

極東スィフン盆地の夾炭層の孢子・花粉群*

N. A. Bolkhovitina & I. Z. Kotova

小 岩 井 隆 訳

プリモリヤ (沿海州) の南部に位置するスィフン盆地は古来植物化石の豊富な産地として古植物学者や層位学者の注目を引いていた。これと類似の組成をもつ Mesozoic flora がスウチャンやボトゴロドネン炭田 (スィフンのちょうど東と南東にあたる) から報告された。この植物群の時代については「ニッカシ」と名付けられているがこれはだいたい前に替えられたものである。A. N. Kryshstofovich (8) はその時代をジュラと考えた。しばらくしてスウチャン炭田の炭層上部で発見された化石があり、それは *Aralia lucifera* Kryshst. の小葉の遺体であった。スウチャン炭田の周辺にある夾炭層中に発見され、しかもスウチャン炭田の夾炭層の古植物にとっても特徴的であり、豊富な Aucella fauna を産する海成層 (クリュチュエブスグ層) は下部白堊紀である。

最近では下部白堊紀 (ニッカシスカヤ) の南プリモリヤの葉植物化石は全極東亜細亜の下部白堊紀の葉植物化石と、組成上かなり対比できる。このことから明らかにこれらの地層から産する孢子・花粉の研究ができるようになった。この植物群の区別だけでも極東の他の地方における研究のためには標準の役目をなすことができる。

スィフン盆地の夾炭層は古い花崗岩上の浸食面に直接重なるし、またジュラの海成層の上にも重なる。しかしバランジナでは海成層は欠ける。スィフンとスウチャン炭田の夾炭層には類似の組成をもつ植物化石がみいだされるので、これらが同一時代であることが確かめられた。これら多数発見された化石は、スィフン盆地では下部白堊紀を示す特徴ある型であり、結局 *Weichselia reticulata* と *Onychiopsis elongata* (9) とがスィフン盆地の夾炭層の時代を下部白堊紀とする有力な証拠となる。それにもかかわらずスィフン炭田産の葉植物化石が盛んに鑑定され、内陸では孢子・花粉の研究がここ 50 年間に広く行なわれるにいたった。

スィフン盆地の地層から出た孢子・花粉研究の第 1 の結果では、O. V. Shugaevsky が指導者であり、V. P. Jakovleva (11) の著書で発表された。O. V. Shugaevsky はスィフン炭田 (ラボチ層) の夾炭層に被子植物 (*Magnolia* sp., *Quercus* sp., *Daphne* sp., *Caprifoliaceae* sp. その他) の花粉を発見し、これをもって V. P. Jakovleva はスィフン盆地の全夾炭層を上部白堊紀 (上部チュロン期-下部・中部セノン期) に同定した。しかるにスウチャン炭田の夾炭層の時代はそれよりかなり古い apt.-albian 時代に同定され、沢山の下部白堊紀植物群を含む地層はまた花粉の存在でも注視されている。一方葉の化石も鑑定されたが、V. P. Jakovleva は下部白堊紀の植物組成からスウチャン植物群が上部白堊紀の前半にまで生きのびたことを説明した。これらは蜜線の孔が保存され、それとともにこの孔を包む丘帯が種子をも包むことを確認した。花粉の場合は風でとんでしまう。下部白堊紀層の上面を植物遺体が至るところで覆っている。Z. I. Verbitskaja はその頃のものであるスウチャン炭田の孢子・花粉群の研究を計画的に始めた。O. V. Shugaevsky は種々の被子植物の花粉を非常に多く発見した。V. P. Jakovleva は以上のことでスィフン炭田の夾炭層の時代の結論を行なったが、ソ連科学アカデミーの地質研究所の古植物班がこれを応援した。ソ連科学アカデミーは、この地層から出る孢子・花粉群についてかなり広範囲の研究を計画した。それらの組成を系統的にまとめ、層序の下から上までの植物群の組成変化をしらべ

* Н. А. Болховитина и И. З. Котова: Спорово-пыльцевые комплексы угленосной толщи суйфунского бассейна на дальнем востоке, Известия Академии Наук СССР, Серия геологическая, № 1: p. 77-92, 1963

てえた、被子植物の花粉の分布の特殊性を説明しよう。あらかじめ断っておきたいことは、被子植物の花粉の存在を私達は研究の過程で認めなかったこと、また同様に V.P. Jakovleva が定義した夾炭層のかなり若い時代のものに対してここではふれないでおくということである。それにもかかわらず、私達の研究は実際に則してスィフン盆地の下部白堊紀層の特性を、花粉学をもって、まず充分つかみ得たのである。Z. I. Verbitskaja の研究結果に、スウチャン夾炭層の孢子・花粉群をてらしあわせ層序を対比した。(3-5)

孢子・花粉分析のためサンプルは V. A. Vakhrameev と I. Z. Kotova によって 20 本の試錐から集められた。試錐はプリモリのリポビッコ地質調査隊 (元のダリウグレゲオロギ) がスィフン盆地の北方内陸 (リポビツェ、ガレンコブスクとノボゲオルギブスク地方) でさく井したものである。20 本のうち 18 本の試錐で孢子・花粉の含有が調査された。

第 1 表 スィフン盆地の層序による孢子・花粉含有の資料 (深度 m)

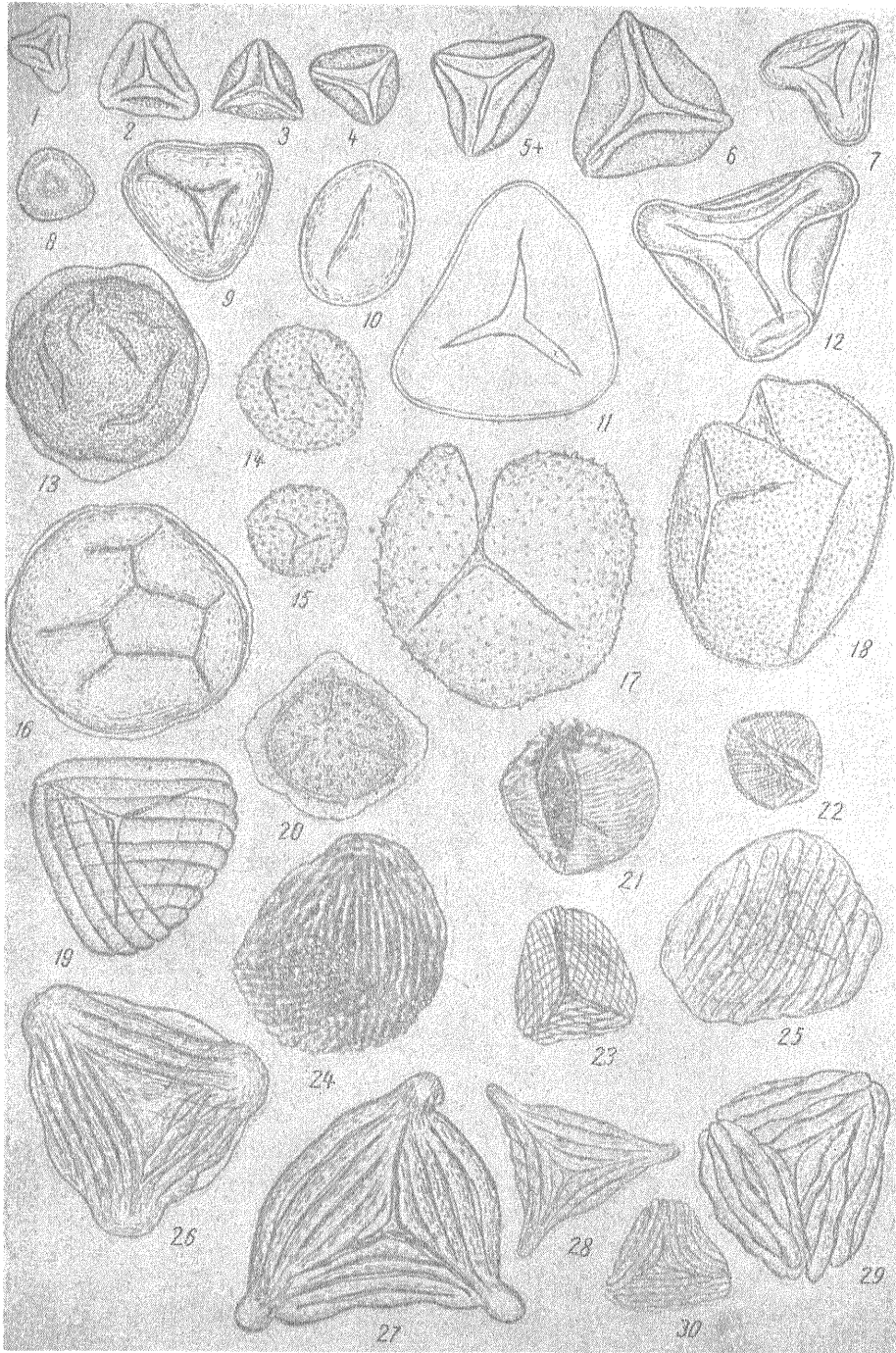
層名	産地			
	リポベック	ノボゲオルギブスク	ガレンコブスク	コンスタンチノブスク
凝灰質層	試錐 229, 深度 437 試錐 208, 深度 160~237 (3 個)		試錐 216, 深度 21~70 (3 個)	
上部夾炭層	試錐 342, 深度 213~266 (8 個) 試錐 336, 深度 536~582 (5 個) 試錐 324, 深度 640~668 (6 個) 試錐 338, 深度 55~112 (6 個) 試錐 346, 深度 374~429 (8 個) 試錐 314, 深度 453~458 (4 個) 試錐 208, 深度 293~351 (3 個) 試錐 334, 深度 158~169 (2 個)		試錐 227, 深度 171~173 (2 個) 試錐 216, 深度 208~249 (6 個)	露頭 12 試料 61 と 63
無炭層		試錐 3, 深度 212	試錐 227, 深度 195~198 (1 個) 試錐 216, 深度 283~289 (2 個)	

スィフン炭田の下部白堊紀層の夾炭層群は 4 部層である。(下部から上部へ): 下部炭層 (厚約 250m)・無炭層 (厚約 250~300m)・上部夾炭層 (厚約 150~200m) と凝灰質層 (厚約 300~350m)・凝灰質岩層の上に第三紀層が覆う。

上部夾炭層には 3 炭層が含まれ“ラボチ層, 中間層, 上部層”と称する。

試錐のさく井はコアいかんにかかわらず、どこでも上部夾炭層を貫通して直接ラボチ層の下で掘止し、4 箇所の試錐は無炭層に達した。これによってコアの試料から孢子と花粉が取出された。この含花粉・孢子コア・サンプルは大部分上部夾炭層からであり、無炭層と凝灰質層からはわずか出された。試錐は時折 3 炭層を切っている。もし第 3 炭層があらわれなければ、第 2 あるいは第 1 炭層まで切る。試料は炭層や適当な岩石から取り出された。

化石は一般の浸溶方法で作られた。すなわち、窒素や酸やアルカリで処理する方法であり、サンプルの多くは細かい植物の繊維の塊を含んでいる。そのうちで少数のものに孢子が発見された。まれに Gymnospermous (裸子植物) の花粉粒がある。この試料には孢子・花粉が著しく多いということはほとんどない。この試料の補足的処理としては植物化石をとく過程で過酸化水素を使えば単に植物繊維をぬらすだけで、その酸化や溶解の働きを半分とする。観察の際のことを述べれば、炭質部中にはおびただしく化石が含まれているけれども、孢子や花粉の種属の組成では比較的種類数が乏しい。石炭中にはわずか 1 つの花成分があるか、またはその他組成はわずかなので明瞭である。また石炭中には孢子の組成が全く乏しく花粉は全く欠け、孢子群は 3~



1—*Gleichenia laeta* Bolch., 2—*Gl. delicata* Bolch., 3—*Gl. umbonata* Bolch., 4—*Gl. rasilis* Bolch., 5—*Gl. angulata* Bolch., 6—*Gl. carinata* Bolch., 7—*Leiotriletes* sp., 8—*Sphagnum* sp., 9—*Adiantum* sp., 10—*Polypodiaceae*, 11—*Onychiopsis elongata* (Geyler) Yokoyama, 12—*Phlebopteris* sp., 13—*Salvinia perpulchra* Bolch., 14—*Selaginella obscura* Bolch., 15—*Pteridium solidum* Bolch., 16—*Divisisporites euskirchenensis* Thomson, 17—*Osmundites plicatus* (K.—M.) Bolch., 18—*Osmunda* sp., 19—*Cirratriidites spinulosus* Cookson et Dettmann, 20—*Peletieria mediodstriata* Bolch., 21, 22—*P. minutaestriata* Bolch., 23—*P. tersa* (K.—M.) Bolch., 24—*Cicatricosisporites dorogensis* R. Pot. et Gell., 25—*Anemia mitriformina* Verb., 26—*A. aurifera* Verb., 27—*A. globulifera* Bolch., 28—*A. macrorrhiza* (Mal.) Bolch., 29—*A. tricostata* Bolch., 30—*Ruffordia goepperti* (Dunk.) Seward.

第1圖 上部夾炭層産孢子—花粉群

4種からなる。それと同時に含有化石ではある他の岩石の方が絶対に優れている。こんな岩石の大部分中には *Gleichenia*, *Onychiopsis*, まれに *Pelletieria* を認めた。

泥岩、シルトと砂岩の中にいろいろの孢子・花粉群がかなりあらわれる。それは 15~20 種におよぶがまず分布が近く、層位的にも対比できる関係にありながらいろいろの岩石により、いろいろの種別の群があらわれる。このような植物群の組成は岩石の性質によって変る。察するにスイフン炭田の範囲内で孢子の埋積があり、地域性をあらわすためであろう。乾燥した空中に飛びちるような針葉樹の花粉は、サンプル全部にはみられないが、もしあらわれるとすればごく少数である。それが存在したところでも粒が腐って大部分は鑑定にたえず、種はおろか属でさえ鑑定にさしつかえられる。大多数の試料中に針葉樹花粉のないことは、針葉樹林がスイフン盆地から少々離れたところに生長していたことを推定できる。だが夾炭層には *Pteridophytes* (羊歯植物類) の孢子が含有されており、沈積区内で直接発芽生長したことも推定する。

地層群のうちで、こうして広範囲に拡がるような孢子や花粉の供給方法は、現在の沖積平原や海岸の状態を例にとってみてもみいだされない。大きな孢子では *Onychiopsis* や *Lygodium* に属するものは生えていた地域から遠くはこばれなかった。この結論は現在の羊歯植物 *Dryopteris filixmas* L. の孢子の分散状態から観察してたしかめられ、E. D. Zaklinskaja (7) が賛成した。この羊歯植物の孢子は辺縁部付近で衰滅する。

炭層やある種の孢子を含んでいる岩石は、原地に蓄積された沈積か、植物の炭質組成の沈殿であることを証明する。それらの孢子は、*Gleichenia*, *Pelletieria* や *Onychiopsis* である。*Gleichenia* の孢子は塊^{カタマリ}となっているものでこの種の葉の印痕化石がこれを確かめ、この印痕の中に *Onychiopsis* や *Ruffordia* のものがあらわれた。

下部夾炭層では孢子と花粉群が共存することで特徴づけられ、小孢子は 1 試料で僅かしかあらわれなかった。

無炭層の孢子—花粉群

無炭層の孢子・花粉群は試錐 208, 343 (リボベック地方) と 216, 227 (ガレンコフ地方) で研究された (第 1 表)。試錐 343 の深度 207m の暗灰色砂岩は *Lygodium* の孢子を沢山含み、その群の 40% を構成する。このうちに *Pelletieria minutaestriata* Bolch., *Anemia tricostata* Bolch., *Cirratriradites spinulosus* Cooks. et Dett., *Onychiopsis elongata* (Geyler) Yokoyama, *Coniopteris* sp. と少数の *Ginkgo* と *Pinaceae* の花粉が見られる。

216, 208, 277 試錐では、孢子群は *Onychiopsis*, *Pelletieria* と *Anemia* の孢子が優勢であり、*Lygodium* 孢子は少ない。まれに *Sphagnum*, *Gleichenia delicata* Bolch. が見られ、*Caytonia* や *Classopollis classoides* Ph. の花粉が数個みられる (第 2 表)。

上部夾炭層産孢子・花粉群 (50 samples の分析より)

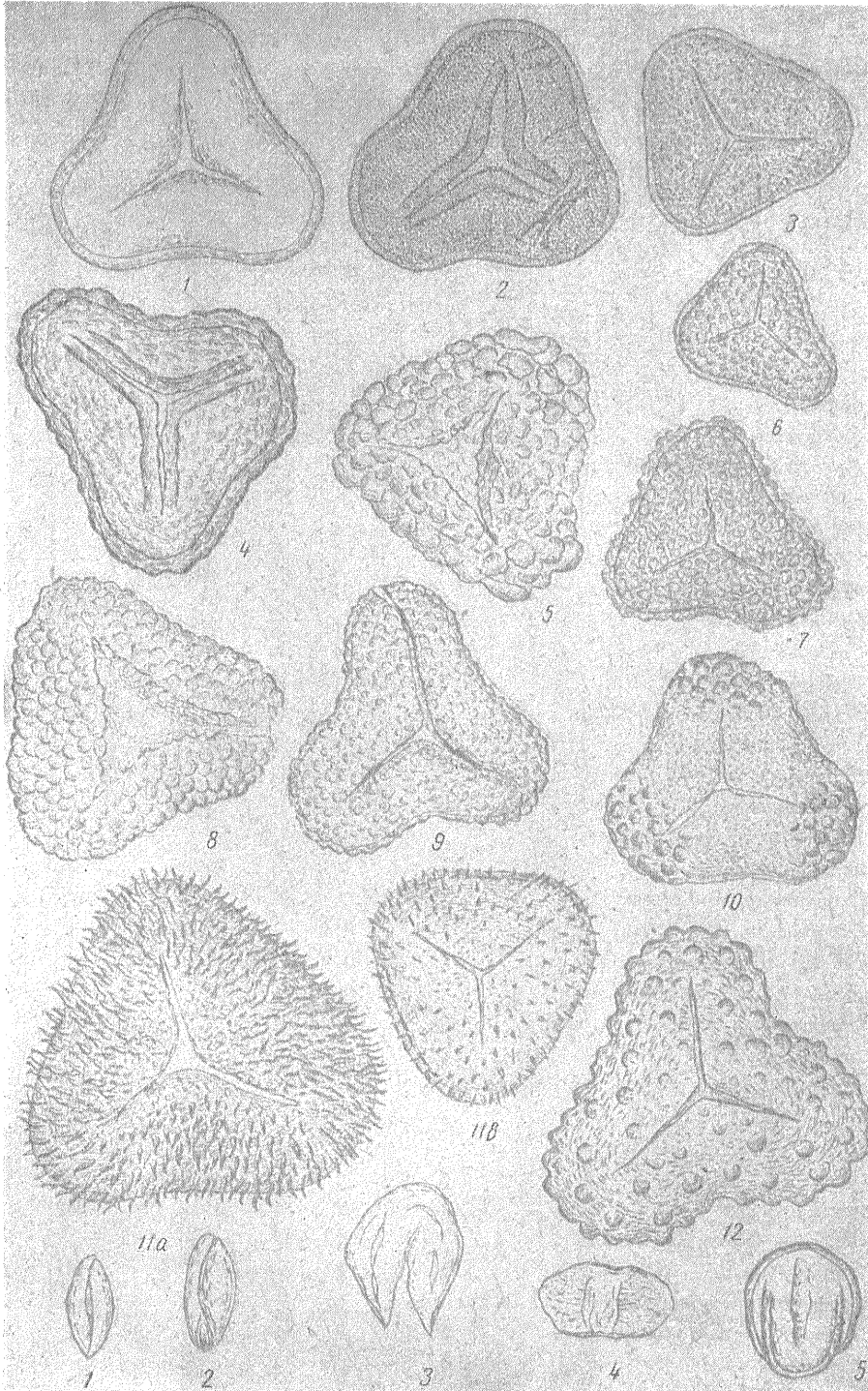
上部夾炭層の下部の花粉群は「ラボチ」層を含めて *Onychiopsis*, *Coniopteris*, *Phlebopteris* の孢子が大量に含むことで特徴づけられる。この孢子は特に炭層中に多い。それ以外に砂岩やシルト岩には

Pelletieria minutaestriata Bolch., *P. mediostriata* Bolch., *P. tersa* (K.-M.) Bolch., *Anemia tricostata* Bolch., *A. macrorhiza* (Mal.) Bolch., *A. globulifera* Bolch., *A. aurifera* Verb., *A. mitriformis* Verb., *Lygodium subsimplex* Bolch., *L. cotidianum* (Bolch.) Bolch., *L. valanjinensis* K.M., *L. gibberulum* var. *gibberula* K.-M., *L. multituberculatum* Bolch., *L. mirabile* Bolch., *L. echinaceum* Verb., *L. verrucosus* (Delcourt et Sprumont) Bolch., *L. trichopapillosus* (Thierg.) Bolch., *L. grossetuberculatum* K.-M., *L. pseudogibberulum* Bolch., *L. raretuberculatum* Bolch., *Divisisporites euskirchenensis* Thoms., *Gleichenia delicata* Bolch., *Gl. angulata* (Naum.) Bolch., *Gl. umbonata* Bolch., *Gl. rasilis* Bolch., *Gl. carinata* Bolch., *Gl. laeta* Bolch., *Adiantum* sp., *Selaginella obscura* Bolch., *Pteridium solidum*

第2表 無炭層の岩石産孢子・花粉組成

試 錐 番 号	216		208	227	343
	285—289		283—285	354,5	195—198
深 度 (m)	砂 岩	砂 岩	砂質泥岩	泥 岩	暗灰色 砂岩
種 類	胞 子 組 成				
<i>Sphagnum</i> sp.	—	—	5	1	—
<i>Selaginella</i> sp.	—	3	—	—	—
<i>Lycopodium</i> sp.	1	—	—	—	—
<i>Comiopteris</i> sp.	10	—	—	5	3,5
<i>Onychiopsis elongata</i> (GEYLER) YOKOYAMA	30	38	29	68	1,5
<i>Phlebopteris</i> sp.	—	—	—	4	—
<i>Cibotium</i> sp.	3	2	—	—	—
<i>Ophioglossum</i> sp.	1	—	—	—	—
<i>Osmunda elegans</i> VERB.	—	—	—	—	1
<i>Gleichenia delicata</i> BOLCH.	2	—	5	—	—
<i>Anemia mitrififormina</i> VERB.	—	—	—	—	14
<i>A. tricostata</i> BOLCH.	26	—	3	5	9
<i>A. imperfecta</i> BOLCH.	—	—	—	1	—
<i>A. multicostata</i> VERB.	—	3	—	—	—
<i>A. mucrorhiza</i> (MAL.) BOLCH.	—	2	—	—	—
<i>Pelletieria minutaestriata</i> BOLCH.	—	1	13	—	9,5
<i>P. mediostriata</i> BOLCH.	1	6	—	1	—
<i>P.</i> sp.	—	—	3	—	0,5
<i>Lygodium subsimplex</i> BOLCH.	—	5	1	4	3,5
<i>L. asper</i> BOLCH.	—	—	—	—	1
<i>L. fumatum</i> VERB.	—	—	—	—	3
<i>L. macrothelis</i> VERB.	—	—	—	—	9,5
<i>L. raretuberculatum</i> BOLCH.	—	—	—	—	1
<i>L. ambiguum</i> BOLCH.	—	—	—	1	15
<i>L. cotidianum</i> BOLCH.	1	—	1	—	5
<i>L. verrucosus</i> (DEL. et SPRUM) BOLCH.	—	—	—	—	1,5
<i>L. mirabile</i> BOLCH.	—	—	2	—	—
<i>Leiotriletes</i> sp.	7	35	23	3	8,5
<i>Cirratriradites spinulosus</i> COOKS. et DETT.	1	—	—	—	1
<i>Divisisporites euskirchenensis</i> THOMS.	—	—	—	5	—
未 決 定 胞 子	—	—	21	—	—
裸 子 植 物 の 組 成					
<i>Ginkgoales</i>	1	3	—	—	1
<i>Caytonia</i> sp.	2	—	—	—	—
<i>Classopollis classoides</i> PFL.	1	—	—	—	—
<i>Podocarpaceae</i>	1	—	—	—	—
<i>Pinaceae</i>	2	1	1	—	2

Bolch., 花粉では *Pinaceae*, *Caytonia* sp., *Cupressaceae*, *Eucommiidites minor* Groot and Penny. 「中間」層に含む岩相で最上部には花粉群のうち *Gleichenia* 花粉が優勢である。特に「中間」炭層には *Gleichenia* が多数ある。石炭には *Gleichenia* とならんで多量に *Family-Schizaeaceae-Anemia tricostata* Bolch., *Pelletieria mediostriata* Bolch., *Pell. minutaestriata* Bolch., *Ruffordia goepperti* Seward, *Lygodium echinaceum* Verb., *L. gibberulum* K.-M., *Cicatri-*



1—*Lygodium subsimplex* Bolch., 2—*L. asper* (Bolch.) Bolch., 3—*L. cotidianum* (Bolch.) Bolch., 4, 5, 8—*L. valanjinensis* K.—M., 6—*L. pseudogibberulum* sp. nov., 7—*L. gibberulum* var. *gibberula* K.—M., 9—*L. macrothelis* Verb., 10—*L. mirabile* Bolch., 11 a, b—*L. echinaceum* Verb., 12—*L. raretuberculatum* Bolch. Нижний ряд рис. 1—*Ginkgo mutabilla* Bolch., 2—*G. parva* Bolch., 3—*Cupressacites*, 4—*Caytonia* sp., 5—*L. commiidites minor* Groot and Penny

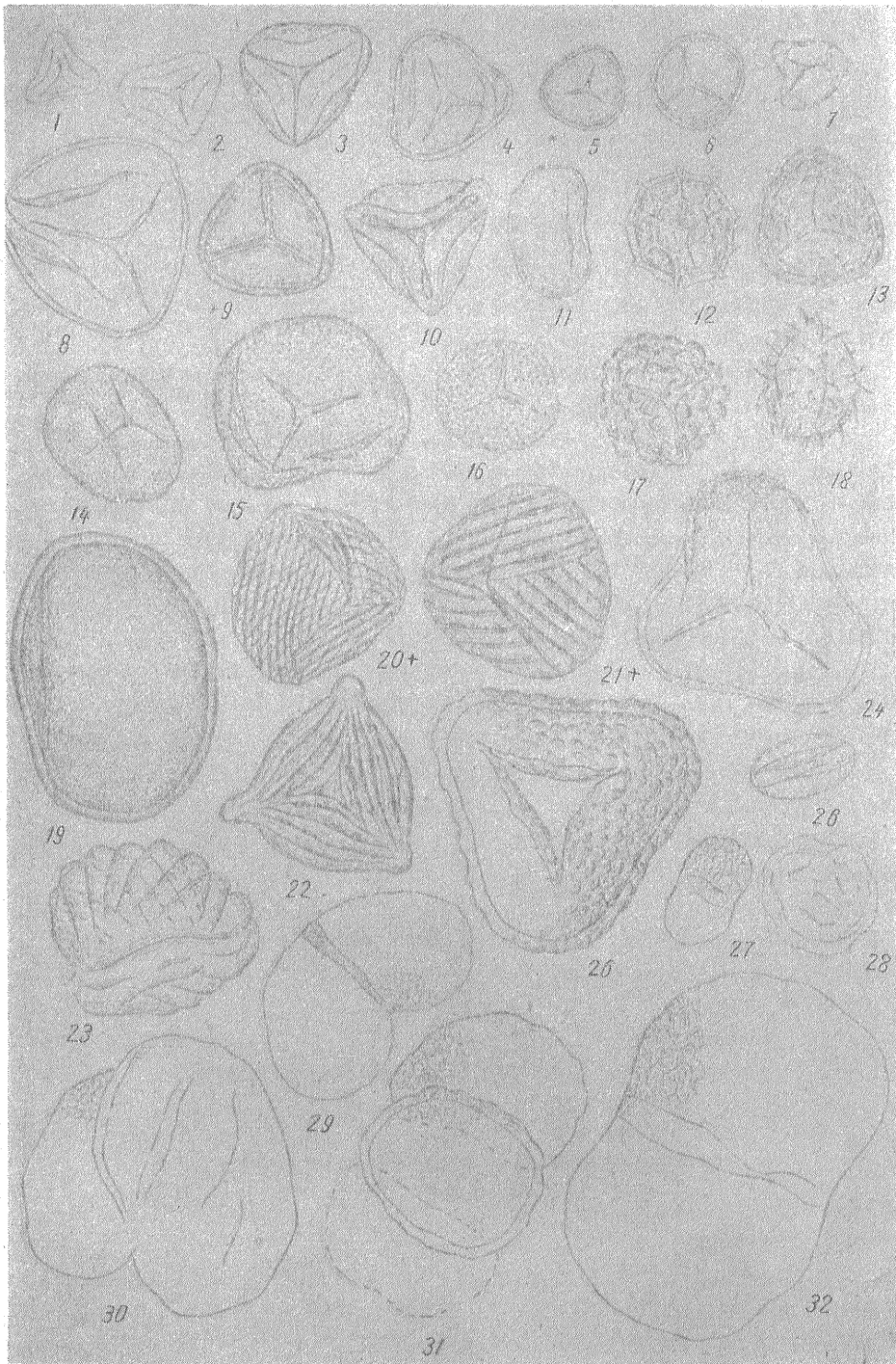
第 2 圖 上部夾炭層産孢子・花粉群

cosisporites dorogensis R. Pot. et Gell., *L. ambiguum* Bolch., *L. mirabile* Bolch., *L. sub-simplex* (Naum.) Bolch. などがあらわれる。まれに *Divisisporites euskirchenensis* Thoms., *Salvinia perpulchra* Bolch., Polypodiaceae, *Phlebopteris* sp., *Sphagnum* sp., *Cirratridites spinulosus* Cookson et Dettman, *Schizaea laevigatififormis* Bolch. 裸子植物の代表科である Pinaceae, Podocarpaceae, Cupressaceae, *Caytonia* sp., *Ginkgo* sp., *Eucommiidites minor*

第3表 凝灰質層 (リホベツク地方 208, 229 試錐) (ガレンコブスク地方 216 試錐) の岩層内の孢子・花粉の組成

試錐	深 度	208			229	216		
		160—163	224—226	253—239	437	70—73	126	201
種 類		砂質泥岩	砂質泥岩	砂質泥岩	砂質泥岩	砂質泥岩	砂岩	炭質頁岩
<i>Sphagnum</i> sp.		6	—	—	—	—	10*	—
<i>Leiotriletes</i> sp.		3	1	30,5	6*	—	1*	—
<i>Phlebopteris regularis</i> BOLCH.		3	—	—	—	—	—	—
<i>Gleichenia angulata</i> BOLCH.		16	—	—	8*	—	—	—
<i>Gl. laeta</i> BOLCH.		21	4	3	3*	—	—	—
<i>Gl. delicata</i> BOLCH.		—	—	—	—	6	—	95
<i>Angiopteris limpida</i> VERB.		—	0,5	—	—	—	4*	—
<i>Cibotium</i> sp.		—	1	—	—	—	—	—
<i>Coniopteris</i> sp.		3	4	14	—	6	2*	—
<i>Onychiopsis</i> sp.		4	4	15	—	3	—	1
<i>Selaginella longisetosa</i> VERB.		—	15	—	—	—	—	—
<i>S. obscura</i> BOLCH.		2	2	3	3*	—	—	—
<i>S. granata</i> BOLCH.		—	2	1	2*	—	—	—
<i>Lycopodium</i> sp.		—	1	—	—	—	—	—
Polypodiaceae (bean shaped)		2	26	—	4*	—	—	—
<i>Polypodites major</i> VERB.		—	3,5	1	—	—	—	—
<i>Osmunda speciosa</i> VERB.		—	0,5	1	—	—	11*	—
<i>Osmunda</i> sp.		—	0,5	—	—	—	—	—
<i>Pelletiera minutaestriata</i> BOLCH.		7	0,5	18	—	12	—	—
<i>P. mediostriata</i> BOLCH.		—	0,5	—	1*	—	—	1
<i>Lycopodium valanjinensis</i> K.—M.		—	1	—	—	—	—	—
<i>Lycopodium asper</i> K.—M.		—	—	—	—	1	—	—
<i>Appendicisporites tricornitatus</i> WEYLAND et GREIFELD		—	—	—	1*	—	—	—
<i>Anemia mitriiformina</i> BOLCH.		—	3	—	—	—	—	—
未決定孢子		6	2	—	—	—	—	—
<i>Ginkgo</i> sp.		16	19	—	9*	62	5*	1
<i>Classopollis classoides</i> PFL.		—	2	—	—	—	—	—
<i>Caytonia</i> sp.		2	1	—	2*	—	1*	—
<i>Eucommiidites minor</i> GROOT and PENNY		—	—	—	—	6	—	—
Taxodiaceae—Cupressaceae		—	2	2	—	6	—	—
Pinaceae		3	7,5	1	—	4	—	2
<i>Cedrus</i> sp.		1	—	—	—	—	—	—
<i>Podozamites</i> sp.		—	2,5	—	—	—	—	—
Podocarpaceae		—	1	—	—	—	—	—
未決定裸子植物		—	—	13	—	2	—	—

* small cross の数字はサンプルの孢子・花粉試算数量を示す。



1—*Gleichenia laeta* Bolch., 2—*Gl. delicata* Bolch., 3—*Gl. angulata* Bolch., 4—*Coniopteris* sp., 5—*Sphagnum glabrescens* Bolch., 6—*Sphagnum europaeus* Bolch., 7—*Cibotium* sp., 8—*Onychiopsis elongata* (Geyler) Jokoyama, 9—*Adiantum* sp., 10—*Phlebopteris* sp., 11—*Polypodiaceae*, 12—*Lycopodium* sp., 13—*Pteris* sp., 14—*Angiopteris limpida* Verb., 15—*Osmunda speciosa* Verb., 16—*Selaginella obscura* Bolch., 17—*S. granata* Verb., 18—*S. Longisetosa* Verb., 19—*Polypodites major* Verb., 20—*Pelletieria multicostata* (Verb.) Bolch., 21—*P. medistriata* (Naum.) Bolch., 22—*Anemia macrorhyza* (Mal.) Bolch., 23—*A. mitriformina* Verb., 24—*Lygodium asper* (Bolch.) Bolch., 25—*L. valanjinensis* K.-M., 26—*Ginkgo mutabila* Bolch., 27—*Caytonia* sp., 28—*Cupressacites*, 29—32—*Pinaceae*

第3図 凝灰質岩層産孢子・花粉群

Groot and Penny があらわれる。しかしその数量はラボチ層と比較して多くなっていない。サンプルからの孢子・花粉群では上部層に優勢で Schizaeaceae や Gleichenia である。基本的に夾炭層から出る孢子・花粉群は無炭層から出るものが優勢で— Gleicheniaceae 孢子の数量の増加は Lygodium 種のうちでは *L. echinaceum* であり、裸子植物のうちで多産するものには *Eucomioidites minor* がある。

凝灰質層産孢子・花粉群

凝灰質層産の孢子・花粉群は上部層の上部に重なる層と下の上部夾炭層とでは明らかに区別される。凝灰質層産の孢子・花粉はリボベック地方の 208, 229 試錐とガレンコブスク地方 216 試錐の3カ所からのサンプルで研究された。

この群の組成について全体的に次の孢子が見いだされる。Polypodiaceae, Onychiopsis, *Gleichenia angulata*, *G. laeta*, *G. delicata*。

ある 2・3 のサンプルにはいろいろの割合で Coniopteris, Onychiopsis, Selaginella (3種), *Osmunda speciosa*, *Pelletieria multicostata*, *P. tersa*, Ginkgo, Taxodiaceae, Cupressaceae, Caytonia, *Picea exilioides* が出現する (第3表)。まれに *Lycopodium* sp., *Cibotium* sp., *Osmunda speciosa*, *Angiopteris limpida*, *Classopollis classoides* があらわれる。

208 試錐 (シルト層が代表する) のサンプルでは数的には少ないが種々の孢子・花粉が認められ、その組成が観察される。試錐 229 と 216 のシルト、砂岩や炭質頁岩には孢子・花粉は僅かに観察される。ここで明らかなのは、どちらにも花粉・孢子の1種のものゝが優占していて、特に炭質頁岩中にみられる。そこでは *Gleichenia* の孢子のほかに、散見するものとして *Onychiopsis*, *Pelletieria*, Ginkgo と松柏類が出現する。凝灰質層と上部夾炭層とを対比すれば、孢子と花粉の組成に著しい区別がみられる。凝灰質層には *Pelletieria* 孢子の量が減少し、*Lygodium* は消滅する。*Lygodium* の1種は 208 試錐の深度 223—224m で 200 個のサンプルのうち 2 回あらわれたが、他のサンプルでは *Lygodium* 孢子は一般にあらわれなかった。

凝灰質層には数種出現し、夾炭層中にはまれにしか観察されなかったものがあり *Selaginella granata*, *S. longisetosa*, *S. obscura*, *Angiopteris limpida*, *Anemia mitriformina* などがこれである。

松柏類の花粉は凝灰質層に約 9% 位出現し、夾炭層におけるよりもしばしば見られる。

Ginkgo の花粉は凝灰質層の花粉群組成中においては優勢である。炭質岩相 (例えば炭質頁岩) では凝灰質層のものに *Gleichenia* の花粉が絶対的に優勢である。同様なことが石炭あるいは炭質頁岩にも認められる。孢子はどちらでも1種が優勢となっており、夾炭層の層に観察される。このことから結論されることは、スィフン炭田の岩石の時代を決定するに際しては石炭や炭質頁岩の分析に基礎をおくのではなくて岩石に含まれる孢子・花粉を研究すべきである。

植物化石の組成と孢子・花粉の系統的組成との対比

スィフン炭田の夾炭層の葉化石は A.N. Krishtofovich, V.D. Prinadoi, V.A. Vakhrameeva らによって研究された。

スィフン盆地全体については V.A. Vakhrameeva は A.N. Krisht. や V.D. Prinada および私達自身で決定した属を加えて花粉・孢子総括表を編纂した (第4表)。

この表の右側にスィフン炭田産の孢子・花粉の属の欄をおく。葉および孢子・花粉両表の対比では羊歯類の7科が孢子でも印痕の中にも出現するようである。

Schizaeaceae 科では印痕では2属 (*Anemia* と *Ruffordia*) で代表されるが、これらは孢子でも見られる。このほかに孢子では *Lygodium*, *Pelletieria* や *Schizaea* 属など沢山の種類が見られる。

Gleicheniaceae 科では葉の印痕でも孢子でも *Gleichenia* 属が判定された。

Dicksoniaceae 科では *Coniopteris* 属と少数の *Adiantum* と *Onychiopsis* の孢子などは印痕分

第 4 表 スイフン盆地夾炭層における植物化石葉と
孢子・花粉化石相互の組成の関係

Family	葉化石	葉化石	孢子と花粉
	リボベック地方 「ラボチ」層 after V.A. Vakhrameeva	全スイフン炭田 A.N. Krishtofovich V.D. Prinada V.A. Vakhrameeva	
Lycopodiaceae		Lycopodites	Lycopodium (1種)
Schizaeaceae	Ruffordia	Family Schizaeaceae Anemia, Ruffordia	Family Schizaeaceae- Anemia, Lygodium, Schizaea, Ruffordia, Pelletieria
Gleicheniaceae	(沢山) Gleichenia	Gleichenia	Gleichenia (沢山)
Dicksoniaceae		Coniopteris	Coniopteris
Polypodiaceae	Adiantites Onychiopsis	Adiantites Onychiopsis	Adiantum Onychiopsis
Matoniaceae	Matoniaceae, Phlebopteris (Laccopteris)	Phlebopteris, Mato- nidium	Phlebopteris
Dipteridaceae Cycadophytes	5種 (genus)	Hausmannia 9種 (genus)	Hausmannia (Leiotriletes) Bennettites (?)
Cycadales and Bennet- tiales			
Ginkgoaceae	Ginkgo	Ginkgo, Baiera	Ginkgo
Caytoniaceae		Sagenopteris	Caytonia
Taxaceae and Cupres- saceae		4種 (genus)	Cupressacites, Taxodi- aceae
Podozamitaceae	Podozamites	Podozamites	Podozamites
Pinaceae		Pityophyllum, Pi- tyospermum	Picea, Cedrus
Conifer 未決定		3種 (genus)	3種 (genus)

析そのものでみいだされる。Phlebopteris, Hausmannia や Lycopodium もそうである。

Cycadophytes 類はプリモリヤの試料では葉の表皮研究が (10) 発表された。Bennettites の花粉判別は外綱上の集合体であるので、こんにちまでベネチス科 (Bennettitaceae) の中で個々の species を区別することはうまくゆかなかった。しかしこれと Ginkgo の花粉とは確実に区別することができる。

Ginkgoaceae 科は2属, Ginkgo と Baiera の葉化石で代表される。だが花粉では Ginkgo が大部分で代表されるだけである。

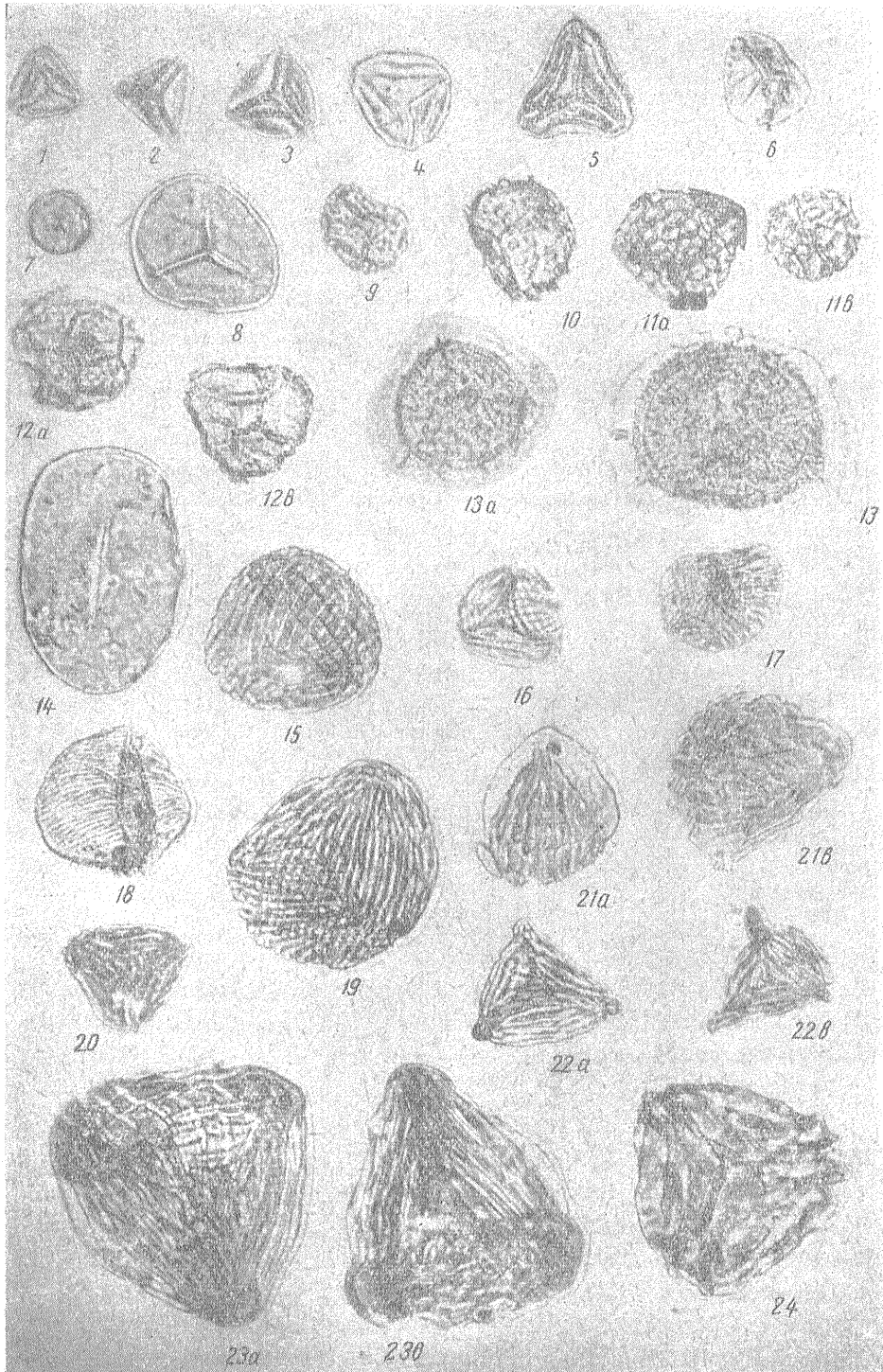
Caytoniales (綱) は印痕で Sagenopteris 属が決定される。そして花粉では Caytonia がある。

Taxodiaceae 科や Cupressaceae 科は印痕で4属が決定される。花粉では Cupressaceae 科, Taxaceae と Taxodiaceae が多くの場合に分けられる。それゆえに私達は円形で透明な花粉について Cupressacites Bolch. として1つの小型な標準的属を立てた。もし円型粒ならば属の点で、あるいは tubercle の点で判別する。このような粒から私達は Taxodiaceae を対比する。

Podozamitaceae 科は花粉で決定され、また印痕では唯一の属 Podozamites が決定されている。

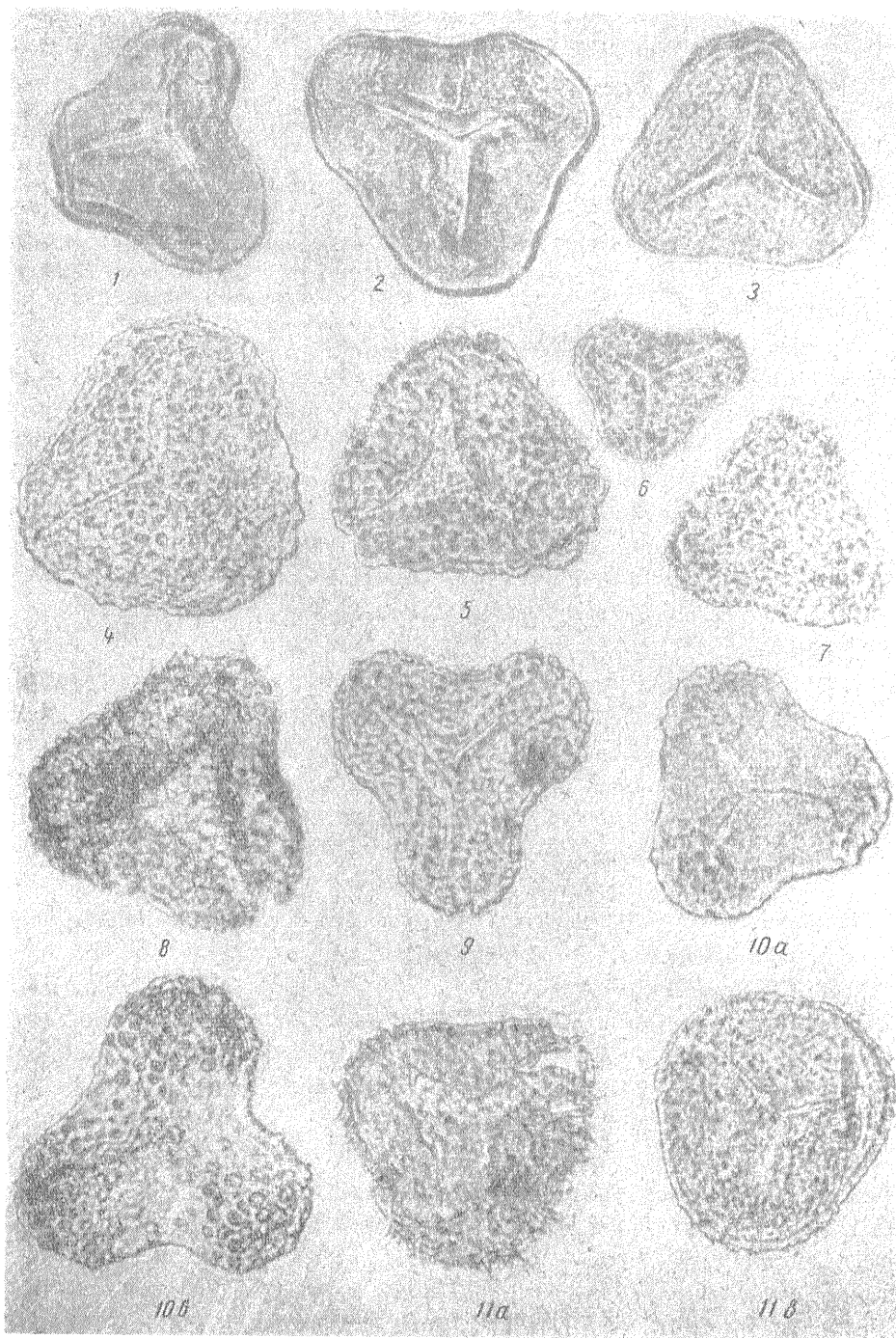
Pinaceae 科は印痕からは Pityophyllum と Pityospermum が決定されている。そして花粉では Picea と Cedrus が決められる。このほかに印痕でも花粉でも未記載の3属がみいだされている。

スイフン盆地に生育していた豊富な植物のいろいろな属や種については孢子と花粉によってかなり沢山の決定が行なわれた。すでに列挙した属のほかに孢子や花粉で特に次の属が鑑定された。



1—*Gleichenia laeta* Bolch., 2—*Cl. delicata* Bolch., 3—*Gl. umbonata* Bolch., 4—*Gl. rasilis* Bolch., 5—*Gl. angulata* Bolch., 6—*Coniopteris* sp., 7—*Sphagnum* sp., 8—*Cyathea* sp., 9—*Pteridium solidium* Bolch., 10—*Selaginella aculeata* Verb., 11 a, b—*Lycopodium* sp., 12 a, b—*Divisisporites euskirchenensis* Thomson, 13 a, b—*Cirratiradites spinulosus* Cookson and Dettmann, 14—*Polypodites major* Verb., 15—*Pelletieria mediostriata* Bolch., 16—*P. tersa* (K.-M.) Bolch., 17, 18—*P. minutaestriata* Bolch., 19—*Cicatricosisporites dorogensis* R. Pot. und Gell., 20—*Ruffordia goeperti* (Dunk.) Seward, 21—*Anemia mitriformina* Verb., 22—*A. macrorhiza* (Mal.) Bolch., 23—*A. aurifera* Verb., 24—*Anemia* sp.

第4圖 炭層および凝灰質層産孢子・花粉の顕微鏡写真



1—*Lygodium subsimplex* Bolch., 2—*L. asper* (Bolch.) Bolch., 3—*L. cotidianum* (Bolch.) Bolch., 4, 5, 8—*L. valanjinensis* K.—M., 6—*L. pseudogibberulum* Bolch., 7—*L. gibberulum* var. *gibberula* K.—M., 9—*L. macrothelis* Verb., 10 a, b—*L. mirabile* Bolch., 11 a—*L. echinaceum* Verb., 11 b—*L. trichopapillosum* (Thierg.) Bolch.

第5圖 夾炭層と凝灰質層産孢子・花粉の顕微鏡写真(連続)

印痕であらわれたもの : Sphagnum, Selaginella, Salvinia, Pelletieria, Schizaea, Lygodium, Osmunda, Alsophila, Cibotium, Eucommiidites がある。この属のうちで Lygodium は 12 種を決定した。Lygodium の葉片は現在の種もっている特徴ある構造を思わせるものがあり、これが印痕として出現する。しかし上述の沢山の胞子のうちで、Lygodium 属といえる基本的要素をもつものはなく現生の代表的胞子と対比するのは疑わしい。したがってこの属はその形態的類似点でもって直接に近縁であるということやその系統をうけついでいるものとして一応考えられている (1, 2)。

被子植物類の化石はスィフン炭田に発見されなかった。Eucommiidites minor Groot and Penny の人為的分類属と対比された花粉は大量に上部夾炭層中にあらわれ、一度だけ凝灰質層中にみいだされた。

G. Erdtman (12) は Eucommiidites 属を (模式種 *E. troedssonii* Erdtman) スカニアのパリシオ層 (Lias) から記載した。そしてこれを Eucommia と類似するというで命名し、その花粉を被子植物に最も近縁のものとした。

少しおくれて J. Oszast (15) はグラコバ付近の下部ジュラのグロイツア層から出た同様な花粉粒を研究し、Erdtman の記載したものに類似するとして *Eucommiidites troedssonii* Erdtman と決定した。前面にある 3 溝でこの花粉を Oszast は被子植物と関係づけている。Couper (1958) の研究ではこの属が dicotyledonous (双子葉植物) と近似の関係にあることを疑っている。おそらく Couper の考えによれば *E. troedssonii* は Gymnospermous (裸子植物) に関係づけられ、1 溝の花粉すなわち Bennettitales, Cgcaales や Ginkgoales 綱のものと関係づけようとしているようである。

この綱の花粉粒の優占的なもののうち、Eucommiidites 属の花粉では 2 つの小さい溝が粒の側壁に刻まれているが、これは Erdtman によって顕花植物の花粉粒と対比された。

N. Hughes (14) は胚珠 (microphyl) や花粉の 1 種類に Eucommiidites 花粉と命名したが英国のガスチングスの下部白垩紀層にあらわれる *Spermatites Minor* の模式属と対比される。外膜 (exosporium) の構造では発芽孔のところの形態学的類似性から monocotyledon (単子葉植物) 型の gymnospermites の花粉と考えたい。この研究は Eucommiidites 属の新しい鑑定であり、これにより種の決定を行なった。*E. delcourtii* 種は—ジュラ紀層—下部白垩紀層から産する。*E. minor*—ゴテリバー—アプティアン、*E. troedssonii*—ジュラ紀層—英国の下部白垩紀層から産する。Eucommiidites 属は Chlamidospermales と親近であったことが証明され、すなわち裸子植物類とは直接の類縁関係と思われる。

Eucommiidites minor Groot and Penny (13) 花粉は上部夾炭層にあらわれ、凝灰質層にもあらわれたもので、Hughes は英国のコテリバー Aptian 層から記載し、その真正の species が出された場所を決定できる。そして N. A. Bolchovitina (1953) はクリミヤのゴテリビアン、アゼルバイジャンの Aptian と西カサフスタナの上部 Albian から *Protoquercus agdjakendensis* Bolch. と命名して記載した。

Hughes の論拠で Eucommiidites 花粉を gymnospermous と対比することを私達は正しいと決めたが、スィフン炭田の夾炭層のうちから被子植物の花粉が現在まで発見されなかったことをこの点から考えあわせ肯定できる。

Eucommiidites minor (*Protoquercus agdjakendensis*) の花粉は英国、ソ連、米国のゴテリビアン—Aptian 層からの化石とともに出現している。また、スィフン炭田の夾炭層の時代は、同じ化石がその地層のほかにはあらわれなかったことで証明される。被子植物の印痕のない事実も確かめられた。ゆえに上記の対比は記載による化石から定義し、5 つの型の胞子や花粉のうちでできることを確言する。同様に他の地方では胞子や花粉で決定された補足的な属はかなり信用のあるもので、その時代の植物を基礎とし、その時の植物化石の組成から正しい属をうる事ができた。これらの資料を対比して次のようにいうことができる。すなわち、

植物組成の中でより優勢なものは、Pteridophytes (羊歯植物) Schizaeaceae 科の Lygodium、

Anemia, Ruffordia, Pelletieria で、それに Gleichenia と Onychiopsis である。そのほかに他の羊歯植物や裸子植物の系列がある。裸子植物の中で針葉樹が比較的にまれに認められるが、針葉樹は孢子・花粉や葉の化石の研究資料で認められたものである。

スィフンとスウチャン両炭田の花粉学的植物群の対比

スウチャン炭田の白堊紀層の層序柱状図は E. A. Perepechio, I. I. Sharudo, A. A. Semerikov らが発表し、1956 年ハバロフスク市で行なわれた極東の層位学合同会議の際提供された。その柱状図によれば、白堊紀層の鍵層は、上部が浸食されている白堊紀前岩石の上に重なる厚さ約 900m のクリュチュエフ層で *Aucella valaujina* や沢山の植物化石（ニツカン植物群）(6) を含んでいる。最上部には傾斜不整合でスウチャン夾炭層（厚さ 800~1,200m）がのり、陸成や海岸堆積の岩層と石炭の夾みを伴う。スウチャン統は岩質や炭質で 3 層に区分され、下部スウチャン、スタロ・スウチャン、セベロ・スウチャンとする。セベロ・スウチャン層の上にコルキン無炭統（厚さ約 100m）があり、コンガウズ層とロマノフ層に細分される。白堊紀層の柱状図によれば、火山碎屑岩層群でおわり、研究や対比が不十分なので、わからないがおそらく全体でダニアン階—上部セノン階に属するとされる。Z. I. Verbitskoi はスウチャン統やコルキン統の孢子・花粉群を研究した。下部スウチャン層の花粉・孢子群はその上方の層準で定められた。

下部スウチャン層を花粉群の組から Z. I. Verbitskoi は Barremian 階に対比し、下部 horizon はゴテリビアン階を占める。スタロ・スウチャン層は Aptian 階に関係づけ、セベロ・スウチャン層は下部 Albian 階に関連つける。コルキン統のコンガウズ層はセノマニアン階に対比される。ロマノフ層には孢子や花粉が現われない。

スィフン炭田の無炭層とスウチャン炭田の下部スウチャン層との花粉・孢子群の対比は著しい類似性を示す。その類似の証拠としては一種の組成と基礎となる特長要素の組合せとの数量的相互関係がある。種や属の多いのはスィフン炭田の無炭層中にあるものである。とにかく *Anemia*, *Lygodium*, *Pelletieria*, *Gleichenia* その他は下部スウチャン層の群と共通して認められる。このことはスィフン炭田の無炭層を Barremian 階と一致できることを示している。スウチャン炭田のスタロ・スウチャン層では孢子・花粉群の組成が類似でも *Gleichenia* の孢子が優勢である。代表種として *Gl. lacta*, *Gl. angulata*, *Gl. stellata*, *Gl. delicata* がある。スィフン炭田の上部炭層の孢子・花粉群はスタロ・スウチャン層と対比されることが認められる。沢山のサンプルのうちでこの孢子として *Gleichenia* 属の種が優勢で、特に石炭や炭質岩層にみられる。この孢子・花粉群の種組成はどこでもみられ、無炭層の下部でもみだされている。上部炭層とスタロ・スウチャン層との孢子・花粉群組成の対比は、全部類似と考えてさしつかえない。孢子・花粉群が上部夾炭層中最も多く含まれている層は、Aptian 階と一致する。凝灰質層の花粉群のうちでも *Gleichenia* 孢子は全く重要さを失い、スウチャン炭田のセベロ・スウチャン層との類似性は *Lygodium* 孢子の含有ということのみになる。両者の孢子・花粉群の種の組成と量の対比に用いる種はかなり似たものである。凝灰質層に被子植物の花粉のないこと、花粉がセベロ・スウチャン層に 0.5% のような少量含まれていることは両者の対比のたすけとなる。

このように両層の花粉群の対比は両層が層序的に同一であるという結論になる。凝灰質層に被子植物の花粉のないことで、その地層が Albian の下部に対比される。

Z. I. Verbitskoi のスウチャン炭田と私達のスィフン炭田の区分に用いた下部白堊紀の孢子・花粉群は、極東地区や近隣の中国地域のために標準とすることができる。

以上のことは東アジア地域の地質系統における下部白堊紀の Epoch を印度—欧州の植物地理学上の領域に拡める糸口となった。一方、より北方の地区シベリヤ（ヤクツク北東）へ押し拡めると、シベリヤ領域の植物組成に発展し、同一時代の孢子・花粉群の組成として著しく注目される。北シベリヤやビルイスク河口では下部白堊紀層中に出る *Gleichenia* 孢子が少数となり、これに反して極東シベリヤの南領域、カザフスタンに、そしてコウカサスやロシアプラットホームではあるものは Neocomian 時代に優勢である。特に Aptian-Albian 階に勢力をもつ。

Schizaeaceae 科の種はすこぶる無数に多種多様に植物地理区としての印度—欧州領域に拡まった。シベリア領域では少数であり、一部では他の種で代表される。被子植物の花粉は一部印度—欧州領域の下部 Albian の地層にあらわれる。その数量やいろいろの種は Albian 階の終りに急激に増加するし、その時にシベリア領域でも被子植物の花粉が Albian 階に盛んにあらわれたりまたは全く欠けることもある。

文 献

1. Болховитина Н. А. Морфология спор семейства Schizaeaceae и история семейства в геологическом прошлом. Палеонтол. ж., № 1, 1959.
2. Болховитина Н. А. Ископаемые и современные споры семейства схизейных. Тр. Геол. ин-та. АН СССР, вып. 40, 1961.
3. Вербицкая З. И. Споро-пыльцевые комплексы меловых отложений Сучанского каменноугольного бассейна. Тр. Лабор. геол. угля. АН СССР, вып. 8, 1958.
4. Вербицкая З. И. Споро-пыльцевые комплексы из меловых отложений Сучанского каменноугольного бассейна и их значение для стратиграфии. Автореф. канд. дис. Л., 1961.
5. Вербицкая З. И. Палинологическое обоснование стратиграфического расчленения меловых отложений Сучанского каменноугольного бассейна. Тр. Лабор. геол. угля. АН СССР, вып. 15, 1962.
6. Вербицкая З. И., Штемпель Б. М. Распределение остатков флоры в разрезе угленосных отложений Сучанского бассейна. Совец. по разраб. унифици. стратиграф. схем Дальнего Востока. Хабаровск, 1956.
7. Заклинская Е. Д. Опыт определения дальности воздушной транспортировки спор папоротника *Driopteris Filix masculinum*. В кн. «Тр. Конференции по споро-пыльцевому анализу 1948 г.», 1950.
8. Криштофович А. Н. Материалы к познанию юрской флоры Уссурийского края. Тр. Геол. и минерал. музея, т. II, вып. 4, 1916.
9. Криштофович А. Н., Принада В. Д. Материалы к мезозойской флоре Уссурийского края. Изв. Всес. геол.-разв. объедин., т. 51, вып. 22, 1932.
10. Самылина В. А. Новые данные о нижнемеловой флоре Южного Приморья. Ботан. ж., т. 46, № 5, 1961.
11. Яковлев В. Н. Меловая система Сихотэ-Алиня. Тр. Дальневост. фил. АН, сер. геол., т. 3, 1958.
12. Erdtman G. Did dicotyledonous plants exist in Early-Jurassic time? Repor. from Geologiska Förhändl. Grana Palynologica, I. Stockholm, 1948.
13. Groot J. J., Penny I. S. Plant microfossils and age of non-marine Cretaceous Sediments of Maryland and Delaware. Micropaleontology, vol. 6, No. 2, 1960.
14. Hughes N. F. Further interpretation of *Eucommiidites* Erdtman. Palaeontology, 4, No. 2, 1961.
15. Oszast J. *Tricolpites* (*Eucommiidites*) *troedssonii* Erdtman in Refractory Jurassic Clays from Grzes near Cracow. Bull. acad. polon. sci., Ci. II, vol. V, No. 3, 1957.