

第6次加曽利貝塚デジタル三次元測量・ 地中レーダー探査 (GPR) 調査概報

高橋龍三郎・横山未来・川部栞里・田邊凌基・飯塚真人
伊藤結華・関根有一朗・高橋 亘・宮崎滯菜・山内将輝
李 承叡・岸田 彩・進藤瑞生・横溝 優

はじめに

2021年度の調査は、8月9日から8月18日の間に実施した。新型コロナウイルスの感染拡大に伴い、早稲田大学は学部学生を引率した合宿による夏季の実習調査を全学的に禁止したため、担当者の高橋は千葉市教育委員会との協議のもと、文学研究科考古学コースの大学院生と共に調査を実施した。

本年度の調査は、以下の項目を解明することを目的に実施した。

1. 昨年までの調査で北貝塚は完了したので、本年度は南貝塚の中央低地に設定された発掘区を囲むH12, 13, 14、I 13, 14, 15、J 13, 14, 15、K13, 14区を中心に、地中レーダー探査を実施する。本地区は南貝塚南半部にあたる。3次元地形測量は原則実施せず、必要に応じて実施することにした。レーダー探査区は図1の通りである。
2. 南貝塚の貝層堆積地区の貝層の堆積状況、分布状況を明らかにし貝塚の範囲を明確にする。
3. 2021年夏季～秋季に千葉市教育委員会が計画する発掘調査と並行して、発掘予定地区内（中央低地）およびその周辺部を最優先に地中レーダー探査をおこなう。しかし、当初に予定されていたI 13区は既に発掘廃土が積み上げられていたので、その部分を外して実施することにした。

8月の段階で、南貝塚では中央低地部の発掘調査が開始されていた。その範囲は既に昨年度までの調査で大半がレーダー探査を終えていたので、今年度新たに拡大して設定された発掘区に沿うように実施した。

南西部にr 1, 2, 12区、南部にr 3, 9区、南東部にr 5, 6, 8, 11, 15区、東部にr 4, 10, 13区を設定し、合計13区をGPR用の調査区と設定した。探査の結果、南西部のr 12、1区では南貝塚のメインの貝層から連続する厚い貝層を確認した。また1924年東京大学人類学教室が発掘した加曽利貝塚B地点と目されるr 2区では、貝層が塊状に分布している様子が窺われた。今後のB地点の同定に際して重要な材料になると考えられる。

南貝塚南東部の r 5, 6, 8, 11, 15 区の探査では、幅 15m ～ 20m の貝層が長さ 80m にわたって延びていることが確認された。その範囲はおおよそ地表面の貝層散布範囲と重なると考えられるが、地中の内部に残る貝層の様相が把握された点は重要である。それらの貝層は、中央低地から比高にして 2 ～ 3m ほど高く盛り上がり、南貝塚の中心部分である。幅 20m ほどの空隙を介してさらに南東部にレーダーに反応する箇所が存在することが判明した。それは地表面での観察ではやや微高地的に高まりを確認できるものの、際立った土盛りではない。しかし、そこに反応がみられる以上、貝層あるいは別の遺構があることを想定する必要がある。なお、その空隙部分は貝層などが長方形にすっぽり抜けており、かえって人工的な印象を得た。かつての発掘区があったのか判明しない。今後の調査において確認する必要がある。

南貝塚の南端部は史跡指定範囲の端部に相当するが、今回の調査では G 14 区の一部、H 14, 15 区、I 15, 16 区の一部を終了した。

(高橋龍三郎)

1. 調査の経緯・体制・経過

1-1. 調査の経緯

加曽利貝塚は国内最大級の貝塚であり、大学や博物館による試掘・確認調査を含め 17 次 30 地点余、計 12500m² の範囲の発掘調査を実施してきたが、その面積は全体の僅か 8 % に過ぎない。地表面で観察できる地形と貝層とは別に、地中の遺構や貝層の残存状況を、これまでの調査成果から明らかにすることは困難であった。そこで貝層を損なうことなく、地中の状況を把握できる非破壊の方法が模索されてきた。その 1 つの方法が、レーダー探査である。本貝塚で最初にレーダー探査が実施されたのは 1980 年代後半だが、最初期の技術的制約もあり、貝塚の堆積状況を詳しく把握するまでには至らなかった（千葉市教育委員会文化課ほか 1988）。

2017 年度に国の特別史跡に指定されたのは、南北貝塚を含む 150,000m² の範囲である。2016 年度に城倉正祥准教授（現教授）は、北貝塚の南東斜面部の三次元測量・GPR 探査を実施した（第 1 次調査）。その結果、貝層の分布・堆積状況や、1965 年に実施された「第Ⅱ住居址群調査区」（杉原編 1977 [1966]）の反応が得られた。それを継承し、2017 年度に高橋は早稲田大学考古学コースの実習を兼ねて夏期休業中に調査を実施した（第 2 次調査）。北貝塚の東側斜面部から北側斜面において三次元測量を、そしてこの年から始まった千葉市教育委員会が行う発掘調査範囲をカバーする目的で、南貝塚の 1 地点の GPR 探査を行った。これらの調査では北貝塚の東側から北側において、主に台地の縁端部から斜面にかけて貝層が良好な状態で遺存している様子を窺うことができた。また、南貝塚北東部の貝層の一部を把握することができた（高橋ほか 2019）。貝層の分布・堆積状況把握に加えて、1924 年に東京帝国大学人類学教室によって調査が行われた、E 地点トレンチの形跡を併せて探査・推定することも目的にしたが、東側斜面一帯には多くの攪乱

第6次加曽利貝塚デジタル三次元測量・地中レーダー探査（GPR）調査概報

坑があるとみられ、その位置を特定するに至らなかった。2018年度の第3次調査では、北貝塚の北側から西側にむけて地点を移動しながら調査を継続した（第3次調査）。三次元測量は北側部分を中心に約4800m²を測量し、GPR探査は北西から西側部分にかけて探査した。2019年度の第4次調査は、北貝塚の北側部分の斜面地と台地中央部を中心とするGPR探査を実施し、併せて貝塚の西側を中心として三次元測量を実施した（第4次調査）。全4回の北貝塚における調査により、貝塚の貝層の範囲や遺構の推定位置、堆積状況などを理解することができ、大きな成果を得た（高橋ほか 2021）。

そのような成果を基に、2020年度からは、南貝塚における本格的なGPR探査を開始した。2020年度の調査では北貝塚と同様、貝層の範囲や堆積状態、遺構の推定を目的として調査を行った（第5次調査）。この調査では、千葉市教育委員会による発掘調査予定範囲を優先し、中央低地部を中心にGPR探査を行った。その結果、南貝塚東部の貝層範囲の一部や、1964年調査トレンチの反応を得ることが出来た。またD・E両地点トレンチの特定を目的として北貝塚の一部地点の調査を行い、D地点を1ヶ所、E地点を2ヶ所まで絞り込んだ（高橋ほか 2022）。本年度調査では昨年度に引き続き、南貝塚の貝層範囲・堆積状態を明らかにするため、南貝塚南半部のGPR探査を行った。以下、本稿でそれらの成果を述べていく。

1－2. 調査の体制・組織

本調査の概要および組織は以下の通りである。なお、役職や学年等は調査当時のものを表記している。

調査対象：加曽利貝塚

所在地：千葉県千葉市若葉区桜木2丁目81番1ほか

調査期間：2021年8月9日～8月18日

調査種類と内容：受託研究に基づく学術調査（GPR探査）

調査担当：高橋龍三郎（教授）

調査指導：田畑幸嗣（教授）

調査補佐：横山未来（助手）

調査会計：関根有一朗（大学院生）

調査参加者：横山未来、川部栞里、田邊凌基、飯塚真人、伊藤結華、関根有一朗、高橋亘、宮崎滯菜、山内将輝、李承叡、岸田彩、進藤瑞生、横溝優（以上、大学院生）

1－3. 調査の経過

8月9日 大学にて機材積み込み後、現地に到着。基準杭の新設（表1）。本調査ではGPR探査の際の調査区（以下、「レーダー区」と略）の名称をr〇区とすることにした（図

- 1・表2)。各レーダー区は目的や地形に即して設定した任意の長方形である。詳細は後述の「2. 調査の方法」を参照されたい。午後は r 1～5 区の設定を行った。
- 8月10日 午前は r 6～8 区設定、r 4 区の探査。午後は r 1, 5, 8 区の探査。
- 8月11日 午前は r 9～11区の設定、r 2, 6 区の探査。午後は r 12, 13, 14区の設定、r 3, 13 区の探査。
- 8月12日 午前は r 14, 15区の設定、r 10～12区の探査。午後3時頃から降雨のため、作業中止。
- 8月13日 雨天のため、千葉県立中央博物館の見学、及び宿舎にて報告書の執筆作業。
- 8月14日 雨天のため、千葉市立加曽利貝塚博物館にて、加曽利貝塚理解のための検討会第1回を開催。
- 8月15日 雨天のため、加曽利貝塚博物館・加曽利貝塚の見学、及び加曽利貝塚理解のための検討会第2回を開催。
- 8月16日 雨天のため、宿舎にてデータの解析作業、及び加曽利貝塚理解のための検討会第3回を開催。
- 8月17日 雨天のため、宿舎にてデータの解析作業、及び報告書の執筆作業。
- 8月18日 午前は r 9, 15区の探査。午後はレーダー杭や機材片づけ等撤収準備。大学へ機材を搬入し、調査終了。

(横山未来・関根有一朗)

2. 調査の方法

GPR (Ground Penetrating Radar) 探査とは、電磁波 (レーダー) の地下物体からの反射を利用した地中計測法であり、地下の構造を可視化できる手法である。実際の発掘調査が、再現性がなく現状変更を伴うもの (直接法) であるのに対して、GPR 探査はレーダー波による非破壊調査 (間接法) のため、遺跡の保存と地中の遺構の確認の両立が可能である。レーダーの反応は、地中の含水量や土質に基づく誘電率の差異によるものであるため、貝層と土層の相違が明確に表れる反面、水分を多く含む樹木などに強く反応してしまうことがある。また、地中に水分が多く含まれている場合は、埋蔵物に起因する収差が小さく、適当な反応が期待できない。それゆえ、樹木が生い茂る場所や、降雨直後の調査では細心の注意が必要である。

具体的な調査方法については、はじめに任意の調査区を設定し、レーダーの走査方向 (測線) に直角に交わる辺に、距離の指標としてエスロンを配置する。そして、測線の目標である水糸を張り、それを目安に機材を走査する。今回の調査では、走査間隔は0.5m で計測を行なった。使用した機材は、MALAGEoscience 社製 RAMAC ProEX システムの500MHz アンテナと、RAMAC GX システムの450MHz アンテナの2台である。事前走査によってアンテナ周波数の違いによるデータ内容の差異を検証したところ、反応に大差がないことを確認したため、アンテナ2台の併

第6次加曽利貝塚デジタル三次元測量・地中レーダー探査（GPR）調査概報

用が可能であると判断した。また、2台のレーダー機材を同時に走査する場合、解釈の相違や、相互のレーダー波が干渉して正確なデータを得られない恐れがあるため、それぞれの対象とする調査区が間近にならないよう配慮した。集積したデータは、解析ソフト GPR-SLICE で解析を行ない、Time slice 図（平面図に相当、以下「スライス図」と略）とプロファイル図（断面図に相当）を出力したのち、Esri 社 ArcGIS（Geographic Information System）でスライス図をジオリファレンスして全体図を作成した。

（田邊凌基・飯塚真人）

3. GPR レーダー探査の成果

3-1. 2021年度の調査目的と範囲

今年度の調査範囲は、南貝塚南半部にあたる、H12, 13, 14、I 13, 14, 15、J 13, 14, 15、K13, 14区である。そして南貝塚南半部の様相把握のため、南西部に対し r 1, 2, 12区を、南部に対し r 3, 9区を、南東部に対し r 5, 6, 8, 11, 15区を、東部に対し r 4, 10, 13区を設定した（表2・図1）。r 7, 14区については区設定を行ったが、天候不順のため探査を行うことが出来ず、廃番とした。また今回の GPR 探査範囲に関する既往の発掘調査として、I～VIトレンチと11区を発掘した第2次調査⁽¹⁾、南貝塚南東部や東傾斜面を発掘した第7次調査、GPR 探査及び比抵抗マッピングに伴い試掘調査が行われた第10次調査が挙げられる（千葉市教育委員会 2017）。

本年度の GPR 探査で取得したスライス図を、総括報告書掲載の調査地点位置図（千葉市教育委員会 2017, pp.36-37）（以下、「総括報告書図面」と略）に重ねたものが図2～5である。図2は地表下約50cm 付近（「1層」と呼称）の、図3は地表下約100cm 付近（「2層」と呼称）の、図4は地表下約150cm 付近（「3層」と呼称）のスライス図である。南貝塚全体で確認できる青い曲線的な反応は、加曽利貝塚史跡整備のため、南貝塚貝層想定範囲に沿って敷設された石畳の反応である。以下に本年度の調査成果について述べる。

表1 基準杭座標

地点	属性	点名	X	Y	Z	備考
南貝塚	4級基準杭	KSR-BM1	-41696.8	30014.13	31.28	
南貝塚		KSR4-32	-41690.1	29945.36	30.412	千葉市教育委員会提供
南貝塚		KSR-BM1-1	-41736.4	29983.24	29.476	千葉市教育委員会提供
南貝塚		KSR-BM1-39	-41737.3	29892.11	30.043	千葉市教育委員会提供
南貝塚		KSR-BM1-40	-41736.3	29875.89	29.762	千葉市教育委員会提供
南貝塚		KSR-BM1-41	-41803.7	29867.2	29.931	千葉市教育委員会提供
南貝塚		KSR-BM1-42	-41808.9	29856.92	30.457	千葉市教育委員会提供
南貝塚		KSR-BM1-34b	-41713.9	29973.68	30.987	千葉市教育委員会提供
南貝塚		KSR-BM1-35b	-41755	29965.09	29.166	千葉市教育委員会提供
南貝塚		KSR-BM1-36b	-41796.5	29960.95	29.725	千葉市教育委員会提供
南貝塚		KSR-BM1-43	-41731.8	29960.8	29.719	千葉市教育委員会提供
南貝塚	開放トラバース杭	WK-1	-41814.8	29920.26	30.463	2021年度早稲田大学新設
南貝塚	開放トラバース杭	WK-2	-41832.3	29976.82	30.719	2021年度早稲田大学新設

3-2. 南貝塚西部の成果

【r 1 区】 35×40m Time slice 1層47.1-67.8cm/ 2層87.0-102.7cm/ 3層134.1-149.8cm

南貝塚の西部から南西部にかけての範囲に設定した。1層 X = 4-22m, Y = 16-40m 並びに 2層 X = 4-34m, Y = 0-6m 及び X = 10-33m, Y = 20-40m の範囲に強い反応が見られた。また 2層 X = 10-24m, Y = 33-39m 付近で直線的な反応が確認された。さらに 3層 X = 20-23m, Y = 31-34m 付近で円形の反応が見られた。

【r 2 区】 35×40m Time slice 1層45.8-61.5cm/ 2層77.2-92.9cm/ 3層145.9-161.6cm

r 1 区と杭を共有し、南側に隣接させて南側貝層を横断するように設定した。X = 8-18m にかけて Y = 0-30m まで縦にトレンチの跡と思われる 2つの線状の反応が現れている。プロファイル図 (Y = 18m) を見ると、Y = 12m と Y = 22m で深さ120cm 程度、幅約 2m の類似した反応

表2 レーダー杭座標

区	杭名	X	Y	原点
r1	r1-a	-41775.343	29912.395	c
	r1-b	-41812.414	29927.406	
	r1-c	-41825.527	29894.968	
	r1-d	-41788.453	29879.96	
r2	r2-a	-41812.414	29927.406	c
	r2-b	-41849.499	29942.403	
	r2-c	-41862.616	29909.951	
	r2-d	-41825.527	29894.968	
r3	r3-a	-41846.863	29922.292	c
	r3-b	-41883.1	29976.234	
	r3-c	-41908.017	29959.519	
	r3-d	-41871.781	29905.576	
r4	r4-a	-41791.015	29996.714	c
	r4-b	-41793.824	30016.501	
	r4-c	-41829.435	30011.442	
	r4-d	-41826.644	29991.636	
r5	r5-a	-41791.015	29996.714	a
	r5-b	-41808.34	30006.703	
	r5-c	-41841.269	29949.494	
	r5-d	-41823.938	29939.519	
r6	r6-a	-41869.867	29965.982	a
	r6-b	-41836.897	30023.218	
	r6-c	-41808.34	30006.703	
	r6-d	-41841.269	29949.494	
r8	r8-a	-41806.935	29968.938	a
	r8-b	-41791.015	29996.714	
	r8-c	-41785.779	29993.698	
	r8-d	-41801.735	29965.955	
区名	杭名	X	Y	原点
r9	r9-a	-41871.781	29905.576	c
	r9-b	-41847.344	29922.933	
	r9-c	-41818.386	29882.202	
	r9-d	-41842.839	29864.839	
r10	r10-a	-41829.435	30011.442	a
	r10-b	-41832.122	30030.241	
	r10-c	-41796.47	30035.313	
	r10-d	-41793.824	30016.501	
r11	r11-a	-41880.286	29971.945	a
	r11-b	-41847.43	30029.194	
	r11-c	-41836.897	30023.218	
	r11-d	-41869.867	29965.982	
r12	r12-a	-41788.453	29879.96	a
	r12-b	-41775.343	29912.395	
	r12-c	-41738.269	29897.364	
	r12-d	-41751.41	29864.947	
r13	r13-a	-41775.016	29995.945	a
	r13-b	-41791.015	29996.714	
	r13-c	-41790.111	30015.667	
	r13-d	-41774.12	30014.934	
r15	r15-a	-41841.397	29909.188	c
	r15-b	-41887.315	29935.642	
	r15-c	-41869.867	29965.982	
	r15-d	-41823.938	29939.519	

※r 1～3, 9, 12, 13 区は MALA GX 450MHz

r 4～8, 10, 11, 15 区は MALA Pro-EX 500MHz

※走査方向は全て X 方向に統一した

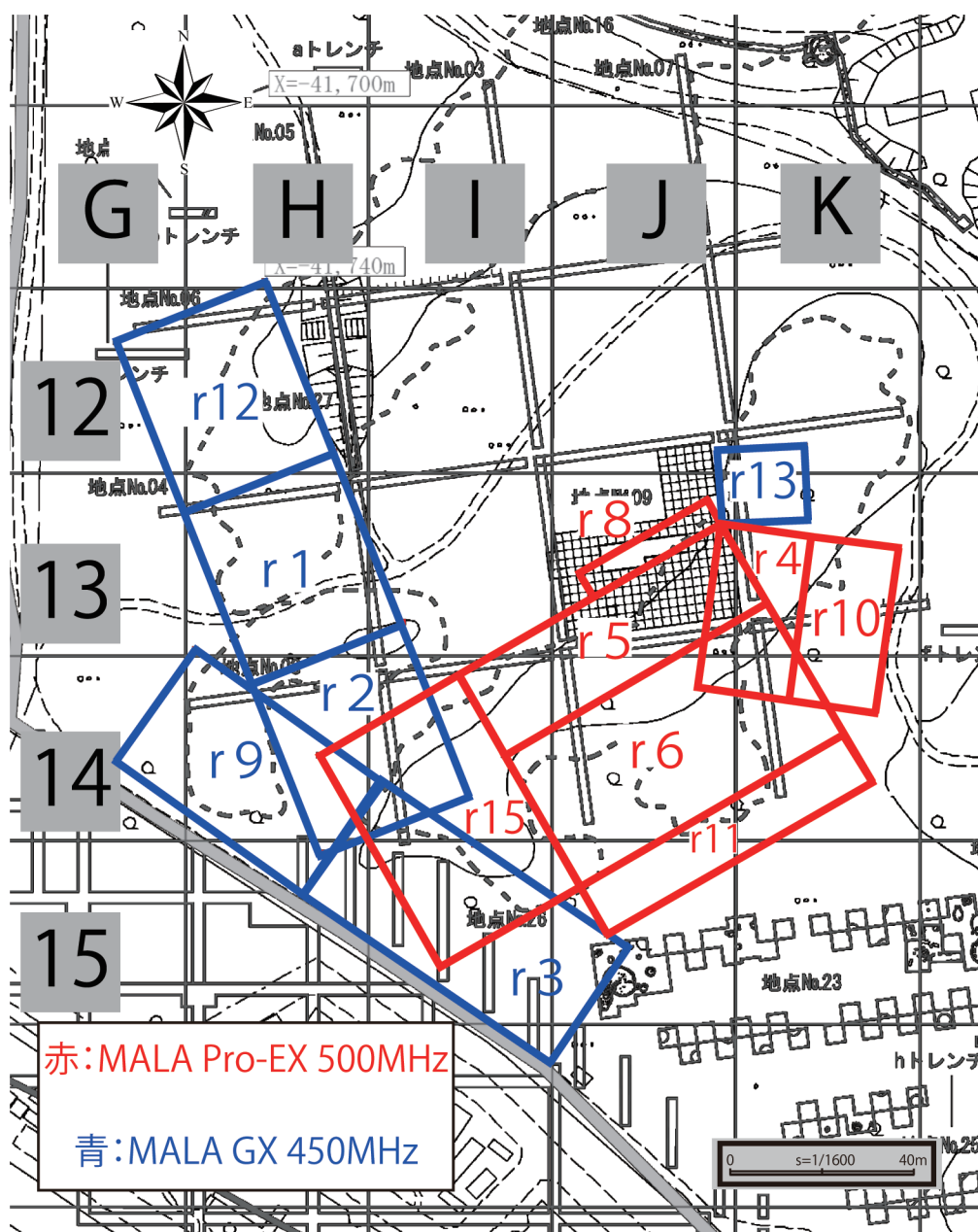


図1 レーダー区全体図

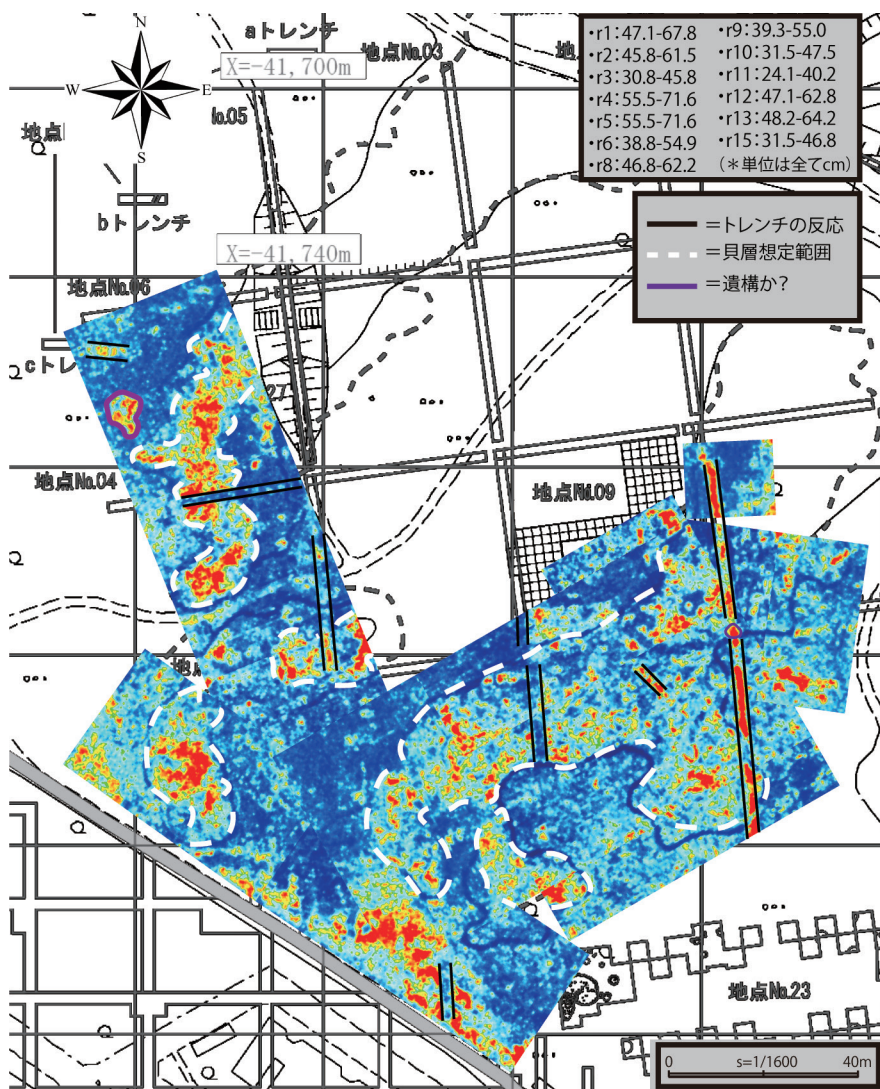


図2 1層レーダー反応全体図

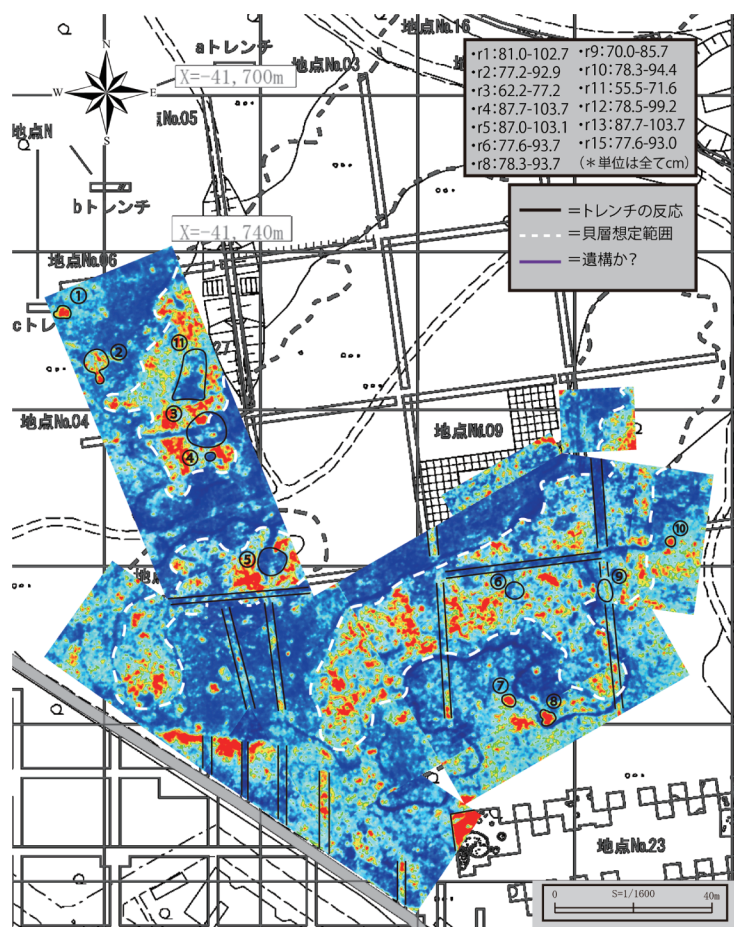


図3 2層レーダー反応全体図

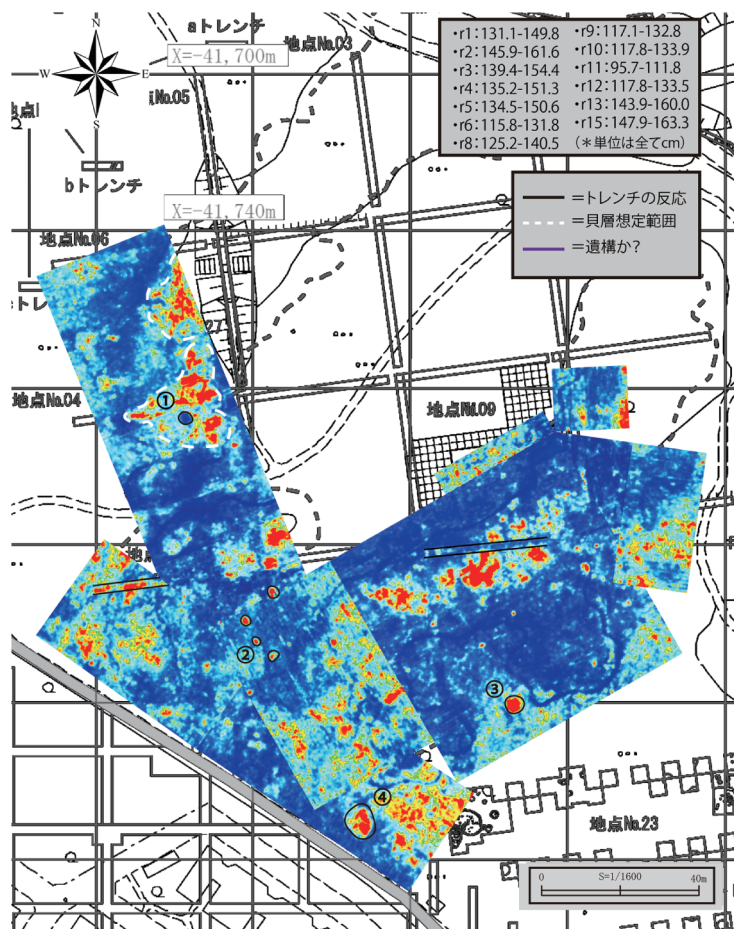


図4 3層レーダー反応全体図



図5 2層レーダー反応全体図＋総括報告書図面

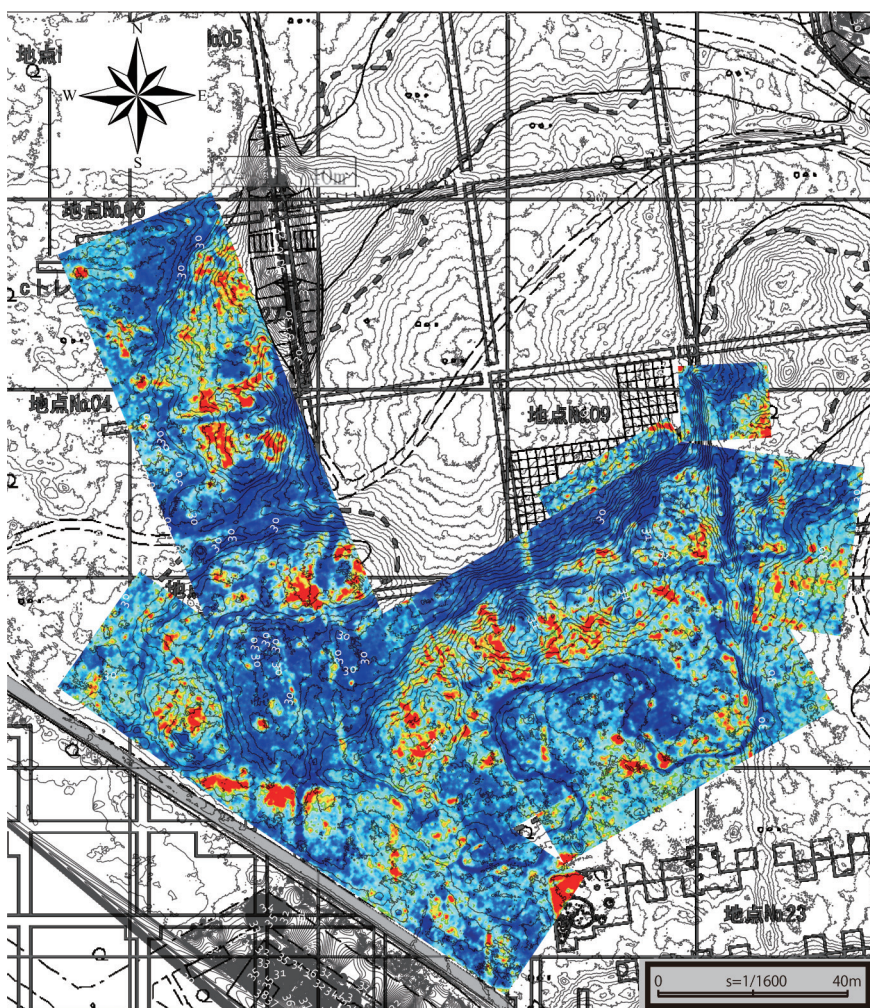


図6 2層レーダー反応全体図+等高線図

が存在する。後者はⅢトレンチ1区の反応、前者も記録は確認できないが反応の類似から、過去のトレンチ発掘の跡を示すと考えられる。2層 $X=16-35\text{m}$, $Y=30-40\text{m}$ にかけては貝層と思われる円形の反応を示している。また、同様の反応が右下段部の $X=26-35\text{m}$, $Y=0-10\text{m}$ にもみられる。2層 $X=24-32\text{m}$, $Y=32-40\text{m}$ では青く抜けている。プロファイル図（ $Y=36\text{m}$ ）を見ると、深さ50-120cmの反応が抜けている。3層 $Y=8-24\text{m}$ の範囲で赤く丸い反応が数か所見られる。既往調査では、r2区に近い南貝塚の南部から、貯蔵穴と考えられるフラスコ状土坑が複数報告されている（千葉市教育委員会 2017, p379）。検出された反応の大きさと深さから、これらはフラスコ状土坑の可能性が高い。

【r3区】30×65m Time Slice 1層30.8-45.8cm/2層62.2-72.2cm/3層139.4-154.4cm

南貝塚南西端部に、歩道を避けて設定した区である。2層 $X=35-45\text{m}$, $Y=20-30\text{m}$ で貝層と考えられる赤い反応が見られた。2層 $X=0-15\text{m}$, 2層 $X=0-7\text{m}$, $Y=20-30\text{m}$ で赤い反応がある。

【r9区】50×30m Time slice 1層39.3-55.0cm/2層70.0-85.7cm/3層117.1-132.cm

南貝塚の南側の様相を確認する目的で、r3区の西側に加曽利貝塚公園の南端にある道路に沿って設定した。2層 $X=15-32\text{m}$, $Y=4-18\text{m}$ の範囲に赤い反応がある。これは南貝塚南側貝層南端部の反応だと考えらえる。2層 $X=0-10\text{m}$, $Y=0-30\text{m}$, $X=35-50\text{m}$, $Y=0-10\text{m}$ の範囲に赤い反応がある。Profile（ $X=2\text{m}/40\text{m}$ ）では深さ60cmまで赤く直線的な反応がある。これらは隣接して存在した工場に伴う攪乱の反応であると考えられる。2層 $X=45-50\text{m}$, $Y=0-8\text{m}$ で南北に伸びる青い帯状の反応がある。これは第7次調査のトレンチの反応だと考えられる。3層 $X=5-20\text{m}$, $Y=18-30\text{m}$ で東西に伸びる赤い帯状の反応がある。これはⅥトレンチ1区であると考えられる。

【r12区】35×40m Time slice 1層55.0-70.7cm/2層78.5-94.2cm/3層117.8-133.5cm

南貝塚西側にr1区と南辺を共有する形で設定した。 $X=12-40\text{m}$ には、帯状にめぐる貝層らしき反応が見られる。また、2層 $X=20-30\text{m}$, $Y=2-12\text{m}$ 付近には青く長方形に抜けたような反応が確認できる。2層 $X=8-35\text{m}$, $Y=0-32\text{m}$, 3層 $X=16-35\text{m}$, $Y=0-32\text{m}$ の範囲に赤い反応が見られる。これらの反応は南貝塚西側貝層の反応だと考えられる。2層 $X=2-4\text{m}$, $Y=33-36\text{m}$ で赤くまとまった反応がある。これは第9次調査cトレンチで発見された柄鏡型住居（113号住居）（千葉市教育委員会 2017, pp330）の反応だと考えられる。2層 $X=3-10\text{m}$, $Y=14-22\text{m}$ で赤くまとまった反応がある。柄鏡形の反応を示しており、同様に柄鏡型住居の可能性が考えられる。

（川部栞里・山内将輝・李承叡・岸田彩・進藤瑞生）

3-3. 南貝塚東部の成果

【r 4 区】 36×20m Time slice 1層55.5-71.6cm/ 2層87.7-103.7cm/ 3層135.2-151.3cm

南貝塚中央低地東側に設定した。地表面より55.5-71.6cmにおいて、 $x=0m$, $y=2-4m$ から $x=36m$, $y=12-14m$ にかけてレーダー区を南北に縦断する形で強い反応が見られる。地表面より87.7-103.7cmにおいて全体的に反応が確認できる。 $x=3-5m$, $y=10-20m$ の範囲、 $x=10-21m$, $y=11-17m$ の範囲で特に強い反応が見られる。地表面より135.2-151.3cmにおいて、 $x=2-7m$, $y=16-20m$ の範囲、 $x=0m$, $y=2-4m$ から、 $x=18m$, $y=17-20m$ にかけての範囲で強い反応が見られる。

【r 5 区】 66×20m Time slice 1層55.5-71.6cm/ 2層87.0-103.1cm/ 3層134.5-150.6cm

r 8 区に隣接した南貝塚南東側に設定した。 $X=24-48m$ の範囲で帯状に青く抜けている。また、 $X=26-28m$, $Y=14-20m$ の範囲と $X=20-22m$, $Y=0-8m$ の範囲でも帯状の反応が見られる。さらに、 $Y=12m$ 付近まで、赤い反応が見られ、貝層の広がりと考えられる。

【r 6 区】 66×33m Time slice 1層38.8-54.9cm/ 2層77.6-93.7cm/ 3層115.8-131.8cm

r 5 区に引き続き、南貝塚東側の貝層範囲を明らかにするために設定した。2層 $X=0-50m$, $Y=20-33m$ にかけて貝層と考えられる強い反応がある。さらに、 $X=22-24m$, $Y=4-6m$ では円形の強い反応が確認された。1層 $X=50-66m$ でVトレンチと思われる直線的な反応が見られる。

【r 8 区】 32×6m Time slice 1層46.8-62.2cm/ 2層78.3-93.7cm/ 3層125.2-140.5cm

南貝塚東側に設定した。 $X=21-31m$ の範囲で四角く、青色で抜けた反応がある。

【r 10区】 36×19m Time slice 1層31.5-47.5cm/ 2層78.3-94.4cm/ 3層117.8-133.9cm

南貝塚中央低地東側、r 4 区東側に設定した。1層において、 $X=1-16m$, $Y=2-8m$ の範囲、 $X=0-5m$, $Y=24-36m$ の範囲、 $X=11-15m$, $Y=31-34m$ の範囲で強い反応が見られる。2層において、 $X=0-11m$, $Y=0-4m$ の範囲、 $X=0m$, $Y=5-13m$ から $X=19m$, $y=8-19m$ にかけての範囲、 $X=0-4m$ における $Y=15-18m$, $Y=23-28m$, $Y=30-35m$ の範囲で強い反応が見られる。3層において、 $X=4-11m$, $Y=0-3m$ の範囲、 $X=0m$, $Y=6-12m$ から $X=19m$, $Y=6-18m$ にかけての範囲で強い反応が見られる。

【r 11区】 66×12m Time slice 1層24.1-40.2cm/ 2層55.5-71.6cm/ 3層95.7-111.8cm

r 6 区と辺を接する形で南貝塚東側に設定した。2層 $X=44-52m$, $Y=6-12m$ の範囲で貝層の端と考えられる反応が見られた。 $X=20-26m$, $Y=10-12m$ および、 $X=28-30m$, $Y=6-10m$ でも強い反応が見られ、1層 $X=44-50m$ でVトレンチと思われる直線的な反応が確認されている。

【r 13区】 16×19m Time Slice 1層48.2-64.2cm/ 2層87.7-103.7cm/ 3層143.9-160.0cm

南貝塚中央低地東側に設定した。2層では、 $Y=10-19m$ に強い反応が見られる。また1層では、 $X=4-16m$, $Y=4-7m$ の範囲で、南北に連続する反応が見られる。r 14区や r 10区の反応を考慮すると、それぞれ、前者は貝層、後者は既往調査のトレンチだと考えられる。

【r 15区】 35×53m Time slice 1層31.5-46.8cm/ 2層77.6-93.0cm/ 3層147.9-163.3cm

r 5, 6 区に隣接した南貝塚南側に設定した。X=32-53m, Y=20m の範囲と X= 0-14m, Y= 27-35m の範囲で帯状に反応がある。また、X=20-46m, Y= 0-32m の範囲で赤い反応が確認され、貝層の広がりと考えられる。

（伊藤結華・高橋亘・宮崎滯菜・横溝優）

3-4. 小結

今回の GPR 探査で得られた反応と総括報告書図面とのズレについて述べる（図5）。総括報告書図面は千葉市教育委員会により、「調査写真及び調査日誌との照合を行った上で図面修正作業をおこない、基本的に調査原図に従う形で作図」（千葉市教育委員会 2017, pp10-11）されており、筆者らは例年、この図面を Arc-GIS 上でジオリファレンスを行い、その上にスライス図を重ねて掲載している。今年度調査で得られた反応と総括報告書図面では、第7次調査（1972年）の地点 No.23や第10次調査（1989年）の地点 No.26はほぼ同一の位置で反応が確認できるものの、第2次調査（1964年）のⅠ～Ⅵトレンチや地点 No.09などは一部ズレが確認できる。このズレについては調査原図の作成時期によるものと考えられる。次に得られたレーダー成果をまとめる。

（1）貝層の反応

今回設定した調査区で南貝塚の南側半分のほぼ全域をカバーすることができた。貝層分布範囲については、従来の想定に沿う形で分布する部分と想定と異なる形で分布する部分が確認された。H12・13区の西側貝層は1層では貝層想定範囲内西側で反応があるが、2層・3層では東側で反応が強い。Ⅰ13・H14区に位置する南側貝層は貝層想定範囲のかなり内側の狭い範囲で反応が確認された。南側貝層は現在想定線によれば一続きの「く」の字型の貝層であるが、実際は南北2つの貝層に分かれるようである。Ⅰ14区の東側貝層南端部の貝層については、西半部で想定されていた貝層の反応が確認されなかった。この地点は、Ⅲトレンチ1区で厚さ20cm程度の貝層が確認されているが、その薄さと主体が混土貝層である点から、GPRでは反応しなかったものと考えられる。次にⅠ15・J15区に位置する南東に突き出す形で想定されていた貝層だが、r15区のスライス図・プロファイル図から、1層では独立した貝層として確認され、2層ではその存在自体が確認できない。そしてJ14区東半に位置する南東に突き出す形で想定されていた貝層は、1層では想定通りであったものの、2層では西側部分の反応が確認できない。最後にK13区では、従来の想定よりも貝層の範囲が東側にずれると思われるが、この地点については今後の調査を待つ必要がある。r5, 6区を設定した南貝塚東部の中心部については、特にコンターが高まる部分に青い抜けが確認されている。この地点は第2次調査の段階で既往発掘の跡が著しいと報告されており、縄文時代の遺構による抜けかトレンチ・盗掘坑による抜けかを明確に弁別する事が難しい。とはいえ、Ⅰ14区北東部・J14区北西部では、1～3層にかけて継続的に貝層の反応が確

認でき、貝層が厚く堆積していることは間違いない。

（２）過去の発掘調査区の反応

第２次調査Ⅰトレンチ１・２区、Ⅱトレンチ１区、Ⅲトレンチ１・２区、Ⅴトレンチ１・２区、Ⅵトレンチ１・２・３・４区、第５次調査トレンチ、第９次調査ｃトレンチ、第１０次調査トレンチが検出された。これらはいずれも直線的な反応を示す。トレンチによって反応が確認される層位が異なり、Ⅰ・Ⅴトレンチの反応は１・２層で明瞭だが、Ⅵトレンチの反応は２・３層で把握できる。こうした各トレンチの反応が深度により異なる事は、埋め戻し土の差や第２次調査が遺跡保存のため調査が中断したことに起因すると思われる。地点 No.09 の反応については、r 5 区と r 8 区での反応に差異が見られるが、これは区画範囲の大きさに起因するものと思われ、詳細を明瞭に捉えることが出来なかった。

また記録に残されていないが発掘区と考えられる反応として、r 2 区 2 層 $x = 9\text{m}$, $y = 0 \sim 30\text{m}$ の南北に伸びる帯状と r 6 区 1 層の $X = 40\text{--}44\text{m}$, $Y = 24\text{--}31\text{m}$ の位置に赤く直線的に伸びる反応がある。

（３）遺構の反応

南貝塚西部の調査では、縄文時代の遺構の可能性のある反応が貝層の内外から確認された。反応の直径や深さから遺構を住居と土坑の２つに大別した。まず貝層外の遺構について述べる。土坑の可能性のある反応として図 3 - 7, 8, 10・図 4 - 2、住居の可能性のある反応として図 3 - 1, 2、図 4 - 3 が挙げられる。過去の発掘成果からその遺構の性格が推定できるものもあり、図 3 - 1 は 113 号住居柄鏡型住居、図 4 - 2 はフラスコ状土坑の可能性はある。

貝層内における遺構の反応は、後世の発掘トレンチや攪乱との見極めが難しい。今回はプロファイル図において貝層を切る壁の立ち上がり、直線的ではなく曲線的であるもの、またスライス図において四角い反応ではなく丸い反応であったものを近代の発掘トレンチではなく縄文時代の遺構であると捉えた。このような基準で見た場合に土坑の可能性のある反応として図 3 - 4・図 4 - 1、住居の可能性のある反応として図 3 - 3, 5, 6, 9 が挙げられる。過去の発掘成果からは図 3 - 9 がⅤトレンチで検出された 82 号住居であることが推定できる。また縄文時代の遺構であるか、記録にない発掘の痕跡か判断できなかった反応に図 3 - 11 がある。

（４）工場跡等攪乱の反応

r 3 区南部と r 9 区西部、r 15 区南部では、工場跡による攪乱と思われる反応が確認された。反応の特徴としては地表から地下 1 m 程度まで異常に強い反応があり、Profile で見ると直線的なかたまりを示す。攪乱の反応が確認された公園の南端、西端部は地形が不自然に平坦であることから、近代において地形造成があったことがわかる。

（関根有一朗・山内将輝）

4. 北貝塚との比較

本年度の調査によって、南貝塚の貝層範囲の大部分が明らかになった。そこで既に全範囲のレーダー調査が為されている北貝塚との比較を行いそれぞれの貝塚の特徴を分析したい。尚、南貝塚の調査は全範囲終えているわけではないため今回の比較は予察とし、詳細な分析は南貝塚の調査が終了した後再度試みたい。

第3次・第4次調査によって得られた北貝塚のレーダー反応図（高橋ほか 2021）に、10cmの等高線を重ねたのが図7である。今年度調査した南貝塚のレーダー反応と等高線を重ねたのは図6である。

平面的に見た貝層を示すレーダー反応は北貝塚も南貝塚ともに環状または馬蹄形状の類似した形態を呈す。しかし、地形と貝層反応の対応関係は、北貝塚と南貝塚で異なる。北貝塚の貝層は、西側で見られるように標高の高いマウンド状の地点と貝層のレーダー反応が重複している部分も存在するが、東側のようにレーダー反応が地形的にはマウンド上ではなくむしろ斜面において見られる部分も存在する。また北西部では、標高の高いマウンド上の部分で貝層の反応が強いが、マウンド部にのみ貝層の反応が見られるわけではなく斜面まで貝層の反応が続いている。ここから北貝塚の貝層は常にマウンド状になっているわけではなく、台地縁辺の斜面にも広がりを持っていることが分かる。一方で南貝塚は地形の高まりと貝層の反応が対応しており、貝層主体部は常に周囲と比べ高くなっている。

こうした反応の差異を考察するために北貝塚と南貝塚で行われた過去のボーリング調査の結果（図8）を参照したい。この図によれば、南貝塚は貝層を除いたローム層においても中心より標高が高いのに対して、北貝塚は貝層を除いたローム層では中心の標高がむしろ高くなっている。つまり、南貝塚は元々標高の高い地点にさらに貝を積み上げることでさらにマウンドが大きくなっているのに対し、北貝塚はむしろ標高の低い台地の縁辺に貝が大量に堆積した結果、周囲がマウンド状になったことが、この図からは推測できる。

このボーリング図で得た推測は、今回得られた北貝塚と南貝塚のレーダー反応の違いと整合的である。北貝塚で貝層の反応が標高の高いマウンド状の地点と斜面部の両方で見られることは、北貝塚が台地の縁辺を大量の貝で埋めることで形成されたことを裏付けるだろう。一方南貝塚で標高の高い地点と貝層の反応が一致することからは、南貝塚が元地形において標高の高い地点に貝を廃棄していったことが伺える。

北貝塚においては斜面にも貝層主体部が存在していることから、マウンドの形成は2次的な事象であったことが指摘できる。しかし、南貝塚では貝層主体部は全てマウンド状になっており、加えて元地形において既にマウンド状になっていた場所の上に貝塚が形成されていたことから、貝層をマウンド状に構築することがより意識的に行われていた可能性を推測できる。

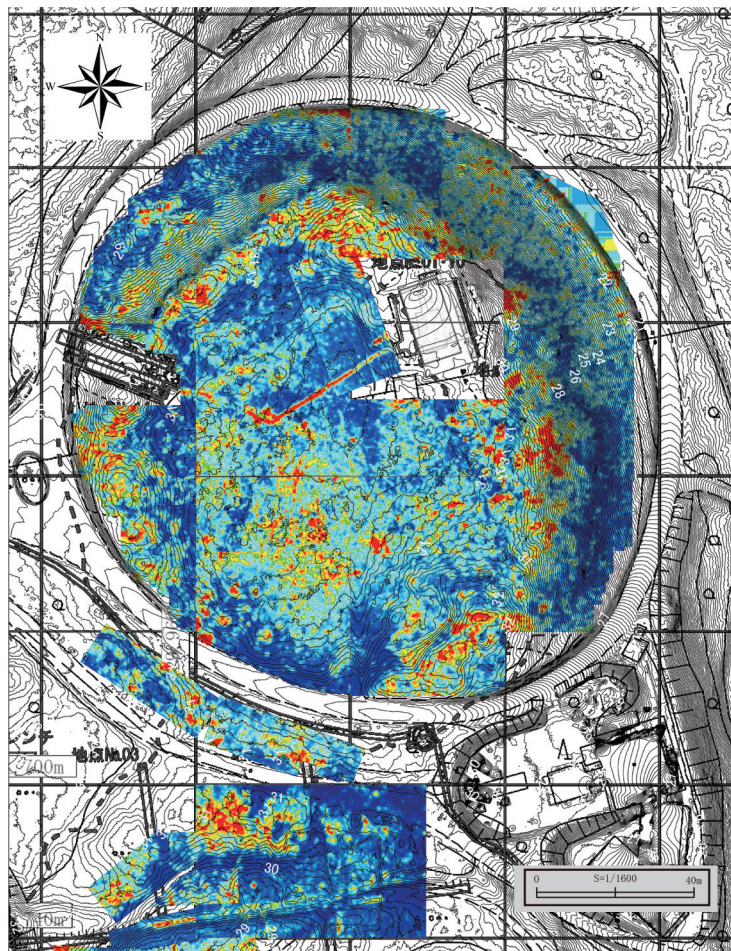


図7 北貝塚レーダー反応+コンター (10cm)

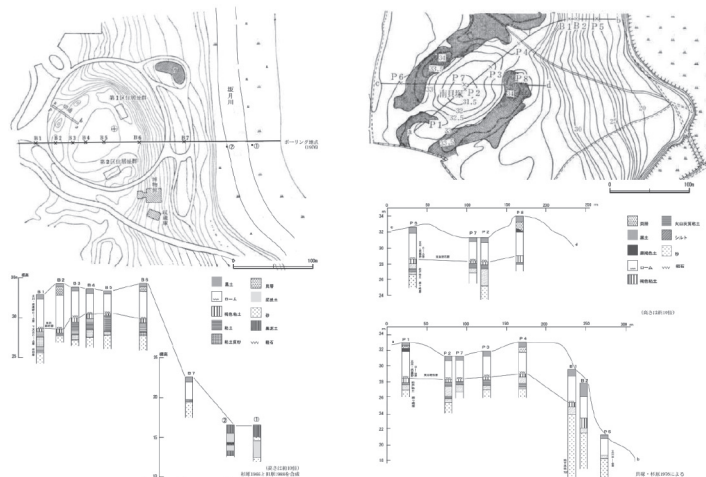


図8 加曽利北貝塚・南貝塚ボーリング図 (千葉市教育委員会 2017 pp23・24)

レーダー反応と地形との関係からだけでは、なぜそのような差異が生じたのかの要因を議論することはできないが、以上の議論からは北貝塚と南貝塚という平面形態に置いて類似する二つの貝塚が同質でない可能性を指摘できる。

議論を深めていくために、北貝塚と南貝塚の発掘調査で作成されたセクション図及びレーダー調査で得られたプロファイル図における比較などを行う必要がある。今後の課題としたい。

（山内将輝）

5. 1924年調査トレンチ（南貝塚）に関する考察

筆者らは2016年度の調査以来、三次元測量とGPR探査により得られた成果を基に、D地点トレンチ、E地点トレンチ特定の試みを行ってきた（高橋ほか 2019, 2021, 2022）。昨年度までの成果により、この2地点の推定については一定以上の成果を挙げたと言えよう。本調査では、B地点トレンチがあったと推定される南貝塚南西部の探査を行った。先行研究では、B地点トレンチの所在地として、現在まで2地点が想定されている。1点目が、大山史前学研究所による1922, 36年調査の報告（大山史前学研究所 1937）における「B11点」付近（青沼 2000、堀越 2017）、2点目が、同報告における「BI点」付近（菅谷 2021）である。紙面の都合上、ここでは詳細な言及は避けるが、前者は大山・八幡の両報告の記述を重視し、後者は1922年の測量図（に類似する図面）を重視している。どちらも既存の文献や図面、写真などについての詳細な検討を基にしたものである。そこで本章では、これら先行研究でも検討された、小金井良精の日誌・野帳資料（西田 2014）や1924年撮影のB地点トレンチの写真に加え、GPRデータ及び、千葉市教育委員会提供の測量データを基に、B地点トレンチの位置について検討を行う。

まず小金井の野帳に記された図面（3月25日記載）によると、B地点トレンチの大きさは南北長7m×東西長11mであり、短軸列がⅠ～Ⅲグリッド、長軸列が1～5グリッドである。また3月27日の記述によれば、Ⅱ-5グリッドより東方から貝層が薄くなる事が分かる。次に、西田論文掲載のB地点トレンチの写真の中でも、北壁とされている写真（西田 2014, 図9）に着目しよう。この写真の木の生え方をよく見ると、グリッド杭2-3ラインのトレンチの地表面に比べ写真の奥の方が、標高が低いことが分かる。以上の条件を踏まえたうえで、B地点トレンチの候補地として挙げられる地点が、図9中に示した①と②である。

①は、小金井が野帳の図面において、南北を取り違えて

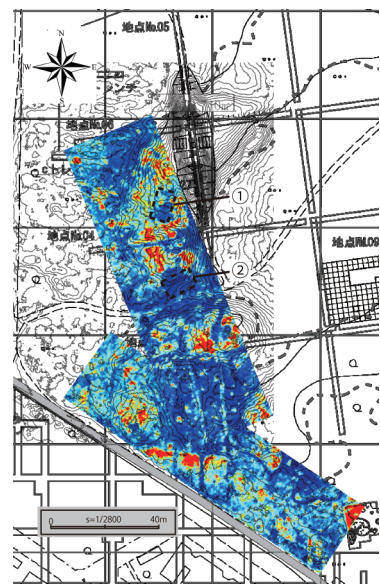


図9 1924年トレンチ候補地点

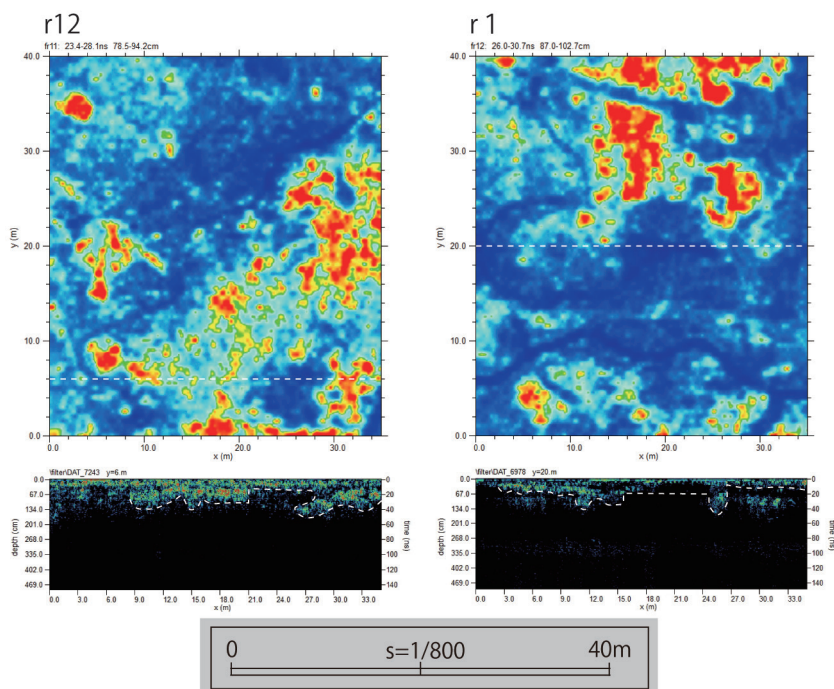


図10 1924年発掘トレンチ候補地点プロファイル図

いたという仮説に立った場合の推定地点である。既に筆者らは、前年度のE地点トレンチの推定において、野帳記載の図面の南北が取り違えられている可能性を指摘しており、これは他の先行研究においても言及されている（菅谷 2021、高橋ほか 2022）。ここから見て実際の東方は、標高が下がっており、かつ第2次調査において貝層が殆ど確認されていない。この地点は前述の「B 11点」付近と考えられる場所であり、プロファイルから見ても有力な地点といえよう（図9）。②は「BI点」付近と考えられる場所である。この地点は周囲に貝層が無いことから、スライス図からは判別が難しいが、プロファイル図では直線的な立ち上がりを確認できる（図10）。加えて、標高も下方に傾斜している地点であり、過去の発掘などにより貝層が流出したと考えれば、十分可能性がある地点である。いずれの地点も有力な候補地だが確定的とは言えず、今後の更なる検討が必要である。

（関根有一朗）

おわりに

2021年度の加曽利貝塚調査は、途中で雨天に祟られたが、2台の地中レーダー探査機を駆使して予定期間内に無事完了することができた。

今回から調査は南貝塚に移行し、昨年度の継続として、貝塚の中央低地に設定された発掘区を

第6次加曽利貝塚デジタル三次元測量・地中レーダー探査（GPR）調査概報

囲むH12, 13, 14、I 13, 14, 15、J 13, 14, 15、K 13, 14区を中心に、地中レーダー探査を実施した。3次元地形測量は実施せず地中レーダー探査のみを実施した。南西部にr 1, 2, 12区、南部にr 3, 9区、南東部にr 5, 6, 8, 11, 15区、東部にr 4, 10, 13のレーダー区を設定し、合計13区を設定した。レーダー区の延べ面積は15695m²である。これを実際のグリッド図に置き換えるとレーダー走査の重複部分を差し引いて約14000m²を計測したことになる。今回のGPR探査で南貝塚の主体部となる貝塚南部を中心に貝塚の大部分を計測したことになる。

それらの調査を通じて、南貝塚の貝層の散布状況を明瞭に確認することができた。

南貝塚の西側主体部と目されるH12区（r 12区）では、貝層断面観察施設から続いて厚い貝層の堆積を示す強い兆候を確認した。部分的な青抜けがあるものの、大きく攪乱されることなく、そのままの状態で遺存していると推定される。相当に厚い貝層が遺存していることが推測され、一部に縄文時代の土坑と思われる反応を確認した。また南貝塚の中央低地部を取り囲む東側主体部のJ 13区、14区、I 14区、15区（r 5区、r 6区、r 15区）では、幅15～20mに達する幅広の貝層が東北―南西方向に堆積していることを確認した。当該部分は中央低地に比して2～3m以上の盛り上り地形となっており、貝層と共に土砂による盛土が予想され、南貝塚の特徴を最もよく残している箇所である。注目されるのは、貝塚の主たる部分の外側（東側）に貝層の変則的な広がりを確認した（J 14区（r 6区））。表面的にも若干の膨らみが観察され、当初から貝塚測量図にも反映していた。かつての発掘調査で貝層散布が横に広がった結果なのか、それとも縄文時代に新たな遺構が形成された痕跡なのかについては、これから綿密な分析・検討が必要である。

H14区、I 14区（r 1区、r 2区）の貝層は、中央低地に近接しているために、比高差は1mほどであるが、貝層の遺存状況は良好であった。ただ1924年東京大学人類学教室が調査したB地点トレンチの痕跡と思しき青抜け部分が確認されている。その推定の妥当性については来季の三次元地形測量を経て再度検討する必要がある。

過去の発掘調査時（第2次、5次、9次調査）に設定された縦横のトレンチの痕跡はGPR探査において明瞭に確認されている。これについても本報告で併せて報告した。

今回の調査を遂行するにあたり、千葉市教育委員会生涯学習部文化財課 森本剛氏、米倉貴之氏、千葉市埋蔵文化財センター 西野雅人氏、加曽利貝塚博物館 神野信氏、長原亘氏はじめ博物館の方々には、調査の計画から実施にわたり大変お世話になった。明記して謝意を表したい。

（高橋龍三郎）

註

- （1） 既往調査や設定されたトレンチの名称については、総括報告書で使用されている名称に準じた（千葉市教育委員会2017）。

参考文献

- 青沼道文 2000「加曽利貝塚」『千葉県の歴史 資料編 考古 I』pp.566-573 千葉県
- 大山史前学研究所 1937「千葉縣千葉郡都村加曽利貝塚調査報告」『史前学雑誌』9巻1号 pp.1-68 史前学会
- 菅谷通保 2021「加曽利B地点の位置と1922年の測量について—付測量に関する誤った記述について—」『貝塚博物館紀要』第47号 pp.1-28 千葉市立加曽利貝塚博物館
- 杉原壮介編 1977『加曽利北貝塚』中央公論美術出版
- 長田正樹・田村晃一・坂山利彦 1988「史跡整備事業の保存整備計画段階における探査」『応用地質技術年報』第10号 pp.49-67 応用地質株式会社
- 地中レーダー技術に関する調査検討会 2017『地中レーダー技術に関する調査検討会報告書』同検討会
- 千葉県教育委員会文化課 1990『平成元年度史跡加曽利貝塚環境整備に伴う事前調査概報』千葉県教育委員会
- 千葉市教育委員会文化課・歴史環境計画研究所 1988『昭和62年度史跡・加曽利南貝塚環境整備事前調査報告書』千葉市教育委員会文化課
- 千葉市教育委員会 2017『史跡 加曽利貝塚 総括報告書』千葉市教育委員会
- 高橋龍三郎・竹野内恵太・井上早季・佐藤亮太・比留間絢香・石井友菜 2019「第1・2次加曽利貝塚デジタル三次元測量・GPR レーダー探査調査概報」『早稲田大学文学研究科紀要』第64輯 pp.639-657 早稲田大学文学研究科
- 高橋龍三郎・山崎世理愛・隈元道厚・比留間絢香・岡本樹・鈴木宏和・川部栞里 2021「第3・4次加曽利貝塚デジタル三次元測量・地中レーダー探査（GPR）調査概報」『早稲田大学文学研究科紀要』第66輯 pp.641-664 早稲田大学文学研究科
- 高橋龍三郎・山崎世理愛・岡本樹・隈元道厚・飯塚真人・伊藤結華・関根有一朗・田邊凌基・宮崎滯菜・山内将輝・李承毅 2022「第5次加曽利貝塚デジタル三次元測量・GPR レーダー探査調査概報」『早稲田大学文学研究科紀要』第67輯 pp.623-652 早稲田大学文学研究科
- 西田泰臣 2014「1924年の加曽利貝塚調査」『Anthropological Science (Japanese Series)』122巻2号 pp.167-175 日本人類学会
- 文化庁文化財部記念物課 2016『発掘調査のてびき—集落遺跡発掘編—』同成社
- 堀越正行 2017「日本の貝塚研究における加曽利貝塚の位置と意義」『貝塚博物館紀要』第43号 pp.1-34 千葉市立加曽利貝塚博物館

第6次加曽利貝塚デジタル三次元測量・地中レーダー探査（GPR）調査概報

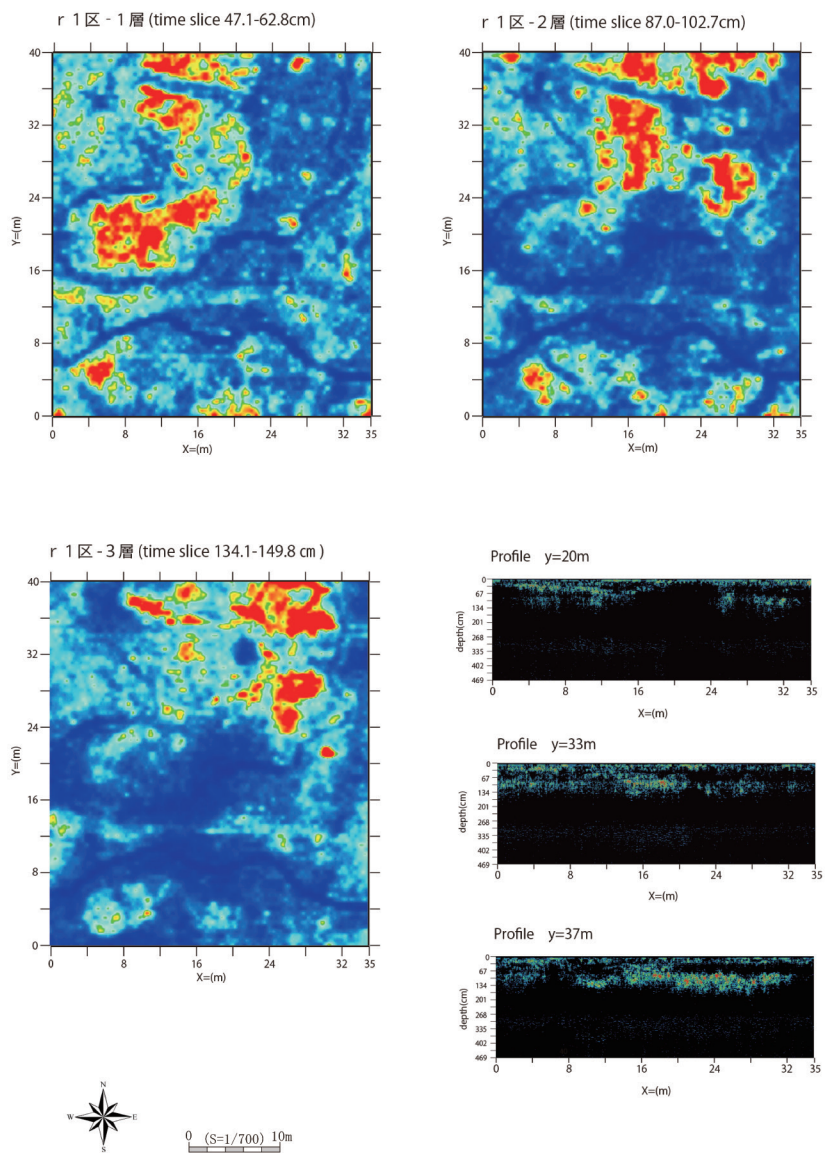


図11 r 1 区タイムスライス図とプロフィール図

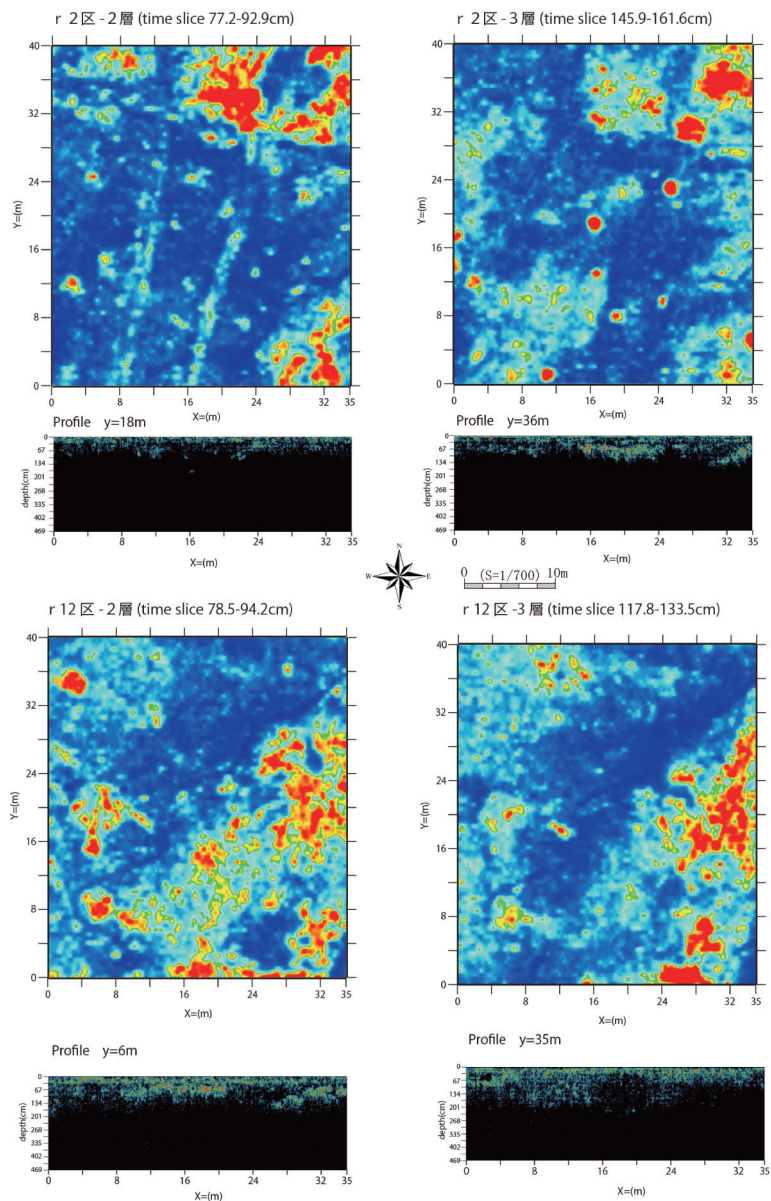


図12 r 2 区、r 12 区のタイムスライス図とプロファイル図

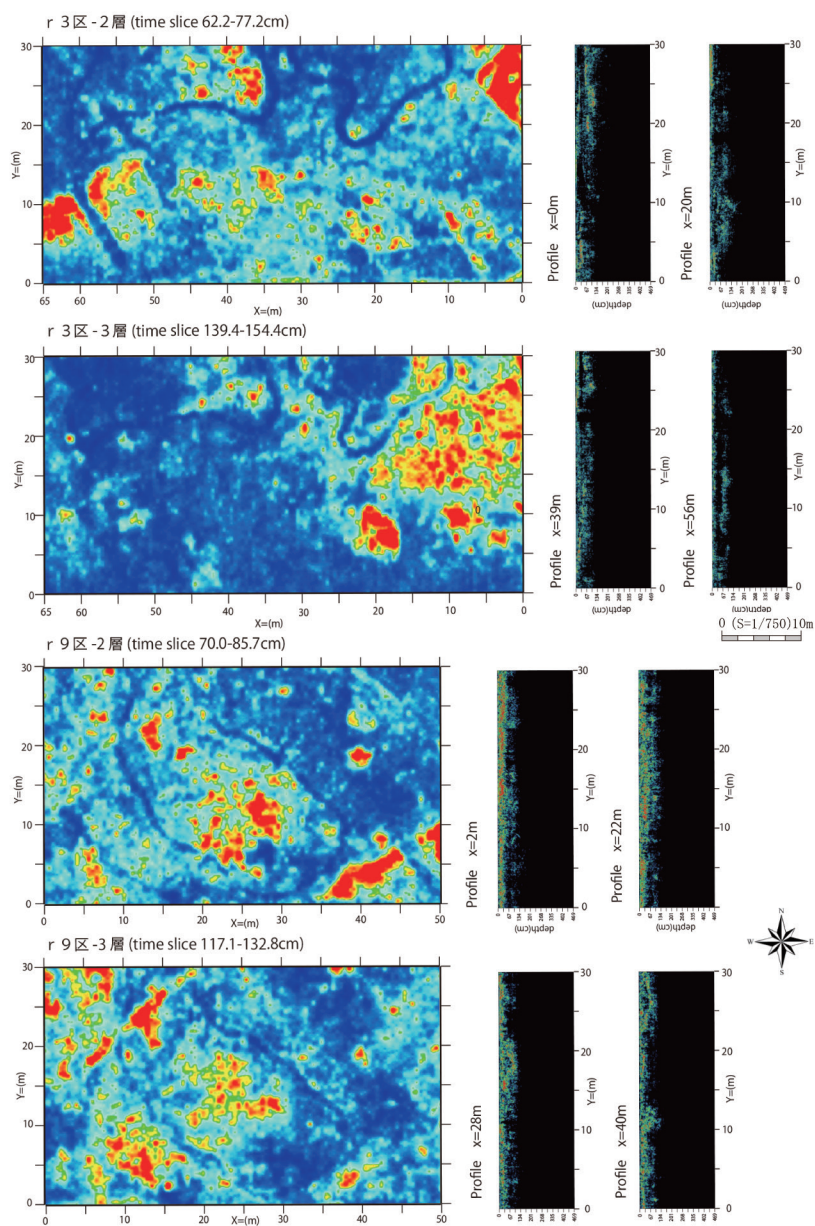


図13 r 3区、r 9区タイムスライス図とプロファイル図

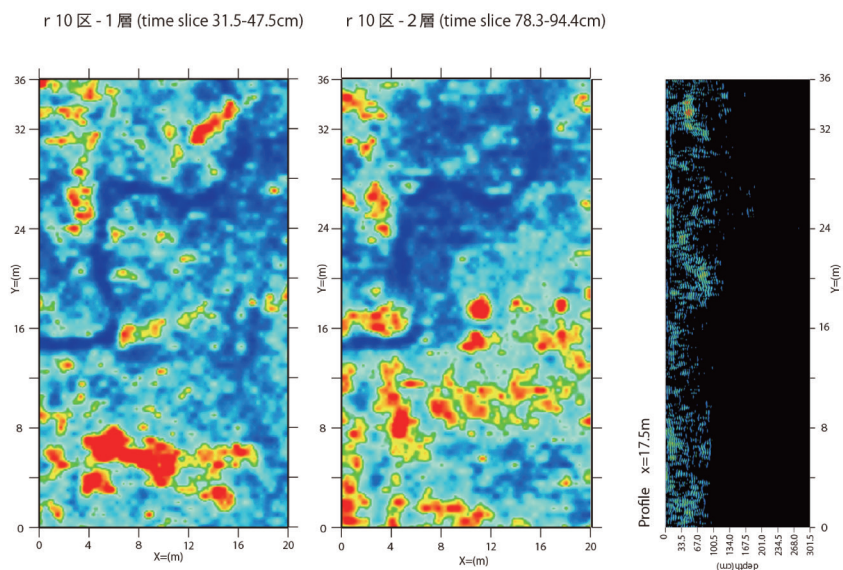
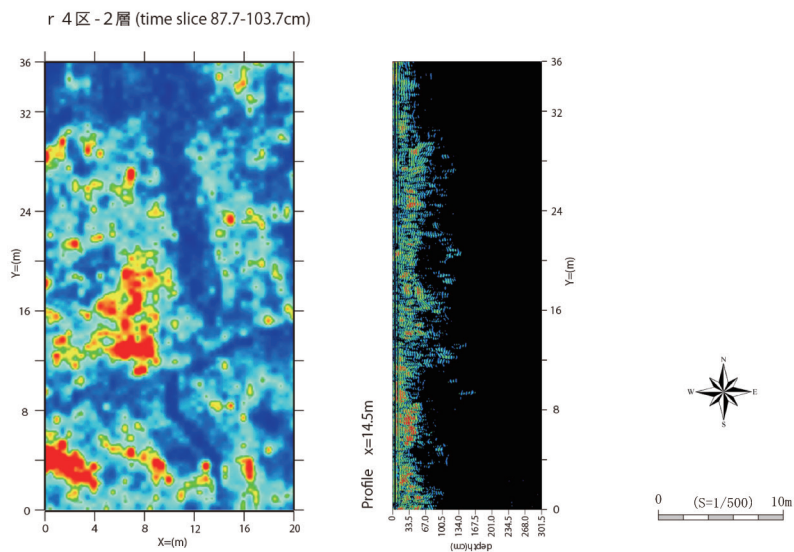


図14 r 4区、r 10区タイムスライス図とプロフィール図

第6次加曽利貝塚デジタル三次元測量・地中レーダー探査（GPR）調査概報

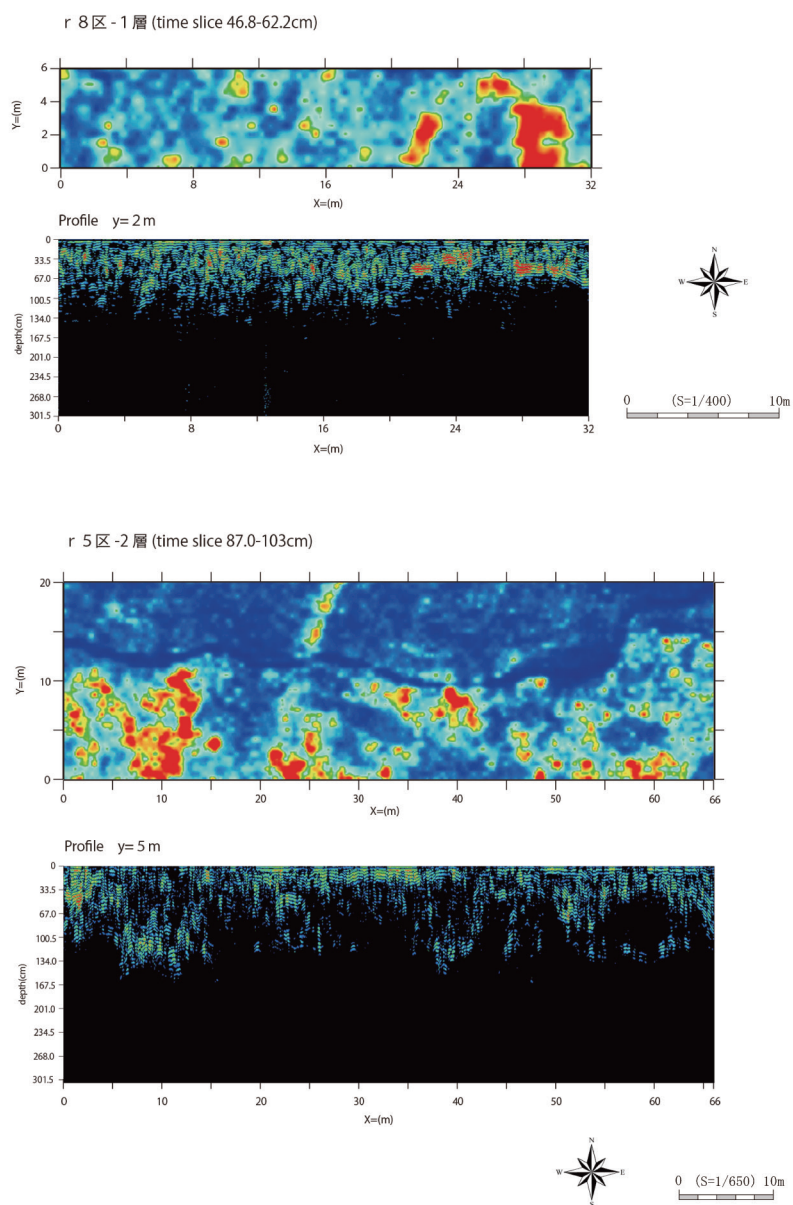


図15 r 8区、r 5区タイムスライス図とプロフィール図

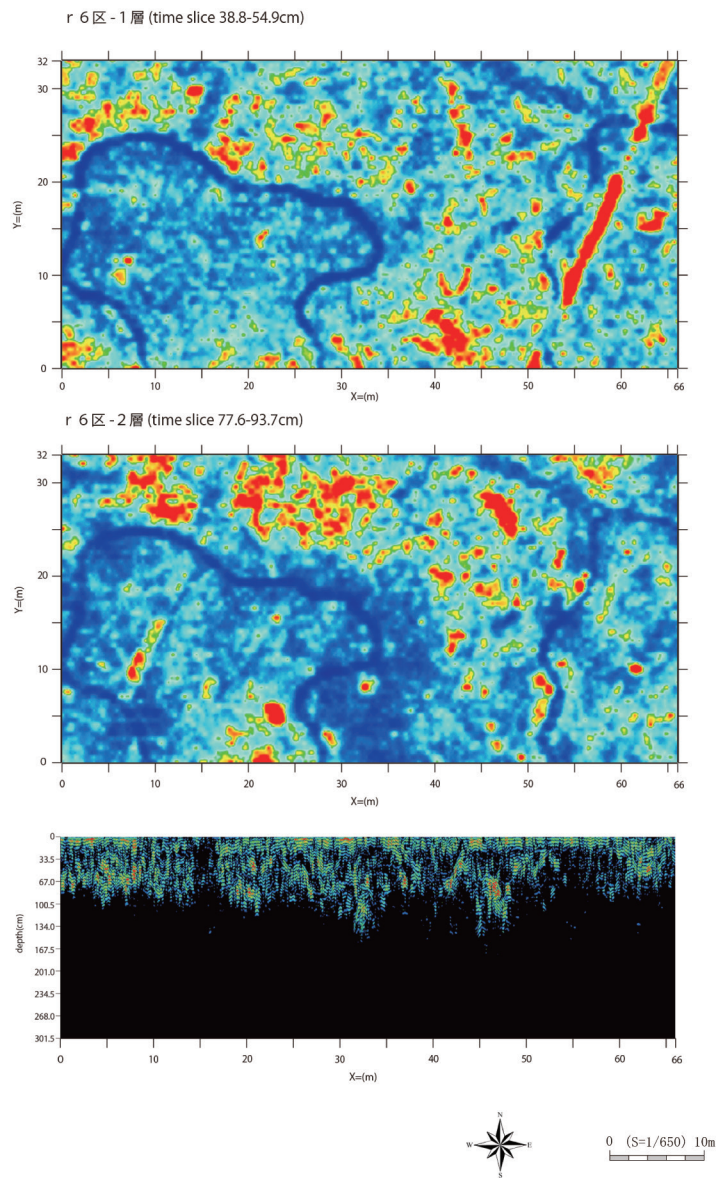


図16 r 6区タイムスライス図とプロファイル図

第6次加曽利貝塚デジタル三次元測量・地中レーダー探査（GPR）調査概報

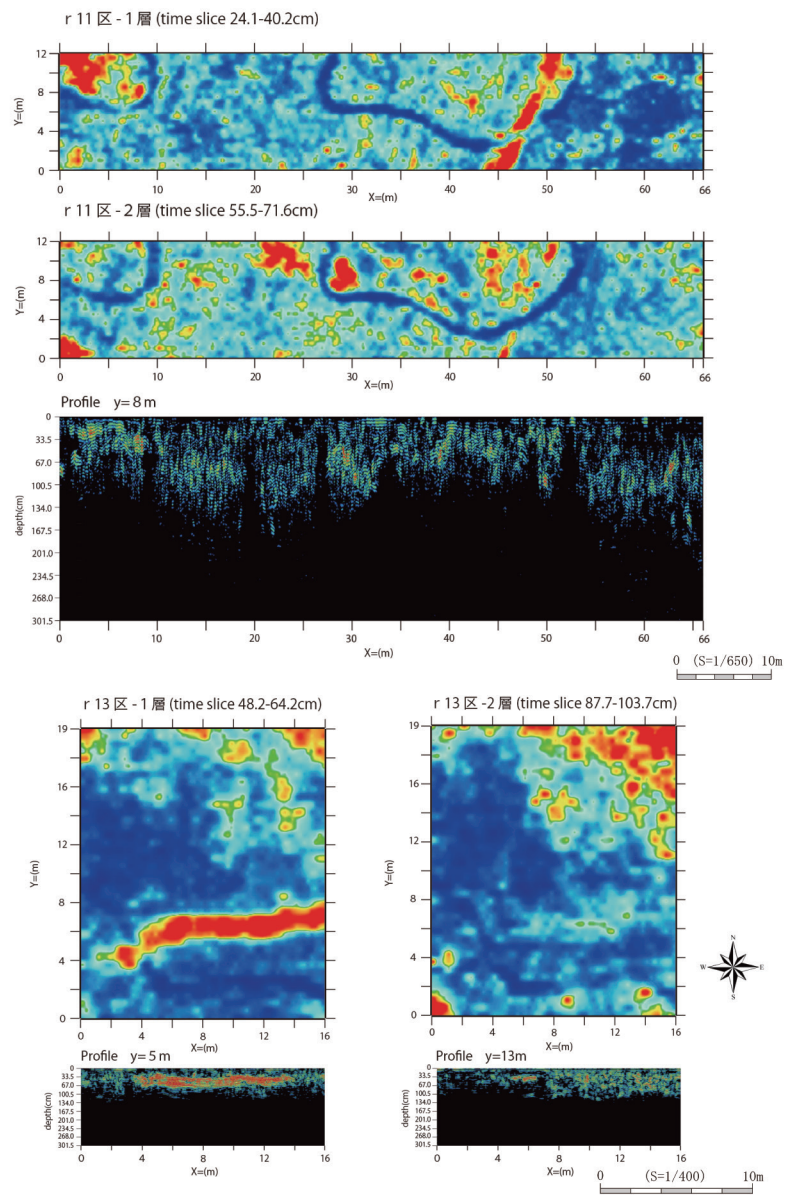


図17 r 11区、r 13区タイムスライス図とプロファイル図

