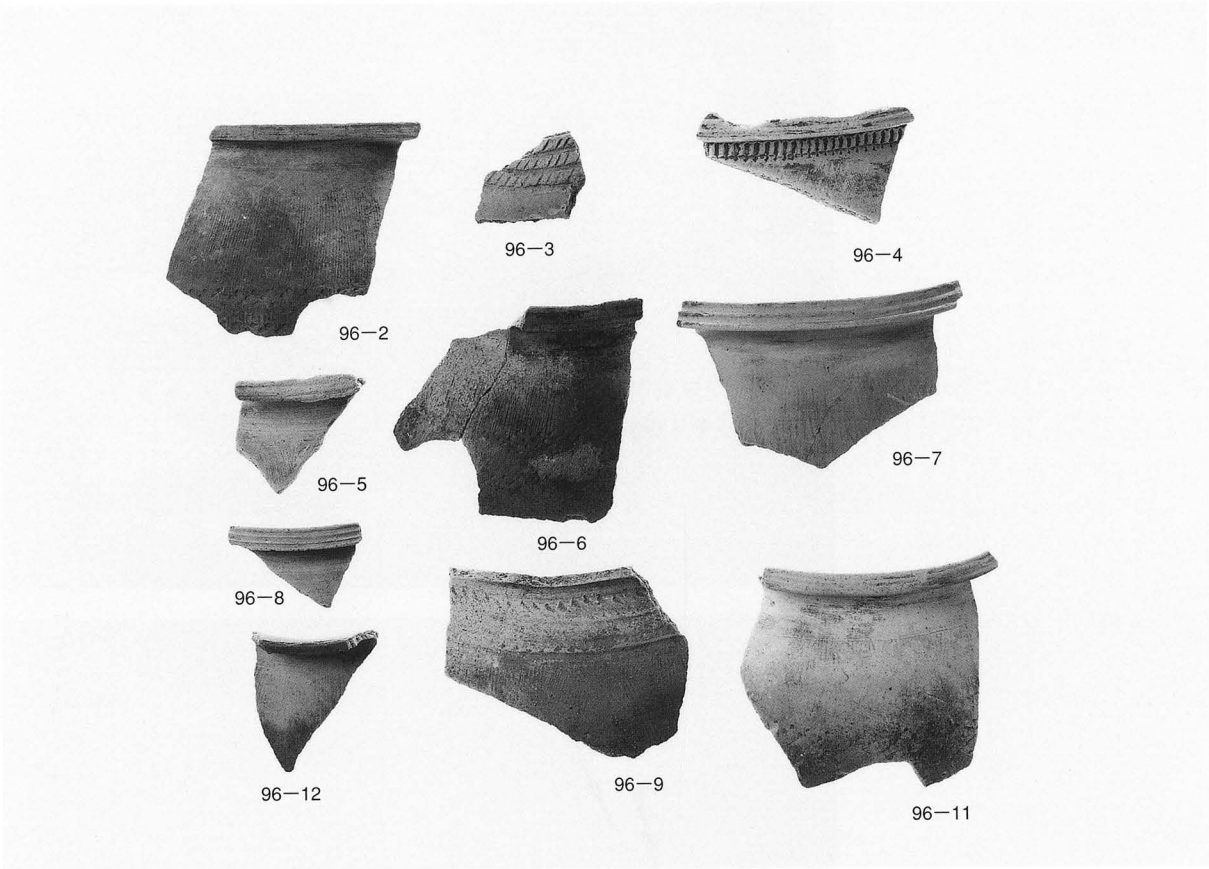
AYD 1 遺物出土状況（西から）

AYD 1 遺物出土状況（東から）

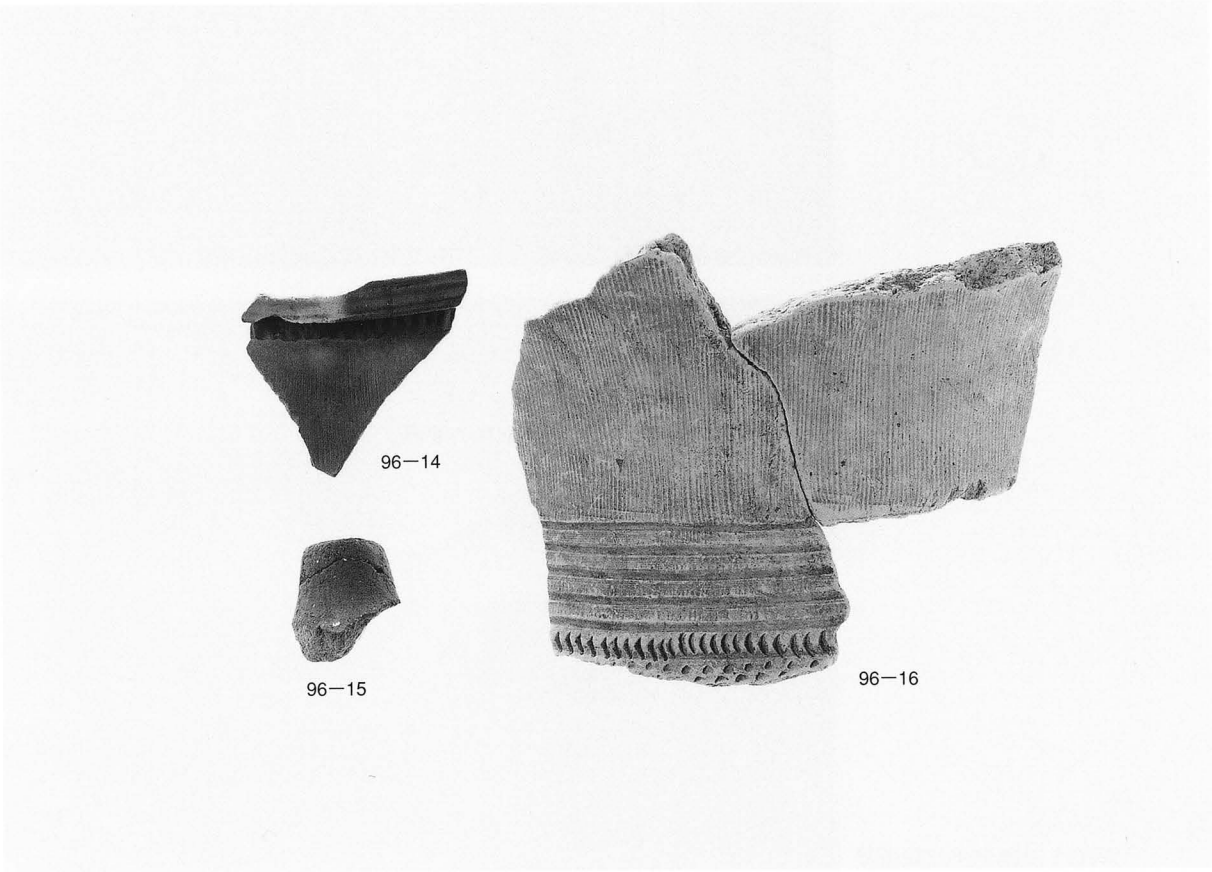
AYD 1 高坏・甕出土状況

AYD 1 高坏出土状況

AYD 1 遺物出土状況近景



AYD 1 出土遺物



AYD 1 出土遺物

96—1

96—10

96—13

96—13

96—17

96—18

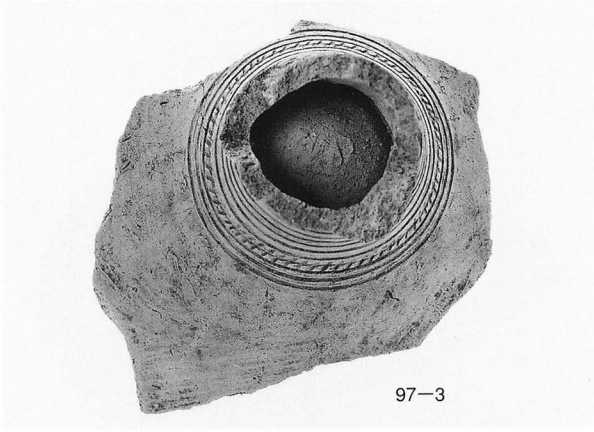
96—19

AYD 1 出土遺物

97—1 下面

97—1 側面

97—2


97—3

97—4

97—5

97—6

97—7

AYD 1 出土遺物

土器溜り11遺物出土状況（西から）

土器溜り11出土遺物

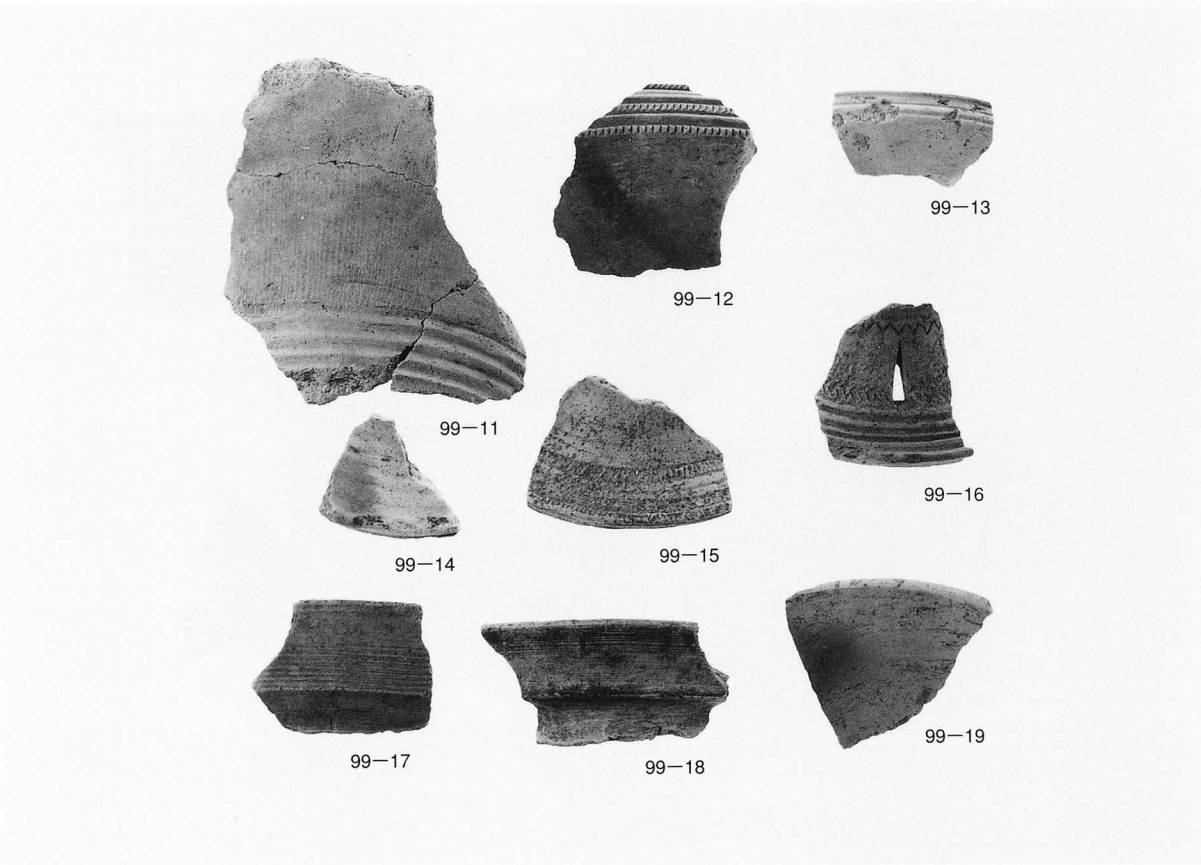
99—3

99—8

99—9

99—10

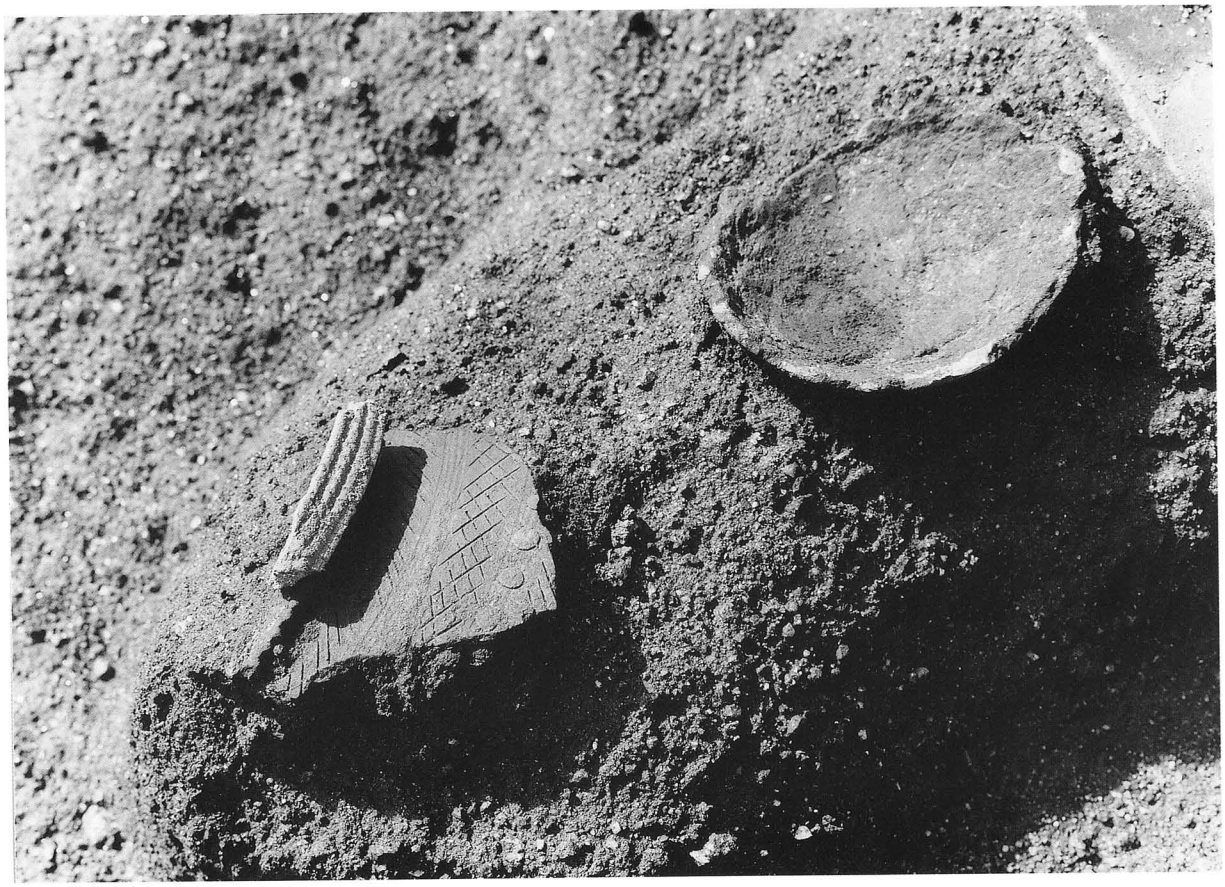
土器溜り11出土遺物



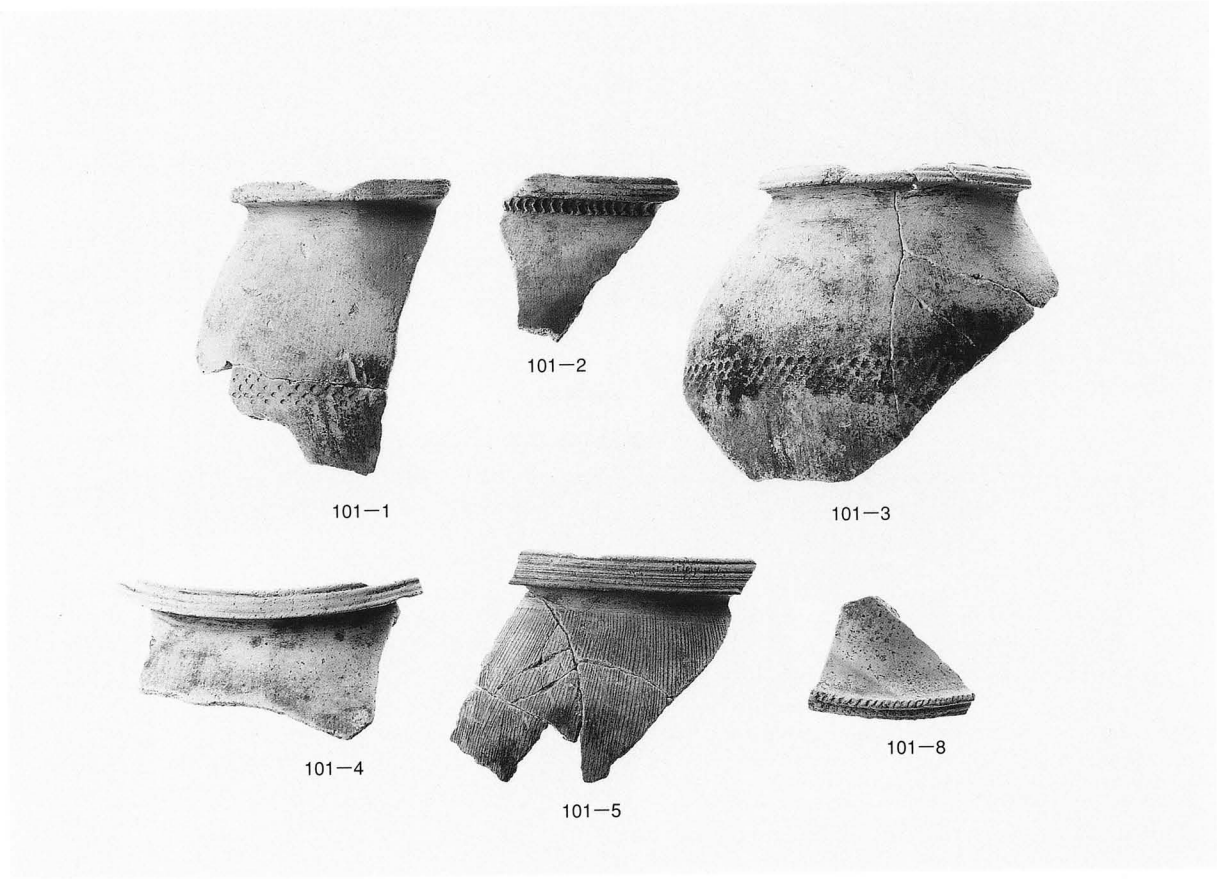
土器溜り11出土遺物

土器溜り12遺物出土状況（西から）

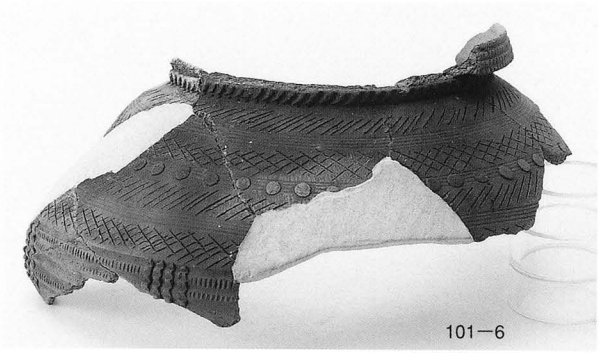
土器溜り12遺物出土状況近景



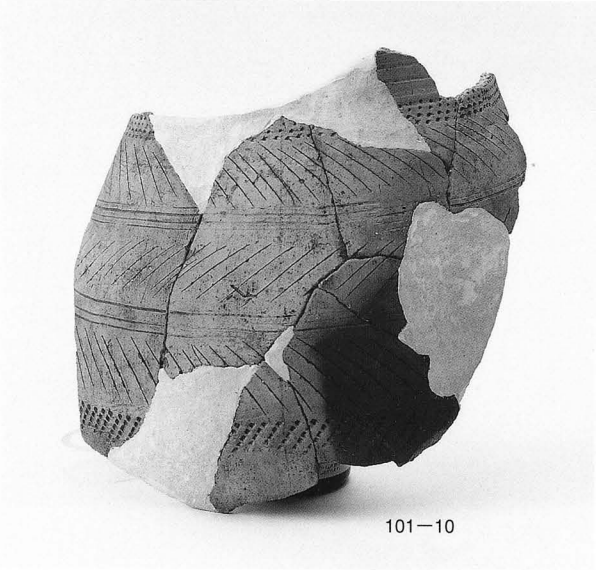
土器溜り12遺物出土状況近景



土器溜り12出土遺物

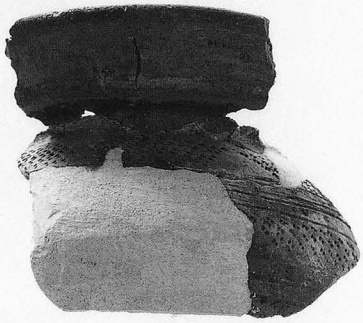

101—6

101—7


101—10

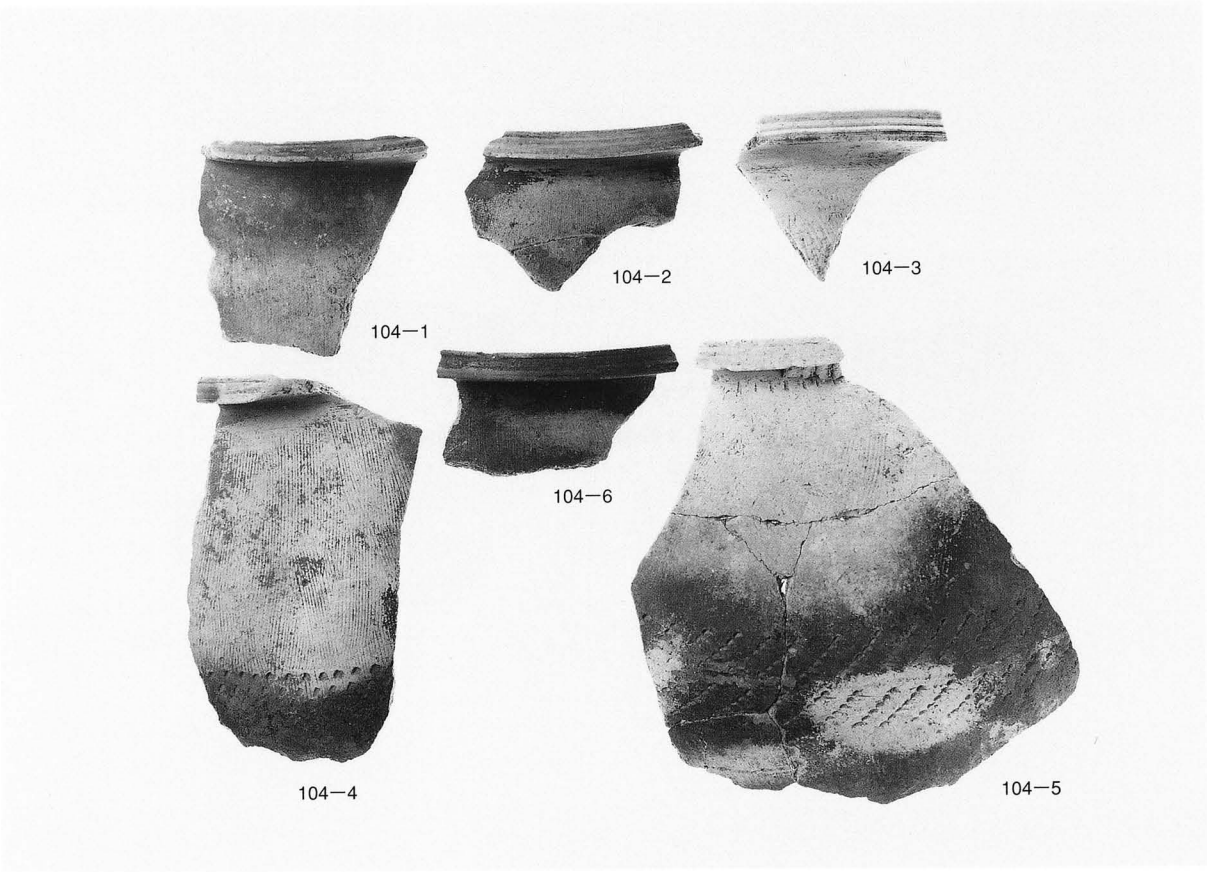
101—11

101—9

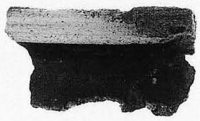

101—12

土器溜り12出土遺物

DYD 1 出土状況（西から）



DYD 1 出土遺物

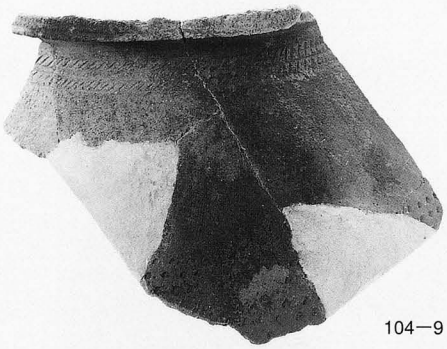


104—7

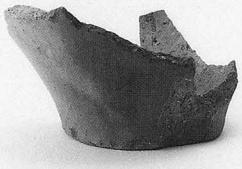
104—8

104—13

104—10



104—9

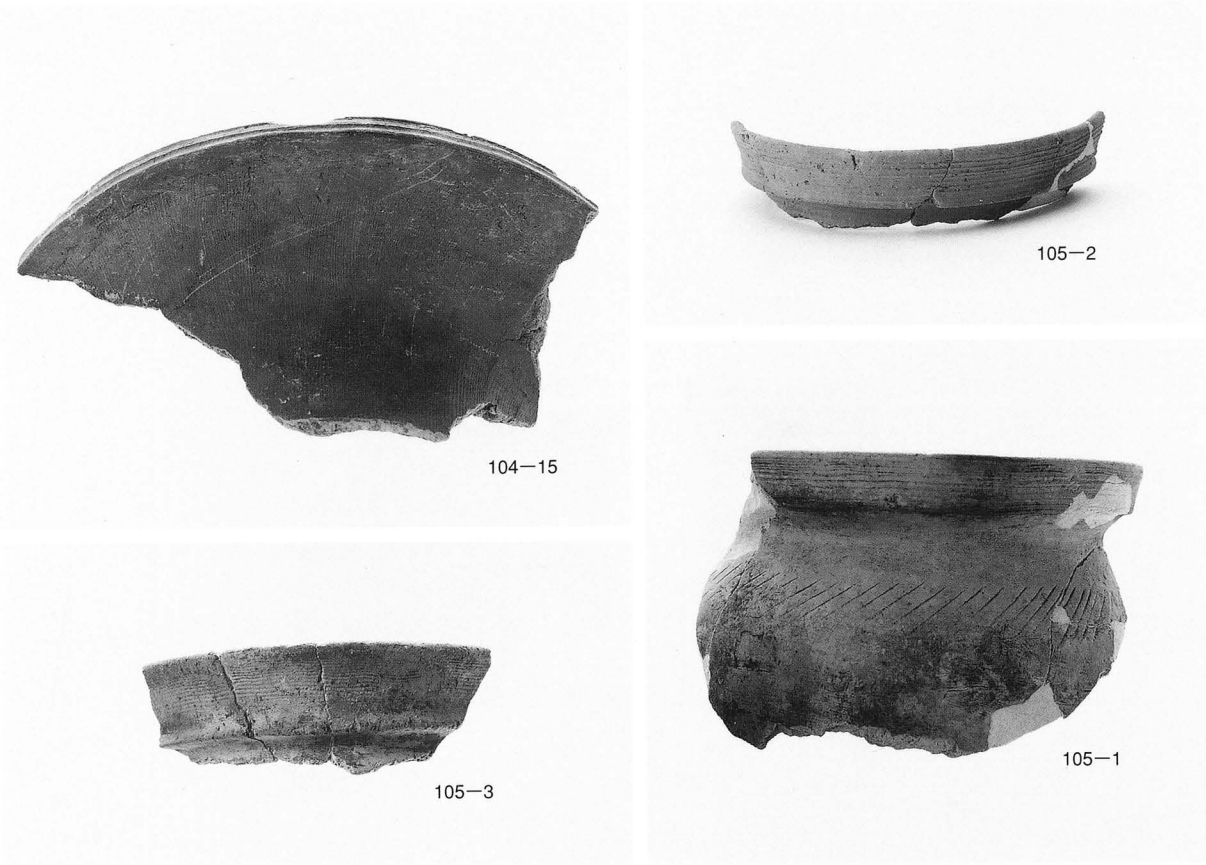


104—12

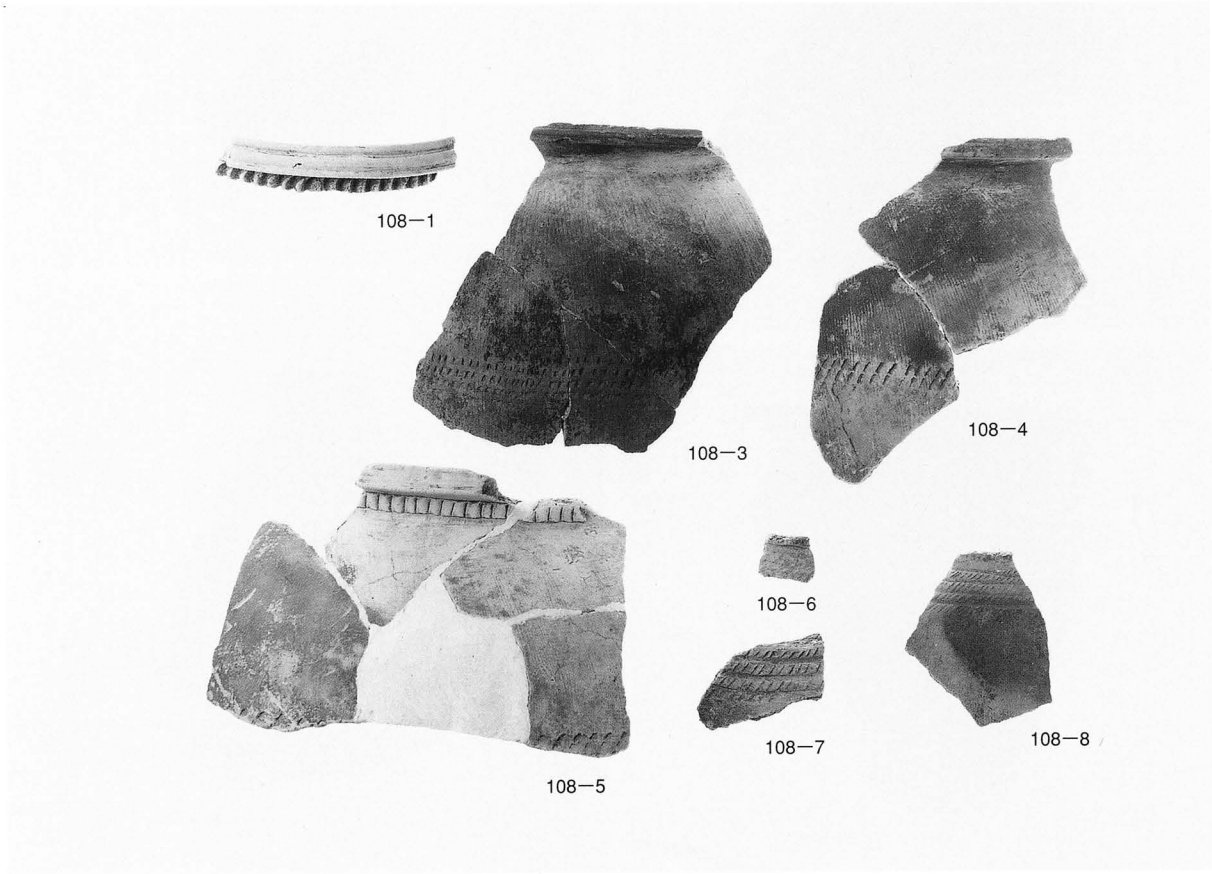
104—11

104—14

DYD 1 出土遺物



DYD 1 出土遺物



土器溜り 9 ・10出土遺物

108—2

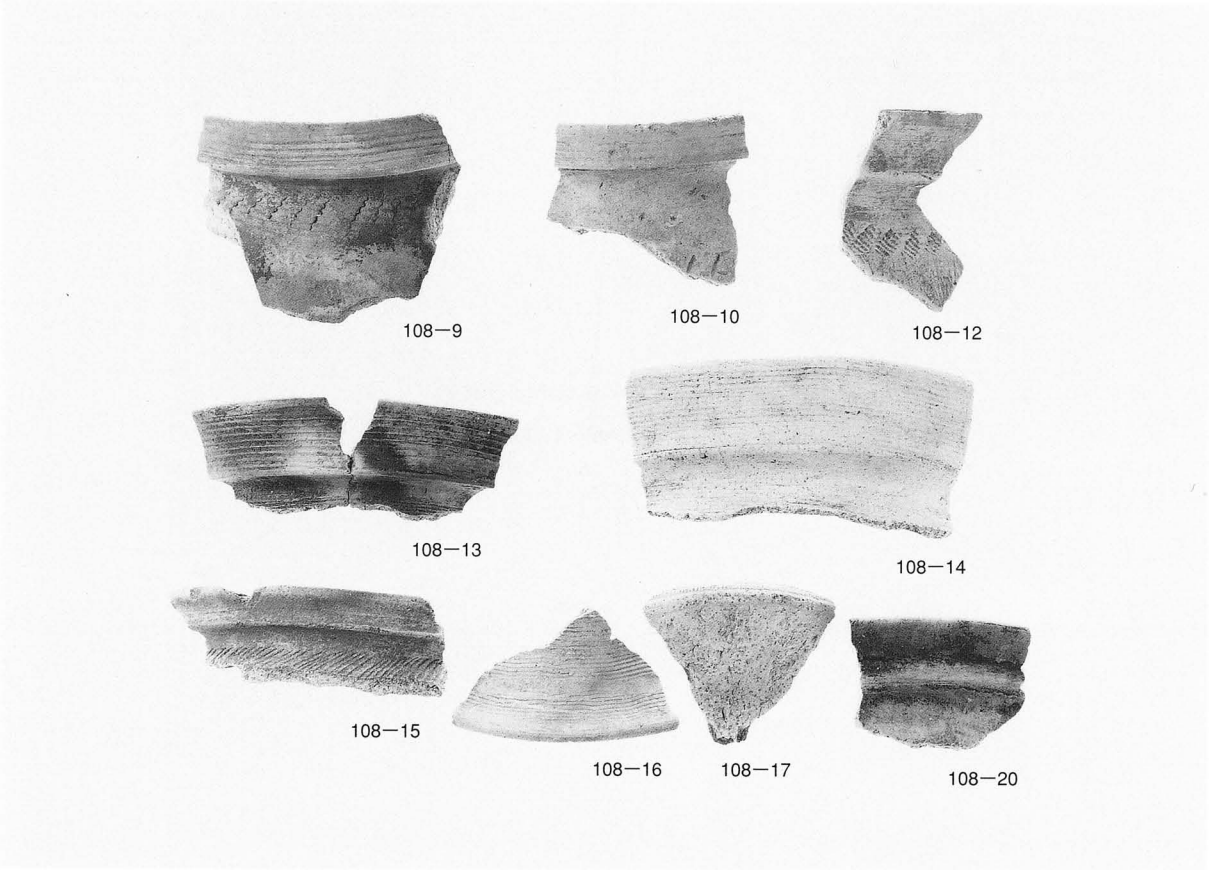
108—11

108—21

108—19

108—18

土器溜り9・10出土遺物

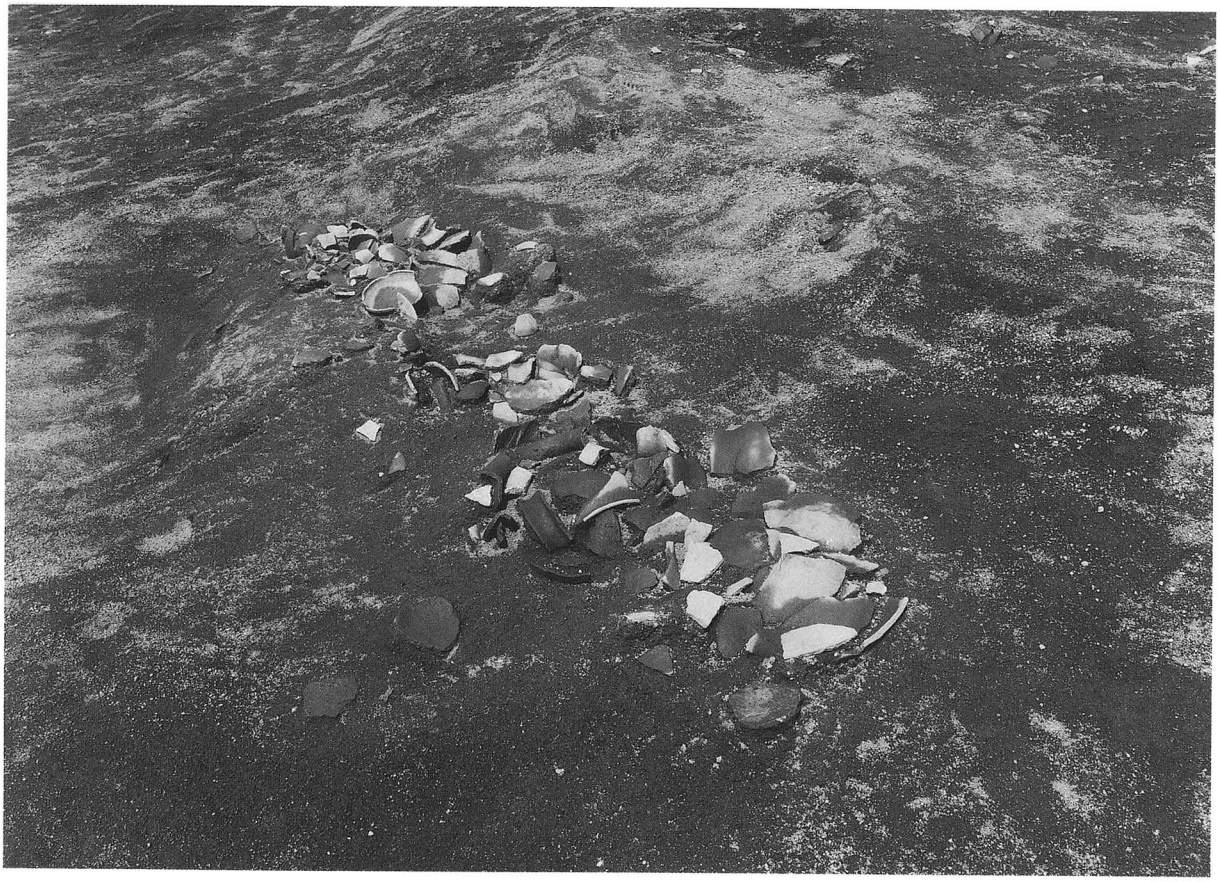


土器溜り9・10出土遺物

土器溜り10遺物出土状況（東から）

土器溜り１遺物出土状況（南から）

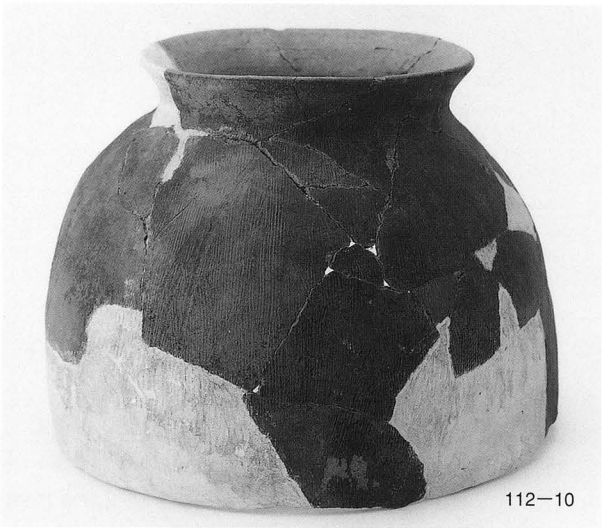
土器溜り２遺物出土状況（南から）



土器溜り３遺物出土状況（東から）

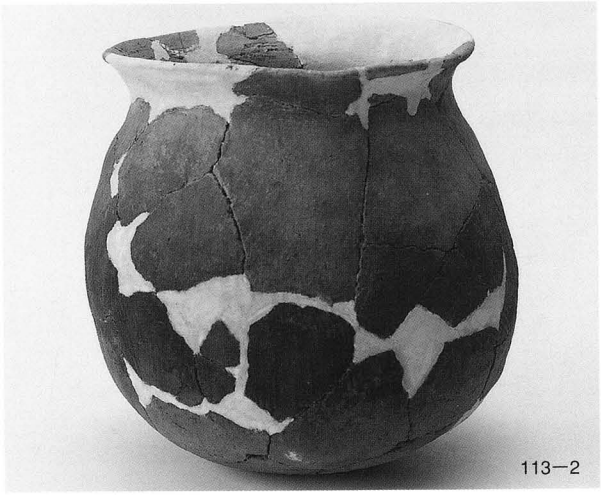
土器溜り３遺物出土状況（西から）

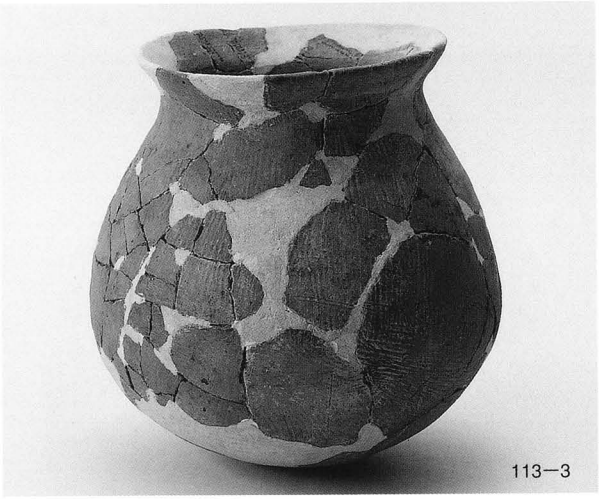
土器溜り３遺物出土状況近景

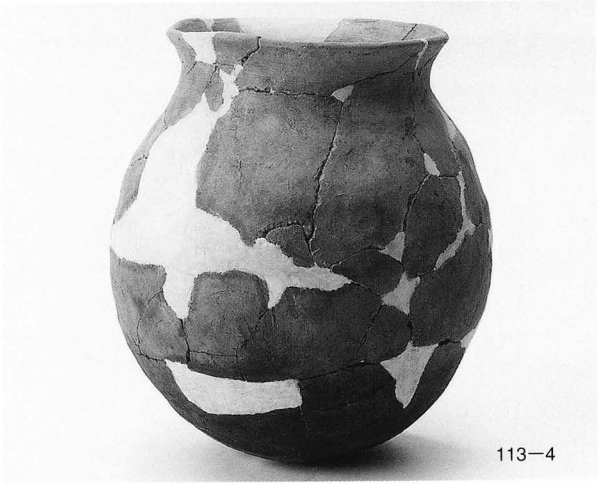


土器溜り１・２・３出土遺物

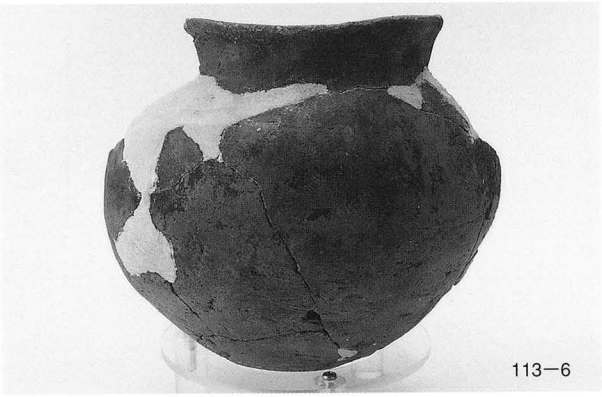
113—1

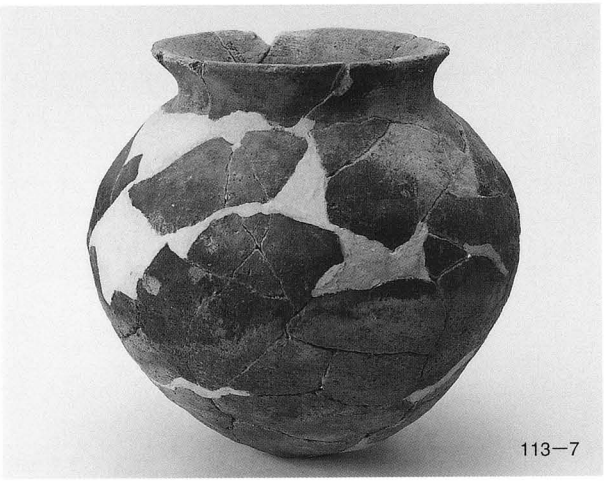

113—2

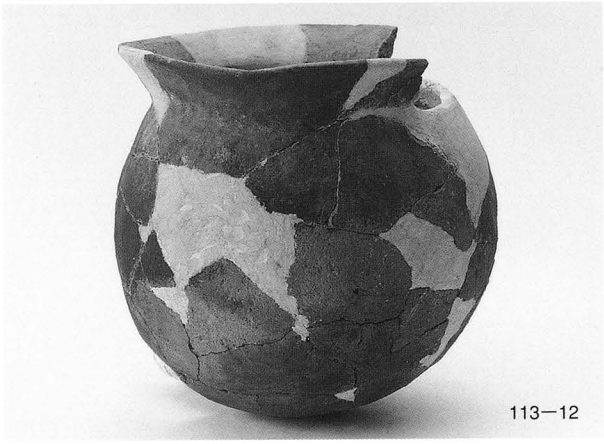

113—3


113—4

113—5


113—6


113—7


113—12

土器溜り１・２・３出土遺物

113−8

113−9

113−10

113−11

土器溜り 1 ・ 2 ・ 3 出土遺物

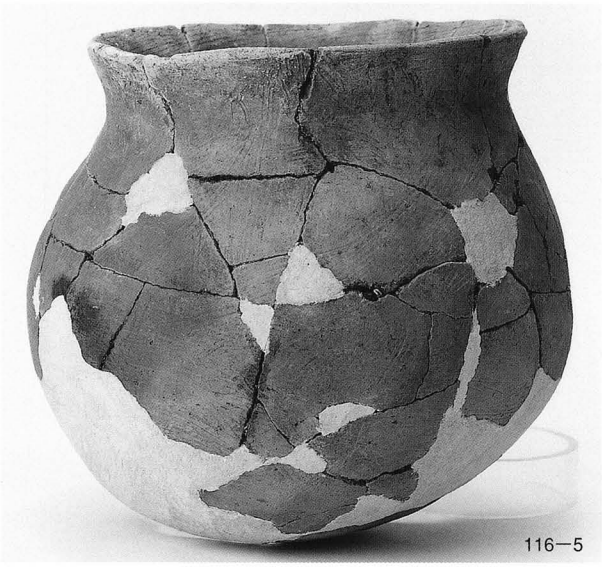
AKDD 遺物出土状況（西から）

116—1

116—2

116—3

116—4


116—5

116—6

116—7

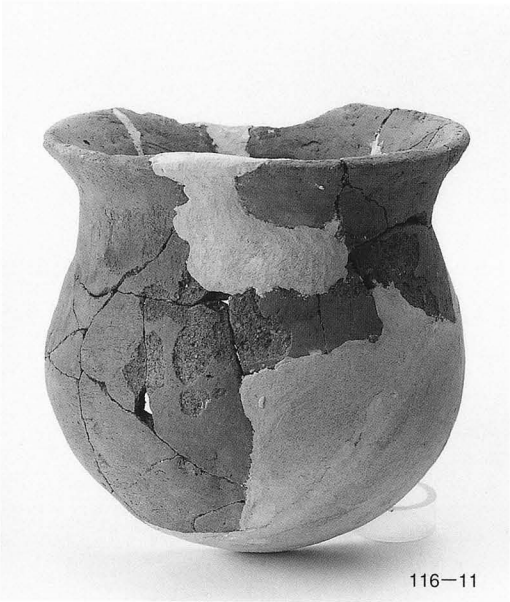
116—8

116—9

AKDD 出土遺物

116−10

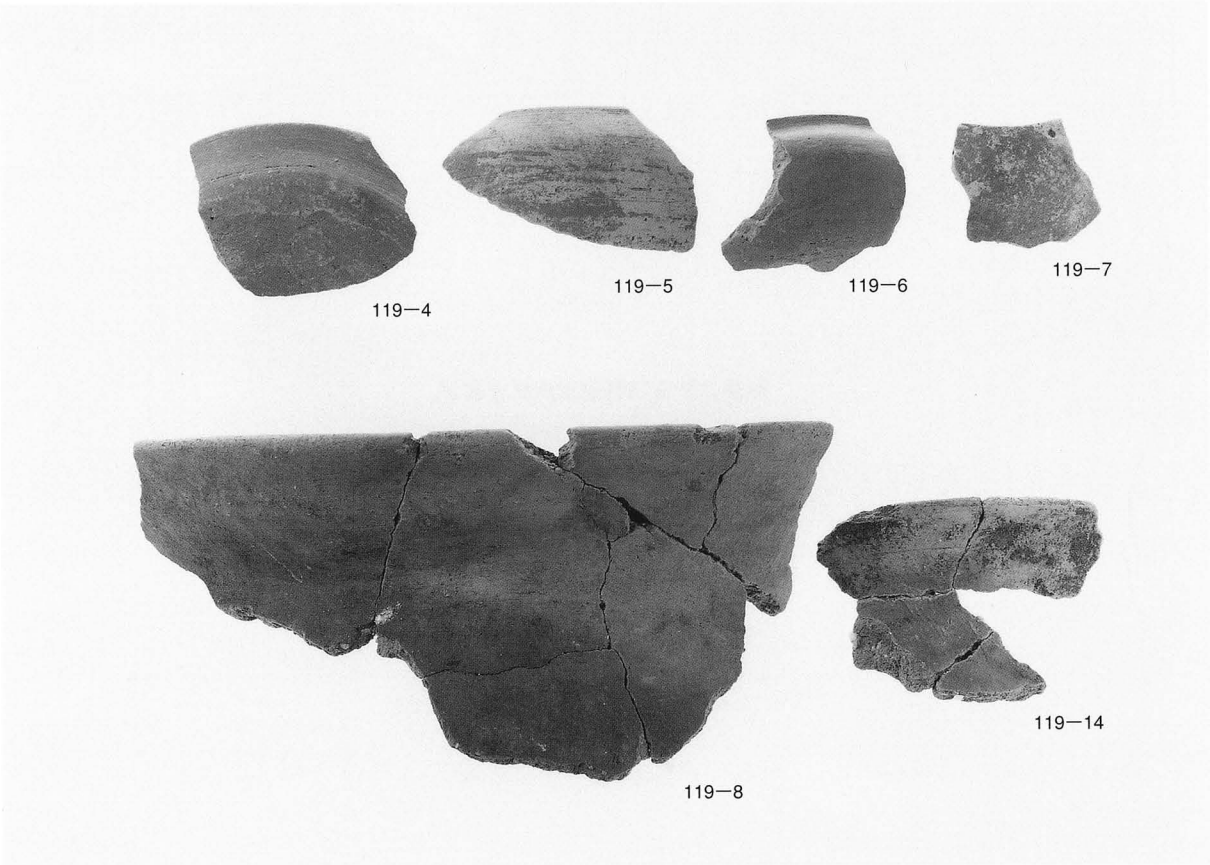
116−12


116−11

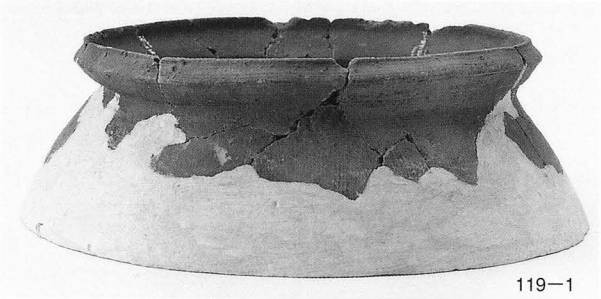
AKDD 出土遺物

土器溜り 5 出土遺物状況（西から）

土器溜り 6 遺物出土状況（西から）

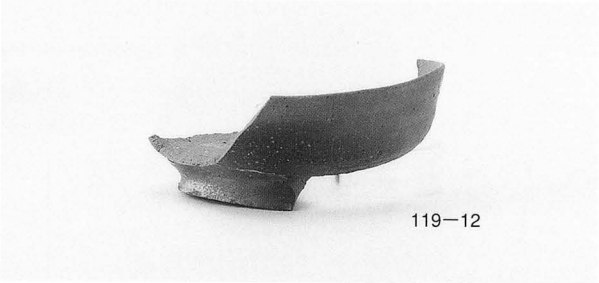


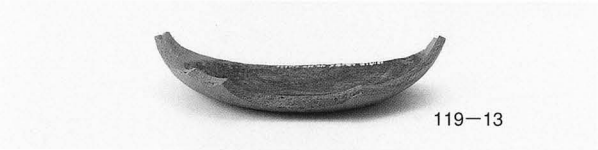
土器溜り 4 ・ 5 ・ 6 ・ 7 出土遺物


119—1

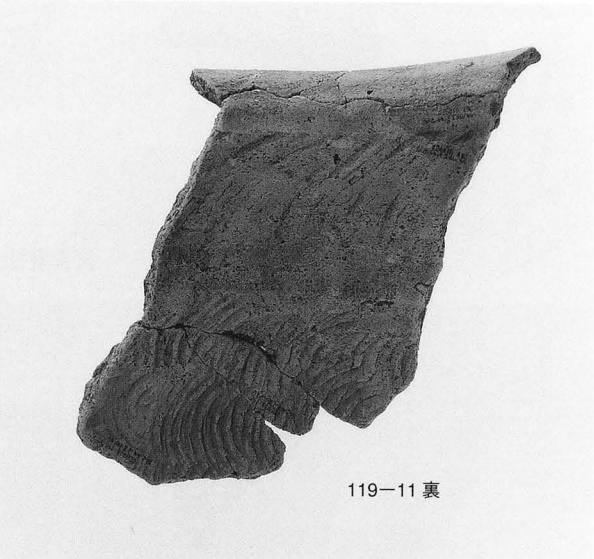
119—2

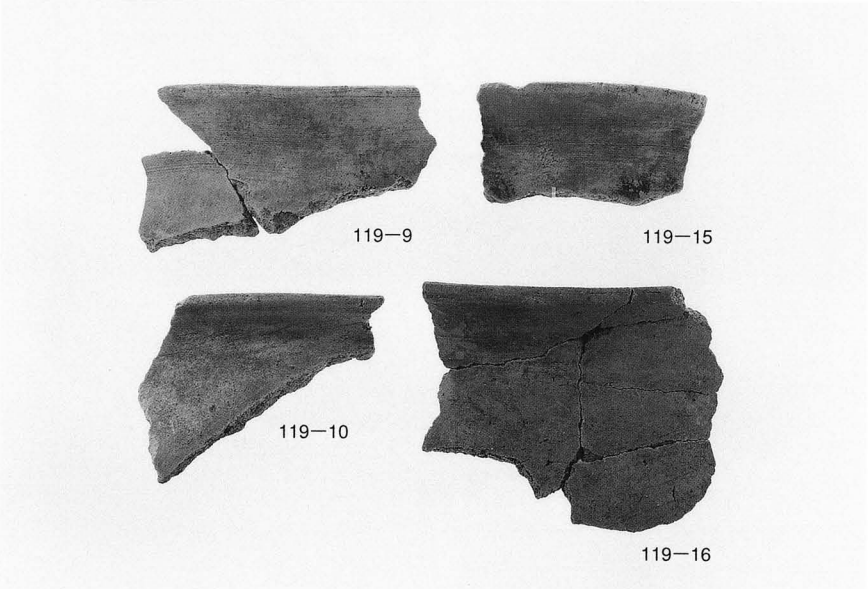
119—3


119—12

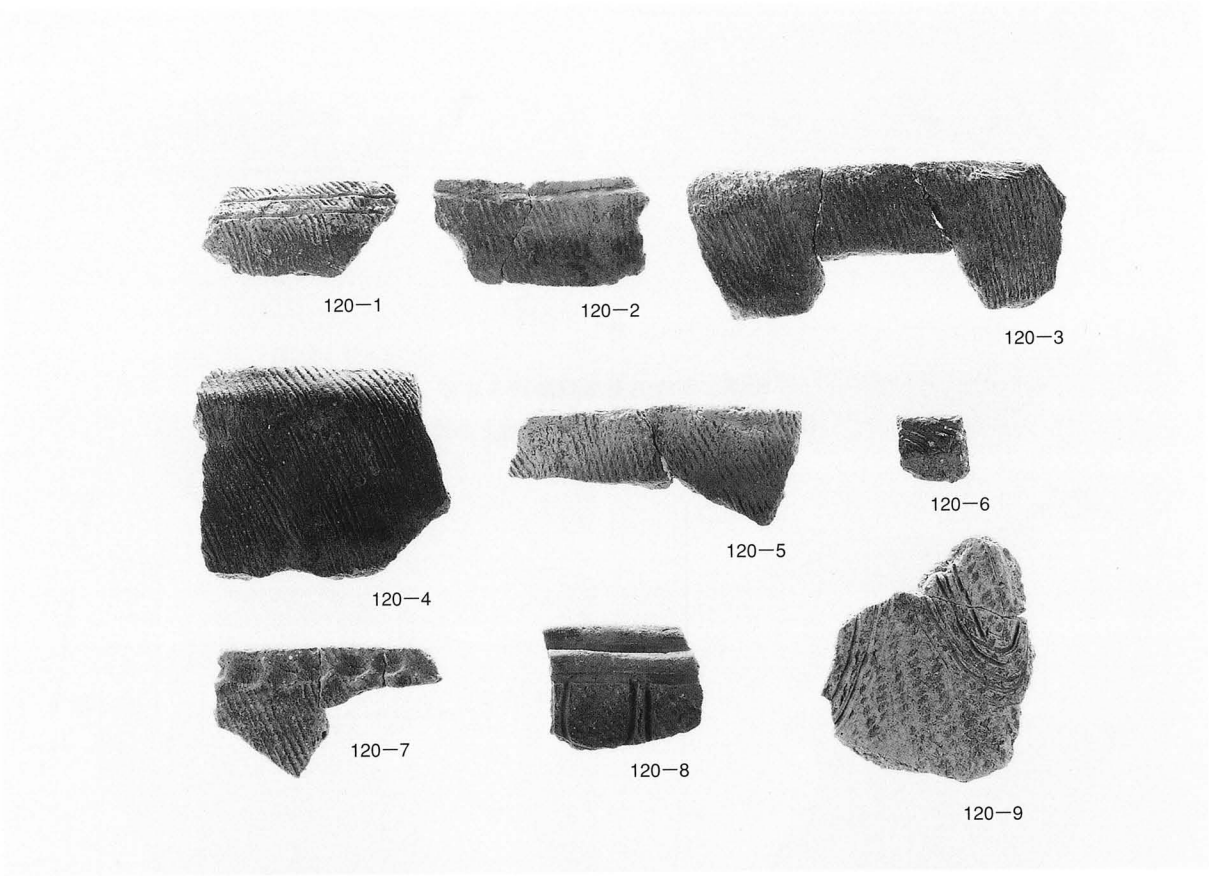

119—13

119—11 表

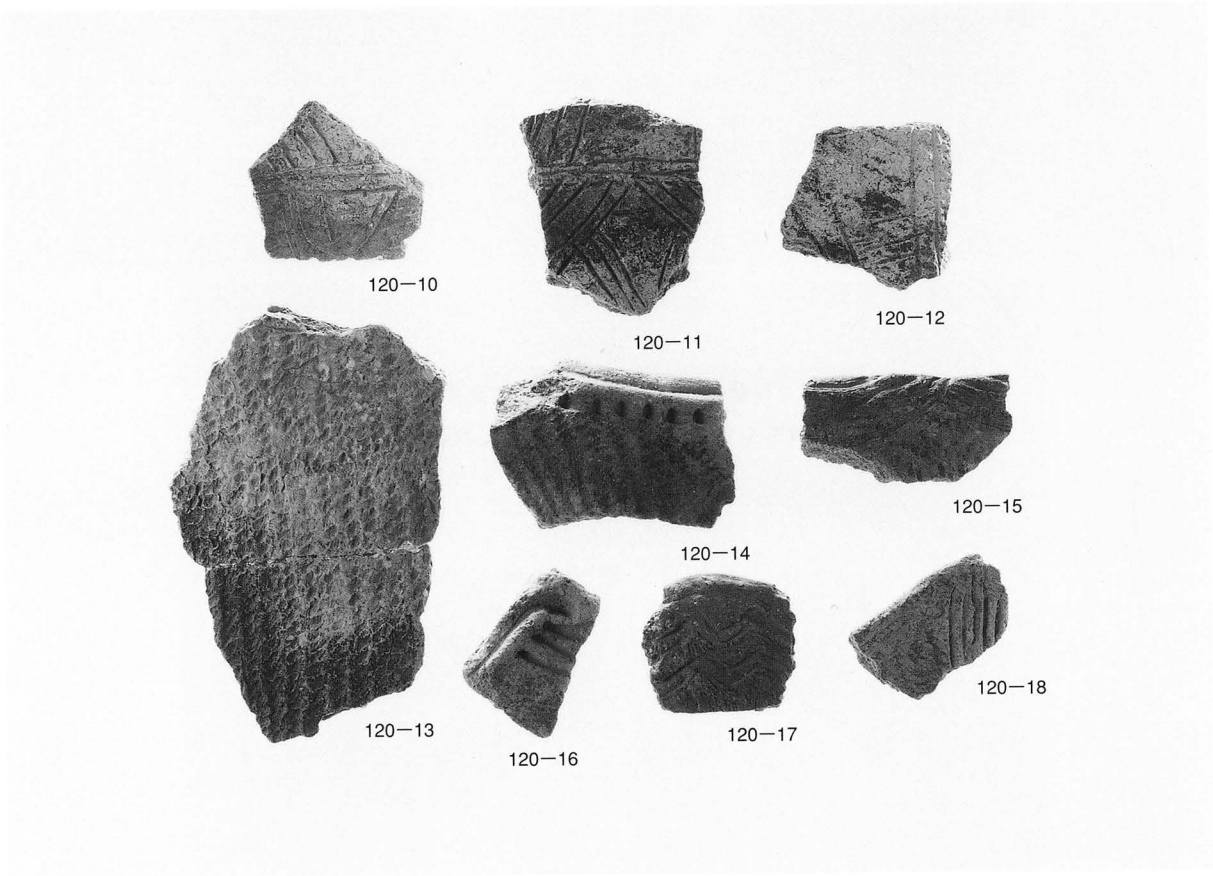

119—11 裏



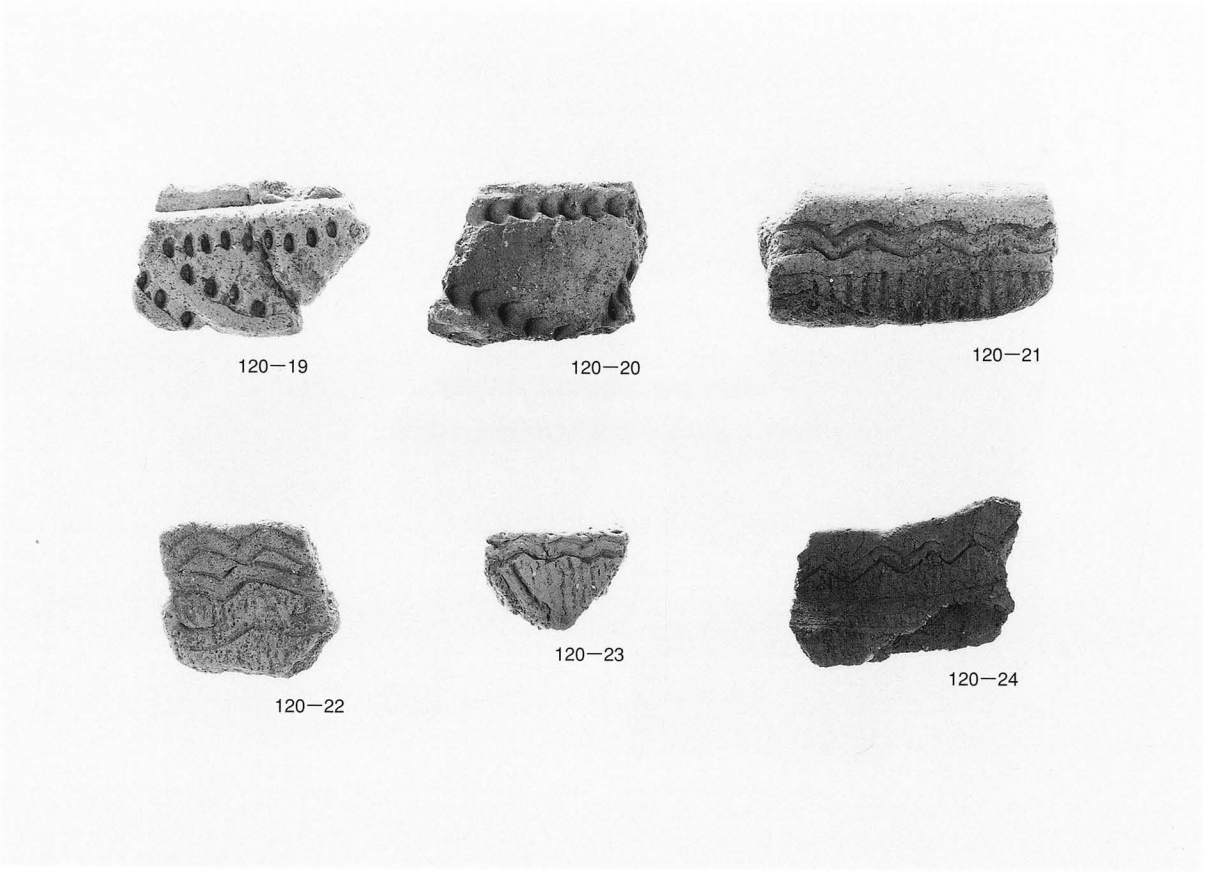
土器溜り4・5・6・7出土遺物



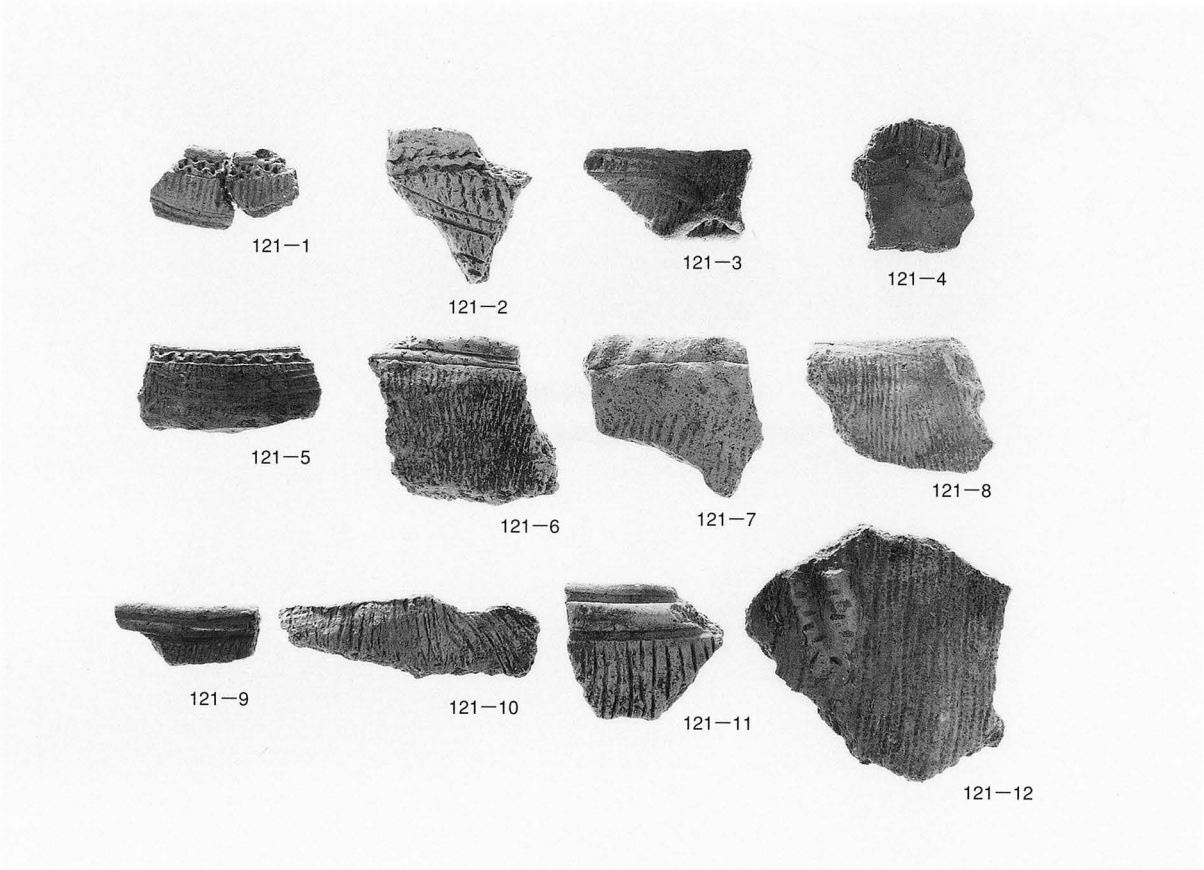
包含層出土縄文土器



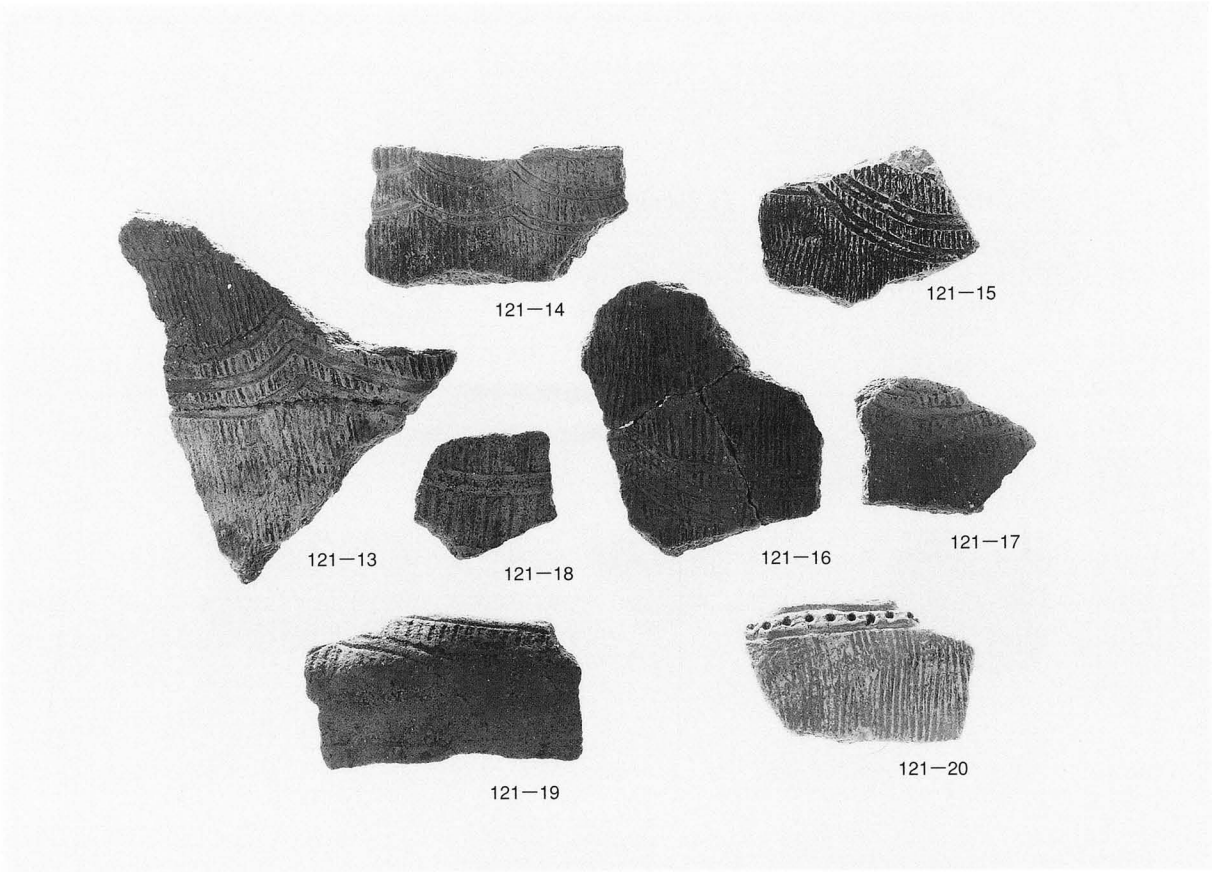
包含層出土縄文土器



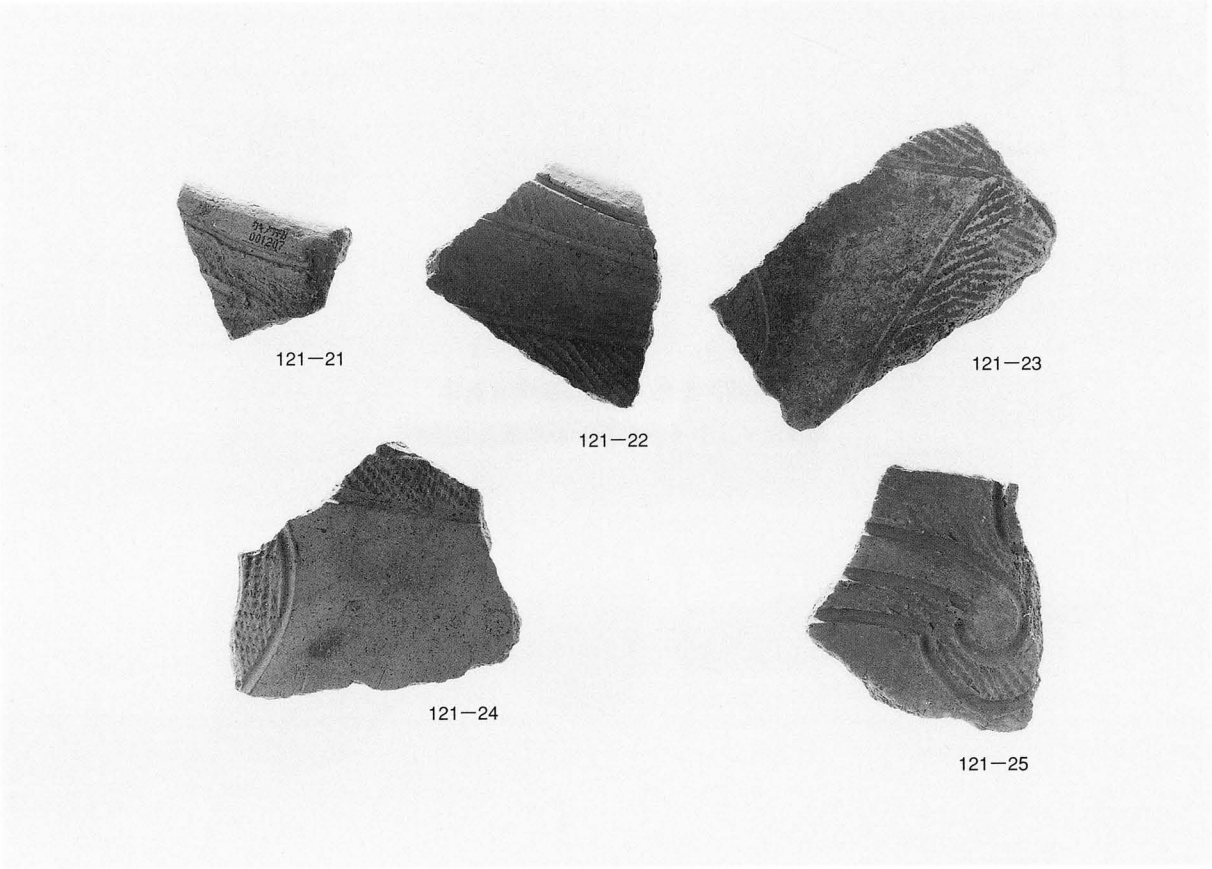
包含層出土縄文土器



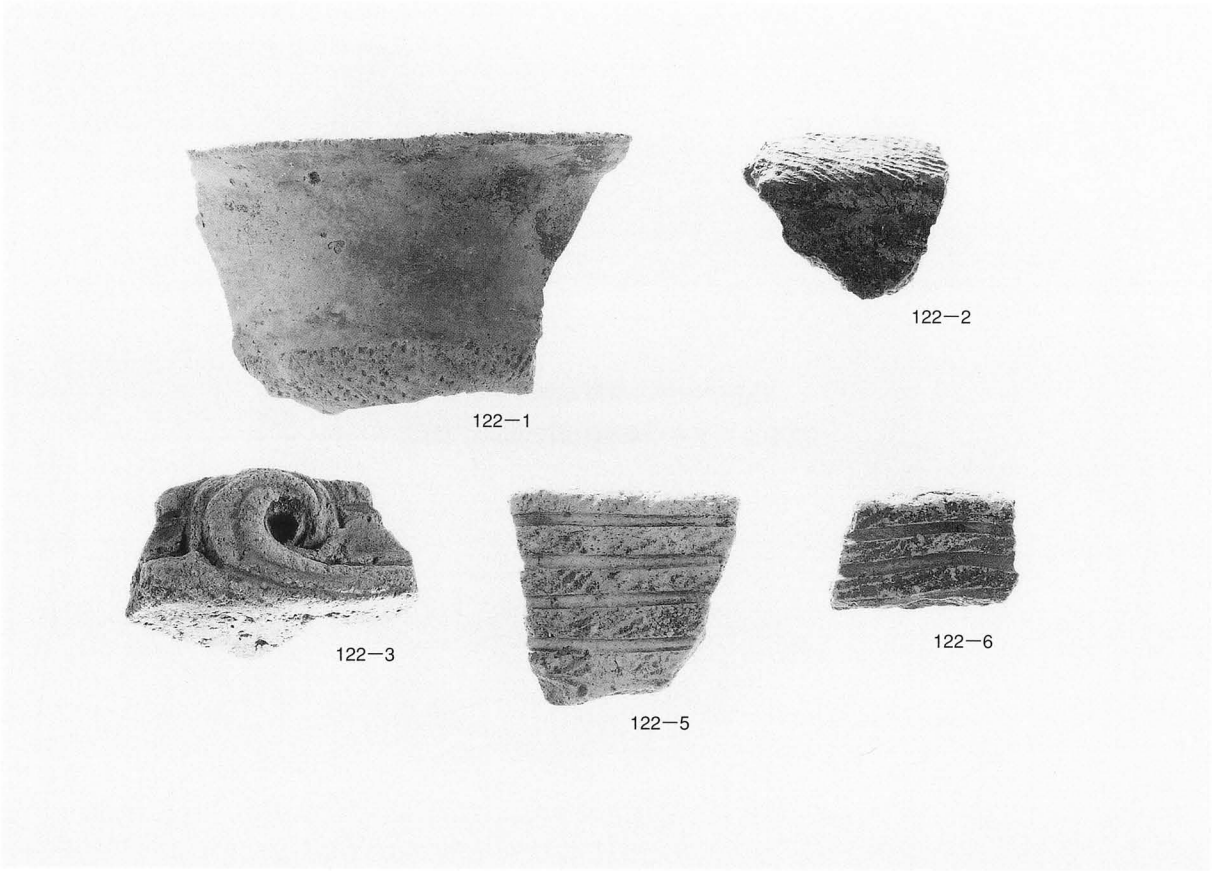
包含層出土縄文土器



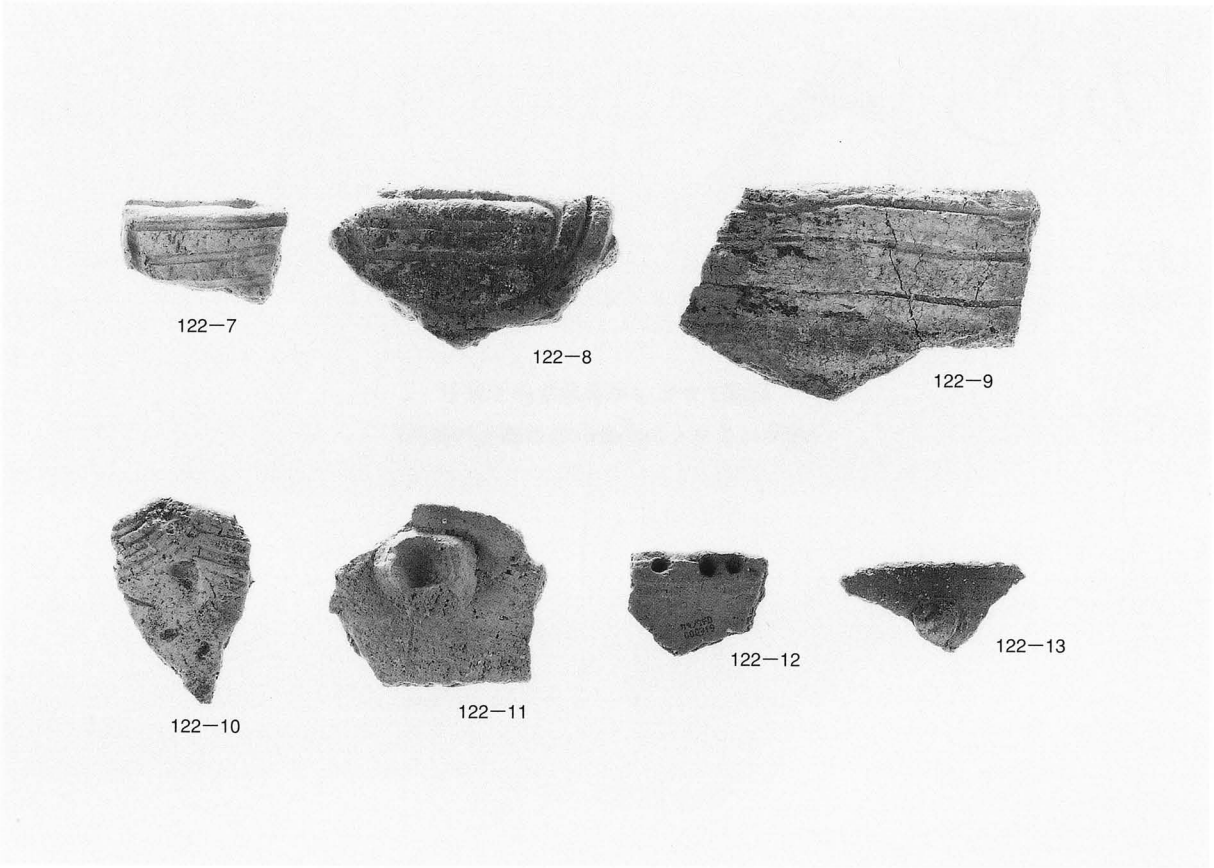
包含層出土縄文土器



包含層出土縄文土器

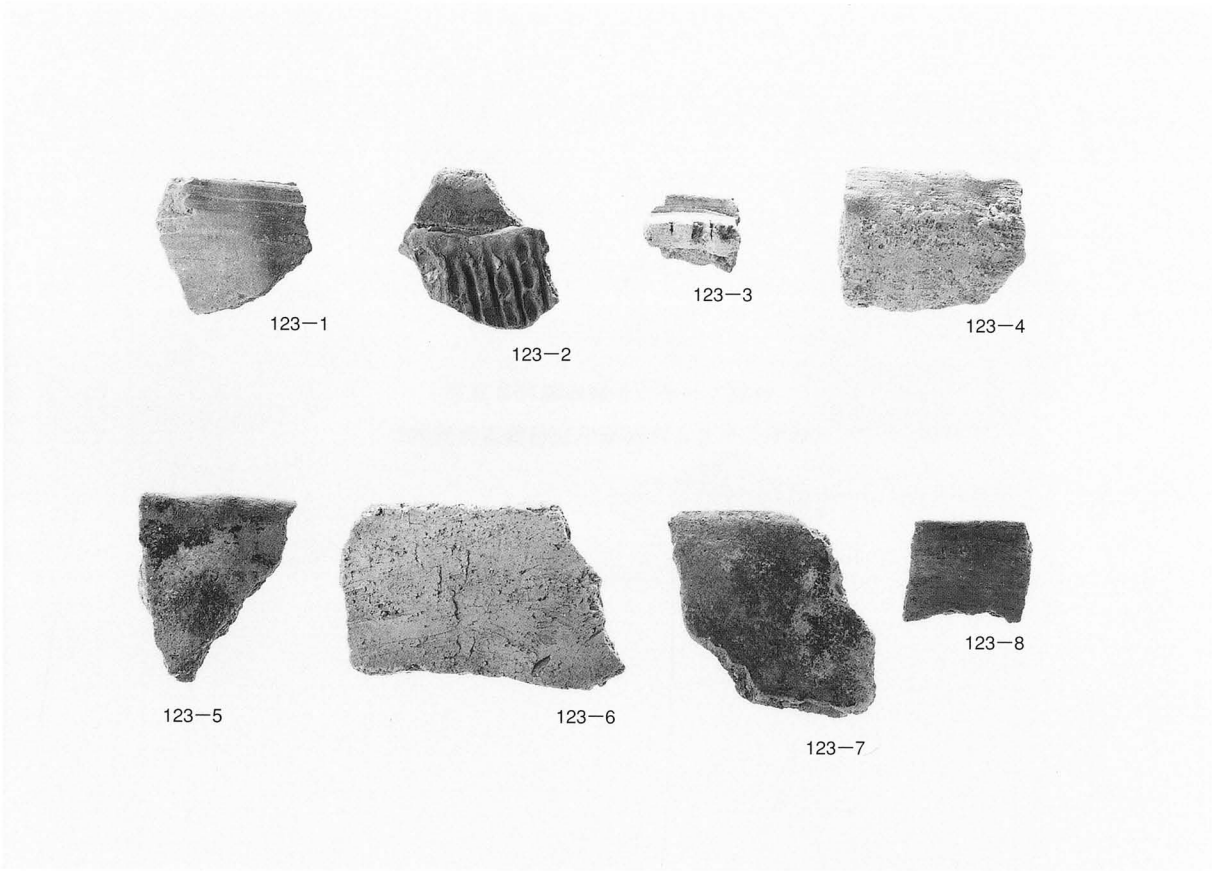


包含層出土縄文土器

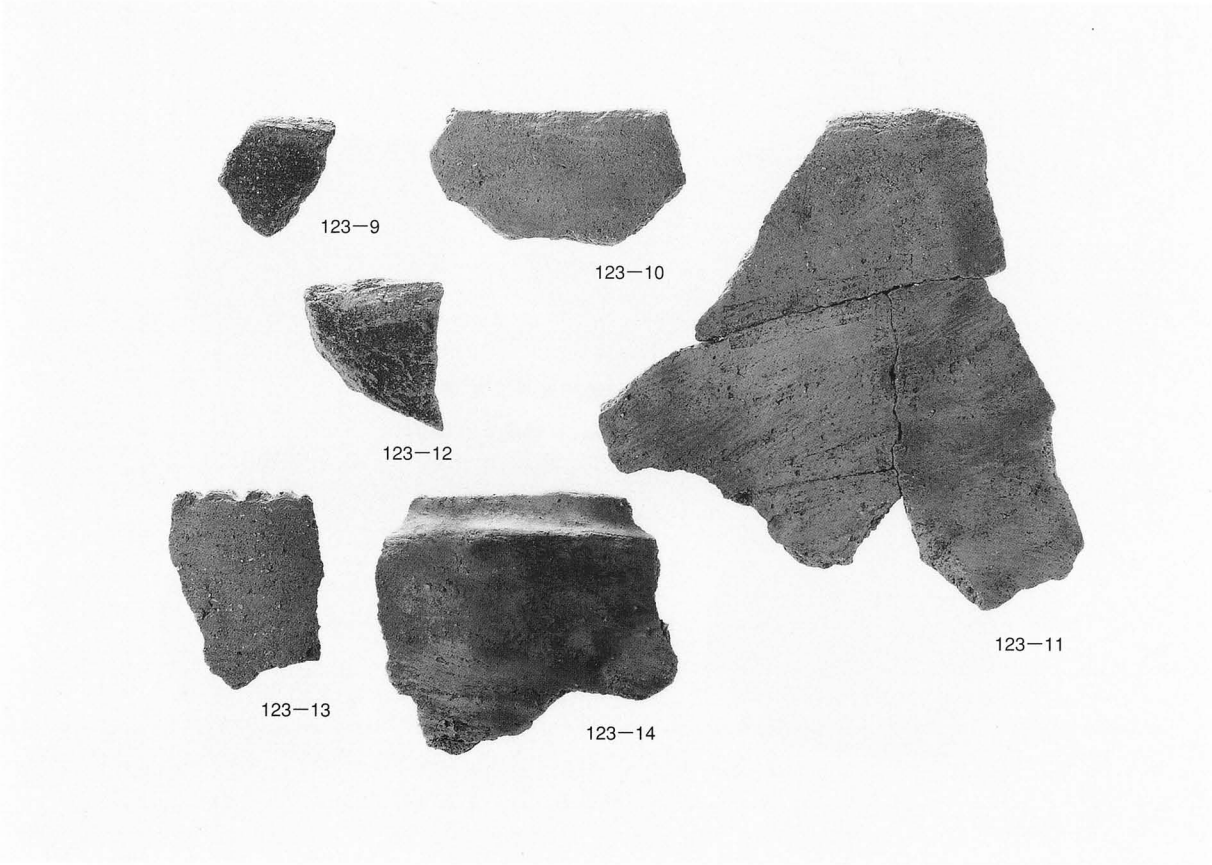


包含層出土縄文土器

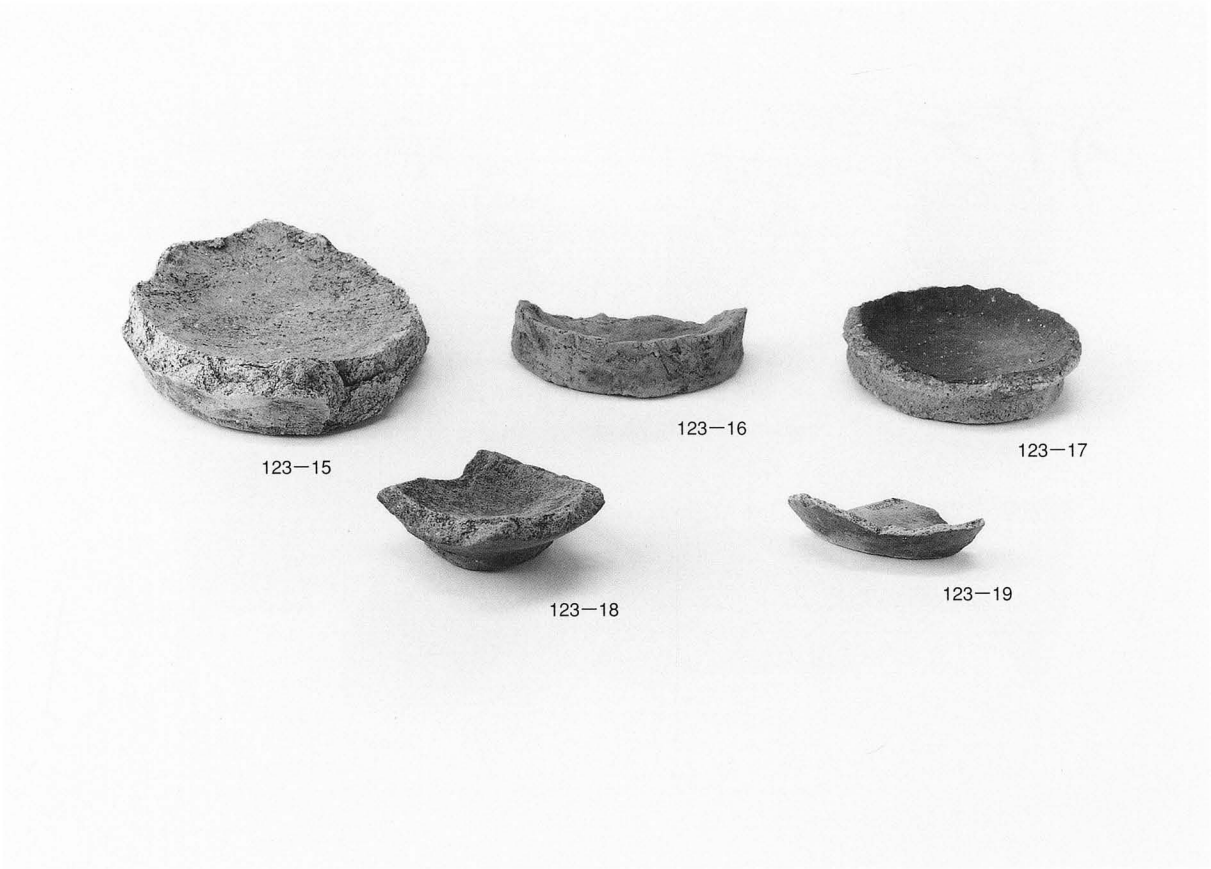
包含層出土縄文土器



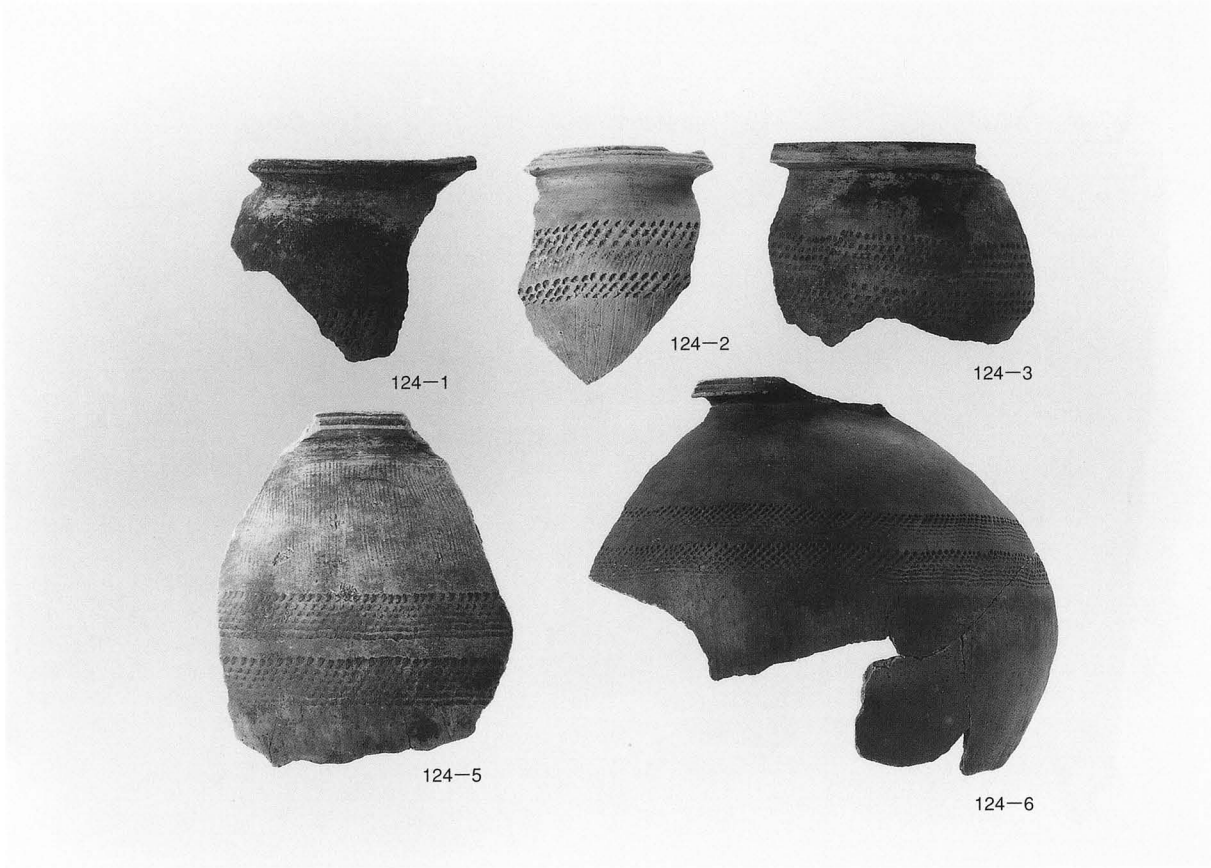
包含層出土縄文土器



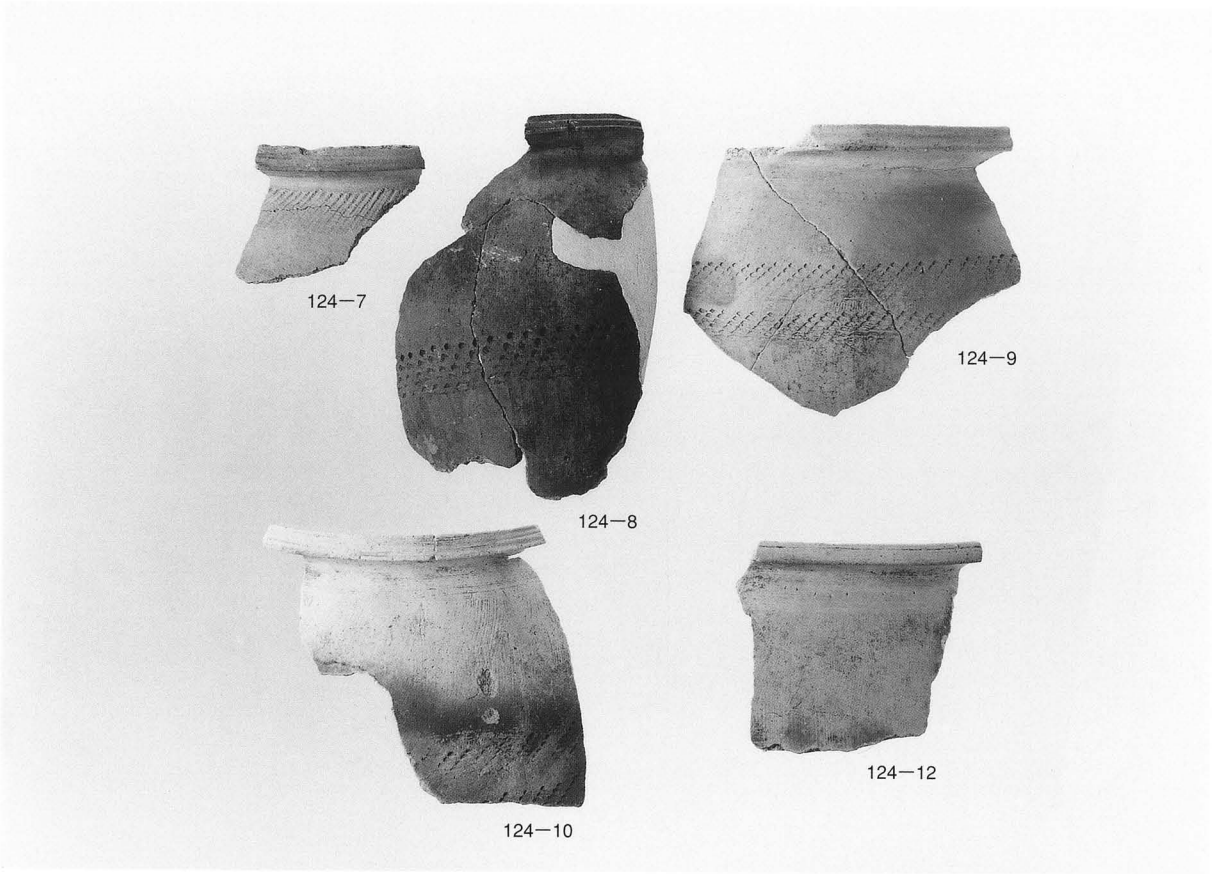
包含層出土縄文土器



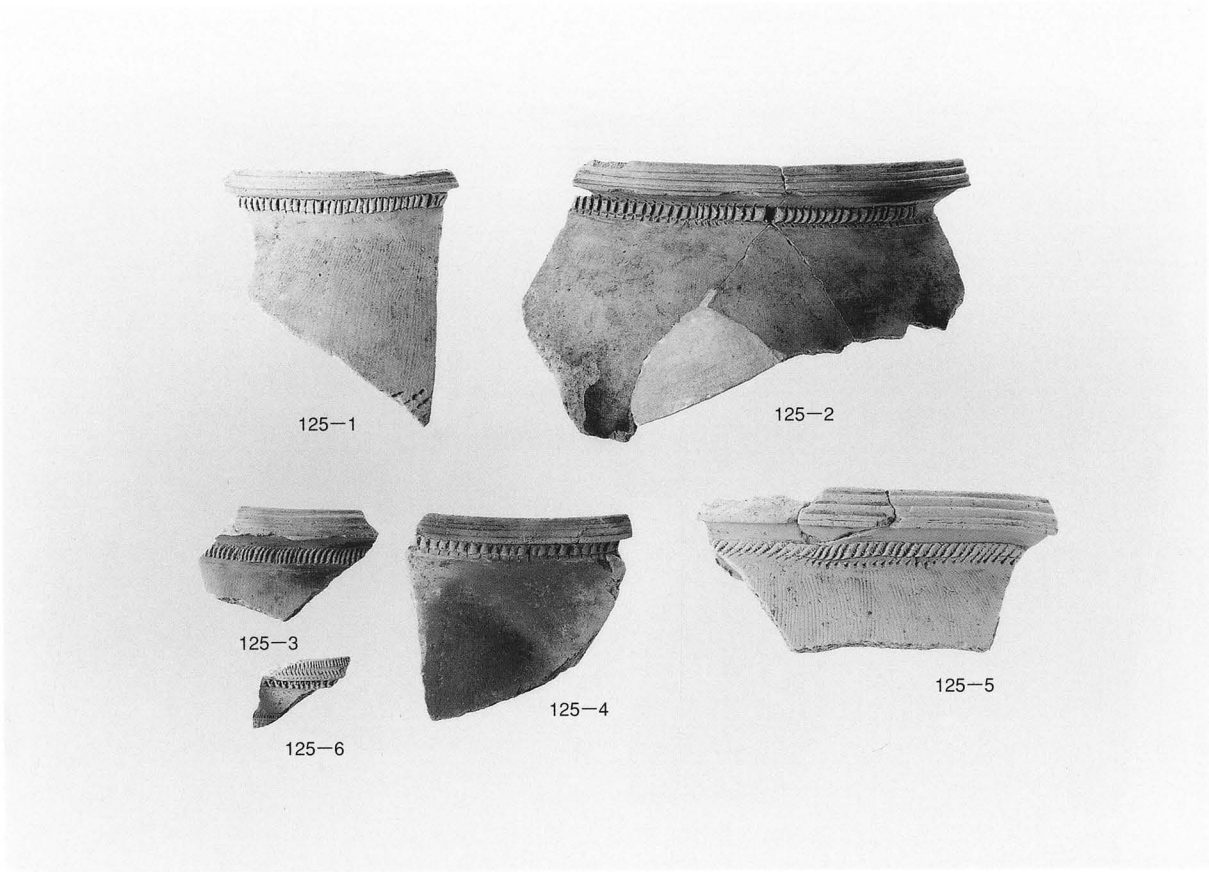
包含層出土縄文土器



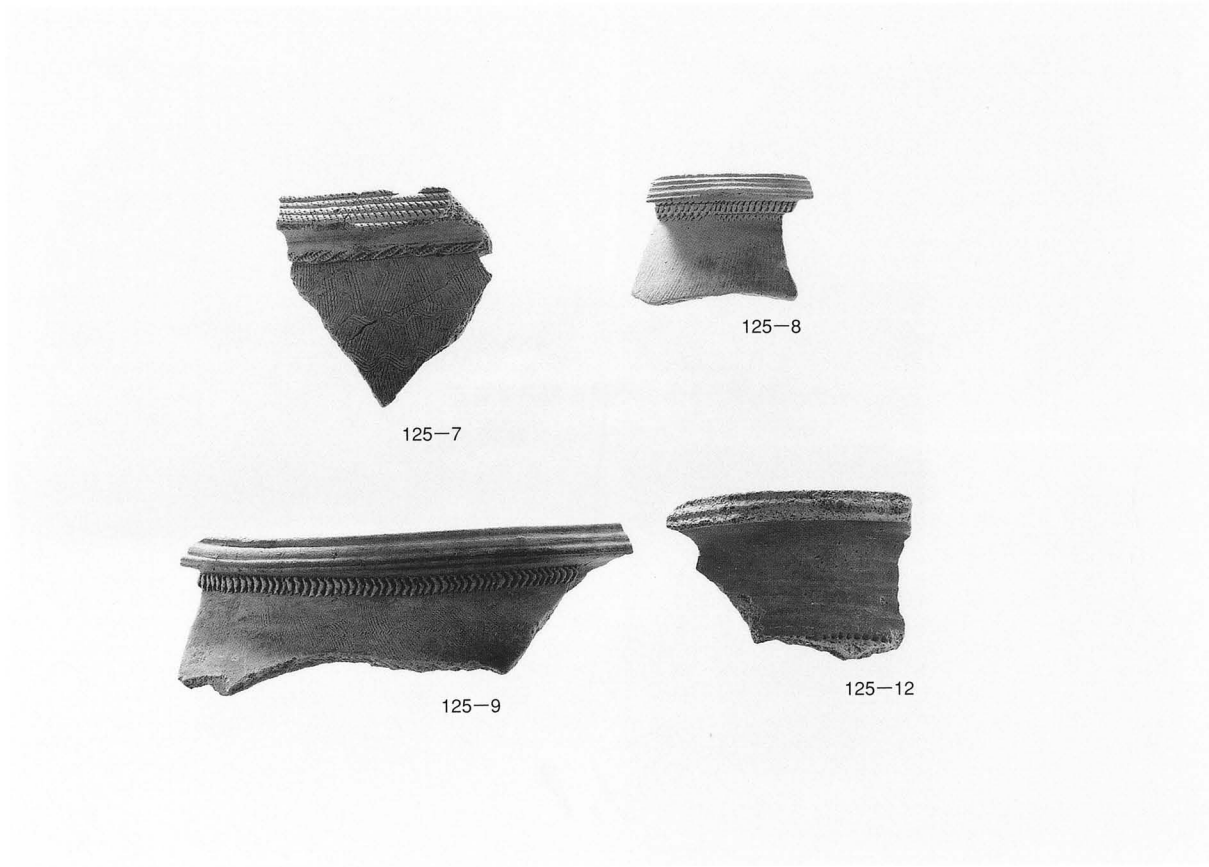
包含層出土弥生土器（中期）



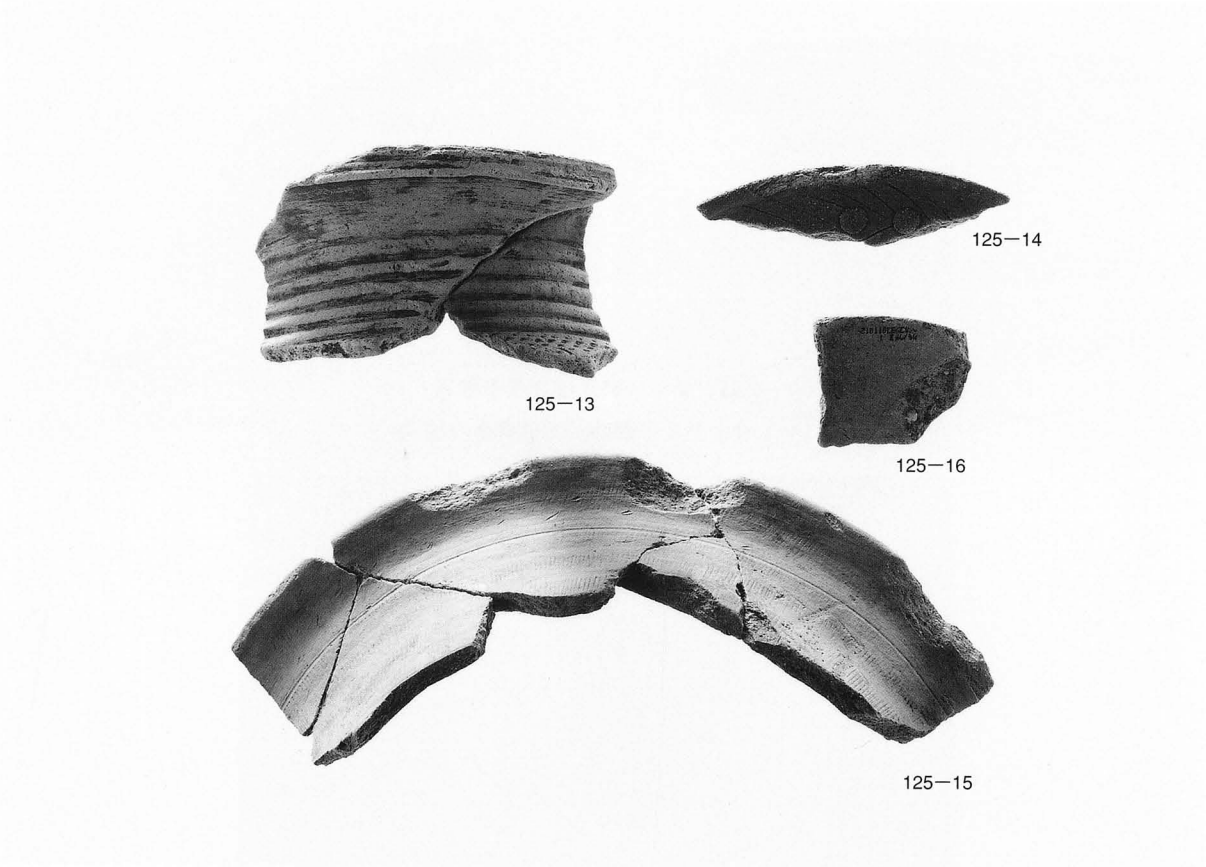
包含層出土弥生土器（中期）



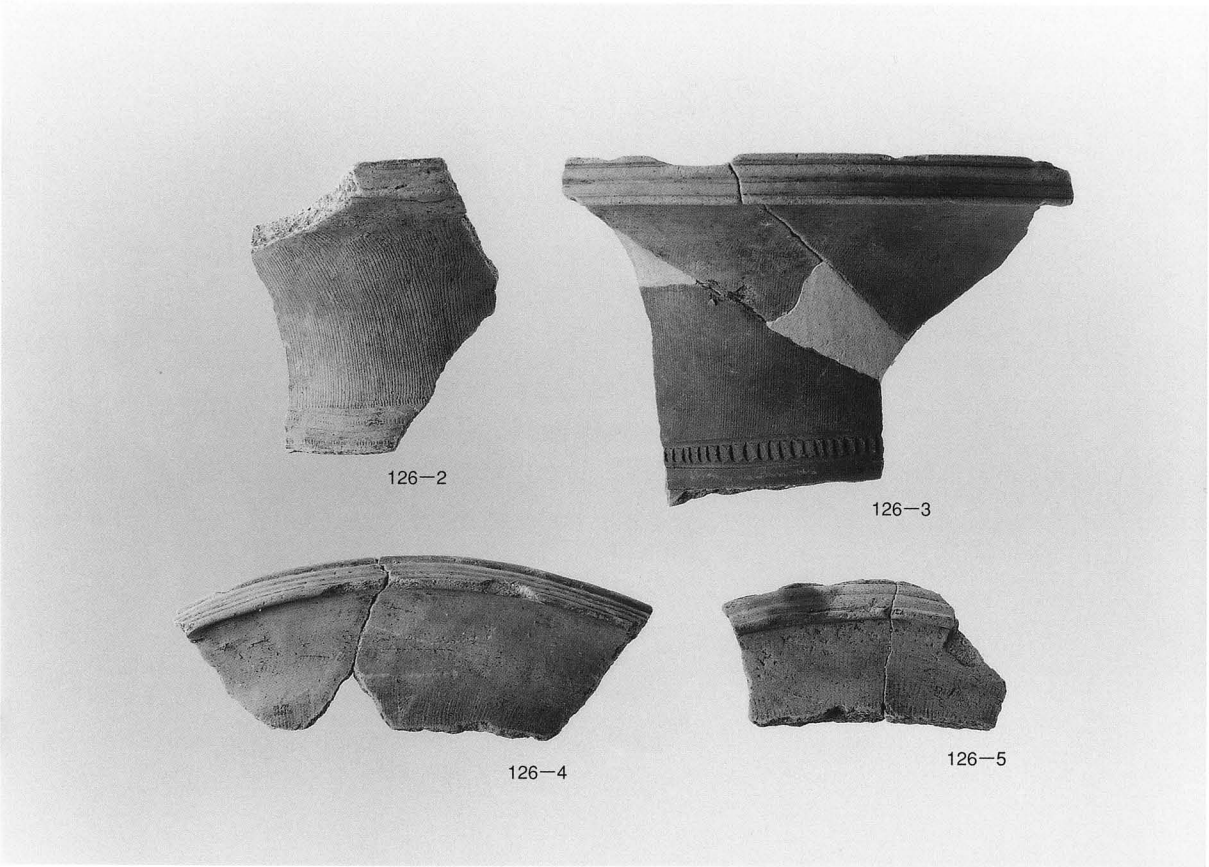
包含層出土弥生土器（中期）



包含層出土弥生土器（中期）



包含層出土弥生土器（中期）



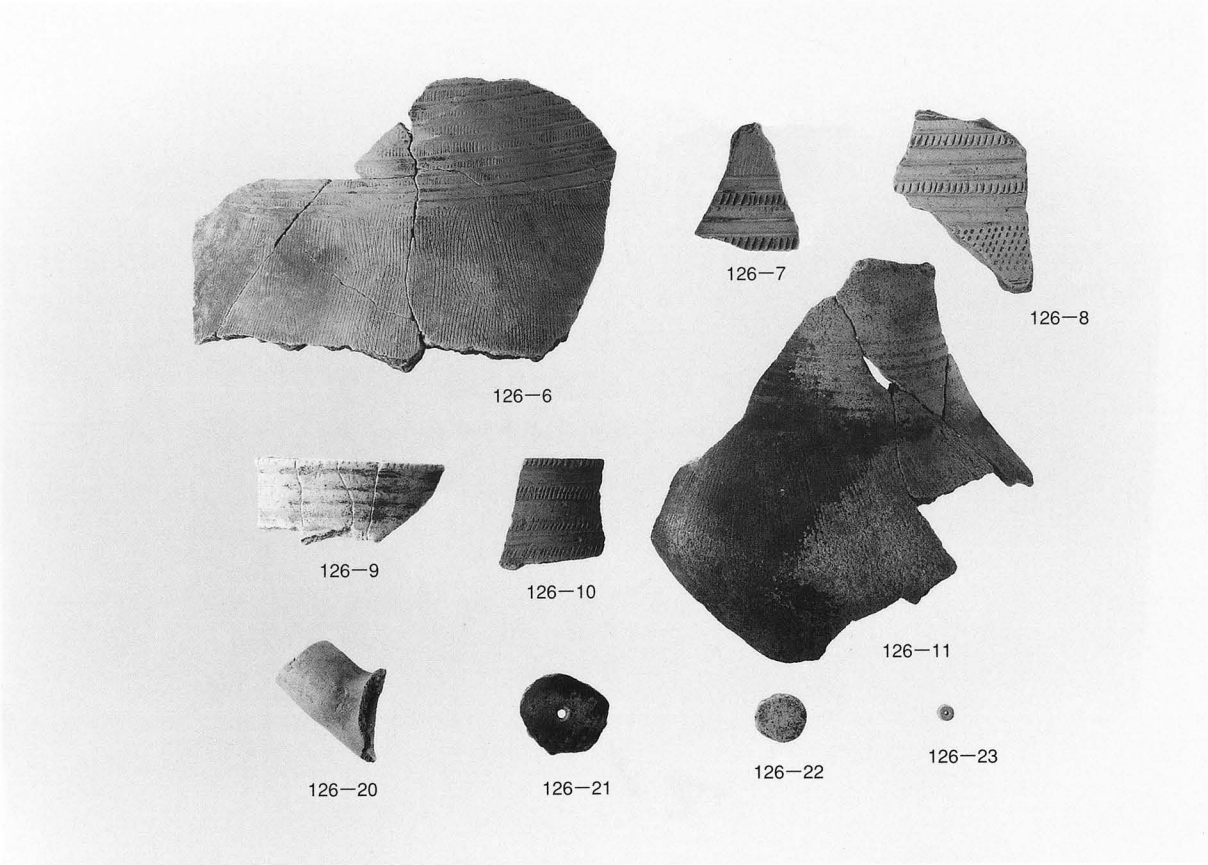
包含層出土弥生土器（中期）

125−10

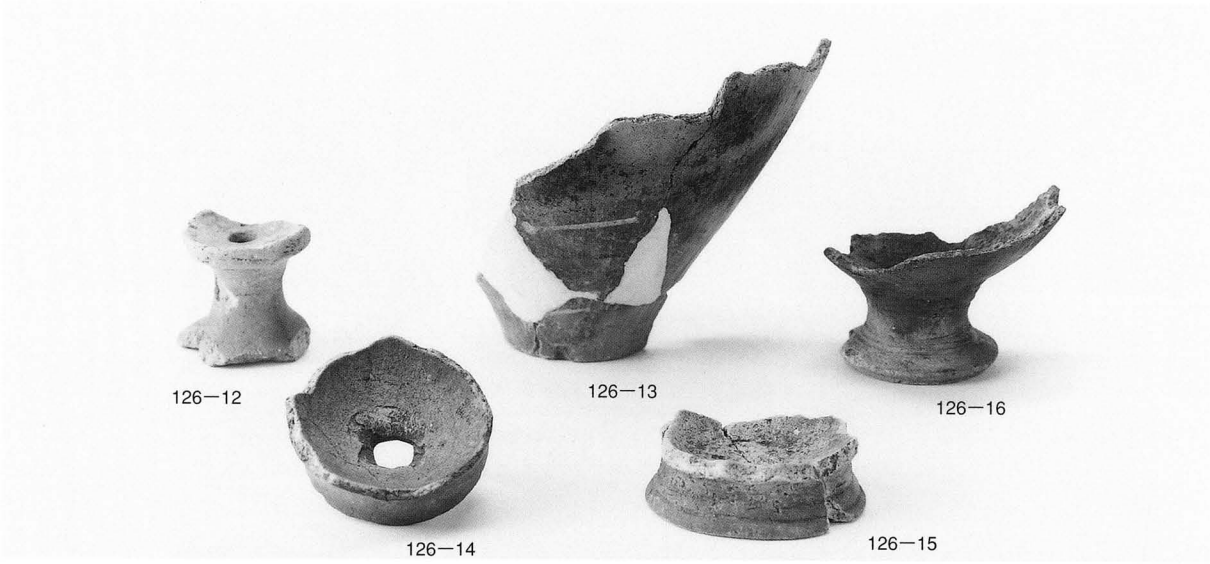
125−11

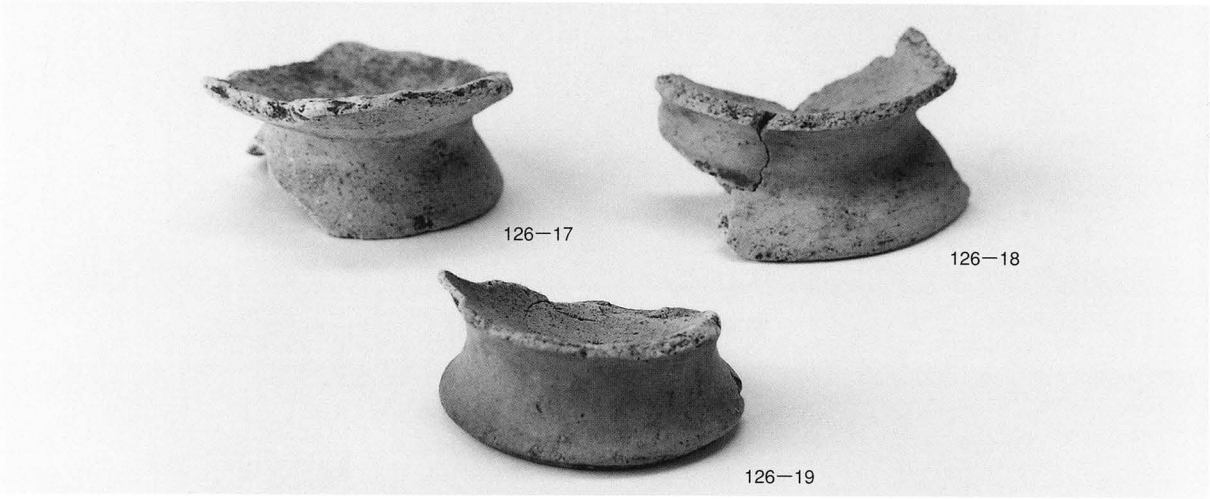
126−1

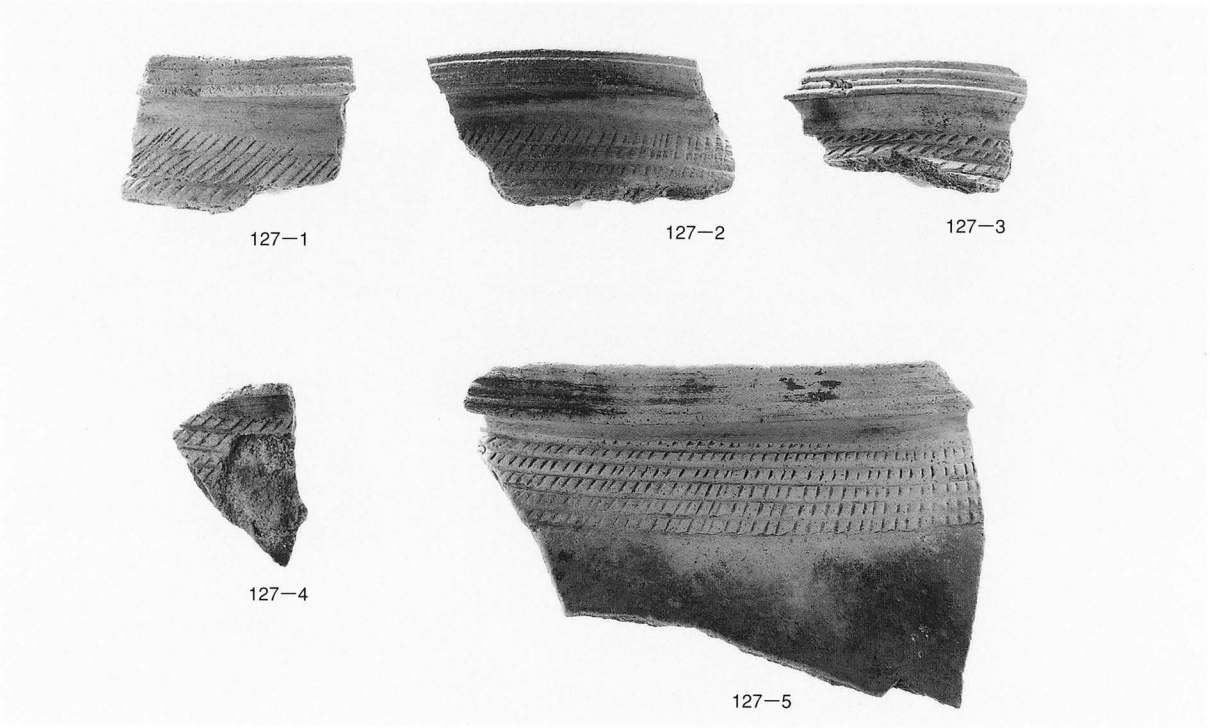
包含層出土弥生土器（中期）



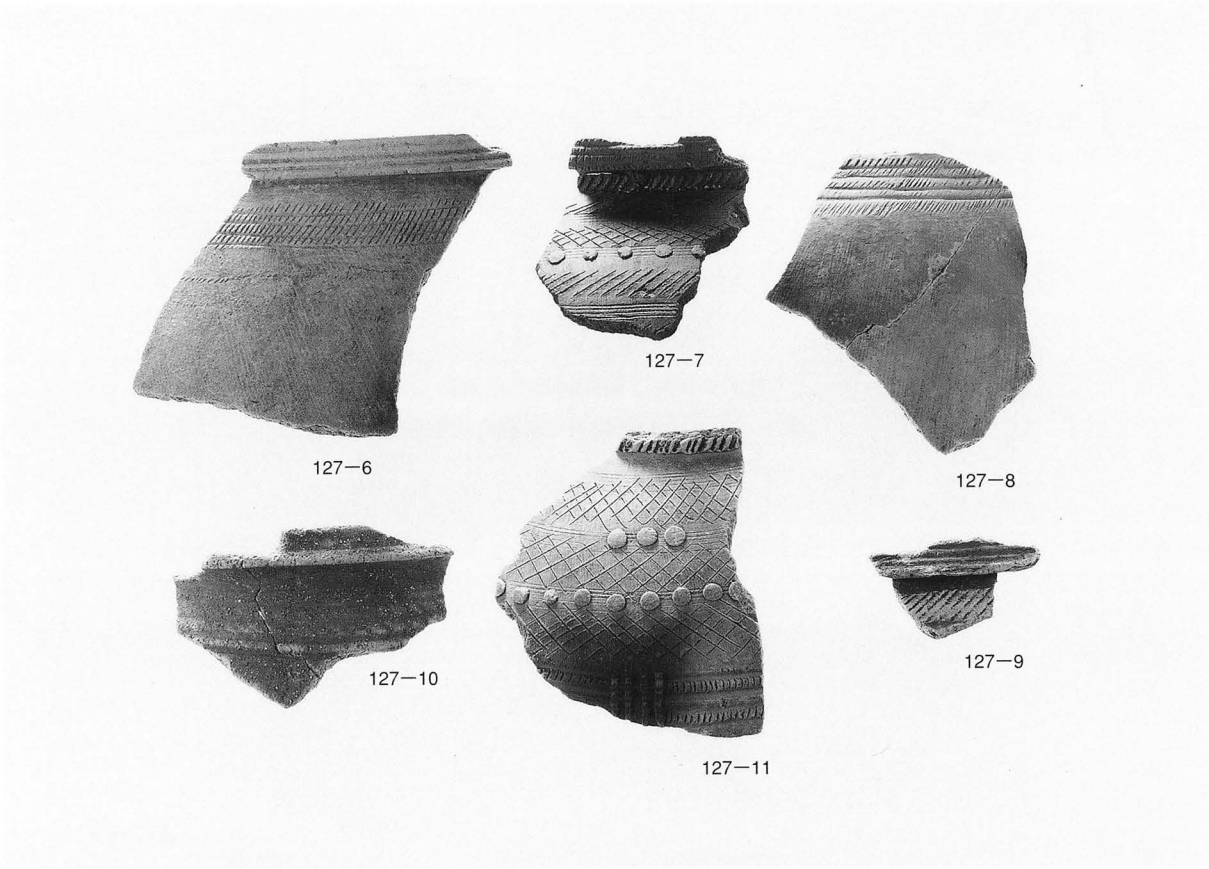
包含層出土弥生土器（中期）



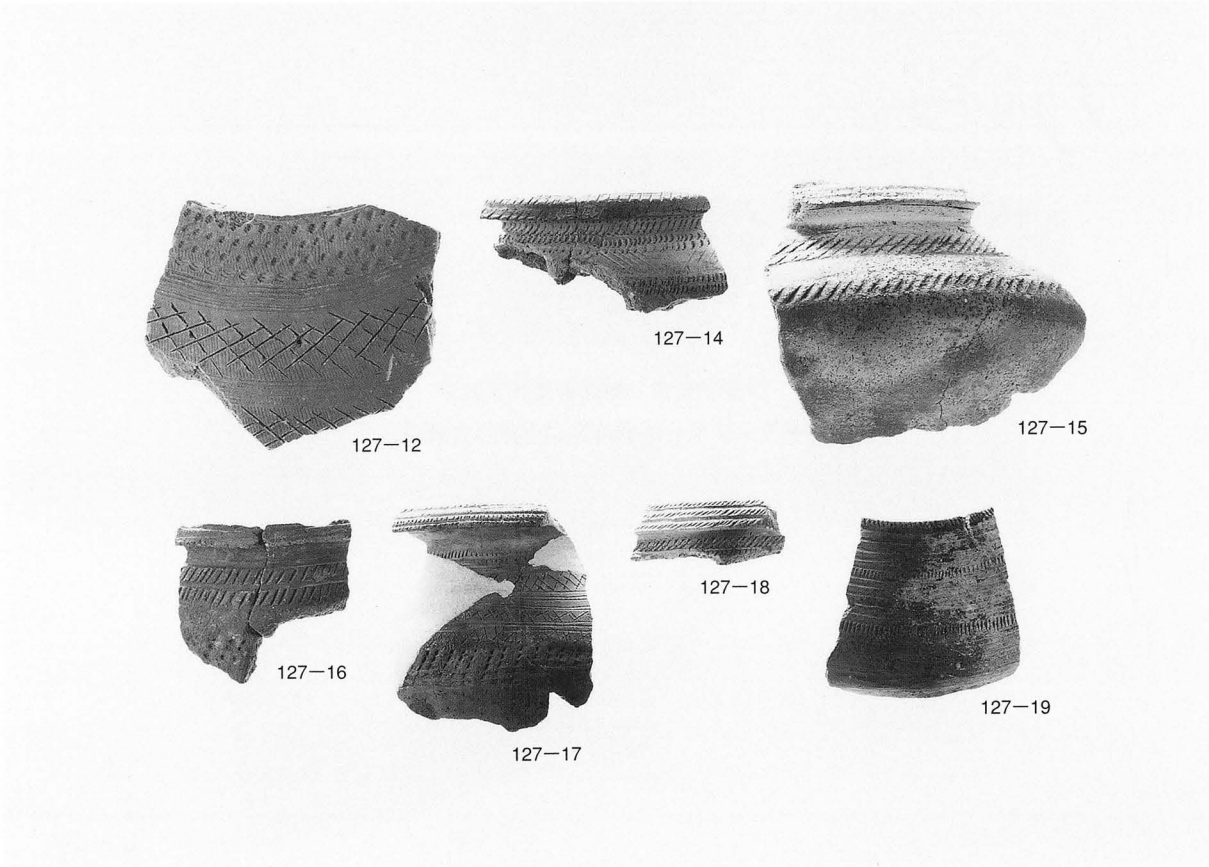




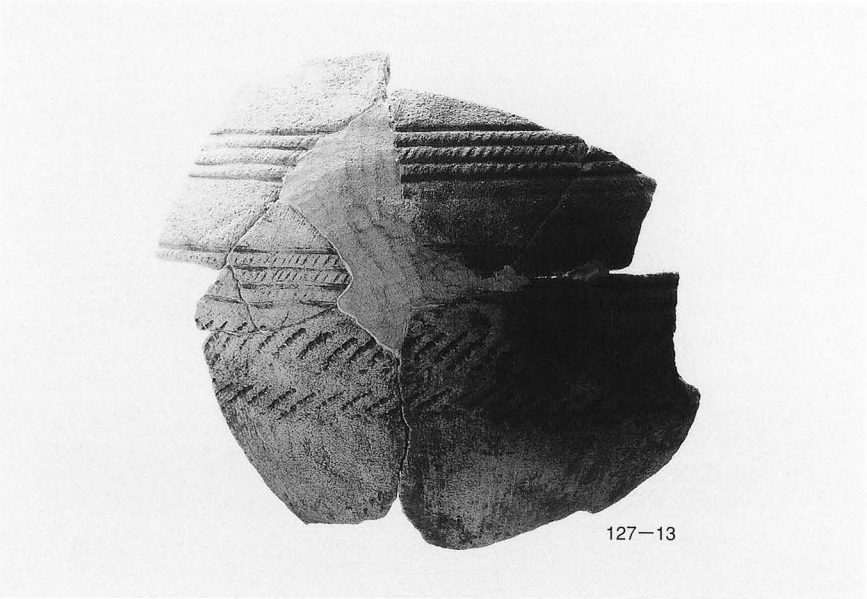
包含層出土弥生土器（中期・塩町系）



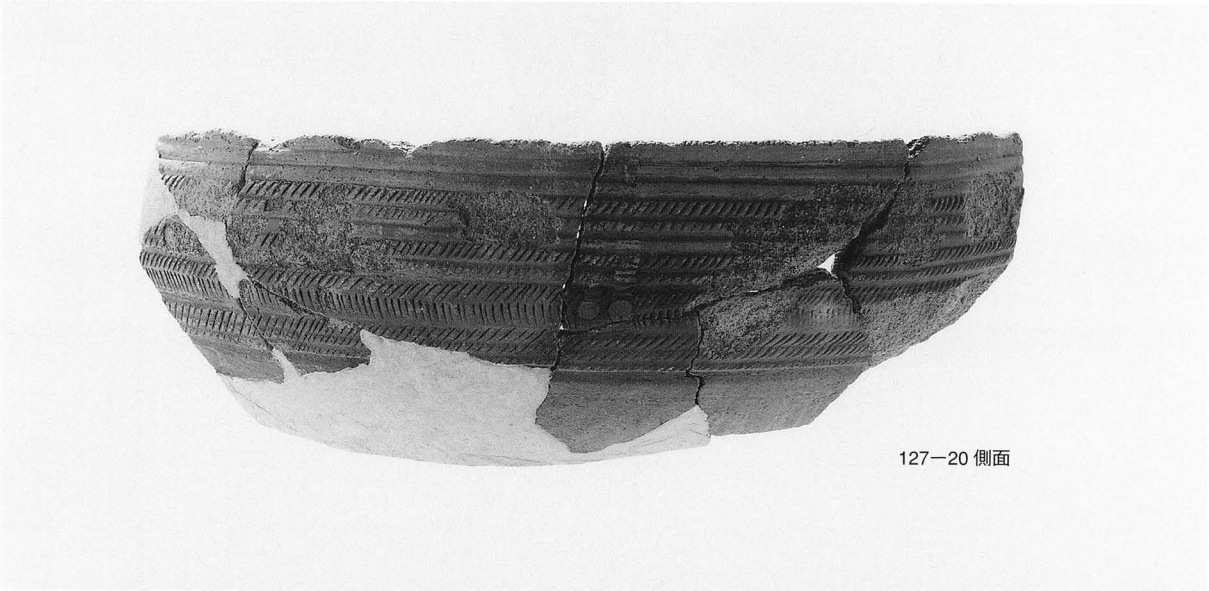
包含層出土弥生土器（塩町系）



包含層出土弥生土器（塩町系）



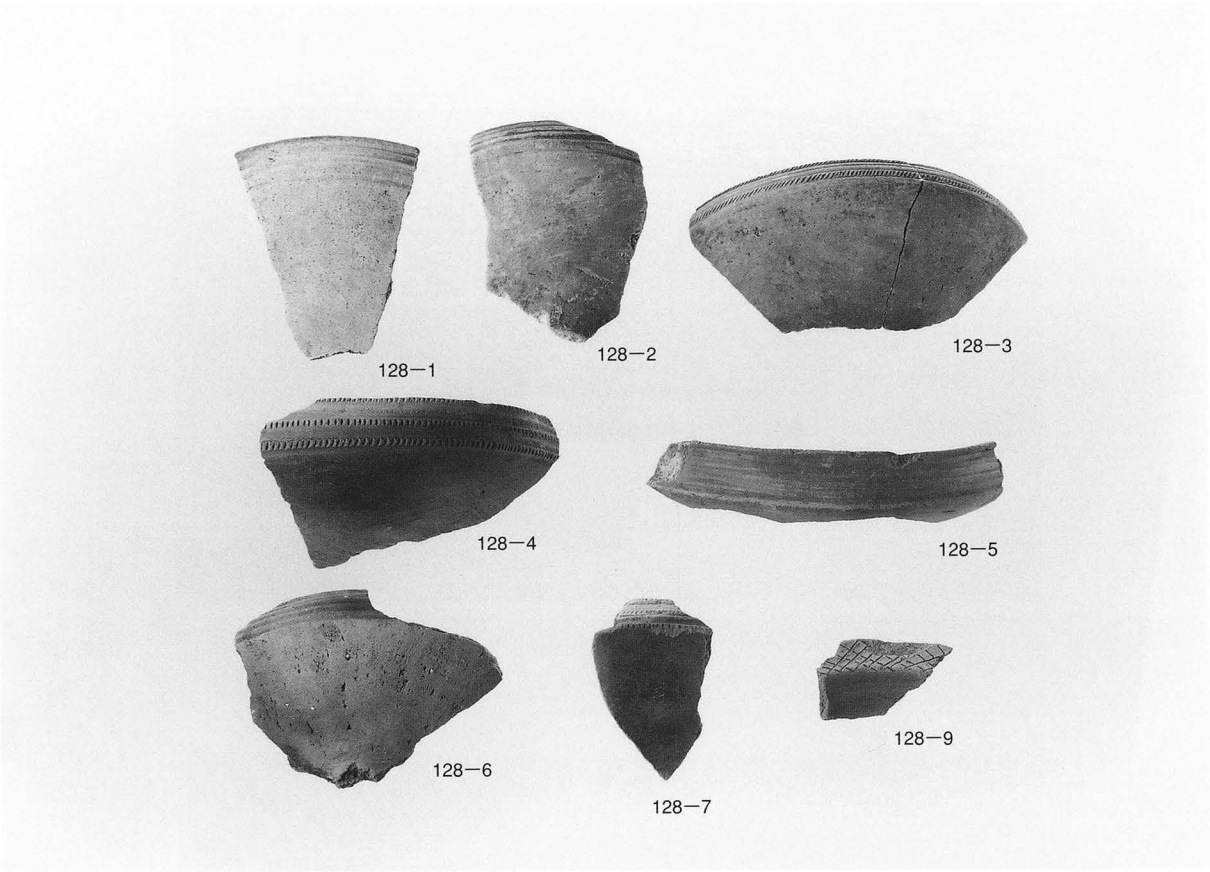
127—13



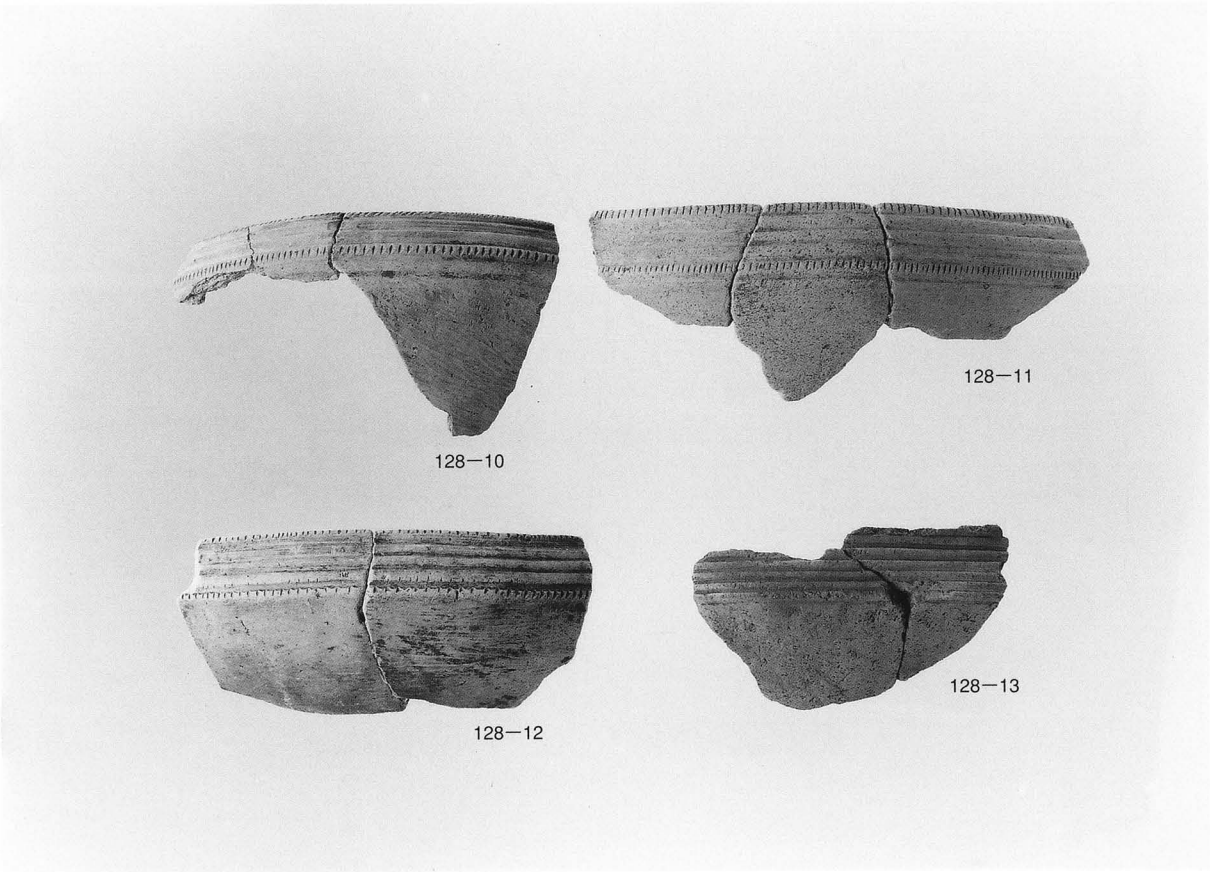
127—20 側面

127—20 上面

包含層出土弥生土器（塩町系）



包含層出土弥生土器（中期）



包含層出土弥生土器（中期）

包含層出土弥生土器（中期・高坏）

包含層弥生土器（中期・高坏）出土状況

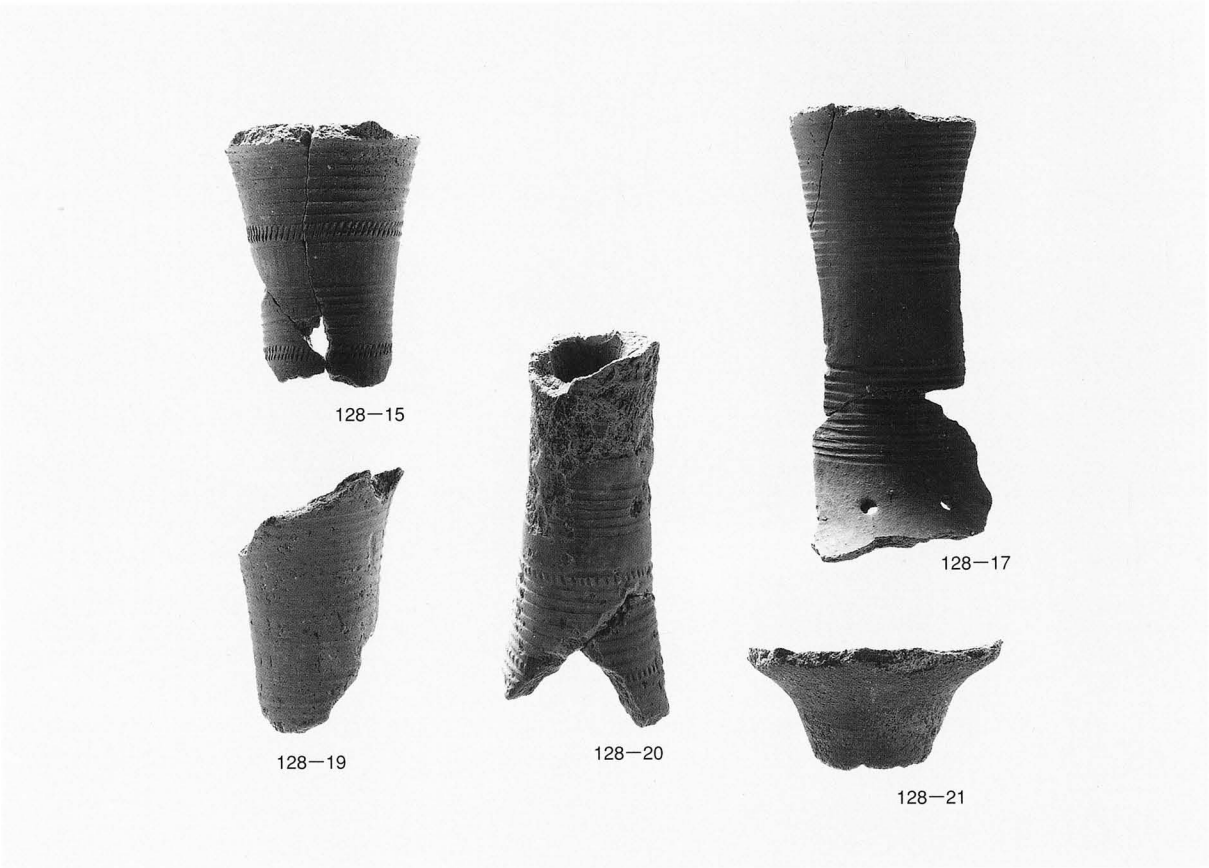
128−16

128−18

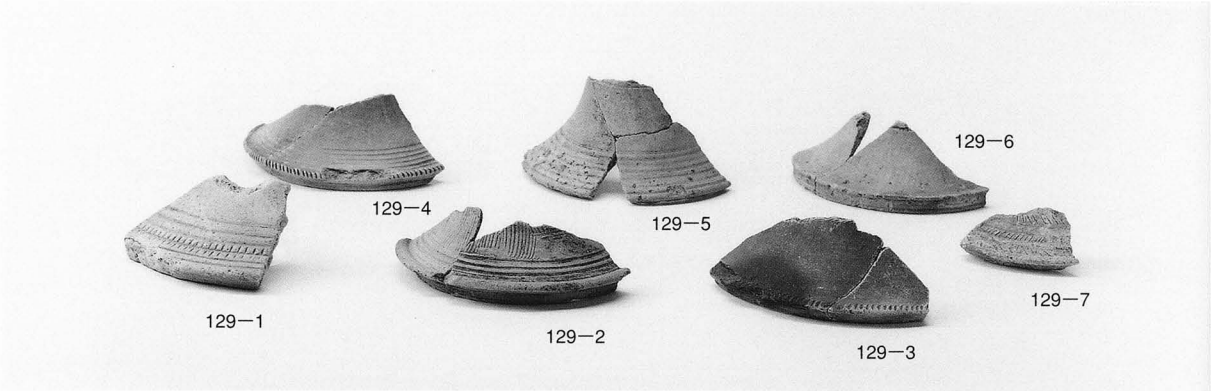
128−8

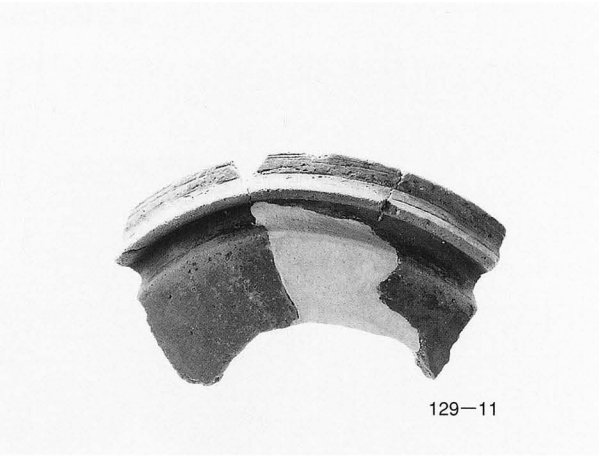
128−22

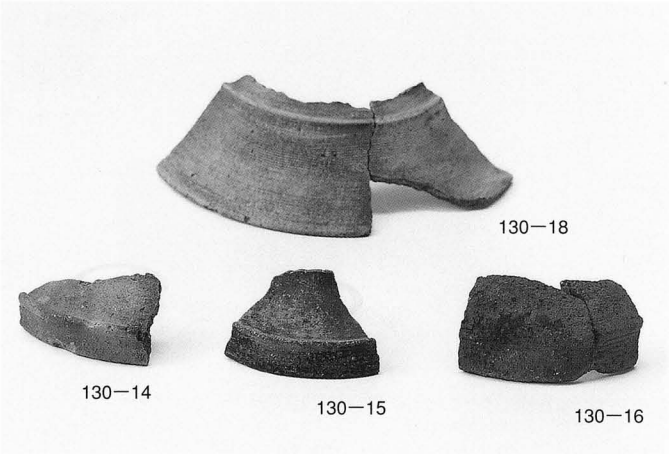
包含層出土弥生土器（中期）



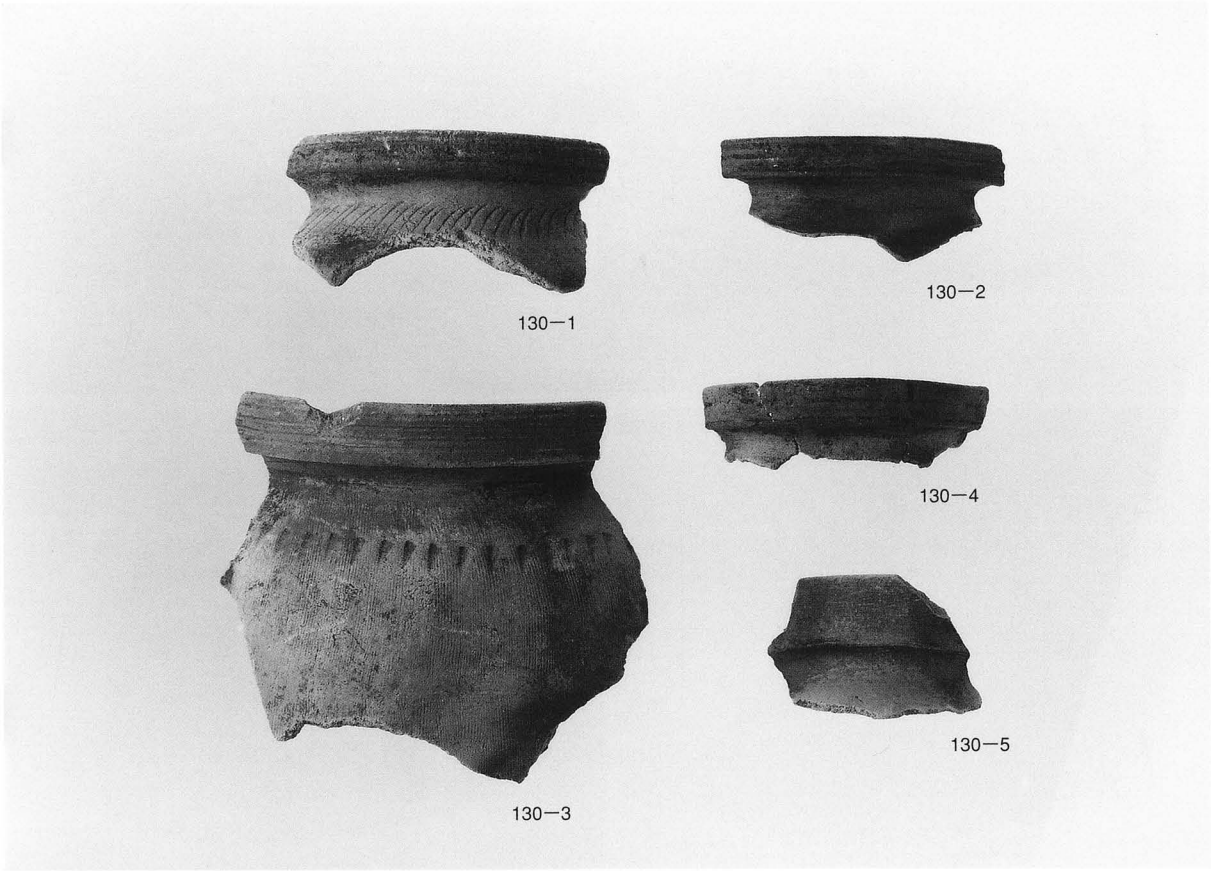
包含層出土弥生土器（中期）



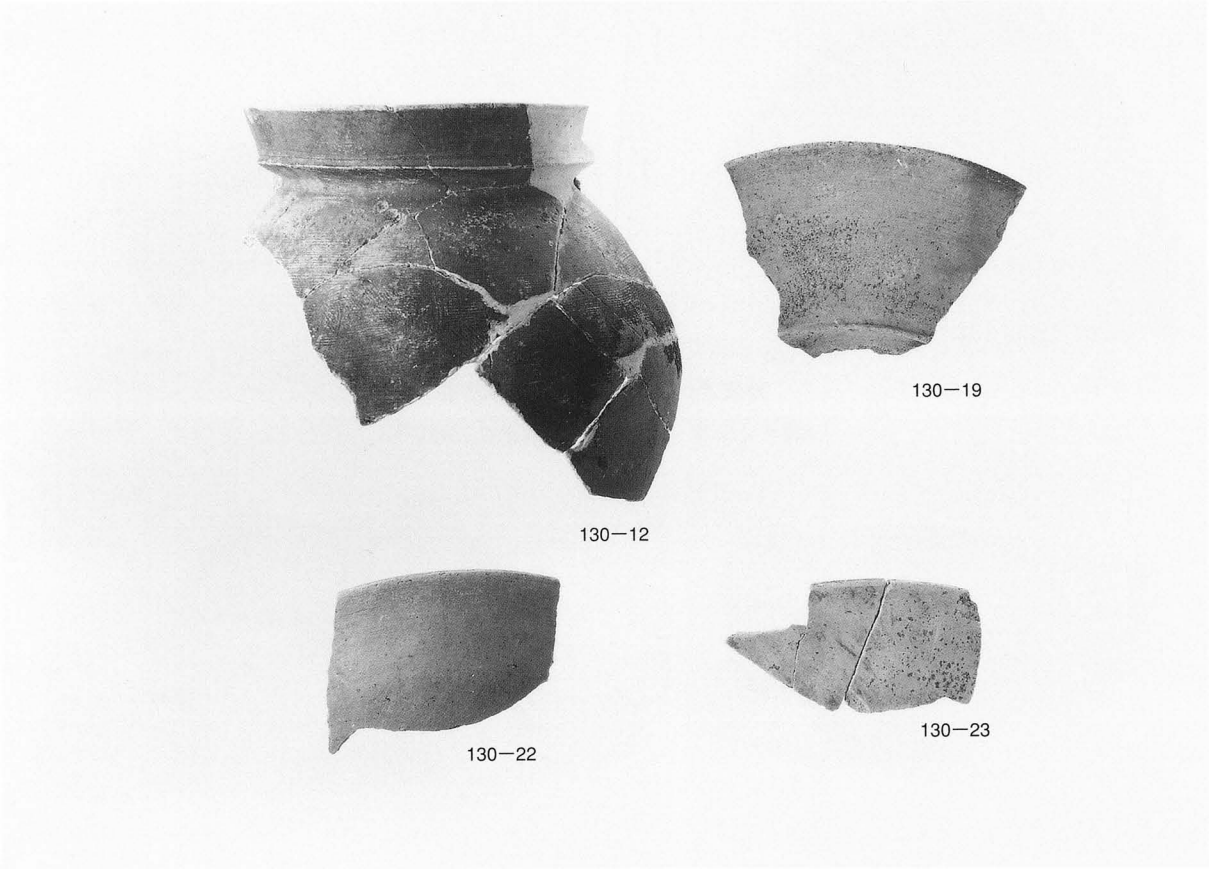




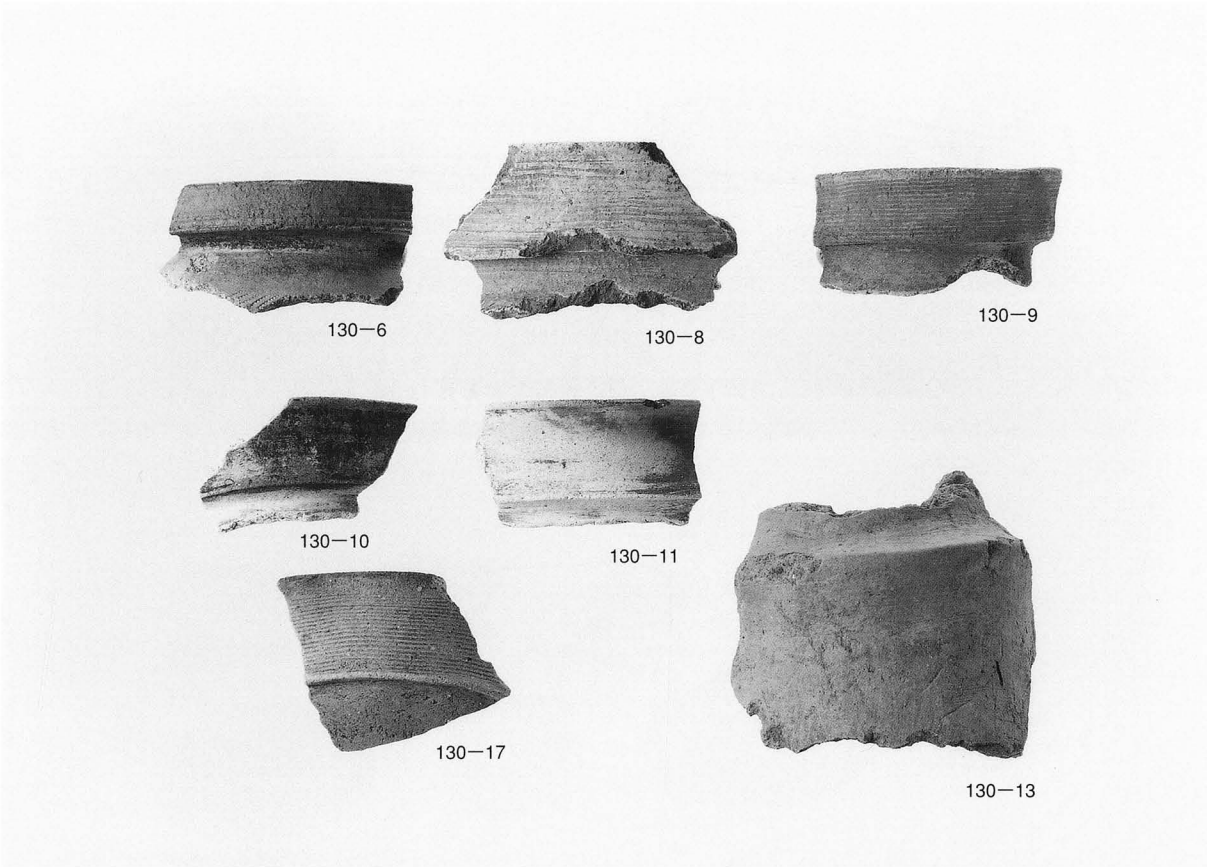
包含層出土弥生土器（中期・後期）



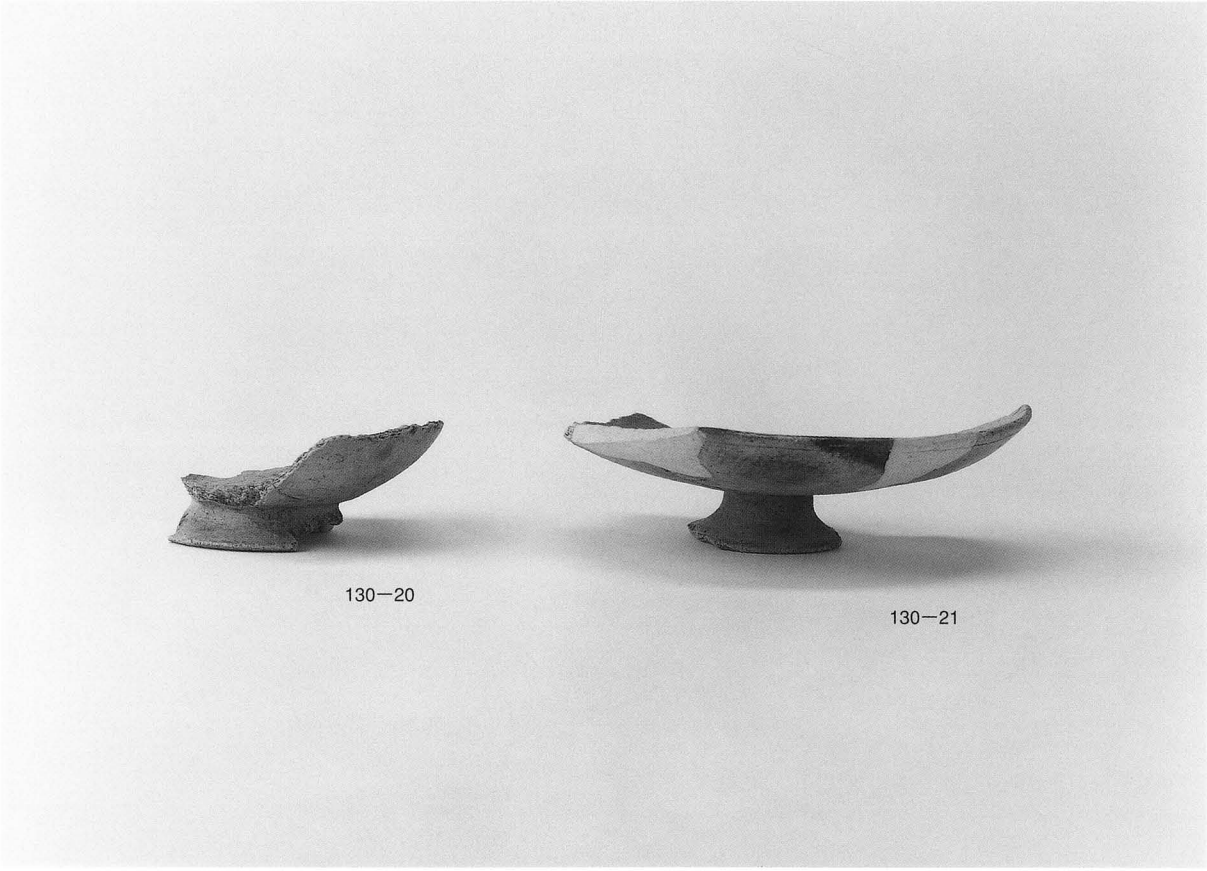
包含層出土弥生土器（後期）



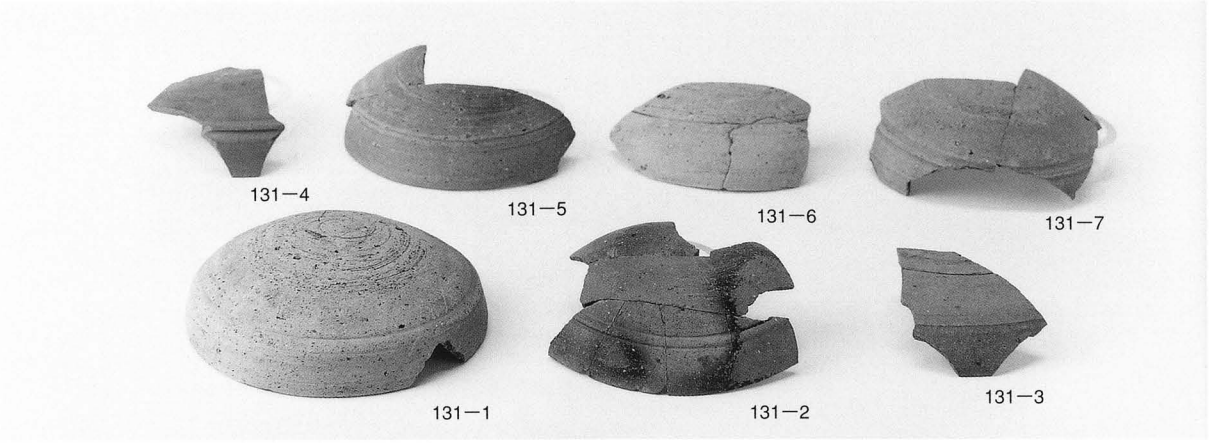
包含層出土弥生土器（後期）

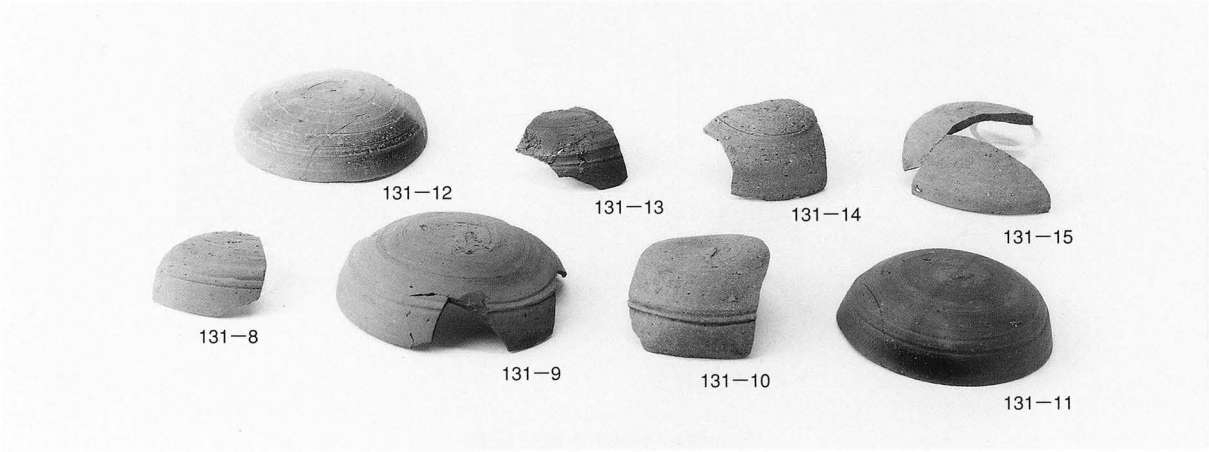


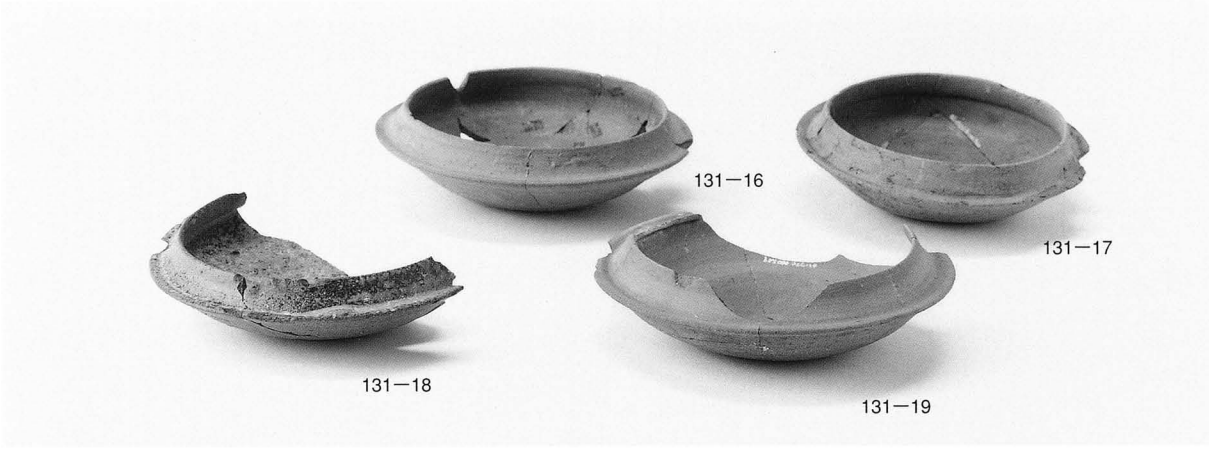
包含層出土弥生土器（後期）



包含層出土弥生土器（後期）

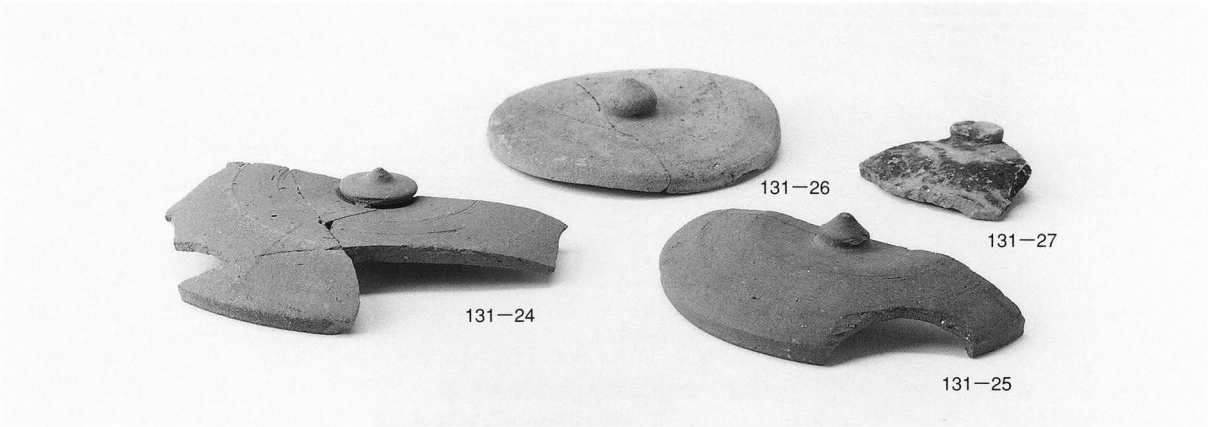

131−4
131−5
131−6
131−7
131−1
131−2
131−3

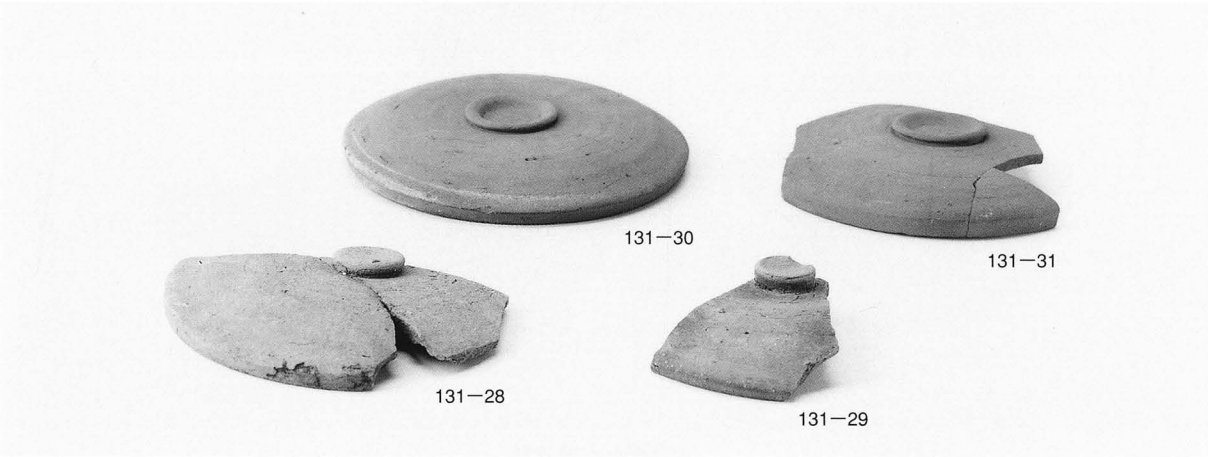

131−12
131−13
131−14
131−15
131−8
131−9
131−10
131−11

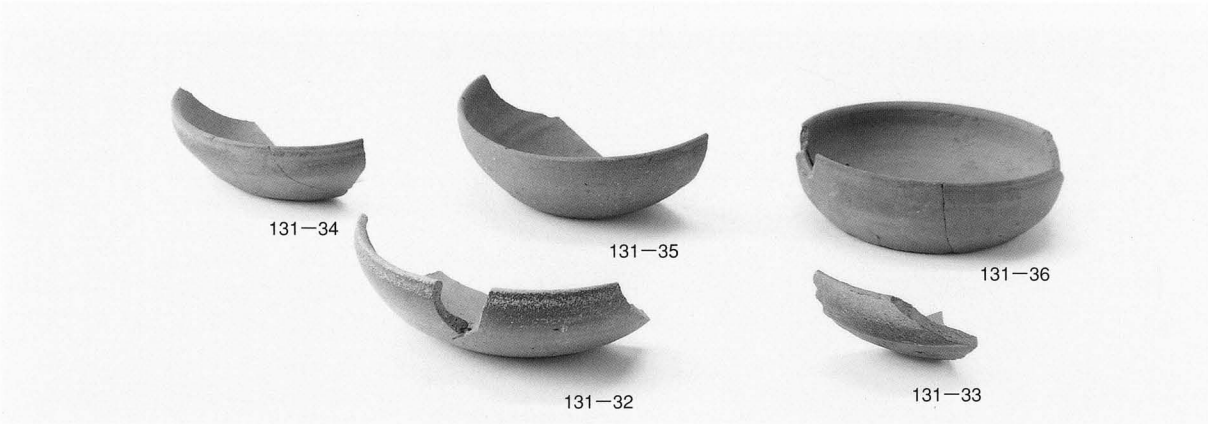

131−16
131−17
131−18
131−19

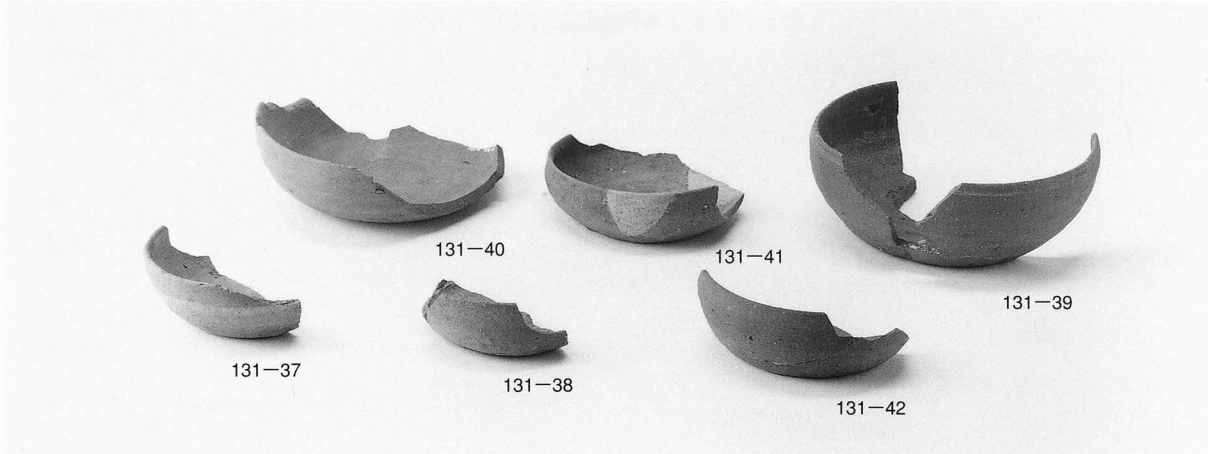
131−22
131−23
131−20
131−21

包含層出土須恵器

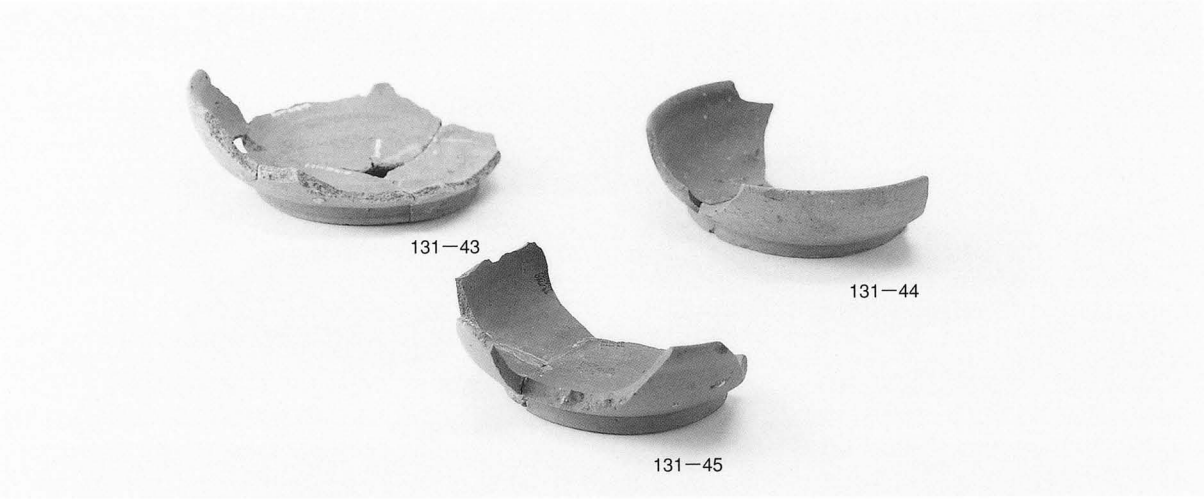

131－26
131－27
131－24
131－25


131－30
131－31
131－28
131－29

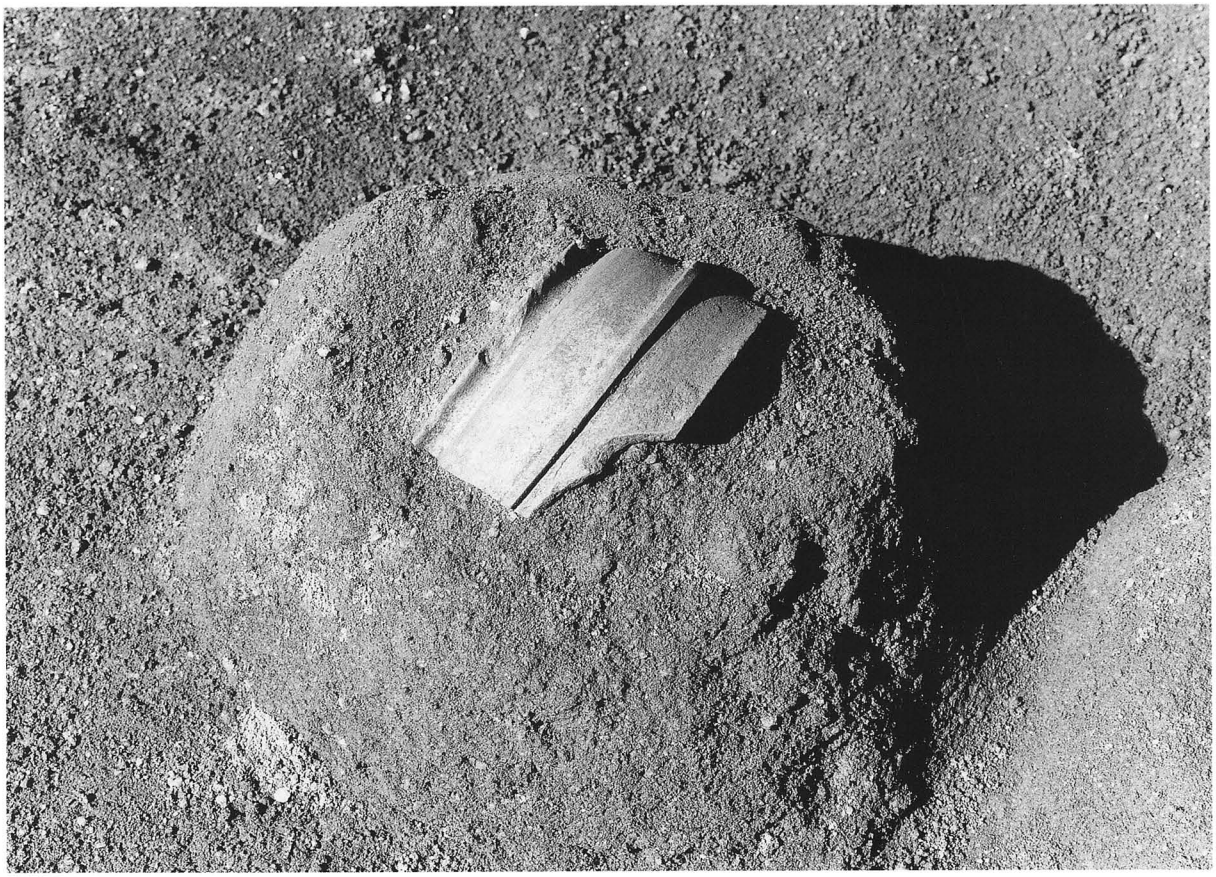

131－34
131－35
131－36
131－32
131－33


131－40
131－41
131－39
131－37
131－38
131－42

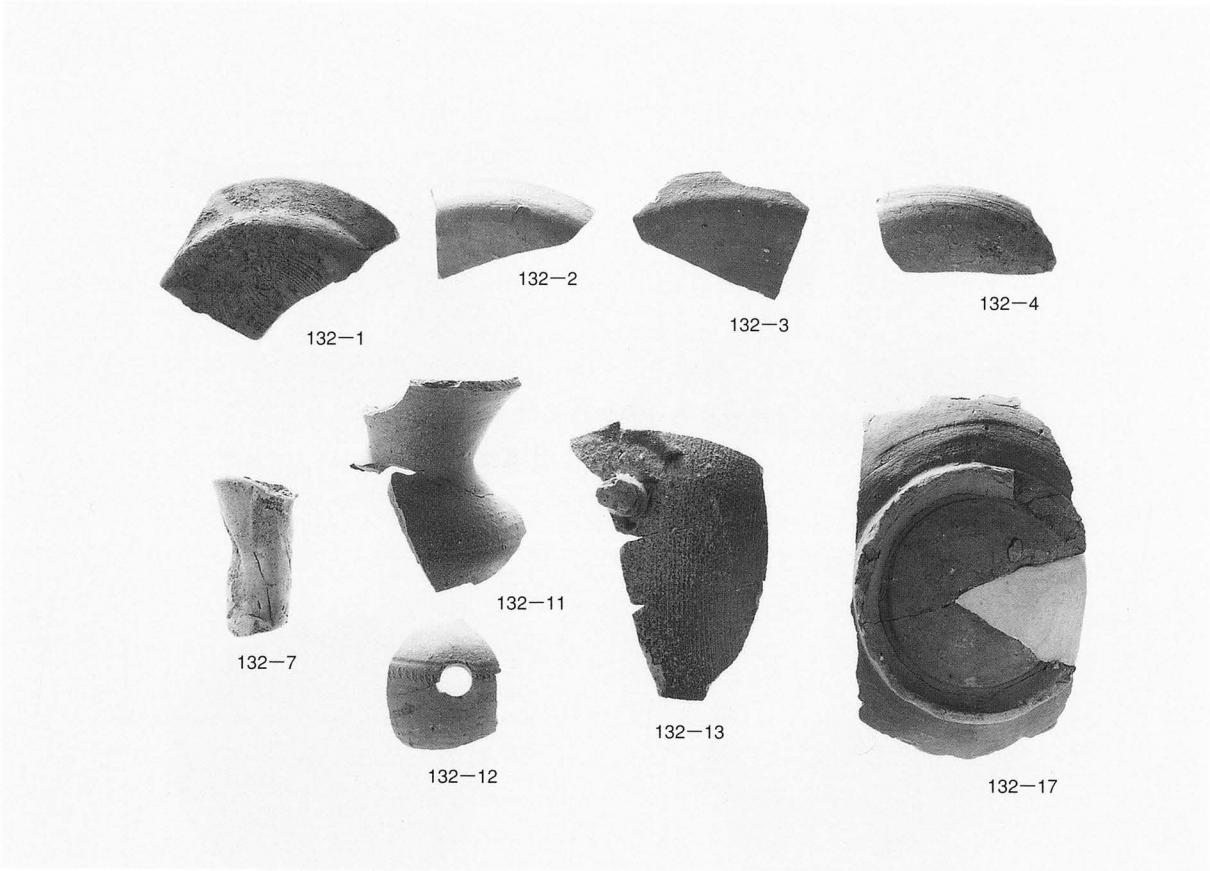
包含層出土須恵器



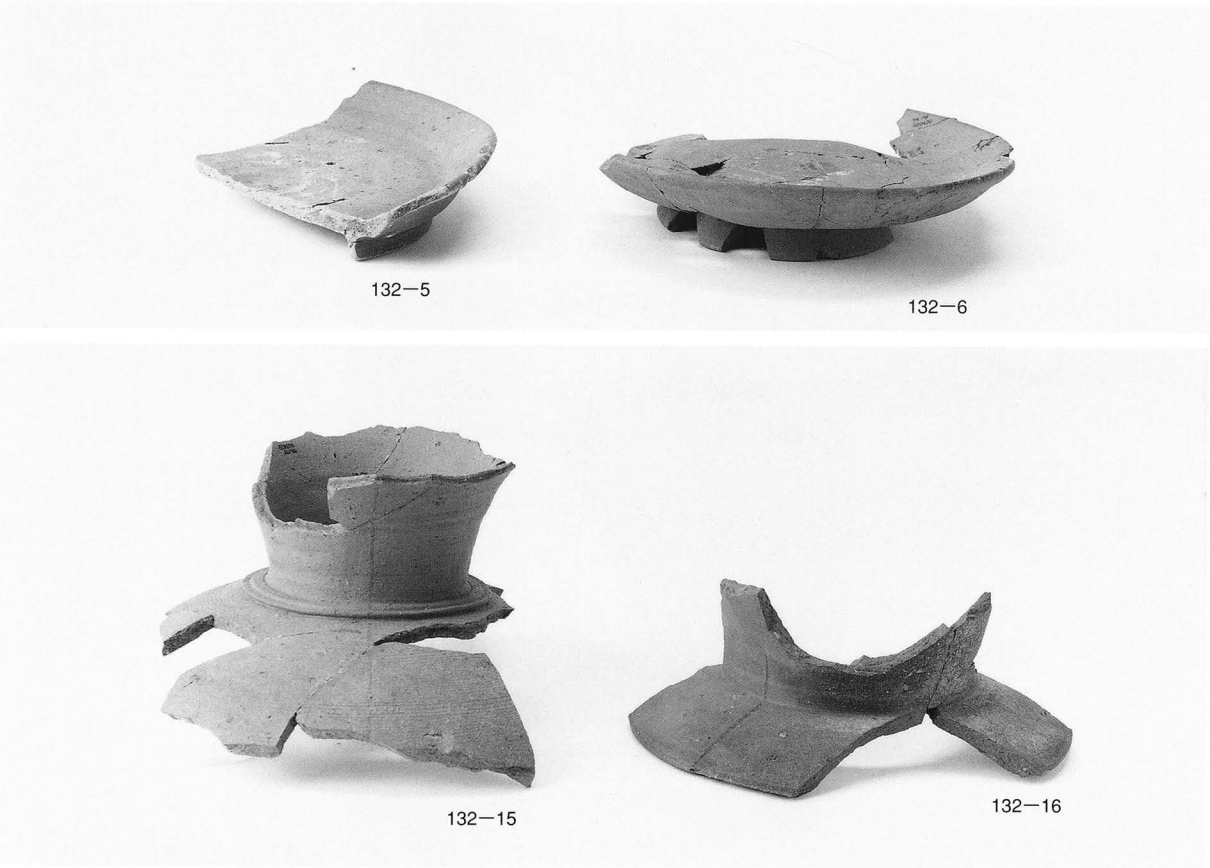
包含層出土須恵器



包含層須恵器出土状況



包含層出土須恵器



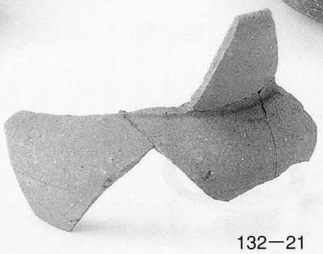
包含層出土須恵器

132—9

132—10

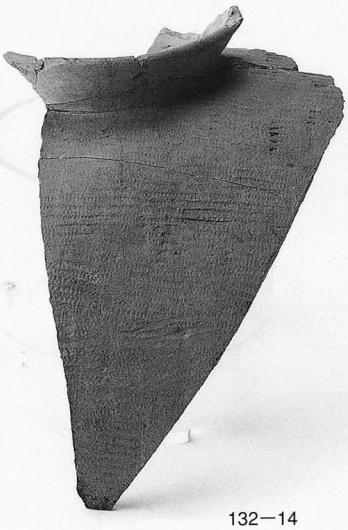
132—19

132—20



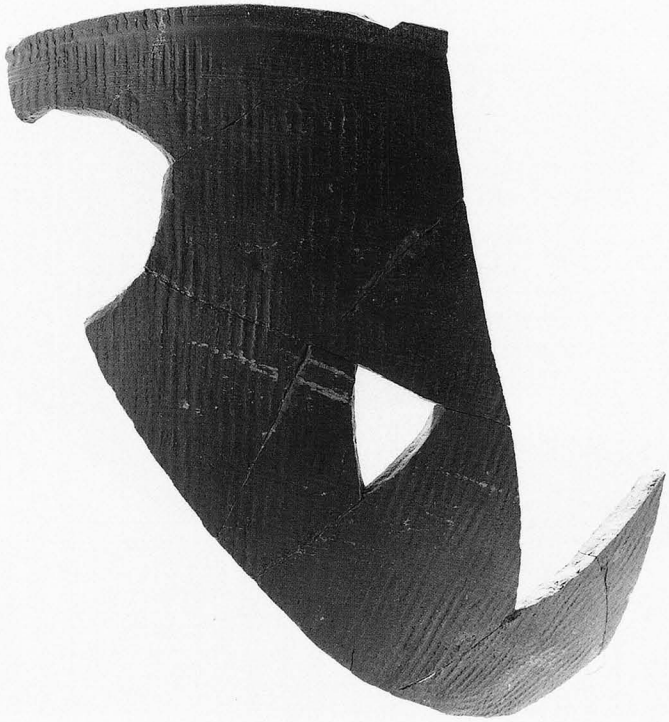
132—21

132—18



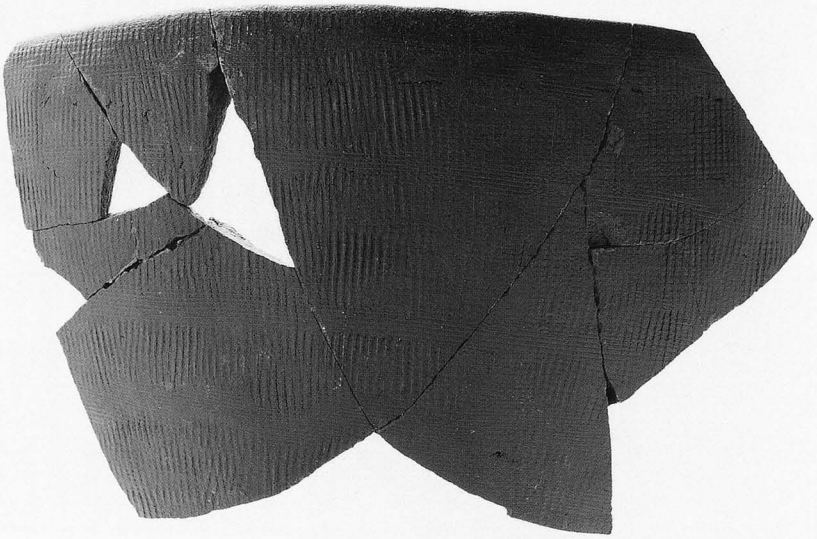
132—14

包含層出土須恵器



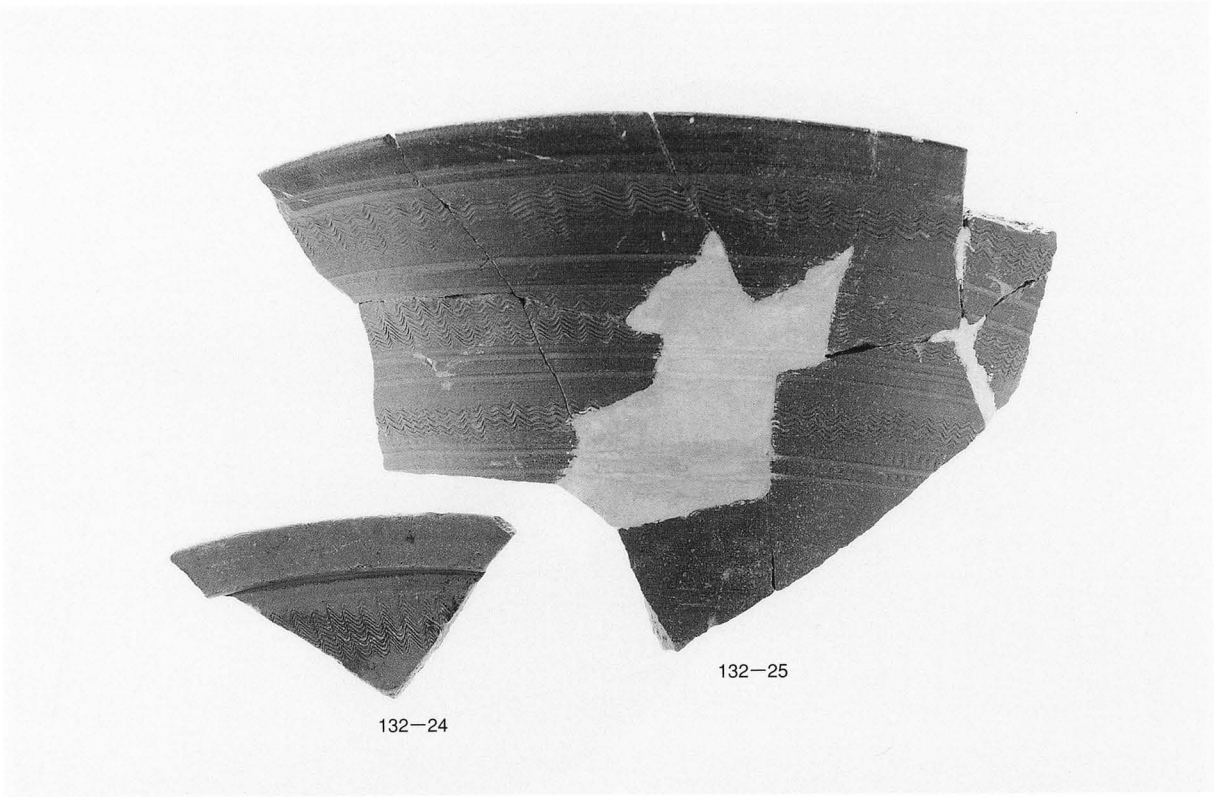
132−22

包含層出土須恵器



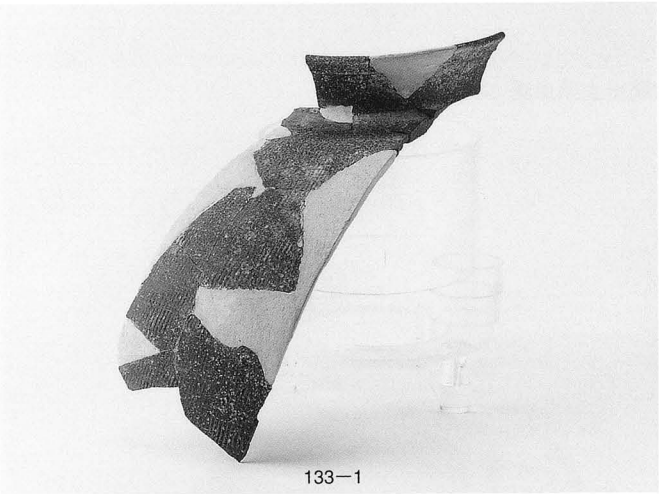
132−23

包含層出土須恵器



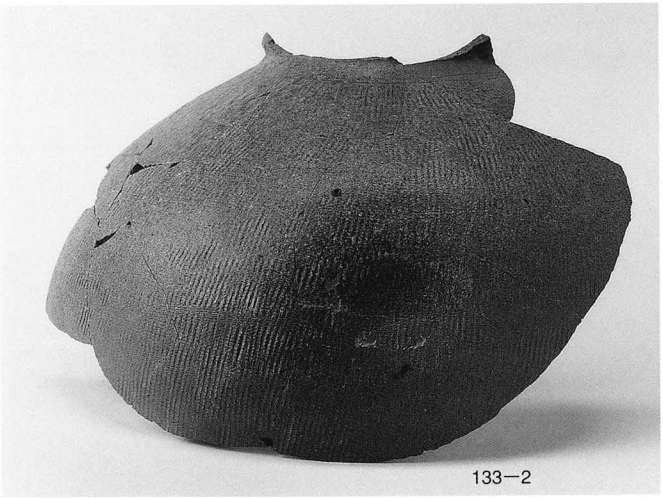
132—25

132—24



133—1

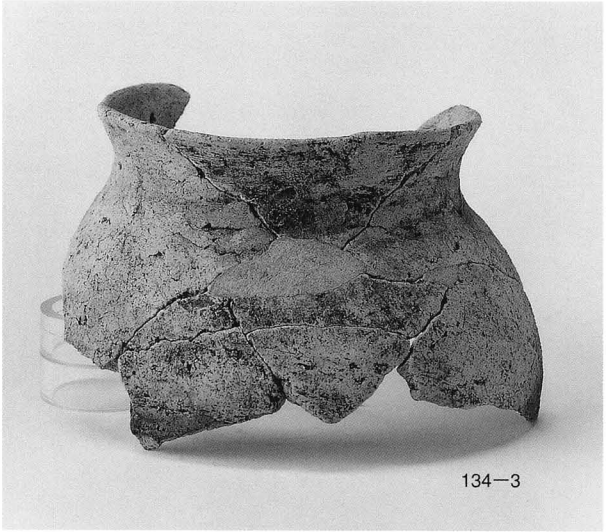
133—3



133—2

包含層出土須恵器

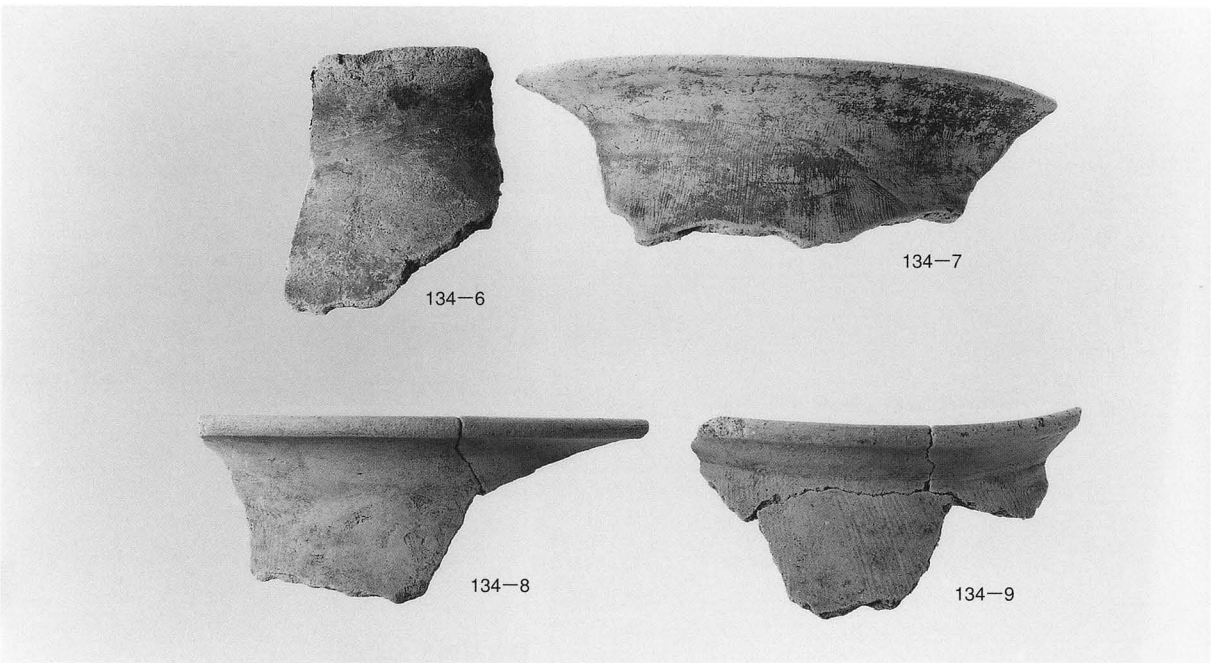
134—1


134—3

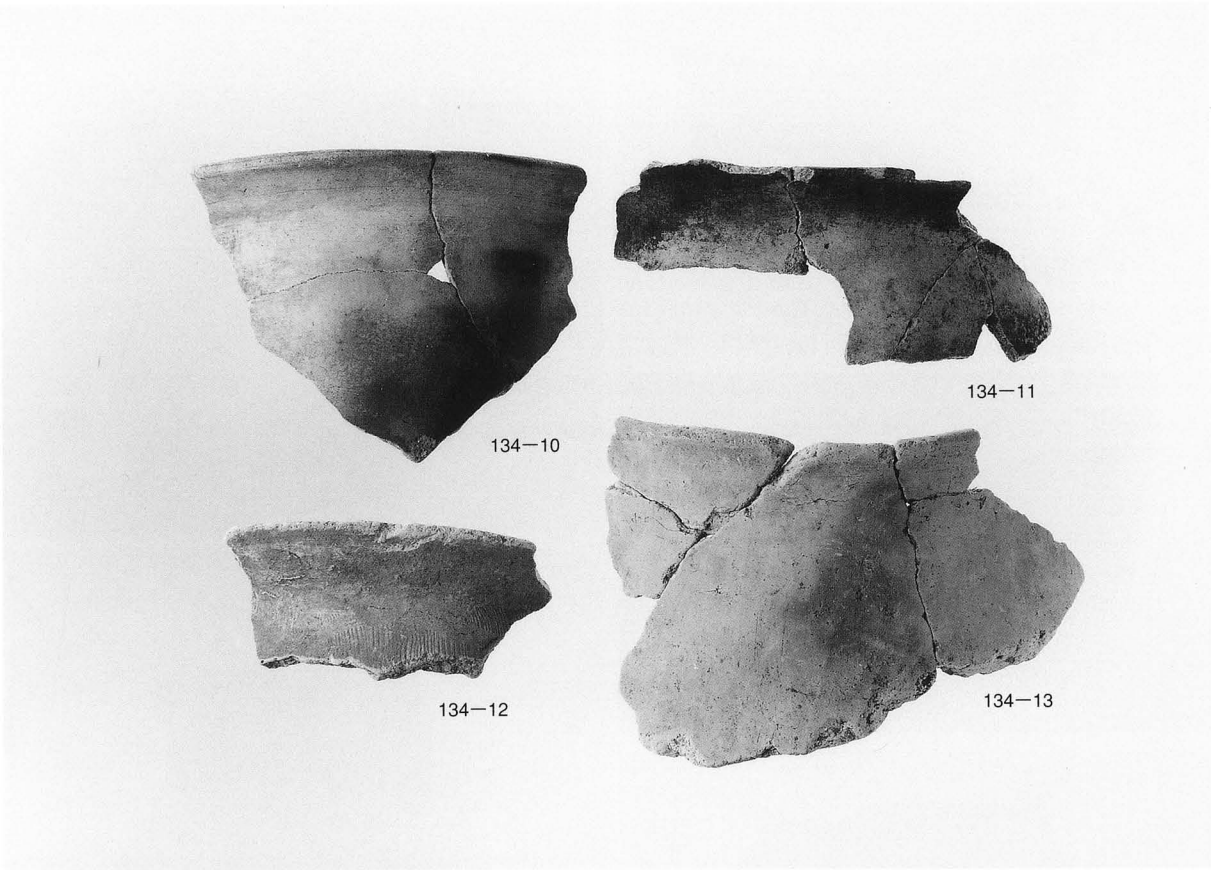
134—2

134—4

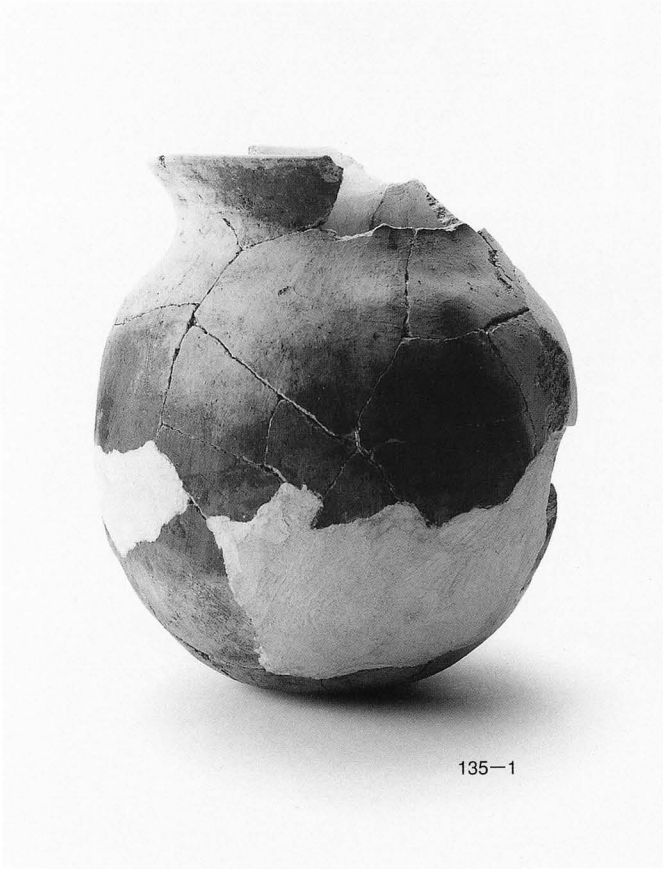
134—5



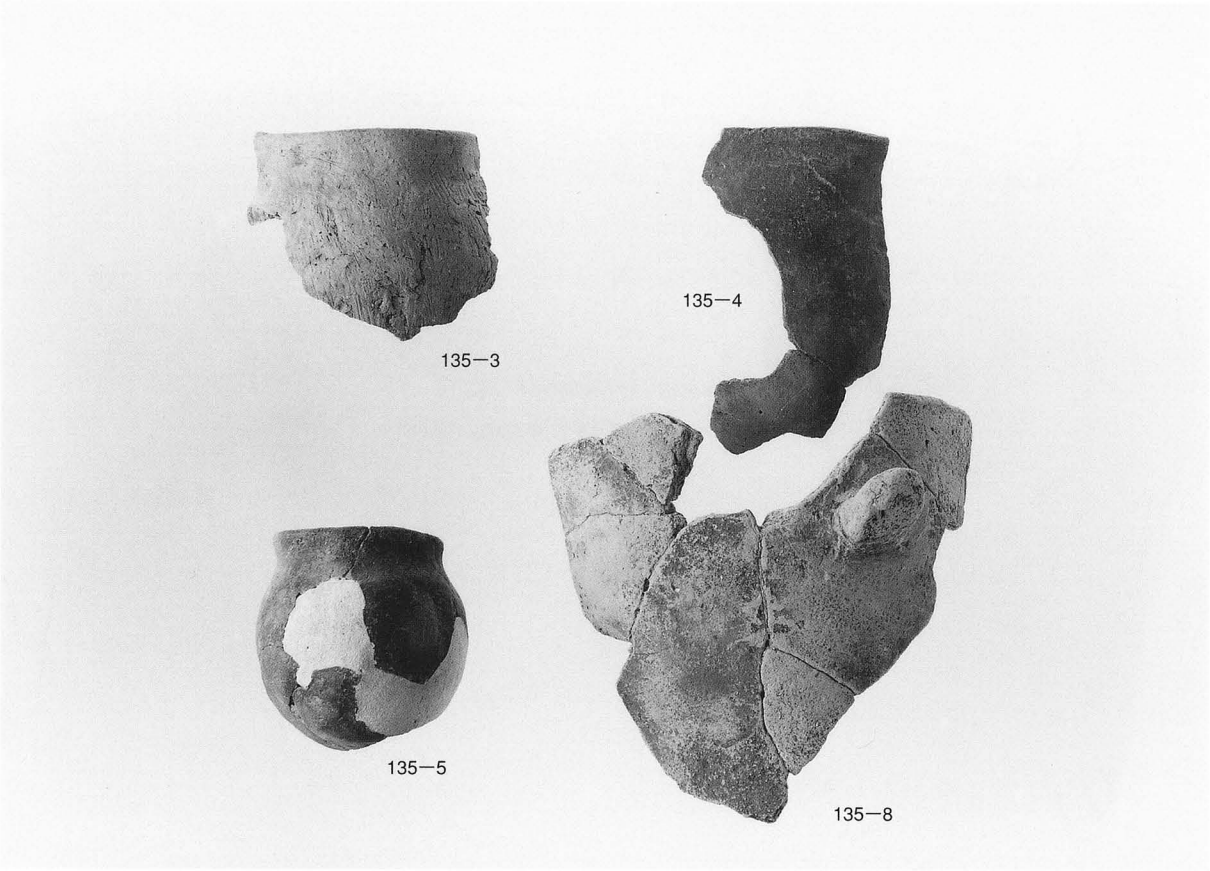
包含層出土土師器



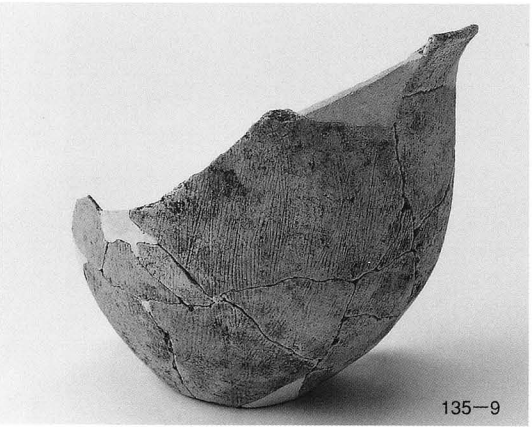
包含層出土土師器



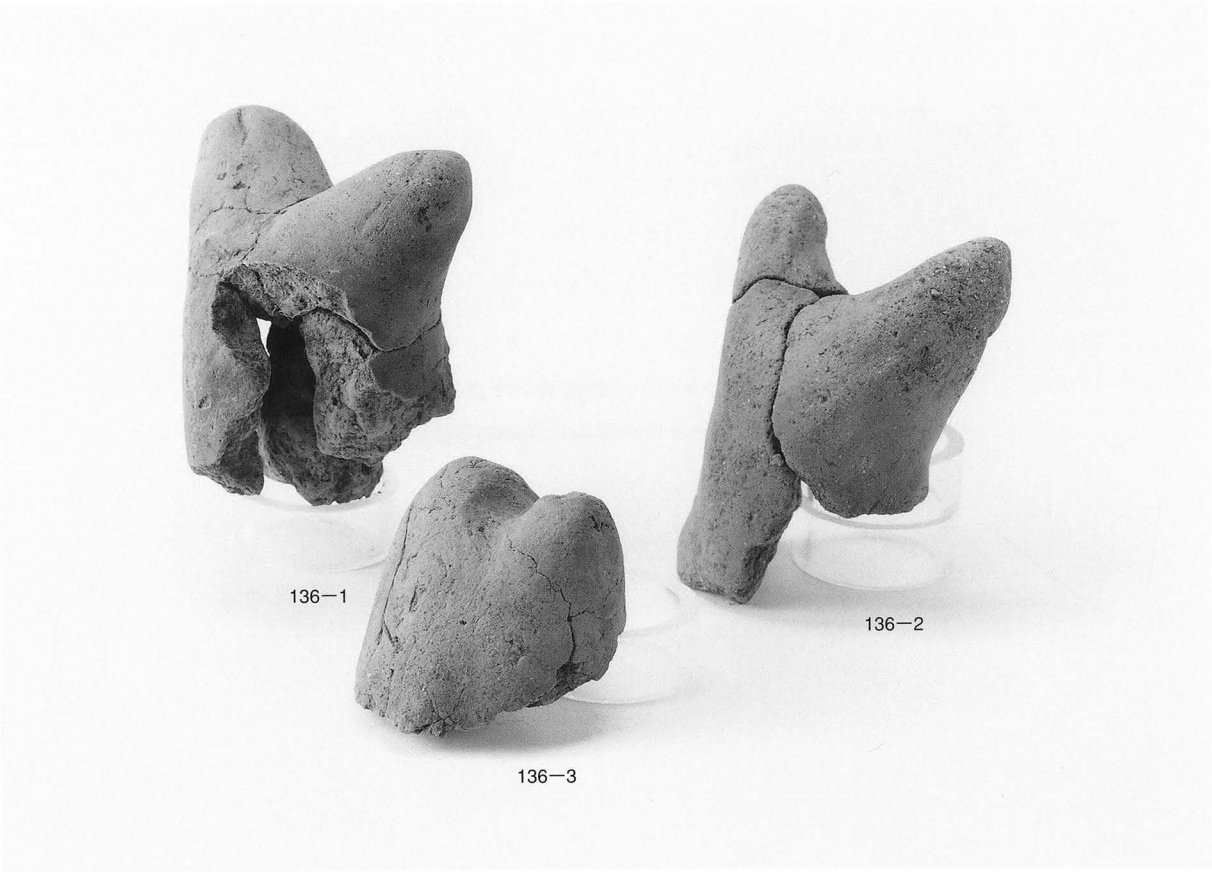
包含層出土土師器



包含層出土土師器

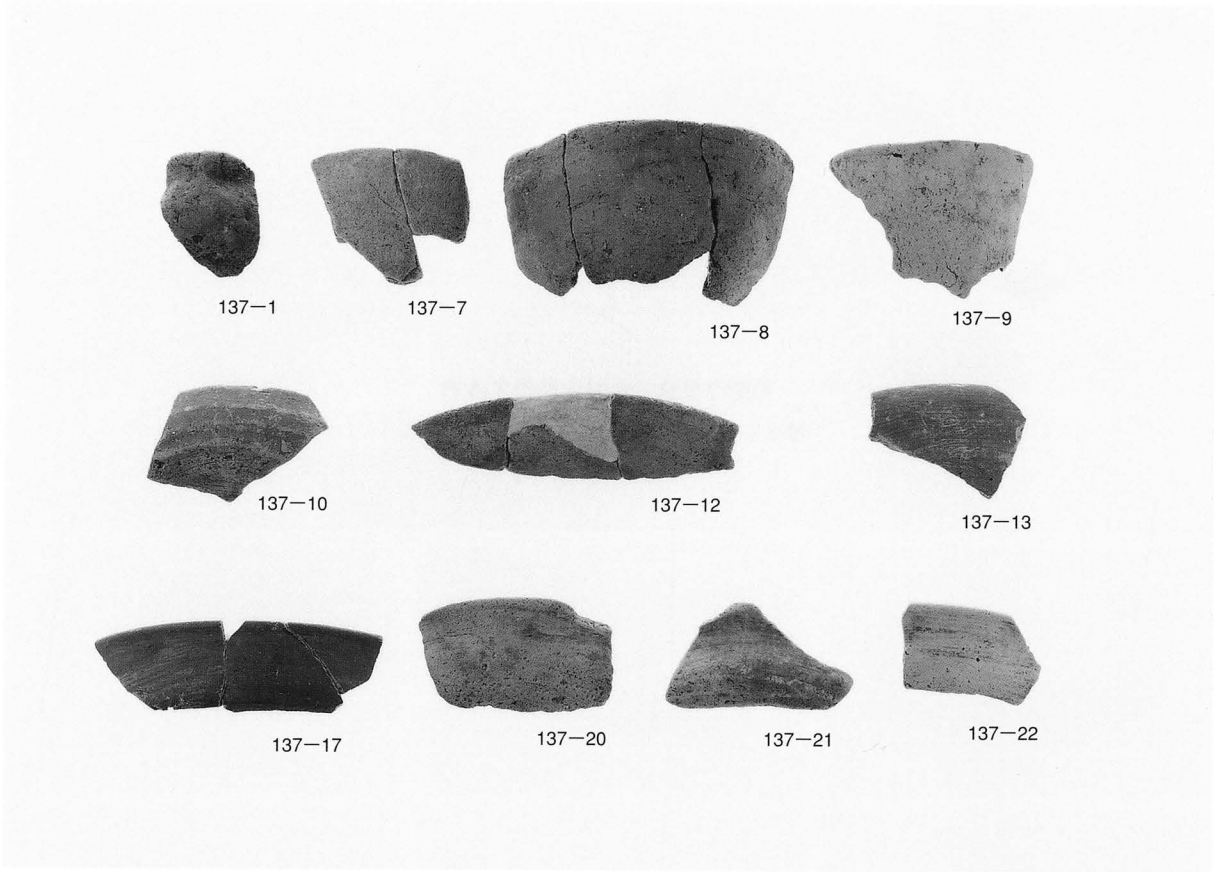


包含層出土土師器

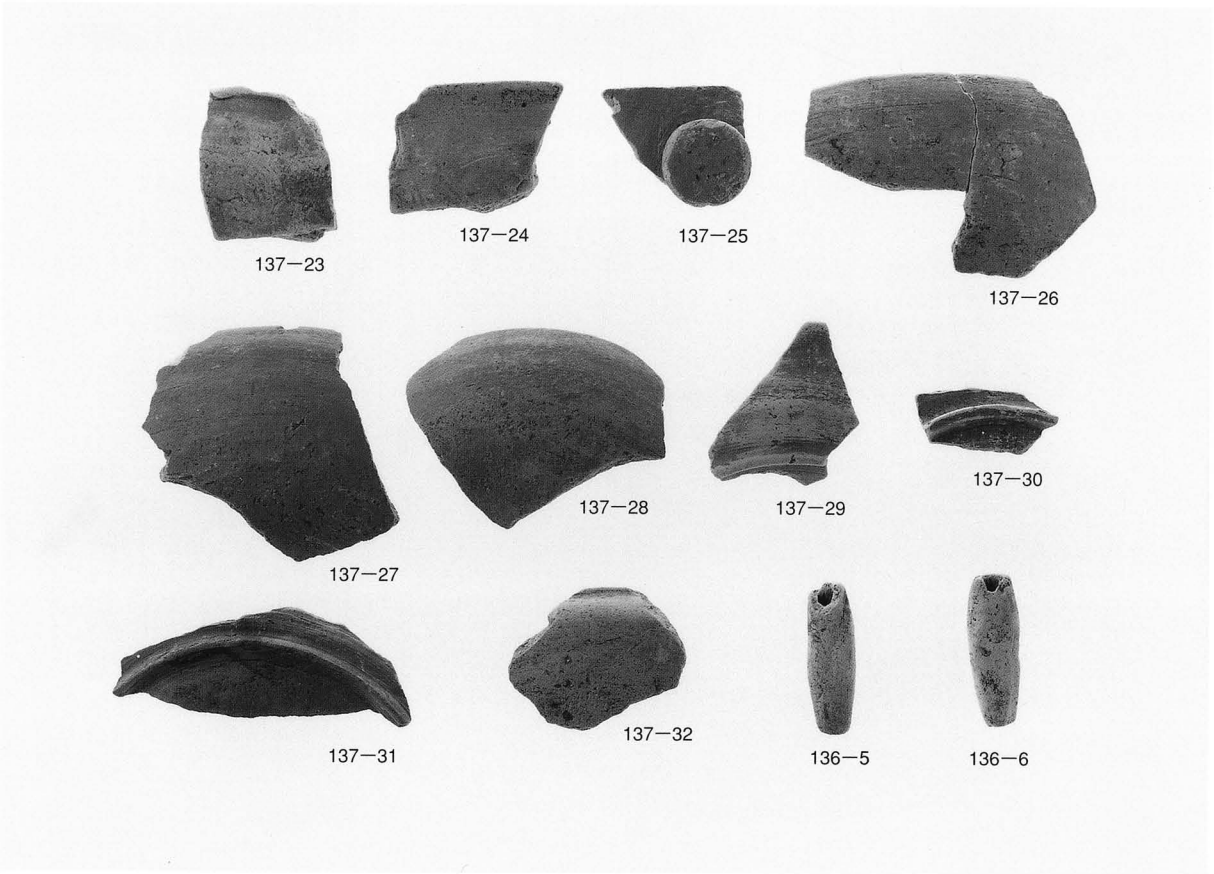


包含層出土土師器

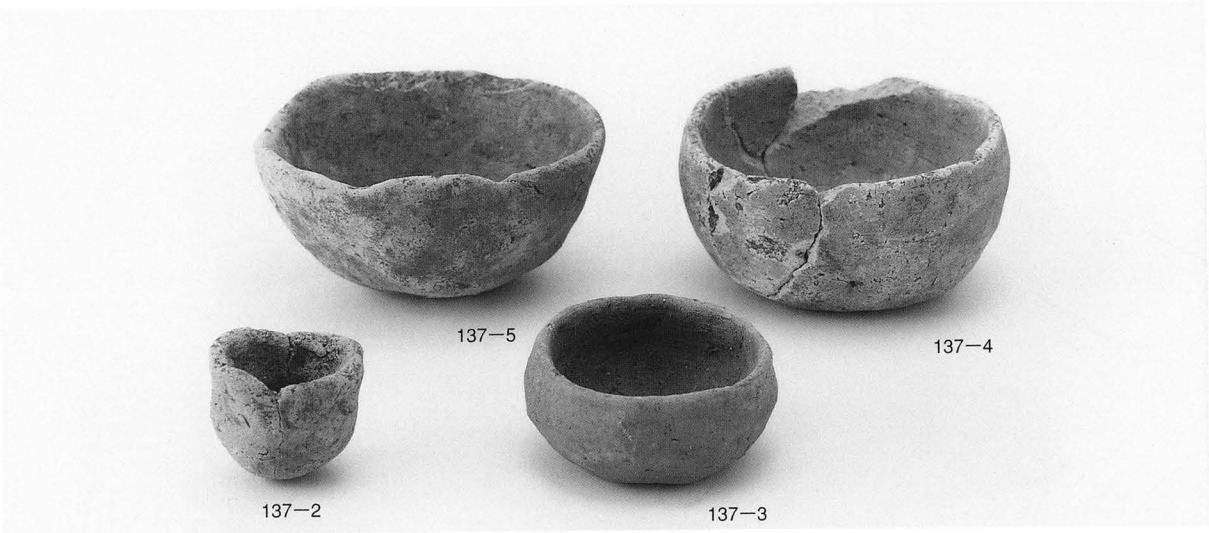
包含層出土土師器・手づくね土器

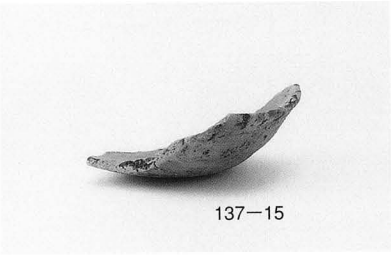


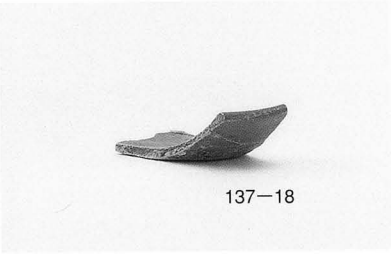
包含層出土手づくね土器・丹塗り土器

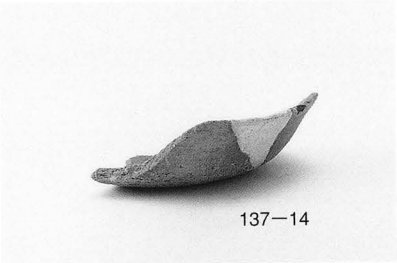


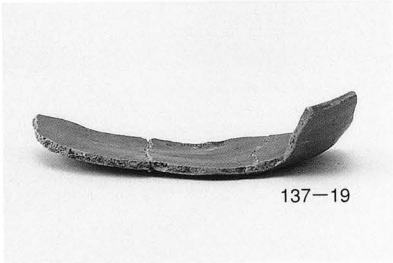
包含層出土丹塗り土器・土錘

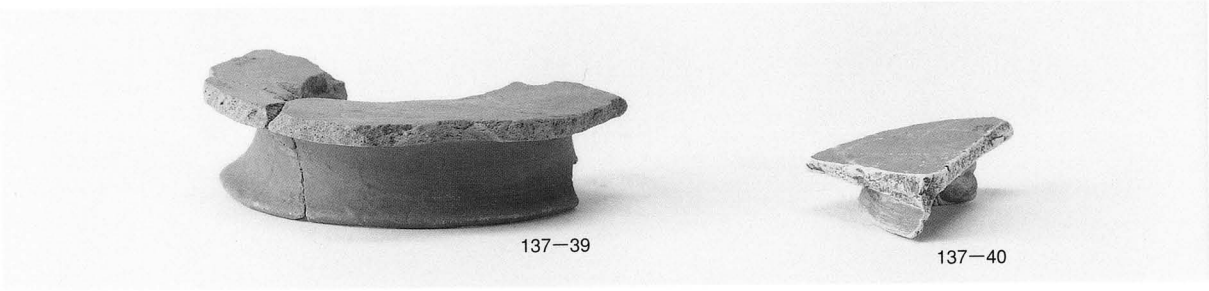




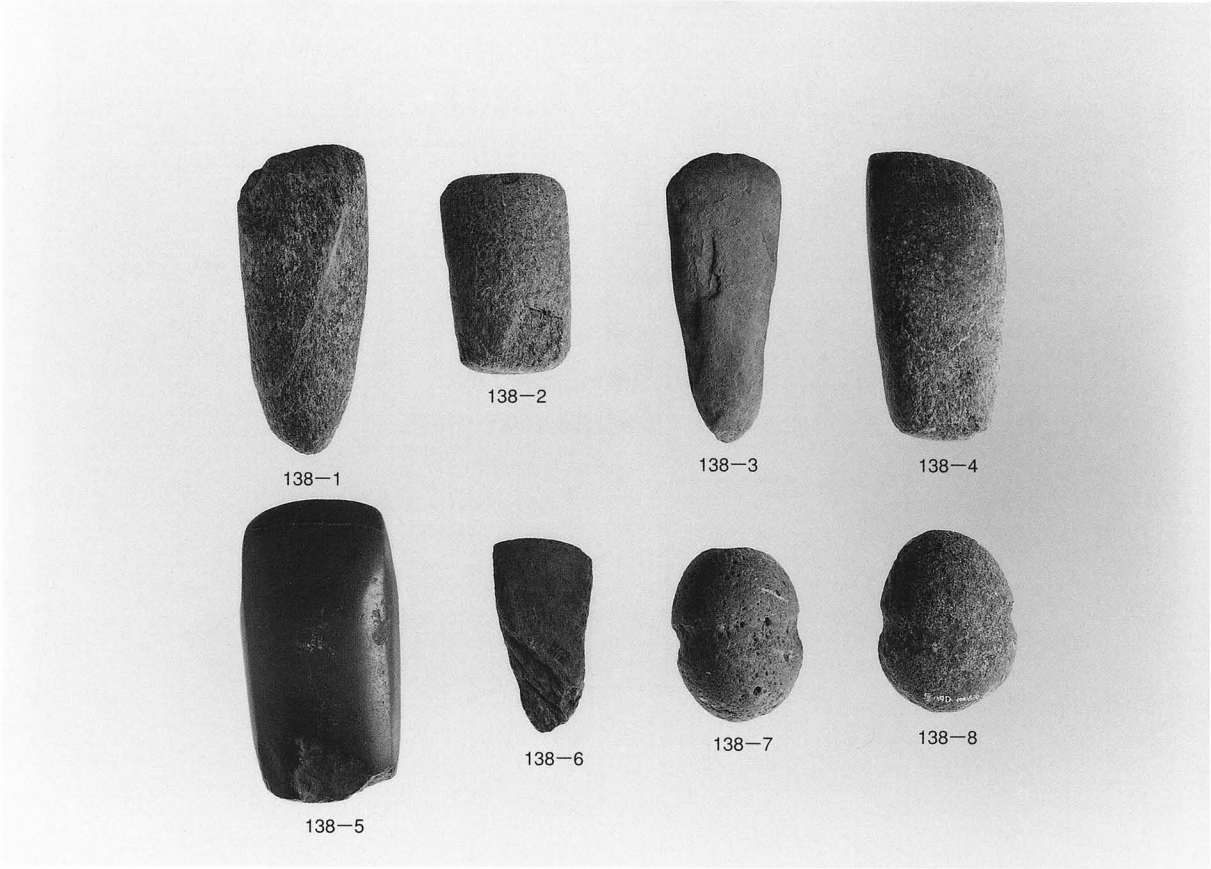






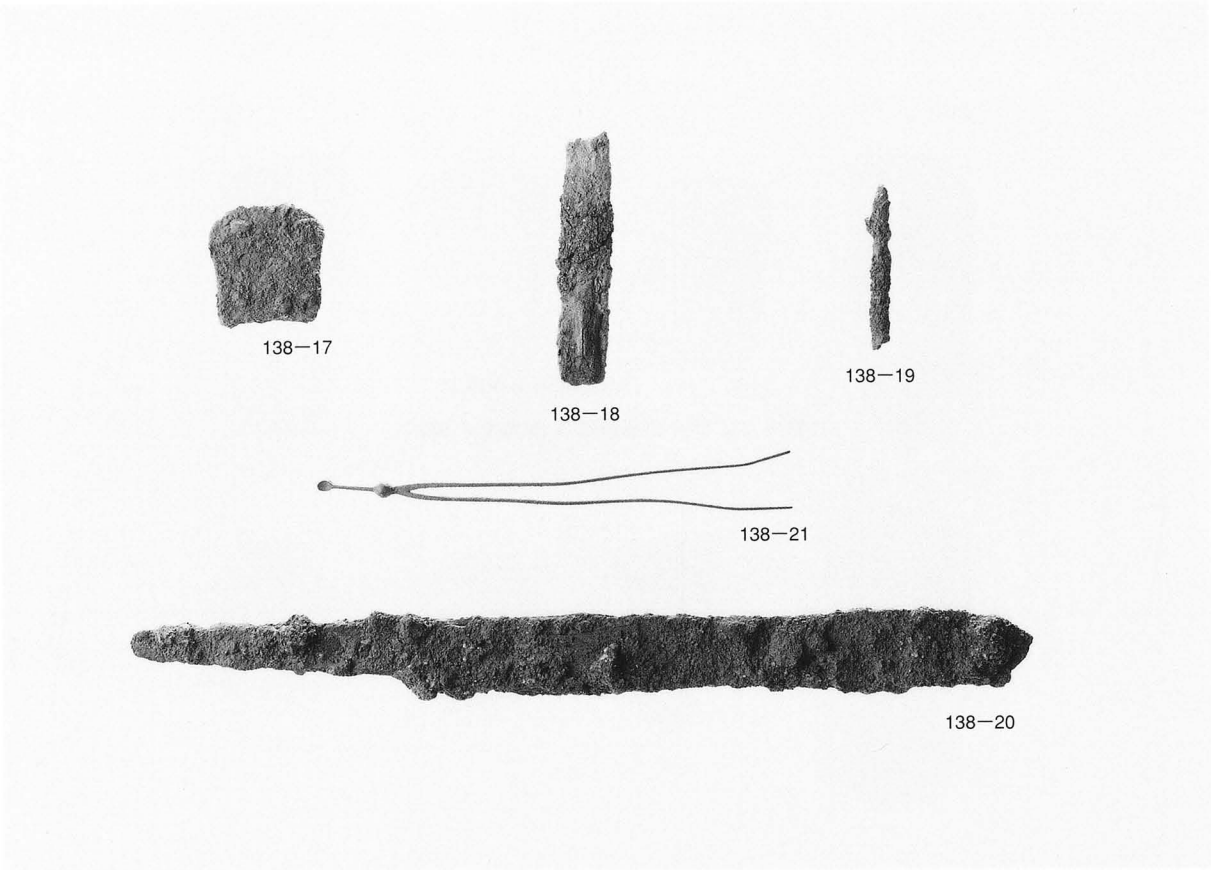


包含層出土手づくね土器・丹塗り土器

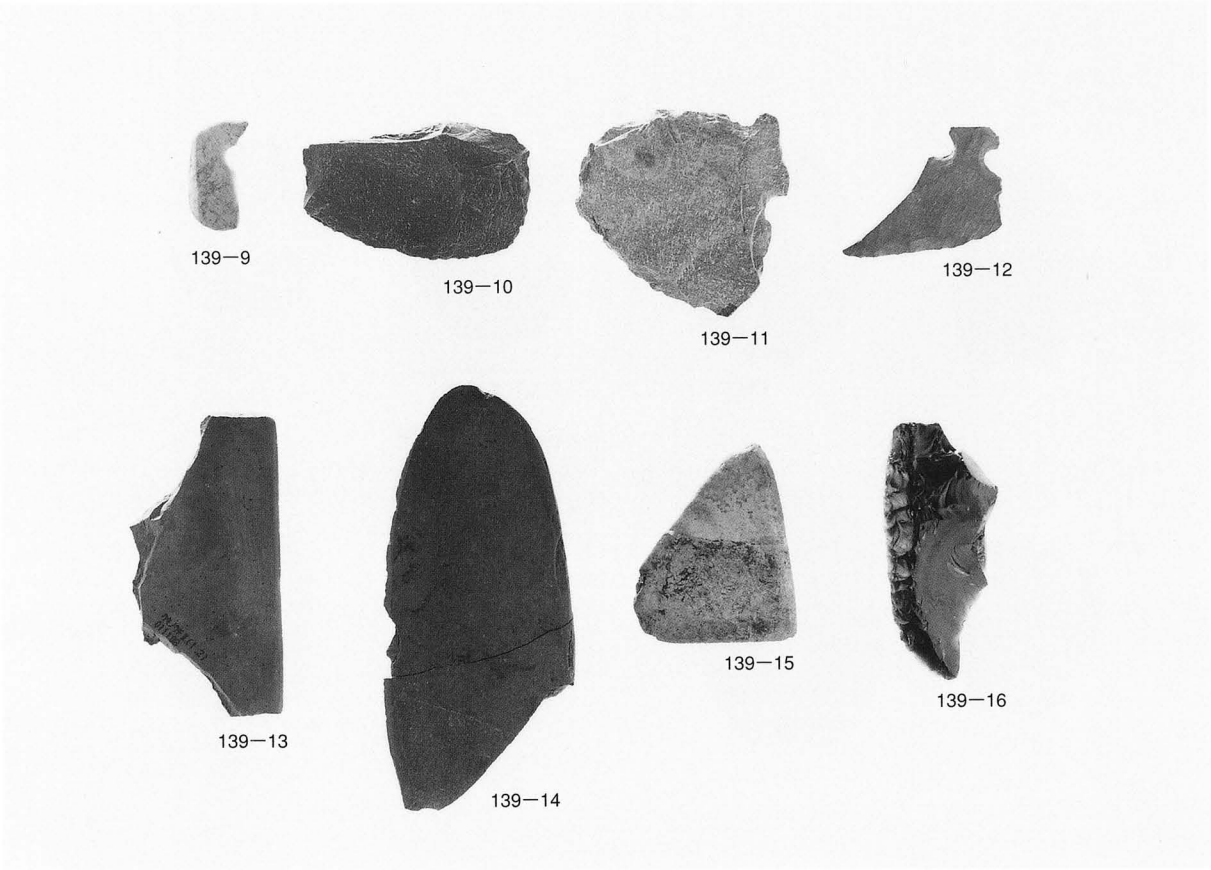


包含層出土石器

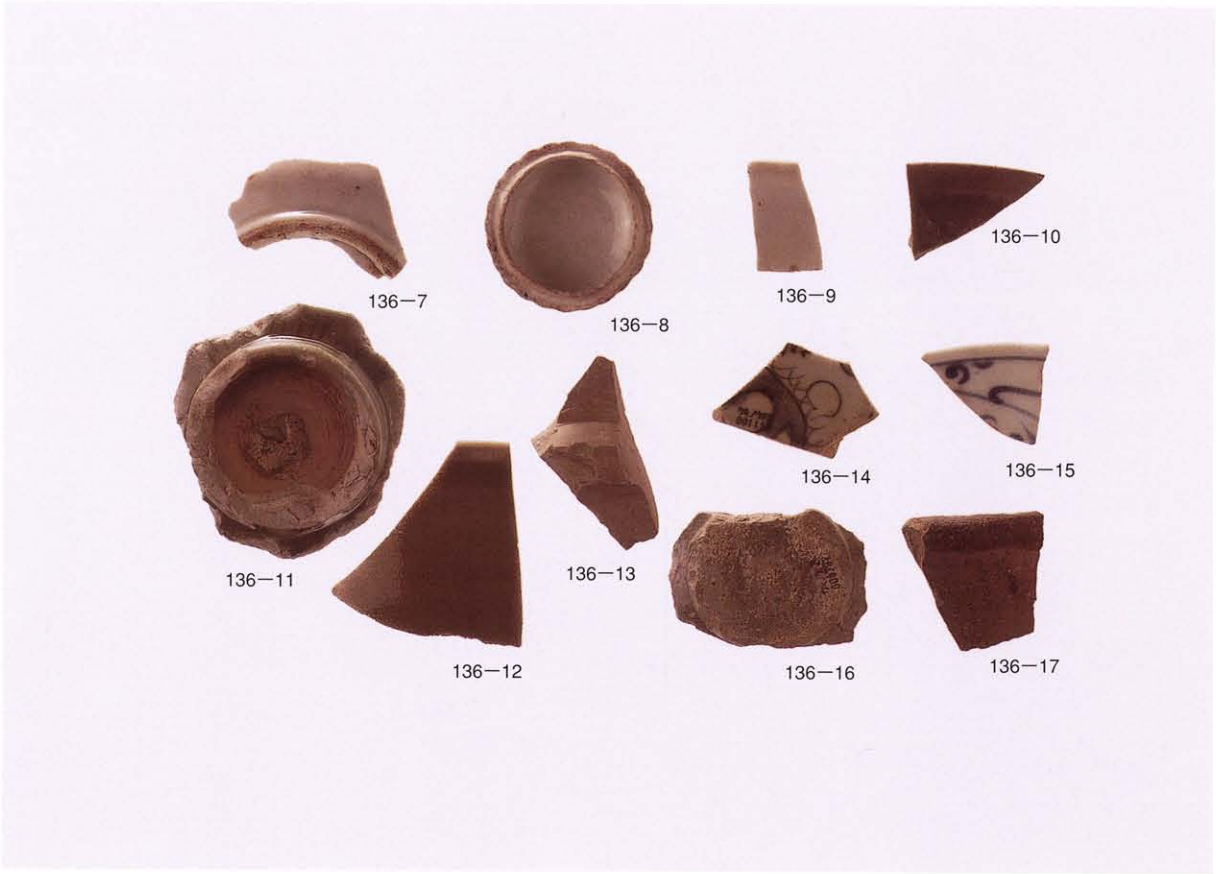
包含層出土石器



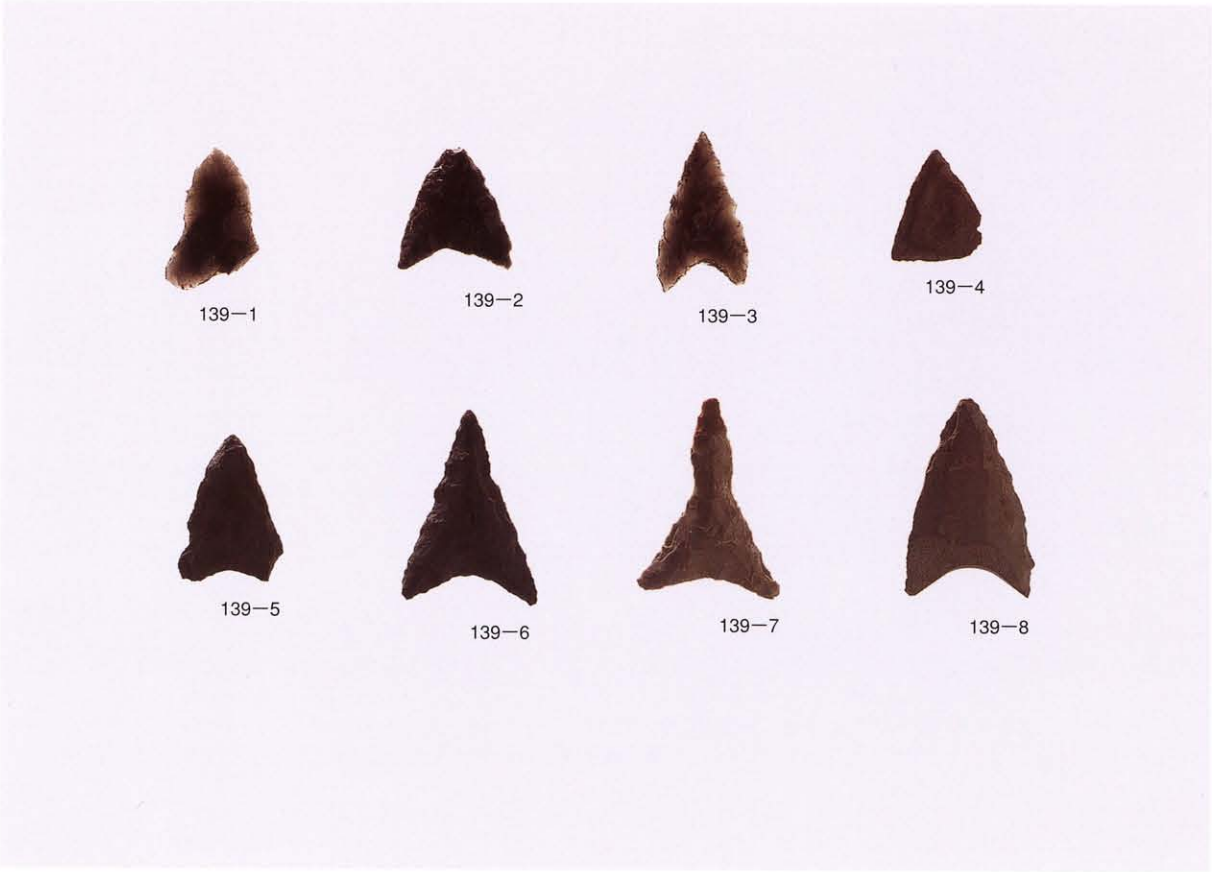
包含層出土鉄器



包含層出土石器



包含層出土陶磁器



包含層出土石器

自然科学的分析

第４章　自然科学的分析

家の後Ⅰ遺跡出土サヌカイト製遺物および黒曜石製遺物の原材産地分析

藁科　哲男（京都大学原子炉実験所）

はじめに

石器石材の産地を自然科学的な手法を用いて、客観的に、かつ定量的に推定し、古代の交流、交易および文化圏、交易圏を探ると言う目的で、蛍光Ｘ線分析法によりサヌカイトおよび黒曜石遺物の石材産地推定を行なっている[1,2,3]。地質時代に自然の力で移動した岩石の出発露頭を元素分析で求めるとき、岩石と露頭原石の組成が一致すれば、その露頭から流れた岩石であると言うことは、自然法則に従って流れたルートを証明できる。産地分析では『石器とある産地の原石が一致したからと言って、そこの産地のものと言い切れないが、一致しなかった場合そこの産地のものでないと言い切れる』が大原則である。人が移動させた石器の組成とＡ産地原石の組成が一致したからと言って、産地と出土遺跡の間に地質的関連性がないため、移動ルートが自然の法則に従って証明できず、その石器がＡ産地の原石と決定することができない。従って、石器原材と産地原石が一致したことが、直ちに考古学の資料とならない。確かにＡ産地との交流で伝播した可能性は否定できなくなったが、Ｂ、Ｃ、Ｄの産地でないとの証拠がないために、Ａ産地だと言い切れない。Ａ産地と一致しなかった場合、結果は考古学の資料として非常に有用である。それは石器に関してはＡ産地と交流がなかったと言い切れるからである。考古学において様式が一致すると言う結果が非常に重要な意味を持っていて、まず見える様式としての形態、文様があり、それから見えない様式として土器、青銅器、ガラスなどの素材があり、それらが一致すると言うことは古代人が意識して一致させた可能性があり、また一致すると言うことは、古代人の思考が一致すると考えてもよく、相互関係を調査する上で重要な意味を持っている。

地質など自然科学の場合は、自然科学的方法（物理・化学的方法）に従って産地を特定するものである。しかし、分析装置を使用すれば科学的分析と誤解している科学者が一部にみられるが、あくまで装置は物差しにすぎず、得られた結果を自然の法則に従って処理し産地を特定しなければならない。考古学者は考古学を基準にして、例えば産地が遺跡から近い、移動キャンプ地のルート上に位置する、または原産地地方との交流が石器以外の他の遺物で証明されているなどの条件を考えて、石器の石質と一致する最も近い産地の原石を肉眼観察を基準にして推測する。しかしこの結果が信用されるのは、石質の一致という条件よりも産地との交流を推測できる考古学条件に無理がない場合である。これは、遺跡から500km以上離れた産地の石材が石器と一致しても、遠距離の産地を言わず、近くの一致した産地しか言わないことから分かる。従って、実際に遠距離から伝播した原材でも、近くの産地のものとして処理してしまっている。だが日本中の産地の石材を観察すると、とても肉眼観察で産地を特定することはできないと思う。また地質学者に聞いても、とても肉眼観察で産地など特定できないと言う人が多い。このことから客観的なデータに基づいて決定した石器原材の岩石名、産出産地を記さなければ、報告書全体が正確さを欠くように思われる。黒曜石、サヌカイトなどの主成分組成は、原産地ごとに大きな差はみられないが、不純物として含有さ

れる微量成分組成には異同があると考えられるため、微量成分を中心に元素分析を行ない、これを産地を特定する指標とした。分類の指標とする元素組成を遺物について求め、あらかじめ、各原産地ごとに数十個の原石を分析して求めておいた各原石群の元素組成の平均値、分散などと遺物のそれを対比して産地を推定する。この際多変量解析の手法を用いて、各産地に帰属される確率を求めて産地を同定する。蛍光X線分析法は試料を破壊せずに分析することができて、かつ、試料調整が単純、測定の操作も簡単である。石器のような古代人の日用品で多数の試料を分析しなければ遺跡の正しい性格が分からないという場合にはことさら有利な分析法である。今回分析した遺物は島根県木次町に位置する家の後Ⅰ遺跡出土の安山岩製楔形石器の破片、剥片、スクレイパーの各1個、及び黒曜石製石鏃1個の合計4個について産地分析の結果が得られたので報告する。

黒曜石、サヌカイト原石の分析

黒曜石、サヌカイト両原石の自然面を打ち欠き、新鮮面を出し、塊状の試料を作り、エネルギー分散型蛍光X分析装置によって元素分析を行なう。分析元素はAl、Si、K、Ca、Ti、Mn、Fe、Rb、Sr、Y、Zr、Nbの12元素をそれぞれ分析した。

塊試料の形状差による分析値への影響を打ち消すために元素量の比を取り、それでもって産地を特定する指標とした。

黒曜石原石

黒曜石は、Ca/K、Ti/K、Mn/Zr、Fe/Zr、Rb/Zr、Sr/Zr、Y/Zr、Nb/Zrの比量を産地を区別する指標をしてそれぞれ用いる。黒曜石の原産地は北海道、東北、北陸、東関東、中信高原、伊豆箱根、伊豆七島の神津島、山陰、九州の各地に黒曜石の原産地は分布する。調査を終えた原産地を図1に示す。黒曜石原産地のほとんどすべてが調べつくされている。元素組成によってこれら原石を分類し表1に示す。この原石群に原石産地は不明の遺物で作った遺物群を加えると202個の原石群になる。中信高原地域の黒曜石産地の中で、霧ケ峰群は、長野県下諏訪町金明水、星ヶ塔、星ヶ台の地点より採取した原石でもって作られた群で、同町観音沢の露頭の原石も、霧ケ峰群に一致する元素組成を示した。和田峠地域原産の原石は、星ヶ塔の西方の山に位置する旧和田峠トンネルを中心にした数百メートルの範囲より採取され、これらを元素組成で分類すると、和田峠第一、第二、第三、第四、第五、第六の各群に分かたれる。和田峠第一、第三群に分類された原石は旧トンネル付近より北側の地点より採取され、和田峠第二群のものは、トンネルの南側の原石に多くみられる。和田峠第四群は男女倉側の新トンネルの入り口、また、和田峠第五、第六群は男女倉側新トンネル入り口左側で、和田峠第一、第三の両群の産地とは逆の方向である。男女倉原産地の原石は男女倉群にまとまり組成は和田峠第五群に似る。鷹山、星糞峠の黒曜石の中に和田峠第一群に属する物が多数みられる。麦草峠群は大石川の上流および麦草峠より採取された原石で作られた。これら中信高原の原産地は、元素組成で和田峠、霧ケ峰、男女倉、麦草峠の各地域に区別される。伊豆箱根地方の原産地は笛塚、畑宿、鍛冶屋、上多賀、柏峠西の各地にあり、良質の石材は畑宿、柏峠西で、斑晶の多いやや石質の悪いものは鍛冶屋、上多賀の両原産地でみられる。笛塚産のものはピッチストーン様で、石器原材としては良くないであろう。伊豆諸島の神津島原産地は砂糠崎、長浜、沢尻湾、恩馳島の各地点から黒曜石が採取され、これら原石から神津島第一群および第二群の

原石群にまとめられる。浅間山の大窪沢の黒曜石は貝殻状剥離せず石器の原材料としては不適当ではあるが、考古学者の間でしばしば話題に上るため大窪沢群として遺物と比較した。また、北陸地方では、富山県の魚津、石川県の比那、福井県の三里山、安島の各原産地が調査されていて、比那、魚津産黒曜石が石器原材として使用されている。山陰地方の原産地は隠岐島の久見、津井、加茂に代表され石器原材としては小さすぎる豆粒大の黒曜石の露頭が福浦地区にある。また、兵庫、鳥取の県境の雨滝地区から発見されている黒曜石は微小で石器原材としては使用できない。九州北部地方では佐賀県の腰岳地域および大分県の姫島地域の観音崎、両瀬の両地区は黒曜石の有名な原産地で、姫島地域ではガラス質安山岩もみられ、これについても分析を行なった。また、長崎県、壱岐島も君ケ浦、久喜ノ辻、角川、貝畑など地点から黒曜石が採取できる。西北九州地域で似た組成を示す黒曜石の原石群は、腰岳、古里第一、松浦第一の各群（腰岳系と仮称する）、それから淀姫、中町第一、古里第三、松浦第四の各群（淀姫系と仮称する）などである。また、古里第二群原石と肉眼的および成分的に似た原石は嬉野町松尾地区でも採取でき、この原石は姫島産乳灰色黒曜石と同色調をしているが、組成によって姫島産の黒曜石と容易に区別できる。だが、もし似た組成の原石で遺物が作られたとき、この遺物は複数の原産地に帰属され原石産地を特定できない場合がある。たとえ遺物の原石産地がこれら腰岳系、淀姫系の原石群の中の一群および古里第二群のみに帰属されても、この遺物の原石産地は腰岳系、淀姫系および古里第二群の原石を産出する複数の地点を考えなければならない。また、角礫の黒曜石の原産地は腰岳および淀姫で、円礫は松浦、中町、古里（第二群は角礫）の各産地で産出していることから、似た組成の原石産地の区別は遺物の自然面から円礫か角礫かを判断すれば原石産地の判定に有用な情報となる。九州中部地域の塚瀬と小国の原産地は隣接し、黒曜石の生成マグマは同質と推測され両産地は区別できない。そして熊本県の南関、轟、冠ケ岳の各産地原石はローム化した阿蘇の火砕流の層の中に含まれる最大で親指大の黒曜石で、非常に広範囲な地域から採取される原石である。

サヌカイト原石

サヌカイトでは、K/Ca、Ti/Ca、Mn/Sr、Fe/Sr、Rb/Sr、Y/Sr、Zr/Sr、Nb/Sr の比量を指標として用いる。サヌカイトの原産地は、西日本に集中してみられ、石材として良質な原石の産地および質は良くないが考古学者の間で使用されたのではないかと話題に上る産地、その他には玄武岩、ガラス質安山岩など、合わせて32ヶ所の調査を終えている。図２にサヌカイトの原産地の地点を示す。このうち、香川県の金山・五色台地域では、その中の多く地点からは良質のサヌカイトおよびガラス質安山岩が多量に産出し、かつそれらは数ヶの群に分かれる。近年、丸亀市の双子山の南嶺から産出するサヌカイト原石で双子山群を確立し、またガラス質安山岩は細石器時代に使用された原材で善通寺市の大麻山南からも産出している。これらの原石を良質の原石が産出する産地および原石産地不明の遺物として元素組成で分類すると108個の原石群に分類でき、その結果を表２に示した。香川県内の石器原材の産地では金山・五色台地域のサヌカイト原石を分類すると、金山西群、金山東群、国分寺群、蓮光寺群、白峰群、法印谷群の６個の群、城山群および双子山群に、またガラス質安山岩は、金山奥池・五色台地区産が奥池第一、二群、雄山群、神谷・南山群の４個の群に、大麻山南産が大麻山南第一、二群の２群にそれぞれ分類され区別が可能なことを明らかにした。金山・五色台地域産のサヌカイト原石の諸群にほとんど一致する元素組成を示すサヌカイト

原石が淡路島の岩屋原産地の堆積層から円礫状で採取される。これら岩屋のものを分類すると、全体の約2/3が表３に示す割合で金山・五色台地域の諸群に一致し、これらが金山・五色台地域から流れ着いたことがわかる。淡路島中部地域の原産地である西路山地区および大崩地区からは、それぞれの地区に対して92％および88％の割合で岩屋第一群に一致する原石が存在し、その他に群を作らない数個の原石とがみられ、金山・五色台地域の諸群に一致するものはみられなかった。和泉・岸和田原産地からも全体の約１％であるが金山東群に一致する原石が採取される（表４）。また和歌山市梅原原産地からは、金山原産地の原石に一致する原石はみられない（表５）。仮に、遺物が岩屋、和泉・岸和田原産地などの原石で作られている場合には、産地分析の手続きは複雑になる。その遺跡から10個以上の遺物を分析し、表３、４のそれぞれの群に帰属される頻度分布を求め、確率論による期待値と比較して確認しなければならない。二上山群を作った原石は奈良県北葛城郡当麻町に位置する二上山を中心にした広い地域から採取された。この二上山群と組成の類似する原石は和泉・岸和田の原産地から６％の割合で採取されることから、一遺跡10個以上の遺物を分析し、表４のそれぞれの群に帰属される頻度分布をもとめて、和泉・岸和田原産地の原石が使用されたかどうか判断しなければならない。

結果と考察

遺跡から出土した石器、石片は、風化のためサヌカイト製は表面が白っぽく変色し、新鮮な部分と異なった元素組成になっている可能性が考えられる。このため遺物の測定面の風化した部分に、圧縮空気によってアルミナ粉末を吹きつけ風化層を取り除き新鮮面を出して測定を行なった。一方、黒曜石製のものは風化に対して安定で、表面に薄い水和層が形成されているにすぎないため、表面の泥を水洗するだけで完全な非破壊分析が可能であると考えられる。産地分析で水和層の影響は、軽い元素の分析ほど大きいと考えられるが、影響はほとんど見られない。Ca/K、Ti/K の両軽元素比量を除いて産地分析を行なった場合、また除かずに産地分析を行った場合同定される原産地に差はない。他の元素比量についても風化の影響を完全に否定することができないので、得られた確率の数値にはやゝ不確実さを伴うが、遺物の石材産地の判定を誤るようなことはない。今回分析した家の後Ｉ遺跡から出土したサヌカイト製および黒曜石製他石器の分析結果を表６－１Ａ、６－２Ａに示した。石器の分析結果から石材産地を同定するために数理統計の手法を用いる。例えば試料番号80584番の遺物では Rb/Sr の値は0.314で、金山東群の［平均値］±［標準偏差値］は、0.316±0.017である。遺物と原石群の差を標準偏差値（σ）を基準にして考えると遺物は原石群から0.11σ離れている。ところで金山東原産地から100ヶの原石を採ってきて分析すると、平均値から±0.11σのずれより大きいものが91個ある。すなわち、この遺物が金山東群の原石から作られていたと仮定しても、0.11σ以上離れる確率は91％であると言える。だから、金山東群の平均値から0.11σしか離れていないときには、この遺物が金山東群の原石から作られたものでないとは、到底言い切れない。ところがこの遺物を二上山産地の原石に比較すると、二上山群の平均値からの隔たりは、約９σである。これを確率の言葉で表現すると、二上山群の原石を採ってきて分析したとき、平均値から９σ以上離れている確率は、十億分の一であると言える。このように、一億個に一個しかないような原石をたまたま採取して、この遺物が作られたとは考えられないから、この遺物は、二上山群の原石から作られたものではないと断定できる。これらのことを簡単にまとめて言う