

# PALYNO

No.5

パリノ・サーヴェイ株式会社創立30周年記念号

- 講演会 -

創立30周年記念講演会開催主旨  
講演会プログラム

- 挨拶 -

パリノ・サーヴェイ株式会社創立30周年にあたって  
学際領域研究とパリノ・サーヴェイ株式会社  
パリノ・サーヴェイ株式会社の歩み

高橋則忠  
徳永重元  
橋本真紀夫

- 動向 -

研究センター  
分析センター  
地質調査室  
土壌研究室  
考古学研究室  
遺跡調査と自然科学分析調査

辻本崇夫  
中根秀二  
興津昌宏  
中根秀二  
植木真吾  
橋本真紀夫

- 研究報告 -

黒曜石産地同定法の進展  
越後平野北部地域における古植生変遷  
射水平野周辺の古環境変遷

五十嵐俊雄・齋藤紀行  
斉藤崇人・千葉博俊  
田中義文・千葉博俊

- 技術報告 -

胎土分析における薄片観察法の展開  
- 砂粒のポイント法による計数 -  
珪藻分析の歩みと動向  
当社での植物珪酸体分析の動向  
- 処理方法を中心として -  
遺跡におけるデンプン粒分析の展開  
- 海外の分析事例から見た現状 -  
森林総合研究所・木材採集会参加の成果  
当社における植物標本作製と活用

矢作健二・石岡智武・山川真樹・辻 康男  
伊藤良永

馬場健司

馬場健司・辻 康男  
高橋 敦・松元美由紀  
斉藤崇人

バックナンバー目次  
編集後記

編集委員



2007.9.

PALYNOSURVEY CO., LTD

## 黒曜石産地同定法の進展

五十嵐 俊雄<sup>1)</sup>・齋藤 紀行<sup>2)</sup>

### はじめに

「Fe-Rb法による黒曜石の産地推定」を本誌4号（五十嵐ほか，2001）に掲載したが、自社の分析データが多くなるとつれて産地に関する解析も進展し、従来のFe-Rb法による推定はかなりの改定を要することとなった。さらにFe-Rb法を補完するSr-Rb法およびSr-Zr法の開発も軌道にのるにいたったので、併せてその概要について述べる。

### 1. Fe-Rb法の改定

Fe-Rb法の改定の主な理由はプログラム開発時の分析値と、現在採用している分析値の相違に起因している。従来法は主として大沢（1991）による中性子放射化分析による分析値を採用している。この分析法は非破壊分析が可能である反面、誤差が比較的大きい難点がある。このため、当社ではガラスピートを用いた蛍光X線分析により安定した分析値を用いている。小田静夫氏から提供された試料を基礎資料とし、地質文献と遺跡出土の石器試料の分析値を総合して解析した。

表1に新たな計算基礎とした産出地区別の各成分平均値を掲げ、表2に従来法との比較表を掲げた。平均値は近似するが標準偏差の値が異なる点に注目されたい。分析データがもっとも豊富な関東周辺地区を例にとると 1) 推定産地の限定化、2) 産地の細分化、および 3) 未知産地に関する情報の提供がFe-Rb法改定の眼目となる。

1) 推定産地の限定化：産地の限定化は細分化と不可分である。従来法では細区分は不可能であったが、分析値の誤差が僅少となったため地区を細分化し、偏差値を小さくすることに成功した。

2) 1)の解析に際して従来法で星ヶ塔とされた産地は星ヶ塔-1と星ヶ塔-2に分割され、男女倉とされた産地は男女倉-1、男女倉-2、男女倉-3に、麦草峠は麦草峠-1と麦草峠-2、麦草峠-3に、上多賀は上多賀-1、上多賀-2、上多賀-3、上多賀-4と4分割され、神津島についても神津島-1、神津島-2、神津島-3、神津島-4に分割された（表1参照）。

3) 1)と2)の作業で地区が特定されない数値が散見される。そのうちのいくつかは境界が不定で他地区に移化する（例えば丁字御領—和田峠-1、和田峠—男女

倉-2など）関係にあることが明らかである。

以上の現象は地質学的に考察すると、黒曜石産地における溶岩は必ずしも1層ではなく、複数で存在する場合があること、同一岩体とみなされる場合でも場所によって組成が微妙に変化することを示唆していると考えられる。

### 2. Fe-Rb法の現状

#### (1) 関東地区での従来法の欠陥と改訂版の問題点

従来法は区分した地区別データの標準偏差が大きいために図示した地域の枠が重複することが多く、関東周辺地区に限定しても、和田峠地区（丁字御領・東餅屋・小深沢）と箱根—伊豆地区（畑宿・鍛冶屋・上多賀・柏峠）は区別が困難な状況にあった。改訂版ではこの点の大幅な改良が行われて地区の細分化がなされた結果、重複する地区が解消され、一層細かい地区の推定がなされるようになった。さらに同様の手法でSr-Rb法、Ba-Rb法、Sr-Zr法およびSr-Ba法が開発・実用化されたことによりFe-Rb法であいまいな結果を示す試料についても産地の推定が可能な段階に達したため、分析に供された全試料について全国の主要産地の推定が可能となっている。現段階での関東及びその周縁地域の細区分は和田峠-1、-2、丁字御領、男女倉-1、-2、-3、星ヶ塔-1、-2、麦草峠-1、-2、-3、畑宿、笛塚、鍛冶屋-1、-2、上多賀-1、-2、-3、-4、柏峠-1、-2、神津島-1、-2、-3、-4、高原山、の26地区である。ただし、解析の精度についてはまだ問題が残されている。その理由は前述したように、地区間で移化する関係がみられる試料が存在することと、分析試料が必ずしも露頭で採取されたものではないことが挙げられる。

1) 顧問 2) 調査研究部分析センター土壌研究グループ

表 1 関東および周辺地区産出黒曜石に含まれるTi,Fe,Ca,Rb,Zr,Sr,Baの産地別平均値

キーワード	Ti (%)		Fe (%)		Ca (%)		Rb (ppm)		Zr (ppm)		Sr (ppm)		Ba (ppm)		Sr/Ca		Ba/Ca							
	平均値	σ	試料数	平均値	σ	試料数	平均値	σ	試料数	平均値	σ	試料数	平均値	σ	試料数	平均値	σ	試料数						
キーンロード																								
和田峠	0.05	0.01	152	0.52	0.05	152	264.20	26.51	152	85.57	5.42	152	13.98	11.04	149	44.78	45.59	129	35.37	25.26	149	109.50	101.70	129
和田峠-1	0.04	0.01	110	0.51	0.05	110	279.20	7.35	110	83.54	4.55	110	8.46	4.28	107	17.84	5.53	89	23.26	10.52	107	49.13	13.91	89
和田峠-2	0.06	0.01	42	0.57	0.02	42	224.70	15.59	42	90.87	3.67	42	28.05	10.48	42	104.70	37.56	40	66.22	25.68	42	243.80	81.88	40
丁字御領	0.04	0.01	29	0.54	0.02	29	331.10	11.43	29	80.67	2.27	29	5.65	2.10	28	15.14	4.76	28	15.63	5.66	28	41.92	12.96	28
男女倉	0.08	0.01	17	0.61	0.09	17	174.70	15.50	17	103.50	23.92	17	63.10	20.26	17	354.00	258.50	14	129.50	40.56	17	661.40	368.50	14
男女倉-1	0.09	0.00	3	0.74	0.02	3	145.30	0.82	3	143.40	0.26	3	86.93	1.80	3				205.20	6.71	3			
男女倉-2	0.08	0.00	11	0.62	0.02	11	182.70	7.32	11	102.80	3.71	11	48.93	5.22	11	224.50	27.03	11	104.10	9.71	11	477.30	48.82	11
男女倉-3	0.05	0.00	3	0.47	0.02	3	175.10	2.56	3	65.93	0.72	3	91.23	0.71	3	828.60	24.10	3	147.20	4.15	3	1337.00	17.67	3
星ヶ塔	0.05	0.01	128	0.46	0.02	128	142.40	6.73	128	72.19	3.69	128	40.90	3.32	128	337.50	12.27	103	119.10	8.94	128	949.10	43.92	103
星ヶ塔-1	0.05	0.00	16	0.46	0.01	16	156.60	2.44	16	75.09	3.75	16	38.41	3.01	16				127.80	8.08	16			
星ヶ塔-2	0.06	0.01	112	0.46	0.02	112	140.40	4.22	112	71.78	3.51	112	41.26	3.22	112	337.50	12.27	103	117.90	8.39	112	949.10	43.92	103
麦草峠	0.09	0.01	71	0.70	0.15	71	112.30	7.61	71	110.00	13.19	71	114.90	5.06	71	766.80	26.52	7	231.30	34.04	71	1496.00	108.80	7
麦草峠-1	0.09	0.01	47	0.66	0.02	47	116.40	2.37	47	109.00	5.34	47	116.30	4.68	47				246.00	8.08	47			
麦草峠-2	0.09	0.01	20	0.66	0.05	20	101.10	3.62	20	102.70	3.68	20	113.10	4.34	20	766.80	26.52	7	220.10	23.62	20	1496.00	108.80	7
麦草峠-3	0.10	0.01	4	1.30	0.09	4	120.00	2.31	4	158.00	9.47	4	106.90	2.00	4				114.60	11.70	4			
畑宿	0.18	0.01	9	1.80	0.07	9	18.89	1.84	9	142.60	2.86	9	141.50	6.53	9	512.50	15.29	6	106.20	5.71	9	377.70	14.31	6
笛塚	0.41	0.01	2	3.80	0.12	2	12.80	1.84	2	100.10	0.35	2	225.60	2.62	2				83.06	4.20	2			
鍛冶屋	0.17	0.03	13	1.80	0.09	13	29.85	2.18	13	151.70	4.62	8	142.90	3.98	8				106.30	2.41	8			
鍛冶屋-1	0.17	0.03	10	1.80	0.06	10	29.17	2.01	10	152.00	4.93	7	142.90	4.29	7				106.50	2.46	7			
鍛冶屋-2	0.13	0.01	2	1.60	0.04	2	32.45	0.50	2															
上多賀	0.13	0.02	22	1.40	0.18	22	50.68	10.74	22	195.70	12.69	22	111.10	6.95	22	617.30	5.66	2	93.56	16.12	22	474.00	32.59	2
上多賀-1	0.12	0.00	10	1.30	0.02	10	57.63	3.60	10	202.70	5.20	10	106.40	1.75	10	621.30	0.00	1	95.29	3.62	10	497.00	0.00	1
上多賀-2	0.10	0.01	3	1.30	0.07	3	30.23	0.15	3	169.10	3.39	3	125.00	3.33	3				126.50	10.58	3			
上多賀-3	0.15	0.00	4	1.50	0.05	4	56.70	3.91	4	200.20	5.51	4	114.90	3.12	4				85.84	3.55	4			
上多賀-4	0.16	0.02	5	1.70	0.08	5	44.24	6.52	5	194.00	8.82	5	109.30	3.96	5	613.30	0.00	1	76.51	4.85	5	451.00	0.00	1
柏峠	0.19	0.01	6	1.90	0.04	6	46.03	4.06	6	152.70	18.95	6	146.50	19.59	6				97.92	12.85	6			
柏峠-1	0.20	0.01	5	1.90	0.04	5	47.04	3.60	5	145.00	0.64	5	154.50	2.48	5				103.10	1.60	5			
柏峠-2	0.17	0.00	1	1.90	0.00	1	41.00	0.00	1	191.40	0.00	1	106.80	0.00	1				71.84	0.00	1			
神津島	0.07	0.01	44	0.62	0.03	44	66.97	3.47	44	74.52	7.42	44	73.47	12.18	44	599.30	11.53	32	130.80	7.20	44	991.00	25.09	32
神津島-1	0.07	0.00	32	0.61	0.01	32	66.27	3.07	32	74.86	2.84	32	79.45	2.40	32	599.30	11.53	32	131.40	4.30	32	991.00	25.09	32
神津島-2	0.07	0.00	6	0.67	0.03	6	65.93	1.85	6	82.15	15.57	6	68.80	2.77	6				138.10	9.80	6			
神津島-3	0.07	0.01	3	0.65	0.02	3	73.83	1.70	3	65.33	0.99	3	54.67	0.68	3				124.80	4.87	3			
神津島-4	0.05	0.00	3	0.63	0.01	3	69.67	2.93	3	64.80	2.50	3	37.80	1.67	3				116.80	7.14	3			
高原山	0.11	0.01	6	1.30	0.07	6	102.70	3.00	6	151.20	6.87	6	108.40	3.33	6	711.80	26.17	6	103.50	4.34	6	680.10	42.68	6

表2 従来法と改訂版の平均値と標準偏差の変化

地 区	改訂版 (Fe)			従来法 (Fe)			改訂版 (Rb)			従来法 (Rb)		
	平均値	標準偏差	試料数									
和田峠-1	0.51	0.05	110	0.54	0.09	83	279.20	7.35	110	275.08	16.41	79
和田峠-2	0.57	0.05	42	0.76	0.18	23	224.70	15.59	42	246.66	20.90	22
丁子御領	0.54	0.02	29	0.56	0.04	9	331.10	11.43	29	325.36	15.29	8
男女倉-1	0.74	0.02	3	0.70	0.07	9	145.30	0.82	3	159.49	15.34	8
男女倉-2	0.62	0.02	11				182.70	7.32	11			
男女倉-3	0.47	0.02	3				175.10	2.56	3			
星ヶ塔-1	0.46	0.01	16	0.48	0.03	10	156.60	2.44	16	153.50	9.44	9
星ヶ塔-2	0.46	0.02	112				140.40	4.22	112			
麦草峠-1	0.66	0.02	47	0.69	0.04	17	116.40	2.37	47	105.33	6.40	15
麦草峠-2	0.66	0.05	20				101.10	3.62	20			
麦草峠-3	1.30	0.09	4				120.00	2.31	4			
畑 宿	1.80	0.07	9	1.86	0.07	18	18.89	1.84	9	21.75	6.37	17
笛 塚	3.80	0.12	2	3.69	0.39	10	12.80	1.84	2	16.18	6.85	9
鍛冶屋-1	1.80	0.06	10	1.71	0.08	7	29.17	2.01	10	28.33	4.08	6
鍛冶屋-2	1.60	0.04	2				32.45	0.50	2			
上多賀-1	1.30	0.02	10	1.31	0.08	18	57.63	3.60	10	36.29	10.22	16
上多賀-2	1.30	0.07	3				30.23	0.15	3			
上多賀-3	1.50	0.05	4				56.70	3.91	4			
上多賀-4	1.70	0.08	5				44.24	6.52	5			
柏 峠 -1	1.90	0.04	5	1.78	0.22	5	47.04	3.60	5	42.20	4.38	5
柏 峠 -2	1.90	0.04	1				41.00	0.00	1			
神津島-1	0.61	0.01	32	0.59	0.05	61	66.27	3.07	32	67.17	6.78	58
神津島-2	0.67	0.03	6				65.93	1.85	6			
神津島-3	0.65	0.02	3				73.83	1.70	3			
神津島-4	0.63	0.01	3				69.67	2.93	3			
高 原 山	1.30	0.07	6	1.37	0.09	12	102.70	3.00	6	107.50	6.22	12
地 区	改訂版 (Sr)			従来法 (Sr)			改訂版 (Zr)			従来法 (Zr)		
和田峠-1	8.46	4.28	107	13.58	8.79	8	83.54	4.55	110	90.32	5.31	11
和田峠-2	28.05	10.48	42	4.63	5.73	3	90.87	3.67	42	83.97	2.25	3
丁子御領	5.65	2.10	28	n.d.	n.d.	n.d.	80.67	2.27	29	n.d.	n.d.	n.d.
男女倉-1	86.93	1.80	3	86.93	1.80	3	143.40	0.26	3	143.40	0.26	3
男女倉-2	48.93	5.22	11				102.80	3.71	11			
男女倉-3	91.23	0.71	3				65.93	0.72	3			
星ヶ塔-1	38.41	3.01	16	31.40	1.44	3	75.09	3.75	16	71.30	1.31	3
星ヶ塔-2	41.26	3.22	112				71.78	3.51	112			
麦草峠-1	116.30	4.68	47	n.d.	n.d.	n.d.	109.00	5.34	47	n.d.	n.d.	n.d.
麦草峠-2	113.10	4.34	20				102.70	3.68	20			
麦草峠-3	106.90	2.00	4				158.00	9.47	4			
畑 宿	141.50	6.53	9	131.55	1.06	2	142.60	2.86	9	144.15	0.35	2
笛 塚	255.60	2.62	2	225.65	2.62	2	100.10	0.35	2	100.05	0.35	2
鍛冶屋-1	142.90	4.29	7	n.d.	n.d.	n.d.	152.00	4.93	7	n.d.	n.d.	n.d.
鍛冶屋-2	n.d.	n.d.	n.d.				n.d.	n.d.	n.d.			
上多賀-1	106.40	1.75	10	124.97	3.33	3	202.70	5.20	10	169.10	3.39	3
上多賀-2	125.00	3.33	3				169.10	3.39	3			
上多賀-3	114.90	3.12	4				200.20	5.51	4			
上多賀-4	109.30	3.96	5				194.00	8.82	5			
柏 峠 -1	154.50	2.48	5	n.d.	n.d.	n.d.	145.00	0.64	5	n.d.	n.d.	n.d.
柏 峠 -2	106.80	0.00	1	n.d.	n.d.	n.d.	191.40	0.00	1	n.d.	n.d.	n.d.
神津島-1	79.45	2.40	32	57.52	13.48	12	74.86	2.84	32	73.61	13.82	12
神津島-2	68.80	2.77	6				82.15	15.57	6			
神津島-3	54.67	0.68	3				65.33	0.99	3			
神津島-4	37.80	1.67	3				64.80	2.50	3			
高 原 山	108.38	3.33	6	n.d.	n.d.	n.d.	151.23	6.87	6	n.d.	n.d.	n.d.

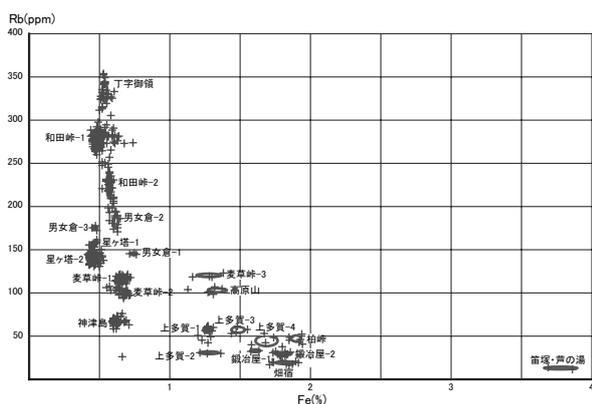


図1 Fe-Rb図

1) Fe-Rb法での丁字御領-和田峠-1-和田峠-2-男女倉-2は黒曜石の性質が移化する典型例である。2) 上多賀-1-上多賀-2-上多賀-3-上多賀-4-柏峠-1-柏峠-2、煙宿-鍛冶屋-1-鍛冶屋-2の解析も難解である。上多賀-柏峠地区と煙宿-鍛冶屋地区の場合は露頭の把握と分析試料数が少ないことが大きな原因であるが、このほかに上多賀-柏峠地区については試料によって分析値にばらつきが見られる地質的な原因が不明であることが解析を困難にしている。とくに鍛冶屋-2と柏峠-2としたものは試料が極端に少なく、区分は確定的ではない。3) 細区分で男女倉-3としたデータは他の推定法で検討した結果、男女倉-1と男女倉-2とやや遊離した値を示す。鷹山産の黒曜石の可能性があり、追試を必要とする。4) 麦草峠-1と麦草峠-2は従来の麦草峠と冷山に相当する可能性がある。これについても露頭から採取した試料での追試が必要である。

その他の地区についても近い将来に露頭試料の採取と産状の解析が望まれる。ここでは 1) 上多賀地区の黒曜石は凝灰角礫岩の角礫となっていて必ずしも同一岩体の破片とは限らないこと、2) 産地が複数存在する可能性があること、などが想定される。Fe-Rb法での和田峠地区の移化現象と上多賀地区の分散傾向はSr-Rb法およびSr-Zr法でも同様にあらわれる。

(2) 粉末試料と非破壊試料の比較

分析法の違いによる結果の相違の好例がある。

井上・能登(2002)は、露頭から採取した黒曜石をハンマーで打ちかいて比較的平滑な面を作り出して分析面とした試料を、X線照射範囲が直径約15mmの試料台に直接載せて分析した(使用機器:JSX-3200)。分析対象元素はSi, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, P, Rb,

Sr, Y, Zrの14元素である。井上・能登(2002)は黒曜石とガラス質安山岩の分析を行ったが、黒曜石は著者が直接現地へ赴いて試料採取を行っている。試料採取地点は和田峠系として西餅屋・東餅屋・小深沢・男女倉・星ヶ塔、蓼科系として冷山・麦草峠、伊豆箱根系として煙宿・鍛冶屋・上多賀・柏峠、および神津島、恩馳島、高原山で、露頭採取か露頭から剥離して斜面に堆積したものを対象とした。

分析の結果を当社のFe-Rb図に投影した結果を図に示す。

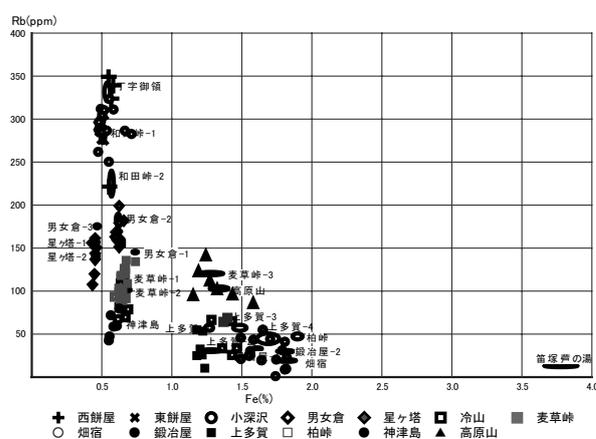


図2 井上・能登(2002)のデータによるFe-Rb図

- 1) 和田峠系のうち西餅屋・東餅屋・小深沢はFe-Rb図の丁字御領-和田峠-1-和田峠-2にわたってプロットされる。男女倉は図の男女倉-2-男女倉-1に、星ヶ塔は星ヶ塔-1-星ヶ塔-2にわたってプロットされ、細区分はできないがそれぞれ和田峠地区、男女倉地区、星ヶ塔地区に区分可能である。この地区の黒曜石の分析は主成分元素の一つであるFeの分析精度が比較的よいと判定される。
- 2) 和田峠系に準じた好結果が得られるのは蓼科系の麦草峠と冷山試料で、これは麦草峠地区として一括される。
- 3) 神津島恩馳島試料もまとまりが比較的よいが、Feに比較してSrの分散が大きいため一部は蓼科系黒曜石と重複する。
- 4) 伊豆箱根系では上多賀試料はFe-Rb図の上多賀-1-上多賀-2よりやや低いFeの場所にプロットされ、やや高いFeの場所に柏峠がプロットされる。この2地区はFe-Rb図とはやや異なるが一応の纏

まりを有している。しかし、畑宿と鍛冶屋は比較的広い範囲に重複してプロットされ、識別は困難である。

- 5) 高原山試料もFeとRbの分散が大きい。井上・能登(2002)の試料では他と重複していないが、実用的な纏まりはみられない。
- 6) Fe-Rb法は横軸に主成分の一つで、比較的解析精度のよいFeを採用しているために一部の地区の試料については産地推定が可能と判定されるが、Sr-Rb法のように二成分が微量成分である場合は分散が著しく実用には適さないと判断される。

現段階での非破壊に近い状態での分析は、井上・能登(2002)以上の好結果は得られないと考えられる。理由の一つは試料のX線照射面の平滑さと面積の大きさにある。井上・能登(2002)の試料はハンマーで整形して平面を作っているが、石鏟等の石器での照射面は必ずしも平滑ではなく、一定の面積を確保することも困難である。これを解決するためには従来の試料と比較して微小な照射面積で分析が可能となる、高出力蛍光X線分析器が開発されなければならない。

### 3. 関東以外の地区の問題点

#### (1) 北海道地方

北海道では従来から 1)白滝地区とホロカ沢地区、2)十勝(または十勝三股地区)、3)置戸地区、および4)赤井川地区に区分されている。北海道の黒曜石は白滝地区とホロカ沢地区で凝灰角礫岩を被覆する流紋岩溶岩が原岩となっていることを除くと、他地域は砂礫中や転石として産出しているのが現状で、露頭が見られることはまれである。当社の分析は赤井川地区産と推定される試料が大部分でデータに偏りがあり、北海道全域にわたる産地推定を同じ精度で行うためには各地区の試料のデータを充実させる必要がある。北海道には上の4地区のほか奥尻島には鉾山として採掘されている産地があるが、分析値は得られていない。北海道の黒曜石については未知の産地を含め分析試料の収集が急がれる。

#### (2) 東北地方

東北地方ではもっぱら秋田県男鹿半島脇本海岸と山形県月山が黒曜石産地として著名であるが、当社で行った分析結果の解析では秋田県大館地方に1ヶ所、福島県下に少なくとも3ヶ所の産地があると推定さ

れ、現在は 1)脇本、2)大館、3)月山、4)福島-1、5)福島-2、6)福島-3に細区分される。

東北地方には真珠岩の産地が多く知られているが、真珠岩と黒曜石は漸移する関係(黒曜石が内側で真珠岩が外側に分布するのが普通である)がみられることがあることから真珠岩産地で黒曜石の産出をチェックする必要がある。真珠岩の主な産地は次の通りである。

青森県東津軽郡三厩村(役場付近)

青森県北津軽郡小泊村(弁天島流紋岩と呼ばれる岩体の下盤側)

青森県北津軽郡中里村(中新世流紋岩質凝灰岩中の岩脈)

青森県西津軽郡岩崎村(パーライト角礫を有する酸性凝灰角礫岩層(中新世十二湖層))

秋田県北秋田郡森吉町寄延沢(女川層中に進入した流紋岩体)

秋田県河辺郡岩見三内町(流紋岩体の一部)

秋田県南秋田郡五城目町富田(船川層中の流紋岩)

秋田県南秋田郡昭和町苗代沢(同上)

秋田県平鹿郡山内村福万(流紋岩体)

山形県東田川郡朝日村大網(新第三紀流紋岩質凝灰岩に伴う)

山形県山形市長谷堂(中新世ガラス質流紋岩)

山形県山形市盃山(楯岡層中の流紋岩)

宮城県柴田郡川崎町腹帯(凝灰角礫岩中のガラス質角礫)

福島県喜多方市二軒在家(中新世の流紋岩)

福島県河沼郡柳津町八木沢(流紋岩、黒曜石が存在する)

また、黒曜石と類似する松脂岩の産地として、岩手県和賀郡湯田村土畑鉾山付近

宮城県加美郡宮崎村湯倉

が知られている。

#### (3) 新潟県

新潟県下の黒曜石産地は 1)新発田市板山と 2)南魚沼郡入広瀬村大白川が有名であるが、この他に、佐渡にも産地があるという。新潟県は長野県に隣接することから遺物として出土する石器の黒曜石は和田地区産(星ヶ塔・男女倉を含む)であることが多いと考えら

れる。当社において数多く分析された津南町出土の黒曜石はすべて和田地区産と推定された。

#### (4) 西日本地方

愛知県鳳来山塊には古くからガラス岩（松脂岩）の産出が知られているが、考古分野で話題になることは無いのでここでは省略する。

山陰から中部九州に至る西日本では現在のところ次の15地区に細区分している。隠岐-1、-2、姫島-1、-2、-3、竹の首、腰岳、針生島、淀姫、古里、大崎、牟田、壱岐-1、-2、白浜。

島根県隠岐地方の黒曜石は西郷町内の久美、津井、加茂の3地点に産出し、いずれも凝灰角礫岩の角礫の産状を示す。隠岐-1型（久美）と-2型（津井・加茂）に分類される。

姫島は西日本地方の代表的な黒曜石産地の一つで更新世中期に生成した火山島で、大海火山・矢筈岳火山・金火山・稲積火山・城山火山・達磨山火山および浮州火山の7つの火山で構成されている。このうち黒曜石は城山火山の観音崎火口周辺の溶岩ドームに産出し、石器の主原料となった。この他に稲積火山の柱ヶ岳溶岩、達磨山火山の達磨山溶岩、金火山の両瀬溶岩の一部に松脂岩を産出し、硬石膏を伴う特徴を有している。Fe-Rb法では観音崎ドーム溶岩の黒曜石と両瀬産が1型、達磨山溶岩は2型と3型、稲積溶岩は2型に区分される。

腰岳は中腹に露出する溶岩を起源とする。石器原料として九州ではもっとも広範に見られる産地である。

長崎県下は複雑で次の産地があるが、標準試料がそろっていないため、区分は未整理のままである。

牟田：綿津美神社付近の赤みがかった洪積層中の礫  
針生島：針生送信所付近を中心とする転石。露頭も存在するという。

古里：針尾東町海岸の礫。針生島に区分されるものであろう。

淀姫（東浜）：佐世保市、針生島が目前、針生島産と類似するが、区別可能とされる。

西彼杵（上土井行）：従来、亀岳産黒曜石といわれた青藍色の特色を持つ黒曜石。石英礫層中に含まれる。大串郷産も同様である。

大崎：4地点に産出するが、代表的には流紋岩基盤上の粘土層に含まれる礫である。

壱岐：壱岐には平人触（釘山触）、本村触、江角

触、君が浦の4原産地がある。いずれも転石である。もっとも大きな産地は平人触とみられる。現在までのところFe-Rb法による細区分は2または3地区になることが予想されるが、当社における分析は基礎試料4試料にすぎず、またSrのデータを欠くため、正確な解析はなされていない。

総合的に見ると当社における西日本地方の黒曜石試料の収集・分析はきわめて遅れていて、関東地方レベルの解析はできない状態にある。

#### (5) 鹿児島地方

地域的に隔絶していることもあって鹿児島地方は独立して扱うことにした。鹿児島県下に産する黒曜石の分析データは鈴木（1992）によっている。同氏は大口市五女木（露頭に近いと判断される崖錐堆積物）、大口市日東（輝石安山岩中に貫入する黒曜石露頭）、樋脇町上牛鼻（尾木場流紋岩の急冷層）、鹿児島市三船（三船病院横の黒曜石大露頭、三船流紋岩）、大根占町長谷（松崎付近の大根占礫岩層中の巨礫、2点）、合計6試料を採取し、微粉碎して放射化分析試料とした。この結果、五女木-日東、牛鼻、三船-長谷の3グループに分けられた。当社では基礎試料により長谷、竜ヶ水（三船）、出水（日東）、日東、日東開拓の各資料の分析を行っているが、鈴木との分析と整合する結果を得ている。したがって、鹿児島地方でのFe-Rb法、Sr-Rb法、およびSr-Zr法ではこの3区分が適用されることが明らかで、当社においても同じ区分を採用することになる。

宮崎県では桑ノ木津留に産地が知られるが試資料は入手していない。

## 4. Sr-Rb法

当初計画ではFe-Rb法の欠陥を補完し、補強するために、Sr, Ba, Zrの分析データを集積し、Sr-Rb法、Sr-Ba法とSr-Zr法を開発して実用化を図ることにしていた。Rb, Sr, Baの3元素については、RbはSrとBaにきわめて強い逆相関を示し、SrとBaはきわめて強く正相関する。SrとBaはともに2価の陽イオンで、地球化学的にはCaと同様の挙動を示す元素であるが、SrはCaとともに斜長石に取り込まれるのに対し、イオン半径の大きなBaはメルトの中に濃集する傾向が見られることが知られている。従って、この両元素の比は当該マグマが分化する過程で変化することが予想さ

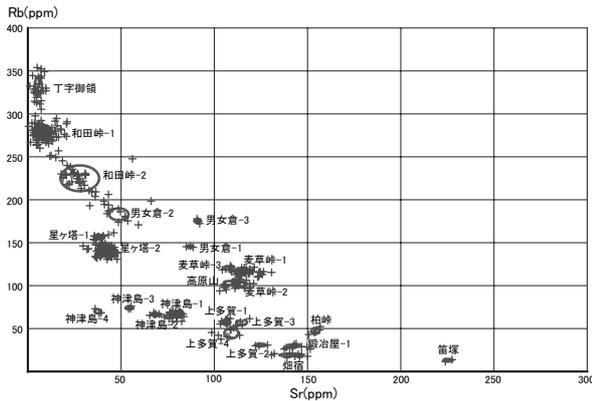


図3 Sr-Rb図

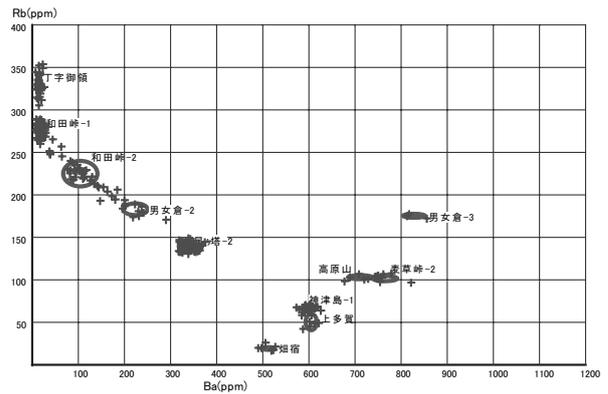


図4 Ba-Rb図

れる。とくにメルトが直接固化したガラス岩中でのBaの濃度は本来のマグマの化学的特徴を反映する元素として注目され、黒曜石の産地同定ではもっとも重要な意味を持つ元素と想定している。しかし、現段階での当社の分析設備ではBaの分析精度が十分には得られないことから、当面Sr-Ba法に変えてSr-Rb法の検討を行うこととし、Baの分析は今後の課題とし、現在、関東地方を中心にデータを集積中である。

SrとRbはFeとSrと同様に逆相関するが、より逆相関の度合いが強く、かつ、Srの分散はFeと比較するときわめて大きいことからSr-Rb法はFe-Rb法より分解能が格段と向上することが期待される。開発されたSr-Rb法はFe-Rb法で課題とされる和田峠地区（丁字御領・東餅屋・小深沢）と箱根-伊豆地区（畑宿・鍛冶屋・上多賀・柏峠）の地区間の識別と細区分に強力な働きを示し、ほぼ完全に補完し、従来所属不明であった試料の解析が可能となり、加えて代表的な産地の細区分が一層明瞭となった。

### 5. Ba-Rb法

前項で述べたように、現在の予測ではFe-Rb法およびSr-Rb法を上回る同定方法はBa-Rb法であると考えられる。その理由はガラス岩中のBa濃度は地域によって大きく異なり、10数ppmから1500ppmまで100倍程度に異なる数値を示すからで、Baが正確に測定されれば、きわめて強力な武器となると予想される。ここでは当社の蛍光X線分析で得られた結果を基に、予備的に行ったBa-Rb法の概略を述べるにとどめる。

Ba-Rb図は全体的にはSr-Rb図と印象は類似する

が、次のような特徴をもっている。1)Baの含有量の範囲がSrより大きいためにX軸に広く展開し、見やすい図となる。2)Sr-Rb法とでは星ヶ塔-2と男女倉-2の相対的な位置が異なる。3)男女倉-2と男女倉-3は完全に分離し、男女倉-3とした試料の産地は男女倉とは異なる可能性を示す（鷹山?）。4)畑宿と上多賀地区では相対的な位置を異にしている。5)高原山と麦草峠-2は近接している点は変化しない。6)神津島-1は上多賀地区と近接し、一部は重複している。

### 6. Sr-Zr法・Sr-Ba法およびTi-Sr法

Sr-Zr法・Sr-Ba法およびTi-Sr法はいずれも未完成の推定法である。

#### (1) Sr-Zr法

ここで用いているSrとZrはいずれもインコンパチブル元素であるが、ZrはHFS（イオン半径が小さく、大きな電荷をもつグループ）に、SrはLIL（大きなイオン半径と小さな電荷を有するグループ）に属する。

試料を関東周辺に限定するとSrとZrの相関係数は0.6で正の相関を示す。Sr-Zrは最大値と最小値の幅が大きく推定法として有望であるが、関東地方における最大値は全国と比較すると半分以下で、比較的狭い範囲にプロットされるために現段階ではFe-Rb法とSr-Rb法を補完する地位に甘んじている。

#### (2) Sr-Ba法

SrとBaはともに2価の陽イオンに属する同属の元素で、天然では同じような挙動をとるため相関係数0.87で、良好な正相関を示す。従って、ここでの地域的な格差は専ら2元素の含有量の多寡によることにな

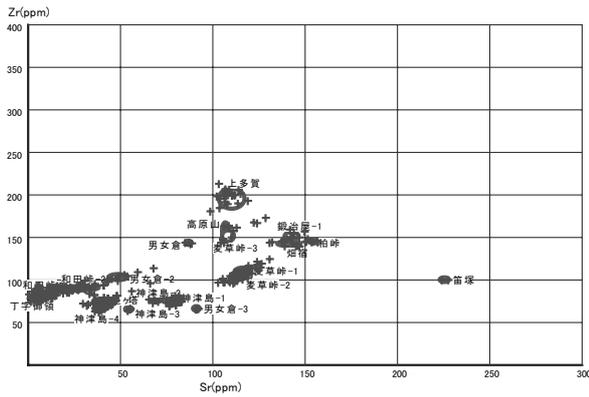


図5 Sr-Zr図

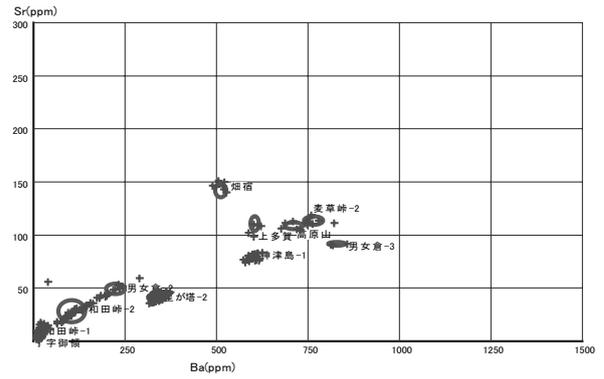


図6 Sr-Ba図

る。SrとBaの含有量は和田地区の黒曜石で最も低く、次いで男女倉・星ヶ塔が低く、神津島をはさんで箱根－伊豆系の黒曜石で含有量が高くなる。高原山も含有量が最も高いグループに入る。例外的な存在は男女倉3と麦草峠2で、和田地区とは遊離しSrとBaの含有量は最も高いグループに属している。岩石学的にみると低Sr・低Baの黒曜石は流紋岩、高Sr・高Baのものはデイサイトに属する傾向が見られる。

Sr-Ba法の変形としてSr/CaとBa/Caを軸とするSr-Ba-Ca法を検討した。CaはSr・Baと同属の陽イオンでこの3元素は地球化学的には同じような挙動をとるとされている。Caは斜長石を作る主要元素の一つであるが、Caのイオン半径(0.99)に近いSr(1.13)は斜長石に取り込まれやすいのに対し、Ba(1.35)のイオン半径は大きいためメルトに残留する比率が高くなる傾向が見られる。一般論として黒曜石中のCa・Sr・Baはデイサイトで高く、流紋岩では低い。関東地区周辺の黒曜石の平均値で見るとBaは18～828ppmで46倍、Srは5.7～225.7で約40倍であるのに対し、Caは0.30～2.72で9倍である。したがって、Sr/Ca、Ba/Caの値は単純な場合でも地区間の格差を増幅して示すはずであり、また、マグマ溜りにおける物理的・化学的変化(造岩鉱物の晶出や混和作用など)を示す指標として地区ごとの特性となることから、産地推定が可能となることが期待される。しかし、現在はデータが不足しているために試行にとどまっている。

本法で注目されるのは高原山と麦草峠2の関係である。Sr-Ba法では互いの領域が近接しているためデー

タの重複現象を生じていずれの産地か不明である場合が多いが、Sr-Ba-Ca法では明確に分離し判定が極めて明瞭となる。Sr-Ba法とSr-Ba-Ca法のケースは、特定の元素を分析しなくとも産地の推定を可能とする点で特徴がある。ただし、男女倉2と多賀地区、星ヶ塔2と神津島では高原山と麦草峠2とは逆にSr-Ba-Ca法で領域が近接しデータが重複する現象も生ずるが、実用的には差し支えはないと考えられる。

### (3) Ti-Sr法

Tiは産地推定のために有力な武器になると考えられるコンパティブル元素の一つである。データをプロットするとFe-Rb法と類似したパターンが得られるが、Fe(関東周辺地区の黒曜石で0.5～3.78%)と比較するとTiの変動幅(0.04～0.41%)は数値が小さいために現在の分析精度では各地区の領域が近接し、産地推定が困難なケースが多くなる。しかし、最小値と最大値の格差はFeが7.56倍であるのに対し、Tiは10倍であることから有望な推定法である。結論としてTi-Sr法の利用はTiの分析精度に関わり、有効数字は少なくとも小数点以下3桁までが要求される。

## 7. 関東周辺地区の遺跡から出土した黒曜石の産地推定

当社で分析したデータを遺跡別にFe-Rb法およびSr-Rb法による産地推定を行った。その結果、関東周辺地区では試料の96.6%について推定産地名が付与され、Fe-Rb法およびSr-Rb法の信頼度は高いといえる。分析点数の多い遺跡の黒曜石の推定産地別集計を行うと、単独で最大の産地は星ヶ塔-2(22.2%)、次いで和田峠-1(21.4%)、麦草峠-1(10.5%)、神津島(7.0%)、

丁字御領 (6.1%) の順となる。和田峠-1・和田峠-2・丁字御領・星ヶ塔-1・星ヶ塔-2・男女倉-2・男女倉-3を広く和田峠地区として合算すると実に66.2%の黒曜石を供給したことになる。麦草峠-1・麦草峠-2・麦草峠-3を合算した麦草峠地区は15.9%、畑宿・鍛冶屋・上多賀・柏峠の各地区を合算した箱根-伊豆地区は9.2%、神津島地区は7.0%、高原山地区は1.3%である。

各遺跡から出土する黒曜石の推定産地は次の6パターンに分類される。なお、各遺跡の資料は未公表のものもあるため、合併前の市町村名で示す。

- 1) 和田峠地区の黒曜石のみが検出される遺跡  
新潟県津南町、群馬県赤堀町、埼玉県川本町、埼玉県幸手市
- 2) 麦草峠地区と畑宿の黒曜石で構成される遺跡  
埼玉県宮代町、神奈川県相模原市相原
- 3) 和田峠地区・麦草峠地区・箱根-伊豆地区の黒曜石が混在する遺跡  
神奈川県相模原市田名、東京都小金井市
- 4) 和田峠地区と神津島地区の黒曜石で構成される遺跡  
東京都三鷹市、東京都あきる野市、山梨県忍野村、埼玉県嵐山町
- 5) 神津島地区の黒曜石のみが検出される遺跡  
千葉県光町
- 6) 高原山の黒曜石のみが検出される遺跡  
千葉県大信村、栃木県宇都宮市

黒曜石の産地が正確に推定されると遺跡の時代・地域による流通についての考察が可能になり、複数の推定産地の黒曜石が混在する遺跡については流通の変遷についても手がかりが得られると考えている。

遺跡出土黒曜石の産地推定は生産地についての情報提供の面でも重要である。

1) その一つは未知の産地に関する情報である。関東周辺地区の産地情報は他地区と比較すると豊富である

が未解決となっているものがある。今回の報告でも男女倉-3 (鷹山?) や上多賀地区のように産地不詳のままに細区分が先行している例があり、東北地方では、大館・福島-1～福島-3など産地未発見の黒曜石の存在がクローズアップされてきた。これらについては地質調査・試料採取が必要で、分析結果をまっけて再区分されるべきである。

2) 地区別課題の一例として星ヶ塔地区を取り上げる。星ヶ塔地区の黒曜石を出土する大部分の遺跡では星ヶ塔-2のみが検出されるのに対し、星ヶ塔-1は相模原市田名地区の全部と群馬県赤堀町の一部に検出される。田名地区では星ヶ塔-2は検出されていないが赤堀地区では星ヶ塔-2の黒曜石が圧倒的に多い。星ヶ塔-1と星ヶ塔-2は同地区における採掘場の変遷と考えられる。遺跡の詳細な解明は生産者である黒曜石産地変遷の考古学的な解明までつながるものであろう。

#### あとがき

本研究は当社が保有する蛍光X線分析装置を用いて得られた分析値を解析したものである。研究は現在も継続中で、とくに文中に述べたようにBa-Rb法およびSr-Ba法はきわめて有望な推定結果が得られると期待されるのでデータを集積中である。

本研究を進めるに当たり、貴重な試料を提供され、適切なご助言を賜った小田静夫氏に深く感謝します。

#### 引用文献

- 五十嵐俊雄・齋藤紀行・中根秀二 (2001) Fe-Rb法による黒曜石の産地推定. PALYNO, 4, 16-25.
- 井上 巖・能登 健 (2002) 岩石学的分類による黒曜石とガラス質安山岩の分類. 考古学と自然科学, 45, 55-77.
- 大沢真澄 (1991) 黒曜石の化学組成. 平成2年度科研費 (一般研究B) 研究成果報告書.
- 鈴木達郎 (1992) 鹿児島県産黒曜石の放射化分析. 鹿児島大学教育学部研究紀要, 自然科学編, 44.

## 越後平野北部地域における古植生変遷

齊藤 崇人<sup>1)</sup>・千葉 博俊<sup>2)</sup>

### 要 旨

越後平野北部地域、胎内川扇状地扇端付近に立地する縄文時代後期～古代の各遺跡の自然科学分析成果から、縄文時代後期～古代における古植生を検討した。

本地域では、既存の研究から、約6,000年前以降、砂丘の形成、扇状地扇端や低地部における河川の土砂供給に伴う扇状地発達や流路変更、地盤変動変化に伴う地形や堆積環境の変化が指摘されている。縄文時代後期～古代の花粉化石群集からは、これらの地形や堆積環境に伴う植生の変化は捉えられず、基本的には以下のような植生が継続した。胎内川扇状地扇端付近の低湿地や氾濫原には、ハンノキ属・トネリコ属からなる湿地林、ニレ属・ケヤキ属等からなる河畔林が分布し、海岸沿いの砂丘にはマツ属などの針葉樹、低地の一部や後背の標高の低い場所にはコナラ属アカガシ亜属、シイノキ属等の常緑広葉樹が生育した。また、後背丘陵・山地部の標高の高い場所にはブナ属、コナラ属コナラ亜属等を主体とし、ツガ属等の針葉樹を含む豊富な樹種から構成される落葉広葉樹林が成立していた。

一方、古墳時代前期頃より花粉化石群集における草本花粉の割合が増加することから、遺跡周辺での草地の増加が示唆された。当該期およびそれ以降の栽培植物に由来する微化石や大型植物遺体の検出、生産域の存在を示唆する遺構・遺物の確認例から、土地利用の変化もその要因として推定された。

今回の花粉群集組成では、常緑樹～広葉樹、海岸林、湿地林、河畔林～林縁、山地・丘陵などの、様々な生態性を示す分類群が存在することが特徴である。これは、狭い範囲に様々な森林が分布したことに由来すると推測され、越後平野北部地域の地形・植生環境を反映した結果といえる。

### はじめに

越後平野北部、阿賀野川以東の沖積地では、埋蔵文化財発掘調査およびそれにともない実施された自然科学分析調査によって、多くの成果が得られている。特に青田遺跡では、縄文時代晩期頃の人間活動を明らかとする貴重な遺構・遺物が確認されたほか、関連科学分野の分析調査から紫雲寺潟地域の地形発達過程や古環境変遷、植物や石材等の資源利用が明らかとされている（新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団、2004）。

また、青田遺跡では、主要樹木花粉の層位的産出に基づく検討結果から、AT-I～Vの花粉化石群帯の設定と、それに対応する植生期が示されている（吉川、2004）。これによれば、AT-I（縄文時代晩期）はハンノキ湿地林とコナラ亜属、スギが優勢な森林期、AT-II（縄文時代晩期終末）はクリ属とトチノキ属の拡大期、AT-III（縄文時代晩期終末～弥生時代初頭頃）はクリ属とトチノキ属及びスギの衰退期、AT-IV（弥生時代早～前期）はハンノキ、トネリコ属湿地林

の拡大及びスギの漸増期、AT-V（弥生時代以降）は湿地林の衰退及びスギ林の拡大期とされ、平安時代以降はスギが分布拡大し、主要な森林構成要素となるとともに、クリやトチノキ林も拡大したとしている。

本稿では、紫雲寺潟（塩津潟）以東～荒川以西の沖積地で実施された自然科学分析成果から、縄文時代後期から古代の植生変遷の検討を行った。

### 1. 対象資料

資料は、越後平野北部、紫雲寺潟（塩津潟）以東～荒川以西の沖積地、すなわち、胎内川扇状地、荒川の氾濫原に立地する遺跡のうち自然科学分析調査の実施された遺跡を対象とし（図1）、さらに、堆積物の年代観や履歴の明らかな資料を選定した。

その結果、江添遺跡、昼塚遺跡、道下遺跡、野地遺跡、反貫目遺跡、西川内北遺跡、西川内南遺跡、六斗蒔遺跡、土居下遺跡（以上、中条町（現：胎内市））、道端遺跡、高柳A遺跡（以上、荒川町）の11遺跡を資料として扱った。

1) 調査研究部分析センター考古学研究グループ 2) 研究センター考古学研究室

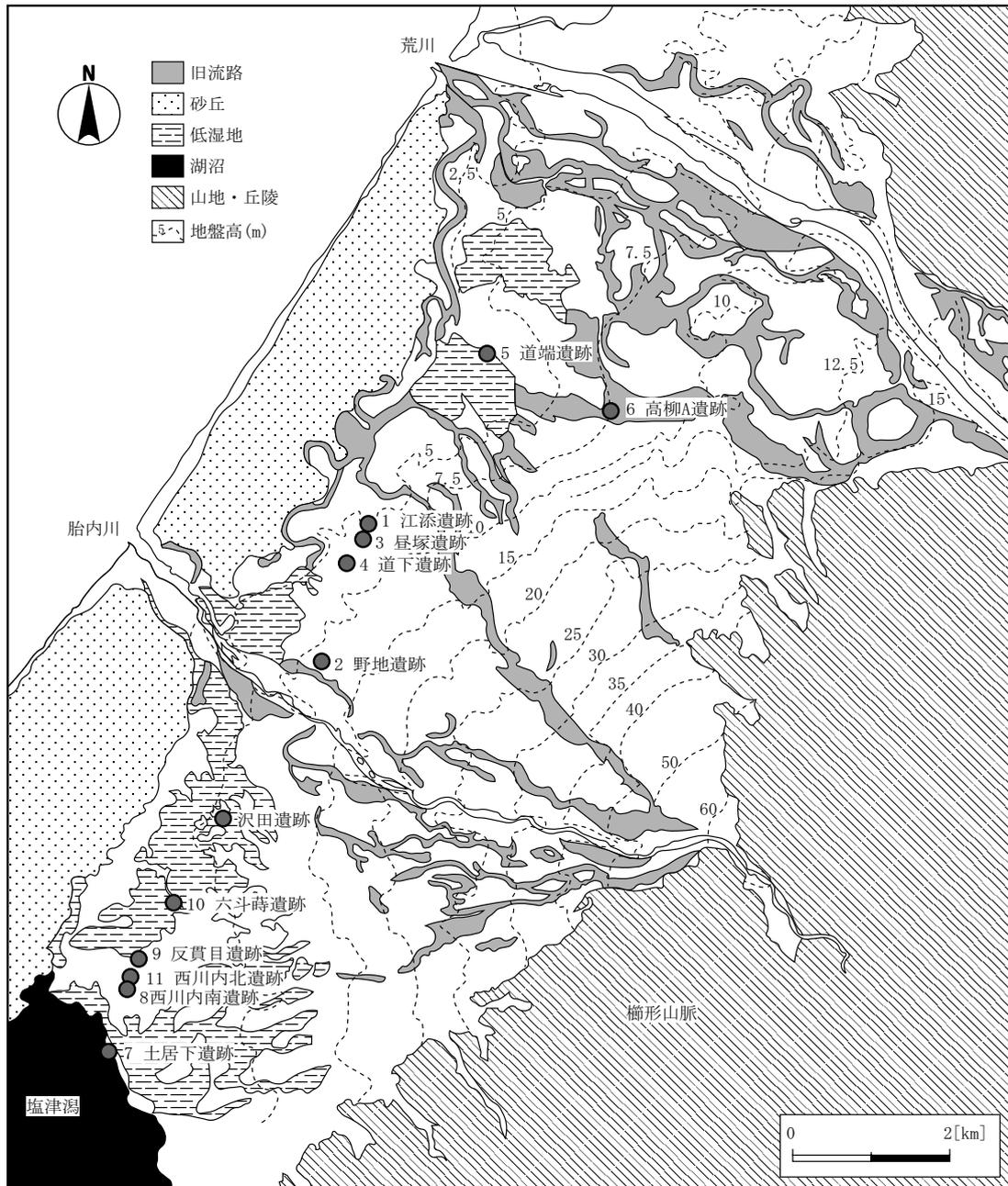


図1 胎内川扇状地における地形分類と遺跡位置  
 中条町史編さん委員会(2004)を加筆修正。遺跡名の前に付した番号は、本文の3.調査成果の節の番号に準ずる。

## 2. 地形発達

本地域の地形は、胎内川扇状地及び海岸砂丘を対象とした研究等により、その発達過程が報告されている。ここでは、これらの研究成果を参考として本地域における地形発達史を概観する。

中条町史編さん委員会(2004)等によれば、更新世後期以降、胎内川は、飯豊山地や楯形山脈の隆起に

伴って生産された多量の砂礫を運搬し、扇状地を形成した。完新世初期には、海岸に砂州、その背後に潟湖が多く形成されており、扇状地礫層の堆積はより一層容易であったと考えられる。寄藤・大矢(1988)は、荒川に比べ胎内川で扇状地が発達しているのは、胎内川の方が平均浸食量が多いこと、河川勾配が急であること、遷急点がほとんどないこと、黒川

盆地が小さいこと等から、砂礫が下流平野まで達しやすい為としている。

完新世の最高海水準に到達した約6,000年前には、海岸に砂州・砂丘が存在した。越後平野の最も内陸側に位置する新砂丘Ⅰの形成は、この時期に始まっていたものと考えられる。最新の研究結果では、新砂丘Ⅰの形成年代は約6,000～4,500年前とされている（鴨井ほか, 2006）。砂州・砂丘の後背には、複数の潮流口を通じて海水が流入する潟湖が広がっていた。この時期にも、越後平野の大半は潟湖であったものと推定され、潮流口の一つは加治川分水付近に存在していたとされている。

約5,400～4,800年前には、海面低下と多量の土砂供給により、潟湖の埋積が進行した。この時期に、飯豊山地北麓、櫛形山脈西麓で土石流が多発し、多量の土砂が供給された。同時に、小海退に伴い海岸に2～3列の砂州列が発達した。潟湖は砂州の成長に伴い閉塞的な環境となり、淡水化が進んだと推測されている。

約4,800～3,400年前の間に、詳細な時期の特定はできていないが、再び潟湖に海水が流入する環境となった。この時期の半ば頃から新砂丘Ⅱが形成され始めた。新砂丘Ⅱの形成年代は、約4,000～1,700年前とさ

れている（鴨井ほか, 2006）。

約3,400～2,400年前は、砂州後背で顕著な泥炭層が形成されるとともに、現海岸線付近まで砂丘・砂堆列が前進した。約2,400年前以降、砂州後背は再び海水の流入する環境となったが、後背湿地的な環境で地形変化は激しかった。胎内川は砂丘との間に位置していた潟を埋積するとともに流路変遷を繰り返し、広い扇状地を形成した。また、海岸では新砂丘Ⅲの形成が進んだ。新砂丘Ⅲの形成年代は、研究者間でも見解が異なっているが、最新の研究結果に基づく、約1,700年前以降とされている（鴨井ほか, 2006）。

なお、上述した新砂丘Ⅰ～Ⅲは、越後平野中央部では列状に分布するが、周辺部にあたる胎内川扇状地周辺では、新砂丘Ⅲの下位に新砂丘Ⅱ・Ⅰが潜り込んでいる（図2）。また、潟湖への海水の流入については、福島潟では泥質干潟に生育する珪藻化石が認められたことから、潟湖への海水の流入が推定された（大平, 1992）が、青田遺跡では珪藻分析結果から、5,000年前以降、海の侵入は認められず、5,000年前以前と平安時代に水域の拡大があったこと、平安時代の水域の拡大は紫雲寺潟形成に伴うことが指摘されている（安井, 2004）。

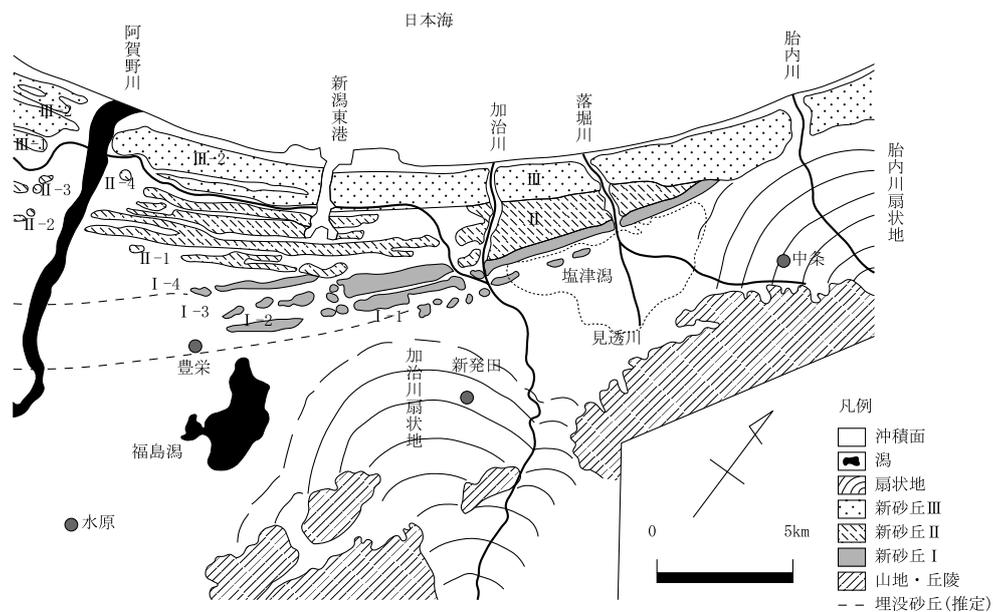


図2 砂丘列の区分図

鴨井ほか(2006)を改変。砂丘列の区分は新潟古砂丘グループ(1974)、下川ほか(2000)に従った。福島潟については干拓以前の形である。

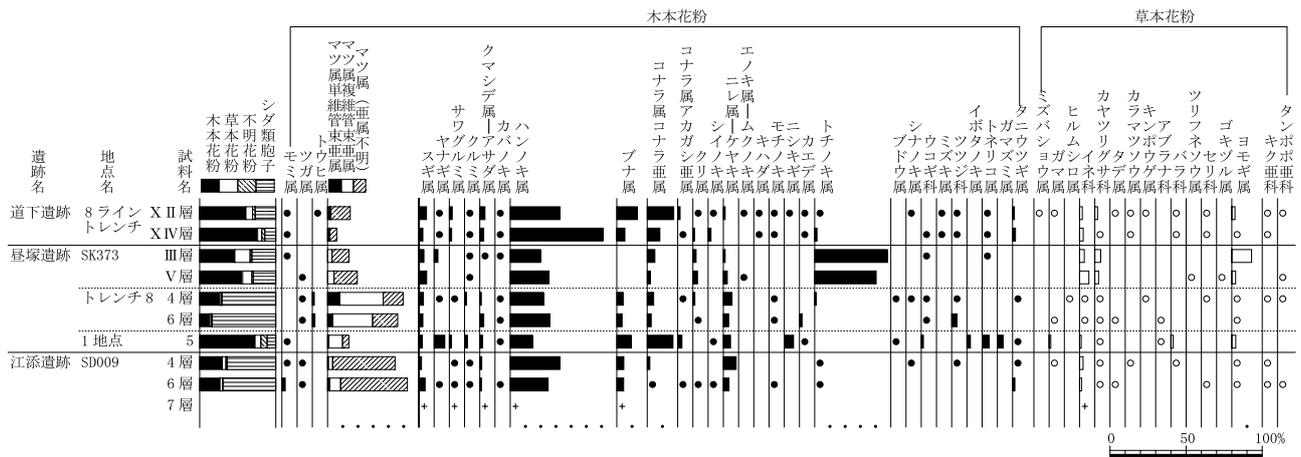


図3 縄文時代の主要花粉化石群集(パリーノ・サーヴェイ株式会社, 2005a, b, 2006a, 2007を修正)  
 出現率は、木本花粉は木本花粉化石総数、草本花粉・シダ類胞子は総数より不明花粉を除く数を基数として百分率で算出した。  
 なお、●○は1%未満、+は木本花粉100個体未満の試料について検出した種類を示す。

### 3. 調査成果

#### (1) 江添遺跡

資料は、自然流路(SD09)内の堆積物である。年代については、流路内堆積物(7層:黒色シルト質粘土)及び炭化物(4層)の放射性炭素年代測定結果から約4,000~3,700年前頃の年代が得られている。また、SD09 7~4層は江添遺跡の基本土層X~IX層に対比されている。

花粉分析結果では、木本類とシダ類胞子が多産する。木本類ではマツ属とハンノキ属が多産し、ニレ属-ケヤキ属、ブナ属、スギ属等を伴う。この他に、遺跡内からは、クマシデ属イヌシデ節、ヤマグワ、クリの自然木(立木)が検出されている(パリーノ・サーヴェイ株式会社, 2005a)。

#### (2) 野地遺跡

14トレンチF地点の基本土層XVIII~IV層に相当する堆積物(20資料)の主要花粉・胞子量及び炭片量が明らかにされている。

花粉分析結果では、基本土層のXVIII~XVI層(縄文時代後期)ではクリ属が多産するが、XV~IV層(縄文時代晩期)ではハンノキ属の多産が確認された。この結果に基づき、A期:クリ林期(基本土層XVIII~XVI層)、B期:ハンノキ林拡大とクリ林期(XV~VIII層)、C期:ハンノキ林期(VII~IV層)の3つの植生期が設定されている(吉川, 2002)。

#### (3) 昼塚遺跡

本遺跡では隣接する江添遺跡とともに地質解析が行われ、陸域の環境(江添遺跡成立時、縄文時代後期前葉~中葉:3,700~4,100BP)、湖沼等の水域(約2.5mの泥質堆積物の堆積)、「昼塚川」の流入(湖沼から川と氾濫原へ)、陸域(昼塚遺跡成立時、3,100BP)といった立地環境の変化が指摘されている(高濱, 2006)。

資料は、1地点5、SK373、トレンチ8の堆積物である。1地点5は、上記の「昼塚川」の河床礫の上位に認められた植物遺体が多量混じる暗褐~褐灰色の粘土質シルトである。同堆積物中の木材(トネリコ属)の放射性炭素年代測定の結果、約3,200~3,100年前頃の年代が得られている。SK373は、小型袋状土坑であり、発掘調査成果から縄文時代晩期前葉後半~中葉前半頃と比定されている。資料は、土坑内を埋積する堆積物のうち、中部(4層)と最下部(8層)に相当する。トレンチ8は、昼塚遺跡調査区南側に設定された深掘トレンチであり、本トレンチの堆積物は1~13層に分層されている。資料は植物遺体が混じるシルト(6、4層)に相当し、9トレンチの14層上位、昼塚遺跡の遺構検出面より下位に相当する堆積物であることから、約3,500~3,000年前の年代観が推測される。

花粉分析結果では、各資料で産出量が異なるが、マツ属、ハンノキ属が多く産出し、スギ属、ヤナギ属、ブナ属、コナラ亜属、ニレ属-ケヤキ属等を伴う。河川の影響が強いと考えられる1地点5では、ブナ属、

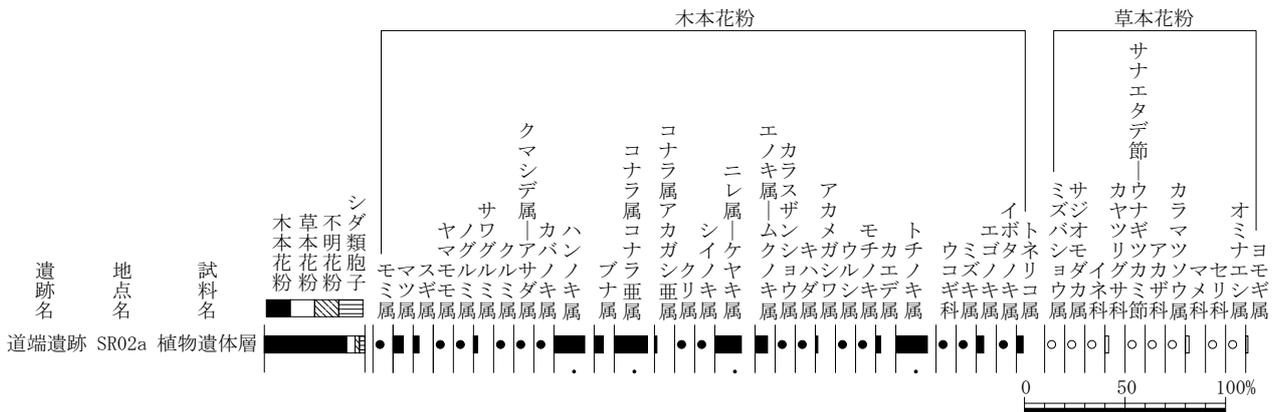


図4 弥生時代の花粉化石群集(パリノ・サーヴェイ株式会社, 2006bを修正)  
出現率は、木本花粉は木本花粉化石総数、草本花粉・シダ類胞子は総数より不明花粉を除く数を基数として百分率で算出した。  
●○は1%未満を示す。

コナラ亜属、ヤナギ属、ニシキギ属も多く認められる(パリノ・サーヴェイ株式会社, 2005b)。

(4) 道下遺跡

本遺跡では、礫支持の砂礫を最下位として、その上位に砂質シルト、砂混じりシルト(基本土層XIV~XII層)からなる堆積物が認められている。XIV~XII層は、地点によって平行葉理の発達と暗褐色を呈する腐植質な堆積物となる状況も確認されている。本遺跡における地質解析によれば、前述の砂礫は「古道下川」の河床礫と推定されており、河川氾濫原から陸域・微高地へと変化したことが指摘されている(高濱, 2007)。

資料は、下層確認トレンチ(8グリッドライン)に認められた堆積物のうち、砂礫の最上部(XIV層)とXII層に相当する。XII層から出土した種実遺体(オニグルミ)の放射性炭素年代測定結果では、約3,000~2,900年前頃の年代が得られていることから、当該期及びそれ以前の堆積物と考えられる。

花粉分析結果では、ハンノキ属が優占し、マツ属、スギ属等の針葉樹、ブナ属、コナラ亜属、クマシデ属-アサダ属等の落葉広葉樹を伴う(パリノ・サーヴェイ株式会社, 2007)。

(5) 道端遺跡

1) 縄文時代

資料は、縄文時代晩期前葉の可能性のある袋状を呈する土坑(SK3)覆土6~1層と、8Qグリッドに認

められた基本土層VIa~VII層に相当する堆積物である。調査報告によれば、基本土層VIb層は縄文時代後期・晩期の遺物包含層とされている。

花粉分析結果では、いずれの試料もハンノキ属が多く産出する。その他ではマツ属、コナラ亜属等が認められ、SK3 6・5層ではトチノキ属の多産が確認されている(株式会社パレオ・ラボ, 2003)。

2) 弥生時代

資料は、流路跡(SR2a 52Qグリッド)の流路堆積物に相当し、同堆積物の上位には弥生時代遺構検出面を含む基本土層IV~III層が堆積する。なお、SR2aは流路堆積物下部に相当する4層(53Qグリッド)から出土した木材(トネリコ属)、土器内から出土した木材(コナラ亜属クヌギ節)の放射性炭素年代測定結果によれば、約2,300~2,000年前頃の年代が得られている。同資料は、流路堆積物に認められた植物遺体の多量に混じる堆積物の上部(S1)に相当する。

花粉分析結果では、ハンノキ属、コナラ亜属、ニレ属-ケヤキ属、トチノキ属等がほぼ同率で認められ、マツ属、ブナ属、エノキ属-ムクノキ属、エゴノキ属、トネリコ属等を伴う(パリノ・サーヴェイ株式会社, 2006b)。

(6) 高柳A遺跡

発掘調査区外南西部に掘削された土層断面では、下位より暗褐色木本質泥炭層、植物遺体を多く含む砂混じり灰色砂層、褐色木本質泥炭層、灰色砂と褐色泥炭

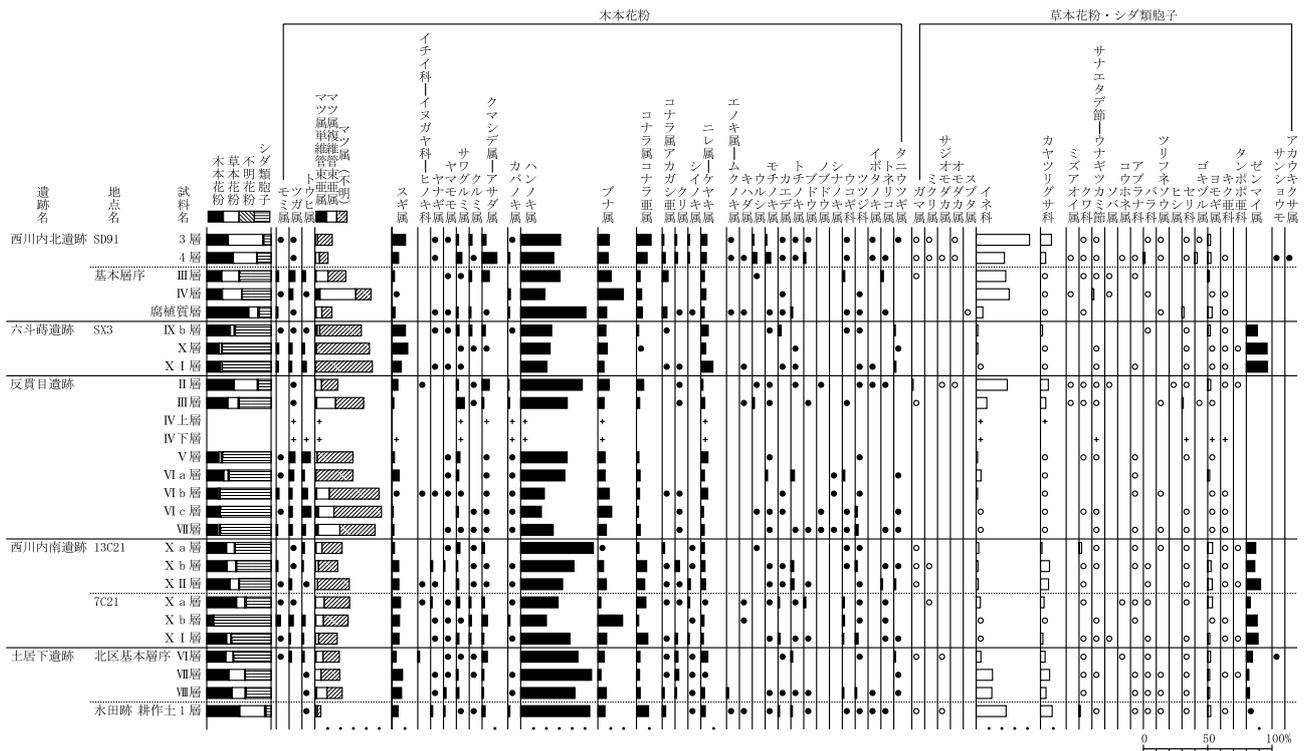


図5 古墳時代～古代の主要花粉化石群集(パリノ・サーヴェイ株式会社, 2004, 2005c, 2005d, 2005e, 2006cを修正)  
 出現率は、木本花粉は木本花粉化石総数、草本花粉・シダ類胞子は総数より不明花粉を除く数を基数として百分率で算出した。  
 なお、●○は1%未満、+は木本花粉100個体未満の試料について検出した種類を示す。

層の互層、褐色泥炭層、黄灰色砂層、泥炭質の褐色粘質土、黒褐色粘質土、暗褐色灰色土(水田耕作土)からなる堆積物が認められている。資料は、土層断面最下位の暗褐色木本質泥炭層と、遺跡内より検出された平安時代の溝状遺構(1号溝)の溝基底直上の黒褐色腐植質土(試料2)と同覆土試料2の上部に相当する黒褐色泥炭(試料1)である。なお、最下位の木本質泥炭層から出土した木材の放射性炭素年代測定結果(補正年代)では、 $2,460 \pm 60BP$ (暦年較正結果(1 $\sigma$ ): B.C. 770-410)の年代値が得られている。

花粉分析結果では、暗褐色木本質泥炭層は、ハンノキ属が多産し、ニレ属-ケヤキ属、コナラ亜属、トチノキ属、スギ属、ブナ属、トネリコ属等を伴う花粉群集が認められる。平安時代の溝状遺構の花粉分析結果では、木本類はハンノキ属が多産し、ニレ属-ケヤキ属、コナラ亜属、トチノキ属、クリーシイ属、スギ属等を伴う花粉群集であるが、試料番号1では草本類が急増し、イネ科、カヤツリグサ科が多産する(株式会社古環境研究所, 1996)。

#### (7) 土居下遺跡

資料は、古墳時代前期の遺構検出面(基本土層VIII層)、古墳時代前期の遺物包含層(基本土層VII層)、古墳時代前期の遺物包含層の上位に堆積する青灰色シルト(基本土層VI層)、さらに、水田跡が検出された地点の基本土層VIII層上位、VI層下位に認められる堆積物(耕作土1層)である。

花粉分析結果では、ハンノキ属が多産し、マツ属、スギ属、ブナ属、コナラ亜属、ニレ属-ケヤキ属等を伴う。草本花粉も比較的多く産出し、特に耕作土1層ではイネ科が多産する。また、遺跡内からは、コナラ亜属コナラ節、トネリコ属、ヤマグワ、ヤナギ属等の自然木が検出されている(パリノ・サーヴェイ株式会社, 2006c)。

#### (8) 西川内南遺跡

資料は、古墳時代前期の遺物包含層及び遺構検出面(基本土層Xa、Xb層)とその下位の基本土層(XI、XII層)である。

花粉分析結果では、ハンノキ属、マツ属が多産し、

スギ属、ブナ属、コナラ亜属等を伴う（パリノ・サーヴェイ株式会社，2005c）。

#### (9) 反貫目遺跡

資料は、基本土層Ⅶ～Ⅱ層までの堆積物（9資料）である。調査報告によれば、下位よりⅥ層及びⅣ層上層は古墳時代前期の遺物包含層及び遺構確認面、Ⅲ層は古墳時代中期の遺物が認められる堆積物、Ⅱ層は古代～近世の遺物が認められる堆積物とされている。

花粉分析結果では、マツ属とハンノキ属が多産し、ブナ属、コナラ亜属、ニレ属－ケヤキ属等を伴う。また、Ⅲ・Ⅱ層では草本花粉の割合が増加し、主にイネ科が多産する。また、遺跡内からは、ハンノキ亜属、コナラ亜属コナラ節、ヤマグワ、トネリコ等の自然木（立木）が検出されている（パリノ・サーヴェイ株式会社，2004）。

#### (10) 六斗蒔遺跡

資料は、6Bグリッドに認められた古墳時代中期の遺物包含層（基本土層XⅠ層上部、X層）、X層上位に堆積する極細粒砂（基本土層IXb層）である。

花粉分析結果では、マツ属が多産し、次いでハンノキ属、スギ属が多く認められる。その他では、ブナ属、ニレ属－ケヤキ属等を伴う。また、遺跡内からは、コナラ亜属コナラ節、ヤマグワといった自然木（立木）が検出されている（パリノ・サーヴェイ株式会社，2005d）。

#### (11) 西川内北遺跡

資料は、9B25グリッドに認められた古代の遺構確認面に相当する基本土層Ⅲ・Ⅳ層、基本土層Ⅴ層の下位に認められた灰～暗褐色を呈するシルト（腐植質層）、川跡（SD91）の流路堆積物上部（3・4層）である。なお、腐植質層は、年代観に関わる情報は得られていないが、基本土層の年代観を考慮すると古代（8世紀初頭）よりも古い堆積物と推定される。

花粉分析結果では、ハンノキ属、マツ属が多産する傾向が認められ、ブナ属、コナラ亜属等を伴う。基本土層Ⅲ・Ⅳ層、SD91の3・4層は草本花粉の割合が高く、イネ科が多産する（パリノ・サーヴェイ株式会社，2005e）。

## 4. 考察

上記した11遺跡の縄文時代後期～古代までの花粉化石群集及び遺跡内で検出された自然木の樹種等から、

本地域では以下のような植生が推定される。

江添遺跡では、縄文時代後期に相当する堆積物よりハンノキ属、ニレ属－ケヤキ属、ヤナギ属、サワグルミ属、クルミ属、クマシデ属－アサダ属、トチノキ属、トネリコ属等が認められた。本遺跡が胎内川扇状地扇端に立地することや自然流路の存在を考慮すると、付近の湿地や氾濫原にはハンノキ属やトネリコ属からなる湿地林や、ニレ属－ケヤキ属、ヤナギ属、サワグルミ属、クルミ属、クマシデ属－アサダ属、トチノキ属等が生育する河畔林が見られたと考えられる。また、遺跡内からはクマシデ属イヌシデ節、ヤマグワ、クリ等の自然木が検出されていることから、遺跡周辺にはこれらの河畔林構成種が生育していたと推測される。当該期の後背の丘陵・山地等にはブナ属、コナラ亜属等の落葉広葉樹林が分布し、部分的にスギ属やモミ属、ツガ属等の針葉樹が林分を形成していたと推定される。さらに、海岸に近い一部の地域では常緑広葉樹のアカガシ亜属やシノキ属等、海岸沿いや低地の一部にはマツ属も生育していたと推定される。

縄文時代晩期の遺跡である昼塚遺跡や道下遺跡、高柳A遺跡も江添遺跡と同様に、扇状地扇端付近の微高地や河川氾濫原に立地する。花粉群集組成では、ハンノキ属やヤナギ属、ニレ属－ケヤキ属、トチノキ属、トネリコ属等が認められた。したがって、周辺にはハンノキ属やトネリコ属からなる湿地林や、ニレ－ケヤキ属、ヤナギ属、トチノキ属などの河畔林が分布していたと推定される。昼塚遺跡や道下遺跡の土坑からトチノキ属の花粉やトチノキの種子破片が多量検出される事例（株式会社パレオ・ラボ，2003；パリノ・サーヴェイ株式会社，2006a）や、野地遺跡の縄文時代後～晩期の堆積物中よりクリ属花粉やクリの種実遺体が多量検出される事例（吉川，2002）が確認されている。このことから、これらの遺跡の極近傍にはトチノキやクリが生育し、これらの種実を利用していたことが示唆される。また、昼塚遺跡や道下遺跡の河床礫上位の堆積物からは、ブナ属やコナラ亜属、ヤナギ属、ニシキギ属等が比較的多く検出された。これらの堆積物の履歴を考慮すると、集水域等の植生を反映していると推測され、櫛形山脈等の後背山地にはブナ属、コナラ亜属等を主体とし、林縁部や集水域の比較的開けた場所にはニシキギ属、ガマズミ属、タラノキ、ニワトコ等を伴う落葉広葉樹林が成立していたと推測される。

海岸沿いの砂丘や低地の一部には、マツ属やアカガシ亜属やシノキ属等が生育していたと推定される。

道端遺跡の弥生時代の流路内堆積物では、ハンノキ属、コナラ亜属、ニレ属-ケヤキ属、トチノキ属等が多産した。このことから、基本的には縄文時代後~晩期と同様の植生が窺われ、周辺の低湿地や氾濫原には、ハンノキ属やトネリコ属からなる湿地林や、サワグルミ属、ニレ属-ケヤキ属やトチノキ、反貫目遺跡の自然木に認められたコナラ節、ヤマグワ等からなる河畔林が分布していたと推定される。また、後背の丘陵・山地等にはブナ属やコナラ亜属等の落葉広葉樹林、低地の一部には、海岸沿いや低地の一部には、マツ属やアカガシ亜属、シノキ属等の常緑広葉樹等が分布・生育していたと推定される。

胎内川扇状地南西部の扇端付近に立地する古墳時代~古代の各遺跡の花粉化石群集は、いずれもハンノキ属とマツ属が多産し、ツガ属やトウヒ属、スギ属などの針葉樹、サワグルミ属、ブナ属、コナラ亜属、ニレ属-ケヤキ属などは少ないながらも一定量の産出が認められた。このことから、周辺にはハンノキ属を主体とする湿地林が見られ、サワグルミ属やニレ-ケヤキ属、六斗蒔遺跡や土居下遺跡の自然木に認められたコナラ亜属、ヤマグワ、ヤナギ属等からなる河畔林が分布していたと考えられる。また、後背の丘陵・山地部にはブナ属、コナラ亜属等の落葉広葉樹林が広がっていたと推測される。なお、当該期の花粉化石群集では草本花粉の割合が増加する特徴が認められ、西川内北遺跡や反貫目遺跡の古代及び古代以降の堆積物ではその傾向が顕著である。これらの遺跡の草本花粉は、イネ科を主体として、カヤツリグサ科やヨモギ属等の比較的開けた場所を好む人里植物を含む分類群が多く認められることから、これらの草本類が生育する草地が遺跡周辺で拡大したと推測される。

栽培植物に着目すると、古墳時代前期の土居下遺跡では、イネ科花粉中のイネ属花粉が35.40%と高率である状況が認められている\*1。さらに、同資料からはイネ属の植物珪酸体が検出されたほか、本遺跡では畦畔状遺構や大足・鍬等の木製農具等の遺物が確認されたことから、当該期の生産域の可能性が示唆されている。また、本地域のイネをはじめとする草本類の栽培植物や栽培植物を含む分類群の検出例を概観すると、イネ、アワーヒエ、アサ、ソバ属、シソ属、メロン

類、トウガン、ヒョウタン類等の花粉や種実が確認されており（寺崎ほか，2004；パリノ・サーヴェイ株式会社，2004，2005c，2005d，2006b，2006c）、いずれも、古墳時代前期及びそれ以降にこれらの事例が確認される\*2、あるいは増加する傾向が看取される。以上の調査成果を考慮すると、草本花粉の増加は、栽培植物の普及とそれに伴う土地利用の変化もその要因となっている可能性がある。

以上より、本地域では、指摘されている縄文時代中期以降の地形発達や堆積環境の変化に伴い、局地的な植生の変遷はあったと推定されるが、今回の成果では、明瞭な植生変化は認められない。吉川（2004）の場合は、1遺跡において連続性のある堆積物を分析していることから、層位変化が明瞭に現れ、細かな変化を捉えやすい。これに対し、今回は多くの遺跡の情報を時代別に並べているため、試料毎の細かな上下関係がはっきりせず、さらに地域的な組成のばらつきも考慮する必要がある。その結果、組成変化を大まかに捉える必要が生じるため、細かな変化を捉えにくくなったといえる。

本地域は、シイ・カシ類などの常緑広葉樹林が発達する地域と、ブナ・ナラ類などの落葉広葉樹林が発達する地域の間にあたるため、狭い範囲の中で常緑広葉樹林と落葉広葉樹林がみられる。常緑樹は標高が低く土地条件の安定した場所に分布しているのに対し、落葉樹林は山地・丘陵の標高の高い場所を中心に生育していたとみられる。現存植生調査の成果によると、新潟県付近では、落葉樹林と照葉樹林の境目は標高300-400m程度にあるとされる（宮脇，1985）。このことから後背山地には、落葉樹林と常緑樹林が両方分布していたと考えられる。

遺跡の分析結果では、マツ属とハンノキ属が多く検出されたが、マツ属は海岸林に、ハンノキ属は湿地林として堤間湿地や河畔などに分布していたとみられる。花粉化石群集でこれらの割合が高いのは、風媒花で花粉生産量が多いのに加え、これらが分析地点近傍に生育していたためと推測される。この他に、オニグルミ、トチノキ、カエデ属、ヤナギ属、スギ属などは、河畔や低湿地との林縁などに生育していたと考えられる。

このように、今回の花粉群集組成は、常緑樹~広葉樹、海岸林、湿地林、河畔林~林縁、山地・丘陵と、

様々な生態性を示す分類群が存在することが特徴である。これは、狭い範囲に様々な森林が分布したことに由来すると推測され、越後平野北部地域の地形・植生環境を反映した結果といえる。

- \*1 草本花粉の増加やイネ科花粉中のイネ属花粉の検出は、高柳A遺跡の平安時代の溝状遺構や沢田遺跡（旧中条町）の古代以降の堆積物と考えられる基本土層IV層においても確認されている（株式会社古環境研究所，1996，2005）。
- \*2 イネについては、道端遺跡では弥生時代中期後半とされる住居跡（SI3，SI6）や2号周溝遺構から炭化した穎・胚乳が検出されている。アワーヒエについては、道下遺跡の縄文時代晩期前葉とされる土坑（SK243）、道端遺跡の住居跡（SI8）や2号周溝遺構より炭化した胚乳が検出されている。

## 引用文献

- 株式会社古環境研究所（1996）自然科学分析．荒川町埋蔵文化財発掘調査報告書 第3集 高柳A遺跡・高柳B遺跡・名割遺跡 県営圃場整備に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書Ⅱ，新潟県荒川町教育委員会，72-91.
- 株式会社古環境研究所（2005）自然科学分析．新潟県埋蔵文化財調査報告書 第144集 日本海沿岸東北自動車道関係発掘調査報告書Ⅸ 沢田遺跡 一杯田遺跡，新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団，63-76.
- 株式会社パレオ・ラボ（2003）自然科学分析．新潟県埋蔵文化財調査報告書 第127集 日本海沿岸東北自動車道関係発掘調査報告書Ⅳ 道端遺跡Ⅱ，新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団，24-41.
- 鴨井幸彦・田中里志・安井 賢（2006）越後平野における砂丘列の形成年代と発達史．第四紀研究，45，67-80.
- 宮脇 昭（編著）（1985）日本植生誌 中部．604p，至文堂．
- 中条町史編さん委員会（2004）中条町史 通史編，中条町史編さん委員会，1083p.
- 新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団（2004）新潟県埋蔵文化財調査報告書 第133集 日本海沿岸東北自動車道関係発掘調査報告書Ⅴ 青田遺跡 関連諸科学・写真図版編，新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団，195p.
- 新潟古砂丘グループ（1974）新潟砂丘と人類遺跡—新潟砂丘の形成史Ⅰ—．第四紀研究，13，57-65.
- 大平明夫，1992，完新世における新潟平野北東部の地形発達史．地理学評論，65，867-888.
- パリノ・サーヴェイ株式会社（2004）自然科学分析．新潟県埋蔵文化財調査報告書 第135集 日本海沿岸東北自動車道関係発掘調査報告書Ⅵ 反貫目遺跡，新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団，30-60.
- パリノ・サーヴェイ株式会社（2005a）自然科学分析．新潟県埋蔵文化財調査報告書 第147集 日本海沿岸東北自動車道関係発掘調査報告書ⅩⅠ 昼塚遺跡Ⅰ 江添遺跡，新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団，115-148.
- パリノ・サーヴェイ株式会社（2005b）自然科学分析．新潟県埋蔵文化財調査報告書 第147集 日本海沿岸東北自動車道関係発掘調査報告書ⅩⅠ 昼塚遺跡Ⅰ 江添遺跡，新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団，46-71.
- パリノ・サーヴェイ株式会社（2005c）自然科学分析．新潟県埋蔵文化財調査報告書 第146集 日本海沿岸東北自動車道関係発掘調査報告書Ⅹ 西川内北遺跡 西川内南遺跡，新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団，80-110.
- パリノ・サーヴェイ株式会社（2005d）自然科学分析．新潟県埋蔵文化財調査報告書 第143集 日本海沿岸東北自動車道関係発掘調査報告書Ⅷ 六斗蒔遺跡，新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団，28-56.
- パリノ・サーヴェイ株式会社（2005e）自然科学分析．新潟県埋蔵文化財調査報告書 第146集 日本海沿岸東北自動車道関係発掘調査報告書Ⅹ 西川内北遺跡 西川内南遺跡，新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団，20-38.
- パリノ・サーヴェイ株式会社（2006a）自然科学分析．新潟県埋蔵文化財調査報告書 第167集 日本海沿岸東北自動車道関係発掘調査報告書ⅩⅩ 昼塚遺跡Ⅱ，新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団，47-67.
- パリノ・サーヴェイ株式会社（2006b）自然科学分析．新潟県埋蔵文化財調査報告書 第162集 日本海沿岸東北自動車道関係発掘調査報告書ⅩⅤ 道端

- 遺跡Ⅴ, 新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団, 58-74.
- パリノ・サーヴェイ株式会社 (2006c) 自然科学分析. 新潟県埋蔵文化財調査報告書 第166集 日本海沿岸東北自動車道関係発掘調査報告書Ⅸ 土居下遺跡, 新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団, 43-66.
- パリノ・サーヴェイ株式会社 (2007) 自然科学分析. 新潟県埋蔵文化財調査報告書 第174集 日本海沿岸東北自動車道関係発掘調査報告書ⅩⅩⅡ 道下遺跡, 新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団, 70-87.
- 下川浩一・粟田泰夫・佐竹健治・吉岡敏和・七山太・苅谷愛彦・小松原 琢・羽坂俊一・重野聖之 (2000) 地形・地質調査1. 科学技術庁研究開発局編 日本海東縁部における地震発生ポテンシャル評価に関する総合研究 (第Ⅱ期平成9~10年度) 成果報告書, 科学技術庁研究開発局, 65-85.
- 高濱信行 (2006) 昼塚遺跡の地質解析. 新潟県埋蔵文化財調査報告書 第167集 日本海沿岸東北自動車道関係発掘調査報告書ⅩⅩ 昼塚遺跡Ⅱ, 新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団, 68-71.
- 高濱信行 (2007) 道下遺跡の地質解析. 新潟県埋蔵文化財調査報告書 第174集 日本海沿岸東北自動車道関係発掘調査報告書ⅩⅩⅡ 道下遺跡, 新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団, 88-92.
- 寺崎裕助・千葉博俊・松元美由紀 (2004) 反貫目遺跡から出土した種実遺体. 新潟県埋蔵文化財調査事業団年報 平成15年度, 財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団, 11-14.
- 安井 賢 (2004) 珪藻分析. 新潟県埋蔵文化財調査報告書 第133集 日本海沿岸東北自動車道関係発掘調査報告書Ⅴ 青田遺跡 関連諸科学・写真図版編, 新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団, 77-84.
- 寄藤 昂・大矢雅彦 (1988) 荒川と胎内川における扇状地発達の違いについて. 東北地理, 40, 79-94.
- 吉川昌伸 (2002) 花粉化石群集からみた谷地遺跡周辺の古植生. 新潟県埋蔵文化財調査事業団年報 平成13年度, 財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団, 42-43.
- 吉川昌伸 (2004) 青田遺跡における縄文時代晩期以降の花粉化石群. 新潟県埋蔵文化財調査報告書 第133集 日本海沿岸東北自動車道関係発掘調査報告書Ⅴ 青田遺跡 関連諸科学・写真図版編, 新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団, 35-42.
- 吉川昌伸・吉川純子 (2005) 道端遺跡の河川内堆積物から産出した植物化石群. 新潟県埋蔵文化財調査報告書 第142集 日本海沿岸東北自動車道関係発掘調査報告書Ⅶ 道端遺跡Ⅲ, 新潟県教育委員会・財団法人 新潟県埋蔵文化財調査事業団, 67-75.