

On-line 開催資料

富士学会発表要旨集

富士学会 2022 年秋季学術大会

2022 年 11 月 27 日 (日)

会場：富士学会事務局 (on-line)

富士学会

2022

目 次

富士学会 2022 年秋季学術大会 プログラム

第 1 部 シンポジウム 『御殿場山体崩壊と人々の暮らし』

1 大会記念講演

『富士山噴火と山体崩壊－御殿場岩屑なだれを中心に－』 千葉達朗

1 基調講演

『富士火山と弥生時代遺跡の形成－駿河湾岸弥生時代前半期の低地形成と農耕集落－』
篠原和夫

『黄瀬川扇状地の地形環境－扇状地の形成過程と沼津・三島の地域事例－』
加藤雅功

第 2 部 研究報告

1 『物体検出と文字認識を適用した古文書の画像解析－伊豆地域における予備的調査－』

坪井寿裕 (沼津高専) 渡辺祐紀 (沼津高専) 橋本敬之 (伊豆学研会)
平林研治 (三島市文化財課) 北本朝展 (情報・システム研究機構データサイエンス共同利用基盤施設人文学オープン共同利用センター)
鈴木静男 (沼津高専)

2 『ソーラーシェアリング (営農型太陽光発電) に向けた IoT センサのキャリアブレーション』

鈴木檀 (沼津高専) 山口卓人 (沼津高専) 中澤達夫 (沼津高専) 青木悠祐 (沼津高専) 菊川宗弘 (萬寿企業株式会社) 山田クリス孝介 (AOI 機構) 鈴木静男 (沼津高専)

3 『ごみ処分設備の利用に対する登山者意識の把握』

Kelvianto Shenyoputro (立命館アジア太平洋大学) Thomas E Jones (立命館アジア太平洋大学) 青木直子 (富士山クラブ)

富士学会 2022 年秋季学術大会

日 時：2022 年 11 月 27 日（日）10:00 ～ 16:00

開催方式：リモート開催 online (ZOOM)

場 所：富士学会事務局（リモート開催本部）

【日程】

司会：渡井英誉(富士学会事務局)

10:00～10:05 開会挨拶 富士学会会長 渡邊定元
10:05～10:10 開催趣旨 富士学会副理事長 植松章八

<第 1 部> シンポジウム 『御殿場山体崩壊と人々の暮らし』

10:10～11:00 記念講演 『富士山噴火と山体崩壊 –御殿場岩屑なだれを中心に–』
千葉達朗(アジア航測株式会社)
11:00～11:45 基調講演 『富士火山と弥生時代遺跡の形成 –駿河湾岸弥生時代前半期の低地形成と農耕集落–』 篠原和太(静岡大学)

11:45～13:00 昼休憩

13:00～13:45 基調講演 『黄瀬川扇状地の地形環境』 加藤雅功 (日本大学)
13:45～14:35 – 討論 – 発表者
コーディネーター : 植松章八 (副理事長)

14:35～14:50 休憩

<第 2 部> 一般研究報告

14:50～15:05 研究報告『物体検出と文字認識を適用した古文書の画像解析–伊豆地域における予備的調査–』
坪井寿裕 (沼津高専) 渡辺祐紀 (沼津高専) 橋本敬之 (伊豆学研究会) 平林研治 (三島市文化財課) 北本朝展 (情報・システム研究機構データサイエンス共同利用基盤施設人文学オープン共同利用センター) 鈴木静男 (沼津高専)
15:05～15:20 研究報告『ソーラーシェアリング (営農型太陽光発電) に向けた IoT センサのキャリブレーション』
鈴木檀 (沼津高専) 山口卓人 (沼津高専) 中澤達夫 (沼津高専) 青木悠祐 (沼津高専) 菊川宗弘 (萬寿企業株式会社) 山田クリス孝介 (AOI 機構) 鈴木静男 (沼津高専)
15:20～15:50 研究報告『ごみ処分設備の利用に対する登山者意識の把握』
Kelvianto Shenyoputro (立命館アジア太平洋大学) Thomas E Jones (立命館アジア太平洋大学) 青木直子 (富士山クラブ)
15:50～15:55 閉会挨拶 富士学会副理事長 増澤武弘

富士山噴火と山体崩壊

— 御殿場岩屑なだれを中心に —

千葉 達朗*

The Eruption of Fuji Volcano and Sector Collapse — Focusing on the Gotenba Debris Avalanche —

Tatsuro CHIBA*

キーワード：地質、山体崩壊、ハザードマップ

Key words : Geology, Sector collapse, hazard map

1. はじめに

富士山は、日本で最も高い山であると当時に、最も活発な活火山のひとつでもある。1707年の宝永噴火以来315年噴火をしていないが、最近1万年間の噴出量は約50立方キロに達し、国内でも有数の規模である(宮地、1988)。この富士山のハザードマップが、17年ぶりに2021年に更新された(静岡県、2021など)。改訂理由としては、この間、地質調査が進み(高田他 2014、千葉 2014など)、過去の活動に対する知見が増えたこと、コンピュータシミュレーション技術が進歩し、より精密な検討ができるようになったこと、確率の低い大災害に対する社会の考え方が変化したことがその理由である。

一般に火山ハザードマップとは、将来の噴火による災害の影響範囲を示したものである。富士山の今回のマップでも、溶岩流や火砕流や降灰や融雪泥流、噴石による災害については図示された。しかし、山体崩壊についてのハザードマップは示されなかった。検討そのものは実施したが、「有効なハザードマップを作成することは困難」と考えられるため、過去の実績を示すにとどめるということであった。小山(2018)が指摘しているように、雲仙岳のように溶岩ドーム崩壊の影響範囲について検討を進めている事例もあることから、検討を考える時期なのかもしれない。直接的な影響を受ける人数だけでも40万人(小山,2012)におよぶという。

富士山は過去に何度も山体崩壊を発生させたことは、周辺に分布する岩屑なだれ堆積物から明白である。その頻度は、他の成層火山のよりも多く2倍の頻度といわれ

る。富士山の南西側には富士川河口断層帯があり、その影響が大きいのかもしれない。最近、山元他(2020)は、およそ1万年前に、静岡県小山町で発生した崩壊は、時期から見て同活断層による地震の影響である可能性がある」と指摘している。

本講演では、最新である2900年前の御殿場岩屑なだれを、富士山の山体崩壊の事例として紹介したい(図1)。宮地ほか(2004)の図をGISで精密に地形と重ね合わせ、高田他の地質図と比較し、崩壊発生地点についての検討を試みたものである。

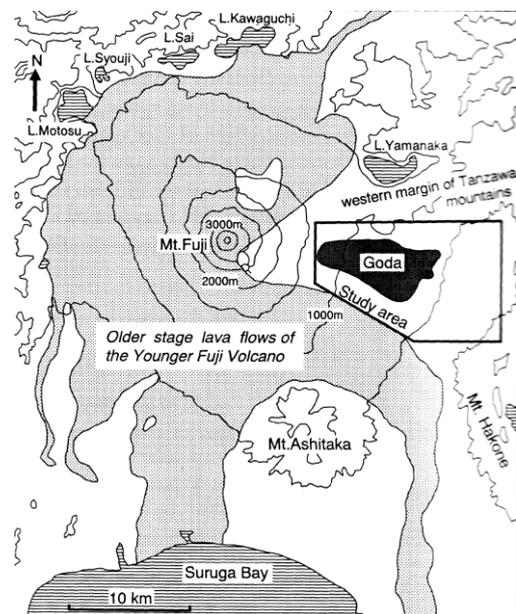


図1 御殿場岩屑なだれ (Goda) の位置図
宮地他(2004)Fig.1より

*アジア航測株式会社 先端技術研究所

*Asia Air Survey co., ltd.

2. 御殿場岩屑なだれと御殿場泥流

津屋は1968年の富士火山地質図と1971年の富士急の報告書の中で、富士山の活動時期を古富士と新富士に2分し、古富士の活動は泥流で特徴づけられるとした。御殿場泥流を明確に区別していないので、古富士泥流と混同していた可能性もある。その後、明確に「御殿場泥流 (Gomf)」として記載をしたのは、町田 (1977) である。その後、宮地他 (2004) は、現地調査とボーリング収集や化学分析の結果から、御殿場岩屑なだれと御殿場泥流の分布範囲を区別し、その詳細を記載した (図2)。

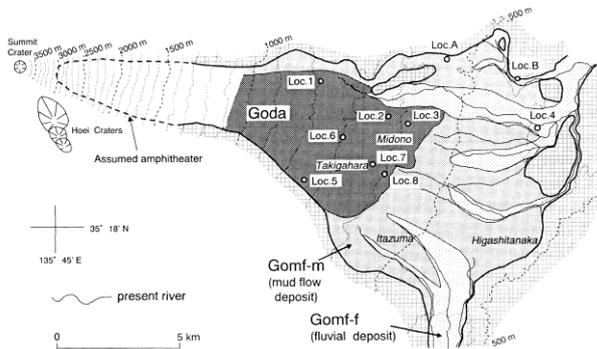


図2 御殿場岩屑なだれ(Goda)と御殿場泥流(Gomf-m) 宮地他 (2004) の Fig.2 より

3. 御殿場岩屑なだれの発生域

宮地他 (2004) は御殿場付近の岩屑なだれに含まれる岩片の種類を調べ、新鮮な溶岩が少ない事を明らかにした。一部の流山はかなり変質が進んでことから、崩壊原因には、変質し脆弱になった岩体に関連していると推定した。また、新富士の旧期溶岩流は、富士山の全域を覆うように分布しているが、御殿場方向には例外的に分布していない (図1)。これらの点を考慮し、御殿場岩屑なだれ発生地点には、古富士火山などからなる、不安定な高まりがあり、これが段階的に崩壊したとした (図3)。

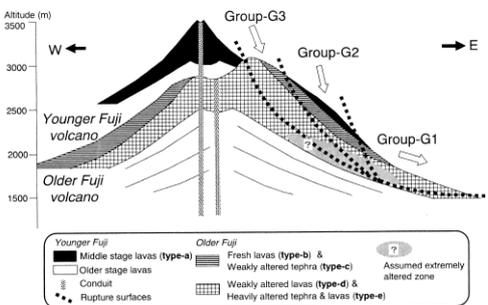


図3 御殿場岩屑なだれ縦断面図 宮地他 2004 Fig.9

崩壊地点つまりピークの位置については、山頂より東の高度3000m付近から2500m付近と推定した。御殿場方向に流れ下っていることから、富士山の東斜面の何処

かが崩壊したと考えられる。なお、町田 (2000) のように、山頂を含んで崩壊が発生したという見解もないわけではないが、山頂部に存在する溶岩等の年代が、明らかに御殿場岩屑なだれより発生時期よりも古いものがあること、西側の大沢川の源頭部では、東側への崩壊を示すような構造が確認できない (図4)。これらの点から、可能性はほとんどないと考えている。



図4 大沢崩れ源頭部 高度3300m付近 剣ヶ峰の北西側。急斜面であるため落石が絶えない。溶岩層の傾きと斜交関係から、富士山の山頂部が崩壊と成長を繰り返してきたことがわかる。

最近になって、山元他 (2011)、高田他 (2014) の踏査により、富士山の東斜面の詳細な調査が実施され、御殿場岩屑なだれなどの分布範囲が修正された (図5,6,7)。これまで、宮地他 (2004) の中で、崩壊の発生域と推定された範囲内にある獅子岩が、星山期 (古富士相当) であることが明らかとなり、発生域については、獅子岩を含まない範囲に修正する必要が生じた。

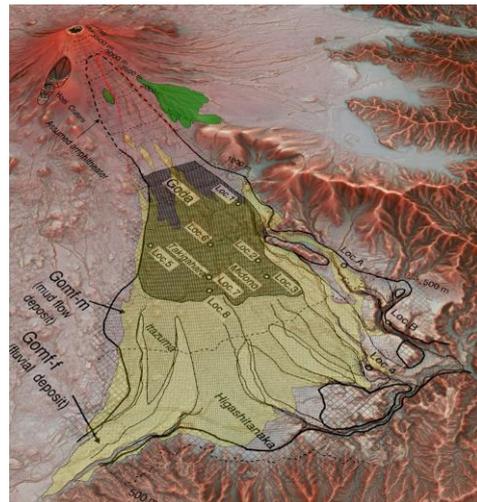


図5 御殿場岩屑なだれ鳥瞰図

赤色立体地図に宮地ほか2004の図と高田他2018の範囲を黄色で重ねた。緑色は星山期の地層の分布範囲。御殿場岩屑雪崩の発生域には重ならないはず。

4. 御殿場岩屑なだれ堆積物と田貫湖岩屑なだれ

最近の道路工事等で、御殿場岩屑なだれの良好な露頭がいくつか生じたので、紹介したい。図 8-9 は水土野の高速道路工事露頭、図 10 は国道 246 号工事露頭である。



図 8 御殿場岩屑なだれ (GODA) の露頭 (水土野)
GODA の上面が凹凸に富むことがわかる (白点線)。中央から右に、2 次堆積物の河床礫層がアバットする。最上部には宝永スコリア (Ho) が堆積している。
2015/11/29 千葉撮影



図 9 御殿場岩屑なだれ堆積物の工事露頭
地層の成層構造を保ったまま、この付近まで流下したこと。小さな断層によってずれている様子がわかる。



図 10 御殿場岩屑なだれの国道 246 号露頭
巨礫は摩滅しているが内部構造が残っている

また、富士山の西側では、最も典型的な岩相を示す、田貫湖岩屑なだれの露頭が観察できる。年代は約 2 万年前であるが、断層により山際の高い地点で観察することができる (図 11-13)。

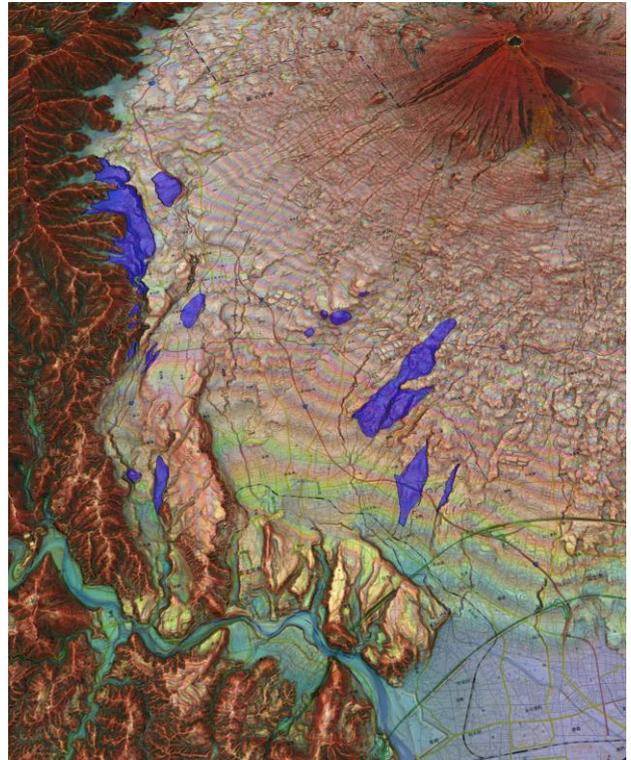


図 11 2 万年前の田貫湖岩屑なだれ堆積物の分布範囲 (データは高田他 2018 による) 西側に分布する岩屑なだれは、活断層で隆起した天子山地の縁の田貫湖周辺に広く残されている。公開されている shp データを、GIS で赤色立体地図に重ね合わせて鳥瞰図表示させたもの。



図 12 田貫湖岩屑なだれ堆積物
模式露頭で撮影 巨大なブロックが変形し、薄く引き伸ばされ、礫内部にはジグソークラックがはいる。中央部の部分拡大を図 13 に示す。



図13 岩屑なだれ堆積物の部分拡大

ジグソークラックとフィルム状に引き伸ばされた赤い地層を確認できる 2015/9/18 千葉撮影

5. まとめ

御殿場岩屑なだれを中心に富士山の山体崩壊を紹介した。富士山は、現在は均整の取れた地形をしているが、地質学的な証拠からみると、必ずしもそういう時期ばかりではなかったと考えられる。

最後に、宝田他 (2014) が開発した G-ever を紹介したい。これは、火山噴火のハザードマップを簡便に作成する方法として知られている、エネルギーコーンモデルを、web 上で気軽に試せるようにしたものである。

図14 に示したのは、エネルギーコーンモデルによる富士山周辺の H/L 分布図である。円錐の頂点は山頂火口の火口底とした。この手法で、山頂の見通し角の大きな地点のあたりを付けることができる。富士宮方向の西側の大沢川から南西野溪にかけて、 $H/L=0.45$ 以上の範囲が認められるが、この付近に行くと富士山がとても高い角度で見えるから、おおむねよさそうである。

山体崩壊のハザードマップには程遠いが、何かのヒントになれば幸いである。

6. 文献

- 宮地直道・富樫茂子・千葉達朗(2004)富士火山東斜面で2900年前に発生した山体崩壊,火山,49,237-248.
- 山元孝広・高田亮・下川浩一(2002)富士火山の岩屑なだれ,富士火山・火山災害と災害予測,月刊地球,24,640-644.
- 町田洋(1964) Tephrochronology による富士火山とその周辺地域の発達史(その1,2),地学雑誌,73,293-308,337-350
- 宮地直道(1988)新富士火山の活動史,地質学雑誌,94,433-452.
- 町田洋(2000)建設と崩壊を繰り返してきた富士山ー特に縄文時代末の大崩壊,月刊地球,22,507-511.
- 高田亮・山元孝広・石塚吉浩・中野俊(2014)富士火山地質図第2版(Ver.1),地質調査総合センター研究資料集, no.592,産総研地質調査総合センター.
- 山元孝広・中野俊・高田亮・小林淳(2011)富士火山東斜面における最新期火山噴出物の層序.地調研報, vol.62, p.405-424.
- 静岡県(2021)富士山ハザードマップ(令和3年3月改訂),<https://www.pref.shizuoka.jp/bousai/fujisanhazardmap.html>
- 小山真人(2018)富士山の火山防災対策において山体崩壊をどう取り扱うべきか?,日本地球惑星科学連合2018年大会,SVC42-P002.
- 小山真人(2012)富士山の山体崩壊,静岡大学小山研究室ホームページ,
https://sakuya.vulcania.jp/koyama/public_html/Fuji/tokyoshinbun121031.html
- 宝田晋治,Joel Bandibas,G-EVER 推進チーム(2014)G-EVER 火山災害予測支援システムとアジア太平洋地域地震火山ハザード情報システムの構築,日本火山学会講演予稿集,2014,A1-25.
- 千葉達朗(2014)ジラゴンノ露頭と雁ノ穴火口(特定テーマ 富士山),地質と調査,140,31-36.(全国地質調査業協会連合会)
- 津屋弘達(1968)富士火山地質図 縮尺,1:50,000.説明書,地質調査所発行
- 津屋弘達(1971)富士山の地形・地質,富士山(富士山総合学術調査報告書),1-150,富士急行株式会社

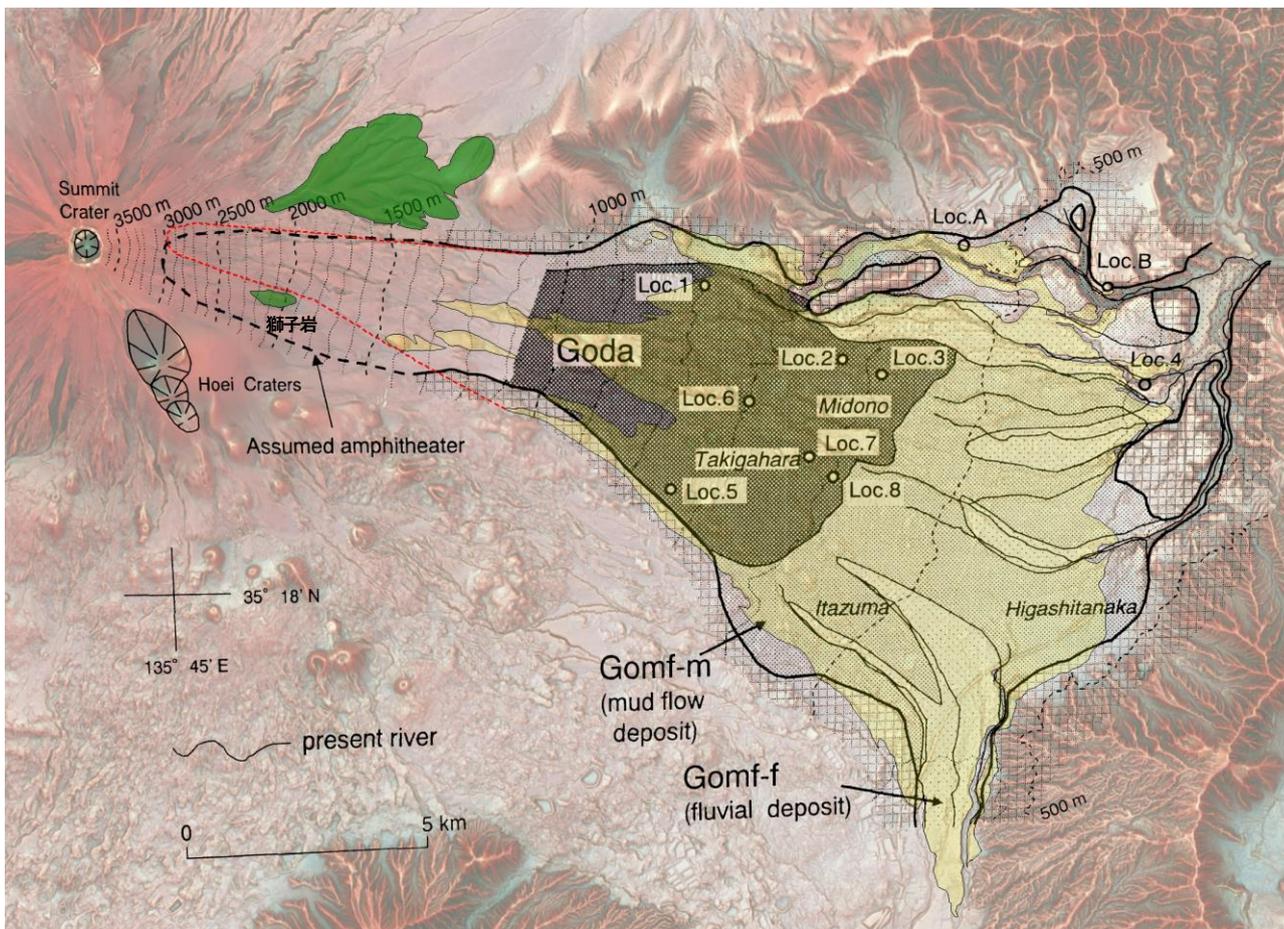


図6 御殿場岩屑なだれ堆積物の分布 宮地ほか・2004 と高田ほか・2014 の図を GIS で赤色立体地図に位置合わせ
宮地らは発生域を標高 3000m から 1500m 付近としていたが、獅子岩が古くなり、避ける必要が生じた。

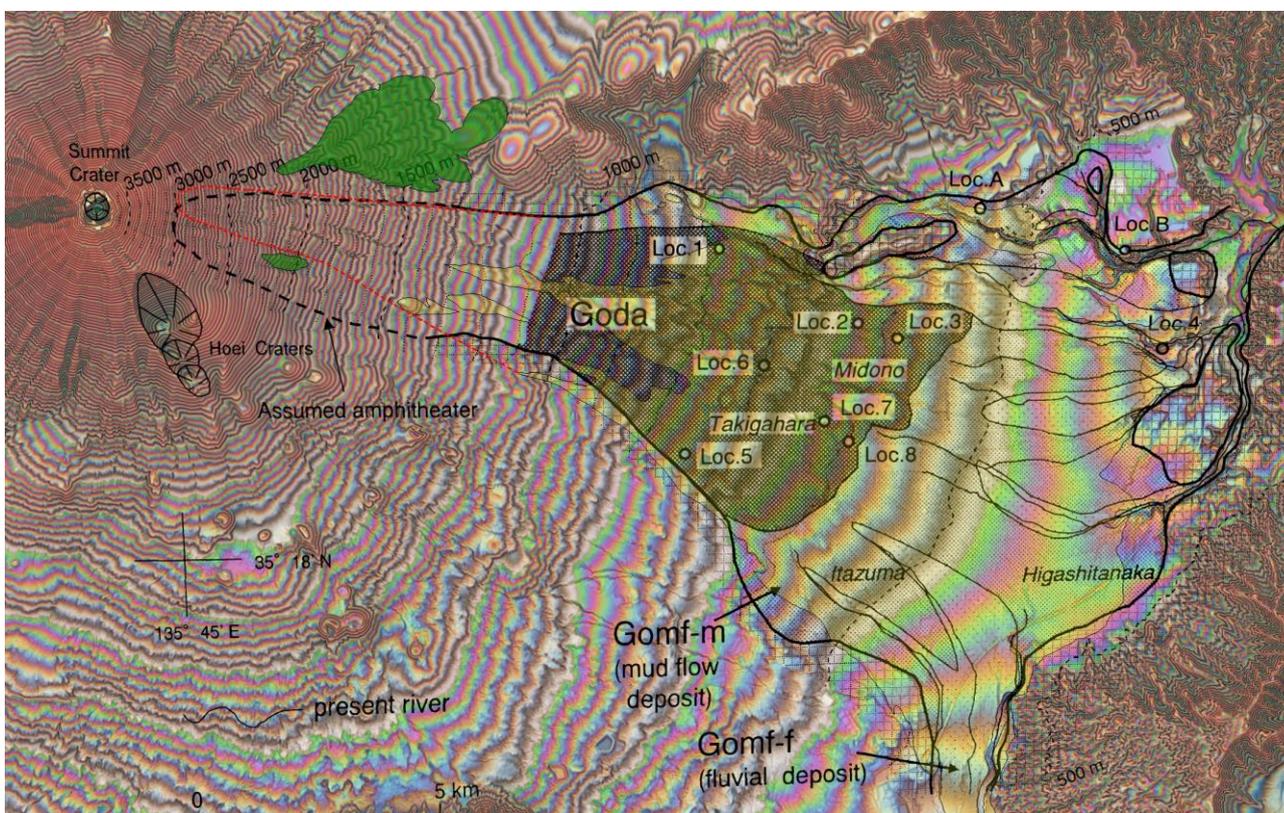


図7 御殿場岩屑なだれ堆積物の分布図 図6 に、さらに虹色等高線表示を重ねたもの

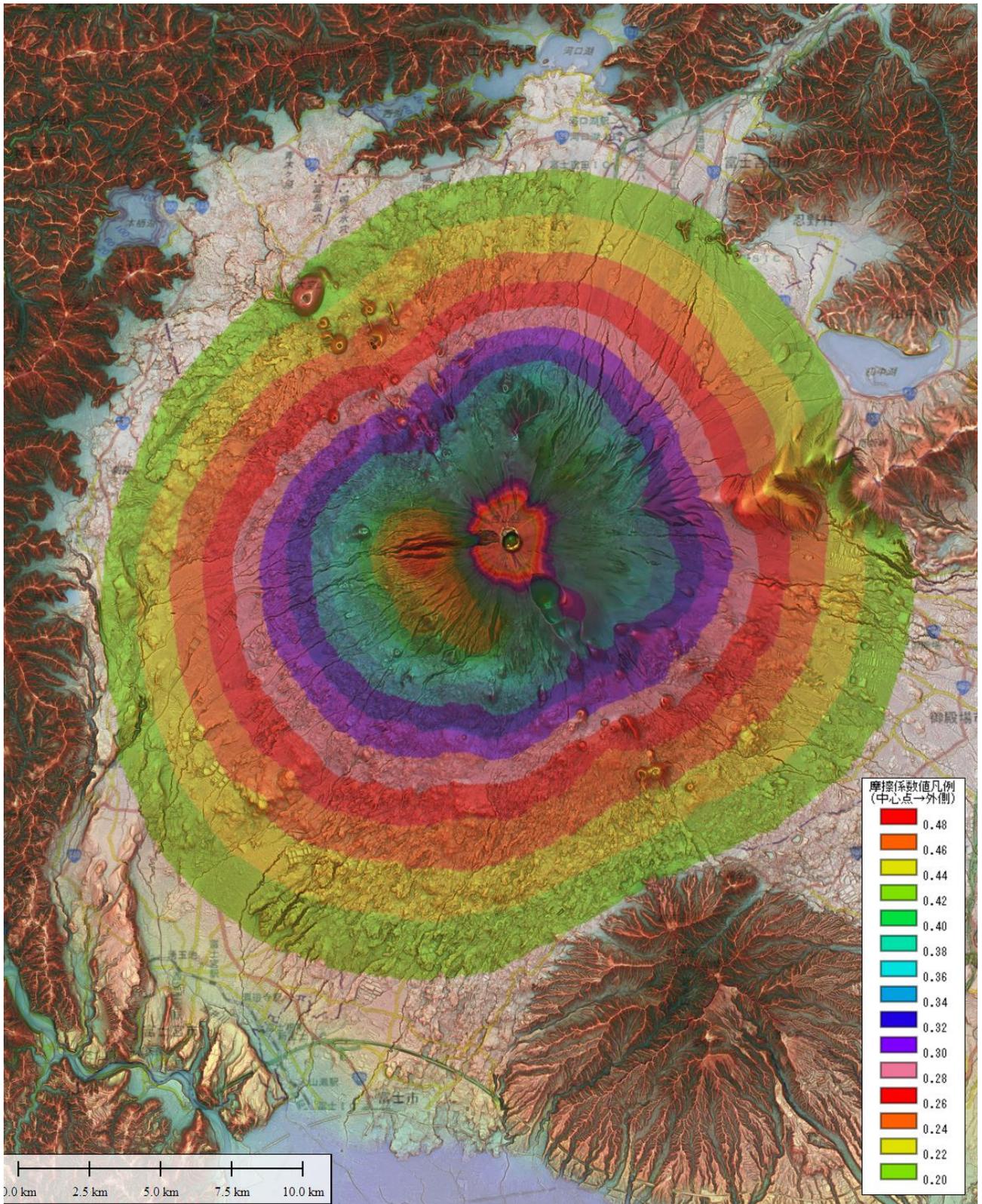


図 14 エネルギーコーンモデルによる富士山周辺の H/L 分布 頂点は山頂火口の火口底
 富士宮方向の西側の大沢川から南西野溪にかけて、 $H/L=0.45$ 以上の範囲が認められる。
 G-ever 高速版を使用した (<http://g-ever1.org/quick/>) 解説は宝田ほか (2014) を参照されたい。

富士火山と弥生遺跡の形成

— 駿河湾岸弥生時代前半期の低地形成と農耕集落 —

篠原 和 大¹

キーワード：御殿場泥流，静岡・清水平野弥生時代基盤層，登呂層，灌漑型水田農耕，富士山

1. はじめに

弥生後期（約 2000 年前）の農耕集落を代表する登呂遺跡は、駿河湾西岸、安倍川扇状地の扇端付近に立地して、10 万㎡を超える水田を営んだ集落である。登呂遺跡の下層には縄文時代晩期にあたる 3100 年前頃降灰したカワゴ平パミスが 2~3cm ほどの厚さで水平に堆積する状況が見られ、降灰の頃、周囲はまだ水域か湿地のような環境であったと推定される。このカワゴ平パミスは平野部の多くの弥生遺跡の下層で認められ、一般にそれを静岡平野の弥生時代の基盤層をなす灰白色シルト層が覆い、その上部に登呂層と呼ばれる黒色粘土層が形成される。平野部の弥生遺跡はこの登呂層中にその活動の痕跡を残している。

つまり、静岡・清水平野の弥生遺跡の多くはカワゴ平パミスの降灰後、およそ弥生時代前期（弥生 I 期：2800~2400 年前頃か）の間に形成された扇状地上に立地しているといえる。この地域の本格的な農耕文化形成の舞台は、その定着のわずか数百年前に形づくられた。

弥生時代前期頃に農耕集落の舞台となる低地環境が形成される状況は、駿河湾北東部地域や足柄平野でも類似しており、2900 年前頃といわれる富士山の御殿場方向への山体崩壊とその後の御殿場泥流堆積物が黄瀬川扇状地と酒匂川の扇状地を形成したとみられる。弥生中期中頃（III 期）の農耕集落と目される沼津市西通北遺跡、小田原市中里遺跡は、やはりこれらの扇状地扇端部に立地し、水稲農耕を営んだと考えられる。

今回は、こうした駿河湾岸周辺で認められる弥生前期中頃の低地形成と弥生中期中頃以降とみられる本格的な灌漑水稲農耕を営んだとみられる農耕集落の展開との間の関係について考えてみたい。

2. 駿河湾岸地域における農耕社会の形成

(1) 列島における農耕の形成

日本列島における農耕社会の形成過程については、弥生時代に北部九州に灌漑稲作農耕の技術が伝わり、その

情報が東日本にも波及するが、東日本で灌漑稲作が定着するのは弥生中期中頃まで遅れるとの見方がなされてきた（中山 1999、石川 2001）。近年、レプリカ法と呼ばれる土器に残された圧痕から種実などを検出する分析が進展し、縄文時代にマメ類などの栽培植物の存在が明らかになる一方、弥生時代の当初からアワ、キビの雑穀類が検出されることが明らかになった。このようなことから、弥生時代の農耕の波及と定着の議論は、弥生時代開始期の「穀物農耕の波及」と東日本では弥生中期中頃となる「灌漑型農耕の定着」として再整理されるようになっている（中山 2018）。

(2) 駿河湾岸における穀物農耕の波及

駿河湾沿岸部では、弥生時代前期（I 期）に沖積地には遺跡が認められず、折戸湾に臨む丘陵裾の清水天王山遺跡や富士川河岸の山王遺跡、潤井川東岸の渋沢遺跡のような縄文時代以来の立地や中継地的な立地の小規模な遺跡が存在する。これらの遺跡の土器からはレプリカ法でアワを中心とする種実が検出される。中期前葉（II 期）になると静岡・清水平野では丸子遺跡群や瀬名遺跡など平野部に臨む丘陵やその裾部に遺跡が展開し、石鍬（打製石斧）を出土することを特徴とする。レプリカ法の調査ではアワ、キビに加えてコメが検出されるようになり、手越向山遺跡や瀬名遺跡では畑作や水稲作と関連すると考えられる遺構が検出されている。駿河湾東部では、田方平野西縁に位置する大平丸山遺跡があり、獣骨などが出土した一方、レプリカ法でアワ、エゴマが検出された（篠原 2008、篠原他 2012 ほか）。

このように、駿河湾沿岸地域では弥生時代の開始後まもなくアワ、キビなどの穀物農耕が導入され、石鍬などを用いた畑作が行われていた。小規模な集団が狩猟・採集などと複合的に農耕を行ったものと考えられる。II 期頃までには稲の栽培もおこなわれるようになったが、地点的な環境を利用した小規模なものであった。また、II 期頃に丘陵部に遺跡が形成されるようになる状況の背景には、低地環境の変化を考慮する必要があると思われる。

(3) 駿河湾岸における灌漑型農耕の定着

弥生時代中期中葉（Ⅲ期）になると、静岡市有東遺跡や川合・瀬名遺跡、沼津市西通北遺跡、小田原市中里遺跡など沖積地に大規模な遺跡が形成される（以下、篠原2012、2019など）。

静岡・清水平野の有東遺跡は、集落形成当初から遺構が広く分布し、周囲に方形周溝墓と呼ばれる墓からなる墓域を形成した。また、未製品を含む磨製石器や樫材を加工した農具未製品が出土し、石器を生産・使用して木製農具などを生産していたことがわかる。同様に石器などを生産した川合遺跡に隣接する瀬名遺跡では中期後半（Ⅳ期）の古い段階に遡る分岐する水路で灌漑したとみられる小区画の水田が検出されている。Ⅲ期には農具を生産して灌漑型水田を開発、経営する本格的農耕集落が成立したとみることができる。こうしたⅢ期からⅣ期の本格的農耕集落は周囲からある程度独立した規模の大きい集落となった。

駿河湾東部では、黄瀬川扇状地の浮島沼側の扇端付近に、Ⅲ期の環濠集落とみられる西通北遺跡が形成される。検出された大型溝状遺構（環濠）は東西200mを超える範囲を囲むとみられ、比較的大きな集団が集住した。南側の西通遺跡などからは時期が下るがⅣ期の方形周溝墓群が検出され、この地で本格的農耕集落が形成されⅣ期まで継続したことがわかる。同じく弥生中期Ⅳ期頃の狩野川河口域の御幸町遺跡、境川下流域の長伏遺跡群も黄瀬川扇状地扇端域に位置する農耕集落と目される遺跡である。

弥生時代後期（Ⅴ期）になると静岡清水平野では、有東遺跡のような中期の大集落が解体縮小し、登呂遺跡のような広い面積の水田を経営する集落が散散的に現れる（図1）。背後には鉄器の普及や環境の変化が考えられている。駿河湾東部では後期初頭に一時的に遺跡が希薄になると考えられており、その後中小規模の環濠集落が現れて地域が再形成されるとみられている。後期中頃に登呂遺跡は洪水に見舞われ、集落が衰退することが知られるが、この頃から静岡平野では集落が平野縁部の丘陵部に現れるようになる。駿河湾東部でも足高山麓の足高尾上遺跡群をはじめとして、高位置に集落が移動する状況が知られる。

3. 駿河湾岸地域における弥生時代前半期の低地形成

駿河湾沿岸地域の農耕集落の形成・展開についてみた。「穀物農耕の波及期」とした弥生時代前期から中期初頭の時期、低地はほとんど利用されておらず、むしろこの時期にのちの「灌漑型農耕の定着」の舞台となる地形環

境が形成されたことがわかる。

前述した駿河湾東部の黄瀬川扇状地扇端付近の弥生中期から形成される農耕集落は、御殿場泥流に由来する堆積物およびその後しばらく続いた洪水堆積物の上部に遺構が構築されている。また、西通北遺跡や長伏六反田遺跡では同一の検出面で中世頃までの遺物や遺構が検出されており、弥生時代以降長らく安定していた可能性が示されるが、弥生時代前半期が地形形成の一つのピークを示していたとも考えられる。足柄平野の最初期の農耕集落と知られる中里遺跡も酒匂川を流れ下った御殿場泥流によって形成された微高地上に形成されていることが知られる。

一方、静岡清水平野の安倍川扇状地では、登呂遺跡、有東遺跡、鷹ノ道遺跡などの調査とともに、地質学的な検討も進められ、前述のようなカワゴ平パミスを前後する堆積状況が知られる。松田順一郎氏は、鷹ノ道遺跡から登呂遺跡に至る地形発達について、両遺跡の立地を石田街道のロウブ（砂礫の進入する網状流路帯などを含む扇状地内の高まり）と久能街道のロウブの間のロウブ間低地と位置づけ、ロウブ上の砂礫の集積とロウブ縁部の拡大からなる地形発達が、縄文時代晩期からカワゴ平軽石層を挟んで弥生中期直前までの数百年で生じたとした（松田2006）。鷹ノ道遺跡と登呂遺跡の標準土層の比較では、ほぼ同水準に見られるカワゴ平パミス層（Ⅶ層）にたいして基盤層のシルト層はⅦ層の上部で顕著であり（Ⅵ層）、鷹ノ道遺跡で微高地をなして厚く、扇端に向かう登呂遺跡で薄くなる（図3）。やはりこの地形発達はカワゴ平パミスの上部で顕著であったと考えられる。この安倍川扇状地内のロウブは、加藤芳朗氏が砂礫流入の経路を示した微高地（加藤1995他、図2）と対応するとみられるが、その近辺の遺跡の調査事例からみると（静岡市教育委員会2022など）、その中心部は大量の砂礫で充填されていたようだ。おそらく相当量の土砂が供給されてこの時期の安倍川扇状地の発達があったとみられるが、その中心はカワゴ平パミス降灰と弥生中期直前までの間にあったと考えられる（図4）。

弥生時代前半期の黄瀬川扇状地や足柄平野の形成は、富士山山体崩壊に続く御殿場泥流が原因であり、安倍川扇状地の同時期の発達とは別の現象であろう。しかしながら、それが当時の安倍川流域からの大量の土砂供給によってもたらされたと考えるならば、御殿場泥流の起点となった富士山山体崩壊が、その原因と結果において、広域にもどのような地殻変動や災害を引き起こしていたのか、いまだ追究する必要があるように思う。

4. 扇状地地形と弥生時代の灌漑型水田農耕

瀬名遺跡で検出されたIV期の古い段階の水田は、長尾川の自然堤防に沿って水路を配置し、水路を分岐させながら水路沿いの小区画水田のブロックに配水する水田で、西日本で発達した弥生時代の水田灌漑システムのうち中期頃までに発達したII類の技術(大庭 2013)を採用したものであった(篠原 2018)。このような弥生時代の灌漑水田は当初から土地の傾斜を利用した重力灌漑であり、水路を利用し、傾斜に合わせた小区画の集合に給排水する灌漑システムを発達させたものである。III期の有東遺跡周辺などでもこうした灌漑水田が展開したと考えられるが、安倍川の扇状地地形が、比較的緩い傾斜をもって、伏流水が扇端にかけて地表水化する灌漑水として利用しやすい穏やかな水文環境を持っていることが、この地点での当時の灌漑システムの導入によく適合していたものと考えられる。

V期になると静岡清水平野では一辺 40~50mほどの大区画の中に小区画を配置し、大区画間を田越に灌漑して、水路に依らない水田域を拡大する水田(IV類、大庭 2018)が展開するようになるが、こうしたシステムはより傾斜の少ない平準な土地の開発を可能にした。V期になって開発された登呂遺跡の水田はこのような水田の典型であるが、集落の形成される登呂川微高地縁辺から南へ向かって広がるきわめて緩い傾斜面に形成されている。遺跡群としても中期の集落や墓地が形成されていた有東遺跡や鷹ノ道遺跡周辺からより低平な、さらに扇状地扇端に向かって拡大したといえる。

このように、弥生時代の灌漑水田農耕は、安倍川扇状地のような一定の水文環境を備えた扇状地地形によく適合する灌漑システムを発達させていた。黄瀬川扇状地の西通北遺跡や長伏遺跡群、足柄平野の中里遺跡などもそのような水田の経営を行った集落とみることができよう。

5. まとめ

駿河湾沿岸地域の弥生時代農耕集落は、弥生時代前半期に、御殿場泥流や安倍川の氾濫によって形成された扇状地地形扇端部の水文環境を利用して、弥生中期に灌漑型水田を営むことで形成された。縄文海進の後の低地環境で、このような灌漑水田農耕の舞台が、その定着の比較的直前に形成されたことは注目される。また、御殿場泥流が富士山の山体崩壊によってもたらされたことは明らかとされるが、同時期にも推定される安倍川流域の土砂供給が、富士山の山体崩壊と関連する地質学的なイベントによってもたらされたのではないかとの推測も行った。このことは、また東海東部太平洋岸の比較的広い地

域の弥生時代前半期の低地の地形形成ともかかわる可能性が考えられよう。

弥生時代の灌漑型農耕は、さらに多様な環境に定着しており、必ずしもこのような条件を備えた扇状地地形のみに定着したわけではないことも明らかである。しかしながら、駿河湾沿岸周辺地域で弥生時代前半期にほぼ同時に灌漑型水田農耕の好条件の環境が整ったことは、その後の東日本の農耕社会の定着過程に大きな影響を与えたものと考えられる。

【参考文献】

- 石川日出志 2001「関東地方弥生時代中期中葉の社会変動」『駿台史学』第 113 号
- 大庭重信 2013「近畿地方における弥生時代の水利関係と水田構成の変遷」『待兼山論叢』第 47 号
- 大庭重信 2018「東西日本の水田灌漑システムと土地利用」『境界の考古学』日本考古学協会 2018 年度静岡大会実行委員会
- 小田原市教育委員会 2017『中里遺跡』小田原の遺跡シリーズ 12
- 加藤芳朗 1995「土壌学と登呂遺跡—遺跡の立地・水田・火山灰」『登呂遺跡発見 50 周年記念報告』
- 静岡市教育委員会 2022『豊田遺跡第 9 次発掘調査報告書』
- 篠原和大 2008「静岡・清水平野における弥生遺跡の分布と展開」『静岡県考古学研究』40
- 篠原和大・真鍋一生・中山誠二 2012「植物資料から見た静岡清水平野における農耕の定着過程」『静岡県考古学研究』43
- 篠原和大 2012「農耕文化形成期の沼津」『沼津の古代遺跡を考える』静岡大学公開講座ブックレット 6
- 篠原和大 2018「弥生農耕空間の多様性と境界」『境界の考古学』
- 篠原和大 2019「農耕文化の形成と登呂遺跡」『大学的静岡ガイド』昭和堂
- 中山誠二 1999「日本列島における稲作の受容 - 稲作開始期の重層性と画期 - 」『食糧生産社会の考古学』
- 中山誠二 2018「栽培植物からみた日本列島の農耕起源」『境界の考古学』
- 松田順一郎 2006「流路・氾濫原堆積物から推測される約 3100~1200 年前の登呂遺跡における環境変化」『特別史跡登呂遺跡再発掘調査報告書(自然科学分析・総括編)』
- 山崎晴雄・久保純子 2017「御殿場泥流と足柄平野」『日本列島 100 万年史』

¹ 静岡大学人文社会科学部

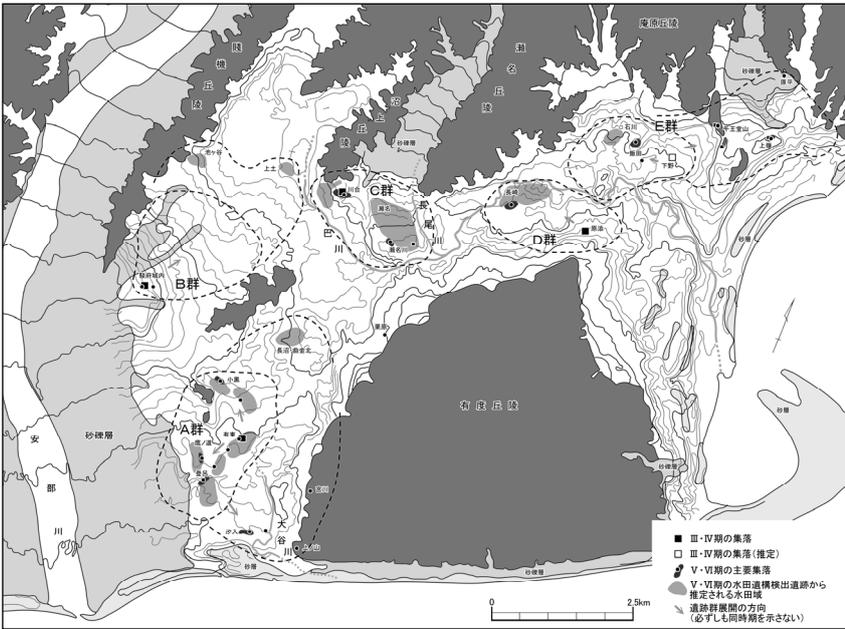


図 1 静岡清水平野の地形と弥生遺跡の展開 (篠原 2008)

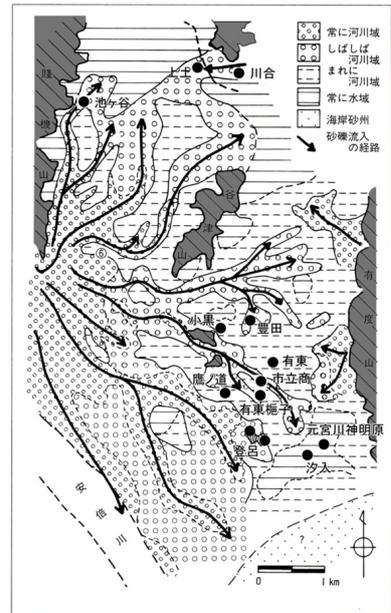


図 2 加藤芳朗氏による「縄文中期～弥生末期頃の砂礫（河川域）の進出」（加藤 1995 に加筆）

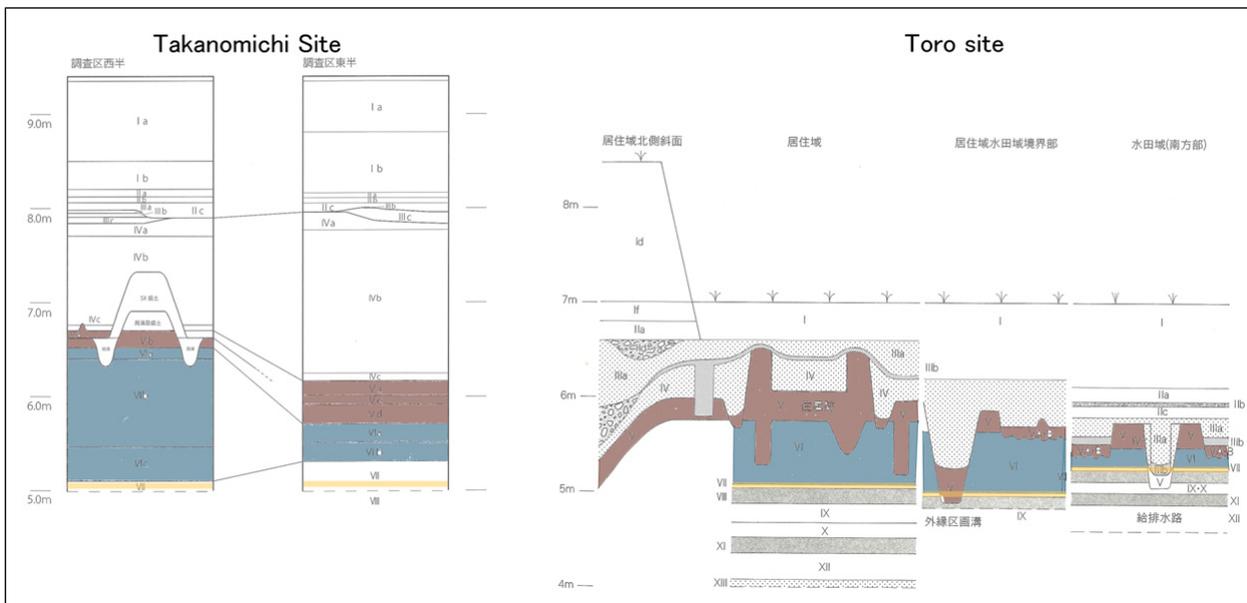


図 3 鷹ノ道遺跡と登呂遺跡の標準土層の対比 (VII層：カワゴ平軽石含む、VI層：弥生時代基盤層、V層：登呂層) (各報告書より)

弥生時代	縄文晩期末	前期	中期		後期	古墳前期	
時期区分		I	II	III	IV	V	
年代			B.C.400			A.D.0	A.D.200
STAGE		I	II		III		
遺跡		丸子遺跡群		有東		登呂	
静岡平野層序	VII	VI		V		IV～III	
自然史イベント	Kgp (カワゴ平火山灰) (3100B.P.)	洪水層 (平野基盤層形成)		黒色粘土層		洪水層	洪水層
	Goda (御殿場岩屑流) 2900B.P.	Gomf (御殿場泥流) 2600B.P.?				A.D.127 豪雨?	地震痕跡

図 4 静岡・清水平野における弥生時代の時期・様相・層序の区分模式 (篠原作成)

黄瀬川扇状地の地形環境

— 扇状地の形成過程と沼津・三島の地域事例 —

加藤 雅 功

はじめに — 問題の所在 —

黄瀬川扇状地は一般的な砂礫から成る扇状地ではなく、急激に流下して形成された泥流堆積物から成る「扇状地地形」とさえ言える。その特徴と特異さ、ユニークな中身、内容物等を踏まえて、対象地域の地域性について地形環境を軸として少し論じていきたい。

1. 黄瀬川扇状地の特異性

一般的な沖積扇状地とは大いに異なる「黄瀬川扇状地の特徴」を、以下において概括的に紹介する。

- a) 箱根山・愛鷹山の裾合谷の位置に形成されている。溶岩流と泥流堆積物のために砂礫は 10m 以下の層厚で、泥流堆積物の上に砂礫層が薄く乗る「火山性薄層扇状地」の典型である。
- b) 約 2.9 千年前に発生した「御殿場岩屑なだれ」の堆積物は 200~300 年間に渡り流下した。その後山体から幾度となく泥流が発生し、再度流出し、再堆積が繰り返された「御殿場泥流の二次堆積物」である。
- c) 「三島溶岩流」の流下後のために扇頂部が不明確で、典型的な扇形の等高線を示さない。河道が固定的であった黄瀬川本流の右岸側では、藍壺ノ滝付近を扇頂とし、半円ながらも同心円状の等高線を示し、半円錐状の堆積地形が形成されている。
- d) 「開析扇状地」であり、下刻が進んでいて、段丘化も一部でみられる。しかし黄瀬川寄りに数段程度の河岸段丘が形成されているが、大場川沿いでさえ意外と少ない。全体的に浅く台地化した部分を、湧水帯からの御殿川や源兵衛川などの小河川が下刻を進めている。湧水量の多い柿田川はより下刻を強め、谷頭浸食が進んで深い河谷状を形成している。
- e) 溶岩流の地表部の末端付近から扇状地は傾斜を緩め、河川の特徴として流下する大場川・黄瀬川以上に、上流部を絶たれた「涸れ川」の境川の河道は激しく蛇行している。
- f) 比較的最大幅 8.5km、縦長 7.3km の大きな扇状地であるが、河道に沿った自然堤防の発達はなく、一般的な河道の変遷が繰り返され、重なり合うことで形成される扇状地の形成過程が欠落している。

- g) 泥流堆積物のため、透水性が強く、地下水面が低い。広く分布する砂壤土故砂に若干粘土が混じり、排水良好な土壌であるが、保水性や肥性は悪い。
- h) 表土が薄く、多くの砂礫に少しの土が混在する乏水地域では、土壌の透水性が強く、地下水面の低いことが主因である。土地利用でもかつて畑地や桑畑・果樹栽培等の扇状地農業の典型を示していた。
- i) 水田が卓越する扇状地農業の地域で、開発は古い。灌漑用水路の整備のほか、湧水に大きく支えられて、古代から中世にかけて開田が進められた地域である。近世以降の新田開発でかつて畑地の卓越する、一般的な扇状地農業の特色とは大いに異なる。
- j) 固結した火山灰の俗称のマサ土に似て、泥流堆積物の固結した盤層を沼津市や清水町では「カンカンマサ」と呼ぶ。三島市北部では「砂利マサ」・「マサ砂」と構成物の差で使い分けている。一方砂質で締まりのない崩れやすい地層もある。これらは元々攪乱された粗い地層のため、多様な外見・顔付きを持つ。
- k) 一般的な扇端部の特徴とは異なり、泥流堆積物の分布が消滅し、排水不良地の低湿で軟弱な地盤、三角州的な堆積物へと漸移的に移行するため、その境界部は不明瞭となる。
- l) 扇端部を特色付ける湧水はない。溶岩流の地表部の末端付近で被圧地下水起源の湧水が、三島湧水群や丸池・柿田川の「湧き間」と泉湧水群で際立っている。
- m) 洪水の際の流路の移動や氾濫はより上流側で見られ、大場川では境川や伊豆島田付近での「河川争奪」の跡などに限定される。黄瀬川本流近くの溶岩流の凹地部を、一時的に流下した跡の「涸れ川」「涸れ谷」等が長泉町中土狩以北に顕著に分布する。
- n) 「御殿場泥流」の二次的堆積物は流下方向により、砂泥質を基本としながら、砂礫分布が顕著な地、砂泥に中位の径 (5~10 cm) の礫混じりの地、砂泥に人頭大、時に 3m 以上の大石の点在する地など、各地の露頭や掘削現場で異なり、その様相は複雑である。
- o) 河川堆積物は下流に向かっても一般的な礫から砂への粒径変化はない。泥流の二次的な流下と下流側への堆積の繰り返して、複雑な乱れた堆積である。

2. 沼津市大岡・金岡地区の地形環境

黄瀬川扇状地の成り立ちと耕地開発の歴史を、大岡・金岡地区を軸に紹介する。アネクメネ（非居住域）の原野から、古代の「岡野馬牧」、中世の「大岡牧」や「大岡庄」に代表されるように、開発に伴ってエクメネ（居住域）の拡大に向かい、中世の荘園制の下で未開墾地に対し、新たな開田が企てられていった点を具体的に指摘する。

(1) 遺跡の立地環境（扇状地へのエクメネ拡大）

最初に黄瀬川扇状地のエクメネに関して触れる。水田遺構を伴わないが、弥生中期・後期の遺跡として三枚橋の「清水上遺跡」（三芳町遺跡）が狩野川河畔の段丘崖上部に位置する。その後、弥生後期から古墳時代の遺跡が段丘末端ではあるが、急増する。

弥生中期以降、新たに誕生した沖積地へ「生活の舞台」が移り、黄瀬川扇状地全体へ爆発的にエクメネが拡大したと言える。下流部で画期的な出来事が「御殿場泥流」の二次堆積物の流下であり、激変した姿の一部を垣間見ることが出来る。

新たに沖積地の拡大が進み、従来の縄文文化が花開いた「舞台」の火山山麓緩斜面や台地、小扇状地等の地形変換部から、より安定した地表空間が広がり、水が得やすい土地に向け、新たな生産活動の耕地開発が進行した。

その「きっかけ」は泥流の二次堆積であり、急変した地形が景観や植生の変化をもたらした。海退期の陸化が進み、安定化した大地で新たな人々の営みが始まっている。

黄瀬川扇状地の開析が進み、砂質・シルト質の地層を狩野川や黄瀬川が下刻して、居住環境が新たな段丘形成で変化した。清水町徳倉の本城山の北側、狩野川河畔には縄文晩期の矢崎遺跡がある。その対岸の下長沢・柿田の遺跡として「柿田原」「輪巻」が、より北側の八幡北部、「根岸」の遺跡のいずれもが段丘末端に位置し、崖沿いの滲み出す水が得やすい位置にある、弥生後期から古墳時代の遺跡である。なお中位段丘面にある伏見古墳群は奈良時代末期である。

下石田の弥生後期から古墳時代の「豆生田遺跡」は浪人川東側の字石原田や字宮下に接し、中石田字六反田の浸食谷の崖まで、比較的平坦な地であった。発掘時にはシルト質の盤層上に住居址ほか構築されていた。また南方の「原田遺跡」では、固く締まったシルト質の地層を切り出し、住居址のカマドの支脚にしている。

(2) 乏水地域と灌漑（上石田・下石田・岡宮・岡一色）

黄瀬川右岸では等高線の張り出しから、3つの「馬の背」が指摘できる。愛鷹火山山麓の緩傾斜面が地下に埋没した段丘が左岸の本宿北部、右岸では上石田、岡一色、岡宮の集落南部に存在する。15mの等高線も下石田集落

の北側、高田集落付近、東沢田集落の南側へ張り出している。埋没段丘により制約された地表部には河谷を刻む浪人川、本町溝・子持川、松沢川が流下する。

石田地区には水掛りの悪い乏水地があり、上石田から下石田の地が中世からの開発である。高燥地の「高田」も、近世に三枚橋村から延宝2年（1674）分村した集落の歴史を持つ。なお岡一色は荘園領主が居住した岡宮に接し、課役を上納しない不輸租田（一色田）に因む。

土壌分布や地下水の深浅などを反映した土地利用から、自然河川の「浪人川」以東と以西との対照は明確である。

浪人川以東は中世の荘園制による開発が目立ち、一部で新田開発も小規模に展開した地と言える。ただし黄瀬川からの取水は段丘の高まりと急崖のために困難を極め、中石田付近より北側では段丘が狭小過ぎるため、放棄されている。下流側の木瀬川地区の新田川沿いのほか、浪人川から取水して下石田で新田集落に流す、新田川の末端部分程度である。

一方、浪人川以西は「大溝」（金岡溝）や「沼津溝」等を代表とした灌漑用水に支えられ、古代から耕地開発が進められた地域で特色付けられる。尾根筋と谷筋があり、小高いなだらかな尾根筋は「馬の背」と呼ばれ、地下水面が低くて早害に悩むことがあった田地である。

なお藍壺ノ滝の上流側から新たに取水した「牧堰」は直接「馬牧」と関係しないまでも、北小林・南小林的牧堰の南側一帯、上石田の字「御所ヶ原」（御所原）以北を開田したことに因むものと見られる。門池用水の補助用水の性格だが、牧堰の成立時期は慶長7年（1602）に沼津藩主の命で、上小林村（現北小林）地先の黄瀬川を48間に渡って堰上げて作っている。

また根方道（根方街道）と東海道・甲州道（御厨道）の交通についても、金岡地区の岡宮・岡一色を中心に絡めて見るならば、岡宮浅間神社がランドマーク（陸標）であり、交通の結節点でもある。さらに岡宮の字馬場の北側、字岡ノ海道付近に「牧氏の館址」（牧御堂）の可能性が強い。また南部の日吉地区寄りや山王台、旧大岡院の蓮光寺周辺に求められるが、具体的な可能性を欠く。

(3) 中世の荘園の歴史景観（上石田・中石田・下石田）

上石田に字御所ヶ原の地籍があり、古代の「大野牧」や「岡野馬牧」、中世の「大岡牧」は愛鷹山側に求められるが、中世・近世の馬牧も併せて判然としない。「御所ヶ原」付近には群集墳が点在し、かつて原野であったことや牧御所に関係した地名だけに、狭い放牧地を想定もしたい。

なお甲州道に接した字新谷から字上耕地の地籍には、1町より広めの方格地割が認められる。北側は字御所ヶ原で、寛政8年（1796）の絵図では当該の地が畑地であ

り、南東の街道寄りに崖と馬出し的なものが描かれており、北および西側に約30m幅の帯状水田が巡り、牧氏の館を想定するには相応しい空間である。南北に最大200m、東西に150m程の空間である。

一方、下石田の郷倉があった字郷やその北側の字森付近には、荘園の事務所や倉庫などがあった、荘園化の中核の「荘家」（荘所）が推定できる。中位段丘上の中石田字「邸内」も地名的には興味深い。この付近には黄瀬川の長者伝説に関係した字「長者窪」があり、「黄瀬川の宿」の遊女亀鶴の父親である、小野長者の屋敷が関係するものと見られるが遺構はない。

黄瀬川の字「五郎丸」の地籍も甲州道に接して、東西には水路が走って館址を想定出来る環境にある。西側の「馬上免」は中世の荘園における免田であり、検見使の馬上立ち入りを免じられた田地である。また東側は中世に賑わった、旧黄瀬川の宿が推定される地である。

次に上石田の小字に「上耕地」「下耕地」「上西耕地」「下西耕地」がある。牧堰開設に伴う近世初頭の新田開発による名称のままではなく、広大な土地故に元の畑地がほぼ東西に伸び、古くの開墾のコウチ（垣内）が特殊な形態で反映されたものと推定される。元々細かな字名があったが大正期の地籍図で省略された可能性もある。開設された分水堰や数多くの小堀ごとの名称が残り、ある程度の把握はできるが、全体の地籍復元までは困難である。

字下耕地の東側には明瞭な崖があり、中位段丘面の河道跡が字久保田に帯状水田として見られる。上石田の字本郷、通称「東」の中心集落の北側には、近世起源の新谷（アラヤ）や北街道（キタカイドウ）がある。街道・海道・垣内の字を当てるカイトともに集落の成立は新しい。カイトは開墾地で段丘崖寄りの狭小な地に畑地が広がる。

これら上石田のコウチの高まりは愛鷹火山の山麓緩斜面の張り出し部分（埋没段丘）で、地下に厚いローム層が潜り込んだ形を取っており、寛政8年の上石田村の絵図では水田が殆どを占める。保水性が高くて開田された地も多く、灌漑用水の「下樋」沿いでは、まだ畑地が残っていた。絵図の崖の描写から御所ヶ原南部の高まりでは、西側の「東溝」近くに荒れた畑地があり、また東西に長い法面にローム・粘土・砂礫や大石の地層を切り込んで、掘削工事の状況が詳しく描かれている。

元の「馬の背」の高まる地形が基礎に存在し、土地を開拓する以前において、荒れた原野がかつて広く見られ、馬牧としての利用は判然としないが、その可能性がある土地と言えよう。その後牧堰から灌漑も進められるが、他の地域と異なり、依然と制約されたままであった。

（4）段丘地形と集落立地（中石田・下石田・木瀬川）

中石田・下石田はともに乏水地ながら開発は古く、中世・近世の集落立地は狭小な段丘面に張り付くような制約下で、木瀬川を代表に交通の要衝として発展して来た。

しかし近世の木瀬川集落は島状の一段低い段丘面に立地し、自然発生的な中世以降の集落の継続性が疑われる。中世の「木瀬川」「黄瀬川の宿」について、北側の長泉町本宿や東側の清水町八幡・長沢付近に求める説がある。有名な源頼朝と源義経の対面についても、史実とすれば黄瀬川の広い河原であったと思われるが、清水町の八幡神社近くには後世のものか、「対面石」が置かれている。

「元八幡・元上長沢」は一段低い位置だが、北側の段丘面や低位段丘の島状地が候補地となる。むしろ近世の小関と「本宿」より、中世にも黄瀬川が氾濫して流下した古関の「元伏見」が渡しや徒渉の地点と推定される。

とくに対岸の「木瀬川」の地籍が高い段丘面上で、下石田・中石田の地籍へ楔状に入り込んでいる。字五郎丸の東側には字市場があり、字一丁田から北側に狭いながらも、方格状の土地割が広がる3町～4町の地を中世の室町時代以前の「黄瀬川の宿」と推定することが出来る。

下石田と木瀬川の間には旧河道の久保川があるが、弥生後期～古墳時代の浜井場遺跡からも流下時期は相当古い。一段高い崖の上に古墳後期の長町古墳があり、字高岸の墓地は旧観音堂と関係するものと考えられる。

甲州道（御厨道）が南北に走り、箱根方面に向かう御厨道の「元伏見」や「元本宿」へ木橋で渡った近傍の地である。やがて宿場の機能が低下し、集落としても衰退し、天正19年（1591）の東海道の付け替えで南側の一段低い中位段丘に中心が移った可能性を指摘したい。

また鎌倉期の石田地区の中心的機能が集中し、北寄りの字五郎丸と字中石田の接する四辻が「根方道」の分岐点で、東側の黄瀬川への徒渉の「御厨道」を合わせると、交通の要衝として重要な地であったと言える。

（5）浪人川と中世荘園の証左（下石田・中石田）

地形界の崖や河道などを巧みに活かした灌漑水路と耕地開発の事例を挙げる。浪人川の崖や河道を利用しながら上石田字門田を経て、中石田字四ツ口付近で分派して南流する、下石田字豆生田・馬上免の田地に向かう水路である。新田川西側の長細い広大な地籍は字佃である。

地名の「門田」も佃の一種であり、浪人川の字井尻から取水し、豆生田・馬上免・小笹にかけての平坦地も、近世の新田ではなく、中世に開発された地である。さらに字小笹や佃に分布する方格地割のほか、東西に伸びる字一王丸や御供田の道路の計画性が指摘できる。

字狭間には明瞭な「浸食谷」が残り、微地形を活かして灌漑を進めた好例である。中世の荘園を象徴的に語る「佃

とともに、「御供田」も隣接して残存している。

「佃」は荘園内の領主の直轄・直営田のことで、耕作は種子や農料を与えられた農民の夫役で行われ、収穫は全部領主の所得であった。地頭など、村落に住居を構えた領主の場合、安定した高収穫を得られる耕地を選定し「門田」や「正作」と称したが、これも佃の一種である。

また荘園制的賦課の根幹の「公田」(コウデン)は「くでん」とも言われ、鎌倉・室町期には盛んに利用された。このクデンを指す「御供田」(オクデン)が字佃の南側へ接して位置し、この地域の歴史性を象徴的に裏付け、如実に語っている。なお下石田字森・字郷の甲州道の辻で分かれ、その後御供田の南側から、日吉字馬場町・字出口へは古道で結ばれている。

ここで登場した「五郎丸」「一王丸」は中世地名と見られるが、個人名ではなく単にゴロやゴロー、五郎太の丸い石を指し、砂礫や下位の盤層の「砂利マサ」の地を表し、曾我五郎とは無関係である。一尾丸とも記す、イチオーやイチオは「仮に」とか「ともかく」の意味で、一応の「一往」のことか。畑として開墾し、後に田とした「開田の地」からの名称であろう。

さらに西側の扇央部で「馬の背」の高まりに近く、沼津溝の凹地北側に当たり、登り道沿いにも「一王丸」が西熊堂分と東沢田分とにあり、隣接地には「高島」もある。共通して、灌漑水利面で水掛りの悪さが指摘できる。

なお接尾語の「丸」は区画を指し、またマルは『検注帳』を「丸帳」とも呼び、中世の荘園領主の検注から、供田などの控除をしたことに因む。

(6) 扇央部の金岡地区と三枚橋・上土地区

弥生中期～古墳時代の沢田遺跡が「沼津新田」(現本田町)の北側にあり、弥生後期の本田町遺跡もその西側に位置する。弥生期の畦畔・水路のほか、田下駄の大足やナンバなど木製加工品が多く出土した。西側の低湿地に目を向けると、松長の伴名田遺跡や東椎路の長条遺跡でも水田址が発見されている。この地域では弥生中期、すでに本格的な水稲耕作が展開しており、沢田遺跡などでは住居址を伴っている。その後の古墳時代以降の「生産の場」とも成り、すでに扇央部に小規模ながら居住が見られ、黄瀬川扇状地の特性が際立っている。

さらに本地域は律令期を代表とした古代の条里水田の卓越地域であり、一般的な扇状地とは異なる姿、土地利用と景観を示す。灌漑水利面においてさえ、微地形を反映した水利が早くも古代から中世に展開していた点に特色がある。日吉地区では白鳳期の日吉廃寺の北側にも条里水田があり、隣接の浪人川(日吉川)から直接引水している。仮に水田が10世紀を遡り得ないとしても、旧沼津

町字竹ノ岬の富士見町遺跡では高燥地の住居址として、排水の良さなどの特殊性が活かされていた。

日吉地区の田地は礫質で水持ちが悪く、「香貫散田」の小字が示すごとく、近世に荒廃した田を対岸の香貫地区からの出作りに頼った「散田」が広く見られた。古代・中世の領主直属田より、村方惣作とした可能性が高い。

古代に溜池だったかは別として、三明寺の経筒に記された「上津池」からコウツがカドに転訛して、後に「門池」と表記されたほか、複数のカイト(地域共同体)により溜池を開発し、管理運営がなされた点から、カイトがカドイケの地名の語源となった可能性もある。建久5年(1194)以前に遡って、灌漑用水の潤沢な水源である、三明寺の周囲に「池」が存在していたのは事実である。

愛鷹山の百々沢の内、正保2年(1645)渡戸川と芹沢川との遊水池、門池(上津池)に築堤して農業用の溜池とした。「門池用水」による灌漑では、すでに構築していた「牧堰用水」を加えている。『駿河記』では「牧堰」が長さ44間で、15ヶ村の田地の用水となり、微高地の集落「高田」の通り(本町溝)から、その流末が沼津宿より9町ほどの湊口で駿河湾に注ぐと記す。大溝は末流が貉川の「沼津溝」や末流が子持川の「本町溝」等で分配している。なお松沢や中沢などの小河川による補助用水の灌漑も西側で加わり、用水系統は何度も再編成された。

「馬の背」の高燥地の開墾も中世から近世にかけ、さらに本町溝側の阿原や微高地の高島ほかで進められている。弥生期から古墳期の水田遺構がある地の周辺である。

3. 三島市南西部と長泉町・清水町の地形環境

「三島扇状地」とも呼ばれた黄瀬川扇状地の地形と地質について、扇状地堆積物が土地利用と景観の変遷に与えた影響をここで確認したい。

(1) 遺跡から見た平野部の開発

黄瀬川扇状地では何度も繰り返して流下した御殿場泥流堆積物のため、特異な遺跡分布となっている。生活の痕跡は後期旧石器時代前半の約3.4万年以上前から、エクメネの拡大は箱根西麓の台崎周辺や麓の初音ヶ原遺跡など数多く発見され、各々特色ある姿を見せている。

その後も、縄文時代の生活の舞台は東側の箱根火山山麓の緩斜面、東京軽石流の堆積地と南部の丘陵性の台地に限定されるが、完新世に入って気候の温暖化や縄文海進などで、地形や生態も大きく変化している。県東部では遺跡分布や集積の度合いから多様な姿が復元され、三島でも定住生活が早期末から増加し、縄文中期後半にはより下位に規模の大きな集落が確認できる。

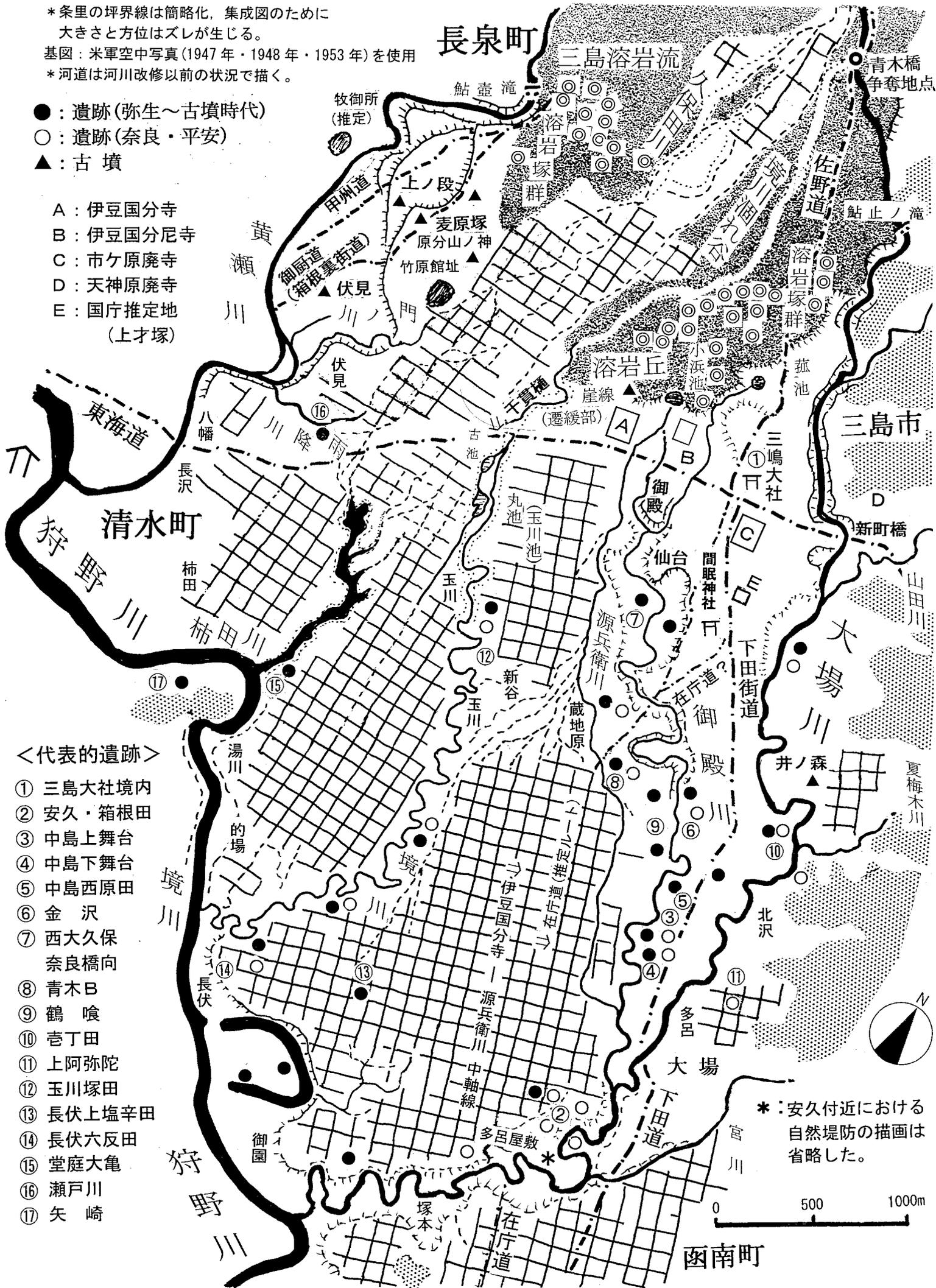
一方、弥生中期後半には遺跡数の急速な増加があった。

図2 三島市南西部と長泉町・清水町の地形環境

* 条里の坪界線は簡略化，集成図のために
 大きさと方位はズレが生じる。
 基図：米軍空中写真(1947年・1948年・1953年)を使用
 * 河道は河川改修以前の状況で描く。

- ：遺跡(弥生～古墳時代)
- ：遺跡(奈良・平安)
- ▲：古墳

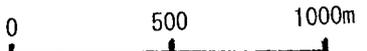
- A：伊豆国分寺
- B：伊豆国分尼寺
- C：市ヶ原廃寺
- D：天神原廃寺
- E：国庁推定地(上才塚)



<代表的遺跡>

- ① 三島大社境内
- ② 安久・箱根田
- ③ 中島上舞台
- ④ 中島下舞台
- ⑤ 中島西原田
- ⑥ 金沢
- ⑦ 西大久保
奈良橋向
- ⑧ 青木B
- ⑨ 鶴喰
- ⑩ 菅丁田
- ⑪ 上阿弥陀
- ⑫ 玉川塚田
- ⑬ 長伏上塩辛田
- ⑭ 長伏六反田
- ⑮ 堂庭大亀
- ⑯ 瀬戸川
- ⑰ 矢崎

* 安久付近における自然堤防の描画は省略した。



その背景は弥生時代前半の小海退で、寒冷化に伴う低地部の陸地化である。「境川」沿いのほか、三島市では境川・狩野川合流点（長伏）付近などで、御殿場泥流の堆積に伴う新しい大地が出現した弥生前期より、少し遅れた時期からである。三島市の長伏六反田遺跡では弥生中期の方形周溝墓 18 基、平安時代の住居址 24 軒が検出されており、低地部で耕作適地が増加したことが確認できる。しかし後期前半には一旦遺跡数が急激に減少するが、同じ時期に標高 20m 付近の湧水群に近い地域では増加する。愛鷹山麓でも後期後半に「高地性集落」を確認でき、自然環境の変化や低地での人口増加、争いの激化など食糧不足に繋がることが背景にあったものと見られる。

さらに弥生後期後半には再び増加し、湧水を源流部として南流する「御殿川」の中流域の低地に、大規模な集落を形成している。また弥生後期から古墳時代前期にかけて、水田や住居、掘立柱建物等が出現している。東本町の御殿川の東側に大進舎遺跡、県道の西側に西大久保遺跡・奈良橋向遺跡が生産地と住居・倉庫等を伴っている。

西大久保・奈良橋向・金沢の各遺跡は弥生中期の居住地である。その中でも中田町の西大久保遺跡は谷底低地に位置し、低湿な地形環境の下、弥生時代中期の旧河川（御殿川の河道跡）の幅が 10m 余りあって、その河道内に畦畔で区画された水田跡が発掘された、弥生後期～古墳時代前期の遺跡である。

なお大場川沿いの安久遺跡は自然堤防と旧河道周辺を発掘し、古墳時代中期～平安時代の住居址や井戸跡、河川跡、祭祀跡が検出されている。人面墨書土器祭祀より 8 世紀後半～10 世紀初頭までの継続が推定されている。近くには古墳時代前期～後期の向山古墳群が位置し、近年大型古墳が発見されて公園整備が進んでいる。

（2）市街地中心部の地形環境

黄瀬川扇状地東部の特異性について、全般的な特徴はすでに紹介した。ここでは三島市街地中心部について、歴史的な側面や社会変化に関する面で、少し触れる程度で御容赦願いたい。端緒として歴史的な側面で三島を代表するのは、古代・中世であろう。

古代の三島は「伊豆国府」の地で、乏水地の「西町」の六反田（栄町）側に国分寺が、その東側中央部の鷹部屋（芝本町）に国分尼寺が、「東町」では市ヶ原（大社町）に市ヶ原廃寺、下才塚（東町）に国庁がほぼ発掘されており、一部の複数の推定地は根拠が薄い。その配置は南北や東西に計画的な区画ではなく、御殿場泥流堆積物の二次堆積の影響を強く受けており、開析された段丘の高まりや部分的な浸食に制約されている。ただ比較的安定した台地状の高まりを活かしているのは確かである。

ただし中央部の一段高い田町の段丘の「高台」を残し、刻んだ湧水による開析は平たい谷底状で、明瞭な崖を伴わない斜面の傾向が見取れる。

中世の初めに大社からは「根府川通」が熱海方面に、「矢倉沢通」が裾野方面に向かって伸びており、途中までは後の下田道や甲州道が重なる。ほかに伝説的な源頼朝がまどろんだとされる間眠神社に向かう下田道、国道 136 号に平行な直路で安久から代参のための「在庁道」などが挙げられる。東海道の整備以前だが、ルートは江戸期に近かった。ただし古代のエクメネ（居住域）とほぼ重なり、「東町」を中心として、大差のない鎌倉・室町期の寺社配置が推定される。すでに小浜の池を境として、東と西の大夫を巡る勢力争いが記録に残る。

鎌倉期を通じて、三嶋神社（大社）とそれを支える「社家」の関係が強まり、また中世の開発に伴い交通の要衝となり、分岐点の辻で下田道と接した甲州道が北側に伸びる。やがて下田街道沿いに市が立ち、近世を通じて大社の「門前町」（鳥居前町）が形成されていった。

江戸期初頭、将軍の三島宿舎である「御殿」の整備が御殿川縁で進む。近世の三島は東海道の「宿駅」「宿場町」として繁栄している。宿駅に関しては人馬の継立ての「問屋場」が久保町（中央町）に、同じ中央部の東側、大中島（中央町）に脇本陣が 1 つ、小中島（本町）に本陣 2 つと脇本陣 2 つが指定され、箱根越えの「宿場町」として東海道沿いの旅籠も増加し、交通機能を高めていく。「西町」の六反田町・新宿町の内、新宿町は茶町と木町へ宝暦 7 年（1755）に分かれ、国境の千貫樋を越えて新たな「新宿」も加え、外延的に発展している。

一方、三島溶岩流の前面の高台（大社の北側）では岩崎から宮川用水を引くが、畑地の灌漑より専ら神社や社家村への飲用に供された。また「三島湧水群」中で湧水量が少ない「菘池」周辺部は、大正期に開田もされたが生産性は低かった。分間延絵図に描かれた「小湊ノ池」は白滝公園の池と思われ、「小浜池」付近には宝国院・文徹院・浅間・広瀬大明神等が並んでいた。後に堤を築き、池の北側を小浜用水（蓮沼川）、南側を源兵衛川の用水に分配した。

楽寿園北西側も乏水地域で、長泉町の薄原方面に至っても畑が中心の耕作地が続く。楽寿園西口古墳群や長泉町的場古墳群や原分古墳の分布が示すように、生産地域周辺の景観が近代に至っても変わらなかった。

古代の居住地は「東町」の大社よりも南側で、低窪地の御殿川沿いのほか、東側の大場川寄りの南二日町・中・中島の高台にも、弥生～奈良・平安時代に居住を進めた。

また耕地開発では古代の条里水田と中世以降の灌漑において、用水系統の差異が目立つ。中間の凹地部分は御

殿川の自然の流れに対して、湧水と溜池（小浜池）で源兵衛川を支えている。

なお平安中期に下田から三嶋神社が進出することになるが、発掘時に盤層（砂利マサ）の広がる地の地表近くで大石も数多く点在したが、御殿場泥流が「岩石流」とする説は誤りである。大場川左岸（新町橋際）では5m以上の層厚で盤層となり、大社周辺は泥流堆積物の乱流結果を反映したものと思われる。

（3）三島溶岩流と柿田川（長泉町・清水町）

納米里の東側では富士見橋から旧河道が南側に流れ、堰を設けて用水路が整備されている。水窪南東でも旧河道が用水路に利用されている。東側には大場川の「河川争奪」の跡、不動尊の地点で分流している。この付近の裾合谷には溶岩が高まりを作って流れ、上土狩の「惣ヶ原」方面に「馬の背」状の高まりが見られる。下土狩駅北方の山ノ神や稲荷神社（割狐塚）などから南東へ、楽寿園に至る三島溶岩分布域には数多くの溶岩塚（シヨレンドーム）がある。地名の土狩（トガリ）の由来は溶岩塚の形態からで、その尖る様子からトガリとなったと思う

「三島湧水群」の内、湧水帯の機構と関わる典型が、地下水の涵養と「泉水源」の事例である。地元では湧水のことを「湧き間」とか「泉」と呼ぶが、沼津市の泉水源が位置する源頭部は最大の「湧き間」である。柿田川の特異性は僅か1.2kmの短い小河川ながら、日量100万トン以上の湧水量があることである。さらに富士山起源の地下水による湧水だけで下刻作用を継続し、「谷頭浸食」を重ねて北側に1200m近く刻んだ点にある。

小規模な谷頭浸食の沢も見られるが、その左岸側に中世の館址や泉頭城の遺構が位置する。柿田川は狩野川の支流で、直接舟で攻撃や出兵さえ可能な特異さがある。下流側には近代の石積みメガネ橋が築かれ、開析が進んで狭く浅い谷間に残存する。

古くから名称がない河川で、泉と呼んだままで、泉頭が中世に用いられた程度である。そのため便宜的に「泉川」が学術雑誌で用いられている。後に建設省で「柿田川」の名称を柿田地区に因み、命名している。ただし中世に成立の村で、古くから柿田（カキダ）と呼び、「かきだ」の表記もあるが、誤用でカキタ川にしてしまった。

柿田川の厚い泥流堆積物で10m以上の崖直下、その河底の「湧き間」で軽石が水とともに湧き立つが、それが「カワゴ平軽石」で、発泡の良さに特徴がある。典型的な鍵層であり、黄瀬川泥流堆積物の堆積が、軽石の二次堆積を見るまでのしばらくの間、今から約2.7千年～2.8千年位前に始まったことが分かる。「カワゴ平軽石流」の後場段丘堆積物中、含有炭化木の絶対年代（2,830±120年

B.P.）のほか、黄瀬川・狩野川の合流地点、長沢地先の河底（+0.8m）でも同一層準中の木片（2,760±120年 B.P.）が同様な時期を示すことが判明した。つまり現在とほぼ同一水準において、当時「新期古狩野湾」が南東側に広がっていたことを示す。

なお柿田川の南側は湯川狭窄部の地で、大正期まで対岸の中徳倉へ湯川から丸太をくり抜いて、木製のサイフォンを狩野川の河底に構築していた。狭窄部になったのも泥流堆積物の流下の結果で、対岸の徳倉側も同じ泥流堆積物であったことを知る。溜池に頼らざるを得ない乏水地であり、より湧水源の丸池用水を利用する。そこに並々ならない工夫と協力と連帯が丸池用水組合を大きく支えていた。

中土狩付近で条里水田が消滅する理由は、水掛りの悪さが関係しており、後に箱根用水から新たに灌漑している。一里塚地名が残存する箱根裏街道に対して、御厨道と呼ぶ元伏見は中位段丘上にあり、近世初頭の東海道の整備で移転し、新しい街道側を伏見新田と呼ぶ。その近くにある一里塚の内、伏見分の北側で古道が発掘されたが、新旧の位置関係に結び付かない。

清水町の境川の狭小な凹地と地下水面の浅い崖地には、古代から中世に集落を形成している。境川と涸れ谷・涸れ川の関係では、境川の蛇行が湧水量の増加する三島市清住町、丸池（玉川池）より下流側の特徴である。

等高線の20m付近を境に条里地割が乱れる。丸池の湧水は巧みに段丘上へ導かれ、用水は的場に向かう水路を再編成し、清水町の条里水田を潤す。明治期以前に「湧き間」の湧水量が減少したため、元の古池（溜池）より南側に築堤し直している。この涸れ谷の底も泥流堆積物で、かつて直径が3mを越した青色の「湧き間」の湧水でも、砂層やシルト層の基盤故に砂が舞い上がっている。加屋町の南側、崖上部には円礫の薄層を確認出来る。

柿田川の源流部である「泉」の谷頭部の西側、八幡東部の雨降川沿いの崖を境に「条里地割」が欠けている。地形境界の段丘崖は八幡の北側、伏見新田の1段高い乏水地の高まりや熊野神社の崖線、北寄りの長泉町竹原・本宿の集落側へと続く。伏見から門ノ川・久保田川以西では条里地割が見られず、それに変わって、下土狩から上土狩・納米里の溶岩丘と涸れ谷の凹地が分布する。

おわりに — 結びにかえて —

以上のように「黄瀬川扇状地」の特異性は顕著である。さらに土壌分布や地下水の深浅などを反映して、土地利用は多岐に渡っている。とくに微地形を反映した水利用からの検討、さらに地形界の崖や河道などを巧みに活かした灌漑水路と耕地開発の事例などを紹介した。

物体検出と文字認識を適用した古文書の画像解析 —伊豆地域における予備的調査—

坪井寿裕*1, 渡辺裕紀*1, 橋本敬之*2, 平林研治*3,

北本朝展*4, 鈴木静男*1

キーワード：くずし字, 古文書, ディープラーニング

【要旨】

全国の古文書の多くは図書館や郷土資料館、民家などに保存されている。古文書は地域の歴史を伝える史料であり、より多くの資料を読み解く必要がある。しかし、古文書の多くは、くずし字を読むことのできる専門家による解説がなされていない。現在、伊豆地域でも伊豆学研究会や三島市郷土資料館によって大量の古文書が発見されている。しかし、古文書解説の専門家が少なく、大量の古文書に対して解説が追いついていない。

人文学オープンデータ共同利用センターが2016年に文字数約40万件の日本古典籍くずし字データセットを公開した。データセットが公開されたことをきっかけにディープラーニングを用いた古典籍の解説が活性化した^[1]。しかし、ディープラーニングを用いた古文書に対する文字認識は未だ進んでいない^[2]。古文書の解説をコンピュータにより補助することで、大幅な解説時間の短縮が見込まれる。本研究の目的は、物体検出と文字識別の技術を用いることで、伊豆地域で発見される多くの古文書をテキストに変換し、解説を補助することで歴史を伝える一助になることである。

人文学オープンデータ共同利用センターの日本古典籍データセット^[3]から、5335枚の古典籍画像と4212文字種の古典籍の文字データを用いた。三島市郷土資料館に所蔵される三島宿に関連する資料の画像40ファイルと対応するテキスト40ファイルを用いた。本研究では、学習用に37、検証用に3とした。アノテーションツールであるLABELIMGを使用し、三島市郷土資料館提供の古文書画像40枚中37枚に対し学習用のラベリングを行った。古文書画像内に含まれる文字のUNICODEをラベルに使用した。CenterNetで物体検出を行う際は入力画像のヒートマップから、物体の中心点(ヒートマップのピーク)を予測し、中心点の特徴から矩形領域のサイズを推定した^[4]。文字識別には、ResNetを採用した^[4]。

学習によりパラメータを決定した検出器(物体検出)に対して検証用画像を入力したところ、出力の適合率は、3つの文書それぞれで0.88, 0.78, 0.91であった。学習によりパラメータを決定した識別器(文字識別)に対する出力の適合率は、0.45, 0.72, 0.59とそれほど高くならなかった。今後は、物体検出よりも文字識別の学習データを増やすための工夫を施すことと識別モデルの構造を改良する予定である。

【参考文献】

- [1] 竹内正広ほか(2019)人工知能学会全国大会論文集,3Rin209_12.2.; 人文学オープンデータ共同利用センター(2016)日本古典籍字形データセット<<http://codh.rois.ac.jp/char-shape>>(参照2021/9/1)
- [2] 北本朝展ほか文字データの分析—機械学習によるくずし字認識の可能性とそのインパクト,電子情報通信学誌,102:563-568.
- [3] 陳楽ハン, 呂氷, 富山宏之, 孟林: CenterNetを用いる崩し文字の認識, 情報処理学会第82回全国大会, 4_552-4_553.
- [4] 玉井 慎悟,和氣 卓史,中井 滉基,神保 秀司:ResNet を用いたペンタゴの局面の形勢判断, FIT2020 (第19回情報科学技術フォーラム),第2分冊,213-214.

*1: 沼津工業高等専門学校, *2: NPO 法人伊豆学研究会, *3: 三島市文化財課, *4: 情報・システム研究機構データサイエンス共同利用基盤施設人文学オープンデータ共同利用センター

ソーラーシェアリング(営農型太陽光発電)に向けたIoT センサのキャリブレーション

鈴木檀*1, 山口卓人*1, 中澤達夫*1, 青木悠祐*1,

菊川宗弘*2, 山田クリス孝介*3, 鈴木静男*1

キーワード： 照度, 光合成有効光量子束密度, 土壌体積含水率

【要旨】

電力の確保は、重要な課題である。近年、再生可能エネルギーの中で、太陽光発電（特にメガソーラーなど）が大きく伸びている^[1]。しかし静岡県においては、メガソーラー設置のための森林伐採に対して地域住民の理解が得られていない^{[2][3]}。一方、静岡県内の経営耕地面積は、年々減少している^[4]。このような中、作物の販売収入に加え、売電による継続的な収入や発電電力の自家利用等による農業経営の更なる改善が期待できる取組手法としてソーラーシェアリング(営農型太陽光発電)が、近年促進されている^[5]。

ソーラーシェアリングでは、上部のパネルによる遮光が作物成長に影響するため、周辺の地域と比較して8割以上の収穫量を確保し、品質の著しい劣化を防ぐ必要があることが法律で規定されている^[5]。そこで本研究では、ソーラーシェアリングにおいて、作物成長に影響する環境要因をモニタリングするためにIoTセンシングを取り入れた。IoTセンシングでは、多点測定を可能とするために各センサのコストを低く抑えることが有益であるが、そのようなセンサは、得られたシグナルとそれぞれの環境測定値との関係式を作成することが求められる。本研究の目的は、照度、光合成有効光量子束密度、土壌体積含水率のキャリブレーションを完成することである。

マイコンボードに接続する照度センサは、フォトダイオードを用いたものである。このようなセンサは室内用が多く野外の照度では測定可能レンジを超えてしまうため、防水容器に寒冷紗を貼り付け照度を下げ測定した。それと同時に校正用の照度計及び光合成有効光量子束密度計による測定値との回帰式を求めることでキャリブレーションした。土壌水分センサは、静電容量式を用いた。試験圃場にて採土管を用いて団粒構造を保ったまま土壌を採取した。採土管の土壌に水分センサを挿入し、蒸留水をしみ込ませ水分飽和状態とした後にロードセル上に置き実験室に放置することで蒸発による土壌水分の変化を土壌重量連続測定により土壌体積含水率として評価した。これと水分センサとの出力値の回帰式を求めることでキャリブレーションを行った。照度センサ及び土壌水分センサの両方において、野外へ適用可能な照度、光合成有効光量子束密度及び土壌体積含水率を精度良く推定するためのキャリブレーションが達成された。

【参考文献】

- [1] 河野仁 (2020) メガソーラーの山林・山間への設置はなぜ起きているか—政策の問題と解決の方向—. 環境技術, 49, 120-123.
- [2] 静岡新聞 (2021) 河川占用再び不許可 伊東市、メガソーラー巡り, 2021/7/8 朝刊.
- [3] 静岡新聞 (2021) 許可取り消し、再調査を メガソーラー 函南町が県に要望書, 2021/7/11 朝刊.
- [4] 静岡県 (2015) 県内の耕作放棄地の現状. <http://www.pref.shizuoka.jp/sangyou/sa-320/kosakuhoki/genjou.html> [Cited 2022-10-18].
- [5] 農林水産省 (2022) 営農型太陽光発電について. <https://www.maff.go.jp/j/shokusan/renewable/energy/attach/pdf/einou-1.pdf> [Cited 2022-10-18].

*1: 沼津工業高等専門学校, *2: 萬寿企業株式会社, *3: アグリオープンイノベーション機構

Understanding Climbers' Perceptions on the Provision of Trash Bins at Mount Fuji.

K. Shenyoputro*; Thomas E. Jones*; N. Aoki**

ごみ処分設備の利用に対する登山者意識の把握

ケルヴィアント シェンヨプトロ*、 ジョーンズ トマス*、 青木 直子**

Abstract

One of the main concerns for many park management on mountain is the generation of waste triggered by the influx of visitors. One of the most effective way to combat this issue is by providing waste disposal facilities in the form of trash bins to encourage visitors to stop littering. However, for altitude destination such as mountains, simply providing such facilities proved to be a huge challenge considering various factors such as perception and social norm gaps amongst park visitors. This study examines the factors that influence perception towards the provision of trash bins from park visitors of Mount Fuji in Fuji-Hakone-Izu National Park by using the combination of cross-tabulation analysis and chi-square test with data from 150 climbers. Furthermore, an independent sample t-test is used to examine to what extent the perception differs amongst the climbers. Result revealed variables such as age and nationality as the most significant variables that influence climbers' perception towards the trash bin provision. Findings also indicated that there is a gap in the perception between Japanese and international climbers with Japanese climbers seeing the provision of trash bins against the social norm in Japan whereas international climbers feel the need for more trash bins to prevent littering. Furthermore, the independent sample t-test and ANOVA also revealed that climbers equipped with prior-knowledge on environmental education will likely show a better perception compared to international climbers without prior knowledge. The findings of this paper will assist in a better understanding for park administrators on promoting possible alternatives (e.g., environmental education) as part of the waste management strategy in Mt. Fuji.

キーワード: ごみ箱、廃棄物管理、保護地区、国立公園、富士山

Keywords: Trash bins, Solid waste management, Protected areas, National Park, Mt. Fuji

1. はじめに

観光産業は、多くの国々で経済の原動力として重要な役割を担っている。さらに、都市生活が進むにつれ、環境・自然レクリエーションへの需要が高まり、「ネイチャー（ベースド）ツーリズム」という新しい言葉が生まれた（Dunjic et al., 2017）。保護地域、特に山岳地帯は、多くの観光客にとってネイチャー（ベースド）ツーリズムの主な目的地となることが多い。国立公園、および保護地域、そのうち特に標高の高い地域は、ツーリズム産業が成長し、それによって登山活動の活況が起きた。（Dunjic et al., 2017、Jones、2018）。また、日本の観光事業は日本国内だけでなく、インバウンドでも堅調に推移した。特に海外からの登山者の流入は、文化や価値観の違いから、外国人登山者の行動は国内登山者とは異なり、多くの公園管理に問題を引き起こしている。（McDonald & McAvoy, 1997、Jones、2018）。文化的な側面では、外国人登山者は、彼らが訪れる特定の地域における廃棄物管理のルールや社会規範について、その国に住む人よりも認識が低いことがわかっている（Lawhon et al., 2018）。この問題の根底にある様々な要因には、ほとんどの外国人（旅行）登山者は、訪問地では短期滞在で

*立命館アジア太平洋大学アジア太平洋研究科 (Ritsumeikan Asia Pacific University, Graduate School of Asia Pacific Studies)
**認定特定非営利活動法人富士山クラブ (Environmental Non-Profit Organization Fujisan Club)

あり、その短期間で、現地の環境に適応することが難しいという事実や、登山者の間で観光活動が影響を及ぼすという意識が低いことなどがある (Lundie et al., 2007 ; Jones, 2018 ; Timchaawa & Moyo, 2019) 。また、標高や地形といった山岳地帯の課題を考慮すると、ほとんどの山岳地帯の廃棄物管理は未だ、とても不十分であると考えられており (Byers, 2020) 、山岳地帯の廃棄物処理施設はまだ存在していない (Chen, 2010 ; Aziz et al., 2019 ; Byers, 2020) という事実はしかたがないことだ。日本では、1976 年に有名な登山家ラインホルト・メスナーが初めて富士山に登り、それ以来「ごみの山」と呼ばれるようになった富士山がその代表的な例であろう。技術がない登山者が、最も登りやすい山として選ぶ (Jones, Yamamoto & Kobayashi, 2016) 日本最高峰は、国内外問わずアジアで最も多くの人が訪れる山の一つである。新型コロナウイルスの発生により 2020 年は登山禁止となり、登山者集計が停止されたが、それまで過去 15 年間で平均 265,000 人の登山者が富士山に登っている。しかし、日本ではまだ外国人の入国規制が行われていたが、2022 年の夏には、国内で 16 万人以上が富士山に登り、観光活動が再開された。2022 年秋、入国規制が解除され、来年には海外からの登山客が倍増すると予想される。富士山の公園管理における主要な優先課題となるべきは、この増加への対応策である。



図 1 富士スバル五合目五合目 (右) と七合目 (左) で発見された廃棄物。写真提供：筆者、2022 年 9 月 7 日撮影

これまでも、自然環境への影響を最小限に抑えるために、海外からの旅行者と国内の旅行者の行動や意識を把握する試みが数多く行われてきた。それは、環境教育の理念 (Marion & Reid, 2001; Wu et al., 2021) 、環境行動と振る舞い (Lawhon et al., 2018) 、廃棄物処理とリサイクルへの取り組み (Backman et al., 2018) 、訪問者のごみ処分行動 (Brown et al., 2010; Hu et al., 2019; Aziz et al., 2019; Esfandiar et al., 2021) などの研究などである。しかし、日本では、特に富士山において、Jones & Yamamoto (2016) が国内と海外の訪問者類型の多様化を把握するために、いくつかの試みを行ったものの、国内外からの訪問者の環境認識を把握するような試みはまだ行われていない。さらに、McDonald & McAvoy (1997) の初期のころの報告では、様々な文献から得られた知見により、海外からの訪問者と国内の訪問者の間には、確かに大きな認識のギャップがあることが判明している。社会的な規範の違いがこの大きなギャップの一つの要因であるなど、さまざまな説明がなされている。日本では、公共の場にごみ箱を設置することは、日本人の社会規範 (ごみは持ち帰り) に反すると考えられているため、

保護地域では、こうしたギャップの典型的な例といえる。また、青木（2015）によれば、富士山にこれらの施設が存在しないことも、ポイ捨て問題を誘発する大きな要因の一つであるという。これらの仮説を証明するためには、さらなる研究が必要である。そこで、本論文では、富士山におけるごみ箱の設置に対する登山者の考え方を、特に国際的な視点と国内的な視点から把握することに焦点を当てる。そこで、本論文では、1. ごみ箱に対する国内外の登山者の認識とその影響要因を調査すること、2. ごみ箱施設以外の代替案（環境教育戦略など）を検討することを研究目的とする。そして、それに答えるために、本論文では、以下の 2 つの研究課題を設定する。1. 富士山におけるごみ箱の設置に対する登山者の意識に影響を与える要因は何か？そして、2. 外国人の登山者と国内からの登山者の意識はどの程度違うのか？

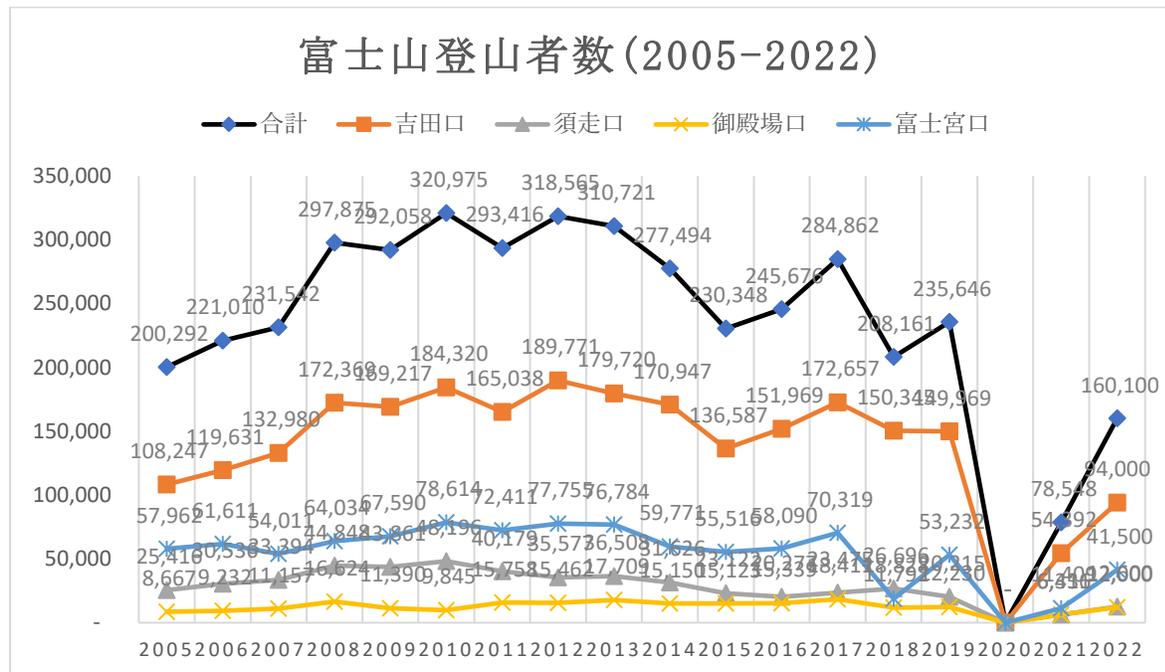


図 2 富士山登山者数、提供者：環境省、2022

2. 調査方法

本論文では、日本人登山者と日本在住の外国人登山者を対象に、紙アンケート方式によるデータ収集を行った。調査期間：2022年8月14日～2022年9月10日（登山シーズン最終日）まで、3ヶ所にて実施（図3）。調査期間中、合計153人の回答者を収集することができたが、無効回答が3回答あり、有効回答の全体数は150人となった（内訳：外国人登山者75、日本人登山者75）。観光客を除外するため、山頂をめざし登山した人だけにアンケートを配布した。調査票は3つのセクションに分け、第1セクションは社会統計学的な質問と山小屋滞在中の満足度から構成。次のセクションは、富士山における廃棄物管理ルールに対する登山者の事前意識と、環境教育「リープノートレイス（LNT）」原則に対する登山者の知識を調査するため、LNTの7つ原則の重要性を1：全く重要でない～4：非常に重要な4段階のリッカート尺度による自己申告形式で質問した。最後のセクションは、富士山でのごみ箱の設置を含む、いくつかの環境認識と行動に関する5つの質問から構成した。

収集したデータは、SPSS 28 版に入力し、一連の行動質問を 8 種類の変数（性別、年齢、教育、交通手段、旅行者数、滞在期間、登山回数、国籍）と比較して、クロス集計分析法を用いて分析する。回答者の行動と前述の変数との間に有意性があるかどうかを判断するために、カイ二乗分析を使用することとした。特に本研究では、年齢と性別の要因について調査する。この 2 つの要因は、多くの人が人の環境に関する意思決定と責任に影響を与える最も重要な要因の 1 つとみなしている（Delhomme et al., 2013 ; Han et al., 2018）。一方、ネパールのアンナプルナ山で行われた別の研究では、教育や交通手段など他の要因からの介入も、環境保護行動に対する人の考え方に影響を与える可能性があるとは指摘している（Poudel & Nyaupane, 2016）。今回の研究では、このうち 2 つの要因についても、有意な結果が得られる可能性があるかどうかを調査することにした。最後に、各行動問題は正解（1）と不正解（0）に点数化され、未回答の質問は自動的に不正解（0）に点数化される。各質問の平均値は、独立標本 t 検定を用いて検定され、各変数の平均値間の有意性が判定する。

図 3 調査期間の詳細

日付け	日本人登山者	外国人登山者	調査場所
2022 年 8 月 14 日	17 人	3 人	富士スバル五合目
2022 年 8 月 15 日	31 人	33 人	富士スバル五合目
2022 年 9 月 3 日	13 人	6 人	富士スバル五合目
2022 年 9 月 7 日	8 人	3 人	八合目山小屋
2022 年 9 月 9 日	1 人	22 人	泉が滝登山道
2022 年 9 月 10 日	8 人	8 人	泉が滝登山道
合計	78 人	75 人	

3. 結果

吉田口登山道を下山する登山者に対し、5 カ国語（日本語、英語、中国語、インドネシア語、ベトナム語）の多言語アンケートを配布した。その結果、女性 49%（n=74）、男性 51%（n=76）の計 150 の調査票を回収することができた。年齢別では、10~20 代の若い登山者が全体の 42%を占め、次いで中年（30~40 代）が 40%、高齢（50 代以上）が 18%であった。回答者の最終学歴を見ると、6 割が大学の学位を持っている。この人口統計学的な結果は、Jones（2018）が行ったトレンドモニタリングの結果とも一致しており、登山者の大半は若く、高学歴であることが明らかになった。日本人と外国人の比率も、日本人が 50%（n=75）、外国人が 50%（n=75）とバランスが取れているが、外国人登山者は学生や外国人労働者として日本に滞在している。一方、外国人登山者の日本語レベルを見ると、「全くわからない~初級」が 46%、「日常会話レベル」が 40%であった。一方、流暢に日本語を話せる人は 14%にとどまっている。富士山にはごみ箱がないことを 94%の登山者（n=141）が認知しており、認知していないと回答した人はわずか 9 人であった。また、これらの情報をどのように入手しているかについては、回答者の間で差があり、「日本では常識・マナーとなっている」という回答が 59%を超え、「インターネット」（25%）、「ツアーガイド」（9%）、「ガイドブック」（2%）、「その他」（7%）と続いている。さらに、カイ二乗検定の結果、日本人登山者は「常識・マナー」と回答した人が 70%であったのに対し、外国人登山者は主にインターネットやツアーガイドから情報を得ている人が 60%と、国籍間の有意な関係が示された（ $p < 0.001$ ）。また、登山回数についても、経験者の 67%が「常識・マナー」と回答したのに対し、初めての人は 50%となり、有意的な関係を示した（ $p = 0.05$ ）。

富士山にごみ箱を設置することについては、特に外国人登山者と日本人登山者の間で回答が異なることがわかった。その結果、回答者（n=111）の74%が富士山にごみ箱を設置することに反対であるのに対し、賛成はわずか26%（n=39）であることが明らかになった。カイ二乗分析の結果、性別とごみ箱の間には有意な関係がないことがわかった（ $p=0.247$ ）。一方、次の変数（年齢）については、若い登山者（10～20歳）がごみ箱を設置して欲しいという傾向が高く（39%）、中年（30～40歳）22%、高齢者（50歳以上）3%に比べ、有意な知見が見出された。また、カイ二乗検定の結果、 $p=0.002$ が得られ、回答者の回答頻度と年齢の間に有意な関係があることが示された。なお、若年層と高齢層の差については、文脈に関係なく様々な調査でも同様の結果が得られている。ギリシャの保護区で行われた研究でも、30～54歳の公園訪問者は、20代の若い訪問者よりも環境意識や態度が強いことが示されており、この研究結果とも一致する（Zafeiroudi & Hatzigeorgiadis, 2014）。Han (2018) や Aziz et al. (2019) が観光客を対象に行った同様の調査でも、シニアと若者の観光客の間で同様の知見が得られている。交通手段も廃棄物処理施設の有無に影響を与え、自家用車で来た登山者に比べ、公共交通機関や観光バスで来た登山者はごみ箱が必要であるとの高い傾向を示した。カイ二乗検定でも、回答者と移動手段との間に有意性が示された（ $p<0.02$ ）。さらに、国籍別では、日本人よりも外国人の方が、ごみ箱の必要率に有意性が高いという関係も示された。また、カイ二乗検定では、国籍に（ $p<0.001$ ）が示され、検定の有意性が示された。一方、学歴（ $p=0.96$ ）、旅行者数（ $p=0.142$ ）、滞在期間（ $p=0.468$ ）、登頂回数（ $p=0.354$ ）からは有意的な関係が見いだせなかった。

図4 ごみ箱に対する登山者のごみ箱の必要性と要因の分析

要因	カイ二乗 ごみ箱	ANOVA
性別	0.247	0.250
年齢	0.002**	0.001***
最終学歴	0.96	0.09
交通手段	0.02*	0.02*
旅行者数	0.142	0.144
滞在時間	0.468	0.472
登山回数	0.354	0.357
国籍	0.001***	0.001***

*Significance at $P<0.05$.

**Significance at $P<0.01$.

***Significance at $P<0.001$.

次に、正解（1）、不正解（0）の点数化法を用いて、日本人と外国人登山者の平均値を算出した。その結果、平均値は0.73となり、登山者の間でごみ箱に対する拒否反応が高いことがわかった。しかし、日本人登山者の平均値（ $m=0.89$; $SD=0.31$ ）は、外国人登山者（ $m=0.57$; $SD=0.49$ ）と比べて有意差がある。独立標本t検定でも、 $(t(-4.926)=120.466; p<0.001)$ という有意的な値が示され、結果の有意性を示している。さらに、LNTの知識を持つ登山者と持たない登山者（外国人と日本人）の平均値を比較したところ、LNTの知識を持つ登山者の平均値は0.66（ $SD=0.47$ ）、LNTの知識を持たない外国人登山者の平均値は0.48（ $SD=0.5$ ）、日本人登山者の平均値は0.88（ $SD=0.31$ ）、3グループ間で有意差が見られた。独立標本t検定により、外国人登山者間の平均値を比較したところ、LNTの知識を持つ登山者（ $m=0.66$; $SD=0.47$ ）は、

LNT の知識を持たない外国人登山者 ($m=0.48$; $SD=0.5$) に比べて富士山にごみ箱を拒否する可能性が高いという有意性が得られた ($t(1.619)=66.546$; $p=0.05$)。

図 5 登山者よるごみ箱の必要性の平均値の比較

変数	回数	平均	S.D.	t 検定
JP	75	0.57	0.49	0.001**
INT	75	0.89	0.31	
JP2	72	0.88	0.31	
INT2	33	0.48	0.50	0.05*
LNT	45	0.66	0.47	

Note 1: JP= 日本人登山者; INT= 外国人の者; JP2= LNT 知識持たない日本人登山者; INT2= LNT 知識持たない外国人登山者; LNT= LNT 知識持ってる登山者.

*Significance at $P<0.05$.

**Significance at $P<0.001$.

また、質問の最後に自由記述欄を設け、回答者の理由を探った。自由回答では、「いいえ」が 21 件、「はい」が 7 件となり、合計 28 件 (18%) の回答を集めることができた。また、日本人登山者と外国人登山者では、登山者の意見・見解に違いがあることがわかった。日本人登山者は、ごみ箱の管理が大変であること、人件費や処分費などのコストがかかることを懸念している人が多い (68%, $n=4$)。一方、「意識の向上と自己責任」「ごみ箱はごみの発生を助長する」といった懸念は、日本人、外国人ともに同じ頻度で聞かれた。しかし、「はい」の回答では、外国人登山者が、他の登山客からの不法投棄やポイ捨てを防ぐために必要だと考えていることが分かった (100%, $n=6$)。さらに、回答者の一人 (回答者 17) は、登山中に登山道に多くのごみが落ちていると述べ、そのようなポイ捨てを防ぐためにごみ箱を提供する必要性を感じている。また、富士山に廃棄物処理施設を設置する必要性について、日本人と外国人登山者の意見にギャップがあることがわかった。青木 (2015) が概説した理由の一つは、海外のほとんどの国立公園では、ごみ処理施設を提供し (ごみ箱)、公園訪問者にごみの分別作業を促す傾向があるためである (Backman et al, 2018; Lawhon et al, 2018)。一方、日本では国立公園や富士山をはじめとする公共の場所にごみ処理施設があるのは珍しいことだ。この事実は、(McDonald & McAvoy, 1997、 Jones, 2018) が概説した、海外からの訪問者と日本人訪問者の間に社会規範の面でギャップがあるという事実とも一致する。

文献

- 青木直子. (2015). 富士山のごみとトイレ——世界遺産登録までの取り組みとその後——. *廃棄物資源循環学会誌*, 26(3), 207-214.
- Aziz, N. A. A., Lukhman, A. A., Chubo, J. K., & Daud, D. S. R. A. (2019, November). Public perception to littering in greenspaces: A case study in Bintulu, Sarawak, Malaysia. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1358, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.
- Backman, C., Vaske, J., Lawhon, B., & Taff, D. (2018). Visitors' Views of Leave No Trace Principles across a National Park, a National Forest and Three State Parks.
- Brown, T. J., Ham, S. H., & Hughes, M. (2010). Picking up litter: An application of theory-based communication to influence tourist behaviour in protected areas. *Journal of Sustainable Tourism*, 18(7), 879-900.
- Byers, A. C., Gustafsson, T., Shrestha, M., & Chhetri, N. (2020). A Sustainable Solid Waste Management Plan for Sagarmatha (Mt Everest) National Park and Buffer Zone, Nepal. *Mountain Research and Development*, 40(3), A1.
- Chen, C. C. (2010). Spatial inequality in municipal solid waste disposal across regions in developing countries. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 7(3), 447-456.
- Delhomme, P., Cristea, M., & Paran, F. (2013). Self-reported frequency and perceived difficulty of adopting eco-friendly driving behavior according to gender, age, and environmental concern. *Transportation research part D: transport and environment*, 20, 55-58.
- Dunjić, J., Stojanović, V., Solarević, M., & Kicošev, V. (2017). Sustainable waste management in protected areas of Vojvodina.
- Esfandiar, K., Dowling, R., Pearce, J., & Goh, E. (2021). What a load of rubbish! The efficacy of theory of planned behaviour and norm activation model in predicting visitors' binning behaviour in national parks. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 46, 304-315.
- Han, H., Yu, J., Kim, H. C., & Kim, W. (2018). Impact of social/personal norms and willingness to sacrifice on young vacationers' pro-environmental intentions for waste reduction and recycling. *Journal of sustainable tourism*, 26(12), 2117-2133.
- Hu, H., Zhang, J., Wang, C., Yu, P., & Chu, G. (2019). What influences tourists' intention to participate in the Zero Litter Initiative in mountainous tourism areas: A case study of Huangshan National Park, China. *Science of the Total Environment*, 657, 1127-1137.
- Jones, T., Yamamoto, K., & Kobayashi (2016). Investigating Climbers' Awareness and Willingness to Pay a Donation: A Comparative Survey of Domestic and International Climber Segments at Mount Fuji. *Journal of Environmental Information Science*, 44-5.
- Jones, T. E., & Yamamoto, K. (2016). Segment-based monitoring of domestic and international climbers at Mount Fuji: Targeted risk reduction strategies for existing and emerging visitor segments. *Journal of outdoor recreation and tourism*, 13, 10-17.
- Jones, T. (2018). 富士山における国際対応のあり方: 外国人登山者の管理に関する現状と課題. *富士学研究= Journal of Fujiology*, 14(2), 9-16.

- Lawhon, B., Taff, B. D., Newman, P., Vagias, W. M., & Newton, J. (2017). Understanding and influencing state park visitors' Leave No Trace behavioral intent. *Journal of Interpretation Research*, 22(1), 53-71.
- Lundie, S., Dwyer, L., & Forsyth, P. (2007). Environmental-economic measures of tourism yield. *Journal of Sustainable Tourism*, 15(5), 503-519.
- Marion, J. L., & Reid, S. E. (2001). Development of the US Leave No Trace program: an historical perspective. *Enjoyment and understanding of the national heritage*, 81-92.
- Muñoz, Edmundo & Navia, Rodrigo. (2015). Waste management in touristic regions. *Waste Management & Research*. 33. 593-594. 10.1177/0734242X15594982.
- Poudel, S., & Nyaupane PhD, G. P. (2016). Understanding Tourist Environmental Behavior An Application of the Theories on Reasoned Action Approach.
- Tichaawa, T. M., & Moyo, S. (2019). Urban resident perceptions of the impacts of tourism development in Zimbabwe. *Bulletin of Geography. Socio-economic Series*, 43(43), 25-44.
- Wu, C. C., Li, C. W., & Wang, W. C. (2021). Low-impact hiking in natural areas: A study of nature park hikers' negative impacts and on-site leave-no-trace educational program in Taiwan. *Environmental Impact Assessment Review*, 87, 106544.
- Zafeiroudi, A., & Hatzigeorgiadis, A. (2014). Validation of the Greek Version of the Responsible Environmental Behavior Scale and Relationships with Participation in Outdoor Activities. *International Journal of Sport Management, Recreation & Tourism*, 13.