【調査報告】

箱館戦争戦跡の考古学的調査

〜北斗市二股台場の測量調査〜

石井　淳平,野村　祐一,塚田　直哉,時田　太一郎

キーワード：箱館戦争　野戦築城　可視領域

要旨

要旨ここから

１．はじめに

　北海道の南西部、北斗市山中の台場山に、「二股台場」（北海道教育委員会埋蔵文化財包蔵地「台場山遺跡」（B-06-102））として知られる塹壕群が残されている。これらの塹壕は、明治2年（1869）の戦いで旧幕府軍が構築したと伝えられている。箱館戦争の戦跡としてだけではなく、城郭史研究の視点からも重要な遺跡である。

　本調査ではこれまで知られている台場山周辺の塹壕群の測量を行い、塹壕群の形状と位置の記録を行った。2018年と2019年の調査において既知の17箇所の塹壕跡のうち　箇所と新発見の塹壕跡1箇所の測量調査を実施した。

２．二股台場の位置

　二股台場は北斗市大野町市街地から北西約10km上流の大野川左岸、大野川とその支流である二股沢川の合流点付近に位置する。大野市街地から二股沢川付近までは大野川に沿って平坦な地形が続くが、二股台場塹壕群の所在する尾根を境に、これより上流では尾根と谷が交互に現れる急峻な地形となる（図\ref{dounan}〜\ref{oonoassabu}）。

　二股台場塹壕群は標高261mの台場山と、これと一連の尾根をなす339m峰との間の尾根上に確認されており、二股沢川にと並行に北方から大野川にむかって傾斜する尾根上に塹壕群が並ぶ（図\ref{haiti}）。最高地点に立地する塹壕（F15）は標高約330m、最低地点に立地する塹壕（F16）は約200mである（図\ref{haiti\_tate}）。尾根の鞍部を旧道である「鶉山道」が横切っており、塹壕群は鞍部をはさんで南北に分かれる。

　新政府軍の攻撃正面となった尾根の西側斜面は鶉山道南側では平均傾斜約20度、鶉山道北側では約30度である。

\includegraphics[width=160truemm]{fig/dounan.pdf}

\caption{二股台場の位置と明治2年箱館戦争}

\includegraphics[width=160truemm]{fig/oonoassabu.pdf}

\caption{「鶉山道」と二股台場}

\includegraphics[width=160truemm]{fig/haitizu.pdf}

\caption{二股台場周辺の地形と塹壕配置}

３．箱館戦争と二股台場

（１）明治2年箱館戦争

　明治2年（1869）4月9日に北海道南西部の乙部に上陸した新政府軍は、ただちに西部の要衝である江差を占領した。新政府軍は「松前口」、「二股口」、「木古内口」、「安野呂口」の４つの攻撃軸を設定した。このうち、松前城のある「松前口」にもっとも大きな兵力が割かれており、ついで大きな兵力が派遣されたのが、現在の厚沢部町から北斗市を経由して箱館へ至る「二股口」である。

　この動きを察知した旧幕府軍は、４月11日頃「台場山」に到着し、ここに陣地を構築する。『北国戦争概略衝鉾隊之記』によると、当初旧幕府軍は台場山の対岸にあたる大野川右岸の「峠新道」に陣地を構築していたが、新政府軍が旧道を進むとの情報を得たため台場山に転陣したという。

（２）二股口の戦闘

　二股台場に対する新政府軍の攻撃は4月13日の夕方頃にはじまったとされている（『北国戦争概略衝鉾隊之記』、『南柯紀行』）。二股台場から3kmほど西側の天狗岳付近にあった旧幕府軍の前進陣地に対する攻撃から、撤退する旧幕府軍を追って追撃戦がなされ、二股台場をめぐる攻防戦が開始された。戦闘は夜通し行われたとされるが、攻めあぐねた新政府軍は退却する。

　2度めの戦闘は、4月23日の夕方頃とされる（前掲）。再び二股台場付近での戦闘となった。戦闘はこの日から翌々日の25日も夜通し続けられたが、二股台場からの逆襲を受けて新政府軍が敗走する場面もあり、二股台場の攻略に失敗した。26日早朝にはすべての新政府軍が二股台場周辺から撤退した。

（３）二股台場から退却

　その後、二股台場をめぐる大規模な戦闘は行われなかった。この間、松前口、木古内口での戦況は旧幕府軍にとって次第に悪化した。函館平野の入り口にあたる矢不来の防御戦闘が失敗に終わったことから、二股台場は戦略的な意味を失うこことなった。

　4月29日、二股台場を守備していた旧幕府軍は陣地を放棄し、箱館五稜郭へ撤退した。守備隊の撤退により、二股台場は役割を終えることとなる。

４．研究史

（１）河野常吉による史蹟名勝天然紀念物調査

　北海道庁の河野常吉による調査が大正11年（1922）に行われている。調査成果は大正13年の『北海道史跡名勝天然念物調査報告書』の中で報告されている。掲載された見取り図には台場山に4基、339m峰に「大砲台場跡」1基を含む10基、二股沢川に近い低地に2基、合計16基の塹壕が記載されている。なお記載の塹壕のうち11基は聞き取りによるもので、踏査では5基の塹壕のみ確認されている。

（２）毛利剛の踏査

　2012年に、毛利剛（函館市在住）により塹壕の踏査が行われ、GPSによる位置記録、塹壕の略測図が作成された。調査成果については『二股口台場』（2012）としてまとめられ、F-1〜F-17までの17箇所の塹壕が位置情報や写真、略図とともに記録されている。

５．調査の方法

（１）基準点と基線

　それぞれの塹壕に対して任意の基準点を設置した。基準点はハンディGPS（Garmin社製etrex20J）を用いて座標を計測した。座標計測に際しては、基準点に5分以上設置し平均値を測定した。

　基準点から、遺構測量に適当な方向に基準線を設定し、これを基線として平面図を作成した。平面図には登山用のコンパスで測定した磁北を記入した。後述する幾何補正は、基線の方位角と基準点から図面上に手作業でGCPポイント（座標の定まった基準点）を算出した。

（２）実測の方法

　現地での測量図は縮尺20分1を原則とし、F01では縮尺100分1で作図した。

（３）GISでの作図

　現地測量図は以下の手順でデジタル化しGISデータを作成した。投影系・座標系は「JGD2000UTMzone54」を使用した。

1. 現地での測量図をもとに素図を作成した。

2. これをA3版に縮小して200dpiでスキャンした。

3. スキャン画像をQGISに取り込み幾何補正を行った。

4. 幾何補正された遺構図をQGIS上でトレースしベクタデータを作成した。

（４）LocalWikiによる調査状況の公開

　本調査については、調査中からLocalWiki\footnote{

地域に関する記事を集積するウェブプラットフォーム。クリエイティブ・コモンズライセンス 表示による公開が原則である。誰でも自由に新しいWiki（リージョン）を立ち上げて編集することができる。

}

にリージョン「北斗市二股台場」（https://ja.localwiki.org/futamata/）を開設し、調査状況や遺構配置図、関連資料についてリアルタイムで公開した。

（５）GitHubによる調査データの公開

調査に関する写真、図面、GISデータはGitHub\footnote{

Gitはバージョン管理システムの一種で複数ユーザーによるデータ更新の履歴を管理することを目的とする。GitHubはGitの仕組みを利用したウェブサービスで、ウェブ上にあるリモートリポジトリは公開が原則となる。

}

（https://github.com/IshiiJunpei/Futamata）で管理・公開している。GitHubを利用するメリットは、調査データの管理と公開を同時に行うとともに、データの変更履歴がすべて記録されるため、改ざん行為が原則的に不可能となる点である。

　また、調査の成果を汎用性の高いGISデータ\footnote{

GISデータは.gpkg（Geopackages）形式で保存した。

}

で運用・保存することで環境に依存せずに調査成果の再利用が可能となっている。

６．調査の経過

（１）2017年11月5日

調査内容 F01塹壕の測量調査

調査者 石井淳平

（２）2018年4月28日

調査内容 F03、F04、F18塹壕の測量調査。F02塹壕は発見できなかった。

調査者 野村祐一、石井淳平、石井遼平

（３）2018年5月26日

調査内容 F08、F12塹壕の測量調査及び鶉山道北側高所の塹壕群の位置把握を行った。F07、F09、F10、F11、F13、F15を確認することができたが、F05、F06、F07、F14については発見できなかった。

調査者 野村祐一、塚田直哉、石井淳平

（４）2019年4月30日

調査内容 F09、F10、F19の測量調査

調査者 野村祐一、塚田直哉、桜井、石井淳平

（５）2019年6月9日

調査内容 F11、F13、F15測量調査

調査者 野村祐一、時田太一郎、石井淳平

（６）2019年10月6日

調査内容　天狗岳塹壕跡の踏査を行ったが、発見できなかった。

調査者 石井淳平

７．塹壕配置

　図\ref{haiti\_tate}に示すように、塹壕群は鶉山道で南北に分断される。もっとも長大なF01塹壕は鶉山道の南側で山道に北端を接している。山道北側の塹壕群が山道を見下ろす位置にあり山道の北側側面に面して配置される。339m峰に近い尾根の高所にもF10、F11、F13、F15塹壕が配置される。

\includegraphics[width=160truemm]{fig/haitizu\_tate.pdf}

\caption{塹壕配置}

８．主な塹壕

（１）F01塹壕（図\ref{f01}）

　「イナズマ型塹壕」として知られる塹壕である。二股台場塹壕群中もっとも延長が長く30mを超える。「イナズマ」の由来となった塹壕の屈曲については平面図上では明瞭ではなく、意図的な屈曲というよりも、地形にそって塹壕が構築されたためジグザグにみえるようである。また、毛利剛（2012,p10）が指摘するように河野常吉（1924）の調査ではこのような長大な塹壕は確認されていないことから、複数の塹壕が見学者の踏み跡によってつながって見えるようになってしまった可能性も否定できない。X=4643830ライン付近は意図的な突出部と考えられる。

\begin{figure}[h]

\centering

\includegraphics[width=160truemm]{fig/F01.pdf}

\caption{F01塹壕}

（２）F18塹壕（図\ref{f18}）}

　今回の調査で新たに発見した塹壕である。F04から南東に約35mのところに位置する。確認された塹壕の中でもっとも尾根の先端に位置する。長軸は南北で長さ約10mである。斜面を削り出して幅4m、長さ8mの平坦地を形成する。

\includegraphics[width=160truemm]{fig/F18.pdf}

\caption{F18塹壕}

（３）F19塹壕

　「塹壕」の呼称は不適切かもしれない。鶉山道に隣接して構築される。

（４）F12塹壕（図\ref{f12}）

　F19の北に位置し、鶉山道北側の塹壕軍では最も鶉山道に近くに位置する。鶉山道を挟んでF01塹壕がある。北東-南西方向の斜面に構築される。塹壕の掘り込みは不明瞭で土塁はクランク状に2度屈曲する。土塁の延長は約20mである。

\includegraphics[width=160truemm]{fig/F12.pdf}

\caption{F12塹壕}

%%%%

\subsection{F08塹壕（図\ref{f08}）}

F12塹壕から北西に約100mのところに位置し、F12からは小さな沢を挟んだ尾根上に立地する。約30度の斜面に構築される。南側は斜面を削り込んで幅約3mの平坦面をつくりだす。

\begin{figure}[h]

\centering

\includegraphics[width=160truemm]{fig/F08.pdf}

\caption{F08塹壕}

\label{f08}

\end{figure}

１．分布論における遺跡予測モデルの位置づけ

(1)考古学における分布論と研究史

ゴードン・チャイルド（1956）は「分布区分の設定」に1章を割き、分布論について整理した。チャイルドによれば、考古学における「文化」は編年的に分類されるとともに、分布論的にも分類されなければならず、「文化は編年的分類単位というより分布的分類の単位」と述べている。さらに「分布的分類の単位」は「共存緒型式の常時的な組み合わせ」であり、そうした「共存緒型式の常時的な組み合わせ」＝「考古文化の分布」は「その文化を創り上げた人たちの住地を示すことになる」と評価する。

　佐原真（1985）は「考古資料の不在には「本来の不在」と、本来は実在しながら「いま不在」のものとがある」とし、史料に記載された国衙・国分寺・郡衙の数と発見された遺跡数を比較し「考古資料の数の現状把握がどんなに不完全か、考古資料の種類によって把握状況がいかに不揃いであるかに注目して頂きたい」として、「空白のこわさ」を指摘する。

　長岡文紀（2009）は佐原の指摘を踏まえ、遺跡分布密度研究の前提条件を整理し、神奈川県を対象とした傾向面分析をおこなった。長岡は遺跡密度に影響を及ぼす諸要因として、山地や丘陵地では森林に覆われて遺跡が発見されにくこと、火山灰の層厚が分布密度を左右すること、開発行為による遺跡の発見などを指摘している。このような諸要因によるバイアスを評価して遺跡分布を理解するために「確率論的な分析を行うことは、その手法として極めて有効」と結論付ける。

　北海道島を対象とした遺跡分布研究として、小杉康（2009）のカーネル密度推定を用いた遺跡密度の分析がある。小杉は北海道島の縄文時代遺跡を対象として、時期ごとの遺跡密度分布を明らかにした。小杉は時代を越えて繰り返し現れる高密度の分布域が「「歴史的な地域（超越的地域）」として、その実態がその輪郭を現しつつある状況を読み取ることが可能」とし、密度分布から歴史的空間単位の読み取りを試みている。小杉の特徴は、密度分析を分布論として明確に展開している点である。小杉は分布論を取り上げた別稿（小杉 2011）において、カーネル密度推定を用いた遺跡密度の分析を「考古学的な分布現象と地域との関係」として紹介している。チャイルドの「分布区分の設定」の原題が「WHO DID IT？」であることから、分布論が考古学的現象の背後にある社会的な実態と分かちがたく結びついていることを「「誰」と「どこ」とは近しい関係にある」と述べる。

　考古学における遺跡・遺物分布の手法に関する古典としてイアン・ホッダー（1976）の研究がある。ホッダーの業績は空間分布のパターンの評価や解析の全般にわたり、それらのに関する統計的な分析手法を紹介したほか、遺跡と遺跡環境の関係について1章を用意し、植生や土質、標高、道路からの距離が遺跡や遺物の分布パターンに与える影響の評価方法を示した。これは後の遺跡予測モデル（Predictive modering）につながるものといえる。

　寺村裕史（2014）は「遺跡立地の認知景観」を扱う考古学領域として「景観考古学」を紹介し、GISを活用した研究方法の有効性を訴えている。寺村によれば地理学などでいう「景観」とは、「地表の姿として客観的に記述する立場」と「空間そのものではなく人間と周りの環境との間の認知（視覚・知覚）による関係性において成り立つ、という立場」があるという。景観考古学的なアプローチによる研究は、宇野隆夫（2006a,2010）、津村宏臣ら（2000,2002a,2002b,西本ほか2001,西本ほか2002）によって精力的に進められている。宇野（2006.p4-5）は佐原（1985）の分布論について「現状の不備な考古資料による分布論の危険性が強調されたが、それでは考古学は永久に分布論が出液ないということになりかねない」と批判し、「空間分析はそのような限界や分析結果の信頼度を検証することも視野に入れて鍛えられてきた」とする。また、GISの利用について「多くの種類や時代の資料を修正して対等に分析し、独自の解釈を行うことが容易とな」り、「個人レベルで研究の総合化と通時代化が進む」と予測する（宇野 2006,p401）。

(2)分布論と遺跡予測モデル

　分布論においてつきまとう「空白」の評価について、前出の佐原が述べるように「考古資料の数の現状把握」の「不完全さ」は分布論の限界と考えられてきた。津村（2010）はこうした佐原の分布論について「実在だけを絶対視し、不在に依拠した議論を避けるという、再現性のない定量評価を肯定した」と批判し、欧米では「Predictive Modeling（予測評価モデル分析）によって、確率論的に遺跡存在を定量評価してきた」と述べる。

　遺跡予測に関する初期の研究事例としてタンザニア北部のセレンゲティ国立公園を対象として石器の分布予測を行った衣笠聡史（2001）の業績がある。衣笠は既知の石器採集地点の標高、傾斜度、斜面方位、河川からの距離、水たまりからの距離、コピーからの距離を独立変数とし、1haあたりの石器点数を従属変数とする重回帰分析を行った。

　津村宏臣（2006）は千葉県域の貝塚遺跡を対象として遺跡予測を行った。独立変数として標高、傾斜度、傾斜方向、日照量、水はけ（Run-off Modeling）、太平洋・東京湾・汽水域・河川からの距離、地表土壌、表層地質を選定し、遺跡存在を従属変数として重回帰分析を行った。津村の問題意識は遺跡立地を演繹的にとらえることであり、科学的に再現性のある検証可能な手法として位置づけようとすることである。そうした手法によって、「遺跡存在可能性ハザードマップ」などの作成が可能であり、「研究としての学術情報が、行政的マネージメント融合した新しい基軸となる」とする。

(3)遺跡予測モデル作成の意義

　分布論は遺跡の空間的配置の表現とその幾何学的特徴を把握する段階を出発点とし、立地の特徴に関連する土地の属性や認知属性との関わりを考える「景観考古学」的なアプローチ、さらに立地に関する土地の属性を定量的に把握する遺跡の「Predictive Modeling（予測評価モデル分析）」などに発展してきた。古典的な分布論では「具体的な議論であって抽象論や曖昧は成立しない」（小野 1978）、「本来「考古学の分布論」は、その実例を具体的にくわしく論じることに目的がある」（佐原 1985）とされ、経験論的に取り扱うべきと考えられてきた。こうした分布論に対して、遺跡予測モデルは定量的、演繹的なアプローチを可能にするものである。

　演繹的とは存在を確認された遺跡にとどまらず、初期条件によって遺跡が存在する可能性の変化を検討することである。遺跡の存在を確率的な事象として扱うことが遺跡予測モデルであり、遺跡予測モデルの作成を通して過去の人類の活動と自然的・人文的環境との関係を確率論的に明らかにすることが可能となる。このことは考古学が他の学問領域と共通の基盤によって過去の人類社会を明らかにすることにつながる。

　さらに、遺跡予測モデルの定量的・演繹的なアプローチは、考古学の成果を現実的な社会的なリスク管理の基礎データとして活用可能である。「遺跡がありそう」、「遺跡がなさそう」という埋蔵文化財行政内部で行われる主観的な判断が遺跡の有無という社会的なリスクを大きく左右する現状は、埋蔵文化財保護行政の権威から離れては成立し得ない。しかし、定量的・演繹的なアプローチによる検証可能性は、初期条件（学術的な成果）が同じならば誰が判断しても同じ結果をもたらす。このことは、学問的な判断と行政的な判断の役割を明確に分断し、リスク管理の基礎データとして考古学の成果の価値を高めることにつながるのである。

２．方法

(1)分析対象範囲

　分析対象としたのは、北海道南部の厚沢部町行政界を中心とした南北約34km、東西約28kmの方形の領域である（図\ref{area}）。領域内の遺跡数は145箇所である。

　本領域は筆者が勤務する厚沢部町役場の行政区域を中心とする区域であるため筆者が、実際の地形や遺跡の位置を感覚的に把握している。そのため、分析結果の判断や検証が容易であることから本区域を分析対象範囲とした。

分析対象範囲図を図を挿入

\caption{分析対象範囲}\label{area}

(2)使用データ

分析に使用した地形データは国土地理院発行「基盤地図情報数値標高モデル（10mメッシュ）」で、厚沢部町の行政区域を中心とした南北約34km、東西約28kmの方形の領域を切り出した。河川からの距離地図作成に用いた河川データは国土交通省国土政策局発行「国土数値情報（河川データ）」を使用した。遺跡の位置は北海道教育委員会が公開している「北の遺跡案内」掲載の座標データ(2)を使用した。

３．使用ソフトウェア

以下のフリー・オープンソース・ソフトウェア群を使用した。

QGIS2.18.2 地形図の描画・出力に使用した。SAGA GISは本ソフトウェアの「プロセッシング」機能を活用し、QGISから操作した。

GDAL DEMから傾斜角度や傾斜方位など基礎的な地形指標を算出する際に使用した。

GRASS GIS6.4.4 日射量の算出に使用した。

SAGA GIS2.1.2 曲率や天空率、湿潤指標の算出に使用した。

R3.3.2 ロジスティック回帰分析と遺跡予測地図のラスタ計算に使用した。地形指標のグラフ作成にはggplot2パッケージを使用した。

(2)分析に用いた地形指標

　分析に用いた地形指標は表\ref{sihyou}及び図\ref{tikei1}のとおりである。「河川からの距離」は国土交通省国土政策局発行「国土数値情報（河川データ）」をもとに作成し、それ以外の地形指標は全て「基盤地図情報数値標高モデル（10mメッシュ）」を利用して作成した。



（地形指標の図を挿入）

\caption{地形指標}\label{tikei1}

(2)自然地形データの作成

　遺跡確認地点145箇所と比較するためのデータとして、分析対象領域内に1,000点のランダムポイントを生成し(3)、このポイントを遺跡未確認地点とした。遺跡確認地点145箇所、未確認地点1,000箇所のポイントデータに地形指標を付値し(4)、以降の分析に使用した。

(3)分析の手順

・地形指標の相関性の検討

・地形指標の正規性の検討

・遺跡確認地点と未確認地点の地形指標の等分散性の検討

・遺跡確認地点と未確認地点の地形指標の差の検討

・傾斜方位の差の検討

・logistick回帰分析に使用する地形指標の選定

・logistick回帰分析による予測式の作成

・予測式による遺跡予測地図の作成

３．地形指標の選定

(1)相関性の検討

　ロジスティック回帰分析における多重共線性(5)の影響を排除するため、相関係数(6)を検討した（表2）。

傾斜と湿潤指標で高い相関がみられたことから散布図を作成した（図\ref{plot}）。

（傾斜と湿潤指標の散布図）

\caption{傾斜と湿潤指標}

　傾斜と湿潤指標は線形関係が認められない(7)ことから、両方を独立変数として採用しても多重共線性にともなう問題は生じないと判断する。

(2)正規性の検討

　ロジスティック回帰分析は必ずしも正規性や等分散性を仮定しないが、変数選択のために行う遺跡確認地点と未確認地点との差の検定方法を決定する上で正規性の検討が必要となる(8)。

　有意確率1%で正規性が棄却できないのは、傾斜「自然地形」、湿潤指標「遺跡立地」の2つである(9)。「遺跡立地」、「自然地形」ともに正規性が棄却できない地形指標はない。



(3)等分散性の検討

「遺跡立地」と「自然地形」の等分散性の検定を行った（表\ref{var}）。等分散を仮定できない(10)地形指標は、天空率、標高、日射量である。



(4)中央値の差の検討

　多くの地形指標で正規性と等分散性を仮定できないことから、マン・ホイットニーのU検定により「遺跡立地」と「自然地形」の中央値の差の検定を行った（表\ref{U}）。確率1%で有意差が認められるのは、天空率、傾斜、標高、湿潤指標の4指標である。

　「遺跡立地」と「自然地形」で有意差が認められた4つの地形指標の中央値の差を箱ひげ図により可視化して検討した（図\ref{box}）。いずれの地形指標も明確に差が認められる。



(5)傾斜方位の差の検討

　傾斜方位については「北」、「東」、「南」、「西」の4方位に区分した。4方位の分布は図\ref{asp\_bar}に示すとおりである。

（傾斜方位の図）

\caption{傾斜方位}

傾斜方位と遺跡有無の2変数でカイ二乗検定を実施した。結果は下記のとおりである。p値は0.03192で有意確率1\%で棄却できないことから、遺跡ありと遺跡なしでは傾斜方位に有意な差は認められないと判断する。

X-squared = 8.8104, df = 3, p-value = 0.03192

(6)地形指標の選択

　現時点でロジスティック回帰分析の独立変数として使用する地形指標の候補は、中央値の差の検定で有意な差が認められた天空率、傾斜、標高、湿潤指標の4指標である。

　4指標のうち問題となるのは標高である。標高と遺跡立地との間に相関関係があることは明確であるが、天空率、傾斜、湿潤指標のような土地の形状・性質を示す指標とは性質が異なるものである。また、「河川からの距離」を除いたすべての地形指標は標高データをもとに作成している。このため、標高を独立変数としてロジスティック回帰分析を行った場合、低標高地の評価が実際の遺跡立地よりもかなり高く算出されてしまう恐れがある。したがって、ロジスティック回帰分析の独立変数として採用するのは標高を除いた天空率、傾斜、湿潤指標の3指標とする。

４．ロジスティック回帰分析

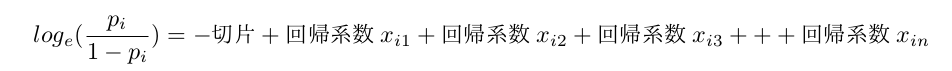
(1)回帰分析の結果

　天空率、傾斜、湿潤指標の3指標を用いてロジスティック回帰分析を行った結果は表\ref{logit}のとおりである。

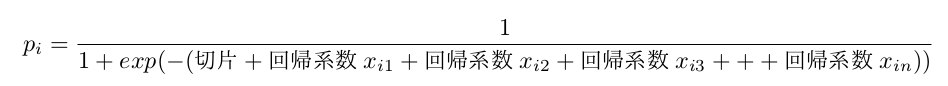


(2)遺跡予測地図の算出

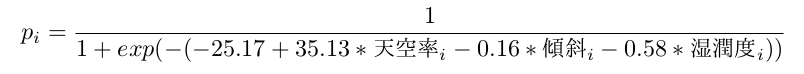
　ロジスティック回帰分析は以下の式を用いて、複数の独立変数xで従属変数が1となる確率piを予測する。



上記式を変換するとpiを求める式は以下のとおりとなる。



上記の回帰分析結果による切片、回帰系数をこの式に代入すると下記のとおりである。



上記の計算式を用いたラスタ計算により遺跡予測地図（図6〜8}）を算出した。

４．遺跡予測地図の評価

(1)厚沢部周辺

　遺跡確認地点と確率地図には大きな矛盾は確認できない。厚沢部川下流域の氾濫原についても確率値は必要以上に高い値を取らず、変数の選択は適切だったと評価できる。

(遺跡予測地図　厚沢部周辺)

\caption{厚沢部周辺遺跡予測地図}\

(2)函館平野周辺

　作成した回帰式を用いて函館平野を中心とした地域で遺跡予測地図を作成した（図7）。厚沢部周辺と比較して平野部が広く地形が緩やかである。

　遺跡確認地点と予測図に矛盾はないが、遺跡存在確率の高い領域が広い(11)。厚沢部周辺と比較して遺跡が立地しやすい緩傾斜の領域が多いことなどが原因であろう。

\caption{函館平野周辺遺跡予測地図}\label{hakodate}

(3)松前町周辺

　同様に松前町を周辺とした地域で遺跡予測地図を作成した（図\ref{matumae}）。厚沢部周辺よりも平野部が少なく急峻な地形である。

　遺跡確認地点と確率地図に大きな矛盾はないが、松前半島東部では遺跡存在確率の低い地点にも遺跡が立地する。厚沢部周辺よりも地形が急峻であることから、相対的に急傾斜のような地点に遺跡が立地する場合が多いことが原因であろう。

\caption{松前町周辺遺跡予測地図}\label{matumae}

５．函館平野周辺を再計算

(１)再計算の目的と結果

　函館平野周辺の遺跡予測地図で遺跡存在確率が非現実的な数値を示したことから、厚沢部周辺地域で作成した回帰式ではなく、函館平野周辺の遺跡と地形指標で再計算を試みた。回帰式の作成に使用した地形指標は変わらず「天空率」、「傾斜」、「湿潤指標」である。

　回帰分析の結果は表７のとおりである。

（表7を挿入）

(2)再計算後の予測地図

　図9は再計算後の遺跡予測地図である。遺跡存在確率は0〜0.19の範囲に収まっており、あてはまりの良さは向上したと判断できる。

（図9を挿入）

６．まとめ

　遺跡立地に影響のある地形指標についてDEMと河川データをもとに作成した地形指標を検討した結果、天空率、傾斜、湿潤指標の3指標を重要な指標であると判断した。3指標から算出した厚沢部町周辺の遺跡予測地図はおおむね筆者の主観的な「遺跡がありそう」との判断と合致するものである。

　また、厚沢部町周辺と比較して平野部の広い函館平野周辺では遺跡が確認されていないにもかかわらず遺跡存在確率の高い領域が多く存在し、逆に平野部の狭い松前町周辺では遺跡存在確率の低い領域にも遺跡が立地する。遺跡予測地図の回帰式の精度が、回帰式作成に使用した地域の地形に影響されたと考えられる(13)。

　平野がちな地域では容易に傾斜の緩い土地を探すことができることから土地の選択肢の幅も広く、そのため、日照や河川へのアクセスなど他の条件が考慮されて土地の選定がなされる。一方、急峻な地形の地域では、他の条件を犠牲にしても傾斜の緩い土地の優先度が高まり、急傾斜の土地を利用しなければならないこともあるだろう。

　以上のことから本稿で示した方法で作成された遺跡存在確率は、厚沢部町と土地の傾斜や平野部と山間部の比率が似た地域では確率としての意味をもつが、地形条件が異なる地域では相対的な遺跡の存在可能性の高低を示すものといえる。

　今後の課題として、対象領域全体の地形傾向が遺跡予測モデルに与える影響や、地形傾向に応じた独立変数の選択方法の評価が必要である。

註

(1)Predictive Modeling（予測評価モデル分析）を応用した遺跡存在予測を本稿では「遺跡予測モデル」と呼称する。

(2)「北の遺跡案内」掲載の座標データは旧日本測地系（TokyoDatum）なので使用には注意が必要となる。QGISで投影法・座標系をJGD2000UTMzone54に変換して分析に使用した。

(3)QGIS2.18.2の「Random points inside polygons」機能を利用した。

(4)地形指標の付値にはQGISの「Point sampling tool」プラグインを使用した。

(5)独立変数間に線形関係がある場合に、係数の標準誤差が大きくなる、t値が小さくなる、決定係数が大きな値となる、回帰係数の符号が本来とは逆になるなどの不都合が生じる。

(6)Rのcor関数によりピアソンの積率相関係数を算出した。

(7)反比例式が当てはまりそうだが、グラフでは局所荷重多項式曲線を当てはめている。

(8)正規性検定はRのks.test関数によるコルモゴロフ・スミルノフ検定を使用した。

(9)帰無仮説は「対象データは正規分布の母集団から無作為抽出された」である。

(10)この場合の帰無仮説は「「遺跡あり」と「遺跡なし」の2つの対象データの分散は等しい」である。

(11)図\ref{risk}、図\ref{matumae}では遺跡存在確率を0.1間隔で表示しているが、図\ref{hakodate}では0.2間隔で表示している。

(12)図\ref{hakodate}と同様、遺跡存在確率を0.2間隔で表示している。

(13)地域による研究者の数や行政調査の実施数によって遺跡発見率が異なることも影響すると考えられるが、本稿ではその影響は無視している。

引用文献

Childe,Vere Goldon　1956 『Piecing Together the Past』（近藤義郎訳　1964 『考古学の方法』 東京:河出書房新社 139-168）

Hodder,Ian and Orton,Clive　1976 『Spatial analysis in archeology』（深澤百合子訳　1984『考古学における空間分析』 東京:フジインターナショナルプレス）

宇野隆夫編著　2006 『実践　考古学GIS　先端技術で歴史空間を読む』 東京:NTT出版

宇野隆夫編著　2010 『ユーラシア古代都市・集落の歴史空間を読む』 東京:勉誠出版

小野昭　1978 「分布論」 大塚初重・戸沢充則・佐原眞編『日本考古学を学ぶ(1)　新板』 東京:有斐閣 43-54

衣笠聡史　2001 「サバンナ地域におけるGISを用いた石器の分布予測図の作成とその評価」『動物考古学』16,75-90

小杉康　2009 「遺跡分布の変遷と地域社会の形成」鈴木克彦・鈴木保彦編『集落の変遷と地域性　シリーズ縄文集落の多様性Ⅰ』 東京:雄山閣 36-50

小杉康　2011 「分布論は研究法か」『はじめて学ぶ考古学』 東京:有斐閣 76-317

佐原真　1985 「分布論（岩波講座日本考古学1 ）『研究の方法』 東京:岩波書店 116-160

津村宏臣　2000 「GISを利用した遺跡環境評価の方法-考古学における空間分析(1)-」『動物考古学』15,1-19

津村宏臣　2001 「GISの応用と展開」小杉康・谷口康浩・西田泰民・水ノ江和同・矢野健一編『縄文時代の考古学12　研究の行方-何が分からなくて何をすべきか-』 東京:同成社 49-69

津村宏臣　2002a 「先史時代遺跡立地に関する空間考古学的研究-青森県縄文時代遺跡の遺跡空間データベースの構築と空間分析-」

津村宏臣　2002b 「空間コンプレックスの描出と遺跡間関係評価の方法-考古学における空間分析(2)-」『動物考古学』18 39-54

津村宏臣　2006 「遺跡立地の定量的解析と遺跡存在予測モデル-遺跡存在はどこまで予測可能か-」宇野隆夫編著『実践　考古学GIS　先端技術で歴史空間を読む』 東京:NTT出版 248-268

寺村裕史　2014 『景観考古学の方法と実践』 東京:同成社

長岡文紀　2009 「遺跡分布密度の把握」小杉康・谷口康浩・西田泰民・水ノ江和同・矢野健一編『縄文時代の考古学8　生活空間-集落と遺跡群-』 東京:同成社 187-197

西本豊弘・津村宏臣・小林謙一・坂口隆・建石徹　2001 「縄文集落の生態論(1)」『動物考古学』17,73-82

西本豊弘・津村宏臣・小林謙一・坂口隆・建石徹　2002 「縄文集落の生態論(2)-遺跡分布の評価とセツルメントシステムの予測-」『動物考古学』18,1-37