

日本古代史における移動コスト分析のシミュレーション結果と GPS を活用した た実地データの比較検討

－ 藤原仲麻呂の乱における東山道と田原道の比較実験から

清野 陽一 ・ 金田 明大

The Comparison between the computer simulation results and the GPS-based walking experiments in the Least-Cost Pathways Analysis for the Ancient Japanese

Yoichi SEINO and Akihiro KANEDA

Abstract: This paper considers about the cost surface analysis results between the computer simulation using GIS and the real walking experiments with GPS loggers. Battle of Seta-no-hashii(Seta-no-Karahashi) in the Nakamaro Fujiwara's revolt at the 764 A.D. which was written by some historical documents and we can know the route of armies as an example. We try to reconstruct the ancient topography in this area, then try to compute the cost surface. The results of our experiments reveal that the human movement is not affected so much by the slope. We will try to collect some historical documents tell of the movement cost of ancient human in Japan, and analyze them to establish the parameters in the Ancient Japanese Cost Surface Analysis.

Keywords: GPS, GIS, 移動コスト分析(Cost Surface Analysis), 日本古代史(Japanese Ancient History), 古代交通(Ancient Transportation), FLOSS(Free/Libre Open Source Software)

1. はじめに

GIS において、移動コスト分析はひとつの重要なシミュレーション機能であり、古くからその研究が行われ、各種のパラメータについても提言されている(Tobler, 1993 など)。また、それを用いた歴史学、考古学への応用も少なからず存在している(金田ほか, 2001 など)。しかし、それらのパラメータについての研究を個別に検討してみると、よって立つ条件はある特定条件のもとに設定されており、必ずしもそこで算出される値が普遍性を持つものとは言えない。そこで、本研究では、日本古代史において人々

の移動をシミュレートするための基礎研究として、藤原仲麻呂の乱における勢多橋(瀬田唐橋)をめぐる攻防を題材に取り上げ、地形データを用いたコンピュータシミュレーションによる移動コスト分析と、実際に当該ルートを歩行して得た GPS ログを元に解析したデータとの比較検討を行った。この事件を特に取り上げたのは、各種文献史料に、関係する人々がどのルート通過したかの記述がよく遺っているため、実地試験を行うことで比較検討することができると考えたためである。なお、コンピュータシミュレーションの部分については、前稿(清野ほか, 2010)

において検討しているため、そちらを参照していただきたい。

2. 藤原仲麻呂の乱および本研究の検討地域について

ここで、藤原仲麻呂の乱について簡単に触れておく。藤原仲麻呂の乱とは、天平宝字8年(764年)9月に、時の宰相藤原仲麻呂(恵美押勝)によって起こされた内乱である。仲麻呂が内乱を起こすに至った要因は、多くの研究者によって様々な理由が考えられているが(岸, 1969), その直前まで国家の宰相としてのポストにあった藤原仲麻呂が、一夜にして反逆者となり、わずか10日も経たずに鎮圧され、その場で処刑されるという、奈良時代における最もショッキングな政治的事件の一つである。本研究ではその最初の段階である、仲麻呂が平城宮内において玉璽と駅鈴の奪取に失敗し、一族を連れて近江国府へと向かうが、それに先回りした官軍の山背守日下部子麻呂と衛門少尉佐伯伊多智らが勢多橋を落とし、仲麻呂軍の行く手を阻む、という追討劇の部分に関して分析を行った。

仲麻呂と官軍が通ったルートについては『続日本紀』巻第二十五天平宝字八年九月乙巳条および壬子条の記述である程度そのルートが推測できる。また、古くから歴史地理学者によっても検討が行われており(三浦, 1916; 藤岡, 1978; 古代交通研究会編, 2004), 近年では考古学の発掘調査の進展により、具体的な道路の遺構も見つかりはじめている。滋賀県大津市関津遺跡にて田原道の一部と考えられる遺構(滋賀県教育委員会事務局文化財保護課・滋賀県文化財保護協会編, 2010)が発見され、京都府木津川市山城町の上粕北遺跡において官道(東山道)の一部と考えられる遺構が見つかった(2010-2011年発掘調査)。これらの先行研究や発見を参考にすると、仲麻呂については当時の官道であった宇治を経て山科盆地を北上し、逢坂関の場所を越えて近江に入るルートを通ったことが推察され、一方、先を急ぐ官軍側は「田原道」を通ったとの記述があり、これは現在の京都府綴喜郡宇治田町中心街を通るルートであると推察される。

これらの成果をもとに、ルートを設定し、実際の

現地で実験を行った。

3. 研究手法

3.1 利用ツールおよびデータソースについて

本研究では、上記のような研究史をあらかじめ検討した後、実際に乱において両軍が通ったと考えられるルートを、筆者らが被験者となり時間及び地球上の絶対位置の情報が同時に記録されるGPSロガーを持って歩行した。なお、両者のルートが同じ路線をたどる、平城宮から分岐点の山城青谷付近までは省略し、そこから勢多橋までを実際にデータを取得する区間として、両者のデータを比較した。そして、そのログをGIS上に展開し、研究対象エリアのデジタル標高モデル(DEM)データにオーバーレイして分析を行った。ベースマップとしては、国土地理院作成の基盤地図情報(数値標高モデル10mメッシュ(標高))および、国土交通省作成の国土数値情報(河川・湖沼データ)をベースマップとして用いた。

なお、本研究では、誰もが自由に使える、FLOSS(Free/Libre Open Source Software)を用いることで、誰もが同等の研究を行うことを可能とすることを目指した。これらのツールは自由が担保されているため、自分の研究目的にあったツールとして最適化のために改変して使用することができる点も、研究者が自ら用いるツールとして理想的である。具体的にはGISデータハンドリングツールとしてGDAL/OGR, Proj.4など、データビューワとしてQuantum GIS, GIS解析エンジンとしてGRASS-GIS, を用いた。

3.2 古地形の復元について

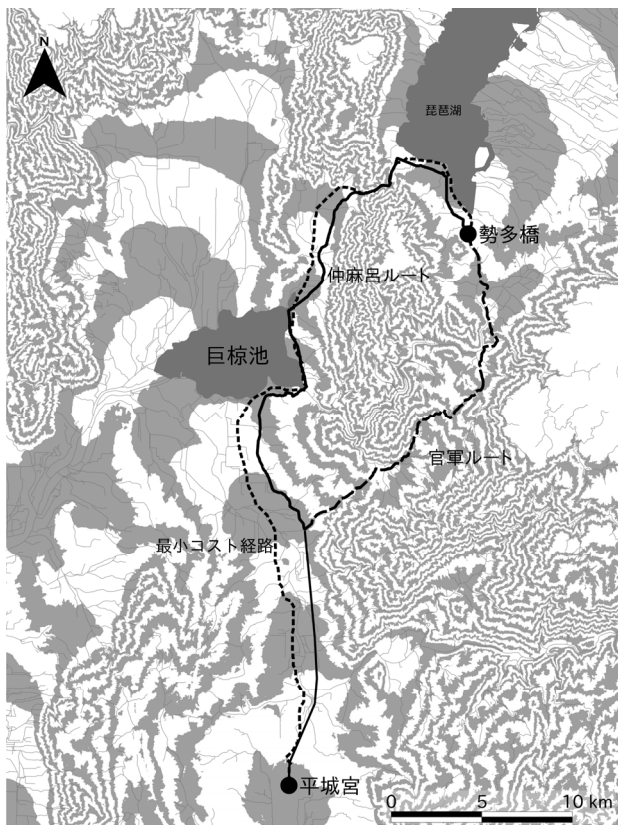
前稿では移動コスト平面を作成するにあたって、現在の地形データを用い、なおかつ古地形や内水面の処理をうまく扱うことが出来なかったため、実態とやや齟齬をもった結果となっていた。そのため、今回は古地形及び内水面、具体的には当時の巨椋池の範囲と琵琶湖の範囲をベースマップのDEMから除外して計算を行った。なお、当時の巨椋池の範囲に関しては様々な研究(鈴木, 2009; 伊藤ほか, 2008)があり、特に乱の起きた奈良時代については別途検討する必要があるが、ここでは吉田

(1981)による『巨椋池干拓誌』掲載の図が当時の状態に近いと判断し、これをジオリファレンスし、かつ現在の地図・地形と見比べながら確定した。

4. 分析結果と考察

4.1 コンピュータシミュレーション結果について (図 1)

前稿においては、GIS のデフォルト値によって計算した結果、前者の方が水平距離は長いものの、移動負荷としては低い結果となり、後者については水平距離は短いものの、移動負荷は高いものとなった。今回、古地形や内水面を考慮した DEM を用いて新たにコスト平面を作成した結果、負荷程度としてはそれほど差はないにしても、やはり前者のほうがやや移動コストが低い結果となった。



※国土地理院作成の基礎地図情報(数値標高モデル 10m メッシュ(標高))および、国土交通省作成の国土数値情報(河川・湖沼データ)を使用して作成。
実線が仲麻呂ら、破線が官軍、点線は移動コスト平面内の最小コスト経路
網掛けの帯一つが1時間の範囲に相当する。

図 1 GIS を用いた解析結果。

4.2 実際の歩行実験の結果について

実際の現地を想定ルートに沿って歩いた結果、仲麻呂ルートは水平距離が約 34km で歩行時間が 7 時間 30 分、官軍ルート水平距離が約 24km で歩行時間

が 5 時間 15 分という結果となった(細かい値については誤差として、近似する切りの良い値に丸めた)。移動の平均時速としては、ばらつきも考慮しなければいけないが、両者ともほぼ等しく、およそ時速 4.5km であり、被験者の移動速度が両ルート間において結果に影響を与えるほど顕著な差異として現れることはなかったと考えられる。

4.3 考察

コンピュータシミュレーション結果と実際の歩行実験との結果を比較してみると、実際の歩行では、水平距離が長い方が短い方に比べて明らかに移動コスト(ここでは移動に要した時間)が高いことが判明した。今回用いた GIS ツールにおいては、詳述は前稿に譲るが、デフォルト値を用いた計算では、傾斜がきついほど移動コストが高く算出されるような設定となっており、急峻なルートを通る方が、明らかにコストが高く算出される。たしかに、一般的に地形を考慮しての移動を考えれば、上記のように考えるのは自然であろう。しかし、実際の人間の歩行においては、既にある程度整備された道を通る場合においては、このデフォルト値で設定されているほど傾斜による影響は受けず、むしろ水平距離の方が影響を与える要素として大きく働くと考えられた。この原因としては前稿でも述べたが、デフォルト値の根拠となっているデータが、19 世紀末におけるスコットランドの登山家の提唱したパラメータ (Naismith's Rule) に基づいており (Langmuir, 1984)、これが結果に大きく作用していると考えられる。実際の移動においては、このパラメータほど傾斜のきつさという要因が移動にそれほど大きな影響を与えないということがわかった。

5. 今後の課題

被験者が筆者らである点、被験者数が 1 である点などは問題になると思われるが、実際のところ、現代の道を、現代の人間が、現代の装備のもとに歩行したデータが、どれだけ古代の移動に迫る材料となるのか、という点はどこまで検討を進めても未確定の要素として残る。したがって一般的な統計的手法のように、被験者数を増やせば蓋然性が高まると

は限らない。今回はシミュレーション結果の蓋然性を確認するための手法として採用している。

一方で、古代の日本においては、世界にも類を見ないほど数多くの史料が遺されていることが特徴であり、実際の人間の移動に関する史料も数多く遺されている。これらを詳細に整理・検討し、実際の地形などと合わせて分析することで、当時の人間の移動コストに関してかなり肉薄できるのではないかと考えている。

そのため、今後は上記の史料を収集・整理・分析して、古代の具体的な移動時間などのデータを集め、それらとともに再度コンピュータシミュレーションのパラメータを検討して、より古代の人間の移動に関して詳細に迫る研究を進めていきたいと考えている。

この他にも、前近代の人間の移動にあたって、整備されていない道を移動するのであれば、可視性なども考慮してパラメータを設定すべきであるとする研究も存在する(Kondo et al, 2010)。今回の事例はいずれも、当時はある程度整備されていたであろう道を対象とした検討であったため、それほど考慮する必要はないと判断したが、特に先史時代を検討するに当たっては、これらを含めて検討する必要がある。また、今回内水面の処理は克服できたが、河川の扱いについては深く検討することが出来なかった。河川は、水上を船で移動すれば徒歩に比べて楽に移動できるが、橋などが架かっていない場合に、直行して渡ろうとする場合にはコストが増えると考えられる。これらの条件をどのように設定するかも今後の課題として残っている。考慮しなければならない要因は数多く存在するが、継続して検討を進め、一つ一つ解き明かしていきたいと考えている。

参考文献

清野陽一・金田明大(2010): 日本古代史における移動コスト分析の一応用例 藤原仲麻呂の乱における東山道ルートと田原道ルートの比較実験から、人文科学とコンピュータシンポジウム「じんもんこん2010」 論文集, 159-164

Tobler, W., 1993. *Three presentations on Spatial Analysis*

NATIONAL CENTER FOR GEOGRAPHIC INFORMATION AND ANALYSIS TECHNICAL REPORT,

93-1.(http://www.ncgia.ucsb.edu/Publications/Tech_Reports/93/93-1.PDF 2011 年 8 月 29 日アクセス)

金田明大・津村宏臣・新納泉(2011): 考古学のための GIS 入門, 古今書院。

岸俊男(1969):「藤原仲麻呂」, 吉川弘文館。

三浦周行(1916):古道の研究-宇治田原路-, 日本交通試論, 532-550. (1972 年有峰書店より複製刊行)

藤岡謙二郎編(1978):「古代日本の交通路 I」, 大明堂。

古代交通研究会編(2004):「日本古代道路事典」, 八木書店。

滋賀県教育委員会事務局文化財保護課・滋賀県文化財保護協会編(2010):「関津遺跡 III」。

鈴木一久(2009):京都南部, 巨椋池干拓地と周辺地域の歴史, 堆積学研究, 68-1, 49-57。

伊藤有加・増田富士雄(2008):京都市南部, 巨椋池干拓地の地形と地下地質から復元した湖水深分布と湖水位, 日本地質学会学術大会講演要旨, 115, 271。

吉田敬市(1981):第2章 巨椋池の文化 第1節 巨椋池の変遷, 巨椋池干拓誌, 73-198. (初版は 1962 年。追補再版が 1981 年)

Langmuir, E., 1984. *Mountaintop and leadership*. Leicester: The Scottish Sports Council/MLTB. Cordee.

Kondo, Y. and Seino, Y., 2010. GPS/GIS-aided walking experiments and data-driven travel cost modeling on the historical road of Nakasendo-Kisoji (Central Highland Japan). Frischer, B., Crawford, J.W. and Koller, D. eds. *Making History Interactive. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA). Proceedings of the 37th International Conference, Williamsburg, Virginia, United States of America, March 22-26, 2009. BAR International Series 2079*. Oxford: Archaeopress. 158-165.