

平成 26 年度
世界自然遺産候補地詳細調査検討業務
報告書

2015年（平成27年）1月
一般財団法人 自然環境研究センター

平成 26 年度世界自然遺産候補地詳細調査検討業務報告書

要旨

本業務は、世界自然遺産関係の海外専門家を招聘し、下記対象 5 地域が世界遺産として評価されうる可能性や、評価されるために必要な事項等について専門的な見地から助言を得た上で、当該 5 地域の世界遺産としての可能性をとりまとめることを目的に実施したものである。

対象としたのは、平成 15 年の「世界自然遺産地域候補地に関する検討会」で選出された 19 箇所の世界自然遺産候補地のうち、平成 24 年度に開催された「新たな世界自然遺産候補地の考え方に係る懇談会」で示された方針を踏まえて実施した平成 25 年度の「世界自然遺産候補地等調査検討業務」の結果、世界遺産としての価値の証明は容易ではないが、その可能性について更に精査が必要との結論に至った 5 地域である。当該 5 地域及びその遺産的価値と考えられる特徴は次のとおりである。

①阿寒・屈斜路・摩周：

- ・大型球状マリモ群落をはじめとする湖沼生態系
- ・生成中の二酸化マンガン鉱床

②日高山脈：

- ・日高変成帯にみられる島弧地殻の連続的な地質断面
- ・大規模に露出する新鮮で多彩な上部マントルかんらん岩

③飯豊・朝日連峰及び④奥利根・奥只見・奥日光：

- ・世界でも有数の豪雪地帯に成立する多雪環境とブナ林

⑤南アルプス：

- ・島弧の直交衝突により隆起して山岳を形成している付加体

本業務では、各地域の自然の価値に詳しい国内の専門家の助言を基に、現地調査計画を立案すると共に、各地域の自然の特徴や考えられる価値、比較事例、課題についてまとめた説明資料を作成した。その上で、国内専門家の協力の下、現地調査を実施し、海外専門家からの評価と助言を得たうえで、最終的に報告書としてまとめた。

Summary

The aim of the project is to compile information on the five sites listed below for World Heritage nomination by inviting an overseas expert on World Natural Heritage and obtaining expert perspectives and counsel on the potential and the requirements these sites would need to meet for their evaluation as such.

The five sites are ones for which the fiscal 2013 project concluded that justification of nomination to the World Heritage List was not easy at the time and further scrutiny of their potential was needed. The fiscal 2013 project was to review World Natural Heritage candidate sites from among 19 sites previously identified by the Review Committee on Candidate Natural Sites for nomination to the World Heritage List in 2003, and it was undertaken in line with policies indicated by a review committee established in fiscal 2012 to consider approaches to identifying World Natural Heritage candidate sites. The five sites and their characteristics that confer potential heritage value are outlined below.

① Akan, Kussharo, Mashu:

- Lake ecosystems that include large spherical marimo *Aegagropila linnaei* communities
- Manganese dioxide deposits in formation

② Hidaka Mountain Range:

- Continuous cross section of island arc lithosphere, as seen in the Hidaka metamorphic belt
- Large-scale outcrop of fresh, varied upper-mantle peridotites

③ Iide-Asahi Mountain Ranges and ④ Okutone, Okutadami, Okunikko:

- The beech forests and heavy snowfall environment, located in one of the few of heavy snowfall regions worldwide

⑤ The Minami Alps (The Southern Alps of Japan):

- Accretionary prisms forming mountains resulting from orthogonal collision of island arcs

Based on counsel from Japanese experts with in-depth knowledge of the natural value of each site, this project drafted field study plans and prepared explanatory materials summarizing the natural characteristics of the five sites, their conceivable values, comparative cases, and challenges. Thereafter, the project initiated field studies with the support of experts from Japan, and elicited assessments and counsel from the overseas expert. This report compiled the findings.

目次

1. 目的と背景	1
2. 調査概要	3
(1) 予備調査.....	3
(2) 現地調査.....	3
(3) 海外専門家の現地調査レポート	4
3. 予備調査	5
4. 現地調査	9
(1) 海外専門家	9
(2) 事前説明資料の作成	9
(3) 海外専門家による現地調査の実施.....	11
5. 海外専門家の現地調査レポート	13
6. まとめ	44
7. 参考資料	45
(1) 阿寒地域.....	46
(2) 日高山脈.....	69
(3) 飯豊・朝日連峰、奥利根・奥只見（多雪環境とブナ林）	94
(4) 南アルプス	116
(5) 専門家により提供された文献一覧.....	146

1. 目的と背景

本報告書は、一般財団法人自然環境研究センターが環境省から請負って実施した「平成 26 年度世界自然遺産候補地詳細調査検討業務」の結果を取りまとめたものである。

世界自然遺産地域の推薦・登録については、平成 15 年の「世界自然遺産地域候補地に関する検討会」（以下、「平成 15 年検討会」という。）で選出した候補地のうち、知床、小笠原諸島が登録を終え、現在は奄美・琉球の推薦に向けた調整を行っているが、奄美・琉球以降の候補地は現時点では選定されていない。

一方、平成 15 年検討会では、候補地に関する自然環境等の情報の不足も見られたことから、「将来新たな知見や情報が得られ、登録基準や完全性の条件への適合可能性が出てきた場合には、候補地としての検討を改めて行うべき」とされていた。そこで、約 10 年が経過していたこともあり、平成 24 年度には、新たに世界自然遺産登録を目指す地域を検討する場合の考え方等を整理するために「新たな世界自然遺産候補地の考え方に係る懇談会」（以下、「懇談会」という。）が開催された。

懇談会では、主に以下の通り基本的な方針が示された。

- ① 今後、世界自然遺産の登録基準を満たすと考えられる重要な自然地域が新たに認められた場合には、当該地域の世界自然遺産登録を目指した取組を進めることは、重要な自然環境を後世に残していくうえで、有効な手段と考えられる。
- ② 評価基準を満たすと考えられる地域に関する知見や情報の収集・分析・検討を継続することが適当。
- ③ 平成 15 年検討会では、学術的観点からの国内比較等に必要な知見や情報の不足も指摘されていたことを踏まえ、それらの充実が欠かせない。
- ④ 既存の自然遺産登録地の拡張も視野に入れて作業を進めることが妥当である。

平成 24 年度の懇談会の結果を踏まえ、平成 25 年度には「世界自然遺産候補地等調査検討業務」（以下、「平成 25 年度業務」という。）が実施され、平成 15 年検討会で抽出した詳細検討対象地域について新たな知見や情報の収集・分析を行った。その中で、以下の 5 地域については、世界遺産としての価値の証明は容易ではないが、その可能性について更に精査が必要との結論に至っている。

- ① 阿寒・屈斜路・摩周
- ② 日高山脈
- ③ 飯豊・朝日連峰
- ④ 奥利根・奥只見・奥日光

⑤ 南アルプス

本業務では、上記懇談会及び平成 25 年度業務の結果を踏まえ、更に精査を行うため、世界自然遺産関係の海外専門家を招聘し、前述の 5 地域が世界遺産として評価されうる可能性や評価されるために必要な事項等について専門的な見地から助言を得た上で、前述 5 地域の世界遺産としての可能性をとりまとめることを目的とした。

本業務を実施するにあたり、現地の専門家、関係市町村等をはじめ、多くの方にご協力を頂いたことにお礼申し上げます。

2. 調査概要

(1) 予備調査

海外専門家による現地調査を効果的・効率的に進めるため、以下の手順で予備調査を実施した。

- 調査対象地域
 - ・ 阿寒・屈斜路・摩周（特に阿寒湖、オンネトー湯の滝）
 - ・ 日高山脈
 - ・ 飯豊・朝日連峰
 - ・ 奥利根・奥只見・奥日光
 - ・ 南アルプス

① 事前検討

- ・ 各対象地域の課題、評価の焦点の整理
- ・ 各対象地域の現地専門家の選定
- ・ 現地調査行程案の作成

② 現地専門家との調整

- ・ 調査地および調査内容の調整
- ・ 現地調査に係る参考資料の作成依頼

③ 予備現地調査の実施

- ・ 現地専門家との調査内容、視察行程等の打合せ
- ・ 文献等の情報収集
- ・ 視察地点の確認や道路状況等の現地情報の収集

④ 現地調査計画及び説明資料の作成

- ・ 収集した情報、問題点の整理
- ・ 現地調査行程の修正
- ・ 説明資料の作成

(2) 現地調査

平成 25 年度業務及び上記の予備現地調査を踏まえ、対象 5 地域において世界遺産として評価される可能性や、評価されるために必要な事項等を専門的見地からの助言を得るために、海外専門家を招聘し、対象 5 地域の現地調査を実施した。

海外専門家として、2012年まで IUCN の世界遺産部局に所属し、その後も世界自然遺産登録審査ミッションに参画し、近年の自然遺産の登録審査傾向に精通する世界自然遺産関連コンサルタントの Tilman Jaeger 氏（ドイツ国籍）を招聘し、9月16日から29日にかけて現地調査を実施した。

対象5地域の視察地およびその視察内容は表1のとおりである。

表1 対象地域の視察地と視察内容

地域	視察地	内容
阿寒・屈斜路・摩周	阿寒湖沼群、白湯山	マリモの生育環境、群生地の状況等。阿寒湖沼群及び陸上の生態系の多様性。
	オンネトー湯の滝	マンガン鉱床の生成現場。
	阿寒湖畔エコミュージアムセンター	マリモの生育状況や地域の生態系の特徴。
日高山脈	幌満峡	幌満かんらん岩体の価値と露出状況。
	日高町及び様似町周辺の地質露頭	日高山脈の地質の特徴。
	日高山脈博物館、アポイ岳ジオパークビジターセンター	日高山脈や幌満かんらん岩体の地質の特徴、形成プロセス等。
飯豊・朝日連峰	ブナ林・多雪山地の植生や景観（上空から俯瞰）	ブナ林や多雪山地の概況（広がり、景観）についてセスナ機を使用して上空から俯瞰する。
	小国町のブナ林（現地視察）	ブナ林の組成や保全状況。
オリ根・奥只見・奥日光	ブナ林・多雪山地の植生や景観（上空から俯瞰）	ブナ林や雪食地形の概況（広がり、景観）についてセスナ機を使用して上空から俯瞰する。
	只見町のブナ林・雪食地形（現地視察）	ブナ林の組成や雪食地形の特徴。
	只見町ブナセンター	ブナ林や地域の自然環境の特徴。
南アルプス	荒川岳周辺、大井川沿い、南アルプス林道等の地質露頭	付加体（四万十帯）の特徴を示す岩石と形成プロセス。
	大鹿村中央構造線博物館	付加体の形成プロセス、山岳の隆起過程等。

（3）海外専門家の現地調査レポート

現地調査を踏まえ、対象5地域が世界遺産として評価されうる可能性や評価されるために必要な事項等について、海外専門家が作成した現地調査レポートを翻訳した。

3. 予備調査

海外専門家による現地調査の効果的・効率的な実施できるように、各対象地域の課題等の整理、説明資料の作成、現地調査行程の作成を行うための予備調査として、各地域について専門的な知見を有する専門家（以下、「現地専門家」とする。）から説明内容や視察地点について意見を伺った。また、視察地点の現地状況の確認等のための予備現地調査を実施した。

予備現地調査の日程は表2のとおり。また、予備調査及び現地調査に協力頂いた現地専門家は表3のとおり。

表2 予備現地調査日程

地域	日	面会者	場所	主な調査内容
阿寒・屈斜路・摩周	8/18(月)	若菜 勇	阿寒湖半エコミュージアムセンター	湖沼生態系等に関する説明内容の相談。効果的・効率的に調査するための視察コース、観察地点の確認。
			チュウルイ湾、パンケトー、白湯山	マリモの生育地やパンケトー、白湯山へのアクセスや観察地点の確認。
		—	オンネトー「湯の滝」	オンネトー「湯の滝」へのアクセスや観察地点を確認。
	8/22(金)	三田直樹	(独法)産業総合研究所	オンネトー「湯の滝」に関する説明内容の相談。視察に関する打ち合わせ。
日高山脈	8/19(火)~20(水)	新井田清信・田中正人	幌満峡、メナシユンベツ川、豊似川上流、千平、襟裳岬	かんらん岩等の地質的要素に関する説明内容の相談。効果的・効率的に調査するための視察コース、観察地点、説明内容等の確認。
奥利根・奥只見・奥日光、飯豊・朝日連峰	8/27(水)	—	朝日スーパーライン、針生平、温身平	ブナ林等の視察コースの確認。
	8/28(木)	鈴木和次郎・中野陽介	只見町ブナセンター、只見沢、木ノ根沢	ブナ林や雪食地形等に関する説明内容の相談。効果的・効率的に調査するための視察コース、観察地点の確認。ブナセンターの展示内容の確認。
	9/11(木)	井上邦彦	小国町	ブナ林や雪食地形等に関する説明内容の相談。効果的・効率的に調査するための視察コース、観察地点の確認。
南アルプス	8/14(木)	狩野謙一	芦安山岳館	付加体等の地質的要素に関する説明内容の相談。効果的・効率的に調査するための視察コース、観察地点の確認。

表3 現地専門家

地域	氏名	所属、職名	専門内容
阿寒・屈斜路・摩周	若菜 勇	釧路教育委員会生涯学習部阿寒生涯学習課マリモ研究室室長	湖沼生態学(阿寒湖沼群やマリモ)
	三田直樹	独立行政法人産業技術総合研究所地質情報研究部門研究員	地質学(オンネトー湯の滝のマンガン鉱床)
日高山脈	新井田清信	アポイ岳地質研究所所長	地質学(日高山脈の地質)
	東 豊土	日高山脈博物館学芸員	地質学(日高山脈の地質)
	田中正人	様似町商工観光課主幹(アポイ岳ジオパークビジターセンター学芸員)	日高地方の生物、地誌
飯豊・朝日連峰	中静 透	東北大学生命科学研究科教授	植物生態学(ブナ林の他、森林生態)
	井上邦彦	特定非営利活動法人飯豊朝日を愛する会副理事長	朝日連峰のブナ林、地誌
奥根・奥只見・奥日光	鈴木和次郎	只見町ブナセンター館長	植物生態学(奥只見地域のブナ林、雪食地形等)
	中野陽介	只見町役場総合政策課地域振興係主事	只見地方の自然環境
南アルプス	狩野謙一	静岡大学防災総合センター特任教授	地質学(南アルプスの付加体等)
	河本和朗	大鹿村中央構造線博物館学芸員	地質学(南アルプスの付加体等)

なお、現地専門家より事前に得た助言や意見の要点は次のとおりである。

■ 阿寒・屈斜路・摩周

- ・ 昨年から今年度にかけての調査の結果、阿寒湖周辺の新しい知見が得られた。湖沼群(オンネトーや湯の滝、雌阿寒岳の火口湖も含めて)の成因や栄養段階、水質の多元化、さらには硫気荒原や噴気荒原に依存する熱帯性の生物と風穴に成立する寒冷地の植生を加えて、火山活動により成立した生態系の多元化という特性を強調したい。当地域の特異な生態系の成立には火山が作った環境の他、周囲からもたらされる風や水蒸気も重要な要素である。
- ・ 阿寒湖のチュウレイ湾(球状マリモ群生地)、パンケトー(景観、原生林、水中植物群落)、白湯山(噴気荒原植生)を観察するのがよい。時間に余裕があれば次郎湖と近くの風穴(風穴の冷気で高山植物が生育し、冷水が次郎湖に流入している)を観察するのがよい。
- ・ 湯の滝については、1964年の針谷先生から始まった研究の歴史、マンガン鉱床生成のメカニズム、湯の滝の特異性(価値)、実用化に向けた最近の研究、及び錦沼について説明するのがよい。湯の滝のミニビジターセンターにおいて、マンガン鉱床生成に関するテレビ映像を見せるのがよい。

■ 日高山脈

- ・ 日高山脈の地質断面を観察するには、上部マントル、下部、中部、上部地殻の4箇所を見るのがよい。
- ・ 日高町の林道沿いでは地殻断面が、幌満峡ではマントルかんらん岩の進化史がよくわかる。下部地殻のグラニュライトは世界でも容易に見られるものではなく、これがメナシュンベツ川で見られるので、観察地に加えるのがよい。野塚トンネルの北側では中部及び上部地殻の岩石が、ニカンベツ川林道や千平では中部地殻のトーナル岩が観察できる。

■ 飯豊・朝日連峰

- ・ 多雪が特徴で、尾根上にキタゴヨウが生育し、その周囲は雪食地の植生が中心である。山地上部は灌木帯で、低標高の緩傾斜地がブナ林となっている。朝日と飯豊山の西側は山裾が広く谷が深いため、開発を免れてブナ林がよく残っている。
- ・ 金目川流域が手つかずのブナ林となっており、在所平に行けば観察できる。他に、針生平にも良いブナ林が残っており、観察に適している。金目川は、スーパー林道の開発を止めた保護の歴史の地でもある。
- ・ ツキノワグマの生息密度が高く、野生生物が多いのも特徴。マタギの文化がよく残り、活動も盛んである。人と野生生物の共存が安定して続いていることが最大の特徴。世界遺産は、そこでどのような保護管理をするのか考えることが重要であり、その点から、当地域はブナ林だけでなく、自然との共存や維持管理の伝統の世界的な見本と言える。

■ 奥利根・奥只見・奥日光

- ・ 当地域の自然環境の特徴は雪食地形と森林のモザイクにある。
- ・ 上空からの視察は、北から入り、BRの核心地域（森林生態系保護地域のコアエリア）を南下、尾瀬辺りで西（新潟県境方向）へ移動し、県境付近の雪食地形を見ながら北上して一周するコースがよい。陸上での視察は、地形も含め全体が見える只見沢を尾根まで登るのがよい。悪天候の場合、只見の典型ではないがきれいなブナ林と地形が見られる木ノ根沢を視察するのがよい。

■ 南アルプス

- ・ 付加体形成後に島弧衝突を受け、地殻構造が改変していることが最大の特徴である。
- ・ 南アルプス核心部の付加体の岩石を観察するのであれば、悪沢岳がよい。南アルプス林道沿いでも付加体の地質は遠景で観察できるが、荒天時に観察できなくなる。他に、大井川沿いの地質露頭や、小淵沢周辺の糸魚川-静岡構造線関連の地質露頭や地形、中

央構造線を組み合わせると良い。大鹿村中央構造線博物館で付加体の解説ができる。ジオサイトについてまとめた資料があるので、それを編集して現地説明資料に利用するのがよい。

4. 現地調査

(1) 海外専門家

海外専門家として招聘した Tilman Jaeger 氏（以下、イェーガー氏と呼ぶ。）は、ブラジル在住の世界自然遺産関連のコンサルタントであり、IUCN の世界遺産および生物多様性グループのプログラム専門官（2009 年－2012 年）や UNESCO の職員（2008 年－2009 年）としての経験を有する。2013 年には、ポルトガルの世界自然遺産推薦案件アラビタに係る IUCN 審査に現地評価者として参画した。

(2) 事前説明資料の作成

平成 25 年度業務の成果および予備調査で得た情報を踏まえ、各対象地域について、海外専門家に示す資料を作成した。資料は、世界遺産候補地となり得る可能性を判断するために、評価の可能性について精査が必要と考えられる価値や判断にあたっての課題等を明記するよう留意した（表 4）。なお、作成した事前説明資料は、参考資料に掲載した。

表 4 各対象地域の事前説明資料に係る留意点

対象地域名	対象地域の特徴	精査が必要な価値・課題
阿寒・屈斜路・摩周	<ul style="list-style-type: none"> ・オンネトー湯の滝では、進行中の二酸化マンガン形成過程を陸上で観察できる世界で最大の場所である。 ・その形成過程は、シアノバクテリアとマンガン酸化細菌の共同作業が必要であり、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重要な地域である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・進行中の二酸化マンガン生成における特異な環境と規模。 ・生物が無機物を生成するバイオミネラリゼーションの過程。 ・鉱物生成メカニズム解明のための地球科学・微生物学的調査等の成果。
	<ul style="list-style-type: none"> ・阿寒湖は、その特異な環境により、大型球状マリモをはじめとする生物相を育む湖沼生態系を有する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・大型で球状の集塊に発達したマリモが適切に保存されている唯一の場所。 ・日本のマリモが世界のマリモの起源である可能性。 ・様々な遷移段階にある湖沼群が見られる。

対象地域名	対象地域の特徴	精査が必要な価値・課題
日高山脈	<ul style="list-style-type: none"> ・日高変成帯には地殻浅部から地殻深部に至る岩石が規則正しく保存されている様子が観察できる。 ・アポイ岳周辺の上部マントルかんらん岩は極めて新鮮で、多様なタイプをもつ。 	<ul style="list-style-type: none"> ・連続的な地質断面が形成時に近い状態で地表に大規模に露出している地域は世界的に珍しい。 ・島弧におけるマグマプロセス解明の上で極めて高い学術的価値を持つ。
飯豊・朝日連峰	<ul style="list-style-type: none"> ・多雪環境の影響を受け、比較的広い範囲に純林に近いブナの森林を形成する。 ・偽高山帯や雪食地形等の多雪環境が見られる原生的な山岳景観を有する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ブナ林を特徴とした海外の既登録地とは、森林を構成する組成が異なる。 ・多雪環境による特殊な地形とブナ林生態系の特徴を持つことから、白神山地との類似性が大きい。
奥利根・奥只見・奥日光	<ul style="list-style-type: none"> ・日本有数の豪雪地帯であり、多雪地域のブナ原生林を主体として植生と雪崩などの雪の影響を受けた自然景観を有する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ブナ林を特徴とした海外の既登録地とは、森林を構成する組成が異なる。 ・ブナの被覆率が高く、道路等による分断率が低い原生的なブナ林を構成している。 ・飯豊・朝日連峰同様に白神山地との類似性が大きい。
南アルプス	<ul style="list-style-type: none"> ・プレートの沈み込みに伴う付加体形成過程が見られる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・付加体が島弧の直交衝突により隆起して3,000m級の山岳を形成している。 ・典型的な付加体である四万十帯は、世界で最もよく調査研究が行われ、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。

(3) 海外専門家による現地調査の実施

現地調査を9月16日から29日(14日間)に実施した。現地調査の日程は表5のとおりである。なお、現地専門家が現地調査の説明用に作成した資料および専門家より提供された文献一覧表を参考資料に掲載した。

表5 現地調査の日程

月日	行程	視察、解説内容	専門家
9/16	環境省にて打ち合わせ 東京から静岡市榎島へ移動 ・大井川沿いの地質・地形を視察 ・宿泊先にて講義	・赤崩とポッチ薙 ・寸又峡の褶曲 ・牛首峠からの赤石岳遠望 ・南アルプス全体の発達史	狩野特任教授 河本学芸員
9/17	榎島から悪沢岳往復。視察後に身延へ移動 ・千枚岳～悪沢岳間の地質・地形を視察	・付加体(泥岩メランジュ、枕状溶岩、緑色岩、チャート) ・千枚小屋周辺の植生保護柵、リニア建設計画と残土問題	狩野特任教授 河本学芸員
9/18	身延から杖突峠経由で大鹿村へ移動 ・南アルプス林道、烏倉林道他にて地質・地形を視察 ・中央構造線博物館にて講義	・付加体(石灰岩、緑色岩) ・フォッサマグナ、糸魚川-静岡構造線、中央構造線、地形発達 ・公園管理他	河本学芸員
9/19	大鹿村から東京へ移動 ・松川町で伊那谷断層を視察	・伊那谷断層	河本学芸員
	・自然研会議室にて講義	・ブナ林と多雪環境	中静教授
9/20	東京から釧路市阿寒湖へ移動 ・阿寒湖畔エコミュージアムセンターにて講義 ・白湯山を視察	・阿寒湖沼群の陸上生態系の多様性 ・白湯山の噴気荒原植物群落 ・公園管理	若菜室長
9/21	・阿寒湖チュウレイ湾、パンケトーを視察 ・阿寒湖畔エコミュージアムセンターにて講義 ・錦沼、オンネトー、湯の滝を視察 ・湯の滝展示施設にて講義	・球状マリモ群生地とその周辺環境、阿寒湖沼群の多様性 ・海外を含むマリモの保全状況等 ・マンガン鉱床、鉄鉱床 ・保全状況、公園管理	若菜室長 三田研究員
9/22	阿寒湖から日高町へ移動。視察後に様似町へ移動 ・日高山脈博物館にて講義 ・ウエンザル林道沿いの地質を観察	・日高山脈と日高町の自然環境と地質 ・日高変成帯(黒雲母片麻岩他中部地殻の変成岩、角閃岩)、日高かんらん岩、日高主衝上断層	東学芸員
9/23	・幌満峡、メナシュンベツ川、豊似川(野塚トンネルの東側)、千平を視察 ・アポイ岳ジオパークビジターセンターを視察	・幌満かんらん岩体、日高変成帯(下部地殻のグラニュライト、中部・上部トータル岩他) ・アポイ岳の地質と自然環境	東学芸員 田中学芸員
9/24	様似町から新潟市へ移動		
9/25	新潟市から只見町往復 ・只見町ブナセンターにて講義 ・木ノ根沢を視察	・只見町の自然環境の特徴、白神山地との違い、森林管理、ユネスコエコパーク、地域住民の権利等 ・ブナ林、多雪環境	鈴木館長 中野主事
9/26	・セスナ機により上空から飯豊・朝日連峰とオリ根・奥只見・奥日光を視察	・ブナ林、多雪環境	
9/27	新潟市から小国町往復 ・針生平から荒川沿い、金目川流域を視察	・ブナ林、住民による自然の利用と保護	井上副理事長
9/28	新潟市から東京へ移動		
9/29	環境省会議室にて報告会(暫定報告)		



南アルプス荒川岳にて



阿寒パンケトーにて



オンネトー湯の滝にて



日高幌満峡にて



只見町木ノ根沢にて



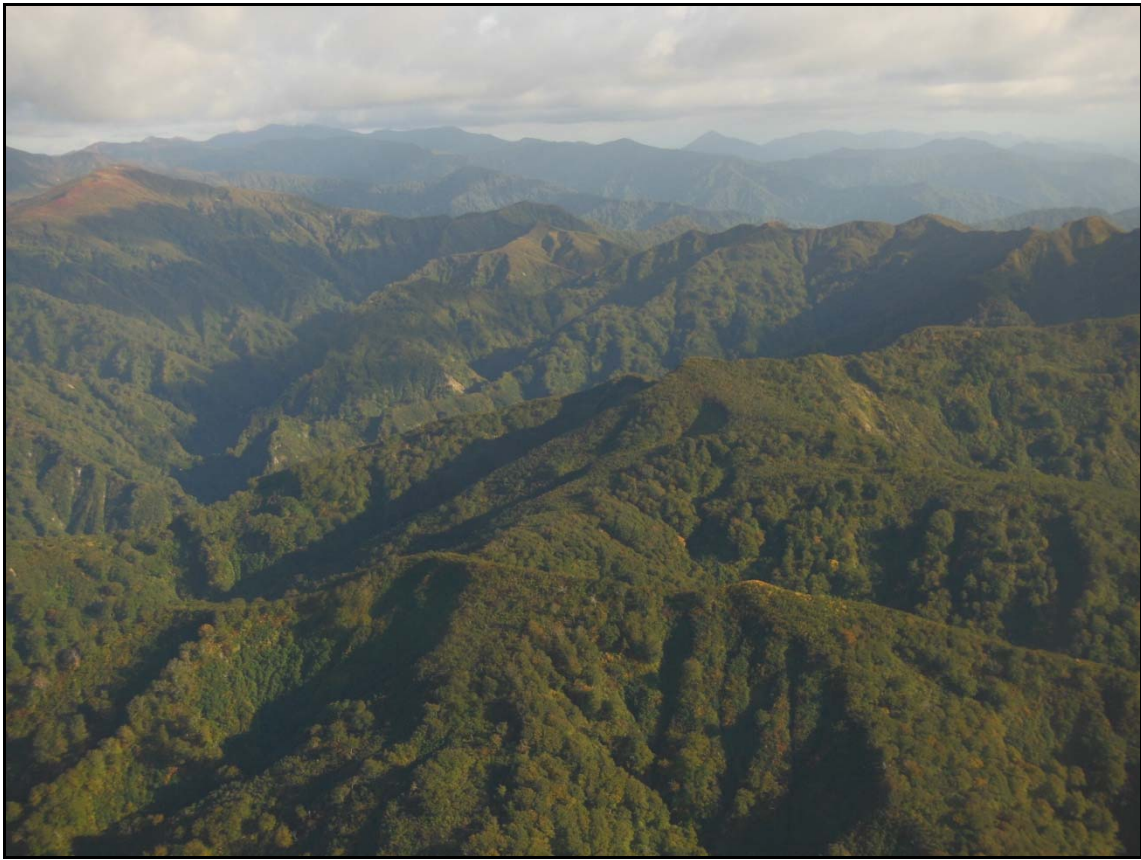
朝日連峰在所平にて

5. 海外専門家の現地調査レポート

海外専門家によるレポートは次のとおり。

日本の世界自然遺産

候補地選定への助言



環境省（MOEJ）及び自然環境研究センター（JWRC）への報告書

コンサルタント ティルマン・イエーガー

2014年12月

目次

謝辞	iii
免責事項	iii
略語一覧	iv
1. 背景及び業務の範囲	1
2. 自然遺産の視点からの OUV の 3 本柱	2
2.1 世界自然遺産のクライテリア	2
2.2 完全性の条件	3
2.3 適切な保護管理	3
3. 候補地	3
3.1 南アルプス	3
3.2 阿寒	6
3.3 日高山脈	9
3.4 飯豊・朝日連峰及びオリ根・奥只見山地	12
4. 結論と提言	15
4.1 南アルプス、阿寒、日高山脈	15
4.2 飯豊・朝日連峰及びオリ根・奥只見山地	16
5. 引用文献	19
6. リンク集	21
7. 付属	22
付属 1: 視察日程	22
付属 2: 面会した人々	25
付属 3: 報告会出席者	26

表紙写真：著者

謝辞

東京及び現地の関係者に、厚いもてなしを受け、快い協力を得たことについて心から感謝したい。特に現地視察に同行したチームの親交と協力に感謝する。また本プロジェクトにおいてカウンターパートを務めた自然環境研究センター（JWRC）の米田久美子氏に感謝する。

環境省（MOEJ）の鳥居敏男氏及び宮澤泰子氏に心から感謝申し上げる。お二人から、また本報告の末尾に添付したリストに記載した林野庁、自治体、MOEJ、JWRC、種々の研究機関、NGO の多くの関係者から、多くのことを学んだ。これらすべての人々に感謝する。

最後に、本プロジェクト全般にわたり、完璧な準備と明確な連絡が行われたことを感謝する。

免責事項

著者は IUCN の世界保護地域委員会（WCPA）及び環境経済社会政策委員会（CEESP）のメンバーであるが、個人の立場で活動している。本コンサルタント業務の実施中及び報告において示されたいかなる見解も IUCN の見解ではなく、IUCN の見解とみなされてはならない。著者は、推薦推進に関して、いかなる資産に対するどのような関与についても、世界遺産パネル議長を介して IUCN に報告することが要求されている。IUCN は推薦過程や推薦書作成に直接関わった者を当該推薦地の評価には関与させない。

ティルマン・イエーガー 2014年11月

略語一覧

CEESP	Commission on Environmental, Economic and Social Policy (IUCN) : 国際自然保護連合環境経済社会政策委員会
Ha	Hectare : ヘクタール
ICOMOS	International Council on Monuments and Sites : 国際記念物遺跡会議 (イコモス)
IFL	Intact Forest Landscape : 原生森林景観 (仮訳)
IGCP	International Geoscience Programme (UNESCO/IUGS) : ユネスコ国際地球科学プログラム
IUCN	International Union for Conservation of Nature : 国際自然保護連合
IUGS	International Union for Geological Sciences : 国際地質科学連合
JWRC	Japan Wildlife Research Center : 自然環境研究センター
MAB	Man and the Biosphere Programme (UNESCO) : 人間と生物圏計画
m.a.s.l.	meters above sea level : 海拔～m
MOEJ	Ministry of the Environment of Japan : 環境省
NGO	Non-Governmental Organization : 非政府機関
NP	National Park : 国立公園
NTFP	Non-timber forest product(s) : 特用林産物
OGs	Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention : 世界遺産条約履行のための作業指針
OUV	Outstanding Universal Value : 顕著な普遍的価値
SoOUV	Statement of Outstanding Universal Value : 顕著な普遍的価値の宣言
TL	Tentative List : 暫定一覧表
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization : 国際連合教育科学文化機関 (ユネスコ)
WRI	World Resources Institute : 世界資源研究所
WCPA	World Commission on Protected Areas (IUCN) : 国際自然保護連合保護地域委員会
WHC	World Heritage Centre : 世界遺産センター

1. 背景及び業務の範囲

日本列島は、コンサベーション・インターナショナルが特定した世界の「生物多様性ホットスポット」34 件のうちの 1 つとして認識されている。この指定は類いまれな生物多様性の価値の存在、そして同時に脅威のレベルが高いことを意味する。日本は人口密度が高いことが知られているが、ほとんどの人口は国のごく一部に住んでいることは国際的にはあまり知られていない。長年の大きな「人間の影響（human footprint）」があるにも関わらず、日本には重要で多様性の高い自然の地域が維持されている。さらに、日本は卓越した地質学的な歴史と多様性を持っている。従って、さらなる世界自然遺産の可能性はあり得ると考えられる。

日本は世界遺産条約に 1992 年に加盟し、比較的短期間であるが極めて活発な公式の活動が行われている（have affiliation with）。14 件の文化遺産の他に、現在、4 件の自然遺産が一つまたは複数の自然のクライテリアに基づき世界遺産一覧表に記載されている。

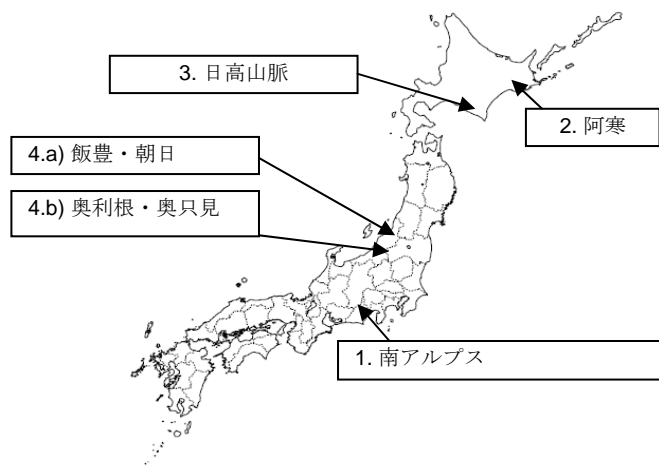
作業指針第 62 段落（以下、パラと略す）によると暫定リストは「各締約国が世界遺産一覧表へ登録することがふさわしいと考える、自国の領域内に存在する資産の目録」である。日本の暫定リストには文化のクライテリアに基づき 11 ヶ所が記載されているが、自然のクライテリアによるものは現在ない。しかし日本は「自然」の候補地を体系的に特定する称賛すべき取組を長年行ってきている。そのプロセスは、自然のクライテリアに則った候補地の特定のために設置された「検討委員会」によって進められている。

元の膨大な候補地リストから検討にかけ、検討委員会は予備調査において日本全国で 19 ヶ所の候補地を特定した（世界自然遺産候補地に関する検討会、2003）。その文書では「登録基準に合致する可能性が高い」地域として 3 ヶ所を選定している。それらは知床、小笠原諸島、琉球諸島である。特筆すべきことに、その後、知床（2005）と小笠原諸島（2011）は世界遺産一覧表に記載されている。琉球諸島については、諸島の中から選定された構成要素によるシリアル推薦を目指して、現状解析、現場での準備など、過去数年間に日本政府の取組は大きく進展している。近年の Natori *et al.* (2012) による全国レベルの研究でも琉球諸島の卓越した生物多様性の重要性が強調されている。これらの肯定的な結果は、日本の世界自然遺産候補地選定のアプローチが十分に適切であることを示唆している。

日本政府は候補地選定プロセスを進める中で、上記の予備リストの中から以下の地域の可能性をさらに検討することを決めた（次ページの概観地図も参照）：

- 南アルプス；
- 阿寒；
- 日高山脈；
- 飯豊・朝日連峰及び奥利根・奥只見山地（これら二ヶ所は別々の山地であるが、本報告では一つの候補地として扱う。また奥日光は今回の視察及び報告の対象外である。）

自然環境研究センター（JWRC）は環境省（MOEJ）との契約の下、環境省に協力して上記 4 ヶ所について世界遺産の可能性を解析するプロジェクトを開始した。その解析の不可欠要素として、2014 年 9 月 16～29 日の現地視察及び文献調査、関係者との協議に基づき世界遺産登録の可能性について外部意見を提供することを目的として、著者と契約を結んだ。暫定報告を 2014 年 9 月 29 日に環境省で行ったが、本報告書に主要な結果を記述した。



Map 1: 候補地（番号は現地視察の順番を示す）
当該国資料を著者改変

2. 自然遺産の視点からの OUV の 3 本柱

世界自然遺産には類いまれな（extraordinary）自然の保全価値を特徴とすることが期待されることは良く理解されている。しかしながら、作業指針パラ 78 には「顕著な普遍的価値（OUV）を有するとみなされるには、当該資産が完全性及び/又は真正性の条件についても満している必要がある。また、確実に保護を担保する適切な保護管理体制がなければならない。」と書かれている。言い換えれば、どんな資産も世界遺産の登録基準（クライテリア）の一つ以上に合致するだけでなく、完全性の条件として定義されたもの及び保護管理の要件として定義されたものに適合する必要性が明白に書かれている。「真正性」は文化遺産のみに適用される。従って、本稿で触れるいずれの候補地についても、これら OUV の 3 つの側面を考慮する必要がある。

2.1 世界自然遺産のクライテリア

作業指針では世界遺産の 10 個のクライテリアのうち 4 個の自然のクライテリアを区別しており、その内容はパラ 77 に記述されている。IUCN とパートナーは数多くのテーマ報告書を作成しており、すべてが無料でダウンロード可能である（第 6 章のリンク集参照）。また要請があれば著者が電子ファイルで提供することも可能である。例えば自然の各クライテリアについて、以下の手引きがある：クライテリア (vii) は Mitchell *et al.* (2013)、クライテリア(viii) は Dingwall *et al.* (2005) 及び Wells (1995)、クライテリア (ix) と (x) は Bertzky *et al.* (2013)。

2.2 完全性の条件

作業指針パラ 87 から 95 に世界遺産条約における完全性の条件が特定されている。完全性は「自然遺産及び/又は文化遺産とそれらの特質のすべてが無傷で包含されている度合いを測るためのものさしである。」と定義されている。パラ 88 では次のように書かれている。「完全性の条件を調べるためには、当該資産が以下の条件をどの程度満たしているかを評価する必要がある。：

- a) 顕著な普遍的価値が発揮されるのに必要な要素がすべて含まれているか。
- b) 当該資産の重要性を示す特徴を不足なく代表するために適切な大きさが確保されているか。
- c) 開発及び/又は管理放棄による負の影響を受けているか。」

また、作業指針パラ 92 から 95 で世界自然遺産の各クライテリアについて個別に完全性の条件が定義されていることを知っておくことも重要であろう。

2.3 適切な保護管理

保護地域を設定することは自然を効果的に保全することとイコールではない。世界遺産の要件に適合するためには、対象地が公式な（非公式な場合もあるが）保護地域の地位にあるというだけでは不十分である。作業指針のパラ 96 から 119 で保護管理の要件は詳述されている。一言で言えば、対象地の保全上の価値を効果的に管理する意思と能力が存在することを示さなければならない。

3. 候補地

3.1 南アルプス

導入

南アルプスは本州にあり、身延、伊那、赤石山地を包含する。赤石山脈はさらにいくつかの山系に分けられる。険しい山脈の最高峰は森林限界の上、標高 3,000 m を超え、登山者に良く知られた場所であり、日本で 2 番目に高い北岳などがある。

地学的には、プレートの沈み込み帯に伴う過去及び現在進行中のプロセスの注目すべき現象（expressions）として有名である。（季節的な）豪雨と活発な地殻運動の組み合わせの結果、急峻な地形に強い浸食や頻繁な地すべりが起きている。

森林限界より下では、落葉広葉樹と針葉樹の両者から成る森林に覆われており、標高と日照（exposure）によって顕著な変化が見られる。過去の伐採の跡が広く見られ、一部は植林地となっている。しかし一方で、短期の現地視察で判断できる範囲においては、奥まった、特に傾斜が急な地域の森林は高い自然度を保っている。生物地理学的には、南アルプスは多くの植物種の北限と南限の接点として知られている。独特で多様な植物相が見られ、固有種も数種生育する。注目すべき哺乳類としてはツキノワグマとニホンカモシカがある。

世界遺産としての価値の可能性

南アルプスの部分部分は美しい景観により自然保全上の重要性を示している。しかし、世界自然遺産のクライテリア(vii), (ix), (x)については価値が主張されておらず、明白でもなかった。従って本稿ではクライテリア(viii)に絞って検討する。

現地視察及び事前に提供された文書情報では、沈み込み帯に伴う現象、特に白亜紀後期から中新世後期にかけて発達した付加体と直交衝突により生じている急速隆起を特徴としている。比較的小面積の中で、これらの現象を示す様々な露頭や地形を視察した。

クライテリア(viii)は一般に、作業指針の表現に基づき以下の4概念から構成されると理解されている：(i) 地球の歴史；(ii) 生命の記録；(iii) 地形形成における進行中の重要な地質学的プロセス；(iv) 重要な地形。提供された情報によれば、クライテリア(viii)の「生命の記録」以外のすべての概念が大筋では南アルプスに当てはまる。しかし、**Badman et al. (2008)**が世界遺産登録解析の中で強調しているように、クライテリア(viii)の特殊性に留意しなければならない。ここでは「地形は地球上に広く分布していること、また、46億年の地球の歴史の代表を包含したり、地球上の生命の進化や地球規模の地理の変化を特徴とするためには世界的視点が必要であること」から、このクライテリアの評価における比較解析は全世界的な規模のものになっているとしている。例えば自然のクライテリア(ix)や(x)では、固有性や種数、その他の生物進化を表すものの度合いに顕著な地域差があり、その結果生じた対象地特有の特殊性を考慮するような自由度が残されている。しかしながら「地球の歴史」はただ一つであり、その発現となる主要なプロセスや特性の数は限られる。この論理に則れば、世界的に並外れていると考えられるのは極めて限られた数の場所であることは明白である。

IUCN (n.d.)はさらに、「普遍的重要性」という言葉は世界遺産条約が「科学界にとって国際的に重要な多くの場所を認証するために適した手段」とはなり得ないことを示していると主張している。この解釈に従えば、クライテリア(viii)の候補地は、世界的に直接比較競争して重要な地学的プロセスや特性の最上の代表であることを示すだけでなく、同時に、専門家以外の人々にとっても理解でき、明らかに確認できて、「印象的」なものでなければならない。

入手可能な情報と現地視察に基づくと、南アルプスのクライテリア(viii)による世界遺産としての可能性を著者は認めない。直接観察できる様々な露頭や地形があったにも関わらず、南アルプスで見られる付加体が世界的に例外的なものであることが確認できるような明白な証拠は示されなかった。南アルプスの付加体は唯一のものでも世界的に類いまれなものでもなく、そこで見られる露頭や地形の多くは専門的な科学界以外では理解が困難なものである。直交衝突の結果としての急速隆起は、南アルプスの地学的特殊性であることには議論の余地はないが、基本的には地球上の多くの地で見られるプロセスや特性と異なるものではない。南アルプスで極めて重要な研究が行われてきて、今後も行われていくであろうことは疑いが無いが、クライテリア(viii)に内在する4つの概念のいずれにおいても、その理解のために重要な場所であるとは考えられない。沈み込み帯に伴うプロセスや特性の多くは環太平洋火山帯で共通のもので

あり、それらを示す多くの露頭や地形が既存の世界遺産内外で見られている。当該国が実施した予備的比較解析はこの結論を支持していると解釈できるだろう。

さらに、特徴として説明されているプロセスや特性はいずれも南アルプスだけに帰属するものではない。例えば、付加体は西南日本全域に沿って分布する広範な四万十帯で見られる。当該国から事前に提供された情報では、観察できる特徴としても科学的記録からも、南アルプス以外の場所の方が優れているかもしれないことが示唆されている。説明資料でも聞き取りでも候補地の明白な境界は示されていない。さらに、プロセスや特性を表すものが具体的な境界設定に反映されていないことから、次節で詳述するような完全性及び保全管理の要件に関する疑問が生じる。

完全性及び保全管理

視察地点から選定された重要地域が示唆されたが、地質学的価値に応じた具体的な保護区の設定は提案されていない。従って、当候補地が作業指針で言うところの完全性、例えば「必要な要素がすべて含まれている」か否かについて明確な意見を述べることはできない。同様に、空間的な地域設定がないため、保全管理についても確実なコメントを提供することはできない。従って以下のコメントはこの制約内で行ったものである。

約 35,000 ha の地域が 1964 年に南アルプス国立公園に指定されている。説明によれば、国立公園の主要な設置理由はアルプスのような景観美、地殻変動を明瞭に示す場所や優れた氷河地形などの地質学的特徴、そして重要な動植物相とのことであった。従って国立公園が、はるかに大きな山地帯の地質学的特性のすべてを含んでいるとは考えにくい。既存の南アルプス（日本）ジオパークはより具体的に地質学的財産を反映している。しかしその位置づけが現場の管理に具体的にどのような意味を持つのかは明らかにできなかった。さらに 2014 年 6 月に、約 300,000 ha の地域がユネスコの MAB プログラムで南アルプスユネスコエコパーク（生物圏保存地域）として認定されている。

明確な境界のある範囲が示されていないので詳細なコメントはできないが、視察中に現在の、または将来的に可能性がある多くの保全上の課題について話を聞いた。その中には南アルプスを通過する可能性があり、論争の的となっているリニア中央新幹線計画がある。路線の大半は地下であるが、建設工事・維持管理・安全管理のための新規道路建設の影響や、工事中のかく乱、掘削に伴う大量土砂の運搬・保管の課題、建設に伴う水系への影響などが懸念されている。

南アルプスの一部の地域は石灰岩を特徴としている。日本中で建設用材として石灰岩の需要は高く、将来的な採掘の可能性を懸念する声も複数あった。視察した地域の多くは民有地であり、木材会社所有地もある。今日では輸入材の方が安価なため遠隔地での自然林伐採は行われなくなっていると報じられているが、長期的な保全上の疑問は残る。日本の他の多くの地域と同様に、高密度と報告されているシカ及び多くの侵略的外来種が南アルプス全域の自然林に大きな影響を与えていると考えられている。

結論

南アルプスは沈み込み帯に伴う主要な地質学的プロセスや特性に関する科学的に極めて興味深い露頭や地形を特徴としている。南アルプスや日本の他の地域で長く行われてきた、そして現在も進行中の研究がそれらのプロセスの理解に強力に貢献してきたことは紛れもない事実であるが、南アルプスあるいはその中の特定の地域とそれらの研究との直接的関係は明確ではない。記述されたプロセスはいずれも南アルプスに限局するものではなく、南アルプスが世界的水準からみて並外れていることを裏付ける証拠は示されなかった。現地視察の前に提供された予備的比較解析はこの結論を支持するものと解釈できる。

直接観察できる多数の地質学的特性は国内外の専門家を惹きつけているが、それらの特性は専門家以外には理解しやすくもなければ、印象的でもない。

南アルプスの保全管理をさらに向上するためには多くの選択肢がある。保全上の関心がある地域の中でも高標高地域の保全管理には国立公園が適切な枠組みとなっている。最近指定されたユネスコエコパークは、生物圏保存地域の概念に内在する統合的アプローチに基づき、南アルプスの広範な地域を景観レベルで管理する機会を提供している。また日本ジオパークネットワークに属する南アルプスジオパークの活動をさらに推進する余地があろう。ジオパーク拡張の意見も聞かれたし、ユネスコの世界ジオパークを目指すという声も聞かれた。どちらもさらに追求する価値があろう。

3.2 阿寒

導入

阿寒国立公園は北海道東部に位置し、多様な景観特性や保全価値を有する数々の地域を保全する目的で 1934 年に設立された。面積は約 90,000 ha で、温帯と寒帯の両方の影響を受けた針葉樹林や混交林の密生林、活火山、魅力的で多様な湖と湿地帯を特徴としている。この国立公園は、さらに追加の特徴を持つより広範囲の自然景観に包含されている。もし世界遺産の推薦を行うのであれば、国立公園とさらに隣接区域を含めたものとなると考えられる。このため、本報告では阿寒国立公園ではなく「阿寒」と呼ぶこととする。阿寒で特に注目すべき自然現象として、「マリモ」と呼ばれる淡水藻類の希少な生育形及びシアノバクテリアによって引き起こされる進行中のバイオミネラリゼーションがある。森林や湖、火山、いくつかの野生動物種はアイヌの人々にとって重要な文化的な意味合いを持っていることが知られている。

世界遺産としての価値の可能性

世界自然遺産候補地の古い世界的レビューでは阿寒国立公園を「世界の最高の自然地域」の一つとしており (CNPPA 1982)、それが世界遺産推薦の議論のきっかけとなったのかもしれない。阿寒は知床世界遺産 (クライテリア (ix)、(x)) に比較的近く、ヒグマやシマフクロウ、オオワシ (越冬) などの希少なカリスマ的鳥類など、多くの植物や動物種を共有している。しかし阿寒は、例えば知床を有名にしている沿岸・海域生態系を欠いていることなど、知床とは基本的に異なる。重要な動物種が生息し、同緯度地域の標準から見ると植物種が多い点は注目に値するが、固有性の度合いは低い。クライテリア(x)の価値の主張はなく、また明白でもなかった。

現地視察の前に提供された説明資料ではクライテリア(vii)、(viii)、(ix)の可能性に触れられていた。それら各々について簡単に述べることにする。

クライテリア (vii)

Mitchell *et al.* (2013) で詳述されているように、このクライテリアには「最上級の自然現象」と「類いまれな自然美」という二つの異なる概念が包含されている。阿寒の手付かずで極めて多様な景観は心地よく、また感動させるものであり、それはアイヌの文化における重要性、そして観光地としての重要性からも証明されている。しかし、ユーラシアや北米の多くの景観と比較した場合には、その自然特性や自然度、規模は特に際だったものではない。ここを最上級の自然現象とする主張はなく、マリモの生育形も下記のバイオミネラリゼーションもクライテリア(vii)のこの概念には該当しないと著者は思う。

クライテリア (viii)

現地視察では、活火山の雌阿寒岳の南西に位置するオンネトーの近くにあり、流れ出た湯が二つの連続する滝を形成しているオンネトー湯の滝を訪れた。滝の周囲でマンガンの大規模な鉱床が発見され、20世紀半ばには採掘されていた。研究の結果、温水の池と水にシアノバクテリアが生息することが判明した。その光合成の結果、生成された酸素がマンガンの酸化に使われ、酸化物が沈殿する。滝周囲の沈殿物生成は年間約1トンにも及ぶと報告されている。

(過去における) 経済的重要性に加えて、このように大規模で陸上で直接観察できる形態のシアノバクテリアによる進行中の鉱床形成プロセスは、重要なバイオミネラリゼーションプロセスの希少な現象 (expression) である。現地で出会った科学者達は、このタイプの中では世界で最良の現象ではないかと考え、そのことは1990年代初頭から地質科学国際研究計画 (International Geoscience Programme (IGCP)) の複数のニュースレターで支持されている。

このようなプロセス自体は珍しいものではなく、海底で大規模に起きていると推測されている。しかしながら、進行中のバイオミネラリゼーションに直接アクセス、観察できる場所は、進行中の鉱床形成過程や鉱床形成の初期段階、シアノバクテリアやその他の微生物の役割をより良く理解する上で、科学的に極めて高い価値を持つ。シアノバクテリアによる初期の光合成 (及びそれによる酸素放出) が地球上の生命の歴史に影響を与えたと推測されていることは、注目に値するであろう。

名高い科学雑誌で記載されている (例えば Hariya *et al.* 1964, Mita *et al.* 1994) ように、陸上で容易にアクセスできるオンネトー湯の滝において大規模なマンガン鉱床形成が進行中であることは、科学にとって重要な価値を持つことは疑いがない。オンネトー湯の滝はこのタイプのバイオミネラリゼーションを理解する上で唯一の場所というわけではないが、希少で極めて重要な場所である。関係した科学者達はその重要性を特定し、温泉の娯楽利用による損傷を防いだことは称賛に値する。しかし、目に見える鉱床及びその背景にある生物学的及び化学的プロセスを理由として、この地が世

世界遺産条約で言うところの「地球上で最も顕著な自然の地域」の一つになるとは著者には思えない。前述のように、地質学的価値の推薦に関する評価者への IUCN の指針 (IUCN n.d.) では、「普遍的な重要性は (中略) 世界遺産条約が、科学界にとって国際的に重要な多くの場所を認識するために適した手段ではないことも意味している」と書かれている。本条約の厳選する性格や公式 (作業指針) あるいは技術的な指針 (Dingwall et al. 2005) を考慮すると、この重要な現象はクライテリア(viii) の4つの概念のいずれにも適合しないと著者には考えられる。

クライテリア (ix)

阿寒湖は藻類 *Aegagropila linnaei* の珍しい球状の生育形で有名である。浮遊する「ボール」は日本語では「マリモ」として知られ、英語では時に **Cladophora Ball** とか **Lake Ball** と呼ばれる。*A. linnaei* は **Cladophoraceae** 科の緑藻で、北半球の淡水湖に限局する。国立公園内には本種の既知のすべての生育形が生育しているが、主要な科学的関心、そして一般的関心が寄せられるのは阿寒湖の並外れて大きいマリモの集団である。球状のものは他でも記述されているが、大型球状群集は世界的にも二つしか知られておらず、阿寒湖にはその一つが生育している。阿寒湖の完全に丸いマリモは世界最大と推測されている。阿寒湖とミーヴァトン湖 (アイスランド) における長年の研究から、マリモの形成には生物要因と非生物要因の極めて複雑な関係が必要であることが示唆されている。それは日照、底質、堆積物、競合、水中地形、水流などの要因である (Einarsson 2012 and Wakana 2014, pers. comm.)。

マリモの卓越した形状 (expression) は阿寒湖の有名なシンボルとなっている。アイヌの人々はマリモを様々な実用的な目的に利用したのみならず、高い文化的な重要性を持たせていて、それは現在も続いていると報告されていることは注目される。特別天然記念物に指定されているが、アイスランドのミーヴァトン湖ではマリモの深刻な減少が報告されており、マリモは環境条件の変化に敏感であることをあらためて思い起こさせる。特に堆積状況の変化及び富栄養化が重要な要因と考えられている。

著者は主に以下の二つの理由から、阿寒湖のマリモは世界自然遺産となるに至らないと考える。まず、この珍しい現象は他地域でも記述されており、個々の球形が大きいという理由のみで阿寒湖を選び出すことは適切ではないようだということである。アイスランドの暫定リストにおける「ミーヴァトンとラクスアウ」の記述では、世界遺産に値することの主張でミーヴァトン湖のマリモのみを特筆しているのではなく、桁外れの鳥類相などの (マリモとは無関係の) 自然の価値を強調していることは注目すべきである。二点目は、単一種に基づく世界自然遺産については多くの世界遺産関係者が以前から賛成していないことである。この点について特定した公式指針はないが、過去の IUCN 評価及び遺産委員会決議はこの考え方を支持する傾向にある。著者の考えでは、1 種に焦点を当てることはアンブレラ種やキーストーン種の場合には説得力があるかもしれない。そのような場合には、1 種に焦点を当てることは、定義上、より多くの種の集団や群集を包含することになる。特定の種が生態系全体の「無傷さ」や「自然度」の有用な指標となり、その生態系の保全上の重要性を増加させることになる。マリモはいくつかの生物にとって重要な餌資源であったり、ある魚種のすみかを提供していたりはするものの、このような意味で重要な生態系上の役割を果たして

いることを示すような事実はない。マリモはその限定した生育水域の水質指標とはなり得るが、国立公園の完全性の全体的な指標としての価値は少ない。従って、本種（の一つの生育形）に基づいて世界遺産を主張するのは不適切であると著者は考える。

現地視察の際には、公式説明においても個人的な会話においても、国立公園内の多くの湖や湿地が組み合わさって並外れて幅広い遷移段階や推移を見せている点が強調された。活火山に由来する化学的構成や温度の違いによって、動的な幅広い水域及び隣接する陸域生態系や異なる栄養状態の生息地が生じており、生きた陸水学実験場となっている。そのような見解は正確であり、実際、淡水生態系は阿寒で認められる多くの保全上の価値において重要な不可欠要素である。さらに研究が進めば、阿寒湖生態系の動態の理解が進み、他の淡水湖生態系との比較を視野に入れた見直しに役立つかもしれない。しかし、詳細な比較解析は本業務の範囲外であるが、周極圏の寒帯（及びその南北の移行帯）の多くの他の地域において、湖沼の遷移段階のすべての範囲が、より大きな規模で見られるのではないかと著者には思える。例えばカナダやシベリアの一部で見られる無数の湖沼系などである。

完全性及び保全管理

推薦候補地の具体的な範囲や設計は提示されなかった。視察地に関する以下の意見に関してはこの点に留意する必要がある。

過去の伐採及び植林の跡が多く認められるが、例えば倒木・枯木やかなりの量の粗い木質破片が広範囲で見られたり、大型のキツツキやフクロウなど老木に依存する生物が生息することで示されるように、森林の自然度は高く保全状況は良い。根本的な直接的脅威は認められなかったが、保全上の課題は多く見られた。例えば陸上及び淡水域の侵略的外来種や高密度のエゾシカなどである。長期的には、森林保全の目的達成のためにはエゾシカの生息密度を下げる以外の選択肢を探すことは困難である。国立公園内の観光インフラ及び観光利用が相当多いという意見もあるかもしれないが、それらは限局的で、国立公園の大半部分は訪問者は稀である。また阿寒国立公園の管理者は課題を十分に認識し、対策に取り組んでいる。全体的に見て、短期視察で判断できる範囲では、阿寒国立公園の保全状況は良く、適切に管理されている。

結論

要約すれば、阿寒国立公園は重要で良く管理された保護地域であり、極めて美しい景観の中に多様な数々の重要な保全価値が存在している。公園の保全状況は良いように見え、課題は対処されている。過去に行われた世界的な粗い検討によって「世界遺産の射程に入る」と特定されたことは理解できるが、現在の作業指針の共通理解及び技術的指針に基づいてより詳細に検討すれば、著者にはそのような可能性は認められない。提供された情報の中に、作業指針に定義される世界自然遺産のクライテリアに適合するような自然の価値の存在を示唆するものはなかった。

3.3 日高山脈

導入

北海道中南部に位置する日高山脈はプレートの衝突の結果として形成されたもので、北海道中南部の「背骨」と表現できる。山脈の高さは標高 2,000 m 強である。山脈の大半は針葉樹と落葉広葉樹の両者からなる閉鎖林で覆われている。高標高部の高山植物やその間の移行帯部など、森林には上記の阿寒国立公園に共通する特徴が見られる。現地の博物館の展示によると、高価値の木材、特にクルミ属がアクセス可能な（等級の高い）森林で歴史的に伐採されてきた。

注目すべきカリスマ種も同様に（阿寒と共通しており）ヒグマ、シマフクロウ、越冬するオオワシなどが生息する。また、アポイ岳の多くの固有種や希少種の動植物など、日高山脈には他にも重要な生態学的、生物学的特性がある。これらの特殊性の一部は基盤の岩石の影響による土壌の状態に起因している。

日高山脈はプレート衝突に伴う広範囲の地質学的プロセスや特性の好例となっている。日高山脈の地質学的特殊性のいくつかについては良く研究されており、日高変成帯及び日高山脈南部で通常、大規模に露出している新鮮で多様なタイプのかんらん岩（国際的に幌満かんらん岩体として知られる）は、日本だけでなく国際的に、重要な科学的参照事例（references）として認識されている。

世界遺産としての価値の可能性

日高山脈には重要な自然保全上の価値がある。例えば日高山脈の南端近くに位置するアポイ岳は、希少な植物群落と固有種が生育する植物学の宝石とも言うべき存在である。しかし世界自然遺産のクライテリア(vii)、(ix)、(x)については主張されておらず、また、明白でもなかった。日高山脈の世界遺産の可能性について本稿ではクライテリア(viii)に絞って検討することとする。

日高変成帯は日高山脈の主要部分を形成する。変成帯は東から西に広がり、島弧リソスフェアのマントル上部から地殻浅所までを傾いた連続的配列として見せている。その地質断面の保存状態は良く、配列は完全である。配列の代表例は日高山脈の様々な場所で容易に観察することができる。現地視察の前に提供された資料によれば、比較対象となるような、プレート境界の変成帯の完全な配列を示す例はパキスタン北部のコヒスタンのみとのことであった。従って日高変成帯は大きな科学的重要性を持つ希少なデータセットを提供している。地殻深部の試料はもとより、地表の近くまたは地表に露出したマントル上部の試料であっても、他ではアクセスすることができない地層であり、ここではその科学的な解析を行うことができる。

露出する地層で最も深部のものはかんらん岩質の多彩なタイプの岩石で構成される。これらの岩石が地表に露出することはまれであり、発見される時には極めて不安定である傾向がある。多くの露頭は概して「腐敗」、すなわち変成して蛇紋岩に変わる（蛇紋岩化）。日高山脈で見られる露頭は「新鮮」でかつ規模が大きく、この独特な組み合わせが、通常は科学者もそれ自体を見ることができない地球のマントル上部の構造を垣間見ることが可能にしている。

この希少で類いまれな地質学的特性の科学的意義には信頼性があり、詳述されているが、観察できる露頭 (**observable expressions**) は世界遺産の可能性を強く主張するものではないと著者は思う。その論拠は南アルプス (3.1 参照) で述べたものと同様である。島弧形成を見ることができる場所という主張では、その一部は希少で科学的に重要なものであるが、日高山脈は世界遺産条約で言うところの「地球上で最も顕著な自然の地域」の一つとはならない。南アルプスと同様に、日高山脈は明らかに IUCN (n.d.) で言うところの「科学界にとって国際的に重要」な地域に入る。しかし、卓越した地質配列の様々な層を見せている散在する露頭及び希少で大量に見られる「新鮮な」かんらん岩はいずれも、科学界の専門家以外にとって、容易に理解できる印象的な自然現象ではない。

なお、提供された資料に記述されたマッコリー島 (オーストラリア) との比較に関して、大規模な本資産を現クライテリアの(viii) で登録することは、IUCN の技術評価書では勧告されていなかったことを指摘しておきたい。

完全性と保全管理

アポイ岳を含め、上記の地質学的プロセスと特性を示すいくつかの場所を視察した。アポイ岳は日本ジオパークとして認められており、保全の視点からは日高山脈の中で他と区別される単位となっている。しかし候補地の全体の範囲や設計の具体的な提案はなかった。他の候補地と同様、以下のコメントは視察した場所に関するものである。

日高山脈の約 100,000 ha は日高山脈襟裳国定公園として 1981 年から公式に保護されている。この国レベルの保護地域区分の管理目的は国立公園と同等とされている。その主要な違いは、管理責任が環境省の国立公園課ではなく都道府県にあることである。国定公園と一部重複して、日高山脈の大半は森林生態系保護地域に指定されており、保存地区 (コアゾーン) と保全利用地区 (バッファゾーン) に区分されている。現段階では、決定的に重要な地質学的プロセスや特性を最も良く代表するのは具体的にどの場所かという点については明らかになっていないようである。従って候補地に関して、世界遺産条約で言われている完全性や管理について詳しい見解を述べることは困難である。

科学的な重要性の他に、かんらん岩は商業的価値も高く、日高山脈の一部ではかんらん岩の採掘が地域経済の重要な要素となっている。自然度という点では、水力発電や防災を目的として、大小の河川に多くのダムやその他の工作物が存在していた。

結論

南アルプスの結論 (3.1) と同様、著者には日高山脈がプレートの衝突で形成された山地の世界的に類いまれなる代表であるとは思えない。新鮮なかんらん岩やその他の岩石を含め、マントル上部からリソスフェア浅部までの断面を観察する機会は、科学的視点からは希少で例外的なものである。しかしながら、分散した観察地点は「地球の歴史や地質学的プロセスの理解に関して普遍的に興味を引くもの」 (Badman *et al.* 2008 参照) というよりは、主に専門家対象として印象的なものである。

既存の日本ジオパークは、日高変成帯及び幌満かんらん岩体の地質学的重要性について、それにふさわしい注目を集めることに成功している。近年の観光インフラへの投資を踏まえて、ジオパークは地域経済に貢献すると共に、本地域の特殊な地質についてさらに普及啓発を進める上で役に立つであろう。また、ユネスコの世界ジオパークを目指してさらに実現可能性を探究することを奨励したい。

3.4 飯豊・朝日連峰及び奥利根・奥只見山地

導入

飯豊・朝日連峰及び奥利根・奥只見山地（当時は奥日光を含む）はいずれも、全国レベルの体系的な検討で特定された 19 の「詳細検討対象地域」に含まれている。世界自然遺産候補地に関する検討会（2003）は両地域のいずれも可能性が高い地域とはしていないが、飯豊・朝日連峰は「議論が分かれた地域」4 カ所の一つとしている。その文書における短い記述では極度の多雪地帯であることと、その結果としての多くの生態学的な特性が見られることを本地域の特徴としている。さらにそのまとめ文書では、(i) 既存の世界自然遺産登録地である白神山地を含めたさらなる解析、(ii) 不足している重要な情報の収集・分析が必要としている。これらの不足していた情報にはその後得られたものもあり、本報告がさらなる解析の指針として役立つことを希望する。

これら二カ所の山地を覆う森林は、北海道南部から本州北部の日本海側に広がる冷温帯落葉広葉樹林の一部である。年間を通して湿度が高く、冬季の積雪量は極めて多い。近隣の白神山地に類似して、その森林はブナ属の日本固有種 2 種のうちの 1 種であるブナ *Fagus crenata* が優占している。また偽高山帯と呼ばれる地域を含め、森林以外の地域も相当ある。

ユーラシア及び北米の温帯林は実質的にその全域において、極めて急速な森林破壊や森林劣化が歴史的に行われてきた。世界資源研究所（WRI）による世界未開拓林（frontier forests）イニシアティブの 1997 年の報告では、世界の未開拓林のたった 3%しか温帯には存在しない（Bryant et al. 1997）と結論づけられており、その割合は今日ではより低い可能性が考えられる。従って、高い自然度を維持して残っている温帯林のうち大規模なものは必然的に、世界的に保全の関心が高い希少生態系である。温帯の老齢林はその種や種の集団にとって、科学的及び保全上の両視点から貴重である。そこには自然の温帯林における生態学的プロセスをのぞき見る、希少な機会がある。種数の多さや固有度においては多くの熱帯林や亜熱帯林とは比較にならないが、残された「手つかずの」温帯林は主に、世界の主要な森林タイプの一つにおいて長年継続してきて現在も進行中の生態学的及び生物学的プロセスの最後の例として顕著な保全上の価値を有する。こうしたプロセスは、かつて広域に広がっていた温帯林のほとんどの場所で中断または大きく改変されている。

世界遺産としての価値の可能性

当該地域は白神山地と同じブナ群集に位置する（下記参照）ことから、白神山地の登録に関連する主要な文書を再検討することは有用であろう。白神山地は顕著な普遍的価値の陳述（SoOUV）で「東アジアに残る最大の原生的なブナ林」であると述べている。さらに SoOUV では「世界的にも稀な多雪環境」や単一の優占樹木、哺乳類や鳥

類の多くの注目種を強調している。そのような特徴は、既存資産と飯豊・朝日連峰や奥利根・奥只見山地が、それぞれに特徴はあるものの、基本的に異なるとは言えないことを示している。

詳細検討は本報告の範囲を超えるが、提案された候補地を生物地理学的に検討してみた。つまり広く用いられているウドバルディの地理区分（1975）では、二つの提案地域と白神山地は「旧北界」の同じ「東洋落葉樹林」地区に属する。Nakashizuka *et al.* (1995) によるより詳細な検討では、3 地域はいずれも、東アジアのモンスーン影響地域における森林の主要 3 タイプの一つである冷温帯落葉広葉樹林として区分できる。Hukusima *et al.* (2013) によるさらに詳細検討では、これら 3 地域は日本で区分される 5 種類のブナ群集の中で同一の群集に属することが示されている。著者らはこの日本海側の群集をチシマザサブナ群集と呼んでいる。

2 カ所の提案地では他の樹種も多く見られるが、白神山地も含めた 3 カ所ではいずれもブナが優占樹種である。この森林の型及び群集における種数は全体として多くない。小規模な林冠ギャップは自然な再生を誘発する決定的攪乱状況と考えられている。ブナの優占は多雪地域と相関している。専門家によれば、その理由は積雪の多さが動物による採食を妨げ、種子の生存率に影響するからではないかとのことであった（Nakashizuka, pers. comm.）。本州北部日本海側の山地とブナ林の広い範囲で多量の積雪が見られる。

IUCN の技術的勧告に従って白神山地が世界遺産に登録されているという事実は、他の理由からも意味がある。このようなブナ優占の冷温帯落葉広葉樹林がクライテリア (ix) で世界遺産に登録される可能性が確実にあることを示している。当時の IUCN 評価書 (IUCN 1993) の記述を参照することは有用で、ここでは白神山地はブナの「最後の原生林」で「広大な原始的な状態のブナの残存地域」と記述されている。スペインのガラホナイ国立公園のローレル林と比較しながら、評価書は白神山地を希少な森林タイプの「最後で最良の残存物」と表現している。

世界遺産委員会が登録を認めた時のこの論理に従えば、ブナが優占する他の森林はすべて白神山地に次ぐものとなる。従って重要な問題は、白神山地が実際に日本で最も顕著なブナの残存林であるか、あるいは他にも匹敵するような、理想的には白神を補完するような保全の価値と重要性を持つ地域が存在するか否か、という点である。今考えれば、そうした疑問は白神山地が登録される前に議論されるべき問題であったかもしれない。しかしながら、20 年以上前の白神山地推薦時には必要な情報がなかったということは考えられることであり、正当化される。その後、新しい情報が得られている。また、日本の森林政策がその後さらに森林の価値と機能をより幅広く理解し配慮する方向に変化したことも注目される。従って、自然度が高く分断されていないブナ林の状況を評価することは全く妥当である。仮にさらなる解析によって世界遺産としての価値が確認されなかったとしても、それらの森林は少なくとも国レベル、地域レベルでの重要性を持っており、理路整然とした評価はその保全管理の基礎を強化することにもなるかもしれない。

まとめると、近距離に位置し、同じ森林タイプと群集に属することから、白神山地とは別の独立した推薦は推奨しない。さらなる情報が必要ではあるが、白神山地のシリアル拡張の妥当性を追求することを強く勧めたい。白神山地のシリアル拡張として追加の要素を登録する際の価値の証明は、白神山地で認められた価値の証明と同様のものになると考えられる。従ってクライテリア(ix)に絞るという暫定的決断は適切である。参照のためにクライテリア(ix)の定義を以下に示す。

陸上・淡水域・沿岸・海洋の生態系や動植物群集の進化、発展において、重要な進行中の生態学的過程又は生物学的過程を代表する顕著な見本である。

出典：2013年版作業指針

完全性と保全管理

本報告のために簡略化して言えば、日本の温帯林の歴史には他の温帯林と類似点が多いが、多くの特異性もある。第二次世界大戦の後、木材用植林のため天然林の大規模な皆伐が推進された。好まれたのはスギ、カラマツ等であった。これらはいずれも専門的に言えば日本の「在来種」であるが、自然の生育域外にも強力に植林が進められた。その結果、比較的近年にほとんどの日本の森林は根本的に変化した。しかしながら一部の森林は、急峻な山岳地形のため、特に温帯林の水準で見ると格別に良い保全状態のまま残った。

保護地域の指定には国立公園や森林生態系保護地域など複数種類あり、どちらにも複雑なゾーニングがある。2014年6月、オリ根・奥只見山地の一部は只見ユネスコエコパーク（生物圏保存地域）としてユネスコに認定された。既存の保護カテゴリーや境界、ゾーニングはいずれも白神山地のシリアル拡張の可能性を示唆するものではあるが、現時点では、そのような提案の具体的な境界の計画は明確ではない。従って、完全性及び保全管理について確実な意見を言うことは困難である。しかし観察された事項を以下にまとめておく。

- 飯豊・朝日連峰及びオリ根・奥只見山地において、過去の伐採や自然林の転換の跡は広く見られる。転換されていたり大きく劣化したりしていない地域は、奥地や標高が高く険しい地域と一致する。
- 老齢林が連続する印象的な地域があり、面積的に白神山地（約 17,000 ha）に匹敵するかもしれない。
- 保護の位置づけ、森林政策、そして格安な輸入木材との競合のため遠隔山岳地での伐採には経済的採算性がないことを考慮すると、近い将来における伐採の兆候は見られない。
- 水平的（セクター）にも垂直的（中央政府と地方自治体）にも様々な組織が重複して管理の権限と責任を持っている。組織の複雑さは重複した保護指定及びゾーニングに反映されている。世界遺産を検討するのであれば十分な協調と協力が必要であろう。

- 動植物両者の侵略的外来種は保全のための重大な課題である。例えば、導入された小型の捕食者が鳥類や小型哺乳類に影響を与えていると報告されている。侵略的外来種の課題は水生生態系でも報告されている。
- 日本の多くの他の地域と同様に、シカの生息密度は常に森林保全の深刻な課題として記述されている。
- 観光及びレクリエーションは直接的、間接的に森林に影響を与えている。今回訪問した二カ所の山地で明らかに見られたものとしてはスキーリゾート、ゴルフコース、それに伴うアクセス道路や高圧電線がある。
- 河川においてダム及びその他の人工的河川工作物は広く存在する。
- 人間と野生動物の軋轢は普通に見られ、例えばツキノワグマやニホンザルによる作物被害がある。
- 地域レベルでの森林の精神的、文化的、経済的な重要性を示唆するものは多く見られた。一事例ではあるが、視察の間に特用林産物（NTFP）を採集する複数の地域住民に出会った。

地域において自然林が重要視されている事実は、過去の主要道路建設への反対運動が成功したことにも現れている。これは何十年も前に同様に地元の反対が道路建設を中止させた白神山地と興味深いことに類似している。世界遺産を検討するのであれば、このような地域社会の管財意識（stewardship）、そして知識、信仰、利害を注意深く考慮すべきである。地域社会が外部からの押しつけと受け止めるような保全措置によって彼らを疎外するようなことがあれば、それは悲劇的な間違いとなる。

結論

視察地のうち 3 カ所においては世界遺産の可能性は確認されなかったが（3.1～3.3 参照）、飯豊・朝日連峰及びオリ根・奥只見山地については世界遺産の可能性をさらに追求することを勧めたい。具体的なフォローアップは飯豊・朝日連峰とオリ根・奥只見山地についてのみ推奨するため、この結論とそれに基づく提言は報告全体のフォローアップの主要提言と一致する。従って、飯豊・朝日連峰とオリ根・奥只見山地に関する結論と提言は次章の 1 節として述べるのが適当であると思う。

4. 結論と提言

複雑で広範囲の自然地域の詳細解析を文献調査と短期間の現地視察で代替することはできない。とはいえ、良く準備された現地視察と広範囲の有能な関係者と率直な意見交換ができたことから、十分に情報を得た上で意見を提供する基盤を得たと著者は確信する。4.1 節では南アルプス、阿寒、日高山脈についてまとめ、4.2 節で飯豊・朝日連峰及びオリ根・奥只見山地の主要結論及びフォローアップの提案について述べたい。

4.1 南アルプス、阿寒、日高山脈

現地視察した 3 カ所はいずれも、際だって美しく、ほとんど手つかずの状態で見事な景観を示す地域であった。これらの地域は例外なく、生物多様性保全、景観の美しさ、環境の機能、地学を含めた広範囲の分野の科学的重要性の視点から、重要な特性

や価値を持っている。南アルプス、阿寒、日高山脈には科学的に国際的な重要性があり、十分に証拠文書もあると著者には思われる。また阿寒湖の淡水性藻類マリモの希少な生育形は注目すべき興味深い現象であることには議論の余地がない。これら 3 カ所はいずれも優れた自然地域であり、可能な最善の保全管理の対象となることは間違いない。世界遺産の可能性が限られているということが、国レベルの保全の価値も限られていると誤解されることがあれば、それは悲惨なことである。

著者の個人的見解としては各章で詳述したように、これら 3 カ所には世界遺産としての可能性は認められなかった。

過去何年間かで重要な新しい情報が得られており、科学的な世界的重要性が疑いなく認められるのではあるが、これら 3 カ所について世界遺産推薦へのフォローアップは推奨されない。その理由を以下にまとめる。

- 「地学的クライテリア」のクライテリア(viii) は特に選択的性格がある。地球上の生命進化及び地球の動的地形の（進行中の）プロセスや表現形に関しては、極めて限局的な場所のみが世界的に並外れていると見なすことができる。
- 地球科学界にとって国際的に重要な場所は世界遺産に値する場所の数よりもはるかに多い。従って、科学的な国際的重要性自体はクライテリア(viii) で世界遺産に登録するために十分な根拠にはならない。
- 世界遺産条約における「普遍的な重要性」とは、観察できる特性や価値が、専門家でない人々にとって印象的で、理解しやすく、明白なもの（demonstrable）でなければならないと解釈できる。著者の意見では、提案された地域ではこの点が異なっていると考えられた。
- クライテリア(ix)、(x) のどちら（または両方）を考慮するかに関わらず、単一種を根拠として世界自然遺産に登録されることは、それを除外する公式規則はないものの、稀である。広く受け入れられているこの解釈に対して、マリモの丸い生育形は例外にはなり得ないというのが著者の見解である。

ユネスコ・プログラムの世界ジオパークは世界遺産の魅力的な代替となり得るだろう。上記 3 カ所について、そのような地位獲得のための実現可能性、経費、利益を十分に調査することを勧める。

4.2 飯豊・朝日連峰及び奥利根・奥只見山地

飯豊・朝日連峰と奥利根・奥只見山地は共に自然度の高い自然林を有する卓越した地域である。これらの地域ではブナが優占し、白神山地が 1993 年にクライテリア(ix) によって登録された時に世界遺産に値するとして認められたチシマザサブナ群集の森林に属している。

それ以来、日本ではブナ林の分布に関する解析が大きく進展している。白神山地の推薦時には認識されていなかったが、白神山地と同様に価値があり、手つかずの状態にあるブナ林がさらに存在する可能性が示唆されている。50,000 ha 以上のブナ林が 7 カ所特定され、そのうち 6 カ所は白神山地を含めて本州北部の日本海側に位置し、残る 1 カ所は北海道南部に位置する。これらの森林を（情報がある）道路網と重ねると、

飯豊・朝日連峰とオリ根・奥只見山地は有望な地域のように見える。しかし現在の暫定的解析には限界もあり、さらに精緻化することが必要である。まず、飯豊・朝日連峰及びオリ根・奥只見山地以外の地域がシリアル推薦に価値を加える可能性を除外できない。現段階では、分断されずに大規模に残されたブナ林の保全状況はまだ表面的な理解のようであり、それに基づいて他の地域がシリアル要素となる可能性を除外すべきではない。第二に、既存の解析は林道に注目している。林道は過去の利用状況や現在のアクセス、攪乱、劣化に関して良い指標ではあるが、指標の一つでしかない。さらに、林道のデータは完全なものではないと認識されていた。様々な森林の現在の保全状況に関する判断は、より総合的解析に基づくべきであると考えられる。

現地視察と上空飛行の両方において、飯豊・朝日連峰とオリ根・奥只見山地の冷温帯林は白神山地に匹敵する世界的な保全上の重要性があるかもしれないという、信頼に足る手がかりが確認できた。飯豊・朝日とオリ根・奥只見のいずれにおいても、独自の推薦を支持するような情報は示されなかった。しかしながら、白神山地に追加して将来的にシリアル資産を作るとすると、その信頼できる構成要素として、価値の上でも完全性の上でも、これらの地域は十分に重要な地域である可能性がある。シリアル資産とその個々の構成要素との関係については、本とその章の例えが時々用いられる。本の各章（構成要素）はそれぞれ独自の物語を語るが、すべての章が合わさって本（シリアル資産全体）としてより大きな物語を語るのである。

シリアル・アプローチの妥当性の説明として考えられることは、多くの残された森林が白神山地と同様に並外れたものであるが、それは白神山地推薦の時には認識されていなかったということである。しかしこれには、検討地域に関して、保全上の価値、完全性及び管理についてより良い理解が必要である。

基本的な地学情報、種構成、標高など、類似点と相違点の両方を十分に把握し、明示する必要がある。シリアル推薦の妥当性は、主要樹種のブナ、手付かずの温帯老齢林の重要な残存物、多雪とそれに関連する生態学的特徴を要素として証明することになる。標高差や顕著な非対称山稜、偽高山帯等のブナ以外の追加的な植生帯などの違いは、各要素の付加的特徴として強調すべきである。ヨーロッパブナ (*F. sylvatica*) 保全を目的とした世界遺産推薦の取組が現在進行中であり、そこから重要な教訓が学べるかもしれない。

形式上は、白神山地に基づくシリアル推薦は「登録範囲の重大な変更」として扱われ、作業指針パラ 165 に則り、新しい推薦と同様の推薦・評価の手続きを経ることになる。登録の暁には、アプローチや範囲の拡大を反映した別の名称が必要となるかもしれない（作業指針パラ 167 参照）。個々の要素、前述の例えを使えば「本の各章」は、独自のアイデンティティを維持し、全体の名称の傘の下でさらに独自のアイデンティティと「ブランド」を発展させる。白神山地の例で言えば、シリアル推薦をする場合には現在の名称は要素の名称として維持されるべきであろう。

現段階では、まとめとして以下の一連の事項が抽出できる：

- 既存の白神山地との類似性により、飯豊・朝日連峰と奥利根・奥只見山地の共同推薦あるいは個別推薦のいずれも見込みがあるとは言えない。
- ブナが優占する冷温帯落葉広葉樹林自体はクライテリア(ix)に基づき世界遺産の価値があることが確認されている。
- シリアル・アプローチは必然的に、白神山地以外にも価値や完全性、保護管理の点において比肩するようなブナが優占する林（要素）が存在するという作業仮説に基づかなくてはならない。
- この作業仮説を検証するためには信頼性のある強固な情報が必要である。

従って、今後の取組としては以下の具体的なステップを勧める：

- すべての既存情報を用いて、チシマザサブナ群集のレベルで分断化されていない主な森林の保全状況評価を精緻化すること。

評価の結果、追加地域として 1 カ所以上の可能性が確認された場合には以下を行う。：

- 各構成要素及び全体として一貫した白神山地を補完するシリアルについて、価値の証明と説明を作業指針パラ 137～139 に沿って作成する。
- 特定された価値及び保全状況（完全性）に対応する具体的な境界線を詳細に作成する。これには作業指針パラ 103～107 に従いバッファーズーンの明確な設定も含まれる。この点について、白神山地は公式なバッファーズーンがないことに留意すべきである。世界遺産推薦の取組の機会を利用してバッファーズーン設定を検討しても良からう。
- 特定された優先地域について既存の公式保護措置を検討し、関係するセクター及びレベルの協調を検討する。世界遺産推薦の取組は、既存の保護地域の境界やゾーニングを見直し、関係セクターや行政間の協調、協力を強化することに役立つかもしれない。さらに、シリアル推薦においては、個別の保護地域や行政単位を越えて、主要な森林地域の一貫した管理に取り組むことが不可欠である。
- 組織間の権限の重複や侵略的外来種、特定の種の過剰個体数、人間と野生動物の軋轢、保全と地域的な資源利用や習慣との軋轢などの保全上の課題を十分に理解し、対処する必要がある。
- 追加地域が世界遺産に登録されれば、それらの地域への訪問が増加する可能性が高く、観光及びレクリエーションには特に注意する必要がある。

5. 引用文献

Badman T, Bomhard B, Fincke A, Langley J, Rosabal P, Sheppard D (2008) Outstanding Universal Value: Standards for natural World Heritage. Gland, Switzerland: IUCN. 52pp

Bertzky, B., Shi, Y., Hughes, A., Engels, B., Ali, M.K. and Badman, T. 2013. Terrestrial Biodiversity and the World Heritage List: Identifying broad gaps and potential candidate sites for inclusion in the natural World Heritage network. IUCN, Gland, Switzerland and UNEP-WCMC, Cambridge, UK. xiv + 70pp (available for download at www.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2013-016.pdf)

Bryant D, Nielsen D, Tangley L, Sizer N, Miranda M, Brown P, Johnson N, Malk A, Miller K (1997) The last frontier forests: ecosystems and economies on the edge. What is the status of the world's remaining large, natural forest ecosystems? World Resources Institute, Washington, D.C.

CNPPA (Commission on National Parks and Protected Areas) (1982) The World's Greatest Natural Areas: An Indicative Inventory of Natural Sites of World Heritage Quality. Prepared for the World Heritage Committee. IUCN. Gland, Switzerland.

Dingwall P, Weighell T, Badman T (2005) Geological World Heritage: A Global Framework. A Contribution to the Global Theme Study of World Heritage Natural Sites. Protected Area Programme, IUCN.

Doko T, Fukui H, Kooiman A, Toxopeus AG, Ichinose T, Chen W, Skidmore AK (2011) Identifying habitat patches and potential ecological corridors for remnant Asiatic black bear (*Ursus thibetanus japonicus*) populations in Japan. Ecological Modelling 222(3): 748-761.

Einarsson A (2012) Marimo in Lake Mývatn: Past and Present. Proceedings of the International Marimo Symposium. 60th Anniversary of Special Natural Monument Designation. Redefine the Worth of Marimo. Lake Akan, Hokkaido, Japan.

Engels B, Koch P, Badman T (2009) Serial Natural World Heritage Properties. An initial analysis of the present situation of serial natural World Heritage properties. IUCN World Heritage Studies No 6. BfN and IUCN.

Goudie, A. and Seely, M. (2011). World Heritage Desert Landscapes: Potential Priorities for the Recognition of Desert Landscapes and Geomorphological Sites on the World Heritage List. Gland, Switzerland: IUCN. 44pp.

Hariya Y, Kikuchi T (1964) Precipitation of Manganese by Bacteria in Mineral Springs. Nature 202(4930): 416-417

Hokusima T, Matsui T, Nishio T, Pignatti S, Yang L, Lu S-Y, Kim M-H, Yoshikawa M, Honma H, Wang Y (2013) Syntaxonomy of the East Asiatic *Fagus* Forests. In Hokusima T, Matsui T, Nishio T, Pignatti S, Yang L, Lu S-Y, Kim M-H, Yoshikawa M, Honma H, Wang Y (2013) Phytosociology of the Beech (*Fagus*) Forests in East Asia. Geobotany Studies 2013, pp 9-47. Springer-Verlag Berlin Heidelberg

IUCN (2011) World Heritage Nomination - IUCN Technical Evaluation of the Ogasawara Islands (Japan). Gland, Switzerland

IUCN (1993) World Heritage Nomination - IUCN Technical Evaluation of Shirakami-Sanchi (Japan). Gland, Switzerland

IUCN (n.d) IUCN Checklist for Reviewers of Earth Science Nominations. Gland, Switzerland

Mita N, Maruyama A, Usui A, Higashihara T, Hariya Y (1994) A growing deposit of hydrous manganese oxide produced by microbial mediation at a hot spring, Japan. *Geochemical Journal* 28 (No. 2): 71-80

Mitchell N, Leitão L, Migon P, Denyer S (2013) Study on the application of criterion (vii): considering superlative natural phenomena and exceptional natural beauty within the World Heritage Convention

Nakashizuka T (2014) Pers. comm.

Nakashizuka T, Iida S (1995) Composition, dynamics and disturbance regime of temperate deciduous forests in Monsoon Asia. In: Hirose T, Brian W (eds.). *Global Change and Terrestrial Ecosystems in Monsoon Asia*. Proceedings of the IGBP International Symposium: Global Change Impacts on Terrestrial Ecosystems in Monsoon Asia, Tokyo, Japan, 4-6 September, 1993. *Tasks for Vegetation Science* 33: 23-30. Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Natori Y, Kohri M, Hayama S, De Silva N (2012) Key Biodiversity Areas identification in Japan Hotspot. *JoTT Communication* 4(8): 2797–2805

Review Committee on Candidate Natural Sites for Nomination to the World Heritage List (2003) Chairman's Summary of the Review Committee on Candidate Natural Sites for Nomination to the World Heritage List. Kunio Iwatsuki 26 May 2003

Thorsell, J.; Sigaty, T. 1997. A Global Overview of Forest Protected Areas on the World Heritage List. A Contribution to the Global Theme Study of World Heritage Natural Sites. Prepared by Natural Heritage Programme, IUCN, Gland, Switzerland in collaboration with The World Conservation Monitoring Centre

Udvardy MDF (1975) A classification of the biogeographical provinces of the world. IUCN Occasional Paper no. 18. Morges, Switzerland: IUCN

UNESCO / Intergovernmental Committee for the Protection of the World Cultural and Natural Heritage. 2013. Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention. <http://whc.unesco.org/en/guidelines/>

UNESCO, ICCROM, ICOMOS, IUCN (2011) Preparing World Heritage Nominations World Heritage Resource Manual. Second Edition. UNESCO, Paris, France. <http://whc.unesco.org/en/activities/643/>.

Wakana I (2014) Pers. comm.

Wells RT (1995) Earth' S Geological History. A Contextual Framework For Assessment Of World Heritage Fossil. Gland, Switzerland, IUCN

6. リンク集

<http://irreplaceability.cefe.cnrs.fr/sites/27159>

<http://minamialps-mtl-geo.jp/>

http://old.unep-wcmc.org/world-heritage-thematic-studies_519.html

https://www.iucn.org/about/work/programmes/wcpa_worldheritage/publications

<whc.unesco.org>

www.apoi-geopark.jp/en/index.html

www.bdnj.org/index_E.html

www.bes.or.jp/english/parks/bandai.html

www.env.go.jp/nature/isan/worldheritage/en/index.html

www.foejapan.org/en/forest/top.html

www.geopark.jp/en/index.html

www.intactforests.org/

www.intactforests.org/data.ifl.html

www.iucn.org/worldheritage/

www.iucnredlist.org/

www.nacsi.or.jp/english/index.html

7. 付属

付属 1: 視察日程

月日	日目	時間	行程	候補地	場所・ロジ	移動手段	宿泊
9/13	0		到着	/	成田国際空港	/	東京
9/14	0			/	/	/	東京
9/15	0			/	/	/	東京
9/16	1	09:45	概要説明打ち合わせ		環境省		
			移動		東京－静岡	新幹線(1時間)	
			狩野特任教授・河本 学芸員と打ち合わせ	南アルプス			
		13:00－ 18:00	移動／視察	南アルプス	大井川沿いの南アルプス付加体露頭	車(6時間)	榎島
9/17	2	07:00	移動		榎島－千枚岳	車(1時間)	
			ハイキング		千枚岳－悪沢岳	ハイキング(5-6時間)	
			昼食				
			視察:付加体	南アルプス	悪沢岳		
		15:00－ 16:00	移動		千枚岳－榎島	車(1時間)	
		16:00－ 20:00	移動		榎島－身延	車(4時間)	身延
9/18	3	08:00	移動		身延－小淵沢	車(2-3時間)	
			南アルプス隆起と地質・地形	南アルプス	小淵沢・茅野	車(2時間)	
			昼食				

月日	日目	時間	行程	候補地	場所・ロジ	移動手段	宿泊
		13:00-18:00	移動/中央構造線博物館訪問	南アルプス	伊那市／大鹿村	車(2-3時間)	大鹿村
9/19	4	08:00	移動		大鹿村－茅野－東京	車(2-3時間) 電車(2-3時間)	
			昼食 ホテル チェックイン				
		16:00	中静教授によるブナ林講義	飯豊・朝日連峰、奥利根・奥只見	JWRC 会議室		
		18:00	夕食		環境省／農林水産省の関係者と夕食		東京
9/20	5	10:00	移動／昼食		羽田空港－釧路空港	航空機(2時間)	
			移動		釧路空港－阿寒	車(1時間)	
		15:00-17:00	視察	阿寒	阿寒湖畔エコミュージアムセンター／白湯山	車	阿寒
9/21	6	9:00	視察 昼食	阿寒	阿寒湖／パンケトー	小型船	
			視察	阿寒	オンネトー湯の滝／錦沼／湯の滝展示施設		阿寒
9/22	7	08:00	移動 昼食		阿寒－日高	車(4時間)	
		12:30	視察	日高山脈	日高山脈博物館／林道沿いの日高山脈の地質	車	
		15:00	移動		日高－様似	車	様似
9/23	8	8:00	視察 昼食	日高山脈	日高山脈の地質・様似のかんらん岩	車	
			視察	日高山脈	日高山脈の地質・様似のかんらん岩／アポイ岳ジオパークビジターセンター		様似

月日	日目	時間	行程	候補地	場所・ロジ	移動手段	宿泊
9/24	9		移動		様似-千歳空港	車(4時間)	
			昼食				
			移動		新千歳空港-新潟空港-新潟市	航空機(2時間)、 車(1時間)	新潟
9/25	10	06:00	移動		新潟-只見	車(3時間)	
		9:00-16:00	ハイキング/視察	奥利根・奥只見	只見町ブナセンター・ブナ林	7時間	
			移動		只見-新潟	車(3時間)	新潟
9/26	11	09:00-17:30	上空からの視察	飯豊・朝日連峰、奥利根・奥只見	飯豊・朝日/奥只見における ブナ林と多雪生態系	セスナ	新潟
9/27	12	07:00	移動		新潟-飯豊・朝日	車	
		10:00-17:00	視察	飯豊・朝日連峰	飯豊・朝日のブナ林	車	
			移動		飯豊・朝日-新潟	車	新潟
9/28	13		予備日				
		午後	移動		新潟駅-東京駅	新幹線(2時間)	東京
9/29	14	13:30	報告会		環境省		
9/30	15		出発		成田国際空港		

付属 2: 面会した人々

月日	候補地 / 主題	専門家氏名	所属	役職 / 職名
9/16-17	南アルプス	狩野謙一	静岡大学防災総合センター	特任教授
9/16-19	南アルプス	河本和朗	大鹿村中央構造線博物館	学芸員
9/16-17	南アルプス	中村 仁	環境省南アルプス自然保護官事務所	自然保護官
9/19	飯豊・朝日連峰	中静 透	東北大学生命科学研究科進化生態科学講座植物生態分野	教授
9/20-21	阿寒	三田直樹	独立行政法人産業技術総合研究所地質情報研究部門	研究員
	阿寒	若菜 勇	釧路市教育委員会マリモ研究室	室長 / 学芸員
	阿寒	最上祥成	環境省阿寒湖自然保護官事務所	自然保護官
	阿寒	中島慶次	環境省釧路自然環境事務所	統括自然保護企画官
	阿寒	安室正彦	林野庁北海道森林管理局	森林環境保護技術分析官
	阿寒	三橋博之	林野庁北海道森林管理局	自然遺産保全調整官
9/22-23	日高山脈	東 豊土	日高山脈博物館	学芸員
	日高山脈	太田貴智	環境省北海道地方環境事務所	公園計画専門官
9/23	日高山脈	田中正人	様似町商工観光課 / アポイ岳ジオパークビジターセンター	主幹 / 学芸員
9/25	奥利根・奥只見	鈴木和次郎	只見町ブナセンター	館長
	奥利根・奥只見	中野陽介	只見町役場総合政策課地域振興係	主事
9/26-27	飯豊・朝日連峰	柘植規江	環境省羽黒自然保護官事務所	自然保護官
9/27	飯豊・朝日連峰	井上邦彦	特定非営利活動法人飯豊朝日を愛する会	副理事長

付属 3: 報告会出席者

氏名	役職	所属
環境省		
鳥居敏男	課長	自然環境局自然環境計画課
山本麻衣	課長補佐	自然環境局自然環境計画課
宮澤泰子	世界自然遺産専門官	自然環境局自然環境計画課
岩瀬穂	環境専門員	自然環境局自然環境計画課
鈴木比呂子	環境専門員	自然環境局自然環境計画課
尾崎絵美	計画係長	自然環境局国立公園課
林野庁		
浜名功太郎	森林計画官	森林整備部計画課
和泉慎太郎	森林施業調整官	国有林野部経営企画課
河邊喬	森林生物多様性専門官	森林整備部森林利用課
中村友紀	係員	森林整備部森林利用課
自然環境研究センター		
米田久美子	研究主幹	第1研究部
千葉英幸	主席研究員	第1研究部
丸岡英生	上席研究員	第1研究部
安藤慶子	上席研究員	第1研究部
堀切竜也	主任研究員	第1研究部
尾上舞	研究員	第1研究部
通訳		
伊藤清美		

6. まとめ

平成 25 年度調査で「更に精査する」とされた 5 地域について、世界遺産関係の海外専門家からの助言をまとめると以下の通り。

- ・「阿寒・屈斜路・摩周」、「日高山脈」、「南アルプス」については、生物多様性保全、景観の美しさ、環境の機能、地学を含めた広範囲の分野の科学的重要性の視点から、重要な特性や価値を持っている。しかし、世界遺産条約における「普遍的重要性」とは、観察できる特性や価値が、専門家でない人々にとって印象的で、理解しやすく、明白なものでなければならず、当該地域はこの点が異なっている。従って「世界遺産としての可能性は認められなかった」と結論。但し「阿寒・屈斜路・摩周」については、「更に研究が進めば、(中略)他の淡水湖生態系との比較を視野に入れた見直しに役立つかもしれない」とのコメントがなされている。
- ・残る 2 地域（「飯豊・朝日連峰」「奥利根・奥只見・奥日光」）に関しては、「既存の白神山地との類似性により、飯豊・朝日連峰と奥只見・奥利根山地の共同推薦あるいは個別推薦のいずれも見込みがあるとは言えない。」とする一方、白神山地とのシリアル・アプローチ*については「検証するためには信頼性のある強固な情報が必要」であり、また「他の地域がシリアル要素となる可能性を除外すべきではない」と考えられ、今後「すべての既存情報を用いて、チシマザサーブナ群集のレベルで分断化されていない主な森林の保全状況評価を精緻化すること」を勧めると結論。

* 飛び地状に連続した遺産推薦の取組。

「飯豊・朝日連峰」及び「奥利根・奥只見・奥日光」については候補地にふさわしいかどうかを検証するには更に精緻な解析が必要であるとともに、この 2 地域以外のブナ林地域の可能性についても除外すべきでない指摘されていることから、今後、これらの点を踏まえて引き続き調査を実施する必要があると考えられる。

7. 参考資料

(1) 阿寒地域

- 1) 事前説明資料
- 2) 現地説明資料

(2) 日高山脈

- 1) 事前説明資料

(3) 飯豊・朝日連峰、奥利根・奥只見（多雪環境とブナ林）

- 1) 事前説明資料
- 2) 現地説明資料

(4) 南アルプス

- 1) 事前説明資料
- 2) 現地説明資料

(5) 専門家により提供された文献一覧

(1) 阿寒地域

1) 事前説明資料

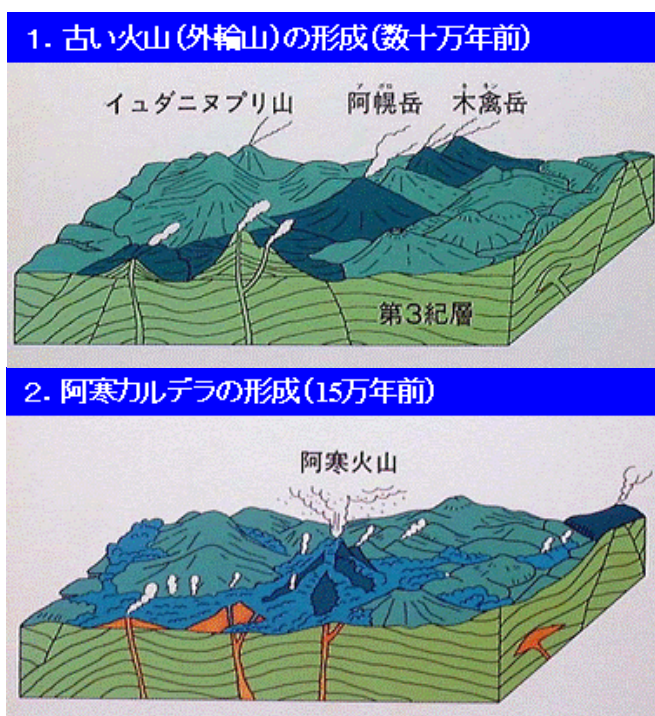
1. 自然の概要

1-1 阿寒湖周辺の火山と湖沼群

当地域は、千島火山帯の西南端にあたり、阿寒・屈斜路・摩周の3つのカルデラをはじめ第四紀の火山を主体とする阿寒・屈斜路火山群を骨格としている。当地域のカルデラの形成時代は、阿寒カルデラが最も古く（約12万年前）、屈斜路カルデラが十数万年前から3万年前、摩周カルデラが約7,000年前、と北東に位置するものほどその年代は新しい。

阿寒カルデラには、当地域最高峰で活火山の雌阿寒岳(1,499m)をはじめとする火山と、阿寒湖・パンケトー・ペンケトー・オンネトーなどの湖沼、その周囲にはエゾマツ、トドマツなどの亜寒帯性の常緑樹林が広がる。

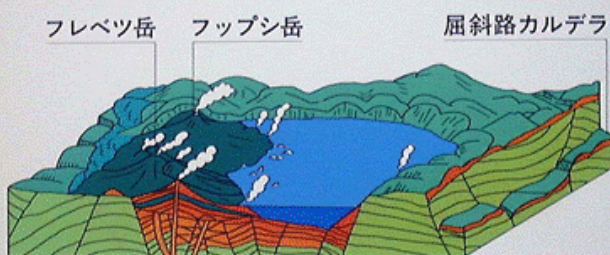
阿寒カルデラ中央に生じた「古阿寒湖」は、カルデラ南西部におけるフレベツ岳やフップシ岳の噴出した溶岩流により一部が埋め立てられ、その後、カルデラ南東のピリカネツ付近の浸食により水位の低下が起こり、湖底が露出した。次いで、12,000年前から13,000年前にカルデラやや東よりに雄阿寒岳の噴火が始まり、その溶岩流により一部（現在の滝口付近）が堰き止められ、湛水して「前阿寒湖」を形成した。その後、12,000年前に阿寒カルデラ中央やや東よりに雄阿寒岳が噴出し、その大量の溶岩の流出によって、現在の阿寒湖、太郎湖、次郎湖、パンケトー、パンケトー、ヒョウタン沼、ジュンサイ沼等が環状に配列した湖沼群が成立した。湖沼群の中には、その後の堆積作用により湿地化した湖沼も見られる。



3. カルデラと古阿寒湖の生成(15~10万年前)



4. フレベツ岳・フップシ岳の噴火(数万年前)



5. 雌阿寒岳(2万年前)と雄阿寒岳(1万年前)の噴火

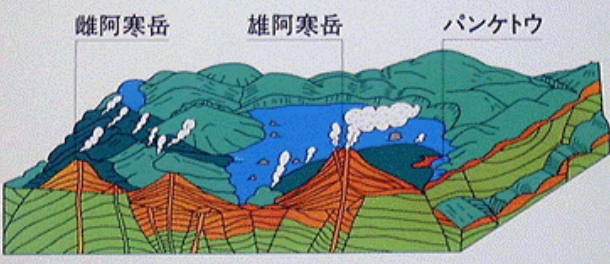


図 阿寒カルデラの発達史 (釧路市 2013)

1-2 動物相

阿寒湖の集水域やその周辺部は、広大で原生的な森林を有しており、多くの哺乳類、鳥類、昆虫類などが生息している。哺乳類ではヒグマやエゾシカなどの大型動物をはじめ、キタキツネ、エゾユキウサギ、エゾリスなど 9 科 24 種が確認されている。

鳥類ではクマゲラ、オジロワシ (IUCN 準危急種)、オオワシ (IUCN 絶滅危惧Ⅱ類)、シマフクロウ (IUCN 絶滅危惧種) など 150 種近くが確認されている。

魚類では、阿寒湖が原産といわれるヒメマス (ベニザケが陸封されたもの) を含め、既存種 12 種が報告されている。

昆虫類は阿寒国立公園で 9 目 119 科 1,098 種が報告され、そのうち阿寒湖南岸の噴気孔原等で見られるツツレサセコオロギやハラオカメコオロギは温暖な地域に分布する遺存種である可能性が指摘されている。底生動物は、ヘン形動物門 1 目 1 科 3 種、線形動物門 1 種、軟体動物門腹足綱 2 目 3 科 4 種、同二枚貝綱 1 目 1 科 1 種、環形動物門ミミズ綱 3 目 5 科 11 種、同ヒル綱 1 種、節足動物門軟体綱 3 目 3 科 3 種、同昆虫綱 7 目 193 種が報告されている。

1-3 植物相

阿寒湖の集水域には、北方常緑針葉樹林のエゾマツ、アカエゾマツ、トドマツが優占している。雄阿寒岳や雌阿寒岳では山麓から頂上にかけて、針葉樹林からダケカンバ帯、ハイマツ帯、高山植物群落といった標高に伴う森林の構成種の変化（垂直分布）を見ることができる。雌阿寒岳では山頂部に火山性砂礫原の植生が広く分布している。アトサヌプリのハイマツ群落は火山活動の影響を大きく受けた特殊な環境（海拔 160m の低地）に発達している。

当地域一帯は、植物の固有種は少ないが、多様な環境から植物の種類は比較的多い（高等植物約 700 種）。このうち、阿寒の名がつけられた植物は、メアカンキンバイ、メアカンフスマ、アカンズゲなどがあり、ケショウヤナギは IUCN のレッドリストの危急種に含まれている。

阿寒湖には特別天然記念物に指定されているマリモが生育している。淡水藻類はマリモをはじめ 259 分類群が報告されている。

2. 世界遺産としての価値の可能性

2-1 阿寒湖沼群

阿寒湖をはじめ、周辺の湖沼群や湿地は同じ時期に、同じ水系から形成されたものであるが、北部のイベシベツ川下流や南部のシラコロジュ沢では、湖の規模が小さかったために周辺の河川から流入する土砂によって埋め立てられ、現在では湿地となっている。このように阿寒湖沼群は、起源を同じくする湖が沼沢を経て湿地に変わっていく様々な遷移の段階を目の当たりにできる湖沼遷移の実験室的要素をもつ。また、これらの湖沼群は湖盆の規模や形状が異なることに加え、集水域の面積や周辺環境の影響によって、水質も貧栄養から富栄養、腐植栄養と多様化している。このような湖沼環境の多様性は、湖沼ごとに固有で独自の水生生物群集が成立するための重要な基盤となっている。

2-2 マリモ

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。

マリモ (*Aegagropila linnaei*) は北半球の高緯度地方に分布しており、日本を中心とする東アジアとバルト海周辺の北ヨーロッパが主要な生育地である。最近の研究で、この二つの地域のマリモは同一種であることが確かめられた。また、球状マリモはヨーロッパの数カ所で生育していたが、現在では、群生地として、日本とアイスランド（ミーヴァトン湖）の 2 ヶ所に限られている。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。

マリモは、着生型、浮遊型、集合型の様々な生活型をもち、阿寒湖ではこれら 3 つの生活型すべてを観察できる。大きな球状の集塊に発達し、なおかつ群生しているのは、阿寒湖とアイスランドのミーヴァトン湖だけに限られる。特にこぶし大以上の球状マリモの生育が確認されているのは国内では阿寒湖だけであり、阿寒湖の群生地は、阿寒湖北部の 2 カ所に限られている。そのため阿寒湖のマリモは特別天然記念物に指定されている。

特異なマリモが生育するための要因として以下の4要素が考えられる。

- ①阿寒湖は火山噴火によってもたらされたカルデラ湖を起源として、浸食・噴火・堰止め、堆積等の複雑な地学的作用により特異な湖盆地形を形成している。また、河川周辺には土砂が運び込まれ、特に北側と西側は遠浅の入り江が発達し、球状マリモが転がりやすい環境を形成している。
- ②湖岸に複雑に入り込む流水や湖岸の地形により、湖底には砂泥や岩石・砂礫などが堆積され、それらは地域ごとに異なった底質を構成し、マリモの生活様式に多様性をもたらす。
- ③阿寒湖の南側から吹く非常に強い風が、遠浅の湖底で効率的に適度な波を起こすことで、マリモが球状を保つことができる。
- ④阿寒湖の湖底から湧水が湧き出ていることが確認されている。また、阿寒湖に流入する水として、北部の外輪山側から雨水を主成分とした水が流入し、南側の雌阿寒岳側からは、硫黄や硫化水素を含んだ水が、さらに雄阿寒岳側からは、高濃度のミネラルを含んだ水が流入することが確認されており、阿寒湖の水の成分は極めて複雑である。

国内の分布域ではマリモの個体数が著しく減少しており、環境省 RDB の絶滅危惧 I 類 (CR+EN) に指定されている。阿寒湖においても、戦後に温泉街が発達したため排水等による湖水の水質悪化、透明度の低下が起り、夏季にはアオコが発生するなど生息環境が悪化した。その後、水質保全のため下水道の整備やマリモ保存会の設立、平成 21 年には官民 22 団体からなるマリモ保全対策協議会を設立し、マリモ保護管理計画が策定されるなど、保護対策が講じられている。

2-3 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る。また、現在活動中の深海の熱水マンガン床、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、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。

3. 比較事例

3-1 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ゥスタダギーガルで、特別保護区となっている。

ミーヴァトンとラクスアウ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。

3-2 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))

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。

4. 課題

4-1 阿寒湖とマリモ

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なく、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種のみの価値では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。

4-2 オンネトー湯の滝

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。

Akan

1. Description of the Natural Environment

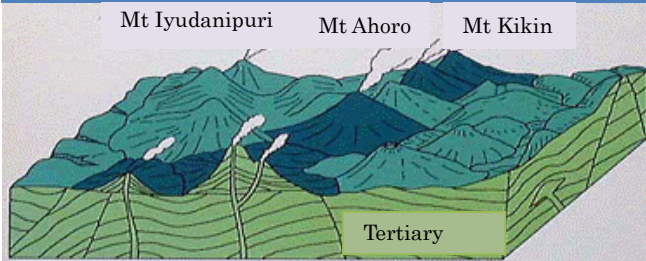
1.1. Volcanoes and Lakes Surrounding Lake Akan

The region is at the southwestern tip of the Chishima volcanic zone on the Akan-Kussharo volcano group, which is mainly made up of Quaternary volcanoes, including the Akan, Kussharo and Mashu calderas. The Akan caldera is the oldest of the calderas in the region (formed around 120,000 years ago), followed by the Kussharo caldera, formed somewhere between 30,000 to more than 100,000 years ago, while the Mashu caldera is among the newest in the northeast, being formed around 7,000 years ago.

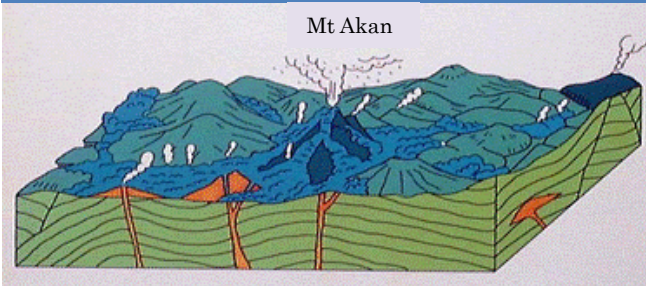
There are volcanoes in the Akan caldera, including the active Mt. Meakan (Meakan-dake; 1,499m), the highest peak in the region, as well as lakes and reservoirs, such as Lake Akan, Lake Penketo, Lake Panketo and Lake Onneto. The caldera is surrounded by subarctic evergreen forests of Yezo spruce *Picea jezoensis* and Sakhalin fir *Abies sachalinensis*.

“Ancient Lake Akan” in the center of the caldera partially filled up with lava flow erupted from Mt. Furebetsu (Furebetsu-dake) and Mt. Fuppushi (Fuppushi-dake) in the southwestern part of the caldera. Later, the water level retrogressed due to erosion near Pirikanepu in the southeastern part of the caldera, exposing the lake floor. Around 12,000-13,000 years ago, Mt. Oakan, in the inner eastern part of the caldera, started erupting and the lava flow caused a partial dam (near the top of the waterfall today), forming the “Former Lake Akan”. Later, 12,000 years ago, Mt. Oakan, slightly to the east of the center of the caldera, erupted, the large lava flows forming a ring formation of lakes and reservoirs, including the present-day Lake Akan, Lake Taro, Lake Jiro, Lake Penketo, Lake Panketo, Hyotan Marsh and Junsai Marsh. Among these lakes are wetlands formed by later deposits.

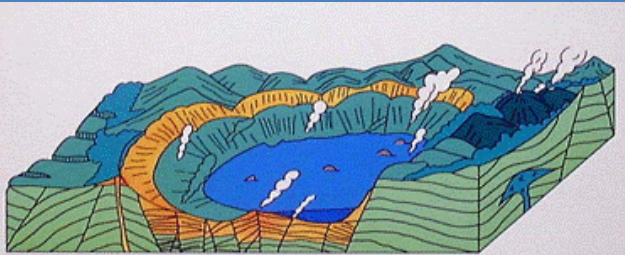
1. Formation of ancient volcanoes (outer rim)
(100,000s of years ago)



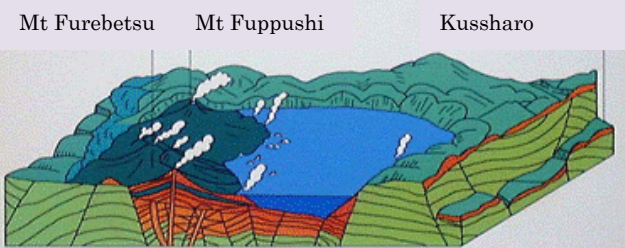
2. Formation of the Akan caldera (150,000 years



3. Formation of the caldera and Lake Akan
(100,000-150,000 years ago)



4. Eruption of Mt Furebetsu and Mt Fuppushi
(10,000s of years ago)



5. Eruption of Mt Meakan (20,000 years ago) and
Mt Oakan (10,000 years ago)

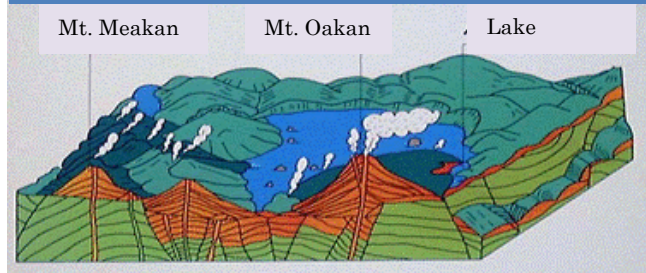


Fig. Evolution of Akan Caldera (Kushiro City 2013)

1.2. Fauna

The Lake Akan watershed catchment and surrounding area is covered in expanses of virgin forest, which is home to mammals, birds and insects. There are nine confirmed families and 24 species of mammals, including large mammals such as the brown bear *Ursus arctos* and sika deer *Cervus nippon yezoensis*, as well as the red fox *Vulpes vulpes schrencki*, the mountain hare *Lepus timidus ainu* and the Eurasian red squirrel *Sciurus vulgaris orientis*.

There are nearly 150 confirmed species of birds, including the black woodpecker *Dryocopus martius*, the white-tailed sea-eagle *Haliaeetus albicilla*, the Steller's sea-eagle *H. pelagicus* (VU, IUCN Red List) and the Blakiston's fish owl *Ketupa blakistoni blakistoni* (EN, IUCN Red List).

There are reported to be 9 orders, 119 families and 1,098 species of insects in Akan National Park. The Japanese burrowing cricket *Velarifictorus micado* and field cricket *Loxoblemmus campestris*, found in fumaroles on the southern shore of Lake Akan, are identified as potential relict species distributed throughout temperate regions. In terms of benthic animals, there are reported to be 1 order, 1 family and 3 species of flatworms; 1 species of roundworms; 2 orders, 3 families and 4 species of gastropod mollusks; 1 order, 1 family and 1 species of bivalves; 3 orders, 5 families and 11 species of oligochaetes; 1 species of leeches; 3 orders, 3 families and 3 species of malacostracans; and 7 orders, 193 species of insects.

1.3. Flora

The Lake Akan watershed catchment area is dominated by northern evergreen coniferous Yezo spruce *Picea jezoensis*, Sakhalin spruce *Picea glehnii* and Sakhalin fir *Abies sachalinensis*. Changes in forest species by elevation (vertical distribution) can be seen from foot to summit on Mt. Oakan and Mt. Meakan, from coniferous forests to the Erman's birch *Betula ermanii* zone, the Japanese stone pine *Pinus pumila* zone and alpine plant communities. The volcanic gravel vegetation is widely distributed in the

summit area of Mt. Meakan. A community of Japanese stone pine on Mt. Atusanupuri is growing in a special environment (lowland at an altitude of 160m) that has been significantly impacted by volcanic activity.

While there are few endemic plant species in the region, there is a relatively high number of plant species (around 700 species of higher plants) from various environments. Included among these are many that bear the name 'Akan' in Japanese, such as *meakan-kinbai* 'Mt Meakan winter jasmine' (*Sibbalidia miyabei*), *meakan-fusuma* 'Mt Meakan's blanket' (*Arenaria merckioides* Maxim. var. *merckioides*) and *akan-suge* 'Akan sedge' (*Carex loliacea*). *Salix arbutifolia* is included as VU in the IUCN Red List.

Marimo *Aegagropila linnaei* grows in Lake Akan and is designated as a special natural monument of Japan. There are reported to be 259 taxonomical groups of freshwater algae, including marimo.

2. Proposed OUV

2.1. Akan Lakes

While Lake Akan and the surrounding lakes and wetlands formed at the same time from the same water system, the smaller bodies of water in the lower reaches of the Ibeshibetsu River in the north and the Shirakoroju swamp area in the south have been filled in by sedimentation from the surrounding rivers and have now become wetlands. Thus, the lakes have a laboratory-like element to them, providing the opportunity to witness the various stages of transition of a lake from the same source turning into a swamp and then a wetland. These lakes are also diverse in water quality from oligotrophic to eutrophic to dystrophic, not only due to the differences in size and shape, but also due to the catchment area and the effect of the surrounding environment. This diversity in lake environments is an important basis for each body of water having its own community of aquatic organisms.

2.2. Marimo *Aegagropila linnaei*

Lake Akan and the surrounding lakes have undergone unique transitions due to the impact of volcanoes, with a diverse lake ecosystems that have fostered marimo and other rare biota.

Marimo is distributed in high latitude regions of the Northern Hemisphere; its main habitat is in East Asia, particularly Japan, and Northern Europe around the Baltic Sea. A recent study has confirmed that the marimo in these two regions is the same species. Further, while spherical marimo once grew in several places in Europe, it now only grows in two places: Japan and Iceland (Lake Mývatn). Furthermore, the study also showed that marimo is on the verge of extinction in Lake Mývatn and that DNA analysis has indicated that all of the marimo in the world is very likely to have originated in Japan.

Marimo has three growth forms: epilithic, free-floating filaments and aggregated balls. All three growth forms can be observed in Lake Akan. Marimo only grows into large balls and clusters of balls in Lake Akan and Lake Mývatn in Iceland. Lake Akan is the only place in Japan where marimo has been confirmed to grow into balls the size of a fist or larger, and there are only two places in the northern part of Lake Akan where it will grow. For this reason, marimo has been designated as a special natural monument of Japan.

The following four elements are considered to be factors specific to growing marimo.

- 1) Lake Akan originated as a caldera lake caused by a volcanic eruption; a unique basin topography formed through the complex geological action of erosion, eruption, damming and depositing. Surrounding rivers carried in sediment, developing shoaling inlets, particularly on the northern and western sides, creating an environment in which it is easy for spherical marimo to roll around.
- 2) The complex inlet system and the topography of the lakeshore deposited silt, stones and gravel were on the lake floor, resulting in different bottom sediment in different places, diversifying the marimo habitat.
- 3) The very strong winds that blow from the southern side of Lake Akan effectively create moderate waves on the shallow lake floor, maintaining the spherical shape of

the marimo.

- 4) The presence of springs has been confirmed on the floor of Lake Akan. Together with the water flowing in from the outer rim to the north, which mainly consists of rainwater, the water coming from Mt. Meakan to the south, with high sulfur and hydrogen sulfide content, and the water from Mt. Oakan, with high concentrations of minerals, give the water in Lake Akan a very complex composition.

The marimo population has depleted in its distribution region within Japan. The Ministry of the Environment has designated it on the RDB as Critically Endangered and Endangered (CR + EN). Even in Lake Akan, the habitat has deteriorated, with decreased water quality and decreased transparency resulting from discharged effluent as the post-war hot spring industry has developed, and algae blooming in summer. Countermeasures have since been carried out, such as establishing a sewage system to preserve the water quality, the establishment of the Marimo Preservation Society, the establishment of the Marimo Conservation Measures Committee in 2009, made up of 22 public and private sector groups and the formulation of the Marimo Protection Management Plan.

2.3. Yuno-taki Fall

The Onneto Yuno-taki source and the slope of the waterfall are home to various microbes, including cyanobacteria, which emit oxygen during photosynthesis, and manganese-oxidizing bacteria, which bind the oxygen to manganese ions in the hot spring. The combined action of these microbes forms manganese dioxide on the surface of the slope of the waterfall; this rare location can produce over 1 ton of sediment in a year.

There are huge land-based manganese dioxide deposits now being discovered that are believed to have been deposited in the primordial ocean in the Precambrian era. The formation mechanism of currently-active manganese dioxide deposits around deep-sea hydrothermal deposits and of manganese nodules that slowly form over a wide area of sea floor is still a mystery. Accordingly, searching for manganese dioxide deposits that are

still forming naturally holds the key to understanding events of the past.

The presence of manganese-oxidizing bacteria thought to be a different species from those in the Onneto hot spring has been confirmed near an area of hydrothermal activity on the ocean floor. The deposit-forming process involving microbes capable of oxidizing manganese is thought to be the same both on the ocean floor and on land. However, in order to use this as a research material requires deep-sea research vessels and prolonged investigation, which present a major obstacle. Further, while the manganese deposits that are still being formed on land are found in caves along the headwaters of the Tennessee River and in various places in Japan, they are very small and it has been difficult to clarify whether the actual manganese oxidization in the natural environment is being achieved by a chemical mechanism or by a microbiological mechanism.

The scale of the Yuno-taki Fall manganese deposit is unparalleled for a manganese deposit that is still being formed on land. It is the largest in the world in which the manganese formation process can be examined directly and relatively easily. Research to clarify the mineral formation mechanism is being carried out in various fields, including geoscience, microbiology, mineralogy, volcanology, geology and hydrology.

3. Comparative Cases

3.1. Mývatn and Laxá (Iceland, tentative list, (viii) (ix) (x))

The Mývatn region is both geologically and biologically unique and is valued for conservation. Rainwater accumulated in the porous subterranean volcanic bedrock travels underground, forming a series of springs that flow to the surface and into rivers and lakes in the various water systems. The largest water system is the wetland region around Mývatn and Laxá. Lake Mývatn (37km²) is situated 278m above sea level and encompasses over 50 islands. The scenery landscape of the lake shore and the islands is distinguished by the impressive pseudocraters, formed by phreatic eruptions when hot lava flowed into the lake around 2,300 years ago. The most famous of these craters are the Skútustaðagígar craters, which has a special protection status.

Mývatn and Laxá have one of the largest breeding populations of waterbirds in the world. A total of 115 species of wild birds have been recording living in the region, including 28 species of ducks. There are 15 species of ducks that regularly breed in the region; the most frequent of these are the tufted duck *Aythya fuligula*, the greater scaup *Aythya marila* and the Eurasian wigeon *Anas penelope*. Often frequently-seen ducks include the Barrow's goldeneye *Bucephala islandica*, the red-breasted merganser *Mergus serrator*, the common scoter *Melanitta nigra* and the mallard *Anas platyrhynchos*. Three of the duck species that breed in the region are rarely seen in other parts of Iceland. Mývatn and the surrounding region is the only confirmed breeding ground in Europe for the Barrow's goldeneye; it is also the easternmost breeding ground for the harlequin duck *Histrionicus histrionicus*. Besides ducks, there are also over 300 pairs of Slavonian grebes *Podiceps auritus* that breed in the region, as well as the whooper swan *Cygnus cygnus*, red-necked phalarope *Phalaropus lobatus*, great northern divers *Gavia immer*, red-throated divers *Gavia stellata* and other waterbirds.

The main reason for this ecology abounding in wild birds is the rich nutrients supply provided by the lake. Due to the abundance of primary products and the high population of insects and other small organisms, the lake is an abundant food source for the birds. The size of the lake, the wide expanse of shallows, the large number of islands, the long stretch of shoreline, the dry climate, the varied topography and other factors have all contributed to the formation of this ecology abounding in wild birds. Since Mývatn is shallow (a maximum depth of 4m, except in areas where siliceous sediment (diatomite) has been extracted), the lake floor gets enough daylight to sustain a wealth of vegetation, including the rare algae species marimo *Aegagropila linnaei*.

3.2. Shark Bay, Western Australia (Australia, 1991, (vii) (viii) (ix) (x))

The world's largest and most diverse stromatolites (hard, dome-shaped structures formed by microbial mats) can be seen in the hypersaline Hamelin Pool in Shark Bay. Analogous structures dominated marine ecosystems on Earth for more than 3 billion years.

The stromatolites of Hamelin Pool were the first modern, living examples to be recognized that have a morphological diversity and abundance comparable to those that inhabited Proterozoic seas. As such, they are one of the world's best examples of a living analog for the study of the nature and evolution of the earth's biosphere up until the early Cambrian. The Wooramel Seagrass Bank is also of great geological interest due to the extensive deposit of limestone sands associated with the bank, formed by the precipitation of calcium carbonate from hypersaline waters.

4. Challenges

4.1. Lake Akan and Marimo

There are many questions that cannot be answered by earth science, such as the biota in the lakes in various stages of transition, inter-species relationships and their impact on the lake ecosystems and not enough research is being carried out to explain the biological and ecological processes. In terms of diversity, 40 years of continuous research has shown that Lake Mývatn is unique in Europe for its diversity of biota, particularly among waterbirds, and progress is being made on clarifying population dynamics. World Heritage inscription has never been done for a single species. An IUCN study made mention of Criteria (x) with the statement that “the value of a single species alone is not enough to prove World Heritage OUV; those sites have not been inscribed in the past, such as wild donkey sanctuaries in India”. It would probably be difficult to get Lake Akan inscribed on a World Heritage list, only for a single species of marimo *Aegagropila linnaei*.

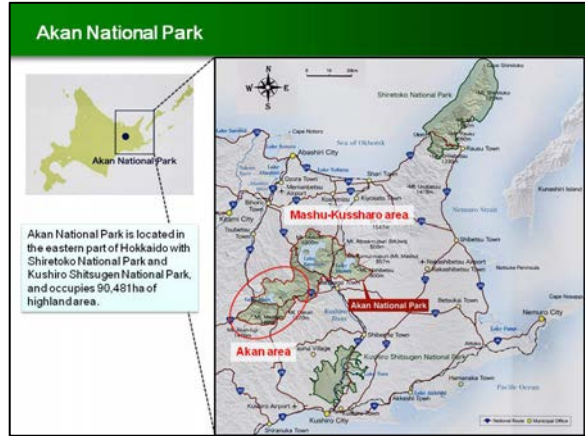
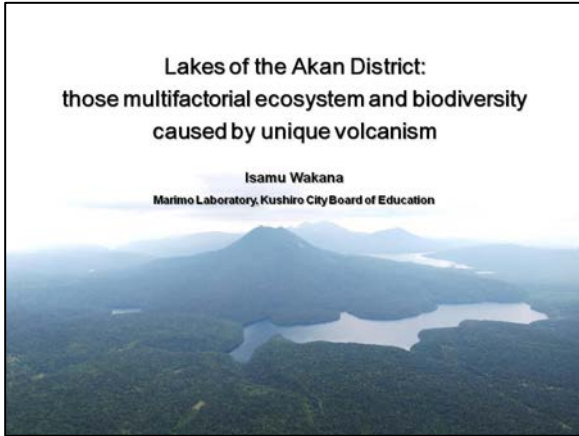
4.2. Yuno-taki Fall

In Shark Bay, Western Australia, one of the comparative cases, the photosynthetic microorganisms (cyanobacteria) not only produced the world's first oxygen on a beach in the Precambrian era, but also continue to produce stromatolites, products formed by the deposition growth of calcium carbonate, and are inscribed in the World Heritage list as a living fossil.

Manganese-oxidizing bacteria in the Yuno-taki Fall produce manganese dioxide deposits using oxygen produced by cyanobacteria. While this differs from Shark Bay in terms of producing stromatolites by collective microorganism action, there are similarities in terms of biomineralization, where living organisms are involved in producing minerals.

2) 現地説明資料

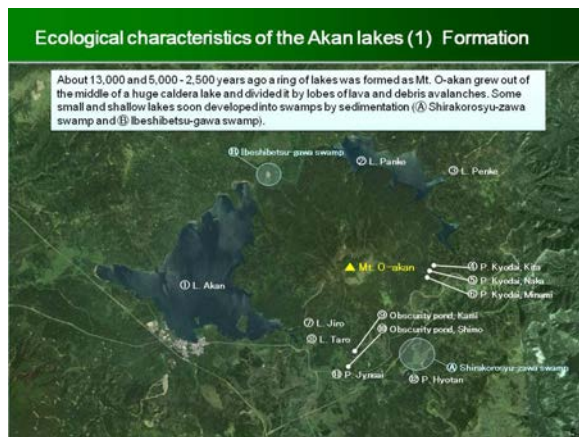
- 阿寒湖（火山と生物多様性） 若菜専門家 -9月20日-



Origin and lake type of the Akan lakes

Lake type (Nutrient type)	Origin			
	Crater lake	Disjunction of inside of Akan Caldera by eruption	Damming by landslide etc.	Unclear
Harmonic	Oligotrophic	② L. Panke, ③ L. Penke, ④ P. Kyodai, Minami		
	Mesotrophic		⑦ L. Jiro	
	Eutrophic			① L. Akan, ⑥ P. Hyotan
Inharmonic	Acidotrophic		⑧ L. On-ne	
	Alkalitrophic			
	Siderotrophic			⑤ P. Nishiki
Dystrophic			① P. Jynsai	
Unclear (Undersurvey)	③ Obscurity pond, Furetsu, ④ P. Ao, ⑤ P. Aka		④ Obscurity pond, Kami, ⑧ Obscurity pond, Shimo	

Encompassing the lake type in limnology except alkalitrophic



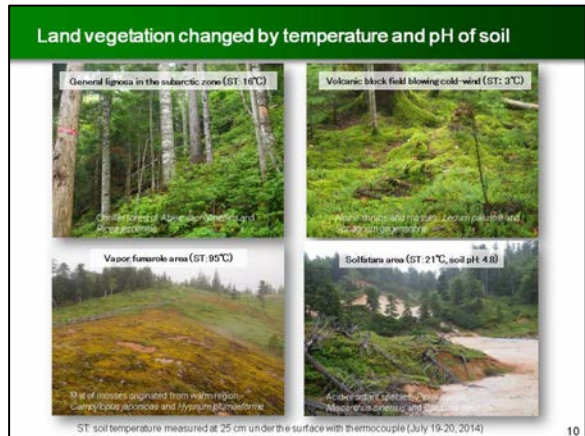
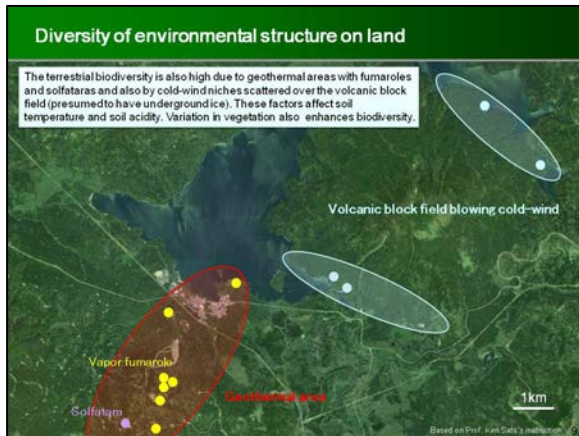
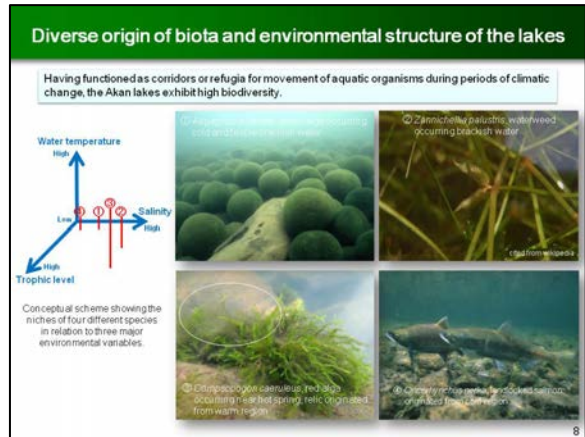
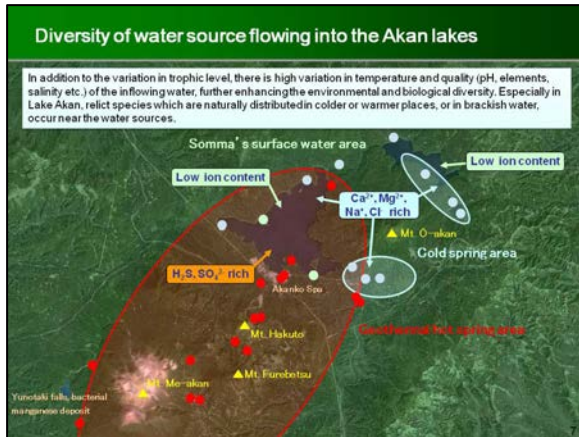
Ecological characteristics of the Akan lakes (2) Lake succession and diversity

Experimental field of lake succession: Despite a shared origin and age, the lakes differ in trophic levels and sedimentation. The difference is due to the relative sizes of lakes and their catchments. Each age group of lakes has many lake types ranging from oligotrophy to eutrophy, including a swamp as the final stage of succession. The biota reflects this variation. This may be seen as a colossal natural experiment, probably very rare in the world.

Submerged plant community in ② L. Panke

Floating-leaved plant community in ① P. Jynsai

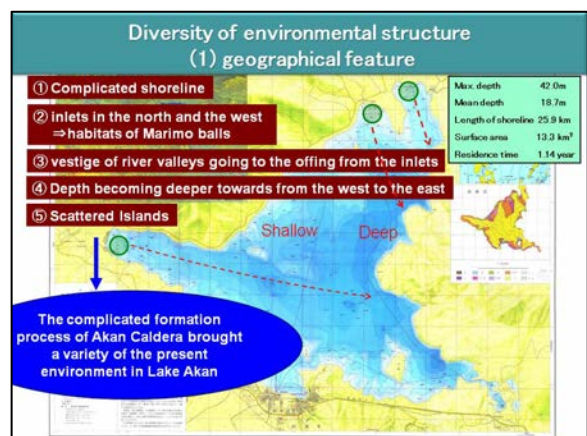
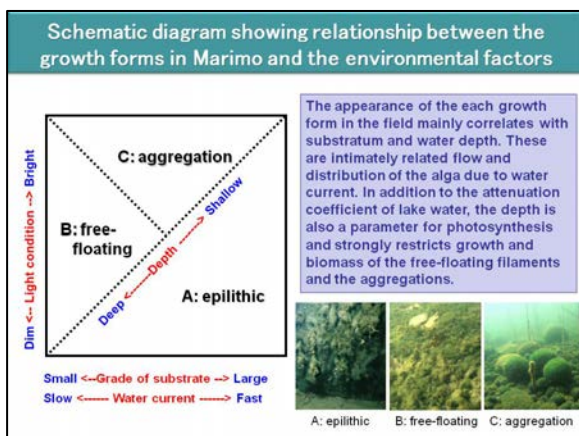
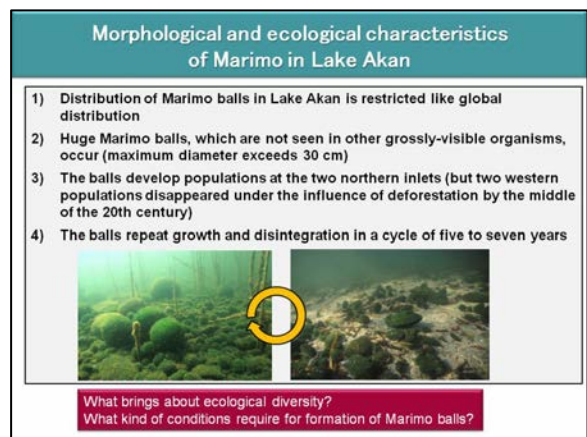
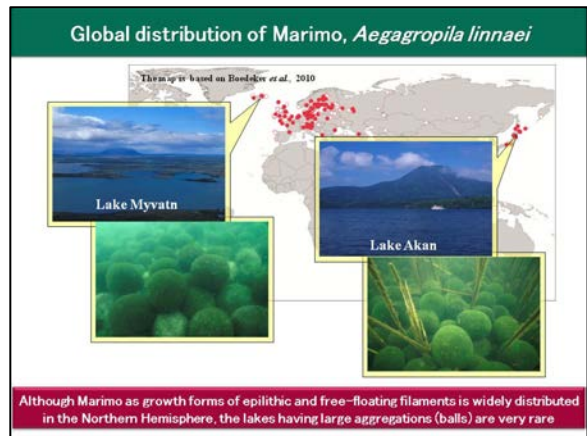
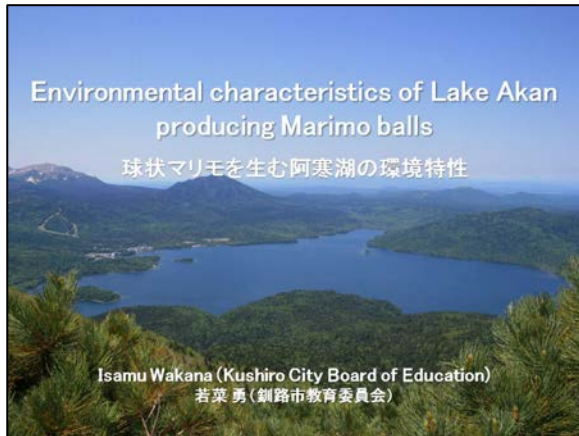
Lake type	Formation (disjunction) time of lakes	
	Old (~13,000 YBP)	Now (5,000-2,500 YBP)
Oligotrophic		② L. Panke, ③ L. Penke, ④ P. Kyodai, Minami
Mesotrophic	⑦ L. Jiro	⑤ P. Kyodai, Kita, ⑥ P. Kyodai, Naka
Eutrophic	⑧ L. Taro	① L. Akan, ⑥ P. Hyotan
Dystrophic	① P. Jynsai	
Swamp	③ Shirakorosyu-zawa	④ Ibeshibetsu-gawa

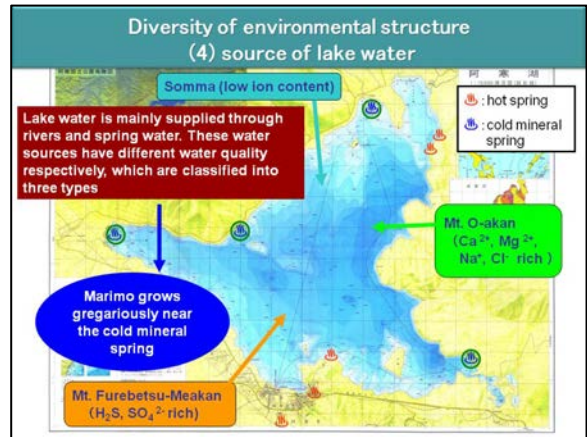
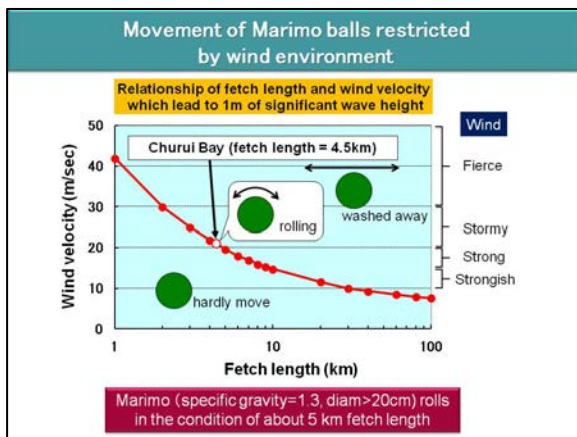
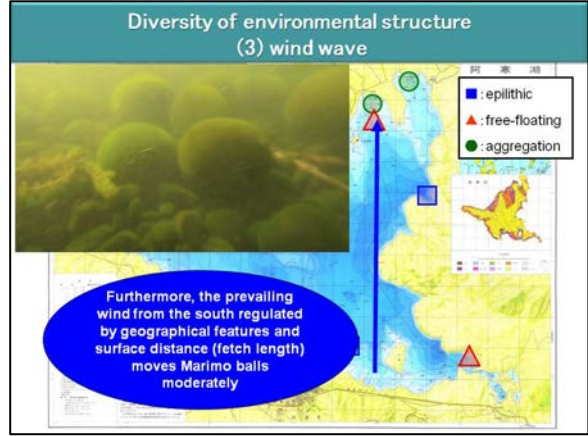
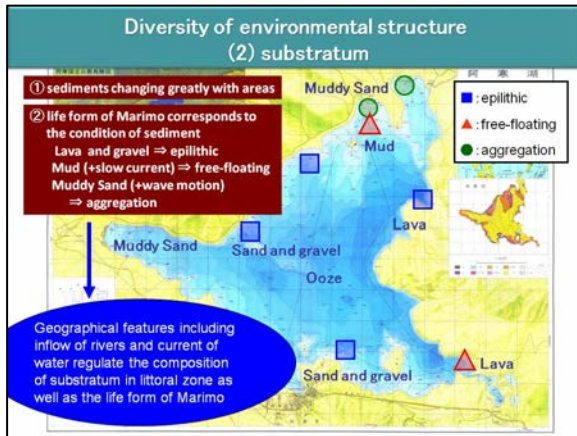
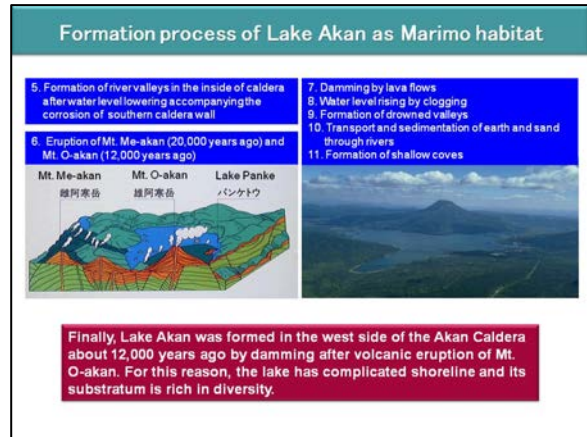
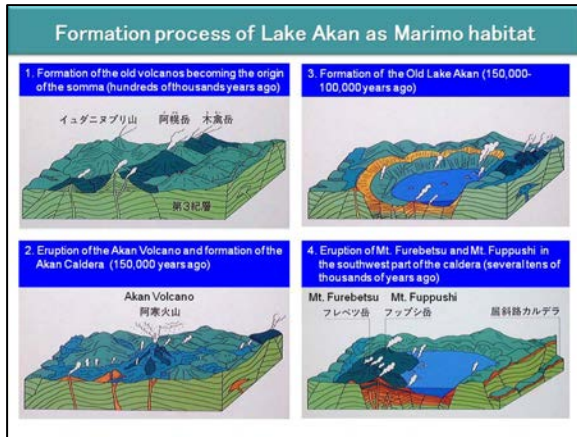


Conclusions: the lakes as a catalog of freshwater ecosystem

1. The nature of the Akan district, based on a typical subarctic forest vegetation, has varied ecosystems influenced by unique volcanic activity.
2. The diversity of ecosystems supports high biodiversity and many different trophic levels in lakes around Mt. O-akan.
3. Lake and other water systems have evolved over hundreds of thousands of years after the formation of the old Akan caldera, but most of the lakes have received significant amounts of sediments in the last tens of thousands of years.
4. It is likely that over the millennia the water system, composed of cold, warm and brackish waters has served as a corridor and refugia for the migration of aquatic plants and animals in times of climatic change.
5. As a result a rather unique lake community seems to have been formed from organisms derived from cold, warm or brackish regions.

● 阿寒湖（マリモ） 若菜専門家 -9月21日-





Conclusions

- 1) Growth and distribution of Marimo are influenced by various environmental factors
- 2) The diversity of the environmental structure in Lake Akan brings morphological and ecological diversity of Marimo
- 3) Formation of Marimo balls requires some special environmental conditions and their precise combination, and that has become a base of the scarcity of the existence

- 1) マリモの生育と分布は様々な環境要因の影響を受けている
- 2) 阿寒湖が有する環境構造の多様性がマリモの形態と生態を多様化させる
- 3) 球状マリモの生成には特殊な環境条件とその精密な組み合わせが必要であり、そのことが存在の希少性の基盤になっている



● オンネト一湯の滝 三田専門家 -9月21日-

2014.7.19 (Sat), 20 (Sun) (Hosted by) Science Museum Science Club (in cooperation with) National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, and Ashoro Museum of Paleontology

Onneto/Nishikinumata

(Name) Date: __/__/__ mm __/__/__ YY
 (Place) Onneto/Nishikinumata (both)
 (Plants) Measurements values are approximate values.

It is said dissolved in water have the following appearance.
 Fe²⁺ ions appear like of high concentration.
 Fe³⁺ ions appear green at high concentration.
 They both appear colorless at low concentrations.

Fig. 1 There was a thick layer of black iron oxide sediment on the road that crossed an old 100m water tunnel of the Nishikinumata and its periphery, and a thin layer of red iron oxide around the pond. The sediment was composed of iron-rich iron or iron hydroxide. (Data by Mita, Aug. 1997).

Naoki Mita, Junji Akai, Hiroyuki Mura, Akira Urai (1997) "Onneto/Nishikinumata", microbial mats (edited by Tazaki), issued by Kitazawa University, p. 16-17 (Fig. 1-4 Fig. 2)

(For explanation of Mn²⁺, refer to "Yuno-taki Fall")

Fig. 2 Sediment obtained by cutting the sediment in the hole, left of the road (Fig. 1), composed of iron oxide (microscopic photos by Mita)

Fig. 3 A 100m long of the vertical section of the water tunnel. The water tunnel was built in the 1950s. The tunnel was built by the local residents. The tunnel was built by the local residents. The tunnel was built by the local residents.

From an inorganic chemical perspective, when the DO (dissolved oxygen) concentration is low, iron ions in water are:
 (1) dissolved in water as divalent Fe²⁺ ions when pH is approximately 4 or lower.
 (2) first dissolved in water as trivalent Fe³⁺ ions when the pH is approximately 4 or higher, and then bound with OH⁻, turning into brown or red colored sediment of hydrated Fe(OH)₃.

When considering from "an inorganic chemical perspective" based on the measurement result, which of the following (A) and (B) do you think is the correct status of iron?
 → Circle (A) or (B) (A) Dissolved in water as Fe²⁺ ions (B) Dissolved in water as Fe³⁺ ions, which turn into brown or red colored sediment of Fe(OH)₃ or Fe₂O₃.

2014.7.19 (Sat), 20 (Sun) (Hosted by) Science Museum Science Club (in cooperation with) National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, and Ashoro Museum of Paleontology

Yuno-taki Fall

(Name) Date: __/__/__ mm __/__/__ YY
 (Place) Yuno-taki Fall (right)
 (Plants) Measurements values are approximate values.

Mn²⁺ ions appear yellow at high concentrations
 (1) almost colorless at low concentrations.

(Discharging area)
 Sample Y-1
 *Collection time = :
 *Water temp = __ °C
 *DO = __ mg/L
 *COD = __ mg/L
 *Mn²⁺ = __ mg/L
 *Fe²⁺ = __ mg/L
 *All Fe ions: Fe²⁺ + Fe³⁺ = __ mg/L

Hot water pool
 Hot spring discharge area
 Geyser
 Hot water
 Cold water
 Manganese oxide

Naoki Mita

(Start of fall) Sample Y-2
 *Collection time = :
 *pH = __
 *Water temp = __ °C
 *DO = __ mg/L
 *COD = __ mg/L
 *Mn²⁺ = __ mg/L
 *Fe²⁺ = __ mg/L
 *All Fe ions: Fe²⁺ + Fe³⁺ = __ mg/L

(Waterfall basin, mid-fall) Sample Y-3
 *Collection time = :
 *pH = __
 *Water temp = __ °C
 *DO = __ mg/L
 *COD = __ mg/L
 *Mn²⁺ = __ mg/L
 *Fe²⁺ = __ mg/L
 *All Fe ions: Fe²⁺ + Fe³⁺ = __ mg/L

From an inorganic chemical perspective, even if the DO (dissolved oxygen) concentration is high, manganese is:
 (1) dissolved in water as divalent Mn²⁺ ions when pH is approximately 10 or lower
 (2) turns into black sediment as MnO₂ when pH is approximately 10 or higher.

When considering from "an inorganic chemical perspective" based on the measurement result, which of the following among (A) and (B) do you think is the correct status of manganese?
 → Circle (A) or (B) (A) Dissolved in water as Mn²⁺ ions (B) Turns into black sediment as MnO₂.

2014.7.19 (Sat), 20 (Sun) (Hosted by) Science Museum Science Club (in cooperation with) National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, and Ashoro Museum of Paleontology

The chemical reaction formulas at the bottom are conceptually:
 Environment in which life cannot live on land due to intense ultraviolet irradiation

Step-1: Ozone (O₃) is generated in the upper atmosphere (UV: short wavelength of 220 nm or shorter)
 (1) O₂ + hv → 2O^{*} (2) O^{*} + O₂ → O₃
 Step-2: Ozone blocks ultraviolet radiation and protects life → Life can live on land!
 (3) O₃ + hv → O^{*} + O₂ (4) O^{*} + air molecule → 2O₂

Polymers such as starch cellulose
 Sugar (C₆H₁₂O₆)
 Protein (C₆H₁₂O₆)
 Figure 2.3 Letters (Source and Reference are omitted. Although they consist of the same stuff, they have different structures).

It was called "blue-green algae" at first, later, it also started to be called "Cyanobacteria".

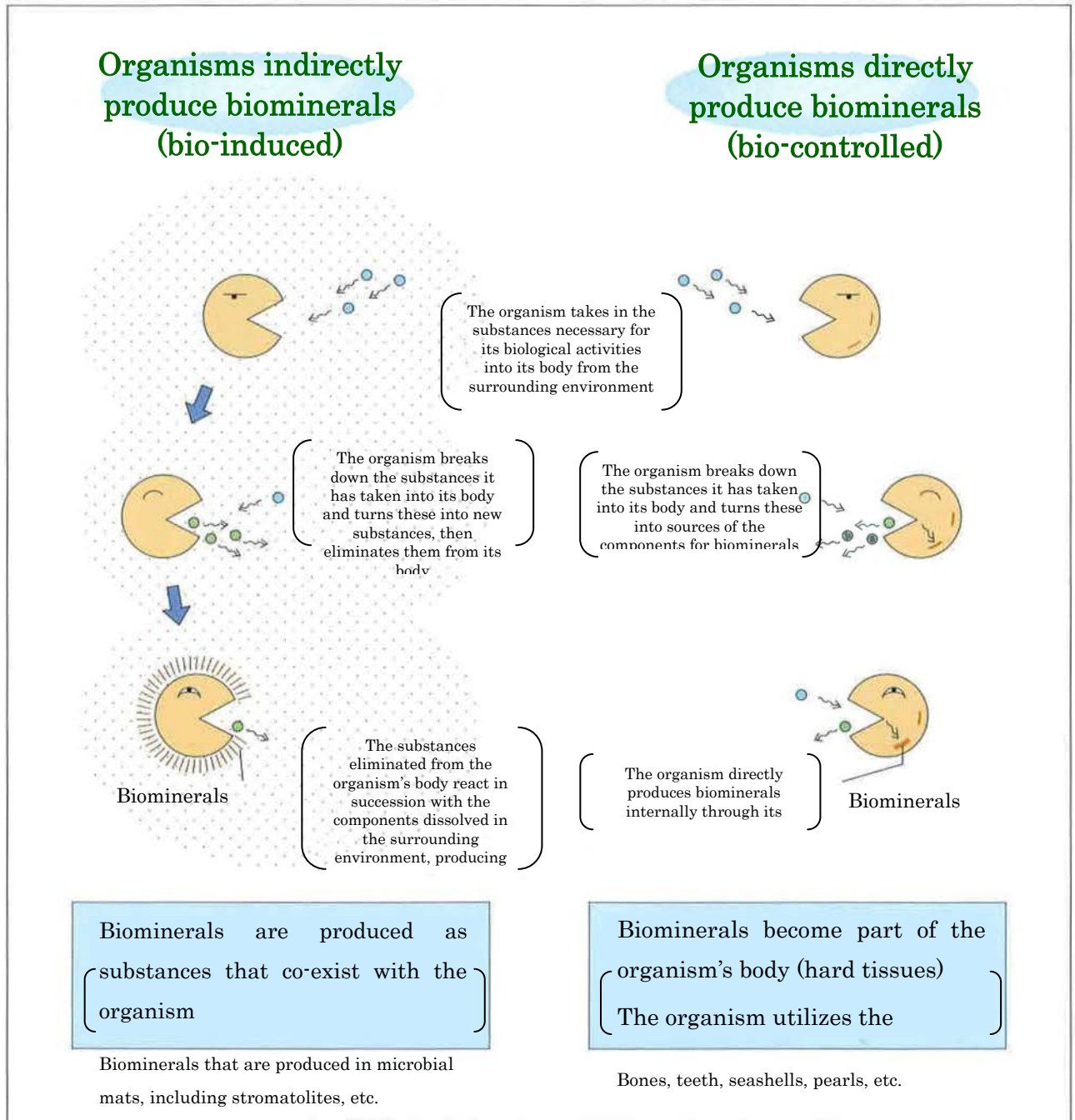
Photoresynthesis from hydrogen sulfide (H₂S)
 6 CO₂ + 12 H₂S + light → sugar (C₆H₁₂O₆) + 6 H₂O + 12 S

Photoresynthesis from water (H₂O)
 6 CO₂ + 6 H₂O + light → sugar (C₆H₁₂O₆) + 6 O₂

Photoresynthesis from water (H₂O)
 Anoxic photosynthetic microorganisms have significantly declined.

Generation of oxygen and appearance of huge Fe/Mn deposits
 Fe²⁺(aq) → Fe³⁺(aq) → Fe³⁺(s) → Fe₂O₃ (s)
 Fe²⁺(aq) → Fe³⁺(aq) → Fe³⁺(s) → Fe₂O₃ (s)
 Fe²⁺(aq) → Fe³⁺(aq) → Fe³⁺(s) → Fe₂O₃ (s)
 Mn²⁺(aq) + manganese-oxidizing bacteria + (H₂O, O₂) → MnO₂ (s)

Two Types of Biomineralization



(2) 日高山脈

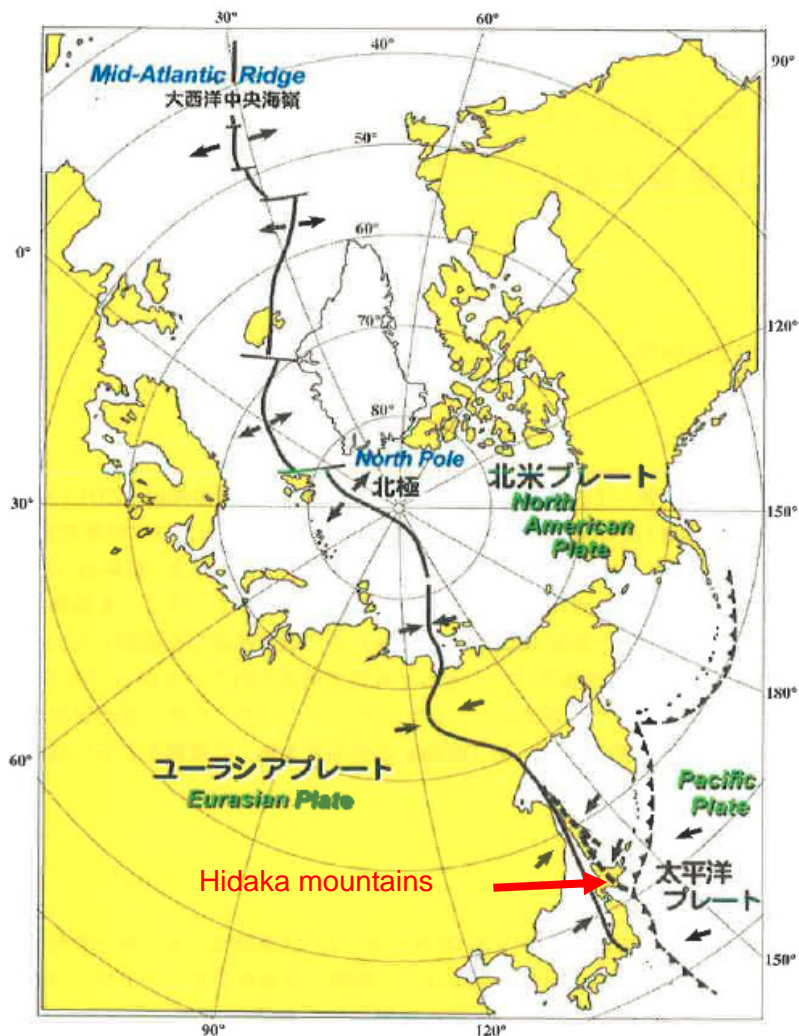
1) 事前説明資料

1. 地域の自然の概要

1-1 地質・地形

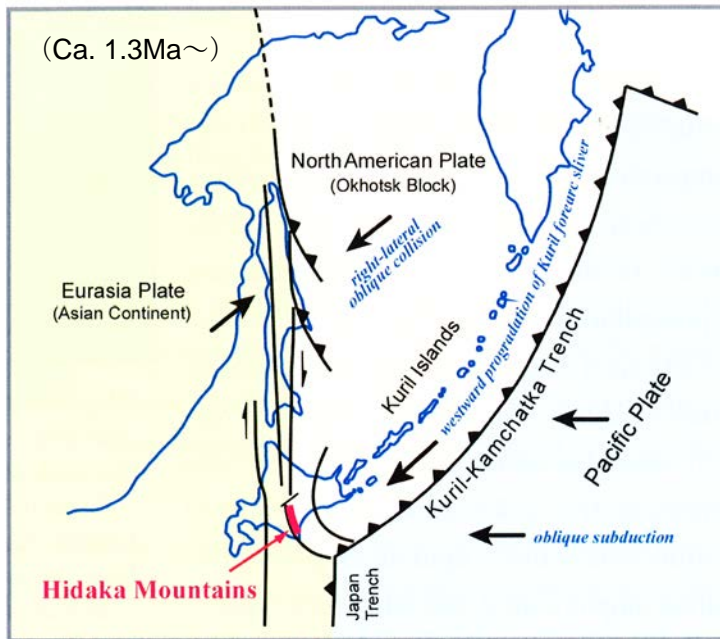
日高山脈は、北海道中南部に位置する南北 150km 以上に及ぶ脊梁山脈である。最高地点は 2,052m の幌尻岳で、主稜線はおおむね 1,500m~2,000m である。主稜線の周囲には、100 カ所を越すカールや氷河堆石堤（モレーン）などの氷河地形が分布している。

日高山脈は山脈上昇を開始した頃（約 1,300 万年前）2 つの巨大プレート（北米プレートとユーラシアプレート）の境界に位置していた。北海道の裏側の大西洋には大西洋中央海嶺があり、そこは北米プレートとユーラシアプレートの拡大境界となっている。この拡大境界は北極点付近で衝突境界に転じ、北海道付近はこの 2 つの巨大プレートが衝突する場所となっている。白亜紀以降、大西洋が拡大し続け、その裏側ではプレートの衝突が進行し、その結果日高山脈が形成された。



(Niida, 2012 を改変)

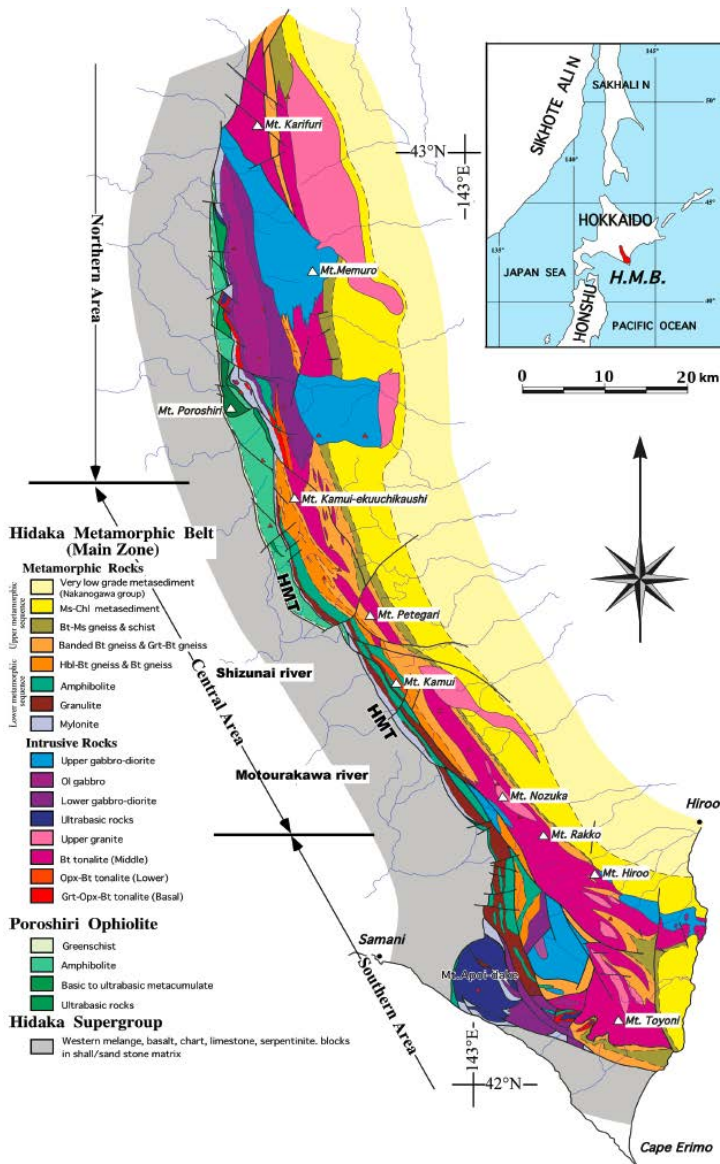
Map showing structural setting of the Hidaka Mountains.



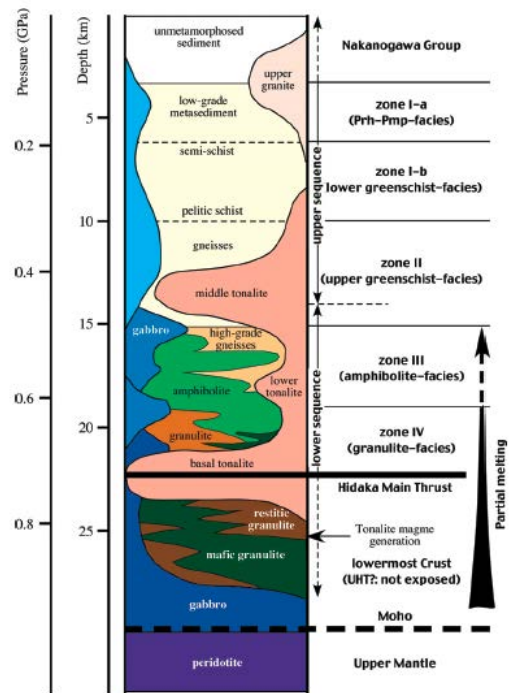
(Ui et al., 1999 を改変)

東側の日高変成帯と西側の変成したかつての海洋地殻の断片であるポロシリオフィオライトの接合衝上帯であり、両者の境界は大規模な衝上断層（日高主衝上断層）となっている。

山脈の大部分を占める日高変成帯は、古第三紀以降に形成された若い地質時代の島弧地殻で、深成岩類や変成岩類からなる。変成岩類は西部にグラニュライト相岩石など深部相岩石が露出し、東に向かい変成度が低下して、より浅部相の岩石が見られ、深成岩類も西には深部相を示すはんれい岩類、東には浅部相の花崗岩類、中央部の主稜付近にはトーナル岩類が見られる。これらの地質はその岩石が地下で形成されたときの地質温度と圧力の履歴解析から二十数 km の厚さを持つ連続的な地殻断面として復元されている。このように、日高変成帯は島弧リソスフェア（上部マントル～上部地殻）の地質断面が東西地質断面として地表に露出したものであり、島弧の地下で起こったマグマ発生の地質イベントを地表で観察できる場所として学術的に貴重である。



第1図 日高変成帯地質図 (小山内ほか, 2006を一部改変)。



第2図 日高変成帯主帯の模式柱状図 (小山内ほか, 2006; 原図は小松ほか, 1986)。

(小山内ほか 2007)



部分熔融による溶け残り岩(レスタイト)とみなされるざくろ石-グラニュライト。



苦鉄質グラニュライト中の部分熔融で生成された自形斜方輝石含有リュウコゾーム。

日高変成帯にみられる下部地殻の高度変成岩。地殻断片の衝上帯である日高変成帯の西縁部には、下部地殻由来の典型的な高温型変成岩が広範に分布し、様々な地殻深部現象を直接観察できる。(小山内2010)

また、日高変成帯の西端にはリソスフェアの最下部を構成する上部マントルかんらん岩が分布する。このうち最大の露出がアポイ岳周辺のかんらん岩で、面積は10×8kmに及ぶ。このかんらん岩は変質を受けていない上部マントル鉱物からできている。また、岩体を構成する岩石タイプが極めて多彩である。このように新鮮(変成作用を受けておらず上部マントルの情報をそのまま保持している)で且つ多様なタイプのかんらん岩から成り、大規模に露出するアポイ岳のかんらん岩は「幌満かんらん岩体」として世界的に有名で、玄武岩質マグマの生成や上昇移動、リソスフェア深部のマグマプロセスなど上部マントルで起こる地学現象の解明に関する膨大な研究の対象となっている。

1-2 植物相

日高山脈では標高の違いによる植生の垂直分布が見られる。下からトドマツやエゾマツ、ダケカンバなどが混生する針広混交林、ダケカンバ林、ハイマツ林、高山植物群落が分布する。

高山植生の分布域は狭いが、固有種や希少種が多い。ヒダカミネヤナギ、カムイビランジ、ヒダカゲンゲ、ヒダカミヤマノエンドウのような固有種や、オヤマソバ、ミヤマシオガマなどの希少植物は特に風衝地域に見られる。現在、日高山脈で確認された固有種は9種、固有亜種は7種である。

当地域の山脈北部のかんらん岩・蛇紋岩からなる超塩基性岩(アルカリ性の強い岩石)岩塊地では、ユキバヒゴタイやカトウハコベ等この地質に限られた植物群落(超塩基性岩植物)が見られる。一般に超塩基性岩の山には固有植物が発達しやすく、山脈南西端に位置するアポイ岳では、エゾコウゾリナなどの固有な超塩基性岩植物が数多く見られる(アポイ岳固有種5種、固有変種8種、固有品種4種が確認されている)。アポイ岳は標高が低く小さな山塊にも関わらず、後氷期一万年の間森林化せず、高山植物や超塩基性岩植物が生育し、超塩基性岩の影響を受けた固有種・固有変種・固有品種の割合が高い。

日高山脈で確認された高等植物種数は94科346属684種47変種20品種であり、IUCN レッ

ドリストにはケショウヤナギ（危急種）が含まれる。

1-3 動物相

日高山脈の哺乳類相には、氷河期の遺存種といわれるエゾナキウサギやミヤマムクゲネズミが生息し、大型哺乳類を含め 20 種ほどが確認されている。鳥類はハイマツ帯から山麓部の森林帯にかけて 28 科 91 種が記録されている。爬虫類は 3 種、両生類は 2 種が確認されている。昆虫類に関し、チョウ類では天然記念物であるカラフトルリシジミ、ダイセツタカネヒカゲが生息し、アポイ岳周辺のみ生息するヒメチャマダラセセリは環境省レッドリストの絶滅危惧 I A 類(CR)に含まれる。陸産貝類ではアポイマイマイ、甲虫類ではチビゴミムシ類など北海道の他では見られない固有種が多く確認され、日高山脈の昆虫類は 9 目 71 科 440 種が報告されている。

2. 世界遺産としての価値の可能性

2-1 概要

日高山脈は、古第三紀以降に進行した 2 つのプレートの衝突によって形成された褶曲山脈であり、プレート境界における主要な地殻形成や構造的特徴を示す、地球の歴史の主要な段階を代表する顕著な例である。日高山脈は島弧地殻（日高変成帯）と海洋地殻の断片（ポロシリオフィオライト）の接合衝上帯である。このうち日高変成帯には地殻浅部から地殻深部に至る変成岩層序がよく保存されており、連続的な地殻断面として露出する。さらに、日高変成帯の構造的な最下部は上部マントル物質のかんらん岩であり、日高主衝上断層に沿って露出する。このかんらん岩体は極めて新鮮（変成作用を受けておらず上部マントルの情報をそのまま保持している）で且つ多様なタイプのかんらん岩から成る。特にアポイ岳のかんらん岩体（幌満かんらん岩体）は最も大きな露出面積を持つことから、世界的に最もよく調べられており、地球科学の根幹に及ぶ多彩な研究の対象となっている。

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の発生・上昇過程を理解する上での顕著な見本として極めて高い学術的価値を持つ。

2-2 日高山脈を構成するの岩石（島弧リソスフェアの断面）

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。

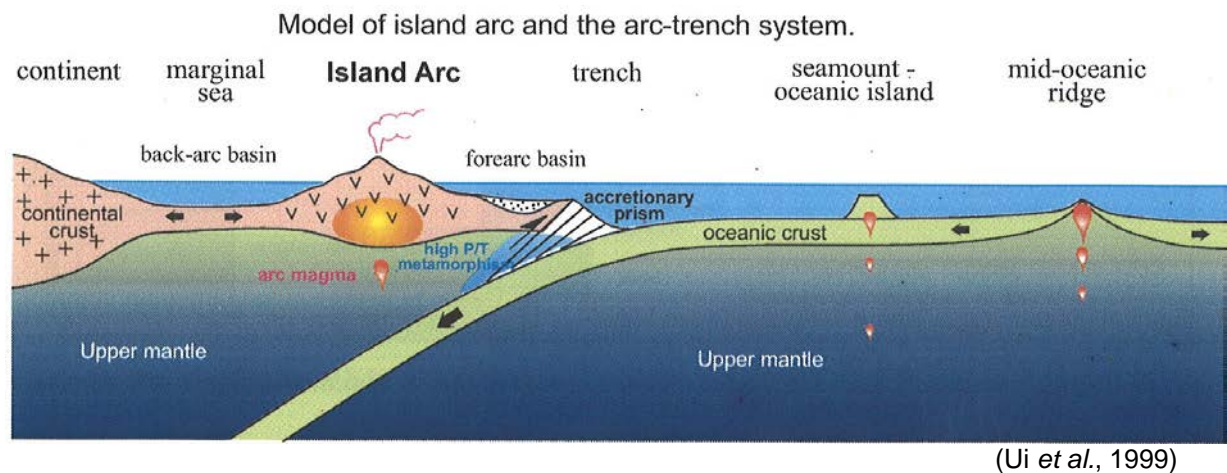
1. 日高山脈は、活発に活動する島弧のリソスフェア深部を代表する地質と岩石からできている。
2. その地質と岩石は、上部マントルから地殻浅所の岩石まで規則正しく成層し、連続的に観察することができる。
3. このような地質と岩石が地表に露出している地域は、世界的に珍しい。
4. その形成年代は新生代（55～17Ma）で、極めて新しい（若い）。そのために、日高山脈の全ての岩石が、島弧リソスフェア深部でできたときの貴重な学術情報をほぼそのまま残している。

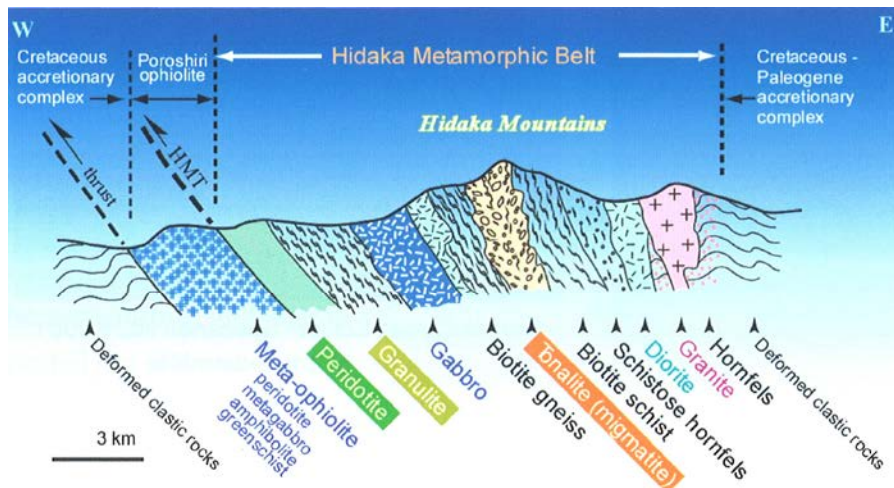
日高山脈の東西方向の連続的な岩石の露出は、横倒しにして見ると、元の生成場所である深さ

約 30km の地殻の断面と一致する。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。

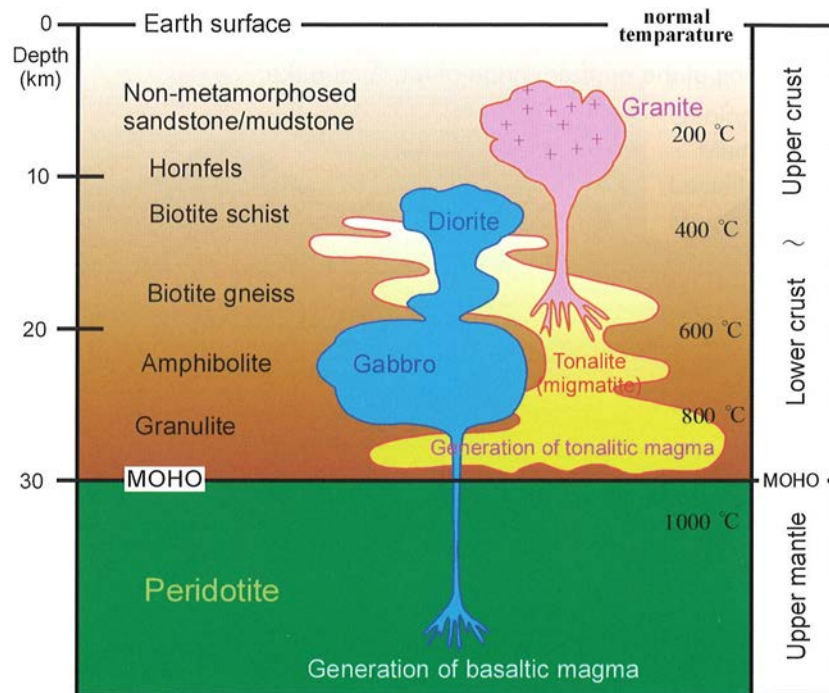
しかし、島弧地殻を含むものは世界に日高山脈とパキスタン北部のコヒスタン帯の 2 箇所しか知られていない。地殻断面が露出する条件は大規模な地殻変動が起きるプレート収束帯にあることであるが、この 2 地域を除いて地殻は断片的にしか露出しないか、構造的に削られて露出しない。日高山脈とコヒスタン帯だけは運良く連続的な地殻断面が残った。

以上のような日高山脈の地質が持つ価値は、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。





Geological profile of the Hidaka Range, showing a continuous lithological change from west to east. (Ui *et al.*, 1999)



Schematic profile, showing magmatic activities and metamorphism generated in the Hidaka lithosphere at the stage of maximum geotherm. (Ui *et al.*, 1999)

日高島弧地下を構成する岩石は、変成岩と深成岩からなる。変成岩は、地下の地温勾配に沿って異なる変成程度の岩石が形成される。最下部の変成岩はグラニュライトで、浅くなるにしたがい角閃岩、黒雲母片麻岩、ホルンフェルスが形成された。深成岩は地下のマグマ活動の結果形成されたものであるが、地殻深部と上部マントルかんらん岩との起源の異なる 2 種類のマグマが同時に発生して形成された。それぞれのマグマから生成する深さにより異なる岩石が形成され、前者からはトータル岩や花崗岩、後者からははんれい岩や閃緑岩が生成した。これらの変成岩と深成岩からなる地下の深部構造は島弧特有のものであり、日高山脈の西から東に向かって連続断面として産出する。

2-3 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）

アポイ岳周辺には上部マントルかんらん岩（幌満かんらん岩体）が大規模に露出する。このかんらん岩は変成作用を受けていないため、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、しかも、それが10×8kmの規模で露出する。地下深部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。

また、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。岩石学的には地球の最上部マントルかんらん岩の組成範囲に相当する岩石タイプからなる。

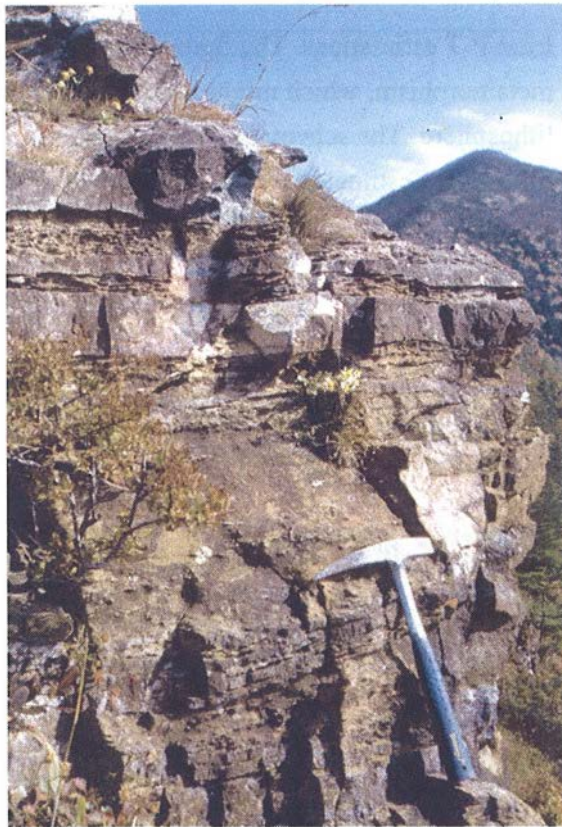
このように、変成作用を受けずに上部マントルの情報をそのまま保持し、且つ様々なタイプのかんらん岩を包有し、さらにそれが大規模に露出するという点で世界に他に例を見ない。このことから研究分野は多岐にわたり、学術的な価値（研究の質と量）が高く、国際的に有名である。

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。

A spectacular view of the peridotite mountains at the northern ridge of Mt. Apoi-dake.

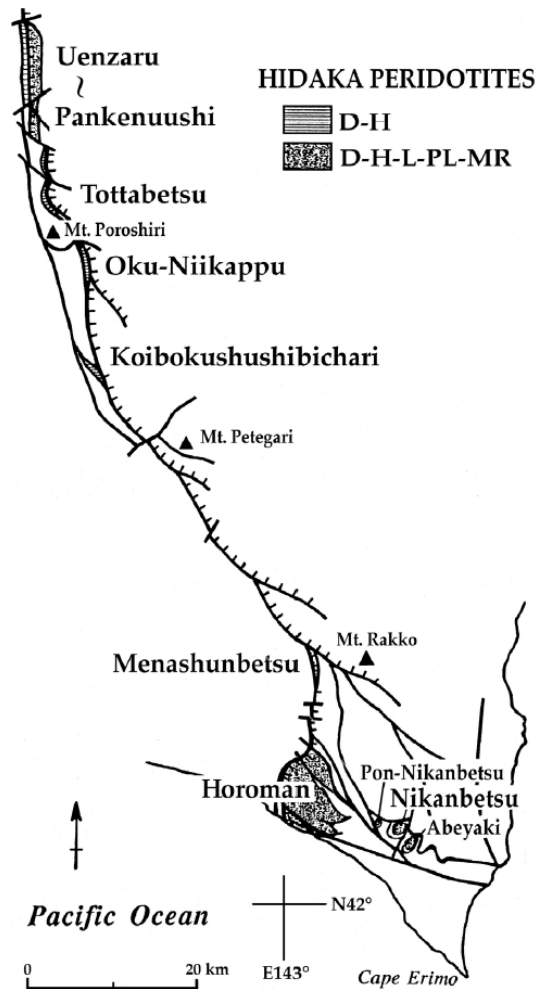


(Ui *et al.*, 1999)



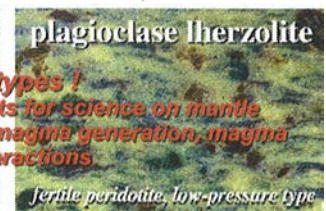
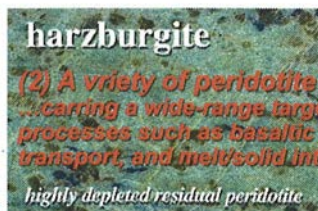
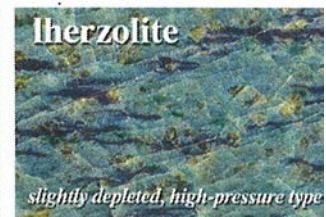
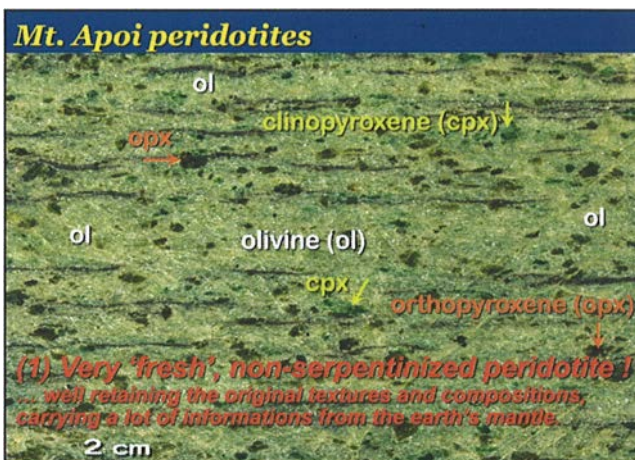
Well-layered peridotite exposed on the western ridge of Mt. Apoi-dake. Plagioclase lherzolite and dunite interlayered with gabbroic mafic rocks. (Peak in background is Mt. Apoi-dake.)

(Ui *et al.*, 1999)



Peridotite in the Hidaka Mountains. (Niida & Takazawa, 2007)

D: dunite, H: harzburgite, L: lherzolite, PL: plagioclase lherzolite, MR: mafic rock.



(Niida, 2014)

3. 比較事例

3-1 上部マントルから地殻浅所までの連続的な地質断面

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が、多くの場合は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。島弧（大陸）地殻の岩石の露出という点では、アルプスのイブリア帯などが知られており、海洋地殻の岩石の露出という点ではオーストラリアのマッコリー島（世界遺産登録地）などが知られているが、島弧リソスフェアの岩石が連続して露出する場所は、世界では日高山脈の他にパキスタン北部のコヒスタン帯が知られている。コヒスタン帯は火山岩が上部に残っている点が特徴だが、調査が困難な条件下にある。

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、塩基性トータル岩、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。

3-2 大規模に露出する新鮮で多様なかんらん岩

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、例えばマッコリー島がある。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との組み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。

4. 課題

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。

既存の登録物件であるマッコリー島の主要な違いは、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。

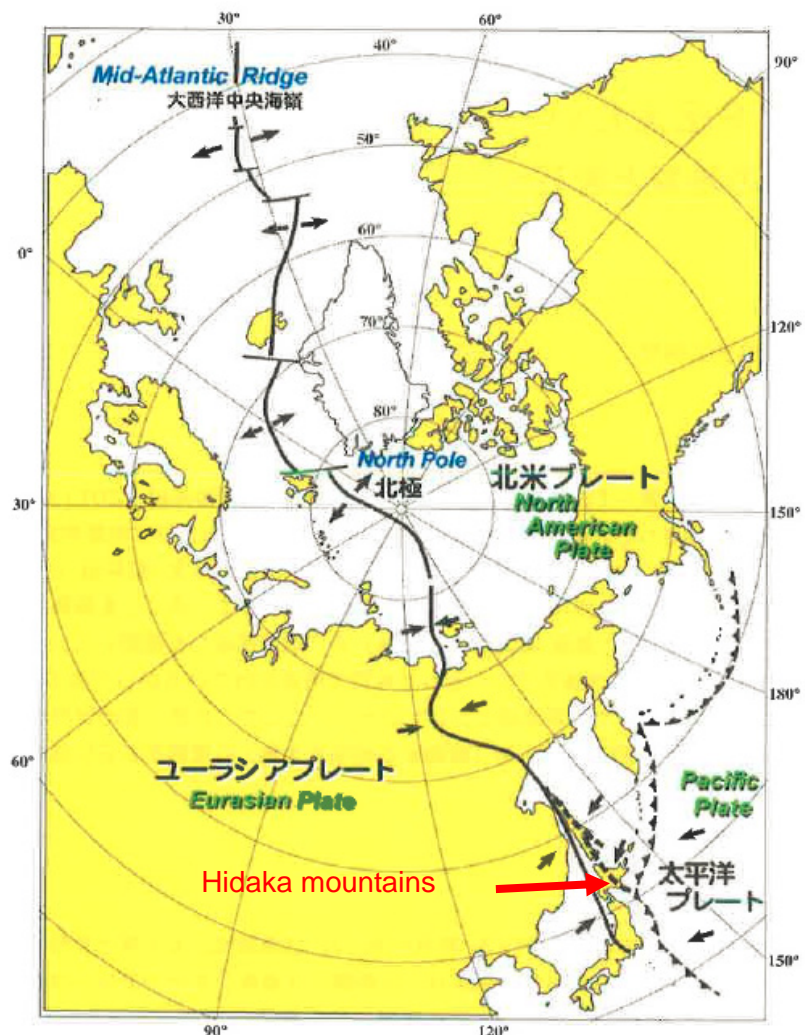
Hidaka Mountain Range

1. Description of the Natural Environment

1-1. Geology and Topography

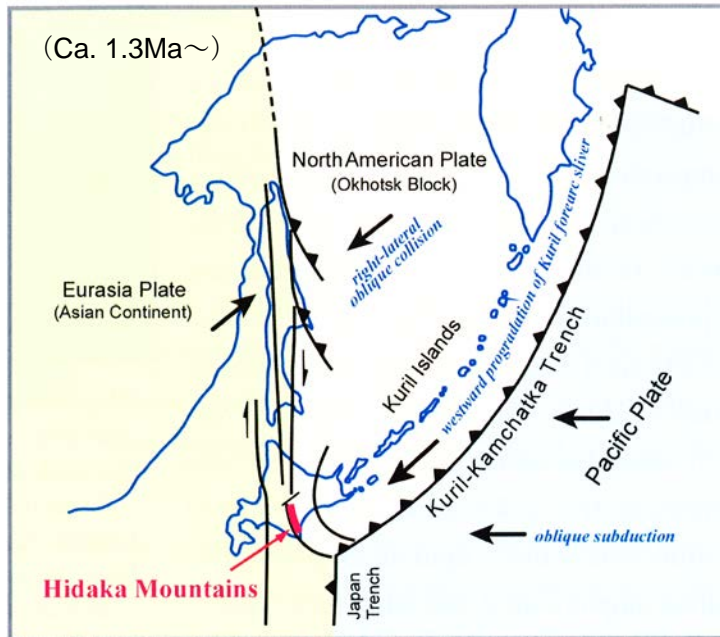
The Hidaka Mountain Range is a mountainous backbone stretching about 150 km N-S in south-central Hokkaido. At 2,052 meters above sea level, the highest peak is Mt. Poroshiri (Poroshiri-dake). Rising 1,500 to 2,000 meters, the main ridges feature cirques, moraines, and other glacial landforms at more than 100 locations.

When the rise of the Hidaka Mountain Range began some 13 million years ago, the region was positioned at the boundary of two giant plates, the North American Plate and the Eurasian Plate. On the side of the Earth opposite Hokkaido lies the Mid-Atlantic Ridge, a divergent tectonic boundary between the North American and Eurasian Plates. This divergent boundary changes into a convergent boundary near the North Pole, and in the Hokkaido region, the two giant plates are colliding with each other. The Atlantic Ocean has been expanding since the Cretaceous Period, inducing the collision of tectonic plates on the opposite side of the Earth and forming the Hidaka Mountain Range.



(Niida, 2012)

Map showing structural setting of the Hidaka Mountains.

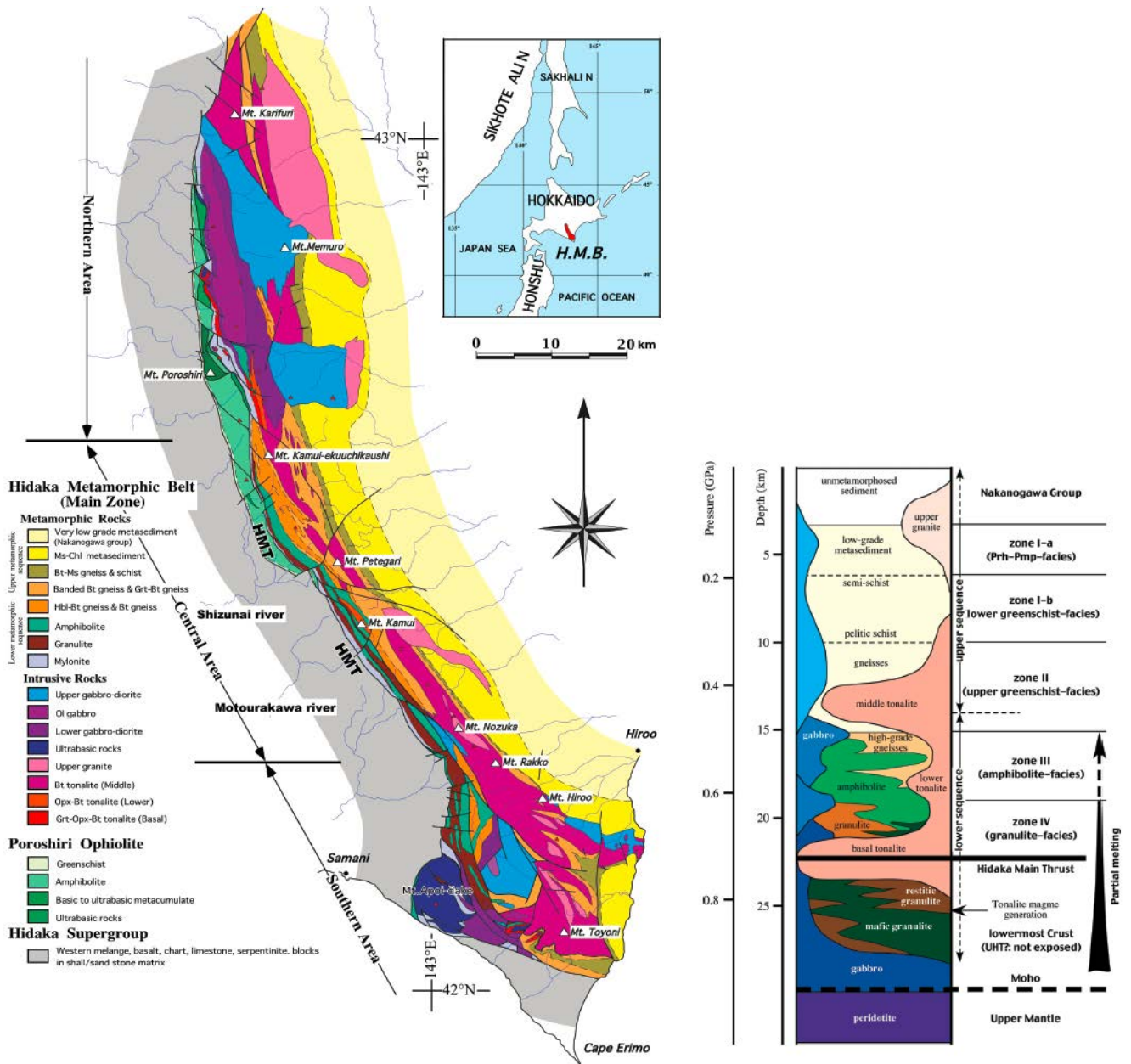


(Ui *et al.*, 1999)

The Hidaka Mountain Range is a collision (overthrust) zone formed by the Hidaka metamorphic belt to the east and the Poroshiri ophiolite to the west, a metamorphic fragment of what was once oceanic crust. A massive thrust fault—the Hidaka Main Thrust—has formed at the boundary between the two formations.

Composing most of the mountain range, the Hidaka metamorphic belt consists of plutonic and metamorphic rocks that were part of the island arc crust formed in geological eras after the Paleogene. The western regions feature exposed high-pressure metamorphic rock such as those in the granulite facies. The metamorphic grade decreases towards the east side, where more low-pressure metamorphic rocks are found. The composition of the plutonic rocks exhibits a similar trend. High-pressure gabbros are distributed in the western regions and low-pressure granite in the eastern regions. Tonalites are found in the central regions around the main ridges. Based on geothermometric and geobarometric methods for determining the history of formation of these rocks below the ground, scientists have reconstructed a continuous lithospheric cross-section believed to measure more than 20 km in thickness. The Hidaka metamorphic belt has special geological significance as a field where a vertical profile of the island arc lithosphere (from upper mantle to upper crust) lies exposed above water as

an E-W cross section, allowing researchers to study, at the earth's surface, tectonic events that occurred underground associated with magma genesis in an island arc environment.



Simplified geological map and idealized crustal succession of the Hidaka Metamorphic Belt. (Osanai *et al.*, 2007)



Garnet granulite interpreted as restite after partial melting.



Leucosome containing idiomorphic orthopyroxene generated by partial melting within mafic granulites.

High-Grade Metamorphic Rocks of the Lower Crust Observed in the Hidaka Metamorphic Belt. (Osanai, 2010)

High-temperature metamorphic rocks typical of those originating in the lower crust are widely observed in the western margin of the Hidaka metamorphic belt, a thrust zone of crust fragments, allowing direct observation of various deep crustal processes.

In addition, upper-mantle peridotites that comprise the lowermost part of the lithosphere lie exposed on the western margin of the Hidaka metamorphic belt. The largest outcrop is the peridotite found in the Mt. Apoi (Apoi-dake) area, which extends 10 × 8 km. This peridotite consists of upper-mantle derived minerals not subjected to metamorphism. A diverse range of rock types form the peridotite bodies. Untouched by metamorphism and retaining information on their upper mantle origins, the Horoman Peridotite Complex, as these diverse types of massive, exposed peridotites are known worldwide, are extensively studied to elucidate the geological processes of the upper mantle, including the genesis and upward transport of basaltic magma and magmatic processes in the deep lithosphere.

1-2. Flora

The Hidaka Mountain Range features a vertical distribution of vegetation corresponding to differences in altitude. Mixed forest of coniferous and broad-leaved trees comprised of Sakhalin fir *Abies sachalinensis*, Yezo spruce *Picea jezoensis*, and Erman's birch

Betula ermanii; Erman's birch forest; Japanese stone pine *Pinus pumila* forest; and alpine plant communities are distributed from low to high elevations.

While the distribution area of alpine vegetation is limited, many endemic and rare species can be found here. Endemic species such as *Salix nakamura* subsp. *kurilensis*, *Silene hidaka-alpine*, *Oxytropis revoluta* subsp. *kudoana*, and *O. retusa* and rare species such as *Pleuropteropyrum nakaii* and *Pedicularis apodochila* occur especially in the wind-swept regions. Currently, nine endemic species and seven endemic subspecies have been confirmed in the Hidaka Mountain Range.

Ultrabasic (strongly alkaline) rocks comprised of peridotites and serpentinites are distributed in the northern parts of the Hidaka region. Plant communities that can inhabit such an environment (ultrabasicolous plants) occur in this region, such as *Saussurea chionophylla* and *Arenaria katoana*. In general, mountains formed of ultrabasic rocks are likely to feature endemic plant communities. Mt. Apoi, located in the southwestern margin of the mountain range, features numerous endemic ultrabasicolous plants, including *Hypochoeris crepidioides*. (Five endemic species, eight endemic varieties, and four endemic formae are known on Mt. Apoi.) Despite its low elevation and small scale as a mountain mass, little forestation has occurred in the Mt. Apoi region during the nearly 10,000 years of the postglacial period. Instead, alpine plants and ultrabasicolous plants have taken root. The fractions of endemic species, varieties and formae are higher than in other regions, reflecting the effects of the ultrabasic rocks.

Higher plant species confirmed to be present in the Hidaka Mountain Range include 94 families, 346 genera, 684 species, 47 varieties, and 20 formae. *Salix arbutifolia* has been assessed as VU on the IUCN Red List.

1-3. Fauna

The mammalian species in the Hidaka Mountain Range include the northern pika *Ochotona hyperborea yesoensis* and *Clethrionomys montanus*, both believed to be relict species from the glacial period. Some 20 mammal species, including larger mammals, have been confirmed.

Birds species recorded from the Japanese stone pine forest zone to the foothills forest zone include 91 species belonging to 28 families. Three reptile species and two amphibian species have been confirmed. Notable insects include *Vacciniina optilete daisetsuzana* and *Oeneis melissa daisetsuzana*, which have been designated natural monuments of Japan. *Pyrgus malvae malvae*, found only in the Mt. Apoi area, is listed as Threatened IA species (CR) on the Ministry of the Environment Red List. Other species include the terrestrial gastropod *Paraegista apoiensis* and the Trechinae, which are coleopterous and species endemic to Hokkaido. Insect species confirmed in the Hidaka Mountain Range include 440 species belonging to 71 families in nine orders.

2. Proposed OUV

2-1. Overview

The Hidaka Mountain Range is a fold mountain formed by the collision of two tectonic plates starting in the Paleogene. It is a prime example of a major stage in the Earth's history, exhibiting the features of tectonic structures and crustal formation characteristic to plate boundaries. The Hidaka Mountain Range is a collision (overthrust) zone formed by island arc crust (Hidaka metamorphic belt) and a fragment of the oceanic crust (Poroshiri ophiolite). Sequences in the Hidaka metamorphic belt from the shallow to the deep crust are well preserved in metamorphic rock and are now exposed on the surface as a continuous crustal cross section. Furthermore, the upper-mantle peridotites present in the structurally lowest part of the formation lie exposed along the Hidaka Main Thrust. These peridotites are extremely fresh (i.e., free of metamorphism and retaining information from their upper mantle origin) and diverse in type. The Horoman Peridotite Complex, a peridotite massif in the Mt. Apoi area, features the largest exposed area and is among the most extensively studied areas in the world as part of various research efforts seeking to elucidate fundamental processes in geoscience.

The Hidaka Mountain Range is among a few places in the world where one can observe, lying exposed and on the surface, a continuous tectonic cross section from the upper mantle to the

shallow lithosphere, in which the original relationship during formation is nearly perfectly preserved. The area offers great scientific significance as a representative field for elucidating geological processes such as genesis and the upward transport of magma in an island arc setting.

2-2. Rocks Comprising the Hidaka Mountain Range (Cross Section of the Island Arc Lithosphere)

The characteristics of the Hidaka Mountain Range, that we boast to the world, are summarized in the four points below:

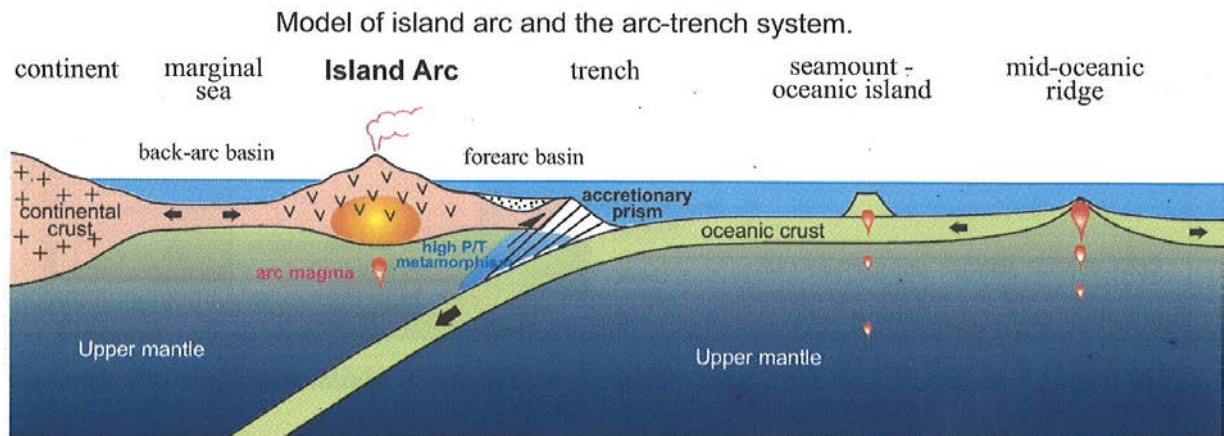
1. The Hidaka Mountain Range consists of geology and rocks representative of the deep parts of the island arc lithosphere where tectonic activity is high.
2. The geology and rocks forming the mountain range are layered in order, from the upper mantle to the shallow crust, and can be observed continuously.
3. It is among the few places in the world where such geology and rocks can be found exposed on the surface.
4. Their formation is very new (young) and has been dated to the Cenozoic (55-17 Ma). Thus, all the rocks comprising the Hidaka Mountain Range almost perfectly retain valuable scientific information on their genesis in the deep island arc lithosphere.

The continuously exposed stretch of rocks in the E-W direction in the Hidaka Mountain Range correspond to a flattened view of a cross section of the lithosphere approximately 30 km thick at the place of their genesis. The set of geologic bodies can be considered a continuous sample of rocks from the upper mantle upward through the Moho discontinuity, to metamorphic rocks in the upper crust, and provides an invaluable field for various scientific research.

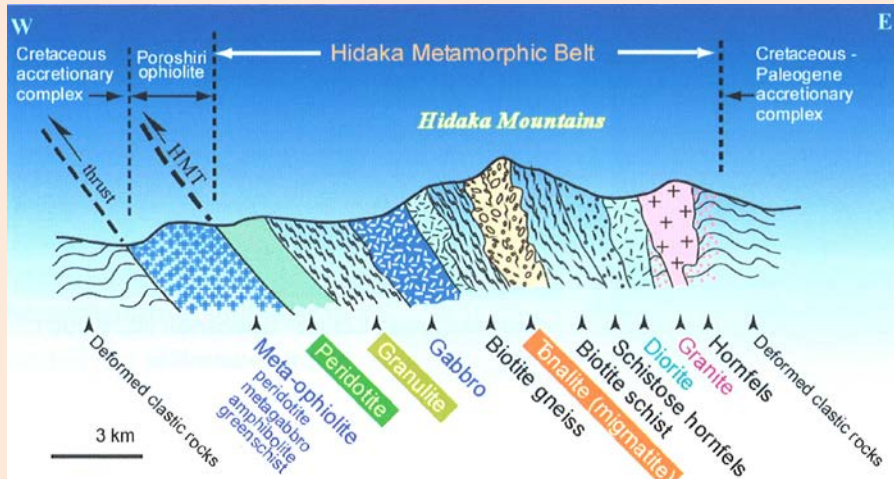
Invaluable as they are, only two plate boundary metamorphic belts in the world are known to contain the island arc crust in their sequence: the Hidaka Mountain Range and the Kohistan collision belt in northern Pakistan. The exposure of a crust cross section necessitates a

convergent plate boundary setting where large-scale crustal deformations take place. While a number of such locations exist, except at these two locations, the crust is only sporadically exposed or has structurally been offscraped and is absent. The Hidaka Mountain Range and the Kohistan collision belt feature miraculously preserved continuous crust cross sections.

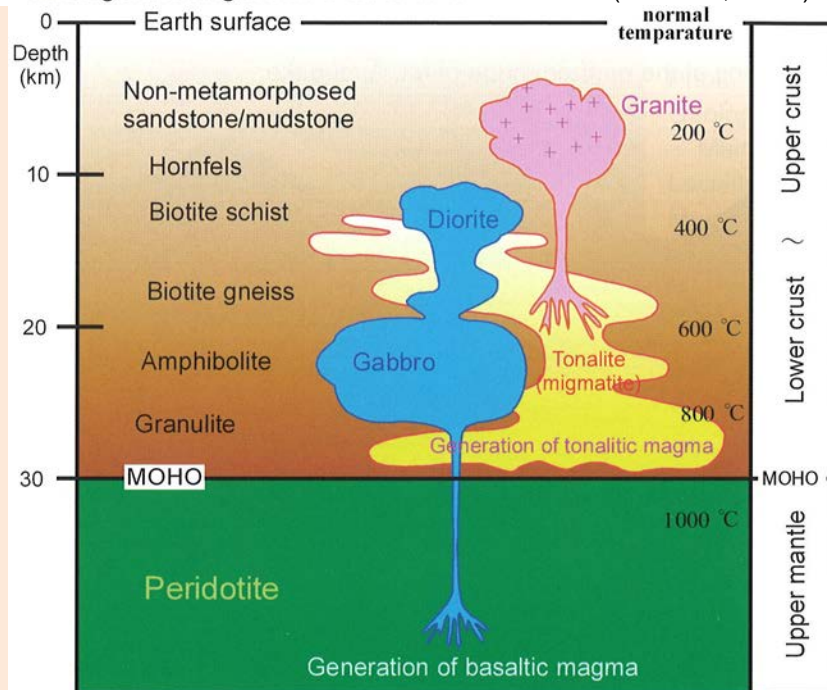
The scientific value of the Hidaka Mountain Range geology described above lies in that in addition to offering insight into the movement of terrestrial mass on a global scale, it allows direct sampling of materials for analysis and research, contributing significantly to the elucidation of the formation of island arcs. For example, a volcanic eruption is a surface phenomenon. While the erupted materials may provide us with information on the magma chamber located about 10 km below the surface of the Earth, there are numerous aspects of magmatic processes they cannot illuminate (e.g., how magma chambers become heated). The knowledge that can be gained from the surface is limited. Rock samples are needed to achieve a more precise understanding of the processes that take place below the Earth's surface. While rock samples are not easily obtained directly from the deep crust, they occur on the surface in the Hidaka Mountain Range.



(Ui *et al.*, 1999)



Geological profile of the Hidaka Range, showing a continuous lithological change from west to east. (Ui *et al.*, 1999)



Schematic profile, showing magmatic activities and metamorphism generated in the Hidaka lithosphere at the stage of maximum geotherm. (Ui *et al.*, 1999)

The rocks comprising the Hidaka island arc beneath the surface include metamorphic rocks and plutonic rocks. Within the metamorphic rocks, rocks having different metamorphic grades are formed according to the geothermal gradient. The metamorphic rocks formed at the deepest level in the Hidaka metamorphic belt are granulites; towards the surface, amphibolites, biotite gneiss, and hornfels have formed. Plutonic rocks are formed by magmatic activities below the surface and were formed by the genesis of two different types of magma having distinct origins—the deep crust and upper mantle peridotites. Different types of rocks form depending on the depth of magma genesis. Tonalites and granites are produced from the former, while gabbros and diorites are formed from the latter. The deep structures consisting of such metamorphic rocks and plutonic rocks are unique features of island arcs and can now be found exposed as a continuous cross-section with a W-E orientation in the Hidaka Mountain Range.

2-3. The Horoman Peridotite Complex (Peridotite from the Upper Mantle in the Lowermost Part of the Island Arc Lithosphere)

The Mt. Apoi area features a large-scale outcrop of upper-mantle peridotites (Horoman Peridotite Complex). Free of metamorphic effects, the peridotites offer very well preserved mineral and chemical compositions of mantle origin. What is more, the outcrop covers a very large area measuring 10×8 km. This represents the largest-scale peridotite in the world in terms of freshness and preservation of information on the deep lithospheric region.

Four types of peridotites present can be categorized by their origins, providing a variety of samples. The difference in origin means that the time and place of their formation differ. The peridotites consist of those produced at the mid-ocean ridge and those that are younger and produced at the island arc. Diversity increases their scientific value. From a petrologic perspective, these peridotites have compositions corresponding to the peridotites of the uppermost mantle.

The Hidaka Mountain Range is an unparalleled location for mantle peridotites, free of metamorphic effects and retaining information on the upper mantle, of diverse types, and exposed in a large-scale outcrop. Thus, the Horoman Peridotite Complex has been extensively studied in diverse research fields, making it academically significant (quantity and quality of research) and renowned internationally.

While peridotites are found in many regions of the world, they have experienced some degree of metamorphism in most cases, and their original compositions have been reset. In contrast, the Horoman peridotites are free of metamorphic effects and retain information on the deeper parts of the Earth's interior, which is of great scientific significance. The Horoman Peridotite Complex has a universal and significant value as rocks providing information from the upper mantle.

A spectacular view of the peridotite mountains at the northern ridge of Mt. Apoi-dake.

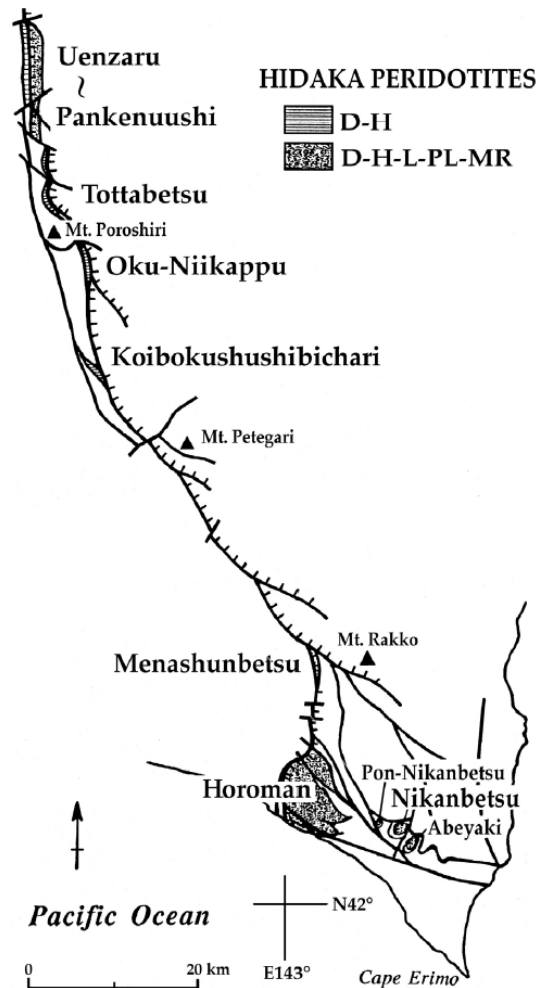


(Ui *et al.*, 1999)



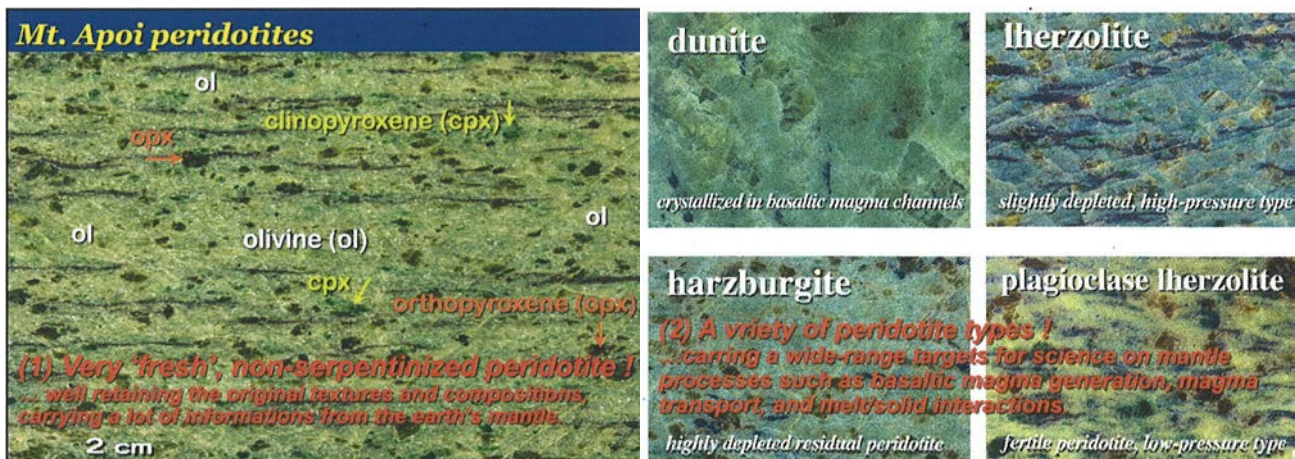
Well-layered peridotite exposed on the western ridge of Mt. Apoi-dake. Plagioclase lherzolite and dunite interlayered with gabbroic mafic rocks. (Peak in background is Mt. Apoi-dake.)

(Ui *et al.*, 1999)



Peridotite in the Hidaka Mountains. (Niida & Takazawa, 2007)

D: dunite, H: harzburgite, L: lherzolite, PL: plagioclase lherzolite, MR: mafic rock.



(Niida, 2014)

3. Comparative Cases

3.1. A continuous cross section from the upper mantle to the shallow crust

The exposure of a crust cross section necessitates a convergent plate boundary environment, where large-scale crustal deformation takes place. While a number of such locations exist, in most cases, the crust is only sporadically exposed or has structurally been offscraped and is absent. The Ivrea Zone of the Swiss Alps is famous for exposed continental crust of an island arc, while the Macquarie Island of Australia (World Heritage Site) is known for its exposed oceanic crust. However, the Hidaka Mountain Range and the Kohistan collision belt in northern Pakistan are the only two places known where the island arc lithosphere is continuously exposed. The Kohistan collision belt is unique in that the volcanic rocks are preserved on the upper part; unfortunately, it is difficult to carry out field surveys in the region.

The Kohistan collision belt is a Cretaceous island arc where lithospheric rocks are exposed continuously, from serpentinite massifs, the Moho discontinuity, middle crust, basic tonalites, metamorphic rocks, igneous rocks, shallow marine sediments, and volcanic rocks. The advantage of the Kohistan collision belt over the Hidaka Mountain Range is the existence of the volcanic rocks on top.

The advantage of the Hidaka Mountain Range is the extent of the research carried out. The Kohistan collision belt is situated in mountainous regions and in conflict zones, making the area difficult to access. This has impeded field surveys for mapping the stratigraphic relationships of the layers, and a schematic stratigraphic column has yet to be produced. In contrast, detailed geological maps and stratigraphic columns are available for the Hidaka Mountain Range, and even the geothermal gradient in the island arc lithosphere has been reconstructed. Another strength of the Hidaka Mountain Range is that no serpentinization of the upper mantle peridotites has occurred, so that they retain unaltered information from the upper mantle.

3.2. Large-Scale Outcrop of Fresh and Diverse Types of Peridotites

Macquarie Island is an example of a World Natural Heritage Site designated due to the exposure of cross sections of the upper mantle and crust on the surface of the Earth. Here, as in the case of the Hidaka Mountain Range, the upper mantle rocks are exposed. However, unlike the Hidaka Mountain Range, the layer above it is a cross section of the oceanic crust. Such combinations of mantle rocks and oceanic crust exposed on the surface of the Earth as observed in the Macquarie Island are commonly seen in the world, as in Oman and Troodos (Cyprus). What makes the Hidaka Mountain Range unique is that it is a sample of the island arc lithosphere, with a distinct composition and rock origin, representing a completely different geological phenomenon. The island arc is an environment where the active tectonic processes are taking place on the surface, including orogeny and volcanic activities, and is in the front line of continental growth. Offering a view of the cross section of the island arc lithosphere, the Hidaka Mountain Range has a unique value that distinguishes it from other regions where the oceanic crust is exposed.

4. Challenges

The continuous cross section of the island arc lithosphere observed in the Hidaka Mountain Range has the potential to become a major window onto major stages of the Earth's history.

Nevertheless, of the 13 themes set forth by the IUCN in its theme study, very few sites have been chosen for the World Heritage Site for significance associated with plate tectonics and crustal formation. The guidelines for inscription remain vague. All this makes it difficult to predict with any certainty whether the Hidaka Mountain Range will be recognized as a heritage site.

The key feature of the Hidaka Mountain Range with respect to Macquarie Island, which has already been named a World Heritage Site, is the difference between the exposed oceanic crust for Macquarie and the island arc crust for Hidaka. The difference is geologically significant, but may be deemed to be of research interest only.

Consisting of materials from the upper mantle, the Horoman Peridotite Complex is a key sample of major stages in the Earth's history and represents a key tectonic record for studies of plate tectonics, plume tectonics, and magmatic activity, including terrestrial volcanic activities. Nevertheless, if the peridotites are regarded as just one type of rock, the Horoman Peridotite Complex may be judged to have value limited to specific fields of science.

(3) 飯豊・朝日連峰、奥利根・奥只見（多雪環境とブナ林）

1) 事前説明資料

1. 自然の概要

1-1 飯豊・朝日連峰

1-1-1 地形・地質

出羽三山を代表する月山は、第三紀の基盤山地の上に乗る第四期後期に形成された火山で、飯豊・朝日山地は花崗岩と中古生層から成る褶曲山地である。各地とも氷河地形や周氷河地形及び雪食地形（特に朝日山地で発達）が見られ、稜線の東西で地形が大きく異なる非対称山稜を形成していることが、大きな特徴として挙げられる。

1-1-2 植物相

出羽三山、飯豊・朝日とも、ブナ林を中心とする山岳地帯で、冬の季節風の影響を受ける世界的にも有数の豪雪地帯である。このため、古い氷食地形を土台にした雪食地形が発達しているほか、亜高山帯の樹林帯を欠く「偽高山帯」が広く形成されている等、「多雪」による独特な特徴を有する。

1,500m 以下ではブナ林（落葉広葉樹林）が広がり、原生的な森林が残された地域として評価される。また鳥海山・月山・朝日連峰は、多雪地帯であるため 1,500m 以上の標高ではすぐにミヤマナラ・ナナカマドなどの落葉低木群落やチシマザサ群落、雪田群落となり、通常森林帯と高山帯の中間の標高に存在する亜高山性の針葉樹林を欠く「偽高山帯」を形成している点が特徴である。また、冬期の季節風の風下に当たる月山などの山脈東面には、国内有数の規模を誇る雪渓（雪田）が形成され、多彩な高山植物からなる雪田群落が発達している。

飯豊山の植生も朝日連峰と同様に雪田群落など多雪地帯の特徴をよく示す。400～1,500m までブナを中心とした原生林が広がり、雪崩が頻繁に発生する場所ではブナ林が分断されて、マルバマンサクなど低木林が成立し、植生分布や垂直分布帯の複雑さが特徴的である。ブナ林の林床には、多雪地域に適合したユキツバキ等がしばしば優占する。

1-1-3 動物相

朝日山地だけで哺乳類 42 種、鳥類 102 種、両生類 15 種という記録もあり、全般に動物相は豊かである。地域全体でツキノワグマやカモシカなどの大型哺乳類の個体数も多く、分布も広範囲に及んでいる。鳥類では天然記念物のイヌワシの他、クマタカやオオタカ、ハヤブサなどの猛禽類が見られる。昆虫類ではアサヒナガチビゴミムシ、イイデナガチビゴミムシ、ガッサンナガチビゴミムシなどが生息し、月山、朝日山連峰、飯豊山系で独特な種分化を形成している。

1-2 奥利根・奥只見

1-2-1 地形・地質

太平洋側と日本海側の分水嶺の南部にあたり、我が国有数の豪雪地帯である。このため雪の影響を受けた独特の自然景観、雪崩（アバランチ・シュート）、節状地形ヒド（融雪水によって作ら

れたガリー)、周氷河地形が特徴的である。また、越後三山地域は、比較的新しい地質時代に著しい隆起運動により形成され、急峻な浸食地形を呈している。奥利根地域は越後山脈の南端にあたり、標高 2,000m 内外の山々が連なる険しい地形を有する。夏季にも各所に多量の残雪が認められ、雪食凹地や階段状地形がみられる。水長沢山の西麓に分布するモノチス含有化石層は層厚 100～150m、総延長約 1,000m と国内最大規模であり、殻質が付着した化石も産出している。

1-2-2 植生

①奥利根

雪崩、雪圧、残雪、融雪水など多雪地域特有の影響を受けた植生が分布する。V 字状の溪谷が多いため多雪地の溪谷林も発達している。当地域の植生として、海拔 850m (奥利根湖) から約 1,600m 付近までがブナクラス域であり、マルバマンサクブナ群集が雪崩の少ない山裾の緩傾斜地やテラス状地を覆っている。雪崩地や崩壊性の斜面にはミヤマナラ群集などが成立し、標高 1,700m 以上の雪田群落などが特徴であり、多くの北方系の固有植物が残存している。一部の斜面では、樹幹が斜面を下方に匍匐しながら先端部が斜上するブナ林がみられる。稜線部は多雪と冬季卓越風のため、亜高山常緑針葉樹林が一部を除いて欠落している (偽高山帯)。

②奥只見

当地域の植生として、ブナの原生林とブナ林の伐採後に発達した二次林、ダケカンバ林、および日本海側の多雪地帯に形成されるミヤマナラの亜高山帯低木性広葉樹林が特徴である。また、越後三山には偽高山帯が見られる。

1-2-3 動物相

多様な地形・地質、気候、植生により、多くの哺乳類、鳥類、昆虫類が生息している。哺乳類では、特別天然記念物のニホンカモシカをはじめ、ツキノワグマ、ニホンジカ、ニホンザルなどの大型哺乳類、キツネや天然記念物のヤマネなどの中・小型哺乳類を合わせ 7 目 15 科 49 種が確認されている。希少種としては、IUCN のレッドリスト絶滅危惧種に 2 種 (モリアブラコウモリ、ヤマネ) 指定されている。

天然記念物に指定されているイヌワシなど多くの鳥類が、森林や湖沼、湿原など様々な環境に生息している。各地域で確認されている鳥類種数は、奥利根地域では 90 種、奥只見地域では 78 種にのぼる。

2. 世界遺産としての価値の可能性 —多雪環境とブナ林—

2-1 多雪環境

北半球の北緯 40 度付近で積雪深が 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。また、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。

山地では水蒸気を含んだ季節風が、山地にぶつかって強制的に上昇させられたときに多量の降

雪がもたらされる。したがって、多量の降雪が起こる要因には、豊富な水蒸気の供給源と強い季節風、季節風に立ち上がる山地地形である。日本列島の風上側の日本海には暖流である対馬海流が流れており、多量の水蒸気を供給する。また、冬の日本は大陸にできるシベリア高気圧とアリューシャン低気圧の間であって、気圧の勾配が大きく、強風の季節風が発生しやすい条件下にある。こうしてできた湿った季節風が脊梁山脈を通過する過程で多量の降雪をもたらすことになる。

2-1-1 偽高山帯

当地域では、森林限界より上に高木林はほとんど見られず、亜高山帯に相当する標高を持ちながら亜高山帯性の針葉樹林（オオシラビソ林）がごく小規模に分布するか、あるいは全く存在せず、代わりにミネカエデやナナカマドなどの落葉低木群落やチシマザサのササ原によって覆われている。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多雪地帯の雪圧、強風、地形的要因や後氷期の環境変化による植生への影響などが考えられている。

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見られ、特に東北地域では月山、鳥海山をはじめとして白神岳、岩木山、朝日岳、飯豊山など、また上越山地の越後三山、谷川連峰や北アルプス北部などの日本海側の山地に多く見られる。奥羽山脈の秋田駒ヶ岳、栗駒山、安達太良山など日本海側に面していない山域でも偽高山帯が見られる。

2-1-2 積雪グライドの植生への影響

山地斜面に降り積もった積雪層が自重によって滑り落ちようとする現象を積雪グライドと呼んでいる。積雪グライドはゆっくり進むが、巨大な圧力（雪圧）を伴っており、地表や地上の植物に雪圧をかけ続けることにより、樹形や植生に大きな影響を与える。

積雪グライド駆動力が飯豊山や朝日岳などで極めて大きいことは、積雪深の大きさだけでなく、谷ひだの深い急峻な山地地形を持っているからである。亜高山帯の樹林帯を欠く偽高山帯の形成要因の一つとして積雪グライドや雪崩が考えられている。

2-1-3 雪田群落及びその周辺の植生

飯豊山から御西岳の主陵の直下に越冬する雪田（雪窪）がある。雪田の山稜は風衝地で乾燥しやすく、夏期には乾性のお花畑となり、コメバカズラやミネズオウ、ハイマツなどの小低木が中心とした嫌雪性の植物群落となる。雪田周辺ではアオノツガザクラやモミジカラマツ、フキユキノシタ、イワイチョウなど、多雪地帯に見られる好雪性の植物群落が取り巻き、雪田の岩屑原には湧水によって、クロクモソウ、フキユキノシタ、ヒメアカバナが生育し、雪田の最下部には、モミジカラマツの群落で、ヌマガヤやオオバショリマなどの草原となる。雪田という独特な地形では、植物の分布は、それを取り囲むように同心円状に分布し、多様な植物相が見られる。

2-2 ブナ林

2-2-1 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°C、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)。

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。また、日本海側のチシマザサブナ群集の種構成は、地域による差が著しく少ないという特徴がある。したがって、日本海側ではブナが純林に近い林をつくっており、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。

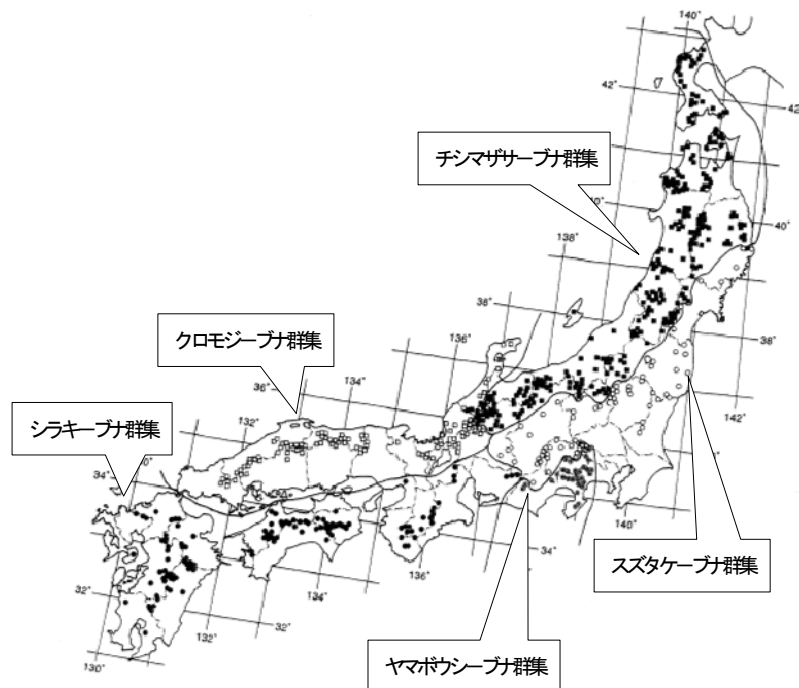


図 日本のブナ林群集の分布 (福嶋ほか, 1995 より一部改編)

2-2-2 国内外のブナ林

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、福嶋ほか(2013)によるとさらに3つのクラスに区分される。日本と韓国がブナクラス、中国と台湾がムシャダモーブナクラスに属し、中国の雲南省南部とベトナムは常緑樹林クラス(クラス名未同定)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ブナクラスに分類されている。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、既に世界遺産に登録されている白神山地と候補地として考えられている飯豊・朝日、奥根・奥只見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。

3. 比較事例

3-1 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。

3-2 ウルルン島（鬱陵島）（韓国）

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。

3-3 北アメリカ

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。分布域が広いと、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種とすることが多い。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と、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。

- ・ サトウカエデ-アメリカブナ林：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。
- ・ タイサンボク-アメリカブナ林：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。

4. 課題

日本の日本海側ブナ林（チシマザサーブナ群集）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。

Iide-Asahi Mountain Ranges and the Okutone-Okutadami Mountains¹

1. Description of the Natural Environment

1.1. Iide-Asahi Mountain Ranges

1.1.1. Topography and Geography

Mt. Gassan, highest of the Three Mountains of Dewa, is a late Quaternary volcano seated atop Tertiary mountains, while the Iide-Asahi Mountains are fold mountains made up of granite and the Mesozoic-Paleozoic layer. Glacial, periglacial and nivation topography (particularly in the Asahi Mountains) can be observed in these places, while a major feature of the region is the formation of asymmetric ridges, where the topography is significantly different on the east and west sides of the ridge.

1.1.2. Flora

Both the Three Mountains of Dewa and the Iide-Asahi Mountains are mountainous areas mainly covered in Japanese beech *Fagus crenata* forests. Impacted by winter winds, these areas have some of the heaviest snowfalls in the world. As a result, the area has many features that have resulted from heavy snowfalls – not only with a nivation topography developing over the top of ancient glacial topography, but also wide expanses of “pseudo alpine zone”, where the subalpine forest has not developed.

Below 1,500m there are expanses of *F. crenata* forests (deciduous broad-leaved forests); this region is appraised as having virgin forest remaining. Since Mt. Chokai, Mt. Gassan and the Asahi Mountain Range are a heavy snowfall area, anywhere above 1,500m is covered in deciduous shrub communities such as *Quercus crispula* var. *horikawae* and Japanese rowan *Sorbus commixta*, *Sasa kurilensis* communities, and snow patch

¹ In the “Overview of the five candidate sites for the nomination to the inscription on World Heritage List”, this area was mentioned as “Okutone, Okutadami and Okunikko”. Because our main focus is the forests in Okutone and Okutadami, this sheet called the area as “Okutone-Okutadami Mountains”.

communities. This zone is characterized by the formation of a “pseudo alpine zone” between the normal forest zone and the alpine zone that is devoid of any subalpine coniferous forests. The eastern side of Mt. Gassan and other mountains in the range is sheltered from the winter winds and contains the highest number of snow valleys or snow patches in the country. Snow patch communities have developed in these areas, comprising a diversity of alpine flora.

The vegetation on Mt. Iide is characterized by many of the same heavy snowfall area features as the Asahi Mountain Range, such as snow patch communities. There are expanses of primeval *F. crenata* forests up to 400-1500m; heavy avalanche areas divide the beech forest, with *Hamamelis japonica* var. *obtusata* and other scrub plants growing in these places instead. This area is characterized by the complexity of the vegetation distribution and the vertical distribution. The beech forest floor is often dominated by *Camellia rusticana*, which has adapted to heavy snowfall areas.

1.1.3. Fauna

In the Asahi Mountains alone there are 42 species of mammals, 102 species of birds and 15 species of amphibians on record. There is a general abundance of fauna. The overall region has a high large mammal population distributed across a vast area, including the Asiatic black bear *Ursus thibetanus* and the Japanese serow *Capricornis crispus*. Birds include the Japanese natural monument golden eagle *Aquila chrysaetos*, as well as the mountain hawk-eagle *Nisaetus nipalensis*, the northern goshawk *Accipiter gentilis*, the peregrine falcon *Falco peregrinus* and other birds of prey. Insects include the *Trechiana solorientis*, *T. nivalis* and *T. montislunnae*, with unique species differentiation between Mt. Gassan, the Asahi Mountain Range and Iide Mountain System.

1.2. Okutone-Okutadami Mountains

1.2.1. Topography and Geography

This is one of the heaviest snowfall areas in Japan, south of the divide between the Pacific Ocean and the Sea of Japan. This has resulted in some unique natural landscapes

impacted by the snow, characterized by avalanche chutes, gullies formed by snow melt and periglacial topography. The Echigo-Sanzan mountain region was formed by significant uplift in a relatively recent geological era and has taken on a steep erosion topography. The Okutone region is at the southern tip of the Echigo Mountain Range has a steep topography with the mountains at a level of around 2,000 m and also has a stepped topography with nivation depressions and high amounts of residual snow even in summer. The monotis fossil bed at the western foot of Mt. Mizunagasawa is the largest in Japan at 100-150m thick and around 1,000m long and has yielded fossils with shells attached.

1.2.2. Vegetation

1) Okutone

The distribution of vegetation is impacted by factors specific to heavy snowfall areas, including avalanches, snow pressure, residual snow and snow melt. Due to the high number of V-shaped valleys, valley forests typical of heavy snowfall regions have also developed. The vegetation in the region includes a Fagetea crenatae area from 850m (Lake Okutone) to around 1,600m above sea level, with Hamamelido-Fagetum crenatae covering the moderate slopes and terraces in the foothills where there are few avalanches. Nanoquercetum has become established in avalanche areas and on fallen slopes. The area above 1,700m is characterized by communities of snow patch vegetation, with many plants endemic to the northern region. Some slopes have beeches with trunks growing down the slope while their tips slant up the slope. Due to the high snowfall and prevailing winter winds, there are hardly any subalpine coniferous forests in the ridge area (pseudo alpine zone).

2) Okutadami

The local vegetation is characterized by primeval *F. crenata* forests, substitutional secondary forests following the logging of *F. cranata*, and Erman's birch *Betula ermanii* forests, as well as subalpine broad-leaved scrub forests of *Quercus crispula* var.

horikawae in the high snowfall areas facing the Sea of Japan. The Echigo-Sanzan Mountains also have a pseudo alpine zone.

1.2.3. Fauna

Due to the diverse topography, geography, climate and vegetation, there are many mammals, birds and insects in the area. There are 7 orders, 15 families and 49 species of mammals confirmed in the region, including large mammals such as the Japanese special natural monument Japanese serow *Capricornis crispus*, as well as the Asiatic black bear *Ursus thibetanus*, the sika deer *cervus nippon* and the Japanese macaque *Macaca fuscata*, and small and medium mammals such as the fox and the Japanese natural monument Japanese dormouse *Glirulus japonicus*. Two rare species are included in the IUCN Red List (the Endo's pipistrelle *Pipistrellus endoi* as EN and the Japanese dormouse as LC).

The many birds, including the golden eagle *Aquila chrysaetos*, designated as a natural monument of Japan, live in a variety of environments, such as the forests, the lakes and the wetlands. There are 90 species of birds confirmed in the Okutone region and over 33 families, 78 species confirmed in the Okutadami region.

2. Proposed OUV

2.1. Heavy Snowfall Environment

There are very few regions in the Northern Hemisphere around 40° latitude that have snow depths of over 1m outside of alpine zones. One such area is the northeastern United States. The only mid-latitude area in East Asia to have snow depths of over 1m other than Japan is the Changbai mountain range, spanning across northeastern China and the Democratic People's Republic of Korea. Japan has exceptionally heavy snowfalls for the East Asian region.

In the mountain regions, seasonal winds containing water vapor hit the mountains and are forced upwards, depositing high volumes of snow. The factors contributing to the high snowfall include the abundant supply of water vapor, the strong seasonal winds and the mountain topography encountered by the seasonal winds. The warm Tsushima Current

flows through the Sea of Japan on the windward side of the Japanese archipelago, providing high volumes of water vapor. In winter, Japan is sandwiched between the Siberian High on the continent and the Aleutian Low, creating a very large pressure gradient, a condition very prone to producing seasonal winds. As these damp seasonal winds cross the mountainous backbone of Japan, they produce high volumes of snowfall.

2.1.1. Pseudo Alpine Zone

In this region, there are hardly any tall tree forests above the timber line; while it is the same altitude as a subalpine zone, there are either only a few small subalpine coniferous forests (*Abies mariesii* forest) or none at all, with the area instead covered by deciduous shrubs such as *Acer tschonoskii* and Japanese rowan *Sorbus commixta*, or *Sasa kurilensis*. This kind of subalpine zone without any coniferous forests is called a pseudo alpine zone. The factors that contribute to a pseudo alpine zone are believed to include snow pressure in heavy snowfall areas, strong winds, topographical factors and the impact on the vegetation due to postglacial environmental changes.

Pseudo alpine zone landscapes are mainly found in the mountain areas between the Tohoku and Chubu regions, particularly in the mountain areas of the Tohoku region, such as Mt. Gassan, Mt. Chokai, Mt. Shirakami, Mt. Iwaki, Mt. Asahi, Mt. Iide, as well as areas facing the Sea of Japan, such as the Echigo-Sanzan Mountains and Tanigawa Mountains in the Joetsu Mountains and the northern part of the Northern Alps. Pseudo alpine zones can also be observed in mountainous regions not facing the Sea of Japan, such as Mt. Akita-Komagatake, Mt. Kurikoma and Mt. Adatara in the Ou Mountain Range.

2.1.2. Impact of Snow Gliding on Vegetation

The phenomenon of a layer of fallen snow on a mountain slope sliding under its own weight is called snow gliding. While snow gliding happens slowly, it has immense pressure (snow pressure) and has a major impact on the tree forms and vegetation by continuously applying snow pressure to the ground and plants on the ground.

Snow gliding is propelled by a very high driving force on mountain such as Mt. Iide and Mt. Asahi, due to the great depth of fallen snow as well as the steep mountain topography with its deep valleys. Snow gliding and avalanches are thought to be a causative factor in the formation of the pseudo alpine zones, bereft of subalpine forests.

2.1.3. Snow Patch Communities and Surrounding Vegetation

There are snow patches (nivation hollows) from Mt. Iide to directly under the main peak of Mt. Onnishi. Mountain ridges with snow patches are wind-swept and easily dry out. In summer, they become dry alpine meadows, home to chionophobic plant communities mainly consisting of small shrubs such as *Komebakazura*, *Loiseleuria procumbens* and Japanese stone pine *Pinus pumila*. The areas around snow patches are surrounded by chionophilous plant communities often seen in heavy snowfall regions, such as *Phyllodoce aleutica*, *Trautvetteria caroliniensis* var. *japonica*, *Micranthes japonica* and *Nephrophyllidium crista-galli* sbsp. *japonicum*. The gravel beds in snow patches are fed by spring water and are home to *Saxifraga fusca*, *S. japonica* and *Epilobium fauriei*. The lowest snow patch areas are covered with communities of *T. caroliniensis* var. *japonica*, *Moliniopsis japonica* and grasslands of *Thelypteris quelpaertensis*. Distinctive snow patch topography has a concentric distribution of vegetation and a diversity of flora.

2.2. *Fagus crenata* Forests

2.2.1. Phytosociological System of *Fagus crenata* Forests

Fagus crenata regions in Japan have an annual mean temperature of 6-13°C and an annual precipitation of over 1,300mm. Horizontally, they are cool temperate zones; vertically, they are mountainous regions. Given these climatic conditions, the potential center of distribution is east of the Chubu region and covers a wide expanse. *F. crenata* forests can be divided into five beech associations by a phytosociological comparison of the differences in species composition (Fig.).

A comparison of the number of component species in the forest canopy revealed that the *F. crenata* forest group in the areas facing the Sea of Japan has an average of 2.9 component

species, while the forest group in the areas facing the Pacific Ocean has an average of 10.3 component species. The species composition of the *Sasao kurilensis* – *Fagetum crenatae* in the areas facing the Sea of Japan is also distinguished by having significantly fewer regional differences. Consequently, *F. crenata* in the areas facing the Japan Sea have formed almost pure forests. This is thought to be because the high volume of snowfall in winter keeps the soil moist from the beginning of spring through until early summer, providing perfect growing conditions for *F. crenata*.



Fig. Distribution of *Fagus crenata* Forests (partially revised from Fukushima et al., 1995)

1. *Sasao kurilensis*-*Fagetum crenatae*
2. *Sasamorpha*-*Fagetum crenatae*
3. *Corno*-*Fagetum crenatae*
4. *Lindero umbellatae*-*Fagetum crenatae*
5. *Sapio japonici*-*Fagetum crenatae*

2.2.2. Beech Forests in Japan

The *Fagus* has a disjunct distribution throughout three regions of the world: Europe, East Asia and North America. According to Fukushima et al. (2013), East Asian beech forests can be divided into a further three classes. Beeches in Japan and the Republic of

Korea belong to *Fagetea crenatae*, those in China and Taiwan belong to *Litseo elongatae*-*Fagetea* and those in southern Yunnan Province in China and in Vietnam belong to class of evergreen – broadleaved forests (class name and definition are still undecided).

Japan shares many similar features with Ulleung Island in the Republic of Korea. The Korean beech *Fagus multinervis* found on Ulleung Island also belongs to the *Fagetea crenatae*. This class is characterized by having more deciduous trees than broad-leaved evergreen trees.

While *F. multinervis* forests found on Ulleung Island are similar to the *F. crenata* forests in areas in Japan facing the Sea of Japan in terms of growing into a pure beech forest in a heavy snowfall environment and having a forest floor partially dominated by *Sasa kurilensis*, the forest floors are mainly covered with ferns. *F. multinervis* forests are not distributed throughout the whole of Ulleung Island; in fact, the whole island is smaller than Shirakami-Sanchi World Heritage Site (17,000ha) or the Oku-Aizu forest ecosystem reserve (83,890ha). This means that Japan has a far more expansive area of pure beech forests.

Like the beech forests on Ulleung Island, European beech *Fagus sylvatica* forests in Europe are similar to the *F. crenata* forests in areas in Japan facing the Sea of Japan in that beech trees occupy most of the tree canopy. However, they differ from the beech forests in Japan in that the species composition of European beech forests is only 1/5 to 1/6 of *F. crenata* forests; they are less diverse than *F. crenata* forests and the ecology has not been impacted by a heavy snowfall environment.

Unlike *F. crenata*, American beech *Fagus grandifolia* almost never grows in pure forests. It is characterized by growing in forests as a constituent species and mixing in with evergreen forests in the northern United States.

F. crenata forests in areas in Japan facing the Sea of Japan extend from southern Hokkaido (Okushiri Island, Kuromatsunai) to the Hokuriku region and include the Shirakami-Sanchi World Heritage Site as well as potential World Heritage sites, such as

Iide, Asahi, Okutone and Okutadami. *F. crenata* forests in areas facing the Sea of Japan are all characterized by a heavy snowfall environment and very little compositional variation.

3. Comparative Cases

3.1. Primeval Beech Forests of the Carpathians and the Ancient Beech Forests of Germany (Germany, Slovakia, Ukraine, 2007/2011, (ix))

The Primeval Beech Forests of the Carpathians and the Ancient Beech Forests of Germany are a serial property comprising fifteen components. They represent an outstanding example of undisturbed, complex temperate forests and exhibit the most complete and comprehensive ecological patterns and processes of pure stands of European beech across a variety of environmental conditions. They contain an invaluable genetic reservoir of beech and many species associated and dependent on these forest habitats.

The Primeval Beech Forests of the Carpathians and the Ancient Beech Forests of Germany are indispensable to understanding the history and evolution of the genus *Fagus*, which, given its wide distribution in the Northern Hemisphere and its ecological importance, is globally significant. These undisturbed, complex temperate forests exhibit the most complete and comprehensive ecological patterns and processes of pure stands of European beech across a variety of environmental conditions and represent all altitudinal zones from seashore up to the forest line in the mountains. Beech is one of the most important elements of forests in the Temperate Broad-leaf Forest Biome and represents an outstanding example of the re-colonization and development of terrestrial ecosystems and communities after the last ice age, a process which is still ongoing. They represent key aspects of processes essential for the long term conservation of natural beech forests and illustrate how one single tree species came to absolute dominance across a variety of environmental parameters.

3.2. Ulleung Island (Republic of Korea)

Ulleung Island is a lava dome in a volcanic archipelago in the Sea of Japan, situated 150km east of the central Korean Peninsula coast. It is a tall and steep volcano that was formed by the hardening of an eruption of sticky lava. The island is surrounded by cliffs and has an elevation of 984m and an area of around 73km². Being in the Sea of Japan, it receives heavy snowfalls in winter, like the areas of Honshu facing the Sea of Japan. *F. multinervis* forests are distributed from halfway up the island to its highest point. The forests are nearly pure forest, with some mixing with *Acer pictum* Thunb. subsp. *okamotoanum* and *Tilia insularis*. On the ridgelines, the forests are sometimes mixed with southern Japanese hemlock *Tsuga sieboldii*. While the forest floors are mostly dominated by grass plants such as *Maianthemum dilatatum* and *Acer pictum* Thunb. subsp. *okamotoanum*, some are dominated by *S. kurilensis*. This species is distinctive in *F. crenata* forests in areas in Japan facing the Sea of Japan; it has adapted to heavy snowfall conditions.

3.3. North America

There are two species of *Fagus* in North America: American beech *Fagus grandifolia* and Mexican beech *Fagus mexicana*. *F. grandifolia* is distributed across a wide expanse from 30° to 48° north latitude. Due to its wide distribution area, there is quite a range of mutations in the species. The dominant species in North American summer green forests is more often oak in the *Quercus* genus than beech in the *Fagus* genus. Unlike *F. crenata*, *F. grandifolia* almost never grows in pure forests, instead growing in forests as a constituent species. Due to the wide north-south expanse of the *F. grandifolia* distribution area, the species with which it mixes varies between areas. Particularly in the south, it is characterized by mixing with not only summer green trees, but also with evergreen trees.

There are three main types of mixed *F. grandifolia* forests, from the north to the south of the distribution area.

- *Acer saccharum* - *Fagus grandifolia* forests: The northernmost or highest altitude type of *F. grandifolia* forest. The forest canopy is mainly made up of two species, *A. saccharum* and *F. grandifolia*, with a mix of summer green trees, such as *Quercus*, *Tilia*,

Ulmus, and *Aesculus*. These *F. grandifolia* forests are the most like *F. crenata* forests. Northern species such as *Maianthemum* and *Dryopteris* occur on the forest floors.

- Mesomorphic mixed forests: Located further south than the former, on plains and low hills from Appalachia to Mississippi, with a tree canopy made up of a wide variety of species as well as *F. grandifolia*, *Liriodendron tulipifera*, *Acer* including *A. saccharum*, *Tilia*, *Castanea*, *Aesculus*, *Quercus*, and *Tsuga*. The proportion of *F. grandifolia* tends to increase on lower slopes and along water courses.

- *Magnolia grandiflora* - *Fagus grandifolia* forests: Found in Georgia, Alabama, Louisiana, Mississippi, Florida and other southern states, these forests differ from the types above in that they characteristically mix with evergreens. The forest canopy is dominated by *F. grandifolia* and *M. grandiflora*, with *L. tulipifera*, *Quercus*, *Acer*, *Llex*, *Liquidambar*, *Carya* and other species mixed in.

4. Challenges

F. crenata forests in areas in Japan facing the Sea of Japan (*Saso kurilensis* – *Fagetum crenatae*) are distinguished by growing in wide expanses of nearly pure forests in areas impacted by heavy snowfalls. They differ in diversity and composition from beech forests in Europe, the United States, China and other places overseas.

Of Japan's *F. crenata* forests, the forests in areas facing the Sea of Japan extend from southern Hokkaido (Okushiri Island, Kuromatsunai) to the Hokuriku region and are all characterized by a heavy snowfall environment and very little compositional variation. These include the Iide and Asahi Mountain Ranges, Okutadami, Okutone and Okunikko. In consideration of these regions facing the Sea of Japan that are covered in *F. crenata* forests, it is difficult to have them listed as a World Heritage site solely on the basis of their being pure *F. crenata* forests, since the Shirakami-Sanchi site is already inscribed.

2) 現地説明資料

- ブナ林と多雪環境 中静専門家 -9月19日-

The beech *Fagus* forests in Japan and heavy snowfall environment

1. The beech *Fagus* forests in East Asia and Japan (on the Sea of Japan side)
2. Distribution area and fragmentation rate of Japanese beech *Fagus crenata* forests in Japan
3. Features of Shirakami-Sanchi
4. Heavy snowfall environment in Tohoku region (on the Sea of Japan side)

1. *Fagus* forests in East Asia and Japan (on the Sea of Japan side)

Characteristics of forest vegetation in East Asia

- Three types of temperate deciduous forests which differ in floristic composition

Table 2. Floristic composition of temperate deciduous forest types. Species names with underlines are coniferous species.

	Warm-temperate		Cool-temperate	
	Deciduous broadleaf forest	Deciduous broadleaf forest	Mixed broadleaf/conifer forest	Deciduous broadleaf forest
China ¹	<i>Quercus acutissima</i> <i>Q. alinae</i> <i>Q. densata</i> <i>Q. variabilis</i> <i>Q. serrata</i>	<i>Quercus acutissima</i> <i>Q. serrata</i>	<i>Betula costata</i> <i>Tilia amurensis</i> <i>Quercus mongolica</i> <i>Picea japonica</i> <i>Abies nephrolepis</i> <i>Picea koraiensis</i>	
Korean Peninsula ²	<i>Carpinus tomentosii</i> <i>Quercus acutissima</i> <i>Q. variabilis</i> <i>Q. densata</i> <i>Q. serrata</i>	<i>Quercus acutissima</i> <i>Q. serrata</i>	<i>Acer mono</i> <i>Betula chinensis</i> <i>B. schindleri</i> <i>Quercus mongolica</i> <i>Carpinus cordata</i> <i>Picea koraiensis</i>	
Japan ³	<i>Fagus japonica</i> <i>Quercus serrata</i> <i>Carpinus lucidiflora</i> <i>C. tomentosii</i>	<i>Fagus crenata</i> <i>Quercus crispula</i> <i>Acer japonicum</i> <i>Betula maximowicziana</i>	<i>Quercus crispula</i> <i>Abies sachalinensis</i> <i>Picea japonica</i> <i>Acer mono</i> <i>Tilia japonica</i>	

¹ China (1991), ² Yim (1977), ³ Nogaki & Okamoto (1990)

(Nakashizuka & Iida 1995)

The disturbance regimes vary among the different forest types. Small-scale treefall gaps prevail in cool-temperate deciduous broadleaf forests.

Table 4. Summary of deciduous temperate forest types

	Warm-temperate		Cool-temperate	
	Deciduous broadleaf forest	Deciduous broadleaf forest	Mixed broadleaf/conifer forest	Deciduous broadleaf forest
Dominants	<i>Quercus</i>	<i>Fagus</i>	<i>Quercus</i>	Coifers
Species richness	High	Low	High	
Disturbances	Treefall gaps	Treefall gaps	Treefall gaps	Big blowdowns

(Nakashizuka & Iida 1995)

→The cool-temperate deciduous broadleaf forests dominated by *Fagus* are distributed only in the limited areas of East Asia.

Features of *Fagus* forests

- *Fagus* mixes in with evergreen species in southern part of the distribution area, while it mixes in with other deciduous species in central to northern parts of the distribution area.
- *Fagus sylvatica*, *F. multinervis*, and *F. crenata* are almost monodominant in northern forests, as the portion of *Fagus* increases toward north.
- *Fagus* tends to contain key species for forest ecosystems, as *Fagus* species often dominate the forests.

***Fagus* in the world**

- 11 *Fagus* species are distributed from warm to temperate zones in the northern hemisphere.
- *Fagus* forests occur under conditions of relatively humid oceanic climate.

(Hukusima et al. 2005)

***Fagus* forests in East Asia**

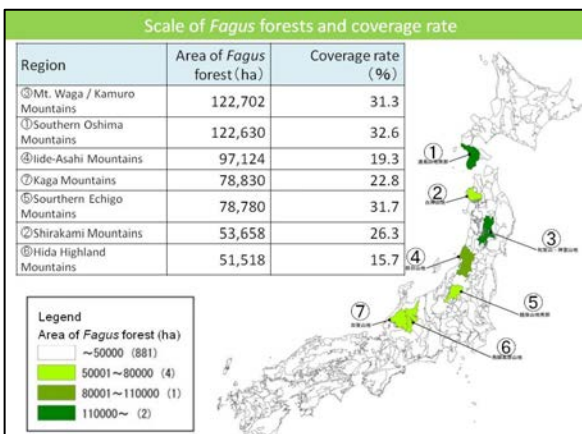
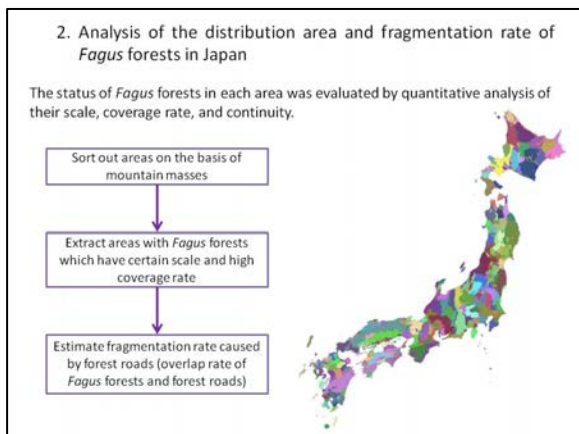
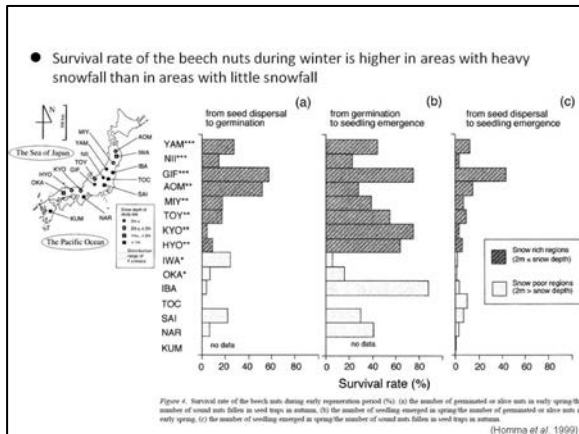
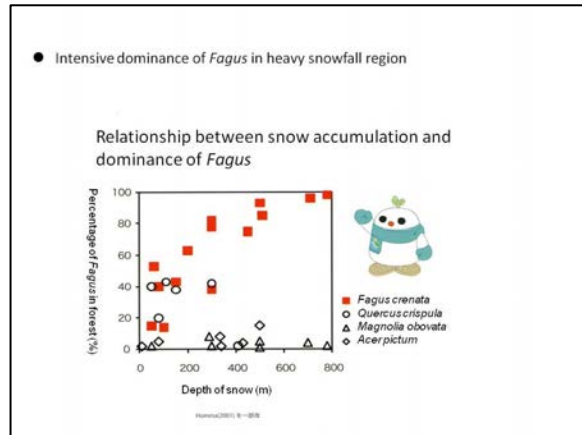
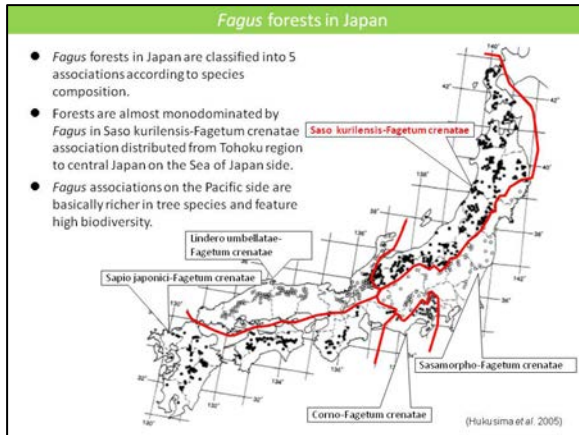
The phytosociological system of *Fagus* in East Asia is classified into 3 broad categories.

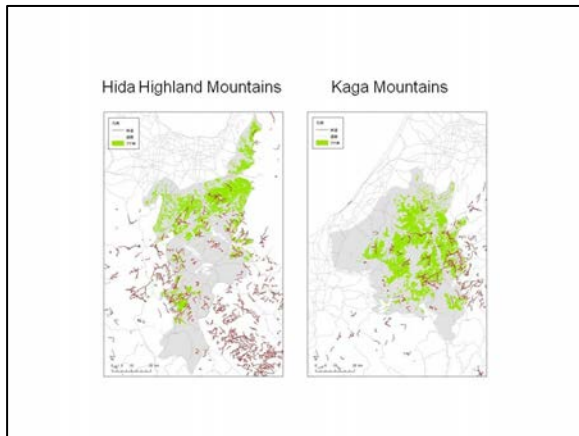
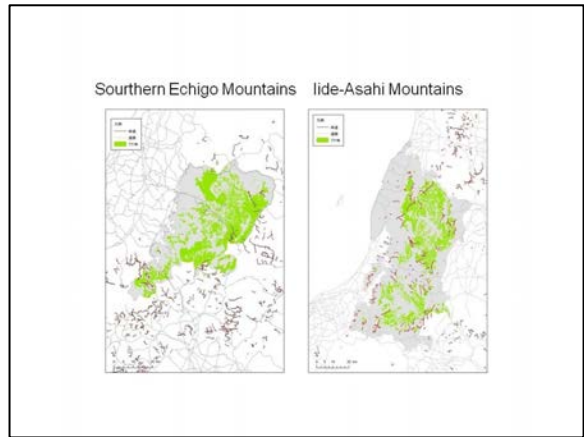
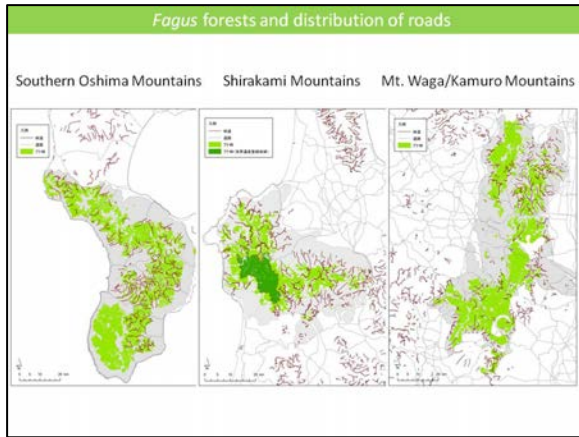
Class I : *Fagus crenata* forests in Japan and *F. multinervis* forests in Korea (Ulleung Island). The forests contain many deciduous species.

Class II : *Fagus* forests in central China and northern Taiwan. The forests contain many evergreen species.

Class III : *Fagus* forests in southeast Yunnan Province, China. The forests contain many evergreen species, as this area belongs to subtropical zone.

(Hukusima et al. 2013)



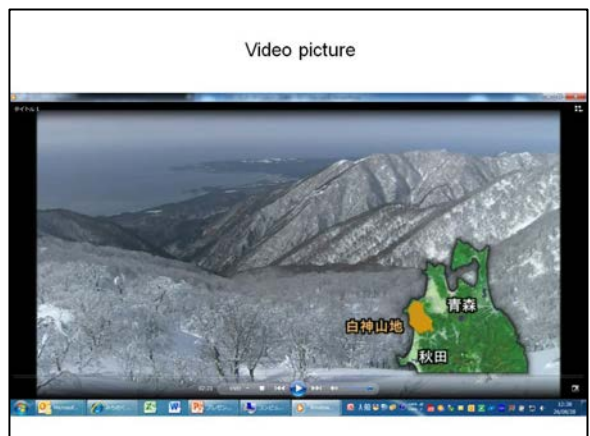


Summary of *Fagus* forests in each area

Area	<i>Fagus</i> forest Area (No. of cells)	Rate of fragmentation by roads(%)	Rate of continuous forest(%)	
Shirakami Mountains	53,588	3.58	96.42	Continuous <i>Fagus</i> forests with low fragmentation rate.
Shirakami-Sanchi (World Heritage Site)	14,514	0.01	99.99	
Southern Oshima Mountains	122,593	5.04	94.96	Large-scale forests with less continuity.
Mt. Waga/Kamuro Mountains	124,016	2.39	97.61	
Iide-Asahi Mountains	97,190	1.10	98.90	Continuous smaller-scale forests with low fragmentation rate.
Southern Echigo Mountains	78,530	1.33	98.67	
Hida Highland Mountains	51,596	2.84	97.16	Smaller-scale forests with less continuity
Kaga Mountains	78,865	2.48	97.52	

3. Features of Shirakami-Sanchi

Shirakami-Sanchi



4. Heavy snowfall environment from Tohoku region to central Honshu on the Sea of Japan side

Heavy snowfall environment

- The area from Tohoku region to central Honshu is one of the regions with the heaviest snowfall and strong winds in the world.
- This has resulted in unique topography, plant communities, and distinctive natural landscapes.

Koshi Mountain Range

Near ridge

- Grassland communities e.g. wind-swept grassland and altherbosa
- Snow patch
- Nivation hollows
- Snow patch vegetation

Near summit

- Pseudo alpine zone
- Avalanche chutes
- slope

Lower to middle parts of the mountains

- Forests of chinophilous *Fagus*

(写真: 空撮登山隊(山と渓谷社)から引用)

Heavy snowfall environment

- Jet stream (westerlies) and humid atmosphere on the Sea of Japan result in heavy snowfall environment

図1 冬季における東アジアの気候環境
(Climate Data for the World Vol. 4) に基づき、風速は自由大気の大気流速 (m/s) であり、(Oka 2000)

(Sugeta 2002)

Asymmetry ridges formed by strong wind and snowfall environment

(West) prevailing wind → (East)

low relief surface

periglacial processes

nivation

joint

accumulated snow

(West side)

- wind-swept (strong wind) gravel ground
- wind-swept grassland
- Pinus pumila* communities
- coniferous forest
- debris

(East side)

- exposed rocks
- residual snow
- gravel ground
- snow patches
- snow patch grassland
- Pinus pumila* communities
- Betula ermanii* forest
- talus
- moraine

Pseudo Alpine Zone

- The pseudo alpine zone is a kind of subalpine zone (same altitude as subalpine zone) without any subalpine coniferous forests, with the area instead covered by deciduous shrubs or dwarf bamboo floor. This kind of zone was established by heavy snowfall in postglacial period.
- Pseudo alpine zone landscapes are mainly found in heavy snowfall environments from Tohoku region to central Honshu on the Sea of Japan side.

(a) The Alps (eastern part) (b) Deiva/Echigo Mountains (c) Ouu Mountain Range

Comparison of vegetation zones in the Alps and Japanese mountains (As for the Alps: Polunin & Walters, 1985; partially modified)

Avalanche slopes

- Snow gliding (slow snow sliding) and avalanches occur on mountain slopes, forming avalanche landforms and unique vegetation landscapes.

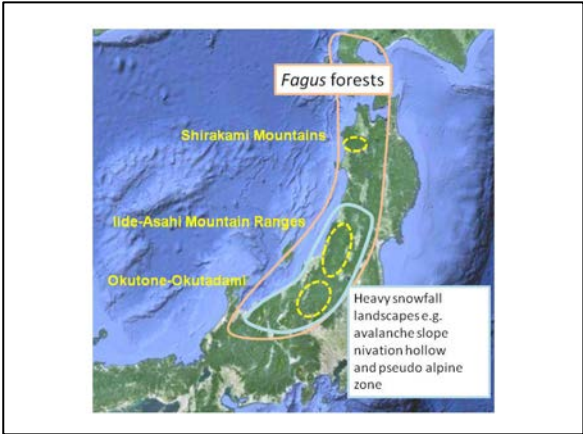
Echigo Mountains

(写真: 空撮登山隊(山と渓谷社)から引用)

Snow patch communities and surrounding vegetation

- Residual snow is observed until summer near the ridges. Nivation hollows are found above the residual snow area (snow patches). Due to time lag in snow melt and excessive soil moisture, snow patch vegetation appears surrounding the snow patches.
- Due to strong winds, there are grasslands such as wind-swept grasslands in the ridges and flat terrains in the ridge areas.

(写真: 空撮登山隊(山と渓谷社)から引用)



- Future directions
- Possible options
 - ◆ no action
 - ◆ nominate as a serial extension of Shirakami-Sanchi
 - ◆ nominate as a new site focused on unique heavy snowfall environment
 - ◆ renominate the whole site including Shirakami-Sanchi, with the theme of heavy snowfall and *Fagus* forests

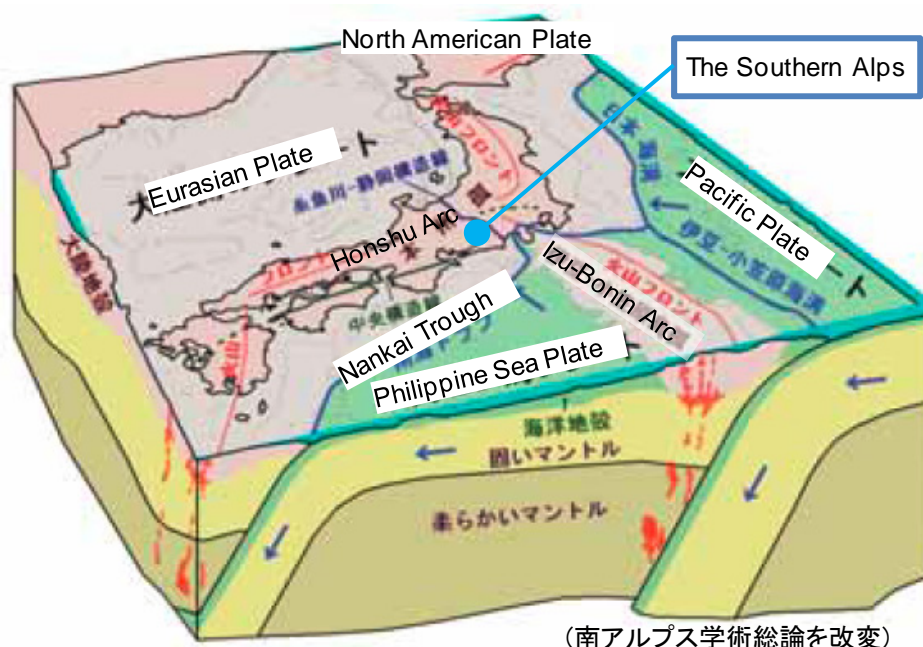
(4) 南アルプス

1) 事前説明資料

1. 地域の自然の概要

1-1 地質・地形

日本列島周辺は4つのプレートが会合する場である。日本列島は、2つの大陸プレート（北米プレート、ユーラシアプレート）の下に2つの海洋プレート（太平洋プレート、フィリピン海プレート）が沈み込むことにより形成された島弧（本州弧）である。太平洋プレートがフィリピン海プレートの下に沈み込むことで、フィリピン海プレート上に火山弧（伊豆-小笠原弧）ができ、それが本州弧に向かって北上し、衝突することにより南アルプスが形成された。



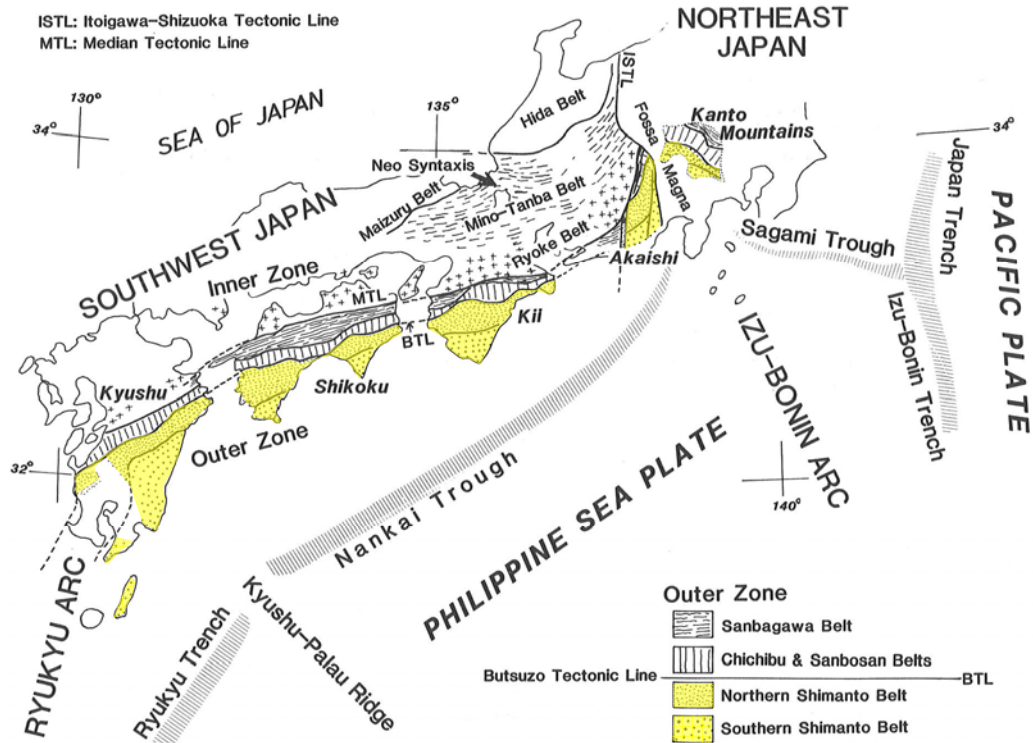
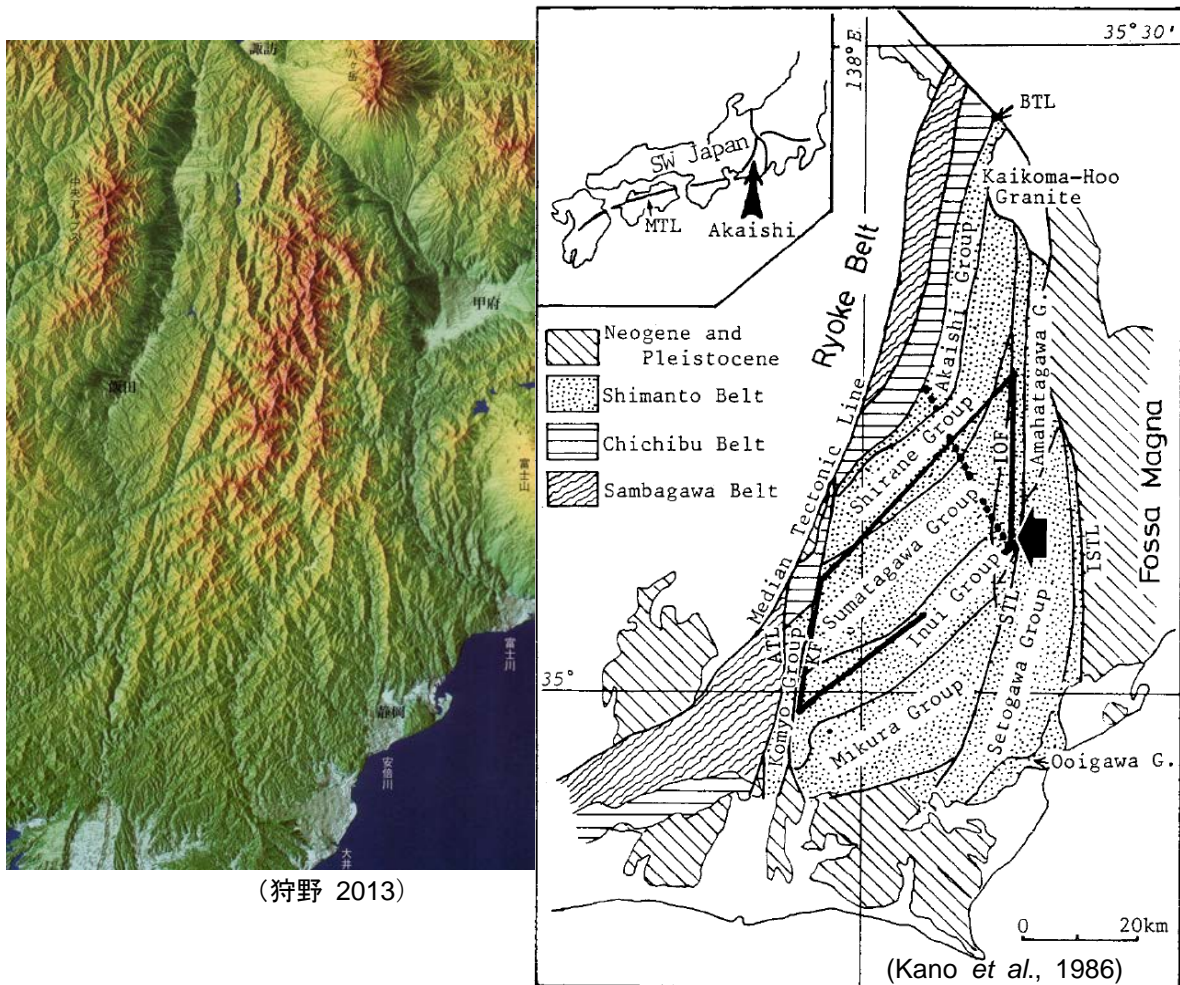


Fig. 1. Tectonic framework of Southwest Japan and its adjacent areas. (Kano *et al.*, 1990 を改変)



南アルプスと呼ばれる山岳地帯は、赤石山脈、その東南部の身延山地、西部の伊那山地からなる。赤石山脈はさらに鳳凰山地、赤石山系、白根山系に区分される。北岳（3,192m）、赤石岳など標高 3,000m を超える高峰を 13 座有している。主稜線部にはカール等の氷河地形や、構造土等の周氷河地形が見られる。

南アルプスの地質は、白根山系・赤石山系が主に白亜紀から中新世の付加体（四万十帯）からなる一方、甲斐駒・鳳凰山系は花崗岩でできている。

南アルプスの主要部分を構成する付加体は、海洋プレート上の海洋玄武岩や遠洋堆積物と陸源の海溝堆積物が、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（タービダイト）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を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 級の山岳になっている点が特異である。

南アルプスの急速な隆起は現在進行中の伊豆－小笠原弧の直交衝突による。この直交衝突により地殻が湾曲し、様々な構造改変が起きている。南アルプスの南部では地質構造が北東－南西方向の走向を持つのに対し、北部では南北方向の走向を持つ構造に転じている。さらに、北部では幅数 10km の地質体が消失し、四万十帯の幅も狭くなっている。湾曲量は大きい場所で 160km 北へシフトしたと推定されている。地殻の衝突に伴う造山帯の多くは平行衝突あるいは斜め衝突であり、これらは単に山地が隆起するだけである。これに対し、地殻の湾曲は直交衝突だからこそ起きる現象であり、島弧の衝突の中でユニークな存在である。この直交衝突による地殻の湾曲構造の形成は日本列島の成り立ちを理解する鍵と考えられている。

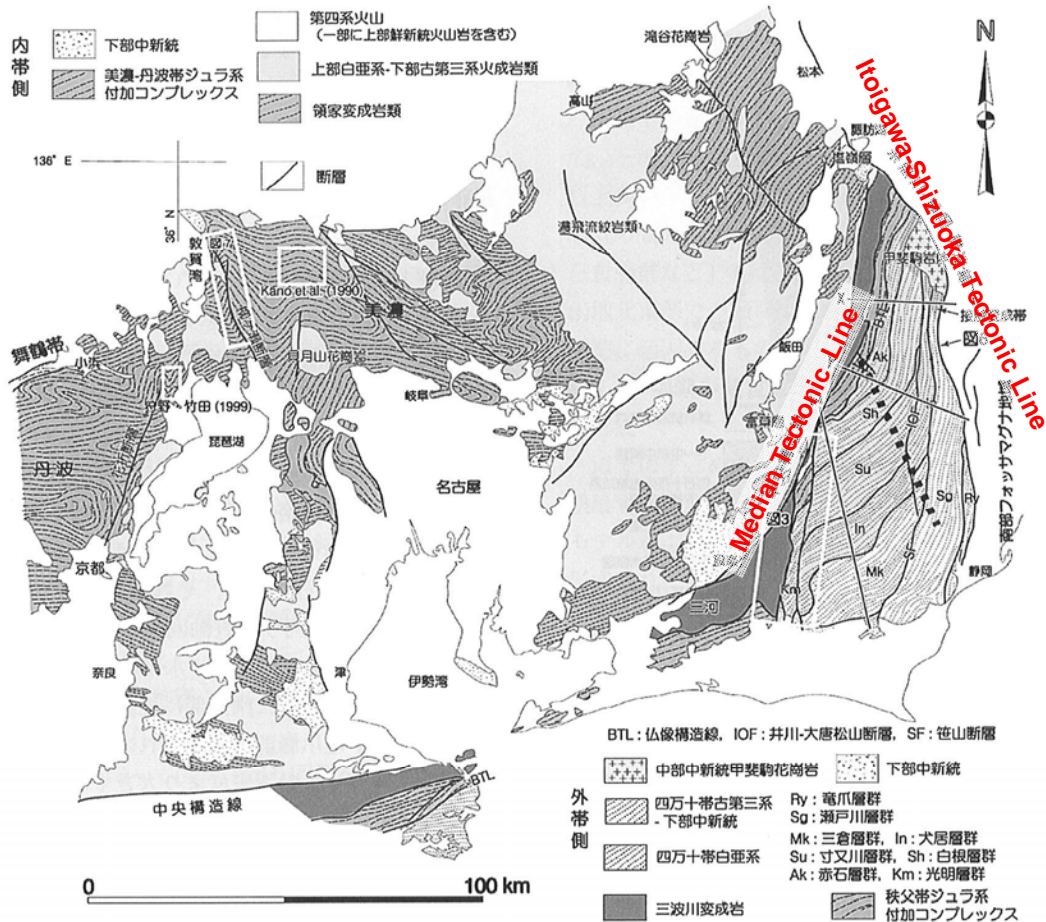
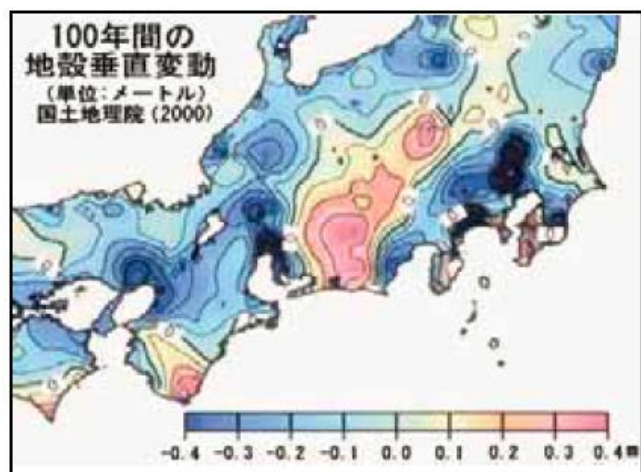


図 2. 西南日本東部の湾曲構造全体図 (Kano *et al.* (1990) を一部改変して作成). 各凡例内の破線は地層のトレンドを示す, 外帯赤石山地内の太い破線は, 逆くの字型屈曲のヒンジの位置. (kano, 2002 を改変)

南アルプスはこの 100 万年間で急速に隆起したと考えられており、この間の隆起速度は約 3mm/年以上であり、これは世界でもトップクラスの隆起速度であると考えられている。このような激しい地殻変動に加え、温暖多雨な気候下にあるため、降水や河川による浸食作用も激しい。このような地域は「湿潤変動帯」と呼ばれ、南アルプスは現在活動中の湿潤変動帯の山岳地形として、世界で最も典型的な例と言える。その結果、斜面崩壊や河川の下刻により V 字谷が発達し、さらには山体の重力崩壊や巨大崩壊地が発達し、湿潤変動帯に特有の地形が形成されている。



(南アルプス学術総論より引用)

1-2 植物相

気温勾配に応じた植生の垂直分布が見られ、低標高域から落葉広葉樹林、常緑針葉樹林、ダケカンバ林、ハイマツ林、高山植物群落が分布する。太平洋側に位置するため、冬期の降雪は少なく、夏期の降水量は多い。ほぼ南北に連なる山脈の稜線部には、常に強い風が吹きつけ、強い乾燥と極度の低温という厳しい環境により、風衝地が発達し、独特の植物群落が発達する。

東南アジアを中心に分布する南方系植物の北限と、アジア大陸を中心に分布する北方系植物の南限が重なり合う地域に相当するため、植物相の特徴として、多様であることが挙げられる（維管束 180 種が南限）。南アルプスの標高 800m 以上に生育する維管束植物は 138 科 1,635 種、蘚苔類は 51 科 248 種、地衣類は 15 科 98 種である。またキタダケソウ、キタダケヨモギ、キタダケキンポウゲ、サンプクリンドウなど氷河期の遺存種である固有種が多数存在している。

なお、IUCN のレッドリスト掲載種として、EN1 種・VU4 種が該当している。

1-3 動物相

標高 800m 以上に生息する哺乳類は 15 科 39 種、鳥類 35 科 102 種、爬虫類 4 科 9 種、両生類 4 科 9 種、魚類 4 科 10 種、陸・淡水産貝類 16 科 45 種、昆虫類 179 科 2,871 種である。哺乳類ではニホンカモシカ（国指定特別天然記念物）やツキノワグマ（IUCN レッドリスト VU）など 30 種以上が確認されているが、本州中部地方の山岳地帯とほぼ共通している。2 科 15 種類のコウモリ類が確認され、日本有数のコウモリ類の生息地である。

鳥類では氷期の隔離遺存種で、当該地はライチョウ（国指定特別天然記念物）の世界的な分布域の南限となっている。

昆虫類に固有種が見られるが、中央アルプスや北アルプスと共通のものも多い。ユーラシア大陸の北部や周北極海域と共通する高山性・亜高山性昆虫の世界的な分布域の南限になっている。

2. 世界遺産としての価値の可能性

本地域は世界最速レベルの隆起速度と激しい浸食作用を反映した山岳地形が見られる点、プレート沈み込みに伴う付加体形成の過程が見られ、それが伊豆-小笠原弧の直交衝突により隆起して 3,000m の高山となっている点、さらに、直交衝突の影響で地殻が湾曲する地質構造の改変が起きている点で、地形形成における進行中の地質学的過程を代表する見本である。

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と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（タービダイト）といった岩石や、メランジュ、褶曲構造など付加体に関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 級の山岳地帯になっている点の特異であり、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である。

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射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。

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が、四国や九州、紀伊半島は海岸に観察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。



(南アルプス学術総論より引用)

3. 比較事例

3-1 世界最速レベルの隆起速度と激しい浸食作用により形成された山岳地形

・ニュージーランド サザンアルプス

アルパイン断層東側のサザンアルプスとその延長部での顕著な隆起（第四紀の地殻変動量、最大隆起量は 17mm/年）が見られる。

・台湾山脈

南アルプスに比べて山岳の規模が大きく、また、隆起速度も速いと推測されるが、調査が十分に行われていない。

3-2 プレートの衝突による地殻の湾曲

・三江併流（中国、(vii) (viii) (ix) (x)）

インドプレートとユーラシアプレートの衝突やテチス海の閉鎖、ヒマラヤ山脈やチベット高原の隆起に伴う過去 5,000 万年の地史を示す顕著な価値がある。衝突型の造山帯であるが、付加体地質とは異なる。

・ **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))

2,000~4,000 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。U字谷、カール、ホルン、谷氷河、モレーン等、極めて多様で豊富な地形学的特徴も見られる。衝突型の造山帯であるが、付加体地質とは異なる。

3-3 付加体

・ **西日本 (四万十帯)**

沖縄諸島から西南日本の太平洋側に分布する四万十帯と呼ばれる地層群は、典型的な付加体として知られ、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。南アルプスの大部分も四万十帯の岩石で構成されている。

1976 年に陸上の地質調査から付加体の認定が行われ、世界に先駆けて付加体の概念が提出された。その後、四万十帯における放散虫化石による時代論や古地磁気データの調査、海洋地質学的成果等に基づいて、付加体形成論がより具体的に展開された。付加体特有の構造の解明や、海洋プレート層序 (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)) の復元、メランジュの意義の認識、付加体形成モデルの提示というように、多くの研究が行われてきた。

四国の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。

・ **テ・ワヒポウナム-南西ニューージーランド** (ニューージーランド、(vii) (viii) (ix) (x))

氷河地形の優れた例となっている。地質の一部に付加体を含むと考えられるが、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。

・ **バルバドス (バルバドス、暫定リスト)**

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付加体が露出する。付加体の露出する面積は南アルプスに比べて遙かに小規模である。

・ **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。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がみられる。四万十帯と並び世界で最も詳しく調査された陸上付加体。

・ **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。国際深海掘削計画 (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）

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。多数の論文が発表されている。

・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。

・サザンアップランズ（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ボローニャ周辺）

白亜紀から第四紀の海洋プレート層序が分布する。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。



図 A-2-3 太平洋を中心とする沈み込み帯のうち、付加体の発達する場所とそうでない場所の区別 (von Huene and Scholl, 1991 による)
海溝名を慣用の英語名で示す。黒三角の箇所は付加体が少しでも発達するところ（一時的なものを含む）、白三角は、まったく見られないところ。

(小川・久田 2005)

4. 課題

付加体の代表例というのは普遍的な価値になりうるか、あるいは島弧衝突の歴史を示す地形・地層というのは普遍的な価値になりうるかが課題である。また、観察に適した露頭が多く、研究成果が多く発表されている点で、四国をはじめとする西日本の方が四万十帯の代表地とされており、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。

5. 参考（付加体について）

5-1 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砂岩・泥岩互層（タービダイト）などからなる。
- ▶ 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。そのため、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ある。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。

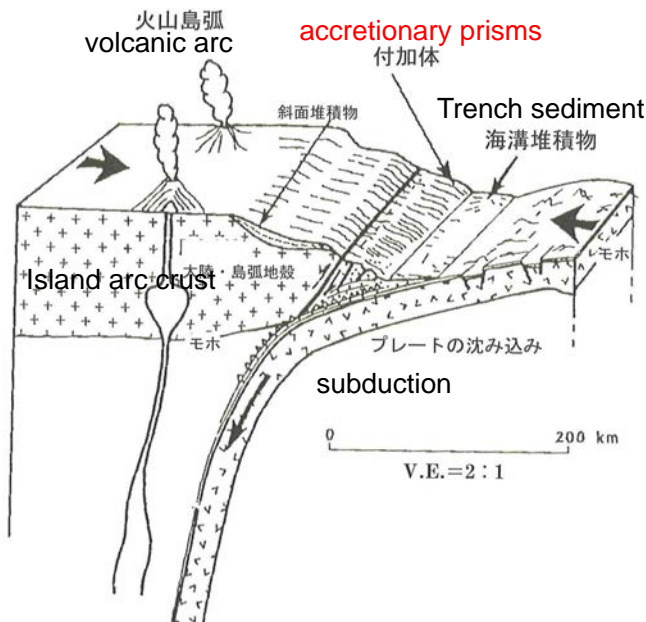
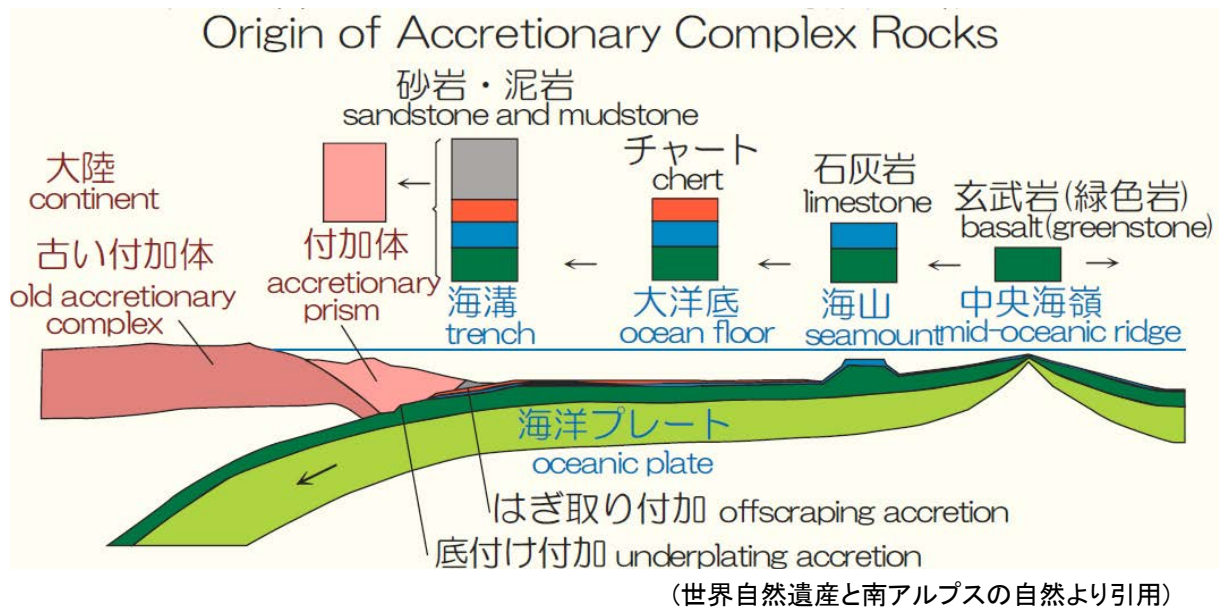


図 A-1-1 島弧-海溝系における付加体の位置 (von Huene and Scholl, 1991 による)

V.E.=2:1 は、縦が2倍に誇張されていることを示す。

(小川・久田 2005 を改変)



5-2 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。

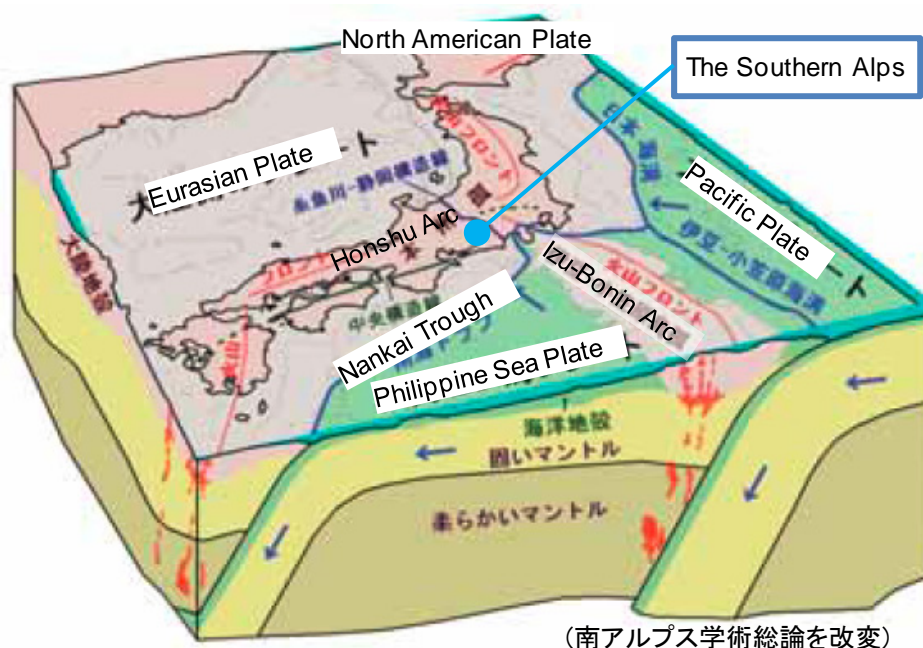
- 沈み込み帯のテクトニクスを記録していること、それが陸源の物質を主としているものの、マントル由来の物質（海山の断片、海洋プレートそのもの）をも含んでおり、大陸の成長を担っていること、高压変成岩の形成や上昇、島弧マグマ形成にも関与していること。
- 海洋底は海溝において地球内部に沈み込むために常に更新されており、現在の海洋底をいくら探しても古い海洋底の記録を見出すことはできない。しかし、そういった古い海洋底の破片が、付加体の中に存在することが地質学的事実に基づいて明らかになった。付加体内に取り込まれた海洋底断片から、既に地球上に存在しない時代の海洋底の情報を得ることが可能になり、海洋底研究の年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。
- 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となっている。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。

Minami Alps (Southern Alps of Japan)

1. Description of the Natural Environment

1.1. Geology and Topography

The Japanese archipelago lies at the junction of four tectonic plates. The Honshu Arc is an island arc formed by the subduction of two oceanic plates (the Pacific Plate and the Philippine Sea Plate) beneath two continental plates (the North American Plate and the Eurasian Plate). The Pacific Plate also subducts under the Philippine Sea Plate, forming a volcanic arc on the Philippine Sea Plate known as the Izu-Ogasawara Arc. The northward migration of this arc forces it against the Honshu Arc, resulting in the formation of the Minami Alps.



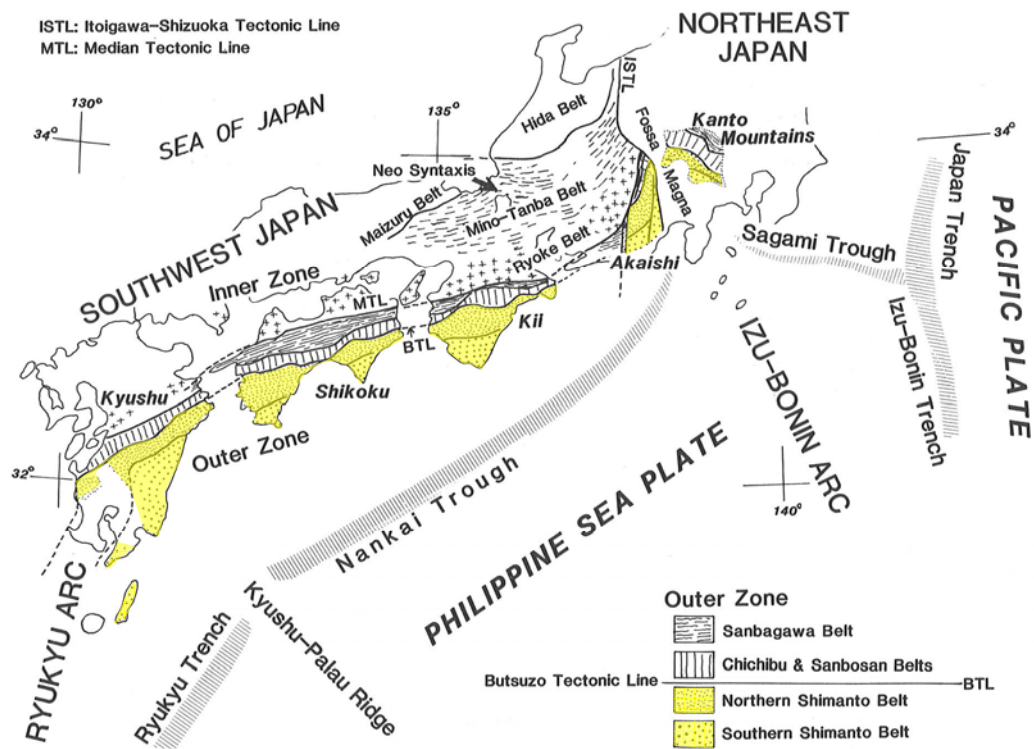
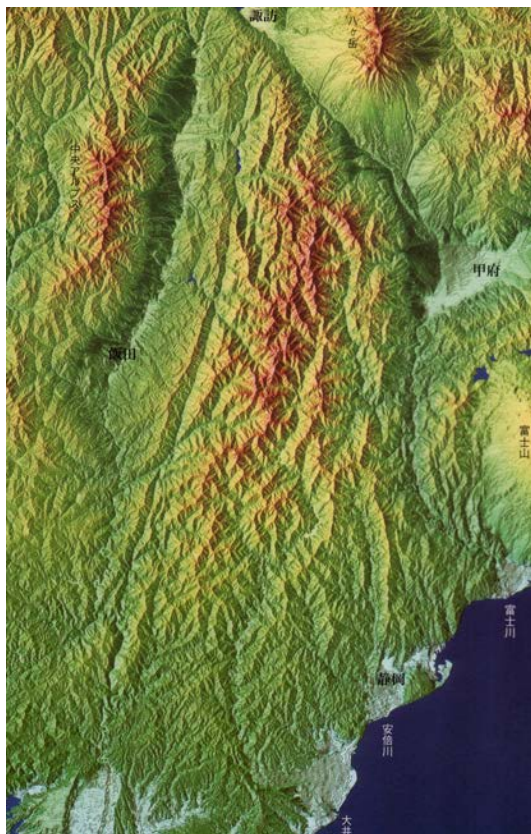
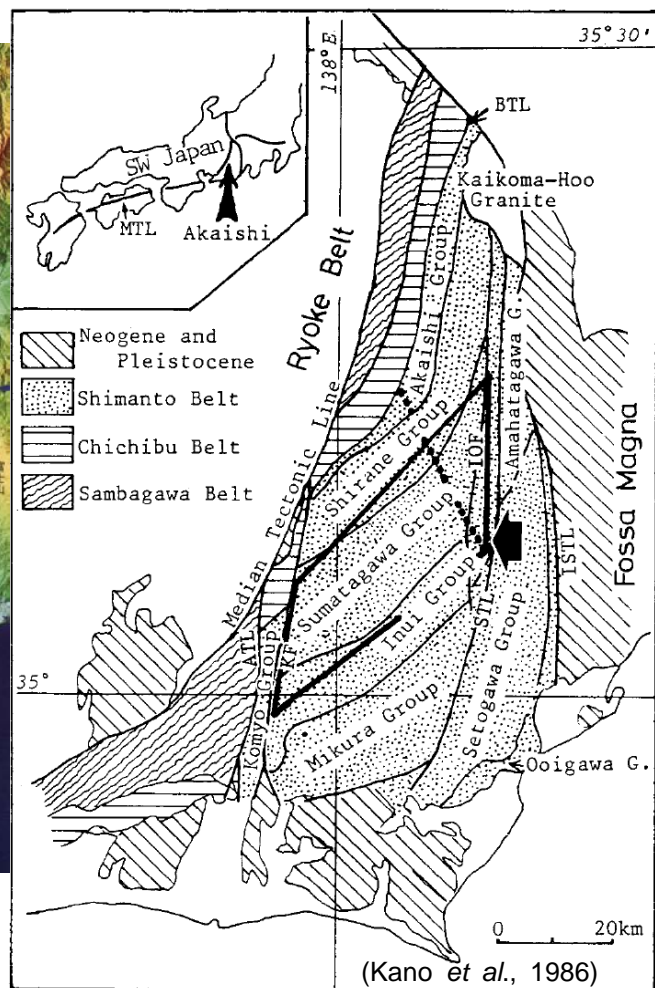


Fig. 1. Tectonic framework of Southwest Japan and its adjacent areas. (Kano et al., 1990 を改変)



(狩野 2013)



The mountainous region known collectively as the Minami Alps consists of the Akaishi Mountains, the Minobu Mountains to the southeast, and the Ina Mountains to the west. The Akaishi Mountains can be further divided into the Houo, Akaishi and Shirane Mountain Systems. Thirteen peaks here exceed 3,000 meters above sea level, most notably Mt. Kita (Kita-dake; 3,192 m) and Mt. Akaishi (Akaishi-dake). Glacial landforms such as cirques and periglacial landforms such as patterned ground occur along the main ridge of these mountains.

Geologically, the Shirane and Akaishi systems both mainly consist of Cretaceous to Miocene accretionary prisms (the Shimanto Belt), while the Mt. Kaikoma and Houo Mountain System are comprised of granite.

The accretionary prisms comprising the main body of the Minami Alps are geologic bodies formed by the offscraping of oceanic basalts and pelagic sediment on the oceanic plate and terrigenous trench sediment during the subduction of the oceanic plate and underplating onto the continent. The Minami Alps offers an ideal field within a relatively small area for observing pelagic sediment, including chert and limestone, rocks such as oceanic basalt and terrigenous interbedded sandstone and mudstone, and geological structures and various rocks associated with accretionary prisms such as *mélange* and fold structures. While the accretionary prism of the Minami Alps shares many features of the Shimanto Belt accretionary complex found in other parts of Japan, it is distinct in that submarine sediment was rapidly uplifted to form the 3,000-meter peaks in this region.

This rapid uplift is the result of the ongoing orthogonal collision of the Izu-Ogasawara Arc with the Honshu Arc. The folding induced by this collision has generated various tectonic deformation events. In the southern parts of the Minami Alps, the geologic structures exhibit a NE-SW strike, in contrast to northern areas where the structures exhibit a N-S strike. Furthermore, geologic bodies of 10 km in width have been eliminated in the northern parts, and the width of the Shimanto Belt is also narrower. Estimates indicate the structures have been offset by nearly 160 km to the north at the maximum point of folding. Most orogenic belts formed by crustal collisions are due to parallel or oblique collisions, wherein mountainous regions are formed by simple uplift. In contrast, the folding of the crust observed

in the Minami Alps is a direct result of orthogonal collision. This is unique among collisions involving island arcs. The fold structure of the crust caused by this orthogonal collision is considered the key to understanding the formation of the Japanese archipelago.

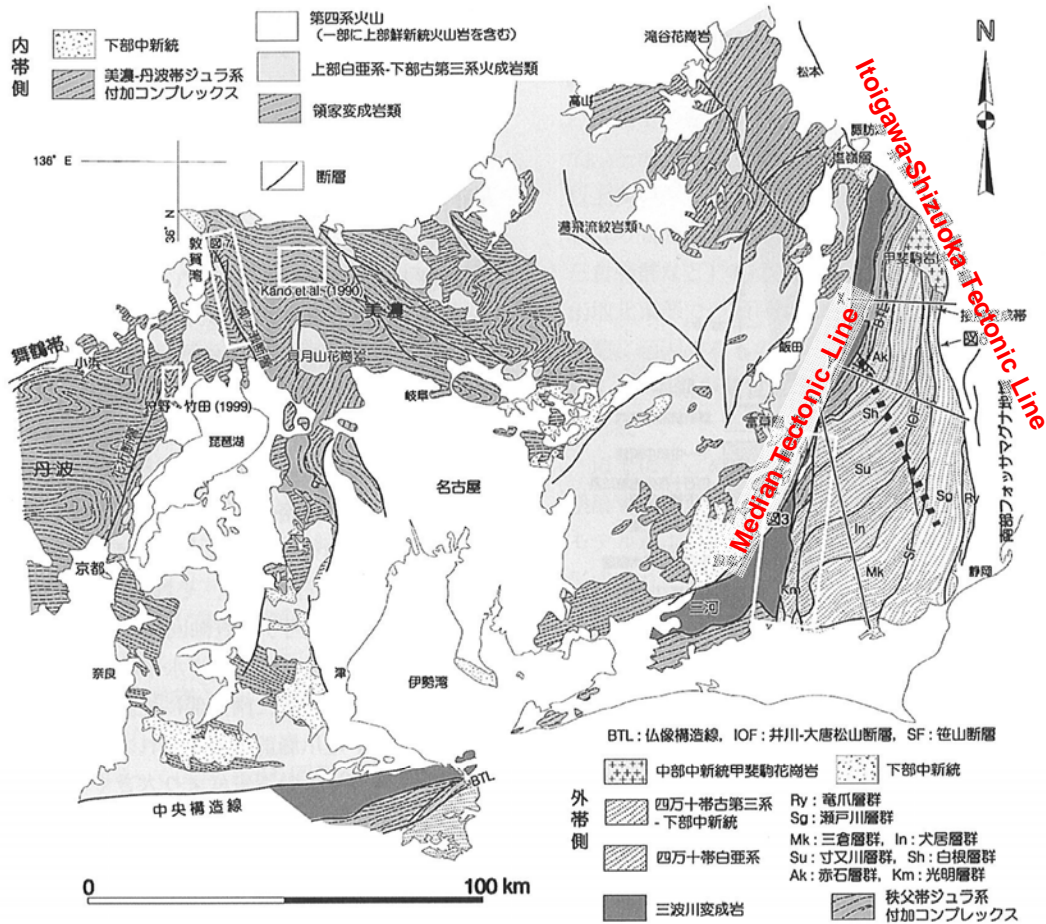
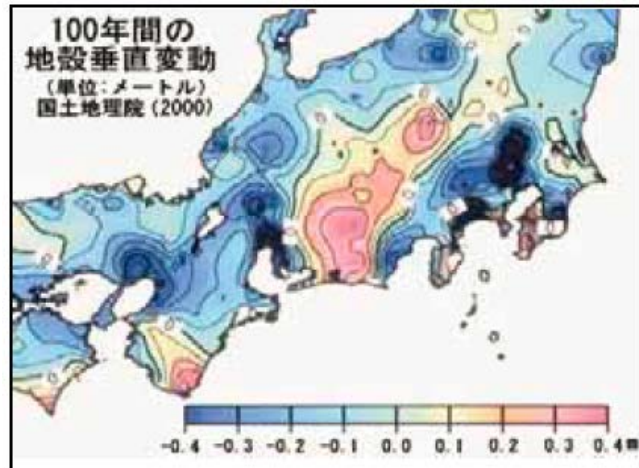


図 2. 西南日本東部の湾曲構造全体図 (Kano *et al.* (1990) を一部改変して作成)。各凡例内の破線は地層のトレンドを示す。外帯赤石山地内の太い破線は、逆くの字型屈曲のヒンジの位置。(kano, 2002 を改変)

The Minami Alps is believed to have uplifted rapidly within the past 1 million years at a rate exceeding 3 mm/year, which corresponds to one of the highest rates recorded anywhere in the world. In addition to this intense crustal movement, the region's warm, humid climate accelerates erosion by rainfall and streams and rivers. These regions are known as humid and tectonically active regions; the Minami Alps, a mountainous region set in such a humid and currently tectonically active environment, is among the world's best examples of such regions. In the Minami Alps, one can observe the well-developed V-shaped valleys formed by slope failure and/or downward erosion by rivers and streams, as well as structures created by the

gravitational collapse of mountains and giant landslides, all characteristic of humid and tectonically active regions.



Vertical crustal movement in the past 100 years.
(南アルプス学術総論より引用)

1.2. Flora

Vertical distribution of vegetation reflecting the temperature gradient is apparent. Deciduous broad-leaved forests, evergreen coniferous forests, Erman's birch *Betula ermanii* forests, Japanese stone pine *Pinus pumila* forests, and alpine plant communities are distributed from low to high elevations. Located on the Pacific Ocean side of the archipelago, the region features relatively sparse snowfall in winter but significant rainfall during summer. Stretching approximately N-S, the mountain ridges are constantly exposed to powerful winds. The extremely dry, cold environment has created a wind-swept site inhabited by unique plant communities.

Located in an area where the northern limit of the southern flora found mainly in Southeast Asia and the southern limit of the northern flora of plant species found on the Asian continent overlap, this region is characterized by a rich diversity of plant species. (Indeed, it marks the southern limit of the distribution of 180 vascular plant species.) The number of plant species confirmed to occur above 800 meters in the Minami Alps include 1,635 vascular plant species belonging to 138 families, 248 bryophyte species belonging to 51 families, and 98 lichen species belonging to 15 families. Many endemic species occur here as well, including *Callianthemum hondoense*, *Artemisia kitadakensis*, *Ranunculus kitadakeanus*, and *Comastoma pulmonarium* subsp. *sectum*, all relict species from the glacial.

Among floral species, one falls into category EN and four into category VU in the IUCN Red List.

1.3. Fauna

Animal species confirmed present above 800 meters in the Minami Alps include 39 mammal species belonging to 15 families, 102 bird species belonging to 35 families, nine reptilian species belonging to four families, nine amphibian species belonging to four families, 10 fish species belonging to four families, 45 terrestrial and freshwater gastropod species belonging to 16 families, and 2,871 insect species belonging to 179 families. More than 30 species of mammals occur here, including the Japanese serow *Capricornis crispus* (special natural monument of Japan) and the Asiatic black bear *Ursus thibetanus* (VU, IUCN Red List). The mammalian fauna is consistent with that characteristic of mountainous regions in the central Honshu region. Fifteen species (two families) of bats have been confirmed to occur here, making the region one of Japan's most important bat habitats.

Isolated, relict bird species from the glacial are found here. The region marks the southern limit of the global distribution of rock ptarmigan *Lagopus muta* (special natural monument of Japan).

While certain endemic insect species are encountered here, many of these species are also found in the Central and Northern Alps. The region marks the southern limit of the global distribution of alpine and subalpine insect species commonly found in the northern Eurasian continent and the peri-Arctic sea regions.

2. Proposed OUV




The region is unique in that it is a representative example for an ongoing geological process of topography formation: (1) The formation of this mountain range strongly reflects the world's highest rate of tectonic uplift and the dramatic erosion associated with this uplift; (2) the formation of 3,000-meter peaks by the orthogonal collision of the Izu-Ogasawara Arc with the Honshu Arc offers a unique instance of accretionary prism formation accompanying plate

subduction; (3) the region is a locus of ongoing tectonic deformation, where crustal folding induced by the orthogonal collision of two arcs is currently underway.

The accretionary prisms comprising the main body of the Minami Alps consist of geologic bodies formed by oceanic lava basalts and pelagic sediments on the oceanic plate and terrigenous sediments deposited in the oceanic trench scraped off during the subduction of the oceanic plate and accreted onto the continent. Within a relatively small area, the Minami Alps offers an ideal field for observing chert, limestone, and other pelagic sediments, rocks such as oceanic basalt, terrigenous, interbedded sandstone and mudstone, and the geological structures and various rocks associated with accretionary prisms, including *mélange* and fold structures. While the accretionary prism of the Minami Alps shares some features with the Shimanto Belt accretionary complex found in other parts of Japan, the region is distinct in that one can actually observe the results here of the rapid uplift of submarine sediment from depths of 5,000 meters on the seafloor to form 3,000-meter peaks—a total uplift of 8,000 meters—followed by dramatic erosion.

In many parts of the Shimanto Belt, features typical of accretionary prisms are visible in the lithofacies distribution and structures. While accretionary prisms are now widely known to exhibit structures distinct from normal geological stratifications, this fact was first shown by biostratigraphic studies carried out on the Shimanto Belt in Japan using radiolarian fossils to determine the precise age of geological strata. Such studies and the availability of many favorable outcrops that enable such studies have made the Japanese archipelago, and especially the Shimanto Belt, part of the frontlines in the study of accretionary prisms, where large numbers of domestic and foreign researchers compete with one another. The Japanese archipelago and its surrounding seas are considered to be a type locality of accretionary prisms, and the results of biostratigraphic studies here are regarded to be the most precise anywhere in the world to date.

While the Minami Alps forms a section of Shimanto Belt and exhibits rocks and structures typical of accretionary prisms, outcrops suitable for observation occur along the coastlines of Shikoku and Kyushu regions and Kii Peninsula, making the latter regions representative fields for research on the Shimanto Belt.

		
<p>Chert—Near Tenguwa Rocks in Mt. Shiomi (Shiomi-dake)</p> <p>Chert is rock formed by the sedimentation of radiolarians, which are plankton with quartzine shells, on deep ocean floors several thousand meters deep. The chert found in the Minami Alps tends to be red, the source of the name for the Akaishi Mountains (“<i>aka</i>” and “<i>ishi</i>” meaning “red” and “rock” in Japanese, respectively).</p>	<p>Pillow Lavas—Near the South Akaishi forest trail in Mt. Ofuda</p> <p>Pillow lavas are rock formations with a thin membrane-like surface formed when lava extruded on the ocean floor is rapidly cooled by seawater. The pillow lavas in the Minami Alps were basaltic lavas that originally covered the surface of the oceanic plate and were subsequently incorporated into the accretionary prism.</p>	<p>Mélange: a relic of the Subduction Zones—Near Ikenotani along Sumata River</p> <p>Mélanges are rock formations that appear to consist of jumbled up fragments of rocks from geological layers that have been broken up and mixed. They are characteristic features of accretionary prisms. Many of the mélanges found in the Minami Alps are believed to have been formed as the oceanic and continental plates pushed against each other at the plate boundary.</p>

(南アルプス学術総論を改変)

3. Comparative Cases

3.1. A mountain range formed by tectonic uplift at the world’s highest rate and subject to dramatic erosional processes

▪ Southern Alps in New Zealand

Substantial uplift (maximum rate of tectonic uplift during the Quaternary: 17 mm/year) is found on the eastern side of the Alpine Fault of the Southern Alps and along its line of extension.

▪ Central Mountain Range of Taiwan

While the scale of the mountain range is grander than the Minami Alps of Japan and the rate of uplift is presumed to be high, studies to this point have not generated adequate data.

3.2. Folding of the Crust Due to Plate Collision

▪ Three Parallel Rivers of Yunnan Protected Areas (China, (vii), (viii), (ix), (x))

The region provides an invaluable record of geological history over the past 50 million years, including the collision of the Indian and Eurasian Plates, the closure of the Tethys Sea, and the uplift creating the Himalayas and the Tibetan Plateau. While this region represents a

plate collision orogenic belt, its geology differs fundamentally from accretionary prism formations.

▪ **Swiss Alps Jungfrau-Aletsch (the Swiss Confederation, (vii), (viii), (ix))**

The region is a remarkable example of the Swiss Alps, formed as the result of uplift and compression starting around 20 to 40 million years ago. One notable structure is the overthrust in which a crystalline rock mass dated at 400 million years ago is observed on a younger carbonate rock mass. The region also offers a rich variety of geomorphological features, including U-shaped valleys, cirques, horns, valley glaciers, and moraines. While the region is an example of a plate collision orogenic belt, its geology differs fundamentally from accretionary prism formations.

3.3. Accretionary Complex

▪ **Western Japan (the Shimanto Belt)**

The stratigraphic group referred to as the Shimanto Belt distributed along the Pacific side of the southwestern Japanese archipelago and including the Okinawa Islands is recognized as a typical accretionary complex. The Shimanto Belt is among the world's most extensively studied accretionary complexes, and the results of this research have contributed significantly to the international study of accretionary complexes. Major portions of the Minami Alps consist of rock formations belonging to the Shimanto Belt.

In 1976, a geological survey carried out on land confirmed the presence of an accretionary prism, prompting the initial proposal of the concept. Combined with results of marine geological research, the results of subsequent age determination studies based on radiolarian fossils and paleomagnetic investigations of the Shimanto Belt have led to the development of a more detailed theory of the formation of accretionary prisms. Since then, numerous studies of accretionary prisms and complexes have resulted in the elucidation of structures unique to accretionary prisms, reconstructions of oceanic plate stratigraphy (from the bottommost oceanic basalts, to pelagic sediments including cherts, to semi-pelagic mudstones, and finally

to terrigenous interbedded sandstone and mudstone, or turbidites), recognition of the significance of mélanges, and the proposal of a model of accretionary complex formation.

Cape Muroto (Muroto-misaki) in Shikoku is a designated global geopark due primarily to its significance as part of an accretionary prism.

▪ **Te Wahipounamu - South West New Zealand (New Zealand, (vii), (viii), (ix), (x))**

This region is a prime example of glacial landform. While an accretionary complex is believed to be present here, the characteristic features of an accretionary complex are not precisely described. High altitudes, snow cover, and glaciers present significant obstacles to scientific investigation. Studies to date have been inadequate. A tectonic history of its formation has yet to be established.

▪ **Barbados (Barbados, Tentative List)**

The Scotland District of Barbados features an exposed accretionary complex formed on the ocean floor at the junction of two crustal plates, the Caribbean and Atlantic Plates. In terms of surface area, the exposed accretionary prism is at a significantly smaller scale than the Minami Alps.

▪ **The Jurassic accretionary complex in Western Japan (the Chichibu Belt, Mino-Tamba Belt)**

Widely distributed to the north of the Shimanto Belt, these belts share many features with the Shimanto Belt. A relatively continuous combination of chert, vari-colored shale, and turbidite can be found here. Together with the Shimanto Belt, these belts are among the world's best-studied subaerial accretionary prisms.

▪ **Cascadia accretionary prism**

This accretionary prism was formed by the subduction of the Juan de Fuca plate beneath the North American Plate, accompanied by the subduction of thick sediment deposits. The region has been extensively studied as part of the ODP (Ocean Drilling Program).

▪ **Kodiak accretionary prism (Aleutian arc)**

Cretaceous mélanges and late Cretaceous and Paleogene turbidites are distributed within the Kodiak accretionary prism. This accretionary prism exhibits stratigraphy and scales similar to the Shimanto Belt. Numerous papers on the Kodiak accretionary prism have been published.

▪ **Franciscan Belt (West Coast California)**

Complex structures consisting of sand and mud interbeds, basalt, chert, and metamorphic rocks occur in the Franciscan Belt, along with mélangé zones. While the stratigraphy resembles the Shimanto Belt, no conclusive reconstruction of the oceanic plate stratigraphy has been made.

▪ **Southern Uplands (southern Scotland)**

This mecca of accretionary prism studies features numerous classic outcrops. The stratigraphy of the Southern Uplands resembles that of the Shimanto Belt, with basalt, chert, and red shale distributed, along with turbidite.

▪ **Northern Italy (from Northern Apennines to Bologna area)**

Oceanic plate sequences from Cretaceous to Quaternary are distributed in this region. Due to its unique lithofacies and structure, the region is a type locality for olistostrome and scaly cleavage.

Besides the Nankai Trough, regions where typical accretionary prisms are currently being formed include the Middle America Trench off the coast of Mexico, Makran (off the coast of Iran and Pakistan), a part of the Peru-Chile Trench, the Barbados Ridge, Cascadia (off the coast of Oregon and



In the subduction zones around the Pacific Ocean, these are regions where accretionary prisms are currently developing or absent. Areas where even the slightest formation of accretionary prisms are observed, and areas where none can be confirmed. (Ogawa & Hisada 2005)

Vancouver), the eastern part of the Aleutian Trench, the Java Trench off the coast of Sumatra, the Hikurangi Trench (New Zealand), and the East Mediterranean Ridge.

4. Challenges

The main issue is whether a representative example of an accretionary prism and/or whether landforms and stratigraphy preserving the history of plate collision in island arcs holds universal value. In addition, in terms of being a type locality for the Shimanto Belt, Shikoku and other regions in western Japan feature far more outcrops suitable for observation and have been extensively studied. Thus, those regions may be considered better representatives of the Shimanto Belt, and it is possible whether the Minami Alps as a whole fulfill the conditions of integrity of an accretionary prism will come into question.

5. Additional Explanations on Accretionary Prisms

5.1. What is an accretionary prism?

- Accretionary prisms are fold and thrust belts consisting mainly of ocean trench sediment formed along subduction zones. The sediment on the downward subducting oceanic plate is continually pressed against the tip of the continental plate, subsequently detaching from the oceanic plate and accreting onto the continental plate. (offscraping and underplating)
- Accretionary prisms generally incorporate materials such as basalts on the topmost layer of the oceanic crust, oceanic sediment sequences consisting of limestone, chert, shale and pelagic sediments such as fine-grained clastics deposited onto the oceanic crust over extended timeframes, and terrigenous turbidite (interbedded sandstone and mudstone).
- Most of the materials constituting an accretionary prism are terrigenous and began as sand and mud flowing into the trench regions from land, eventually becoming part of the land once again as they are accreted onto the continental plate. Thus, the production of voluminous sediment due to active erosion on the land side as well as waterways for efficient

transport to the trenches is required to form an accretionary prism. Such active erosion processes generally require high mountain ranges.

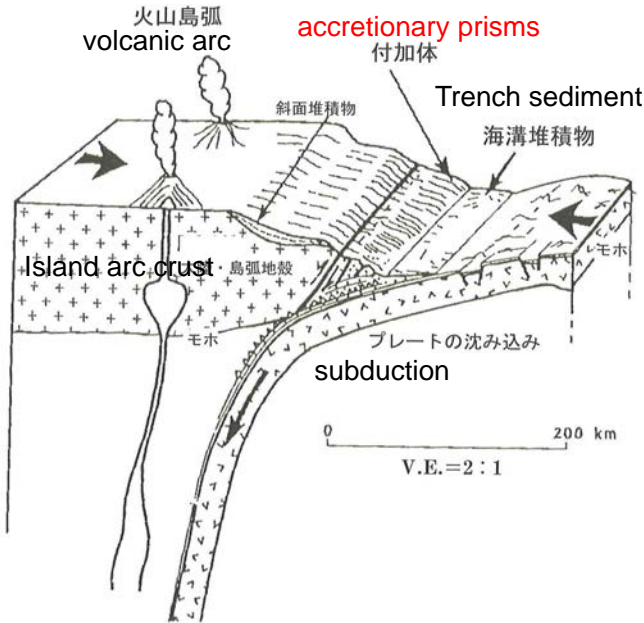
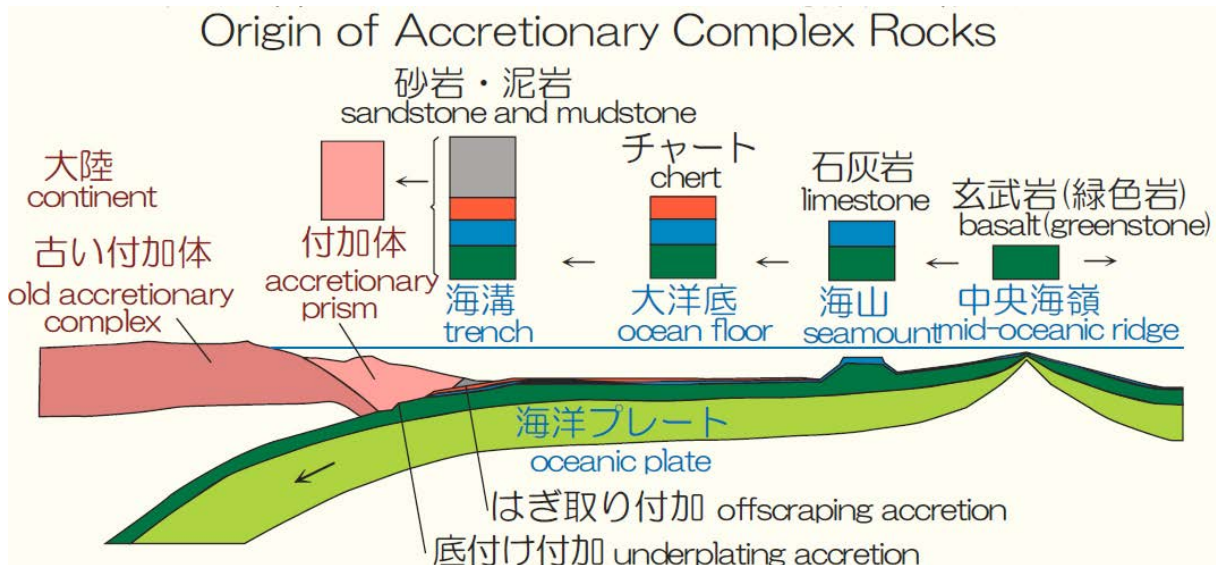


図 A-1-1 島弧-海溝系における付加体の位置 (von Huene and Scholl, 1991 による)

V.E.=2:1 は、縦が 2 倍に誇張されていることを示す。

(Ogawa & Hisada 2005 を改変)



(世界自然遺産と南アルプスの自然より引用)

5.2. The Significance of Accretionary Prism Studies

Some arguments for the significance of accretionary prism studies are given below.

- Accretionary prisms record the tectonic history of subduction zones. While most of the materials of an accretionary prism are terrigenous, they also include mantle-derived materials (fragments of seamounts and even ocean plates). Accretionary prisms also play a vital role in continental development, in addition to the formation and exhumation of high pressure metamorphic rocks and the generation of island arc magmas.
- Since subduction constantly pulls ocean floors back down into the earth's interior for future renewal, modern seafloors do not preserve records of ancient seafloors. However, geological research shows accretionary prisms contain fragments of ancient seafloors. These fragments allow scientists to gather information on ancient seafloors no longer found anywhere else on earth and have extended the reach of ocean floor research by several billion years at a stroke.
- The existence of accretionary prisms alongside high-pressure metamorphic rock also provides evidence that the processes of plate tectonics had already been established at the time these formations originated.
- In many parts of the circum-Pacific region, accretionary prisms underplated in the past now lie exposed on land, having become notable features of the geology at continental margins. In Japan, which is one such margin, the geologic formations younger than Mesozoic are mostly constituted by metamorphic belts and fold belts associated with the subduction process. Thus, a deep understanding of accretionary prism formation is essential for understanding the solid-earth science related to the Japanese archipelago and its surrounding regions.

2) 現地説明資料

- 南アルプス フィールドガイド 狩野専門家 -9月16日-

Minami Alps (Southern Alps of Japan) field guide

S-6 Arakawa Sanzan (Three Peaks of Mt. Arakawadake)

From west to east, the Arakawa Sanzan consists of the Mt. Maedake (3,068 m), Mt. Nakadake (3,083 m), and Mt. Warusawadake (3,141 m), all located along the ridge running E-W that branches off from the main ridge towards the Senmaidake (2,880 m). Cirques, linear depressions, and large-scale landslides are found along the ridges.

The areas near the Warusawadake summit are comprised mainly of greenstone masses, accompanied by masses of red chert. The areas near the summits of the Mt. Maedake and Mt. Nakadake are comprised of sandstone masses belonging to the Akaishi tectonic zone.

S - 6 荒川三山

荒川三山は、西から東へ前岳(3068m)、中岳(3083m)、悪沢岳(3141m)からなり、主稜線から分離した千枚岳(2880m)へと延びる東西方向の稜線にある。稜線では、カール、線状凹地、巨大崩壊地が見られる。

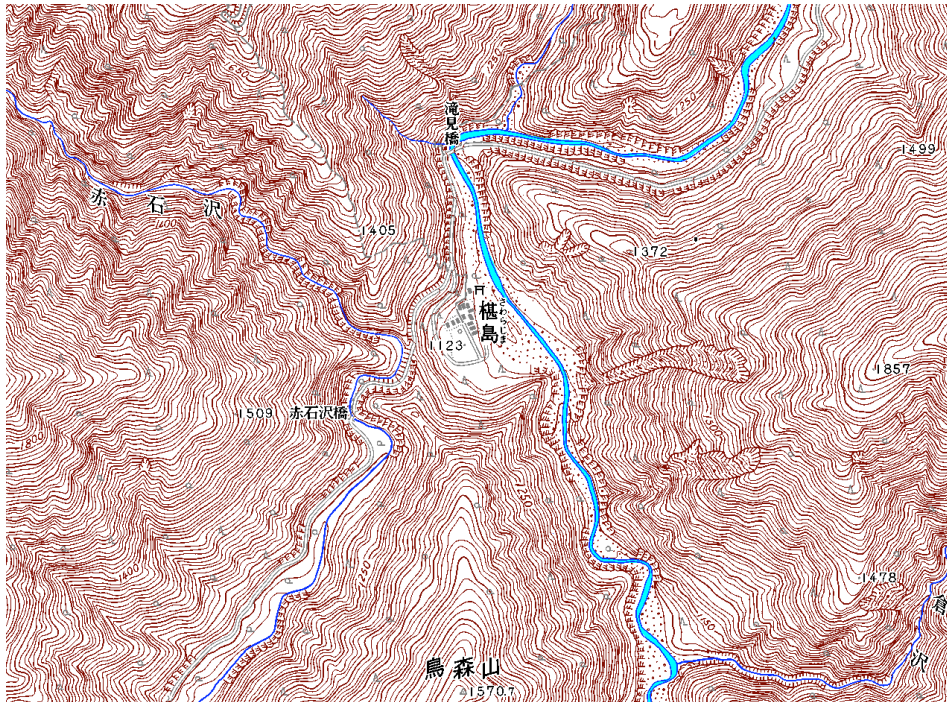
悪沢岳山頂付近は緑色岩の岩塊を主体として赤色チャートの岩塊も混在している。中岳、前岳山頂付近は赤石帯に属する砂岩岩塊によって構成されている。

S-1. Upper reaches of the Oi River and Sawarajima Area

Located on the ridge sandwiched by the mainstream of Oi River and Akaishisawa River, the Ushikubi-toge mountain path is where stream piracy between the two rivers is beginning to take place.

S - 1 大井川上流, 樫島周辺

牛首峠は大井川本流と赤石沢とに挟まれた尾根にある峠で、赤石沢と大井川本流との河川争奪が起こりかけている現場である。

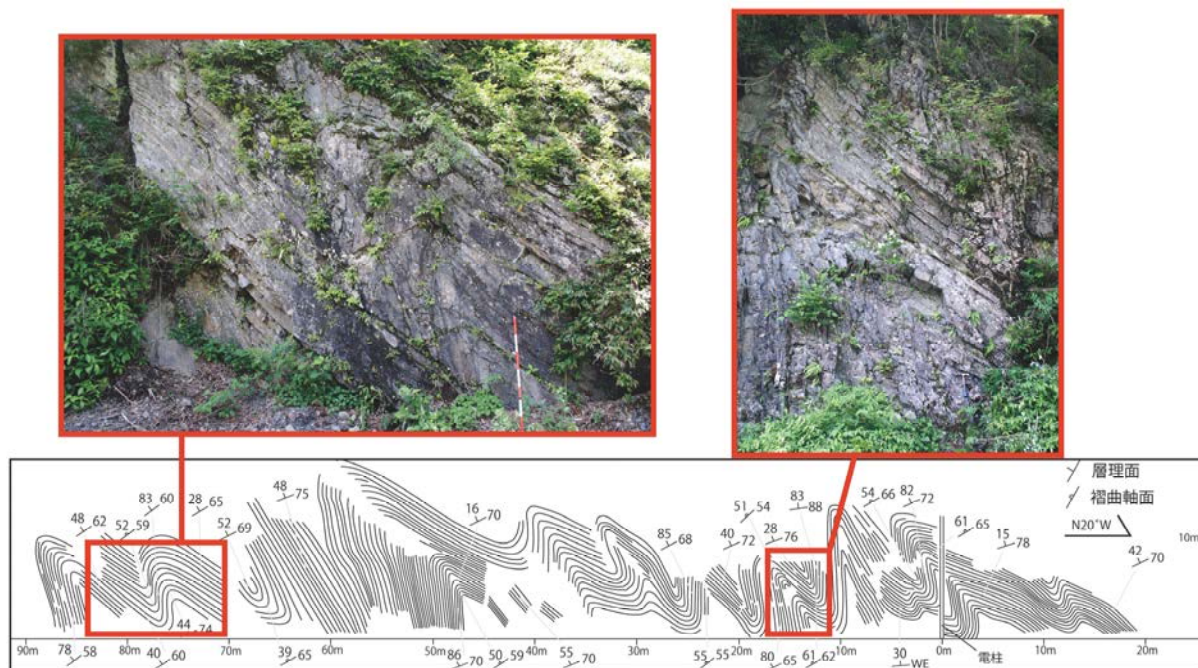


S-2. The Fold of Interbedded Sandstone and Mudstone of the Sumatagawa Group

The formation consists of interbedded sandstone and mudstone that began as turbidites filling the trench. One observes an almost continuous outcrop extending over 100 meters in width and 10 meters in height, with asymmetrical folds having half-wavelengths on the order of several meters to several tens of meters.

S - 2 寸又川層群砂岩泥岩互層の褶曲

海溝を充填した乱泥流堆積物(タービダイト)起源の砂岩泥岩互層からなる。ここでは、半波長数m~10数m程度の非対称褶曲が、露頭の幅100m以上、高さ10m前後にわたってほぼ連続的に観察できる。



S-3. Akakuzure and Bocchinagi

Akakuzure is among the largest landslides in the Southern Alps. The large scale landslides of the Southern Alps are characterized by flattened ridges due to the development of linear depressions accompanying toppling near the ridges, head scarps positioned immediately below the ridges, and alluvial fans or alluvial cones of displaced sand and gravel formed by the mainstream flow.

S - 3 赤崩, ボッチ薙

赤崩は南アルプスの大崩壊地の一つである。南アルプスの大崩壊地の特徴は、稜線付近でトップリングを伴う線状凹地が発達することによる稜線の平坦化、稜線直下を頭とする崩壊、崩壊砂礫が作る本流での扇状地または沖積錐の形成である。

S-10. The Inui Tectonic Mélange Near Senzu

A *mélange* belonging to the Inui Group is distributed widely in the Senzu area. The main constituent of the Inui *Mélange* is a body of mixed rock in which sandstone masses of variable sizes are irregularly scattered within a mudstone matrix. Masses of greenstone are also found in the *mélange*. The asymmetrical structure of the *mélange* suggests that it is a tectonic *mélange*, formed by shearing action, with the direction of shear close to parallel to the strata.

Mélanges are characteristic features of accretionary prisms, and among them, tectonic *mélanges* that have incorporated greenstone and chert masses preserve a broad range of information on plate subduction.

S - 10 千頭周辺の犬居帯の構造的メランジュ

千頭周辺には犬居帯に属するメランジュが広域的に分布している。犬居メランジュの主体は、泥質基質中に大小の砂岩岩塊が不規則に散在した混在岩である。岩塊の一部に緑色岩を含む。組織の非対称性から、地層とほぼ平行な剪断作用によって形成された構造的(テクトニック)メランジュであると推定されている。

メランジュは付加体を特徴づける岩石であり。その中で緑色岩やチャート岩塊を持つ構造的メランジュは、プレート沈み込みに関する様々な情報を保存している。

NY-2. Active Fault System of the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line: Shimotsutaki Fault

A major fault that transverses the central Honshu region in the N-S direction, the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line forms the boundary between the volcanic arc (Izu-Ogasawara Arc) and the zone of geologic formations more than 20 million years old to the west. The Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line is a left-lateral strike-slip fault with an estimated displacement of approximately 12 km. Part of the fault has been designated a Class A active fault. Exposed tectonic reliefs and fault outcrops are visible along rivers and streams and their terraces.

N Y - 2 糸魚川-静岡構造線活断層系, 下葛木断層

糸魚川-静岡構造線は、本州中部を南北に横断する大断層で、西側の2000年より古い地層が分布する地帯と火山弧(伊豆-小笠原弧)の境界となっている。この辺りは左横ずれ断層であり、約12kmの変位量を持つとされている。またその一部は、A級の活断層とされている。河川や段丘に表れた変動地形、断層露頭が観察できる。

Y-1. Mini Grand Canyon downstream of Kokkai Bridge and the Hakushu Fault

Measuring approximately 10 meters deep and 10-30 meters wide and stretching for 2 km, the “mini Grand Canyon” is a nickname given to a gorge topology created by the undermining of the Kamanashi River bed by torrential rains during a typhoon in September 1982. The lower portion of the terrace cliff on the left riverbank features a thrust fault outcrop in which a granite body is overthrust onto a gravel layer dated to 25 Ma.

Y - 1 国界橋下流のミニグランドキャニオンと白州断層

ミニグランドキャニオンは、1982年9月の台風に伴う豪雨によって釜無川河床が穿掘されて出現した、長さ約2km、幅10~30m、深さ約10mの峡谷地形の愛称である。

左岸側の段丘崖下部には、25 Maの礫層の上に花崗岩体が乗り上げる衝上断層がある。

Y-2. Active Fault System of the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line: Tozawa Outcrop of the Shimotsuburai Fault

The Shimotsuburai fault is located on the boundary region between the river terrace created by the Kamanashi River and the eastern foot of the Koma Mountains. In this region, a middle

Miocene granodiorite body has been overthrust onto a gravel layer corresponding to the lowermost terrace (dated to several ten thousand years ago).

This outcrop provides evidence for an active fault on the topographic boundary between the mountains and the plains.

Y - 2 糸魚川-静岡構造線活断層系，下田井断層戸沢露頭

下田井断層は，巨摩山地東麓と釜無川が作る河岸段丘の境界部に位置している．中期中新世の花崗閃緑岩体が，最低位段丘（数万年前）を作る礫層に衝上している．

山地と平野部との地形境界に活断層が存在することを裏付けた露頭である．

Y-3. Active Fault System of the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line: Tectonic relief Associated with the Ichinose Fault

The Ichinose fault consists of active fault groups on the boundary region between the Kofu Basin and the Ichinose Upland and the Kushigata Mountains to the west of the basin. Exhibiting significant displacement, this is the region's most active fault. Tectonic reliefs accompanying active faults are readily observed here. The activities of the Shimotsuburai-Ichinose fault and the Hakushu fault to the north are believed to have driven the westward tilting and uplifting of the main body of the Southern Alps.

Y - 3 糸魚川-静岡構造線活断層系，市之瀬断層に伴う変動地形

甲府盆地とその西側の市之瀬丘陵，および楡形山山塊との境界の活断層群が作る断層地形．この付近では最も活動的であり，変位量も大きい活断層である．簡単に活断層に伴う変動地形が観察できる．この下田井-市之瀬断層や，より北方の白州断層の活動によって南アルプスの主体が西側傾動隆起を起こし，上昇していると考えられている．

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.
- Kano K., Kosaka K., Murata A. and Yanai S., 1990. Intra-arc deformations with vertical rotation axes: the case of the pre-Middle Miocene terranes of Southwest Japan. *Tectonophysics*, 176: 333-354.
- 狩野謙一. 2002. 伊豆弧衝突に伴う西南日本弧の地殻構造改変. 地震研究所彙報. 77 : 231-248.
- 狩野謙一. 2013. 大井川上流部のジオツアーガイド. 静岡市委託・南アルプス(静岡県側)ジオツアーコース調査選定等業務報告書, 54p.
- 狩野謙一・村松武・廣田豊. 1986. 四万十累層群の変形様式—赤石山地南部の上部白亜系に見られる例—. 静岡大学地球科学研究報告 12 : 89-114.
- 釧路市. 2013. 阿寒の自然 (パンフレット).
- 南アルプス世界自然遺産登録推進協議会・南アルプス総合学術検討委員会. 2010. 南アルプス学術総論.
- 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. 2014. Deep-lithospheric rocks in Mt. Apoi Geopark and the Hidaka mountains. *AOGS 2014 Tour to Mt. Apoi Geopark*.
- 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.
- 小川勇二郎・久田健一郎. 2007. 付加体地質学. 共立出版株式会社.
- 小山内康人. 2010. 日高変成帯にみられる下部地殻の高度変成岩. 日本地質学会編, 日本地方地質誌 1, 口絵 6, 北海道地方.
- 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.
- 宇井忠英・川村信人・菊池武・小泉格・坂本竜彦・鈴木徳行・土屋篁・新井田清信・松枝大治・箕浦名知男. 1999. 北の大地が海洋と出会うところ—アイランド・アーク—の地球科学. 北海道大学総合博物館 学術資料展示 地球惑星科学分野, 北海道大学総合博物館, 29p.

(5) 専門家により提供された文献一覧

著者	発行年	題名	掲載
J. R.Hein, S. Dasgupta	1992～ 1994	Igcp project 318: Genesis and correlation of marine polymetallic oxides. Newsletter No.5,6,10	IGCP-318 newsletter
Y. Hariya, T. Kikuchi	1964	Precipitation of Manganese by Bacteria in Mineral Springs	Nature. Vol.202
N. Mita <i>et al.</i>	1994	A growing deposit of hydrous manganese oxide produced by microbial mediation at a hot spring, Japan	Geochemical Journal, Vol.28,pp.71-80.
A. Usui, N. Mita	1995	Geochemistry and mineralogy of a modern buserite deposit from a hot spring in Hokkaido, Japan.	Clays and Clay Minerals, Vol.43, No.1, 116-127.
T. Denk, G. W. Grimm, V. Hemleben	2005	Patterns of Molecular and morphological differentiation in <i>Fagus</i> (Fagaceae): phylogenetic implication.	American Journal of Botany 92(6):1006-1016.
K. Homma <i>et al.</i>	1999	Geographical variation in the early regeneration process of Siebold's Beech (<i>Fagus crenata</i> BLUME) in Japan.	Plant Ecology 140: 129-138.
T. Nakashizuka & S. Iida	1995	Composition, dynamics and disturbance regime of temperate deciduous forests in Monsoon Asia.	Vegetatio 121:23-30.
K. Arita, J. Maeda, K. Niida	2003	Deep-seated plutonic and metamorphic rocks of the Hidaka mountains, Hokkaido.	IUGG 2003 FIELD TRIP G2
W. Suzuki		Exercise at Tadami. -ProSPER.Net Jint Project- Sustainable development of regional society with focus on biodiversity.	Japanese Coordination Committee for Man and the Biosphere
M. Kawamura <i>et al.</i>	2004	EARTH SCIENCE OF "THE ISLAND ARC"- WHERE NORTHERN LAND AND OCEAN MEET -	The Hokkaido University Museum
K. Niida <i>et al.</i>	2002	Guide book for field excursion to the Horoman peridotite complex.	Field Guide, 4th International Workshop on Orogenic Lherzolite and Mantle Processes. Samani.
K. Niida	2014	Deep-lithospheric rocks in Mt. Apoi Geopark and the Hidaka mountains.	AOGS 2014 Tour to Mt. Apoi Geopark
K. Niida		Mt. Apoi -PERIDOTITE PLAZA	Samani Town office

平成26年度 世界自然遺産候補地詳細調査検討業務
報告書

2015年（平成27年）1月

業務発注者 環境省自然環境局
〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2
TEL : 03-3581-3351

業務受託者 一般財団法人 自然環境研究センター
〒130-8606 東京都墨田区江東橋3-3-7
TEL : 03-6659-6310

リサイクル適性の表示：印刷用の紙にリサイクルできます

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔A ランク〕を用いて作製しています。