

箱根旧東海道の石畳沿いの地表面侵食の要因 —傾斜及び斜面方位と地表面侵食の度合いとの関連性—

大河和夏・森慎太郎・増谷利博（日大生物資源）

要旨：神奈川県箱根町の旧東海道（東坂）には石畳が敷かれている区間があるが、この石畳は国指定史跡であり、多くの観光客が訪れている。しかし、場所によっては石畳沿いの土壌が侵食されていることから、地表面侵食を防ぎ、石畳の周辺環境や景観を保全する必要がある。そこで、本研究は、石畳沿いの地表面侵食の空間分布と侵食量を明らかにし、傾斜との関係を調べた。調査は石畳の縦断形状及び横断形状について行い、石畳沿いの地表面侵食深の計測結果から最大侵食深と侵食断面積を求めた。また、石畳の縦断面図と平面図を作成し、各測定地点において最大侵食深と侵食断面積の度合いをそれぞれ3段階で表示し、侵食状況を視覚的に明らかにした。解析結果からは石畳沿いの地表面侵食量と石畳歩道の縦断方向の傾斜及び斜面方位との間に、一定の傾向や関連性は認められなかった。

キーワード：旧東海道、石畳、地表面侵食、土壌侵食、傾斜

I はじめに

箱根旧東海道は、旧東海道の小田原宿から三島宿までのいわゆる箱根八里（約 32km）の区間を指す。この街道の一部区間に敷設されている石畳は、1960年（昭和35年）に国指定史跡となっており、箱根の歴史や自然を味わう散策コースとして多くの観光客が訪れる。こうした貴重な歴史的建造物とその景観をどのように保全していくかは重要な課題である。

実際には、石畳脇の土壌が侵食されている箇所が多く見受けられ、中には、石畳の下方まで土壌が流出し、下部構造が露出している箇所や石畳が一部崩壊している箇所もある。こうした地表面侵食は、石畳の景観の質の低下を招き、また、石畳そのものの存続に関わることから、何らかの対策が必要である。

箱根旧東海道に関する研究は、石畳の構造について調査した事例（2）、街道沿いの並木に関する事例（1, 3）があるのみで、石畳沿いの侵食状況やその要因を明らかにした報告はない。そこで、本研究では、石畳沿いの土壌侵食の空間分布と侵食量を明らかにし、傾斜との関係を調べ、解析することを目的とした。

II 対象地

箱根八里とは、相模と伊豆の国境である箱根峠を中間地点として、小田原宿から箱根峠までの四里（神奈川県箱根

町）、通称「東坂」と、箱根峠から三島宿までの四里（静岡県三島市）、通称「西坂」からなる。本研究は東坂を対象とした。

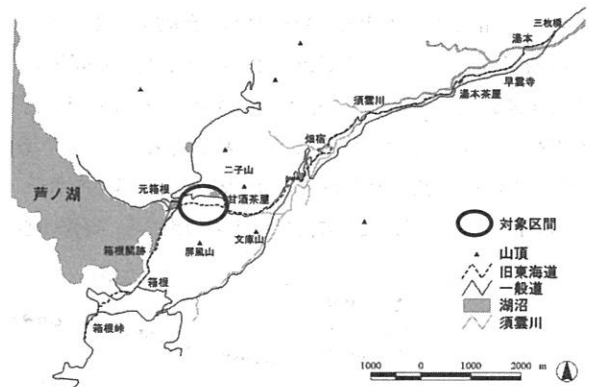


図-1. 東坂における調査対象の区間

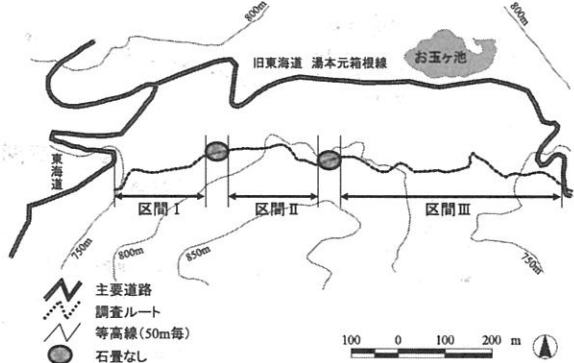


図-2. 調査区間の拡大図

Waka OHKAWA, Shintaro MORI, and Toshihiro MASUTANI (Coll. of Bioresource Sci., Nihon Univ. 1866 Kameino, Fujisawa, Kanagawa 252-8510) On the factors of soil erosion along Hakone old Tokaido stone pavement - Relationship among inclination and slope azimuth and degree of soil erosion -

東坂の中で石畳が残されている区間は、全部で7区間(延長3.3km)ある(2)。このうち本研究で対象とするのは、石畳がもっとも多く残っている、二子山(1,091m, 1,065m)の南部に位置し、芦ノ湖畔の「元箱根」から「甘酒茶屋」の手前までの区間(延長961m)である(図-1)。

図-2に調査区間の拡大図を示す。図中で、破線で示されているのが石畳の調査ルートであり、灰色の丸で示されている箇所は石畳のない場所である。調査は、これらを除いた区間を三つに分けて実施した。これを、西から順に、区間I(188m)、区間II(211m)、区間III(562m)とする。また、本研究における道の「左・右」は、石畳の路を西から東に向かって進んだときの「左側」、「右側」で定義する。

III 方法

1. 調査方法 石畳沿いの地表面侵食の空間分布と侵食量を把握するため、以下の項目について調査を行った。

調査は2007年10月3日から4日にかけて実施した。

〔縦断形状〕 傾斜または方位が変換する地点にコンパスを設置し、方位角と傾斜角を測定した。コンパス設置地点はP(n)とした(n=1,2,3...)。P(n)とP(n+1)間の距離を計測した。

〔横断形状〕 コンパス設置地点P(n)とP(n+1)の中間地点にIP(n)を設定し(n=1,2,3...)、P(n)とIP(n)で、石畳の道幅と石畳脇の土壌侵食深を計測した。土壌侵食深は、石畳の路面の高さを基準とし、その高さから地表面までの深さをポール(目盛りは10cm毎)で計測した。計測結果から、石畳の右

側・左側それぞれについて最大侵食深(cm)と侵食断面積(m²)を求めた。

2. 解析方法 石畳沿いの地表面侵食の空間分布を把握するため、縦断形状調査の結果から縦断面図と平面図を作成し、以下の解析を行った。各測定地点P(n)・IP(n)を縦断面図では最大侵食深と侵食断面積の度合いを、平面図では最大侵食深の度合いを3段階の色分けで表示した。また、調査対象区間全体と区間I、II、III毎に、最大侵食深の値と傾斜(度)の値を比較し、その関連性を調べた。

IV 結果

1. 石畳の縦断面図と侵食量 図-3に区間Iの縦断面図を示す。(a)は最大侵食深、(b)は侵食断面積の度合いを示している。石畳の左側・右側ともに50m地点と100m地点の付近で侵食の大きい箇所が見られた。左側ではさらに、150m地点でも侵食が大きい箇所があった。

図-4に区間IIの縦断面図を示す。区間Iに比べて傾斜が緩やかである。ここでは「白色」の侵食なしの場所が多く見られたが、左側では150m地点で侵食の大きい箇所が見られた。

図-5(a)に区間IIIの縦断面図(左側)を示す。区間ははじめの0~150m地点までの緩傾斜地においても、程度の低い侵食が断続的に見られた。傾斜が急になると、350m地点と450m地点付近で大きな侵食が見られた。それ以外では「白色」の侵食なしの場所が多かった。図-5(b)の区間IIIの縦

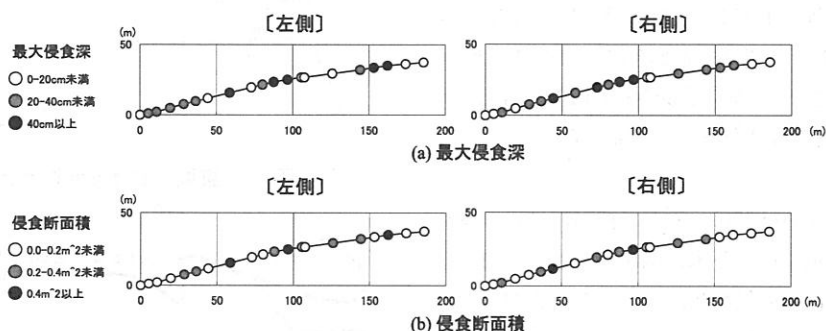


図-3. 区間Iの縦断面図

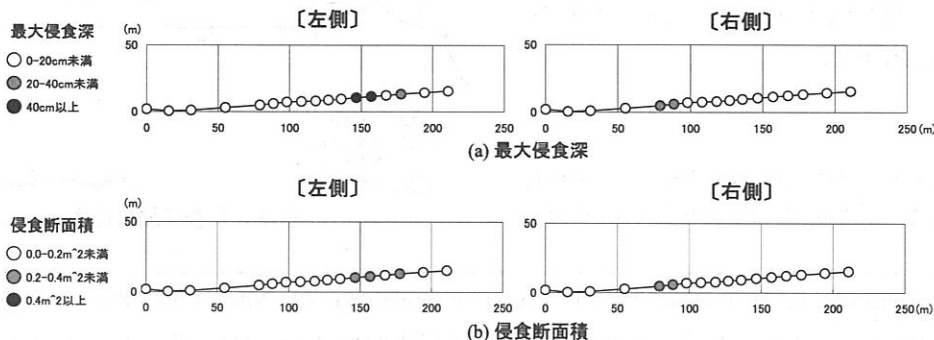


図-4. 区間IIの縦断面図

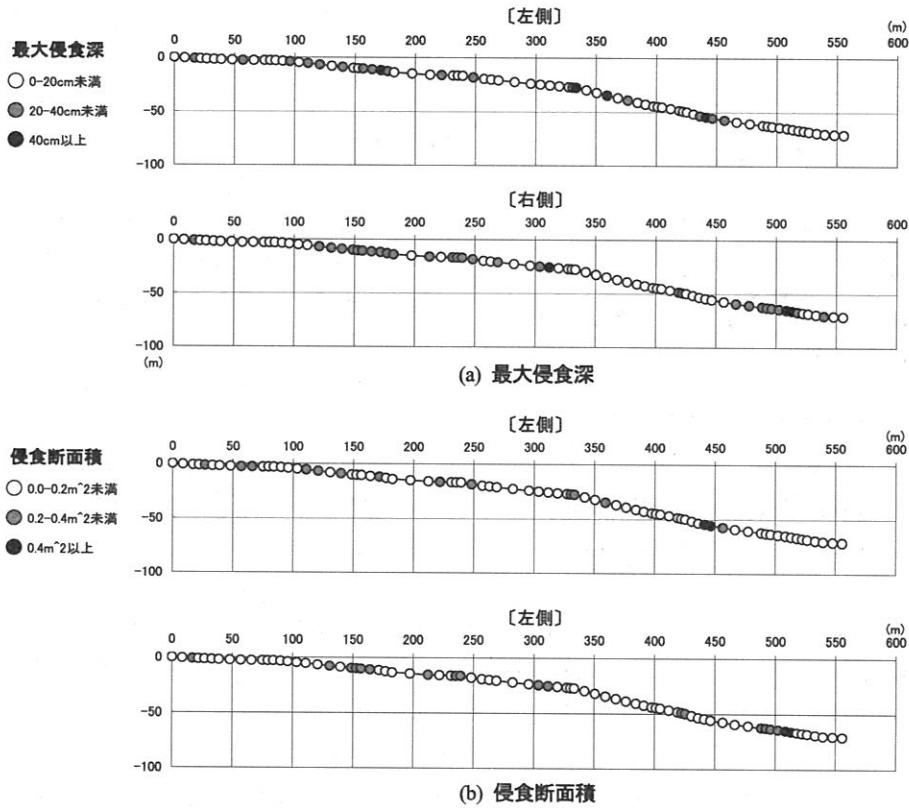


図-5. 区間Ⅲの縦断面図

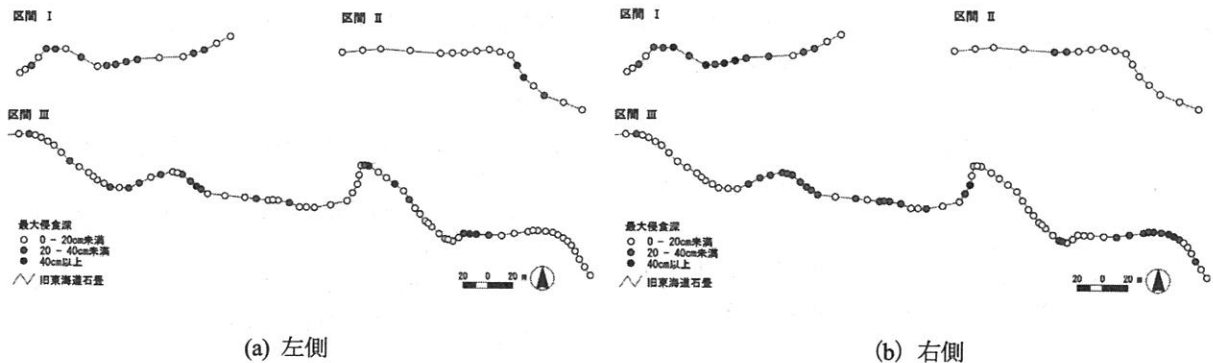


図-6. 最大侵食深を示した平面図

断面図（右側）では、450m 地点と500m 地点付近で大きな侵食が見られた。

2. 石畳の平面図と侵食量 図-6(a)に、石畳の左側の最大侵食深を表した平面図を、図-6(b)に、石畳の右側の最大侵食深を表した平面図を示す。最大侵食深と直線的、曲線的といった平面的な形状との間に関連性は見られなかった。

3. 侵食量と傾斜との関係 図-7に、調査区間全体の最大侵食深と傾斜の関係を示す。左側は $r=0.32$ ($p<0.05$)とわずかに正の相関が示されたものの、右側は $r=0.10$ ($p>0.05$)となり、全体的には最大侵食深と傾斜との間に強い関連性

は見られなかった。

V 考察

調査前は傾斜が急になるほど侵食量も増加する傾向が顕著であると予想されたが、実際には侵食量と傾斜との関連性は小さかった。図-7の相関図では、傾斜が10度以上でも全く侵食されていない箇所が見られた。これらは縦断面図図-5(a)区間Ⅲの右側350~400m 付近で示されるような箇所である。また、図-7の相関図で、傾斜が5度以下であっても侵食深が30~40cm に達している箇所も見られた。これらは、縦断面図の図-4 区間Ⅱの左側150m 地点や図-5(a)区間Ⅲ

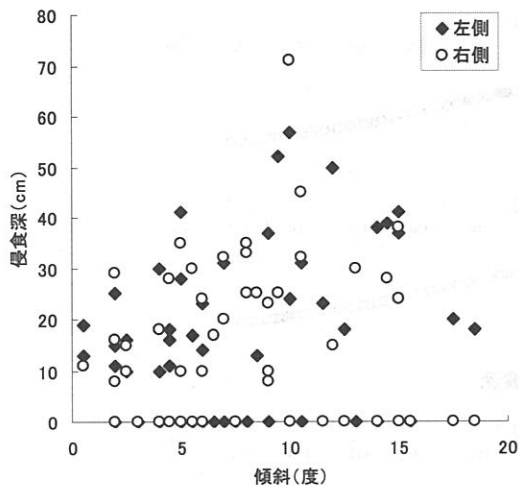


図 - 7. 調査区間全体の最大侵食深と傾斜の相関
(左側 : $r=0.32, p<0.05$, 右側 : $r=0.10, p>0.05$)

の左側 180m 地点で示されるような箇所である。こうした箇所について、石畳の縦断面の形状もしくは図-6 で示される平面的な形状と照らし合わせてみても、一定の傾向は見られなかった。

以上のことから、石畳沿いの侵食状況は石畳の縦断方向の傾斜だけでは説明することはできず、それ以外の要因の影響も受けていること推察された。特に水の動きは、石畳の縦断方向だけでなく、石畳周辺の広域的な地形を含めて考える必要がある。この他、石畳沿いに生育している草本や木本などの植生の状況も侵食のしやすさ・しにくさに影響を与えている可能性がある。調査前の予想と異なった箇所については、上述のような石畳周辺の地形や植生の状況と併せて詳細に分析する必要があるだろう。

斜面方位についてみると、対象地は区間Ⅱと区間Ⅲの境に、区間Ⅰ・Ⅱは西向き斜面、区間Ⅲは東向き斜面となっている。しかし、縦断形状を示す図-3, 4, 5 あるいは平面形状を示す図-6 から、斜面方位による傾向は特に見られなかった。南向き斜面と北向き斜面であれば、日照の差異の影響を受ける可能性があるが、対象地は西向き斜面と東

向き斜面で構成されていたため、そうした差異が見られなかったと考えられた。

VI おわりに

本研究は、石畳の形状と石畳沿いの地表面侵食状況について現地調査を行い、侵食量を量的(最大侵食深, 侵食断面積)に明らかにするとともに、その結果を縦断面図と平面図上で表わして、侵食状況の空間分布を視覚的に示した。また、石畳沿いの土壌侵食量と、石畳歩道の縦断方向の傾斜との関係を調べた結果、これらに関連性は認められなかった。

今後の課題としては、引き続き調査を行い、石畳の縦断方向の傾斜以外の要因との関連性を調べる必要がある。調査項目としてはまず、石畳周辺の地形、石畳沿いの植生が挙げられる。特に、地形による水の動きについてはより詳細な分析が必要である。また、これ以外に石畳の路面の滑りやすさについても調査する必要がある。石畳の路面は滑りやすく、足腰の弱い年配者や子供が石畳脇の土壌の上を歩くため、それが地表面侵食の誘因となっている可能性がある。滑りやすさに関連する因子として、コケの被覆率とそれに関わる路面上の光環境と周囲の植生状況の調査結果についても分析を行う予定である。また、同様の土壌侵食に関する調査を静岡県側の西坂でも行う予定である。

引用文献

- (1) 大野啓一朗 (1985) 箱根杉並木のスギこぶ病. 神林試研報 11 : 29-34.
- (2) 大和田公一・伊藤 潤 (1990) 箱根旧街道. 交通史研究 23 : 42-67.
- (3) 鈴木 清 (1985) 箱根杉並木の根系および土壌環境に関する 2,3 の知見. 神林試研報 11 : 19-28.