

# 丹沢における登山道荒廃の過程とその要因

中村 洋介\*

## I はじめに

日本は山地が7割近くを占め、中部日本の山々や北海道の高山など、数多くの人々が山を訪れる機会に恵まれている。近代以降、レクリエーション活動の増加により、山地には登山道が開かれた。今日、その登山道や登山道周辺での自然環境の変化、とくに土壌の流出や植生の破壊が指摘されている（小野ほか 1990; 山田 1993; 依田・渡辺 1998）。この変化の要因の一つとして、自然の侵食に加えて登山客という人為的インパクトが自然環境に与える影響が大きい。例えば、登山者の踏みつけによる踏圧により土壌が硬化し、道を外れて歩くことにより植生が踏み荒らされる（小野ほか 1990）。このような自然環境に及ぼす人為的インパクトについての研究事例は、大雪山（小野ほか 1990; 渡辺 1994; 渡辺 1997; 依田・渡辺 1998; 渡辺・深澤 1998）、北八甲田山（後藤・牧田 1988）、巻機山（松本ほか 1977）、白馬岳（岩田 1997）、立山（横山 1998）、白山（山田 1993）で行われている。

従来の研究では高山地域が中心であり、1年を通じて利用が可能な地域での研究事例は少ない。多くの人口を抱える都市域近郊の山地では、先の研究地域よりも登山客数は多いと思われる。同時に登山道の侵食や裸地化についても影響が出ていると予測される。関東地方の丹沢山地については、人の過剰利用によって登山道の損傷や踏み荒らしが起きていると報告されてい

る（神奈川県公園協会 1997）。

そこで本研究では丹沢山地の塔ノ岳に至る登山道とその周辺において、どこで侵食や植生の後退が起きているかを経年変化を通してみていき、登山道の侵食の現状を荒廃地域での測量により明らかにした。その結果を基にして、侵食・裸地の拡大について登山客の動態、人間活動や自然環境とを関係づけて、どのように登山道の荒廃が進むのかを考察した。さらに登山道の侵食過程と要因の一つを示した。

## II 調査地域と調査方法

### 1. 調査地域の概観

丹沢山地は神奈川県西方に位置し、調査地域である丹沢山地最南部の塔ノ岳（1,491 m）をはじめ、最高峰の蛭ヶ岳（1,673 m）、檜洞丸（1,601 m）、丹沢山（1,567 m）など、1,000～1,600 m程度の山が連なる。その広さは、東西に約 50 km、南北に約 30 km で、その多くは丹沢大山国定公園に指定されている（図 1）。

丹沢山地での植生を垂直分布で見ると、およそ 800～900 m 以下の地域に照葉樹林帯、900～1,200 m 以上の地域にブナ林を主体とした落葉広葉樹林帯が存在する。亜高山帯に属する常緑針葉樹林は存在しない。しかし、風衝地、稜線沿いや崩壊地斜面などでは森林が発達せず、低木林や草原になっている。その他に 1,000 m 以上の地域にもスギ・ヒノキの人工林や、人為により二次的影響を受けた落葉広葉樹の二次林

\* 駒澤大学大学院生

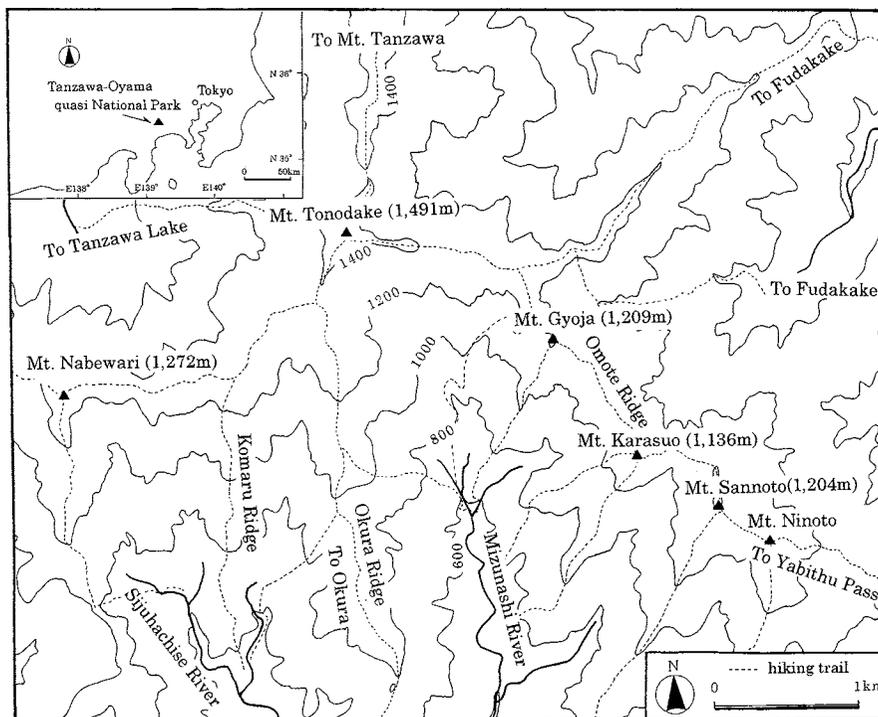


図1 調査地域の位置図

Figure 1. Location map around Mt. Tonodake

が分布する。ブナ林（落葉広葉樹林）は東西に伸びる鍋割山-塔ノ岳-表尾根に続く稜線よりも北側に分布し、同じ高度の稜線の南側斜面には低木林が発達している（図2）。この地域の南側斜面では相模湾からの海風の影響により常に南東から南西の風が卓越する。また、南側斜面の風は北側斜面の風よりも強いと予測されている（神奈川県公園協会 1997）。

丹沢山地は崩壊地が多い。特に関東大地震とその直後の台風による大規模崩壊をはじめとして大雨による崩壊地が多い。塔ノ岳周辺と塔ノ岳に至る登山道周辺地域は、亀裂が発達して分離を起こしやすい基盤岩が分布しており、降雨や地震に対して弱く、崩壊を生じやすい性質を持っている。調査地域の地質は主に凝灰岩である。また、ローム層が厚く積もった凸型緩斜面が存在する（図3）。

三ノ塔付近での年平均降水量は約 2,300 mm

であり、平野部よりも 600 mm 以上多い。冬季の降雪量は少なく、通年の登山が可能である。標高 1,450 m の丹沢山付近での地下 10 cm の地温は、1 月上旬から 4 月中旬にかけて最低地温が常に氷点下になり（越地・中嶋 1997）、日射が当たる南側斜面の地表面では、霜柱の凍結・融解による凍結クリープ現象で土砂移動が起きていると考えられる。

## 2. 調査方法

調査を行った登山道は、大倉登山口と塔ノ岳を結ぶ登山道のうち a-a' 区間（大倉尾根ルート）、鍋割山と塔ノ岳を結ぶ登山道の一部と小丸尾根を通る登山道の一部のうち b-b' 区間（鍋割山ルート）、ヤビツ峠と塔ノ岳を結ぶ登山道のうち c-c' 区間（表尾根ルート）である（図4）。

第一に、塔ノ岳をめざす登山客がどこを通

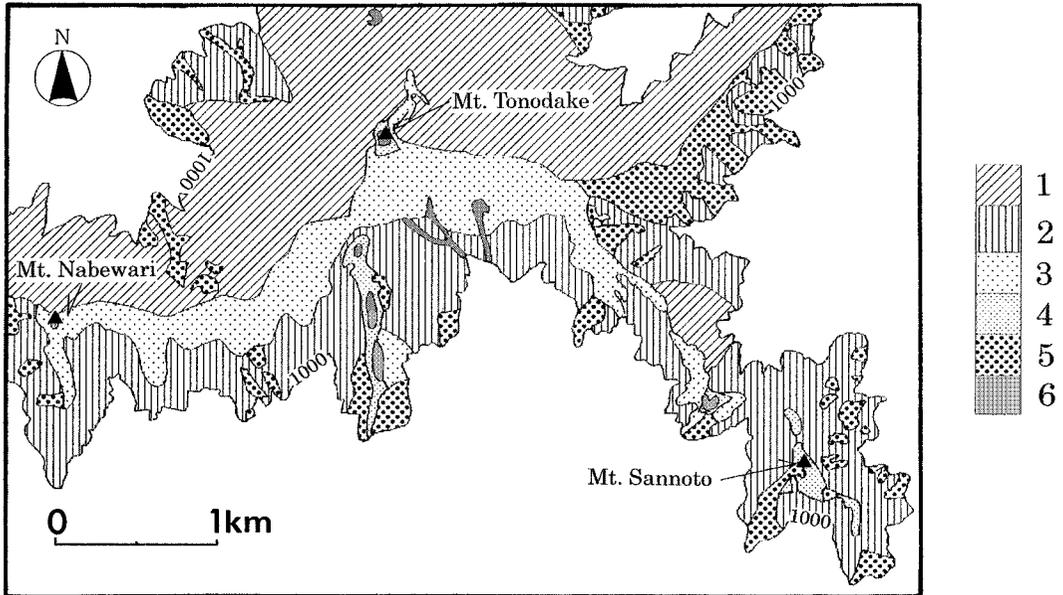


図2 塔ノ岳周辺の標高1,000 m以上の植生

1: ブナ林, 2: 二次落葉広葉樹林, 3: 低木林, 4: 山地草原, 5: 人工林, 6: 裸地  
 神奈川県公園協会 1997. 『丹沢大山自然環境総合調査報告書』付図を修正.

Figure 2. Vegetation map around Mt. Tonodake (over 1,000 m)

1: Fagus, 2: secondary deciduous broad-leaved forest, 3: shrub, 4: grassland, 5: artificial forest, 6: barosoil

Source: Compiled from “Tanzawa-Oyama Shizenkankyō Sogochōsā Houkokusho”, 1997

て登山・下山するかを調べた。調査は塔ノ岳山頂において、1998年9月20日（日曜日）の11時から14時と10月3日（土曜日）の14時から15時30分にかけて、無作為に聞き取り形式で合計250人の登山客に回答してもらった。設定した登山・下山ルートは塔ノ岳に至る全ての登山道（12ルート）である。同時に登山客の居住地を聞いた。両日も天気は晴または曇であった。第二に、これらの登山道とその周辺について、空中写真によって裸地と草地を判読した。使用した空中写真は1947年4月の米軍撮影の空中写真（1:40,000）と1964年、1980年、1996年11月（1:9,000～1:12,500）の神奈川県撮影の空中写真である。その各年の空中写真から判読した裸地および草地の広がりから植生の時間的変化をみた。また、自然崩壊地とガリーの位置を特定した。第三に、現地において登山道の

横断面形を測量した。測量はクリノメーター、巻尺、コンベックスを使用して簡易測量を行った。

### III 丹沢山地における登山客の動態

#### 1. 登山の歴史的背景

丹沢山地での登山の歴史は山岳信仰に始まる。一般登山客のレクリエーションとしての登山が行われたのは1926年の小田急線の開通以降である。塔ノ岳山頂には1939年に山小屋が建てられた。そして1955年に国民体育大会の登山競技会場に丹沢山地が使われ、登山道の整備や山小屋の建設が行われた。1960年にはヤビツ峠までバスが運行されるようになって、その頃には登山ガイドも出版されており、首都圏に住む人々が数多く訪れるようになったことを推測させる。こうした中で、1960年には県立自然

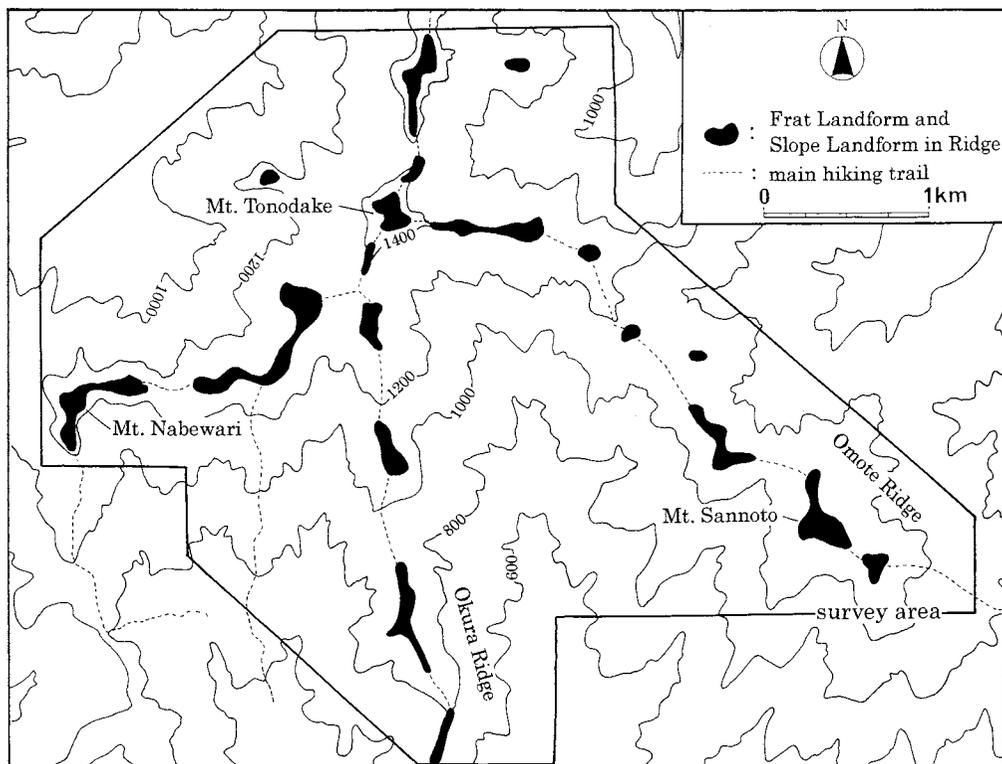


図3 山頂平坦面と凸型緩斜面の分布  
Figure 3. Distribution of flat landform and gentle slope along mountain ridge

公園に指定され、さらに1965年に国定公園に新たに指定された。

登山道周辺地域の利用としては、人工林としての利用のほかにカヤ場の存在があげられる。そのカヤ場の植生は主にススキで、定期的に管理され、1950年頃まで利用されていた。

## 2. 塔ノ岳に至る主な登山道について

丹沢山地、特に塔ノ岳をはじめとする南丹沢地域は、東京都心から約50kmの位置にあり、交通アクセスがよいため多くの人を訪れる。登山客の居住地を地区別に示すと、横浜・川崎から33.2%、東京23区から16.8%、秦野・厚木などの丹沢周辺から10.8%、多摩地区から7.6%の人が訪れ、近郊の都市地域に居住する人が多くを占めることが分かる。

塔ノ岳への登山道は、①大倉登山口から大倉

尾根を通り塔ノ岳山頂、②鍋割山から①ルートへ、③水無川から①のルートへ、④丹沢湖方面から塔ノ岳の西の尾根を經由して塔ノ岳山頂、⑤丹沢山から塔ノ岳山頂、⑥ヤビツ峠から表尾根を通り塔ノ岳山頂、⑦水無川から⑥のルートへ（西ルート）、⑧水無川から⑥のルートへ（東ルート）、⑨水無川から鳥尾山を經由して⑥のルートへ、⑩大倉登山口から三ノ塔を經由して⑥のルートへ、⑪菩提地区から二ノ塔を經由して⑥のルートへ、⑫札掛地区から⑥のルートへ、以上12の経路がある。①、⑥、⑩のルートは登山口までバスが通っている（図5）。

この塔ノ岳山頂に至る12ルートの登山道について、登山客がどこを通過して登山・下山しているかを調査した。塔ノ岳山頂や丹沢山地奥部をめざす登山客のうちの250人（往復で延べ500人）に対する聞き取り調査の結果（図5）、

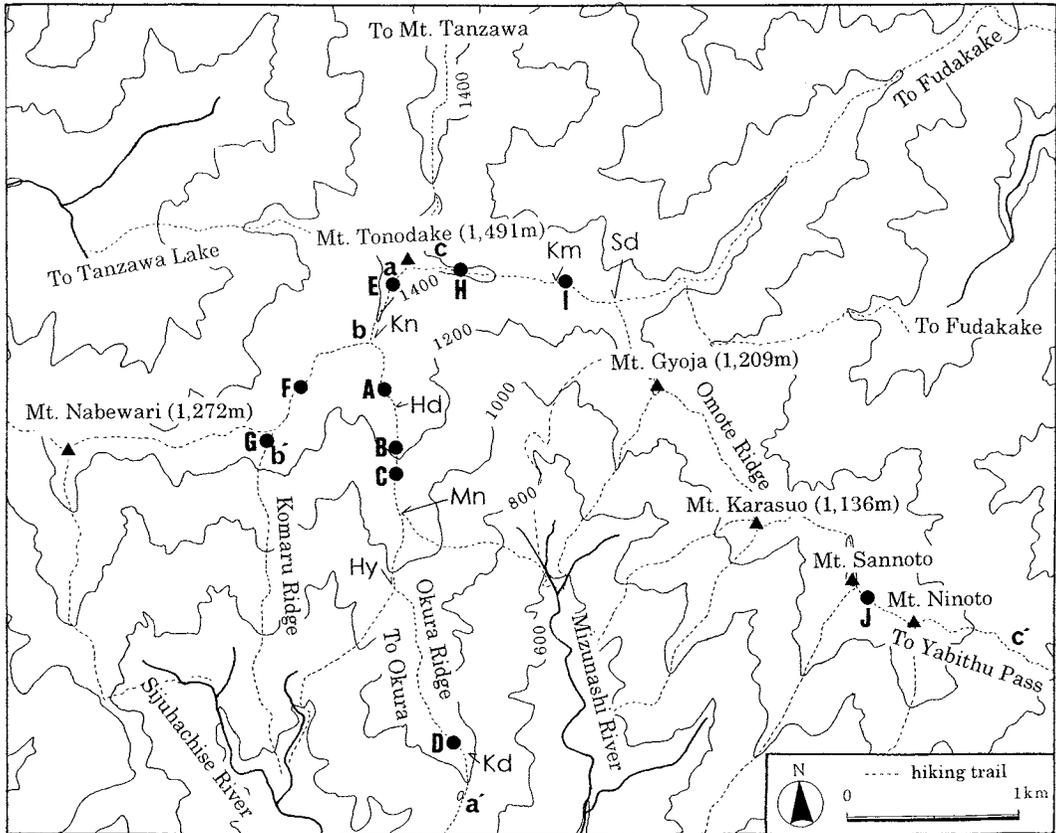


図4 調査地点と調査登山道  
Figure 4. Survey points and main hiking trails

大倉尾根ルート (a-a' 区間) の利用人数が延べ 285 人で最も多く、次にヤビツ峠からの表尾根ルート (c-c' 区間) の利用人数が延べ 116 人となった。以下、塔ノ岳から鍋割山 (b-b' 区間) の利用が延べ 35 人、大倉尾根から水無川方面への登山道が延べ 22 人、塔ノ岳から丹沢山方面への登山道が延べ 14 人の順で利用されている。その他のルートについては、利用者数が延べ 14 人未満の登山道である。同時に宿泊客・宿泊予定客を調べたところ、週末にもかかわらず宿泊客は 5% にすぎなかった。

この結果から、塔ノ岳を往復する登山客の大多数が大倉尾根と表尾根を利用することが分かった。なかでも、大倉尾根を利用する人が多く、全体の 88% の登山客が、塔ノ岳山頂への往

復か登山、下山のどちらかに大倉尾根を利用している。そして、大倉登山口-大倉尾根-塔ノ岳山頂-表尾根-ヤビツ峠のルートが塔ノ岳周辺の中心的な登山客の流れであると言える。

大倉尾根を通行して塔ノ岳山頂を訪れる登山客数は、年間で約 23 万人という調査結果がある(秦野市資料)。また、日帰りを主とした山域であるので、平日における登山客もいると思われる。

### 3. 登山客による自然環境への影響

ここで 1996 年の空中写真から読み取った裸地の分布 (図 6) と登山客の動態 (図 5) を照らし合わせてみる。すると登山客が集中している大倉尾根は侵食・裸地化が最も激しく、次に登

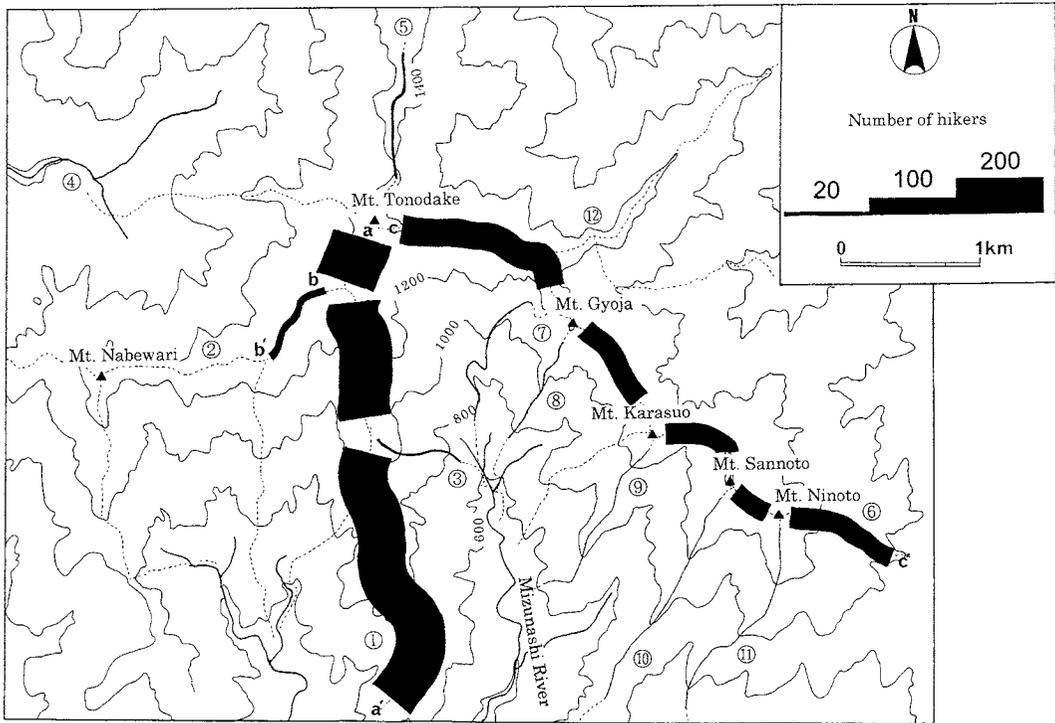


図5 塔ノ岳周辺の登山客の動態

1998年9月20日(日)と1998年10月3日(土)に、塔ノ岳山頂で無作為に登山客250人に対して聞き取りを行った。図の各ルートは下山者数が含まれ、延べ500人となる。

Figure 5. Movement of hikers around Mt. Tonodake

Notes: From author's interview at the top of Mt. Tonodake on 20 Sep 1998 (Sun) and 3 Oct 1998 (Sat) to 250 hikers selected by random sampling. The number of hikers' movement in the figure includes both up and down trips.

山客の多い表尾根も登山道の侵食・裸地化が生じていることが分かる。一方で、鍋割山方面の尾根上の登山道や小丸尾根の登山道など、登山客が少ない登山道には侵食・裸地化がほとんどみられない。そして、登山客が多く利用する登山道と山頂部や平坦面における裸地化の進行地域とが一致する。つまり、登山客数が多いほど登山客による登山道とその周辺に与えるインパクトが大きいため、登山道が侵食・裸地化によって荒廃していくと言える。

大倉尾根の登山道では平坦面や凸型緩斜面でとくに裸地の面積が広く、標高約1,300m付近で裸地化が著しい。同様に表尾根でも平坦な各山頂部や広い稜線上に裸地が目立つ。つまり、

人は狭い稜線上では左右に移動できずに道の選択を制限されるが、広い稜線では自由に左右方向へ拡散できるので、凸型緩斜面に裸地が広がると考えられる。そして登山客が多ければ、登山客により土壌の踏み固めが生じて裸地が成立するのではないかと推測される。また、大倉尾根や表尾根における一般の登山道でも、登山客が多ければ登山客同士のすれ違いが度重なり、すれ違い時に人を避けるので登山道の左右への拡大と複線化が生じることになる。さらに登山客が多ければ多いほどこれは繰り返され、裸地化が進行する。

裸地はミクロにみると、平坦面や緩傾斜地だけにみられるものではなく、景色が良く、視覚

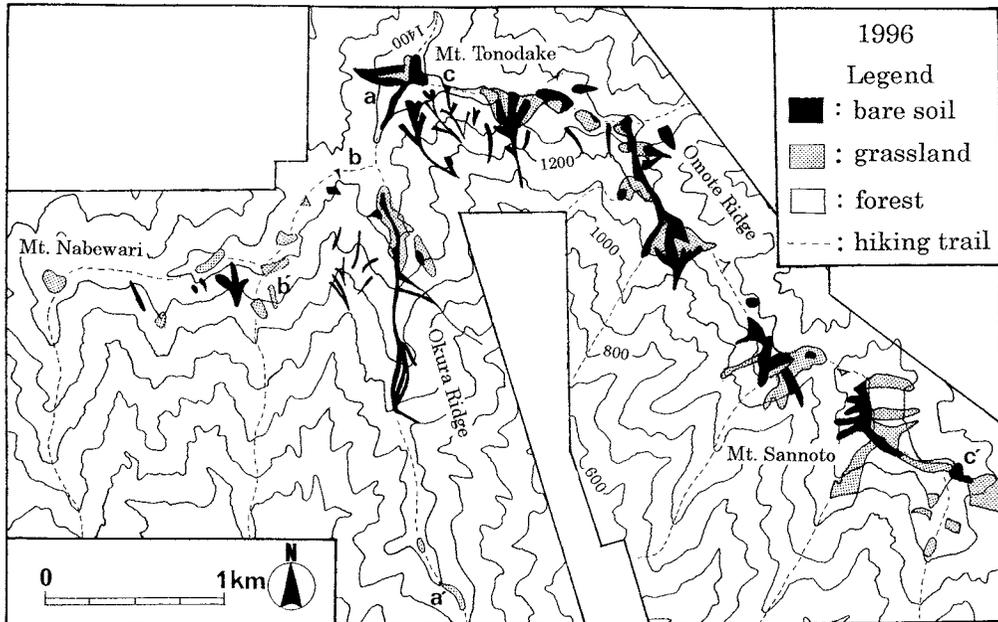


図6 塔ノ岳周辺の登山道沿いの裸地・草地の分布 (1996年)

Figure 6. Distribution of bare soil and grassland along hiking trails to Mt. Tonodake (1996)

的に開けた場所にも生じている。そのような裸地はほぼ一定の幅の登山道の中途にある、景色のよい地点で登山道が横に幅広くなる形で現れている。表尾根の場合、南側斜面は風衝地であり、低木林が多く登山客の前方の視界が開けて、相模湾、秦野盆地、首都圏の都市地域などが一望できる view point がいくつかある。登山客はここで景色をみるために休憩や写真撮影などをする。その結果、登山道が広がると思われる。また、どの山頂も周囲に森林はなく開けており、多くの登山客は山頂を休憩地点として利用する。休憩としての利用が多ければ、登山客は山頂部で外側方向へ拡散して、加えて登山客数が多ければ、人はさらに拡散する。こうして植生域に踏み込み、裸地は広がると考えられる。

#### IV 登山道周辺の植生と裸地の変化

##### 1. 1947年～1996年の植生変化

塔ノ岳山頂周辺、大倉尾根の稜線周辺、表尾

根の稜線周辺を中心とした範囲の植生の変化を、1947年からの15～16年間隔で空中写真によって判読した。1947年(図7)では、大倉尾根(a-a'区間)はKn地点からHy地点までの稜線と、そこから約500m南の緩傾斜地に草地が広がっている。裸地はHd地点付近に細く直線状にみられ、その南東側の直下に2つ、その約300m南に1つガリーがみられる。Hd地点周辺からHy地点までの稜線上に森林はみられない。表尾根(c-c'区間)では行者岳、鳥尾山、三ノ塔の各山頂部と、表尾根の稜線上の緩傾斜地およびそこから伸びる尾根に草地が広がっている。塔ノ岳の直下と稜線直下に数ヶ所で自然崩壊による裸地がみられるのみで、稜線上に裸地はみられない。鍋割山方向への尾根(b-b'区間)は稜線の南側斜面にのみ草地が分布する。塔ノ岳山頂周辺では山頂部の裸地と、山頂部の南側と西側に自然崩壊地と思われる裸地がみられる。草地は山頂部の裸地を取り囲むように存在する。全体でみて、1947年にみられる草地は

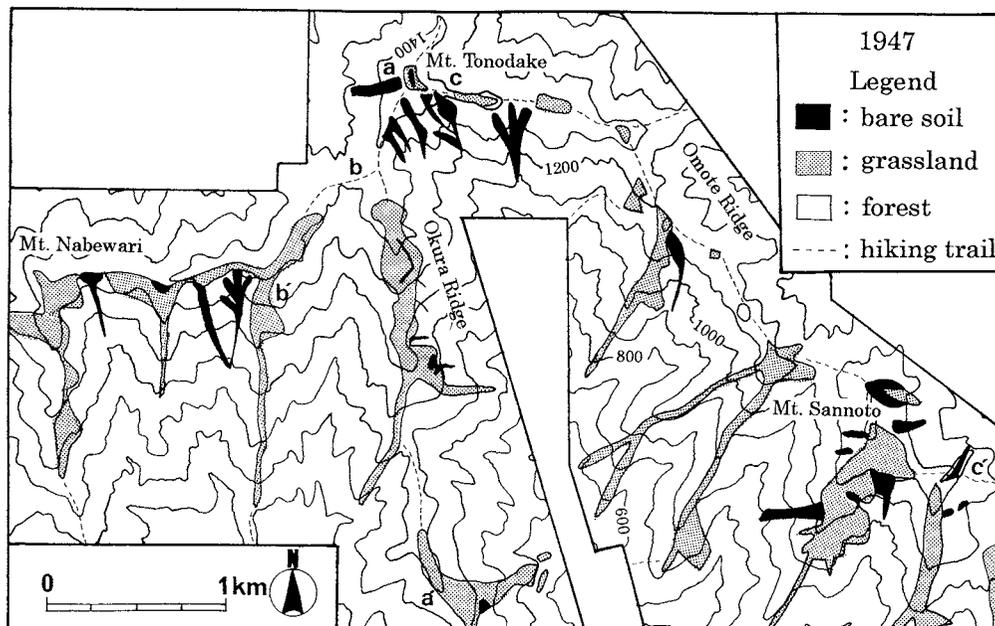


図7 塔ノ岳周辺の登山道沿いの裸地・草地の分布 (1947年)  
 Figure 7. Distribution of bare soil and grassland along hiking trails to Mt. Tonodake (1947)

カヤ場として利用されていたものと思われる、鍋割山-塔ノ岳-三ノ塔の稜線より北側に草地は存在せず、南側の稜線に沿ってみられる。

1947年と比べると、1964年(図8)には、大倉尾根では全体的に草地の範囲が稜線の方に縮小している。逆に言えば、森林の範囲が高度を上げて拡大している。草地であったところに植林が行われたか、あるいはカヤ場において以前までの周期的な山焼きが行われなくなった結果、森林の範囲が拡大したと考えられる。同時に、Hd地点周辺からHy地点までの間に、稜線上の草地を挟んで裸地ができています。この裸地の位置は登山道と一致する。この稜線の東側では1947年にみられたガリーがさらに広がっているのが分かる。Hd地点の北側と南西側にもガリーができています。表尾根は1947年と比べて、各山頂や稜線に分布していた草地がほとんど消滅している。行者岳、鳥尾山、三ノ塔、二ノ塔の各山頂から南へ伸びる尾根の草地はこの時期までに森林となった。その各山頂や稜線上

に点状に分布していた草地は縮小、消滅し森林あるいは裸地になっている。とくに鳥尾山と三ノ塔では一面に存在していた草地はほとんど消滅し、裸地が大きく広がった。また、山頂部からの崩壊やガリーが増加している。Sd地点の南側では、稜線沿いに裸地がみられ、登山道の位置と重なる。二ノ塔東の表尾根の登山道沿いは草地になった。鍋割山方向の尾根では小規模な草地の減少がみられ、裸地は小規模に点状でみられるのみである。塔ノ岳山頂は以前あった裸地周辺の草地が全て裸地になり、山頂の西側の崩壊地が頂上部の裸地とつながった。

1980年(図9)には、Kn地点の南からHy地点までの稜線上で裸地化が進み、Hd地点の南東にあったガリーは、登山道のある稜線上の裸地とつながり、拡大した。また、新しい崩壊地もHy地点の東側にできた。これはHd地点の南東のガリーと同様に、上方の裸地から登山道に沿って流れてきた土砂や降雨の水を、谷側に排出している経路であると思われる。裸地は、

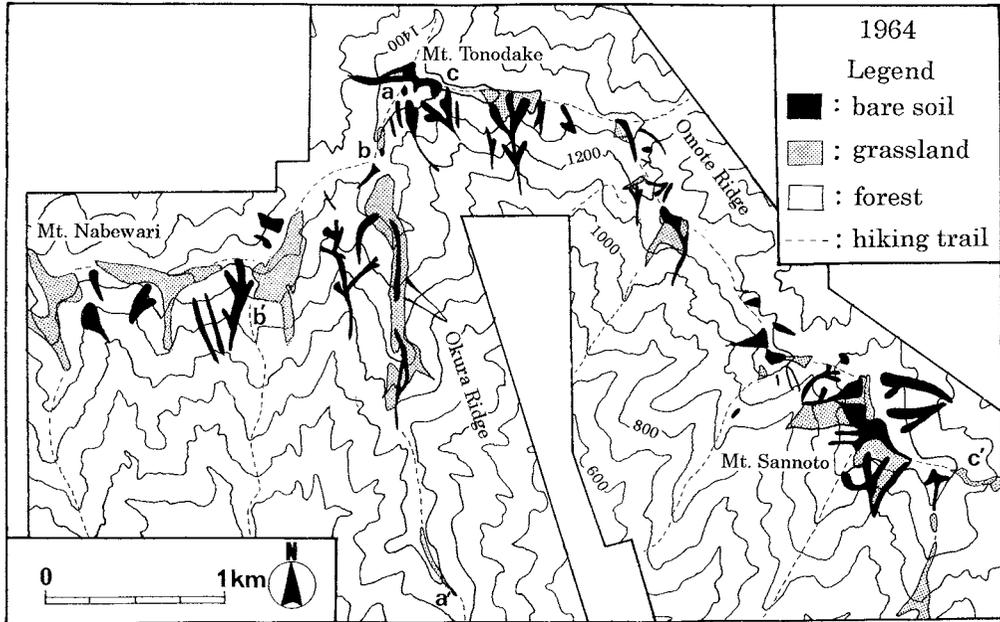


図8 塔ノ岳周辺の登山道沿いの裸地・草地の分布 (1964年)

Figure 8. Distribution of bare soil and grassland along hiking trails to Mt. Tonodake (1964)

幅を変えながら直線状に延びており、緩斜面や平坦面で広がっている。標高 900 m の Kd 地点付近の緩傾斜面でも登山道に裸地がみられる。表尾根では Sd 地点から行者岳までの稜線上と、行者岳周辺、鳥尾山山頂、三ノ塔山頂で裸地が拡大している。同時に以前から存在していた各山頂の直下にあるガリーが拡大している。鍋割山方向の尾根では草地が大きく減少しているが、裸地は増加していない。塔ノ岳山頂では裸地がさらに拡大し、塔ノ岳山頂から大倉尾根の上方部の登山道沿いでも裸地は広がり、その東側斜面には登山道の裸地からガリーができています。

1996年(図6)には、大倉尾根では裸地が稜線上の登山道に沿ってみられるが、その幅は縮小し、以前裸地だったところは森林あるいは疎林になっている。しかし、Mn 地点から Hy 地点までの区間については、裸地が広がっている。空中写真からはこの区間で登山道の複線化が確認された。また、Hd 地点の東側にあるガ

リーは引き続き存在している。Hy 地点から下方の登山道周辺については、各年を比較して変化にばらつきがあるが、これはこの地域が森林に覆われており、土地の表面が読みとれないためであると考えられる。表尾根は塔ノ岳から行者岳の区間では、Km 地点付近で裸地の拡大がみられるほかは変化が少ない。行者岳から二ノ塔の区間の鳥尾山は、裸地だったところが一部草地になっている。三ノ塔の東側斜面における裸地から草地への変化は、植生回復事業によるものと思われる。三ノ塔から二ノ塔の東側にかけては、裸地と草地の拡大がみられる。鍋割山方向の尾根には、草地の縮小以外で目立った変化はない。塔ノ岳山頂では裸地の拡大が止まり、一部が草地になっていた。全期間を通して、大倉尾根と表尾根の間の谷では、自然崩壊と思われる崩壊地があるが、変化は少ない。

## 2. 植生変化と土壌侵食

1947年以前からあった崩壊地・裸地を自然

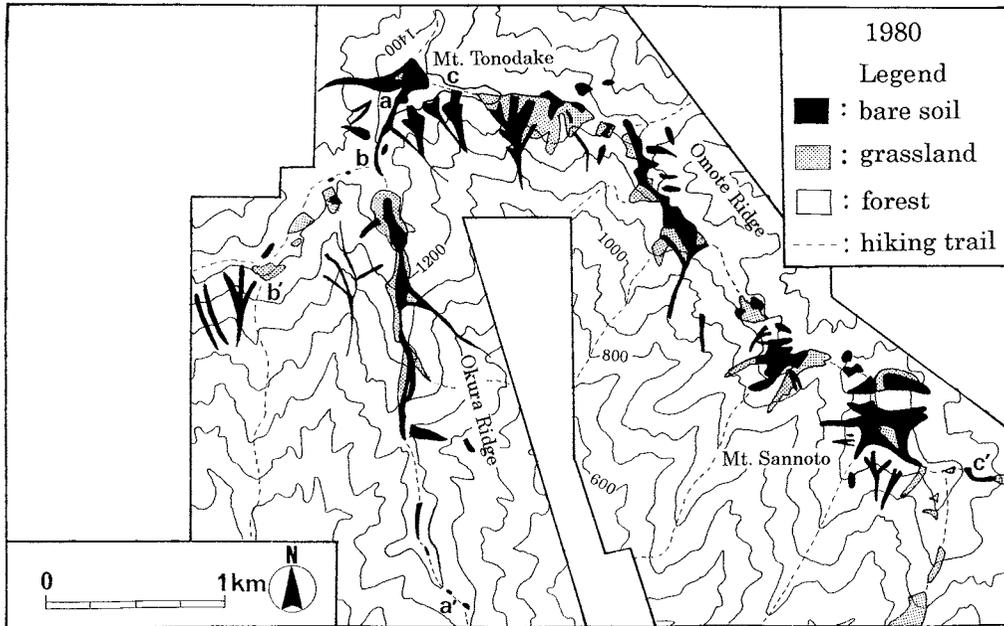


図9 塔ノ岳周辺の登山道沿いの裸地・草地の分布 (1980年)

Figure 9. Distribution of bare soil and grassland along hiking trails to Mt. Tonodake (1980)

崩壊地と考えると、自然崩壊地は山頂直下や稜線直下の遷急点から下にあり、谷側にみられる。一方で、1947年から現在にかけて裸地化していった場所は主に尾根側でみられ、それらは山頂部や稜線上の登山道に沿った場所、登山道の通る平坦面と、さらにそれらの場所から谷側へ落ちるガリーとして分布する。緩斜面や平坦面の登山道では稜線上の登山道よりも裸地の幅が広い。また、以前カヤ場であった地域に裸地が多く分布する。

次に塔ノ岳周辺の植生分布 (図2) を考慮に入れて、登山道の侵食・裸地化が進行している場所をみる。1947年では、鍋割山-塔ノ岳-三ノ塔に伸びる稜線の南と北では植生分布が異なる。北側は森林に覆われ、一方の南側はカヤ場と思われる草地在稜線上に分布する。現在、図2で草地在分布しているところをみると、草地は塔ノ岳山頂以外の全てにおいて以前はカヤ場であったと推測される。大倉尾根に関しては、現在ある登山道のルート上にカヤ場が分布し、

そこが最も侵食・裸地化の激しい場所になっている。同様に表尾根に関しても、行者岳、鳥尾山、三ノ塔の山頂部にはカヤ場と思われる草地在存在していたが、現在ではそのカヤ場跡に登山道が通って、侵食・裸地化が顕著にみられる地域となっている。しかし、登山道が森林に覆われている場合や、以前にカヤ場・草地在であった場所で登山道が設置されていない場合では、侵食・裸地化はみられないか、あるいは小規模であることが分かる。

図2をみると、鍋割山-塔ノ岳-三ノ塔に伸びる稜線の南側にはブナを主とする落葉広葉樹林は全く分布していない。現在、この地域の一部では1997年の植生回復事業での植林ブナは定着しなかった。このことから稜線南側の登山道周辺で森林が成立していないところも、人為的インパクトでブナ林がなくなったわけではなく、以前から風衝低木林や草地在であったと思われる。

登山道周辺にはスギ・ヒノキの人工林もあ

り、その人工林の中を登山道が通っている場合がある。鍋割山-塔ノ岳-三ノ塔に伸びる稜線の南側では、以前にカヤ場で現在は森林になっている場所は(図2, 図6, 図7), 現在はほとんどがスギ・ヒノキの人工林である。人工林の中の登山道で大きい規模の侵食は見られなかった。

## V 登山道沿いの土壌侵食

大倉尾根, 表尾根, 鍋割山ルート尾根にある3つの登山道(図4)の侵食について, 現地において測量した結果と, その結果から得られた知見は以下の通りである。

### 1. 大倉尾根ルートの土壌侵食

#### (1) A 地点

A 地点(写真1)は標高約1,350 mの稜線上に位置し, 南向き斜面にある。A 地点の上部は平坦面で裸地が横に広がり, その脇は草地になっており, 一部でのみ低木が生えている。そのすぐ下の斜面からの登山道には礫が広がっている。A 地点の横断面形を図10に示す。現在の登山道はU字型をした地形の底にあり, 幅が約1.5 mである。登山道の西側には約2 mの高

まりがあり, そのさらに西側は谷側への斜面となっている。登山道の東側には約1.5 mの高まりがあって広葉樹が生えており, その東側は西側と同様に谷側への斜面となっている。ここは稜線上であるので東西の高まりが原地形面であるとすれば, それを結び, 現在, U地形をしている登山道は最大で約2 m侵食されたことになる。また, A 地点の下方には木製階段が設置されているが, その階段は礫と土に埋もれていたことから, 現在でも土砂の侵食と下方への土砂移動が起きているといえる。さらに, A 地点の標高では, 冬期に霜柱による凍結クリーブ現象が起きると予想され, 登山道の側面の裸地では侵食がさらに進むと考えられる。現在の登山道の東端には深さ約20 cmの細いガリーがある。これは降雨による水の流路と考えられる。

#### (2) B 地点

B 地点(写真2)は標高約1,200 mの広い稜線上に位置し, 南西向き斜面である。登山道は礫で覆われ, 周辺には基盤岩がむき出しになっているところもある。B 地点の上方は空中写真判読の結果, 裸地化が激しかった場所である。図11はB 地点の横断面形である。南東側には約2



写真1 A 地点. 溝の底部が登山道で, 約2 m 侵食されている。

Photo 1. Point A. A hiking trail running at the bottom of ditch about 2 m deep.

mの高まりがあり、その先は谷側への斜面となっている。測量は行っていないが、図の北西側の先にも高まりがあり、B地点もA地点と同様に侵食されてできた地形であると考えられる。現在の登山道はU字型地形の底部を通っており、裸地の幅が広い。図の北西端には深さ約50cmの溝と、図の中央にも深さ数cmの溝

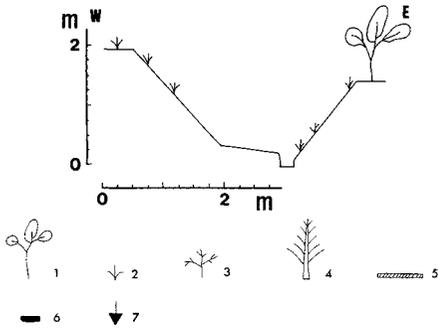


図10 A地点の横断面形

1: 落葉広葉樹, 2: 草本類, 3: 低木, 4: 針葉樹, 5: 木製階段, 6: 土のう, 7: 踏跡  
横断面の位置については図4参照。

Figure 10. Cross section of point A.

1: deciduous broad-leaved tree, 2: grass, 3: shrub, 4: conifer tree, 5: wooden stairs, 6: sandbag, 7: stamped-track

Note: Location is shown in Figure 4.

があり、これは雨水による侵食と考えられる。また、図の矢印の部分には階段状に幅1m弱の平坦面ができています。ここに草本はなく、土壌は踏み固められていることから、歩きにくい地形を嫌った人がここを通行しているものと考えられる。

(3) C地点

C地点は標高約1,150mの稜線上に位置し、B地点の下方で広い稜線上の南向き斜面である。C地点の上方には稜線上の裸地から東側の谷に落ちるガリーがみられる(図6)。C地点の約400~500m下方には稜線上の登山道に、登山道に沿う深いガリーがみられ、そのガリーの深さは3~4mにおよんでいた(写真3)。図12はC地点の横断面形である。C地点は両端ともに谷側への斜面であり、現在の登山道は図の西側の幅約5mの平坦部を通っている。現在の登山道のほかにも図の東端で2mほど、中央で1.5mほど侵食されており、その間にある高まりは島状に残されている。東端の溝は底部が鋭角になって、人の足跡はなく、土壌は踏み固められていなかった。したがって現在は登山道と



写真2 B地点。写真の左側に登山道を侵食するガリーがある。そのガリーの横にある杭が侵食によって外れている。

Photo 2. Point B. The gully in the left side of photo is eroding this hiking trail. A guide post on the gully has fallen off due to the erosion.

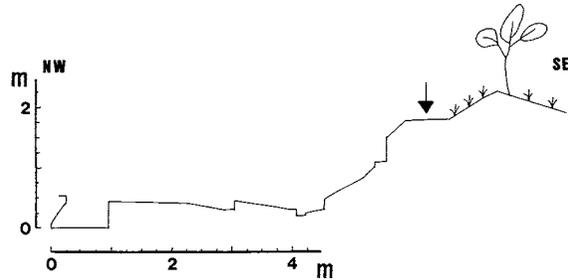


図 11 B 地点の横断面形

凡例については図 10 参照。横断面の位置については図 4 参照。

Figure 11. Cross section of point B

Note: Legend is shown in Figure 10. Location is shown in Figure 4.

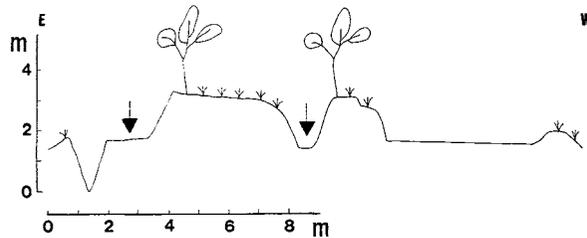


図 12 C 地点の横断面形

凡例については図 10 参照。横断面の位置については図 4 参照。

Figure 12. Cross section of point C

Note: Legend is shown in Figure 10. Location is shown in Figure 4.

しては使用されていないと思われる。中央の溝は底部が平坦になっており、土壌は踏み固められていた。また、図の東側の矢印は平坦な面で裸地であり、踏み固められて、人が通行した形跡がある。

島状になっている高まりを原地形面と仮定して、両側の斜面から島状の高まりに向けて線を延ばすと、2つの溝と現在の登山道は侵食により土壌が流出したことになる。つまり、登山道は当初、現在の東端の溝がある地点にできて、裸地化したところに雨水による侵食が生じ、上方からの土砂の流路となった。そして人は歩行に困難な溝を避けて、高まりの上を歩き、また侵食が進めば新しいところへと登山道移して、登山道の複線化が起こったと考えられる。

#### (4) D 地点

D 地点（写真 4）は標高約 900 m で、稜線上

の南東向き斜面である。図 13 は D 地点の横断面形である。中央の U 字型地形の底部は木製階段の間に石が敷き詰められ、その両側は土のうによって補強されている。底部に向かって両側の斜面には草が生えている。しかし、南西側の斜面の下には表土が露出した幅が約 40 cm の平坦面がみられる。これは階段を嫌った人が通行した跡と思われる、さらに深さ数 cm であるガリルが形成されており、雨水の流路になっているものと思われる。

#### (5) E 地点

E 地点は標高約 1,430 m の稜線上で、塔ノ岳頂上の直下に当たる南西向き斜面である。E 地点は稜線の南東側に塔ノ岳山頂への木製階段が設置されており、階段の北西側は高まりを挟んで浅い溝ができています。E 地点の上部では登山道の複線化がみられる。北西側の浅い溝には疎に草



写真3 C地点の下部。侵食深は3~4mにおよぶ。登山道は写真左側の高まりの上を走っている。  
Photo 3. Lower part of point C. The depth of erosion is 3 to 4 m. A hiking trail runs on the bank in the left side of photo.



写真4 D地点。木製階段横に裸地が形成されて、そこにリル侵食が生じている。  
Photo 4. Point D. The ground beside the wooden stairs was bared and eroded by rills.

が生えていることから、登山客の進入は少なく、登山客は木製階段を利用しているものと思われる。測量を行ったのは南東側の木製階段周辺で、図14が横断面形である。木製階段の両側には幅数十cmの平坦な裸地ができており、土壌は硬くなっている。D地点と同様に階段を嫌った人が階段の両脇の斜面に足を踏み入れ、裸地化したと考えられる。

#### (6) その他の侵食箇所

斜面に付けられた木製階段や土止めが、侵食により崩壊しているところもある。これは登山道の侵食が現在でも進行的に侵食中であることを示している。加えて、登山道の複線化と階段化は大倉尾根ルート of Kd 地点上方の緩傾斜地と下方の稜線上でとくに目立ってみられる(写真5)。

2. 鍋割山ルートの登山道侵食

(1) F 地点

F 地点 (写真 6) は標高約 1,350 m の塔ノ岳と鍋割山を結ぶ稜線上にあり、樹木に覆われた平坦な登山道にある。F 地点の横断面形を図 15

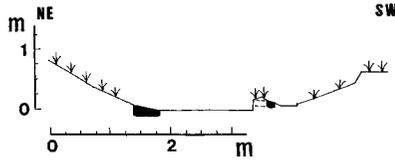


図 13 D 地点の横断面形

凡例については図 10 参照。横断面の位置については図 4 参照。

Figure 13. Cross section of point D

Note: Legend is shown in Figure 10. Location is shown in Figure 4.

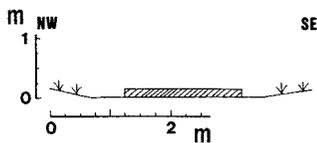


図 14 E 地点の横断面形

凡例については図 10 参照。横断面の位置については図 4 参照。

Figure 14. Cross section of point E

Note: Legend is shown in Figure 10. Location is shown in Figure 4.

に示した。登山道の幅は約 1.6 m で両脇はササと樹木で覆われている。図の北西と南東の先はそれぞれ谷側への斜面となっていて、稜線は狭くなっている。登山道以外に裸地になっているところはなく、登山道の両側にはリターを含んだ腐植土がみられる。両側の高まりと底部の登山道との高さは最大で約 30 cm であり、侵食は少ない。つまり、平坦な尾根であるため、上方から土砂や雨水が流れてくることはなく、加えて、尾根が狭いために登山客による通行位置が限られることで、このような景観がみられる。

(2) G 地点

G 地点 (写真 7) は標高約 1,320 m の塔ノ岳

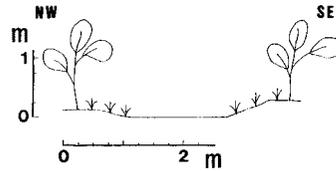


図 15 F 地点の横断面形

凡例については図 10 参照。横断面の位置については図 4 参照。

Figure 15. Cross section of point F

Note: Legend is shown in Figure 10. Location is shown in Figure 4.



写真 5 大倉尾根ルート下部。複線化および階段化している登山道。

Photo 5. Lower part of Okura ridge route. A plural-tracked and step-shaped hiking trail.

と鍋割山を結ぶ尾根から小丸尾根の登山道に入ったところで、南西向きの斜面上を傾斜がある登山道が横切っている。図16はG地点の横断面形である。周辺の植生は風衝低木やササなどの草地になっている。登山道の幅はこれまでみてきた登山道よりも狭いが、幅の割合に比べ

て深さが大きい。その溝の底部には人の踏跡があり、靴によって削られた跡があった。その溝底部の南西端に幅・深さが15cmの、流水によってできたと思われる溝がある。さらにこの溝の幅は靴の大きさと一致し、人によってさらに削られている可能性もある。大きい溝の中の



写真6 F地点. 登山道はほぼ一定の幅で、周辺に裸地はない。この登山道は森林内を通り、狭い稜線上にある。

Photo 6. Point F. The width of hiking trail is almost constant without bare ground along the trail. This trail runs through woods on a narrow mountain ridge.



写真7 G地点. 裸地の部分が登山道。登山道の右側にはリルがある。登山道の右上の草地にも踏跡がある。

Photo 7. Point G. The part of bare ground is utilized for hiking trail. Stamping traces are also found in the grassland on the upper right. There are rills to the right of trails.

側方斜面は土壌が固められていないことと、冬期に凍結クリープ現象が起こりうる環境であることから、両斜面は登山道の底部に向けて崩れているものと思われる。図の矢印の指す裸地は植被度が低く土壌が硬化しており、人の踏跡がある。つまり、登山客は深い溝を避けて歩きやすい平坦面を通行するものと考えられる。また、周辺植生は主に草本であるために根が浅く、平坦面から溝の方向に力を加えると土壌は崩れやすい。

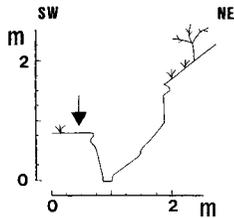


図 16 G 地点の構断面形  
凡例については図 10 参照。横断面の位置については図 4 参照。

Figure 16. Cross section of point G  
Note: Legend is shown in Figure 10. Location is shown in Figure 4.

### 3. 表尾根ルート of 土壌侵食

#### (1) H 地点

H 地点（写真 8）は標高約 1,400 m で緩傾斜する稜線上にあり、登山道は西から東に約 10° の勾配で下っている。この周辺には樹木はなく、草が広がっている。図 17 は H 地点の横断面形である。H 地点の登山道は北側の高まりにある平坦面と U 字型地形の底部にあり、2 段に分かれている。その 2 つの登山道の間やや傾斜したほぼ平坦な面をみることができる。ここは植被度の低い草地になっており、途切れながら稜線に沿って数十 m 続いている。この中間にある階段状の面も以前は登山道であったことが予想され、登山道が階段化していることが分かる。そして、C 地点と同様に東西の高まりを結ぶと現在底部にある登山道が約 1.3 m 侵食されたと考えられる。また、調査日の数日前から前日にかけての降雨により、U 字型地形の底部にある登山道はぬかるみ、滑りやすくなっていた。

#### (2) I 地点

I 地点は標高約 1,380 m で稜線上の平坦面の



写真 8 H 地点。写真中央の登山道はぬかるんでいる。写真の両脇にある草地に踏跡があり、階段化している。

Photo 8. Point H. The hiking trail in the center of photo is muddy. There are stamping traces in the grassland on both sides of photo, forming step-shaped hiking trails.

直下であり、南向き斜面で、登山道は北から南に約20°の勾配で下っている。この上方にある平坦面は裸地になっている。図18はI地点の横断面形である。現在の登山道は図の西よりの平坦な面にあり、木製階段が設置されている。ここでも木製階段の側方には裸地ができていいる。木製階段の東側には幅が約3.5m、登山道からの深さが約1.7mの溝がある。この溝はI地点の上方にある裸地平坦面から始まっており、現在は立入禁止になっていて登山客は進入できない。しかし、植生は草本のみで底部は裸地になっている。つまり、現在でも降雨時に侵食があり、さらに冬期には凍結クリープ現象も起きるものと思われる。現在の登山道はその溝から一段高いところにある。

現在の登山道部分の凹みと東側の溝の成立過程について述べると、はじめに東側の溝が登山道としての使用で裸地化し、次第に侵食が生じてガリーが成立した。そして、登山客は深い溝

を使用しなくなり、西側の高い地形面を登山道として選んだのではないかと考えられる。東西の高まりを結ぶと東側の溝で最大1m以上侵食されていることが分かる。

(3) J地点

J地点は標高約1,170mで平坦面である三ノ塔の直下であり、緩傾斜の尾根の稜線上、南東向きの斜面で、登山道は北西から南東に約8°の勾配で下っている。周辺の植生は草本と低木よりなっている。図19はJ地点の横断面形を描いたものである。北東側の溝はI地点と同様に上方の平坦面における裸地から始まっており、降雨と土砂流出によるガリーと考えられる。現在の登山道はその溝の南西側にある平坦な高い面を通過しており、登山道の幅は約3mと広い。登山道の中央には小さい溝ができていいる。これはリル侵食と思われ、降雨の水が登山道の侵食を開始していることを示す。また、J地点の地形はI地点と同様の形態をしており、ここでも同様な登山道の侵食過程を経て、登山道の階段化が進んだと考えられる。

(3) その他の侵食箇所

その他に侵食を示すものとして、三ノ塔山頂において、裸地となっている平坦面に草本がパッチ状に残されている場所があり、残された草本の根元の地表面から裸地の地表面までの高さが約10cmであった。加えて、三ノ塔山頂には三等三角点が設置されているが、標柱周囲の

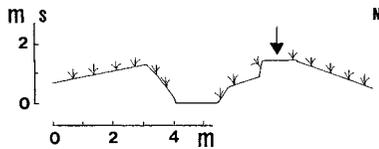


図17 H地点の横断面形  
凡例については図10参照。横断面の位置については図4参照。

Figure 17. Cross section of point H  
Note: Legend is shown in Figure 10. Location is shown in Figure 4.

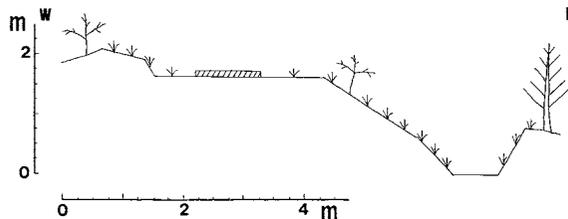


図18 I地点の横断面形  
凡例については図10参照。横断面の位置については図4参照。

Figure 18. Cross section of point I  
Note: Legend is shown in Figure 10. Location is shown in Figure 4.

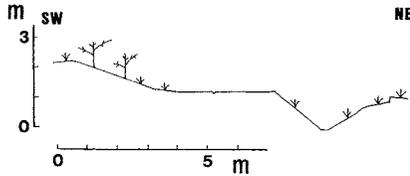


図 19 J 地点の構断面形

凡例については図 10 参照。横断面の位置については図 4 参照。

Figure 19. Cross section of point J

Note: Legend is shown in Figure 10. Location is shown in Figure 4.

地表面が低下したため、1993 年に付け換えられている。また、裸地になっている二ノ塔の休憩用ベンチの下は、それ以外の場所よりも地表面が約 20 cm 高くなっていた。この高まりが休憩用ベンチによって雨滴による侵食が防止されてきたものであるとすれば、二ノ塔、三ノ塔ともに山頂部の平坦面においても侵食が進んでいることを裏付けている。

## VI 結論

登山道周辺の変化をみると、1947 年には、裸地はほぼ自然崩壊地のみで、稜線上の草地はカヤ場として利用されていた。だが、1964 年までには、カヤ場は大部分が消滅し、大倉尾根と表尾根の登山道周辺で裸地が見え始めた。山頂部の裸地からは土砂が流出し、下方の登山道にガリーが発生した。この頃には登山道の侵食・裸地化は始まっていた。1980 年までには、登山客が増加した結果、裸地が広範囲で拡大した。また、裸地化した登山道につながっている谷方向へのガリーは、裸地化する以前にはみられなかったため、このガリーは登山道を侵食した土砂・水の排出経路ではないかと考えられる。1996 年には、全域で植生回復事業などにより裸地が減少している。しかし、登山道をミクロにみると、侵食は依然として進んでおり、全体で見ても 1947 年以前の景観は回復していない。

登山客の動態から登山道の荒廃をみると、人

の通行が多い登山道は荒廃が進んでいる。そして人が多ければ多いほど、すれ違いや登山客の左右方向への拡散が多くなり、登山道の複線化・裸地化への侵食速度が速くなるのであろう。また、この地域は通年登山や平日の登山が可能であり、その分だけ登山客によるインパクトの期間は長く、影響も大きい。さらに、景色の良いところでは、人が集まることによって横に拡大した裸地ができる。また、狭い稜線上の登山道では、人は左右に動くことができないので、裸地は一本の登山道に限られる。

登山客のインパクトがある場合についての侵食の過程を考察すると、狭い稜線を除いた相対的に傾斜のある稜線上の登山道では（図 20 の①）、草地や低木の環境のもとで、はじめに登山道が稜線上のどこかにつくられる。やがて登山道は登山客による踏圧で土壌が固まり、降水による侵食が起こる。その後、その登山道は上方の平坦面にある裸地からの土砂排出のための経路としてや、登山道に降った雨の流路としてガリー侵食が進み、人が歩くのに不適な環境となる。次に登山客は深くえぐれた溝とその溝底のぬかるみを避けて、溝の横や新たな場所に登山道を求め、登山道は階段化・複線化する。同時に人が多ければ多いほど、すれ違い時・追い越し時に左右に広がるため、登山道の複線化は成立する。そして、新しくできた登山道も登山客による靴の侵食や降雨により深さを増して、登山客は再び登山道の場所を移す。さらに元の登山道は侵食が進む。一方で山頂部などの平坦面や凸型緩斜面では（図 20 の②）、草地や低木の環境のもとで、はじめに線状の登山道がつくられる。そして、登山客が多ければ人はすれ違い時に避けるので登山客は左右に広がる。また、山頂部は休憩地でもあり、登山客が集まるために登山客は平坦面に拡散する。するとこのような環境の場所では、面として裸地が広がっていく。さらに緩傾斜の登山道では、小さい侵食が

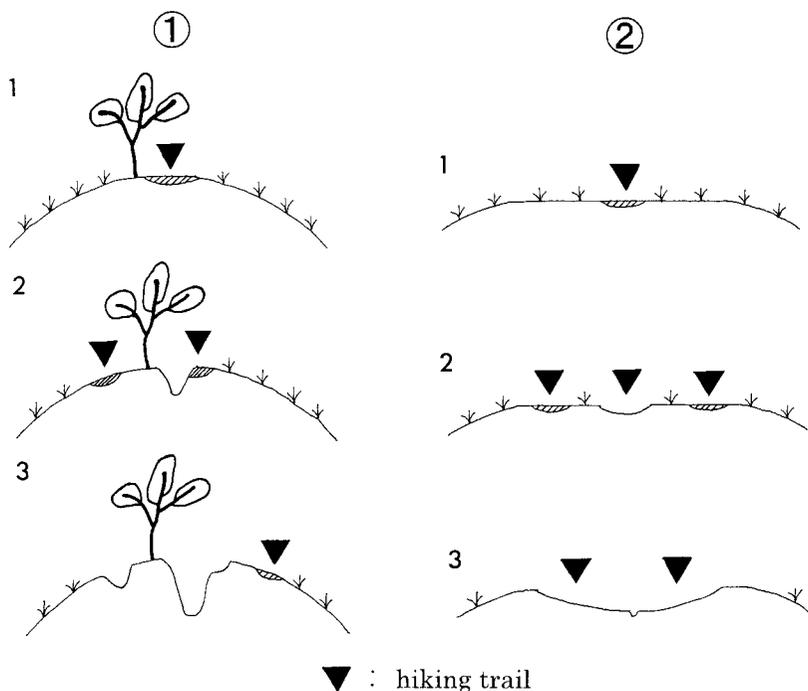


図20 塔ノ岳周辺の稜線上における登山道侵食プロセスの模式図

①: 傾斜のある稜線の場合, ②: 山頂平坦面・凸型緩斜面の場合

Figure 20. A model of erosion process of hiking trail along mountain ridge

①: a case of relatively steep slope, ②: a case of flat landform or gentle slope

できることもある。

植生と登山道の関係からは、以前のカヤ場の位置と、現在荒廃している登山道の位置が重なっていることが分かった。おそらく生活の上での山地利用の形態が変化して、草地在管理されなくなり、さらに、多くの登山客が立ち入った結果、裸地化したのではないと思われる。また、草地を通る登山道は森林内を通る登山道に比べて、裸地化への進行速度が速いのではないかと考えられる。

この地域での裸地化については、シカの食害による影響も考えられる。すなわち、近年増加したシカが草本を食べて、草本が減少・後退し、裸地化するというものである（神奈川県公園協会 1997）。しかし、裸地は急崖の自然崩壊地を除いて登山道周辺に限られるので、登山道周辺についてはシカの食害による影響よりは、

登山客のインパクトによる影響の方がはるかに大きいと考えられる。

塔ノ岳山頂に至る大倉尾根と表尾根での、登山道の侵食・裸地化への素因は首都圏近郊に位置すること、厚い土壌上に草地在存在していたことである。その誘因としては登山客のインパクトが大きく作用していると考えられる。つまり、多くの登山客が利用することで自然環境に影響を与えて裸地化した後に、ガリーや凍結クリープ現象などが生じて荒廃が進んだと考えられる。

最後に図21に登山道の景観変化の作用構造のフローチャートを示す。この地域の稜線上の緩傾斜地は土壌が厚く、カヤ場として草地在になっていた。なかには、そのまま草地在として残ったものや、人工林としての利用に切替えられたものがある。また、急崖上部では、崩れや

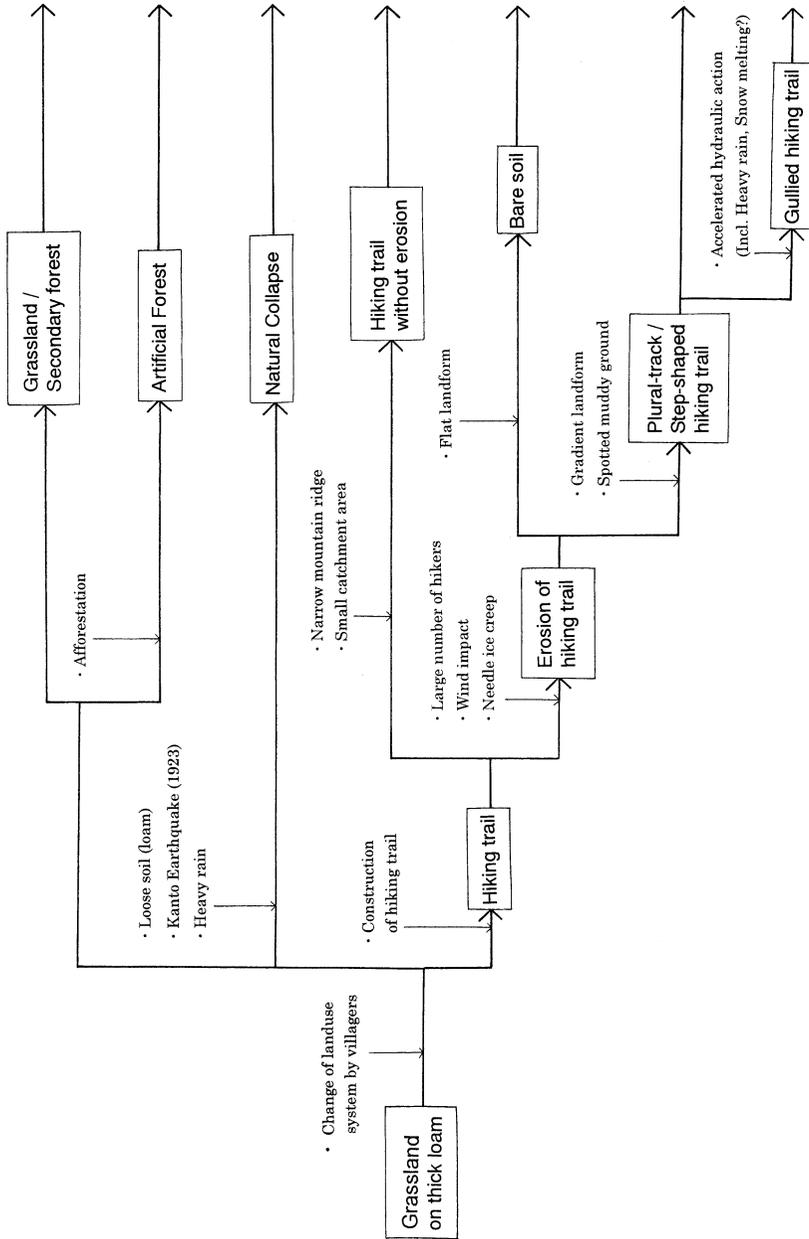


図 21 塔ノ岳周辺の登山道における景観変化の作用構造  
Figure 21. Geocological process of landscape change around hiking trails in Mt. Tonodake area

すい地質が関東大地震などで崩壊し、降雨がこれに加わって自然侵食として崩壊するものもある。他方で、登山道の設置とそれを利用する多数の登山客、風衝地であるために森林が成立しにくい環境や降雨によって裸地化が進んだ。加えて、一度裸地化した土壌には霜柱の作用による土砂の移動が起きる。さらに登山客が左右に広がることや、景色の良い地点で登山客が広がることから裸地化が生じる場合もある。その裸地からは下方の登山道へ水や土砂が流出し、登山道を侵食する。その登山道にはガリーができて、その下方には谷側へ排出路的役割のガリーができる。そして、登山客は登山道に水が貯まっていたり、登山道が深くなっている場合には、他のルートを選び登山道が移動する。その結果、登山道は左右に交錯し、複線化・階段化する。つまり、登山道荒廃への大きな要因として、登山客の影響によってうながされた自然環境の変化がある。

最後にまとめとして、本調査では、人間の活動が自然環境と登山道の侵食に大きな影響を与えることが分かった。そして、人為的インパクトと外的営力による侵食の結果、登山道の「裸地化・複線化・階段化」が形成されたことを明らかにした。

ただし、登山客の総数とその動態の把握が完全ではないことや、測量した各地点の侵食深の経年変化を明らかにできなかったため、定量的な議論はできなかった。今後、傾斜角度との関係、霜柱による影響、表面硬度、さらに高度経済成長期以前の山の利用形態などもさらに考慮に入れて分析する必要がある。最後に、この調査結果が自然保護とレクリエーション活動の調和的デザイン手法の開発に役立つことを希望する。

謝辞 本研究を進めるにあたり、駒澤大学地理学教室教授の佐藤哲夫先生には終始ご指導

を賜りました。長沼信夫先生、橋詰直道先生をはじめとする駒澤大学地理学教室の先生方には有益なご助言を頂きました。神奈川県自然保護課、林務課、丹沢大山自然公園管理事務所の方々には快く情報を提供して頂き、現地調査では高野辰之君、中村貴博君、松平亜紀さん、八巻亮君に手伝って頂きました。また、地理学研究の機会に導いて頂いた元都立小川高校の角田清美先生（現都立武蔵村山高校）、そのほかにもご協力を頂いた方々に感謝いたします。

本稿は1998年度駒澤大学へ提出した卒業論文の一部に加筆・修正したもので、その概要は第47回全国地理学専攻学生卒業論文発表大会において発表した。

#### 参考文献

- 岩田修二 1997. 『山とつきあう』岩波書店。  
 小野有五 1992. 国立公園の地理学. 地理 37-3: 34-42.  
 小野有五・依田明美・後藤忠志 1990. 登山道の侵食について. 森林航測 161: 15-19.  
 神奈川県公園協会編 1997. 『丹沢大山自然環境総合調査報告書』神奈川県。  
 小泉武栄 1993. 『日本の山はなぜ美しい—山の自然学への招待—』古今書院。  
 越地 正・中嶋伸行 1997. 丹沢山地の2, 3の地点における気象の特徴(2). 神奈川県森林研究所研究報告 23: 17-67.  
 後藤忠志・牧田 肇 1988. 北八甲田山地の各山頂部にみられる裸地の拡大と登山客の動態. 日本地理学会予稿集 33: 314-315.  
 関根 清 1982. 登山道に起因した高山地域の地形変化について. 地形 3: 83.  
 松本 清・麻生 恵・川崎 健 1977. 上越・巻機山に探る登山道破壊のメカニズム. 山と溪谷 468: 173-178.  
 山田周二 1993. 白山における登山道のひろがりとその速さ. 筑波大学水理実験センター報

- 告 17: 65-72.
- 横山秀司 1995. 『景観生態学』古今書院.
- 横山秀司 1998. 地生態学的にみた北アルプスのソフト・ツーリズム—立山・室堂の観光と景観収支(1)—. 日本地理学会発表要旨集 53: 362-363.
- 依田明美・渡辺悌二 1998. 大雪山国立公園黒岳石室周辺の登山道侵食. 日本地理学会発表要旨集 53: 358-359.
- 渡辺悌二 1994. 混雑感と土壌侵食から見た大雪山国立公園の利用と現状. 山と溪谷 709: 238-243.
- 渡辺悌二 1997. 山岳国立公園の保全と管理への地生態学の貢献. 日本地理学会発表要旨集 51: 26-27.
- 渡辺悌二・林 恭子・小野有五・小野 理・谷口正美 1997. 夕張岳, 前岳湿原の保全・管理のための地生態学的研究. 日本地理学会発表要旨集 51: 58-59.
- 渡辺悌二・深澤京子 1998. 大雪山国立公園, 黒岳七合目から山頂区間における過去7年間の登山道の荒廃とその軽減のための対策. 地理学評論 71A: 753-764.
- Coleman, R. 1981. Footpath erosion in the English Lake district. Applied Geography 1: 121-131.

## Change of Natural Environment around Hiking Trails in Tanzawa

Yosuke NAKAMURA\*

This study examines the process of environmental degradation around hiking trails to Mt. Tonodake (1,491 m) in the Tanzawa Mountains near Tokyo.

The following are the results of this study.

(1) In this area, a hiking trail was opened through artificial grassland before some gullies developed along it. By 1980, the bared land expanded around the hiking trail. At present, the pace of environmental degradation seems to be slowing down although removal of vegetation or gully erosion is still in progress. In general, the hiking trail utilized by many hikers is damaged on a large scale.

(2) The location of degraded hiking trails almost coincides with that of abandoned artificial grassland. On the contrary, the hiking trails through forests have been relatively safe from degradation. This indicates that the degradation of hiking trails was closely related with the poor management of grassland, which allowed many hikers to pass.

(3) The installation of wooden stairs has limited effects on the degradation of hiking trails.

(4) On the flat land or gentle slope of mountain ridge, the bared land covers hiking trails widely in all directions. Hikers can easily spread out of the trail and the greater the number of passers-by, the wider the path becomes due to the frequent sidetracking for dodging and resting.

(5) On the steep slope of the mountain ridge, the hiking trail becomes plural-tracked or step-shaped. Many of the old trails have been abandoned because they are too muddy to walk along. Once a hiking trail is trodden down, its capacity of water infiltration decreases to make the trail muddy. In addition, increased overland flow carves a deep gully along the trail.

(6) The soil erosion, which has brought about severe damage to the grassland that depends on thick soil, is accelerated by water flow in the gully as well as increased human impact. In this case, the number of hikers is relatively large because the study area is easily accessible from Tokyo.

---

\* Graduate Student, Komazawa University