



Title	サロベツ原野における沖積層の地質解析
Author(s)	酒井, 利彰; 井岡, 聖一郎; 石島, 洋二 他
Citation	応用地質, 52(1), 2-13
Issue Date	2011-04-10
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/52215
Type	journal article
File Information	JJSEG.52(1).2-13.pdf



サロベツ原野における沖積層の地質解析

酒井利彰*・井岡聖一郎**・石島洋二**・五十嵐敏文***

要 旨

北海道北部サロベツ原野における沖積層の地質構造と堆積環境を明らかにすることを目的に, 5本のボーリングコアを用いC/S分析, ^{14}C 年代分析を行った. その結果, 沖積層を4部層に区分でき, 連続性の高い砂礫層や粘土層などの分布形態を推定できた. これに基づき次のとおり堆積環境を推定した. 10.5~14.5kyr BPは網状河川と湖沼が主体であり, 末期には海退があった. 8~10.5kyr BPは氾濫原が主体であった. 6.2~8kyr BPはバリアーラグーンおよび干潟が主体であった. 6.2kyr BP以降は氾濫原が主体であった. 海成堆積物の変位から次のとおり地殻変動を推定した. 6.2kyr BP以降にサロベツ原野域が丘陵部に対し相対沈降した. 変位速度は最大で1.5mm/yrとなり得る. 6~10kyr BPにはサロベツ原野中央~沿岸部が原野東部に対し相対沈降した可能性がある.

Key words : サロベツ原野 Sarobetsu moor, 沖積層 alluvium, 堆積環境 sedimentary environment, 地殻変動 crustal movement

1. は じ め に

サロベツ原野は北海道北部の日本海沿岸に位置する沖積平野である. 完新世初期の閉鎖的な内湾が縄文海進後に氾濫原を経て湿原化したものとされ¹⁾²⁾, 現在ではラムサール条約にも登録された日本最大の高層湿原域を持つ国立公園となっている. 湿原縁辺部は排水路の整備や河川改修により酪農地へ転換されてきたが, 近年では環境保護の観点から湿原主部の乾燥化が問題視され, 酪農や観光と湿原との共存が重視されている. またサロベツ原野周辺は水源の多くを地下水に依存しているほか, 原野東側の山地では放射性廃棄物地層処分の研究が行われており, 地質構造や地下水流動の把握は地域社会へ大きく貢献する.

サロベツ原野の地下には80mに及ぶ厚い沖積層が堆積している³⁾. そこには完新世の地質記録が高い分解能で残されており, 湿原の形成とその維持に強く関連する過去の環境変化, 海水準変動, 地殻変動などが読み取れる可能性がある. また沖積層内の地質構造やそれに規制された地下水流動は湿原の環境に大きく影響する可能性がある.

これまでにサロベツ原野の地質や古環境を扱った研究事例では, 約45mのボーリングと珪藻分析による完新世の環境変遷の検討¹⁾, 複数箇所での5~10m程度のボーリングによる8kyr BP以降の環境変遷の検討²⁾があり, それらによるとサロベツ原野の一部はかつて内湾河口であり, 最大海進後に氾濫原環境に変化したのち, 約5kyr BPから泥炭の堆積が開始したことなどが明らかにされている. また工事資料も含め沖積層に関する既存資料が統括され, 多数の地質断面図によりサロベツ地域沖積層の3次元的地質構造概要が明らかにされている³⁾. しかしながらコア試料の多くが失われ再観察が不可能なうえ, 鍵層や ^{14}C 年代分析値が乏しく孔間対比が十分に実施できないなどの理由により, 現時点では基底砂礫と最上部の陸成層以外の明確な層序区分が困難とされている.

以上のように湿原全域の沖積層に関する地質や古環境変遷の詳細はいまだ十分に明らかにされておらず, 沖積層全層を網羅したボーリング調査を実施して, それらのコアを統一した視点で観察し, 堆積環境や堆積年代をもとに精度良く孔間対比した地質解析を行う必要がある.

筆者らの所属する幌延地圏環境研究所は, サロベツ原野周辺において塩淡境界調査, 地温利用, 水文地質構造調査などの目的で複数のボーリング調査を行ってきた. 本研究はサロベツ原野南部における沖積層の地質構造および堆積環境を明らかにすることを目的に, 沖積層を対象に掘削した5か所のボーリングコアを用い断面検討を行ったものであ

* 幌延地圏環境研究所 Horonobe Research Institute for the Subsurface Environment(会員)

** 幌延地圏環境研究所 Horonobe Research Institute for the Subsurface Environment

*** 北海道大学大学院工学研究科 Faculty of Engineering, Hokkaido University(会員)

る。さらに海成堆積物の変位から地殻変動についても検討した。これらの成果はサロベツ原野の水文地質構造、形成史、および湿原の維持機構を検討する基礎情報となり、サロベツ原野周辺の水資源評価や物質循環評価においても重要な基礎情報となる。

2. 地形地質概要

図-1に示すように宗谷地域にはほぼ南北方向に地質帯が分布し、中央部に白亜系、両側に古第三系、新第三系、第四系と順次若い堆積岩類が分布する^{4)~6)}。サロベツ原野周辺の丘陵には主に鮮新統～更新統の勇知層および更新統の更別層が分布し、沖積低地縁辺部にはMIS 5～7とされる海成段丘が分布する⁷⁾。沖積平野と丘陵の境界付近には活断層の伏在が推定され^{8),9)}、離水浜堤地形の変位から4～6 kyr BPに原野北部沿岸で最低2回の断層活動が推定されている¹⁰⁾。沖積層の基盤は原野南部沿岸が最も深く標高-70m程度まで達し、縁辺部で急激に浅化する盆状構造をとる^{3),11)}。サロベツ原野は道北地域日本海側における鮮新

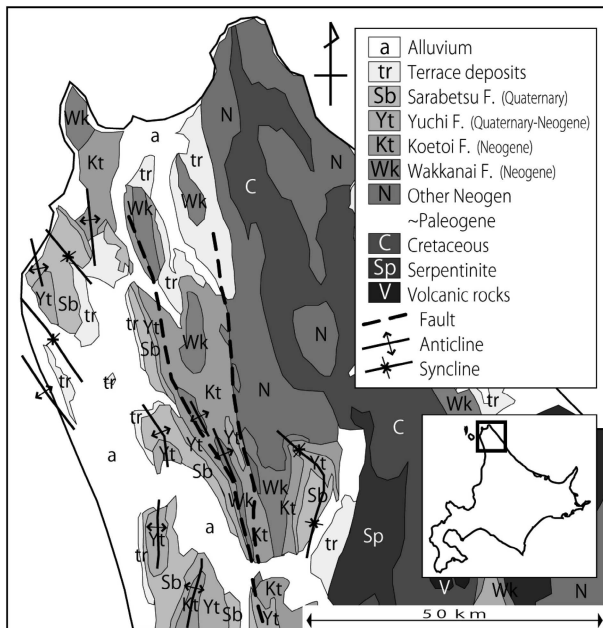


図-1 宗谷地域地質図 (秦・上田^{4),5)}、山口・須田⁶⁾を加筆修正
A : 沖積層, tr : 段丘堆積物, Sb : 更別層(砂/粘土/礫の互層, 第四系), Yt : 勇知層(微細粒砂岩, 第四系-新第三系), Kt : 声間層(珪藻質泥岩, 新第三系), Wk : 稚内層(珪藻質頁岩, 新第三系), T : その他新第三系-古第三系(堆積岩), C : 白亜系(堆積岩), Sp : 蛇紋岩, V : 火山岩
(Geological map of Soya area (modified after HATA and UEDA^{4),5)}, YAMAGUCHI and SUDA⁶⁾) A : Alluvium, tr : Terrace deposits, Sb : Sarabetsu Formation (Alternation of sand, clay, and gravel. Quaternary), Yt : Yuchi Formation (Veryfine sandstone. Quaternary-Neogene), Kt : Koetoi Formation (Diatomaceous-mudstone. Neogene), Wk : Wakkanai Formation (Diatomaceous-shale. Neogene), T : Other Neogene-Paleogene (Sedimentary rocks), C : Cretaceous (Sedimentary rocks), Sp : Serpentine, V : Volcanic rocks)

世以降の沈降運動の中心部とされており、この地域の沖積層や泥炭層の層厚は完新世の地殻変動傾向を反映している可能性がある³⁾。

図-2に示すように沖積平野は主に天塩川周辺に発達し、沿岸部がサロベツ原野、内陸部がウブシ原野と呼ばれる。海岸線沿いには縄文海進期の海岸砂州を基礎とした砂丘列帯がみられる²⁾。沖積層の堆積システムは完新世初期がバリアー-ラグーンシステム主体で、最大海進期後が浜堤列-外浜システムと蛇行河川システムが主体とされる³⁾。サロベツ原野の大半は層厚5mに及ぶ泥炭に覆われ、泥炭層基底の¹⁴C年代によると原野南部では5.7kyr BPから、原野北部では2～4kyr BPから泥炭の継続的な堆積が進んでいる^{1),2)}。

3. 調査方法

3.1 調査位置およびボーリング掘削

本研究では沖積層が最も厚いとされるサロベツ原野南部を調査対象とした。図-2に示すとおり、地形勾配が最も大きい東西方向に主調査測線(A-A'測線)を設定し、ボーリングを5孔(No.1～5)実施した。No.1, No.3, No.4孔は地下水観測井も兼ねており、基盤岩を10m以上確認したうえで、深さをほぼ揃えた掘削長とした。No.2, No.5孔は他目的で掘削したボーリングコアを流用した。

No.1孔は無水掘りとし、上部で高周波パイプロサイズ工法を、中～下部で打込みおよびロータリー工法を用いた。

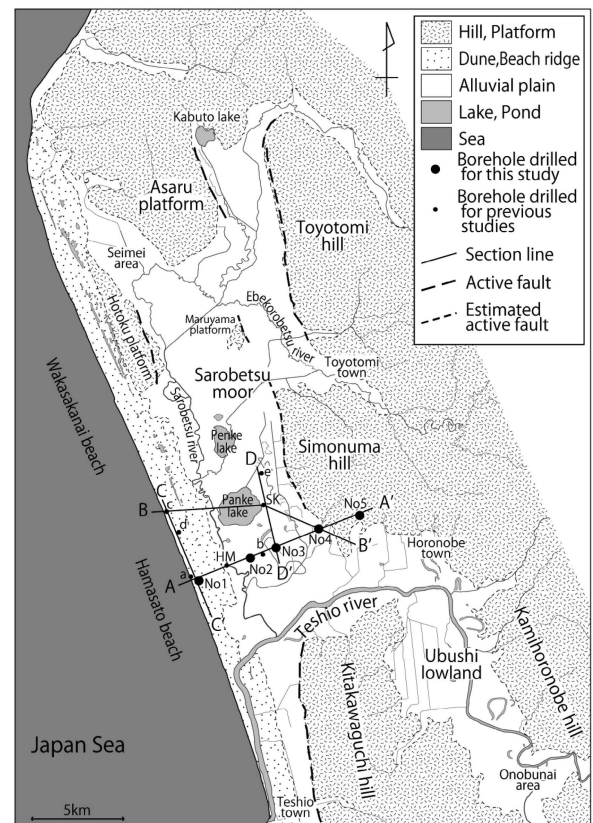


図-2 サロベツ地域地形区分図
(Topographic map of Sarobetsu area)

No.2 孔は無水掘りとし、打込み工法を用いた。その他の孔は泥水掘りとし、ロータリー工法を用いた。掘削口径はいずれも86mmとした。

No.3 孔およびNo.4 孔についてはコアを半裁し地質観察を行った。切断の際にはコアパックに入ったままのコアを半裁した塩ビ管に乗せ、塩ビ管の切断面に沿うようにコアパックに切れ目を入れたのち、ピアノ線を用いて切断した。その他のコアについてはコア表面を削り地質観察を行った。

3.2 ^{14}C 年代分析

地層の堆積年代を把握するため、コア試料を用いて ^{14}C 年代分析を行った。分析にはAMS法を用いた。分析は(株)地球科学研究所ならびに(株)加速器分析研究所に依頼した。泥炭薄層や破損の少ない貝殻片などできるだけ再堆積の可能性が低いものを分析対象とした。

未補正 ^{14}C 年代(Measured ^{14}C age)は過去の大気中 ^{14}C 濃度が一定であったと仮定して、試料の $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比から、基準年(1950年)との差を算出した年代である。補正 ^{14}C 年代(Conventional ^{14}C age)は、試料の $\delta^{13}\text{C}$ から $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 測定値を補正し算出した年代である。 $\delta^{13}\text{C}$ は試料の $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比であり、基準試料からのずれを示す値である。暦年代(Calibrated ^{14}C age)は、年代が既知の試料の ^{14}C 濃度を元に描かれた較正曲線と照らし合わせ、実年代に近づけた値である。ただしデータの蓄積により今後も較正曲線が更新されるため、較正值が変化する可能性がある。較正に用いたデータベースはIntCal04である。なお本文中および図中での

年代値は断りのない限り補正 ^{14}C 年代値で記述した。

3.3 C/S分析

堆積物の全有機炭素含有量と全硫黄含有量の比(以下C/S)は地層堆積時の環境を示す指標として用いられる。

C/S分析を堆積環境解析に有効な手法として提示したBERNER and RAISWELL¹²⁾によれば、通常海成堆積物のC/Sは 2.8 ± 1.5 とされる。複数の論文を参照した吉田¹³⁾によればC/Sは一般に1前後が汽水環境、3前後が海水環境、C/S 5以上が淡水環境を示すとされる。本研究ではC/S 5以上を淡水成堆積物、C/S 5未満を海成堆積物とした。なおBERNER and RAISWELL¹²⁾によればC/S分析は全有機炭素量1%以上の堆積物に適用できるとされるが、吉田¹³⁾、SAMPEI *et al.*¹⁴⁾などでは全有機炭素量1%未満の堆積物においてもC/Sと堆積環境の相関が得られており、当研究でも問題ないと判断した。

分析試料は泥質～シルト質部から採取し、風乾により1昼夜以上乾燥したのちボールミルで粉末状に加工した。全硫黄含有量の測定にはSPECTRO社製のエネルギー分散型蛍光X線分析装置SPECTRO XEPOSを用いた。分析試料はプレス・ペレット法にて整形した。全有機炭素含有量の測定には島津製作所製の触媒燃焼方式全有機炭素炭素計TOCV_{CSH}および固体試料燃焼装置SSM-5000Aを用いた。

4. 調査結果

図-3にボーリングコア観察結果、C/S分析結果、および

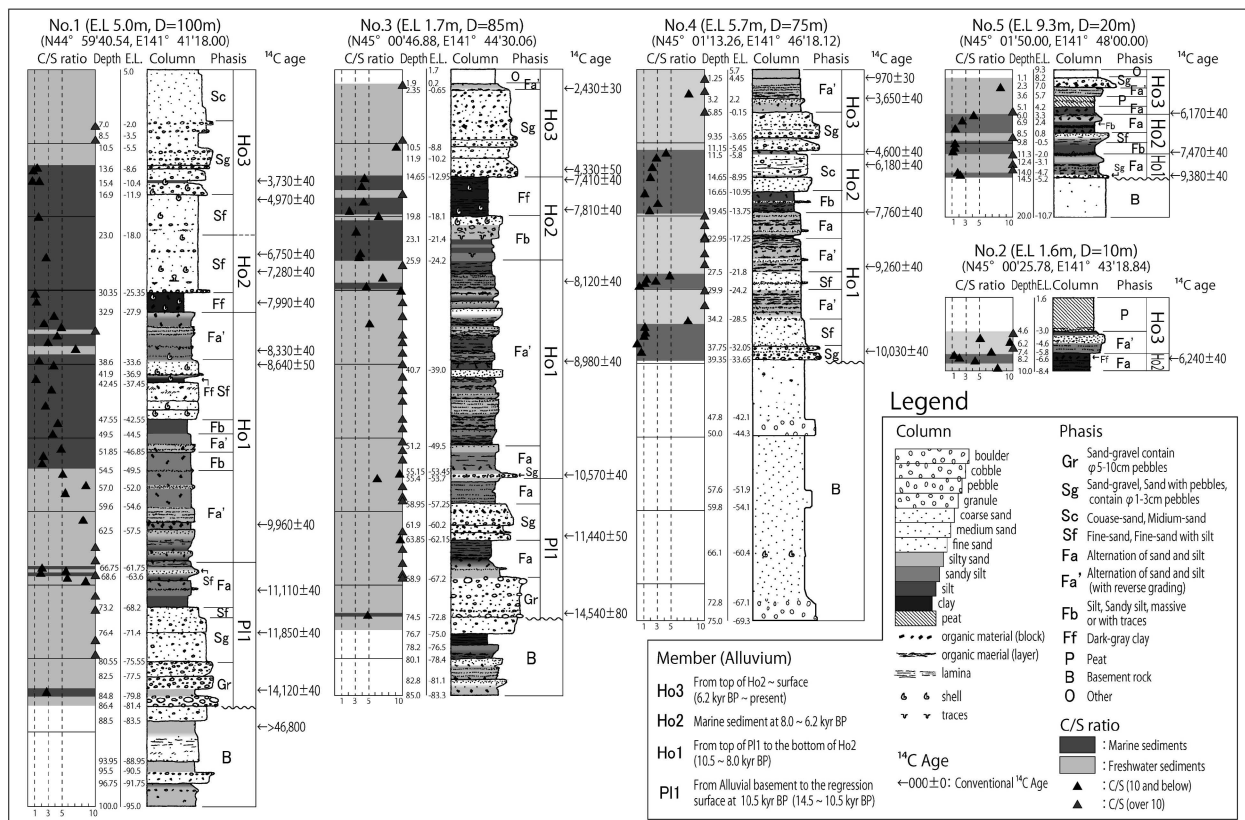


図-3 ボーリング調査結果一覧(Summary of borehole surveys)

表-1 放射性炭素年代分析結果一覧(Results of radiocarbon analysis)

Bore-hole	Depth (m)	E.L. (m)	Measured ¹⁴ C age (yr BP)	δ ¹³ C (‰)	Conventional ¹⁴ C age (yr BP)	Calibrated ¹⁴ C age (1σ) (cal.yr BP)	Material
No.1	15.20	-10.20	3780±40	-28.0	3730±40	4150-4060	organic marterial
	17.70	-12.70	4600±40	-2.3	4970±40	4050-3990	shell
	25.10	-20.10	6250±40	5.9	6750±40	-	shell
	27.60	-22.60	6870±40	0.3	7280±40	7760-7680	shell
	31.70	-26.70	-	-	7990±40	9000-8770	wood
	38.00	-33.00	8380±40	-27.8	8330±40	9430-9290	plant
	40.15	-35.15	8630±50	-24.4	8640±50	9600-9540	plant
	61.80	-56.80	10010±40	-27.9	9960±40	11340-11260	wood
	70.70	-65.70	11140±40	-26.6	11110±40	13170-13000	wood
	76.40	-71.40	11880±40	-26.7	11850±40	14050-13800	wood
	84.30	-79.30	14140±40	-26.1	14120±40	17200-16640	wood
	89.20	-84.20	>46850	-27.9	>46800	-	organic marterial
No.2	8.20	-6.60	6310±40	-29.1	6240±40	7240-7160	plant
No.3	2.70	-1.00	2530±30	-31.1	2430±30	2666-2645	plant
	13.90	-12.20	4380±50	-28.3	4330±50	4950-4940	wood
	15.00	-13.30	7040±40	-2.6	7410±40	7920-7840	shell
	19.30	-17.60	7460±40	-3.7	7810±40	8340-8220	shell
	28.90	-27.20	8170±40	-27.9	8120±40	9090-9010	plant
	39.70	-38.00	9040±40	-28.7	8980±40	10228-10153	plant
					9986-9965		
	55.35	-53.65	10570±40	-24.7	10570±40	12760-12580	wood
	63.50	-61.80	11480±50	-27.3	11440±50	13336-13241	plant
	74.00	-72.30	14530±80	-24.4	14540±80	17870-17120	wood
No.4	1.25	4.45	1070±30	-30.9	970±30	930-902	peat
						862-827	
						812-800	
	3.90	1.80	3670±40	-26.5	3650±40	4070-4040	plant
						3990-3910	
	11.25	-5.55	4610±40	-25.8	4600±40	5440-5420	plant
						5320-5300	
	13.00	-7.30	6270±40	-30.4	6180±40	7159-7150	plant
						7128-7017	
	19.45	-13.75	7810±40	-28.1	7760±40	8590-8520	plant
No.5	26.90	-21.20	9330±40	-29.2	9260±40	10510-10400	plant
						11690-11680	
	38.20	-32.50	10100±40	-29.2	10030±40	11630-11400	plant
						7157-7148	
						7129-7014	
	5.90	3.40	6210±40	-27.7	6170±40	8350-8296	wood
	11.20	-1.90	7520±40	-27.8	7470±40	8262-8211	wood
	14.40	-5.10	9400±40	-25.8	9380±40	10672-10570	wood

¹⁴C年代分析結果を示す。表-1に¹⁴C年代分析結果一覧、表-2にC/S分析結果一覧を示す。

ボーリングコア観察の結果、サロベツ地域の沖積層は基底が礫層、中間部は砂/シルトの互層、上部は砂質層や陸成層が卓越し、一般的な沖積層層序と概ね同様であった¹⁵⁾。新ドリラス寒冷期にあたる10.5kyr BPに形成された海退面、および完新世海進最盛期にあたる6.2～8 kyr BPに堆積した海成主体の堆積物が調査範囲全域で確認されたため、これらの層相および堆積年代を基準として沖積層を下位よりPl 1, Ho 1, Ho 2, Ho 3の4層に区分した。Pl 1は沖積基底から10.5kyr BPの海退面までとした。Ho 1はPl 1直上からHo 2基底までとした。Ho 2は6.2～8 kyr BPに堆積した海成主体の堆積物とした。Ho 3はHo 2直上から地表までとした。

4.1 No.1孔(地盤標高5.0m, 掘削長100.0m)

基盤岩(100.0～86.4m)は締まりの良い砂礫/シルト互層からなる。¹⁴C年代は46.8kyr BP以前を示した。岩相と¹⁴C年代より更別層と判断した。

表-2 C/S分析結果一覧(Results of C/S analysis)

Bore-hole	Depth (m)	Material	TS (wt%)	TOC (wt%)	C/S	
No.1	7.70	silty fine sand	0.000	0.060	>10.0	
	9.50	sand with silt	0.000	0.080	>10.0	
	13.30	sandy silt	1.087	1.505	1.38	
	13.70	silt	1.274	1.064	0.84	
	15.10	silt	2.175	1.570	0.72	
	15.15	silt	1.177	1.973	1.68	
	20.00	sand with silt	0.076	0.125	1.64	
	25.50	fine sand with silt	0.029	0.080	2.77	
	30.45	clay	0.689	0.753	1.09	
	31.50	clay	0.589	0.760	1.29	
	33.50	silty fine sand	0.144	0.570	3.96	
	34.50	silt	0.320	0.785	2.46	
	35.00	sandy silt	0.125	0.619	4.96	
	35.50	sandy silt	0.026	0.530	>10.0	
	36.20	silty fine sand	0.078	0.336	4.31	
	37.00	silty fine sand	0.125	0.384	3.07	
	37.90	silt	0.119	0.839	7.06	
	39.60	silt	0.626	1.054	1.68	
	40.20	fine sand with silt	0.062	0.242	3.88	
	42.00	clay	0.790	0.960	1.21	
	43.50	fine sand with silt	0.083	0.290	3.51	
	45.70	sandy silt	0.251	0.666	2.66	
	48.00	silt	0.218	0.965	4.43	
	49.50	silt	0.200	0.750	3.76	
	51.50	silty fine sand	0.135	0.670	4.97	
	52.50	silt	0.263	0.612	2.33	
	53.50	sandy silt	0.463	1.000	2.16	
	55.00	sandy silt	0.109	0.562	5.17	
	56.50	silt	0.088	0.759	8.59	
	57.50	sandy silt	0.138	0.760	5.52	
	61.20	silty fine sand	0.057	0.470	8.22	
	64.80	sandy silt	0.086	1.460	>10.0	
66.60	silt	0.080	0.946	>10.0		
67.75	sandy silt	0.259	0.563	2.17		
68.10	fine sand with silt	0.043	0.241	5.64		
68.40	fine sand with silt	0.085	0.160	1.88		
68.65	silt	0.079	0.864	>10.0		
69.00	silt	0.184	1.071	5.83		
69.50	sandy silt	0.067	0.580	8.64		
71.50	silt	0.063	0.670	>10.0		
73.40	sandy silt	0.000	0.360	>10.0		
77.50	sand with silt	0.000	0.100	>10.0		
79.50	sand with silt	0.000	0.100	>10.0		
84.60	silty fine sand	0.050	0.140	2.78		
No.2	4.80	silt	0.052	0.798	>10.0	
	5.50	silt	0.168	0.866	5.16	
	6.00	fine sand with silt	0.025	0.236	9.51	
	6.80	silty fine sand	0.043	0.671	>10.0	
	7.40	silt	0.135	0.917	6.79	
	7.80	silt	1.185	1.534	1.29	
	8.20	clay	0.751	1.541	2.05	
	8.60	silt	0.200	0.877	4.38	
	9.60	clay	0.102	0.790	7.71	
	2.00	silty fine sand	0.000	0.283	>10.0	
	2.20	silty fine sand	0.000	0.309	>10.0	
	9.60	clay	0.099	1.333	>10.0	
	10.50	silt	0.136	1.236	9.12	
	14.75	clay	0.224	0.991	4.43	
	15.90	clay	0.233	0.930	4.00	
	17.00	clay	0.082	1.124	>10.0	
No.3	18.00	clay	0.211	0.914	4.34	
	19.20	clay	0.448	0.968	2.16	
	20.00	silt	0.119	0.774	6.53	
	22.00	silty fine sand	0.230	0.729	3.17	
	25.00	silty fine sand	0.110	0.417	3.79	
	25.50	sandy silt	0.263	0.944	3.59	
	26.60	sandy silt	0.070	0.918	>10.0	
	28.30	silt	0.144	1.020	7.11	
	29.45	clay	0.447	2.084	4.66	
	30.00	sandy silt	0.101	0.990	9.76	
	No.4	31.55	silt	0.034	1.288	>10.0
		33.50	silt	0.071	0.877	>10.0
		34.50	silt	0.253	1.312	5.19
		36.00	sandy silt	0.078	0.816	>10.0
		37.00	sandy silt	0.035	0.874	>10.0
		38.50	sandy silt	0.042	0.843	>10.0
40.00		silt	0.011	1.219	>10.0	
41.75		sandy silt	0.083	1.269	>10.0	
43.50		sandy silt	0.031	0.773	>10.0	
45.00		silt	0.000	0.290	>10.0	
47.40		silt	0.044	1.405	>10.0	
48.75		sandy silt	0.052	1.091	>10.0	
50.50		silt	0.112	1.975	>10.0	
51.75		silty fine sand	0.047	0.700	>10.0	
53.00		sandy silt	0.045	0.737	>10.0	
54.90		sandy silt	0.092	0.881	9.57	
No.5	55.50	sandy silt	0.119	0.755	6.33	
	56.60	sandy silt	0.011	0.302	>10.0	
	58.00	silty fine sand	0.000	0.338	>10.0	
	58.50	sandy silt	0.072	0.808	>10.0	
	62.70	silt	0.105	2.951	>10.0	
	63.80	silt	0.072	0.699	9.67	
	65.00	silt	0.039	0.791	>10.0	
	68.50	sandy silt	0.000	0.213	>10.0	
	68.90	silty fine sand	0.000	0.217	>10.0	
	74.00	silty fine sand	0.105	0.478	4.57	
	1.30	silt	0.000	0.332	>10.0	
	2.90	silt	0.000	0.378	>10.0	
	3.30	silty fine sand	0.158	1.212	7.70	
	5.75	silty fine sand	0.000	0.118	>10.0	
	11.30	silt	0.153	0.664	4.33	
	12.00	fine sand with silt	0.118	0.343	2.90	
13.25	sand with silt	0.207	0.480	2.32		
14.65	silty fine sand	0.140	0.287	2.06		
16.80	sandy silt	0.670	0.787	1.18		
18.20	silt	0.434	1.365	3.15		
19.25	silt	0.430	0.846	1.97		
19.80	sandy silt	0.021	0.686	>10.0		
21.25	fine sand with silt	0.004	0.394	>10.0		
22.80	silt	0.057	1.414	>10.0		
22.90	silt	0.124	7.201	>10.0		
25.00	clay	0.058	2.178	>10.0		
26.50	clay	0.040	1.418	>10.0		
28.00	fine sand with silt	0.041	0.201	4.86		
28.50	fine sand with silt	0.072	0.108	1.50		
28.75	silty fine sand	0.080	0.224	2.80		
29.00	fine sand with silt	0.102	0.121	1.19		
29.50	fine sand with silt	0.182	0.076	0.42		
30.00	sandy silt	0.056	0.831	>10.0		
32.00	silty fine sand	0.004	0.359	>10.0		
34.10	silty fine sand	0.060	0.449	7.54		
35.00	silty fine sand	0.147	0.185	1.26		
35.75	fine sand with silt	0.161	0.205	1.27		
36.25	fine sand with silt	0.106	0.114	1.07		
37.25	sand with silt	0.512	0.046	0.09		
38.40	silty fine sand	0.434	0.294	0.68		
No.6	2.40	silt	0.195	1.596	8.20	
	5.70	silt	0.165	2.302	>10.0	
	6.20	silt	0.511	2.137	4.19	
	7.00	silt	0.548	1.377	2.51	
	8.00	silt	1.848	2.822	15.3	
	9.20	silty fine sand	0.036	0.496	>10.0	
	10.00	silt	1.434	2.095	1.46	
	10.60	silt	1.726	2.453	1.42	
	11.10	silt	1.950	2.319	1.19	
	11.50	silt	0.037	0.696	>10.0	
	12.90	sandy silt	0.031	0.364	>10.0	
	13.60	silt	0.000	0.240	>10.0	
	14.10	silty fine sand	0.370	0.682	1.84	
	14.40	sandy silt	0.683	1.544	2.26	

化石やシルト薄層を含む淘汰の悪い砂礫、礫混じり砂、淘汰のよい粗粒砂～中粒砂からなる。地表は砂丘帯である。なお本孔は3.5～8.0kyr BPにかけて海成環境が継続するため最大海進期が認識できず、 ^{14}C 年代の内挿により推定した6.2kyr BPにあたる層準(23m)を下位との境界とした。C/Sは下部で海成、中央部で淡水成を示した。 ^{14}C 年代は下部で5.0kyr BPを示した。

4.2 No.2孔(地盤標高1.6m, 掘削長10.0m)

Ho 2 (10.0～7.4m)はシルト優勢の砂/シルト互層からなる。C/Sは下部で淡水成、最上部で海成を示した。 ^{14}C 年代は最上部の海成層で6.2kyr BPを示した。

Ho 3 (7.4～0.0m)は逆級化のみられる砂優勢の砂/シルト互層および泥炭からなる。泥炭は4.6m以浅に分布する。C/Sは淡水成を示した。

4.3 No.3孔(地盤標高1.7m, 掘削長85.0m)

基盤岩(85.0～74.5m)は締まりの良い砂礫/シルト互層からなる。岩相より更別層と判断した。

Pl 1 (74.5～55.4m)は下位より砂礫、砂/シルト互層、礫混じり砂、砂/シルト互層よりなる。互層部には平行葉理が発達する。植物遺骸の介在が多く、藍鉄鉱の析出を伴う。C/Sは淡水成を示した。 ^{14}C 年代は最下部付近で14.5kyr BP, 中間部で11.4kyr BPを示した。

Ho 1 (55.4～25.9m)は下位より砂礫薄層、砂/シルト互層、逆級化のみられる砂/シルト互層からなる。互層部には植物遺骸や泥炭薄層が多数含まれる。C/Sは概ね淡水成を示した。 ^{14}C 年代は最下部の砂礫薄層で10.6kyr BP, 最上部付近で8.1kyr BPを示した。

Ho 2 (25.9～14.65m)は下位より生痕や貝化石を含む砂質シルト、シジミ貝化石を含む粘土からなる。C/Sは概ね海成であり、一部で淡水成を示した。 ^{14}C 年代は粘土層最下部で7.8kyr BP, 最上部で7.4kyr BPを示した。

Ho 3 (14.65～0.0m)は主に礫混じり砂からなる。最上部は逆級化を伴う砂/シルト互層からなる。植物遺骸を多数含む。C/Sは淡水成を示した。 ^{14}C 年代は最下部で4.3kyr BP, 最上部で2.4kyr BPを示した。1.9m以浅は農耕土である。

4.4 No.4孔(地盤標高5.7m, 掘削長75.0m)

基盤岩(75.0～39.35m)は概ね均質な微細粒砂岩からなる。まれに砂礫層を介在する。岩相より勇知層と判断した。

Ho 1 (39.35～19.45m)は下位より砂礫、シルト混じり細粒砂、砂/シルト互層、シルト混じり細粒砂、砂/シルト互層からなる。互層部は逆級化を伴うことが多く、植物遺骸や泥炭薄層を多数介在する。C/Sは互層部で淡水成、細粒砂部で海成を示した。 ^{14}C 年代は最下部付近で10.0kyr BP, 中央部付近で9.3kyr BPを示した。

Ho 2 (19.45～11.5m)は下位より砂質シルト、シルト混じり中粒砂からなる。C/Sは海成を示した。 ^{14}C 年代は最

下部で7.8kyr BP, 上部で6.2kyr BPを示した。

Ho 3 (11.5～0.0m)は下位より礫混じり砂、逆級化を伴う砂/シルト互層からなる。基底にはシルト薄層を伴う。C/Sは基底のシルト薄層が海成、上部の砂/シルト互層が淡水成を示した。 ^{14}C 年代は基底のシルトで4.6kyr BP, 上部で3.7kyr BP, 最上部付近で1.0kyr BPを示した。

4.5 No.5孔(地盤標高9.3m, 掘削長20.0m)

基盤岩(20.0～14.5m)は均質な細粒砂岩からなる。岩相より基盤岩の勇知層と判断した。

Ho 1 (14.5～11.3m)は砂/シルト互層からなる。基底には砂礫薄層を伴う。C/Sは概ね淡水成を示した。 ^{14}C 年代は基底付近で9.4kyr BPを示した。

Ho 2 (11.3～6.0m)は砂/シルト互層からなり、中央部にシルト混じり細粒砂を介在する。C/Sは概ね海成であり、細粒砂部のみ淡水成を示した。 ^{14}C 年代は最下部付近で7.5kyr BPを示した。

Ho 3 (6.0～0.0m)は砂/シルト互層および泥炭からなり、最上部には礫混じり砂を伴う。C/Sは淡水成を示した。 ^{14}C 年代は最下部で6.2kyr BPを示した。1.1m以浅は人工土である。

4.6 調査結果のまとめ

Pl 1 は主に基底砂礫と砂/シルト互層からなる。層厚は約20mである。C/Sは概ね淡水成を示すが、沿岸域最上部のみ海成を示す。 ^{14}C 年代は14.5～10.5kyr BPを示す。Pl 1 は内陸側のNo.4孔およびNo.5孔では欠如する。

Ho 1 は主に砂/シルト互層からなる。層厚は20～30mで内陸側ほど薄い。C/Sは概ね淡水成を示すが、No.1孔上部およびNo.4孔下部で一部海成を示す。 ^{14}C 年代は10.5～8kyr BPを示す。

Ho 2 は主に細粒砂、粘土、砂質シルトからなる。層厚は10～20mで内陸側ほど薄い。C/Sは概ね海成を示すが、中～上部で一部淡水成を示す。 ^{14}C 年代は8～6.2kyr BPを示す。

Ho 3 は細粒～中粒砂、砂/シルト互層、礫混じり砂、泥炭などからなり、層厚は5～10mである。C/Sは沿岸部のNo.1孔下部を除き淡水成を示す。 ^{14}C 年代は6.2kyr BP以降を示す。

5. 考 察

5.1 沖積層の地質構造

図-4(a)～(d)に地質断面図を示す。断面位置は図-2に示した。断面図中のグレーのハッチングはC/S分析から判断した海水環境下での堆積を示す。A-A'断面はサロベツ原野南部を東西に横断する断面で、No.1～5孔すべての柱状図を含む主断面である。黒い太線は ^{14}C 年代から推定した等時間面を示し、破線は確度の低い箇所を示す。B-B'断面はA-A'断面の北に位置し、パンケ沼東岸で屈曲し

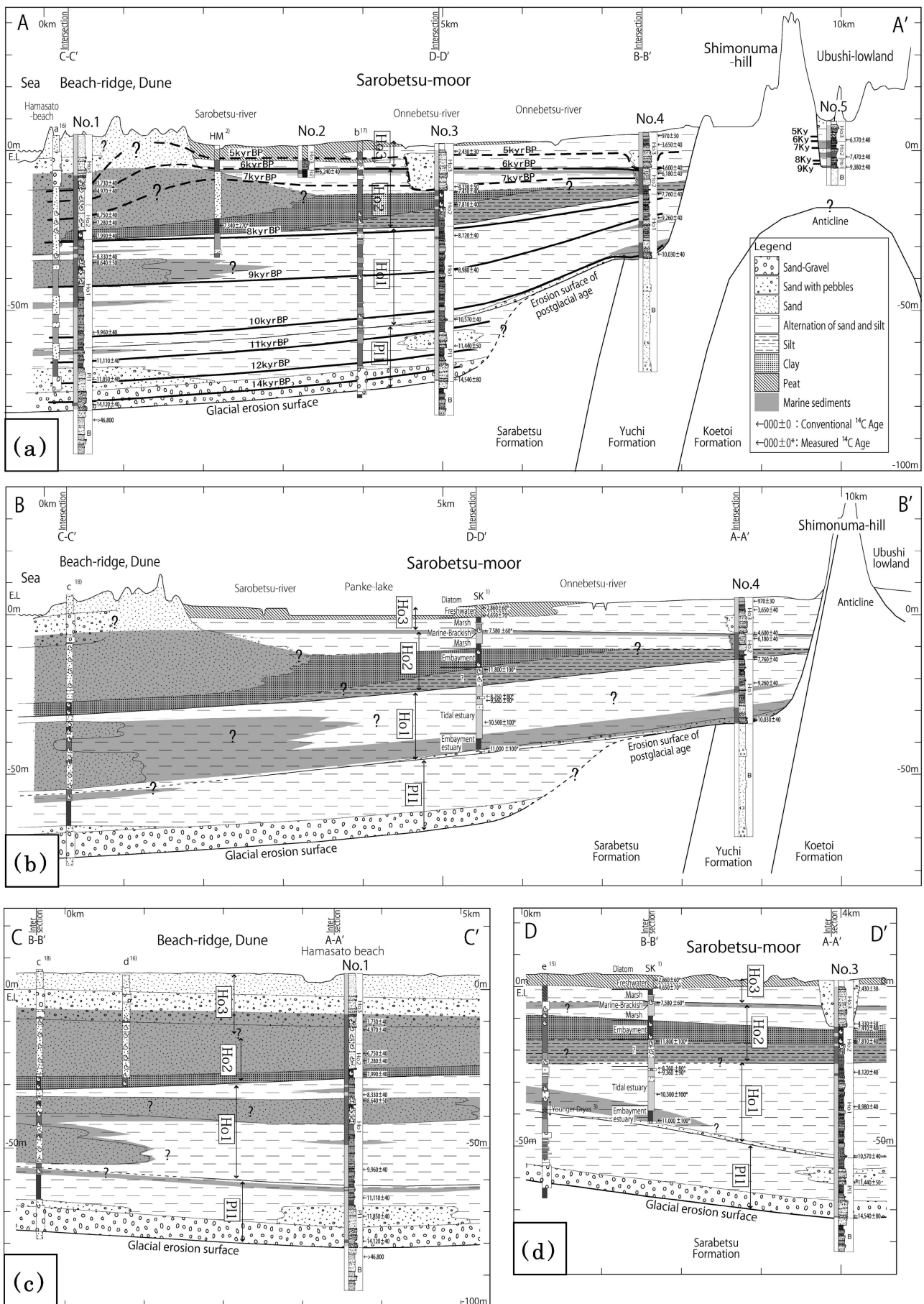


図4 地質断面図(Geological sections)

丘陵付近でA-A'断面と斜交する断面である。C-C'断面は海岸線沿いに南北にのびる断面である。D-D'断面は沖積平野中央を南北にのびる断面である。断面図中の柱状図のうちSK孔はSAKAGUCHI¹⁾、HM孔は大平²⁾から引用した。a孔は文献16)、b孔は文献17)、c孔は文献18)、d孔は文献16)、e孔は文献17)から引用した。

本研究ではボーリングコア分析結果と既存柱状図を断面配置し、分布位置、岩相、堆積年代、堆積環境を考慮しながら地層の連続性や分布形態を判断した。解析に際してはまず主断面であるA-A'断面の作成と解析を行い、その解釈を他断面に延長した。以下に解釈した地質構造とその設定根拠を述べる。

(1) 沖積基底面

沖積基底面はPl 1 基底の深い面とHo 1 基底の浅い面とに分かれ、基底面直上の¹⁴C年代から前者は14.5kyr BP以前の最終氷期に形成された浸食面、後者は10.5kyr BPの新ドリラス寒冷期に形成された浸食面と判断した。両者は異なる寒冷期に形成された浸食面のため、両者の中間は段丘状の不連続な地形をなすと推定した(以後、前者を「下部基底面」、後者を「上部基底面」と呼ぶ)。

(2) Pl 1

Pl 1 下部は層厚5～6mの基底砂礫で特徴づけられる。層厚が均一なことから、平坦に近い面に堆積した網状河川の堆積物と推定され、下部基底面上に連続的に分布すると判断した。

基底砂礫の上位は主に砂/シルト互層と礫質砂からなる。互層部には細かい平行葉理や藍鉄鉱の析出が認められたことから、静穏な湖沼が主体の環境であったと推定した。礫質砂は層準が各孔で異なることから、蛇行河川や三角州などの局所的な堆積物であり、広域には連続しないと判断した。

なお、岡³⁾は花粉分帯によりe孔の深度約40～44mの泥炭混じりシルトを新ドリラス期相当層とし、SK孔最下部の¹⁴C年代が11kyr BP(未補正值)を示すことなどを根拠に、e孔下部およびSK孔の基底直下を下沼丘陵に分布するMIS5eの海成段丘堆積物に相当すると解釈している。しかしながらNo.3孔下部とe孔下部の層序が概ね一致することから、e孔の深度44m以深およびSK孔基底直下はPl 1に対比されると再解釈した。

(3) Ho 1

Ho 1 は主に淡水成の砂/シルト互層からなり、まれに海成の細粒砂を介在する。Pl 1 /Ho 1 境界は10.5kyr BPの新ドリラス寒冷期に形成された海退面であり、No.1孔では海成から淡水成への変化と¹⁴C年代から、No.3孔では大型の植物片を含む砂礫薄層の存在と¹⁴C年代から認定した。同様にNo.4孔では¹⁴C年代から沖積層基底を海退時に形成された浸食面と判断した。既存孔は、b孔ではNo.3孔と

ほぼ同層準に位置する砂礫薄層¹⁷⁾、c孔では沖積基底上位で最初に貝化石の記載がある層準の直上¹⁸⁾、e孔では花粉分帯により区分した新ドリラス期の泥炭質層の直下¹⁷⁾を境界とした。SK孔では分布位置と¹⁴C年代から最下部の砂礫層がHo 1 基底に相当すると推定した¹⁾。これらは同一のイベントで形成された海退面であり広域に連続すると推定される。内陸部で認められるHo 1 基底の砂礫層は海退に伴う浸食砂礫と考えられ、やはり広域に連続する可能性がある。

Ho 1 最下部は、丘陵付近のNo.4孔では海成のシルト質細粒砂が認められ、パンケ沼そばのSK孔では内湾河口を示す珪藻群集を伴う粘土が¹⁾、沿岸北部のd孔では貝化石を含む細粒砂が記載されている¹⁸⁾。一方で沿岸～原野域のNo.1孔およびNo.3孔では淡水成の砂/シルト互層が認められた。これらの分布位置から、Ho 1 最下部には下沼丘陵付近からパンケ沼を経て沿岸北部へと至る内湾河口が存在したと判断した。

沿岸のNo.1孔ではHo 1 上部にシジミ貝化石を含む海成の細粒砂や暗灰色粘土が認められた。沿岸北部のc孔ではほぼHo 1 全層にわたって貝化石やシルトを含む細粒砂が記載されている¹⁸⁾。したがって沿岸部には南北方向に連続するバリアーラグーンが存在したと推定した。

バリアーラグーンの上位は逆級化する砂/シルト互層からなり、C/Sは海成が主ながら淡水成も混在する。このことから海退に伴う半陸成のデルタと推測され、沿岸部で広く同様の地質が堆積したと判断した。

(4) Ho 2 下部

Ho 2 は6.2～8 kyr BPに調査範囲全域に堆積した海成堆積物である。Ho 2 下部は沿岸部のNo.1孔ではシジミ貝化石を含む粘土/シルト混じり細粒砂、サロベツ原野中央部のNo.3孔ではシジミ貝化石を含む砂質シルト/粘土、サロベツ原野東部のNo.4孔では砂質シルト、ウブシ原野西部のNo.5孔では砂/シルト互層であった。

海側から内陸側に向かって砂-粘土-砂質シルトと地質が変化すること、汽水環境を示すシジミ貝化石が含まれること、丘陵に囲まれた内湾状の地形であることから、Ho 2 下部はバリアーラグーンの堆積物であり、細粒砂は外洋と内湾を隔てる砂州、粘土はラグーン、砂質シルトは干潟の堆積物にあたると推定した。

Ho 2 下限は内陸側ほど分布標高が高く堆積年代が若いことから、海水準の上昇に伴い堆積場が内陸側へ移動していったと推定した。したがって細粒砂は粘土に、粘土は砂質シルトに、それぞれ内陸側へ覆い被さるように分布すると推定した。また地質の側方変化はあるものの、海成堆積物としては沿岸部から内陸まで連続していると判断した。

(5) Ho 2 上部

Ho 2 の上限はNo.2孔、No.4孔、No.5孔で認められ、

いずれも約6.2kyr BPの¹⁴C年代を示す。既存孔ではSK孔に珪藻化石から認定した海成堆積物の上限が認められ、¹⁴C年代が7.6kyr BP(未補正值)と本研究成果より古いものの^{※1}、分布標高や層序の一致から同一の地層と判断した¹⁾。沿岸部のNo.1孔は継続的な浅海環境にあるため最大海進期が認識できず、No.3孔では河川に浸食され海成堆積物の上限が欠如していた。

No.2孔、SK孔¹⁾、No.5孔で認められる海成堆積物上限は砂/シルト互層に含まれる粘土～シルト層であり、下位には淡水成堆積物が認められた。サロベツ原野中央部とウブシ原野で同一の層序が認められることから、海水準変動など広域的な環境変化により、バリアーラグーンはいったん淡水環境へ変化し、再び海水に覆われたと推定した。

No.3孔のラグーン粘土の最上部15cmほどはシルト質砂薄層が多数介在し細互層状を示すことから、同層準(標高-13.1m)付近でバリアーラグーンから氾濫原環境へ変化しはじめたと推定した。これはSK孔で内湾河口から湿地へと珪藻群集が変化する層準とほぼ同じ標高である。その時期はNo.3孔およびNo.5孔における淡水化前の¹⁴C年代から7.4kyr BP以降と考えられる。

なおNo.4孔のHo 2 上部はシルト混じり中粒砂からなり淡水成堆積物は伴わない。これは河川チャネルなど局所的な環境と解釈した。

沿岸部のNo.1孔では7.8kyr BPから5.0kyr BPにかけて継続的に貝化石を含むシルト混じり細粒砂が堆積しており、潟湖が淡水化した後も浅海～海浜環境が継続していたと考えられる。既存資料のc孔¹⁸⁾、d孔¹⁶⁾、HM孔²⁾でも同様の地質が認められ、バリアの海側へ砂が継続的に付加され、現在の浜堤列と同様に南北に延びる砂層が形成されたと判断した。

(6) Ho 3

Ho 3は最大海進期以降(6.2kyr BP以降)の堆積物である。沿岸部は砂丘砂、サロベツ原野西部～中央部は泥炭、サロベツ原野東部～ウブシ原野は氾濫原堆積物や旧河川堆積物が認められ、現在の地表地質とほぼ一致している。

旧河川堆積物はNo.3孔およびNo.4孔で認められ、基底付近の年代がいずれも4.5kyr BP前後を示した。現天塩川の堆積物より粒度が粗く下位を浸食することから、4.5kyr BP前後に基準面の低下があったと推定される。

このとき沿岸部のNo.1孔では砂丘砂の下位にシルト混じり砂礫が認められ、沿岸北部のc孔¹⁸⁾、d孔¹⁶⁾でも同標高

に砂礫が記載されている。¹⁴C年代から推定される堆積年代は3.7～5.0kyr BP間であり、上述の4.5kyr BP前後の基準面低下により形成された可能性がある。したがってこの砂礫層は海岸線沿いに連続すると推定した。

5.2 環境変遷

地質断面図に重ねた堆積環境や堆積年代の分布をもとに判断した堆積環境変遷について述べる。図-5に環境変遷の概念図を示す。

(1) 14.5～10.5kyr BP(Pl 1 堆積時)

最終氷期ののち遅くとも14.5kyr BPには網状河川が主体の環境となった。当時の沖積平野は現在より西方にも分布していた(図-5(a))。約12kyr BPからは湖沼に三角州や蛇行河川の混在する環境となった。当時の海岸線は定かでないが、10.5～11kyr BPには現海岸線付近まで海進が及んでいた。

(2) 10.5～8.0kyr BP(Ho 1 堆積時)

新ドリラス期にあたる10.5kyr BPには海退が起き上部基底面が形成された。10kyr BP頃には下沼丘陵付近からパンケ沼を経て沿岸北部へと至る内湾河口が存在した(図-5(b))。当時は沿岸北部にバリアが形成され始めており、海水準が上昇するにつれ南へ伸びていった(図-5(c))。約8～8.5kyr BPには海退が起きた(図-5(d))。

(3) 8.0～6.2kyr BP(Ho 2 堆積時)

約7.5～8 kyr BPには調査範囲全域にバリアーラグーン堆積物が堆積した。表-3にサロベツ原野の中央に位置するb孔地点の堆積速度を示す。これによると7.5～8 kyr BPが沖積層内で最も堆積速度が速い。一般に海水準上昇速度の最も早い時期に最も海岸線が内陸に及ぶことから¹⁷⁾、7.5～8 kyr BPはサロベツ地域の最大海進期であったと推定される(図-5(e))。

バリアーラグーンは7.4kyr BP以降に淡水環境へ変化し、6.2kyr BP前後に再び海水環境へと変化した。このときがサロベツ地域の最高海水準期である。なおサロベツ原野周辺における既知の最高海水準期堆積物の年代は、調査地域の約20km北北西に位置するヤマトシジミ含有層が約6.4 kyr BP(未補正值)²⁾、調査地域の約40km北の稚内大沼付近に位置する貝殻層が約6.0kyr BPを示し²⁰⁾、本研究成果と概ね一致する。

(4) 6.2kyr BP以降(Ho 3 堆積時)

6.2kyr BP以降は淡水環境が主であり、砂丘、泥炭湿地、氾濫原など現在と概ね同じ環境であった。

4～5 kyr BP前後には海水準の低下があり沿岸や河川で礫質砂などが浸食を伴いながら堆積した(図-5(f))。なおサロベツ原野北部でも泥炭基底の年代ギャップから4～5 kyr BPに下位の地層を浸食する基準面低下があった可能性が指摘されており²⁾、本研究と矛盾しない。

4～5 kyr BP以降は、漂砂の付加により海浜が海側に

※1 SK孔は全体に本研究より¹⁴C年代が古い傾向がある¹⁾。1985年当時の¹⁴C年代測定はβ線計測法が主流であり、AMS法に比べ大量の試料を必要とした。しかしボーリングコアから採取できる試料は量が少ないため、再堆積しやすい大型の植物片などが中心に採取され、古い年代を示す傾向が現れた可能性がある。これについての検証は今後の課題である。

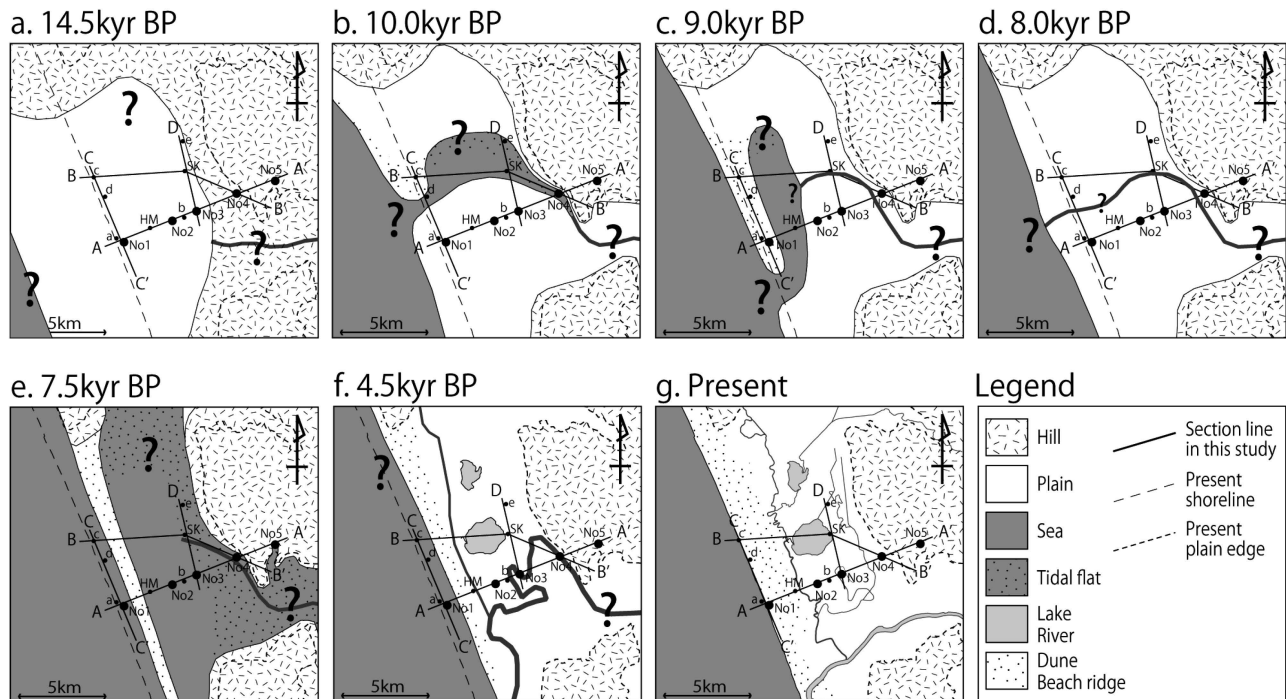


図-5 サロベツ原野南部の地形変遷概念図(Conceptual diagram of topographic transition in southern Sarobetsu moor)

表-3 サロベツ原野中央における堆積速度(Sedimentation rate at midst of Sarobetsu moor)

^{14}C age (kyr BP)	Thickness (m)	Sedimentation rate (mm/yr)
0~5	5.0	1.0
5~6	3.5	3.5
6~7	5.1	5.1
7~7.5	3.5	7.0
7.5~8	11.0	22.0
8~9	13.5	13.5
9~10	13.3	13.3
10~11	6.8	6.8
11~12	7.1	7.1
12~14	5.6	2.8

移動し、沿岸砂丘が成長した。内陸の湿地では泥炭層が継続的に堆積した。また天塩川の流路が原野南端へ移動し、古い流路は氾濫原やオンネベツ川の一部などに变化した。

5.3 地殻変動

海成堆積物と淡水成堆積物のように、堆積時の相対的な位置関係が明らかな層準の変位から、沖積層堆積時の地殻変動について検討した。

(1) 6.2kyr BP以降の地殻変動

図-6に示すように、最高海水準期堆積物(Ho2最上部)の上限標高はサロベツ原野域で標高約-6m、丘陵部のNo.5孔で標高約3.3mであり、サロベツ原野域が丘陵部に比べ約9.3m低い。したがって最高海水準期である約6.2kyr BP以降、サロベツ原野域が丘陵部に対し沈降する相対変位があったと推定される。

サロベツ原野周辺における既知の最高海水準期堆積物標高は、調査地域の約20km北北西に位置するヤマトシジミ含有層が標高2.5m²⁾、調査地域の約40km北に位置する貝

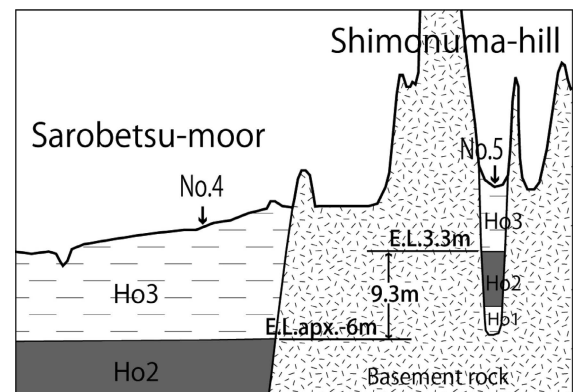


図-6 Ho2 上限の分布(Distribution of the top of Ho2)

殻層が約3.25mとされ²⁰⁾、No.5孔の最高海水準期堆積物標高と近い。またNo.5孔は沖積層自体の層厚が薄く圧密沈降の影響が少ないと推測される。したがって丘陵部における最高海水準期堆積物の標高は堆積以降大きく変化しておらず、サロベツ原野域のみが沈降している可能性が高いと推測される。

なお日本全国の堆積盆地における1Ma以降の沈降速度は1mm/yr以下が多く⁷⁾、サロベツ地域の第四紀平均変位速度もおおよそ0.65~0.8mm/yrとされている²¹⁾。一方で本研究における6.2kyr BP以降のサロベツ原野の沈降速度は最大で1.5mm/yrになる可能性がある。この速い沈降速度はサロベツ原野表層に厚い泥炭層が形成された一因であった可能性がある。

(2) 6~10kyr BPの地殻変動

図-5(b)に示すように約10kyr BPには、サロベツ原野中央~沿岸部(No.1孔、No.3孔)には氾濫原堆積物が、原野東部(No.4孔)には内湾河口堆積物が堆積していた。堆積

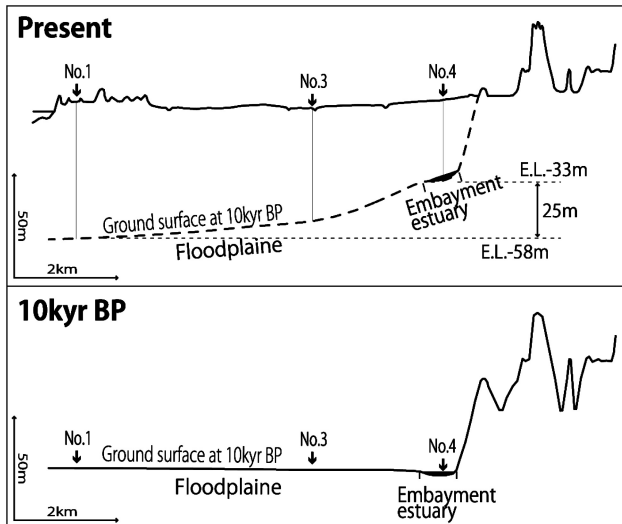


図-7 10kyr BPの地表面の変形(Deformation of the ground surface at 10kyr BP)

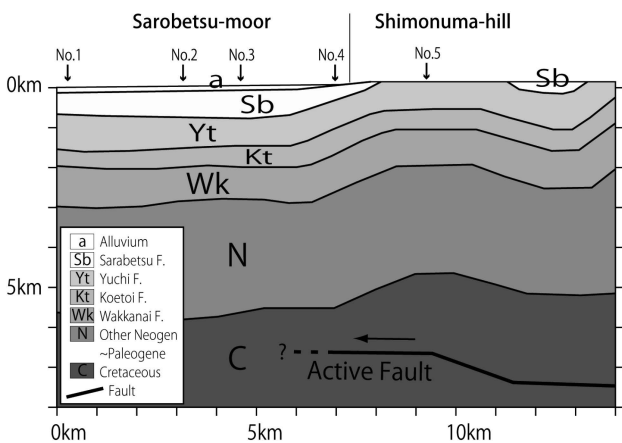


図-8 下沼丘陵地下における伏在活断層の位置(産業技術総合研究所¹⁰⁾に加筆修正)(Distribution of the hidden active fault below Shimonuma hill (modified after AIST¹⁰⁾)

当時は内湾河口が氾濫原より低い位置にあったのは明らかであるが、現在では分布標高が逆転し内湾河口堆積物が20m以上高くなっている。したがって約10kyr BP以降、図-7に示すようにサロベツ原野中央～沿岸部が原野東部に対し沈降する相対変位があったと推定される。一方サロベツ原野内でのHo 2上限の分布標高がほぼ一定であることから、6.2kyr BP以降の変位は乏しく、この変位は約6～10kyr BPに起きたと推定される。ただしNo.1孔およびNo.3孔では河川の浸食などにより海成堆積物が失われている可能性もあり、データの拡充による検証が今後の課題である。

このとき変位量をNo.1孔とNo.4孔の差の25mとし、変位期間を4kyrとすると、相対変位速度は最大で約5mm/yrとなり、一般的な沈降速度よりも明らかに大きい。変位にはP1の圧密沈下分も含まれると推測されるが、P1のうち軟弱な砂/シルト互層は厚さ15m程度のため20m以上の圧密沈下を受けたとは考えにくく、少なくともこの変位の一部は地殻変動によると推定される。

また隆起側の原野東部には活断層の伏在が推定されている^{8)~10)}。産業技術総合研究所¹¹⁾によれば図-8に示すように地下6.7kmに頭部をもつ東傾斜の低角逆断層であり、平均変位速度は0.3～0.7mm/yrとされる。本研究における変位速度はこれより大きいため、約6～10kyr BPに大規模な断層活動や褶曲変形が起きた可能性がある。

6. まとめと今後の課題

本研究ではサロベツ原野南部で掘削された5本のボーリングコアを解析し、既存の調査結果を踏まえ沖積層の地質構造と堆積環境を復元し、完新世の地殻変動の検討を行った。以下に成果の概要をまとめる。

6.1 地質構造

- (1) 沖積基底面は海側の深い面と内陸側の浅い面とに分かれ、両者の間は段丘状の不連続な地形をなす。
- (2) 10.5kyr BPの海退面と6.2～8kyr BPの海成堆積物を基準に、沖積層を下位よりP1, Ho 1, Ho 2, Ho 3の4部層に区分した。
- (3) P1は基底砂礫と淡水成の砂/シルト互層からなる。砂/シルト互層には局所的な礫混じり砂が介在する。基底砂礫は広域に連続する。
- (4) Ho 1は主に淡水成の砂/シルト互層からなり、まれに海成の細粒砂を介在する。沿岸部には南北方向に伸びるバリア堆積物が分布する。Ho 1基底は10.5kyr BPに形成された海退面であり、内陸部では砂礫層を伴う。
- (5) Ho 2は主にバリアラグーンで堆積した細粒砂、粘土、砂質シルトからなる。この層は地質の側方変化はあるが沿岸部から内陸まで連続する。上部は淡水成の砂/シルト互層と薄い海成粘土～シルトからなる。沿岸部ではバリア堆積物を基礎とした砂層が南北方向に広く分布する。
- (6) Ho 3は砂丘砂、泥炭、氾濫原堆積物などの淡水成堆積物からなる。砂丘砂の下位には砂礫が分布し海岸線沿いに連続する。

6.2 環境変遷

- (1) 12～14.5kyr BPは網状河川が主体であった。約12kyr BPからは湖沼が主体で蛇行河川などが混在した。11～10.5kyr BPには現海岸線付近まで海進が及んだ。
- (2) 新ドリラス期にあたる10.5kyr BPには海退が起き不連続面が形成され、それ以降は8kyr BP頃まで氾濫原環境が主体となった。10kyr BPには下沼丘陵付近からパンケ沼を経て沿岸北部へと至る内湾河口が存在し、外洋との境にはバリアが形成され始めていた。バリアは海水準が上昇するにつれ南へと伸びていった。8～8.5kyr BPには海退が起き沿岸部でも淡水の影響が強くなった。
- (3) 7.5～8kyr BPはサロベツ地域の最大海進期であり、広範囲がバリアラグーンおよび干潟の環境となった。ラグーンは7.4kyr BP以降に淡水環境へ変化し、6.2kyr BP

前後に再び海水環境へと変化した。このときがサロベツ地域の最高海水準期であった。

(4) 6.2kyr BP以降は砂丘、氾濫原、泥炭などの淡水環境となった。4～5 kyr BPには海水準の低下があり沿岸や河川で浸食や礫質砂の堆積があった。

6.3 地殻変動

(1) 6.2kyr BP以降、サロベツ原野域が丘陵部に対し沈降する相対変位があった。変位速度は最大で1.5mm/yrとなる可能性があり、サロベツ原野表層に厚い泥炭層が形成された一因であった可能性がある。

(2) 6～10kyr BPにはサロベツ原野中央～沿岸部が原野東部に対し沈降する相対変位があった可能性があり、変位速度は最大で約5 mm/yrであった。原野東部には東傾斜逆断層型の活断層の伏在が推定されており、6～10kyr BPに大規模な断層活動や褶曲変形が起きた可能性がある。

6.4 今後の課題

本研究では地質構造や堆積環境のような基礎地質を中心に調査解析を行った。今後は本研究成果を活かし、水文地質構造のモデル化や、地殻変動調査の精度向上など、応用地質的な側面の研究を行う予定である。また基礎地質の調査範囲拡大や調査精度の向上も必要である。

現在筆者らは本研究の成果に原位置で測定した地下水ポテンシャル等の情報を重ね、沖積層内の水文地質構造と地下水流動形態について解析検討している。その成果は別稿にまとめ報告する予定である。

謝辞 本稿を執筆するにあたり、幌延町役場ならびに幌延町下沼地区の方々には既存地質データの提供、地質調査用地の貸与など多大な協力をしていただいた。北海道開発局からは既存地質調査資料を提供していただいた。産業総合技術研究所の丸井敦尚氏には研究内容全般について多大なご指導をいただいた。ここに謹んで感謝申し上げます。

引 用 文 献

- 1) SAKAGUCHI, Y. (1985): Holocene Marine Deposits in Hokkaido and their Sedimentary Environments, *Bulletin. Department of Geography, The University of Tokyo*, Vol.17, pp.1-17.
- 2) 大平明夫 (1995): 完新世におけるサロベツ原野の泥炭地の形成と古環境変化, *地理学評論*, Vol.68, pp.695-712.
- 3) 岡孝雄・五十嵐八枝子・林正彦 (2006): ボーリングデータ解析および花粉分析による天塩平野の沖積層の研究, 北海道立地質研究所報告, Vol.77, pp.17-75.
- 4) 秦光男・上田芳郎 (1967): 20万分の1地質図幅「稚内」, 地質調査所.
- 5) 秦光男・上田芳郎 (1969): 20万分の1地質図幅「天塩」, 地質調査所.
- 6) 山口昇一・須田芳郎 (1981): 20万分の1地質図幅「枝幸」, 地質調査所.
- 7) 小池一之・町田洋 (2001): 日本の海成段丘アトラス, 東京大学出版会, pp.20-22.
- 8) 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志 (2002): 第四紀逆断層アトラス, 古今書院, pp.34-35.
- 9) 中田高・今泉俊文 (2002): 活断層詳細デジタルマップ, 東京大学出版会.
- 10) 産業技術総合研究所 (2006): サロベツ断層帯の活動性および活動履歴調査「基盤の調査観測対象断層帯の追加・補完調査」成果報告書, No.H17-1.
- 11) 田村慎・大津直・岡孝雄・秋田藤夫・若浜洋・酒井利彰・石島洋二 (2009): 北海道北部, サロベツ原野における浅部地下構造, 北海道大学地球物理学研究報告, Vol.72, pp.51-77.
- 12) BERNER, R.A. and RAISWELL, R. (1984): C/S method for distinguishing freshwater from marine sedimentary rocks, *Geology*, Vol.12, pp.365-368.
- 13) 吉田真見子・保柳康一・卜部厚志・山崎梓・山岸美由紀・大村亜希子 (2006): 堆積相と全有機炭素・窒素・イオン濃度を用いた堆積環境の復元—新潟平野上部更新統～完新統の例—, *地質学論集*, Vol.59, pp.93-109.
- 14) SAMPEI, Y., MATSUMOTO, E., KAMEI, T. and TOKUOKA, T. (1997): Sulfur and organic carbon relationship in sediment from coastal brackish lakes in the Shimane peninsula district, southwest Japan, *Geochemical Journal*, Vol.31, pp.245-262.
- 15) 海津正倫 (1994): 沖積低地の古環境学, 古今書院, pp.117-118.
- 16) 北海道開発局農業水産部北海道開発局土木試験所 (1979): 営農用深層地下水調査, 浜里地区調査報告書 (昭和51, 52, 53年度調査), 北海道開発局, pp.2-19.
- 17) 北海道開発局留萌開発建設部 (1998): 平成10年度サロベツ川水理地質調査検討業務報告書, 北海道開発局, H9B1孔およびH9B4孔.
- 18) 幌延町 (1981): 幌延町内地質岩盤調査委託業務報告書, 幌延町, 10号孔柱状図.
- 19) 日本地質学会フィールドジオロジー刊行委員会編 (2006): シーケンス層序と水中火山岩類, 共立出版, pp.28-29.
- 20) 大平明夫・海津正倫 (1999): 北海道北部, 大沼周辺低地における完新世の相対的海水準と地形発達, *地理学評論*, 72A, pp.536-555.
- 21) 岡孝雄・五十嵐八枝子 (1997): 北海道・天塩平野北部の上部新世界—特に勇知層・更別層の堆積相と花粉化石層序について—, 加藤誠教授退官記念論文集, pp.341-365.

(2010年4月30日受付, 2010年11月8日受理)

Geological Analysis of Alluvium in the Sarobetsu Moor

Toshiaki SAKAI, Seiichiro IOKA, Yoji ISHIJIMA and Toshifumi IGARASHI

Abstract

5 boring cores were studied by using C/S analysis and ^{14}C dating techniques, with the aim of elucidating the geological structure and sedimentary environment of Sarobetsu moor in the northern part of Hokkaido. Alluvium was divided into 4 groups, and the distribution of sand and gravel or clay strata with high continuity was estimated. On the basis of these results, the sedimentary environment of Sarobetsu moor was estimated as follows. Braided rivers and lakes were predominant during 10.5~14.5 kyr BP, and there was a regression at 10.5 kyr BP. Floodplains were predominant during 8~10.5 kyr BP. Barrier lagoons and tidal flats were predominant during 6.2~8 kyr BP. Floodplains were predominant after 6.2 kyr BP. Tectonic movement was detected from the displacement of marine sediments. The main area of Sarobetsu moor subsided relative to the hilly area after 6.2 kyr BP. The rate of subsidence might be 1.5 mm/yr at the maximum. The region between the coastal area and the central part of Sarobetsu moor might subside relative to the eastern area during 6~10 kyr BP.

Key words : Sarobetsu moor, alluvium, sedimentary environment, crustal movement