

東シベリア、中央ヤクーチアにおけるアラス堆積物の花粉分析学的研究

片村文崇¹・福田正己²・中村俊夫³・森泉純⁴

- 1 北海道大学大学院地球環境科学研究科 〒060-0810 札幌市北区北 19 条西 8 丁目
e-mail;katamura@pop.lowtem.hokudai.ac.jp
- 2 北海道大学低温科学研究所 〒060-0819 札幌市北区北 19 条西 8 丁目
- 3 名古屋大学年代測定資料研究センター 〒464-8602 名古屋市千種区不老町
- 4 名古屋大学大学院工学研究科 〒464-8603 名古屋市千種区不老町

1. はじめに

東シベリアの中央ヤクーチアには永久凍土が熱的不安定化によって融解・沈下して出来た典型的なアラス（サーモカルストレーク）が数多く存在する（French, 1996）。中央ヤクーチアは降水量が極端に少ない地域であるが、永久凍土が存在するために水分が下方浸透せず広大なタイガ（亜寒帯針葉樹林）が成立できる。しかし、森林攪乱や温暖化によって地表面の熱収支バランスが崩れ永久凍土の融解が進むと、地表面が陥没し湖沼化する。湖沼化した窪地は乾燥し、塩類集積の影響で耐塩生の草本のみが生育するアラスと呼ばれるようになる。このように一旦アラスが形成されると、再び森林が回復することは極めて困難である。また、アラスの形成は温室効果ガスであるメタンの放出を引き起こすことも指摘されている（Fukuda et al., 1989）。今後予想される地球温暖化によるアラスの動向を予想するためには、過去のアラスが形成された時期や当時の環境変遷を理解することが重要である。しかし、アラスの形成時期や当時の環境についてはよくわかっていない。中央ヤクーチアのアラスの形成時期については複数の説（e.g. Kachurin, 1962; Andreev, 2000）があり、統一した見解は出されていない。

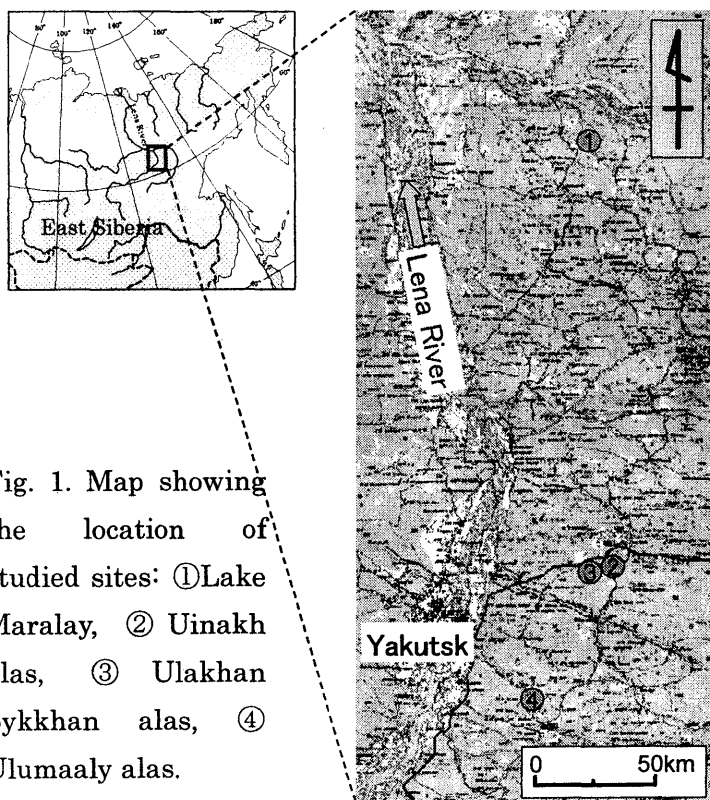


Fig. 1. Map showing the location of studied sites: ①Lake Maralay, ② Uinakh alas, ③ Ulakhan Sykkhan alas, ④ Ulumaaly alas.

本研究の目的は、加速器質量分析計（AMS）による¹⁴C年代測定および花粉分析を用いて、完新世における、1) 中央ヤクーチアの植生変遷史およびアラス周辺の植生変遷史、2) アラスの環境変遷史の復元、特に、アラス形成時期の解明、を行うことである。

2. 調査地

調査地は、東シベリアの中央ヤクーチアの Ulakhan Sykkhan アラス（62° 08' 57" N, 130° 31' 54" E）、Uinakh アラス（62° 09' 23" N, 130° 38' 35" E）、Ulumaaly アラス、Maralay 湖（63° 06' 43" N, 130° 35' 41" E）の4つのアラス（Fig. 1）である。中央ヤクーチアのレナ - アルダン川流域は、典型的

なアラスが数多く存在する地域であり (French, 1996)、これらのアラスはいずれもレナ川の中位段丘である Tyungyuluu 面に存在する。4 つのアラスは地表面から 15~20m ほど落ち込み、中心には水深の浅い池を抱えている。

中央ヤクーチアは強い大陸性の気候に支配されている。Yakutsk (62° 05' N, 129° 45' E) の年平均気温はマイナス 10°C、7 月の平均気温は 16-18°C、1 月の平均気温はマイナス 40-43°C である。年降水量は 236mm である (国立天文台編, 1996)。この地域は連続的永久凍土地帯に属し、ヤクーツク付近での永久凍土の厚さはおおよそ 200-400m と推定されている (Ivanov, 1984)。永久凍土の存在は当地の植生を決定する重要な要因の一つである (Takahashi, 1994)。中央ヤクーチアの植生はヨーロッパアカマツ (*Pinus sylvestris*) とダフリアカラマツ (*Larix dahurica*) が優占するタイガ地帯である (Takahashi, 1994)。シベリアトウヒ (*Picea obovata*) は森林を構成しないが、河川沿いにまれに存在する。カバノキ (*Betula platyphylla* Sukatchev var. *japonica* (Miquel) Hara) は林縁や攪乱地に優占している。アラス内の植生は、イネ科 (Poaceae) 等の草本類が優占する草原である (e.g. Uemura et al., 1994; Desyatkin et al., 2000)。

3. 方法

堆積物試料は、ピット断面の作成および凍土のボーリングによって採取した。

AMS を用いた ^{14}C 年代測定の試料調整は、北川ら (1991) の方法に従った。はじめに、A-A-A (Acid-Alkali-Acid) 処理によって試料から二次的な汚染物質を除去した。次に、この試料を 850°C で燃焼させ、完全にガス化させた。真空ラインを用いて、混合ガスから二酸化炭素を精製し、水素還元によりグラファイトを得た。グラファイトはターゲットに詰め、名古屋大学年代測定資料研究センターのタンデムトロン II 号機による炭素同位対比の測定を行なった。 ^{14}C 年代から暦年代への補正は CALIB 4.3 (Stuiver, 1993) を用いて行なった。

花粉分析の方法は一般的な方法で行なった (e.g. Faegri & Iversen, 1989)。各試料は、KOH、HF、Acetolysis [$\text{H}_2\text{SO}_4 + (\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$] の処理を施し花粉・胞子を抽出した。各試料の分析は 400 倍の光学顕微鏡を用い、樹木花粉が 200 個以上目標に、すべての花粉・胞子種の同定・計数を行なった。また、堆積物の花粉組成の解釈のために、詳細な植生調査が行なわれている Ulakhan Sykkhan アラス (62° 09' N, 130° 31' E) (Fig. 2) において表層堆積物の花粉組成と周辺植生の関係を調べた。表層堆積物の採取は、森林を含むアラスを横断するようにトランセクトを設定し、代表的な植生の中から 11 箇所で行なった。算出した結果は百分率と花粉流入量 (Pollen grains $\cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{year}^{-1}$) で表した。

4. 結果

採取した堆積物試料は、それぞれ地表面から、128cm (Ulakhan Sykkhan アラス)、98cm (Uinakh アラス)、132cm (Ulumaaly アラス)、82cm (Maralay 湖) の深さまでであった。

4.1. 年代測定

Table 1. Radiocarbon ages and their calibrated ages.

Lab. Code #	Material (Depth)		¹⁴ C age ($\pm 1\sigma$)	Calendar year*	
				1 σ	2 σ
NUTA2-4690	Uinakh 95cm	Wood	8,453 \pm 33	9,523-9,438	9,529-9,332
NUTA2-4691	Uinakh 87cm	Wood	8,388 \pm 33	9,472-9,329	9,491-9,281
NUTA2-4692	Ulkhah 123cm	Twig	7,975 \pm 32	8,994-8,723	9,005-8,647
NUTA2-4696	Ulkhah 67cm	Twig	5,625 \pm 29	6,440-6,350	6,470-6,310
NUTA2-4697	Ulkhah 16cm	Charcoal	2,085 \pm 25	2,114-1,998	2,144-1,952
NUTA2-4698	Maralay 80cm	Wood	8,258 \pm 33	9,397-9,133	9,417-9,090
NUTA2-4698	Ulumaaly 70cm	Plant fossil	4,641 \pm 28	5,448-5,315	5,464-5,306

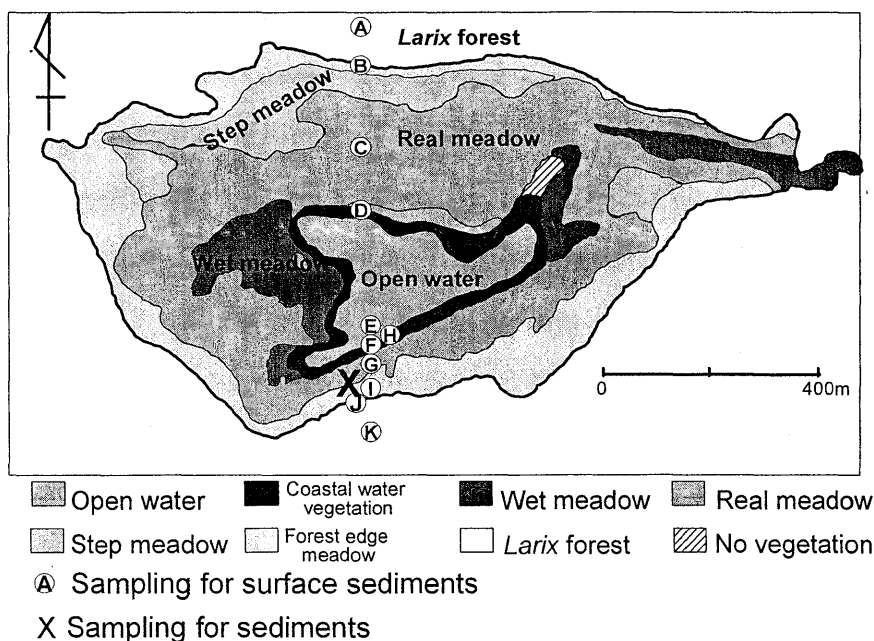
*CALIB 4.3 (Stuiver, 1993)

7点で行なった年代測定の結果および暦年代への補正値を Tab.1 に示した。Ulakhan Sykkhan アラスで採取した木片および炭化片の3点の試料はそれぞれ 7,975 \pm 32、5,625 \pm 29、2,085 \pm 25BP であった。暦年代への補正値はそれぞれ 1 σ の信頼区間で、8,994-8,723ca.BP、6,440-6,350ca.BP、2,114-1,998ca.BP であった。堆積速度は深度 0cm を現在(1950AD)とすると、0-16cm で0.08mm/year、16-67cm で0.12mm/year、67-123cm で0.23 mm/year であり、平均堆積速度は0.14 mm/year であった。ただし、暦年代の値は 1 σ の信頼区間における中央の値を用いた。Uinakh アラスで採取した2試料は深度 95cm が 8,453 \pm 33 BP(9,523-9,438ca.BP)、深度 87cm が 8,388 \pm 33年 BP (9,472-9,329 ca. BP) であった。Ulumaaly アラスにおいては深度 70cm で採取した植物遺体の年代は 4,641 \pm 28 年 BP (5,448-5,315ca.BP)であった。また、Maralay 湖では深度 80cm で採取した木片は 8,258 \pm 33 年 BP (9,397-9,133ca.BP)であった。

4.2. 花粉分析

4.2.1. 表層花粉 (Ulakhan Sykkhan アラス)

Fig. 2. Map of the Ulakhan Sykkhan alas surface sample transect with location of numbered sample sites, and major vegetation zone (after Desyatkin 2000).



Ulakhan Sykkhan alas (Surface sample)

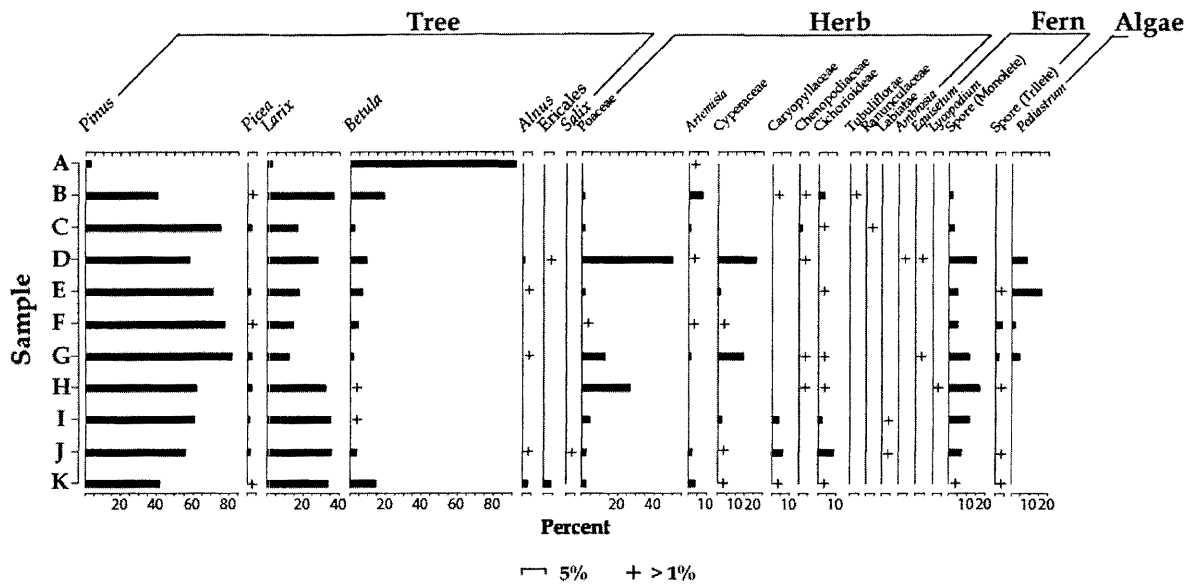


Fig. 3. Surface pollen diagram from Ulakhan Sykkhan alas. Relative frequency was calculated based on total arboreal pollen number.

表層堆積物の花粉分析の結果 (Fig. 3)、最も多く産出 (42-83%) したのはマツ属であった。このマツ属は大部分が五葉マツタイプであることから、砂質土壤に生育するヨーロッパアカマツと対比することが出来る。ヨーロッパアカマツは Ulakhan Sykkhan アラス周辺数 km 以内にはほとんど生育しないことから、遠方飛来の影響が強く、比較的広範囲の植生を反映している。また、トウヒ属も同様にアラス周辺に生育しないことから、広範囲の植生を反映しているといえる。カバノキ属とカラマツ属はアラスの中心に向かうに産出率が減少することから、アラス周辺の植生を反映しているといえる。しかし、カラマツ属花粉は森林を優占する割合に対し産出率が低い。カラマツ属の花粉生産量が少ないことは、これまでに多く報告されている (e.g. Andreev, 2000)。イネ科やヨモギ属を始めとする草本花粉は特定の場所で突出して産出することから、ごく近傍の植生を反映しているといえる。

4.2.2. 堆積物

4.2.2.1. Ulakhan Sykkhan アラス

Ulakhan Sykkhan アラス堆積物の花粉分析の結果 (Fig. 4)、3つの花粉帯 BM-1 (深度 111-118cm)、BM-2 (深度 59-111cm)、BM-3 (深度 59-0cm) に区別することが出来る。花粉帯 BM-1 (深度 111-118cm) は、木本ではカバノキ属花粉が優勢である。マツ属は出現率 5% 前後と他の花粉帯の比べ極めて少ない。トウヒ属の出現率は 2-3% と低く、カラマツ属は 11-14% である。草本ではイネ科が高い出現率 (47-78%) を示す。ヨモギ属は、全体に占める割合は低いが、他の花粉帯と比較すると高い出現率を示す。花粉帯 BM-2 (深度 59-111cm) では、木本ではマツ属 (10-28%)、トウヒ属 (4-15%)、カラマツ属 (15-34%) が増加し、カバノキ属は減少 (29-58%) している。草本では、イネ科が減少するが、草本の中では高い産出率を示している。花粉帯 BM-3 (深度 59-0cm) では、木本花粉ではマツ属が圧倒的に優勢 (67-93%)

Ulakhan Sykkhan alas (Percentage)

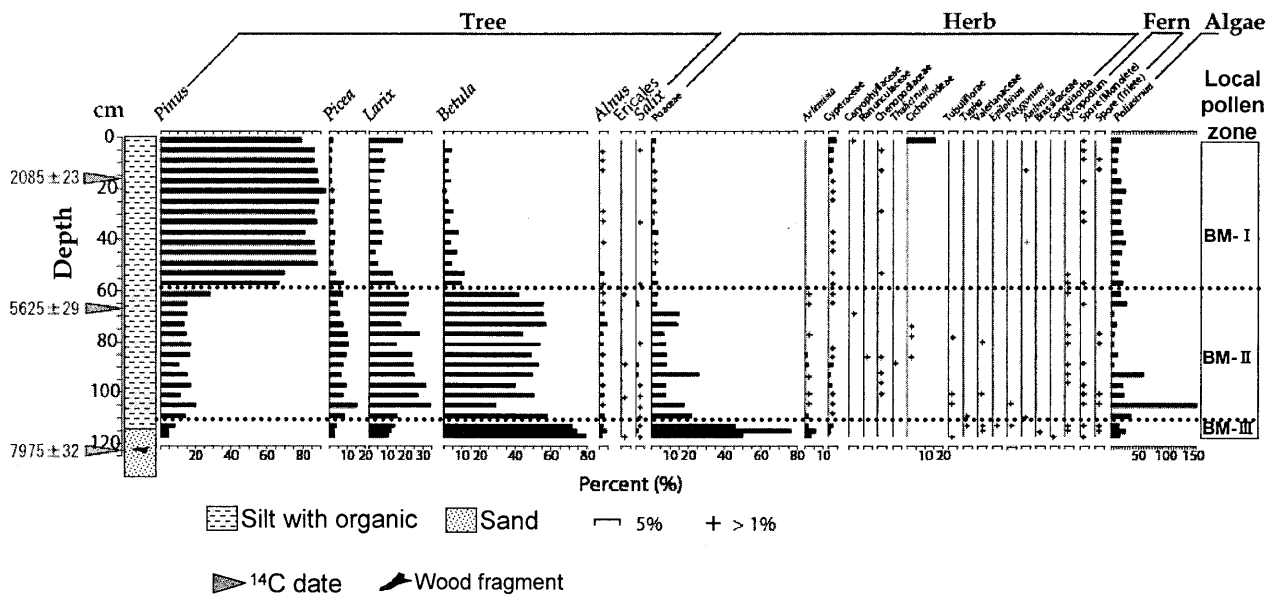


Fig. 4. Pollen diagram from Ulakhan Sykkhan alas. Relative frequency was calculated based on total arboreal pollen number.

であり、本花粉帯から急激に上昇する。カラマツ属は減少しているが表層で高い値を示す。カバノキ属は急激に減少 (9.5-0.6%) する。イネ科の出現率は低くなるが、連続して出現する。

花粉流入量は連続して出現する代表的な花粉タイプのみ、ダイアグラム (Fig. 5) に表現した。木本では、マツ属は 61cm 以浅では低い出現率で安定するが、57cm 以降急激な上昇がみられる。トウヒ属は花粉帯 BM-1 では少なく、深度 109-49cm までは比較的多い。深度 41-0cm では表層に向かうに従い減少する傾向にある。カラマツ属も流入量はトウヒ属より多いが、トウヒ属と同様の傾向を示す。トウヒ属、カラマツ属ともにピークは深度 57-45cm である。カバノキ属は深度 109-61cm でばらつきは大きいが高い流入量を示す。ハンノキ属は、深度 53cm 以下は連続して出現するが、それより上層部では少ない。草本では、イネ科は 45cm 以深の下部層で流入量が多い。ヨモギ属は深度 85cm 以下でわずかに含まれる。

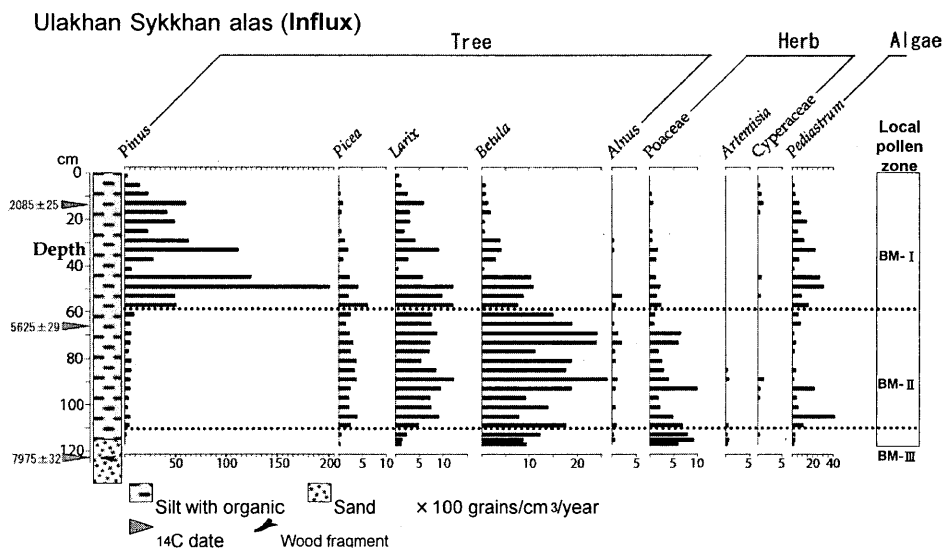


Fig. 5. Pollen diagram from Ulakhan Sykkhan alas. Relative frequency was calculated based on total arboreal pollen number.

4.2.2.2. Uinakh アラス

Uinakh アラスの花粉分析の結果 (Fig. 6)、3つの花粉帯、UN-1 (深度 98-79cm)、UN-2 (深度 83-28cm)、UN-3 (深度 28-0cm)、に区分した。

花粉帯 UN-1 (深度 98-79cm) では、木本花粉ではカンバ属が優勢、マツ属、トウヒ属、カラマツ属の出現率は低い。草本では、イネ科 (17.3-38.8%) とヨモギ属 (6.4-10.2%) が優勢である。花粉帯 UN-2 (深度 83-28cm) では、カバノキ属の減少 (81.8-26.8%) およびマツ属の増加 (3.2-35.7%) で特徴付けられる。草本類では、イネ科は花粉帯 UN-1 と同様の割合で連続して出現する。ヨモギ属は減少し花粉帯 UN-2 の上部では断続的に出現するようになる。カヤツリグサ科は花粉帯 UN-1 に比べ増加している。花粉帯 UN-3 では、急激なマツ属の上昇と、カバノキ属の急激な減少によって特徴付けられる。トウヒ属は減少 (0.2-4.6%) し、カラマツ属は減少するが、表層付近で再び上昇する (5.6-14.5%)。草本では、イネ科が急激に減少 (0.6-17.8%) する。

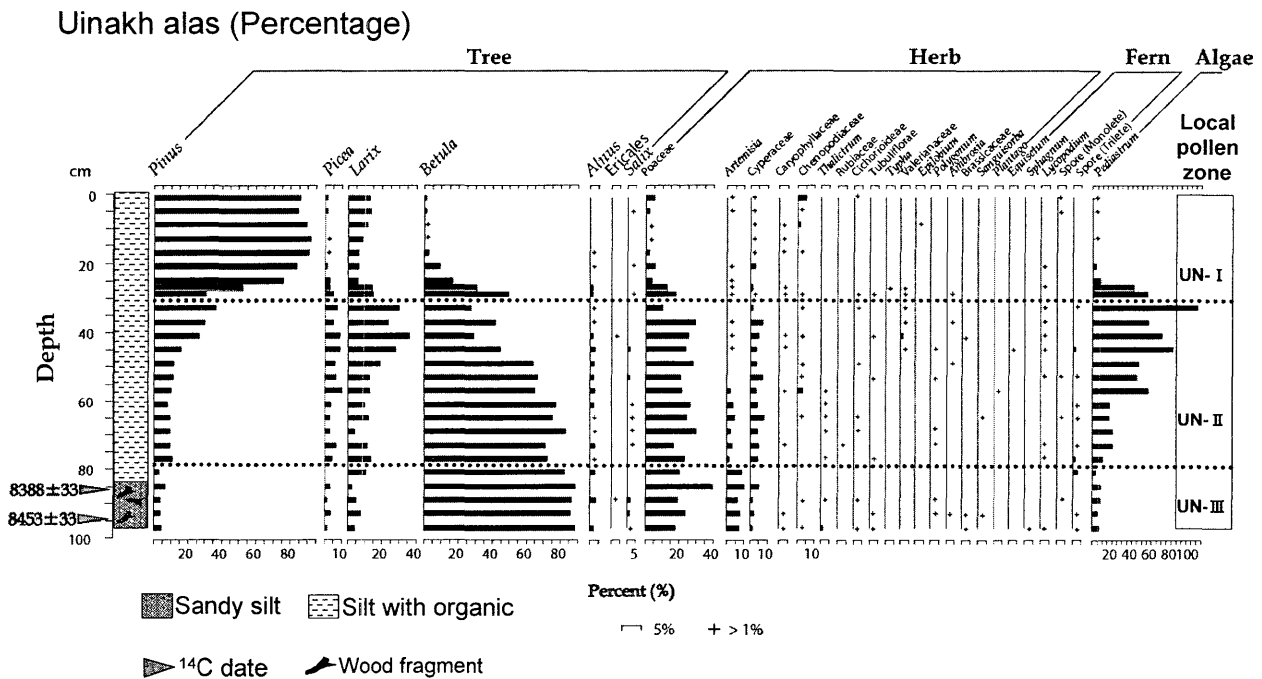


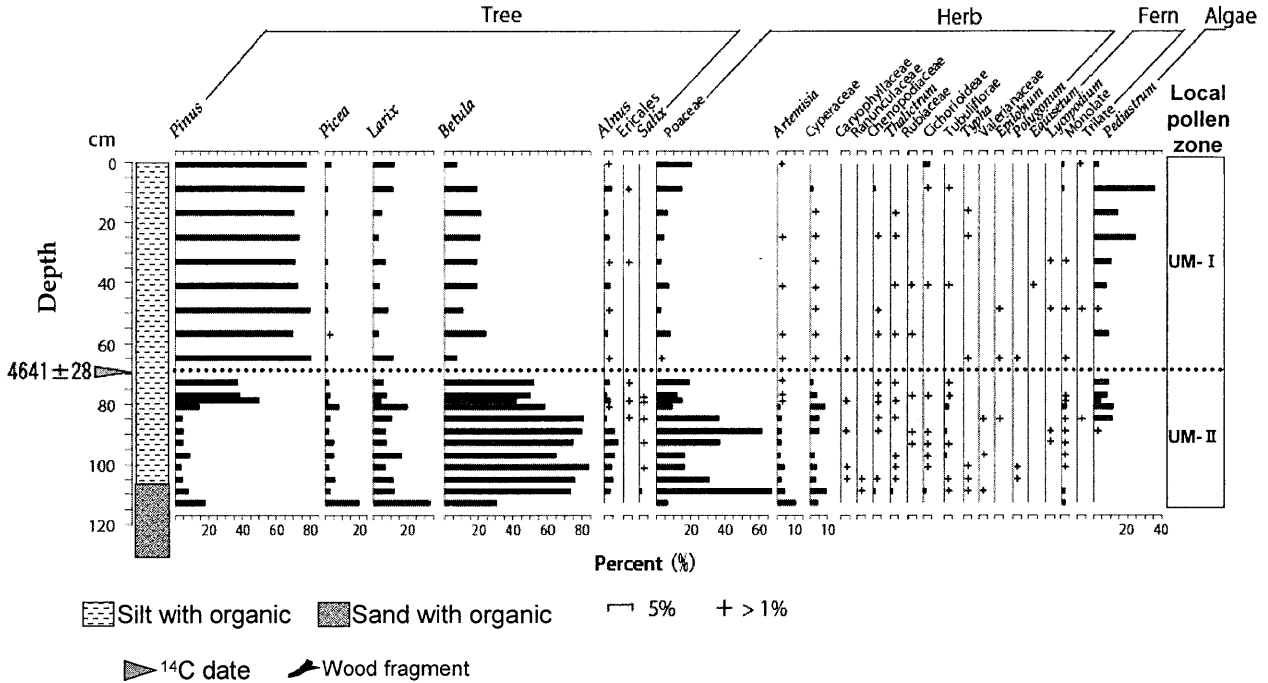
Fig. 7. Pollen diagram from Ulumaaly alas. Relative frequency was calculated based on total arboreal pollen number.

4.2.2.3. Ulumaaly アラス

Ulumaaly アラスの花粉分析の結果 (Fig. 7)、2つの花粉帯、UM-1 (113-71cm) および UM-2 (71-0cm) に区分した。最深部 (深度 113cm) は花粉の読み取り数が 200 個に達しなかった。

花粉帯 UM-1 (113-71cm) は、イネ科を伴うカバノキ属が優勢であると特徴付けられる。木本では、カバノキ属は最深部と深度 81-69cm で減少するが、それ以外では 80% 近くを占める。マツ属は最深部および上層部 (深度 77-71cm) で多く出現 (37.0-38.2%) する。トウヒ属およびカラマツ属は最深部以外では安定して出現する。草本では、イネ科の産出率は高い (6.5-60.8%) が、変動が激しい。ヨモギ属およびカヤツリグサ科は連続して出現する。花粉帯 UM-2 (71-0cm) では、マツ属が高率で安定して出現する (49.1-80.0%)。トウヒ属はわずかに減少 (1.0-3.49%) するが、カラマツ属の変動は小さい。

Ulumaaly alas (Percentage)



カバノキ属は急激に減少 (7.2-41.9%) している。草本では、イネ科は減少し、安定した産出率を示すが、表層で上昇 (20.3%まで) する。

4.2.2.4. Maralay 湖

Maralay 湖での花粉分析の結果 (Fig. 8)、カバノキ属の優占する堆積物下部 LM-1 (深度 82-35cm) と、マツ属が増加する LM-2 (深度 35-0cm) の花粉帯に区分した。花粉帯 MR-1 (深度 82-35cm) では、カバノキ属が優勢で、53-81%を占める。マツ属とトウヒ属はともに、わずかではあるが連続して出現する。カラマツ属 (3.7-28.3%) は本花粉帯下層部では安定して出現するが、上層部で変動が激しい。草

Lake Maralay (Percentage)

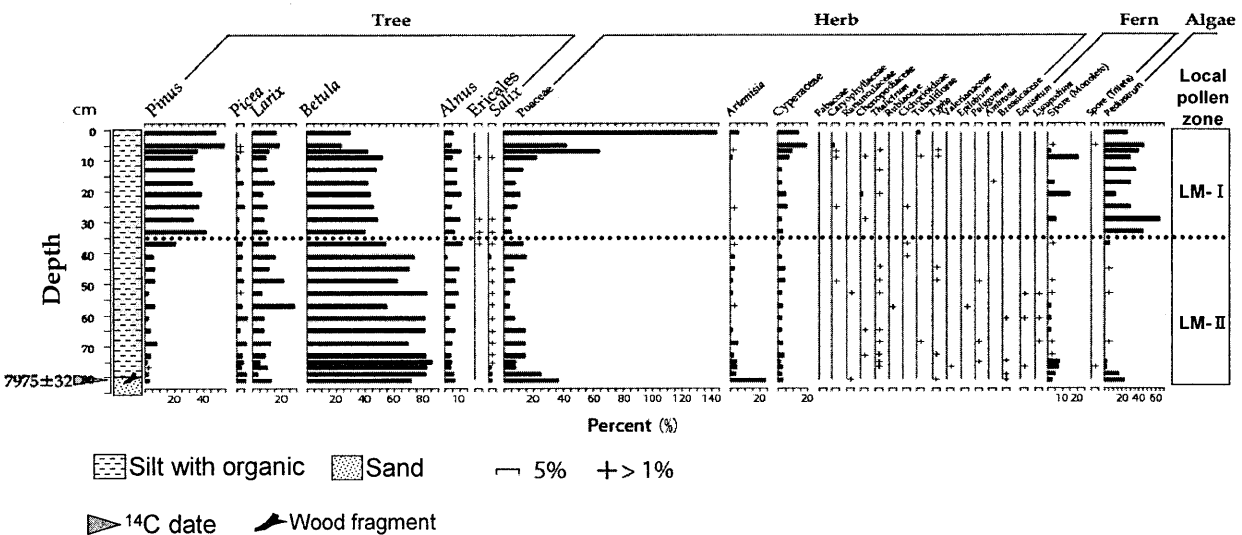


Fig. 8 . Pollen diagram from Lake Maralay. Relative frequency was calculated based on total arboreal pollen number.

本では、イネ科 (3.3-36.1%) とヨモギ属 (0-23.2%) は下層部で高い出現率を示す。花粉帯 LM-2 (深度 35-0cm) はマツ属の急激な上昇 (31.5-53.5%) とカバノキ属の減少 (23.3-48.0%) で特徴付けられる。トウヒ属は表層に近づくにつれて減少 (0.9-5.1%) している。カラマツ属は安定して出現 (7.8-18.1%) しており、大きな変動は見られない。草本では、深度 7cm から急激なイネ科の増加 (141.9%まで) が見られる。また、ヨモギ属、カヤツリグサ科ともに表層に近づくにつれて出現率が高くなる傾向 (1.8-13.6%) がある。

5. 考察

5.1. アラス形成史

4箇所いずれのアラス堆積物も有機物が多く含まれる層は地表面から1m前後であり、この層以深では砂質成分が増加する。また、Uinakh アラスおよび Maralay 湖においては、有機物の著しく減少する深度で多くの材が見られた。これらは、地表面が陥没した後に有機物の堆積し易い環境になったことと、陥没する以前は森林に覆われていたことを示すと考えられる。

現在形成されつつあるアラス(サーモカルスト)が Ulumaaly アラス近くの Yukechi に複数存在する。地表面に水がたまった場所では、立ち木が水没しているところもある。Uinakh アラスや Ulumaaly アラスのように堆積物の底に存在する多くの材はこのような樹木の残存物であると考えられる。Ulakhan Sykkhan アラス、Uinakh アラス、Maralay 湖における材の年代は約 8,000 年 BP (8,800-9,500 ca.BP) であることから、中央ヤクーチアの少なくとも中位段丘に存在するアラス群は 8,000 年 BP (9,000 ca. BP) 頃の同時期に形成された可能性が高い。

MacDonald et al. (2000) によると、ロシアの極地域の森林が現在の海岸線付近まで前進したのは、9,000-7,000 年 BP である。このときのロシア極域における 7 月の平均気温は現在と比べ 2.5-7.0°C 高かったと見積もられている。また、Pisaric et al. (2001) によると、レナ川下流域でダフリアカラマツとシベリアトウヒが現在の樹木限界より前進したのは、8,500-3,500 年 BP である。これらの結果より、8,000 年 BP 前後は温暖期の初期にあたり、これに伴う何らかの環境変化がアラスの形成を引き起こしたと考えられる。Fukuda et al., (1988) 強烈な森林火災がアラスの引き金となることを示唆している。東シベリアのコリマ川流域のアラスでは、炭素片や火災後に特有のアカバナ属 (*Epilobium*) の花粉から、森林火災が引き金であるとする報告 (Igarashi, 1997) もある。しかし、本研究結果からは、堆積物の下部に炭化片のピークや、アカバナ属 (*Epilobium*) 花粉の増加は見られなかった。

5.2. 植生変遷史

約 8,000BP のアラス形成初期のアラス周辺の植生は、イネ科やヨモギ属等のステップ要素を伴う、カバノキ-カラマツの優占するものであった。中央ヤクーチアの地域的な植生としては、カバノキ-カラマツの優占する森林に覆われていたと考えられる。約 8,000-5,000BP にかけての中央ヤクーチアの地域的な植生は、Ulakhan Sykkhan アラスにおける花粉流入量の結果から、カバノキの密度が高くなったと特徴付けられる。このことと、トウヒ属花粉流入量の増加は、完新世の温暖な気候を反映して可能性が高い。また、調査したすべてのアラスで、カバノキ属花粉は地表面に向かうに従い減少していることから、現在に近づくにつれてその優占面積を減少させたと考えられる。中央ヤクーチアの砂質土壤にヨーロッパアカマツが広がったのは、Ulakhan Sykkhan アラス、Ulumaaly アラスの結果から 5,000 BP (6,000ca.BP) 前後である。このことは、約 5,000BP に中央ヤクーチアの砂質土壤では活動層が深く

なり、地中深くに根を張るヨーロッパアカマツの生育できる環境に変化したことが示唆される。4 箇所のいずれのアラスでもカラマツ属花粉が連続して出現したことは、少なくとも 8,000BP 以降中央ヤクーチアではダフリアカマツの優占する森林が継続したことを示している。

6. 謝辞

アースサイエンス (株) の五十嵐八枝子博士には花粉分析の指導をしていただきました。厚く御礼申し上げます。名古屋大学年代測定総合研究センターの池田晃子技官には年代測定のための前処理の指導をしていただきました。ヤクーツク永久凍土研究所の Alexander N. Fedorov 博士ならびにロシア科学アカデミー極東支部生物研究所の Roman V. Desyatkin 博士には堆積物採取に際する手配をしていただきました。ヤクーツク永久凍土研究所の N. P. Bosikov 博士には堆積物採取を手伝っていただきました。北海道大学植物園では化石花粉同定のための標本試料として、現生花粉を採取させていただきました。

7. 引用文献

- Andreev A. A. and Klimanov V. A. (1989) Istorija rastitel'nosti i kilmate Central'noi Yakutii v golotsene i poznelednikov'e. In: Ivanov V. F. and Palymsky B. F. (eds), Formirovanie Rel'efa i Korrelyantnykh Otlozhenii i Rossypei Severo-Vostoka SSSR, 28-51. SVKNII, Magadan. (in Russian)
- Andreev A. A., Klimanov V. A., Sulerzhitsky L. D. (2000) Vegetation and climate history of Yana River lowland, Russia, during last 6400yr *Quaternary Science Reviews* 20, 259-266
- Desyatkin R. V., Nikolaeva M. C., Desyatkin A. R., Stepanova, M. A., Ishii Y. and Yabuki H. (2000) Geobotanical map of "Ulakhan Sykkhan" alas. *Activity report of Game-Siberia* 131-141
- Faegri K. and Iversen J. 1989 *Textbook of Pollen Analysis*. (4th ed.). Wiley, Chichester
- French H. M. (1996) *The Periglacial Environment*. 2nd edition, London press
- Fukuda M., Sento N., Kunitky V. V. and Nakamura T. (1995) Radiocarbon dating results of organic materials obtained from eastern Siberian permafrost. *Proceedings of the fourth symposium on the joint Siberian permafrost studies between Japan and Russian in 1995*, 155-164
- Fukuda M., Fedorov A. and Rusakov B. V. (1998) Temperature profiles and Methane distribution in permafrost of Taiga region near Yakutsk. *Proceedings of the seventh symposium on the joint Siberian permafrost studies between Japan and Russian in 1998*, 125-131
- Igarashi Y. (1997) Holocene vegetation around alases, Northeast Siberia. *Proceedings of the sixth symposium on the joint Siberian permafrost studies between Japan and Russian in 1995*, 83-91
- Ivanov M. S. (1984) Cryogenic composition of Quaternary deposition of Lena-Aldan depression, Novosibirsk
- Kachurin S. P. (1962) Thermokarsk within the territory of the USSR. *Biuletyn Peryglacjalny*, 11, 49-55
- Khotinskiy N. A., (1984) Holecene Vegetation History. In Velichko, A. A. ed. *Late Quaternary Environment of the Soviet Union*. University of Minnesota Press, Minneapolis. 179-200

国立天文台編 (1996) 理科年表, 丸善, 東京.

北川浩之・松澤敏行・松本英二・山口和典・中村俊夫 (1991) 水素還元法による AMS 法炭素 - 14 測定のためのグラフアイトターゲット作成法。名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 (II)、113-121

MacDonald G. M., Velichko A. A., Kremenetsky C. V., Borisova O. K., Goleva A. A., Andreev A. A., Cwynar L. C., Riding R. T., Forman S. L., Edwards T. W. D., Arevena R., Hammarlund D., Szeicz J. M. and Gattaulin V. N. (2000) Holocene treeline history and climate change across northern Eurasia. *Quaternary Reserch.* 53, 302-311

Stuiver M. and Reimer P. J., (1993) Extended 14C database and revised CALIB radiocarbon calibration program. *Radiocarbon*, 35, 215-230

Takahashi H. (1994) Phytogeographytes of vascular plant in Yakutia (Sakha). *Proc. Jap. Soc. Pl. Tax.* 10(1), 21-33

Uemura S., Kanda F., Tsujii T. and Isaev A., P., (1998) Concentric Pattern and Asymmetry in the Vegetation of Alas, Eastern Siberia. *J. Phytogeogr. & Taxon.* 46, 71-76

Velichko A. A., Andreev A. A. and Klimanov V. A. (1997) Climate and vegetation dynamics in the tundra and forest zone during the Late Glacial and Holocene. *Quaternary International.* 41/42, 71-96

A palynological study of alas sediments, central Yakutia, eastern Siberia

Fumitaka KATAMURA¹, Masami FUKUDA², Toshio NAKAMURA, Jun MORIIZUMI

1 Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido Univ., Sapporo, 060-0810

2 Institute of Low Temperature Science, Hokkaido Univ., Sapporo, 060-0819

3 Dating and Materials Reserch Center, Nagoya Univ., Nagoya, 464-8602

4 Graduates School of Engineering, Nagoya Univ., Nagoya,

A larges number of thermokarst depressions, i.e. alasses, are exists in Central Yakutia, eastern Siberia. Alasses were formed by thermal disturbance of ice complex in ground, for example, rising air temperature or destruction of vegetation. Once alas is formed, reforestation is difficult because of salt accumulation near ground surface. It is said that alasses in the Central Yakutia were developed during the Holocene Climatic Optimum. However, the chronology of alas formation and local vegetation change around alas are not well known. The reconstruction of alas formation history and past environmental changes around alas might be important for understanding climatic trends in future. Pollen analysis is useful for reconstruction of the past vegetation change.

The objectives of this study are reconstruction of alas formation and vegetation history of central Yakutia by means of ¹⁴C dating and pollen analysis.

The study sites are four thermokarst lakes, Ulakhan Sykkhan alas (62° 08' 57" N, 130° 31' 54"E), Uinakh alas (62° 09' 23" N, 130° 38' 35" E), Ulumaaly alas and Lake Maralay (63° 06' 43" N, 130° 35' 41" E), middle terrace of right bank of the Lena River, central Yakutia. The vegetation in the Central Yakutia is boreal forest, where *Larix dahurica* with *Pinus sylvestris* is dominant. The border between forest and alas is occupied by *Betula platyphylla*. The vegetation of alas was dominant by Poaceae, Cyperaceae and Asteraceae etc.

Samples from sediments were taken by shovel, and the deeper frost sediment was obtained with the boring machine. Each sample, which was divided into 1cm³, was processed for pollen analysis according to standard methods. The sediments were subsampled at every 2 to 8cm intervals. At least 200 arboreal pollen grains were counted for each sample at 400× magnification, except for low concentrated sample. Relative frequency was calculated based on the arboreal pollen number. Surface pollen analysis was also conducted, to assist the understanding between vegetation and pollen assemblage relationships.

The results of ¹⁴C dating at initiation of alas sediments were indicate as 7,975±32, 8,285±33 and 8,453±33BP, which suggest that alasses in central Yakutia were developed around 8,000 BP. Surface pollen samples show that (1) *Pinus* and *Picea* pollen were transported by wind in long distance, (2) *Larix* and *Betula* pollen were reflected vegetation around alas, and (3) herb taxa indicate local presence of the source plants nearby. Vegetation reconstruction from four alas sediment shows that (1) Around 8,000BP the vegetation in the Central Yakutia is dominant of *Betula-Larix* forest with step elements such as Poaceae and *Artemisia*. (2) Between 8,000-5,000BP the maximum of *Picea* and *Betula* pollen were observed indicating the warm period. (3) Sharp increased *Pinus* pollen after 5,000BP indicates an expansion of *Pinus sylvestris* on sandy soils in the Central Yakutia.