■研究発表論文

富士登山における安全で快適な群集密度と混雑状況の関係

Relationship between safe and comfortable crowd density and congestion situation in Mt. Fuji climbing

中島　泰*　　武　正憲**　　伊豆　菜津美*

Yutaka NAKAJIMA　Masanori TAKE　Natsumi IZU

Abstract: Mt. Fuji is open to the public only during the summer, and during the two-month period, nearly 300,000 climbers visit. At the time of sunrise, the area around the top of the mountain is extremely crowded with climbers, so that proper administration of the climbers is necessary in order to secure the quality of the climbing and the safety of the climbers. Therefore, in this research, various investigations for clarifying the climbers' dynamics were carried out for the purpose of accumulating the data for the management of the climbers. First, based on the idea of safe and comfortable crowd density required in urban public space, we set and proposed a standard for safe and comfortable crowd density assumed at climbing. Next, we obtained the GPS data of the climbers of Mt. Fuji, and visualized the time series climbers' density on the trail using the standard presented. And then, we examined the relationship between the factors of congestion and the number of climbers per day.

Keywords: *Mt. Fuji, carrying capacity, crowd density, GPS*
キーワード：富士山，収容力，群集密度，GPS

1．背景・目的

日本一の高さを誇る富士山は，古来より日本人の自然に対する信仰のあり方や日本独自の芸術文化における源泉となっており，その価値を踏まえて2013年，世界文化遺産リストに記載された。一般の開山期は夏季に限られ，毎年約２カ月の間に30万人近くの登山者が富士山を訪れる（図–1）。多くの登山者の目的は山頂でご来光を見ることで，ご来光時間の前に山頂付近で発生する激しい混雑が課題となっており，登山体験の質や登山者の安全の確保のための適正な収容力の設定が求められている[1)]。

自然地の収容力に関する既往研究では，主に利用体験や混雑感等の利用者の意識面から社会的な収容力の設定を試みてきた[2) 3)]。一方，登山道同様，群集の混雑により安全・快適性が低下し得る広場・階段等の都市的公共空間では，物理的に安全・快適な群集密度の基準値が定められており，空間設計時及び誘導・警備時の運用等に役立てられている[4)]。現状において自然地にある登山道ではそうした群集密度に対する広く認められた基準がない。また，広場・階段等の公共空間では，群集の集中・混雑が発生する箇所がある程度限られており，同箇所へのアクセスが容易である場合が多く，その密度のモニタリングもカメラによる撮影等によって比較的容易に可能である。しかし，富士登山を行う登山道は主要な４登山道のうち最も距離の短い富士宮ルートにおいても約５ｋｍ，最も登山者数の多い吉田ルートでは約 7.5ｋｍと非常に距離が長く，登山者が集中・混雑する箇所も特定されていない。そのような条件下で登山道全体をカメラによる撮影等でモニタリングすることは難しく，登山道の「どこ」が「いつ」，「どの程度」混んでいるかを効率的に把握する方法を開発する必要がある。

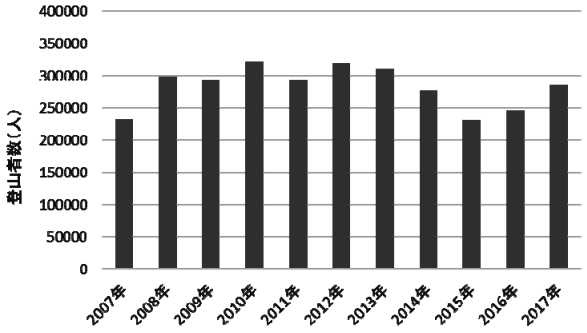
そこで本研究では，まず公共空間における群集密度の基準設定の値から，物理的に安全・快適な登山に必要な登山者密度の値を提示することを目的とする。加えて，GPSを利用した登山道全体の登山者密度情報を時系列で把握する簡易的な方法を提案，設定した登山者密度の値を用いてデータを視覚化する。本研究は以上を通じて，今後の登山者管理のための有効なモニタリング手法の提案と登山者密度情報の提供を行うものである。

2．研究方法

まず，都市公共空間で求められる安全で快適な群集密度の考え方を基に，登山時に想定される安全で快適な登山者密度の基準を設定，提示した。その上で，成人男女309名を対象としたインターネットアンケートを実施，富士山における同一の登山道の写真をベースに６パターンの異なる登山者数が映ったモンタージュ写真を用いた混雑感調査を行い，登山者の主観を元に，設定基準のレベルが妥当であるか検証を行った。

次に，富士山における登山者を対象にGPSを使ったデータ取得調査を行い，提示した登山者密度の基準を用いて登山道全体の登山者密度を時系列で視覚化した。

なお，本研究は，富士登山における主要な４登山道のうち最も登山者数が多く混雑が発生しやすい吉田ルートを対象として，調査・分析を行った。



図–1　富士登山者数の推移

*公益財団法人日本交通公社　　**筑波大学芸術系

３．富士登山における群集密度基準の設定

（１）公共空間に求められる群集密度

公共の歩行空間における群集密度は，求められるサービス水準に応じて，Fruin[5] や吉岡[6] らによって基準となる具体的な値が提示されてきた。ただし，それらは主に安全性の観点及び流動量の最大化に重点が置かれたものである。一方，移動のためだけでなく，その行動を楽しむことが目的となる登山活動では，安全性のみならず，快適性の観点も重要と考えられる。そこで本研究では，まず公共空間に安全性の観点から求められる基準を基に，安全な登山に必要な登山者密度基準を設定した。次に，設定した基準における登山者密度の快適性の妥当さを確認するため，モンタージュ写真を使ったインターネット調査で検証を行った。

Fruin（1971）が提示した値を基に，平面歩行時及び階段昇行時における６つのサービス水準ごとの必要面積，密度水準，その際の状況を図−2 の a）及び b）に整理した。既往の基準では，密度水準は示されていなかった。しかし今回，登山時の群集密度の基準を試算するため，必要面積の逆数として算出した。同基準ではサービス水準Aが最も安全で流動量の多い水準であり，Fが最も危険で流動量の低い水準となる。通常，公共空間で設計される水準としてはEが最低限の水準とされる。サービス水準Eは，歩行路，階段いずれの場合でも，歩行者全てが歩行速度を大きく落とさざるを得ない状況である。

（２）登山装備および登山道を考慮した群集密度

歩行路と階段を比較すると，階段の方が歩行者１人当たりの必要とする面積が小さいため，同じサービス水準における密度水準は階段の方が高くなる。つまり，階段は歩行路よりも多くの歩行者を受け入れることが可能となる。富士登山道吉田ルートは，山小屋の周辺等の水平な箇所を除くと岩場や砂礫の傾斜を登る形状となっている。混雑時は１列から２列の行列状となり，前の登山者の後ろを１歩ずつ登っていく状況となる。そのため，歩行路よりも，階段の基準を適用する方が適していると考えられる。

また，通常の歩行者の階段昇行時と比較して登山者の必要面積には，登山装備に要する面積が加わる点が異なる。中でも，登山リュックは比較的大きな面積を必要とするため，その分の面積を考慮に加える必要がある。今回は，富士登山時に一般的に用いられる日帰り〜1 泊程度用の 30〜50 リットルサイズの登山用リュックの平均的な縦×横の面積が 0.05〜0.15 ㎡程度であることから，階段における基準の必要面積に 0.1 ㎡を加えることで登山時の必要面積とし，その逆数から密度水準を試算した。その結果を示したものが図−2 の c）である。

（３）モンタージュ写真に基づく登山者主観の群集密度基準

前項において安全性及び流動量の観点から登山時に求められる必要面積及び密度水準の基準を整理した。しかし，その基準は登山者の快適性の観点における検討が不十分である。そこで，複数のモンタージュ写真を使った混雑感調査を実施した。

モンタージュ写真は，富士登山道吉田ルートの景色を背景とし，映り込む登山者数が段階的に増える写真を６枚作成した（図−３）。各写真は，０人／㎡から１枚ごとに 0.6 人／㎡ずつ登山者密度が増えるように作成し，最も密度の高い６枚目の写真は 3.0 人／㎡となる。これらの写真を使ったインターネットアンケートを「富士登山に興味を持っている成人男女」を対象に実施し，計 309 名からの回答を得た。アンケートでは「これより人数が多くなると登りたくないと感じる富士山の様子」を単一回答で６枚のうち１枚の写真を選択あるいは該当なしを選択してもらった。

アンケート調査の結果を登山者密度の少ない写真の選択率から累積選択率で順に足し上げた結果を図−3 に示した。登山者密度が高まるにつれ，富士山に登りたくないと回答する回答者の割合が増えている。最も選択率が高い写真は，1.2 人／㎡の登山道を示す３枚目の写真で 28.8%の回答率となっており，同写真を見た時に最も多くの人が登山を回避したくなる結果となった。また，写真間の累積選択率の変化を線形で捉えた際の，累積選択率が 50%に達する概ねの登山者密度を今回の結果から推計すると，1.28 人／㎡となった（図−3）。

選択率が最も高い写真の登山者密度及び累積選択率が 50%に達する際の登山者密度いずれも前項におけるサービス水準のEに当たる。ここから登山道におけるサービス水準Eは，速度面での物理的な制約が発生し，安全性が低下するとともに，登山者の主観面からもそれより混雑した状況では過半数の登山者が登山を回避したくなる“不快”な混雑密度であることが示唆された。

【既往研究】

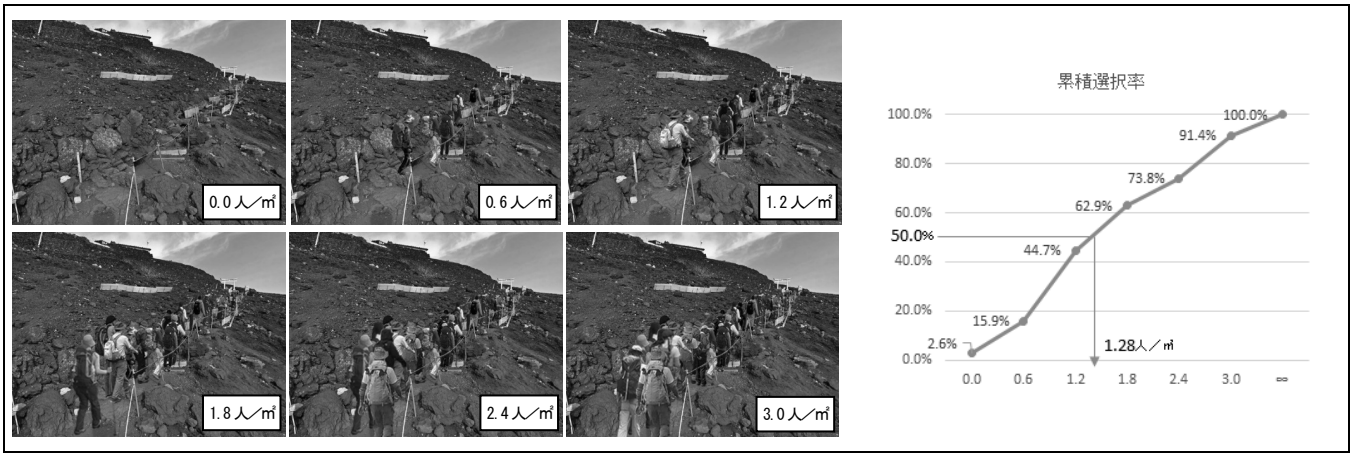
a）歩行路	サービス水準					
	A	B	C	D	E	F
必要面積 （㎡／人）	3.5〜	2.5〜3.5	1.5〜2.5	1.0〜1.5	0.5〜1.0	〜0.5
密度水準 （人／㎡）	〜0.29	0.29〜0.40	0.40〜0.67	0.67〜1.00	1.00〜2.00	2.00〜
状況	遅い人を追い抜いたり，好きな歩行速度を自由に選択できるだけの十分な面積がある。	正常な歩行速度で歩くことができ，大部分が同じ方向に歩いている流動ならば他の人を追い抜くことができる。	歩行者が各自の歩行速度を選択したり，追い抜いたりする自由度は制限される。	遅い人を追い抜いたり，衝突を避けることが困難なため，大部分の人の歩行速度は制限され，低下する。	事実上，すべての歩行者は自分の通常の歩行速度で歩けず，足どりも頻繁に変えなければならない。	すべての歩行者の歩行速度は極度に制約を受け，全身はずり足でしかできなくなる。

b）階段	サービス水準					
	A	B	C	D	E	F
必要面積 （㎡／人）	2.0〜	1.5〜2.0	1.0〜1.5	0.7〜1.0	0.4〜0.7	〜0.4
密度水準 （人／㎡）	〜0.50	0.50〜0.67	0.67〜1.00	1.00〜1.43	1.43〜2.50	2.50〜
状況	登行速度の選択や，遅い人の追い越しが自由に出来る。対向流があってもなんら問題は生じない。	事実上，すべての歩行者は自由に登行速度を選択できる。しかし，この水準の下限値に近いと，追い越しに若干の困難が伴う。	遅い人を追い越すことが困難となるため登行速度は制約されてくる。	前後感覚にゆとりがないことや，他人を追い越せないため，ほとんどの人が登行速度の制約を受ける	前後間隔のゆとりがほとんどなく，人を追い抜くこともまったくできないため，すべての人が速度を落とさねばならなくなる。	流れはしばしば停止し，交通はほとんどマヒ状態となってしまう。前進は前の人が動いてはじめて可能となる。

【試算】

c）登山道	サービス水準					
	A	B	C	D	E	F
必要面積 （㎡／人）	2.0〜（＋0.1）	1.5〜2.0（＋0.1）	1.0〜1.5（＋0.1）	0.7〜1.0（＋0.1）	0.4〜0.7（＋0.1）	〜0.4（＋0.1）
密度水準 （人／㎡）	〜0.48	0.48〜0.63	0.63〜0.91	0.91〜1.25	1.25〜2.00	2.00〜

図−2　サービス水準に対する必要面積・密度水準の基準値



図－3　モンタージュ写真と同写真を使った混雑感調査の結果

4．登山者の群集密度基準に基づく混雑状況の把握

（1）登山者の GPS データの取得

富士登山時の登山行動の軌跡データを取得するために，富士登山道吉田ルートの出発地点（五合目）において，富士登山をこれから行う成人男女を対象に調査趣旨を説明し，協力を得られた登山者にポータブル GPS ロガーを貸与, 登山中の携行を依頼した。ロガー機器は MobileAction 社 i-gotU GT-600 を使用し，登山者の登山時における位置情報，移動速度を時刻とともに約 6 秒間隔で記録した。2015～2017 年にかけての開山期に計 14 日間[7] 実施した調査で計 1,720 名分のデータを取得している。なお，調査の依頼は，登山開始者の少ない午前 0 時から午前 6 時を除く，各日 18 時間行うことで，全登山者の行動を網羅するようにした。

次に，取得したサンプルデータを元に全登山者数に基づく登山者密度を推計するため，各サンプルに拡大係数を付加した。拡大係数は，調査日別・登山開始時間別（1 時間ごと）に設定した。GPS ロガーは五合目で配布したため，五合目登山者数（実数調査によるカウント値）とサンプル数（当該時間帯に五合目を出発した GPS ロガー数）の比によって決定している。拡大係数は 1 サンプルが代表する登山者数を表し，当該時間帯を出発した登山者数が 227 人でサンプル数が 15 の際，拡大係数は 15.13 となる。

次に，登山者密度を推計する際の単位面積として登山道の集計区間を設定した。集計区間は直線やカーブなどの形状に合わせて約 20～60m を 1 区間として設定，吉田ルートにおいて特に混雑の発生しやすい八合五尺～山頂の間を計 59 の集計区間に区分した。加えて，各集計区間の面積を設計・管理時に用いられる測量地図より計算した。

登山者密度は，「集計区間にいる登山者数（拡大係数を考慮したサンプル数）」を「集計区間の面積」で割ることで求めた。同密度は各集計区間で 30 分単位ごとに算出した。このことにより吉田ルートの調査日における「集計区間別」「時間帯別」の登山者密度を把握した。

（2）調査日における混雑状況の把握

登山者密度について，縦軸に集計区間，横軸に時間帯を取った表にプロット，登山者密度による色付けを行うことで，調査日における吉田ルートの混雑状況を図示したものが図－4 の a）～d）である。調査日は 14 日間なので, 表は全部で 14 個作成されたが，ここには 1 日当たり登山者数の異なる 4 つの調査日の結果を代表的に掲載した。登山者密度の色付けの基準は，図－2 の表 c)に示した登山道における基準のサービス水準Ａ～Ｂに対応する密度 0.63 人／㎡未満をⅠ：白色，水準Ｃに対応する密度 0.63～0.91 人／㎡をⅡ：薄いグレー，水準Ｄに対応する 0.91～1.25 人／㎡をⅢ：濃いグレー，水準Ｅ～Ｆに対応する密度 1.25 人／㎡以上をⅣ：黒色とした。縦軸の集計区間は，登山者数の多寡に関わらず登山者の休憩や滞留によって登山者密度が常に高まりやすい曲がり角などを除いた 31 の集計区間を対象とした。また，横軸の時間帯は多くの登山者が同区間を通過する御来光時間前にあたる午前 2 時から午前 7 時 30 分までを対象とした。

いずれの表からも早い時間帯に比較的標高の低い集計区間から登山者密度が高まり始め，時間が進むにつれて登山者密度の高い箇所が上層の集計区間に推移していることが分かる。登山者の安全性及び快適性の観点から望ましくない状況が発生していることが想定されるサービス水準Ⅳ：黒色の混雑密度の発生状況を見てみると，a）では単発で 2 箇所に発生しているのに対して，b）では 2 つの連続した集計区間及び 2 つの連続した時間帯で混雑が発生している箇所が複数見られる。また c）では，単発の 1 箇所に加えて山頂直下（集計区間 2）において午前 3 時 30 分から午前 6 時まで 2 時間半に渡って混雑が継続している。そして d）では登山道の様々な箇所で断続的に混雑が発生しており，登山者の流動が著しく低下していることが推測できる。

これらの表からは，大まかな傾向として，1 日当たり登山者数が増えるほど登山者密度の高まる箇所及び時間帯が増加していることが確認できる。ただし，b）と c）においては c）の方が 1 日当たり登山者数がやや多いにも関わらず，サービス水準Ⅳ：黒色及びⅢ：濃いグレーの混雑密度の発生箇所の数は b）の方がやや多くなっている。また，それらの混雑が発生している集計区間も b)では山頂からやや下った区間9～17付近で顕著なのに対して，c）では山頂直下の区間 2 で連続して混雑が発生している。このことから，登山道における混雑の発生は 1 日当たり登山者数に大きく影響を受ける一方で，それ以外の要因，例えば天候等にも影響を受けていることが示唆される。

5．考察

本研究では，登山道における登山者の集中・混雑状況について GPS ロガーを用いてモニタリングする手法を提案, 富士登山者を対象とした調査に適用した。その上で，調査データを用いて富士登山道吉田ルートにおける登山者密度を新たに設定した登山道の混雑基準に基づいて整理，登山道の箇所・時間帯別の混雑状況を視覚的に理解しやすくすることできた。登山道における混雑状況は 1 日当たり登山者数及び天候等の他の要因に加えて，登山者への案内･情報提供等の管理内容によっても変わる。本研究内容は，登山道全体の登山者密度情報を時系列で把握する簡易的な方法を開発したことで，安全で快適な群集密度に誘導するための管理の必要な箇所・時間が明示され，加えて実施した管理の効果を確認する上でも有効なツールとなった点で意義があると考えられる。

（Ⅰ）□：0.63 人／㎡未満　（Ⅱ）■：0.63～0.91 人／㎡　（Ⅲ）■：0.91～1.25 人／㎡　（Ⅳ）■：1.25 人／㎡以上

ID	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00
2	0.00	0.27	0.38	0.31	0.49	0.11	0.00	0.06	0.37	0.13	0.08
4	0.10	0.29	0.43	0.22	0.64	0.04	0.00	0.14	0.06	0.04	0.04
5	0.02	0.10	0.06	0.07	0.18	0.06	0.02	0.16	0.05	0.02	0.04
6	0.02	0.13	0.04	0.15	0.21	0.01	0.00	0.22	0.15	0.02	0.00
7	0.13	0.31	0.55	0.10	0.94	0.04	0.00	0.29	0.13	0.03	0.37
8	0.05	0.27	0.23	0.32	0.59	0.00	0.06	0.17	0.09	0.01	0.11
9	0.13	0.41	0.51	0.34	0.77	0.02	0.00	0.17	0.18	0.02	0.14
10	0.25	0.30	0.20	0.27	1.01	0.00	0.04	0.27	0.13	0.05	0.08
11	0.05	0.17	0.45	0.53	0.33	0.00	0.04	0.18	0.15	0.06	0.05
13	0.06	0.36	0.57	1.03	0.49	0.04	0.00	0.30	0.11	0.12	0.02
15	0.03	0.46	0.68	1.37	0.52	0.00	0.08	0.12	0.04	0.19	0.04
17	0.01	0.23	0.37	0.68	0.18	0.01	0.07	0.07	0.04	0.08	0.01
19	0.00	0.17	0.41	0.65	0.07	0.03	0.14	0.09	0.05	0.04	0.01
21	0.09	0.20	0.26	0.37	0.02	0.00	0.06	0.09	0.00	0.07	0.04
23	0.01	0.09	0.16	0.16	0.00	0.00	0.07	0.05	0.00	0.03	0.01
25	0.21	0.77	0.60	0.22	0.06	0.01	0.27	0.07	0.02	0.07	0.09
27	0.67	1.25	0.52	0.17	0.00	0.01	0.10	0.33	0.02	0.02	0.07
30	0.05	0.19	0.37	0.08	0.02	0.04	0.09	0.05	0.03	0.03	0.03
32	0.13	0.10	0.29	0.08	0.00	0.17	0.02	0.06	0.01	0.04	0.02
34	0.08	0.11	0.13	0.03	0.01	0.13	0.02	0.04	0.02	0.00	0.03
36	0.05	0.24	0.22	0.01	0.01	0.06	0.02	0.01	0.11	0.01	0.04
38	0.08	0.06	0.11	0.03	0.02	0.07	0.02	0.01	0.02	0.00	0.02
40	0.34	0.34	0.23	0.04	0.01	0.13	0.05	0.05	0.05	0.07	0.01
42	0.15	0.05	0.07	0.01	0.00	0.05	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03
44	0.88	0.24	0.21	0.04	0.03	0.09	0.06	0.01	0.00	0.06	0.02
47	0.15	0.10	0.08	0.01	0.03	0.00	0.05	0.02	0.01	0.04	0.00
48	0.37	0.30	0.14	0.02	0.06	0.02	0.07	0.08	0.04	0.03	0.06
50	0.35	0.46	0.09	0.01	0.03	0.02	0.08	0.01	0.03	0.02	0.02
52	0.14	0.23	0.06	0.02	0.10	0.01	0.06	0.02	0.04	0.02	0.01
56	0.13	0.18	0.05	0.02	0.04	0.01	0.05	0.01	0.01	0.03	0.00
58	0.33	0.20	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.06	0.00

a）2016 年 7 月 25 日（月）　天候：晴れのち曇り
1 日当たり登山者数：1,779 人

ID	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00
2	0.20	0.18	0.15	0.34	0.49	0.69	0.24	0.11	0.12	0.21	0.01
4	0.06	0.11	0.39	0.09	0.35	0.69	0.51	0.13	0.11	0.17	0.03
5	0.08	0.05	0.30	0.80	0.19	0.48	1.06	0.03	0.03	0.09	0.00
6	0.04	0.03	0.14	0.38	0.52	0.29	0.71	0.12	0.02	0.15	0.00
7	0.10	0.04	0.53	0.48	0.70	0.91	1.56	0.05	0.28	0.06	0.01
8	0.19	0.16	0.22	0.70	0.88	0.29	0.16	0.02	0.15	0.00	0.16
9	0.39	0.24	0.69	0.70	1.20	1.72	1.55	0.47	0.19	0.09	0.13
10	0.20	0.13	0.46	0.68	0.55	1.47	1.77	0.15	0.07	0.09	0.29
11	0.10	0.21	0.31	1.13	0.60	0.95	0.52	0.14	0.15	0.11	0.11
13	0.08	0.32	0.93	0.86	1.03	1.23	0.59	0.21	0.25	0.01	0.09
15	0.12	0.63	0.84	1.16	2.91	0.82	0.03	0.12	0.06	0.00	0.11
17	0.05	0.30	0.51	0.56	1.32	0.36	0.02	0.05	0.15	0.00	0.08
19	0.05	0.31	0.45	1.04	0.88	0.30	0.03	0.15	0.06	0.01	0.36
21	0.02	0.38	0.38	0.72	0.68	0.20	0.02	0.08	0.02	0.06	0.07
23	0.03	0.22	0.09	0.22	0.11	0.06	0.01	0.06	0.06	0.02	0.03
25	0.04	0.50	0.75	0.88	0.53	1.04	0.03	0.11	0.02	0.26	0.19
27	0.18	0.45	0.77	0.80	0.37	0.56	0.09	0.40	0.04	0.73	0.32
30	0.29	0.07	0.42	0.71	0.41	0.01	0.02	0.04	0.00	0.04	0.09
32	0.10	0.56	1.06	0.33	0.39	0.01	0.05	0.06	0.00	0.02	0.01
34	0.19	0.58	0.55	1.13	0.17	0.00	0.02	0.05	0.01	0.08	0.10
36	0.09	0.34	0.82	0.47	0.25	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.15
38	0.45	0.68	0.45	0.17	0.27	0.04	0.09	0.03	0.05	0.09	0.11
40	0.36	0.62	0.61	0.20	0.14	0.11	0.05	0.03	0.03	0.16	0.17
42	0.10	0.26	0.16	0.15	0.17	0.04	0.06	0.03	0.04	0.04	0.05
44	0.62	0.62	0.47	0.17	0.23	0.01	0.08	0.05	0.07	0.04	0.16
47	0.22	0.53	0.16	0.26	0.05	0.02	0.19	0.00	0.04	0.03	0.11
48	0.32	0.46	0.34	0.50	0.06	0.04	0.14	0.02	0.06	0.05	0.19
50	0.42	0.20	0.20	0.24	0.05	0.12	0.16	0.00	0.02	0.27	0.27
52	0.37	0.34	0.46	0.19	0.08	0.03	0.03	0.00	0.03	0.19	0.05
56	0.22	0.13	0.22	0.03	0.03	0.05	0.02	0.01	0.03	0.07	0.02
58	0.24	0.37	0.42	0.08	0.02	0.08	0.03	0.01	0.13	0.26	0.01

b）2015 年 8 月 13 日（木）　天候：雨のち曇り
1 日当たり登山者数：2,797 人

ID	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00
2	0.05	0.00	0.61	1.37	1.51	1.39	1.43	1.61	0.85	0.03	0.06
4	0.21	0.00	0.10	0.21	0.32	0.21	0.14	0.03	0.01	0.02	0.08
5	0.07	0.00	0.00	0.17	0.13	0.35	0.15	0.12	0.00	0.01	0.07
6	0.01	0.00	0.10	0.06	0.24	0.24	0.24	0.32	0.03	0.01	0.03
7	0.13	0.00	0.25	0.20	0.32	0.66	0.15	0.16	0.11	0.10	0.28
8	0.02	0.00	0.03	0.08	0.59	0.57	0.15	0.08	0.00	0.02	0.04
9	0.13	0.00	0.17	0.43	0.71	1.20	0.31	0.30	0.00	0.05	0.20
10	0.02	0.00	0.07	0.23	0.68	0.55	0.09	0.08	0.00	0.07	0.22
11	0.09	0.00	0.19	0.28	0.60	0.32	0.25	0.03	0.03	0.18	0.11
13	0.03	0.00	0.16	0.77	0.59	0.30	0.19	0.05	0.07	0.08	0.05
15	0.05	0.02	0.16	1.20	1.24	0.57	0.09	0.06	0.04	0.07	0.01
17	0.01	0.18	0.64	0.57	1.64	0.45	0.07	0.00	0.01	0.03	0.01
19	0.03	0.16	0.44	1.21	1.10	0.18	0.18	0.00	0.01	0.10	0.08
21	0.02	0.09	0.48	1.10	0.26	0.04	0.13	0.00	0.00	0.01	0.01
23	0.01	0.17	0.18	0.43	0.64	0.01	0.08	0.00	0.01	0.02	0.01
25	0.01	0.41	0.64	1.06	0.26	0.01	0.06	0.00	0.14	0.06	0.04
27	0.24	0.27	0.57	0.88	0.76	0.60	0.22	0.35	0.25	0.06	0.03
30	0.04	0.21	0.69	0.91	0.19	0.01	0.03	0.04	0.01	0.01	0.04
32	0.05	0.16	0.36	0.60	0.18	0.02	0.00	0.01	0.00	0.02	0.06
34	0.09	0.20	1.03	1.13	0.06	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02
36	0.09	0.08	0.72	0.40	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01
38	0.06	0.78	0.65	0.21	0.02	0.02	0.04	0.00	0.02	0.02	0.06
40	0.29	0.28	0.68	0.19	0.01	0.02	0.01	0.00	0.02	0.02	0.01
42	0.05	0.52	0.16	0.04	0.02	0.10	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00
44	0.10	0.45	0.40	0.06	0.03	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	0.04
47	0.14	0.65	0.09	0.01	0.01	0.01	0.03	0.00	0.03	0.01	0.01
48	0.10	0.49	0.27	0.02	0.07	0.02	0.03	0.00	0.04	0.04	0.01
50	0.12	0.68	0.12	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.04	0.02	0.21
52	0.28	0.53	0.14	0.02	0.02	0.03	0.04	0.00	0.04	0.04	0.01
56	0.52	0.13	0.11	0.01	0.04	0.08	0.04	0.08	0.03	0.03	0.00
58	0.40	0.42	0.14	0.23	0.01	0.05	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00

c）2015 年 8 月 1 日（土）　天候：曇り
1 日当たり登山者数：3,337 人

ID	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00
2	0.18	0.39	1.75	2.67	3.40	3.61	2.83	2.56	1.33	0.09	0.02
4	0.37	0.33	0.19	1.07	0.31	1.05	0.72	0.12	0.39	0.19	0.02
5	0.03	0.04	0.16	0.28	0.50	0.12	0.38	0.18	0.96	0.01	0.12
6	0.11	0.61	0.60	0.33	0.59	0.43	0.24	0.14	0.40	0.06	0.21
7	0.31	0.26	2.14	1.65	1.77	2.87	2.34	1.81	1.88	1.74	0.77
8	0.40	0.33	0.37	3.62	0.94	0.71	0.34	0.09	0.71	0.08	0.15
9	0.00	0.84	0.97	0.68	1.54	1.04	0.62	0.73	0.22	0.10	0.06
10	0.40	0.52	0.65	0.98	1.50	2.06	0.62	0.77	1.38	0.01	0.14
11	0.31	0.64	0.45	0.60	1.35	1.80	0.12	0.56	0.09	0.10	0.13
13	0.15	1.68	0.87	1.20	3.16	1.07	0.68	0.82	0.10	0.04	0.05
15	0.46	1.51	0.31	1.96	2.08	1.38	0.79	0.36	0.37	0.10	0.18
17	1.15	0.67	2.96	1.79	3.14	0.35	1.29	1.84	0.07	0.03	0.06
19	0.42	0.47	0.91	1.98	0.97	0.31	0.90	0.09	0.07	0.02	0.15
21	0.28	0.26	2.42	1.76	1.15	0.62	0.61	0.05	0.06	0.01	0.01
23	0.38	0.18	0.40	0.70	1.22	0.96	0.56	0.01	0.01	0.00	0.05
25	0.64	1.31	0.74	1.56	0.95	0.83	0.07	0.14	0.11	0.06	0.13
27	2.80	1.88	2.04	2.55	1.32	1.90	1.50	1.07	1.15	0.26	0.11
30	1.61	0.47	1.34	1.10	0.30	0.58	0.10	0.04	0.00	0.04	0.01
32	1.16	1.17	1.52	2.72	1.62	0.03	0.16	0.09	0.02	0.12	0.06
34	0.52	0.79	1.46	1.34	1.05	0.31	0.02	0.03	0.02	0.08	0.03
36	0.49	0.32	1.81	1.88	0.41	0.14	0.01	0.05	0.03	0.02	0.00
38	0.13	1.23	2.05	2.42	0.31	0.02	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00
40	0.43	1.95	3.24	1.57	0.15	0.01	0.10	0.12	0.07	0.04	0.00
42	0.44	1.08	0.46	0.12	0.04	0.00	0.07	0.00	0.02	0.03	0.00
44	0.52	1.24	1.40	0.59	0.12	0.07	0.05	0.02	0.16	0.05	0.01
47	0.52	1.17	0.35	0.12	0.07	0.00	0.04	0.12	0.03	0.02	0.01
48	2.55	1.99	0.69	0.23	0.18	0.00	0.08	0.10	0.13	0.00	0.00
50	0.52	0.98	0.35	0.03	0.09	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01
52	2.91	0.78	0.32	0.09	0.03	0.00	0.06	0.15	0.06	0.02	0.01
56	0.91	0.62	0.07	0.05	0.05	0.00	0.04	0.00	0.04	0.02	0.01
58	1.06	1.25	0.12	0.54	0.01	0.21	0.06	0.14	0.67	0.00	0.13

d）2016 年 7 月 30 日（土）　天候：晴れ
1 日当たり登山者数：4,585 人

表中の ID は登山道の集計区間を表し，59 の集計区間のうち分析対象とした 31 の集計区間のみを表示している。

図―4　富士登山道における混雑状況

謝辞：本研究で使用したデータは静岡県・山梨県より提供を受けた。また，調査・分析にあたりご討論いただいた北海道大学愛甲哲也先生，東京大学山本清龍先生に感謝申し上げます。

補注及び引用文献

1) 富士山世界文化遺産協議会（2014）：世界文化遺産富士山ヴィジョン：富士山ー信仰の対象と芸術の源泉 ヴィジョン：各種戦略，1-4

2) 愛甲哲也，鄭 佳昇，浅川 昭一郎（2002）：自然公園における写真を用いた混雑感と許容限界の把握について：ランドスケープ研究 65(5)，653-658

3)尾瀬保護財団（2005）：利用体験から見た尾瀬の収容力に関する調査総合報告書，172pp

4) 全国警備業協会編（2006）：雑踏警備業務の手引き，24-35

5) JJ.Fruin（1974）：歩行者の空間ー理論とデザインー：鹿島出版会，75-91

6) 吉岡昭雄（1978）：歩行者交通と歩行空間(Ⅱ)ー歩行速度・密度・交通量についてー：交通工学 Vol.13 No.5，41-53

7) GPS ロガー配布日：2015 年 7 月 13 日，7 月 18 日，7 月 27 日，8 月 1 日，8 月 13 日，2016 年 7 月 16 日，7 月 25 日，7 月 30 日，8 月 11 日，8 月 20 日，2017 年 8 月 4 日，8 月 5 日，8 月 11 日，8 月 12 日