

<論 説>

古倶知安湖の検証：北海道倶知安町の後期更新世堆積物の微化石分析

嵯峨山 積^{1) 2)}・関根 達夫^{1) 3)}・星野 フサ⁴⁾

Investigation of the Paleo-Lake Kutchan: Diatom and pollen analyses of the late Pleistocene sediments in the Kutchan, Hokkaido, Japan

Tsumoru Sagayama^{1) 2)}, Tatsuo Sekine^{1) 3)} and Fusa Hoshino⁴⁾

2020年6月9日受付

2020年8月1日受理

1) 北海道総合地質学センター 〒069-0834 江別市文京台東町18番地の12 嵯峨山気付
Hokkaido Research Center of Geology, c/o Sagayama, Ebetsu 069-0834, Japan

2) 酪農学園大学 〒069-8501 江別市文京台緑町582番地
Rakuno Gakuen University, Ebetsu 069-8510, Japan

3) 株式会社北海道技術コンサルタント 〒065-0043 札幌市東区苗穂町4丁目2-8
Hokkaido Gijutsu Consultants Co. Ltd., Sapporo, 065-0043, Japan

4) 北海道大学総合博物館(植物・図書ボランティア) 〒060-0810 札幌市北区北10条西8丁目
Hokkaido University Museum, Sapporo, 060-0810, Japan

Corresponding author: T. Sagayama, tsaga@hrcg.jp

Keywords: Paleo-Lake Kutchan, diatom fossils, pollen fossils, late Pleistocene, varved sediment, Kutchan, Hokkaido

はじめに

倶知安町の約18 km南東に位置する喜茂別町では、純度の高い珪藻土の産出が古くから知られ、堆積当時の湖沼の存在が推定されている(河島・素木, 1941a, b)。土居・長谷川(1956)は、第四系の留寿都層(長尾・佐々, 1933)堆積当時は尻別川沿いの地域などに浅い湖沼が広がっていたと述べている。藤原(1964)は、留寿都村泉川に分布する珪藻土が留寿都層を不整合に覆う真狩別層(長尾・佐々, 1933)の下部に胚胎すると述べている。更に、藤原(1976)は真狩村や喜茂別町留産の珪藻土の生成環境を淡水湖成としている。羊蹄山麓グループ(1958)は真狩別層の下部付近には層厚10 m以上の縞模様粘土層が存在し、その当時は倶知安付近に湖沼が広がっていたと述べている。前田(2012)は羊蹄山北西麓に分布する縞状粘土の堆積当時の倶知安盆

後志地域の羊蹄山北域に広がる倶知安町周辺には湖(古倶知安湖)が存在していたとされている。湖の形成時代や広がりなどを検証するために縞状堆積物を含む後期更新世の地層について珪藻と花粉の分析を行った。珪藻分析では浮遊性淡水生種の多産から湖沼性の堆積環境が推定された。花粉分析では *Picea* や CYPERACEA などが優勢で、現在よりも冷涼な環境が想定された。分析用試料の採取層は真狩別層と考えられるものの、より詳細な地質年代を明らかにする必要がある。

地は湖で、その原因は約45,000年前の羊蹄山の大崩壊と推定している。広報くっちゃん(2014)および矢吹(2016)は縄文時代の倶知安盆地に広がっていた湖を「古倶知安湖」とし、同湖は羊蹄山の大規模崩壊により尻別川が堰き止められ出現したと述べている。

この様に、羊蹄山周辺には淡水成の珪藻土が分布し、倶知安市街を含む地域には留寿都層と真狩別層が堆積した時代の異なる2つの湖が存在した可能性がある。古い湖は留寿都層堆積時で、洞爺火砕流(106 ka 噴出; 東宮・宮城, 2020)の直後とされ(小元, 1971)、新しい湖は真狩別層堆積時で、それらの詳細な時代や成因については十分解明されていない。今回、筆者らは古倶知安湖の形成時代や広がりなどを検証するために真狩別層について珪藻と花粉の分析を行ったので、これらの結果を報告する。

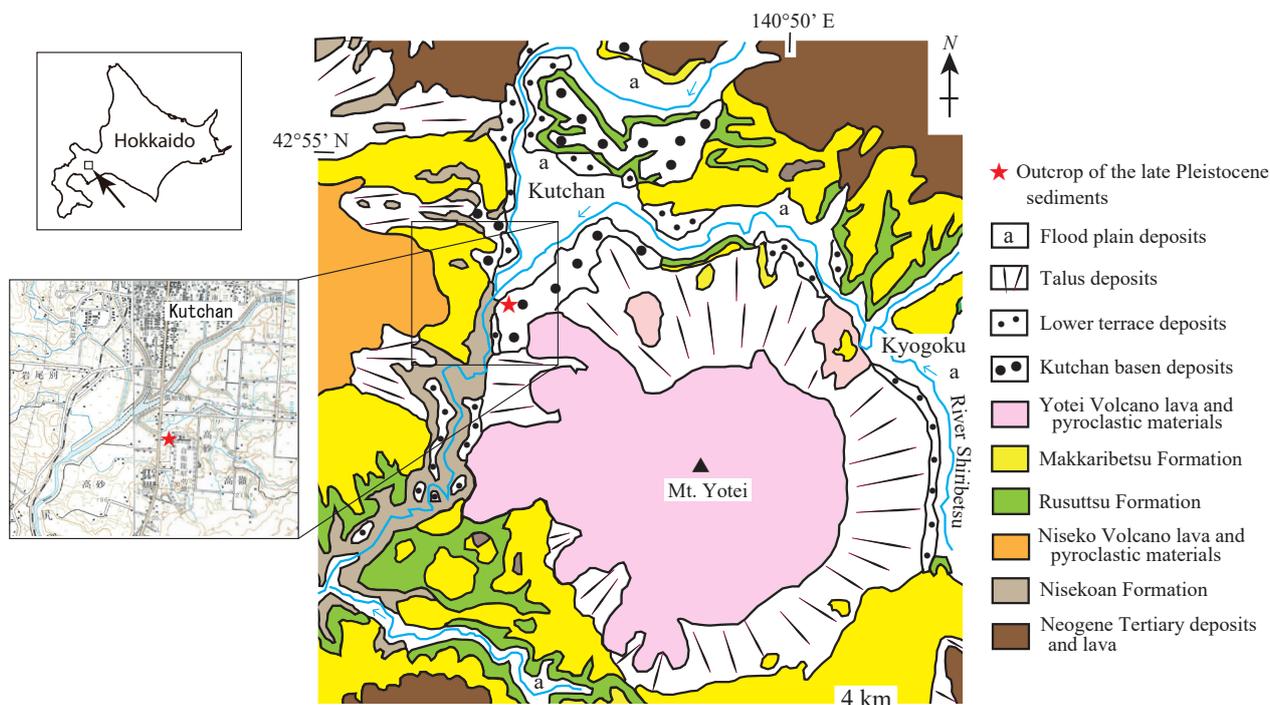


Fig. 1 Geologic map and location of the outcrop of the late Pleistocene sediments in the Kutchan. Geologic map is compiled from Ishida et al. (1991). 50,000-scale topographic maps of the Iwanai and Kutchan quadrangles (Geospatial Information Authority of Japan) are used.

倶知安周辺の地形と地質

倶知安町の南には蝦夷富士とも称される羊蹄山（標高1,898 m）が位置し、西にはニセコアンヌプリ（標高1,308 m）をはじめとするニセコ火山群が広がる。更に、北～東にかけては標高800～1,000 m前後の山地が連なり、倶知安町から京極町にかけての標高190～230 mの低地はこれらに囲まれ小盆地を呈する。同盆地内を流れる尻別川は、大滝村（現、伊達市）と千歳市の境界部を源

流とし、喜茂別町を経て、羊蹄山北麓を回り込んで京極町や倶知安町を流れ、蘭越町を経由し日本海に至る総延長126 kmの河川である。

倶知安町市街の北～東に広がる山地は新第三紀の堆積岩や溶岩からなる。羊蹄山は形成開始が約6～7万年前とされ（中川・星住，2010），溶岩や火山碎屑物などからなり、その山麓部には崖錐堆積物が分布する。倶知安町から京極町にかけての低地周辺には、洞爺火砕流堆積物とその再堆積物である留寿都層が分布し、同層を火



Fig. 2 Outcrop of the late Pleistocene sediments from which samples are corrected for diatom and pollen analyses.

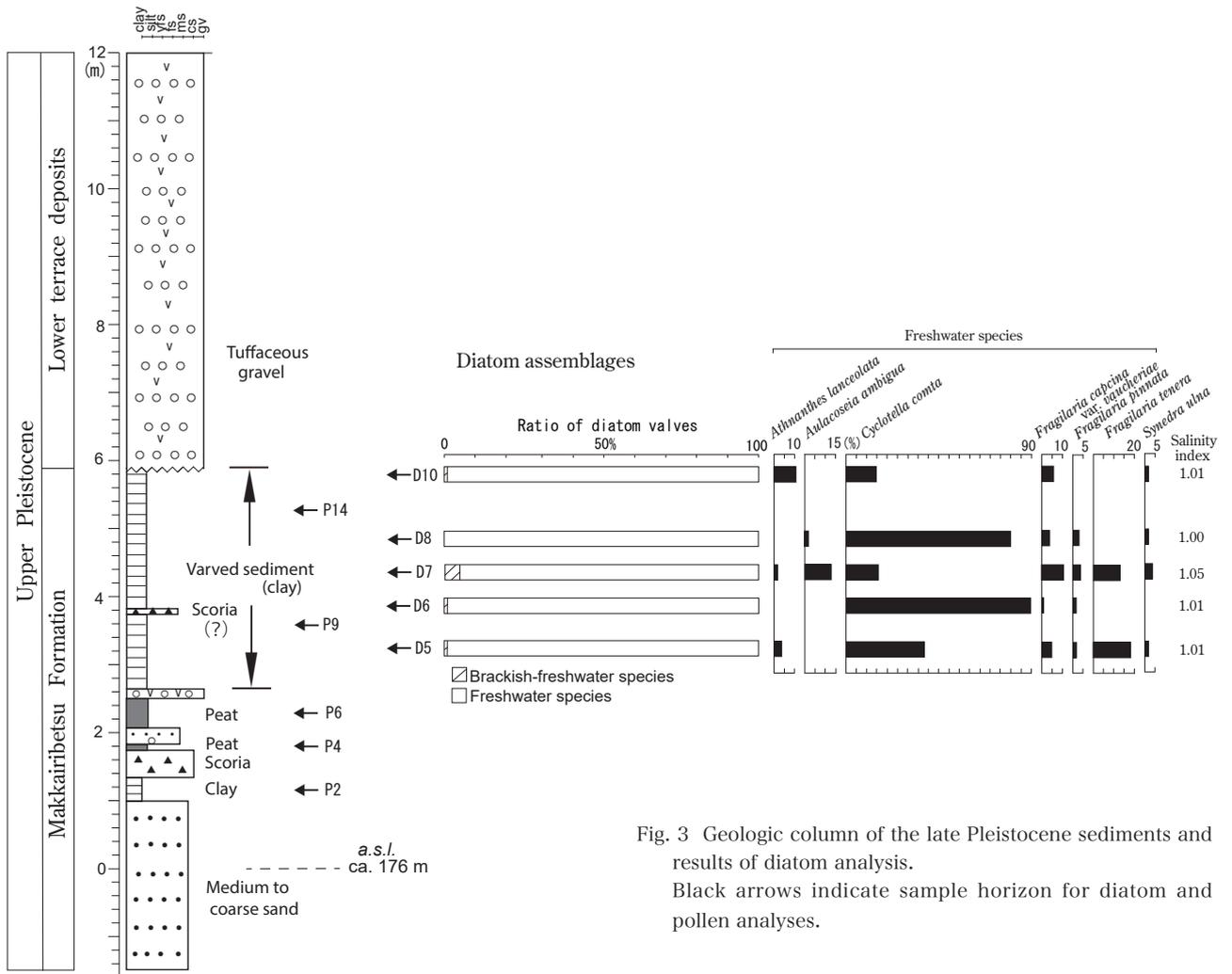


Fig. 3 Geologic column of the late Pleistocene sediments and results of diatom analysis. Black arrows indicate sample horizon for diatom and pollen analyses.

山灰質砂や礫、粘土などからなる真狩別層が不整合で覆っている。更に上位には砂礫や粘土などからなる俱知安盆地堆積物や段丘堆積物が分布する (Fig. 1)。

地質露頭概要

今回、珪藻と花粉の分析用試料を採取した地質露頭(北緯 42° 52' 50.2", 東経 140° 45' 09.1") は俱知安町市街の約 3 km 南にあり (Fig. 1, Fig. 2), 地盤標高は約 176 m である。本露頭の位置は 5 万分の 1 地質図幅「俱知安」(土居・長谷川, 1956) では低位段丘堆積物として, 20 万分の 1 地質図幅「岩内」(石田ほか, 1991) では俱知安盆地堆積物として塗色されている。

地質露頭の層相は以下の通りである (Fig. 3)。最下部は所々に 1 cm 大の安山岩礫や軽石を含む厚さ 220 cm の淘汰良好な中～粗砂からなり, その上位に厚さ 35 cm の暗灰色粘土が累重する。次に, 厚さ 2 cm の白色～暗緑色の軽石層と厚さ 40 cm のスコリア (最大径 1cm の垂角礫状) が重なる。その上には厚さ 6 cm の泥炭～泥炭質粘土, 厚さ 30 cm の礫混じり細砂, 厚さ 37 cm の泥炭, 大きく 2 層からなる厚さ 10～20 cm の軽

石堆積物 (径 5～10 mm) が累重する。厚さ 493 cm の縞状堆積物は暗灰色と明灰色の厚さ 2 mm の粘土の互層からなり, ほぼ中央部に厚さ 8 cm でスコリア質(?) なシルト～細砂が挟在する。本堆積物の走向・傾斜は N 80° W・3° N である。最上部は斜層理構造を呈する淘汰不良な凝灰質砂礫からなり, 走向・傾斜は N 75° W・12° S である。礫は最大径 5 cm の軽石や安山岩からなる。本層の基底部は径 3～4 cm の礫が点在する厚さ約 3 cm の褐鉄部からなり, 下位の縞状堆積物を軽微に削

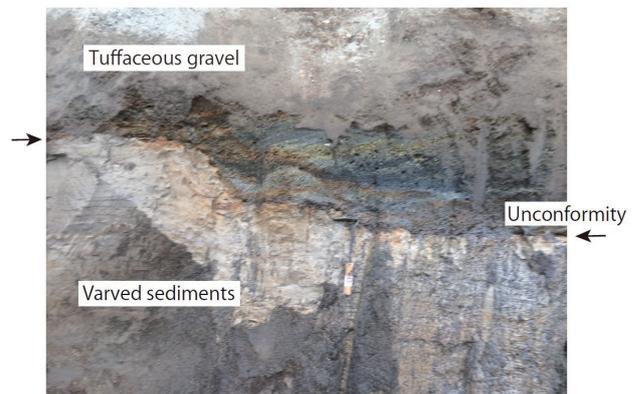


Fig. 4 Unconformity between varved sediments and gravel deposits.

Table 1 Diatom fossils yielded from the varved sediments.

Name of species /	Geologic sample	Ecol.	D10	D8	D7	D6	D5
<i>Achnanthes lanceolata</i> Bréb.		F	11		2		4
<i>Amphora libyca</i> Ehr.		F	1		1		1
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grun.) Simonsen		F		2	14		
<i>A. granulata</i> (Ehr.) Simonsen		F	2				
<i>Caloneis siliculata</i> (Ehr.) Cleve		F			1		1
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Cleve		F					1
<i>Cyclotella comta</i> (Ehr.) Kütz.		F	15	80	16	90	38
<i>Cymbella naviculiformis</i> Auerswald		F					1
<i>C. silensiacae</i> Bleisch		F	7		3		3
<i>C. tumida</i> (Bréb.) Van Heurck		F	3				2
<i>Diatoma mesodon</i> (Ehr.) Kütz.		F	1		1	1	
<i>D. tenuis</i> Agardh		F			1		
<i>Diploneis elliptica</i> (Kütz.) Grun.		F					1
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehr.) Mills		F	2		1		
<i>E. implicata</i> Nörpel et Lange-Bertalot		F	1				
<i>E. paludosa</i> Grun.		F		1			
<i>E. praeurupta</i> Ehr.		F			2		
<i>E. sp.</i>		F	1				
<i>Fragilaria arcus</i> var. <i>recta</i> Cleve		F	7		5	2	3
<i>F. capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> Kütz.		F	6	4	11	1	5
<i>F. construens</i> (Ehr.) Grun.		F	2		1		
<i>F. construens</i> var. <i>venter</i> (Ehr.) Grun.		F	4				
<i>F. pinnata</i> Ehr.		F		3	4	2	2
<i>F. tenera</i> (W. Smith) Lange-Bertalot		F			13		18
<i>Frustulia rhomboidea</i> var. <i>cracsinervia</i> (Bréb.) Ross		F	3				
<i>F. vulgaris</i> Thwaites		F					1
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kütz.) Rabh.		F					2
<i>G. parvulum</i> (Kütz.) Grun.		F	4	1	1		1
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) W. Smith		B-F			2		
<i>Meridion circulare</i> (Graville) Agardh		F		1			2
<i>Navicula clementioides</i> Hust.		F	1				
<i>N. contenta</i> Grun.		F	3		1		
<i>N. cryptocephala</i> Kütz.		F	11				1
<i>N. detenta</i> Hust.		F			1		
<i>N. digitoradiata</i> (Greg.) Ralfs		F			3		
<i>N. elginensis</i> (Greg.) Ralfs		F		1			
<i>N. mutica</i> Kütz.		B-F			2		
<i>N. pupula</i> Kütz.		F			1		
<i>N. riparia</i> Hust.		F					5
<i>N. stankovichii</i> Hust.		F			3		
<i>N. striolata</i> (Grun.) Lange-Bertalot		F		5			
<i>N. tuscula</i> Ehr.		F				1	3
<i>Neidium ampliatum</i> (Ehr.) Krammer		F	1				
<i>N. dubium</i> (Ehr.) Cleve		F			1		
<i>Nitzschia amphibia</i> Grun.		F				1	
<i>N. clausii</i> Hantzsch		B-F					1
<i>N. inconspicua</i> Grun.		F					1
<i>Pinnularia borealis</i> Ehr.		F	5		1		
<i>P. gibba</i> Ehr.		F					1
<i>P. subcapitata</i> (Ehr.) Greg.		F			3		
<i>P. subrostrata</i> (A. Cleve) Cleve-Euler		F	3				
<i>Rhicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot		B-F				1	
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. Müll.		F	1				
<i>Surirella minuta</i> Bréb.		B-F	1		1		
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehr.		F	2	2	4		2
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.		F	2				
<i>Tetracyclus rupestris</i> (Braun) Grun.		F				1	
Total valves counted			100	100	100	100	100
(×5) M			0	0	0	0	0
(×4) M-B			0	0	0	0	0
(×3) B			0	0	0	0	0
(×2) B-F			1	0	5	1	1
(×1) F			99	100	95	99	99
Total			100	100	100	100	100
Index (mean value)			1.01	1.00	1.05	1.01	1.01

剥する (Fig. 4). 一方, 本露頭最下部の中～粗砂から縞状堆積物までには削剥現象は認められない。

珪藻分析用の試料は縞状堆積物から採取し, 下位より D5～D10 (5 試料) である (Fig. 3). プレパラートの作成や珪藻の同定・解析の方法は嵯峨山ほか (2010) とほぼ同様で, 鑑定は 1,000 倍の生物用光学顕微鏡で 1 試料につき 100 個体を目途に行い, 海水と淡水の割合の目安となる塩分指数 (嵯峨山, 2018) を求めた。

花粉分析用の試料は粘土と泥炭から採取し, 下位より P2～P14 の 5 試料である (Fig. 3). 処理と鑑定方法は以下の通りである (星野, 1990, 1994). 約 2 cc の試料に 10 % KOH を注ぎ 1 昼夜ほど放置後, 分散させ

105 μm ほどの網を通し放置する。傾斜法で上澄みの除去を続け, 花粉より小さい粒子を取り除いた試料に希釈した塩酸を加え石灰質微粒子を溶かした。更に, 茶わんの底に沈んだ珪酸分を取り除き, アセトリシス処理に続き塩化亜鉛過飽和溶液で花粉を浮かせ超音波発振器で分散を促進した後, グリセリンゼリーでスライドガラス上に封入した。同定は 1,000 倍の生物用光学顕微鏡で行い, 花粉や胞子を 100 個になるまで数え, 植物進化の順 (米倉, 2012) に従って記録した。

珪藻および花粉の分析結果

産出した珪藻殻はほとんどが淡水生種で, わずかに

Table 2 Pollen fossils yielded from the late Pleistocene sediments.

Sample number	<i>Sphagnum</i>	LYCOPODIACEA	Trilete spore	Monotreme spore	<i>Abies</i>	<i>Picea</i>	<i>Pinus</i> (Hap.)	<i>Tsuga</i>	CYPERACEAE	POACEAE	RANUNCULACEAE	<i>Thalictrum</i>	<i>Sanguisorba</i>	<i>Fagus crenata</i>	<i>Myrica gale</i>	<i>Alnus</i>	<i>Betula</i>	CARYOPHYLLACEAE	ERICACEAE	ASTERACEAE	<i>Artemisia</i>	<i>Cirsium</i>	APIACEAE	Total count number	Pollen zone
P14	1	4	4	18	1	48	7			3		1		1	1	2	7	1	1					100	A
P9				2	7	86			1							3	1							100	A
P6	1	2		1	4	29			35	2		2				4	15				1	2	2	100	B
P4				2	6	48	2		8	1	1	7				2	4			7	2	10		100	C
P2		2		1	4	29	2	1	35	3	2		7			3	3			4	4			100	C

Order of plant name was by Yonekura (2012)

汽～淡水生種が認められる。D5では浮遊性淡水生種の *Cyclotella comta* (Ehr.) Kütz. が全体の38%を占め、次に付着性淡水生種の *Fragilaria tenera* (W. Smith) Lange-Beltalot が18%で多産し、D6では *Cyclotella comta* が90%を占め、いずれも付着性淡水生種の *Fragilaria pinnata* Ehr. や *Nitzschia amphibia* Grun. などがわずかに随伴する。D7では *C. comta* は16%と少なく、浮遊性淡水生種の *Aulacoseira ambigua* が14%、*Fragilaria tenera* が13%を占め、D8では *C. comta* は80%、いずれも付着性淡水生種の *Navicula striolata* (Grun.) Lange-Beltalot と *Fragilaria capcina* var. *vaucheriae* (Kütz.) Lange-Beltalot が随伴する。D10では *C. comta* は15%、いずれも付着性淡水生種の *Achnanthes lanceolata* Bréb. や *Navicula cryptocephala* Kütz. がそれぞれ11%を占める。5試料の塩分指数(嵯峨山, 2018)は淡水環境を示す1.00～1.05である (Table 1)。

花粉分析の結果は以下の通りである。P2ではCYPERACEA (カヤツリグサ科) が35個体、*Picea* (トウヒ属) が29個体と優勢で、P4では *Picea* が48個体と多産する。P6ではCYPERACEAが35個体、*Picea* が29個体、*Betula* (カバノキ属) が15個体である。P9では *Picea* が86個体で、P14では *Picea* が48個体と多産する。花粉帯は下位よりA、BおよびCの3帯が設定でき、A帯は *Picea* が多く、CYPERACEA や *Thalictrum* (カラマツソウ属)、*Cirsium* (アザミ属) が注目される。B帯はCYPERACEA、*Picea* と *Betula* が多く、C帯の下部で *Picea* が86%となる。上部で羊歯植物であるLYCOPODIACEA、Trilete spore および Monotreme spore の増加が認められる (Table 2)。

考察

地質露頭では、最上位の凝灰質砂礫が下位の縞状堆積物を削剥していることから両者は不整合の関係にあり、

同凝灰質砂礫は土居・長谷川 (1956) の低位段丘堆積物または石田ほか (1991) 俱知安盆地堆積物に相当すると考える。一方、縞状堆積物以下の地層は整合状態で堆積しており、5万分の地質図幅「俱知安」の地層分布から、低位段丘堆積物や俱知安盆地堆積物より一つ古い真狩別層と推定される。羊蹄山麓グループ (1958) は真狩別層下部付近に縞模様粘土層が存在すると述べている。また、藤原 (1964, 1976) は珪藻土の胚胎層準は真狩別層下部としており、上記の推定はこれらの見解と調和する。

5試料から産した珪藻はほとんどが淡水生種で、多産した *C. comta* は安藤 (1990) では湖沼浮遊生群の標徴種に、千葉・澤井 (2014) では湖沼浮遊性群集の標徴種Aに分類されており、縞状堆積物の堆積環境は流れの弱い湖沼域 (古俱知安湖) であったと推定される。一方、花粉分析ではコナラ亜属が産出しないことから現在の俱知安より冷涼な気候が推定され、例えば中山峠にみられる針葉樹が生育する環境が想定される。

柏原ほか (1976) は羊蹄山起源の下位よりYo.Ps-3～Yo.Ps-1の3枚の軽石・スコリア層を報告している。降下年代はYo.Ps-3とYo.Ps-2は約25,000～30,000年前、Yo.Ps-1は約15,000年前で、最大層厚はYo.Ps-3が178 cm、Yo.Ps-2が45 cm、Yo.Ps-1が159 cmと述べている。今回調査した露頭は羊蹄山火口から約7 km北西方と非常に近く、下部付近に挟在するスコリアは羊蹄山起源の可能性が高い。今後の火山灰分析や放射性炭素年代測定などにより対比の可否を明らかにする必要である。

要約

1) 羊蹄山の北域に広がる俱知安町周辺には、かつて湖 (古俱知安湖) が存在していたとされ、その時代や広がりなどを検証するために後期更新世の地層 (真狩別層) について珪藻と花粉の分析を行った。2) 珪藻分析

では浮遊性淡水生種が多産することから湖沼性の堆積環境が、花粉分析では現在よりも現在より冷涼な環境がそれぞれ推定された。3) 今後、火山灰分析や放射性炭素年代測定などにより真狩別層の地質年代を明らかにする必要がある。

謝 辞

岡村 聡氏（北海道土質試験協同組合，北海道教育大学名誉教授）および小田桐 亮氏（倶知安風土館）からは文献を提供していただいた。査読は君波和雄氏（山口大学名誉教授）により行われ、本論を改善することができた。珪藻分析は北海道大学北方生物圏フィールド科学センター植物園の施設と装置を使用し行った。記して感謝申し上げます。

引用文献

- 安藤一男，1990，淡水産珪藻による環境指標種群の設定と古環境復元への応用。東北地理，**42**，73-88。
- 千葉 崇・澤井祐紀，2014，環境指標種群の再検討と更新。Diatom（日本珪藻学会誌），**30**，17-30。
- 土居繁雄・長谷川 潔，1956，5万分の1地質図幅「倶知安」及び同説明書。札幌 - 第28号，北海道開発庁，47 p。
- 藤原哲夫，1964，留寿都村泉川付近の珪藻土。地下資源調査所報告，32，79-80。
- 藤原哲夫，1976，北海道における珪藻土資源。地下資源調査所報告，48，123-127。
- 星野フサ，1990，花粉化石は何個数えればよいか？春日井昭教授退官記念論文集，93-96。
- 星野フサ，1994，わく法による現存植生と表層堆積花粉の関連性について一石狩平野西部月ヶ湖南西岸の場合一日本花粉学会会誌，**40**，25-37。
- 石田正夫・三村弘二・広島俊夫，1991，20万分の1地質図「岩内」。地質調査所，NK-54-19・20。
- 柏原 信・広瀬保志・香川正人・菅 恵一・春日井昭・山岸一夫，1976，羊蹄火山のテフラー降下軽石・スコリア堆積物とその14C年代について一。第四紀研究，**15**，75-86。
- 河島千尋・素木洋一，1941a，本邦産珪藻土及び其工業的應用に關する基礎的研究（第4報）；本邦に於ける珪藻土鑛床の地理的分布，産出状況及び珪藻殻の顕微鏡觀察に就いて（1）。大日本窯業協會雑誌，**49**，209-222。
- 河島千尋・素木洋一，1941b，本邦産珪藻土及び其工業的應用に關する基礎的研究（第6報）；各地珪藻土鑛床（樺太及び北海道地方）の現地調査に就いて（1）。大日本窯業協會雑誌，**49**，350-358。
- 広報くっちゃん，2014，大昔の倶知安。平成26年6月号，19。
- 前田寿嗣，2012，行ってみよう！道央の地形と地質。北海道新聞社，147 p。
- 長尾 巧・佐々保雄，1933，北海道西南部の新生代層と最近の地史（1）。地質雑，**40**，555-577。
- 中川光弘・星住リベカ，2010，羊蹄火山。日本地方地質誌1「北海道地方」，朝倉書店，302-303。
- 小元久仁夫，1971，留寿都層の堆積年代と倶知安湖盆の消失。東北地理，**23**，165。
- 嵯峨山 積，2018，汽水湖の塩分濃度と湖底堆積物の珪藻遺骸群集から求めた塩分指数の関係。Diatom（日本珪藻学会誌），**34**，1-7。
- 嵯峨山 積・外崎徳二・近藤 務・岡村 聡・佐藤公則，2010，北海道石狩平野の上部更新統～完新統の層序と古環境。地質雑，**116**，13-26。
- 東宮明彦・宮城磯治，2020，洞爺噴火の年代値。火山，**65**，13-18。
- 矢吹敏男，2016，倶知安二万年史一増補改訂版一。倶知安郷土研究会・倶知安風土館，44 p。
- 米倉浩司，2012，日本維管束植物目録。邑田 仁監修，北隆館，384p。
- 羊蹄山麓グループ，1958，倶知安盆地のおいたち。郷土の科学，**19**，13-15。

Abstract

It has been suggested that the Paleo-Lake Kutchan spread in the Kutchan area at the late Pleistocene. In order to investigate the detail geologic time and areas of lake deposits, diatom and pollen analyses of geologic samples picked from the late Pleistocene sediments, which outcrops to the south of the Kutchan downtown, were carried out. Diatom analysis yielded a lot of planktonic freshwater species reconfirmed the existence of the Paleo-Lake Kutchan. Results of pollen analysis show some lower temperature compared with present day. The lake deposits may be assigned to the Makkaribetsu Formation, although further dating studies are necessary to confirm the surmise.

