

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月15日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21300333

研究課題名（和文） 本州中部日本海側山地の亜高山・高山域における最終氷期以降の植物群・環境変遷史

研究課題名（英文） Flora and environmental history since the Last Glacial on the subalpine and alpine regions on the mountains of the Sea of Japan side of central Japan

研究代表者

沖津 進 (OKITSU SUSUMU)

千葉大学・大学院園芸学研究科・教授

研究者番号：70169209

研究成果の概要（和文）：本研究では、本州中部日本海側山地において、高山・亜高山域での最終氷期以降の植物群と環境の変遷史を、湿潤多雪環境の推移および植物地理的な分布要素に基づき整理した植物群の挙動を中心として、固有性の高い植物群落の形成過程に焦点を当てて明らかにし、「乾燥気候が卓越した最終氷期時にも、より湿潤な気候下に分布するベーリング要素植物群が、地形的なすみわけを通じて共存分布していた」との、全く新しい植物群・環境変遷史を提示した。

研究成果の概要（英文）：This study reconstructed the flora and environmental changes of the alpine and subalpine regions on the mountains of the Sea of Japan side in central Japan since the Last Glacial. The study clarified the developmental processes of the endemic vegetation of the regions treated, focusing on the fluctuations of the humid, snowy climate and review of the geographical elements of major plants. The study presented the quite new view points of the flora and vegetation on the regions that even in the Last Glacial experiencing the arid cold climate, humid elements such as Bering type co-existed with arid type plants with topographic separations.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	7,000,000	2,100,000	9,100,000
2010年度	5,400,000	1,620,000	7,020,000
2011年度	2,000,000	600,000	2,600,000
年度			
年度			
総計	14,400,000	4,320,000	18,720,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：地理学

キーワード：地理学一般、植生史、環境変遷、最終氷期、多雪山地、大型植物化石

1. 研究開始当初の背景

| 日本の高山・亜高山植物群は、積雪量の変化

に対応して各分布要素が住み分けている。分布要素ごとに分布立地の共通性が高い（佐藤前掲書）ので、分布要素を解析することにより、植物群の分布立地が推定できる。分布要素解析を取り入れることで、高山・亜高山域での最終氷期以降の植物群と分布立地および環境の変遷史を明らかにして、日本固有の植物群の形成過程を知ることができる。

2. 研究の目的

本州中部日本海側山地において、高山・亜高山域での最終氷期以降の植物群と環境の変遷史を、湿潤多雪環境の推移および植物地理的な分布要素に基づき整理した植物群の挙動を中心として、固有性の高い植物群落の形成過程に焦点を当てて明らかにする。「乾燥気候が卓越した最終氷期時にも、より湿潤な気候下に分布するベアリング要素植物群が、地形的なすみわけを通じて共存分布していた」との、全く新しい植物群・環境変遷史を提示する。このことで、日本の高山・亜高山域での固有植物群の形成過程を、東アジアの植物地理構造と整合させながら的確に復元出来る。この成果は、古気候・古海洋研究にも寄与する。

3. 研究の方法

本州中部日本海側山地の2カ所（平成21年度白馬岳周辺、平成22年度乗鞍岳北部の梓川流域）を主な対象とし、露頭調査および湿原のボーリングで湖沼・氾濫原堆積物から試料を採取し、大型植物化石を分析するとともに、層相・層序・年代を明らかにし、堆積場の地形的特徴や成因を検討する。同時に現地植生調査を行う。専門を異にする申請者5名が常に協同し、統一的な視点の下に結果を整理、解釈する。

4. 研究成果

(1) 北アルプス周辺の大規模地すべりと古環境

①概要

北アルプスの各地に大規模な地すべり移動土砂と、それが河川を堰き止めて生じた湖沼・氾濫原堆積物が分布する。山地は侵食の卓越する場であるが、地すべりの移動土砂や堰き止め堆積物は古環境の代理指標となる植物化石や、編年に益する火山灰などを含むことがある。この点において、大規模な地すべりの移動土砂や堰き止め堆積物は、古植生を含めた広い意味での古環境復元に有用である。このことは従来あまり顧みられなかった。今後も野外調査を進めれば、こうした堆積物や資料を発見できる公算は強い。本稿では、北アルプスを中心に、著者が調査に携わってきた事例を紹介するとともに、今後の課題や展望に言及した。

②大規模地すべりと古環境

北アルプスには、本稿で紹介した事例以外のものを含め、多数の大規模地すべり移動土砂やそれに関連した堰き止め堆積物が存在する（図1）。ここでみたように、特に堰き止め性の湖沼・氾濫原堆積物は大型植物化石や花粉化石を良好に保存する。それらは大規模地すべりの発生域～移動土砂の堆積域、あるいは湖沼・氾濫原を生じた河川の上流域を中心に、古環境（古植生）を復元するのに有用である。

古環境研究には、野尻湖や諏訪湖のような比較的大きな集水面積をもつ湖沼堆積物が用いられることも多い。こうした湖沼堆積物は時間分解能や層序の連続性の点で優れているからである。

(2) 北東アジア沿岸、海洋域の植生から見た日本の高山・亜高山帯の植生地理

①概要

本州中部日本海側山地亜高山域を対象として、それを構成する主な植生を取り上げ、極東ロシア沿岸、海洋域の対応植生との植生地理的關係を議論した。亜高山域は高木林域

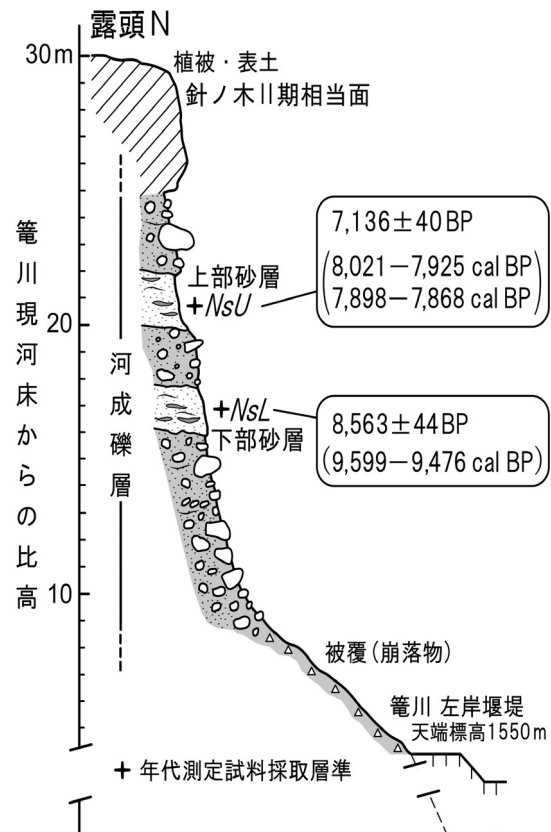


図1 箆川・鳴沢出合付近の沖積錐・河成堆積物含まれる含腐植シルト層。かつて最終氷期の産物と考えられたが、完新世であることが判明した。荻谷（2010）を改変。

と低木林域から構成される。高木林域の主要植生はオオシラビソ林、ダケカンバ林、広葉草原（お花畑）、偽高山植生、低木林域の主要植生はハイマツ低木林、雪田植生、風衝植生、荒原植生である。偽高山植生を除く7タイプの主要構成種の組成や分布地理を検討した。重複も含めた分布地理を見るとオホーツク沿岸型が5タイプ、東シベリア型が3タイプ、環北太平洋型（ベ어링要素型）が2タイプ、周北極型は1タイプであった。日本海側山地亜高山植生は太平洋北部の湿潤気候に分布の本拠を置くことがわかる。これらの植生地理的議論から、最終氷期の亜高山植生は、現在推定されている状態と異なり、湿潤気候要素が地形的すみわけをしながら点在分布し、それらのレフュージアとなっていたことが想定される。

②極東ロシア沿岸、海洋域の植生からみた日本海側山地亜高山域の植生地理

②-1 亜高山高木林域

主体となるオオシラビソ林は日本固有のオオシラビソのほか、ブナ林と共通するチシマザサ、ヒメモチ、オオイワカガミ、イワナシ、ミヤマカタバミなどが出現する（中村1986）。日本固有の植生である（Okitsu 2003）。そのため、ロシアの対応植生を持たない、主要構成種の地理分布はオホーツク沿岸と環北太平洋である。ダケカンバ林はロシアの対応植生では明らかにカムチャツカ半島を中心に海洋域に分布するダケカンバ林に対応する。主要構成種の地理分布はオホーツク沿岸である。広葉草原は広葉草本が主体である。主要構成種の地理分布も同様に東シベリアとオホーツク沿岸である。

②-2 亜高山低木林域

亜高山低木林域はハイマツ低木林が主体である。主要構成種の地理分布は東シベリアとオホーツク沿岸が主体である。雪田植生は風下側斜面に発達する雪田に分布する。主要構成要素の地理分布は明らかに環北太平洋型である。風衝植生は冬期季節風風上斜面上部に分布し、ハイマツ群落とモザイク状の植生景観を構成する。ロシアでは超海洋域の低木ヒース群落のうち乾性立地に分布するものに良く対応する。この植生の主要構成要素の地理分布は、湿潤立地の低木ヒース群落とは異なり、周北極型である。荒原植生はコマクサやキバナコマノツメなどが主体の、植皮量が少ない強い立地に現れる。主要構成要素の地理分布は東シベリアとオホーツク沿岸である。

③まとめ

重複も含めた分布地理を見るとオホーツク沿岸型が5タイプ、東シベリア型が3タイプ、環北太平洋型（ベ어링要素型）が2タイプ、周北極型は1タイプであった。ロシアの対応植生の生物気候分布では、ハイマツ

低木林をのぞき、海洋域、あるいは超海洋域であった。これらのことから、日本海側山地亜高山域の植生は太平洋北部の湿潤気候に分布の本拠を置くことがわかる。また、本州日本海側山地亜高山域の植物は千島列島が移動経路として重要であったことを示している。これらの植生地理的議論から、最終氷期の亜高山植生は、現在推定されている状態とは異なり、湿潤気候要素が地形的すみわけをしながらレフュージアとして点在分布し続け、それが今日広がったものと想定される。

（3）大型植物化石分析による最終氷期以前の植物群の変遷

①概要

最終氷期の約70000年前から13,000年前には、気候の寒冷・乾燥化に伴って、中部日本の低地域は現在の亜高山帯植生とは異なったトウヒ属バラモミ節や、チョウセンゴヨウ、カラマツを含む針葉樹林や、これらの針葉樹とシラカバやナラ類を含む落葉広葉樹の混交林に覆われていた。ブナや現在のブナ林に多い温帯性の落葉広葉樹種は少なくなりましたが、低地域では比較的内陸域にもわずかながら分布していたと考えられる。最終氷期の亜高山帯の植生の様子を示す大型植物化石群は、これまでほとんど見つかっていなかったが、最近の調査で標高750~1150mの植物化石試料がしだいに集まってきた。白馬村の神城湖成層の約25000年前の化石群には、日本海型の分布を示すチシマネコノメソウが含まれていた。また、岩岳湖成層の約53000年前の地層からはオオシラビソの球果鱗片が産出した。これらの化石資料は、現在の多雪域に多い植物群が、比較的積雪量が少なかったとされている最終氷期にも、現在と同じ地理分布をしていたことを物語っている。

②最終氷期最寒冷期の植物分布

最終氷期最寒冷期の化石群は、少なくとも20地点から報告されている（津村・百原 印刷中、図2）。化石記録を一覧すると、当時の針葉樹林は現在の本州の亜高山帯針葉樹林とは種組成が大きく異なることがわかる。最終氷期最寒冷期の化石群に最も多く含まれているのが、現在のヒメマツハダ、ヤツガタケトウヒ、ヒメバラモミ、アカエゾマツに類似した比較的小型のトウヒ属バラモミ節の球果である。次に多いのがチョウセンゴヨウとカラマツ属である。北海道や青森県からは現在のサハリンや千島列島より北に分布しているグイマツが産出し、宮城県以南ではカラマツが産出する。

③山地帯上部から亜高山帯の最終氷期大型植物化石

長野県白馬村の神城盆地[YK5]（標高約750m）の東部に分布する湖成層からは、約5万から約25000年までのほぼ連続した年代値が

得られた。AT前後の大型植物化石群を分析した結果、最上部の24760yBPの層からはトウヒ属バラモミ節、モミ属、カラマツ、シラカバ、ケヤマハンノキ近似種とともに、現在では日本海型分布を示すチシマネコノメソウの種子が多く含まれることが明らかになった。このことは、現在の多雪域を分布の中心とする植物が、積雪量が現在よりも少なかったと考えられる最終氷期最寒冷期でも現在と同じ分布域に分布し、谷沿いなどの比較的積雪量の多い場所に残存していたことを示す。

(4) 日本における亜高山・高山域の植生変遷史

①概要

寒冷な最終氷期の最盛期には、日本列島の大部分は針葉樹林で覆われており、現在の亜高山帯域は植被の乏しい環境であった。晩氷期末には、低標高部では、中部山岳の一部を除き本州系の針葉樹林は衰退し、東北地方南部まで分布していた北方系の針葉樹林も本州からはほとんど姿を消した。高山帯下限は現在の亜高山帯の下限付近に位置するようになった。後氷期になると、山岳上部に植物が進入・定着し草原的な景観の植生が形成された。やがて、このような場所にも針葉樹が侵入・拡大を始めた。後氷期の本州における針葉樹林の増加開始時期は、山岳によって異なり、早いものは立山の約6500年前、遅くは八甲田山や八幡平などで約3000~2500年前である。一方、後氷期の気候温暖期にブナ帯上限が現在よりも大幅に上昇していたかは疑わしい。日本海側山地や東北日本において針葉樹林帯を持つ山岳と持たない山岳の植生の違いは、山岳上部の草原的な植生域への針葉樹の侵入・増加と森林形成の有無を通して形成された。気候変化の速度に植物の分布・移動が追いつかないことや、地理的な積雪量の多寡あるいは季節風の強弱、山岳部の平坦面の大きさ、土壌の未発達などの個々の山岳の条件や分布していた針葉樹林の規模により針葉樹の侵入・定着時期が左右されたためとみられる。

②最終氷期の針葉樹林の構成樹種

大型植物化石の研究によれば(那須 1980; 相馬・辻 1987 など)、これらの針葉樹林を構成していたのは、北海道ではアカエゾマツ、エゾマツ、トドマツ、グイマツが多く、東北地方では前記4種が宮城県付近まで産出するほかチョウセンゴヨウ、コメツガなどが多い。また、東北地方南部、関東、中部地方では、シラベ、トウヒ、ヒメバラモミ、イラモミ、コメツガ、チョウセンゴヨウなどである。これらの針葉樹林は現在とは違ってトウヒ属が優勢であり、しかも現在では分布が限られている樹種によって構成されていたこと

が注目される(図1)。例えば、我国の亜高山帯・亜高山帯に生育するトウヒ属バラモミ節にはアカエゾマツ、イラモミ、ヒメバラモミ、ヤツガタケトウヒがあるが、アカエゾマツ以外の3種は、現在では、なかなか目にすることができない。また、現在は亜高山帯を代表するアオモリトドマツや高山帯のハイマツの発見例は極めて稀である。つまり、最終氷期の針葉樹林の構成は現在とはかなり異質であったことを示している。

③後氷期の気候温暖期に森林帯は現在より上昇したか?

中部地方や北海道の亜高山帯針葉樹林は発達したが、北八幡平地域や八甲田山では約600年前によく現在みられるような針葉樹林帯が形成された。南八幡平地域では、さらに増加開始が遅れたり、認められなかったりするので、まだ、針葉樹林帯を形成途上にあると言える(守田 1992; 池田 2002)。一方、月山や栗駒山のように現在でもアオモリトドマツが分布拡大できず小林分のままの山や森林がまったく未発達のまま残されている山もある。また、雨竜沼湿原のある北海道の暑寒別岳ではカバノキ属と針葉樹花粉が増加するが、現在も、付近はササ原と疎らなダケカンバ林が広がるだけである。

後氷期の気候温暖期における森林帯の上昇量にふれた報告は多い(Nakamura 1952; Tsukada 1958; 梶 1982; 三好 1998 など)。これらの報告では、分析地点の下方に生育する植物の花粉が、現在よりも多く検出されることを理由に森林帯が上昇したと判断しており、その多くは数少ない分析地点から、あるいは、地域の異なる複数の山岳の比較から導きだされている。とくに、森林帯上昇の根拠としていた花粉分析結果の多くは、亜高山帯あるいは山岳の上部に位置する地点のものであることは注意すべきである。山岳上部では、下方に生育する植物の花粉は山地特有の上昇気流によって容易に他の植生帯に運搬されることから、分析地点周辺の植生によっては、冷温帯のブナ林であったか、亜高山帯の針葉樹林またはその他の植生であったのかを判別するには、指標植物花粉の利用や同一地域内の多数地点の分析結果の比較などが不可欠である(守田 1984)。同じ山岳内で多数地点の分析結果があるのは後志の京極湿原群、八甲田山、八幡平、吾妻山、苗場山、立山などがあげられる。これらの分析結果を比較すると、京極湿原群を別として、いずれも針葉樹花粉増加以前には確かにブナ属など冷温帯林に由来する花粉が多く認められるが、同時に、ツツジ科や草本花粉、コナラ属なども多い傾向が見られ、高標高部ほどその傾向が強い。当時は調査地点周辺に落葉低木を混じえた草原状の植生で広がっており、そのため下方から飛来する冷温帯林

由来の花粉が過大に表現されたためと見られる。また、京極湿原群でも約 6000~1000 年前には、ゼンマイ科やその他のシダ孢子が多産するほか、草本花粉もやや増加する(五十嵐 2000)。八甲田山や八幡平では、針葉樹花粉増加以前にミヤマナラ由来のコナラ属花粉あるいは草本花粉の占める比率が上昇する地点の下限を冷温帯林の上限と仮定すると現在とほとんど変わらない(守田 1985, 1987)。一方、北海道のブナが現在の分布域まで北上したのはごく最近のことであり(紀藤・瀧本 1999)、東北地方南部でも約 6000 年~3000 年前の温暖期には暖温帯林が現在の分布域よりも北進した様子は見られない(守田・藤木 1997)。また、早くから針葉樹花粉が増加する中部日本の山岳では、その増加が気候温暖期中でもみられる(例えば、叶内 1987; 津田 1990 など)。これらのことは、気温の変化と森林帯の移動が必ずしも歩調を合わせていないことを示唆している。このようにみると、後氷期の気候温暖期に現在より 300~400m も森林帯が上昇したかどうかは極めて疑わしい。

④まとめ

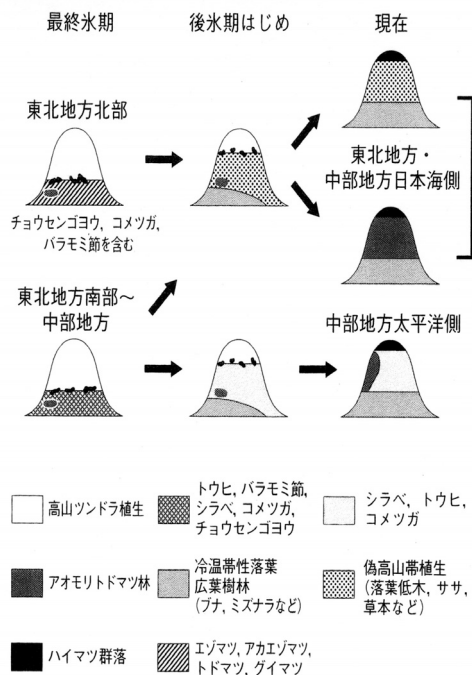


図2 本州における最終氷期以降の亜高山帯植生の変遷模式図

以上のように、現在の亜高山帯は森林の進入が遅れた場所と言え、現在、針葉樹林帯を持つ山岳と持たない山岳の植生の違いは、山岳上部の草原的な植生域への針葉樹の侵入・増加と森林形成の有無にある。その違いは、①気候変化に植物の分布・移動が追いつ

かないこと、②対馬海流流入による多雪化、③山岳上部の土壌の未発達や強風の影響により樹木の定着が困難であったこと、④土壌生成に関連する山岳ごとの地質の違いが関係したであろう。なお、図2には最終氷期以降の亜高山帯植生の変遷過程を模式図として示した。

(5) 白馬村や魚沼丘陵における花粉分析からみた植生変遷

①概要

白馬村と魚沼丘陵で得られた花粉化石資料に基づき、調査地周辺の最終氷期最盛期頃の植生や温帯性樹種の地理分布について検討した。予察的ながら、中部地方北部と北陸地方の氷期の沿岸域とやや内陸の低地、沿岸に近い山地域では、マツ科針葉樹が優勢な樹林が分布していたが、氷期の沿岸域とやや内陸の低地、沿岸に近い山地域に、温帯性樹種のレフュージアが存在したと結論づけた。最終氷期、特にその最盛期の植生分布や温帯性樹種の地理分布、古気候を明らかにするためには、さまざまな地域で花粉化石と大型植物化石の分析を並行して行い、それらの分析資料を比較検討する必要がある。また、花粉化石を精査してより下位の分類単位で同定するとともに、分布限界域における各樹種の現在の生育環境や生活史特性を考慮することも必要である。

②温帯性樹種の古地理分布と古気候復元

中部地方北部と北陸地方では、氷期の沿岸域とやや内陸の低地、沿岸に近い山地域に、温帯性樹種のレフュージアが存在したものと推定できる。最終氷期最盛期の植生分布や植物種の地理分布の具体像を提示するには、次の2点も必要である。

第一に、花粉化石の分析に際しては、花粉化石(特に飛散性が乏しく現地性が強い花粉分類群)を精査し、

第二に、温帯性樹種の古地理分布の復元にあたっては、その分布限界域における現在の生育環境や生活史特性を考慮することも必要である。分布上限域のブナの生育環境はブナ林域のそれとはかなり異質である。このことは、植物化石からブナの地理分布や古気候を復元する上で重要な示唆を含んでいる。分布域の違い(例えば、標高差)により植物の成長、成長・繁殖の関係、同化産物の投資量・雌雄による分配比が変化することが知られており、花粉堆積に影響を与える、分布限界域における植物の生活史特性にも注意を向ける必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 24 件)

1. 紺野美樹・百原 新・近藤玲介・重野聖之・宮入陽介・佐藤雅彦・五十嵐八重子・沖津進. 2012. 北海道姫沼ボーリングコアの最終氷期再寒冷期以降の大型植物化石群. 植生史研究, 21: 21-28. (査読有)
2. 菟谷愛彦・佐藤 剛・小森次郎. 2012. 白馬岳東麓, 長走沢・金山沢の地すべり地形と堆積物. 地学雑誌, 121, 384-401. (査読有)
3. Kobayashi, M., Saito, T., Okitsu, S. 2011. Zircon fission-track ages of the Miocene Yagii Formation, Saitama Prefecture, central Japan, and their palaeoecological significance. The journal of the Geological Society of Japan, 117:632-636. (査読有)
4. Kariya, Y., Komori, J. and Sato, G. 2011. Landslide-induced terminal moraine-like landforms on the east side of Mount Shirumadake, Northern Japanese Alps. Geomorphology, 127, 156-165. (査読有)
5. 菟谷愛彦. 2010. 北アルプス周辺の大規模地すべりと古環境研究. 沖津進・安田正次編著「亜高山・高山域の環境変遷—最新の成 8. 果と展望—」, 22-31. (査読有)
6. 菟谷愛彦. 2010. 飛騨山脈・針ノ木岳北面に分布する完新世を示す沖積錐堆積物の 14C 年代. 第四紀研究, 49, 383-387. (査読有)
7. 守田益宗 (8 人中 1 番目)・神谷千穂. 2010. 岐阜県瑞浪市大湫盆地堆積物に記録された花粉化石群の変動. 酸素同位体ステージ 9 以降の植生と気候の変遷. 季刊地理学, 62, 195-210. (査読有)
8. 植木岳雪・近藤玲介. 2010. 北海道北部, 利尻島, 港町層の溶岩の年代と古地磁気方位. 地質学雑誌, 116, 437-440. (査読有)

[学会発表] (計 35 件)

1. Okitsu, S. 2011. Vegetation geography of alpine-subalpine regions on Japanese mountains viewed from vegetation of maritime, oceanic regions of northeastern Asia. IBC2011, Melbourne.
2. Momohara, A., Miyake, N., Kudo, Y. 2011. Inland temperate tree refugia in LGM in central Japan based on plant macrofossil records and its significance for the rapid expansion of temperate forest with high species diversity. XVIII INQUA-Congress, Bern.
3. Momohara, A. 2011. Altitudinal effects on palaeotemperature reconstruction by use of the coexistence approach based on plant macrofossil assemblages in central Japan. 2th Annual NECLIME

Meeting, Bucharest.

4. 菟谷愛彦・高岡貞夫・佐藤 剛・清水勇介 (招待講演). 2011. 北アルプスの山岳景観 と地すべり. 2011年日本地球惑星科学連合大会, 幕張メッセ.

[図書] (計 6 件)

1. 沖津進. 2012. ダケカンバ. 渡邊定元編『日本樹木誌 II』, 日本林業調査会, (印刷中) (査読有)
2. 菟谷愛彦. 2012. 白馬岳—日本を代表する雪と花の山. 小泉武栄編『図説 日本の山』, 朝倉書店. (印刷中) (査読有)
3. 津村義彦・百原 新. 2011. 植物化石と DNA からみた温帯性樹木の最終氷期最盛期のレフュージア. 高原 光・村上哲明編著『環境史をとらえる技法』文一総合出版, 45-75. (査読有)
4. 沖津進・安田正次(編著). 2010. 亜高山・高山域の環境変遷—最新の成果と展望—日本地理学会「日本における亜高山・高山域の植生・環境変遷史研究グループ. A4 判. 86 ページ. (査読有)
5. 沖津進. 2009. 極東ロシアの植生分布. 岡 洋樹・境田清隆・佐々木史郎編『朝倉世界地理講座—大地と人間— 2 巻 東北アジア』, 朝倉書店, 20-30. (査読有)
6. 沖津進. 2009. ハイマツ群落 分布. 増沢武弘編著『高山植物学』, 共立出版, 335-348. (査読有)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

沖津 進 (OKITSU SUSUMU)
千葉大学・大学院園芸学研究所・教授
研究者番号: 70169209

(2) 研究分担者

百原 新 (MOMOHARA ARATA)
千葉大学・大学院園芸学研究所・准教授
研究者番号: 00250150
守田 益宗 (MORITA YOSIMUNE)
岡山理科大学・理学部・教授
研究者番号: 90289140
菟谷愛彦 (KARIYA YOSHIHIKO)
専修大学・文学部・准教授
研究者番号: 70323433
植木 岳雪 (UEKI TAKEYUKI)
産業技術総合研究所・地質情報部門・
研究員
研究者番号: 40371025

(3) 連携研究者

三宅 尚 (MIYAKE NAO)
高知大学・自然科学系・准教授
研究者番号: 60294823