田など、明らかな（既知の）区画を選択し、これを各分類項目（クラス）の見本とする。各クラスに対し 10 個程度の区画を選択し偏りのないようにサンプルを取得するが、明らかに区分可能な水域や人工構造物もクラスに指定する。

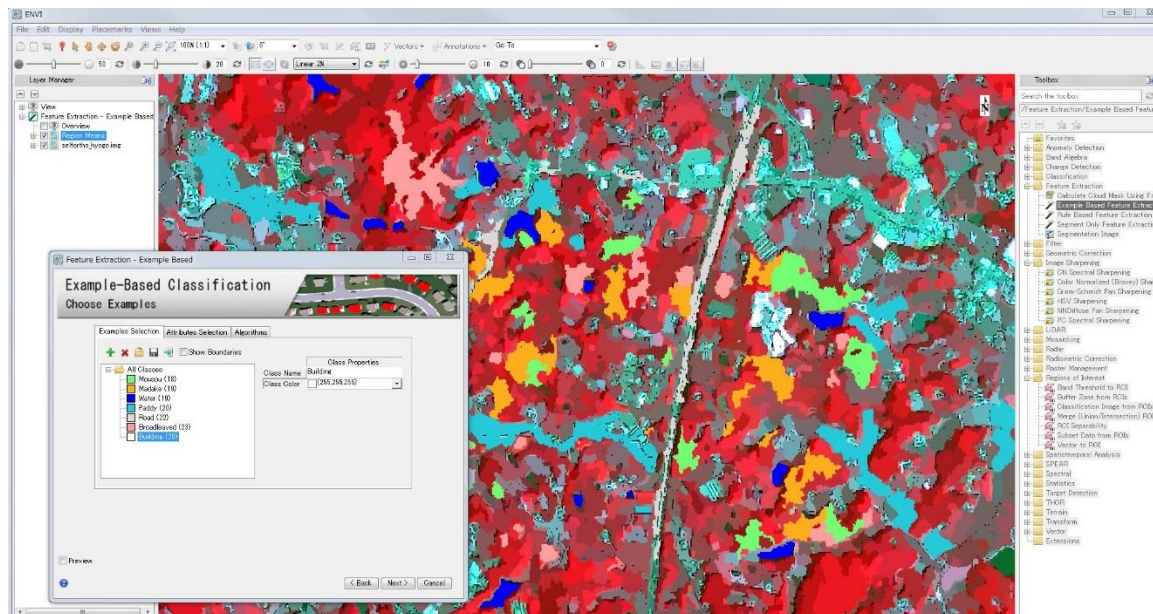


図 2.21 分類のためのサンプル指定と分類クラスを作成

ソフトウェア上での分類結果を図 2.22 に示す。黄緑がモウソウチク、オレンジがマダケに分類された区画である。これをベクター形式のデータ（シェープファイル）として出力し、後の空間解析による施業適地判定の基礎データとして用いる。

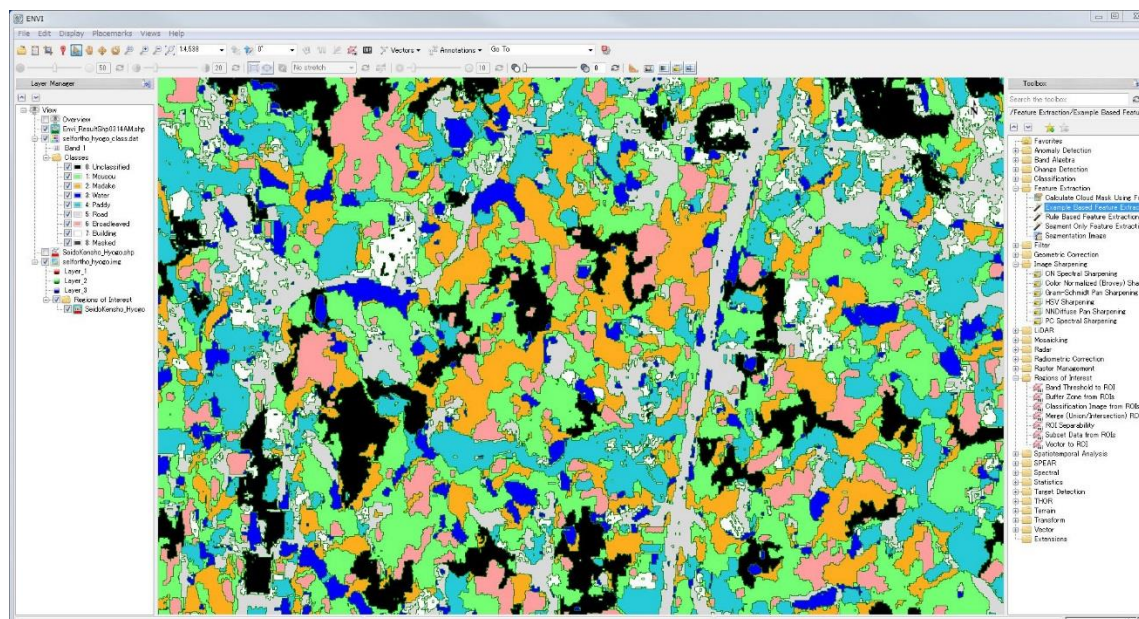


図 2.22 オブジェクトベース分類の結果（出力結果）

図 2.23 に、実際に SPOT7 から分類した淡路島の竹林のポリゴンと環境省植生図とを重ね合わせた図を示す。また、SPOT 画像分類により種別（マダケ、モウソウチク）に区分した竹林ポリゴンを図 2.24 に示す。周南市についても同様に図 2.25 と図 2.26 に示した。環境省植生図との類似が見られた。なお、周南市における不明竹林が枯死したマダケ群落であることを、後に実施した現地調査の中で確認した。

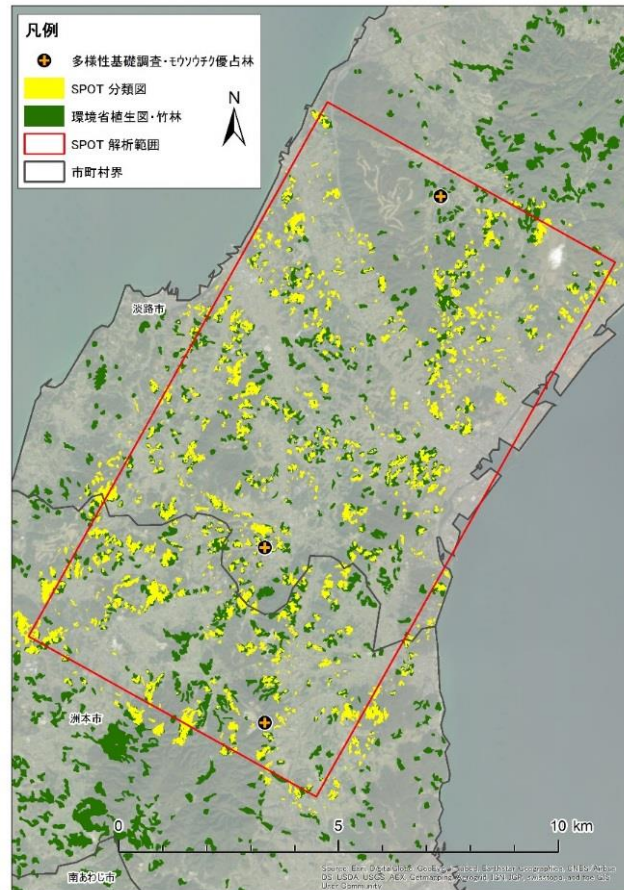


図 2.23 SPOT 画像分類結果の竹林ポリゴンと環境省植生図（竹林）との重ね合わせ（淡路島）

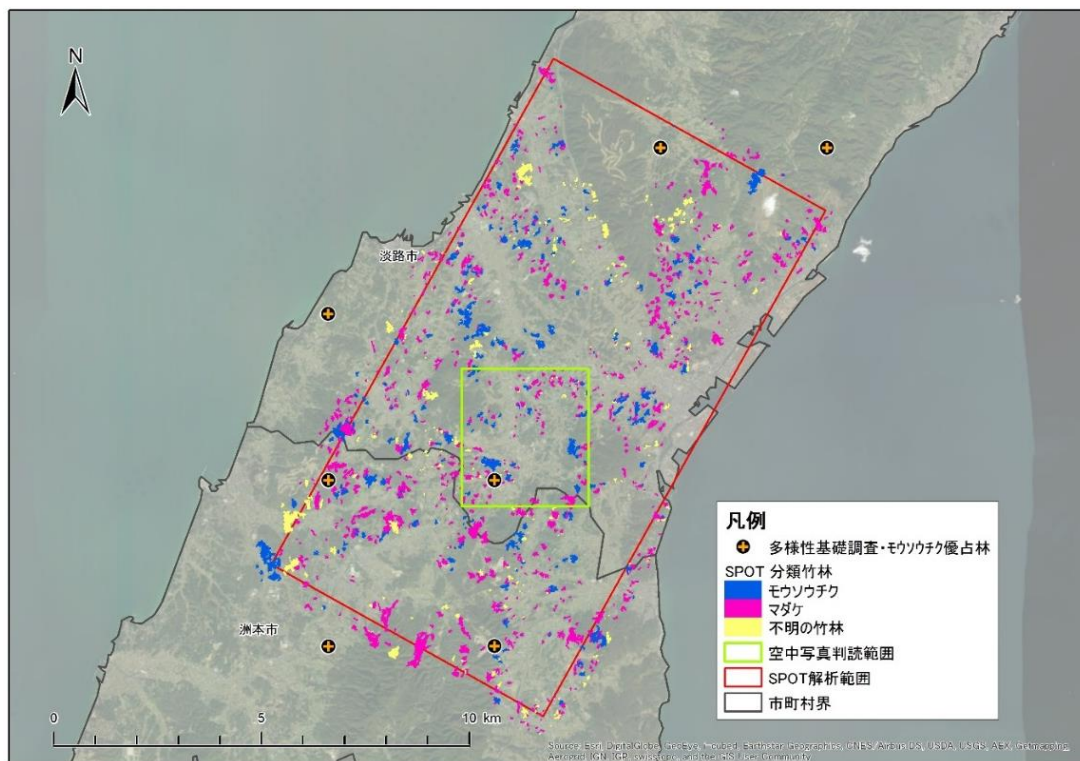


図 2.24 SPOT 画像分類により抽出された、マダケ、モウソウチクのポリゴン（淡路島）

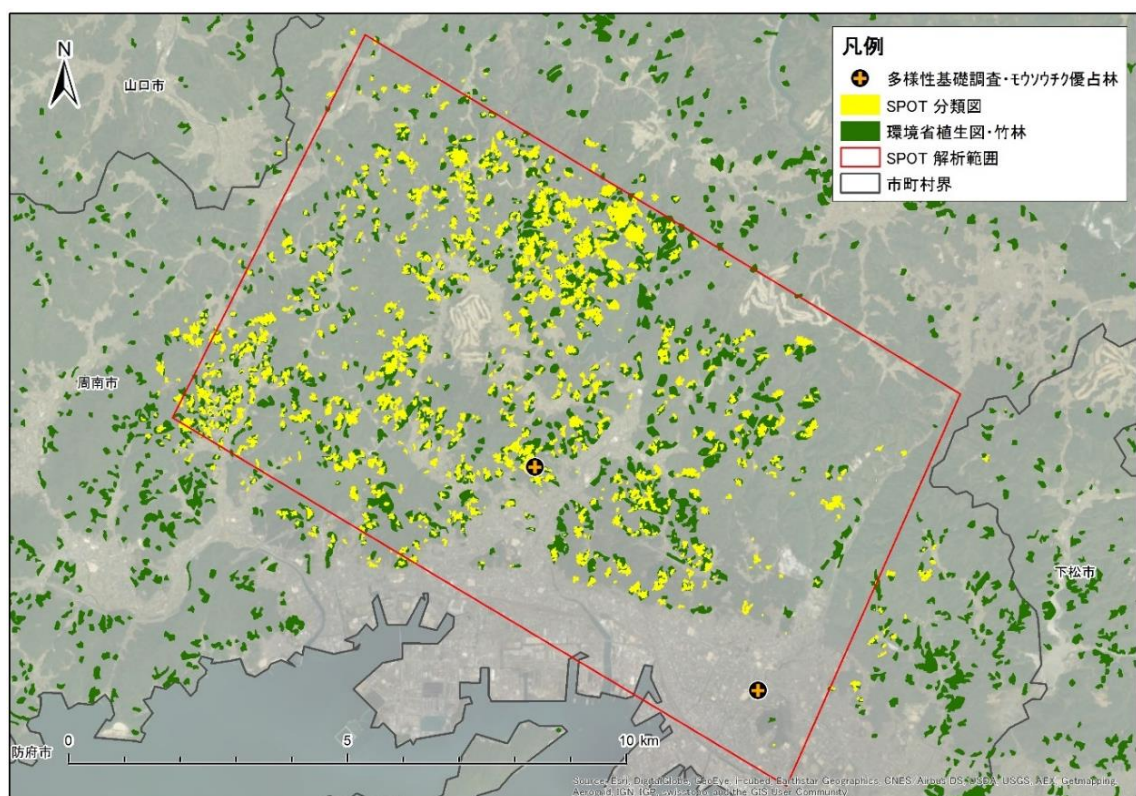


図 2.25 SPOT 画像分類結果の竹林ポリゴンと環境省植生図（竹林）との重ね合わせ（周南市）

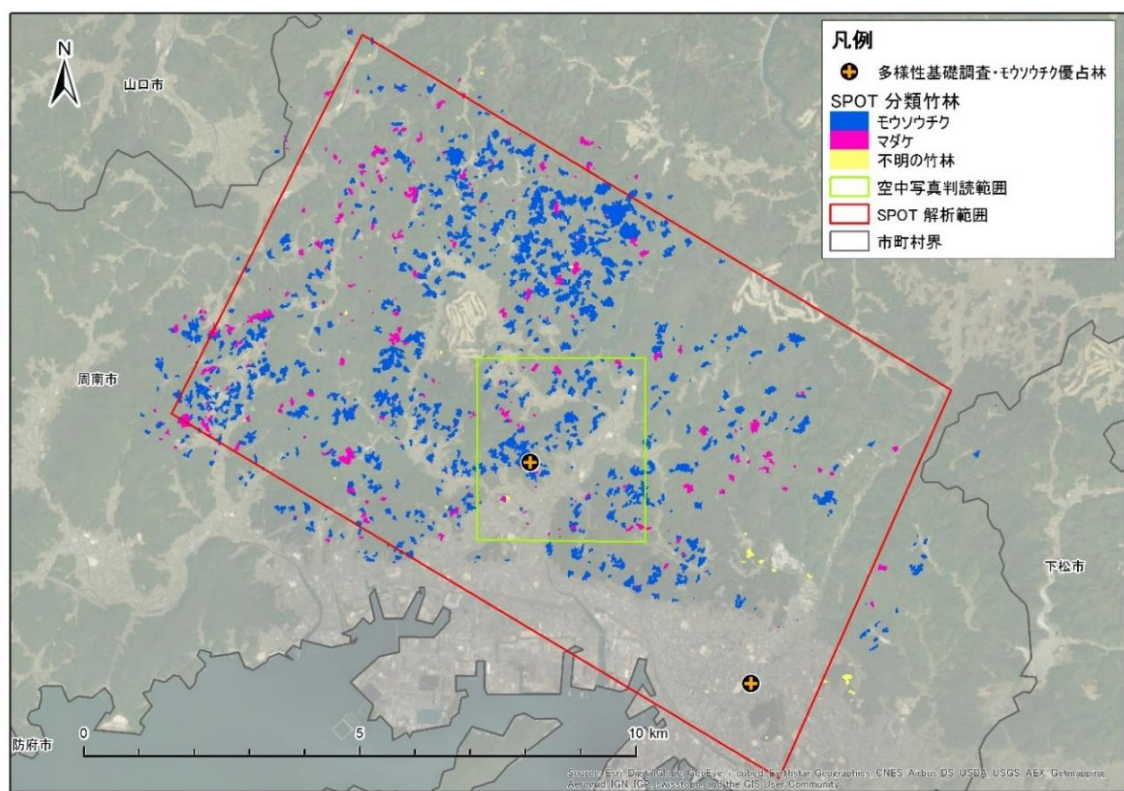


図 2.26 SPOT 画像分類により抽出された、マダケ、モウソウチクのポリゴン（周南市）

(5) 空中写真判読結果との比較検証

前節で得られた分類結果の検証のため、「2.2.4 検証用エリアの設定」で設定した検証用エリア内の範囲で、SPOT7 の分類結果ポリゴンと空中写真判読結果ポリゴンの比較を試みた。

なお、空中写真からは目視により樹種と粗密度を判読した。はじめに、淡路島と周南市の検証用エリアについて、それぞれ空中写真の判読結果を示す。表 11 に判読内容と図の凡例について示した。

表 11 空中写真の判読内容と凡例

竹林の種類	疎密度	凡例	
不明	竹林 35%未満	竹林の種類	疎密度
マダケ	竹林 35-75%	 不明の竹林	 不明
モウソウチク	竹林 75-100%	 マダケ	 0-35 %
		 モウソウチク	 35-75 %
		 環境省植生図・竹林	 75-100%

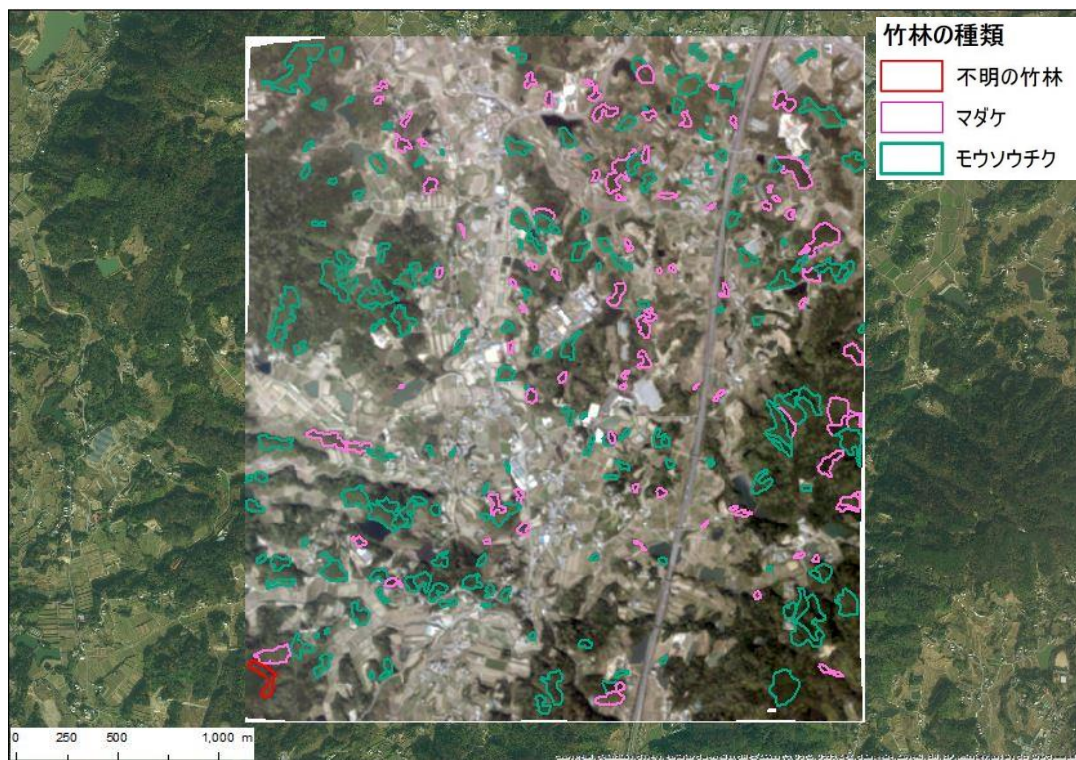


図 2.27 空中写真判読結果（竹林の種類、淡路島）

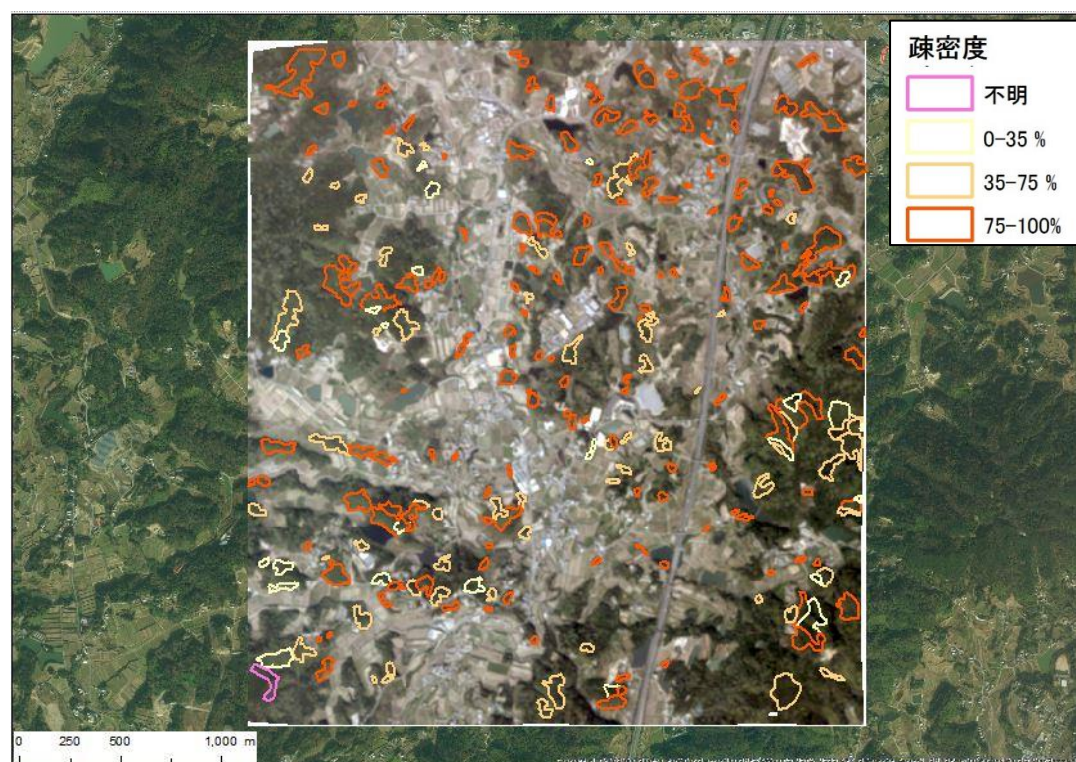


図 2.28 空中写真判読結果（粗密度、淡路島）

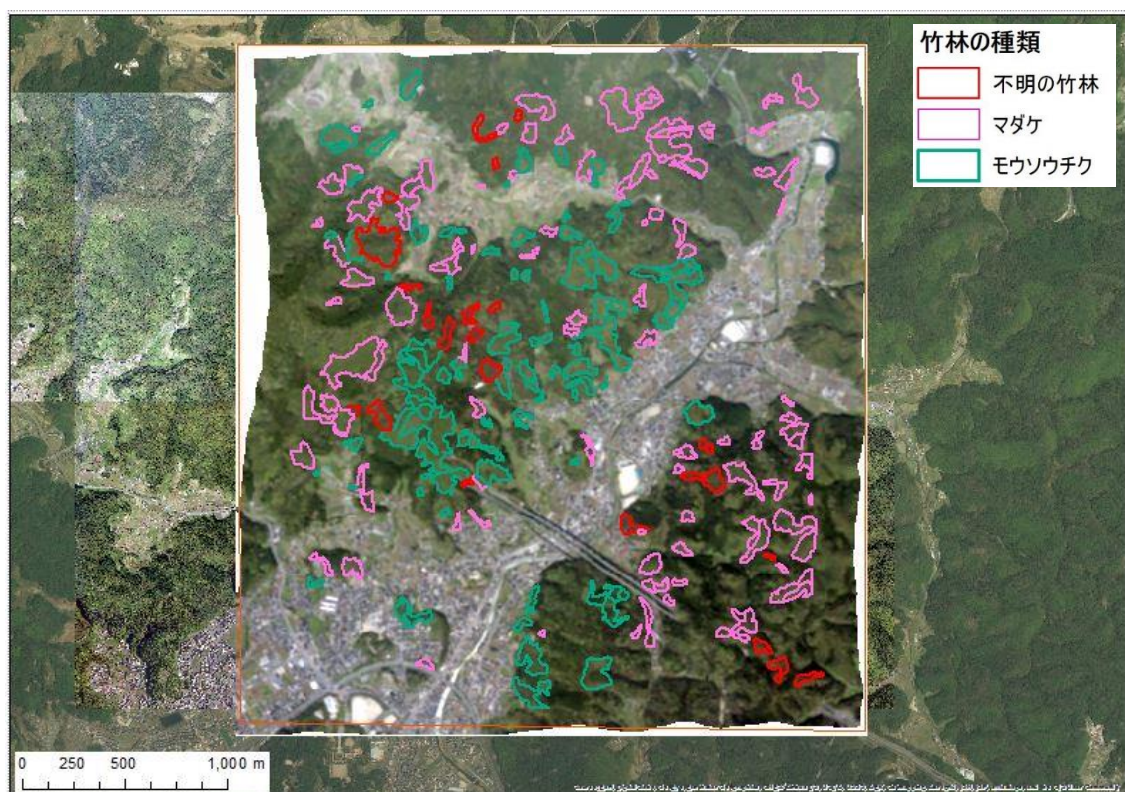


図 2.29 空中写真判読結果（竹林の種類、周南市）

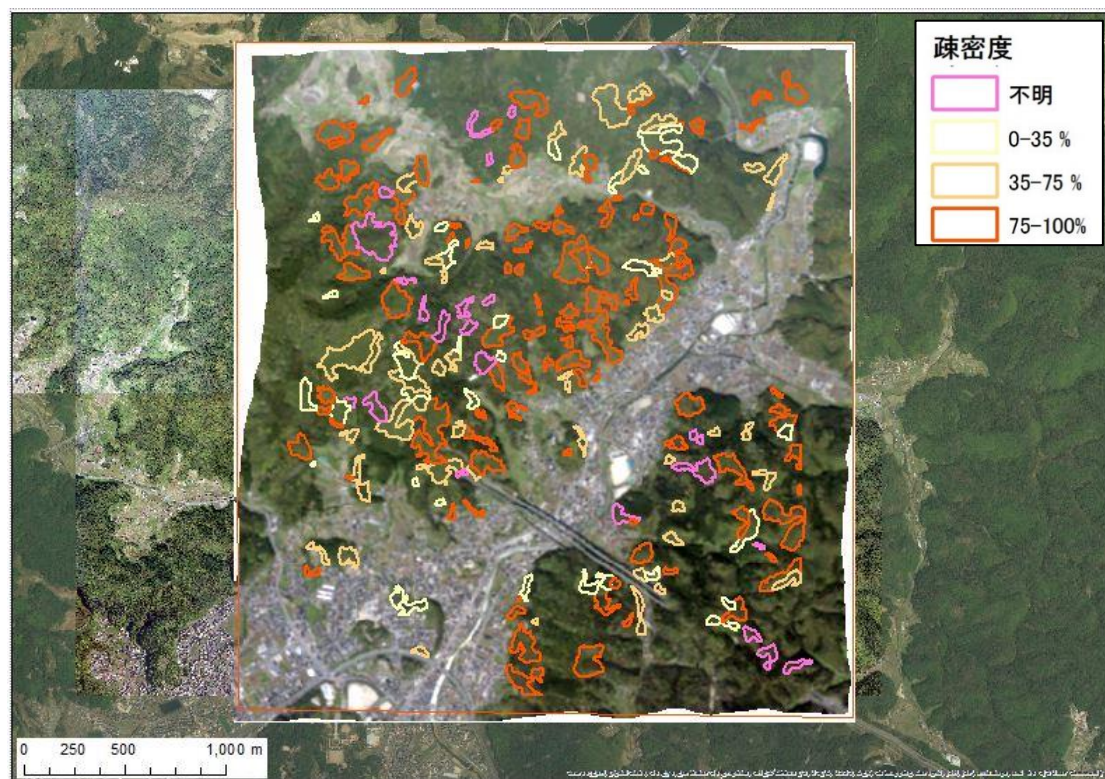


図 2.30 空中写真判読結果（粗密度、周南市）

空中写真判読による検証用ポリゴンと、衛星画像分類によって作成したポリゴンを比較した（図 2.31、図 2.32）。

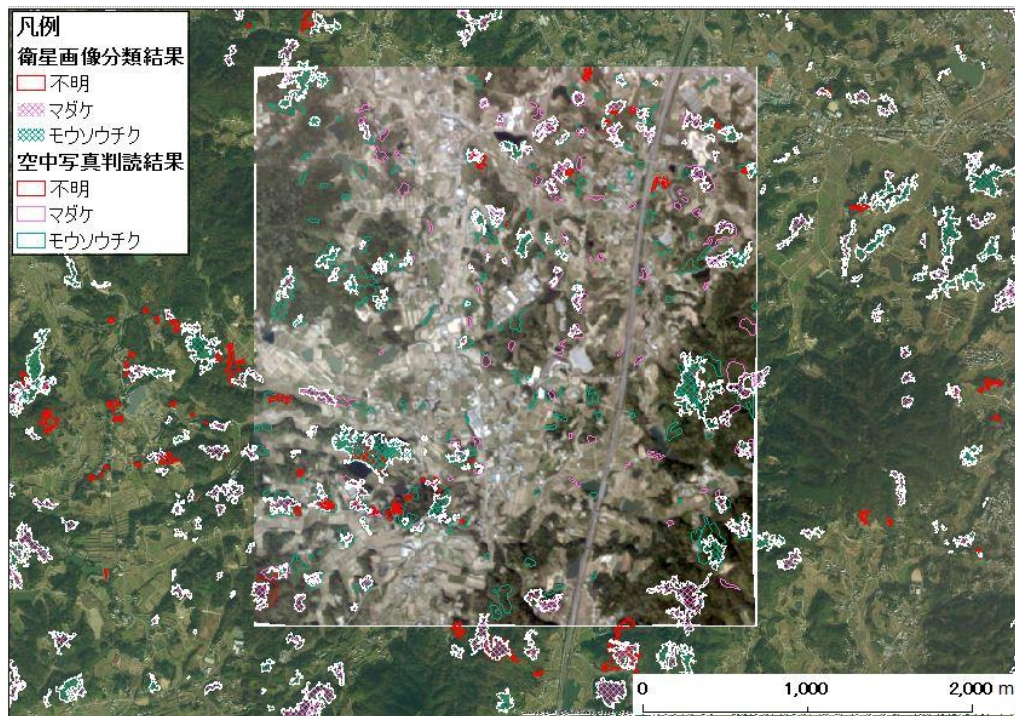


図 2.31 空中写真判読及び SPOT 画像分類結果の竹林ポリゴンとの重ね合わせによる竹林分布（淡路島）

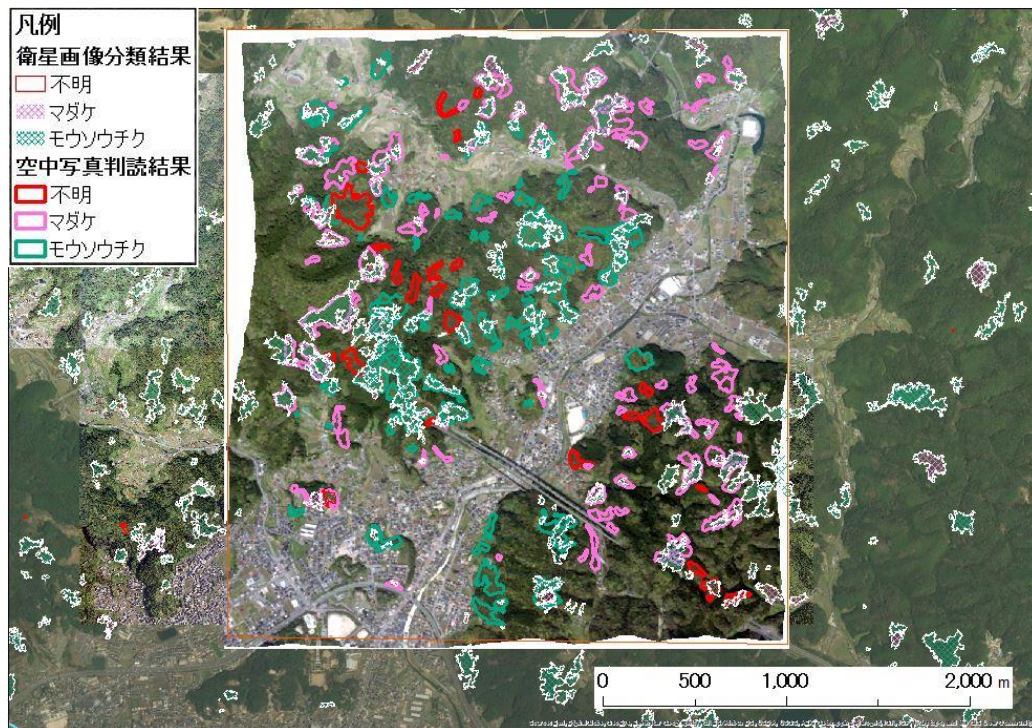


図 2.32 空中写真判読及び SPOT 画像分類結果の竹林ポリゴンとの重ね合わせによる竹林分布 (周南市)

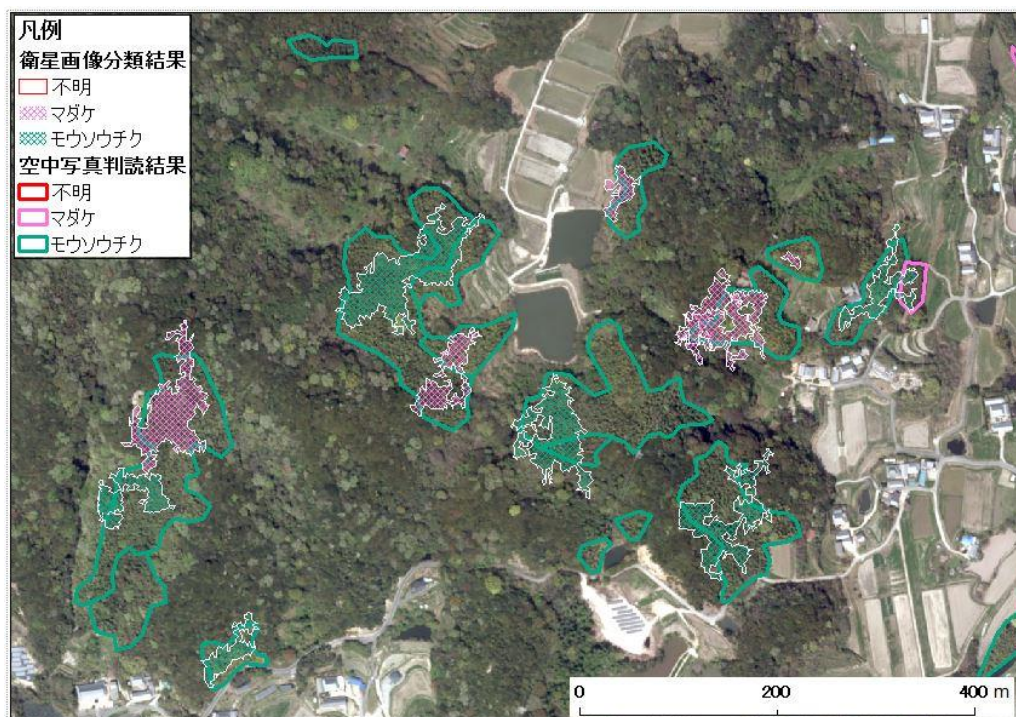


図 2.33 空中写真判読及び SPOT 画像分類結果の竹林ポリゴンの重ね合わせによる竹林分布の詳細比較 (淡路島)

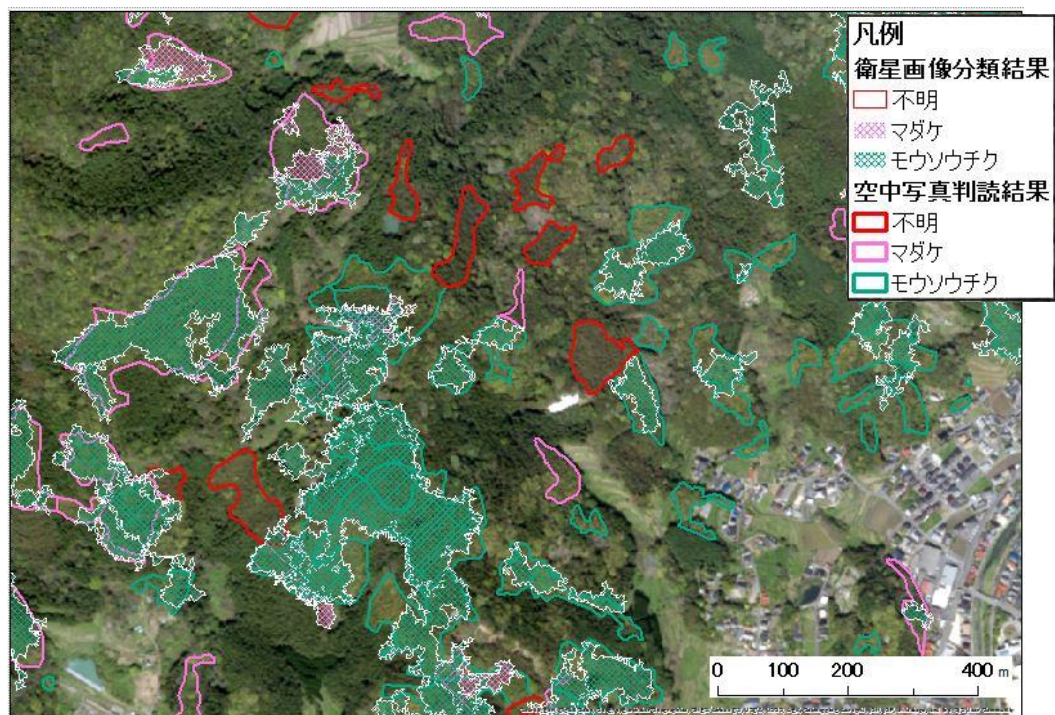


図 2.34 空中写真判読及び SPOT 画像分類結果の竹林ポリゴンの重ね合わせによる竹林分布の詳細比較（周南市）

空中写真判読及び衛星画像分類により抽出された竹林の面積とポリゴン数についての集計結果を表 12（淡路島）、表 13（山口県周南市）に示す。表中に示す「道路から 25m 圏に接する竹林ポリゴン」や「道路から 25m 内に重心がある竹林ポリゴン」の作成については「2.3 竹林情報データベースの整備」で詳述する。

表 12 空中写真判読結果と衛星画像分類結果の比較結果（淡路島）

範囲	ソース	竹林の種類	面積(ha)	竹林 ポリゴン 件数	道路から 25m圏に接する 竹林ポリゴン件数	道路から 25m内に重心がある 竹林ポリゴン件数
モデル 地域内	SPOT 解析 結果	竹林全体（不明含む）	672.4	1462	1208	485
		マダケ	367.3	898	749	311
		モウソウ	200.6	220	186	51
		不明	104.4	344	273	123
検証 エリア内	写真 判読 結果	竹林全体（不明含む）	80.6	248	199	99
		マダケ	22.6	83	65	36
		モウソウ	57.2	164	133	63
		不明	0.86	1	1	0
	SPOT 解析 結果	竹林全体（不明含む）	56.8	161	129	149

表 13 空中写真判読結果と衛星画像分類結果の比較結果（周南市）

範囲	ソース	竹林の種類	面積(ha)	竹林 ポリゴン 件数	道路から 50m圏に接する 竹林ポリゴン件数	道路から 50m内に重心がある 竹林ポリゴン件数
モデル 地域内	SPOT 解析 結果	竹林全体（不明含む）	635.2	1127	608	307
		マダケ	96.3	256	122	62
		モウソウ	523.4	789	446	218
		不明	8.0	69	1.8	3.0
検証 エリア内	写真 判読 結果	竹林全体（不明含む）	106.3	216	136	80
		マダケ	49.1	104	62	38
		モウソウ	46.6	90	59	34
		不明	10.5	22	6	12
	SPOT 解析 結果	竹林全体（不明含む）	75.7	142	89	42

淡路島の検証用エリア内では、竹林全体の面積が、写真判読結果では約 80 ha であるのに対し、SPOT7 解析結果では約 57 ha、また竹林ポリゴンの件数では、写真判読結果では 248 件であるのに対し、SPOT7 解析結果では約 161 件であった。

SPOT7 解析結果の方が、面積、ポリゴン件数とともに少なく検出されている原因として、空中写真の判読は、人間が目視で行っており、マダケとモウソウチクが混ざったように見える箇所も含めて竹林

と判断しているため、若干多め、あるいは大きめに抽出される傾向があるのに対し、SPOT7 画像の解析では、マダケとモウソウチクを色調やテクスチャーから個別の塊と判断するようなアルゴリズムになっていることにより、混生群落となっているような竹林箇所は検出されにくいということが考えられる（図 2.35）。

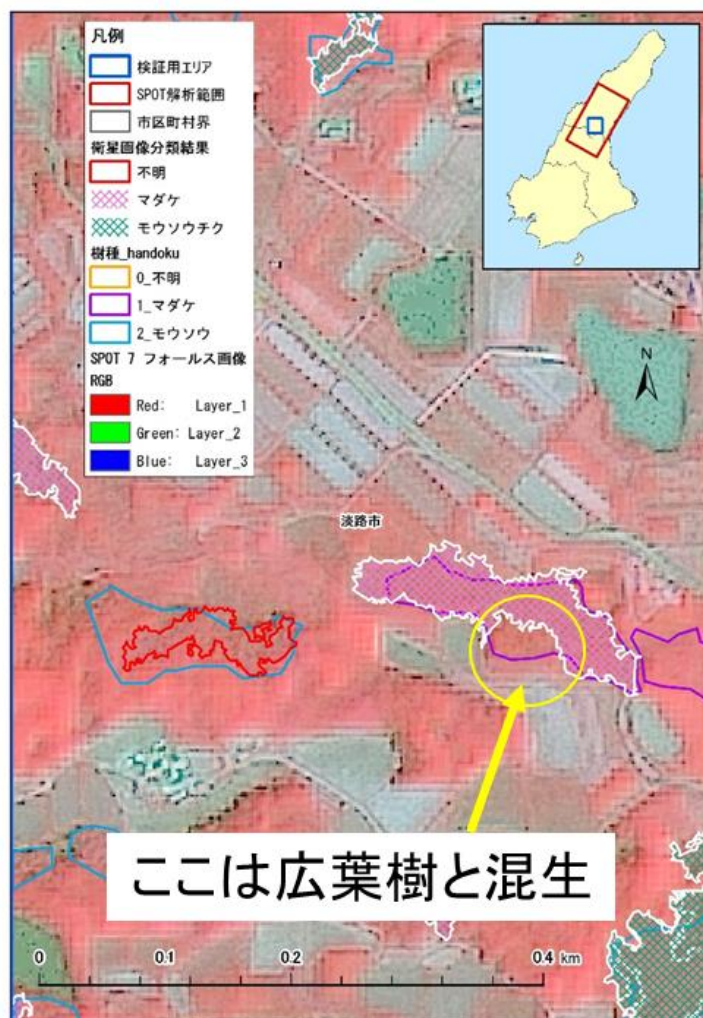


図 2.35 空中写真で判読された混生マダケ群落（SPOT 分類では検出されず）

また、地域差についてみると、両モデル地域とも、竹林全体としては 600 ha 程の面積が存在するのに対し、淡路島モデル地域ではマダケが、周南市ではモウソウチクの出現頻度が高いことが分かった。

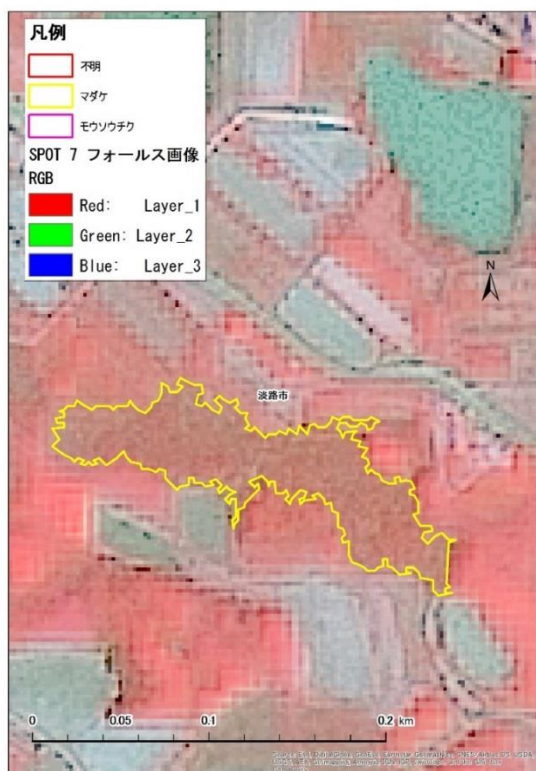
(6) 現地踏査による分類結果の確認

前ステップの結果を実地で確認するため、検証用エリア内で分類した竹林ポリゴンについて現地踏査による調査を行った。淡路島、周南市で平成 29 年 6 月 28 日、平成 29 年 7 月 15 日にそれぞれ実施し、徒歩でアクセス可能な箇所は実際に踏査し、アクセス困難な箇所については遠方からの目視および双眼鏡等を用いて確認した（図 2.36）。

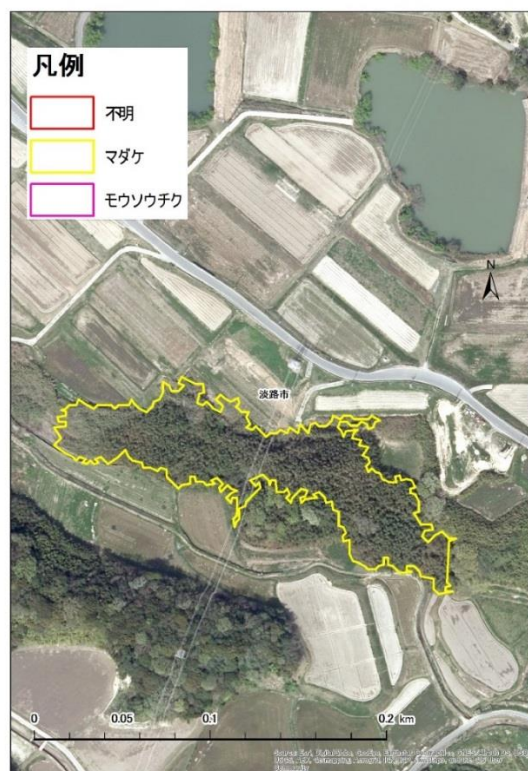


図 2.36 現地調査の様子（藤原委員（左）にご同行頂いた）

現地調査では、写真判読結果と地図上のポリゴンと実際の竹林の比較を容易にするため、オルソ化した空中写真上に、判読した竹林ポリゴン、SPOT 分類した竹林ポリゴンを表示させた紙地図（図 2.35、図 2.37）と現地踏査ルートを記録するための GPS を携行し、実際の林況などを写真に記録した（図 2.38）。



分類結果竹林ポリゴンと SPOT7 画像



分類結果竹林ポリゴンと空中写真

図 2.37 分類したポリゴンと衛星画像、空中写真

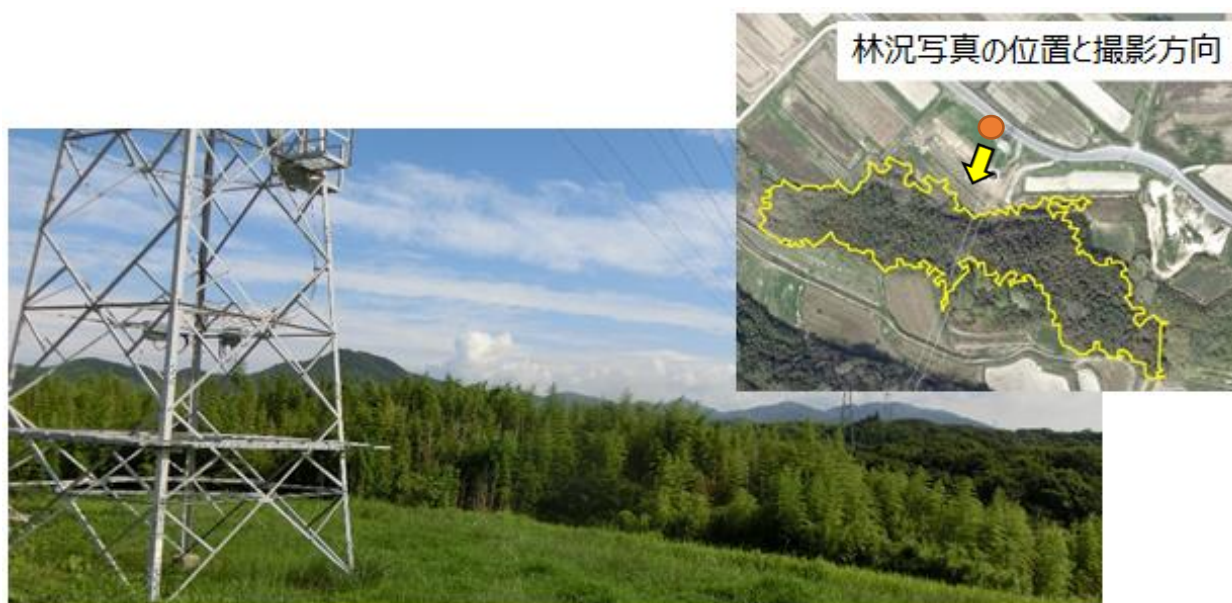


図 2.38 分類したポリゴンの林況確認



図 2.39 淡路市のマダケとモウソウチクの混生群落
マダケに天狗巣病が見られた

現地踏査の結果、SPOT 画像分類で抽出した竹林ポリゴンは、比較的小規模でも純林のモウソウチクや純林のマダケについては十分抽出できていることが分かった。一方で、密度の低い竹林やマダケとモウソウチクが混生するエリアにおいては、若干の誤分類がみられた。この結果は、「2.2.6 (5) 空中写真判読結果との比較検証」で推察された内容と一致するものであった。

SPOT 画像分類で「マダケ」とされたポリゴンは、群落面積が比較的小さい場合や、モウソウチクと混生している場合は誤分類や分類漏れが見られ、衛星画像分類で「モウソウチク」とされたポリゴンは、写真判読で疎密度が高いとされた竹林では、淡路島と周南市の双方で比較的正确に分類できていた。衛星

画像分類で「不明」とされたポリゴンは、空中写真判読でもある程度の割合で見られたが、現地で林況を確認したところ天狗巣病にかかったマダケや枯死稈の多い竹林、及びマダケとモウソウチクが混生している竹林が「不明」林分に分類されていることが分かった。



図 2.40 周南市の棚田に侵入しているモウソウチク。奥の方から水田が放棄されていることがわかる。

2.2.8. 分類結果の評価と課題

今回、画像分類された竹林を、他データと比較、あるいは現地踏査により確認した結果、SPOT 画像分類では、竹林をマダケやモウソウチクといった種別に区分することができ、かつその空間分布を広域（最小購入面積 100km²）に渡り、ある程度の精度を保って把握することが可能であることが分かった（図 2.41）。

SPOT 解析では、長波長域のバンドのみを利用したパンシャープンを実施した後にフォールスカラー（水域が青緑系、植生が赤系に見える）で表示することで竹林を種別に区分しやすくなることや、フォールスカラー上で桜色の絨毯状に見える部分がモウソウチク群落であると特定しやすいこと、オブジェクトベース分類により比較的容易に竹林抽出が可能なのが今回得られた知見として挙げられる。

また、竹林は 5 月頃の画像を用いると比較的容易に抽出できるとの既存事例はあるが、今回の事業でも 5 月の画像を用いてマダケとモウソウチクを区分することができた。

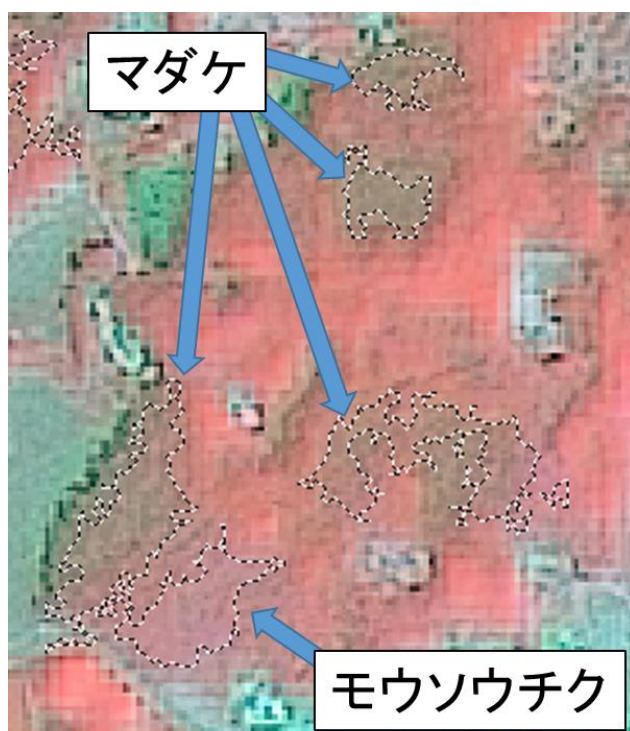


図 2.41 フォールスカラー上で桜色の絨毯状に見えるモウソウチク群落

課題としては、SPOT では、竹や他の樹種が混ざり合った箇所や、枯死竹林などは検出がしづらく、必然的に抽出される竹林が少なくなってしまうことがあげられる。これには、今回は分類した項目が 12 クラスであったが、さらに拡張し、「広葉樹との混交竹林」、「枯死竹林」などのクラスを設けることで改善できる可能性があり、検討が必要である。

しかしながら、マダケ、モウソウチクの純林については SPOT 分類で問題なく抽出できており、特に空中写真判読で疎密度が「密」、つまり資源として有効な竹林とみなされる箇所については、的確な範囲で抽出できているケースが多かった。

これまで、環境省の植生図などのように、全国的に竹林分布を示した資料やデータは存在したものの、

今回のように広域にかつ地域別、種別に細かな竹林分布まで特定した報告例は少なく、今回の試みにより、より精緻な竹林情報が抽出できたと評価できる。今回の分類結果は、今後、タケノコ生産、駆除目的や伝統的工芸品用のマダケの入手場所の検討など、竹の種類を鑑みた利用・計画をする上でも有用であり、課題は存在するものの、利用可能な竹林資源量の把握という本事業の目的に十分対応した結果が得られたと考えられる。

2.2.9. 竹林抽出手法の評価と課題

本業務では、画像解析ソフトウェア ENVI を使い、オブジェクトベース分類による竹林の抽出を行った。分類精度に関しては、前項に述べたとおり、資源として利用可能な竹林資源を把握する目的に十分対応可能なものとなっていた。

ENVI に実装されているオブジェクト分類の機能は、ツール群がパッケージ化されており、画像分類経験が少ない初心者にとってもわかりやすい操作インターフェースとなっている。表 7 にも示したように ENVI のソフトウェア価格はやや高価であり、初期コストがかかるものの、比較的安価な SPOT 画像を用いた広域の分類が可能であり、比較的高頻度に更新することが求められる地域の竹林資源評価という目的に適した方法であると評価できる。ただし、竹のさらなる種類の判別や密度の評価には課題が残っている。

ユーザーが空中写真画像を準備できる場合、空中写真立体視ソフト「もりったい」の解析機能を利用して同様のオブジェクトベース分類手法による画像分類を行うことができる。「もりったい」は無償で利用可能であり（年間サポート料が別途必要）、ユーザーインターフェースも簡易であるが、処理可能な範囲が図郭単位 3×4km の 12km² と限られるため、適用可能な空間スケールとしては、市町村レベルのような比較的狭い範囲に限られる。

その他、無償で利用可能な画像解析ソフトウェアとして GRASSGIS 等があるが、分類にあたっての手法選択やパラメータ調整等に関し専門的な知見が必要であり、一般的な利用には適していない。

今後の課題としては、無償で利用可能なソフトウェアをベースとし、画像の調達をはじめ、できるだけ低コストで抽出、把握できるようなシステムの実現が挙げられる。

2.3. 竹林情報データベースの整備

「2.2.2 既往文献レビュー及び聞き取り」に記載のとおり、竹林に関する資料・データとしては、森林資源調査データ、自然環境モニタリングデータ、空中写真、衛星画像、森林簿、施業履歴、所有者情報など、様々なものが存在する。しかしながら、これらの情報は一元的に管理されておらず、竹林情報を探索・収集するだけでも相当な労力を要するのが現状である。こうした課題に対処するため、本事業では、竹林情報のデータベース化を検討した。

2.3.1. 竹林情報データベースの概要

竹林情報データベース（以下、本データベース）に含まれるデータは、ベクターやラスターといった空間データ形式とし、地理情報システム（以下、GIS）で活用できるものとする。基本のデータは、本事業の衛星画像解析を通して抽出された竹林地の位置情報（竹林ポリゴン）とし、それに係る収集可能な既存データを格納することとする。さらに、竹林ポリゴンに対し、竹材の管理・利用を効率化するための適地判定を行い、その結果についても竹林情報としてデータベースに追加することとした。

2.3.2. 竹林情報データベースの作成手順

2.3.2.1. データ収集

本データベースの基本データは、前項で抽出した竹林ポリゴンとし、これに、図 2.42 に示すような、地形情報、社会基盤情報、竹林情報を加えることとする。

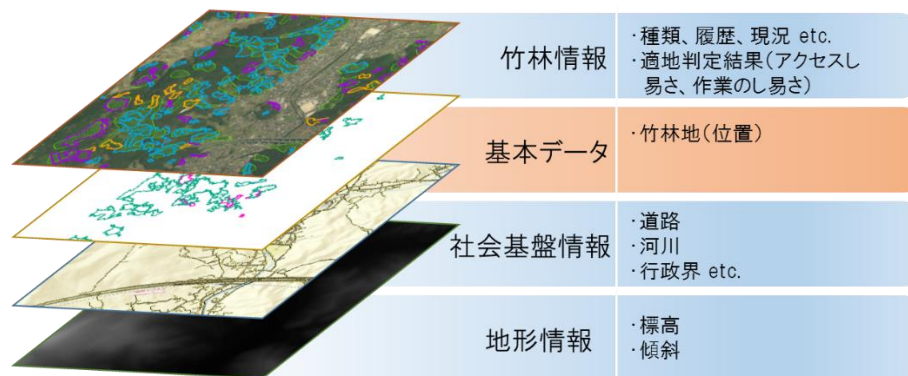


図 2.42 竹林情報データベースに含めるデータの種類

(1) 地形情報

DEM は、国土地理院の基盤情報ダウンロードサービスより、数値標高モデル（10m メッシュ）を収集し、傾斜（Slope）の算出に用いた。

(2) 社会基盤情報

道路、河川、行政界などの基盤データについても、国土地理院の基盤情報ダウンロードサービスより収集した。道路データは、後述する空間解析用の元データとしても使用する。

(3) 竹林情報

竹林情報とは、ここでは前項で抽出した竹林地ポリゴンデータを補完し、実際の竹林利用・計画を行う際に参考として活用しうる情報のことを示し、これには、既存の文献や調査資料から得られる、竹林の種類、管理履歴、現況などに関する竹林情報のほか、他省庁・研究機関などの Web サイトから得られる GIS データなどが含まれる。本事業では、第 6 回及び第 7 回環境省植生図から得られる竹林の分布情報や、空中写真の判読により得られる竹林分布、疎密度などの情報を入手した。

さらに、本事業では、2.2 で抽出された竹林地のうち、地形やアクセスし易さなどの条件から、利用を優先すべき竹林を特定し、その結果についてもデータベースに追加することとした。この優先竹林地の選定に用いた空間解析手法については、次項で説明する。

2.3.2.2. 優先竹林地選定のための空間解析

(1) 条件の設定

竹材利用を計画、実施するにあたっては、竹林地までのアクセスのし易さ、伐採・収穫・搬出といった機材利用を含む一連の作業のし易さ、竹材の生育状況（質・量）といった要素が考慮され得る。表 14 は、竹林地の利用適否を決定するための条件設定のイメージであり、適否の指標「1」と判定された竹林を利用により適した竹林とする。

表 14 竹林の利用優先度を決定するための設定条件のイメージ

適否	①アクセスし易さ (道路からの距離)	②作業し易さ (傾斜)	③生育度 (方位)
1：適	50m 未満	緩やか（0～20°）	南・南西
0：否	50m より離れている	中～急勾配（20°以上）	東・東南

今回は、モデル地域における「①アクセスし易さ」、「②作業し易さ」の 2 つの要素について解析を行った。このほか、今回は実施していないものの、「③生育度」などの要素も加えると、より現実的な優先竹林地を選定することが可能である。

(2) 空間解析手順

本解析には、ESRI 社の GIS ソフト「ArcGIS 10.3.1 Desktop (Basic 版)」および空間解析用のエクステンション「Spatial Analyst」を用いた。図 2.43 に、本解析で用いた手順を示す。また ArcGIS の詳細な操作手順については、巻末資料 2 に記載する。

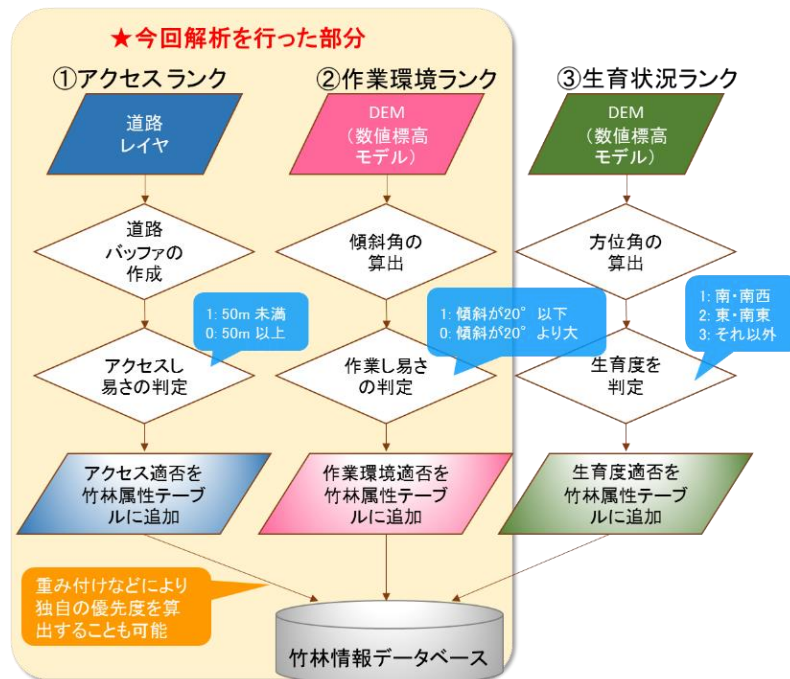


図 2.43 利用竹林の適地選定のための空間解析手順

2.3.2.3. 解析結果およびデータの修正

図 2.44 に、「①アクセスし易さ」についての解析結果を示す。道路から 50m 圏内に含まれ、「1 (適地)」と判定された箇所は、ピンク色のポリゴンで示している。

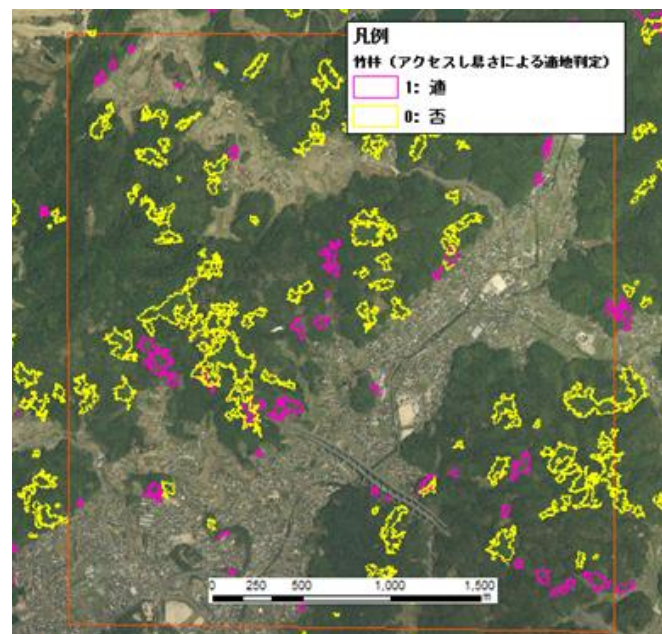


図 2.44 「アクセスし易さ」のバッファ解析結果

また、「②作業し易さ」について、10m DEM より算出した平均傾斜を用いた解析結果を示す。平均傾斜 20 度未満の竹林で「1 (適地)」と判定された箇所は、図 2.45 の黄色のポリゴンで示している。

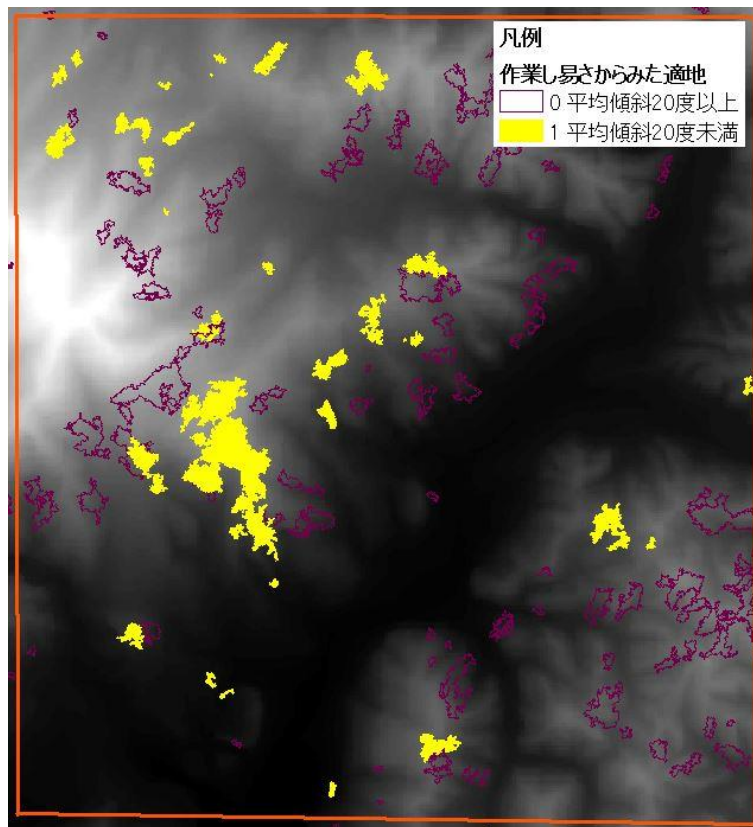


図 2.45 「作業し易さ」の傾斜解析結果（周南市の例）

解析結果については、実際に現地調査を行なった結果と照らし合わせ、精度検証を行うことが望ましい。例えば、データ上では、ある竹林地へのアクセスし易さが「1（適地）」の「50m 圏内」となっていたとしても、実際には道路が何らかの理由で立入り禁止区域内に入っていたり、竹林自体が枯死状態のため利用不可であったりといったケースなどが考えられる。そのようなケースが判明した場合は、適宜、情報の追加・修正を行うことで、より現実的なデータに改良することができる。

2.3.2.4. 竹林情報データベースへの情報追加

前項までに収集・作成した竹林情報を、基本の竹林ポリゴンデータの属性情報として追加する。表 15 は、最終的に作成した竹林属性テーブルのフィールド一覧である。表 15 の下部に示すとおり、竹林の疎密度、管理履歴、材積、施業優先度、利用目的などのフィールドを、行政職員などが任意に新規追加することで、竹林の状況をより把握しやすくしたり、地域に特有かつ重要な要素を解析対照として加味したりすることができ、より有効な竹林情報基盤として活用することが可能となる。

表 15 竹林属性テーブルのフィールド一覧

フィールド名	フィールド説明	データタイプ	数値の型	備考	整備状況	
					淡路	山口
AREA	ポリゴンの面積	数値	Double	バイオマス量の推定や管理、予算計算の際の目安とする	○	○
PERIMETER	ポリゴンの周囲長	数値	Double	バイオマス量の推定や管理、予算計算の際の目安とする	○	○
SpID	種名コード	数値	Long	0: 不明、1: マダケ、2: モウソウチク 本事業で実施した画像解析による判読の結果。モウソウチク: 稈の高さが約20mとなる。周囲の森林より高くなることもあり、本来自生する植物群落を被陰し衰退させてしまう危険性があるため優先的管理が必要。タケノコ生産に向いている。 マダケ: 稈の高さが15m程度。周囲の森林への影響はモウソウチクほど大きくない。伝統工芸品などの利用に向いている。	○	○
TrSpID	種名コード(判読)	数値	Long	0: 不明、1: マダケ、2: モウソウチク 写真判読による種類(TrSp)をコードにしたもの。	○	○
CENTROID_X	ポリゴン重心のX座標	数値	Double	他の空間情報を参照する際に必要な情報	○	○
CENTROID_Y	ポリゴン重心のY座標	数値	Double	他の空間情報を参照する際に必要な情報	○	○
Slope_Av	ポリゴンの平均傾斜	数値	Float	機械の導入や安全性、効率性を考慮するための要素		○
Aspect_Av	ポリゴンの平均方位 (Aspect 角度)	数値	Float	竹の生産量を考慮するための要素		○
NearRd	道路からの距離 (m)	数値	Double	作業効率と生産性を考慮するための要素		○
Buf50C	ポリゴン重心が道路から50mのバッファ内か否か	数値	Long			○
Buf50m	ポリゴンの一部または全体が道路から50mのバッファ内にあるかどうか	数値	Long	0: 50m 以上、1: ポリゴンの一部または全体が50m以内道路から50mバッファ圏に在・不在 (効率性と安全性に関係)	○	○
Less50m	ポリゴン全体が道路から50mのバッファ内かどうか	数値	Long	0: 完全に50mバッファ外、1: 完全に50mバッファ内		○
Buf25m	ポリゴンの一部または全体が道路から25mのバッファ内にあるかどうか	数値	Long	0: 25m 以上、1: ポリゴンの一部または全体が25m以内道路から25mバッファ圏に在・不在 (効率性と安全性に関係)	○	

★ 以下は、データベース使用者が任意に追加できるフィールド例

疎密度	竹林疎密度 (判読)	数値	Long	写真判読による立木密度の推定値 0: 0%, 1: 35%, 2: 75%, 3: 100%		○
管理履歴	管理履歴			(使用者自身が入力可)		
フィールドなし	立木密度の実測値			(使用者自身が入力可)		
材積	材積 (推定値)			竹林材積 (トン/ha)。推定値としてあらかじめ把握するため。		
フィールドなし	優先度	数値		1: 高、2: 中、3: 低		
フィールドなし	利用目的	テキスト		潜在的な竹材、バイオマス、たけのこ		
フィールドなし	民・国・農地・林地等の区分等、森林GISのID			県等が所有するデータと連結させるため		

2.3.3. 竹林情報データベースのまとめ

本データベースの作成にあたっては、ポリゴンベースのデータ形式・解析手法を用い、県の担当者といった行政や一般のユーザーが比較的扱いやすくなるよう工夫した。竹林のポリゴンを一単位 (1 レコード) として、その属性テーブルには、文献から得られる各種情報、GIS データ、現地調査結果などの竹林情報を追加した。特に、道路からの距離や傾斜といった客観的な情報から優先順位を各竹林パッチに与えることができるため、地域の森林経営計画を立ててゆく上で有用に活用できると思われる。

この属性テーブルを含む本データベースは、行政職員などのユーザーが長期的視野をもってデータを構築・改善・更新できる基盤として活用され、将来的には、本事業の構想および解析手法が他の自治体に波及し、地域竹材の利用促進につながることを期待するものである。

3. まとめ

本事業では、データベース利用を想定して竹林を抽出し、竹林管理に供することのできる地理情報を作成するため、衛星画像分類と GIS による空間解析を行った。

竹林の抽出手法として、高解像度の SPOT7 画像と半自動のオブジェクトベース分類が可能な画像解析ソフトウェアを採用し、竹林情報を格納するデータベース整備のため、抽出された竹林を GIS で扱えるシェープファイルとして出力した。効率よく広範囲を処理、分類できるソフトウェアの数には限りがあり、有料のものも多いが、オープンソースで無償のソフトウェアの開発速度は速く、今後、安価でユーザーフレンドリーなソフトウェアが開発される可能性はある。

竹林情報データベースの構築にあたっては、行政担当者や一般ユーザーが比較的容易に扱うことのできるポリゴンベースのデータ格納法・表現手法を採用することで、効率的な竹林管理に資することを目指した。ポリゴンベースの手法を用いることで、竹林ポリゴンを単位（枠）とし、既存の各種情報を属性データとして利用しやすい形で格納することができるため、長期的視点での運用ができると考えられる。

4. 手法の普及及び今後の課題

本事業の手法については、手順を示した解説書を本報告書の末尾に掲載している。今後は、竹林管理における対象地選定において、本事業で検討したような優先順位付き竹林情報データベースの構造が役立つ、これを活用することで手法の検証及び改善に結びつけたい。

これらの実証を踏まえた、手法の説明書を作成した段階で、希望する行政機関等への説明書として配布を検討する他、企画・検討委員を交えたシンポジウム等での成果報告も視野に入れつつ、手法の普及を図りたい。

今後の竹林拡大を防止するためにも、水田や農道が維持されている里山地域の竹林を優先的に整備し、継続管理することも重要と考えられる。過去からの減反政策、少子高齢化、過疎化、規制緩和等により全国の水田の持続的な利用自体が危機的状況であるなか、竹林管理を通して、地域の特性を考慮しつつ日本の里山全体の資源循環を視野に入れた、包括的な政策を県や国レベルで構築する必要があると考えられる。

巻末資料（付録）

資料 1：竹林情報データベースの仕様

資料 2：優先的竹林地選定のための空間解析手法

～ モデル地域（山口県周南市）のケース ～

資料 1：竹林情報データベースの仕様

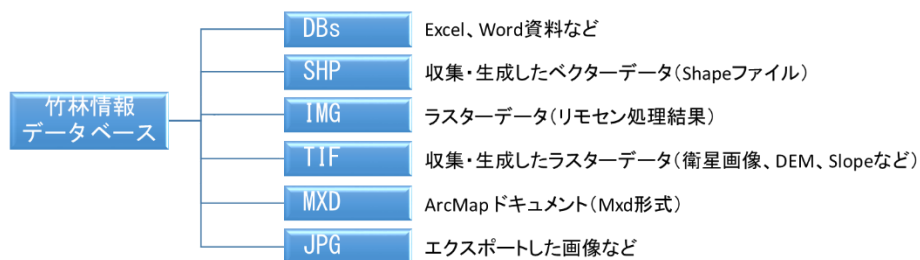
1. 使用ソフト

本データベースは、下記の有償 GIS ソフト・環境を用いての使用を想定したものであるが、データ自体は、同等の機能を持つ他の無償 GIS ソフトを利用して加工することも可能である。

- ESRI ArcGIS 10.X
- Spatial Analyst エクステンション(オプション)
- 上記ソフトのシステム要件に対応した PC 環境

2. フォルダ構成

本データベースのフォルダ構成は下図に示すとおりである。



3. 空間データの投影座標系

本事業で解析を行うにあたり、収集したデータの投影座標系は、モデルエリア(山口県周南市、淡路島)毎にそれぞれ平面直角座標系(第3座標系_JGD2000)、平面直角座標系(第5座標系_JGD2000)に変換した。

資料 2：優先的竹林地選定のための空間解析手法

～ モデル地域（山口県周南市）のケース ～

1. データの準備

モデル地域を対象範囲とした、下記のデータを用意する。

表 1 データ一覧

データの種類	データ名称	内容・用途
竹林 (環境省植生図)	take_veg67_y.shp	- 環境省が整備中の第 6 回、7 回自然環境保全基礎調査植生調査より作成された 1/25000 植生図より「竹林」ポリゴン抽出したもの - 参考データとして使用
竹林 (写真判読結果)	take_shasin_y.shp	- 空中写真判読により抽出した竹林ポリゴン - 参考データとして使用
竹林 (SPOT 画像解析結果)	take_y.shp	本事業の SPOT 画像解析結果より抽出された竹林ポリゴン
道路データ	road_y.shp	バッファを作成するための元データ
DEM	dem_y.tif	傾斜 (Slope) レイヤを作成するための元データに使用
行政界	boundary_y.shp	市区町村界データ

※データの投影法は平面直角座標系、測地系は JGD2000 第 3 系に統一しておく。

2. 優先的竹林地の選定方法

2.1. アクセスし易さからみた適地判定

- ① ArcMap を起動し、「1.」で準備したデータを追加し、さらに背景地図として ArcGIS のベースマップ「衛星画像」を追加して表示する。あるいは、すでにデータが追加された状態で保存してある Banboo_shunan.mxd を起動する (図 1)。

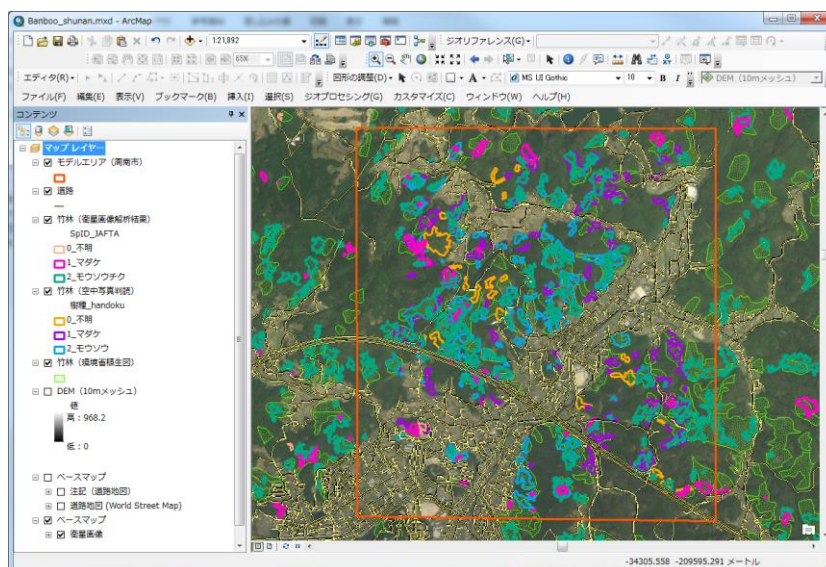


図 1 竹林関連データを追加した mxd ファイル起動時

- ② 作業効率をよくするため、表示されているレイヤのうち、「モデルエリア（周南市）」、「道路」、「竹林（SPOT 画像解析結果）」の3レイヤはそのまま、残りのレイヤは非表示とする（図 2）。

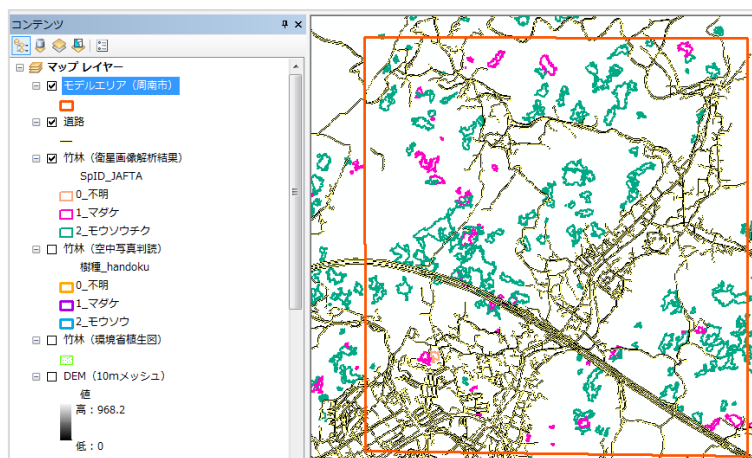


図 2 解析に必要なデータのみ表示した状態

- ③ ArcMap の[ジオプロセッシング]>[バッファ(buffer)]ツールを選択し、バッファ(buffer)ダイアログで、以下の設定により、道路から半径 50m のバッファポリゴンを作成する（図 3）。

- 入力フィーチャ：道路 (road_y.shp)
- 出力フィーチャクラス：road_buff50.shp
- バッファの距離：距離単位 50 メートル

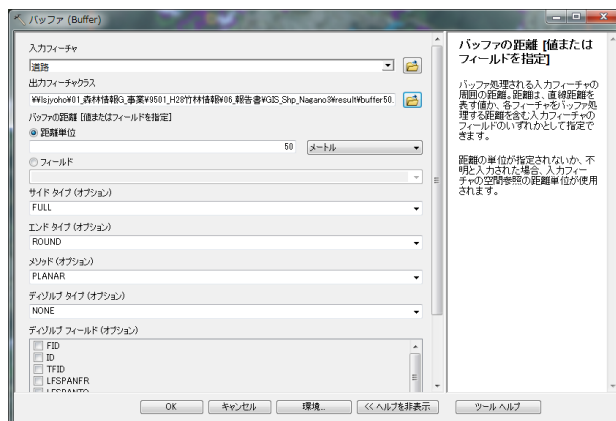


図 3 バッファ(buffer)ダイアログ

- ④ 作成したバッファ (road_buff50.shp) を表示し、「道路」レイヤは非表示にしておく（図 4）。

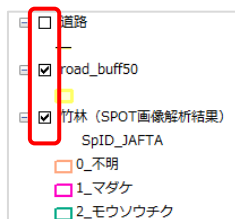


図 4 レイヤの表示／非表示

- ⑤ バッファレイヤを右クリックして、ショートカットメニューの[プロパティ] からレイヤ プロパティ ダイアログを開き、[一般]タブでレイヤ名を「バッファ 50m」に変更する（図 5）。

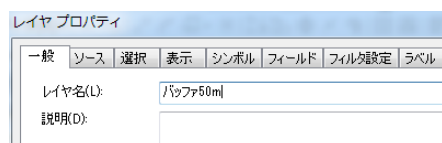


図 5 レイヤ プロパティ ダイアログ

- ⑥ 「バッファ 50m」レイヤと「竹林（SPOT 画像解析結果）」レイヤの重なりを確認する（図 6）。

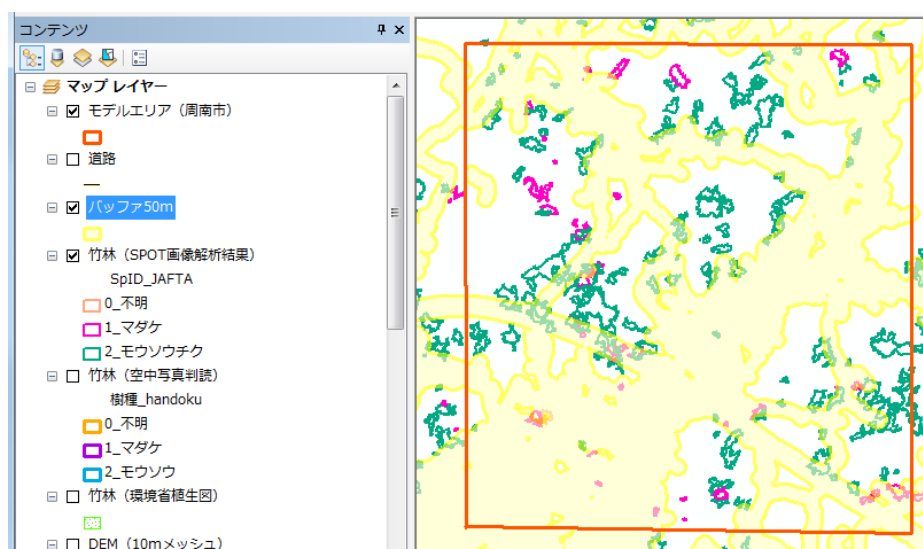


図 6 作成されたバッファポリゴン（薄黄色部分）と竹林データ

50m バッファ圏内（薄黄色の部分）に、いくつかのモウソウチク林（ピンク色）が含まれていることが分かる。これらの竹林を、以降の手順にて優先的林地として適地判定を行う。

- ⑦ 「竹林（SPOT 画像解析結果）」レイヤを右クリックし、ショートカットメニューの[属性テーブルを開く]を選択し、属性テーブルを表示する（図 7）。

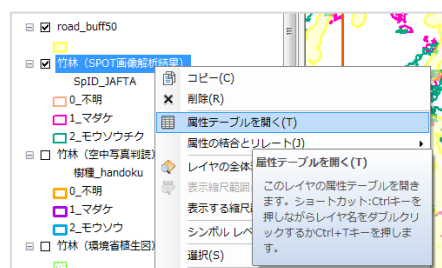


図 7 属性テーブルの表示方法

- ⑧ 属性テーブルの左上のアイコン（テーブルオプション）をクリックし、ショートカットメニューから [フィールドの追加] メニューをクリックする（図 8）。

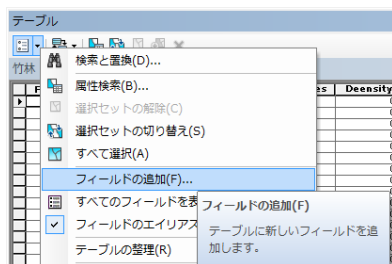


図 8 フィールドの追加

- ⑨ フィールドの定義を下記のように設定し、[OK]をクリックする（図 7）。属性テーブルに新しいフィールド「buff50_cnt」が追加されたことを確認する（図 9）。

- 名 前：Buff50 cnt
- タイプ：Short Integer

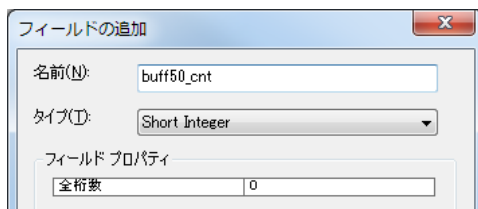


図 9 新規フィールドの定義

- ⑩ ArcMap の[選択]メニューから、[空間検索]コマンドをクリックすることで空間検索ダイアログを開き、検索条件を下記のとおり設定し、[OK]をクリックする（図 10）。

- ターゲットレイヤ：竹林（SPOT 画像解析結果）
- ソースレイヤ：バッファ 50m
- ターゲット レイヤーフィーチャの空間選択方法：
重心がソース レイヤー フィーチャ内にある

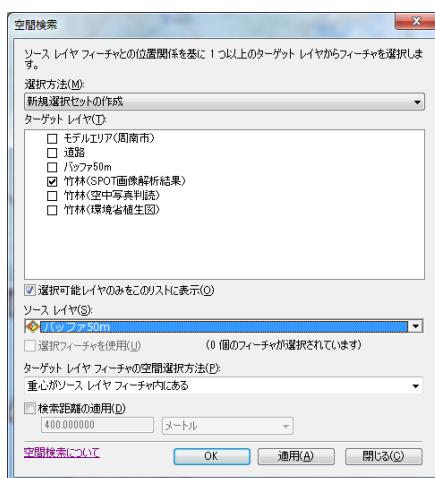


図 10 空間検索ダイアログ



図 11 空間検索結果

図 11 のとおり、空間検索条件（道路バッファ 50m 圏内に竹林ポリゴンの重心が含まれる）を満たす竹林ポリゴンのみ選択（水色表示）された状態となる。

- ⑪ 「竹林（SPOT 画像解析結果）」レイヤの属性テーブルを再度開くと、テーブルも同様に検索条件を満たすレコードのみ選択されている。この状態のまま、先ほど作成した「buff50_cmt」フィールドを右クリックして、ショートカットメニューの[フィールド演算]をクリックする（図 12）。

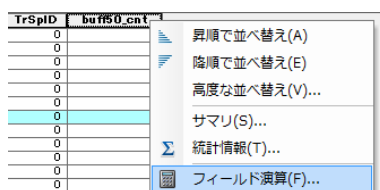


図 12 フィールド演算ダイアログの起動

- ⑫ フィールド演算ダイアログで、下部にあるパネルに、「1」と入力し、[OK]をクリックしてダイアログを閉じる（図 13）。これにより、前ステップにより選択された、「道路バッファ 50m 圏内」という条件を満たすレコードに「1」、つまり「適地」の値を付与する。

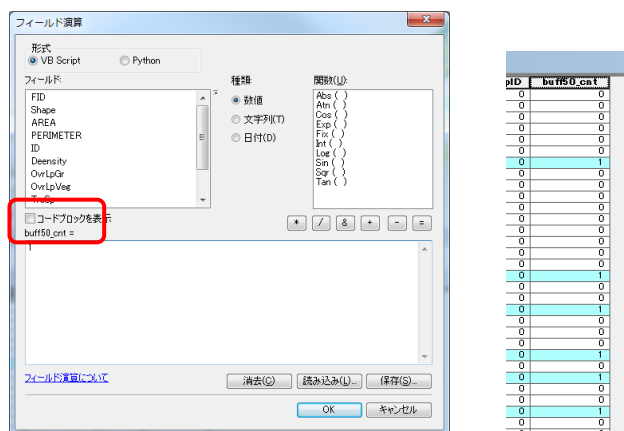


図 13 フィールド演算ダイアログと演算結果

- ⑬ 次に、上記の条件以外のレコードについて「0」、つまり「否適地」の値を付与する。選択レコードを切り替えるため、[選択セットの切り替え]コマンドをクリックする（図 14）。

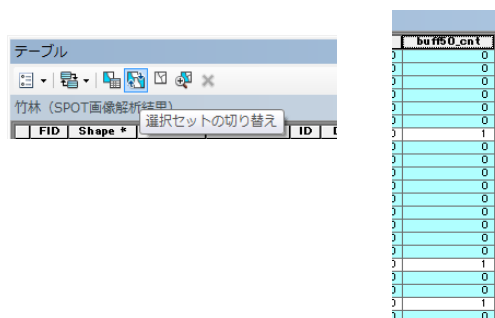


図 14 選択セットの切り替え

- ⑭ ステップ⑫と同様の手順で、フィールド演算ダイアログを開き、選択されているレコードに「0」を付与し、[OK]をクリックしてダイアログを閉じる。
- ⑮ ArcMap に戻り、「竹林（SPOT 画像解析結果）」レイヤを右クリックして、ショートカットメニューの[コピー]をクリックする（図 15）。

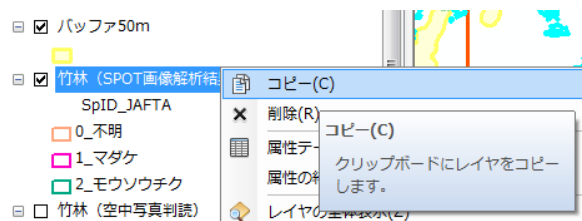


図 15 レイヤのコピー

- ⑯ コンテンツウィンドウ内で右クリックし、ショートカットメニューの[レイヤの貼り付け]をクリックし、レイヤを貼り付ける。同時に、コピー元とした「竹林（SPOT 画像解析結果）」レイヤは非表示にしておく。
- ⑰ 貼り付けたレイヤを右クリックし、ショートカットメニューの[プロパティ] からレイヤ プロパティ ダイアログを開き、[一般]タブでレイヤ名を「竹林（アクセスし易さによる適地判定）」に変更する（図 16）。

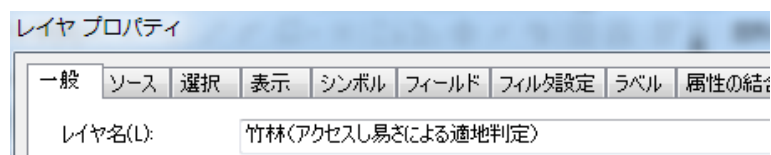


図 16 アクセスし易さによる適地選定レイヤのレイヤ名変更

- ⑱ 次に、[シンボル]タブで、以下の例を参考に、シンボルの設定を行う。今回は、図 17 のとおり、値が「1」あたるポリゴン枠をピンク色、凡例ラベルは「1:適」とし、値が「0」のポリゴン枠を黄色、凡例ラベルは「0:否」となるようにした。設定が終わったら、[OK]をクリックしてダイアログを閉じる（図 17）。

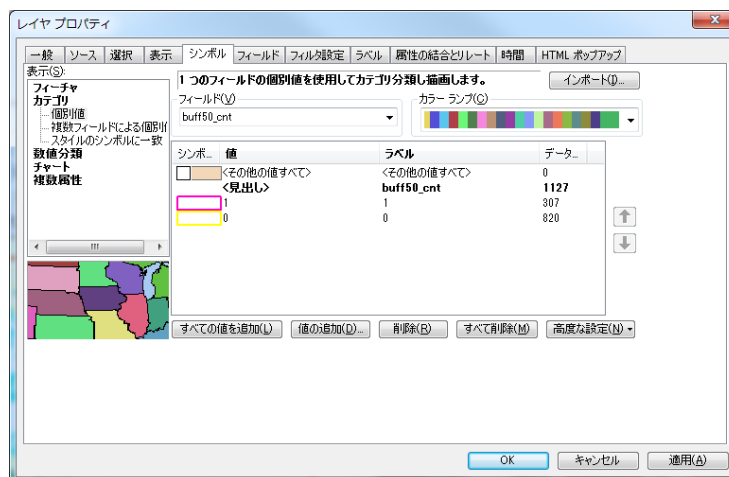


図 17 アクセスし易さによる適地選定レイヤのレイヤ名変更

- ⑲ コンテンツウィンドウで非表示となっているベースマップの「衛星画像」を再度表示する。竹林をアクセスし易さで適地判定した結果を確認する（図 18）。

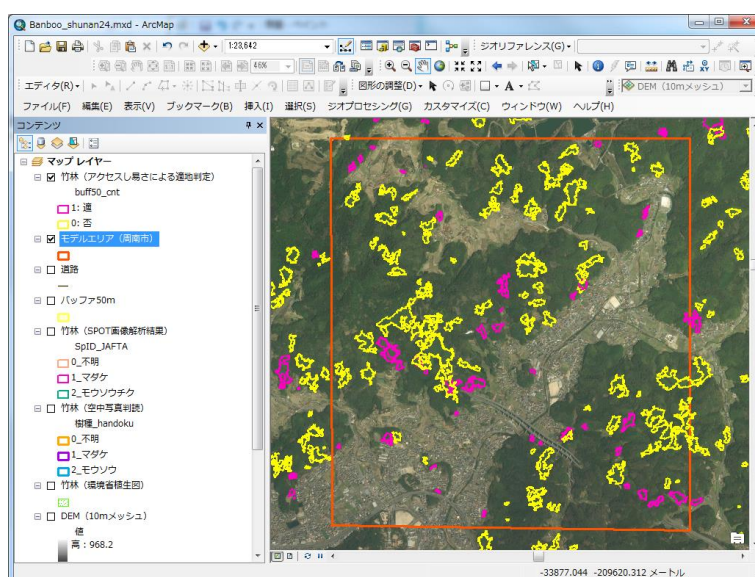


図 18 アクセスし易さからみた適地判定結果

2.2. 作業し易さからみた適地判定

- ① ArcMap を起動し、「1.」で準備した take.shp と DEM10mYamag.tif を追加する（図 19）。

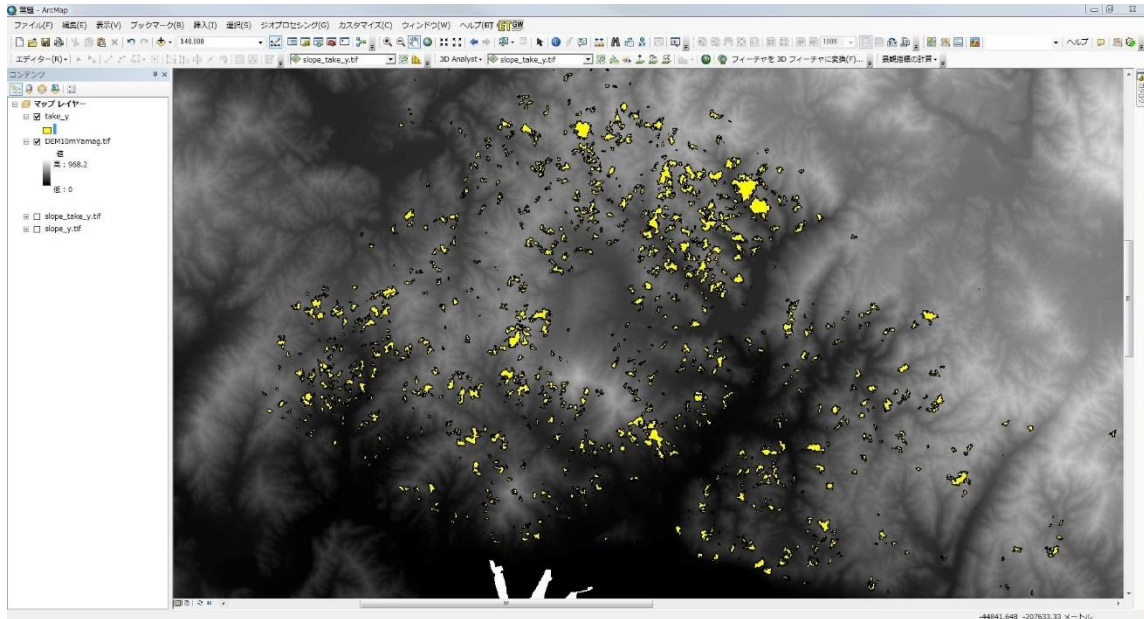


図 19 衛星画像解析結果と DEM データを追加

- ② ArcMap の[Spatial Analyst ツール] > [サーフェス]>[傾斜角 (Slope)]を選択し、傾斜角 (Slope)ダイアログで、以下の設定により、DEM から傾斜を計算しラスタースlope_y.tif として出力する（図 20）。

- 入力フィーチャ：DEM
- 出力ラスタ：slope_y.tif
- 出力単位：DEGREE



図 20 傾斜角 (Slope)ダイアログ

③ ArcMap の[Spatial Analyst ツール] > [ゾーン]>[ゾーン統計をテーブルに出力 (Zonal Statistics as Table)]を選択し、ゾーン統計をテーブルに出力 (Zonal Statistics as Table)ダイアログで、②で計算した傾斜(slope_y.tif)を用いて take_y.shp ポリゴン内の平均傾斜を計算し、slope_mean_y.dbf として出力する。設定は以下 (図 21)。

- ・ 入力ラスタ、またはフィーチャゾーン データ : take_y
- ・ ゾーンフィールド : FID
- ・ 入力値ラスタ : slope_y.tif
- ・ 出力テーブル : slope_mean_y.dbf
- ・ 統計情報の種類 : MEAN



図 21 ゾーン統計をテーブルに出力 (Zonal Statistics as Table)ダイアログ

作成した slope_mean_y.dbf テーブルを[ファイル] > [データの追加]>[データの追加]から ArcMap に追加し、FID フィールドを用いて take_y.shp の属性テーブルに結合する (図 22)。

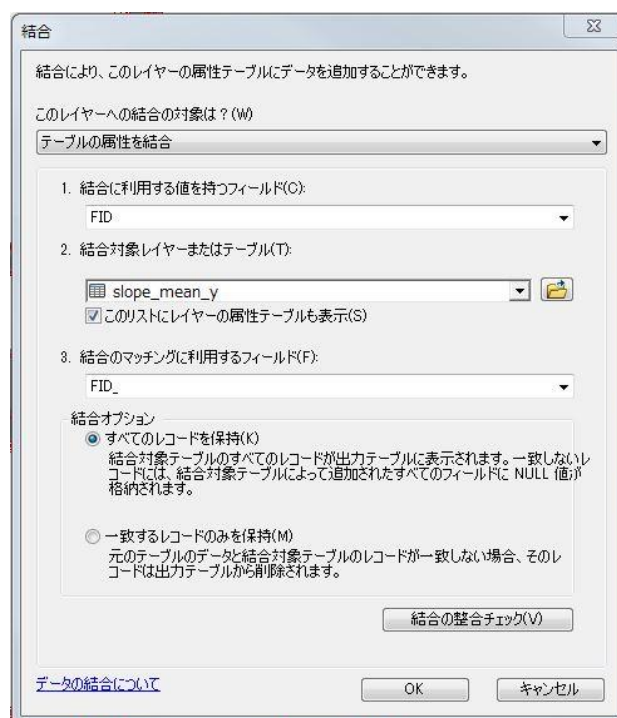


図 22 テーブル結合

- ④ take_y.shp の属性テーブルの平均傾斜の値を用い、平均傾斜 20 度未満の竹林を適地として表示させたのが下の図である（図 23）。

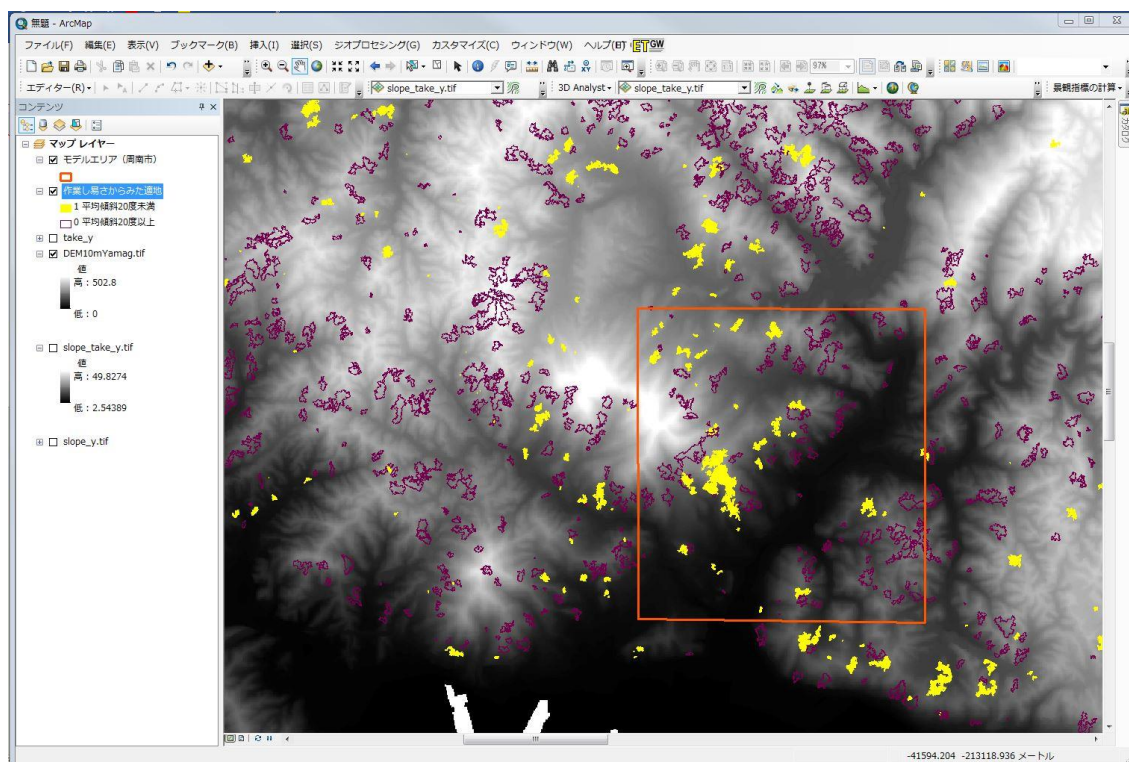


図 23 平均傾斜 20 度でみた適地

平成 28 年度地域材利用拡大緊急対策事業のうち
地域竹材の利用促進対策のうち
竹材生産情報把握手法確立事業報告書
平成 29 年 7 月

一般社団法人日本森林技術協会 担当者 金森 匡彦
〒102-0085 東京都千代田区六番町 7 番地 TEL : 03-3261-5281 (代表)