ロシア極東沿海地方に分布するオノオレカンバの微細立地分布

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2019-02-22 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 沖津, 進, Okitsu, Susumu メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24517/00053305

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.

Journal of Phytogeography and Taxonomy **64**：81–87, 2017
©The Society for the Study of Phytogeography and Taxonomy 2017

沖津　進：ロシア極東沿海地方に分布するオノオレカンバの微細立地分布

〒271–8510　千葉県松戸市松戸648　千葉大学大学院園芸学研究科

Susumu Okitsu: Micro-habitat distribution of *Betula schmidii* trees in the southern-most Primorie, the Russian Far East

Graduate School of Horticulture, Chiba University, Matsudo 648, Matsudo-City, Chiba 271–8510, Japan

Abstract

This paper documents micro-habitat distribution of the *Betula schmidii* trees in a deciduous broad-leaved forest dominated by *Quercus mongolica*, *B. schmidii* and *Betula davurica* in the southern-most Primorie, the Russian Far East, to clarify an ecological characteristic of the micro-habitat preference of the trees, which still remains uncertain. The paper surveys totally 107 stems of tall tree species in a forest of semi-matured stand, for the tree height, diameter at breast height, and their micro-habitats which represent in this paper a ground surface conditions: soil site or stony site. *B. schmidii* trees occur preferably on the stony sites rather than on the soil sites. Other major canopy trees such as *Q. mongolica* and *B. davurica* show no strong preferences for micro-habitat conditions within total trees surveyed. *B. schmidii* keeps canopy trees, despite it occurs on stony habitats. *B. schmidii* adopts one of the climax species with continuous regeneration in a stony stand, avoiding canopy competition with shade-tolerant species such as *Q. mongolica*. This overview contrasts with the generally accepted view that *Betula* trees are usually shade-intolerant pioneer species appearing in an earlier stage of forest succession and disappearing in the climax stage.

Key words: Climax species, Continuous regeneration, Habitat differentiation, *Quercus mongolica*, Stony habitat.

はじめに

オノオレカンバ*Betula schmidii* Regelは日本，中国東北地方，ロシア沿海地方南部に分布する高木性カバノキ属*Betula* L.樹木で，分布量は分布域全体に少なく（大井1965；倉田1968），ロシアでは絶滅危惧（rare）に指定されている（Charkevicz et al. 1981）。日本では主に太平洋側の山地帯落葉広葉樹林内に単木的に散在分布する（大井1965）ほか，尾根上の岩礫地で数本まとまって生育するのみ（Ogawa and Okitsu 2012）である。分布密度は低く，Ogawa and Okitsu（2012）は埼玉県外秩父山地で，320 km^{2}のなかに34箇所の生育地（単木および数本のまとまり）にしか過ぎないことを報告している。

日本列島には現在10種前後のカバノキ属樹木が分布している（大井1965）。高木性樹木に限ってもそれらの生態的性質は多岐に亘り，山火事跡地や皆抜跡地などの大規模開放地に先駆的に一斉に侵入するもの（ダケカンバ*Betula ermanii* Cham.：沖津1987；シラカンバ*Betula platyphylla* Sukaczev：Tabata 1966；ウダイカンバ*Betula maximowicziana* Regel：菊池他2003），亜高山帯針葉樹林（ネコシデ*Betula corylifolia* Griff.：Yamamoto 1995）や山地帯落葉広葉樹林（ミズメ*Betula gross* Siebold & Zucc.：Yamamoto 1989）の林冠木としてギャップダイナミクスのサイクルの一部となるもの，太平洋側山地帯落葉広葉樹林で，地表面撹乱地に侵入し継続的に更新して土地的極相林を構成する種のひとつとなっているもの（ヤエガワカンバ：小川・沖津2010），石灰岩の岩角地（チチブミネバリ*Betula chichibuensis* Hara：永戸・島井2007）や急峻な尾根（ジゾウカンバ*Betula globispica* Shirai：鈴木1998）などの限られた分布立地に生育するものなど，多様である。オノオレカンバについては岩礫地や岩尾根などで更新している（Ogawa and Okitsu 2012）との報告があるも

のの，まだ情報が限られている。オノオレカンバの生態的特性を明らかにするためには，さらに調査例を積み重ねる必要がある。しかし，上に述べたように日本では多くは単木分布，せいぜい数本まとまって分布することが限界で，一定の本数を同一立地内で調査することは事実上不可能である。

著者はロシア極東沿海地方最南部で，モンゴリナラ *Quercus mongolica* Fisch. Ex Turcz - オノオレカンバ - ヤエガワカンバ混交林を見出した。これはエゾイタヤ *Acer mono* Maxim.，トウハウチワカエデ *Acer pseudosieboldianum*（Pax）Kom. などを伴う落葉広葉樹林である。この林分には，高木性樹木100本当たり10本前後のオノオレカンバが生育し，日本では見られないほど分布密度が高い。これまで情報がほとんどなかったオノオレカンバについて，まとまった調査が期待できるフィールドである。

2012年9月，短い期間ではあったが，極東ロシア沿海地方最南部を訪れ，モンゴリナラ - オノオレカンバ - ヤエガワカンバ林を観察，調査する機会を得た。本報では，情報がごく少ないオノオレカンバの微細立地分布特性を野外調査結果から明らかにし，日本に分布する高木性カバノキ属樹木の中での生態的特徴を議論する。

植物の命名は大井（1965），Czerepanov（1995），Charkevicz（1966）を相互参照して決定した。

本研究を進めるに当たり，東京農業大学教授　中村幸人博士には渡航，調査の機会を与えていただいた。現地調査では，中村幸人博士，佐藤　謙博士（北海学園大学），パベル・ビタルビッチ・クレストフ（Pavel Vitalevich Krestove）博士，ユーリ・チスチャコフ（Yuri Tshistjakov）博士（ロシア科学アカデミー生物土壌研究所ウラジオストクInstitute of Biology & Soils Science Vladivostok）に大変お世話になった。本研究は日本学術振興会二国間共同研究・セミナー　ロシアとの共同研究（RFBR）（代表者氏名：中村幸人　東京農業大学・地球環境科学部・教授　相手国代表者氏名：パベル・ビラルリビッチ・クレストフ　Institute of Biology & Soil Science – Laboratory of Geobotany – Head of the Laboratory of Geobotany- 研究課題名・セミナー名：東アジア太平洋地域における植生移動のマクロ生態学的な視点での解明。開始日：2011/6/1　終了日：2013/5/31）の成果の一部である。とりまとめには日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究B（一般）（研究課題番号：2628077，代表者　沖津　進，研究課題名：中部日本における最終氷期後半の新たな植物群垂直分布像と現在への変遷過程）を使用した。

調査地

調査はウラジオストク市から南西約100 kmに位置する，極東ロシア沿海地方最南部，北朝鮮との国境にごく近いハサン区（Khasanskii raion）ビチャージ村（Vitya'z）（北緯42°35′，東経131°15′：標高50 m）で行った。ここは日本海に面した浜辺の村である。沖津（2006）の調査地と隣接している地点である。

ウラジオストク市の気候を見ると（沖津2009），沿岸性気候（Maritime）に位置し，年平均気温は4.3℃，ロシア極東域では夏季の気温が比較的高く（最暖月の平均気温20.3℃），冬季の気温も比較的高い（最寒月の平均気温13.4℃）。暖かさの指数（吉良1948）は56.6℃・月である。年間降水量は736 mm，そのうち613 mmが夏季（4月～9月）降水量にあたり，冬季（10月～3月）降水量は123 mmに過ぎない（沖津2009）。ロシア極東域では森林植生が成立するのに十分な夏季気温と降水量で，暖かさの指数からも落葉広葉樹林が成立可能な範囲にあることがわかる（Kira 1991）。

この付近の自然林はモンゴリナラ - ヤエガワカンバ落葉広葉樹林やチョウセンゴヨウ *Pinus koraiensis* Siebold & Zucc. - チョウセンモミ *Abies holophylla* Maxim. - 落葉広葉樹混交林である（沖津2005）。実際の森林はほとんどが人手の加わった二次林であるが，本来の自然林の姿を残す林分が断片的ではあるがみられる。

2012年9月，ビチャージ村周辺を観察し，比較的発達の進んだモンゴリナラ - オノオレカンバ - ヤエガワカンバ林を見出し，調査対象林分とした。ここは南西向きの傾斜20°程度の岩礫斜面中部に成立している。土壌は中湿性であるが，沖津（2006）の調査地よりは乾性である。地表面には，面積割合で30％ほど岩礫が露出している。ただし，ごく薄く落葉が堆積していたり，草本植物が覆っていて地表面には直接露出していない岩礫も含めると，地表面の岩礫量は面積割合で50％程度に達すると見積もられる。隣接する沖津（2006）の調査地4箇所の岩礫量は10％程度である。

低木層の主な構成種はツノハシバミ *Corylus heterophylla* Fis. ex Besser，ヤマハギ *Lespedeza bicolor* Turcz.，エゾシモツケ *Spiraea media* F. W. Schmidtなど，草本層の主な構成種はヤマブキショウマ *Aruncus dioicus*（Walter）Fernald，シラヤマギク *Aster scabra* Thunb.，イヌヨモギ *Artemisia keisukeana* Miq.，イワノガリヤス *Calamagrostis canadensis*（Michx.）Nutt. var. *langsdorffii*（Link）Inmanやヒカゲスゲ *Carex humilis* Leyss. subsp. *lanceolate*（Boott）T.

Koyamaなどであり，日本との共通種が多い。

方法

調査林分で，胸高直径2 cm以上の高木性樹木合計107本を任意に選び，樹種，樹高，胸高直径および微細立地を調査した。微細立地は，それぞれの樹木の幹根元が位置している土壌環境とし，土壌上か岩礫上かに大別した。土壌上とは幹根元とその周囲が土壌に覆われ岩礫が無いもの，岩礫上とは幹根元あるいはその周囲の根張り内に岩礫を抱き込んでいるものである。方形区などの一定面積の調査区を設けなかったのは，ビチャージ村での滞在時間が短く，時間的な余裕が無かったので，限られた時間内でできるだけ有効なデータを得るためである。このデータでも，本論文での考察については達成できると考えられる。

結果

量的構成と高木性樹木組成

調査107本の高木性樹木の量的構成，樹木組成とそれらの優占度をTable 1にまとめた。

調査林分の最大樹高は18 m（シラカンバ），最大胸高直径は36 cm（モンゴリナラ）であった。樹木100本当たりの胸高断面積合計は2.2 ㎡であった。

出現樹木種類数は15で，すべて落葉広葉樹であった。林冠を構成するのは主に3種，モンゴリナラ，オノオレカンバ，ヤエガワカンバであった。この3種で胸高断面積合計の約80 %を占めた。その他の林冠木としてはマンシュウボダイジュ *Tilia mandshrica* Rupr. & Maxim. が比較的まとまって分布し，シラカンバ，アズキナシ *Sorbus alnifolia* (Siebold & Zucc.) K. Koch，エゾイタヤが単木的に出現した。

Table 1. Species composition and quantitative aspects of totally 107 tall trees sampled in a deciduous broad-leaved forest stand surveyed in Vitya'z villege, Khasanskii raion southern-most Primorie, the Russian Far East.

	Number of trees sampled	Maximum Tree height (m)	Maximum D.B.H. (cm)	Total Basal Area/100 trees (㎡)
	107	18	36	2.2
Tree Species	Relative number of trees (%)	Maximum Tree height (m)	Maximum D.B.H. (cm)	Relative Basal Area (%)
Quercus mongolica Fisch. ex Turcz.	25	17	36	33
Betula schmdii Regel	16	15	35	25
Betula davurica Pall.	15	16	34	23
Fraxinus rhynchophylla Hance	16	17	21	4
Tilia mandshrica Rupr. & Maxim.	5	13	21	3
Acer pseudosieboldianum Kom.	4	5	3	2
Betula platyphylla Sukaczev	1	18	26	2
Fraxinus mandshrica Rupr.	1	4	4	2
Sorbus alnifolia (Sieold & Zucc.) K. Koch	1	17	22	1
Acer mono Maxim.	4	17	21	1
Carpinus cordata Blume	7	7	6	1
Corylus heterophylla Fisch. ex Besser	1	4	3	1
Kalopanax pictus Nakai	1	3	2	1
Maackia amurensis Rupr.	1	5	2	0.5
Tilia amurensis Rupr.	2	3	2	0.5

Table 2. Micro-habitat distribution of tall trees sampled.

	Micro-habitat of trees sampled			Percentage of micro-habitat	
Micro-habitat	Soil	Rock	Total	Soil	Rock
Total	75	32	107	70	30
Tree Species					
Quercus mongolica	19	8	27	70	30
Betula schmidii	4	12	16	33	67
Betula davurica	11	6	17	65	35
Others	41	6	47	87	13

主要林冠木3種の微細立地分布

主要林冠木3種の土壌および岩礫地分布を調査107本全体の割合と比較した（Table 2）。調査木全体としては土壌立地75箇所，岩礫地32箇所で，土壌立地が70％を占め，優占していた。モンゴリナラは土壌立地19箇所，岩礫地8箇所，土壌立地の割合は70％で，調査木全体の傾向とほぼ同様であった。ヤエガワカンバも土壌立地11箇所，岩礫地6箇所，土壌立地の割合は65％で，調査木全体の傾向と類似した。一方，オノオレカンバは土壌立地4箇所，岩礫地12箇所，土壌立地の割合は33％で，岩礫地に偏った分布を示した。その他の樹種は土壌立地41箇所，岩礫地6箇所，土壌立地の割合は87％で，土壌立地に偏った分布を示した。

主要林冠木3種の胸高直径分布

主要林冠構成木3種の更新動態を明らかにするために，モンゴリナラ，ヤエガワカンバ，オノオレカンバの胸高直径分布を整理した（Table 3）。林冠構成木全体としては，おおむね小径木が多く大径木ほど順次個体数が減少してゆく，逆J型の胸高直径分布を示した。

樹種別に見ると，モンゴリナラは胸高直径20 cm以下の個体が約70％を占め，ほぼ逆J型の胸高直径分布を示した。ヤエガワカンバは胸高直径10 cm以下の個体は24％であったが，20 cm以下の個体全体で約50％を占めた。オノオレカンバは胸高直径20～30 cmの，大型の個体が50％以上を占めたが，10 cm以下の小径木も割合は少ないものの（8％）存在し，20 cm以下の個体全体では約40％を占めた。

考察

調査林分の発達段階と林分タイプ

本研究の調査地は沖津（2006）のモンゴリナラ - ヤエガワカンバ林調査地と隣接している。沖津（2006）は今回とまったく同じ方法で，高木性樹木100本当たりの胸高断面積合計を，林分の発達段階に沿って算出している。それによれば，発達が比較的進んだ段階の林分で，樹木100本当たりの胸高断面積合計は2.02 ㎡（Stand 2）であった。今回の調査林分は2.2 ㎡で，この値と近い。沖津（2006）のStand 2の最大樹高は15 m（モンゴリナラ），最大胸高直径22 cm（ヤエガワカンバ）で，今回の調査林分での値，18 m（シラカンバ），36 cm（モンゴリナラ）の方がやや大きい。本調査林分は，完全な成熟段階には達していないものの，山火事，伐採などの人手の影響から，林分本来の量的，組成的構成をおおむね回復しつつある段階にある。したがって，本調査結果からオノオレカンバやその他の主要樹種（モンゴリナラ，ヤエガワカンバ）の生態的性質の基本的特徴は読み取ることができる。

本調査林分の出現木本植物はすべて落葉広葉樹で，モンゴリナラ，オノオレカンバ，ヤエガワカンバのほか，エゾイタヤ，トウハウチワカエデ，アムールシナノキなども含む（Table 1）。このことから，本林分は，樹木組成的には北東アジア大陸域，極東ロシア最南部（舘脇1971；Ermakov et al. 2000；Krestov 2003）から中国東北地方（Takahashi 1944；Wang 1960；周1997；Qian et al. 2003），朝鮮半島中・北部（植木1933；Kim 1992）に現れる，モンゴリナラ - ヤエガワカンバ林に該当する。モンゴリナラ - ヤエガワカンバ林は，北東アジアに分布する大陸型落葉広葉樹林（堀田1974）の代表的タイプの一つであり（沖津2006），本調査林分は，このタイプの林分にオノオレカンバが混生したものとみなせる。

オノオレカンバの日本における分布をみると，本州内陸部（和田1983；宮尾・遠山1997；星2000）や北海道東部（星野1988），芽登坂（舘脇1953），足寄（舘脇1954；宮尾・遠山1988；川辺他2003）など，大陸部と比べ湿潤な気候を示す（Kojima 1979；勝木他2008）地域に点在分布する（倉田1968）。したがって，調査した林分は，大陸性のモンゴリナラ - ヤエガワカンバタイプの落葉広葉樹林（沖津2006）に，湿潤要素であるオノオレカン

Table 3. D.B.H. distribution of three major canopy trees, *Quercus mongolica, Betula davurica* and *Betula schmidii* of the stand surveyed. The figure shows the percentage to the total number of the trees sampled of each species in the stand.

	D.B.H. Class (cm)				Total number of trees sampled
	10<	20<	30<	30=>	
Quercus mongolica	56	11	15	18	27
Betula davurica	24	24	40	12	17
Betula shmidii	8	31	53	8	16
Total	35	19	32	14	60

バが混生した，大陸性から湿潤植生への移行植生と捉えられる。このことから，オノオレカンバは，分布量は少ないものの，北東アジア大陸部から日本列島に至る落葉広葉樹林の主要構成要素の一つであると結論づけられる。

主要林冠木３種の微細立地分布

本調査地では，地表面の岩礫割合は約50 %，土壌も約50 %と見積もられた。調査木107本全体としての微細立地割合は土壌立地約70 %で，岩礫立地を避けて分布する傾向が見られた。主要林冠木3種の立地分布割合を見ると，モンゴリナラ，ヤエガワカンバは土壌立地約70 %で，調査木全体と同様の結果を示し，岩礫地を避ける傾向にあった。オノオレカンバは岩礫立地割合が70 %近くに達し，むしろ岩礫立地に偏る傾向を示した。その他の樹種は約90 %が土壌立地に分布し，明らかに岩礫立地を避ける傾向にあった。

調査林分は，調査地一帯の中では比較的乾燥した土壌環境下にある。大陸部内陸乾燥域に分布の本拠があるモンゴリナラ，ヤエガワカンバ（Ermakov et al. 2000）の岩礫地割合（30 %）は，主要林冠木3種以外の樹種の岩礫立地割合（20 %）よりも大きな値を示した。これは，大陸内部の乾燥地への適応の結果によるものであろう。

オノオレカンバは岩礫地を選好していた。このメカニズムは未だ明らかではないが，Ogawa & Okitsu（2012）は埼玉県外秩父山地で，岩尾根のような岩礫地では，恒常的に林冠ギャップが形成され，そこではミズナラ（モンゴリナラ），コナラ *Quercus serrata* Thunb. などの林冠構成種は定着できず，オノオレカンバはそうした光環境を利用しながら，他樹種との競合を避ける形で岩礫地に選好的に分布していることを示唆している。ここでも同様のメカニズムが働いているものと推察される。

主要林冠木３種の生態的性質とオノオレカンバの特徴

胸高直径階分布の解析から，主要林冠構成種3種のうちヤエガワカンバは胸高直径10 cm以下の個体が多く見られ，更新を十分維持していることが明らかとなった。これは沖津（2006）の結論と同様である。林分成立から時間が経過し，極相林に近い段階に至ると，大きな攪乱が生じなくても林内には林冠ギャップが形成される。そこではヤエガワカンバ実生も成立可能であろう。すなわち，極相林内の局所的ギャップから始まる遷移段階の異なる小林分がモザイク林を作るため，その中でヤエガワカンバの更新の場が確保されていると考えられる。小川・沖津（2010）も同様の指摘をしている。

モンゴリナラは，ヤエガワカンバと同様胸高直径10 cm以下の個体が多くみられほぼ逆J型の胸高直径分布を示し，林分内で連続的更新していると考えられる。一方，オノオレカンバは胸高直径10 cm以下の小径木の割合が8 %と少なく，更新があまり順調ではないように見える。しかし，胸高直径20 cm以下の個体は全体として40 %存在していることから，更新の場を確保していることが伺われる。これは，先に述べたように，岩礫地で恒常的に生ずるギャップを利用していることによる。

以上の検討を踏まえ，「はじめに」で紹介した日本産高木性カバノキ属樹木主要7種類の中での，オノオレカンバの特徴を整理してみよう。通常，山火事跡地などの開放地が出来ると，冷温帯や亜寒帯域ではカバノキ類がいち早く生長し，純林状の森林を形成し，その後，極相種であるナラ類や常緑針葉樹が増加して，最終的にはこれらの極相林となって，カバノキ類は減少する（Delcourt and Delcourt 2000）。ダケカンバ，シラカンバ，ウダイカンバがその例である。ギャップダイナミクスの一環として，林冠ギャップの開放地に更新を依存しながら，森林内に一定の割合で分布を確保し，土地的極相林構成種のひとつとなるものにネコシデ，ミズメがある。この2種と同様，ヤエガワカンバは小規模な地表攪乱地で更新しつつ，森林内で一定の分布割合を保っている。この意味で，オノオレカンバは土地的極相林構成種としての生態的性質を有しているといえる。

これらのカバノキ属樹木に共通している点は，更新にはいずれも開放地が必要なことである。オノオレカンバの分布立地は常に林冠ギャップが存在する岩礫地に偏っている。日本では，オノオレカンバの混成する自然林として，本州太平洋側に大陸には分布しないイヌブナ林がある。このオノオレカンバを含むイヌブナ林は，その構成種が大陸との共通性が高く，渓谷沿いの急斜面や露岩地，尾根筋など土壌の浅いやや不安定な立地にみられる（鈴木2006）。本州太平洋側では中央構造線に沿って硬い変成岩が分布し（勘米良他1992），こうしたところでは岩礫立地が連続的に現れる。オノオレカンバが主に太平洋側の山地帯落葉広葉樹林（イヌブナ林）内に単木的に散在分布する背景には，このような岩礫立地の存在があると考えられる。

以上のことから，モンゴリナラ，ヤエガワカンバ（沖津2006）とともに，オノオレカンバも沿海地方南部から中国東北地方，朝鮮半島中・北部地方の大陸型落葉広葉樹林の土地的極相林を構成する種の一つであると結論される。

引用文献

Charkevicz, S. S.（ed.）1996. Plantae Vasculares Orientis Extremi Sovietici. Tomus 8. Nauka, Saint Petersburg.

Charkevicz, S. S., Kachura, N. and Tarankov, V. I. 1981. Rare Plant Species of the Russian Far East and its neighboring regions. Nauka, Moskow.（in Russian）

Czerepanov, S. K. 1995. Vascular plants of Russia and adjacent states（the former USSR）. Cambridge University Press, Cambridge.

Delcourt, H. R. and Delcourt, P. A. 2000. Eastern Deciduous Forests. In: Barbour, M G. and Billings, W. D.（eds.）. North American Terrestrial Vegetation. Second Edition, pp. 357–395. Cambridge University Press, Cambridge.

Ermakov, N., Dring, J. and Rodwell, J. 2000. Classification of continental hemiboreal forests of North Asia. Braun-Blanquetia **28**: 1–131.

星　直人. 2000. 清里・野辺山高原におけるヤエガワカンバ林の植物社会学的研究. 植物地理・分類研究**48**: 35–45.

星野義延. 1998. 日本のミズナラ林の植物社会学的研究. 東京農工大学農学部学術報告, **32**: 1–99.

堀田　満. 1974. 植物の分布と分化. 植物の進化生物学Ⅲ. 三省堂, 東京.

勘米良亀齢・橋本光男・松田時彦（編）. 1992. 日本の地質. 岩波地球科学選書. 岩波書店, 東京.

勝木俊雄・明石浩司・田中　智・岩本宏二郎・田中信行. 2008. 気候要因と地質要因を用いたヤツガタケトウヒとヒメバラモミの現在の分布域の推定. 森林立地**50**: 25–34.

川辺百樹・松田まゆみ・比企知子・平田正明. 2003. 北海道, 北見地方におけるヤエガワカンバ（コオノオレ）*Betula davurica* Pall.の分布. ひがし大雪博物館研究報告**25**: 97–99.

菊池陽太・梶　幹男・澤田晴雄・谷本丈夫・逢沢峰昭・大久保達弘. 2009. 秩父山地における林冠の攪乱規模の異なるイヌブナ天然林の20年の再生過程. 森林立地**59**: 39–48.

Kim, J.-W. 1992. Vegetation of Northeast Asia. On the syntaxonomy and syngeography of the oak and beech forests. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades ander Formal- und Naturwissenschaftlichen Fakultaet der Universitaet Wien.Universitaet Wien, Wien.

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**: 143–171.

Kira, T. 1991. Forest ecosystems of East and Southeast Asia in a global perspective. Ecological Research **6**: 185–200.

Kojima, S. 1979. Biogeoclimatic zones of Hokkaido Island, Japan. Journal of the College of Liberal Arts, Toyama University, Japan（Natural Science）**12**: 97–141.

Krestov, P. 2003. Forest vegetation of easternmost Russia（Russian Far East）. In: Kolbek, J., Srutek, M.and Box, E.O.（eds.）. Forest vegetation of northeast Asia, pp. 93–180, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

倉田　悟. 1968. 原色日本林業樹木図鑑. 第2巻. 地球社, 東京.

宮尾陽子・遠山三樹夫. 1988. ヤエガワカンバ林の群落学的研究. 横浜国立大学教育学部野外教育実習施設研究報告**6**: 19–40.

永戸　健・島井誠司. 1997. 岩手県遠野市片岩石灰岩地のチチブミネバリ群落について. 大東文化大学紀要, 社会科学・自然科学**43**: 1–16.

小川滋之・沖津　進. 2010. 外秩父山地におけるカバノキ林の立地環境と維持機構. 植生学会誌**27**: 75–81.

Ogawa, S. and Okitsu, S. 2012. Distribution of *Betula* spp. habitats controlled by geological and landform conditions in the Soto-Chichibu Mountains, central Japan. HortResearch **66**: 43–48.

大井次三郎. 1965. 日本植物誌〔第1〕顕花篇. 至文堂, 東京.

沖津 進. 1987. ダケカンバ帯.（伊藤浩司編著）北海道の植生, pp. 168–199. 北海道大学図書刊行会, 札幌.

沖津　進. 2005. 北海道の植生垂直分布と極東ロシアの対応植生. 植物地理・分類研究**53**: 121–129.

沖津　進. 2006. ロシア極東沿海地方南部に分布するモンゴリナラーヤエガワカンバ林の構造, 更新とヤエガワカンバの植生地理学的意義. 植物地理・分類研究**54**: 135–141.

沖津　進. 2009. 極東ロシアの植生分布. 岡　洋樹・境田清隆・佐々木史郎（編）. 朝倉世界地理講座－大地と人間－2巻東北アジア, pp. 20–30. 朝倉書店, 東京.

Qian, H., Yuan, X.-X. and Chou, Y.-L. 2003. Forest vegetation of northeast China. In: Kolbek, J., Srutek, M. and Box, E. O.（eds.）.

Forest vegetation of northeast Asia, pp. 181–230. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

鈴木伸一．1998．赤城山および三ツ峠のジゾウカンバ林について．生態環境研究**5**: 75–81.

鈴木伸一．2006．類縁森林植生との比較に基づくイヌブナ林の群落単位の再検討．生態環境研究**13**: 33–42.

Tabata, H. 1966. A contribution to the biology of Japanese birches. Memoirs of the College of Science, Kyoto 417 University, Series B **32**: 239–271.

Takahashi, M. 1944. Studies on the system of plant-ecology based on field investigations made in northern East-Asia. Journal of the Faculty of Science, Imperial University of Tokyo, Section III Botany **5**: 427–649.

舘脇　操．1953．九州大学農学部附属北海道演習林の植生．九州大学農学部演習林報告**21**: 1–60+iii.

舘脇　操．1954．阿寒国立公園足寄口の植生．帯広営林局，帯広.

舘脇　操．1971．黒龍江上流域およびアルグン河流域の植生調査報告書．日本林業技術協会，東京.

植木秀幹．1933．朝鮮森林帯論．植物分類及植物地理**2**: 73–85.

和田　清．1983．本州中央部の内陸地域における夏緑広葉樹林の植物社会学的研究Ⅱ．信州大学教育学部紀要**48**: 221–254.

Wang, C.-W. 1961. The forests of China. Harvard University, Cambridge.

Yamamoto, S. 1989. Gap dynamics in climax *Fagus crenata* forests. The Botanical Magazine, Tokyo**102**: 93–114.

Yamamoto, S. 1995. Gap characteristics and gap regeneration in subalpine old-growth coniferous forests, central Japan. Ecological Research **10**: 31–39.

周　以良（編）．1997．中国東北植被地理．科学出版社，北京．（中国語）

編集委員会注

本論文の原稿を2015年12月1日付で受付し，審査結果を2016年2月4日に著者宛に送付したが，同月26日に著者の沖津進氏が逝去された。編集委員会で原稿の扱いを検討した結果，編集委員会で軽微な変更を施せば掲載可能と判断し，ご遺族の了解の下，本論文をここに掲載した。沖津進氏のご冥福をお祈りいたします。