

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 他分類と同じように集合・分割 論理的統合・論理的分析 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 土木工学の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 また異なるのか 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数少ない属性—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 空間的な土木地質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。

分析および問題点

土木技師および土地利用計画作成者にとって重要な性質を示している土木地質図 あるいはそれに類したマップは 多くの手法で作られてきた。以下 そのようなマップがどのように作られるかを分析し マッピングおよびマップの利用の際に直面する論理的困難性について述べることにする。

1. マップ上の操作時における本質的属性の同定

地質図の図示単位の本質的属性の同定は マッピング作業中でも難しい。岩相層序学的地質層序は 岩相とその作図可能性に支配されて定義される。つまりはつきりとした 多分ごく僅かに不均質な岩石ユニットが採用しようとする縮尺で十分に作図できること あるいはよりたやすく同定できるふたつ以上の図示単位の間には多くの岩質からなる極めて不均質な岩石ユニットが狭まれているそれが作図できることである。そのような図示単位の まさに本質的属性は 各部分部分が 当然定義によって描かれた境界線の中に存在することである。従って図示単位の意味を類型的変換などの作業によって変化させたとき均質性を必要としない岩相層序学的判断基準によって定義された地域に 利用とか挙動に関する属性が帰せられるとき—変換された図示単位の新しい定義によって本質的な属性を分離させるのは まさに難しい。この問題は多くの例から強調できる。

マップは線画 模様および色彩 記号 図示単位の名称あるいは位置付け 言語による記述などの要素から構成されている。これらマップ言語の要素は 純粋な図示から全くの言葉の表現までの範囲にわたっている。そしてマップ上の種々の操作は 一般にまず言語に 次

いで図示に影響を及ぼす変成作用のコースをたどっている。

1-a 再定義のない付加あるいは再グルーピング

数字および言葉の付加はそれが例えば試験結果を与えたとか 作図された図示単位の工学的挙動に関する帰納的推理を示すならば 図示単位の本質的属性には影響を及ぼさない。それら属性は 名称 記号 輪廓などと同じように そのまま残される。このような作図例は多いが RADBRUCH (1969) によるカリフォルニア州 Oakland East 図幅はその好例である。

基本地質図上の線あるいは図示単位の記述などを修正したり変更することなしに行うことのできる 2 番目の操作は 特定の岩石の あるいは地質図の図示単位の工学的挙動の補足的同定である。このような処理の好例は BRIGGS (1971) によるプエルトリコの Orocovis 図幅である。

BRIGGS のマップでは 地質学的・成因論的地層単位は共通の土木地質学的特徴に基づいて A から N までの段階グループにグルーピングされている。各グループは岩質的に類似した岩石からなっている。キーに示されるように 各地質図示単位は不均質であるが故に いくつかの異なったグループに配され (最大 4 つのグループに分けられている) それらのうち重要なグループはボールド体活字で表わされている (図13)。土木地質学的グループは地質図上に特別には示されず 形式的にも定義されていない。

グループ B と E の岩石学的記述がほとんど一致していることに注意しよう。もし土木地質学的分類が岩相の違いによるならば これらふたつのグループを識別する本質的属性は少なくとも表の記述中の最初のコラムには表現されえない。グループ B は地層 Kma と Kto の 80~90% を含むが Kmd を含まず E は Kmd を 100% 含むが Kma も Kto も含まないのだから 表現されていない本質的相違は これら地層の定義とか地域的分布に結びついているに違いない。

工学的特徴は幾分異なっている。しかし工学的特徴における類似性のパターンが 各段階グループへの分割やグルーピングを完全に支配しているようにはみえない (グループ C と D の工学的特徴における類似性に注意)。

補足すると BRIGGS の「土木地質学的表示の利用法」という一節は 既に強調した土木地質図のふたつの基本的利用法と同じである。すなわち 表からマップへの方向は本質的にある属性の地域を見出すものであり マップから表への方向はある地域の属性を見出すものである。

1-b 変換

〔強調せずに〕 次の より複雑な操作は 実際の類型的変換を含んでいる。これについてはすでにいくらか抽象的な表現で議論したが 実際のマップに関する多くの問題の中心である。この操作は本質的に ある行為を実施すること および何かを言うあるいは何か他のことをすることである。その転換は突然かつ非常に明瞭であるが またあまりにも捕えがたく目立たないので 記述者の心の中にほとんど気がつくこともなく 起こっているようである。例えば ROCKWAY and LUTZEN (1970) は ミズーリ州の Creve Coeur 図幅の中で次のように述べている。

「図示単位の境界は 従来の地質図のように地質学的位置とか時代とかいうよりも むしろ基盤岩の土木地質学的特徴に基づいて描いた。工学的パラメータは図示単位を表示する際の基準であるから 異なった地層がひとつの図示単位としてマッピングされるかもしれない。この分類体系では 基盤岩層とミズーリ川の広範な表層堆積物を 工学的性質によって ローマ数字で表わした各図示単位に分類した。Creve Coeur 図幅で確認された主要ユニットは

- Unit I——沖積層
- Unit II——炭酸塩基盤岩
- Unit X——サイクリック堆積物

である」

層序学的に分けられた地層の部分部分は 実際ひとつの土木地質図単位に含められている。しかし マッピングの基準が工学的パラメータあるいは工学的性質であるという説明は 是認されないように見える。説明書中にある図示単位および細区分についての長々しい記述には マッピングに実際に用いた分類基準が 成因論的過程 (沖積層におけるように) 岩相 (炭酸塩基盤岩におけるように) 時代 (Unit X はベンシルバニア紀の基盤岩が下に横たわる地域を示す) そして地形上の位置あるいは形態であったことが述べられている。つまり採用された図示単位は 年代層序あるいは地質層序よりも工学的性質とか挙動に関して不均質性はより小さいのであろうが 境界の線引きに実際に用いた基準は 工学的なものではなく地質学的なものだったのである。

カンザス州 Lawrence 近傍地域における 土地利用と環境地質のためのパイロットスタディに関する有意義な報告書 (Kansas State Geol. Survey, 1968) 中の図にも同様な変換があり これは図14に示した。岩石学 斜面傾斜 土壌の厚さ および成因の説明から “工学的性質に基づいた” 説明への転換は マップとそれに続く見出しとの間に 急激に そして控え目に起こっている。

このような例証は 読者である地質学者—我々の方法

KEY FOR RAPID REFERENCE FROM MAP TO ENGINEERING GEOLOGY TABLE

Geologic map symbols in alphabetical order

Capital letters refer to tiers of table.

Letters in boldface refer to predominant rock types and characteristics

Map symbol	Tier	Map symbol	Tier	Map symbol	Tier	Map symbol	Tier
ha	J	Kmt	H	Kpw	F	Kva	A
Ka	D,G	Kmu	H,E	Kr	G,B,C,H	Kvm	A
Kc	D,A,B,E	Ko	A,C,G	Krf	A	Qa	K
Kct	C,A	Kpb	D,F	Kria	A	Ql	L
Kma	B,A,C,G,	Kpo	H	Kt	G,A,B,C	Qt	K
Kmaf	A	Kpr	H	Ktb	C,G	TKd	I
Kmd	E	Kprb	H,D	Kto	B,A,C,G	TKp	I
Kmh	H	Kpv	D,A	Kv	G,B,A,C	Tt	N

HOW TO USE THE ENGINEERING GEOLOGY TABLE

Columns are divided horizontally into tiers lettered A to N

Table to map —If the reader is looking for rock suitable for riprap, for example, he will search column 3 and find that tier B lists "Riprap—Good." Columns 1 and 2 of tier B show the rock types involved, the geologic map symbols, and the general area of the map in which these rocks are found. With these data the reader can then locate on the geologic map the sites where the desired material probably will be found.

Map to table —If the reader wishes to know, for example, the excavation and stability conditions along a proposed highway route, he can plot the route on the geologic map, find the geologic map symbols of the units crossed, and check with the key accompanying the table. Thus, if the area in question is labelled Kto, opposite this letter symbol the key lists B,A,C, and G, with the B in boldface. These letters refer to tiers and the desired information appears in column 3 of these tiers. The boldface B indicates that most of the Kto rocks will have the characteristics listed in tier B, while some of the Kto rocks will have the characteristics listed in tiers A, C, or G.

A

図13 プェルトリコの Orocovis 図幅 (BRIGGS, 1971) の記述の一部。 A—地質層序単位と土木地質学的グループとの関係を示すキーで 次の表の利用のための手引き B—原図からの抜粋 (最初の3つのコラムと最初の5つの層)

論である帰納法への長い経験を通して 言語によって示される全体の意味を推測するよう仕向けられていることを期待するならば—には 取るに足らないことかもしれない。しかし技術者あるいは計画立案者にしてみれば どうだろう。もし我々のマップの境界が工学的性質に基づいて描かれるというならば 地質学者ではない読者は 我々が実際に工学的性質を試験し その結果から境界を引いたと思うだろう—図示単位は 説明書中の工学的性質に関して均質であることに基づいて描かれる—他の基準によって描かれた境界をもつ図示単位については 工学的性質を評価しているとは思わないだろう。

[再定義したユニット] 類型的再グルーピングは既にマッピングした地質単位を 利用のための あるいはそれらの挙動を示すためのより数少ないグループへと集め 新しい記号や色彩で区別し そして新しい記述をすることでである。その典型的な例は DOBROVOLNY and MORRIS (1965) によるケンタッキー州Burtonville 図幅の

基礎地盤および掘削条件図である。彼らは MORRIS が以前に作成した地質図の線のうち 一本を除いて残りの全てをそのマップに利用し 代わりに岩相による地質図示単位を細分する一本の線 (新たな野外調査を必要とした) を加えたに過ぎない。この変化は 図版—I に引用した柱状図中に示してある。

Burtonville 基礎地盤・掘削条件図の4つの図示単位の記述も 図版—I に掲載した。図示単位の新しい本質的属性は 私の判断する所では説明用の図表の下の最初の行に示されている。すなわちユニットAの本質的属性は 「基礎土として劣り たやすく掘削できる」であり それが全てである。他に記述すべきものは付随的である—有益で役立つものではあるが本質的なものではない。

Burtonville 図幅のグルーピング (そして分割) は 成層した基礎岩と沖積層の両方が相当な厚さをもつ地質層序の中で行われている。それは単に地層固有の岩相的属性によって決定されているのである。

ENGINEERING GEOLOGY
 Characteristics of fresh rock unless specifically
 stated otherwise (see column 1, tier M)

Tier	1. ROCK TYPES AND GEOLOGIC MAP SYMBOLS (Percentage indicates proportion of the rock type within each map unit)	2. DISTRIBUTION	3. GENERAL ENGINEERING CHARACTERISTICS (see text below this table)
A	Very thick lava and lava breccia: 100% of Kmf, Kria, Kvm, Kva, dikes shown by red with x's, blue, and blue with x's 70-80% of Ko. 10-20% of Kto. <10% of Kc, Kct, Kms, Kpv, Kt, Kv.	Chiefly in the east-central and central parts but locally present in most parts of the quadrangle.	Excavation—Difficult. Stability—Good. Strength—Good (A). Aggregate—Excellent. Riprap—Fair (B). Fill—Fair. Permeability—Low. Tunnel requirements—Minimum.
B	Very thick and thick-bedded pyroclastic breccia and tuff, chiefly of marine origin: 90-90% of Kma, Kto. 30-40% of Kv. 10-20% of Kt. <10% of Kc, Ko, Kpv, Kr.	Widespread in east-central, central, and west-central parts of the quadrangle, locally near the southern border.	Excavation—Difficult. Stability—Good. Strength—Good (A). Aggregate—Good (A). Riprap—Good. Fill—Fair. Permeability—Low. Tunnel requirements—Minimum.
C	Very thick bedded hyaloclastic breccia and tuff: >90% of Kct, Ktb. 10-20% of Kt, Kv. <10% of Kma, Ko, Kr, Kto.	Chiefly in the area south of the Cordillera Central, locally elsewhere south of the Damián Arriba fault, which is near the northern edge of the map area.	Excavation—Intermediate. Stability—Fair. Strength—Good (B). Aggregate—Poor (A). Riprap—Poor. Fill—Good. Permeability—Moderate. Tunnel requirements—Minimum to moderate.
D	Very thick and thick-bedded pyroclastic breccia and tuff, chiefly subaerial in origin, and very thick and thick volcanic conglomerate: >90% of Ka, Kpv. 70-90% of Kc, Kpb. 10-20% of Kprb.	Widespread along the northern edge of the quadrangle north of the Damián Arriba fault; otherwise chiefly in the southern part of the quadrangle.	Excavation—Intermediate. Stability—Fair. Strength—Good (B). Aggregate—Poor (A). Riprap—Poor. Fill—Good (especially Ka). Permeability—Moderate. Tunnel requirements—Moderate.
E	Very thick and thick-bedded pyroclastic tuff and breccia, marine: 100% of Kmd. 20-40% of Kmu. 10-20% of Kc.	Almost entirely in the southern one-third of the quadrangle.	Excavation—Moderately difficult. Stability—Good, locally fair. Strength—Good (A). Aggregate—Fair (A). Riprap—Fair (A). Fill—Fair. Permeability—Low to moderate. Tunnel requirements—Minimum.

B

図示単位のグルーピングと 特別な目的のための記述の変換は 土壤図で普通行われている。 “ストップライト” マップシステムの原典として しばしば引用されてきた論説の中で QUAY (1966) は 将来の可能性の程度に応じた図示単位を表現するマップを用いて 住居発達に関連する問題を要約している。 将来の可能性を区分する図示単位の境界は 既にマッピングされた土質の境界である。 それら図示単位の記述は次のとおりである。

- A 一時的あるいは継続的問題なし。
- B 一時的問題。 継続的問題なし。
- C 重要な一時的問題。 継続的問題なし。
- D 重要な一時的問題。 継続的問題を伴なう。
- E 重要な一時的問題。 重要な継続的問題。
- F 重要な一時的問題。 複雑な継続的問題。
- G 一時的継続的かつ複雑な問題で 余分な設計を必要とする。
- H 一時的継続的かつ複雑な問題で 格別な設計を必要とする。
- I 一時的継続的かつ複雑な問題で 従来通りの利用は実際的ではない。

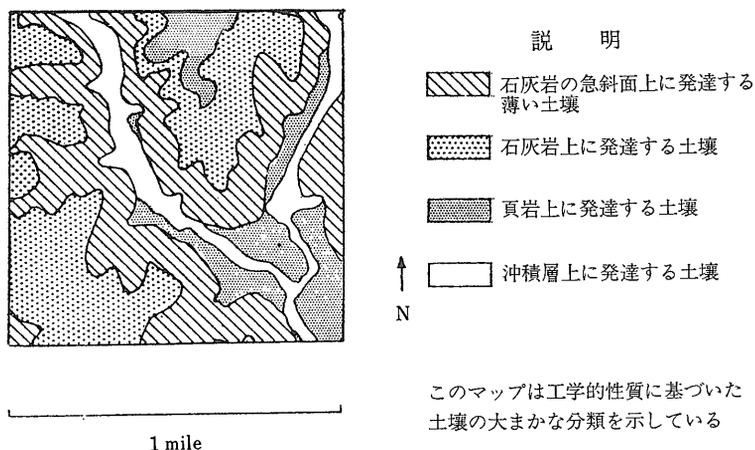


図14 説明と見出しとの間の意味の変換。原図は Kansas State Geol. Survey (1968)。

これら可能性区分単位による分類は 含まれる問題の種類に応じて 図15のような三次元配置のダイアグラムに表わせる。この図は 分類を幾何学的に示して 読者に解りやすくするために作成した。図15の作成において 私は次のふたつの仮定をおいた。

- (1) 何も記されていないならば 必要とされる設計は“従来通り”とする。
- (2) “複雑な”という言葉は 問題の深刻さを示すための“なし”から“重要な”までにわたる並びで 第4番目のクラスとして解釈した。

図の配列はコーナーから反対のコーナーへと対角線的に進んでいるが もっとも短い経路に沿っているわけではない。図示された区分は 全て“従来通り”あるいは“複雑な”の面に入っている。一時的および継続的な問題が“複雑な”でなければ“余分な”“格別な”あるいは“実際のではない”設計は必要ないのである。特殊な目的のため 多数の表層物質の図示単位——ある限られた垂直的範囲内に現れるが 固有の岩相的性質によって大きく定義された——をグルーピングしたものが HACKETT and McCOMAS (1969) の2枚のマップに示されている。それらを図版—II A (表層堆積物図) と図版—II B (廃物処理適性に関する地質条件図) として掲載した。

図面は図示単位の説明に広く割かれており その説明は 表層堆積物図と廃物処理適性図の両方の図示単位の本質的属性を全て含んでいると推定することもできる。

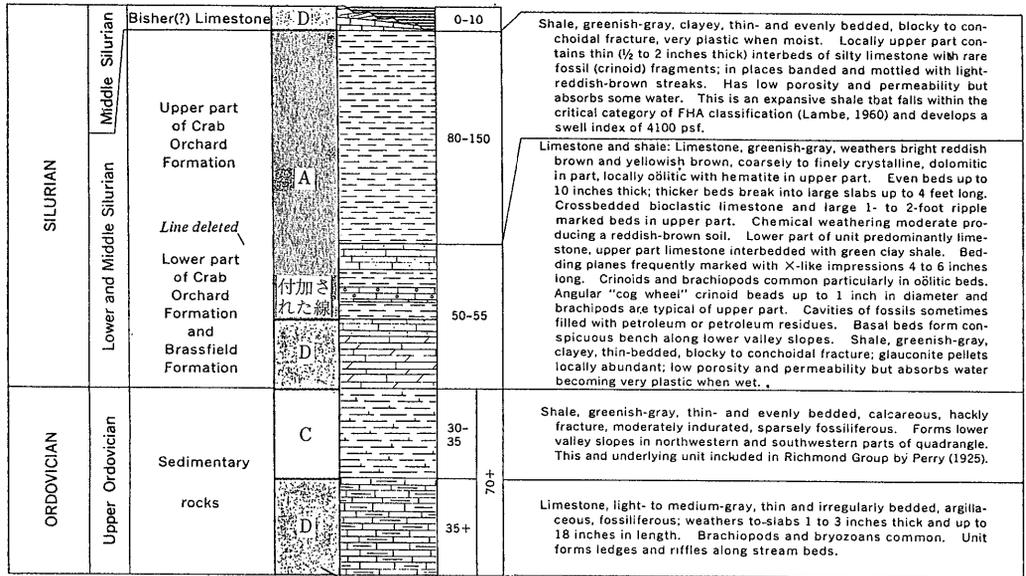
図16は HACKETT and McCOMAS (1969) による原図全地域の廃物処理適性単位に対する 表層地質単位の分布を示したものである。ひとつの適性単位に多数

の地質単位が含まれている率は非常に小さい。26の地質単位のうち15がその個々の図示単位の地域の95%以上(目分量で見積もると)をひとつの適性単位で占められている。その他の地質単位は より公平に 最大5つの適性単位に分けられている。廃物処理適性図の境界の多分95%以上は 表層堆積物図の境界に一致するか近接しているであろう。多くの地質単位はいくつかの適性単位にまたがっているから ある特定の地質単位の個々の分布区域は 分割されずにいろいろな適性単位に割り当てられたに違いない

(もちろん目視でも明らかである)。従って適性単位は 地質内容に極めて密接な数値変化を示す本質的属性を有している。ただしその絶対的数値は 地質単位の物質からは明確に決定し得ない。これゆえに この変換において我々は 地質単位に付帯した さらに図示単位を解釈する上で本質的な属性を取り扱わなければならない。そのような属性は 恐らく 地形 地理 水文あるいは植生に関係している。引き続き 適性単位の記述をより詳しく行う。

廃物処理図の図示単位に関する説明は ふたつの方法で分析できる。つまりデータマトリクス(図17)と論理的分割の系統樹(図18)である。各方法はそれぞれ異なった目的に使われる。マトリクスは設定された図示単位について 他の図示単位に関連して何が言われているのかということばかりではなく ブランクによりあるいは説明書中の解説よりも明確な他の手段により分類過程に対して何が言われていないのか 知られていないのか また無関係なのかを示す。しかしマトリクスは 新しい地域をある機構の中に位置づけることに利用するには あるいは分類に適合しないようにみえる小さな選択された地域を再分類することに利用するには 扱いにくいものである。この作業に必要なとされる道具が同定の鍵であり 論理的分割の系統樹の形態をとるのである。

ふたつの分析法は 属性の存在を決定するために 質問に答えるという形をとる。もし同じ質問が全ての項目やグループになされたとしても その答えが常にイエスあるいはノーであるとは限らない。“イエスまたはノー”(“多分”に等しい)は許される。ある質問に対する



地質の図示単位
基礎地盤および掘削条件を示す図示単位

Poor foundation material, easily excavated (Shale)

Bedford Shale, upper part of Crab Orchard Formation, and upper part of the lower part of the Crab Orchard Formation and the Brassfield Formation

Expansive clay shale; landslides and slumps are common where valley slopes are steep or excavated cuts are oversteepened; structural failures of Fox Springs Road east of Wallingford are caused by flowage of water-saturated shale. There the shale, which is several feet thick, overlies resistant limestone of the Brassfield Formation; permeability low to very low

ケンタッキー州Burtonville図幅内基礎地盤および掘削条件を示す図の説明と岩相柱状の記載の一部分 Dobrovolyh and Morris (1965) から再掲

図版一I

答えは 他の質問に対する答えを論理的に含んでいる。例えば「地下水源として利用されたか？」に対する「イエス」の答えは 「不透水性か？」という質問に対する「ノー」の答えを含んでいる。しかしそのような関係は 一般に可逆のものではない。つまり「不透水性か？」に対する「ノー」の答えは 「地下水源として利用されたか？」に対する「イエス」の答えをも含んでいるのではない。

データマトリクス (図17) において クラスへの分割のために必要だと考えられる属性には アンダーラインが引いてある。本質的かつ独特にみえる属性は 二重のアンダーラインで示した。

論理的分割の系統樹を作る際に 一方では目的に対して相対的に重要な判断基準を考えるべきで 他方ではその判断基準を分類に効果的な順番で適用すべきである。図17の9つの基準は 階乗的な9つの方法に整理できる。

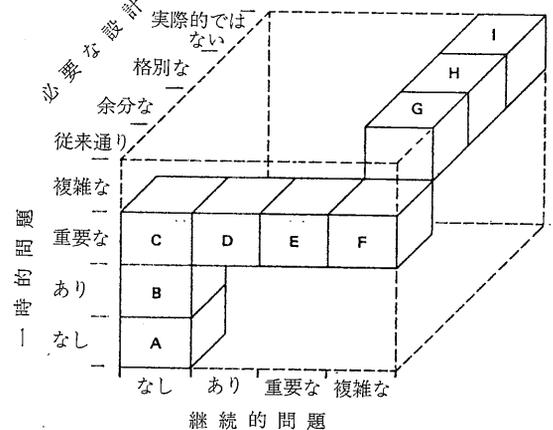


図15 AからIまでの図示単位 三次元マトリクス。図示単位は 一時的および継続的な問題と それらの程度に応じて要求される設計の観点から定義されている。

いろいろな案を検討した後 私はマトリクスと系統樹の両方において 質問に対する答えが分類に必要なと思われる順に番号をふり 基準を整理することにした。このようにして 堆積盆地のピートの存在が マップの検討から 決定的な特徴—ピートの全地域は G3 に含まれ G3 のほとんどの地域にピートが存在する—となり 質問1に対する答えは G3 を他の地質単位から明らかに分離させる。表層堆積物の透水性は8クラスのうちの7クラスを決めることになる。従ってその性質に関する質問は次に置かれる。以下同様である。

系統樹はマトリクスに比べ ふたつの点をよりよく図示する。まず 分類体系において質問にいちいち答えなくても 地質単位を適当なクラスにしばしば分けることができる。例えば G3 は1回の質問のうち G2 は2回 R3 は3回で分離できる。これら図示単位に関

廃物処理適性区分

	G2	G3	Y1	Y2	Y3	R1	R2	R3
1		X						
2			↘			↘	↘	
4			X					
5A				↘		↘	↘	
5B							X	
5C							X	•
5D		↘			↘	↘		
6			↘		↘	↘		
6/7			↘	↘	↘	↘	↘	
6/9					X	•		
6/16				•	X			
7				↘	↘	↘	↘	
8		↘			↘			
9	X		•		•		•	
9-10			X					
10-9			X					
11					X			
12					↘		↘	
13-16					↘	↘	↘	
14	X							
15			•				X	
16	↘		↘	↘			↘	
16G			↘		↘			
19	X							
21	X					•	•	
30								X

地質単位

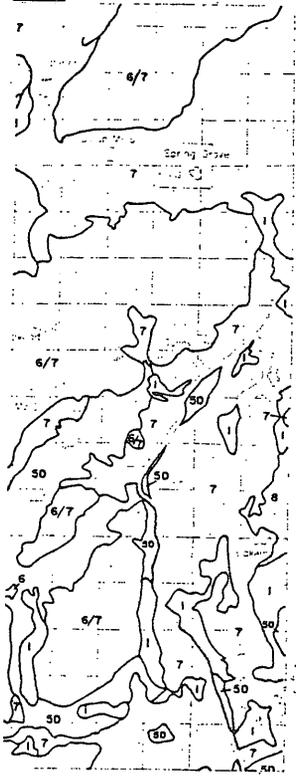
- X 地質単位の各地域の95%以上を占める適性区分の存在
- ↘ 地質単位の存在
- 地質単位の各地域の5%未満を占める適性区分の存在

図16 地質単位と廃物処理適性の分布。HACKETT and McCOMAS (1969) のマップからの見積りである。

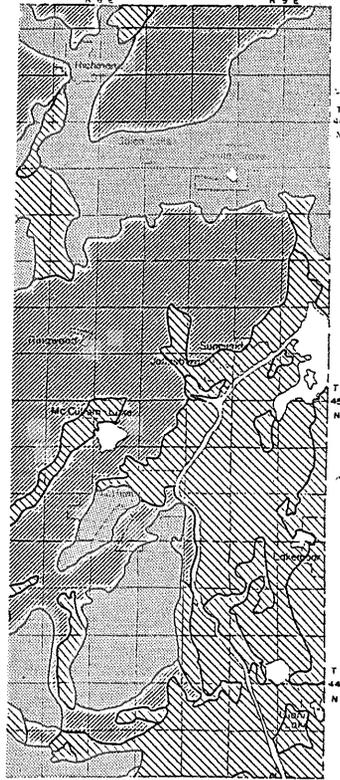
する説明で与えられた全ての情報は それが明らかに有益かつ有効なものであるにもかかわらず 同定に対しては冗長すぎる。しかし 図示単位について述べられた多くの記述の中で どれが図示単位の定義に対して本質的なものであるかを判断するにはどうすればよいだろう。系統樹はこの目的に役立つ。ただし その組み立てはとくにもっとも有効な分割を導く質問の順序を設けるのが難しい。もう一点は 多くのブランクのセットが系統樹にあることである。これらのあるものは論理的に不可能なものを表わすが 全部がそうではない。可能性がその地域に実際に存在しないのかを推測すべきであろうか？ 可能性のある図示単位が それが稀なあるいは小さいという理由で 他の図示単位に併合される機会とは何だろうか？

〔類似した内容をもつマップの相違〕 この項では既存の図示単位にどうすれば新しい言葉 新しい意味を簡単に しかもほとんど思考に混乱をもたらすことなく 適用できるかという例から始める。実際 類型の変換における問題の大部分は 新しい言語を既存のマップに適用する際の統計的精度に起因している。しかし これが困難を招く唯一の原因ではない。同地域の2枚の異なったマップを変換して 空間的描画(つまり意味づけ)が非常に異なっても 変換された図示単位の記述がほとんど同じであるマップを 解釈図として作ることができる。この近似性と混乱を 図版—ⅢA と図版—ⅢB に示した。ⅢA は腐敗物を捨てる場所に対する土壌の適合性を示すマップで ⅢB は下水腐敗物処理に対する地層の適合性を示すマップである。ⅢA は土壌統図の図示単位をグルーピングすることにより得られた変換であり ⅢB は地質図の単位(基盤岩と表層堆積物)をグルーピングして作られたものである(ただし1つの区分については 地質図上に示されていないもので作られている)。ふたつの変換されたマップを 一層異なったものにするのはほとんどできない。オリジナルなデータの出所としての“土壌”と“地層”との差異は決定的なものであるが これは開発や計画に携わる人の注意からはそれてしまうだろう。彼らはこれらのマップのうち1枚だけを見ることになるだろうし 物質が“土壌”か表層地盤の“地層”のどちらかというよりも 標準的な作業のための地面の適性に より一層の関心を抱くことであろう。このような事例は明らかに稀だし かけ離れている。しかし多くの人々—地質学者 地形学者 土壌学者 自然地理学者 環境学者—は 彼ら自身のデータとマップから 特別な目的のためのマップを導き出そうとしているのである。我々は恐らく 同一地域の同じあるいは類似した属性を結果的には示すが 混乱するほどの相違を示すことになる多くのマップを それも

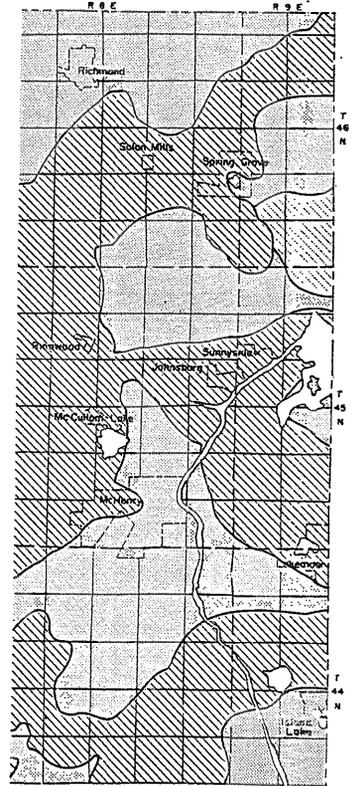
II A



II B



II C



- 1 Peat
- 2 Silts and alluvium
- 4 Kamic sand and gravel
- 5A Outwash, coarse-grained gravel and sand
- 5B Outwash, fine-grained gravel and sand
- 5C Outwash, sand and pea gravel
- 5D Sand, variable
- 6 Till, yellow, sandy, gravelly, > 5 feet thick
- 6/7 Unit 6, < 5 feet thick, over sand and gravel
- 6/9 Unit 6, < 5 feet thick, over Marseilles till (9)
- 6/16 Unit 6, < 5 feet thick, over Marengo till (16)
- 7 Sand and coarse-grained gravel
- 8 Lacustrine clay (Lake Wauconda)
- 9 Till, gray, clayey, pebbly
- 9-10 Unit 9 intermixed with Huntley till
- 10-9 Till, olive gray, clayey, silty, pebbly, intermixed with Marseilles till (9)
- 11 Kamic sand and gravel
- 12 Outwash, sand and gravel
- 13-16 Till, yellowish pink, silty, sandy, intermixed with Marengo till (16)
- 14 Kamic sand and gravel
- 15 Outwash, sand and gravel
- 16 Till, pink, silty, sandy
- 16-G Unit 16, intermixed with Gilberts drift
- 19 Kamic sand and gravel
- 21 Till, yellowish pink, sandy
- 30 Bedrock



R Indicates Stop. Major problems, impractical to overcome.
 Y Indicates Caution. Major problems, controllable.
 G Indicates Go. Minor problems.

R Indicates Stop. Resource absent or impractical to develop (none present on this map).
 Y Indicates Caution. Some resource limitations.
 G Indicates Go. Resource of high quality, accessible.

II A イリノイ州McHenry地方 表層堆積物を示す図とその説明の一部分
 D. L. Gross (Hackett and McComas, 1969, pl. 1A)
 による図面から再掲

II B イリノイ州McHenry地方 廃棄物処理に関する地質条件を示す図と
 その説明の一部分
 M. R. McComas (Hackett and McComas, 1969, pl. 2C)
 による図面から再掲

II C イリノイ州McHenry地方 地下水条件を示す図面とその説明の一部分
 J. E. Hackett and J. I. Larsen (Hackett and McComas, 1969, pl. 2A) による図面から再掲

	G2	G3	Y1	Y2	Y3	R1	R2	R3
1 ピートはあるか？	<u>No</u>	<u>Yes</u>	<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>
2 表層堆積物は不透水性か？	<u>Yes</u>	No	(Maybe)	<u>No</u>	(Maybe)	<u>No</u>	<u>No</u>	(Maybe)
3 地下水は浅いかあるいは排出しているか？	(No)	Yes	()	<u>No</u>	()	<u>Yes</u>	<u>Yes</u>	()
4 利用できる地下水は深度500フィート以浅にあるか？	No	(Maybe)	(Maybe)	Yes	(Maybe)	Yes	Yes	<u>Yes</u>
5 処理する深度で堆積物は飽和しているか？	()	Yes	()	No	()	(Maybe)	<u>Yes</u>	()
6 表層堆積物は厚いか？	Yes	()	Maybe	Yes	()	()	Yes	No
7 表層堆積物はきわめて変化しやすいものか	(No)	(No)	(Maybe)	(No)	<u>Yes</u>	()	()	()
8 堆積物は洪水の影響を受けるか？	()	Yes	()	(No)	()	()	Yes	()
9 基盤岩は透水性か？	No	()	()	()	()	()	()	Yes

図17 地質単位を廃物処理適性単位の分類するためのデータマトリクス。 HACKETT and McCOMAS (1969) によるマップの説明から作成。 アンダーラインは分類にとって本質的とみられるものである (質問が示した順番で行われた場合)。 二重のアンダーラインは 本質的かつ独特とみられるものである。 () はもとの説明に明確に述べられていないもので () 内の記述は推定による。

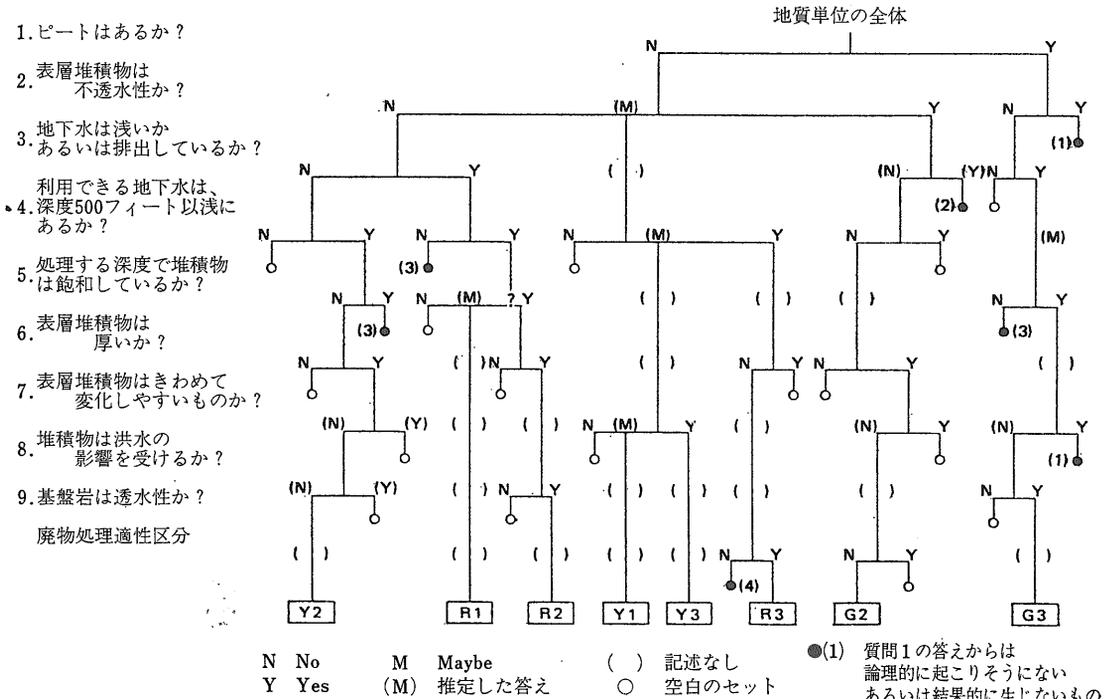


図18 地質単位を廃物処理適性単位の分類するための論理的分割の系統樹。 HACKETT and McCOMAS (1969) によるマップの説明から作成。

異なった出所のものを見ることになるのだろう。

$$M = \frac{n!}{p!(n-p)!} = 28$$

1-c 付加と重ね合わせ

DOBROVOLNY and MORRIS (1965) の基礎地盤・掘削条件図や HACKETT and McCOMAS (1969) の廃棄物処理図のように実際的には 地質図のみから別種のマップを派生することはできない。導き出されたマップには他の情報を付加したりあるいはデータの新しいクラスを役立つようにするために 別のマップを利用したりすることが必要である。

[共変を必要としないもの] 付加される情報のクラスは それが結び合わされる地質単位のクラスと成因的に関係しているかもしれないし 関係していないかもしれない。もしクラスが成因的に関係していなければ一般にそれらは空間的に共変しない。成因的に無関係な2組の基準のさまざまな組み合わせで形成された図示単位を示すマップは 明瞭な外観をもっているだろう。この外観は あたかも 図19に示したように 道化師の衣装に似て 1か所で4つの色彩や模様が合わさり つまり ある種類の属性の1 2 3と別の種類の属性A Bをもつ地域が 横切ったり重なったりしているのである。もし基準が完全に独立していなければ ひとつの組み合わせにおける変化は 他の組み合わせにおける共変的な変化を伴い I という場所では 岩相2と3の間の接触部は 斜面の分類A B間の境界に従っているのである。

非共変的な接触面を手際よく示した属性図は BLANC and CLEVELAND (1968) によるカリフォルニア州San Clement 地域の斜面安定図である。その一部を図版—IV に掲載した。このマップは 2枚のマップの重ね合わせから作られた。そのひとつは 何らの線を加えることもなく地層をグルーピングして得られた4つの強度特性(本質的には岩相)を示すものであり もうひとつのマップは 2種類の斜面特性(最大安定角より小さいか大きい)を示すものである。これによって8つの図示単位が導かれ それらは安定性が増す順に次のように並べられる。

図示単位	記載
8	強度 I 安定角以上
7	“ I “ 未満
6	“ II “ 以上
5	“ II “ 未満

(以下同様)

n (= 8) 図示単位が一度に p (= 2) ずつとれば 図示単位間に M 種類の異なった境界ができる。すなわち

である。これらの可能性のうち 実際には24種類がマップ中に認められ その例は図版—IV に表われている。

図20は San Clemente 図幅の境界—基準マトリクスでどの属性が 段と列で定義づけられた図示単位間の境界部で変化しなければならないかを示している。ひとつ以上の属性を境界を横切って変化させることができるがそのようなタイプのものは稀かあるいは単純でかつ多分重要な 例えば斜面の傾斜変換点と基盤岩—沖積層の境界とが一致するなどの 地質学的意味をもっている。San Clemente 図幅はそれ自体の対象課題に役立つばかりではなく 単純なマップの重ね合わせにより複合図を作るという 素晴らしい実例である。このマップは重ね合わせ中に総描をせずに 特殊な属性およびどの地点にもあてはまる属性のふたつのクラスをもつ地域だけではなく 斜面と強度との組み合わせから推定される安定性に関連する特徴の新しいセットをも示すのである。

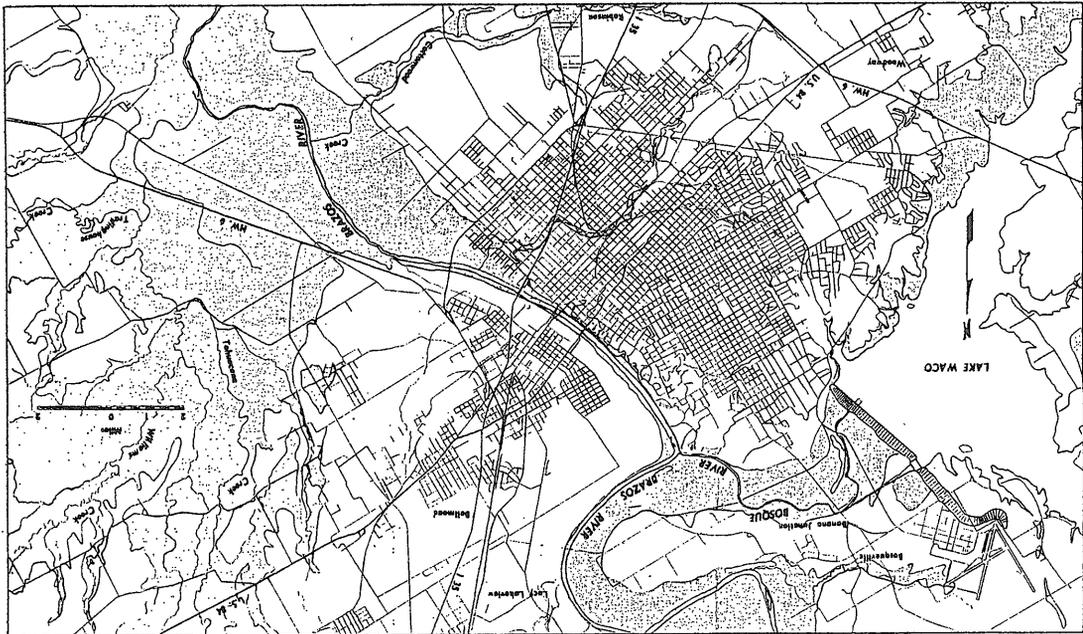
一般に空間的に共変しない属性のマップの重ね合わせは 多目的利用に適した地域 あるいは相矛盾した利用可能性を示そうとするマップにおいて もっとも普通に行なわれる。MCHARG (1969) はそのような例として Staten Island のマップを表わした。そこには保全レクリエーション 市街地化に適した地域がそれぞれ4段階で示され それら3地域は対等に重なり競合し 様々な組み合わせとなって現われている。

もし変換の際 加えられる情報が 地質図の単位と空間的に明らかに共変しなければ そしてもし情報が地質学的マッピングに用いられた基準よりも卓越していれば また情報が変換から生ずる新しい図示単位を定義するのに地質学的基準よりもずっと重みをもつならば 新しいマップ上の境界は もちろん地質図の境界とは大きく異なっているだろう。例として HACKETT and McCOMAS (1969) を再び挙げる。その一部(地下水状態)を図版—II C に掲げた。図示単位の境界は 表層堆積物図(図版—II A) 上の境界と局部的に似ているに過ぎないことに注意して頂きたい。というのも 露出した地表付近の堆積物ばかりではなく 地表下の基盤岩の厚さ 深度 産水量などが全て考慮されているからである。

このマップの説明(記述)は極だって有益である。つまり 論理的分割の表を作れば 利用者はイエス ノーの答えばかりではなく 属性の定量的範囲をも得られるのである。その表を図21に示す。分割が下方に進められるにつれて 垂線が挿入され 最終的には 適合

Font and Williamson (1970, fig5) から再掲。
 テキサス州 Waco 地域 下水腐敗物処理に対する地層の適性を示す図。

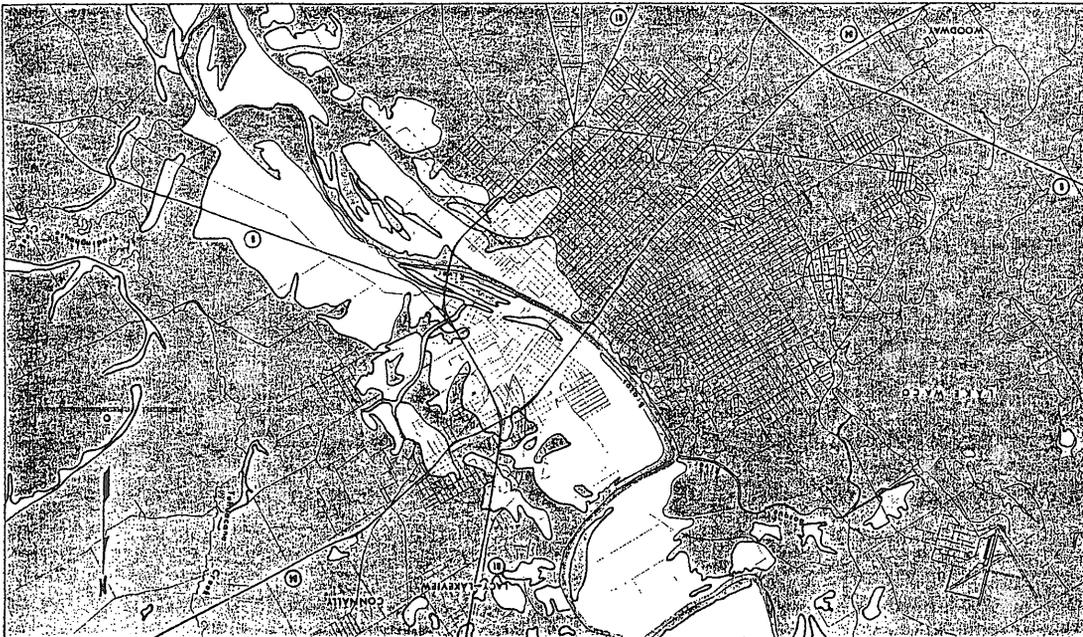
- Adequate
- Moderately Adequate
- Inadequate



Elder (1965, fig7) から再掲。
 テキサス州 Waco 地域 腐敗物処理場に対する土壌の適性を示す図。

- Slight
- Moderate
- Severe

LIMITATIONS



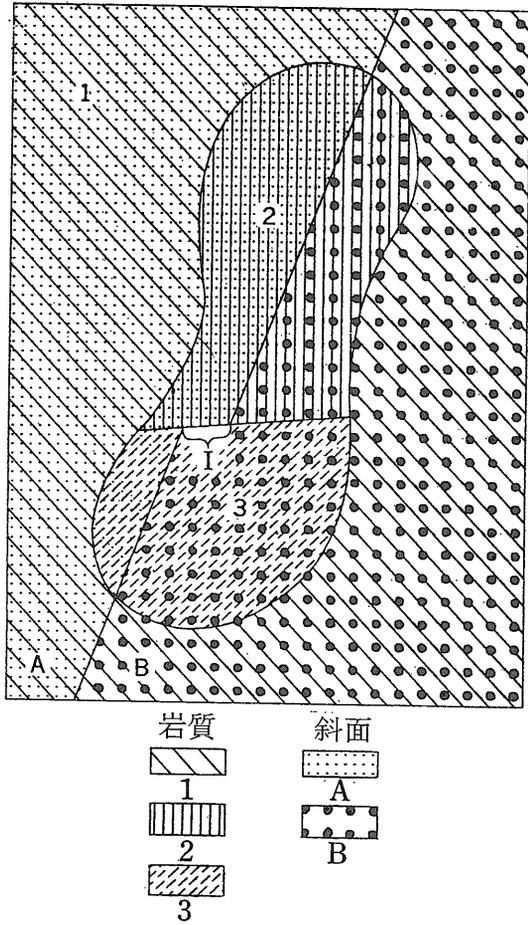


図19 属性のふたつのセット(岩相と斜面)の重ね合わせから得られた図示単位. ふたつのセットは 1 という場所を除くと 本来的に無関係で共変しない.

性の段階に応じて変換される6つの条件を示す分類体系となる。

図示単位G3の説明中で“50フィートの深さより下で50フィート以上の厚さ”というふたつの属性を結びつけた記述が“あるいは”により さらに別の二重の記述につながれていることに注意しよう。これは複雑なことであるが Y1 Y2 Y3からG2 G3を区別するのに役立つ。しかしG2には砂礫帯水層に関する記述が欠けているので G2とG3との差異は伏在するドロマイトの厚さの違いで決めている。多分これは著者達の意向であろう。

明確な情報が欠けているので 図21の何か所かでは推定をしなければならない。疑いもなく 完全な論理的分割の系統樹は とくに明示されていない空白のセットの存在を指摘するだろう。各欄がイエス ノー また

は“多分(あるいは無関係)”を含むマトリクスは またはそのようなマトリクスから作られたテキストは 多いに有益な派生マップおよびそのテキストに対して 適度な明晰さを加えるであろう。

[共変が要求されるもの] McHenry County 地下水図は 特定の目的に対して利用できる多くの価値あるデータを分析したり表示することの一層の複雑さを暗示している。ある種の目的に対しては いくつかの属性(それは実際には そして厳密には同じ境界をもたないような)によって定義される図示単位を必要としている。そのような図示単位は 地理学者の表現では“地域区分された”という。McHenry County 地下水図上の図示単位は 少なくともある部分では 幾何学的相関によって定義されている。例えばG2 G3のような単位は 他を被りひとつの層序学的単位からなる。連続的な変数のある特定範囲に従った単位間にも区別がある。

この種の複雑さから発生する問題は チェコスロバキア Zvolen Basin の土地地質学的分帯図(MATULA, 1969)に図示されている。このマップは色刷りで かつ英語で記されており 中~東部ヨーロッパ以外でも一般的に応用可能なマップのひとつである。このマップは 主として従来の地質図に示された情報から引き出された土地地質学的条件図である。地質図は 分帯図を引き出すべく知識と意向をもって準備された。このようなやり方は 導き出されるマップが ある特定の目的に対して満足すべきものであるという可能性を高めている。

Zvolen 分帯図の一部とその説明を図版-Vに示した。各図示単位は地形形状 斜面傾斜 被覆層の厚さ 伏在層の岩相あるいは固結度などに関連した本質的属性によって定義されている。図22は Zvolen 分帯図の説明から作られた境界—基準マトリクスである。マトリクスは 段と列の交差部で示された図示単位間の境界において どんな属性が変化しなければならないかを表わしている。

図示単位がひとつ以上の本質的属性で定義されているときは 境界はひとつあるいはそれ以上の属性が変化していることを表わしている。もし図示単位がほとんど空間的に共変するだけならば 全ての本質的属性は境界で変化する。Zvolen 分帯図上のあるタイプの境界は 3地域において 斜面傾斜 被覆層の厚さ 伏在層のタイプという3つの変数間の共変を必要としている。これは全く可能なことであるが しかし 作図者と読図者はともに多くの共変に対して表現されるあるいは適用された必要性に注意しなければならない。もし作図者が厳密な共変関係を求めず“最適な線”を引くために わず

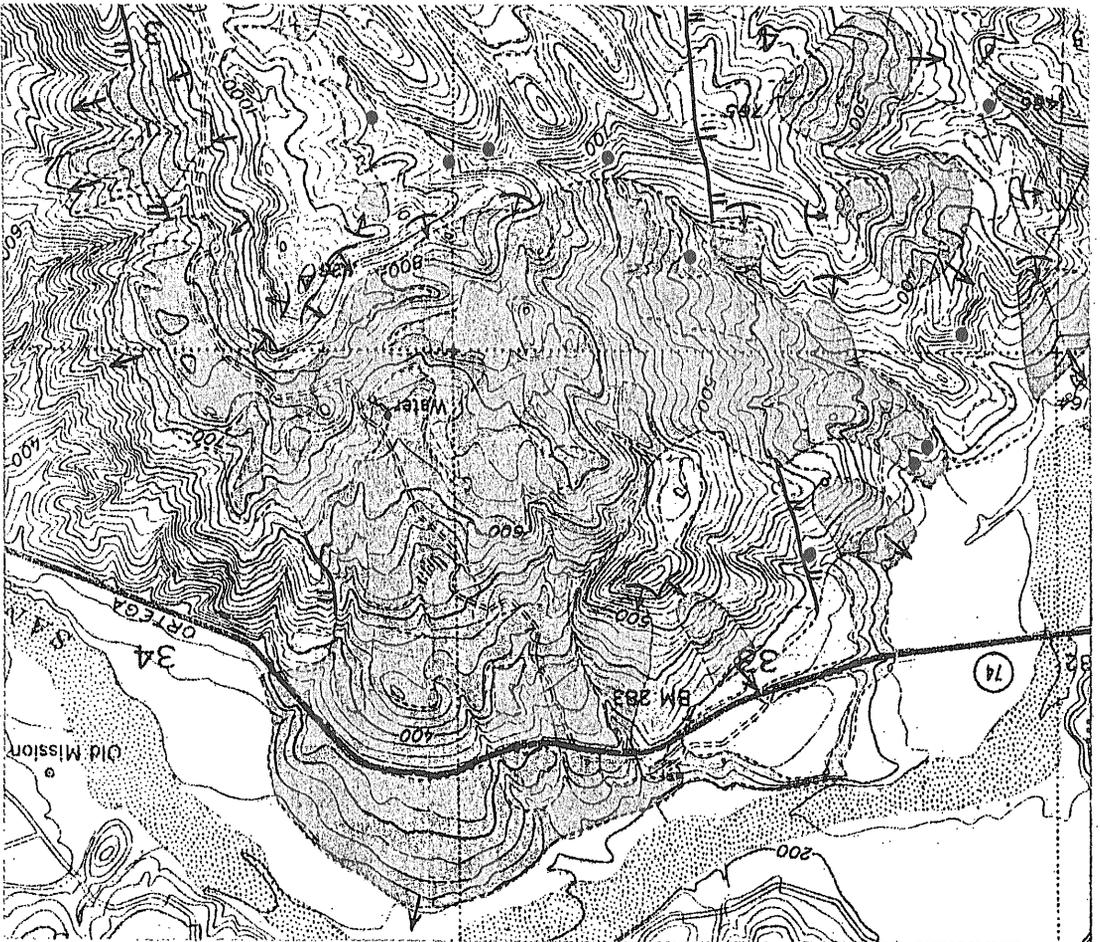
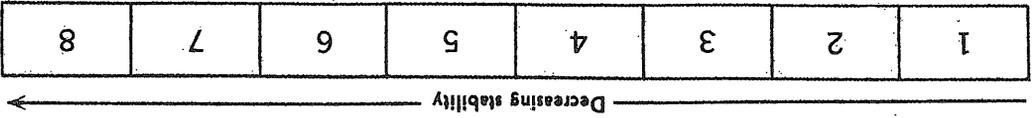
Zvolen 分帯図上の図示単位 III V を定義する
 ために利用された3つの本質的屬性は VENN のダイ
 ヤグラムに表わすことができる (図23)。このダイヤ
 グラムはクラス間の論理的關係を適切に図示しているが
 空間的關係は余りよく表現されていない。つまり例え

かな範圍を平均したり略したりあるいは引き伸ばしたり
 すればそれは類型的総描を行ったことになる。これ
 は確かに必要なことであるがしかし 読図者にしてみ
 れば 図示単位の異質性を総描した影響 その範圍 重
 要性などに関して 作図者からの助言が必要である。

図版一四

このマップは、一般的に空間的に共変していない基準の2つの組合せによって定義されている
 図示単位で表現された結果を示している。安定性が低下する順に(1-2)、(3-4)、(5-
 6)、(7-8)の4つ段階区分が、限界傾斜角以下(1、3、5、7)と限界傾斜角以上(2、
 4、6、8)を指示する図示単位によって分けられている。

カ) 7 オルニ下州 San Clemente 地域の斜面安定性図の一部分
 Blanc and Cleveland (1968, p.1) から再掲
 Numerous factors that control the stability of
 natural slopes have been integrated to show the
 relative stability within the mapped area.



強度特性		I		II		III		IV	
		安定角以上 (ピンク)	安定角未満 (黄かっ色)	安定角以上 (黄)	安定角未満 (薄黄)	安定角以上 (緑)	安定角未満 (薄緑)	安定角以上 (青)	安定角未満 (薄青)
I	安定角以上		C	S	SC ₂	S	(SC)	S	SC ₂
	安定角未満			SC ₁	S	SC _u	S	SC _r	S
II	安定角以上				C	S	(SC)	S	SC ₂
	安定角未満					SC _r	S	SC ₃	S
III	安定角以上						C	S	SC ₂
	安定角未満							(SC)	S
IV	安定角以上								C
	安定角未満								

図20 カリフォルニア州 San Clemente 地域の斜面安定図 (BLANC and CLEVELAND, 1968) のための境界—基準マトリクス。 図示単位間の境界は 強度特性(S) および(あるいは) 斜面特性(C) の変化を必要としている。 境界のあるタイプ のものは稀(r) 普通は起こらない(u) あるいは存在しない()。 数字1は地すべりの頭部または脚部で起こる 2は 地すべりの脚部あるいは河谷斜面脚部の急勾配部で起こる 3はマップ上の境界にあるが 明らかに間違いである。

ば 実際には接している図示単位VAとⅢCとは このダイアグラム中では分離されている。 しかしながら単に二次元を利用して 3つの変数を論理的にまた空間的類型的に関係づけることは 多いに期待できる。

ある程度マップと位相学的に類似した分類の図示は 図24のような三次元マトリクスである。 これは QUAY (1966) のマップで用いられた分類を分析した際のマトリクス (図15) に似てはいるが より複雑である。 それぞれのカテゴリーの箱は図示単位を表わしている。 大部分の図示単位間の可能なそして実際の境界は ここでは たとえマトリクスの箱が互いに押しあっても 接触部の表面 平面 あるいは点として表現されている。

斜面傾斜あるいは形状による地形的分類は 実際にはふたつの異なった概念に基づいている。 つまり斜面の傾斜と稜線の幅である。 斜面は急 (15°以上) 緩 (15°まで) 平坦の3つに分けられ 稜線は狭い 広いのふたつに分けられる。 この細分類は ある場所において 図示単位Ⅲを介さずに 図示単位VAと接した図示単位VBを

導き出した。 なぜなら そのふたつの境界は 斜面の傾斜よりもむしろ稜線の幅に基づいて書かれたかもしれないし あるいは間に含まれる地域をマップ上に示すには 余りにも小さすぎたのかもしれないのである。 この“論理的トンネル現象”は図24に示した。

三次元マトリクスはまた 分類体系の全ての可能性が議論されるものか あるいは特別にブランクがあることを述べるのかどうかをみるためにも役立つ。 例えば圧縮性の基盤が潜在し 厚さ 2.5m 以下 (α で示す) の あるいは 5m 以上 (β で示す) の被覆層で被われた緩斜面の地域は 図示単位として分離し マッピングできるようにはみえない。 けれども土木地質学的条件図(ここには示されていない) はこれらの基準がある場所では満たされていることを示している。 そのような地域は図示単位ⅢBに併合されているようにみえる。 またそれによって図24に示したように 連結ないし“橋”が ⅢBから水平に α β の箱に伸ばされることになる。 マップ上唯一のⅢAの地域は 堅固な岩盤が卓越して伏在してい

1. 深度500-2000フィートに砂岩帯水層があるか?	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
2. 浅層帯水層 (深度300フィート以浅) があるか?	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes limited
3. 浅層地下水は多くの用途に適當か?	Yes	Yes	Yes	No	No	No
4. 浅層地下水は少量の用途に適當か?	(Yes)	(Yes)	(Yes)	Yes	Yes	No
5. 浅層地下水は次の表層帯水層を含むのか? 50フィート以上の厚さ 15~20フィートの厚さ	Yes (No)	No Yes	(No) Yes	No (No)	No ()	No ()
6. 砂礫帯水層は 50フィートの深さより下で 50フィート以上の厚さ あるいは 50フィートの深さより上で 25フィート以上の厚さ 50フィートの深さより下で 25-50フィートの厚さ 25フィート以下の厚さ	()	()	Yes	(No)	No	(No)
	()	()	No	Yes	No	()
	()	()	No	No	Yes	()
	()	()	No	No	Yes	()
7. 伏在するドロマイトの厚さ	()	>100ft	50-100ft	>50ft with shale	<50ft	()
	G-1	G-2	G-3	Y-1	Y-2	Y-3

図21 McHenry County 地下水図(HACKETT and McCOMAS, 1969) の図示単位に対する論理的分割の表。()は説明中に記述されていないもの (Yes) および (No) は推定である。

る。しかし厚さ5m以上の被覆下の岩相を特定するには実際の困難があるという理由で III A の定義には伏在層について何らの意見も明らかにしていない(Milan MATULA 口述, 1972)。一方 III D として示されたある地域には粘土質層が伏在している。そこで図24のように III D から α と垂直に連結が伸びている。従って α で示される地域は マップ上に III B あるいは III D として表わせるかもしれない。

優秀なマップに対するこのような批評は 批判主義の精神ではなく むしろ もし図示単位がその属性の範囲により定義され それら属性が空間的に明らかに共変しなければ引き起こされる 必然的な困難性を表現するためのものなのである。

論理的分割において 例えば I II III への最初の分割が行われたのち I A と I B を分割する基準は 多分いや普通 II A と II B の分割には不適當である。従っ

て分割により導かれた図示単位を示すマップは 図24のようなタイプのマトリクスによっては 一般には分析できない。しかし もし図示単位がグルーピングによって形成されるものならば私は Zvolen 分帯図はそうであると信じているが一生み出されたグループは 理論的に N 次元マトリクスに整理できる。ここで N は (定義に必要な) 本質的属性のカテゴリーの数である。実際の完全な図示は もちろん N が 3 以下ならば可能である。

分類体系の特殊な構造から引き起こされる問題は LOZINSKA-STEPIEN and STOCKLAK (1970) の「地質—土木条件および地域区分のマップ」に図示されている。その図の一部と説明を図版—VI に掲載した。構造物の基礎のための地域区分の議論の中で 著者達は次のように述べている。

「続いて 地質—土木環境の完全な記載に寄与する全てのファクターについて詳細な分析を実施する。以下に掲げる a~d は この評価にもっとも重要なものとみなされる。

	I-A	I-B	II	III-A	III-B	III-C	III-D	IV-A	IV-B	V-A	V-B
I-A	X	G	G	G			G	G	G		
I-B	X	X	G	G			G	G	G		
II	X	X	X	G	G	G	G		G		
III-A	X	X	X	X			T				
III-B	X	X	X	X	X		L	T	*	G	T
III-C	X	X	X	X	X	X	T		G	T	G
III-D	X	X	X	X	X	X	X	G	G	G	G
IV-A	X	X	X	X	X	X	X	X	L		
IV-B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	G	G
V-A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
V-B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

図22 Zvolen Basin 分帯図(MATULA, 1969)に対する境界—基準マトリクス。段と列による図示単位間の境界で 地形G 被覆の厚さT および(あるいは)伏在層の岩相Lの属性が変化する。()は境界を横切つて変化するものであるが 必ずしも必要ではない。ブランクの部分はマップ上に境界のないことを示し *はマップ上でほとんど点として接していることを示している。



チェコスロバキア Zvolen 盆地
土质地質学的分帯図とその説明の一部

Boundaries of a) zones, b) subzones
Lower protection districts of spots
K

V. Wide and flat dividing ridges		IV. Steep alluvio-deluvial slopes (over 15°) and narrow dividing ridges		III. Moderate deluvial slopes (up to 15°)			II. Terrace steps of the Hron river and its affluents
V-B	V-A	IV-B	IV-A	III-D	III-C	III-B	II
In the depth of < 2.5 m a solid bedrock occurs which (besides limestones and dolomites) usually is weathered up to a considerable depth, forming thick eluvials.	In the depth of < 2.5 m thicker unconsolidated rocks or plastic laminae (e.g. Pliocene gravels and clays).	In the depth of < 2.5 m a solid bedrock occurs.	In the depth of < 2.5 m there are thicker unconsolidated Pliocene or plastic (loess, Pliocene clays, etc.)	In the depth of < 2.5 m there is a hard solid rock or Pliocene gravel.	Deluvials of a thickness of 2-5 m, composed of hard and little compressible rocks (limestones, dolomites, crystalline conglomerates, tuff, Pliocene gravels, etc.).	Deluvials 2.5 to 5 m thick. In the bedrock they are compressible, very little permeable clayey rocks (sandy clays, weathered stone schists, etc.).	Terrace fluvial deposits in several levels of various stages. They are composed of silty and clayey silt to firm, to hard loams (1.5 to 4 m thick), of sands (1 to 2 m) and of sandy gravel, conglomerates (0.5 to 1 m) and (even more) in the deluvials. In the vicinity of slopes they are covered by deluvials.
							Gravel and sand terraces are considerably saturated, especially in the season of precipitation when the level of the ground water rises up to the level of the terrace (even more). In the depressions the ground-water rises up to the surface.
	Ground water level in the depth of > 5 m.		In the Pliocene complex little abundant hillside springs may occur in the slopes.		Very weakly saturated deluvial, on permeable solid massive, in dolomites, gravelly.	Weakly to very weakly saturated deluvial, ground water flows over impervious bedrock, saturated wells of fissures and hillside waters; in convenient places it soaks the deluvium.	Very weakly saturated to practically dry.

Districts depressed by strong scouring erosion
Districts depressed by slides

Districts depressed by purified muddy deposits

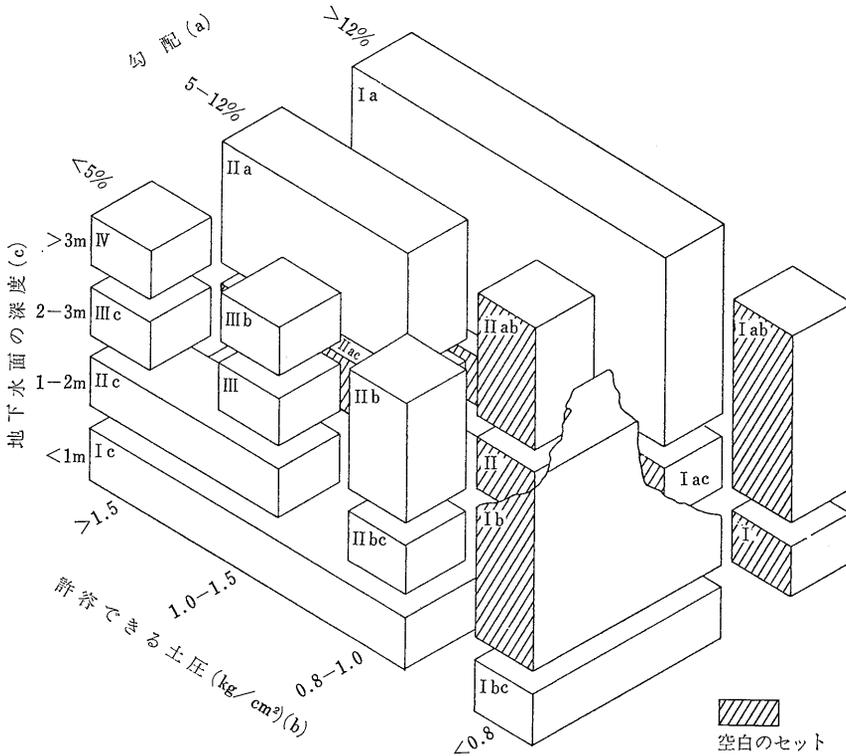


図25 Lozinska-Stepien and Stocklak (1970)の地質—土木条件図のI～IVの図示単位三次元マトリクス。図面単位は実際は4つの判断基準で定義されているがここではそのうちの3つでマトリクスを作成した。マップ上に存在しない図示単位は斜線の面で示した。

2. 類型的特殊化

類型的総描の操作では 図示単位は多くの属性が“概して”総合的に併起することにより定義されることになる。それら属性の全てが 任意の点に存在する必要はない。地層は 岩相 堆積環境 起源 あるいは他の単位との関連など 多くの属性の共存とか 空間的共変により定義される一般化された図示単位の典型である。

類型的特殊化の作業では 我々は 図示単位を描く際に用いられたひとつの特殊な属性を 一般化された図示単位の全体としてみる。もしその属性が 一般化された図示単位に対して常に本質的なものであるならば 特殊化は可能である。もしそうでなければ その属性に関する一般化された図示単位の不均質性が許容できるときだけ 特殊化は可能となる。

地質図の図示単位Iが 属性A B Cの特色ある組み合わせに基づいて定義されていると仮定してみよう。それら属性は 空間的に極めて密接に結ばれている。しかしIの全地域が それら属性の全てを示すわけではない。各々の属性を示す地域はメンバーとして作図さ

れるが その境界は漸移的で 浸透し合い うまく表現するのは難しい。属性の非常に異なった組み合わせをもつ隣接地域と図示単位Iとの境界は明瞭である。そこで室内作業では A B Cに関する情報をマスターシートに写し換える必要はない。つまり図示単位Iは類型的に一般化され A B Cを含む属性Dをもつものとして定義されるのである。

次に 属性Bに極めて関心を抱いている利用者のことを考えてみよう。彼は Dが A B Cを含み 図示単位IがDを示すということを理解する。さらにそれ以上の情報がないときには 彼は図示単位Iを属性Bをもつものとして選択し Iの全ての部分が同じであると推定しなければならない。付随する説明書から 彼はIの中の不均質性に気づくかもしれないが しかし説明書は決して A B Cを画する線が削除されたときに失われた特別な空間的情報をもたらすことはない。

例えば Pierre Shaleはどこにおいても 側方的にそして垂直的にも 頁岩だけからなるわけではない。も

し一般的な土木利用に関する説明のために我々が“頁岩からなる”という属性を Pierre Shale の境界内に横たわる全ての岩石について適用したとすれば我々はその属性を特殊化したことになる。そうした特殊化は層序の図示単位を定義する際には許されるだろう。それでも特殊化がある目的に対しては岩盤区分単位の名称の一部を形作る岩相の属性に関してさえ許容できないことは容易にわかる。

「岩石 地形 土壌 植生などの特徴的パターンをもつ自然景観 それらは利用されるマップと同縮尺の空中写真から作図できる (HAANTJENS, 1970)」と定義された図示単位を考えてみよう。このような“集積された”図示単位は現在世界中の各方面で行われている応用地理学的ないし地質学的マッピングの対象である。ニューギニア地域について HAANTJENS が報告したのはその顕著な例で 39 のランドシステムを地形起伏 形状 岩質 土壌 植生そして農耕可能性の観点から区分し

記載している。そのランドシステムは 25 万分の 1 の図面で作られた。ランドシステムの分類から 4 つの小縮尺図が導き出されていることが興味ある点でそれらは岩相 地形形状と最大起伏 主要な土壌グループ 農耕可能性を表わしている。岩相図は 50 万分の 1 で出版され ランドシステムを分類して得られた 10 の図示単位を示している。いくつかの境界はもちろん動かされているが新しい境界は 1 本も加えられていない。境界は写真学的に変えられたように見える。導き出された岩相の図示単位は岩石の種類の多様性に関して最初のランドシステムよりもずっと不均質なものとなっている。恐らく岩相図はある特別な目的に対しては役立つであろうが明らかではない。いずれにしても岩相図が他の方法によらずにより一般的なマップから引き出されたということにその手順の面白さがある。

地図学的特殊化—移動させられたマップの細部の復元—はもちろん原図(もとのデータ)に照らさなければ不可能である。(つづく)

地学と切手

ブリティッシュ・コロンビア 100 年の砂金採り切手

P. Q.



ブリティッシュ・コロンビア州 (British Columbia) はカナダ最西端の州であり面積は約 95 万 km² (日本の約 2 倍半) 人口は約 200 万人 そのうち 60% は英国系 中国系は約 25,000 人 日系は約 10,000 人で 首府はビクトリアであるがバンクーバーはそれより大きい。

カナダの州になったのは 1871 年で 6 番目の州であるが 1958 年 3 月 8 日に 100 年記念切手を発行した。それには砂金採りが画かれている。州の成立を記念するだけでなく地名の成立を記念している切手である。

この地域は 18 世紀までヨーロッパ人は足を踏み入れなかった。ロシア人が 18 世紀初頭に北から入ってはいたが大きな影響は及ばなかった。18 世紀後半 スペインの探検家 JUAN PEREZ が 1774 年に訪れたり 1878 年にキャプテン・クックがバンクーバー島に上陸したりしたが 19 世紀に入って東部から トンプソン (DARID THOMPSON) や フレーザー (SIMON FRASER) がこの地域を探検してニューカレドニアと呼ぶよう

になり ハドソン湾会社がこの地域の売買を行った。イギリスとアメリカが北緯 49 度を境界に定めたのが 1846 年であるが西端は Fuca 海峡が境界だった。ちなみにアラスカとの境界が確定したのは 1903 年のことである。1849 年にはバンクーバー島がイギリス植民地となった。ところが 1858 年に砂金がフレーザー河で発見され一躍ニューカレドニアには人々が入り込むようになりバンクーバーと合わせて 2 つの植民地がビクトリア女王によってブリティッシュ・コロンビアと命名され首府がビクトリアとなった。1871 年に州となった時にはインディアンが 35,000 人 白人が 10,000 人 東洋人が 4,000 人だった。

その後 1890 年代にはすでに砂金が衰えていたが代りに銅・鉛・亜鉛などの鉱業が発達し現在は木材と鉱業が主な産業でありアルミニウムは 1954 年にプラントが完成し年産 25 万トンを示している。

切手の砂金採りは地名の発端となったことを示している。