

3. 自然度・防災度に注目した大規模地形改変工事 地域周辺の複合評価

大野 剛^{1*}・石野 和男¹・藤原 靖¹

¹大成建設株式会社 技術センター（〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町344-1）

* E-mail: oongu-00@pub.taisei.co.jp

本研究では自然度と防災度に注目したGISによる大規模地形改変工事地域周辺の複合評価手法を検討した。対象地域は関東地方関東平野多摩川流域にあるK丘陵内（東西約2km，南北約1km）とし，防災度は「急傾斜地崩壊危険性」と「土石流危険性」，自然度は「現存植生状況」と「潜在自然度」をそれぞれ評価項目とした。その結果，防災度と自然度を考慮した定量的複合評価による評価結果の明示と，大規模地形改変事業の候補地選定が容易に出来ることを確認した。より良い環境創りを目指した建設工事や住民参加，合意形成を図る場面において，事業に対する理解度が高まるツールとなることが期待できる。

Key Words : *evaluation, degree of disaster and human disturbance, large-scale landform change, GIS*

1. はじめに

1992年の地球サミットで採択された「生物多様性条約」が発効して以来，持続可能な開発を目的に2002年に採択された「ヨハネスブルク宣言」や，重要議題が歴史上はじめて生物多様性となった2008年に開催の「G8環境大臣会合および首脳会合」など，世界規模での生態系保全に対する取組が活発化している。

日本では2007年に，生物多様性に対する地方や企業の取組の必要性を強調した第三次生物多様性国家戦略を策定した。今後は企業も環境影響を適切に評価する力が求められる。国土交通省の「減災」，「自然の保全・再生・創出」，「人と自然の営みの調和」の3本柱，内閣府管轄の総合科学技術会議案での2015年までに生態系保全のためのシステムの構築・運営などが挙げられる。

土木工事においても，総合評価落札方式の導入など，入札時や建設途中でも様々な環境への配慮が望まれつつある。建設事業は大規模地形改変により環境の改変を伴うことが多い。しかし，環境の改変による影響を防災面だけでなく，生態的な自然，文化，景観などを複合的に検討して事業の構想，計画，施工をした事例は少ない。また，環境影響を適切に評価し，事業を計画・実施する必要性が認識され始めている。つまり防災面や文化面，景観面など建設事業で必要な複合評価手法を検討・確立

することで技術提案や合意形成を図る必須ツールになると考えられる。

そこで本研究では自然度と防災度に注目し，GIS（Geographic Information System）を用いて大規模地形改変工事地域周辺の複合評価を実施する事例を紹介する。

GISとは地球上の物体や事象の位置・形状（空間データ）と属性（非空間データ）に関するデータベースシステムである。位置，条件，トレンド，パターンおよびシミュレーションを解く問題解決ツールとして注目されている¹⁾²⁾⁷⁾。

さらに，評価結果より今後開発事業を行うのに適した場所の選定が容易に実施できることも報告する。

2. 対象地の概要

関東平野多摩川流域に位置するK丘陵内の東西約2km，南北約1kmの範囲を対象とした（図-1）。

現地はクリミズナラ群落やクヌギコナラ群落などの二次林，常緑針葉樹や落葉針葉樹などの植林地が多くを占め，農耕地（樹園地，水田，畑）や谷戸も存在する非常に自然に恵まれた地域である。また，一部の地域は造成によりゴルフ場，学校，住宅がある。

3. 結果及び考察

複合評価までの作業フローを図-2に示す。最も重要なプロセスが「プロジェクトの定義」である。GISを活用する作業では、十分に検討された作業フローをもとに作業を進めなければ、作業の手戻り（データ加工のやり直し、再度の現地踏査など）が発生したときに失われる手間と時間が膨大になる。そのため、作業フロー作成段階でプロジェクトのゴールを明確にする必要がある。フロー図の詳細については以下の通りである。

(1) プロジェクトの定義

本研究は関東地方のK丘陵において防災度と自然度を複合的に評価することを目的とする。ここで防災度は「急傾斜地崩壊危険性」「土石流危険性」、自然度は「現存植生状況」「潜在自然度」の項目を意味する。各項目は複数の要素から構成されている。「急傾斜地崩壊危険性」は地質の種類・土地利用状況・傾斜角度（20°）・植生の有無、「土石流発生危険性」は地質の種類・土地利用状況・傾斜角度（15°）・沢の有無、「現存植生」は現存植生分布、「潜在自然度」は土壌分布の各要素から構成されている（表-1）。

(2) 資料収集

表-2に収集した資料一覧を示す。右端の○×だが、○はGISデータを新たに作成したもの、×は既存のGISデータを活用したことを示す。資料収集の手順であるが、まず、自然度・防災度を評価するために必要な資料を選定する。次に、資料形態の把握とその資料の入手方法を確認し必要であれば入手する。

ここで、資料形態とは、

- ① GISデータとして整備されている
- ② GISデータとして未整備だが資料は存在する（紙地図、空中写真など）
- ③ 資料が存在しない

が考えられる。資料の入手方法も、インターネットで無料でダウンロードできる状況から、役所などでの閲覧のみが可能である状況まで様々な場合がある。

表-2から分かるように、本研究で用いた資料のうち、既存のGISデータを活用できた資料・情報はわずかである。一般にGISを利用した資料収集作業では全作業の7割近い時間と労力を割くと言われている。本研究でもほぼ同様の時間と労力を費やした。

(3) 現地踏査

次の段階として、収集した資料や情報と対象地の状況に大きな違いが無いかを確認する必要がある。本研究で

は、2007年12月に1日かけて、対象地周辺を踏査により確認した。具体的には、自然度は既存植生図と現存植生に大きな違いが無いか、また、防災度は急傾斜地崩壊危険性および土石流発生危険性について、対象地の地盤の状況、湧水の有無などを踏査して確認した。

(4) 情報整備

資料収集と現地踏査より、GISで利用できるデータを整備する。特にデータが無いものは作成する必要がある。表-3に対象地の現況を示す。

対象地はK丘陵地域であるため、地質の多くがK層であり、傾斜角度も10°以上の範囲が多いことが確認できる。また、土地利用状況、現存植生や土壌分布から、以前地形改変された範囲の推定等の、現況として表示されている事以外の情報を容易に推測することができる。



図-1 関東平野K丘陵付近
(<http://maps.google.co.jp/>より引用)

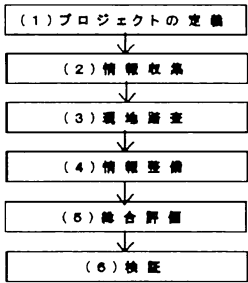


図-2 作業フロー

表-1 評価項目と要素

対象	項目	要素
防災度	急傾斜地崩壊危険性	地質の種類
		土地利用状況
		傾斜角度(～20度～)
		植生の有無
	土石流発生危険性	地質の種類
自然度	現存植生状況	土地利用状況
		傾斜角度(～15度～)
		沢筋の有無
	潜在自然度	土壌分布

表-2 収集資料一覧

要素 (必要情報)	情報源名称	情報形態	データ作成の有無
地質の種類	1:50,000地質図幅	紙地図	○
土地利用状況	衛星航空写真 (10mメッシュ土地利用) 首都圏1994	GISデータ	×
傾斜角度	航空写真/500	GISデータから算出	○
植生の有無	航空写真 第2～5回	GISデータ	×
沢筋の有無	航空写真/500	計算から算出	○
現存植生分布	航空写真 第2～5回	GISデータから算出	○
土壌分布	5万分の1土地分類基本図素土壌図	紙地図	○

本研究では合意形成ツールとして活用する場合を想定して、1つの対象地において2つの異なった重み付けを実施した事例を紹介する。事例内容を分かりやすくするために、対象地域で大規模な地形改変工事が行われると仮定し、その際に本手法による複合評価を実施する物とする。複合評価手法は以下のとおりである。

- ① 各要素を3段階でランク付け
- ② 重み付け（重点を置く項目・要素の検討）
- ③ 複合評価（重みを考慮した重ね合わせ）

①各要素を3段階でランク付け

本作業では防災度・自然度に対して1から3までの3段

要素	地質の種類	土地利用状況
現状図		
備考		

要素	傾斜角度	沢筋の有無
現状図	  ~5°  5~10°  10~15°  15~20°  20° ~	  沢筋以外  沢筋
備考		

要素	植生の有無	現存植生分布
現状図	☐ 雑草地・二次林 ☐ 農耕地・林の多い住宅地 ☐ 山地・河川地帯	☐ 木部 ☐ 二次林 ☐ 農耕地・河川地帯 ☐ 雑草地 ☐ 農耕地・林・山地 ☐ 農耕地・河川・林の多い住宅地
備考		

[illegible]

根拠あるランク付けを実施するために、各要素に関連する資料や専門部署の意見などを参考にする必要があります。

防災度については、「防災カルテ作成・運用要領」^{12), 13), 14)}等の文献や対象地域の役所へのヒアリングを実施した。自然度については環境省による「植生自然度区分基準」や地域開発コンサルタントによる「森林土壌の生産機能の分級」^{5), 9), 10)}を参照し、同時に国土交通省や環境省、生態調査会社へのヒアリングを実施し、意見を参考にランク付けを行った。

表-5に「森林土壌の生産機能の分級」、表-6に「植生自然度区分基準」を示す。

評価対象	防災度	防災度
評価項目	急傾斜地崩壊危険性 土石流発生危険性	急傾斜地崩壊危険性 土石流発生危険性
要素	地質の種類	土地利用状況
3段階ランク 付け結果		
備考		

評価対象	防災度	防災度
評価項目	急傾斜地崩壊危険性	土石流発生危険性
要素	傾斜角度(～20°)	傾斜角度(～15°)
3段階ランク付け結果		
備考		

評価対象	防災度	防災度
評価項目	土石流発生危険性	急傾斜地崩壊危険性
要素	沢筋の有無	植生の有無
3段階ランク付け結果		
備考		

評価対象	自然度	自然度
評価項目	現存植生状況	潜在自然度
要素	現存植生分布	土壌分布
3段階ランク付け結果		
備考		

②重み付け（重点を置く項目・要素の検討）

各要素に対する重みを決定して①の各要素に乗じる。重み付けにより、実施する事業においてどの要素が重要であるかを決定できる。

合意形成を図る場面においては、どの項目・要素に重点を置くのかを重みで表現できるため、事業関係者が重みをつける事が望ましい。

重みの付け方は無数にあるが、本研究では以下の2つの異なった重み付けを実施した事例を紹介する。事例1は、防災度のうち「傾斜角度・植生の有無・沢筋の有無」に対して重みを「2」とした。事例2では、自然度のうち「現存植生分布・潜在自然度」に対しての重みを「2」とした。

③複合評価（重みを考慮した重ね合わせ）

②の結果をもとに重ねあわせた結果を表-7および表-8に示す。表示の色は、＜緑：度数が高い、赤：度数が低い＞を示す。結果より、赤く示された範囲を開発をする事が、防災・自然を考慮した開発を行う上で適していると言える。

表-7は、2つの事例の複合結果を並べたものである。結果を見る限り、大きな違いはないが、事例2の方がAの範囲において赤い箇所が目立つ。対象地において、Aの範囲は民家が多く立ち並び、道路および沿道であるため自然度が低い。自然度に重みを置いた場合、開発事業を行う際の適地であることが明示されたと考えられる。

また、防災のみ、もしくは自然のみに注目した適地選定を行うには、表-7の防災度および自然度の重ね合わせ結果を用いることで、事業開発地の選定を容易に行うことができる。例えば、表-7の下段の自然度の重ね合わせ結果から、赤い表示の範囲を開発することは、環境に配慮した開発を実施することになる。

(6) 検証

a)資料収集と情報整備

資料収集においては、対象地の範囲は広範囲ではなかったが、必要な資料や情報を収集するために多くの時間と労力を費やした。資料や情報の保有先を整備しておくことが、今後の別案件に対応することも含めて重要であることが確認できた。

また、情報整備においては、GISデータとして整備する時間が多大であった。本研究で選んだ対象範囲よりも広範囲での複合評価を実施する際には、さらに多くの労力と費用がかかることは明らかである。特に作成加工するデータも多大になることが容易に推測できるため、労力と費用を抑えるためには、明確な作業分担やデータ加工ソフトの導入など作業効率の徹底が重要になる。

b)複合評価時のランクと重み

本研究では、文献や専門部署へのヒアリングを参考に、各要素について3段階のランク付けを実施し、図示することができた。しかし、

- ① 3段階のランクで良いか
- ② 注目すべき要素・項目の検討は十分か
- ③ 重みの付け方（値と考慮する要素・項目）は良いかなど、今後検証すべき課題が挙げられる。

表-3では本研究の情報整備状況を示したが、防災度や自然度を評価する要素や項目が、表-3に挙げた内容だけでよいのかを十分に検証する必要がある。例えば、防災度を考慮した際に、多雨時の河川氾濫により下流域が被害を受ける項目を追加するために、氾濫解析ソフトによる検証と防災度への追加も考えられる。

2つの事例においても、重みのつけ方（重みをつける要素・項目と重みの値）で評価結果は何通りも存在する。

いくつかの課題は挙げられるが、考慮すべき項目や要素、重みのつけ方を開発事業に関わる人が検討して複合評価を実施することが、合意形成を図るツールとして活用するために重要である。

表-5 森林土壌の生産機能の分級

評価基準					適用地域
5	4	3	2	1	
湿性褐色森林土	褐色森林土	黒ボク土 淡色黒ボク土 ← 乾性褐色森林土 → 褐色森林土(費地系)・同(赤褐系) ← 赤黄色土・暗赤色土 →	粗粒火山放出物未熟土 乾性褐色森林土(費地系)・同(赤褐系)	岩石地・表層土・未熟土 乾性ホドソル・湿性ホドソル 泥炭土・グライ土	青森、函館、根戸内以外

表-6 植生自然度区分基準

植生自然度	区分基準
10	高山ハイデ、風衝草原、自然草原等、自然植生のうち単層の植物社会を形成する地区
9	エゾマツトドマツ群集、ブナ群集等、自然植生のうち多層の植物社会を形成する地区
8	ブナ・ミズナラ再生林、シイ・カシ萌芽林等、代償植生であっても、特に自然植生に近い地区
7	クレーミズナラ群落、クスギ・コナラ群落等、一般には二次林と呼ばれる代償植生地区
6	常緑針葉樹、落葉針葉樹、常緑広葉樹等の植林地
5	ササ群落、ススキ群落等の背丈の高い草原
4	シバ群落等の背丈の低い草原
3	果樹園、桑園、茶畑、苗圃等の樹園地
2	畑地、水田等の耕作地、緑の多い住宅地
1	市街地、造成地等の植生のほとんど存在しない地区

表-7 重ね合わせ結果（防災度及び自然度）

事例1: 防災度に重みを置いた場合

評価対象	防災度	
評価項目	急傾斜地崩壊危険性	土石流発生危険性
重ね合わせ結果		
備考	防災度のうち、傾斜角度・沢筋および植生の有無の重みを2倍	

事例2: 自然度に重みを置いた場合

評価対象	防災度	
評価項目	急傾斜地崩壊危険性	土石流発生危険性
重ね合わせ結果		
備考	防災度の重みは1倍	

評価対象	防災度
評価項目	急傾斜地崩壊危険性 + 土石流発生危険性
重ね合わせ結果	
備考	

評価対象	防災度
評価項目	急傾斜地崩壊危険性 + 土石流発生危険性
重ね合わせ結果	
備考	

評価対象	自然度
評価項目	現存植生状況
重ね合わせ結果	
備考	自然度の重みは1倍

評価対象	自然度
評価項目	現存植生状況
重ね合わせ結果	
備考	自然度のうち、現存植生状況の重みを2倍

評価対象	自然度
評価項目	現存植生状況 + 潜在自然度
重ね合わせ結果	
備考	

評価対象	自然度
評価項目	現存植生状況 + 潜在自然度
重ね合わせ結果	
備考	

表-8 重ね合わせ結果（複合評価）

事例1と事例2の総合評価結果の比較

評価対象	総合評価	
評価項目	事例1	事例2
重ね合わせ結果		
備考	防災度の重みが2	自然度の重みが2

4. 結論

本研究では自然度と防災度に注目し、GISを用いて複合評価の事例を紹介した。さらに、複合評価結果より開発事業の適地選定が容易に行えることを示した。これらは防災度と自然度を定量的にあらわし且つ可視化したことによるものである。

本手法は、大規模開発事業に対して合意形成を図るだけではなく、建設工事での現場説明会時や、事業前後の防災度や自然度の時系列変化などを分かりやすく説明できるツールとして活用できる。しかし、現在GISは十分に普及しておらず、GISを難なく操作するためにはある程度の技術の習得と、多くの時間と労力、費用が必要となる。

今後、GISが今まで以上に普及し、本研究で紹介した手法が実際の建設工事に適用できるように更なる改良を加えていきたい。

参考文献

- 1) CarlSteinitz 他 (矢野圭司, 中谷友樹訳) : 地理情報システムによる生物多様性と景観プランニング, 地人書房, 1999.
- 2) 湯川喬介, 田中貴宏, 吉田聡, 佐土原聡 : Salton Sea Database Program(SSDP)の事例紹介—米国の自然環境保全分野における GIS データベース構築事例として—, GIS—理論と応用, Vol. 12, No.1, pp. 91-95, 2004.
- 3) 田中貴宏, 久木裕, 田中陽, 吉田聡, 佐土原聡 : 持続的な森林バイオマスエネルギーの潜在能力評価への GIS の活用, GIS—理論と応用, Vol. 11, No.1, pp.45-52, 2003.
- 4) 上田順之, 上田純弘, 恒川篤史 : GIS を活用した緑地の環境保全機能の評価—静岡県掛川市を例として—, GIS—理論と応用, Vol. 11, No.1, pp. 61-69, 2003.
- 5) 亀田伸裕, 森信之, 田中邦博, 中山伸介 : GIS を用いた風力発電所立地選定に関する研究, GIS—理論と応用, Vol. 11, No.2, pp. 51-56, 2003.
- 6) 菊池佐智子, 李赫宰, 松下由佳, 興水肇 : ランドスケープユニットを用いた都市型里山の空間特性分類と景観評価への展開, 地理情報システム学会講演論文集, Vol. 16, pp. 443-446, 2007.
- 7) 那須守 : 地域生態学に基づく環境評価および住民参加型計画の取組, 土木学会誌, Vol. 88, no.4, pp. 13-16, 2003.
- 8) 松井健, 岡崎正規 : 環境土壌学—人間の環境としての土壌学—, pp.217-237, 朝倉書店, 1993.
- 9) 東京都 : 土地分類基本調査 5 万分の 1 国土調査, 1996.
- 10) 経済企画庁 : 土地分類基本調査 5 万分の 1 国土調査, 1972.
- 11) 廣瀬利雄 : 自然再生への挑戦—応用生態工学の視点から—, pp.1-15, 大学図書, 2007.
- 12) 池谷浩 : 土石流災害, 岩波新書, 1999.
- 13) 財団法人 道路保全技術センター : 防災カルテ作成・運用要領, 1996.
- 14) 海野隆哉, 岡原美知夫, 長尾哲, 奥村文直 : 斜面安定工事, pp.96-105, 210-220, 山海堂, 2001.
- 15) 佐土原聡, 吉田聡, 川崎昭如, 古屋貴史 : 図解! ArcGIS 身近な事例で学ぼう, 古今書院, 2005.
- 16) 川崎昭如, 吉田聡 : 図解! ArcGIS Part2 GIS 実践に向けてのステップアップ, 古今書院, 2005.
- 17) 川崎昭如, 吉田聡 : 図解! ArcGIS Part2 GIS 実践に向けてのステップアップ, 古今書院, 2005.
- 18) 長澤良太, 原慶太郎, 金子正美 : 自然環境解析のためのリモートセンシング・GIS ハンドブック, 古今書院, 2007.