

環境地質図についての一試案

宇野 沢 昭 (環境地質部)

1. ま え が き

縄文時代や弥生時代の人は その遺跡や貝塚の分布にみられるように 自然をうまく利用し それに適合した生活を営んでいた。しかし このような人間生活と自然界の調和も 社会の高度成長化や人口の増加にともなう次第に崩れていった。その結果は 自然界の法則に見合った土地の利用にとどまらず 工業基地や都市の開発 さらにこれらを有機的に結びつけるための鉄道網や道路網など 組織的に計画された建設工事から一般の住宅地造成工事に至るまで 規模の大小を問わぬ自然改造が行なわれてきた。このため 丘陵や台地は削り取られて本来の姿を失い 大都市周辺の生態系は破壊されて自然の景観は日増しに失われていった。また 少し前まで水田地帯であった所や水草の繁茂していた沼沢地は埋め立てられ 中世のヨーロッパの古い城郭を想わせるような住宅群が忽然とも形容できるような短期間に出現したり 台地縁辺を刻む谷地の中にまで住宅が立ち並ぶという特異な景観が作りだされていった。

このような自然改造や土地の利用は わが国のように国土が狭く平野の少ない国では 社会の高度成長化にともなう工業基地の拡充などの経済的必要性や 大都市圏における人口の過密化などの現状からやむをえないことであるが その結果として 地下水の過剰揚水による地盤沈下をはじめとして 大都市周辺の生態系の破壊と裸地化 開発地域の都市化にともなう降雨流出量の変化による“都市型水害”(桑原・楡井 1976) やその浸透量の減少による“都市型地盤沈下”さらには地震時における家屋の示差的破壊にみられた地盤災害など 種々の人為災害を招いたこともまた事実である。

環境地質学 (environmental geology) という言葉がさかんに用いられるようになったのは ここ10年位のことであるが この辺りの事情の反映として必然的なものであろう。“環境地質学は 生態学の一分野であって人間とその地質的生存環境との関係をとる扱うものである。そして 人間の土地・地盤に対する働きかけならびにその働きかけの結果起る反作用についての問題がその対象である (FLAWN 1970)”

一方 都市地質学 (urban geology) という用語があ

って 環境地質学という言葉の代りに用いられている。都市地域は 人間の土地・地盤に対する働きかけが もっとも強力かつ集中的であり その結果としてもっとも緊急に解決を要する問題が起っており また その起る危険を含んでいるところである。すなわち 人間活動(生産および消費活動)を維持するための巨大かつ複雑な土木工学システムを安全に構築し かつそれらを種々の土地・地盤に起因する災害から守って行かなければならないからである。

環境地質学あるいは都市地質学の対象となる問題は 土地・地盤が人間の働きかけに対して重要な意義をもつようになり あるいは影響が及んでから始めて認識されるものであることは否定できない事実である。さきに述べたような災害も 結果論として肯定される点もないではないが 一方では自然改造や土地・地盤の利用に先立って考慮しなければならない自然界 とくに地質的環境に対する知識の欠除に起因するものであることも認識しなければならない。

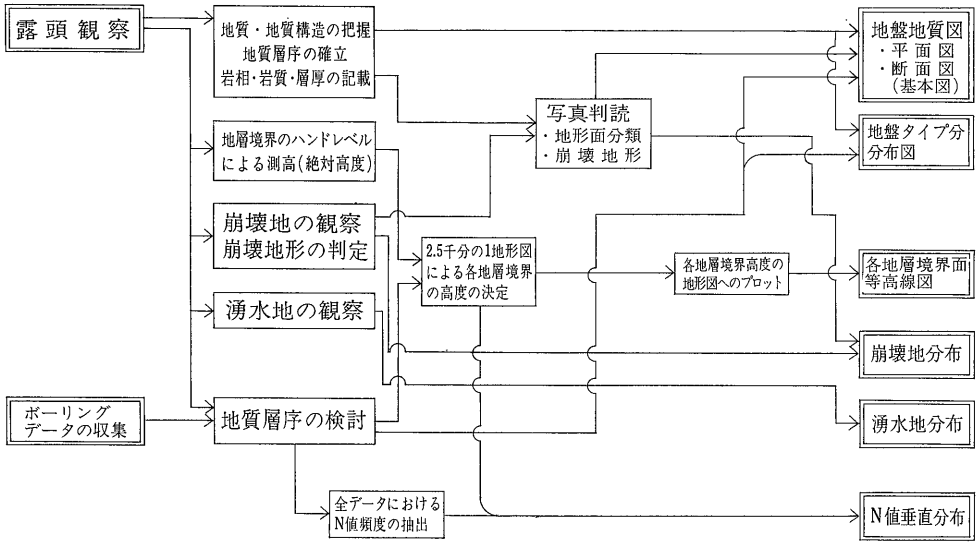
このような環境地質学的検討とそれに対応する対策などの問題解決は 種々な社会的背景から一朝一夕には不可能ではあるが 都市化が広域にわたって急速に進行しつつある現在 何らかの手を打たなければならぬことは確かである。これは わが国だけではなく世界的な問題であり UNESCO でもその根本問題として 都市地域の土木地質図の作成——調査法 表示法を含めて——が重要な課題の1つとして取りあげられているのである。

筆者は このような状況から相模野台地北部地域(2.5万分の1 与瀬 八王子 上溝 原町田)をモデル地域として選び 昭和49~51年の3カ年間にわたって 環境地質図(土木地質的要素を含む)の作成を目的とする研究を行ない 現在そのまとめを行ないつつある。ここで中間段階ではあるが その調査手法 図の表現法および図の利用など結果の一部について 筆者なりの一つの試案を紹介し 諸賢のご批判を得たいと思う。

2. 地形・地質のあらまし

まず本題に入る前に 相模野北部地域の地形・地質について簡単に紹介しておくことにする。

第1表 環境地質図の作成過程を示すフローチャート



相模野台地北部は 上部洪積統に属する河成礫層からなる数段の段丘と狭長な河川沖積地からなっている。台地の北側にはこれに接して 中部洪積統に属する御殿峠礫層からなる多摩丘陵がゆるやかなスカイラインをなして横たわり 西側から北側の一部に接して丹沢山地の急峻な山々が連なる。貫流する主要な河川は 相模川中津川 串川(相模川の支流)の3河川であるが 台地上には名残川とみられる境川ほか数河川がある。

第四系の基盤をなす地層は 白亜紀層と推定されている小仏層 三浦層群およびこれに含まれるとされる中津累層である。基盤の上位には これを切って形成された旧河谷を埋めて第四系の古期河成礫層(現在 層位的位置は検討中 台地構成礫層と区別するためにこの名称を用いる)が重なり さらにこれを切って新期段丘礫層(従来 武蔵野・立川期のものとされる礫層に対してこの名称を用いる)が重なる。この上位は関東ローム層(武蔵野・立川ローム層)に覆われる。なお 本地域における段丘の形成時代を決定する関東ローム層中の鍵層として比較的識別が容易な軽石層やスコリア層は 武蔵野ローム層中では東京軽石層があり 立川ローム層中では下位のものから 相模野第2スコリア——このスコリアは 従来 武蔵野ローム層中に入るとされていたがその後 町田ほか(1971)によって 立川ローム層中のものとされた—— 相模野第1スコリア(戸谷 1961) そのほか古富士泥流(津屋 1940)とされているスコリアと粗粒火山灰からなる泥流堆積物がある(関東ローム研究グループ 1965)。なお 相模野第1スコリアの直下には火山ガラスを多く含む黄色ないし黄褐色の層

があるが これは広域に分布する火山灰として報告された始良 Tn 火山灰層である(町田・新井 1976)。

3. 環境地質図(仮称)作成のための調査と資料収集

3.1. 露頭観察とボーリング資料の収集

表1は 環境地質図(仮称)の作成に関する野外調査から図の完成までの過程を示したものである。以下この表に基づいて述べることにする。

露頭観察: 第四紀層の調査で一般に行なわれている手法 すなわち 岩相・岩質・層厚などの観察・測定を行ない 地質および構造を把握する。関東ローム層の場合は層中の鍵層の認定を行ない これと整合に重なる台地構成層(新期段丘礫層)の形成時代を決定し地形面区分の資料とする。このほか 関東ローム層基底(新期段丘礫層上限)の高度 基盤上限の高度 第四紀層中の不整合面の高度およびローム層中の鍵層の高度(これは新期段丘礫層が露出していない場合 その上限高度の推定に役立つ)を その露頭にできるだけ近い地形図上で求められる著名な地点 すなわち三角点・水準点・独立標高点 これが無い場合は位置・高度が容易に読み取れる地点からハンドレベルを用いて測高する。また 崩壊地の場合は どの層準が崩壊したのか どのように崩壊しているのか 湧水の有無 湧水箇所の地質状況などの観察を行ない 崩壊機構判定の資料とする。さらに崩壊の履歴を調べておく。湧水地については その位置 湧水箇所の地質状況を観察し地質構造との関係を検

討する資料とする。また 相対的な湧水量（実際の測定は困難な場合が多い） 採水（水質分析用：水質汚染の資料）を行なう。

ボーリング資料の収集：公共構造物（学校・区市町村関係建築物・道路・橋梁・上水道水源井） 一般構造物（工場・一般住宅など）に関するボーリング資料を可能な限り収集し その位置を正確にとっておく。なお 本地域では現在までに約 500 本を収集している。

3.2. 写真判読および露頭・ボーリング資料の解釈と処理

写真判読：地形面の区分とその分布 台地上の谷地形（名残川）および崩壊地形の判読を行なう。

ボーリング資料の解釈と処理：ボーリング資料に記載されている層準の層序上の位置は その実施地点周辺の露頭観察結果 資料に併記された記載およびローム層の層厚に基づいて判定する。なお 東京軽石層の層準は N 値曲線から判定が可能である。

地層境界面の高度の決定：露頭におけるローム層基底および基盤上限の高度は ハンドレベル測高の基準とした地点の海拔高度を地形図上から読み取り決定する。

ボーリング資料については その実施地点の海拔高度を地形図上から読み取りローム層基底および基盤上限の高度を決定するが ボーリング実施後に盛土・切土などの現場変更が行なわれている場合は 現地直接測高する。

海拔高度の読み取りに使用する地形図は 国土基本図に準ずる 2.5 千分の 1 地形図（等高線間隔 主等高線 2 m 毎 補助等高線 1 m 毎）である。

4. 環境地質図の表現法とその利用

環境地質図として作成中のものは表 1 の右端上段に示した 3 図葉である。以下それらの表現法試案を紹介し次いで予想される土地・地盤への利用・保全および土木

工事への利用について述べることにする。

4.1. 表現法について

地盤地質図：第四紀地質図に準じて 基盤 古期河成礫層 新期段丘礫層 関東ローム層 沖積層および台地上の名残川堆積物 2 次ローム質堆積物について塗色する。ただし古期河成礫層の風化の著しい層準（依知礫層と呼ばれる）は さらに記号によってこれを補足する。各段丘礫層とこれを覆う関東ローム層の層序上の位置は総合地質柱状図および地形面区分によって明確にする。

この図は環境地質図の基本図となるもので 縮尺は 2.5 万分の 1 とする。なお これに添付される地盤地質断面図は 前述した 2.5 千分の 1 地形図を基図として作成し地質構造を明確に読み取れるようにする。図 1 はその 1 例を示したもので その位置は図 3 に示した。

地盤タイプ分布図：地盤タイプの分類基準は図 2 に示すとおりであるが これらの地盤タイプの それぞれのもつ広がりや平面分布として画く 図の体裁は地盤地質図と同一縮尺（2.5 万分の 1）のオーバーレイとする。

地層境界面等高線図：個々の露頭ならびにボーリング資料から決定した関東ローム層基底高度（新期段丘礫層上限高度）および基盤上限高度（第四系の下限）に基づいて内挿法によって画く。高度の表示は海拔高度とし等高線間隔は高度読み取り図の精度や資料密度の関係から 前者で毎 2 m 後者では毎 5 m とする。図の体裁は地盤地質図と同一縮尺（2.5 万分の 1）のオーバーレイとする。なお 図 3 は この方法によって画いた本地域内（中津台地）の例である。

崩壊地分布：崩壊地と崩壊地形と判定されるものを区別し 地盤地質図に併記する。これは崩壊地と地質および構造との関係をとらえやすくするためである。

湧水地分布：地盤地質図上で位置を明確に示し 記号によって表示する。これも湧水地と地質および構造との関係をとらえやすくするためである。

N 値垂直分布図：標準貫入試験の実施されているボーリング資料を地形面毎に分類し それぞれの地形面における N 値垂直分布（深さ 1 m 増す毎の N 値の頻度）を示す。この図は現在未完成であるが地盤タイプ分布図に併記することを考えている。

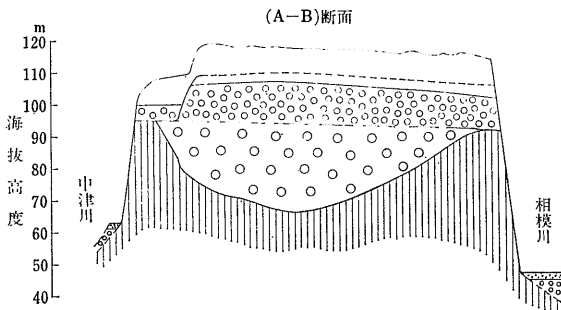
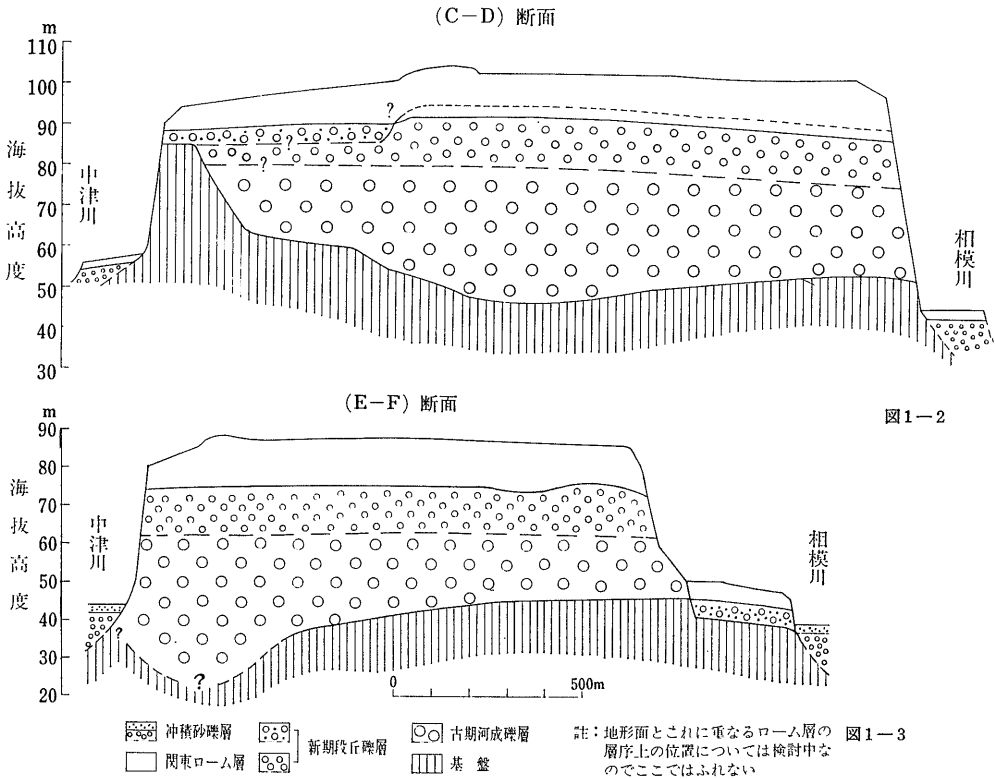


図1-1 中津台地の地質断面



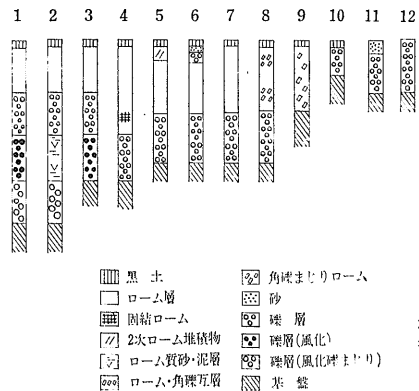
4.2. 図の利用に関する考察

地盤地質図：本図によって 土木工事に欠くことのできない予察調査を省略することができる。また 関東ローム層の層序に基づいて地形面区分がなされているので任意の地点について

- ① 地形面の直接の構成層およびこれを覆うローム層の層厚
- ② ローム層の物理性
- ③ 同固結部分

の大要を知るために役立つ。すなわち 地形面の直接の構成層（新期段丘礫層）およびこれを覆うローム層の層厚は 同一地形面でも多少の差（前者で 1m内外 後者では普通 1~1.5m 武蔵野 I 面では最大 3m内外）はあるが 地形面の古い方から新しい方へほぼ規則的に明瞭な層厚の差があるので 各地形面についてその層厚をほぼ推定することができる（ただし山地に近接した部分では崖錐が挟まれるため厚くなる場合がある）。またローム層の物理性 すなわち 水分保持特性 締め固め特性 練返しによる軟化特性 収縮挙動 アッターバルグ限界および風乾効果などの特性は 立川ローム層で最も顕著であり 武蔵野ローム層 下末吉ローム層さら

に多摩ローム層と古くなるに従って減少し 火山灰土としての特異性が失われ 非火山灰土の性質に類似してくるので（細野 衛による）ローム層の層序上の位置が明らかになっていれば その一般的な物理性を推定する手掛りとなる。ロームの固結については 武蔵野ローム層の東京軽石層付近は いわゆる“固結ローム”（鶴見・大村 1966）であることが多く この場合のN値は 20~30に達することがしばしばある（宇野沢ほか1970）。したがって 武蔵野面が地盤地質図上で明らかにされるので さきに述べたN値垂直分布図を併用することによ



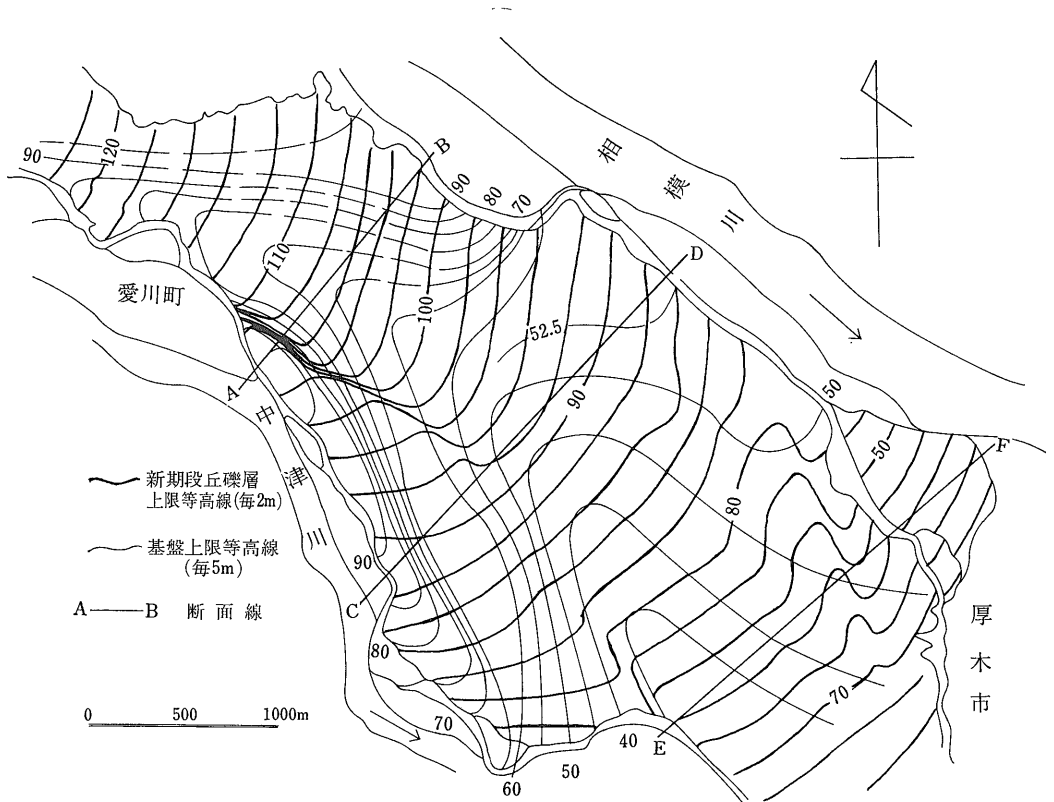


図3 地層境界面等高線図

って 地表面から固結層準までの深度を推定できる。
なお 固結ロームは 一般の地盤地質調査では土丹ある
いは泥岩と誤記されている例がある。

地盤タイプ分布図:土木工事の際の地盤状態の把握
ならびに地震災害に対して各地盤タイプが示す挙動をチ
ェックするための基礎資料となる。地盤タイプの分類
基準はすでに図2に示したが この図の2・6のタイプ
は 山間部に分布する河岸段丘下に伏在する旧河谷に当
る部分や台地上の名残川(例えば境川)周辺に存在する
もので 礫層間にローム層またはローム質砂泥層を挟ん
でおり 火山灰降下堆積後に水没あるいは火山灰降下堆
積中にすでに水域であって その後も引き続き水没して
いたものであり かつ現在でも常時地下水の影響を受け
ている特種なタイプである。これと類似のタイプとして
5がある。また 1・3も同じく旧河谷に当るタイプ
であるが この場合は山間部ではなく開けた台地の部分
に当る。8・9のタイプは山地に近接した部分に多く
みられる。11・12は現在の河川敷内のタイプである。
このほかは洪積台地における一般的なタイプである。

地層境界面等高線図:本図(図3)は海拔高度で示

してあるので地表面の凹凸に関係なく 任意の地点でロ
ーム層の層厚 新时期段丘礫層+古期河成礫層の層厚(新
期段丘礫層のみ分布する場合はその層厚)を求めること
ができる。したがって 地表面から新时期段丘礫層まで
の深度 および基盤までの深度が求められるので工事計
画をかなり具体的に策定することが可能である。しか
し 実際に使用する場合 まず図の精度が問題となるの
でこの点について若干の説明を加えておく。この種
の図の精度は通常の場合 その基本となる露頭およびボー
リング資料の密度と位置の認定 ハンドレベルによる高
度測定時の誤差 高度を読み取る図の精度 および新期
段丘礫層面あるいは基盤面の凹凸などによって左右され
ると考えられる。本地域で新时期段丘礫層の上限高度を
画いた資料密度は 多い部分で1km²当り3~4点 少
ない部分では同じく1km²当り0~1点であり かなり
密度にむらがあるが 密度の少ない部分については サ
ウンディング法による直接測定によってこれを補足した。
高度読み取り図については 補助等高線が1mまで表示
されているので 位置の認定が誤りなく行なわれてい
れば高度読み取り誤差は1m内外と考えられる。また
新时期段丘礫層面の凹凸は1m内外であった。

既存のボーリングは 構造物敷地面積100m²程度で数

本行なわれていることが多いが これらのボーリング地点相互のローム層の層厚の差はほとんどの場合1m以内であった。

以上の根拠から 地表面から新期段丘礫層までの深度は2m内外の誤差で納まると考えられる。ただし新しい地形面（例えば青柳面相当）ではこれを覆うローム層の層厚が2.5~3.0mでありかつ地形面がきわめて平坦であるのでその構成礫層への地表面からの到達深度の誤差は数10cmの範囲にあると考えられる。一方基盤上限深度を決定するための資料は台地崖線ではかなり多いが台地内部では少ない。したがって卒直にみて新期段丘礫層上限ほどの精度は望めない。しかし台地崖線における基盤高度の分布傾向、台地崖線と交差する旧河谷の横断形態とその埋積層の観察およびその流路の位置・方向などの調査結果に基づいてボーリング資料の解釈を行なっているので資料密度が小さくてもかなりの精度を期待できると考えられる。

崩壊地分布・湧水地分布：崩壊地および湧水地の分布は地盤地質図に併記しこれと地層境界面等高線図とを併用することによってそれらの分布と地質および構造との関係が把握され保全対策に資することができる。ところで基盤面等高線の形（図3参照）は台地下に伏在する旧河谷の存在を示すものであるがこの旧河谷の中はさきに述べた古期河成礫層によって充填されており（図1参照）それが台地崖線と交差する部分では比高20~30m以上にわたって礫層が露出する。崩壊地あるいはかつての崩壊地とみられるものはこの部分に多く分布する傾向がある。また湧水地の分布も崩壊地の分布と同様な傾向にある。個々の湧水地の湧水量は旧河谷が数箇所て台地崖線と交差する場合旧河谷の上流側に開いた崖線と下流側に開いた崖線とでは（図3では左上の崖線と左下の崖線がこれに当る）後者の方が圧倒的に多い。崩壊地と湧水地のこのような分布は基本的には台地下の地質および構造に支配されたものとみることができそれは当台地における崩壊の1つのパターンを示していると考えられる。そしてまた旧河谷と湧水地との関係は当台地における地下水の保全・利用対策に関するベリポイントをも示しているともみることができよう。

5. あとがき

ここでは 洪積台地における土地・地盤の適切な利用・保全 および土木工事の経済性への基礎資料となる環境地質図の作成に関して筆者なりの試案を紹介した。今後の研究課題として 沖積平野が重要な対象である。

沖積平野については 地震災害の関係から 最小単位として地表微地形と地質に関する調査まで行なうことは勿論であるが より深部の地質については既存のボーリング資料の取りまとめが主となる。しかし 既存のボーリング資料だけでは その堆積環境の解釈を正しく行なえない場合があるので そのための必要最小限のボーリングを実施する必要がある。これは台地では大部分露頭で代行されているものである。次に地盤地質図および関連図面の表示であるが これについては洪積台地と同様に大縮尺図（2.5万分の1）での表示が実用的価値からみて必要である。また 2.5万分の1地形図は国土基本図として 緯度・経度区分に従って系統的に作成されているものであり この点からみても実用的である。地下部分細部については 等層厚線 等深度線による層厚や沖積層基底面（地盤として最も重要な意味をもつ）の表示が 地盤という観点に立った有効な方法であろう。また 地形分類図も同様な意味において有効な表示方法であるが 環境地質図としては 地形分類を地質分類に置き換え さらに例えばN値等値線によって軟弱地盤の分布や その域力学性を表示する方がよいと思われる。これらの点について 今後さらに検討を加え 種々の地盤災害とくに現在の地震予知に関連した地盤災害の予測 ならびに災害軽減のための基礎資料を提供し得る環境地質図（都市地質図）の作成について 有効な試案が出来れば幸いである。

参考文献

- FLAWN, P. T. (1970): Environmental Geology. Harper's Geoscience Ser. Harper & Low, New York.
- 町田 洋・鈴木正男・宮崎明子(1971): 南関東の立川・武蔵野ロームにおける先土器時代遺物包含層の編年 第四紀研究 vol. 10 no. 4 p. 290—305
- 町田 洋・新井房夫(1976): 広域に分布する火山灰 —— 始良 Tn 火山灰の発見とその意義—— 科学 vol. 46 no. 6 p. 339—347
- 関東ローム研究グループ(1965): 関東ローム その起源と性状 築地書館
- 桑原 徹・楡井 久(1976): 応用第四紀学 日本の第四紀研究(第四紀学会編) p. 303—318
- 戸谷 洋(1961): 相模野北西部の地形に関するいくつかの問題 辻村太郎古稀論文集 p. 107—118
- 鶴見英策・大村 纂(1966): 多摩丘陵東部の地形およびローム層に関する若干の知見 第四紀研究 vol. 5 no. 2 p. 59—64
- 津屋弘遠(1940): 富士火山の地質学的並びに岩石学的研究 (III) 富士山の南西麓 大宮町周域の地質 震研彙報 18 p. 419—445
- 宇野沢 昭・岡 重文・黒田和男(1970): 藤沢市大庭地区の表層地質——ローム層の区分とN値および固結化との関係 応用地質 vol. 11 no. 4 p. 139—148