

自然環境の骨格としての 「地形・植生システム」とその保全

平成14年度地質調査技士登録更新講習会（仙台会場）講演要旨

東北学院大学教授（地すべり学会東北支部長）

理学博士 宮城 豊彦



1. なぜ自然環境を扱うか

既に多く自然環境保全に関する技術的な蓄積を持つ河川部門ばかりでなく、広く一般の斜面の造成や地すべり地などの緊急性を有する災害対策事業に対しても、最近では、事業展開に際しては、自然環境の保全について特段の配慮が求められるようになってきている。土地自然が本来備えている特性について配慮し、これを損なわないように事業を行うべきであるという観点が広く社会に受け入れられてきたのであろうと考えることができる。

土地資源が有限であれば、そしてそこに展開する土地自然の形成に長期間を要し、その生態系の修復が容易ならざるものであればなお、地すべり防災事業のような災害に直結する分野においても、地域特性を踏まえることや生態系の保全など、いわゆる環境保全は、事業計画の立案時において勘案されるべき要件の一つとして適切に位置づけることが望まれる。人間にとって快適安全な環境を実現することが防災事業であるとすれば、環境保全事業と防災事業は相互に補完的な関係にあると考えることができる。自然環境との共生が意識されて久しく、やや遅きに失した感もあるが、今や地すべり地についても、保全・防災事業双方に理解可能な共通の土地自然評価軸を提案することが求められている。

演者は、地形学という分野から長く土地自然の成り立ちやそれを支える仕組みを分析してきたので、本報告では、丘陵地などの一般斜面、熱帯潮間帯、地すべり性の地形領域など地形・植生の成立と維持メカニズムの概要を紹介し、地域の

自然環境をどのように捉えて保全すべきかについて、大規模な地すべり地形を舞台に試みられた保全施策立案の事例を紹介する。

2. 自然環境の構造をどのように捉えるか

土地自然は、地質・地形・土壌・植生などからなる自然環境要素が垂直的に一定の空間構造を有し、ここに水の循環が働いてシステムのにも景観的にもまとまりのある空間を造っている。これを自然立地単位（ユニット）と呼ぶ（井出・武内、1985）。

井出・武内（1985）によれば、多様な自然環境要素の中で、地質、岩石などの特性は、地形との関連性が高く、様々な生物的特性は、その多くを植生（植物ではない）に依存する。土壌は母材である岩石と生物起源有機物とが水・空気などを介して生成される。このことは、土地自然を構成する諸要素の中で、土地の物理性を代表する要素として「地形」、土地の生物相を代表する要素として「植生」を理解することで地域の自然環境を合理的に把握でき、その保全目標は土壌とこれを生み出す自然システムにあると考えている。この場合、「地形」とは、単に形態のみを指す用語ではなく、形態・物質構成・形成作用・形成時期の諸要素で定義される自然環境単位である。

3. 丘陵地では

丘陵地を開析する谷頭部の場合、そこには表面掘削と緩やかな土壌ホコウが卓越する頂部斜面、ホコウ性の物質移動が顕著な上部谷壁斜面、表層崩壊が頻発する下部谷壁斜面、上部の斜面領域で生産

された土砂が一時的に貯留される場である谷頭凹地、谷底面などの微地形単位を設定でき、それぞれは一定の地形変化傾向と水文や土壌の特性を持ち、これらは微地形単位（マイクロランドフォームユニット）と定義される（田村、1993他）。これらの微地形単位が一定の配列と機能で出現する谷頭部は、そこに固有の地形・水循環・カタナが形成されるので、丘陵地の土地自然を理解する際の基本的な地形単位と言える。丘陵は、水系で階層化され、秩序づけられた自然環境と捉えられる。

菊池は、地形植生誌（2001）の中で土地と植生の関わりを詳細に解説しているが、この中で地形・植生の対応や繋がりを考えることが自然環境の構造を理解することに繋がることを指摘している。植生は、丘陵地を構成する微地形単位に対応して、いわゆる極相林が占拠する領域や、下部谷壁斜面に対応する群落、優占種などの出現が認められる。一方で、谷頭から流下した水が堆積地形を造るような谷底面付近では、冠水する谷底面や土砂の押し出しなどの微地形と対応して立地するハンノキ林やハルニレ林の存在もある。「丘陵地の土地自然は谷頭部に収斂される微地形構成の形成があり、これに対応する植物群落が立地する」という関係が見出せる。

丘陵地は水系によって階層化され、システム化された空間であるから、この領域の環境保全とはこのシステムを維持する点に収斂される。

4. 熱帯の潮間帯では

海岸線は、陸と海の作用する場であり、特に熱帯の潮間帯では、陸成・海成の諸作用に加えて、サンゴ礁やマングローブなど生物起源の地形形成作用も活発である。このような空間では、陸・海・生物の諸作用が複雑に関わった相互作用によって土地自然が形成され、維持されている。因みにマングローブ生態系が発達するのは、潮間帯の上半部に限られる。

ここでは、デルタ、ラグーン、タイダルフラットなどにマングローブ林が発達するが、その内部は平均海水面付近に立地する群落から最高高潮位面付近に立地する群落へと、地盤高に対応して種組成が置き換わる。さらにこの地盤高は、マングローブの旺盛な植物生産力のために、いわゆるマングローブ泥炭を蓄積することや、根系の発達によって土砂を捕捉するような作用が関与する。地盤高はマングローブ生態系にとって最も重要な存立要件であるが、この形成自体、その初期には土砂の堆積や海水準変動が決定的な意味を持ち、次いで先駆種が立地すると根系が土砂を捉えて地盤高を上昇させ、この地盤高の上昇が潮汐水の冠水頻度を変え、それが新たな群落の発達を促し、この群落構成樹種の旺盛な有機物生産によって、いわば膨らむように土地のレベルが持ち上げられ、更なる群落の変化を引き起こす。すなわち、ここでは、土地の形成に植物が積極的に関与し、動物もまた重要な役割を果たす。このような連鎖的に引き起こされる相互作用系の土地自然を保全するポイントは、「潮間帯の浸食や土壌特性の変質を引き起こさないように」という一点に集約される。

5. 地すべり地では

さて、地すべりは、非地すべり性の領域で進行する表層崩壊、土壌クリープ、表面削剥、氷河・周氷河などの物質移動プロセスとは極めて異なった特性を持ち、結果として物理・生物特性ともに一定の影響を被る。すなわち地すべり地は、

- ・周囲の不動域から画然と区別される空間をつくる。
- ・原岩・原地形・水文特性の変形・変質を被っている。
- ・地すべり活動後も移動体が存在する。

初成的な破壊から消滅まで長期間（ $10^4 \sim 10^5$ 年）を要し、地すべり地内部で自律的に地形・地質特性が変化する。

一方、生物的自然特性は、

- ・微細な土地環境に応じた生物相が成立する。
- ・この生物相の形成・発達には物理特性に比して短いタイムスケールで形成される。
- ・地すべり性の変化によって、生物相の存在基盤が従属的に変化する。

したがって、例えば単一の地すべり地が形成された場合でも、そこには周辺の斜面領域とは異なる新たな半閉鎖系の土地自然システムが形成される。これが、複数の大規模な地すべり地が存在する空間では、一般斜面の中で進行する土地自然システムの変化系列に、様々なステージの地すべり空間がモザイク状に組み込まれた極めて複雑なシステムが出現することになる。上記の地すべり地の諸特性はその全てが土地自然の多様性の増加に貢献する可能性を持つと考えられる。この中で凹地・池沼・湿原などは其処に発達する植生が極めて限定的な地形水環境条件に依存するために、その保全には細心の配慮が必要となる。同時に地すべり活動は新たな土地条件の創出を伴うものであるから、地すべり活動自体の活性（地すべり科学的には地すべり再活動の可能性）の把握も必要となる。

6. 自然環境を保全する場合の着眼点

ここでは、地すべり地の自然特性を保全する場合を例に考えを進めてみたい。地すべり地に限らず、一般に土地自然特性を踏まえた事業を行う場合は以下のような手順をとる。

- 1) 地すべり作用によって生じた新たな地形・地質領域は、どのような地形地質的特性が付与されているかを明らかにする。
- 2) 1)で明らかにされた物理的な自然特性の枠組みに対応する生物世界の特性を把握する。
- 3) 2)の特性の存続を保障する条件を整理する。

では、地すべり対策事業の中では如何にして生態系や景観などいわゆる環境保全と対策事業を整合させるかを想定した

場合、以下のような手続きが必要になる。

- 1) 対象となる領域の総合的な自然環境特性を把握する。ここで言う、土地的な自然とその上の生物相とが一体的に把握された空間を自然立地単位と呼ぶ。ビオトープといっても良い。
- 2) 類型化された土地自然単位に応じた土地利用・土地保全の指針を作る。
- 3) 対策事業を構成する個々の事業単位について、自然改変の規模・様式・時間的な継続性、緊急度などを類型化する。
- 4) 2)と3)から調和的な施策を立案する。

7. 大規模な地すべり地で試みられた自然立地型の土地利用の考え方

宮城県北部の船形連峰北麓には大規模な地すべり地形が多数分布し、地すべり地形研究者が多方面から分析を進めている（Miyagi, 1979、八木、1990他）。この地域一帯の開発を行う場合、より適切な土地保全と開発の両立の実現可能性を、土地自然の利用と保全の指針を作成するという考えで考えた（宮城県小野田町、1990、1994）。調査対象はスゲ沼地すべり地（Miyagi, 1979）の北半部約6km²である。調査は、先に示した手順に従い、地形・地質、現存植生・植物、ほ乳類、鳥類、昆虫などの生物相、および人為（様々な人の行為が土地自然に及ぼす影響を類型化し、評価する分野）である。大滝川左岸の大規模な地すべり地形領域を対象としたこの試みは、地すべり地の利用と保全を考えた具体例として有用であると考えられるので、以下にその内容の要点をまとめて記載する。

対象は地すべり地であるから、土地条件の評価は地すべり地を構成する微地形単位（木全・宮城、1985）を設定・把握、その微地形単位の物質構成や地形変化傾向を基に、土地安定度を評価する。なお、ここで土地安定度とは、地形が有する不安定性と人為的作用に対する適応性とで判断される。例えば数万年前に形成された段丘面は極めて高い土地安定度を有する。表層崩壊性急斜面や段丘崖は、突発

的な浸食作用が間欠的に発生する場であり、これをそのまま土地利用に供する可能性は限られる。このような点で土地安定度が低く、土地利用自由度も低い。地すべりによって生じた微地形も土地的な安定性の有効な指標である。例えば、クラックやバルジ、副次的な滑落崖などは、それぞれ地すべり活動の証拠であり、それを構成する物質の特性をも示唆している。これらの微地形が、その後のいわゆる従順化や浸食により不明瞭になる過程は、微地形を生み出した地すべり活動終了後の経過時間と対応する可能性が高い。地すべりにより形成された明瞭な微地形が観察できる場所は、そうでない場所よりも不安定な土地であると判断され、土地利用自由度は制約されたものになる。湿原は、その構成物質が軟弱堆積物で、一般的な構造物設置には不適である。一方で湿原特有の動植物を育む土台ともいえる性質を有することから土地安定度、土地利用自由度ともに極めて低いものと言える。

生物相は多くの調査項目で構成されるが、植生と他の調査項目との間の連関が強い。例えば植物個々の種(シュ)は植生の構成要素であり、昆虫は特定の植物との結びつき(例えば食草として)が強かったり、特定の植物群落を生活空間としている場合が多い。そこで現存植生で把握される自然特性を生物的な自然を把握する基礎として用い、植物・昆虫など他の要素を貴重性や希少性、生態系の脆弱性などを考察する材料として用いた。植生の評価は、その総括的な把握に現存植生による植生自然度を用い、併せて希少、貴重性を有する生物相の把握に努めた。

土地安定度と植生自然度の2軸を用いて、分析対象空間の自然立地単位を設定し、それらを土地利用の自由度が高いものから原生的な環境保全対象へと土地分級を行い、それぞれについての土地利用指針を作成した。同時に想定される土地利用形態(人為圧力)を、空間的な広がり、時間的な継続性、意識レベルの視点から類型化した。これらの評価軸を適応することにより、自然環境保全型の土地利用政策の策定が試みられた。

8. 土地自然を保全するために

自然環境は、一般に極めて多様であるが、3~5で示したように、いずれも地形と植生の成立と維持のメカニズムを踏まえることで、それを保全する際の留意点が見出される。

とりわけ地すべり対策事業が土地自然に対して行う行為は、対策を施工することによるものと、これを遂行するために必要とされる取付け道路などの関連施設を設置することによるものとなる。この場合、対策施工対象が、いわば所与のものであるのに対して、関連施設は経済合理性や利便、安全性に基づいて設置されることは言うまでもない。したがって、少なくとも関連施設を設置する場合の勘案条件に、地すべり地の自然環境条件への影響を加えることは必要であろう。対策が施工される土地自然への事業行為は、多くの場合、目的合理的であり、異質な空間の創出であり、永続的である。このことは、その切迫性にも関わらず、いわば排除される自然が如何なる土地自然特性にあるかの評価が最も必要とされることを意味する。