

# UNESCO (1976) による 土木地質図——その体系と作成の手引き

黒田 和 男・遠 藤 秀 典 (環境地質部)  
Kazuo KURODA and Hidenori ENDO

## 序

これから紹介する文章は IAEG (International Association of Engineering Geology—国際応用地質学会) の Engineering Geological Map に関する委員会がとりまとめ UNESCO が印刷・出版した「Engineering Geological Maps—A guide to their preparation」という書物の要約である。

IAEG のこの報告 (以下本稿では原著と呼ぶことにする) は 土木地質図の基本的な事項について 数多くの実例を挙げながら とりまとめている。原著における Engineering Geology の内容は 日本で俗に「土木地質」といわれているものよりもっと幅広いものであるという印象を受けるが Engineering Geology の適訳が見出されないので本稿では土木地質と訳し したがって Engineering Geological Map は土木地質図と訳して使用する。

筆者らは 地質調査所における「環境地質に関する研究」の中で 土地の地質条件を表現する図法についての考察を進めている。たまたま 筆者らは原著に接する機会を得たが その内容が 土木地質図についての意図や考えかた等をよく整理・説明していたのを知ることが出来た。そこで本稿で概要を記述することとしたものである。

ちなみに原著は次の 9 章から構成されている。

- 1 緒言
- 2 土木地質図の原理
- 3 データを取得・解釈する技法
- 4 土木地質図上のデータ表示法
- 5 土木地質図の実例
- 6 図面・説明書での記載事項の配置・構成
- 7 用語の解説
- 8 文献
- 9 謝辞

## 土木地質図の要件

Engineering Geology に課せられた仕事は 土木建設事業に関する計画・設計の実務担当者に 土木構築物とその地域の地質環境と最良の調和をもって作り上げるための基礎資料となる情報を提供することである。調和というものがなければ ダム・トンネル・高速道路・都市・工業団地・露天掘を伴う大鉱山などの土木建設事業はすべて 地質環境がもっている力学的均衡に相互干渉作用を及ぼし その結果 経済性や耐久性ばかりでなく 工事の安全性にまで影響を及ぼすような一連の障害が発生することになる。

Engineering Geological Mapping—土木地質図の作成——は トンネル・ダム・鉄道などの大規模な土木建設工事の実務の中で 地質家と土木技師とが お互いに協力し合う最初の段階として発達して来た。初期の土木地質図は 年代層序学図 あるいは 構造地質学図とほとんど変ることがなかった。しかし 土木技師からの要請が 定性的なデータからしだいに定量的な地質学的データに及ぶに至って 最初は説明書に 次いで凡例に 最後には 地質現象の工学的所見や工学的判断に対する詳細な情報が 実際の地質図上に盛り込まれるようになって来た。

現在の土木地質図といわれるものが出来上るまでには上に述べたような長い経過があったわけであるが その間 土木地質図作成に関する方法論や実務は 単にそれが地質図から派生したものでなく 地質環境の基本的要素の分布や相互関係を 三次元的に図示したものであるという観念が形成されて現在に至っている。

このような長い歴史的かつ現実的観点から 土木地質図が満たすべき条件を示すと

- 1 地域計画・建設地点の選定・建設工事の最適工法の選択・鉱業活動の中に含まれる土木地質の実態を評価するために必要な客観的情報を図示していること
- 2 計画されている事業によってもたらされる土木地質環境の変化を予測するとともに 必要な保全対策の提

第1表 縮尺による土地地質条件の表示例

	小 縮 尺	中 縮 尺	大 縮 尺
水文地質学的条件	記号および数値表示	地下水面等高線 その 変動範囲を数値表示 被圧地下水の水頭等値線	地下水面等高線 被圧地下水水頭等値線 既知の変動範囲を数値
地形的条件	地形起伏等高線 重要な地形要素を点の 記号表示	地形の特徴の実際の境界および詳細を表示	
現在の地表変動現象	点のデータを記号表示	現象の範囲を図示	個々の現象の範囲と 内部構造を図示

案を容易にするものであること  
 3 地質学者ではない専門技術者でも容易に理解できる  
 方法で情報が提供されていること  
 である。

土地地質図の定義と内容

土地地質図とは地質図の一種であり 土地利用計画  
 土木建設事業 鉱業活動などの設計・建設工事実務・維  
 持管理などに影響を及ぼす地質環境のすべての要素を総  
 括して表現・提供するものである。

土地地質図に表現される地質学的事項は 次の4項目  
 にまとめることができる。

1. 岩石と表土の性質 分布・層位学的構造地質学  
 的相互関係・地質年代・成因・岩相・物理的工学的性  
 質 その他
2. 水文地質学的条件 帯水能のある岩石や表土の  
 分布・地下水面の形態とその変動幅・被圧地下水が賦  
 存する範囲とその水頭分布・地層の貯留係数・地下水  
 流の方向・湧泉や河川や湖沼などの自然の水露頭の分  
 布・洪水の発生頻度間隔とその範囲・水の pH や塩分  
 濃度や浮遊成分量などの水圏地球化学的要素・その他
3. 地形的条件 地形起伏の状況・景観など
4. 現在の地表変動現象 侵食と堆積の状況・風成  
 作用の経過・永久凍土・斜面変形の状況・カルストの  
 形成・溶脱による侵食・沈下・表土の容積変化・活断  
 層・広域の地殻運動・火山活動・地震現象に関するデー  
 タ・その他 (なお 原文には Geodynamic phenomena

と記述されているが 本文では 現在の地表変動現象と訳す  
 のがその内容からみて適当であると考え 以下この語句を  
 用いる.)

土地地質図には 平面図のほか 断面図・説明書・凡  
 例などが添えられるほか 図面を調製するために収集さ  
 れた諸資料や出典が添えられていなければならない。  
 上に述べられたすべての情報を示すためには 複数の図  
 面が必要である。

要するに 土地地質図は 地質環境を表現したもので  
 あるといえる。しかし地質環境を構成している地質学  
 的過程や現象は 相互に関連し依存し合っていて その  
 複雑さを私達ははかり知ることが出来ない。ここで  
 土地地質図はすべてを表示することが不可能な種々の地  
 質環境の要素を 目的に応じて 単純化し モデル化し  
 て提供するものであるということが出来る。

単純化の程度は 土地地質図が作成された目的 地図  
 の縮尺 環境要素の相対的重要度 情報の精度 表現の  
 技法によって決定される。次章で 土地地質図の分類  
 に触れるが すべては 複雑な地質環境要素のからみ合  
 いをどのように単純化するか にかかわっている。第  
 1表は縮尺によって変化する表現の内容を 水文地質学  
 的条件・地形条件・現在の地表変動現象の各々について  
 例示したものであるが 縮尺が大きくなるにつれて 点  
 の記号表示が じだいに面としての図示に移っていく  
 ことが理解できる。

土地地質図の分類

土地地質図は 用途 内容 縮尺によって分類する事  
 ができる。

第2表 土地地質図の分類と組合せ

目的	内容	縮尺
特定用途	解析	小縮尺
多目的	総合	中縮尺
		大縮尺

1. 用途によって

1-1 特定用途図 [Special purpose maps]

土地地質の特定の1つの観点に関する情報を提供する地図

(例) 採石に関する風化度図 廃棄物処理に関する透水性図

特定の用途のために必要な情報を提供する地図

(例) 自動車専用高速道路の構築のための土地地質条件図 都市再開発のための土地地質分帯図

1-2 多目的図 [Multipurpose maps]

土地地質の多くの観点にわたり 種々の計画あるいは事業の目的に対して必要な情報を提供する地図

(例) 土地利用のための土地地質条件図 環境管理のための土地地質分帯図

2. 内容によって

2-1 解析図 [Analytical maps]

土地地質環境の個々の構成要素の詳細あるいは評価を示す地図

(例) 風化度図 地震災害図

2-2 総合図 [Comprehensive maps]

全ての主要な土地地質環境構成要素を表示する土地地質条件図

土地地質条件の均等性に基づく地域単元の境界を示す土地地質分帯図

2-3 補助図 [Auxiliary maps]

実際のデータを示す

(例) 記録図 構造等値線図 等層厚線図

2-4 補充図 [Complementary maps]

(例) 地質図 地形図 水文地質図

3. 縮尺によって

3-1 大縮尺図 1万分の1以上

3-2 中縮尺図 1万分の1未満 10万分の1以上

3-3 小縮尺図 10万分の1未満

これらの全ての組み合わせが可能である (第2表) この

中で最も一般的な地図は 多目的総合土地地質図である。第3表は 原著に実例として挙げられている土地地質図の題名を記したものである。

岩石および表土の分類の原理

土地地質図における岩石や表土の分類の基本的原理は現在の状態における岩石や表土の物理的工学的地質学的性質は その岩石や表土の起源から始まって続成・変成・造構造運動を受けてきた経過・風化の過程のすべてがからみ合い 総合された結果として出来上がったものであるという概念である。この基本的原理は 岩石や表土の岩石学的・物理的性質が由来する理由だけでなく 空間的分布の理由をも決定している。さらに 個々の岩石片の土地地質の分類だけでなく 多くの岩石片の観察にひきつづき行われる野外観察にもとづいて 均質で連続性のある素材を土地地質図上で図示単位として区分する方法や作図法も規定している。

土地地質図の図示単位を定義するものは 岩石や表土の土地地質学的性質が特定の範囲内にあるということすなわち性質の均質性である。均質性の範囲の境界は図示単位の輪廓であって 土地地質図上には境界線となつて表現される。均質性の範囲は 土地地質図の縮尺によって様々である。

しかしながら 現状は 岩石や表土の土地地質学的性質の変動範囲に関する地域的データを持ち合わせていないし 十分に満足できるような量的測定方法や技術もまだ会得していない。広い範囲を定量的に迅速に そうして廉価に決定する方法や技術も発達していない。現在 岩石や表土の物理的工学的 または土地地質学的性質とそれを最もよく指示する地質学的性質を例示すると 次のようである。

1. 比重・塑性限界・液性限界・収縮限界・塑性指数に密接に関係する鉱物組成
2. 単位体積重量や間隙率に関係する粒度組成などの組織構造上の特性
3. 含水率・飽和含水率・コンシステンシーや 岩石・表土の物理的性質に関係があり かつ力学的性質 変形特性 透水性 耐久性を指示する風化と変質の度合や節理の発達程度

以上の地質学的性質にもとづいて岩石や表土を分類し 図示していくわけであるが この分類単位として 次のものを設定する。

第3表 土木地質図の分類と代表例

1. 多目的解析図				
1.1 小縮尺	カリフォルニア州	サンフランシスコ湾岸地域	地すべり崩壊の推定頻度分級図	1 : 500,000 1)
1.2 中縮尺	カリフォルニア州	サンマテオ郡	地すべり崩壊の影響度分級図	1 : 62,500 2)
2. 多目的総合図				
2.1 小縮尺	チェコスロバキア、	ツボレン地域	土木地質図	1 : 200,000 3)
2.2 中縮尺	チェコスロバキア、	ツボレン盆地	土木地質条件図	1 : 25,000 4)
	〃	〃	土木地質分帯図	1 : 25,000 5)
3. 特定用途解析図				
3.1 小縮尺	ユタ州	サリナ図幅地域	掘さくの相対的難易度図	1 : 250,000 6)
3.2 中縮尺	フランス、	マルセイユ近傍	表土の基礎地盤条件図	1 : 50,000 7)
4. 特定用途総合図				
4.1 小縮尺	ワシントン特別区・	ボストン・マサチューセッツ海岸	基盤地質図	1 : 250,000 8)
	〃	(路線計画図)	海岸平野および表層地質図	1 : 250,000
4.2 中縮尺	ユーゴスラビア、	ヘルツェグノビ都市地域	土木地質図 岩相図	1 : 25,000 9)
			土木地質図 地震動安定性分帯図	1 : 25,000
4.3 大縮尺	第四紀層の評価図		地盤構造物に対する地域の土木要件と、地質学的評価のための土木と地質の組合わせ図	1 : 10,000 10)
	工場建設のための土木地質図		土木地質図	1 : 1,550 11)
	ハノーバーの土木地質図			1 : 10,000 12)
5. 地質解説図				
5.1 中縮尺	カリフォルニア州	オークランド東部図幅地域	地域および土木地質図	13)
5.2 大縮尺	Dearman et al (1972) の付図			1 : 10,560 14)
6. 資料図				
	北部イングランド	タイン・ウェア都市圏	土木地質調査の付図	1 : 10,000 15)

1. Engineering geological type (ET)——土木地質類型

物理的性質について 最高度の均質性をもっているものであると同時に 岩石学的性質についても均質でなければならない。図示単位の決定は 物理的工学的性質が多数の個体について調べられ これから統計的に取扱われた数値にもとづいて行われる。

2. Lithological type (LT)——岩種類型

組成や組織構造については均質であるが 物理的性質については均質でない。工学的数値は 一般化された範囲だけが示され 図示単位内の特定の点には 信頼できるだけの数値を与えることはできない。

3. Lithological complex (LC)——岩種複合体

ある古地理的条件 ないしは構造地質学的条件のもとで形成された 成因を同じくする lithological type の組合わせからなっている。1つの lithological com-

plex は 岩相および物理的性質の双方について均質であるという必要性はない。したがって lithological complex のすべてについて 物理的工学的性質を定義することは出来ず complex を構成している個々の lithological type に関するデータを与えることだけが可能である。

4. Lithological suite (LS)——岩種群

一般に 類似の古地理的ないしは構造地質学的条件のもとで形成された lithological complex から構成されている。suite は岩相的に均質性をもっており これでは他の suite とは区別される。ごく一般的な土木地質的性質の特徴だけが 他の lithological suite と区別され 定義される。

これらの土木地質類型 (ET)・岩種類型 (LT)・岩種複合体 (LC)・岩種群 (LS) は縮尺 均質性の基準地

第4表 岩石および表土の分類単位と分類手法等

分類	岩種群 (LS)	岩種複合体 (LC)	岩種類型 (LT)	土木地質類型 (ET)
均質性の基準	古地理および造構条件の類似した岩種複合体の組み合わせ	特定の造構条件および古地理条件のもとで形成された、成因に関連がある岩種類型の複合体	組成および組織構造が均質である。一般的に物性は不均質。	岩質別特徴および物性が均質である。物理的工学的な均質性が最も高い
対応する地図の縮尺	20万分の1以下	20万分の1～1万分の1	1万分の1～5千分の1	5千分の1以上
境界決定の手法	既存地質図の評価 空中写真判読 地形踏査	岩種類型を関連づけるための岩相の分析および地域調査	詳細な地域調査および岩石学的分析	風化・不連続面の頻度および分布状態 あるいはコンシステンシーの度合など 物性および力学的性質を決定するための特別な調査
図示単位の特徴を明らかにする手法	既存データの評価 蓋然的な岩石の性質 既知の岩種類型の性質	ボーリング・サンプリング 地球物理学的調査 物性と示標性質を決定するための野外および室内試験 既知の岩種類型の性質による岩石の性質の評価	詳細なボーリングおよびサンプリング 地球物理学的調査の結果の評価 示標性質の系統的測定 一定の原位置および室内試験	

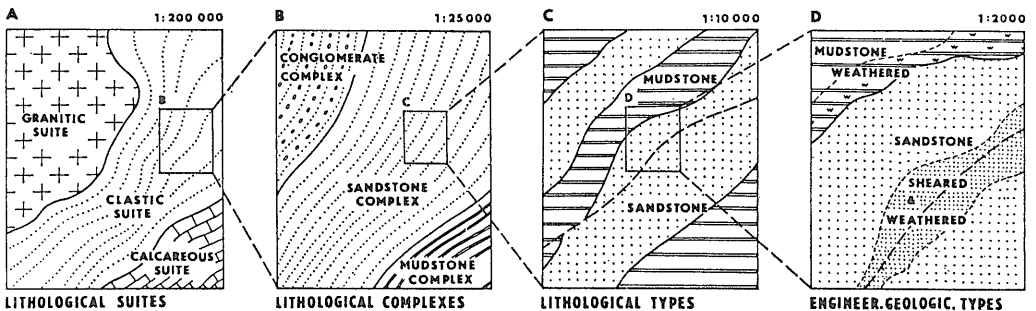
図の図示単位の境界を決定するための手法 図示単位の特徴を明らかにする手法において それぞれ対応するものをもっている。第4表は 原著の記述にしたがって整理した結果である。

第1図は 分類体系の模式図であるが まず小縮尺の土木地質図上で Granitic (花崗岩質) Clastic (砕屑岩質) Calcareous (石灰岩質) の3つの岩種群に分けられ 次に Clastic Suite が礫岩質複合体 砂岩質複合体 泥岩質複合体の3つに分けられ さらに砂岩質複合体は泥岩と砂岩の2つの岩種類型に そうして1:2,000縮尺の土木地質図では 泥岩が未風化と風化岩 砂岩が未風化と破碎および風化岩とに分けられている。

これらの分類体系の実際が 原著の中に示されているので 第5表 第6表に再掲する。

以上の土木地質単位の分類体系を 岩相層序学的分類単位として一般に用いられている単位に対応させると次のようになる。もちろん原則は土木地質単位は全く地質層序区分単位とは関係がなく 一般に用いられる岩相層序学的分類単位とも直接関係はなく ただ 土木地質単位を単純に対応させると 次のようになるという程度のものである。

- Engineering geological type ↔ Bed
- Lithological type ↔ Member
- Lithological type ↔ Formation
- Lithological suite ↔ Group



第1図 土木地質図の縮尺と基本的分類単位

第5表 岩種群・岩種複合体・岩種類別の例 (その1)

地質時代	岩種群 (LS)	岩種複合体 (LC)	A <sub>1</sub> =硬質岩 A <sub>2</sub> =準硬質岩 B=礫質土 C=砂質土 D=固結土 E=不適土	主要な岩種類型 (LT)
第四紀	表層堆積物	斜面侵食堆積物	D=ローム～石質ローム (B=石質碎屑物、崖錐)	砂質～粘土質ローム
		河成堆積物 (a) はんらん原上 (b) 段丘上	B=砂質～ローム質礫 C=ローム質砂 D=砂質ローム (E=泥質土)	砂質ローム 砂質礫
		沖積扇堆積物	B=ローム質礫 D=砂質～石質ローム	砂質ローム及び 石質ローム質表土
		化学性堆積物	A <sub>2</sub> =トラバーチン	トラバーチン
新第三紀	モラッセ堆積物	淡水湖および 湖成はんらん原の複合体	B=ローム質礫 C=ローム質砂 D=砂質～シルト質粘土	ローム質礫 砂質粘土・粘土
	新期火山岩	新期玄武岩	A <sub>1</sub> =玄武岩 A <sub>2</sub> =凝灰岩	玄武岩 玄武岩質凝灰岩
		新期安山岩	A <sub>1</sub> =安山岩 B <sub>2</sub> =凝灰岩 (プロピライト化 安山岩)	安山岩 塊状～集塊質凝灰岩
		火山源湖成の 成層した凝灰岩・層灰岩	A <sub>2</sub> =層状凝灰岩・層灰岩 (A =安山岩) B=礫 (D=粘土)	凝灰岩 層灰岩
中生代	石灰岩・ ドロマイト群	浅海成石灰質岩	A <sub>1</sub> =石灰岩、ドロマイト	石灰岩 ドロマイト
	下部 陸源堆積物	沿岸性珪質岩	A <sub>1</sub> =珪岩 (礫岩) A <sub>2</sub> =頁岩	珪岩
古生代	パリスカン 花崗岩質 貫入岩体	花崗岩質岩	A <sub>1</sub> =花崗閃緑岩～ 石英閃緑岩	花崗閃緑岩および石英閃緑岩

Ondrasik and Matula (1969) による 1 : 200,000 Zvolen 地域 土地地質図より再掲

土地地質図に用いられる地域分帯

土地地質分帯 (Engineering geological zoning) とは土地地質条件という意味内容において 均質性をもっている個々の場所を境界線で区切っていくことであり すべての土地地質図では 明瞭に定義された分帯の単位によって細分されている。

均質性の詳細な内容と均質性の度合は 土地地質図の縮尺や目的によって異なっている。

土地地質分帯においては 次のような名称が認められる。

1. Regions 個々の構造地質学的要素の均質性にもとづく。
2. Areas 個々の地形学的地域単元の均質性にもとづく。
3. Zones 岩相の均質性と 岩石・表土の層相の構造配列にもとづく。
4. Districts 水文地質学的条件と現在の地表変動現象が均質である。

第6表 岩種複合体・岩種類別の例 (その2)

地質時代	成因的層群	岩種複合体 (LC)	岩種類型 (LT)
第四紀	河成	砂質-黄土質-黄土質-粘土質 沖積ローム	砂質-黄土質ローム(Hron はんらん原) 粘土質-黄土質ローム (古い段丘)
		沖積砂で中粒が多く、ローム質の挟みがある	ローム質砂
		細粒~中粒砂質礫、古い段丘ではローム質	砂質礫 (Hron 谷段丘)
		旧河道では腐植質の泥、砂質-黄土質-粘土質	腐植質泥質シルト (はんらん原中の旧河道)
	斜面侵食堆積 (洪積)	砂質-黄土質-粘土質の斜面ローム	砂質-黄土質ローム
化学的沈澱	トラバーチン	ちみつなトラバーチン 著しく多孔質のトラバーチン	
鮮新世	湖成	湖成および沖積の粘土質-黄土質、砂質-黄土質 稀に粘土質のローム	黄土質-粘土質表土 砂質-黄土質表土
	湖成 河成	湖成および沖積の砂質~ローム質礫で砂層を挟む	風化した砂質礫 ローム質礫
中新世	火成 湖成	成層した安山岩質凝灰岩および層灰岩	安山岩質 砂質凝灰岩 砂質層灰岩 礫質層灰岩

Matula (1969) による 1 : 25,000 Zvolen Basin の土木地質条件図の 1 部より再掲

Zone は 分帯の最も基本となるものであろうが 原著では

- 現河床堆積物地帯 (Fu)
- 河岸段丘上の堆積物地帯 (Ft)
- 火成岩・変成岩上の斜面堆積物地帯 (Dm)
- 風成堆積の砂層地帯 (Ep)
- 風成のレスに覆われた河成段丘堆積物地帯 (Es Ft)

のように土木地質分帯区分例を挙げている。

個々の分帯区分について 土木地質学的性格や特徴が定義されている。

分帯は 1つの場所を 土地利用や土木建設事業の目的に対して総合的に評価しなければならない時 余りにも複雑な構成をもった土木地質条件を総括・提示するために用いられるものである。

分帯の具体例が原著の中に挙げられている。 第7表

はその 1 部分を再掲したものである。

#### 水文地質学的条件

水文地質学的データを土木地質図上に示す目的は 土木地質の検討過程で地下水や地表水の状態が好ましくない方向に変化するのを予測し それを避ける方法を提案するためである。 地表水や地下水は 現在の地表変動現象の中で主要な役割を演じているし 岩石や表土の物理的工学的性質は 地下水によって変化する。 また地下水が掘さく場所に侵入すると揚圧力や腐食性を発揮するため 掘さく工程や建設工事の諸段階に影響を及ぼしていく。 とくに地中へ廃棄物などを投棄・注入する場合には 地下水条件というもののが最も重要な役割を与えている。 さらに都市化や森林の伐採は 流出率や流水中の溶存成分や浮遊成分量を増加し 侵食作用を増し地下水収支 斜面の安定性や河床の堆積現象にまで影響

第7表 土 木 地 質 分 帯 の 例

AREAS	ZONES			
	類 型	地質学的条件	水文地質学的条件	現在の地表変動現象
Ce 火山山地 成層火山が差別的な構造運動および浸食を受け破壊されて形成された、幼年期の変化に富んだ山岳地	Dm 火成岩および変成岩上に斜面堆積物が分布する地域	固体ないし半固体のやや圧縮性のある火山岩および火砕岩が含まれる、ローム質斜面堆積物 2 - 7 m	含水量がきわめて少ない、ないしは乾燥	浸食性の溝およびガリに激しい斜面浸食が進行
Dg 山間盆地 構造運動による陥没地で、軟かい鮮新統および第四系堆積物が、選択的に浸食され堆積し、広大な河川のはらん原および段丘の発達する平坦面を形成している。	Fu 沖積はらん原堆積物地域	粗粒礫、砂礫、砂および砂質ないし粘土質ローム、大きな河川は三日月湖に腐泥を伴う。 5 - 11 m	礫質堆積物の含水量大、地下水深度、5 m 地下水面が高い時たびたび広い地域に出水する。	自然堤防の崩壊が小さな斜面滑落を引き起こす。
	Nk 先第四系の固結および未固結堆積物の互層	シルト質ないし粘土質の中程に密な鮮新統礫および可塑性の高い未固結の鮮新統粘土	礫質の鮮新統では、丘陵斜面に湧泉が多い。	激しい斜面浸食によって深い溝が形成される。凝灰岩と接触している所では小さな地すべりがしばしば起こる。

Ce, Dg, Dm, Fu, Nk は分帯の記号 1 : 25,000 Zvolen Basin の土木地質分帯図より 1 部を再掲

を及ぼしていく。

このような変動を評価していくための情報として 土木地質図上に表現されねばならない項目は 次のとおりである。

1. 表流水と地下水の分布
2. 岩石と表土の浸透能 含水量
3. 地下水流の方向と速さ
4. 各々の帯水層からの地下水の湧出状況
5. 地下水面の深さと変動範囲
6. 被圧地下水の賦存範囲と水頭分布
7. pH・塩分濃度などの水圏地球化学的性質
8. バクテリアその他の環境汚染物質の存在

地形学的条件

地形学に関する情報の図示は 河谷・段丘・斜面の形成過程など 景観の由来を説明するだけでなく 土木地質図を迅速かつ廉価に作成するための基本的部分である。

土木地質図にあっては 地形は単純な記載事項ではない。必要な項目は次のとおりである。

1. 起伏形態と表面物質あるいは地質構成との関係
2. 個々の地形要素の成因・発達史・形成年代
3. 地形条件が水循環に影響を与えているもの
4. 現在の地表変動現象に影響を与えている地形条件

評価の内容は たとえば自然堤防の侵食や砂丘の移動カルストの形成や地下掘さく地帯の陥没現象の予測であり 評価は上記のようなデータから求められる。

現在の地表変動現象

現在の地表変動現象とは 現在 活動している地質現象によってもたらされる環境の変化のことである。一般には 堆積過程や変成過程は除かれているが 侵食と堆積・風食・斜面運動・永久凍土・カルスト・地震や火山活動にもとづく変動は含まれている。これらの図示は土木地質図の縮尺によって異なっているが その状態だけでなく これらの変動を促進させる条件 発生の強さと頻度を示すことが重要になってくる。

次に 現在の地表現象が土木地質における評価の要点を記す。



1. 侵食作用 過度の侵食作用は物質の移動を促進しガリを発達させ 極端な場合には悪地地形を作る。また 洗い出された物質は 水路工作中に堆積し 貯水池の急速な埋積を起こす。

このような作用をもたらす地質条件は 透水性の低い軟質岩・中～急勾配の斜面・まばらな植生・高い降雨強度や多い降水量であり さらに家畜の過食・過度に耕作すること・皆伐・都市の発展が侵食作用を助長する。

侵食作用の状態は 山腹斜面における雨裂の存在 自然堤防や海岸線が侵食されている状況で 土木地質図上に示すことができる。

2. 風成作用 砂漠や半乾燥地帯では 砂丘の移動は土木構造物に悪影響を及ぼし 例えば輸送路がしばしば遮断されるため 常に維持管理しなければならない。

家畜の過食や過度の耕作や皆伐は 砂丘地帯や砂漠を作り出すが 植生によって安定させることができる。

土木地質図上には 砂丘や同様の条件を示すことができる。

3. 斜面運動 重力の影響のもとで発生するものであるが それに適当な地質条件は様々である。一般には軟質の岩石の上に硬質で抵抗性のある岩石がのっている条件で 例えば

- a 粘土の上に火山岩がのっている。
- b 砂岩を挟む頁岩層の上に厚い砂岩層がある
- c 断層運動で破碎された岩石の上に 擾乱の少ない岩石がのっている。
- d 圧碎・セン断を受け 節理に富む岩石
- e 斜面を構成している岩盤が 硬質岩と軟質岩の互層であること
- f 比較的透水性の小さい岩石の上に 未固結の堆積物がのっている。
- g 地下水の存在

が挙げられる。

斜面運動は 自然条件によっても発生するし 人為作用によっても発生する。土木地質図上には斜面運動を発生させるに好適な条件や 斜面運動の結果形成された地質条件を図示することができても 斜面運動を突発的にひき起こす因子を図示することは困難である。

4. 地震活動 地殻活動の結果 地形上に実際に観察されたり 計測されるものが 土木地質図上に表現されることになる。その例は

- a 歴史的記録にもとづく地震断層
- b 地質学的データから推定される活断層
- c 隆起・傾動した段丘や海岸線
- d 測地学的計測にもとづく相対的隆起沈降量から割り出される変動範囲

5. 火山活動 地震活動や局地的な隆起・沈降を伴うことがあるけれども 土木地質の観点からすれば 火山活動の頻度と強さ 火山活動による生成物の性質と分布範囲の予測である。

要するに 現在の地表変動現象の分布と拡がりだけでなく 過去から現在までの活動状況・分布・強度を可能な限り示すことが 土木地質図における地表変動現象の目標であり到達点である。というのもこれらは 将来における現象の発生を予測・予知する資料を提示するからである。

#### 説明書の構成

総合土木地質図では 説明書が必要である。説明書は 次の構成で情報を記載する。

#### 序 説

土木地質図の目的

地図の地理的位置

地形

道路・鉄道その他の交通路

経済的評価および開発目標

従来の調査

地域の土木地質調査に使用された方法

調査の規模

調査の実施機関

#### 地 形

土木地質条件の評価に影響を与える気候因子

地形の記載

水文

#### 地質構造と発達史

先第四紀

第四紀

現在の地表変動現象

#### 岩石と表土の地質学的性質および土木地質的性質

岩石

表土

#### 水文地質条件

各々の帯水層の特徴

地下水の化学

## 土木地質分帯

この地図に適用した分帯の手順

各々の分帯単位の特徴

建設用およびその他の原物料質

結論

勧告

付録

文献

記録

土木地質的性質の表

索引

まとめ

以上「Engineering Geological Maps—A guide to their preparation」の内容を ごく短かい文章で要約してみた。残念ながら 紙面の都合で 原著の中に挙げられている事例を掲載することが出来ないが 文献を末尾に掲げたので参照して頂きたい。

本稿には 筆者らの見解を盛り込むことなく 内容を整理 要約したものである。たとえば 岩種群—岩種複合体—岩種類型—土木地質類型という土木地質分類体系は 日本のような変動帯でなく 先カンブリア時代の諸岩石の複合体からなる「基盤岩体」の上に 良く成層した海進—海退期の堆積物から構成されている安定大陸で 土木地質を考えた時に始めてあみ出されるものかも知れない。そこでは 地質時代と岩相とは斜交関係にあるし 同一の岩相は多くの化石帯に分帯されている。したがって 地質時代とは別に岩相単位(岩種単位)が設定されても無理はない。

しかし 日本のような変動帯で 地質年代にもとづく層序区分よりも 岩相層序にもとづく層序区分が用いられるような所では あえて岩種群—岩種複合体—岩種類型—土木地質類型という土木地質分類体系は 既存の層序区分単位とほとんど一致してしまうであろう。

日本では 現在縮尺 1/500 程度の土木地質図が 建設現場を対象に多数作成されている。おそらく 原著の対応では 1つの岩種類型を 岩盤分類基準にしたがって土木地質類型に細分し 図示単位を定義して土木地質図に作成することになる。

Engineering Geological Maps—A guide to their preparation」の適用の可能性については 別に論述するつもりである。おそらく地質学的に考えてみても 安定大陸と第四紀—現在の変動帯との対照があるし 気候

や社会的背景の相違は厳然としてそこに存在すると筆者らは考える。

## 地図の文献名

- 1) Radbruch, D. H. and C. M. Wentworth (1971), Estimated relative abundance of landslides in the San Francisco Bay Region, California, USGS (San Francisco Bay Region Environment and Resources Planning Study, Basic Data Contribution 11)
- 2) Brabb, E. E. et al (1972), Landslide susceptibility in San Mateo County, California, USGS Map MF-360 (San Francisco Bay Region Environment and Resources Planning Study, Basic Data Contribution 43)
- 3-5) Matula, M. (1969), Regional engineering geology of Czechoslovak Carpathians, Bratislava, Publishing House Slovak Academy of Sciences.
- 6) William, P. L. (1972), Map showing relative ease of excavation in the Salina Quadrangle, Utah, USGS Map I-591-J
- 7) Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Marseille for the Organisation Régionale d'Etude d'Aire Métropolitaine (1969) Bassin de la Crau et de l'Etang de Berre, 1:50,000 Carte d'Aptitude des Sols aux Fondations.
- 8) USGS(1967), Engineering geology of the North-east Corridor, Washington D. C., to Boston, Massachusetts, USGS Map I-514
- 9) Gojic D. and M. Lazic(1971) Engineering geological map of the urban area of Herceg Novy, Yugoslavia, Inst. Geological and Geophysical Res. Beograd
- 10) Golodvskaja G. A. and L. M. Demidyuk (1970), The problems of engineering and geological mapping of deposits of mineral resources in the area of eternal frost, Proc. first Int. Congr. IAEG, Paris, vol. 2, p. 1049-68
- 11) Popov, I. V. et al (1950), Metodika sostavleniya inzhenerno-geologicheskikh kart (The techniques of compiling geological maps), Moskva, Gosgeolizdat.
- 12) Engineering Geological Map of Hannover, 1970 (1:10,000)
- 13) Radbruch, G. H. (1969), Areal and engineering geology of the Oakland East Quadrangle, California. USGS Map GQ-769
- 14) Dearman, W. R. et al (1972), The preparation of maps and plans in terms of engineering geology, Q. J. Eng. Geology, vol. 5, p. 293-381.
- 15) Dearman, W. R. et al (1973), Techniques of engineering geological mapping with examples from Tyneside, The engineering geology of reclamation and redevelopment-Regional meeting, Durham, Engineering group, Geological Society, p. 31-34.