

博士論文

東北日本におけるオオシラビソ林の
立地環境と林分構造に関する自然地理学的研究

Environmental Conditions and Stand Structures of *Abies mariesii* Forest in
Northeast Japan

今野 明咲香
平成 28 年

要 旨

I. はじめに

一般に、東北地方の亜高山帯にはオオシラビソを主とする亜高山性針葉樹林が成立すると言われている。しかし、亜高山帯の領域に針葉樹林を欠き、ササや灌木を主とする植生が成立している山域も存在する。亜高山帯におけるオオシラビソ林の有無については、これまで地形条件や気候条件、植生変遷などの個別の観点から研究がなされてきた。しかしながら、オオシラビソの生態学的特性から湿性な環境によく分布するという重要な結果が提示されていながら、亜高山帯におけるオオシラビソ林の有無に関してこの視点から検討された研究はない。また、オオシラビソ林の分布拡大という時間的な視点からの見解について、森林の樹種構成や樹齢構成などの林分構造を把握し、森林動態から検討した研究も少ない。したがって、多様な環境要因が複合した結果として現在の植生が成立していることを考えれば、オオシラビソ林の有無を検討するうえでこれまでの研究を総合的に解釈することが必要である。加えて、オオシラビソ林の成立過程や成立条件を明らかにするためには、立地環境だけでなく時間的な要因を踏まえた地史的観点からの見解を、オオシラビソ林の広がりといった面的な分布や、林分構造といった動的な視点から捉えて考えることが重要である。

以上のことから本研究は、1) オオシラビソ林の発達する山域と偽高山帯を持つ山域のオオシラビソ林の分布や立地環境の差異を把握すること、2) 偽高山帯に断片的に分布するオオシラビソ林の林分構造からオオシラビソ林の拡大過程や将来の拡大傾向を明らかにすること、3) 亜高山帯におけるオオシラビソ林の分布拡大の差異をもたらした要因を検討することを目的とする。

II. 地域選定

八幡平は、亜高山帯にオオシラビソ林が発達し典型的な亜高山帯植生を持つ地域である。対して秋田駒ヶ岳や青松葉山は、亜高山帯に針葉樹林を欠く偽高山帯をもつ地域である。花粉分析の研究によれば、この地域はオオシラビソ林成立から数百年程度しか経過しておらず、現在の森林の樹齢構成に後氷期におけるオオシラビソ林成立の形跡が残っている可能性がある。したがって、亜高山帯におけるオオシラビソ林の成立過程を考える上で重要な地域である。これらの地域はなだらかな地形を呈しており、急峻さによる地形的な影響を受けにくい。また日本海側山地ではないことから雪圧や季節風による強風の影響も少なく、湿性環境との対応を検討するのに最適である。よって、オオシラビソ林の発達する地域として八幡平、偽高山帯を持つ地域として秋田駒ヶ岳と青松葉山の3地域を選定した。

III. 調査方法

本研究は、オオシラビソ林(オオシラビソ純林、オオシラビソ混交林)の分布や立地環境、林分構造を把握し、オオシラビソ林の成立要因を考察しようとするものである。1.空中写真判読による分類では、亜高山帯域が面的に連続する範囲全体を対象として植生や地形、湿原の判読と分類を行い、オオシラビソ林の分布や立地環境の傾向を捉えた。全体の傾向を捉えたのち、各地域を代表する範囲についてより詳細な判読を行い、そこで得られた結果から山域全体について解釈した。これを踏まえて2.現地調査では、山域全体にわたって土層断面の

観察を行い、土層の傾向を把握した。次に各山域で選定した代表地域について、より詳細な現地での立地環境および林分構造の調査を行った。

IV. 八幡平地域の亜高山帯における結果

八幡平地域全域における山地斜面の主要構成要素は、火山原面、開析斜面、地すべり地である。斜面傾斜は火山原面で10度未満、開析斜面では10度以上となる特徴を持つ。

火山原面には緩傾斜地型山地湿原が多数存在する。北部、南部ともに火山原面に占める湿原の面積比率は約10%で多い。主たる植生はオオシラビソ純林であり、火山原面に占めるオオシラビソ純林の面積比率は約48%を占めよく発達するが、南部では断片的で約36%程度となり、ササの分布面積が増加する。これに対し開析斜面では、北部南部ともに湿原はほとんど存在しない。主たる植生は、オオシラビソとダケカンバの混交林である。開析斜面に占めるオオシラビソ混交林の面積比率は北部で約56%、南部で約50%となる。地すべり地においては、地すべり凹地型山地湿原が分布する。主たる植生は、オオシラビソ、ブナ、ダケカンバ混交林となり、地すべり地に占める混交林の面積比率は約63%である。表層地質は、北部と南部のほとんどの地点で粘土主体のローム層が観察される。地すべり地内では岩塊地が多数存在し、他樹種と比較してオオシラビソが岩塊上によく成立する。また、地すべり凹地内の湿性な環境ではオオシラビソ純林が形成される。なお、最深積雪深はほとんどの地域で約300cmである。

V. 秋田駒ヶ岳地域の偽高山帯における結果

秋田駒ヶ岳地域全域における山地斜面の主要構成要素は、火山原面、開析斜面である。地すべり地も認められるが、主要構成要素とはならない。八幡平地域と同様に、斜面傾斜は火山原面で10度未満、開析斜面では10度以上となる特徴を持つ。

火山原面上には緩傾斜地型山地湿原が多数存在する。北部地域で火山原面に占める湿原の面積が約17%で極めて多く、南部では約3.4%で極めて少ない。主たる植生は北部でオオシラビソ純林および混交林とササであり、オオシラビソ純林の分布は断片的で約13%程度である。南部の植生はササが主体となり、オオシラビソ純林は約10%である。オオシラビソ混交林の面積比率は北部で約28%、南部で約7%である。対して開析斜面上には、北部南部ともに湿原はほとんど存在しない。主たる植生は北部南部ともにササおよびダケカンバ・ブナの混交林となり、オオシラビソ混交林は北部で約19%、南部で約6%であり分布は狭い。表層地質は、北部でシルトを主体とする火山灰、南部で細礫サイズのスコリアとパミスが主体となる。また、最深積雪深は八幡平地域と同じか、やや多く約325cmである。

秋田駒ヶ岳地域南部の笹森山地域に分布するオオシラビソ小林分では、林分内にオオシラビソの稚樹が多数認められるのに対して、林分外では全く認められない。また林分内における胸高直径のサイズ構成は林分の各調査区で類似した傾向を示す。加えて、オオシラビソ小林分における植物珪酸体分析の結果ではおおよそ300年前からササの減少が認められる。

VI. 青松葉山地域の偽高山帯における結果

青松葉山地域全域における山地斜面の主要構成要素は、周氷河性の山頂緩斜面と平滑尾根型斜面、および山腹斜面である。斜面傾斜は山頂緩斜面で10度未満、それ以外の斜面では10度以上となる特徴を持つ。

青松葉山地域にはいずれの斜面にも緩傾斜地型山地湿原は存在しない。主たる植生は、山頂緩斜面ではササとダケカンバ林で、山頂緩斜面に占めるオオシラビソ純林の分布面積は3.5%である。対して山腹斜面（平滑尾根型斜面を含む）に占めるオオシラビソ純林の分布面積比率は、約0.3%でほとんど分布しない。オオシラビソ混交林の面積比率も0.1~0.8%である。また表層地質は、粘土主体のローム層であり、最深積雪深はほとんどの地域で120cm以下である。

青松葉山山頂付近に分布するオオシラビソ小林分では、秋田駒ヶ岳地域と同様に林分内でオオシラビソの稚樹が多数認められるのに対して、林分外では全く認められない。また林分内における胸高直径のサイズ構成は林分の各調査区で類似した傾向を示す。この林分における花粉分析の研究では、約500年前からオオシラビソの花粉が検出される。

VII. 考察

1. 立地環境からみたオオシラビソ林の成立過程

本節では、(1) 湿原の分布が認められる八幡平地域と秋田駒ヶ岳地域において、オオシラビソ林の分布と湿原の分布の対応から、両者の関係を考察した。(2) 山地湿原のタイプ毎にオオシラビソ林の分布の対応が異なる要因について考察した。(3) 火山原面、山頂緩斜面において湿原形成の3要素となる1) 最深積雪深、2) 傾斜、3) 表層地質を比較検討し、緩傾斜地型山地湿原の分布に地域差が生じた要因について考察した。(4) 湿性環境がほとんど形成されない開析斜面、山腹斜面上の植生分布について考察した。(5) 八幡平地域の山地斜面の主要な構成要素である地すべり地内における植生分布について考察した。(6) 以上の考察から、オオシラビソ林と分布対応の良い緩傾斜地型山地湿原に注目してオオシラビソの環境適性を以下のように分類した。好適：緩傾斜地型山地湿原が多数分布しオオシラビソ純林が成立可能である。可能：傾斜などの影響によりオオシラビソ純林は形成されないが、オオシラビソ混交林が成立可能である。不適：オオシラビソ純林、オオシラビソ混交林ともに成立しにくい。各斜面と各地域における評価は以下の通りである。

八幡平地域北部、八幡平地域南部、秋田駒ヶ岳地域北部の火山原面では、緩傾斜地型山地湿原が多数形成されていることから、これらの地域はオオシラビソの成立にとって「好適」な環境であると判断した。八幡平地域北部、八幡平地域南部、秋田駒ヶ岳地域北部の開析斜面では、火山原面よりも傾斜が急となることや、地すべり地では多様な傾斜を持つ地形が形成され、オオシラビソ混交林となる。よって、これらの地域はオオシラビソの成立にとって「可能」な環境であると判断した。秋田駒ヶ岳南部では、火山原面、開析斜面ともに表層地質は秋田駒ヶ岳起源の細礫のスコリアとパミスに覆われ、緩傾斜地型山地湿原はほとんど形成されず、密なササが亜高山帯を埋め尽くしている。そのため、オオシラビソの成立にとって「不適」な環境であると判断した。青松葉山地域は、八幡平地域や秋田駒ヶ岳地域と比較して最深積雪深が著しく少なく120cm未満である。この積雪の少なさに起因して緩傾斜地型山地湿原は形成されず、林床に密なササを持つダケカンバが亜高山帯域で優勢な植生となる。そのためこの地域はオオシラビソの成立にとって「不適」な環境であると判断した。

2. 林分構造からみたオオシラビソ林の成立過程

本節では(1) 既往の花粉分析と、オオシラビソ小林分における植物珪酸体分析から、過去数千年間の植生の変遷について考察した。(2) オオシラビソ小林分の胸高直径階分布か

ら、オオシラビソ林の分布拡大の形跡を探し、オオシラビソ小林分の拡大過程を考察した。(3) オオシラビソ林の現在の分布と、既存のオオシラビソの生態学的特性を合わせて山域全体におけるオオシラビソ林の成立過程を考察した。(4) オオシラビソの稚樹の定着場所に注目し、オオシラビソ小林分の現在の拡大状況について考察した。(5) 以上の考察と、現在のオオシラビソ林の分布およびオオシラビソ林の環境適性を考え合わせてオオシラビソ林の分布拡大傾向を考察した。その傾向は以下の4タイプに分類できる。

タイプ1:八幡平地域北部と地すべり地が該当し、オオシラビソ林の成立にとって「好適」、あるいは「可能」な環境のもとに古くからオオシラビソ林が存在し、順調にオオシラビソの拡大が進行したことで、現在オオシラビソ林が広く分布すると考えられる。

タイプ2:八幡平地域南部と秋田駒ヶ岳地域北部が該当し、オオシラビソ林の成立にとって「好適」な環境にあるが、この地域におけるオオシラビソ林の拡大開始が遅かったため、現在は分布が断片的となっているが、今後順調に分布を拡大すると予想される。

タイプ3:秋田駒ヶ岳地域南部が該当し、オオシラビソ林の成立にとって環境が「不適」なため分布拡大が低調であり、そのため古くからオオシラビソ林が存在していたにも関わらずオオシラビソ林が疎らとなっていると考えられる。現在の林分にも分布拡大の傾向が認められないので、今後もオオシラビソ林の分布拡大は緩慢であると予想される。

タイプ4:青松葉山地域が該当し、オオシラビソ林の成立にとって環境が「不適」であることに加え、最近になってオオシラビソ林が成立したため分布が疎らとなっていると考えられる。現在の林分にも分布拡大の傾向が認められないので、分布拡大は緩慢であると予想される。

VII. まとめと展望

本研究では、このオオシラビソの拡大開始時期の違いによって説明されていたオオシラビソ林の分布差異について、各山域における湿性環境の有無に着目して研究を行った。同様の緩傾斜地であっても湿性環境の多い山域ではオオシラビソ林は他の植生よりも優位であるため分布拡大が早かったのに対して、透水性のよい地盤や寡雪などによって湿性環境の少ない山域ではオオシラビソは他植生よりも劣勢となるため、分布拡大が緩慢であると考えた。このように、オオシラビソ林の分布差異は単なる分布拡大開始時期の違いだけではなく、他植生との競合に影響を受けた分布拡大速度の差異によってもたらされたという新しい解釈を提示した。今後はこの結果が他の山域でも同様に当てはまるのかを検討することに加えて、亜高山帯に針葉樹林を欠くという偽高山帯の現象が、海外の山地との比較を通してどのように位置づけられるのかという点について、課題としたい。

目次

I.	はじめに.....	1
1.	日本列島の植生分布と偽高山帯.....	1
2.	オオシラビソの生態的特性.....	3
3.	本研究の目的.....	4
II.	地域選定.....	5
III.	調査方法.....	8
1.	空中写真判読による分類.....	8
(1)	樹冠判読.....	8
(2)	植生分類.....	8
(3)	地形分類.....	9
(4)	湿原分類.....	11
2.	現地調査.....	12
(1)	土層断面の観察.....	12
(2)	林分構造.....	12
IV.	八幡平地域の亜高山帯における結果.....	14
1.	地域の特徴.....	14
(1)	気候環境.....	14
(2)	地質, 地形, テフラ.....	14
2.	調査方法.....	15
3.	結果.....	17
(1)	八幡平地域全域.....	17
(2)	菰ノ森地域.....	22
4.	まとめ.....	26
V.	秋田駒ヶ岳地域の偽高山帯における結果.....	28
1.	地域の特徴.....	28
(1)	気候環境.....	28
(2)	地質と地形.....	28
(3)	テフラ.....	29
(4)	植生.....	30
2.	調査方法.....	30
3.	結果.....	32
(1)	秋田駒ヶ岳地域全域.....	32

(2) 笹森山地域	37
4. まとめ	43
VI. 青松葉山地域の偽高山帯における結果.....	45
1. 地域の特徴.....	45
(1) 気候環境	45
(2) 地質, 地形, テフラ	45
(3) 植生	46
2. 調査方法	46
3. 結果.....	47
(1) 青松葉山地域全域.....	47
(2) 青松葉山頂地域	49
4. まとめ	52
VII. 考察.....	54
1. 立地環境からみたオオシラビソ林の成立過程.....	54
(1) オオシラビソ林分布と湿原との対応	54
(2) 湿原タイプ毎のオオシラビソ林分布の対応の違い	55
(3) 火山原面, 山頂緩斜面上の緩傾斜地型山地湿原の分布と植生の地域的差異	55
(4) 開析斜面, 山腹斜面上の植生	58
(5) 地すべり地内の植生.....	59
(6) 各地域におけるオオシラビソ林の成立にとっての環境適性.....	60
2. 林分構造からみたオオシラビソ林の成立過程.....	62
(1) オオシラビソ小林分の成立以前の植生.....	62
(2) オオシラビソ小林分における分布拡大の形跡.....	63
(3) オオシラビソ小林分の成立過程.....	64
(4) オオシラビソ小林分の拡大傾向.....	65
(5) オオシラビソ林成立の要因.....	66
VIII. まとめと展望.....	69
1. 本研究のまとめ	69
2. 今後の課題.....	72
引用文献.....	73
謝辞.....	80
Abstract.....	81

図表一覧

- 図 1 本州および四国における WI45 以下の領域
- 図 2 東北地方の WI45 以下の領域における主要針葉樹の分布
- 図 3 東北地方の WI45 以下の領域におけるオオシラビソ林の分布
- 図 4 東北地方の最深積雪深の平年値
- 図 5 東北地方における *Abies* 花粉の検出開始時期とオオシラビソ林の分布
- 図 6 調査対象地域
- 図 7 森林域の植生分類の基準
- 図 8 山地湿原の分類基準の概念図
- 図 9 八幡平地域の最深積雪深の平年値
- 図 10 八幡平地域の地質図
- 図 11 八幡平地域の地形分類図
- 図 12 八幡平地域の植生分類図
- 図 13 八幡平地域における地形断面および標高毎の出現植生割合
- 図 14 八幡平地域の地形分類図とオオシラビソ純林、オオシラビソ混交林の分布
- 図 15 八幡平地域の土層断面図と植生
- 図 16 八幡平地域の地形分類図とタイプ毎の山地湿原の分布
- 図 17 八幡平地域におけるオオシラビソ純林、オオシラビソ混交林の分布とタイプ毎の山地湿原の分布
- 図 18 菰ノ森地域における微地形分類図
- 図 19 菰ノ森地域における植生分類図
- 図 20 菰ノ森地域における微地形分類図とオオシラビソ純林およびオオシラビソ混交林の分布
- 図 21 (a)菰ノ森地域の 1-1'ラインにおける地形断面図, (b) 樹種毎の立木位置および胸高直径(DBH)
- 図 22 菰ノ森地域の各調査区における出現樹種とその個体数
- 図 23 菰ノ森地域の各調査区におけるオオシラビソおよびその他の樹種の定着マイクロサイト
- 図 24 菰ノ森地域の模式的な(a)地形植生断面と(b)土層断面図
- 図 25 八幡平地域の植生と立地環境の模式図
- 図 26 秋田駒ヶ岳地域の最深積雪深の平年値
- 図 27 秋田駒ヶ岳地域の地質図
- 図 28 秋田駒ヶ岳地域の模式テフラ層序
- 図 29 秋田駒ヶ岳地域の地形分類図
- 図 30 秋田駒ヶ岳地域の植生分類図
- 図 31 秋田駒ヶ岳地域における標高毎の出現植生割合
- 図 32 秋田駒ヶ岳地域の地形分類図とオオシラビソ純林、オオシラビソ混交林の分布
- 図 33 秋田駒ヶ岳地域北部の土層断面図
- 図 34 秋田駒ヶ岳地域南部の土層断面図
- 図 35 秋田駒ヶ岳地域の地形分類図とタイプ毎の山地湿原の分布

- 図 36 秋田駒ヶ岳地域におけるオオシラビソ純林およびオオシラビソ混交林の分布とタイプ毎の山地湿原の分布
- 図 37 笹森山地域における微地形分類図
- 図 38 笹森山地域における植生分類図
- 図 39 笹森山地域における地形分類図とオオシラビソ純林およびオオシラビソ混交林の分布
- 図 40 笹森山地域の土層断面図
- 図 41 笹森山地域のオオシラビソ密林周辺の植生分類図
- 図 42 笹森山地域の L-L'ラインにおける地形断面図と植生分類と植生分類
- 図 43 笹森山地域の I-I'ラインにおける樹種毎の立木位置および胸高直径と植生分類
- 図 44 笹森山地域におけるオオシラビソの胸高直径階分布
- 図 45 樹齢と樹高の関係式
- 図 46 笹森山地域における供試木の生長傾向と平均生長曲線
- 図 47 笹森山地域における胸高以下のオオシラビソの樹高階分布
- 図 48 笹森山地域のオオシラビソ小林分における体積含水率の変化
- 図 49 笹森山のオオシラビソ小林分における植物珪酸体組成図
- 図 50 秋田駒ヶ岳地域の植生と立地環境の模式図
- 図 51 笹森山地域の模式的な地形植生断面図
- 図 52 青松葉山地域の最深積雪深の平年値
- 図 53 青松葉山地域の地形分類図
- 図 54 青松葉山地域の植生分類図
- 図 55 青松葉山地域の地形分類図とオオシラビソ純林およびオオシラビソ混交林の分布
- 図 56 青松葉山山頂地域における植生分類図
- 図 57 青松葉山山頂地域の L-L'ラインにおける(a)地形植生断面図と(b)土層断面図
- 図 58 青松葉山山頂地域の L-L'ラインにおける樹種毎の立木位置および胸高直径
- 図 59 青松葉山山頂地域におけるオオシラビソの胸高直径階分布
- 図 60 青松葉山山頂地域における供試木の生長傾向と平均生長曲線
- 図 61 青松葉山地域における樹高が胸高以下のオオシラビソの樹高階分布
- 図 62 青松葉山地域の植生と立地環境の模式図
- 図 63 対象地域におけるオオシラビソ林の立地環境
- 図 64 対象地域の植生と立地環境の模式図
- 図 65 対象地域のオオシラビソ林の成立年代と分布拡大傾向
- 図 66 対象地域の *Abies* 花粉の検出時期と検出比率, および検出比率の変化
- 図 67 対象地域のオオシラビソ林の分布拡大過程

表 1 八幡平地域における地域・地形単位毎の植生面積と占有率

表 2 秋田駒ヶ岳地域における地域・地形単位毎の植生面積と占有率

表 3 笹森山地域の I-I'ラインにおける出現樹種の数

表 4 青松葉山地域における地域・地形単位毎の植生面積と占有率

表 5 青松葉山地域の L-L'ラインにおける出現樹種の数

表 6 地域・地形単位毎における植生の占有率

写真 1 岩塊上に定着したオオシラビソ

写真 2 笹森山地域のオオシラビソ小林分

写真 3 秋田駒ヶ岳地域笹森山における年輪解析に使用した供試木

写真 4 青松葉山地域における年輪解析に使用した供試木

1. はじめに

1. 日本列島の植生分布と偽高山帯

日本列島は、低緯度地域から高緯度地域まで南北に長く国土を持つことから、亜熱帯から亜寒帯の多様な植生環境が存在する。さらに、低地から山地まで起伏が大きく、照葉樹林帯から高山帯まで存在し、垂直方向にも多様な環境を生み出している。このような緯度方向と垂直方向の気温の変化に伴う植生の基本的配列は、大局的に植生を理解するうえで重要である。しかし、日本列島の植生はそれだけでは説明のできない構造を持っている。

日本は太平洋プレートの沈み込み帯に位置し、新しい時代の火山が多数存在する一方で、第三紀の堆積岩によって形成された山地も存在する。異なる成因によって形成された山地であることに加えて、第四紀の気候変動の影響による風化や侵食の作用を受け、同緯度、同標高の山地であっても異なる地形環境が生み出され、それを基盤とする土壌環境にも大きな影響を及ぼす。しかも、その作用は地質や地域によっても異なるため、地質、地形、土壌環境は一層複雑なものとなっている。

また大陸からの季節風の影響により、特に中部から東北にかけての地域は世界最強の冬の季節風の主軸が吹き抜ける場所にあたる(岡, 2000)。加えて対馬海流によってもたらされた豊富な水蒸気を含んだ季節風は、奥羽山脈によって隔てられ日本海側に大量の積雪をもたらす。このように、冬季の季節風と奥羽山脈の存在によって、日本海側では強風と豪雪になるのに対して、太平洋側では積雪は少なく、東北地方は東西で対照的な気候環境となっている。

一方、植生とはある地域を覆っている植物体の総称であるので、上述のような地質や地形、気候などの環境条件以外に、植生間の競合関係についても考えなければならない。例えば、台風などにより森林からの被陰が解放され、ササが侵入して密な草原を形成した場合には、稚樹の定着や生長が阻害され、ササ草原として固定されてしまうことがあるという(内村, 2012)。したがって、植生にとって可能な環境条件があったとしても、植生間の競合により成立ができない場合もある。

このように、現在の環境条件だけでも植生分布は複雑であるが、それに加えてさらに理解を難しくしているのは、過去から現在への植生変遷である。第四紀の気候変動は、地形への影響だけでなく植生の分布にも影響をもたらした。現在の植生分布にも影響が残っていると考えられる過去の気候変化には、約 12~2 万年前の最終氷期がある。この時期には、現在よりも平均して気温が 5~7°Cほど低く、植生の垂直分布帯はおおよそ 800~1,200 m も下がったと言われている(服部, 2011)。さらに、海面の低下によって朝鮮半島と九州の間は現在よりも海峡が狭く、対馬海流の流入が断たれていた。このため、この時期には前述のような積雪は起こらず、寒冷・乾燥した大陸的な気候が支配したという(能代, 2005)。

最終氷期極相期の東北地方では、低地まで広く亜高山帯性針葉樹が成立していたと考えられている(小野・五十嵐, 1991)。しかし、現在亜高山帯を代表するオオシラビソ (*Abies mariesii*) は、この時期にはほとんど分布しておらず、主要な構成種はトウヒ属のバラモミ節 (*Picea* sect. *Picea*)、グイマツ (*Larix gmelinii*) やカラマツ (*Larix kaempferi*) などのカラマツ属 (*Larix*) であったことが明らかとなっている(たとえば辻ほか, 1984)。すなわち、

亜高山帯性針葉樹は最終氷期から後氷期にかけて極めてドラスティックな植生変化が起こったことを示唆している。

以上のように日本の植生は、水平的な変化および垂直的な変化に伴う気温変化による基本的な配列の上に、地質や第四紀の気候変動によって形成された多様な地形、冬季の積雪や季節風、植生の競合関係、植生変遷など、さまざまな要因を受けた重層構造のもとに成立していると言える。

この垂直分布帯に基づけば、亜高山帯には亜高山帯性の針葉樹によって特徴づけられ、東北地方ではオオシラビソを主とする亜高山性針葉樹林が成立すると言われている。しかし、亜高山帯の領域に針葉樹林を欠き、チシマザサ (*Sasa kurilensis*) や灌木を主とする植生が成立している山域も存在する。亜高山帯においてオオシラビソ林を欠き、あたかも高山帯のような景観が広がる領域を、(四手井, 1952) は「偽高山帯」と呼んだ。

垂直分布帯の破綻は、古くから研究者の注目を集め多数の研究が蓄積されている。例えば地形条件では急峻な地形でオオシラビソ林の発達制限され(高橋, 1963; 小野, 1983), 傾斜が緩いとオオシラビソ林がよく発達する(Sugita, 1992)。気候条件ではオオシラビソ林を欠く山域が多雪山地に多いことから、匍匐樹形を取れない針葉樹は雪圧害により成育を制限されるという説(四手井, 1956; 石塚, 1978; Takaoka, 1999; Kajimoto *et al.*, 2002; Daimaru *et al.*, 2004) や、オオシラビソ林が風背側斜面に分布することから冬季の季節風による機械的な破壊や乾燥害によって分布が制限されるという説(太田, 1956; 森, 1962; 栗野・栗田, 1964) が唱えられた。しかし実際には地形や気候などの条件が類似しているにもかかわらず、オオシラビソ林の広がり相違がみられる山域も存在する(杉田, 1987)。

一方、オオシラビソ林の有無を、現在の地形・気候条件と対応づけるのではなく、地史的観点から解釈しようとする研究もある。たとえば Yamanaka *et al.* (1973), 石塚 (1978), 梶 (1982) は、最終氷期から後氷期にかけての気候変化によってもたらされた多雪化によってオオシラビソ林が衰退し、条件の良い環境にのみ残存した遺存林であると説明した。この説は、過去の環境の変化から現在のオオシラビソ林の分布差異を説明しようとした点において画期的であった(杉田, 2002)。ところが、オオシラビソは最終氷期の植物化石が東北地方ではほとんど産出されず、守田(Morita & Aizawa, 1986; 守田, 1987, 1992, 2000)の一連の花粉分析の研究でも、オオシラビソと考えられるモミ属の花粉が最終氷期以終了後に増加するという結果が出されている。したがって、オオシラビソは多雪化に伴って勢力を拡大してきたと考えるほうが自然であろう。しかし、その検出開始時期は地域によって異なる。例えば、亜高山帯にオオシラビソ林が広く認められる北八幡平地域では大局的には 2,000~2,500 年前以降になってからオオシラビソの花粉が検出されはじめ、約 1,000 年前以降に急増する。一方、オオシラビソ林の分布が断片的で偽高山帯の景観の広がる秋田駒ヶ岳地域では、約 600 年前までオオシラビソの花粉はほとんど検出されないが、それ以降若干の増加が認められる。このことから、現在のオオシラビソ林は、後氷期における針葉樹林の分布拡大開始時期の違いによってもたらされ、南八幡平地域の偽高山帯景観は、針葉樹林帯の形成途上の景観であると考えられている(守田, 1992)。

2. オオシラビソの生態的特性

偽高山帯におけるオオシラビソ林について立地環境から説明しようとする研究の他に、亜高山帯性針葉樹林が広がる山地でオオシラビソそのものの生態的な立地特性を把握しようとする研究も存在する。例えば、土壌特性については他の亜高山性針葉樹と比較して水分条件が適潤～耐湿に分布すること（中田, 1987）、乾性な地形より湿性な地形で優占度が大きくなること（田中, 1986a）、湿性環境で更新や生長が良好であること（Saito, 1971; Takaoka, 1999）、ブナ帯において湿原の周辺にオオシラビソ林が分布していること（山中ほか, 1988）、湿性環境ではブナよりも相対的に高い耐性をもつこと（Sugita, 1992）などがあげられる。

また、オオシラビソ林の拡大のような森林のダイナミクスを明らかにしようとしたときに、オオシラビソの実生の定着場所や種子の生産、その飛散範囲などは、将来の植生変化の予測の指標として用いられる。

オオシラビソの実生の定着場所に注目した研究では、他の亜高山帯性針葉樹に見られるような根張り上や倒木上に定着するのではなく、オオシラビソはむしろ地表に偏って定着すること（杉田, 2002; 杉田ほか, 2008）、濱尾・大沢（1984）、ササ林床ではオオシラビソの実生の定着が悪いことが報告されている（前田・宮川, 1976; 日比野ほか, 1979; 高桑・伊藤, 1986）。

オオシラビソの種子の生産に関する研究では、モミ属の種子は樹高 4 m 以上になってから生産され（Kohyama, 1983）、オオシラビソの種子はたとえ生産されたとしても樹齢 18 年の個体の発芽率は 0% で、樹齢 21 年では 1.4% である（田中, 2013）。さらに、（Kohyama & Fujita, 1981）によると、オオシラビソの種子（球果）の生産は、発芽後 50 年近くたってからであり、酒井（2001）はオオシラビソの繁殖開始齢を標高が高いほど早く、低いほど遅いことを示している。

オオシラビソの種子の散布範囲については、（日比野ほか, 1981）によると樹幹から水平距離で 3～4 m が最も多く、それよりも近くても離れても種子数は少なくなる。これらの結果をまとめると、オオシラビソの個体から次の個体が生産されるまでには少なくとも 50 年の時間を有しその飛散範囲は遠くても十数 m と考えられる。また、ササ林床では定着が悪い。

一方、オオシラビソ林の樹齢構成には過去数百年の森林動態が記録されており、過去から将来への植生変化を議論する際の指標として用いられる。（田中, 1986b）は燧岳のブナ・オオシラビソ林において、遷移段階の異なる方形区の樹齢構成からオオシラビソ・ブナ林は循環的に更新を行い、混交林が維持されていることを明らかにした。山中ほか（1994）は南アルプスにおける亜高山帯性針葉樹林の樹齢構成における個体数の増加時期から、過去に受けた台風による攪乱時期を推定している。

このように、オオシラビソの生態的な立地特性や、種子の生産などの植物生理学的な観点、樹齢構成や樹種構成などの森林生態学的な観点からの研究は、これまでに多数蓄積されている。しかしながら、この知見や方法を偽高山帯におけるオオシラビソ林の分布拡大の解明に適用させた例は少ない。しかし、これらの成果は花粉分析によって明らかにされた偽高山帯におけるオオシラビソ林の分布拡大という長期的な植生の変化を実際の森林から捉えようとしたときに、有益な情報となる。

3. 本研究の目的

このように、日本列島は地域によって多様な環境が作り出されているため、様々な環境要因が複合した結果として現在の植生が成立している。そのような視点に立つと、オオシラビソ林の有無に起因する亜高山帯の植生の差異については、これまで地形条件や気候条件、地史的観点から研究を総合的に解釈し、オオシラビソ林の有無を検討することが重要であると考える。

さらに、オオシラビソの生態学的特性から湿性な環境によく分布するという重要な結果が提示されていながら、偽高山帯におけるオオシラビソ林の有無に関してこの視点から検討された例はない。また、オオシラビソ林の分布拡大という地史的観点からの見解について、森林の樹種構成や樹齢構成などの林分構造を把握し、森林動態から検討した研究はこれまでなされていない。オオシラビソ林の成立過程や成立条件を明らかにするためには立地環境だけでなく地史的観点からの見解を、オオシラビソ林の広がりといった面的な分布や、林分構造といった動的な視点から捉えて考えることが重要である。

以上のことから本研究は、1) オオシラビソ林の発達する山域と偽高山帯を持つ山域のオオシラビソ林の分布や立地環境の差異を把握すること、2) 偽高山帯に断片的に分布するオオシラビソ林の林分構造からオオシラビソ林の拡大過程や将来の拡大傾向を明らかにし、3) 亜高山帯におけるオオシラビソ林の分布拡大の差異をもたらした要因を検討することを目的とする。

II. 地域選定

調査地域として、針葉樹林帯を持つ山域と、針葉樹林帯を欠き偽高山帯となる山域を選定する際には、まず対象とする標高帯を持つ山域を明らかにする必要がある。今西 (1937)は、針葉樹林帯を持つ山域では、落葉広葉樹林帯と針葉樹林帯の境界を、山地帯・亜高山帯境界と定義し、この考えが広く受け入れられてきた。しかし、偽高山帯の場合には針葉樹林帯が欠けているためその境界を見出すことができない。そのため、従来の偽高山帯研究における「当然針葉樹林帯を生ずべき高さにおいて針葉樹林を欠く」ときの高さとは、著しく経験的であることが梶 (1982)によって指摘されている。

吉良 (1948)はこの山地帯と亜高山帯の境界について、月平均気温が 5°C以上の温度の累積で示す温量指数 (WI) を提案した。それによれば、植生によって定義づけられる山地帯と亜高山帯の境界が、WI45 と極めてよく一致することが示された。以来、偽高山帯に関する研究はこの WI45 以下の領域をひとつの基準として考えられるようになった(たとえば Sugita, 1992)。本研究でもこの WI45 以下の領域を対象とし、この範囲を杉田 (2002)にならって亜高山帯域と呼ぶこととする。本章では、この亜高山帯の領域と、針葉樹林の分布の対応を比較し、本研究の目的を達成可能な山域を選定する。

梶 (1982)は、本州と四国の気象官署ならびに観測所を合わせた 1,486 箇所の気温を用いて、WI45 の高さの等値線図を作成した。そして、この WI45 の高さの等値線図と針葉樹の分布下限の標高と比較したところ、特にオオシラビソについて明瞭な対応関係が認められ、オオシラビソは気温に忠実に分布していることを報告している。

本研究では標高だけでなく WI45 以下の領域の面的な広がりを抑えるために、梶 (1982)の WI45 の高さの等値線図と国土地理院基盤地図情報 10 m メッシュを用いて、WI45 以下となる標高を抽出した(図 1)。この標高帯は高山帯の下限値となる WI15 以下の領域も含むため、厳密には亜高山帯域とは異なる。しかし、WI15 以下の領域は山の尖峰部分であることが多いため日本列島スケールでは極めて狭い範囲でしか現れない。よって、この点については無視できるものとした。

WI45 以下の領域は本州北端の青森県から四国まで存在する。しかし広い面積を持つのは石川県の南端部の白山以北であり、特に中部山岳地域で広い。この WI45 以下の領域に 5 万分の 1 現存植生図¹の shape データからオオシラビソを含む亜高山帯性針葉樹の分布を重ねたものを図 2 に示す。この図に示した亜高山帯性針葉樹の各樹種は、以下の凡例に基づいている。

オオシラビソは、5 万分の 1 現存植生図の凡例番号 2006 と 2007 のオオシラビソ群集、2008 のアオモリトドマツ群落、2009 のオオシラビソ-ブナ (*Fagus crenata*) 群落を含めた。シラビソ (*Abies veitchii*) については凡例番号 2010 と 2011 のシラビソ-オオシラビソ群集を含めた。その他の針葉樹には凡例番号 2014 のコメツガ (*Tsuga diversifolia*) 群落、4041 のウラジロモミ (*Abies homolepis*) 群落を含めた。

¹ 環境省自然環境局、生物多様性センターの自然環境保全基礎調査第 5 回 (第 2~5 回の重ね合わせ) を使用した。

樹種毎の分布に注目してみると、シラビソが分布するのは福島県の燧ヶ岳の南に連続した白根山よりも南の地域である。オオシラビソは白根山以北の東北地方の山地全域と、苗場山から白山までの日本海側山地に分布する。それ以外の針葉樹については、分布は極めて狭いため、シラビソとオオシラビソの2樹種がこの標高帯の主要な樹種となっている。

WI45以下の領域における亜高山帯性針葉樹の分布割合に注目してみると、福島県の燧ヶ岳以南のシラビソが主体の地域では、例えば谷川岳など日本海側山地の一部で分布面積が狭い山域が存在するものの、亜高山帯性針葉樹によってほぼ埋められている。一方、オオシラビソが主体となる東北地方の山地においては、WI45の領域に占める亜高山帯性針葉樹の分布割合が低く、まったく分布しない山地も存在する。

すなわち、WI45以下の領域で亜高山帯性針葉樹が欠ける偽高山帯の現象は、オオシラビソの分布域で起こっており、なかでも東北地方の山地において顕著に認められると言えよう。

この東北地方におけるオオシラビソ林の発達状況を図3に示した。オオシラビソ林の発達は山域によって異なり、オオシラビソ林の欠ける山域は日本海側山地に多い。前章で示した研究で指摘があるように、日本海側山地においてオオシラビソ林が欠けるのは、冬季の季節風や雪圧害の影響であることと整合的に見える。しかしながら、雪圧については図4に示す最深積雪深の平年値を見ると、必ずしも日本海側山地で多いわけではない。最深積雪深が300 cm以上あり、鳥海山よりも多い八甲田山ではオオシラビソ林の発達は良く、反対に積雪の少ない地域である北上山地でも、オオシラビソ林が欠け、雪圧については山域毎のオオシラビソ林の発達状況と明瞭な対応関係は認められない。

花粉分析の研究において、オオシラビソ由来と考えられるモミ属花粉の検出開始時期が明らかとなっている山地とその時期を図5に示した。検出開始時期の値は、山域内で行われた1～十数地点の花粉分析をもとに、そのおおよその時期を示している。現在オオシラビソ林が広く分布する山域では、オオシラビソの花粉の検出開始時期が早い。一方、オオシラビソ林の分布が断片的な山域では、その検出時期は様々である。月山や栗駒山ではオオシラビソの花粉は後氷期を通してわずかに検出されるだけで、花粉の増加は認められない。秋田駒ヶ岳地域や青松葉山では約1,000年から花粉の検出が認められる。また、守田(1985a, 1987, 1992)によれば、現在広くオオシラビソ林が分布する八甲田山や八幡平の山域では、約1,000年前からオオシラビソの花粉が急増する傾向が認められるが、オオシラビソ林の分布が断片的な秋田駒ヶ岳では約600年前まではオオシラビソの花粉がわずかに検出され、それ以降若干の増加に留まっている。秋田駒ヶ岳と同様にオオシラビソ林の分布が断片的な青松葉山では、約500年前まではオオシラビソの花粉の検出はわずかで、それ以降に増加する傾向がみとめられる(池田, 2011)。このように、最近になってオオシラビソの花粉が検出され、増加が認められる山域で明らかとなっているのは秋田駒ヶ岳と北上山地の青松葉山だけである。秋田駒ヶ岳地域のオオシラビソ分布域最南端にあたる湯森山で花粉分析を行った池田(2002)は、この周辺のオオシラビソ林の成立は約300年前であり、極めて最近であることを明らかにした。

このように、成立から数百年程度しか経過しておらず、現在の森林の樹齢構成に後氷期におけるオオシラビソ林成立の形跡が残っていると考えられる地域は、秋田駒ヶ岳や青松葉山の他に見られず、亜高山帯におけるオオシラビソ林の成立過程を考える上で重要な地域であると言えよう。またこれらの地域はなだらかな地形を呈しており、急峻さによる地形的

な影響を受けにくい。また日本海側山地ではないことから雪圧や季節風による強風の影響も考えにくく、湿性環境との対応を検討するのに都合がよい。また、オオシラビソ林が発達し、これらの山地と近接した地域にあって気候条件が類似し、地形的にも類似する八幡平地域は、偽高山帯山地との比較対象に最適である。

以上のことから、亜高山帯域に相当する標高 1,100 m 以上の範囲について、オオシラビソ林の発達する山域として八幡平地域、偽高山帯を持つ山域として秋田駒ヶ岳地域と青松葉山地域を対象地域として選定した（図 6）。

III. 調査方法

本研究は、オオシラビソ林の分布や立地環境、林分構造を把握し、オオシラビソ林の成立を考察しようとするものである。1.空中写真判読による分類では、亜高山帯域が面的に連続する範囲を対象とした山域全体について植生や地形、湿原の判読と分類を行い、オオシラビソ林の分布や立地環境の傾向を捉えた。全体の傾向を捉えたのち、各地域を代表する範囲についてより詳細な判読を行い、そこで得られた結果から山域全体について解釈した。

これを踏まえて2.現地調査では、山域全体にわたって土層断面の観察を行い、土層の傾向を把握した。次に各山域で選定した代表地域について、より詳細な現地での立地環境および林分構造の調査を行った。

1. 空中写真判読による分類

(1) 樹冠判読

現在の植生分布を把握するために、八幡平地域、秋田駒ヶ岳地域については、アジア航測(株)が2009年に撮影した解像度25cmのオルソ化カラー空中写真および国際航業(株)が同年に撮影した解像度20cmのオルソ化カラー空中写真を用いて判読を行った。空中写真では、樹種およびその樹冠を鮮明に判別することが出来たため、対象地域の山頂から山地帯上部まで連続して設定した幅60mの複数のベルト上で樹冠の形状から樹種を判読した。判読できたのは、ブナ、ダケカンバ(*Betula ermanii*)、コメツガ、オオシラビソで、樹冠をもたない植生については、ササと低木(shurubs)、ハイマツ(*Pinus pumila*)である。この判読した植生ベルトを相観が変化する標高で区分した。各標高において区分された範囲内において、前述の7つの植生の占める面積を、ArcGIS10.2を使用して算出し、その割合を求めた。

現地での樹種確認の結果、空中写真にもとづく樹種判読に概ね誤りはないことが確認できた。ブナと判読したものの中にはミズナラ(*Quercus crispula* Blume)などのほかの広葉樹と誤認した場合があったが、現地ではほぼブナの純林であることが確認できたため、上述の割合にはほとんど影響のないものとした。

(2) 植生分類

(1)ではベルト上の各範囲内における植生の比率を求めた。これによってその範囲における植生割合と相観との関係が把握できた。この対応関係に基づいて対象範囲全域について、空中写真から判読される相観植生から、図7に示すような基準で植生分類を行った。

まず本研究の対象地域において局地的に出現することの多い、ハイマツ、コメツガ、キタゴヨウ(*Pinus parviflora*)、スギ(*Cryptomeria japonica*)を分類した。この後、これらを除いた範囲について、単位面積あたりの樹木被度50%以上の範囲を密林域、2%以上50%未満の範囲を疎林域、2%以下の範囲を非森林域に分類した。非森林域は、チシマザサや低木林の混在域、湿原、裸地であった。

次に疎林域および密林域では、森林を構成する主要構成種であるオオシラビソ・ダケカンバ・ブナの構成比をもとに以下の分類を行った。構成比は空中写真判読より作成した、樹冠

割合が変化する値をおよその基準にした。チシマザサおよび低木林の混在域については、ササ草原としてまとめて分類した。

(a) 密林域では、樹種構成比がオオシラビソ 80%以上の場合をオオシラビソ密林 (Pure A thick forest)、ブナ 70%以上の場合をブナ密林 (Pure F thick forest)、ダケカンバ 50%以上の場合をダケカンバ密林 (Pure B thick forest) とした。他樹種との混交が 5%以下かつ、オオシラビソが 80%未満でダケカンバが 50%未満の場合をオオシラビソ・ダケカンバ混交林 (Mixed A and B thick forest)、オオシラビソが 80%未満でブナが 70%未満の場合をオオシラビソ・ブナ混交密林 (Mixed A and F thick forest)、ダケカンバが 50%未満でブナが 70%未満の場合をダケカンバ・ブナ混交密林 (Mixed B and F thick forest) とした。以上のいずれにも当てはまらない場合を、オオシラビソ・ダケカンバ・ブナ混交密林 (Mixed A, B and F thick forest) とした。

(b) 疎林域では他樹種との混交が 5%以下で、オオシラビソとダケカンバが混交する森林をオオシラビソ・ダケカンバ混交疎林 (Mixed A and B thin forest)、オオシラビソとブナが混交する森林をオオシラビソ・ブナ混交疎林 (Mixed A and F thin forest)、ダケカンバとブナが混交する森林をダケカンバ・ブナ混交疎林 (Mixed A and B thin forest) とした。他樹種と混交せず、オオシラビソ、ダケカンバ、ブナによってのみ構成されている森林を、それぞれオオシラビソ疎林 (Pure A thin forest)、ダケカンバ疎林 (Pure B thin forest)、ブナ疎林 (Pure F thin forest) とした。以上のいずれにも当てはまらない場合を、オオシラビソ・ダケカンバ・ブナ混交疎林 (Mixed A, B and F thin forest) とした。

(a) 密林、(b) 疎林を合わせた植生を指す場合は、純林、混交林とした。例えばオオシラビソ密林とオオシラビソ疎林を合わせた植生はオオシラビソ純林、オオシラビソ・ダケカンバ混交密林とオオシラビソ・ダケカンバ混交疎林を合わせた植生は、オオシラビソ・ダケカンバ混交林とした。さらに、純林、混交林を合わせてオオシラビソが分布するすべての範囲を示すときは、オオシラビソ林とした。

青松葉山では高解像度空中写真が撮影されていないため、国土地理院撮影の 1 万 5 千分の 1 空中写真 (1977 年撮影) を使用した。この空中写真では解像度が低いため、高精度の樹種判読が難しく、ダケカンバとブナの樹種判別が不可能であった。そのため、現地調査において、低標高域でブナ、高標高域でダケカンバが主体となることが確認されたので、その境界となる標高を調べ、それをもとに植生分類図を作成した。

判読した植生分類のうち、標高 1,100 m 以上の亜高山帯域における植生について、ArcGIS10.2 を使用して地域ごとのオオシラビソ純林、オオシラビソ混交林、それ以外の植生に分けて面積を算出した。算出した地域毎の植生面積を、(3) で後述の地域毎の各地形単位面積で除し、地域および地形単位毎に占める植生の占有率を求めた。

(3) 地形分類

地形分類は、その斜面を形成した主たる要因を把握し、オオシラビソ林の分布に影響を与えると考えられる傾斜と形態を明らかにすることを目的に行った。まず山域全体の傾向をつかむために、火山岩地域である八幡平地域と秋田駒ヶ岳地域では、1) 火山原面、2) 開析斜面、3) 地すべり地形に分類し、堆積岩地域の青松葉山地域では 4) 山頂緩斜面、5) 平滑尾根型斜面、6) 山腹斜面に分類した。次に各地域を代表する地域を選定し、対象を絞った範囲で微地形分類を行った。

山域全体における地形分類については、火山岩地域である八幡平地域と秋田駒ヶ岳地域で以下の3つの地形単位に分類した。

1) 火山原面 (volcanic original surface) は、鈴木 (2004)を参考にして分類を行った。対象地域には、一部で溶岩円頂丘や成層火山体とみられる地形も認められるが、ほとんどは溶岩流によって形成された溶岩原面である。この地形のうち、河川や崩壊による侵食作用を受けておらず、平滑な斜面を残す連続する斜面を火山原面に分類した。この斜面は傾斜がおおむね10度以下の平坦な地形である。これら地形は、厳密に言えば氷期の周氷河作用を受けている可能性があるが、本項目では植生の分布に作用すると考えられる地形の傾斜に着目しているため、周氷河作用の有無にかかわらずすべて火山原面に含めた。

2) 開析斜面 (dissected slope) は、上述の火山原面を開析した斜面をこれに分類した。この斜面は傾斜がおおむね10度以上である。ここでの開析とは、河川の下刻、斜面崩壊を意味し、次に述べる地すべり地形は含まない。火山原面の下方に位置し、原地形とは凹型の遷急線によって明瞭に区別される。また、古い地すべり地形などが開析を受けて、現在では地すべり地形とははっきりと判断できないものについても開析斜面に含めた。

3) 地すべり地 (landslide area) は滑落崖と移動体で構成され、狭義の地すべりによって形成された地形を指し、表層崩壊などによる崩壊斜面などは含まない。地すべり地の範囲内において開析谷などが発達しているところもあるが、この場合は上述の開析斜面には含めず、開析谷も含む地すべり地として扱った。

堆積岩を主体とする北上山地の青松葉山地域については、周氷河性斜面がよく発達している。そこで檜垣 (1987)の分類に従って以下の3つの地形単位に分類した。

4) 山頂緩斜面 (gentle slope on the summits) は、斜面の傾斜が十数度以下であり、他の斜面にくらべて極めて平滑な開析谷が発達していない斜面をこれに分類した。この斜面における堆積物は、氷期に基盤岩から生産された角礫や角礫まじり粘土層の上に厚さ0.5~1.5 m程度の分火山灰 (褐色ローム) が載ることが特徴である。

5) 平滑尾根型緩斜面 (smooth crest slope) は、尾根上に位置する、傾斜15度未満の水系の発達が悪い平滑な斜面をこれに分類した。山頂緩斜面の下方に連続するか、やや急な斜面を挟んで連続する。

6) その他の山腹斜面 (other slope) は、上記の2つに分類されない斜面をこれに含めた。特徴としては、尾根から谷底にかけて広く見られ、傾斜15度以上の平滑、あるいは最大傾斜方向に直行する方向に凹凸のある斜面である。檜垣 (1987)はこの斜面を、匍行や小規模な表層崩壊など特定の形成要因を持たない斜面としている。

斜面の傾斜は、1) 火山原面、4) 山頂緩斜面、でおおむね10度以下、2)開析斜面と5) 平滑尾根型斜面、6) 山腹斜面では10度以上となる。地すべり地については、その地形的な特徴から単一の傾斜で表現できないので、形態にのみ注目した。

地形判読に使用したのは、八幡平地域および秋田駒ヶ岳地域については国土地理院撮影の4万分の1空中写真 (1971年撮影) と1万8千分の1空中写真 (1976年撮影)、青松葉山地域については4万分の1空中写真である。

各地域で対象を絞った範囲における微地形分類については、各地域で以下のように分類した。八幡平地域の菰ノ森地域については国際航業 (株) のLP測量によって得られた1 m DEMから作成した1 mコンターと、国土地理院撮影の1万8千分の1空中写真 (1976年撮影) とを併用して微地形の判読を行った。秋田駒ヶ岳地域の笹森山地域では、同1 mコ

ンターと国土地理院撮影の3万分の1空中写真(1992年撮影)を4倍に伸ばしたものを併用した。青松葉山地域の山頂地域では大縮尺の空中写真、および詳細な地形データが手に入らなかったため、微地形の判読は行わなかった。

地形断面図の作成にあたっては、菰ノ森地すべり地、笹森山の調査地では国際航業(株)のLP測量によって得られた1m DEMを使用し、距離1m毎の高さを計測して作成した。青松葉山地域では、レーザー距離計を使用したレベル測量によって断面図を作成した。

判読した地形分類のうち標高1,100mの亜高山帯域において、植生分類と同様の方法で地域および地形単位毎に面積を算出した。算出した面積は(2)に示した、地域および地形単位毎の植生の占有率を算出するのに使用した。

(4) 湿原分類

I章2節で述べたように、オオシラビソ林は他樹種と比較して湿性環境に良く分布することが知られている。そこで、本調査項目ではそれぞれの成因によって分類された湿原を指標として、湿原タイプ毎に周囲への地下水位の高さがどの範囲にまで影響を及ぼすのかについて把握すること目的に湿原を分類した。

阪口(1974)は泥炭地(または湿原)の形成要因を発生論の立場から、湖沼の埋積によって植物が繁茂することが可能になった時に発生する陸化型泥炭地と、これまで乾燥していた地表がなんらかの原因で過湿になったために湿原植生が生育しはじまることで発生する沼沢化型泥炭地の2つに分類している。このうち山地域における沼沢化型泥炭地について、大丸・安田(2009)はその成因から2つに分類している。本研究でもこの分類にならい、沼沢型泥炭地を以下の(a)および(b)のタイプの湿原に分類し、さらに陸化型泥炭地の一つとして、(c)のタイプの湿原に分類した(図8)。

(a)沼沢化型泥炭地の一つは、平坦な地形や火山性の不透水層により排水条件が悪く、周囲の斜面から供給される豊富な融雪水によって高い地下水位が維持されることによって形成される湿原である。尾瀬ヶ原のように大面積の湿原が形成されることも多い。山地緩斜面や山頂の平坦面に形成された湿原には沼沢化型の湿原が多い(叶内,1991)。本研究では地形分類において火山原面および山頂緩斜面と判読された範囲に存在する湿原のうち、後述する(b)を除いた湿原をこのタイプに分類した。以下、これを緩傾斜地型(gentle slope type)山地湿原と呼ぶ。

(b)もう一つは、周囲よりも遅くまで残雪が見られる斜面に形成される湿原である。パッチ状の残雪(雪田)の周辺に見られるため雪田草原(snow patch grassland)とも呼ばれるこのタイプの湿原は、稜線風下側の傾斜地に形成されることが多い。地形分類に関係なく稜線風下側の傾斜地に形成された湿原をこのタイプの湿原に分類した。以下、これを雪田草原型(snow patch type)山地湿原と呼ぶ。

(c)本対象地域には、沼沢化型泥炭地の2タイプの他に、地すべりによって形成された凹地内にも湿原が認められる。このタイプの湿原は、凹地に水が集まり湖沼となった後、排水や埋積が進むことによって形成される陸化型泥炭地にあたり、成因としては地形的制約が大きい。地形分類において地すべり地形に分類された範囲内に存在する湿原のうち、(b)を除く湿原をこのタイプの湿原に分類した。以下、これを地すべり凹地型(landslide depression type)山地湿原と呼ぶ。

以上の3分類に当てはまらないものをその他の山地湿原 (other type) とした。

2. 現地調査

(1) 土層断面の観察

各山域におけるオオシラビソ林の立地環境を把握することを目的に、対象地域の各地点で露頭および試孔の掘削を行い、土層断面を観察した。観察の際には、1.有機質土層の厚さや発達開始時期、腐植の程度、2.表層地質を構成する堆積物の種類や粒度に注目した。その理由を以下に示す。

1. 有機質土層の厚さは、植生の成立基盤として根系の侵入可能な深さを規定し、植生の立地に影響すると考えられる。また土層の発達開始時期は、植生の侵入時期の推定に有効であり、各地域に降下する完新世テフラを用いて推定した。腐植の程度は、その地域の土層の乾湿を反映していると考えられ、土層断面の観察から肉眼的に判別される腐植程度を以下のように定義した。黒褐色を呈し、ローム質土層が極めて腐植に富む有機質土層を、多腐植なローム層(Loamy soil layer with a large amount of humus)、褐色～暗褐色を呈し、ローム質土層に腐植が認められる有機質土層を、腐植を含むローム質土層(Loamy soil layer with humus)とした。

土層中にみとめられた完新世テフラについては現地で試料を採取し、特徴的なものについて火山ガラスの屈折率の測定を行った。屈折率の測定については石村大輔博士に依頼し、30片以上のガラス片を対象として、株式会社京都フィッション・トラック社製の温度変化型屈折率測定装置 (RIMS86 および RIMS87) を用いて行った。

2. 表層地質について、本研究では腐植層の下位に観察される堆積物と定義する。この堆積物の性質や粒度は透水性を左右し、上位の有機質土層の乾湿に影響を与え、植生の立地に影響を与えると考える。粒度については、主として現地における堆積物の層相から推定した。

青松葉山地域は、八幡平地域や秋田駒ヶ岳と調査条件が異なり、数年前まで登山道が存在せず積雪期のみ立ち入ることが可能な山域であり、踏査可能な範囲が限られた。そのため土層断面の一部は池田・大丸 (1993)の研究から引用した。

(2) 林分構造

オオシラビソ林が断片的で偽高山帯となる秋田駒ヶ岳地域、青松葉山地域では、オオシラビソの小林分を対象として、林分の拡大状況や、成立過程を把握することを目的に、小林分におけるオオシラビソの稚樹の分布、胸高直径の計測、年輪解析を行った。対象としたのは、秋田駒ヶ岳地域の笹森山地域、青松葉山地域の青松葉山山頂のオオシラビソ小林分である。

オオシラビソ小林分を横断するように設定した測線を基線として、ベルトトランセクト法による毎木調査を行った。秋田駒ヶ岳地域笹森山では幅4m×長さ350m、青松葉山山頂においては登山道上を基線として、幅6m×長さ600mのベルトを設定し、範囲内に出現する樹木について以下のような調査を行った。オオシラビソについては、胸高(1.3m)以上の個体の位置、胸高直径、胸高以下の個体は位置と樹高を計測した。それ以外の樹種につ

いては、胸高以上の個体の位置と胸高直径を計測した。胸高以下のオオシラビソについては、位置と樹高を 10 cm 毎に記録した。

得られたオオシラビソ成木の胸高直径と稚樹の樹高から、各植生区においてそれぞれ胸高直径階分布図と、樹高階分布図を作成した。

また、笹森山の調査地内のオオシラビソ枯死木から幹の円盤を採取し、樹齢を推定する際の参考として年輪の解析を行った。まず採取した円盤の表面をやすりで磨いて年輪を読み取り、直径における年輪数を求めた。青松葉山については現地で幹の断面を磨いて写真を撮り、その画像から年輪解析を行った。そして、遠田 (1978) の樹高以下のオオシラビソ個体の高さや樹齢のデータを用いて樹高と樹齢の関係式を求め、胸高に達した時の樹齢を算出した。これを先の枯死木の年輪数に加算することによって、枯死木の樹齢を推定した。

さらに、オオシラビソの枯死木がどのような生長傾向にあったかを把握するために、胸高の年輪について、10 年毎の年輪時における直径を測定して、胸高直径の肥大曲線を求めた。

青松葉山の調査地では胸高での年輪が得られなかったため、任意の高さでの年輪解析を行った。また遠田の胸高に達するまでの年数の調査を行った地点は本調査地ではなく、八甲田山のオオシラビソ・ブナ混交林である。

以上のような試料条件統一の問題や、環境の異なる他地域でのデータを本調査地に適応させることの問題があるため、得られた樹齢はあくまで毎木調査で計測したオオシラビソの樹齢の目安として参考とするに留めた。

また、胸高以下の個体について石橋 (1998)、保坂ほか (2008) の分類で、樹高 30 cm 未満の個体を実生、樹高 30 cm 以上 130 cm 未満の個体を稚樹としているが、本研究では胸高以下の個体をすべて稚樹、胸高以上の個体については成木と呼ぶこととする。

なお、対象地域毎に異なる特徴を把握するために、以下の個別の項目についても調査を行った。

八幡平地域では、地すべり地内に存在する多様な地表環境の中で、オオシラビソがどのような地表形態の場所に定着するかを把握するために、オオシラビソ立木地点のマクロサイトの調査を行った。

秋田駒ヶ岳地域では、オオシラビソが局地的に密な林分を形成している笹森山のオオシラビソ小林分において、土壌の水分状況を把握するために土層の体積含水率の測定と、オオシラビソ小林分が成立した年代と、成立以前の植生を把握するために、林分内で採取した有機質土層のボーリングコアについて、植物珪酸体分析を行った。

青松葉山地域では、表層地質の透水性を把握するために土質試験を行い、粒度分析の結果から推定式を使用して透水係数を算出した。調査の具体的な内容については各章で説明する。

IV. 八幡平地域の亜高山帯における結果

1. 地域の特徴

(1) 気候環境

本調査地域は、八幡平地域と同様に北緯 40° 付近に位置し、この緯度では、亜高山帯の下限値とされる温量指数 (WI) 45 は 1,100 m である(杉田, 2002)。また亜高山帯の上限値である WI15 は、中部内陸地方と北海道にだけ見られるため(吉良, 1948)、この地域では気温からみれば標高 1,100 m 以上のすべての範囲が亜高山帯の領域となる。

八幡平山地域周辺の気象観測地点は、秋田県の八幡平 (標高 578 m)、岩手県の岩手松尾 (標高 275 m)、2 か所がある。気温の逡減率を用いて八幡平山系の最高点の気温を推定するために、最も標高の高い八幡平観測所の気温を用いた。八幡平観測所における平年値² (統計期間 1981~2010 年) をみると、過去 30 年間で最も低いのは 1 月の -5.0 度で、最も高いのは 8 月の 20.1°C であった。気温の逡減率 0.6°C/100m を用いて八幡平山頂 (標高 1,614 m) の気温を推定すると、最低値は -11.2°C、最高値は 13.9°C となる。吉良 (1948) は、月平均気温が 5°C を越えた分を足し合わせたものを温量指数 (温かさの指数; WI) とし、その値が 85 以上の地域は常緑広葉樹林帯 (丘陵帯) に、45~85 は落葉広葉樹林帯 (山地帯) に、45 以下は常緑針葉樹林帯 (亜高山帯) に対応することを示している。東北地方北部の北緯 40 度付近では、亜高山帯と山地帯の境界値とされている WI45 の線は、標高 1,100 m にあり(池田, 2002)、八幡平の観測所の気温を用いて標高 1,100 m の気温を推定すると最高値は 17.0°C、最低値は -8.1 度となる。

国土交通省国土政策局が平成 24 年度に整備した数値情報平年値メッシュデータを使用し、統計期間 1981~2010 年の過去 30 年間の各年の最深積雪深から 1 km メッシュごとの値を用いて作成した八幡平地域の最深積雪深を図 9 に示す。標高 1,100 m 以上の広い範囲で年間の最深積雪深が 250 cm 以上を観測し、その中でも積雪深 300 cm 以上のところが半分以上を占める。

(2) 地質、地形、テフラ

八幡平は、秋田・岩手県境の奥羽山脈の一部をなす、南北約 20 km、東西約 15 km におよぶ複数の火山体によって構成される地域である (図 10; 河野・上村, 1964)。本研究の対象地域は、八幡平火山群、および岩手火山群の西部であり、地域によって火山体の形成年代は数百万年の開きがある。以下にその年代を示す。なお、図 10 に示した各火山体の範囲は河野・上村 (1964) に従い、年代は以下の資料を参照した。そのため、各資料によって火山体を指す範囲は厳密には一致しないが、おおむねその火山体の形成年代を示すと考えて問題ないとする。

八幡平の北部地域は、大場・梅田 (1999)、内海ほか (1990) によって各火山体の形成年代が明らかにされている。それによると八幡平山頂 (標高 1,614 m) を含む八幡平火山は安

² 気象庁、過去の気象データ検索、<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (2016 年 12 月 21 日閲覧)

山岩溶岩によって形成された溶岩台地状の地形を呈している。その主体は約 68～85 万年前に形成され、茶臼岳火山に囲まれる北東地域は約 40 万年前に形成された。東部に位置する茶臼岳火山は、約 25～77 万年前に形成された。

八幡平の南部地域の地質は、Tamanyu & Lanphere (1983), 須藤 (1985), 須藤ほか(1990)によって研究がなされており、須藤 (1992)によってまとめられている。それによると、大深岳火山南部の大深岳～大白森にかけての地域は、約 77～300 万年という幅の広い年代が報告されている。大深岳火山の諸桧岳周辺では年代が明らかとなっておらず、西部の八瀬森では、約 152～190 万年の年代値が得られている。松川とその支流に露出する松川変質安山岩類は、約 129～300 万年前に形成されその上を複数の火山噴出物によって覆われている。土井 (2000)の網張火山群に相当する大松倉火山の主体は約 107～210 万年前に形成され、その後形成された三石山周辺で 46 万年前という年代値が得られている。丸森火山、犬倉火山の年代は明らかでない。

以上の八幡平火山群は、主として安山岩溶岩によって形成された溶岩原面と、茶臼岳火山東部の成層火山体により構成される(須藤, 1992)。

本調査地域南東に位置する古岩手火山の形成史については、土井 (2000)に詳しい記載がある。それによると河野・上村 (1964)の古岩手火山の主体は約 27～30 万年前から約 6.5 万年前に形成された。柳沢と焼切沢に挟まれた範囲は約 4.5 万年前に流下した安山岩溶岩によって形成され、明瞭な溶岩流地形が認められる。これらの火山体の主部は溶岩および火砕岩からなる成層火山である。

各火山体の形成年代を概観すると、八幡平火山群については北部で数十万年前、南部では主として数百万年前であり、北部のほうがより新しい。南東に位置する古岩手火山は、さらに新しく数万年前まで活動が続いた可能性がある。これらの形成年代は、森林の成立を考えるとうえでは直接的には影響はないと考えられる。

本調査地の泥炭および腐植層の表層近くには層厚 1～8 cm, 極粗粒砂～細粒砂の発泡の良い灰白色の軽石を狭在することが多い。図 11 の地点 2 より南東 500 m の地点で、泥炭中から採取した同層準の軽石を採取し火山ガラスの屈折率を測定した結果、30 片の屈折率は $n = 1.504-1.508, 1.510$ (モード: 1.506-1.507) であった。このような特徴を持ち、対象地域に分布する対比可能なテフラは十和田 a 火山灰 (To-a, AD915; 町田・新井, 2003)がある。町田・新井 (2003)によると、To-a の火山ガラスの屈折率は $n = 1.496-1.508$ (モード: 1.502-1.506) であり、測定結果とおおむね一致する。八幡平山頂付近では、八幡平起源の完新世テフラが報告されているが、これらは水蒸気爆発のため本質物質を含まず分布も局所的である(和知ほか, 2002)。また、十和田中振火山灰 (To-Cu, ca.6 ka.; 早川, 1983) の粒径、色調、観察層序の特徴とも類似せず、報告されている火山ガラスの屈折率(町田・新井, 2003)も一致しない。よって、本研究ではこの軽石を To-a に対比した。

2. 調査方法

III章で示した調査方法に加えて、オオシラビソ林の発達がよい八幡平地域では、地すべり地形と火山原面を含む菰ノ森調査地において、それぞれの地形がオオシラビソの個体の立地にもどのような影響を与えているかを把握することを目的に以下の植生調査を行った。地

すべり地内の各微地形単位に直径約 20 m の円形の調査区を設け、その範囲内に出現する胸高以上の樹木について、樹種、位置、立木地点の表層環境、胸高直径を記録した。立木位置（定着マイクロサイト）の表層環境は、岩塊および土壌の 2 つに分類した。

3. 結果

(1) 八幡平地域全域

本項では八幡平地域全域を概観して、地形や植生などの分布傾向を捉えた。以下の結果で得られた傾向から八幡平地域をさらに 2 つに分け、便宜的に大深岳以北を北部、大深岳以南を南部とする（図 11）。

①地形

八幡平地域の地形分類図を図 11 に示す。亜高山帯域には火山原面、開析斜面、地すべり地形が存在し、そのなかでも最も広い分布面積を占めているのが火山原面である。火山原面は、大深岳より北の範囲で広く、それよりも南ではやや狭い。これは、大深岳より南の地域で火山体の形成年代が北部と比べて古く、より開析を受けているためと考えられる。地すべり地形は、亜高山帯およびその周囲で見られ、小から大まで様々な規模の地すべり地形が存在する。亜高山帯域において、大規模な地すべり地形があるのは八幡平山頂から北東部に位置する地すべり地形と、諸柎岳東方の北ノ又川の上流とその支流沿いに大規模な地すべり地形が複数認められる。

②植生分布

オオシラビソ純林の分布傾向

八幡平地域の植生分類図を図 12 に示す。オオシラビソ純林（オオシラビソ密林およびオオシラビソ疎林）の分布は、亜高山帯域全域に分布する。特に高標高域で分布面積が広い。標高の低い場所でもオオシラビソ密林が断片的に分布するものの、オオシラビソ疎林の分布は認められない。これは、高標高域ではオオシラビソ以外の樹種が高標高域に分布せずオオシラビソ疎林となるが、低標高域ではオオシラビソの分布密度が低下した場合広葉樹との混交林を形成するためである。オオシラビソ疎林は、実際には下層植生であるササ群落との混在域となっている。

オオシラビソ疎林は、大深岳以北の北部でオオシラビソ密林に囲まれるようにパッチ状に分布する。八幡平山頂周辺では、このパッチ状のオオシラビソ疎林が良くみとめられる。これは、オオシラビソ純林の分布域のなかでもオオシラビソが密林を形成できる環境と、そうでない環境が狭い間隔で混在すること示している。

八幡平地域の中でも、地域によってオオシラビソ純林の分布傾向は異なる。北部では、オオシラビソ純林の分布は広く、八幡平山頂では一部写真がないため全貌を把握できていないが判読できた範囲では、約 4.5 km² の広大なオオシラビソ純林が形成されている。北部でオオシラビソが欠けて下層植生のササ草原となるのは、稜線付近など断片的に存在するだけである。大深岳以南の南部ではオオシラビソ林の分布は狭く、分布は断片的である。北部に比べてオオシラビソ密林の面積は小さい。また、北部と異なり南部の三石山周辺ではオオシラビソ疎林がオオシラビソ密林に囲まれず、独立して林分を形成している。

オオシラビソ混交林の分布傾向

オオシラビソと他樹種が混交する、オオシラビソ混交林（オオシラビソ・ダケカンバ混交密林および混交疎林、オオシラビソ・ブナ混交密林および混交疎林、オオシラビソ・ブナ・

ダケカンバ混交密林および混交疎林)は、対象地域の亜高山帯域の大部分を占める植生である。前述のように高標高域ではオオシラビソ純林が占める場所が多いが、やや標高が下がるとダケカンバが出現しはじめ、オオシラビソ・ダケカンバ混交林となる。亜高山帯域下限の標高 1,100 m に近づくとつれて山地帯で優占的なブナが出現し、オオシラビソ・ダケカンバ・ブナ混交林となる。

オオシラビソ純林、オオシラビソ混交林以外の植生分布

オオシラビソ純林以外の植生としては、湿原、ササ草原、ダケカンバ密林および疎林、ブナ密林および疎林、ダケカンバ・ブナ混交密林および混交疎林、ゴヨウマツ（主としてキタゴヨウ）・コメツガ林、ハイマツ群落が分布する。

ササ草原は高標高域の山頂付近に分布し、オオシラビソやダケカンバなどの樹木が分布しない空白域の植生となっている。

湿原は、八幡平地域の亜高山帯の各地に点在している。特に八幡平山頂付近で密に分布する。高標高域に分布する湿原は、周りをオオシラビソ林に囲まれていることが多い。ブナが優占する山地帯では、八幡平山頂から西に位置する湿原では、その周囲だけオオシラビソ林が分布し、オオシラビソ密林も認められる。

ブナ林は山地帯を代表する植生であり、亜高山帯域下限付近より低標高域に広がるが、一部では亜高山帯域内の低標高域に分布しているところも認められる。亜高山帯域内のブナの分布は、大深岳以南と八瀬森以西でよく見られる。

ハイマツ群落は、山頂部に局所的に出現する。ハイマツ群落は風衝植生として知られており、稜線部の風当たりが強い場所に分布していると考えられる。

キタゴヨウ・コメツガ林が主体となる植生は極めて局所的である。この植生は尾根筋や露岩地に多いことが知られている。対象地域の東端部の北斜面に密に出現する地域は、古岩手火山のうちでも形成年代の新しい斜面であり、土壌の発達が未熟であることが影響している可能性がある。

③標高毎の植生変化

八幡平地域の異なる斜面方位に幅 60 m、長さは 1,500~6,000 m で設定したライン(図 12)において、判読した樹冠の面積から作成した標高毎の植生面積比と地形断面を図 13 に示す。いずれのライン、標高でもササ群落の面積が主体を占めているが、これは樹冠の間を林床植生のササ群落が埋めているためである。したがって、必ずしもササ群落が優占するササ草原が広がっているわけではなく、林床植生のササ群落と、ササ優占のササ草原が含まれている。

Cu ラインは、北向き斜面の標高約 1,250 m から最高で標高約 1,550 m の稜線を越えて、南向き斜面の標高約 1,000 m にわたる距離約 6,000 m のラインである。北向き斜面は火山原面、南向き斜面は地すべり地形にあたる。稜線からやや下った標高約 1,300 m までは地すべり地形の滑落崖に位置するため、北向斜面に比べて南向き斜面の方が急である。この区間ではオオシラビソの割合が北向き斜面の火山原面に比べてやや減少する。標高約 1,550~1,250 m では、斜面の向きの違いによって植生構成比に大きな違いは認められない。南向き斜面の標高約 1,250~1,000 m は大規模な地すべり地形の移動体部分にあたり、この区間ではオオシラビソの割合が約 10~30%を推移し、亜高山帯域よりも低標高の標高約 1,000 m 付近になってもオオシラビソが約 30%も出現する。ブナは 1,150 m 付近から出現し、標高

が下がるにしたがって割合を増加させ、標高約 1,100 m ではオオシラビソとほぼ同率になる。ダケカンバは標高約 1,000 m 付近より標高が下がると、出現率は極めて低くなる。Cu ラインは、植生分類図（図 12）上で稜線までオオシラビソ・ダケカンバ混交林となっているため、植生構成比で約半分を占めるササは、林床植生のササ群落と同義である。

Mk ラインは西向き斜面の標高約 1,300 m から最高で標高約 1,550 m の稜線を通り、東向き斜面の標高約 1,200 m にいたるまでの距離約 2,700 m のラインである。西端部の一部は不明瞭な地すべり地形、稜線を挟む斜面は火山原面、東向き斜面の標高約 1,300 m より下方は小規模な地すべり地形の上を通る。稜線部の標高約 1,550 m 付近では、ハイマツが出現し植生構成比の約 80%を占める。それよりも標高が下がると、ハイマツは出現せずササが植生構成比の約 80%を占めているため、ハイマツは稜線付近の局地的な分布となっている。両斜面の標高 1,500~1,400 m 付近では、西向き斜面でオオシラビソの出現率が 10%を下回っているのに対して、東向き斜面では 20%を超えている。しかし、標高約 1,350 m 付近では両斜面ともほぼ 20%で同率となる。このように、斜面の向きによってオオシラビソの出現率に違いがみとめられるものの、斜面の違いによって出現率が異なるのは標高約 1,400 から 1,350 m の間であるので、標高で 50 m 程度異なるだけである。ダケカンバは両斜面とも標高約 1,400 m 付近から出現し、標高が下がるにつれてその割合を増す。標高約 1,200 m 付近より下方でブナが出現する。

Ks ラインは、地すべり地形によって東西を切られた稜線を通る東向き斜面に位置する。稜線部を除き、ラインの大部分が地すべり地形に含まれる。標高は約 1,400~1,100 m まで変化する約 1,500 m の距離である。標高約 1,400~1,250 m まではササや低木、ダケカンバ主体の植生である。標高約 1,250 m よりも低い標高でオオシラビソの割合が高くなり、標高約 1,150 m までおおむね 30%を維持する。ラインの末端部の標高約 1,100 m でササの割合が再度増加するが、これは局地的に湿地縁辺で林冠が開けたことにより密となったササを反映しているためである。ダケカンバは標高約 1,150 m 以下でほとんど出現しなくなる。このラインでは標高約 1,100 m までの間にブナはほとんど出現しない。

Sk ラインは、先端で火山原面の尾根部を通り、火山原面を北東に切る不明瞭な地すべり地形を通るラインである。このラインは東向き斜面に位置し、標高は約 1,350~900 m まで変化する。標高約 1,350 m の火山原面ではオオシラビソの割合が 20%を超えるが、標高約 1,300 m の不明瞭な滑落崖部分で減少、再度標高約 1,250 m 付近でオオシラビソの割合が増加し、標高約 1,050 m まで出現する。オオシラビソとほぼ同様の標高帯で、ダケカンバも約 10%の割合で出現するが、不明瞭な滑落崖の標高約 1,300 m 付近では約 20%に増加する。ブナ林は標高約 1,200 m 付近から出現し始め、標高約 1,150 m でブナ主体の植生に置き換わる。

Kt ラインは、設定したラインで最も南の地域に位置する。標高約 1,100 m の平坦面が連続する火山原面から、標高約 900 m までの斜面にいたる南向き斜面である。距離約 1,500 m のラインである。オオシラビソは、火山原面上の標高約 1,100 m 付近の傾斜変換点付近まで連続的に出現するが、それよりも低標高域で極めて少なくなる。ダケカンバは高標高域で他の木本植生で最も出現割合が高く、標高約 1,050 m 付近にかけて減少し、標高 1,000 m 付近で再度増加する。この低標高域でのダケカンバの増加は谷壁斜面にあたり、崩壊が多いことが起因している可能性があり、局地的な影響を受けていると考えられる。ブナは標高約

1,100 m よりもやや高い標高から出現しはじめ、急激に割合を増加させ低標高域にかけて約 50%を占めるようになるが、谷壁斜面付近でダケカンバに置き換わる。

④オオシラビソ林の分布と地形との対応

オオシラビソ林（オオシラビソ純林，オオシラビソ混交林）の分布を地形分類図に重ねたものを図 14 に、地域・地形単位毎の植生面積と占有率を表 1 に示す。オオシラビソ純林は火山原面上で集中して分布する傾向がある。特にオオシラビソ純林がよく発達している北部では高標高域に位置する火山原面はオオシラビソ林によってほぼ覆われる。一方、オオシラビソ林の発達が悪い南部では火山原面上にオオシラビソ林が分布する傾向はあるものの、断片的な分布となっている。

開析斜面や地すべり地ではオオシラビソ混交林となっていることが多い。八幡平北東の地すべり地や、諸脛岳東の松川およびその支流沿いにみられる複数の地すべり地形、大深西の地すべり地形などのような、亜高山帯から山地帯に及ぶ規模の大きな地すべり地形では、亜高山帯域の下限よりも低標高域にまでオオシラビソ混交林が分布する。西部の倉沢山と八瀬森を結ぶ鞍部でも、亜高山帯域よりも低標高域でオオシラビソ混交林が分布する。

オオシラビソ林の分布と地形との間には、図 14 の分布傾向から前述のような対応関係がみとめられるだけでなく、表 1 に示す数値からもその対応関係が明瞭にみとめられる。しかし、各地域および地形に占める植生の占有率には地域的な差異も認められる。

地すべり地形におけるオオシラビソ純林の面積は 4.96 km²であり、地すべり地形全体の面積 37.91 km²に占める割合（占有率）は 13.1%であり、オオシラビソ混交林の面積は 23.97 km²で占有率は 63.2%である。よって地すべり地においては、オオシラビソ混交林が優勢な植生となる。

北部地域においては、火山原面の面積 31.55 km²におけるオオシラビソ純林の面積が 15.01 km²であるので、占有率は 47.6%である。オオシラビソ混交林の場合は、面積は 11.76 km²で占有率は 37.3%である。よって、火山原面上ではオオシラビソ混交林よりもオオシラビソ純林の占有率が高い。一方、開析斜面の面積 12.75 km²におけるオオシラビソ純林の面積は 1.99 km²で、占有率は 15.6%である。オオシラビソ混交林は、面積 7.18 km²で占有率は 56.3%である。よって、開析斜面上ではオオシラビソ混交林のほうが占有率が高い。すなわち、北部地域においては火山原面上でオオシラビソ純林、開析斜面上でオオシラビソ混交林の占有率が高い傾向が認められる。また、火山原面上におけるオオシラビソ純林の占有率 47.6%に対して混交林の占有率が 37.3%であるので、オオシラビソ混交林を 1 とした時の比はおおよそオオシラビソ純林：オオシラビソ混交林=1.27：1 である。開析斜面ではオオシラビソ純林の占有率 15.6%に対してオオシラビソ混交林 56.3%であるので、その比はおおよそオオシラビソ純林：オオシラビソ混交林=0.28：1 である。すなわち、オオシラビソ混交林に対するオオシラビソ純林の比が、火山原面上で極めて高い傾向がみとめられる。

南部地域においては、火山原面の面積 17.22 km²におけるオオシラビソ純林の面積が 6.14 km²で、占有率は 35.7%である。オオシラビソ混交林は、8.36 km²であるので、占有率は 48.5%である。よって、南部においては火山原面上で混交林の占める面積が、純林の占有率よりやや高い。一方、開析斜面の面積 16.10 km²におけるオオシラビソ純林の面積は 1.72 km²で占有率は 10.7%である。オオシラビソ混交林は 8.09 km²であるので、占有率は 50.3%

である。すなわち、南部地域においては火山原面、開析斜面ともにオオシラビソ混交林の占有率が高い傾向がある。しかし、火山原面上におけるオオシラビソ純林の占有率は 35.7% に対して混交林の占有率が 48.5% であるので、オオシラビソ混交林を 1 とした時の比はおおよそオオシラビソ純林：オオシラビソ混交林=0.73：1 である。開析斜面ではオオシラビソ純林の占有率 10.7% に対してオオシラビソ混交林 50.3% であるので、その比はおおよそオオシラビソ純林：オオシラビソ混交林=0.21：1 である。すなわち、南部でもオオシラビソ混交林に対するオオシラビソ純林の比が火山原面上で高い傾向がみとめられる。

⑤土層断面

八幡平地域の各地で観察した土層断面を図 15 に示す。八幡平地域での土層断面に以下のような一般的な特徴が認められた。表層地質に粘土を主体とするローム層、その上位に泥炭、多腐植のローム層、腐植を含むローム層が観察される。To-a は八幡平地域の各地で認められ、To-a の下位に厚い腐植層が観察される。地すべり地内では表層付近に亜角礫が観察され、火山原面と比較して腐植層が薄い地点も認められる。

腐植の程度については、火山原面および開析斜面のうち標高 1,250 m 以上の高標高域では多腐植なローム層、それよりも低標高域では腐植を含むローム層が観察される。

一方、地すべり地では低標高域の地点 7 と標高 1,092 m の地点 10 でも多腐植なローム層が観察される。地点 7 では、下位より灰白色の粘土層、黒泥に近い泥炭層、腐植を含むローム層、多腐植なローム層、リターとなっている。この場所は、地すべり地形の滑落崖直下にあたり、前方を二次的に移動した土塊に挟まれ、浅い凹地状の地形となっている。粘土層以下では水分が多くなり、深度 120 cm 以下は試孔内に水が溜まり掘り進めることは困難であった。このことから、この場所は地下水位が表層に近い位置にあり、最下位の灰白色粘土層はグライ化を受けて形成されたものと推測される。地点 10 は、下位よりマトリクスに多腐植のロームを持つ亜角礫層、To-a を狭在する多腐植のローム層である。この場所は、地すべり地形を開析する沢沿いの平坦面に位置しており、局地的に湿性な環境下にある。地点 7 と地点 10 はどちらも亜高山帯域下限よりも低標高域であるが、地点 7 はオオシラビソとコメツガの混交林、地点 10 はオオシラビソとブナの混交林となっている。

⑥湿原とオオシラビソ林の分布

植生分類で湿原と判読したものを、形成要因別にタイプ分けした湿原分布図を図 16 に示す。火山原面上に形成される緩傾斜地型山地湿原は、八幡平山頂付近で特に多い。地すべり凹地型山地湿原は、小規模な地すべり地形には少なく、大規模な地すべり地形に多い傾向が認められる。雪田草原型山地湿原は八幡平山頂と、大深岳周辺にみられるが、その分布は他の 2 つのタイプの山地湿原に比べて少ない。規模については、地すべり凹地型山地湿原では大～小規模のものまで存在するが、規模の大きなものの方が多い。緩傾斜地型山地湿原も同様に様々な規模のものが存在するが、小規模なものの方が多い。雪田草原型山地湿原は、南北方向に長い湿原が形成されている。

この湿原タイプ別分布図とオオシラビソ純林、オオシラビソ混交林を重ね合わせたものを図 17 に示す。オオシラビソ純林は、緩傾斜地型山地湿原に隣接して分布する傾向が認められる。その傾向は北部ほど明瞭であるが、南部ではあまり認められない。また、北部ほど

隣接するオオシラビソ純林の面積が広い。地すべり凹地型山地湿原は、松川の上流でオオシラビソ純林が隣接して立地するところも認められるが、緩傾斜地型山地湿原に比べると少ない。また、オオシラビソ純林の分布も緩傾斜地型山地湿原に比べて狭い。

オオシラビソ混交林は、亜高山帯域に広く分布しているため湿原との対応関係は不明である。しかし、亜高山帯域の下限よりも標高の低い、ブナを主体とする山地帯においては、八幡平山頂より西方に位置する地すべり凹地型山地湿原では、亜高山帯域外であるにも関わらずオオシラビソ純林とオオシラビソ混交林が地すべり型山地湿原の周囲に偏って分布している。

緩傾斜地型山地湿原の面積と占有率を表1に示す。北部の火山原面の面積31.55 km²における緩傾斜地型山地湿原の面積は0.32 km²であり、火山原面に占める割合（占有率）は10.2%である。南部の火山原面の面積17.22 km²における緩傾斜地型山地湿原の面積は0.18 km²で、占有率は10.6%である。すなわち、北部南部ともに緩傾斜地型山地湿原の占有率は同程度である。

(2) 菰ノ森地域

オオシラビソ個体の立地環境を検討するために、八幡平山頂から北西方向に延びる溶岩流の堆積によって形成された火山原面と、地すべり地形が含まれる菰ノ森地域において、空中写真判読および現地調査を行った。

①微地形分類

対象範囲の地形分類図を図18に示す。対象地域には、北西方向に緩く傾斜する溶岩流堆積面（Lava flow field）と、それを切って同方向に流下する大規模な地すべり地形の移動体頭部である。本研究ではこの地すべりを菰ノ森地すべりと呼ぶ。菰ノ森地すべり地内の微地形判読は、八木（2003）の分類基準を参考に行った。

菰ノ森地すべりは、移動体が複数のブロックからなる地すべり地形と、その移動体を二次的に分化する単一のブロックによって構成される。前者のタイプは、並進すべりの特徴である南東部の直線的な主滑落崖（main scarp）と、移動方向に直交する方向に長軸を持つ凸型の移動ブロック（block）および溝状凹地（depression）が認められる。後者のタイプが明瞭であるのは以下の二つである。一つは対象地域南部の主滑落崖を切って北北西に移動する標高約1,150～1,300に位置する地すべり地形である。もう一つは、対象地域北西部に位置しV字型の凹地を持ち、移動体を不明瞭な滑落崖によって切られ北北東に移動する地すべり地形である。

初生的な地すべり地形には、副次的な分離崖（minor scarp）、不明瞭な分離崖（obscure minor scarp）が認められ、移動体内部を複数のブロックに分化し、全体的に凹凸の多い地形となっている。主滑落崖の直下には、滑落崖やそれを開析する谷から供給された岩屑により崖錐（debris）が形成されている。開析斜面（dissected slope）は、溶岩流堆積面および主滑落崖に形成されているものと、赤川によって移動体を開析するものが認められる。

②植生分布

八幡平地域全域を対象とした植生分類図と同様の分類基準（図7）で、菰ノ森地域の植生についてより詳細に区分した（図19）。判読された植生は、森林域でオオシラビソ疎林、オ

オシラビソ密林、ダケカンバ疎林、オオシラビソ・ダケカンバ疎林、密林、ブナ・ダケカンバ密林、オオシラビソ・ブナ・ダケカンバ密林、コメツガ林、キタゴヨウ林である。非森林域では水域、湿地、ササである。

オオシラビソについては、オオシラビソ密林が標高約 1,300 m 以上の火山原面上で分布密度が高い。地すべり地内にもオオシラビソ密林が点在する。オオシラビソ混交林は、火山原面上ではダケカンバと混交する。地すべり地内ではオオシラビソ・ダケカンバ・ブナ林が主たる植生となっている。標高約 1,050 m 以下でダケカンバ・ブナ林となる。

オオシラビソ以外の植生については、針葉樹のコメツガ林が主滑落崖の急な斜面のうち、尾根状の斜面によく分布し、移動体内でも副次的な滑落崖などの急な斜面に偏って分布する。同じく針葉樹であるキタゴヨウ林が、痩せた尾根上に局地的に出現する。

凹地内では場所により、水域、湿原、オオシラビソ密林、オオシラビソ・ダケカンバ混交林、ササ草原、林床にササを持つダケカンバ林、ダケカンバ林など多様な植生がみられる。これは、地すべりに伴って形成された凹地の形成時期や排水状態などの差異を反映していると考えられる。

この微地形分類図にオオシラビソ林およびオオシラビソ混交林の分布を重ねたものを図 20 に示す。オオシラビソ密林は、溶岩流堆積面上によく分布する傾向が認められるが、地すべり地内では、崖錐、凹地、移動体などの地形上に僅かに点在するだけで、滑落崖などの急な斜面ではオオシラビソ密林は分布しない。オオシラビソ密林は分布しないが、他樹種との混じるオオシラビソ混交林は、滑落崖を含む地すべり地内のいずれの微地形上にも分布し、明瞭な対応関係は認められない。

③植生調査

オオシラビソ個体にとっての生育適地を検討するために標高約 1,080 m 図 19 の I-I'において、地形断面図（図 21a）の作成と、ベルトトランセクト法による毎木調査（図 21b）を行った。オオシラビソ密林からの環境傾度の変化を把握するため、ラインはオオシラビソ密林を通るように設定し、凹地から副次的な滑落崖を通り、移動ブロックにかかる範囲までを対象とした。対象としたベルトトランセクトの範囲内には地表環境は土壌が発達し、岩塊は認められない。

地形断面図では距離約 0～40 m までが平坦地形で、地すべり凹地にあたる部分である。この範囲では距離約 0～20 m 付近で出現する個体が少ない。これは、この区間が植生分類で湿原にあたり、湿原植生が生育しているためである。その湿原内でオオシラビソ個体とオオシラビソ稚樹（under BH）が距離約 0 m 付近に 4 個体分布する。このオオシラビソ稚樹が分布する地点は、湿原の中にパッチ状に低木が入り込んでいる場所である。距離約 20～40 m の範囲は、植生分類でオオシラビソ密林にあたる。現地では胸高直径が約 30～50 cm のオオシラビソが 5 個体分布する。オオシラビソ稚樹は 1 個体のみ認められる。それ以外の樹種ではオオカメノキ（*Viburnum furcatum*）が低木層を構成し、林床はササとなっている。

地形断面図で距離約 40～60 m は副次的滑落崖にあたり、やや急な斜面である。植生分類ではブナ・ダケカンバ混交林となっている。現地では、胸高直径 30～50 cm のブナが林冠を構成している。林床はササであり、オオシラビソ稚樹が複数確認されこれらの多くは倒木上に定着していた。

地形断面図で距離約 60～80 m は移動ブロックにあたり、距離約 60～70 m 付近で小規模な高まりとなっている。その部分では胸高直径が約 10 cm のオオシラビソが 2 個体と胸高直径約 30 cm のブナ 1 個体、オオシラビソ稚樹が 4 個体認められる。高まりから下がりやや平坦になった距離約 70～80 m では胸高直径が約 30～50 cm のブナが 4 個体確認される(図 21)。

④定着マイクロサイト

図 20 の K3～K6 では、各地形単位に設定したコドラート(半径 10 m の円形区)内にて毎木調査および定着マイクロサイトの調査を行った。K3～K6 の各地形上での樹種構成結果を図 22 に示し、オオシラビソとオオシラビソ以外の樹種に分けた定着マイクロサイトの結果を図 23 に示す。

K3 調査区は、副次的滑落崖に位置し、標高は 1,150 m の亜高山帯域下限付近である。空中写真から判読された植生分類は、オオシラビソ・ブナ・ダケカンバ混交林である。これらの樹種は、現地で高木となり林冠を構成していた。林冠を構成する高木種では、シナノキ(*Tilia japonica*)が 2 個体出現した。それ以外の樹種は、小径木で低木～亜高木層となっていた。林床はササとなっている。樹種毎の定着マイクロサイトについては、オオシラビソで岩塊上に成立する個体は、出現本数の半分以上かつ中～大径木の個体であった。その他の樹種は胸高直径の 5～10 cm の個体で岩塊上に定着する個体も見られたが、大径木の個体はみられない。

K4 調査区は、移動ブロック上に位置し、標高は 1,198 m である。植生分類では、オオシラビソ・ブナ・ダケカンバ林にあたる。このうち調査区内で出現し、林冠を構成していたのは、オオシラビソとブナであり、ダケカンバは出現しなかった。しかし、調査区から外れた場所では単木で出現するダケカンバが確認できたため、調査区内の約 310 m²ではダケカンバを欠くが、調査区周辺の全体の傾向的としてはオオシラビソ・ダケカンバ・ブナ混交林となっている。この他に出現した樹種はすべて、小径木で低木～亜高木層であった。林床植生はササである。樹種毎の定着マイクロサイトは、オオシラビソおよびその他の樹種の全個体が土壌に定着していたが、これは本調査区の範囲内に岩塊が存在していないからである。

K5 調査区は、主滑落崖直下の崖錐に位置し、標高 1,192 m で K4 調査区とほぼ同じ標高である。植生分類では、オオシラビソ・ブナ・ダケカンバ林にあたる。このうち調査区内で高木となり林冠を構成していたのは、オオシラビソとダケカンバで、ブナは出現しなかった。主要構成種ではないが、シナノキとサワグルミ(*Pterocarya rhoifolia*)も高木層を構成していた。それ以外の樹種はすべて小径木であり、低木～亜高木層となっている。樹種毎の定着マイクロサイトは、オオシラビソとその他の樹種の両方で、岩塊上に定着している個体が確認できた。しかし定着割合は樹種間で異なり、岩塊上に定着するのはオオシラビソでは全体の 17 個体のうち 11 個体を占め全体の 60%以上であったが、その他の樹種では全体 29 個体のうち 7 個体で 25%以下であった。また、岩塊上に定着する個体の胸高直径にも違いがみられ、オオシラビソでは小～大径木でみられるが、その他の樹種では小径木にやや多い傾向がある。胸高直径が 90～95 cm で岩塊上に定着していたのはコメツガであった。本調査地で観察された岩塊上に定着し、タコ足状の根元形態となっているオオシラビソを写真 1 に示す。

K6 調査区は主滑落崖上に位置し、標高 1,297 m の地点である。植生分類では、コメツガ林にあたる。この地点は、表土がほとんど存在せず岩塊によって占められる場所である。樹木は岩塊上に薄く張ったコケの上や、タコ足状の根元形態となり岩塊を取り囲むようにして成立している。この調査区で出現した樹種は、他の調査区と比較して最も少なく、オオシラビソ 19 個体、コメツガ 57 個体、ダケカンバ 2 個体、ナナカマド (*Sorbus commixta*) 2 個体の 4 種である。これらの樹種はいずれも林冠を構成する。しかし、コメツガの出現本数が他樹種と比べて極めて多いので、ほぼコメツガによって構成されている林分である。林床植生は疎らでオオシラビソとコメツガの稚樹が認められるのみである。このように、K6 調査区はほぼコメツガによって構成されている林分であるので、樹種毎の定着マイクロサイトを示した図 23 に示されている K6 調査区のその他の樹種は、コメツガと考えて問題ない。コメツガでは、いずれの胸高直径クラスにも出現するが、オオシラビソは小径木に偏っており、コメツガの高木層の下で被陰木となっている。オオシラビソもコメツガも定着マイクロサイトは、すべての個体が岩塊上に成立する。

⑤地形・植生・土層断面

図 18 に示した L1~5 のラインで計測した地形断面を、各ラインの同標高地点で結んだ模式的な地形断面と、植生分類図を基にそのライン上で観察される模式的な植生を配置したものを図 24 (a) に示す。各地点で観察した K1a~K7 の土層断面を図 24 (b) に示す。K1a~K1c 地点は、L1 ラインで行ったベルトトランセクト法による毎木調査、K3~K6 地点はコードラートによる毎木調査と同地点である。

K1a~K1c：地すべり凹地内に位置し、オオシラビソ密林となっている Ka1 地点では、下位の表層地質に粘土を主体とするローム層が観察され、その上位に多腐植なローム層が約 30 cm 堆積する。副次的滑落崖に位置し、ブナ林となる K1b 地点では、最下位のローム層中に角礫が観察され、その上位の腐植層は K1a 地点よりも腐植が少なく、腐植を含むローム層が観察される。副次的滑落崖の上部にあたり、小規模な高まりとなっている K1c 地点では、下位より粘土主体のロームをマトリクスとする角礫層、To-a を狭在する粘土主体のローム層、腐植を含むローム層となる。K1a, K1b 地点と比較して、最も腐植層が薄い。植生は、オオシラビソの小径木が分布する。

K1a~K7：K6 地点を除くすべての地点で、表層地質に粘土を主体とするローム層が観察された。K1a~K5 地点の地すべり移動体内部では、K1a 地点を除いてすべての地点で腐植を含むローム層が薄い傾向が認められることが共通している。一方、地すべり地内の凹地に位置する K1a 地点と溶岩流堆積面上の K7 地点では多腐植なローム層が観察され、そこではオオシラビソ密林が成立している。

地すべり地内では、表層地質のローム層中に安山岩角礫が確認される。溶岩流堆積面では、地すべり地内で観察される角礫とは異なる亜角礫がローム層中に観察される。この礫が観察される地形的位置から、前者は地すべり起源のもの、後者では周氷河性の凍結破碎によるものと推測される。地すべり起源と考えられる角礫層の上位には To-a が載りその上位に腐植層が観察されることから、少なくとも To-a 降下以降は安定して土壤が発達していると考えられる。主滑落崖の K6 地点では、マトリクスと表土を欠く巨礫によって占められ、ほぼコメツガの占有林となっている。

4. まとめ

以上の結果をまとめた模式図を図 25 に示す。

八幡平地域全体の調査から得られた結果をまとめると以下の通りである。

- (1) 八幡平地域の亜高山帯域を構成する地形は、火山原面および地すべり地形、開析斜面である。大規模な地すべり地形が多数認められる。
- (2) 八幡平地域の北部では、オオシラビソ林がよく発達し、特に純林の分布域が広い。南部ではオオシラビソ林の分布は北部に比べて断片的でササの分布域が増える。オオシラビソ純林は高標高域に分布し、低標高域ではオオシラビソ混交林となる。
- (3) オオシラビソは稜線部を除く、標高 1,550~1,000 m の標高帯に出現する。低標高域では、約 1,100~1,000 m で割合が減少するところもあれば、そうでないところも存在する。標高 1,400 m 以上は、ササとオオシラビソ林が分布する。ダケカンバは、約 1,400~1,300 m から出現しはじめオオシラビソとの混交林を形成し、標高 1,100~1,000 m で減少する。ブナは標高約 1,200 m から割合が高くなり、オオシラビソ、ダケカンバと混交し、標高が低くなるにつれて主構成種となる。
- (4) オオシラビソ純林は、火山原面の高標高域に偏って広く分布する。南部でも火山原面上に分布する傾向はあるものの断片的である。開析斜面と地すべり地では、オオシラビソ混交林となる。
- (5) 北部の火山原面における植生の占有率は、オオシラビソ純林が 47.6%、オオシラビソ混交林が 37.3%で、開析斜面ではオオシラビソ純林が 15.6%、オオシラビソ混交林が 56.3%である。南部の火山原面における植生の占有率は、オオシラビソ純林が 35.7%、オオシラビソ混交林が 48.5%である。開析斜面ではオオシラビソ純林が 10.7%、オオシラビソ混交林が 50.3%である。
- (6) 土層断面は、対象地域のほとんどの地点で表層地質に粘土を主体とするローム層が観察される。火山原面上の高標高域では多腐植なローム層がよく認められる。地すべり地内のオオシラビソ林下では、低標高域でも多腐植なローム層が観察される地点もある。
- (7) 山地湿原は、対象地域の各地において多数みられる。特に、火山原面の緩傾斜地型山地湿原の占有率が北部、南部ともに約 10%であり、その周囲にオオシラビソ純林が分布する傾向が認められる。地すべり凹地型山地湿原も多数存在する。緩傾斜地型山地湿原と同様に周囲にオオシラビソ純林やオオシラビソ混交林が偏って分布する場所も認められるが、その分布範囲は局地的である。

菰ノ森地域における調査で得られた結果をまとめると以下の通りである。

- (8) 菰ノ森地域には、溶岩流堆積面とそれを切る大規模な地すべり地形が認められる。
- (9) 大規模な地すべり地の内部は複数のブロックに分かれており、二次的な地すべりによってさらに分化が進み、凹凸の多い地形となっている。
- (10) オオシラビソ密林は、溶岩流堆積面上に広く分布する。オオシラビソ混交林は地すべり地内の主たる植生であり、断片的にはオオシラビソ密林が分布するところもある。主滑落崖には、コメツガの占有林が認められる。

- (11) 地すべり地内の微地形とオオシラビソ林の分布に明瞭な対応関係は認められない。
- (12) 地すべり地内では、オオシラビソ密林は凹地内の湿原と隣接する部分に成立する(図 25-I)。湿原から離れ傾斜が急になる部分でブナに置き換わる。滑落崖上端部の小規模な高まりではオオシラビソの小径木が分布する。
- (13) オオシラビソはコメツガを除く他樹種にくらべて、岩塊上に成立している個体が多い(図 25-II)。
- (14) 地すべり地内の凹地を除く地点で、粘土主体のローム層のマトリクスを有する角礫層が観察され、腐植層は相対的に薄い。低標高域の地すべり凹地内と、高標高域の溶岩流堆積面では、多腐植なローム層が観察され、オオシラビソ密林となっている。

V. 秋田駒ヶ岳地域の偽高山帯における結果

1. 地域の特徴

(1) 気候環境

本調査地域は北緯 40° 付近に位置し、この緯度では、亜高山帯の下限值とされる温量指数 (WI) 45 は 1,100 m である(杉田, 2002)。また亜高山帯の上限值である WI15 は、中部内陸地方と北海道にだけ見られるため(吉良, 1948)、この地域では気温からみれば標高 1,100 m 以上のすべての範囲が亜高山帯の領域となる。

秋田駒ヶ岳地域の周辺の気象観測所は、田沢湖(標高 230 m)がある。この地点の気温(平年値³)を使用し、気温の遞減率 0.6°C/100 m を用いて秋田駒ヶ岳地域の最高点の気温を推定した。最低値は -11.3°C、最高値は 14.7°C となった。東北地方北部の北緯 40 度付近では、亜高山帯と山地帯の境界値とされている WI45 の値は標高 1,100 m にあたり(池田, 2002)、田沢湖の観測所の気温を用いてこの標高の気温を推定すると最高値は 17.9°C、最低値は -8.1 度となる。これらの値は、秋田駒ヶ岳地域の北方に位置する八幡平地域とほぼ同じである。

国土交通省国土政策局が平成 24 年度に整備した数値情報平年値メッシュデータを使用し、統計期間 1981~2010 年の過去 30 年間の各年の最深積雪深から 1 km メッシュごとの値を用いて作成した秋田駒ヶ岳地域の最深積雪深を図 26 に示す。標高 1,100 m 以上の大部分は、最深積雪深が 300 cm 以上で、西部の高倉山周辺でのみ 200 cm 以下のところが存在する。この値を八幡平地域と比べると、最深積雪深が 300 cm 以上の範囲がやや広い傾向があるが、同程度の最深積雪深であると言える。

(2) 地質と地形

秋田駒ヶ岳地域は、葛根田川をはさんで八幡平の南側に位置し、奥羽山脈の一部をなす、南北約 20 km、東西約 25 km におよぶ複数の火山体によって構成される地域である(図 27; 須藤・石井, 1987)。北部は溶岩流によって形成された山頂部の平坦面と緩やかな山腹斜面をもつが、南部は成層火山体とその山頂に北東-南西方向に伸長して配列する北部カルデラと南部カルデラ、ならびにこれらのカルデラ内の中央火口丘群からなる。このカルデラ群は、はじめに安山岩~玄武岩からなる主成層火山を形成した後、完新世初頭の噴火によって形成されたことが明らかにされている(土井ほか, 1997; 和知ほか, 1997)。秋田駒ヶ岳地域の最高峰は、北部カルデラの中央火口丘の男女岳(標高 1,637 m)である。

北部の各火山体の年代は、須藤・石井(1987)、須藤ほか(1990)、梅田ほか(1999)によって明らかにされている。それによると秋田駒ヶ岳地域の各火山の形成年代は、乳頭火山は約 63~36 万年前(須藤ほか, 1990)、高倉山・小高倉山火山は約 140~100 万年前(須藤・石井, 1987; 須藤ほか, 1990)、笹森山火山は約 56 万年前(梅田ほか, 1999)、丸森・三角山火山は約 40~31 万年前(須藤ほか, 1990)、笹森山火山は約 30~9 万年前(須藤ほか, 1990)という

³ 気象庁, 過去の気象データ検索, <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (2016 年 12 月 21 日閲覧)

年代が報告されている。平ヶ倉山火山、湯森山火山の年代や他火山との層位関係は明らかでないが、地形からは上述の他火山と大きくかけ離れた年代でないことが推測される。丸森・三角山火山は、成層火山噴出物、溶岩円頂丘によって形成された火山で、高倉山・小高倉山火山は成層火山、笹森山火山は成層火山噴出物、溶岩円頂丘によって形成された火山である(須藤・石井, 1987)。そのため、山頂の周囲の斜面はやや急な傾斜となっていることが多いが、これら以外の火山については、極めてなだらかな地形を呈している。

秋田駒ヶ岳火山群は、主として安山岩溶岩によって形成された(須藤・石井, 1987)。

火山活動による直接的な植生への影響は、秋田駒ヶ岳地域の南部に位置する秋田駒ヶ岳火山周辺で見られ、荒廃地が広がっており植生が成立している場所は少ない。このような地表環境では、木本であるオオシラビソが成立することは困難であると考えられる。よって、植生が十分に成立しうる時間を考慮して、秋田駒ヶ岳火山については主たる調査対象から外し、参考までに植生分類を行うにとどめた。

(3) テフラ

秋田駒ヶ岳南部起源の完新世テフラは 11 層確認されており、その噴出年代と層序と降下年代は和知ほか(1997)によりまとめられている。この研究と現地での観察に基づいて、本調査地域である給源火山の秋田駒ヶ岳付近における模式的なテフラの層序を図 28 に示す。本対象地域で観察された土層断面には、和知ほか(1997)で示された多数の露頭の 1 つの地点と同地点と考えられる図 29 地点 13 が含まれている。この露頭では、以下に示す秋田駒ヶ岳起源の完新世テフラのほとんどが観察することができた。以下に、和知ほか(1997)で示されたテフラの特徴と、本調査地域で観察された各テフラの特徴を記す。

和知ほか(1997)では、下位より、淘汰の良い黒色火山砂からなる Ak-11, Ak-10, 粒径 0.5~1 cm のスコリアとパミスの混在層からなる Ak-9(荒沢軽石)が 9,000~10,000y.B.P., 粒径 0.5~1 cm のスコリアとパミスを混在しその上位に粗粒・細粒スコリアの互層と砂質細粒火山灰層からなる Ak-8(堀切軽石)が 7,800~8,900y.B.P., 下位より黒色火山砂層, 黒褐色火山砂層, 明黄褐色細粒火山灰層, 黄褐色細粒火山灰層からなる Ak-7 が 7,500~8,400y.B.P., 粒径 0.1~0.5 cm のスコリアとパミスを混在し下部に赤橙色の軽石集中帯が認められ明瞭な特徴を持つ Ak-6 が 7,100~7,200y.B.P., 本質物質を含まず色から黄褐色の細粒火山灰からなる Ak-5 および Ak-4 が 3,100~4,000y.B.P., 下位より青黒色の火山砂, 黄褐色の細粒火山灰層, 黒色の火山砂からなる Ak-3 が 2,300~2,800y.B.P., Ak-2 が 1,600~2,000y.B.P.と推定され、最上位には十和田火山起源の To-a (AD915; 町田・新井, 2003)が載るとしている。

本研究では、Ak-4 と Ak-5 は水蒸気爆発による堆積物で、本質物質を含まないため、調査地点で 1 層しか観察されなかった場合には、Ak-4 と Ak-5 の区別がつかないことから、両者をまとめて Ak-4/5 とした。

また、本対象地域は和知ほか(1997)の対象とした調査範囲に比べて給源に極めて近い場所に位置することから、同じテフラであっても層厚、層相の変化が著しい。また、秋田駒ヶ岳を給源とするこれらのテフラは東~北東方向に分布軸を持つことから、東西で認められるテフラの種類やその層相が異なる。

和知ほか（1997）は Ak-8 の最上位の砂質細粒火山灰層について、粒径 1~3 mm の火山豆石を含むことを報告しているが、本調査地域では前述のような特徴に加えて固結度が他のテフラと比較して極めて高いという明瞭な特徴が認められる。

対象地域で観察した土層断面には最上位の腐植層中に層厚 2~5 cm、極粗粒砂~細粒砂の発泡の良い灰白色の軽石を狭在することが多い。図 29 地点 8 と近接する後述の Ss4 地点において、腐植層から採取した軽石の火山ガラスの屈折率を測定した結果、34 片の屈折率は $n=1.495-1.496, 1.498, 1.501-1.508$ (モード: 1.506-1.507) であった。この軽石は、和知(1997)で報告された To-a の層位と同じであり、八幡平山頂で観察されたテフラと同じ特徴を持つことから、To-a に対比した。

(4) 植生

秋田駒ヶ岳地域の現植生は、大場（1974）によって詳細な調査がなされている。それによると、標高 1,100~1,200 m まではブナを主体とした植生で、それが高になると尾根筋では風衝型のアカミノイヌツゲ (*Ilex sugerokii* var. *brevipedunculata*)、ミネカエデ (*Acer tschonoskii*) を主とした低木林に、緩斜面ではチシマザサに置き換わる。標高 1,400 m 以上の山頂部ではハイマツが生じ、尾根筋ではキャラボク (*Taxus cuspidata* var. *nana*)、ミネカエデ、ミネヤナギ (*Salix reinii*) などの高さ 1 m 以下の低木群落となる。これらは、偽高山帯に出現する代表的な植生である。

2. 調査方法

III章で示した調査方法に加えて、秋田駒ヶ岳地域では以下の調査を行った。

体積含水率の測定

植生に対応する土壤水分条件を把握するために笹森山の調査地においては中村理科工業（株）の機器である TDR 土壤水分測定器を使用し、体積含水率を測定した。測定は 2013 年 11 月 2 日と 2014 年 10 月 9 日の 2 回行い、1 地点につき 5 回測定した値の平均値を使用し、標準誤差も求めた。測定方法は、測定器のセンサー部（ロッド長 30 cm）を土壤に差し込んで得られた周波数と、空気中での周波数（1320 Hz）及び水中での周波数（562 Hz）を以下の計算式に当てはめ土壤水分割合（w）を算出した。

$$w = \frac{\text{水中 Hz} - \text{測定土壤 Hz}}{\text{空中 Hz} - \text{水中 Hz}}$$

算出した土壤水分割合を、実験によって与えられた計算式に当てはめ、体積含水率を算出した。

植物珪酸体分析

笹森山のオオシラビソ小林分の成立年代を把握するために、植物珪酸体分析を行った。植物珪酸体分析は、主として土壤中に堆積した草本を主体とする植物の珪酸体を計測することによって、その場所の植生を復元する方法である。すなわち、植物が生育していた場所で枯死することで珪酸体が土壤中に蓄積されるため、花粉分析よりも局地性の高い植生変遷を復元できる。オオシラビソ小林分内では、オオシラビソによって林床への日差しが遮られ、林床植生は疎らとなっている。一方で、オオシラビソ小林分の周囲には密なササ草原が存在

しており、オオシラビソ小林分の成立以前の植生は木本ではなくササなどの草本類であった可能性が高い。よって、ササ起源の珪酸体として代表的なタケ亜科起源 (Bambusoideae) の消長に注目して、この林分におけるオオシラビソ林の成立年代を推定した。また、植物珪酸体は花粉と異なり、その場に生育していた植物から植物珪酸体が供給されるので、当時の植生量を復元することが可能である。しかし、植物珪酸体の量と実際の植生量の詳細な対応については明らかとなっていないため、珪酸体量の消長と現在の植生を比較して当時の植生量を推定した。

対象試料は、林分の中心地域でシンウォールサンプラーを用いたボーリングコアを採取し、有機質土層について深さ 2 cm 毎に試料を採取して分析に用いた。2 cm 毎に試料を採取することが難しい層準については可能な限り短い間隔で採取した。分析の手順、同定、分類は佐瀬ほか (2009) に従い、一部変更を加えて行った。以下にその概略を述べる。

1. コアから約 2 g の湿潤試料を採取し電子天秤で秤量 (mt) し、湿式灰化法で有機物処理を行った。その後遠心分離機を使用して試料を取り出し、乾燥後秤量した。

2. 6 規定の塩酸を使用し脱鉄処理を行った。処理後は蒸留水で洗浄し塩酸を除去した。

3. 篩分法により粒径 200 μm の粒子を取り出した後、ストークスの公式を用いて沈降法により 10 μm 以下の粒子を取り除いた。この過程で、主要な植物珪酸体がふくまれる 10~200 μm 画分が抽出される。

4. 10~200 μm 粒径画分を、ポリタングステン酸ナトリウム水溶液を用いて重液分離を行い、比重の軽い植物珪酸体を抽出した。この過程により、火山ガラスおよび重鉱物に分離される。重液分離後の試料を乾燥させ、再度秤量した。

5. 植物珪酸体密度を算出するため、10~100 μm 画分の全量を 300 ml ビーカーに移し、メスシリンダーでメスアップした蒸留水 50 ml を希釈水量 (w) として加えた。スターラーを使用して試料を懸濁させながら、マイクロピペットで 10 ml 採取し、そのうち 1 ml をスライドガラスに展開した。スライドガラス上の試料を乾燥後、クローブ油を封入材としてプレパラート作成、顕微鏡下でプレパラート中の植物珪酸体数を計測した。この時、植物珪酸体の量が多く植物珪酸体同士が重なり合っただけで同定が困難であった試料については蒸留水を 50 ml 追加し、希釈水量合計 100 ml (w) にしてから再度マイクロピペットでの採取、プレパラートの作成を行った。

6. 植物珪酸体数の計測は、プレパラート (1.8 cm \times 1.8 cm) のうち、顕微鏡下で見える幅 (360 μm) を 1 列計測して、植物珪酸体の出現個数を計測した。それを 50 倍にすることでプレパラート 1 枚分 (1 ml 分) の植物珪酸体数 (n) とした。

7. 植物珪酸体の密度 (本研究では湿土 1 g あたりの植物珪酸体数) を求めるために、これまで求めた秤量値および計測値を次式にあてはめて算出した。

$$Pc=n \cdot w \cdot 100/mt$$

ここで、

Pc : 湿土 1 g あたりの植物珪酸体数

n : プレパラート 1 枚 (1 ml 分) の植物珪酸体数

w : 希釈水量 (ml)

mt：湿潤土質量（g）

この湿土 1 g あたりの植物珪酸体数をもとに、以下に分類された各植物珪酸体の出現数を、湿土 1 g 中の出現数に換算してダイアグラムに示した。

植物珪酸体の分類は、イネ科短細胞起源外 (Non-shortcell) について、イネ科機動細胞起源のタケ亜科起源 (Bambusoideae) と非タケ亜科起源 (Non-Bambusoideae)、イネ科刺細胞起源のポイント型 (Point-shaped)、イネ科長細胞などに由来する棒状を呈する珪酸体を一括した棒状型 (Elongate) して分類した。イネ科短細胞起源 (Short cell) について、タケ (亜科) 型 (Bambusoid)、ヒゲシバ (亜科) 型 (Chloricoid)、キビ (亜科) 型 (Panicoid)、ウシノケグサ (亜科) 型 (Fetsucoid) に分けた。以上の分類に含まれない珪酸体をすべてその他 (Others) に含めた。また有機質土層の形成開始時期を知るために、有機質土層基底の腐植土について、(株)加速器分析研究所に依頼して加速器質量分析 (AMS) 法により ^{14}C 年代測定を行った。

3. 結果

(1) 秋田駒ヶ岳地域全域

本項では秋田駒ヶ岳地域全域を概観して、地形や植生などの分布傾向を捉えた。以下の結果で得られた傾向から秋田駒ヶ岳地域をさらに 2 つに分け、便宜的に笹森山以北を北部、笹森山以南を南部と定義する (図 29)。

①地形

秋田駒ヶ岳地域の地形分類図を図 29 に示す。亜高山帯域には、火山原面、開析斜面、地すべり地形が認められる。火山原面、開析斜面は亜高山帯域に同程度の広さで存在するが、地すべり地形は小規模なものが数個存在だけである。亜高山帯域よりも低標高域では葛根田川沿いに大規模な地すべり地形も認められる。したがって、亜高山帯においては地すべり地形は主体をなす地形とは言えない。秋田駒ヶ岳地域のほとんどの火山体は、安山岩溶岩によって形成されているため、火山原面は溶岩流堆積面とほぼ同義である。

②植生分布

オオシラビソ純林の分布傾向

秋田駒ヶ岳地域の地形分類図を図 30 に示す。オオシラビソ純林 (オオシラビソ密林およびオオシラビソ疎林) の分布は、亜高山帯域に断片的に分布する。その分布は低標高域がほとんどであり、高標高域にはほとんど存在しない。約 0.25 km^2 程度の比較的大面積の林分は、笹森山の西部と湯森山の南東部に分布する。約 0.01 km^2 の極めて分布面積の小さい林分も、亜高山帯域に点在するがその数は多くはない。乳頭山の北西で亜高山帯域よりも低標高域でオオシラビソ純林が極めて小さい林分を形成する。

オオシラビソ疎林は、八幡平地域ではオオシラビソ密林の中に点在するようにして存在したが、秋田駒ヶ岳地域ではオオシラビソ密林の縁辺部に隣接して分布する。すなわち、中

心部にオオシラビソ密林、周縁部にオオシラビソ疎林という構造になっており、外側に向けてオオシラビソの分布密度が低下していることを示している。

秋田駒ヶ岳地域のなかでもオオシラビソ林の分布傾向は異なる。笹森山以北の北部では、乳頭山の北西、笹森山の西、高倉山の東の3箇所にオオシラビソ純林が偏って分布する。一方、笹森山以南の南部では湯森山の南東の1か所にまとまったオオシラビソ純林が認められる。オオシラビソ純林の小林分の分布面積は、北部と中部で違いは認められない。

本研究では対象地域から除外した秋田駒ヶ岳火山周辺では、空中写真の判読からオオシラビソ林の分布は認められない。

オオシラビソ混交林の分布

オオシラビソと他樹種が混交する、オオシラビソ混交林（オオシラビソ・ダケカンバ混交林および混交疎林、オオシラビソ・ブナ混交林および混交疎林、オオシラビソ・ブナ・ダケカンバ混交林および混交疎林）の分布は、オオシラビソ林と同様に断片的である。オオシラビソ混交林は、オオシラビソ林と同地域の低標高域に偏って分布する。亜高山帯下限付近ではオオシラビソ・ダケカンバ・ブナ林となり、標高が高くなるにつれてブナを欠いたオオシラビソ・ダケカンバ林となる。オオシラビソ・ブナ林は、亜高山帯下限付近より低標高域でみとめられる。

オオシラビソ林、オオシラビソ混交林以外の植生分布

オオシラビソ以外の植生としては、湿原、ササ草原、ダケカンバ密林および疎林、ブナ密林および疎林、ダケカンバ・ブナ混交林および疎林、ハイマツ群落、スギ林が認められる。

ササ草原は秋田駒ヶ岳地域において主体となる植生である。標高では、亜高山帯域下限よりもやや標高が高いところから出現し、亜高山帯の全域に広く分布する。そのササ草原の中に、パッチ状に他植生が分布する構造となっている。

湿原は、亜高山帯の各地に存在するが、秋田駒ヶ岳火山の位置する南部にはほとんど存在しない。湿原は、亜高山帯域内の高標高域に分布する傾向が認められ、亜高山帯域の低標高域にはほとんど存在しない。また亜高山帯域より低標高域にも湯森山の北方に数ヶ所認められるだけである。

ブナ林は山地帯を代表する植生であり、亜高山帯域下限付近より低標高域に広がる。一方で、亜高山帯域の低標高域にもブナが分布する。亜高山帯域下限のブナは、ブナが主体としてブナ林となっている所もあれば、ダケカンバと混交してブナ・ダケカンバ混交林となっている所も存在する。また、これにオオシラビソを交えることで、オオシラビソ・ダケカンバ・ブナ林となっている所もある。オオシラビソ、ダケカンバとの混交林であることを除けば、秋田駒ヶ岳全域は亜高山帯下限にはブナが分布するという点で共通している。

ハイマツ群落は、北東―南西方向に伸長して分布しており、稜線付近に分布していることから、風当たりが強い場所に分布していると考えられる。

スギ林が主要構成種となる植生は、極めて局地的である。秋田駒ヶ岳地域南部の最南端にスギの小林分が点在する。南部カルデラ内の現地調査で、この地点に成立していたスギは胸高直径が約30～63 cmの個体であり、樹高は4～6 mと低く、複雑に根曲がりしていた。これらのことから人工的に植林されたものとは考えにくく、中～大径木であることからある程度長期間この場所に成立していたことが推測される。亜高山帯域にオオシラビソ林が広

がっている八幡平地域ではスギ林は確認されず、オオシラビソ林が未発達の秋田駒ヶ岳地域でスギ林が分布するため、オオシラビソの分布拡大とスギの孤立分布には、何らかの関係がある可能性がある。

③標高毎の植生変化

秋田駒ヶ岳地域の異なる斜面方位に幅 60 m、長さは 1,800~2,000 m で設定したライン(図 30)において、判読した樹冠の面積から作成した標高毎の植生面積比と地形断面図を図 31 に示す。いずれのライン、標高でもササ群落の面積が主体を占めているが、これは樹幹同士の間を林床植生のササ群落が埋めているためである。したがって、必ずしもササ群落が優占するササ草原が広がっているわけではなく、林床植生のササ群落と、ササ優占のササ草原が含まれている。

Eb ラインは、北向き斜面の標高約 1,450~900 m にわたる距離約 2,000 m のラインである。標高約 1,450~1,200 m までは火山原面、標高約 1,200~900 m までは地すべり地形にあたる。植生は、標高約 1,450~1,300 m まではササが主体を占め、低木やハイマツ、ダケカンバが約 20%以下の割合で交える。標高約 1,300~1,100 m の間でも主体となる植生はササであるが、オオシラビソが約 20%の比率で出現するようになる、標高約 1,250 m 付近から 5%以下と低率ではあるがブナが出現しはじめ、標高約 1,100 m で急増し、ブナ主体の植生に置き換わる。ダケカンバはいずれの標高帯にも低率ながら出現する。標高約 1,000 m 付近でダケカンバは出現しなくなり、ブナ主体の植生となる。

Nt ラインは、乳頭山の南向き斜面の標高約 1,500~900 m、距離約 1,800 m のラインである。標高約 1,500~1,300 m までは火山原面、標高約 1,300~900 m までは開析斜面にあたる。植生は、標高約 1,500~1,200 m までは、ササを主体とする植生が広がり、同区間に低率でハイマツや低木を交え、低木は標高約 1,200 m にかけて増加する。標高約 1,200 m 付近でのみ、オオシラビソが 10%の割合で出現するが、それ以外の範囲では出現しない。標高約 1,200 m より低標高域では、ブナが主体となる植生になる。ダケカンバは標高約 1,400~1,100 m の標高で、数%の比率で出現する。

④オオシラビソ林の分布と地形との対応

オオシラビソ林(オオシラビソ純林、オオシラビソ混交林)の分布を地形分類図に重ねたものを図 32 に、地域・地形単位毎の植生面積と占有率を表 2 に示す。オオシラビソ林は、地すべり地形、開析斜面と比較すると、火山原面上に分布する傾向が認められる。しかし、火山原面上に一様に分布しているのではなく、局地的な分布である。秋田駒ヶ岳地域北部の乳頭山北西では、オオシラビソ林の分布面積は狭く、ほとんどがオオシラビソ混交林である。しかし、亜高山帯域から山地帯に連続する火山原面上には、亜高山帯下限よりも低標高域にもオオシラビソ混交林が分布する。

一方、開析斜面や地すべり地形ではオオシラビソ林はほとんど分布しない。開析斜面や地すべり地内でオオシラビソ林やオオシラビソ混交林が分布するのは、乳頭山の北西、笹森山の西、高倉山の東である。

オオシラビソ林の分布と地形との間には、図 32 の分布傾向から前述のような対応関係がみとめられるだけでなく、表 2 に示す数値からもその対応関係がみとめられる。火山原面

や開析斜面と比較して、地すべり地形は亜高山帯に占める範囲が狭く、主体となる地形ではないので、ここでは火山原面と開析斜面におけるオオシラビソ純林の分布について注目した。

北部地域においては、火山原面の面積 8.28 km²におけるオオシラビソ純林の面積が 1.09 km²であるので、占有率は 13.2%である。オオシラビソ混交林の場合は、面積は 2.33 km²で占有率は 28.2%である。よって、火山原面上における植生は、オオシラビソ純林よりもオオシラビソ混交林の占有率が高い。一方、開析斜面の面積 7.09 km²におけるオオシラビソ純林の面積は 0.37 km²で、占有率は 5.3%である。オオシラビソ混交林は、面積 1.36 km²で占有率は 19.2%である。よって、開析斜面上ではオオシラビソ混交林のほうで占有率が高い。すなわち、北部地域においては火山原面および開析斜面ともにオオシラビソ混交林の占有率が高い傾向が認められる。オオシラビソ林以外の植生は、火山原面で 4.86 km²で占有率は 58.7%、開析斜面で 5.36 km²で占有率は 75.6%となっており、この地域において主体となる植生は、オオシラビソ林以外の植生となっている。

火山原面上におけるオオシラビソ純林の占有率 13.2%に対して混交林の占有率が 28.2%であるので、オオシラビソ混交林を 1 とした時の比はおおよそオオシラビソ純林：オオシラビソ混交林=0.47：1 である。開析斜面ではオオシラビソ純林の占有率 5.3%に対してオオシラビソ混交林 19.2%であるので、その比はおおよそオオシラビソ純林：オオシラビソ混交林=0.28：1 である。すなわち、オオシラビソ混交林に対するオオシラビソ純林の比が、火山原面上でやや高い傾向がみとめられる。

南部地域においては、火山原面の面積 6.72 km²におけるオオシラビソ純林の面積が 0.70 km²で、占有率は 10.4%である。オオシラビソ混交林は 0.47 km²であるので、占有率は 7.0%である。よって、南部においては火山原面上で純林の占有率が、混交林の占有率よりやや高い。一方、開析斜面の面積 4.27 km²におけるオオシラビソ純林の面積は 0.01 km²で占有率は 0.3%である。オオシラビソ混交林は 0.26 km²であるので、占有率は 6.0%であり、開析斜面上ではオオシラビソ混交林の占有率が高い傾向がみとめられる。オオシラビソ林以外の植生は火山原面では 5.55 km²で占有率は 82.6%、開析斜面では 4.00 km²で占有率は 93.7%となっており、この地域において主体となる植生はオオシラビソ林ではない。

火山原面上におけるオオシラビソ純林の占有率は 10.4%に対して混交林の占有率が 7.0%であるので、オオシラビソ混交林を 1 とした時の比はおおよそオオシラビソ純林：オオシラビソ混交林=1.49：1 である。開析斜面ではオオシラビソ純林の占有率 0.3%に対してオオシラビソ混交林 6.0%であるので、その比はおおよそオオシラビソ純林：オオシラビソ混交林=0.05：1 である。すなわち、オオシラビソ混交林に対するオオシラビソ純林の比が火山原面上で極めて高い傾向がみとめられる。

⑤土層断面

秋田駒ヶ岳地域北部で観察した土層断面を図 33 に、南部で観察した土層断面を図 34 に示す。北部の地点 2、4～7 の土層断面は火山原面、地点 3 は開析斜面、地点 1 はこれら以外で観察した土層断面である。

地点 1 および 2 の表層地質はロームが主体で、火山砂を狭在する。それを覆う泥炭、および腐植層中には To-a が狭在する。地点 3～7 の表層地質は、細粒火山灰を主体として火山砂を狭在し、上位の腐植層、泥炭層中に To-a が観察される。

いずれの地域でも約 20 cm 以上の腐植層や泥炭層が観察され、表層地質はロームや細粒火山灰を主体とし、その粒度は粘土～シルトである。

秋田駒ヶ岳地域南部で観察した土層断面は、すべて火山原面上の土層断面で植生はササとなっている。北部と異なり秋田駒ヶ岳起源のテフラが複数枚観察され、垂直方向の層相変化が著しい。以下に、東端の観察地点である地点 13 から順に堆積物の特徴を記載する。

地点 13 は和知ほか (1997) で記載された地点 (No.9) と同地点である。この地点では層厚、層相、層位から対比される秋田駒ヶ岳の完新世テフラのほとんどを観察することができる。最下位に堆積するローム層中には、黒色の火山砂からなる Ak-11, Ak-10 が狭在する。その上位に、層厚 40 cm のスコリアとパミスの混在層からなる Ak-9, 薄いロームを挟んでスコリアとパミスの互層からなる Ak-8 が約 70 cm 観察される。Ak-8 の上位には層厚約 10 cm の固結した細粒火山灰層が観察され、Ak-8 との間にロームや埋没土壌などが観察されないことから、これは Ak-8 の一連の噴火によるフォールユニットであると考えられる。この固結した細粒火山灰層の上位には、層厚 50 cm のローム層中に亜角礫が混じる層が観察され、Ak-8 降下以降に斜面の物質移動があったと考えられる。この斜面堆積物を被覆するように層厚約 20 cm のスコリア・パミスからなる Ak-6 が堆積する。Ak-6 の上位には、層厚約 15 cm の細粒火山灰を含む火山砂層が観察され、Ak-6 との間にロームや埋没土壌などが観察されないことから、これは Ak-6 の一連の噴火によるフォールユニットであると考えられる。この上位には、多腐植なローム層が載り、このローム層中には下位より Ak-4 あるいは Ak-5, Ak-3 が狭在する。

地点 12 は、最下位にローム層中に亜角礫が混じる層が少なくとも層厚 20 cm 以上あり、これを Ak-7 が覆うことから斜面の物質移動は Ak-7 降下以前に起こったことが推定される。Ak-7 の上位には、腐植層を挟んでスコリア・パミスからなる Ak-6 が載る。この Ak-6 上位に、地点 13 でも観察された固結細粒火山灰層がみとめられる。さらにその上位にはロームをマトリクスとする亜角礫層である斜面堆積物が堆積する。

地点 11 では、最下位に暗褐色のローム層が観察され、Ak-6 によって覆われる。この地点でも、地点 13, 地点 12 で観察されたものと同様の細粒火山灰を含む固結火山砂層が Ak-6 の上位に認められる。この上位には腐植を含むローム層が観察され、このローム層中には、下位より Ak-4 あるいは Ak-5, Ak-3 が狭在する。

地点 10 では、最下位にロームをマトリクスとする亜角層が観察され、その上位には下部にパミスの濃集部が認められる層厚約 30 cm のスコリアとパミスの混在層が載る。このテフラの層相は Ak-6 と類似するが、給源に近い地点 11 で観察された Ak-6 の層厚より厚く、上位をスコリアとパミスの混在層が覆うことから Ak-6 とは考えにくい。この上位のスコリアとパミスの混在層が層厚 80 cm であり、下部にスコリアの濃集部が認められる点で特徴的であり、本対象地域の標準火山灰層序で類似するテフラは認められない。しかし、地点 13 の Ak-8 上位で認められる固結度の高い細粒火山灰層が、この地点のスコリア・パミス混在層上位に認められ、テフラの分布軸から逸れた地点にあることから、おそらく Ak-8 や Ak-9 の岩相が変化したものであると考えられる。この上位にはロームをマトリクスとする亜角礫層である斜面堆積物が観察され、腐植を含むローム層がこれを覆う。この腐植を含むローム層中には、Ak-3 および To-a が狭在する。

地点 9 では、固結した火山砂層を含む、細粒火山灰および火山砂層が最下位に観察される。その上位にはスコリアとパミスの混在層が覆い、上部に固結した細粒火山灰層が認めら

れる。層厚は他の地点と比較して薄い、上部の固結層やスコリアとパミスの混在層に濃集部などが認められないことから、Ak-8の可能性はあるが上下に年代の近いテフラが見られないことからやや信憑性にかける。この上位を腐植を含むローム層が覆い、ローム層中にはAk-3, Ak-2, To-aが狭在する。To-aの上位は、登山道による侵食によって失われている。

地点8は、最下位に粘土を主体とするローム層が堆積し、その上部はローム層中に火山砂が混じる層が観察される。その上位は厚い腐植を含むローム層に覆われ、ローム層中にはAk-3, To-aが認められる。

秋田駒ヶ岳地域南部の全体を見ると、Ak-3は各地点で一定の層厚が観察されるが、Ak-6は地点13から地点11にかけて薄層化し、地点10から8地点では欠ける。Ak-8やAk-9も地点13から地点9にかけて薄くなる。すなわち、より西の地点では、テフラ全体が薄くなる傾向があり、テフラの分布主軸が東～北東であることと整合的である。

植生と土層厚や腐植との対応関係は見られない。しかし、八幡平地域の亜高山帯で観察した多数の地点では多腐植なローム層が認められるのに対して、秋田駒ヶ岳地域の南部では、ほとんどの地点が亜高山帯に相当するのに、地点13のみでしか多腐植なローム層が観察されなかった。

⑥ 湿原とオオシラビソ林の分布

植生分類で湿原と判読したものを、形成要因別にタイプ分けした湿原分布図を図35に示す。火山原面上に形成される緩傾斜地型山地湿原は、火山原面の範囲が狭い北部の方が多く、反対に火山原面が北部に比べて広く南部では少ない傾向が認められる。地すべり型凹地型山地湿原は、分類した山地湿原のタイプの中で最も少ない。雪田草原型山地湿原は秋田駒ヶ岳地域に広く認められ、分類した山地湿原で最も規模が大きく、分布数も多い。

この湿原タイプ別分布図とオオシラビソ林、オオシラビソ混交林を重ね合わせたものを図36に示す。オオシラビソ林は、緩傾斜地型山地湿原に隣接して分布する傾向が認められる。特に、高倉山の東では緩傾斜地型山地湿原の周囲にのみオオシラビソ密林が分布している。乳頭山北西の緩傾斜地型山地湿原の周囲にはオオシラビソ密林は断片的だが、オオシラビソ混交林は山地湿原の周囲に広く分布している。湯森山の西では緩傾斜地型山地湿原は少数で、オオシラビソ林はこの湿原よりやや離れた東側斜面下方に分布する。

緩傾斜地型山地湿原の面積と占有率を表2に示す。北部の火山原面の面積8.28 km²における緩傾斜地型山地湿原の面積は0.14 km²であり、火山原面に占める割合（占有率）は17.3%である。一方、南部の火山原面の面積6.72 km²における緩傾斜地型山地湿原の面積は0.02 km²で、占有率は3.4%である。すなわち、北部と比較して南部では緩傾斜地型山地湿原の占有率が低い傾向がみとめられる。

(2) 笹森山地域

オオシラビソ林が断片的な秋田駒ヶ岳地域のオオシラビソの小林分を対象として、林分の拡大状況や、成立過程を把握するために調査を行った（写真2）。

①微地形分類

対象範囲の地形分類図を図 37 に示す。対象地域は、笹森山（標高 1,414 m）の北斜面である。笹森山の山頂部は、輝石安山岩からなる溶岩円頂丘であり、その下位には輝石安山岩からなる成層火山体が位置し、K-Ar 年代測定の結果から、この山体は約 30 万～9 万年前に形成されたと考えられている（須藤ほか, 1990）。

対象地域の南半分は笹森山の山頂を含む溶岩円頂丘であり、全体としてお椀型を伏せた地形となっている。その北側の側面部分では、新旧さまざまな崩壊地形が認められ、下方に崖錐を形成している。この崖錐が載る地形面には、北東－南西、北西－南東、北－南方向の断裂系が認められ、溶岩円頂丘にもこれと同方向の断裂系が認められる。この断裂系は、(大八木ほか, 2012)の研究で、非変動域と変動域の識別に用いられており、変動域ではこの断裂系に乱れが生じる。よって、溶岩円頂丘の北側に位置する平坦面は非変動域と考えられ、成層火山体形成時の溶岩流による堆積面と推定される。しかし、蟹沢上流右岸の斜面では、引張亀裂下方の斜面で、この断裂系が不明瞭になる箇所もあることから、西北西方向にやや変位している可能性もある。またこの溶岩流堆積面の北部では蟹沢にほぼ平行する 2 本の引張亀裂が認められることから、開析が進行している。しかしながら、全体としてみれば、依然として安定的な地形であると言える。されにこれらの地形は、蟹沢に支流により開析を受けている。

②笹森山周辺の植生分布と地形との対応

図 38 に樹木被度と樹種構成によって分類した植生分類図を示す。笹森山周辺でオオシラビソが分布するのは笹森山の北斜面と西斜面の一部、標高 1,150～1,230 m の範囲である。オオシラビソが他樹種と混交せず密に林分を構成しているのは、図 38 中北西部の北斜面の林分であり、このオオシラビソ密林は笹森山周辺で最も面積が広く、笹森山から北に伸びる緩斜面上に分布する。他の植生は、標高 1,200～1,250 m 以下にブナ林が広がり、それ以上ではチシマザサや低木林が優占する。標高 1,320 m から山頂に至るまで北西側の風衝斜面には所々にハイマツ林が分布し、笹森山山頂東側の風背斜面には、雪田草原が分布する。北東斜面には小さな崩壊地が多数認められる。谷沿いの斜面を中心に、標高約 1,200～1,270 m まではダケカンバ林が広がるが、標高 1,200 m 付近ではダケカンバはブナと混交し、ダケカンバ・ブナ混交林を形成している。

オオシラビソ林およびオオシラビソ混交林の分布と、地形分類図を重ねたものを図 39 に示す。オオシラビソ林およびオオシラビソ混交林は、大部分が溶岩流堆積面上に分布しており、一部では崖錐や、開析斜面にも分布している。

③土層断面

図 39 に示す地点で観察した笹森山周辺の土層断面を図 40 に示す。地点 Ss1, Ss7, Ss8 はそれぞれ図 34 の地点 9, 地点 10, 地点 11 の土層断面と同地点であるため、詳細な堆積物の記載は前節に既述した。

地点 Ss6 および地点 Ss5 は、同様の土層断面が観察され、ロームをマトリクスとする亜角礫層がそれぞれ少なくともそれぞれ約 40 cm, 約 100 cm 以上堆積する。その上位を腐植を含むローム層が覆う。この下位の堆積物は、地形から笹森山溶岩円頂丘の北側の崩壊による崖錐性の堆積物と判断される。この地点の腐植層中にテフラが認められないことから、比較的最近まで堆積物の供給があり、現在みられるようなササに植被されて安定したのちに腐植層が形成されたと推定される。

地点 Ss4 は、地形では崖錐上に位置する。最下位にスコリアとパミスの混在層が認められ、その上位にローム層が堆積する。このローム層中には Ak-3 が狭在する。このスコリアとパミスの混在層は、後述する Ss2 地点で観察されたものと同層準に出現するため、Ak-8 である可能性が高い。

地点 Ss3 は、溶岩流堆積面上に位置するオオシラビソ林下にあたる。最下位にスコリアとパミスの混在層、それを多腐植なローム層が覆う。腐植層中には、下位より Ak-3 と To-a が認められる。このスコリアとパミスの混在層は、Ss4 地点と同様の理由から後述する地点 Ss2 における Ak-8 である可能性が高い。

地点 Ss2 は、地点 Ss3 と同様に溶岩流堆積面上のオオシラビソ林下にあたる。下位より、黄褐色の細粒火山灰層、スコリアとパミスの混在層、火山砂を含む固結した細粒火山灰層となり、その上位の多腐植なローム層中には、下位より Ak-3, To-a が狭在する。スコリアとパミスの混在層とその上位にみられた固結細粒火山灰層は、図 32 の地点 13 でみられた Ak-8 のフォールユニットと類似する (図 34)。また、Ak-6 で特徴的な下部のパミス濃集層が認められないことから、このテフラは Ak-8 である可能性が高い。

笹森山地域の土層断面は、Ss8 地点にのみ Ak-6 が認められ、地点 Ss1~Ss7 では Ak-6 を欠き、Ak-8 が認められる。この Ak-8 のフォールユニット最上位は固結火山灰層となる。地点 Ss3 と地点 Ss4 では、Ak-8 の固結火山灰層は不明瞭である。地点 Ss2 と地点 Ss3 では、オオシラビソ林が成立するが、Ss1 はブナ林、Ss4~Ss8 はササとなっている。

④オオシラビソ小林分の分布と立地

オオシラビソが密に分布する範囲の植生分類図を拡大したものを、1 m の等高線図上に示した (図 41)。オオシラビソ林は標高 1,180~1,220 m の範囲に位置し、下方をブナ林、上方をササと低木林に囲まれる。標高 1,220 m 以上ではオオシラビソ疎林となり、上方のササや低木林と接する。下方ではオオシラビソ密林はダケカンバやブナと混交林を形成し、ブナ林へと移行する。オオシラビソ小林分の東西両側は、蟹沢の支流によって刻まれた谷が林縁となっている。

笹森山北斜面のオオシラビソ疎林およびオオシラビソ密林を縦断する測線 (図 39 の L-L') に沿って作成した地形断面図と、対応する植生分類を図 42 に示す。L を起点とし距離約 180 m までの区間では凹凸のある傾斜 30 度程度の急な斜面が続き、植生はササや灌木の密集する地帯となっている。そこから凹地を経てやや平坦になった約 180 m から約 220 m の区間でもササが占有する。平坦な斜面が続く約 220 m 付近からオオシラビソが徐々に分布し始める約 290 m までの区間はオオシラビソ疎林である。約 290 m からは傾斜 15 度程度の平滑な斜面約 420 m 付近まで連続しオオシラビソ密林となる。約 420~450 m までの区間はオオシラビソ・ダケカンバ・ブナの混交林となる。約 420 m より再度傾斜が急になってブナ林となり、530 m 付近で L' に達する。

⑤オオシラビソ小林分の林分構造

測線L-L'のうちオオシラビソ小林分を通る区間I-I'で行ったベルトトランセクト調査で出現した樹種とその個体数を表3に示す。空中写真で判読した植生分類と現地での毎木調査の結果を照らし合わせると、ササや低木林に分類される範囲では、現地でもササ以外の種は確認されず、またブナ林に分類される範囲でも、樹高が胸高以下のブナしか確認されなかった。そのため、表3に示されているのは胸高以上の樹木が確認されたオオシラビソ疎林、オオシラビソ密林、オオシラビソ・ダケカンバ・ブナ混交林における出現個体数である。調査区内には、樹高が胸高以上の樹木が計250個体、樹種は計16種出現した。調査区内全体で最も多く出現したのはオオシラビソの66個体で全体の25%以上を占めた。次に多く出現したのはミヤマナラ (*Quercus mongolica* var. *undulatifolia*) で49個体出現した。ミヤマナラはミズナラの変種で高標高域に出現し、偽高山帯の代表種であることが知られている。枯死木についてはオオシラビソにのみ見られ、11個体出現した。胸高以下のオオシラビソの個体数は375個体確認された。

これらの個体が出現した位置と対応する樹種、胸高直径を図43に示す。植生分類でササ・低木林に分類される距離約180~220mでは、胸高以上の樹木、胸高以下のオオシラビソともに確認されず、ササが密集していた。

オオシラビソ疎林に分類される距離約220~310mの間では、約220~260m付近まではオオシラビソが数個体とブナが1個体確認されるだけであったが、距離約260m以降になるとオオシラビソの成木、胸高以下のオオシラビソ、ミヤマナラを主とする広葉樹の個体数が急増する。胸高以下のオオシラビソは、オオシラビソ成木個体の近傍に多く分布する傾向が見られた。

オオシラビソ密林に分類される距離約310~450mの間では区内全体を通してオオシラビソが分布していたが、距離約290~350mのオオシラビソが比較的少ない区間ではミヤマナラを主とする広葉樹が優占して出現した。距離約390mを境にして、胸高以下のオオシラビソが急増する。オオシラビソ疎林と同様に、胸高以下のオオシラビソは、オオシラビソ成木個体の近くによく分布する傾向が見られた。

オオシラビソ・ダケカンバ・ブナ混交林に分類される距離約450~480mの間では、オオシラビソ成木、胸高以下のオオシラビソ、ブナが良く出現し、ブナに関しては胸高直径が30cm以上の個体が出現した。胸高以下のオオシラビソは、オオシラビソ疎林、オオシラビソ林と同様にオオシラビソ成木付近に分布が良く認められる。

ブナ林に相当する距離約480~530mの間は、ブナを主とする低木が密集し、胸高以上の樹種は確認されなかった。胸高以下のオオシラビソについても、約460m付近では多数みられたものの、ブナ林においては全く確認できなかった。

いずれの植生区分においてもオオシラビソの稚樹が生育していたのは、主としてオオシラビソ成木近くであり、そのほとんどが根張りや倒木上ではなく、土壤に定着していた。

⑥オオシラビソの胸高直径階分布

毎木調査で得られたオオシラビソ成木の胸高直径から、植生区分毎に5cm毎の胸高直径階を算出したものを図44に示す。オオシラビソ成木の個体は、オオシラビソ疎林では胸高

直径が5~40 cmの階級に出現し、オオシラビソ密林においては5~50 cmの階級に分布する。オオシラビソ・ダケカンバ・ブナ混交林においては、25~60 cmの階級に断片的に分布する。

オオシラビソ疎林では25 cmの階級の個体が少ないが、20 cmと30 cmピークを持ち、おおよそ一山型の傾向が認められた。オオシラビソ密林は5 cmと30 cmにピークを持つ二山型を示した。オオシラビソ・ダケカンバ・ブナ林以外は、個体数が少なく、特徴が見いだせなかった。

これらの胸高直径階分布のおおよその樹齢を知るために、胸高に達するまでの樹齢については遠田(1978)の研究成果を使用し、胸高に達してからの樹齢には本調査で得られた枯死木の樹齢を用いて推定した。さらに、本調査地におけるオオシラビソの生長傾向を知るために、この枯死木から肥大曲線を算出した。

遠田(1978)は八甲田山の標高830~890 mに位置する針葉樹林帯下限のブナ・オオシラビソ林において、オオシラビソの稚樹32個体の樹齢と樹高の関係を求めている。この相関をとったものを図45に示した。関係式は

$$y = 0.3218x + 59.259 \dots\dots\dots (1)$$

y : 樹齢

x : 樹高

で示され、胸高(1.3 m)に達した時の樹齢は101年となった。

(1)式に、図41の地点S6で得られた胸高直径約12 cmのオオシラビソ(写真3)の年輪数42年を加算すると143年となる。これにより、この枯死木は胸高直径12 cmで樹齢おおよそ143年であると推定される。

この枯死木の肥大曲線を求めるために、この枯死木10年毎の直径を数え、胸高直径と年輪数の関係式を算出し、これに前述の胸高に達するまでの年数101年を加算して肥大曲線を算出した(図46)。

$$y = 1.1121x + 101 \dots\dots\dots (2)$$

y : 年輪数

x : 胸高直径

で示され、決定係数 R^2 が0.9713となり高い相関を示した。すなわち、この枯死木はおおよそ一定の肥大率のもと生長した個体であったと言える。

⑦オオシラビソの樹高階分布

胸高以下のオオシラビソについては、本調査地域で樹齢を得られなかったため、樹高階分布を示した(図47)。

オオシラビソ疎林では、樹高10 cmの個体数が50個体以上、樹高20 cmの個体数が30個体近く出現し、10 cmと20 cmで半数以上を占めた。頻度は少ないが、樹高30 cm以上の個体も確認され、樹高100 cmまで分布が見られた。オオシラビソ密林では樹高10~40 cmでそれぞれ個体数が30個体以上確認され、樹高40 cmでピークが認められた。樹高50 cm以上では、オオシラビソ疎林と比較すると樹高100 cmと樹高120 cmで多く出現し、樹高130 cmまで出現した。オオシラビソ・ダケカンバ・ブナ混交林でも樹高が低い方に分布が偏るが、オオシラビソ林と同様に樹高100 cm, 120 cm, 130 cmの樹高が高い個体が認

められた。頻度に違いは見られるものの、いずれの植生区分においてもすべて L 字型の樹高階分布を示した。

胸高直径の測定を行った個体と、胸高以下のため樹高を測定した個体の階級分布図から得られる結果を以下に記述する。

オオシラビソ疎林では、胸高直径階分布で一山型の分布を示したが、胸高以下の個体で樹高の小さい方にもピークが認められ、全体としては二山型の分布傾向を示す。オオシラビソ密林では、胸高直径階分布で、30 cm と 5 cm にピークをもつ二山型の分布を示した。30 cm のピークは、(1) 式と年輪数から推定した枯死木の胸高直径よりも大きいため、樹齢 143 年よりも古い個体である可能性が高い。胸高以下の個体における樹高階分布では、樹高の小さい方にもピークが認められた。胸高直径階で認められた 5 cm のピークは、樹高階分布では樹高 130 cm の右側に連続する値となる。よって、全体としては二山型の分布傾向を示す。オオシラビソ・ダケカンバ・ブナ混交林では、個体数が少ないため明瞭な傾向が認められなかったが、少なくとも樹高階分布でより若い方にピークが認められる。

⑧ 土壌水分環境

オオシラビソ林を通るように設定した測線 I-I' において約 25~50 m 間隔で測定した土壌の体積含水率を図 48 に示した。測定地点は図 41 に示している。測定地点は合計 11 地点で、空中写真判読の結果と重ね合わせると、地点 S1 はササと低木林、地点 S2~S4 はオオシラビソ疎林、地点 S5~S9 はオオシラビソ密林、地点 S10 はオオシラビソ・ダケカンバ・ブナ混交林、地点 S11 はブナ林に相当する。

2013 年 11 月 2 日の体積含水率の測定結果は、ササの密集する地点 S1 が最も低い約 48% であった。そこからオオシラビソ疎林にあたる地点 S2 では地点 S1 から急に高くなり約 58%、地点 S3, S4 でもほぼ同じ値となった。オオシラビソ林にあたる地点 S5~S7 は S4 よりもさらに高く、オオシラビソ密林中央部の地点 S7 で最大値の約 62% となった。S8, S9 は S5~S7 と同程度で、オオシラビソ林内では約 60% 近くの値が維持された。オオシラビソ・ダケカンバ・ブナ混交林にあたる地点 S10 では約 56% に低下し、ブナ林の地点 S11 では約 52% となった。

2014 年 10 月 9 日の体積含水率の測定結果は、ササからオオシラビソ疎林にあたる地点 S1~S4 までは 55% 近くを推移し、オオシラビソ林にあたる S5 でも低い値のまま約 53% に留まった。S6 では約 58% となり、S7, S8 で最大値の約 59% となった。S9 では S7, S8 から低下し約 53%、その後のオオシラビソ・ダケカンバ・ブナ混交林にあたる地点 S10 で約 52%、ブナ林あたる地点 S11 で約 51% となった。測定を行った 2 回ともに、測定回数 5 回 / 地点の標準誤差は図中にバーで示したように、おおよそ 1~3% 以内におさまリ、大きな差は認められなかった。すなわち、体積含水率は前述の各地点間において差がみられた。

⑨ 植物珪酸体分析

オオシラビソ密林が分布する図 39 の星印の地点で植物珪酸体分析を行った結果を図 49 に示す。ササ起源と考えられるタケ亜科起源 (Bambusoideae) 珪酸体に以下のような変化が認められた。最下部の腐植層ではタケ亜科起源珪酸体が一定量認められるが、Ak-3 テフ

ラ（約 2,300～2,800 年前）以降の腐植層では急減する。深度 12～14 cm で急激に増加するが僅かながら減少に転じ、To-a (AD915) の降下後に再度急増し最大となる。その後、深度 3 cm から表層にかけて大幅な減少が認められる。この最上部でのタケ亜科起源珪酸体の減少は、現在の植生を反映していると考えられる。最下部の腐植層の放射性炭素年代測定の結果は $3,700 \pm 30$ yr B.P. (IAAA-142070) である。

4. まとめ

以上の結果をまとめた模式図を図 50 に示す。

秋田駒ヶ岳地域全体の調査から得られた結果をまとめると以下の通りである。

- (1) 秋田駒ヶ岳地域の亜高山域を構成する地形は、火山原面および地すべり地形、開析斜面である。地すべり地形は亜高山帯域の一部に認められる。北部、南部ともに火山原面が広がっているが、南部のほうがその割合は大きい。
- (2) オオシラビソ林の分布は、南部に比べて北部の方が広い。オオシラビソが分布しないところでは、ササが主体の植生となっている。
- (3) オオシラビソは、標高約 1,300～1,100 m の標高帯に出現するが、その出現比率は場所によって様々である。ダケカンバは、低率ながら標高 1,400 m から出現し、標高約 1,100～1,000 m まで出現する。ブナは、標高約 1,200 m より出現し始め、より低標高域で主要構成種となる。
- (4) オオシラビソ林およびオオシラビソ混交林は、火山原面上に分布する傾向が認められるが、その分布は断片的である。
- (5) 北部の火山原面における植生の占有率は、オオシラビソ純林が 13.2%、オオシラビソ混交林が 28.2%で、開析斜面ではオオシラビソ純林が 5.3%、オオシラビソ混交林が 19.2%である。南部の火山原面における植生の占有率は、オオシラビソ純林が 10.4%、オオシラビソ混交林が 7.0%である。開析斜面ではオオシラビソ純林が 0.3%、オオシラビソ混交林が 6.0%である。
- (6) 土層断面は、北部で表層地質にローム層や細粒火山灰層が観察される。南部では、細礫のスコリアとパミスが観察される。Ak-8 の直上には固結した火山灰層が観察される。腐植層については、北部では高標高域で多腐植なローム層が観察されるが、南部では地点 13 でのみ多腐植なローム層が観察され、それ以外の地点では腐植を含むローム層が観察される。Ak-7 の下位、Ak-8 の上位に斜面堆積物が認められ、この時期に物質移動があったことが推定される。
- (7) 緩傾斜地型山地湿原は秋田駒ヶ岳地域の北部で多数みられるが、南部では少ない。火山原面における緩傾斜地型山地湿原の占有率は、北部では 17.3%であるが、南部では 3.4%である。雪田草原型山地湿原は、秋田駒ヶ岳地域に多数みられる。地すべり凹地型山地湿原は、僅かに認められる。オオシラビソ林は、北部で緩傾斜地型山地湿原の周囲に偏って分布する傾向が認められる。

笹森山地域のオオシラビソ小林分における調査で得られた結果を、図 51 に模式的に示した。

その結果をまとめると以下の通りである。

- (8) 笹森山地域では、溶岩流堆積面にオオシラビソ密林が分布する傾向が認められる。
- (9) オオシラビソ林が分布するのは笹森山の北斜面と西斜面の一部、標高 1,150~1,230 m の範囲であり、上方をササ、下方をブナ林に囲まれ、植生境界は明瞭である。
- (10) 単木的に出現するオオシラビソは認められない。
- (11) オオシラビソ林は、溶岩流堆積面上の一部に分布する。
- (12) オオシラビソ小林分が位置する地点よりも東側では Ak-6 が認められるが、それよりも西側では Ak-6 を欠き、Ak-8 が認められる。この Ak-8 の上位には、固結火山灰層が観察される。
- (13) オオシラビソ林内では、腐植に富んだローム層の下位に固結火山灰層が観察される。
- (14) 笹森山周辺では、急な斜面でササが成立し、緩傾斜地にオオシラビソ林が成立する。
- (15) オオシラビソ小林分では、偽高山帯の代表種であるミヤマナラが 49 個体出現する。
- (16) オオシラビソの稚樹は、オオシラビソ林内で 375 個体存在したがオオシラビソ林外では全く認められなかった。
- (17) オオシラビソの胸高直径階分布では、いずれの植生区分においてもオオシラビソの出現階級に大きな違いは認められなかった。
- (18) 樹高階分布では、頻度に違いは見られるもののいずれの植生区分においてもすべて L 字型の樹高階分布を示した。
- (19) 胸高直径階分布および樹高階分布を合わせた、オオシラビソ全個体の傾向をみると、オオシラビソ疎林およびオオシラビソ密林において、二山型の分布傾向を示した。
- (20) 二山型の分布のうち、より胸高直径の大きい方のピークが認められたオオシラビソは、枯死木の胸高直径よりも大きいため、樹齢 143 年より古い個体である可能性が高い。
- (21) オオシラビソ小林分内の土壤水分環境は、体積含水率の結果からオオシラビソ小林分外に比べて高い傾向が認められた。
- (22) オオシラビソ密林での植物珪酸体分析の結果、表層近くでササ起源の植物珪酸体と考えられるタケ亜科起源珪酸体の絶対数が減少する。

VI. 青松葉山地域の偽高山帯における結果

1. 地域の特徴

(1) 気候環境

本調査地域は、八幡平地域と同様に北緯 40° 付近に位置し、この緯度では、亜高山帯の下限値とされる温量指数 (WI) 45 は 1,100 m である(杉田, 2002)。また亜高山帯の上限値である WI15 は、中部内陸地方と北海道にだけ見られるため(吉良, 1948)、この地域では気温からみれば標高 1,100 m 以上のすべての範囲が亜高山帯の領域となる。

青松葉山地域周辺の気象観測地点は、区界(標高 760 m)、川井(標高 192 m)の2地点がある。気温の逡減率を用いて青松葉山地域の最高点の気温を推定するために、最も標高の高い区界観測所の気温を用いた。区界観測所における平年値⁴(統計期間 1993~2010 年)をみると、過去 30 年間で最も低いのは 1 月の -6.1°C で、最も高いのは 8 月の 19.7°C であった。気温の逡減率 0.6°C/100m を用いて青松葉山山頂(標高 1,365 m)の気温を推定すると、最低値は -9.7°C、最高値は 16.1°C となる。東北地方北部の北緯 40 度付近では、亜高山帯と山地帯の境界値とされている WI45 の値は標高 1,100m にあたり(池田, 2002)、区界(標高 760 m)観測所の気温を用いて標高 1,100 m の気温を推定すると最高値は 17.1°C、最低値は -6.8°C となる。

国土交通省国土政策局が平成 24 年度に整備した数値情報平年値メッシュデータを使用し、統計期間 1981~2010 年の過去 30 年間の各年の最深積雪深から 1 km メッシュごとの値を用いて作成した青松葉山地域の最深積雪深を図 52 に示す。標高 1,100 m 以上の広い範囲で年間の最深積雪深が 90 cm を下回り、北側斜面ではやや増えて積雪深 90~150 cm となる。奥羽山脈の八幡平地域や秋田駒ヶ岳地域の最深積雪深がおおむね 300 cm であることと比較して、北上山地青松葉山地域の最深積雪深度はその 3 分の 1 以下であり、寡雪地域であると言える。

(2) 地質、地形、テフラ

青松葉山(標高 1,365 m)は北上山地の中央に位置する。対象地域の青松葉山地域は、この山頂を含む標高 1,100 m 以上の亜高山帯域である。この地域の詳細な地質は明らかとなっていないが、青松葉山が含まれる北部北上山地は中・古生代の粘板岩・砂岩・チャートなどの堆積岩地域となっている(田沢, 1988)。主体をなすのは泥質混在岩であり、岩塊としてチャート、碎屑岩、玄武岩、および石灰岩を含む(大藤・佐々木, 2003)。

北上山地の地形は、侵食小起伏面を起源とする地形を、周氷河作用による岩屑の生産、移動によってさらに起伏を均して、現在みられるような山並みのそろったなだらかな地形が形成された(吉永, 2005)。対象地域の青松葉山は、中・北部北上山地の最高点である。

⁴ 気象庁、過去の気象データ検索、<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (2016 年 12 月 21 日閲覧)

対象地域に降下する完新世テフラは、黄褐色の細粒火山灰によって特徴づけられる十和田中掬 (To-Cu) 火山灰 (ca.6 ka.; 早川, 1983) と発泡のよい灰白色の軽石によって特徴づけられる To-a (AD915; 町田・新井, 2003) がある。本調査地域では、腐植層に狭在する火山灰は層厚 5~10 cm の淘汰のよい細粒砂サイズの黄褐色火山灰が認められる。図 53 の黒点で示した地点で採取した To-Cu 中の火山ガラスの屈折率を測定した結果、30 片の屈折率は $n=1.508-1.513$ (モード: 1.511-1.512) であった。町田・新井 (2003) によると、To-Cu の火山ガラスの屈折率は $n=1.510-1.514$ (モード: 1.511-1.513) であり、測定結果と一致する。一方、To-a (AD915; 町田・新井, 2003) の粒径、色調、観察層序の特徴とは類似せず、報告されている火山ガラスの屈折率 (町田・新井, 2003) も一致しない。加えて、檜垣 (1987) や池田ほか (2011) は、本対象地域に分布する同層準のテフラを To-Cu に対比している。よって、本研究ではこの軽石を To-Cu に対比した。

(3) 植生

岩田 (1970) によれば、北上山地の植生は古い時代から人為的な影響を受けているところが多く、自然植生は少ないとし、現存する自然植生のうち亜高山帯植生は、オオシラビソ一コメツガ林、ヒノキアスナロ (*Thujopsis dolabrata* var. *hondae*) 一コメツガ林である。温帯ではブナ林が自然植生としてあげられている。一方、人為的な影響を受けたところでは、シラカンバ (*Betula platyphylla*) やコナラ (*Quercus serrata*)、ミズナラなどがあげられ、二次林となっている (Osumi *et al.*, 2003; 大住, 2003)。また、草原植生も多数認められ、北上山地のこれらイネ科植物で主体をなすのは、家畜の放牧による踏みつけの影響のもとに成立するシバ (*Zoysia japonica*) と、気温の低い地域の草本植生であるヒメノガリヤス (*Calamagrostis hakonensis*) とヤマカモジグサ (*Brachypodium sylvaticum*) である (Takachi *et al.*, 2000)。

2. 調査方法

Ⅲ章で示した調査方法に加えて、青松葉山山頂地域での土層断面では、土層を構成する有機質土壌の透水係数を求めるため、現地で試料を採取し、室内において土質試験を行った。土質試験の手順は、(土質工学会, 1990) に準拠した。透水係数の推定には、一般にクレーガーの式が広く用いられているが、森田ほか (2004) によれば、20% 粒径を使用したこの推定式は、そのほかの粒径などを使用したときと比べて実際の透水試験データとの相関が悪いことが指摘されている。よって本研究では、森田ほか (2004) によって提案された推奨推定式を用いて透水係数を算出した。

3. 結果

(1) 青松葉山地域全域

①地形

青松葉山地域の地形分類図を図 53 に示す。亜高山帯域に広く周氷河地形が認められる。特に山頂部に卓越する山頂緩斜面は、青松葉山地域全域に広がっている。平滑尾根型斜面は、山頂緩斜面に連続して分布するほかに、両者の間に急な斜面を挟んで不連続に分布している所も存在する。山頂部と、尾根部に卓越するこれらの地形を除いた山腹斜面は、青松葉山地域の大部分を占める。これらの地形は、青松葉山地域の亜高山帯に広くみとめられ、地域的な偏りは認められない。

②植生分布

オオシラビソ林の分布傾向

青松葉山地域の植生分類図を図 54 に示す。オオシラビソ林（オオシラビソ密林およびオオシラビソ疎林）の分布は、亜高山帯域の一部にのみ分布し、小林分を形成する。その分布は高標高域に偏在し、低標高域には存在しない。オオシラビソ林の分布は、青松葉山山頂周辺と青松葉山から北東 1 km 地点に比較的広い林分が認められ、サクトガ森山頂と、青松葉山とサクトガ森をむすんだ線のちょうど半分の地点には、極めて小さな林分が存在する。最も大きい林分は青松葉山山頂の林分で、その面積は約 0.1 km² である。これらのオオシラビソ林の分布は隣接する植生と明瞭な境界を持ち、ほぼオオシラビソ密林によって構成されている。

オオシラビソ疎林は、青松葉山地域ではほとんど分布が認められないが、青松葉山山頂周辺にのみ、オオシラビソ密林に隣接して分布するのが認められる。すなわち、中心部にオオシラビソ密林、周縁部にオオシラビソ疎林という構造になっており、外側に向けてオオシラビソの分布密度が低下していることを示している。

オオシラビソ林が分布するのは標高約 1,300m 以高であり、特に標高約 1,350 m 以降の範囲でオオシラビソ林が占める面積が広い。

オオシラビソ混交林の分布

オオシラビソと他樹種が混交する、オオシラビソ混交林（オオシラビソ・ダケカンバ混交密林および混交疎林）の分布は、オオシラビソ林よりも分布が断片的である。オオシラビソ混交林は、青松葉山山頂付近にのみ分布しオオシラビソ・ダケカンバ混交林を形成する。オオシラビソ混交林は、オオシラビソ密林に隣接して分布する。分布標高は約 1,300 m 以降である。オオシラビソがダケカンバ以外の樹種と混交する林分は認められない。

オオシラビソ林、オオシラビソ混交林以外の植生分布

オオシラビソ以外の植生としては、ササ草原、ササおよびその他の草原植生の混在地（図 54 の *Sasa grassland and other grassland*）、ダケカンバ密林および疎林、ブナ密林および疎林が認められる。

ダケカンバおよびブナは、判読に使用した空中写真では樹冠から見分けることは困難であった。そこで、青松葉山の南東尾根において現地調査を行い相観の樹木割合から、図7に示した植生分類の境界となる植生構成比が出現する標高を調べた。ダケカンバは標高約1,186 m 以上で50%以上出現し、ブナは標高約1,064 m 以上で80%以上出現する。そのため、標高約1,200 m 以上をダケカンバ林、それよりも低標高域をブナ林とした。現地調査ではダケカンバが主体となる標高とブナが主体となる標高の間には、ダケカンバ・ブナ混交林の認められる場所も存在したが、現地調査を行った地点が少ないこと、また混交林の分布する標高帯は広くないことからダケカンバ・ブナ混交林には細分しなかった。

ダケカンバ林は、青松葉山地域の亜高山帯域の大部分を占める植生である。特に、ダケカンバ密林が広く分布する。高標高域では、ダケカンバの分布密度が低下し、ササ草原中にダケカンバが点在するダケカンバ疎林となる。ダケカンバ林の分布標高は、標高約1,200 m 以上である。

ブナ林は山地帯を代表する植生である。青松葉山地域においても、亜高山帯域下限付近より低標高域に広がり、高標高域でブナが主体となる場所は存在しない。

ササ草原は、青松葉山山頂北側に認められるほか、亜高山帯域の数地点にごく狭い面積で分布しているのが認められる以外はほとんど存在しない。

ササ草原とその他の草原植生の混在地は青松葉山においてのみ認められる。このササとシバなどの草原植生の混在地は、一盃森周辺と青松葉山の亜高山帯域南東端にのみ分布する。分布標高は約1,100 m 付近であるが、この標高帯が存在する場所すべてに存在せず、青松葉山地域の東部では同標高域であってもササ・シバ草原は認められない。澤口(1985)は、一盃森周辺の草地に存在するアースハンモックについて人為による森林伐採後に形成されたものとしており、本調査地域に出現するササ草原とシバなどの草原植生の混在地は、人為的な影響を受けている可能性が高い。

また、八幡平地域や秋田駒ヶ岳地域でみられた湿原は青松葉山地域では全く認められない。

③オオシラビソ林の分布と地形との対応

オオシラビソ林(オオシラビソ純林、オオシラビソ混交林)の分布を地形分類図に重ねたものを図55に、地域・地形単位毎の植生面積と占有率を表4に示す。オオシラビソ林は、山頂緩斜面上にのみ分布する。しかし、その分布は山頂緩斜面上の分布域のごく一部に限られる。青松葉山山頂のオオシラビソ林では、山頂緩斜面上の主体となる林分から山腹斜面上にはみ出すようにして山腹斜面上の一部にも分布する。

表4は、この地域におけるオオシラビソ林の分布面積を数値で示している。山頂緩斜面上の面積5.98 km²におけるオオシラビソ純林の面積は0.21 km²であるので、占有率は3.5%である。オオシラビソ混交林は、面積が0.05 km²で占有率は0.8%である。よって、山頂緩斜面上における植生は、オオシラビソ混交林よりもオオシラビソ純林の占有率が高い。一方、山腹斜面と平滑尾根型斜面は、面積20.33 km²におけるオオシラビソ純林の面積は0.05 km²で、占有率は0.3%である。オオシラビソ混交林は、面積0.02 km²で占有率は0.1%である。よって、開析斜面上ではオオシラビソ純林、オオシラビソ混交林ともに極めて占有率が低い。オオシラビソ林以外の植生は、山頂緩斜面上で5.72 km²で占有率は95.7%、山腹斜面と平滑尾根型斜面で20.26 km²で占有率は99.6%となっている。すなわち、山頂緩斜面上でややオオ

シラビソ林の占有率が高いものの、この地域においてはいずれの地形においてもオオシラビソ林の占める面積は極めて狭く、ほとんどがオオシラビソ林以外の植生によって占められている。

なお、本対象地域には判読で湿原が認められなかったため分布面積、占有率ともに 0 である。

(2) 青松葉山頂地域

①青松葉山山頂周辺の植生分布

図 56 に青松葉山山頂周辺の植生分類図を拡大したものを示す。オオシラビソ純林（オオシラビソ密林およびオオシラビソ疎林）は大きく分けて、青松葉山山頂を含み北東方向に伸長して分布する林分と、青松葉山山頂から南東方向の尾根上に分布する林分、対象地域の北東部に分布する 3 つの林分が認められる。このうち青松葉山山頂を含み北東方向に伸長して分布する林分を上部オオシラビソ林 (Upper *A.mariesii* forest)、青松葉山山頂から南東方向の尾根上に分布する林分を下部オオシラビソ林(Lower *A.mariesii* forest)と呼ぶこととする。

上部オオシラビソ林はオオシラビソ密林が主体であり、周囲にかけてオオシラビソの分布密度が低下してオオシラビソ疎林およびオオシラビソ・ダケカンバ混交林を形成する。ダケカンバ林やササ草原が隣接している部分ではオオシラビソ密林の林縁は明瞭である。オオシラビソ疎林の面積はオオシラビソ密林に対して狭く、オオシラビソ疎林の林縁は比較的明瞭である。周囲のダケカンバ林や、ダケカンバ疎林内には単木的に出現するオオシラビソは全く認められない。

下部オオシラビソ林は、極めて明瞭な林縁を持つオオシラビソ密林によって構成される。、周りをダケカンバ密林、ダケカンバ疎林に囲まれる。一部でオオシラビソ・ダケカンバ混交林と接する。上部オオシラビソ林に比べて下部オオシラビソ林の分布面積は小さい。林縁に向けて分布密度が低下する様子は認められない。

②オオシラビソ小林分の分布と立地

山頂から南東方向の尾根上に位置する上部オオシラビソ林と下部オオシラビソ林を通る L-L'ライン（図 56）で測量した地形断面図と、対応する植生分類を図 57 (a) に、A1～A3 の各地点で観察した土層断面を図 57 (b) に示す。

図 57 (a) の距離約 0～160 m の区間は山頂部の平坦な地形を呈し、オオシラビソ林が分布する。距離約 160～300 m の区間では傾斜約 13 度のやや急な斜面となり、林床にササが密生するダケカンバ林となる。距離 300～400 m の区間では平坦な地形となりオオシラビソ林が分布する。

地点 A1 の上部オオシラビソ林下、地点 A2 のダケカンバ林下、地点 A3 の下部オオシラビソ林下において土層断面を観察した結果、いずれの地点でも下位より角礫を含むローム層、細粒火山灰を挟在する腐植層が観察される。A2 地点のみ下位の腐植層中に腐植の少ないローム層を挟むが、地点 A1～A3 ではおおむね同様の断面となっている。

腐植層は To-Cu 降下以前から形成され、オオシラビソ林下の地点 A1 と地点 A3 では、多腐植なローム層が観察されるが、林床にササが密生するダケカンバ林下の地点 A2 では、腐

植を含むローム層となる。この To-Cu を挟む上下 2 層準のローム層における透水係数は、上下ともに 10^{-6} ~ 10^{-7} cm/sec であり、大きな差は認められない。

③オオシラビソ小林分の林分構造

L-L'ラインで行ったベルトトランセクト調査で出現した樹種とその個体数を表 5 に示す。ベルトトランセクトは幅 6 m、水平距離約 400 m である。最も多く出現したのはオオシラビソ成木の 146 個体で全体の 60%以上を占めた。次に多く出現したのはダケカンバで 51 個体出現した。この結果は、図 56 に示した写真判読による植生分類の結果と矛盾しない。オオシラビソの枯死木は、23 個体出現した。胸高以下のオオシラビソの個体数は 257 個体確認された。オオシラビソと同様に亜高山帯性針葉樹のコメツガも 1 個体のみ出現した。

これらの個体が出現した位置と樹種、胸高直径を図 58 に示す。

上部オオシラビソ林は距離約 0~325 m の区間にあたり、オオシラビソ成木の他にダケカンバが複数個体、小径木のブナが数個体、オオシラビソ稚樹が多数出現した。林床は分布密度の低いササで、オオシラビソ稚樹は根張り上や倒木上ではなく土壤に定着している個体が大部分である。

ダケカンバ林に相当する距離約 325~475 m の区間では、現地において密生するササを林床にもつダケカンバ林が認められた。ダケカンバの胸高直径は約 20~50 cm の中~大径木の個体が出現し、これ以下の個体は出現しない。この区間では、ほぼダケカンバとササからなる植生であり、その他の樹種はほとんど出現せず、上部オオシラビソ林との境界付近まで多数出現していたオオシラビソの稚樹も全く出現しない。

下部オオシラビソ林は距離約 475~575 m の区間にあたり、オオシラビソ成木の他にダケカンバが複数個体、小径木のブナが数個体、オオシラビソ稚樹が多数出現した。上部オオシラビソ林と同様に、林床は分布密度の低いササで、オオシラビソ稚樹は根張りや倒木上ではなく地表に定着している個体がほとんどである。

ダケカンバ疎林に相当する距離約 575~600 m の区間では、ほぼササによって占められ、胸高直径が 64 cm と 69 cm のダケカンバの大径木が出現した。下部オオシラビソ林との境界付近の距離約 575 m まで多数出現していたオオシラビソ稚樹は、ダケカンバ疎林では全く出現しない。

④オオシラビソの胸高直径階分布

毎木調査で得られたオオシラビソ成木の胸高直径から、上部オオシラビソ林、下部オオシラビソ林に分けて胸高直径階分布を算出したものを図 59 に示す。上部オオシラビソ林と下部オオシラビソ林では調査面積が異なるため、ここでは出現個体数ではなく、出現傾向に注目する。

上部オオシラビソ林ではオオシラビソ成木の個体は、胸高直径が 5~45 cm の階級に出現する。胸高直径 5 cm 以下の個体にピークが認められるが、それよりも大きな個体については明瞭なピークは認められない。枯死木は特定の階級に偏らず、小~大径木まで様々である。

下部オオシラビソ林では、胸高直径が 5~70 cm の階級に出現する。出現数に大きな違いは認められず、16~20 cm の階級より大きな階級になるにつれて徐々に個体数が減少する。11~15 cm の階級の個体が欠落する以外は、出現数に大きな変化は認められない。

このオオシラビソのおおよその樹齢を知るために笹森山の小林分（V章3節2項）と同様に、胸高に達するまでの樹齢を遠田（1978）の研究成果を使用し、胸高に達してからの樹齢には本調査で得られた3個体の枯死木の樹齢を用いて推定した。さらに、本調査地におけるオオシラビソの生長傾向を知るために、この枯死木から生長曲線を算出した。

オオシラビソ枯死木の年輪数計測を行った個体を、写真4に示す。いずれの個体も図56のL-L'ライン上の個体である。No.1は図58の距離0mの上部オオシラビソ林の山頂部における個体で、年輪数は58年、直径は21.5cmである。No.2は図58の距離210mの山頂部の個体で、年輪数は39年、直径は18.5cmである。No.3は図58の距離230mの山頂部の個体で、年輪数は42年、直径は19cmである。これに遠田（1978）の樹高が胸高に達した時の樹齢である101年を加算して枯死木の樹齢を算出すると、No.1の直径は21.5cmで159年、No.2の直径は18.5cmで140年、No.3の直径は19cmで143年と推定される。

この枯死木の生長曲線を求めるために、この枯死木10年毎の直径を数え、直径と年数の関係式を算出し、これに前述の胸高に達するまでの年数101年を加算して肥大曲線を算出した（図60）。

この3個体の平均をとって関係式を算出すると、

$$y=2.33x+101\cdots\cdots\cdots (3)$$

y：樹齢

x：直径

となり、例えば胸高直径20cmの時の樹齢は約148年となる。傾きの大きな約2.7年/cmの肥大率を持つNo.1の個体と、傾きの小さな約1.7年/cmの肥大率を持つNo.2の個体とでは、推定される直径20cm時の樹齢はそれぞれ約154年、約135年となる。すなわち、個体ごとの肥大率はほぼ一定であるが、個体間の傾きには大きな差が認められ、同じ直径であっても約19年の差が生じる計算となる。

上部オオシラビソ林および下部オオシラビソ林には、どちらも胸高直径約20cmの個体よりも胸高直径の大きい個体が存在する。このことから、図59の胸高直径階分布に枯死木3個体から得られた樹齢を当てはめてみると、これらの個体は、約148年（誤差19年）よりも樹齢の古い個体である可能性が大きいと言える。

⑤オオシラビソ林の樹高階分布

樹高が胸高以下のオオシラビソについては、本調査地域では樹齢を得られなかったため、10cm階級毎の樹高階分布を示した（図61）。上部オオシラビソ林と下部オオシラビソ林では調査面積が異なるため、ここでは出現個体数ではなく、出現傾向に注目する。

上部オオシラビソ林では、樹高10cmの個体数が最も多く出現し、樹高20cmの個体数ではその半分以下となる。それよりも樹高が高くなるにつれて、微減しながら樹高120cmまで分布が見られる。

下部オオシラビソ林でも上部オオシラビソ林と同様に樹高10cmで最も出現数が多く、樹高20cm以上の個体は10cm個体の3分の1以下である。断片的ではあるが樹高120cmまで出現する。

樹高毎の出現個体数は異なるものの、最も小さい階級で個体数が最大となり、大きくなるにつれて減少するという傾向は両者に共通して認められる。

胸高直径の測定を行った個体と、胸高以下のため樹高を測定した個体の階級分布図の両者を合わせて得られる結果を以下に記述する。

樹高階分布は、胸高以下のオオシラビソを対象としているため、実際は胸高直径階分布で胸高直径 0 cm よりも小さい値として示され、左側に連続する値となる。しかし、胸高直径階分布と樹高階分布では、測定した項目が異なることから単純に両者をつなげて考えることはできない。例えば胸高直径 5 cm の個体には、樹高が 130 cm～250 cm の個体が含まれるため、胸高直径 5 cm の個体を 10 cm 毎の樹高階分布で示した場合には 12 階級分の個体数となる。ことため、各階級の持つ個体数では議論できないが、傾向を見るうえでは両者をつなげて考えることは重要である。

上部オオシラビソ林では、オオシラビソ胸高直径の 5cm までの個体と樹高の 120 cm の個体との間には明瞭なピークを持たずに連続する。すなわち、上部オオシラビソ林全体としても L 字型の分布傾向を示すと考えられる。下部オオシラビソ林についても同様に、胸高直径階分布と樹高階分布を合わせた全体として L 字型の分布傾向を示すと考えられる。

4. まとめ

以上の結果をまとめた模式図を図 62 に示す。

青松葉山地域全体の調査から得られた結果をまとめると以下の通りである。

- (1) 青松葉山地域の亜高山帯域を構成する地形は、周氷河作用によって形成された山頂緩斜面、平滑尾根型斜面、および特定の形成要因を持たないその他の山腹斜面が分布する。
- (2) 青松葉山地域の亜高山帯域において、オオシラビソ林の分布は極めて局地的であり、主たる植生はダケカンバとなっている。山頂部の一部ではササ草原や、林床にササが密生するダケカンバ疎林が分布する。
- (3) オオシラビソは標高 1,300 m の高標高域の一部に分布し、ササ草原や、林床にササが密生するダケカンバ疎林も分布する。それよりも低い標高約 1,300 m 以下ではダケカンバが主体の植生となり、標高約 1,200 m 付近でブナが混交しはじめてブナ林となる。
- (4) 山頂緩斜面における植生の占有率は、オオシラビソ純林が 3.5%、オオシラビソ混交林が 0.8%である。山腹斜面と平滑尾根型斜面における植生の占有率はオオシラビソ純林が 0.3%、オオシラビソ混交林が 0.1%である。湿原は本地域にはみとめられない。
- (5) オオシラビソ林は、山頂緩斜面の一部に分布し、単木的に分布するオオシラビソは認められない。

青松山山頂地域のオオシラビソ小林分における調査で得られた結果をまとめると以下の通りである。

- (6) 青松葉山山頂地域には、林縁の明瞭なオオシラビソ林が 3 つ認められる。
- (7) 単木的に分布するオオシラビソは認められない。

- (8) オオシラビソ林は、山頂緩斜面の中でも比較的平坦な斜面に分布し、やや傾斜のある斜面ではササ林床のダケカンバ林が分布する。
- (9) 土層断面は、オオシラビソ林下とダケカンバ林下で下位に角礫を含むローム層、その上位に腐植層が載り火山灰を狭在する。オオシラビソ林下では多腐植なローム層が、ダケカンバ林下では腐植を含むローム層が観察され、腐植の程度が異なる。土層間の透水係数に大きな違いは認められない。
- (10) オオシラビソの稚樹は、オオシラビソ林内で 257 個体存在したが、オオシラビソ林外では全く認められない。
- (11) オオシラビソの胸高直径階分布では、上部オオシラビソ林で胸高直径が 45cm、下部オオシラビソ林では胸高直径 70 cm の階級まで分布が認められる。上部オオシラビソ林では胸高直径 5 cm の階級にピークが認められる。
- (12) 樹齢約 150 年よりも古い個体がある可能性が高い。
- (13) 樹高階分布では、頻度に違いは見られるもののいずれの植生区分においてもすべて L 字型の樹高階分布を示した。
- (14) 胸高直径階分布および樹高階分布を合わせたオオシラビソ全個体の傾向をみると、上部オオシラビソ林および下部オオシラビソ林において、L 字型の分布傾向を示した。

VII. 考察

本章では、地域によってオオシラビソ林の分布状況の異なる要因について、1.立地環境からオオシラビソ林の成立過程について考察し、2.林分構造から偽高山帯のオオシラビソ林の成立について検討することで、分布差異をもたらした要因について考察する。

1. 立地環境からみたオオシラビソ林の成立過程

本節では、亜高山帯域における環境条件の結果から、各地域におけるオオシラビソ林の成立過程について考察した。(1)では、湿原の分布が認められる八幡平地域と秋田駒ヶ岳地域において、オオシラビソ林の分布と湿原の分布の対応から、両者の関係を考察した。(2)では、山地湿原のタイプ毎にオオシラビソ林の分布の対応が異なる要因について考察した。(3)では、湿原形成に関わる3つの要素1)最深積雪深、2)傾斜、3)表層地質を比較検討し、緩傾斜地型山地湿原の分布に地域差が生じた要因について考察した。(4)では、湿性環境がほとんど形成されない開析斜面、山腹斜面のオオシラビソ混交林の成立要因について考察した。(5)では、八幡平地域の山地斜面の主要な構成要素である地すべり地内における植生分布の成立要因について考察した。以上の結果をまとめて、(6)では各斜面および地域におけるオオシラビソ林の成立にとっての環境適性を評価した(図63)。

(1) オオシラビソ林分布と湿原との対応

湿原の分布が認められる八幡平地域と秋田駒ヶ岳地域において、オオシラビソ林分布と湿原分布の関係を考察した。オオシラビソ林分布と湿原分布をみると、両者は近接して分布していることが多い。また、オオシラビソ林分布域以外では高標高域でササ、低標高域でササ林床のダケカンバ林となり、高密度のササが分布している(図12, 図13, 図30, 図31)。ササは、湿原の乾燥化を示す指標植物とされており高桑・伊藤(1986)、オオシラビソはI章2節で述べた先行研究で、他樹種と比較して湿性環境に良く分布すること、ササ林床ではオオシラビソ実生の定着が悪いことが報告されている。ササの密な葉層は樹木の実生・稚樹を被陰し、地表に厚く堆積したササのリターは実生の根が鉋質土層に達するのを阻害する。さらに大量に供給されるササのリターは実生・稚樹に覆いかぶさるため、定着できた実生をも埋没させてしまう。Nakashizuka & Numata(1982)は、以上のような理由から密なササ地は樹木の定着にとって不適な環境であることを示している。

本研究の対象地域における山地湿原の周囲では、地下水位が高くササにとっては不適な環境となっていることが予想される。そのような環境にオオシラビソが侵入、成立したことで現在はオオシラビソ林が成立できたと考えられる。一方で、亜高山帯の低標高域では、ササ以外にダケカンバやブナなどの広葉樹が出現する。そのため、低標高域ではオオシラビソ混交林を形成する。このようにオオシラビソ純林は、高標高域で他樹種が分布しないことと、湿性環境によりササが衰退しオオシラビソ林が成立可能なことによって、現在成立していると考えられる。一方で、低標高域では広葉樹が分布する標高帯であるため基本的にはオオシラビソ混交林となり、オオシラビソ林は湿原の周囲にのみ成立していると考えられる。

(2) 湿原タイプ毎のオオシラビソ林分布の対応の違い

オオシラビソ林は、ササとの競合を回避して湿原の周囲に分布していることを前項で示した。しかし、湿原のタイプによって湿原周囲におけるオオシラビソ純林の分布範囲に違いが認められる。本節では、山地湿原のタイプ毎にオオシラビソ純林分布の対応が異なる要因について考察する。

緩傾斜地型山地湿原は、周囲にオオシラビソ純林が広く分布する(図 17, 図 36)。緩傾斜地型山地湿原は、平坦な地形や火山性の不透水層により排水条件が悪く、周囲の斜面から供給される豊富な融雪水によって高い地下水位が維持されることで形成される。そのため、周囲に平坦な地形と不透水性の表層地質が連続するような場所であれば、湿原やその周囲だけでなく、湿原化していない場所でも地下水位が維持されていると考えられる。このような場所では、オオシラビソ純林は緩傾斜地型山地湿原の隣接する範囲だけでなく、広い範囲にわたってオオシラビソ純林を形成することが可能であると考えられる。このことは、火山原面とオオシラビソ純林分布の対応が良いことと調和的である。

地すべり凹地型山地湿原では、緩傾斜地型山地湿原ほど明瞭ではないが、一部ではオオシラビソ純林が周囲に分布している所も認められる(図 17 の北西部など)。地すべり凹地型山地湿原では、凹地に水が集まり湖沼となった後、排水や埋積が進むことによって形成される陸化型泥炭地にあたるため、成因としては地形的制約が大きい。そのため、湿原は周囲を地形的な高まりによって囲まれるため、湿原隣接域にのみ地下水位の高い環境が維持される。よって、湿原と隣接する狭い範囲でのみオオシラビソ純林を形成すると考えられる。また、この地すべり凹地型山地湿原の分布が、亜高山帯の低標高域やそれより低い標高に形成されており(図 16)、この標高ではダケカンバやブナなどの広葉樹が主体の植生となるので(図 12)、オオシラビソは混交林を成し純林は形成されにくいと考えられる。

雪田草原型山地湿原はオオシラビソ純林の分布と明瞭な対応関係は認められない(図 17, 図 36)。雪田草原型山地湿原は、周囲よりも遅くまで残雪が見られる斜面に形成される湿原であり、稜線風下側の傾斜地に形成される。その発生機構や発生場から、季節的、局地的な要因が大きく、緩傾斜地型山地湿原と比較して周囲に恒常的に高い地下水位をもたらすような構造にはなっていない。よって、雪田草原型山地湿原の周囲にはオオシラビソ純林が隣接しないと考えられる。しかしながら、秋田駒ヶ岳地域南部の東斜面ではオオシラビソ純林が密に分布している場所が認められるところもある(図 36)。これは雪田草原型山地湿原の下方では流水により高い地下水位が維持されるため、オオシラビソ純林が成立可能な環境が形成されている可能性がある。

これらのことから、緩傾斜地型山地湿原はその周囲に広く湿性環境が形成されていると考えられ、オオシラビソ純林の成立に最も大きく寄与していると言える。地すべり凹地型山地湿原では、その周囲にのみオオシラビソ純林の成立に好適な環境を提供する。雪田草原型山地湿原は、湿原の分布する斜面下方でオオシラビソ純林の成立可能な環境を形成している可能性がある。

(3) 火山原面、山頂緩斜面上の緩傾斜地型山地湿原の分布と植生の地域的差異

前項ではオオシラビソ林の成立にとって、山地湿原のタイプの中でも特に緩傾斜地型山地湿原の存在が重要であることを示した。しかし、その緩傾斜地型山地湿原の亜高山帯域に

おける面積比率(占有率)は、以下に示すように地域によって異なる傾向がみとめられる(表6)。

緩傾斜地型山地湿原は平坦な地形や火山性の不透水層により排水条件が悪く、周囲の斜面から供給される豊富な融雪水によって高い地下水位が維持されて形成される湿原である。一方で阪口(1974)は、透水性の基盤からできている場所を除くと地形的制約はあまり大きくないとしている。言い換えれば、表層地質の違いはその地域の地形や気候環境と相まって湿原の形成に重要である。本研究では、火山原面や周氷河性の山頂緩斜面上に分布する湿原を緩傾斜地型山地湿原に分類したため、地形に関しては平均傾斜がいずれも約10度以下にあり、おおむね同条件下にあると言える。

よって本項では、1)地形については傾斜、2)排水条件については表層地質、3)供給される融雪水については最深積雪深の3つの要素を、それぞれ1)傾斜(図63の①)、2)表層地質の粒度(図63の②)、3)最深積雪深(図63の③)に代表させて比較検討し、緩傾斜地型山地湿原の分布に地域差が生じる要因について考察する。なお、八幡平地域の亜高山帯域における地形を構成する大きな要素として地すべり地形がある。地すべり地内における立地環境については次項以降に個別に検討する。

八幡平地域北部は、緩傾斜地型山地湿原が多数形成されている地域である(図16)。亜高山帯域の火山原面に占める緩傾斜地型山地湿原の占有率は約10.2%である(表6)。溶岩流によって形成された平坦な火山原面が広く存在し(図11)、表層地質には粘土を主体とするローム層が堆積する(図15)。さらに最深積雪深が約250cm以上の地域が大半を占めており(図9)、供給される融雪水が十分に存在している。このように八幡平地域北部は、緩傾斜地型山地湿原が形成される条件がよく揃っていると考えられる。八幡平地域北部では火山原面上にオオシラビソ純林が広く形成されているのは、この緩傾斜地型山地湿原の分布が示すような湿性な環境が広く存在していることを示唆していると言える。

八幡平地域南部は、緩傾斜地型山地湿原の分布に偏りがある(図16)。亜高山帯域の火山原面に占める緩傾斜地型山地湿原の占有率は約10.6%である(表6)。八幡平地域南部全体では、北部と同様に火山原面の分布が広く(図11)、表層地質では粘土を主体とするロームの他に砂質シルトの堆積物が認められる(図15)。土層断面の多くは斜面の頂部や尾根部で観察しているため、この砂質シルトは流水などによる二次堆積物である可能性は低い。八幡平地域南部は、秋田駒ヶ岳と葛根田川を挟んで隣接した地域にあることから、この堆積物は秋田駒ヶ岳の降下テフラである可能性が高い。最深積雪深は、八幡平地域南部の東西で異なっている(図9)。西部では八幡平地域北部と同様の250cm以上であるが、西部では150cmに減じる。八幡平地域の緩傾斜地型山地湿原の分布をみると、東部では複数認められるが東部では比較的少ない(図16)。表層地質の砂質シルトは東西どちらの断面でも認められるので、表層地質が緩傾斜地型山地湿原の形成に影響しているとは考えにくい。よって緩傾斜地型山地湿原の東西の差異は、この積雪の差に起因している可能性がある。これに応じるようにして、東部の火山原面ではオオシラビソ林が広く存在するものの、その分布は疎らである。しかし、相対的に見れば八幡平地域南部の緩傾斜地型山地湿原の占有率は10%を超えており、比較的多い地域であると言える(表6)。

秋田駒ヶ岳地域北部は、緩傾斜地型山地湿原が多数形成されている地域である(図35)。亜高山帯域の火山原面に占める緩傾斜地型山地湿原の占有率は、他地域と比べて最も多く約17.3%である(表6)。火山原面が広く存在し(図29)、最深積雪深は300cm以上である

(図 26)。この 2 点については八幡平地域と同様の条件下にあると言える。表層地質は、粘土を主体とするロームおよび細粒火山灰である(図 33)。粒径がシルトサイズである細粒火山灰もローム層と同様、不透水性の基盤となっていると考えられる。よって前述した湿原形成の 3 つの要素を満たしており、緩傾斜地型山地湿原が多数存在していると考えられる。

秋田駒ヶ岳地域南部は、緩傾斜地型山地湿原がほとんど存在しない地域である(図 35)。亜高山帯域の火山原面に占める緩傾斜地型山地湿原の占有率は約 3.4%である(表 6)。北部と同様に火山原面は広く(図 29)、最深積雪深も北部と同様に 300 cm 以上である(図 26)。表層地質は、秋田駒ヶ岳起源の完新世テフラが複数枚堆積しており、特に細礫のスコリアとパミスの混在層が認められる(図 34)。このような細礫の堆積物が地表を覆った場合、表層付近の滞水時間は減少して、湿原の形成にマイナスの影響を与える可能性が考えられる。広島県(2006)の報告では、広島県八幡地域の湿原の分布について、粘土やシルトが主体の湖成層が存在する範囲では湿原が広く形成されているが、土石流によって砂礫層が堆積した範囲では、基盤の浅い谷底部分など部分的な湿原の形成に留まっていることが報告されている。これは山地ではなく丘陵地の谷底平野を対象としているため、本研究の対象地域のような多雪環境とは状況が異なるが、透水性の高い表層地質で湿原が形成されにくいという点では類似する。このように秋田駒ヶ岳地域南部では、地形や積雪環境は整っているが、透水性の高いテフラによって亜高山帯域が広く覆われているため、緩傾斜地型山地湿原が形成されにくい状況にあると考えられる。そのような環境では亜高山帯域に密度の高いササが分布を広げており、オオシラビソは雪田草原型山地湿原の下方などの局地的に湿性な環境となる場所に細々と分布していると考えられる(図 36)。

青松葉山地域は、緩傾斜地型山地湿原が全く存在しない地域である(表 6)。しかし、周氷河性の山頂緩斜面や平滑尾根型斜面の傾斜 10 度未満の平坦な地形が広がっている(図 53)。山頂付近の土層断面では、表層地質に粘土を主体とするローム層を持つことが観察される(図 57)。また、北上山地の亜高山帯域の広い範囲で土層の観察をした池田・大丸(1993)の研究においても、同様の断面が観察されている。最深積雪深は、対象地域の大半で 120 cm 未満であり、八幡平地域、秋田駒ヶ岳地域と比較して約 3 分の 1 程度である(図 52)。地形や表層地質は、山地湿原の形成条件を満たしていると言えるが、寡雪なために供給される融雪水が少なく、緩傾斜地型山地湿原の形成されない環境と考える。このような条件の下では、オオシラビソ林は山頂部の平坦面の一部に分布するだけである(図 55)。山頂部では低標高域と比較して、気温が低いため相対的に消雪が遅い可能性があり、そのような場所では積雪の挙動に植生が影響を受けている可能性が考えられる。本研究では、具体的に積雪と植生との関係についての結果は得られていないが、他地域と比較して考えると山腹斜面と同様の傾斜が 10° 以上となる地形であってもオオシラビソ林が成立している地域もあり(図 63 の②)、傾斜がオオシラビソ林の制限要因となっているとは考えにくい。また、土層断面からもオオシラビソ林の成立している地域と大きな違いは認められないので(図 63 の②)、寡雪に起因する積雪の挙動が、オオシラビソ林の成立に影響がある可能性が高いと考える(図 63 の③)。

以上のことをまとめると、八幡平地域北部と南部、および秋田駒ヶ岳地域北部では緩傾斜地型山地湿原の形成条件 3 つ(図 63 の①～③)をすべて満たしている。一方、3 つの形成条件のうち 1 つを欠いている地域として、表層地質の透水性が高い秋田駒ヶ岳地域南部(図 63 の②)と、寡雪環境である青松葉山地域(図 63 の③)が挙げられる。すなわち、3 つの

形成条件の差異によって緩傾斜地型山地湿原の分布に対応して各地域で植生が異なっていると考えられる（図 63 の④）。

（4）開析斜面，山腹斜面上の植生

前節では平坦な地形面で，地域ごとの条件の違いに応じた湿性環境のもと，オオシラビソ林が成立していることを示した。本項では，10 度以上の傾斜をもつ，開析斜面や山腹斜面上の植生分布の特徴をまとめ（図 63 の⑤～⑦），この斜面におけるオオシラビソ林の分布について考察する。

開析斜面は，火山原面の下刻や，それに伴って引き起こされる斜面崩壊などによって形成される地形である。開析斜面上では，すべての地域でオオシラビソ純林が主体とはならず，オオシラビソが分布する場合には混交林となり，湿原はほとんど認められない（表 6，図 63 の④～⑥）。

守田（1998）によれば，中部地方の亜高山帯や北日本の山地帯以北では，後氷期初頭はダケカンバ由来のカバノキ属の最優勢にとって特徴づけられ，ダケカンバはオオシラビソよりも早い時期に亜高山帯に成立していたと考えられる。本研究の対象地域におけるオオシラビソの分布拡大開始時期は，早くとも約 2,500 年前である。また，一般にダケカンバはほかの樹種よりも樹齢が長いことが知られている。これらのことから，現在開析斜面上に多く分布するオオシラビソ・ダケカンバ混交林は，オオシラビソ拡大以前から亜高山帯に分布していたダケカンバ林に，オオシラビソが分布を拡大することによって形成された森林である可能性がある。

一方で，開析斜面上では現在でも小規模な崩壊や，雪崩などによって植生が攪乱をうけたり，あるいは倒木などによって林冠ギャップが形成されたりすることによって，先駆種であるダケカンバがオオシラビソ林に侵入している可能性もある。この二つ説のどちらも起こっている可能性があるが，後者のような攪乱が今後全く発生しないとは考えにくいので，これからもオオシラビソ・ダケカンバ混交林は維持されていくと考えられる。

また，八幡平地域北部のように火山原面上のオオシラビソ純林の占有率 47.6% と高い地域ほど，開析斜面上のオオシラビソ混交林の占有率も 56.3% と高く，反対に秋田駒ヶ岳地域南部のように火山原面上のオオシラビソ純林の占有率が 10.4% と低い地域ほど，開析斜面上のオオシラビソ混交林の占有率も 6.0% と狭くなる傾向がある（表 6）。すなわち，オオシラビソ純林とオオシラビソ混交林の分布面積に同様に傾向が認められ，火山原面上でオオシラビソ林の分布拡大が進むと同時に，開析斜面上でもオオシラビソ混交林の分布が拡大すると考えられる。また，前述のように現在オオシラビソ混交林となっているところも維持され続けると考えられる。したがって，現在オオシラビソ混交林の分布域があまり広くない，八幡平地域南部や秋田駒ヶ岳地域北部および南部では，現在のオオシラビソ混交林に加えて，新たにオオシラビソ林のダケカンバ林内への拡大が進む場合にはオオシラビソ混交林の面積は増えていくものと考えられる。

一方，青松葉山地域の山腹斜面はほぼダケカンバ密林となっている（図 54）。ダケカンバは，一般的には亜高山帯の要素と考えられている。しかし，北上山地では亜高山帯だけではなく，攪乱の頻度や土地利用にかかわらず人為的な影響を受けたところにもダケカンバが出現する（大住，2003）。北上山地におけるダケカンバの分布に関する人為的な影響についての詳細は明らかとなっていない。そのため，単純に自然植生としてオオシラビソ林の分布拡

大との対応は議論できないが、山腹斜面におけるダケカンバ林内にオオシラビソの分布が全く認められないので、今後もこの分布傾向は維持され続けると考えられる。

(5) 地すべり地内の植生

八幡平地域の亜高山帯域では、火山原面、開析斜面の他に大規模な地すべり地形が分布し、その中にはオオシラビソが分布する。特に、大規模な地すべり地形が亜高山帯域から山地帯にかけて広がっているところでは、オオシラビソが亜高山帯域下限よりもさらに低標高域まで分布しているのが認められる(図 14)。低標高域にオオシラビソが分布する地点の土層断面では、一般には高標高域で認められるような多腐植なローム層が観察される(図 15 の地点 7, 10)。山谷(1968)は、亜高山帯の寒冷多湿気候が有機物の分解を妨げることによって腐植が多く形成されると報告している。しかし、亜高山帯よりも低標高域でこのような多腐植なローム層が認められるのは、局地的な湿性環境の形成によってもたらされたと考えられ、そのような環境では、オオシラビソ林が低標高域でも分布可能であると推測される。

この地すべり地内における局地的な環境要因と、オオシラビソ林の分布について検討するため、八幡平地域の菰ノ森地域での調査を行い、地すべり地形とオオシラビソ林の分布の対応関係について考察した(図 63 の Landslide area 列)。

菰ノ森地域には、火山原面を切って北西に流下する大規模な地すべり地形が存在する(図 18)。この地すべり地内の微地形とオオシラビソ林分布の間に明瞭な対応関係は認められない(図 20)。このことから、オオシラビソ林にとっての適地は、微地形単位ごとに存在しているのではなく、より範囲の小さい、オオシラビソ個体にとっての適地が存在すると考えられる。そこで、地すべり地内に点在するオオシラビソ林を通るラインにおいて地形、植生、土層断面の調査と、地すべり地内の各地点に調査区を設定して、オオシラビソの定着地についてライン調査を行った。

その結果、オオシラビソ密林は地すべり凹地内の湿原に隣接する平坦な場所に成立し、そこから傾斜が急になる副次的滑落崖上ではブナ林に置き換わり、移動体上ではブナが主体でオオシラビソの小径木と稚樹が数本分布する植生が認められた(図 21)。オオシラビソ林の分布する地点の土層断面では、腐植に富むローム層が観察された一方で、ブナ林下では相対的に腐植層は薄く、腐植の程度も少なかった(図 24)。この場所は標高約 1,080 m であり、亜高山帯域下限よりも低い標高に位置し、通常はブナを主体とする落葉広葉樹林によって特徴づけられる標高帯である。しかし、亜高山帯域よりも約 20 m だけ標高を減じた場所に位置しているため、オオシラビソがブナなどの広葉樹と混交林を形成していても不思議ではないが、オオシラビソ密林が成立することは一般的ではない。

調査ラインにおける湿原に隣接するオオシラビソ林は、多腐植なローム層で示されるように、湿性環境に分布していると考えられる。オオシラビソは、ブナ帯において湿原の周辺によく分布することや(山中ほか, 1988)、湿性環境ではブナよりも相対的に高い耐性をもつこと(Sugita, 1992)などが知られている。本研究の結果でも、先行研究と同様に湿性環境においてはブナよりもオオシラビソのほうが相対的に優位にあり、ブナが主体の標高帯であっても、湿性環境へはブナが侵入できずオオシラビソが密林を形成することができたと考えられる。また、本調査地にはブナ林床にササが密生している様子が認められる。よってオオシラビソはブナだけでなく、ササとの競合を避けて、湿性環境に偏って分布している可能性がある。

この調査ライン上のオオシラビソ密林以外にオオシラビソ密林が分布する地点は、地形図上からやや凹地状の地形を呈するところや、谷型の地形が認められるような場所であることが認められるので(図 20)、他のオオシラビソ林も同様に湿性な環境のもとに成立している可能性がある。

各微地形上に設定した調査区におけるオオシラビソの定着地調査では、他の樹種と比較して、岩塊上にオオシラビソが定着する傾向が認められた(図 23)。主滑落崖上では、調査区がすべて岩塊地となっていたことから、樹種に関係なくすべての個体が岩塊上に成立していた。この調査区で出現したのは、針葉樹のオオシラビソとコメツガが大部分であったので(図 22)、他の個体にとってはこのような環境には成立が困難と考えられる。このような岩塊上にタコ足形態で成立するオオシラビソは、地すべり地内のいたるところで認められるが、他樹種で岩塊上に多く成立しているのはコメツガだけである。よって、岩塊地上に偏ってオオシラビソ林が成立するのは、おそらく前述の湿性環境と同様に、ブナやササなどの他樹種との競合を避けオオシラビソの成立にとって優位に働くところに定着するからであると考えられる。

以上のように地すべり地内では凹凸に富み、内部に湿性な環境が形成されやすい環境下で、地すべりによって生産された岩塊が多数分布していることが分かった。オオシラビソ林にとってこのような環境は他植生との競合に有利に働き、地すべり地内においては亜高山帯域下限よりも低い標高帯でオオシラビソ林およびオオシラビソ混交林の成立を可能にしていると推察される。おそらく、オオシラビソにとって生理的な分布下限は実際の分布域よりもはるかに低く、現在の分布下限はブナとの競合によって定まっているものと考えられる。

(6) 各地域におけるオオシラビソ林の成立にとっての環境適性

これまで述べてきた立地環境とオオシラビソの種特性から、各地域における立地環境がオオシラビソ林にとって好適な環境であるかどうか、その環境適性を評価した(図 63 の⑧、図 64)。評価の基準は3段階とし、オオシラビソ林が純林を広く形成できるような立地環境である場合には「好適」、オオシラビソが広く純林を形成できないが、オオシラビソが混交林を形成できるような立地環境である場合は「可能」、オオシラビソにとって純林も混交林も形成が困難な立地環境である場合には「不適」とした。

地すべり地内では、地すべり凹地型山地湿原が形成されその周囲ではオオシラビソ純林が形成されている。また、地すべり地内では地すべり発生時に生産された岩塊が多数存在する。このような場所はオオシラビソにとって他樹種との競合回避地となっており、オオシラビソ林の成立に有利な環境を提供する。しかし、そのような環境は面的に広く存在せず、地すべり地内に点在するためオオシラビソが純林を広く形成しうるような環境にはならない。したがって、地すべり地はオオシラビソ林の成立にとっては「可能」な環境と評価される。

八幡平地域北部、八幡平地域南部、秋田駒ヶ岳地域北部の火山原面では、ローム層や火山灰層の粘土やシルトといった細粒物質が地表を覆っており、融雪水を提供する積雪に関しても最深積雪深が少ないところで 150 cm だが、多いところでは 350 cm あり融雪水も十分である。そのため緩傾斜地型山地湿原が多数形成されており、これらの地域はオオシラビソ林の成立にとって「好適」な環境と評価される。

八幡平地域北部、八幡平地域南部、秋田駒ヶ岳地域北部の開析斜面では、火山原面と積雪および表層地質は同様の環境にあるが、傾斜 10 度以上の斜面であることから緩傾斜地型山地湿原にみられるような湿性な環境は存在しない。植生はオオシラビソ・ダケカンバ混交林となっており、オオシラビソにとって成立できない環境ではないが、火山原面よりも傾斜が急であり他樹種が混交してくる割合が高いためオオシラビソ混交林となっていると考えられる。そのためこれらの地域はオオシラビソ林の成立にとって「可能」な環境と評価される。

秋田駒ヶ岳南部では、火山原面、開析斜面ともに表層地質は秋田駒ヶ岳起源の細礫サイズのスコリアとパミスに覆われる。地形や積雪環境などは、八幡平地域や秋田駒ヶ岳地域北部と変わらないが、表層地質に透水性の高い堆積物が載ることからこの地域では緩傾斜地型山地湿原はほとんど形成されない。したがって、この地域は密なササが亜高山帯を埋め尽くしており、オオシラビソ林の成立にとって「不適」な環境と評価される。

青松葉山地域は、八幡平地域や秋田駒ヶ岳地域と同様の傾斜をもつ周氷河性の山頂緩斜面と、崩壊などによって形成される山腹斜面が存在する。表層地質はローム層であり、透水性は低い。青松葉山地域の積雪は著しく少なく 120 cm 未満である。この積雪の少なさに起因して、緩傾斜地型山地湿原はほとんど存在しない。したがって、林床に密なササを持つダケカンバが亜高山帯域で優勢な植生となっている。そのためこの地域はオオシラビソ林の成立にとって「不適」な環境と評価される。

2. 林分構造からみたオオシラビソ林の成立過程

本節では、偽高山帯におけるオオシラビソ小林分で得られた林分構造の結果から、オオシラビソ林の成立過程について考察した。Ⅶ章、1、(6)では各地域の立地環境からオオシラビソ林の成立にとっての環境適性を評価した。その結果「不適」と判断された秋田駒ヶ岳の南部と青松葉山地域においても、オオシラビソが小林分ながらも成立している。これら小林分について以下の点から、現在の分布拡大状況や林分の成立過程について考察した。(1)では、既往の花粉分析と、オオシラビソ小林分における植物珪酸体分析から、過去数千年間の植生の変遷について考察した。(2)では、オオシラビソ小林分の胸高直径階分布から、オオシラビソ林の分布拡大の形跡を探し、オオシラビソ小林分の拡大過程を考察した。(3)では、オオシラビソ林の現在の分布と、既存のオオシラビソの生態学的特性を合わせて山域全体におけるオオシラビソ林の成立過程を考察した。(4)では、オオシラビソの稚樹の定着場所に注目し、オオシラビソ小林分の現在の拡大状況について考察した。(5)では以上をふまえて、現在のオオシラビソ林の分布およびオオシラビソ林の環境適性を考え合わせてオオシラビソ林の分布拡大傾向を考察した(図65)。

(1) オオシラビソ小林分の成立以前の植生

東北地方におけるオオシラビソ拡大以前の植生は、主としてダケカンバや、ミヤマナラなどの低木林が主体であったと考えられている(守田, 1998)。対象地域のオオシラビソ由来と考えられる花粉の検出時期と検出比率、および検出比率の変化量を図66に示す。約2,500年前はいずれの地域においてもオオシラビソの花粉はほとんど検出されず、八幡平地域北部と、地すべり地内、秋田駒ヶ岳地域南部で数%認められるだけである。約1,000年前は、八幡平地域北部で広く検出されはじめるが、南部ではまだ検出されない。秋田駒ヶ岳地域北部でも検出されるようになるが、青松葉山地域では検出が認められない。現在になると、八幡平地域南部と青松葉山地域で認められる。

約1,000年前と現在の花粉の検出比率の差分から変化量を計算した結果、八幡平地域の地すべり地内では、20%も変化した。八幡平地域北部と秋田駒ヶ岳地域北部では10%、秋田駒ヶ岳地域南部では5%を示した。それ以外の地域については、約1,000年前に花粉の検出が認められなかったため、変化量を示していない。

秋田駒ヶ岳地域南部の笹森山で行った植物珪酸体分析の結果(図49)では、To-a降下以降の腐植層の堆積速度が現在まで一定であると仮定すると、ササ起源の植物珪酸体の減少は約300年前からと考えられる。池田(2002)では、本調査地点から南西に2 km離れたオオシラビソ小林分に近接した地点において花粉分析を行い、オオシラビソの花粉と考えられる *Abies* 花粉が約300年前以降に検出、増加することから、この時代にオオシラビソ林が成立したとしている。守田(1985)の秋田駒ヶ岳地域北部での花粉分析の結果では、約500年前から *Abies* 花粉が増加することから、約500年前にオオシラビソ林が成立したとしている。本調査地における約300年前のササ起源の植物珪酸体の減少は、秋田駒ヶ岳地域の他の地域でオオシラビソ林が成立しはじめる時代と類似する。また、本調査地が現在オオシラビソ密林となっており、林床植生は疎らなササであることから、ササの減少はオオシラ

ビソ林の成立によってもたらされたと考えられる。しかし、一般にササが密生した場所では、オオシラビソに限らず稚樹の定着や生長が阻害されることが知られている。本調査地における結果でも、オオシラビソ小林分に隣接するササ草原では、オオシラビソの稚樹が全く認められない(図 43)。しかし、植物珪酸体分析の結果(図 49)から調査地にオオシラビソ林が成立する以前のササの分布状況が、少なくとも現在オオシラビソ林の林床に細々と生えているササよりは多かったことは確実である。この場所では林分の周囲に比べてやや土壤水分が高い環境にあり(図 48)、その原因が地下の Ak-8 の固結火山灰層(図 40)であるとするならば、当時から土壤水分の高い環境が維持されていた可能性がある。過湿な環境ではササの勢力は弱まるため、ササは疎らな状態であったと推測される。そのような環境でオオシラビソが細々と分布していたか、あるいは他の場所から侵入し、約 300 年前から増加して現在認められるようなオオシラビソの密な小林分を形成した可能性がある。青松葉山地域山頂のオオシラビソ林についても、消雪時期などの影響を受けて疎らな植生だった山頂において、約 500 年前から増加し現在のような小林分が成立した可能性がある(図 65 の⑧)。しかし、現在それを具体的に示す結果が得られていないので、この点については今後の課題である。

(2) オオシラビソ小林分における分布拡大の形跡

胸高直径階分布と枯死木から推定した樹齢、樹高階分布、植物珪酸体分析と既存の花粉分析から、秋田駒ヶ岳地域南部と青松葉山地域のオオシラビソ小林分の胸高直径階分布に、過去のオオシラビソ林の分布拡大の形跡を求め、オオシラビソ小林分の拡大過程を考察した。

オオシラビソの胸高直径階分布および樹高階分布についての現地調査の結果は、秋田駒ヶ岳地域のオオシラビソ疎林およびオオシラビソ林において、それぞれ 20 cm, 30 cm に最も大きなピークを持つ分布を示した(図 44)。一方で、青松葉山地域では上部オオシラビソ林、下部オオシラビソ林ともに明瞭なピークは認められず、L字型の分布傾向を示した(図 59, 図 61)。一般に、森林が攪乱などを受けず成熟すると、樹高階分布はL字型を示す。御嶽山における密なチマキザサ(*Sasa veitchii* var. *hirsuta*)林床における亜高山帯性針葉樹の構造を調査した杉田ほか(2008)によると、後継樹に恵まれたモミ属(シラビソ、オオシラビソ)ではL字型の分布傾向を示し、ツガ属(コメツガ)やトウヒ属(トウヒ)では、林冠木と被陰木が二分した二山型となるという。青松葉山の両林分においてはこの結果と類似するパターンを示したが、秋田駒ヶ岳では被陰木と林冠木で2つのピークを持つ。この違いは何によってもたらされたのか、以下で検討する。

青松葉山山頂地域のオオシラビソ林下における花粉分析では、オオシラビソ林は約 500 年前に成立し(池田ほか, 2011)、秋田駒ヶ岳地域の笹森山から南西に 2 km 離れたオオシラビソ小林分に近接した地点での花粉分析では、約 300 年前以降オオシラビソ林が成立した(池田, 2002)。笹森山の小林分における植物珪酸体分析(図 49)におけるササ起源の植物珪酸体の減少は、池田(2002)の花粉分析でオオシラビソ林が成立したと考えられる時期とおおむね同時期であることから、この林分においても約 300 年前に成立したのと考えられる。すなわち青松葉山の小林分と比較して秋田駒ヶ岳の小林分のほうがやや新しい時代に成立した可能性がある。

これらを踏まえると、秋田駒ヶ岳地域笹森山の胸高直径階分布でピークを持つ胸高直径 20~30 cm の階級における個体は、本調査地が未だオオシラビソ林主体の植生ではなかつ

た頃に細々と存在していたと予想される第一世代から生産された個体であると考えられる。第一世代の個体は、このピークを形成する胸高直径より大きい方に分布すると考えられるが、林分内にそのような個体は認められないので現在では枯死したと考えられる。この第二世代が次世代の個体を生産開始できるようになるまでの時間は、Kohyama and Fujita (1981) によると少なくとも樹齢で 50 年以降である。そのため、胸高直径 20 cm 以下の階級で認められる個体数の減少は、第一世代は枯死しており生産できず、また第二世代は若すぎるため生産できない期間に相当し、個体数の減少が生じたと考えられる。樹高階分布では稚樹が多数認められることから、これらは第二世代のオオシラビソから生産された個体群であると考えられ、第一世代が枯死と、第二世代が生産を開始しはじめるまでの生産停滞期が、おおむね 5~15 cm の階級の個体減少に対応していると考えられる。一方、青松葉山の林分ではそのような林分構造は認められない。

また、秋田駒ヶ岳地域笹森山の枯死木から得られた樹齢は胸高直径 12 cm で約 140 年であり (図 46)、現在胸高直径が 20~30 cm の個体ではより古い可能性があることを示した。青松葉山では、胸高直径 20cm での樹齢は約 150 年であり、秋田駒ヶ岳に比べてオオシラビソの成長がやや早いことが分かる。加えて、花粉分析、植物珪酸体分析からも青松葉山の方が、成立が早い可能性が指摘される。そのため、青松葉山では林分構造にオオシラビソ林が成立した形跡が残っている可能性は低く現在の林分にはオオシラビソ林成立時の形跡は残っていないと考えられる (図 65 の⑦)。一方、秋田駒ヶ岳ではオオシラビソ林の拡大の形跡と考えられる林分構造が認められる (図 65 の⑦)。これまで花粉分析の研究で指摘されてきたオオシラビソ林の分布拡大について、現在の森林動態からも支持することができた。

(3) オオシラビソ小林分の成立過程

既存のオオシラビソの生態学的特性、現在の分布、胸高直径階分布と枯死木から推定した樹齢からオオシラビソ小林分の成立過程を考察した。

オオシラビソが個体を生産し、その次世代の個体がどこまで分布を拡大できるかを把握するために本研究では、実際に 50 年生の林分で後継世代の実生が確認されている Kohyama and Fujita (1981) の研究を参考にして、オオシラビソ個体から種子が生産されるまでの年数を 50 年と設定し、散布範囲については日比野ほか (1981) の研究より遠くまで散布した場合を仮定して、10 m と見積もった。これらの結果を用いると、通常のオオシラビソ 1 個体から周囲への拡大速度は大きく見積もっても 10 m / 50 年程度であり、100 m 拡大するためには 500 年かかる計算となる。前述の湯森山と同様に本調査地域でもオオシラビソ林の成立が 300 年前である場合、笹森山北部にあるオオシラビソ小林分は隣接するオオシラビソ林を除けば、少なくとも 100 m 以内に他のオオシラビソ林分は存在しない (図 38)。また、周囲に単木的に存在するオオシラビソは存在しない。したがって他の林分からの種子の散布によってオオシラビソがこの場所に侵入した可能性は低い。また、青松葉山地域の小林分は周囲にオオシラビソの種子を供給するような林分は存在しない。青松葉山地域から最も近いところでオオシラビソ林が発達するのは早池峰山であり、青松葉山からは南に約 15 km 離れている。

すなわち、現在秋田駒ヶ岳地域や青松葉山地域の亜高山帯域にパッチ状に存在するオオシラビソ林は、他所からの拡大によって成立したのではなく、元々その場に存在した、花粉で検出されない程度の数個体を核にして周縁に拡大した可能性が高いと考えられる。しか

しその小林分の位置は、秋田駒ヶ岳では低標高域であり、青松葉山地域では高標高域に偏る（図 30, 図 54）。秋田駒ヶ岳地域については、このような林分の存在は Sugita (1992) が指摘した比較的低標高の緩傾斜地に存在したと考えられる拡大の核の存在と整合的であるが、青松葉山では山頂部に存在する。この小林分の成立標高の違いについては、今後さらなる検討が必要である。

これらのオオシラビソ小林分の場合、オオシラビソ林の端から端までの距離は秋田駒ヶ岳地域で約 200 m、青松葉山地域では約 550 m ほどである（図 43, 図 58）。秋田駒ヶ岳地域を例に、前述のオオシラビソの拡大速度 10 m / 50 年を用いると端から端までオオシラビソ林が分布を拡大する場合には 1,000 年かかる計算となる。秋田駒ヶ岳地域笹森山の植物珪酸体分析の結果から、この林分は約 300 年前に成立したと考えられ、また青松葉山山頂地域のオオシラビソ林における池田ほか (2011) の花粉分析でも、オオシラビソの成立は約 500 年という値が出ており、オオシラビソ個体の拡大速度から考えられる値と整合しない。また、秋田駒ヶ岳地域で標高の低いオオシラビソ・ダケカンバ・ブナ混交林においては胸高直径が最大 60 cm の個体が出現し、オオシラビソ林では 50 cm、オオシラビソ疎林では 40 cm であり胸高直径で 20 cm の差がある（図 44）。樹齢については不明であるため、この 20 cm の差によってオオシラビソ林の成立時期の違いを言及することはできないが、オオシラビソ個体の分散速度から考えれば、拡大方向をもって拡大した場合に、胸高直径にはより大きな差として現れると考えられる。よって、これらのオオシラビソ小林分はおおむね同時期に成立し始めたと考えて問題ないであろう。青松葉山地域においても、胸高直径が最大の個体は下部オオシラビソ林で 70 cm、上部オオシラビソ林で 45 cm の個体であり、35 cm の差があるが（図 59）、同様の理由からそれほど変わらない時期に成立し始めたと考えられる。

すなわち、これらの小林分ではオオシラビソが拡大方向を持って分布を拡大した形跡は認められず、各植生区分において疎林のような状態から大きな時間間隙なしに侵入、あるいは密度増加が起り、現在のようなオオシラビソの密な林分が形成されたと推測される（図 65 の⑥）。オオシラビソ林の発達の良い八幡平や八甲田山などの地域において、数千年の間に亜高山帯に広くオオシラビソ林が成立したことは、このような拡大の核が各地に多数存在したことを示唆している。

(4) オオシラビソ小林分の拡大傾向

オオシラビソ小林分を通るラインにおけるベルトトランセクト調査から、オオシラビソ稚樹の定着場所に注目し、オオシラビソ小林分の拡大状況について考察した。

実生の定着場所に関して現地調査の結果を見てみると、秋田駒ヶ岳地域笹森山のオオシラビソ小林分、青松葉山地域山頂のオオシラビソ小林分ともに、オオシラビソの成木が分布するオオシラビソ小林分内では、稚樹が多数確認されるものの、林分外では全く確認されなかった（図 43, 図 58）。このことから、この林分においては調査時点で分布を拡大しているとは考えにくい（図 65 の⑤）。

この小林分の周囲は、秋田駒ヶ岳地域ではササやブナ林、青松葉山地域では密なササ林床を持つダケカンバ林によって囲まれている（図 41, 図 56）。ササ林床ではオオシラビソ実生の定着が悪いことが高桑・伊藤 (1986)、日比野ほか (1979)、前田・宮川 (1976) により報告されており、本調査地においてもオオシラビソ小林分を取り囲む密集したササがオオシラビソ実生の定着を阻害し、オオシラビソ林の拡大を妨げていると考えられる。また、

ブナ林への実生や稚樹の定着も確認できなかったが、こちらの場合は傾斜が急になることが影響しているのかもしれない。

一方、樹高階分布では秋田駒ヶ岳地域笹森山のオオシラビソ小林分、青松葉山地域山頂のオオシラビソ小林分ともにL字型の分布傾向を示し、個体数がより小さい個体に多数みられた(図 47, 図 61)。厚い林冠下では被陰ストレスから稚樹よりも実生の個体数が卓越することを指摘している。本調査地の小林分でも樹高の低い個体が圧倒的に多く、オオシラビソによって林冠が閉鎖されている場所やオオシラビソの樹冠下には実生が多数見られた。これらの結果は Kohyama & Fujita (1981)の結果と類似しており、倒木などでギャップが生じた場合には、被陰から解放された稚樹が後継樹として再度オオシラビソ林へと良好に更新を継続し、現在の環境条件のもとではオオシラビソ小林分は維持され続けると考えられる。

(5) オオシラビソ林成立の要因

秋田駒ヶ岳地域南部と青松葉山地域に成立しているオオシラビソ小林分について林分構造の調査を行った結果、林分の維持はされているものの分布拡大は停滞していた。どちらの小林分も、その成立過程はオオシラビソ林の分布密度の増加によるものであり、拡大方向をもって分布を拡大してはいなかった。これらの結果は秋田駒ヶ岳地域南部と青松葉山地域においてはオオシラビソ林の成立にとって不適な環境であることを支持する。

このように、オオシラビソ林の成立にとって不適な環境のもとでは、偽高山帯におけるオオシラビソ小林分の林分構造から、オオシラビソ林の拡大が進んでいないことが明らかとなった。しかしオオシラビソ林の成立にとって、立地環境から「好適」や「可能」でと判断された八幡平地域南部や、秋田駒ヶ岳地域などの場合でも、実際のオオシラビソ林は広く発達しないことがある(図 65 の①, ②, ③)。

よって、本節ではオオシラビソ林成立の環境適性(図 65 の①)と現在のオオシラビソ林分布(図 65 の②, ③)を比較し、さらに既存の花粉分析の結果(図 65 の⑧, ⑨, ⑩)を用いてオオシラビソ林の発達に関する時間的な要素も取り入れることで、現在のオオシラビソ林の分布に最も影響を与えた要因について総合的な考察を行った(図 65 の⑪)。ここでは、開析斜面と山腹斜面を除いた、地すべり地と火山原面および山頂緩斜面の平坦な地形に焦点をしばって考察した。

八幡平地域の地すべり地では、オオシラビソ林成立の環境適性は「可能」であり(図 65 の①)、オオシラビソ混交林が広く分布を拡大できる環境にある。実際のオオシラビソ混交林も地すべり地内に広く分布しており(図 65 の③)、立地環境とオオシラビソ林の分布が整合する。従来の花粉分析の研究によると、この地域でオオシラビソ林の花粉が検出され始めたのが約 2,500~1,000 年前(図 65 の⑨)であり、オオシラビソの花粉検出比率の変化量も 20%/1,000 年(図 65 の⑩)と大きい。このように、本地域はオオシラビソ林成立にとって好適あるいは可能な環境にあり、オオシラビソの花粉検出開始時期も早く、また花粉検出比率の変化量も大きい。

八幡平地域北部でも、オオシラビソ林成立にとっての環境適性は「好適」であり(図 65 の①)、地域内にオオシラビソ純林が広く分布している(図 65 の②)。花粉分析結果でも検出開始時期は約 2,500 年前と早く(図 65 の⑨)、花粉検出比率の変化量も 10%/1,000 年(図 65 の⑩)と大きい地域である。

八幡平地域南部では、北部とほぼ同様の条件下にありオオシラビソ林成立にとっての環境適性は「好適」であるが(図 65 の①), オオシラビソ純林, オオシラビソ混交林の分布は狭く, 断片的である(図 65 の②, ③)。花粉分析では, 検出開始時期が最近であり(図 65 の⑨), それゆえ花粉検出比率の変化量は不明である(図 65 の⑩)。このように, オオシラビソ林成立にとって「好適」な環境にあるものの, 成立時期が新しいため, 現在オオシラビソの分布は疎らな地域である。

秋田駒ヶ岳地域北部では, オオシラビソ林成立にとっての環境適性は「好適」であるが(図 65 の①), オオシラビソ林, オオシラビソ混交林の分布は狭く, 断片的である(図 65 の②, ③)。花粉分析では, 検出開始時期が約 1,000 年前であり(図 65 の⑨), 花粉検出比率の変化量は 10%/1,000 年である(図 65 の⑩)。この地域では分布拡大開始時期が他地域に比べて遅かったため, オオシラビソ林成立にとって「好適」な環境にあるものの, 現在オオシラビソの分布は疎らな地域である。

秋田駒ヶ岳地域南部では, オオシラビソ林成立にとっての環境適性は「不適」であり(図 65 の①), オオシラビソ林, オオシラビソ混交林の分布は極めて狭い(図 65 の②, ③)。花粉分析では, 検出開始時期が約 2,500 年前であり(図 65 の⑨), 花粉検出比率の変化量は 5%/1,000 年である(図 65 の⑩)。この地域ではオオシラビソ林成立にとって不適な環境にあり, 拡大開始時期が早いにもかかわらず現在オオシラビソの分布は疎らな地域である。

青松葉山地域では, オオシラビソ林成立にとっての環境適性は「不適」であり(図 65 の①), オオシラビソ林の分布は極めて狭い(図 65 の②)。花粉分析では, 検出開始時期が最近であり(図 65 の⑨), 花粉検出比率の変化量は不明である(図 65 の⑩)。この地域は, オオシラビソ林成立にとって不適な環境にあり, 成立時期も新しく, 現在オオシラビソの分布は疎らな地域である。

以上のようなオオシラビソ林の分布拡大傾向は以下の 4 タイプにまとめられ, 地域ごとにオオシラビソ林の拡大傾向の違いを模式的にまとめたものを図 67 に示す。

タイプ 1 は, 地すべり地と八幡平地域北部が該当し, オオシラビソ林の成立にとって「好適」, あるいは「可能」な環境のもとに古くからオオシラビソが存在し, 順調にオオシラビソ林の拡大が進行したことで, 現在オオシラビソ林が広く分布すると考えられる。

タイプ 2 は, 八幡平地域南部と秋田駒ヶ岳地域北部が該当し, オオシラビソ林の成立にとって「好適」な環境にあるが, この地域におけるオオシラビソ林の拡大開始が遅かったため, 現在は分布が断片的となっているが, 今後順調に分布を拡大すると予想される。

タイプ 3 は, 秋田駒ヶ岳地域南部が該当し, オオシラビソ林の成立にとって環境が「不適」なため分布拡大が低調であり, そのため古くからオオシラビソ林が存在していたにもかかわらずオオシラビソ林が疎らになっていると考えられる。現在の林分にも分布拡大の傾向が認められないので, 今後もオオシラビソ林の分布拡大は緩慢であると予想される。

タイプ 4 は, 青松葉山地域が該当し, オオシラビソ林の成立にとって環境が「不適」であることに加え, 最近になってオオシラビソ林が成立したため分布が疎らになっていると考えられる。現在の林分にも分布拡大の傾向が認められないので, 分布拡大は緩慢であると予想される。

このようなタイプ分けにより, オオシラビソ林が広く分布するのは, オオシラビソ林の成立にとって環境適性が「好適」であり, さらにオオシラビソの花粉検出比率の変化量から考えられる分布拡大速度が速く, また拡大開始時期が早かったことが影響していると考え

(タイプ 1)。一方、オオシラビソ林の現在の分布が断片的であるのは、単純にその場所にオオシラビソ林が到達した時期の遅れ(タイプ 2)と、オオシラビソ林成立にとっての環境適性が不適であるという立地環境に影響を受けたオオシラビソ花粉検出比率の変化量から考えられる分布拡大速度の違い(タイプ 3, 4)によって説明できると考えられる。タイプ 2 の地域は、現在分布が断片的でも今後順調に拡大していると予想されるが、タイプ 3, 4 の地域は、今後も大きな環境変化が起こらない限り、現在の分布のまま拡大は進まないと予想される。

VIII. まとめと展望

1. 本研究のまとめ

本研究では、八幡平地域、秋田駒ヶ岳地域、青松葉山地域の3つの亜高山帯域を対象として、空中写真判読による植生、地形、湿原の分類、および現地での土層断面の観察を行い、山域間のオオシラビソ林の立地環境の比較を行った。加えて、偽高山帯を持つ秋田駒ヶ岳地域と青松葉山地域のオオシラビソ小林分について林分構造の調査を行い、実際の林分の拡大状況や成立過程について検討し、後氷期のオオシラビソ林の拡大の形跡を求めた。そして、これらの結果と既往の花粉分析の研究を比較し、オオシラビソ林の分布拡大の差異に与えた影響について総合的に考察した。本研究で明らかとなった点は以下の通りである。

- (1) オオシラビソ林は、湿原が存在する地域ではその周囲に偏って分布していることが明らかとなった。オオシラビソは他の植生よりも湿性環境に耐性があり、亜高山帯におけるオオシラビソ以外の植生として主体をなす密なササ地やササ林床にはオオシラビソの実生が定着しにくいことが理由と考えられる。
- (2) 特に、湿原のなかでも平坦な地形に形成される緩傾斜地型山地湿原の周囲にオオシラビソ純林が広く存在する。緩傾斜地型山地湿原では、他の地すべり型山地湿原や雪田草原型山地湿原と異なり、周囲に平坦な地形や不透水な表層地質が連続するので湿原の周囲だけでなく、比較的広い範囲でオオシラビソ純林も分布する。これは火山原面に連続的にオオシラビソ純林がよく分布することと調和的である。
- (3) 緩傾斜地型山地湿原は、火山原面および山頂緩斜面のような平坦な地形と、融雪水の供給、排水条件の悪い地質という3つの要素によってその形成が規定される。この斜面における緩傾斜地型山地湿原の分布には地域ごとに違いが認められる。八幡平地域北部では、平坦な火山原面と、粘土を主体とするローム層が表層地質を構成し、最深積雪深が250 cm以上あり、緩傾斜地型山地湿原が多数存在する。八幡平地域南部はこの3つの要素のうち積雪深が東西で異なり、それによって湿原の分布は西で多く、東で少ない。秋田駒ヶ岳地域北部はこの3つの要素をすべて満たしており、緩傾斜地型山地湿原が多数存在する。秋田駒ヶ岳地域南部は、表層地質に細礫サイズのスコリアとパミスが堆積し、これによって緩傾斜地型山地湿原が形成されていないと考える。青松葉山地域では、最深積雪深が約120 cm以下であり、供給される融雪水が少ないため緩傾斜地型山地湿原が形成されないと考える。
- (4) 八幡平地域と秋田駒ヶ岳地域の開析斜面、および青松葉山地域の山腹斜面においては、ほとんど湿原は分布しない。開析斜面上では、すべての地域でオオシラビソ・ダケカンバ混交林となっている。この植生は、後氷期に入ってからオオシラビソよりも先に亜高山帯域に分布を広げたダケカンバに、オオシラビソが後から侵入して混交したというパターンと、オオシラビソ林が成立した後に、攪乱や林冠ギャップの形成によって、後からダケカンバが成立したという2つのパターンが考えられる。山腹斜

面におけるダケカンバの純林は、この地域の天然林と言われているが、詳細については不明である。

- (5) 地すべり地形が亜高山帯域に多数分布する八幡平地域では、地すべり地内に存在する凹凸によって湿性な環境が形成され、多数の岩塊が地すべり地内に多数存在していた。そのような環境においてオオシラビソの分布や定着がよいことが明らかとなった。このような環境は、ササやブナなどの競合から回避でき、オオシラビソ林にとっては好適な環境になっていると考えられる。
- (6) 以上の考察より、各地域の地形ごとにオオシラビソ林成立にとっての環境適性を3段階で評価した。八幡平地域のみには当てはまる地すべり地内では、オオシラビソ混交林が分布可能であるが、オオシラビソ純林が広く形成しうるような環境ではない「可能」な環境である。八幡平地域北部、八幡平地域南部、秋田駒ヶ岳地域北部の火山原面では、オオシラビソ純林が広く成立できる「好適」な環境である。八幡平地域北部、八幡平地域南部、秋田駒ヶ岳地域北部の開析斜面は、オオシラビソ混交林が分布可能であるので「可能」な環境である。秋田駒ヶ岳地域南部と青松葉山地域では、オオシラビソ純林および混交林の分布が困難な地域であるので「不適」な環境である。
- (7) オオシラビソ林成立以前の植生は、既往の花粉分析の研究からダケカンバやミヤマナラなどの低木が主体であり、オオシラビソの花粉の検出時期と増加率は地域によって大きく異なる。秋田駒ヶ岳地域南部の笹森山に分布するオオシラビソ小林分内における植物珪酸体分析の結果、オオシラビソ小林分成立以前は、現在よりもササが繁茂しており、約300年前からオオシラビソ林に変わったと考えられる。
- (8) 秋田駒ヶ岳地域南部と青松葉山地域のオオシラビソ小林分の胸高直径階分布では、秋田駒ヶ岳地域で明瞭な2つのピークが認められた、このピーク間の一旦の減少は、この地域で分布拡大を始めた第一世代のオオシラビソの枯死によって、次世代の個体の生産が減少したことが要因と考えられる。一方、青松葉山ではそのような構造は認められないので、秋田駒ヶ岳地域よりも拡大が早く、現在の林分には形跡が残っていないものと考えられる。
- (9) オオシラビソ個体からの実生の飛散距離や、生産開始樹齢を鑑みると、秋田駒ヶ岳地域南部と青松葉山地域のオオシラビソ小林分は、場所による分布個体のサイズの明瞭な変化が認められないことから、進行方向をもって拡大したのではなく、全体で分布密度を増加させるようにして、現在の林分が成立したと考えられる。
- (10) 秋田駒ヶ岳地域南部と青松葉山地域のオオシラビソ小林分の内部には多数の稚樹が確認されるのに対して、その周囲には全く確認できなかった。このことから、現在オオシラビソ小林分は分布拡大をしているとは考えにくい。
- (11) 以上の結果を総合して、各地域におけるオオシラビソ林の成立要因について検討した。オオシラビソ林成立にとっての環境適性は「好適」「可能」、さらにオオシラビソの花粉の検出時期も、花粉の検出量の変化も大きい地域で、現在オオシラビソ純林および混交林が広く分布している地域はタイプ1とし、八幡平地域の地すべり地域と、八幡平地域の北部が当てはまる。オオシラビソ林成立にとっての環境適性は「好適」、オオシラビソの花粉の検出時期が遅い地域で、現在オオシラビソ林および混交林が疎らに分布している地域をタイプ2とし、八幡平地域南部と秋田駒ヶ岳地域北部が当てはまる。オオシラビソ林成立にとっての環境適性は「不適」で、オオシラビソの花粉

検出時期は早く、分布拡大速度は遅い地域で、現在オオシラビソ林および混交林が疎らに分布している地域はタイプ3とし、秋田駒ヶ岳地域南部が当てはまる。オオシラビソ林成立にとっての環境適性は「不適」で、さらにオオシラビソの花粉の検出時期が遅い地域で、現在オオシラビソ林および混交林が疎らに分布している地域はタイプ4とし、青松葉山地域が当てはまる。

(12) このようなタイプ分けによって、オオシラビソ林の分布拡大の差異が立地環境に影響を受けたものなのか、そうでないのかを判別することが可能となった。タイプ2は、拡大は順調に進んでいるものの単純に拡大開始が遅れたため現在オオシラビソ林の分布が断片的である地域、タイプ3, 4は、オオシラビソ林成立にとっての環境適性が「不適」な地域であるため、拡大が進まずオオシラビソ林の分布が断片的である地域と推測される。

(13) オオシラビソ林の分布拡大開始時期は約 6,000~1,000 年前と山域によって異なり(図5)、土壌や裏日本気候の影響の程度などといった個々の山岳の条件や存在した針葉樹林の規模によって左右されたと考えられている(守田, 2000)。しかし、オオシラビソ林の分布拡大は現在までの間に一定の速度で進んだのではなく、約 1,000 年前まではオオシラビソ林の花粉の増加率は低率であり、それ以降に急増するという東北地方の多くの山域で共通した傾向を持つ。すなわち、オオシラビソ林の分布拡大は東北地方の各山域で共通して約 1,000 年前以降に急速に起こったことが指摘されている(たとえば守田, 1985)。これを気候の変化と関連付けて説明しようとする研究があるが、対応するような気候の変化は、現在まで認められていない。この 1,000 年前のオオシラビソ林の急速な拡大は、To-a を時間指標としてそれ以降のオオシラビソの花粉の増加によって解釈されている。これらのことから、オオシラビソ林の分布拡大に To-a が影響を及ぼした可能性がある。

(14) 土砂などの無機物が湿原に混入した場合に、湿性植生から木本植生へ変化することが報告されている(吉木・高橋, 2010)。本研究において、オオシラビソ林が湿性環境のもとに偏って分布していること、湿性環境が多数存在する地域ではオオシラビソ林の拡大が順調に進んだという結果が得られた。これらを考え合わせると、約 1,000 年前のオオシラビソの分布拡大は、湿地に To-a が混入したことにより、湿原に何らかの変化を及ぼした可能性がある。その変化はオオシラビソ林が湿性環境に侵入するのに好適な変化であれば、湿地に分布を一気に拡大させたと推測される。従来、この花粉の急増はオオシラビソ林が急速に分布範囲を広げたことによる増加と考えられていたが、その拡大範囲は湿地のような狭い範囲で起こったとも考えられる。多くの花粉分析は湿地で行われているため、湿地周辺の植生を反映しやすいと考えられる。またモミ属の花粉は極めて狭い範囲でしか飛散しないことが明らかとなっている(池田ほか, 2010)。そのため、湿原のような湿性環境にオオシラビソが侵入すれば、花粉分析にも大きな変化として反映されると考えられる。

2. 今後の課題

日本の垂直分布帯にかかわる偽高山帯の問題は、古くは田中 (1887)よりその存在が指摘され、気候条件や地形条件、地史的な側面などから研究がなされてきた。しかしながら、これらの要因を個別の事象として個々に扱うのではなく、その地域の問題として総合的に解釈しようとする研究はこれまでほとんどなされてこなかった。加えてオオシラビソ林の欠如に関する問題は、オオシラビソ林の分布拡大の地域的な差異という地史的な要因によって説明されるだけで、なぜその差異が生じたのかについて検討した研究は少なかった。

本研究では、このオオシラビソの拡大開始時期の違いによって説明されていたオオシラビソ林の分布差異を、各山域における湿性環境の有無に着目して研究を行った。同様の緩傾斜地であっても湿性環境の多い山域ではオオシラビソ林は他の植生よりも優位であるため分布拡大が早かったのに対して、透水性のよい地盤や寡雪などによって湿性環境の少ない山域ではオオシラビソは他植生よりも劣勢となるため、分布拡大が緩慢であると考えた。このように、オオシラビソ林の分布差異は単なる分布拡大開始時期の違いだけではなく、他植生との競合に影響を受けた分布拡大速度の差異によってもたらされたという新しい解釈を示した。

しかしながら、このような花粉分析からの見解を現在の立地環境から解釈しようとしたときに、約 1,000 年前に認められるオオシラビソ花粉の割合の急激な増加が、未解決の問題として挙げられる。

この問題を解明するためには、過去の湿地の広がりや、ササをはじめとする他の植生との関係など、オオシラビソ林の成立が湿性環境との対応の上でどのように進んできたのか、より詳細な検討が必要である。これには、花粉分析よりも現地性が高く、花粉では識別不可能なササを含むイネ科植物の植生変遷が復元可能である植物珪酸体分析が有効な方法と考えられる。加えて、地形や水文学的なシミュレーションを併用し、亜高山帯域における水の動態を把握することで、より明確にオオシラビソ林の成立要因を示すことが可能となる。今後はこれらに加えて、本研究の結果が他の山域でも同様に当てはまるのかどうかについて検討したい。さらには、亜高山帯に針葉樹林を欠くという偽高山帯の現象が、海外の山地との比較を通してどのように位置づけられるのかという点について、今後の研究課題としたい。

最後に、オオシラビソの有無に関連した偽高山帯の成因に関する問題は、その要因となる要素それぞれが独立して植生に影響しているのではなく、関連して影響している。そのため、一つの手法や分析に拘るのではなく、地理学、生態学、古生態学からの見解の総合的な解釈を進めることが、本研究の進展に寄与すると考える。

引用文献

- Daimaru, H. and Taoda, H. (2004): Effect of Snow Pressure on the Distribution of Subalpine *Abies mariesii* Forests in Northern Honshu Island, Japan. *Journal of Agricultural Meteorology*, 60(4), 253–261.
- Hibino, K. (1967): Pollen Analytical Studies of Moor in Mt. Kurikoma. *Ecological Review*, 17(1), 5–9.
- Kajimoto, T., Seki, T., Ikeda, S., Daimaru, H., Okamoto, T. and Onodera, H. (2002): Effects of Snowfall Fluctuation on Tree Growth and Establishment of Subalpine *Abies mariesii* near Upper Forest-Limit of Mt. Yumori, Northern Japan. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 34(2), 191–200.
- Kohyama, T. (1983): Seedling Stage of Two Subalpine *Abies* Species in Distinction from Sapling Stage: A Matter-Economic Analysis. *Botanical Magazine, Tokyo*, (1041), p49–65.
- Kohyama, T. and Fujita, N. (1981): Studies on the *Abies* Population of Mt. Shimagare I. Survivorship Curve. *Botanical Magazine, Tokyo*, (1033), p55–68.
- Morita, Y. and Aizawa, S. (1986): Pollen-Analytical Study on the Vegetational History of the Subalpine Zone in the Northern Tohoku District. *Annals of The Tohoku Geographical Association*, 38(1), 24–31.
- Nakashizuka, T. and Numata, M. (1982): Regeneration process of climax beech forests I. Structure of a beech forest with the undergrowth of *Sasa*. *Japanese Journal of Ecology*, 32(1), 57–67.
- Osumi, K., Ikeda, S. and Okamoto, T. (2003): Vegetation patterns and their dependency on site conditions in the pre-industrial landscape of northeastern Japan. *Ecological Research*, 18(6), 753–765.
- Saito, K. (1971): Ecological approaches to the study of forest distribution in Mt. Hakkoda, northeast Japan, with special reference to the soil condition. *Ecological Review*, 17(4), 217–271.
- Sugita, H. (1992): Ecological geography of the range of the *Abies mariesii* forest in northeast Honshu, Japan, with special reference to the physiographic conditions. *Ecological Research*, 7(2), 119–132.

- Takachi, C. Y., Sase, T. and Inoue, K. (2000): Succession of Vegetation in the Human-Induced Soil Degraded Area in the Kitakami Mountains. *The Quaternary Research*, 39(1), 25–32.
- Takaoka, S. (1999): Stability of subalpine forest-meadow boundary inferred from size and age structure of *Abies mariesii* thickets on a Japanese snowy mountain. *Journal of Forest Research*, 4(1), 35–40.
- Tamanyu, S. and Lanphere, M. (1983): Volcanic and geothermal history at the Hachimantai geothermal field in Japan. On the basis of K-Ar ages. *The Journal of the Geological Society of Japan*, 89(9), 501–510.
- Yamanaka, M., Saito, K. and Ishizuka, K. (1973): Historical and ecological studies of *Abies mariesii* on Mt. Gassan, the Dewa mountains, northeast Japan. *Japanese Journal of Ecology*, 23, 171–185.
- 栗野馨・栗田章 (1964): 秣(まぐさ)岳におけるアオモリトドマツの分布について(第75回日本林学会大会講演要旨). *日本林學會誌*, 46(3), 105.
- 池田重人・大丸裕武 (1993): 北上山地の亜高山地域における土壌の形態的特徴と生成開始期. *日本林学会論文集*, 104, 345–346.
- 池田重人 (2002): 拡大する針葉樹林—花粉分析結果からみた森林最前線の変化—. 「雪山の生態学—東北の山と森から—」(梶本卓也・大丸裕武・杉田久志編著), 194–207.
- 池田重人・岡本透・志知幸治・若松伸彦 (2010): オオシラビソ孤立林分周辺における土壌表層の花粉組成. *日本生態学会大会講演要旨集*.
- 池田重人・志知幸治・岡本透 (2011): 北上山地中央部の亜高山帯域における完新世中期以降の植生変遷. *植生史研究*, 20(2), 71–82.
- 石塚和雄 (1978): 多雪山地亜高山帯の植生(綜合抄録). 吉岡邦二博士追悼植物生態論集. 仙台: 東北植物生態談話会, 404–428.
- 石橋聰 (1998): 北方系針広混交林における天然更新と地況・林況要因との関係. *日本林學會誌*, 80(2), 74–79.
- 今西錦司 (1937): 垂直分布の別ち方について. *山岳*, 31, 269–364.
- 岩田悦行 (1970): 北上山地の二次植生・特に草地植生に関する生態学的研究. 東北大学理学研究科学学位論文.
- 内村悦三 (2012): 竹資源の植物誌. 創新社.

- 内海茂・宇都浩三・柴田賢 (1990): K-Ar 年代測定結果-3-地質調査所未公表資料. 地質調査所月報, 41(10), 567-575.
- 梅田浩司・林信太郎・伴雅雄 (1999): 東北日本, 筑森, 高松, 船形および三吉・葉山火山の K-Ar 年代. 火山, 44(4), 217-222.
- 大住克博 (2003): 北上山地の広葉樹林の成立における人為攪乱の役割. 植生史研究, 11(2), 53-59.
- 太田哲 (1956): 落葉広葉樹林型亜高山森林植生帯の分布考察. 日本林學會誌, 38(12), 482-487.
- 大場司・梅田浩司 (1999): 八幡平火山群の地質とマグマ組成の時間 空間変化. 岩鉱, 94(6), 187-202.
- 大場達之 (1974): 葛根田川上流の植生. 十和田八幡平国立公園葛根田地熱発電所計画に関する学術報告書, 150-196.
- 大藤茂・佐々木みぎわ (2003): 北部北上帯堆積岩複合体の地質体区分と広域対比. 地學雜誌, 112(3), 406-410.
- 大八木規夫・清水文健・井口隆 (2012): 花崗岩地域の地すべり・地すべり地形(その 2)北アルプス黒部川上流立山地域. 公益財団法人深田地質研究所年報, (13), 61-82.
- 岡秀一 (2000): 東アジア沿岸地域の風分布. 「日本の気候景観」(青山高義ほか編). 古今書院, 16-17.
- 小野有五 (1983): 多雪山地亜高山帯の地形と森林立地. 森林立地, 25(2), 16-25.
- 小野有五・五十嵐八枝子 (1991): 北海道の自然史. 北海道大学図書刊行会.
- 梶幹男 (1982): 亜高山性針葉樹の生態地理学的研究-オオシラビソの分布パターンと温暖期気候の影響. 東京大学農学部演習林報告, 72, 31-120.
- 叶内敦子 (1991): 山地湿原の発達史と古環境. 植生史研究, 7, 15-23.
- 河野義礼・上村不二雄 (1964): 5 万分の 1 地質図幅「八幡平」及び同説明書. 地質調査所.
- 吉良竜夫 (1948): 温量指数による垂直的な気候帯のわかちかたについて. 寒地農学, 2, 143-173.

- 酒井暁子 (2001): 亜高山帯針葉樹オオシラビソにおける標高にともなう生活史スケジュールの変化: 山を上がるにしたがって木が小さくなる理由に関する新説(<特集>個体群比較からの生活史研究). 日本生態学会誌, 51(2), 137-142.
- 阪口豊 (1974): 泥炭地の地学-環境の変化を探る. 東京大学出版会.
- 佐瀬隆・細野衛・町田洋 (2009): 植物珪酸体分析の方法. 「相模原周辺の関東ローム層中の植物珪酸体からみた過去 8 万年間の気候植生変化史」(相模原市総務局総務課市史編さん室編). 相模原: 相模原市総務局総務課市史編さん室, 1-8.
- 澤口晋一 (1985): 北上山地の現成のアースハンモック. 東北地理, 37(2), 131-132.
- 四手井綱英 (1956): 裏日本の亜高山帯の一部に針葉樹林帯の欠如する原因についての一つの考え方. 日林誌, 356-358.
- 四手井綱英 (1952): 奥羽地方の森林帯 (予報). 日本林学会東北支部会誌, 2(2), 2-8.
- 杉田久志 (1987): 亜高山帯針葉樹林の分布状態と積雪深および亜高山帯域の広さとの関係: 上越山地を中心とする地域について. 日本生態学会誌, 37(3), 175-181.
- 杉田久志 (2002): 偽高山帯の謎をさぐる一亜高山帯植生における背腹構造の成立史一. 「雪山の生態学一東北の山と森から一」(梶本卓也・大丸裕武・杉田久志編著), 170-191.
- 杉田久志・岩本宏二郎・森澤猛 (2008): 御嶽山における密なチマキザサ林床をもつ亜高山帯針葉樹林の構造と動態. 森林総合研究所研究報告, 7(2), 81-89.
- 鈴木隆介 (2004): 火山地形. 建設技術者のための地形読図入門 第4巻 火山・変動地形と応用読図. 古今書院, 915-1072.
- 須藤茂 (1985): 仙岩地熱地域南部の鮮新世-更新世火山活動について-安山岩火山の古地磁気と K-Ar 年代. 地質調査所月報, 36(9), 513-533.
- 須藤茂 (1992): 5 万分の 1 仙岩地域中心部地熱地質図説明書. 特殊地質図 (21-5). 地質調査所.
- 須藤茂・石井武政 (1987): 雫石地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). 地質調査所.
- 須藤茂・宇都浩三・内海茂 (1990): 仙岩地熱地域南部, 乳頭・高倉火山群噴出物の K-Ar 年代. 地質調査所月報, 41(7), 395-404.

- 大丸裕武・安田正次 (2009): 地球温暖化と山地湿原 (地球温暖化-日本における影響の総合評価). 地球環境, 14(2), 175-182.
- 高桑純・伊藤浩司 (1986): 湿原におけるササの生態的動向. 北海道大学大学院環境科学研究科 邦文紀要, 2, 47-65.
- 高橋基生 (1963): 高山・亜高山の植生と実験生態学. 遺伝, 17(7), 10-15.
- 田沢純一 (1988): 北上山地中・古生層の層序と構造. 地球科学, 42(4), 165-178.
- 田中功二 (2013): アオモリトドマツの結実年齢. 日本森林学会大会発表データベース, 124, 633.
- 田中壤 (1887): 校正大日本植物帯報告. 大日本山林会.
- 田中信行 (1986a): ブナ・アオモリトドマツ混交林の立地. 東京大学農学部演習林報告, (75), 119-140.
- 田中信行 (1986b): ブナ・アオモリトドマツ混交林の構造と更新. 東京大学農学部演習林報告, (75), 141-197.
- 辻誠一郎・南木睦彦・鈴木三男 (1984): 栃木県南部, 二宮町における立川期の植物遺体群集. 第四紀研究, 23(1), 21-29.
- 土井宣夫・菅野康隆・東野桂一・越谷信・矢内桂三 (1997): 秋田駒ヶ岳起源の先達川岩屑なだれ堆積物について. 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集 807.
- 土井宣夫 (2000): 岩手山の地質-火山灰が語る噴火史. 滝沢村教育委員会.
- 遠田宏 (1978): 八甲田山のブナ-アオモリトドマツ林のアオモリトドマツ幼樹について. 吉岡邦二博士追悼植物生態論集. 仙台: 東北植物生態談話会, 285-295.
- 土質工学会 (1990): 土質試験の方法と解説. 土質工学会.
- 中田誠 (1987): 奥秩父亜高山帯における森林植生と土壌, およびその垂直的成帯性に関する研究 (予報). 東京大学農学部演習林報告, 76, 87-105.
- 能代修一 (2005): 第2章 日本の植生変遷史. 「図説 日本の植生」(福嶋司・岩瀬徹編著). 朝倉書店, 12-15.
- 服部保 (2011): 環境と植生 30 講. 朝倉書店.
- 濱尾章二・大沢雅彦 (1984): 尾瀬におけるオオシラビソ林の更新. 森林立地, 26(1), 20-24.

- 早川由紀夫 (1983): 十和田火山中掬テフラ層の分布, 粒度組成, 年代. 火山, 28(3), 263-273.
- 檜垣大助 (1987): 北上山地中部の斜面物質移動期と斜面形成. 第四紀研究, 26(1), 27-45.
- 日比野紘一郎・岩波悠紀・飯泉茂 (1979): アオモリトドマツ実生の微環境について. 「八甲田山地のアオモリトドマツ林の成立と変遷の生態学・花粉分析学的研究」(飯泉茂編). 仙台: 東北大学理学部八甲田植物実験所, 18-25.
- 日比野紘一郎・佐藤健一・岩田洋・飯泉茂 (1981): アオモリトドマツ実生に関する生態的研究. 「アオモリトドマツ林の生態学的研究」(飯泉茂編). 仙台: 東北大学理学部八甲田植物実験所, 1-14.
- 広島県 (2006): 八幡湿原自然再生事業実施計画.
- 保坂太郎・尾張敏章・後藤晋 (2008): 北海道中央部の択伐天然林におけるトドマツ実生, 稚樹, 幼樹の分布と立地環境の関係. 日本森林学会誌, 90(6), 357-363.
- 前田禎三・宮川清 (1976): 尾瀬地方の亜高山帯森林植生と更新. 森林立地, 17(2), 18-33.
- 町田洋・新井房夫 (2003): 新編 火山灰アトラスー日本列島とその周辺. 東京大学出版会.
- 森邦彦 (1962): 出羽丘陵月山にアオモリトドマツ林帯を確認. 日本林學會誌, 44(11), 320-323.
- 守田益宗 (1984): 東北地方における亜高山帯の植生史について: I. 吾妻山. 日本生態学会誌, 34(3), 347-356.
- 守田益宗 (1985a): 東北地方における亜高山帯の植生史について: II. 八幡平. 日本生態学会誌, 35(3), 411-420.
- 守田益宗 (1985b): 蔵王山の亜高山帯における植生変遷. 日本花粉学会会誌, 31(2), p1-5.
- 守田益宗 (1987): 東北地方における亜高山帯の植生史について: III. 八甲田山. 日本生態学会誌, 37(2), 107-117.
- 守田益宗 (1992): 八幡平地域における過去 12,000 年の植生変遷史. 日本花粉学会会誌, 38(2), 180-191.
- 守田益宗 (1998): 亜高山帯針葉樹林の変遷. 「図説日本列島植生史」(安田喜憲・三好教夫編). 朝倉書店, 179-193.
- 守田益宗 (2000): 最終氷期以降における亜高山帯植生の変遷-気候温暖期に森林帯は現在より上昇したか? 植生史研究, 9(1), 3-20.

- 森田悠紀雄・坪田邦治・西垣誠・小松満 (2004): 粒度分布と締り度合を考慮した概略透水係数推定式の提案. 地盤工学研究発表会. 新潟 1159-1160.
- 八木令子 (2003): 地すべり移動体の微地形構成とその配列パターン: 地すべり地形の発達過程解析手法としての地形分類の意義. 地形, 24(3), 261-294.
- 山中典和・安藤信・玉井重信 (1994): 南アルプス亜高山帯針葉樹林の齡構造と更新過程. 森林立地, 36(1), 28-35.
- 山中三男・斎藤員郎・石塚和雄 (1973): 月山のアオモリトドマツ群落の変遷と生態. 日本生態学会誌, 23(4), 171-185.
- 山中三男・菅原啓・石川慎吾 (1988): 南八甲田山の山地帯にみられるアオモリトドマツ林の変遷. 日本生態学会誌, 38(2), 147-157.
- 山谷孝一 (1968): 本邦林地におけるポドゾル化土壌: とくに東北地方を中心として. ペドロジスト, 12(1), 2-12.
- 吉木岳哉・高橋咲保 (2010): 岩手山麓春子谷地湿原における土砂流入と湿原植生の変化. 日本地理学会発表要旨集 97.
- 吉永秀一郎 (2005): 北上山地の地形-地史時代の遺産-。「森の生態史 北上山地の景観とその成り立ち」(大住克博・杉田久志・池田重人編), 古今書院, 2-19.
- 和知剛・土井宣夫・越谷信 (1997): 秋田駒ヶ岳のテフラ層序と噴火活動. 火山, 42(1), 17-34.
- 和知剛・千葉達朗・岡田智幸・土井宣夫・越谷信・林信太郎・熊井修一 (2002): 八幡平火山起源の完新世テフラ. 地球惑星科学連合大会予稿集.

謝辞

本研究をまとめるにあたり、たくさん方のご協力、ご支援を賜りました。

環境省十和田八幡平国立公園管理事務所、および各森林管理署の関係者各位には、調査許可に関してご協力いただきました。

安比高原自然学校の齋藤文明校長、仙北市田沢湖町の菅原俊昭さん、宮古市川井の刈屋スミ子さん方には、調査での滞在について便宜を図っていただきました。

佐瀬隆博士、加藤大和博士、日本大学文学部田代崇博士には、植物珪酸体分析の方法と同定についてご教示いただきました。

首都大学東京都市環境学部石村大輔博士には、テフラの屈折率の測定をしていただくとともに、貴重なご意見を頂戴いたしました。

本研究で使用した LP 測量データおよび高解像度オルソ化空中写真は国土交通省東北地方整備岩手河川国道事務局より提供していただきました。

東京農業大学地域環境科学部若松伸彦博士には、亜高山帯植生について貴重なご意見を頂戴いたしました。

防災科学技術研究所の大八木則夫博士には秋田駒ヶ岳西麓の地すべり地形について、未公開資料を提供いただくとともに、貴重なご意見を頂戴いたしました。

森林総合研究所池田重人博士には、花粉分析の結果の解釈についてご助言いただくとともに、本研究に関して貴重なご意見を頂戴いたしました。

三浦修博士、信州大学先鋭領域融合研究群山岳科学研究所佐々木明彦博士、明星大学教育学部長谷川裕彦博士には有益なご助言いただきました。

岩手県立大学総合政策学部吉木岳哉先生には本研究のきっかけを与えていただき、多くのご支援をいただきました。

宮城教育大学教育学研究科西城潔先生、山形大学地域教育文化学部生活総合学科の八木浩司先生には本論の査読にあたり、貴重なご意見を頂戴いたしました。

東北大学大学院理学研究科地理学教室の院生諸氏には、日ごろから議論いただき、調査や作図のご協力をいただきました。

東北大学大学院理学研究科地理学教室の平野信一先生、大月義徳先生をはじめとする同教室の先生方には多くのご助言とご支援を賜りました。

東北大学大学院理学研究科今泉俊文先生には、東北大学での博士課程における指導を快く引き受けてくださり、研究に対する姿勢や本論の執筆まで指導してくださいました。

以上の方々に深く感謝申し上げます。

最後に、山中での調査の際には心配をかけながらも、いつも応援し続けてくれた家族に感謝し、この論文を捧げます。

Abstract

Environmental Conditions and Stand Structures of *Abies mariesii* Forest in Northeast Japan

Asaka KONNO

The typical vegetation in the subalpine zones of northern Japan includes coniferous forest dominated by *Abies mariesii*. However, in some areas of northern Japan, the dominance of *A. mariesii* is not observed. The predominant vegetation is instead composed of shrubs, the dwarf bamboo *Sasa kurilensis*, and the broad-leaved tree *Betula ermanii* in subalpine zones. These areas are referred to as “pseudo-alpine zones.”

It is presumed that the geomorphic and climatic conditions of these regions are not favorable for *A. mariesii*, and that *A. mariesii* which is still expanding its distribution range, has not yet spread to subalpine zones.

Previous studies focusing on the pseudo-alpine zone progressed on each of the aspects mentioned above. Several ecological studies elucidated that *A. mariesii* tends to be distributed in highly moist habitats, such as around wet meadows. However, no comprehensive studies combining geomorphic, climatic, and ecological perspectives on the pseudo-alpine zone are known to us. Several paleoecological studies indicated that *A. mariesii* was continuing to expand its range into subalpine zones. Studies on forest dynamics, including analyses of stand structures, have however not been conducted.

This study focuses mainly on three aspects, Firstly, it aimed at clarifying the trends of *A. mariesii* distribution and the environmental factors that determine moisture conditions in wet meadows, such as landform, surface geology, and snow depth, in the pseudo-alpine and subalpine zones. In addition, it aimed to determine whether *A. mariesii* forests are still expanding, based on forest structures. Further, it aimed to discuss the factors underlying the difference in distribution of *A. mariesii* forests between the pseudo-alpine and subalpine zones.

The present study was carried out in three areas. The vegetation of Mt. Hachimantai consisted of a large *A. mariesii* forest in the subalpine zone. Mt. Akita-Komagatake and Mt. Aomatsuba-yama, however, had only small stands of *A. mariesii*. Pollen analysis in these three mountains revealed that *A. mariesii* was not common during the last glacial period, and that this species began to expand its range to the subalpine zone during the past few hundred years.

Landform and vegetation were interpreted using aerial photographs and 1-m contour maps based on a digital elevation model. Soil stratigraphy was observed in soil pits and soil exposure was recorded during field surveys. Data on snow depth were obtained from digital national land information. Forest structures were determined by survey and measurement of all the trees.

In Mt. Hachimantai, the landform consisted of volcanic original surface (slope angle: 1-10°), dissected slope (slope angle: >10°) and landslide area. This area had a high percentage and density of wet meadow distribution. Thick *A. mariesii* forest tended to be distributed around wet meadows on volcanic original surface. Surface geology survey revealed that loam layers composed of clay were

present in all the sites. Maximum snow depth was approximately 300 cm in Mt. Hachimantai. *A. mariesii* forest area in the southern part was narrower than that in the northern part. In the landslide area, the landform and surface geology was complex. Thick *A. mariesii* forests were distributed in the depressions, where wet meadows occurred. In addition, enormous andesite rocks were present throughout this area. *A. mariesii* trees occurred more frequently on these rocks than did the other types of vegetation. According to pollen analysis, *Abies* pollen started to occur approximately 2,500 years ago in the northern part and landslide area, and approximately 1,000 years ago in the southern part.

In Mt. Akita-Komagatake, the landform was similar to that of Mt. Hachimantai, with the exception of the landslide area. Wet meadow distribution in the northern part was similar to that in Mt. Hachimantai in terms of percentage and density of wet meadow distribution. In the southern part, the percentage of wet meadows was extremely low. However, irrespective of whether the distribution area of wet meadows was narrow or broad, thick *A. mariesii* forests tended to be distributed around the wet meadows on volcanic original surface. Maximum snow depth was approximately 325 cm in this area. The thickest *A. mariesii* forest in either part of Mt. Akita-Komagatake was narrower than that in Mt. Hachimantai. There was little *A. mariesii* distributed in the southern part of Mt. Akita-Komagatake. Scoria and pumice composed of granule gravel characterized the surface geology of the southern part. However, fine-grained volcanic ash was observed in the northern part. According to pollen analysis, *Abies* pollen started to occur approximately 1,000 years ago in the northern part, and approximately 2,500 years ago in southern part. There were no young *A. mariesii* trees around the small stand.

In Mt. Aomatsuba-yama, the landform consisted of gentle slope on the summit (slope angle: 1-10°) and smooth crest slope under periglacial condition (slope angle: >10°). There were no wet meadows in this area. In addition, *A. mariesii* forest was distributed in very narrow areas on summits. Maximum snow depth was <120 cm. Loam layers composed of clay were observed during surface geological surveys. According to pollen analysis, *Abies* pollen started to occur approximately 500 years ago. No young *A. mariesii* trees were found around the small stand, similar to Mt. Akita-Komagatake.

Overall, thick *A. mariesii* forests tended to be distributed around wet meadows on volcanic original surface. In the landslide area, *A. mariesii* frequently stood on rocks. These environmental conditions appeared to be favorable for the establishment of *A. mariesii* forests. The cause might be sparse distribution of other competing vegetation, particularly *S. kurilensis*, which could have prevented the establishment of *A. mariesii* seedlings. However, the distribution of *A. mariesii* forests varied even when the extent of wet meadows was the same. These results indicate that the present distribution of *A. mariesii* forests was possibly determined by the distribution of wet meadows and the expansion period of *A. mariesii*. The present distribution of *A. mariesii* forest can be explained by four types of expansion patterns.

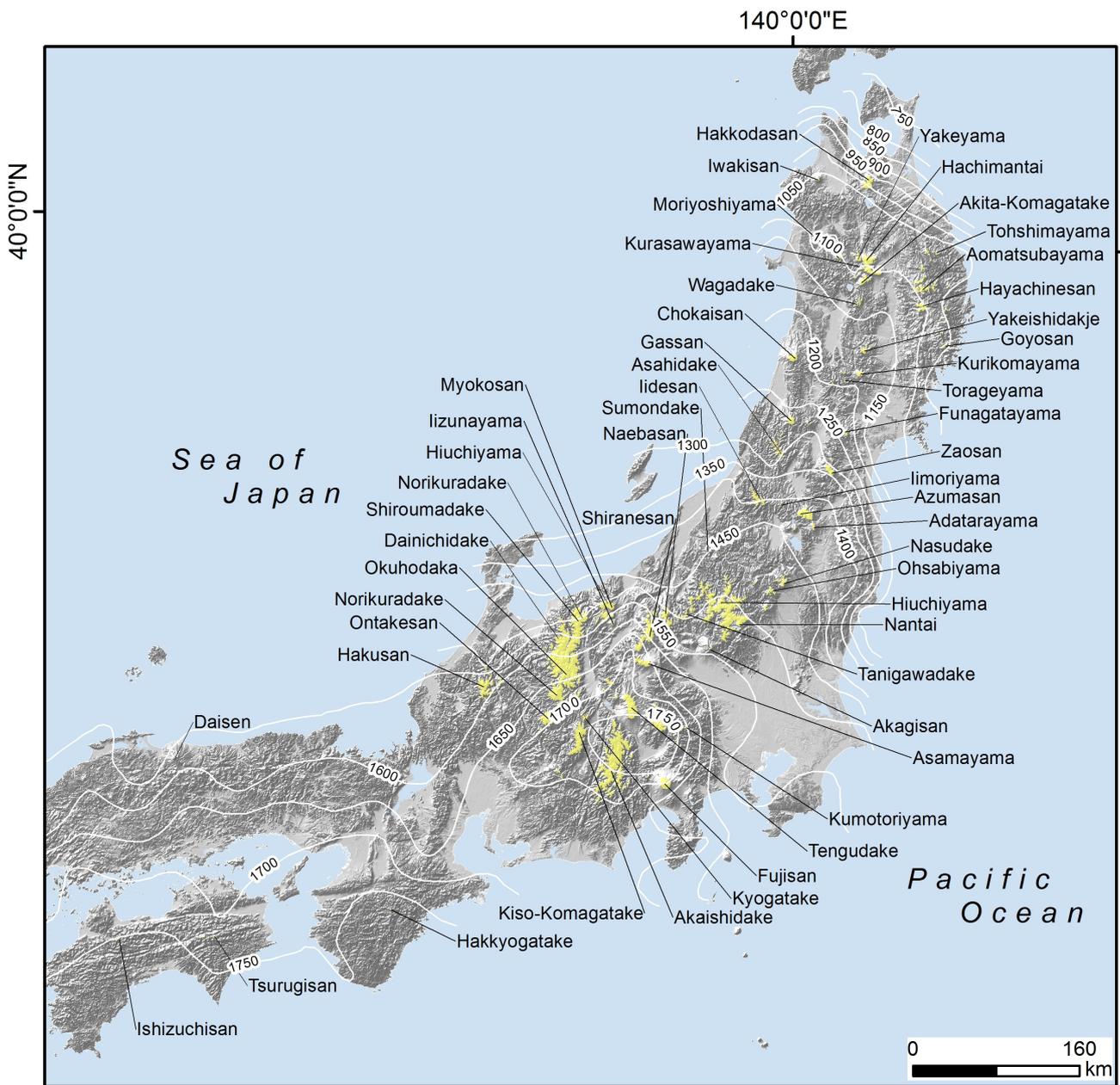
Type 1: The northern part of Mt. Hachimantai and the landslide area were included in this type. There were several wet meadows or rocks in these areas. These conditions are presumed to be favorable for the establishment of *A. mariesii* forests. In addition, it is possible that *A. mariesii* existed in these areas since an early period. Consequently, *A. mariesii* forests appear to have expanded smoothly and formed vast ranges now.

Type 2: The southern part of Mt. Hachimantai and the northern part of Mt. Akita-Komagatake were included in this type. High percentage and density of wet meadow distribution indicated that environmental conditions in these areas were favorable for the establishment of *A. mariesii* forests. Accordingly, the present narrow distribution of *A. mariesii* forests in these areas might reflect the consequences of recent expansions. It appears likely that the distribution of *A. mariesii* forests will expand smoothly in future.

Type 3: The southern part of Mt. Akita-Komagatake was included in this type. *A. mariesii* forests and wet meadows were narrowly distributed on volcanic original surface. This might have been caused by the lack of wet meadows owing to the prevalence of permeable deposits like granule gravel of scoria and pumice. *A. mariesii* forests thus appear to have remained restricted within small ranges owing to the unfavorable conditions, in spite of the possibility that *A. mariesii* existed in these areas since an early period. The absence of young trees around the small *A. mariesii* stand indicated that the distribution of *A. mariesii* forest is unlikely to expand smoothly in future.

Type 4: Mt. Aomatsuba-yama was included in this type. Maximum snow depth was lesser than that in the other areas. Therefore, the snowmelt volume was too small to form wet meadows. In addition, owing to such unfavorable conditions, the *A. mariesii* forest started to expand recently, and *A. mariesii* was not predominant in this area. For reasons similar to those in the case of type 3, it is more likely that the distribution of *A. mariesii* forest will not expand smoothly in future.

Evidently, it can be concluded that the present distribution of *A. mariesii* forest has been determined by the starting time and the speed of expansion of *A. mariesii* forests, which are affected by environmental conditions.



Under WI45 area

図 1 本州および四国におけるWI45以下の領域

陰影図は国土地理院発行の10 mDEMを使用して作成。白線は45WI面の高さの等値線（梶，1987）を示す。

Fig. 1 Distribution of the area that WI is under 45 in Honshu and Shikoku

Shaded relief map is constructed using 10 m digital elevation model published by Geographical Survey Institute. White lines show altitudinal isopleths of the 45WI plane (Kaji, 1987).

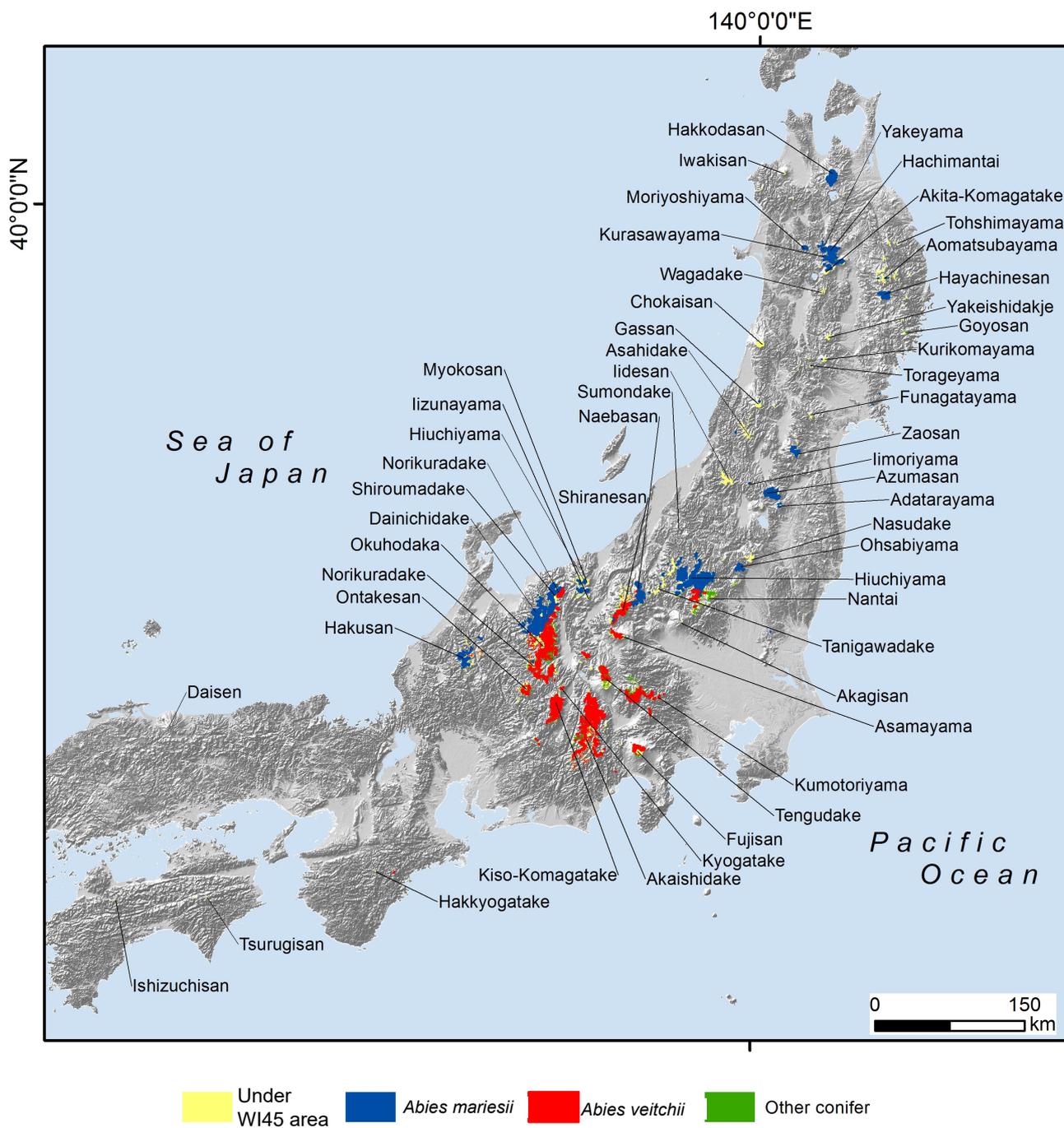


図 2 東北地方のWI45以下の領域における主要針葉樹の分布
 1/50,000現存植生図（環境省生物多様性センター）を使用して作成。
 Fig. 2 Distribution of major coniferous species in the area that WI is under 45, the Tohoku district
 Vegetation map is constructed using 1/50,000 actual vegetation map by Biodiversity Center of
 Japan, Ministry of the Environment.

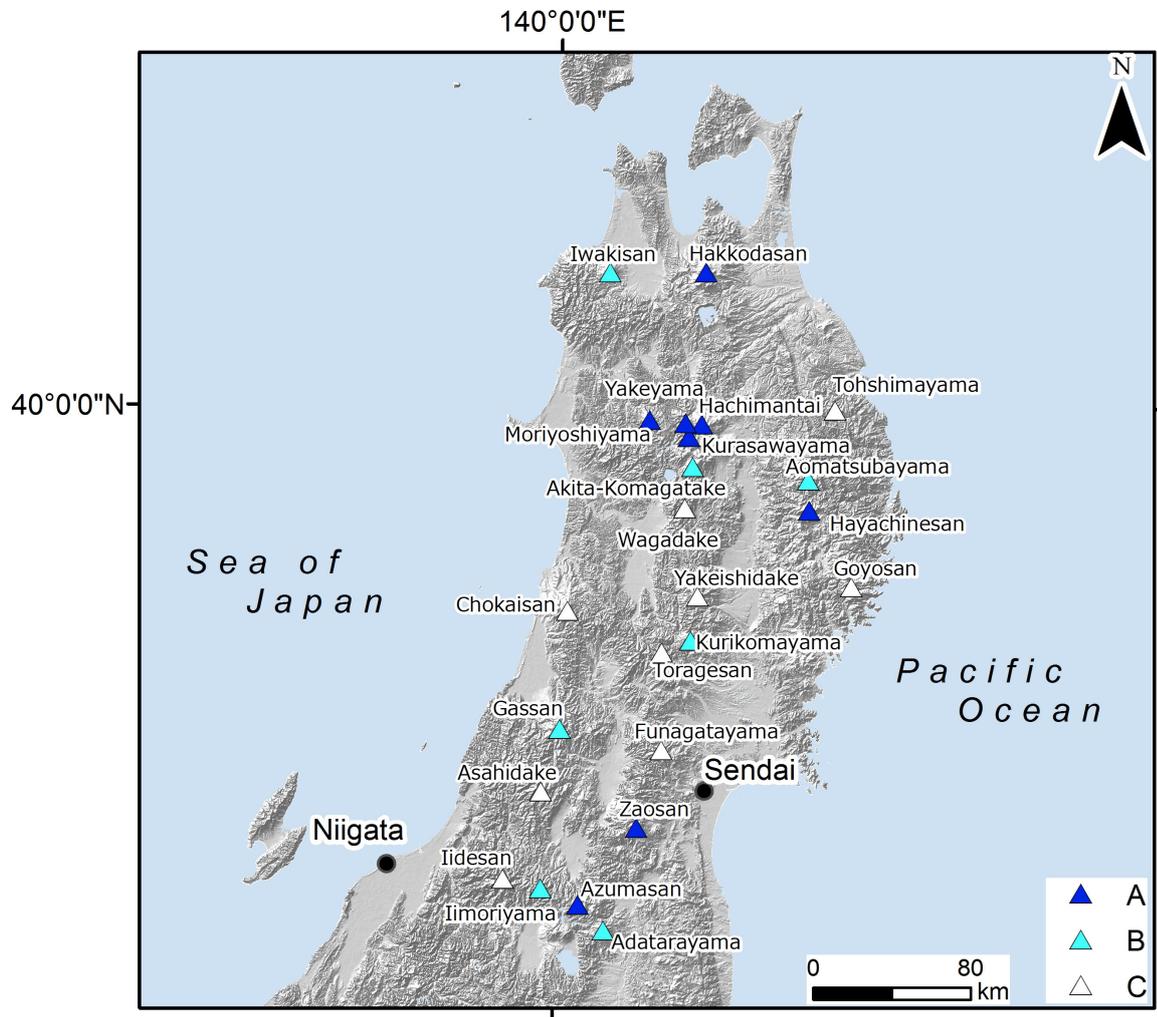


図 3 東北地方のWI45以下の領域におけるオオシラビソ林の分布

Sugita (1992) を加筆, 修正。A: 広く分布, B: 断片的に分布, C: ほぼ分布していない。

Fig. 3 Distribution of of the *Abies mariesii* forest in the WI45 area of the Tohoku district Modified from Sugita (1992). A: Widely distributed, B: Sparsely distributed, C: Hardly distributed.

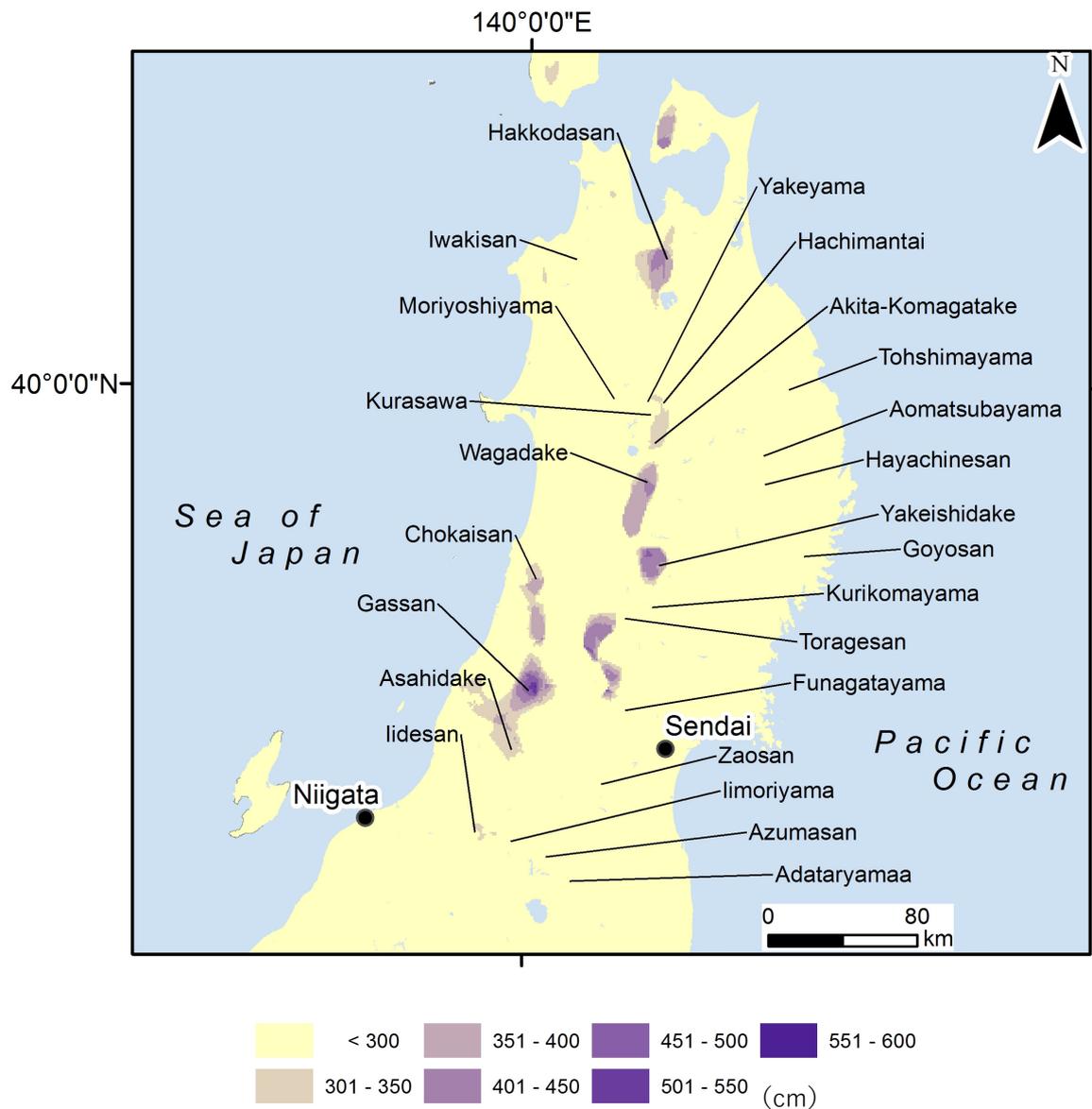


図4 東北地方の最深積雪深の平年値

国土交通省国土政策局の国土数値情報平年値メッシュデータ（平成24年整備、統計期間1981～2010年）を用いて作成。

Fig. 4 Normal value of maximum snow depth in the Tohoku district

This map is constructed using digital national land information (developed in 2012, statistics between 1981 and 2010) by National Spatial Planning and Regional Policy Bureau, MLIT.

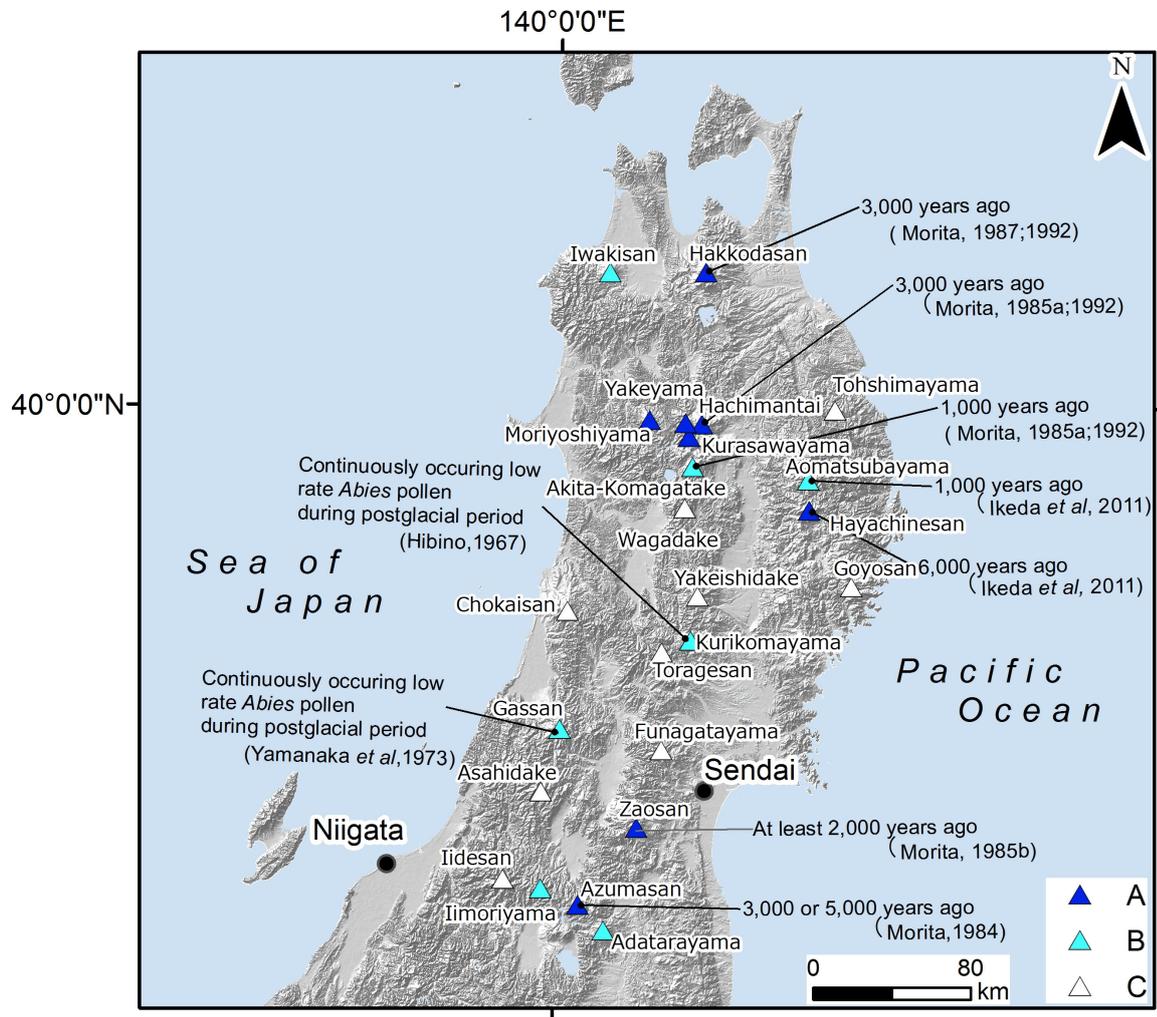


図 5 東北地方における *Abies* 花粉の検出開始時期とオオシラビソの分布

オオシラビソの分布については、Sugita (1992) を加筆、修正。

花粉の検出開始時期については、守田 (1985a, 1985b, 1987, 1992) , 池田ほか (2011) , Hibino (1967) , Yamanaka *et al.* (1973) のデータから作成。

A: 広く分布, B: 断片的に分布, C: ほぼ分布していない。

Fig. 5 Time when *Abies* pollen started to occur in the Tohoku district

Distribution of the *A. mariesii* forest is modified from Sugita (1992).

The time when *Abies* pollen occurred is based on Morita (1985a, 1985b, 1987, 1992) , Ikeda *et al.* (2011), Hibino (1967) and Yamanaka *et al.* (1973) .

A: Widely distributed, B: Sparsely distributed, C: Hardly distributed.

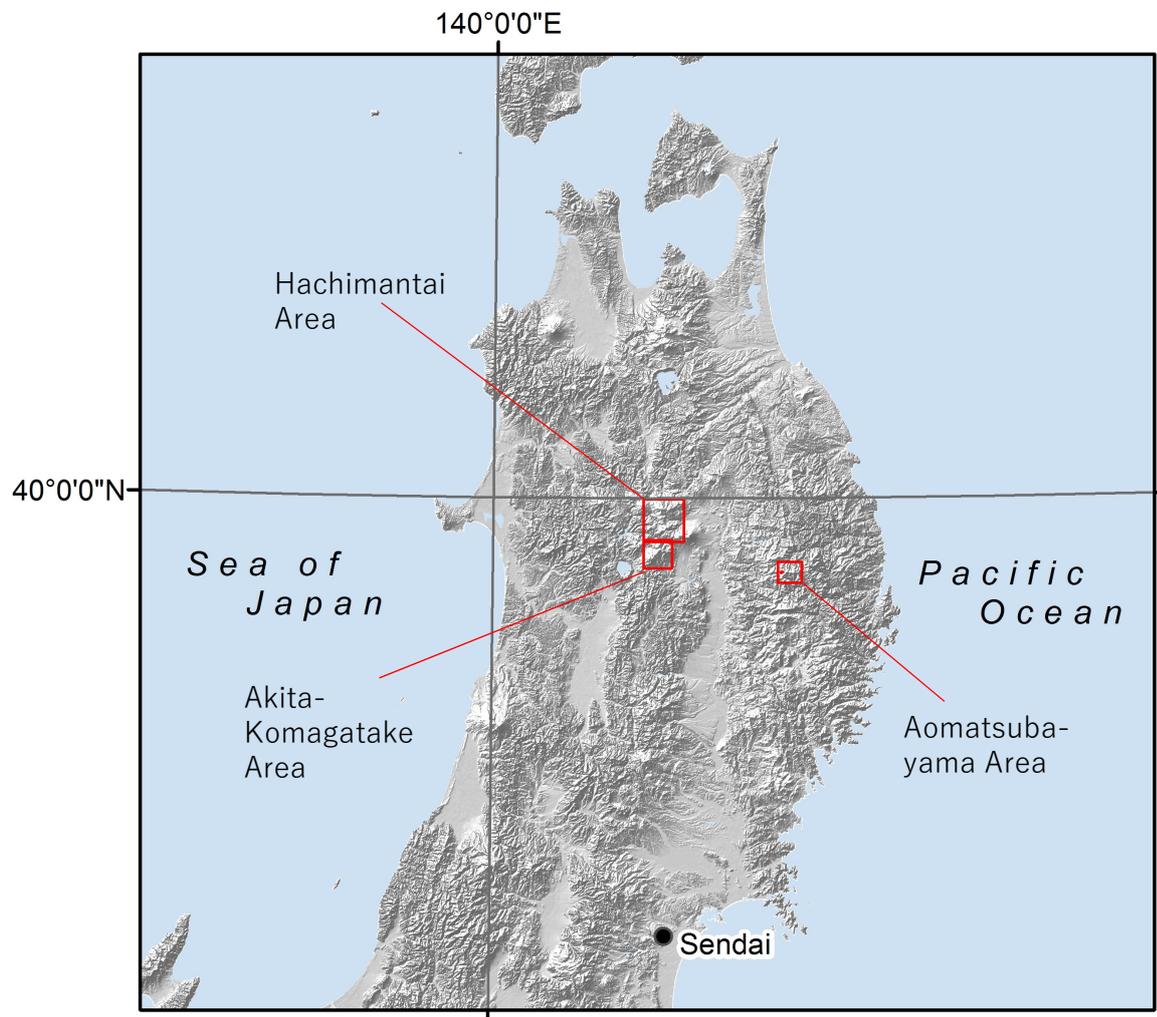
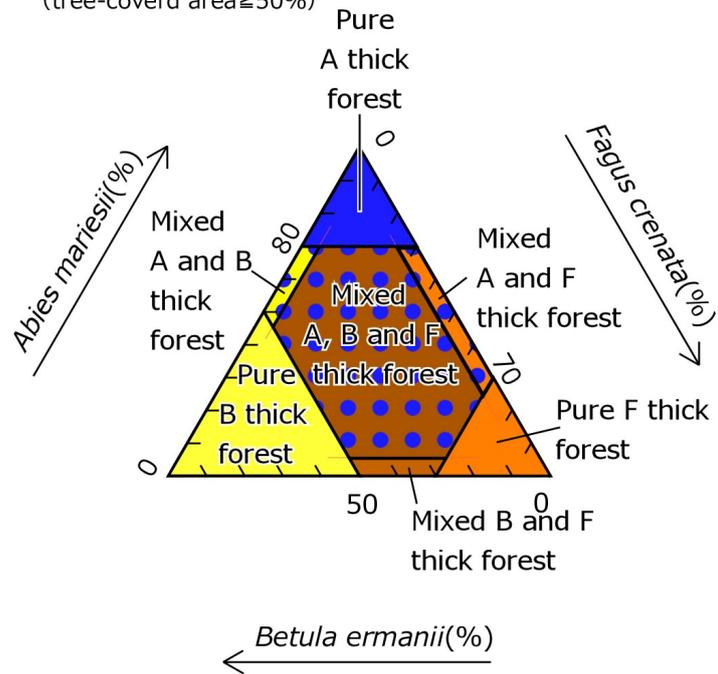


図 6 調査対象地域
Fig. 6 Locations of the study areas

(a) Thick forest

(tree-cover area $\geq 50\%$)



(b) Thin forest

($50\% >$ tree-cover area $> 2\%$)

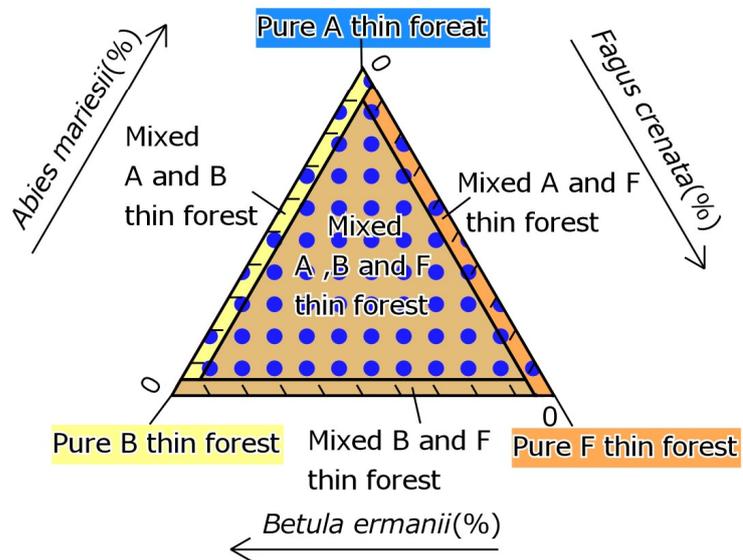


図7 森林域の植生分類の基準

(a) 密林域, (b) 疎林域

Fig. 7 Basis for classification of vegetation

(a) Thick forest, (b) Thin forest

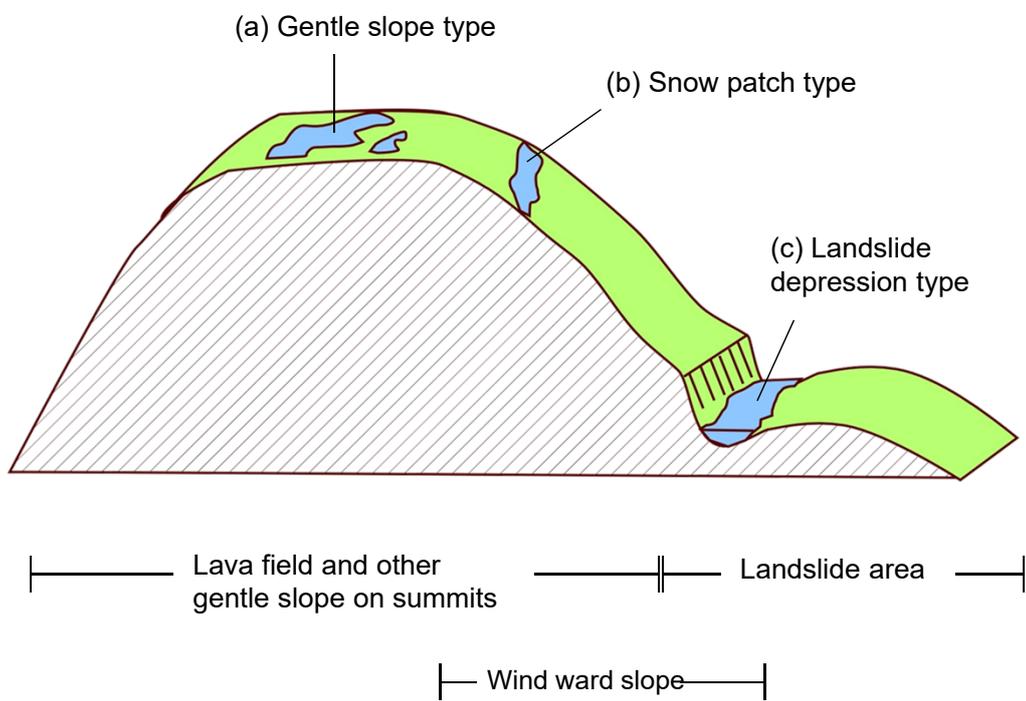
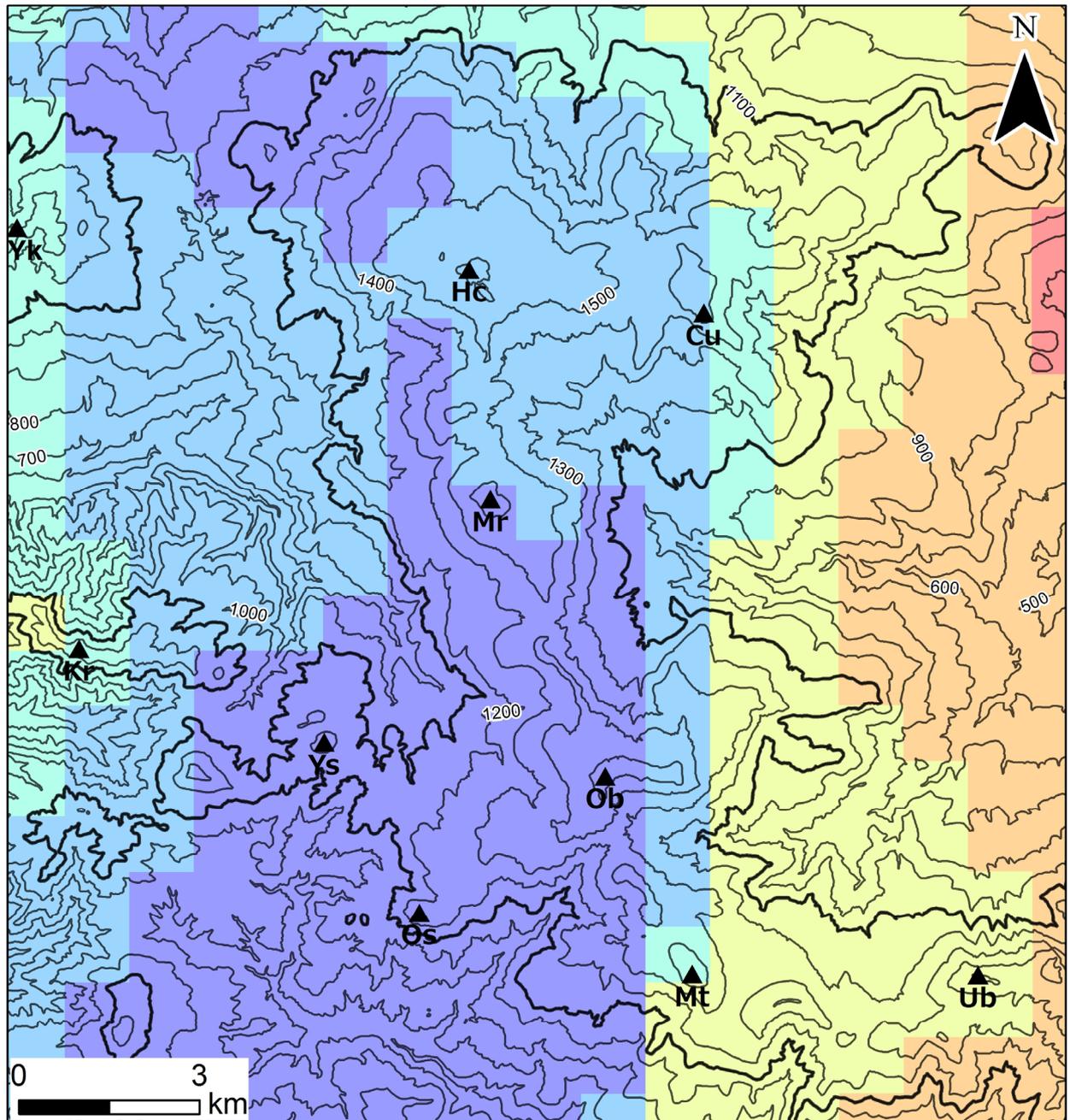


図 8 山地湿原の分類基準の概念図
 Fig. 8 Schematic diagram of basis for classification of wet meadows



0 - 100
 101 - 150
 151 - 200
 201 - 250
 251 - 300
 301 - 350 (cm)

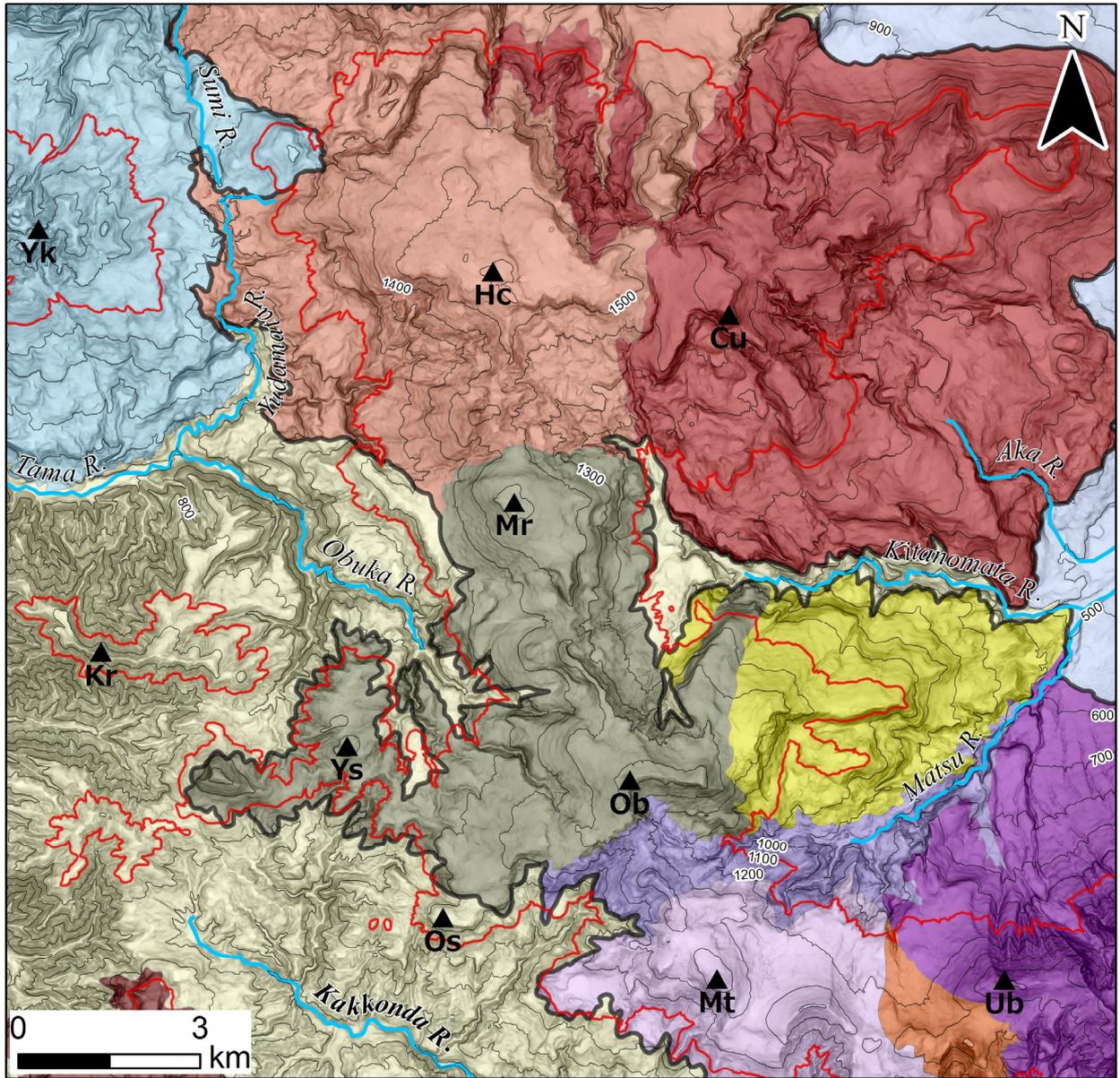
▲Yk: Yake-yama ▲Cu: Chausu-dake ▲Kr: Kurasawa-yama ▲Ob: Obuka-dake ▲Mt: Mitsuishi-yama
 ▲Hc: Hachimantai ▲Mr: Morobi-dake ▲Ys: Yase-mori ▲Os: Oshiro-mori ▲Ub: Ubakura-yama

図9 八幡平地域の最深積雪深の平年値

国土交通省国土政策局の数値情報平年値メッシュデータ（平成24年整備，統計期間1981～2010年）を用いて作成。黒太線は標高1,100 mの等高線を示す。

Fig. 9 Normal value of maximum snow depth in Hachimantai area

Based on digital national land information (developed in 2012, statistics between 1981 and 2010) by National Spatial Planning and Regional Policy Bureau, MLIT. Bold contour lines show the elevation of 1,100 m.



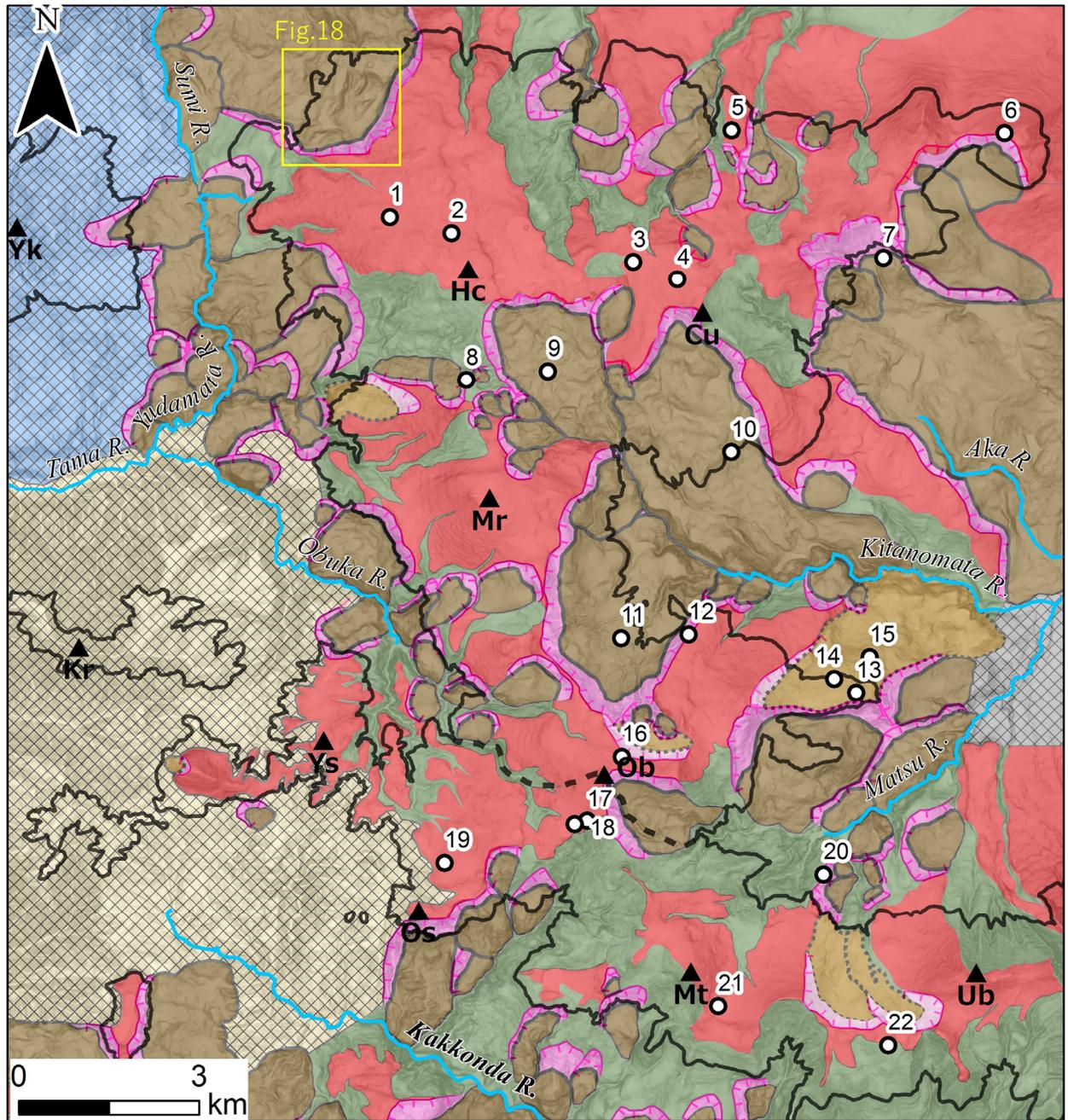
- | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------|---|
| Hachimantai and Iwate volcanic group | Hachimantai volcano | Matsukawa altered andesite | Inukura volcano | Volcanic debris deposit and river terrace deposit |
| Chausudake volcano | Omatsukura volcano | Older Iwate volcano | Oshiomori lava | Tamagawa welded tuff |
| Obukadake volcano | Marumori volcano | Yakeyama volcano | | |
-
- | | | | | |
|------------------|------------------|--------------------|------------------|---------------------|
| ▲Yk: Yake-yama | ▲Cu: Chausu-dake | ▲Kr: Kurasawa-yama | ▲Ob: Obuka-dake | ▲Mt: Mitsuishi-yama |
| ▲Hc: Hachimantai | ▲Mr: Morobi-dake | ▲Ys: Yase-mori | ▲Os: Oshiro-mori | ▲Ub: Ubakura-yama |

図 10 八幡平地域の地質図

河野・上村 (1964) をもとに作成。赤線は、標高1,100 mの等高線を示す。

Fig. 10 Geological map of Hachimantai area

Simplified from Kawano and Uemura (1964). Red contour lines show the elevation of 1,100 m.



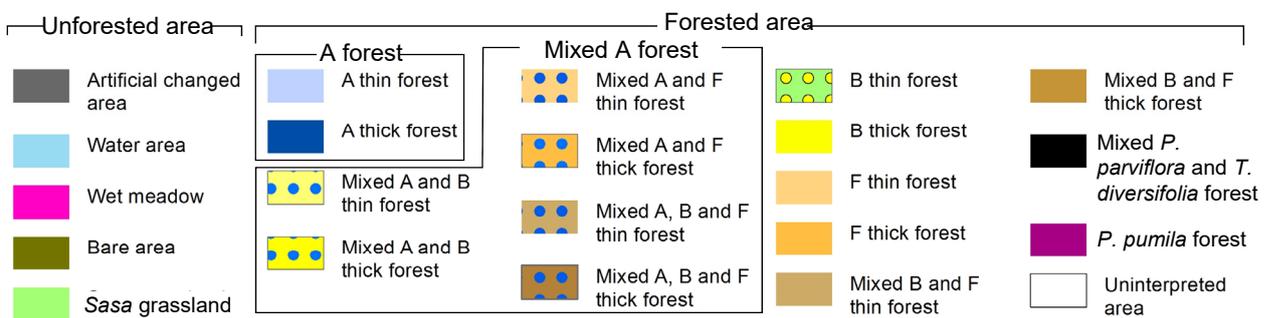
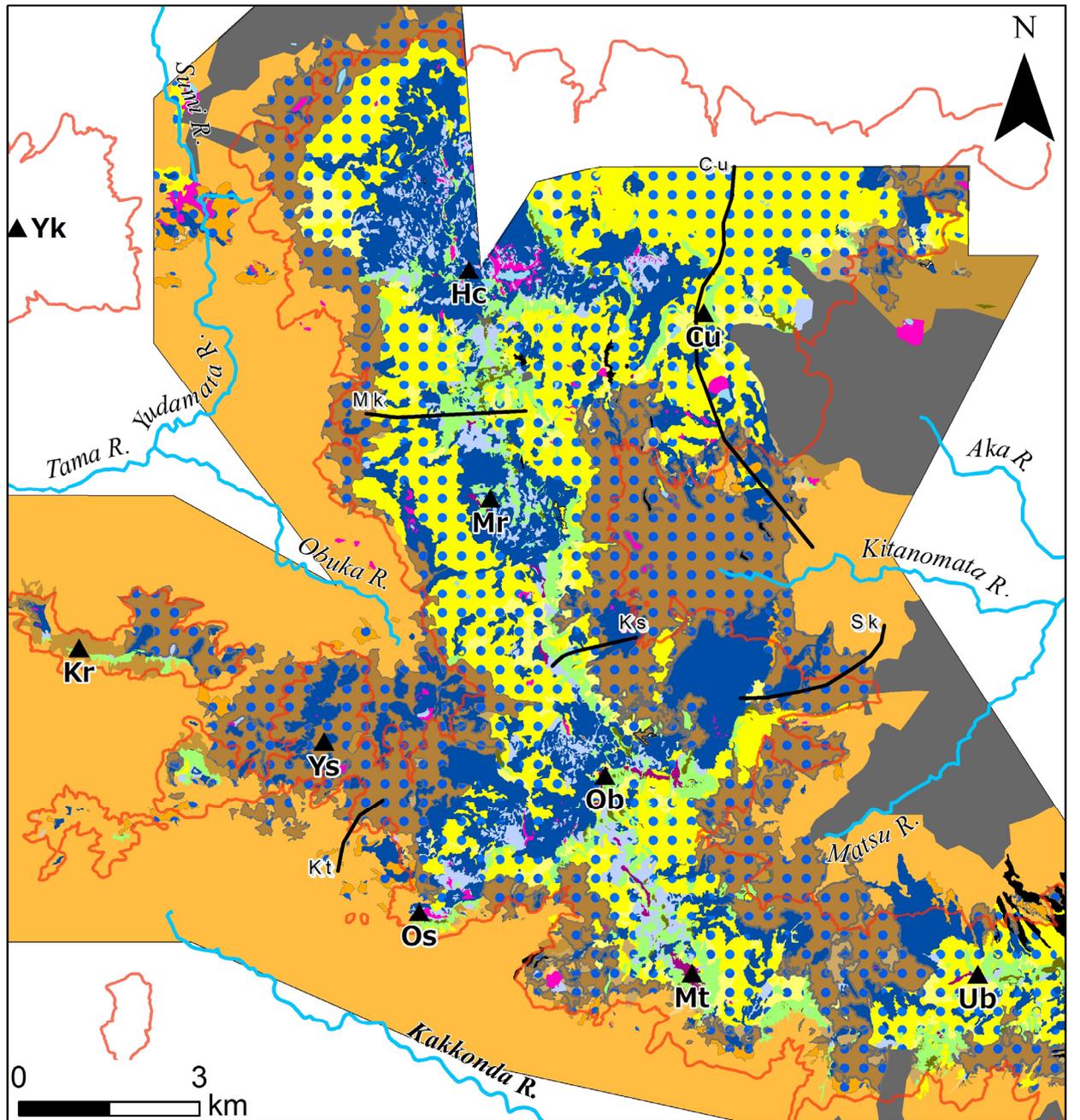
▲Yk: Yake-yama ▲Cu: Chausu-dake ▲Kr: Kurasawa-yama ▲Ob :Obuka-dake ▲Mt: Mitsuishi-yama
 ▲Hc: Hachimantai ▲Mr: Morobi-dake ▲Ys: Yase-mori ▲Os: Oshiro-mori ▲Ub: Ubakura-yama

図 11 八幡平地域の地形分類図

1~22は土層断面(図15)の観察地点, 黒太線は標高1,100 mの等高線, 点線は北部と南部の境界, 網掛部は判読範囲外を示す。

Fig. 11 Geomorphological map of Hachimantai area

No. 1~22 show the locations of columnar sections (Fig. 15). Bold contour lines show the elevation of 1,100 m. Dotted line is boundary between northern part and southern one. Hatched parts are out of the classification area.



- ▲Yk: Yake-yama ▲Cu: Chausu-dake ▲Kr: Kurasawa-yama ▲Ob: Obuka-dake ▲Mt: Mitsuishi-yama
 ▲Hc: Hachimantai ▲Mr: Morobi-dake ▲Ys: Yase-mori ▲Os: Oshiro-mori ▲Ub: Ubakura-yama

図 12 八幡平地域の植生分類図

赤線は標高1,100 mの等高線，黒太線のCu, Mk, Ks, Sk, Ktラインは標高毎の出現植生割合（図13）の判読位置を示す。

Fig. 12 Vegetation map of Hachimantai area

Red contour lines show the elevation of 1,100 m. Bold black lines (Cu, Mk, Ks, Sk, Kt) show the survey lines where the percentage of vegetation area every elevation is calculated (Fig.31).

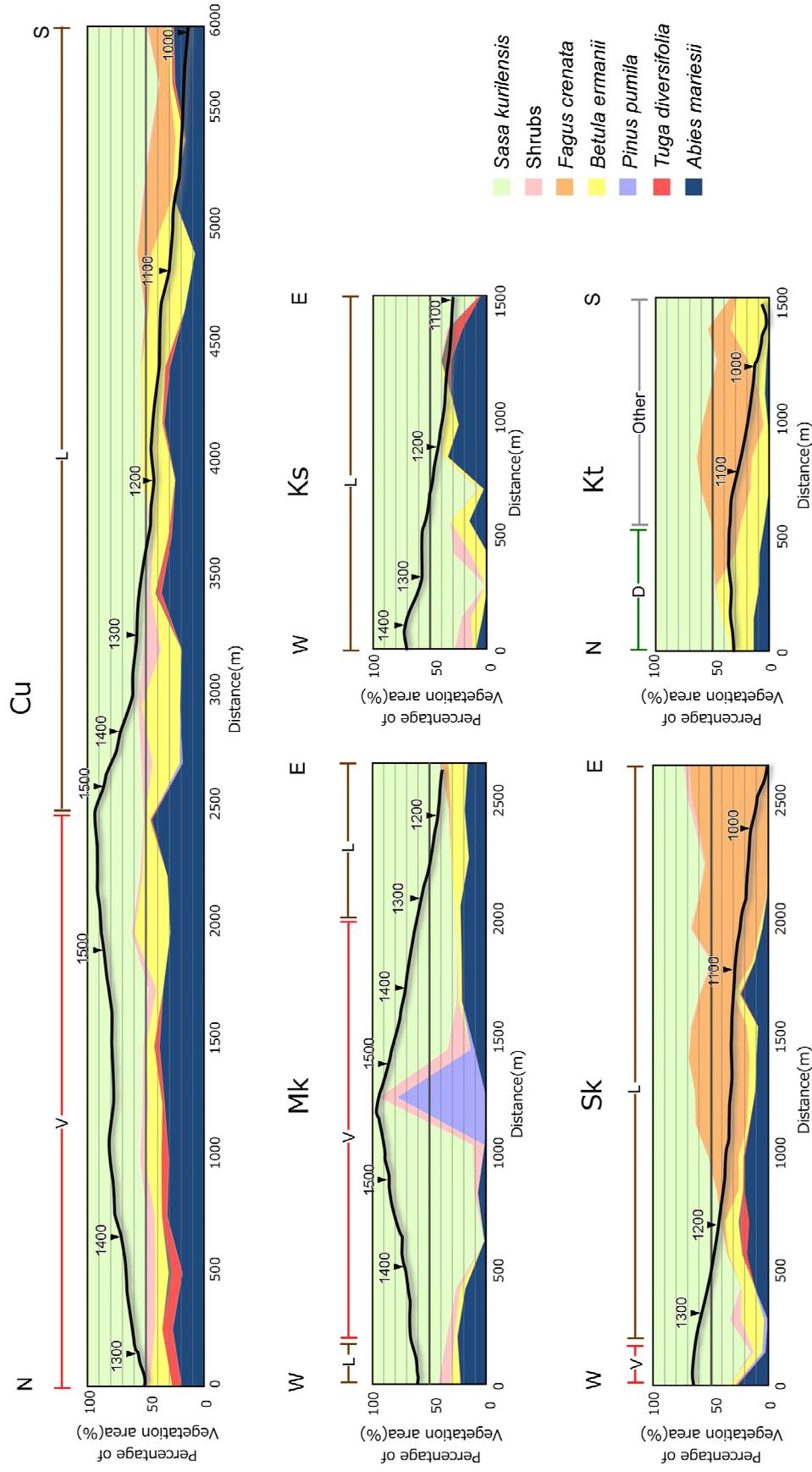
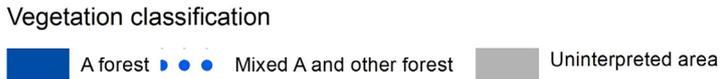
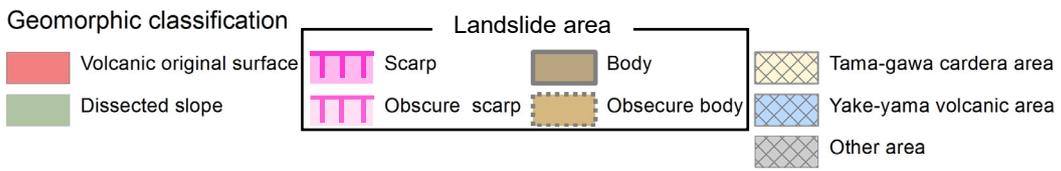
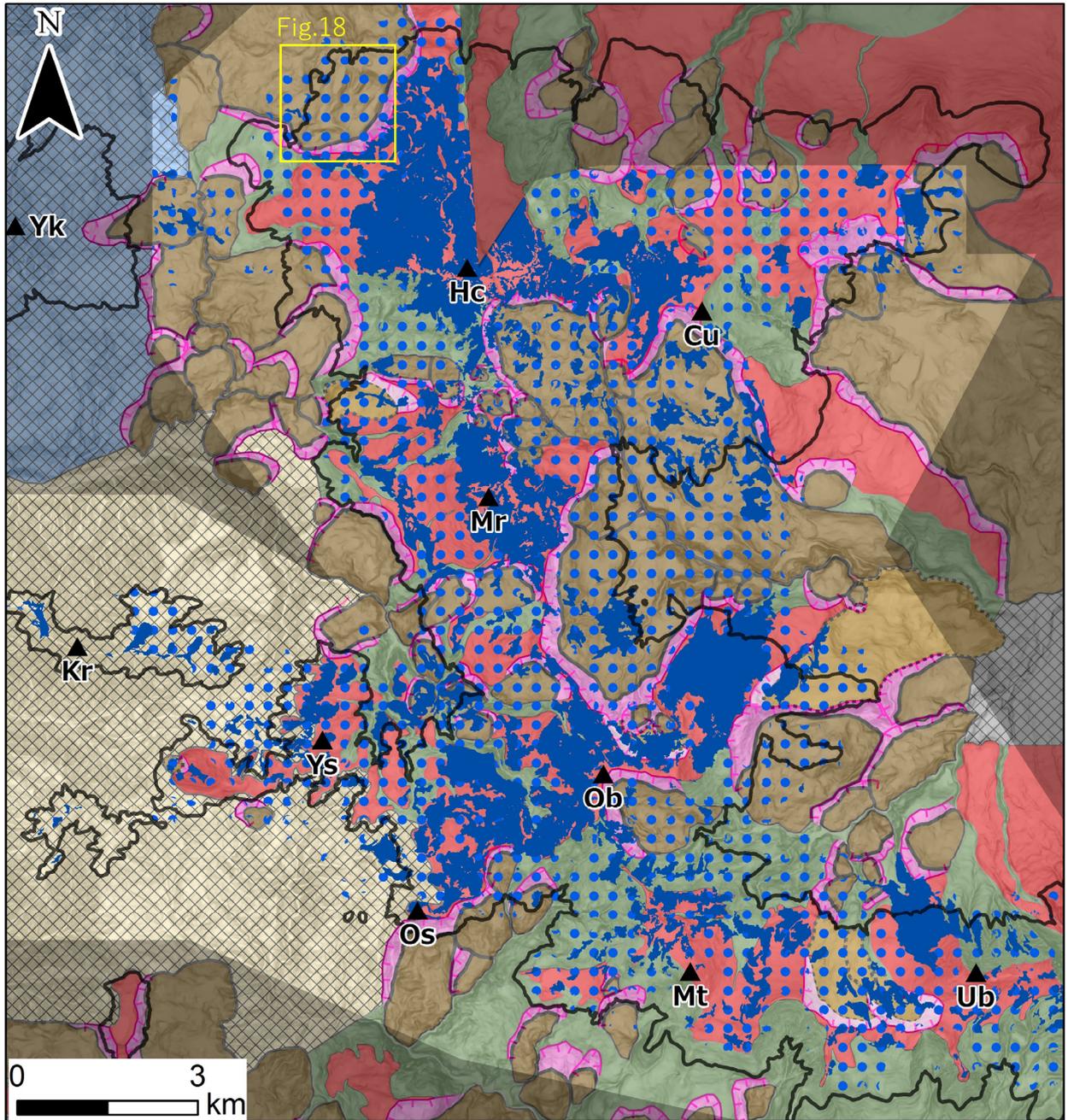


図 13 八幡平地域における地形断面および標高毎の出現植生割合

V: 火山原面, L: 地すべり地形, D: 開析斜面. Cu, Mk, Ks, Sk, Ktは判読したライン名を示す。判読ラインの位置は図12を参照。
 図中黒太線は地形断面, それに沿う数字は標高(m)を示す。

Fig. 13 Geomorphic profile and the percentage of vegetation area every elevation in Hachimantai area
 V: Volcanic original surface, L: Landslide area, D: Dissected slope. See Fig. 12 for the locations of the line (Cu, Mk, Ks, Sk, Kt).
 Bold black line shows geomorphic profile and the numbers show elevation(m) along the line.



- | | | | | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|----------------------|
| ▲ Yk: Yake-yama | ▲ Cu: Chausu-dake | ▲ Kr: Kurasawa-yama | ▲ Ob :Obuka-dake | ▲ Mt: Mitsuishi-yama |
| ▲ Hc: Hachimantai | ▲ Mr: Morobi-dake | ▲ Ys: Yase-mori | ▲ Os: Oshiro-mori | ▲ Ub: Ubakura-yama |

図 14 八幡平地域の地形分類図とオオシラビソ純林、オオシラビソ混交林の分布
 1~22は土層断面(図15)の観察地点, 黒太線は標高1,100 mの等高線, 網掛部は判読範囲外を示す。
 Fig. 14 Geomorphological map and distribution of pure *A. mariesii* forest and mixed *A. mariesii* and other forest in Hachimantai area
 No. 1~22 show the locations of columnar sections (Fig. 15). Bold contour lines show the elevation of 1,100 m. Hatched parts are out of the classification area.

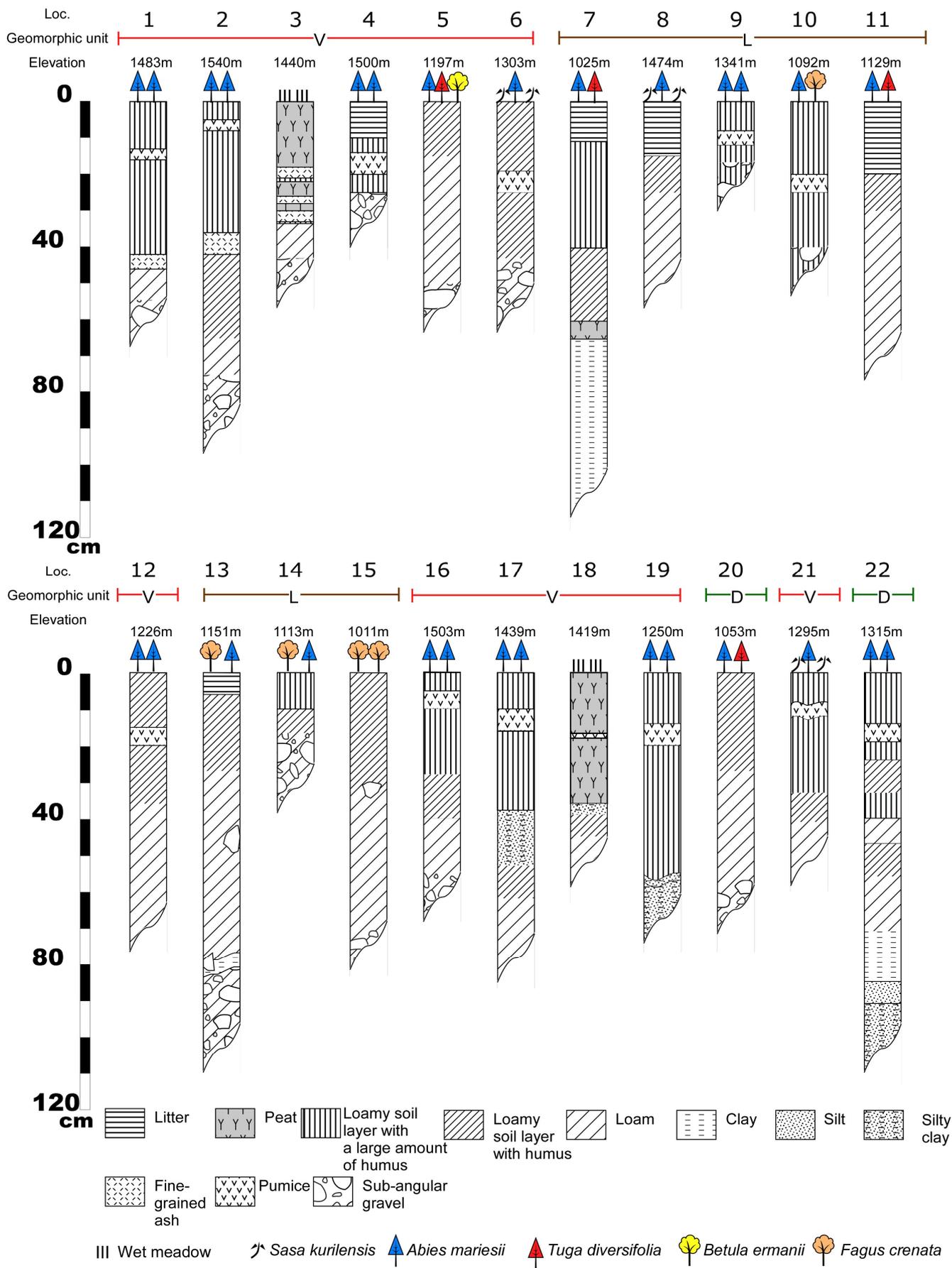
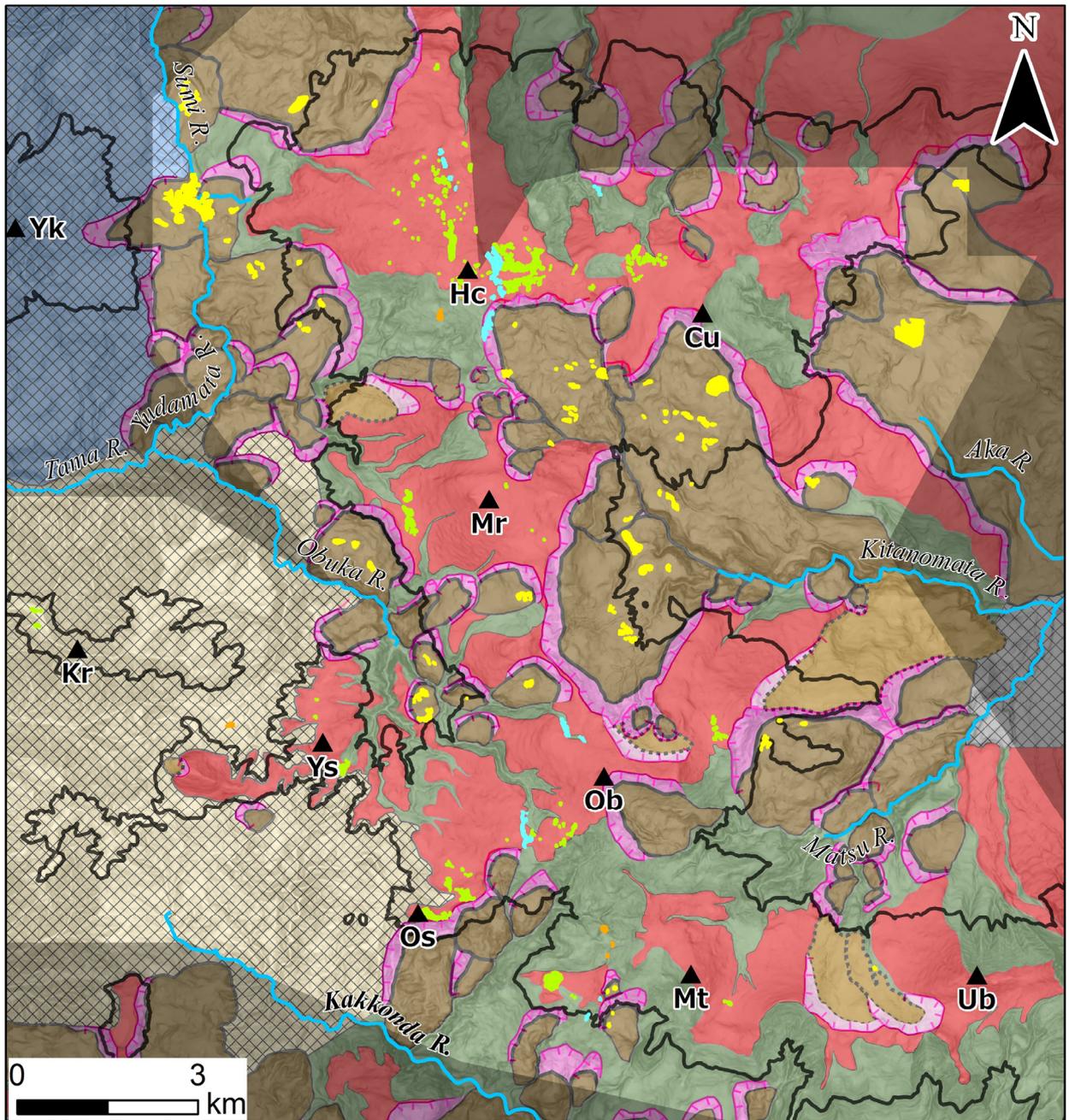


図 15 八幡平地域の土層断面図と植生

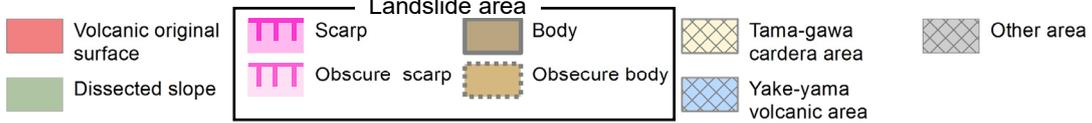
V: 火山原面, L: 地すべり地形, D: 開析斜面。1~22は地点番号を示す。位置は図14を参照。

Fig. 15 Columnar sections of trial pits in Hachimantai area

V: Volcanic original surface, L: Landslide area, D: Dissected slope. See Fig. 14 for the locations of the columnar sections (1~22).



Geomorphologic classification



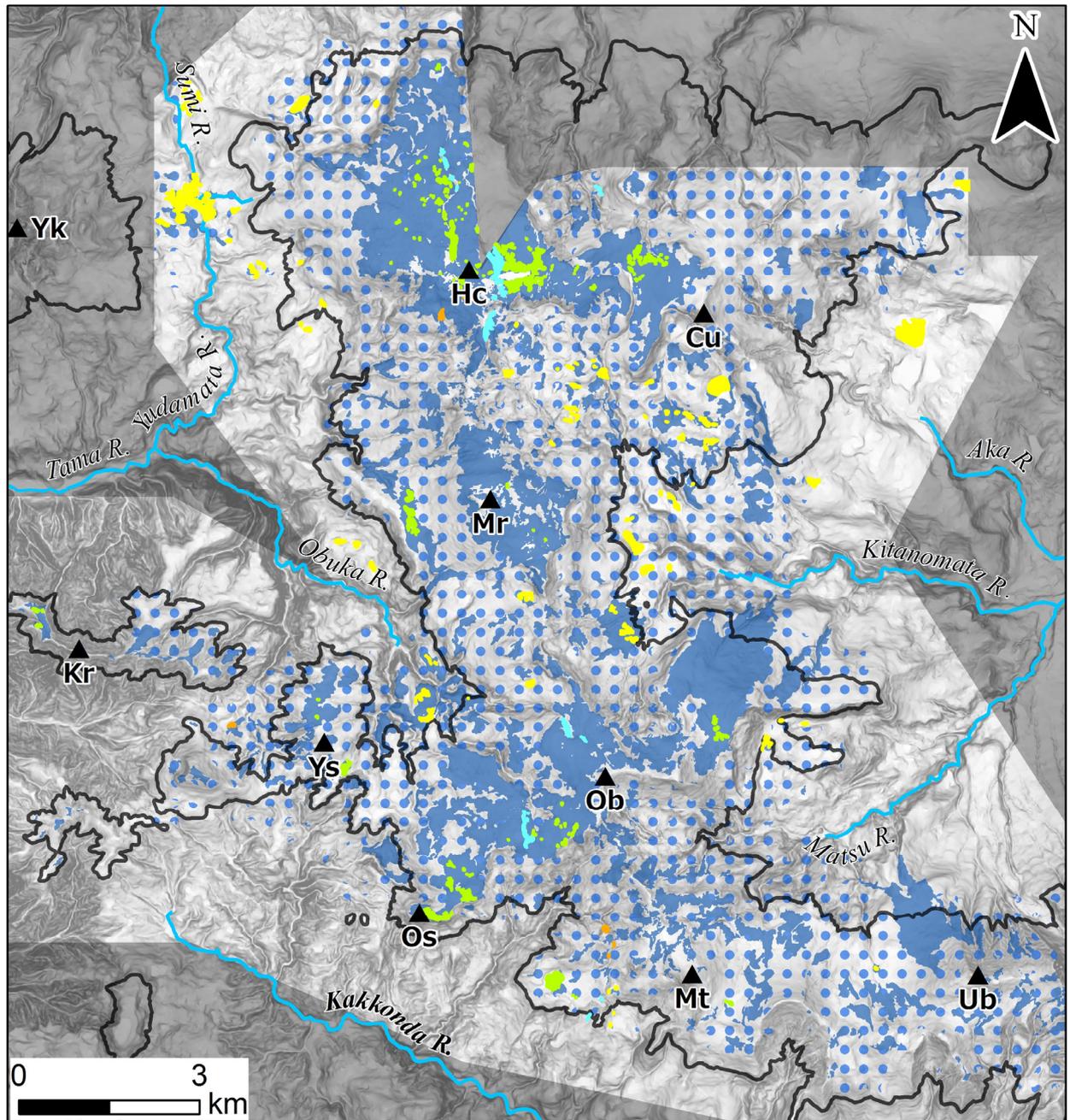
Wet meadow classification



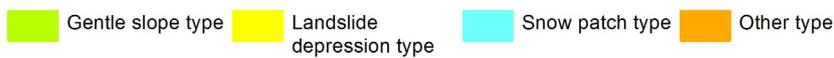
- ▲ Yk: Yake-yama ▲ Cu: Chausu-dake ▲ Kr: Kurasawa-yama ▲ Ob: Obuka-dake ▲ Mt: Mitsuishi-yama
 ▲ Hc: Hachimantai ▲ Mr: Morobi-dake ▲ Ys: Yase-mori ▲ Os: Oshiro-mori ▲ Ub: Ubakura-yama

図 16 八幡平地域の地形分類図とタイプ毎の山地湿原の分布
 黒太線は標高1,100 mの等高線，網掛部は判読範囲外を示す。

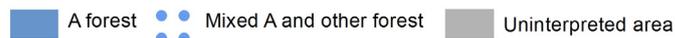
Fig. 16 Geomorphological map and distribution of each type of wet meadow in Hachimantai area
 Bold contour lines show the elevation of 1,100 m. Hatched parts are out of the classification area.



Wet meadow classification



Vegetation classification



- | | | | | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|----------------------|
| ▲ Yk: Yake-yama | ▲ Cu: Chausu-dake | ▲ Kr: Kurasawa-yama | ▲ Ob: Obuka-dake | ▲ Mt: Mitsuishi-yama |
| ▲ Hc: Hachimantai | ▲ Mr: Morobi-dake | ▲ Ys: Yase-mori | ▲ Os: Oshiro-mori | ▲ Ub: Ubakura-yama |

図 17 八幡平地域におけるオオシラビソ純林、オオシラビソ混交林の分布とタイプ毎の山地湿原の分布
 黒太線は標高1,100 mの等高線を示す。

Fig. 17 Distribution of pure *A. mariesii* forest, mixed *A. mariesii* and other forest, and each type of wet meadow in Hachimantai area
 Bold contour lines show the elevation of 1,100 m.

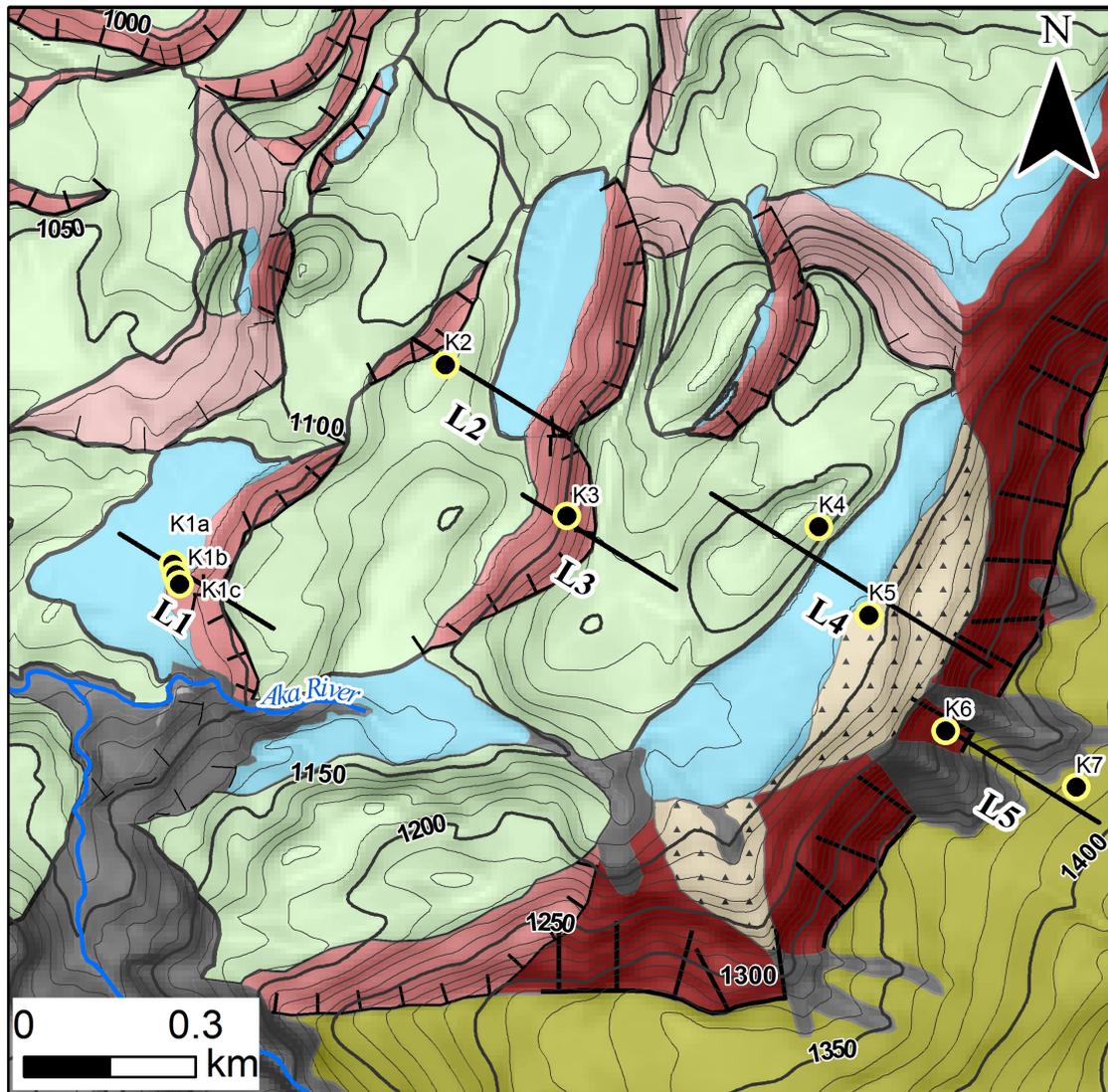


図 18 菰ノ森地域における微地形分類図

ラインL1～L5は模式地形断面図の作成位置（図24 a）， K1a～K7は土層断面の観察地点を示す（図24 b）。

Fig. 18 Microtopography classification map of Konomori area, Hachimantai area
Line L1~L5 show the survey lines of schematic geomorphic profile (Fig. 24 a). K1a~K7 show the locations of columnar sections (Fig. 24 b).

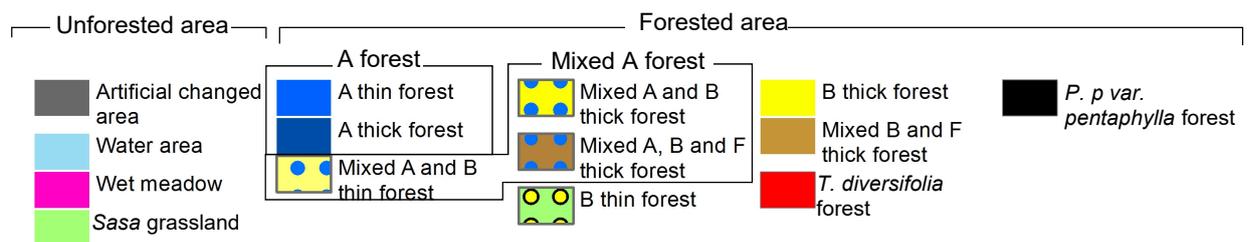
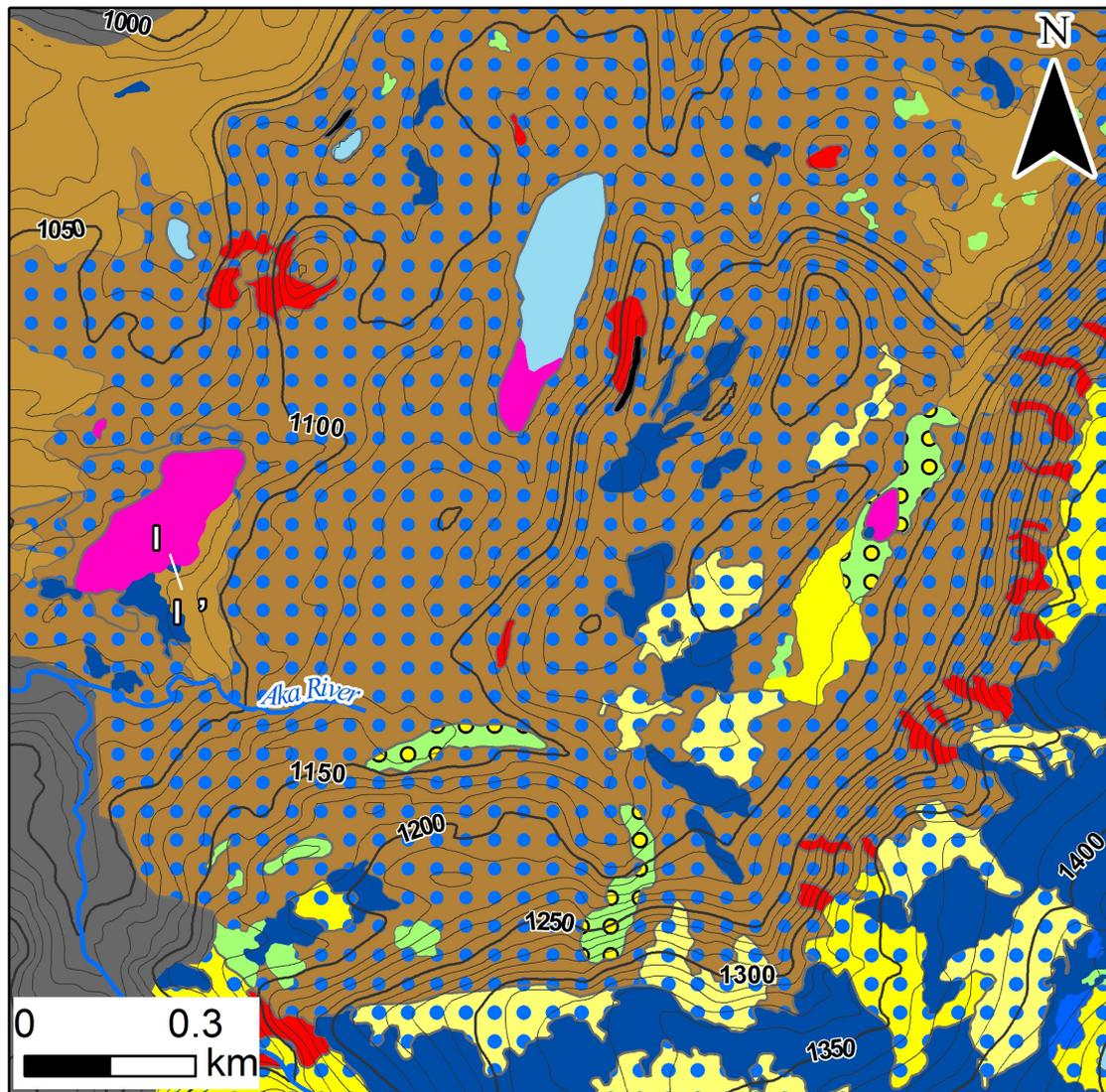
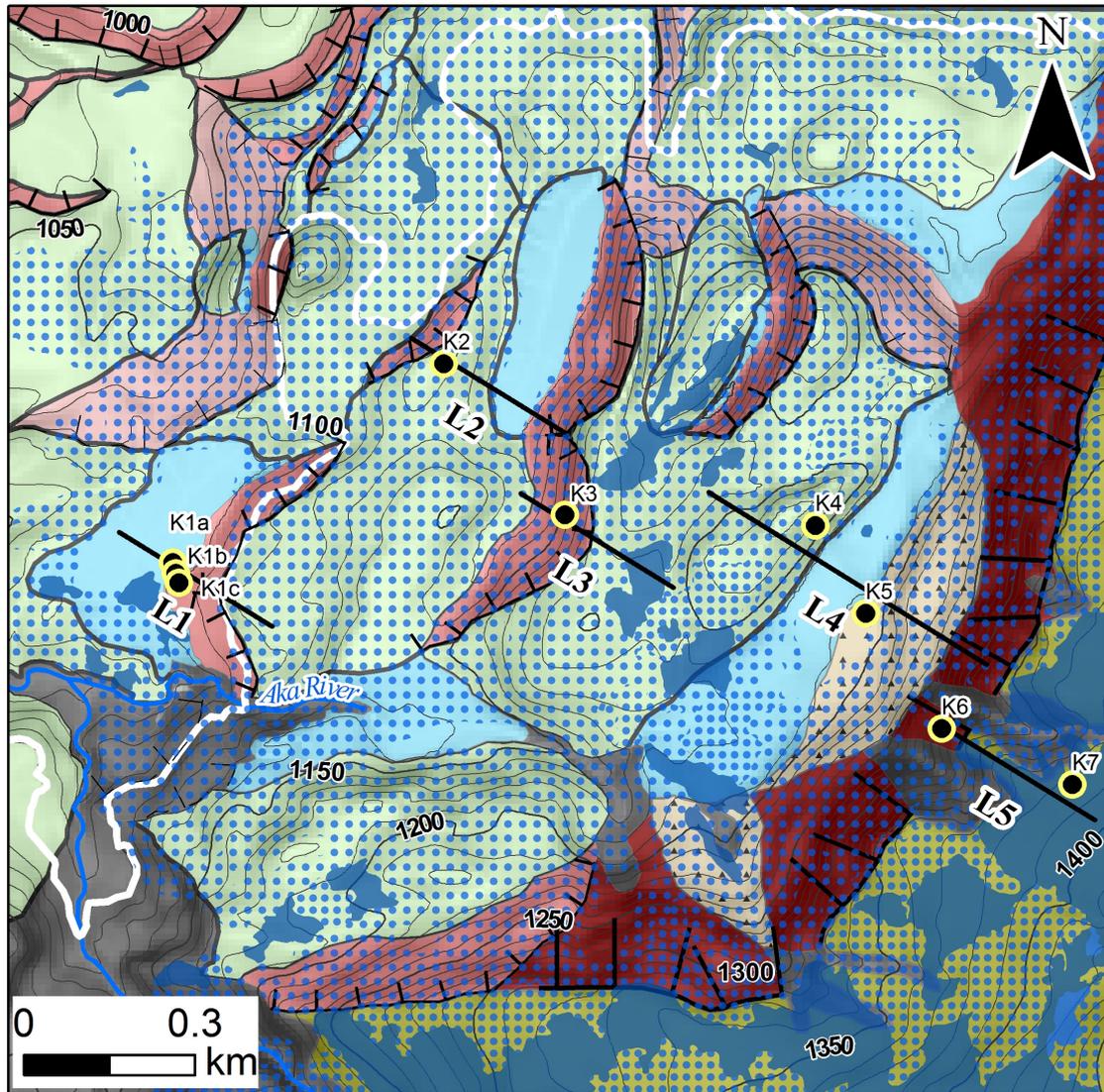


図 19 菰ノ森地域における植生分類図

l-l' ラインは地形断面図および毎木調査のラインを示す (図21)。

Fig. 19 Vegetation map of Konomori area, Hachimantai area

l-l' line shows the survey line of geomorphic profile and every tree measurement (Fig. 21).



Geomorphic classification



Vegetation classification



図 20 蕨ノ森地域における微地形分類図とオオシラビソ林およびオオシラビソ混交林の分布
白線は標高1,100 mの等高線を示す。K1a~K7は土層断面の観察地点を示す（図24 b）。

Fig. 20 Microtopography classification map and distribution of *A. mariesii* forest and mixed *A. mariesii* and other forest in Konomori area, Hachimantai area
White contour line shows the elevation of 1,100 m. K1a~K7 show the locations of columnar sections (Fig. 24 b).

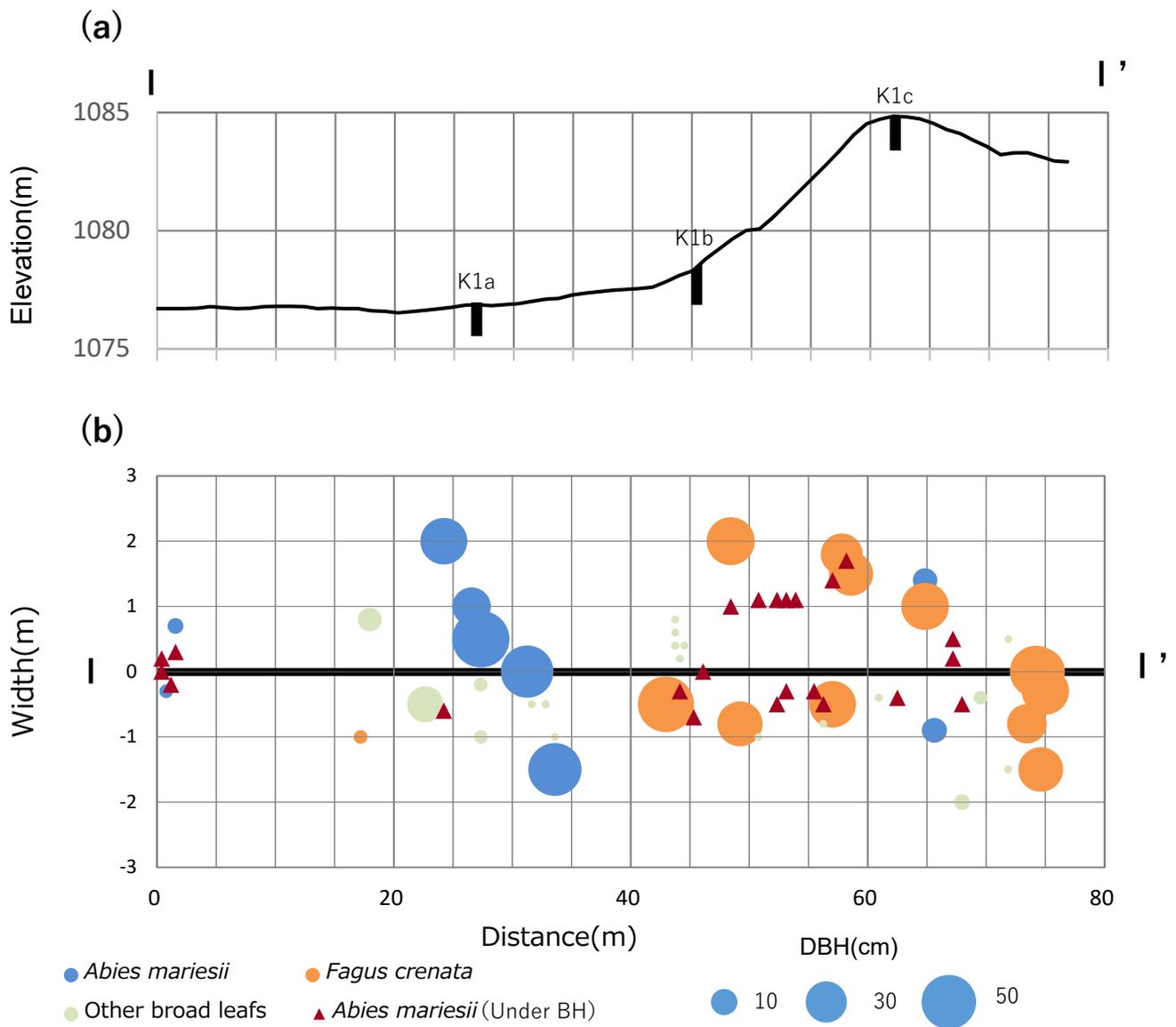


図 21 (a)菰ノ森地域のl-l'ラインにおける地形断面図
l-l' ラインの位置は図19に示す。
(b) 樹種毎の立木位置および胸高直径(DBH)
観察結果は図24に示す。

Fig. 21 (a) Geomorphic profile of l-l' line
The location of l-l' line is shown in Fig.19.
(b) Location and DBH of trees in Konomori area, Hachimantai area
Columnar sections are shown in Fig.24.

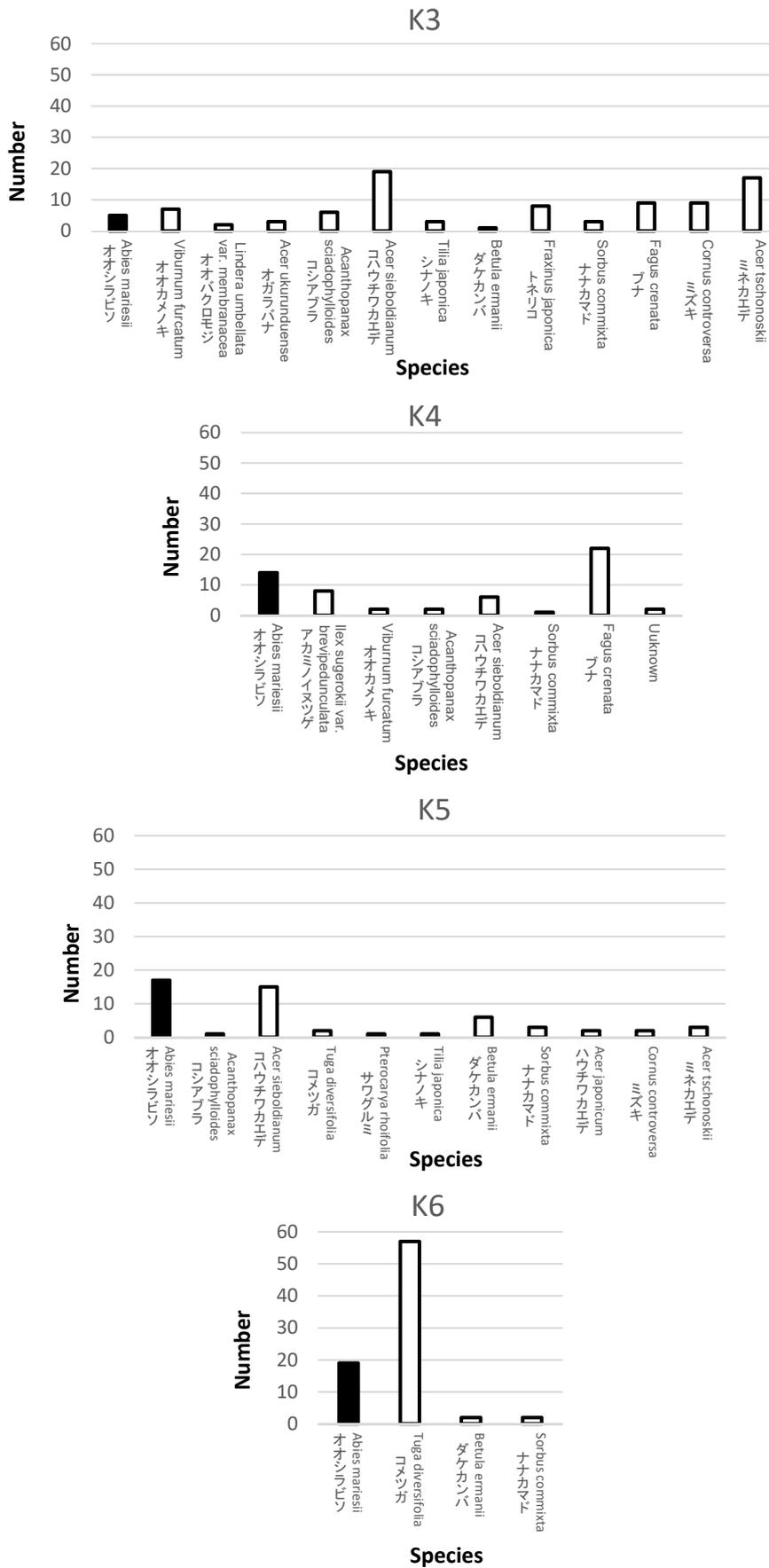


図 22 菰ノ森地域の各調査区における出現樹種とその個体数

K3~K6は調査区名を示す。調査区の位置は図 20を参照。

Fig. 22 Number of species in each survey zone of Konomori area, Hachimantai area
See Fig. 20 for the locations of survey zones (K3~K6).

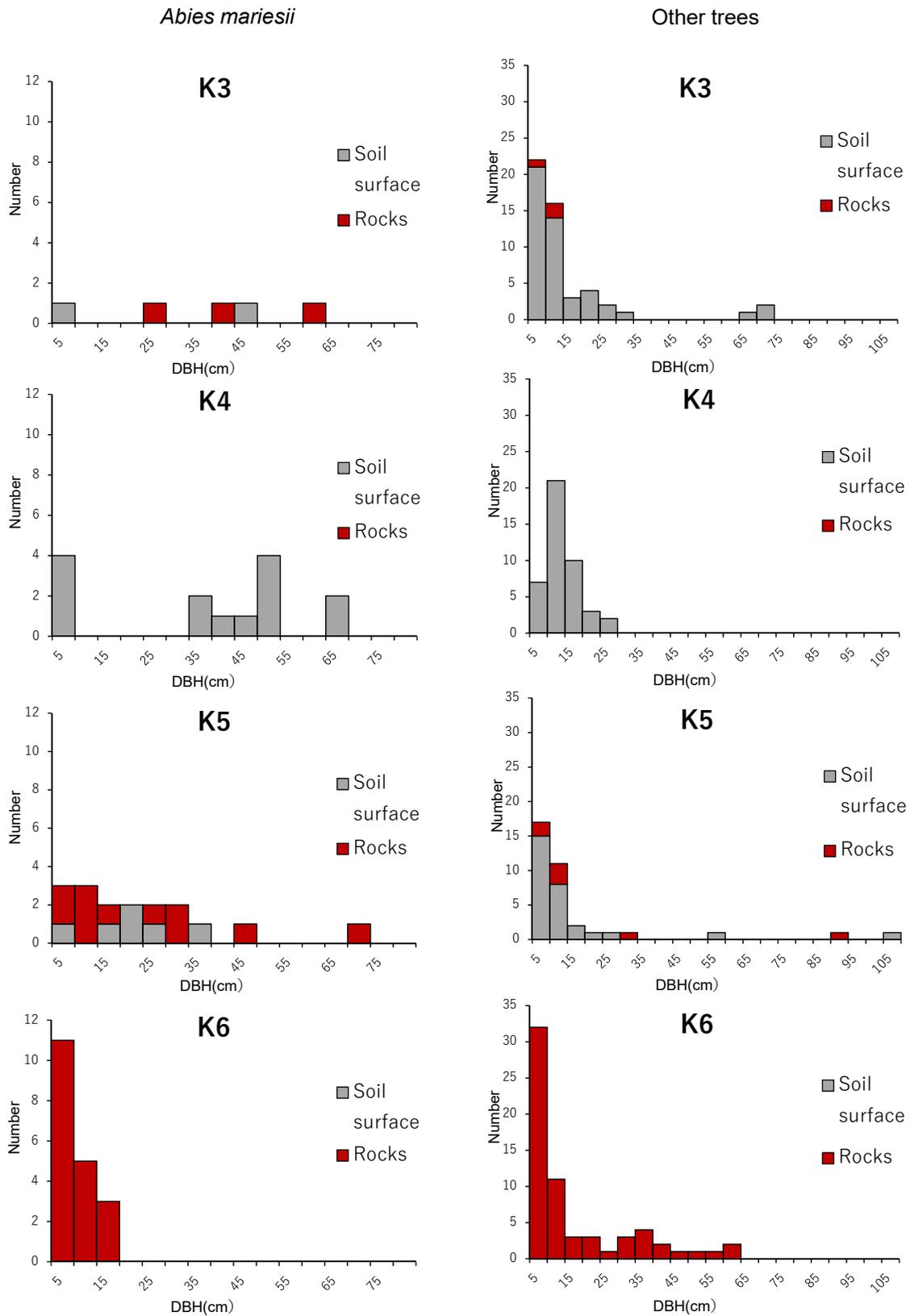


図 23 蕨ノ森地域の各調査区におけるオオシラビソおよびその他の樹種の定着マイクロサイト
 K3~K6は調査区名を示す。調査区の位置は図20を参照。

Fig. 23 Microsites for establishment in each survey zone of Konomori area, Hachimantai area
 See Fig. 20 for the locations of survey zones (K3~K6).

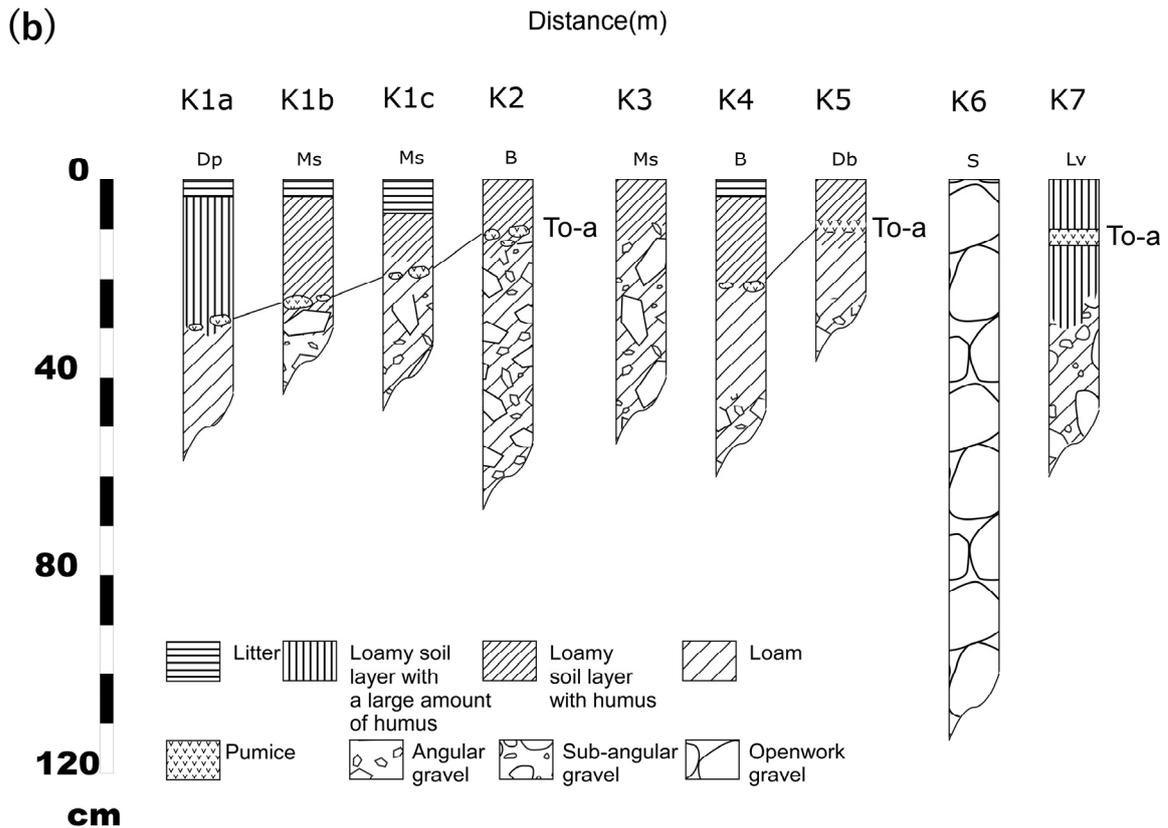
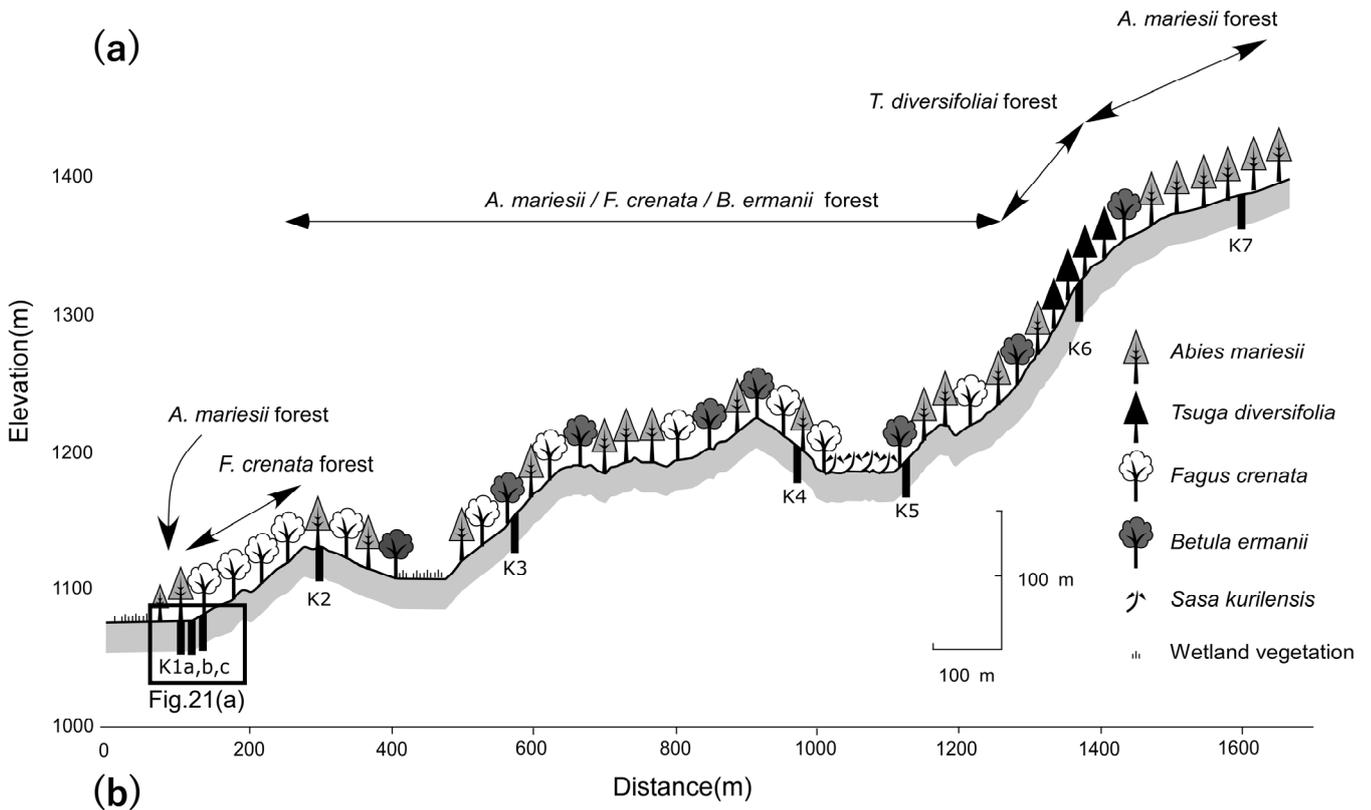


図 24 菰ノ森地域の模式的な (a)地形植生断面と (b)土層断面図

Dp : 地すべり凹地, Ms : 副次的滑落崖, B : 移動ブロック, Db : 崖錐, S : 主滑落崖, Lv : 溶岩流堆積面
 K1a~K7の土層断面観察位置は図20, K1a~K1cについては図21も参照。

Fig. 24 (a) Schematic geomorphic profile and (b) columnar sections of trial pits in Konomori area, Hachimantai area

Dp : Depression, Ms : Minor scarp, B : Block, Db : Debris, S : Main Scarp, Lv : Lava flow field
 See Fig.20 and 21 for the locations of columnar sections (K1a~K7).

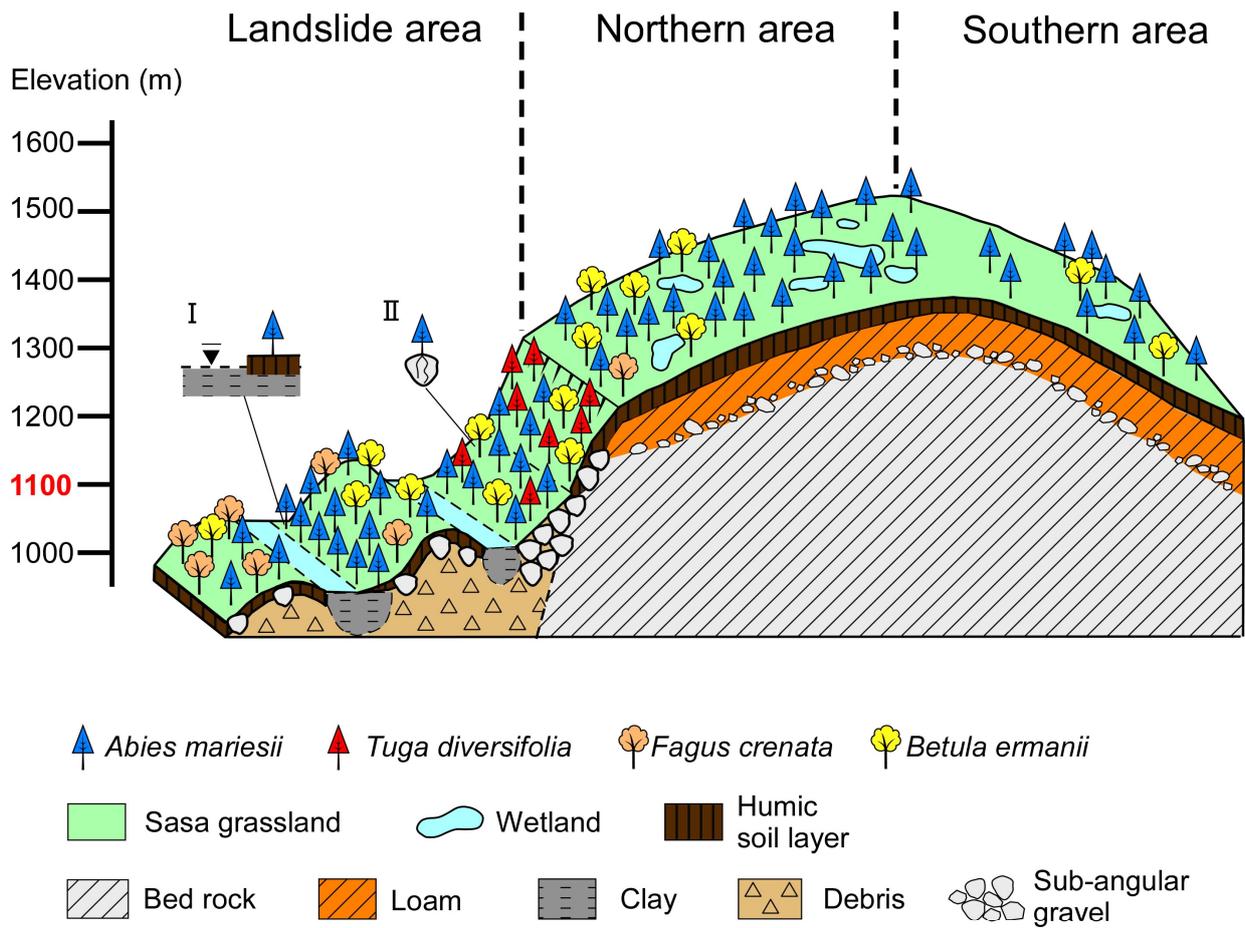
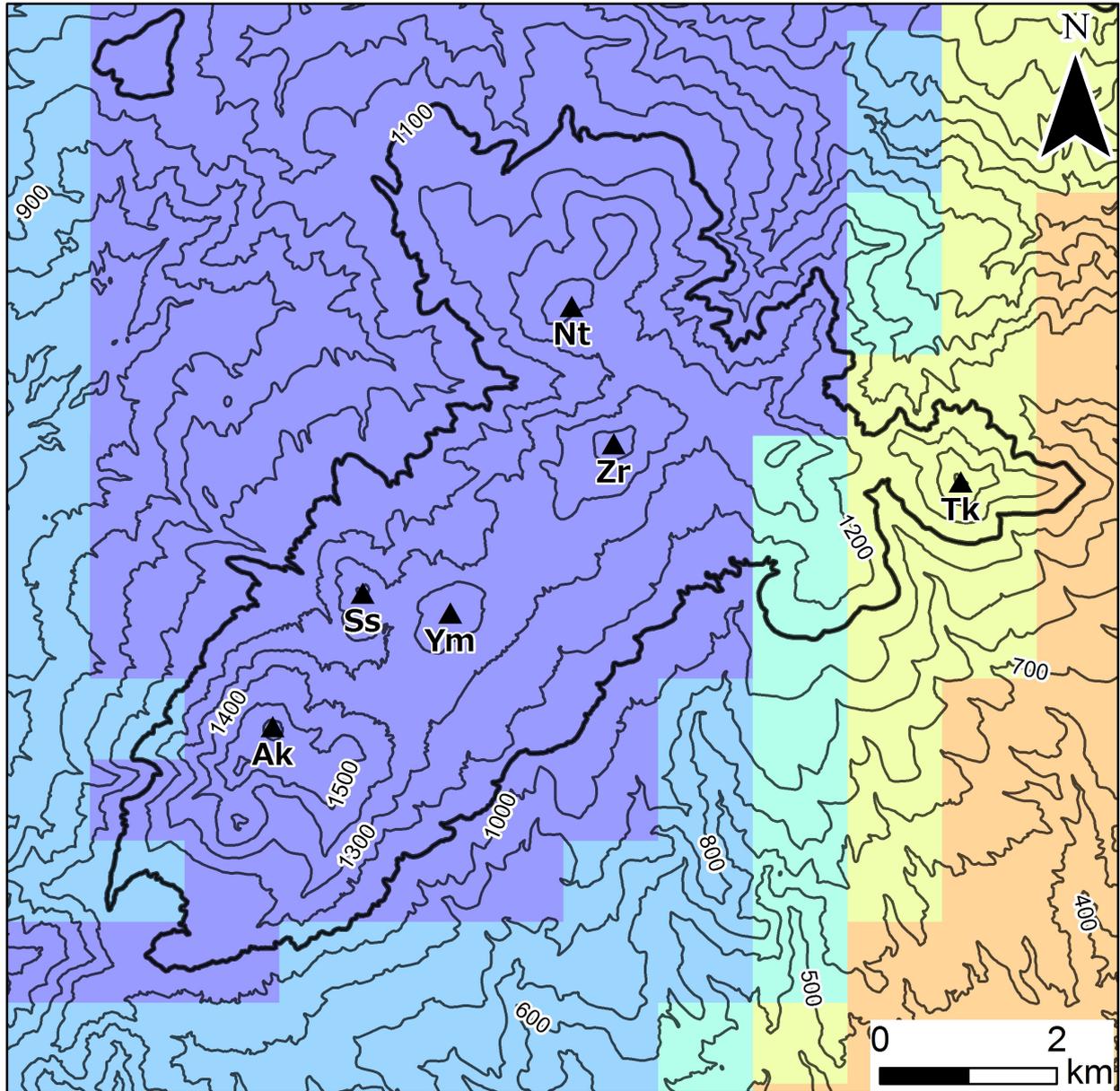


図 25 八幡平地域の植生と立地環境の模式図

I : 湿性環境に隣接して立木するオオシラビソ, II : 岩塊上に立木するオオシラビソ

Fig. 25 Schematic diagram of vegetation and environmental conditions in Hachimantai area

I : *Abies mariesii* standing next to wetlands, II : *Abies mariesii* standing on rocks



101 - 150 151 - 200 201 - 250 251 - 300 301 - 350 (cm)

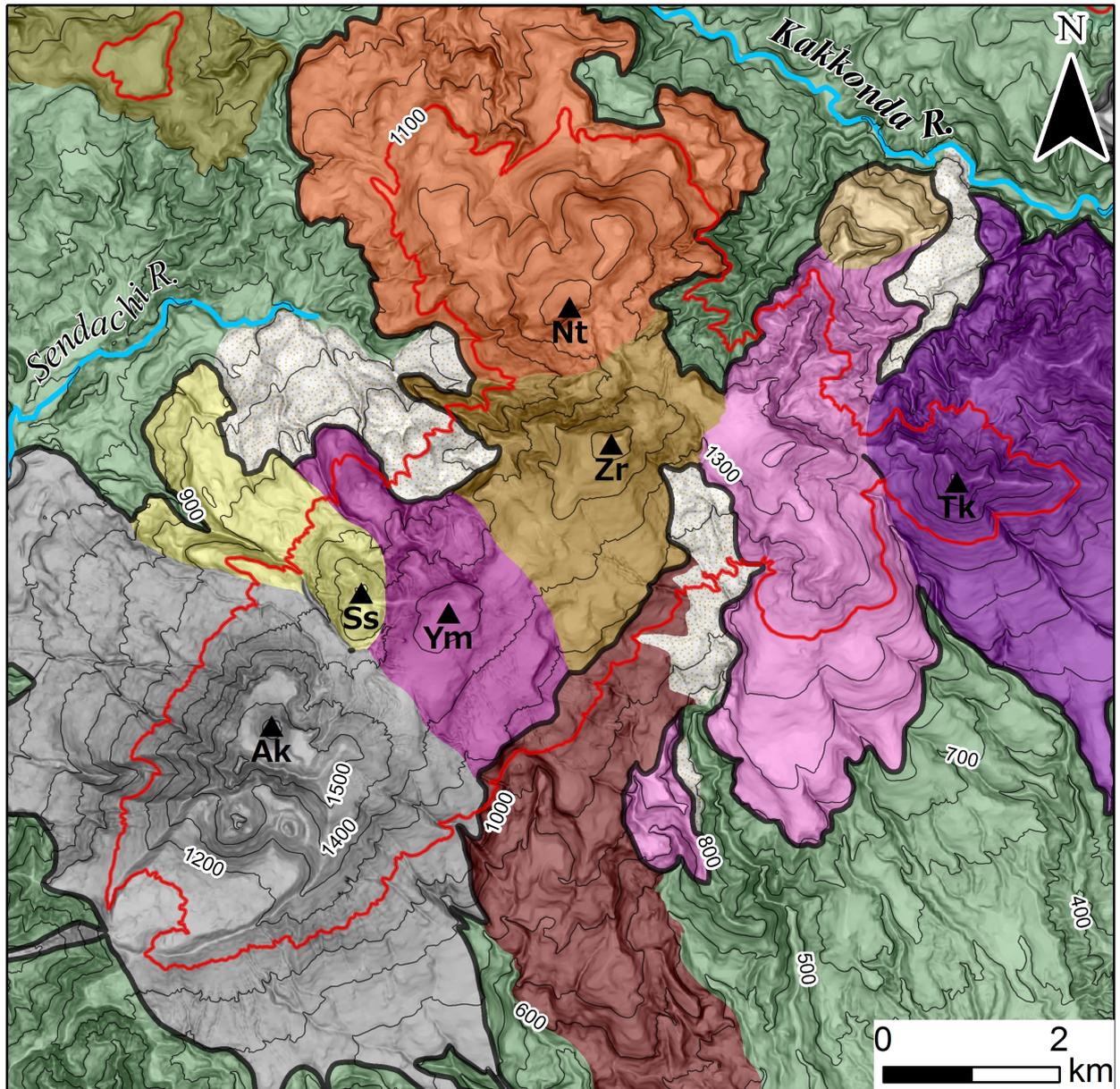
▲Ak: Akita-Komagatake ▲Nt: Nyuto-san ▲Ss: Sasamori-yama ▲Tk: Takakura-yama
 ▲Ym: Yumori-yama ▲Zr: Zarumori-yama

図 26 秋田駒ヶ岳地域の最深積雪深の平年値

国土交通省国土政策局の数値情報平年値メッシュデータ（平成24年整備，統計期間1981～2010年）を用いて作成。黒太線は標高1,100 mの等高線を示す。

Fig. 26 Normal value of maximum snow depth in Akita-Komagatake area

Based on digital national land information (developed in 2012, statistics between 1981 and 2010) by National Spatial Planning and Regional Policy Bureau, MLIT. Bold contour lines show the elevation of 1,100 m.



▲ Ak: Akita-Komagatake ▲ Nt: Nyuto-san ▲ Ss: Sasamori-yama ▲ Tk: Takakura-yama ▲ Ym: Yumori-yama ▲ Zr: Zarumori-yama

図 27 秋田駒ヶ岳地域の地質図

須藤・石井 (1987) を簡略化して表現した。赤線は標高1,100 mの等高線を示す。

Fig. 27 Geological map of Akita-Komagatake area

Simplified from Suto and Ishii (1987). Red contour lines show the elevation of 1,100 m.

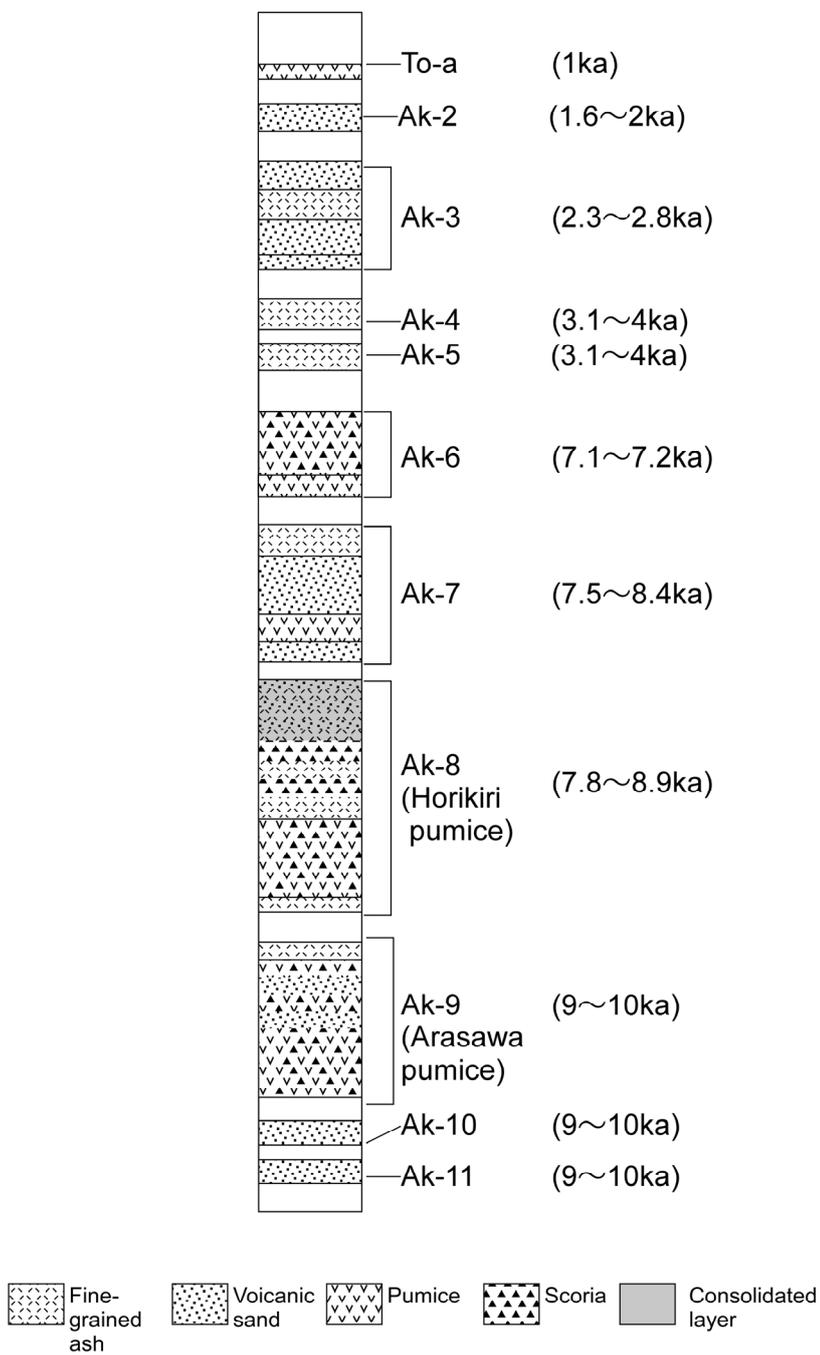
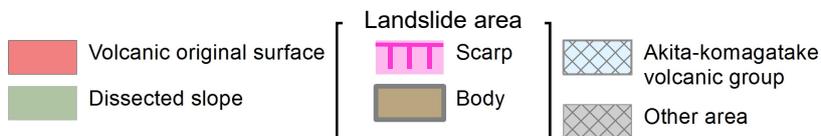
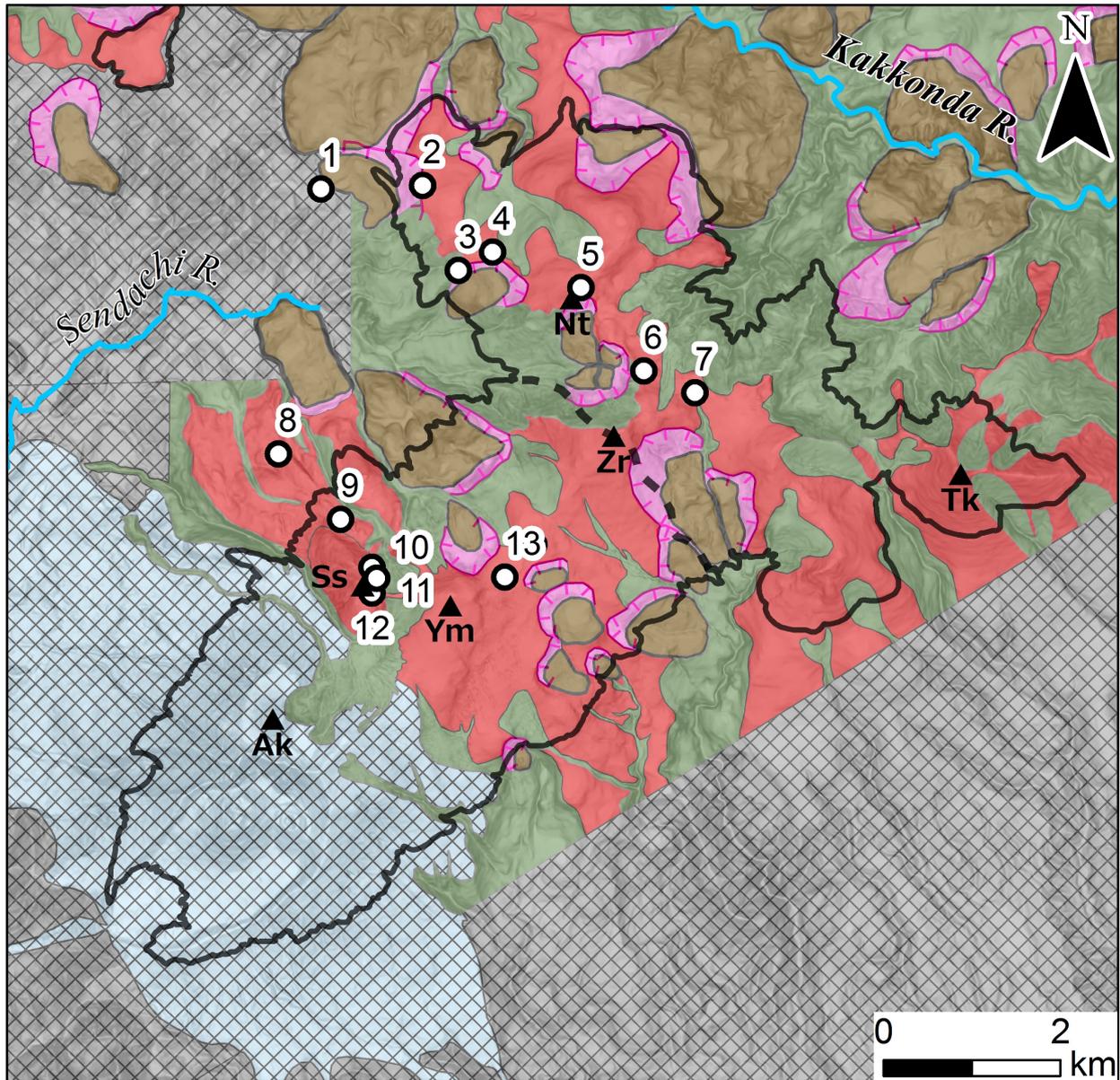


図 28 秋田駒ヶ岳地域の模式テフラ層序

To-aの年代値は町田・新井(2003), Ak-3~Ak11の年代値は和知ほか(1997)による。

Fig. 28 Tephrostratigraphy in Akita-Komagatake area

Ages of To-a after Machida and Arai (2003), and Ages of Ak-3~Ak-11 after Wachi *et al.* (1997)



▲ Ak: Akita-Komagatake ▲ Nt: Nyuto-san ▲ Ss: Sasamori-yama ▲ Tk: Takakura-yama ▲ Ym: Yumori-yama ▲ Zr: Zarumori-yama

図 29 秋田駒ヶ岳地域の地形分類図

1~13は土層断面(図 33)の観察地点, 黒太線は標高1,100 mの等高線, 点線は北部と南部の境界, 網掛部は判読範囲外を示す。

Fig. 29 Geomorphological map of Akita-Komagatake area

No. 1~13 show the locations of columnar sections (Fig. 33). Bold contour lines show the elevation of 1,100 m. Dotted line is boundary between northern part and southern one. Hatched parts are out of the classification area.

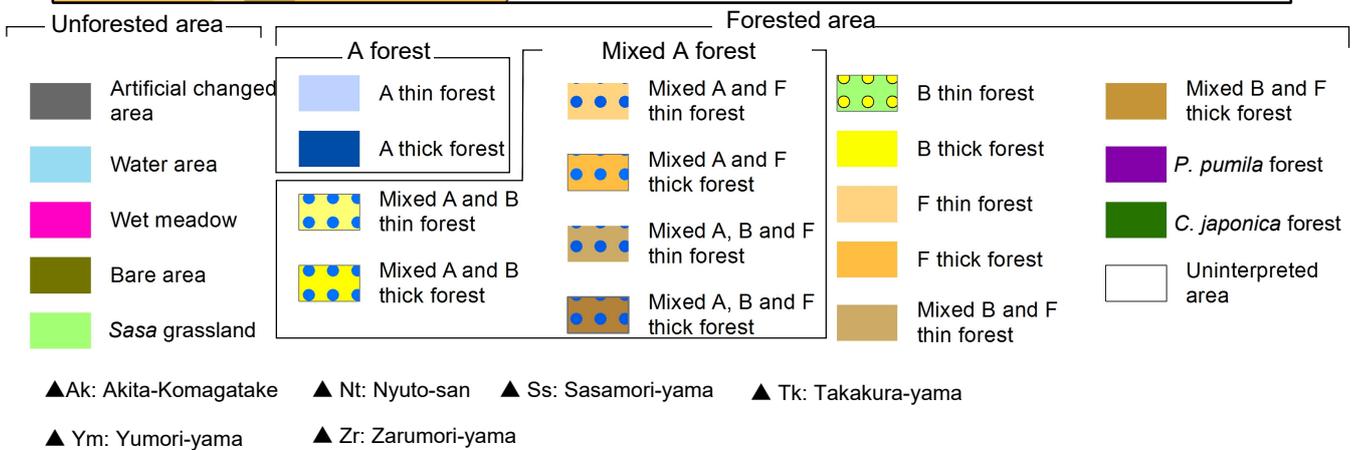
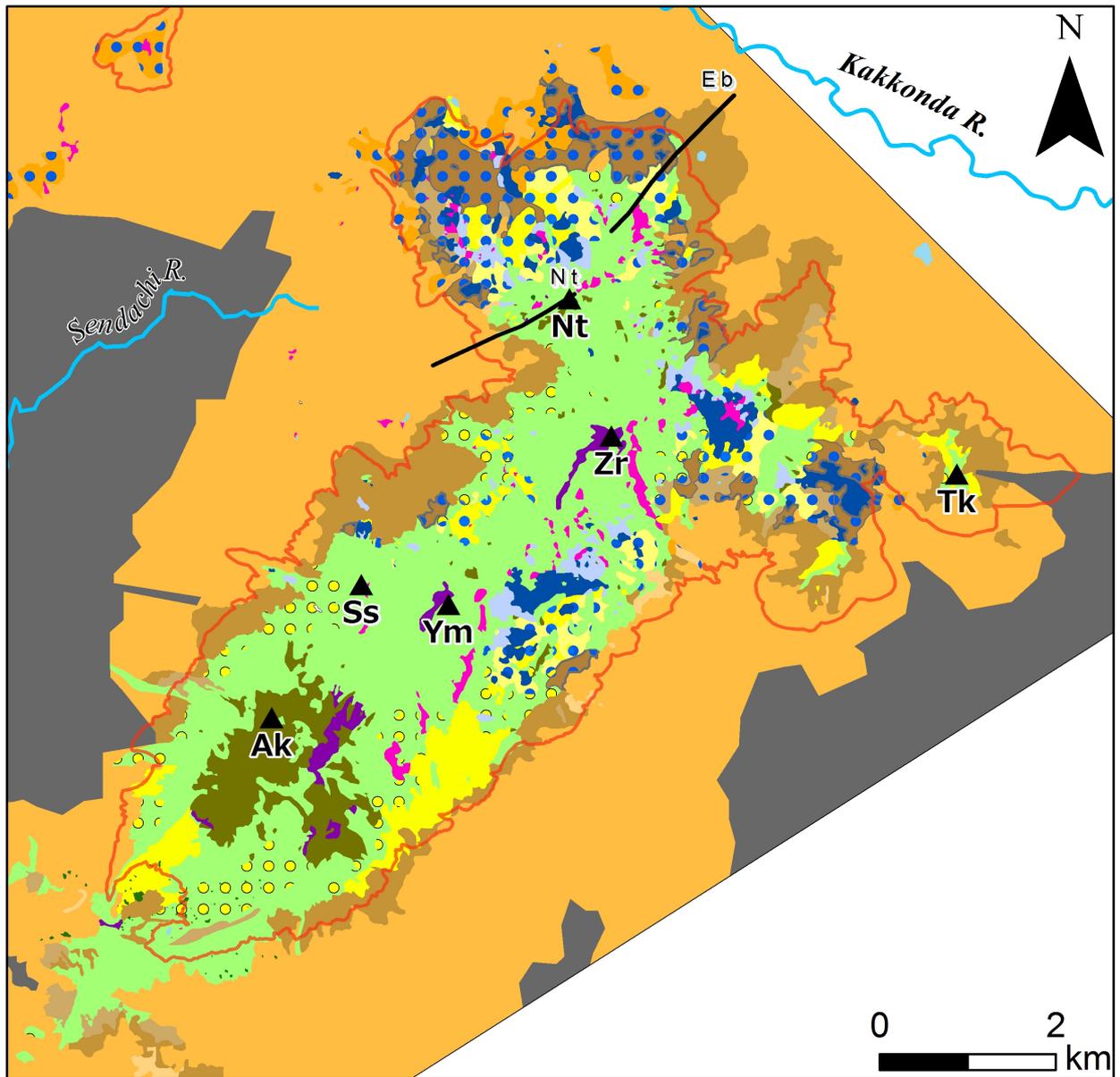


図 30 秋田駒ヶ岳地域の植生分類図

赤線は標高1,100 mの等高線，黒太線のEbおよびNtラインは標高毎の出現植生割合（図 31）の判読位置を示す。

Fig. 30 Vegetation map of Akita-Komagatake area

Red contour lines show the elevation of 1,100 m. Bold black lines (Eb, Nt) show the survey lines where the percentage of vegetation area every elevation is calculated (Fig.31).

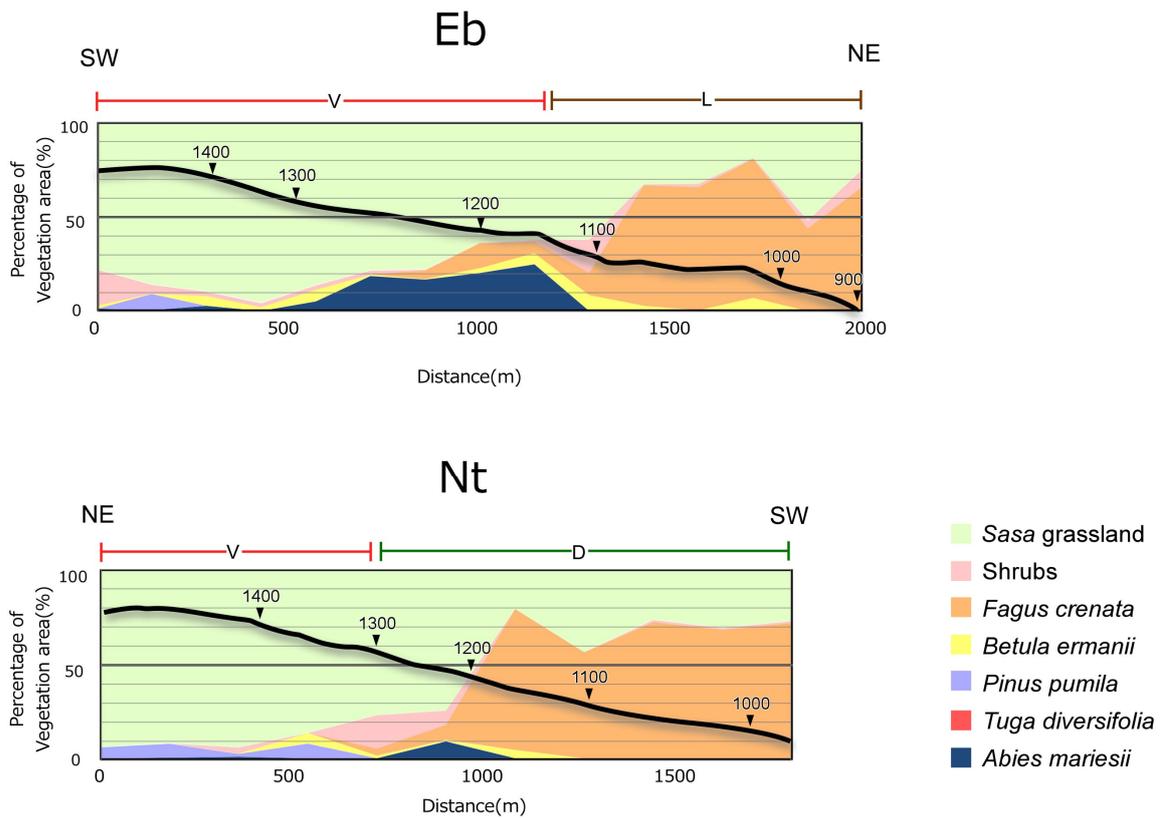


図 31 秋田駒ヶ岳地域における標高毎の出現植生割合

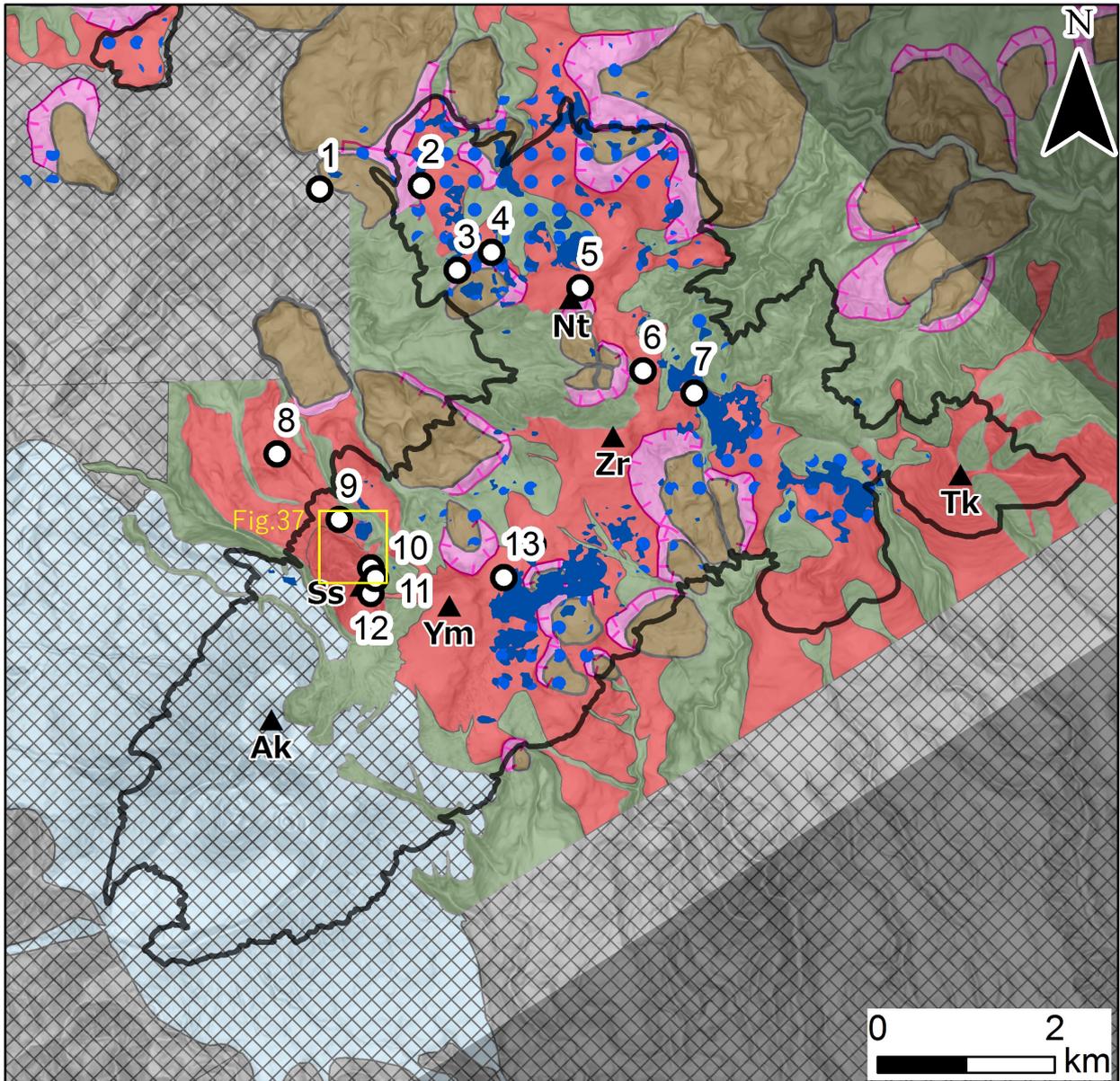
V：火山原面，L：地すべり地形，D：開析斜面。Eb, Ntは判読したライン名を示す。

判読ラインの位置は図30を参照。図中黒太線は地形断面，それに沿う数字は標高(m)を示す。

Fig. 31 The percentage of vegetation area every elevation in Akita-Komagatake area

V: Volcanic original surface, L: Landslide area, D: Dissected slope. See Fig. 30

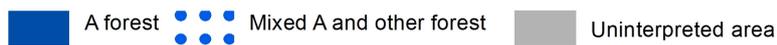
for the location of the line (Eb, Nt). Bold black line shows geomorphic profile and the numbers show elevation(m) along the line.



Geomorphologic classification



Vegetation classification



- ▲ Ak: Akita-Komagatake ▲ Nt: Nyuto-san ▲ Ss: Sasamori-yama ▲ Tk: Takakura-yama
 ▲ Ym: Yumori-yama ▲ Zr: Zarumori-yama

図 32 秋田駒ヶ岳地域の地形分類図とオオシラビソ純林，オオシラビソ混交林の分布

1～13は土層断面（図 33）の観察地点，黒太線は標高1,100 mの等高線，網掛部は判読範囲外を示す。

Fig. 32 Geomorphological map and distribution of pure *A. mariesii* forest and mixed *A. mariesii* and other forest in Akita-Komagatake area

No. 1~13 show the locations of columnar sections (Fig. 33). Bold contour lines show the elevation of 1,100 m. Hatched parts are out of the classification area.

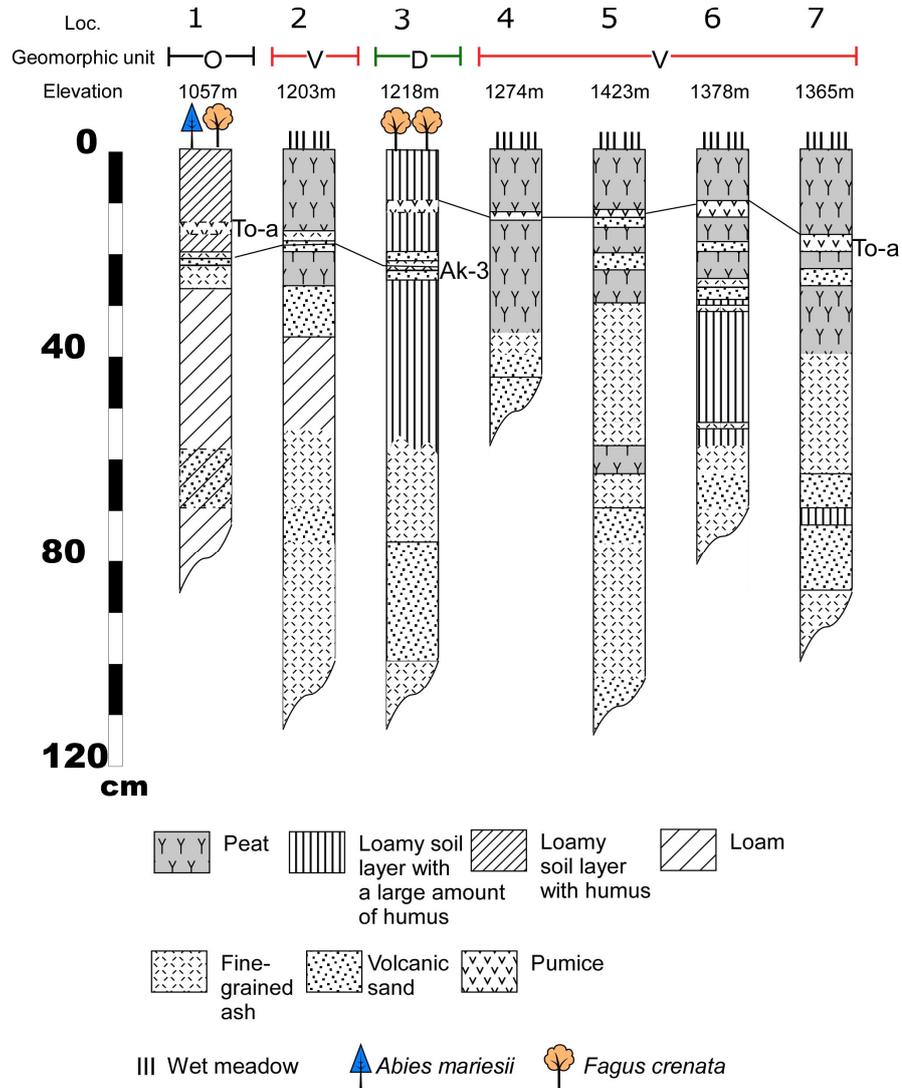


図 33 秋田駒ヶ岳地域北部の土層断面図

V: 火山原面, D: 開析斜面, O: その他の地域。1~7は地点番号を示す。位置は図32を参照。

Fig. 33 Columnar sections of trial pits in northern Akita-Komagatake area
V: Volcanic original surface, D: Dissected slope, O: Other area. See Fig. 32 for the locations of the columnar sections (1~7).

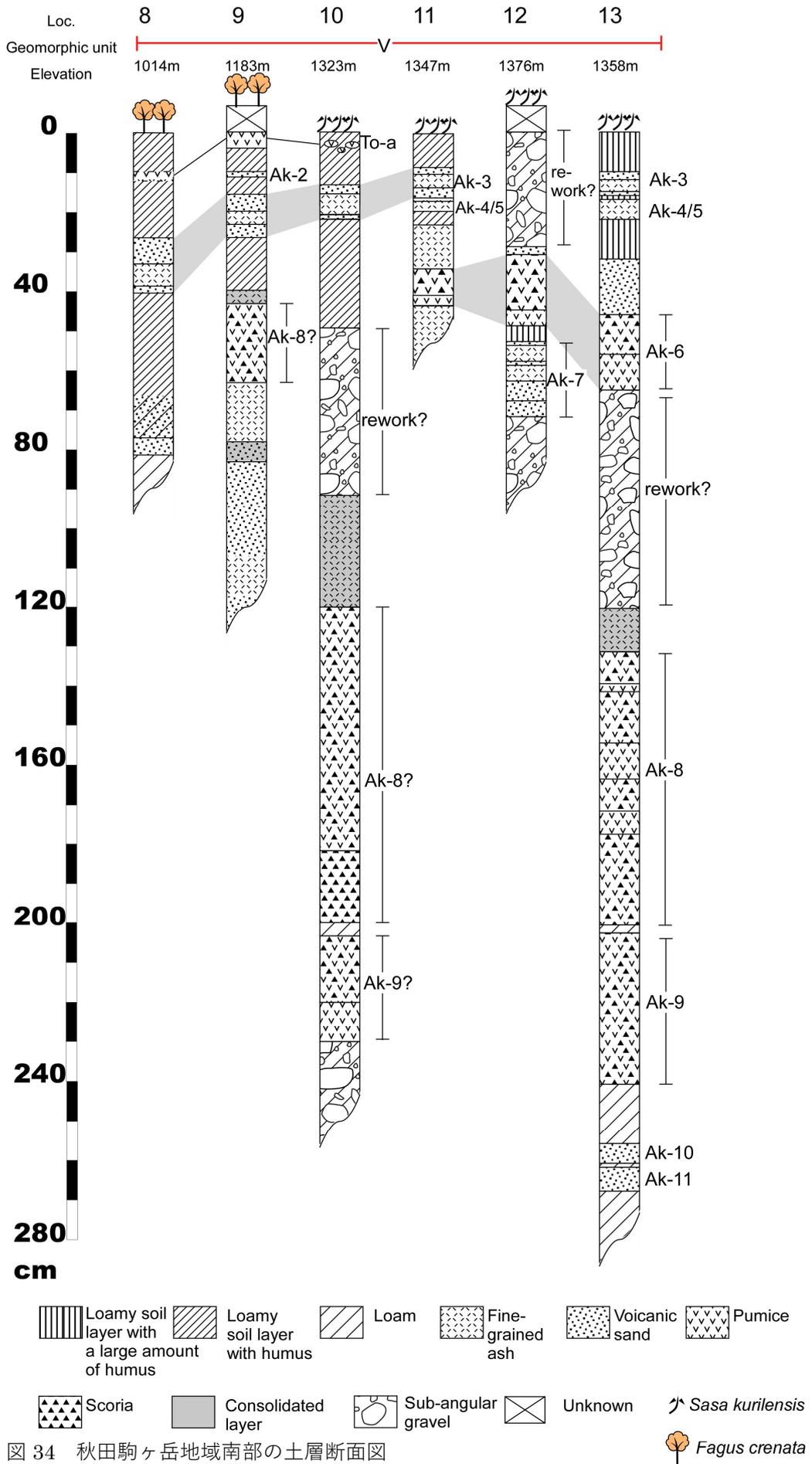
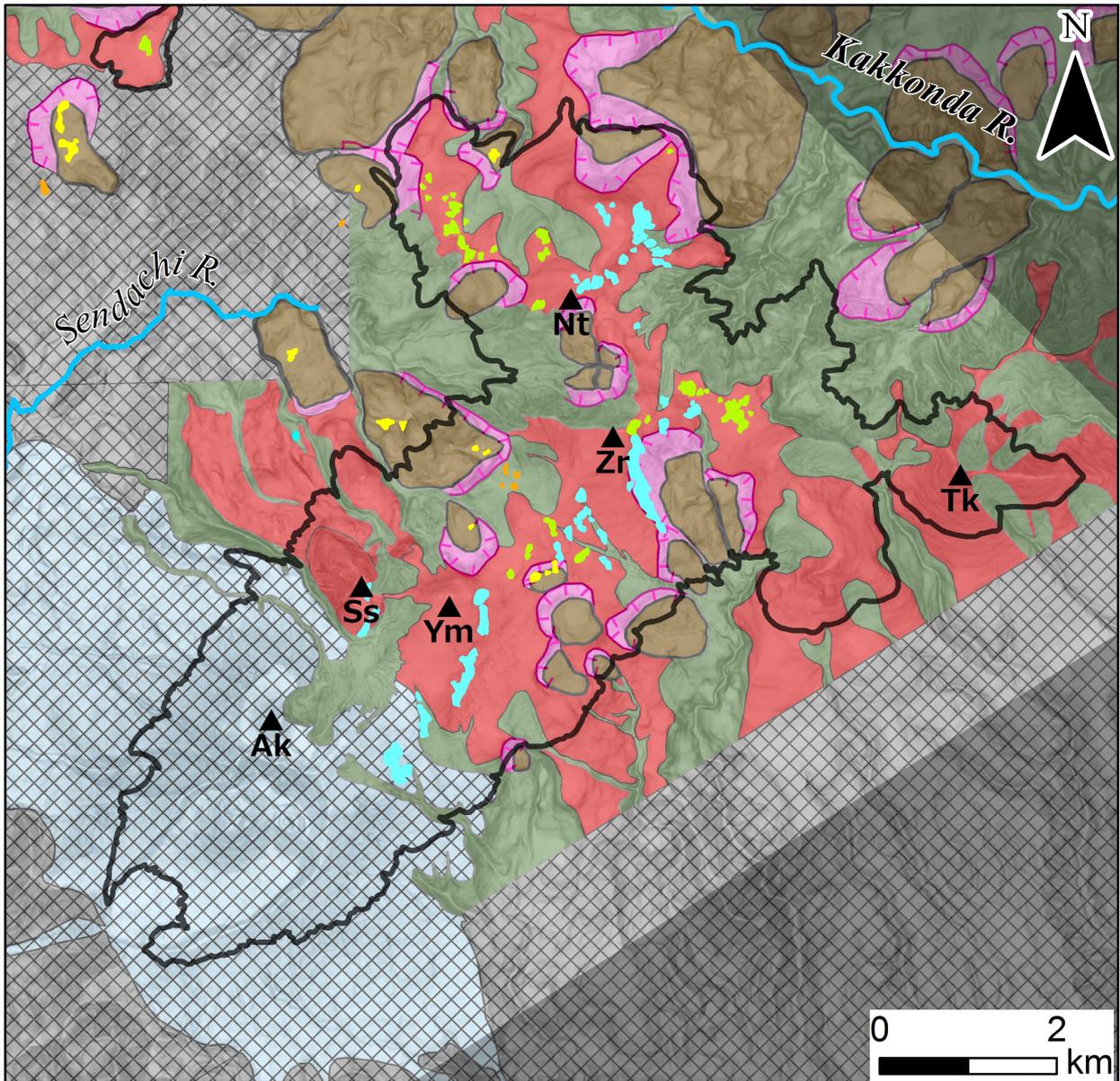


図 34 秋田駒ヶ岳地域南部の土層断面図

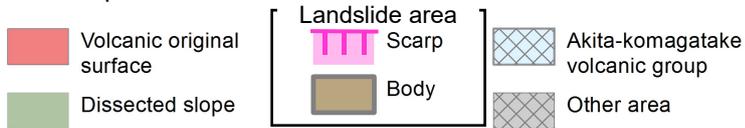
V : 火山原面, 8~13は観察地点番号を示す。位置は図32を参照。

Fig. 34 Columnar sections of trial pits in Southern Akita-Komagatake area

V: Volcanic original surface, D: Dissected slope. See Fig. 32 for the locations of the columnar sections (8~13).



Geomorphic classification



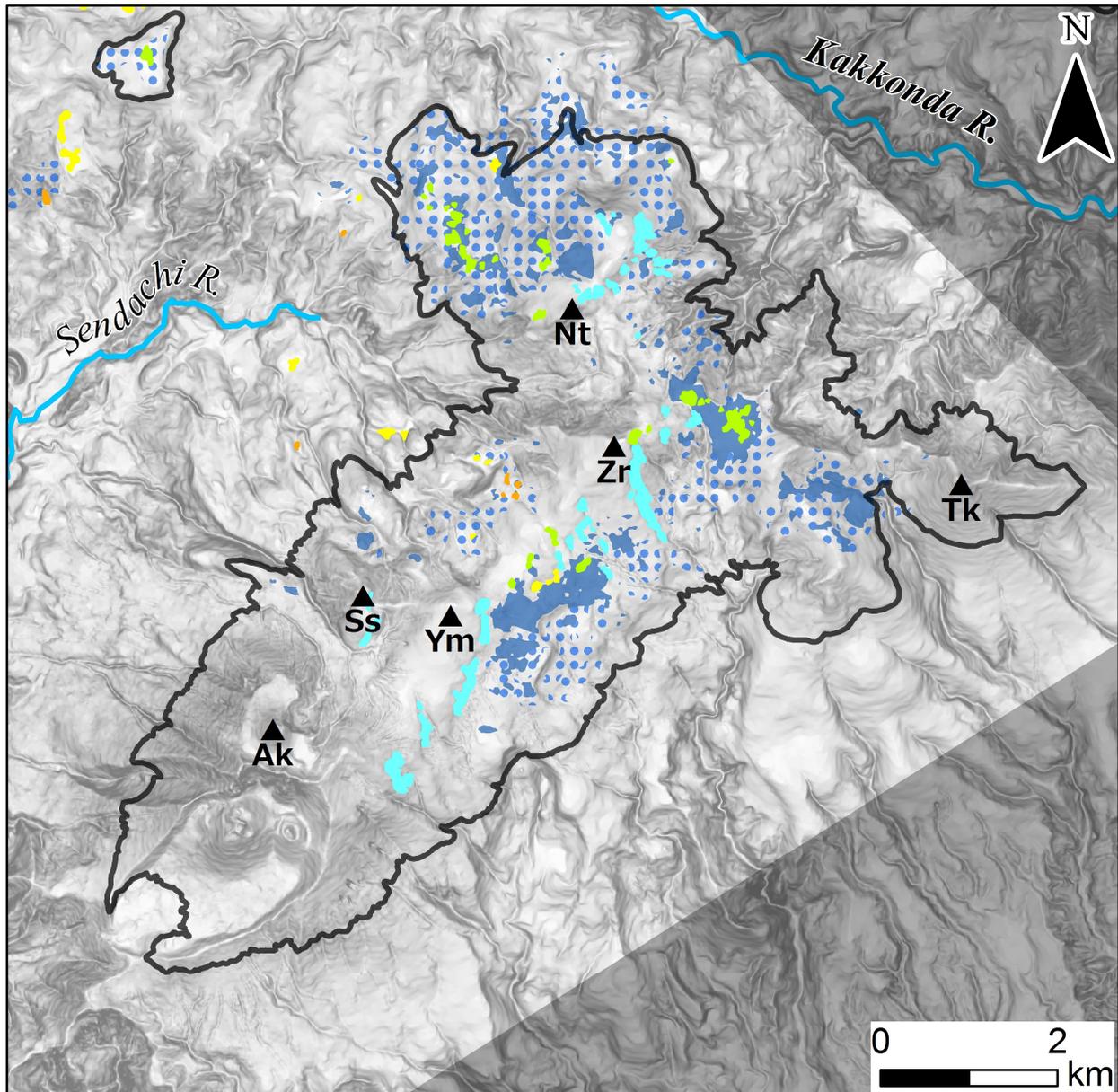
Wet meadow classification



- ▲Ak: Akita-Komagatake ▲Nt: Nyuto-san ▲Ss: Sasamori-yama ▲Tk: Takakura-yama
 ▲Ym: Yumori-yama ▲Zr: Zarumori-yama

図 35 秋田駒ヶ岳地域の地形分類図とタイプ毎の山地湿原の分布
 黒太線は標高1,100 mの等高線，網掛部は判読範囲外を示す。

Fig. 35 Geomorphological map and distribution of each type of wet meadow in Akita-Komagatake area
 Bold contour lines show the elevation of 1,100 m. Hatched parts are out of the classification area.



Wet meadow classification

Gentle slope type
 Landslide depression type
 Snow patch type
 Other type

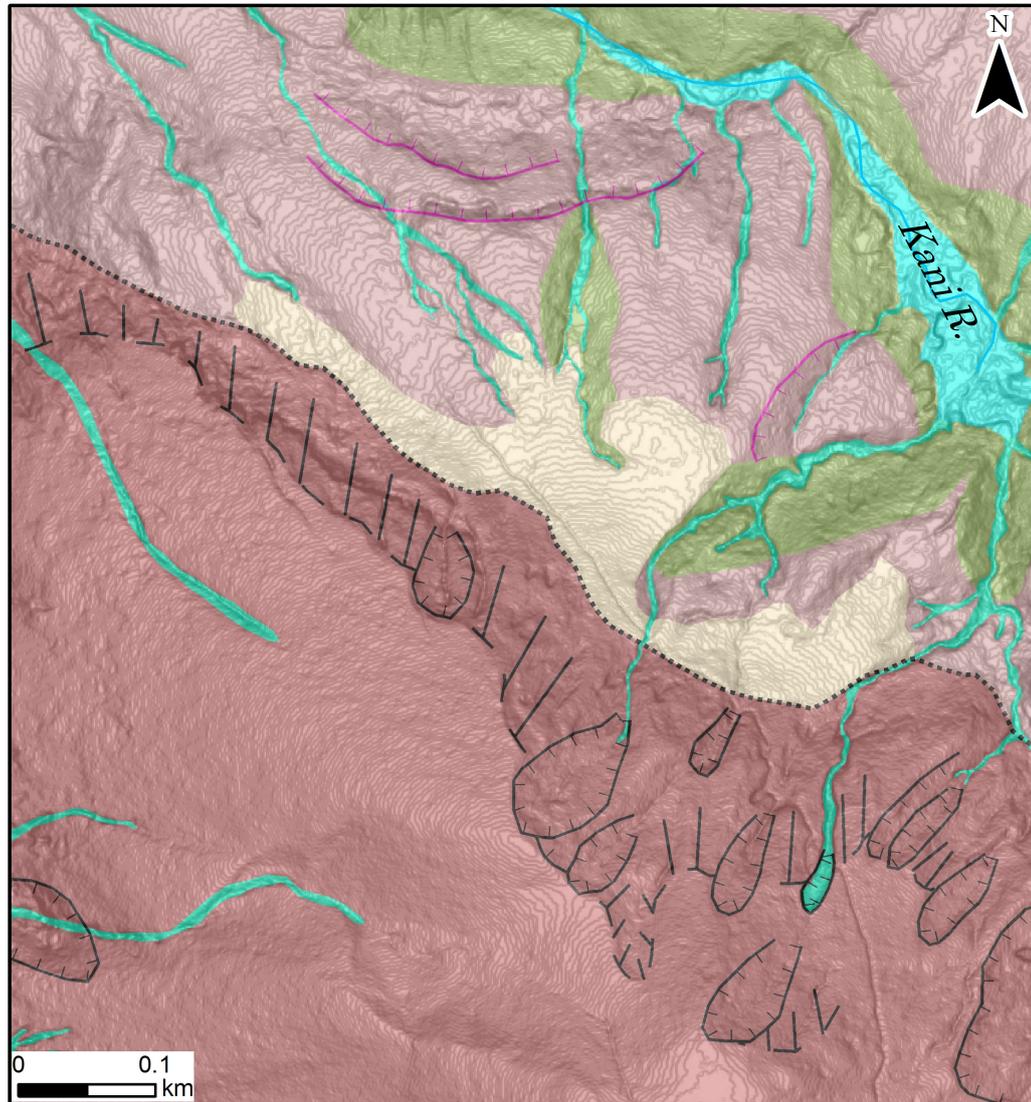
Vegetation classification

A forest
 Mixed A and other forest
 Uninterpreted area

▲Ak: Akita-Komagatake ▲ Nt: Nyuto-san ▲ Ss: Sasamori-yama ▲ Tk: Takakura-yama
 ▲ Ym: Yumori-yama ▲ Zr: Zarumori-yama

図 36 秋田駒ヶ岳地域におけるオオシラビソ純林およびオオシラビソ混交林の分布とタイプ毎の山地湿原の分布
 黒太線は標高1,100 mの等高線を示す。

Fig. 36 Distribution of pure *A. mariesii* forest, mixed *A. mariesii* and other forest, and each type of wet meadow in Akita-Komagatake area
 Bold contour lines show the elevation of 1,100 m.



- | | | | | | |
|-------|--|---|-----------------|---|-----------|
| | Estimated boundary(Lava dome and lava field) | ■ | Lava dome slope | ■ | River bed |
| — — — | Tension crack | ■ | Lava flow field | ■ | Gully |
| — — — | New shallow slope failure | ■ | Dissected slope | | |
| — — — | Old shallow slope failure | ■ | Debris | | |

図 37 笹森山地域における微地形分類図

1 m DEMより作成した1 m コンターを背景として使用。図32に対象範囲を示す。

Fig. 37 Microtopography classification map of Sasamori-yama area, Akita-Komagatake
Based on 1 m DEM. Contour interval is 1 m. The study area area shown in Fig.32

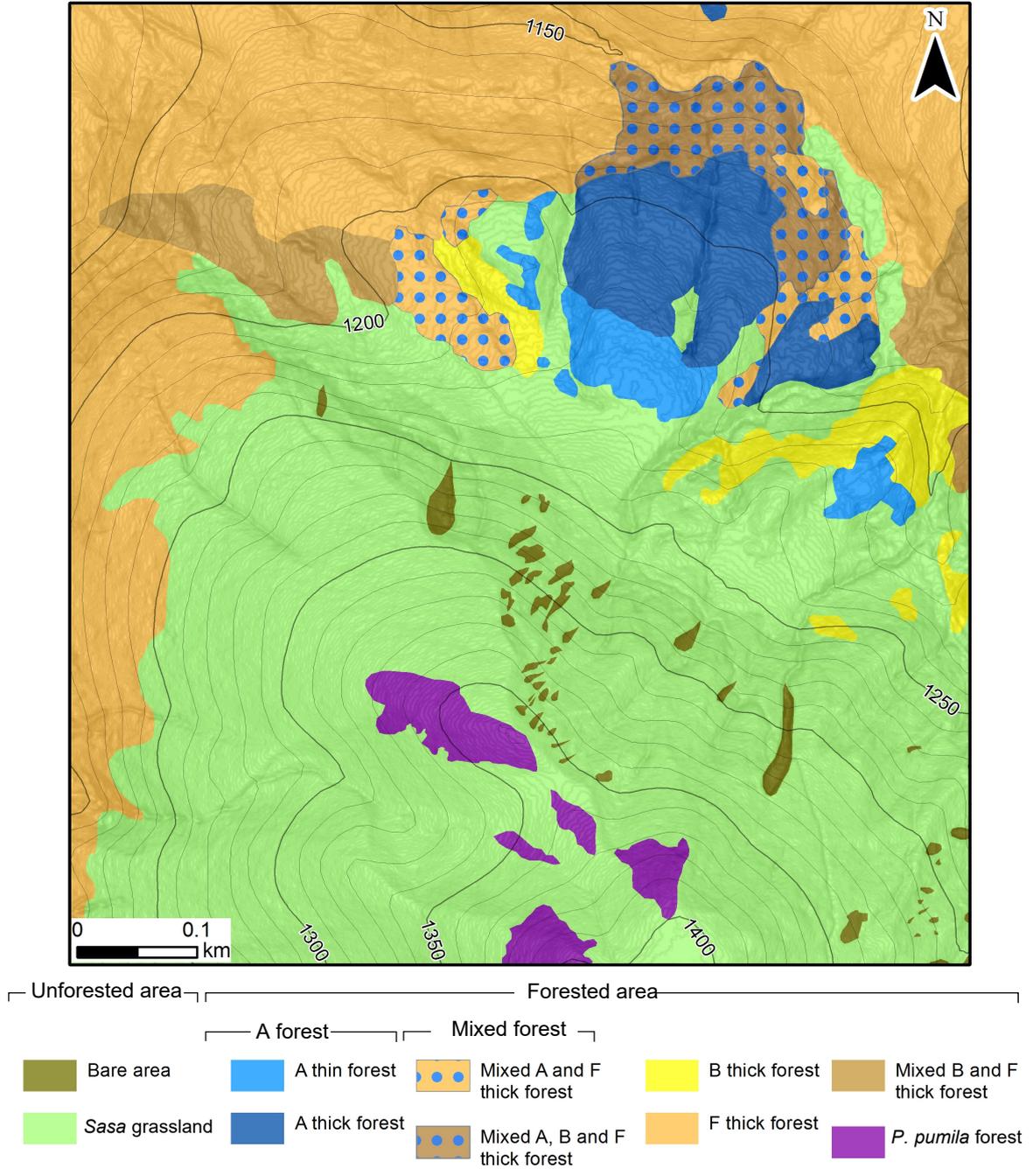
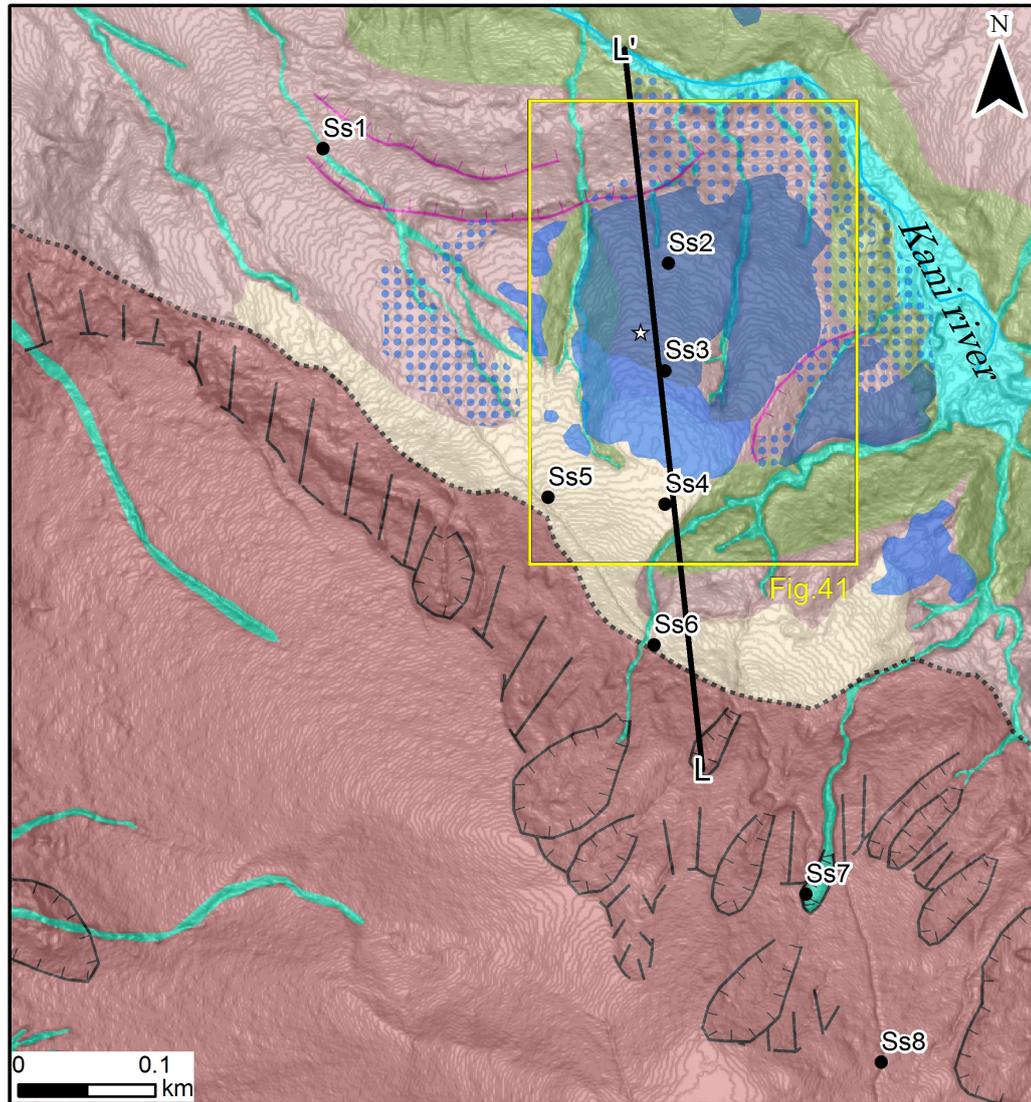


図 38 笹森山地域における植生分類図
 等高線間隔は10 m。1mDEMより作成した1 m コンターを背景として使用。
 Fig. 38 Vegetation map of Sasamori-yama area, Akita-Komagatake
 Based on 1 m DEM. Contour interval is 10 m.



Geomorphologic classification

- | | | | | | |
|-------|--|---|-----------------|---|-----------|
| | Estimated boundary(Lava dome and lava field) | ■ | Lava dome slope | ■ | River bed |
| — | Tension crack | ■ | Lava flow field | ■ | Gully |
| — | New shallow slope failure | ■ | Dissected slope | | |
| — | Old shallow slope failure | ■ | Debris | | |

Vegetation classification

- | | | | | | |
|---|---------------|---|----------------|-----|--------------------------|
| ■ | A thin forest | ■ | A thick forest | ●●● | Mixed A and other forest |
|---|---------------|---|----------------|-----|--------------------------|

図 39 笹森山地域における地形分類図とオオシラビソ純林およびオオシラビソ混交林の分布
 L-L' ラインは地形断面図を作成した位置 (図42), Ss1~Ss8は土層断面の観察地点を示す (図40)。
 星印は植物珪酸体分析用のサンプル採取地点を示す (図49)。1 mDEMより作成した1 m コンターを
 背景として使用。

Fig. 39 Geomorphological map and distribution of pure *A. mariesii* forest and mixed *A. mariesii* and other forest in Sasamori-yama area, Akita-Komagatake
 L-L' line shows the survey line of geomorphic profile (Fig. 42). Ss1~Ss8 show the locations of columnar sections (Fig. 40). A star shows the sampling site for opal phytolith analysis (Fig. 49).
 Based on 1 m DEM. Contour interval is 1 m.

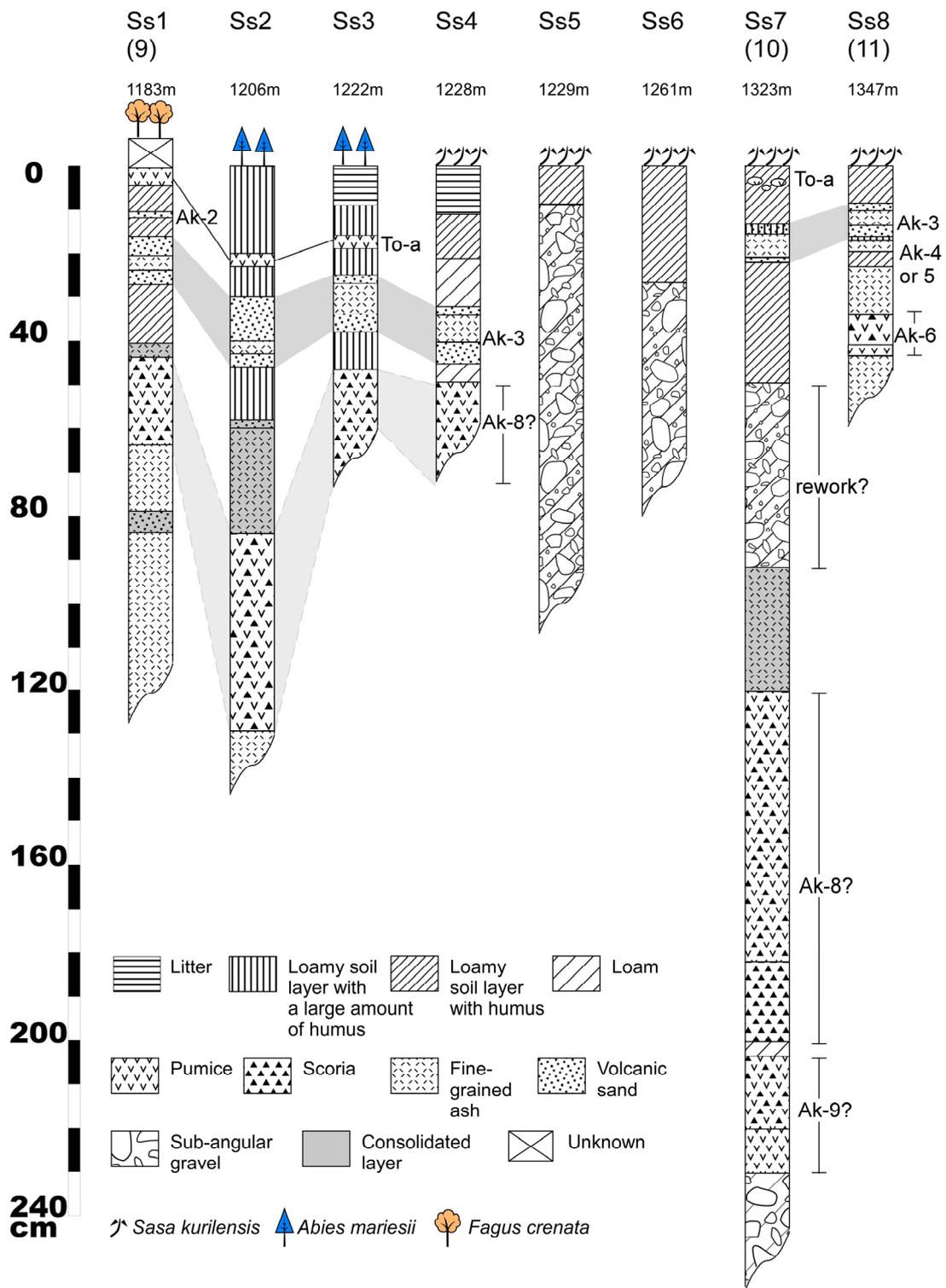


図 40 笹森山地域の土層断面図

Ss1～Ss8は観察地点番号，カッコ内の数字は図34と同地点を示す。観察地点の位置は図39を参照。
 Fig. 40 Columnar sections of the soil pits in Sasamori-yama area, Akita-Komagatake
 See Fig. 39 for the locations of the columnar sections (Ss1 ~ Ss8). Figures in parentheses show the same place as Fig. 34.

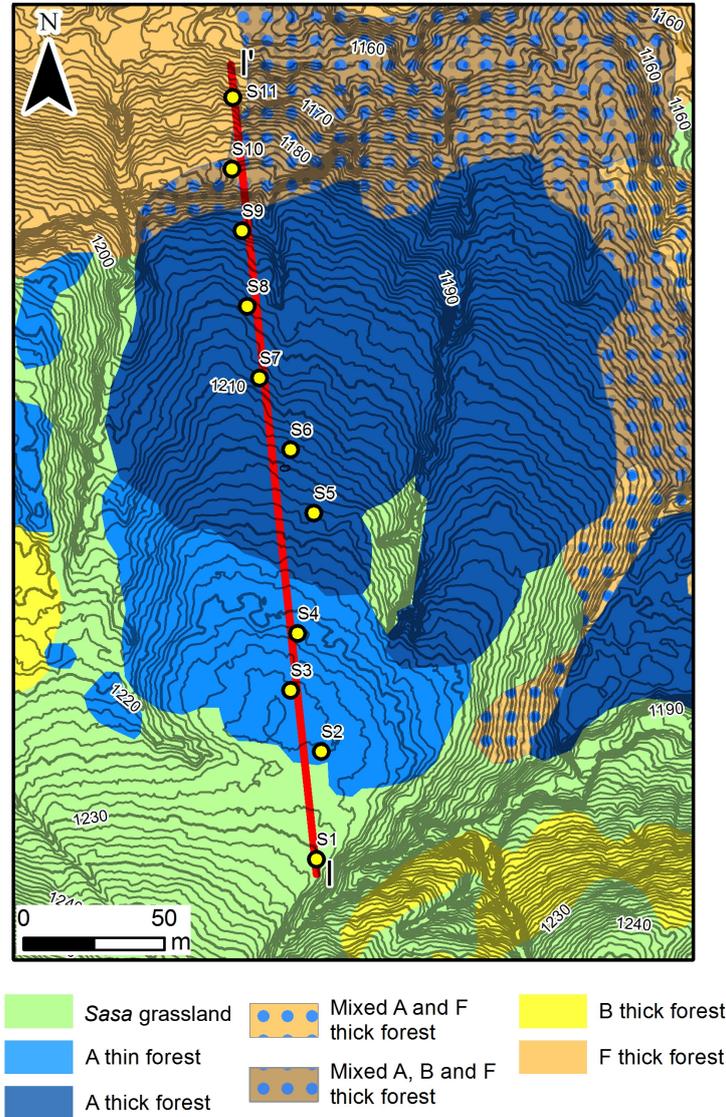


図 41 笹森山地域のオオシラビン密林周辺の植生分類図

等高線間隔は1 m, 5 m毎に太線で示す。l-l'ラインは毎木調査位置 (図 43), S1~S11は
土壌水分測定位置 (図 48) を示す。

Fig. 41 Vegetation map around the *A. mariesii* thick forest in Sasamori-yama, Akita-Komagatake
Contour interval is 1 m. Bold contour line is described every 5m. l-l' line shows every tree
measurement area (Fig. 43). S1-S11 show the locations for soil moisture measurement (Fig. 48).

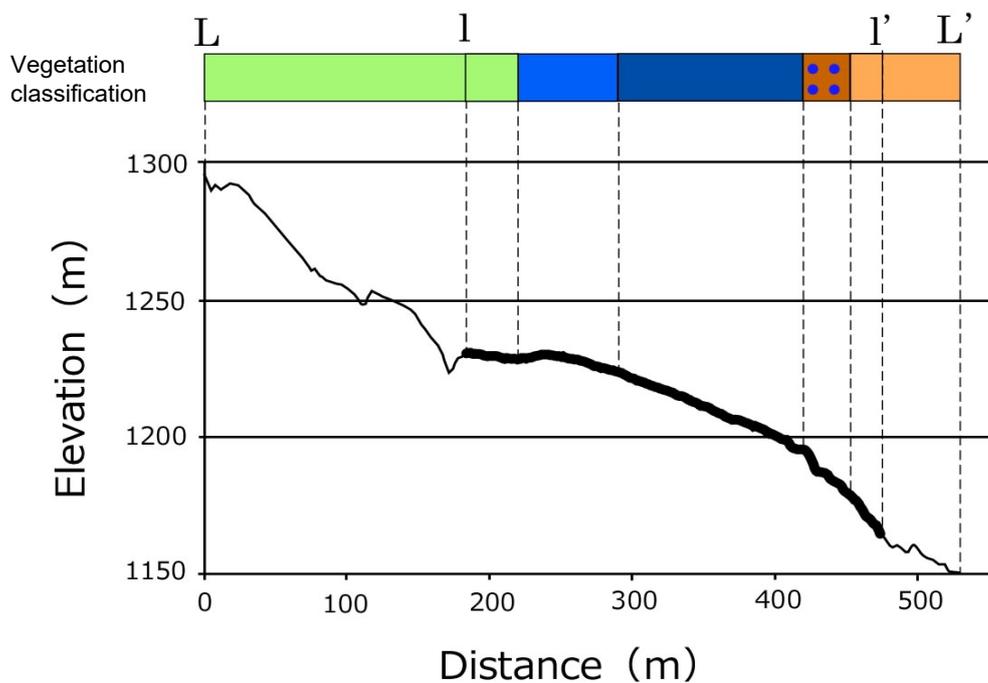


図 42 笹森山地域のL-L'ラインにおける地形断面図と植生分類

黒太線は毎木調査を行ったl-l'ラインを示す (図43)。L-L'ラインの位置は図39, 図上部の植生分類の凡例は図38, 図41を参照。

Fig. 42 Geomorphic profile and vegetation classification of L-L' line in Sasamoriyama area, Akita-Komagatake

Bold line shows every tree measurement section (Fig. 43). See Fig. 39 for the location of L-L' line. The legend of vegetation classification above is shown in Figs. 38 and 41.

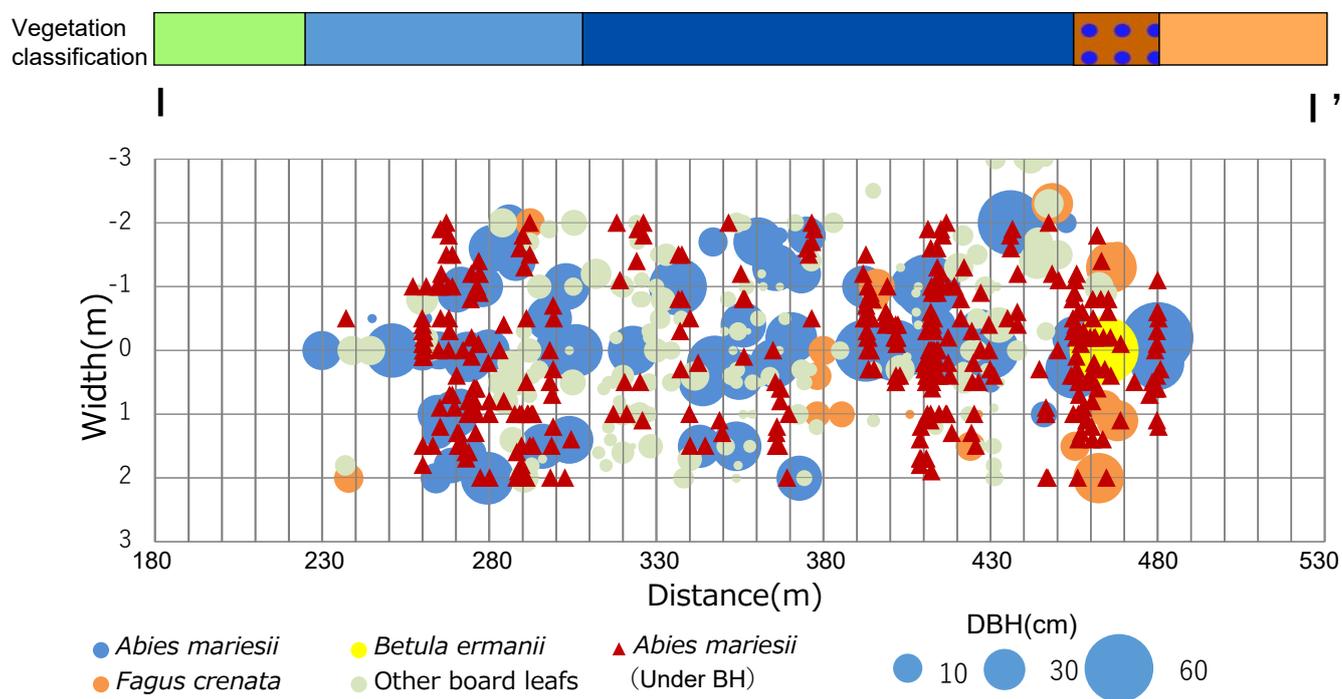


図 43 笹森山地域のl-l'ラインにおける樹種毎の立木位置および胸高直径と植生分類

l-l'ラインの位置は図41を参照。出現樹種およびその数は表3を参照。図上部の植生区分の凡例は図38、図41を参照。

Fig. 43 Location and DBH of trees and vegetation classification on l-l' line in Sasamoriyama area, Akita-Komagatake

See Fig. 41 for the location of l-l' line. See Table 3 for number of species.

The legend of vegetation classification above is shown in Fig.38 and 41.

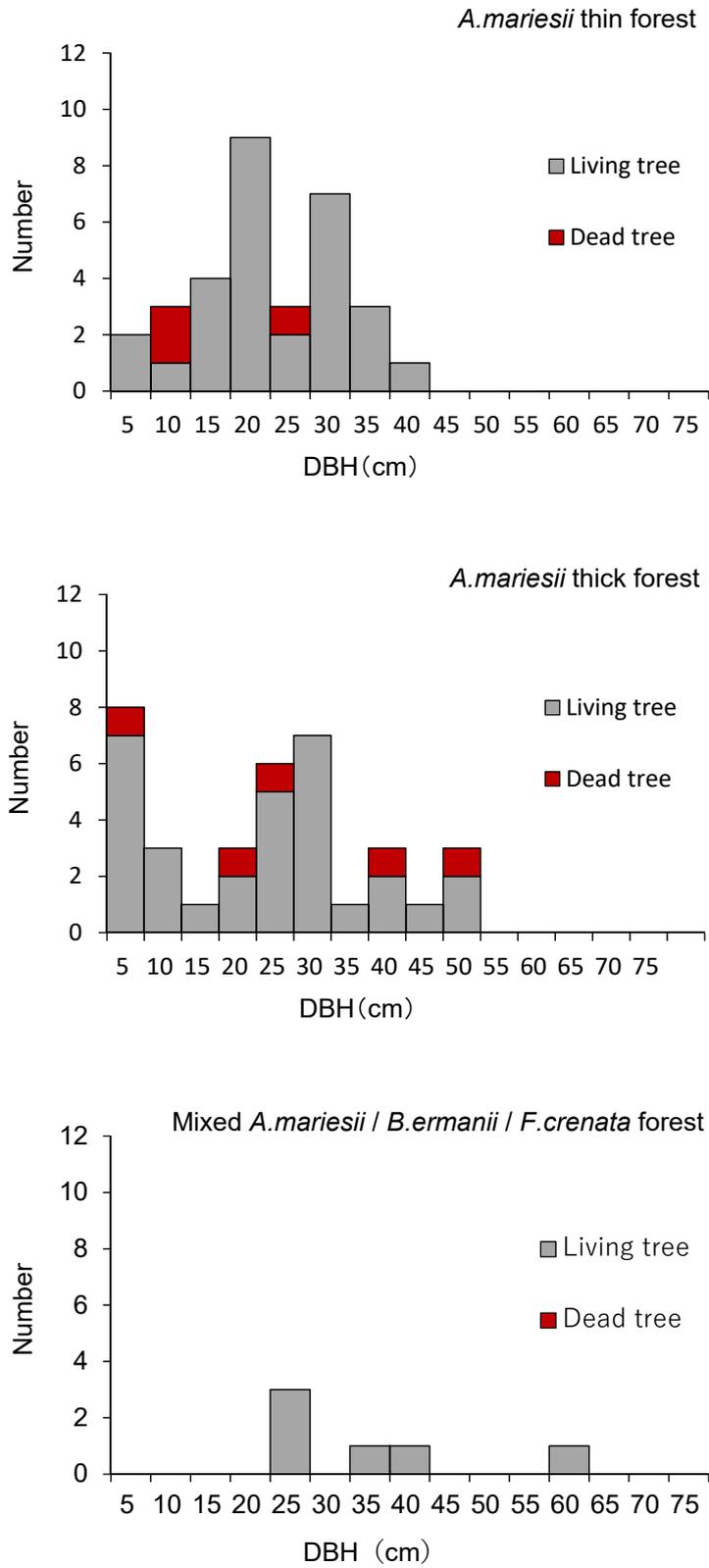


図 44 笹森山地域におけるオオシラビソの胸高直径階分布

Fig. 44 Number of *A. mariesii* trees in each DBH class of Sasamori-yama area, Akita-Komagatake

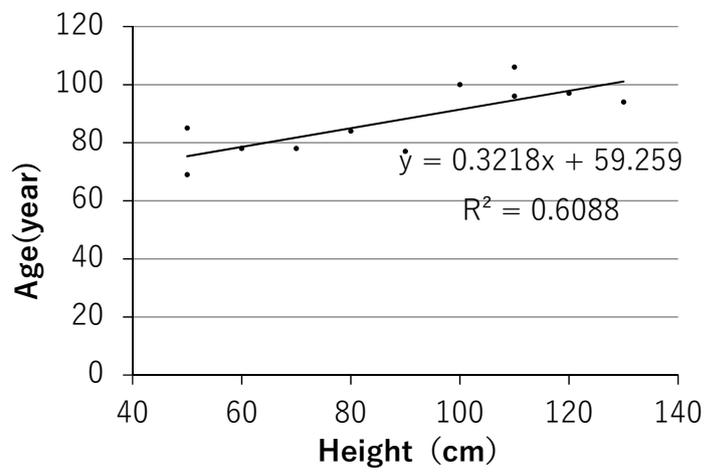


図 45 樹齡と樹高の関係式
 遠田 (1978) のデータを使用して作成。
 Fig. 45 Age-height relation
 Based on Toda (1978).

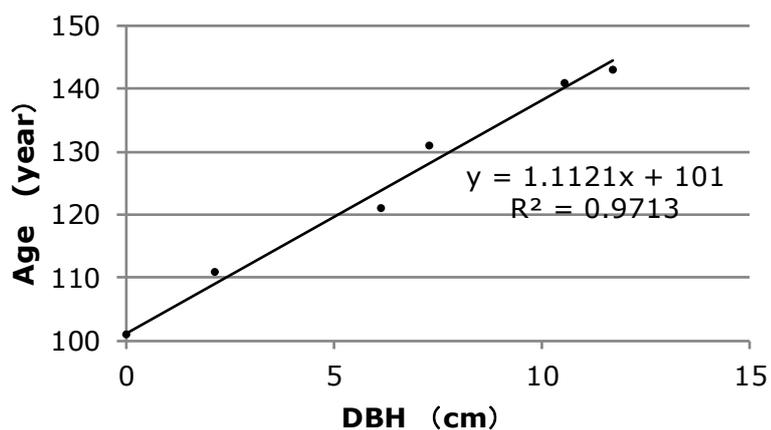


図 46 笹森山地域における供試木の生長傾向と平均生長曲線
 供試木の採取地点は図 41の地点S6付近。

Fig. 46 Time course in each sample tree and the averaged growth curve of *A. mariesii* in Sasamori-yama area, Akita-Komagatake
 The sampling site of *A. mariesii* tree is located around S6 (Fig. 41).

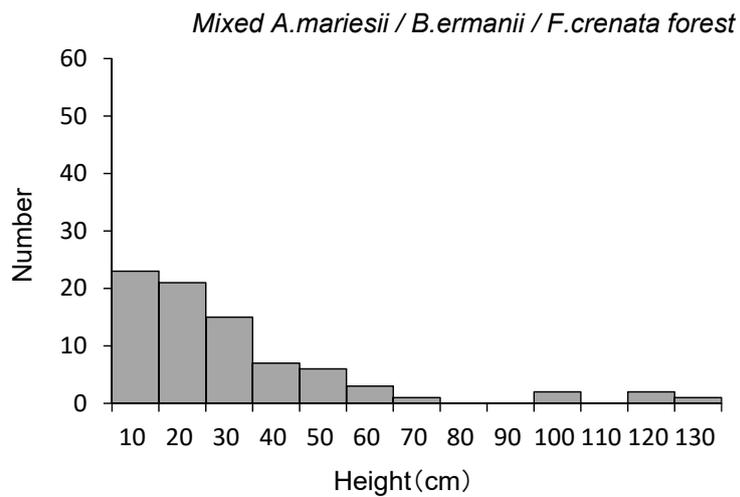
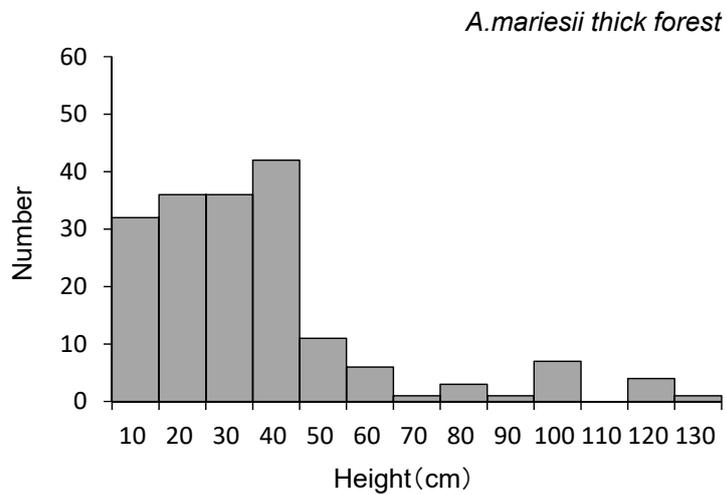
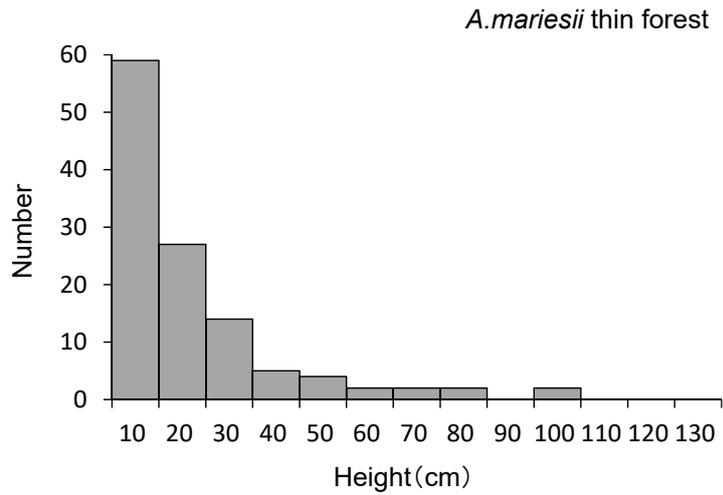


図 47 笹森山地域における胸高以下のオオシラビソの樹高階分布
 Fig. 47 Number of *A. mariesii* trees below breast height in each height class of Sasamori-yama area, Akita-Komagatake

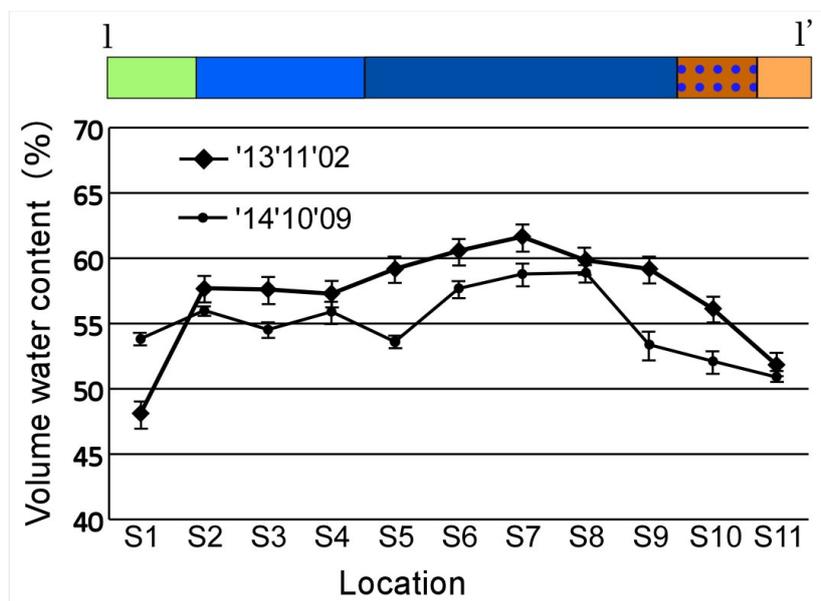


図 48 笹森山地域のオオシラビソ小林分における体積含水率の変化

図中左上の数字は測定日、点上の垂直なバーは標準偏差を示す。l-l' ライン、S1~S11の位置は図41を参照。図上部の植生分類の凡例は図38、図41を参照。

Fig. 48 Volumetric water content of small stands of *A. mariesii* in Sasamori-yama area, Akita-Komagatake

The dates of the measurement is shown at the upper left of the figure. Error bars show the standard deviation. See Fig. 41 for the locations of l-l' line and the sampling sites (S1~S11). The legend of vegetation classification above is shown in Fig. 38 and 41.

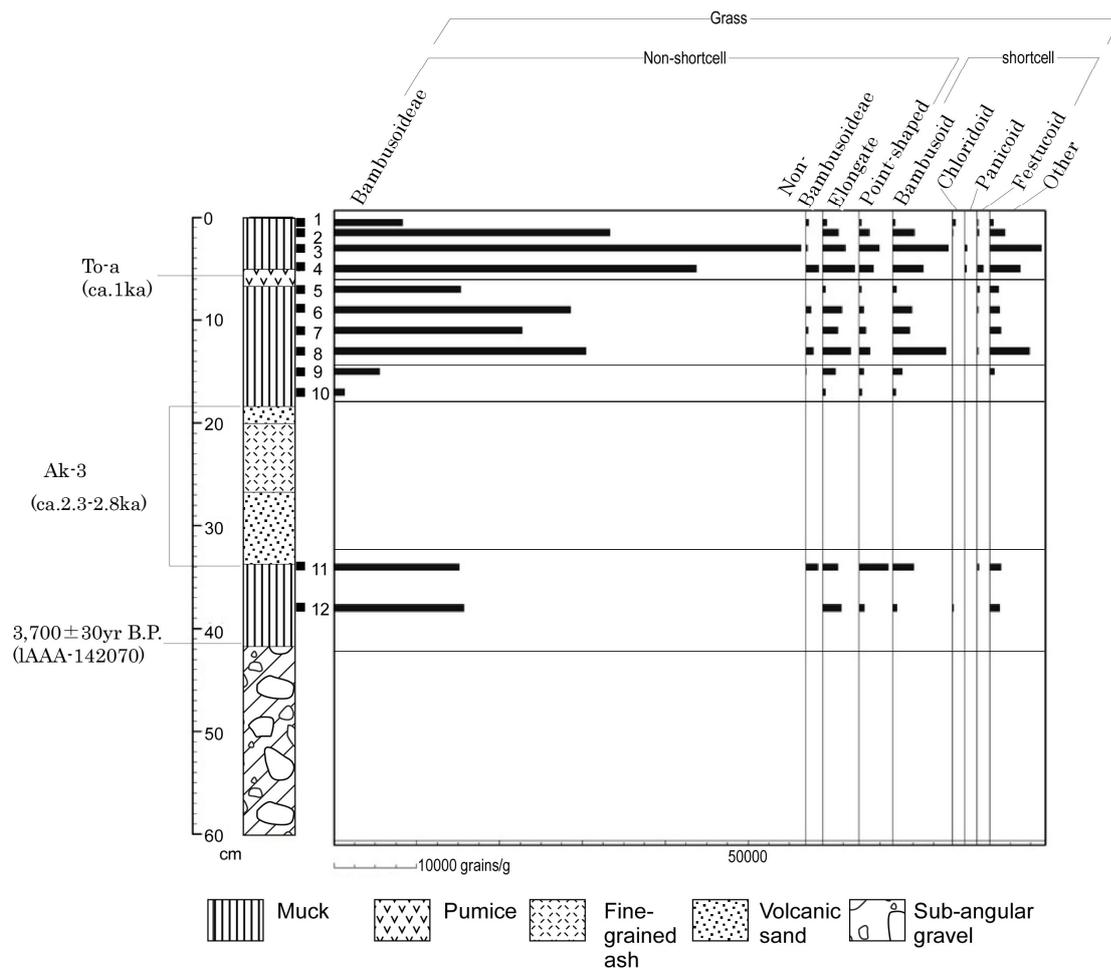


図 49 笹森山のオオシラビソ小林分における植物珪酸体組成図
 分析試料の採取地点は図39を参照。

Fig. 49 Opal phytolith diagram of small stands of *A. mariesii* in Sasamori-yama area, Akita-Komagatake
 The sampling site is shown in Fig. 39.

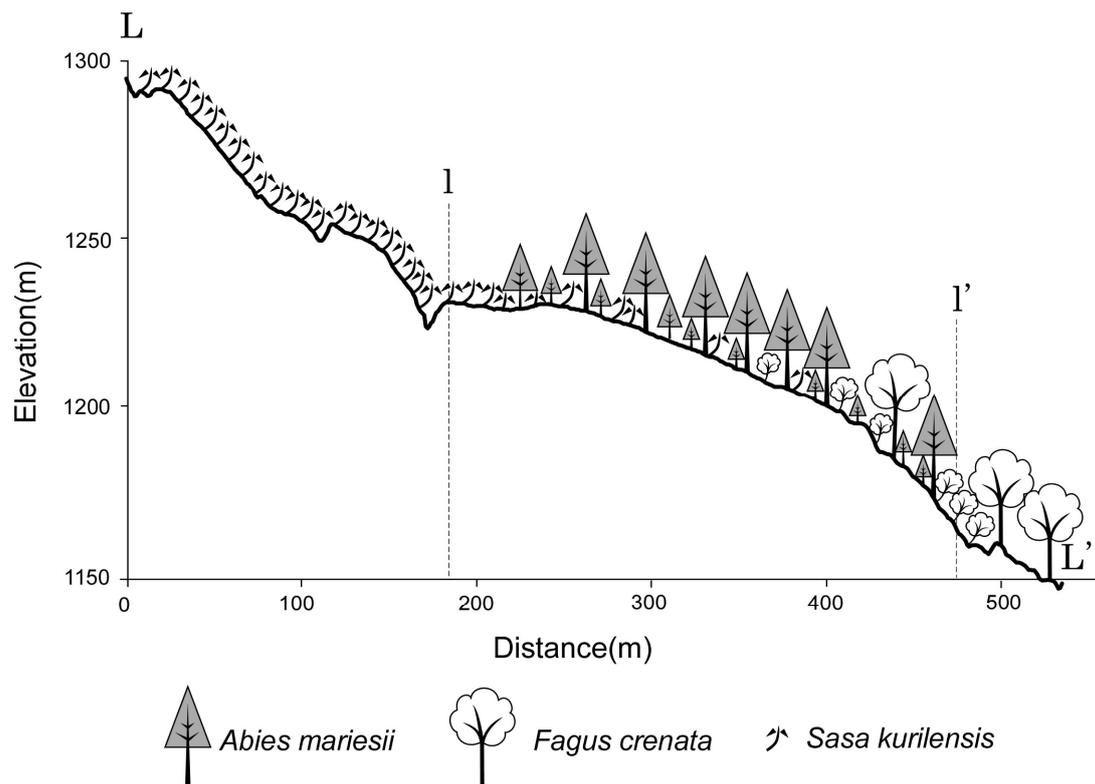
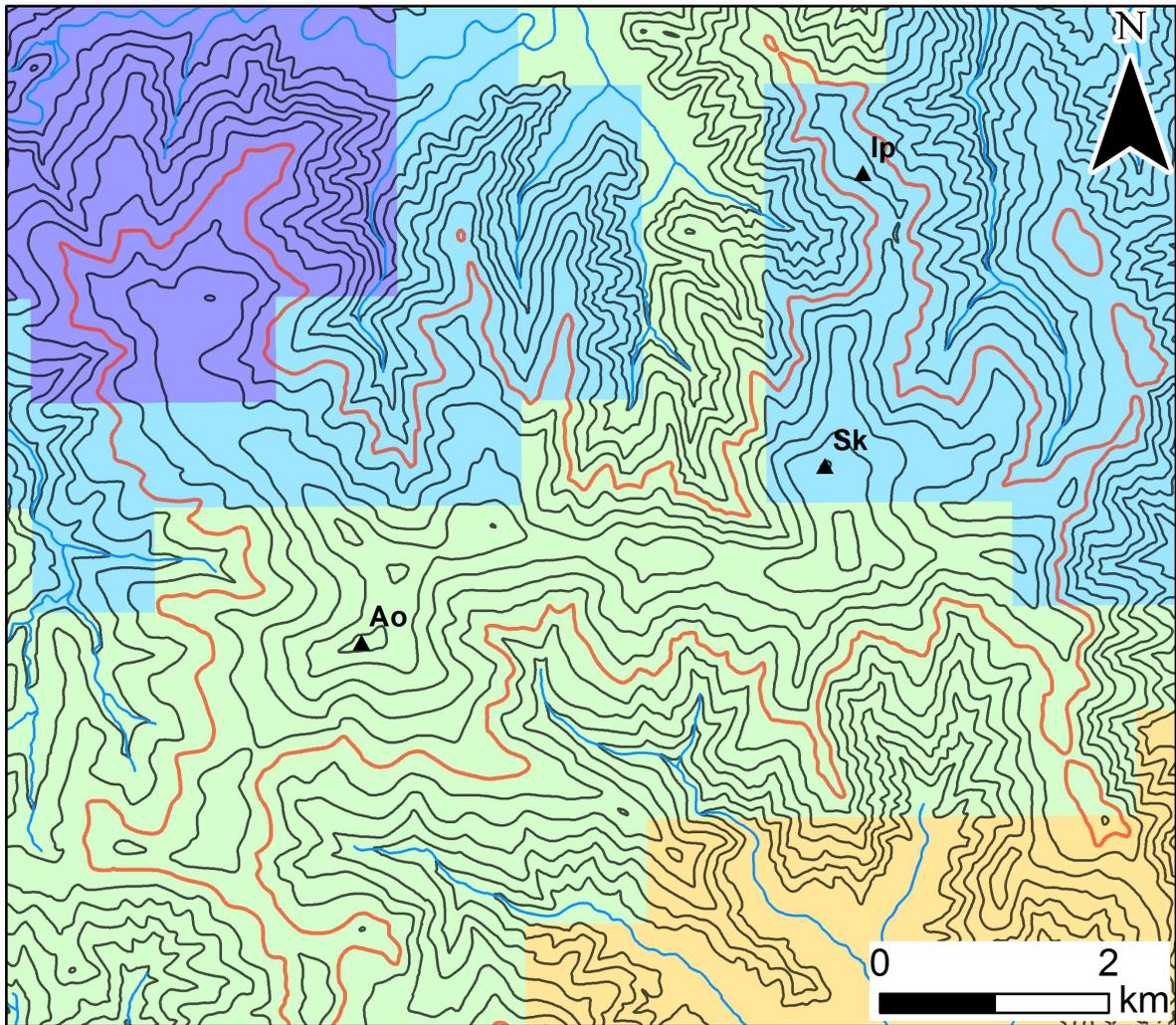


図 51 笹森山地域の模式的な地形植生断面図

Fig. 51 Schematic diagram of vegetation in Sasamori-yama area, Akita-Komagatake

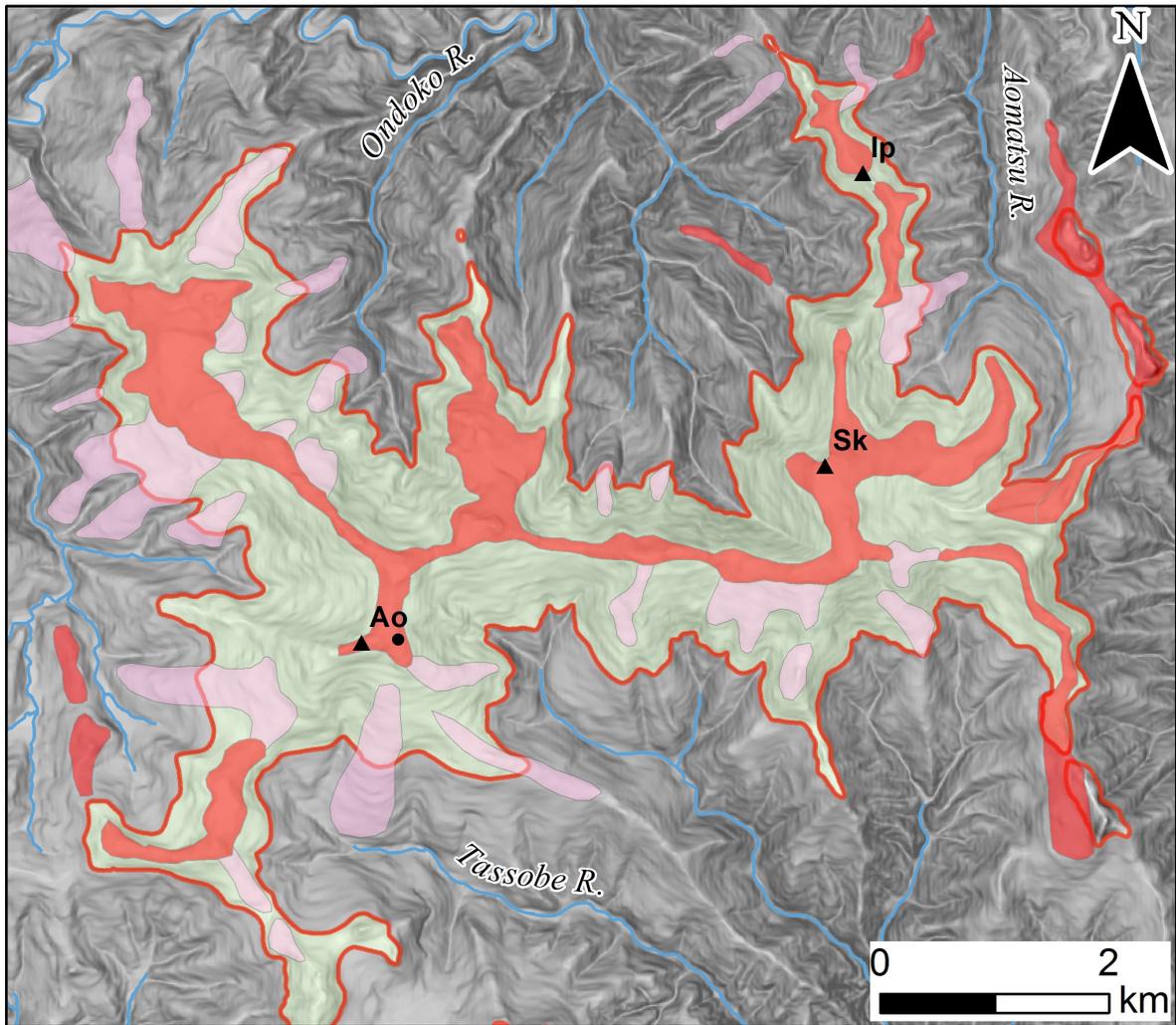


9 - 60
 61 - 90
 91 - 120
 121 - 150 (cm)

▲Ao: Aomatsuba-yama ▲ Ip: Ippai-mori ▲ Sk: Sakudoga-mori

図 52 青松葉山地域の最深積雪深の平年値
 国土交通省国土政策局の数値情報平年値メッシュデータ（平成24年整備，統計期間1981～2010年）
 を用いて作成。赤線は標高1,100 mの等高線を示す。

Fig. 52 Normal value of maximum snow depth in Aomatsuba-yama area
 Based on digital national land information (developed in 2012, statistics between 1981 and 2010)
 by National Spatial Planning and Regional Policy Bureau, MLIT. Red contour lines show the
 elevation of 1,100 m.



Gentle slopes on the summits
 Smooth crest slopes
 Other slopes
 Uninterpreted area

▲ Ao: Aomatsuba-yama ▲ Ip: Ippai-mori ▲ Sk: Sakudoga-mori

図 53 青松葉山地域の地形分類図

赤線は標高1,100 mの等高線を示す。黒点は土層断面地点A1を示す。

Fig. 53 Geomorphological map of Aomatsuba-yama area

Red contour lines show the elevation of 1,100 m. Black circle shows the location of soil test A1.

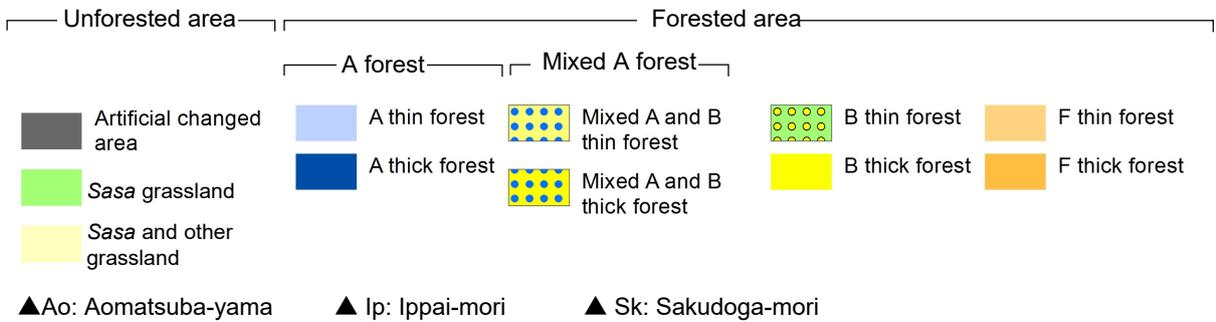
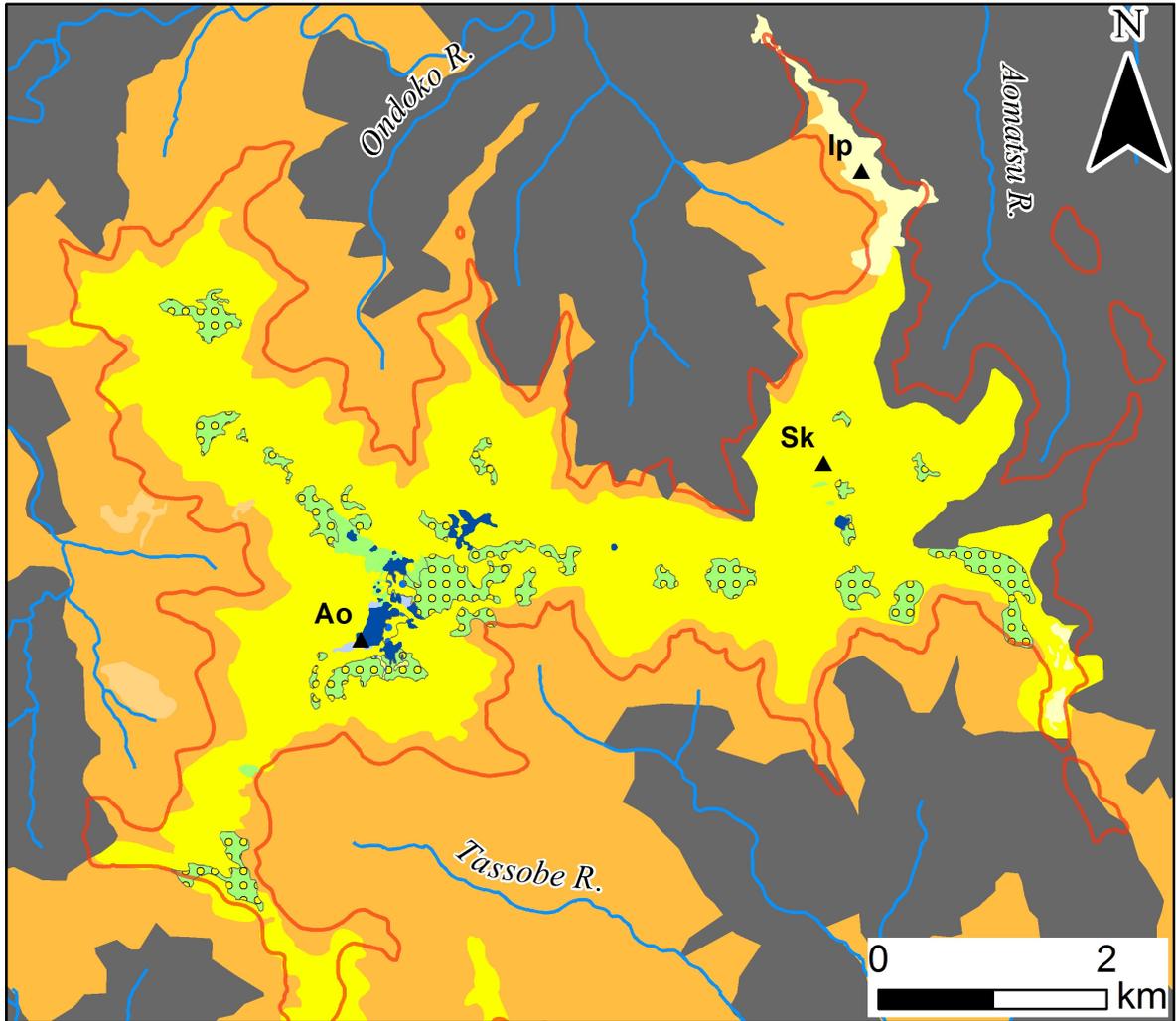
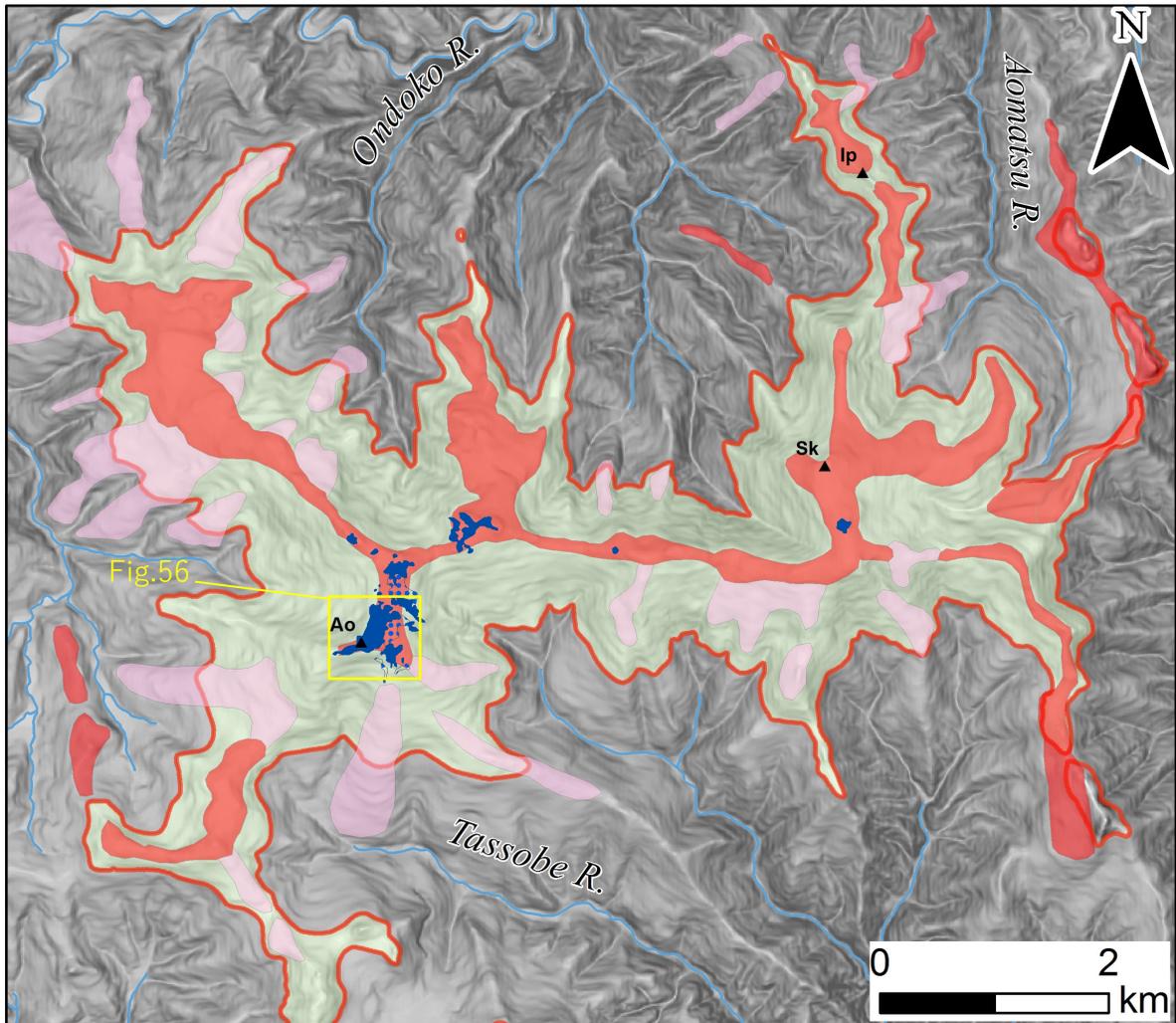


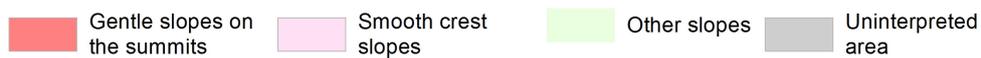
図 54 青松葉山地域の植生分類図

赤線は標高1,100 mの等高線を示す。

Fig. 54 Vegetation map of Aomatsuba-yama area
Red contour lines show the elevation of 1,100 m.



Geomorphic classification



Vegetation classification



▲Ao: Aomatsuba-yama ▲Ip: Ippai-mori ▲Sk: Sakudoga-mori

図 55 青松葉山地域の地形分類図とオオシラビソ純林およびオオシラビソ混交林の分布
赤線は標高1,100 mの等高線を示す。

Fig. 55 Geomorphological map and distribution of pure *A. mariesii* forest and mixed *A. mariesii* and other forest in Aomatsuba-yama area
Red contour lines show the elevation of 1,100 m.

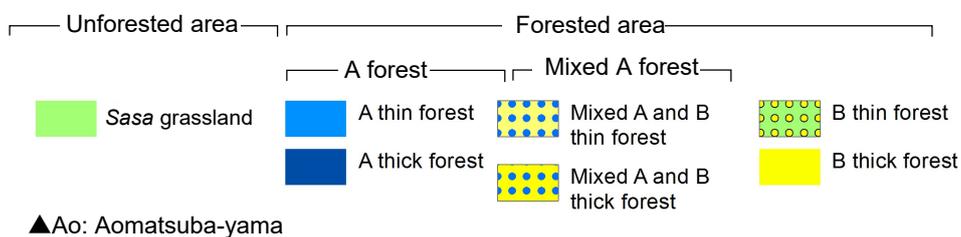
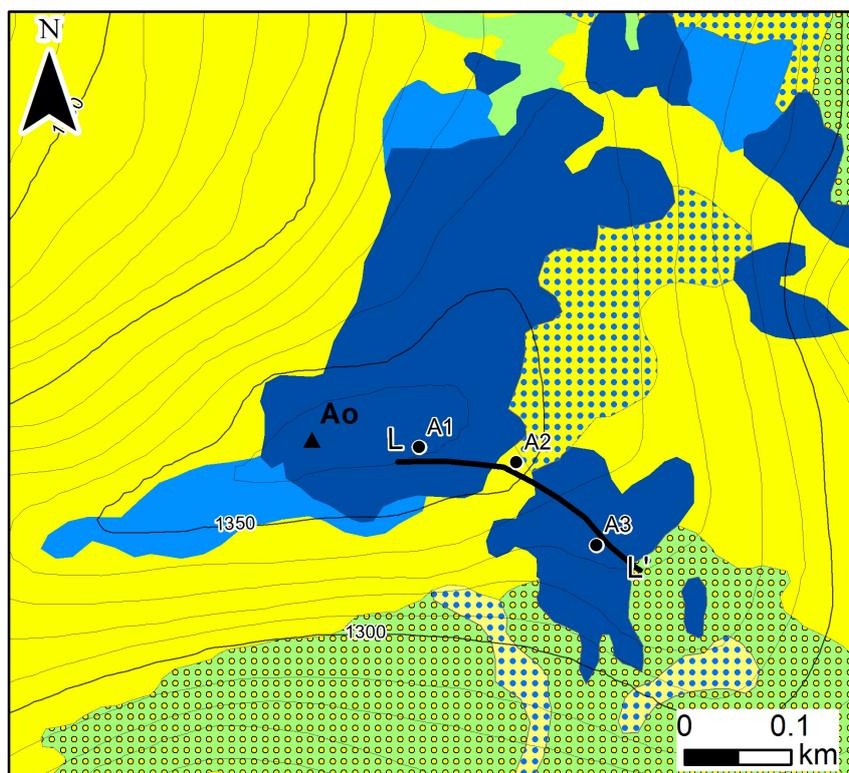


図 56 青松葉山山頂地域における植生分類図
 等高線間隔は10 m, 50 m毎に太線で示す。L-L' ラインは地形断面図 (図 57) の作成, および
 毎木調査 (図 58) の位置を示す。地点A1~A3は土層断面 (図 57) の観察地点を示す。
 Fig. 56 Vegetation map in the summit area of Aobatsuba-yama
 Contour interval is 10 m. Bold contour line is described every 50m. L-L' line shows
 the survey line of geomorphic profile (Fig. 57) and every tree measurement (Fig. 58).
 A1~A3 show the locations of columnar sections (Fig. 57).

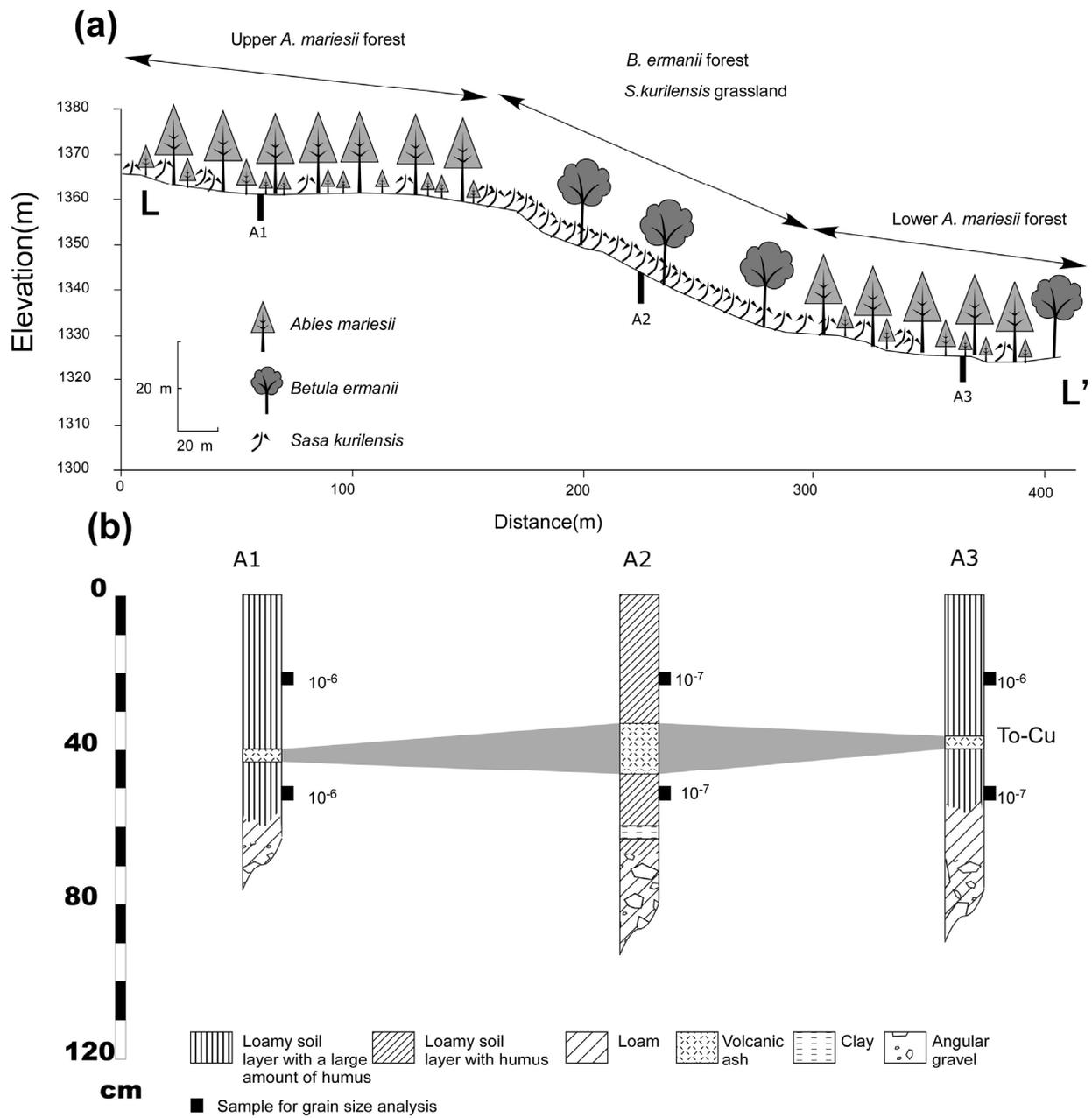


図 57 青松葉山山頂地域のL-L'ラインにおける(a)地形植生断面図と(b)土層断面図
土層断面左の数字は、粒度分析より求めた透水係数 (cm/sec) を示す。

Fig. 57 (a) Schematic geomorphic profile and vegetation classification, (b) columnar sections of trial pits in the summit area of Aomatsuba-yama

The hydraulic conductivity (cm/sec) from the grain size analysis is shown on the left of columnar sections.

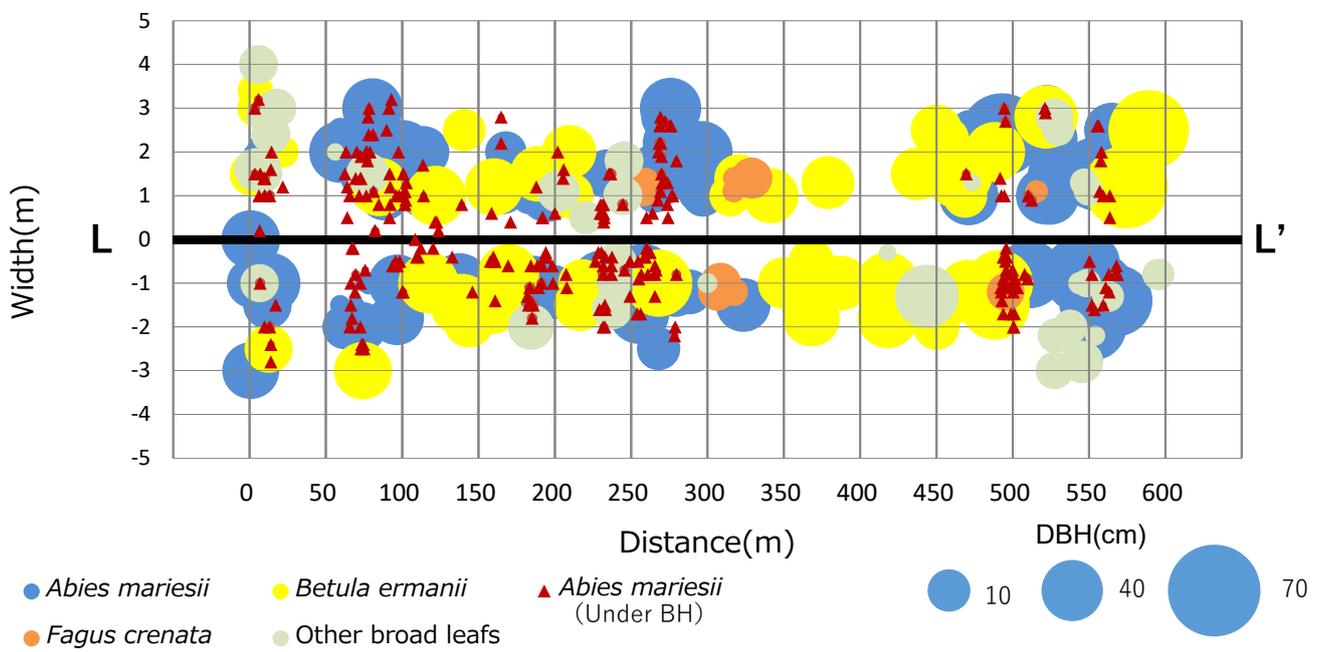


図 58 青松葉山山頂地域のL-L'ラインにおける樹種毎の立木位置および胸高直径
 L-L'ラインの位置は図56を参照。出現樹種およびその数は表 5を参照。

Fig. 58 Location and DBH of trees on L-L' line in the summit area of Aomatsuba-yama
 See Fig. 56 for the location of L-L' line. See Table 5 for number of species.

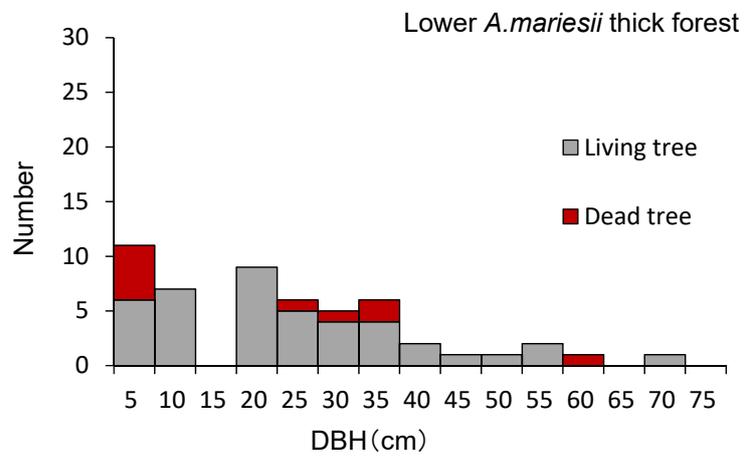
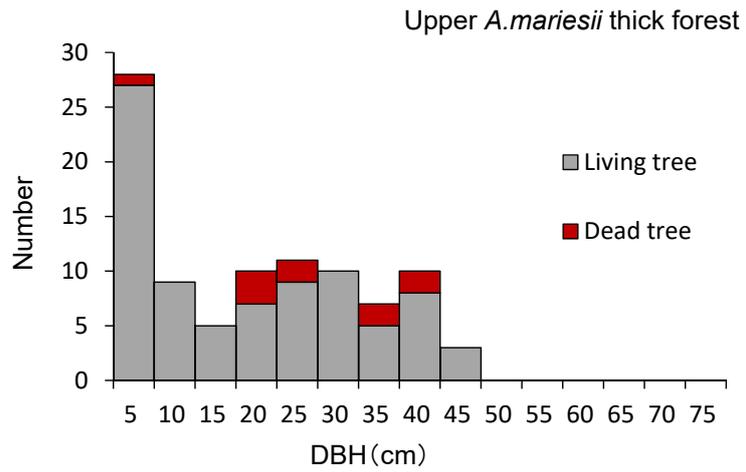


図 59 青松葉山山頂地域におけるオオシラビソの胸高直径階分布
 Fig. 59 Number of trees in each DBH class in the summit area of Aomatsuba-yama

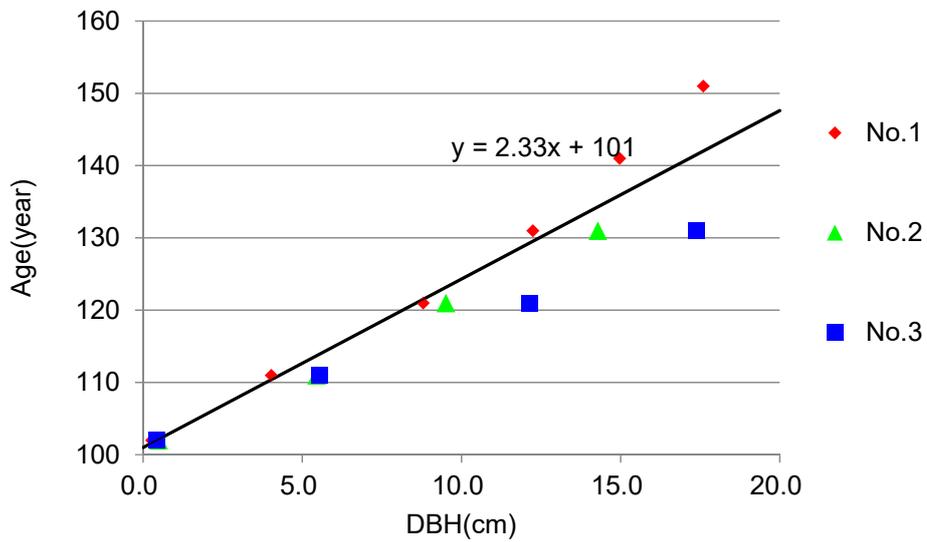


図 60 青松葉山山頂地域における供試木の生長傾向と平均生長曲線
 枯死木の採取地点は図56のL-L'ライン上。

Fig. 60 Time course in each sample tree and the averaged growth curve of *A.mariesii*
 in the summit of Aomatsuba-yama area
 The sampling sites of *A.mariesii* trees is on L-L' line (Fig. 56).

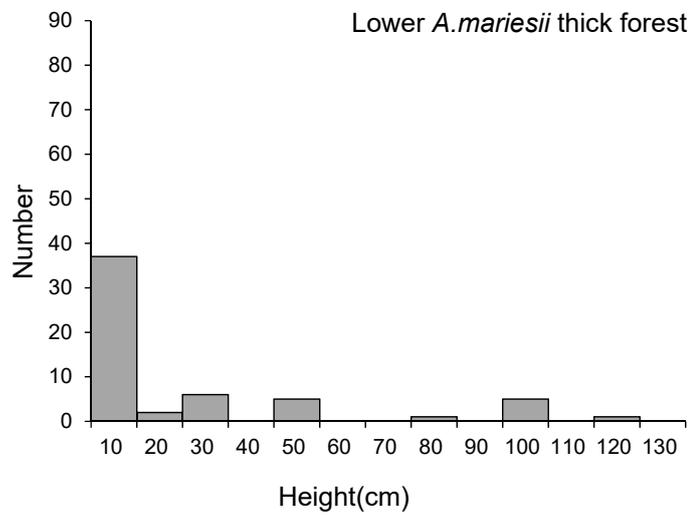
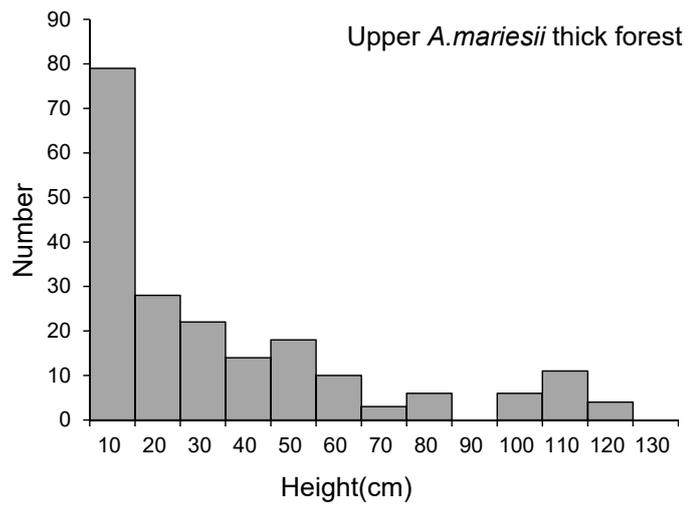


図 61 青松葉山地域における樹高が胸高以下のオオシラビソの樹高階分布
 Fig. 61 Number of *A. mariesii* trees below breast height in each height class
 in the summit area of Aomatsuba-yama

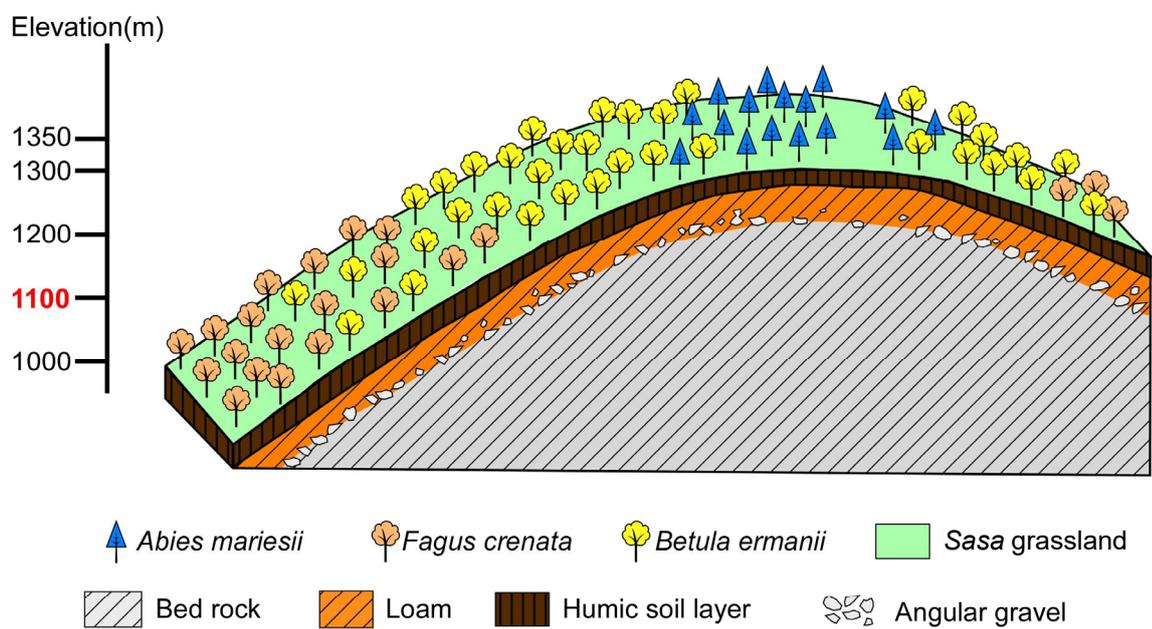


図 62 青松葉山地域の植生と立地環境の模式図

Fig. 62 Schematic diagram of vegetation and environmental conditions in Aomatsuba-yama area

Area		Hachimantai area				Akita-Komagatake area				Aomatsuba-yama		
		Landslide area	Northern area		Southern area		Northern area		Southern area		All area	
Item	①Landforms	Landslide	Volcanic original surface	Dissected slope	Volcanic original surface	Dissected slope	Volcanic original surface	Dissected slope	Volcanic original surface	Dissected slope	Gentle slope on the sumits	Other slope
			0~10°	>10°	0~10°	>10°	0~10°	>10°	0~10°	>10°	0~10°	>10°
Environmental conditions	②Surface geology	Rock mound/Boulder Loam/Clay	Loam/Clay		Loam/Clay		Volcanic ash/Silt		Scoria and pumice/granule gravel		Loam/Clay	
	③Maximun snow depth	250-350 cm	250-350 cm		150-350 cm		300-350cm		300-350cm		60-120 cm	
	④Wet meadows types and distribution density	b	a++	×	a++	×	a++	×	a-	×	×	×
	⑤Distribution density of pure <i>A. mariesii</i> forest	--	++	--	+	--	--	---	---	×	---	×
Present Vegetation	⑥Distribution density of mixed <i>A. mariesii</i> forest	+++	+	+++	++	+++	-	--	---	---	×	×
	⑦Major vegetation	A · B · F	A	A · B	A · S	A · B	A · S	A · B	S	S	S · B	B
1-(6)	⑧Environmental conditions for standing <i>A. mariesii</i> forest	○	⊙	○	⊙	○	⊙	○	⊙	△	△	△

図 63 対象地域におけるオオシラビソンの立地環境

青字はオオシラビソンの発達にプラスに影響する要因，赤字はマイナスに影響する要因，黒字はどちらにも該当しない。

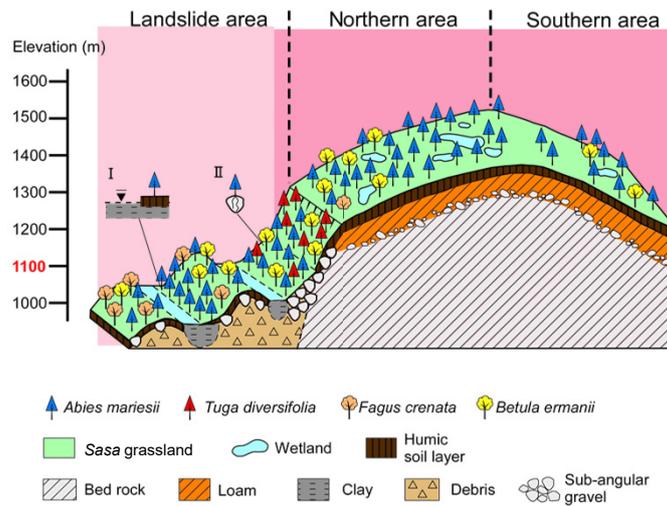
①は図11, 図29, 図54に基づく，上段：主要な地形構成要素，下段：おおよその傾斜。②は図15, 図24, 図33, 図34に基づく，左：主要な表層地質，右：おおよその粒度。③は図10, 図28, 図53をに基づく，地域内の平均的な最深積雪深。④は図16, 図35, 図55, 表6に基づく，湿原タイプと地形単位ごとの分布面積比率。a：緩傾斜地型山地湿原 b：地すべり凹地型山地湿原 ++：>10%，+：5~10%，-：1~5%，×：<1%。⑤~⑥は図12, 図14, 図30, 図32, 図55, 図56, 表6に基づく，地形単位ごとのオオシラビソ純林およびオオシラビソ混交林の分布面積比率。+++：>50%，++：40~50%，+：30~40%，-：20~30%，--：10~20%，---：1~10%，×：<1%。⑦は図12, 図14, 図30, 図32, 図55, 図56に基づく，主要構成植生。A：オオシラビソ林，B：ダケカンバ林，F：ブナ林，S：ササ草原 ⑧は①~④の結果から導かれるオオシラビソンの環境適性。⊙：好適，○：可能，△：不適。

Fig. 63 Environmental conditions of *Abies mariesii* forest in the study areas

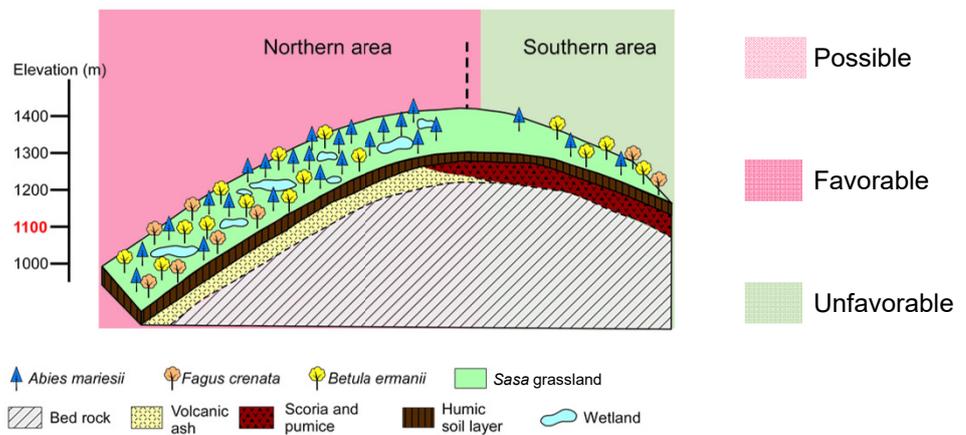
Features colored by blue : positive effects for expansion of *A. mariesii* forest. Features colored by red : negative effects for expansion *A. mariesii* forest. Features colored by black : none.

①Based on Fig. 11, Fig. 29, Fig. 54 , above :landform unit, below: slope inclination. ②Based on Fig. 15, Fig. 24, Fig. 33, Fig. 34, left :physical property. right: grain size estimated by field survey. ③Based on Fig. 10, Fig. 28, Fig. 53, Averaged normal value of maximum snow depth in each area. ④Based on Fig. 16, Fig. 35, Fig. 55, Table 1, wet meadow types and percentage of its area in each geomorphic unit. a : gentle slope type b : landslide depression type, ++ : >10%, + : 5~10 %, - : 1~5 %, × : <1%. ⑤, ⑥ Based on Fig. 12, Fig. 14, Fig. 30, Fig. 32, Fig. 55 Fig. 56, Table 1, each percentage of pure *A. mariesii* forest and mixed *A. mariesii* forest area in each geomorphic unit. ⑦ Based on Fig. 12, Fig. 14, Fig. 30, Fig. 32, Fig. 55, Fig. 57, a dominate vegetation in each area. A : *A. mariesii*, B : *B. ermanii*, F : *F. crenata*, S : *S. kurilensis* ⑧ Estimation of environmental conditions for *A. mariesii* forest is guided from ①~④. ⊙ : favorable, ○ : possible, △ : unfavorable.

Hachimantai area



Akita-Komagatake area



Aomatsuba-yama area

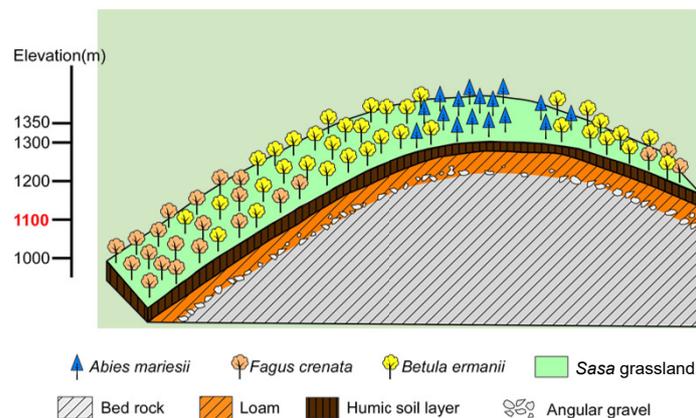


図 64 対象地域の植生と立地環境の模式図

淡いピンクはオオシラビソ林にとって可能な環境，ピンクは好適な立地環境，緑は不適な立地環境を示す。

Fig. 64 Schematic diagram of vegetation and environmental conditions in the study areas

The area colored in light pink shows the possible environment for *A. mariesii*, the areas colored pink show the favorable environment for *A. mariesii*, while the areas colored in green show the unfavorable environment for *A. mariesii*.

	Item	Hachimantai area			Akita-Komagatake area		Aomatsuba-yama area
		Landslide area	Northern area	Southern area	Northern area	Southern area	
1-(6)	①Environmental conditions for standing <i>A. mariesii</i> forest	○	◎	◎	◎	△	△
Present Vegetation	②Distribution density of pure <i>A. mariesii</i> forest	--	++	+	---	---	---
	③Distribution density of mixed <i>A. mariesii</i> forest	+++	+	++	-	---	×
	④Major vegetation	A・B・F	A	A・S	A・S	S	S・B
Small stand structures	⑤Trend of expansion of the small stand of <i>A. mariesii</i> forest					slower pace	slower pace
	⑥Establishment process of the small stand of <i>A. mariesii</i> forest					density increment	density increment
	⑦Expansion signature of the small stand of <i>A. mariesii</i> forest					recognized	unrecognized
Vegetation history	⑧Starting time of expansion of the small stand of <i>A. mariesii</i> forest					300years ago	500years ago
	⑨Occuring time of <i>Abies</i> pollen	2,500-1,000 years ago	2,500 years ago	present	1,000 years ago	2,500 years ago	present
	⑩Amount of percentage change of <i>Abies</i> pollen during the past 1,000 years	20%	10%	?	10%	5%	?
2-(5)	⑪Type of trend of expansion of <i>A. mariesii</i> forest	Type 1	Type 1	Type 2	Type 2	Type 3	Type 4

図 65 対象地域のオオシラビソ林の成立年代と分布拡大傾向

青字はオオシラビソ林の発達にプラスに影響する要因，赤字はマイナスに影響する要因，黒字はどちらにも該当しない。

①は図63で導かれた平坦面上(<10°)と地すべり地のオオシラビソ林成立の環境適性。◎：好適，○：可能，△：不適。②～④は図63の⑤～⑥の説明を参照。⑤は図43，58に基づく，オオシラビソ小林分の周囲への拡大状況。⑥～⑦は図44，図47，図59，図61に基づく，オオシラビソ小林分の成立過程とオオシラビソ小林分における拡大の形跡の有無。⑧は図49および池田(2011)に基づく，オオシラビソ小林分の成立時期。⑨は図66に基づく，対象地域内で*Abies*花粉が検出開始した最も早い年代。⑩は図66に基づく，対象地域全体の*Abies*花粉の検出量の変化。⑪は①～⑩から導かれるオオシラビソ林の成立パターン。タイプの説明は図67を参照。

Fig. 65 Establish time and trend of expansion of *A. mariesii* forest in the study areas

Features colored by red : Positive effects for expansion of *A. mariesii* forest, features colored by blue : Negative effects for expansion *A. mariesii* forest, features colored by black : None.

①Based in Fig.63, Estimated environmental conditions for standing *A. mariesii* forest in flat area(<10°) and landslide area. ◎ : favorable, ○ : possible, △ : unfavorable. ②～④See Fig.63 for their explanations. ⑤Based on Fig. 43, Fig. 58. ⑥～⑦ Based on Fig. 44, Fig. 47, Fig. 59, Fig. 61. ⑧Based on Fig. 49 and Ikeda(2011). ⑨Based on Fig. 66, the most earliest occurred time of *Abies* pollen in each area. ⑩Based on Fig. 66, amount of percentage change of *Abies* pollen from 1,000 years ago to present. ⑪ Expansion patterns of *A. mariesii* forest guided from ①～⑩. The explanation of types is shown Fig. 67.

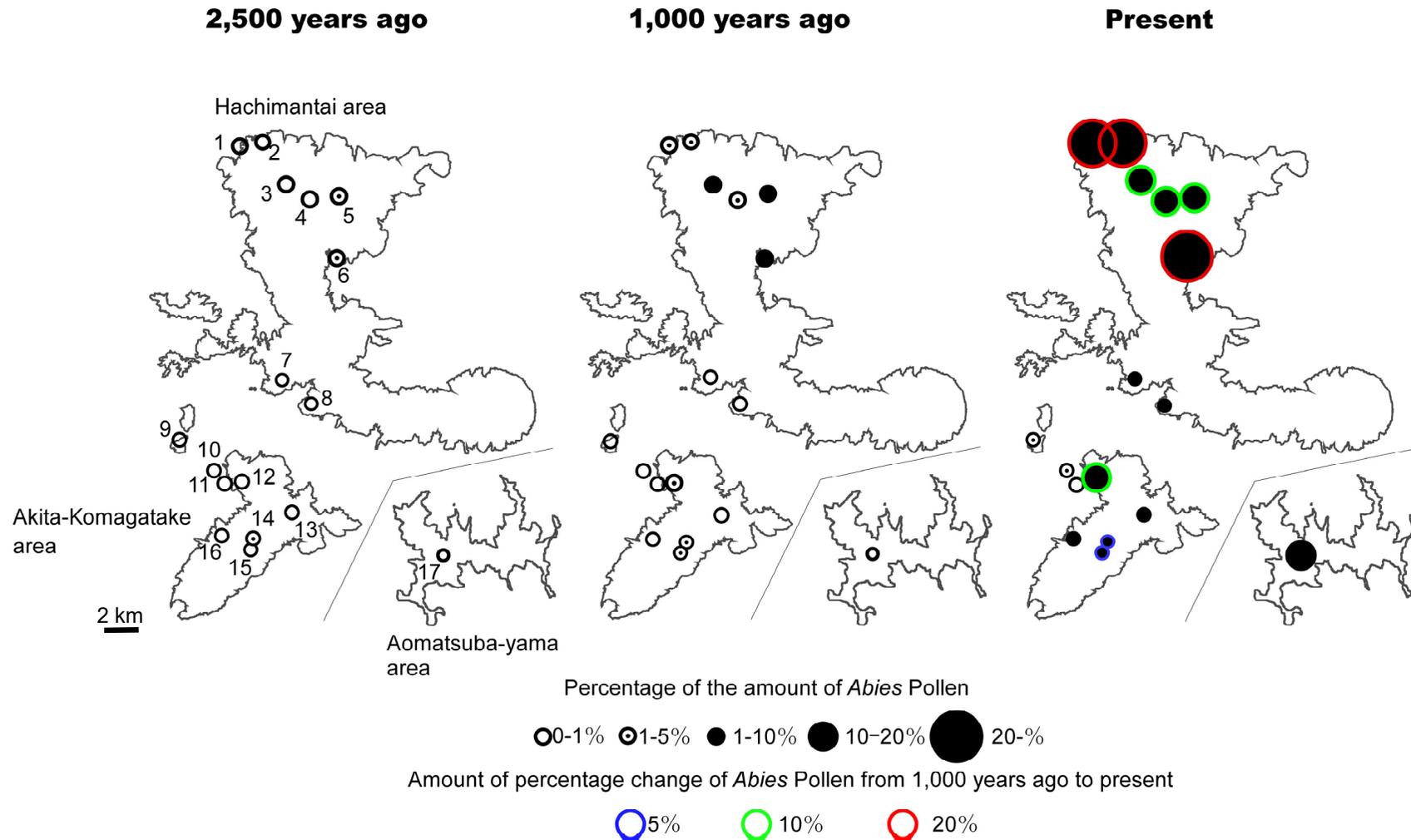


図 66 対象地域の *Abies* 花粉の検出時期と検出比率，および検出比率の変化

池田（2002）をもとに，池田（2016）青松葉山のデータを追加して作成。1，2，6：地すべり地内，3～5：八幡平地域北部，7，8：八幡平地域南部
9～13：秋田駒ヶ岳地域北部，14～16：秋田駒ヶ岳地域南部，17：青松葉山地域。

Fig. 66 Time when *Abies* pollen occurred and the percentage of the increase and percentage change of *Abies* pollen in the study areas

Time when *Abies* pollen occurred is based on Ikeda (2002 and 2016). 1, 2, 6: Landslide area, 3~5: Northern part of Hachimantai area, 7~8: Southern part of Hachimantai area, 9~13: Northern part of Akita-Komagatake area, 14~16: Southern part of Akita-Komagatake area, 17: Aomatsuba-yama area.

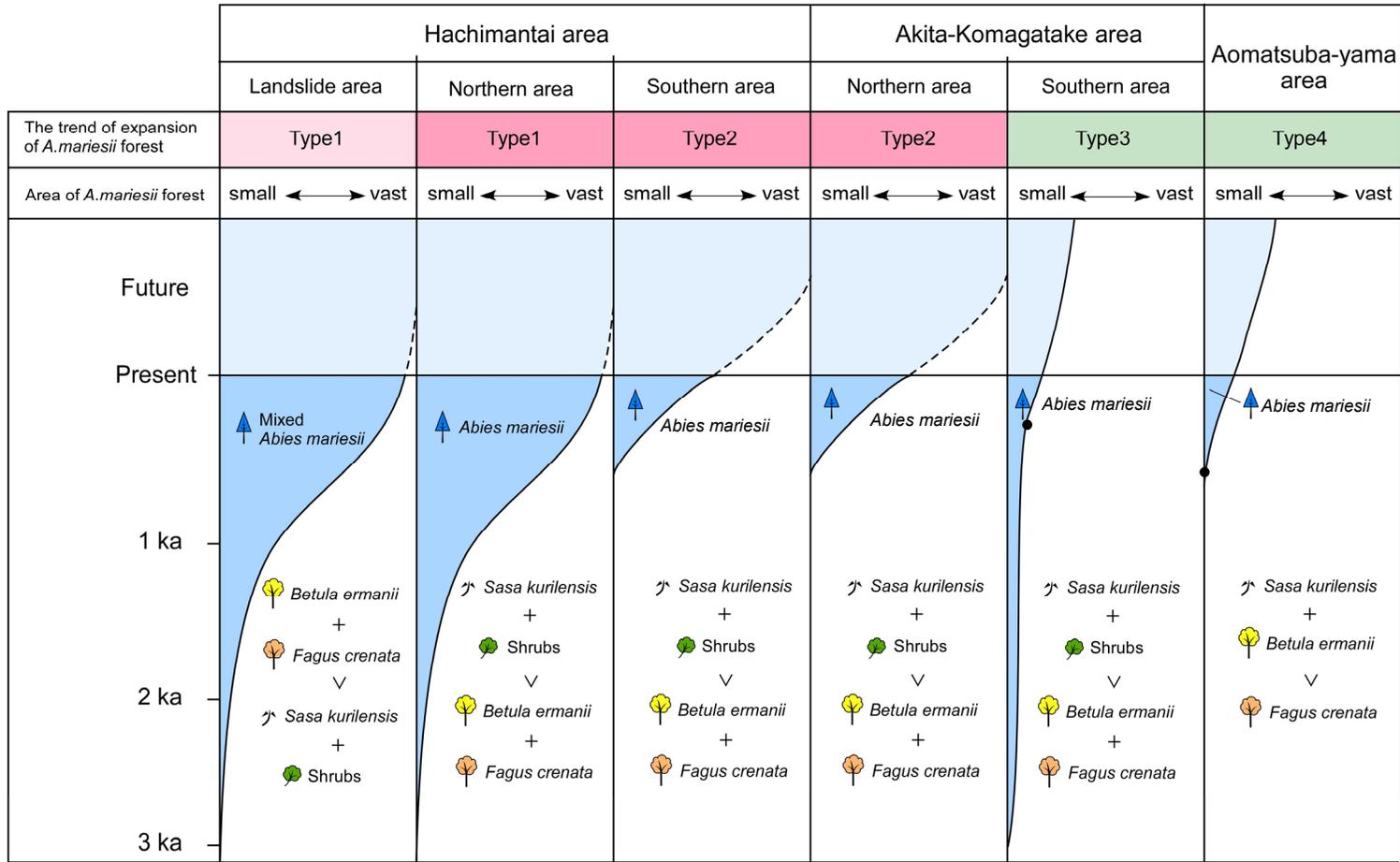


図 67 対象地域のオオシラビソ林の分布拡大過程

図65の結果に基づく模式図。淡いピンクはオオシラビソ林にとって可能な環境，ピンクは好適な立地環境，緑は不適な立地環境を示す。オオシラビソ林の拡大パターンは，以下の4タイプに分けられる。タイプ1:オオシラビソ林にとって好適，あるいは可能な環境のもとに古くからオオシラビソ林が存在し，順調にオオシラビソの拡大が進行，現在オオシラビソ林が広く分布。タイプ2:オオシラビソ林にとって好適，あるいは適当な環境にあるが，この地域におけるオオシラビソ林の拡大開始が遅かったため，現在は分布が断片的，今後順調に分布を拡大すると予想。タイプ3:オオシラビソ林にとって環境が不適なため分布拡大が低調であり，そのため古くからオオシラビソ林が存在していたにも関わらず現在もオオシラビソ林が断片的。今後も分布拡大は緩慢であると予想。タイプ4:オオシラビソ林にとって環境が不適であることに加え，最近オオシラビソ林が成立したため分布が断片的。今後も分布拡大は緩慢であると予想。

Fig. 67 Trend of expansion of *A. mariesii* forest in the study areas

The area colored in light pink shows the possible environment for *A. mariesii*, the areas colored pink show the favorable environment for *A. mariesii*, while the areas colored in green show the unfavorable environment for *A. mariesii*. Type1 : For *A. mariesii* forest, environmental condition : favorable of possible, detected time of *Abies* pollen : earlier period, expansion speed : faster pace, present *A. mariesii* forest : wide. Type2 : For *A. mariesii* forest, environmental condition : favorable, detected time of *Abies* pollen : later period, expansion speed : ?, present *A. mariesii* forest : sparse. Type3 : For *A. mariesii* forest, environmental condition : unfavorable, detected time of *Abies* pollen : earlier period, expansion speed : slower pace, present *A. mariesii* forest : sparse. Type4 : For *A. mariesii* forest, environmental condition : unfavorable, detected time of *Abies* pollen : later period, expansion speed : ?, present *A. mariesii* forest : sparse.

表 1 八幡平地域における地域・地形単位毎の植生面積と占有率

LS:地すべり地 VOS:火山原面, DS:開析斜面。 () 内は地形毎の面積における各植生の面積割合 (占有率)。緩傾斜地型山地湿原の占有率は千分率で示している。

Table 1 Area and percentage of vegetation coverage in each of area and geomorphic unit

LS : Landslide area, VOS : Volcanic original surface, DS : Dissected slope.

The number in a parenthesis is a percentage of vegetation coverage in each geomorphic unit. The percentage of mountain meadows of gentle slope is shown by permillage.

Area & Geomorphic unit		Area(km ²)			
		Northern Area		Southern area	
Vegetation	LS	VOS	DS	VOS	DS
total	37.91	31.55	12.75	17.22	16.10
Pure	4.96	15.01	1.99	6.14	1.72
<i>A. mariesii</i> forest	(13.1%)	(47.6%)	(15.6%)	(35.7%)	(10.7%)
Mixed	23.97	11.76	7.18	8.36	8.09
<i>A. mariesii</i> forest	(63.2%)	(37.3%)	(56.3%)	(48.5%)	(50.3%)
Other vegetation	8.98	4.46	3.59	2.54	6.29
	(23.7%)	(14.1%)	(28.1%)	(14.7%)	(39.1%)
Mountain meadow of gentle slope type		0.32		0.18	
		(10.2‰)		(10.6‰)	

表 2 秋田駒ヶ岳地域における地域・地形単位毎の植生面積と占有率

VOS:火山原面, DS:開析斜面。()内は地形毎の面積における各植生の面積割合(占有率)。緩傾斜地型山地湿原の占有率は千分率で示している。

Table 2 Area and percentage of vegetation coverage in each of area and geomorphic unit. VOS : Volcanic original surface, DS : Dissected slope. The number in a parenthesis is a percentage of each vegetation coverage in each geomorphic unit. The percentage of mountain meadows of gentle slope is shown by permillage.

		Area(km ²)			
		Northern Area		Southern area	
Area & Geomorphic unit	Vegetation	VOS	DS	VOS	DS
	total	8.28	7.09	6.72	4.27
	Pure <i>A. mariesii</i> forest	1.09 (13.2%)	0.37 (5.3%)	0.70 (10.4%)	0.01 (0.3%)
	Mixed <i>A. mariesii</i> forest	2.33 (28.2%)	1.36 (19.2%)	0.47 (7.0%)	0.26 (6.0%)
	Other vegetation	4.86 (58.7%)	5.36 (75.6%)	5.55 (82.6%)	4.00 (93.7%)
	Mountain meadow of gentle slope type	0.14 (17.3‰)		0.02 (3.4‰)	

表 3 笹森山地域のI-I'ラインにおける出現樹種の数
成木は胸高以上，稚樹は胸高以下の個体を示す。

Table 3 Number of trees on I-I' line in Sasamori-yama area, Akita-Komagatake
Adult tree is higher than breast height, while young tree is lower than breast height.

Japanese name	Scientific name	Number	
		adult tree	66
オオシラビソ	<i>Abies mariesii</i>	young tree *	375
		dead tree*	11
アカミノイヌツゲ	<i>Ilex sugerokii</i> var. <i>brevipedunculata</i>		14
オオカメノキ	<i>Viburnum furcatum</i>		29
オオバクロモジ	<i>Lindera umbellata</i> var. <i>membranacea</i>		11
コシアブラ	<i>Acanthopanax</i> <i>sciadophylloides</i>		5
コハウチワカエデ	<i>Acer sieboldianum</i>		5
ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i>		1
ナナカマド	<i>Sorbus commixta</i>		4
ハイイヌツゲ	<i>Ilex crenata</i> var. <i>paludosa</i>		1
ハイマツ	<i>Pinus Pumilla</i>		3
ブナ	<i>Fagus crenata</i>		20
ホオノキ	<i>Magnolia obovata</i>		1
ミネカエデ	<i>Acer tschonokii</i>		37
ミネザクラ	<i>Prunus nipponica</i>		1
ミヤマナラ	<i>Quercus mongolica</i> var. <i>undulatifolia</i>		49
ヤマツツジ	<i>Rhododendron kaempferi</i>		3
		total	636
		total (except for asterisks)	250

表 4 青松葉山地域における地域・地形単位毎の植生面積と占有率

GS：山頂緩斜面，OT：山腹斜面と平滑尾根型緩斜面。（）内は地形毎の面積における各植生の面積割合（占有率）。緩傾斜地型山地湿原の占有率は千分率で示している。

Table 4 Area and percentage of vegetation coverage in each of area and geomorphic unit
GS：Gentle slope on the summit，OT：Other slope and smooth crest slope. The number in a parenthesis is a percentage of vegetation coverage in each geomorphic unit. The percentage of mountain meadows of gentle slope type is shown by permillage.

		Area(km ²)	
Geomorphic unit		GS	OT
Vegetation			
	total	5.98	20.33
Pure		0.21	0.05
<i>A. mariesii</i> forest		(3.5%)	(0.3%)
Mixed		0.05	0.02
<i>A. mariesii</i> forest		(0.8%)	(0.1%)
Other vegetation		5.72	20.26
		(95.7%)	(99.6%)
Mountain meadow of gentle slope type		0.00	
		(0.0‰)	

表 5 青松葉山地域のL-L'ラインにおける出現樹種の数

成木は胸高以上，稚樹は胸高以下の個体を示す。

Table 5 Number of trees on L-L' line in Aomatsuba-yama area

Adult tree is higher than breast height, while young tree is lower than breast height.

Japanese name	Scientific name		Number
		adult tree	146
オオシラビソ	<i>Abies mariesii</i>	young tree*	257
		dead tree*	23
アオダモ	<i>Fraxinus lanuginosa</i>		1
オオカメノキ	<i>Viburnum furcatum</i>		4
コシアブラ	<i>Acanthopanax sciadophylloides</i>		2
コハウチワカエデ	<i>Acer sieboldianum</i>		2
ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i>		51
コメツガ	<i>Tuga diversifolia</i>		1
ナナカマド	<i>Sorbus commixta</i>		17
ブナ	<i>Fagus crenata</i>		9
ミズキ	<i>Cornus controversa</i>		1
ミネザクラ	<i>Prunus nipponica</i>		1
不明	Unknown		7
		total	522
		total (except for asterisks)	242

表 6 地域・地形単位毎における植生の占有率
 VOS:火山原面, DS:開析斜面, GS:山頂緩斜面, OT:山腹斜面と平滑尾根型斜面。緩傾斜地型山地湿原の占有率は千分率で示している。
 Table 6 Percentage of vegetation coverage in each of area and geomorphic unit
 VOS : Volcanic original surface, DS : Dissected slope, GS : Gentle slope on the summits, OT : Other slope and smooth crest slope.
 The percentage of mountain meadows of gentle slope is shown by permillage.

Area and geomorphic unit	Landslide area	Hachimantai area				Akita-komagatake area				Aomatsuba-yama area			
		Northern Area		Southern area		Northern Area		Southern area		Northern Area		Southern area	
Vegetation		VOS	DS	VOS	DS	VOS	DS	VOS	DS	VOS	DS	GS	OT
Mountain meadow of gentle slope type		10.2%		10.6%		17.3%		3.4%		0.0%			
Pure <i>A. mariesii</i> forest	13.1%	47.6%	15.6%	35.7%	10.7%	13.2%	5.3%	10.4%	0.3%	3.5%	0.3%		
Mixed <i>A. mariesii</i> forest	63.2%	37.3%	56.3%	48.5%	50.3%	28.2%	19.2%	7.0%	6.0%	0.8%	0.1%		



写真1 岩塊上に定着したオオシラビソ
Photo.1 *Abies mariesii* standing on rocks



写真2 笹森山地域のオオシラビソ小林分

Photo.2 Small stands of *Abies mariesii* in Sasamori-yama area, Akita-Komagatake

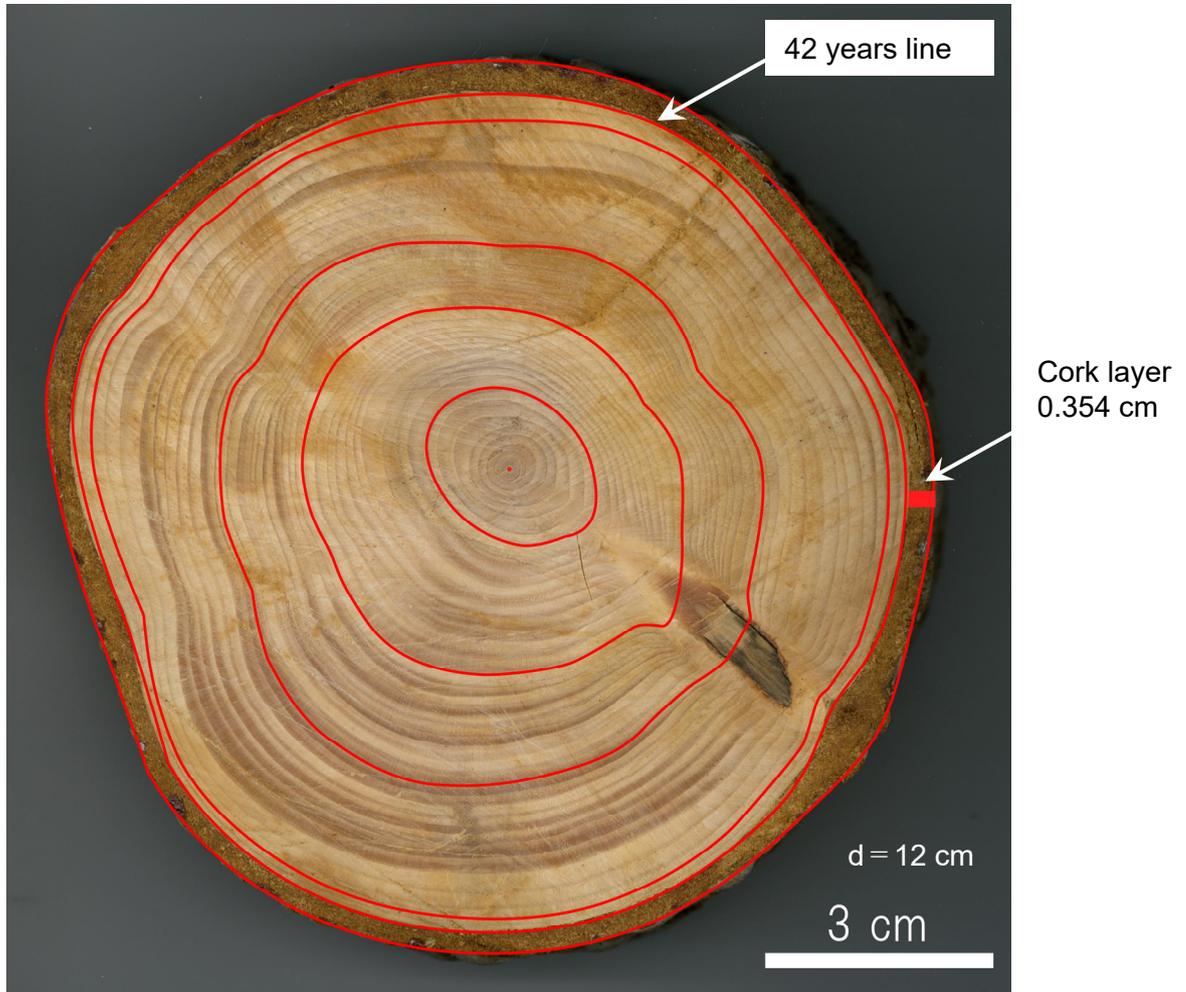


写真3 秋田駒ヶ岳地域笹森山における年輪解析に使用した供試木
Photo.3 Sample trees for annual ring chronologies in Akita-Komagatake

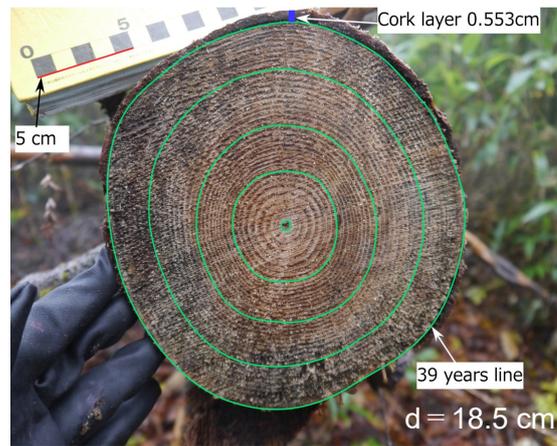


写真4 青松葉山地域における年輪解析に使用した供試木
Photo.4 Sample trees for annual ring chronologies in Aomatuba-yama