

D. J. VARNES (1974) による

地質図の論理——土木地質のための解釈と利用

石井 武政・黒田 和男 (環境地質部)
Takemasa ISHII・Kazuo KURODA

要 旨

マップとは ある目的のために 地表あるいは地表近くの特徴・情報を伝えるいわば分類のひとつである。マップ作成者利用者そしてマップの三者が対等の立場に立つとき初めて 重大な錯誤をもたらすことなく 作成者の意図するところが利用者 に伝えられる。この時にだけマップによる伝達は効果的なものといえる。マップの目的は ある属性の分布状態・分布範囲を示すことでありまた逆にある地点・地域の属性を表わすことでもある。

属性には基本的に4つの種類がある。それは時間 空間ある対象の固有の性質 そして対象間相互の関係である。マップでは 他の分類と同じように集合・分割 論理的統合・論理的な分析 帰納・演繹によって図示単位が定義される。その結果生まれる図示単位は 切り離すことのできないふたつの部分からなっている。すなわち位置あるいは地域的分布の図示そしてその図示が何を意味するのかの記述と定義である。マップの作成と利用に際してもっとも基本的な問題のひとつは 図示単位を定義する本質的属性を抽出し 確認することである。

マップは4つの基本的操作—総描 選択 付加あるいは重ね合わせ 変換—を通じて図案化され また修正される。土木工学のニーズに適用できる情報あるいはマップを 既存の地質図から引き出すのは 主として変換の作業であり 地質図上の一部あるいは全ての描線を再利用することである。ただしそれら描線は 土木工学的利用のための新しい本質的な属性に置き換えられる。この変換がうまくいくかどうかは どのような精度と信頼性が求められているか 得ようとする対象の性質が もとのマッピングされた境界とどれほど密接に変化したか 異なるのか そして地質ユニット同志は性質の点でどのように異なるのか ということに係っている。

もっと一般的に考えると ある特定の目的をもったそれぞれの土木地質図は その立案に際しては 土および岩盤の質と構造ばかりではなく 水理地質学・地形学・地質構造発達史などに関連した情報の付加・選択・総描そして変換を必要とする。実際の土木地質図およびそれに関連するマップは 図示単位の本質的属性を確認することに注意しながら分析される。その基本的作業は 再グルーピング・変換であり また総描を伴うあるいは伴わない付加・重ね合わせである。いくつかの図示単位は 幾何学的なあるいは時間的な相互関係に基づいている。またマップとはその意図するところが似かよっていても内容は異なっている。マップの論理 あるいは論理が欠如していないかどうか考察することは 多種多様の図示および図学的な分析により補足される。それらのうち より有用で容易に作成できるものとしてはデータマトリクス 論理系統樹 論理分割表 三次元マップユニットマトリクスがある。

土木地質図の作成をより改善しようとするならば 関連性 明晰さ 批判的評価 創造性などの議論をしなければならぬ。将来的には 正確な情報の必要性が増大し またデータを取得しかつ取り扱う素養がより求められるといえる。従って たったひとつのあるいは少数ない属性—その境界は地質単位の境界と重複したり また必ずしも一致しない—を示すマップが優勢となり 空間的な土木情報を伝達するには もっとも有用な様式となるであろう。

3. 相互関係にもとづく図示単位

多くの図示単位は それらの固有の特徴によるばかりでなく 他の図示単位あるいはその成分との相互関係によって定義される。表現されるその相互関係は 幾何学的 時間的 連続的な測定 あるいはそれらの相互関係の組み合わせに関して 例えば発生論的 空間的 論理的 秩序的である。大部分の地質図示単位は 空間的な また普通は連続的な そして一般に発生論的な本質的属性によって定義される。以下の節で述べる例は分類体系の構造によってある程度まで決定される図示単位を示している。ここでは 分類体系の構造は 主として図示単位相互間 あるいは単位の成分相互の関係を示すように組み立てられている。

3-a 入れ子構造

入れ子にされた分類構造が POKORNY and TYCZYNSKA (1963) のマップに図示されている。彼らの図1と図2 (地勢の評価図) を ここでは図26として掲載した。地勢の評価図が 「入れ子」の構造をもつ分類を用いて組み立てられていることに注意しよう。つまりマップのカテゴリーⅣは必然的にⅢのサブセットでありⅢはⅡのサブセットなのである。論理的構造は VENN のダイアグラムによって示すことができるが (図27A) さらに明確には EULER のダイアグラムに示される (図27B)。このようなダイアグラムは もし唯ひとつの基準 例えれば斜面傾斜からなり これらに引き続くさらに小さな円が より急な斜面の地域を表わすならば 妥当なものといえるだろう。しかし 図示単位についてより詳細に記述した説明書中の表は 斜面傾斜が唯一の基準ではないことを示している。入れ子になったマップ論理のダ

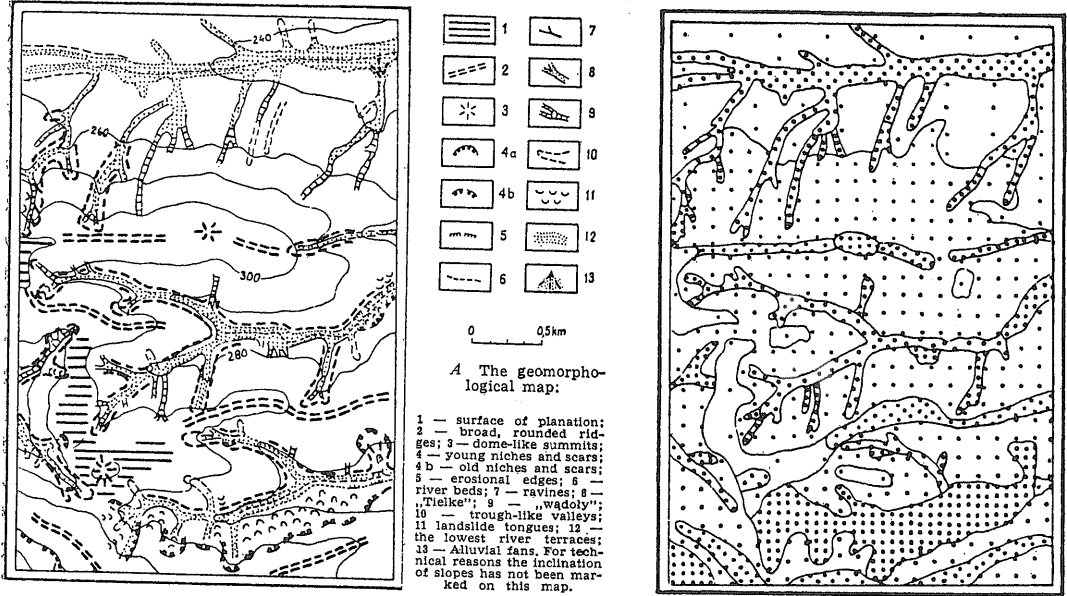


図26. A——地勢図 B——地勢の評価図(Pokorny and Tyczyńska, 1963). Bは入れ子構造の分類となっている。

イアグラムは 不適格性を引き起こす属性の地域間の実際の空間的一致を必要としている。つまり IVの地域はどこでもIIIとその他の不適格な属性を有しているし IIIの地域はIIとその他の不適格な属性を有しているのである。これらのことは 多分実際に起こっている。しかしその係わり合いは Pokorny and Tyczyńska (1963) の論文では議論されていない。同様な批判は E. Jońca のマップ (Klimaszewski, 1960) にも当てはまる。

図版Xは CETENAL of Mexico (the Comisión de Estudios del Territorio Nacional of Mexico) により1971年に出版されたマップの説明からのもので 各土地の利用可能性の入れ子のカテゴリーを图示している。彩色部のマトリクスは明らかに クラスIの土地が 野生動物からまさに集約農業に致るまでの全ての利用に対して適していることを示している。同様に 他のローマ数字のクラスの土地は 各列の右端の彩色部の部分までの全ての目的に対して利用できることを示している。恐らくこの入れ子の分類は 論理的に多くのあるいは大部分の地域で具合がいいのだろう。しかし 依然として未開発な地域においては クラスIの土地は 野生動物

林業 牧畜そして農業に対して 潜在的に適していると言えるのではないだろうか。ある土地は農業に適さずまた林業にも野生動物にも適していないのだろうか。クラスI~VIIまでの土地は 土の性質に係わりなく 林業あるいは野生動物に対して常に適しているのだろうか。別の言葉で言えば、様々な利用に対する適合性を決める属性は 空間的に共変するのだろうか。

3-1b 垂直方向の相互関係

土地地質図作成時における最大の難問のひとつは 地表付近の層序あるいは岩相の图示単位の移り変わりを つまり空間的相互関係をマップ上で見せることである。一般にこれら地質単位は 短い距離間で薄くなったり厚くなったり 指交したり あるいは侵食面で切られたりしている。そのような相互関係は 断面図 ブロックダイアグラム あるいはフェンスダイアグラムで容易に示すことができる。しかし 地域計画の中で いくつかの地質単位の存在を適当な連続系で示すには またそれらの岩相 および土木の特徴を示すには 詳細な調査ばかりではなく よく考慮されたマップを作ることが必要である。

ある地質単位に載る別の地質単位を示す簡単な方法は

UNIDADES DE CAPACIDAD DE SUELOS

INCREMENTO DEL USO DE LAS LIMITACIONES DEL SUELO	CAPACIDAD DE USO DEL SUELO	INCREMENTO EN LA INTENSIDAD DEL USO DEL SUELO																	
		PRATICULTURA				AGRICULTURA													
		VIDA SILVESTRE	FORESTAL	LIMITADA	MODERADA	INTENSA	LIMITADA	MODERADA	INTENSA	MUY INTENSA									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII										

Comisión de Estudios del Territorio Nacional of Mexico により
出版された土地の利用可能性図の説明の一部分
CETENAL(1971)から再掲

この分類系はローマ数字によって区分された土地は最後に彩色された区分までを包括するすべての利用目的に対して適しているような入れ子構造に見うけられる。

(原図は多色刷：筆者 注)

図版 X

上位の地質単位を表現する模様あるいは網板の色を下位の地質単位に対応する模様あるいは色彩にかぶせて印刷することである。この方法が注意深く行われたときには利用者がどちらの模様か上位の地質単位を表現するのか理解できれば 下位層の上に載る地質単位を巧みに示すことができる。

より複雑な地層の重なりは アンカバードマップ ストライプトマップ あるいはユニタイズドマップで表現できる。アンカバードマップは境界が地表以外の他の表面に現出したように作られる。このマップには3つのタイプがあって 図の表面をどこに置かかによって

分けられる。すなわち(1)基準測点に関連する一定高度におくか(レベルマップ) (2)地表下の一定深度におくか(相対深度マップ) あるいは(3)地質学的層準面におくかである。ストライプトマップは 下位層を淡いストライプの色やパターンで示すもので それらは上位層の色やパターンを中断させている。ユニタイズドマップは地層の特殊な重なりを示すために 特別な色彩や模様を用いる。つまりマップ上の色彩や模様は露出した地層によってだけ決められるのではない。垂直方向の関係は 地表下一定深度(あるいは基準測点上のまたは下の一定高度)での地点を示す等高線図から示されあるいは推定できる。それら地点は例えば含油層のトップなど 地質学的に重要な面に載っている。どの方法も長所があるし また問題を含んでいる。それら問題のいくつかを以下検討してみる。

【アンカバードマップ】 大きな土木工事業サイトの調査の一部として 多分もっとも普通に大縮尺で用いられるのが 定高度マップである。

相対深度マップとしては ポーランドのワルシャワの地質図(STAMATELLO, 1965)の一部を例示する(図28)。この図は ある深度のある場所の特殊な岩相その他の属性 あるいはその深度でのいくつかの岩相や属性の地域的分布を 非常にうまく表現している。もしその深度が仮に2mとして 基礎にとってひとつの重要なものであれば そのマップは土地利用計画に役立つ。しかし相対深度マップは 様々な深度に対する一連のマップのそれぞれが明確な基準点上にあり 正しい順序に重ね合わせることができなければ 簡単にある場所での地層の重なりを決定する目的には利用できない。さらに相対深度マップから 図示単位の三次元的広がりを把握する

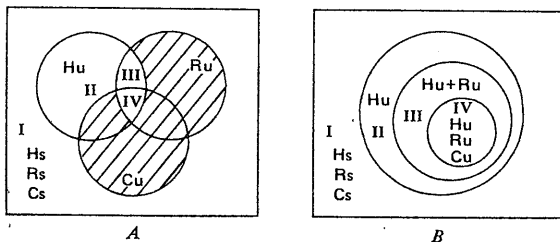


図27

A—VENN のダイアグラム B—EULER のダイアグラム。いずれも POKORNY and TYCZYNSKA (1963) の地勢の評価図の図示単位分類構造を示している。Hは家屋の建築 Rは道路の建設 Cは耕作を表わしている。SとUは それぞれ3つの目的に対して適・不適を示す。入れ子構造は耕作に不向きな全ての地域は 道路建設と家屋の建築にも不適なことを必要とする。

空白のセット

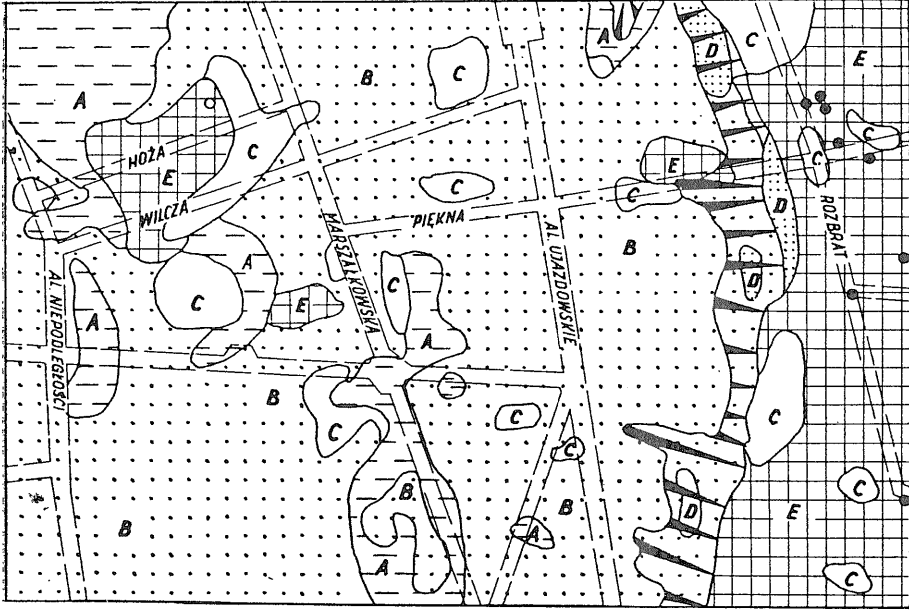


図28
 ワルシャワの地質図
 (STAMATELLO, 1965)
 の一部。深度2mの地
 質図示単位を示して
 いる。
 A—氷織粘土
 B—氷成ローム
 C—充填物
 D—礫層
 E—砂層
 F—粘土 いずれも
 鮮新統

のは容易ではない。 応々にして図示単位の境界はマ
 ップに描かれた断面を低角度で横切るのである。

地質学的層準面で境界を描いた地質図については 多
 分 表層堆積物と風化生成物を取り除いたときに 基盤
 岩がどのように現われるかを示した地質図の類が も
 とも普通のものである。

〔ストライプトマップ〕 ストライプによる方法は1947
 年 ZEBERA がチェコスロバキアにおいて初めて用いた
 ものと思われるが この方法はヨーロッパでは次第に広
 まっていった。 パターン ストライプ 色調の明暗が
 基盤と表層堆積物の岩質 厚さ 重なりを示すのに使わ
 れる (図版XI)。 この方法はある地点での 属性 およ
 び深度による属性の変化を示すのに適している。 また
 地表下および地表の図示単位の広がり を ある連続を
 もって示すことができ 属性の分布を表わすことができ
 る。 せまい地域の複雑な相互関係 あるいは多くの属性
 を示すことに適しているのである。

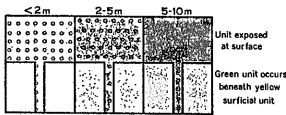
〔ユニタイズドマップ〕 ユニタイズドマップは 表層
 の図示単位よりもむしろ ふたつ以上の図示単位の移り
 変わりを表現するために 特定の色やパターンを使う。
 この方法は とくに農業土壌のシリーズをマッピングす
 る目的に利用されている。 そこでは図示単位は土壌の
 顕著な移り変わり 土壌断面によって定義されている。

オーストラリアの土壌評価システムにおける地域単位
 (GRANT, 1968) は 斜面傾斜 植生その他とともに一

般に基盤岩を被う表層堆積物の移り変わりを含んでいる。
 Zvolen Basin 土地質分帯図 (MATULA, 1969) の一部の
 図示単位は その定義の本質的部分として 特殊な土質
 が下位層を被覆するという条項を含んでいる。 ミズー
 リ州のCreve Coeur図幅 (ROCKAWAY and LUTZEN, 1970)
 の土地質図では いくつかの図示単位は ある種の基
 盤岩を被うレスの重なりとして定義されている (図版XII)。

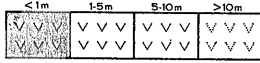
図29は Creve Coeur 図幅の図示単位の定義を 幾分
 単純化した形で示すマトリクスである。 大部分の図示
 単位は互いに関連している。 というのも それらがサイ
 クリックな堆積物 あるいは石灰岩を被う沖積堆積物
 やレスとして定義されているからである。 図29の表示
 法から分類構造を考察し 下記のような問題を提起する
 ことができる (番号は図中の数字に対応)。

- 1) 薄いレスの地域は 下位層に従っていくつかの図示単位
 に分けられる。 しかし薄い沖積層 (および段丘堆積物)
 は 下位層に従って分けられない。 また Ic は 局地的
 に IIc と接している。 つまり 薄いレスがカルスト性の
 基盤岩を被う地域は薄い沖積層で覆われた地域に隣接して
 いる。 この沖積層の分布地域では 基盤岩の溶食作用の
 可能性についての情報を指示するものがない。 沖積作用
 はカルスト地形を被いかくすのだろうか。 あるいは沖積
 作用はカルストを充填し 災害の危険性を除去するのだら
 うか。
- 2) 膨潤性粘土が サイクリックな堆積物を被うレスの地域
 にだけ示されているが 炭酸塩岩を被う同じ時代のレスの
 地域には示されていない。 これは一致するのだろうか。
 それともその起源に何か地質学的理由があるのだろうか。



様々な性質と厚さをもった第四紀表層堆積物の図示単位がマップ上に表現される時の体系

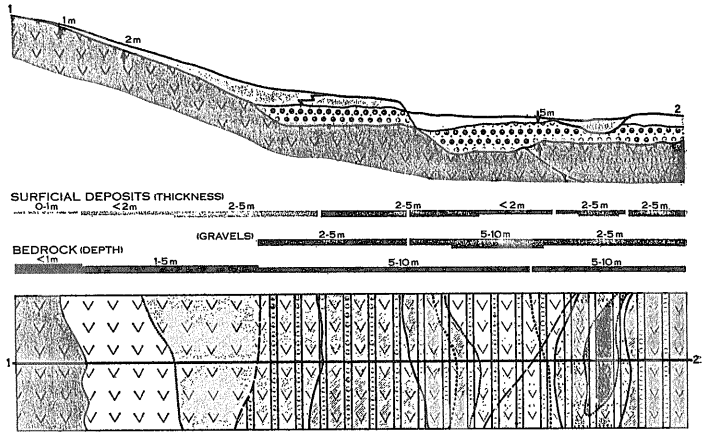
Matula(1971, fig 5)から再掲
〔原図は多色刷：筆者 注〕



先第四紀の岩石の上限深さと性質を示すマップ上の表現

Matula(1971, fig 5)から再掲
〔原図は多色刷：筆者 注〕

図版XI



土地質図に示された表層堆積物と基盤岩石の区分単位の各種の表現例と断面図

MATULA(1971, fig 5)から再掲(原図は多色刷：筆者 注)

- 3) Ie (湖成堆積物) は 彼らの報告によればレスに被われている。これではマトリクスに具合悪い。
- 4) IIa は ある場所で IIc と接している。厚いレスの下にはカルスト地域がないのだろうか。それは観察できないのだろうか。あるいはそれによって土地質の問題が起らないのだろうか。

一般化されている埋積された土の土木の性質とその空間的分布を どのように記載したらよいかという問題が起る。

Creve Coeur 図幅中のいくつかの図示単位は 2層 (あるいは3層) を呈するので 土木の挙動や限界を表の形で記載するとある困難性を引き起こす。つまり複雑な図示単位も表に記載して定義しなければならないしその記載は何らかの方法で明確でなければならないのである。これらのことから より包括的な図示単位へと

地質図の作成において 平面図上に垂直方向の関係を表現することは 断面凡例図 (profile-legend map) でもっとも複雑な発達をみている。この種のマップはオランダ地質調査所で発展し オランダの完新世と更新世の堆積物の様々な関係を示すという特殊な要求に応じて発達して来た (HAGEMAN, 1963; THIADENS, 1970)。必要に応じて模様をつけたその配色は 指交関係や侵食だけではなく 5層目の堆積物の相互関係を表わしているのであり 膨大な量の情報をもたらしてくれる。私が見た例 (HAGEMAN, 1962; RUMMELEN, 1965) では 埋積された表層堆積物を極めて詳細に作図表現していた。しかしながら 断面凡例図は次のような空間的論理に問題を提起している。

オランダの完新世の海進に伴う堆積物は 上位から下位へと3つの主要な地層から構成されている。すなわち

- Dunkirk 層 (海成)
- Holland 層 (ピート)
- Calais 層 (海成)

である。

Holland 層は Dunkirk 層と Calais 層の一方あるいは両者と指交しているが Dunkirk 層は Calais 層に不整合で接している。つまり堆積物の欠如と 指交関係を省いてもここでは7通りの層序が考えられる。指交関係は付随的な連がりを示しているだけである (図30)。

UNITS DEFINED BY RELATIONS

COVER	None	ALLUVIUM						LOESS	
		Silt, clay, high organic Missouri River flood plain	Thick Missouri River flood plain	Thin	Terrace	Lacustrine	Thin	Thick	
BEDROCK				Ic	Id	Ie	Ie(3)	Xc	Xa
CYCLIC							Xb	Xc	Xa
LIMESTONE	Steep	II d					II d		
	Karstic			(1) Ic?			II c		(4) IIa?
	Other			Ic	Id		II b	(2)	II a

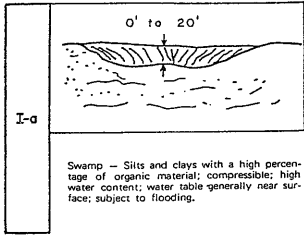
UNITS NOT DEFINED BY RELATIONS

UNEXPRESSED	Ia	Ib							
-------------	----	----	--	--	--	--	--	--	--

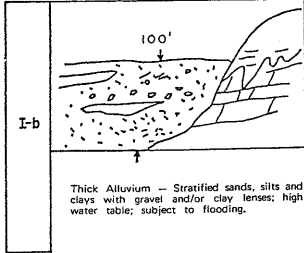
図29 マトリクスは Creve Coeur 図幅の土地質図 (ROCKAWAY and LUTZEN, 1970) の図示単位の定義を示している。() 内の数字は本文の番号に対応して議論されている。

EXPLANATION OF MAP UNITS

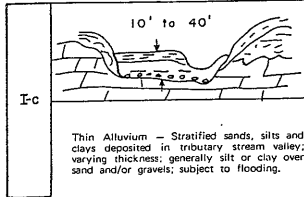
A L L U V I U M



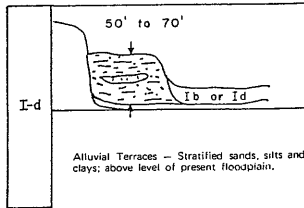
Swamp - Silts and clays with a high percentage of organic material; compressible; high water content; water table generally near surface; subject to flooding.



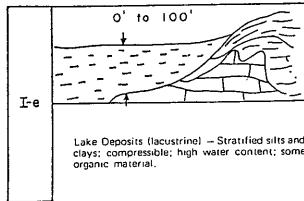
Thick Alluvium - Stratified sands, silts and clays with gravel and/or clay lenses; high water table; subject to flooding.



Thin Alluvium - Stratified sands, silts and clays deposited in tributary stream valley; varying thickness; generally silt or clay over sand and/or gravels; subject to flooding.

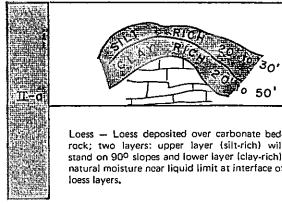


Alluvial Terraces - Stratified sands, silts and clays; above level of present floodplain.

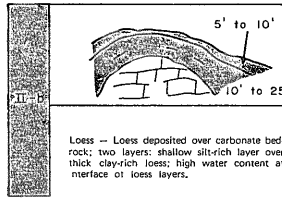


Lake Deposits (lacustrine) - Stratified silts and clays; compressible; high water content; some organic material.

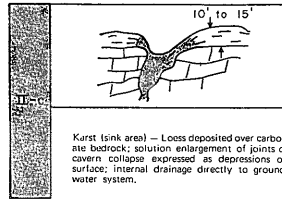
C A R B O N A T E B E D R O C K (E X T E N S I V E L Y W E A T H E R E D)



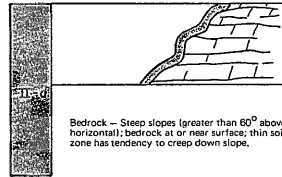
Loess - Loess deposited over carbonate bedrock; two layers: upper layer (silt-rich) will stand on 90° slopes and lower layer (clay-rich); natural moisture near liquid limit at interface of loess layers.



Loess - Loess deposited over carbonate bedrock; two layers: shallow silt-rich layer over thick clay-rich loess; high water content at interface of loess layers.



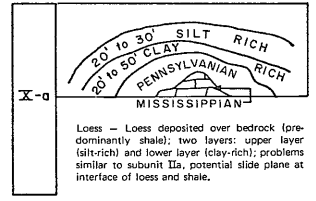
Karst (sink area) - Loess deposited over carbonate bedrock; solution enlargement of joints or cavern collapse expressed as depressions on surface; internal drainage directly to groundwater system.



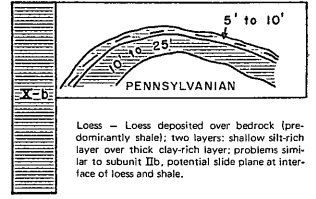
Bedrock - Steep slopes (greater than 60° above horizontal); bedrock at or near surface; thin soil zone has tendency to creep down slope.

図版 XII-2

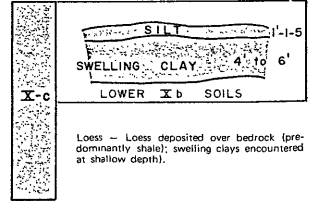
C Y C L I C D E P O S I T S (P R E D O M I N A N T L Y S H A L E)



Loess - Loess deposited over bedrock (predominantly shale); two layers: upper layer (silt-rich) and lower layer (clay-rich); problems similar to subunit IIa, potential slide plane at interface of loess and shale.



Loess - Loess deposited over bedrock (predominantly shale); two layers: shallow silt-rich layer over thick clay-rich layer; problems similar to subunit IIb, potential slide plane at interface of loess and shale.



Loess - Loess deposited over bedrock (predominantly shale); swelling clays encountered at shallow depth.

図版 XII-1

図版 XII-3

ユニタイズドマップの手法によって地層の累重関係を示すマップとその説明。 ROCKAWAY and LUTZEN (1970) によるミズリー州 Creve Coeur 図幅の土木地質に関する説明の一部分の再掲
〔原図は多色刷：訳者注〕

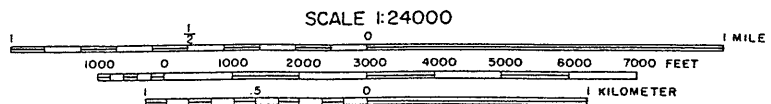
実際のマップ地域において考えられる組み合わせは 模式断面図 (図版 XIII) に示した。これは各図示単位で特徴づけられる地層の移り変わりを表わしている。断面凡例法の詳細は 全ての模様と記号の組み合わせをもつ配色の例を含めて RUMMELEN (1965) のマップとその説明書に付随するリーフレット中に述べられている。

断面凡例法は明らかにまだ試行中であり 改良されつつあるので 現段階ではどんな批判的意見も不相当といえる。しかしこの方法は確かに 研究と解析に値する重要な新機軸である。そこで次に 空間的論理の問題について多少述べることにする。

最初に RUMMELEN (1965) のマップは 複雑な空間的情報の取り扱いにおいて ある困難性を極めて具体的に図示している。つまり 属性の全てあるいはその組み合わせのために用いられた呼称は しばしば属性のための個々の呼称の全てあるいはそれらの組み合わせで作



5 1/2
TRUE NORTH
MAGNETIC NORTH



SCALE 1:24000
CONTOUR INTERVAL 10 FEET
DATUM IS MEAN SEA LEVEL

APPROXIMATE MEAN
DECLINATION, 1954

図版 XII-4 ユニタイズドマップの手法によって地層の累重関係を示すマップとその説明。
ROCKAWAY and LUTZEN (1970) によるミズリー州 Creve Coeur 図幅の土木地質に関する説明の一部分の再掲。
〔原図は多色刷：筆者注〕

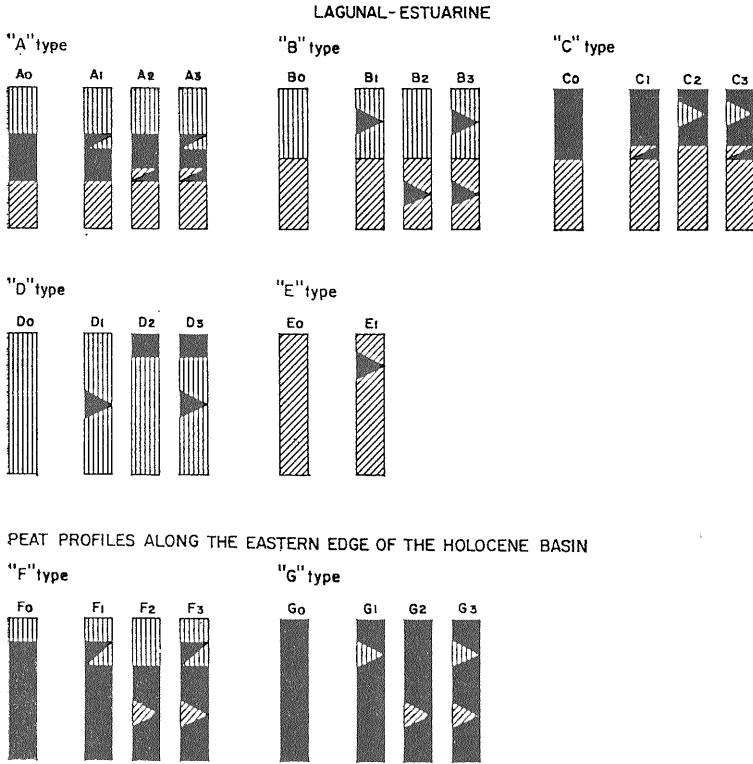


図30 HAGEMAN (1963) の断面凡例図にみる図示単位の様々なタイプ。Aoが基本のタイプで下位より Calais 層 Holland 層 Dunkirk 層からなる。その他のタイプは堆積物の様々な組み合わせを表わし サブタイプは指交関係を描いている。

れないことである。例えばもし属性 ABCD がマップ上でそれぞれ a b c d という色彩や模様ないし記号で表わされるならば a + b によって A + B を指示することは“論理的”にみえるだろう (GOLLEDGE and AMADEO, 1966)。しかしそのような加算法は多くの組み合わせが起こるところでは明らかにやっかいな程の混乱を招くことになる。それ以上にもし別の色彩や模様を加えられると結果的に目に映る印象は a + b が A + B を表わすという効果が全くなくなることになる。前述のオランダのマップでは特殊な幾何学的相互関係において3つないしそれ以上の組み合わせを示すために単一の呼称(色彩と記号)を用いてマップシステムの情報量を増加させるという努力が認められる。

第二に断面凡例法では本性に関する属性が幾何学的相互関係に従う属性に付随するようになることである。例えば Dunkirk II 層が地表に見られるところでは下位の地層に順じて配色は暗黄褐色 (unit 33, DPo.2) 淡緑色 (unit 4, Do.2) あるいはオリーブブラウン (unit 11, Fo.2) となる。また深度による図示単位の小さな変

化もマップ上では強いコントラストを見せる程の差異となって表われている。1 m を僅かに下回るものから 1 m を僅かに上回るものまでの Calais 層の層厚の変化はそれがあある深さでのピートレンズ間に生ずるので結果として大きな分類差そして unit 16から23 あるいは unit 17から22というきわだった差異を招いているのである。

以上のような諸点が欠点であるかどうかはマップをどのように利用するかにかかっている。一般にマップは選定した点や小区域で属性をよく表現しようとするものだがある属性の地域あるいは地表に現われた図示単位の地域の広がりを示すには不完全なものといえる。

3-c 価値判断

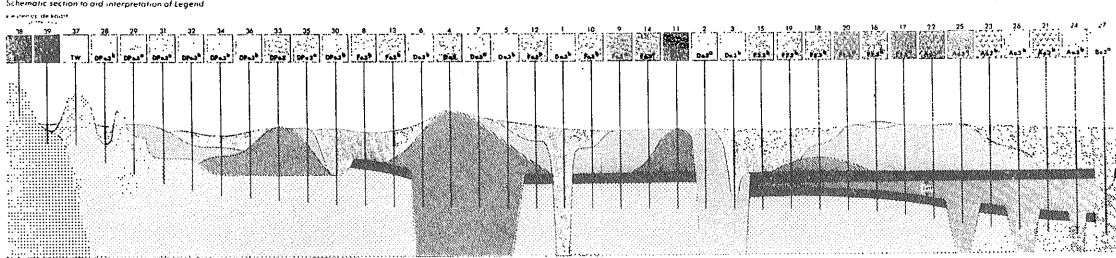
よく利用されるマップは図示単位の本質的属性がそれぞれ価値あるいは限界 困難性などを推れる尺度で順序だてて配列されているものである。そのようなマップの典型は“ストップライト”マップで目的に対する土地の適合性の度合を赤黄緑で示している。すでに示した McHenry, County 図幅 (HACKETT and MCCOMAS 1969) のいくつかはその好例である。図示単位の本質的属性——この場合は要するにその呼称——は色や R X G などの記号で表現された価値判断である。ただしこの呼称は利用法については付随する物理的属性についての別の情報により補足されている。

4. 図学についてのコメント

マッピング作業は基本的にはいつも同じで均質の図示単位の境界を描くことである。しかし作成者から利用者へ情報を伝達するというマップの役割は多様な局面を有している。ここではそのいくつかを述べる。

BOWMAN (1968) が明確に指摘したように“図学言語”というものは語彙 文法 熟語 構造 強勢 意味 その他 書き言葉の多くの特色をもっている。また書き言葉や話し言葉と同じようにマップの人から人へある概念を伝達する効果はマップが何を言っているのかということばかりではなく どう言っているのかとい

Schemaatich profiel verduideliking van de legenda



Betekenis van de symbolen in het schemaatich profiel

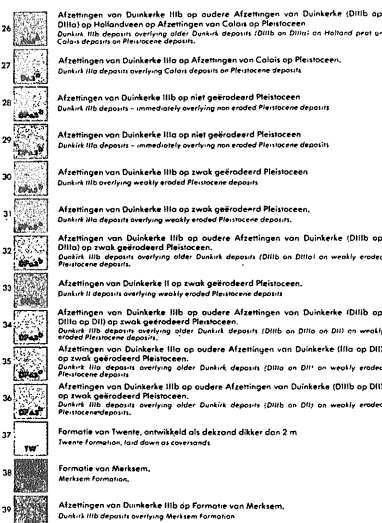
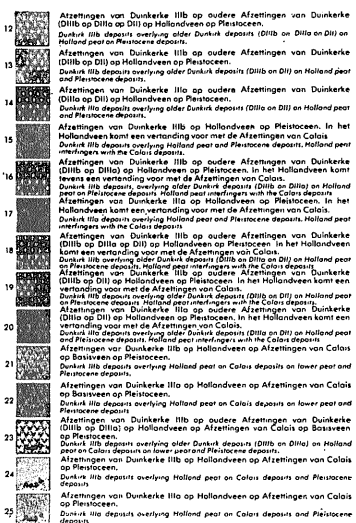


Schaal 1:50000

0 1 2 3 4 km

図版 XIII

LEGENDA



オランダZeeuwsch-Vlaanderen(オostblad)の地質図の断面凡例
縮尺 1 : 50,000 RUMMELEN (1965) より再掲(原図は多色刷: 筆者 注)

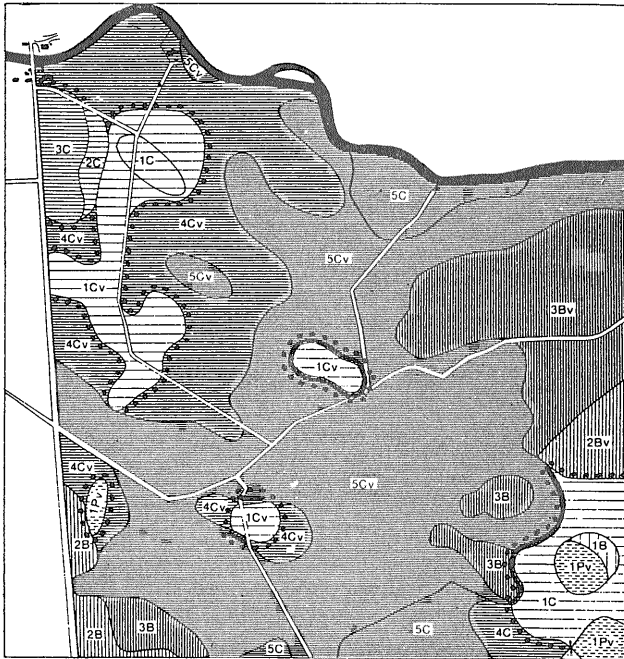
図版 XIII

うことにも等しくかかっている。

4-a 視覚強調

視覚強調は 論理的には 呈示される概念にもっとも重要なマップの要素として位置づけられる。このことはもし地質単位を同定するための色彩 模様 シンボル あるいはその他の方法が 別の実際のニーズや論理的妥当性から導かれたスタンダードコードに基づいているならば ある目的に対しては必ずしも適したものとはいえない。しかし マップが基本的な地質データから

得られ 一・二の特定の土木地質学的ニーズに対して意図されたものならば マップはしばしばどのような選択された情報でも強調が可能なものとなる。とはいえマップが多くの要求を満たそうとする傾向が広がるので視覚強調は混乱し 見当違いのことさえ発生しつつある。この観点から 多くの利用法を意図した土木地質図である Creve Coeur 図幅のプレート3の視覚強調は 致る所に存在する厚いレス層よりもむしろ下位の基盤岩に基づいているように見える。この強調は意図的のようでもあるが 基盤岩の見い出されない I2b や Xb のよう



Mapping units	Thickness of peat above 120 cm below surface	Depth of sand below surface	Mapping units	Thickness of peat above 120 cm below surface	Depth of sand below surface
Bog soils	cm	cm	Clay soils	cm	cm
1B	> 40	< 80	1C, 1Cv	< 40	40-80
2B, 2Bv	> 40	80-120	2C	< 40	80-120
3B, 3Bv	> 40	> 120	3C	< 40	> 120
Half Bog soils (sand soils with peaty topsoil)			4C, 4Cv	> 40	80-120
1P, 1Pv	40	< 80	5C, 5Cv	> 40	> 120

図31 種々の深度でピートと砂層を伴う地域の土壤図。 原図は HAANS and WESTERVELD (1970) による。 マップ上の境界のうち 黒丸で示したものは ふたつの基準(深度120cm未満のピートの厚さと砂層の深度)が同時に変化していることを表わしている。 基準を1段階以上飛び越えている境界は 太い実線で示した。

いるからである。

4-b 境界のランク

な実務的な目的のために地質のあるいは土質の単位を分類するには 普通 深度 層厚 斜面 傾斜のような連続した変数の区分をもって行われる。 もし急激な変化が起こるところでは そのような連続的変数の値は境界を挟んで 分類体系における1段階以上のランクの違いがある。 つまり1段階以上区分を飛び越えるのである。 HAANS and WESTERVELD (1970) から引用した図31 図32は そのような境界を例示している。

1段階以上変わる変数の境界は ある特定の 変数の範囲内で僅か1段階だけ変わる境界に比べて その目的に対してより重要であり さらにより多くの目的に対して意味深いものと考えて もよさそうである。 変数が連続的に変化しないところでは 何か地質学的に重要なことが 指摘される。 例えば境界が急激に途切れて 性質の著しい変化を示すときには 不整合や断層の存在など 多くの情報をもたらしてくれる。 このことは境界のランクの概念の有効性を示唆し 図33に示したように どれだけの分類の段階あるいはカテゴリーによって境界を表わすかに従っている。 一例を挙げると 図31中央部の 1cvはランク3の境界で区切られていて ピートの厚さが <40cm から> 40cm (1段階) へ また砂層の深度が 40~80cm から> 120cm (2段階) へと変化していることを表現している。

土地質図改善のための提案

なレスの図示単位に付随した土木学的特徴 特性 問題などは 極めて類似しているのである。 しかし マップの配色のコントラストで視覚強調が作られるならば 見る人によって相当な差を生ずるのであろう。

同様な難点は ウィスコンシン州の Jefferson County の土壤図 (MILFRED and HOLE, 1970) を 土地の利用可能性の概略やその図示単位の土木工学的特徴を知るために利用するときにも起こる。 全く異なった利用価値をもつ土からなるふたつの図示単位がほとんど同じ色で表わされているのである。 反対に類似した性質の土 少なくとも上部3~4フィートの土は対照的な配色なのである。 後者の背景としては Creve Coeur 図幅のようにレス層下の基盤岩層に基づいて図示単位が区別されて

地質学者は彼自身のもつ事実と推論を 人々のニーズに対応して 満足のいく程十分に伝達しなければならない。 それは(1)利用者がもつ問題とそれに対して下さなければならない決断に対して 何が必要かを認識し (2)いくつかの選択の道から決断を下すために必要な地質学的知識を すぐにも利用できる形で呈示することである。 しかし一般に地質情報が決断にとって第一義的なときでも 決断すること自体は 利用者側(個人でもグループでも)にある。 利用者は問題の解決策を探すと同時に 他の判断基準をも比較考察してみるべきである。

土地地質学は 多くの人々に直接に影響を与え かつ

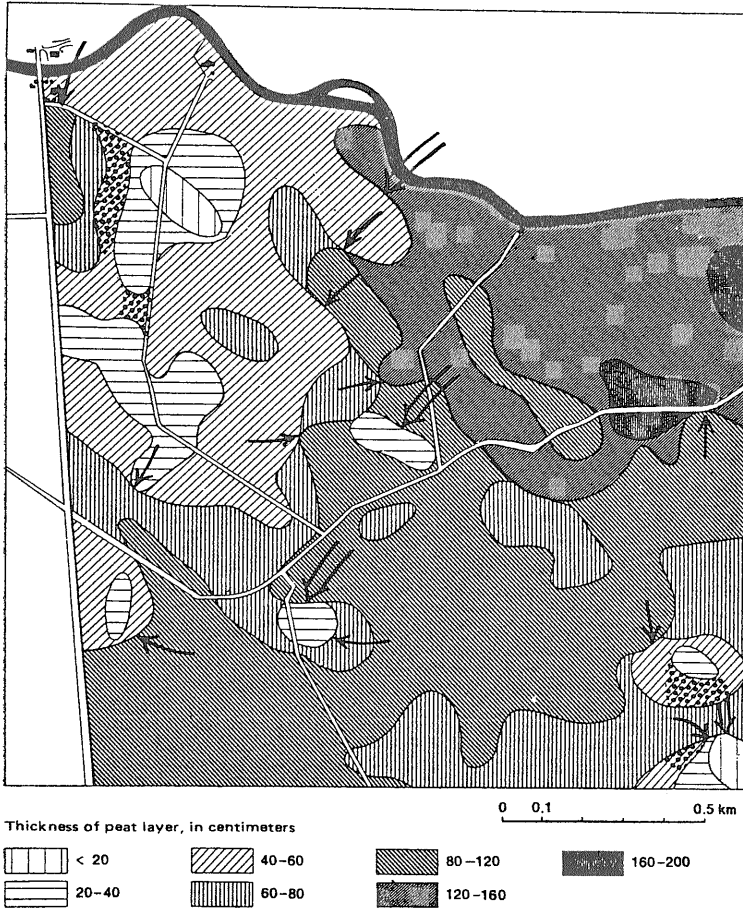


図32
 図31と同じ地域のPEAT図。PEAT層を厚さにより7つに分けている。境界は一部土壌図から導びかれた。またオーガー調査の結果も利用している。原図は HAANS and WESTERVELD (1970)。✓は1クラス、✗は2クラスそれぞれの地点で飛び越していることを示している。40~60cmのクラスのうち黒丸で示す4地域が 図31で与えられた定義とは論理的に矛盾している。

何をすべきかを示唆する地球科学の中の実務的分野のひとつである。従って土木地質学は人々が支配しそして支配される立法上の司法上のさらに行政上のプロセスに必然的に深く係わるようになってきている。これらのプロセスは地質学者として恐らく“科学的手法”を用いる我々が情報を得て評価解釈そして呈示するといったプロセスとはほとんど類似していないことを思い出すべきである。

そのことをとくに COWAN (1963) は「科学者は一般化し 法律家は個別化する」と表現している。科学者である土木地質学者は地質状態の土木工学的重要性をどのように記述したら妥当であるかということに携わっているといえる。

法律学者 COWAN (1963) によれば「訴訟は個別化を目ざすものであり 司法の過程は 独特な争いの状態を独自に処理するときにもっとも効を奏する。…(中略)… 法律はまず 感覚に関心をもっている——例えば正義感

これは論争の正しい整理ということで 心労 苦痛 損失などをできる限り抑えるために 人間関係を最良に調整することでありその結論を得るための最適な過程ということである。また 何が公正な結論として取りうるか 必要ならば ときには明らかに破廉恥な方法でも 法律は事実を歪めこじつけるものだというを 私は信じている」

科学と法律との間に そして法律を作り解釈し施行する人々と個人としての我々との間に あるコミュニケーションの隔たりが潜在することは すぐにでもわかる。そのような隔たりを埋めるために 土木地質図を進展させるいくつかの方法がある。例えば可能な限りの成果を求めその内容を変えること 調査のために新しい技法を用いること あるいは 人々がより良く仕事のできるような有機的体制を創ることなどである。しかし 私は心理の過程に焦点を合わせ 思考の4つの様式のもので いくつかの方法を考えてみたい。その4つとは 効果的な行動指針を導く方法に関したこと 利用者が求

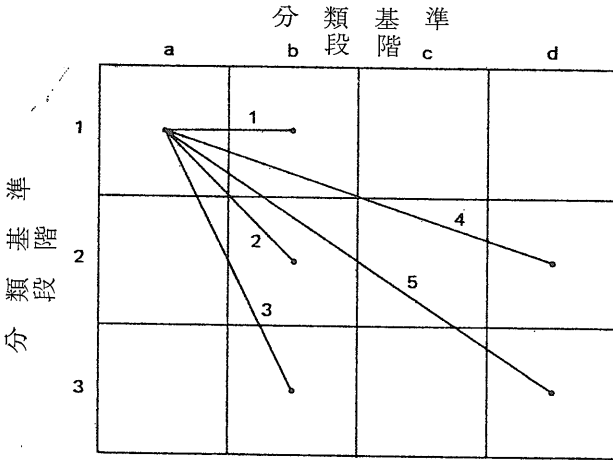


図33 ふたつの分類基準で定義された図示単位間の境界のランク。ふたつの分類基準はそれぞれ 段階には分けられているが連続的なものである。
1 aと1 bの境界は1のランク 1 aと2 bの境界は2のランクである (以下同様)。

多様化した土木地質学に対するニーズは それをこなしている人々が考えるよりも 今日ではより大きくなっている。加えて 我々の能力—公的・私的な 個人的・共同的な—で処理できる以上に ニーズはより急激に増大している。全ての高速道路 橋梁 あるいはトンネルが 都市周辺の移動時間を著しく変え その結果 土木地質学的情報へのニーズが日増しに強くなっているのである。土木地質学的情報はニーズが起りそして満たされるよりも早く鋭敏なものである。従って我々は優先順位をつけ もっとも重要な課題を迅速に行い そしてたとえ完全には満足でなくても 我々のコミュニケーションシステム—それを利用し機能させる人々を教授することからマップの利用者および利用者の抱えている問題を確認することまで—の全ての要素を改善する工夫と手段に 深く係わっているのである。

める真実を正しく印象できるように 事実と推定とを明確に伝えること 我々がそして利用者が 何がなされそれが何を意味するのか判断できるように あら探しということではなく分析的なセンスで批判的に評価すること 数値の情報を得て描くための新しい方法のために 建設的な様式と見方をもつこと である。

1. 関連性

我々の社会の継続した発展は より多くの環境に関連した地質調査が より広い地域で より広い範囲の題材とより多くの種類にわたって そしてより高い信頼性 正確さ 詳しさをもって行われるように求めている。そのような調査とそのスケールおよび内容は 人々の空間的動き 環境へのニーズ 環境への働きかけに対応して できる限り迅速に変化していかなければならない。これゆえに中ないし小縮尺の土木地質調査作業のためのプログラムは 環境科学のより大きな体系において 次のようなことを組み入れなければならない。

- 1) 同定力 判断力 評価力 そして人々の真のニーズに関連するマップの属性
- 2) 応答 (反応) の迅速性
- 3) 方向と焦点を変える力
- 4) 知識と技術の両面において 次のような重要な変化の方向と速度を決定する力
 - A 人口および人々のニーズ
 - B 地質学的条件が人々に及ぼす影響とそのプロセス
 - C 人々が地質環境に及ぼす影響とそのプロセス

我々の関心は かなりの程度まで未来に向けなければならない。そして我々は 遠い将来の“現実的”要求に沿うようにしなければならない。このことは 我々が縦方向のあるいは時間の軸に沿って進むにつれて データマトリクス (図4) の重なりの中に起こりうる変化を意識することを必要としている。我々の研究は どうしてある事象が今現在そこにあるのかということだけではなく それがどのような速さでどうなるのかということも示さなければならない。これはつまり動的平衡状態 および触発引き金関係が自然界の物理的プロセスからばかりではなく 我々の研究を利用できる人々に影響を及ぼしている社会的経済的プロセスからも生じることを理解することによってのみ可能である。

2. 明晰さ

もしも 人が明晰に話し書くならば その人が誤解されるようなことはない。曖昧 不明瞭 不合理 偏見 無知 その他理解を妨げる多くの言葉は 明晰な言葉を通して輝く光に耐えられないだろう。

我々土木地質学者は 今日では 技術者の言葉を話すようにと そして計画者さらには素人にさえも理解しうる形でマップを作るようにと また我々の所説の“論理的量を定める”ようにと促されている。これは非常に好ましいことであり 必要なことである。しかしまたマップ利用者が我々を余りにも“了解”し過ぎていることも悟らなければならない。つまり 我々が未知の価値を公正に推定していると考えているところがある。我々は時々 ある事柄をマップに描き 共変する証拠も

出さずに それを別のものだと言ったりすることがあるのである。また利用者にも我々以上に単に試験結果の統計学的分析が原位置での不均質性の測定としては役立たないことを感じさせねばならない。マップをまとめるに当たってとくに別のマップからまとめようとするときにはもし目標の精度に合わせれば我々は言語に関してさらに努力を払う必要がある。量に関する情報の提供は確かにしばしば技術者 計画者 立法府その他の機関の注目を引くのに役立つ。しかしさらに重要なことは率直に論理的にそして誠実につまり明晰に考え書くことである。このことこそ“役立つ以上の何もものでもないもの”であり間違いなく本質である。

我々の重大な問題の大部分は言語に関するものであるが我々はまた図学についての問題も持っている。例えば我々は「不確かさ」を種類と程度の両方について表現する図法を発展させるほどには到っていない。地質図の精度 再現性 そして信頼性の問題は時折論じられてはきたがほとんど注目されて来なかった。線を描くことは図面作成においてはまさに時間を消費し手間のかかる作業であるから我々はそのような線による表現の目的を線のもつ正確さ 精度 そして意味に関して言語だけの注意書きによってより低廉に置き換えることができると考えてきた。

多分言葉だけによる不確かさの伝達は一般地質のある目的に対しては適当であろう。しかし私が信ずる4つの理由のために土木地質図の作成にあたっては言語よりもむしろ多めの図によって不確かさのタイプと程度を表現する配慮があって然るべきである。その4つの理由とは次のようなものである。

- 1) よく描かれた図面は空間的情報を言葉以上に効果的に伝える。
- 2) 土木地質図の利用者は一般に地質データを利用する人々よりもある地点の属性およびある属性の地域の精度そして図示単位の均質性に關心をもっている。
- 3) 土木地質図の利用者は普通作図者が行っている研究とは部外者の立場にあるので図示単位周囲の線描に伴う制限条件や不確かさをそれらが示されかつ説明されていなければ評価する方法がない。我々地質学者がほとんど直観的に理解できると思われる問題も文字と図表で説明する必要がある。
- 4) WENTWORTH, ZIONY and BUCHANAN (1970) が主張したような“保守主義”思想への執着は実際には不確かさを示すいろいろな手段をもつことを必要としている。彼らは次のようなことをまさに適切に表現している。

「土木目的のためには地質に関して起こりうる問題の存在が調査されかつ十分に実証されるようにまた計画の適切な修正が詳細設計と建設工事の進行中でもできるようにそれら問題に対して留意することが望ましい。

土木構造物に不利な影響を及ぼしうる地質上の疑問点を図示することによりそれら疑問点が調査されることになるだろうという保守的考えをもってこのマップは作成された。しかし一方でそのような疑問箇所を省けば何らそこには問題はないという推測を生じさせるかもしれない。このためにたとえマップが疑わしくあるいは実証的でないように見られても何らかの根拠があり妥当ならば情報はマップ上に表わすことにした。個々の断層やそれら断層相互間の関係はそれらが存在するという合理的な証拠 たとえ決定的な証拠が欠如していても表現されている。

疑わしい地質情報が含まれることは地質図の作成に一般に用いられるものとは異なった保守的考えからある程度生じているのであるがマップ利用者は信頼度図を考慮することそしてマップ上で確度の低い情報と高い情報を区別するために断層の凡例に注意することが必要である」

マップの明晰さとは言葉 記号 図面表示などのあらゆる手だてを用いて明確な意味を障害なく伝えることである。このことは標準化によりかなりの程度まで高めることができる—この標準化は少なくとも土木地質図やそれに関連したマップにおいて用いられているような単語の意味 記号あるいは既に固定している通常の地紋をもつことである。従って土木地質学を含む全ての学問において新しく形成された組織の最初の活動のひとつは命名法および目標と成果との統一に関する作業を委員会あるいはグループに指示したことである。標準化のためのこの要求は根本的なことでありそして今やさし迫ったものであると私は信じている。コンピュータ技術が次第に地球科学の分野で用いられその道の専門家によって運用されてくるにつれもしフィールドを主体とした地質学者が自分の言語と表わそうとする概念とを定義することを怠ればそれらは必然的にデータ処理を基本の仕事としている人々によって定義されることになるだろう。定義を必要とする言葉はもちろん我々の専門分野に固有なものに限定される訳ではない。我々は firm weak well poorly good closely などの普通の語を特殊な目的に用いなければならぬしまたそれらに一般的にはより限定されたしかし我々の用法では極めて標準的な意味を加えなければならぬ。BRIGGS (1971) がちょうどそのような普通の語を彼のマップと土木地質学的分類のために定義したということは知っておくべきことだろう。

標準化はあるシステムの基本要素 配置 機能が確立されるのに十分で伝達を容易にするときに歓迎され

る。しかし新しいシステムの創造や批判的評価がその全般にわたって明らかに有利なのに標準化が却ってそれらを妨げ遅らせるようなときには標準化は歓迎されない。

望まれかつ必然的に増えると思われる標準化の種類は伝達的手段として記号を用いることである。BETZ (1963) が指摘したように記号というものは正確で紛らわしくない意味づけ扱いやすさ言語からの独立経済的なスペースそして対象物の記載と分類を表現する可能性ばかりではなくそれらの相互関係を表現できるという有利さをもっている。HUBAUX (1972) は標準化を促しながらもまさに正当に次のことを示している。すなわち地質対象物の本質的特徴の記述から複雑な地質概念特に起源を切り離すことが標準化に優先しなければならないと。

3. 批判的評価

マップは説得させる大きな力—“地図催眠”という適当な言葉のもとに BOGGS (1947) によって議論された力をもっている。確かに多くの利用者はマップ地域の直接の知識なしではまさに深くマップに疑問を抱くこともできないのでまた何らかの情報は全くないよりもましなのでマップを受け入れる気持ちが強く働いている。利用者がマップの信頼性を評価できる唯一の方法はマップ内に矛盾がないかを調べることである。そこで我々作図者としては自己批判的なことそして土地の評価だけでなく土地をどう描写するかその方法を工夫する必要がある。他にこれができる人はいない。

我々はマップをその目的とするところを注意深く考慮することなしに評価すべきではない。対象物だけの性質の考察によって評価はできないことまた対象物は土地あるいは土木地質図の一区画であることなどはっきり理解せずに我々は価値判断しがちである。LOPATINA 他 (1971) によって強調されたように評価は相互関係について行われた操作から構成されている。この相互関係とは特定の対象と特定の主体との間に存在しある明らかにされた目的によって決まる判断基準に従って検討される。

土地を評価する場合には対象物は比較的均質の性質をもつ空間的ユニットにまた主体は特定の人グループあるいは社会の一部局であるに違いない。例えば腐敗下水処理のための地質単位の評価—良い有利な疑問の不向きななどの語を使って—はその利用者がこの用語を実際に使うかどうかは別にして主体あるいは

ともかくも利用者によってなされるべきである。中ないし小縮尺のマップ上での評価はもし主体が個人の土地所有者で土地の小区画を利用するという目的のために評価(小地域の属性を含む)するならば主体が地域計画者あるいは広域の開発者で活動(属性の地域を含む)の一般的方向を決めるときに土地の相当な不均質性を大目にみることができるといふ場合に比較してかなり異なった精度重要性信頼性をもつことになるだろう。評価のこの側面はマップとは一般的な計画目的のために使われるべきで小地域の性質の評価のためには使われるべきではないという注意書き(小縮尺の価値判断図を付けたテキストには普通に見受けられる)に認めることができる。それにもかかわらずそうした否定的意見がマップとは個々の土地所有者に役立つべきであるとか問題を微細にわたって“正確に指摘する”のに役立つべきであるという説明に近いものとしてみられることがある。

地質図で表現された地域は多くの潜在対象を含んでいる。地質データから一連のマップを引き出す根本的な目的のひとつは潜在対象の数を減らすことである。それは対象—主体の組の中での評価が余計なものに気をとられることなくできるように特定の目的に適したデータをマップに描くことによってなされる。しかしマップが特別な客向きのためのコンサルタントによって作成されない限りは結果として主体をあるいは利用者を確認することはおぼつかないし評価を表現するのに使われた言葉はそれぞれ異なった利用者に対して常に異なった意味をもつことになるだろう。従ってマップ作成者が政府機関のような場合には一般公衆のためにマップを作るのであるからマップ上の言葉使いには注意すべき義務を負っている。

マップを評価するための判断基準は情報を伝達するというマップの力および主体が予めもっていた対象の起こりうる状態に関する可能性の評価を変更するというマップの力に密接に関係したものでなければならない。もしマップを研究する以前に利用者が全ての起こりうる状態を全ての地点で等しく起こりそうだとみなせば利用者は選択を必要とする決断に著しく確信をなくすであろう。利用者の心のエントロピーは極めて高いものとなる。まさしく役立つマップというものは利用者の選択の手引きに必要な情報を与えるものである。

マップ利用者は自分の抱く問題に関してマップを評価するときにひとつだけの判断基準を適用することはめったにない。例えば建設材料の開発のための礫成段丘の適性は結局基本的な地質属性の数だけではな

く 地域的経済的要素に係わっている。さらに基本的な地質属性は 同じ地域の他の種類の評価のために利用される必要がある。そこで例えば 粒度および粒度分布は 多くの潜在する仕事—利用—挙動の評価に対する要素である。しかし そのような性質(粒度など)に帰すべき重要性は ほとんど常に マップに表わされた利用目的に頼っている。斜面傾斜は 道路の路線位置の選定には運河の位置決定に比べ それほど決定的ではないのである。ここで再び 公共利用のための派生的マップの作成者は 特定の利用者には適当かもしれない評価のための判断基準を全ては適用しないことである。その結果として どのようにしてマップが引き出されてきたのかという正確で明晰な説明は 未知の利用者を助け そして誤解を防ぐのに重要である。

4. 創造性

ここまでの議論の中で 私は論理的分析に重点を置いてきた。そのことは多分 創造的・建設的・革新的思考のために併せて必要なものを不明瞭にしてしまっただろう。そのような思考自体は論理と矛盾するものではないが たとえどのように論理的な標準化が行われたとしても 方法を標準化すれば思考は損なわれる。革新的思考からは 新しいデータを得ることによってと同様ありふれた材料から非標準的な方法で新しい組み合わせを作ることによっても しばしば以前の経験を破り 洞察力が獲得できるように思われる。

我々は WADELL (1938) の言葉にあるように 広く詳しいばかりではなく 新しいそして未知なものを系統だててを効果的に助けるように 柔軟で弾力的な分類を形作るために 知識の要素の中から新しい関係を認識し 利用する能力を重んじなければならない。この人間の属性こそ ある性質だけが加速度的に変化する未来に対処するのに本質的である。

建設的創造性の範囲 つまり知識の要素から考えられる組み合わせの数は それら要素の数の増加に伴って また組み合わせの変化の中に入りこむ能力に伴って つまり要素の“基本性”に伴って 急速に増大する。そこで もし総描されたデータが それらの基本的成分ないしは属性へと 鋭く詳細に吟味されれば またもしそのような属性の空間的分布を示すことができれば 派生マップへの有益な統合的再グルーピングの数は 非常に大きくなる。修飾語句「知覚的に」は 可能なグルーピングの数が増加するにつれて それらを試験 比較 そして評価するために必要な精神的努力もまた増大するので 強調されなければならない。従って潜在する価

値に知覚の焦点をあてる必要がある。

ある特定の用途に対して 図示単位の適否の判断を表わすマップは 土地利用のパターンが変化するにつれて また技術が進歩するにつれて 急速に廃れる可能性がある。そのようなマップは役立つものではある。しかしそれは短命のものかもしれないので 我々はそれをさほど骨折することなく再製あるいは修正する方法を見出す必要がある。このことは 求められている図示単位の新しい種類を作るため 総描 選択 付加 重ね合わせ 変換などの操作を通じて 迅速かつ廉価に進めることのできる形で 基本的属性に関するデータをもつことを必要としている。

属性に関するデータを認識し 取得し あるいは測定するための適切な手段は 図34のような配列でみることができる。写真あるいは他のリモートセンシングの発明工夫は 有用な土木地質的情報を得るための 現在の手段と将来の見込みを与えてくれる。コンピュータはますます多種類のデータの処理 蓄積 検索 フィルタリング 再グルーピング そして図示などに利用できる (TANGUAY, 1969; SMEDES and others, 1970)。多くの空間的—一類型的情報は 最終的にはそのもっとも自在な形で—機械的 電子的あるいは光学的なメモリーの中に—蓄積されるであろうし そして 必然的に望まれるマップが意のままに選り分けて印刷できるだろう。任意のマップを作ることは 小地域の全ての記録された属性を示すためには重ね合わせを必要とするかもしれないし 以前には決して想像されもしなかった新しい属性の組み合わせを表わす地域を示すためには 選択を必要とするかもしれない。

もし類別した属性をもつ地域ではなく 個々の基本的属性がマッピングされれば 未経験の利用者は そのマップを自分の要求のために評価するのに ウェートをかけた属性—利用マトリクスを必要とするかもしれない。このマトリクスは単純に言えば どの属性が各用途に必要であり そしてどれ程重要であるかを示す図式(図35)から構成されている。NAZAREVSKY (1971) は例えば ウェート(加重値)あるいは“重要性の係数”を 人間の特別な局面のための地域を評価するために 環境の様々な成分に当てはめた。

ただ各基本的属性の空間的分布が分離して示されさえすれば 利用者はウェートを各属性に割りあてることができ もっとも好ましい属性の組み合わせの地域的分布を下書きでき あるいは特定の目的のために ウェートをかけた値の最大合計によって決定される地区 もしくは新しい図示単位を形ち作ることができる。

我々は測定のための
手段、獲得あるいは認識

		属 性							
		a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	a ₇	a ₈
m ₁	X								X
m ₂		X		X					
m ₃			X				X		
m ₄	X							X	
m ₅		X		X					
m ₆						X			

図34 属性に関するデータを認識 獲得 測定するための適切な手段を示すマトリクス。

我々は目的の多様性のために 用途—属性マトリクスを作り 広く適用できる属性を常に確認しようとすべきである。しかし求められる用途にもっとも重要な属性は 個々に直接測定できるものではないかもしれない。そこで他の属性の値から推定しなければならぬ。その場合には 属性—属性マトリクス (図7) は 観察できる属性の測定から 求められる属性の地域的分布に関する推定 さらに提案された利用計画に対する地域の適合性の判断まで広がった論理の鎖を始めることができる。

マップの情報を含めてより基本的な成分へと地質情報を分析的に細かくしていくことは個々の要求に応じる集積 総合 あるいは地域区分に先だって必要である。このことは 土木地質調査自体においてばかりではなく 土木地質調査が環境全体に係わる多くの諸研究へと合同され統合されるにつれて ますます明らかになってきている。MABBUTT (1968) の意見に私は賛成で それは次のようなものである。長期的には パラメータを用いたあるいは要素によるアプローチは 環境調査において今日一般的に行われている集積されたアプローチよりも優位を占めるであろう—どちらも常に必要なことであろうが。

集積されたマップの何葉かは とくに基本的に重要なものとして残るであろう。これらは基盤地質図 表層地質図 そして成因論的な土壌図であり重要なものである。なぜなら我々は 測定されていないあるいは測定できない性質に関する情報を常に必要としているからであり 点の情報を三次元へと外挿するもっとも確かな方法ではなくても 安上

がりなのは 地質および土壌の成因論的構造 組成 プロセスの知識を利用できるからである。標準的な地質成因論的マップは たとえそれらが むしろ少数の人々にとって大事な関心事である特殊目的図ではあっても 空間的一類型的情報の欠けがえのない貯えを形成するのである。

結 論

地質図は総合図である。それはもっとも基本的なそして多方面にわたる形では 情報ではない。それは図2の範囲内のどこかに位置する総描であり 特定の目的に対する地質学者の地質の解釈である。その輪廓 図示単位 そして記述は 他の目的のために意図した分析に対しては 十分に定義されていない。“一般目的”の地質図—広く多様で周到な利用のために “解釈されている” ことだけを必要とする—の概念については増々相当な疑問を感じている。もし地質図が要求される精度に対して適当な情報をもっていなければそれは特定の目的に対しても論理的に解釈できないし 従ってそうすべきではない。真実は推定から作り上げることができないのである。

仕事—利用—挙動マップは地質成因論的マップからかろうじて導き出せるか 全く派生できないものである。より確実には 意図している用途に直接関連した属性を示し そして互いに重なり合うこともあるひとつの属性の地域的分布を示す属性—場所図から導き出せる。もちろんここでの問題は 線画 コンター あるいは他の

		属 性							
		a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	a ₇	a ₈
P ₁	w ₁₁	w ₁₂	w ₁₃				
P ₂	w ₂₁	w ₂₂	w ₂₃				
P ₃					
P ₄									
P ₅									
P ₆									

図35 どの属性が仕事 利用 あるいは挙動に影響を与え その程度はどれ程かを示すマトリクス。ウェイト (W₁₁, W₁₂ など) は 図3に示した様々な測定方法で表現される。

基本的性質を示す手段が 一般に 伝統的な地質情報の境界を描くことに比べて 一層むつかしいことである。マッピングされるどの地域に対しても 適当な縮尺 時間 費用 研究者の能力 利用者の数と知識水準などの要素は 全て評価されなければならないし マッピングの大筋は野外調査のむしろ以前に決定されていなければならない。

このような理想的プランは 必ずというわけではないが 恐らくしばしば可能である。我々はたびたび 問題に関係してくる全てのデータの収集を待つ余裕のない決断の手助けを求められる。そして地質学者についていえば 我々の責務は 我々のマップがよく記録されたデータと推定されたデータとの相違を また観察や測定と解釈との相違を明確に知らせるものであること さらにマップによって 我々が全く何も知らないという者ではないことをわからせることのようにである。我々の伝えたいことが 我々の精神あるいは意向と決して食い違わないように 誠意と明晰さをもってあたらなければならない。

このことは多分 我々をして 再びスタートポイントに立ち戻らせるのに十分である。

WILLATTS (1970) は マップの人を引きつける力を賞讃したが 一方でそれが人を欺くことも示唆している。確かにマップは 美学的に近づきたい感を抱かせるべきものではない。というも そこでマップの伝達し説得する力を失くしてしまうからである。しかしマップの楽しみは 立派に役立ってこそ初めて現れるものである。マップのそして女性の真の価値は 外見だけではない。それは外見よりも内容にある。真の価値は観察された対象物の性質中よりも むしろ観察者の反応の中に存在している。

引用文献

- Abler, Ronald, Adams, J. S., and Gould, Peter, 1971, Spatial organization—A geographer's view of the world : New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 587p.
- American Commission on Stratigraphic Nomenclature, 1970, Code of stratigraphic nomenclature : Am. Assoc. Petroleum Geologists, 21p.
- Armand, D. L., 1965, The logic of geographic classifications and regionalization schemes : Soviet Geography—Rev. and Translation, v.6, no.9, p.20-38.
- Bachmann, G., Gröwe, H., Helmerich, K., Reuter, F., and Thomas, A., 1967, Instruktion für die Anfertigung einheitlicher ingenieurgeologischer Grundkarten : Zentr. Geol. Inst. Abh., Berlin, v.9, 35p., supplements.
- These are the COMECON standards, including directions for preparation and made-up examples of maps at scales 1 : 5,000 to 1 : 500,000.
- Beckett, P. H. T., 1968, Method and scale of land resource surveys in relation to precision and cost, in Stewart, G. A., ed., Land evaluation—CSIRO symposium : Australia, Macmillan, p.53-63.
- Berry, B. J. L., 1961, A method for deriving multi-factor uniform regions : Przegląd Geograficzny, v.33, no.2, P.263-282.
- 1964, Approaches to regional analysis—a synthesis : Assoc. American Geographers Annals, v.54, p.2-11.
- 1968, A synthesis of formal and functional regions using a general field theory of spatial behavior, in Berry, B. J. L., and Marble, D. F., eds., Spatial analysis—A reader in statistical geography : New Jersey, Prentice-Hall, Inc., p.419-428.
- Berry, B. J. L., and Marble, D. F., eds., 1968, Spatial analysis—A reader in statistical geography: New Jersey, prentice-Hall, Inc., 512p.
- Betz, Frederick, Jr., 1963, Geologic communication, in Albritton, C. C., Jr., ed., The fabric of geology: Geol. Soc. America, Addison-Wesley Pub. Co., p.193-217.
- Bjerrum, L., 1954, The conception of homogeneity : Schweizer Archiv für Angewandte Wissenschaft und Technik, v.20, no.7, p.221-223.
- Blanc, R. P., and Cleveland, G. B., 1968, Natural slope stability as related to geology, San Clemente area, Orange and San Diego Counties, California : California Div. Mines and Geology Spec. Rept. 98, 19p.
- Board, C., 1967, Maps as models, in Chorley, R. J., and Haggett, Peter, eds., Modeles in geography : London, Methuen and Co., p.671-725.
- Boggs, S. W., 1947, Cartohypnosis : Sci. Monthly, v.64, p.469-476.
- Bowman, W. J., 1968, Graphic communication : New York, John Wiley & Sons, 210p.
- Briggs, R. P., 1971, Geologic map of the Orocovis quadrangle, Puerto Rico: U. S. Geol. Survey Misc. Geol. Inv. Map I-615.
- Brink, A. B., Mabbutt, J. A., Webster, R., and Beckett, P. H. T., 1966, Report of the working group on land classification and data storage : Mil. Eng. Experimental Establishment Rept. 940, England, 97 p.
- Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 1969, Carte géotechnique de la région de Creil (Oise) : 1:20,000, in two parts: (1) geologic and documentation map with inset on hydrology and (2) map of foundation types and construction materials with inset on depth of ground water.
- Carnap, Rudolf, 1962, Logical foundations of probability : Chicago Univ. Press, 613 p.
- CETENAL (Comisión de Estudios del Territorio Nacional), Mexico, 1971, Presade Santa Gertrudis

- F-14-A-33, 1:50,000 : Carta uso potencial.
- Cherry, Colin, 1966, On human communication, a review, a survey, and a criticism [2d ed.] : Cambridge, Massachusetts Inst. Technology Press, 337 p.
- Cline, M. G., 1949, Basic principles of soil classification : Soil Sci., v. 67, p. 81-91.
- Cole, J. P., and King, C. A. M., 1968, Quantitative geography—Techniques and theories in geography : London, John Wiley & Sons, 692 p.
- Cowan, T. A., 1963, Decision theory in law, science, and technology : Science, v. 140, p. 1065-1075.
- Dixon, C. J., 1970, Semantic symbols : Math. Geology, v. 2, no. 1, p. 81-87.
- Dobrovolsky, Ernest, and Morris, R. H., 1965, Map showing foundation and excavation conditions in the Burtonville quadrangle, Kentucky : U. S. Geol. Survey Misc. Geol. Inv. Map I-460.
- Duncan, O. D., Cuzzort, R. P., and Duncan, B., 1961, Statistical geography—Problems in analyzing areal data : Illinois, Free Press, 187p.
- Eckel, E. B., 1951, Interpreting geologic maps for engineers : Am. Soc. Testing and Materials Spec. Tech. Pub. 122, p. 5-15.
- Elder, W. R., 1965, Soils and urban development of Waco, in Urban geology of greater Waco, Pt. 2, Soils: Baylor Univ., Baylor Geol. Studies Bull. 9, 66 p.
- Font, R. G., and Williamson, E. F., 1970, Geologic factors affecting construction in Waco, in Urban geology of greater Waco, Pt. 4, Engineering : Baylor Univ., Baylor Geol. Studies Bull. 12, 34 p.
- Golledge, R. G., and Amadeo, D. M., 1966, Some introductory notes on regional division and set theory: Prof. Geographer, v. 18, no. 1, p. 14-19.
- Grabau, W. E., 1968, An integrated system for exploiting quantitative terrain data for engineering purposes, in Stewart, G. A., ed., Land evaluation—CSIRO symposium : Australia, Macmillan, p. 211-220.
- Grant, K., 1968a, A terrain evaluation system for engineering : Commonwealth Sci. and Indus. Research Organization, Australia, Div. Soil Mech. Tech. Paper 2, 27 p.
- _____, 1968b, Terrain classification for engineering purposes of the Rolling Downs Province: Commonwealth Sci. and Indus. Research Organization, Australia, Div. Soil Mech. Tech Paper 3, 385 p.
- Grigg, David, 1965, The logic of regional systems : Assoc. American Geographers Annals, v. 55, no. 3, p. 465-491.
- _____, 1967, Regions, models and classes, in Chorley, R. J., and Haggett, Peter, eds., Models in geography: London, Methuen and Co., p. 461-509.
- Haans, J. C. F. M., and Westerveld, G. J. W., 1970, The application of soil survey in the Netherlands: Geoderma, v. 4, p. 279-309.
- Haantjens, H. A., compiler, 1970, Lands of the Goroka-Mount Hagen area, Territory of Papua and New Guinea : Commonwealth Sci. and Indus. Research Organization, Australia, Land Research Ser. no. 27, 159 p.
- Hackett, J. E., and McComas, M. R., 1969, Geology for planning in McHenry County : Illinois Geol. Survey Circ. 438, 31 p.
- Hageman, B. P., 1962, The Holocene of Voorne-Putten: Mededelingen van de Geologische Stichting, n. s., no. 15, p. 85-92 [The Netherlands].
- _____, 1963, A new method of representation in mapping alluvial areas : Verh. Kon. Ned. Geol. Minjb. Gen., Geol. ser. 21-2, Jub. Conv. pt. 2, p. 211-219.
- _____, 1968, The reliability of geological maps : Internat. Jahrbuch für Kartographie, v. 8, p. 144-154.
- Harrison, J. M., 1963, Nature and significance of geologic maps, in Albritton, C. C., Jr., ed., The fabric of geology : Geol. Soc. America, Addison-Wesley Pub. Co., p. 225-232.
- Harvey, David, 1969, Explanation in geography : London, Edward Arnold, 521 p.
- Hautamäki, Lauri, 1971, Some classification methods in regional geography : Fennia, v. 103, p. 1-37.
- Hedberg, H. D., ed., 1970, Preliminary report on lithostratigraphic units: Subcommission on Stratigraphic Classification Rept. 3, Internat. Geol. Congress, 24th, Montreal, Canada, 1972, 30 p.
- Hubaux, A., 1972, Dissecting geological concepts : Math. Geology, v. 4, no. 1, p. 77-80.
- Johnston, R. J., 1968, Choice in classification—the subjectivity of objective methods : Assoc. Am. Geographers Annals, v. 58, no. 3, p. 575-589.
- Kansas Geological Survey, 1968, A pilot Study of land-use planning and environmental geology : Kansas Univ., Kansas Geol. Survey Study Comm., Econ. Devel. Plan. Program, 701 Project, Kansas P-43, rept. 15 D, 63 p.
- Kiefer, R. W., 1967, Terrain analysis for metropolitan fringe area planning : Am. Soc. Civil Engineers Proc., Jour. Urban Plan. and Devel. Div., v. 93, no. UP 4, p. 119-139.
- King, L. J., 1969, Statistical analysis in geography : New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 288 p.
- Klimaszewski, Mieczyslaw, 1960, Problematyka szczegółowej mapy geomorfologicznej oraz jej znaczenie naukowe i praktyczne (Problems concerning the detailed geomorphologic map, its scientific and practical importance): Przegląd Geograficzny, v. 32, no. 4, p. 459-485 [in Polish with French summary].
- Klovan, J. E., and Billings, G. K., 1967, Classification of geological samples by discriminant-function analysis : Canadian Petroleum Geology Bull., v. 15, no. 3, p. 313-330.
- Knox, E. G., 1965, Soil individuals and soil classification : Soil Sci. Soc. America Proc., v. 29, no. 1, p. 79-84.

- Kolacny, A., 1969, Cartographic information—a fundamental concept and term in modern cartography: *Cartographic Jour.*, v. 6, no. 1, p. 47-49.
- Krumbein, W. C., and Graybill, F. A., 1965, An introduction to statistical models in geology: New York, McGraw-Hill Book Co., 475 p.
- Kupfer, D. H., 1966, Accuracy in geologic maps: *Geotimes*, v. 10, no. 7, p. 11-14.
- Laffitte, Pierre, 1968, Limites actuelles de l'informatique géologique: *Bur. Recherchers Géologiques et Minières*, 2 ser., sec. 4, no. 3, p. 1-9.
- Lopatina, Ye. B., and others, 1971, Present state and future tasks in the theory and method of an evaluation of the natural environment and resources: *Soviet Geography—Rev. and Translation*, v. 12, no. 3, p. 142-151.
- Lozinska-Stpien, Halina, and Stochlak, Janusz, 1970, *Metodyka sporzadzania map inzyniersko-geologicznych w skali 1:5,000 i wiekszych* [Mapping methods for geological engineering 1:5,000 and larger scale maps]: *Geological and engineering investigation in Poland*, v. 5, Instytut Geologiczny, Bull. 231, p. 75-112 [in Polish with summaries in Russian and English].
- McCannon, R. B., 1968, Multiple component analysis and its application in classification of environments: *Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull.*, v. 52, no. 11, pt. 1, p. 2178-2196.
- McDonald, J. R., 1966, The region, its conception, design, and limitations: *Assoc. Am. Geographers Annals*, v. 56, no. 3, p. 516-528.
- McHarg, I. L., 1969, *Design with nature*: New York, Nat. History Press, 197 p.
- Mabbutt, J. A., 1968, Review of concepts of land classification, in Stewart, G. A., ed., *Land evaluation—CSIRO symposium*: Australia, Macmillan, p. 11-28.
- Matula, Milan, 1969, *Regional engineering geology of Czechoslovak Carpathians*: Bratislava, Publishing House Slovak Acad. Sci., 225 p.
- _____, 1971, Engineering geologic mapping and evaluation in urban planning, in Nichols, D. R., and Campbell, C. C., eds., *Environmental planning and geology*: U. S. Dept. Housing and Urban Development and U. S. Dept. Interior, p. 144-153.
- Milfred, C. L., and Hole, F. D., 1970, Soils of Jefferson County, Wisconsin: Wisconsin Univ., Wisconsin Geol. and Nat. History Survey Bull. 86, Soil Ser. no. 61, 172 p.
- Milovidova, N. V., 1970, The use of the tree of logical possibilities in the construction and control of physical geographic classifications: *Soviet Geography—Rev. and Translation*, v. 11, no. 4, p. 256-262.
- Nazarevskiy, O. R., 1971, The selection of elements of the physical-geographic environment and of aspects of human occupation for an evaluation of physical living conditions: *Soviet Geography—Rev. and Translation*, v. 12, no. 3, p. 157-172.
- Orvedal, A. C., and Edwards, M. J., 1941, General principles of technical grouping of soils: *Soil Sci. Soc. America Proc.*, v. 6, p. 386-391.
- Pásek, J., 1968, The development of engineering-geological maps in Czechoslovakia: *Zentr. Geol. Inst. Abh.*, Berlin, v. 14, p. 75-85.
- Pocock, D. C. D., and Wishart, D., 1969, Methods of deriving multifactor uniform regions: *Inst. British Geographers Trans.* 47, p. 73-98.
- Pokorny, J., and Tyczynska, M., 1963, Method of evaluation of relief for land planning purposes (on example of the region of Kraków), in *Problems of geomorphological mapping*: *Inst. Geography Polish Acad. Sci., Geog. Studies* no. 46, p. 95-99.
- Quay, J. R., 1966, Use of soil surveys in subdivision design, in Bartelli, L. J., and others, eds., *Soil surveys and land use planning*: *Soil Sci. Soc. America and Am. Soc. Agronomy*, p. 76-86.
- Radbruch, D. H., 1969, Areal and engineering geology of the Oakland East quadrangle, California: *U. S. Geol. Survey Geol. Quad. Map GQ-769*.
- Reuter, F., 1968, Engineering-geological mapping in Germany: *Zentr. Geol. Inst. Abh.*, Berlin, v. 14, p. 10-36.
- Rhodes, J. M., 1969, The application of cluster and discriminatory analysis in mapping granite intrusions: *Lithos*, v. 2, no. 3, p. 223-237.
- Rockaway, J. D., Jr., and Lutzen, E. E., 1970, Engineering geology of the Creve Coeur quadrangle, St. Louis County, Missouri: *Missouri Div. Geol. Survey and Water Resources Eng. Geology Ser.* no. 2, 19 p.
- Rodoman, B. B., 1965, Logical and cartographic forms of regionalization and their study objectives: *Soviet Geography—Rev. and Translation*, v. 6, no. 9, p. 3-20.
- Rummelen, F. F. F. E. van, 1965, *Bladen Zeeuwsch-Vlaanderen West en Oost, Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland 1:50,000*: *Geologische dienst, Haarlem*, 79 p.
- Sanejouand, R., 1972, *La cartographie géotechnique en France*: Ministère l'Équipement et du Logement, Direction de l'aménagement foncier et de l'urbanisme and Laboratoire central des Ponts et Chaussées, Paris, 96 p.
- Schelling, J., 1970, Soil genesis, soil classification, and soil survey: *Geoderma*, v. 4, no. 3, p. 165-193.
- Searles, H. L., 1956, *Logic and scientific methods* [2d ed.]: New York, Ronald Press, 378 p.
- Smedes, H. W., Pierce, K. L., Tanguay, M. G., and Hoffer, R. M., 1970, Digital computer mapping from multispectral data, and evaluation of proposed earth resources technology satellite (ERTS) data channels, *Yellowstone National Park; preliminary*

- report : U. S. Geol. Survey open-file rept, 39 p.
- Sokal, R. R., 1966, Numerical taxonomy: Sci. American, v. 215, no. 6, p. 106-116.
- Spence, N. A., and Taylor, P. J., 1970, Quantitative methods in regional taxonomy, in Board, C., and others, eds, Progress in geography—International reviews of current research: New York, St. Martin's Press, v. 2, p. 1-64.
- Stamatello, H., 1965, Une carte géologique de la ville de Varsovie, à l'usage des urbanistes: Rev. Géographie Phys. et Géologie Dynam., v. 7, no. 1, p. 3-10.
- Stevens S. S., 1946, On the theory of scales of measurement: Science, v. 103, p. 677-680.
- _____ 1958, Measurement and man: Science, v. 127, p. 383-389.
- Tanguay, M. G., 1969, Aerial photography and multi-spectral remote sensing for engineering soils mapping: Joint Highway Research Project, Purdue Univ., Progress Rept. 13, 308 p.
- Thiadens, A. A., 1970, The Geological Survey of the Netherland, in 100-year celebrations of the Hungarian Geological Institute: Annales Inst. Geol. Pub. Hungarici, v. 54, p. 1, p. 209-222.
- Treisman, A. M., 1966, Our limited attention: Adv. Sci., v. 22, no. 104, p. 600-611.
- U. S. Geological Survey. 1949, Interpreting ground conditions from geologic maps: U. S. Geol. Survey Circ. 46, 10 p.
- Wadell. Hakon, 1938, Proper names, nomenclature, and classification: Jour. Geology. v. 46, no. 3, pt. 2, p. 546-568.
- Wentworth, C. M., Ziony, J. I., and Buchanan, J. M., 1970, Preliminary geologic environmental map of the greater Los Angeles area, California: U. S. Geol. Survey TID-25363, 41p, issued by U. S. Atomic Energy Comm., Oak Ridge, Tenn.
- Willatts, E. C., 1970, Maps and maidens: Cartographic Jour., v. 7, no. 1, p. 50.

訳者あとがき

D. J. VARNES 博士の著作になる「地質図の論理……」はこれで全部の紹介を終った。ここで以下の点をおことわりしておきたい。

(1) 3か月に分割した中の(その2)(その3)の冒頭にある要旨は原著のアブストラクトの訳であって原著では表題にひきついて記述されている。本来ならば(その1)の書き出しに収めるべきであろうが読者の便宜を考えあえて(その2)(その3)の書き出しに置いた。

(2) 原著の中にある多くの挿図は紙面のつごうで縮図しなければならなかった。当然図中の記号や説明文が不鮮明になってしまった。

(3) 原著の図版は折り込みの多色刷図版である。これも紙面のつごうで白黒の縮図しかもその1部分を収めねばならなかった。したがって著者 VARNES 博士の意図を十分に伝えていないことも有ると思う。

(4) 以上の不備を補うことに加えて原著の中でしばしば引用されている多くの人々の地質学に関する論文の出典を明らかにするため原著の末尾にある引用文献をすべて掲載し読者への手助けとした。

VARNES 博士の文章でいう「土地地質図」は土地利用計画の作成や建設地点・路線の選定目的に利用される 1/5,000 以下のものであり土木工事に直接関係している地盤・岩盤の物理的・工学的性質を表現する 1/500 ~ 1/1,000 の「地質工学図」ではない。「地質工学図」では一般に岩石名でなく風化表土 弱風化岩盤 未

風化岩盤など 岩級区分にもとづく岩盤分類で表現されている。

しかしこの文章の範囲の「土地地質図」についてみると私達 geologist は「博物学的名称である」岩石・岩体・地層名から離れることはできない。その意味は岩石・岩体・地層名は単に成因論的内容だけでなく成因からくる実によくの物理的・工学的性質に関する情報を含んでいるからである。したがって半ば定量的に物理的・工学的性質を計画立案者や実務者に説明することができるしその説明を文章でなく図面で行う論理体系が VARNES 博士の論文から読みとることができた。

最後に平地や台地の地質をどのように表現するかという現在当面している課題を考えてみたい。

VARNES 博士は平地下の地層・岩体の成層状態を表現する図法にストライプトマップ、ユニタイズドマップ 断面凡例図の図法があると説いている。この中でストライプトマップの図法になるものは私達は我が国ではまだ見ていない。断面凡例図の図法についていえば明治15年地質調査所創設と共に開始された土性図に単純であるが用いられており現在は土壌図にひきつがれている。思うに平野や台地の地下地質を確定することが急務であるけれども日本の土地条件に適した断面凡例図の図法による地質図の作成も平行して試みておかねばならない。

本書が1974年に印刷された後現在までにアメリカを中心として多くの「土地地質図」が刊行されている。これらの紹介は時を改めて行うつもりである。