

# 地質調査

'08 第4号

[小特集]

新マーケットの創出・提案型事業

編集／社団法人全国地質調査業協会連合会



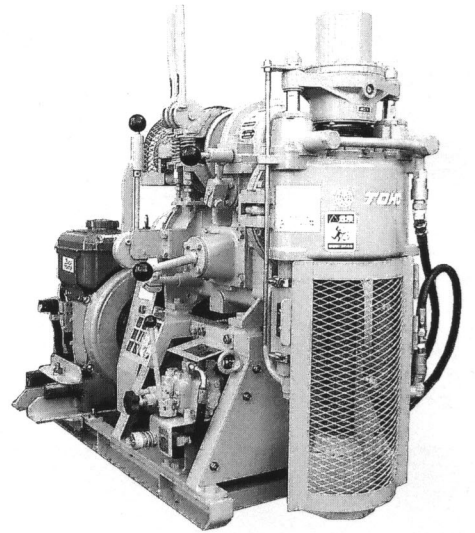
発行 土木春秋社



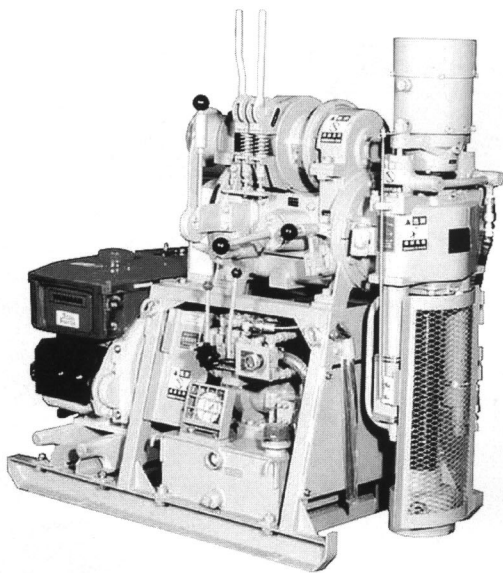
**TOHO**  
DRILLING EQUIPMENT

# 小型ボーリングマシン

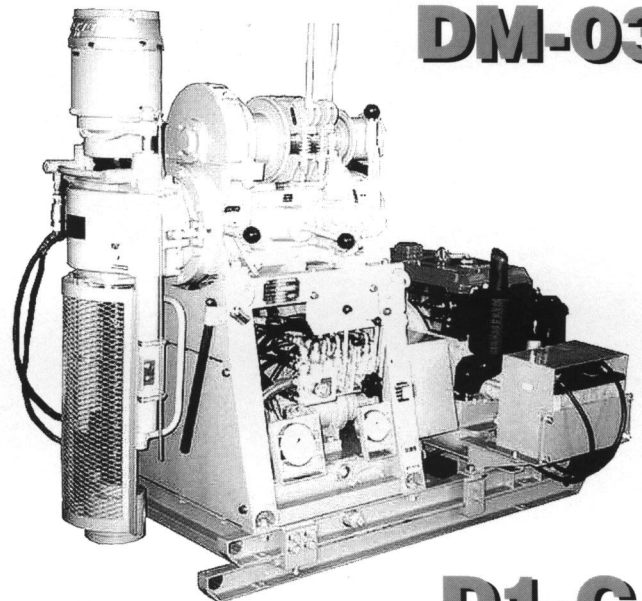
- ニーズに合わせて、ホイストドラムを取外し  
コーンブリータイプに変更することができます。
- ブーリの交換で地質にあったスピンドル回転数  
が選択できます。
- 試錐ポンプが内蔵でき、しかも原動機は1台で  
済みます。



**DM-03**



**D0-D**



**D1-C**

仕 様 右操作・左操作をご用意致しております。

機 種 名		DM-03	D0-D	D1-C
穿孔能力	m	30	100	280
スピンドル回転数	rpm	65、125、370	(A) 60、170、330 (B) 110、320、625	(A) 65、130、250、370 ※2 (B) 90、170、320、490
スピンドル内径	mm	47	43	48 ※2 58
スピンドルストローク	mm	300	400	500
ホイスト巻揚げ能力	KN (kgf) 400	3.9 (400)	5.9 (600)	10.8 (1,100)
フレームスライド	mm		※1 油圧式 300	油圧式 300
動 力	kW/HP	3.7/5	3.7/5	5.5/8
質 量	kg	180 (本体)	315 (本体)	550 (本体)
寸 法 H×W×L	mm	960×500×1,115	1,200×660×1,180	1,390×735×1,580

※1 オプション

※2 スピンドル内径58の場合

## 東邦地下工機株式会社

東京都品川区東品川4-4-7 TEL 03 (3474) 4141  
福岡市博多区西月隈5-19-53 TEL 092 (581) 3031  
URL: <http://www.tohochikakoki.co.jp>

福 岡 ☎ 092 (581) 3031  
札 幌 ☎ 011 (785) 6651  
仙 台 ☎ 022 (235) 0821  
新 潟 ☎ 025 (284) 5164  
名 古屋 ☎ 052 (798) 6667  
大 阪 ☎ 0729 (24) 5022

松 山 ☎ 089 (953) 2301  
広 島 ☎ 082 (291) 2777  
山 口 ☎ 083 (973) 0161  
北九州 ☎ 093 (331) 1461  
熊 本 ☎ 096 (232) 4763

巻頭言	マーケット+創出=マインド 社団法人全国地質調査業協会連合会/会長	瀬古一郎	1
総論	地質調査業に期待する新しいビジネス・新マーケット創出 地質調査における展望 岡山大学大学院環境学研究科教授	西垣 誠	2
小特集	<b>新マーケットの創出・提案型事業</b> 〈平成19年度事業〉 東京都区部山の手台地中央部付近の伏在断層について 大都市直下の伏在活断層合同研究調査 WG 共生型地下水技術活用研究事業《地下水は誰のものなのか?から始まった》 共生型地下水技術活用研究会 グラウンドアンカー工のアセットマネジメントに関する事業 アンカーアセットマネジメント研究会 〈平成20年度事業〉 土工工事の安全管理方法の日安「土工工事の安全管理レベル判定ガイドライン」の作成 土工工事安全管理マニュアル作成委員会 自動孔内水平載荷試験の応用活用による新事業 自動水平孔内載荷試験応用活用グループ CM (コンストラクション・マネジメント) 方式事業 CM 検討委員会		6 6 13 19 25 29 33
地盤ビジネス情報	地盤情報を活用した新たなビジネスモデル ① 既設家屋の地盤診断 (しまね地盤情報配信サービス活用) ② 土壌汚染リスク スクリーニングサービス(フェーズ0.5)	藤井俊逸 手塚裕樹	37 39
教養読本	建設系 CPD 制度に対応したジオ・スクリーニング ネットの運用～地質調査技士登録更新制度への活用～	土屋彰義	41
やさしい知識	小学校理科教育サポート授業	峯耕一郎	44
書評		瀬古一郎	46
各地の博物館めぐり	地図と鉱石の「山の手博物館」 —北海道の鉱石全てを網羅—	若松幹男	47
車窓から見る地形・地質	日本三大車窓と霧島連山 (JR 九州肥薩線真幸駅)	落合文登	49
大地の恵み	石都岡崎のみかげ石製品 (岡崎市の石材産業)	大澤和美/丹羽善一	51
全地連「技術e-フォーラム2008」について			53
会告	地質調査業における性能設計への対応検討事業 「ジオ・スクリーニングネット」機能強化版の公開 地質情報管理士資格検定試験の実施 全地連保険制度 更新手続き・新規加入募集活動実施中 平成20年度上半期の事業量 403 億円 (全地連受注動向調査)		56

小特集 ハザードマップ

ハザードマップの現状と課題

自然災害の防災・減災への取り組みとハザードマップ

ハザードマップを発信する立場からの分野別の現状と課題

(1) 土砂災害

(2) 斜面・道路防災

(3) 洪水・水害

ハザードマップの活用を推進する立場からの事例紹介

(4) 地震防災

ハザードマップの基礎技術を支える立場からの技術紹介

(5) ハザードマップを支える技術

教養読本 GISを活用したハザードマップ

やさしい知識 リスクコミュニケーション

各地の博物館巡り

大地の恵み

車窓から見る地形・地質

私の経験した現場

## マーケット+創出=マインド

社団法人全国地質調査業協会連合会/会長 瀬古 一郎

ご存じのようにマーケティングには4Pの戦略があり、それらのマーケティング・ミックスがポイントである。4Pとは製品(商品)、価格、場所、販促である。

さて、そこでである。今、発注者は「何」を買うのであろうか？ 公募型にしても技術提案型にしても、会社や技術者の業務実績や提案を“かう”のだろうか。であれば、会社や個人の実績を「販促」するのか？ それはいくらで売れるのだろうか。「価格」とは落札額あるいは見積額のことなのか？ 技術提案を「販促」してもそれが無償サービスになってしまうと商品にならないのではないか。

ゼネコンでは工法協会を作ることが多い。これは、公募競争や指名競争にノミネートするためのグループ的差別化である。工法の積算資料を作成し発注者に配布している。この場合、工法=商品であり、それを販促する。一品個別生産である建設業の市場は、メーカーなどの大量生産品販売の市場とは異なる。同様に建設関連業でも1社単独で自社の商品(要素技術)を販促しても発注者が取り上げにくいのではないかと思われる。

こうして考えると、二つのアプローチが見えてくる。一つ目は、販促できる、つまり差別化できる商品を創出すること。二つ目は、今の営業系(技術系も含めて)の販促の方法を改め直してみることであろう。すなわち、

① 地質調査において、差別化できる調査技術を創り出す(つまり、品質・性能・進取性・価格などのいずれかで勝負できる技術を)、

② 発注者のニーズを嗅ぎ取って、今までの調査技術を、買ってもらえる使い勝手のよい商品に変えて売る(たとえば、某乳製品飲料や保険業の営業みtainな密着営業と技術改良)、  
といったことであらうか。

土木分野における大略的ニーズについては、今

さらマーケットリサーチするまでもない。たとえば、土木学会誌4月号で、片山善博前鳥取県知事(現慶大教授)が「社会資本整備は住民が必要とする施設をできるだけ良質かつ低コストで供給しなければならない」というミッションを与えている。地盤工学会誌(土と基礎)の小特集にも技術的ニーズをかいま見ることができる。また、意見交換会や業界紙などを通じてもニーズを知ることができるだろう。

このまま公共事業費の縮減が続くと、ますます地質調査業の受注高も減じていく。地質調査業にとって「マーケット」あるいは「マーケット創出」とはいったい何を指すのだろうか。創出する技術は、要素技術でもシステムでもある種の考え方でも、地域性があるものでも構わない。問題はそれをわれわれは販促できるのか、であらう。今までは、公共事業という、いわばインキュベーターの中で培養されてきたのではないだろうか。「指名」「選定」「特定」といった手順化された受け身の市場に慣れ親しんだあまり、開拓者精神が脆化してはいまいか。

話は変わるが、アサヒビールは1985年に5000人に及ぶ嗜好調査を行い、酵母・原材料・製法を一新し、1987年にスーパードライをデビュー、従前品を全て撤去した。1998年には国内ビール市場No.1になったのである。当時の社長の商品作りの四原則は、① 原材料に金を惜しまない、② 他人のモノマネをしない、③ 健康志向、④ 常に新鮮でおいしいものを提供する、という当たり前の徹底だったという。

マーケット創出とは、「売れる仕組みを創る」ことである。「何を」「誰に」「どのように」売るかである。方法論は本に書いてある。どこにも書かれてないことは、地質調査業における新マーケット創出の「マインド=熱意」である。

## 地質調査業に期待する新しいビジネス・新マーケット創出

# 地質調査における展望

にし がき まこと  
西 垣 誠\*

### 1. はじめに

建設業界の不況に伴い地質調査業界にも不況の波が押し寄せて来ている。しかし、本当に地質調査業の仕事を社会は望んでいないのかと考えると、そうではないという結論に辿り着く。例えば気候について考えると、地球温暖化による異常気象により、降雨強度が変化して来ていることが分かる。日本における年間降雨量はそれほど変化していないが、降雨強度は年々レコードを出している。このような中で豪雨による地盤災害は日本中の色々な所で生じている。また、地震に関しても阪神・淡路大震災、東日本でも東北地方、北陸地方と日本各地で震災が生じている。

日本国内に留まらず、世界の人々は自然災害に対して安全な土地、安心して生活できる場所を求めている。そして、それを可能にするのは地質調査業であると考えられる。地質調査業はこれからも社会が求めている業界である。このような中で本報文では、地質調査業がこれから何を課題として行くべきかについて論述する。

### 2. 豪雨による斜面災害

時間降雨強度が 100 mm/hour の豪雨が最近では普通に降るようになってきている。このような豪雨下では、過去の豪雨で安定であった斜面でも、崩壊することがある。

豪雨に強い斜面にしておく必要があるが、自然斜面がどの程度安定かどうかの診断は極めて困難である。斜面の危険度を評価するために無限の費用が使えるなら、どのような調査をするであろうか？

#### (1) 斜面内の地質調査

斜面を構成している地盤内の地質の調査を実施し、風化層の厚さの分布が分かれば、災害の規模が予測できるため極めて有効である。斜面の風化層の厚さの分布は、現状では弾性波トモグラフィー等によって計測される。また、地下水位の分布も比抵抗トモグラフィーによって、ある程度予測されるが、もっと簡易な手法で、地盤に振動を与えて風化層の分布や地下水位の予測ができると便利である。ハンデーな地盤に衝撃を加える装置とその反応を多点で計測する装置と GPS による位置座標を組み合わせると、風化層の厚さの三次元的な分布を計測することが可能になると考えられる。物理探査は間接的な地盤調査法であり、当然複数点でのボーリング調査が必要である。

#### (2) 斜面構成材料の浸透特性の調査

斜面構成材料を対象とした飽和状態と不飽和状態での浸透特性を求めるとする試験を実施する必要がある。この際に、斜面内の地下水面より下に関しては単孔式透水試験によって、その飽和状態での透水係数を求めることは可能である。しかし、地下水面より上部の地層に対しての現場透水試験法としては、米国の開拓局の E-19 法しかない。ボーリング孔を用いた不飽和領域の原位置での透水試験法がなぜ今まで開発されていないか不思議である。不飽和領域を対象とした長時間での注入試験によって、ほぼ飽和に近い透水係数の値を求めることが、可能であると考えられる。

しかし、不飽和領域の土の水分特性曲線や不飽和浸透特性に関しては、原位置で直接計測する方法は極めて大掛かりな試験になる。従って、不飽和領域の土に対しての不飽和浸透特性は、できるだけ乱さないように採集した不飽和状態の土を対象として、水分特性曲線を加圧板型 PF 試験で計測する。PF 試験法は既に種々の方法が提案され

\* 岡山大学大学院環境学研究科教授

ているが、加圧型の試験法が極めて応用性が高い手法であると思う。一方、不飽和状態の透水試験に関しては、室内試験で非定常法と定常法がある。このような試験法が提案されているが、乱さないでサンプリングした試料に対しての不飽和透水係数を求められる会社はほとんどない。基準化されている試験はやれるが、少し特殊な試験はできない会社が多いのには本当に驚く。

この分野の調査と、その豪雨時の挙動を予測するためのパラメータを求める試験が一日でも早く一般化されることを祈る。

### (3) 不飽和土の力学特性

斜面よりサンプリングしてきた供試体の含水量の変化によって、そのせん断強度がどのように低下するかという課題に関しても、地質調査会社で不飽和土を対象とした力学試験装置を準備している所はほとんどないのが現状である。

不飽和土用の三軸試験装置が複雑であるためにもよるが、物性を求めて、豪雨時の斜面の破壊までを予測するソフトが一般化されていないことも、この種の試験装置が普及していない原因である。

不飽和土の力学と言っても、標準砂や粘土を対象とした研究が一般的であり、中間土を対象とした研究がほとんどなされていないのも悲しいことである。

### (4) 斜面内の地下水位等のモニタリング

豪雨時に斜面内でどのような事象が生じているかを予測するために、斜面内の地下水位の変動の計測と、斜面内の飽和度の経時的な変化の計測が求められる。

また、斜面がどのように変動しているかを三次元的に計測するかも大きな課題である。しかし、ここでは斜面が経時的にゆっくり移動する「地すべり」に関する問題より、斜面が瞬時に崩壊する問題の方がより危険であると考えて、豪雨の崩壊に関するモニタリングでこれから何をすべきかについて論述する。

#### (a) 斜面内の地下水位の計測

斜面内の豪雨による地下水位の変動は、豪雨の浸潤前線が地下水面に到達するまで一般にあまり変動しない。また、到達後の地下水位の上昇は瞬時に生ずることが多いため、豪雨時の斜面崩壊の予測にはあまり役には立たないと考えられる。しかし、斜面内の地下水位が3次元的にどのように変動するかのデータから、斜面内の種々の浸透特性を逆に推定できることがある。また、このデータより、地表からの地下水の浸透流量も予測でき

ることがある。

#### (b) 斜面内のサクシジョンの計測

斜面内での浸潤前線の挙動を計測するには、斜面内の飽和度がどのように変化しているのか、また、不飽和状態でのサクシジョンの値が時々刻々どのように変化しているかを空間的に求められれば極めて有意義である。

古くより、斜面内のサクシジョンの変化をテンションメーターによって計測する方法は用いられて来た。また、そのデータの蓄積もなされて来たが、テンションメーター内の脱気水が容易になくなるため、常に脱気水の補充が必要であるのが現状である。脱気水の補充を必要としないテンションメーターの開発として、テンションメーターの先端のセラミックデスクの透水性を低くする方法もとられている。電気式の間隙水圧計の耐久性にも問題があり、数十年利用できる間隙水圧計もあまりない。電気式に対して、光ファイバーを用いた間隙水圧計も開発されているが、その耐久性に関しては今後の評価を待つ必要がある。

土中の負の圧力水頭 ( $u_w$ ) を計測する際には、土中の空気圧 ( $u_a$ ) の変化が当然強く影響してくる。このことは1960年代からわかっていたが、斜面で間隙水圧と間隙空気圧を同時に計測している例はきわめて少ない。

堤体内の浸透のように水が浸透することによって間隙中の空気が自由に抜けていく場合には、間隙中の空気圧の影響はきわめて少ないが、降雨のように上から間隙中の空気を圧縮しながら浸透する際には空気圧が変化するため、そのことによって降雨の浸透が遅れるような現象が生じる。

このような現象を予測するには、水と空気の2相の浸透を予測できる解析ソフトが必要である。このような問題に対して、現在一般的に用いられている飽和不飽和領域を対象とした浸透流解析ソフトでは、間隙水の挙動しか予測していないため、実際に豪雨が斜面に浸透していく挙動を予測していることにはならない。

時々、斜面への降雨浸透のモデル実験で、テンションメーターだけの計測を行って、一般的な飽和不飽和浸透流解析と比較して、計測と解析とが良く一致したとの研究報告があるが、これは、計測手法も解析手法も誤っており、本来一致するはずがない結果同士が一致したという結論を出していることになる。降雨の浸透により間隙空気圧が高くなると、間隙水圧の値も大きくなり、飽和領域内の間隙水圧が高くなったと錯覚して、地下水位が上昇していると誤った判断をすることにな

る。

土中の間隙空気圧を計測する方法として、電気式の間隙水圧計の先端にガラスフィルターを設置して防水スプレーをフィルターに塗布する方法を提案して室内試験で間隙空気圧を計測したが、このような間隙空気圧の計測方法でも、一度、間隙空気圧計測装置が地下水位以下になってしまうと、その後地下水位が低下しても、その間隙空気圧の計測システムでは、正確な間隙空気圧の計測は不可能になる。これは、ガラスフィルターに水が入って、防水スプレーを塗布しておいても、水膜が空気圧の伝達を悪くしてしまうためである。

このように、斜面内の豪雨時のサクシジョンの計測は、未だ多くの問題を含んでおり、そこには多くの改良すべき課題があることがわかる。

#### (c) 斜面内の飽和度の計測

斜面内の土の飽和度の計測手法として、古くは、中性子水分計や $\gamma$ 線密度計が用いられていた。このようなRIを用いた土壌水分の計測のかわりに、近年では土の誘電率を計測することによって容易に体積含水率の値が計測されるようになってきている。したがって、計測が難しいサクシジョンの値を計測するのではなく、土の体積含水率の値を計測し、その計測点の間隙率がわかれば、土の飽和度の計測が可能になる。実際に最近では、この誘電率を計測することによって斜面の崩壊予測をしようとする研究も多くなってきている。

土中の誘電率の計測は、テンションメーターのように長期の計測で脱気水を補給するようなメンテナンスを必要としないため、きわめて簡単に長期間の水分量の計測が可能になってきている。しかし、この計測システムを実際のフィールドに深さの異なる複数点に設置して長期間の計測を行うと、土中の体積含水率の値が豪雨時でもあまり変化しない結果を得ることがある。

これは、日本のように降雨の多い国では土中の飽和度の値が年間を通してあまり変化しないためである。また、斜面崩壊に関係する粘性土では、降雨がない時では飽和度が70%程度あり、この値は、誘電率が比較的精度良く計測できる飽和度は60%以下であるという計測の限度を越えていることになる。

斜面内の飽和度の変化を計測して、斜面崩壊を予測する課題に関しても、このようにまだまだ解決しなければならない課題が山ほどある。

### 3. 盛土等の排水施設の老朽化

土構造物は構築されてからの年代が経つほど安定化してくる。このような土構造物の安定化が損なわれるのは、地震のように大きな外力が作用したり、過去に経験したことのないような豪雨により、間隙水圧が上昇することなどが考えられる。

豪雨時における間隙水圧の上昇を防止するために、盛土内には一般的に排水施設が設置される。しかし、その排水施設の規模や位置に関してはきわめて経験的に設置されているのが現状である。また、いくら綿密な設計によって排水施設を設計しても、施行時に集中豪雨等に遭うと、濁流の浸入による目詰まりによって、その施設の排水機能は低下してしまうことがある。

ビルの老朽化は、水まわりで起こるのと同じで、盛土の不安定性は排水施設の老朽化によって生じると考えてもよい。

土構造物のアースダムやロックフィルダムの安定性も、ダム下流への浸透水量の変化や、その浸透水中に細粒土が含まれていないか、内部の間隙水圧が増加していないか等によって評価されている。しかし、一般の道路や鉄道、宅地の盛土に対しては、内部の水位すら計測されていないのが現状である。これは、土構造物のそのような事項を計測するルールがないためでもあるが、施工後、今まで安定であったものが崩壊するとはあまり考えないことにもよる。

盛土内の排水施設が「目詰まり」を起こしていないかを調査するとともに、盛土内の地下水位をモニタリングして、内部のドレーン材に目詰まりが生じていないかを調査、監視することが、今後の大きな課題である。

盛土内のドレーン材に目詰まりが生じると、盛土内の地下水位が上昇して、地表面の陥没やコーラスによる沈下が生じたり、集中豪雨時や地震時に盛土が大崩壊を起こすことがある。

### 4. おわりに

「地質と調査業に期待する新しいビジネス」と題して、限られた紙面で何を述べられるかを考えた。結局、人の命を地質調査業はどれだけ守れるかである。地質調査業が技術者の集団であると考えたと、科学者の集団となる。「科学は人々を幸せにするためにある」とすると、人々が安心して安全な生活ができる社会の構築に技術者は何ができるかを考えるべきである。すなわち、災害から人々を



どのように守るのが最大の課題になってくる。そして、毎日安心できる水を飲み、安心できる食事ができる社会にするにはどうするかが次の課題になる。

この中に当然、エネルギーの問題がある。今後の課題を列挙すると表1のようになる。

表1 解決する課題

(1)	人口問題 (増加, 少子高齢化)
(2)	食糧・水問題
(3)	エネルギー問題
(4)	廃棄物問題
(5)	地球温暖化問題
(6)	環境問題
(7)	防災問題

これらの中で、技術者は何ができるかを考えると、それが新しいビジネスになる。先の豪雨による斜面安定問題は、その例を示したものであるが、その中で何をすべきかを考えると、多くの課題があることを示した。それをどのようにビジネスにするかは難しい話である。

私たちの周囲には、今、本当に色々な問題が生じている。グローバル社会になり、世界のどこかで何かが生じれば、それがたちまち私たちの生活に影響する社会になってきている。それでは、自分の会社の中に、世界に出ても負けない技術があるかを自問してほしい。マニュアルに従って仕事をしている日本の地質調査業では、世界中から注目されるような技術を持っている会社はあまり多くないのではと思う。このような業界の体質を改善しない限り、世界に通用する技術は生まれてこない。

地質業が、発展しようとする建設業の基盤を支えるのであるなら、発展しようとしている国に行って仕事をしていくべきである。このように考えると、新しいビジネスの一つは、世界に通用する技術をどれだけ育てていくかである。人件費の高い日本人に高額のお金を出しても、その会社にしかできない技術をどんどん開発することである。そして、その技術の内容を世界に英語、中国語、韓国語、アラビア語、ロシア語、ドイツ語、フランス語等で発信すべきである。良い技術に対しては、世界からいずれは仕事が来ると思う。

具体的な例として、洪水が来ても冠水しないし、地震が来ても液状化しない地区を構築することを考える。そんな地区を造るには、国家が経費を出

して、国家全体がそのような安全な国土になるべきだが、国家にそのようなお金がない時に誰がそのためにお金を払うのかが問題となる。その答えとして安全な地区に住みたい住民が資金を出すシステムが考えられる。安全な土地の価値が上がるため、そのような土地の地盤改良費や造成費は将来その土地を売買する時に十分に取り戻せると考えると、住民が団結して安全な地域を造成するための技術を持つ必要がある。

当然、ライフラインの老朽化に対応し、地域の安全と安心を守るための会社の設立が、これからの大きなビジネスになる。しかし、このような社会は益々格差が大きい社会となり、あまり良くない社会になってしまう心配もある。

新しいビジネス、これは「ビジネス」と言う事は、儲かる仕事を考える必要がある。しかし、ここで大声でこんな事をすると言っていると儲かると言って、みんながその仕事をする、結局その仕事はあまり儲からなくなるのではないかと思う。

「自分が立っている所を深く掘れ。そこからきっと泉が湧き出る。」という高山樗牛の言葉がある。自分の技術を究極まで磨いて、他が追従できない所まで技術を高めて、技術に価値をつけて行くと、あまり無理をしないで世界で勝負できるような気がする。

新しい課題はと言うと、既設構造物の診断工学と、その構造物の耐用年数が過ぎていると判断するとそこに解体工学が登場する。こんな事は既に多くの人々が提唱しているが、地質業界で診断工学をやっている会社はまだあまり多くない。地中構造物の解体工学に関しては皆無と言ってよい。

鉄道のレール探傷車という車がある。このようにレールだけでなく、線路の周囲の状況(斜面、基盤、橋梁、トンネル)等の状況を探査する車があってもよいかもしれない。このような診断は、道路でも同じである。

もし、今、何が欲しいと聞かれると、「タイムマシン」と答えるだろう。タイムマシンによって将来を知って株を買い、競馬の馬券を買う話の映画があったが、台風や自然災害によりどこで、どのような災害が起こるかがわかると、それに対する対策を事前に行うことができ、多くの人命が救われると思う。タイムマシンはしばらく無理であるから、自然現象からルールを編み出し、数値解析によって災害を予測して、その対策を事前に的確に施す技術も大事である。

# 東京都区部山の手台地中央部付近の 伏在断層について

豊蔵 勇<sup>1)</sup>, 須藤 宏<sup>2)</sup>, 青砥澄夫<sup>3)</sup>, 福井謙三<sup>4)</sup>,  
松崎達二<sup>5)</sup>, 渡辺平太郎<sup>6)</sup>, 川田明夫<sup>7)</sup>

(全国地質調査業協会連合会・大都市直下の伏在活断層合同研究調査ワーキンググループ)

## まえがき

大都市部における活断層の有無を明らかにすることは、自治体の地震防災計画を策定する際の基礎資料として重要である。また、地盤工学的観点から支持層となる礫層等があるいは遮水層となる泥層の深度分布が突然変化する状況を考えると断層による変位の有無と規模を明らかにすることは事業計画・費用を大きく左右するため重要である。

東京都区部においては、清水(1986)<sup>1)</sup>が臨海副都心部で、また豊蔵ほか(2007)<sup>2)</sup>は中央区下町低地下で伏在第四紀断層が推定されることを指摘している。しかし、山の手台地における活断層の有無を具体的に検討した事例は極めて少ない。その理由としては、明瞭な断層を示唆する地形的証拠がないこと、地形の人工的改変が大きいこと、露頭が少ないこととさらには地質柱状図等の地質資料の入手が困難なことがあげられよう。

社団法人全国地質調査業協会連合会の「大都市直下の伏在活断層に関する合同研究事業」として、既往のボーリング柱状図とその他資料を用いた地質解析により山の手台地下に活断層が伏在するのかどうかを明らかにする研究調査を、上記ワーキンググループと斯界の3名の研究者に研究顧問としてご参加いただき実施することとなった。

研究対象範囲として山の手台地中央部の東側の地区(図1)を選んだ。研究の進め方として、ボーリング資料解析からまず断層と疑わしい箇所を抽出し、さらにそれらが本当に断層による成因なのかまた活断層としての性状を示すのかどうかを明

らかにし、その結果に応じて今後の調査を含めた対策の必要性に関する啓発や提案を行うことである。なお、現在は全体から見るとまだ途中段階ではあるが、地質・構造に関する検討がほぼ終了した東側地区についてとりまとめて報告をすることとした。

なお、本研究を進めるにあたり、東京大学地震研究所島崎邦彦教授、首都大学山崎晴雄教授、および東京都土木技術センター中山俊雄元主任研究員には種々の点でご指導をいただいている。ここで記して感謝の意を表する次第である。

## 1. 既往の研究

### 1.1 地形

東京都の地形は西部から東部へ山地、丘陵地、台地、低地の4つに大区分される。これら各地形の内、都中央部の多摩川左岸に広がる広大な台地は武蔵野台地、東部の隅田川や荒川の流域に広がる沖積低地は下町低地と呼ばれている。

都区部に発達している武蔵野台地の内、東部のものは特に山の手台地と呼ばれ、その地形に関しては多くの研究がある。段丘地形に関しては、神田川の南側ものは淀橋台、北側の西側のものは豊島台、およびその東側の下町低地と接するものは本郷台と呼ばれている(例えば図1東京都土木技術研究所, 1996)<sup>3)</sup>。そして、それらはそれぞれ南関東の下末吉面(S面)、小原台面(M1面)、および三崎面(M2面)に対比されており(例えば町田・鈴木, 2000)<sup>4)</sup>、またそれぞれ約12万年前、約10万年前、および8万年前頃に形成されたといわれている(町田・鈴木, 2000)<sup>4)</sup>。

<sup>1)</sup> 株式会社ダイヤコンサルタント、<sup>2)</sup> 応用地質株式会社、<sup>3)</sup> 川崎地質株式会社、<sup>4)</sup> 基礎地盤コンサルタンツ株式会社、<sup>5)</sup> 株式会社サンコーコンサルタント、<sup>6)</sup> 大成基礎設計株式会社、<sup>7)</sup> 大和探査株式会社

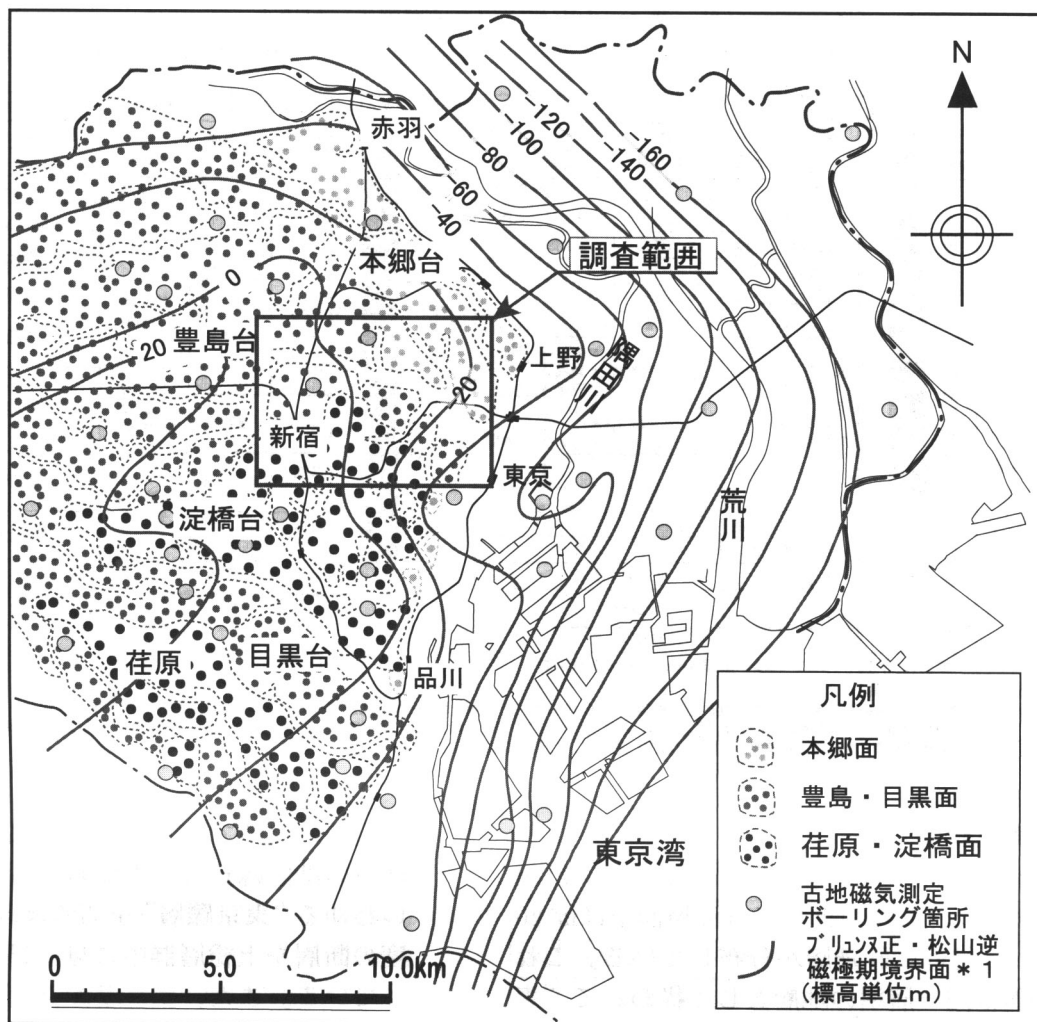


図1 研究範囲ならびに武蔵野台地の地形面区分とブリュンヌ正磁極期と松山逆磁極期との境界面 (約 78 万年前) の分布高度 (\*1: 東京都土木技術研究所 (1996)<sup>3)</sup> に基づき作成)

## 1.2 地質

### (1) 地質・地質層序

東京都区部の地質・地質層序については、東京都土木技術研究所(以後単に東京都とする; 1977, 1990, 1996)<sup>5),6),3)</sup>, 岡ほか (1984)<sup>7)</sup>, 菊地 (1986)<sup>8)</sup> などをはじめとして多くの報告・研究がある。東京都は地盤図発行に伴い地質断面図集を作成しているが、23 区下町地区を対象としたもの(東京都, 1977)<sup>5)</sup>, 山の手・北多摩地区を対象としたもの(東京都, 1990)<sup>6)</sup>, その他大深度地下地盤を対象としたもの(東京都, 1996)<sup>3)</sup> がある。

本稿では地層区分・編年等についてはこれまでの研究を引用・総合してまとめたものを用いていることとした。表 1 では、地質区分・地層名については都区部の地質を総括的にまとめている東京都 (1996)<sup>4)</sup> に、東京層の層序区分・対比については岡ほか (1984)<sup>7)</sup> と菊地 (1986)<sup>8)</sup> に、および堆積年代に関しては町田・鈴木 (2000)<sup>4)</sup> にそれぞれ従っている。

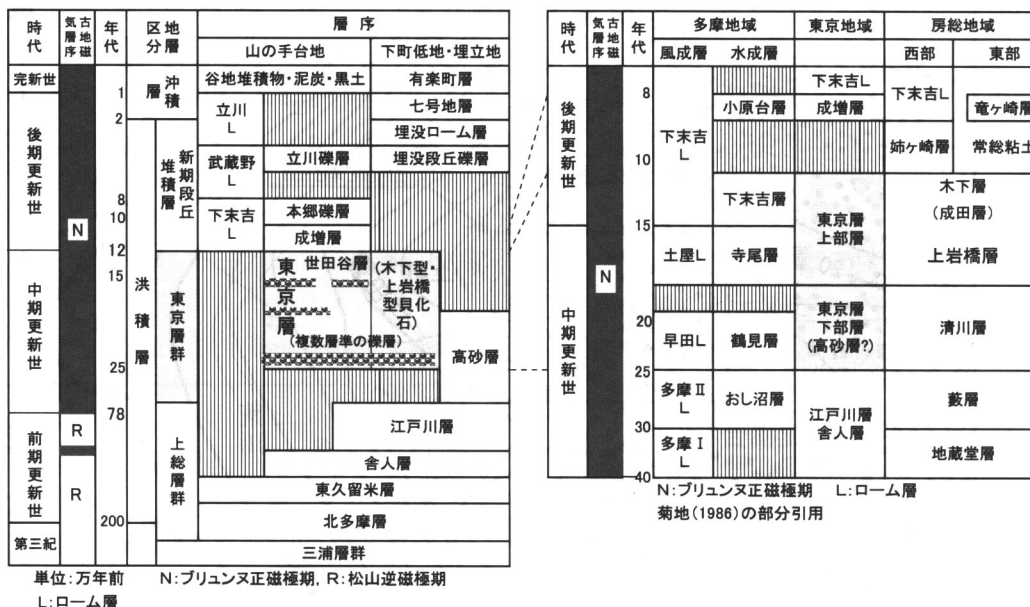
東京都区部の第四系は、東京都(1977, 1996)<sup>5),3)</sup> によると下位から上位に向けて、主として下部更新統の上総層群、中部更新統の東京層群、上部更新統の新时期段丘堆積層、および沖積層に区分される。東京層群の内、東京層は本研究範囲を含む山の手台地域一帯および下町低地の西側で広く分布している。新时期段丘堆積層は、武蔵野礫層と本郷礫層などの段丘礫層と関東ローム層からなり、山の手台地の表層部に分布している。なお、従来東京層群に含まれていた江戸川層は古地磁気測定の結果に基づいてその上部付近にブリュンヌ正磁極期・松山逆磁極期境界 (約 78 万年前) があることが判明したとし、編年が見直され舎人層と共に上総層群に含まれている<sup>4)</sup>。

東京層の層位については、表 1 に示すように多摩地域の鶴見層から、寺尾層、下末吉層まで、また房総地域の清川層から、上岩橋層、木下層までまたがるとした(岡ほか, 1984; 菊地, 1986)<sup>7),8)</sup>。

表1 東京都区部の地質層序・対比表

a. 本調査

b. 多摩・東京・房総地域の層序対比



単位: 万年前 N: プリユヌ正磁極期, R: 松山逆磁極期 L: ローム層  
 東京都土木技術研究所(1977)と東京都土木技術研究所(1996)にもとづき編集した豊蔵ほか(2007)による。東京層の年代は菊地(1986)による。世田谷層は、下末吉層相当層として踏襲。晴海層は、東京層に含めてある。成増層は、小原台相当層で、武蔵野段丘礫層は陸成層部分。本郷礫層は、三崎層相当層で陸成層。成増層と三崎層の層序・年代は、町田・鈴木(2000)による。

(2) 東京礫層

山の手台地では台地面下ほぼ20 m から40 m 付近に、また東部の下町低地では沖積面下ほぼ20 m から60 m 付近に砂礫層が分布している。これらの砂礫層は同一層準の地層として扱われて“東京礫層”と呼ばれ(東京地盤調査会, 1959)<sup>9)</sup>、区部における建築物の最も信頼のおける支持地盤層とされている。その後、従来の東京礫層は複数の砂礫層を同一層として呼称していたとして、渋谷区代々木公園の深さ9 m~26 m 間に分布する地層の基底部に発達する厚さ約5 m の砂礫層を東京礫層として再定義し、この砂礫層を基底として、上位ヘシルト層、細粒から中粒砂層の順に成層している地層全体を東京層とした(東京都, 1996)<sup>4)</sup>。この定義による東京礫層は、山の手台地東縁部の渋谷区、新宿区付近一帯から千代田区付近などの地下20 m~40 m 付近に5 m~10 m の層厚で分布している。

(3) 地質構造

図1のプリユヌ正磁極期・松山逆磁極期境界(約78万年前)等高線図によれば、世田谷区から中野区にかけて地区を頂部とする半ドーム状の構造が認められる。その標高は頂部で20 m であるのに対し、北東方の葛飾区付近および東京湾側では-160 m を示し、この間で180 m の分布高度差がある。この高度差は、江戸川層堆積以降の構造運動量を反映したものと見なすことができる(東京都, 1996)<sup>3)</sup>。

山の手台地では、豊蔵ほか(2007)<sup>2)</sup>が調査地の南方の港区麻布と赤坂における掘削工事に伴っていわゆる“東京礫層”を切るほぼN-S走向で高角度の断層を上総層群中に見つけていることを報告している。また、ボーリング資料に基づく地質解析では、江東区臨海副都心部で“東京礫層”を切るNW-SE走向を示す推定第四紀断層を清水(1984)<sup>1)</sup>が、さらに中央区下町低地下でNNE-SSW走向を示す1本の断層と4本の推定四紀断層を豊蔵ほか(2007)<sup>2)</sup>が報告している。

2. 調査の進め方と調査資料

調査研究は、①既往の地形・地質文献および地質ボーリング柱状図の収集、②地形解析・面区分検討、③ボーリング断面図作成、④地質層序・年代解析、⑤高度不連続箇所抽出・断層の可能性の検討、⑥調査結果のまとめ、⑦調査結果の公表・調査の提案の順で実施している。

ボーリング柱状図として、既刊の東京都土木技術研究所の地盤図<sup>3),5),6)</sup>、東京の地盤(Web版)<sup>10)</sup>、独立行政法人土木研究所によって公開されているKunijiban<sup>11)</sup>、その他の地質資料を用いた。地質・高度不連続解析用のボーリング断面図作成に当たり、東西・南北測線については500 m 間隔、高度不連続のみられる一部の範囲では250 m 間隔としている(図2)。各測線上にボーリング孔があるとは限らないため、片幅100 m 以内のボーリング

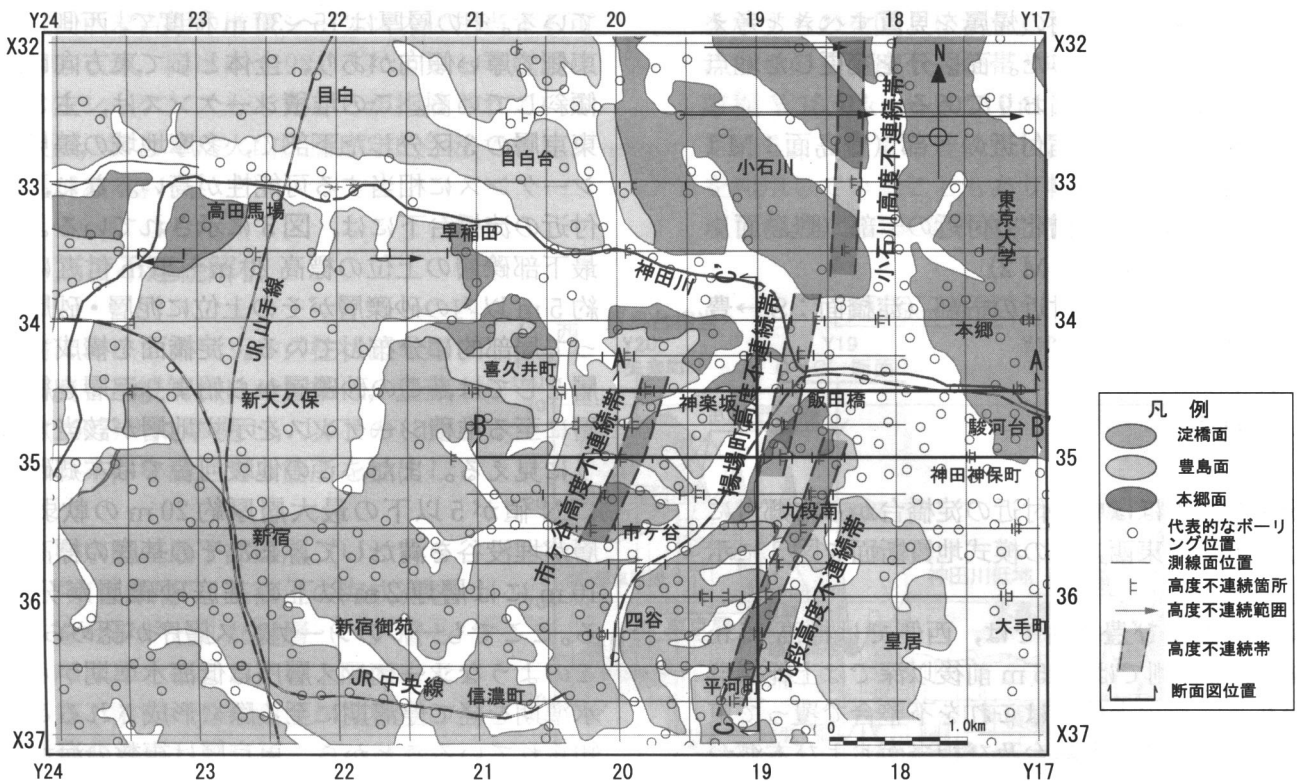


図2 地形面区分と高度不連続帯分布図

を測線に直角に投影してボーリング断面図を作成した。投影することについては、東京層の全体的な地層の傾斜が東方向へ2m/100m以内の緩傾斜であるため、断層の有無はその点を念頭に置いて解析を進めている。

ボーリング柱状図の中のごく一部には、周囲の地質構成と良く似ているが、その箇所だけ地層分布を上方または下方に平行移動したようなねりが出る孔が認められた。それらについては孔口標高を移動するだけで、両隣の地層分布と全深度においてよく合っているため、地表面を越えない範囲で変更した。

### 3. 地形面区分

研究範囲の地形面について、既往の研究を参照にしながら詳細地形図上で段丘頂面の連続性と高度分布を手がかりに区分すると、高田馬場北方付近から皇居北側へと向かって西流する神田川の沖積低地を境として、その北西側には池袋付近から目白台にかけて広がる標高35m~25mの豊島台(M1面)とその東側で標高25m~15mを示す本郷台(M2面)が区分でき、また神田川の南側には西新宿から麴町周辺にかけて広がる標高45m~35mの淀橋台(S面)とその北側で豊島台とほぼ同一レベルの標高35m~20mの段丘面(M1面)が区分できる。

表2 段丘地形面と段丘礫層の特徴

面区分 記号	名称	地域		地形面 高度 (m)	堆積面 高度 (m)	礫層 分布高度 (m)	礫層 厚 (m)
		地名	Y軸				
S	淀橋面	新宿	22.5	40~35	30~25	16~20?	0~4
		信濃町	21.0	35~32	25~20	なし	-
		麴町	19.0	30~28	20~17	なし	-
M1	豊島面	落合	23.0	33~30	25~20	23~18	0~5
		新大久保	22.5	33~28	25~20	22~19	2~3
		喜久井町	21.0	28~24	20~15	20~17	1~3
		皇居	18.0	25~20	18~10	12~10	1
		本郷	17.5	25~20	16~12	12~6	1~3
M2	本郷面	高田馬場	23.0	25~20	20~15	18~15	1~3
		早稲田	21.0	20~15	15~10	11~9	1

地形面高度: ローム層と火山灰質粘土を除いていない高度(m).  
淀橋面を構成する東京層の礫層は、いわゆる"東京礫層"と呼んでいた礫層(基底部の礫層)より上位の礫層をさす。

このように山の手台地においては段丘面3面と神田川沿いの谷底低地の沖積段丘面とあわせて4面に区分される。ただし、各面の詳細な分布境界については文献<sup>3),12)</sup>によって異なる点があり、不明確な箇所がある。これは、東京都区内は古くからの大規模な人工改変により、本来の段丘面や段丘崖が不明瞭となっていることが一因と考えられる。今回の研究では、ボーリングデータから段丘堆積層(特に基底礫層)の分布域を明らかにし、各段丘面の分布を検討した。

判明した地形面と段丘堆積層の特徴をまとめて表2に示し、また作成した地形面分布を図2に示

す。その結果、地形面の帰属を見直すべきと考えられる数箇所が判明した。面区分を変更した地点の主なものは以下のとおりである。

- ① 西新宿～北新宿付近の一部（豊島面：M1 → 淀橋面：S）
- ② 早稲田～飯田橋北方付近の一部（豊島面：M1 → 本郷面：M2）
- ③ 市ヶ谷～皇居付近の一部（淀橋面：S → 豊島面：M1）

#### 4. 地質

研究範囲のほぼ中央付近の淀橋台から本郷台にかけてのほぼ東西方向の模式地質断面を図3に示す。

淀橋台および豊島台では、西側では標高15m前後、また東側では-15m前後以深では上総層群が分布し、その上位にはこれを不整合で覆って東京層が分布する。豊島台及び相当面および本郷台では東京層を削剝して厚さ数メートルの段丘礫層が分布し、さらにその上には火山灰質粘土層と関東ローム層が、両者併せて約10m以下の層厚で分布する。

東京層は、最下部に礫層（いわゆる“東京礫層”）が、その直上に泥層が、さらにその上位に厚い比較的良く締まった砂層卓越層が重なる構成となっ

ている。その層厚は15～30m程度で、西側で薄く東側で厚い傾向があり、全体として東方向に緩く傾斜している。この堆積シーケンスは、主として東京層の3区分した下部で、多摩地域の鶴見層のシーケンスに相当する可能性が高い。なお、新宿付近の淀橋台には、図3に示されているように最下部礫層の上位の標高20m～25m付近に層厚約5m以内の砂礫層がその上位に泥層・砂層を伴って局部的に分布している。淀橋面を構成する地層としては、この砂礫層から始まり泥層を経て砂層に至る堆積シーケンスを示す地層が該当するように見える。また、この他駿河台では本郷礫層下にN値が5以下の最大層厚約20mの軟弱な泥層が埋没谷を満たして、またその基底の標高約-10mには層厚2m以下の基底砂礫層が分布する。ここでも一つのシーケンス層序が認められる。このようなシーケンス層序は低海水準期から高海水準期を経て停滞期に至る際に形成されることが知られていることから、東京層は複数の海水準変動に対応したシーケンス層序で区分される可能性が高い。前者は淀橋面を構成する東京層上部層のシーケンスで、後者は極めて軟弱な堆積物であるが、本郷礫層に不整合で覆われていることから、山の手台地の南部に埋積谷堆積物として発達する世田谷層に対比される可能性が高い。両層の分布高度は大きく異なるが、共に層序的な位置関係が

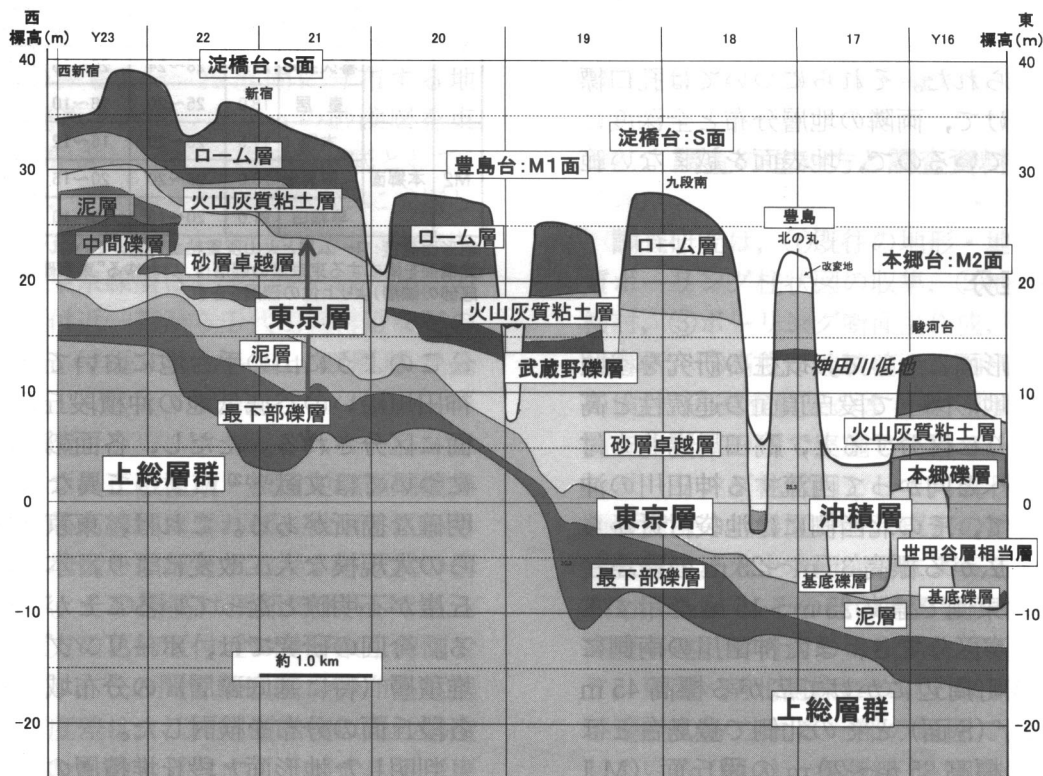


図3 調査地の東西方向の地質模式断面図

らすると下末吉期の堆積シーケンスに相当する可能性があるが、岡ほか(1984)<sup>7)</sup>によると寺尾層に相当するシーケンスもあることが指摘されていることから、詳しくは火山灰層序学的手法で対比する必要がある。

## 5. 高度不連続解析

本稿におけるボーリング柱状図を用いた高度不連続解析においては、豊蔵ほか(2007)<sup>2)</sup>に準拠し、以下の(1)~(3)の条件を満足する箇所を抽出した。

- ① 東京層の最下部礫層（いわゆる“東京礫層”）と直上の海成泥層をセットとした鍵層（ペア層と呼ぶこととする）の上限面および下限面の分布深度が同程度の急変を示していること。なお、最下部礫層直上の砂層は下位の礫層に含めた。
- ② 東京層の最下部礫層と異なる堆積サイクルの段丘堆積層が隣り合って分布する場合でも、上記の条件を満たす可能性があるため、急変箇所における両側の層相（構成物、海棲貝化石・腐植質・軽石の有無、N値）の類似性が高いこと。
- ③ ペア層の深度急変箇所の両側の複数のボーリングまたはある程度の区間で、ペア層がそれぞれ異なるほぼ一定の深度を保ち分布すること。

研究範囲において、上記の条件を満たすペア層の高度不連続箇所を抽出した代表的な地質断面図を図4(1)~(3)に示している。これらの図中では高度不連続箇所を縦破線で示している。高度不連続箇所は、ほとんどは東側下がりで、高度差は約2m~9mを示している。

抽出した高度不連続箇所と平面的にほぼ直線状の連続性

を示すものを図2に示す。特に、連続性の認められるものを高度不連続帯と呼ぶと、東西方向の距離程 Y 18.0 km~20.5 km 間に集中し、4本抽出される。ここで不連続帯は、ボーリング投影断面を利用して幅（ゾーン）として表現した。4つの高度不連続帯を東側から小石川・九

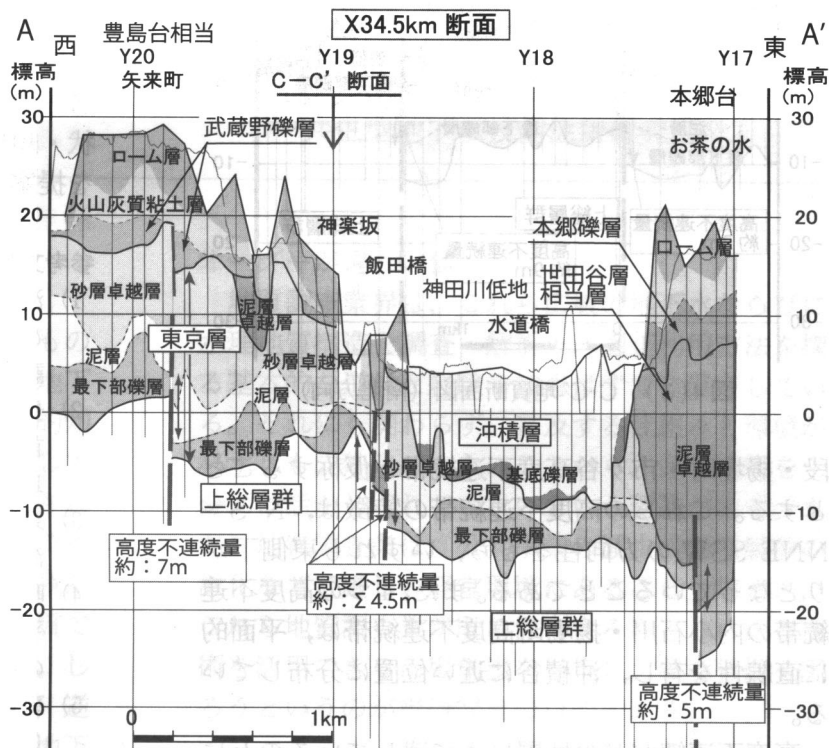


図4(1) A-A'地質断面図(東西方向)

\*注：図4(1)~4(3)中の縦細線はボーリング柱状図位置を示す。

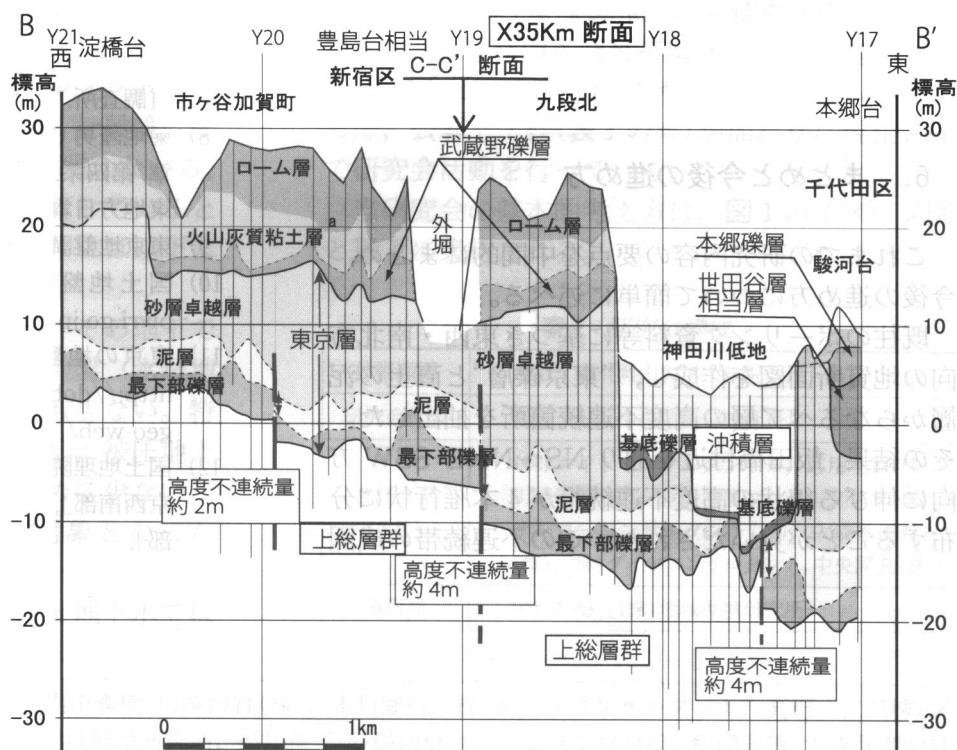


図4(2) B-B'地質断面図(東西方向)

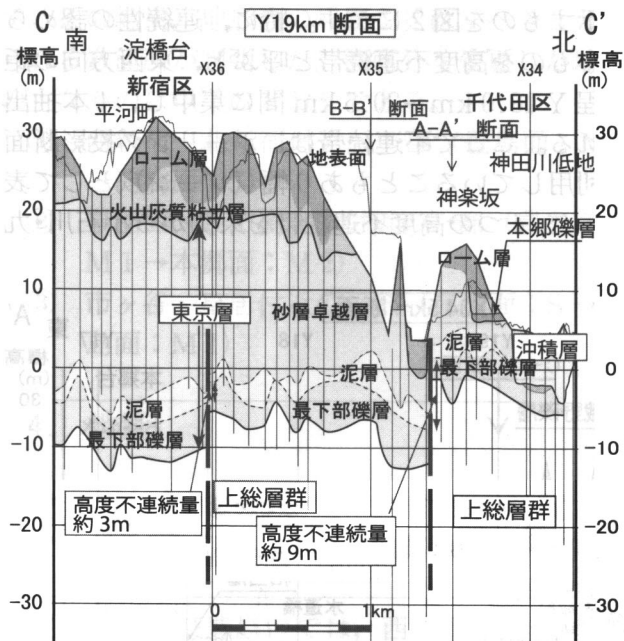


図4(3) C-C'地質断面図(南北方向)

段・揚場町・市ヶ谷高度不連続帯と仮称することとする。これらの高度不連続帯の特徴は、N-S～NNE-SSWの方向性をもち、いずれも東側下がりとなっていることである。また、4つの高度不連続帯の内小石川・揚場町高度不連続帯は、平面的に直線性を有し、沖積谷に近い位置に分布している。

高度不連続がどの地層にまで達しているのかについては、市ヶ谷高度不連続帯では後期更新世の武蔵野礫層にまで及んでいる可能性があるが、他の3つは中期更新世の東京層より上の層に誤差以上の規模(2m:これ以下は読み取れない)に及んでいないかないものと推定される。

## 6. まとめと今後の進め方

これまでの研究内容の要点を中間的にまとめ、今後の進め方について簡単に述べる。

既往のボーリング資料等に基づき東西・南北方向の地質断面図を作成し、“東京礫層”と直上の泥層からなるペア層の高度不連続箇所を抽出した。その結果、飯田橋付近を通りNS～NNE-SSW方向に伸びる線状の高度不連続帯が4本雁行状に分布することが見いだされた。この不連続帯の成因

としては、一般的に断層によるものとする考え方と異なる時期の段丘堆積層が接しているものとする考え方、および両方の組み合わせとする考え方がある。両側の地層の類似性の高さや線状分布の両方から、断層の可能性を示唆する可能性が高いと考えられるが、断定するまでには至らない。

今後これらの問題点を解決すべくさらに検討を進めると共に、地下鉄工事等で断層が確認されていなかったかどうかや火山灰層序学的手法で地質層序を明らかにし、断層の存在の有無とその性状・規模を明らかにし、状況に応じて種々の対策を提案していきたいと考えている。

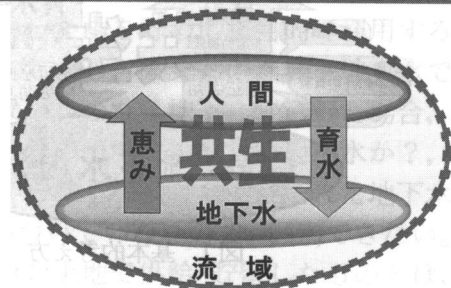
## 参考文献

- 1) 清水恵助(1984):東京港地区における自然地盤ならびに埋め立て地盤の地質工学的研究,東京大学博士論文,p.240
- 2) 豊藏 勇・杉山雄一・清水恵助・中山俊雄(2007):首都直下に見られる伏在第四紀断層.地学雑誌,Vol.116,No.3/4.
- 3) 東京都土木技術研究所編(1996):東京都(区部)大深度地下地盤図,東京都地質図集6.技報堂出版.
- 4) 町田 洋・鈴木毅彦(2000):地形地質の編年,貝塚爽平,小池一之,遠藤邦彦,山崎晴雄,鈴木毅彦編,日本の地形4 関東・伊豆小笠原,東京大学出版会
- 5) 東京都土木技術研究所編(1977):東京都総合地盤図(I),東京都地質図集3.技報堂出版.
- 6) 東京都土木技術研究所編(1990):東京都総合地盤図(II)山の手北多摩地区,東京都地質図集4.技報堂出版.
- 7) 岡 重文・菊池隆男・桂島 茂(1984):東京西南部地域の地質.地域地質研究報告(5万分の1図幅),地質調査所.
- 8) 菊池隆男(1986):関東地方の第四系層序対比表,第3章 第四系.日本の地質「関東地方」編集委員会編:関東地方日本の地質3.共立出版,140.
- 9) 東京地盤調査研究会編(1959):東京地盤図.技報堂.
- 10) 国土地盤情報検索サイト <http://www.kunijiban.pwri.go.jp/index.html>,2008年11月現在
- 11) 東京の地盤(Web版),東京都土木技術センター <http://doboku.metro.tokyo.jp/start/03-jyouchou/geo-web/>,2008年11月現在
- 12) 国土地理院(1981):2万5千分の1土地条件図,「東京西南部」,「東京東南部」,「東京東北部」,「東京西北部」.



# 共生型地下水技術活用研究事業

《地下水は誰のものか？から始まった》



共生型地下水技術活用研究会\*

## 1. 研究会の概要

### 1.1 背景と目的

研究会の議論は「そもそも、地下水は誰のものか？」から始まった。近年の「水循環」や「地下水流動系（涵養，流動，流出）」に関する科学的知見を踏まえれば、涵養域での保全・管理なくして流動域や流出域での地下水の量と質は保証されず、例え自分の土地の地下にあるからといって地下水を独占的に私物化できない現実がある。我が国の地下水は、世界でもとりわけ豊富かつ良質で知られ、地下水利用のニーズ自体は潜在する。しかし、ややもすると「早い者勝ち」あるいは、逆に端から「地盤沈下等の過去の苦い経験から地下水は汲んではいけない」となりがちである。そこで、研究会では「地下水は流域の共有財産」の基本認識のもと、地域特性を踏まえて、護り・育て、共生意識の中で地下水を上手に使うための技術と智慧の提供が、地盤・地下水コンサルタントの役割と考える。これらの考え方自体は、一般論としては理解されるようになってきたが、残念ながら、実際の地下水利用の現場に普及・定着しているとは言いきれないのが実情である。それには以下に示すような地下水特有の課題がある。

① 地下水自体は身近な存在だが、その地下での実態と、地下水の容れものである地盤（水理地質構造）は、目に見えないし、情報も少ない。特に、広域かつ長期間の情報が少ないし、被圧地下水帯水層が存在する深層の情報は極めて少ない。

② 山地から沿岸までの広域が対象となったり、行政界をまたがる場合も多い。

③ 流動のタイムスケールが河川と地下水では

オーダーが違う。他

地質調査業界は、これら広域の地下水ならびに水理地質構造を調査・解析し、適正利用方法を採る基本的な道具と経験や知恵はすでに保有している。それにも関わらず、普及する仕組みと環境が必ずしも成熟していないことから、保有技術を十分には活かし切れていないという認識がある。また、地質調査業は、公共事業の減少、価格競争の激化などで厳しい経営環境にあることも踏まえ、これら地質調査業が既に保有する地下水に係る技術を活用できる市場創出を目指し、環境整備を図ろうというのが当研究会の目的である。

### 1.2 研究会の構成と事業概要

研究会は、平成18年12月にコア企業7社の経営者と技術者、技術顧問〔西垣誠岡山大学教授〕、研究会事務局によって活動を開始し、平成19年12月に全地連の新マーケット創出事業に移行する際、公募で1社(表1の※)が加わり、現在8社で研究会活動を行っている。

当研究会の基本的考え方は、図1のイメージ図と以下に集約される。

表1 研究会構成

技術顧問	西垣 誠 [岡山大学大学院教授]
研究会代表	瀬古一郎 [中央開発(株)社長]
会員企業 (8社)	(株)エイトコンサルタント※、応用地質(株)、川崎地質(株)、基礎地盤コンサルタンツ(株)、サンコーコンサルタント(株)、大成基礎設計(株)、(株)ダイヤコンサルタント、中央開発(株)
事務局	中村裕昭 [(株)地域環境研究所]

\* 執筆担当：上田正人/中央開発(株)、内田秀樹/川崎地質(株)、木村隆行/(株)エイトコンサルタント、高野 仁/(株)ダイヤコンサルタント、中村裕昭/(株)地域環境研究所、福井謙三/基礎地盤コンサルタンツ(株)、松岡永憲/大成基礎設計(株)、矢部 満/応用地質(株)、渡辺喜代彦/サンコーコンサルタント(株)

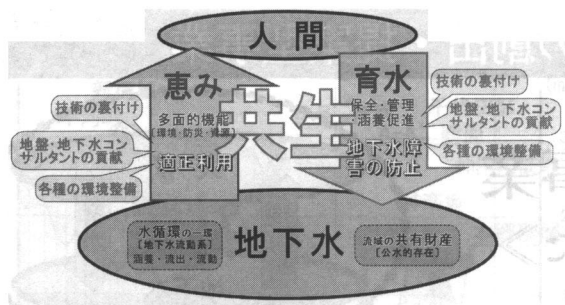


図1 基本的考え方

① 『恵み』と『育水』、『人間』と『地下水』との共生を踏まえた『地下水適正利用』

② 『水循環』と流域の『共有財産』の認識、『地下水障害』防止を踏まえた『地下水適正利用』

③ 『地下水適正利用』を支えるのは『地盤・地下水コンサルタント』と、その保有する『技術』

ここで、『育水』とは『流域での保全・管理・涵養促進・影響対策を含めた包括的概念』のことであり、当研究会で新たに定義した用語である。

初年度に『都市における地下水利用の基本的考え方』という小冊子をまとめ、全地連のホームページ上で公開し、今年7月には、この小冊子の概要英語版を環境省の協力を得て、洞爺湖サミット会場プレスセンターで配布した。

① 『水循環』『地下水流動系（涵養、流動、流出）』『地下水適正利用』という概念の啓発

② 関係機関との連携

③ 適正利用のためのガイドライン整備

④ 地下水関連情報の整備(DB化・GIS化等)、他現在、適正利用のためのガイドライン作成と基本的考え方の普及を踏まえた顧客ニーズ掘り起こしのための営業資料作成を行っている。

## 2. 研究会の目指すもの

### 2.1 地下水利用による新マーケット創出

地下水は、太古の昔から新しいものでも数年を経て当時の天水や海水が地層中に浸透したものである。これらの浸透水や地層中に閉じ込められた、いわゆる“化石水”が自然の湧水として、あるいは井戸からの汲み上げ水として生活圏に到達し、我々に様々な恵みを与えてくれている。

#### (1) 地下水の多面的機能

地下水には地表水にはない多様な機能がある。主なものだけでも水収支における水象の安定化、土壌中における水分保持機能による都市部のヒートアイランドの緩和、生物環境の維持、地下の急激な化学反応の防止などが挙げられよう。地下水が有するこれらの機能により種々のバランスが保たれ、生態系や自然環境、われわれの生活環境が

維持されているといっても過言ではない。

さらに、地下水の特徴である① 豊富な溶存成分、② 降雨や雪解け水の涵養などによる豊かな水量、③ 安定した水温、④ 圧力を有するなどの優位性は資源として多方面への利用を可能にしている。たとえば①の特質により、熱源近くで加熱された地下水は温泉として利用され、湧水や地下水は飲料用のミネラルウォーターとして採水されている。また、②により不足しがちな水道水の河川水代替水源や防災井戸としての利用、③により夏場の冷房、冬場の消雪などヒートポンプの熱源としての利用、④により工業・農業用水としての利用が考えられ、実際、地域の自然・社会・経済特性に応じて種々の利用が進んでいる。

#### (2) 新マーケット創出の期待と使命

長年にわたって地盤を対象とするビジネスを行い、諸地域の地盤特性に係る膨大なデータや調査手法のノウハウを有している我々にとって、地下水を対象とするビジネスモデルによって創出される新しいマーケットは魅力的である。ただし、一方では工業用水や農業用水としての利用による過剰揚水が原因で地盤沈下や塩水化などの地下水障害を生じている現実もある。このため、地下水利用に際しては流域単位での適正揚水量の考え方を導入して量的管理を行い、同時にCO<sub>2</sub>排出や都市部のヒートアイランド現象を緩和できるような、省エネ材源、上水道代替水源、あるいは熱エネルギー交換（ヒートポンプ）媒体などとしての役割を地下水に与えることが望ましい。地下水という恵まれた資源を有効に利用するために叡智を結集して新マーケットを創出することは、プロとして地球の環境保全業務やコンサルティングに携わるわれわれに課された重大な使命と考えている。

### 2.2 水循環

「水」は、太陽の熱エネルギーと地球の重力により地域規模のみならず地球規模で循環している。地下水は、河川水や海水、雲(水蒸気)、雨、雪水等と共に水循環の中の「水」の一形態である。

#### (1) 地下水の多様な存在形態

地下水は、地盤の間隙内の水と岩盤の割れ目の中に存在する裂隙(れっか)水に分けられる。また、「水みち」を流動する水や、局所的な透水性の悪い盆上の所に溜まる宙水、間隙が水のみで満たされた飽和状態と、間隙に空気と水が存在する不飽和状態の区分、更に、大気圧に開放された自由地下水面をもつ不圧帯水層や、不透水層・難透水層に覆われた被圧帯水層の区分もある。

## (2) 地下水の移動

地球上の流体は原則「高いところ（上流）から低いところ（下流）」に重力に従って移動する。間隙を移動する地下水の流速は河川水の流れと比較するとその1万～10万分の1以下と非常に遅い。

地下水の移動経路は、降水による「涵養域」、帯水層を流下する「流動域」、河川や海洋への「流出域」に大別されるが、ある地域が、必ずしも一つの特性に限定されず、涵養される部分と地下水の流出する部分が混在したり、同じ場所でも季節ごとの地下水位の上下によって、流出と涵養の異なる特性を示すこともある（図2）。

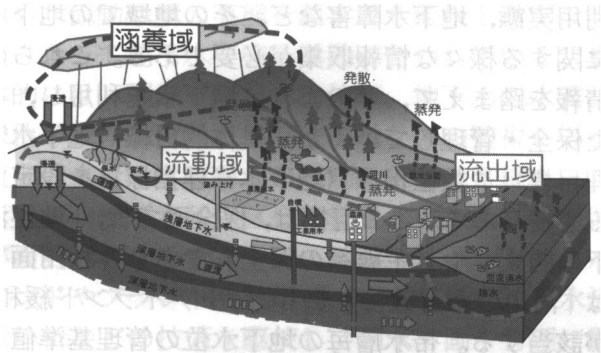


図2 水循環概念図

## (3) 水収支を踏まえた地下水利用

水循環は、自然界の水の総量を不変とし、そのバランスを考える水収支という概念を使って解析する。水収支の基本的な涵養域、流動域、流出域それぞれの水量の関係は次のようになる。

$[\text{流系に入る量}] - [\text{流系から出る量}] = [\text{流系に貯留される量}]$

実際の解析では、直接測定が困難な量もあり、その場合は一般に水収支の概念を使って既知のものから測定できないものを推定したり、既往文献から設定（仮定）せざるを得ないことも多い。

水の存在形態やその流動と貯留、水環境への負荷を考慮し、水循環の中の水収支バランスを保ちながら地下水を利用することが必要である。地下水の流域は地表の行政境界と一致しないことも多いが、これら境界を超えた広い視点で地下水利用のあり方を検討していく必要がある。

### 2.3 流域での共有財産

#### (1) 個人の所有権としての要件

個人所有の証明と公認する社会システムがあり、所有者が責任をもって管理できることが必要である。地下水はいずれも当てはまらない。

#### (2) 個人の土地での水循環

地下水は地球上の水循環によって繋がっている。地球規模もしくは地域（流域）という中で供

給され流動し、地下水流動系をなして存在する。

個人の土地に限定した場合、図3に示すように、自分の土地に降った雨を貯めて私目的で利用することができる。しかし、大気への蒸発や地表水での流出は防げない。また、地下に浸透した場合、その地下水が自分の土地で供給した地下水か？、上流側隣接地から地下を通じて供給された地下水か？、ラベルがついていないので、区別できない。地下水は、自分の土地で供給・貯留したものとは、よほど広大な土地でないとは主張できない。

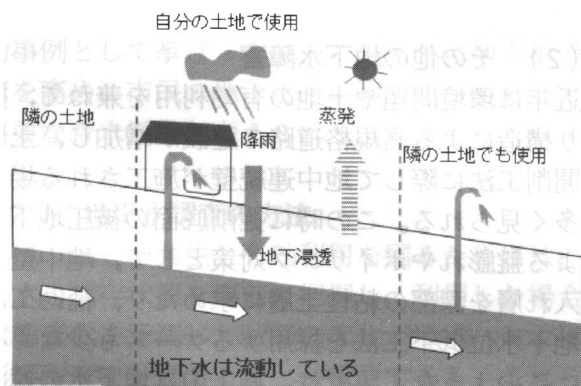


図3 降雨と地下水

## (3) 流域全体での地下水管理保全

地下水は法律上の規定はないものの、水循環や地下水流動系に関する科学的知見と、地下水が流動物であるという実態を踏まえれば、『**地域（流域）における共有財産**』と考えるのが自然である。その場合、流域全体での保全・管理を流域の住民全体で実行し、『誰のものでもある地下水』を流域の共有財産として、流域内での合意形成を踏まえて公平・公正に適正利用する必要がある。

### 2.4 地下水障害

地下水は一般に水温・水質が安定しており、上水道・農・工業用水・冷房・消雪等、多様な用途に利用されている。しかし、無秩序な開発や地下水利用によって、地下水が流動する地域の水収支バランスが損なわれ、地下水環境の変化（現象）が許容範囲を超えた規模で生じ、長期に亘って継続すると、地下水障害として社会的な環境問題となる。

#### (1) 広域地盤沈下

地下水障害の典型的な事例として地盤沈下がある。地盤沈下は各地方自治体の条例や用水2法（工業用水法、ビル用水法）による規制が功を奏して、昭和53年度以降は量・規模とも概ね減少傾向を示している。しかしながら、地盤沈下は完全な沈静化には至っておらず、平成18年度は日本全国で5地域において年間2cm以上の地盤沈下が生じている。このうちの3地域は冬季における消雪用井

戸の揚水が、地盤沈下に大きな影響を及ぼしていると考えられている。これらの地域では、条例により井戸の届出制、新規井戸掘削の許可制、揚水量規制、吐出口の口径規制が実施されているが、地盤沈下を抑止するには至っていない。地盤沈下に対しては、総量規制から管理目標水位の導入、代替水源の開発、リチャージ井戸による地下水リサイクルなど地域に密着した対策から、現在沈下が生じている地域を含むさらに広域にわたった対策まで、地盤・地下水コンサルタントが携わるべき業務範囲は広い。

## (2) その他の地下水障害

近年は環境問題や土地の有効利用を兼ねて、掘削構造による高規格道路の建設が増加し、土留め開削工法に際して地中連続壁が施工される場合が多く見られる。この時に掘削底面の被圧地下水による盤膨れやボイリング対策として、地中壁の根入れ層を深部の粘性土層に求めたり、補助工法に地下水位低下工法を採用するケースも少なくな。このような工事では、施工中は地下水の遮水あるいは排水、施工後は地下水の通水という相反する事象に対応する必要があるばかりでなく、線状地下構造物の建設によって地下水の流動障害が生じる範囲が広範囲に及ぶ可能性も高くなる。したがって、適切な地質調査を実施して、水理地質構造を把握し、正しい地下水予測解析を行うためには、地盤・地下水コンサルタントの技術力が必要である。

## 2.5 適正利用

### (1) 適正利用の概念

地下水の適正利用とは、1つの地下水盆において、涵養などの地下水保全(育水)を図りながら、地下水障害や地下水資源の枯渇を生じさせないよう、地下水の流入・流出の収支が許容範囲内に保たれた状態で、かつ流域内で公平に地下水を利用することを意味する。

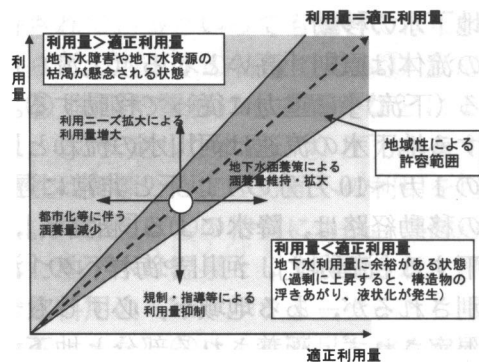
### (2) 適正な地下水利用量

地下水の適正利用量と利用量から見た地下水の保全と利用の関係を図4に示す。

適正利用量とは、1つの地下水盆(流域)において、地下水障害などの環境影響を生じさせずに、かつその流域で合意された利用可能な地下水の量と定義できる。地下水を有効にかつ適正に利用するためには、地域特性を踏まえ、かつ流域での合意形成を踏まえた保全・管理が必要である。

### (3) 適正利用のための手法

地下水の適正利用量の評価には、水文地質、水



(※) 健全な地下水の保全・利用に向けて-「今後の地下水利用のあり方に関する懇談会」報告-  
今後の地下水利用のあり方に関する懇談会 平成19年3月の図3-1-2を加工

図4 適正利用と利用量の関係

利用実態、地下水障害など、その地域での地下水に関する様々な情報収集が必要である。これらの情報を踏まえて、どのように地下水を利用し、また保全・管理していくか、具体的目標(地下水管理目標)や数値指標(地下水管理指標)を設定する必要がある。この目標は、保全面では、「地盤沈下の防止」や「生態系の保全」であり、利用面では「河川の水質改善」や「ヒートアイランド緩和」が該当する。帯水層毎の地下水位の管理基準値を決め、現状水位が常に基準値を満たせば、涵養量が保たれ、適正な地下水利用が行われていることになる。今後は、地下水は無制限に使用できるものではないことを十分認識した上で、知恵を出し合い、最適な目標・指標を設定する必要がある。

## 2.6 育水

育水とは、地下水の恩恵を享受している人間が、水循環の様々な場面において、地下水の保全や管理だけではなく、地下水の涵養に積極的に関与し促進させる“地下水を育む”活動であるとともに、文化や思想なども含めて、地下水と人間がこれからも共生して行くために必要な包括的な概念である。地下水の恵みの享受は育水の責務を果たさずしては叶わない。健全な水循環には育水の長期的な取組みと意識の維持向上が重要である。そこには、我々の先祖が培ってきた地下水と人間との共生関係を基本とした生活や文化も欠くことが出来ない。また、現実の地下水利用への期待に応えるためには、現代の科学的な手法を積極的に取り入れてこの共生関係を維持することが重要と考える。以下では、この育水について、「暮らす」「守る」「養う」「磨く」の視点で考えてみる。

### (1) 地下水と暮らす

我々の国土は、古来から「豊葦原の瑞穂の国」、 「山紫水明」などの言葉で表現されるように、清廉で豊かな水によって潤い、全国には「名水百選」

の他にも数多くの守るべき湧水や地下水が存在する。稲作を中心とした我国では、水源となる山や森と同様に、湧水への信仰も各地に存在し、水害などへの畏怖心とともに、水を汚さず無駄なく大事に使う意識が暮らしと文化の中に根付いている。例えば「軟水」が日本独自の料理と食文化の創造に欠かせないものでもあるように地下水は国土を潤し、文化・信仰の源として暮らしと文化を密接に支えている。

## (2) 地下水を守る

社会経済環境の変化に伴い、従来の育水活動のみでは地下水との共生は困難となっている。このため、流動機構の実態を踏まえた監視と適切な規制によって地下水を守る活動が行われている。具体的には、関係省庁や自治体が、地下水の水質、水位や汲み上げ量、地盤沈下量などの監視と揚水量・取水量・水質などの規制を行い、各種ガイドラインや地下水利用区分の変更などの新たな施策が検討されている。一方、地盤・地下水コンサルタントやプラント会社等は、水文地質や地下水流動解析などの技術を駆使して利水計画や管理、影響評価などや、水循環における汚染浄化などの実務と技術開発を担うことが求められている。また、一般市民やNPOでも地下水保護活動が活発に行われている。

## (3) 地下水を養う

地下水を涵養するには、水循環を意識した取り組みが求められる。地下水涵養機能の維持・促進に関する行政の取り組みとして、水源かん養保安林の指定や、涵養地域保全のための財源確保を目的とした水源税や森林環境税の導入などの事例がある(例：かながわ水源環境保全・再生施策大綱, 2005年)。また、民間でもさまざまな水源林の保全活動が啓発的側面も含めて行われている。企業とNGOが取り組んだ、「地下水涵養事業 ソニー協力田」は先進的な事例である。一方、涵養域以外では工事現場における地下水位低下工法の抑制や復水工法の採用、土地利用変更の抑制・代替涵養機能の確保、都市の調整池、透水性舗装の採用、融雪水の涵養、都市における雨水浸透枱の設置がある。これらは、都市化による水田面積の減少等の地下水涵養機能の低下に対して効果が期待されている。

## (4) 地下水を磨く

兵庫県の灘五郷の銘酒を生む「宮水」は、六甲山地の地質と地形によって磨かれた地下水を源としている。また、多くの市販のボトルウォーターも地下水の循環によって磨かれたものである。こ

の地下水を磨くメカニズムを維持するためには、自然の涵養と流動機構を理解し保護する必要がある。近年、地下水利用企業の社会的責任(CSR: Corporate Social Responsibility)の「環境への配慮」の一環として、工業用水のリサイクルや地下水の保護、管理・監視といった環境への積極的な取組みと、それを一般社会が評価する認識が醸成されつつある(環境経営)。一方、地下水の持つ機能や恩恵を理解し、育水理念を市民レベルで共有する取組みも必要で、名水百選の指定や親水公園と教育的施設の併設などの取組みがその具体的事例として挙げられる。このように地下水の価値を高め、市民の地下水への関心を高めることも重要な育水活動と考えられる。

## 2.7 地下水調査の方法

地下水との共生と有効利用を図るためには、地下水の賦存状態を事前に把握し、利用した場合の状態変化を予測し、状態の変化が環境へおよびる影響程度を評価することが重要である。これらを行うための地下水調査の流れを図5に示す。

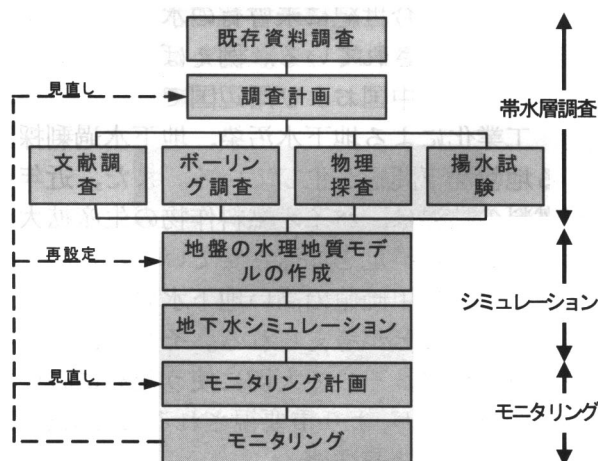


図5 地下水調査の流れ

### (1) 帯水層調査(水理地質構造把握)

地下水に関する既存資料を収集し、地下水の利用状況や水質について取りまとめるとともに、ボーリング調査や物理探査などを行って、帯水層の分布を把握し、透水試験や揚水試験などから、帯水層の水理特性や賦存量を評価する。さらに、水質から地下水の起源や滞留状況を推定し、気象や河川流量などのデータと合わせて対象地域の水収支を推定し、地下水涵養量の評価を行う。

### (2) 地下水シミュレーション

帯水層調査の結果から、流域の水理地質モデルを構築し、地下水を汲み上げた場合のシミュレーションを行う。シミュレーションによって、地下水の流動方向や流量の変化、汲み上げ箇所周辺の

地下水位の変化などを予測する。

### (3) モニタリング

地下水を利用する段階において地下水位や水圧の経時変化を観測し、地下水位の変化に異常が認められた場合は、速やかな対策を行う。

モニタリングは、対象構造物に応じて最適な位置、深度で行うことが重要で、シミュレーション結果を有効に活用して計画されるべきである。

### (4) 地下水調査の課題

都市部においては用地の確保やノイズの影響などにより、既存のボーリング調査や物理探査が適用できない場合がある。そこで、都市部に適用可能な新しい技術の開発や地下水データの共有と有効利用を図るためのデータベースの整備などが求められている。さらに、地下水保全を実態のあるものとするためには、目的に応じた“管理指標”の整備を行う必要がある。

## 2.8 世界的な水危機と地質調査業の役割

温暖化による地球規模の気候変動や資源エネルギー問題、食糧危機が引き金となって、日本を始め世界各国は、今世紀に未曾有の水危機に遭遇する可能性が指摘されている。例えば、経済成長が著しいインド、中国および周辺国では、水需要の逼迫、工業化による地下水汚染、地下水過剰採取による地盤沈下問題が生じている。また、近年の化石燃料の枯渇は、バイオ燃料作物の生産拡大の誘因となり、水不足を加速させている。このような状況下で、利用価値の高い地下水の重要性は世界的に高まることが考えられる。そして、貴重な地下水を適正に、そして大切に使うために必要な地下水関連技術が、より重要視されることになる。

### (1) 地下水関連技術

一口に地下水関連技術といっても、その国の文化に根付いた長い歴史がある。日本では特に、戦後の国土復興事業や高度経済成長のための基盤整備事業を通して、地質調査業の先人達が、事業の様々な局面で遭遇する地下水問題に対峙してきた。そして、問題克服のための知恵を編み出し、技術の研鑽やノウハウの蓄積を行って来た。先人達が試行錯誤の中で培い、改良を重ねてきた地下水調査、モニタリング、予測解析などの地下水関連技術は地質調査業が誇る技術の一つであり、この技術を糧に地質調査業は地盤・地下水コンサルタントとして活動してきた。未曾有の水危機に直面しようとしている今、將に長年培った我々の地下水関連技術を積極的に活かす時と考えている。

### (2) 近年の地下水に関わる環境変化

一方、日本は食糧の60%以上を海外からの輸入に依存しているが、食糧輸入を通じた水消費量(バーチャルウォーター貿易による水輸入量)は実に国内の灌漑用水の使用量を上回る。日本は水資源量では比較的恵まれていながら、多くの水を海外に依存している。このことは、水資源が貴重になりつつある現状では、国際的な非難を浴びる原因になるかも知れない。食糧自給率を今すぐ上げることは難しいが、国内の水資源の有効利用に努めるとともに、水利用技術・ノウハウを水問題に直面している国々に提供することが、経済・技術大国日本の責務と考えられ、地質調査業が保有する地下水関連技術も例外ではないといえる。

現在、世界的な水危機を背景としたウォータービジネスが急成長している。近年成熟しつつあるミネラルウォーターの他、上下水道事業の民営化や水質改善や再生利用、淡水化などの水処理分野が成長著しい。地質調査業が関与している地下水利用分野についても、限られた水資源の一部としての有効利用と環境保全の観点から、今後ウォータービジネスの一翼を担うことが予想される。

### (3) 地質調査業の役割

地下水利用については、各種障害が懸念され、行政、企業、住民等の中の利害調整が必要となる場面が必ず生じる。その際には、図6に示すような地下水適正利用のためのPDCAサイクルを確実に回していくことが大切であり、地盤・地下水に精通したコンサルタントである地質調査業の果たす役割は大変重要となり、活躍の場は確実に広がるものと確信している。

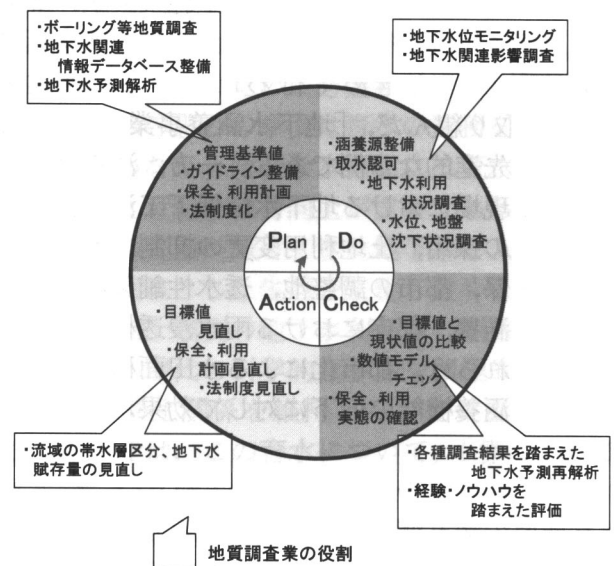


図6 地下水の適正利用のためのPDCAサイクルと地質調査業の役割

# グラウンドアンカー工の アセットマネジメントに関する事業

ふく だ ゆう じ く どう やす まさ やま もと たか し  
後 藤 雄 治<sup>1)</sup>・工 藤 康 雅<sup>2)</sup>・山 本 高 司<sup>3)</sup>  
ゆう じ く どう やす まさ やま もと たか し  
祐 二<sup>4)</sup>・酒 井 俊 典<sup>5)</sup>

## 1. はじめに

全地連では、① 会員企業が自由に参加を選択できる事業の提案がない、② 会員企業の多様な要望に応える手段がない、ことに対する解決策として、平成19年度よりある企業がテーマを提案し、賛同する企業が集まって研究会等を立ち上げ事業化を検討する活動の支援「新マーケット創出・提案型事業」を実施している。

本報告は、この事業を活用し、(株)相愛と三重大学大学院酒井教授が産学共同で開発した新技術「SAAM システム：Sustainable Asset Anchor Maintenance system」(NETIS 登録番号：SK-070009)を技術シーズとして、今後の戦略形成、技術の共有化を図り、業界としての新規事業の立上げを行なおうとする「グラウンドアンカー工のアセットマネジメントに関する事業」を実施したが、この活動について述べるものである。

## 2. SAAM システム

### 2.1 概要

SAAM システムとは、新規に開発した小型軽量の SAAM ジャッキを用いてリフトオフ試験を実施し、のり面の健全性評価に必要な残存引張り力の面的分布を求めることで、グラウンドアンカー工を持続可能な資産として、安全かつ経済的で効率的にのり面を維持管理する手法を提案するシステムである。

従来、アンカーの残存引張り力を調査する場合、施工時の緊張・定着に用いるセンターホール型ジ

ャッキが用いられるが、大きくて重いためクレーンによる機器の搬入撤去、単管パイプ等の足場用資材による足場の仮設など作業が大掛かりとなり、場合によっては道路の通行規制が必要となる。これに対して、SAAM ジャッキは小型軽量であり、人力による機器の搬入撤去が可能で、単管パイプ等による足場仮設の必要もなく、迅速に試験を行なうことが可能であるため、これまでのり面全体の5~10%程度しか行なわれてこなかった施工後のリフトオフ試験を、数多く面的に調査することが可能となった。



写真1 SAAM ジャッキによるリフトオフ試験状況

### 2.2 SAAM ジャッキ

写真2にSAAM ジャッキとアンカーへの装着状態を示す。

表1に引張り能力600 kNにおけるSAAM ジャッキと従来のセンターホール型ジャッキとの規格の比較を示す。従来のセンターホール型ジャッキは、重量が約560 Nであるのに対し、本機は、237 Nのシリンダー部と61 Nのラムチェアー部を分離することができ、トータルでも約300 Nと軽量・小型となっている。

<sup>1)</sup> (株)相愛/<sup>2)</sup> 北海道士質コンサルタント(株)/<sup>3)</sup> 川崎地質(株)/<sup>4)</sup> 日本地研(株)/<sup>5)</sup> 三重大学大学院

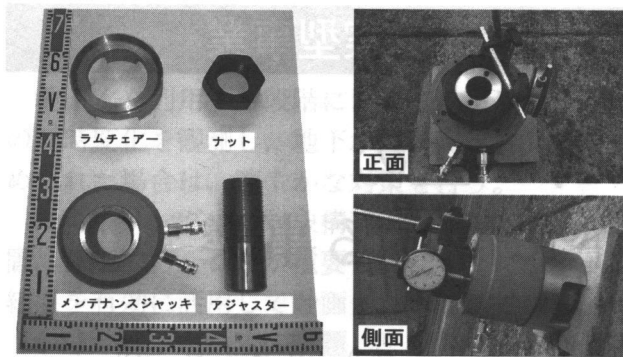


写真2 SAAM ジャッキと装着状態

表1 SAAM ジャッキと従来ジャッキの比較(600 kN用)

種類	SAAM ジャッキ	従来ジャッキ
最大使用荷重 (kN)	618	590
最大ストローク (mm)	10	200
重量 (N)	298	560
構成	シリンダー(237 N)とラムチェアー(61 N)は分離	シリンダーとラムチェアーは一体

写真3は、SAAM ジャッキ N タイプのアンカーへの装着手順を示したものである。装着は、まず① アタッチメントをテンドン余長と螺合した後、② ラムチェアーを装着し、③ シリンダーを装着した後、④ 最後にナットで螺合するのみである。また、本機は、アタッチメントを変更することで、ナット定着方式のアンカーだけでなく、クサビ定着方式のアンカーなど、様々なタイプのアンカーに対し試験を実施できるようになっている。

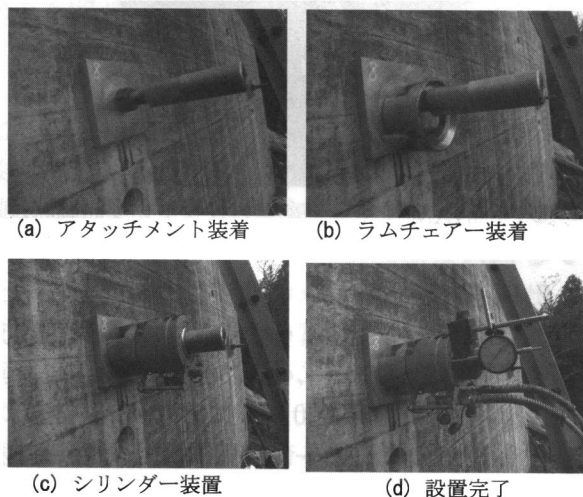


写真3 SAAM ジャッキと装着手順

写真4は、SAAM ジャッキおよび従来のセンターホール型ジャッキによるリフトオフ試験の状況を示したものである。SAAM ジャッキは、小

型・軽量であるため、リフトオフ試験を実施する場合、基本的に人力のみでの搬入・撤去、および設置・移設が可能で、従来のセンターホール型ジャッキのようにクレーン等での搬入や、単管パイプ等による試験用足場の仮設、通行規制の必要がなく、簡便かつ迅速に多くのアンカーに対してリフトオフ試験を実施することができる。



(a) センターホール型ジャッキによるリフトオフ試験状況



(b) SAAMジャッキによるリフトオフ試験状況

写真4 リフトオフ試験状況

## 2.3 面的調査例

### (1) A 地点

本地点は、平成3年から4年にかけて施工されたアンカー（受圧板：吹付砕工）で、のり面を構成する地質は砂礫岩、自由長は4.0～20.5 m、定着長は5.5 mである（写真5）。のり面に146本のSEEEアンカー（F 50 TA）が施工されており、設計アンカー力は、国道側のり面で260 kN、町道側のり面で243 kNとなっている。なお、施工時の定着時緊張力は不明である。

試験状況を写真6に示す。本地点は、勾配が1：

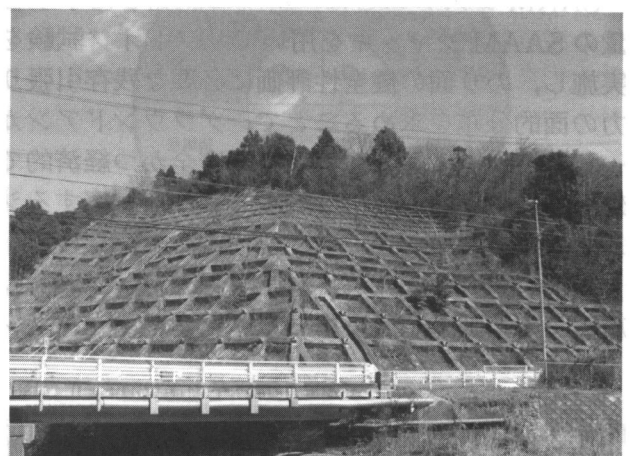


写真5 A 地点全景



1.3 と比較的緩やかなのり面にアンカーが設置されているものの、高所に設置されているものが多く、従来のセンターホール型ジャッキを用いたリフトオフ試験では、足場の仮設、クレーンによる試験機器の搬入・撤去、およびこれに伴う通行規制が必要になると考えられる地点である。これに対し、SAAM ジャッキを使用した試験では、人力での搬入・撤去が可能であるため、通行規制を伴わず、迅速に試験を行うことが可能である。

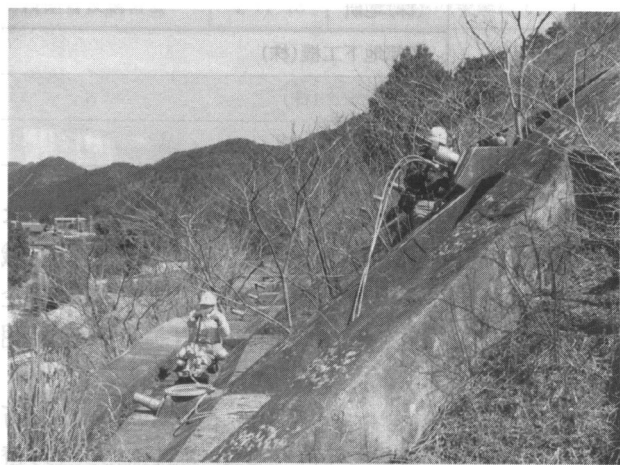


写真6 リフトオフ試験状況

本地点では、146 本中 62 本のアンカーについてリフトオフ試験を実施し、この結果を基にのり面の引張力残存率の面的分布状態を求めた。その結果を図1に示す。

設置されたアンカーの施工時の定着時緊張力は不明であるが、設計アンカー力に対する引張力残存率〔(残存引張り力/設計アンカー力)×100%〕を求めてみると、30~50%程度を示すものが多く、一部は30%未満まで低下しているものが存在している。また、設計アンカー力に対し120%以上の過緊張状態となっているアンカーも存在し、緊張力低下および過緊張が混在し、残存引張り力は一様な分布を示さないことが分かる。

図2は既存資料と引張力残存率の面的分布状態

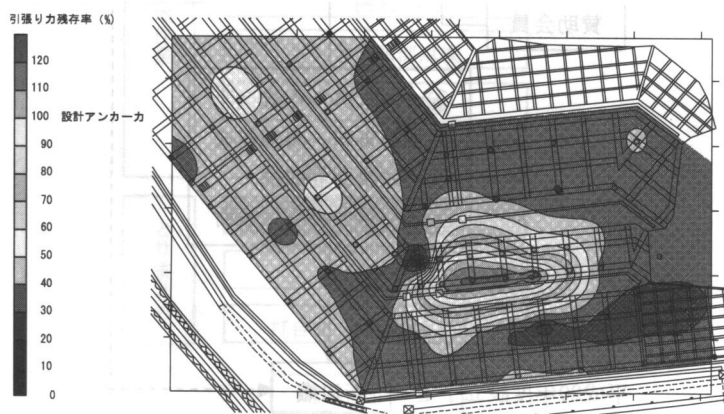


図1 のり面の引張り力残存率分布状態

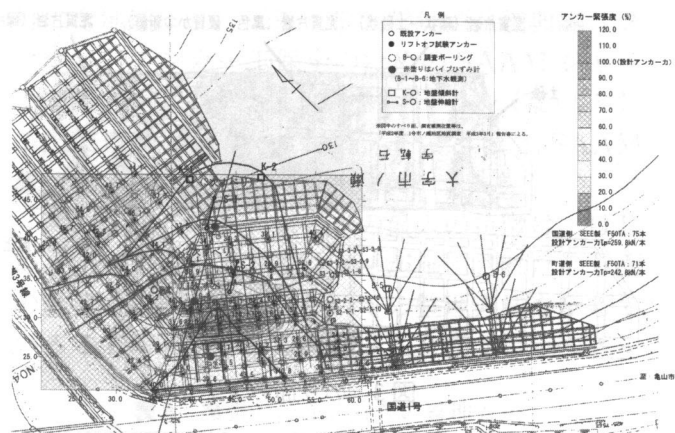


図2 既存資料との対比

を対比したものであるが、当該のり面のアンカー施工前の崩壊部分と過緊張部分が一致しており、過緊張の原因を検討する上で有力な情報となりえる。

## (2) B地点

本地点は、勾配が1:1.0~1.2ののり面に27本のスパーフローテックアンカー(SFL-3)、受圧板は現場打ちのり砕工が施工されている(写真7)。のり面を構成する地質は、三波川結晶変岩類に属する泥質~砂質片岩である。のり面に表出する岩質は図3に示すように、切土のり面の中央付近では硬質かつ新鮮な岩が露頭しているものの、切土のり面左側では、強風化し土砂状あるいは礫状を呈する状況である。また、この両者の境界に含水量が高く指圧で容易に変形する厚さ5cm程度の粘土が存在し、これがすべり面となっている。

SAAM ジャッキを用いたリフトオフ試験により求めたのり面の引張力残存率の面的分布状態を図4に示す。

本地点での残存引張り力分布は、のり面中央部付近のアンカーは、ほぼ設計アンカー力に近い80%以上の残存引張り力を示しているが、のり面中央部から左側に行くに従い、設計アンカー力に



写真7 B地点全景

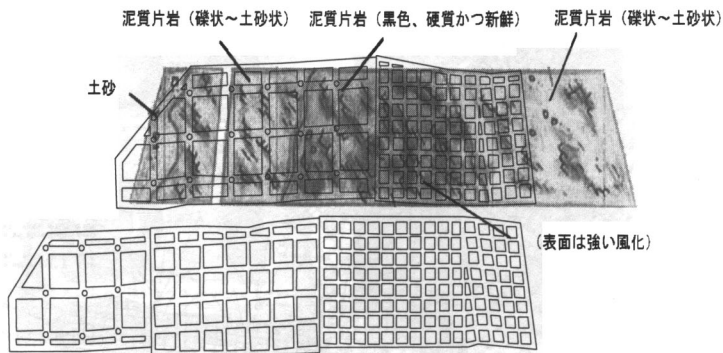


図3 のり面のスケッチ

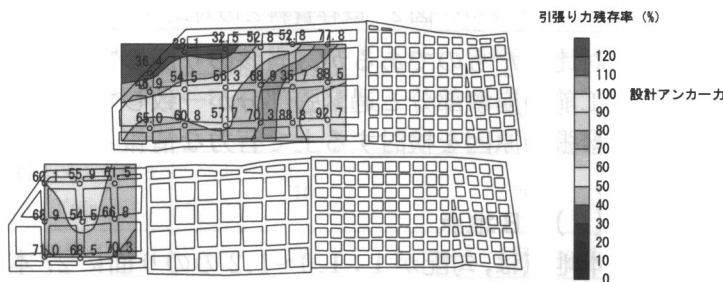


図4 のり面の引張り力残存率分布状態

対する残存引張り力は漸次低下する傾向が見られる。また、本結果と図3に示すアンカー施工時の地盤状況との比較から、のり面中央付近の硬質かつ新鮮な岩が露頭している個所では、残存引張り力の顕著な低下は見られないものの、のり面左側の強風化で土砂状あるいは礫状を呈する個所では、残存引張り力が大きく低下し、また、設計アンカー力に対し80%程度以上の残存引張り力を示す境界と、すべり面位置と考えられている新鮮岩と強風化層との境界がほぼ一致するなど、SAAM ジャッキによるアンカー残存引張り力の面的調査の実施により、地質状況と緊張力との関係を明らかにでき、今後この調査方法を基に、既設アンカーののり面の健全性評価を行う可能性も考えられる。

### 3. 事業活動報告

#### 3.1 概要

本事業の目的は、上記で紹介した新技術「SAAMシステム」を技術シーズに、いくつかの企業が集まって議論を深める中で、より良い技術に育てるとともに、今後の戦略形成、技術の共有化等について検討を行い、業界としての新規事業の立上げを行うことである。

参加企業の募集は、(株)相愛を幹事企業として平成19年9月26日~10月15日にかけて全地連が行なった。募集予定数はコア企業5社程度、賛

表2 企業と賛助会員

区分	企業名
コア企業	(株)相愛：幹事企業
	北海道土質コンサルタント(株)
	川崎地質(株)
	日本地研(株)
賛助会員	基礎地盤コンサルタンツ(株)
	大成基礎設計(株)
	(株)地研
	東邦地下工機(株)
	ハイテック(株)
	藤永地建(株)

助会員5社程度であった。このうち、コア企業は本事業終了後に立上げを予定している新しい組織の設立及び運営の中心となる企業であり、賛助企業は本事業に関心を持ち、将来何らかの関与が期待される企業である。

拠出金は、コア企業140万円/社、賛助会員1万円/社(資料作成費等実費)とし、本準備会への賛助会員の関与は①準備会へのオブザーバー参加、②事業報告・報告書等の提供を受けること、③準備会議事録の共有等である。

なお、本準備会は、三重大学と共同研究契約を結び、産学共同で実施した。

#### 3.2 活動実績

図5に準備会のフレームワーク、表3に活動実績を示す。なお、準備会では、多くの時間を割き、SAAMシステムのマニュアル作成について検討を行っている。

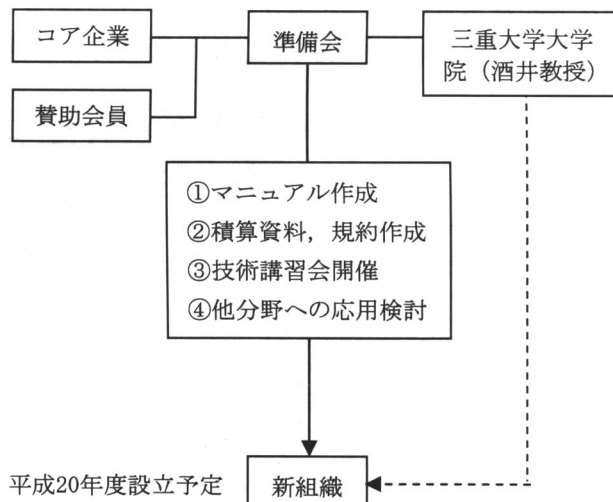
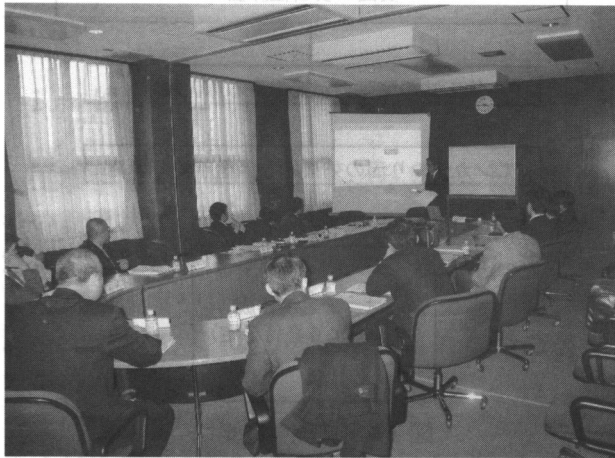


図5 準備会のフレームワーク

表3 活動実績一覧

区分	実施日	場所
準備会	第1回	11/6 三重大学 会議室
	第2回	11/27 全地連 会議室
	第3回	12/17 都内会議室
	第4回	1/21 全地連 会議室
	第5回	2/22 都内会議室
	第6回	3/13 松山市内会議室
技術普及講習会	4/17-18	愛媛県内の現場にて



### 3.3 マニュアル

編集委員長を、三重大学大学院酒井教授，編集委員を，高知工科大学永野教授(全地連理事)，およびコア企業のメンバー12人とし，平成20年7

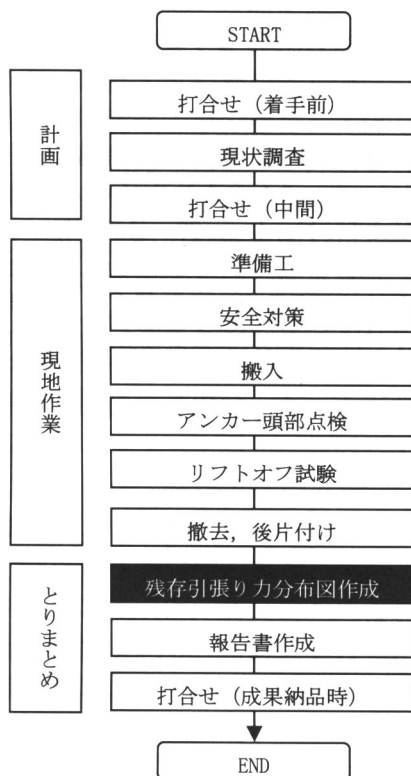


図6 SAAMシステムの作業フロー

月に全地連より，三重大学大学院酒井俊典編「グラウンドアンカー工保全のためのSAAMジャッキを用いたリフトオフ試験マニュアル(案)」として出版した。図6は，マニュアルに示した，SAAMシステムの作業フローである。

今回作成したマニュアルの最大の特徴は，はじめて明らかにできるアンカーが施工されたのり面の緊張力の面的分布についての整理方法を示していることにある。この整理方法を表4に示す。

表4 緊張力の面的分布の整理方法

名称	概要
リフトオフ試験結果一覧表	リフトオフ試験結果，既存資料を基に，残存引張り力，引張り力残存率を算出し，一覧表として整理する。
残存引張り力分布図	現況の残存引張り力分布状態と，アンカー材および斜面の安全性等の評価資料として，残存引張り力の分布状態を取りまとめる。
引張り力残存率分布図	設計に対するアンカー材および斜面の安全性等の評価資料として，設計アンカー力(定着時緊張力)に対する引張り力残存率の分布状態を取りまとめる。

### 3.4 技術普及講習会

SAAMジャッキを用いたリフトオフ試験技術の普及，技術水準の統一化を図る目的で，準備会にて作成したマニュアルをもとに，現場作業を行う調査技術者を対象とした，技術普及講習会を開催している。

講習内容は，①ポンプ操作方法，②アンカー頭部点検，③SAAMジャッキの装着，④リフトオフ試験，⑤ロックライミング技術を利用したロープ操作である。講習会の様子を写真9に示す。



写真9 技術普及講習会実施状況

## 4. 今後について

### 4.1 事業化

コア企業4社と三重大学大学院酒井教授は、平成20年度中に大学発ベンチャー企業を設立し、本事業の成果を基に事業化を行う予定である。ベンチャー企業の組織形態は、有限責任事業組合(LLP)を予定しており、事務所は三重大学キャンパス・インキュベータ内へ設置予定(準備中)である。なお賛助会員及びその他企業への参加については現在コア企業において検討中である。

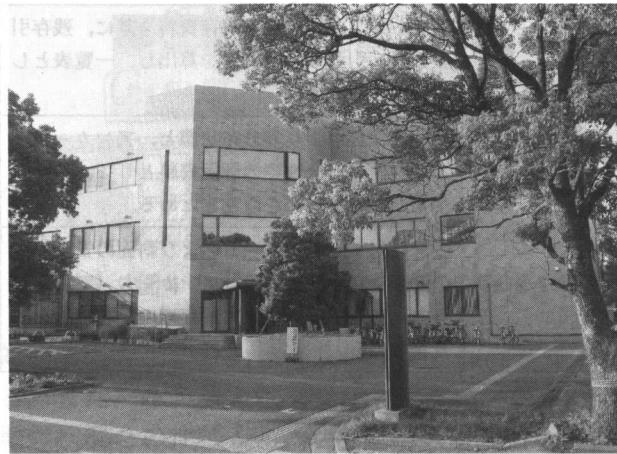


写真10 三重大学キャンパス・インキュベータ

### 4.2 研究について

酒井教授とコア企業の研究者及び川畑氏〔(独)産業技術総合研究所〕は、酒井教授を研究代表者として国土交通省「平成20年度建設技術研究開発助成制度、政策課題解決型技術開発公募」に対して、研究開発課題名「SAAM ジャッキを用いた効果的なアンカーのり面の保全手法の開発」で応募し、採択された。本研究開発では、① 設計・施工時の資料及び周辺地質が判明しているのり面におけるアンカー緊張力の面的調査、② 施工時の緊張力が変化する原因の特定、③ アンカーのり面の効果的な保全手法の提案、④ SAAM ジャッキを用いたアンカーのり面保全マニュアルの作成

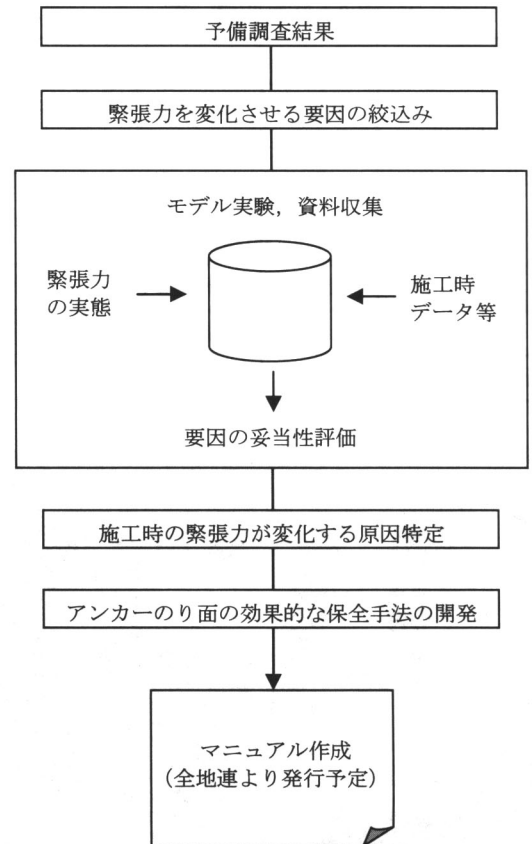


図7 研究開発概要図

に取り組み、重要な社会資本であるアンカーのストックを有効かつ長く利用し続けるための技術開発を通じて、国民の安全で安心な社会・経済活動の維持に貢献していくこととしている。なお、SAAM ジャッキを用いた面的調査マニュアルは、全地連からの発行を予定している。

### 参考文献

- 1) 酒井俊典・福田雄治・中村和弘・竹家宏治：小型・軽量新型アンカーメンテナンスジャッキの開発，土と基礎，Vol. 55, No. 4, pp. 39~41, 2007.
- 2) 酒井俊典編：グラウンドアンカー工保全のためのSAAM ジャッキを用いたリフトオフ試験マニュアル(案)，(社)全国地質調査業協会連合会，2008.

# 土工工事の安全管理方法の目安

## 「土工工事の安全管理レベル判定ガイドライン」の作成

ふじ い しゅん いつ  
藤井 俊逸\*

### 1. はじめに

工事中の斜面崩壊で人災になるケースは非常に多い。現状では朝のミーティングで安全に対する意識付けなどを行う程度の対応が多い。専門家による法面観察や、計測器を使った安全管理システムを提案しても、なかなか採用されないのが実情である。

そのような中で、改正労働安全衛生法が平成18年4月1日から施行されており、第28条の2で、「労働災害の事前対応として、リスクアセスメントを行い、その結果に基づき必要な措置を実施する努力義務が必要」とされている。

これを受けて、建設業労働災害防止規定が平成20年4月から改正され、労働災害防止規定の順守義務が生じることとなり、掘削作業の安全管理手順を決めて、実行する必要がある。

発注者側も危険な工事の場合、十分な安全管理をしたいという気持ちはあるが、「必要性の説明理由」が明確にできないという側面がある。

そこで、「土工工事の安全管理レベル判定ガイドライン」を作成することで、施工業者、発注者ともに適正な安全対策が可能となると判断した。結果的に、地質調査業としては、施工時の法面観察・安定度評価・計測などのマーケットが生まれることになる。

### 2. ガイドラインの作成の流れ

ガイドライン作成は、委員会形式で行うこととした。最初にフリートキングを行い、全体構成を確認し、その後、各構成に関して役割分担を行い、ガイドライン作成を進めていくこととした。

主要な検討項目は以下となった。

- ガイドラインの利用方法
- 建設工事中の労働災害の実態
- 建設工事に関する法規
- 災害要因分析
- 安全管理レベル判定チェックシート作成
- 安全管理レベル毎の計測について
- 安全管理のためのチェックシート
- 関連資料

### 3. ガイドラインの利用方法

「このガイドラインを誰がどのように使うのか？」ということは、現在、委員会で協議中である。考えられる利用方法としては、以下の3ケースがある。

- 調査設計会社の利用  
成果報告書にて、安全管理レベル判定を行う。その判定結果に基づき、安全管理に要するコストを、積算に組み入れてもらう。
- 発注者の利用  
発注工事の現場の状況を、このガイドラインに照らし合わせて、「適切な安全管理の判断」をする。積算への配慮と、特記仕様書での明確化を行う。
- 施工業者の利用  
工事発注時に、安全管理レベルが、明確でない場合は、このガイドラインに照らして、「安全管理レベル判定」を行う。また、工事中に問題が発生した場合に、このガイドラインを参考に「安全管理レベル判定」を行う。

\* (株)藤井基礎設計事務所 技術部長

## 4. 土工工事での死亡事故の実態

(独)労働災害衛生総合研究所によれば、平成12年から14年の3年間で、土工時の崩壊・倒壊による死亡事故者数は63名となっている。この内訳は、人力土工29名、土留工14名、機械土工10名、法面工9名、伐採工1名となっている。

調べてみると、かなりの数の人が亡くなっていることがわかる。死亡者に対して怪我をした人は相当多いと考えられる。この点からも、土工工事の安全管理をシステムとして行っていくことの意義を感じる。

死亡事故の実態から、工事種類を次の4つに区分した。

- ① 床堀工事（土留無）
- ② 床堀工事（土留有）
- ③ 切土法面（仮設）
- ④ 切土法面（永久）

この内、切土法面（仮設）は、切土法面末端部をブロック積擁壁で急勾配にするようなケースや、もたれ擁壁背面を急勾配で切土するような場合である。

今回のガイドラインで、どの部分までを対象とするのかは、現在、協議中である。

## 5. 災害要因分析

既存の各種資料から災害要因に関する調査を行った。その結果、主として次の5項目を災害要因として抽出した。

- ① 掘削・切土直高
- ② 掘削・切土勾配
- ③ 地盤条件（岩・土砂）
- ④ 地下水の条件
- ⑤ 特殊要因（地すべりなど）

これらの災害要因の分析を行った。

例えば、切土直高であれば、直高が大きくなればなるほど、災害要因が高くなる傾向にある。地盤条件であれば、土砂の場合は、土の硬軟（N値など）が軟らかいほど、災害要因が高くなる傾向にある。

## 6. 安全管理レベルチェックシート作成

4章で決めた、工事区分毎に安全管理レベルチェックシートを作成する。チェックシートでは、5章で決めた災害要因毎に評価指標を定め、点数を集計することで、安全管理レベルが判定できる

ように考えている。

- ① 配点は、安全管理レベルに対応するように、災害要因毎に決定した。
- ② ただし、法面切土に関しては、災害要因5項目に加えて、地すべり地・岩盤クリープなどの特殊要因にも配慮した。
- ③ また、災害要因で網羅できないものに関して、その他の項で、技術者が判断することとした。

安全管理レベルは、集計点に応じて、次の3つに分けるものとした。

- レベルA—安全管理に特別な注意が必要。
- レベルB—安全管理に注意が必要。
- レベルC—通常の安全管理を行う。

## 7. 安全管理レベル毎の計測について

安全管理レベル毎にすべきことを整理する。この部分も最終的にどのようになるのかは確定していない。

### ① レベルC

通常の安全管理を行う。

- a) ただし、現状の安全管理は、記録が残らないため、作業の状況に応じて「施工作业毎の安全管理チェックシート」「法面観察シート」を用いて記録を行う。
- b) 異常が見られた時には、「異常時対応シート」に記入する。
- c) これらのシートは、今回のガイドラインの中で作成し、安全管理に役立ててもらう予定である。

### ② レベルB

通常の見視観察に加えて、専門家の定期診断・現地での警報を行う。

- a) 通常の見視観察  
レベルCと同様である。
- b) 専門家の定期診断  
法面の切土途中で、専門家による法面観察を行う。  
結果は、「法面観察シート」に記入する。  
目安として、法面2段（直高7m×2段=14m程度）に1回とする。
- c) 現地での警報

工事毎に計測方法は異なるが、センサーで異常を精度良く把握し、現地で警報が出るシステムを採用する。

### ③ レベルA

通常の見視観察に加えて、専門家の定期診断・

関係者への警報を行う。

- a) 通常の日視観察  
レベルCと同様である。
- b) 専門家の定期診断  
法面の切土途中で、専門家による法面観察を行う。  
結果は、法面観察シートに記入する。  
目安として、法面2段（直高7m×2段=14m程度）に1回とする。
- c) 現地での警報  
工事毎に計測方法は異なるが、センサーで異常を精度良く把握し、関係者（施工業者・発注者など）に警報が出るシステムを採用する。  
一般的には、計測結果を関係者で共有できるようにし、警報発令時には関係者で速やかに協議して、対応を判断できるようにする。

## 8. 工事区分毎に考えられるセンサー

### ① 床堀工事（土留無）

掘削面は管路掘削の場合、1:0.1~1:0.3の急勾配が多い。急勾配の場合は、図1の距離A、距離B、距離Cなどをセンサーにて測定する必要がある。測定精度は、最低でも1mmの精度が必要である。

現地警報発令の目安は、移動速度、累積移動量にて決定する。センサーとしては、伸縮計などが考えられる。

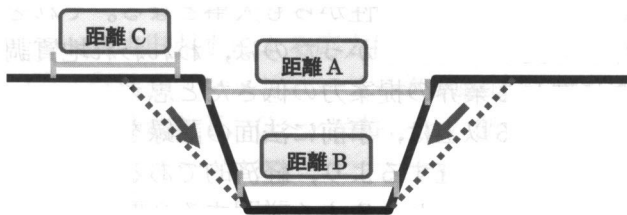


図1 床堀工事（土留無）

### ② 床堀工事（土留有）

掘削面は土留の場合、直勾配となる。

根入れが無い場合は、土留の下端幅が短くなるケースが多く、根入れが有る場合は、土留の上端幅が短くなるケースが多い。

図2の距離A、距離B、距離Cなどをセンサーにて測定する必要がある。測定精度は、最低でも1mmの精度が必要である。現地警報発令の目安は、移動速度、累積移動量にて決定する。センサーとしては、伸縮計が考えられる。

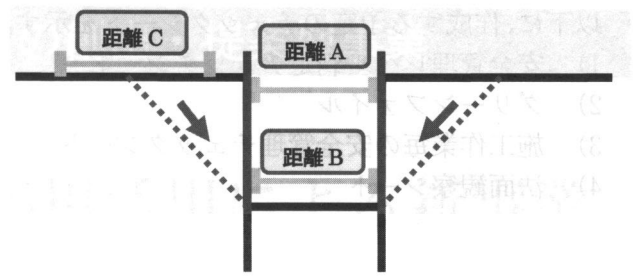


図2 床堀工事（土留有）

### ③ 切土法面（仮設）

仮設勾配は、安定勾配より急勾配となる。そのため、図3に示すすべりや崩壊が考えられる。

崩壊（すべり①）

弱層に沿った崩壊（すべり②）

地すべり面に沿ったすべり（すべり③）

現地で考えられる、それぞれのすべりに対して、センサーを設置する必要がある。測定精度は、最低でも1mmの精度が必要である。現地警報発令の目安は、移動速度、累積移動量にて決定する。センサーとしては、伸縮計が考えられる。

### ④ 切土法面（永久）

切土法面（仮設）と同様の考え方となる。

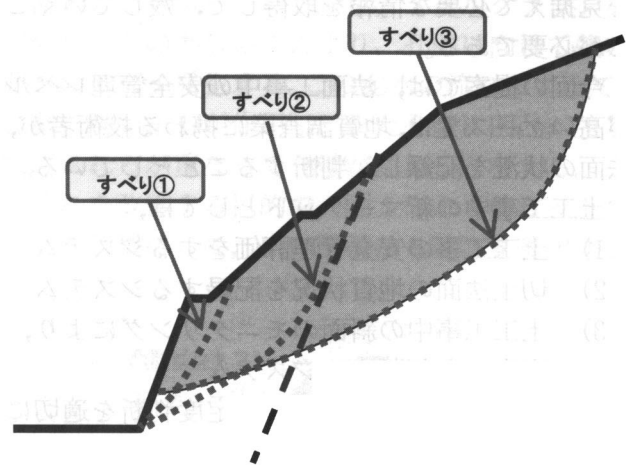


図3 切土法面

## 9. 安全管理のためのチェックシート

今回のガイドラインでは、従来の目視観察の部分にも、チェックシートを用いて、記録を残すように考えている。

チェックシートを用いることで、次が改善される。

- 1) チェック項目に抜けがなくなる
- 2) 記録が残る
- 3) 結果的に確実な現場管理につながる

以下に、作成する予定のチェックシートを示す。

- 1) 安全管理レベル判定チェックシート
- 2) グリーンファイル
- 3) 施工作业毎の安全管理チェックシート
- 4) 法面観察シート
- 5) 異常時対応シート

## 10. 施工段階での地質調査業の活躍の場

地質調査を行う場合、地盤の地質的な状況を正確に捉えていくことは、とても大事である。例えば工事中の法面の観察は、ボーリング調査や植生がある状態の地表踏査より、遥かに多くの情報を提供してくれる。しかしながら、施工中の法面を地質調査する機会は斜面に問題があった場合のみである。

これから、維持の時代に突入すると言われているが、その基礎情報となる、調査・設計段階の報告書、工事中の情報、工事中の法面観察結果など、ほとんど残っていないのが実情である。

新たにボーリング調査を行うと、数百万円のコストがかかる。もし、工事中に法面の地質状況をきちんと記録しておけば、調査にかかる経費は非常に少なくてすむ。土木施設は寿命が長い分、先を見据えて必要な情報を取得して、残していくことが必要である。

今回の提案では、法面工事中の安全管理レベルが高いケースでは、地質調査業に携わる技術者が、法面の状況を記録し、判断することとしている。

土工工事中の新マーケットとしては、

- 1) 土工工事の安全管理評価をするシステム
- 2) 切土法面の地質状況を記録するシステム
- 3) 土工工事中の斜面のモニタリングにより、安定度を判断するシステム
- 4) 供用中の施設の斜面の安定度判断を適切に行うシステム

などが考えられる。

上に列記したシステムは、本来ずっと以前から必要であったものである。世の中に役立つことの代償がお金とすれば、地質調査業の能力を用いて、

世の中に役立つことを考え、それをビジネスモデルとして形にしていくことが大事である。

## 11. おわりに

現在、建設コストを縮減する様々な取り組みがなされている。新しい工法や仕組みを考えて、コスト縮減を進めるのが本来の姿である。しかしながら、安全にかけるコストを縮減することで、コスト縮減する傾向も見受けられる。

建設中の土工工事による事故の減少のためには、「安全を向上させるシステム」が必要である。それには当然コストも必要となる。

建設工事中の死亡事故はあってはならない。そのためにも、「安全管理レベル」の判断を行い、本当に必要なところに、コストをかけていくことが必要となる。

安全に関する取組みは、発注者・施工業者と一緒に考えていく必要がある。その際、今回作成するガイドラインが、1つの目安になるようにしたい。発注者・施工業者・設計業者が、このガイドラインを有効に利用し、建設工事中の事故がなくなれば、意義深いものとなる。

10章で、土工工事中における地質調査業の新マーケットに少し触れた。その第一段として、「土工工事の安全管理レベル判定ガイドライン」があると考えている。今回の取組みが、「地質調査業が施工工事でもっと活躍する場」を提供するきっかけとしたい。

維持の時代には、切土法面の地質状況をきちんと残すことは、経済性からも大事となる。それを今まで提案しきれなかったのは、われわれ地質調査に携わる業界の提案力の低さだと思う。

提案する以上は、事前に法面の記録を残した方が、事後で調査するより、経済的であるという事実を整理し、わかりやすく説明する必要がある。また、提案先であるが、今までなら、国土交通省中心であったが、国民に直接必要性を訴えることも同時に行っていくことも大事であると感じている。



# 自動孔内水平載荷試験の応用活用による新事業

自動水平孔内載荷試験応用活用グループ

代表執筆 益田 和夫\*

## 1. はじめに

近年、公共投資の削減や民間需要の落込みなどによって、地質調査業界を取巻く情勢は更に厳しさを増して来ている。それに伴い、いわゆる価格競争が前面に出てきており、本来の技術力による競争ができにくい状態が続いている。

このような情勢のなかで、全地連は需要創出に積極的に取り組む会員企業や会員企業グループの活動を支援するために、「新マーケット創出・提案型事業」の制度を平成19年度より導入した。

平成20年度においても、昨年につきこの制度に対する募集を行い、この「自動孔内水平載荷試験の応用活用による新マーケット創出・提案型事業」が選考の上、採用された。

なお、本事業での新技術は次の3点である。

- ① ボーリング孔壁の乱れ軽減技術  
ビットとコアチューブによる乱れの軽減と高比重泥水による応力開放の軽減技術。
- ② 自動型プレッシャーメータ試験技術  
変形係数  $E$ ,  $G \sim \gamma$  特性, せん断強さ  $(c,$

$\phi)$  など, 精度を確保した計測技術。

- ③ 多重セル型プレッシャーメータ試験技術  
液状化強さ  $R$ ,  $G \sim \gamma$  特性, せん断強さ  $(c,$   
 $\phi)$ , 静止土圧係数  $K_0$ , 透水係数  $k$  など, 精度を確保した計測技術。

以下, これらの新技術と本事業の概要を紹介する。

## 2. ボーリング孔壁の乱れ軽減技術

### 2.1 ビットとコアチューブによる乱れ軽減法

従来のプレボーリングでは, メタルクラウンなどのビットの押し込みにより, 孔壁に向けて強い泥水の流れが発生する。この泥水の流れによって, 孔壁に強い圧力が作用し, また孔壁に凹凸が生じて, これらが重なって孔壁が乱れると考える。

これを改善する目的で, 図1のようにビットの先端を凸型にして, 広い面積から泥水を噴出すこ

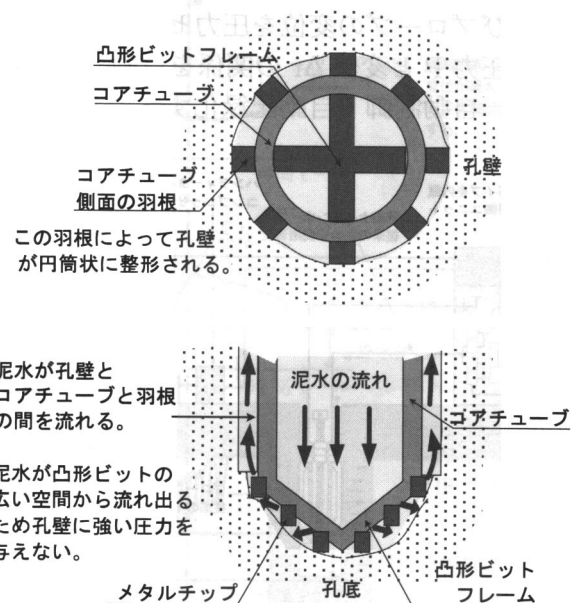


図1 孔壁の乱れ軽減法

#### \* (参加企業)

(株)アオイテック / (株)エイトコンサルタント / (株)カミナガ /  
(株)関西地質調査事務所 / 協和地下開発 (株) / 興亜開発 (株) /  
サンコーコンサルタント (株) / (株)新研基礎コンサルタント /  
(株)セイコー / (株)東建ジオテック / (株)藤井基礎設計事務所 /  
(株)富士和 / 芙蓉地質 (株) / 北海道土質試験協同組合 /  
(株)北海ボーリング / (株)ユニオン・コンサルタント /  
(株)マスダ技建 (幹事企業)

#### (共同研究)

#### (オブザーバー)

横浜国立大学 : 谷 和夫 教授	(財)電力中央研究所 本部
立命館大学 : 深川良一 教授	(独)UR 都市再生機構 技術研
神戸大学 : 飯塚 敦 教授	究所
東京理科大学 : 塚本良道 准教授	(株)建設技術研究所 水工部
中央大学 : 石原研而 教授	東電設計(株)土木本部
	(株)竹中工務店 技術研究所

とで、孔壁に当たる泥水圧を下げる工夫をした。

また、コアチューブの側面に縦状に羽根を付けて孔壁をカッティングし、孔壁を円筒状に整形する工夫をした。

## 2.2 応力開放による乱れの軽減

従来のベントナイト泥水では、泥水比重が1.1程度と軽いため、ボーリング孔壁の応力開放を防げなかった。そこで、ベントナイト泥水に高比重の添加剤(バライト:比重4.2)を加え、全体の泥水比重を1.3~1.4程度に上げ、孔壁の応力開放を軽減する工夫をした。(図2)

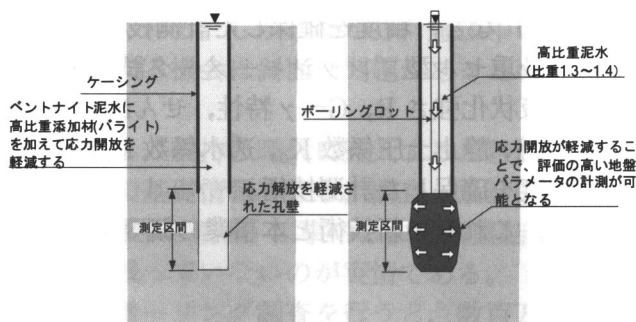


図2 応力開放の軽減法

## 3. 自動型プレッシャーメータ試験技術

### 3.1 試験システムとその利点

従来の技術では、高压ガスによる圧力により、手動制御でプローブに送水、圧力ゲージ、変位はスタンドパイプの目盛を、それぞれ目視で読み取り、圧力Pと変位 $\Delta r$ の関係を計測する。

新技術では図3のように、ハンディコンプレッサーの空圧より、自動制御でプローブに送水、載荷圧及びプローブの変位を圧力センサーで自動記録し、圧力Pと変位 $\Delta r$ の関係を自動計測する。

また、自動制御・自動記録化することで、多様

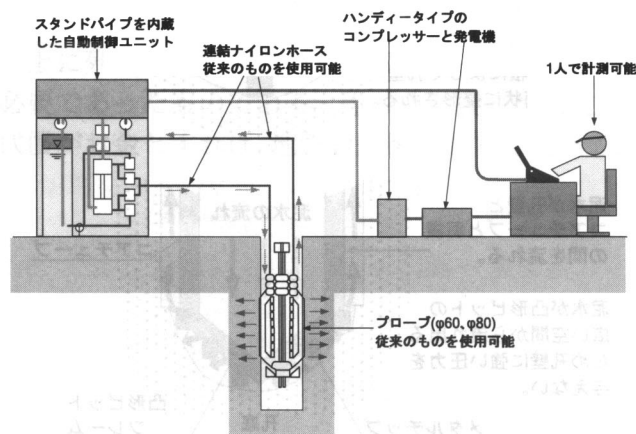


図3 自動プレッシャーメータ試験のシステム図

な載荷パターンも可能であり、安定した計測と測定精度の確保が可能となる。また、計測も1名でOKとなり、省力化も可能となる。

### 3.2 計測された変形係数の比較

従来型(手動型)、新技術(自動型)について、変形係数とN値との関係を相関図を図4に示す。

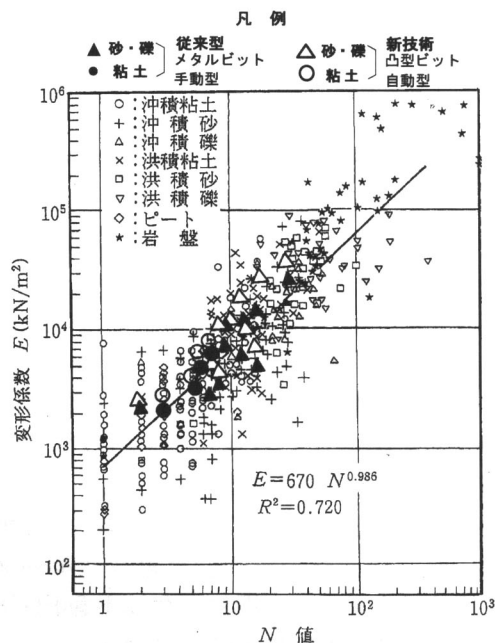


図4 変形係数と換算N値の相関図

(地盤工学会「N値とc,  $\phi$ の活用法」 p.324 図6.9.2に加筆)

図4によると、新技術によって得られた変形係数は、従来型と比べやや高い値が得られている。これは新技術による試験では孔壁の乱れが少ないためと考えられる。

### 3.3 弾性係数のひずみ依存特性

新技術は、自動制御・自動計測型であるため、最近、国際的な標準試験法になりつつある「除荷~再載荷試験のサイクリック計測」が容易であり、特に図5のように $10^{-3}$ より大ひずみ領域での

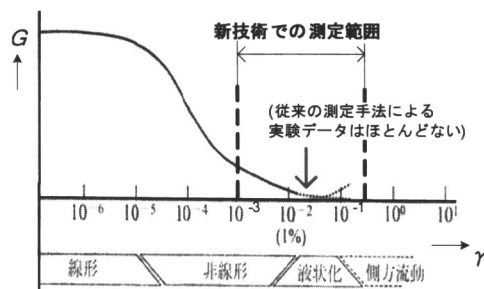


図5 地盤の状態とG~ $\gamma$ 関係図

(吉見吉昭・福武毅芳「地盤液状化の物理と評価・対策技術」 p.112 図6.3に加筆)

G~ $\gamma$  特性の計測が可能である。

また、ヨーロッパでは主流であり、図6のように降伏点以降の荷重領域でのサイクリック曲線からせん断強さ ( $c$ ,  $\phi$ ) の算出も可能である。

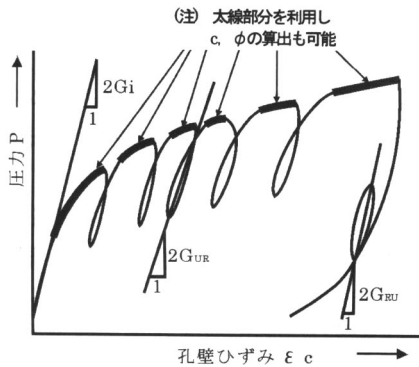


図6 除荷・再載荷測定のプロッシャーメータ曲線と弾性係数Gとせん断強さ ( $c$ ,  $\phi$ ) について (Q Tech HP 阿部 求「孔内水平載荷試験の新しい試験法」 図1, 図6(b)を合成し, 加筆修正)

### 3.4 計測パラメータの工学的利用性

- ① ヤング率Eより, 杭の水平方向の地盤反力係数  $k_h$  を求め, 水平力を受ける杭の計算が可能。
- ② 繰返し載荷による変形特性 ( $G \sim \gamma$ ,  $h \sim \gamma$ ) より, ひずみレベルを考慮した信頼性の高い性能設計が可能。
- ③ せん断強さ ( $c$ ,  $\phi$ ) より, 各種構造物の支持力計算, 山留めや斜面の安定計算が可能。

## 4. 多重セル型プロッシャーメータ試験技術

地震時の地盤挙動に関する非線形動的解析に資する地盤パラメータは, 従来であれば, サンプルングによる乱さない試料を用いて繰返し変形試験を行うか, N値から推定した値で求めている。新技術では, これらを原位置で直接的に計測することが可能である。

### 4.1 試験機の概要

図7のII, IVの載荷セルを中心に, 多様な載荷パターンも可能である。例えば0.1 Hzの周期で圧力振幅を  $180^\circ$  の位相差をもって漸増繰返し載荷することで, 観測セルであるIIIセル周辺の地盤に過剰間隙水圧の上昇と軟化現象が生じる。

### 4.2 液状化強さの判定法

以下, 従来技術と新技術の違いを説明する。

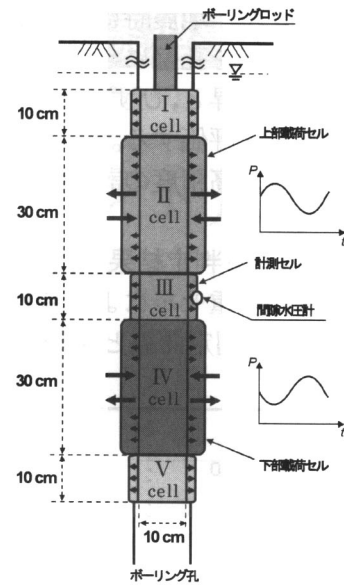


図7 試験機の概要

### 4.2.1 従来技術

- 1) N値からの推定値は, 細粒分が多い中間土及び砂礫などで評価が問題視される。
- 2) 砂地盤では乱さない試料による繰返し三軸試験などを実施した場合, 乱れの影響が大きく, 試験精度が低下する。
- 3) 凍結サンプリングによる方法もあるが, 非常に高価であり, 利用されにくい。

### 4.2.2 新技術

- 1) プレボーリング方式であるが, 孔壁の乱れを極力軽減することで, 高品質な孔壁での試験が可能となる。
- 2) 転石, 玉石を除く地盤で試験ができるので, 統一した手法で液状化の評価ができる。

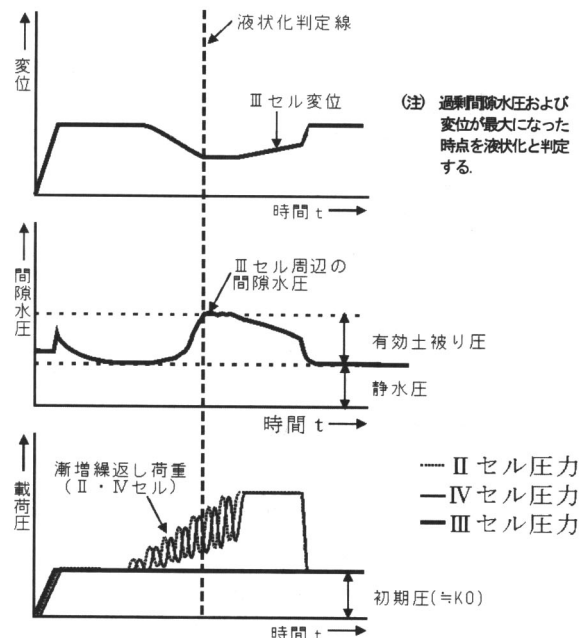


図8 液状化判定モデル図

- 3) 図8のように、地震時に近似した繰返しせん断応力振幅を孔壁に与えて、地盤の過剰間隙水圧の上昇と、ひずみの増加現象から、液状化強さを評価する。
- 4) 早く、安く、高精度の計測が可能である。

### 4.3 新技術による判定結果

新技術である、多重セルによる液状化強さは図9のように、従来の判定曲線と調和的である。

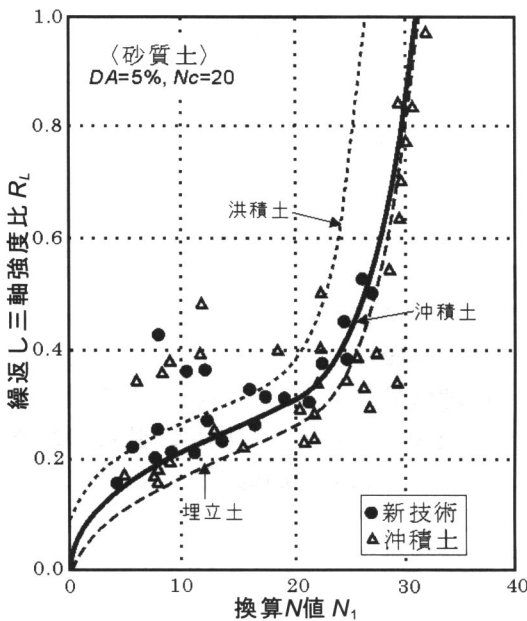


図9 砂質土の換算  $N$  値と繰返し三軸強度比の関係 (地盤工学会「 $N$  値と  $c$ ,  $\phi$  の活用法」 p.54 図 3.17 に加筆修正)

### 4.4 動的変形特性 (前出の 3.3 を参照)

以下、従来技術と新技術の違いを説明する。

#### 4.4.1 従来技術

微小ひずみ領域では PS 検層あるいは乱さない試料での室内試験繰返し変形試験で求める。ただし、 $10^{-2}$  より大のひずみ領域におけるデータ取得は難しいとされている。

#### 4.4.2 新技術

自動制御・自動記録方式により、実際の地震に近似した繰返し漸増载荷試験 (周期 0.1 Hz) にて除荷～再载荷試験を行い、このサイクリックループ曲線より、 $10^{-3} \sim 10^{-1}$  の大ひずみ領域での  $G \sim \gamma$  のひずみ依存特性を計測する。

なお地盤パラメータは、液状化強さ  $R$ 、せん断剛性  $G \sim \gamma$ 、ヤング率  $E$ 、粘着力  $c$ 、せん断抵抗角  $\phi$ 、静止土圧係数  $K_0$ 、静水圧  $u$ 、透水係数  $k$ 、ダイレイタンス特性  $D$ などを同時計測が可能である。

#### 4.4.3 計測パラメータの工学的利用性

- 1) 液状化強さ  $R$  及び繰返し载荷による変形特性 ( $G \sim \gamma$ ,  $h \sim \gamma$ ) より、信頼性の高い地震応答解析による性能設計が可能。
- 2) 液状化強さ  $R$  より、地盤改良方法及び液状化対策工の合理的検討や、改良効果の確認などが可能。
- 3) ヤング率  $E$  より、杭の水平方向の地盤反力係数  $k_h$  を求め、水平力を受ける杭の計算が可能。
- 4) せん断強さ ( $c$ ,  $\phi$ ) より、各種構造物の支持力計算、山留めや斜面の安定計算などが可能。

### 5. 事業の内容とワーキンググループの立上げ

本事業の形態は、参加企業、大学、公の研究機関をまじえたコンソーシアム体制とした。事業内容は以下の項目を挙げ、各項目ごとにワーキンググループ (以下 WG) を立ち上げて対処する。

- 1) 運営 WG: 事業全体の運営を効率よく進めることを目的として運営する。
- 2) 広報 WG: 新技術の普及講習の実施および発注者・研究機関等のニーズ・評価の把握などの活動、NETIS への登録も担当する。
- 3) 実験 WG: 従来の試験法と新技術による比較実験を中心に研究する。
- 4) 土槽実験 WG: 要素レベルの基本挙動を検証し、この結果を数値解析に生かす研究。
- 5) 数値解析 WG: 新技術の理論的裏付けを検証し、地盤パラメータの算定法の研究。
- 6) 規格化 WG: 地盤工学会と連携した当該試験法の規格化の検討。

### 6. 本事業の方向性

本事業は、当該新技術の理論的検証を行うと同時に、地盤工学会と連携して規格化し、広く普及を目指したいと考えている。

すなわち、原位置試験で「精度よく、早く、安く」を兼ね揃えた付加価値の高い地盤パラメータを求めることが出来れば、地質調査業界の新マーケット創出にもつながり、かつ建設トータルコスト縮減に寄与できるものと確信する。

# CM(コンストラクション・マネジメント)方式事業

まつ ざわ ひで やす  
松 澤 秀 泰\*

## 1. はじめに

わが国の社会情勢が大きく変化している。特に、少子高齢化の急速な進展や財政負担の増加は、私たちの築き上げてきた社会制度の抜本的な見直しを迫っている。

このような中、公共事業の執行においても、効率的・効果的で、かつ公平性・透明性を確保する様々な方法が検討されている。そのひとつがCM(Construction Management)方式である。

本稿では、平成20年5月末に新マーケット創出・提案型事業として全国地質調査業協会連合会(以下、「全地連」という)から事業承認を受けた「CM方式事業」について説明する。まず、CM方式の概要を説明し、次に事業の提案に至った背景や目的、事業内容やスケジュール等について説明する。なお、本事業の期間は1年で、事業活動に顕著な成果が現れれば、活動の延長が認められるとされている。

まずは、CM方式のことを知っていただき、その有効性と全地連が取り組む事業として適していることを理解していただければと考える。

## 2. CM方式の概要

CM方式は、民間事業者等が発注者の「代行者」として調査・設計・施工監理を行い、事業を執行(マネジメント)するものである。すなわち、発注者は代行者として優秀なマネジャーを選定し、マネジャーに調査・設計・施工の監理を委託する方式である。

このマネジャーをCMRまたはCMr(Construction Manager)という。ここで、CMRはチーム

などの組織としてのマネジャーを指し、CMrはマネジャー個人を指す(図1参照)。

CM方式活用協議会(事務局:国土交通省)が1,874の地方自治体へ「地方自治体に発注体制・能力に係る実態調査(平成19年12月)」を行った。それによると、監督検査・施工監理〔土木〕・工事管理〔建築〕における現段階及び将来の課題として、

- ・大規模な災害に対する緊急的な措置への迅速な対応(全回答数の88.5%が回答)
- ・事業の集中期における内部職員数の不足(85.4%)
- ・大規模な事業での外部支援(80.7%)
- ・監督・検査業務の支援を受けることによる技術者不足への対応(75.4%)
- ・マネジメント技術の導入による施工の効率化(72.4%)
- ・工期や品質の確保に関する専門家からアドバイス(70.4%)
- ・施工監理〔土木〕をCMRに実施させることによる品質の確保、施工の効率化(65.7%)

等があげられている。

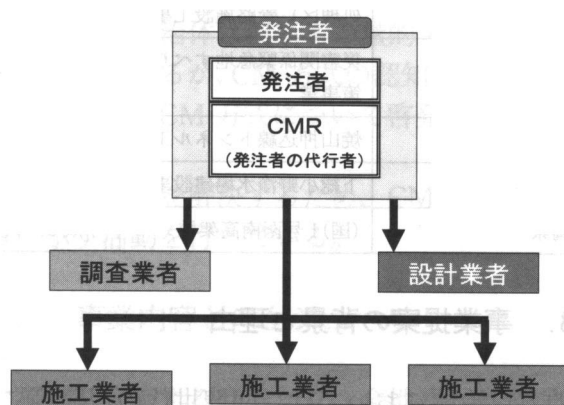


図1 CM方式の指示命令系統

\* (株)エイトコンサルタント

このように地方自治体は、公共事業の執行をマネジメントすることが難しくなっている。理由は、

- ① 技術者の量的・質的不足
- ② 住民の意向の多様化への対応と説明責任
- ③ 強いコスト縮減要求

等である。CM方式はCMRが発注者の代行者として、事業をマネジメントする方式であり、上記の課題を解決するための有効な方法として注目されている。

事業が企画・調査・設計・施工・維持管理の経過をたどるとすれば、CMRが活躍する期間は、調査・設計・施工段階である。また、PM（Project Management）という言葉聞くことが多いが、事業の全てに関わるマネジメントをいう（図2参照）。

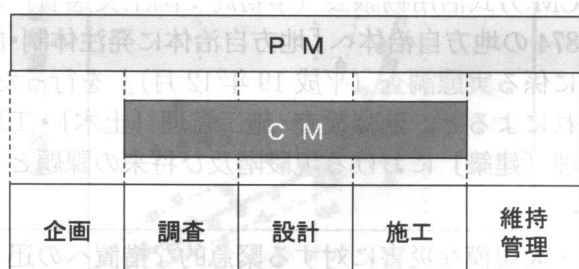


図2 CM方式の業務期間

このように、CM方式は、CMRが発注者の代行者として事業をマネジメントする方式であるため、インハウスエンジニアの多い公共事業（土木・建築）より、オーナーに技術力のない場合の多い民間建築工事で主に利用されている。地方自治体の土木工事におけるCM方式の実施例を表1にまとめた。

表1 CM方式の実施例（地方自治体の土木工事）

発注者	業務名	発注時期
■地方自治体		
兵庫県豊岡市・養父市	知見八鹿線道路整備事業	平成15年度
長野県	千曲川流域下水道（上流処理区）管路施設工事	平成16年度
長野県	災害関係緊急地すべり対策事業	平成16年度
広島県	焼山押込線トンネル工事	平成16年度
千葉県成田市	下総小野浄水場建設事業	平成17年度
静岡県	(国)1号函南高架橋	平成20年度

### 3. 事業提案の背景と理由

地方自治体においては、団塊世代の退職等により技術職員数が減少している。CM方式活用協議

会の調査によれば、技術系職員の存在しない町村の割合は17.8%にも及ぶ（図3参照）。

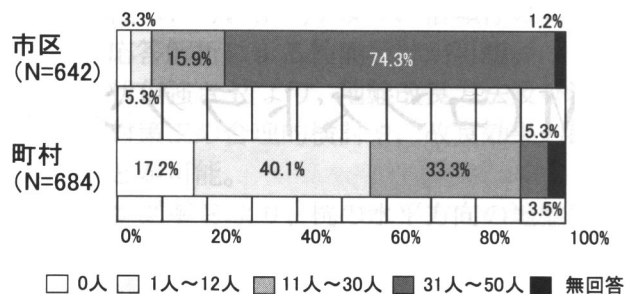


図3 技術系職員数

また、発注者の技術者は住民対応や説明責任資料の作成等に追われ、従来の調査・設計・施工監理や新しい技術を取得する機会を失いつつある。

その結果、地方自治体の技術者は量的・質的に不足し、さらに深刻になると考えられる。

一方、「公共事業の品質確保の促進に関する法律」、いわゆる「品格法」の制定により、発注者が工事の品質確保に責任を持つことが明確となった。

上述する現状に対応する方法のひとつがCM方式導入である。

地方自治体の土木分野でのCM方式導入は数件であるが、地方自治体における技術職員数減少等の影響は大きく、今後CM方式導入の動きが進むと考える。

全地連会員が、公共事業執行における課題を解決するために努力することは、良質な社会資本を後世に残し、わが国のさらなる発展に寄与するもので、非常に有益なことと考える。また、地質調査業に関わる者にとって、CMRという新たな職業を生むことは、ビジネスチャンスである。このような背景、理由を持って「CM方式事業」を提案した。

### 4. 目的

本事業は、土木分野等において今後普及すると見られるCM方式について理解し、全地連会員がその代行者である「CMRになるという新しいビジネス」にいち早く参画することを目的とする。

民間の優秀な技術者がCMRになることは、わが国の公共事業（整備・更新・維持管理）における品質・工程・コスト・環境等の諸問題解決に寄与し、大きな社会貢献になるものとする。

現在、この目的を達成するために「CM委員会」を設置して活動を開始した。「CM委員会」は、中国地方で活躍する6社14人のメンバーで構成さ

れている。また、建設産業の新たなしくみを提案している高知工科大学の草柳俊二教授にアドバイザーをお願いした（表2参照）。

表2 CM委員会のメンバー

会員企業名	委員
(株)エイトコンサルタント	委員長：松澤秀泰
	木村隆行
	事務局：二木茂博
中央開発(株)中国支店	岡山茂樹
	山本紀之
	西村修一
基礎地盤コンサルタンツ(株)中国支社	副委員長：折原敬二
	砂川伸雄
(株)ウエスコ	伊藤 徹
	与那城稔
	河野雄造
(株)荒谷建設コンサルタント	外山涼一
	河野秀生
(株)ダイヤコンサルタント中国支社	是石康則
アドバイザー：高知工科大学教授 草柳俊二	

## 5. 事業の考え方

全地連では、「地質リスク」の検討を行っている。公共事業におけるリスクのうち、地質に関するリスクは非常に大きい。地質調査の量や結果の分析を怠ることにより、施工中に事故が発生したり設計変更を行う例が後を絶たない。しかし、地質リスクを認知している発注者は少ない。

地質の専門家である会員がCMRとなることにより、地質リスクを軽減することができる。CMRとなった会員は、必要な地質調査を提案、実施し、その分析結果を設計や工事に活かすことが可能となる。

地質リスクを知るCMRが事業をマネジメントすることは、地質リスクの重要性を事業の関係者へ明確にすることができ、ひいては、地質調査業の発展に貢献するものと考えている。

一般的に、CMRは調査・設計・施工監理の専門メンバーで構成されるが、全地連の会員は、

- ①案：地質調査を直接行い、その他の調査・設計・施工の全体的なマネジメントを担当(CMR)する。
- ②案：地質の専門家(サブのマネジャー)として事業の最初から最後まで関わる。

という形で参画することが可能と考える。

CMRが参画を目指す事業(ターゲット)は、全地連会員の能力を生かす分野とする。現在、CM委員会にて、その分野(表3)と関わり方(上記①案は可能か、②案が適しているか等)を検討している。

表3 全地連会員がCMRとして参画する事業(案)

事業区分		工事区分
建設	道路	盛土、掘削、切土
	トンネル	
	橋梁	
	河川	ダム、構造物、堤防
	港湾	
	土地造成	盛土、切土、埋め立て
建築	建築物	地盤改良
農林	ため池	
砂防治山	斜面防災	地すべり、急斜面、土石流
	火山防災	
	海岸保全	
	災害復旧	豪雨災害、地震災害
	地域防災	防災情報管理
水道		地下水開発、水源保全
環境	汚染対策	土壌、地下水
	温泉	温泉開発
文教	地質情報	活断層、地質構造

## 6. 課題

事業を行う上での課題と方策を示す。

- ① 会員各社のCM方式に対する認識の程度、参画の意向、人材の有無が不明である。
- ② 全地連会員がCM方式へ参画するためには、CMRとなる優秀な人材確保が重要である。
- ③ 地方自治体は技術者の量的・質的不足を感じているが、CM方式の認知度が低い。そのため、CM方式について啓発を行う必要がある。

以上の課題を解決するため、CM委員会では次章に示す活動を行っている。

## 7. 事業内容とスケジュール

事業を実施するに当たり、全地連へ事業提案を行うと同時に事業の考え方に賛同していただける

表4 CM事業活動スケジュール

活動内容	平成20年					平成21年			備考
	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
地質リスクの確認		○ヒアリング							
CMR 参画を目指す分野の検討									
業務仕様書(案)作成									
会員へのアンケート調査									
パンフレット作成									
会員に対する研修会							○		
CM委員会		○	○	○		○		○	

会員とともに「準備会」を設立した。準備会では、事業開始までの準備として、CM方式の理解を深めるため、研修等を実施した。

**【準備会】**

CM方式についての知見を向上させ、事業開始の準備を行う。

- ・第1回準備会(5月):スケジュール調整
- ・第2回準備会(6月):CM方式についての研修
- ・第3回準備会(7月):CM方式についての研修

- ・第1回委員会(9月):スケジュール調整, 地質リスクについてのヒアリング
- ・第2回委員会(10月):パンフレット(案)の検討, アンケート調査(案)の検討
- ・第3回委員会(11月):業務仕様書(案)の検討, パンフレット(案)の検討, アンケート調査(案)の検討
- ・第4回委員会(1月):業務仕様書(案)の作成, パンフレット作成, 報告書作成の分担
- ・会員に対する研修会開催(2月):CM方式について研修, 委員会活動報告
- ・第5回委員会(3月):報告書の承認

本事業は平成20年5月に全地連から事業活動を認められ、CM委員会のメンバーを7月に公募した。その結果、準備会のメンバーがそのままCM委員会のメンバーとなって、活動を行っている。

本年度の事業スケジュールは、以下のとおりである。

まず、全地連による地質リスクの検討状況をヒアリングし、CMRの知識としての地質リスクの重要性を再度確認する。

次に、CMRが参画を目指す事業(ターゲット)を絞り込み、業務仕様書(案)を作成する。また、会員各社のCM方式に対する認識の程度、参画の意向、人材の有無を確認し、周辺の地方自治体での公共事業執行に関するニーズや会員自身の意見等を聞くため、会員に対しアンケート調査を実施する。

年末~年度末にかけて、会員や発注者への啓発のために「CM方式」のパンフレットを作成する。

さらに、会員に対する研修会を開催し、「CM方式への理解」と「委員会活動の報告」を行うこととしている。

**8. まとめ**

全地連会員にとって、CM方式はなじみの薄い方式かもしれない。しかし、CM方式は職員の量的・質的不足が顕在化する地方自治体にとって、課題を解決するための有効な方式と考える。

また、会員にとっても、新しいビジネスチャンスとなる。さらに、CMRの判断材料として地質リスクを考慮する場面が数多く想定され、適切な地質調査実施のよい機会になるものとする。

この方式はわが国にとって新しい方式であるため、事業実施中に多くの課題に直面するかもしれませんが、会員各位のご支援、ご鞭撻を励みに事業を遂行したいと考えています。よろしくお願い致します。

参考資料/CM方式活用協議会:地方自治体に発注体制・能力に係る実態調査

[http://www.cmcj.org/pdf/kyougikai\\_002/00211001.pdf](http://www.cmcj.org/pdf/kyougikai_002/00211001.pdf)



## ① 既設家屋の地盤診断 (しまね地盤情報配信サービスを活用)

ふじ い しゅん いつ  
藤井 俊逸\*

### 1. はじめに

最近、「家の地盤が変形しているのを見てくれ」という依頼が多い。対応してみるとわかるが、かなりの経験と力量がないと判断が難しいケースが多い。この問題は家の持ち主にとっては深刻であり、技術力なしには対応できない。

「こんな問題に巻き込まれたくない」という思いがある一方で、技術者としての力量が発揮でき、依頼主の喜ぶ顔が見える、という本来の仕事の姿がそこにあるような感じもする。

本来、人の困り事を解決し、感謝料としてお金をもらうというのが、働く意味合いである。「ありがとう」と言ってもらえることが、こんなにも嬉しいことなのだということを、家屋地盤診断で改めて実感した。

本報告は地盤診断の流れを紹介すると共に、今後、地質調査業が技術力を発揮すべき分野の1つとして、「宅地建物の地盤診断」の分野が「ビジネスモデル」になり得ることを提案する。

### 2. 地盤情報について

家屋地盤診断を行うためには、「地盤についての知識と情報」が必要となる。そのいずれの力量も、われわれ地質調査業に携わるものにはある。

島根県土質技術研究センターでは、平成17年10月より、「しまね地盤情報サービス」という、ボーリングデータをWebGIS上で確認できるサービスを開始した。<http://www.shimane.geonavi.net> (図1)

データの提供者である、島根県は無料でボーリングデータを取得できる。一般の人には、1箇所1千円にて公開している。このお金は、システム維持のためのものである。

家屋地盤診断を行う時には、しまね地盤情報配信サービスから得られる地盤情報が役立っている。このように、地盤情報を活用して新しいビジネスを行っていく良い例となっている。

### 3. 地盤診断の流れ

以下に、地盤診断の流れについて紹介する。

① 家屋の建付けが悪くなったとか、壁にクラックが入ってきたという時に、個人の人は建築業者に相談されることが多い。

② 建築業者は、地盤起因の場合は地盤の専門家にみてもらうように勧める。

③ 個人が地盤の専門家を見つけるのに苦労されているようである。私の住んでいるところでは、市役所などに相談される例が多い。

④ 引き合いがあると、電話で連絡をとり、状況を

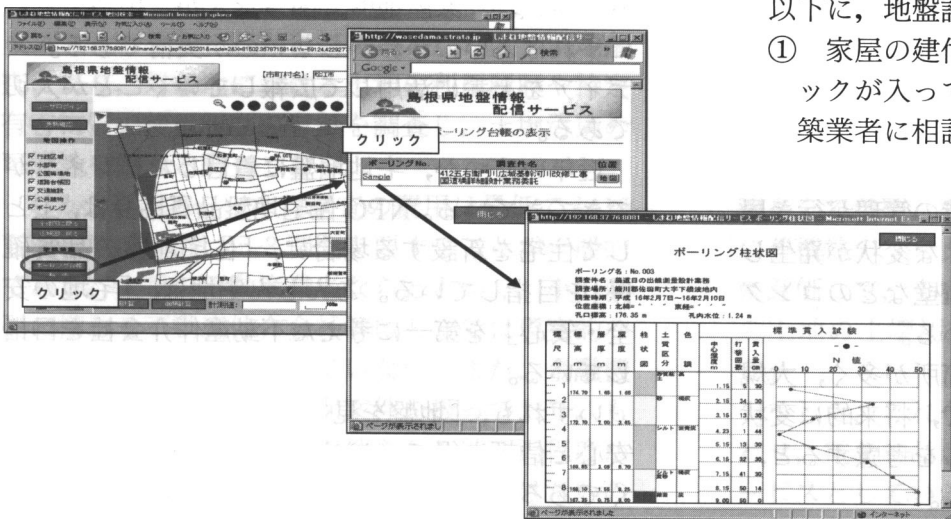


図1 しまね地盤情報配信サービス

\* (株)藤井基礎設計事務所 技術部長

家屋地盤診断表		No.
協会受付	年月日 ●●●● 松江市建築指導課 ●●● → 藤井俊造	
概要	家屋基礎にクラックが発生 擁壁背面が沈下	
対応者	藤井俊造	
対応日	2002/9/7	
依頼主情報	住所	松江市東津田町●●
	TEL	0852-●●●●●●
	氏名	●●●●●●
変形状況	家の布基礎の前側が沈下。そのためクラックが発生している箇所あり。 補修されている。	
原因	盛土の沈下の原因 1. 盛土自体の沈下(時間と共に) 2. 盛土の吸出しによるもの(降雨時) 3. 擁壁の変形によるもの(擁壁変形があまり見られないので原因ではない) 詳細は別紙参照	
対応方法	1. 盛土自体の沈下 一般的に時間と共に少なくなるので、グラフを書いた上で今後の沈下があるかどうかを判断する。 2. 盛土の吸出し 排水処理が上手いっていないため、雨水が擁壁背面にまわり、そのため盛土材の吸出しが顕著になっている可能性がある。そのため次を行う必要がある。 1) 室内の高さから、擁壁側の沈下量を想定する 2) 現況水路高さの確認 3) 水路の回し方を再検討 4) 暗渠を掘削して暗渠の状況・空隙の状況を確認 5) 空隙の充填・遮水シートの設置・暗渠の高さ調整して設置 6) 樹の補修 7) 雨樋の水の回しを部分的に変更 3. 家屋沈下量が有害であれば、高さ調整を行う	

図2 家屋地盤診断表

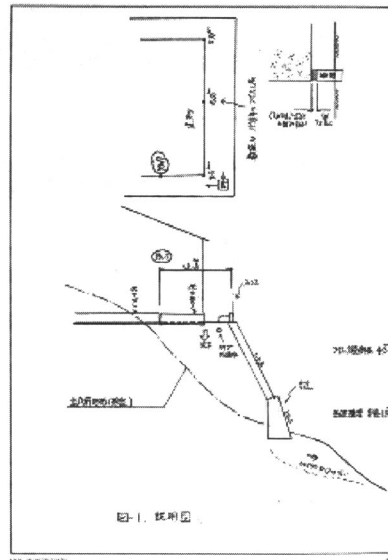


図3 現地見取り図

説明するまでを、1回あたり5万円で行っている。その後、必要に応じ、測量・調査や設計が発生する。その都度見積りをして、金額の交渉を行う。

施工を伴う場合、設計・施工を含んだ金額で提示するケースが多い。信頼できる建築業者・土木業者と協力して、施工金額の数%などと、取り決めを行うなどの方法が考えられる。

初診料で、赤字にならないようにしておけば、その後の調査・設計で新たな仕事生まれるため、ある程度の採算も見込める。

確認し、日時を決めて、家に伺う。

- ⑤ 状況を現地とヒアリングにより確認する。
- ⑥ 金額と調査検討範囲を、依頼者に伝える。
- ⑦ 合意がとれれば、図2のような、「家屋地盤診断表」を作成。補足に図3のような図面などを添付する。
- ⑧ 「家屋地盤診断表」に基づいて、内容を解りやすく伝え、理解してもらう。

このような手順で進めていくことになる。

#### 4. 宅地建物診断の事業化について

- ① このような問題を解決できる人  
以下の知識・技術を有する人が必要である。
  - ① 地盤(岩盤・土)の知識のある人
  - ② 擁壁などの計算ができる人
  - ③ 建物の知識もある程度ある人
  - ④ 施工方法がわかる人

これらを考えると、我々土木コンサルタントに携る技術者が最も有利だと思われる。

#### ② 市場性

高度成長期の宅地造成は施工時の管理が行き届いていないこともあり、現在様々な変状が発生している。造成後50年が経過し、擁壁などのコンクリート構造物の劣化も進行している。

最近の造成は地盤条件の悪い箇所が多く、大規模土工による造成をしているので、将来的に変状する可能性を秘めている。これらを考慮すると、市場はかなり大きいと考えられる。

#### ③ 採算性

現在、「家屋地盤診断表」を作成し、その結果を

#### 5. おわりに

既設家屋の地盤診断は、かなりの技術力を要する。このことは地質調査業の技術力が反映されやすいことになり、差別化しやすいことになる。また相当の需要が見込めることから、上手くビジネスモデルを構築できれば、ビジネスになりうると思われる。

そのためには、しっかりと判断できる技術者が、対応できる体制を整えておく必要がある。一番心配なのは、技術の無い人が対応して、不信感を与えることである。技術レベルを確保するための方策も必要になりそうである。もちろん、会社のネームバリューで信頼を得ていく方法もある。

もう1つの課題は、一般市民への広報活動である。現在は、家屋地盤で困った人が、相談をどこにすればよいのかわからないのが実情である。メディアを上手に活用して広報していくことが大切である。

近年いくつか、宅地地盤に着目したビジネスができてきている。NPO住宅地盤品質協会は、主として住宅を新設する場合に、「住宅地盤の品質確保」を目指している。あんしん宅地は、「宅地の安全・安心」を第一に考えた不動産仲介会社を目指している。

いずれも、「地盤を見る目の確かさ」が、顧客の安心と信頼を得て、ビジネスとして成り立っていくであろう。その中に、地質調査業に携わる人の技術が反映されていくべきだし、そのようなビジネスモデルを構築していくことが大事である。

## ② 土壌汚染リスク スクリーニングサービス (フェーズ0.5)

てづかひろき  
手塚裕樹\*

### ■はじめに

平成15年に土壌汚染対策法が施行された。土壌汚染対策法は鉛や砒素等特定有害物質を扱う工場の跡地を宅地等に転用する際、土壌汚染の状況を調べた上で、健康被害が発生する恐れのある土壌汚染が確認されると、指定区域に指定され、土地所有者らに対策措置の義務が発生する。しかし、調査の対象は平成15年の同法施行後に閉鎖・廃業された工場の跡地等に限定されている。

一方、土壌汚染の有無は不動産取引に及ぼす影響が大きいため、法や条例等の規制対象外の土地であっても、所有者や不動産業者による自主的な調査が広く行われるようになった。調査の結果、土壌汚染のリスクを抱えた土地の資産価値は下がることになり、土地取引に携わる不動産会社やデベロッパー、不動産を担保とする金融機関にとって、土壌汚染リスクの調査は欠かせないものとなっている。

一般的な土壌汚染調査は、『フェーズ1』調査からスタートする。既存資料・ヒアリング・現地踏査により、対象地における土地の利用履歴や特定有害物質の使用履歴の有無を調査し、土壌汚染の可能性を調べる調査である。

しかし、『フェーズ1』調査の費用は最低でも15万円程度、期間は2~3週間を要することが一般的であり、大手の不動産業者ならともかく、小口取引に携わる不動産仲介会社等にとっては現実的な料金や時間設定にはなっていない。また、金融機関では年間数千件の担保案件を扱っており、もともと土地の担保評価に1件あたり数万円程度かけているため、それ以上の負担は極力避けたいのは当然といえる。

アジア航測では、不動産の取引時や担保評価に際して土壌汚染のリスクが懸念される場合、「本格的な調査を行うかどうかを短期間で判断したい」、「より安価な方法で土壌汚染のリスクを判断したい」というニーズにこたえるための『土壌汚染リスク スクリーニングサービス (フェーズ0.5)』を開発し情報提供をしている。

『フェーズ0.5』は、『フェーズ1』より安価で短時間に、一定精度での土壌汚染リスクを提供するサービスという意味で『フェーズ0.5』と名付けているものである。

### ■土壌汚染リスク スクリーニングサービス

『土壌汚染リスク スクリーニングサービス (フェーズ0.5)』は過去の航空写真や地図を元にして作成された土地利用分類データをもとに、その土地利用分類毎に土壌汚染リスクの程度や可能性に基づいた基準を定め、その基準により土地の利用履歴に対応した再分類を行い、年代別・土地別(10mメッシュ毎)に識別し土壌汚染リスクをデータベース化した。

土地メッシュ毎に複数時期の土壌汚染リスク情報を全て参照、評価式を用いて評価し、経時的かつ蓄積性のリスクを持つ土壌汚染について総合的に評価して、土壌汚染リスクの最も高い評価をその土地の土壌汚染リスクとする手法を用いている。

そして、これらの評価情報を電子地図と重ね合わせ、電子納品が可能な報告書として提供するサービスとしている。

『フェーズ0.5』における評価、表現、配信方法等についてはアジア航測が特許を取得し、(株)ゼンリンより使用許諾を受けた背景地図を使用して

\* アジア航測株式会社 土壌・水環境事業部長

いる。

## ■土壌汚染リスク総合診断マップ

スクリーニングサービス『フェーズ0.5』の報告書は、背景地図に土壌汚染のリスクに応じて10mメッシュごとに色分けした「土壌汚染リスク総合診断マップ」と、過去5時期の各年代(1974年頃から5年ごと)の診断結果による「土壌汚染リスク総合診断マップ(一覧表示)」の2枚で構成されている(図1, 2)。



図3 サービス提供エリア



図1 土壌汚染リスク総合診断マップ

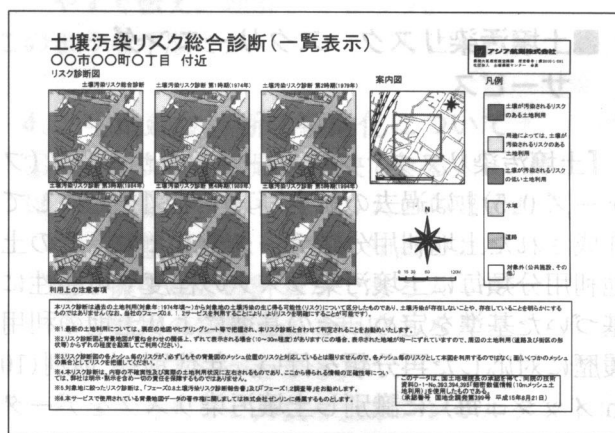


図2 土壌汚染リスク総合診断マップ(一覧表示)

サービス提供エリアは図3に示す首都圏, 中部圏, 近畿圏で, 調査対象とする土地の住所を入力すると, 診断結果が10mメッシュで3色に色分けされて表示される。

緑で表示されるのは住宅地や山林等, 通常はリスクの低い土地。赤は明らかにリスクを抱えていると推定される土地で, サイト毎に『フェーズ2』の土壌の概況調査が必要。黄色は『フェーズ0.5』だけではリスクを判断できない土地で『フェーズ

1』等の詳しい調査を行うべき土地と判断することができる。

対象となる土地とその周辺の土壌汚染のリスクの診断を行い, 対象地の土壌が汚染されている可能性のある土地利用であったかどうかを確認することにより, 現地調査を行うか否か等の判断材料とすることができる。なによりもこの技術により, ヒアリングや現地確認を含まない資料等調査でもこれまで最低数日を要していた土壌汚染リスクについて, 一定の条件つきながらリアルタイムに近い形で情報取得できるようになり, 不動産鑑定評価業務等に与える貢献度は大きいものと自負している。

## ■おわりに

土壌汚染対策法が施行されてから5年が経過し, 環境省では土壌汚染対策法を改正する方向で協議が進められている。改正案には, 工場等の所有者等に廃止時期が法の施行の前か後かにかかわらず, 3000平方メートル以上の土地改変をする場合, 過去の土地利用から土壌が汚染されている可能性があれば, 調査を義務付ける内容が盛り込まれる方向で検討がすすめられている。今後, この方向での法改正が固まれば, 本サービスのニーズがさらに拡大することが期待される。

なお, 本サービスで提供する情報については, 不動産の価格決定要因として多大な影響を及ぼす可能性のあるものであるため, アジア航測では, 情報管理の徹底を図るとともに, ネガティブ情報の不本意な流通を防ぐという観点から会員制による利用方式をとっており, 事前に会員規約を御了承頂いた利用者に情報提供することとしている。

# 建設系 CPD 制度に対応した ジオ・スクーリングネットの運用 ～地質調査技士登録更新制度への活用～

つち や あき よし  
土屋 彰 義\*

## 1. 技術者制度と CPD

### 1.1 技術者資格の国際的相互認証

CPD の基になる考え方に「技術者資格の国際的な相互認証」への動きがあります。国際的な相互認証への動きでは、WTO (世界貿易機関) による専門技術者の自由な移動促進の枠組みが策定されたことを受けて、ヨーロッパでは、FEANI (欧州諸国技術協会連盟 27 国加盟) を中心に“ヨーロッパ技術者制度”が、アメリカ、カナダ、メキシコの北米自由貿易協定 3 カ国では“技術者免許相互承認”などがある。

アジアでは 1995 年に“技術者資格相互承認プロジェクト”が提案され、日本でも 2000 年より APEC エンジニアの登録が始まりました。

このように、国境を越えて活躍できる技術者(グローバルエンジニア)の具体化は加速度的に進行していますが、この様な技術者資格の相互認証は、次のような政府間協定が前提となっています。

- ① 実質的同統制協定
- ② 相互免除協定

### 1.2 相互認証に求められる技術者の要件

国際的相互承認に求められる要件として次の項目があります。

- (1) 「専門技術の能力と経験」として、次の 4 項目が求められています。
  - ① 認定されたエンジニアリング課程修了または同等の認定者
  - ② 自己判断での業務遂行能力が当該国の機関で認定された者

- ③ エンジニアリング課程修了後、7 年以上の実務経験
  - ④ 2 年間の重要なエンジニアリング業務の責任ある立場の経験
  - (2) 技術者の資質を維持向上させるための「継続教育」として
  - ⑤ 継続的な専門能力の開発を満足すべきレベルで実施する
  - (3) さらに〈行動に関する同意事項〉として、各国の法や規範を遵守する「技術者倫理」として
  - ⑥ 自国および業務を行う相手国の行動規範の遵守
  - ⑦ 相手国の要求および法規制に基づく行動責任
- 等の 7 項目が求められています。

### 1.3 日本における技術者制度

我が国においても技術革新の推進、国際競争力の強化の為、技術系人材の育成・確保、特に「国際的に通用する技術者の育成」が急務になっています。その為、国際的な認証に適合した技術者資格や教育が進められています。

技術者教育は、「高等専門教育機関に於ける技術者の専門教育」と「実社会における実務修習と継続専門教育」が両輪となって、「国際的に通用する技術者の育成」を目指しています。

### 1.4 継続教育—CPD—

継続教育：CPD—Continuous Professional Development—とは、「技術者は、常に知識・技能の水準、資質の向上を図る」ため、継続的に実施する教育、研鑽のことであり、次の 4 つの責務を

\* 全地連 技術部長

果たすことを目的としています。

〈継続教育の目的〉

- ・技術者倫理の徹底
- ・科学技術の進歩への関与
- ・社会環境変化への対応
- ・技術者としての判断力の向上

継続教育は前にも述べたように自己研鑽が基本ですが、客観的評価の観点から、第三者による実績認定が可能な、教育形態が望ましいとされており、一例として「講習会への参加」などがあります。また習得すべき教育分野(教育課題とも呼ぶ)には共通分野および専門分野があります。教育形態や教育分野の一覧を表1に示します。なお、これらの内容はジオ・スクーリングネットに詳細に記載してありますので、参考にして下さい。

表 1.1 CPD における教育形態

1. 研修会・講習会などへの参加
2. 論文等の発表
3. 企業内研修およびOJT
4. 技術指導
5. 業界における業務経験
6. その他

表 1.2 CPD における教育分野

1. 基礎共通分野
2. 専門技術分野 (理論)
3. 専門技術分野 (調査手法)
4. 周辺技術

## 2. ジオ・スクーリングネット

この様な世界的な流れのなかで、我が国も平成12年の技術士法改正で、「技術士は、常にその業務に関して有する知識及び技能の水準を向上させ、その他の資質の向上を図るよう努めなければならない」との文言が追加され、技術士会や学会などでCPD制度の検討が始まりました。

この改正に先立ち、平成11年に全地連、日本応用地質学会、地盤工学会の3者が連絡会を立ち上げ、平成13年には7学協会による「地質技術関連学協会継続教育協議会」が設置され、「土質・地質技術者の生涯学習ネット」としてシステムの運用が始まりました。現在、ジオ・スクーリングネットには全地連や各地区協会を含め21団体が加入しております。

〈加入団体〉

日本応用地質学会、日本地質学会

日本地下水学会、日本地すべり学会  
物理探査学会、日本情報地質学会  
GETREC

(独)産業技術総合研究所

(協)関西地盤環境研究センター

NPO 日本地質汚染審査機構

(社)全国地質調査業協会連合会

各地区 地質調査業協会

## 3. 建設系 CPD 協議会への加入

前にも述べたように、社会に於ける技術者教育は、「実務修習と継続専門教育」であり、各技術者が行う「自己研鑽」と「技術者倫理」の確立が基本となっています。

しかし、近年国土交通省や自治体では、技術者の評価項目の中にCPDを取り込むことが検討され、一部の工事では技術者評価基準として、CPDの活用が実施されています。このようにCPD取得の有無は企業の評価・業績にも大きな影響を与えと考えられます。

このような社会情勢を考慮して、ジオ・スクーリングネットも昨年より、建設系CPD協議会に加入しました。この協議会には技術士会、土木学会、地盤工学会など建設系の14団体が加入しており、各団体におけるCPDに対する基本理念、CPDの相互承認などについて検討を重ねています。

協議会加入に伴いジオ・スクーリングネットのCPDは加入団体で相互承認されますが、業務経験などで承認の対象外になる場合もありますので、各団体に確認して下さい。(建設系CPD協議会のURL)

<http://www.cpd-ccesa.org/>

## 4. 地質調査技士の登録更新とCPD制度の導入

現在、APEC エンジニアやRCCMなど多くの資格更新にCPDの活用が進められています。全地連では、このような状況をふまえ「地質調査技士の登録更新制度」について検討を進めた結果、平成25年度の登録更新からCPD制度を採用することになりました。

更新制度の詳細は全地連のホームページに掲載されておりますので、ここでは、制度の概要を説明いたします。

平成25年度からの登録更新方法は、次のいずれかとなります

	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度	H25年度以降
更新時に必要CPD単位	H25年度の登録更新に必要なCPD単位 1部門は125、複数部門は175CPD単位					10
						25
				10	10	10
				25	25	25
			10	10	10	10
			25	25	25	25
			25	25	25	25
			25	25	25	25
			25	25	25	25
			25	25	25	25

図1 登録更新に必要なCPD単位取得例(目安)

ていることが条件ですので、講習会、自己学習\*、業務経験などでバランスよくCPD単位を取得して下さい。( \*: 全地連フォーラムの参加、「地質と調査」の講読も含まれます。)

詳細は全地連ホームページの「資格関連—更新制度 (CPD 制度の導入) の今後について」をご覧になって下さい、(URL は下記の通り)

<http://www.zenchiren.or.jp/>

### 5. ジオ・スクーリングネットの改良

ジオ・スクーリングネットは、平成20年度の改良により、“受講証明書”や“CPD記録証明書”が無料で発行されるようになり、ますます利用し易くなりました。是非この機会に、読者各位のジオ・スクーリングネットへの登録(無料)をお勧めいたします。

ジオ・スクーリングネットへの登録は、全地連ホームページか下記アドレスから行うことができます。

<http://www.geo-schooling.jp/>

① 「地質調査技士登録更新講習会」を受講する。(従来通り)

② 指定のCPD単位を取得して登録更新を行う。(新規・CPD制度活用)

登録更新に必要なCPD単位は、1部門の資格保有者は5年間で125CPD単位を取得する。複数部門の資格保有者は5年間で175CPD単位を取得することになります。

ここで注意していただきたいのは、土壌地下水部門の資格保有者は、必要CPD単位(125CPD単位または175CPD単位)の中に、“土壌地下水に関連した内容”のCPDが5年で50CPD単位含まれ

**恒久排水補強パイプ** NETIS登録No. : KT-040081-A




擁壁



耐震耐雨工法

宅地



鉄道・道路

対策対象

- 宅地谷埋盛土
- 道路沢埋盛土
- 鉄道谷渡盛土
- 液状化懸念地盤
- 風化岩盤法面
- 河川堤防裏法面




文化財修復

有限会社 太田ジオリサーチ

<http://www.ohta-geo.co.jp/> TEL 078-907-3120(担当:太田)

<http://www.あんしん宅地.jp/>  
**あんしん宅地. JP**

# 小学校理科教育サポート授業

みね こういちろう  
峯 耕一郎\*

## 1. はじめに

我が国が将来にわたって継続的に発展し、経済成長を遂げていく上で重要となるイノベーションを絶え間なく創出していくためには、これを担う人材の育成が極めて重要である。

その一方で、我が国の将来を支える子供たちの理科離れと呼ばれる現象が、近年社会的課題として指摘されている。PISA 調査では、我が国における15歳の生徒の理数系の素養を示す数学的リテラシーや科学的リテラシーは平均得点、国際順位ともにこの数年間低下傾向を示している(図1、2)。

これらの問題に対して、教育再生会議<sup>1)</sup>や総合

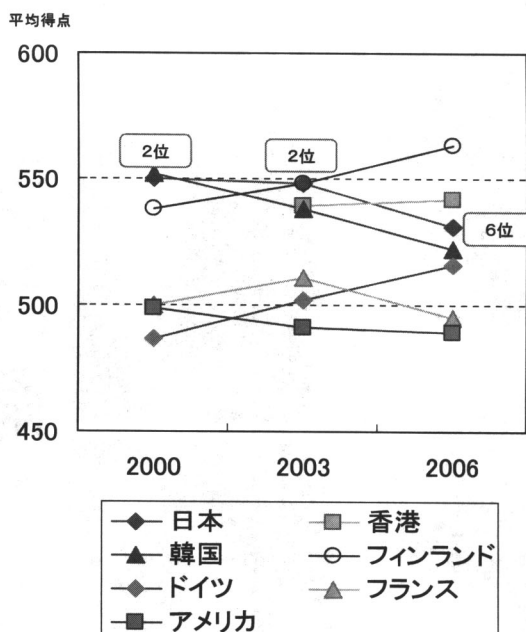
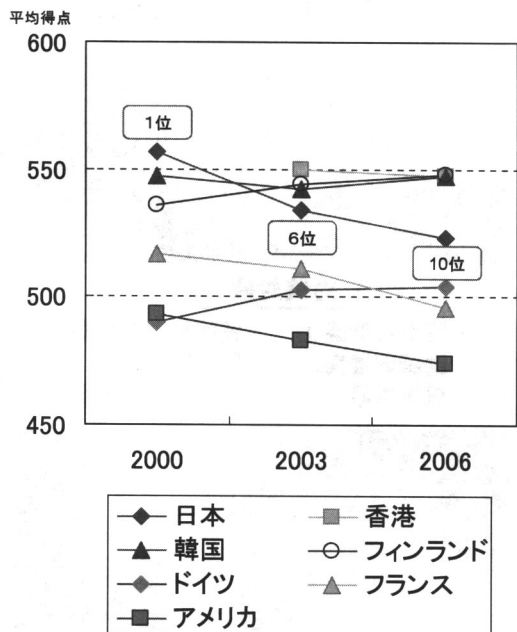
科学技術会議<sup>2)</sup>、社団法人日本経済団体連合会<sup>3)</sup>等、各方面から提言が行われているところである。

経済産業省では、理科離れにおける「工学系学部志望者の減少」と「社会全体の理科離れ」の問題は、科学技術によるイノベーションを推進していく上で大きなマイナスとなるもので、我が国としても産業界と協力して全力で取り組むことが必要不可欠であると考えられる。

産業界は、産業技術をベースにしたイノベーション創出の現場とそれを支える豊富な人材を擁しており、理科教育の成果が産業活動の中でどのように活かされているか、工学というものがいかに社会にとって必要なものであるか、また産業界で活躍する理系人材のキャリアパスはどうなっている

か等について説得力をもって示すことができる存在である。したがって、産業界の協力は本問題の解決にとって必要不可欠なものである。

また、こうした産業界の取組みの結果、イノベーションを担う理系人材の育成はもとより、ものづくりの大切さや企業活動に対する社会一般の理解を増進することもでき、将来の産業界におけるイノベーション創出を



出典: 国際学力調査(PISA)より

図1 数学的リテラシーの平均得点推移の国際比較

図2 科学的リテラシーの平均得点推移の国際比較

\* 経済産業省大学連携推進課



支える理系人材の裾野を広げ、人材を安定的に確保することにも大きくつながるものであることから、こうした取組みは産業界にとっても有益なものである。

さて、小学校等で実施する理科教育を充実するために、大学等の教育界や研究機関、科学博物館、企業等多くの主体により、様々な対策が講じられている。中でも、産業界に対する期待は大きく、技術者等の人材や施設等を活用した企業の取組が大企業を中心に広がっているところである。教育現場においては、理科の授業と日常生活や社会活動を関連づけた、子供たちの理解向上につながる授業への期待がなお一層高まっている。

経済産業省では、小学校高学年の教育段階においては理科に興味を持たせ、好きにさせる取組みが必要であると考え。そこで、地元産業界の技術者やOB等の社会人講師を活用し、理科授業の内容を日常の生活に結びつけて分かりやすく伝えることにより、子供たちの理科への関心を高め、授業の効果を向上させることを目的とし、「社会人講師活用型教育支援プロジェクト」を実施している。

## 2. 社会人講師活用型教育支援プロジェクト<sup>4)</sup>

経済産業省では、文部科学省と連携し、独立行政法人科学技術振興機構(JST)が実施する理科支援員等配置事業の中でモデル地域を選定し、社会

### 平成20年度モデル地域

実施地域	プロジェクト名
①北海道及び札幌市	未来につながる理科実験 北海道サイエンスキッズアカデミー
②秋田県大館市	大館ときめきサイエンスプロジェクト
③宮城県及び仙台市	企業・NPOコラボレーション型理科教育支援プロジェクト
④千葉県	教育応援企業と連携した研究所若手人材による45分型実験教室とリレー型実験教室モデルの開発
⑤東京都	スクールワンダークラブ in 東京
⑥東京都三鷹市	三鷹わくわく理科プロジェクト
⑦名古屋市	理科好きを育てる愛・知の応援団ネットワーク
⑧大阪市	理科大好き“なにわっ子”育成事業
⑨広島市	理科大好き広島っ子おもしろプロジェクト
⑩沖縄県	あまくましかちゃん学校へ行こうプロジェクト ～社会に生きる技術と学校の出会いを創る～

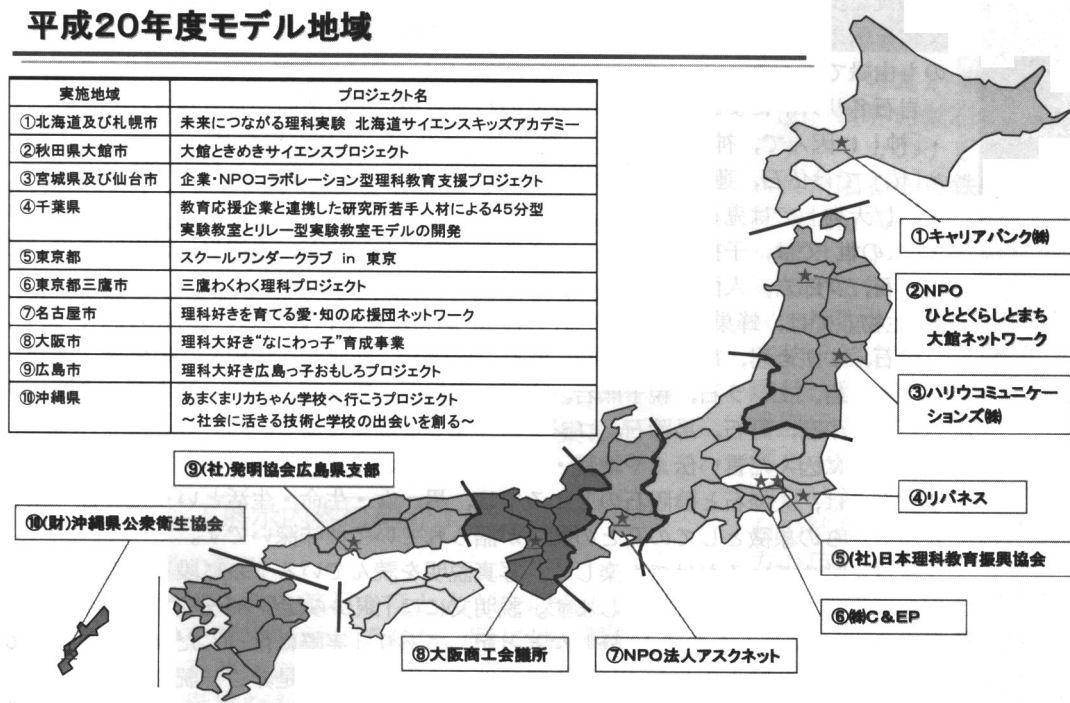


図3 社会人講師活用型教育支援プロジェクト平成20年度モデル地域

人講師の発掘や地元企業が有する技術等と理科の授業を結びつけたカリキュラムの作成、産業界や教育界等関係機関の地域ネットワーク構築の取組み等を支援している(図3)。

各地域では、産業界と教育界が連携して地域のニーズを踏まえながら、社会人講師による身近なものや社会と結びつけた理科授業を展開している。

例えば、ものものけ方(5年生)ではてんさいを原料にしたビート糖がどのようにできるのかを学習するための砂糖づくり実験、からだのつくりとはたらき(6年生)ではゴムネマやミラクルフルーツ<sup>5)</sup>を使用した味覚の不思議授業、水溶液の性質とはたらき(6年生)では携帯電話の基盤に使用されている金等の金属を王水で溶かす実験、大地のつくり(6年生)の授業では石灰の地層や性質等を学ぶための地質鉱石の観察や発熱実験等を実施している。

授業を受けた児童からは、「理科で学ぶことが、ふだんの生活に役立つことが分かった」「自分でも何か研究してみたいと思った」、また、教師からも「子どもたちに理科の学習が生活や社会と結びついていることを伝えることができた」、「今後自分が行う理科授業の発展や工夫を考えるために役立った」等の多くの声が寄せられており、教育界からは一定の評価をいただいていると考える。

一方で、学習内容や目標に即した授業や指導ができる社会人講師の発掘・養成や、企業・教育委員会・学校等関係機関のスムーズな連絡・調整の整備等、課題もある。

今後は、各地域で工夫をしながら課題を解決し、効率的・効果的な取組にしていきたいと考える。

## 3. おわりに

本事業は、企業においては自社製品等に対する新たな気づきや若手社員の人材育成、学校では理科授業実践に対する教師の意識の変化、地域では学校教育に対する理解の高まり等、理科学習や理科

授業そのものの改善だけではなく、教師や学校全体、さらには地域住民や企業の社員までにも及ぶような、多面的な成果や効果を生み出す可能性があると考えられる。

また、学習指導要領の改訂に伴う理科授業時間数の増加等により、産業界と教育界が連携する社会人講師活用型理科授業の必要性や重要性は、今後ますます増してくるであろう。

経済産業省では、本事業の取組みとその成果を広くPRしていくことにより、地域の産業界と教育界が連携して理科教育を充実させる取組みが自主的に進むとともに、その効果が向上することを期待している。

〔注〕

- 1) 教育再生会議第3次報告(2007)では、「国はPISA調査の結果も踏まえ、理科教育強化のため、理科の教育内容と教科書の抜本的改革、小学校高学年の理科専科教員の配置などを進める」としている。
- 2) 総合科学技術会議(2008)では、「子供の科学技術へ

の関心度が世界で57カ国中56位と深刻な状況になっていることに対応し、教員の資質向上を含め、子供の理数への関心を高めるための方策を検討するとともに、子供や若者が科学技術に夢と希望を託し、思い切って能力を発揮できる環境を産学官が一体となって整備する。」としている。

- 3) 社団法人日本経済団体連合会では、「国際競争力強化に資する課題解決型イノベーションの推進に向けて(2008)」において、「理科離れ対策として、小学校・中学校・高校の各段階では、学校では教えない科学の面白さや意義を継続的に体験させることが重要であり、日常生活に密着した科学や産業技術を楽しく学ぶことができる企業の科学実験教室や科学技術館の活用が有効である、」としている。
- 4) 平成19年度に実施した理科実験教室プロジェクトでは、社団法人全国地質調査業協会連合会及び関東地質調査業協会に理科サポート授業の実施等で協力いただいた。
- 5) 味覚修飾物質と呼ばれる味覚器に作用して一時的に味覚機能を変化させる物質が含まれており、食物そのものには化学的な変化を与えず、味覚器にのみ働いて食物本来の味とは異なる味覚をもたらす。

# 書評

## 『日本石紀行』

「石の語る声なき声に耳を澄ませ…」という言葉に始まり、「石は気の核なり」という中国故事で幕を閉じる、神秘的な「石の気」を感じたい方々に必見の書です。

著者は、(独)産業技術総合研究所・地質調査総合センター代表の加藤碩一氏と、写真家の須田郡司氏。加藤氏は地質調査研究の傍ら、2007年には花巻市から宮澤賢治賞奨励賞を授与された「地」的世界の第一人者。一方の須田氏は日本石巡礼を行い、石文化を伝える「石の語りべ」の写真家。石巡礼がお二人を引き合わせ本書が生まれたのも由縁でしょう。

岩石名リストによれば全国497カ所の石や岩が、その名前から分類され、

- ・「神」に因んで、神石、神籠石、神威岩、大黒岩、恵比寿岩など、
- ・「仏」では仏石、蓮華岩、不動岩、地藏岩、普賢石、観音岩など、
- ・「鬼/天狗」では鬼石、鬼面岩、天狗石など、
- ・「人の世」では、子持石、子抱石、子産石、赤子石、乳石、夫婦岩、男岩、女岩、乙女石、女郎岩、人面岩、母子石、婆石、姥石、長寿岩など、
- ・「生物」では、蜂巢岩、クラゲ岩、蛭石、蛸石、蛤岩、百足岩、蛙岩、鯉石、鮒石、鯖石、すずめ岩、亀石、亀甲石、蛇石、蛇喰岩、蛇骨岩、白象岩、象塔岩、虎岩、ラクダ岩、クジラ石、親子熊岩、虎石、虎目石、獅子石、猫岩、神犬石、犬石、牛石、臥牛石、馬石、馬蹄石、ゴジラ岩…などなどなどなど。

それらに因んだ言い伝えや地質・岩質が詳述され、所在地や道順も掲載されています。例えば、夫婦石と陰陽石のところでは、男・女・生命・生活といった「性・生」と、それらの象徴としての石との関係が語られていて興味深いです。

写真を眺めているだけでも楽しく、写真説明を読んでいるうちに段々と石の世界に引き込まれていくような気がします。説明文には「駅から徒歩80分」、「駅から車で1時間25分」、「港から船で13分」などと記してあり「実際に行っただなあ」と察するに、まさに石に魅入られた「気」を感じざるを得ません。是非ご一読を。

(文責：瀬古一郎)



加藤碩一・須田郡司共著、(株)みみずく舎発行、2008年9月8日初版  
232頁、A5版、定価2,200円(税別)

# 各地の博物館巡り

地図と鉱石の

## 「山の手博物館」

—北海道の鉱石全てを網羅—



写真1 山の手博物館

### はじめに

JR札幌駅の西側約5km、琴似発寒川右岸のほとりに“山の手博物館”という私設のこぢんまりした博物館がある。中に入ってみると、世界の珍しい鉱石や北海道の鉱石が整然と並べられており、居ながらにして鉱物の学習ができ、美しい鉱石を鑑賞することができるため、何時も、子供達でにぎわっている場所である。

北海道は、江戸時代後期から明治時代にかけて砂金や白金ブームにわいたところであり、金、銀、銅、鉛、亜鉛、水銀などやその他の貴金属が産出され、多くの鉱山が稼働していたが、残念ながら、最近では、海外の安価な鉱石の輸入におされ、大半の鉱山が閉山に追い込まれてしまった。

そのようなことから、北海道で産出される鉱石を系統的に収集整理、展示して後世に残すと共に、次代を担う子供達に鉱物の面白さ、美しさを知ってもらおうという夢のもと、平成16年4月に鈴木哲夫館長が私財を投じてこの博物館を設立したものである。

鈴木館長は、その夢を次のように述べている。「道内外の鉱山資料、鉱石、岩石、隕石および鉱物、そして各種地図、地図情報、測量機器等を展示する他、GISソフトのデモンストレーション展示及びオペレーション体験、各種デジタル地図、画像コンテンツ等の体験利使用、パソコン教室等を行い、地域コミュニティーや各機関での教育活動や交流・情報交換などを支援、そして地質・環境に関する啓蒙普及を目的とし、この美しい琴似発寒川の河畔で皆様と共に歩んでいきたい。特に、子供達がきれいだなと思ったものを見たり、集めたりできるような環境を整えてあげたい。」

### 展示内容の紹介

#### ① 北海道の鉱石

北海道で産出される鉱石のほとんどを収蔵し、代表的なものを常設展示しており、時には、特定鉱山の鉱石を系統的に陳列するなどのイベントも行っている。貴重なものには、札幌市郊外にあった手稲鉱山で1936年に発見された手稲石や北海

道檜山郡上ノ国町の上国鉱山産出の上国石などがある。手稲石は、テルル酸化物と銅が結合してできた鮮やかな青色をした鉱物であり、水で溶けやすいため、めったに見ることのできないものである。また、上国石は、鉱山の坑内で鍾乳石として産出するもので、淡いピンク色の宝石のようにきれいなものであるが、組成が不安定なため温度上昇で別の鉱物に変化しやすく、保存されている例は少ない。



写真2 北海道の鉱石等の常設展示

#### ② 世界の鉱石

アフリカのナビビアで発見された隕石や黄鉄鉱化した直径40cmのヨーロッパ産アンモナイト、沖縄近海の千mをこえる深海にある伊是名海穴で採取されたチムニー（海底熱水鉱床）など国内外の貴重且つ珍しい鉱石や化石も常設展示されている。中には、高さ40cm、直径20cmの透明なピンク色をした中国産蛍石の結晶などがあり、訪れる方の目を楽しませている。



写真3 チムニー

#### ③ 地図・衛星画像・航空写真

地質図や古地図などを中心に、世界や日本の珍しい地図が展示されており、現在の地形図や住宅地図、衛星画像などが紙ベースやコンピュータ上

で見られるように工夫されている。この地図コーナーには、伊能忠敬の北海道古地図（復刻版）や大正時代の後志管内道路敷地調査平面図 50 本など貴重かつ面白いものが沢山あり、何れも手に取って試みることができるようになっている。また、展示だけでなく、これらの地図の利活用に関する相談や購入時の斡旋、販売も行い、一般の方の便も図られている。

地下 1 階の床には色眼鏡で立体視ができる 4 m 大の北海道地図が貼られており、子供達は勿論のこと、入館者の人気のまよになっているが、地図の張り合わせ部分が断層のように見えるのも妙なもので、笑いを誘っている。



写真 4 床に張られた北海道の立体写真

#### ④ 測量機器、顕微鏡

地図の作製には、測量機器がかかせない。そのようなことから新旧の測量機器が展示されている。また、訪問者が気軽に鉱物や岩石の観察ができるように各種顕微鏡も設置されている。

#### イベント紹介

小中学生や一般の方を対象にした特別展、講習会、巡検などのイベントが定期的、スポット的に行われている。これには、専門家の参加も多く、分かりやすい助言が得られるのも当博物館ならではのものである。

今年の夏季に企画したイベントを図 1 に紹介する。これらは、館の関係者だけではなく、北海道理科教育センター、道立地質研究所、北海道自然体験学習振興財団などと協賛で行われるものもある。写真 5、6 は、講習会や巡検の状況である。

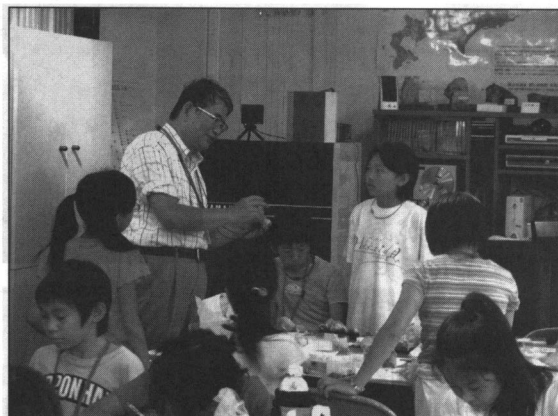


写真 5 子供達に鉱物の見方を教える土屋篤名誉館長

## 今年も石が待っている 2008年度企画メニュー

### 2008年度スケジュール表

月日	種類	タイトル	人数	参加費	備考
6月14日 土	巡検	土別一泊巡検 (巡検経験者のみ)	16	¥10,000	
7月19日 土	イベント	ミュージアムサロン ●講演: 地産が誇る美瑛岩石学 ●石自備会		無料	当日申し込み
7月22日 火	講習会	美しい鉱物写真の撮り方	20	¥2,000	18:00~21:00 (正味2時間)
7月25日 金	講習会	石鑑定(鉱物) ●入門講座(小学3年以上)/13:00~18:00 ●7/19(土)講座(高校生以上)/18:30~21:00	各20	¥2,000	各講座とも (正味2時間)
8月5日 火	巡検	小樽オタモイ他	20	¥5,000	午前/巡検 午後/博物館で石鑑定
8月5日 火	講習会	美しい鉱物写真の撮り方	20	¥2,000	18:00~21:00 (正味2時間)
8月9日 土	巡検	三笠化石巡検	40	¥5,000	三笠博物館
8月9日 土	イベント	ミュージアムサロン ●講演: 美瑛石の野っカ ●地産の石を鑑賞する会(高校生以上)	20	¥2,000	18:00~21:00 (正味2時間)
8月12日 火	巡検	石狩望来他	20	¥5,000	午前/巡検 午後/博物館で石鑑定
8月12日 火	講習会	石の加工と磨き方	20	¥2,000	18:00~21:00 (正味2時間)
8月19日 火	講習会	石鑑定(鉱物) ●応用講座	20	¥2,000	18:00~21:00 (正味2時間)



地図と鉱石の  
山の手博物館

YAMANOTE MUSEUM

札幌市西区山の手7条8丁目6番1号 TEL(011)623-3321  
http://www.yamanote-museum.com/



図 1 2008 年度 夏季イベントスケジュール

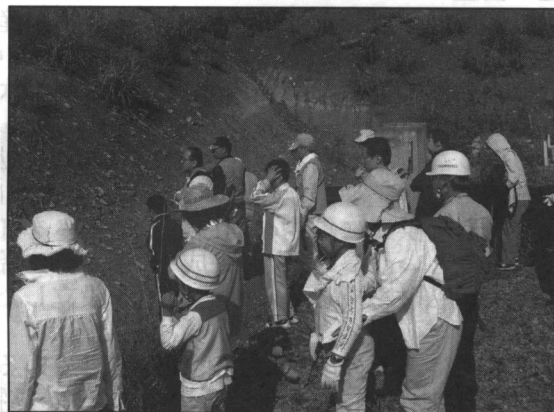


写真 6 赤井川村 段丘堆積物内の黒曜石さがし

#### むすび

小さいながらも大きな夢が詰まっている山の手博物館へ、次の案内をみながら訪ねてみよう。  
(北海道地質調査業協会 若松 幹男)

所在地: 札幌市西区山の手7条8丁目6番1号  
電話: 011-623-3321 Fax: 011-623-1101  
開館時間: 10時~17時  
休館日: 毎週月曜日(祝日の場合は翌日) 年末年始  
入場料: 大人200円, 子供(小, 中, 高)100円  
アクセス: 地下鉄東西線(宮の沢, 琴似, 西28丁目)  
駅前 JRバスに乗り、ふもと橋で下車、徒歩3分

E-メール: info@yamanote-museum.com  
http://www.yamanote-museum.com/

# 車窓から見る地形・地質

## 日本三大車窓と霧島連山

宮崎県えびの市

### JR九州肥薩線（真幸駅）

#### 1. オールドタイマー

JR 肥薩線は、南九州の火山地域を縦断し肥後（熊本）と薩摩（鹿児島）を結ぶローカル鉄道である。このうち通称「山線」と言われる区間には、ループ線やスイッチバック、更に鉄道が日本の大動脈を支えていた“歴史の本物（オールドタイマー：近代化産業遺産群）”や、郷愁を誘う“旅”の魅力が今なお色濃く残り、鉄道ファンからの評価も高い路線である（図1, 2）。

肥薩線で唯一宮崎県に含まれる真幸（まさき）駅は、宮崎県最初の開業駅であり、それだけ過去の路線そのものの重要度を伺い知ることができる。真幸駅周辺の地形・地質的魅力と沿線の景観に触れてみる。



図1 肥薩線位置図<sup>1)</sup>

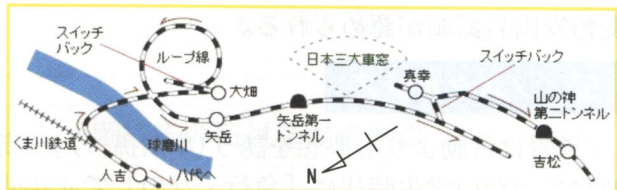


図2 真幸駅と肥薩線沿線のみどころ<sup>1)</sup>

#### 2. 日本三大車窓（霧島火山群）と加久藤カルデラ

熊本県人吉市の矢岳駅（標高 536 m）を出発し矢岳トンネルを抜けると眼下に“日本三大車窓”が出現し列車は一時停車する（写真1, 2）。地形・地質的に、そこは約 30 万年前に形成された加久藤カルデラ北西壁に位置する（図2, 3）。

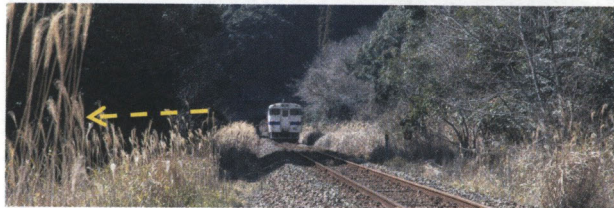


写真1 列車も一時停車して日本三大車窓(写真2)を堪能

韓国岳（標高 1,700 m）を主峰とする霧島火山群、はるか遠くには桜島の御岳（北岳）、更に視界がクリアであれば開聞岳の姿を覗くことができる。加久藤盆地は、始良カルデラ起源の入戸火砕流発生前（約 25,000 年前）まで湖が存在し、盆地内には加久藤層群と呼ばれる湖成層がみられる。

雨のしらせか霧島山に  
雲がまた来てまたかかる（野口雨情）

霧島山系えびの高原の年降水量は、4,800 mm を超える。霧島山の名は、霧にけむる海に浮かぶ島のような山ということに由来しているとされ、日本で最初の国立公園となっている（昭和9年指定）。韓国岳・高千穂峰に代表される 20 余りの火

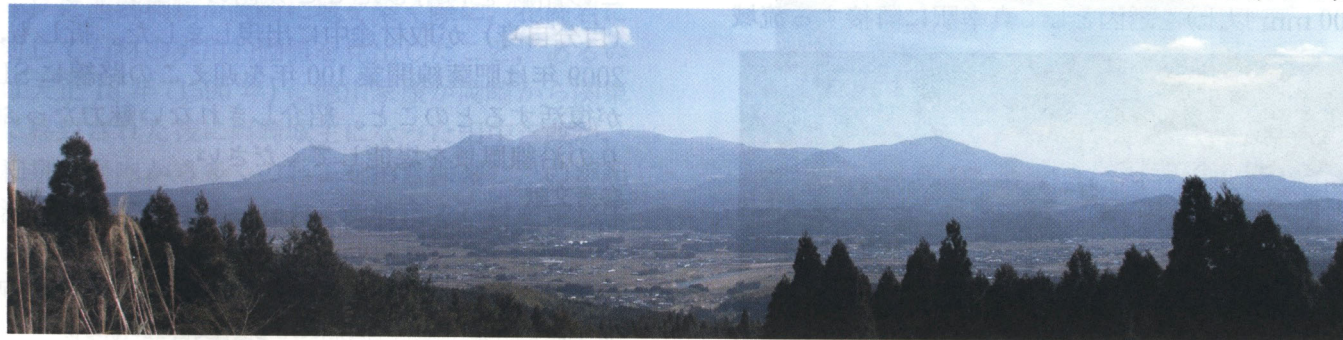


写真2 線路沿いからの日本三大車窓（カメラレンズでは全体が収まらない）：霧島連山と加久藤盆地

山群と、標高日本一の山頂火口湖「大浪池（湖面標高1,239 m）」を筆頭とする6つの山頂火口湖を擁し、山体の大きさに対して火口径の大きい小型の成層火山が多い特徴がある。火山のほとんどは現在休止中であるが、新燃岳に見られるように微弱ながら活動を続けているものもある<sup>2)</sup>。カルデラ地形は、その後の侵食と新規霧島火山群により南縁部を中心に不明瞭となっている<sup>3)</sup>(図3)。天上界から神が地上に降り立ったといわれる「天孫降臨」の第一歩を記した高千穂峰、その地を新婚旅行で訪れた坂本龍馬、最近では日本の火山学者を震撼させた小説「死都日本(石黒耀著)」や戦争レクイエム映画「美しき夏キリシマ(黒木和雄監督)」など、霧島火山群の魅力と話題には事欠かない。



図3 加久藤カルデラと霧島火山群<sup>3)</sup>  
(矢印は車窓眺望方向, 列車は北西カルデラ壁斜面を下る)

### 3. 真幸(まさき)駅と大規模土石流災害

三大車窓を堪能した列車は、加久藤カルデラ北西斜面を急降下しながら、スイッチバックで標高380 mの真幸駅に停車する(写真3)。“真の幸せに通じる”として、駅正面ホームには「幸せの鐘」が静かな山間にこだまする。鐘を鳴らした乗客のほとんどは、この鐘の奥に鎮座する「山津波記念石」には気づかず、足早に列車に再び飛び込む。

昭和47年7月6日梅雨末期の豪雨(総降雨量600 mm以上)を誘因として真幸駅に隣接する流域



写真3 スイッチバックと真幸駅(砂防堰堤袖部から撮影)  
(ホームには「幸せの鐘」と「山津波記念石」が同居する)

内で山腹崩壊が発生し、これを引き金として30万m<sup>3</sup>に及ぶ土砂が土石流となって肥薩線鉄道線路を約200 mに渡って押し流し、人命・家屋等に多くの被害が発生した(「真幸山津波」)。「山津波記念石」は、ホームに到達した土石流堆積物の一部で、約8tの巨礫を“災害遺産(災害文化財)”として保存管理しているものである。ホーム奥に伸びてい

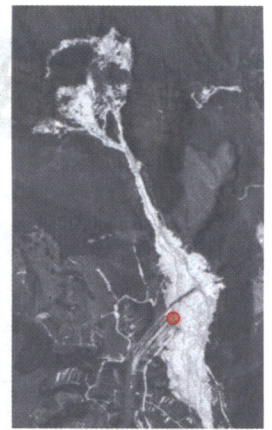


図4 真幸山津波発生後の空中写真<sup>5)</sup>  
(赤丸印は巨礫箇所)

た車止めは、災害発生後に構築された砂防堰堤に遮られて往時の延長はなくなっている(写真4)。土石流発生溪流は、昭和43年2月から3月にかけて発生した“えびの群発地震”の震央に近く、地震による影響で斜面の透水性が大きくなり、斜面そのものがルーズな状態に置かれていたことが、発生誘因の1つとする報告<sup>4)</sup>もある。



写真4 ホーム奥の「山津波記念石」と砂防堰堤

### 4. 火山災害と応用地質

火山地熱による熱水は温泉という大地の恵みをもたらす反面、熱水活動に伴う地すべりや火山災害(地震・噴火)をもたらす。真幸駅周辺でも、変朽安山岩露頭が認められる。

### 5. ノスタルジア

「風景は行動よりも夢を誘う(串田孫一)」～高速バスのない学生時代に「急行えびの」で4年間この路線を利用したセピア色のバックパッカー(自分自身)が取材途中に出現しました。折しも、2009年は肥薩線開業100年を迎えこの路線にSLが復活すること。紹介しきれない魅力たっぷりの沿線風景を堪能してください。

#### 参考文献

- 1) <http://www.hitoyoshi-hikari.com/hisatu2007>
- 2) 井村隆介・小林哲夫(2001): 霧島火山地質図, 地質調査所.
- 3) 町田洋ほか編(2001): 「日本の地形7九州・南西諸島」, p.148.
- 4) 高橋正佑(1974): えびの市西内堅地区に発生した山腹崩壊に関する研究, 新砂防, 91, pp.24-31.
- 5) 宮崎県土木部(2006): 宮崎県における災害文化の伝承, 72 p.

[落合 文登 ((株)共同技術コンサルタント)]

# 石都岡崎のみかげ石製品 (岡崎市の石材産業)

## 1. はじめに

わが国の三大石材産地といえば、愛知県岡崎市、茨城県の真壁町(現在は桜川市)、香川県の牟礼町・庵治町(共に現在は高松市)といわれています。この中で岡崎市は、古来より岡崎みかげ(三州みかげ)と呼ばれる良質の花崗岩の産地として知られ、現在でも墓石、燈籠、庭園の飾り用彫刻物、神社仏閣用、仏像、記念碑等の石製品を産し、「石都岡崎」の愛称で呼ばれています。



岡崎みかげによる石材製品の例  
(石工工業団地内で撮影)

## 2. 岡崎市の石材産業の歴史

岡崎市の石材産業の始まりは、享徳元年(1452年)に西郷稠頼が岡崎に城を築く際に、花崗岩に対して石材の実用的価値を見出したこと、あるいは天正18年(1590年)に徳川家康が岡崎から関東に移封された後に岡崎城主になった田中吉政が、和泉・河内から多くの石工を招き保護したのが起源とされています。なお、岡崎市で石材産業が栄えた理由としては以下の3つがあげられます。

① 市の東北部に広がる三河山地で良質の花崗岩が産出する。

- ② 東海道の宿場町・城下町として栄え、参勤交代の大名達が石製品を購入し、徳川家ゆかりの神社仏閣に奉納したことから各地に紹介されていった。
- ③ 市を流下する矢作川から河口までの水運が発達し、重い石工品を遠方まで運搬することが可能であった。

明治・大正期には鉄道網の整備と共に販路が広がり、最盛期の昭和12年には店舗数350軒に達しています。

その後、太平洋戦争後の復興期を経て、昭和30~40年代になると、それまでの石工によるノミ・トンカチによる手作業から製造の機械化が急速に進み、併せて戦没者墓石、神前彫刻物、燈籠、庭物などの需要が増加し、業界は活況を呈しました。しかし、機械化による騒音や粉塵などの公害が問題になり、現在では大規模な石工工業団地が作られています。3つの石材製品の協同組合が組織され、組合員総数約120となっています。

## 3. 石材として利用される武節花崗岩

岡崎市の北東部の三河山地には、主に新期領家花崗岩類に属する伊奈川花崗岩と武節花崗岩が広



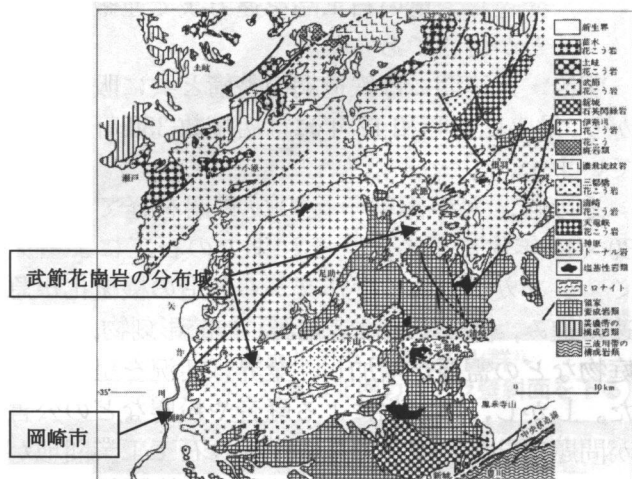
鳥居から狛犬まで全て岡崎みかげで作られている石工工業団地内の神社(石工団地神社)

く分布しています。この花崗岩類は領家変成岩に貫入した非調和的な岩体で、その活動年代は中生代白亜紀後期（85～65 Ma）といわれています。

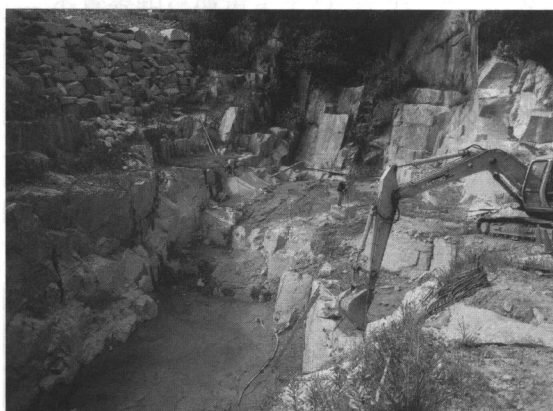
石材となる岡崎みかげは、この新时期領家花崗岩類の中の武節花崗岩で、細～中粒の両雲母花崗岩、黒雲母花崗岩が主体となっています。

なお、岡崎みかげといわれる石材は、産地により性状が異なり種々の名称（例えば牛岩青石、吉祥石、小呂石、宇寿石、額田中目石、花沢石など）で呼ばれています。中でも、目が細かく灰色をした両雲母花崗岩が高級石材（俗に青石または青みかげ）とされ、牛岩青石、吉祥石、小呂石などがこれに該当します。特に、美しい青色を呈し、年月がたつほど青みが深く濃くなるといわれる最高級品の牛岩青石は、産出量が少ないことや石の歩留まりが少ないことなどから、希少価値を生じて岡崎みかげの王様とも呼ばれています。

ちなみに日本石材工業新聞によると原石の標準



岡崎市北東部の三河山地の地質図（日本の地質5、中部地方II（共立出版株式会社）p 98）



岡崎みかげ（牛岩青石）の採石場（東海採石(株)）

注）石材の単位はまだ尺貫法が用いられています。立方体で1尺×1尺×1尺を1才、平面は1尺×1尺を1面才と呼び、1m<sup>3</sup>は1.0÷(0.303×0.303×0.303)=35.97≒36才になります。なお、面才は石を磨く場合の単位として使われます。

相場は、通常の石材が1才<sup>さい</sup>（石材の単位でほぼ30cm立方）当り、高級品でも1～2万円程度であるのに対し、牛岩青石の特級品は山渡し価格8万5千円になっています。

#### 4. 岡崎市の石材産業の現況

日本の石材産業は中国製品に代表される外国産の石材の影響で厳しい状況にあり、日本石材工業新聞によると、2007年の通関実績で石材の全国輸入総量約141万tに対し、花崗岩製品（加工製品）の総量は約107万tで、中国製品は約106万tと99%を占め圧倒的なシェアを有しています。岡崎市の石材産業について関係組織から話を聞きましたが、中国製品の影響があるとはいえ、がんばっているという意気込みを感じました。

具体的には、① 岡崎市の石材産業は加工技術（墓石、燈籠、彫刻など）の優秀さが一つのブランドとなっており、できるだけ地元素材を活用して高品質の石材製品を供給していきたいこと、② 現在でも高級石材を用いた製品の需要が十分にあり、小規模な採石場が多いことから供給面で希少価値を生ずるといったメリットがあること、③ 若手後継者の育成に今後とも積極的に取り組んでゆくなどの事柄があげられます。

最後に、地元では石材産業の発展を目指すため、以下のような活動を行っていることを紹介します。

- ・全国でも珍しい石材加工科がある職業訓練校（岡崎技術工学院）があり、創立以来、石材界の後継者を送り出しており、現場実践教育の一環として市内の石材店が積極的に協力している。
- ・6年前から年間1000人以上の小中学生が体験学習を含め石工団地を訪れ、岡崎が石の都であることを認識してもらっている。
- ・毎年、10月末に岡崎ストーンフェアを開催し、伝統技術を生かした製品紹介を行っている。また、「石の掘り出し市」、「石の公園祭り」、「夏休み石の造形教室」などのイベントを開催し、石製品の魅力を一般消費者にアピールしている。

#### 参考文献

1. 愛知の地場産業 第11版（岡崎信用金庫）2004
2. 日本の地質5、中部地方II（共立出版株式会社）1990
3. 中部地方の領家花崗岩の調査・研究を振り返って仲井 豊（フィッション・トラックニュースレター）第18号 2005
4. 日本石材工業新聞 H 19.10.5号、H 20.2.15号（日本石材工業新聞社）

文：大澤和美，丹羽善一（(株)大和地質）



# 全地連「技術 e-フォーラム 2008」について

第19回技術 e-フォーラムが、10月16日(木)～17日(金)の2日間、高知市で開催された。(行事の具体的な内容は、表1参照)

今回のフォーラムでは、「地域再生」をメインテーマに、地元「四国地質調査業協会」の全面的な協力と「国土交通省四国地方整備局」「高知県」「高知市」の後援および「日本地質学会四国支部」「(社)土木学会四国支部」「(社)地盤工学会四国支部」「(社)日本地すべり学会関西支部」「日本応用地質学会中国四国支部」に協賛いただいた。

初日の特別講演会は、独立行政法人海洋研究開発機構理事の平朝彦氏に基調講演として「巨大地震発生帯への掘削—“ちきゅう”の挑戦—」とい

うテーマでご講演いただいた。また、シンポジウム・フォーラムシアターや一般公開したオープン技術発表会等にも、多数の方が聴講され、2日間の総入場者数は、約650名となった。

技術発表会には、若手技術者を中心に全国から138編(表2参照)の応募があり、活発な質疑が行われた。

なお、今回の優秀技術発表者賞には、各セッションから選抜された23名が受賞された。(表3参照)

平成21年度の技術 e-フォーラムは、記念すべき第20回の大会となり中国地区(松江市)で開催する予定である。

表1

## プログラム

### 第1日目 10月16日(木)

<b>会場:高知県立県民文化ホール「グリーンホール」</b>	
開会式 10:00~10:05	開会挨拶 全地連会長 瀬古 一郎
10:05~10:15	来賓挨拶 国土交通省四国地方整備局長 木村 昌司 氏 高知県知事 尾崎 正直 氏 高知市長 岡崎 誠也 氏
特別講演会 10:15~12:00	「巨大地震発生帯への掘削 —“ちきゅう”の挑戦—」 独立行政法人海洋研究開発機構 理事 平朝彦 氏
<b>会場:三翠園「富士(B・C)」</b>	
シンポジウム※1 13:00~16:00	四国地質調査業協会 特別企画 「地域再生をめざして —地質業の役割割り—」 基調講演「地域再生プロジェクト」 国土交通省四国地方整備局企画部長 菊池 良介 氏 パネルディスカッション コーディネータ 高知大学理学部 横山 俊治 氏 パネリスト ①高知県椿原町副町長 矢野 富夫 氏 ②高知県議会議員 植田社一郎 氏 ③高知大学理学部 岡村 眞 氏 ④全地連情報化委員長 中田 文雄 氏
フォーラムシアター※2 16:00~17:00	講演① 全地連活動報告:「地質リスクと地質調査業」 高知工科大学 教授 渡邊 法美 氏
<b>会場:三翠園「富士(A)」</b>	
オープン技術発表会※3 13:00~16:55	発表テーマ: 「A-1ハザードマップ」「A-2情報化」 発表編数:15編

### 第2日目 10月17日(金)

<b>会場:三翠園「富士(C)」</b>	
記念講演 9:00~10:30	「今なぜ遅路 —四国八十八箇所霊場の魅力に迫る」 四国霊場第26番札所 金剛頂寺 住職 坂井 智宏 師
フォーラムシアター 10:30~11:30	講演②「究極の観光資源・ジオパーク」 岩井 國臣 氏 (社)国土政策研究会 会長/ 日本ジオパーク・モデル化研究会 会長 (前参議院議員・元国土交通副大臣)
13:00~14:00	講演③ 「日本におけるCO <sub>2</sub> 地下貯留の試みについて」 古宇田 亮一 氏 (独)産業技術総合研究所 産学官連携コーディネーター
14:00~15:00	講演④ 「掘削コア資料を用いた地震断層研究 —台湾セルンプ断層を例に—」 東垣 氏 (独)海洋研究開発機構 高知コア研究所 所長
<b>会場:三翠園「富士B」</b>	
オープン技術発表会 9:00~14:30	発表テーマ: 「A-4斜面」「A-5地震災害・防災(1)」「A-6地震災害・防災(2)」 発表編数:17編
※1 シンポジウム:四国地質調査業協会の独自企画で実施します。 ※2 フォーラムシアター:業界に関連したテーマで行うミニ講演会です。 ※3 オープン技術発表会:従来エリア2(有料)のプログラムだった技術発表会の一部をオープン(来場自由)としました。	





表3 優秀技術発表者賞 受賞者一覧

セッション区分	論文 No	発表者	所属先	地区
A-1 ハザードマップ	6	本山 普士	中央復建コンサルタンツ(株)	関西
A-2 情報化	15	須鎗 隆	(株)廣瀬工業所	四国
A-4 斜面 (情報・防災・地すべり)	20	梅本 研吾	(株)東建ジオテック	中国
A-5 地震災害・防災(1)	24	高橋 浩一	(株)ダイヤコンサルタント	九州
A-6 地震災害・防災(2)	30	菊山 浩喜	川崎地質(株)	東北
B-4 掘削・サンプリング	38	小海 尚文	基礎地盤コンサルタンツ(株)	北海道
B-5 サウンディング	39	谷野宮竜浩	田村ボーリング(株)	四国
B-6 原位置試験	48	藤井 俊逸	(株)藤井基礎設計事務所	中国
C-1 地下水	52	糸賀 浩之	川崎地質(株)	関東
C-2 ケーススタディ	56	吉村 辰朗	復建調査設計(株)	九州
C-3 トンネル・地域	63	後藤 和則	(株)ドーコン	北海道
C-4 環境	68	岡村 洋	(株)地研	四国
C-6 軟弱地盤・動態観測	77	五家 康宏	(株)ダイヤコンサルタント	東北
D-1 斜面 (室内・メンテナンス・地域地盤)	81	田村 栄治	(株)四電技術コンサルタント	四国
D-2 斜面 (動態観測・災害)	88	伊藤 博信	(株)東建ジオテック	四国
D-3 斜面 (物理探査・地下水(1))	94	鏡原 聖史	(株)ダイヤコンサルタント	関西
D-4 斜面 (物理探査・地下水(2))	100	正岡 紀彦	(株)愛媛建設コンサルタント	四国
D-5 物理探査(1)	109	田中 昭好	(株)ダイヤコンサルタント	中部
D-6 物理探査(2)	114	鈴木 敬一	川崎地質(株)	関東
E-4 室内試験	116	人見 美哉	(株)ドーコン	北海道
E-5 地域地盤	122	大谷 高志	(株)開発工営社	北海道
E-6 メンテナンス	128	太田 史朗	川崎地質(株)	東北
C-5 オペレーターセッション	OP 2	竹井 一登	竹井ボーリング	四国