ポンペイにおける道路交通に関する考察 (1)

ポンペイ・都市機能研究 Ⅲ

TRAFFIC SYSTEM OF VEHICLES ON STREETS IN POMPEII (1)

Research on urbanization of Pompeii Ⅲ

堀 賀 貴*

Yoshiki HORI

In Pompeii, a two-way traffic was impossible except for limited arteries, such as Strada Stabia and Viae della Fortuna, di Nola, and dell'Abbondanza. It has been suggested that cart-drivers adhered to the principle of driving on the right-hand side of streets. However, at the Nola, Sarno and Nocera gates, through which an one-way vehicle traffic was possible, vehicles had lay-bys on the left-hand sides. And the ruts remaining on the streets, which can provide the direction of carts, reveal that the carts were driven on the centre of the streets in both directions on via del Tempio di Iside.

Keywords : Pompeii, traffic system, vehicle ruts, lay-by, urban fabric

ポンペイ, 交通システム, 轍, 待避所, 都市構造

1. はじめに

前45年にガイウス・ユリウス・カエサルによって発布されたユリウス法 (Lex Julia Municipalis) は、特例を除いて日中のローマ市内への荷車の進入を禁止している。この規制は、日中の混雑を避けるために実施されたと考えられ、規制が必要なほど荷車の往来が多かったことを物語っている¹⁾。この規制がポンペイのような地方都市にも適用されたとは考えにくい、路面上に残る深い轍は荷車往来の激しさを伝えている (写真1)。ポンペイをはじめとして都市内交通を担う街路については、その仕様、管理など不明な点が多く、研究はあまり進んでいない²⁾。都市全体が発掘されている事例がない以上、都市内の街路と物流の関係の解明には限界があるといえる³⁾。本稿では、まず先行研究に言及しながら、都市内外への荷車の流出入の起点となる都市門につながる街路の分析と荷車の車輪が残す轍の形状分析から、ポンペイにおける荷車交通の実態について考察する。

街路と轍の形状分析には、レーザースキャニング技術により取得した点群データ (3次元座標をもつ点の集まり) を使った⁴⁾。都市門付近の街路の実測にはタイム・フライト式の長距離スキャナーを用いてスキャナーより100 mの地点で5 mm程度の誤差が想定される密度の点群を取得した。イシス神殿通りの実測には位相差式の中距離レーザースキャナーを用いてスキャナーより20 m地点で2-3 mm程度

写真1 スタビア通り、イシス神殿通りとの交差点付近の轍

の誤差が想定される密度で点群を取得した。さらに、それぞれの地点で取得した各点群データ (それぞれローカル座標をもつ) を合成することで街路全体の点群データを生成し、GPSのデータを参照することによりワールド座標系に変換している⁵⁾。

* 九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門
教授・博士(工学)・M. Phil.

Prof., Dept. of Architecture and Urban Design, Faculty of Human-Environment Studies,
Kyushu University, Dr. Eng. and M. Phil.

写真2 ポンペイに保存されている復元された荷車

写真3 二輪の荷車のレリーフ

図1 ポーラーによる車輪の緑石摩耗モデル（上）と車輪が右折時に緑石に接触する状態（下）

図2 ポーラーによるポンペイの交通規則（左：右側通行を示す摩耗痕の割合、右：摩耗痕の示す荷車の主な進行方向）

2. 先行研究

辻村のポンペイの轍に関する観察と荷車の通行に関する復元考察は都市内街路に関する先駆的研究である⁶⁾。轍の詳細な分析から、荷車の車輪幅が1420-1580mmの間に収まるが一定しないこと（写真2, 3）。さらに、最大の車輪間隔をもつ荷車の場合、両側通行あるいは2台併走のために必要な幅員を最小でも3,210-3,530mmと算定し、ポンペイにはこれを満たす街路が一部のメインストリートを除いてほとんどないことを示した。次節以降の考察でもこの数字を用いて考察を加える。さらに、轍の痕跡から交差点での荷車の通行モデルを示している。これらのモデルから慣習的な通行ルールが存在が示唆された⁷⁾。

ポーラーは辻村の観察をさらに発展させ、車輪が回転して縁石に接触した際にできる摩耗痕に注目して、ポンペイ第VI区において荷車の進行方向を推定している⁸⁾。

図1のような状態で右折しようとした荷車を想定すると、引き手と荷車の間に内輪差に似た現象が起き、引き手の回り込みが少ないと荷車の内輪と縁石が接触する。ポンペイで使われた荷車は二輪式であり、引き手が右折しようとする場合、大きく回り込まなければならないが、それが不十分であると、進行方向に向かって右側の縁石の側面に車輪の先端が触れてしまう、つまり車輪が縁石に向かって突っ込んでいくような状態（図2）が起きやすい。この衝突が繰り返されることによって、縁石には次第にサイクロイド曲線の形状をした摩耗痕が生まれる（図1上の写真）⁹⁾。こうした理想的な摩耗痕は多くは確認できず6箇所に止まっているものの、そのすべてで

図3 ポンペイの7つの門と街路の幅員（後に言及する通りを付す）

図4 エルコラーノ門，平面および断面（→は待避所）
写真 上：東よりみる，下：西よりみる

右折する際に荷車を右側に寄せる傾向があるとされる。また第VI区以外で両側通行可能なイシス神殿通りで右側通行であったと結論づけている¹⁰⁾。

さらにポンペイ全体の交通規則について、縁石に加えステップストーン、狭窄石の摩耗痕から、図2左のように両側通行街路と右側通行規制の度合いについて説明している。さらに、図2右のように、主たる荷車の進行方向について考察している¹¹⁾。

3. 門における荷車通行の実態

都市内外をつなぐ門は、都市内の物流における起点かつ終点であり、都市交通の実態を最も反映している箇所である。ポンペイに交通規制が存在していたとすれば、その影響を受けた可能性が高いが、交通機能についての実証的な研究はない。ポンペイには7つの門（図3）が確認されているが、門内の通路幅は狭く、幅員が3,210mmを超えているのはエルコラーノ門だけである。これを除く6例では、幅員が3m未満であり片側通行であった。

ポンペイの門の内外には荷車の「待避所」として機能できる場所がある。例えばエルコラーノ門においては、門の内外で門に向かって「右側」に奥行き1.2m程度のスペースがあり門に進入しようとする荷車の待避所として使える（図4）。実際にこのスペースには轍が残されており荷車がこの部分を走った痕跡がある（図4－平面図、門外の待機所の四角枠内）。したがってエルコラーノ門でもポーラーのいうように右寄りに走っていた荷車が右側へ寄って待避していたことになる。

ただし、3.30mの幅員をもつエルコラーノ門中では荷車の両側通行が可能で、門中においても街路と同じように右側通行が厳密に守られていたならば、右寄りを走る荷車は街路上、門中も安全にすれ違うことが可能で待避所そのものが不要である。つまり門中を左寄

図5 スタビア門，平面および断面（→は待避所）

図6 ノーラ門，平面および断面（→は待避所），写真 西より見る

図7 サルノ門，平面および断面（→は待避所），写真 東より見る

図8 ヴェズヴィオ門，平面および断面（→は待避所），写真 北より見る

図9 ノチェラ門，平面および断面（→は待避所？），写真 北より見る

図10 マリーナ門、平面および断面（→は待避所）、写真 東より見る

りに走る荷車が常時存在したからこそ、門外で左寄り走行あるいは中央より走行の荷車と、右寄り走行の荷車がすれ違うために待避所が必要であったことになる。すなわち、少なくとも門中では右寄り通行のルールがそれほど厳密ではなかったことが示される¹²⁾。以下、各門について「待避所」の有無を含めて考察を加える。

スタビア門にも内側に同様に待避所として使える場所がある（図5）。ここには公共噴水があり、水汲みのためのスペースとしても利用されている。噴水を利用する人々は東側から少し高い敷石ののって水を汲んだと考えるのが合理的である（図5A）。また、この場所には深い轍も残されており荷車が頻繁に入り込んでいたことがわかる。スタビア門でも門に向かって「右側」に待避所が位置している。エルコラーノ門につながるコンソラーレ通りやスタビア門に通ずるスタビア通りも両側通行可能な幅員の広い道路であり「待避所」の存在がしめす交通規則はポーラーの指摘に合致している。

次にノーラ門（図6）とサルノ門（図7）である。上記の二門と異なり門に向かって左側に水平な路面をもつ待避所が設けられており、ノーラ門につながるノーラ通り、サルノ門に通ずるアボンダンツァ通りとともに両側通行可能な街路であることから「右寄り通行の慣習」は成立しない。とくにノーラ門については外側に急勾配の坂道がつながっている点は見逃せない。この待避所を設けない場合、いわゆる「上り優先」の原則を考慮すると¹³⁾、ノーラ門外から街区に進入した荷車は停車することなく門内に進まなければならない。したがって、ノーラ門から出城しようとする荷車が「正面衝突」を避けるために門の内側（待避所）で一時停車するのが合理的である。このようにノーラ門での混乱が避けるために「待避所」の存在は欠かせない。

ヴェズヴィオ門については轍の深さから頻繁な荷車の通行があったと考えられるが（図8）、門の保存状況がよくなく通行状況の復元は難しい。しかし門の内外に待避所というよりは広場に近い平坦な空間がある。荷車は一旦この場所に駐車した後、順番に門を通過したり、荷物の積み卸しや積み替え作業も可能であろう。しかし、あくまでも可能性にとどまる。

ノチェラ門（図9）については、待避所として使えるスペースもはっきりとは確認できない。門の外側では幅員2.7m程度を保ったまま15m以上緩やかな下り坂が続くため待避所として使える場所はない¹⁴⁾。可能性としては、門の内側にわずかに幅員が3.2mの平坦面がありすれ違うことができる。さらに、この門にいたるノチェラ門通りも幅員が2.5-2.7mと狭いため、荷車の両側通行が難しい。この通りが両側通行とすると、迂回路を考える必要があるが、ノチェラ門

通りと交差するコンチアペッレ小路には荷車では乗り越えられない段差があるため、カストリチオ通りまで戻って迂回しなければならない。一方通行の慣行がなければかなりの混乱が予想される。したがって門と街路の形態を観察する限り、基本的には一方通行であり待避所はこの慣行を破って通行した荷車に対応するためと推測できる。

最後にマリーナ門（図10）については、荷車通行そのものの可能性に疑問がある。15度を超える勾配をもつ坂道が20m以上続くため、荷車の通行は上り下りとも困難であったと考えられる。ただし、マリーナ門の外側にやや勾配の緩い部分と浅い轍が確認でき、この付近までは荷車が進入し、荷の積み卸し作業のための場所として使っていた可能性はある。しかし、例えば荷を積んだまま待避所として使うには勾配が急に過ぎる。さらにマリーナ門の内側マリーナ通りには轍が確認できないため¹⁵⁾、荷車の通行はほとんどなかったとするのが自然である。

4. 轍による荷車の進行方向の推定

辻村が注目した「轍」は荷車の進行方向を示す可能性がある。辻村やポーラーもその点について言及しているが、ここではまず轍の形成過程について整理した後、その可能性を確定しておきたい。

村木¹⁶⁾によれば、路面を走る車輪は転がり滑りの状態にあり、その摩擦力は $F = F_s + F_p$ （ F_s : 凝着摩擦力, F_p : 掘り起こしによる摩擦力）で与えられ、 F_s は鉛直下向きに摩耗する力、 F_p は進行方向に摩耗する力であり、摩擦力はその合力になる。その大きさは $F_s = A' \cdot \mu \cdot p$ （ A' : 真実接触面積（凝着面積）, μ : 摩擦係数, p : 凝着部の圧縮降伏応力）, $F_p = H A''$ （ H : 柔らかい方の物質のビッカース硬さ, A'' : 接触面の滑り方向の投影面積）で与えられる。轍の形成過程を考える場合、 μ , p , H は一定と考えてよく、摩擦力の大きさは真実接触面積と接触面の滑り方向の投影面積で決定される。

路面を走る荷車が轍を形成する過程をシミュレーションしてみると（図11）

- 1) 何らかの理由で車輪が同じ場所を繰り返し走ることによって凹部が発生する。
- 2) いったん凹部が発生すると、凹部の出口で A'' 、すなわち F_p が生じ凹部は進行方向に長くなっていく、
- 3) 凹部の拡張にしたがって、凹部からの出口で A' 、 A'' ともに増加し、凹部の出口付近で轍は長く、深くなっていく。

つまり轍の両端部で深さに違いがある場合、浅い方を車輪の入口、深い方を車輪の出口と見なすことができる。もし、右寄り通行とい

図 1 1 轍の形成過程

図 1 2 スタビア通りの轍（上）と

典型的な進行方向のわかる轍Aの断面（下）

（破線は本研究で参照されたもの、そのうち矢印は進行方向がわかるもの、実線でつながれたものは同じ荷車の対となる轍）

う慣習が存在していれば、両側通行の街路では端部の深さの異なる轍が多く確認できるはずである。しかし、実際にポンペイの街路面を実測してみると、こうした特徴をもつ轍は少なく、常に同じ方向に荷車が走っていたとは考え難い。したがって進行方向に関する明確な規制を轍の形状から説明することはできない。しかし数は少ないが明らかにこの特徴をもつ轍も多く観察されるスタビア通り、およびポーラーが両側右寄り通行と推定したイシス神殿通りについて考察する。

図 1 3 スタビア通り、イシス神殿通りとの交差点付近の轍

スタビア通りにおいては、イシス神殿通りとの交差点の北側付近に多くの轍が観察され（写真 1、図 1 2）、そのうちのいくつかで轍の深さの検討から荷車の進行方向がわかる。一例を除き、すべて北に向かって走っており、南向きとしたポーラーの推論と矛盾する（図 2 右）。さらに、北向きかつ左寄りの轍もあり、必ずしも右寄り通行とはいえない。さらに荷車の車輪幅を 1.5m 程度とすると、いくつかで対となる反対側の車輪の轍を特定できる。その結果、進行方向に向かって左側に寄って走る一对と、進行方向は不明だが街路中央を走る別の二対が確認できる。轍から判断する限り、多くの荷車は街路の中央よりを北向きに走っていた可能性が高く、場合によっては荷車を追い越すこともあったかもしれない（二車線通行）。

一方でステップストーンのある交差点付近（図 1 3）では、ステップ・ストーンによって通行を制約される荷車交通の実態が観察できる。もし直進をふくめてすべての荷車に右寄り走行の通行規制があったとすれば、道路を横断する三つのステップストーンによって、荷車は左右のステップストーンをまたぐ二車線に集約されるはずである。しかし、スタビア通りをまったくステップストーン（図 1 3 中下）やメナンドロ小路をまたぐステップストーン付近（図 1 3 中右）では、明らかに中央の石をまたぐ轍が対になっており（図中 A、B）、厳密

図14 イシス神殿通りの対となる轍（対になる黒矢印A, B, C）、ただし進行方向は不明

な右寄り走行の規制は確認できない。とくに前者では、縁石Cにサイクロイド状の摩耗痕がなく、ステップストーンDに内輪による摩耗痕が残されていることから、右折する荷車の多くはスタビア通り中央のステップストーンDをまたいでから、右折しメナンドロス小路の中央のステップストーンEをまたいだことになる（轍痕F）。なお、轍Gは車幅が短くなってしまうこと（120–130cm）から轍痕Fとは対にならない。

このように様々な通行の形態が存在し、ポーラーが指摘するような「規制」に近い右寄り通行慣行はなかったことになる。付け加えておくと、後者では、轍はスタビア通りを横断してイシス神殿通りへとつながるが、イシス神殿通りをまたぐステップストーンのうち右寄りのものをまたいでいる。

最後にイシス神殿通りでは、3箇所で行進方向不明（おそらく両側通行）だが街路の中央を走っている轍が確認できる（図14、3カ所、A, B, C）。また、西向きを示す轍、東向きを示す轍の双方が道路中央で見つかった（図15）。これらより両側通行の可能性を完全に否定することはできないが、轍の形状分析では両側通行の証拠は得られなかった。さらにイシス神殿通りの幅員は中央部で約3.0mとなっており、街路全体を両側通行とするのは不可能である点も付記しておく。

以上、轍の形状を分析する限りにおいて、ポーラーの主張するイシス神殿通りでの両側右寄り通行は確認されなかった。イシス神殿通りでは、轍の痕跡が少なく、右折の際に街路の右によって通行するという慣行の完全な否定にはいたらないが、両側通行そのものもできない箇所や、路面の中央を反対方向に走る荷車の存在が指摘され、すくなくともこの部分では整然とした両側通行は存在しない。

図15 イシス神殿通りの進行方向の判る轍と対になる轍（中央下の黒円はレーザースキャナーの直下でデータの欠落している部分、ここに轍がないことを確認している）

5. まとめ

ポンペイの都市内交通については未だ不明な部分が多く、ポーラーの示した右折のために右側に寄る慣行について、彼がケーススタディを行ったVI区ではある程度確認されている。しかし、ノーラ門やサルノ門での荷車の通行と待避所を考えた場合に、あくまでも右折のために右側に寄っていく自然発生的な慣行であって、門の通過の際には左側に待避する例も確認できた。さらにイシス神殿通りでは、街路の幅員から両側通行が不可能な箇所があること、残された轍の検討から、街路の中央を両方向に走行する荷車が確認された。スタビア通りとイシス神殿通り、メナンドロス小路との交差点でも右折のために右側に寄る慣行があったかもしれないが轍にその痕跡はない。門や轍の分析によって、ポンペイには「規制」といえるほどの通行慣行はなく、むしろ荷車の自由な路上走行を容認した上で、衝突や渋滞など問題回避するための装置として待避所、あるいはイシス神殿通りでの幅員の狭小部があったと考えるべきである。そもそも、一部のメインストリートを除いてほとんどが両側通行不可能な幅員であることは、荷車の通行をコントロールするというよりも、荷車のそのものの通行量を抑制するというポンペイの交通制御の考え方を示している。これはユリウス法の交通規制の考え方とも合致している。今後はイシス神殿通り以外の街路についても分析を進めていきたい。

付記

本論文は、平成25から27年度、文部科学省科学研究費補助金基盤研究B（海外学術調査）、「リバーサエンジニアリングとしての建築史学、古代ローマ遺跡のソースコードを読み解く」（研究代表者：九州大学教授 堀賀貴）の一部として現地調査を実施した成果である。

注

- 1) Adkins, L. and Adkins R. A., *Handbook to Life in Ancient Rome*, New York, 1994, p.186. あるいは Kraiser, A., *Roman Urban Street Networks: Streets and the Organization of Space in Four Cities*, London, 2011, p.21.
- 2) 古代ローマの道路仕様については Smith, William, William Wayte, and G. E. Marindin (1890). *A Dictionary of Greek and Roman Antiquities*. London: J. Murray. Page 946-954. ポンペイやオステアの街路を見る限りは、街道を含めた道路仕様のなかでも最も上位の *Via munita* における舗石とほぼ同じであり、都市内街路の構造については *Via munita* に準ずる。また、街路に面する住宅の持ち主が管理責任を負うとの解説もあるが街路の舗石を見る限りは一体的な管理、補修が成されており地方政府あるいは監督所が管轄していたと考えるのが自然である。Forbes, R. J. *Studies in ancient technology*, Volume 2. Brill, 1993, p. 146. Kraiser, A., *Ibid.* では、ポンペイ、オステアを含めた古代ローマの四都市の道路について考察している。
- 3) Laurence, R., *The Roads of Roman Italy: Mobility and Cultural Change*, London,

2007. また、Cole, K. (Edit.), Flohr, M. (Edit.) and Poehler, E., (Editor), *Pompeii - Art, Industry and Infrastructure*, Oxford, 2013. あるいは Tilburg, van C., “Gates, Suburbs and Traffic in the Roman Empire”, in *BABESCH* 83, 2008, pp.133-47. などとも参照。
- 4) 文化財調査におけるレーザースキャニングについては、Barber, D. and Mills, J., revised by Mills, J. and Andrews, D., *3D Laser Scanning for Heritage* (second edition), English Heritage, 2011.
- 5) ポンペイのレーザースキャニングの結果については、HORI, Y., “Pompeian Town walls and Opus Quadratum”. in Etani, H. ed. *Pompeii Report of the Excavation at Porta CAPUA 1993-2005*, pp.277-309, 平成 22 年 (2010) 11 月.
- 6) Tsujimura, S., “Ruts in Pompeii: the traffic system in the Roman city” in *Opuscula Pompeiana*, Kyoto, 1991, pp.58-86.
- 7) 轍の痕跡を根拠にしているため、あくまでも轍ができるほど頻繁に通行した荷車の通行モデルであり、もちろん他の可能性を否定するような厳密な「交通規制」ではない。
- 8) Poehler, E. E., “The Circulation of Traffic in Pompeii's Regio VI.” *Journal of Roman Archaeology*, volume 19, 2006, pp.53-74.
- 9) ポーラーの論文には筆者作成の図 2 にあたる解説がなく非常に理解しづらいため、本図を作成した。引き手と二輪式の荷車に内輪差に似た現象が発生すると考えられる。彼の作成した図では車軸の高さが縁石と同じになっているが、それより高くても低くても摩耗の結果は同じである。
- 10) Poehler, E. E., op.cit. p.58.
- 11) 図 2 右ではすべての門で退出の方向が示されており、厳密にはあり得ない結果である (進入と退出の荷車の数は同じはずである)。
- 12) http://www.pompeiana.org/research/Streets_Research/AIA_2001/EEP_AIA2001_Text.htm#_ftnref10 では、エルコラーノ門につながるコンソラーレ通りに関して、メルクリオ小路との交差点における轍の観察から、本路が北向きに走る荷車が北側の一方通行であったと結論づけている。これまで

くりかえし指摘したように轍や縁石の摩耗が示すものはあくまでも「傾向」であり、この結論についても、あくまでも北側への通行が主たる交通であり南方方向に向かう荷車の存在を否定しない。

- 13) 一般的に荷車が坂道を走行した場合、a) 上りでの発進・停止は難しく危険、b) ブレーキを使えば下りでの停止・発進は可能、つまり上りを優先とする考え方。なお、坂を上る途中で荷車を止めることは古代ローマでも危険と考えられていた。Laurence, R. *Traveler's Guide to The Ancient World: THE ROMAN EMPIRE*, Hove, 2008. 邦訳) レイ・ローレンス, 月森佐知訳, 『古代ローマ帝国トラベルガイド』, 創元社, 2010, P. 51. および Kraiser, A., op.cit., p.22.
- 14) 坂を下った場所に広場のような空間があるが、ここからでは門の内側から近づく荷車が見えないので待避所としては使えない。
- 15) ギガンテ小路には轍が確認できるがマリナーナ門からはやや離れており、ソープラスタンティ小路を通じて市の中心部との間を荷車が往復していたと判断している。
- 16) 村木正芳, 図解 トライボロジー—摩擦の科学と潤滑技術, 日刊工業新聞社, 2007.

図版出典

写真 1, 3 筆者撮影

写真 2 Adkins, L. and Adkins R. A., *Handbook to Life in Ancient Rome*, New York, 1994, Fig.5.10.

図 1 Poehler, E. E., “The Circulation of Traffic in Pompeii's Regio VI.” *Journal of Roman Archaeology*, volume 19, 2006, pp.58, Fig.7.

他すべて筆者作成

(2013年10月21日原稿受理, 2014年7月30日採用決定)