

3. 詳細調査

3-1. 詳細調査の対象地域抽出

平成 15 年候補地検討会において示された詳細検討対象地域のうち 16 地域について、平成 15 年候補地検討会において整理されたクライテリアに関する評価内容に、平成 24 年度及び平成 25 年度（前章 2.）の調査で収集した情報を加えて、クライテリアに関する評価内容をまとめた。その上で、これらの評価内容について海外の世界遺産登録地域等と比較検討を行った。表 3-1 に各地域の評価内容、比較検討結果、比較検討に用いた比較対象地域の内容を示した。また、巻末には比較対象地域の評価内容概要をクライテリア毎に記載した。

この比較検討の結果、多くの地域の評価内容に関しては、対応する顕著な普遍的価値を有する既登録地が存在すると見られることが確認された。一方で、阿寒・屈斜路・摩周、日高山脈、飯豊・朝日連峰、オリ根・奥只見・奥日光、南アルプスについては遺産としての価値を分析するに当たり、より詳細な情報が必要と考えられたため、以下（3-2）のとおり詳細調査を実施した。

表 3-1 16 地域についての海外既登録地等との比較

(比較検討結果のうち、詳細な分析が必要と判断された事項に網掛けした。)

地域名	評価された内容	対象地域との比較検討結果	比較地域と評価内容	比較地域と評価内容
1 利尻・礼文・サロベツ原野	vii	離島、火山、海食崖、海岸砂丘、森林、湿原、湖沼、お花畑等の変化に富んだ景観が見られる。	ラポニア・エリア (スウェーデン王国、1996年、vii、viii、ix、複合遺産) ラポニア・エリアは優れた普遍的価値を持っており、進行しつつある地質学的、生物学的、生態学的プロセスの例や、類例を見ない美の様々な天然現象、そしてヒグマや高山植物をはじめとする生態系の多様性が観察されている。	ナンダ・デヴィ国立公園及び花の谷国立公園 (インド、1988・2005年、vii、x) ナンダ・デヴィ国立公園はインドで2番目に標高の高い(7,817メートル)山を仰ぐ荒涼とした山岳風景で知られ、周囲全てを氷河や氷堆石、そしてお花畑などの見事な地形学的特徴が取り囲んでいる。
	ix	氷河時代の遺存種や固有種が存在し、高山植物が海拔0mから見られる。	アレハンドロ・デ・フンポルト国立公園(キューバ共和国、2001年、ix、x) アレハンドロ・デ・フンポルト国立公園は更新世の退避地で、つたと推定されている。このことと、その規模と標高域の範囲、そして地形と土壌の複雑さと多様性が、陸域及び淡水域における進行中の種分化の過程と生態学的群集の発達に繋がっている。	コム原生林 (ロシア、1995年、vii、ix) コムの原生林は面積 328 万ヘクタールにおよび、亜寒帯林の原生林で現存しているものとしてはヨーロッパ最大規模である。針葉樹、アスペン、カバノキ、泥炭湿原、川、天然湖沼を含むこの広大なエリアは 50 年以上にわたりに観察と研究が行われており、この針葉樹林(タイガ)における生物の多様性に影響をもたらす貴重な証拠を提供している。
	vii	広大な台地状の地形に生育する大規模な高山植物群落が見られる。	ナンダ・デヴィ国立公園(スペイン、2007年、vii、viii) ナンダ・デヴィ国立公園は比較的早く、変化の速度の遅い、地質学的に複雑かつ成熟した火山系の優れた見本である。大洋島の成り立ちを裏付ける地質学的プロセスについて様々な例証をもたらすという点で世界的な価値を持っている。比較的小規模なエリアに多様な火山性の特徴と景観を有し、また容易に足を踏み入れることができる。	ラポニア・エリア (スウェーデン王国、1996年、vii、viii、ix、複合遺産) ラポニア・エリアは優れた普遍的価値を持っており、進行しつつある地質学的、生物学的、生態学的プロセスの例や、類例を見ない美の様々な天然現象、そしてヒグマや高山植物をはじめとする生態系の多様性が観察されている。
3 大雪山	viii	様々な火山地形、火山現象が見られる。 永久凍土や周氷河地形が見られる。	テイデ国立公園 (スペイン、2007年、vii、viii) テイデ国立公園は比較的早く、変化の速度の遅い、地質学的に複雑かつ成熟した火山系の優れた見本である。大洋島の成り立ちを裏付ける地質学的プロセスについて様々な例証をもたらすという点で世界的な価値を持っている。比較的小規模なエリアに多様な火山性の特徴と景観を有し、また容易に足を踏み入れることができる。	テ・ワヒボウナムー南西ニュージーランド (ニュージーランド、1990年、vii、viii、ix、x) 地球の歴史において更新世もたらした影響を見ることのできる顕著な例である。「氷河期」に誕生した氷河により削り取られて作り出されたフィヨルド、湖、深いU字型をした渓谷、懸谷、園谷、そして氷によって削られた山崩がこの地形に氷河がもたらした力強い影響を顕著的に示す優れた例となっている。
	ix	氷河期の遺存種(例: エゾナキウサギ、高山蝶等)が見られる。	アレハンドロ・デ・フンポルト国立公園(キューバ共和国、2001年、ix、x) アレハンドロ・デ・フンポルト国立公園は更新世の退避地で、つたと推定されている。このことと、その規模と標高域の範囲、そして地形と土壌の複雑さと多様性が、陸域及び淡水域における進行中の種分化の過程と生態学的群集の発達に繋がっている。	雲南三江併流の保護地域群 (中華人民共和国、2003年、vii、viii、ix、x) このエリアは更新世の退避地であり、そして生物地理学上の収束帯(すなわち温暖性の要素と熱帯性の要素の両方が観察される)に位置している他、高いレベルの生物多様性が進むための物理的基盤(地形・地質、気候等)のすべてがそろっている。

地域名	評価された内容	対象地域との比較検討結果	比較地域と評価内容	比較地域と評価内容	
阿寒・屈斜路・摩周	vii	3つのカルデラとカルデラ湖を取り巻く原生林による景観美が見られる。	湖沼や原生林による景観美を有する既登録地が存在する。	スマトラの熱帯雨林遺産（インドネシア共和国、2004年、vii、ix、x）スマトラの熱帯雨林遺産を構成する3つの国立公園は、様々な規模の素晴らしい眺望を持つ景観が豊富にある。美しいグン・トウ・ジュ湖、巨大なクリンチ火山の荘厳さ、無数の小さな火山、天然の森林に囲まれた沿岸湖や氷河湖等が見られる。	コミ原生林（ロシア、1995年、vii、ix）コミの低地帯の植生は湿地と氾濫原に浮かぶ島々から成る。亜寒帯林はこの湿地からウラル山脈の山麓へと広がっており、亜高山性の低木森林、草、ツンドラ、および岩盤へとつながっている。渓谷ではトウヒ、モミおよびマツの広大な森林が観察される。コミの原生林はヨーロッパでは唯一、ハイマツが生育している場所である。
	viii	世界有数のカルデラ地形が見られる。	大規模でより完全なカルデラ壁を有する既登録地が存在する。	ンゴロンゴロ保全地域（タンザニア連合共和国、1979年、vii、viii、ix、x、複合遺産）ンゴロンゴロクレーターは分断されていないカルデラとしては世界最大規模である。その火山活動は中生代後期/第三紀初期に遡り、地質学的特徴で名を知られている。ンゴロンゴロクレーターには人類の進化に関連する重要な古生物学的記録を持つアラトリとオルハイ渓谷がある。	イエローストーン国立公園（アメリカ合衆国、1978年、vii、viii、ix、x）数千もの温泉、泥間欠泉、噴気孔、活動中の間欠泉など地表面地熱活動を観察されるなど、地球の進化の歴史についての研究と理解に関する世界で最も重要な場所のひとつである。また、世界最大のカルデラ（45キロメートル×75キロメートル、27マイル×45マイル）も、この国立公園内にある。
	viii	地質時代における酸化マングンの生成プロセスの解明	地質時代の地質学的特徴や生物学的進化を示す既登録地が存在する。	西オーストラリアのシャーク湾（オーストラリア連邦、1991年、vii、viii、ix、x）シャーク湾にある塩濃度の極めて高いハメルン・プールには、世界で最も多様な多数のストロマトライトが観察される。これは、原生代の海洋に生息していたものと同類であり、カンブリア紀初期に至るまで地球の生物圏の自然と進化についての研究に役立つ生きた類似物として最も優れている。	
	ix	細菌類のバイオミネラリゼーションによるマンガン鉱床の生成	細菌類によるバイオミネラリゼーションを示す既登録地はあるが、現在も陸上で大規模に進行中の地域とは区別される。	西オーストラリアのシャーク湾（オーストラリア連邦、1991年、vii、viii、ix、x）シャーク湾では概ね手つかずの環境で起こっている生物学的及び地形的進化のプロセスを示す優れた例が観察されている。ハメルン・プールが過塩性環境を持つことが、「生きた化石」といわれるストロマトライトをはじめとする、多くの重要な地質学的特徴や生物学的特徴が展開されている。	テネシー川上流域の洞窟内のマンガン鉄堆積物(未登録地) テネシー川上流域の複数の洞窟では、大量のマンガン酸化物および鉄酸化物に富んだ鉱物等が確認される。ここから金属酸化物細菌が検出され、洞窟内部ではマンガン(II)酸化物細菌のユニークな集合体が多く存在し、バイオミネラリゼーションのプロセスを促進していることが示唆された。
	ix	遷移が異なる湖沼群における特異な生態系(アンケートより)	大規模で多様な湖沼生態系を示す既登録地が存在する。	サルヤルカーカザフスタン北部のステップと湖沼群(カザフスタン共和国、2008年、ix、x) サルヤルカにはステップや湖を含む広大なエリアがあり、そこでは生物学的、生態学的プロセスがほぼ絶えることなく続いている。湿地の多様な植物相や動物相とともに、湿潤期と乾燥期の複雑なサイクルを通じて発展を続けており、世界的な重要性を有し、科学的関心を集めている。	
	ix、x	球状マリモの生息地希少種としての球状マリモ	球状マリモを有し、多様な生態系を特徴とする暫定リスト地域がある。 ・希少種一種では多様性の評価基準を満たさない。	ミーヴァトンとラクスアウ（アイスランド、2011年、暫定リスト、viii、ix、x）この地域は北極地方を代表する素晴らしい湿地生態系であり、28種のカモ類をはじめとする115種の多様な野鳥相が確認されている。また、変化に富んだ地形等により湖底に多様な植生を育み、緑藻類の希少種であるマリモも生育している。	

地域名	評価された内容	対象地域との比較検討結果	比較地域と評価内容	比較地域と評価内容
5 日高山脈	原生的な自然景観美が見られる。	原生的で大規模な自然景観を有する既登録地は数多く存在する。	ケニア山国立公園／自然林 (ケニア共和国、1997年、vii、ix) 氷河に覆われたごつごつとした山頂と縁に覆われた中腹の斜面を持つケニア山は、東アフリカでもっとも印象的な景観のひとつである。この景観は視覚的なコントラストが素晴らしく、ケニア山とケニアの高地との間に作り出された多様な地勢を特徴としている。	スマトラの熱帯雨林遺産 (インドネシア共和国、2004年、vii、ix、x) 当地を構成する3つの国立公園はすべてスマトラのアンデスとよばれるブキット・バリサン山脈の際立つ尾根に位置し、様々な規模の素晴らしい眺望を持つ景観が豊富にある。無数の小さな火山、天然の森林に囲まれた沿岸湖や氷河湖、木々に覆われた山々から噴煙を上げる噴気孔が見られる。
	氷河地形が見られる。	大規模で多様な氷河地形が見られる既登録地が存在する。	デ・フヒポウナムー南西ニューゼーランド (ニューゼーランド、1990年、vii、viii、ix、x) 当地は地球の歴史において更新世がもたらした影響を見ることのできる顕著な例である。これら「氷河期」に誕生した氷河により削り取られて作り出されたフィヨルド、湖、深いU字型をした渓谷、懸谷、圏谷、そして氷によって削られた山脚がこの地形に氷河がもたらした影響を視覚的に示している。	
	・上部マントルから地殻浅所の岩石まで規則正しく成層し、連続的に観察することができ。 ・新鮮で多彩なかんらん岩が大規模に露出する。	かんらん岩の影響による生態系を特徴とした既登録地はあるが、生成過程を解明する新鮮なかんらん岩とは区別される。	アレハンドロ・デ・フンポルト国立公園(キューバ共和国、2001年、ix、x) 規模と標高域の広さ、地形と土壌の多様さが、この地域特有の種分化と生態学的群集の発達に繋がっている。この地域の岩石と土壌には蛇紋石とかんらん岩が確認されており、植物に厳しい環境をもたらす一方で、固有性の高さをはじめとするこの地域の顕著な生態学的特徴を示す。	
6 早池峰山	原生的な生態系と多様な固有な動植物相が見られる。	原生的で多様性に富んだ大規模な既登録地が存在する。	西ガーツ山脈 (インド、2012年、ix、x) 西ガーツ山脈の大きな特徴として、生物の多様性と固有性が極めて高いことが挙げられる。IUCN レッドリストに掲載されている種のうち、少なくとも325種が生息し、そのうち129種が絶滅危惧II類(危急)、145種が絶滅危惧IB類(絶滅危機)、51種が絶滅危惧IA類(絶滅寸前)に分類されている。	ケニア山国立公園／自然林 (ケニア共和国、1997年、vii、ix) ケニアの高山植生の進化と生態系は、このタイプの環境における生態学的プロセスを示す顕著な例である。植生は標高等によって変化し、高山帯・亜高山帯の豊かな植生が見られる。
	蛇紋岩上の独特な生態系を有する。	蛇紋岩の影響を受けた固有性の高い独特の生態系を有する既登録地が存在する。	アレハンドロ・デ・フンポルト国立公園(キューバ共和国、2001年、ix、x) 当地は、その規模と標高差、地形と土壌の多様さが、種分化と生態学的群集の発達に繋がっている。当地域の岩石と土壌には有毒な蛇紋石とかんらん岩が確認されており、植物に厳しい環境をもたらす一方で、固有性の高さをはじめとする顕著な生態学的特徴を示している。	
7 飯豊・朝日連峰	高山植物を含む雪田植生や渓谷・雪食地形など多雪環境による原生的な山地景観が見られる。	雪田植生や雪食地形等を含む雄大な山岳景観を有する既登録地が存在する。	スイス・アルプス ユングフラウ・アレーツチュ (スイス連邦、2001・2007年、vii、viii、ix) 岩盤、日射量、標高等の環境要因に応じて、多種多様な植物群集が生育している。岩場で育つペントセツジ等の草地、炭酸塩土壌や炭酸塩/珪酸塩のガレ場に育つマツグラス等の草原、肥沃な土壌と酸性土壌の両方における雪田群落など生育環境に応じた多様な植生が見られる。	長白山 (中華人民共和国、バイオスフィア・リザーブ) 長白山の山頂は、10月から6月まで雪に覆われ、一部の地域では70cm以上の積雪がある。特に東斜面と東北斜面では、冬季季節風の風下側斜面に当たり、緩傾斜であることから雪が堆積しやすく、雪食地形が見られる。

地域名	評価された内容	対象地域との比較検討結果	比較地域と評価内容	比較地域と評価内容
7 飯豊・朝日連峰	多雪環境がつくりだす偽高山帯、雪田植生などの特徴は氷河期以降の森林形成を示している。	組成の違うブナ林を有する。登録地は海外にもあるが、季節的な積雪の影響を受けた森林(ブナ林)を有する。登録地は白神山地のみである。	長白山(中華人民共和国、バイオスフィア・リザーブ)当地は、広大な自然林に囲まれ、火山灰に覆われた山の頂上は、通常10月～6月まで雪に覆われている。気候、土壌、水文地質の影響により、本地域特有の植生や温帯から寒帯にかけての多種多様な生物群集を形成しており、植物は、2,210種類が分布している。	カルパチア山地のブナ原生林とドイツの古代ブナ林(ドイツ連邦・スロバキア共和国・ウクライナ、2007・2011年、ix)当地は、ブナ属における北半球の広範な分布状況とその生態学的重要性を理解する上で不可欠な場所である。また、当地のブナは、最終氷河期後の再侵入化と陸域生態系や群落の成長における現在進行中の顕著な見本である。
8 奥利根・奥只見・奥日光	森林・湿原・湖沼景観が美しい。	大規模な森林・湖沼景観を有する。既登録地が存在する。	コミ原生林(ロシア、1995年、vii、ix)コミの原生林は、面積328万haにおよび、亜寒帯林の原生林で現存しているものとしてはヨーロッパ最大規模である。コミの原生林の西部は湿地と氾濫原に浮かぶ島々を含んでいる。泥沼などの低標高の湿地帯にはミズゴケ、ツルコケモモ等が、また氾濫原に浮かぶ島々の段丘にはヤナギ、ナカマド等が茂っている。	カルパチア山地のブナ原生林とドイツの古代ブナ林(ドイツ連邦・スロバキア共和国・ウクライナ、2007・2011年、ix)当地は、ブナ属における北半球の広範な分布状況とその生態学的重要性を理解する上で不可欠な場所である。また、当地のブナは、最終氷河期後の再侵入化と陸域生態系や群落の成長における現在進行中の顕著な見本である。
9 北アルプス	・カール等の氷河地形が見られる。 ・特徴的な峡谷地形が見られる。	大規模な山岳景観を有する。既登録地は、海外に多く存在する。	スイス・アルプス ユングフラウ・アアレツチュ(スイス連邦、2001・2007年、vii、viii、ix)スイスアルプス・ユングフラウ・アレツチュの印象的な景観はヨーロッパの芸術、文学、登山そして高山観光業において重要な役割を果たしてきた。アイガー山、メンヒ山、ユングフラウの山頂を中心とした高アルプスの北部の壁は非常に印象的で、最上級の景観を作り出している。	カルパチア山地のブナ原生林とドイツの古代ブナ林(ドイツ連邦・スロバキア共和国・ウクライナ、2007・2011年、ix)当地は、ブナ属における北半球の広範な分布状況とその生態学的重要性を理解する上で不可欠な場所である。また、当地のブナは、最終氷河期後の再侵入化と陸域生態系や群落の成長における現在進行中の顕著な見本である。
	・カール等の氷河地形が見られる。 ・特徴的な峡谷地形が見られる。	氷河の影響を受けた山岳を有する。既登録地が存在する。	デ・ワヒボウナナー南西ニューゼaland(ニューゼaland、1990年、vii、viii、ix、x)当地は地球の歴史において更新世がもたらした影響を見ることのできる顕著な例である。これら「氷河期」に誕生した氷河により削り取られて作り出されたフィヨルド、湖、深いU字型をした渓谷、懸谷、圈谷等の氷河がもたらした力強い影響を視覚的に示す優れた例となっている。	
	氷河期の遺存種(例:ライチョウ、ケシヨウヤナギ等)が見られる。	更新世の生態系を示す既登録地が存在する。	アレハンドロ・デ・フンポルト国立公園(キューバ共和国、2001年、ix、x)アレハンドロ・デ・フンポルト国立公園は更新世の退避地であったと推定されている。このことと、その規模と標高域の範囲、そして地形と土壌の複雑さと多様性が、陸域及び淡水域における進行中の種分化の過程と生態学的群集の発達に繋がっている。	雲南三江併流の保護地域群(中華人民共和国、2003年、vii、viii、ix、x)このエリアは更新世の退避地であり、そして生物地理学上の収束帯(すなわち温暖性の要素と熱帯性の要素の両方が観察される)に位置している他、高いレベルの生物多様性が進むための物理的基盤(地形・地質、気候等)のすべてがそろっている。

地域名	評価された内容	対象地域との比較検討結果	比較地域と評価内容	比較地域と評価内容
10 富士山	<p>vii 、 viii</p> <p>独立峰として日本随一の美的景観を有している。3,000mを越える単独峰の成層火山と多様な溶岩地形が見られる。</p> <p>ix</p> <p>溶岩洞窟に生息する特殊な洞窟動物が見られる。</p>	<p>壮大で美しい成層火山は他の既登録地にも存在する。</p> <p>洞窟内で生息が確認されている固有で多様な生物相を有する既登録地が存在する。</p>	<p>キリマンジャロ国立公園（タンザニア連合共和国、1987年、vii）キリマンジャロ山は世界最大級の火山である。雪を頂いた山頂と氷河が印象的でアフリカ大陸の最高峰である。これらの特徴と、その標高の高さ、物理的造形と雪冠、そして周囲の平原から孤高にそびえる様子から、キリマンジャロは最上級の自然現象の傑出した例とされている。</p> <p>濟州火山島と溶岩洞窟群（大韓民国、2007年、vii、viii）洞窟内部には粘土質の痕跡、外部から流れ込んだ大量の有機物質、そして鳥糞石の大規模な堆積物が観察される。更に、小さな水路が洞窟内の生物にとって快適な生息環境と好都合な条件をもたらしている。濟州島の固有種で洞窟内での生息が確認されている種は合計37種に及んでいる。</p> <p>スイス・アルプス ユングフラウ・アレツチュ（スイス連邦、2001・2007年、vii、viii、ix）</p> <p>スイスアルプス・ユングフラウ・アレツチュの印象的な景観はヨーロッパの芸術、文学、登山そして高山観光業において重要な役割を果たしてきた。アイガー山、メンヒ山、ユングフラウの山頂を中心とした高アルプスの北部の壁は非常に印象的で、最上級の景観を作り出している。</p>	<p>比較地域と評価内容</p>
11 南アルプス	<p>viii</p> <p>カール等の氷河地形が見られる。</p> <p>viii</p> <p>鳥弧の直交衝突により地殻が湾曲している。(24年度調査結果)</p> <p>viii</p> <p>付加体形成の過程が見られる。(24年度調査結果)</p>	<p>大規模な山岳景観を有する既登録地は、海外に多く存在する。</p> <p>氷河の影響を受けた山岳を有する既登録地が存在する。</p> <p>地殻の衝突による山岳形成を特徴とする既登録地が存在する。</p> <p>付加体の特徴とする既登録地はない。</p>	<p>テ・ワヒポウナムー南西ニューゼaland（ニューゼaland、1990年、vii、viii、ix、x）</p> <p>当地は地球の歴史において更新世がもたらした影響を見ることのできる顕著な例である。これら「氷河期」に誕生した氷河により削り取られて作り出されたフィヨルド、湖、深いU字型をした渓谷、懸谷、圈谷等の氷河がもたらした力強い影響を視覚的に示す優れた例となっている。</p> <p>三江併流（中国、2010年、vii、viii、ix、x）</p> <p>インドプレートとユーラシアプレートの衝突やチチス海の閉鎖、ヒマラヤ山脈やチベット高原の隆起に伴う過去5000万年の地史を示す顕著な価値がある。これらはアジアの地表の進化における主要な地学的出来事であり、進行中である。山地にはカルスト地形、花崗岩モリス、丹霞地形など様々な地形が見られる。</p> <p>バルバドス（英国、2005年、暫定リスト）</p> <p>バルバドスのスコットランド地区は、大西洋プレートとカリブプレートの2つの地殻プレートが交差する海底に形成された分厚い楔状の堆積物で構成され、地質学的に“付加体”と呼ばれている。継続的に圧力を受けることで付加体は変形し、上方向に押し出される。そのため、バルバドス島の大きさは拡大している。</p>	<p>スイス・アルプス ユングフラウ・アレツチュ（スイス連邦、2001・2007年、vii、viii、ix）</p> <p>2000～4000万年前に開始した隆起と圧縮の結果造られたアルプス高山の顕著な例となっている。4億年前の結晶質岩がより若い年代の炭酸塩岩の上に衝上しているのが見られる。氷河U字谷、圈谷、尖った山頂、氷河、氷河、モレーン等、極めて多様な地形学的特徴も見られる。</p>

地域名	評価された内容	対象地域との比較検討結果	比較地域と評価内容	比較地域と評価内容
11 南アルプス	複雑・多様な地質・地形により、多様な植生や固有種が見られ(例:キタダケソウ、キタダケヨモギ等)、進行中の生態系の過程を示す。	動植物相の多様性を特徴とする山脈の既登録地が存在する。	西ガーツ山脈 (インド、2012年、ix、x) 西ガーツ山脈を持つ植物と動物の多様性、そして大陸性の固有種の多さは類例のないものである。特にガーツ山脈で記録されている4~5,000種の植物種のうちの一部についてはその固有性のレベルが非常に高く、およそ650種の木本のうちの54%に相当する352種が固有種である。	比較地域と評価内容
12 祖母山・傾山・大崩山、九州中央山地と周辺山地	照葉樹林や南限のブナ林が見られる。	大規模な照葉樹林を有する既登録地が存在する。	武夷山 (中華人民共和国、1999年、vii、x、複合遺産) 当地には、多様な植生の垂直分布が見られ、最も広いのは照葉樹林で標高1400mまで広がる。優占種はブナ科であり、クスノキ科、ツバキ科、モクレン科、ホルトノキ科、マンサク科も多い。	マデイラ諸島のラウリシルヴァ(ポルトガル、1999年、ix、x) 当地では、「ラウリシルヴァ」と呼ばれる原生照葉樹林の最大の残存地を保全している。本資産には少なくとも76種のマデイラに固有な維管束植物が生育し、多数の無脊椎動物の固有種や、鳥類の固有種2種も見られ、生物多様性保全に重要な役割を果たしている。
13 阿蘇山	カルデラ地形とその内外には優れた景観が見られる。	より規模の大きな既登録地が存在する。	ンゴロンゴロ保全地域 (タンザニア連合共和国、1979・2010年、vii、viii、ix、x、複合遺産) ンゴロンゴロクレーターは分断されていないカルデラとしては世界最大規模である。その火山活動は中生代後期/第三紀初期に遡り、地質学的特徴で名を知られている。	イエローストーン国立公園 (アメリカ合衆国、1978年、vii、viii、ix、x) 当地は、数千もの温泉、泥間欠泉、噴気孔、活動中の間欠泉などの地熱活動が観察され、地球の進化の歴史を理解する上で世界で最も重要な場所のひとつである。また、世界最大のカルデラ(45キロメートル×75キロメートル、27マイル×45マイル)も、この国立公園内にある。
14 霧島山	世界的規模のカルデラ地形が見られる。	より規模の大きな既登録地が存在する。	ンゴロンゴロ保全地域 (タンザニア連合共和国、1979・2010年、vii、viii、ix、x、複合遺産) 当地は分断されていないカルデラとしては世界最大規模である。その火山活動は中生代後期/第三紀初期に遡り、地質学的特徴で名を知られている。ンゴロンゴロクレーターには人類の進化に関連する重要な古生物学的記録を持つアラトリとオルドバイ渓谷がある。	イエローストーン国立公園 (アメリカ合衆国、1978年、vii、viii、ix、x) 当地は、数千もの温泉、泥間欠泉、噴気孔、活動中の間欠泉などの地熱活動が観察され、地球の進化の歴史を理解する上で世界で最も重要な場所のひとつである。また、世界最大のカルデラ(45キロメートル×75キロメートル、27マイル×45マイル)も、この国立公園内にある。
	優れた火山景観が見られる。	壮大で美しい火山景観が見られる既登録地が存在する。	キリマンジャロ国立公園 (タンザニア連合共和国、1987年、vii) キリマンジャロ山は世界最大級の火山である。雪を頂いた山頂と氷河が印象的でアフリカ大陸の最高峰である。これらの特徴と、その標高の高さ、物理的造形と雪冠、そして周囲の平原から孤高にそびえる様子から、キリマンジャロは最上級の自然現象の傑出した例とされている。	カムチャツカ火山群 (ロシア、1996・2001年、vii、viii、ix、x) カムチャツカ火山群は世界でも最も素晴らしい火山地帯のひとつで、活火山が密に存在し、多様なタイプが観察され、これらに関連する特徴は非常に幅広い。活火山と氷河が織りなす景観は、ダイナミック且つ素晴らしいものとなっている。

地域名	評価された内容	対象地域との比較検討結果	比較地域と評価内容	比較地域と評価内容
	多様な火山地形を含み、現在も活発な活動が見られる。	多様な火山地形を有する既登録地が多く存在する。	エトナ山（イタリア共和国、2013年、viii） エトナ火山は世界でもっとも活発かつ象徴的な火山のひとつであり、進行しつつある地質学的プロセスと火山地形の優れた例である。山頂火口、噴石丘、溶岩流、溶岩洞穴、そしてバウエ渓谷といった多様な火山性の特徴が足を踏み入れやすい場所で観察できるため、エトナ火山は研究と教育のための重要な場所となっている。	比較地域と評価内容 タイデ国立公園（スペイン、2007年、vii、viii） 当地は比較的早く、変化の速度の遅い、地質学的に複雑かつ成熟した火山系の優れた見本である。大洋島の成り立ちを裏付ける地質学的プロセスについて様々な例証をもたらすという点で世界的な価値を持っている。比較的小規模なエリアに多様な火山性の特徴と景観を有し、また容易に足を踏み入れることができる。
14 霧島山	標高差、火山活動などにより多様な植生や固有種が見られ、進行中の生態学的過程を示す。	火山活動の影響を受けた進行中の生態学的過程を示す既登録地が存在する。	スルツエイ（アイスランド、2008年、ix）スルツエイ島は1963～67年に誕生した火山島で、以来、遷移と定着の研究に大きな役割を果たしてきた。一次遷移についての長期的な研究が行われている世界でも数少ない土地のひとつで、植物、動物、海洋生物による陸域の定着化におけるプロセスを示すユニークな科学的記録が採取されている。	
	海食崖や火山景観が見られる。	海食崖や火山景観を有する既登録地が存在する。	グランマ号上陸記念国立公園（キューバ共和国、1999年、vii、viii） クルス岬の段丘は素晴らしい沿岸景勝地で、石灰海岸岩段丘として世界最大で良好な状態で保たれている。西大西洋に接する岩々たる海食崖はほぼ原始の状態を保っており、目を見張る沿岸の景観の中に形状、輪郭、色彩、質感の類まれな視覚的アンサンブルを作り出している。	比較地域と評価内容 タイデ国立公園（スペイン、2007年、vii、viii） タイデ国立公園は比較的早く、変化の速度の遅い、地質学的に複雑かつ成熟した火山系の優れた見本である。大洋島の成り立ちを裏付ける地質学的プロセスについて様々な例証をもたらすという点で世界的な価値を持っている。比較的小規模なエリアに多様な火山性の特徴と景観を有し、また容易に足を踏み入れることができる。
15 伊豆七島	・島毎に植生が異なり、保存状態の良い照葉樹林が残存する。 ・典型的な植生の一次遷移が見られる。	規模が大きな照葉樹林を有する地域や遷移に関する長期的な研究が行われている既登録地が存在する。	マデイラ諸島のラウリルヴァ（ポルトガル、1989年、ix、x） 当地では、「ラウリルヴァ」と呼ばれる原生照葉樹林の最大の残存地を保全している。本質的には少なくとも76種のマデイラに固有な維管束植物が生育し、多数の無脊椎動物の固有種や、鳥類の固有種2種も見られ、生物多様性保全に重要な役割を果たしている。	比較地域と評価内容 スルツエイ（アイスランド、2008年、ix） スルツエイ島は1963～67年に誕生した火山島で、以来、遷移と定着の研究に大きな役割を果たしてきた。一次遷移についての長期的な研究が行われている世界でも数少ない土地のひとつで、植物、動物、海洋生物による陸域の定着化におけるプロセスを示すユニークな科学的記録が採取されている。
	希少な動植物、特に鳥類の貴重な生息地が見られる。	固有で多様な動植物相を有する島嶼生態系を特徴とする既登録地が存在する。	ブラジルの大西洋諸島：フェルナンズ・デ・ノローニャとロカス環礁保護区群（ブラジル連邦共和国、2001年、vii、ix、x） 当地は南大西洋における生物学的多様性と絶滅危険種の保護に関する重要な場所である。この地域は西大西洋で確認される熱帯性の海鳥の生息密度が最も高く、鳥類の種の固有性という点では世界の中心地と言える。	比較地域と評価内容 ニュージージーランドの曲南種諸島（ニュージージーランド、1998年、ix、x） 当諸島が持つ原生の植物と鳥類の多様さは特徴的で、特に海鳥の種が世界で最も多様であり、海鳥8種（アホウドリ科4種、ワウ科3種、ペンギン科1種）、そしてシギ、インコ、コガモをはじめとする陸鳥15種が当地の固有種である。
18 三陸海岸	隆起地形や海食崖、海食洞、波食台、潮吹き穴等の変化に富んだ景観が見られる。	海食崖等の多様な海岸地形を有する既登録地が存在する。	グランマ号上陸記念国立公園（キューバ共和国、1999年、vii、viii） クルス岬の段丘は素晴らしい沿岸景勝地で、石灰海岸段丘として世界最大で良好な状態で保たれている。西大西洋に接する岩々たる海食崖はほぼ原始の状態を保っており、目を見張る沿岸の景観の中に形状、輪郭、色彩、質感の類まれな視覚的アンサンブルを作り出している。	

地域名	評価された内容	対象地域との比較検討結果	比較地域と評価内容	比較地域と評価内容
18 三陸海岸	地形形成過程を示す隆起地形が見られる。	地形学的特徴やプロセスを示す既登録地が存在する。	ドーセット及び東デヴォン海岸（英国、2001年、viii） 当地の沿岸地域は、中生代の三畳紀からジュラ紀そして白亜紀へとほぼ連続した岩石層が観察され、およそ1億8,500万年前の地球の歴史を記録している。また沿岸の地形学的特徴や地形、変化のプロセスを示す典型的な例も観察される。	グロス・モーン国立公園(カナダ、1987年、vii、viii) 当地の岩盤は北米大陸の東岸沿いに大陸が移動したプロセスを示す国際的に重要な例であり、プレートテクトニクスと古代山岳帯の地質学的進化に関する多くの知識と理解をもたらしている。また、氷河作用が作り出したこの公園の多くの地質特性を原ることができる。
19 山陰海岸	海食崖、洞門、岩礁等の海蝕地形、砂丘、大規模な柱状節理等の変化に富んだ海岸景観が見られる。	海食崖等の多様な海岸景観を有する既登録地が存在する。	グランマ号上陸記念国立公園（キューバ共和国、1999年、vii、viii） クルス岬の段丘は素晴らしい沿岸景勝地で、石灰海岸岩段丘として世界最大で良好な状態で保たれている。西大西洋に接する堂々たる海食崖はほぼ原始の状態を保っており、目を引く沿岸の景観の中に形状、輪郭、色彩、質感の類まれな視覚的アンサンブルを作り出している。	西ノルウェーフィヨルド群 - ガイランゲルフィヨルドとネーロイフィヨルド(ノルウェー王国、2005年、vii、viii) 当地は地球上最も素晴らしいフィヨルドが観察されるエリアのひとつであり、その見事な自然美は、ノルウェー海の高さから水深500メートルにまで伸びる急傾斜の結晶質岩の壁により作りだされている。
	日本海の形成過程を示す地形・地質が見られる。	海食崖や砂丘等の海岸地形の形成過程を示す既登録地が存在する。	グランマ号上陸記念国立公園（キューバ共和国、1999年、vii、viii） クルス岬の段丘は石灰海岸岩段丘として世界最大で最も良好な状態で保たれている。西大西洋に接する堂々たる海食崖はほぼ原始の状態を保っており、カルスト地形には様々な大きさの形の急斜面、断崖、洞窟、河川峡谷、そしてドリーネ本として知られる大きな陥没穴が含まれる。	ナミブ砂海（ナミビア共和国、2013年、vii、viii、ix、x） ナミブ砂海では、川、海流、風によって数千 km の彼方から運ばれてきた砂により、沿岸に世界で唯一の広大な砂丘帯が形成されており、進行しつつある地質学的プロセスとしては類まれな例が観察される。

3-2. 詳細調査の実施

上記(3-1)で抽出した5地域(阿寒・屈斜路・摩周、日高山脈、飯豊・朝日連峰、奥利根・奥只見・奥日光、南アルプス)について、以下の方法により各地域の価値に係る更に詳細な情報を収集した。

- ・ 専門家へのヒアリング
- ・ 国内外の比較事例の収集

また、これらの情報を踏まえ、

- ・ 評価の分析
- ・ まとめ

を行った。

なお、専門家ヒアリングの対象者は以下の通りである。

地域名	氏名	専門分野	所属
阿寒・屈斜路・摩周(オンネトー湯の滝)	三田直樹	地形地質	産業技術研究所地質情報研究部門主任研究員
日高山脈	新井田清信	地形地質	アポイ岳地質研究所所長 北海道大学総合博物館資料部岩石標本担当
飯豊・朝日連峰 奥利根・奥只見・奥日光	福嶋 司	植生	植生学会会長 東京農工大学名誉教授 放送大学客員教授
白神山地 朝日・飯豊 奥利根・奥只見・奥日光	杉田久志	多雪環境	森林総合研究所森林植生森林領域 植生管理研究室長
南アルプス	狩野謙一	地形地質	静岡大学防災総合センター特任教授

3-3. 調査結果

3-3-1. 阿寒・屈斜路・摩周

(1) 専門家ヒアリングの概要

1) 原始地球におけるマンガン鉱床の成因

- ・ 35 億年前、光合成をして酸素を放出する微生物である藍藻が誕生し、藍藻が発生させた酸素は、それまでの原始の水に溶けていた鉄やマンガンのイオンと結合して、酸化鉄や酸化マンガンの沈殿を生じ、やがて大規模な鉱床が誕生した。
- ・ 一般的に酸化マンガンが無機化学的に生成される必要条件是、溶存態マンガン（水に溶けたマンガンイオン）、強アルカリ性（pH10 以上）、溶存酸素の 3 点である。
- ・ しかし、酸化マンガン鉱床は、酸化鉄のように無機化学的な反応で容易に生成したとは考えにくく、詳しい成因は判っていない。
- ・ 世界中の大陸のマンガンの多くは既に鉱床生成過程が終了していることから、自然界で現在も生成中の含水二酸化マンガン鉱床を探すことは、過去の出来事を理解する鍵となる。
- ・ 地球上で形成中の二酸化マンガン鉱床が確認できる場所は、主に海底の熱水が噴出する海嶺や海底火山周辺である。また、大洋底ではサメの歯などを核とした球形のマンガン団塊（1cm 生成するために 200 万年かかる）が知られている。

2) 海底のマンガン鉱床

- ・ 海底の熱水活動域付近には、酸化マンガンの生成条件である溶存態マンガンイオンと溶存酸素（約 5.5m/g）を有するが、pH7.5 と中性に近い環境であり、酸化マンガンの無機化学的な生成は考えにくい。
- ・ マンガン酸化物の表面から多量にマンガン酸化細菌が検出され、分離、純化したマンガン酸化細菌を用いた培養実験により、存在する鉱石生成の主役であることが判明した。
- ・ 海底熱水活動域には、オンネトー湯の滝と別種と思われるマンガン酸化細菌が確認されており、深海から採取したマンガン酸化細菌により実験室内でもマンガン鉱物の沈殿現象を観察することができる。つまり、マンガンを酸化させる能力を持つ微生物が関与して鉱床を生成するというプロセスは海底と陸上とで同じである。異なるのはオンネトー湯の滝にはシアノバクテリアがいて光合成していること。
- ・ しかし、これらを研究材料として使用するためには、深海調査船や長時間にわたるドレッジなどの調査が必要であり、海底との温度・圧力条件の違いから実験室での再現は容易ではない。

3) オンネトー湯の滝の特徴

- ・ オンネトー湯の滝の沈殿物はマンガン鉱物に富んでいるが極度に鉄が少ないことが特

徹的であり、これは陸上や海洋の熱水性二酸化マンガン鉱物の化学組成に類似している。また、オンネトー湯の滝のマンガン鉱床にはレアアースが凝縮されており、深海のマンガン団塊やマンガクラストにレアアースが豊富なことも類似している。

- ・ 酸化マンガンを生成する主役は、従属栄養で好気性のマンガン酸化細菌である。糸状藻類（藍藻）はこの細菌の栄養供給源となるのみならず、溶存酸素濃度が殆どゼロになっている源泉の池の中では微量領域での酸素供給源にもなっており、原始地球の無酸素環境下での生態学的プロセスの解明に寄与している。
- ・ さらに、藍藻は湯の流れに負けずに溶岩の表面にしっかりと付着し、マンガン酸化細菌と生成した二酸化マンガン微粒子が藍藻にしっかりと付着することで下流に流されにくくなって成長を続ける。やがて成長した二酸化マンガンの被膜層が新しい藍藻の足場や紫外線よけや重石にもなって、藍藻とマンガン酸化細菌を保護する役目になる。
- ・ マンガン酸化細菌は栄養源となる有機物の供給が無くなると、2価マンガンを4価マンガンに酸化することで成長に必要なエネルギーを獲得する。従って、有機物がない状態の方が二酸化マンガンの生成量は多くなるはずであるが、オンネトー湯の滝では藍藻による有機物の供給があるにもかかわらず、二酸化マンガンの生成量が多い。
- ・ 表層地質調査によって、二酸化マンガン層といくつかの広域火山灰層が交互に重なり合っており堆積している地点が発見され、この地点の地質断面調査によって、オンネトー湯の滝では過去 4,000～5,000 年の間酸化マンガンの沈殿活動が継続していることが確認された。
- ・ また、オンネトー湯の滝は温泉水から酸化マンガンが沈殿するプロセスを見るだけでなく、堆積後時間の経過と共に含水酸化マンガン鉱物から二酸化マンガン鉱物へと徐々に変化する結晶構造の時間的変化を追跡できる貴重な場所でもある。
- ・ オンネトー湯の滝は、マンガン鉱物の生成過程を直接かつ比較的容易に調べられる対象として、現状では世界最大のものである。

4) 比較

- ・ 日本国内でマンガン鉱物が現在も形成されていることが確認された場所は数カ所（新見温泉、黄金温泉、駒ヶ岳温泉、沼沢温泉など）あるが、オンネトー湯の滝ほどの規模の地点はない。
- ・ また、かつて生成が観察された場所で生成が停止したり、水田に一時的に生成された例があるなど、生成環境は安定していないが、オンネトー湯の滝では生成が長期間継続している。
- ・ 世界的に見て同様のことが言える。1992 年の万国地質学会議の巡検の際、現地を訪れた際のマンガン研究者は始めて見るオンネトー湯の滝の規模に驚嘆の声を発した。そこで提起された「世界にこの規模のものがあるか調査しよう」という提案に対する回答か

らは、オンネトー湯の滝に比較できるほどの現象の存在は示されなかった。

5) その他

○生きている酸化鉄鉱床「錦沼」

- ・ オンネトーの北に位置する錦沼では、その源泉の一つであるマウンドとその周辺は硬い酸化鉄が、また沼の周囲は柔らかな酸化鉄が厚く堆積しており、堆積物は微生物マットや植物遺骸も含んでいる。

(2) 当該地域に係る比較事例

1) 陸上で現在生成中のマンガン鉱床

○テネシー川上流域の洞窟内のマンガン鉄堆積物

米国本土内では、ミシシッピ川東部の20%を占める地域において、炭酸塩の岩盤が地底に横たわっており、無数の洞窟を伴って網目のように入り組んだカルスト水文学的な地形をなしている。そのため、アパラチア山脈南部には多数の洞窟がある。

洞窟内マンガン鉄堆積物に含まれるのは、酸化マンガン、水酸化マンガン、オキシ水酸化マンガン鉱物（以下総称して酸化マンガン等と呼ぶ）であり、これらの堆積物の鉱物特性は、非常に複雑になり得る。微生物はマンガン(II)化合物の酸化作用を触媒し、非生物学的な酸化作用の速度と比べて反応速度を5桁まで上げることが知られている。そのため、酸化マンガン(III/IV)の堆積速度が速ければ、とりわけ定められた環境で予測される非生物学的な反応の速度より速い場合は、堆積物の形成に微生物が関わっている可能性が高い。

この研究では、洞窟系におけるマンガン鉄堆積物の地球微生物学的特性を調査した。洞窟内に異なる数種のマンガン(II)酸化細菌が大量に存在し、バイオミネラル化のプロセスを促進していることを実証した。

マンガン(II)をバイオミネラル化する3つの生物を高度の希釈液（湿量 2.5×10^{-8} g および湿量 2.5×10^{-10} g）から分離することにより、これらの属（ヤンシノバクテリウム属、レプトスリックス属、フラゴバクテリウム属）のテネシー川上流域における洞窟内マンガン鉄堆積物の形成との環境的関連性が示される。この研究で発見されたバイオミネラル化能力の存在が推測される分離菌の多様性は、レプトスリックス属の菌種による原位置でのマンガン酸化の証拠と組み合わせて、洞窟内の生物地球化学的サイクルにおけるこれらの生物の重要性を示している。（出典：Carmichael *et al.*, 2012）

2) 既登録地におけるバイオミネラル化

- 西オーストラリアのシャーク湾（オーストラリア、1991年、(vii)(viii)(ix)(x) クライテリア(viii)

シャーク湾にある塩濃度の極めて高いハメリン・プールには、世界で最も多様かつ多数のストロマトライト（微生物マットにより形成された固く、ドーム型構造物）が観察される。この相似構造物は 30 億年以上に亘り地球上の海洋生態系で最も優性な構造であった。

ハメリン・プールのストロマトライトは形態的な多様性と数の多さの点で原生代の海洋に生息していたものと肩を並べる、現代の生きた例として初めて認識されたものである。そのため、カンブリア紀初期に至るまで地球の生物圏の自然と進化についての研究に役立つ生きた類似物としては世界で最も優れたもののひとつとなっている。また、ウーラメル・シーグラス・バンクにも強い地質学的関心が寄せられている。これは過塩性の海水の炭酸カルシウムが沈殿することにより、この海中の丘に石灰砂が幅広く堆積していることによるものである。

クライテリア (ix)

シャーク湾では概ね手つかずの環境で起こっている生物学的及び地形的進化のプロセスを示す優れた例が観察されている。その例として、シャーク湾の水文システムの進化、ハメリン・プールの過塩性環境、進行中の種分化、遷移、そして生物の退避地の誕生などの生物学的プロセスなどが挙げられる。

シャーク湾の傑出した特徴のひとつとして塩分濃度の勾配が急であることがあり、その結果、3 つの生物分布帯が形成され、それが海洋生物の幅広い分布と数の多さに大きな影響をもたらしている。ハメリン・プールが過塩性環境を持つことが、「生きた化石」といわれるストロマトライトをはじめとする、多くの重要な地質学的特徴や生物学的特徴が展開することにつながった。

ウーラメル・シーグラス・バンクが誕生したのもシャーク湾の独特な特徴によるものである。ウーラメル・シーグラス・バンクの面積は 103,000ha におよび、この種の構造では世界最大規模となっている。海草は温帯および熱帯地域における沿岸の汽水や海水の中に草地を形成する水生顕花植物で、世界で最も生産的な水域生態系のひとつを作り出している。オーストラリアは海草の多様性が世界で最も豊かな国のひとつであり、シャーク湾でも 12 種の海草が観察されている。（出典：SOUV Criterion(ix)）

3) 湖沼生態系と生物多様性

○ミーヴァトンとラクスアウ （アイスランド、暫定リスト、(viii)(ix)(x)）

ミーヴァトン地域は地質学的にも生物学的にも独特であり、保護の対象として価値のある地域である。地底にある多孔性の火山岩盤に蓄えられた降水が地中で移動し、一連の湧水となって地表に現れ、河川や湖の各水系に流れている。そのうち最大の水系が、ミーヴァトンとラクスアウの湿地帯である。ミーヴァトン湖（37km²）は、海拔 278 メートルの場所に位置し、50 以上の島で形成されている。湖周辺やその多くの島々の景観において特

徴的なのは、2,300 年ほど前に熱い溶岩が湖に流入した際に水蒸気爆発によって見事に形成された偽クレーターである。最も有名なクレーターはスクートウスタダギーガルで、特別保護区となっている。

ミーヴァトンとラクスアゥで繁殖する水鳥の生息数は、世界屈指である。合計 115 種の野鳥の生息がこの地域で記録されており、そのうち 28 種をカモが占める。15 種のカモが当地で定期的に繁殖しており、最も頻繁に見られるカモは、キンクロハジロ (*Aythya fuligula*)、スズガモ (*Aythya marila*)、ヒドリガモ (*Anas penelope*) である。その他に、キタホオジロガモ (*Bucephala islandica*)、ウミアイサ (*Mergus serrator*)、クロガモ (*Melanitta nigra*)、マガモ (*Anas platyrhynchos*) などのカモもよく見られる。繁殖するカモのうち 3 種は、アイスランドの他の地域ではめったに見られない。ミーヴァトンとその近辺は、ヨーロッパで唯一確認されているキタホオジロガモの繁殖地であり、シノリガモ (*Histrionicus histrionicus*) にとって、この地は最東の繁殖地となる。カモ以外では、ミミカイツブリ (*Podiceps auritus*) のつがいが 300 組以上ここで繁殖しており、その他にも、オオハクチョウ (*Cygnus cygnus*)、アカエリヒレアシシギ (*Phalaropus lobatus*)、ハシグロアビ (*Gavia immer*)、アビ (*Gavia stellata*) などの水鳥が生息している。

豊かな野鳥の生態が存在する主な理由は、湖がもたらす豊富な栄養供給にある。その潤沢な一次生産物と大量の昆虫やその他の小生物のおかげで、湖は鳥たちにとって豊富な餌の供給源となっている。湖の大きさ、広い浅瀬、多数の島々、長く延びる湖岸線、乾燥した気候、変化に富んだ地形などの要素が、豊かな野鳥の生態を形成する要因となっている。また、ミーヴァトンは浅い湖であるため（珪質堆積物（珪藻岩）が抽出される部分を除くと最大水深は 4 メートル）、日光が十分に差し込むことで、湖底に豊かな植生を保つことができ、緑藻類の希少種であるマリモ (*Aegagropila linnaei*) も生育している。

「顕著で普遍的価値」の根拠

ミーヴァトン湖とラクスアゥ川は、北半球で独特な淡水生態系を形成しており、大西洋中央海嶺の火山帯に沿って位置する。この地域は北極地方を代表する素晴らしい湿地生態系であり、その美しさ、高い生産性、興味深い野鳥の生態は世界中で知られている。過去 2000 年間の湖の歴史は、湖の堆積物から特定されており、その長期間にわたる個体群動態に加え、生態系の発展や種構成の変化も明らかになっている。湖はラムサール登録湿地であり、自然保全のために 40 年近くにわたって保護されている。

クライテリア (ix)

ミーヴァトン地域は、大西洋中央海嶺の上で発生した栄養物が肥沃で豊かな水界生態系を形成し、多くの水鳥や希少植物が生息するという珍しいケースを示している。この生態

系は重点的に研究されており、最近の研究結果では、その周期的な生息数が通常とは異なる個体群動態で形成されていることを示している。

クライテリア (x)

ミーヴァトン湖とラクスアウ川は、同じ緯度に位置する淡水の生息地と比べ、優れた生産性と生物多様性を備えていることで知られている。この地域では、15種のカモが恒久的に繁殖しており、アイスランドの他の地域では繁殖が確認されていない数種についても、時おり繁殖が行われていることが記録されている。ミーヴァトンとラクスアウは、キタホオジロガモ (*Bucephala islandica*) のヨーロッパ唯一の繁殖地である。他にも、ミミカイツブリ (*Podiceps auritus*) をはじめとする数種の水鳥がここで営巣する。湖と川の周辺では、40種以上のユスリカが発生する。この地域のブユ (*Simulium vittatum*) の発生量は、世界でも有数である。希少な植物種も記録されており、球状集合体を形成するマリモ (緑藻類) は、世界的に見てもミーヴァトンと阿寒湖以外では発見されていない。

(<http://whc.unesco.org/en/tentativelists/5586/>)

(3) 評価の分析

1) オンネトー湯の滝

オンネトー湯の滝の泉源と滝の斜面には、光合成によって酸素を放出するシアノバクテリア (藍藻類) と、この酸素と温泉水中のマンガニオンを結合するマンガン酸化細菌などの微生物が生息する。こうした微生物の複合作用により、滝斜面に二酸化マンガンを形成され、年間1トン以上の沈殿物が生成する希な場所である。

現在見つかっている陸上の巨大な二酸化マンガニ床は、先カンブリア時代の原始海洋で堆積したとみられ、また現在活動中の深海の熱水マンガン床周辺の二酸化マンガニ床、深海底表面を広く覆って極めてゆっくり生成されるマンガン団塊等の生成メカニズムは謎である。従って、自然界で現在も生成中の二酸化マンガニ床を探すことは、過去の出来事を理解する鍵となる。

海底熱水活動域付近には、オンネトー湯の滝と別種と思われるマンガン酸化細菌が確認されており、マンガンを酸化させる能力を持つ微生物が関与してマンガン床を生成するプロセスは海底と陸上とで同じと考えられる。しかし、これらを研究材料として使用するためには、深海調査船や長時間にわたる調査が必要となり、大きな障害となっていた。また、陸上における生成中のマンガン床は、比較対象地域として取り挙げたテネシー川上流の洞窟内や日本の各地でも見られるが、その規模は極めて小さく、自然環境下における実際のマンガン酸化に対する化学的あるいは微生物学的なメカニズムを解明することは困難だった。

オンネトー湯の滝のマンガン床は、陸上で見られる生成中のマンガン床として他に類を見ない規模を持ち、マンガン物の生成過程を直接かつ比較的容易に調べられる対象

として、現状では世界最大規模のものといえる。また、鉱物生成メカニズム解明のための地球科学・微生物学調査、鉱物学的調査、火山学・地質学・水文学的調査等の各種の調査が行われている。

一方、比較対象地域として挙げた西オーストラリアのシャーク湾では、先カンブリア時代の海辺で藍藻類（シアノバクテリア）という光合成微生物が、地球で最初に酸素ガスを生産しながら炭酸カルシウムを沈着成長させた産物であるストロマトライトを現在でも生成しており、生きた化石として世界遺産に登録されている。

オンネトー湯の滝では、藍藻類が生成した酸素を使って、マンガン酸化細菌が二酸化マンガン鉱床を生成しており、微生物の共同作業によるストロマトライトの生成という点では、シャーク湾と異なるが、生物が関わって鉱物を生成するバイオミネラリゼーションとしては類似性が見られる。

2) 阿寒湖と周辺の湖沼群

阿寒湖とその周辺の湖沼群は、火山の影響を受けながら特異な遷移を遂げ、マリモをはじめとする希少な生物相を育み多様な湖沼生態系を示しているとされる。世界的に有名なマリモについては、北半球に広く分布しているものの、大型で球状の集塊に発達し、群生している地域は阿寒湖と、今回の比較対象地のミーヴァトン湖に限られ、さらにミーヴァトン湖では絶滅に瀕していること、DNA の分析から世界のマリモは日本を起源とした可能性が高いことなどの調査結果が得られている。さらに、球状マリモが生育する条件として4つの環境要因（ミネラルが豊富な湖底湧水の供給、湖底の多様な底質、遠浅な入り江、強風がもたらす適度な波）が必要であり、生態系における位置付けや希少性について世界遺産としての評価が得られる可能性が高いと考えられる。

一方、様々な遷移段階にある阿寒湖沼群における生物相や種間相互の関係、その湖沼生態系に影響を与える地学的知見など解明されていない部分が多く、生物学的・生態学的過程を説明するための調査研究が十分に行われているとは言えない。また、多様性に関しては、ミーヴァトン湖のように40年近く続く調査研究の結果、生物相の多様性、特に水鳥の多様性はヨーロッパの中でも特異であり、個体群動態の解明等が進んでいる。さらに、単独の種による登録はこれまでも例が無く、また、IUCN のテーマ研究におけるクライテリア（x）の説明では、「世界遺産では1種だけの価値では OUV を証明するには適切ではないと考えられてきており、過去にインドの野生ロバ保護区等が不登録となっている。」という記述があり、比較的研究が進んでいるマリモ1種での登録は難しいと考えられる。

(4) まとめ

オンネトー湯の滝については、陸上で形成中のマンガン鉱床が確認される場所として類を見ない規模を持ち、マンガン鉱物の生成過程を直接かつ比較的容易に調べられる対象として現状では世界最大規模¹のものといえるが、その面積は他の世界自然遺産地域に比べて

¹陸上で生成中のマンガン鉱床はテネシー川上流の洞窟内や日本の各地でも見られるが、文献や専門家ヒアリングによるとその規模は極めて小さく、自然環境下における実際のマンガン酸化に関する科学的あるいは微生物学的なメカニズムを研究された事実は見当たらない。オンネトー湯の滝では滝斜面に二酸化マンガンが形成され、年間1トン以上の沈殿物が生成される。

小さいと考えられる。また、鉱物生成メカニズム解明のための地球科学・微生物学調査等の各種の調査が進んでいる。世界遺産の評価基準の生態系と地形・地質の組み合わせの観点がユニークであり、この観点からの可能性を探ることは考えられる。しかし、生物が関わって鉱物を生成するバイオミネラリゼーション²の観点からは、既に登録されている西オーストラリアのシャーク湾と類似性が見られ、その生成過程の相違³を価値として証明することは難しいと考えられる。ただし、現時点で完全には否定できないため、更なる精査は必要と考えられる。

マリモが生育する阿寒湖沼群については、マリモ⁴をはじめとする湖沼生態系の観点からの可能性を探ることは考えられるが、その生物学的・生態学的調査が不十分であり、かつ特殊な価値と見なされる可能性もある。しかし、現時点では完全には否定できないため、更なる精査は必要と考えられる。

引用文献

足寄町教育委員会. 1999. オンネトー湯の滝 足寄町オンネトー湯の滝マンガン生成緊急調査報告書.

Mary J. Carmichael, SARAH K. CARMICHAEL, CARA M. SANTELLI, AMANDA STROM, and SUZANNA L. BRAUER. 2012. Mn(II)-oxidizing Bacteria are Abundant and Environmentally Relevant Members of Ferromanganese Deposits in Caves of the upper Tennessee River Basin. *Geomicrobiology Journal* 30,79-800.

三田直樹. 1995. 原始地球の出来事を罹患する鍵 —世界でも希な「生きている酸化マンガングン鉱床、オンネトー湯の滝」—. 月刊地球. 17-7.

三田直樹. 2003. 温泉で微生物が活躍 —天然のマンガングン処理プラント—. 化学工学. 67-2.

三田直樹. 2005. 地球の不思議 —アースサイエンスとバイオサイエンスの融合—. NTS ニュース. 2005-2.

ユネスコウェブサイト SOUV Criterion (ix) : <http://whc.unesco.org/en/list/578>

ユネスコウェブサイト : <http://whc.unesco.org/en/tentativelists/5586/>

²オンネトー湯の滝では、光合成によって酸素を放出するシアノバクテリア（藍藻類）と、この酸素と温泉水中のマンガングンイオンを結合するマンガングン酸化細菌などの微生物の複合作用が見られることが特徴である。

³シャーク湾ではシアノバクテリア（藍藻類）が地球で最初に酸素ガスを生成しながら炭酸カルシウムを沈着させた産物であるストロマトライトを現在でも生成している。オンネトー湯の滝では、シアノバクテリアが生成した酸素を使って、更に、マンガングン酸化細菌が二酸化マンガングン鉱床を生成するという微生物の共同作業が見られ、この点がシャーク湾との相違点である。

⁴マリモは北半球に広く分布しているものの、大型で球状の集塊に発達し群生している地域は阿寒湖とアイスランドのミーヴァトン湖に限られる。球状マリモが生育する条件として4つの環境要因（ミネラルが豊富な湖底湧水の供給、湖底の多様な底質、遠浅な入り江、強風がもたらす適度な波）が必要である。更にミーヴァトン湖では絶滅の危機に瀕していること、DNA分析から世界のマリモは日本を起源とする可能性が高いことなどの調査結果が分かっている。

ミーヴァトン湖は、「ミーヴァトンとラクサアウ」として暫定リストに記載されている（アイスランド、2011年、viii、ix、x）。当該地は北極地方を代表する素晴らしい湿地生態系を有し、多くの水鳥や希少植物の生息・生育地であることを顕著で普遍的な価値として説明しており、マリモだけに着目したものではない。また、当該地域の暫定リストでは球状マリモがミーヴァトンと阿寒湖以外では発見されていないと説明されているものの、ミーヴァトン湖ではマリモは絶滅の危機に瀕しているとの情報がある。

3-3-2. 日高山脈

(1) 専門家ヒアリングの概要

1) 日高山脈の価値

- ・ 日高山脈の特徴、世界に誇る価値は次の4点にまとめられる。
 1. 日高山脈は、活発に活動する島弧のリソスフェア深部を代表する地質と岩石からできている。
 2. その地質と岩石は、上部マントルから地殻浅所の岩石まで規則正しく成層し、連続的に観察することができる。
 3. このような地質と岩石が地表に露出している地域は、世界的に珍しい。
 4. その形成年代は新生代(55~17Ma)で、極めて新しい(若い)。そのために、日高山脈の全ての岩石が、島弧リソスフェア深部でできたときの貴重な学術情報をほぼそのまま残している。
- ・ 日高山脈の東西方向の連続的な岩石の露出は、横倒しにして見ると、元の生成場所である深さ約30kmの地殻の断面と一致する。最上部の火山だけではなく、教科書的に上部マントル~モホ面を挟んで地殻上部に至る岩石が揃っている。変成岩の温度-圧力条件の解析から、地温勾配の全体像が詳細に正確に解明されている。このような、上部マントルからモホ面を挟んで地殻上部に至る岩石の連続した地質体のセットは、様々な学術的な要求に応えられる非常に貴重なものであり、このようなセットは世界に日高山脈とコヒスタン帯の2箇所しかない。
- ・ 地球スケールの大地の動きを学べる点や、それを知るための標本が直接得られる点に価値がある。島弧発達の解明にも重要な貢献をしている。例えば、火山現象は地表面象であり、噴出物から地下10km辺りのマグマだまりに関する情報が得られるが、それだけでは解明できないことが多い(例えば、そのマグマだまりはどのように熱せられたのか等)。地表からのアプローチには限界があるので、地下のことをより正確に理解するには岩石標本を入手する必要がある。日高山脈では、通常入手できない地殻深部の岩石標本を得ることができる。
- ・ コヒスタン帯(コヒスタン島弧)には蛇紋岩塊、モホ面、中部地殻、塩基性トータル岩、変成岩、火成岩、浅海堆積物、火山岩などが分布する。火山岩が上部に所在する点が日高山脈より優れている。ただし、山岳地帯であり、紛争地帯であることから、調査が困難。地質の重複関係などがきちんと調べられていないため、模式的な柱状図ができていない。
- ・ 地殻が露出するには大規模な地殻変動が起きるプレート収束帯でなければならない。しかし、多くの場合、地殻は断片的にしか露出しないか、構造的に削られて露出しない。日高山脈とコヒスタン帯だけは、連続的な地殻断面が残った。

2) 幌満かんらん岩体（島弧リソスフェア最下部の上部マントルかんらん岩）の価値

- ・ 幌満かんらん岩体は、まず新鮮（変成作用を受けていない）である点で、マントルでできた鉱物の組織と化学組成が非常に良好に保存されており、それが 10×8km の規模で露出する。面積だけでみればスペインのロンダなど他により大規模に露出する地域があるが、深度の情報が残っている新鮮なかんらん岩という点では世界一の規模である。通常、かんらん岩は変成を受けるとその状況に性質がリセットされてしまう。例えば、オフィオライトは、マグマではなく地殻変動の影響で、低温で変成することが多く、新鮮ではない。これに対し、幌満かんらん岩は面積的にはこれらに及ばないが、変成を受けておらず、地球深部の学術情報をそのまま持っている点で価値が高い。
- ・ 起源の異なる 4 つのタイプのかんらん岩があり多彩である。起源が異なるということは形成された時代や場所が異なるということで、中央海嶺でできた岩石や、より若いステージに島弧でできた岩石などが含まれ、学術的に価値が高い。無いのはざくろ石レルズライトだけであるが、この化学組成は幌満かんらん岩体の上部マントル（斜長石レルズライト）と同じである。
- ・ 新鮮であり多彩であるということは、様々な研究の要求に応えられるということであり、学術的な価値が非常に高い。研究分野は多岐に渡り、研究の質と量は、世界一がアポイ岳で、第 2 がスペインのロンダ。かんらん岩の研究者の間では「幌満かんらん岩体」が世界中で最も有名である。第 4 回国際レルズライト会議をアポイ岳で開催したが、これは海外のかんらん岩研究者からの強い要望に応えたもの。
- ・ 幌満かんらん岩体は 12 億年前の中央海嶺で形成されたことが分かっており、地球史の解明に貢献することも期待される。

3) その他

- ・ ポロシリオフィオライトに関しては、日本の中で唯一化学組成的に純粋に海の履歴を持っているので重要である。

(2) 当該地域に係る比較事例

1) マッコリー島（オーストラリア、1997 年、(vii) (viii)）

タスマニア島の南東約 1,500km にあり、オーストラリアと南極大陸のほぼ中間に位置する。本島の面積は約 12,785ha (34×5.5km)、周辺の小島や海域を含む遺産地域の面積は 557,280ha である。

マッコリー島及びその近辺の小島は、マントルの岩石が現在も活発に海面上に隆起し続けている地球で唯一の場所で、海洋地殻形成の地質的特性とプロセスやプレート境界ダイナミクスの詳細な研究を行う上で重要である。枕状玄武岩やその他の噴出岩も露出する。この島は、インド・オーストラリアプレートと太平洋プレートが交わる地点が隆起したも

のであり、マッコリー海嶺の海面上に露出した頂上部である。この特有の地殻隆起は、海洋地殻/上部マントル両方の構造と組成の完全無欠な断面図を示すものであり、海洋底拡大とテクトニックプロセスの証拠となるものである。海底下6キロまでの全ての地殻レベルにおけるシーケンスは、海底から上部マントルにかけての一定のシーケンスを示す他ではみられない貴重な証拠である。大洋底に形成されたものの中で唯一その存在が認められているオフィオライトである。

2) コヒスタン帯 (パキスタン)

コヒスタン帯でも日高山脈と同様に上部マントルから地殻浅部の岩石が分布する。

コヒスタン弧は、カラコランプレートとインド大陸プレート間に挟まれている白亜紀の島弧で、新テチス海においてインド大陸プレート前縁の海洋リソスフェアの沈み込みによって発達したものである。後期白亜紀に Shyok 縫合帯に沿って縁海盆が閉じ、島弧とカラコランプレートが融合した後、続く沈み込みによりインド大陸プレートの海洋縁が消失し、始新世の島弧とインド大陸の衝突がインダス縫合帯で発生した。この2つの衝突により島弧が褶曲し傾斜して、南部コヒスタンでは地殻基部がインダス縫合帯の上盤で露出し、北部の Shyok 縫合帯に近接した地域では地殻上部が露出する。

島弧の成長は構成成分の異なる二段階の火山活動からなる。海洋地殻時代に発達した島弧の層序は主として超苦鉄質岩・苦鉄質岩火成岩で構成されるのに対し、大陸縁辺での火山活動はフェルシク（珪長質）から中性の組成である。その後のステージでコヒスタンバソリスと Dir 火山群が発達した。

南コヒスタン地域の中中部～下部地殻は、基底の超苦鉄質・苦鉄質集積岩、Chilas 複合岩体、Kamila 角閃岩帯の3つの主要なテクトニックな要素で構成される。Jijal 複合岩体を含む基底の集積岩は、インダス縫合帯上のすぐ上盤に露出する。この複合岩体はダナイト、かんらん岩、輝石および局部的にはんれい岩、はんれい岩ノーライト、斜長石が上に堆積したクロム鉄鉱で構成されている。Jijal 複合岩体は、強い変成を受けたザクロ石グラニュライトである。Chilas 複合岩体は、コヒスタン島弧中央部に東西方向に分布する。長さ300km、幅40kmにも及ぶ苦鉄質・超苦鉄質の岩体であり、南部の Kamila 角閃岩帯と北部の Gilgit 準片麻岩からなる基盤岩に貫入する。Kamila 角閃岩帯の岩石は、Chilas 複合岩体と南部の超苦鉄質・苦鉄質深成岩の間に露出する。Kamila 角閃岩帯は2つの変化に富んだ変成角閃岩で構成されている。

中部から上部の島弧地殻は、堆積岩と火山岩の層序で構成されている。下位の層序は、角閃岩に挟まれて Gilgit 準片麻岩と呼ばれる高変成堆積物を含む。塩基性～中性の組成を持つ Chalt 火山群の層序は、局所的に枕状溶岩を含み、Gilgit 準片麻岩上に重なっている。Yasin グループは、コヒスタン層序の最上部の地質単位であり、石英岩、石灰岩、砂岩及び頁岩で構成される。コヒスタンバソリスと Chalt 火山群は大陸性島弧発達段階における

コヒスタン島弧のマグマ進化のモデルを提供する。

(3) 評価の分析

日高山脈の特徴は次のようにまとめられる。

活発に活動する島弧のリソスフェア深部を代表する地質と岩石からできており、その地質と岩石は、上部マントルから地殻浅所の岩石まで規則正しく成層し、連続的に観察することができる。また、アポイ岳周辺に大規模に露出する上部マントルかんらん岩は世界で最も新鮮で多彩なかんらん岩体として有名である。このような上部マントルから地殻浅部の連続的な地質断面が形成時にほぼ近い状態で地表に露出している地域は世界的に珍しく、島弧におけるマグマプロセスを理解する上で極めて高い学術的価値を持つ。

上部マントルからモホ面を挟んで地殻上部に至る変成岩の連続した地質体のセットは、様々な学術的な要求に応えられる非常に貴重なものであるが、島弧地殻を含むものは世界に日高山脈とコヒスタン帯の2箇所しか知られていない。地殻断面が露出する条件は大規模な地殻変動が起きるプレート収束帯にあることであるが、この2地域を除いて地殻は断片的にしか露出しないか、構造的に削られて露出しない。日高山脈とコヒスタン帯だけは運良く連続的な地殻断面が残った。

コヒスタン帯は白亜紀の島弧で、蛇紋岩塊、モホ面、中部地殻、塩基性トーナール岩、変成岩、火成岩、浅海堆積物、火山岩などが分布し、地殻の岩石が連続して露出する。日高山脈にないコヒスタン帯の持つ特徴は火山岩が上部に載っている点である。

一方、日高山脈が優れている点として、まず、研究が進んでいる点が挙げられる。コヒスタン帯は山岳地帯であり、紛争地帯であり、調査が困難な条件下にある。そのため、地質の重複関係などがきちんと調べられておらず、模式的な柱状図ができていない。それに対し、日高山脈は正確な地質図や柱状図があるだけでなく、島弧リソスフェアの地温勾配の復元もなされている。もう1点は、上部マントルかんらん岩が蛇紋岩化しておらず、改変を受けていない上部マントルの情報を保持している点が挙げられる。

上部マントルと地殻の断面が地上に露出する世界自然遺産地域として、マッコリー島が挙げた。マッコリー島は、上部マントルが露出する点は日高山脈と共通するが、その上部が海洋地殻の断面である点が異なる。マッコリー島のような陸上に露出する海洋地殻とマントルを合わせは世界中によく見られるもので、典型的なものとしてオマーンやトルードス（キプロス）などが知られている。これに対し、日高山脈で見られるのは島弧地殻の断面であり、構成する岩石や起源、起きている地質現象が異なる。造山運動や火山活動などの活動的な地上現象が起き、大陸が成長する前線となっているのは島弧であることから、島弧リソスフェア断面の見られる日高山脈は、海洋地殻の見られる地域とは異なる独自の価値を有していると言える。

アポイ岳周辺に大規模に露出する上部マントルかんらん岩（幌満かんらん岩体）は、変

成作用を受けずに上部マントルの情報をそのまま保持し、且つ様々なタイプのかんらん岩を包有し、さらにそれが大規模に露出するという点で世界に他に例を見ない。このことから研究分野は多岐にわたり、学術的な価値（研究の質と量）が高く、国際的に有名である。かんらん岩は世界中の多くの場所に産するが、多くの場合何らかの変成作用を受けて元の性質がリセットされてしまう。それに対し、幌満かんらん岩体は変成を受けていない地球深部の学術情報を持っている。したがって、幌満かんらん岩体は、上部マントルの情報を持つ岩石として顕著で普遍的な価値を持つと考えられる。

以上の今回収集した情報や比較分析を基に、クライテリア(viii)に合致する可能性と課題について次のようにまとめた。

- ・ 日高山脈に見られる島弧リソスフェアの連続的な断面は、地球の歴史の主要な段階を代表する顕著な見本に当たる可能性がある。しかし、IUCN のテーマ研究で示された 13 のテーマのうち、「プレートテクトニクスおよび地殻形成」に関する登録物件は前例が極めて少なく、登録の指針も明確ではないため、遺産の価値として認められるか不明である。国際的な知名度を高めることが対策の一つと考えられる。
- ・ 既存の登録物件であるマッコーリーとの主要な違いは、海洋地殻と島弧地殻との違いである。これらは地学上の位置づけや価値が全く異なるものであるが、その違いは専門的と判断される可能性がある。
- ・ 幌満かんらん岩体に関しては、上部マントル物質という観点では、プレートテクトニクスやプリュームテクトニクス、陸上の火山活動を含むマグマ活動等と密接に関連する重要な事項を記録するものであり、地球の歴史の主要な段階を代表する顕著な見本に該当すると考えられる。しかし、かんらん岩という単体の岩石として捉えられると、狭い分野の特殊な価値と見なされる可能性がある。
- ・ 幌満かんらん岩体の「新鮮であること」を証明するために、客観的に比較する方法が課題である。

(4) まとめ

日高山脈に見られる島弧リソスフェアの連続的な断面、及びその最下部を構成する世界で最も新鮮で多彩な上部マントルかんらん岩（幌満かんらん岩体）が見られ、地球の歴史の主要な段階を代表する見本と考えられ、この観点からの可能性を探ることは考えられるが、専門的あるいは狭い分野の特殊な価値と見なされる可能性もある。ただし、現時点では完全には否定できないため、更なる精査は必要と考えられる。

引用文献

荒井章司・前田仁一郎・小山内康人・新井田清信．1997．まえがき．日高地殻－マントル系のマグマ活動．地質学論集．47．

Khan, M. A., and Jan, M. Q., and Weaver, B. L., 1993, Evolution of the lower arc crust in Kohistan, N. Pakistan: temporal arc magmatism through early, mature and intra-arc rift stages. In: Treloar, P. J., and Searle, M. P. (eds.), *Himalayan Tectonics*, Geological Society of London, Special Publication No. 74, 123-138.

日本地質学会編. 2010. 日本地方地質誌 1 北海道地方.

新井田清信. 2012. 北海道のジオの魅力を伝えたい～世界に誇る日高山脈の地質と岩石～. EPOCH. 64.

新井田清信・高澤栄一. 2007. 幌満かんらん岩体の層状構造とその起源. 地質学雑誌. 113 補遺 : 167-184.

小山内康人・大和田正明・豊島剛志. 2007. 日高衝突帯下部地殻の岩石構成と変形運動. 地質学雑誌. 113 補遺 : 29-50.

ユネスコウェブサイト : <http://whc.unesco.org/en/list/629>

3-3-3. 飯豊・朝日連峰及び奥利根・奥只見・奥日光

平成 15 年検討会当時の評価として、飯豊・朝日連峰は「多雪環境がつくりだす偽高山帯などの特徴は氷河期以降の森林形成を示す見本」とされ、また、奥利根・奥只見・奥日光は「大規模な湿原生態系と多雪地域特有の植生の景観」が挙げられた。その後、平成 24 年度および今年度調査の結果、両地域とも多雪環境のブナ林生態系に着目して更に調査する必要があると判断した。

そこで、本調査では、飯豊・朝日連峰および奥利根・奥只見・奥日光両地域の多雪環境及び多雪環境に適応したブナ林生態系に着目し、専門家のヒアリングや国内外の比較により両地域の評価・分析を行った。

(1) 専門家ヒアリングの概要

1) 国内外のブナ林について

①アジアのブナ林

- ・ブナ属は東アジアで 8 種（そのうち 1 種は変種又は亜種とする見解もある）あり、中国南部には 4 種、雲南省・四川省では 3 種、日本には 2 種（ブナ・イヌブナ）、韓国の鬱陵島に 1 種で、日本の白神山地はそのうちの 1 種のブナのみが生育する。
- ・東アジアのブナ林は、日本と韓国がクラス I、中国と台湾がクラス II、中国の雲南省南部とベトナムはクラス III と、3 つのクラスに分けられる。日本と韓国の鬱陵島は類似する特徴を持つ。
- ・鬱陵島は常緑樹と混生せず、日本の日本海側のブナ林と類似する。鬱陵島は尾根の限られたところにしかササがない。また、斜面のブナ林（タケシマブナ）には、リョウメンシダ、ギョウジャニンニク、オオスハマソウ、スミレ類が出てくる。林床の組成が日本とは異なり、シダが生える。鬱陵島の面積は 73km² で、海拔 300m まで人の手が入りブナ林はない。
- ・鬱陵島と日本は、常緑樹が入らないブナ林がある点で、ヨーロッパのブナ林に似る。
- ・中国と台湾は、常緑樹（シイ、カシ、ツバキ、クスノキなど）が混生している点で類似する。中国のブナ林は、どこも人の手が入っており、保護区に残存するのみで、小面積。残存地域は雲南省（南方）、北方の奥地にしかない。

②アジア以外のブナ林

- ・世界スケールで見ると常緑樹が入るか否かで大きく区分できる。常緑樹と落葉樹の組み合わせは、大陸移動による環境変化や分布の変化が生じたことによるもの。
- ・ヨーロッパは、ヨーロッパアルプスを境に南北で分かれる。フランス、ドイツ、イギリス一帯は氷河で荒らされており、種組成はシンプルで、常緑樹は生育できない。南側のイタリア、ギリシャは非常に種の多様性が高い。常緑樹は多くはない。イラン、コーカ

サスのオリエントブナは、氷河の影響を受けているところとそうでないところがある。イランには、針葉樹が入っておらず、コーカサスは針葉樹と混生する所も多くある。

- ・メキシコのブナ林は常緑樹（イヌマキやモクレン類）が入っている。常緑のカシ類が200種くらい入っている。
- ・カナダは常緑樹が入らないタイプ。
- ・ササやタケ類が入っているのは、アジアのブナ林だけの特徴。

③日本のブナ林の特徴

- ・日本は5つのタイプのブナ林に分かれる（福嶋ほか，1995）。
- ・日本海側のブナ林は、常緑の低木が混じっていることが1つの特徴。太平洋側にはない。
- ・日本の北限のブナ林は北海道奥尻島と黒松内。奥尻島のブナは厳しい環境下で生育している。アジアで見れば東限に位置する。黒松内のブナは、20～30mの樹高がありブナは歪でない。日本の南限のブナ林は、九州の高隈山（鹿児島県）、大変歪な格好をしたブナである。
- ・日本海側のブナ林は、氷河期（1万年前まで）には、ブナが新潟や福島まで南下していたが温暖化のため分布が北上し、同じような性質を持つブナ林が広がった。その後、一万年以前以降、日本海側地域は、積雪が多く、雪が半年以上降るようになり、冬は均質な環境となり、太平洋側と極端な違いが出来た。
- ・フォッサマグナ地域（ブナーヤマボウシ群集）に出現する種群は、富士山、箱根、八ヶ岳、伊豆七島などの噴火の影響により種が分化しており他地域と異なる。丹沢が本州にぶつかったのは、700万年前、伊豆半島は100万年前。火山の環境変化で特徴付けられる種、カジカエデ、マメザクラ、サラサドウダンなどは、このような地域にしか出ず、他のブナ林とは異なる。また、ブナーシラキ群集のシロモジやベニドウダンは、むしろ、それより前の時代背景を残している種で、大陸と繋がっていた第三期に来た植物が残って進化したもの。「襲速紀（そはやき）要素」と言われ、特徴付けられる。このように、日本のブナ林のタイプは、それぞれ地史的背景を踏まえたタイプであることが言える。
- ・日本海側のブナは海拔200～1,700mまであり、高いところで500～600m程度は人が結構使っている。
- ・日本海側のブナ林の発芽率は非常に高い。この発芽率は、日本ののみならず世界的にも特殊である。

（平尾根効果）

- ・太平洋側のブナ林には、ササ類が入り込まない地域がある。平らな尾根で、空中湿度が高く、火山灰地で覆われている土壌のため、土壌が湿潤になり、そのような環境下ではササが生育できず、谷に生育するような湿潤の林床の植物がみられるのが特徴。これを「平尾根効果」と呼ぶ（福嶋・岡崎，1995）。平尾根効果がみられるところは、九州で

は白鳥山、四国では立石山、天狗高原、関東では富士箱根、三頭山、丹沢、東北の早池峰山、黒森山など（福嶋ほか，2005）。それぞれ地史的背景が異なる。少し似た特徴を示すブナ林が韓国の鬱陵島にあり、湿潤で林床はシダ類（リョウメンシダ、ジュウモンジシダ）が生育する。

④白神山地と国内地域の比較

- ・ 日本のブナ林の中で、白神山地は分断されずに大面積で残っている地域。また、東北地方の中でも大規模に残存する地域で、白神山地の一番の価値である。月山も同様だが、地形が急峻なため、山の崖崩れが非常に多く、大木は育たない。一方、面積的には広く、多様な地形に多様な様態の極相林が生育する。中部地方は、昔はブナ林が残存していたが、現在では分断され、白神のようなブナ林はない。
- ・ ブナの樹高や直径の視点で比較すると、白神のブナは、樹高が低く、それほど巨木でもない。十和田には巨木のブナが残存し、北海道（木古内、碁盤坂）のブナの方が遙かに高い。
- ・ 白神山地は、日本海側のブナ林（ブナーチシマザサ群集）に属し、白神山地の高木層はブナのみで均一という特徴を持つ。一方、太平洋側のブナ林の方が高木層に様々な樹種（モミ、ブナ、ミズナラ、カエデなど）があり多様性は高い。多様性の観点から言えば太平洋側と日本海側の重なる地域がより多様性が高いということになる（福嶋ほか，1995）。
- ・ 日本海側のブナ林（ブナーチシマザサ群集）は、北陸の白山以北から北海道まで、それほど大きな変化はなく、均一なブナの林であるので、飯豊・朝日連峰、奥利根・奥只見・奥日光への拡張ということはある。飯豊・朝日連峰は面積的には広く残っているが、白神山地とブナ林タイプが同じなので、単独では遺産地域とするのは厳しい。

2) 多雪環境について

①国内外の多雪環境

- ・ 日本は世界的に見ても、最も多雪環境の地域であることは間違いない。比較的南方に位置するが、積雪量が多く、長期間雪が残っている特徴がある一方で、夏は暑く、高山植物が育つ期間も残されている。また、積雪が5 mもあるなか、森林が成立するのは珍しい。こういった地域に成立する森林は国内ではブナやオオシラビソのみ。北米の多雪地帯と似る。
- ・ 日本が大陸と繋がっていた時期にはそれほど積雪は多くなかったが、その後（後氷期）、大陸と日本が離れ、その間を対馬海流（暖流）が流れるようになると、大量の水分を含んだ冬の季節風が日本海側の山脈にぶつかり、積雪が多くなり、多雪な環境へと変化していった。

②偽高山帯

- ・ 偽高山帯は、海外でも事例はあり、世界的に珍しくはない。国内では東北地方から中部地方の山でみられる。山が高いのに、針葉樹を欠く地域は結構ある。日本海側の多雪地域に多いが、雪の少ない山地にもある。
- ・ 花粉分析により、オオシラビソがある地域の八甲田や八幡平などは、1,000年前～600年前までは針葉樹はなかったことが分かっている。その後、針葉樹が侵入し現在の樹林が形成された。このような地域は、かつて偽高山帯であったところに地史的過程の中で針葉樹が侵入拡大し、現在に至っている地域。未だ偽高山帯としてある地域は針葉樹の侵入が出来ておらず、その途上にある地域と考えられる。
- ・ 本州で多雪環境に生育する針葉樹はオオシラビソ以外にはない。オオシラビソは日本の固有種で、八幡平、八甲田、八ヶ岳などに生育する。

③雪田、雪渓群落

- ・ 亜高山帯～山地帯のなだらかな地形に雪田草原が出来る。国内では飯豊山地の稜線部や鳥海山。白神山地は急斜面のため出来ない。

④樹氷

- ・ 樹氷は水蒸気が過飽和になり、樹木（オオシラビソ）にあたって生成される。この過程は特異な気象環境でないと起こらない。国内では蔵王や八甲田など。世界で類似する地域はあると思う。

(2) 当該地域に係る比較事例

1) スイス・アルプス ユングフラウアレッチュ (スイス連邦、(vii)(viii)(ix))

通常、森林限界線より上が低木帯となっており、この地帯では、一般的な生息環境に分布する密毛のあるヘアリーアルペンローゼ類（ツツジ科ツツジ属 *Rhododendron hirsutum*）や酸性岩に生育するアルペンローゼ（ツツジ科ツツジ属 *Rhododendron ferrugineum*）が見られる。岩盤、日射量、標高のような環境要因に応じて、多種多様な群集が存在している。広く見られるのは、原生岩で育つベントセッジ（*Caricion curvulae*）や *Festuca varia*（イネ科）の草地、炭酸塩土壌や炭酸塩/珪酸塩のガレ場に育つマットグラス（イネ科）/ブルームーアグラス（イネ科）/ラスティセッジ（カヤツリグラ科スゲ属）の草原、肥沃な土壌と酸性土壌の両方における雪田群落、ピンク色の氷雪藻類クラミドモナス・ニヴァリス（紅雪藻 *Chlamydomonas nivalis*）を含む氷雪プランクトンなどである。一方、比較的珍しいのは高山ツツジとエリニオンの群集やグローカスセッジ（*Caricion firmae* 群団）。なお、ウィローハーブの茂みや川岸の群集などの氷河後退域に関連する様々な群落は、あらゆる時間的または分布的な段階において高山草地やガレ場の生育地が特に重要である。

2) 長白山（中国）の雪窪

長白山地区では降水量が多く、年平均降水量は 1,340mm であるが、夏季気温（6～8月の平均気温）は比較的高い（6.9℃）。長白山の東斜面と東北斜面では、雪窪が比較的多く分布する。このことは、地形条件が気候条件に影響することで、雪食地形の形成に影響するためである。すなわち、山地斜面の方位は雪食地形に影響することから、日陰斜面と風下側斜面では雪が堆積しやすく、雪食作用は比較的強くなる。その原因としては、第一に、この方位は当該地域における冬季季節風の風下側斜面に当たり、また日陰斜面・半日陰斜面でもあるため、雪が堆積しやすく、雪窪の形成が促されたことである。雪窪は、広く緩やかな斜面、特に局所的な地形では比較的低い場所によく発達する。そのような場所は降雪の堆積にとって理想的で、化学的風化作用が強まった。よって雪食作用が働く地域は、その多くが雪原に隣接する位置にあった。第二の原因は、局所的には傾斜量もまた重要な働きをすることである。雪窪は中程度の傾斜に比較的広く分布する。また緩傾斜では積雪が貯留しにくく、一方急傾斜では物理的風化がより盛んであったので、雪食作用が抑えられた。長白山において発達する雪窪の傾斜量は主に 15–25°である。

3) カルパチア山地のブナ原生林とドイツの古代ブナ林（ドイツ連邦・スロバキア共和国・ウクライナ、2007・2011年、(ix)）

カルパチア山地のブナ原生林とドイツの古代ブナ林は、15地域で構成されたシリアルとしての登録地である。それらは人為の影響を受けず、複雑な温帯林の顕著な例を表し、様々な環境条件を経たヨーロッパブナの純林における最も完全かつ包括的な生態系の形態と過程を示す。また、ブナの遺伝子とそれらの森林に依存する多くの種の保存場所として重要な地域である。

カルパチア山地のブナ原生林とドイツの古代ブナ林は、北半球におけるブナ属の広範な分布とその生態学的重要性を解明する上で、ブナ属の歴史と進化を理解することが重要であり、そのために不可欠な場所である。これらの人為の影響を受けていない複雑な温帯林は、様々な環境条件を経てきたヨーロッパブナの純林の中で、最も完全かつ包括的な生態学的形態と過程を示し、海岸から山地の森林帯まですべての標高帯を代表している。ブナは温帯広葉樹林の中で最も重要な要素の一つであり、最終氷河期後の再侵入化と陸域生態系や群落の成長における現在進行中の顕著な見本である。当地は、自然のブナ林の長期保全の過程において不可欠な側面を持ち、1つの樹種が様々な環境要因の中で、どのように優占種となったかを示している。

4) ウルルン島（鬱陵島）（韓国）

○タケシマブナ林

ウルルン島は、朝鮮半島中部の沖合東方 150km の日本海に浮かぶ火山列島で、鐘状火山であり、粘り気のある溶岩が噴き出して固まって出来た高く険しい火山を持つ。島の周囲は絶壁で囲まれている。海拔 984m、面積約 73km² ほどの島である。日本海上にあるため、本州の日本海側同様、冬期に多量の積雪がある。ウルルン島には、タケシマブナが島の中腹から山頂まで分布し、一部、タケシマイタヤやタケシマシナノキが混入するが、ほぼ純林を形成する。また、尾根筋はツガが入ることがある。林床にはマイズルソウやギョウジャニンニクなどの草本が優占するが、一部、チシマザサが優占する林も見られる。チシマザサは日本海側のブナ林を特徴付ける種でもあり、多雪条件に適応した種である。

5) 北アメリカ

○アメリカブナ

北アメリカ大陸には、アメリカブナとメキシコブナの 2 種が存在する。このうち、アメリカブナは北緯 30 度付近から 48 度付近までの広い範囲で分布する。分布域が広いから、種としてもかなり変異の幅がある。北アメリカの夏緑樹林はブナ属よりも、むしろコナラ属を優占することが多い。アメリカブナは、日本のブナのように単独で優占林を作ることとはほとんどなく、これらの林の構成種のひとつとして生育する。アメリカブナの分布域は南北に広いため、混交する種は地域によって異なる。特に南部では、夏緑樹ばかりでなく、常緑樹と混交するのが特徴である。

分布域の北部から南部にかけて、アメリカブナが混交する林は主に 3 つのタイプがある。

- ・ アメリカブナ-サトウカエデ林：アメリカブナの林のうち、もっとも北方あるいは高所に見られるタイプ。樹冠層は、主にアメリカブナとサトウカエデの 2 種によって構成され、サトウカエデの他、コナラ属、シナノキ属、ニレ属、トチノキ属などの夏緑樹が混交する。アメリカブナの中では、日本のブナ林にもっとも近い林である。林床にはマイズルソウ属やオシダ属など北方系の種が見られる。
- ・ 中生植物混交林：前者よりは南部、アパラチアからミシシッピにかけての低地、低丘陵地に見られ、樹冠層はアメリカブナの他、ユリノキ、サトウカエデその他のカエデ属、シナノキ属、クリ属、トチノキ属、コナラ属、ツガ属などの非常に多くの種により構成される。アメリカブナが占める割合は、斜面の下部や沢沿いの部分で高くなる傾向にある。
- ・ アメリカブナータイサンボク林：ジョージア、アラバマ、ルイジアナ、ミシシッピ、フロリダなどの南部の各州に見られる林で、上記タイプと異なり、多くの常緑樹を混交する点で特徴がある。林冠層ではアメリカブナとタイサンボクが優占し、この他にユリノキ、コナラ属、カエデ属、モチノキ属、フウ属、ペカン属などの種が混交する。

(3) 評価の分析

○国内外のブナ林の比較

ブナ属は、世界ではヨーロッパ、東アジア、北アメリカの3地域に隔離分布されており、東アジアのブナ林は、さらに3つのクラスに区分される。日本と韓国がクラスⅠ、中国と台湾がクラスⅡに属し、中国の雲南省南部とベトナムはクラスⅢである。

日本は韓国のウルルン島（鬱陵島）と類似する特徴を持ち、韓国のウルルン島のタケシマブナ林とともにクラスⅠに分類されている。このクラスの特徴は落葉樹が多く、常緑広葉樹が少ないことである。

ウルルン島のタケシマブナ林は、多雪環境下に生育し、ブナの純林を形成する点、林床に一部チシマザサが優占する点で、日本の日本海側のブナ林と類似するが、林床は主にシダ類が生育する。タケシマブナ林は、ウルルン島の島全域には分布しておらず、仮に島全域と見なしても、白神山地の遺産地域（17,000ha）や奥会津森林生態系保護地域（83,890ha）より狭く、純林をなすブナ林の面積は日本のほうが遙かに広いことになる。

ヨーロッパブナ林は、樹冠層がほとんどブナ林に占められる点で、ウルルン島同様、日本の日本海側ブナ林と類似する。しかし、ヨーロッパブナ林の種組成は、日本のブナ林の1/5から1/6といわれ、日本のブナ林よりも多様性は高くないこと、多雪環境に影響を受けた生態を有していないことから、日本のブナ林と相違している。

アメリカブナに関しては、日本のブナのように単独で優占林を作ることはほとんどなく、林の構成種のひとつとして生育し、アメリカ南部では常緑林と混交することが特徴である。

国内のブナ林について見てみると、白神山地も含まれる日本海側のブナ林は、北海道南部（奥尻島、黒松内）から北陸にまで及び、日本海側ブナ林については、多雪環境下にあること、組成的变化は少なく、均一であることが特徴として挙げられる。また、日本海側ブナ林の区分には、詳細検討対象地域である飯豊・朝日連峰、奥利根・奥只見・奥日光も含まれる。

(4) まとめ

日本の日本海側ブナ林（ブナーチシマザサ群集）は、多雪環境の影響を受け、比較的広い範囲に純林に近い林を作ることが特徴として挙げられ、ヨーロッパ、アメリカ、中国等の海外のブナ林とはその組成や多様性に相違が見られた。

国内のブナ林では、日本海側のブナ林は、北海道南部（奥尻島、黒松内）から北陸にまで及び、多雪環境下にあること、組成的变化は少なく、均一であることが特徴として挙げられ、飯豊・朝日連峰、奥只見・奥利根・奥日光もその範囲に含まれる。これらの地域が日本海側ブナ林であることを考慮し、ブナ林の純林に着目してみると、既に白神山地が登録されていることから、それらが単独で遺産として認められることは困難である。ただし、白神山地の拡張を視野に入れる場合には、可能性を完全には否定できないため、更なる精

査は必要と考えられる。

引用文献

- 福嶋司・高砂裕之・松井哲哉・西尾孝佳・喜屋武豊・常富豊. 1995. 日本のブナ林群落の植物社会学的新体系. 日本生態学会誌 45 : 79-98.
- 福嶋司・岡崎正規. 1995. 西中国山地の山頂部に発達する湿性型ブナ林とその立地環境. 日本林学会誌. 77(5) : 463-473.
- 福嶋司・岩瀬徹. 2005. 図説 日本の植生. pp.136-138. 朝倉書店.
- Hukusima T., Matsui T., Nishio T., Pignatti S., Yang L., Lu S., Kim M., Yoshikawa M., Honma H., and Wang Y., 2013. Phytosociology of the Beech(Fagus) Forests in East Asia. Springer.
- スイス・アルプス ユングフラウアレッチュ 2007年拡張時推薦書. Description の 2.a.4 Biology: Habitats/Vegetation/Flora/Fauna. pp.31-32.
- 宋長青. 1995. 長白山雪食地貌发育特征. Journal of Glaciology and Geocryology. 17-2. ユネスコウェブサイト : <http://whc.unesco.org/en/list/1133>
- 韓国観光公社サイト (鬱陵島) : http://japanese.visitkorea.or.kr/jpn/TE/TE_JA_7_3_7_2.jsp
- 原正利. 1992. ブナ林の自然誌. pp.43-55. 千葉県立中央博物館.
- 原正利. 1996. ブナ林の自然誌. pp.22-37. 平凡社.
- 牧田肇. 2005. 3.世界におけるブナとブナ林の比較. 日本のブナ帯文化 普及版. 市川健夫・山本正三・斉藤功編. pp.41-57. 朝倉書店.

3-3-4. 南アルプス

(1) 専門家ヒアリングの概要

1) 湿潤変動帯の山岳形成

- ・ 類似する場所としては、台湾山脈とニュージーランドのサザンアルプスが挙げられる。台湾山脈は標高 4,000m の山が多数あり、面積も日本アルプスを全て合わせた程度と広く、隆起速度も 10mm/年以上かと思われる。サザンアルプスも大きく、隆起速度は速い。ただし、いずれも調査されておらず、よく分からない。
- ・ 地形は、南アルプスと台湾は V 字谷であるのに対し、ニュージーランドは氷河があるため U 字谷が発達している。ニュージーランドの浸食、削剥はむしろ氷河、周氷河作用である。

2) 伊豆-小笠原弧の直交衝突

- ・ 伊豆-小笠原弧の直交衝突により様々な現象が起きている。平行衝突であれば単に隆起するだけであり、地殻の屈曲は直交衝突だからこそ起きる。直交衝突は島弧の衝突の中で非常にユニークであり、一つの極端なパターンである。
- ・ 島弧の直交衝突の例は他にカムチャツカ沖や中米沖があるが、日本ほど顕著でアクティブではない。台湾とニュージーランドも衝突しているが、これらは普通の平行に近い衝突。ヒマラヤは大陸地殻同士の衝突で、規模も地殻の性質も異なるので、違う目で捉えなければならない。

3) 付加体

- ・ 付加体は日本列島全体の特徴と言える。日本列島の付加体研究が世界の付加体研究に大きな影響を与えた。日本の付加体は 3 億年前から現在まで続く過程を明らかにしており、これは世界で他にない。日本の付加体研究者は多いし、世界からも研究者が日本に比較研究に訪れる。
- ・ 南アルプスを造っているのは四万十帯。四万十帯は九州から四国、紀伊半島、秩父山地まで出ている。付加体の典型は四国や紀伊半島で、海岸に露頭があり見学しやすい。
- ・ 南アルプスは 3,000m 級の山で、海洋底の岩石が 5,000m の海底から 8,000m 隆起して削られたことが実感できるのが特徴。島弧の衝突などテクトニックな作用がなければ通常の付加作用だけでは山はそれほど高くはならない。付加体の特徴を示す岩石や構造は南アルプスの稜線部にもそろっている。メランジュや褶曲構造も見られる。デュープレックス構造は観察しにくい。
- ・ 付加体の世界自然遺産にはニュージーランドのテ・ワヒポウナムがある。ニュージーランドの付加体も島弧の衝突で隆起した。高いところは 4,000m。雪と氷河で覆われており、高山でもあるため調査が困難である。また、付加体の要素が 1 箇所にとどまって見

られるわけではないので、見学するには不便。世界自然遺産にはなっているが、付加体は前面には出ていない。それは研究が進んでいないためである。

4) その他

- ・ 糸魚川－静岡構造線は世界で最も活動性が高く、それが地形や露頭で観察できる。山麓が活断層帯となっている。ただし、低標高地で国立公園外。活断層が見られる場所は世界にそう多くない。
- ・ 大井川の河川の形態、V字谷、蛇行が南アルプスの一つの売りである。河川が蛇行して山地を浸食して起こる要素が全て入っており、それがコンパクトに見られる。

(2) 当該地域に係る比較事例

1) バルバドス島スコットランド地区 (暫定リスト)

バルバドス島は約 32km×23km の島である。バルバドス島の最高峰はスコットランド地区の Hillaby 山 (海拔 340m) である。Hillaby 山及びスコットランド地区は、トリニダードからプエルトリコ辺りまで数百 km にまたがる細長いバルバドス海嶺の頂上で、この山脈がカリブ海において唯一海面上に現れている地点である。バルバドス海嶺は、大西洋プレートがカリブプレートの下に沈み込む沈み込み帯に発達した付加体であり、少なくとも 20km の比較的低密度の堆積物と堆積岩の上に重なる 4km 以上の第三紀層からなる。変形したタービダイト、火山起源の層、オリストストロームブロック、礫岩、泥火山、扇状地堆積物などからなる。

バルバドス島は、堆積岩の基盤層の上を炭酸塩岩の段丘が覆っている。バルバドス島には、スコットランド地区の地表において最も顕著な泥ダイヤピルをはじめとする多くの堆積岩層と構造地質学的特徴がある。基本的に火山岩でできている小アンティル諸島、中でもウィンドワード諸島の列から離れた場所に位置しており、火山が存在しない。

スコットランド地区 (40km²) は、変化に富んだ、切り立った断崖によって縁取られている。同地区の内陸部の地形は、複雑な地殻変動による褶曲や断層、表面浸食の相互作用がもたらしたものである。スコットランド地区には、約 3,000 万年～5,000 万年前の岩石が存在しているが、これには、粘土石、砂岩/シルト岩、火山灰層、石灰岩、(固化するとチャートやフリントになる) 放散虫岩、さらには、巨大な大砲の玉に似たミネラル凝固物のような珍しい岩石層も含まれる。これらの岩石のほとんどは、複雑に褶曲や断層を繰り返している。

地下 1,000～2,000m 程度の場所では、いわゆるスコットランド砂岩が油床となり、幾つかの油田を作り出しているほか、自然の石油の溜まり場においては、石油が地表にまで達している。

2) 四万十帯

四万十帯は、沖縄諸島から西南日本の太平洋側、1,300km（文献によっては 2,000km）、最大幅 100km にわたって分布する砂泥互層を主体とする地層群で、白亜紀から中新世までの付加体である。南アルプスの甲斐駒－鳳凰花崗岩の地域を除く主要部分は四万十帯に当たる。

陸上の地質調査から付加体の認定を行ったのは勘米良による 1976 年の九州四万十帯での研究によるもので、この陸上付加体の認定は、日本から地球科学において世界に先駆けて概念が提出されたものの一つである。その後、四万十帯の付加体形成論は、放散虫化石による時代論や古地磁気データを踏まえた四国の調査結果と海洋地質学的成果との対応に基づいて、より具体的に展開された。四国の調査では、大局的には陸側に傾斜する地質構造と、白亜紀から前期中新世に向かって海側に若くなる地層配列が明確にされた。それとともに、地層が衝上断層に伴って再配置する以前の、最下位の海洋底玄武岩からチャートを含む遠洋性堆積物、半遠洋性の泥質岩を経て陸源性の砂岩・泥岩互層（タービダイト）に至る白亜紀の“海洋プレート層序”が復元された。さらに、緑色岩を含むメランジュの意義が認識された。四国の四万十帯での実証的な成果と四国沖の南海トラフ陸側斜面での海洋地質学的研究から付加体形成モデルも提示されている。四国に引き続き、紀伊半島や赤石山地でも調査が行われ、基本的な地質構造が四国と同様の精度で認定された。

各地域の特徴は次のとおりである。

- ・ 琉球－南西諸島：著しい剪断作用による様々な変形構造や、褶曲や劈開の発達する部分が海岸沿いで見られる。
- ・ 九州：大規模なデュープレックス構造やオリストストローム状の巨大岩体が見られる。
- ・ 四国西部：様々な良好な露頭があり、多くの研究成果が挙げられた。海洋プレート層序が随所に見られ、様々な変形構造も見られる。
- ・ 四国東部：海岸と内陸とで多くの研究がなされている。構造地質学的研究や、底づけされたユニットや断層岩の研究が行われている。なお、室戸岬は付加体を主要な要素とするジオパークとして、世界ジオパークに認定されている。
- ・ 紀伊半島：良好な露頭が海岸沿いに発達するほか、内陸部ではデコルマン・ゾーン周辺のデュープレックスや序列外スラストなどの構造が解明されている。
- ・ 赤石山脈：赤色チャートや玄武岩（緑色岩）を含む部分とタービダイトとが繰り返す複雑な構造で、大小構造も明らかにされている。

伊豆－小笠原弧と本州弧の衝突により南アルプスが形成され、そのことによって発生した大量の土砂が駿河湾に流れ込み、そして南海トラフへと運ばれ、それがフィリピン海プレートによって西南日本に押しつけられ、付加体を形成している。現在の四万十帯の成長には南アルプスの隆起と浸食が関係している。

3) その他の付加体の例

その他の付加体の例を挙げる。

○西日本のジュラ紀付加体（秩父帯、美濃-丹波帯）

四万十帯の北側に広域に分布し、四万十帯と共通する特徴が多いほか、比較的連続性のよいチャート・多色頁岩、タービダイトの組み合わせからなるスラストシート群を構成することがあるという特徴を持つ。四万十帯と並び世界で最も詳しく調査された陸上に露出する付加体である。

○ニュージーランド

日本とテクトニクス条件が似ているため、地質も似ている。北島の東北縁から東海岸にかけては白亜紀から第三紀の付加体と前弧盆堆積物がよく露出し、チャート・碎屑物層序が断層・褶曲を伴って露出する。ニュージーランド周辺には典型的プレート層序が展開する。南島の北縁から東海岸にかけても第三紀層の下位に四万十層群類似の地層や各種の構造が観察される。クライストチャーチから南方にかけては中生代の付加体であるトアラス超層群が分布する

○カスカディア付加体

北米プレートがファンデフカプレートに沈み込むことで形成された付加体で、厚い堆積物が沈み込む。ODP でよく調査されている。

○コディアック付加体（アリューシャン弧）

ジュラ紀の変成岩帯に接して白亜紀のメランジュ、白亜紀末と古第三紀のタービダイトが分布し、四万十帯に類似した地層を持ち、規模も匹敵する。ほとんど海岸線で得られた調査結果に基づく多数の論文が公表されている。

○フランシスカン帯（カリフォルニア西海岸）

砂泥互層、玄武岩、チャート、変成岩などなど複雑な構造を示し、メランジュ帯が含まれる。四万十帯に類似した地層を持つが、明瞭な海洋プレート層序は復元されていない。

○サザンアプランズ（スコットランド南部）

付加体研究のメッカで、古典的露頭も多い。四万十帯と類似しており、タービダイトのほか玄武岩やチャート、赤色頁岩が分布する。

○イタリア北部（北アペニン山脈からポローニャ周辺）

白亜紀から第四紀の海洋プレート層序、沈み込み帯の堆積物が多く、衝上断層に境され

て分布する。特異な岩相、構造のため、オリストストロームや鱗片状劈開の模式地となっている。

現在、付加体が典型的に発達している場所は南海トラフのほかに、メキシコ沖中米海溝、マクラン（イラン・パキスタン沖）、ペルー・チリ海溝の一部、バルバドス海嶺、カスカディア（オレゴン・バンクーバー沖）、アリューシャン海溝東部、スマトラ沖ジャワ海溝、ヒクラング海溝（ニュージーランド）、東地中海海嶺がある。

（3）評価の分析

南アルプスの主要部分を構成する付加体は、海洋プレート上の溶岩海洋玄武岩や遠洋堆積物と陸源の海溝にたまった堆積物が、海洋プレートの沈み込みにもなって剥ぎ取られ、大陸に付け加わってできる地質体である。遠洋性堆積物のチャートや石灰岩、海洋玄武岩、陸源性の砂岩泥岩互層といった岩石や、メランジュ、褶曲構造など付加体に関係する多様な岩石や地質構造が比較的狭い範囲で観察することができる。南アルプスの付加体は他地域の四万十帯と共通する特徴を持つが、海底堆積物が急速に隆起して 3,000m の山岳になっている点が特異である。

南アルプスの地質の特徴である付加体に関する他の事例として、バルバドス島をまず挙げた。バルバドス島の基盤岩は付加体であるが、地表に露出するのはスコットランド地区に限られ、その面積は約 40km² である。これに対し、南アルプスは、国立公園が約 350km² で、付加体ではない甲斐駒、鳳凰三山を除いても、バルバドスのスコットランド地区よりも露出面積が大規模である。

世界自然遺産のうち、地質の一部に付加体を含むと考えられるものにニュージーランドのテ・ワヒポウナムがある。しかし、付加体の特徴は前面には出されていない。高山であり、雪と氷河で覆われているため調査が困難で、発達史が組み立てられておらず、研究が進んでいない。

一方、四万十帯は、多くの箇所に付加体特有の典型的な岩相組み合わせや構造が見られ、それらは付加体の典型と考えられている。付加体は通常の成層した地層とは異なる構造を持つが、このような地質の理解は、日本の四万十帯で行われた放散虫化石を用いた詳細な地層の年代決定により明らかにされたものである。このような研究と多くの良好な露頭により日本列島は付加体研究のフィールドとして世界の最前線になり、特に四万十帯は、多くの国内外の研究者が競って研究する場となっている。日本は海陸とも世界の付加体の模式地になっており、それらの成果は世界的に見ても極めて精度の高いものと言われている。

四万十帯と地質が類似する地域としては、西日本のジュラ紀付加体をはじめ、ニュージーランド、コディアック付加体、フランシスカン帯、サザンアプランズなどが知られている。このように多くの地域の付加体で共通する地質的特徴がみられるが、その中でも四万

十帯は、典型的な付加体であるほかに、世界で最もよく調査され、その研究成果が世界の付加体研究に大きな影響を与えた点で、顕著で普遍的な価値を有すると考えられる。

南アルプスは四万十帯の一角をなし、付加体の特徴を示す岩石や構造を見ることができる。しかし、四国や九州、紀伊半島は海岸に見学に適した良好な露頭が多く、多くの研究成果が出されている点で、四万十帯における代表的な存在と言える。付加体に関しては、これらの地域を含む形か、あるいは優位性を証明することが必要と考えられる。南アルプスの特徴には、付加体が島弧の直交衝突により隆起して 3,000m 級の山岳を作っているという点も挙げられるが、これに関しては特殊な価値と理解される可能性が高く、普遍性を証明することが課題と言える。

(4) まとめ

南アルプスを含む四万十帯⁵は付加体⁶の顕著な見本といえ、南アルプスにおいても付加体の特徴を示す岩石や構造⁷を見ることができる。一方で南アルプスでは、付加体が島弧の衝突により隆起して 3,000m 級の山岳を作っている点が特徴として挙げられる。しかしこれは特殊な価値と理解される可能性が高く、普遍性の証明が困難である。更に、観察に適した露頭が多く、多くの研究成果が出されている点で、四万十帯を代表する地域は四国をはじめとする西日本と言え、南アルプス単体では付加体としての完全性が認められない可能性がある。ただし、四万十帯全体の世界自然遺産としての可能性は完全には否定できないので、更なる精査は必要と考えられる。

(5) 参考

1) 付加体とは

付加体はプレート沈み込み帯に発達した海溝堆積物を主体とする褶曲・スラスト帯である。つまり、海洋プレート上の堆積物が、沈み込むことができず沈み込まれる側の先端に次々と押しつけられて（はぎとりと底づけ）形成された地質体である。

海洋地殻最上部の玄武岩、長い時間をかけて海洋地殻上に堆積した石灰岩やチャート、頁岩、細粒碎屑物などの遠洋性堆積物からなる海洋プレート層序と陸源性のタービダイト（砂岩－泥岩互層）などからなる。その構造は、逆断層で切られた堆積物が積み重なってできており、一つのスラストシートは陸側に若くなるのに対し、全体的には海側に若くなり、逆断層等の構造が海側を向くという特徴を持つ。

⁵ 沖縄諸島から西南日本の太平洋側の約 1,300km(文献によっては 2,000km)、最大幅 100km にわたって分布する地層群で、白亜紀から中世紀までに形成された付加体。

⁶ 海洋プレート上の堆積物が海洋プレートの沈み込みに伴ってはぎ取られて大陸に付け加わることができる地質体（海溝堆積物）。遠洋性堆積物のチャートや石灰岩、海洋玄武岩といった岩石や、褶曲構造といった地質構造が観察される。

⁷ 赤石山脈では赤色チャートや玄武岩といった岩石等が見られる。

ほとんどは陸から海溝地域へ流れ込んだ砂や泥が、再び陸側へ押しつけられたものであることから、付加体の発達には、陸側に活発な浸食作用が起こり、そのことによって大量の土砂が生産され、それが海溝へ流れ持つような流路を持つことが重要で、陸側で活発な浸食作用が起こるためには、そこで山脈などが高くなる等のことが必要である。

2) 付加体研究の意義

付加体研究の意義には例えば次のようなものが挙げられる。

- ・沈み込み帯のテクトニクスを記録していること、それがリサイクル物質を主としていうものの、マントル由来の物質（海山の断片、海洋プレートそのもの）をも含んでおり、大陸の成長を担っていること、高压変成岩の形成や上昇、島弧マグマ形成にも関与していること。
- ・海洋底は海溝において地球内部に沈み込むために常に更新されており、現在の海洋底をいくら探しても古い海洋底の記録を見出すことはできない。しかし、そういった古い海洋底の破片が、付加体の中に存在することが地質学的事実に基づいて明らかになった。付加体内に取り込まれた海洋底断片から、既に地球上に存在しない時代の海洋底の情報を得ることが可能になり、海洋底研究の年代範囲は一挙に数十億年前まで拡大された。
- ・付加体の存在は、高压変成岩の存在とともにその時期から地球上でプレートテクトニクスが成立していた証拠としても使用されている。
- ・日本列島の基盤は基本的に海溝付加体とそれを貫く花崗岩からなる。また、環太平洋地域には過去の付加体が陸上部に露出しており、大陸縁辺部の地質の大きな特徴である。日本のような大陸縁では少なくとも中生代以降の地質の大半が沈み込み現象に関連し、骨格を作る変成帯や褶曲帯はほとんど全て付加体かその一部であるために、付加体の理解を除いては日本列島と周辺の固体地球科学の理解はできない。

引用文献

- DONOVAN S.K.. 2005. The geology of Barbados: a field guide. *Caribbean Journal of Earth Science*, 38, 21-33.
- 狩野謙一. 1998. 付加体の構造地質学—四万十帯を中心とした研究の現状と課題—. 地質学論集. 50 : 107-130.
- 木村学. 2011. テクトニクスと造山運動, 平朝彦・東垣・鹿園直建・廣井美邦・木村学著, 地殻の進化. pp.187-276. 岩波書店.
- 新妻信明. 1998. 日本列島の層序研究の現状と将来. 地質学論集. 49 : 9-21.
- 小川勇二郎. 2010. 付加体形成をめぐる諸問題—未解決の問題と重力の役割—. 地学雑誌. 119(1) : 153-172.
- 小川勇二郎・久田健一郎. 2007. 付加体地質学. 共立出版株式会社.
- 平朝彦. 2004. 付加体地質学, 平朝彦編, 地層の解説. pp.245-314. 岩波書店.
- ユネスコウェブサイト : <http://whc.unesco.org/en/tentativelists/1993/>

3-4. ブナ林及び多雪環境に関する情報の収集と分析

本業務では、ブナ林及び多雪を反映した環境の分布状況、原生性、面積等について国内外の比較も含め文献調査を行ない、データを整理し、分析を行なった。

3-4-1. ブナ林に関する文献情報と海外比較

(1) ブナ科の植物の種類と分布

ブナ科 *Fagaceae* の植物としては、マテバシイ属 *Lithocarpus*、シイ属 *Castanopsis*、コナラ属 *Quercus*、カクミガシ属 *Trigonobalanus*、トゲカシ属 *Chrysolepis*、クリ属 *Castanea*、ブナ属 *Fagus*、ナンキョクブナ属 *Nothofagus*⁸ の 8 属 700 種以上が知られ、世界の熱帯から温帯にかけて広く分布している。

コナラ属の一部やブナ属、クリ属など温帯に分布するものは落葉樹であるが、それ以外の地域に分布する種は大部分が常緑性である。ブナ科には低木性の種も少数みられるが、大部分の種は樹高 20m 以上の高木となる。

日本に分布するのは、このうちのマテバシイ属、シイ属、コナラ属、クリ属、ブナ属の 5 属 22 種である (原, 1996)。

(2) ブナ属の植物の種類と分布

ブナ属の植物としては、約 11 種が北半球の暖帯から温帯にかけて分布している。なお、中国のブナ属の分類については 3 種とする見解もある (大沢・滝口, 1987)。また、中国のブナ属については、現在分類の検討が行われている段階にある (パサンブナ *F. pashanica* C.C.Yang、チェイニーブナ *F. cheinii* Cheng など)。なおパサンブナ (*Fagus pashanica*) はタイワンブナのシノニムとする考え方がある (Roskov et al., 2014)。

ブナ林が発達するのは比較的湿潤な海洋性の気候条件で、乾燥の激しい大陸内部には分布しない。そのためヨーロッパ、東アジア、北アメリカの 3 地域に隔離分布している (図 3-4-1、表 3-4-1)。

ブナ属の分布域の南部では常緑樹と混生することが多く、遺存的な落葉樹を交えることがある。分布域の中部から北部にかけては他の落葉樹と混生し、北方の林ほどブナが占める割合が増加し、ヨーロッパブナや、タケシマブナ、日本のブナは純林状の林を形成するようになる (原, 1992, 原, 1996)。ブナ属は、種数は少ないものの、それぞれの地域において自然林の優占種となることが多いため、生態系にとっては極めて重要な種である事が多い (原, 1992)。

なお、ヨーロッパブナは二次林として広く分布している (原, 1996) が、ドイツからチェコにまたがる「カルパチア山地のブナ原生林とドイツの古代ブナ林」は、人為の影響を

⁸ ナンキョクブナ属は近年ではブナ科の他の属とは系統的にかなり遠いものと考えられており、クロンキストの分類体系では独立した科とされている (百原, 1997)。

3-4. ブナ林及び多雪環境に関する情報の収集と分析

本業務では、ブナ林及び多雪を反映した環境の分布状況、原生性、面積等について国内外の比較も含め文献調査を行ない、データを整理し、分析を行なった。

3-4-1. ブナ林に関する文献情報と海外比較

(1) ブナ科の植物の種類と分布

ブナ科 *Fagaceae* の植物としては、マテバシイ属 *Lithocarpus*、シイ属 *Castanopsis*、コナラ属 *Quercus*、カクミガシ属 *Trigonobalanus*、トゲカシ属 *Chrysolepis*、クリ属 *Castanea*、ブナ属 *Fagus*、ナンキョクブナ属 *Nothofagus*¹ の 8 属 700 種以上が知られ、世界の熱帯から温帯にかけて広く分布している。

コナラ属の一部やブナ属、クリ属など温帯に分布するものは落葉樹であるが、それ以外の地域に分布する種は大部分が常緑性である。ブナ科には低木性の種も少数みられるが、大部分の種は樹高 20m 以上の高木となる。

日本に分布するのは、このうちのマテバシイ属、シイ属、コナラ属、クリ属、ブナ属の 5 属 22 種である (原, 1996)。

(2) ブナ属の植物の種類と分布

ブナ属の植物としては、約 11 種が北半球の暖帯から温帯にかけて分布している。なお、中国のブナ属の分類については 3 種とする見解もある (大沢・滝口, 1987)。また、中国のブナ属については、現在分類の検討が行われている段階にある (パサンブナ *F. pashanica* C.C.Yang、チェイニーブナ *F. cheinii* Cheng など)。なおパサンブナ (*Fagus pashanica*) はタイワンブナのシノニムとする考え方がある (Roskov et al., 2014)。

ブナ林が発達するのは比較的湿潤な海洋性の気候条件で、乾燥の激しい大陸内部には分布しない。そのためヨーロッパ、東アジア、北アメリカの 3 地域に隔離分布している (図 3-4-1、表 3-4-1)。

ブナ属の分布域の南部では常緑樹と混生することが多く、遺存的な落葉樹を交えることがある。分布域の中部から北部にかけては他の落葉樹と混生し、北方の林ほどブナが占める割合が増加し、ヨーロッパブナや、タケシマブナ、日本のブナは純林状の林を形成するようになる (原, 1992, 原, 1996)。ブナ属は、種数は少ないものの、それぞれの地域において自然林の優占種となることが多いため、生態系にとっては極めて重要な種である事が多い (原, 1992)。

なお、ヨーロッパブナは二次林として広く分布している (原, 1996) が、ドイツからチェコにまたがる「カルパチア山地のブナ原生林とドイツの古代ブナ林」は、人為の影響を

¹ ナンキョクブナ属は近年ではブナ科の他の属とは系統的にかなり遠いものと考えられており、クロンキストの分類体系では独立した科とされている (百原, 1997)。

受けていないヨーロッパブナの純林として、世界自然遺産に登録されている。ヨーロッパブナの林の特徴はアジアのブナ林に比べ種組成が極めて単純なことである（原，1996）。

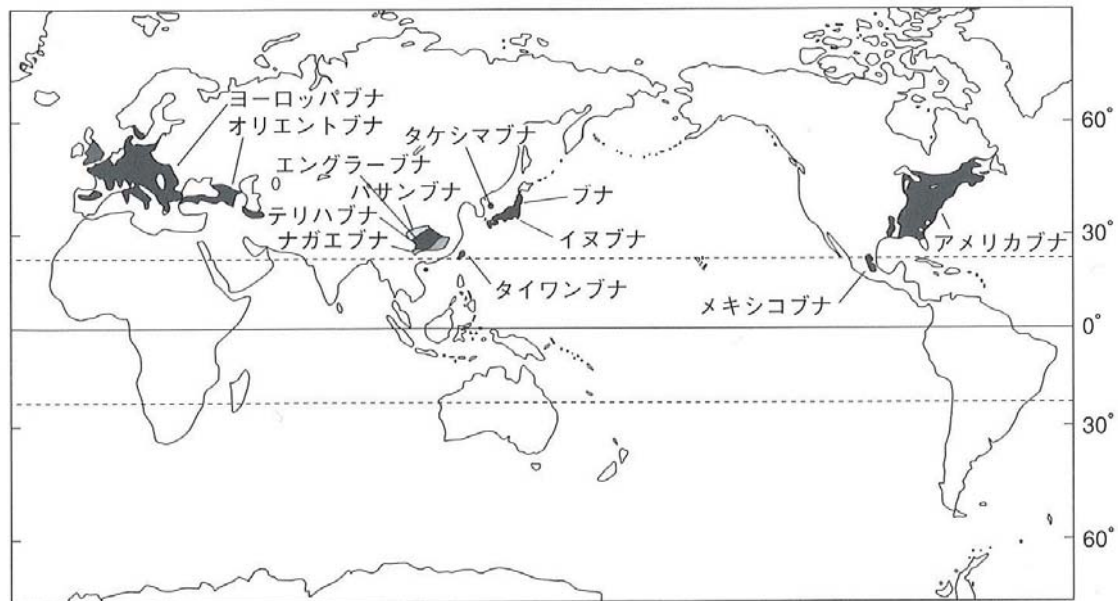


図 3-4-1 ブナ属の分布（福嶋（2005）より引用）

表 3-4-1 世界のブナ属の特徴（原（1996）をもとに作成）

和名	学名	分布域	分布状況	特徴
東アジア				
ブナ	<i>F. crenata</i>	日本(北海道南部～九州)	小面積で隔離的	日本海側と太平洋側に分布し、イヌブナより高地に多い。純林を形成する。
イヌブナ	<i>F. japonica</i>	日本(東北地方北部～九州)	小面積で隔離的	太平洋側に分布し、ブナより低地に多い。純林を形成することは少ない。
タケシマブナ	<i>F. multinervis</i>	韓国(鬱陵島)	小面積で隔離的	鬱陵島は直径約10km、標高984mで、本州の日本海側同様、多量の積雪がある。固有種が多い。タケシマブナの林床には、チシマザサが優占するところもある。
タイワンブナ	<i>F. hayatae</i>	台湾(北部)	小面積で隔離的	北東部の山岳地帯の標高1,300～2,000mの稜線部の狭い範囲に線状に分布する。
ナガエブナ	<i>F. longipetiolata</i>	中国(中・南部)、ベトナム(北部)	小面積で隔離的	常緑広葉樹林帯のなかの標高700～2,500mの山地に、植生帯の一要素として出現する。山地性の局所的な降雨があり、空中湿度が高い雲霧帯に分布する。テリハブナは純林状になることがあるが、ほかの常緑樹や落葉樹と混交するのが大きな特徴である。
エングラーブナ	<i>F. engleriana</i>	中国(中部)	小面積で隔離的	
テリハブナ	<i>F. lucida</i>	中国(南部)	小面積で隔離的	
北アメリカ大陸				
アメリカブナ	<i>F. grandifolia</i>	アメリカ合衆国(東部)	広域に分布	単独で優占林をつくることはほとんどなく、南部では常緑樹と混交する。
メキシコブナ	<i>F. mexicana</i>	メキシコ(中部)	小面積で隔離的	常緑樹と混交し、遺存的な夏緑樹を含む。
ヨーロッパ				
ヨーロッパブナ	<i>F. sylvatica</i>	ヨーロッパ(中・北部)	広域に分布	大部分が薪炭用に伐採され、現在みられるのは産業革命以降に植林されたもの。種組成が単純。
オリентブナ	<i>F. orientalis</i>	ヨーロッパ(黒海、カスピ海周辺)	小面積で隔離的	純林となり、種組成はヨーロッパブナの林に類似。南部では、下層の常緑樹が森林再生を妨げることがある。

(3) 日本のブナ属の特徴

日本でみられるブナとイヌブナについて、分布域、形態、生育環境、構成種を表 3-4-2 にまとめた。ブナについては、日本海側と太平洋側とで違いがあるため、2 つに分けて記載した。

イヌブナは九州から本州に分布するが、ブナは九州（南限は鹿児島県高隈山）から北海道（北限は黒松内）まで分布する。特に、中部地方以北の日本海側の多雪地帯では、ブナのみが分布している。

表 3-4-2 日本のブナ属の特徴（原（1996）をもとに作成）

ブナ	
分布域	<ul style="list-style-type: none"> 北海道南部の黒松内低地帯～鹿児島県大隅半島の高隈山。 日本海側と太平洋側に分布する。
形態	<p>【日本海側】</p> <ul style="list-style-type: none"> 樹皮は滑らかで、明るい灰色なためシロブナとも呼ばれる。 果実が大きく、殻斗で全体が覆われる。 自然状態ではほとんど萌芽しない。 葉は、大きくて薄い。 雪に倒されるため、地表付近の幹が斜面下向きに曲がる「根曲がり」が多いが、幹の上部はまっすぐなことが多い。 <p>【太平洋側】</p> <ul style="list-style-type: none"> 葉は、乾燥に適応して小型で厚い。 「根曲がり」はあまりみられないが、山頂付近など風当たりが強いところに生育するため樹形がずんぐりしている。
生育環境	<p>【日本海側】</p> <ul style="list-style-type: none"> 積雪の影響で、太平洋側に比べてより標高の高いところにも、低いところにも分布する。そのため垂直的な分布の幅は1,200～1,400m。 雪崩が多い地域（飯豊山地や朝日山地など）では斜面では生育できず、尾根上のみで成立する。 <p>【太平洋側】</p> <ul style="list-style-type: none"> 垂直的な分布の幅は1,000m以下。 山の頂上付近に多く、分布が不連続。
構成種	<p>【日本海側】</p> <ul style="list-style-type: none"> ブナ以外の高木性樹種が少なく、ブナの優占度が高い。 林床にチシマザサが生育する。チシマザサは茎の弾力性はあるが耐寒性が弱く、地下茎が浅い。中間域ではチマキザサが生育することがある。 匍匐型の常緑性の小低木が生育する。枝に弾力があるスギ科やヒノキ科の針葉樹が生育する。 <p>【太平洋側】</p> <ul style="list-style-type: none"> マツ科の常緑樹やイヌブナと混交する。 林床にスズタケが生育する。スズタケは耐寒性が強く、地下茎が深い。ミヤコザサが生育することもある。 霧がかかりやすく、大型多年生草本が多い。
イヌブナ	
分布域	<ul style="list-style-type: none"> 岩手県北部の一戸町付近～宮崎県。 石川県以北では太平洋側のみに分布する。
形態	<ul style="list-style-type: none"> 樹皮は小さな突起である皮目があり、黒っぽい灰色なためクロブナとも呼ばれる。 果実が小さく、殻斗で半分が覆われる。 自然状態でさかんに萌芽する。
生育環境	<ul style="list-style-type: none"> ブナより標高の低い中間温帯といわれるゾーンに分布し、下方は常緑樹林へ連なる。
構成種	<ul style="list-style-type: none"> 優占林をつくることは少ない。 針葉樹ではモミ、ツガが混交する。種組成が複雑で、二次林化している場合が多い。 中国山地から北陸山地の日本海側では、日本海側のブナと同様の種がみられる。

(4) 日本におけるブナ属の歴史

葉の化石や花粉分析から得られた日本と世界のブナ属の歴史を表 3-4-3 にまとめた。最終氷期以降の気温の上昇とともに、ブナは日本列島を北上した。

表 3-4-3 日本と世界のブナ属の歴史 (原 (1996) をもとに作成)

地質時代		年前	日本	世界		
第三紀	中新世	暁新世	6500万			
		始新世	5650万		・カナダ周北極地域や北米南東部から花粉化石がまれにみつかると。	
		漸新世	3540万	・北海道や神戸でタイワンプナに似た、小型で短鋸歯縁を持つムカシブナ?の化石がみつかると。		
	中新世	前期	2330万	・日本列島はこの時代から現在に至るまで、北半球で最も化石記録が多い地域となる。 ・日本列島は亜熱帯気候となり、ブナ属の分布は北海道より北の地域に移動。インターメディアブナは本州中部でまれにみられるが、アンチポフブナは本州中部以南ではみられなくなる。	・日本、北米、ユーラシア各地の広い地域で、アンチポフブナなど大型で二次脈数が多い葉の化石が産出する。 ・気候の温暖化により、サハリン、カムチャッカ、アラスカで、アンチポフブナやイヌブナの祖先のイベントブナがみられる。	
		中期	1630万			
		後期	1040万	・本州以北はアケボノイヌブナとムカシブナとが広がる。	・気候が寒冷化する。	
	鮮新世	前期	520万			
		後期	340万	・寒冷期には西日本でも冷温帯や亜寒帯の植物が出現。 ・温暖期の地層からはムカシブナに代わって近縁のヒメブナが産出するようになる。アケボノイヌブナは消失する。	・気候の寒冷化が進み、高緯度地域や山岳で氷河が発達。	
	新生代	更新世	前期	164万	・寒冷期には西日本でも冷温帯や亜寒帯の植物が出現。 ・東北以北の新潟県や福島県ではヒメブナは消失し、ブナが産出。	・前期更新世後半から、10万年周期で温暖期と寒冷期が繰り返される。
				80万	・西日本ではヒメブナが多く産出。	
			50万	・ヒメブナは消失する。 ・関東地方から九州北部にかけて、温暖期の地層から、ブナやイヌブナが優占する化石群がみつかるようになる。 ・30万年前以降はブナとイヌブナのみになる。	・7~11万年前の温暖期には、ヨーロッパではオリエントブナが分布。 ・3万7000年前にはヨーロッパブナが出現。	
第四紀		中期	2万	・福島県と新潟県の南部以南の海岸沿いに分布が狭まる。	・最終氷期の中で最も寒くなる。 ・アメリカでは、アメリカブナがメキシコ湾岸やフロリダ半島の低地に分布が狭まる。	
			1.2万	・中国地方から東北地方南部の日本海側の低地を中心に分布が拡大。	・気候が温暖化し始める。 ・アメリカブナはアパラチア山脈やミシシッピ川沿いに北上し、五大湖に到達したが、混交林であった。	
完新世		後期	1万	・9000年前には津軽、下北半島に分布。 ・6000年前には本州南西部では常緑樹林が拡大し、低地ではブナは消失。 ・5300年前までに津軽海峡を渡り、渡島半島に分布。 ・4000年前に渡島半島南部で増加。 ・1500年前までに渡島半島で優占林を形成。 ・800~900年前に黒松内低地帯に到達。 ・350年前に日本海側の歌川に到達。 ・太平洋側では少なかった。	・急激に気温が上昇。 ・1万年前にはアメリカブナは大西洋沿岸地帯と、アパラチア山脈北部を中心に分布。 ・9000年前にヨーロッパブナがヨーロッパで分布拡大を開始。 ・6000年前にはアメリカブナは現在と同じ分布域となる。 ・5000年前にヨーロッパブナはヨーロッパ北部に分布を拡大。	

(5) 東アジアのブナ林の植物社会学的体系

Hukusima *et al.* (2013) では、日本を含む東アジアのブナ林の植物社会学的体系を、図 3-4-2、表 3-4-4 のように大きく 3 つのクラスにまとめている。

日本のブナ林は韓国のウルルン島（鬱陵島）のタケシマブナ林とともにクラス I に分類されている。このクラスの特徴は落葉樹が多く、常緑広葉樹が少ないことである。ウルルン島でみられるブナ林はタケシマブナオーダー、日本でみられるブナ林はササブナオーダーに区分されている。

クラス II は、中国中部と台湾北部を含み、エングラブナ、タイワンプナ（亜種や変種を含む）、テリハブナからなるブナ林である。このクラスの特徴は常緑植物が多く、日本のヤブツバキクラスと共通な種類が含まれる。

クラス III は、雲南省南東部にみられるナガエブナが優占するブナ林で、緯度的には亜熱帯地域にあるため、落葉植物より常緑植物が多く含まれる。

なお、日本のブナ林と同じクラス II に分類されているタケシマブナ林の分布するウルルン島（鬱陵島）の島全体の面積は約 73km² で、これは白神山地世界自然遺産地域の半分以下の面積である。

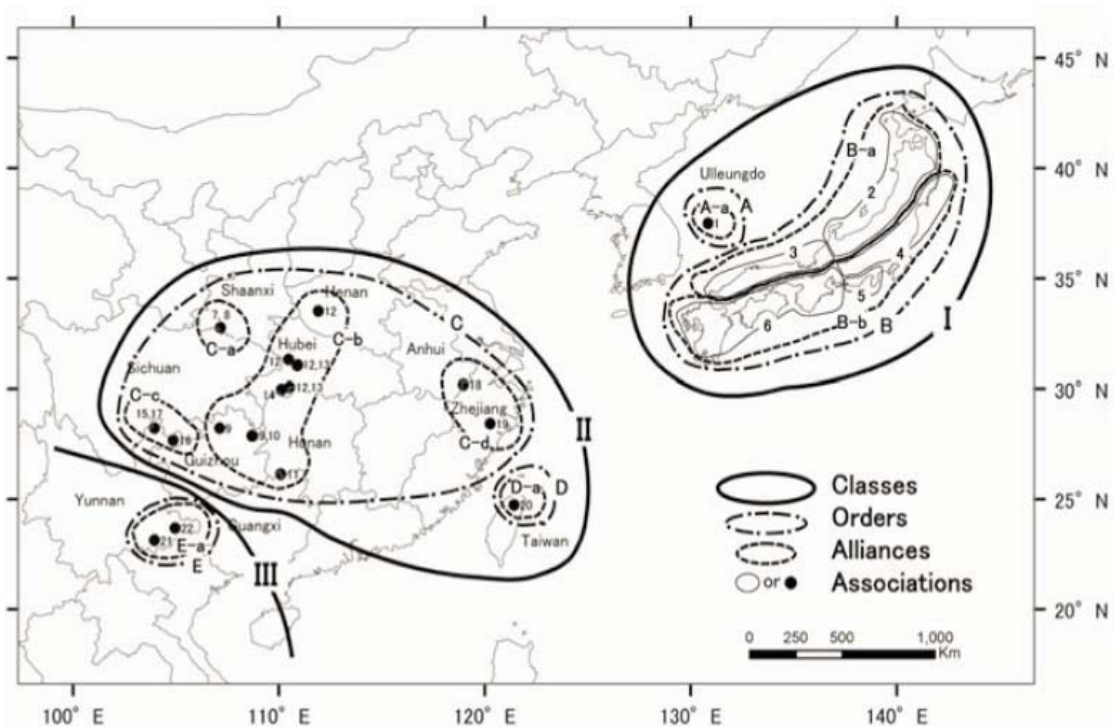


図 3-4-2 東アジアのブナ林のクラス、オーダー、群団、群集の分布

(Hukusima *et al.* (2013) より引用)

表 3-4-4 東アジアのブナ林の植生体系 (Hukusima *et al.* (2013) をもとに作成)

太字は日本のブナ林が含まれる区分。種組成について、和名がない種類は属名で記載した。

群落体系	分布や種組成の特徴
I. ブナクラス	【分布】 日本全国のブナ林と韓国ウルルン島のタケシマブナ林が含まれる。 【種組成】 構成種は、ブナ属の代わりにモンゴリナラが優占する済州島、朝鮮半島、中国北東部の森林と共通している落葉樹が多く、常緑広葉樹が少ない。
A. タケシマブナオーダー	【分布】 日本海の、朝鮮半島から約100マイル離れたウルルン島。ウルルン島の標高50m以下の海岸沿いは常緑広葉樹で覆われているため、落葉広葉樹が優占するのはそれより上。 【種組成】 ウルルン島の落葉広葉樹林を全て含む。
A-a. タケシマブナ-オオハマソウ群団	【分布】 ウルルン島の標高50m以上を含むが、ブナが特徴的なタケシマブナ-オオハマソウ群集が広がるのは標高350~820m。 【種組成】 標徴種はケンボナンシ、クマノミズキ、オキノハウチワ、ケヤキ、ウド、ヤブニンジン、ヤマヤブソテツ。
1. タケシマブナ-オオハマソウ群集	【分布】 温暖で湿潤なウルルン島。年平均気温は標高357mで11.5℃(標高1,000mに換算すると8℃だが、そうした高標高の山は存在しない)で、日本のブナ林と比較して高め。年間降水量は1,371mmで比較的少ないが、海洋中に位置するため空中湿度が高い。標高350m以上の高地で、人為的な影響が少なく、大部分は自然の状態で残されている。 【種組成】 高木層は落葉広葉樹のタケシマブナ、カエデ属、オキノハウチワ、林床は、草本類のギョウジャニンニク、オオハマソウ、マイヅルソウ、シダ植物のリョウメンシダ、ジュウモンジシダ、ジュウモンジイノデで形成される。常緑樹や低木は少ない。根茎や球根を持つ地中植物が、東アジアのブナ林の中で最も多い。半地中植物である多年生草本やつる植物も広くみられる。
B. ササ-ブナオーダー	【分布】 日本の山岳地域。 【種組成】 ブナと部分的にイヌブナを含む。
B-a. ブナ群団	【分布】 日本海側の本州と北海道南部。気温は低く、年平均気温は6~9℃で、積雪量は2m以上に及ぶ。 【種組成】 高木層はブナが優占し、亜高木層はカエデ属が優占する。低木層はササ属が優占し、その下にはハイヌガヤ、ヒメモチ、エゾユズリハ、ヒメアオキといった常緑樹がみられる。これらの種類は日本の太平洋側を起源とし、雪が多い日本海側に適応したものである。落葉広葉樹や低木とともに、半地中植物や地中植物の多年生草本が多くみられる。
2. ブナ-チシマザサ群集	【分布】 北陸と東北地方、北海道の渡島半島。本州中部から北海道南部の日本海側で、南部では標高200~1,700m、北部では0m近くまで分布。年間降水量は1,700~3,000mmと非常に多く、冬季の積雪量は3mにも及ぶ。 【種組成】 種組成は非常に均一で、広い地域でみられ、日本では最も典型的なブナ林の種相林である。高木層はブナが優占し、亜高木層はハウチワカエデやミネカエデからなる。低木層上層はチシマザサが優占し、クロモジやオオカメノキを含む。低木層下層はヒメモチ、ハイヌツゲ、チョウセンマキ、ヒメアオキ、ナガボスゲ、ユキザサを含む。
3. ブナ-クロモジ群集	【分布】 日本の日本海側の中国地方と中部地域の北陸の低地。気候的には、やや寒冷で、雨が多く、年平均気温は標高1,000mで8℃、年間降水量は2,300~2,700mm。冬季の積雪量はブナ-チシマザサ群集よりは少なく、1~2m程度。 【種組成】 西部では標徴種は少なくなり、太平洋側ではブナ-スズタケ群集の種が多くなる。
B-b. ブナ-スズタケ群団	【分布】 九州、四国、本州の太平洋側。分布の範囲は広いが、ブナ林の生育に適した山地の環境は連続していない。寒冷で雨の多い環境に分布するが、ブナ群団とは異なり、冬季の積雪量は限られ、平均1mに満たない。年平均気温は標高1,000mで8℃で、降水量は群集により異なる。 【種組成】 地域により構成種は異なる。高木層はアカガシ、ウラジロガシ、シキミ、ヒサカキ、ツガ、カヤのような常緑広葉樹や、モミ、ツガ、カヤのような常緑針葉樹がみられる。林床はスズタケが優占するほか、関東地方ではミヤコザサがみられる。これらの低木状のササで覆われるため、草本層は発達しない。
4. ブナ-スズタケ群集	【分布】 本州中部の内陸から関東地方の内陸、東北地方の太平洋側。湿った場所に分布するが、年間降水量1,300~2,000mmと、ブナ-ヤマボウシ群集の3,000mm以上に比べれば少ない。 【種組成】 高木層の多様性は高く、ミズナラとともに常緑針葉樹のウラジロモミ、ツガ、モミがみられる。亜高木層は発達しない。低木層はスズタケやミヤコザサで構成され、草本層はきわめて乏しい。
5. ブナ-ヤマボウシ群集	【分布】 日本の太平洋側の本州中部に分布は限られる。富士山のように比較的最近まで火山活動があったフォッサマグマ地域に分布する。海洋性の湿潤な気候である。 【種組成】 高木層ではブナが優占するが、亜高木層にはヤマボウシが多い。低木層はスズタケやミヤマクマザサが優占する。草本層には、ナガバノスミレサイシン、シロヨメナ、イヌヤマハッカといった峡谷植物がみられる。
6. ブナ-シラキ群集	【分布】 日本の太平洋側の九州、四国、紀伊半島、東海地域。比較的温暖で標高1,000mの年平均気温は9~10℃、年間降水量は3,000~3,600mm。 【種組成】 常緑樹が多く、常緑広葉樹のアカガシ、ウラジロガシ、シキミ、常緑針葉樹のモミ、ツガが高木層や亜高木層にみられる。低木層にも常緑広葉樹のアセビ、シキミ、ヒサカキ、シロダモ、ヤブチバキが多い。中国西南部(雲南省、四川省、貴州省)のブナ林で広くみられる種と密接に関連している種類を含む。

表 3-4-4 東アジアのブナ林の植生体系 (Hukusima *et al.* (2013) をもとに作成) (続き)

太字は日本のブナ林が含まれる区分。種組成について、和名がない種類は属名で記載した。

群落体系	分布や種組成の特徴
II. ブナ属一ハナビワ属 <i>L. elongata</i> クラス	【分布】中国の黄河より南で、最南端の雲南省のナガエブナを除く全てのブナ林と、台湾の北部の一部を含む。山岳地域の高標高地域にあるため、連続的にみられることはなく、広い範囲に分散する。 【種組成】多様化が進んでおり、共通する種類は少ない。常緑植物が多く、日本のブナ林と比べて落葉植物は少なく、この傾向は緯度が下がるにつれて顕著になる。日本のヤブツバキクラスと共通の種を含むことから、日本の常緑樹林と密接な関わりがあると考えられる。
C. ブナ属一シナルンディナリアザサ属 <i>S. nitidae</i> オーダー	【分布】中国の黄河より南の、台湾を除く、中部と南部を含む。日本とは異なり、気候は温暖湿潤である。標高1,000mでの気温は10~16°C、年間降水量は900~1,600mmで、夏に雨が集中するため、ブナは深刻な水ストレスを受けるのに対し、常緑の亜熱帯植物に有利となる。 【種組成】高木層、低木層ともに、日本のブナ林に比べて常緑植物が多い。
C-a. ブナ属一ツクバネウツギ属 <i>A. engleriana</i> 群団	【分布】四川省北部の南江と陝西省の山地南部に分布する。中国北西部の比較的限られた地域である。四川省の中では比較的温暖だが降水量は少なく年間約1,000mm。 【種組成】高木層、低木層ともに落葉樹が多く、常緑樹は少ない。草本層では、半地中植物と地中植物が多い。
7. エングラーブナーニシキギ属 <i>E. pourphyreus</i> 群集	【分布】四川省の南澗の川沿い。 【種組成】高木層は落葉樹からなるが、エングラーブナに混ざってコナラ属の常緑樹が時に優占する。中間層は発達せず、林床は落葉性のツクバネウツギ属、ガマズミ属、スイカズラ属の植物が占める。斜面上部では上層にエングラーブナにテリハブナが混ざり、林床はシナルンディナリアザサが優占する。
8. タイワンブナ <i>ssp. pashanicae</i> ースノキ属 <i>V. henryi</i> 群集	【分布】四川省の南澗。渓谷の険しい急斜面で、時に岩がむき出しの絶壁のような斜面に生育。 【種組成】カザリマツ林と隣接、時に混交する。亜高木層にはツツジ属が多い。林床は発達しないが、シナルンディナリアザサや、常緑樹のヒサカキ属やコナラ属、ドウダンツツジ属やスイカズラ属の落葉樹とともにみられる。
C-b. テリハブナーカエデ属 <i>A. davidii</i> 群団	【分布】山岳地域の常緑樹林帯に断続的にみられる。標高1,300~2,000m、年間降水量1,200~1,600mm。 【種組成】落葉樹と常緑樹は同じくらいで、低木層では落葉樹が優占する。
9. テリハブナーシナルンディナリアザサ属 <i>S. chungii</i> 群集	【分布】貴州省のFanjingshan国立公園とKuankuoshui国立公園の山腹の斜面など。 【種組成】高木層には優占種のテリハブナの他に、常緑広葉樹のコナラ属やツツジ属がみられる。林床はシナルンディナリアザサで厚く被われる。
10. ナガエブナーエゾデンダ属 <i>P. argutum</i> 群集	【分布】貴州省のFanjingshan国立公園の標高900~1,300mの急斜面。 【種組成】高木層には常緑広葉樹が混交する。低木層にはハイノキ属、草本層はウワバミソウ属が優占する。高木層のナガエブナはテリハブナに置き換わりつつある。標高の低いところでは落葉樹がなくなり、常緑広葉樹のシイ属やマテバシイ属が優占する。
11. テリハブナーシナルンディナリアザサ属 <i>S. bashersuto</i> 群集	【分布】湖南省の広西自治区との境付近。山頂付近または北東斜面の上部の標高1,690~1,830m。 【種組成】高木層はテリハブナが優占するが、落葉樹のフウ、カエデ属、ナナカマド属、常緑樹のコナラ属、ハリジノキ、モクレン科、ツツジ属が混交する。常緑樹は亜高木層にもみられ、低木層はシナルンディナリアザサやインドササ属に厚く被われる。テリハブナの稚樹も多い。草本層は常緑のシダ植物のコミチイヌワラビやノコギリシダが生育する。
12. エングラーブナーテリハブナ群集	【分布】河南省のDalaoling国立公園、Longmenhe国立公園、Baotianmann国立公園の標高1,310~1,800m。 【種組成】高木層ではエングラーブナとテリハブナが混交し、落葉樹のクリ属、コナラ属、ピロードサワシバ、ナナカマド属が目立つ。亜高木層ではツツジ属、低木層ではエングラーブナやヤマボウシとともに、常緑樹のツツジ属やコナラ属も目立つ。
13. テリハブナーウワバミソウ属 <i>E. sessile</i> 群集	【分布】湖北省のHouhe国立公園にあるブナ林の北部の狭い地域に限られ、北側斜面に小さな島状に広がる。 【種組成】高木層にはエングラーブナのほか、おもに落葉樹のコナラ、ツクシオオナラ、シデ属がみられ、ときにマツ属やツガがみられる。亜高木層は発達しない。低木層は発達するが、ダンコウバイやハナズオウが目立つ。草本層は、スゲ属、ヒメマイヅルソウ、サツマイナモリ、ウワバミソウ属、ユキノシタ、ホウチャクモドキ、ミョウガが多い。
14. テリハブナーシナルンディナリアザサ属 <i>S. nitidae</i> 群集	【分布】湖南省の北部地域と、湖南省と湖北省の境にあるBadagongshan国立公園にあり、30~48°の斜面中ほどで標高1,430~1,600m。 【種組成】高木層のテリハブナの優占度は高く、落葉樹のナナカマド属、カバノキ属、常緑樹のコナラ属が混交する。亜高木層は落葉樹は少なく、常緑樹のコナラ属、ニイタカハイノキ、ヒサカキ属、タイワンヒメツバキ、ピタールツバキが多い。低木層ではシナルンディナリアザサ属がみられ、草本層では落葉性の種が優占する。

表 3-4-4 東アジアのブナ林の植生体系 (Hukusima *et al.* (2013) をもとに作成) (続き)

太字は日本のブナ林が含まれる区分。種組成について、和名がない種類は属名で記載した。

群落体系	分布や種組成の特徴
II. ブナ属-ハマビワ属 <i>L. elongata</i> クラス (続き)	
C. ブナ属-シナルンディナリアザサ属 <i>S. nitidae</i> オーダー (続き)	
C-c. ブナ属-ラカンチク属 <i>Q. tumidinoda</i> 群団	【分布】雲南省にある国立公園内で、標高1,600~2,400m、年間降水量が1,000mmに満たない雨が少ない地域。 【種組成】落葉樹よりも常緑樹が優占する。つる植物が多く、草本層には根茎を持つ地中植物が多い。
15. テリハブナ-マチク属 <i>S. giganteus</i> 群集	【分布】雲南省大関の三江国立公園の標高1,800~2,400mの、斜面の縁や上部のみ。 【種組成】上層は落葉植物が多いが、下層に行くに従って常緑植物が多くなる。高木層はテリハブナが優占するが、マテバシ属、カエデ属、シイ属、ウコギ属なども混交する。亜高木層はほとんど発達しない。低木層は常緑の低木であるマチク属が優占し、ハイノキ属、ヒサカキ属も多い。草本層は発達しないが常緑のシダ植物のカタイノデやキジノオシダ属が多い。
16. エングラーブナ-ガマズミ属 <i>V. flavescens</i> 群集	【分布】雲南省の北西部にある威信県の代県山の標高1,600~1,800m。 【種組成】高木層は常緑樹のシイ属、タブノキ属と、落葉樹のエングラブナ、カエデ属、混交林を形成する。亜高木層に落葉樹はほとんどなく、常緑樹のシロダモ属、クロミノシゴリ、ツバキ属が優占する。低木層は発達しないが、ジョウザンアジサイやガマズミ属に混ざってラカンチクが時に優占する。草本層では常緑性のシダ植物であるアラントディアシダ属、ホウライヌワラビ、キジノオシダ属が優占する。
17. エングラーブナ-アオイツルリンドウ群集	【分布】雲南省大関の三江国立公園と綏江県にある湿潤な山地の常緑広葉樹林の中で、標高は1,600~2,000m、30~40°の陰しい斜面を含む。 【種組成】でこぼこした高木層は、常緑樹のシイ属、ヒメツバキ属、タブノキ属とともに、落葉樹のエングラブナとカエデ属が混交する。亜高木層では、ヒサカキ属、モチノキ属、シロダモ属、ハイノキ属のような常緑樹が一般的である。低木層は低木状の竹であるラカンチク属が優占する。草本層は発達せず、常緑のシダ植物であるアラントディアシダ属、キジノオシダ属が優占する。
C-d. タイワンブナ var. <i>zhejiangensis</i> - オオバヤダケ属 <i>I. latifolius</i> 群団	【分布】東シナ海や南シナ海からあまり遠くない山岳地域。標高1,000mでの気温は11~13°C、湿潤、年間降水量は1,700~1,800mm。 【種組成】高木層、低木層ともに、常緑樹よりも落葉樹の方が多い。
18. タイワンブナ var. <i>zhejiangensis</i> - ヒカゲスゲ群集	【分布】浙江省のQingliangfeng国立公園の標高970~1,040mの間の斜面上方。 【種組成】高木層はタイワンブナが優占するが、ときにヒメツバキ属がみられる。亜高木層は発達しないが、アセビが低木層とともに優占する。低木層では低木状の竹であるオオバヤダケ属が少量みられる。草本層の種数は多く、優占種は不明瞭。他のブナ林と異なり、タイワンブナの稚樹や実生が多く、安定して再生される群落である。
19. タイワンブナ var. <i>zhejiangensis</i> - オオバヤダケ属 <i>I. latifolius</i> 群集	【分布】浙江省のSihaisan国立公園の標高900~960m。 【種組成】高木層はタイワンブナやヤマウルシなどの多くの種類の落葉樹で占められる。常緑植物が優占するのは低木層と草本層で、低木層ではオオバヤダケ属が優占する。他の群落と異なり、タイワンブナの稚樹や実生が豊富で、健全に再生されている群落である。
D. タイワンブナ オーダー	【分布】台湾の北東部に限られ、標高1,300~2,000m。最終氷河期である2万年前には、より標高の低い場所に広く分布していたが、気候の温暖化に伴い現在の範囲に縮小した。そのため台湾のタイワンブナ林は遺存種と考えられ、保護価値は高い。
D-a. タイワンブナ 群団	この群団に分類される群集は一つである。
20. タイワンブナ-ニイタカヤダケ 群集	【分布】常緑広葉樹と近接して分布するが、共通する種類は少ない。 【種組成】高木層はタイワンブナが優占し、常緑のコナラ属がごく少ない。常緑樹は一般的に亜高木層で優占し、低木層では低木状の竹であるニイタカヤダケが優占する。草本層はタカサゴシダやウワバミソウ属の植物が優占する。
III. 常緑広葉樹林クラス	
E. 常緑広葉樹林 オーダー	
E-a. シイ属 <i>C. fabrii</i> - ヤブコウジ属 <i>A. hypargyrea</i> 群団	【分布】亜熱帯の緯度にある雲南省。温暖でやや雨の多い亜熱帯の山岳地域の気候で、1,000mでの気温は19°C、年間降水量は1,200~1,300mm。 【種組成】高木層も低木層も常緑植物が優占し、草本層には根茎をもつ地中植物が多い。
21. マテバシ属 <i>L. naiadari</i> - プリストミア属 <i>P. henryi</i> 群集	【分布】雲南省南部にある西畴、文山県の莊河のCaoguoshan山のまわりの丘の、標高1,500~1,850mのところに原始的な状態で分布する。 【種組成】高木層上部は、マテバシ属、ウコギ属、ナガエブナ、シイ属、タブノキ属、マヌズキ属、バラクメリア属(モクレン科)で構成される。高木層中部は、モクレン属、インドクス、ネムノキ属、ヒイラギズイナで構成される。亜高木層は、クロモジ属、アワブキ属、シロダモ属、ツバキ属が高い密度で生育する。低木層では、カンチク属が極めて多い。草本層は量も種数も多く、ユリ科の常緑植物のジャノヒゲ属や常緑のシダ類が多い。
22. オガタマノキ属 <i>M. balansae</i> - メンダ属 <i>A. nardii</i> 群集	【分布】雲南省の西畴にある肅山国立公園の標高1,700m。 【種組成】高木層は良く発達し、ナガエブナが優占し、常緑広葉樹のオガタマノキ属、フカノキ属、タブノキ属、バルクメリアザサ属、マテバシ属、カクレミノ属、ヒメツバキ属が混交する。亜高木層は発達しない。低木層も発達しないが、常緑低木の <i>Canthium</i> 属(アカネ科)、ハイノキ属、落葉低木のウコギ属がみられる。草本層は良く発達し、常緑性のシダ植物であるメンダ属、オンダ属、ホウビシダ属が優占する。

(6) 日本のブナ林の植物社会学的体系

日本のブナの分布域は年平均気温 6~13℃、年降水量 1,300mm 以上の地域で、水平的には冷温帯、垂直的には山地帯と呼ばれる。このような気候条件から潜在的な分布の中心は中部地方以東にあり、広い面積を占めている。日本のブナ林は、種組成の違いを植物社会学的方法によって比較することで、5つの群集に分けられる(図 3-4-3、表 3-4-5)(福嶋ほか, 1995; 福嶋, 2005)。

林冠の構成種数を比較したところ、日本海側のブナ林のグループは平均 2.9 種であったのに対し、太平洋側では 10.3 種との報告がある(大沢・滝口, 1987)。また、日本海側のブナーチシマザサ群集の種構成は、地域による差が著しく少ないという特徴がある。



図 3-4-3 日本のブナ林群集の分布(福嶋ほか, 1995 より引用)

表 3-4-5 日本のブナ群集の特徴（福嶋ほか（1995）；福嶋（2005）をもとに作成）

群落体系	分布や種組成の特徴
ブナクラス	【分布】中国、台湾、ウルルン島を含む東アジアのブナ林全体を包括し、東アジアの冷温帯夏緑広葉樹林を代表する単位。 【種組成】ブナ属とササ属との結びつきを特徴として、ヨーロッパ、西アジア、北米のブナ林のクラスとは区別される。
ブナーササオーダー	【分布】中庸からやや湿性立地に分布の中心がある。 【種組成】日本のブナクラスの中心で、ブナを高木層の優占種とする森林。
ブナーチシマザサ群団	【分布】中国地方から東北地方の日本海側山地および北海道渡島半島西南部。 【種組成】多雪気候に適応したヒメモチ、エゾユズリハなど常緑地這植物を常的に含む。
ブナーチシマザサ群集	【分布】北陸の両白山地から北陸、東北の日本海側を経て北海道渡島半島までの山地に連続的に広がっている。広い分布高度幅で形成されており、北陸地方では標高200～1,700mに及ぶ。 【種組成】多雪により種組成は均一化しており、地域による変異は小さい。
ブナークロモジ群集	【分布】中国山地全域と近畿地方日本海側、能登半島を含む北陸低地に分布する。北陸地方では標高1,000m以下に連続的に分布するが、中国地方では山頂部に飛び石状に分布する。 【種組成】西にいくほど日本海型の性質が弱くなり、太平洋側の種が増大する。
ブナーズタケ群団	【分布】九州、四国、本州の太平洋側山地。分布は不連続で、各山域ごとに独立して存在する。分布帯幅は狭く、一般にブナ林の発達は貧弱である。 【種組成】雪による組成の均一化の効果は弱い。高木層に常緑広葉樹や常緑針葉樹が混生し、低木にズタケ（時にミヤコザサ、クマイザサ）が生育する。
ブナーズタケ群集	【分布】西端は岐阜県笠置山、恵郡山で、中部地方から関東地方では内陸部に分布し、北上するに従い分布域は沿岸部となり、岩手県の金華山や三陸の沿岸部に分布するようになる。 【種組成】高木にウラジロモミ、コメツガなどの針葉樹を含み、亜高木層の発達は悪い。林床にはズタケ、ミヤコザサが密生することが多く、群落構成種は一般に少ない。
ブナーヤマボウシ群集	【分布】富士・箱根地域を中心に分布。東日本と西日本とを分けるフォッサマグマ地域にある湿潤温暖な海洋性気候の影響下にある山岳に発達する。 【種組成】ヤブツバキクラスの種の常在度が高い。
ブナーシラキ群集	【分布】九州、四国、東海地方に分布。 【種組成】常緑フロラとソハヤキ要素の落葉広葉樹、広葉草本を含み、地理的にも組成的にも中国南西部（雲南省、四川省、遺州省）と共通性の高い種を含む。第三期の遺存種の性質をもつ常緑針葉樹のカヤ、モミ、ツガ、イヌガヤを含む。

※表 3-4-5 にある「ブナーチシマザサ群団」は、Hukushima *et al.*, 2001 で「ブナ群団」に変更されているが、本業務では福嶋ほか（1995）、福嶋（2005）に従って標記した。

（7）日本におけるブナ林の分布と白神山地の位置

日本列島ではブナが純林に近い林をつくるのは日本海側で、これは冬の大量の積雪により、春先から初夏にかけて土壌が湿潤に保たれ、ブナの生育に好適な条件を提供するためと考えられる（百原，1997）。一方、太平洋側のブナ林の方が高木層に様々な種（モミ、ブナ、ミズナラ、カエデなど）があり、多様性は高いといえる。多様性の観点から言えば太平洋側の方が高く、また、太平洋側と日本海側の重なる地域がより多様性が高いということになる（福嶋ほか，1995）。また、雪の有無によって、両者のブナ林は種組成や構造など様々な違いがあり、このことは、日本のブナ林の最大の特徴とあってよいだろう。

なお、後述する 3-4-3 で環境省の自然環境保全基礎調査による日本におけるブナ林の分布を示した。日本海側でブナ林は大面積で広域に分布していることが見て取れる。

白神山地は、日本海側のブナ林（ブナ-チシマザサ群集）に属し、白神山地の高木層はブナのみで均一という特徴を持つ。

日本におけるブナ林の分布状況及び面積等については、次項で自然環境基礎調査の植生GISデータを用いて、その賦存状況を分析した。

引用文献

原正利. 1992. ブナ林の自然誌. 千葉県立中央博物館.

原正利. 1996. ブナ林の自然誌. 平凡社.

福嶋司. 2005. ブナ林の分布と体系, 図説日本の植生. pp70-73. 朝倉書店.

福嶋司. 2005. ブナ林, 植生管理学. pp.27-32. 朝倉書店.

福嶋司・高砂裕之・松井哲哉・西尾孝佳・喜屋武豊・常富豊. 1995. 日本のブナ林群落の植物社会学的新体系. 日本生態学会誌 45 : 79-98.

Hukusima T., Matsui T., Nishio T., Pignatti S., Yang L., Lu S., Kim M., Yoshikawa M., Honma H., and Wang Y., 2013. Phytosociology of the Beech(Fagus) Forests in East Asia. Springer.

Hukushima, T., Nishio, T. and Matsui, T., 2002. Floristic composition and differentiation of the associations of beech forests in Japan. *Hikobia* 13: 335-353.

百原新. 1997. 世界のブナ林とコナラ林, 朝日百科植物の世界 13. pp167-175. 朝日新聞社.

大沢雅彦・滝口正三. 1987. 植生帯の成立と分化—日本のブナ林の生態地理学的考察—. 長野県植物研究会誌. 20 : 26-30.

Roskov Y., Kunze T., Abucay L., Paglinawan L., Orrell T., Culham A., Bailly N., Kirk P., Bourgoin T., Baillargeon G., Decock W., De Wever A., Didžiulis V., eds., 2014. Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 26th February 2014. Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands.

米倉浩司・梶田忠. 2003. BG Plants 和名-学名インデックス (YList) :

http://bean.bio.chiba-u.jp/bgplants/ylist_main.html

ユネスコウェブサイト SOUV : <http://whc.unesco.org/en/list/1133>

3-4-2. 多雪環境に関する文献情報と海外比較

(1) 世界の積雪分布

北半球の北緯 40 度付近で積雪深 1m を超えるのは、高山を除けばアメリカ北東部など極めて限られた地域である。環日本海地域の中でも、積雪深が 1m を超えるのは、日本以外では白頭山（長白山）など極限られた場所だけである。

山地における多量の降雪は、豊富な水蒸気の供給と強い季節風、そして季節風に立ちほだかる山地地形が必要である。日本列島の風上側の日本海には暖流の対馬海流が流れており、多量の水蒸気を供給し続けている。このような水域の存在によって多量の降雪がもたらされる例としては、アメリカの五大湖の東岸の多雪地帯が知られている。

(2) 東アジアにおける積雪と日本の植生

アジア東岸の中緯度地域において 1m を超える積雪のみられる地帯は日本以外には、中国東北部と北朝鮮にまたがる長白山地のみであり、日本が東アジアの地域の中で例外的に多雪である。

山地帯林で、ブナ属が主要樹種になっているのは日本の北海道西南部以南に限られる。日本では落葉広葉樹林帯をブナ帯と称するほどブナは優勢であるが、他の地域では日本海に浮かぶ韓国鬱陵島以外にはブナ属樹種がまったく分布していない。次に亜高山帯の森林では、本州のみに分布するモミ属のオオシラビソは、東アジアの他のモミ属樹種とは類縁性が低く、むしろ北米西岸に分布する種に近縁な別系統に位置づけられている。従って、ブナ（山地帯林）やオオシラビソ（亜高山帯の森林）が優勢な森林は東アジアでは一般的なものではなく、日本、とくに本州日本海側地域の森林は東アジアの中で独自性の高い存在である。

積雪深の多い山になるほどオオシラビソ林におおわれぬ空間が広がっていく傾向が見られる。さらには、亜高山帯に相当する高さを持ちながらオオシラビソ林がごく小さな広がりしかなかったり、あるいはまったく存在せず、代わりに低木群落や草原に覆われている山が、東北地方から中部地方にかけての日本海側山地を中心にみられる。こうした針葉樹林を欠く亜高山帯の領域は「偽高山帯」と呼ばれている。偽高山帯の成因については、現在の環境の影響のみではなく、氷期と間氷期が繰り返された第四期の地球環境変動のもとで繰り広げられた植生遷移という視点が必要である。例えば、現在はオオシラビソの小林分がみられるにすぎない月山周辺の念仏が原において行われた花粉分析の結果から、最終氷期にはトウヒ属、モミ属、ツガ属などの針葉樹林が現在よりも広く分布していたと考えられるが、その針葉樹林が後氷期の温暖・多雪化によって衰退した結果、偽高山帯が成立したと考えられ、オオシラビソの小林分はたまたま生き残り可能な生育地に残った遺存林であるとする見方も示されている。

偽高山帯の景観は、主に東北地方から中部地方にかけての山々でみられる。

○東北地方

月山、鳥海山、岩木山、朝日岳、飯豊山など

○上越山地

越後三山、谷川連峰、頸城山地の火打山、雨飾山、北アルプス北部など

○奥羽山脈

秋田駒ヶ岳、和賀岳、焼石岳、栗駒山、船形山、安達太良山

○北関東

那須岳

(3) 樹氷

樹氷は霧氷といわれる着氷の一種である。霧氷（むひょう）は、氷点下の環境で、空気中の過冷却水滴もしくは水蒸気が、樹木その他の地物に衝突して凍結もしくは昇華することでできる、白色や無色透明の氷層の総称で、いわば自然現象としての着氷現象である。普通、樹氷・粗氷・樹霜の3つに分類される。樹氷（じゅひょう）（soft rime）は、冬山などで、過冷却水滴からなる濃霧が樹木などの地物に衝突し、その衝撃で凍結・付着した氷層である。一般的には、氷層を付着させた樹木そのものを指して樹氷と呼ぶこともある。日本では蔵王の樹氷林が有名で観光資源にもなっており、樹木が完全に樹氷や雪によって覆われたものは「スノーモンスター」とも呼ばれる。他に八甲田山や八幡平、伊吹山、氷ノ山、富士山のものがよく知られる。黄砂が到達し始める春先には、冬季に白色だった樹氷林がやや黄色味を帯びる。海外では、中国の泰山（複合遺産）やフィンランドのリーシトゥントゥリ国立公園等で見られる。

引用文献

梶本卓也・大丸裕武・杉田久志．2002．雪山の生態学．東海大学出版会．

守田益宗．2000．最終氷期以降における亜高山帯植生の変遷－気候温暖期に森林帯は現在より上昇したか？．植生史研究．9(1)：3-20．

3-4-3. ブナ林及び多雪環境等の解析

(1) ブナ自然植生の分布状況の整理

全国におけるブナの分布状況を把握するために、全国規模でデータが整備されている第2～5回自然環境保全基礎調査（以下、「基礎調査」という）の現存植生図（1/50,000）のデータを利用した。第6回・第7回の基礎調査により現存植生図のGIS凡例が見直されており、同一の植生区分に該当するデータをまとめた「統一凡例」が整理されている（表3-4-6、表3-4-7）。そこで本業務では、環境省が公開している凡例コード対応表に基づき、第2～5回基礎調査で作成した植生図の凡例を統一凡例に付け替えたデータを作成し、解析を実施することとした（表3-4-8）。

統一凡例をもとに、第2～5回の基礎調査で作成された現存植生図のデータから、植生区分「IV. ブナクラス域自然植生」に含まれる「11. 落葉広葉樹林（日本海型）」および「12. 落葉広葉樹林（太平洋型）」のうち、植生自然度が9の原生性の高いブナ林が優占する「チシマザサーブナ群団」、「スズタケブナ群団」のデータをそれぞれ抽出した（表3-4-7、表3-4-8）。同様に、植生区分「V. ブナクラス域代償植生」に含まれる「22. 落葉広葉樹二次林」のうち、ブナを優占種とする中区分「ブナーミズナラ群落」のデータを抽出し、全国におけるブナの自然植生および代償植生の分布状況を整理した（図3-4-4）。ブナの自然植生の大規模な分布は、北海道南部から東北、北陸にかけての日本海側に偏ることが確認された。

(2) 多雪環境の状況の整理

日本海側のブナ林が生育する地域は、多雪環境地帯であることが文献からも知られているが、国内の多雪環境の状況をデータから確認するため、メッシュ気候値2000（気象庁）の積雪深を用い、解析を行った。

その結果、1m以上の積雪深が確認された地域は、北海道から東北、北陸にかけての日本海側に集中していた（図3-4-5）。このような結果は、日本海側では冬季に大量の積雪があることを示し、春先から初夏にかけて土壌が湿潤に保たれ、ブナの生育に好適な条件を提供するとの指摘と一致する（百原，1997）。また、ブナ以外の高木性樹種が少なく太平洋型に属する集団よりもブナの優占度が高い日本海型の分布と重なることがわかった。

これらの情報を踏まえ、本業務では、ブナ自然植生のうち、ブナの生育密度が高く、より原始的な日本海型の集団を対象とし、面積や被覆率等の解析を実施した。

なお、本業務で解析に利用したGISデータの概要は表3-4-9に示す。

表 3-4-6 第 6 回・第 7 回基礎調査の植生図における現統一凡例の基本的な考え方

区 分	植生区分	大区分	中区分	細区分
基 準	第 1 回植生調査で設定された分類	相観	優占種	種組成
	クラス域 自然・代償等	主として群系	群団または優占種群落	群集または群集レベルの群落
植物名の 使用状況	使用 主要なクラスの自然植生の構成種	不使用	使用 群団の標徴種－優占種の組み合わせ、または優占種	使用 群集の標徴種－優占種の組み合わせ
設定条件	全凡例に必須	全凡例に必須	大区分（伐採跡地群落）を除きすべてに中区分を設定	細区分は一部未設定。細区分が設定されたものは中区分必須
凡例の段階 表示方法	—	大区分のみ	大・中区分	大・中・細区分
区分数	10	58	約250	約270
新規追加	不可	不可	可	可

(出典:自然環境基礎調査 植生調査情報提供HP <http://www.vegetation.jp/hanrei/index.html>)

表 3-4-7 第 6 回・第 7 回基礎調査の植生図における統一凡例の植生区分

(赤線で囲まれた区分はブナが優占する植生を示す)

植生区分	大区分
I 高山帯自然植生域	01 高山低木群落
	02 高山ハイデ及び風衝草原
	03 雪田草原
II コケモモトウヒクラス域自然植生	04 亜高山帯針葉樹林(北海道)
	05 亜高山帯針葉樹林
	06 亜高山帯広葉樹林
	07 高茎草原及び風衝草原
III コケモモトウヒクラス域代償植生	08 亜高山帯二次林
	09 二次草原
	10 伐採跡地群落
	11 落葉広葉樹林(日本海型)
IV ブナクラス域自然植生	12 下部針広混交林
	13 落葉広葉樹林(太平洋型)
	14 冷温帯針葉樹林
	15 岩角地針葉樹林
	16 溪畔林
	17 沼沢林
	18 河辺林
	19 岩角地・風衝地低木群落
	20 なだれ地自然低木群落
	21 自然草原
	22 落葉広葉樹二次林
V ブナクラス域代償植生	23 常緑針葉樹二次林
	24 落葉広葉樹低木群落
	25 二次草原
	26 伐採跡地群落
	27 常緑広葉樹林
	28 暖温帯針葉樹林
	29 岩角地・海岸断崖地針葉樹林
VI ヤブツバキクラス域自然植生	30 落葉広葉樹林
	31 沼沢林
	32 河辺林
	33 自然低木群落
	34 海岸風衝地低木群落
	35 亜熱帯常緑広葉樹林
	36 亜熱帯常緑広葉樹林(隆起石灰岩上)
	37 亜熱帯湿生林(マングローブ林)
	38 亜熱帯常緑針葉樹林
	39 亜熱帯低木群落
VII ヤブツバキクラス域代償植生	40 常緑広葉樹二次林
	41 落葉広葉樹二次林
	42 常緑針葉樹二次林
	43 タケ・ササ群落
	44 低木群落
	45 二次草原
	46 伐採跡地群落
VIII 河辺・湿原・沼沢地・砂丘植生	47 湿原・河川・池沼植生
	48 塩沼地植生
	49 砂丘植生
	50 海岸断崖地植生
	51 岩角地・石灰岩地・蛇紋岩地植生
	52 火山荒原植生・硫気孔原植生
	53 隆起珊瑚礁植生
IX 植林地・耕作地植生	54 植林地
	55 竹林
	56 牧草地・ゴルフ場・芝地
X 市街地等	57 耕作地
	58 市街地等

大区分	中区分	細区分
11 落葉広葉樹林(日本海型)	01 チシマザサ-ブナ群団	01 ヒメアオキ-ブナ群集
		02 マルバマンサク-ブナ群集
	03 スギ-ブナ群落	
	04 クロモジ-ブナ群集	
03 エゾイタヤ-シナノキ群団	01 エゾイタヤ-シナノキ群集	
	02 エゾイタヤ-ケヤキ群集	
04 カシワ群団	01 カシワ群落	
	02 ヤマカモジグサ-カシワ群集	
	03 ネムノキ-カシワ群集	
	04 ミズナラ群落(海岸風衝型)	

大区分	中区分	細区分
13 落葉広葉樹林(太平洋型)	01 スズタケ-ブナ群団	01 ヤマボウシ-ブナ群集
		03 ミヤコザサ-ブナ群集
		04 オオモミジガサ-ブナ群集
		05 スズタケ-ブナ群集
		06 シラキ-ブナ群集
		07 ツクシヤクナゲ-ブナ群集
		08 クワガタソウ-ブナ群落
		09 ウラジロモミ-ブナ群集
		10 コアシサイ-ブナ群集
		11 ブナ-イヌブナ群集
		12 ツガ-ブナ群落
		02 イヌブナ群落
02 コハクウンボク-イヌブナ群集		
03 モミ-イヌブナ群集		
04 アカシデ-モミ群落		
05 アブラツツジ-イヌブナ群集		
03 ミズナラ群落	01 リョウブ-ミズナラ群集	
	02 ツクシコウモリソウ-ミズナラ群集	
	03 ミヤコザサ-ミズナラ群集(自然林)	
04 イヌシデ-アカシデ群落	01 イヌシデ-アカシデ群落	
	02 アカシデ群落	
05 コハクチワカエ群落	01 ケクロモジ-コハクチワカエ群落	
	02 ツクシコウモリソウ-キリシマツバツツジ群落	
06 コナラ群落	01 クリー-コナラ群集(自然林)	

大区分	中区分	細区分
22 落葉広葉樹二次林	01 ブナ-ミズナラ群落	01 スギ-ミズナラ群落
		02 クリー-ミズナラ群集
		03 オオハクモジ-ミズナラ群集
		04 ブナ二次林
		05 シロモジ群集
		06 キタコブシ-ミズナラ群集
		07 キンキマザクラ-ミズナラ群集
		08 カイナササドウドン-ミズナラ群集
		09 クリー-ミズナラ群集(中国山地)
		10 フクオウソウ-ミズナラ群集
	02 カシワ群落	03 ウダイカンバ群落
		04 リョウブ群落
		01 リョウブ-ミズナラ群落
		01 オクチョウジガクラ-コナラ群集
05 コナラ群落	02 カシミザクラ-コナラ群落	
	03 ユキゴニツバツツジ-コナラ群集	
	04 イヌザクラ-コナラ群集	
	05 ホソバヒカゲスゲ-コナラ群集	
	07 アカシデ-イヌシデ群落	
08 クマシデ群落	01 コガクツツギ-クマシデ群集	
	01 ササ-シラカンバ群落	
09 シラカンバ群落	02 レンゲツツジ-シラカンバ群集	
	03 エゾヤマナラシ群落	
	10 ハシドイ群落	
11 ミズナラ群落	01 シラカンバ-ミズナラ群落	
	02 コナラ-ミズナラ群落	
	03 ミヤコザサ-ミズナラ群集	
12 オニグルミ群落		
	13 ケヤキ群落	
14 ダケカンバ群落		

(出典:自然環境基礎調査 植生調査情報提供HP <http://www.vegetation.jp/hanrei/index.html>)

表 3-4-8 第 2~5 回自然環境保全基礎調査における現存植生図の GIS 凡例と第 6 回・7 回植生図の統一凡例の対応表（一部抜粋）

第 6 回・第 7 回植生図の統一凡例				第 2 回・第 3~5 回植生図の GIS 凡例			植生	植生区分
No	Shoku_C	Hanrei_C	Hanrei_N	MAJOR1	群落コード	GIS 凡例	自然度 (第 5 回)	(大区分)
57	4	110100	チシマザサ-ブナ群団	4002	40100A	チシマザサ-ブナ群団	9	
57	4	110100	チシマザサ-ブナ群団	4003	40100B	ブナ-チシマザサ群落	9	
57	4	110100	チシマザサ-ブナ群団	4004	40100C	ブナ-チシマザサ群集	9	落葉広葉
58	4	110101	ヒメアオキ-ブナ群集	4006	40101	ヒメアオキ-ブナ群集	9	樹林
59	4	110102	マルバマンサク-ブナ群集	4008	40103	マルバマンサク-ブナ群集	9	(日本海
60	4	110103	スギ-ブナ群落	4009	40104	スギ-ブナ群落	9	型)
61	4	110104	クロモジ-ブナ群集	4007	40102	クロモジ-ブナ群集	9	
71	4	130100	スズタケ-ブナ群団	4011	40200A	スズタケ-ブナ群団	9	
71	4	130100	スズタケ-ブナ群団	4012	40200B	ブナ-スズタケ群団	9	
72	4	130101	ヤマボウシ-ブナ群集	4015	40201A	ヤマボウシ-ブナ群集	9	
72	4	130101	ヤマボウシ-ブナ群集	4016	40201B	ブナ-ツクバネウツギ群集	9	
72	4	130101	ヤマボウシ-ブナ群集	4018	40201D	ブナ-ヤマボウシ群集	9	
73	4	130103	ミヤコザサ-ブナ群集	4017	40201C	ブナ-ミヤコザサ群集	9	
74	4	130104	オオモミジガサ-ブナ群集	4028	40204	オオモミジガサ-ブナ群集	9	落葉広葉
74	4	130104	オオモミジガサ-ブナ群集	4029	40204B	ブナ-オオモミジガサ群集	9	樹林
75	4	130105	スズタケ-ブナ群集	4013	40210C	ブナ-スズタケ群集	9	(太平洋
76	4	130106	シラキ-ブナ群集	4033	40214A	シラキ-ブナ群集	9	型)
76	4	130106	シラキ-ブナ群集	4022	40202C	オオマルバノテンニンソウ-ブナ群落	9	
77	4	130107	ツクシヤクナゲ-ブナ群集	4021	40202B	ブナ-ツクシヤクナゲ群集	9	
77	4	130107	ツクシヤクナゲ-ブナ群集	4020	40202A	ツクシヤクナゲ-ブナ群集	9	
78	4	130108	クワガタソウ-ブナ群落	-	-	-	-	
642	4	130109	ウラジロモミ-ブナ群集	-	-	-	-	
174	5	220101	スギ-ミズナラ群落	5077	52000	スギ-落葉広葉樹林群落	7	
175	5	220102	クリー-ミズナラ群集	5009	50300A	クリー-ミズナラ群落	7	
175	5	220102	クリー-ミズナラ群集	5008	50300	クリー-ミズナラ群落	7	
175	5	220102	クリー-ミズナラ群集	5010	50300B	ミズナラ-クリー群落	7	
176	5	220103	オオバクロモジ-ミズナラ群集	-	-	-	-	
177	5	220104	ブナ二次林	-	-	-	-	落葉広葉
178	5	220105	シロモジ群集	5011	50300D	シロモジ群集	7	樹二次林
689	5	220106	キタコブシ-ミズナラ群集	-	-	-	-	
690	5	220107	キンキマメザクラ-ミズナラ群集	-	-	-	-	
691	5	220108	カイナンサラサドウダン-ミズナラ群集	-	-	-	-	
692	5	220109	クリー-ミズナラ群集(中国山地)	-	-	-	-	

(出典:自然環境基礎調査 植生調査情報提供 HP <http://www.vegetation.jp/hanrei/index.html>)

表 3-4-9 解析に用いたデータ一覧

項目	出典	データの概要
現存植生図	自然環境情報 GIS*1	第 2～5 回自然環境保全基礎調査結果をもとに作成された現存植生図
道路	国土数値情報(道路)データ*2	道路法に基づく高速自動車国道、一般国道、都道府県道、市町村道及び特例道路等、全国の道路について、位置(線)、路線名等を整備したもの
積雪量	メッシュ気候値 2000*3	1971 年～2000 年の 30 年間の観測値について平均した平年値を 1km メッシュで推定した値
海岸線	国土数値情報(海岸線)データ*2	全国の満潮時の海岸線について、位置(線)、所管官庁、海岸保全区域(海岸法に基づき指定された一定の海岸の区域)の海岸名及び海岸管理者、河口有無等を整備したもの
国立公園	自然環境情報 GIS*1	全国の国立公園について、地種区分情報を付加したもの
国定公園	自然環境情報 GIS 第 2.0 版*1	自然環境情報 GIS 第 2.0 版(平成 11 年度発行)のものをベースに、その後、平成 18 年までに改変があったものについて、修正を加えたもの
国指定鳥獣保護区	自然環境情報 GIS*1	鳥獣保護区、特別保護地区、特別保護指定地域の区分ごとに分類したもの
自然環境保全地域	自然環境情報 GIS 第 2.0 版*1	自然環境情報 GiGIS 第 2.0 版(平成 11 年度発行)のものをベースに修正を加えたもの
生息地等保護区	自然環境情報 GIS 第 2.0 版*1	自然環境情報 GiGIS 第 2.0 版(平成 11 年度発行)のものをベースに修正を加えたもの
世界遺産地域	自然環境情報 GIS 第 2.0 版*1	自然環境情報 GiGIS 第 2.0 版(平成 11 年度発行)のものをベースに修正を加えたもの
地形地域区分	20 万分の 1 土地分類基本調査地形分類図*2	国土調査による 1/20,000 土地分類基本調査(地形分類図)を使用し、国土交通省国土情報課が作成(複製)したもの
林道	林野庁業務資料*4	平成 25 年 4 月 1 日時点で有効な地図から作成したもの(国有林野内の林道に限る)
保護林	林野庁業務資料*4	平成 25 年 4 月 1 日時点で有効な森林簿などから作成したもの

*1:環境省提供

*2:国土交通省提供

*3:気象庁提供

*4:林野庁提供

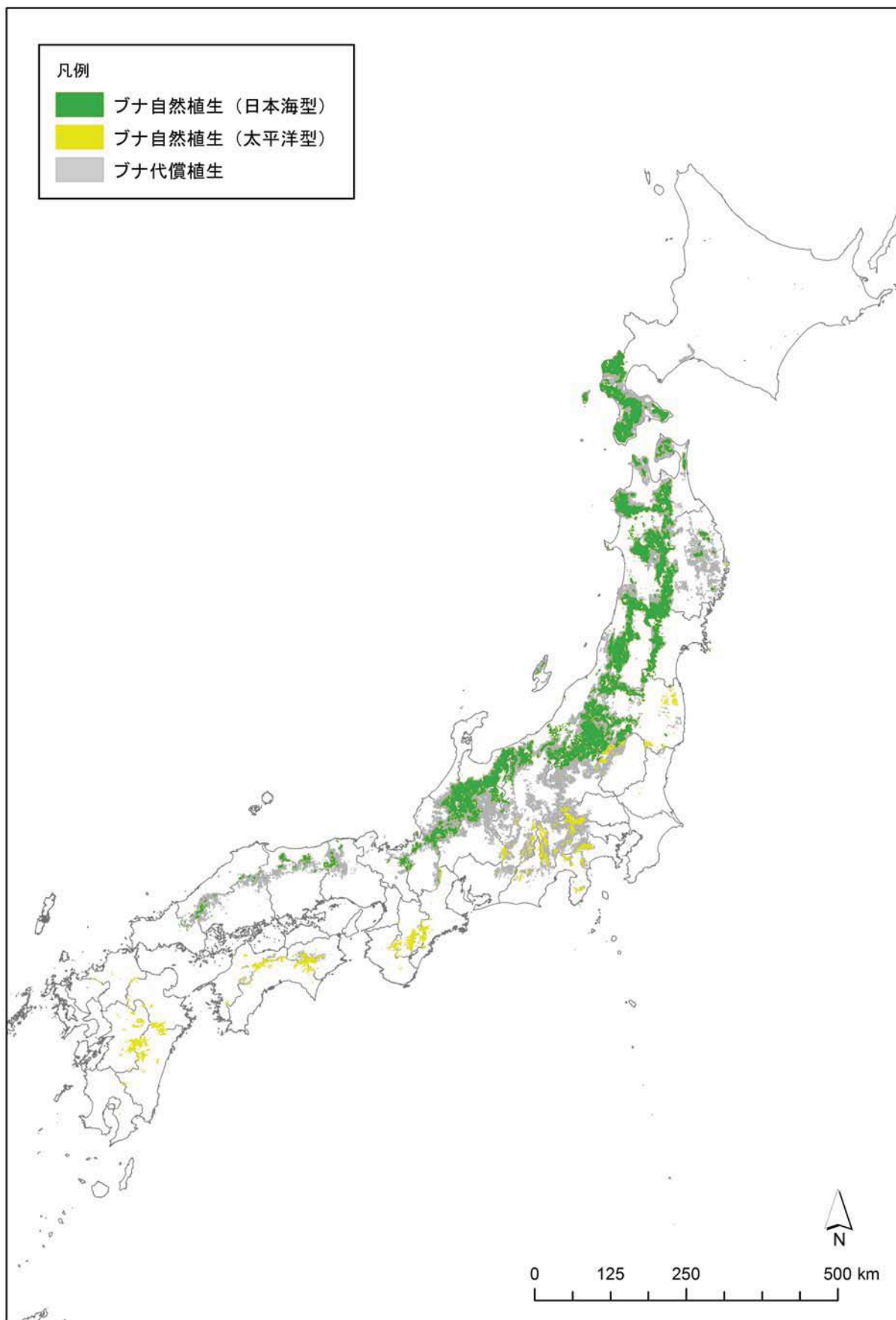


図 3-4-4 国内におけるブナの自然植生および代償植生の分布状況

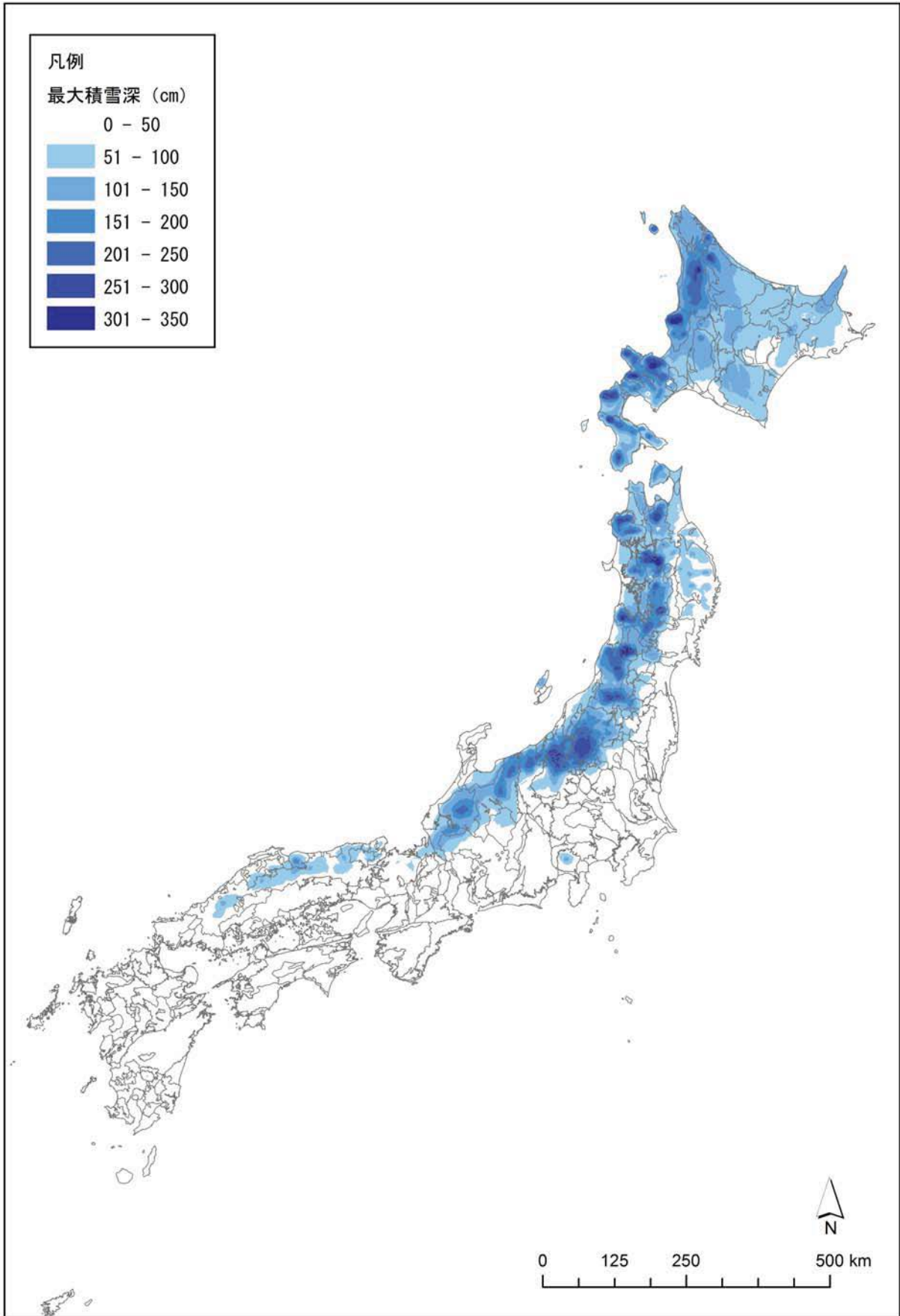


図 3-4-5 国内における積雪深の推定値 (1kmメッシュ)

(3) ブナ林の分布（面積等）の解析

1) 評価単位

本項では、ブナの分布面積や被覆率を解析するため、評価する単位として、20万分の1土地分類基本調査により作成された地形分類図（1/200,000）にもとづく地形地域区分のまとまり（以下、「地形地域」という）、計3,650地域を用いた（図3-4-6）。ここでの地形地域区分とは、土地分類基本調査により、その土地の標高、起伏量、傾斜および小地形要素等を勘案し、山地や丘陵地、台地・段丘地、低地等に分類した地域区分を意味する。

なお、本データには、複数の都道府県に跨がる地形地域に対して、行政界を境に異なる名称が割り当てられているポリゴンが含まれていたため、50万分の1土地分類基本調査により作成された地形分類図を参照しながら名称を統一し、計947ヶ所の地形地域に統合した（図3-4-7）。具体的には、「○○山地西部」と「○○山地東部」というように、同一の山塊であるにも関わらず、異なる名称が割り当てられているものを「○○山地」としてまとめた。ただし、一部の島嶼などについては50万分の1の地形分類図が整備されていないため、そのような地域については20万分の1の地形分類図に用いられている名称をそのまま適用することとした。

2) 解析方法

作成したブナの分布データと地形地域区分のデータから、各地形地域内に含まれる日本海型のブナ自然植生（以下、「ブナ林」という）の面積（ha）とブナ林の被覆率（%）（＝ブナ林の面積／地形地域の面積×100）を解析し、算出した。

面積を算出するにあたり、本解析ではランベルト正積方位図法を用いて投影変換を行ないブナ林や地形地域の面積を求めた。なお、ここでいう面積とは、地形の起伏を加味していない面積を意味しており、地表面の表面積とは異なる。

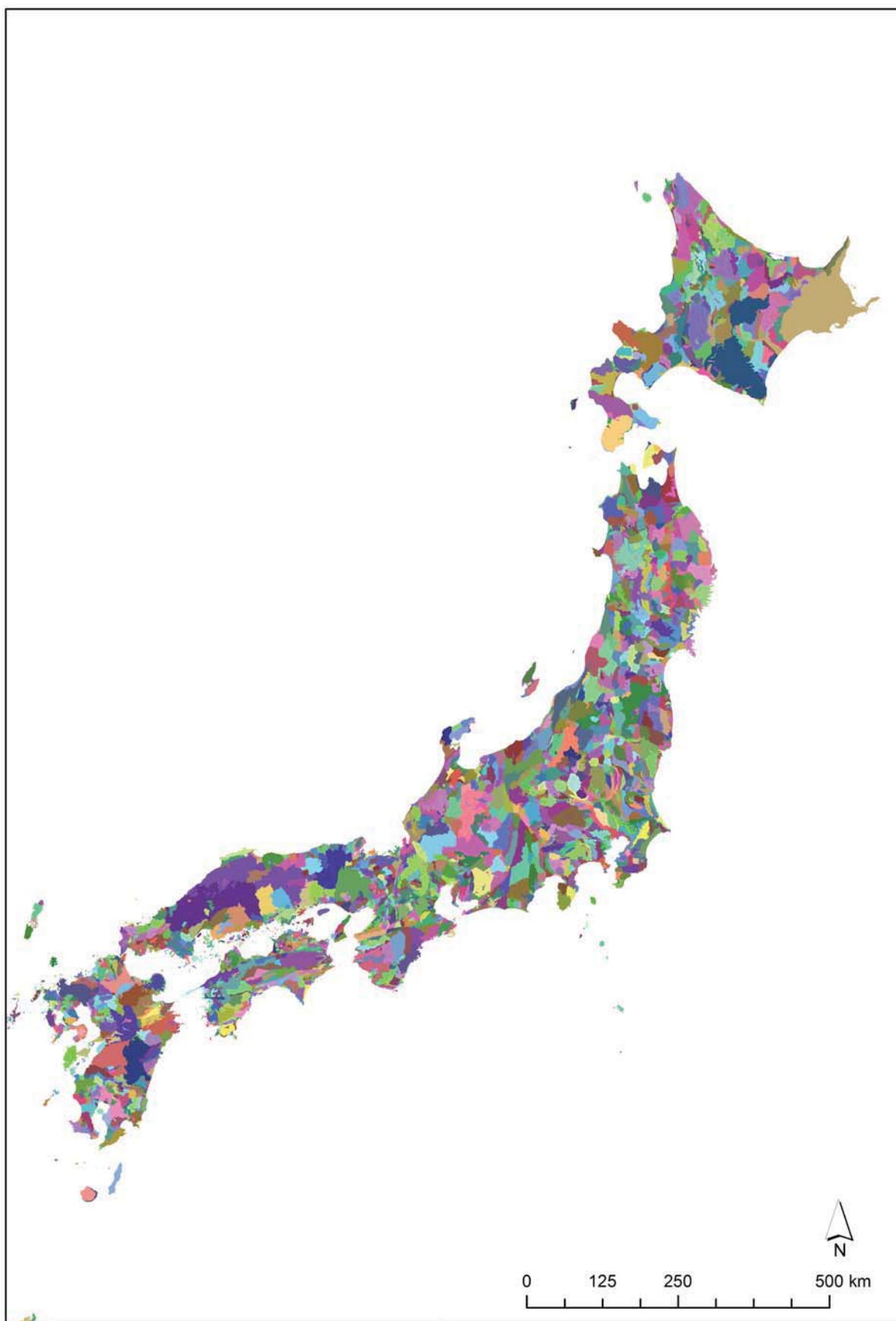


図 3-4-6 20 万分の 1 土地分類基本調査に基づく地形分類図
(出典：国土交通省国土政策局国土情報課 HP)

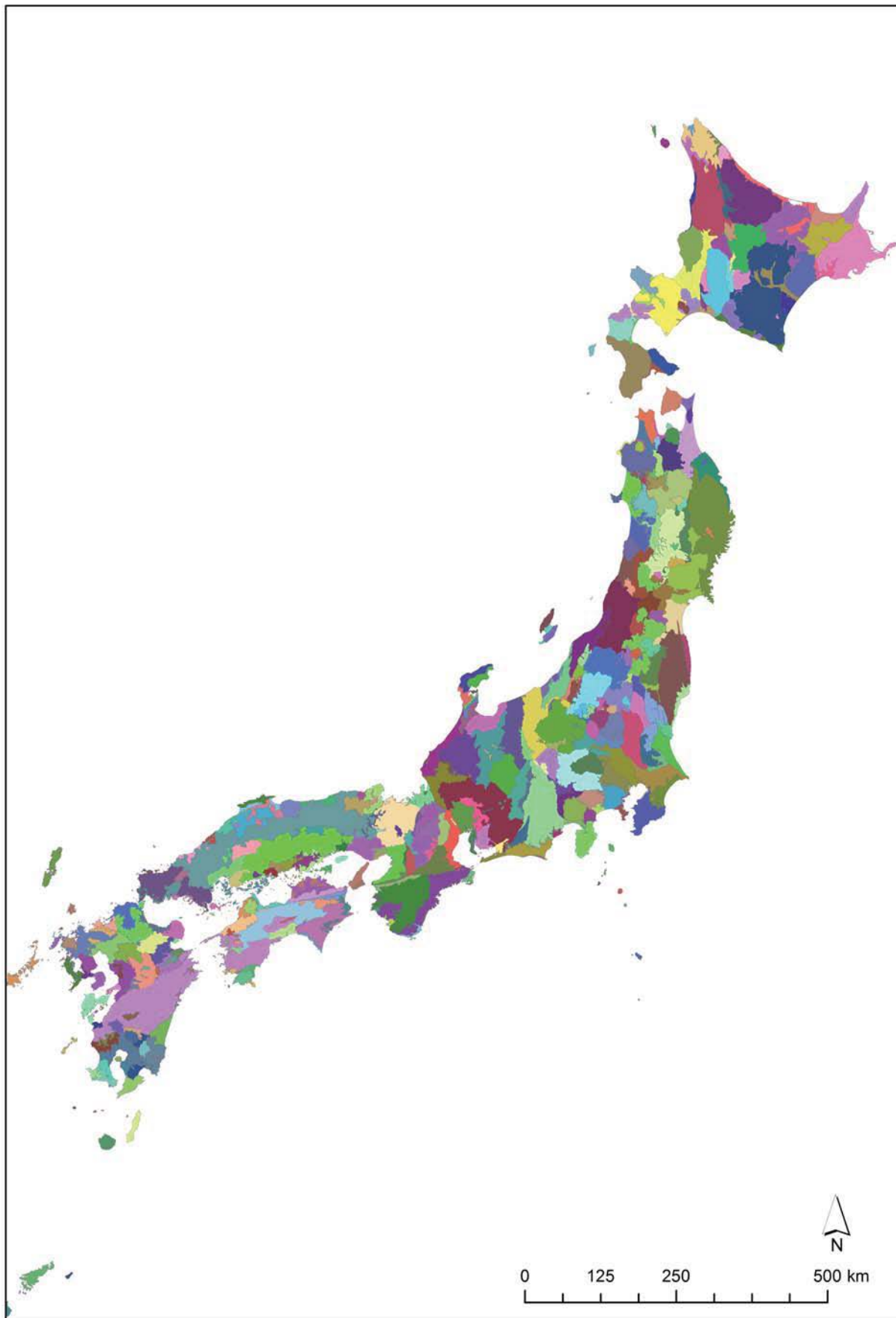


図 3-4-7 評価単位に用いた地形地域の概観

3) 解析結果

① ブナ林の面積

各地形地域に含まれるブナ林の面積を比較した結果、秋田県と岩手県の県境に位置する和賀山・神室山地内のブナ林がもっとも広く、その面積は 122,702ha に及んだ(表 3-4-10、図 3-4-8)。次に広い面積を有していたのは北海道南端部に位置する渡島山地南部で 122,630ha であり、これに続く飯豊朝日山地では 97,124ha と上位 2 地域との差は大きかった。

表 3-4-10 各地形地域におけるブナ林面積の比較

順位	地域名	面積(ha)
1	和賀山・神室山地	122,702
2	渡島山地南部	122,630
3	飯豊朝日山地	97,124
4	加賀山地	78,830
5	越後山地南部	78,780
6	白神山地	53,658
7	飛騨高原山地	51,518
8	焼山火山地	49,784
9	越後山地北部	44,395
10	丁岳山地	44,031
11	飛騨山地	38,323
12	白子森山地	32,191
13	八甲田火山地	30,735
14	渡島山地北部	30,658
15	帝釈山地	29,277

② ブナ林の被覆率

ブナ林の占める割合を地域間で比較した結果、岩手県南西部に位置する焼石岳火山地が 59.4%ともっとも高い値を示し、6割近くの面積をブナ林が占めていた(表 3-4-11、図 3-4-9)。

表 3-4-11 各地形地域におけるブナ林の被覆率の比較

順位	地域名	被覆率(%)
1	焼石岳火山地	59.4
2	渡島山地北部	54.6
3	筑摩山地	37.0
4	谷川山地	37.0
5	赤城火山地	33.4
6	丁岳山地	32.7
7	渡島山地南部	32.6
8	越後山地南部	31.7
9	和賀山・神室山地	31.3
10	奥尻島	31.0
11	武尊火山地	27.7
12	白神山地	26.3
13	白子森山地	25.6
14	栗駒山火山地	25.6
15	舟形山地	24.7

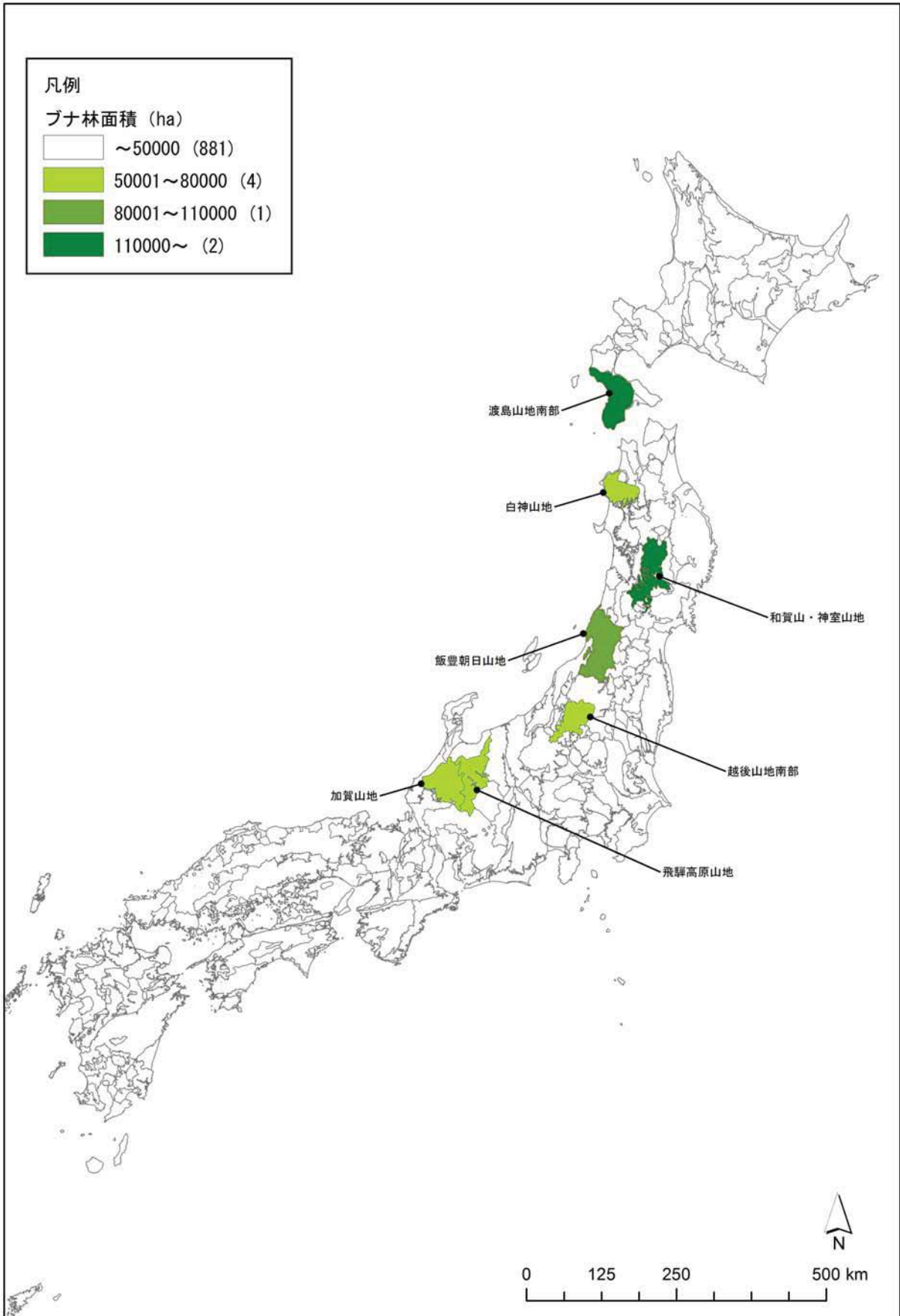


図 3-4-8 各地形地域に含まれるブナ林の面積 (凡例の () 内の数字は該当するデータ数を示す)

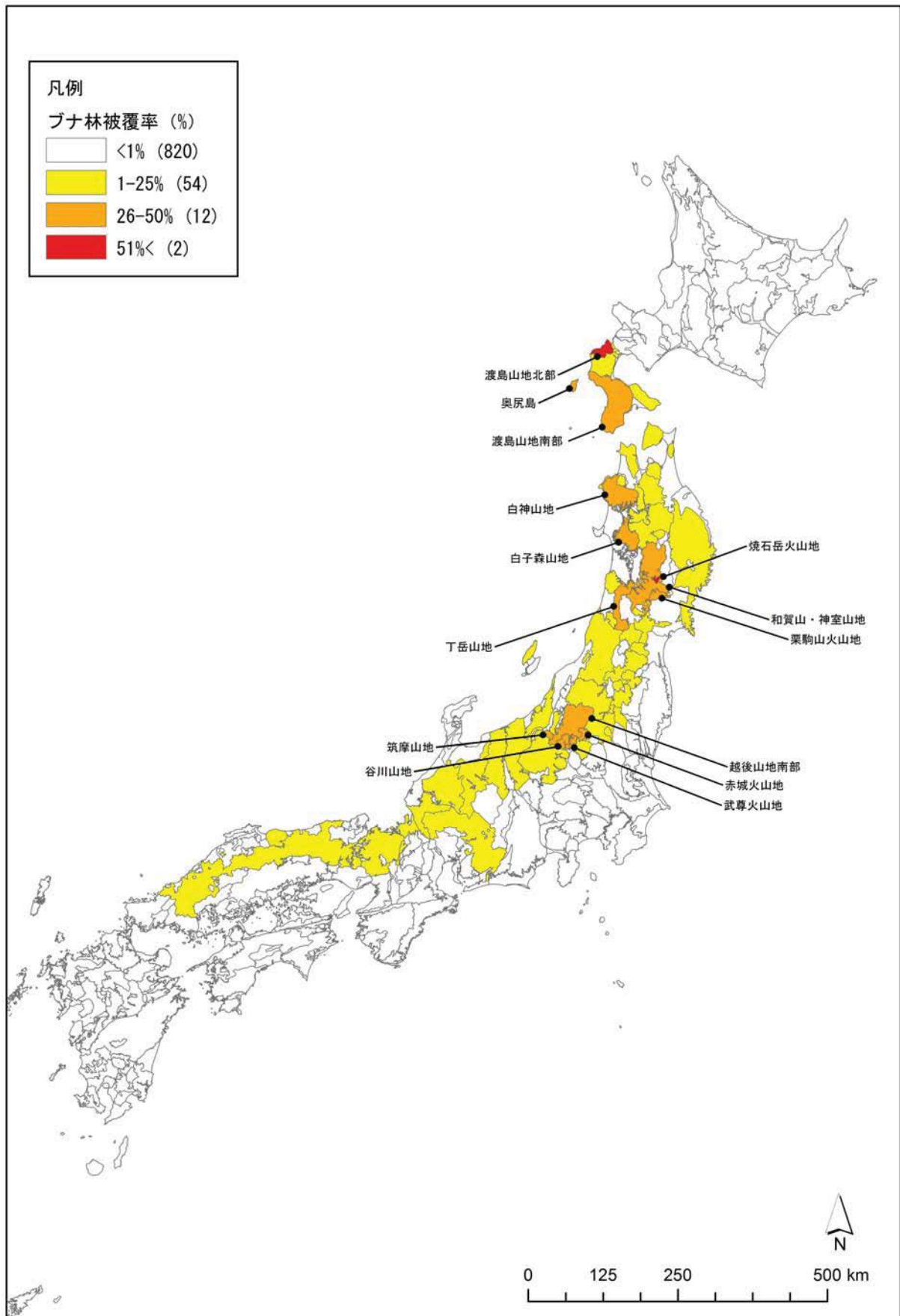


図 3-4-9 各地形地域におけるブナ林の被覆率 (凡例の () 内の数字は該当するデータ数を示す)

これらの結果を踏まえ、50,000 ha以上の面積のブナ林を有する地域について、ブナの被覆率が高い地域を抽出した。その結果、渡島山地南部が32.6%ともっとも高く、越後山地南部（31.7%）、和賀山・神室山地（31.3%）、白神山地（26.3%）が次に高い割合を示した（表3-4-12、図3-4-7）。

表 3-4-12 ブナ林の面積が広く、被覆率が高い4地域

地域名	面積(ha)	被覆率(%)
渡島山地南部	122,630	32.6
白神山地	53,658	26.3
和賀山・神室山地	122,702	31.3
越後山地南部	78,780	31.7

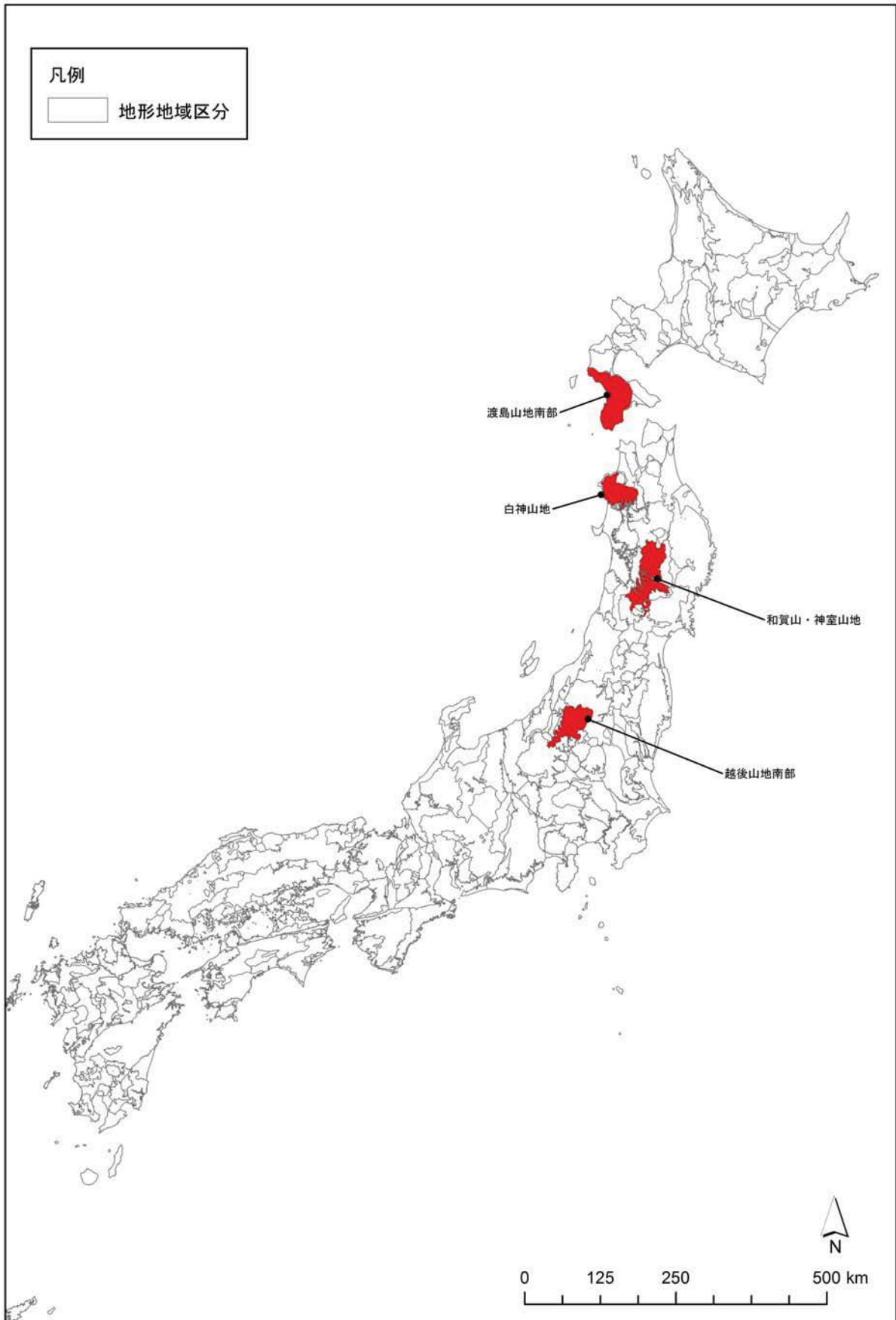


図 3-4-10 ブナ林の分布面積と被覆率が高い 4 地域

(4) ブナ林の分断状況

道路または林道がブナ林を横断することにより林縁部に類似した環境が拡大し、そのような環境では光量や気温・土壌温度が高まり、湿度や土壌含水率が低下するなどの環境条件の変化が生じる。そのため、道路または林道が過度に横断した場合には、ブナの生育に不適な環境が拡大し、ブナ林が衰退する可能性が考えられる。本業務では、人為的な改変による影響が少なく、より健全で原始的なブナ林が残る地域を抽出するために道路および林道の敷設状況を整理し、ブナ林の分断状況を評価した。

1) 解析対象地域

ブナ林の分布面積が広く、かつ被覆率の高い渡島山地南部、白神山地、和賀山・神室山地、越後山地南部の計4地域（以下、「解析対象地域」という）を対象に、道路および林道による分断状況を比較した（図3-4-11～3-4-15）。白神山地には一部、世界自然遺産地域が含まれており、比較対象として登録地域のみを抽出し、同様の解析を行なった。

なお、本解析に用いた林道のデータは国有林野内のものに限られており（林野庁提供資料）、道路および林道ともに幅員は考慮せず、ブナ林に与える影響はすべての道路と林道で同一だと仮定して解析を実施した。

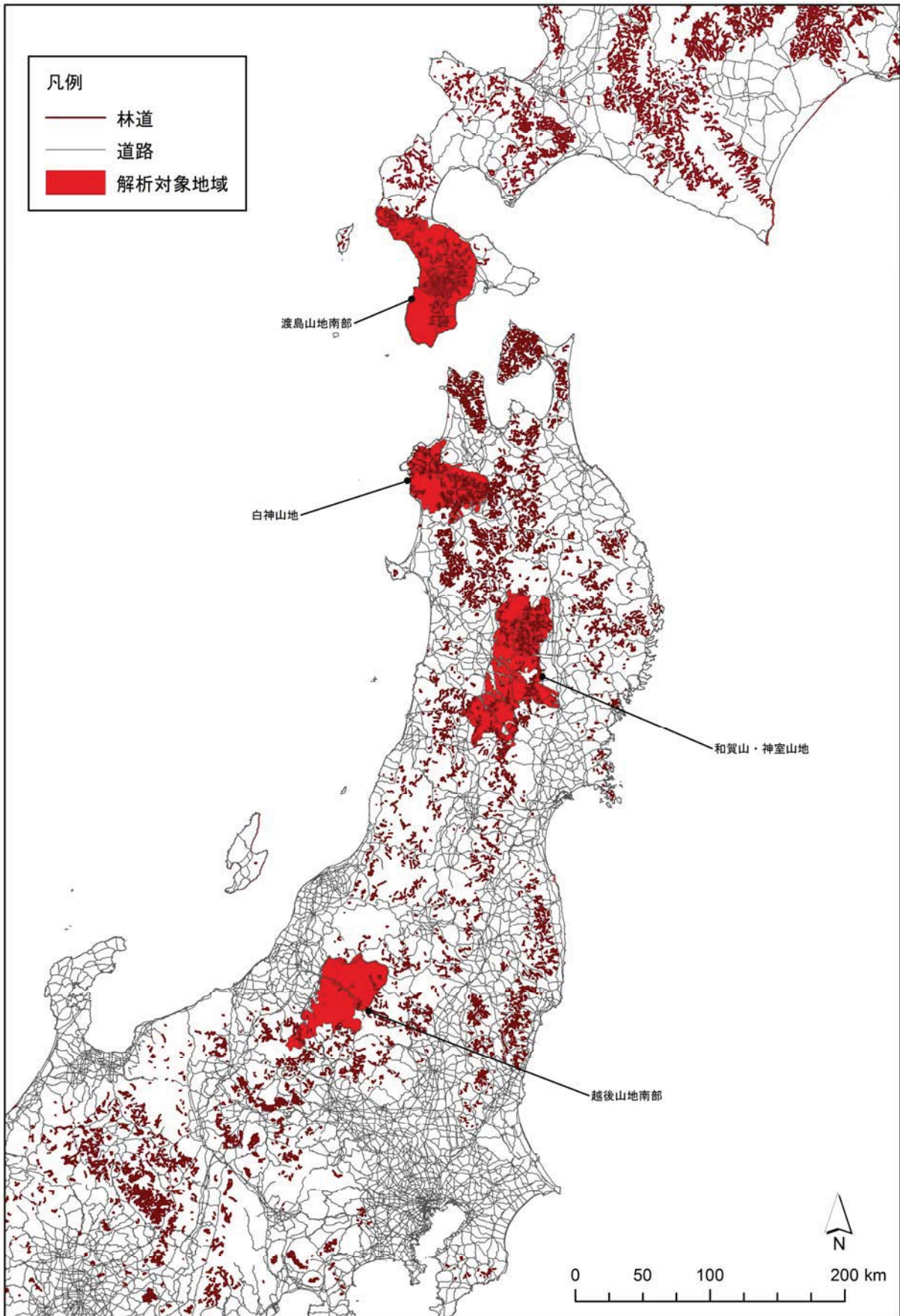


図 3-4-11 道路および林道（国有林野内のみ）による分断状況

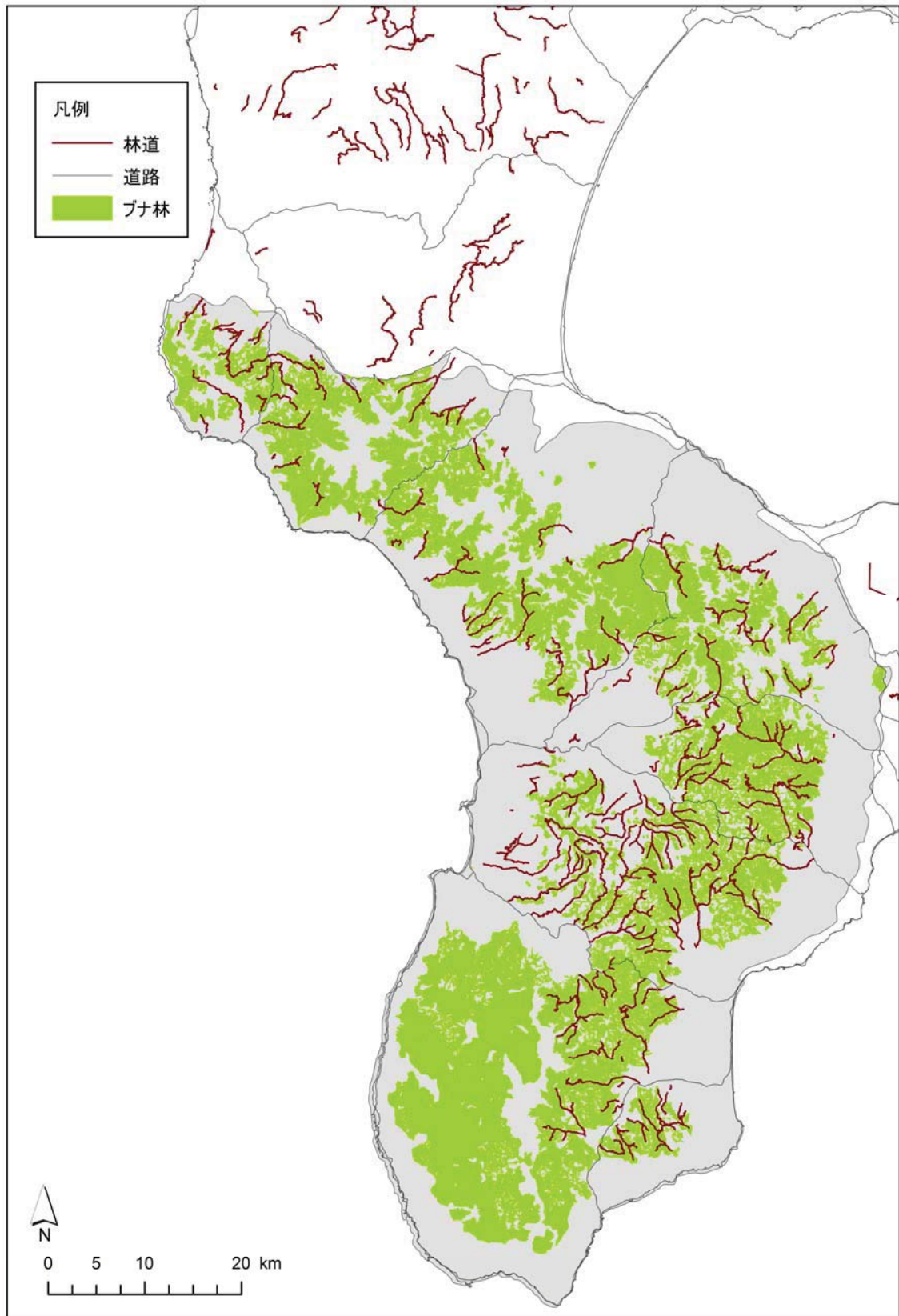


図 3-4-12 渡島山地南部に整備されている道路および林道の状況（灰色は解析対象範囲を示す）

※林道は、国有林野内の林道のみを表示。渡島山地南部の先端部分は道有林であるため、林道が表示されていない。

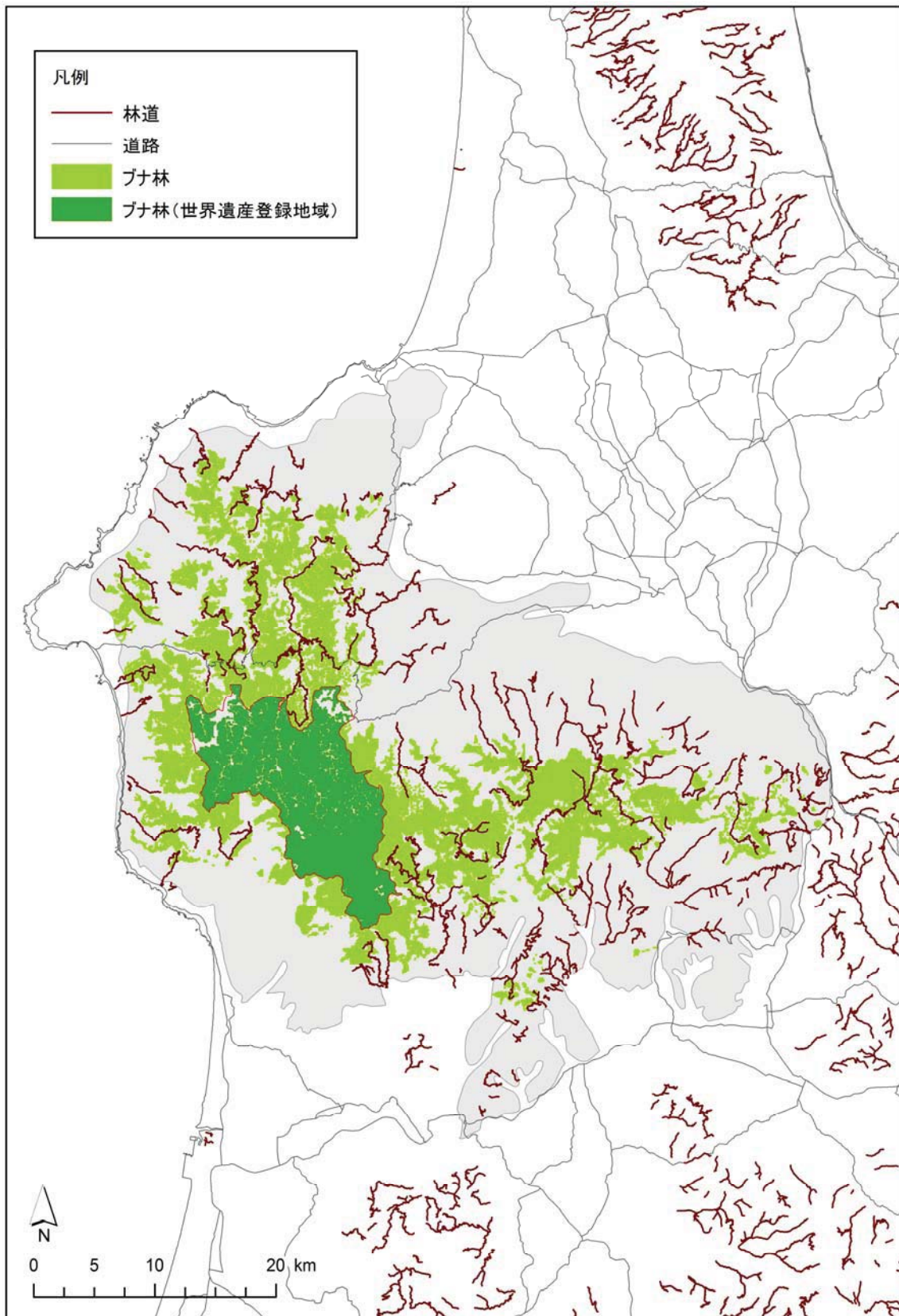


図 3-4-13 白神山地に整備されている道路および林道の状況（灰色は解析対象範囲を示す）

※林道は、国有林野内の林道のみを表示。

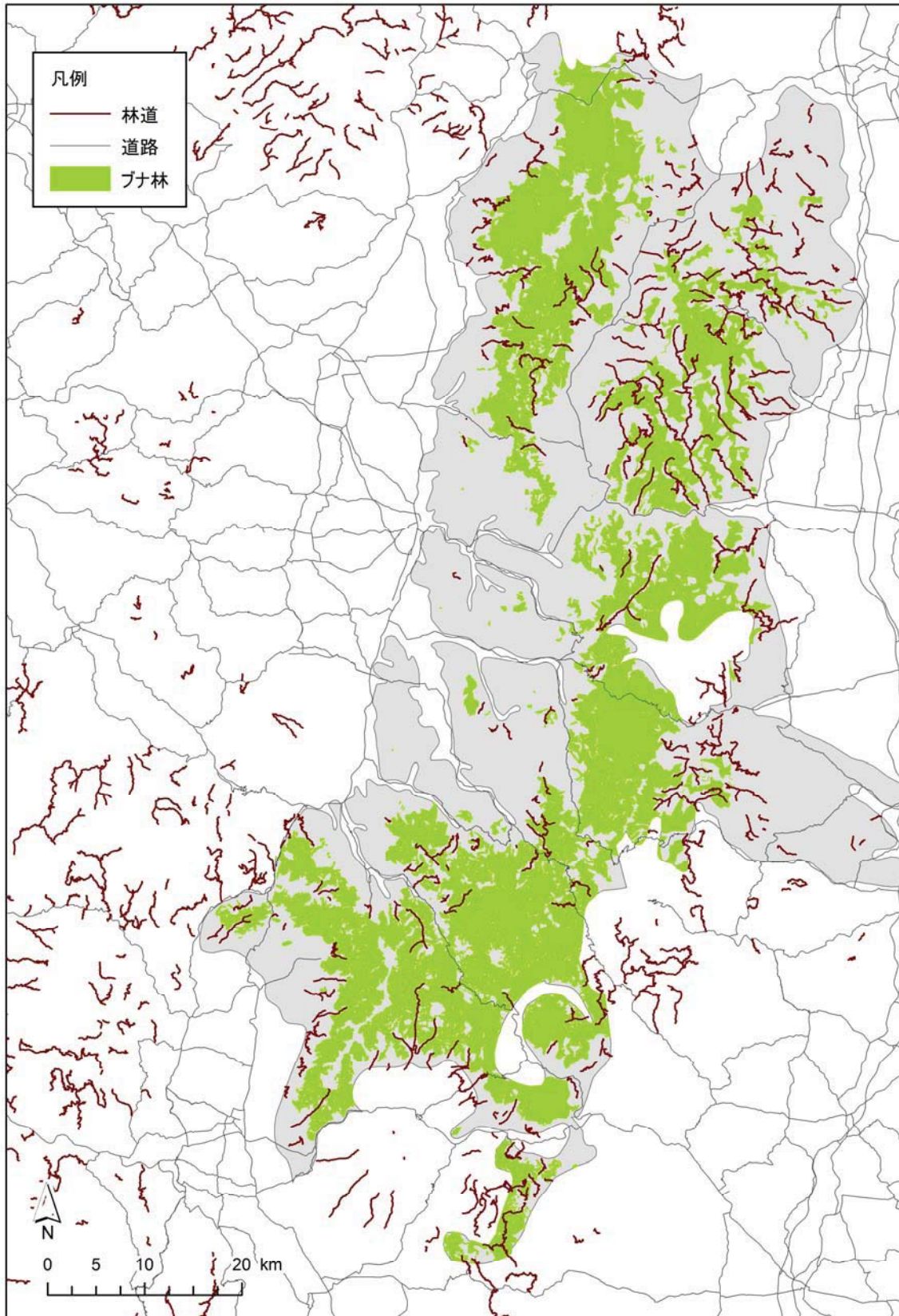


図 3-4-14 和賀山・神室山地に整備されている道路および林道の状況

(灰色は解析対象範囲を示す)

※林道は、国有林野内の林道のみを表示。

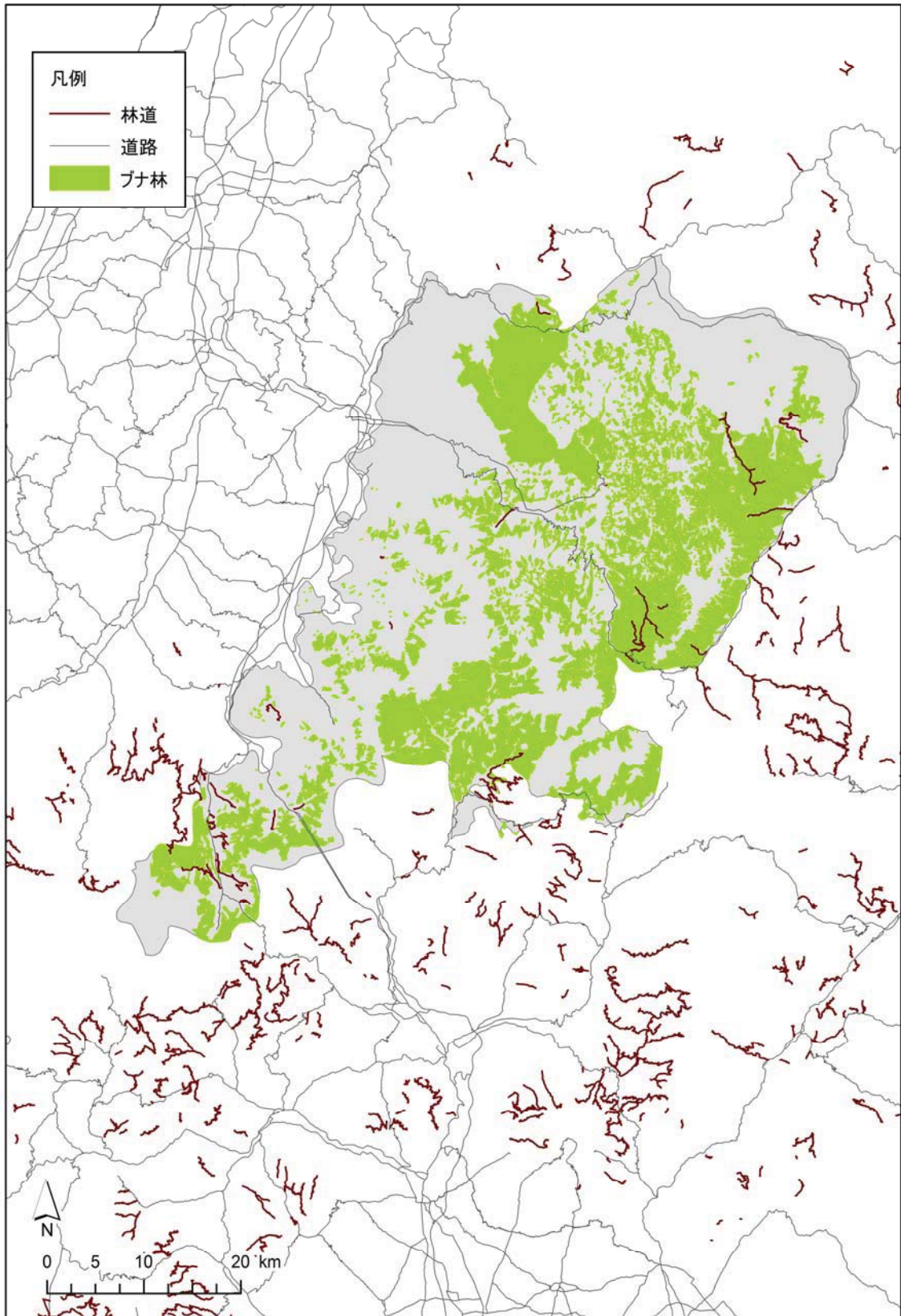


図 3-4-15 越後山地南部に整備されている道路および林道の状況

(灰色は解析対象範囲を示す)

※林道は、国有林野内の林道のみを表示。

2) 分断率の算出

現存植生図から抽出したブナ林の分布情報をもとに、100m×100mのグリッド上に分布状況を整理し、ブナ林の有無によりセルを分類した。作成したブナ林のグリッドデータと道路および林道のラインデータを重ね合わせ、ブナ林のセル数と、道路あるいは林道が横断するブナ林のセル数をそれぞれ算出した(図3-4-16)。集計した値から、解析対象地域におけるブナ林への道路または林道の重なり具合を表す指標として、「分断率(=道路あるいは林道と重なるブナ林のセル数/ブナ林のセル数×100)」を算出し、対象地域間で比較した。

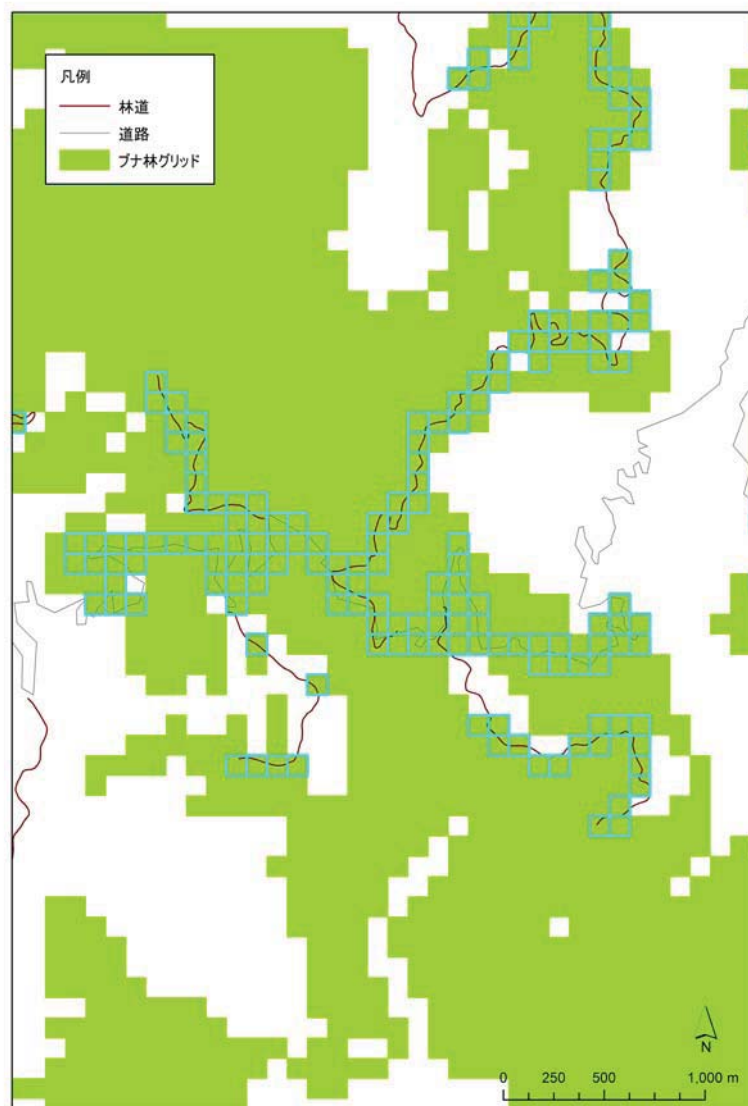


図 3-4-16 分断状況の解析イメージ図

(緑色はブナ林が分布するセル、白色はブナ林が分布しないセル、青枠で囲まれたセルは道路あるいは林道が横断しているブナ林のセルをそれぞれ示す)

3) 解析結果

道路および林道によるブナ林の分断状況を比較した結果、分断率がもっとも低かったのは越後山地南部で1.33%であった(表3-4-13)。当該地域は特に林道の敷設範囲が狭く、その割合は他の3地域の1/2以下であった。解析対象地域のうち、もっともブナの被覆率が高かった渡島山地南部では、林道が広範囲にわたり整備されており、道路を含めた分断率は越後山地南部のおよそ4倍(5.04%)に達した。

比較対象として解析を実施した白神山地の世界遺産地域では、他の4地域と比べて道路および林道によるブナ林の分断率は0.01%と極めて低く、解析対象地域と比べ、もっとも分断されていない原生的なブナ林が当該地域に残されていることが認められる(図3-4-13)。

表3-4-13 道路および林道によるブナ林の分断状況

地域名	ブナ林 (全体)	道路+林道*1		道路*2		林道*3		分断なし*4	
	セル数	セル数	割合 (%)	セル数	割合 (%)	セル数	割合 (%)	セル数	割合 (%)
渡島山地南部*5	122,593	6,175	5.04	632	0.52	5,572	4.55	116,418	94.96
白神山地	53,588	1,921	3.58	294	0.55	1,779	3.32	51,667	96.42
和賀山・神室山地	124,016	2,962	2.39	609	0.49	2,371	1.91	121,054	97.61
越後山地南部	78,530	1,047	1.33	473	0.60	579	0.74	77,483	98.67
白神山地 (世界遺産地域)	14,514	1	0.01	0	0.00	1	0.01	14,513	99.99

*1: 道路あるいは林道が横断するブナ林のセル数とその割合。

*2: 道路が横断するブナ林のセル数とその割合(林道が横断するセルを含む)。

*3: 林道(国有林野内のみ)が横断するブナ林のセル数とその割合(道路が横断するセルを含む)。

*4: 道路および林道が横断していないブナ林のセル数とその割合。

*5: 渡島山地南部には、道有林が約48,000ha所在しているが、道有林内の林道は考慮していないため、林道が横断するブナ林のセル数が過小評価となっている。

(5) 自然保護対策の実施状況

各解析対象地におけるブナ林の保護対策の実施状況を評価するために、環境省および林野庁が設置している自然保護区のうち、植物の伐採・採集等の規制を含む地域のみを抽出し、各解析対象地域における自然環境保全の実施現状を整理した(表3-4-14)。各地域における自然保護区の整備状況を図3-4-17に示す。具体的には、自然公園法に基づく国立・国定公園のうちの特別保護地区および第1種特別地域、自然環境保全法に基づく自然環境保全地域および原生自然環境保全地域、種の保存法に基づく生息地等保護区のうちの管理地区(立ち入り禁止区域を含む)、鳥獣保護区に基づく国指定鳥獣保護区のうちの特別保護地区および特別保護指定地域、保護林制度に基づく森林生態系保護地域およびその他の保護林のデータをそれぞれ収集・整理し、解析対象地域と重ね合わせた自然保護区の整備状況図を作成した。

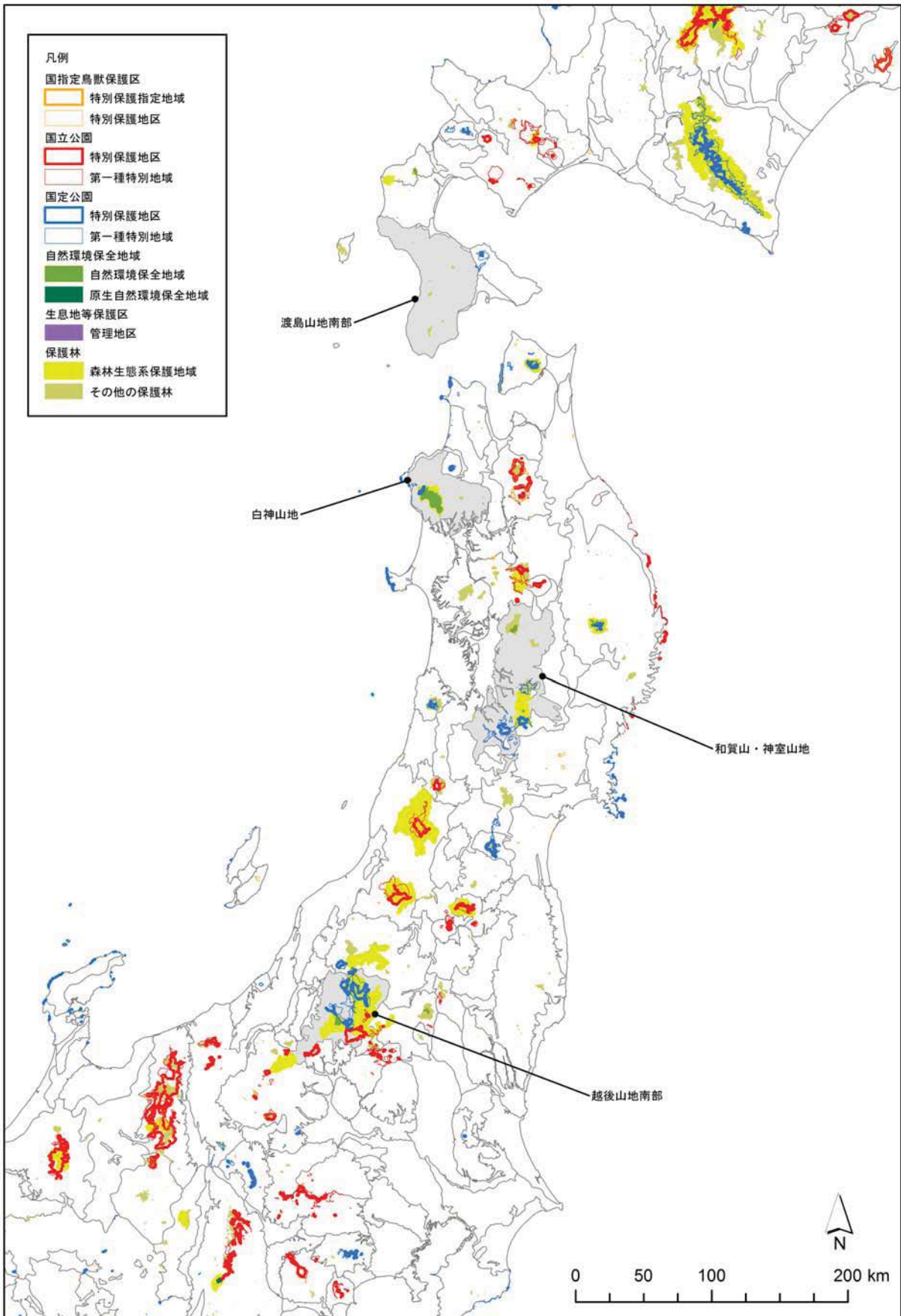


図 3-4-17 対象地域における自然保護区の整備状況

表 3-4-14 本業務で対象とする自然保護区等の一覧

自然保護区 国立公園	区分	地図化 ^{※1}	根拠法・制度	概要
国立公園	特別保護地区	●	自然公園法	特に嚴重に景観の維持を図る必要のある地区
	第1種特別地域	●		特別保護地区に準ずる景観を有し、風致を維持する必要性が高い地域であって、現在の景観を極力保護することが必要な地域
	第2種特別地域	-		農林漁業活動についてはつとめて調整を図ることが必要な地域
	第3種特別地域	-		特別地域のうちでは風致を維持する必要性が比較的低い地域であって、特に通常の農林漁業活動については原則として風致の維持に影響を及ぼすおそれが少ない地域
	海中公園地区	-		海中動植物が豊富であるなど、海中景観の優れた海面
	普通地域	-		景観上特別地域と一体をなす地域内の集落地・農耕地・森林等があつて、風景の保護を図る必要のある地域など（海面を含む）
	特別保護地区	●		特に嚴重に景観の維持を図る必要のある地区
	第1種特別地域	●		特別保護地区に準ずる景観を有し、風致を維持する必要性が高い地域であつて、現在の景観を極力保護することが必要な地域
	第2種特別地域	-		農林漁業活動についてはつとめて調整を図ることが必要な地域
	第3種特別地域	-		特別地域のうちでは風致を維持する必要性が比較的低い地域であつて、特に通常の農林漁業活動については原則として風致の維持に影響を及ぼすおそれがない地域
自然環境保全地域	海中公園地区	-	海中動植物が豊富であるなど、海中景観の優れた海面	
	普通地域	-	景観上特別地域と一体をなす地域内の集落地・農耕地・森林等があつて、風景の保護を図る必要のある地域など（海面を含む）	
	自然環境保全地域	●	以下のいずれかの場合に該当する地域 ア、高山・亜高山性雑生(1,000ha以上)、すぐれた天然林(100ha以上) イ、特殊な地形・地質・自然現象(10ha以上)・河川・湖沼・海岸・湖原・河川・湖沼(10ha以上) ウ、優れた自然環境を維持している湖沼・海岸・湖原・河川・湖沼等の自然環境を有している地域(10ha以上) エ、植物の自生地・野生動物の生息地のうち、ア〜ウと同程度の自然環境を有している地域(10ha以上) オ、人の活動の影響を受けることなく原生の状態を維持している地域(1,000ha以上、島嶼は300ha以上)	
	原生自然環境保全地域	●	自然環境保全地域(上記)に準ずる自然環境を維持している地域(ただし、海域を除く)	
	都道府県自然環境保全地域	-	産卵地、繁殖地、餌場等特に重要な産卵地、以下の行為については、環境大臣の許可を要する。 (1) 建築物の新築、増築、改築 (2) 宅地造成等の土地の形質の変更 (3) 墓物の採掘、土石の採取 (4) 水面の埋立て、干拓 (5) 河川、湖沼等の水位、水量の変更 (6) 木竹の伐採	
	管理地区 (立ち入り禁止区域を含む)	●	種 の 保 存 法	
	監視地区	-	以下の行為については、環境大臣への届出が必要となる地区。 (1) 建築物等の新築、増築、改築 (2) 宅地造成等の土地の形質の変更 (3) 墓物の採掘、土石の採取 (4) 水面の埋立て、干拓 (5) 河川、湖沼等の水位、水量の変更	
	鳥獣保護区	-	鳥獣の保護を図るため、必要があると認められる地域に指定するもの	
	特別保護地区	●	鳥獣保護区の区域内において、鳥獣の保護及びその生息地の保護を図るため、必要があると認められる地域に指定するもの	
	特別保護指定区域	●	特別保護地区の区域内において、人の立ち入り、車両の乗り入れ等により、保護対象となる鳥獣の生息、繁殖等に悪影響が生じるおそれのある場所について指定するもの	
保護林 ^{※2}	森林生態系保護地域	●	原生的な天然林を保存することにより、森林生態系からなる自然環境の維持、動植物の保護、遺伝資源の保存、森林地業・管理技術の発展、学術研究等に資する地域	
	森林生物多様性資源保存林	●	森林と一体となって自然生態系を構成する生物の遺伝資源を森林生態系内に保存し将来の利用可能性に資する地域	
	林木遺伝資源保存林	●	主要林業樹種及び稀少樹種等に係る林木遺伝資源を森林生態系内に保存し、将来の利用可能性に資する地域	
	植物群落保護林	●	我が国または地域の自然を代表するものとして保護を必要とする植物群落及び陸生動物、学術的価値等を有する個体の維持を回り、併せて森林地業・管理技術の発展、学術研究等に資する地域	
	特定動物生息地保護林	●	特定の動物の繁殖地、生息地等の保護を図り、併せて学術研究等に資する地域	
	特定地理等保護林	●	我が国における特異な地形、地質等の保護を図り、併せて学術研究等に資する地域	
郷土の森	●	地域における特徴的な景観としての意義を有する等により、森林の現状の維持について地元市町村の強い要請のある森林を保護し、併せて地域の賑いに資する地域		

※1：●は図3-4-17に反映した予定、「-」は未反映予定を示す。

※2：森林生態系保護地域以外の保護林については、「その他の保護林」として図3-4-17に表示。

各地域における自然保護区等の指定状況を整理した結果、保護区の一部のみを含むものをあわせると、越後山地南部において広い範囲が保護区域に指定されていることが確認された（表 3-4-15）。一方、渡島山地南部はごく一部が保護林に指定されているのにとどまっていた。和賀山・神室山地では、栗駒山周辺が国定公園および森林生態系保護地域に指定されているものの、中部以北はいずれの保護区域にも指定されていなかった。白神山地では、世界遺産地域でもある中心部が自然環境保全地域および森林生態系保護地域に指定されており、道路や林道により分断されていない原生的なブナ林が保護されている。

表 3-4-15 解析対象地域内に整備されている自然保護区の概要

地域名	自然保護区等の名称	指定	面積(ha)*
渡島山地南部	-	-	-
白神山地	白神山地自然環境保全地域	平成 4 (1992)年 7 月 10 日	14,043
	津軽国定公園	昭和 50(1975)年 3 月 31 日	(25,966)
	白神山地森林生態系保護地域	平成 2(1990)年 3 月	16,971
和賀山・神室山地	和賀岳自然環境保全地域	昭和 56(1981)年 5 月 21 日	1,451
	栗駒国定公園	昭和 43(1968)年 7 月 22 日	(23,207)
	栗駒山・栃ヶ森山周辺森林生態系保護地域	平成 6(1994)年 3 月	16,298
越後山地南部	利根川源流部自然環境保全地域	昭和 52(1977)年 12 月 28 日	2,318
	尾瀬国立公園	平成 19(2007)年 8 月 30 日	(37,200)
	上信越高原国立公園	昭和 24(1949)年 9 月 7 日 (平成 19(2007)年 3 月 30 日に変更)	(188,046)
	越後三山只見国定公園	昭和 48(1973)年 5 月 15 日	(861,300)
	利根川源流部・燧ヶ岳周辺森林生態系保護地域	平成 2(1990)年 3 月	(20,086)
	奥会津森林生態系保護地域	平成 19(2007)年 3 月	(83,891)
	佐武流山周辺森林生態系保護地域	平成 5(1993)年 1 月	(12,793)

*: 指定区域全域の面積。()は自然保護区の一部のみを地域内に含むことを表す。

(6) まとめ

以上の結果から、ブナの優占度が高いといわれる日本海型のブナ自然植生を含む地域のうち、渡島山地南部、白神山地、和賀山・神室山地および越後山地南部の 4 地域は広大な面積のブナ林を含んでおり、ブナの生育密度も高い地域であることが示唆された。

このうち、特に越後山地南部に含まれるブナ林は道路や林道によって分断される割合が低く、自然保護区等により広い範囲で環境保全対策が図られていることが本調査により確認された。当該地域は積雪量が多く、国内でも有数の豪雪地帯であることから（図 3-4-7）、多雪環境に適応した原生的なブナ林が残されている可能性が示唆される（地形地域区分の越後山地南部は、平成 15 年の世界自然遺産候補地検討会における詳細検討対象地域である「奥利根・奥只見・奥日光」の範囲に含まれている）。

世界遺産地域を含む白神山地では、遺産地域内におけるブナ林の分断率は極めて低く、原生的なブナ林が残されている地域であることが確認された。一方、遺産地域外には広範

圃にわたり道路あるいは林道が敷設されており、人為的な環境改変の影響を受けている可能性がある。

本解析では、道路や林道の幅員はすべて同一とみなし、ブナ林に与える影響も同程度であるという前提のもとで分断率を算出しているため、実際の分断状況を必ずしも反映した結果とは言い難い。特に、林道に関しては国有林野外に整備されているものについては考慮できておらず、また、国有林野内の林道は幅員が比較的小さいものが多い。これらのことから、より厳密に原生的なブナ林が残されている地域を抽出するためには、さらなる検証が必要とされる。