

雷下遺跡の地形・地質と珪藻化石分析

清水康守・駒井 潔・武藤博士・小川政之・蜂屋孝之

はじめに

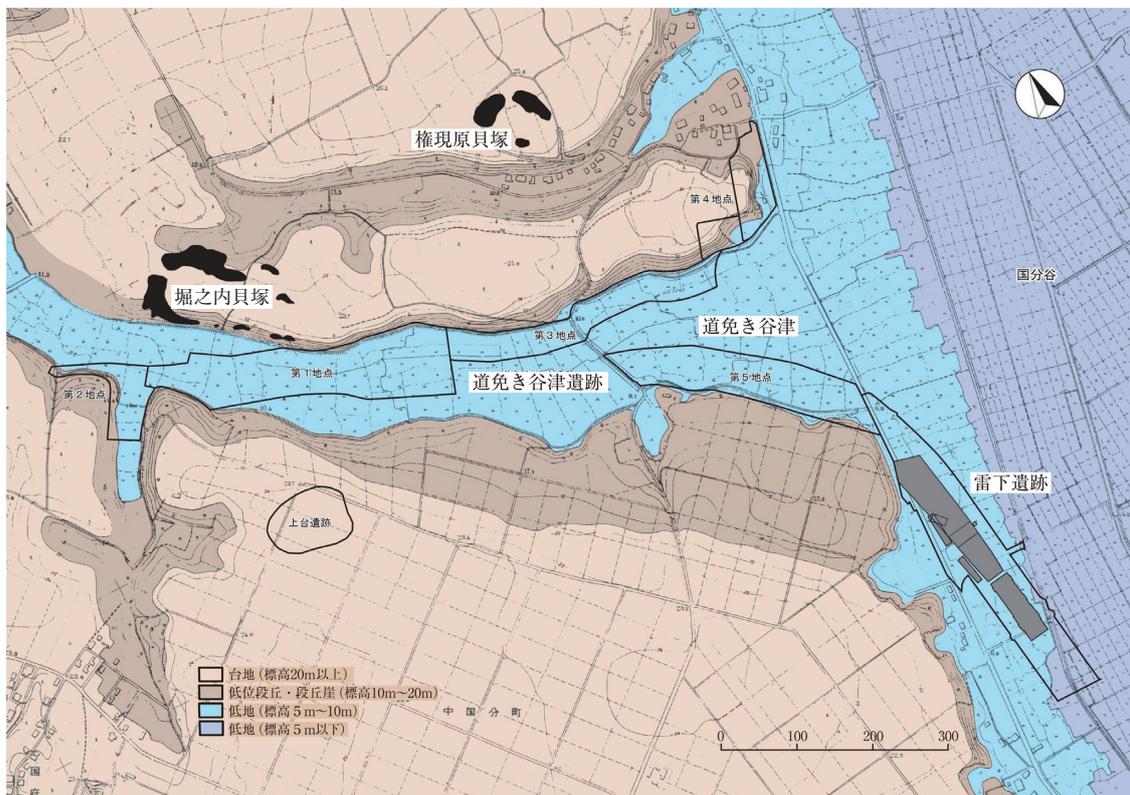
千葉県市川市に所在する雷下遺跡は、縄文時代早期末葉の貝塚を伴う低地遺跡である。2012年11月から2015年1月までの期間に大規模な本調査が断続的に行われ、すでに2冊の報告書が刊行されている（服部ほか 2017・2019）。本稿は、2014年5月に雷下遺跡（8）地点の調査中に、地学団体研究会の埼玉沖積層研究グループが遺跡を訪れ、地質調査の了解を得てハンドオーガーパーリングによる現地調査を実施、その際に採取した試料をもとに幾つかの分析を試みた成果と、周辺の地質調査による知見に基づいた雷下遺跡の特異な地形の生成について考察を加えたものである。

1. 遺跡の概要（第1・2図）

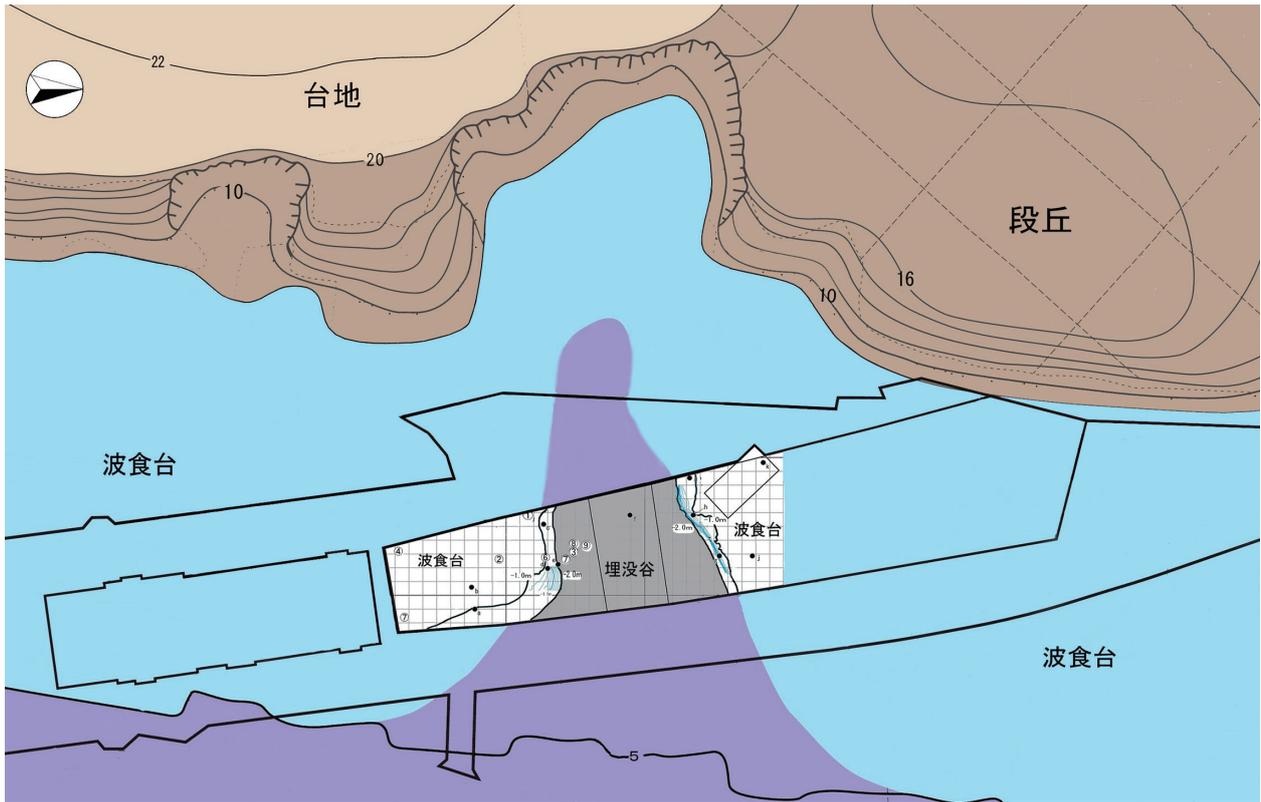
雷下遺跡は、市川市を流れる国分川右岸に位置し、国史跡の堀之内貝塚の眼下に広がる道免き谷津と呼ばれる支谷の出口付近にあっている。谷津とは一般的に、台地などを浸食した谷で、谷頭を台地内にもつ低

地を指して呼ばれる。この谷津の両岸である南北の台地の標高は、最高所で25mほどになり、平坦な台地面となっている。北側台地には国史跡である堀之内貝塚が位置し、眼下の谷津に広がる道免き谷津遺跡からは縄文時代前期以降の遺構・遺物が検出されている。一方、谷津の南側台地は、標高16mほどの東西約500m南北約200mの平坦な部分を伴う緩斜面を呈している。杉原重夫が千葉段丘としている面である（杉原1970）。

現地周辺の国分谷本谷の標高は7m前後で、雷下遺跡は、地下標高約+2.0m～-2.5mの深さに縄文時代早期後葉の貝層と多くの遺構・遺物を伴う遺跡で、最古級の丸木舟なども出土している。調査の結果、当時人々の生活の場は、縄文海進期に形成された波食台上であること、また、第2図に示したように調査区の中央部で、西側の台地に向かって貫入する小規模な埋没谷が確認されており、その埋没谷を取り巻く周辺の地



第1図 雷下遺跡周辺の地形 (S=1/10,000)



第2図 波食台と埋没谷

形が、生活するのに適した環境を提供したのであろう。研究グループ内では、埋没谷の成因について、断層の発生を原因としている可能性や、道免き谷津右岸の北東に向かう斜面の緩やかな地形が、断層をすべり面とする地すべり地の可能性も検討された。しかし、発掘調査の深度については、貝層の確認できる層位までが限界であったことから、それ以下の埋没谷横断面の様子が不明なまま終了しており、残念ながら断層の存在を確認できなかったこと、反射法地震探査によっても地層は横へ連続したままで、この場所において明瞭な地層のずれ（段差）が見られないことから、下総層群にまま見られる台風などの大雨による局所的な台地のへりの開析を原因として、小規模な谷が形成され、そこに、縄文海進による海食が重なって、台地に貫入する峡谷のような地形が形成されたのではないかと推測される（注1）。この埋没谷は、縄文海進によって波食台が形成するまでには出現したのではないかと推測される。縄文人が生活した縄文時代早期末葉の時期には、食糧残滓として捨てられた貝がこの谷を埋積しながら、貝塚を形成していったことが確認されている。貝層は、第1貝層～第9貝層の9層からなり、沖積層がもっとも厚く堆積する埋没谷内部では、標高約+2m～-2.5mの位置に間層を夾在しながら約4.5mの厚

さで堆積していた。波食台直上から堆積する基本層序及びその他の地質調査の成果について、以下の項で検討してみたい。

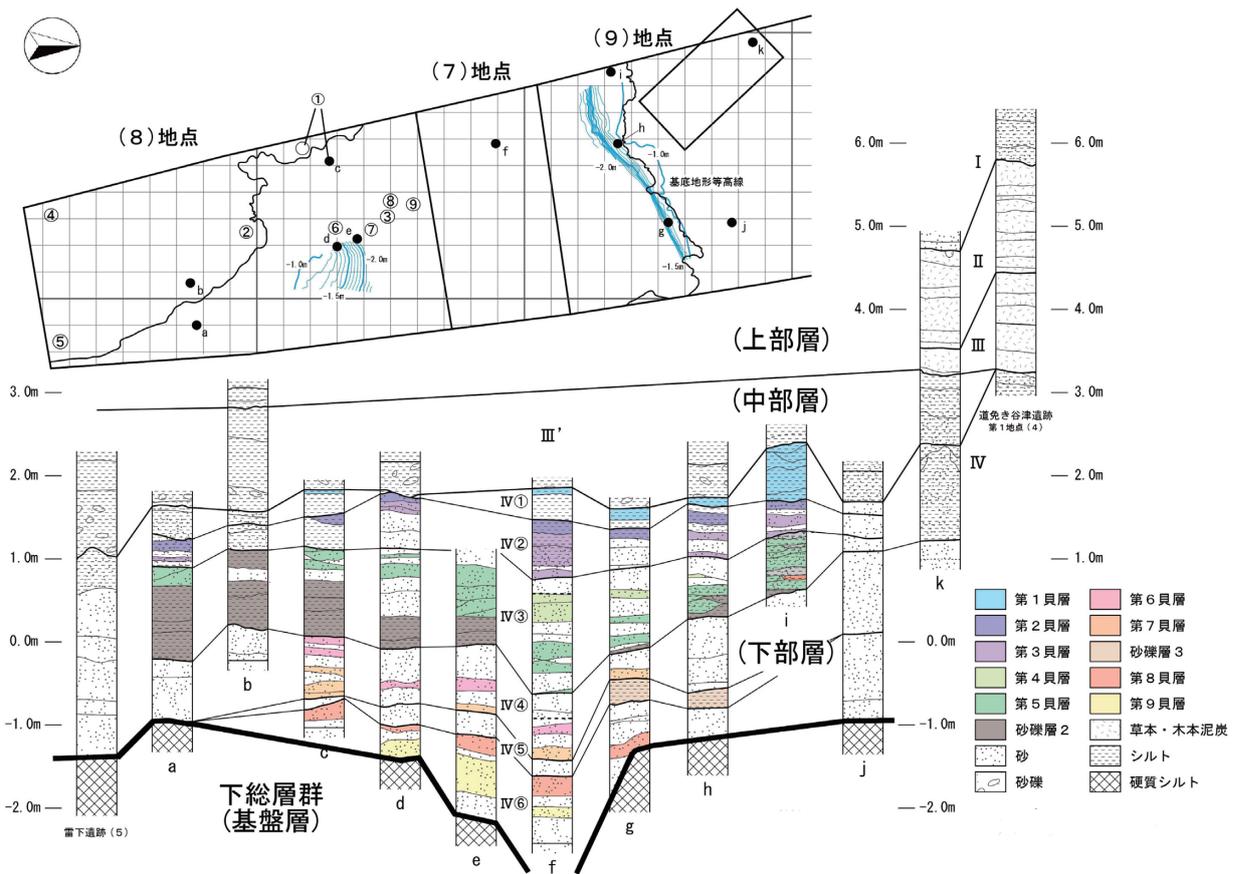
2. 地質調査の成果

(1) 基本層序（第3・4図）

すでに本報告書で詳細に層序が示されているが、ここでは第3・4図に示すように基本層序を下部層・中部層・上部層に大きく分けて検討する。

下部層は、縄文時代早期の縄文海進期の海成層で、主にシルト質砂層と砂質シルト質粘土層の互層からなっている。この中に縄文人が食料とした貝を主体とする貝層を9層含んでいて、第1貝層～第9貝層まで識別されている。この貝層下には砂層とシルト質粘土層の層厚数mmの水平ラミナからなる細互層が谷の中央付近に限り分布している。この下部層は、道免き谷津遺跡で確認されているIV層に相当する（蜂屋 2013）。

中部層は第3図の①地点では90cm、第3図の②地点では1.3mの層厚のシルト質粘土層からなる。この層の基底面は凹凸に富み、基底部には細礫（硬質の岩石よりなる）や直径数cmのシルト偽礫が認められた。直下の第1貝層の上位から中部層の層理面にかけて早期末葉の土器、前期黒浜式～堀之内式までの土器が混在



第3図 調査地点と層序

して出土していることから、海退に伴う河川の削剥により、早期の貝層の一部がローリングを受けていると考えられ、この中部層は、再度海面の上昇により堀之内式期あたりに堆積した海成層と考えられ、道免き谷津遺跡で確認されている縄文時代後期から晩期末までに堆積した木本質泥炭のⅢa層の下部に相当すると考えられる。

上部層は草本質泥炭層で、その上部には数mmの厚さでレンズ状の火山灰層が位置していることが確認できた。この上部層は、道免き谷津遺跡で確認されているⅢa層中部以上（縄文時代後期加曾利B式期以降）の時期に相当し、火山灰の分析結果を含めて検討したい。

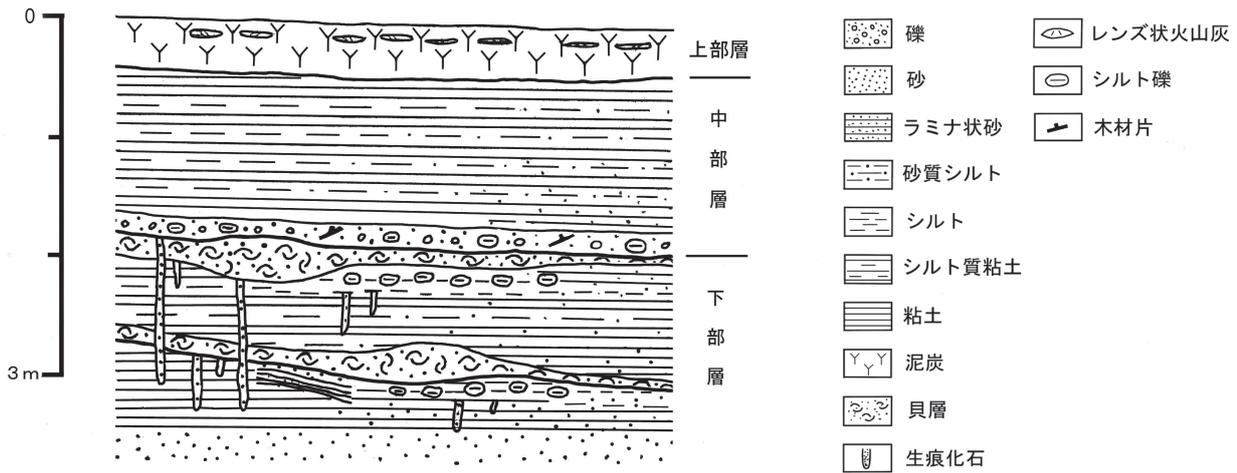
(2) 各調査地点の地質 (第5・6図)

①地点は、(8)地点の中央付近の西端にあたり、第1貝層が薄くなり、消失していくところになる。中部層の下部は全体的には砂質シルト層だが、基底の30cm前後の層中には礫が含まれることから、この部分を礫層と呼んでおくことにする。この礫層の基底面は凹凸に富んだものとなっている。礫層の礫をみると、チャートなどの岩石礫は直径が1cm前後の円礫からな

り、シルトの偽礫は直径数cmの垂角礫～角礫で、炭化材を含んでいる。

この地点の、下部の層はグライ化しているため、黒ずんでいる。そのため、化石生物の巣穴である生痕化石が周囲の黒色と違う灰色から褐色を示し、よく目立つものとなっている。この生痕化石については、小幡の報告がある（小幡 2014）。しかし、第1貝層直下の20～30cmの地層中には生痕化石はほとんど見られない。これは、後に詳述するが、ヒトがまだ柔らかい底質の時に踏み荒らしたためと説明できる。踏み荒らした後に形成された生痕化石は、当然、残されている。この直径3cm前後の生痕の巣穴を埋めた淡褐色の砂と周囲の泥について、比較のため、珪礫分析試料を採集し分析した。

②地点は、(8)地点の中央付近のやや北に位置する丸木船が発見されたところの近くである。丸木舟は下部層のシルト質粘土層中から発見されており、これには直径3cmほどのきれいな円柱状の巣穴が刻まれていた。すなわち、丸木舟が土に埋まってから、かなり時間が経過して、丸木舟の材が柔らかく変化して、その後にアナジャコなどの化石生物が巣穴を掘ったため、



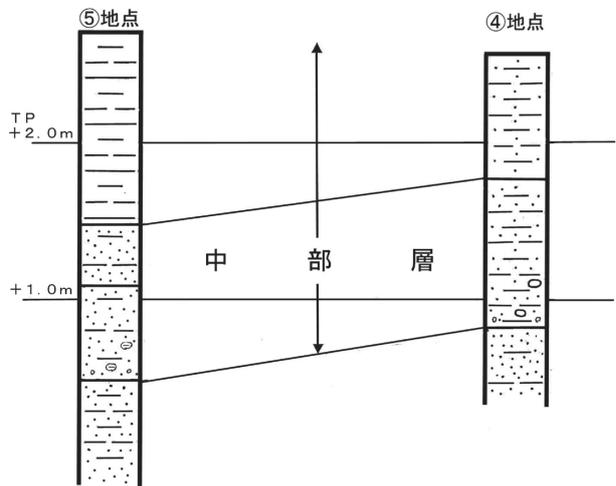
第4図 雷下遺跡の模式地質断面図

きれいな穴があいたものと思われる。ここでは、中部層が砂分をあまり含んでいないため、珪藻分析用の試料を採集した。

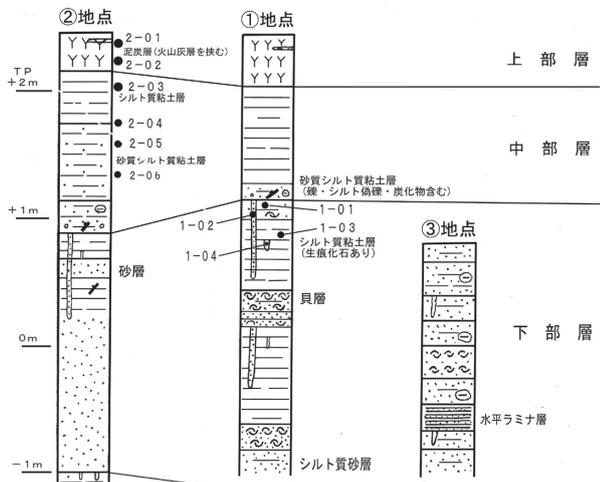
③地点は、貝層の下の地層中に水平に発達するラミナ層が見られる地点である。これは、厚さ数mmのシルト質細粒砂層と細粒～中粒の砂層が細互層している。このような地層は、砂質海岸の前浜などで、水平か、沖にごく緩やかに傾斜するものが代表的なもので、一般によく知られている。遺跡全体をみると、この付近の中部層・下部層では砂が多くなることもある。また、ここでは、貝層の直下の地層がラミナ層を含めてブロック状に乱れているところが観察できた。これもヒトが踏み荒らしたためであろう。

中部層の堆積の様子を探るために、④地点と⑤地点での地質柱状図を第6図に示した。ここでは、中部層は、部分的にグライ化したため黒色化となり、硬くなっていた。中部層の下限は⑤地点でTP +0.5m、④地点でTP +0.8mとなり、0.3mほど東側に向けて

低くなっている。中部層の直下の地層は東にいくと砂質に層相が変化しているようにみえた。



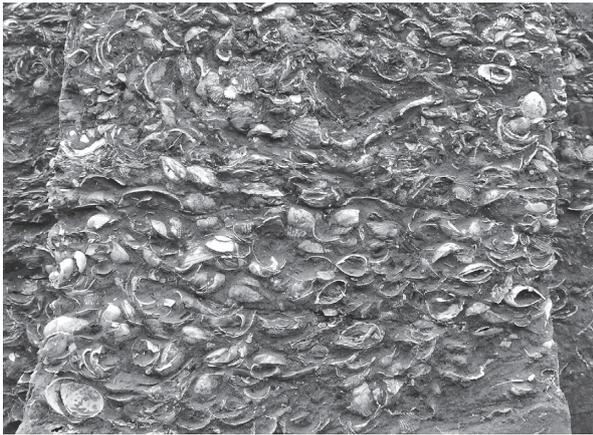
第6図 調査区南部における中部層の高度



第5図 調査地点の地質柱状図

(3) 貝層について (第7図)

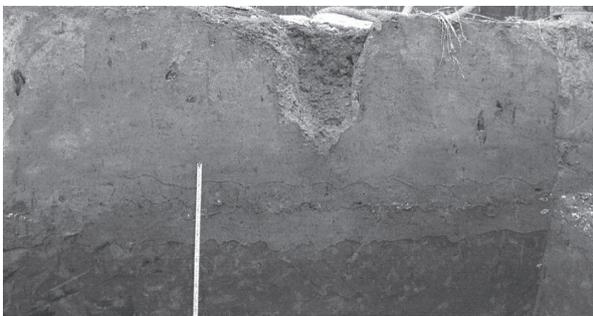
下部層の貝層及び間層から、多くの遺物や生活痕として炭を伴う焚火跡などが検出されている。また、丸木舟も出土している。堆積する9枚の貝層の一つを見ても、その層厚が厚いと薄いところがあり、厚いところではハイガイなど二枚貝の貝殻の向きは様々な方向を向いており、貝殻が一気にドサッと廃棄された人為的な影響をよく残した貝層の存在を確認することができる (第7図)。特に貝層が厚かった第5貝層などは、貝の廃棄場所が極めて近く、波浪の影響を余り受けていないことを示していると考えられる。各貝層の層厚の変化は、廃棄場所の移動や廃棄量の変化だけでなく、汀線の変化、すなわち海水面の上下動を反映しているものと考えられ、単純に海面上昇が続いていた訳ではないことを示している。



第7図 貝層中の貝殻の向き

(4) ヒトの活動の痕跡について (第8・9図)

下部層の海成層で確認された生痕化石の概要は、小幡喜一によって明らかにされている(小幡 2014)。下部層中に見られた生痕化石のうち直径3cmほどの大きな円筒状の巣穴は、大きなものでは数10cm以上垂直方向に伸びていることが分かる。また、直径1~1.5cmの小型のものは、多くが長さも10数cmと短いものであった。①地点は前述のように、生痕化石がほとんど見られなかった(第8図)。これは、地層の堆積後まだ地層が柔らかい間にヒトが動きまわることにより、かき回されたためであろう。すなわち、地層堆積時に



第8図 ①地点
中部層には生痕化石が見られない



第9図 ③地点
貝層下の地層がブロック状に見られる

形成された生痕化石は破壊されてしまったものと考えられる。③地点付近は、砂質の前浜の広がる海岸であったためラミナが形成された。このラミナの上層が乱れていたりする層準がみられるのは、人が歩くなど活動したため干潟の上層がかき回されたためではないかと推測される。第9図は貝層下の地層がブロック状にみられる壁面で、この層を“踏み捏ね層”と呼ぶことにする。

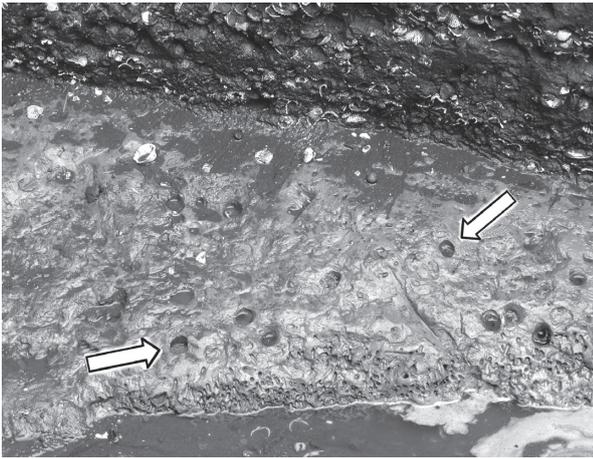
③地点ではブロック状に地層が乱されており、これは、ヒトの活動がやや少なかったか、①地点のように全く乱されていないかだろう。あるいは、地層の堆積後に経過した時間が長かったため、地層そのものが安定したためとも考えられる。

(5) 古波食台地形の調査 (第10・11・12図)

発掘区の北西部の台地寄りの2地点で層厚のやや厚い貝層の下に更新世の青灰色シルト層が見られた。2地点とも排水のためのトレンチのところで標高はほぼ-1mの同じ高さである。貝層を含む砂層の下の更新世の青灰色シルト層の表面をみると、第10図の矢印のような直径2cm前後の丸い浅い穴が多数みられた。これは、穿孔貝のカモメガイ類の巣穴化石と考えられるものである。現在の海岸地帯では、新第三紀以降の軟らかい地質の波食台や波食崖などで、普通に見られるものである。これと同様の巣穴化石は、東京都北区の中里貝塚で、基盤の台地構成層である更新世の青灰色シルト層に形成された波食台や波食崖の表面にみられた(東北新幹線中里遺跡調査会 1987)。また、葛飾区の北総線の沿線、柴又河川敷遺跡Ⅱ(葛飾区遺跡発掘調査会 1989)の調査の際に、江戸川の右岸部で本遺跡と同様の更新世の青灰色シルト層からなる広い波食台上に巣穴化石が認められた。

そこで、トレンチの狭い部分ではなく、この南東方向にどのように波食台地形が広がっているのかを確認するため、3本のハンドオーガーパーリング(⑦・⑧・⑨地点)による調査を実施した。また、地質柱状図を第11図に示す。第11図の⑥地点は排水トレンチの壁面の地質柱状図である。ここで示した貝層の下のシルト層は更新統で、表面に前述の径2cm前後の丸い巣穴化石がみられた(第10図)。また、この貝層は3つのボーリング地点で少し標高を下げながら、水平に近く分布している。

貝層の下は、シルト質の中粒砂層が更新世の泥層まで続いている。更新世の青灰色シルトの上面の高さは、



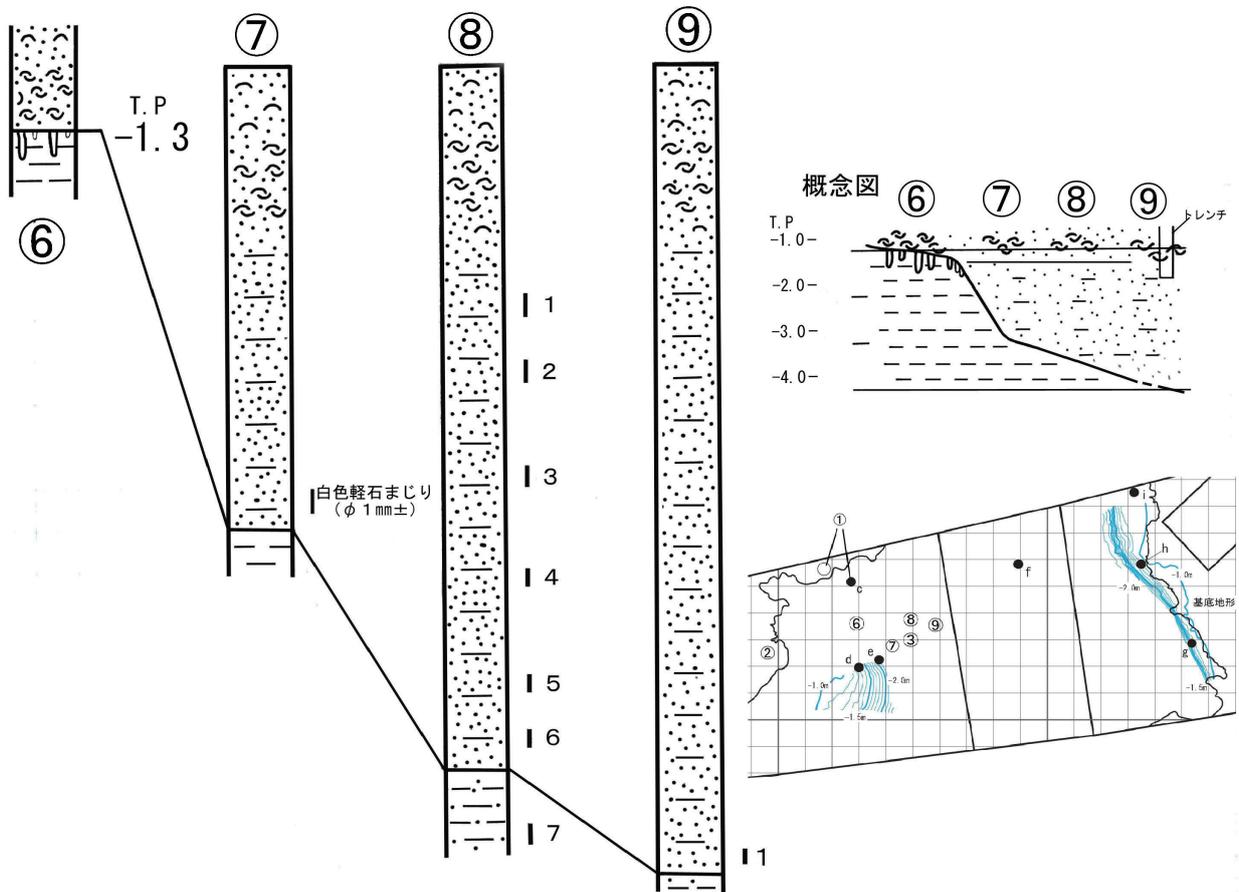
第10図 波食台上の生痕化石

南壁面の排水トレンチの⑥地点より北へ急に2mほど低くなり、その後、緩やかな傾斜になっている。⑥地点付近は平坦な波食台地形である。この⑥地点から⑧地点までの傾斜が急な所が、波食崖と考えられる。⑦地点から⑧地点を経て⑨地点までが⑥地点より1段低い波食台と考えられる。高い波食台と低い波食台の比高は、約2mになる。すなわち、貝塚の形成期の直前の海水準は波食台形成期の2回の安定期と、波食崖形成期のやや急な上昇期が1回認められたことになる。

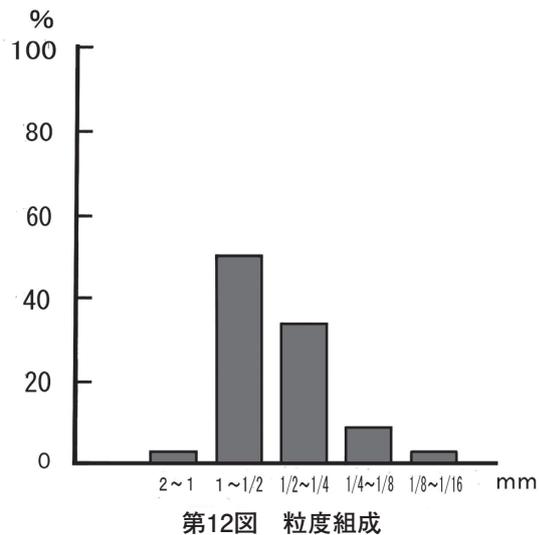
(6) 火山灰層について (第12・13図)

主に灰色の砂粒からなる火山灰層が、草本質泥炭である上部層の上部に層厚が1~2mmのレンズ状に断続しながらみられた。いくつかの地点で確認したが、遺跡の範囲全体に分布するものと考えられる。②地点で採取した試料(2-01)を水で洗い、水中で1φごとに篩分けを実施した。乾燥した粒度ごとの試料の重量を測定して、粒度分析を行った。その後、細粒(1/4~1/8mm)の砂粒についてブロムフォルムを重液とし、重液分離して重鉍物と軽鉍物に分け、偏光顕微鏡観察を中心に、鉍物分析を実施した。その他のサイズの砂は、双眼実体顕微鏡を用いて岩片について概査した。

- ①粒度分析：採取した試料の砂成分比は26.6%となり、大きな値を示している。粒径組成は第12図に示したように粗粒砂(1~1/2mm)が50%、中粒砂(1/2~1/4mm)が35%となり、両者で85%を示し、非常に淘汰のよいものになっている。
- ②鉍物組成・岩片組成：細粒砂(1/4~1/8mm)について重鉍物比を求めると、3.52%であった。一般の火山灰の重鉍物比と比べるとやや低い値を示している。細粒砂の重鉍物成分は第13図に示す。直



第11図 ハンドオーガバーリング地点の地質



方輝石 (opx) が19%と単斜輝石 (opx) と角閃石 (hor) がそれぞれ10%前後ある。また、ほかに磁鉄鉱 (mt) とその他が少量含まれる。比重の大きい黒色および赤褐色の火山岩片が28%含まれている。また、判別不能な風化粒も30%を超えている。なお、粗粒砂については、実体顕微鏡で観察すると、白色から灰色の軽石と黒灰色ないし赤褐色の発泡のよい岩片が多数みられた。

両輝石で代表される、また角閃石が10%を超えているなどの特徴や埼玉県における完新世の火山灰の分布から、この火山灰は榛名ニツ岳伊香保 (Hr-FP) (新井 1979) と考えられる。最近の群馬県の金井東裏遺跡の発掘結果から、軽石の降下年代は一般的には古墳時代の6世紀中葉にあたりと考えられる (杉山ほか 2019)。このことから、上部層とした草本泥炭層は、道免き谷津遺跡で弥生時代中期以降に堆積したII層に相当する可能性が高く、中部層の堀之内式期の海成砂層の堆積後は、離水して淡水化し、草本泥炭層が堆積していったと考えられる。

(7) 珪藻分析 (第14図)

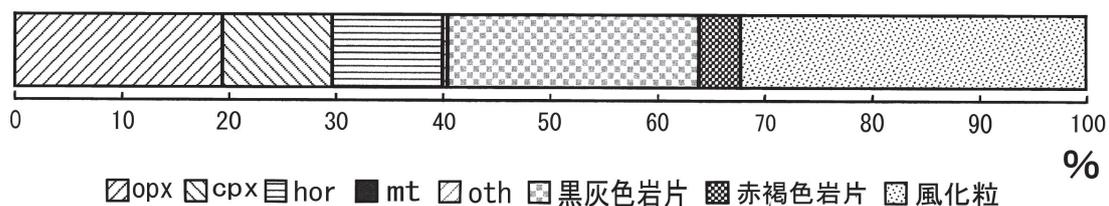
すでに本報告書で珪藻分析の結果が報告され、古環境の復元がなされているが、下部層中に多くの生痕化石が発見されていることから、生痕化石を中心としたサンプリングを行い、珪藻分析を実施した。なお、試料採取位置と分析結果を第14図に示す。

①地点で、貝などを採取した水域の詳細を知るため、巣穴の開いていない底質部と、巣穴を埋めている生痕の管中の堆積物に注目した。巣穴の開いていない底質部は、第1貝層の直下では砂質のシルト質粘土層で、巣穴を埋めている生痕の管中の堆積物は砂 (1-02) と砂質シルト質粘土 (1-04) であった。この砂で埋められた生管は“踏み捏ね層” (1-01) を明瞭に貫いていることが多く、やや新しく形成されたことを窺わせるものとなっている。つぎに、“踏み捏ね層”の下の下部層中の小型の生痕化石の管中のシルト質粘土 (1-04) とその周囲のシルト質粘土 (1-03) について環境の違いがあるかどうかを検討した。

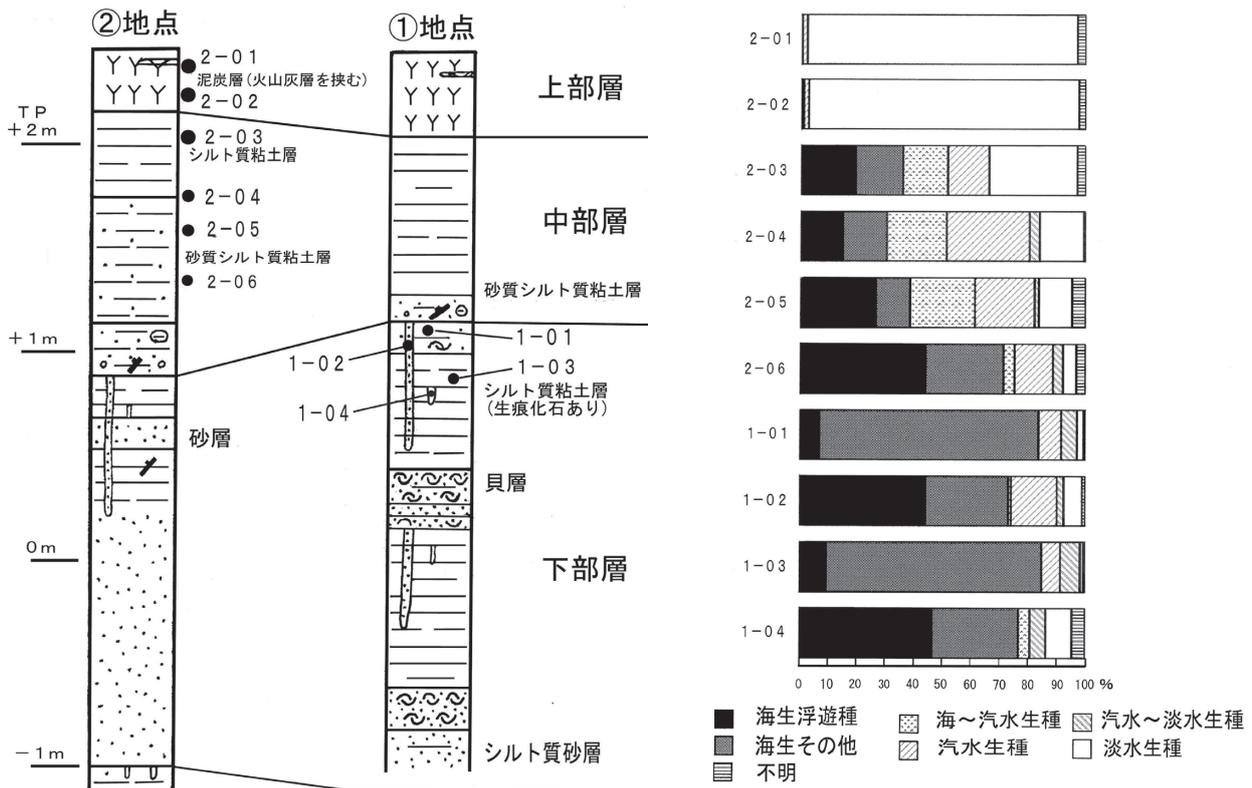
珪藻分析の結果は、全試料が海生の珪藻の割合が70%を超えていた。泥質の堆積物で、生痕の巣穴でない試料 (1-01・03) とともに干潟に生息する *Nitzschia granulata* という海生底生種が最も多く産出することから、この海の環境は干潟であったことを示している。生痕化石の巣穴を埋めている堆積物 (1-02・04) 中からは、外洋性の浮遊種である *Thalassionema nitzschioides* などの *Thalassionema* 属が多く出現し、外洋の海水の影響が強いところでの堆積をうかがわせるものとなっている。すなわち、干潟に生息する生物が作った巣穴を海面上昇による外洋水の進入によって埋め立てられていったものと考えられる。

大型の生痕は、中部層の基底面からあげられたものが多いことから、中部層の環境を知るため、②地点の分析も実施した。中部層は、下部 (2-06) で70%を超える海生珪藻があり、上部 (2-03・04・05) になるとその量が減っている。これは、急激な海進によって外洋水が進入し、その後は、汽水生種が増えることから、あまり外洋水の進入のない汽水域であったためであろう。なお、草本泥炭層 (2-01・02) は淡水性種がほとんどで、富栄養種が多く認められた。

大型の生痕は、中部層の基底面からあげられたものが多いことから、中部層の環境を知るため、②地点の分析も実施した。中部層は、下部 (2-06) で70%を超える海生珪藻があり、上部 (2-03・04・05) になるとその量が減っている。これは、急激な海進によって外洋水が進入し、その後は、汽水生種が増えることから、あまり外洋水の進入のない汽水域であったためであろう。なお、草本泥炭層 (2-01・02) は淡水性種がほとんどで、富栄養種が多く認められた。



第13図 重鉱物組成 (岩片を含む)



第14図 珪藻分析

(8) 海水準変動について

雷下遺跡の下部層は、前項の珪藻分析でも述べたように、前浜～干潟のようなところで堆積した地層で、その時期は出土している土器から縄文時代早期末の茅山上層式期に堆積したものである。この遺跡が、谷津の台地のすぐわきに位置し、前浜の砂層や干潟の砂質泥層がほぼ海面と同じ高さに堆積することから、この時の海水準は下部層の最上部まで上昇したと考えられる。下部層の第1貝層の最上位面は、TP +2.4mであることから(注2)、茅山上層式期の最高海水準はTP +2.4mあたりに達していた。遠藤ほか(2017)は、相対的海水準は7000年calBPには既に最高位にまで上昇しており、7000～5000年calBPの間は基本的に+2.0～+2.5mで高止まりしていた可能性が強く、縄文早期には海水準がかなり高い位置にまで上昇していた可能性が強いとしており、雷下遺跡もその状況を示しているといえる。ちなみに、関東平野では、縄文時代の最高海水準を堀口(1983)が埼玉県の寿能遺跡で約TP +3mとし、遠藤(2017)も+3mとしている。さらに重要なことは、この下部層の上に重なる中部層は、珪藻分析から海成層とされ、さらに高い海水準のもとに堆積した地層であることがわかる。下部層と中部層の境界付近から早期～後期堀之内式までの土

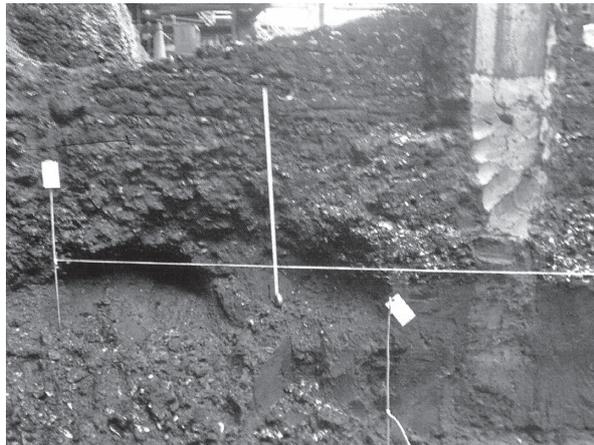
器が出土している。この境界面上には偽礫などが含まれ、周辺の地層の浸食を考える必要があり、海退以降の削剥が長く続いたと考えられることから、この境界が不整合面であることは明らかである。縄文時代早期末には、TP +2.4mと高海水準となり、縄文時代前期黒浜式期までにさらに海水準が上昇した後、海退に転じ、長期間の削剥期に入る。中期の大海退期を経て後期称名寺式～堀之内式期に再び海面の上昇が一時的におこり、中部層の最高地点のTP +3.2mがその最高海水準と考えられる。

(9) 含ローム礫砂層(第15～19図)

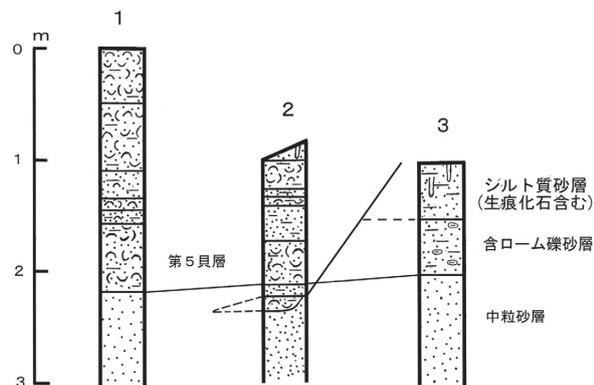
(8) 地点内で貝層が見られる6D-53列～63列にかけて設定されたトレンチ壁面の写真を第15・16図に、地質柱状図を第17図に示す。第15図写真の手前に見える壁面の鉄骨の左側が第17図の地質柱状図2で、右側のピンの付近が地質柱状図3である。なお、地質柱状図1は第15図の壁面と直交する第18図の写真の壁面の左端近くのものである。また地質柱状図1・2で見られるように貝層が、右上の方向にアバットするように堆積していることが読み取れる。第17図で示した含ローム礫砂層としたものは、シルト質の中粒砂層中に関東ローム層、灰色粘土層や炭化物の破片が礫状に含



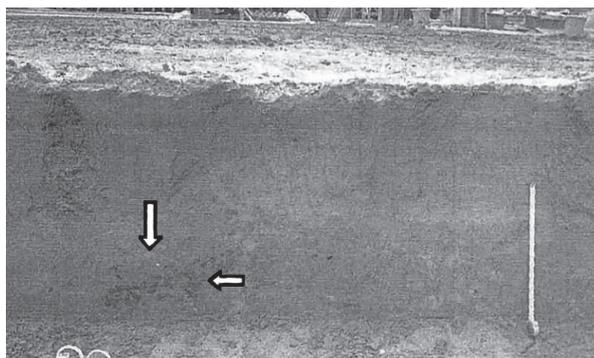
第15図 6D-53列～63列のNS壁面



第16図 第15図と直交する壁面



第17図 (8) 点の地質



第18図 含ローム礫砂層

まれる地層で、関東ローム層の礫が最も多いことで名付けたものである。

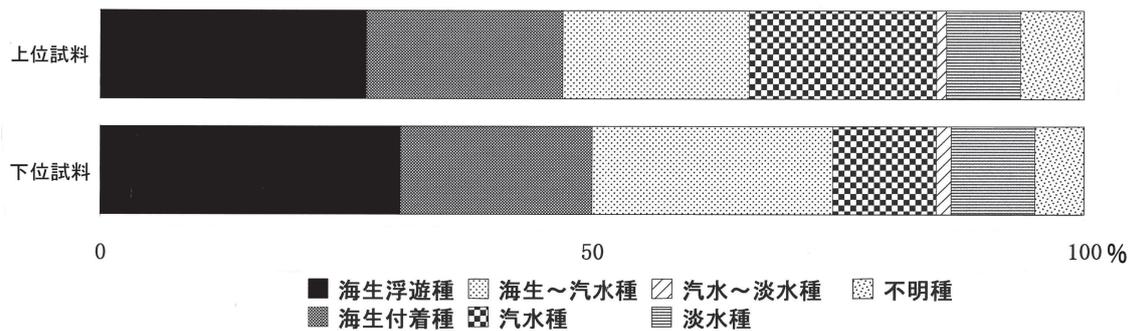
第15・16図に示した壁面よりも北に位置する地点で、この含ローム礫砂層を観察すると第18図の写真に示したようにローム礫が含まれる。第18図で下向きの矢印が関東ローム層の礫で、左向きの矢印が黒色油脂状物質である。また、この関東ローム様に見える礫を粒度分析・鉍物分析を実施した。砂成分は砂分が9%、残りはシルト・粘土成分であった。砂の粒度をみると、中粒砂が32%、細粒砂が54%、極細粒砂が16%であった。この結果は、一般の関東ローム層と同様の砂成分が少なく、中粒以下の細粒の砂が多いという粒度分布になっている。重鉍物比は、15%となった。重鉍物組成は直方輝石56%、単斜輝石11%、角閃石5%、鉄鉍物29%と分析できた。以上のことから、このローム礫は大宮台地に分布する下末吉ローム層上部（硬砂団塊研究グループ 1984）に対比できる関東ローム層を起源とするものであろう。

発掘区の南部に作られた排水用の穴で、珪藻分析用に含ローム礫砂層の基底付近（上位試料）とこの層の下で試料（下位試料）を採取した（第19図）。なお、珪藻の産出個体数は（上位試料の%、下位試料の%）で示す。産出個体の主なものは *Nitzschia cocconeiformis* (13.8)、*Rhaphoneis surirella* (12.10)、*Paralia sulcata* (11.16)、(11.8)、(8.8)、*Cyclotella streata* (4.10) であった。詳細にみると、干潟の指標種といえる *Nitzschia cocconeiformis* が下位試料よりも上位試料で増加している。

また、以上の2試料の全産出珪藻殻を水域別に分けて表わしたものが第19図である。両試料とも似た構成種からなっている。しかし、海生浮遊種 (27, 31) と海生底生種・付着種 (20, 20) の割合となりローム混じり礫層の形成前と後では海生浮遊種が少し減少していることが重要である。また、汽水生種が上位層で多くなっている。これも、外洋海水が流れ込む環境から内湾的な環境へ変化したことを表しているものと考えられる。

3. おわりに

以上、雷下遺跡の調査中に実施した地質調査をもとに、いくつかの分析と検討を加えてみた。すでに、雷下遺跡に関する2冊の報告書 (2017・2019) が刊行され、花粉分析や樹種同定、珪藻分析など古環境を復元するための多くの分析が行われている。本稿は、報告



第19図 水域別の全産出珪藻割合

書が刊行される以前の2015年にまとめられたものであることから、すでに刊行されている報告書と整合をとりながら検討しなおし、一部を改稿した。縄文海進期の海辺の遺跡という稀有な存在である雷下遺跡の解明に繋がれば幸いである。

なお、本稿にかかわったメンバーのうち清水康守・駒井 潔両氏は、すでに亡くなられているため、作図された図の修正などを含めた改稿は、小川政之と蜂屋孝之が行っている。清水康守・駒井 潔両氏の御冥福を謹んでお祈りいたします。

注

- 1 断層の有無についての検討は、千葉県環境研究センター風岡 修氏からご教示をいただいた。発掘調査によって確認された台地斜面にみられる浸食谷の事例には、千葉市有吉北貝塚の北斜面貝層などで確認された事例がある(山田ほか1998)。
- 2 (服部ほか 2019) の第7図基本層序の柱状図kの中部屋(報告書の砂礫層Ⅲ'層)最上位面の標高

引用文献

新井房夫 1979「関東地方北西部の縄文時代以降の指標テフラ層」『考古学ジャーナル』No157 p.205-225

遠藤邦彦ほか 2017「コラム7 縄文海進最盛期以後の海域の変遷と縄文時代貝塚の分布」『日本の沖積層－未来と過去を結ぶ最新の地層－』376-378

遠藤邦彦 2017『日本の沖積層－未来と過去を結ぶ最新の地層－』

小幡喜一 2014「市川市雷下遺跡にみられた生痕化石」『研究連絡誌』第75号(公財)千葉県教育振興財団

硬砂団体研究グループ 1984「大宮台地に分布する硬砂層の性質と堆積環境」『地球科学』38 17-30p

葛飾区遺跡調査会 1989「柴又河川敷遺跡Ⅱ」『北総鉄道建設に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書』131p

杉原重夫 1970「下総台地西部における地形の発達」『地理学評論』第43巻12号 p.703-718

杉山秀宏ほか 2019『金井東裏遺跡(古墳時代編)』公益財団法人群馬県埋蔵文化財調査事業団調査報告書652号

東北新幹線中里遺跡調査会 1987『中里遺跡1－遺跡と古環境1－』東北新幹線に伴う発掘調査

蜂屋孝之 2013『東京外かく環状道路埋蔵文化財調査報告書4－市川市道免き谷津遺跡第1地点(4)－』千葉県教育振興財団第703集

服部智至・太田敬宏・小川慶一郎・蜂屋孝之・今泉潔・上守秀明・橋本勝雄 2017『東京外かく環状道路埋蔵文化財発掘調査報告書12－市川市雷下遺跡(5)・雷下(6)・松戸市上矢切南台遺跡(9)－』千葉県教育振興財団調査報告第768集

服部智至・蜂屋孝之・大久保奈奈・太田敬宏・小川慶一郎 2019『東京外かく環状道路埋蔵文化財調査報告書14－市川市雷下遺跡(1)～(4)・(7)～(10)－』千葉県教育振興財団調査報告第780集

堀口萬吉 1983「埼玉県寿能泥炭層遺跡の概況と諸問題」『第四紀研究』vol.22.231-244.

山田貴久ほか 1998『千葉東南部ニュータウン19－有吉北貝塚1－』千葉県文化財センター調査報告第324集