

文化動態をできるだけ正確に把握するための 標準化時間確率モデリング

—東京・横浜地域の縄文網漁を題材に—

近藤 康久

要旨 考古遺跡や考古遺物の地理的分布を時期別に地図化することによって、遺物に反映された過去の人間活動の変遷すなわち文化動態を復元するのは、考古学の基本的な研究作業である。この作業を行うとき、単純に時期ごとの遺物点数の多寡を地図上に表現して動態を論じることには問題がある。時期ごとの時間幅と遺跡ごとの発掘面積にバイアスが含まれるからである。そこで本稿では、東京・横浜地域（武蔵野台地および多摩丘陵）における縄文時代錘具の分布から読み取れる網漁業の盛衰を題材として取り上げ、時間尺度のバイアスを低減することによって文化動態をできるだけ正確に把握するための方法を提示する。

1. はじめに

考古遺跡や考古遺物の地理的分布は、過去の人間の何がしかの営為・活動の結果として現前する。それならば、遺跡・遺物分布の時間的変遷は、過去の人間活動のうつろい、すなわち「文化動態」(cultural dynamics) を多かれ少なかれ反映しているはずである。1920年代のゴードン・チャイルドによる文化圏研究 (Childe 1925) に早くも認められるように、いわゆる「分布論」的研究では、上記の論理を前提として、特定の時期に属する遺跡・遺物の分布 (図) を時間順に配列し、分布パターンの時間的変遷を分析することによって過去の人間活動を読み解こうとする。

しかしながら、佐原真 (1985) が指摘したように、「分布論」の根拠となる遺跡や遺物の分布 (図) には、ふつう空間的・時間的なバイアスが含まれる。まず空間分布に関していうと、そもそも遺跡の形成過程と発掘による再発見のプロセスを鑑みるに、ある場所ないし地域に存在したある時代の生活址がすべて発見され、すべての遺物が回収されるということはまずありえない。したがって、遺跡や遺物が「ある」ことは証明できても、「ない」ことを立証するのは極めて困難である。本来あったはずのものがたまたま見つからなかったという可能性を排除できないからである。さらに、発見された遺跡の数・密度は調査の精度や意図によって異なってくるので、たとえば同じ地形環境にあって隣接する自治体 (行政区域) の間で遺跡密度が異なる (高瀬 2005) という事は往々にして起こりうる。また、遺跡の発掘面積が大きいほど、遺物の発見確率や出土量も大きくなり、逆もまた然りであるということも直感的に了解できる。いっぽう、時系列に関しても大きなバイアスが潜在していて、一般に、分布 (図) に示されたすべての遺跡・遺物が同時に存在していたとは限らない (後藤 1997 : 323-325)。また、考古学的相対編年の各段階に相当する絶対年代の時間幅はまちまち

なので、遺跡数や遺物点数を時期ごとに単純比較しても、そこから読み取れる考古学的パターンは過去の文化動態を精確に反映したものとはならない。畢竟、私たちの認識しうる遺跡や遺物の分布(図)は、それがどんなに研究精度の高いものであったとしても、過去の間活動活動を「正しく」反映したものとはなりえない。これが「分布論」の抱える根本的なジレンマである。

このような問題があるにせよ、遺跡・遺物の分布図が、過去の間活動活動の空間的広がりを理解し、研究者間で認識を共有するためのほぼ唯一の媒体であることに変わりはない。ならば、遺跡・遺物分布図のバイアスや問題を低減して、そこからできるだけ過去の実態に近い考古学的パターンを読み取るためにはどうすればよいのだろうか。

近年、地理情報システム (GIS; Geographic Information Systems) の普及が進み、考古学における「分布論」的研究は新たな段階に入りつつある。最大の進歩は、万を超える遺跡・遺物情報をコンピュータ上で簡便かつ自在に地図化できるようになったことである(宇野編 2006; 近藤 2007)。これにより、イアン・ホダーとクリーブ・オルトンが 1970 年代に体系化した遺跡・遺物の定性的・定量的空間分析 (Hodder and Orton 1976) をいとも簡単に実践できるようになった。しかしそれがかえって「寝た子を起こした」というべきか、上述したような遺跡・遺物分布の抱える諸問題が改めて浮き彫りになってきた。

筆者の取り組んでいる縄文時代漁網錘の出土空間分析が、まさにこれに当てはまる。GIS を用いた時期別分布図の作成によって、現在の東京・横浜一帯に相当する武蔵野台地と多摩丘陵 (図 1) において、縄文時代中期中葉の勝坂式期から中期後葉の加曾利 E 式期にかけて土器片錘の数が爆発的に増加するという現象が看取された (近藤 2007: 図 4-12)。本州に卓越する酸性土壤中では有機物で作られた漁網自体はきわめて遺存しにくいので、漁網錘を網漁活動の第一の証拠と見なした上で、一反の網に取り付ける錘の総数が通時的にさほど変わらないと仮定すれば、土器片錘の出土報告点数が多い時期ほど漁網の数が多く、それだけ網漁が盛んでであると推定できる。これを前提とすれば、分布図上で錘具の出土報告点数が多い区域、言い換えれば錘具の出土報告密度が高い区域は、相対的に網漁活動および漁場との関わりが深いと評価できる。そのため、少なくとも縄文中期の中・後葉については、古東京湾と多摩川・鶴見谷のどこが漁場として利用されたか、ある程度目星をつけることができる (前掲: 図 9, 10)。しかし、勝坂式期と加曾利 E 式期のどちらがより網漁の盛んな時期だったかということは、二枚の分布図を比較しただけでは分からない。また、早期以降中期中葉の五領ヶ台式期までと後・晩期には、錘具の数が相対的に少ないように見えるが (前掲: 図 5, 6, 8, 11, 12)、これらの時期には中期中・後葉と比べて相対的に網漁が低調であったと断じるにはまだ早い。放射性炭素年代による時間幅が異なるからである (小林 2004)。さらに、中期中葉から後葉の間で、網漁活動の盛衰をさらに細かく調べようとして、勝坂 I・II・III 式および加曾利 EI・II・III・IV 式という細別段階に (これでも現在の土器編年の精度からすれば粗いのだが) 分けて時期別分布図を描いても、各細別型式に特定される土器片錘の数が相対的に少ないために、対象地域全体を俯瞰した地理的分布パターンをうまく描き出すことができない (本稿図 2) という問題

が生じる。

これらの問題は、遺物分布の時系列分析にあたり分析集計単位的时间幅が統一されていないことと、錘具の出土報告点数をそのまま地図化していることに起因する。ということは、問題の低減を図るには、分析に用いる各段階の時間幅を標準化した上で、細別時期の遺物存在可能性を推定できるような統計処理を行う必要がある。その上で、個別の遺跡ごとに結果を表示するのではなく、隣接遺跡を含めた単位面積区域ごとの遺物の存在密度を試算すれば、その遺物を用いた活動の「ホットスポット」の位置や範囲を推定できるという着想に至る。そして、これらの統計処理と空間解析には、GISの利用が有効であると見込まれる。

そこで本稿では、遺物分布の空間分析に際して生ずる諸問題のうち、特に時系列分析に関わる時間尺度の問題に着目して、それを時間幅の標準化と遺物の存在期待値推定によって低減した上で、GISを用いて時系列密度分布としてマッピングすることにより、遺物分布からできるだけ過去の実態に近い文化動態を読み解くための方法を提案する。なお、議論の題材となる東京・横浜地域（武蔵野台地および多摩丘陵）における縄文時代錘具の分布と、そこから読み取れる網漁業の盛衰については、別稿（近藤 2007）に詳述したので、ここでは紙幅の都合から割愛させていただく。必要に応じて適宜そちらを参照されたい。

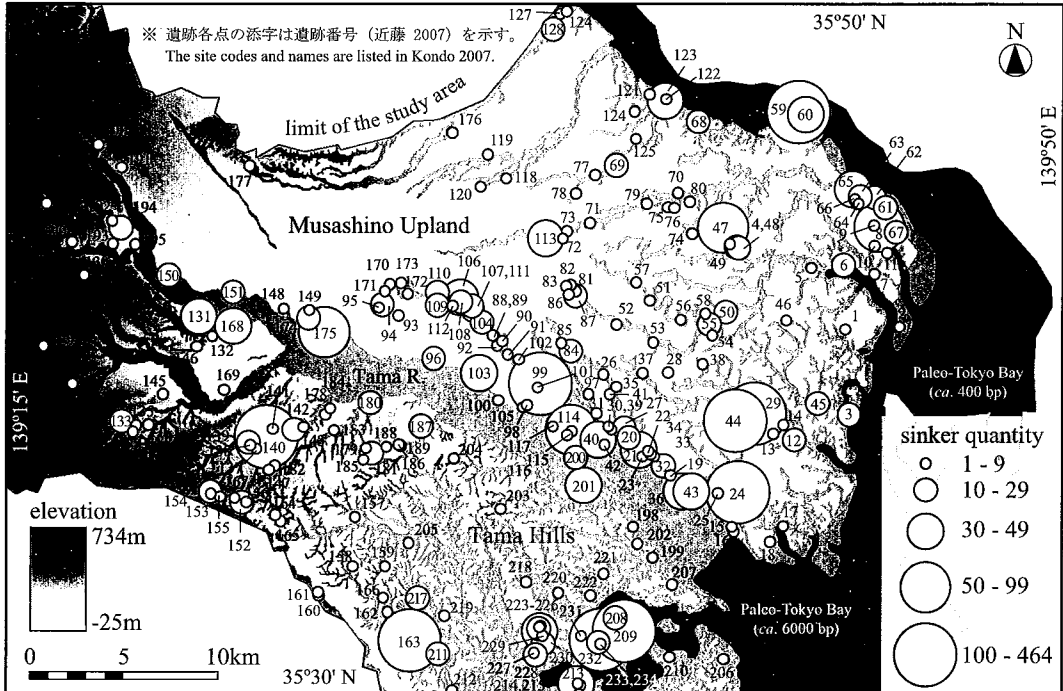


図1 分析対象地域における縄文時代錘具出土遺跡と総報告点数（近藤 2007：図4を一部改変）

Figure 1 Jomon sinker sites and quantity of sinkers in the study area (after Kondo 2007: Figure 4)

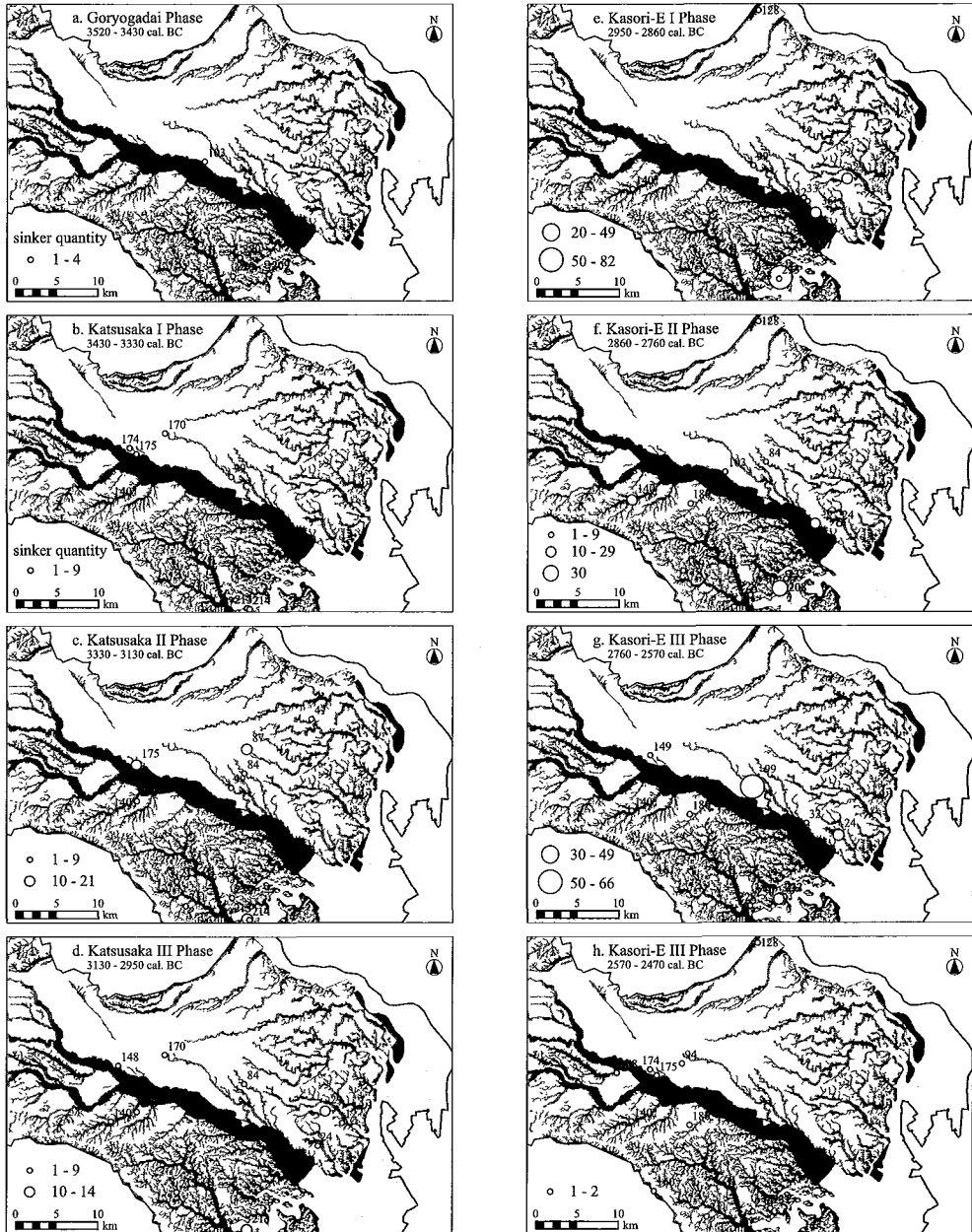


図2 分析対象地域における縄文時代中期各細別段階の錘具出土地と報告点数
 a: 五領ヶ台式期 b: 勝坂I式期 c: 勝坂II式期 d: 勝坂III式期
 e: 加曾利EI式期 f: 加曾利EII式期 g: 加曾利EIII式期 h: 加曾利EIV式期
 Figure 2 Chronological sequence of Middle Jomon sinker sites in the study area
 a: Goryogadai phase b: Katsusaka I phase c: Katsusaka II phase d: Katsusaka III
 e: phase e: Kasori-E I phase f: Kasori-E II phase g: Kasori-E III phase h: Kasori-E IV phase

2. 時間尺度の問題

GISを使うと、さまざまな空間尺度の地図を自在に作成することができる。近年、考古学研究にGISが普及し始めたことによって、空間的な分析尺度をめぐる理論的な問題が明るみに出た。すなわち、同じ対象を研究しても、分析尺度の設定いかんで、異なる考古学的パターンが得られ、結果の解釈も変わりうるというのである (Ramenofsky and Steffen (eds.) 1998 ; Lock and Molyneaux (eds.) 2006)。たとえば、縄文時代の錘具一つを取っても、遺構レベル・遺跡レベルで得られる形態上の特徴は、地域レベルのパターンとは必ずしも一致しないし、分析範囲を隣接地域や広域圏に拡大すれば、また従前とは異なるパターンが描き出される (近藤 2007 ; Kondo in press)。

これと同じように、時間尺度に関しても分析尺度が変われば解析結果が異なるという問題が介在するはずである。だが、時間は考古学の物差しとなる重要概念であるにもかかわらず、一般的に、時間尺度に対する注意は空間と比べて散漫なのが現状である (Lucas 2005)。

そもそも、時間とは何か、という問いは、哲学的にも量子論的にも深遠で難解であり、時間という概念をここで明示的に定義することはできない。しかし、少なくとも地球上の人類の歴史を扱う考古学の共通理解では、時間は一定速度で連続的かつ不可逆的に進行する概念として知覚される。私たちは頭の中に時間軸 (time-line) を思い描く。過去のある時点・期間を特定するために、時間軸に便宜的な区切りを設ける。これがいわゆる時期 (時代) 区分である。ある地域を対象に設定された時期とその下位区分たる細別時期・細々別時期が入れ子になって、編年の枠組みが構成される。このような編年枠組みは、考古学研究にあまねく用いられているが、実は考古学の本質にかかわる重大な問題を宿している。すなわち、個々の遺物が作られ、使われ、埋蔵された年代を特定することは、考古学の基本作業であるが、この年代同定の精度が、編年の精度とは必ずしも一致しないのである。これについて、本稿の題材である土器片錘と石錘を例にとって考えてみよう (図3)。

まず土器片錘は、使用されている土器片の型式から年代を判定できるので比較的都合である。たとえば、中期中葉の勝坂Ⅱ式に比定される土器片を再利用した錘が製作され使用されて廃棄された時期は、勝坂Ⅱ式期か、遅くともその直後であろうと推定される (事例1)。これは問題ない。

型式の不明な土器片錘であっても、勝坂式の炉体土器を伴う住居址の床面直上から出土したというコンテキスト情報が付随していれば、勝坂式期かその直後に年代づけることができる (事例2)。ただし、この場合、勝坂Ⅰ式期に含まれるのか、はたまたⅡ式期かⅢ式期かということは分らない。したがってこの遺物は「勝坂式」1点と数えることはできても、「勝坂Ⅱ式」1点と数えることはできない。これは、編年よりも遺物帰属年代の精度が低いときに生じる問題である。

さらに厄介なのは石錘の場合で、石錘は縄文時代の長い期間にわたって時期的な流行こそあれ基本的に形態がほとんど変化しないので、出土したコンテキストに基づいて年代を決めることになる。それでも、事例2のような場合なら問題は少ないのだが、たとえば発掘担当者が勝坂式期末から中期後葉の加曾利Ⅴ式期初頭に年代づけた住居址の床面から出土した打欠石錘の場合、中期に

比定されることはほぼ確実だが、それが勝坂式期か加曾利 E 式期のいずれに属するのか決定することはできない(事例3)。土器片錘の場合も、同じコンテキストから出土すれば同じ問題が生じる。これは特に、GIS の SQL 検索に合わせて、遺物の時期を Yes (1) か No (0) かで断定しなければいけない場合に、致命的な欠陥となる。

さらに、出土コンテキスト自体が曖昧な場合、時期精度はいつそう低下する。たとえば、縄文中期の住居址の覆土から出土した石錘は、縄文中期に年代づけたいところだが、実際には中期初頭のものかもしれないし、中期末かもしれないし、あるいは住居廃絶から長い時間の経った縄文後期以降に投棄されたものかもしれない(事例4)。同様に、縄文前期から後期の遺物包含層から出土した石錘は、前期・中期・後期のいずれの時期区分にも編入不能だが、少なくとも草創期・早期または晩期に帰属するものではないことだけははっきりしているので、「縄文時代だが細別時期不明」という範疇に含めるのもためられる(事例5)。このように、時間・年代的属性に曖昧さを含み、精度が一定しないという考古遺物の特性は、桶に入る水の量が最も背の低い桶板で決まってしまうのと同じように、GIS を用いた遺物分布解析の精度を低下させる要因になってしまうのである。

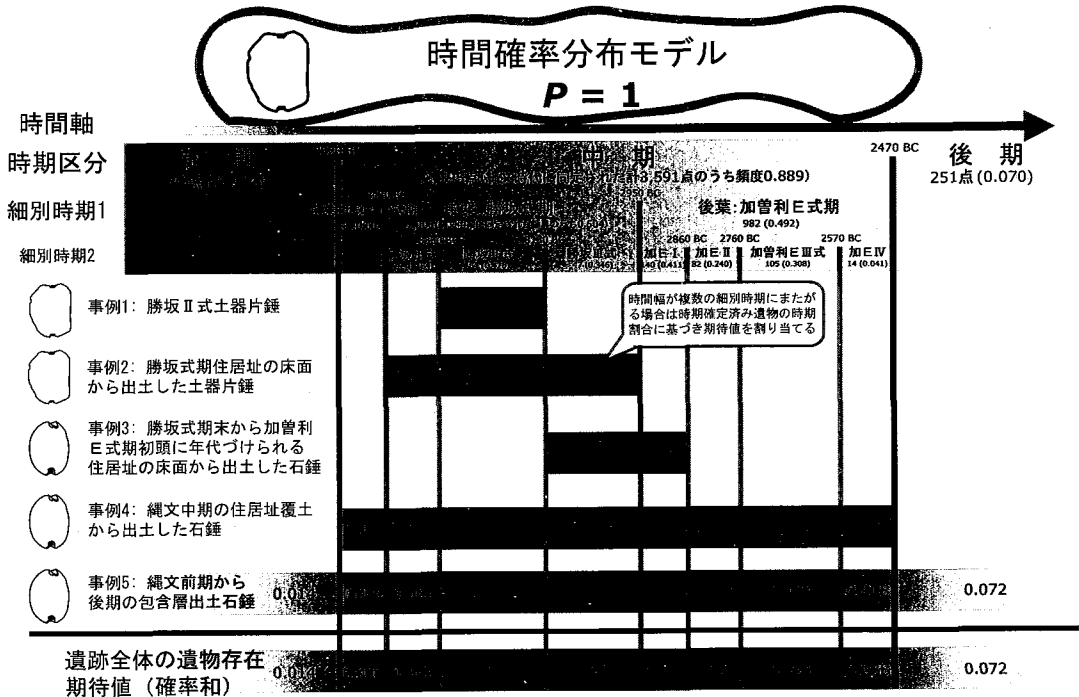


図3 考古学における時間概念と時間確率分布モデル

Figure 3 Concept of time in archaeology and Time Probability Distribution Model

3. 時間確率分布モデル

このような時間尺度に起因するバイアスを低減する方策として、考古遺物のもつ時間を、一種の確率分布と見なすことを考える。一つの遺物がもつ時間確率の総和を1として、その遺物がそれぞれの時期に帰属する確率（aoristic weight）を、時期がすでに特定されている遺物の時期別構成比にしたがって決定する（今村 1997；Enrico 2008）。たとえば、ある遺物が k 個の時期区分のいずれかに属することが確実に見込まれるとき、そのうちの時期区分 i に比定される既知の同種遺物の総数を N_i とするならば、その遺物が時期 i に帰属する確率 P_i は次式によって定義される。

$$P_i = \frac{N_i}{\sum_{i=1}^k N_i} \dots\dots\dots (1)$$

この確率 P_i を、各々の遺物に対して、その遺物が帰属することが見込まれるすべての時期について計算する（図 3）。たとえば、前出の事例 1 の土器片鍬は勝坂 II 式期に帰属するので、勝坂 II 式期に比定される確率密度は 1.000 である。事例 2 の場合は、勝坂 I・II・III 式期のいずれかに年代比定される。対象地域において、各時期に属する、より厳密に言えば各時期に属する確率密度が 1.000 の遺物の個数は、それぞれ 25、64、47 点であり、それらの合計に対する各期の構成比は 0.184、0.470、0.346 となる。事例 3 のように、2 つの時期にまたがる場合でも、この方法を使えば細別時期の確率密度を求めることができる。すなわち、中期中葉末の勝坂 III 式期に属する既知の遺物が 47 点、後葉初頭の加曽利 EI 式期に属する既知の遺物が 140 点あるので、両時期の確率密度はそれぞれ 0.251、0.749 と算出される。同様にすれば、事例 4 および 5 でも各時期の確率密度を計算することができる。

次に、 P_i の遺跡内総和を求め、これを時期区分 i における当該遺跡の遺物存在期待値 E_i とする。ある遺跡で同種の遺物 m 個について確率 P_{ij} が計算されているとき、確率和 E_i は次のようにして求めることができる。

$$E_i = \sum_{j=1}^m P_{ij} \dots\dots\dots (2)$$

ただし、(2) 式では、各時期の時間幅が標準化されていないので、遺物の存在期待値を異なる時間間で比較する際には、さらなる処理が必要になる。

4. 時間幅の標準化

近年、AMS 放射性炭素年代測定法の本格的導入によって、縄文時代の各細別土器型式の時間幅が定まりつつある（小林 2004）。たとえば、関東地方の縄文中期は、以前は漠然と「5000 年前から 4000 年前」と言われていたのが、昨今では炭素年代をふまえて 3500-2500 cal. BC 頃に年代づけられるようになり、全体として 500 年ほど繰り下がっている（前掲）。また、「勝坂 I 式期」や「加曾利 EII 式期」など、土器の細別型式に対応する小期間の時間幅もおおむね 90 年から 200 年に同定されている（図 3 および 4）。

縄文時代各期および細別時期の時間幅がある程度確定したことで、時間尺度の標準化に関する研究を進める素地が得られた。本稿では、小林謙一が提案した炭素年代に基づく年代観（小林 2004）を採用し、縄文前期末の十三菩提式期から中期を経て後期前半の堀之内 II 式期までの各細別時期の時間幅を図 4 のように定める。この期間はちょうど、東京・横浜地域において土器片錘の利用が盛行する時期に相当する（近藤 2007）。

この時間幅を利用して、各時期の標準化された遺物存在確率密度 D を求める。時期区分 i の時間幅を T_i (年) とするとき、100 年あたりの遺物標準化存在確率密度 Dc_i を、次式によって定義する。

$$Dc_i = \frac{E_i}{T_i} \cdot 100 \dots\dots\dots (3)$$

ここで存在密度を 100 年単位に標準化したのは、小期間の時間幅に近くキリの良い時間幅であつて、この幅が各段階の遺物存在確率を比較するのに適していると判断したからである。五領ヶ台式期と加曾利 EI 式期の年代幅は本来 100 年に満たないが、 Dc_i 値はあくまでも比較のための指標と考えていただきたい。また今後、編年体系や理化学年代の改訂によって各期間の年代幅が修正される可能性はじゅうぶんに考えられるが、その場合は T_i の代入値を差し替えて再計算すればよい。

Dc_i 値を地図上に表現するためには、まず遺跡ごとに位置情報(経緯度)に基づいてポイントフィーチャ(地物点)として GIS マップ上にプロットする。次に、ArcGIS 9 の Spatial Analyst エクステンションを用いて 1km² あたりのカーネル密度 (Conolly and Lake 2006: 175-179) のラスタデータに変換し、最終的に 1km メッシュの密度図として出力する(図 4 に一覧、詳細は図 6-22 を参照されたい)。ラスタの解像度(セルサイズ)は任意に設定して差し支えないが、ここでは対象地域内の空間パターンを把握するのにほどよい尺度として 1km を選択した。最後に、時期間比較のために対象地域における確率密度 Dc の総和 $SumDc$ を求め、各図幅に記載した。時期区分 i における Dc_i の総和 $SumDc_i$ は、分析対象地域内に n か所の対象遺跡が存在するとき、次式により求められる。

$$SumDc_i = \sum_{h=1}^n Dc_{ih} \dots\dots\dots (4)$$

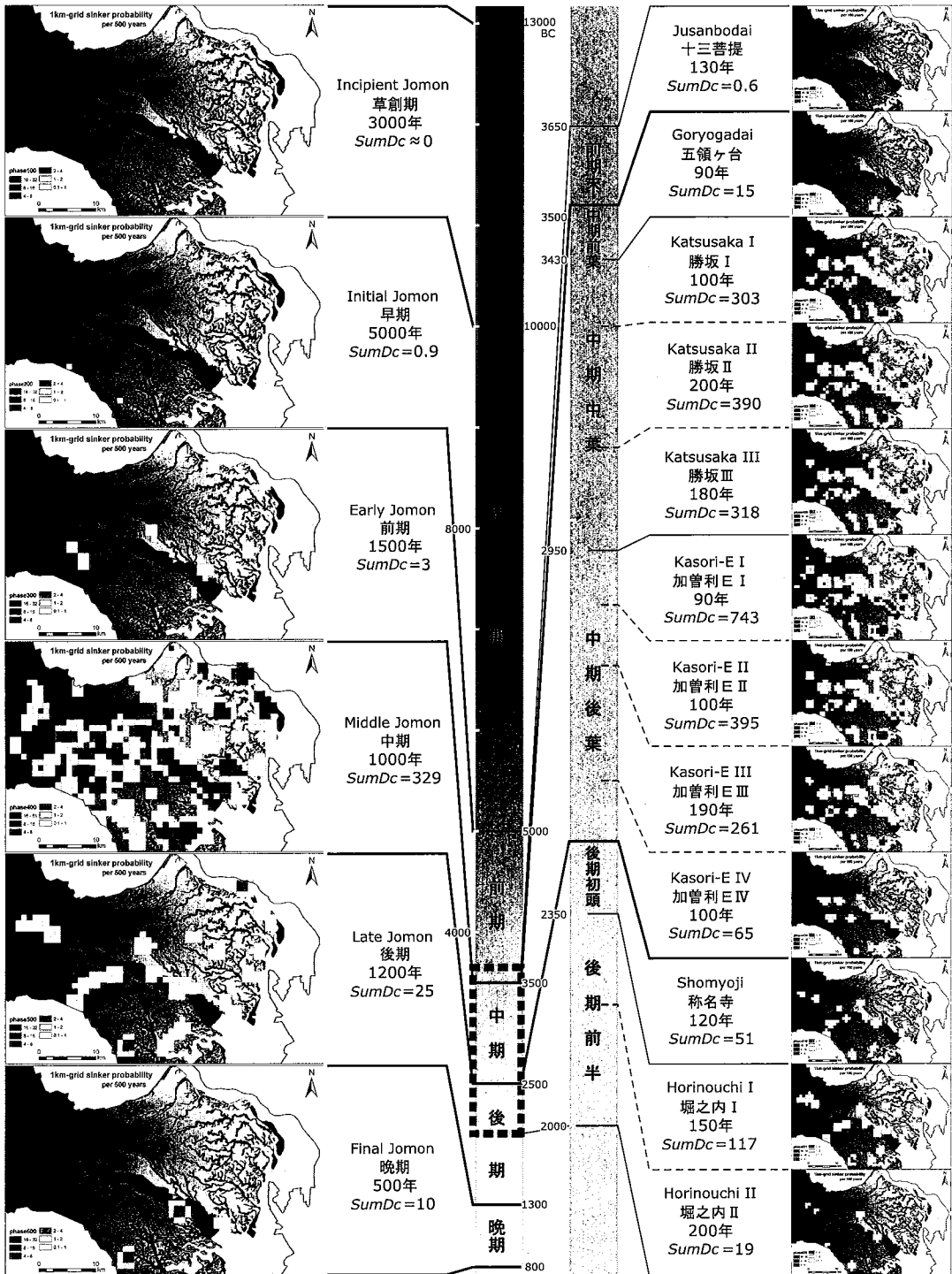


図4 縄文時代主要6期(左列)と前期末～後期前半12細別時期(右列)の錘具標準化存在確率密度
Figure 4 Standardized Existence Probability Density (D_c) of Jomon sinkers per subperiods

5. 解析結果を読む

東京・横浜地域の遺跡から出土したすべての縄文時代錘具の1kmメッシュ分布密度図(図5)からは、一定の傾向を読み取ることができる。最も密度が高いのは現在の鶴見川流域、すなわち多摩丘陵東端の鶴見谷に古東京湾の鹹水が深く入り込んでいた地域である。また、武蔵野台地東端の東京湾岸と多摩川左岸およびその支流の野川一帯にも、高密度地帯が存在する。また、これとは別に、多摩丘陵の西奥部にも高密度ゾーンが看取されるが、これは当地域の拠点集落と目される多摩ニュータウンNo.72遺跡[図1の遺跡番号140]から200点規模で錘具が報告されていることに起因する(近藤2007)。

ところで図5は、縄文時代の全期間、約12,000年間に各メッシュ地域で錘具が利用された痕跡の蓄積を反映したものと読み替えることができる。しかし実際には縄文時代の中でも錘具利用に盛衰があったはずである。そこで時間を草創期から晩期までの伝統的な6期に区切って時期別密度図を作成すると、実は全期間の密度図から得られたパターンは、縄文中期の錘具分布パターンを反映したものであることが分かる(図4左列;6期区分の密度図は500年あたりの標準化値で表現されている)。100年あたりの標準化確率密度 Dc 値の対象地域における総和 $SumDc$ を見ると、草創期は実質的にゼロで(図6)、早期から少量出現するが(図7)、前期($SumDc = 3$)まで低調な状態が続く(図8)。ところが中期に入ると $SumDc = 329$ となり、確率密度が一気に100倍の増加を示す(図9)。

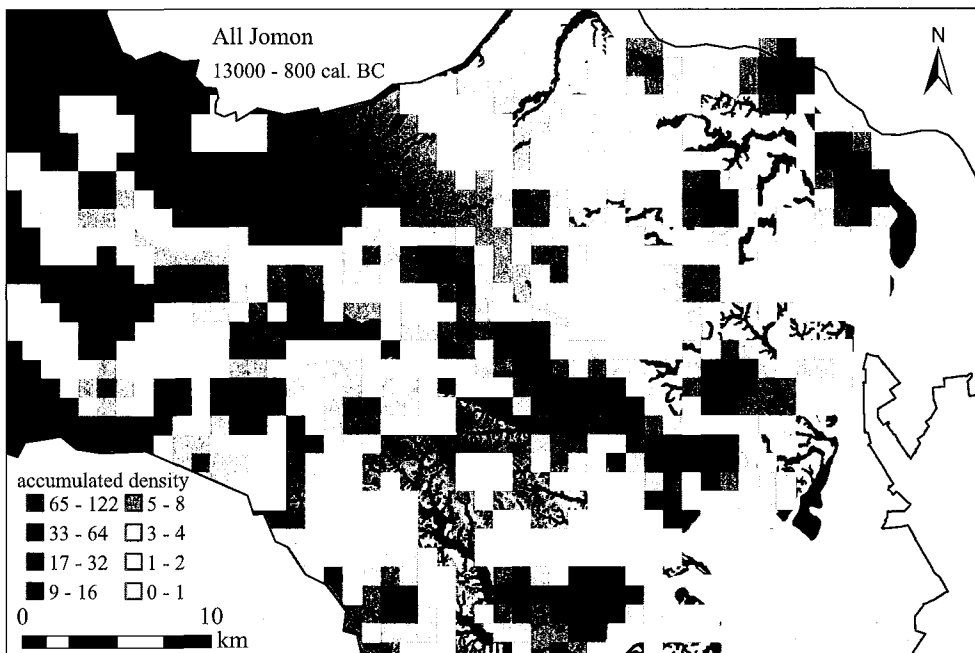


図5 縄文時代全期間における錘具標準化存在確率密度の空間分布

Figure 5 Spatial distribution of Standardized Existence Probability Density in the whole Jomon period.

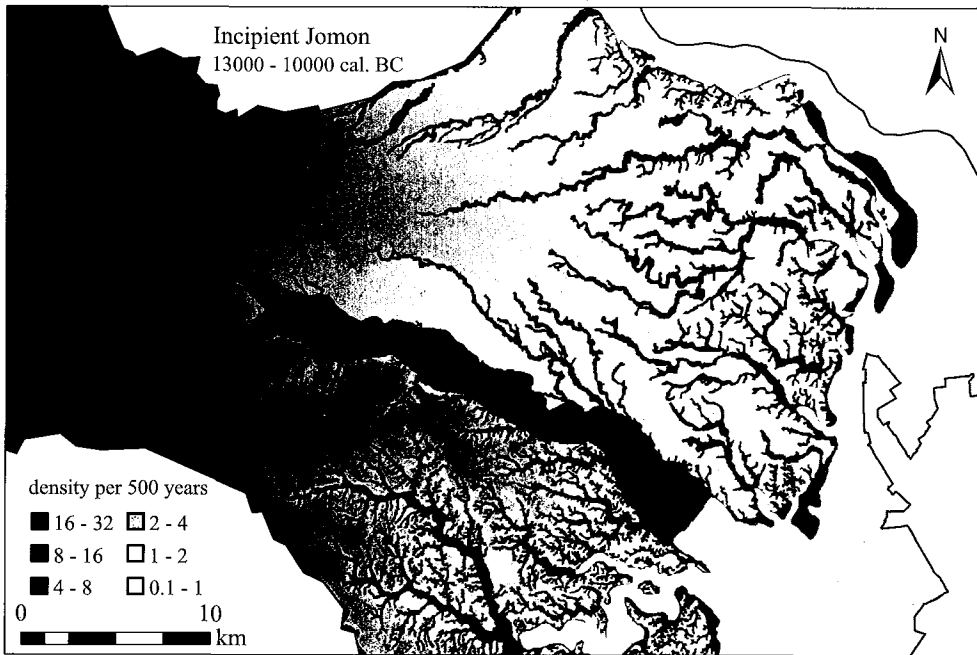


図6 縄文草創期における錘具標準化存在確率密度の空間分布

Figure 6 Spatial distribution of Standardized Existence Probability Density in the Incipient Jomon period.

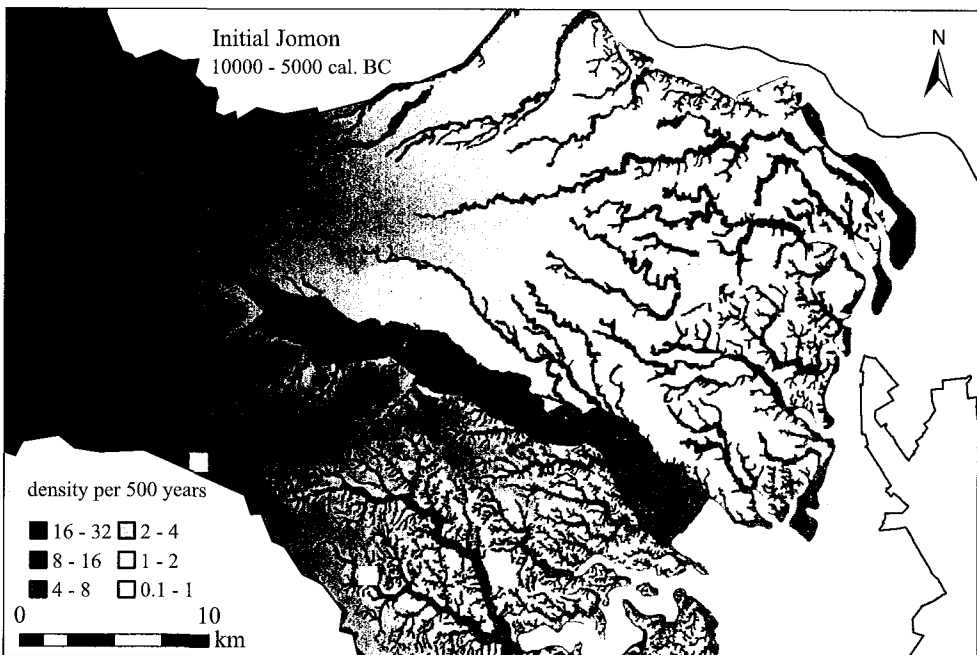


図7 縄文早期における錘具標準化存在確率密度の空間分布

Figure 7 Spatial distribution of Standardized Existence Probability Density in the Initial Jomon period.

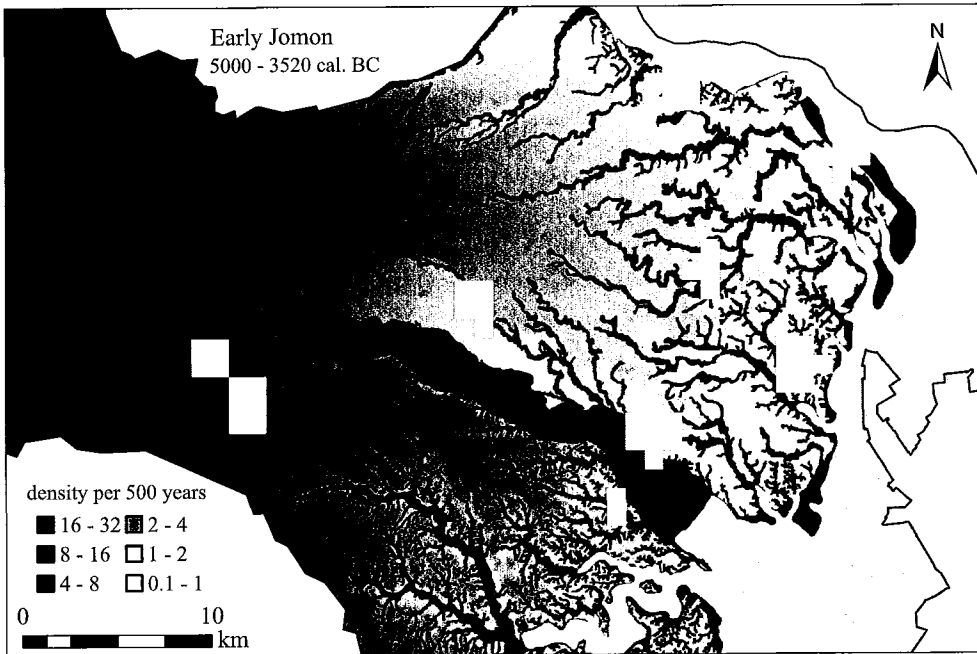


図8 縄文前期における錘具標準化存在確率密度の空間分布

Figure 8 Spatial distribution of Standardized Existence Probability Density in the Early Jomon period.

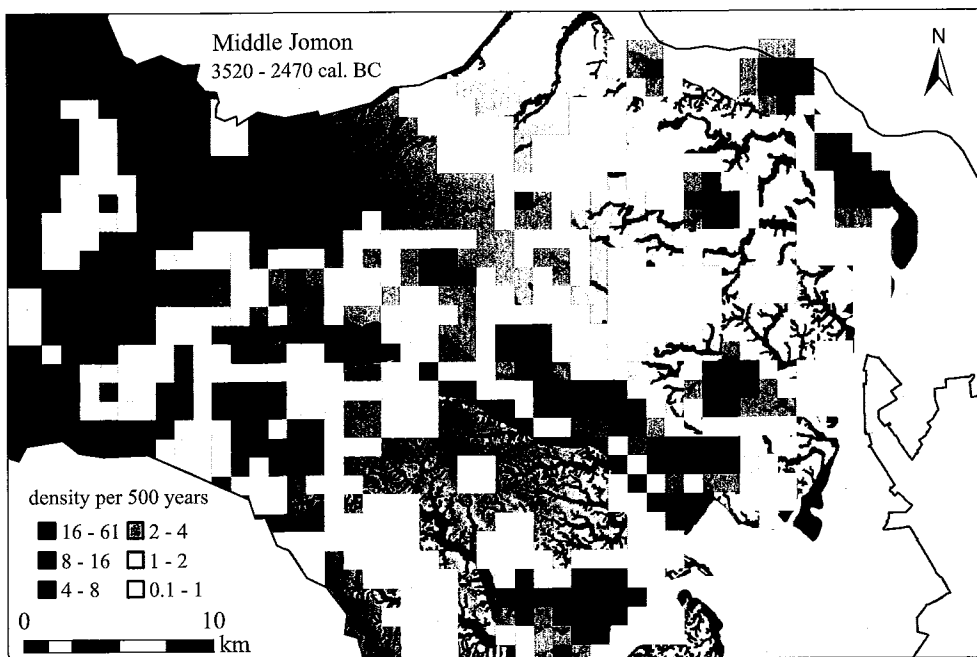


図9 縄文中期における錘具標準化存在確率密度の空間分布

Figure 9 Spatial distribution of Standardized Existence Probability Density in the Middle Jomon period.

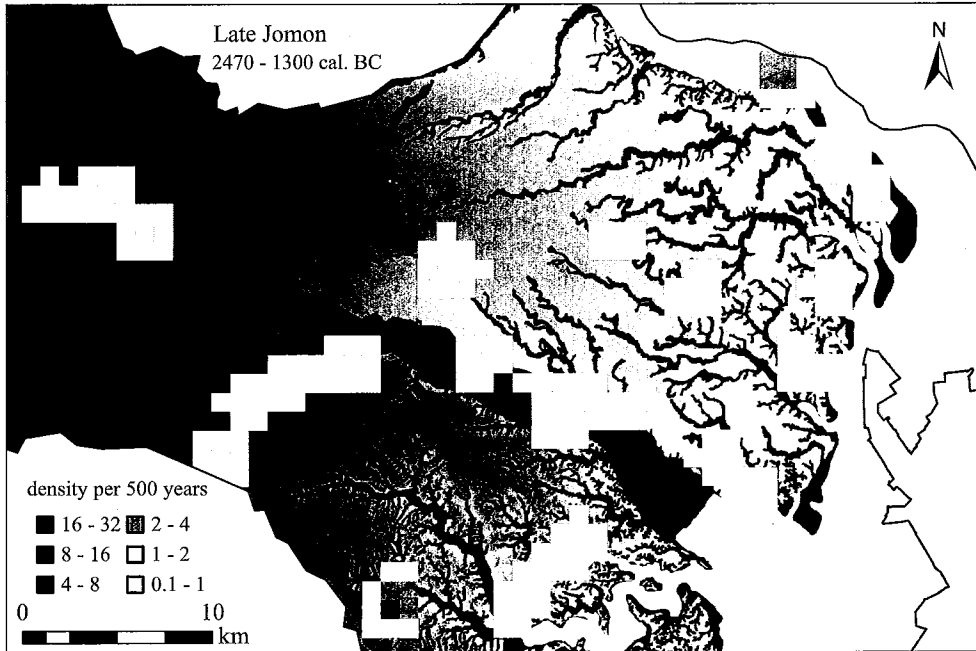


図 10 縄文後期における錘具標準化存在確率密度の空間分布

Figure 10 Spatial distribution of Standardized Existence Probability Density in the Late Jomon period.

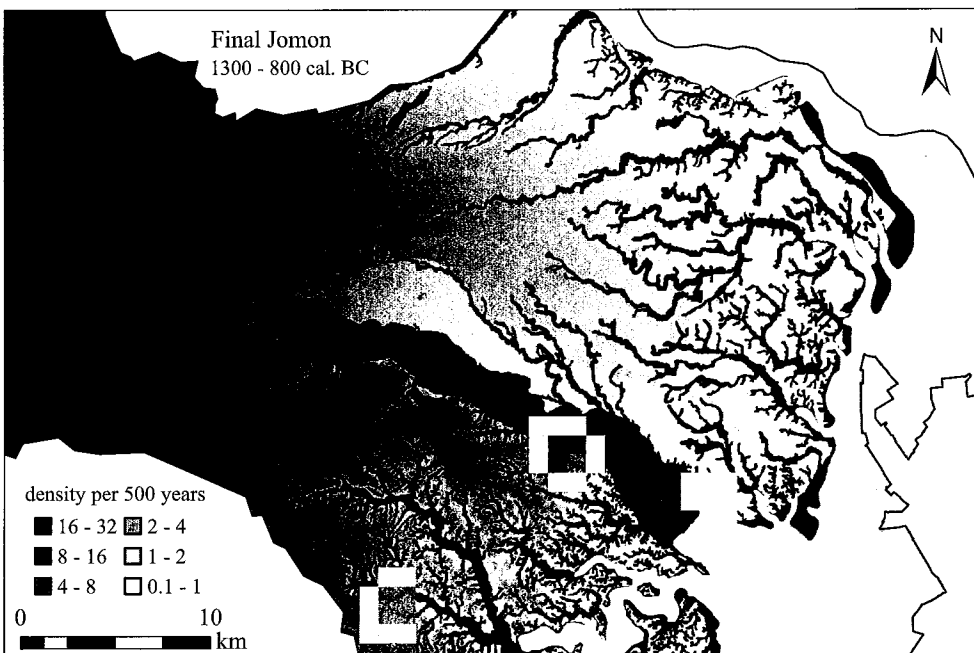


図 11 縄文晩期における錘具標準化存在確率密度の空間分布

Figure 11 Spatial distribution of Standardized Existence Probability Density in the Final Jomon period.

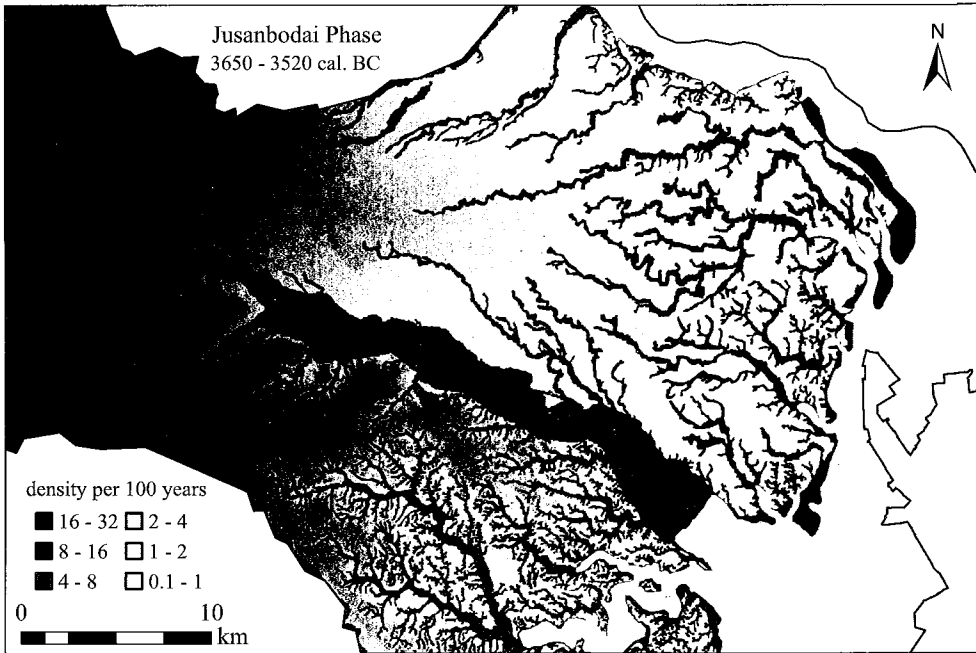


図 12 縄文前期末十三菩提式期における錘具標準化存在確率密度の空間分布
Figure 12 Spatial distribution of Standardized Existence Probability Density in the Jusanbodai phase.

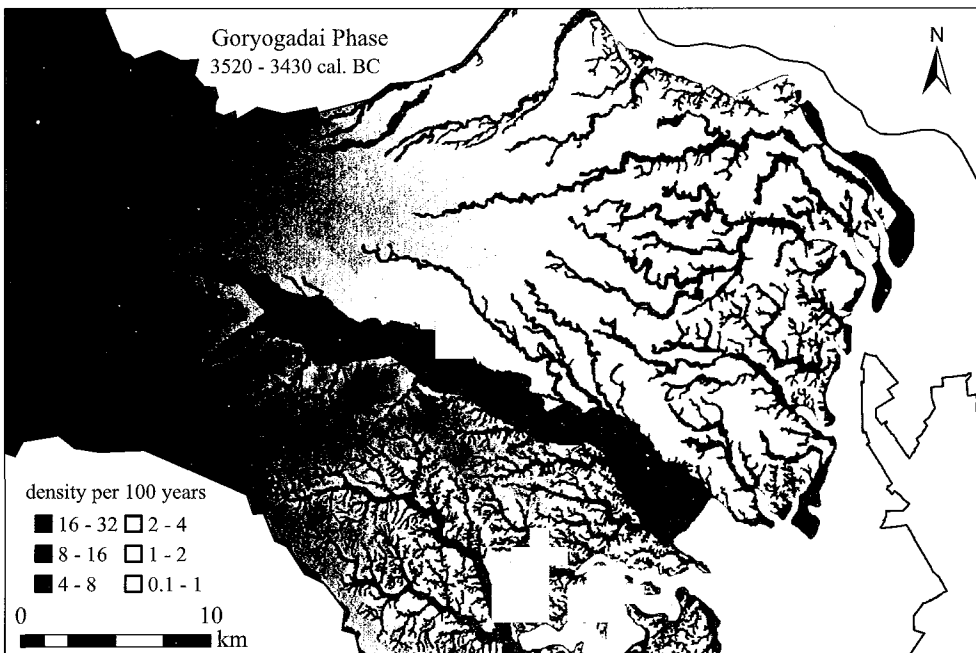


図 13 縄文中期前葉五領ヶ台式期における錘具標準化存在確率密度の空間分布
Figure 13 Spatial distribution of Standardized Existence Probability Density in the Goryogadai phase.

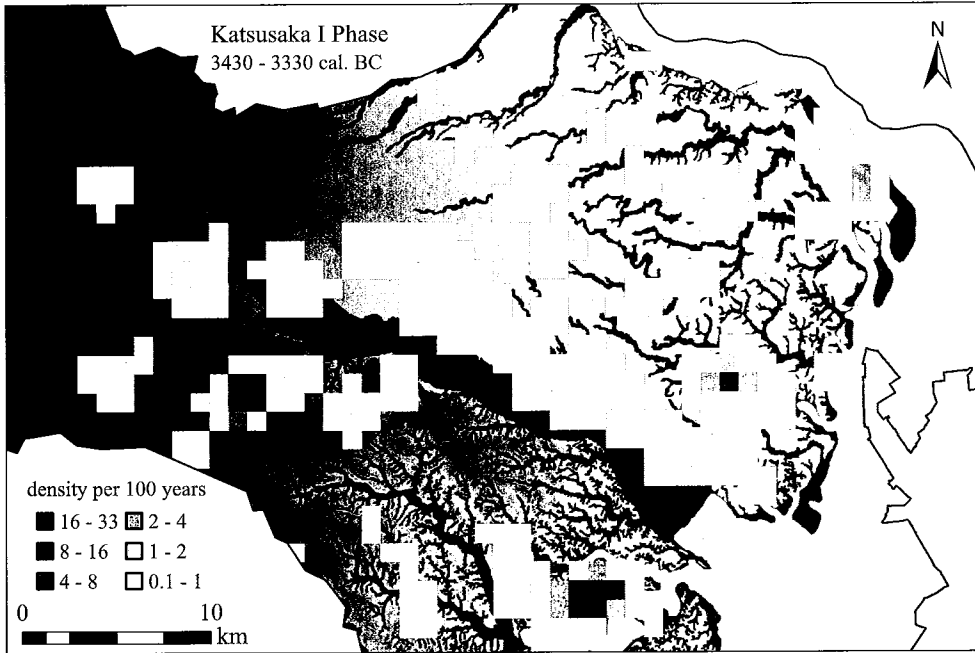


図 14 縄文中期中葉勝坂 I 式期における錘具標準化存在確率密度の空間分布

Figure 14 Spatial distribution of Standardized Existence Probability Density in the Katsusaka I phase.

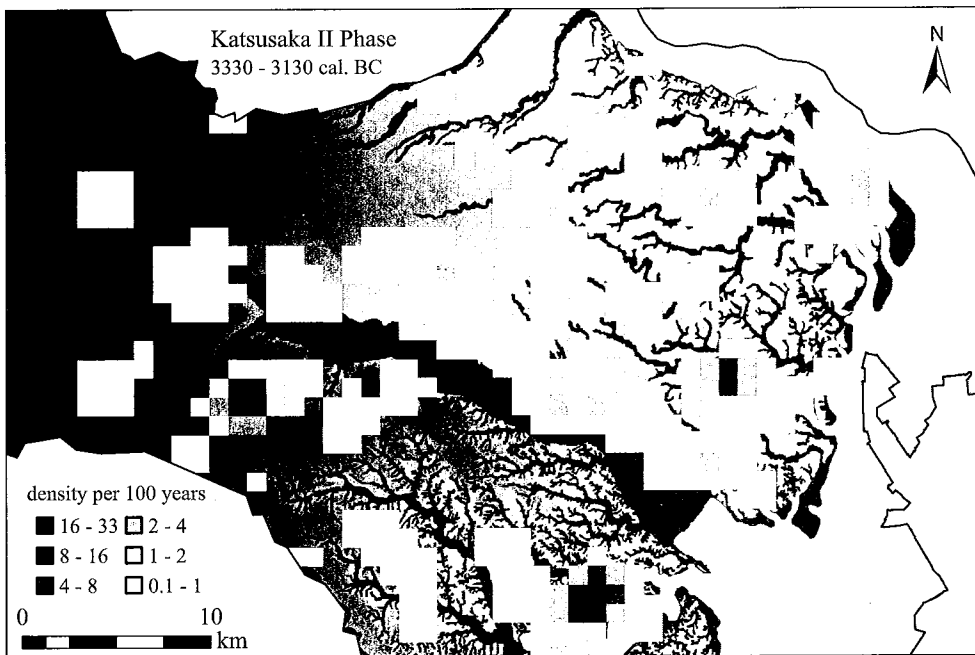


図 15 縄文中期中葉勝坂 II 式期における錘具標準化存在確率密度の空間分布

Figure 15 Spatial distribution of Standardized Existence Probability Density in the Katsusaka II phase.

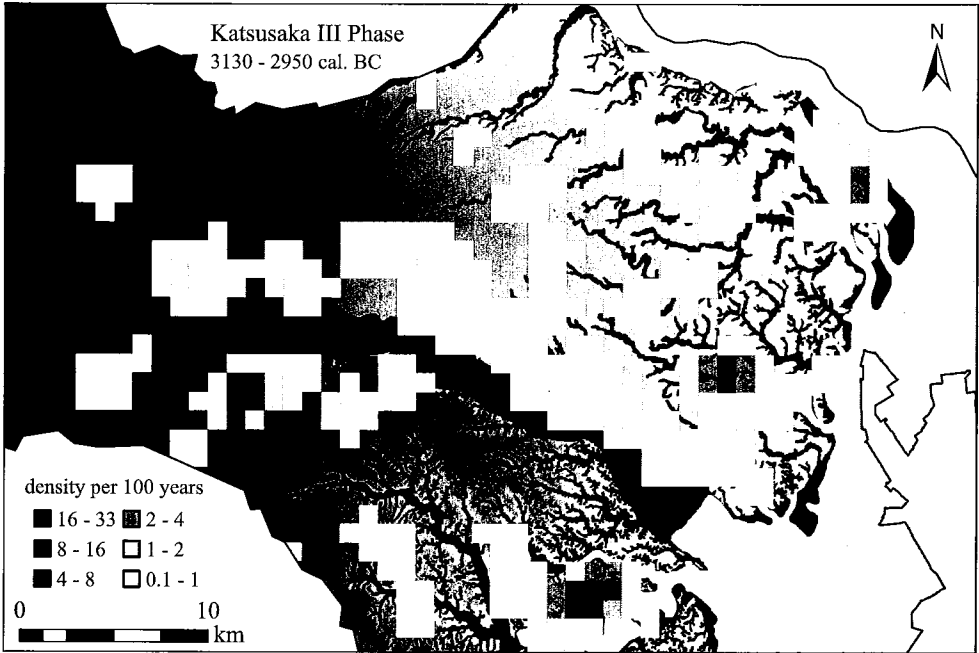


図 16 縄文中期中葉勝坂 III 式期における錘具標準化存在確率密度の空間分布
Figure 16 Spatial distribution of Standardized Existence Probability Density in the Katsusaka III phase.

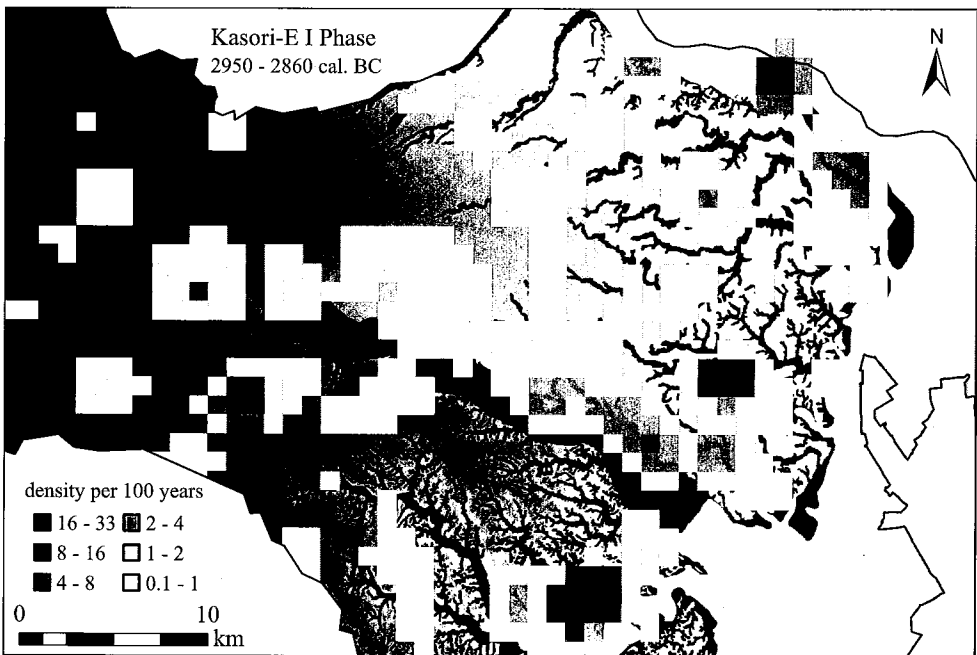


図 17 縄文中期後葉加曾利 EI 式期における錘具標準化存在確率密度の空間分布
Figure 17 Spatial distribution of Standardized Existence Probability Density in the Kasori-E I phase.

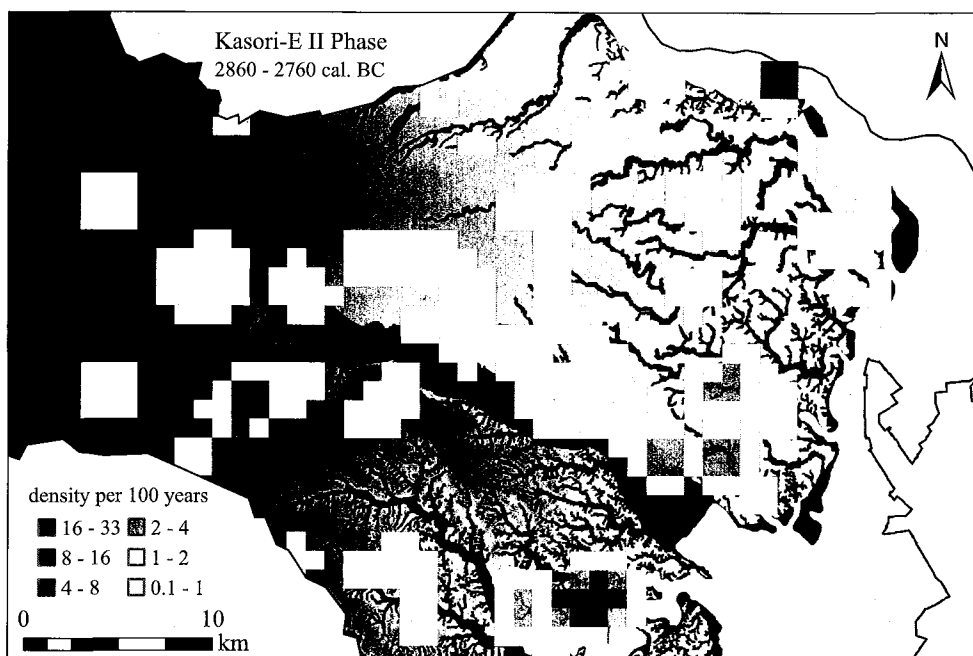


図 18 縄文中期後葉加曾利 EII 式期における錘具標準化存在確率密度の空間分布
Figure 18 Spatial distribution of Standardized Existence Probability Density in the Kasori-E II phase.

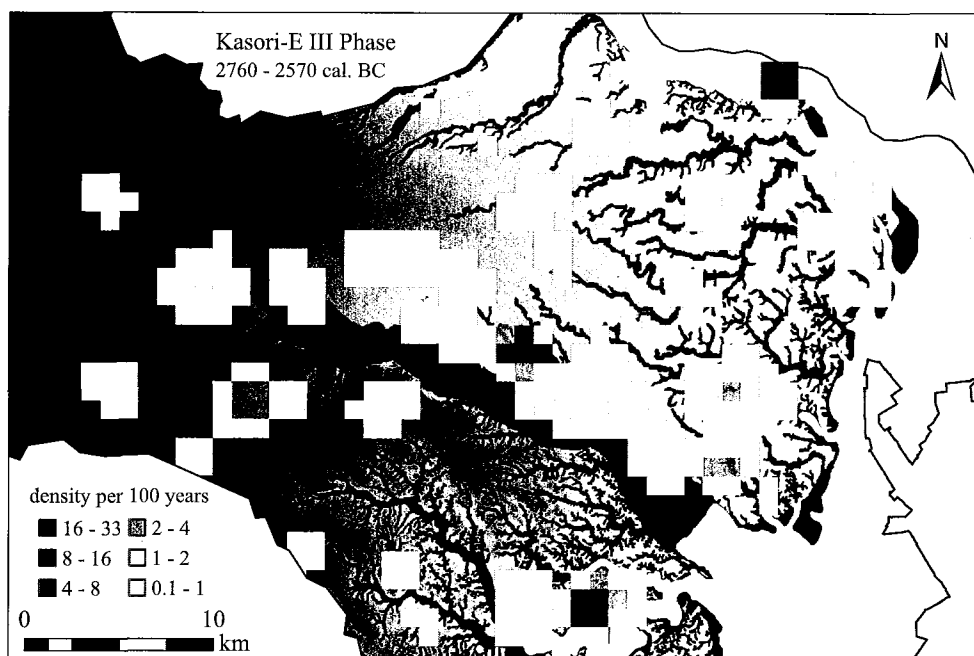


図 19 縄文中期後葉加曾利 EIII 式期における錘具標準化存在確率密度の空間分布
Figure 19 Spatial distribution of Standardized Existence Probability Density in the Kasori-E III phase.

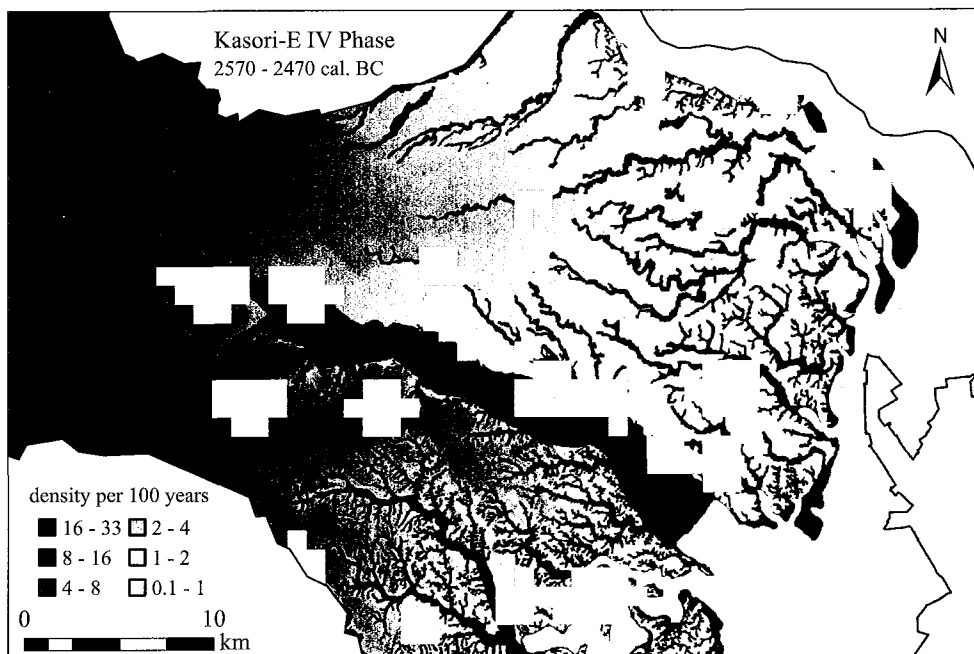


図 20 縄文中期後葉加曾利 EIV 式期における錘具標準化存在確率密度の空間分布
Figure 20 Spatial distribution of Standardized Existence Probability Density in the Kasori-E IV phase.

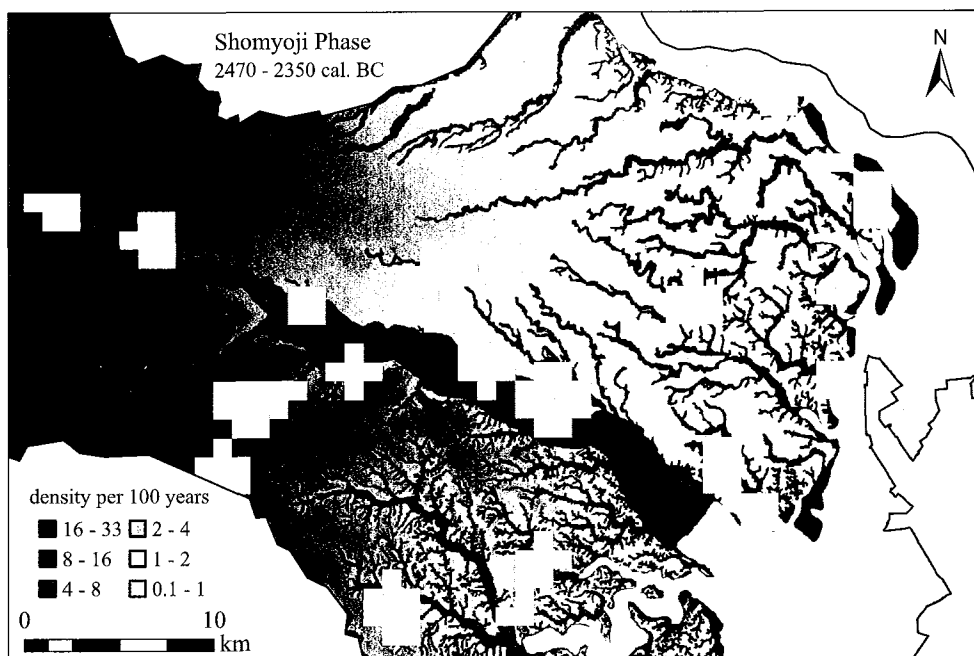


図 21 縄文後期初頭称名寺式期における錘具標準化存在確率密度の空間分布
Figure 21 Spatial distribution of Standardized Existence Probability Density in the Shomyoji phase.

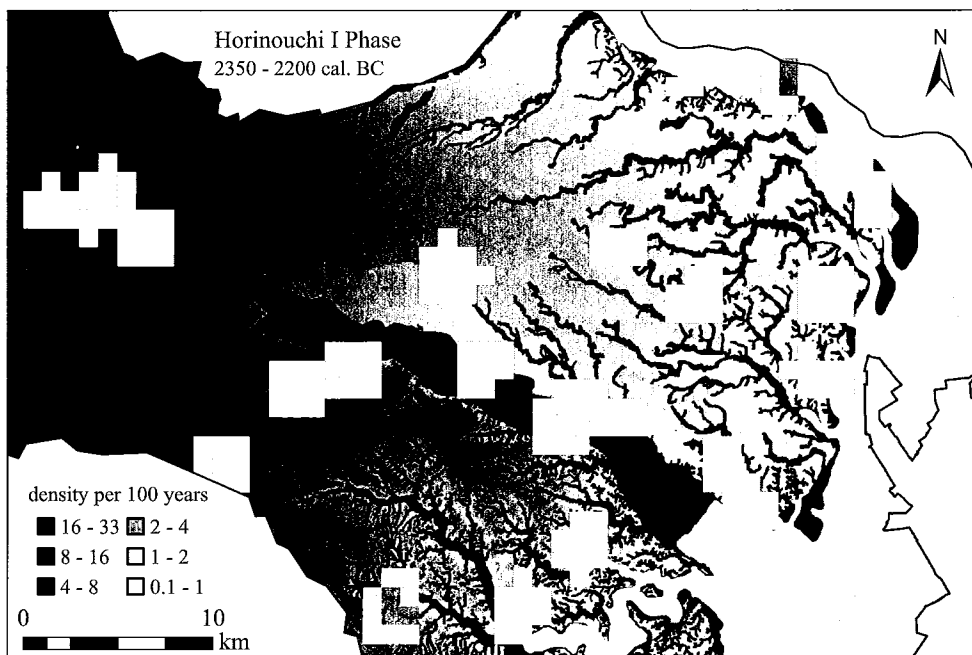


図 22 縄文後期前半堀之内 I 式期における鍬具標準化存在確率密度の空間分布

Figure 22 Spatial distribution of Standardized Existence Probability Density in the Horinouchi I phase.

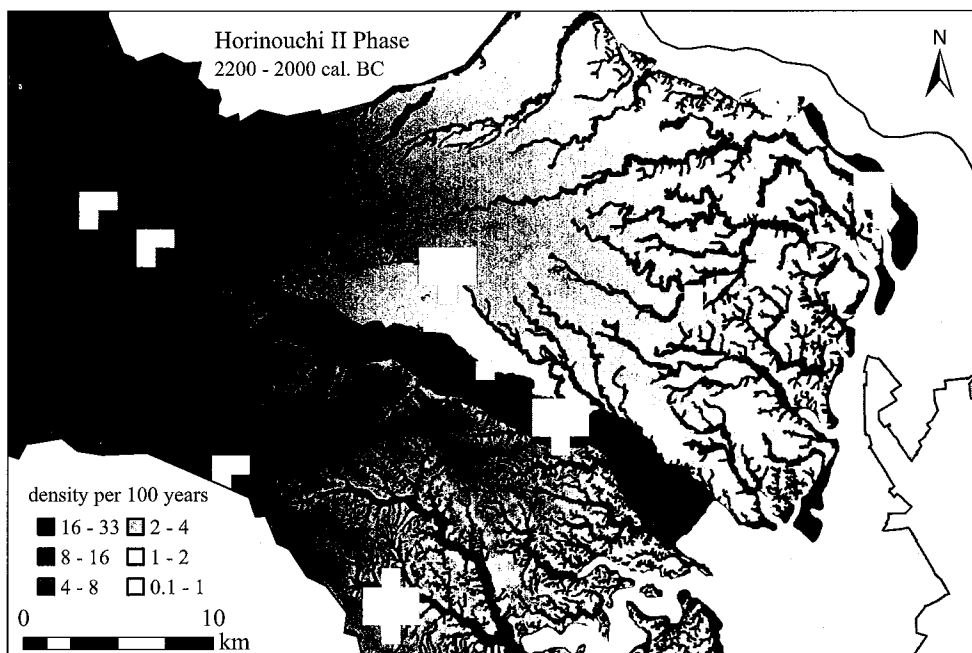


図 23 縄文後期前半堀之内 II 式期における鍬具標準化存在確率密度の空間分布

Figure 23 Spatial distribution of Standardized Existence Probability Density in the Horinouchi II phase.

しかし、後期には $SumDc = 25$ と中期の 10 分の 1 以下に減少し（図 10）、晩期にも $SumDc = 10$ と長期低落傾向が続く（図 11）。

それでは、縄文時代中期における錘具利用の爆発的増加は、どの細別段階で始まり、どの段階で減少に転じたのか。前期末から後期前半にかけて 12 細別段階ごとに作成した密度図は、錘具利用のパターンをより精密に描き出す（図 4 右列）。まず、標準化確率密度 Dc の総和 $SumDc$ に着目すると、十三菩提式期に 0.6 ポイントとすこぶる低調だったのが（図 12）、五領ヶ台式期に 15 ポイントに増え（図 13）、次の勝坂 I 式期に一気に 20 倍の 303 ポイントまで跳ね上がる（図 14）。 $SumDc$ 値は勝坂 II・III 式期も 300 ポイント台で推移し（図 15 および 16）、次の加曽利 EI 式期に 743 ポイントの爆発的ピークを記録する（図 17）。その後、加曽利 EII・III 式期に勝坂式期と同水準ながらもゆるやかに減少を始め（図 18 および 19）、中期末の加曽利 EIV 式期に 65 ポイントまで低下する（図 20）。この低落は後期初頭の称名寺式期（ $SumDc = 51$ ；図 21）を底として、堀之内 I 式期にいったん 117 ポイントまで回復する（図 22）。しかし、堀之内 II 式期には著しい減衰を見せ（ $SumDc = 19$ ；図 23）、その後は 6 期区分の密度図で看取された通り、後晩期の長期低落トレンドに入っていく。

次に、密度図に現れる錘具の高密度地帯に注目すると、中期の盛行期にも、細別時期ごとに高密度地帯が変遷していることが分かる。まず、勝坂 I 式期から加曽利 EIII 式期まで錘具の確率密度が高い状態を一貫して維持しているのは、鶴見谷と多摩川左岸・野川一帯、それに内陸の多摩ニュータウン No.72 遺跡 [140] である。武蔵野台地の東縁では、加曽利 EI 式期から同 EIV 式期にかけて高密度地帯が出現する。また、称名寺式期から堀之内 I 式期にかけて、多摩丘陵の中央部（なすな原遺跡 [163] 一帯）や多摩川中流域の草花丘陵周辺（前田耕地遺跡 [194] など）で相対頻度が若干増す傾向が認められる。

6. 検証：実際の点数と標準化指数を比較する

ところで、標準化存在確率密度の通時的変化パターンと、実際の報告点数のそれほどの程度異なるのだろうか。このことを検証するため、図 24 に両者を比較したグラフを示す。図 24 の上段は、縄文時代主要 6 期の各期における錘具の出土報告点数（実線）と標準化存在確率密度の総和 $SumDc$ （破線）を表す。縦軸の目盛りが対数表示になっていることに注意されたい。遺物の通時的な増減は、対数グラフでも明瞭な傾向が認められるほどに差分が大きい。縄文草創期の報告点数はゼロであるため、対数グラフにはドットが表示されない。このグラフでは、実際の点数と標準化指数 $SumDc$ が通時的に似たような増減パターンを示す。標準化指数の値が実際の数の 10 分の 1 程度なのは、各時期の時間幅が 1000 年単位なのに対し、標準化指数は 100 年単位であることに由来する。それでも、時間幅が 5000 年と見積もられる縄文早期では二つの値が相対的に大きく乖離し、反対に 500 年間と短い晩期では二つの値が近づいている。

いっぽう、前期末から後期前半までの 12 細別段階にズームインすると、こちらは全般的に標準

文化動態をできるだけ正確に把握するための標準化時間確率モデリング

化存在確率密度和 *SumDc* の値が実際の点数を上回っている (図 24 下段)。各細別時期の時間幅はおおむね 90 年から 200 年の間だから、単位の上では標準化指数と同じである。にもかかわらず標準化指数の方が大きくなるのは、実際の報告点数としてカウントされなかった、細別時期が曖昧な資料の確率が上積みされているためである。ここでも実際の点数と標準化指数は全体的には似たような増減の傾向を示すが、勝坂 I 式期における錘具の急激な増加は、標準化指数により顕著に表れている。二つのデータ系列で増減が逆転しているのは、加曽利 EII 式期から EIII 式期にかけてで、報告点数では加曽利 EI 式期の 140 点から EII 式期に 82 点まで急減してから EII 式期に再び 105 点まで増えるのに対し、*SumDc* では 743、395、261 ポイントと漸移的に減少する。後続する加曽利 EIV 式期における錘具の減少は、実際の点数 (105 → 14 点) の差分が指数の差分 (261 → 65 ポイント) よりも大きい。反対に、称名寺式期から堀之内 I 式期にかけての増加と、続く堀之内 II 式期にかけての減少は、実際の点数 (22 → 25 → 6 点) よりも *SumDc* 値 (51 → 117 → 19 ポイント) の方によりシャープに反映されている。全対的には、時間幅が標準化されている分、特に細別時期レベルにおいて実際の点数よりも標準化指数の方が通時的パターンの「解像度」が高いという印象を受ける。

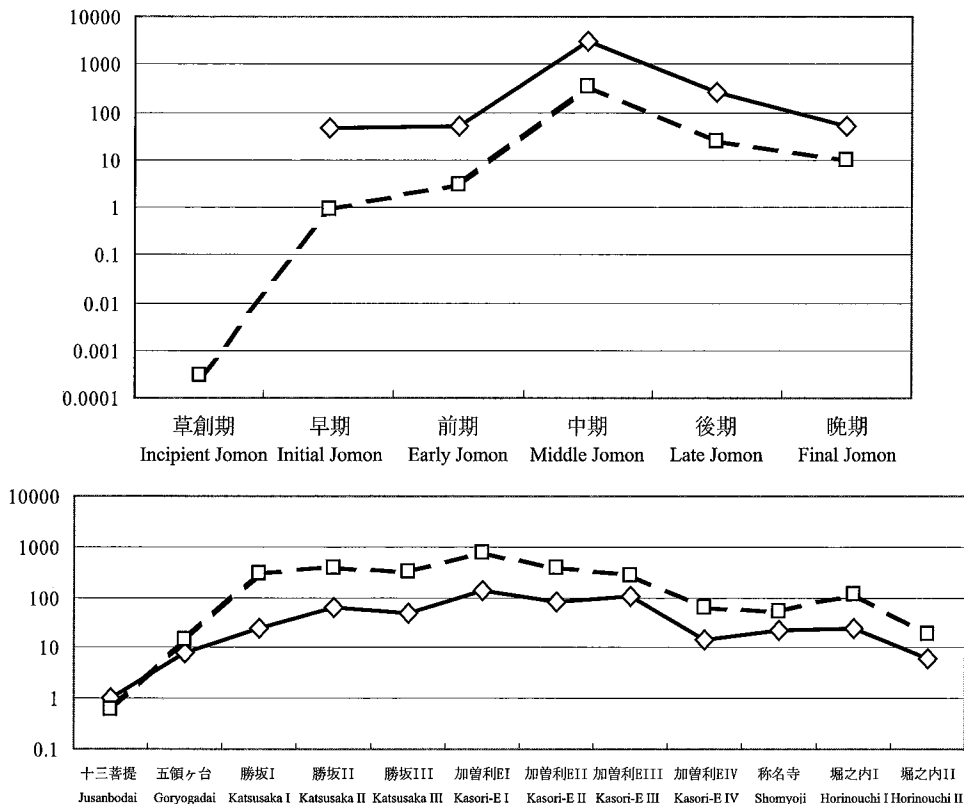


図 24 錘具出土報告点数(実線)と錘具標準化存在確率密度の総和 *SumDc*(破線)の通時的増減(対数)
 Figure 24 Logarithmic chert of diachronic change of the reported number of sinkers (solid) and *SumDc* (dashed)

7. 東京・横浜地域における縄文網漁の盛衰

遺物の存在確率密度が高い地区ほど、その遺物を用いた活動がさかんに行われていたという仮定を採用するならば、以上の解析結果から、東京・横浜地域における縄文時代網漁の盛衰という文化動態を描き出すことができる。

縄文時代の網漁は、土器片錘の初現が草創期の夏島式段階であることから、草創期から始まったとする説もあるが（渡辺 1984）、遺物標準化存在確率密度で見ると、縄文前期までは網漁が行われたとしても非常に低調であったことがうかがえる。縄文早期までは丘陵地帯に陥穴が盛んに作られるなど動物狩猟の比重が高かったようである。また、縄文海進に対応する形で関東平野の奥部に貝塚が形成される縄文前期には、ヤスを使用する刺突漁が漁撈活動の主流をなしていたらしい（松田 2006）。今回の分析によれば、東京・横浜地域の湾岸部と多摩川流域で土器片錘を用いた網漁が本格化するのには縄文中期中葉の勝坂 I 式期で、中期後葉の加曾利 E1 式期に最も盛んになり、加曾利 E1V 式期以降に衰退に転じる。このパターンは、当該地域における縄文中期後半の住居数急増から読み取れる人口増現象（今村 1999：104-105）と一致するので、この時期には爆発的に増加した人口を支持するために、内湾域および淡水域で網漁という集約的な食料獲得活動が行われたと推測することができる。なお、後続する縄文後期には、東京湾湾口部での刺突漁が主流となったようである（内山 1997）。

8. まとめ：時間尺度の標準化によって「見えてくる」こと

以上、錘具の分布密度から読み取れる縄文時代網漁の盛衰を題材に、時間尺度の標準化によって文化動態を読み解く方法の一例を提示した。解析結果はおおむね、縄文中期に土器片錘を利用した網漁が盛行するという従前の見解（渡辺 1984；小林 1989）を支持するものであったが、新たに網漁流行の開始が勝坂 I 式期、衰退の始まりが加曾利 E1V 式期にあたり、堀之内 I 式期に一時的に流行が復活することを明示できた。もし、時系列分布図を、あたかも天気予報番組のアメダス気象図のように、カラーアニメーションでお見せすることができれば、いっそう視覚的に分布の変遷を理解していただけたらと思う。

今回提示した標準化式(1)および(2)は、考古編年のように時間尺度の大区分(たとえば縄文時代)・中区分(草創・早・前・中・後・晩期)・小区分(土器型式)が入れ子状になっていて、分析対象物(考古遺物)の中に年代決定精度が小区分レベルのものと大区分ないし中区分止まりのものが混ざっているときに、小区分レベルまで高解像度を保持しつつ対象物の出現頻度を推定するのに有効である。また、(3)および(4)式を用いることによって、時間尺度を標準化して各期の分布パターンを比較でき、文化動態をより精確に把握することが可能となる。これまで考古学 GIS の分野で開発が進められてきた「予測モデリング」(predictive modeling; Verhagen 2007)が、既知の分布パター

ンを未知の他地域に適用するという外挿的なアプローチだったのに対し、今回提案した手法は既知の遺物数から対象地域内の分布を補間的に推定するという内挿的なアプローチを採っている。今後は、発掘面積や調査精度のバイアスを標準化する方法（近藤 2007 : 19-20）などと合わせて、より精確な遺物分布の標準化モデルを構築していくことが課題となろう。

最後に、もう一度議論の出発点に戻ってみよう。本稿で示したような遺跡・遺物の時系列分布図(図 1-2, 4-23) を観察するとき、私たちは実際のところ何を見ているのだろうか。一枚一枚の分布図は、過去のある時間幅を切り取った時間切片 (time slice) である。それは考古学的な何がしかの文化動態の一断面を切り取った切片ではあるけれども、それは遠い昔にさかのぼるほど、ある瞬間を切り取ったものでも、ある一日、一か月、一年を切り取ったものでもなく、何十、何百、何千年という長い時間をかけて文化活動の痕跡が澱のように蓄積されたものを、美術のマッピング (墨流し) 技法のように平面図に写し取ったものである。私たちはつい、分布図に示された遺跡や遺物があたかもすべて同時に存在したかのように考えたくなるが、それは多くの場合、錯覚である。その錯覚を取り除き、より精度の高い文化動態を見ようとして、時間幅を狭めた細別時期の遺跡・遺物分布図を作成すると、かえって標本数の不足から「解像度」が足りず傾向がぼやけてしまうことがある(図 2)。そこで補正のために本稿で提案した確率モデルを用いると、見かけ上の「解像度」は上がるが(図 5-23)、それが文化動態の実態を正しく反映したものであるかどうかは、考古学的見地から判定しなければならない。もしかすると、確率モデルそのものが、霞のようにかかって私たちを幻惑するかもしれない。この点にはじゅうぶん注意を要する。特に、近年研究上の関心が高まっている「景観」(landscape) という論点を考える際にはなおさらである。この、景観と時空間尺度の問題 (Rossignol and Wandsnider (eds.) 1992 ; Lock (ed.) 2000) については、別の機会に掘り下げて議論してみたい。

本稿は、空間情報科学と考古学に関する国際研究集会 ISA 2007 (於・ツール大学) および第 2 回文化遺産のデジタルドキュメンテーションと利活用に関するワークショップ (於・奈良文化財研究所) における発表内容を再構成したものである。本稿の原案に対しては、今村啓爾教授をはじめとする東京大学考古学研究室の諸氏と、宇野隆夫教授 (国際日本文化研究センター) はじめとする考古学 GIS の専門家諸氏から多くの有益なコメントを賜った。また、国際学会 CAA 2008 (於・ハンガリー科学アカデミー) においてエンリコ・クレーマ氏 (Enrico 2008) が千葉の縄文遺跡を対象に時間尺度の補正に基づく空間分析を試みていることを知り、大いに刺激を受けた。研究の遂行にあたっては、平成 19 年度笹川科学研究助成ならびに平成 20 年度日本学術振興会科学研究費補助金 (特別研究員奨励費 20-238) による支援を受けた。ここに記して感謝申し上げる。

〈引用文献〉

- 今村啓爾 1997 「縄文時代の住居址数と人口の変動」 藤本強（編）『住の考古学』同成社, 45-60
- 今村啓爾 1999 『縄文の実像を求めて』歴史文化ライブラリー 76, 吉川弘文館
- 内山純蔵 1997 「縄文時代後期の関東地方における漁労活動：先史生業活動復元への GIS の応用」『国立民族学博物館研究報告』22 (2) : 375-424
- 宇野隆夫編 2006 『実践考古学 GIS：先端時術で歴史空間を読む』NTT 出版
- 近藤康久 2007 「武蔵野－多摩－鶴見地域における縄文時代錘具の分布評価：GIS で考古遺物の性格を読み解く」『東京大学考古学研究室研究紀要』21: 1-82
- 後藤 明 1997 「ハワイ諸島における先史時代のセツルメント・システム：空間的分析のための基礎作業」藤本強（編）『住の考古学』同成社, 314-330
- 小林謙一 1989 「縄文時代中期前葉段階の土器片錘に見る生業活動：地域文化成立過程の考古学的研究」『古代文化』41 (4) : 24-37
- 小林謙一 2004 『縄紋社会研究の新視点：炭素 14 年代測定の利用』六一書房
- 佐原 真 1985 「分布論」『研究の方法』岩波講座日本考古学 1, 岩波書店（再録：2005 金関恕・春成秀爾編『佐原真の仕事 1：道具の考古学』岩波書店, 98-154）
- 高瀬克範 2005 「仙台平野とその周辺における占地特性：縄文時代晩期と弥生時代の包含地群解析から」『古代文化』57/5: 21-30
- 松田光太郎 2006 「縄文時代前期の東京湾における漁撈の様相」『神奈川考古』42: 1-36
- 渡辺 誠 1984 『縄文時代の漁業』3 版, 雄山閣
- Childe, V. Gordon 1925 *The Dawn of European Civilization*. Kegan Paul.
- Conolly, James and Mark Lake 2006 *Geographical Information Systems in Archaeology*. Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge University Press.
- Enrico, Crema R. 2008 Integrating temporal uncertainty in first and second order spatial analysis. Paper presented at CAA 2008 held at Hungarian Academy of Science, Budapest, on 2-6 April 2008.
- Hodder, Ian and Clive Orton 1976 *Spatial Analysis in Archaeology*. New Studies in Archaeology. Cambridge University Press.
- Kobayashi, Ken'ichi 2004 *New Perspective of Study on Jomon Society: Applied Radiocarbon Dating to Archaeological Methodology*. Rokuichi Shobou.
- Kondo, Yasuhisa 2007 Interpretating archaeological objects using GIS: spatial analysis of the Jomon sinker distribution in the Tokyo-Yokohama district, East Japan. *Bulletin of the Department of Archaeology, The University of Tokyo* 21: 1-82.
- Kondo, Yasuhisa in press Where did they go fishing? A multiscale spatial analysis of the Jomon net fishing activities in the Tokyo-Yokohama district, East Japan. In: I. Herzog, K. Lambers and A. Posluschny (eds.) *Layers of Perception: Advanced Technological Means to Illustrate Our Past. Proceedings of CAA 2007, Berlin*.
- Lock, Gary (ed.) 2000 *Beyond the Map: Archaeology and Spatial Technologies*. NATO Science Series A-321. IOS Press.
- Lock, Gary and Brian L. Molyneux (eds.) 2006 *Confronting Scale in Archaeology: Issues of Theory and Practice*. Springer.
- Lucas, Gavin 2005 *The Archaeology of Time*. Themes in Archaeology. Routledge.
- Ramenofsky, Ann F. and Anastasia Stefan (eds.) 1998 *Unit Issues in Archaeology: Measuring, Time, Space, and Material*. Foundations of Archaeological Inquiry. The University of Utah Press.
- Rossignol, Jacqueline and LuAnn Wandsnider (eds.) 1992 *Space, Time, and Archaeological Landscapes*. Interdisciplinary Contributions to Archaeology. Plenum Press.

文化動態をできるだけ正確に把握するための標準化時間確率モデリング

Uchiyama, Junzo 1997 Jomon fishing activity in the Kanto district in the Late Phase (4,000-3,000ybp): Spatial analysis of prehistoric subsistence using GIS. *Bulletin of the National Museum of Ethnology* 22/2: 375-424.

Verhagen, Philip 2007 *Case Studies in Archaeological Predictive Modeling*. Leiden University Press.

Towards Better Understanding of Cultural Dynamics through Standardized Time Probability Modeling From the Case Study of the Jomon Net Fishing Activities in the Tokyo-Yokohama Region (East Japan)

KONDO Yasuhisa

Recent developments of GIS-aided approaches in archaeology have evoked the issue of scale: archaeological patterns, or cultural dynamics, could be perceived and interpreted differently when different analytical scales are applied (Lock and Molyneaux (eds.) 2006; Kondo in press). In comparison to spatial scales, however, it appears that less attention has been paid to timescales - another important analytical scale in archaeology (Lucas 2005). Recently in Japan, in addition to the high-density archaeological dataset, the AMS radiocarbon dating has provided a revised and more accurate chronological framework towards the Jomon period (Kobayashi 2004). Hence, this paper presents an experimental approach to visualize past cultural dynamics through a standardized time probability model, employing Jomon net fishing activities in Tokyo-Yokohama district (Figure 1) as a case study.

The time probability modeling is based on the assumption that spatial density and distribution of sinkers may, more or less, reflect the intensity and possible locations of the Jomon net fishing activities. However, the perceived distribution of artifacts is probably affected by several factors such as sedimentation, excavation intensity, and periodization. In order to reduce the spatial biases, the 1km-grid kernel density of the sinker frequency is estimated using the chronological probability model, taking into account the undated specimen (Figure 3). In this model, the expected value of a given time period i (P_i) is calculated in dependence upon the relative frequency of given sinkers (Equation 1). The P_i value is summed up at each site (E_i in Equation 2) and then converted to kernel density per 1 km². Subsequently, time span of each stage (T_i) is standardized referring to the new radiocarbon dates (Kobayashi 2004). The 500-year scale is used for macro-level analysis (Figures 6-11), while micro-level phases are analyzed by the 100-year unit (Dc_i in Equation 3; Figures 12-23). The frequency of the all sinker sites is summed up to get the standardized density per 100 years in the study area ($SumDc$) as a unified scale to observe changing cultural dynamics through time (Equation 4; Figures 4 and 23).

The time slice maps of sinkers created by the above-mentioned procedure indicate the following results: (1) The accumulated distribution map for the all Jomon period (Figure 2) shows the dense clusters of net sinkers on the upland terrace in the proximity of the major river valleys and paleo-coastline. (2) The standardized time maps of the traditional six sub-periods (Figures 6-11) indicate a dramatic increase of net sinkers in the Middle Jomon period (3500 – 2500 cal. BC) and subsequent decline in the Late and Final Jomon period (2500 – 800 cal. BC). It is also noted that the standardized density per 100 years ($SumDc$) of the Middle Jomon period is about 100 times larger than that of the Early Jomon and 10 times than the Late Jomon stage. (3) The other series of standardized time maps (Figures 12-23) and the $SumDc$ values from the end of the Early Jomon (3650 BC) to the middle of the Late Jomon (2000 BC) provide chronological sequence in higher resolution (Figures 12-24): the intensive use of sinkers began in the Katsusaka I phase (Figure 14); its full boom took place during the Kasori-E I phase (Figure 17); the significant decline started in the Kasori-E IV phase (Figure 20); and, in the trajectory of declination, a short-term rebound occurred in the Horinouchi I phase (Figure 22).

With a combination of the different levels of standardized timescale, the diachronic change of the sinker density is more clearly distinguished. This may be associated with the long-term and gradual transformation of the

fishing strategies. The net fishing became predominant during the Katsusaka and Kasori-E phases. This phenomenon synchronizes the development of the extremely high-density population. The intensive net fishing was conducted to sustain the large population. Then, synchronized with the population decreases, the net fishing in the inner bay was gradually replaced by harpoon fishing in the bay mouse zone (Uchiyama 1997).

The distribution maps in this paper have clearly indicated that the standardized timescales well illustrate dynamics of the past human activities. It is also clear that the multiple timescales are capable of extracting different (micro, macro, and in-between) scales of cultural dynamics. It is important, therefore, to elaborate the procedure of timescale standardization, with more accurate dating and probability modeling, in order to acquire better understandings of the spatio-chronological dynamics of the material culture.

