

令和 6 年度
森林吸収源インベントリ情報整備事業
(衛星画像等による土地利用変化状況調査)

報告書

令和 7 年 3 月

林野庁

要約

1. 目的

我が国は、気候変動枠組条約・パリ協定により、森林吸収量の算定・報告が義務付けられている。新規植林・再植林・森林減少（Afforestation, Reforestation, Deforestation, 以下、「ARD」という。）については、衛星画像の判読によって把握し、算定・報告に活用している。

本業務は、衛星画像判読により、1990年から直近年までの間のARD、ARDに係る土地利用状況、森林分布状況及び森林施業による植林・伐採及び自然攪乱（以下、「ARD等」という。）を把握することを主な目的として実施した。

2. 実施内容

（１）衛星画像判読によるARD等の把握

本年度は2023年衛星画像を期末とし、全国の半分（偶数年判読対象地域）を対象に、ARD等の状況変化を判読した。判読は、「新規植林・再植林・森林減少の画像判読の指針」（以下、判読マニュアル）に基づき、①第1段階判読（期首と期末の比較）、②第2段階判読（基準年と期末の比較）、③2年ごとの土地利用変化の積み上げ、④ARD発生時点の特定の順で実施した。

判読の結果、2年毎のARD発生地点数は、ARについては2011年以降増減を繰り返しながら減少傾向にあり、Dは2015年以降減少傾向であることが確認された。D発生地点の減少については、太陽光発電施設の新規導入数が減少していることや、森林伐採直後の開発予定地がDに計上されていないことによるものと想定された。

（２）判読結果の品質評価

判読成果の品質を管理するため、（１）で判読した全ての格子点において論理的エラーのチェックを行い、これを改善した上で、ARDが認められた箇所については、全ての箇所を判読により再確認した。また、ARDが認められなかった箇所については、都道府県毎に該当箇所の2%を抽出して判読により再確認した。さらに、品質管理の透明性を確保するため、今回の判読で新たにARDが確認された地点について、第三者による検査を実施した。

検査の結果、すべての評価項目において、合格の水準を満たしており、本年度の判読結果は品質上問題ないことが示された。

（３）判読精度向上のための現地調査

判読結果の精度検証及び判読精度向上のため、4つの地域において、第1段階判読においてARDが認められた箇所のうち50点程度（2地域）及び第1段階判読でDが認められた箇所のうち50%（2地域）について、現地で土地利用状況を確認し、判読結果の検証を行った。また、画像判読においてARDとは認められなかった箇所についても、ARD地点を含めて50地点程度となるよう任意の点を抽出し判読結果の検証を行った。

検証の結果、自然遷移をARに、Dを森林被覆損失に誤判読する等の事例が確認され

た。中には、画像だけでは判断が難しく、周囲の環境などから総合的に判断すべき事例も含まれており、今後、判読者に誤判読事例を共有することで、同様の誤判読を減らしていく必要がある。

（４）判読マニュアルの修正

本年度より昨年度改訂した判読マニュアルに基づく“積み上げ方式”での判読を開始した。その結果、判読手法の一部に修正が必要な箇所が確認された。本年度の判読の過程で修正を反映するとともに、判読マニュアルを修正した。併せて、判読マニュアルの誤字・脱字も修正し、判読マニュアルを改訂した。

（５）判読の自動化に関する検討

これまで蓄積された画像及び判読結果の活用と判読作業の一部自動化を目的とし、深層学習（以下、AI）を用いた画像解析による ARD 自動判別手法について検討した。本年度は、昨年度試行した森林・非森林の変化有無の判別について手法を変えて試行し、AI 技術者でなくても操作できるようなツールを作成した。

検討の結果、構築した深層学習モデルは、手法の変更により、森林、非森林ともに F 値 98%と、高い判別性能を示した。また変化なしを変化ありと誤判読する確率も大幅に減少した。一方で、変化ありを変化なしと誤判定した地点は 2 割程度と、そのまま本手法を採用するのは難しいと判断された。

（６）次期衛星画像に関する検討

現在運用中の SPOT 6 が運用停止となった場合の、次期衛星画像として想定される衛星を調査し、判読への適用可能性について、解像度、撮影頻度、調達価格の観点から検討した。検討の結果、PleiadesNeo3/4 が次期衛星画像の候補として挙げられた。

3. 今後の課題

（１）衛星画像判読による ARD 等の把握の継続

森林吸収量の算定・報告のため、衛星画像判読による ARD 等の把握を継続する。今年度から開始した“積み上げ方式”は手法として問題ないことが確認されたため、引き続き積み上げ方式により判読と記録を行うものとする。

（２）判読の自動化に関する検討の継続

森林と非森林の変化の有無の判別については高い判別性能が確認されたが、変化ありを変化なしと誤判読する割合は2割程度であり、実際の判読に活用できるほどの精度には至っていない。来年度は、精度向上のための検討を進めるとともに、AIと人間の判読の欠点を相互に補い全体の判読精度を担保することができる判読システムを検討する必要がある。

（３）次期衛星画像の検討

候補として取り上げた PleiadesNeo3/4 を次期衛星画像として採用した場合、高価であ

る点や、解像度の向上によるデータ容量の増加、高解像度化に伴う判読精度の向上による判読結果トレンドへの影響が懸念される。実用化にあたっては、衛星画像の変更による判読トレンドへの影響の評価、解像度や色調調整の要否の検討が必要となるほか、画像データを他事業と共有するなど、庁内の利活用検討も求められる。

目次

1. 目的.....	1
2. 業務内容.....	2
2.1. 期首と期末との比較による土地利用変化等の判読.....	2
2.2. 基準年と期末との比較による土地利用変化等の判読.....	3
2.3. 2年ごとの土地利用変化の積み上げデータ作成.....	4
2.4. ARD 判読履歴資料の作成.....	4
3. 判読結果.....	5
3.1. 第1段階判読.....	5
3.2. 第2段階判読.....	9
3.3. 2年ごとの土地利用変化の積み上げ.....	13
3.4. ARD 履歴資料の作成.....	14
3.5. 今回判読（十巡目判読）と行政情報との比較.....	25
3.6. ARD 判読結果の経年変化.....	27
3.7. ARD 発生地点における土地利用の経年変化.....	29
4. 判読結果の品質評価.....	31
4.1. 品質評価方法.....	31
4.2. 品質評価結果.....	33
5. 第三者による判読結果の品質管理.....	34
6. 判読精度向上のための現地調査.....	35
6.1. 現地調査の実施.....	35
6.2. 現地調査で確認された誤判読事例.....	39
7. 判読の自動化に関する検討.....	43
7.1. 検討の概要.....	43
7.2. 検討フロー.....	43
7.3. 変化あり・変化なしの判別手法の検討.....	44
7.4. まとめと課題.....	59
8. 次期衛星画像の検討.....	62
8.1. 検討の概要.....	62
8.2. 現在運用中・運用予定の衛星.....	62
8.3. 次期衛星画像の候補.....	64
8.4. 今後の課題.....	67
9. 専門家への意見聴取.....	68

巻末資料 1 現地調査表

巻末資料 2 十巡目前半判読結果集計表

巻末資料 3 過年度見直し結果集計表

1. 目的

我が国は、気候変動に関する国際連合枠組条約（以下、「気候変動枠組条約」という。）及び京都議定書に続くパリ協定においても締約国として、森林吸収量を算定・報告する義務がある。

そのうち京都議定書 3 条 3 項により報告が求められている新規植林・再植林・森林減少（Afforestation, Reforestation, Deforestation, 以下、「ARD」という。）については、これまでの国際審査においても特段の問題を指摘されておらず、また、推計に関しては時系列の一貫性が求められていることから、当面は京都議定書の下での手法と同様、即ち、気候変動枠組条約の下での基準年（1990 年、以下、「基準年」という。）と直近年（以下、「期末」という。）の 2 時点間の画像を比較判読することによって ARD の発生状況を把握することとしている。

平成 15 年度から開始された「森林吸収源計測・活用体制整備事業」では、1989 年末のオルソ空中写真（以下、「89 年末空中写真」という。）の整備、SPOT5 号に搭載された HRV センサのパンクロマチックデータの購入、ARD の判読ツールの開発など ARD モニタリングに必要な情報の整備が進められるとともに、2006 年度～2007 年度の 2 か年で日本全国の ARD 把握が実施され、その後 2 年で一巡するように全国の ARD を把握することとなった。2008 年度から 2015 年度までは 89 年末空中写真と期末年の SPOT5-HRV-P のオルソ画像を用いて二巡目から五巡目までの ARD 把握を実施した。その後、SPOT-5 衛星が耐用年数を経過したため、2016 年度からは、89 年末空中写真と判読前年撮影の SPOT-6/7 のオルソ画像（以下、「SPOT 画像」という。）を用いて六巡目以降の ARD 把握を実施している。

2021 年度から 2025 年度の 5 か年は、アジア航測株式会社により本業務を実施しており、八巡目後半から十巡目後半までの ARD 等の把握を実施する計画である。また、ARD 把握に加え、新たな判読手法の検討と、深層学習（以下「AI」という。）による自動判読手法の検討を実施することとしている。

これまでの 3 年間に於いて、前年撮影の SPOT 画像を用いて ARD 判読を実施するとともに、新たな判読手法の検討にあたっては、2021 年度に「積み上げ方式」「中間参照方式」「現行ベース方式」の 3 手法について判読を試行し、「積み上げ方式」が妥当であるという結果となった。2022 年度は、積み上げ方式で過年度判読結果についても 2 年ごとの土地利用変化の積み上げデータを整備できるかどうかを「0 次判読」として試行し、2023 年度には判読マニュアルを積み上げ方式に対応した内容に改訂した。

本年度から、積み上げ方式での判読に切り替え、十巡目前半の ARD 把握を実施した。89 年末空中写真や SPOT 画像を用いて画像判読を行い、変化があった箇所における土地利用区分の判読や判読精度の向上を目的とした現地確認を行った。また、AI による判読の試行により土地利用変化の有無を抽出する手法について精度向上とツール化に向けた検討を実施した。さらに、次期衛星画像について、現在運用されている衛星及び今後運用予定の衛星について情報収集を行い ARD 判読への適用可能性について検討した。

2. 業務内容

2.1. 期首と期末との比較による土地利用変化等の判読

本年度事業の判読対象域及び格子点数は表 2-1 のとおりである。なお、判読対象面積は約 18 万 km²、判読点数は約 74 万点である。判読に用いる画像は期首として八巡目判読に用いた 2021 年の SPOT 画像、期末として 2023 年の SPOT 画像とする。

期首と期末との間の ARD 発生箇所を確定するため、期末の現況及び、期首と期末の間の土地利用変化の判読を行なう。判読にあたっては、前回判読結果より、期首の土地利用区分を参照し、土地利用区分の判読結果に明らかな誤判読が確認された場合、正しい土地利用区分を入力する。

表 2-1 判読対象地及び格子点数

地域	都道府県コード	県名（振興局名）	格子点数
北海道	01-01	石狩支庁	13,828
	01-02	空知支庁	26,307
	01-03	後志支庁	16,979
	01-04	渡島支庁	15,617
	01-05	檜山支庁	9,806
	01-06	胆振支庁	14,518
	01-08	上川支庁	39,393
	01-09	留萌支庁	16,039
	01-10	宗谷支庁	15,150
	小計		167,637
東北	2	青森県	38,531
	3	岩手県	61,097
	4	宮城県	28,780
	5	秋田県	46,508
	6	山形県	37,310
			212,226
北陸	15	新潟県	46,866
	16	富山県	17,010
	17	石川県	16,805
	18	福井県	16,737
			97,418
中部	20	長野県	54,293
	21	岐阜県	42,467
			96,760
九州	40	福岡県	19,889
	41	佐賀県	9,738
	42	長崎県	16,233
	43	熊本県	29,618
	44	大分県	25,071
	45	宮崎県	30,935
	46	鹿児島県	30,798
	小計		162,282
合計			736,323

2.2. 基準年と期末との比較による土地利用変化等の判読

判読対象地点は、2.1 項に示す判読の結果、期首と期末の間に土地利用変化が認められた地点、および、期首の土地利用区分を修正した地点とする。判読に用いる画像情報は、89 年末空中写真、期末として 2023 年の SPOT 画像とする。判読の際、前回判読結果より、基準年の土地利用区分を参照し、土地利用区分の判読結果に明らかな誤判読が確認された場合、正しい土地利用区分を入力する。

判読実施項目は次の 4 項目とする。

【1】新規植林・再植林・森林減少（ARD）の把握

京都議定書 3 条 3 項により報告が求められている ARD の地理的位置を画像判読により把握する。ARD は、基準年と期末の間の変化を把握し、新規植林・再植林（以下、「AR」という。）と森林減少（以下、「D」という。）に分けて整理する。

【2】土地利用状況の把握

ARD として特定された箇所における温室効果ガスの吸収・排出量の変化を算定するためには、森林へ変化する前、もしくは森林から変化した後の土地利用を知る必要がある。そこで、AR については基準年時点、D については期末時点での土地利用状況を、画像判読により把握する。

【3】森林分布状況の把握

京都議定書では最低樹高・最低樹冠被覆率・最小面積・最小幅の 4 つの数値により森林を定義することとされている（CMP.1 決定 16¹他）。我が国では、森林法 5 条（民有林）及び 7 条 2 項（国有林）の対象森林（森林計画対象森林）とほぼ整合する形で森林の数値的定義を選択し、これらの森林をもって京都議定書に基づく森林として定義している。両者にどの程度差異があるかを把握するため、CMP.1 決定 16 の森林の数値的定義に則って森林の分布を画像判読により把握する。

【4】森林施業による植林・伐採及び気象害等による森林被覆の一時的損失の把握

CMP.1 決定 16 により、ARD は土地利用の変化を伴う活動と位置付けられているため、森林施業としての植林・伐採は ARD とはみなされない。また、気象災害等による森林被覆の一時的な損失は D とはみなされない。しかし、そのような箇所の面積を把握することで森林施業及び気象害等による森林蓄積への影響を推測し、ARD 対象地以外も含む我が国の森林における温室効果ガスの吸収・排出量のより精度の高い算定に寄与できる可能性がある。そこで、ARD 判読に加え、森林施業による植林地・伐採地及び気象害・山地災害・山火事・火山災害による森林損失面積を、画像判読によって把握する。

¹ 第 1 回京都議定書締約国会合（CMP 1）決定 16 付属書

2.3. 2年ごとの土地利用変化の積み上げデータ作成

今後、基準年である1990年からの年数が経過するにつれ、基準年と期末の間に複数回の土地利用変化が発生する可能性があることから、複数回の土地利用変化を記録しておくことを目的として、期首と期末における現況変化の判読結果を積み上げたデータベースを作成する。本年度は積み上げデータベース作成の初年度にあたることから、基準年と2021年（期首）における土地利用変化の判読結果に、期首と期末における土地利用変化の判読結果を積み上げる。また、2.1項の判読において、基準年または期末の土地利用区分を修正した地点や、期首までに判読不能またはデータ欠損が確認された地点は、過年度の衛星画像を参照し、積み上げデータのうち過年度の判読結果部分についても正しい結果に修正する。

2.4. ARD判読履歴資料の作成

これまで判読に用いる「新規植林・再植林・森林減少の画像判読の指針」（以下「マニュアル」という。）については、2017年3月等に改訂が行われており、これにより過去と現在とで判読基準に差異が生じている箇所が存在する。そこで、本年度事業判読のARD発生箇所を対象として、基準年及び2005年から2023年までの各判読に用いた画像に対し、現行マニュアルに則った判読を実施し、各時期における現況及びARDを判読した上で、ARD履歴資料を作成するとともに、2017年3月以降のマニュアルに則った判読成果を整備する。

3. 判読結果

3.1. 第1段階判読

第1段階判読においては、すべての格子点を対象として期首と期末の土地利用変化の判読を行った。判読結果を表 3-1 と

表 3-2 に示す。この表には、都道府県別の有効判読点数、期首と期末間の ARD の発生点数及びそれらから算定した年率の ARD 発生率を示している。年率の ARD 発生率は、都道府県別の基準年・期末画像の撮影年を用いて算定した。判読によって得られた期首から期末までの間に発生した ARD の年率をグラフにしたものを、図 3-1 に示す。

今年度、期首から期末までの間に新しく確認された AR は 7 地点であったが、過去に AR が発生した地点において D が確認された地点が 6 地点確認された。よって、期首から期末までの AR 発生地点数は 1 地点となった。一方、D 発生地点は 119 地点であった。

D 発生率について地域別の傾向を見ると、北海道や宮城県、九州地方で大きい傾向が見られた。北海道では農地や草地への転用が多く確認された。北日本は牧場が多く、D 発生地点の多くが牧草地に転用されていた。一方、森林施業による伐採との区別に迷う事例も多くみられた。近年、カラマツ等の資源が成熟しつつあることを受け、北海道の立木伐採は増加傾向にある（造林補助金を受けた森林の伐採・転用，根室振興局 HP，<https://www.nemuro.pref.hokkaido.lg.jp/ss/rnm/zourinseigen.html>）。今後植林木が確認されれば「森林施業」として修正する必要がある。また、特に九州地方では太陽光発電の大規模な導入が進んでいることも示されており¹，その影響から D 発生量が多くなっていると推定される。

表 3-1 第 1 段階判読集計結果

都道府県名		有効点数	新規発生ARD		ARD発生率			
			AR	D	AR [%]	AR [%/年]	D [%]	D [%/年]
01	北海道	165,046	1	22	0.0006%	0.0003%	0.0133%	0.0067%
	石狩	13,517	1	5	0.0074%	0.0037%	0.0370%	0.0185%
	空知	25,630	-1	4	-0.0039%	-0.0020%	0.0156%	0.0078%
	後志	16,497	0	1	0.0000%	0.0000%	0.0061%	0.0030%
	渡島	15,404	1	2	0.0065%	0.0032%	0.0130%	0.0065%
	檜山	9,563	0	0	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
	胆振	14,112	-1	6	-0.0071%	-0.0035%	0.0425%	0.0213%
	上川	39,247	0	2	0.0000%	0.0000%	0.0051%	0.0025%
	留萌	15,938	0	0	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
	宗谷	15,138	1	2	0.0066%	0.0033%	0.0132%	0.0066%
02	青森	37,422	0	9	0.0000%	0.0000%	0.0241%	0.0120%
03	岩手	58,961	0	8	0.0000%	0.0000%	0.0136%	0.0068%
04	宮城	28,187	0	20	0.0000%	0.0000%	0.0710%	0.0355%
05	秋田	44,939	0	4	0.0000%	0.0000%	0.0089%	0.0045%
06	山形	36,774	0	3	0.0000%	0.0000%	0.0082%	0.0041%
15	新潟	45,321	1	4	0.0022%	0.0011%	0.0088%	0.0044%
16	富山	16,500	0	1	0.0000%	0.0000%	0.0061%	0.0030%
17	石川	16,606	0	2	0.0000%	0.0000%	0.0120%	0.0060%
18	福井	16,727	0	3	0.0000%	0.0000%	0.0179%	0.0090%
20	長野	52,996	0	6	0.0000%	0.0000%	0.0113%	0.0057%
21	岐阜	42,315	-1	7	-0.0024%	-0.0012%	0.0165%	0.0083%
40	福岡	19,813	0	1	0.0000%	0.0000%	0.0050%	0.0025%
41	佐賀	9,713	0	2	0.0000%	0.0000%	0.0206%	0.0103%
42	長崎	9,941	0	2	0.0000%	0.0000%	0.0201%	0.0101%
43	熊本	29,486	0	7	0.0000%	0.0000%	0.0237%	0.0119%
44	大分	24,719	0	3	0.0000%	0.0000%	0.0121%	0.0061%
45	宮崎	30,823	0	6	0.0000%	0.0000%	0.0195%	0.0097%
46	鹿児島	26,549	0	9	0.0000%	0.0000%	0.0339%	0.0169%
全国		712,838	1	119	0.0001%	0.0001%	0.0167%	0.0083%

表 3-2 第1段階判読における土地利用変化状況

		AR発生地点							
都道府県名	有効点数	ARD判読結果	AR土地利用						小計
			AR	農地	草地	湿地	開発地	その他	
01	北海道	165,046	1	1	2	0	0	-2	1
	石狩	13,517	1	0	1	0	0	0	1
	空知	25,630	-1	-1	1	0	0	-1	-1
	後志	16,497	0	0	0	0	0	0	0
	渡島	15,404	1	1	0	0	0	0	1
	檜山	9,563	0	0	0	0	0	0	0
	胆振	14,112	-1	0	0	0	0	-1	-1
	上川	39,247	0	1	-1	0	0	0	0
	留萌	15,938	0	0	0	0	0	0	0
	宗谷	15,138	1	0	1	0	0	0	1
02	青森	37,422	0	0	0	0	0	0	0
03	岩手	58,961	0	0	0	0	0	0	0
04	宮城	28,187	0	0	0	0	0	0	0
05	秋田	44,939	0	0	0	0	0	0	0
06	山形	36,774	0	0	0	0	0	0	0
15	新潟	45,321	1	0	1	0	0	0	1
16	富山	16,500	0	0	0	0	0	0	0
17	石川	16,606	0	0	0	0	0	0	0
18	福井	16,727	0	0	0	0	0	0	0
20	長野	52,996	0	0	0	0	0	0	0
21	岐阜	42,315	-1	0	0	0	0	-1	-1
40	福岡	19,813	0	0	0	0	0	0	0
41	佐賀	9,713	0	0	0	0	0	0	0
42	長崎	9,941	0	0	0	0	0	0	0
43	熊本	29,486	0	0	0	0	0	0	0
44	大分	24,719	0	0	0	0	0	0	0
45	宮崎	30,823	0	0	0	0	0	0	0
46	鹿児島	26,549	0	1	0	0	0	-1	0
	全国	712,838	1	2	3	0	0	-4	1

		D発生地点							
都道府県名	有効点数	ARD判読結果	D土地利用						小計
			D	農地	草地	湿地	開発地	その他	
01	北海道	165,046	22	2	3	0	7	10	22
	石狩	13,517	5	1	0	0	0	4	5
	空知	25,630	4	0	0	0	2	2	4
	後志	16,497	1	0	0	0	1	0	1
	渡島	15,404	2	0	0	0	2	0	2
	檜山	9,563	0	0	0	0	0	0	0
	胆振	14,112	6	1	1	0	1	3	6
	上川	39,247	2	0	2	0	0	0	2
	留萌	15,938	0	0	0	0	0	0	0
	宗谷	15,138	2	0	0	0	1	1	2
02	青森	37,422	9	0	0	0	9	0	9
03	岩手	58,961	8	0	1	0	7	0	8
04	宮城	28,187	20	0	3	0	9	8	20
05	秋田	44,939	4	0	0	0	4	0	4
06	山形	36,774	3	0	0	0	1	2	3
15	新潟	45,321	4	0	1	0	3	0	4
16	富山	16,500	1	0	0	0	1	0	1
17	石川	16,606	2	0	0	0	2	0	2
18	福井	16,727	3	0	0	0	3	0	3
20	長野	52,996	6	1	1	1	3	0	6
21	岐阜	42,315	7	1	0	0	3	3	7
40	福岡	19,813	1	0	0	0	0	1	1
41	佐賀	9,713	2	0	0	0	1	1	2
42	長崎	9,941	2	0	0	0	1	1	2
43	熊本	29,486	7	2	0	0	2	3	7
44	大分	24,719	3	0	0	0	2	1	3
45	宮崎	30,823	6	1	0	0	5	0	6
46	鹿児島	26,549	9	2	0	0	6	1	9
	全国	712,838	1	9	9	1	69	31	119

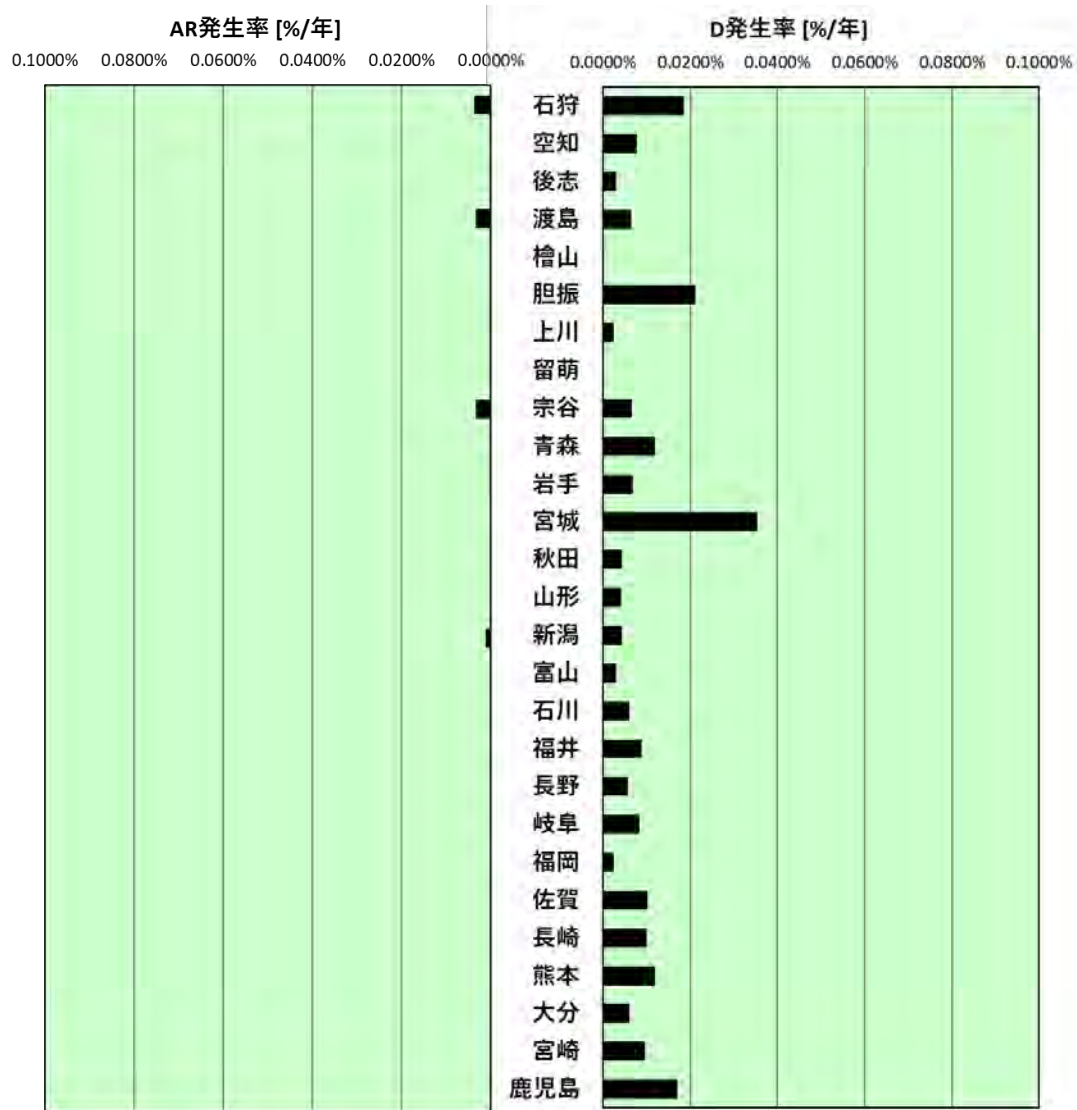


図 3-1 第 1 段階判読地点（'21-'23）の都道府県別 ARD 発生率

3.2. 第2段階判読

第2段階判読においては、基準年として撮影された89年末空中写真と期末に撮影されたSPOT画像を比較し、基準年から期末にかけてのARDなどを判読した。

なお、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に付随する判読に関しては、マニュアルの通りとした。

第2段階判読結果の集計表を表3-3に、ARD発生箇所における土地利用の変化状況を表3-4に、判読によって得られた基準年から期末までの間に発生したARDの年率をグラフにしたものを、図3-2に示す。結果、北海道の留萌と宗谷を除くすべての地域において、ARに比べてDの発生率が高かった。地域別では、九州地方で特にDの発生が多く、D発生率は全国平均よりも約1.6倍高い1.2%であった。これは九州地方における九州自動車道を始めとする高速道路の開設、九州新幹線の工事の着工、また人口の集中する福岡県では博多・天神エリアとその郊外の開発によるためと考えられる。さらに、九州地方は太陽光発電の大規模な導入が進んでいることも示されており¹、今後もこの傾向は続いていくものと想定される。ただ、九州地方はARの発生率も高く、全国平均の約1.4倍であった。これによりDによる森林消失はARで幾分相殺される結果となっている。県別では、九州地方の長崎県、鹿児島県、福岡県等に加え、宮城県、石川県で特にDの発生率が高かった。宮城県は東北地方の中で人口が最も多く、中心部の再開発が進んだことや、震災後の復興まちづくりによる高台移転や内陸移転が生じたためと考えられる。石川県では北陸新幹線の延長も影響していると考えられる。

表 3-3 第2段階判読集計結果

都道府県名	判読点数	有効点数	判読結果 (KP_ARD)							ARD発生率				森林率 [%]	
			非変化・非森林	非変化・森林	AR	D	森林施業	森林へ遷移	非人為による 森林被覆の損失	小計	AR [%]	AR [%/年]	D [%]		
01 北海道	167,637	165,046	44,404	113,225	513	797	3,460	2,507	140	165,046	0.3108%	0.0091%	0.4829%	0.0142%	72.5%
石狩	13,828	13,517	5283	7709	55	107	106	246	11	13,517	0.4069%	0.0123%	0.7916%	0.0240%	60.0%
空知	26,307	25,630	8820	15849	58	130	448	309	16	25,630	0.2263%	0.0065%	0.5072%	0.0145%	65.0%
後志	16,979	16,497	3617	12136	54	77	391	206	16	16,497	0.3273%	0.0096%	0.4668%	0.0137%	77.5%
渡島	15,617	15,404	2693	12040	33	70	284	266	18	15,404	0.2142%	0.0061%	0.4544%	0.0130%	81.9%
檜山	9,806	9,563	1485	7691	10	17	196	143	21	9,563	0.1046%	0.0030%	0.1778%	0.0051%	84.1%
胆振	14,518	14,112	3,734	9,412	63	167	596	133	7	14,112	0.4464%	0.0131%	1.1834%	0.0348%	72.3%
上川	39,393	39,247	10,297	27,081	132	172	893	638	34	39,247	0.3363%	0.0099%	0.4383%	0.0129%	73.2%
留萌	16,039	15,938	3,348	11,983	52	29	148	371	7	15,938	0.3263%	0.0093%	0.1820%	0.0052%	78.8%
宗谷	15,150	15,138	5,127	9,324	56	28	398	195	10	15,138	0.3699%	0.0109%	0.1850%	0.0054%	65.9%
青森	38,531	37,422	11,405	24,230	113	312	1,014	337	11	37,422	0.3020%	0.0086%	0.8337%	0.0238%	68.7%
03 岩手	61,097	58,961	12,074	43,631	130	401	2,139	563	23	58,961	0.2205%	0.0065%	0.6801%	0.0200%	78.8%
04 宮城	28,780	28,187	10,992	15,858	75	452	586	210	14	28,187	0.2661%	0.0078%	1.6036%	0.0472%	59.4%
05 秋田	46,508	44,939	11,745	31,651	59	215	1,051	206	12	44,939	0.1313%	0.0039%	0.4784%	0.0141%	73.4%
06 山形	37,310	36,774	10,096	25,868	55	147	375	203	30	36,774	0.1496%	0.0045%	0.3997%	0.0121%	72.1%
15 新潟	46,866	45,321	15,044	29,551	86	253	125	239	23	45,321	0.1898%	0.0056%	0.5582%	0.0164%	66.2%
16 富山	17,010	16,500	6,141	10,084	18	115	63	57	22	16,500	0.1091%	0.0030%	0.6970%	0.0194%	62.0%
17 石川	16,805	16,606	4,753	11,389	32	198	81	115	38	16,606	0.1927%	0.0057%	1.1923%	0.0351%	70.0%
18 福井	16,737	16,727	4,022	12,487	30	105	57	18	8	16,727	0.1794%	0.0053%	0.6277%	0.0185%	75.3%
20 長野	54,293	52,996	11,726	40,203	91	292	346	308	30	52,996	0.1717%	0.0051%	0.5510%	0.0162%	77.3%
21 岐阜	42,467	42,315	7,970	33,323	69	356	433	142	22	42,315	0.1631%	0.0048%	0.8413%	0.0247%	80.3%
40 福岡	19,889	19,813	9,967	8,987	45	276	350	187	1	19,813	0.2271%	0.0067%	1.3930%	0.0410%	48.3%
41 佐賀	9,738	9,713	4,624	4,593	73	92	57	271	3	9,713	0.7516%	0.0228%	0.9472%	0.0287%	51.4%
42 長崎	16,233	9,941	3,930	5,366	71	156	53	363	2	9,941	0.7142%	0.0216%	1.5693%	0.0476%	58.9%
43 熊本	29,618	29,486	9,748	17,970	93	273	964	425	13	29,486	0.3154%	0.0090%	0.9259%	0.0265%	66.0%
44 大分	25,071	24,718	6,191	16,841	96	256	1,085	238	11	24,718	0.3884%	0.0118%	1.0357%	0.0314%	73.9%
45 宮崎	30,935	30,823	6,353	21,989	86	310	1,945	132	8	30,823	0.2790%	0.0082%	1.0057%	0.0296%	78.4%
46 鹿児島	30,798	26,549	8,299	16,719	98	425	715	287	6	26,549	0.3691%	0.0112%	1.6008%	0.0485%	67.1%
全国	736,323	712,837	199,484	483,965	1,833	5,431	14,899	6,808	417	712,837	0.2571%	0.0076%	0.7619%	0.0224%	71.2%

表 3-4 第2段階判読における土地利用変化状況

AR発生地点

都道府県名	有効点数	ARD判読結果	AR土地利用					
		AR	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01 北海道	165,046	513	162	246	6	73	26	513
石狩	13,517	55	4	27	0	20	4	55
空知	25,630	58	21	18	1	10	8	58
後志	16,497	54	29	20	0	4	1	54
渡島	15,404	33	9	20	0	4	0	33
檜山	9,563	10	3	7	0	0	0	10
胆振	14,112	63	16	26	2	16	3	63
上川	39,247	132	69	45	1	12	5	132
留萌	15,938	52	5	39	2	6	0	52
宗谷	15,138	56	6	44	0	1	5	56
02 青森	37,422	113	90	9	0	12	2	113
03 岩手	58,961	130	90	26	0	12	2	130
04 宮城	28,187	75	26	30	0	17	2	75
05 秋田	44,939	59	45	6	0	8	0	59
06 山形	36,774	55	38	7	0	9	1	55
15 新潟	45,321	86	53	16	0	15	2	86
16 富山	16,500	18	15	0	0	3	0	18
17 石川	16,606	32	24	1	0	7	0	32
18 福井	16,727	30	21	0	0	8	1	30
20 長野	52,996	91	52	16	0	19	4	91
21 岐阜	42,315	69	33	0	0	32	4	69
40 福岡	19,813	45	26	5	0	9	5	45
41 佐賀	9,713	73	64	5	0	3	1	73
42 長崎	9,941	71	58	4	0	7	2	71
43 熊本	29,486	93	67	21	0	5	0	93
44 大分	24,718	96	62	25	0	6	3	96
45 宮崎	30,823	86	67	15	0	2	2	86
46 鹿児島	26,549	98	87	5	0	5	1	98
全国	712,837	1,833	1,080	437	6	252	58	1,833

D発生地点

都道府県名	有効点数	ARD判読結果	D土地利用					
		D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01 北海道	165,046	113,225	166	129	51	370	81	797
石狩	13,517	7709	15	13	3	62	14	107
空知	25,630	15849	21	19	20	52	18	130
後志	16,497	12136	17	10	2	42	6	77
渡島	15,404	12040	15	7	3	39	6	70
檜山	9,563	7691	5	4	1	5	2	17
胆振	14,112	9412	30	29	7	84	17	167
上川	39,247	27081	55	27	11	65	14	172
留萌	15,938	11983	7	9	3	8	2	29
宗谷	15,138	9324	1	11	1	13	2	28
02 青森	37,422	24230	53	31	6	199	23	312
03 岩手	58,961	43631	55	38	15	268	25	401
04 宮城	28,187	15858	30	10	12	350	50	452
05 秋田	44,939	31651	5	17	8	169	16	215
06 山形	36,774	25868	17	13	13	78	26	147
15 新潟	45,321	29551	24	17	9	178	25	253
16 富山	16,500	10084	2	7	3	94	9	115
17 石川	16,606	11389	7	4	0	180	7	198
18 福井	16,727	12487	1	3	4	90	7	105
20 長野	52,996	40203	32	9	6	233	12	292
21 岐阜	42,315	33323	17	10	26	277	26	356
40 福岡	19,813	8987	9	2	6	223	36	276
41 佐賀	9,713	4593	11	5	6	61	9	92
42 長崎	9,941	5366	13	3	0	130	10	156
43 熊本	29,486	17970	27	21	2	203	20	273
44 大分	24,718	16841	12	11	4	203	26	256
45 宮崎	30,823	21989	33	15	9	244	9	310
46 鹿児島	26,549	16719	83	17	5	301	19	425
全国	712,837	483,965	597	362	185	3,851	436	5,431

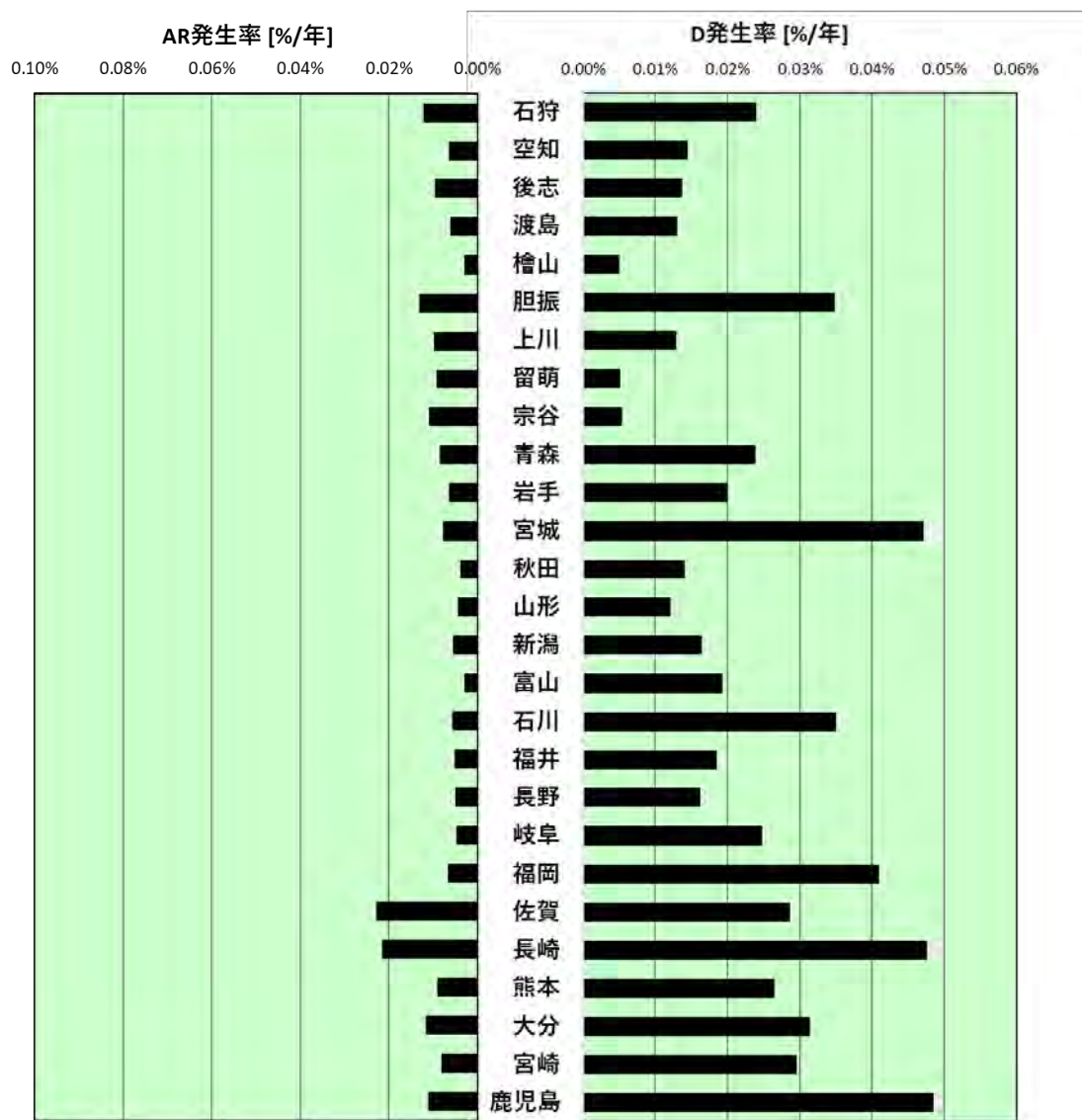


図 3-2 第 1 段階判読（'90-'23）の都道府県別 ARD 発生状況

3.3. 2年ごとの土地利用変化の積み上げ

基準年から2021年までの土地利用変化と、2021年から期末における2年ごとの土地利用変化の積み上げの結果、複数回の土地利用変化が確認された地点数を表3-5に示す。現行のARD算定ルールにおいては、過去にARが発生した地点において後にDが確認された場合、その地点はDの集計に含め、過去にDが発生した地点において後にARが発生した場合においてはDの集計に含めることとなっている。そのため、実際の森林吸収源と比較して過小評価になっていると想定され、今後この算定ルールが変更された場合に対応できるよう、基準年から期末の間の変化履歴の記録を開始した。

今回の判読の結果、ARからDに転じた地点は6地点、DからARに転じた地点は0地点であり、全体のD発生地点に対する割合は0.1%程度であった。森林吸収源の算定結果に大きな影響は無いものと想定されるが、基準年となる1990年から30年以上が経過しており、今後も複数回の土地利用変化は増加していくと想定される。

表 3-5 複数回の土地利用変化の確認結果

1回目の土地利用変化	2回目の土地利用変化	地点数
AR	D	6
AR	森林施業	8
AR	非人為による森林被覆損失	0
D	AR	0
D	森林への自然遷移	3
森林施業	D	10
森林施業	非人為による森林被覆損失	1
森林への自然遷移	D	18
森林への自然遷移	非人為による森林被覆損失	7
非人為による森林被覆損失	AR	1
非人為による森林被覆損失	森林への自然遷移	0

3.4. ARD 履歴資料の作成

本年度事業の第2段階判読において ARD が確認できた箇所（表 3-4 より，AR:1,833 箇所，D:5,431 箇所，計 7,264 箇所）を対象に，基準年及び 2005 年から 2023 年までの各判読に用いた画像に対し，現行マニュアルに則った判読を実施し，各時期における現況及び ARD を把握した。現行マニュアルに則り，ARD の発生状況について，過去の判読結果を見直した結果を表 3-6～表 3-15 に示す。

表 3-6 ARD 履歴表 (2005)

		AR発生地点							
都道府県名	有効点数	ARD判読結果		AR土地利用					
		AR		農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01	北海道	165,046	293	97	124	2	49	21	293
	石狩	13,517	34	1	15	0	13	5	34
	空知	25,630	38	14	8	0	8	8	38
	後志	16,497	34	19	11	0	4	0	34
	渡島	15,404	22	5	14	0	3	0	22
	檜山	9,563	7	3	4	0	0	0	7
	胆振	14,112	36	9	14	0	9	4	36
	上川	39,247	81	40	30	1	8	2	81
	留萌	15,938	20	3	13	1	3	0	20
	宗谷	15,138	21	3	15	0	1	2	21
02	青森	37,422	76	57	8	0	10	1	76
03	岩手	58,961	92	67	17	0	8	0	92
04	宮城	28,187	56	19	22	0	14	1	56
05	秋田	44,939	50	36	7	0	7	0	50
06	山形	36,774	51	34	7	0	9	1	51
15	新潟	45,321	71	46	12	0	11	2	71
16	富山	16,500	13	11	0	0	2	0	13
17	石川	16,606	25	19	1	0	5	0	25
18	福井	16,727	23	17	0	0	5	1	23
20	長野	52,996	74	45	10	0	16	3	74
21	岐阜	42,315	57	28	0	0	26	3	57
40	福岡	19,813	46	26	5	0	10	5	46
41	佐賀	9,713	56	50	4	0	2	0	56
42	長崎	9,941	60	49	3	0	7	1	60
43	熊本	29,486	64	51	12	0	1	0	64
44	大分	24,719	58	37	19	0	2	0	58
45	宮崎	30,823	65	50	12	0	3	0	65
46	鹿児島	26,549	86	76	4	0	4	2	86
	全国	712,838	1,316	815	267	2	191	41	1,316

		D発生地点							
都道府県名	有効点数	ARD判読結果		D土地利用					
		D		農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01	北海道	165,046	421	98	64	23	202	34	421
	石狩	13,517	49	3	8	2	32	4	49
	空知	25,630	68	16	12	5	31	4	68
	後志	16,497	38	6	7	2	20	3	38
	渡島	15,404	43	10	2	3	24	4	43
	檜山	9,563	13	4	2	1	4	2	13
	胆振	14,112	81	19	14	2	41	5	81
	上川	39,247	88	32	5	6	36	9	88
	留萌	15,938	18	7	4	1	4	2	18
	宗谷	15,138	23	1	10	1	10	1	23
02	青森	37,422	172	29	20	4	102	17	172
03	岩手	58,961	207	44	21	10	119	13	207
04	宮城	28,187	231	20	4	10	174	23	231
05	秋田	44,939	148	4	8	5	122	9	148
06	山形	36,774	104	13	9	11	57	14	104
15	新潟	45,321	168	17	11	7	117	16	168
16	富山	16,500	83	2	4	3	71	3	83
17	石川	16,606	134	5	3	0	119	7	134
18	福井	16,727	65	1	0	3	55	6	65
20	長野	52,996	164	21	5	3	128	7	164
21	岐阜	42,315	235	16	8	5	191	15	235
40	福岡	19,813	160	6	2	0	136	16	160
41	佐賀	9,713	63	9	3	4	43	4	63
42	長崎	9,941	93	11	1	0	77	4	93
43	熊本	29,486	159	18	14	1	116	10	159
44	大分	24,719	147	6	6	1	123	11	147
45	宮崎	30,823	191	21	6	5	154	5	191
46	鹿児島	26,549	245	57	10	3	163	12	245
	全国	712,838	3,190	398	199	98	2,269	226	3,190

表 3-7 ARD 履歴表 (2007)

ARD発生地点									
都道府県名	有効点数	ARD判読結果		ARD土地利用					
		AR	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	
01	北海道	165,046	343	116	143	3	58	23	343
	石狩	13,517	41	2	19	0	15	5	41
	空知	25,630	45	17	10	0	10	8	45
	後志	16,497	44	26	13	0	4	1	44
	渡島	15,404	26	6	17	0	3	0	26
	檜山	9,563	7	3	4	0	0	0	7
	胆振	14,112	40	10	14	0	12	4	40
	上川	39,247	88	45	30	1	9	3	88
	留萌	15,938	27	3	18	2	4	0	27
	宗谷	15,138	25	4	18	0	1	2	25
02	青森	37,422	84	64	8	0	11	1	84
03	岩手	58,961	98	70	20	0	8	0	98
04	宮城	28,187	58	19	22	0	15	2	58
05	秋田	44,939	53	38	7	0	8	0	53
06	山形	36,774	51	34	7	0	9	1	51
15	新潟	45,321	74	49	12	0	11	2	74
16	富山	16,500	16	14	0	0	2	0	16
17	石川	16,606	29	21	1	0	7	0	29
18	福井	16,727	26	18	0	0	7	1	26
20	長野	52,996	89	53	13	0	19	4	89
21	岐阜	42,315	64	29	0	0	31	4	64
40	福岡	19,813	46	26	5	0	10	5	46
41	佐賀	9,713	60	54	4	0	2	0	60
42	長崎	9,941	65	52	4	0	8	1	65
43	熊本	29,486	71	55	14	0	2	0	71
44	大分	24,719	66	44	19	0	2	1	66
45	宮崎	30,823	71	54	14	0	3	0	71
46	鹿児島	26,549	90	80	4	0	4	2	90
	全国	712,838	1,454	890	297	3	217	47	1,454

D発生地点									
都道府県名	有効点数	ARD判読結果		D土地利用					
		D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	
01	北海道	165,046	494	111	73	28	244	38	494
	石狩	13,517	56	4	8	3	37	4	56
	空知	25,630	86	18	16	5	42	5	86
	後志	16,497	44	7	7	2	24	4	44
	渡島	15,404	47	12	2	3	26	4	47
	檜山	9,563	14	4	3	1	4	2	14
	胆振	14,112	96	22	17	3	48	6	96
	上川	39,247	107	36	6	8	47	10	107
	留萌	15,938	19	7	4	2	4	2	19
	宗谷	15,138	25	1	10	1	12	1	25
02	青森	37,422	184	30	21	4	111	18	184
03	岩手	58,961	231	50	23	10	133	15	231
04	宮城	28,187	240	22	4	10	180	24	240
05	秋田	44,939	156	4	11	6	125	10	156
06	山形	36,774	113	12	11	11	64	15	113
15	新潟	45,321	186	18	12	8	130	18	186
16	富山	16,500	89	2	4	3	76	4	89
17	石川	16,606	150	7	4	0	132	7	150
18	福井	16,727	75	1	2	3	63	6	75
20	長野	52,996	188	22	6	3	147	10	188
21	岐阜	42,315	255	16	8	12	203	16	255
40	福岡	19,813	171	7	2	1	143	18	171
41	佐賀	9,713	65	9	3	4	45	4	65
42	長崎	9,941	99	11	1	0	83	4	99
43	熊本	29,486	169	19	15	1	124	10	169
44	大分	24,719	159	6	7	1	132	13	159
45	宮崎	30,823	203	22	7	6	163	5	203
46	鹿児島	26,549	269	62	13	3	175	16	269
	全国	712,838	3,496	431	227	114	2,473	251	3,496

表 3-8 ARD 履歴表 (2009)

		AR発生地点							
都道府県名	有効点数	ARD判読結果		AR土地利用					
		AR	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	
01	北海道	165,046	374	126	160	3	60	25	374
	石狩	13,517	46	3	22	0	16	5	46
	空知	25,630	48	18	11	0	10	9	48
	後志	16,497	47	28	14	0	4	1	47
	渡島	15,404	27	6	18	0	3	0	27
	檜山	9,563	7	3	4	0	0	0	7
	胆振	14,112	43	11	16	0	12	4	43
	上川	39,247	95	49	32	1	9	4	95
	留萌	15,938	32	4	21	2	5	0	32
	宗谷	15,138	29	4	22	0	1	2	29
02	青森	37,422	107	83	9	0	13	2	107
03	岩手	58,961	107	73	23	0	10	1	107
04	宮城	28,187	70	23	28	0	17	2	70
05	秋田	44,939	57	42	7	0	8	0	57
06	山形	36,774	55	38	7	0	9	1	55
15	新潟	45,321	83	52	14	0	15	2	83
16	富山	16,500	17	15	0	0	2	0	17
17	石川	16,606	29	22	1	0	6	0	29
18	福井	16,727	26	18	0	0	7	1	26
20	長野	52,996	91	54	13	0	20	4	91
21	岐阜	42,315	69	32	0	0	33	4	69
40	福岡	19,813	47	27	5	0	10	5	47
41	佐賀	9,713	67	58	5	0	3	1	67
42	長崎	9,941	65	52	4	0	8	1	65
43	熊本	29,486	80	62	15	0	3	0	80
44	大分	24,719	83	56	22	0	4	1	83
45	宮崎	30,823	80	61	15	0	3	1	80
46	鹿児島	26,549	96	84	5	0	5	2	96
	全国	712,838	1,603	978	333	3	236	53	1,603

		D発生地点							
都道府県名	有効点数	ARD判読結果		D土地利用					
		D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	
01	北海道	165,046	528	113	82	29	263	41	528
	石狩	13,517	59	4	8	3	40	4	59
	空知	25,630	92	18	18	5	44	7	92
	後志	16,497	48	9	7	2	26	4	48
	渡島	15,404	49	12	2	3	28	4	49
	檜山	9,563	14	4	3	1	4	2	14
	胆振	14,112	105	22	21	3	52	7	105
	上川	39,247	112	36	8	8	50	10	112
	留萌	15,938	24	7	5	3	7	2	24
	宗谷	15,138	25	1	10	1	12	1	25
02	青森	37,422	192	30	23	4	117	18	192
03	岩手	58,961	242	51	23	11	141	16	242
04	宮城	28,187	263	22	4	10	201	26	263
05	秋田	44,939	158	4	12	6	126	10	158
06	山形	36,774	116	12	11	12	65	16	116
15	新潟	45,321	199	19	13	9	136	22	199
16	富山	16,500	95	2	5	3	81	4	95
17	石川	16,606	158	7	4	0	140	7	158
18	福井	16,727	82	1	2	3	70	6	82
20	長野	52,996	201	23	7	5	156	10	201
21	岐阜	42,315	279	16	8	26	213	16	279
40	福岡	19,813	188	9	2	2	156	19	188
41	佐賀	9,713	69	9	3	5	48	4	69
42	長崎	9,941	110	12	2	0	91	5	110
43	熊本	29,486	181	19	16	2	132	12	181
44	大分	24,719	173	6	9	1	142	15	173
45	宮崎	30,823	233	24	13	8	183	5	233
46	鹿児島	26,549	295	67	16	4	192	16	295
	全国	712,838	3,762	446	255	140	2,653	268	3,762

表 3-9 ARD 履歴表 (2011)

ARD発生地点								
都道府県名	有効点数	ARD判読結果	ARD土地利用					
		AR	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01 北海道	165,046	436	142	196	5	68	25	436
石狩	13,517	50	4	23	0	18	5	50
空知	25,630	53	19	14	1	10	9	53
後志	16,497	52	30	17	0	4	1	52
渡島	15,404	29	6	20	0	3	0	29
檜山	9,563	10	3	7	0	0	0	10
胆振	14,112	49	12	17	1	15	4	49
上川	39,247	112	59	37	1	11	4	112
留萌	15,938	45	4	33	2	6	0	45
宗谷	15,138	36	5	28	0	1	2	36
02 青森	37,422	113	89	9	0	13	2	113
03 岩手	58,961	124	86	25	0	11	2	124
04 宮城	28,187	77	27	30	0	18	2	77
05 秋田	44,939	59	44	7	0	8	0	59
06 山形	36,774	55	38	7	0	9	1	55
15 新潟	45,321	87	54	15	0	16	2	87
16 富山	16,500	18	15	0	0	3	0	18
17 石川	16,606	31	24	1	0	6	0	31
18 福井	16,727	29	20	0	0	8	1	29
20 長野	52,996	94	57	13	0	20	4	94
21 岐阜	42,315	70	33	0	0	33	4	70
40 福岡	19,813	46	27	5	0	9	5	46
41 佐賀	9,713	70	61	5	0	3	1	70
42 長崎	9,941	69	54	5	0	8	2	69
43 熊本	29,486	86	63	19	0	4	0	86
44 大分	24,719	86	57	24	0	4	1	86
45 宮崎	30,823	84	64	16	0	3	1	84
46 鹿児島	26,549	97	85	5	0	5	2	97
全国	712,838	1,731	1,040	382	5	249	55	1,731

D発生地点								
都道府県名	有効点数	ARD判読結果	D土地利用					
		D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01 北海道	165,046	559	121	84	33	275	46	559
石狩	13,517	65	7	8	3	43	4	65
空知	25,630	103	19	18	8	46	12	103
後志	16,497	51	10	7	2	28	4	51
渡島	15,404	49	12	2	3	28	4	49
檜山	9,563	14	4	3	1	4	2	14
胆振	14,112	114	25	22	3	57	7	114
上川	39,247	113	36	8	9	50	10	113
留萌	15,938	25	7	6	3	7	2	25
宗谷	15,138	25	1	10	1	12	1	25
02 青森	37,422	212	33	24	4	132	19	212
03 岩手	58,961	266	54	23	11	160	18	266
04 宮城	28,187	285	23	5	12	219	26	285
05 秋田	44,939	165	5	13	7	129	11	165
06 山形	36,774	119	12	12	13	65	17	119
15 新潟	45,321	205	21	13	9	140	22	205
16 富山	16,500	100	2	6	3	85	4	100
17 石川	16,606	161	7	4	0	143	7	161
18 福井	16,727	85	1	2	3	73	6	85
20 長野	52,996	214	24	8	5	167	10	214
21 岐阜	42,315	294	16	8	26	226	18	294
40 福岡	19,813	200	9	2	3	167	19	200
41 佐賀	9,713	74	9	4	6	51	4	74
42 長崎	9,941	123	12	3	0	101	7	123
43 熊本	29,486	197	20	17	2	145	13	197
44 大分	24,719	188	11	9	2	149	17	188
45 宮崎	30,823	243	25	13	9	191	5	243
46 鹿児島	26,549	314	73	16	4	204	17	314
全国	712,838	4,004	478	266	152	2,822	286	4,004

表 3-10 ARD 履歴表 (2013)

AR発生地点									
都道府県名	有効点数	ARD判読結果	AR土地利用						
		AR	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	
01	北海道	165,046	461	153	206	6	70	26	461
	石狩	13,517	50	4	23	0	18	5	50
	空知	25,630	54	20	14	1	10	9	54
	後志	16,497	52	30	17	0	4	1	52
	渡島	15,404	29	6	20	0	3	0	29
	檜山	9,563	10	3	7	0	0	0	10
	胆振	14,112	54	14	18	2	16	4	54
	上川	39,247	122	65	39	1	12	5	122
	留萌	15,938	47	5	34	2	6	0	47
	宗谷	15,138	43	6	34	0	1	2	43
02	青森	37,422	113	89	9	0	13	2	113
03	岩手	58,961	128	89	26	0	11	2	128
04	宮城	28,187	77	27	30	0	18	2	77
05	秋田	44,939	60	45	7	0	8	0	60
06	山形	36,774	55	38	7	0	9	1	55
15	新潟	45,321	87	54	15	0	16	2	87
16	富山	16,500	18	15	0	0	3	0	18
17	石川	16,606	31	24	1	0	6	0	31
18	福井	16,727	29	20	0	0	8	1	29
20	長野	52,996	95	57	14	0	20	4	95
21	岐阜	42,315	72	34	0	0	34	4	72
40	福岡	19,813	46	27	5	0	9	5	46
41	佐賀	9,713	73	64	5	0	3	1	73
42	長崎	9,941	71	57	5	0	7	2	71
43	熊本	29,486	88	64	19	0	5	0	88
44	大分	24,719	89	59	24	0	4	2	89
45	宮崎	30,823	85	65	16	0	3	1	85
46	鹿児島	26,549	97	85	5	0	5	2	97
	全国	712,838	1,775	1,066	394	6	252	57	1,775

		D発生地点							
都道府県名	有効点数	ARD判読結果	D土地利用						
		D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	
01	北海道	165,046	590	128	94	33	288	47	590
	石狩	13,517	70	8	9	3	46	4	70
	空知	25,630	103	19	18	8	46	12	103
	後志	16,497	55	11	7	2	31	4	55
	渡島	15,404	56	14	3	3	32	4	56
	檜山	9,563	14	4	3	1	4	2	14
	胆振	14,112	118	25	25	3	58	7	118
	上川	39,247	123	39	12	9	52	11	123
	留萌	15,938	25	7	6	3	7	2	25
	宗谷	15,138	26	1	11	1	12	1	26
02	青森	37,422	230	36	26	5	143	20	230
03	岩手	58,961	292	54	27	12	180	19	292
04	宮城	28,187	316	25	6	12	241	32	316
05	秋田	44,939	174	5	14	7	135	13	174
06	山形	36,774	121	12	12	13	66	18	121
15	新潟	45,321	216	21	13	9	151	22	216
16	富山	16,500	102	2	7	3	86	4	102
17	石川	16,606	166	7	4	0	148	7	166
18	福井	16,727	91	1	3	3	78	6	91
20	長野	52,996	235	25	8	5	187	10	235
21	岐阜	42,315	302	16	10	26	232	18	302
40	福岡	19,813	220	9	2	4	183	22	220
41	佐賀	9,713	77	9	4	6	53	5	77
42	長崎	9,941	129	12	3	0	107	7	129
43	熊本	29,486	215	22	20	2	158	13	215
44	大分	24,719	203	11	11	2	160	19	203
45	宮崎	30,823	255	26	14	9	201	5	255
46	鹿児島	26,549	329	74	16	4	218	17	329
	全国	712,838	4,263	495	294	155	3,015	304	4,263

表 3-11 ARD 履歴表 (2015)

		AR発生地点							
都道府県名	有効点数	ARD判読結果	AR土地利用						
		AR	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	
01	北海道	165,046	499	159	234	6	73	27	499
	石狩	13,517	55	4	26	0	20	5	55
	空知	25,630	58	21	17	1	10	9	58
	後志	16,497	52	30	17	0	4	1	52
	渡島	15,404	31	7	20	0	4	0	31
	檜山	9,563	10	3	7	0	0	0	10
	胆振	14,112	60	16	22	2	16	4	60
	上川	39,247	130	67	45	1	12	5	130
	留萌	15,938	52	5	39	2	6	0	52
	宗谷	15,138	51	6	41	0	1	3	51
02	青森	37,422	113	89	9	0	13	2	113
03	岩手	58,961	131	91	26	0	12	2	131
04	宮城	28,187	75	26	30	0	17	2	75
05	秋田	44,939	59	45	6	0	8	0	59
06	山形	36,774	56	39	7	0	9	1	56
15	新潟	45,321	87	54	15	0	16	2	87
16	富山	16,500	18	15	0	0	3	0	18
17	石川	16,606	33	25	1	0	7	0	33
18	福井	16,727	30	21	0	0	8	1	30
20	長野	52,996	96	56	16	0	20	4	96
21	岐阜	42,315	72	33	0	0	34	5	72
40	福岡	19,813	46	27	5	0	9	5	46
41	佐賀	9,713	73	64	5	0	3	1	73
42	長崎	9,941	72	58	5	0	7	2	72
43	熊本	29,486	93	67	21	0	5	0	93
44	大分	24,719	95	61	26	0	6	2	95
45	宮崎	30,823	87	66	16	0	3	2	87
46	鹿児島	26,549	100	88	5	0	5	2	100
	全国	712,838	1,835	1,084	427	6	258	60	1,835

D発生地点									
都道府県名	有効点数	ARD判読結果		D土地利用					
		D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	
01	北海道	165,046	645	133	97	46	315	54	645
	石狩	13,517	80	8	10	3	53	6	80
	空知	25,630	121	20	18	20	48	15	121
	後志	16,497	55	11	7	2	31	4	55
	渡島	15,404	60	14	3	3	35	5	60
	檜山	9,563	14	4	3	1	4	2	14
	胆振	14,112	132	26	26	3	70	7	132
	上川	39,247	131	42	12	10	55	12	131
	留萌	15,938	26	7	7	3	7	2	26
	宗谷	15,138	26	1	11	1	12	1	26
02	青森	37,422	244	38	26	6	153	21	244
03	岩手	58,961	331	54	29	12	214	22	331
04	宮城	28,187	347	26	7	12	267	37	349
05	秋田	44,939	188	5	15	8	146	14	188
06	山形	36,774	129	13	13	13	71	19	129
15	新潟	45,321	227	22	14	9	159	23	227
16	富山	16,500	105	2	7	3	89	4	105
17	石川	16,606	174	7	4	0	156	7	174
18	福井	16,727	95	1	3	3	82	6	95
20	長野	52,996	250	26	8	5	201	10	250
21	岐阜	42,315	313	16	10	26	243	18	313
40	福岡	19,813	234	9	2	5	194	24	234
41	佐賀	9,713	79	9	5	6	54	5	79
42	長崎	9,941	139	12	3	0	116	8	139
43	熊本	29,486	226	24	20	2	166	14	226
44	大分	24,719	215	12	11	2	169	21	215
45	宮崎	30,823	264	29	14	9	207	5	264
46	鹿児島	26,549	352	76	16	4	239	17	352
	全国	712,838	4,557	514	304	171	3,241	329	4,559

表 3-12 ARD 履歴表 (2017)

AR発生地点									
都道府県名	有効点数	ARD判読結果	AR土地利用						
		AR	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	
01	北海道	165,046	511	162	242	6	73	28	511
	石狩	13,517	55	4	26	0	20	5	55
	空知	25,630	59	22	17	1	10	9	59
	後志	16,497	55	30	20	0	4	1	55
	渡島	15,404	32	8	20	0	4	0	32
	檜山	9,563	10	3	7	0	0	0	10
	胆振	14,112	63	17	24	2	16	4	63
	上川	39,247	131	67	46	1	12	5	131
	留萌	15,938	52	5	39	2	6	0	52
	宗谷	15,138	54	6	43	0	1	4	54
02	青森	37,422	113	90	9	0	12	2	113
03	岩手	58,961	131	91	26	0	12	2	131
04	宮城	28,187	75	26	30	0	17	2	75
05	秋田	44,939	59	45	6	0	8	0	59
06	山形	36,774	56	39	7	0	9	1	56
15	新潟	45,321	86	53	15	0	16	2	86
16	富山	16,500	18	15	0	0	3	0	18
17	石川	16,606	32	24	1	0	7	0	32
18	福井	16,727	30	21	0	0	8	1	30
20	長野	52,996	96	56	16	0	20	4	96
21	岐阜	42,315	72	33	0	0	34	5	72
40	福岡	19,813	46	27	5	0	9	5	46
41	佐賀	9,713	73	64	5	0	3	1	73
42	長崎	9,941	71	58	4	0	7	2	71
43	熊本	29,486	93	67	21	0	5	0	93
44	大分	24,719	97	62	25	0	7	3	97
45	宮崎	30,823	87	67	16	0	2	2	87
46	鹿児島	26,549	100	88	5	0	5	2	100
	全国	712,838	1,846	1,088	433	6	257	62	1,846

		D発生地点							
都道府県名	有効点数	ARD判読結果	D土地利用						
		D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	
01	北海道	165,046	687	136	106	50	339	56	687
	石狩	13,517	83	9	11	3	54	6	83
	空知	25,630	124	21	18	20	50	15	124
	後志	16,497	65	11	9	2	38	5	65
	渡島	15,404	61	14	3	3	36	5	61
	檜山	9,563	17	5	4	1	5	2	17
	胆振	14,112	143	26	26	6	77	8	143
	上川	39,247	141	42	16	11	60	12	141
	留萌	15,938	27	7	8	3	7	2	27
	宗谷	15,138	26	1	11	1	12	1	26
02	青森	37,422	256	40	26	6	162	22	256
03	岩手	58,961	357	54	31	13	236	23	357
04	宮城	28,187	378	27	7	12	296	38	380
05	秋田	44,939	195	5	16	8	152	14	195
06	山形	36,774	135	14	13	13	73	22	135
15	新潟	45,321	235	24	15	9	162	25	235
16	富山	16,500	108	2	7	3	92	4	108
17	石川	16,606	183	7	4	0	165	7	183
18	福井	16,727	98	1	3	3	85	6	98
20	長野	52,996	263	26	8	5	213	11	263
21	岐阜	42,315	328	16	10	26	253	23	328
40	福岡	19,813	255	9	2	6	212	26	255
41	佐賀	9,713	82	9	5	6	57	5	82
42	長崎	9,941	147	12	3	0	123	9	147
43	熊本	29,486	238	25	21	2	176	14	238
44	大分	24,719	230	12	11	3	181	23	230
45	宮崎	30,823	280	30	15	9	219	7	280
46	鹿児島	26,549	364	77	16	4	250	17	364
	全国	712,838	4,819	526	319	178	3,446	352	4,821

表 3-13 ARD 履歴表 (2019)

AR発生地点									
都道府県名	有効点数	ARD判読結果	AR土地利用						
		AR	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	
01	北海道	165,046	512	162	244	6	73	27	512
	石狩	13,517	54	4	26	0	20	4	54
	空知	25,630	59	22	17	1	10	9	59
	後志	16,497	54	29	20	0	4	1	54
	渡島	15,404	32	8	20	0	4	0	32
	檜山	9,563	10	3	7	0	0	0	10
	胆振	14,112	65	17	26	2	16	4	65
	上川	39,247	132	68	46	1	12	5	132
	留萌	15,938	52	5	39	2	6	0	52
	宗谷	15,138	54	6	43	0	1	4	54
02	青森	37,422	113	90	9	0	12	2	113
03	岩手	58,961	130	90	26	0	12	2	130
04	宮城	28,187	75	26	30	0	17	2	75
05	秋田	44,939	59	45	6	0	8	0	59
06	山形	36,774	55	38	7	0	9	1	55
15	新潟	45,321	85	53	15	0	15	2	85
16	富山	16,500	18	15	0	0	3	0	18
17	石川	16,606	32	24	1	0	7	0	32
18	福井	16,727	30	21	0	0	8	1	30
20	長野	52,996	91	52	16	0	19	4	91
21	岐阜	42,315	70	33	0	0	32	5	70
40	福岡	19,813	45	26	5	0	9	5	45
41	佐賀	9,713	73	64	5	0	3	1	73
42	長崎	9,941	71	58	4	0	7	2	71
43	熊本	29,486	93	67	21	0	5	0	93
44	大分	24,719	96	62	25	0	6	3	96
45	宮崎	30,823	86	67	15	0	2	2	86
46	鹿児島	26,549	99	87	5	0	5	2	99
	全国	712,838	1,833	1,080	434	6	252	61	1,833

		D発生地点							
都道府県名	有効点数	ARD判読結果	D土地利用						
		D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	
01	北海道	165,046	721	141	111	50	355	64	721
	石狩	13,517	92	9	12	3	60	8	92
	空知	25,630	126	21	19	20	50	16	126
	後志	16,497	69	13	9	2	39	6	69
	渡島	15,404	62	14	4	3	36	5	62
	檜山	9,563	17	5	4	1	5	2	17
	胆振	14,112	151	27	26	6	81	11	151
	上川	39,247	149	44	17	11	64	13	149
	留萌	15,938	29	7	9	3	8	2	29
	宗谷	15,138	26	1	11	1	12	1	26
02	青森	37,422	268	42	26	6	172	22	268
03	岩手	58,961	375	55	32	13	250	25	375
04	宮城	28,187	410	29	7	12	324	40	412
05	秋田	44,939	203	5	17	8	158	15	203
06	山形	36,774	139	15	13	13	75	23	139
15	新潟	45,321	243	24	15	9	170	25	243
16	富山	16,500	111	2	7	3	93	6	111
17	石川	16,606	193	7	4	0	175	7	193
18	福井	16,727	102	1	3	4	87	7	102
20	長野	52,996	276	27	8	5	224	12	276
21	岐阜	42,315	340	16	10	26	265	23	340
40	福岡	19,813	268	9	2	6	219	32	268
41	佐賀	9,713	84	9	5	6	58	6	84
42	長崎	9,941	154	13	3	0	129	9	154
43	熊本	29,486	256	25	21	2	192	16	256
44	大分	24,719	245	12	11	4	194	24	245
45	宮崎	30,823	295	32	15	9	231	8	295
46	鹿児島	26,549	394	79	16	5	276	18	394
	全国	712,838	5,077	543	326	181	3,647	382	5,079

表 3-14 ARD 履歴表 (2021)

		AR発生地点							
都道府県名	有効点数	ARD判読結果		AR土地利用					
		AR		農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01	北海道	165,046	512	161	244	6	73	28	512
	石狩	13,517	54	4	26	0	20	4	54
	空知	25,630	59	22	17	1	10	9	59
	後志	16,497	54	29	20	0	4	1	54
	渡島	15,404	32	8	20	0	4	0	32
	檜山	9,563	10	3	7	0	0	0	10
	胆振	14,112	64	16	26	2	16	4	64
	上川	39,247	132	68	46	1	12	5	132
	留萌	15,938	52	5	39	2	6	0	52
	宗谷	15,138	55	6	43	0	1	5	55
02	青森	37,422	113	90	9	0	12	2	113
03	岩手	58,961	130	90	26	0	12	2	130
04	宮城	28,187	75	26	30	0	17	2	75
05	秋田	44,939	59	45	6	0	8	0	59
06	山形	36,774	55	38	7	0	9	1	55
15	新潟	45,321	85	53	15	0	15	2	85
16	富山	16,500	18	15	0	0	3	0	18
17	石川	16,606	32	24	1	0	7	0	32
18	福井	16,727	30	21	0	0	8	1	30
20	長野	52,996	91	52	16	0	19	4	91
21	岐阜	42,315	70	33	0	0	32	5	70
40	福岡	19,813	45	26	5	0	9	5	45
41	佐賀	9,713	73	64	5	0	3	1	73
42	長崎	9,941	71	58	4	0	7	2	71
43	熊本	29,486	93	67	21	0	5	0	93
44	大分	24,719	96	62	25	0	6	3	96
45	宮崎	30,823	86	67	15	0	2	2	86
46	鹿児島	26,549	98	86	5	0	5	2	98
	全国	712,838	1,832	1,078	434	6	252	62	1,832

		D発生地点							
都道府県名	有効点数	ARD判読結果		D土地利用					
		D		農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01	北海道	165,046	775	164	126	51	363	71	775
	石狩	13,517	102	14	13	3	62	10	102
	空知	25,630	126	21	19	20	50	16	126
	後志	16,497	76	17	10	2	41	6	76
	渡島	15,404	68	15	7	3	37	6	68
	檜山	9,563	17	5	4	1	5	2	17
	胆振	14,112	161	29	28	7	83	14	161
	上川	39,247	170	55	25	11	65	14	170
	留萌	15,938	29	7	9	3	8	2	29
	宗谷	15,138	26	1	11	1	12	1	26
02	青森	37,422	303	53	31	6	190	23	303
03	岩手	58,961	393	55	37	15	261	25	393
04	宮城	28,187	430	30	7	12	341	42	432
05	秋田	44,939	211	5	17	8	165	16	211
06	山形	36,774	144	17	13	13	77	24	144
15	新潟	45,321	249	24	16	9	175	25	249
16	富山	16,500	114	2	7	3	93	9	114
17	石川	16,606	196	7	4	0	178	7	196
18	福井	16,727	102	1	3	4	87	7	102
20	長野	52,996	286	31	8	5	230	12	286
21	岐阜	42,315	349	16	10	26	274	23	349
40	福岡	19,813	275	9	2	6	223	35	275
41	佐賀	9,713	90	11	5	6	60	8	90
42	長崎	9,941	154	13	3	0	129	9	154
43	熊本	29,486	266	25	21	2	201	17	266
44	大分	24,719	253	12	11	4	201	25	253
45	宮崎	30,823	304	32	15	9	239	9	304
46	鹿児島	26,549	416	81	17	5	295	18	416
	全国	712,838	5,310	588	353	184	3,782	405	5,312

表 3-15 ARD 履歴表 (2023)

ARD発生地点								
都道府県名	有効点数	ARD判読結果	ARD土地利用					
		AR	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01 北海道	165,046	513	162	246	6	73	26	513
石狩	13,517	55	4	27	0	20	4	55
空知	25,630	58	21	18	1	10	8	58
後志	16,497	54	29	20	0	4	1	54
渡島	15,404	33	9	20	0	4	0	33
檜山	9,563	10	3	7	0	0	0	10
胆振	14,112	63	16	26	2	16	3	63
上川	39,247	132	69	45	1	12	5	132
留萌	15,938	52	5	39	2	6	0	52
宗谷	15,138	56	6	44	0	1	5	56
02 青森	37,422	113	90	9	0	12	2	113
03 岩手	58,961	130	90	26	0	12	2	130
04 宮城	28,187	75	26	30	0	17	2	75
05 秋田	44,939	59	45	6	0	8	0	59
06 山形	36,774	55	38	7	0	9	1	55
15 新潟	45,321	86	53	16	0	15	2	86
16 富山	16,500	18	15	0	0	3	0	18
17 石川	16,606	32	24	1	0	7	0	32
18 福井	16,727	30	21	0	0	8	1	30
20 長野	52,996	91	52	16	0	19	4	91
21 岐阜	42,315	69	33	0	0	32	4	69
40 福岡	19,813	45	26	5	0	9	5	45
41 佐賀	9,713	73	64	5	0	3	1	73
42 長崎	9,941	71	58	4	0	7	2	71
43 熊本	29,486	93	67	21	0	5	0	93
44 大分	24,719	96	62	25	0	6	3	96
45 宮崎	30,823	86	67	15	0	2	2	86
46 鹿児島	26,549	98	87	5	0	5	1	98
全国	712,838	1,833	1,080	437	6	252	58	1,833

D発生地点								
都道府県名	有効点数	ARD判読結果	D土地利用					
		D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01 北海道	165,046	797	166	129	51	370	81	797
石狩	13,517	107	15	13	3	62	14	107
空知	25,630	130	21	19	20	52	18	130
後志	16,497	77	17	10	2	42	6	77
渡島	15,404	70	15	7	3	39	6	70
檜山	9,563	17	5	4	1	5	2	17
胆振	14,112	167	30	29	7	84	17	167
上川	39,247	172	55	27	11	65	14	172
留萌	15,938	29	7	9	3	8	2	29
宗谷	15,138	28	1	11	1	13	2	28
02 青森	37,422	312	53	31	6	199	23	312
03 岩手	58,961	401	55	38	15	268	25	401
04 宮城	28,187	450	30	10	12	350	50	452
05 秋田	44,939	215	5	17	8	169	16	215
06 山形	36,774	147	17	13	13	78	26	147
15 新潟	45,321	253	24	17	9	178	25	253
16 富山	16,500	115	2	7	3	94	9	115
17 石川	16,606	198	7	4	0	180	7	198
18 福井	16,727	105	1	3	4	90	7	105
20 長野	52,996	292	32	9	6	233	12	292
21 岐阜	42,315	356	17	10	26	277	26	356
40 福岡	19,813	276	9	2	6	223	36	276
41 佐賀	9,713	92	11	5	6	61	9	92
42 長崎	9,941	156	13	3	0	130	10	156
43 熊本	29,486	273	27	21	2	203	20	273
44 大分	24,719	256	12	11	4	203	26	256
45 宮崎	30,823	310	33	15	9	244	9	310
46 鹿児島	26,549	425	83	17	5	301	19	425
全国	712,838	5,429	597	362	185	3,851	436	5,431

3.5. 今回判読（十巡目判読）と行政情報との比較

(1) 森林面積の比較

衛星画像による土地利用変化等の判読の精度を検証するため、今年度の判読結果と行政統計情報との比較を行い、以下に結果と考察をまとめた。

今年度の判読による森林率と行政統計情報による現況森林率とを比較したものを図3-3に示す。ここで行政統計情報としては、都道府県別森林率・人工林率²の「森林面積³」を各都道府県の面積で除した値を用いた。両者の値はおおよそ一致しているものの、今年度の判読による森林率は行政統計情報による現況森林率に比べわずかに高い値を示した地域が多い。これは、行政統計に含まれていない造林目的以外で非森林地から森林へ自然遷移した土地の面積も本事業では対象としているためと考えられる。

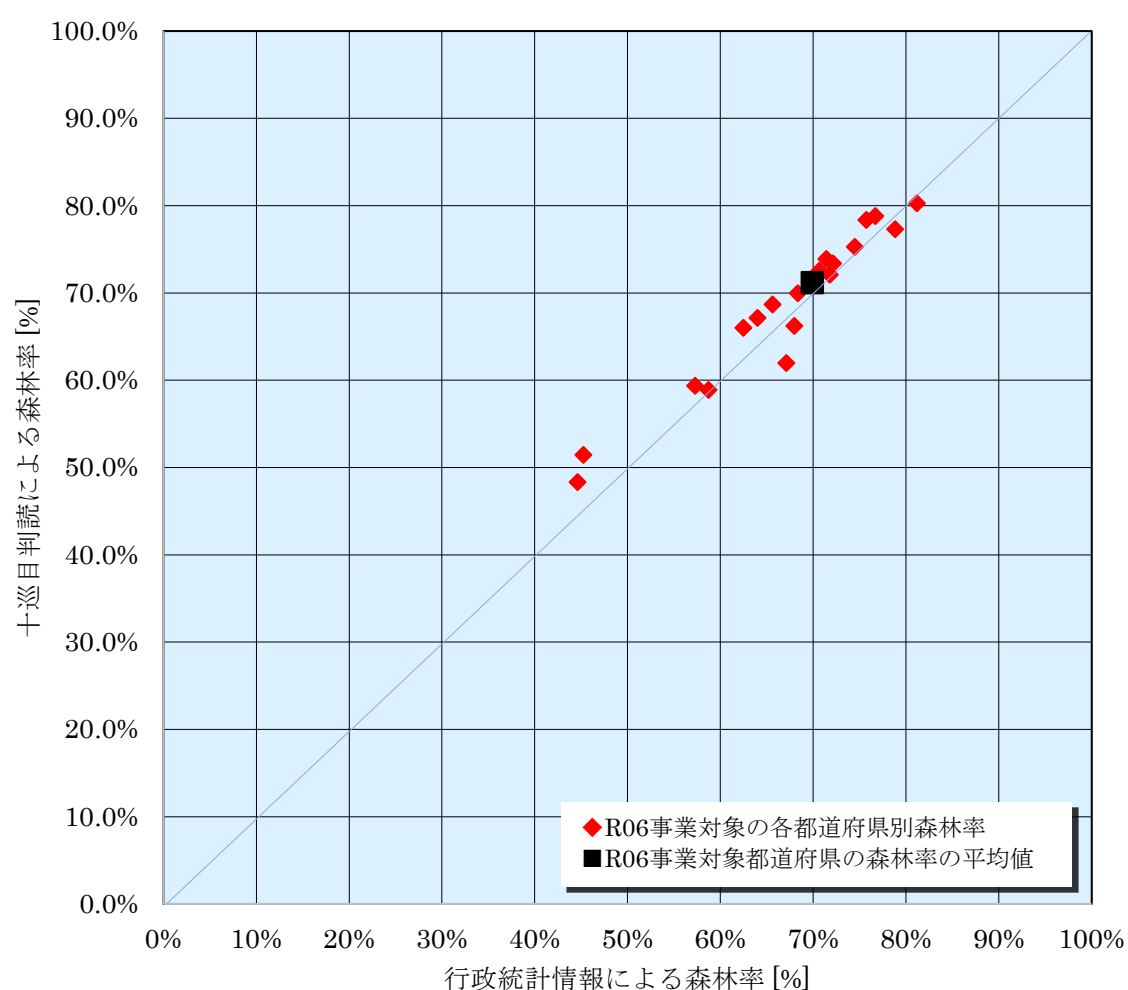


図 3-3 行政統計情報による森林率と十巡目判読による森林率の比較

² 林野庁森林整備部計画課,

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/index2.html>, 令和 4 年データが最新

³ 「森林面積」は調査期日現在の森林面積であり、地域森林計画及び国有林の地域別の森林計画樹立時の森林面積を基準とし、計画樹立時以降の森林の経年変化面積を加減し、さらに森林計画に含まれていない森林面積は、所有者等に対する照会や聞き取りの他、空中写真判読等で集計した値を加減した面積をいう

(2) AR 発生率の比較

今年度の判読結果により得られた AR 発生率を行政統計情報から得られる AR 発生率と比較したものを図 3-4 に示す。ここで行政統計情報としては、『農地の移動と転用』⁴に記載されている「用途別の農地転用面積の合計」の「植林」面積について、平成 2 年～令和 4 年版の 32 年間分を合計して各都道府県の面積で除した値を用いた。AR 発生率については、全体的に行政統計情報と今年度の判読結果との差が大きい地域があり、判読結果のほうが高い地域が多い傾向が見られた。これは、行政統計情報は水田、畑といった農地から植林地への転用面積のみを算定しており、それ以外の土地利用からの転用は含まれないことが影響していると考えられる。また、判読結果が行政情報を下回っている都道府県については、複数回の土地利用変化があった場合に、本事業では D の後 AR が発生しても D として集計していることに起因していると考えられる。

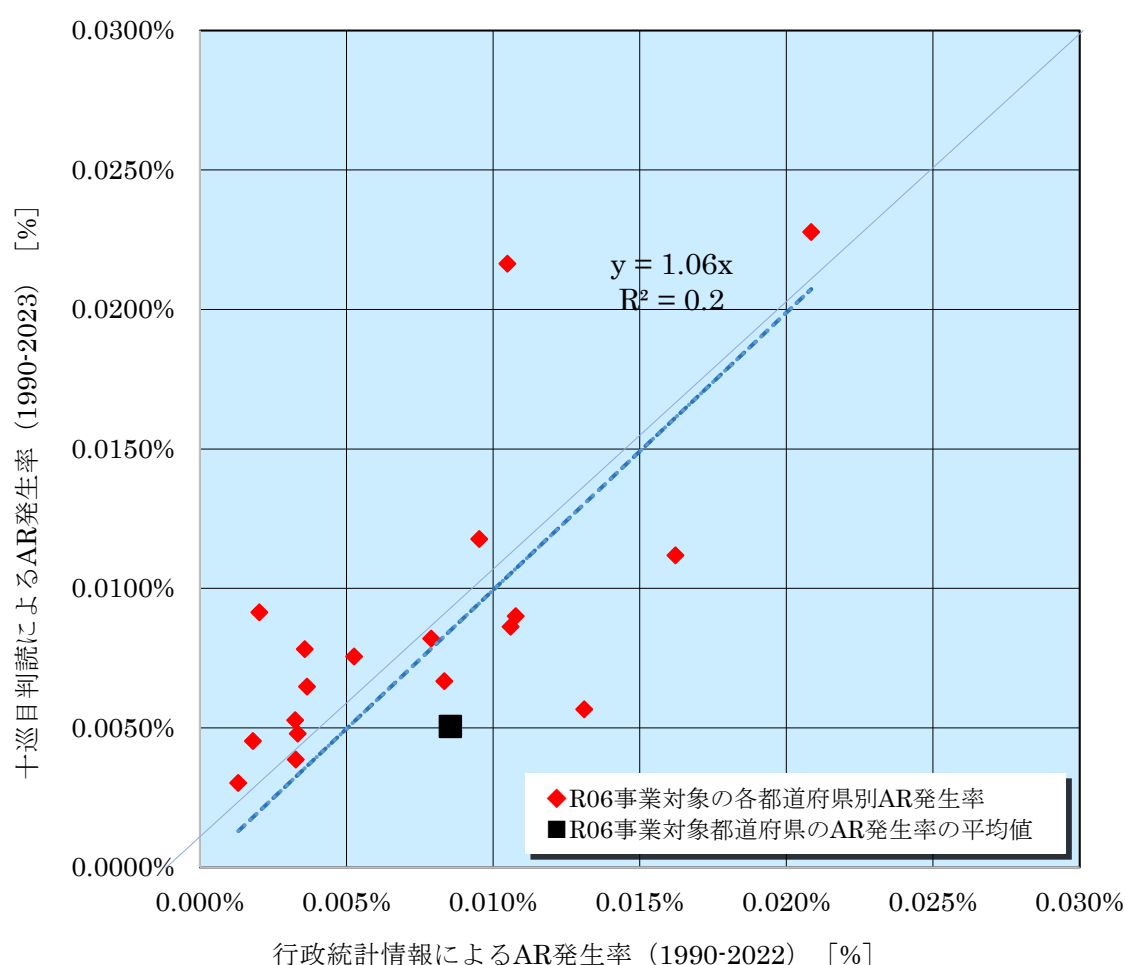


図 3-4 行政統計情報による AR 発生率と十巡目の AR 発生率の比較

⁴ 農林水産省 https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/nouti_kenri/index.html, 令和 4 年データが最新

3.6. ARD 判読結果の経年変化

過年度の ARD 判読結果を整理し、傾向を分析した。

ARD 履歴表から得られた 2005 年以降の AR 及び D の累計点数を図 3-5 に示す。D は 2005 年から 2023 年まで増加傾向にあるのに対し、AR は 2011 年以降横ばいに転じている。次に 2 年毎の ARD 点数の差分を図 3-6 に示す。2 年毎の D 発生地点は 2011 年から 2015 年にかけて増加傾向にあったが、2017 年で減少に転じた。また、2 年毎の AR 発生地点は 2017 年以降発生地点数が大きく減少しており、2023 年は 1 地点であった。

現行の判読手法（以下、「現行方式」という。）は、京都議定書の下での判読手法を継続しており、AR は基準年に森林でなかった土地における植栽・播種等による森林への直接的人為的な転用であり、一方 D は基準年に森林であったかどうかを問わず、森林から非森林への転用としている。すなわち、AR は D に変わることがあるが、D から AR へと変わることはない（IPCC GPG-LULUCF 2003⁵ Fig4.1.1 参照）。このため、基準年から期末の間に一度 AR として判読された地点において、非森林への転用が行われた（すなわち AR から D となった）と判読された場合はこの判読点を D の集計に含めると同時に、AR の地点数を減じている。その結果、八巡目、九巡目判読では、AR 後の D の発生点数が、新規 AR の発生点数を上回ったことから、マイナスの値を示した。

一方で新規の D 発生地点は、2011 年に発生した東北地方太平洋沖地震からの復興事業に伴う開発の影響と、2012 年 7 月に始まった「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」により、森林開発が進み増加した（平成 28 年度報告書 P31 参照）。2015 年以降は、D の新規発生地点が減少に転じている。近年、各地で太陽光発電設置に係る開発が実施されているが、「エネルギー白書 2021」（経済産業省）によると、2015 年以降の太陽光発電の新規導入量は減少にあることが示されている。2017 年の固定価格買取制度の改定、太陽光発電の電気買取価格の低下、「事業計画策定ガイドライン（太陽光発電）」（資源エネルギー庁）の策定、2022 年の「林地開発許可制度」の改訂⁶により 0.5ha 以上の太陽光発電設備の設置を目的とした開発行為について都道府県知事の許可が必要になったこと等の影響を受けていると考えられる。

また、十巡目判読における D 発生地点数が九巡目と比較し大幅に減少している。これは、2021 年から 2023 年の間に森林が伐採され直ちに開発された地点のみが計上されており、開発のための伐採途中及び直後の土地は計上されないことによるものと想定される。前回（2022 年）判読時、九巡目の D 発生数は 111 地点、八巡目は 189 地点、七巡目は 245 地点であったが、今回はそれぞれ 233 地点、258 地点、262 地点と増加している。十巡目の D 発生地点についても、2026 年、2028 年の判読の際に開発が確認されれば、十巡目の森林伐採が確認された時点から D へ振替えるため、現状の 119 地点から増加する見込みである。

⁵ 温室効果ガスの排出・吸収量について、特に土地利用、土地利用変化及び林業について計算方法や報告方法が掲載されたもの。気候変動枠組条約において使用が義務化されている。

⁶ 林野庁、森林法施行令の一部を改正する政令（令和 4 年政令第 313 号）

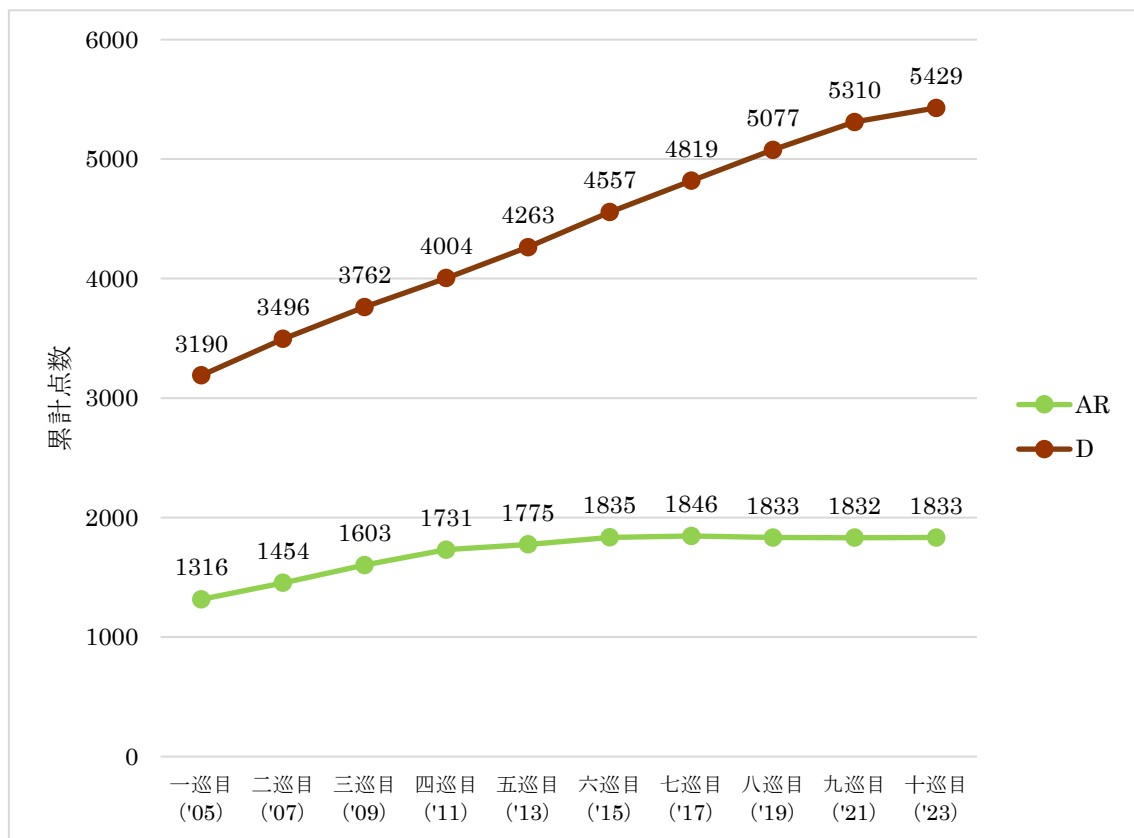


図 3-5 2005 年以降の ARD 累計点数

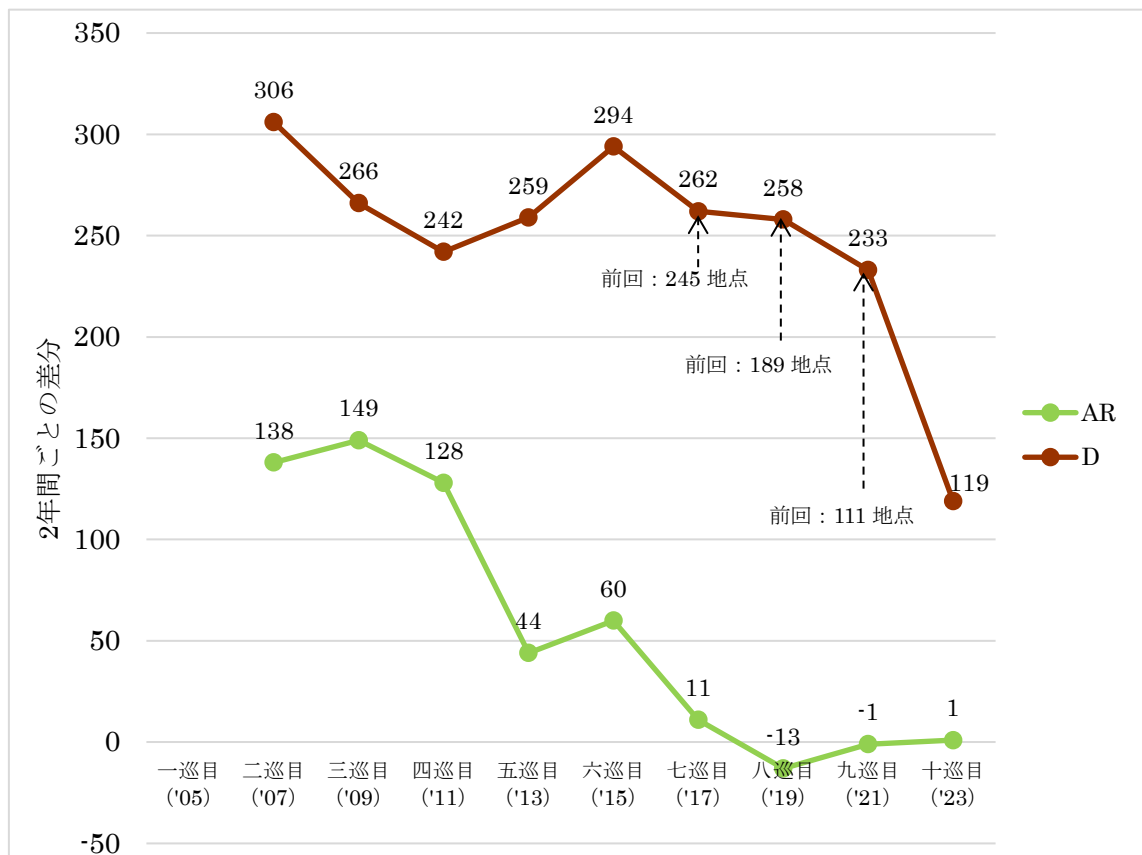


図 3-6 2 年間毎の差分

3.7. ARD 発生地点における土地利用の経年変化

AR 発生地点における、植林前の土地利用ごとの地点数変化を図 3-7 に示す。AR 発生地点では、農地に植林されるケースが多く、開発地や草地、その他の場所に植林されるケースは少ないことがわかる。

D 発生地点における転用後の土地利用ごとの地点数変化を図 3-8 に示す。森林からの転用後は開発地となる事例がほとんどであった。特に近年では太陽光発電施設への転用が多くを占めている。

新規植林の発生が頭打ちになっている一方、開発による森林伐採は増加していることを踏まえると、森林→開発地→森林への再造林（D→AR への複数回変化）の可能性は低いものと考えられる。

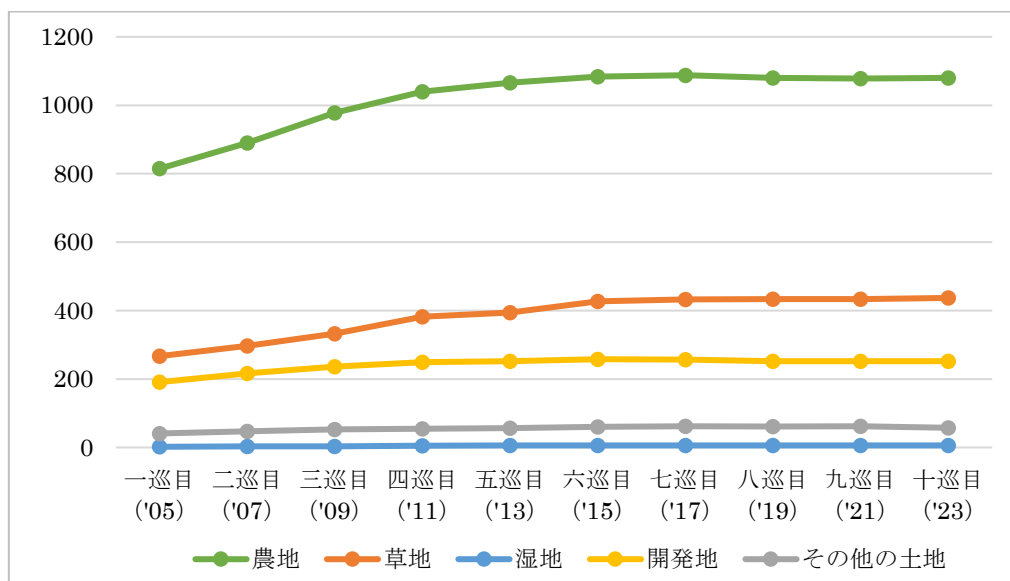


図 3-7 AR 発生前の土地利用ごとの地点数変化

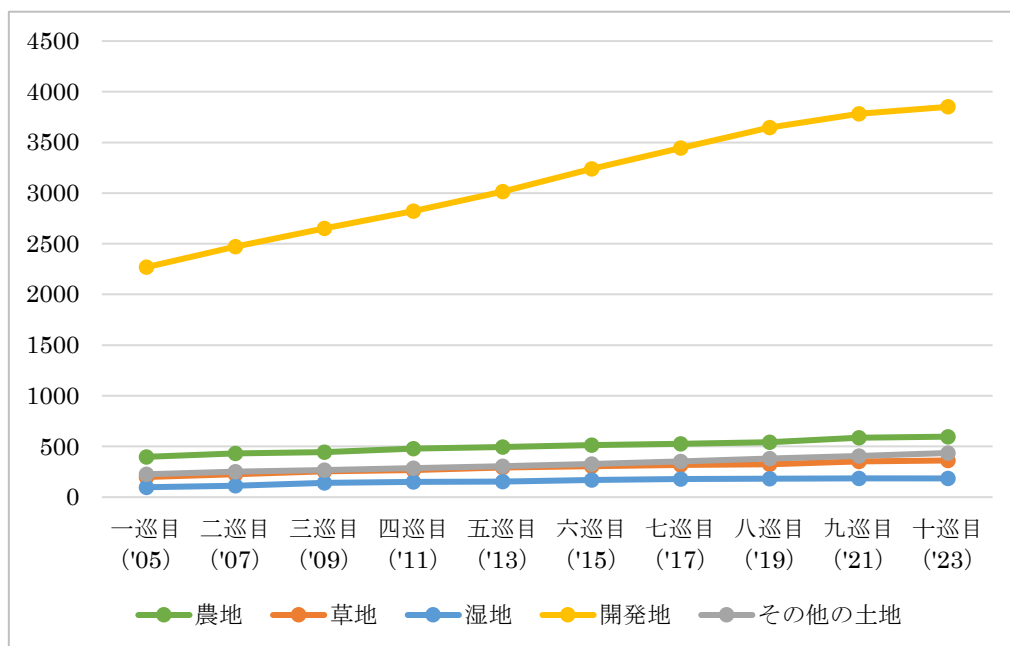


図 3-8 D 発生後の土地利用ごとの地点数変化

2年毎にみたARの新規発生地点における植林前の土地利用ごとの地点数変化を図3-9に、Dの新規発生地点における転用後の土地利用ごとの地点数変化を図3-10に示す。八巡目に比べ、九巡目、十巡目Dの新規発生地点は減少した。2015年以降、開発地への転用が減少し続けているが、伐採直後の開発予定地において、十一巡目、十二巡目で開発が確認される可能性があることを踏まえると、今後、九巡目、十巡目のDも増加すると想定される。

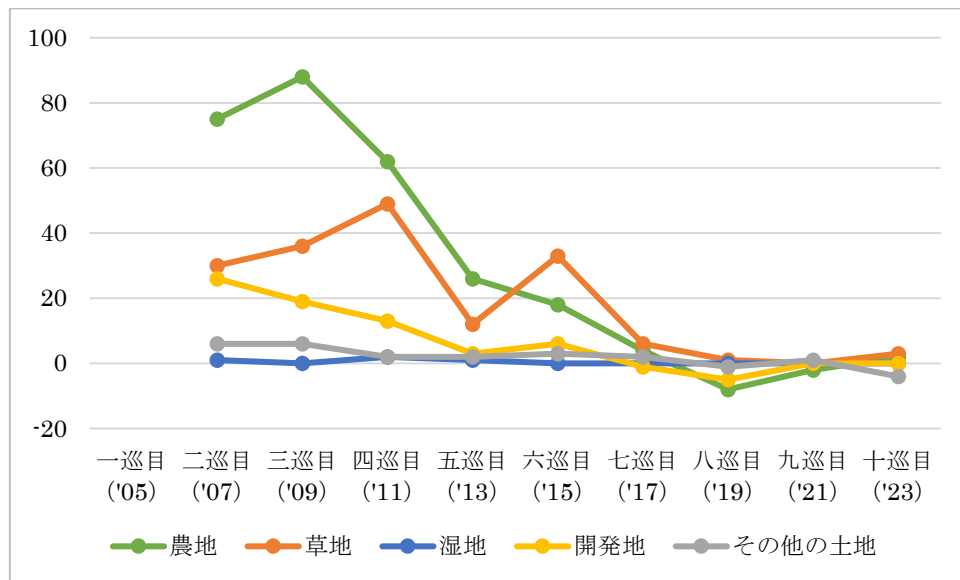


図 3-9 AR 発生前の土地利用ごとの地点数変化（2年間ごとの差分）

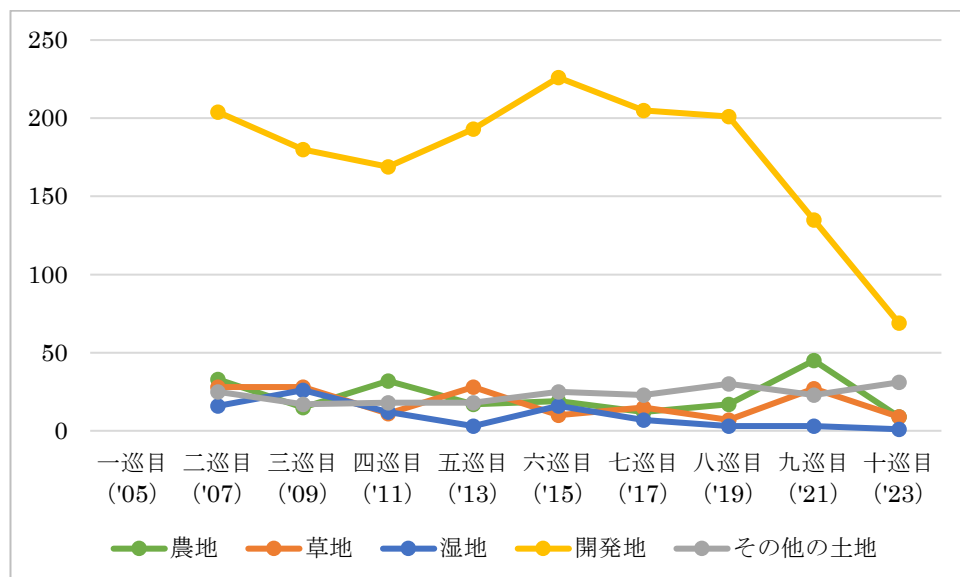


図 3-10 D 発生後の土地利用ごとの地点数変化（2年間ごとの差分）

4. 判読結果の品質評価

4.1. 品質評価方法

判読成果の品質を管理するため、地理情報標準に準拠した考え方で、品質評価方法及び品質要件を検討した。図 4-1 には品質評価の流れ、表 4-1 には、品質評価方法及び品質要件をそれぞれ示す。検査は、判読作業の担当者を除き、本業務の内容を熟知した者が担当した。また、この検証で誤判読と判断された点は全てコードの修正を行なった。

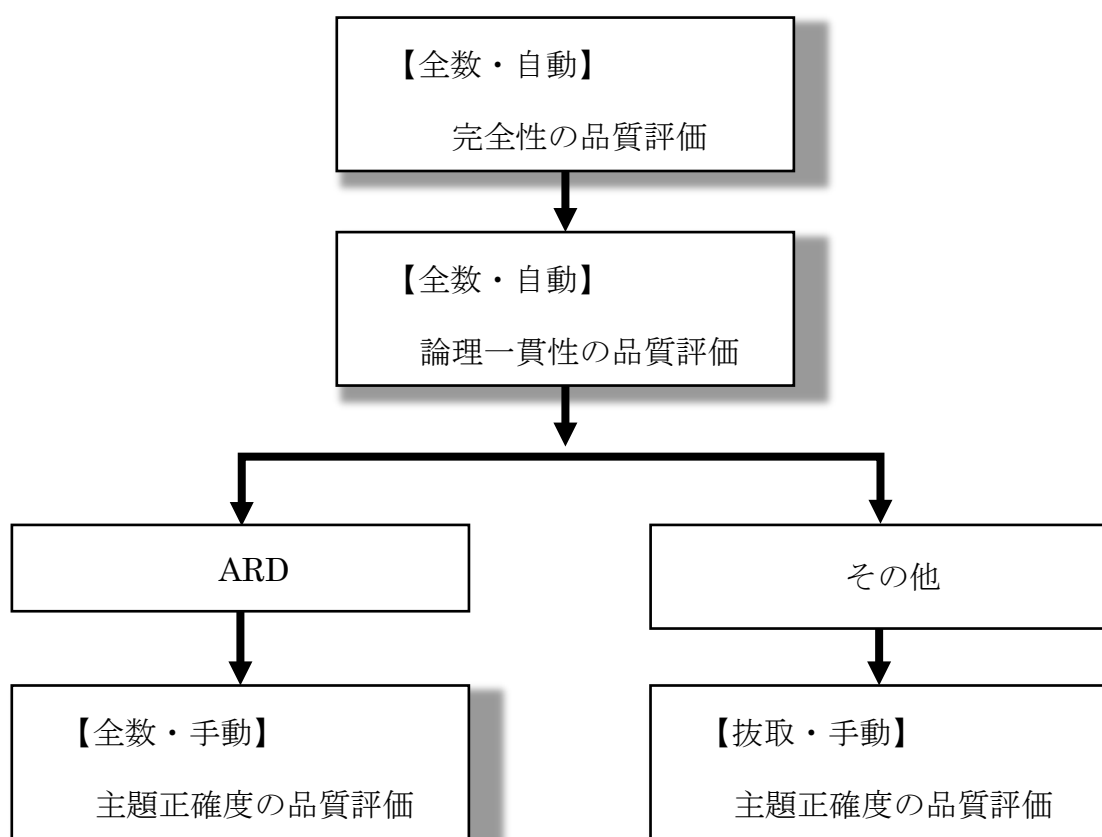


図 4-1 判読データの品質評価の流れ

表 4-1 品質評価方法及び品質要件

品質要素	品質副要素	評価方法及び品質要件
完全性	漏れ/過剰	漏れ/過剰検出プログラムによる全数検査を行い、県境の範囲内の格子点データの漏れ/過剰の誤率が0%の場合、合格とする。
論理一貫性	定義域一貫性	プログラムによる全数検査を行い、判読結果のコードが定められた範囲の数値であれば合格とする。
主題正確度	非定量的主題属性の正しさ	ARDが含まれる点と含まれない点に分けて、検査を行う。判読結果と参照データ（空中写真，SPOT，地形図等の資料）の比較を行い判読結果のエラーを判定する。 ・ARDを含む点については、全数検査を行いエラー率が0%の場合合格とする。 ・ARD以外の点については、ロット（都道府県単位）ごとに抜取検査（ロット全体の面積の2%）を行い、誤判読の点が5%未満であれば合格とする。

4.2. 品質評価結果

品質評価の結果は、表 4-2 に示すとおりであった。全体での誤判読率は 1.9%であったが、地区ごとに精度の差がみられ、作業員間の判読技術の差によるものと想定される。

表 4-2 品質評価結果

	都道府県 コード	県名（支庁）	完全性 （エラー率）	論理一貫性 （エラー率）	主題正確性 （エラー率）		判定
					ARD地点	その他	
北海道	01_01	石狩	0.0%	0.0%	0.0%	1.5%	合格
	01_02	空知	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	合格
	01_03	後志	0.0%	0.0%	0.0%	1.8%	合格
	01_04	渡島	0.0%	0.0%	0.0%	2.6%	合格
	01_05	檜山	0.0%	0.0%	0.0%	2.0%	合格
	01_06	胆振	0.0%	0.0%	0.0%	2.4%	合格
	01_08	上川	0.0%	0.0%	0.0%	3.1%	合格
	01_09	留萌	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	合格
	01_10	宗谷	0.0%	0.0%	0.0%	2.3%	合格
東北	2	青森	0.0%	0.0%	0.0%	1.8%	合格
	3	岩手	0.0%	0.0%	0.0%	2.1%	合格
	4	宮城	0.0%	0.0%	0.0%	3.2%	合格
	5	秋田	0.0%	0.0%	0.0%	1.8%	合格
	6	山形	0.0%	0.0%	0.0%	3.4%	合格
北陸	15	新潟	0.0%	0.0%	0.0%	2.1%	合格
	16	富山	0.0%	0.0%	0.0%	1.5%	合格
	17	石川	0.0%	0.0%	0.0%	3.3%	合格
	18	福井	0.0%	0.0%	0.0%	1.5%	合格
	20	長野	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%	合格
	21	岐阜	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	合格
九州	40	福岡	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%	合格
	41	佐賀	0.0%	0.0%	0.0%	1.5%	合格
	42	長崎	0.0%	0.0%	0.0%	1.8%	合格
	43	熊本	0.0%	0.0%	0.0%	1.2%	合格
	44	大分	0.0%	0.0%	0.0%	1.8%	合格
	45	宮崎	0.0%	0.0%	0.0%	1.5%	合格
	46	鹿児島	0.0%	0.0%	0.0%	0.7%	合格
平均			0.0%	0.0%	0.0%	1.9%	

5. 第三者による判読結果の品質管理

品質管理の透明性を確保するため、第三者検証による検査を実施した。検査は（一社 日本森林技術協会）が担当した。この検査は第1段階判読でARDと判断された全点に対して実施し、判読結果が適切であるかを判断した。

検査の結果、誤判読であった点とその誤判読率を表 5-1に示す。ARDに関する誤判読とその他の項目に関する誤判読を合わせると、誤判読率は全体で5%（129地点中7地点）であった。誤判読と判定された箇所には、森林を影と見誤った事例や、期首時点でDとすべき事例が含まれており、判読者への注意喚起によりさらに精度が向上するものと思われる。

なお、この第三者検証で誤判読と判断された点は全てコードの修正を行った。

表 5-1 期首～期末の間に AR・D が確認された地点についての第三者検証結果

都道府県名（支庁）		対象地点	ARDに関する 誤判読	誤判読率
01_01	石狩	6	0	0%
01_02	空知	4	0	0%
01_03	後志	0	0	—
01_04	渡島	3	0	0%
01_05	檜山	0	0	—
01_06	胆振	6	0	0%
01_08	上川	2	0	0%
01_09	留萌	0	0	—
01_10	宗谷	3	0	0%
2	青森	10	1	10%
3	岩手	8	0	0%
4	宮城	20	0	0%
5	秋田	5	1	20%
6	山形	5	2	40%
15	新潟	5	0	0%
16	富山	1	0	0%
17	石川	2	0	0%
18	福井	3	0	0%
20	長野	7	1	14%
21	岐阜	7	0	0%
40	福岡	1	0	0%
41	佐賀	3	1	33%
42	長崎	2	0	0%
43	熊本	7	0	0%
44	大分	3	0	0%
45	宮崎	7	1	14%
46	鹿児島	9	0	0%
合計		129	7	5%
平均		5	0	5%

※対象地点数は誤判読修正前の地点数

6. 判読精度向上のための現地調査

6.1. 現地調査の実施

ARD 判読に関する精度を検証し、その精度を向上することを目的とする現地調査を令和 6 年度事業における判読地点を対象に実施した。ARD 判読結果に対する偶数年判読対象地域の現地調査は 2014 年からこれまで、北海道空知、胆振、宗谷・青森県・岩手県・宮城県・新潟県・富山県・石川県・長野県・岐阜県・福岡県・熊本県・大分県・宮崎県・鹿児島県で実施されている。

調査を行った地点は、第 1 段階判読において期首年から 2023 年までの間に新たに D が発生したと判読された地点、第 2 段階判読において基準年から 2023 年までの間に新たに ARD が発生したと判読された地点、ARD と判読を間違えやすい森林施業が行われていると判読された地点、道路の法面緑化等の一時的伐採が行われていると判読された地点及び森林への自然遷移と判読された地点とした。調査地の選定にあたっては、これまで未調査であること及び全国 8 地方の中で重複しないことに留意し、本年度は第 1 段階判読についての調査地として山形県及び鹿児島県、第 2 段階判読の調査地として北海道渡島と福井県を選定した。鹿児島県については、過年度に調査済みではあるが直近 2 年間の ARD 発生点数が多いことから鹿児島県を調査地として選定した。

現地調査はそれぞれ以下の日程で実施した。

北海道渡島：2024 年 10 月 15 日～10 月 18 日

山形県：2024 年 10 月 22 日～10 月 25 日

福井県：2024 年 11 月 3 日～11 月 6 日

鹿児島県：2024 年 12 月 2 日～12 月 5 日

図 6-1 に、現地調査地点の分布を示す。北海道渡島では 62 地点、山形県では 59 地点、福井県では 61 地点、鹿児島県では 61 地点を対象とした。

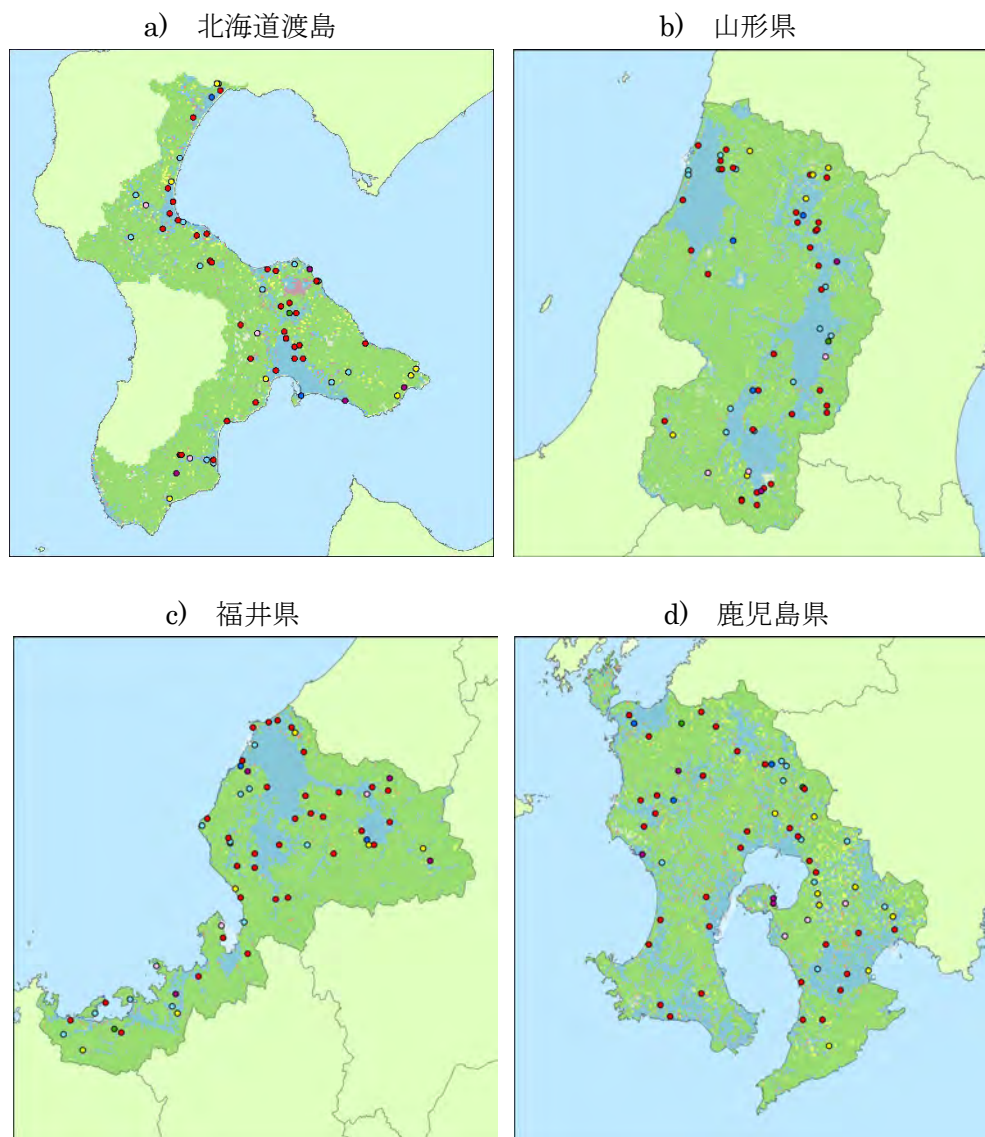


図 6-1 現地調査地点の分布

(青：非変化（非森林），緑：非変化（森林），水色：AR，赤：D，黄：森林施業
 紫：森林への自然遷移，桃：非人為による森林被覆の損失，背景地図は判読結果をもとに 500m メッシュ区画で着色)

現地調査の結果を，表 6-1，表 6-2，表 6-3，表 6-4 に示す。これらの表では，3 つの項目に分けて精度を評価している。(1)に示しているのは，全ての判読項目が正しく判読されていたかを評価したもの，(2)で示しているのは，属性情報『KP_ARD』（京都議定書の定義に基づく現況変化の判読結果）の記入結果に対する精度を評価したものである。また，(3)で示しているのは，属性情報『LU90』（基準年の土地利用区分の判読結果）もしくは『LU21』（2021 年の土地利用区分の判読結果）に記入されている土地利用の判読に対する精度を評価したものである。なお，土地利用の評価は，ARD と判読され，現地において実際に ARD が確認された地点のみを対象に評価している。

表 6-1 北海道渡島における現地調査結果

	地点数		判読精度 (User's Accuracy)
(1)すべての判読項目を正しく判読できていた地点	62地点のうち58地点		93.5%
	内訳	AR: 12点のうち12点	100.0%
		D: 32点のうち31点	96.9%
		森林施業: 7点のうち6点	85.7%
		非変化森林: 2点のうち2点	100.0%
		非変化非森林: 2点のうち2点	100.0%
		森林への自然遷移: 4点のうち2点	50.0%
		非人為による森林被覆の損失: 3点のうち3点	100.0%
(2)KP_ARDを正しく判読できていた地点	62地点のうち60地点		96.8%
	内訳	AR: 12点のうち10点	83.3%
		D: 32点のうち32点	100.0%
		森林施業: 7点のうち7点	100.0%
		非変化森林: 2点のうち2点	100.0%
		非変化非森林: 2点のうち2点	100.0%
		森林への自然遷移: 4点のうち4点	100.0%
		非人為による森林被覆の損失: 3点のうち3点	100.0%
(3)土地利用を正しく判読できていた地点	44地点のうち43地点		97.7%
	内訳	AR: 12点のうち12点	100.0%
		D: 32点のうち31点	96.9%
		森林施業: —	—
		非変化森林: —	—
		非変化非森林: —	—
		森林への自然遷移: —	—
		非人為による森林被覆の損失: —	—

表 6-2 山形県における現地調査結果

	地点数		判読精度 (User's Accuracy)
(1)すべての判読項目を正しく判読できていた地点	59地点のうち50地点		84.7%
	内訳	AR: 11点のうち8点	72.7%
		D: 33点のうち31点	93.9%
		森林施業: 6点のうち5点	83.3%
		非変化森林: 2点のうち2点	100.0%
		非変化非森林: 2点のうち2点	100.0%
		森林への自然遷移: 2点のうち2点	100.0%
		非人為による森林被覆の損失: 3点のうち0点	0.0%
(2)KP_ARDを正しく判読できていた地点	59地点のうち50地点		84.7%
	内訳	AR: 11点のうち8点	72.7%
		D: 33点のうち31点	93.9%
		森林施業: 6点のうち5点	83.3%
		非変化森林: 2点のうち2点	100.0%
		非変化非森林: 2点のうち2点	100.0%
		森林への自然遷移: 2点のうち2点	100.0%
		非人為による森林被覆の損失: 3点のうち0点	0.0%
(3)土地利用を正しく判読できていた地点	44地点のうち43地点		97.7%
	内訳	AR: 11点のうち11点	100.0%
		D: 33点のうち32点	97.0%
		森林施業: —	—
		非変化森林: —	—
		非変化非森林: —	—
		森林への自然遷移: —	—
		非人為による森林被覆の損失: —	—

表 6-3 福井県における現地調査結果

	地点数		判読精度 (User's Accuracy)
(1)すべての判読項目を正しく判読できていた地点	61地点のうち57地点		93.4%
	内訳	AR: 11点のうち10点	90.9%
		D: 33点のうち32点	97.0%
		森林施業: 6点のうち6点	100.0%
		非変化森林: 2点のうち2点	100.0%
		非変化非森林: 2点のうち2点	100.0%
		森林への自然遷移: 4点のうち3点	75.0%
		非人為による森林被覆の損失: 3点のうち2点	66.7%
(2)KP_ARDを正しく判読できていた地点	61地点のうち57地点		93.4%
	内訳	AR: 11点のうち10点	90.9%
		D: 33点のうち32点	97.0%
		森林施業: 6点のうち6点	100.0%
		非変化森林: 2点のうち2点	100.0%
		非変化非森林: 2点のうち2点	100.0%
		森林への自然遷移: 4点のうち3点	75.0%
		非人為による森林被覆の損失: 3点のうち2点	66.7%
(3)土地利用を正しく判読できていた地点	44地点のうち44地点		100.0%
	内訳	AR: 11点のうち11点	100.0%
		D: 33点のうち33点	100.0%
		森林施業: —	—
		非変化森林: —	—
		非変化非森林: —	—
		森林への自然遷移: —	—
		非人為による森林被覆の損失: —	—

表 6-4 鹿児島県における現地調査結果

	地点数		判読精度 (User's Accuracy)
(1)すべての判読項目を正しく判読できていた地点	61地点のうち55地点		90.2%
	内訳	AR: 9点のうち6点	66.7%
		D: 33点のうち31点	93.9%
		森林施業: 8点のうち8点	100.0%
		非変化森林: 2点のうち2点	100.0%
		非変化非森林: 2点のうち2点	100.0%
		森林への自然遷移: 4点のうち4点	100.0%
		非人為による森林被覆の損失: 3点のうち2点	66.7%
(2)KP_ARDを正しく判読できていた地点	61地点のうち55地点		90.2%
	内訳	AR: 9点のうち6点	66.7%
		D: 33点のうち31点	93.9%
		森林施業: 8点のうち8点	100.0%
		非変化森林: 2点のうち2点	100.0%
		非変化非森林: 2点のうち2点	100.0%
		森林への自然遷移: 4点のうち4点	100.0%
		非人為による森林被覆の損失: 3点のうち2点	66.7%
(3)土地利用を正しく判読できていた地点	42地点のうち42地点		100.0%
	内訳	AR: 9点のうち9点	100.0%
		D: 33点のうち33点	100.0%
		森林施業: —	—
		非変化森林: —	—
		非変化非森林: —	—
		森林への自然遷移: —	—
		非人為による森林被覆の損失: —	—

6. 2. 現地調査で確認された誤判読事例

(1) 森林への自然遷移を AR と誤判読した事例

図 6-2 は鹿児島県において森林への自然遷移を AR と判読した地点の画像である。現地は竹林であるが、画像上で竹林を人工林と誤認したと思われる。SPOT 画像で竹林や常緑の雑木林を判読することは難しく、西日本にはこのような地点が多く含まれる可能性がある。なお、この誤判読事例は例年多い傾向にあり、本年度もすべての調査地域で確認された。このような誤判読を防ぐためには、周囲の環境などから総合的に判断する必要がある。

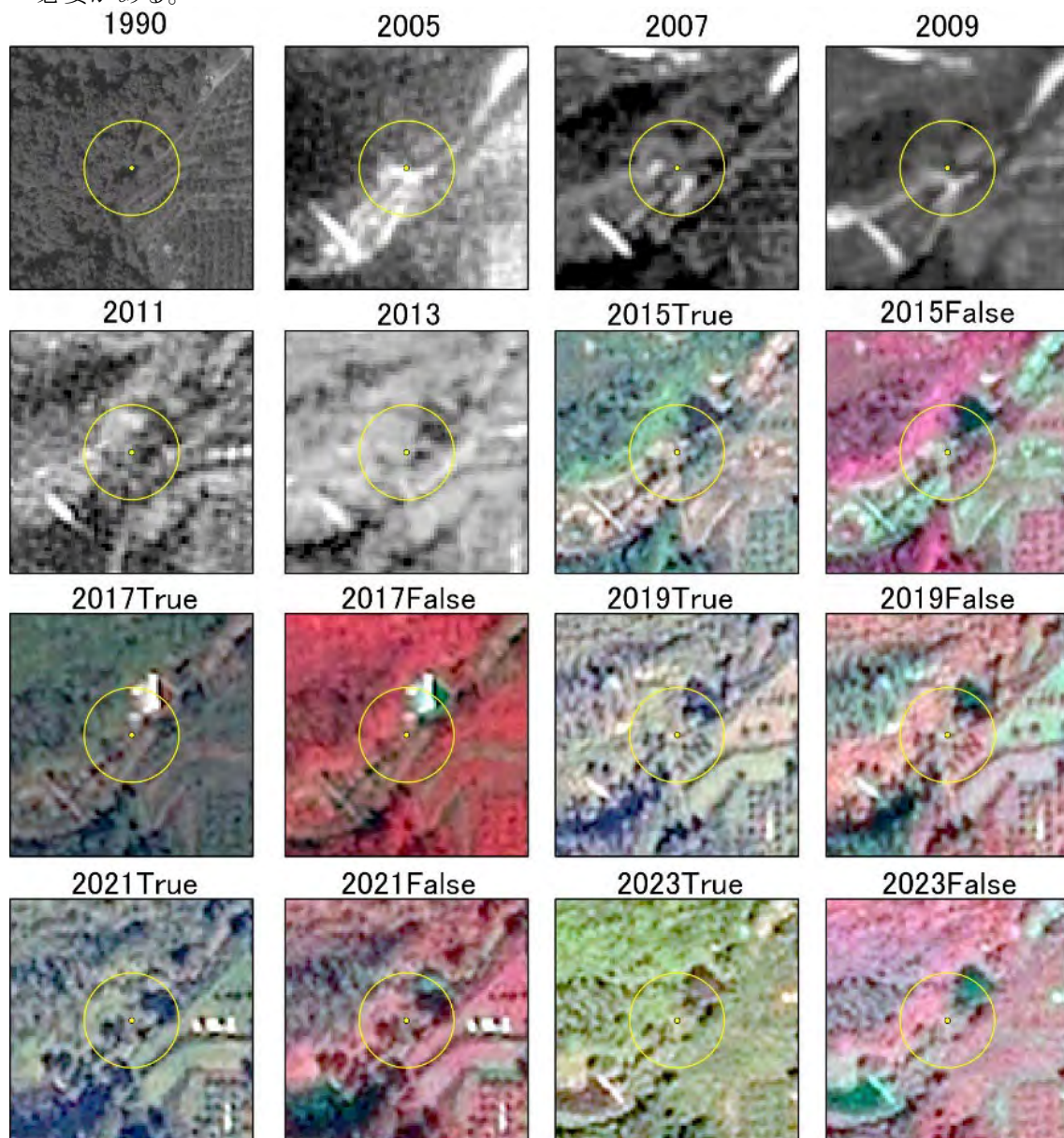


図 6-2 森林への自然遷移を AR と誤判読した事例
(鹿児島県：22661)



(2) D を森林被覆損失と誤判読した事例

図 6-3 は、山形県の調査地点において、D を森林被覆損失と判読した地点の画像である。現地は砂防堰堤の設置に伴い非森林となっていたが、水筋があるため、判読者が洪水等による森林被服損失と判断したと考えられる。この誤判読事例は例年、河川沿いで多く発生しており、本年度は 3 地域の調査地域で確認された。

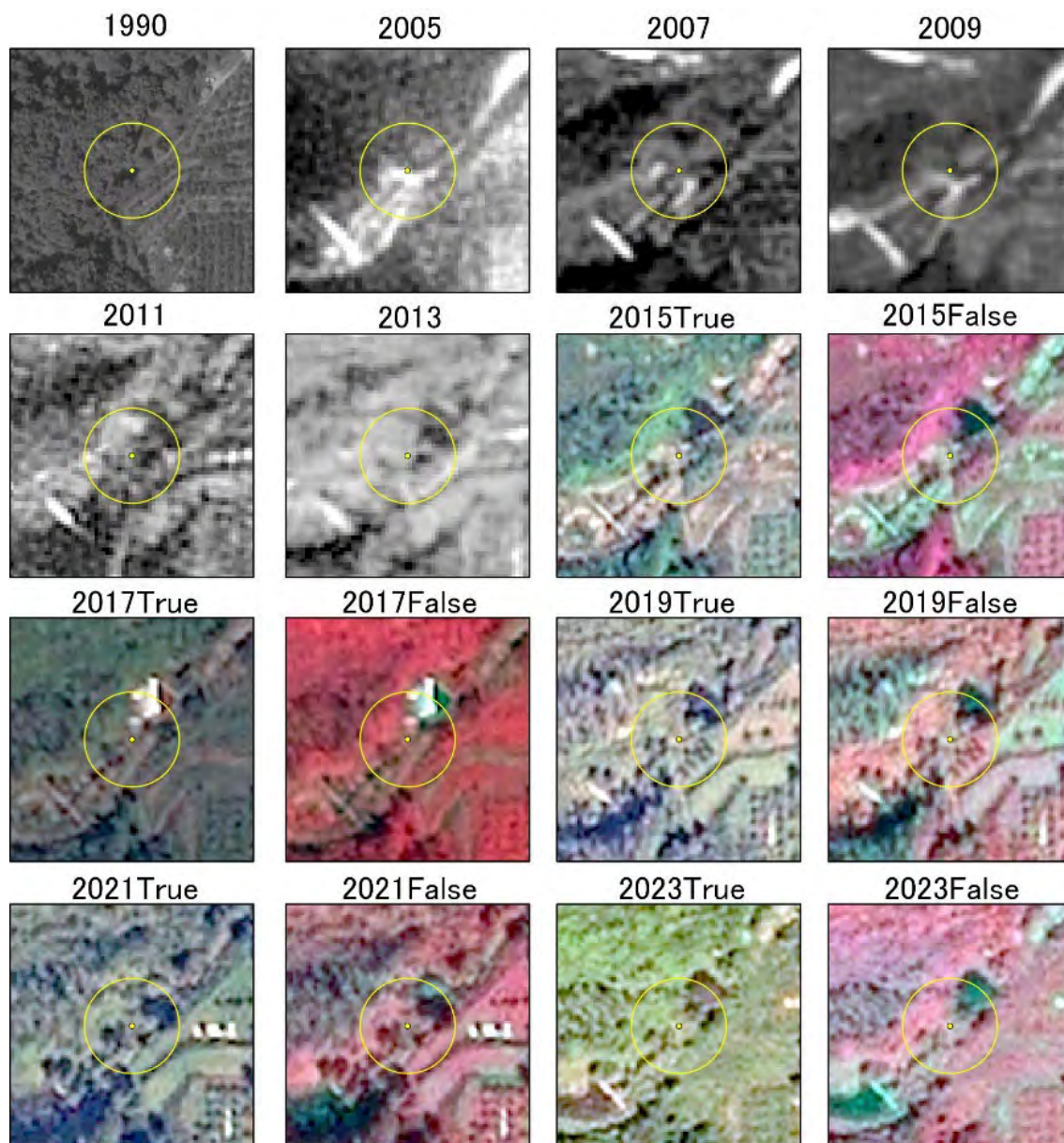


図 6-3 D を森林被覆損失と誤判読した事例
(山形県 : 17507)



(3) 非変化（非森林）を D と誤判読した事例

図 6-4 は、山形県での調査において、非変化（非森林）を D と誤判読した地点の画像である。果樹園利用の跡地であり、現在は伐採されて荒地となっていた。果樹園は若い人工林に似ており、伐採後の果樹園は農地に似ていることから誤判読が発生しやすい。この誤判読は、果樹園や造林未済地で多くみられる。

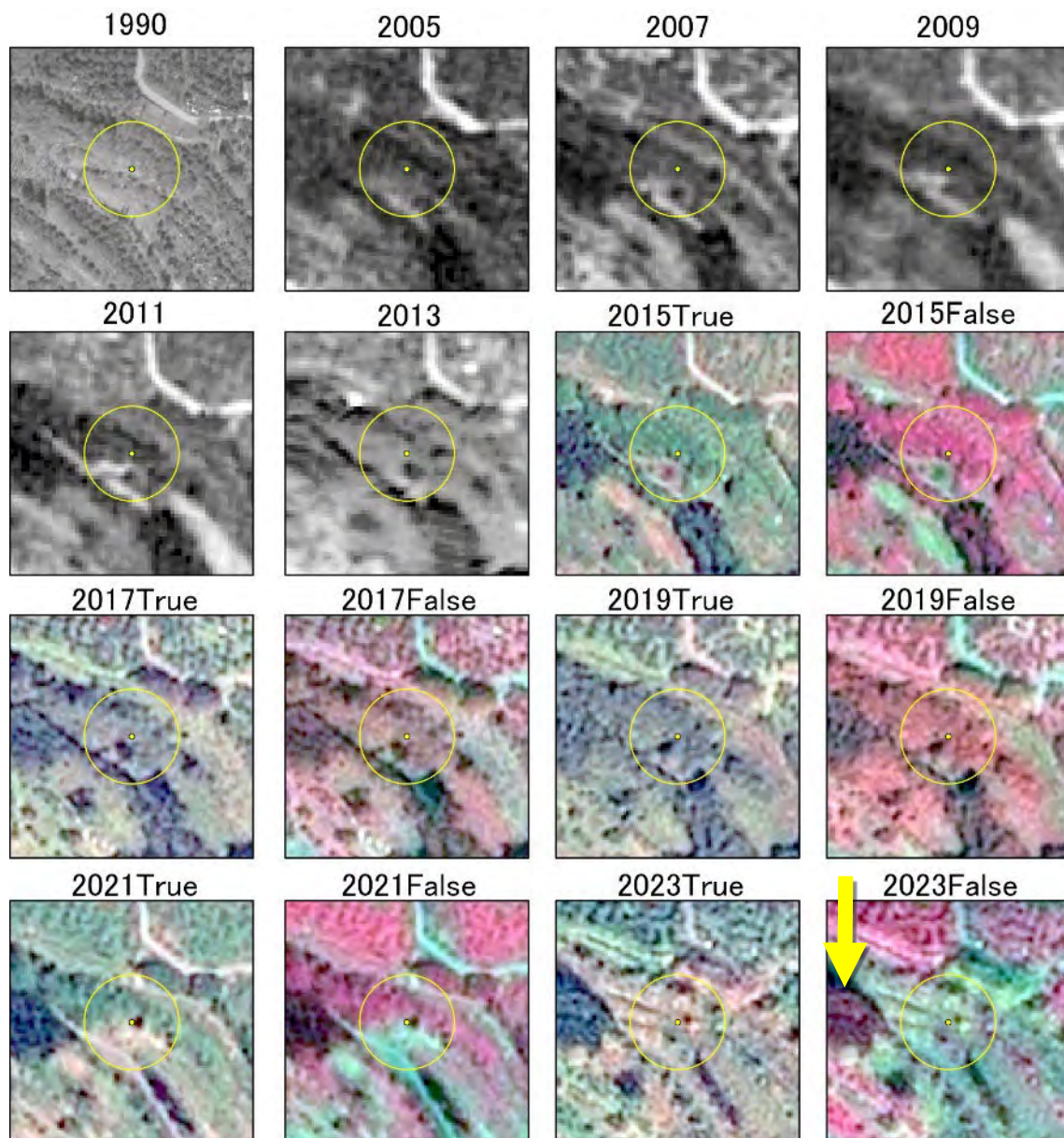


図 6-4 非変化（非森林）を D と誤判読した事例
(山形県 : 22776)



(4) 農地を草地と誤判読した事例

図 6-5 は、山形県の調査地点において、農地を草地と誤判読した地点の画像である。画像上は草地のように見えるが、現地を見ると地点付近の林内に段差があり、1990 年時点は農地利用がされていたと想定される。この誤判読事例も例年多く、本年度は 2 地域の調査地域で確認された。

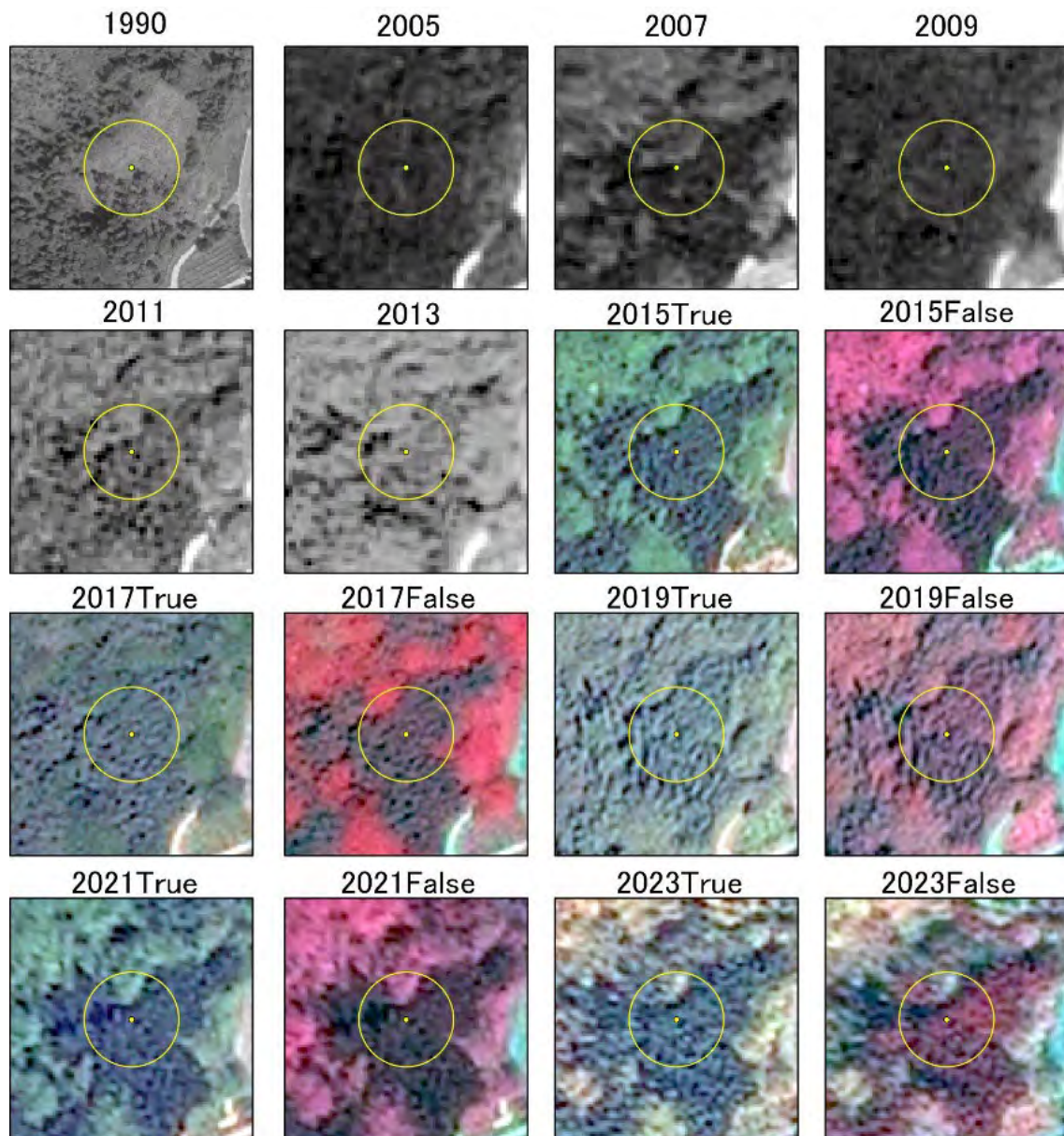


図 6-5 農地を草地と誤判読した事例
(山形県 : 26863)



7. 判読の自動化に関する検討

7.1. 検討の概要

昨年度（令和5年度）より、AIの手法を用いたARD自動判別に関する検討に着手し、まずは、判読作業の大幅な効率化を期待できる森林と非森林の変化の有無の判別（変更後：変化の有無の判別）の手法検討を行って深層学習モデルの構築までを実施した。検討の初期段階では、期首、期末の2時期の衛星画像から、変化なし（森林）、変化なし（非森林）、変化あり（AR）、変化あり（D）の4つの状態を判別する手法を検討したが、学習用データの不足により、十分な判別精度が得られないことがわかったため、学習用データを十分に確保できるよう、分類クラスを変化あり、変化なしの2クラスへ変更することとした。その結果、構築した深層学習モデルは、変化なしについてはIoU 94%、変化ありについてはIoU 97%の高い判別性能を示した。

今年度は、昨年度構築した変化あり、変化なしの2クラス分類の深層学習モデルを使用してツールを試作し、佐賀県と岩手県で評価を行った。その結果、変化ありの見落としは少ないものの、変化なしを変化ありと誤判定するケースが8割程度発生した。そのままでは作業の効率化につながらないため、第1回検討会での意見を踏まえて方針を変更し、深層学習モデルは1時期の画像を森林、非森林の2クラスに分類するモデルとし、期首・期末の分類結果を組み合わせることで変化あり、変化なしを判別することとした。以降に、検討フローと検討結果を述べる。

7.2. 検討フロー

図7-1にAIの手法を用いたARD自動判別に関する検討フロー図を示す。今年度は、昨年度に引き続き、①変化あり／変化なしの判別手法の検討を行い、学習用データセット作成と深層学習モデル構築を実施し直し、試作版作成と評価・課題整理を行った。今後、令和7年度において、作業への適用に向けた検討を実施する。②森林から非森林へ変化した場合の土地利用の判読については、①変化あり／変化なしの判別の試行結果を踏まえて検討を保留した。

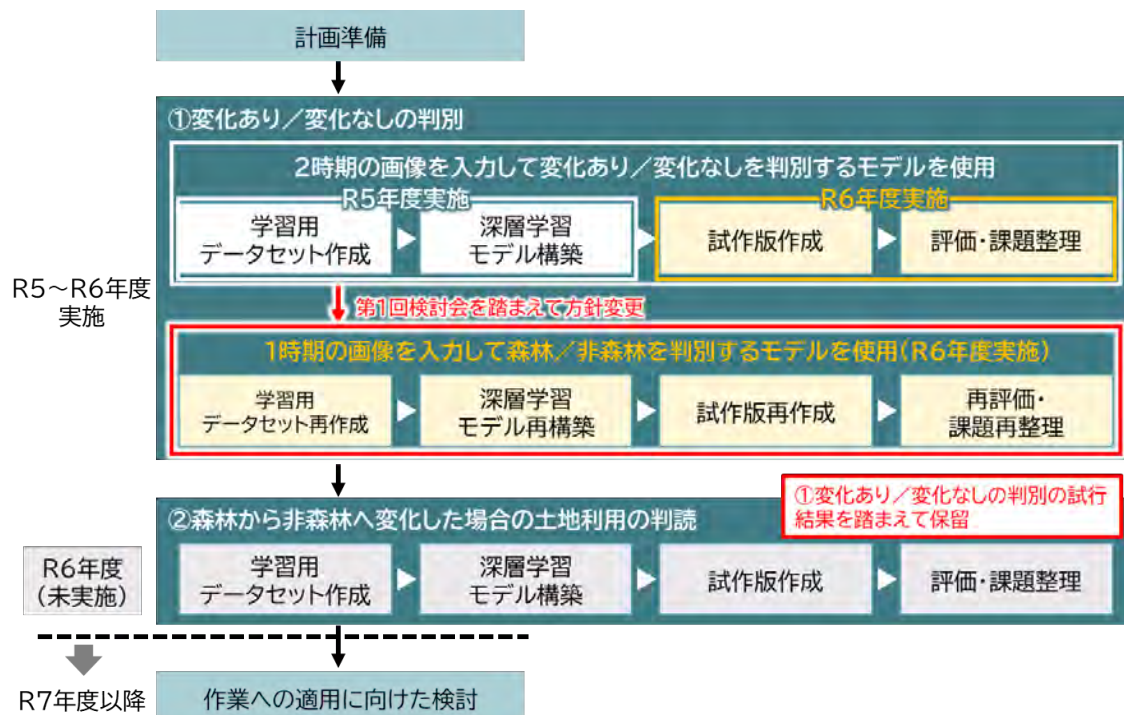


図 7-1 AI の手法を用いた ARD 自動判別に関する検討フロー図

7.3. 変化あり・変化なしの判別手法の検討

(1) 試作版作成

図7-2に昨年度構築した深層学習モデルを使用して試作した変化あり，変化なしを判別するツールのデータフロー図を示す。本ツールは，判読点データと期首，期末それぞれのトゥルーカラー画像とフォールスカラー画像を入力し，変化あり，変化なしの判別結果を出力するツールである。入出力データの種類と中間処理の内容は以下のとおりである。

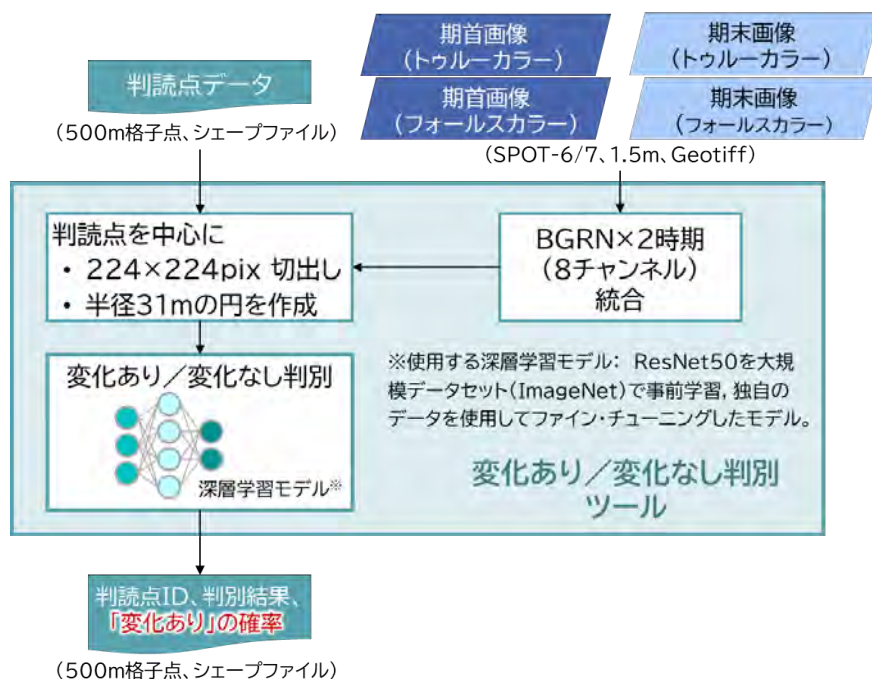


図 7-2 変化あり／変化なしを判別するツールのデータフロー図

① 入力データの種類

- 判読点データ

入力する判読点データは、ARD等を判読するための500m 間隔で設定した格子点のデータであり、シェープファイル形式のポイントデータである。

- 期首画像（トゥルーカラー，フォールスカラー）

入力する期首画像は、判読に用いられているSPOT-6/7号の衛星画像であり、空間解像度が1.5m，ファイル形式がGeoTiff形式の画像である。この画像は、原データを加工して作成されたものであり、データ型は符号なし8ビット整数，赤，緑，青のバンドからなるトゥルーカラー合成と，近赤外，赤，緑のバンドからなるフォールスカラー合成の処理が行われたものである。

- 期末画像（トゥルーカラー，フォールスカラー）

入力する期末画像は、判読に用いられているSPOT-6/7号の衛星画像であり、空間解像度が1.5m，ファイル形式がGeoTiff形式の画像である。また、期首画像と同様の加工が行われたものである。

② 中間処理の内容

まず、期首と期末のトゥルーカラー画像とフォールスカラー画像を使用してチャンネル合成を行い、期首の青，緑，赤，近赤外，期末の青，緑，赤，近赤外の順に統合された8チャンネルの画像を作成する。次に、判読点データを使用して、判読点を中心に縦，横それぞれ、224画素のサイズに切り出し、半径31mの白線（R,G,B=255,255,255）の円を描画した画像を作成する。最後に、作成した画像を深層学習モデルへ入力し、判読点毎に変化あり，変化なしの2クラスを判別する。このときに使用する深層学習モデルは、ResNet50（画像分類手法）であり、大規模データセットのImageNetで事前学習したモデルを独自のデータを使用して再学習（ファイン・チューニング）したものである。

③ 出力データの種類

- 判別結果

出力する判別結果は、入力に使用した判読点データを複製したシェープファイル形式のポイントデータであり、属性として、判読点データに含まれていた判読点IDの他、判別結果（クラス番号）と「変化あり」クラスの確率の値を持つ。深層学習の出力は、クラス毎の確率値であり、通常は確率が最も高いクラスが判別結果となる。今回の場合は、変化ありの漏れを防ぐため、「変化あり」クラスの確率も同時に出力することにより、判別結果が「変化なし」で、「変化あり」クラスの確率が一定以上の場合は後処理によって判別結果を「変化あり」に修正できることを目的とした。

(2) 評価・課題整理

試作したツールの評価を行うため、佐賀県と岩手県を対象に、期首が2019年、期末が2021年の画像を使用して変化あり、変化なしの判別を行った。なお、対象地域と対象年の選定理由は、一昨年度（R4年度）に試験的に2年毎の変化の確認（0次判読）を実施したサンプル地域のためである。

表7-1、表7-2にそれぞれ、佐賀県と岩手県におけるツールを使用した変化あり、変化なしの判別結果のエラーマトリクスを示す。また、表7-3に評価指標（Recall, Precision, IoU）を用いた精度評価結果を示す。

佐賀県では「変化あり」を「変化なし」に誤判別した地点（「変化あり」の検出漏れ）はなく（表7-1）、岩手県においても282地点中5地点（2%）と非常に少なかった（表7-2）。そのため、佐賀県と岩手県の「変化あり」のRecallは0.98以上の非常に高い値を示した（表7-3）。一方、「変化なし」を「変化あり」に誤判別した地点（「変化なし」の検出漏れ）は、岩手県では9,770地点中8,318地点（85%）、佐賀県では59,725地点中46,540地点（78%）と、多く発生しており、そのため、「変化なし」のRecallは0.15～0.2程度と、非常に低い値を示した。全地点中で「変化あり」と判別した地点は、佐賀県では9,780地点中8,328地点（85%）、岩手県では60,007地点中46,817地点（78%）あり、そのうち、実際には「変化なし」の地点（「変化あり」の誤検出）は、岩手県では8,318地点（99.9%）、佐賀県では46,540地点（99.4%）と非常に多かった。そのため、佐賀県と岩手県の「変化あり」のPrecisionは0.006以下と極めて低い値を示した（表7-3）。

表 7-1 佐賀県におけるツールを使用した変化あり／変化なしの判別結果
(エラーマトリクス)

単位:判読地点数		Truth		合計
		変化なし	変化あり	
Test	変化なし	1,452	0	1,452
	変化あり	8,318	10	8,328
合計		9,770	10	9,780

表 7-2 岩手県におけるツールを使用した変化あり／変化なしの判別結果
(エラーマトリクス)

単位:判読地点数		Truth		合計
		変化なし	変化あり	
Test	変化なし	13,185	5	13,190
	変化あり	46,540	277	46,817
合計		59,725	282	60,007

表 7-3 佐賀県と岩手県におけるツールを使用した変化あり／変化なしの判別結果（精度評価）

地域	変化なし			変化あり		
	Recall	Precision	IoU	Recall	Precision	IoU
佐賀県	0.149	1.000	0.149	1.000	0.001	0.001
岩手県	0.221	1.000	0.221	0.982	0.006	0.006

当初の予定では、「変化あり」の漏れを防ぐ目的で「変化あり」クラスの確率を出力することとしたが、試行により、「変化あり」の漏れよりも「変化なし」を「変化あり」と過剰に判別する傾向が課題であることがわかった。そこで、「変化なし」を「変化あり」と誤判別した判読地点の確率値の度数分布図を作成して詳細な傾向を把握した（図7-3）。その結果、佐賀県と岩手県のいずれも、0.95～1.0の確率が9割以上を占めることがわかった。そのため、例えば、確率が低い「変化あり」の判別結果を「変化なし」に修正したとしても効果が低いと言える。

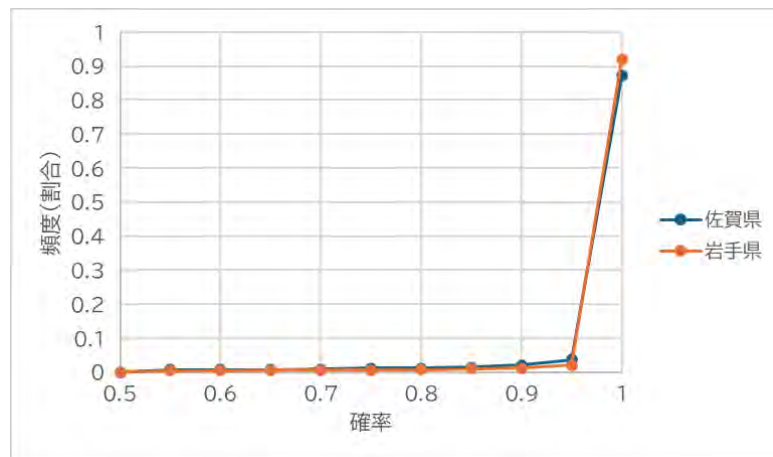


図 7-3 「変化なし」を「変化あり」に誤判定した判読地点の確率値の度数分布

以上の試行結果より、「変化あり」の検出漏れの割合は非常に低いものの(0～2%),「変化なし」の検出漏れの割合が78～85%と高く、「変化あり」の誤検出の割合が非常に高いことから(佐賀県では8328地点の99.9%, 岩手県では46817地点の99.4%), そのままでは, 判読作業の効率化に貢献しないため, 第1回検討会の意見を踏まえて手法の更なる改良を行った。表7-4に第1回検討会の意見と対応結果を示す。

表7-4 第1回検討会の意見と対応結果

第1回検討会の意見	対応結果
PrecisionとRecallを総合的に評価する場合, 一般的にはF値を利用する。	総合評価の指標をF値に変更した。
(円の中が判別対象になっていることを確認するため)特徴空間の可視化を行うと良い。	特徴空間の可視化は今後の課題とした。(まずは, Grad-CAM を使用して予測根拠の可視化を行った。)
各時期で森林/非森林をAIで判定させてそれを組み合わせて判定点の変化を抽出すれば, 変化が起こったか否かは自動的に判定できる。まずはオーソドックスな方を試して, それが駄目だったら別の方法を考えるべき。	各時期で森林/非森林をAIで判定させ, それを組み合わせで判定点の変化を抽出する方法を検討した。
森林/非森林だけであればラベルを作らなくても様々な土地利用分類のマップなどの参照データが存在する。それを活用すればかなり自動的に森林/非森林を判別できる。この手法であれば, 日本中どこでもサンプルを作成できる。森林/非森林であれば学習済みのデータセットもあるのではないかな。 ※画像分類手法ではなく, セマンティック・セグメンテーション手法を用いる場合の意見。	画像分類手法を用いていること, 実際の判読作業に使われている画像データを用いて学習する必要があることから, 今後の課題とした。
学習データで分類するにはうまく表現になっているが, 違うデータに適用した場合は汎化性がない状況である。もう少し学習データを増やす必要がある。	学習データの増強は今後の課題とした。(昨年度使用した衛星データを再利用して森林/非森林を判定する深層学習モデルを構築し, 手法の変更による効果を確認した。)
日本の森林は南北に森林の質や量も違い, 間伐の方法も列状間伐など施業の方法も地域性によって違う。もっと地域を意識した方が良い。	地域によって異なる深層学習モデルの構築は今後の課題とした。

第1回検討会の意見を踏まえ, 深層学習モデルは1時期の画像を森林, 非森林の2クラスに分類するモデルとし, ツールにより, 期首・期末の分類結果を組み合わせで変化あり, 変化なしを判別することとした。以降の(3)～(6)に検討結果を述べる。

(3) 学習用データセット再作成

1時期の画像を入力し、森林、非森林の2クラスに画像分類を行う深層学習モデルを構築するための学習用データセットを作成した。図7-4に学習用データセット作成フロー図を示す。まず、期首画像、期末画像それぞれについて、トゥルーカラー画像とフォールスカラー画像を使用してチャンネル合成を行い、青、緑、赤、近赤外の順に統合された4チャンネルの画像を作成した。次に、500m格子点の判読点を中心に縦、横それぞれ、224画素のサイズに切り出し、半径31mの白線(R,G,B=255,255,255)の円を描画した画像を作成した。最後に、教師データを参照して、判読点毎に森林、非森林に分類し学習用データセットを作成した。

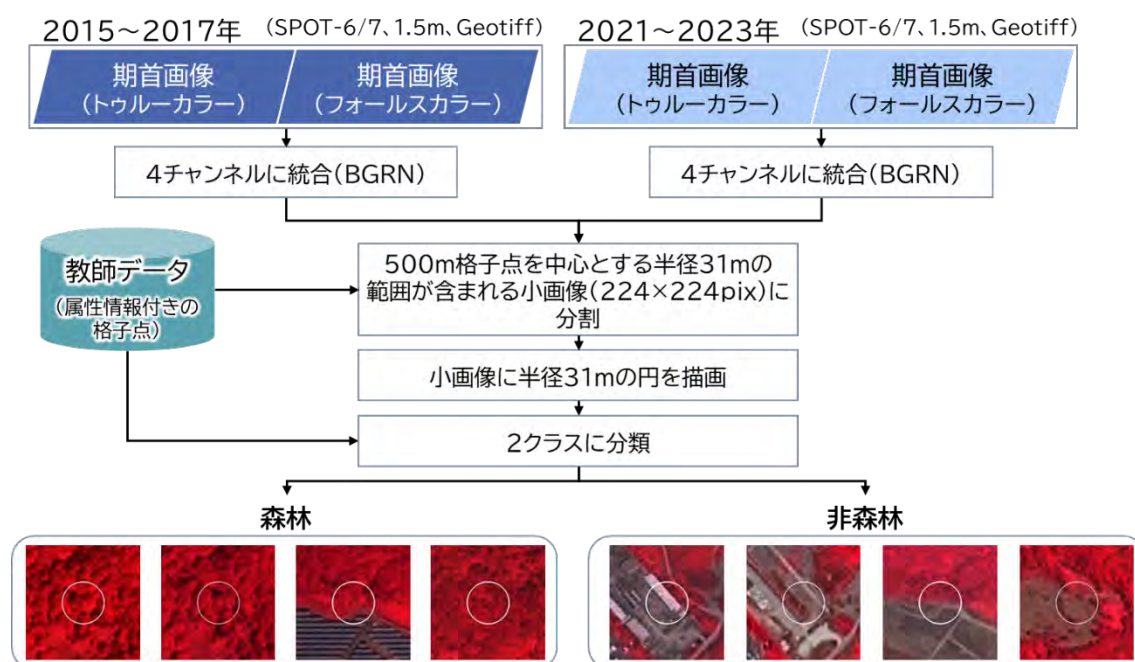


図 7-4 学習用データセット作成フロー図（森林／非森林 2 クラス分類）

衛星画像と教師データは、昨年度作成した変化あり、変化なしの2クラス分類を行うための学習用データセットと同じデータを使用した。昨年度は、変化なしについては十分なサンプル数を確保できるため、地域を限定し（北海道石狩、岩手、福井、宮崎）、撮影時期についても、本事業においてカラー画像を使用し始めた2015年と直近の判読が完了している2021年の2時期とした。一方、変化ありについては、地域や撮影時期を限定した場合に十分なサンプル数を確保できないほか、多様な季節や地域を網羅できないため、全国を対象に、期首は2015～2017年、期末は2021～2023年の画像を使用した。

昨年度の検討結果より、期首から期末の間に変化がある地点は判断が難しく、あいまいなサンプルが含まれる可能性があるかと予想した。そのため、データ数が半減するものの、変化がない地点のみを用いることで、あいまいなサンプルを含まないデータセットを作成できると考えた。そこで、「変化なし」のデータのみを使用したデータセット（表7-5）と、「変化あり」「変化なし」全てのデータを使用したデータセット（表7-6）の2種類を作成し、それぞれ、学習モデルを構築して性能を比較することとした。作成したデータセットは8対1対1に分割し、それぞれ、学習用、バリデーション用、テスト用として使用した。

なお、バリデーション用の画像とは、深層学習モデル構築時において、学習用以外の画像を使用して確認し、深層学習のパラメータを調整するための画像である。また、テスト用の画像とは、学習用やバリデーション用の画像に対して過学習が起こっていないかを確認するための画像である。

表 7-5 「変化なし」のデータのみを使用したデータセットの画像枚数等

	森林	非森林	合計	取得地域	撮影時期
学習	1,600	1,600	3,200	北海道石狩, 岩手, 福井, 宮崎	2015年 2021年
バリデーション	200	200	400		
テスト	200	200	400		

※224画素×224画素に分割後の画像。

表 7-6 「変化あり」「変化なし」全てのデータを使用したデータセットの画像枚数等

	森林	非森林	合計	取得地域	撮影時期
学習	3,531	2,845	6,376	北海道石狩, 岩手, 福井, 宮崎 +全国	2015～2017年 2021～2023年
バリデーション	441	355	796		
テスト	441	357	798		

※224画素×224画素に分割後の画像。

(4) 深層学習モデル再構築

昨年度の検討結果を踏まえ、画像分類用の深層学習手法は推論精度が高いResNet50を使用した。大規模データセットを用いた事前学習済みモデルを使用し、前項(3)のデータセットを用いたファイン・チューニングと呼ばれる方法により、学習モデルを構築した。なお、今回使用したデータセットは、表7-5、表7-6に示すとおり、各クラスのサンプル数の偏りがないため、一般的なCross Entropy Loss関数を使用し、データ不均衡に対応したFocal Loss関数の使用や、Loss算出時のクラス別の重み付けなどは行わなかった。構築した深層学習モデルの評価は、第1回検討会の意見を踏まえ、Recall（再現率）、Precision（適合率）、F値を用いた。各種評価指標の意味は図7-5に示すとおりである。

Recall (再現率)

正解データ中で、当該クラスを正しく検出できた割合(再現率が高ければ検出漏れが少ない、誤検出を評価できない)

$$Recall(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A|}$$

Precision (適合率)

推論結果中で、当該クラスを正しく検出できた割合(適合率が高ければ誤検出が少ない、検出漏れを評価できない)

$$Precision(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|B|}$$

F値 (=F1スコア, Dice係数)

検出漏れと誤検出を同時に評価できる指標(再現率と適合率の調和平均とされる)

$$F_measure(A, B) = \frac{2|A \cap B|}{|A| + |B|} = \frac{\text{集合A} \cap \text{集合B の要素数}}{\text{集合A の要素数} + \text{集合B の要素数}}$$

A : 正解
B : 推論結果

図 7-5 深層学習モデルの評価指標

(5) 深層学習モデルの性能評価

ツールの試作に先立ち、前項(3)のテストデータを用いて森林、非森林の判別を行い、構築した深層学習モデルの性能を評価した。

図7-6に評価指標を用いたクラス別の評価結果を示す。森林、非森林クラスのいずれも、全ての評価指標が0.9以上の高い精度であった。また、全般的な傾向として、「変化あり」「変化なし」全てのデータを使用した学習モデルよりも、「変化なし」のみのデータを使用した学習モデルの方が0.04~0.07程度高い精度であった。このことから、前者のデータセットには、正確性において、あいまいさや揺らぎが含まれる可能性があることが示された。



図 7-6 テスト用の画像を使用した深層学習モデルの評価結果

次に、深層学習による判別結果の妥当性を確認するため、Grad-CAMを用いて画像のどの部分がモデルの予測に影響したかを可視化した。予測への影響を示すため、低い方から高い方にかけて、青、シアン、緑、黄、橙、赤に変化するカラーマップを用いた。図7-7、図7-8にそれぞれ、「変化なし」のみのデータを使用した学習モデルと「変化あり」「変化なし」全てのデータを使用した学習モデルの結果を示す。

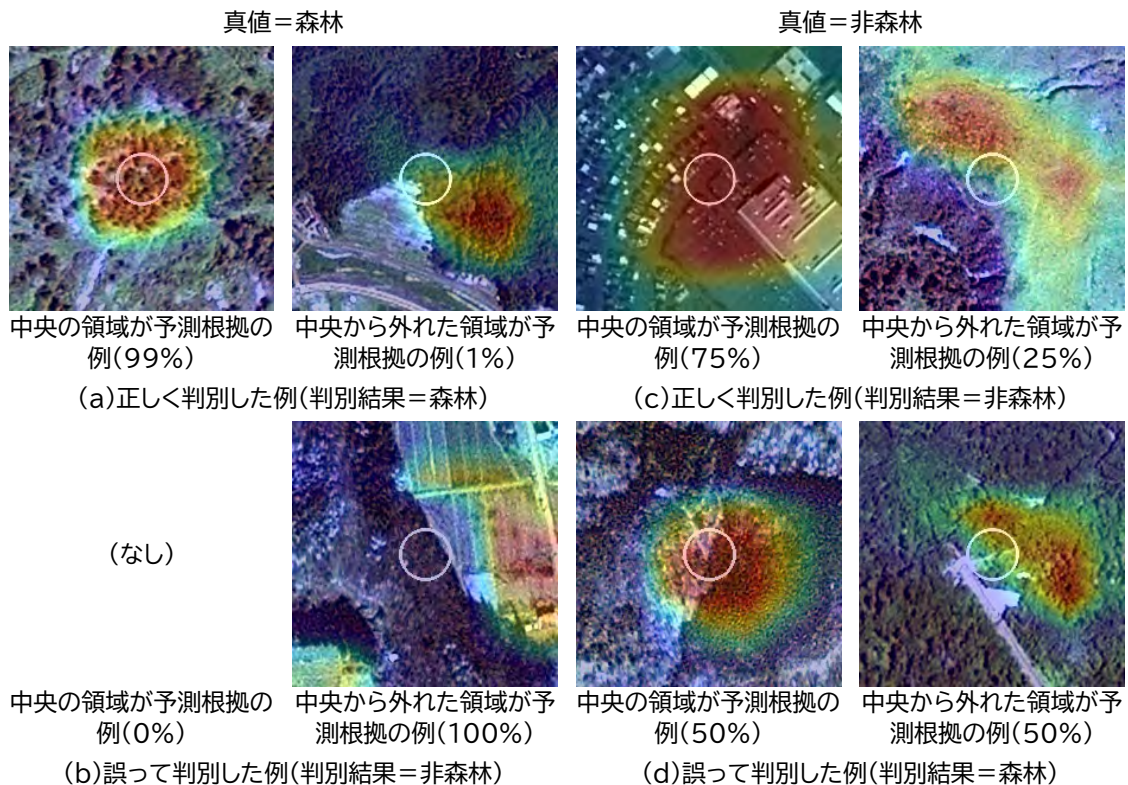


図 7-7 Grad-CAM を用いた予測根拠の可視化
(「変化なし」のみのデータを使用した学習モデル)

「変化なし」のみのデータを使用した学習モデルでは、森林を正しく判別できた場合の99%が画像の中央の領域、森林を誤って判別した場合の100%が中央から外れた領域が予測根拠となっていた。一方、非森林を正しく判別できた場合の中央の領域が予測根拠になった割合は75%にとどまり、非森林を誤って判別した場合については、50%と比較的高い割合で中央の領域が予測根拠となっていた。このことから、非森林の場合は、画像の中央が予測根拠になった場合でも、必ずしも正しい判別結果が得られるわけではないと言える。

なお、これらの割合について、正しく判別したサンプル数は、森林が198、非森林が194と数が大きいため一般的な傾向と言えるが、誤って判別したサンプル数は、森林を非森林に誤判別した数が2、非森林を森林に誤判別した数が6と非常に少ないため、一般的な傾向を示しているとは言えない点に留意する必要がある。

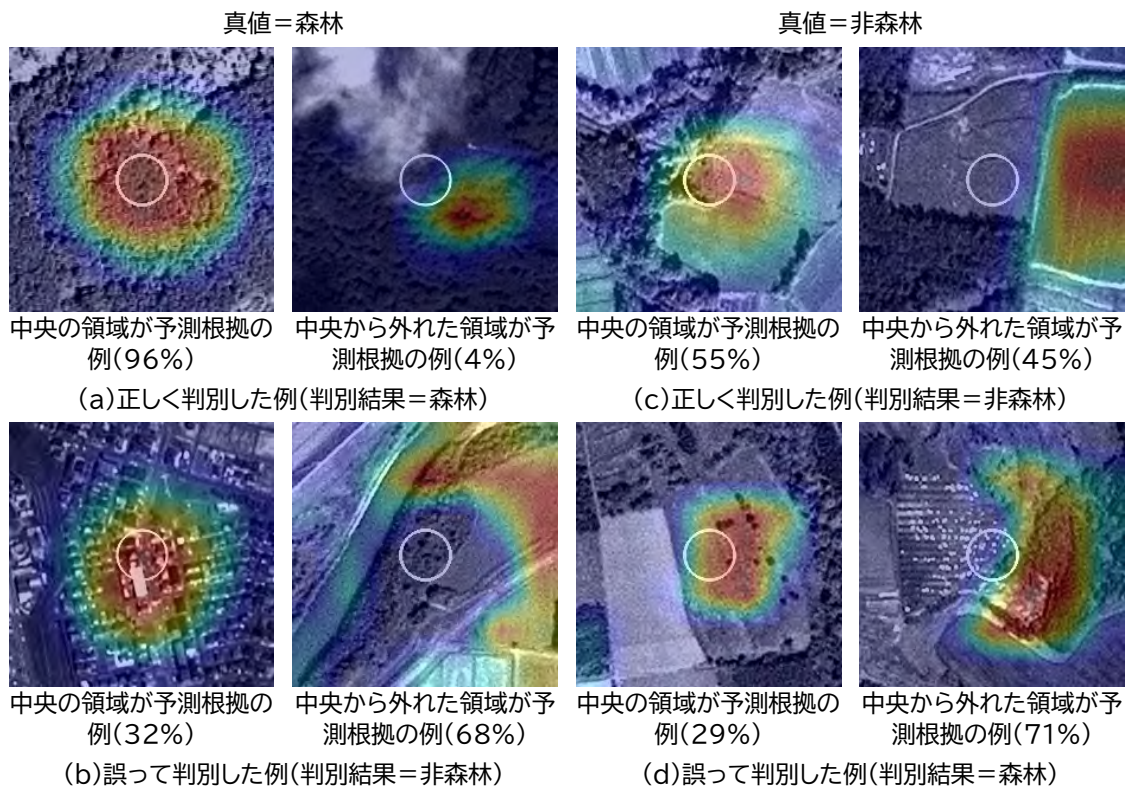


図 7-8 Grad-CAM を用いた予測根拠の可視化
 (「変化あり」「変化なし」全てのデータを使用した学習モデル)

「変化あり」「変化なし」全てのデータを使用した学習モデルでは、森林を正しく判別できた場合の96%が画像の中央の領域、森林を誤って判別した場合の68%が中央から外れた領域が予測根拠となっていた。前述の「変化なし」のみのデータを使用した学習モデルと比較して、画像の中央が予測根拠になった場合に正解する割合が低下しているものの、傾向は一致していると言える。一方、非森林を誤って判別した場合については、71%が中央から外れた領域が予測根拠となっており、これまでと傾向が一致するが、非森林を正しく判別できた場合の中央の領域が予測根拠になった割合は55%と著しく低下した。このため、非森林の場合は、画像の中央が予測根拠になった場合でも、必ずしも正しい判別結果が得られるわけではないと言える。

なお、これらの割合について、正しく判別したサンプル数は森林が228、非森林が53であり、誤って判別したサンプル数は、森林を非森林に誤判別した数が19、非森林を森林に誤判別した数が7であった。

以上の結果より、「変化なし」のみのデータを使用した学習モデルと、「変化あり」「変化なし」全てのデータを使用した学習モデルのいずれについても、森林の判読地点では、画像の中央が予測根拠になった場合に正しい判別結果が得られる可能性が高いが、非森林の判読地点では必ずしも正しい判別結果が得られるわけではないことがわかった。また、「変化なし」のみのデータを使用した学習モデルと、「変化あり」「変化なし」全てのデータを使用した学習モデルでは、前者の方が判別結果と予測根拠が一致する割合が高く、信頼性が高いことがわかった。

(6) 試作版再作成

図7-9に前項(4)に示した深層学習モデルを用いて変化あり、変化なしを判別するツールのデータフロー図を示す。前項(1)と同様に、本ツールは、判読点データと期首、期末それぞれのトゥルーカラー画像とフォールスカラー画像を入力し、変化あり、変化なしの判別結果を出力するツールである。以下に、入出力データの種類と中間処理の内容について、前項(1)からの変更点を中心に述べる。

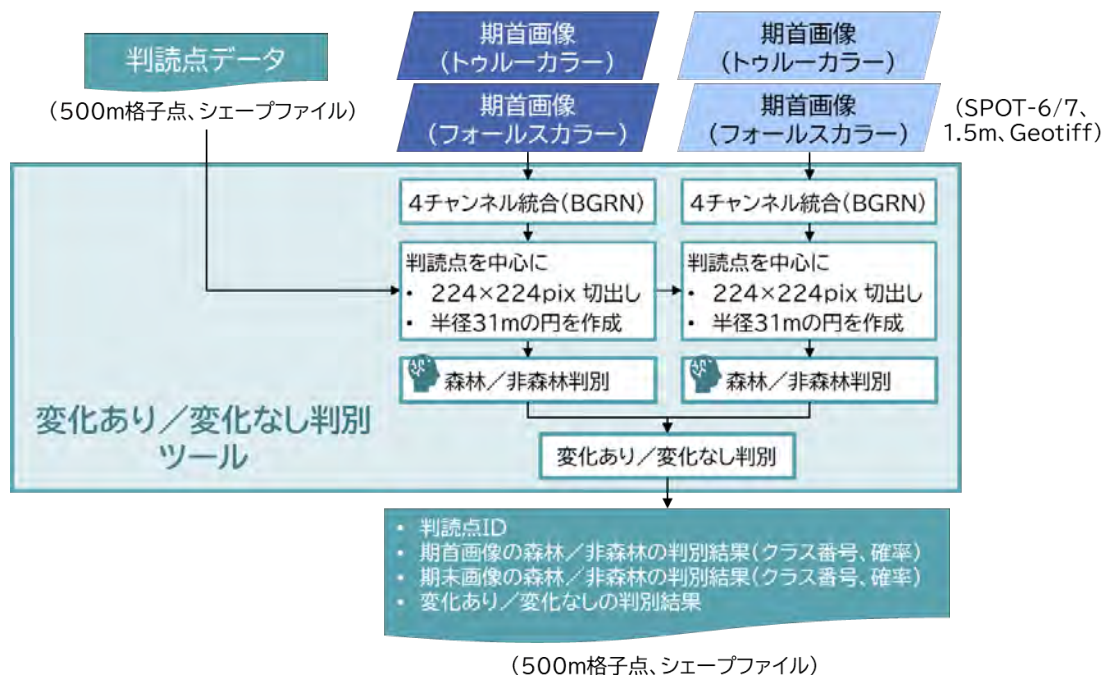


図 7-9 変化あり／変化なしを判別するツールのデータフロー図（再作成）

① 入力データの種類

- 判読点データ

前項(1)に記載したとおり。

- 期首画像（トゥルーカラー、フォールスカラー）

前項(1)に記載したとおり。

- 期末画像（トゥルーカラー、フォールスカラー）

前項(1)に記載したとおり。

② 中間処理の内容

入力データの期首・期末画像をそれぞれ、深層学習モデルに入力して推論結果を得る点が前項(1)と異なる。前項(1)の処理では、2時期の画像の青、緑、赤、近赤外のバンドを期首、期末の順に統合して8チャンネルの画像を作成したが、今回の処理では、1時期毎に青、緑、赤、近赤外のバンドの順に統合して、それぞれ、4チャンネルの画像を作成する。また、用いる深層学習モデルは、前項(1)の処理では、変化あり、変化なしの2クラスに分

類するモデルであったが、今回の処理では、森林、非森林の2クラスに分類するモデルを用いる。そのため、変化あり、変化なしの判別は、深層学習を用いた判別結果を基に、期首と期末の分類クラスが異なる場合を変化あり、同じ場合を変化なしと判別して出力を行う。

③ 出力データの種類

- 判別結果

出力する判別結果のシェープファイル（ポイントデータ）は、前項(1)では、属性として、判読点データに含まれていた判読点IDの他、判別結果（クラス番号）と「変化あり」クラスの確率の値を持つが、今回の判別結果は、判読点ID、期首、期末画像それぞれの森林、非森林の判別結果（クラス番号、確率）、変化あり、変化なしの判別結果（クラス番号）を持つ。

(7) 再評価・課題再整理

前項(2)と同様に、佐賀県と岩手県を対象に、期首が2019年、期末が2021年の画像を使用して変化あり、変化なしの判別を行った。表7-7、表7-8にそれぞれ、佐賀県と岩手県におけるツールを使用した変化あり、変化なしの判別結果のエラーマトリクスを示す。ここでは、「変化なし」のみのデータを使用した学習モデルと、「変化あり」「変化なし」全てのデータを使用した学習モデルの2種類について実施した。

佐賀県では、前述(1)項のツール（表7-1）と比較し、「変化あり」の検出漏れは10地点中0から2～3地点（20%～30%）へと増加したものの、「変化なし」の検出漏れは9,770地点中8,318地点から1,143地点や、846地点など、大幅に減少した。「変化あり」の誤検出の割合は、「変化なし」のみのデータを使用した学習モデルでは99.3%（1,151地点中1,143地点）、「変化あり」「変化なし」全てのデータを使用した学習モデルでは99.2%（853地点中846地点）と依然として高いものの、全地点中で「変化あり」と判別した地点は、9,780地点中8,328地点（85%）から1,151地点（12%）や、853地点（9%）に大幅に減少したため、作業効率の観点で改善したと言える（表7-7）。

表 7-7 佐賀県におけるツールを使用した変化あり／変化なしの判別結果
(エラーマトリクス)

単位:判読地点数		「変化なし」のみのデータを使用した学習モデル			「変化あり」「変化なし」全てのデータを使用した学習モデル		
		Truth		合計	Truth		合計
		変化なし	変化あり		変化なし	変化あり	
Test	変化なし	8,627	2	8,629	8,924	3	8,927
	変化あり	1,143	8	1,151	846	7	853
合計		9,770	10	9,780	9,770	10	9,780

岩手県では、「変化なし」のみのデータを使用した学習モデルと、「変化あり」「変化なし」全てのデータを使用した学習モデルとで傾向が異なっており、「変化あり」の検出漏れについて、前者のモデルは282地点中59地点であったのに対して、後者のモデルは282地点中204地点と、検出漏れの割合の方が高かった。また、正しく判別する割合が高い前

者のモデルを前述(1)項のツール（表7-2）と比較した場合、「変化あり」の検出漏れは282地点中5地点（2%）から59地点（21%）へと大幅に増加した。一方、「変化なし」の検出漏れについては、59,725地点中46,540地点から7,136地点や、5,456地点など、大幅に減少した。佐賀県の場合と同様に、「変化あり」の誤検出の割合は、「変化なし」のみのデータを使用した学習モデルでは97.0%（7,359地点中7,136地点）、「変化あり」「変化なし」全てのデータを使用した学習モデルでは98.6%（5,534地点中5,456地点）と依然として高いものの、全地点中で「変化あり」と判別した地点は、60,007地点中46,817地点（78%）から、7,359地点（12%）や5,534地点（9%）に大幅に減少したため、作業効率の観点で改善したと言える（表7-8）。

表 7-8 岩手県におけるツールを使用した変化あり／変化なしの判別結果
(エラーマトリクス)

単位:判読地点数		「変化なし」のみのデータを使用した学習モデル			「変化あり」「変化なし」全てのデータを使用した学習モデル		
		Truth		合計	Truth		合計
		変化なし	変化あり		変化なし	変化あり	
Test	変化なし	52,589	59	52,648	54,269	204	54,473
	変化あり	7,136	223	7,359	5,456	78	5,534
合計		59,725	282	60,007	59,725	282	60,007

表7-9に、前述(1)項の変化あり、変化なしを判別する学習モデルを使用した試作ツール（表中では「変化あり／変化なし判別」と記載）と、森林、非森林を判別する学習モデルを使用した試作ツールの評価指標（Recall, Precision, F値）を用いた精度評価結果を示す。後者の試作ツールは、「変化なし」のみのデータを使用した学習モデル（表中では「森林／非森林判別、変化なしデータのみ」と記載）と、「変化あり」「変化なし」全てのデータを使用した学習モデルの学習モデル（表中では「森林／非森林判別、変化あり・なしデータ」と記載）の2種類を示した。

前項(2)で言及したとおり、「変化あり／変化なし判別」の試作ツールは「変化あり」のRecallが極めて高い（「変化あり」の検出漏れが少ない）ものの、「変化なし」のRecallが低い（「変化なし」の検出漏れが多い）上に、「変化あり」のPrecisionが極めて低い（「変化あり」の誤検出が多い）ため、作業効率の観点で課題があった。これに対して、「森林／非森林判別、変化なしデータのみ」の試作ツールと「森林／非森林判別、変化あり・なしデータ」の試作ツールは、いずれも「変化あり」のPrecisionは依然として低いものの、「変化なし」のRecallが0.9前後まで劇的に改善した。一方で、いずれの試作ツールも「変化あり」のRecallが低下した。「森林／非森林判別、変化なしデータのみ」の試作ツールは、佐賀県と岩手県のRecallがいずれも0.8程度と安定しているが、「森林／非森林判別、変化あり・なしデータ」の試作ツールについては、佐賀県が0.700、岩手県が0.277と地域によって大きな差異が生じた。

表 7-9 佐賀県と岩手県におけるツールを使用した変化あり／変化なしの
判別結果（精度評価）

試作ツール	地域	変化なし			変化あり		
		Recall	Precision	F 値	Recall	Precision	F 値
変化あり／変化なし判別	佐賀県	0.149	1.000	0.129	1.000	0.001	0.001
	岩手県	0.221	1.000	0.181	0.982	0.006	0.006
森林／非森林判別, 変化なしデータのみ	佐賀県	0.883	1.000	0.938	0.800	0.007	0.014
	岩手県	0.881	0.999	0.936	0.791	0.030	0.058
森林／非森林判別, 変化あり・なしデータ	佐賀県	0.913	1.000	0.955	0.700	0.008	0.016
	岩手県	0.909	0.996	0.950	0.277	0.014	0.027

以上の結果より、今後、20%程度生じる「変化あり」の検出漏れを改善する必要があるものの、「変化なし」の検出漏れが少ない「森林／非森林判別, 変化なしデータのみ」の試作ツールが有望と言える。

(8) 試作版の定性評価

前項(7)で最も有望と判断された「森林／非森林判別, 変化なしデータのみ」の試作ツールの定性評価を行った。「変化あり」を「変化なし」に誤判別した地点について、表7-10にその内訳、図7-10に「森林施業」、「森林への自然遷移」、「D」の画像の例を示す。(b)「森林への自然遷移」については判断が難しいものの、その他の例はいずれも画像上で明らかな変化を確認できる。そのため、このような画像を誤判別した原因について、今後、調査と改善の検討が必要である。

表 7-10 「変化あり」を「変化なし」に誤判別した地点の内訳
（「変化なし」のみのデータを使用した学習モデル）

判読結果	佐賀	岩手
AR	0	0
D	0	9
森林施業	2	43
森林への自然遷移	0	4
森林被覆損失	0	3

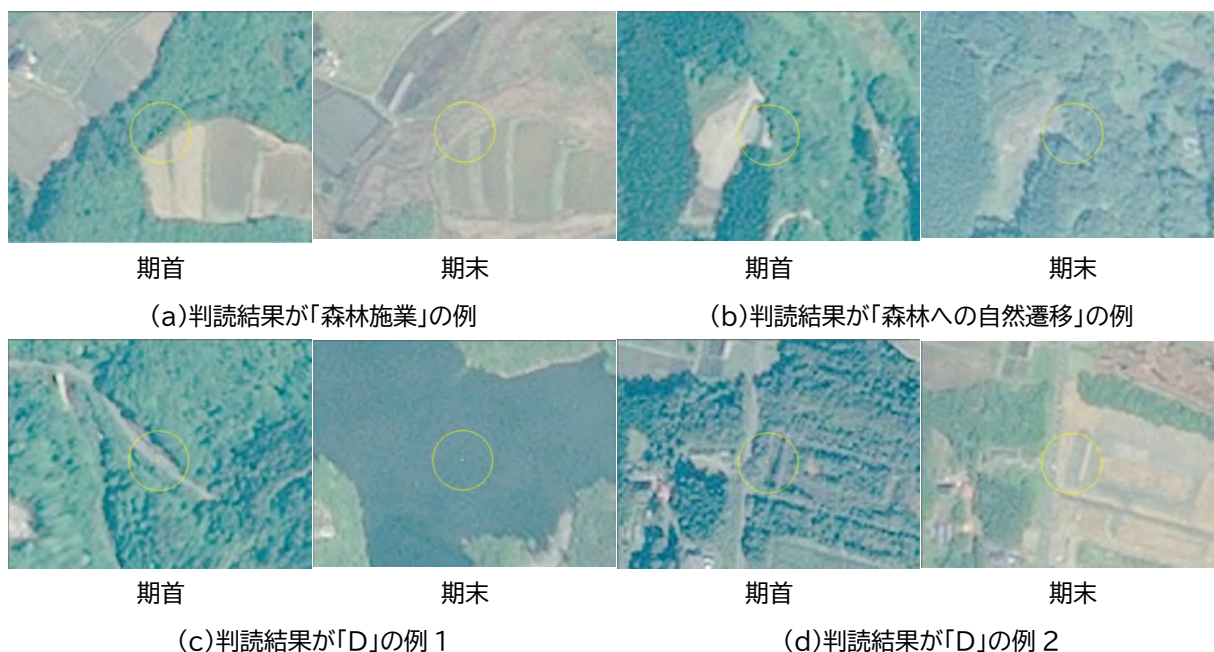


図 7-10 「変化あり」を「変化なし」に誤判別した地点
 (「変化なし」のみのデータを使用した学習モデル)

図7-11に、「変化なし」を「変化あり」に誤判別した地点の例を示す。(a)は期末画像のコントラストが低い例であり、その他の(b)～(d)は期首と期末の画像の季節が異なる例である。(b)は中央の円内に落葉樹林が含まれるため、期末画像では季節変化によって落葉し、テクスチャから樹木の枝の様子が認められるものの、一見、裸地化したように見える。(c)は期末画像のコントラストが低いため判別が難しいが(b)と同様であり、(d)については、中央の円内が樹林と草地で構成されており、期末画像で草地が枯れ、裸地化したように見える。

以上の結果より、現在の学習モデルは、画像のコントラストが低い場合や、落葉期の画像の場合に判別精度が低下すると言え、今後改善の必要がある。

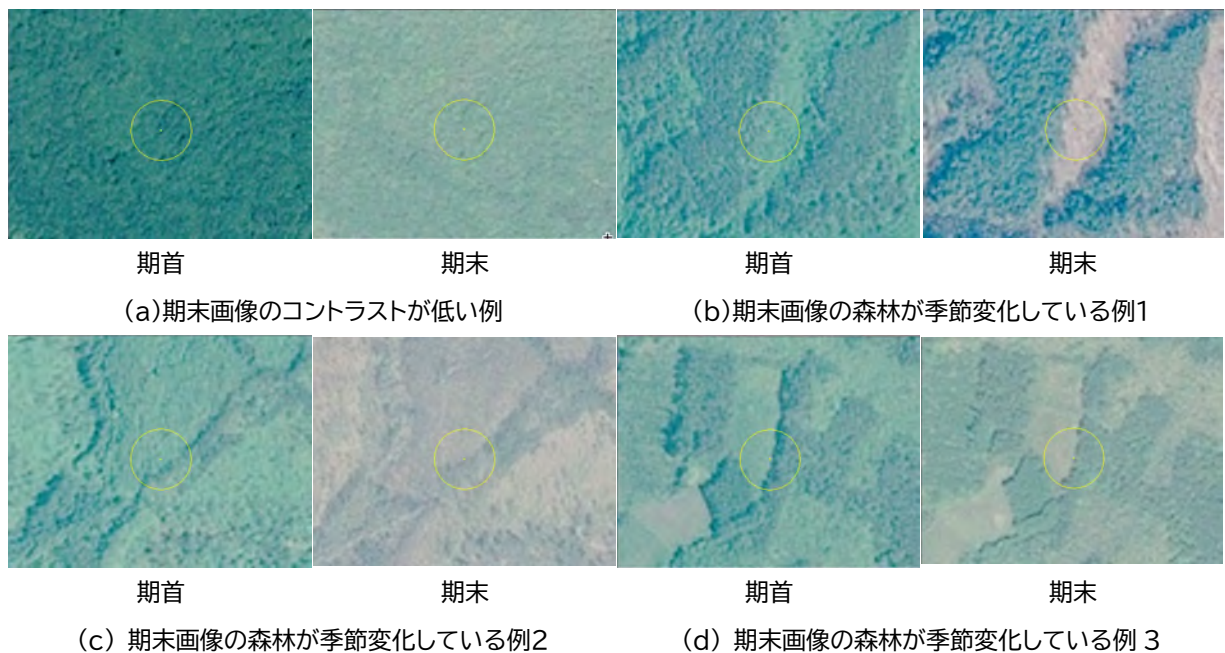


図 7-11 「変化なし」を「変化あり」に誤判別した地点
 (「変化なし」のみのデータを使用した学習モデル)

7.4. まとめと課題

(1) 検討結果のまとめ

今年度は、昨年度構築した変化あり、変化なしの2クラス分類の深層学習モデルを使用してツールを試作し、佐賀県と岩手県で評価を行った。その結果、「変化あり」のRecallが極めて高い（「変化あり」の検出漏れが少ない）ものの、「変化なし」のRecallが低く（「変化なし」の漏れが多い）、「変化あり」のPrecisionが低い（「変化あり」の誤検出が多い）ことから作業効率の観点で課題があることがわかった。そのため、第1回検討会での意見を踏まえて方針を変更し、深層学習モデルは1時期の画像を森林、非森林の2クラスに分類するモデルとし、期首・期末の分類結果を組み合わせる変化あり、変化なしを判別する方針とした。

深層学習モデルは、「変化なし」のデータのみを使用した学習モデルと「変化あり」「変化なし」全てのデータを使用した学習モデルの2種類を構築した。テストデータを用いて精度評価を行った結果、「変化あり」「変化なし」全てのデータを使用した学習モデルよりも、「変化なし」のみのデータを使用した学習モデルの方が、全ての指標で0.04～0.07程度高い精度であり、前者のデータセットには、正確性において、あいまいさや揺らぎが含まれる可能性があることが示された。なお、森林、非森林クラスのいずれも、全ての評価指標が0.9以上の高い精度であった。また、Grad-CAMを用いて深層学習による判別結果の妥当性を確認した。その結果、森林の判読地点では、画像の中央が予測根拠になった場合に正しい判別結果が得られる可能性が高いが、非森林の判読地点では必ずしも正しい判別結果が得られるわけではないことがわかった。また、「変化なし」のみのデータを使用した学習モデルと、「変化あり」「変化なし」全てのデータを使用した学習モデルでは、前者の方が判別結果と予測根拠が一致する割合が高く、信頼性が高いことがわかった。

前述の2種類の学習モデルについてツールを試作し、佐賀県と岩手県で評価を行った結果、いずれのツールも「変化あり」のPrecisionが依然として低いものの、「変化なし」のRecallが0.9前後まで劇的に改善したため、作業効率の観点で改善した。一方で、「変化あり」のRecallが低下した。「変化なし」のみのデータを使用した学習モデルのツールは、佐賀県と岩手県のRecallがいずれも0.8程度と安定しているが、「変化あり」「変化なし」全てのデータを使用した学習モデルツールは、佐賀県が0.700、岩手県が0.277と地域によって大きな差異が生じた。そのため、今後、20%程度生じる「変化あり」の検出漏れを改善する必要があるものの、「変化なし」の検出漏れが少ない「変化なし」のみのデータを使用した学習モデルのツールが有望であることがわかった。

(2) 今後の課題

「変化なし」のみのデータを使用した学習モデルのツールについて定性評価を行った結果、「森林への自然遷移」のような判断が難しい場合もあるものの、画像上で明らかな変化を確認できる画像を誤判別したケースがあり、今後、原因の調査と改善の検討が必要である。また、画像のコントラストが低い場合や、落葉期の画像の場合に判別精度が低下する傾向があるため、これについても、今後改善の必要がある。これらの課題への対策として、以下が考えられる。

- 学習データの見直し

ARD判読の規定上、「森林施業による伐採地」の土地利用は森林であるものの、期首、期末の変化判定は「変化あり（森林施業）」の扱いとなる。一方、今回構築した森林、非森林を判別する学習モデルの学習データには「森林施業による伐採地」が森林として含まれるため、「森林施業による伐採地」は「変化なし」に判別され、矛盾する。今後は、画像の土地被覆の状況と一致するように学習データを見直す必要がある。

- 学習データの増強

「変化なし」のみのデータを使用した学習モデルに使用した学習とバリデーションの画像枚数は合計3600枚であったが、佐賀県と岩手県の地域による精度の揺らぎがなく、安定した精度が得られていた。このため、データ数は十分である可能性がある。一方で、定性評価において、落葉期の画像を誤判別する傾向があることから、今後は、落葉期の画像の増強を検討する必要がある。

- 学習時のデータ拡張

定性評価において、コントラストが低い画像を誤判別する傾向があったことから、学習時のデータ拡張（同一の画像を加工してデータ数を増やす処理）において、色調を変化させる処理を加えることを検討する必要がある。

- Transformerモデルの使用

Grad-CAMを用いた予測根拠の可視化の結果、非森林の判読地点では必ずしも正しい判別結果が得られるわけではないことがわかった。そのため、これまで用いてきたCNN

ベースの深層学習モデルではなく、Transformerベースのモデルを使用することで、画像中央部分を正しく認識できる可能性がある。ただし、CNNベースモデルに比べ、Transformerベースモデルは画像のテクスチャに着目した学習が弱い傾向があるため、落葉期の樹林のテクスチャが重要である場合は精度が落ちる可能性もある点に留意する必要がある。

- セマンティック・セグメンテーション手法の使用

画像一枚についてクラスの判別を行う画像分類手法ではなく、画素毎にクラスの判別を行うセマンティック・セグメンテーション手法を用いることで、判読点を中心とする直径31mの範囲内の分類結果を用いて幾何学的な処理により判別することが可能になる。そのためには、学習用のデータセットを作成し直す必要があるため、作業コストが課題である。

8. 次期衛星画像の検討

8.1. 検討の概要

本事業では 2015 年以降，SPOT6・7（表 8-1）が撮影した画像を利用している。人工衛星には設計寿命という期間があらかじめ設定されており，この間は機能・性能ともに問題なく運用できるように設計されている。設計寿命を迎えた衛星はミッションの達成状況などから運用継続の可否が判断されるが，設計寿命を超過しても運用されている衛星は多い。現在運用中の SPOT6 も設計寿命を超過しており，いつ運用が停止されてもおかしくない状況であることから，次期衛星画像の検討が必要である。そこで，撮影画像の諸元から次期候補となり得る衛星について検討した。

表 8-1 SPOT6・7 の概要

	SPOT 6/7	
運用機関	Airbus DS（フランス）	
解像度 ※本業務では赤枠内の 画像を使用	パンクロ	1.5m
	マルチ （可視域～近赤外）	6m
	パンシャープン	1.5m
運用期間	SPOT6	2012 年 9 月 9 日～運用中
	SPOT7	2014 年 6 月 30 日～2023 年 3 月 17 日
設計耐用年数	10 年	
観測幅	60km（直下視）	
回帰日数	26 日	

8.2. 現在運用中・運用予定の衛星

現在，全世界で運用もしくは運用を予定している衛星は表 8-2 の通りである。この中から次期衛星候補の絞り込みを行った。

表 8-2 運用中・予定の衛星一覧

No.	主要機関	衛星名	運用期間	打上	運用状況	バンド	空間分解能 (直下視)	パンシャープ 処理	観測幅 (直下視)	回帰日数 (直下視)	再訪日数	備考
1	アメリカ地質調査所 (USGS) アメリカ航空宇宙局 (NASA)	Landsat-8	2013 年 2 月～運用中	2013 年 2 月 11 日	運用中	パナクロ	15m	15m	185km	16 日	—	
						New Deep Blue～近赤外(8バンド)	30m					
2		Landsat-9	2021 年 9 月～運用中	2021 年 9 月 27 日	運用中	パナクロ	15m	15m	185km	16 日	—	
						エアロゾル～短波長赤外(8バンド)	30m					
3	欧州宇宙機関(ESA)	Sentinel-2A, 2B, 2C	<2A> 2015 年 6 月～運用中	<2A>2015 年 6 月 23 日 <2B>2016 年 7 月 <2C>2024 年 9 月 5 日	運用中	可視～近赤外(4バンド)	10m	-	290km	10 日	5 日	・3 機体制での運用は公表されていないものの、ある時期までは 3 機体制になるかもしれない
						近赤外～短波長(5バンド)	20m					
4		GeoEye-1	2008 年 9 月～運用中	2008 年 9 月 6 日	運用中	パナクロ	0.41m	0.5m	15.2km	11 日	3 日	価格:9,000 円/km2 価格:9,000 円/km2
						可視～近赤外(4バンド)	1.64m					
5	Maxer Technologies	WorldView-2	2009 年 10 月～運用中	2009 年 10 月 8 日	運用中	パナクロ	0.46m	0.5m	16.4km	非公開	1.1 日	価格:5,600 円/km2 価格:8,600 円/km2
						Coastal～近赤外(8バンド)	1.85m					
6		WorldView-3	2014 年 8 月～運用中	2014 年 8 月 13 日	運用中	パナクロ	0.31m	0.3m	13.1km	非公開	<1 日	
						Coastal～近赤外(8バンド)	1.24m					
7		WorldView Legion	2024 年 5 月～運用中	2024 年 5 月 2 日	運用中	パナクロ	0.34m	0.34m	10km	15 日	—	
						Coastal～近赤外(8バンド)	1.36m					
8	Planet Labs	PlanetScope DOVE-C(PS2) DOVE-R(PS2,SD) SuperDove (PSB,SD)	2016 年 6 月～運用中	2016 年 6 月 12 日～	運用中	可視～近赤外(4バンド)	3.7m	3.7m	24 km x 8 km (概算)	1 日 (nadir)		
						可視～近赤外(4バンド)			24 km x 16 km (概算)			
						Coastal～近赤外(8バンド)			32.5 km x 19.6 km (概算)			
9		SPOT-6	2012 年 9 月～運用中	2012 年 9 月 9 日	運用中	パナクロ	1.5m	1.5m	60km	26 日	1-5 日	
						可視～近赤外(4バンド)	8m					
10		SPOT-7	2014 年 6 月～2023 年 3 月	2014 年 6 月 30 日	運用停止	パナクロ	1.5m	1.5m	60km	26 日	1-5 日	
						可視～近赤外(4バンド)	8m					
11	Airbus DS	Pleiades-1A Pleiades-1B	<Pleiades-1A> 2011 年 12 月～運用中 <Pleiades-1B> 2011 年 12 月～運用中	<Pleiades-1A> 2011 年 12 月 <Pleiades-1B> 2012 年 12 月	運用中	パナクロ	0.7m	0.5m	20km	26 日	4-5 日	・基本的には S/N 比(シグナルノイズ＝センサの感度)が高い高解像度衛星を用いることで現在より精度向上の可能性が出ると考えられる。 ・Maxer 社の方が S/N 比が更に高い。
						可視～近赤外(4バンド)	2.8m					
12		Pleiades Neo3 Pleiades Neo4	2021 年 4 月～運用中	<Pleiades Neo3> 2021 年 4 月 <Pleiades Neo4> 2021 年 8 月 17 日	運用中	パナクロ	0.3m	0.3m	14km	不明	1 日(オフナディア角 30 度) 0.5 日(オフナディア角 46 度)	
						Deep Blue～近赤外(6バンド)	1.2m					
13	Korea Aerospace Research Institute (KARI)	KOMPSAT-3 KOMPSAT-3A KOMPSAT-7	<KOMPSAT-3> 2012 年 5 月～運用中 <KOMPSAT-3A> 2015 年 12 月～運用中 <KOMPSAT-7> 2024 年予定	<KOMPSAT-3> 2012 年 5 月 17 日 <KOMPSAT-3A> 2015 年 3 月 26 日 <KOMPSAT-7> 2024 年予定	運用中	パナクロ	<KOMPSAT-3> 0.7m <KOMPSAT-3> 0.55m <KOMPSAT-7> 0.3m	不明	<KOMPSAT-3> 16.8km <KOMPSAT-3A> 15km <KOMPSAT-7> 12-15km	28 日	—	・KOMPSAT-3, KOMPSAT-3A の設計寿命はそれぞれ 4 年。
						可視～近赤外(4バンド)	<KOMPSAT-3> 2.8m <KOMPSAT-3> 2.2m <KOMPSAT-7> 0.3m					
14	KAIST	NeonSat-1	2025 年予定	2025 年予定	予定	パナクロ	1m	不明	不明	不明	不明	
						マルチ	4m					
15	Axelspace	GRUS-1	2018 年 12 月～運用中	<GRUS-1A> 2018 年 12 月 27 日 <GRUS-1B/C/D/E> 2021 年 3 月 22 日	運用中	パナクロ	2.5m	2.5m	57km 以上	12.7 日	不明	・ベンチャー衛星は現時点では選けた方が無難との有識者の意見あり。Axelspace 社の衛星はパンシャープ処理で 1.5m 解像度で SPOT(2.5m)とほぼ同等な上、安価だが、センサー間のズレなど位置補正関連の問題があり、解析の自動化ができない状況である。
						マルチ	5.0m					
16	キャノン電子	CE-SAT-1 CE-SAT-1B CE-SAT-1E	2017 年 6 月～運用中	<CE-SAT-1> 2017 年 6 月 23 日 <CE-SAT-1B> 2020 年 10 月 29 日 <CE-SAT-1E> 2024 年 2 月 17 日	運用中	可視(RGBA4 バンド)	<CE-SAT-1> 0.84m <CE-SAT-1B> 2.3m <CE-SAT-1E> 不明	-	<CE-SAT-1> 4.8 km x 3.2 km <CE-SAT-1B> 5.6 km x 3.7 km <CE-SAT-1E> 不明	不明	<CE-SAT-1> <CE-SAT-1B> 約 5 日	・後継機の公式の仕様はまだなく、どの程度位置があっているのか不明。

8.3. 次期衛星画像の候補

はじめに、無料で画像を公開している Landsat8/9, Sentinel2A/2B/2C/2D について検討した。それぞれの衛星の諸元を表 8-3 に、それぞれの衛星の画像イメージを図 8-1 に示す。なお、画像中央の点は判読地点の格子点を、黄色の円は格子点を中心とした半径 31m の円を表している。

無料で公開されている衛星画像では解像度が低く判読が不可能であるため、次期衛星画像の候補からは外すこととした。

表 8-3 無料で画像を公開している衛星一覧

	Landsat 8/9	Sentinel 2A/2B/2C/2D
主要機関	アメリカ地質調査所(USGS) アメリカ航空宇宙局 (NASA)	欧州宇宙機関 (ESA)
解像度	15m(パンシャープン)	10m
回帰日数	16 日	10 日

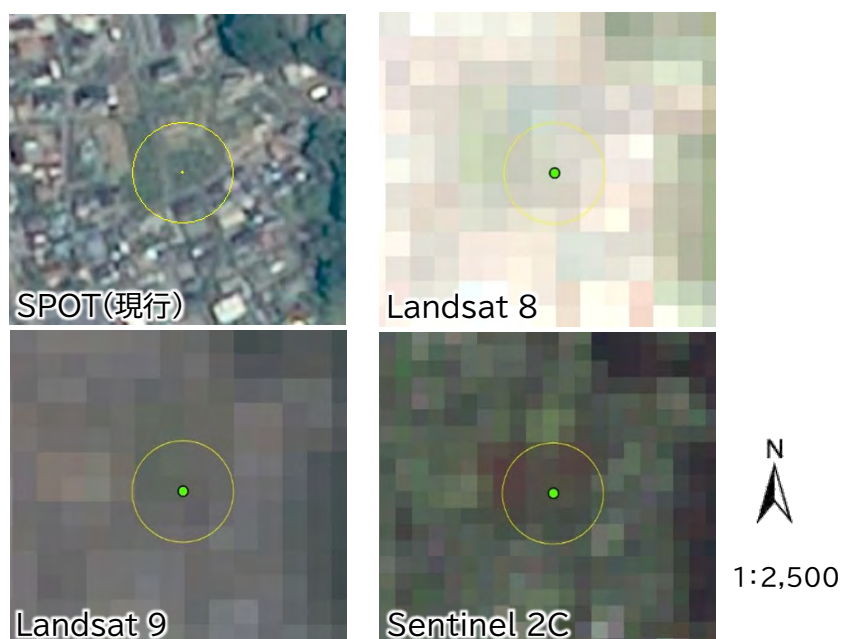


図 8-1 現行の衛星画像と無料の衛星画像の比較 (左上) SPOT, (右上) Landsat8, (左下) Landsat9, (右下) Sentinel2C

次に、有料の衛星画像の中から次期衛星画像の候補を検討した。検討に当たっては、「今後の運用期間がある程度長いこと」、「解像度が SPOT と同程度かより高精度であること」、「同一年度で日本全国を撮影可能であること」を衛星画像に求める要件として設定した。この要件を満たす衛星の諸元とそれぞれの衛星画像のメリット・デメリットを表 8-4 に示す。

次期衛星画像に求める要件を満たす衛星は PleiadesNeo3/4 か WorldView Legion であり、価格面で比較して安価な PleiadesNeo3/4 を候補とすることとした。

表 8-4 次期衛星画像の要件を満たす衛星一覧

衛星名	解像度	観測幅	回帰日数等	メリット	デメリット	価格
PleiadesNeo3 PleiadesNeo4	0.3m	14km	撮影頻度 1～2 回／ 1 日	撮影頻度が高く、条件のよい画像を取得できる可能性が高い。	高価、データ容量の増加	比較的高価
WorldView Legion	0.34m	10km	撮影頻度 15 回/日 (最大)	撮影頻度が高く、条件のよい画像を取得できる可能性が高い。	高価、データ容量の増加	高価
KOMPSAT-7	0.3m	12- 15km	28 日	他の高解像度衛星に比べて安くなる見込み（非公式情報）	撮影頻度が比較的低く、晴天の画像を取得できない可能性がある。	比較的低価
GRUS-1	2.5m	57km 以上	12.7 日	安価	センサー間のズレにより、位置補選関連の問題がある。	安価

最後に、PleiadesNeo3/4 の利用可能性について検討した。候補とした PleiadesNeo3/4 の前世代衛星である Pleiades と現行の SPOT の画像を図 8-2 に示す。これらの画像は同じ地点におけるそれぞれの衛星画像であり、Pleiades では広葉樹林の樹冠まで比較的是っきりと確認できる。そのため、図 8-3 で示すような判断に迷う箇所も正確に判読できる可能性がある、なお、最新の Pleiades Neo 画像はさらに解像度が高い。



図 8-2 現行の衛星画像（左）と Pleiades（右）の画像の比較

出典：林野庁「令和 5 年度流域山地災害等対策調査（保安林適正管理手法調査）委託業務報告書」（令和 6 年 3 月）

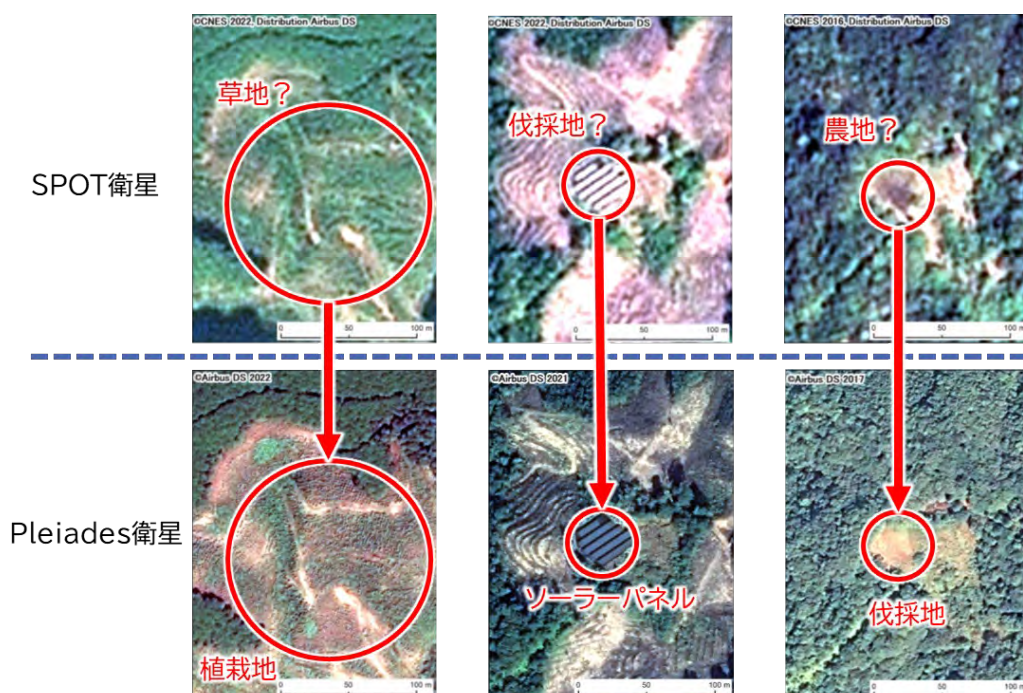


図 8-3 判読が難しい箇所における SPOT 画像と Pleiades 画像の比較

出典：林野庁「令和 5 年度流域山地災害等対策調査（保安林適正管理手法調査）委託業務報告書」（令和 6 年 3 月）

8.4. 今後の課題

今後の課題としては、画像の高価格化やデータ容量の増加が挙げられる。また、衛星のセンサーの違いに起因する画像の色味の違いや、高解像度化に伴う判読精度向上が判読結果のトレンドへ、どの程度影響を与えるのか注意する必要がある。大きな影響がある場合は、色調をそろえるための調整や解像度を現行画像のものまで落とす作業が必要であると考えられる。

9. 専門家への意見聴取

本事業は国際機関に報告する情報の収集・分析を行うためのものである。パリ協定にもとづく報告においても、情報の品質確保がなされなければならない。そこで、本事業について造詣の深い学識者に委員として参画頂き、森林吸収源インベントリ情報整備事業に関する検討委員会を開催し、令和 6 年度事業にて実施した現地検証結果の報告及び AI による自動判読手法、次期衛星画像について意見を聴取した。令和 6 年度は AI による自動判読手法の検討を実施していることや、積み上げ方式による判読の初年度にあたることから、2 回の開催とし、森林吸収源インベントリに精通した専門家 3 名、AI による画像判読技術に精通した専門家 1 名より意見を聴取した。

【第 1 回検討会】

開催日時：2024 年 11 月 12 日 10:00～12:00

開催場所：アジア航測株式会社新宿本店（オンライン併用・Webex）

協議内容：1. AI 判読試行状況について
2. 判読手法変更後の判読状況
3. 次期衛星画像について

【第 2 回検討会】

開催日時：2025 年 1 月 29 日 10:00～12:00

開催場所：アジア航測株式会社新宿本店（オンライン併用・Webex）

協議内容：1. AI 判読試行状況について
2. 令和 6 年度判読結果の報告

卷末資料 1

現地調査票

現地検証調査表（山形）

地点ID	17507		調査者	本部・坂井
調査日時	10月22日		地名	米沢市
土地利用状況	現状	非森林	2007年から変化なし	
	2023年（推測）	非森林	2007年から変化なし	
	2021年（推測）	非森林	2007年から変化なし	
	2019年（推測）	非森林	2007年から変化なし	
	2017年（推測）	非森林	2007年から変化なし	
	2015年（推測）	非森林	2007年から変化なし	
	2013年（推測）	非森林	2007年から変化なし	
	2011年（推測）	非森林	2007年から変化なし	
	2009年（推測）	非森林	2007年から変化なし	
	2007年（推測）	非森林	2007年から変化なし	
	2005年（推測）	非森林	D	
	1990年（推測）	森林	森林	
	KP_ARD		土地利用	
			期首	期末
判読結果（'90~'23）	非人為による森林被覆の損失		判読対象外	判読対象外
判読の正誤	D			
判読結果（'21~'23）	非変化（非森林）			
判読の正誤				
SHINSAI	0			
GEKIJIN	0			
誤判読要因	堰堤建設による変化を、河川の氾濫または土砂災害による森林被覆損失と判断したと想定される。			
備考	堰堤施設によるD 現地は樹木が点在し、クズが覆う			

地点ID	17507	地名	米沢市
1990 2005 2007 2009 2011 2013 2015True 2015False 2017True 2017False 2019True 2019False 2021True 2021False 2023True 2023False			
現況写真（遠景）		現況写真（近景）	
			

現地検証調査表（山形）

地点ID	26863		調査者	本部・坂井
調査日時	10月23日		地名	山形市
土地利用状況	現状	森林	2005年から変化なし	
	2023年（推測）	森林	2005年から変化なし	
	2021年（推測）	森林	2005年から変化なし	
	2019年（推測）	森林	2005年から変化なし	
	2017年（推測）	森林	2005年から変化なし	
	2015年（推測）	森林	2005年から変化なし	
	2013年（推測）	森林	2005年から変化なし	
	2011年（推測）	森林	2005年から変化なし	
	2009年（推測）	森林	2005年から変化なし	
	2007年（推測）	森林	2005年から変化なし	
	2005年（推測）	森林	AR	
	1990年（推測）	農地	農地	
	KP_ARD		土地利用	
			期首	期末
判読結果（'90～'23）	AR		草地	判読対象外
判読の正誤	○		× 農地	
判読結果（'21～'23）	非変化（森林）			
判読の正誤	○			
SHINSAI	0			
GEKIJIN	0			
誤判読要因	1990年の航空写真からは農地化草地化の判断が難しく、草地と誤判読したと想定される。			
備考	スギ植林 地点付近の林内に段があり、1990年時点は耕作地であったと思われる。			

地点ID	26863	地名	山形市
1990 2005 2007 2009 2011 2013 2015True 2015False 2017True 2017False 2019True 2019False 2021True 2021False 2023True 2023False			
現況写真（遠景）		現況写真（近景）	
			

現地検証調査表（山形）

地点ID	22776		調査者	本部・坂井
調査日時	10月23日		地名	朝日町
土地利用状況	現状	草地	2023年から変化なし	
	2023年（推測）	草地	果樹の伐採	
	2021年（推測）	農地	1990年から変化なし	
	2019年（推測）	農地	1990年から変化なし	
	2017年（推測）	農地	1990年から変化なし	
	2015年（推測）	農地	1990年から変化なし	
	2013年（推測）	農地	1990年から変化なし	
	2011年（推測）	農地	1990年から変化なし	
	2009年（推測）	農地	1990年から変化なし	
	2007年（推測）	農地	1990年から変化なし	
	2005年（推測）	農地	1990年から変化なし	
	1990年（推測）	農地	農地（果樹園）	
	KP_ARD		土地利用	
			期首	期末
判読結果（'90～'23）	D		判読対象外	農地
判読の正誤	非変化非森林			
判読結果（'21～'23）	D			
判読の正誤				
SHINSAI	0			
GEKIJIN	0			
誤判読要因				
備考	地図記号や周辺の土地利用から元々果樹園であった可能性が高い。現状はタブノキ、クズなどが生育する伐採跡地			

地点ID	22776	地名	朝日町
1990 2005 2007 2009 2011 2013 2015True 2015False 2017True 2017False 2019True 2019False 2021True 2021False 2023True 2023False			
現況写真（遠景）		現況写真（近景）	
			

現地検証調査表（鹿児島）

地点ID	22661		調査者	藤田・坂井
調査日時	12月3日		地名	鹿屋市
土地利用状況	現状	森林	2005年から変化なし	
	2023年（推測）	森林	2005年から変化なし	
	2021年（推測）	森林	2005年から変化なし	
	2019年（推測）	森林	2005年から変化なし	
	2017年（推測）	森林	2005年から変化なし	
	2015年（推測）	森林	2005年から変化なし	
	2013年（推測）	森林	2005年から変化なし	
	2011年（推測）	森林	2005年から変化なし	
	2009年（推測）	森林	2005年から変化なし	
	2007年（推測）	森林	2005年から変化なし	
	2005年（推測）	森林	森林への自然遷移	
	1990年（推測）	草地	草地	
	KP_ARD		土地利用	
			期首	期末
判読結果（'90~'23）	AR		農地	判読対象外
判読の正誤	森林自然遷移		○	
判読結果（'21~'23）	非変化（森林）			
判読の正誤	○			
SHINSAI	0			
GEKIJIN	0			
誤判読要因	自然遷移によるものか植林したものか判断が難しく、植林と判断した。			
備考	竹林			

地点ID	22661	地名	鹿屋市
1990 2005 2007 2009 2011 2013 2015True 2015False 2017True 2017False 2019True 2019False 2021True 2021False 2023True 2023False			
現況写真（遠景）		現況写真（近景）	
			

卷末資料 2

十巡目判読結果集計表

表 1 基準年・期末間の土地利用変化集計結果（1990-2023年）

都道府県名		判読年度	判読点数	有効点数	判読結果 (KP_AR D)							
					非変化・非森林	非変化・森林	AR	D	森林施業	森林への 自然遷移	非人為による 森林被覆の損失	小計
01	北海道	2024	167,637	165,046	44,404	113,225	513	797	3,460	2,507	140	165,046
	石狩	2024	13,828	13,517	5283	7709	55	107	106	246	11	13,517
	空知	2024	26,307	25,630	8820	15849	58	130	448	309	16	25,630
	後志	2024	16,979	16,497	3617	12136	54	77	391	206	16	16,497
	渡島	2024	15,617	15,404	2693	12040	33	70	284	266	18	15,404
	檜山	2024	9,806	9,563	1485	7691	10	17	196	143	21	9,563
	胆振	2024	14,518	14,112	3,734	9,412	63	167	596	133	7	14,112
	上川	2024	39,393	39,247	10,297	27,081	132	172	893	638	34	39,247
	留萌	2024	16,039	15,938	3,348	11,983	52	29	148	371	7	15,938
	宗谷	2024	15,150	15,138	5,127	9,324	56	28	398	195	10	15,138
02	青森	2024	38,531	37,422	11,405	24,230	113	312	1,014	337	11	37,422
03	岩手	2024	61,097	58,961	12,074	43,631	130	401	2,139	563	23	58,961
04	宮城	2024	28,780	28,187	10,992	15,858	75	452	586	210	14	28,187
05	秋田	2024	46,508	44,939	11,745	31,651	59	215	1,051	206	12	44,939
06	山形	2024	37,310	36,774	10,096	25,868	55	147	375	203	30	36,774
15	新潟	2024	46,866	45,321	15,044	29,551	86	253	125	239	23	45,321
16	富山	2024	17,010	16,500	6,141	10,084	18	115	63	57	22	16,500
17	石川	2024	16,805	16,606	4,753	11,389	32	198	81	115	38	16,606
18	福井	2024	16,737	16,727	4,022	12,487	30	105	57	18	8	16,727
20	長野	2024	54,293	52,996	11,726	40,203	91	292	346	308	30	52,996
21	岐阜	2024	42,467	42,315	7,970	33,323	69	356	433	142	22	42,315
40	福岡	2024	19,889	19,813	9,967	8,987	45	276	350	187	1	19,813
41	佐賀	2024	9,738	9,713	4,624	4,593	73	92	57	271	3	9,713
42	長崎	2024	16,233	9,941	3,930	5,366	71	156	53	363	2	9,941
43	熊本	2024	29,618	29,486	9,748	17,970	93	273	964	425	13	29,486
44	大分	2024	25,071	24,718	6,191	16,841	96	256	1,085	238	11	24,718
45	宮崎	2024	30,935	30,823	6,353	21,989	86	310	1,945	132	8	30,823
46	鹿児島	2024	30,798	26,549	8,299	16,719	98	425	715	287	6	26,549
全国		2024	736,323	712,837	199,484	483,965	1,833	5,431	14,899	6,808	417	712,837

表 2 基準年・期末間のARD集計結果・土地利用集計結果（1990-2023年）

都道府県名		判読年度	有効点数	ARD判読結果		AR土地利用						D土地利用					
				AR	D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01	北海道	2024	165,046	513	797	162	246	6	73	26	513	166	129	51	370	81	797
	石狩	2024	13,517	55	107	4	27	0	20	4	55	15	13	3	62	14	107
	空知	2024	25,630	58	130	21	18	1	10	8	58	21	19	20	52	18	130
	後志	2024	16,497	54	77	29	20	0	4	1	54	17	10	2	42	6	77
	渡島	2024	15,404	33	70	9	20	0	4	0	33	15	7	3	39	6	70
	檜山	2024	9,563	10	17	3	7	0	0	0	10	5	4	1	5	2	17
	胆振	2024	14,112	63	167	16	26	2	16	3	63	30	29	7	84	17	167
	上川	2024	39,247	132	172	69	45	1	12	5	132	55	27	11	65	14	172
	留萌	2024	15,938	52	29	5	39	2	6	0	52	7	9	3	8	2	29
	宗谷	2024	15,138	56	28	6	44	0	1	5	56	1	11	1	13	2	28
02	青森	2024	37,422	113	312	90	9	0	12	2	113	53	31	6	199	23	312
03	岩手	2024	58,961	130	401	90	26	0	12	2	130	55	38	15	268	25	401
04	宮城	2024	28,187	75	452	26	30	0	17	2	75	30	10	12	350	50	452
05	秋田	2024	44,939	59	215	45	6	0	8	0	59	5	17	8	169	16	215
06	山形	2024	36,774	55	147	38	7	0	9	1	55	17	13	13	78	26	147
15	新潟	2024	45,321	86	253	53	16	0	15	2	86	24	17	9	178	25	253
16	富山	2024	16,500	18	115	15	0	0	3	0	18	2	7	3	94	9	115
17	石川	2024	16,606	32	198	24	1	0	7	0	32	7	4	0	180	7	198
18	福井	2024	16,727	30	105	21	0	0	8	1	30	1	3	4	90	7	105
20	長野	2024	52,996	91	292	52	16	0	19	4	91	32	9	6	233	12	292
21	岐阜	2024	42,315	69	356	33	0	0	32	4	69	17	10	26	277	26	356
40	福岡	2024	19,813	45	276	26	5	0	9	5	45	9	2	6	223	36	276
41	佐賀	2024	9,713	73	92	64	5	0	3	1	73	11	5	6	61	9	92
42	長崎	2024	9,941	71	156	58	4	0	7	2	71	13	3	0	130	10	156
43	熊本	2024	29,486	93	273	67	21	0	5	0	93	27	21	2	203	20	273
44	大分	2024	24,718	96	256	62	25	0	6	3	96	12	11	4	203	26	256
45	宮崎	2024	30,823	86	310	67	15	0	2	2	86	33	15	9	244	9	310
46	鹿児島	2024	26,549	98	425	87	5	0	5	1	98	83	17	5	301	19	425
全国		2024	712,837	1,833	5,431	1,080	437	6	252	58	1,833	597	362	185	3,851	436	5,431

表 3 期首-期末間のARD集計結果・土地利用集計結果（2021-2023年）

都道府県名		判読年度	有効点数	ARD判読結果		AR土地利用						D土地利用					
				AR	D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01	北海道	2024	165,046	1	22	1	2	0	0	-2	1	2	3	0	7	10	22
	石狩	2024	13,517	1	5	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	4	5
	空知	2024	25,630	-1	4	-1	1	0	0	-1	-1	0	0	0	2	2	4
	後志	2024	16,497	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	渡島	2024	15,404	1	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	2
	檜山	2024	9,563	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	胆振	2024	14,112	-1	6	0	0	0	0	-1	-1	1	1	0	1	3	6
	上川	2024	39,247	0	2	1	-1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
	留萌	2024	15,938	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	宗谷	2024	15,138	1	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2
02	青森	2024	37,422	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	9
03	岩手	2024	58,961	0	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7	0	8
04	宮城	2024	28,187	0	20	0	0	0	0	0	0	0	3	0	9	8	20
05	秋田	2024	44,939	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4
06	山形	2024	36,774	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3
15	新潟	2024	45,321	1	4	0	1	0	0	0	1	0	1	0	3	0	4
16	富山	2024	16,500	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
17	石川	2024	16,606	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
18	福井	2024	16,727	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
20	長野	2024	52,996	0	6	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	0	6
21	岐阜	2024	42,315	-1	7	0	0	0	0	-1	-1	1	0	0	3	3	7
40	福岡	2024	19,813	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
41	佐賀	2024	9,713	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
42	長崎	2024	9,941	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
43	熊本	2024	29,486	0	7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	3	7
44	大分	2024	24,719	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3
45	宮崎	2024	30,823	0	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0	6
46	鹿児島	2024	26,549	0	9	1	0	0	0	-1	0	2	0	0	6	1	9
全国		2024	712,838	1	119	2	3	0	0	-4	1	9	9	1	69	31	119

卷末資料 3

過年度見直し結果集計表

表1 ARD履歴表(2005)

都道府県名		判読年度	有効点数	ARD判読結果		AR土地利用						D土地利用					
				AR	D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01	北海道	2024	165,046	293	421	97	124	2	49	21	293	98	64	23	202	34	421
	石狩	2024	13,517	34	49	1	15	0	13	5	34	3	8	2	32	4	49
	空知	2024	25,630	38	68	14	8	0	8	8	38	16	12	5	31	4	68
	後志	2024	16,497	34	38	19	11	0	4	0	34	6	7	2	20	3	38
	渡島	2024	15,404	22	43	5	14	0	3	0	22	10	2	3	24	4	43
	檜山	2024	9,563	7	13	3	4	0	0	0	7	4	2	1	4	2	13
	胆振	2024	14,112	36	81	9	14	0	9	4	36	19	14	2	41	5	81
	上川	2024	39,247	81	88	40	30	1	8	2	81	32	5	6	36	9	88
	留萌	2024	15,938	20	18	3	13	1	3	0	20	7	4	1	4	2	18
	宗谷	2024	15,138	21	23	3	15	0	1	2	21	1	10	1	10	1	23
02	青森	2024	37,422	76	172	57	8	0	10	1	76	29	20	4	102	17	172
03	岩手	2024	58,961	92	207	67	17	0	8	0	92	44	21	10	119	13	207
04	宮城	2024	28,187	56	231	19	22	0	14	1	56	20	4	10	174	23	231
05	秋田	2024	44,939	50	148	36	7	0	7	0	50	4	8	5	122	9	148
06	山形	2024	36,774	51	104	34	7	0	9	1	51	13	9	11	57	14	104
15	新潟	2024	45,321	71	168	46	12	0	11	2	71	17	11	7	117	16	168
16	富山	2024	16,500	13	83	11	0	0	2	0	13	2	4	3	71	3	83
17	石川	2024	16,606	25	134	19	1	0	5	0	25	5	3	0	119	7	134
18	福井	2024	16,727	23	65	17	0	0	5	1	23	1	0	3	55	6	65
20	長野	2024	52,996	74	164	45	10	0	16	3	74	21	5	3	128	7	164
21	岐阜	2024	42,315	57	235	28	0	0	26	3	57	16	8	5	191	15	235
40	福岡	2024	19,813	46	160	26	5	0	10	5	46	6	2	0	136	16	160
41	佐賀	2024	9,713	56	63	50	4	0	2	0	56	9	3	4	43	4	63
42	長崎	2024	9,941	60	93	49	3	0	7	1	60	11	1	0	77	4	93
43	熊本	2024	29,486	64	159	51	12	0	1	0	64	18	14	1	116	10	159
44	大分	2024	24,719	58	147	37	19	0	2	0	58	6	6	1	123	11	147
45	宮崎	2024	30,823	65	191	50	12	0	3	0	65	21	6	5	154	5	191
46	鹿児島	2024	26,549	86	245	76	4	0	4	2	86	57	10	3	163	12	245
全国		2024	712,838	1,316	3,190	815	267	2	191	41	1,316	398	199	98	2,269	226	3,190

表2 ARD履歴表(2007)

都道府県名		判読年度	有効点数	ARD判読結果		AR土地利用						D土地利用					
				AR	D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01	北海道	2024	165,046	343	494	116	143	3	58	23	343	111	73	28	244	38	494
	石狩	2024	13,517	41	56	2	19	0	15	5	41	4	8	3	37	4	56
	空知	2024	25,630	45	86	17	10	0	10	8	45	18	16	5	42	5	86
	後志	2024	16,497	44	44	26	13	0	4	1	44	7	7	2	24	4	44
	渡島	2024	15,404	26	47	6	17	0	3	0	26	12	2	3	26	4	47
	檜山	2024	9,563	7	14	3	4	0	0	0	7	4	3	1	4	2	14
	胆振	2024	14,112	40	96	10	14	0	12	4	40	22	17	3	48	6	96
	上川	2024	39,247	88	107	45	30	1	9	3	88	36	6	8	47	10	107
	留萌	2024	15,938	27	19	3	18	2	4	0	27	7	4	2	4	2	19
	宗谷	2024	15,138	25	25	4	18	0	1	2	25	1	10	1	12	1	25
02	青森	2024	37,422	84	184	64	8	0	11	1	84	30	21	4	111	18	184
03	岩手	2024	58,961	98	231	70	20	0	8	0	98	50	23	10	133	15	231
04	宮城	2024	28,187	58	240	19	22	0	15	2	58	22	4	10	180	24	240
05	秋田	2024	44,939	53	156	38	7	0	8	0	53	4	11	6	125	10	156
06	山形	2024	36,774	51	113	34	7	0	9	1	51	12	11	11	64	15	113
15	新潟	2024	45,321	74	186	49	12	0	11	2	74	18	12	8	130	18	186
16	富山	2024	16,500	16	89	14	0	0	2	0	16	2	4	3	76	4	89
17	石川	2024	16,606	29	150	21	1	0	7	0	29	7	4	0	132	7	150
18	福井	2024	16,727	26	75	18	0	0	7	1	26	1	2	3	63	6	75
20	長野	2024	52,996	89	188	53	13	0	19	4	89	22	6	3	147	10	188
21	岐阜	2024	42,315	64	255	29	0	0	31	4	64	16	8	12	203	16	255
40	福岡	2024	19,813	46	171	26	5	0	10	5	46	7	2	1	143	18	171
41	佐賀	2024	9,713	60	65	54	4	0	2	0	60	9	3	4	45	4	65
42	長崎	2024	9,941	65	99	52	4	0	8	1	65	11	1	0	83	4	99
43	熊本	2024	29,486	71	169	55	14	0	2	0	71	19	15	1	124	10	169
44	大分	2024	24,719	66	159	44	19	0	2	1	66	6	7	1	132	13	159
45	宮崎	2024	30,823	71	203	54	14	0	3	0	71	22	7	6	163	5	203
46	鹿児島	2024	26,549	90	269	80	4	0	4	2	90	62	13	3	175	16	269
全国		2024	712,838	1,454	3,496	890	297	3	217	47	1,454	431	227	114	2,473	251	3,496

表3 ARD履歴表(2009)

都道府県名		判読年度	有効点数	ARD判読結果		AR土地利用						D土地利用					
				AR	D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01	北海道	2024	165,046	374	528	126	160	3	60	25	374	113	82	29	263	41	528
	石狩	2024	13,517	46	59	3	22	0	16	5	46	4	8	3	40	4	59
	空知	2024	25,630	48	92	18	11	0	10	9	48	18	18	5	44	7	92
	後志	2024	16,497	47	48	28	14	0	4	1	47	9	7	2	26	4	48
	渡島	2024	15,404	27	49	6	18	0	3	0	27	12	2	3	28	4	49
	檜山	2024	9,563	7	14	3	4	0	0	0	7	4	3	1	4	2	14
	胆振	2024	14,112	43	105	11	16	0	12	4	43	22	21	3	52	7	105
	上川	2024	39,247	95	112	49	32	1	9	4	95	36	8	8	50	10	112
	留萌	2024	15,938	32	24	4	21	2	5	0	32	7	5	3	7	2	24
	宗谷	2024	15,138	29	25	4	22	0	1	2	29	1	10	1	12	1	25
02	青森	2024	37,422	107	192	83	9	0	13	2	107	30	23	4	117	18	192
03	岩手	2024	58,961	107	242	73	23	0	10	1	107	51	23	11	141	16	242
04	宮城	2024	28,187	70	263	23	28	0	17	2	70	22	4	10	201	26	263
05	秋田	2024	44,939	57	158	42	7	0	8	0	57	4	12	6	126	10	158
06	山形	2024	36,774	55	116	38	7	0	9	1	55	12	11	12	65	16	116
15	新潟	2024	45,321	83	199	52	14	0	15	2	83	19	13	9	136	22	199
16	富山	2024	16,500	17	95	15	0	0	2	0	17	2	5	3	81	4	95
17	石川	2024	16,606	29	158	22	1	0	6	0	29	7	4	0	140	7	158
18	福井	2024	16,727	26	82	18	0	0	7	1	26	1	2	3	70	6	82
20	長野	2024	52,996	91	201	54	13	0	20	4	91	23	7	5	156	10	201
21	岐阜	2024	42,315	69	279	32	0	0	33	4	69	16	8	26	213	16	279
40	福岡	2024	19,813	47	188	27	5	0	10	5	47	9	2	2	156	19	188
41	佐賀	2024	9,713	67	69	58	5	0	3	1	67	9	3	5	48	4	69
42	長崎	2024	9,941	65	110	52	4	0	8	1	65	12	2	0	91	5	110
43	熊本	2024	29,486	80	181	62	15	0	3	0	80	19	16	2	132	12	181
44	大分	2024	24,719	83	173	56	22	0	4	1	83	6	9	1	142	15	173
45	宮崎	2024	30,823	80	233	61	15	0	3	1	80	24	13	8	183	5	233
46	鹿児島	2024	26,549	96	295	84	5	0	5	2	96	67	16	4	192	16	295
全国		2024	712,838	1,603	3,762	978	333	3	236	53	1,603	446	255	140	2,653	268	3,762

表4 ARD履歴表(2011)

都道府県名		判読年度	有効点数	ARD判読結果		AR土地利用						D土地利用					
				AR	D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01	北海道	2024	165,046	436	559	142	196	5	68	25	436	121	84	33	275	46	559
	石狩	2024	13,517	50	65	4	23	0	18	5	50	7	8	3	43	4	65
	空知	2024	25,630	53	103	19	14	1	10	9	53	19	18	8	46	12	103
	後志	2024	16,497	52	51	30	17	0	4	1	52	10	7	2	28	4	51
	渡島	2024	15,404	29	49	6	20	0	3	0	29	12	2	3	28	4	49
	檜山	2024	9,563	10	14	3	7	0	0	0	10	4	3	1	4	2	14
	胆振	2024	14,112	49	114	12	17	1	15	4	49	25	22	3	57	7	114
	上川	2024	39,247	112	113	59	37	1	11	4	112	36	8	9	50	10	113
	留萌	2024	15,938	45	25	4	33	2	6	0	45	7	6	3	7	2	25
	宗谷	2024	15,138	36	25	5	28	0	1	2	36	1	10	1	12	1	25
02	青森	2024	37,422	113	212	89	9	0	13	2	113	33	24	4	132	19	212
03	岩手	2024	58,961	124	266	86	25	0	11	2	124	54	23	11	160	18	266
04	宮城	2024	28,187	77	285	27	30	0	18	2	77	23	5	12	219	26	285
05	秋田	2024	44,939	59	165	44	7	0	8	0	59	5	13	7	129	11	165
06	山形	2024	36,774	55	119	38	7	0	9	1	55	12	12	13	65	17	119
15	新潟	2024	45,321	87	205	54	15	0	16	2	87	21	13	9	140	22	205
16	富山	2024	16,500	18	100	15	0	0	3	0	18	2	6	3	85	4	100
17	石川	2024	16,606	31	161	24	1	0	6	0	31	7	4	0	143	7	161
18	福井	2024	16,727	29	85	20	0	0	8	1	29	1	2	3	73	6	85
20	長野	2024	52,996	94	214	57	13	0	20	4	94	24	8	5	167	10	214
21	岐阜	2024	42,315	70	294	33	0	0	33	4	70	16	8	26	226	18	294
40	福岡	2024	19,813	46	200	27	5	0	9	5	46	9	2	3	167	19	200
41	佐賀	2024	9,713	70	74	61	5	0	3	1	70	9	4	6	51	4	74
42	長崎	2024	9,941	69	123	54	5	0	8	2	69	12	3	0	101	7	123
43	熊本	2024	29,486	86	197	63	19	0	4	0	86	20	17	2	145	13	197
44	大分	2024	24,719	86	188	57	24	0	4	1	86	11	9	2	149	17	188
45	宮崎	2024	30,823	84	243	64	16	0	3	1	84	25	13	9	191	5	243
46	鹿児島	2024	26,549	97	314	85	5	0	5	2	97	73	16	4	204	17	314
全国		2024	712,838	1,731	4,004	1,040	382	5	249	55	1,731	478	266	152	2,822	286	4,004

表5 ARD履歴表(2013)

都道府県名		判読年度	有効点数	ARD判読結果		AR土地利用						D土地利用					
				AR	D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01	北海道	2024	165,046	461	590	153	206	6	70	26	461	128	94	33	288	47	590
	石狩	2024	13,517	50	70	4	23	0	18	5	50	8	9	3	46	4	70
	空知	2024	25,630	54	103	20	14	1	10	9	54	19	18	8	46	12	103
	後志	2024	16,497	52	55	30	17	0	4	1	52	11	7	2	31	4	55
	渡島	2024	15,404	29	56	6	20	0	3	0	29	14	3	3	32	4	56
	檜山	2024	9,563	10	14	3	7	0	0	0	10	4	3	1	4	2	14
	胆振	2024	14,112	54	118	14	18	2	16	4	54	25	25	3	58	7	118
	上川	2024	39,247	122	123	65	39	1	12	5	122	39	12	9	52	11	123
	留萌	2024	15,938	47	25	5	34	2	6	0	47	7	6	3	7	2	25
	宗谷	2024	15,138	43	26	6	34	0	1	2	43	1	11	1	12	1	26
02	青森	2024	37,422	113	230	89	9	0	13	2	113	36	26	5	143	20	230
03	岩手	2024	58,961	128	292	89	26	0	11	2	128	54	27	12	180	19	292
04	宮城	2024	28,187	77	316	27	30	0	18	2	77	25	6	12	241	32	316
05	秋田	2024	44,939	60	174	45	7	0	8	0	60	5	14	7	135	13	174
06	山形	2024	36,774	55	121	38	7	0	9	1	55	12	12	13	66	18	121
15	新潟	2024	45,321	87	216	54	15	0	16	2	87	21	13	9	151	22	216
16	富山	2024	16,500	18	102	15	0	0	3	0	18	2	7	3	86	4	102
17	石川	2024	16,606	31	166	24	1	0	6	0	31	7	4	0	148	7	166
18	福井	2024	16,727	29	91	20	0	0	8	1	29	1	3	3	78	6	91
20	長野	2024	52,996	95	235	57	14	0	20	4	95	25	8	5	187	10	235
21	岐阜	2024	42,315	72	302	34	0	0	34	4	72	16	10	26	232	18	302
40	福岡	2024	19,813	46	220	27	5	0	9	5	46	9	2	4	183	22	220
41	佐賀	2024	9,713	73	77	64	5	0	3	1	73	9	4	6	53	5	77
42	長崎	2024	9,941	71	129	57	5	0	7	2	71	12	3	0	107	7	129
43	熊本	2024	29,486	88	215	64	19	0	5	0	88	22	20	2	158	13	215
44	大分	2024	24,719	89	203	59	24	0	4	2	89	11	11	2	160	19	203
45	宮崎	2024	30,823	85	255	65	16	0	3	1	85	26	14	9	201	5	255
46	鹿児島	2024	26,549	97	329	85	5	0	5	2	97	74	16	4	218	17	329
全国		2024	712,838	1,775	4,263	1,066	394	6	252	57	1,775	495	294	155	3,015	304	4,263

表6 ARD履歴表(2015)

都道府県名		判読年度	有効点数	ARD判読結果		AR土地利用						D土地利用					
				AR	D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01	北海道	2024	165,046	499	645	159	234	6	73	27	499	133	97	46	315	54	645
	石狩	2024	13,517	55	80	4	26	0	20	5	55	8	10	3	53	6	80
	空知	2024	25,630	58	121	21	17	1	10	9	58	20	18	20	48	15	121
	後志	2024	16,497	52	55	30	17	0	4	1	52	11	7	2	31	4	55
	渡島	2024	15,404	31	60	7	20	0	4	0	31	14	3	3	35	5	60
	檜山	2024	9,563	10	14	3	7	0	0	0	10	4	3	1	4	2	14
	胆振	2024	14,112	60	132	16	22	2	16	4	60	26	26	3	70	7	132
	上川	2024	39,247	130	131	67	45	1	12	5	130	42	12	10	55	12	131
	留萌	2024	15,938	52	26	5	39	2	6	0	52	7	7	3	7	2	26
	宗谷	2024	15,138	51	26	6	41	0	1	3	51	1	11	1	12	1	26
02	青森	2024	37,422	113	244	89	9	0	13	2	113	38	26	6	153	21	244
03	岩手	2024	58,961	131	331	91	26	0	12	2	131	54	29	12	214	22	331
04	宮城	2024	28,187	75	347	26	30	0	17	2	75	26	7	12	267	37	349
05	秋田	2024	44,939	59	188	45	6	0	8	0	59	5	15	8	146	14	188
06	山形	2024	36,774	56	129	39	7	0	9	1	56	13	13	13	71	19	129
15	新潟	2024	45,321	87	227	54	15	0	16	2	87	22	14	9	159	23	227
16	富山	2024	16,500	18	105	15	0	0	3	0	18	2	7	3	89	4	105
17	石川	2024	16,606	33	174	25	1	0	7	0	33	7	4	0	156	7	174
18	福井	2024	16,727	30	95	21	0	0	8	1	30	1	3	3	82	6	95
20	長野	2024	52,996	96	250	56	16	0	20	4	96	26	8	5	201	10	250
21	岐阜	2024	42,315	72	313	33	0	0	34	5	72	16	10	26	243	18	313
40	福岡	2024	19,813	46	234	27	5	0	9	5	46	9	2	5	194	24	234
41	佐賀	2024	9,713	73	79	64	5	0	3	1	73	9	5	6	54	5	79
42	長崎	2024	9,941	72	139	58	5	0	7	2	72	12	3	0	116	8	139
43	熊本	2024	29,486	93	226	67	21	0	5	0	93	24	20	2	166	14	226
44	大分	2024	24,719	95	215	61	26	0	6	2	95	12	11	2	169	21	215
45	宮崎	2024	30,823	87	264	66	16	0	3	2	87	29	14	9	207	5	264
46	鹿児島	2024	26,549	100	352	88	5	0	5	2	100	76	16	4	239	17	352
全国		2024	712,838	1,835	4,557	1,084	427	6	258	60	1,835	514	304	171	3,241	329	4,559

表7 ARD履歴表(2017)

都道府県名		判読年度	有効点数	ARD判読結果		AR土地利用						D土地利用					
				AR	D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01	北海道	2024	165,046	511	687	162	242	6	73	28	511	136	106	50	339	56	687
	石狩	2024	13,517	55	83	4	26	0	20	5	55	9	11	3	54	6	83
	空知	2024	25,630	59	124	22	17	1	10	9	59	21	18	20	50	15	124
	後志	2024	16,497	55	65	30	20	0	4	1	55	11	9	2	38	5	65
	渡島	2024	15,404	32	61	8	20	0	4	0	32	14	3	3	36	5	61
	檜山	2024	9,563	10	17	3	7	0	0	0	10	5	4	1	5	2	17
	胆振	2024	14,112	63	143	17	24	2	16	4	63	26	26	6	77	8	143
	上川	2024	39,247	131	141	67	46	1	12	5	131	42	16	11	60	12	141
	留萌	2024	15,938	52	27	5	39	2	6	0	52	7	8	3	7	2	27
	宗谷	2024	15,138	54	26	6	43	0	1	4	54	1	11	1	12	1	26
02	青森	2024	37,422	113	256	90	9	0	12	2	113	40	26	6	162	22	256
03	岩手	2024	58,961	131	357	91	26	0	12	2	131	54	31	13	236	23	357
04	宮城	2024	28,187	75	378	26	30	0	17	2	75	27	7	12	296	38	380
05	秋田	2024	44,939	59	195	45	6	0	8	0	59	5	16	8	152	14	195
06	山形	2024	36,774	56	135	39	7	0	9	1	56	14	13	13	73	22	135
15	新潟	2024	45,321	86	235	53	15	0	16	2	86	24	15	9	162	25	235
16	富山	2024	16,500	18	108	15	0	0	3	0	18	2	7	3	92	4	108
17	石川	2024	16,606	32	183	24	1	0	7	0	32	7	4	0	165	7	183
18	福井	2024	16,727	30	98	21	0	0	8	1	30	1	3	3	85	6	98
20	長野	2024	52,996	96	263	56	16	0	20	4	96	26	8	5	213	11	263
21	岐阜	2024	42,315	72	328	33	0	0	34	5	72	16	10	26	253	23	328
40	福岡	2024	19,813	46	255	27	5	0	9	5	46	9	2	6	212	26	255
41	佐賀	2024	9,713	73	82	64	5	0	3	1	73	9	5	6	57	5	82
42	長崎	2024	9,941	71	147	58	4	0	7	2	71	12	3	0	123	9	147
43	熊本	2024	29,486	93	238	67	21	0	5	0	93	25	21	2	176	14	238
44	大分	2024	24,719	97	230	62	25	0	7	3	97	12	11	3	181	23	230
45	宮崎	2024	30,823	87	280	67	16	0	2	2	87	30	15	9	219	7	280
46	鹿児島	2024	26,549	100	364	88	5	0	5	2	100	77	16	4	250	17	364
全国		2024	712,838	1,846	4,819	1,088	433	6	257	62	1,846	526	319	178	3,446	352	4,821

表8 ARD履歴表(2019)

都道府県名		判読年度	有効点数	ARD判読結果		AR土地利用						D土地利用					
				AR	D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計
01	北海道	2024	165,046	512	721	162	244	6	73	27	512	141	111	50	355	64	721
	石狩	2024	13,517	54	92	4	26	0	20	4	54	9	12	3	60	8	92
	空知	2024	25,630	59	126	22	17	1	10	9	59	21	19	20	50	16	126
	後志	2024	16,497	54	69	29	20	0	4	1	54	13	9	2	39	6	69
	渡島	2024	15,404	32	62	8	20	0	4	0	32	14	4	3	36	5	62
	檜山	2024	9,563	10	17	3	7	0	0	0	10	5	4	1	5	2	17
	胆振	2024	14,112	65	151	17	26	2	16	4	65	27	26	6	81	11	151
	上川	2024	39,247	132	149	68	46	1	12	5	132	44	17	11	64	13	149
	留萌	2024	15,938	52	29	5	39	2	6	0	52	7	9	3	8	2	29
	宗谷	2024	15,138	54	26	6	43	0	1	4	54	1	11	1	12	1	26
02	青森	2024	37,422	113	268	90	9	0	12	2	113	42	26	6	172	22	268
03	岩手	2024	58,961	130	375	90	26	0	12	2	130	55	32	13	250	25	375
04	宮城	2024	28,187	75	410	26	30	0	17	2	75	29	7	12	324	40	412
05	秋田	2024	44,939	59	203	45	6	0	8	0	59	5	17	8	158	15	203
06	山形	2024	36,774	55	139	38	7	0	9	1	55	15	13	13	75	23	139
15	新潟	2024	45,321	85	243	53	15	0	15	2	85	24	15	9	170	25	243
16	富山	2024	16,500	18	111	15	0	0	3	0	18	2	7	3	93	6	111
17	石川	2024	16,606	32	193	24	1	0	7	0	32	7	4	0	175	7	193
18	福井	2024	16,727	30	102	21	0	0	8	1	30	1	3	4	87	7	102
20	長野	2024	52,996	91	276	52	16	0	19	4	91	27	8	5	224	12	276
21	岐阜	2024	42,315	70	340	33	0	0	32	5	70	16	10	26	265	23	340
40	福岡	2024	19,813	45	268	26	5	0	9	5	45	9	2	6	219	32	268
41	佐賀	2024	9,713	73	84	64	5	0	3	1	73	9	5	6	58	6	84
42	長崎	2024	9,941	71	154	58	4	0	7	2	71	13	3	0	129	9	154
43	熊本	2024	29,486	93	256	67	21	0	5	0	93	25	21	2	192	16	256
44	大分	2024	24,719	96	245	62	25	0	6	3	96	12	11	4	194	24	245
45	宮崎	2024	30,823	86	295	67	15	0	2	2	86	32	15	9	231	8	295
46	鹿児島	2024	26,549	99	394	87	5	0	5	2	99	79	16	5	276	18	394
全国		2024	712,838	1,833	5,077	1,080	434	6	252	61	1,833	543	326	181	3,647	382	5,079

表9 ARD履歴表(2021)

都道府県名	判読年度	有効点数	ARD判読結果		AR土地利用						D土地利用						
			AR	D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	
01	北海道	2024	165,046	512	775	161	244	6	73	28	512	164	126	51	363	71	775
	石狩	2024	13,517	54	102	4	26	0	20	4	54	14	13	3	62	10	102
	空知	2024	25,630	59	126	22	17	1	10	9	59	21	19	20	50	16	126
	後志	2024	16,497	54	76	29	20	0	4	1	54	17	10	2	41	6	76
	渡島	2024	15,404	32	68	8	20	0	4	0	32	15	7	3	37	6	68
	檜山	2024	9,563	10	17	3	7	0	0	0	10	5	4	1	5	2	17
	胆振	2024	14,112	64	161	16	26	2	16	4	64	29	28	7	83	14	161
	上川	2024	39,247	132	170	68	46	1	12	5	132	55	25	11	65	14	170
	留萌	2024	15,938	52	29	5	39	2	6	0	52	7	9	3	8	2	29
	宗谷	2024	15,138	55	26	6	43	0	1	5	55	1	11	1	12	1	26
02	青森	2024	37,422	113	303	90	9	0	12	2	113	53	31	6	190	23	303
03	岩手	2024	58,961	130	393	90	26	0	12	2	130	55	37	15	261	25	393
04	宮城	2024	28,187	75	430	26	30	0	17	2	75	30	7	12	341	42	432
05	秋田	2024	44,939	59	211	45	6	0	8	0	59	5	17	8	165	16	211
06	山形	2024	36,774	55	144	38	7	0	9	1	55	17	13	13	77	24	144
15	新潟	2024	45,321	85	249	53	15	0	15	2	85	24	16	9	175	25	249
16	富山	2024	16,500	18	114	15	0	0	3	0	18	2	7	3	93	9	114
17	石川	2024	16,606	32	196	24	1	0	7	0	32	7	4	0	178	7	196
18	福井	2024	16,727	30	102	21	0	0	8	1	30	1	3	4	87	7	102
20	長野	2024	52,996	91	286	52	16	0	19	4	91	31	8	5	230	12	286
21	岐阜	2024	42,315	70	349	33	0	0	32	5	70	16	10	26	274	23	349
40	福岡	2024	19,813	45	275	26	5	0	9	5	45	9	2	6	223	35	275
41	佐賀	2024	9,713	73	90	64	5	0	3	1	73	11	5	6	60	8	90
42	長崎	2024	9,941	71	154	58	4	0	7	2	71	13	3	0	129	9	154
43	熊本	2024	29,486	93	266	67	21	0	5	0	93	25	21	2	201	17	266
44	大分	2024	24,719	96	253	62	25	0	6	3	96	12	11	4	201	25	253
45	宮崎	2024	30,823	86	304	67	15	0	2	2	86	32	15	9	239	9	304
46	鹿児島	2024	26,549	98	416	86	5	0	5	2	98	81	17	5	295	18	416
全国		2024	712,838	1,832	5,310	1,078	434	6	252	62	1,832	588	353	184	3,782	405	5,312

表10 ARD履歴表(2023)

都道府県名	判読年度	有効点数	ARD判読結果		AR土地利用						D土地利用						
			AR	D	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	農地	草地	湿地	開発地	その他	小計	
01	北海道	2024	165,046	513	797	162	246	6	73	26	513	166	129	51	370	81	797
	石狩	2024	13,517	55	107	4	27	0	20	4	55	15	13	3	62	14	107
	空知	2024	25,630	58	130	21	18	1	10	8	58	21	19	20	52	18	130
	後志	2024	16,497	54	77	29	20	0	4	1	54	17	10	2	42	6	77
	渡島	2024	15,404	33	70	9	20	0	4	0	33	15	7	3	39	6	70
	檜山	2024	9,563	10	17	3	7	0	0	0	10	5	4	1	5	2	17
	胆振	2024	14,112	63	167	16	26	2	16	3	63	30	29	7	84	17	167
	上川	2024	39,247	132	172	69	45	1	12	5	132	55	27	11	65	14	172
	留萌	2024	15,938	52	29	5	39	2	6	0	52	7	9	3	8	2	29
	宗谷	2024	15,138	56	28	6	44	0	1	5	56	1	11	1	13	2	28
02	青森	2024	37,422	113	312	90	9	0	12	2	113	53	31	6	199	23	312
03	岩手	2024	58,961	130	401	90	26	0	12	2	130	55	38	15	268	25	401
04	宮城	2024	28,187	75	450	26	30	0	17	2	75	30	10	12	350	50	452
05	秋田	2024	44,939	59	215	45	6	0	8	0	59	5	17	8	169	16	215
06	山形	2024	36,774	55	147	38	7	0	9	1	55	17	13	13	78	26	147
15	新潟	2024	45,321	86	253	53	16	0	15	2	86	24	17	9	178	25	253
16	富山	2024	16,500	18	115	15	0	0	3	0	18	2	7	3	94	9	115
17	石川	2024	16,606	32	198	24	1	0	7	0	32	7	4	0	180	7	198
18	福井	2024	16,727	30	105	21	0	0	8	1	30	1	3	4	90	7	105
20	長野	2024	52,996	91	292	52	16	0	19	4	91	32	9	6	233	12	292
21	岐阜	2024	42,315	69	356	33	0	0	32	4	69	17	10	26	277	26	356
40	福岡	2024	19,813	45	276	26	5	0	9	5	45	9	2	6	223	36	276
41	佐賀	2024	9,713	73	92	64	5	0	3	1	73	11	5	6	61	9	92
42	長崎	2024	9,941	71	156	58	4	0	7	2	71	13	3	0	130	10	156
43	熊本	2024	29,486	93	273	67	21	0	5	0	93	27	21	2	203	20	273
44	大分	2024	24,719	96	256	62	25	0	6	3	96	12	11	4	203	26	256
45	宮崎	2024	30,823	86	310	67	15	0	2	2	86	33	15	9	244	9	310
46	鹿児島	2024	26,549	98	425	87	5	0	5	1	98	83	17	5	301	19	425
全国		2024	712,838	1,833	5,429	1,080	437	6	252	58	1,833	597	362	185	3,851	436	5,431