

## 千葉県市川市道免き谷津遺跡中央部における 植物珪酸体化石群と古植生

渡邊 稜也\*・江口 誠一\*

Reconstruction of Paleovegetation from Opal Phytolith Assemblages at the Central Part of  
Domeki-yatsu Site in Northern Ichikawa City, Chiba Prefecture

Takaya WATANABE and Sei-ichi EGUCHI\*

(Accepted November 11, 2022)

Studies of several low marshland sites have elucidated the paleoenvironment and transition of human activities in the Kanto Plain as plant fossils tend to remain in the area. In this study, paleovegetation (with a focus on Gramineae from the final Jomon Period) was reconstructed from opal phytolith assemblages in sediments at the Domeki-yatsu site in the northern part of Ichikawa City, Chiba Prefecture.

The stratigraphic features changed from woody to herbaceous peat with a sandy part. Radiocarbon dating of plant fossils from samples has revealed in previous research. Phytoliths were morphologically classified into 16 types, and mainly belonged to marshland herbaceous plants such as reed and rice. The bio-stratigraphical sequence was delimited from Zones I-III from the lower section.

In Zone I, nezasa dwarf bamboo flourished on the forest floor in an alder and broad-leaved forest in the final Jomon period. In the following zone, the valley bottom became a marsh with grasses such as *Miscanthus* and *Phragmites* due to environmental changes caused by deforestation of swamp trees. Paddy cultivation is thought to have begun after the Late Yayoi Period, as *Oryza sativa* and lowland weeds, including *Arthraxon hispidus*, were found at the same location. From fossil composition, it was existed on a small scale. In Zone III, lowland rice cultivation intensified after the Kofun Period. However, nezasa dwarf bamboo remained largely restricted to the plateau area even after the environment of the valley floor had changed. The pattern of vegetation change of Gramineae at the site showed a similar trend to those in other lowland areas of the Kanto Plain.

**Keywords** : Holocene, paleovegetation, opal phytolith, marsh, ancient paddy field

### 1. はじめに

関東平野においては、開発に伴って低湿地遺跡の研究が活発化し、古環境や人間による資源利用の変遷が明らかにされてきた(工藤, 2022)。千葉県市川市北部の道免き谷津(どうめきやつ)遺跡(図1A)は、そのような遺跡の一つであり、東京外かく環状道路の建設に先立って発掘調査が行われた(千葉県教育振興財団文化財センター編, 2014)。

本遺跡は下総台地の開析谷である国分谷支谷の谷底に広がり、第1地点～第5地点に大別されて調査が行われた。谷底部には泥炭が堆積し、その環境から植物遺体が

分解されにくく、堆積物中に豊富に残存していたため、調査には花粉分析や木材樹種同定といった自然科学的分析が積極的に取り入れられている。特に、酒井ほか(2015a, 2015b)や百原・工藤(2019)では、道免き谷津遺跡内の複数地点における大型植物遺体分析や花粉分析、放射性炭素年代測定の結果を総合し、遺跡周辺における人間活動に関連した古植生が議論されてきた。

植物珪酸体は主に土壌より植物体内へ取り込まれた珪酸( $\text{SiO}_2$ )が主に葉の表皮細胞中に沈積した生成物で、その形態を基に給源植物を推定できる。母植物が枯死した後も近傍に留まり、化石としての現地性が高いほか、

\*日本大学文理学部地理学科:  
〒156-8550 東京都世田谷区桜上水3-25-40

\*Department of Geography, College of Humanities and Sciences,  
Nihon University, 3-25-40, Sakurajosui, Setagaya-ku, Tokyo, 156-8550, Japan

イネ科、カヤツリグサ科の草本類で生成量が多く、多様な種類が認められており、これらに詳細な古植生復原が可能とされる(江口・河野, 2009)。中でも、林床植生として生育するタケ・ササ類についても判別できるほか、古代の水田跡を検討する上では、イネに随伴して生育する水田雑草の情報も得られることが特筆される(杉山ほか, 1988; 江口, 2005)。このような特色から、千葉県はもとより関東地方の低湿地遺跡における分析例も多数存在し、弥生時代以降における稲作の開始時期のみならず、ヨシなどのイネ科植物を中心とした過去の植生景観が明らかにされてきた(江口, 2018)。

道免き谷津遺跡での植物珪酸体についての報告は、遺跡中央部の第1地点(3)調査区において鈴木(2014)に認められるが、花粉分析に供した28試料の内4試料のみに対して記載され、その内容も、イネ由来の珪酸体の有無を定性的に記載するに留まっている。つまり、層位ごとの植物珪酸体化石群の組成変化を明らかにするまで至っておらず、イネ以外のイネ科草本類を含めた古植生は明らかでない。そこで本研究では、鈴木(2014)と同地点において、縄文時代晩期後葉以降における植物珪酸体化石群の組成を比較し、谷底部におけるイネ科草本類を中心とした植生変遷を検討した。

## 2. 試料と分析方法

図1Bに試料採取地点を示す。試料は道免き谷津遺跡第1地点(3)で採取された。東京外かく環状道路建設前の地形図では、遺跡周辺は谷底が水田、台地上は宅地として記載されている。

分析した試料は、発掘地点の東部で掘削されたコラムサンプルNo.2である。図2に分析を実施した層準の柱状図を示す。ここでは土層断面を上位から連続して5cmごとに分割し、計68試料が千葉県教育振興財団文化財センターにより採取された。サンプル全体の層相は下位層より、縄文海進時に堆積した砂質シルト層である「IV層」、縄文時代前期の土器を含む木本質泥炭である「Ⅲb層」、縄文時代後期から晩期前葉の土器を伴う「Ⅲa層」、草本質泥炭である「Ⅱ層」に区分されている。Ⅲa層の上位部については、縄文時代晩期の遺構を覆う「Ⅲa層2」と、それより上位にあたる木本と共に草本根が混在し、よりシルト質な木本質泥炭である「Ⅲa層1」に細分される。Ⅱ層の下部では、上部より砂質な草本質泥炭が確認されている(千葉県教育振興財団文化財センター編, 2014; 酒井ほか, 2015b; 百原・工藤2019)。本研究では、縄文時代晩期以降の植生変遷を明らかにするため、Ⅲa層1より上位の試料9点に加えて、Ⅲa層2の最上位にあたる試料No.32を加えた計10点に対して分析を行った。なお、IV層及びⅢb層は今回分析を実施していないため、柱状図に示していない。

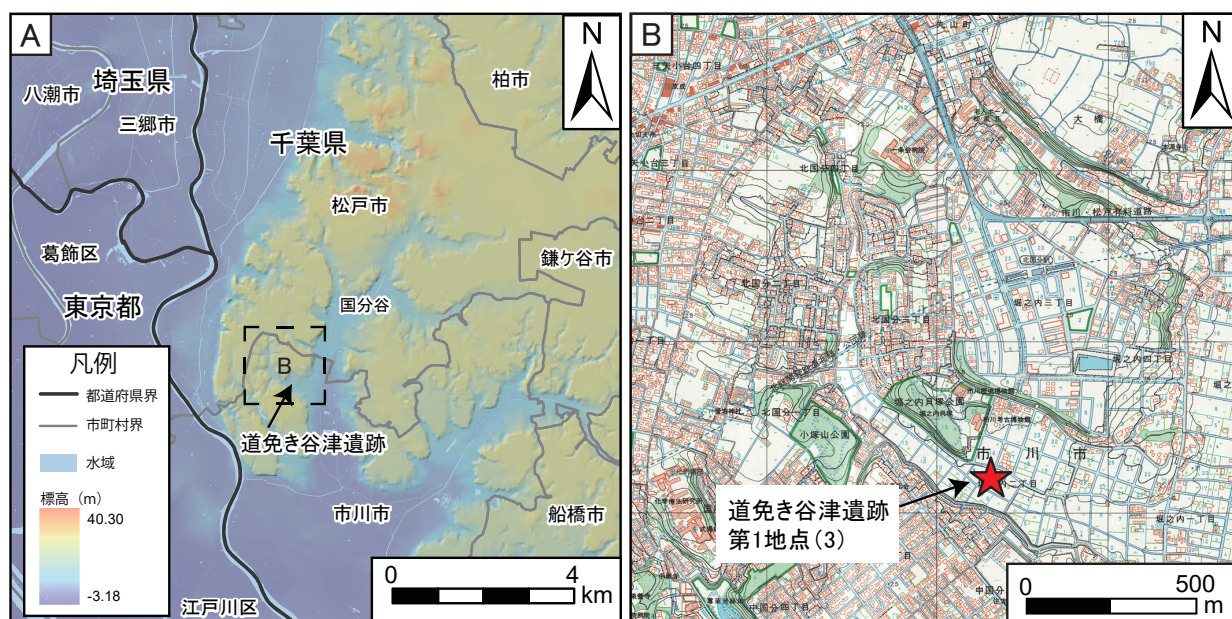


図1 試料採取地点位置図

A: 国土基盤地図情報 DEM10B を基に ArcGIS Pro 2.9.0 にて作成  
B: 国土地理院 平成11年発行1万分の1地形図『松戸』の一部に加筆

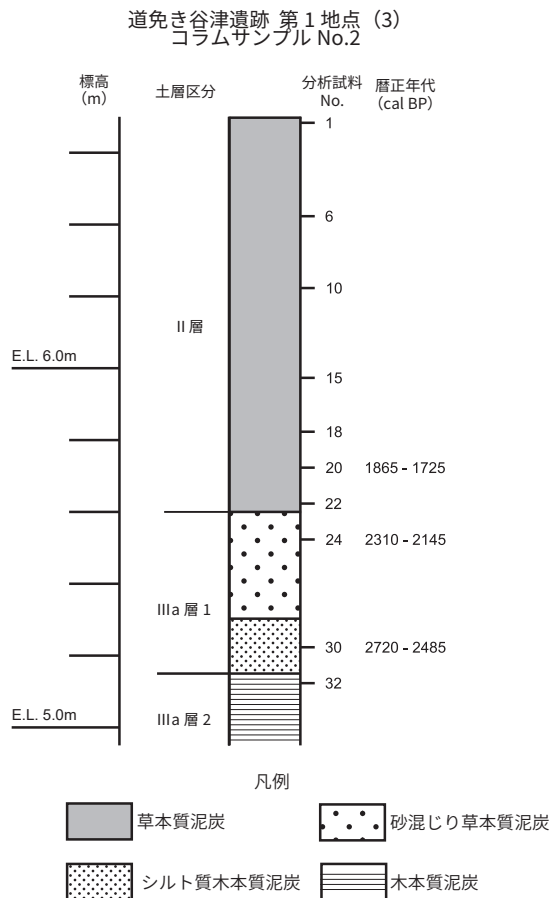


図2 道免き谷津遺跡第1地点 (3) コラムサンプルNo.2の柱状図と放射性炭素年代

柱状図と放射性炭素年代は酒井ほか (2015b), 百原・工藤 (2019) に拠り, 分析試料No.を加筆した。E.Lは東京湾平均海面からの標高を示す。

試料から産出した植物遺体に対し, 酒井ほか (2015b), 百原・工藤 (2019) によって放射性炭素年代測定が行われた。試料No.30では,  $^{14}\text{C}$ 年代は  $2490 \pm 20$  yr BP (2720 ~ 2485 cal BP) の縄文時代晩期後葉, 試料24は  $2190 \pm 20$  yr BP (2310 ~ 2145 cal BP) の弥生時代中期, 試料No.20は  $1860 \pm 20$  yr BP (1865 ~ 1725 cal BP) で弥生時代後期を示した。

植物珪酸体分析のための試料処理方法は, 江口 (1996) に準じて次のように行った。約0.2 ~ 0.3gの乾燥試料を秤量したのち, 300mlのトールビーカーに投入した。そこへ約20%の過酸化水素水 ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) を加え, 150℃のホットプレート上で加熱して有機物を分解した。続けて, 6Nの濃塩酸 (HCl) を加えて脱鉄した。次に, 1分間の超音波洗浄を行い試料の分散を図った。25  $\mu\text{m}$ ふるいを通した水道水を300mlまで加え, ストークスの法則に基づく沈降法により, 10  $\mu\text{m}$ 以上の画分試料を作成した。こ

れを20mlに希釈して保存した。プレパラートには, 試料を瓶内でよく攪拌した後に, 0.4 ~ 1.0mlをピペットで計量し, 乾燥させた粉末試料を封入した。封入材として, オイキットをキシレンで希釈したものを利用した。

植物珪酸体の形態は, 杉山・藤原 (1986), 杉山ほか (1988), 江口 (1995), 江口 (2005) などを参考に, 湿地や水田周辺に生育するイネ科植物およびカヤツリグサ科植物を給源とする16種類について分類を行った (図3)。イネ科植物については, 葉身の表皮細胞を構成する機動細胞 (motor-cell) と短細胞 (short-cell) を起源とするものについて形態を判別した。機動細胞起源として, *Imperata* type (チガヤ属型), *Miscanthus* type (ススキ属型), *Zoysia* type (シバ属型), *Zizania* type (マコモ属型), *Pleiblastus* sect. *Nezasa* type (ネザサ節型), *Sasa* type (ササ属型) を判別した。短細胞起源として, *Arthraxon hispidus* type (コブナグサ型), *Bambusoideae* type (タケ亜科型) を確認した。*Oryza sativa* type (イネ型), *Echinochloa* type (ヒエ属型), *Phragmites* type (ヨシ属型) については, 機動細胞 (motor-cell) 及び短細胞 (short-cell) 起源の双方を区別した。カヤツリグサ科植物由来のものは, *Cyperaceae* type として記載した。検鏡は400倍の生物顕微鏡下で実施し, イネ科, カヤツリグサ科, 樹木を由来とする植物珪酸体の総量が200個以上となることを目安とした。計数後は, 上記に分類した珪酸体の計数量の合計を母数にとり, タイプごとの割合を算出した。個々のタイプの増減を確認するため, 試料の容積と乾燥重量から堆積物1g中の個数を計算した。

### 3. 結果

植物珪酸体分析の結果を図4, 表1に示す。試料全体を通して, ネザサ節型は10,000個/gを超えて検出された。試料No.32, No.30ではそれぞれ46,062個/g, 57,065個/gが産出し, 割合は65%以上を占めた。試料No.24以上の層では最大33,333個/g, 平均して約23,500個/gで, 割合は約16% ~ 60%の間であった。タケ亜科型も6つの層から10,000個/g以上, 約6% ~ 25%で産出した。ササ属型は最大でも4,320個/gと前者2タイプより少量で, 約2% ~ 7%で推移した。

層ごとの植物珪酸体化石群の組成を基に, 下層よりI帯, II帯, III帯に区分した。なお, このような分帯は, 各微化石分析の結果を基として作成され, 堆積物の層相区分とは必ずしも対応しない。各帯の状況は次の通りであった。

I帯は, 試料No.32およびNo.30とした。ヨシ型は機

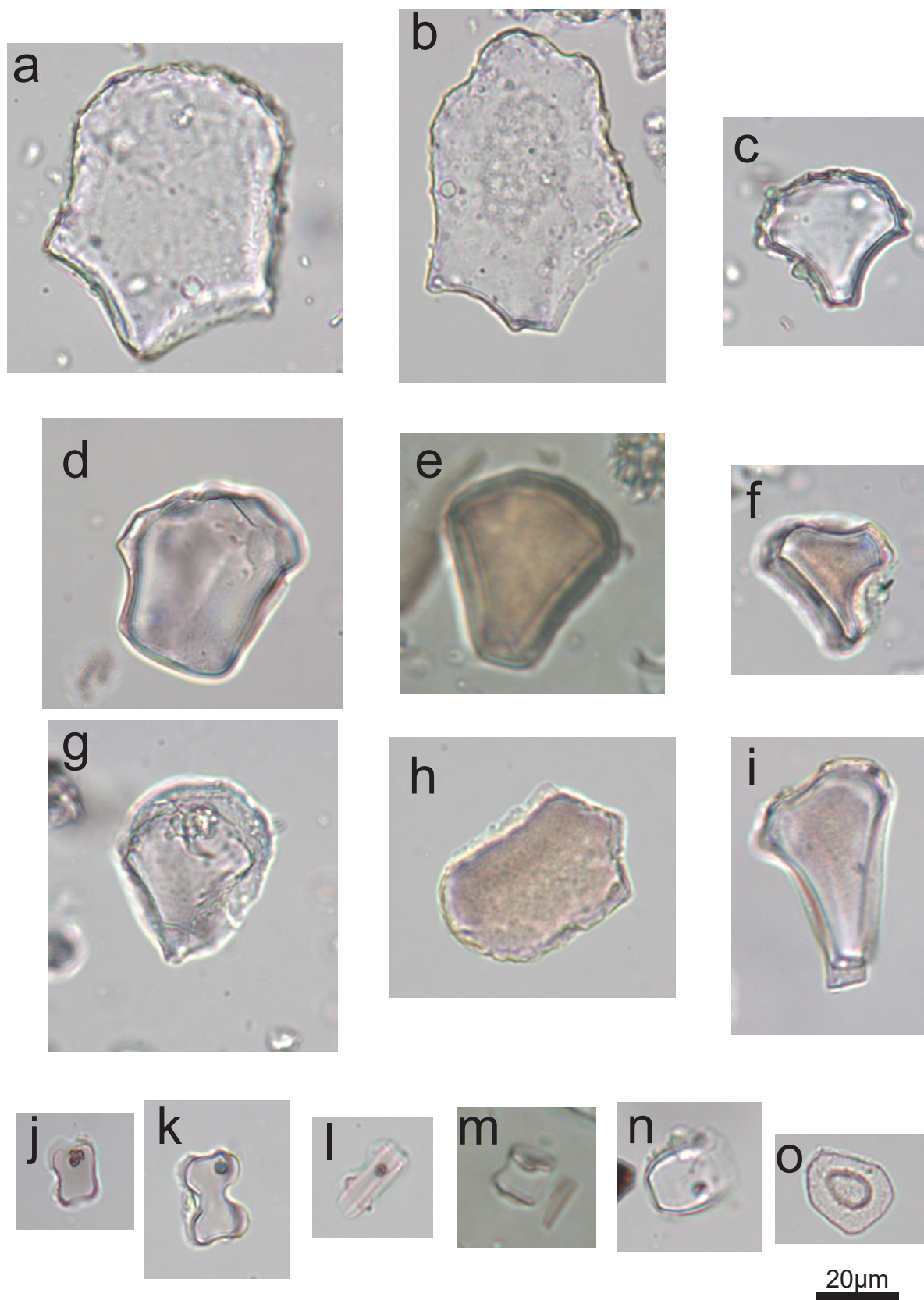


図3 産出した植物珪酸体化石の顕微鏡写真

a～i: 機動細胞起源 j～o: 短細胞起源 a: ヨシ属型 b: マコモ属型 c: イネ型 d: ヒエ属型 e: ススキ属型 f: シバ属型 g: ネザサ節型 h: ササ属型 i: チガヤ属型 j: イネ型 k: ヒエ属型 l: コブナグサ型 m: タケ亜科型 n: ヨシ属型 o: カヤツリグサ科型

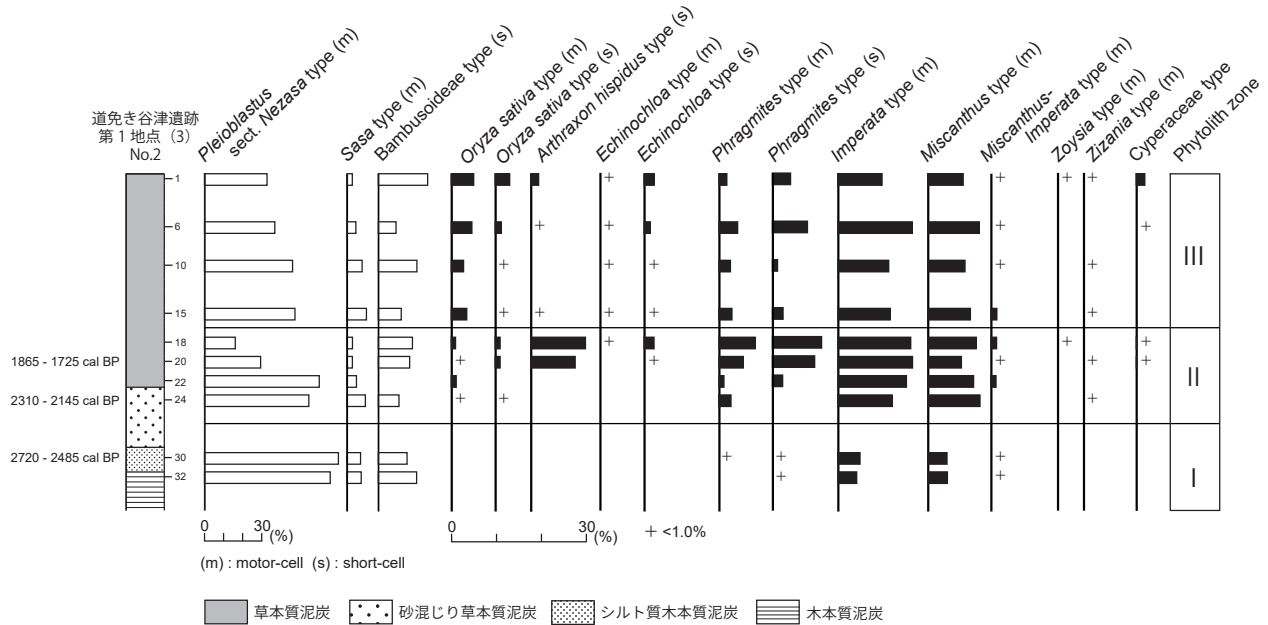


図4 道免き谷津遺跡第1地点 (3) No.2の植物珪酸体ダイアグラム  
柱状図及び放射性炭素年代は酒井ほか (2015b), 百原・工藤 (2019) に拠り, 分析試料番号を加筆した。

表1 道免き谷津遺跡第1地点 (3) No.2における植物珪酸体化石の数量一覧

Phytolith type	unit	Sample No.									
		No.1	No.6	No.10	No.15	No.18	No.20	No.22	No.24	No.30	No.32
Pleioblastus sect. Nezasa type	number/g	16,240	13,913	33,333	28,640	19,333	27,878	26,500	21,785	57,065	46,062
(motor-cell)	%	32.6	36.7	46.0	47.2	16.0	29.3	59.9	54.5	69.9	65.6
Sasa type	number/g	1,360	1,739	4,000	4,320	2,333	1,818	1,500	2,678	4,021	3,625
(motor-cell)	%	2.7	4.6	5.5	7.1	1.9	1.9	3.4	6.7	4.9	5.2
Bambusoideae type	number/g	12,720	3,478	14,500	7,200	21,333	15,454	2,500	4,285	12,173	13,937
(short-cell)	%	25.6	9.2	20.0	11.9	17.7	16.2	5.6	10.7	14.9	19.9
Oryza sativa type	number/g	2,480	1,739	2,000	2,080	1,166	757	500	357	0	0
(motor-cell)	%	5.0	4.6	2.8	3.4	1.0	0.8	1.1	0.9	0.0	0.0
Oryza sativa type	number/g	1,600	521	500	320	1,333	1,060	0	178	0	0
(short-cell)	%	3.2	1.4	0.7	0.5	1.1	1.1	0.0	0.4	0.0	0.0
Arthraxon hispidus type	number/g	880	173	0	480	14,666	9,393	0	0	0	0
(short-cell)	%	1.8	0.5	0.0	0.8	12.2	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Echinochloa type	number/g	400	173	166	160	166	0	0	0	0	0
(motor-cell)	%	0.8	0.5	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Echinochloa type	number/g	1,120	521	666	320	2,666	757	0	0	0	0
(short-cell)	%	2.3	1.4	0.9	0.5	2.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Phragmites type	number/g	880	1,565	1,833	1,760	9,666	5,151	500	1,071	108	0
(motor-cell)	%	1.8	4.1	2.5	2.9	8.0	5.4	1.1	2.7	0.1	0.0
Phragmites type	number/g	2,000	2,956	833	1,440	13,166	8,939	1,000	0	434	250
(short-cell)	%	4.0	7.8	1.1	2.4	10.9	9.4	2.3	0.0	0.5	0.4
Imperata type	number/g	4,880	6,260	8,166	7,040	19,500	15,757	6,750	4,821	4,021	2,937
(motor-cell)	%	9.8	16.5	11.3	11.6	16.2	16.6	15.3	12.1	4.9	4.2
Miscanthus type	number/g	3,920	4,347	6,000	5,760	13,000	7,121	4,500	4,642	3,478	3,062
(motor-cell)	%	7.9	11.5	8.3	9.5	10.8	7.5	10.2	11.6	4.3	4.4
Miscanthus-Imperata type	number/g	80	173	333	800	1,500	303	500	0	326	312
(motor-cell)	%	0.2	0.5	0.5	1.3	1.2	0.3	1.1	0.0	0.4	0.4
Zoysia type	number/g	160	0	0	0	500	0	0	0	0	0
(motor-cell)	%	0.3	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zizania type	number/g	80	0	166	320	0	606	0	178	0	0
(motor-cell)	%	0.2	0.0	0.2	0.5	0.0	0.6	0.0	0.4	0.0	0.0
Cyperaceae type	number/g	960	347	0	0	166	151	0	0	0	0
	%	1.9	0.9	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0

動細胞起源及び短細胞起源ともに1%未満で、チガヤ属型とススキ属型はどちらも約4%台であった。イネ型やコブナグサ型、ヒエ属型は検出されず、ネザサ節型及びタケ亜科型が8割以上を占める結果となった。

Ⅱ帯に入ると、チガヤ属型、ススキ属型が10～15%程の割合と下層より増加した。ヨシ属型がこれに追従し、試料No.20からNo.18では最大10%を超えてピークを示した。同層準ではコブナグサ型も約10% (9,393個/g)、No.18では約12% (14,666個/g)と明瞭に増加した。イネ型は約1%前後で推移し、シバ属型は試料No.18で出現した。

Ⅲ帯では全ての層準からイネ型の植物珪酸体が産出し、機動細胞起源は約3%～5%、短細胞起源は1%未満～3%未満出現し、上層ほど割合を増す傾向にあった。産出量も下層より増加し、2,000個/g前後のオーダーであった。機動細胞起源のヒエ属型は1%未満検出された。コブナグサ型は1%未満から2%程度、ヨシ属型（機動細胞起源）は2～4%程度とⅡ帯上部に比較して顕著に減少した。カヤツリグサ科型も上層部で検出された。

#### 4. 考 察

本分析に用いた試料の採取地点は、谷底中央部より北側の台地斜面に近い。植物珪酸体の現地性を考慮すると、今回の分析結果は谷底縁辺部から台地斜面にかけた古植生の影響を強く反映しているものと考えられる。

I帯では、ネザサ節型及びタケ亜科型で8割以上を占める結果となり、他のタイプは検出されないか、他層準に比べて低量であった。試料No.30の放射性炭素年代は縄文時代晩期を示し、低地部にハンノキ林が成立し、丘陵部にはクリ属が優占していた（鈴木, 2014; 酒井ほか, 2015a,b; 百原・工藤, 2019）。このため、ネザサ類がこれらの林床植生として繁茂していたものと考えられる。

Ⅱ帯は堆積物が草本質泥炭に変化し、I帯に比べてススキ属型やチガヤ属型、ヨシ属型が増加傾向を示した。酒井・百原（2014）酒井ほか（2015b）では、この時期に谷底部のハンノキ湿地林が開かれ、先駆性樹種などが繁茂する環境へ変化したことを指摘している。この変化に伴って、谷底はオギやヨシといったイネ科草本が生育する湿原へ変化したとみられる。

この帯ではイネ型も少量ながら連続して出現し、湿原への変化に伴って谷底部に生育していたと考えられる。試料No.20から18にかけては、水田雑草であるコブナグサを給源とするコブナグサ型が急増し、カヤツリグサ科型も伴ったほか、刈り取りなどの植生攪乱に伴って出現

するシバ属型が検出された。試料No.20における年代から、分析地点近傍では遅くとも弥生時代後期以降に水田耕作が開始され、谷底部における人間活動がより活発になったと考えられる。酒井・百原（2014）でも、試料No.20以浅の層準においてイネを含む水田・湿地性の大型植物遺体が確認されることから、同時期を水田耕作の開始時期としており、今回の分析結果はこれを支持している。植物珪酸体化石群の組成はイネ型より水田雑草類が圧倒的に優勢であり、稲作は小規模または粗放的であったと推察される。

Ⅲ帯へ入ると、ヨシやコブナグサといった水田雑草類を給源とする植物珪酸体が割合を減らし、代わってイネ型が増加する。このことは、谷底部における植生景観がより水稻を中心としたものに变化したと考えられる。堆積物に含まれる遺物から、その時期は古墳時代または奈良時代以降にあたる。Eguchi（1996）では、道免き谷津の本流にあたる国分谷において、本格的な稲作の開始時期について弥生時代～中世と見積もられ、今回の結果とおおむね調和的である。ただし、本地点のイネ型は最大5%程度の割合に留まり、稲作は依然として小規模であったか、谷底部の他の範囲を中心に行われていた可能性がある。この点は、江口（2016）で示されたように、谷津内における複数の植物珪酸体分析の結果を比較し、それらの粗密を明らかにし、空間的な古植生の配置について検討することでより議論が進むものと期待される。

ネザサ節型はI帯より上層では産出量が減少する傾向にはあったものの、全ての層準で1万個/gを超えて多産した。鈴木（2014）は、弥生時代以降は周辺の丘陵部ではアカガシ亜属を主とする常緑広葉樹や温帯性針葉樹林と、二次林的にコナラ亜属が生育地を広げたとしており、谷底部の環境が変化した後もネザサ類は台地部の林床を中心に分布していたと推察される。

関東地方における弥生時代以降の低湿地の植物珪酸体組成については、江口（2018）の中で共通の画期が提示されている。それは古い時代より、ネザサ類が主体のKOB期、約2,000年前以降はヨシ湿原のKOP期、約1,500年前以降は水田耕作が本格化するKOO期とされる。本地点でも、I～Ⅲ帯にかけてこれに相当する古植生の変遷がみられたものと判断される。すなわち、I帯がKOB期、Ⅱ帯がKOP期、Ⅲ帯はKOO期にあたる。KOP期の開始時期は、試料No.24の年代値より2190±20 yr BP (2310～2145 cal BP) ごろと推察される。これは、江口（2018）で示されたKOP期の開始時期である「2,000年前以降」よりも古い値である。今後の関東地方における研究の進展により、各画期の年代とその地域差

について検討・更新の余地があるものと考えられる。

## 5. おわりに

千葉県市川市北部の道免き谷津遺跡において、谷底部に堆積した泥炭層に対して植物珪酸体分析を行い、イネ科草本類を中心とした植生変遷を検討した。分析地点周辺においては、縄文時代晩期においてネザサ類が谷底のハンノキ林や台地の落葉広葉樹林の林床植生として繁茂していた。弥生時代中期にかけて、谷底部は湿原化が進み、ススキ属などのイネ科草本類の分布が拡大した。弥

生時代後期以降には、イネ由来の植物珪酸体と共にヨシやコブナグサなどの分布が拡大し、この時期に谷底では水田耕作が小規模に開始されたと推定された。その後、古墳時代以降に谷底の水田雑草は数を減らし、より水稻を中心とした植生景観が成立したと推察された。

## 謝辞

本研究の実施にあたっては、千葉大学大学院園芸学研究院の百原 新教授、岩原こころ氏より資試料の提供とご助言を頂いた。ここに記して感謝申し上げます。

## 参考文献

- 江口誠一 (1995)：沿岸域に生育する主要植物群の植物珪酸体形態，植生史研究，**3** (1)，29-32.
- 江口誠一 (1996)：植物珪酸体の試料処理方法，関東平野，**4** 号，25-28.
- 江口誠一 (2005)：水田雑草の植物珪酸体形態とその遺跡からの産状，考古学と自然科学，**51**，1-9.
- 江口誠一・河野樹一郎 (2009)：第四紀の生物群 植物珪酸体，日本第四紀学会50周年電子出版編集委員会編「デジタルブック最新第四紀学」，10-169-10-194.
- 江口誠一 (2016)：千葉県鹿島川水系上流域における弥生時代以降の植物珪酸体化石群と古環境，地理誌叢，**58** (1)，11-21.
- 江口誠一 (2018)：関東地方の低湿地における植物珪酸体分析からみた弥生時代以降の植生景観，考古学と自然科学，**75**，27-39.
- 工藤雄一郎 (2022)：特集「関東平野の低湿地遺跡における古環境研究」，植生史研究，**30** (1)，3-4.
- 酒井 慈・百原 新 (2014)：道免き谷津遺跡第1地点 (3) の大型植物遺体，千葉県教育振興財団文化財センター編「東京外かく環状道路埋蔵文化財調査報告書5—市川市道免き谷津遺跡第1地点 (3) 一」，国土交通省関東地方整備局首都国道事務所・千葉県教育振興財団，267-271.
- 酒井 慈・百原 新・工藤雄一郎・服部智至・島立 桂 (2015a)：市川市国分谷支谷における縄文時代早期末から弥生時代後期にかけての植生変化，千葉県教育振興財団文化財センター研究連絡誌，**76**，32-45.
- 酒井 慈・百原 新・工藤雄一郎 (2015b)：道免き谷津遺跡第1地点 (3) における大型植物遺体分析，千葉県教育振興財団文化財センター編「東京外かく環状道路埋蔵文化財調査報告書7—市川市道免き谷津遺跡第1地点 (5)・(6) 一」，国土交通省関東地方整備局首都国道事務所・千葉県教育振興財団，101-108.
- 杉山真二・藤原宏志 (1986)：機動細胞珪酸体の形態によるタケ亜科植物の同定—古環境推定の基礎資料として—，考古学と自然科学，**19**，69-84.
- 杉山真二・松田隆二・藤原宏志 (1988)：機動細胞珪酸体の形態によるキビ族植物の同定とその応用—古代農耕追究のための基礎資料として—，考古学と自然科学，**20**，81-92.
- 鈴木 茂 (2014)：道免き谷津遺跡第1地点 (3) の花粉化石，千葉県教育振興財団文化財センター編「東京外かく環状道路埋蔵文化財調査報告書5—市川市道免き谷津遺跡第1地点 (3) 一」，国土交通省関東地方整備局首都国道事務所・千葉県教育振興財団，288-294.
- 千葉県教育振興財団文化財センター編 (2014)：東京外かく環状道路埋蔵文化財調査報告書5—市川市道免き谷津遺跡第1地点 (3) 一，国土交通省関東地方整備局首都国道事務所，302pp.
- 百原 新・工藤雄一郎 (2019)：縄文時代から弥生時代への植生への人為干渉の変化—房総半島北西部，市川市道免き谷津遺跡の事例—，設楽博己編「農耕文化複合形成の考古学」，雄山閣，143-160.
- Eguchi S. (1996) :Holocene Opal Phytolith Assemblages in the Kokubu Valley, the Western Shimousa Upland, Kanto, Japan, Journal of Geoscience Osaka City University, **39**, 137-145.