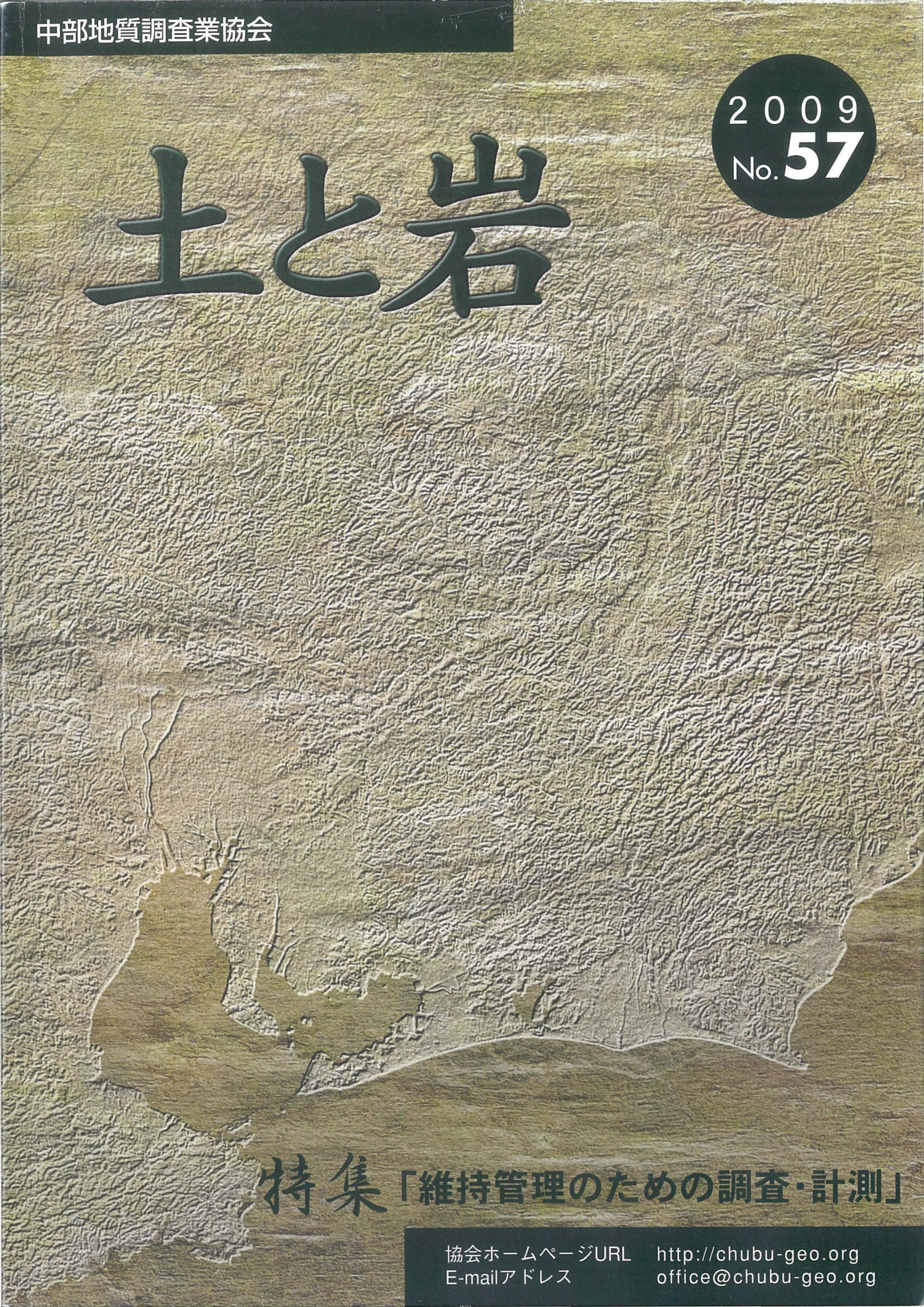
中部地質調査業協会

2009
No.57

土と岩



特集「維持管理のための調査・計測」

協会ホームページURL　http://chubu-geo.org
E-mailアドレス　office@chubu-geo.org

平成20年の岡崎豪雨被害状況

1：豪雨で冠水した岡崎市福岡町付近の住宅街と田畑

平成20年8月29日　AM9時7分撮影（(株)中日新聞社提供）

2：伊賀川に面した民家の被害状況

平成20年8月29日　AM9時7分撮影（(株)中日新聞社提供）

目　次

口絵写真

1　巻頭言　中部地質調査業協会　理事長　渋木　雅良 ―― 1

2　特集　維持管理のための調査・計測

●河川維持管理のための調査・計測 ―― 2
（財）河川環境管理財団　名古屋事務所所長　平光　文男

●レーザー波干渉を利用した不安定岩塊の遠隔からの安全な安定性調査法 ―― 11
岐阜大学　流域圏科学研究センター　准教授　沢田　和秀

●トンネルの維持管理と調査・計測　応用地質（株）　中村　一樹 ―― 19

3　平成20年度　中部地区に於ける地質調査業に関する意見交換会 ―― 29
国土交通省中部地方整備局
（社）全国地質調査業協会連合会
中部地質調査業協会

4　特別寄稿

●長野県の災害事例について　山地環境防災研究所長　北澤　秋司 ―― 34

5　中部ミニフォーラム優秀論文

●重金属を含むトンネル地山の調査例（濃飛流紋岩類を例に） ―― 51
（株）ダイヤコンサルタント　濱本　拓志

●敷地造成に伴う切土のり面調査において
地すべりの存在を確認し対応策を提案した事例 ―― 54
応用地質（株）　杉野　友通他

6　平成20年度　現場研修会報告

現場研修会に参加して　基礎地盤コンサルタンツ（株）　谷岡　伸也 ―― 57
現場研修会に参加して　（株）中部ウエルボーリング社　西堀　義行 ―― 60

7　散文　富士と味覚の旅　（社）静岡県観光協会　名古屋観光案内所所長　大久保　智恵美 ―― 62

8　常設委員会報告 ―― 66

9　ホームページ・トピックス ―― 73

10　前号（56号）　読者アンケート結果 ―― 74

11　会員名簿 ―― 76

12　編集後記　編集委員会 ―― 78

＜広　告＞

巻末にアンケート用紙がございます

巻　頭　言

中部地質調査業協会
理事長　渋木　雅良

昨年から今年にかけての経営環境の変化は，１００年に１度と表現される激しいものがありました。

道路財源問題，原油高そしてサブプライム問題の再燃。この影響で不動産・建設関連産業ばかりに止まらず，ほぼ全分野の産業が大きなダメージを受けました。また，その影響は地球規模で起こり，存亡問題にまで発展している国もあります。

このような状況下，政治に目を向けますと，日本においては混迷の度合いを強めていますが，昨年１１月，アメリカ合衆国大統領に選出されたオバマ氏が，景気浮揚・雇用拡大対策として「グリーンニューディール」政策を打ち出し，環境対策を柱に，今年１月から与野党を巻き込む形で精力的に活動を開始しました。

経済回復が順調に進むか否かはまだわかりませんが，その指導力・推進力は目を見張るものがあります。

一方，今はもたついておりますが，呼応して，日本も環境や防災問題に関する対策・支援・仕組みづくりなどへの取り組みを持って経済回復を図って行くことは間違いありません。

しかし，今，我々各社協会員が苦境の底にいることも確かです。

さて，苦境の中にも，昨年，岐阜県地質調査業協会が創立３０周年を，また，北海道地質調査業協会が創立５０周年を迎えました。

来年，中部地質調査業協会も創立５０周年を迎えることとなります。ぜひ，景気回復の真っ只中で５０周年を迎えたいと念じております。

５０周年を迎えるにあたって，このような劣悪な経営環境下ではありますが，このような時だからこそ，我々会員各社，何とか耐え忍びつつ，社会のニーズを踏まえ，技術力の向上，技術開発の促進，情報化推進に一層の努力をするとともに，新しい視点を持って地域のジオドクター（地盤・地質のお医者さん）としての役割を担っていかなければならないと考えます。

特集　維持管理のための調査・計測

河川維持管理のための調査・計測

（財）河川環境管理財団
名古屋事務所所長　平光　文男

1. はじめに

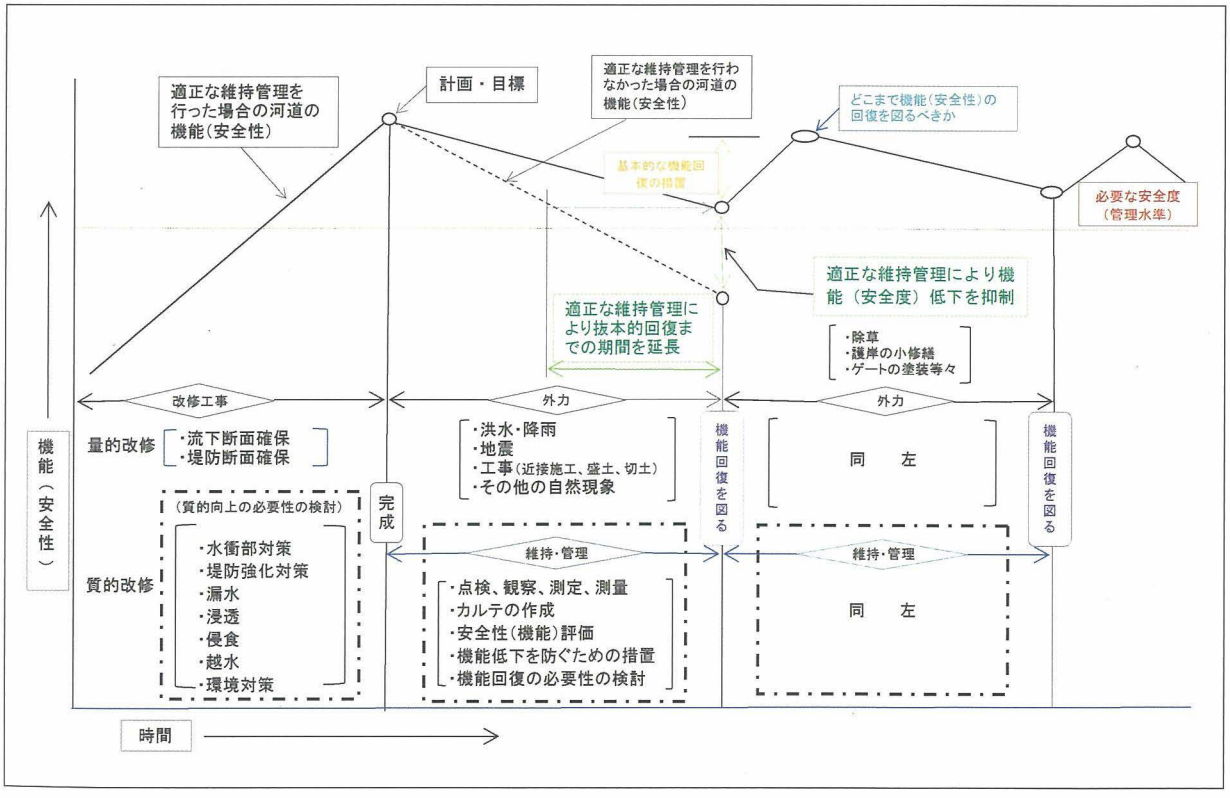
近年の降雨は，短時間に，集中的に，過去の記録にない豪雨が，記録されています。このため，河川堤防の越水等による決壊が頻繁に発生し，洪水の氾濫により家屋の浸水・流失，さらには，人命を奪うなど甚大な被害が生じています。

平成12年の東海豪雨により名古屋で時間雨量114mmを記録したのをはじめに，平成15年は静岡県，平成16年は新潟県・福井県・三重県さらに徳島県で甚大な水害が発生している。その後，平成17・18・19年と連続して，九州で総雨量が１０００mmを超えた大雨が発生している。平成20年7月には兵庫県都賀川で死者５人を出す水難事故が発生し，8月には，愛知県岡崎で時間雨量146mmのゲリラ豪雨で2人の死者が出ました。

国では，今までのハード対策に加えてソフトな施策を講じるよう，河川管理を中心的な議題として提言がとりまとめられました。

国民が安全で安心できる暮らしを実現し，それを維持してゆくためには，出水，河川管理施設や河川の状態，河川周辺の状況等に対応した的確な河川管理を継続的に行わなければならない。しかし，日本の河川延長は14万ｋｍあり，限られた予算と人員・体制で，河川の維持管理を必要な水準を確保しつつ，効果的・効率的に実施してゆくためには，具体的な仕組みつくりが必要である。

河川環境管理財団は1年365日，効果的・効率的，河川管理を実施してゆくための河道維持管理シ



図―1　河道管理の意義と概念

ステムについて研究発表しており，このレポート（＊）の内容を概説することで，本稿をまとめるものです。

（＊「河川環境総合研究所報告 第12号」平成18年12月
（財）河川環境管理財団河川環境総合研究所）

2. 河道管理の意義

河道は，流水という自然現象及び流域・河道で行われる数々の人為的外力により絶えずその形を変えています。

河道形態の変化は，河道の安全性にも大きく関わることはいうまでもないが，その川の景観を含む自然環境をも大きく変えます。

従って河道形態の変化を正しく把握，分析し今後の河道形態の変化を予測し，それが河道の安全性に及ぼす影響を正しく評価し，今後の河道管理の方向を検討していくことが必要です。

一方河道形態の変化は景観を含む河川の自然環境をも変化させ，人々の川への接し方にも影響を与えています。

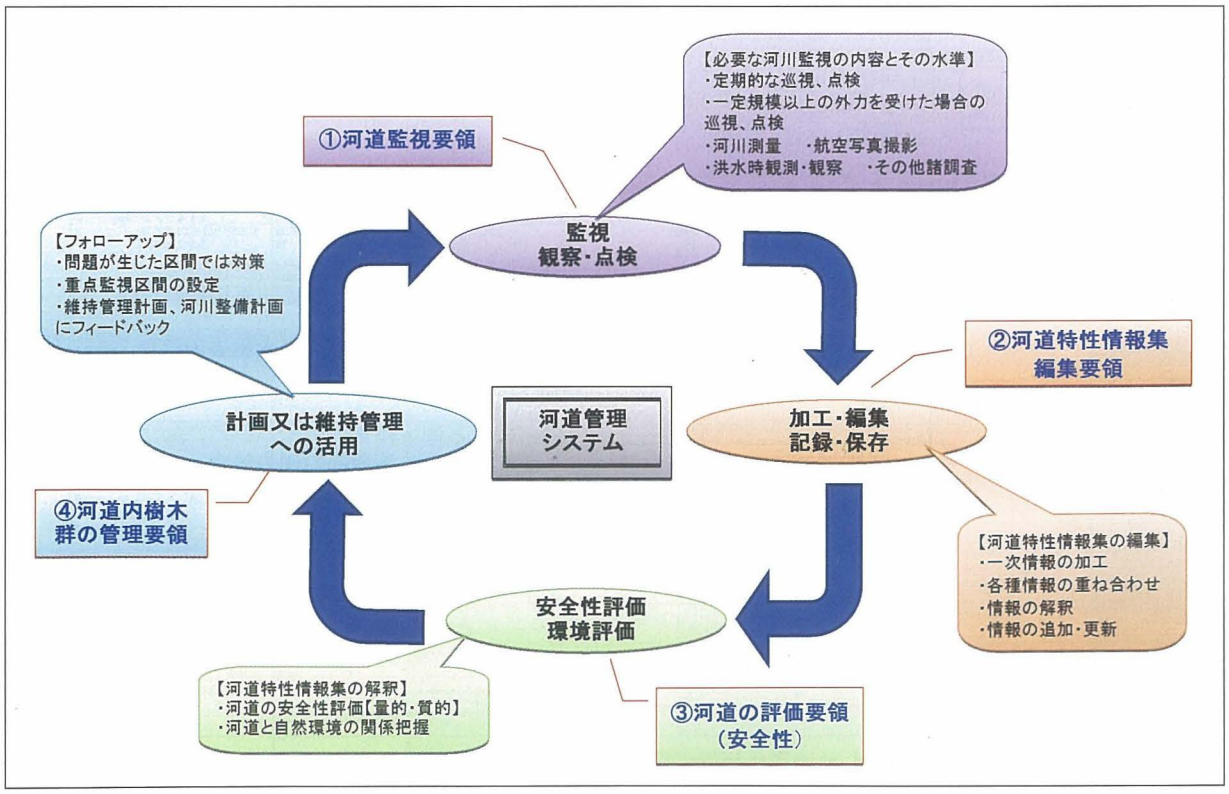
その川らしい河川環境を保全又は創造(創生)していくための河道管理を治水上の河道管理と合わせ，折り合いをつけながら検討していくことが必要です。

そのために，今まで蓄積されている河道特性に関する情報の編集（河道特性情報集），その解釈評価（河道形態変化の予測，安全性評価，環境影響評価），対応（対策，計画へフィードバック），河道管理に有効な情報の観察観測，これらのことをルーチン化し繰り返し行う事が河道管理で有り，その仕組みの検討が必要です。

3. 可道の維持管理システムの構築

河川（河道）管理の基本は監視（よく川を見る），記録（それを保存），状態の評価，対策（評価結果の活用），フォローアップ，記録の更新これらをサイクリックに繰り返す作業をルーチン化していく必要があります。そのためにはそのルーティンワークを支援する「河道維持管理システム」の構築が必要です。

本稿では，河道の維持管理のうち最も基本的な項目である，監視・記録までをまとめました。

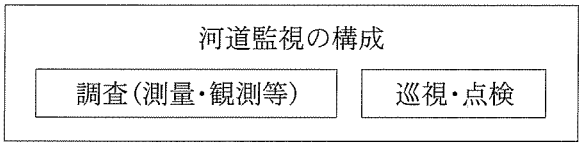


図−2　河道維持管理システムの概念

4. 監視の方法論(河道監視要領)

4.1 河道監視の目的

河道の維持管理の基本である河道監視は,河道の評価を行うのに必要な情報(一時情報)を測量や観測等の「調査」や,危険箇所等の安全性を確認するための「巡視・点検」によって現場から得ることを目的とします。



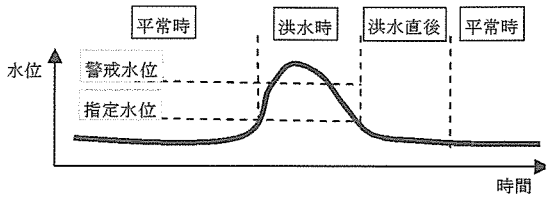
図−3 河道監視の構成

4.2 河道監視の対象

河道監視は,①水の流れの様子【水位・流量・流速・流向等】の監視,②河道形状の変化【河床高の上昇・低下の傾向,河岸侵食や局所洗掘の状況,砂州の動き,河道内樹木群の成長傾向等】の監視,③施設の安全性【堤防・護岸・根固工,水制等の機能が安全に保たれているか】の監視が対象となります。

4.3 河道監視の時期

河道監視は,平常時,洪水時,洪水直後の各地点で行います。



図−4 地下水流速・流向の深度分布

ここで,「平常時」とは,洪水直後の監視を終えてから次の洪水が発生するまでの期間とします。

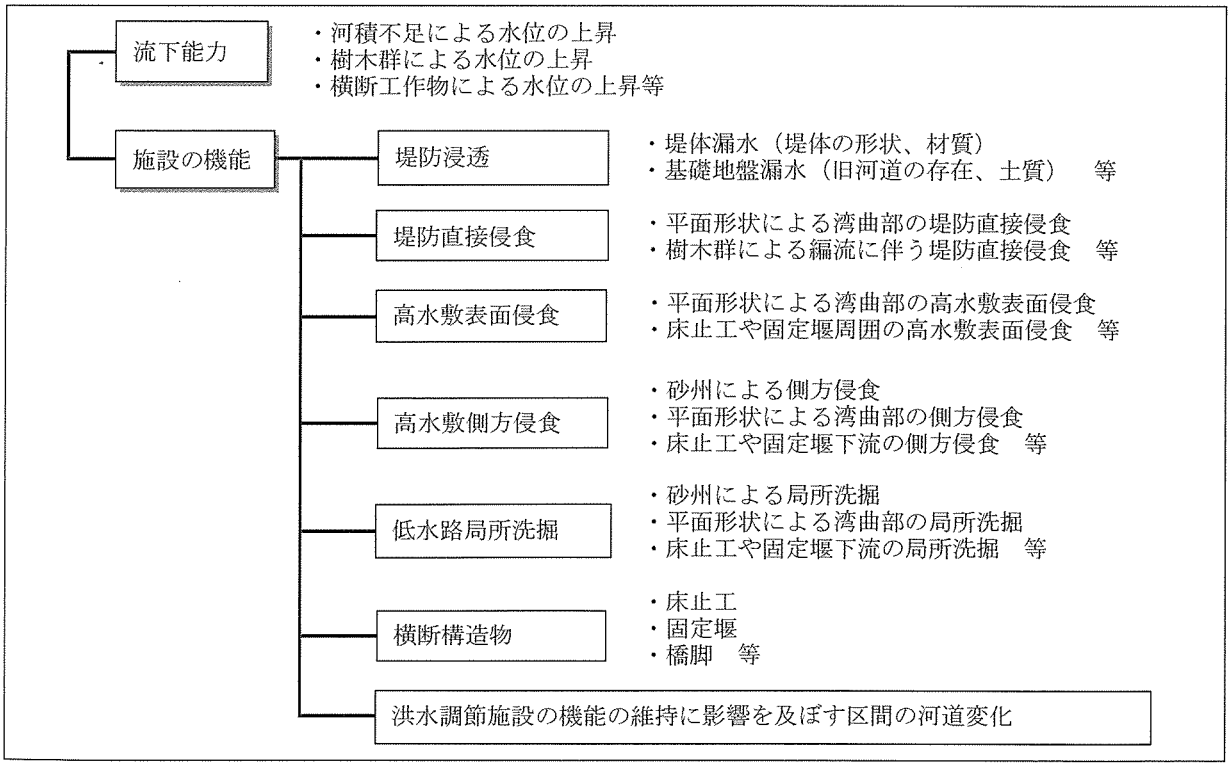
「洪水時」とは,指定水位を超え,ピーク時に警戒水位を上回りかつ高水敷が水没する状態から,指定水位程度まで水位が下がるまでの期間とします。

「洪水直後」とは,洪水が終了し,水位が指定水位まで下がったときとします。

4.4 河道監視を行う場所

河道監視は,管理区間すべてで行うものですが,河道の安全性から決まる区間で,特に注意して監視する箇所(別の研究資料による「河道の評価要領」を参照)では,安全性を損ねる要因に応じて監視方法が変わってきます。

要因は①流下能力②堤防浸透③堤防直接浸食など,堤防の破堤に至る可能性があるために機



図−5 「特に注意して監視する項目」とその要因の例

能の確保が必要な項目であり，図－５のように，流下能力と施設の2に分類されます。

4.5　河道監視の体制

河道監視を行う者は，河川の現場を見て，今何が起こっているのか，それはなぜか，これからどうなる可能性があるか，ということを把握できる能力が，すなわち「川の現象を読む力」が必要です。

こうした能力を有した，河川工学的知見を持った者が現地に赴くとともに，CCTVや航測を活用して監視を行います。

重要なことは，この「川を読む力」を有した技術者を育成するには，現地で監視する経験を積むことです。

4.6　市民や関係機関からの情報収集

河川の近くに住んでいる市民，河川に関心ある市民，地元の関係機関は，河道の危険箇所について，時として河川管理者が持っていない情報を持っていることがあります。

必要に応じて市民や地元の関係機関への聞き取りを行い，河道に関する情報収集を実施することが有効です。

4.7　河道監視の内容

河道監視は平常時・洪水時・洪水直後のそれぞれの時点で，流れの様子・河道形状の変化，さらに施設の安全性に分類し，必ず実施する項目と実施することが好ましい項目について，表－１のとおり監視します。

監視区間は管理する区間全体が対象ですが，洪水時や洪水直後については，監視方法や前出の「図－５　特に注意して監視する項目」により選定された区間を重点に行うこととなります。

4.8　監視結果の河道特性情報への記録

河川管理行為にもっとも必要なことは，河川管理に関わる情報を，素早く収集し，的確に判断行為できることです。そのためには，分散・分断されていた河川情報を一元的に集約し，いつ，どのような状況においても，安全を確保し，的確な河川行政が行えるように，管理してゆくことです。

河道特性情報は，“いざ！”というときに直ぐに役に立つように体系的に且つ，利用しやすく編集された情報です。

表－1　河道監視項目一覧表

監視の目的			監視行為	必ず実施する項目			実施することが望ましい事項		
				平常時	洪水時	洪水直後	平常時	洪水時	洪水直後
流れの様子を監視する	河川管理の基礎となるデータを継続的に取得する		水文観測業務規定に基づく水位・流量観測	低水流量観測・水位観測	・高水流量観測・水位観測				
	堤防に対して危険な流れが発生していないかを監視する		目視による流向の監視					・監視強化箇所でビデオ撮影	
	水防活動に際しての判断材料にする		水位観測所以外の箇所での時系列の水位観測					・監視強化・低堤防箇所でCCTVなどで水位計を監視 ・計画高水以下で流下？	
	洪水時の流れの実態を把握し、今後の計画・管理等の対策につなげる	空から流向・流速の分布を把握する	航空写真撮影					・全域で、流れを見るため斜め写真撮影 ・監視強化箇所はピーク時に垂直写真を（ベクトル解	
		地上から流向・流速の分布を把握する	CCTV撮影					・監視強化箇所でCCTVを使い、流向・流速把握	
		樹木群の水理的特性を明らかにする	樹木群内外での流況調査					・監視強化箇所と樹木流出箇所で、樹木群内外を対象に、流量観測・水位分布・	
		河道の各箇所のピーク水位を把握する	洪水痕跡調査			・全域で警戒水位以上時に実施 ・水位上昇原因箇所はピッチ(200m)を細かく			
河道形状の変化を監視する	河川管理の基礎となるデータを継続的に取得する		縦横断測量	・5年に1回全川(200mピッチ) ・監視強化箇所＊はピッチを狭く		・監視強化や河道掘削箇所で必要に応じてピッチ(200m)を細かく ・低水路のみの測量 ・最深河床と基礎等の位置監視			・樹木伐採箇所の侵食、体積が発生した箇所
	河道や施設の機能に影響を及ぼし、時間とともに変動する砂州と樹木群の変化を監視する	空から砂州と樹木群の変化を監視する	航空写真撮影	・5年に1回秋期 ・水位は同深さの時 ・垂直と斜めの使い分け ・河口砂州が課題のある場合は河口部を		・全域・垂直と斜め写真の使い分け ・河口砂州部が問題の河川は航測写真を	・監視強化箇所は5年に1回ラジコン等で低空写真、ビデオ撮影 ・河口砂州箇所は河口部の深浅測量		・監視強化箇所ではラジコンヘリやパラグライダー等で低空写真、ビデオ撮影 ・河口砂州が問題河川は
		地上から砂州の変化を監視する	目視による砂州の監視	・監視強化箇所を対象年に年1回の特定巡視 ・デジカメ等で定点撮影		・監視強化箇所はデジカメ等で堤防・橋梁の上から定点撮影			
		地上から樹木群の変化を監視する	目視による樹木群の監視	・監視強化箇所を対象に年1回特定巡視 ・デジカメ等で定点撮影		・監視強化箇所はデジカメ等で堤防・橋梁の上から定点撮影			樹木の倒伏箇所で樹木の諸言調査
施設の安全性を監視する	堤防の機能が安全に保たれているかどうかを監視し、水防活動等の必要性の判断材料とする		目視による堤防の監視	・監視強化箇所を中心に全区間を週2回定常巡視(車上から) ・横断工作物箇所は年1回特定巡視(堤防上)	・監視強化箇所を中心に全区間で堤防等の変状 ・漏水対策実施箇所・横断工作物周辺	(洪水時に準ずる			
	護岸・根固め工等の機能が安全に保たれているかどうかを監視し、水防活動等の必要性の判断材料とする		目視による低水路河岸の監視	・監視強化箇所は年1回特定巡視(地上から) ・必要に応じ潜水調査	・監視強化箇所で局所洗掘や侵食の想定箇所 ・堤防や橋梁から監視	・護岸侵食箇所の上下流端 ・侵食に有無を地上から監視	・監視強化箇所で年1回特定巡視(船上から)	監視強化箇所で砂面計や洗掘センサーで河床変化の調査	・護岸箇所の上下流端・河岸変状の有無を船上から監視
			目視による横断構造物周辺の監視		・監視強化箇所で乗り上げ流や落ち込み流の状況 ・橋脚等の流れを堤防・橋梁状から監視	・監視強化箇所で横断工作物の上下流部の河岸侵食や護岸状況 ・橋脚周りの侵食と護岸状況			

注：＊監視強化箇所とは「特に注意して監視する項目」で抽出された箇所

5. 記録・保存するための方法論(河道特性情報集編集要領)

5.1 河道特性情報集作成の目的

河道管理の中で河道内に生じた問題を素早く察知して的確な対策を講じる場合,当該河道の状況を過不足無く迅速に把握できる体系的な情報が必要です。これを河道特集情報集として整理するものです。

5.2 対象とする河道管理項目

河道に求められる機能は,治水,利水,環境が主であり,この機能を適正に実行させるための目的と視点を表－2に示します。

このうち,河道管理のテーマの中で重要視されるのは,流下能力,施設(堤防等)の機能,河道の変動です。河道特性情報集の要領はこのテーマに重点を置いて編集方法を示します。

表－2 河道管理の目的と視点

(1)流下能力
①河積等から見た流下能力 ②河道の粗度管理 ③堤防の高さ・幅等の断面形状
(2)施設(堤防等)の機能
④洗掘・側方侵食に対する河道の安全性 ⑤浸透に対する堤防の安全性 ⑥地震に対する堤防の安全性 ⑦構造物周辺の変状
(3)河道の変動
⑧河床低下による河川工作物の根入れ不足 ⑨河床低下や体積による取水障害 ⑩遊水地等付近の河道の位況と河床高の関係(調節効果への影響)
(4)河川環境
⑪河川環境の変遷の把握 ⑫現況の河川環境の把握 ⑬河道の変化が河川環境に及ぼす影響の予測
(5)河川利用
⑭高水敷利用のための管理及び対応 ⑮水面利用のための管理および対応(舟運・各種レクリェーション等)

5.3 河道特性情報集の編集項目

河道特性情報集は河道の特徴が十分表現されており,河道に求められる機能に問題が生じた場合に,その問題点が明確にわかるように記録されていなければなりません。

また,事前・事後の評価,対策や予測にも活用できなければなりません。よって,編集項目は一つの管理の視点に対して,複数の編集項目が存在するのは,河道の変化や問題点が一つの特性のみでは記述できず複数の情報を重ね合わせて総合的に解釈しなければ説明できないことを意味しています。表－3に管理の視点に対して,必要な河川情報の一例を示しました。

情報は,河川の概要から水文観測情報,河道特性,河川構造物,河川環境・利用情報,水の流れ・浸透・侵食等,現象に対する安全評価資料,さらに被災情報など多種多様なものとなります。

しかし,河道の特性や問題点は河川により異なるばかりか,区間によっても異なることから,当該河川の「特徴と問題点」が浮き彫りになるように重点を変化させて編集項目を適宜追加する必要があります。

表－3　河道特性情報集編集項目（目次）

分類	情報番号	情報名	河道管理の目標と情報の重要度ランク ①～⑮：河道管理の目的・視点 ○：必須　△：あれば望ましい													
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮
A		【流域・河川の概要】															
A-1	1次	流域・河川の概要															
A-2	1次	流域の自然特性（地形、地質、気候、氾濫形態）															
A-3	1次	流域の社会特性（人口の推移、土地利用の変遷、水利用の変遷）															
A-4	1次	河道改修計画（工実流配図、堤防断面、計画縦断図）															
A-5	1次	洪水と治水事業の歴史（改修計画の歴史、計画流量の変遷）															
A-6	1次	管内図															
B		【河川の現況】															
B-1	1次	河川管理施設位置（堰、床止）、許可工作物位置（橋梁）				△	△	△	○	○	○	△	△		△	△	△
B-2	2次	縦断形状（現況堤防高、HWL、計画堤防高、平均河床高、最深河床高、堤内地盤高）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△		△	△	△
B-3	1次	河床材料粒度分布								○	△	△	△		△		
B-4	2次	堤間幅、低水路幅、高水敷幅）				○				○	△	○	△		△	○	○
C		【河川流況】															
C-1	1次	水位、流量観測所	○	○	○	△	△	△	△	○	○	○	○		○	○	○
C-2	1次	既往主要洪水一覧	○	○	○	○	△	△	△	○	○	○	○		○	○	○
C-3	2次	各観測地点の年最大流量・流況・位況	○	○	○	△	△	△	△	○	○	○	○		○	○	○
C-4	2次	確率流量（基準・主要地点）	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△		△	△	△
C-5	2次	流量配分図（計画高水流量、戦後最大流量、平均年最大流量）	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△		△	△	△
D		【河道特性】															
D-1	2次	現況平面図（支川、湾曲部、狭窄部、岩露出箇所、河道平面特性）								△	△	△					
D-2	1次	迅測図					○	△	△								
D-3	2次	航空写真でみる河道の変遷（経年写真、低水路水面幅の変遷、澪筋の変遷）	○	○	△	△				○	○	○	○	○	○	○	○
D-4	2次	平均河床高・最深河床高の経年変化				△				○	○	○	○		○	○	○
D-5	2次	低水路の安定性（平均年最大流量時のU_*、τ_{*R}）								○	○	○	○		○	○	○
D-6	2次	低水路内の水深、流速、U_*、τ_{*R}、B/Hm、Hm/dR（平均年最大流量、計画高水流量）								○	○	○	○		○	○	○
D-7	1次	河道横断図	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
D-8	2次	セグメント縦断区分と根拠								○	○	○	○		○	○	○
D-9	2次	高水敷高さ（低水路深さ）				○				○	○	○	○		○	○	○
D-10	1次	高水敷地被、植生状況	○	○		△				△	△	△	○	○	○	○	○
D-11	2次	高水敷上の水深、流速、U_*、τ_{*R}（計画高水流量）				○				○			○		○	○	○
D-12	2次	砂州形態、砂州幅、砂州長さ、列数				△				○	○	△	○		○	○	○
D-13	2次	澪筋経年変化と川幅水深比				△				○	○	○	○		○	○	○
D-14	2次	土砂収支				△				○	○	○	○		○	△	△
D-15	1次	河道外への土砂搬出量、搬出年				△				○	○	○	○		○	△	△
D-16	1次	ダムの運用と土砂堆砂量				△				○	○	○	○		○	△	△
D-17	1次	土砂災害危険区域図	△														
D-18	2次	伐採履歴		○									△				
E		【河川構造物形状】															
		〈堤防〉															
E-1	1次	堤防台帳			○	△	○	○	○								
E-2	1次	高水護岸構造図				○	△	△	△							○	○
		〈低水護岸〉															
E-3	1次	低水護岸、水制構造図および護岸基礎高、根固工幅縦断図				○			△	○	○	○	○		○	○	○
		〈その他〉															
E-4	1次	河川工作物施設台帳（河川管理施設・樋管等）				△	△	△	○	○	○						
E-5	1次	河川工作物施設台帳（許可工作物・揚水機場等）				△	△	△	○		○						
E-6	1次	橋梁台帳（許可工作物）				△	△	△	○	○							
E-7	1次	河川管理施設調査図（施設位置等）				△	○	△	○	○	○	○	○		○	○	○
E-8	1次	河川カルテ				△	○	○	○	○	○	△				○	○
E-9	1次	床止工、頭首工一般平面図				△			△	○	○	△					
E-10	2次	工事履歴				○	○	○	○	○	○	○			△		
F		【被災資料】															
F-1	1次	被災箇所一覧表および治水地形分類図				△	○	○	○	○	△					○	○
F-2	1次	被災概要（既往の主要洪水概要、洪水写真）				○	○	△	○	○	△					○	○
G		【現地観測資料】															
G-1	2次	洪水時表面流速解析結果			△							△					
G-2	2次	洪水時最深河床高計測結果			△					△	△	△					
H		【河川環境資料】															
H-1	2次	河川環境の概要	○	○									○	○	○	○	○
H-2	2次	河川環境マップ	○	○						△			○	○	○	○	○
H-3	2次	水質の経年変化											○	○	○		○
H-4	2次	環境模式図	△	○									○	○	○	△	△
I		【利用】															
I-1	1次	河川空間利用分布図	△										○	○	○	○	○
I-2	2次	取水施設、取水量、取水系統図									○						△
J		【流下能力】															
J-1	3次	現況流下能力	○	○													
J-2	3次	樹木有り・無しでのHWL流下能力	○	○													
J-3	3次	現況河道の水位上昇要因（整備計画流量流下時の要因別流下能力阻害流量、水位上昇量）	○	○													
K		【洗掘・侵食に対する河道の安全性評価資料】															
K-1	3次	洗掘・側方侵食に対する河道の安全性評価方法				○										△	△
K-2	3次	洗掘侵食特性図（洗掘深hs、侵食幅b、平均水深hm、b/hm=α、hs/hm=β等）				○										△	△
K-3	3次	洗掘に対する評価結果				○										△	△
K-4	3次	側方侵食に対する評価結果				○										△	△
K-5	3次	堤防表面の耐侵食評価				○											
K-6	3次	洗掘・側方侵食に対する安全性評価結果				○										△	△
L		【浸透に対する安全性評価資料】															
L-1	1次	堤防基礎地盤土質縦断図					○										
L-2	1次	堤防基礎地盤土質横断図					○										
L-3	3次	堤防の浸透に対する詳細・概略点検結果（堤体材料、築堤年代、旧河道、堤体動水勾配、浸透に対する評価結果）					○										
M		【地震に対する安全性評価資料】															
M-1	3次	堤防設計指針に示す方法による概略評価						○									
M-2	1次	堤防の地震に対する点検結果						○									
M-3	2次	○○平野　水害・地盤液状化予測地形分類図						○	△							△	
M-4	1次	断層情報						△	△								
N		【構造物周辺の変状】							○								
N-1	2次	河川巡視（平常時、出水時）における変状報告書資料							○								
N-2	2次	出水期前点検における変状報告書資料							○								
N-3	2次	定期点検における変状報告書資料							○								
N-4	2次	樋管、樋門等の操作要領・就業規則に関する点検資料							○								
O		【老朽化構造物】															
O-1	2次	老朽化構造物に対する概略評価結果							○								
その他																	
	－	監視カルテ（平常時、洪水時、洪水直後）															
	－	評価アウトプット図（全体図、各評価項目毎の結果図）															

5.4　情報の階層・加工

各編集項目の基礎資料については，新たに測量・観測・調査を行うのではなく，既存の資料を収集整理する。将来の河道の変化を予測して適切に河道管理を行うために，河道の変化特性を読み取り分析するためには，長期間の資料を集めることであります。

集めた資料は加工することで，河道管理に役立つ情報となって行きます。

河道特性情報集を汎用性の高いものにするために，要領では情報にレベル付けを行っています。情報レベルを表－４のとおり３階層に分けています。

表—4　情報の階層・定義

情報レベル	情報の定義
1次情報 (基礎資料)	・河川横断測量結果、水文観測データ、水質データ、環境情報データ等の基礎的データ ・測量、観測、調査されたままの状態の各年のデータ
2次情報 (加工資料)	・１次レベルの情報を評価目的に合わせて意味ある形に加工編集された情報、３次レベル情報に引き渡すための情報 ・流況・位況の経年変化、河床高の経年変化、それらの各情報を重ね合わせたデータ等
3次情報 (評価資料)	・河川管理における判断行為のために、より高度化された情報 ・流下能力評価資料、洗掘や浸食・浸透に対する評価資料など

5.5　各種視点に沿った情報の重ね合わせ，体系的編集

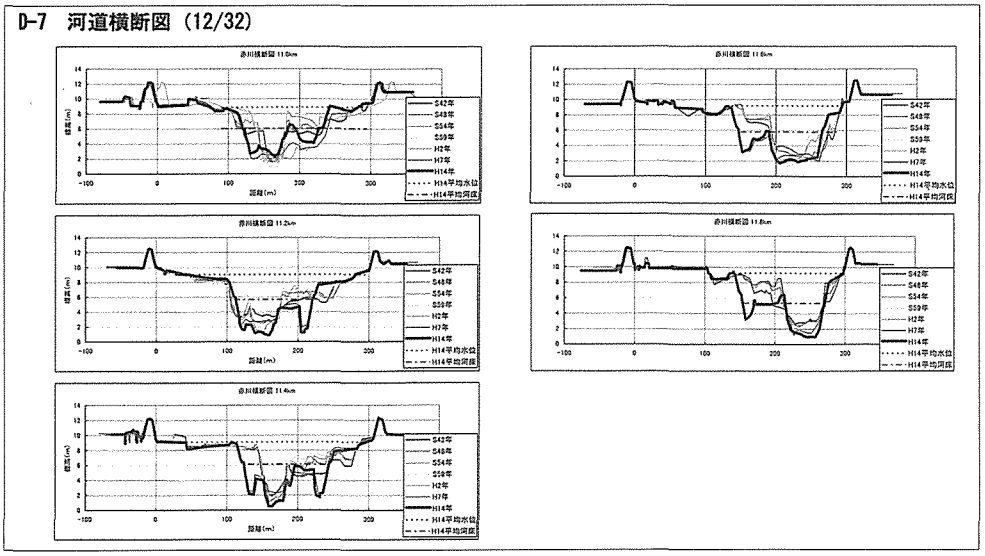
河道管理に役立つ情報を編集するに当たっては，知りたい目的を満たすために，どのような情報を如何に重ね合わせるかです。河道管理の目的は，以下のように概ね分類でき，それぞれの状況で，河川管理者が，迅速かつ的確に対応・処置できるようにするものであります。

・河道の特徴と課題を知る。……【課題】
・今後の被災箇所を予測するため過去の洪水における被災特性（形態，原因等）を知る。……【被災箇所予測】
・河道の変化が河川環境の変化に及ぼす影響を予測する。……【河川環境】
・流下能力の阻害要因を分析する。…【流下能力】
・洗掘，側方侵食に対する河道の安全性を評価する。……【安全性】

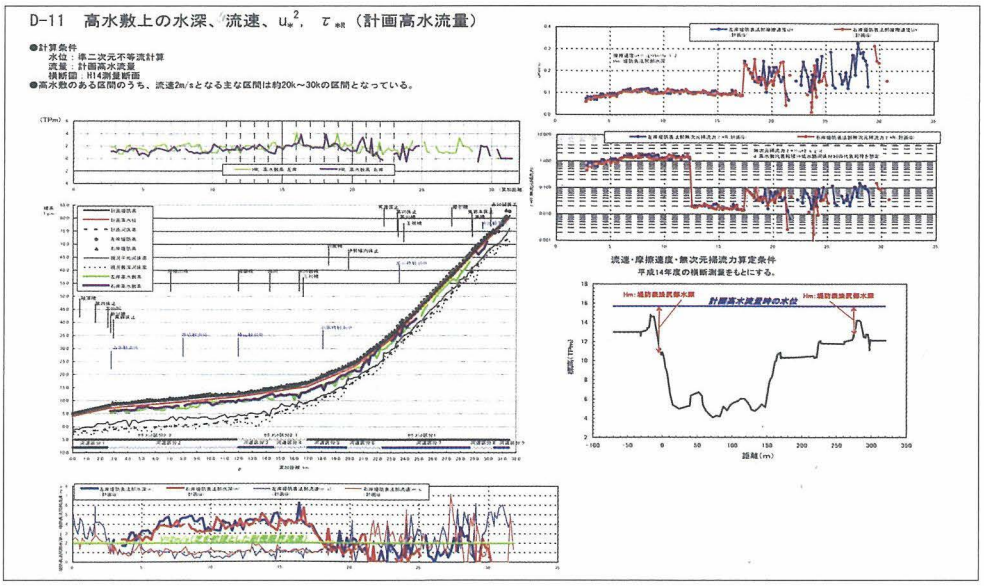
情報の重ね合わせは，①異なる種類のデータの重ね合わせと，同じ情報の空間軸・時間軸での重ね合わせ②その複合の重ね合わせがあります。

さらに，河道の変化や問題が生じた原因は何か？それを表現出来る情報は何か？その問題と原因はいつから始まったか？という視点で情報の重ね合わせ方法を選定することが重要となります。

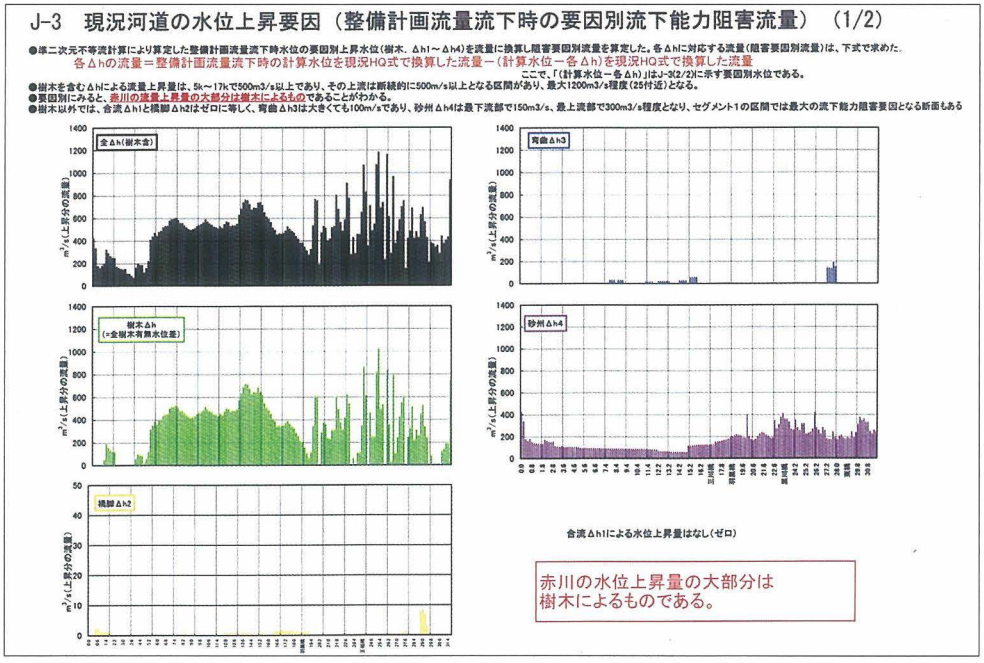
図−６～８に一次情報から三次情報の例を示しました。



図—6　河道特性情報集作成例（1次情報）



図－7　河道特性情報集作成例（2次情報）



図－8　河道特性情報集作成例（3次情報）

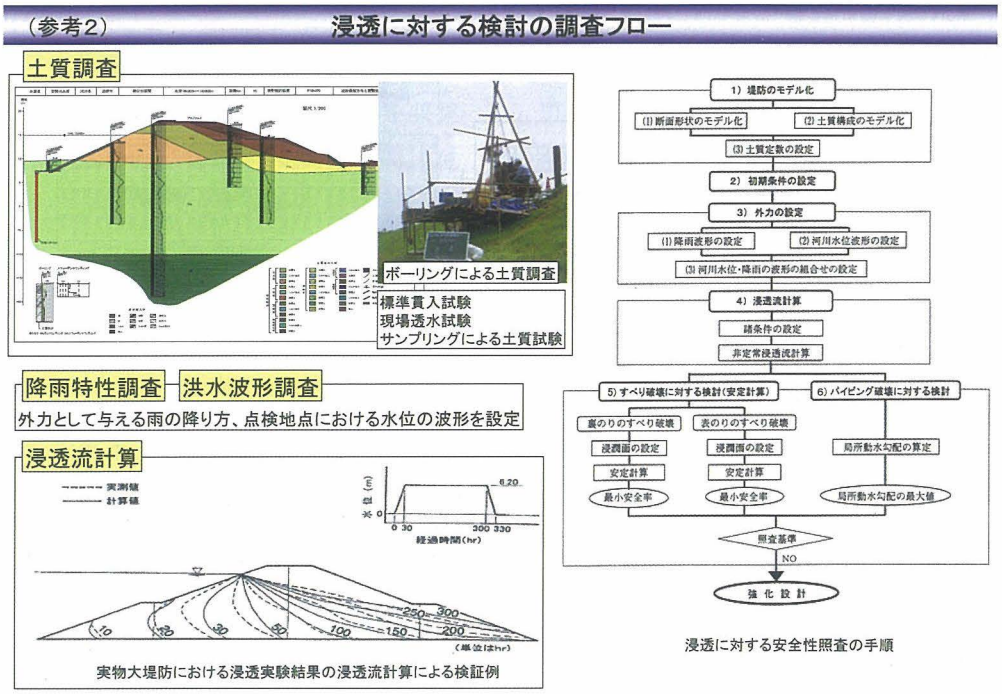
6. 河川堤防の詳細点検

河川管理施設の維持管理システムについて概説してきましたが，特に河川堤防は，他の構造物と違い，破壊過程を解析的に検討して設計されたものではなく，古くから逐次強化を重ねてきた長い治水の歴史の産物です。

治水対策の進捗に伴い，氾濫減における人口や資産の集積には著しいものがあり，堤防の安全性の確保が益々必要となってきています。

洪水等により堤防が浸透・侵食，さらに地震に対して安全な構造を有しているか？その機能が損なわれていないか？詳細点検を行い必要な対策を行うため近年，堤防構造の検討が行われています。

中部地方整備局管内の直轄区間においては，浸透に対する詳細点検・調査を行っており，対策の必要区間について，質的強化を行うこととしています。図－9にその概要を示しています。(中部地方整備局のホームページから)



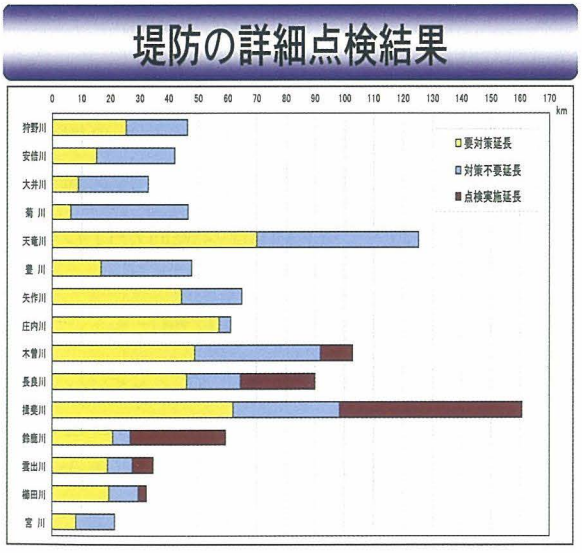
図―9　浸透に対する検討の調査フロー（中部地方整備局ホームページ）

6.1　浸透に対する調査フロー

各河川において点検の必要な区間において，ボーリング調査・標準貫入試験等を行い，堤防の地質の状況を把握し，外力の想定を行い，堤防浸透流計算により安全性の確認を行っています。

6.2　点検結果

詳細点検結果は，点検対象堤防延長役970ｋｍの内平成19年度末時点で，約826ｋｍの詳細点検を終了し，そのうち約半分の区間で，計画洪水位に達する洪水が発生した場合，浸透破壊に対する堤防の安全性が確保されていない状況となっています。(図－１０参照)



図―10　中部地方整備局堤防点検結果（19年度末）

7.　おわりに

自然に存在する河川に対して，人間が手を加え，人と自然が共生できる河川環境を作ってきました。しかし，近年の河川災害の増大に対しては，さらなる，河川管理の重要性が認識されてきています。

国民が安全で安心できる暮らしを実現し，それを維持してゆくためには，河川管理を的確に行ってゆく必要があります。このための手法として河道特性情報集をツールに河川の維持管理について概説しましたが，河川の維持管理は河川を知ることが一番であり，現場へ行くことから始まると思います。

なお，河道評価の方法論以降の内容については「河川環境総合研究所報告第12号」平成18年12月(財)河川環境管理財団河川環境総合研究所を参照してください。

(財)河川環境管理財団のホームページでアップできます。　　http://www.kasen.or.jp/

特集　維持管理のための調査・計測

レーザー波干渉を利用した不安定岩塊の遠隔からの安全な安定性調査法

岐阜大学　流域圏科学研究センター
准教授　沢田　和秀

1. はじめに

国をはじめ自治体の財政状況が縮小している中，既存の社会基盤施設を長寿命化させるため，維持・補修の重要性が叫ばれている。例えば，橋長が15m以上の道路橋では，2026年には建設後50年以上となるものが，全体の47%にもおよぶため[1)]，それらを適切に維持・補修することによって，施設を長寿命化させる取り組みが行われている。このことは，道路橋に限らず山林に設置される落石対策施設も例外ではない。

従来の落石対策事業は，対策施設を造ることを主眼に行われてきたが，初期の工事から約20年が経過した今日では，厳しい財政状況から定期的な点検による適切な維持管理と，効率的な補修による施設の長寿命化が求められている。しかし，現在のところ，落石対策施設を健全に維持しておけるほどの定期的な点検は行われておらず，点検が行われた場合でも，その結果を記録に残し，台帳等へ反映させるなどの処置が行われていない。施設の寿命が到来した箇所で落石が発生した場合には，発生した落石の衝撃に対して十分に対応することができず，保全対象に被害がおよぶ恐れがある。一方，定期的に維持点検を実施していれば，部材の交換などの補修により施設の長寿命化を図ることができる。このような観点から，落石対策施設の維持管理に関する仕組みや手法を早急に構築し，適切な施設管理と施設の長寿命化に向けた維持点検を継続して実施する必要がある。

限られた予算を効率的に対策に充てるには，ソフト対策とハード対策を合理的に組み合わせるのが得策だが，本報ではハード対策のための調査技術の提案について記述する。落石に対するハード対策は，予防工と防護工に分けられる。

落石予防工は，落石の発生が予想される斜面の浮石・転石などを取り除いたり，固定したりするものである。つまり，予防工は発生源対策であり，確実な対策と言える。岩盤崩壊のような大規模な落石に対しても適用できるという長所もある。一方防護工は，斜面を落下する落石を斜面途中，路線際あるいは路線上に設置した施設で防護するものである。本報では，予防工を実施するために，どの亀裂性岩塊が不安定であるかを安全に調査するための手法を提案するものである。対象となる亀裂性岩塊による災害の発生頻度及び現状の発生危険度について，(財)道路保全技術センターと岐阜県の協力により，全国の直轄国道の防災カルテ及び岐阜県管理道路の防災カルテを基に整理を行った。表－1は全国の直轄国道における要対策箇所数とカルテ対応箇所数である。同時に発生源対策が想定される要対策箇所数と全体に対するその比率を示した。表－2は中部地方整備局管内の直轄国道に関するデータ，表－3は岐阜県の県管理道に関するものである。表中の数字は，管理項目のうち落石・崩壊もしくは岩盤崩壊のみに着目している。

平成8年の総点検から平成18年までの10年間に，要対策箇所は減少している。しかしながら，ある箇所は定期点検業務などで，新たに要対策箇所として格上げされた場合もあり，対策による減少傾向は良好とは言えない。国および岐阜県が管理する道路斜面において，現状でも数多くの危険斜面が存在していることがわかる。また，対策工法として発生源対策を想定している箇所数

もかなりの数であることが理解できる。岐阜県管理道を例にとってみると，10年の間に要対策箇所数は減少しているが，逆にカルテ対応箇所数は増加している。しなければならない危険箇所の対策はなかなか進まないが，点検により新たに危険箇所が見つかり，カルテ対応箇所が増えていると考えられる。危険箇所数は純減するのではなく，様々な要因により変化しているが，保全対象が存在する限り，手当てし続けなければならない。そのためにも，効率的な手法が強く望まれる。

表－1　全国の直轄国道における
要対策箇所数とカルテ対応箇所数の変化

	H8総点検	H18総点検	変化数
要対策箇所数①	4180	2226	1954減
カルテ対応箇所数②	6407	6819	412増
①＋②	10587	9045	1542減
発生源対策が想定される要対策箇所	2995	1061	1934減

表－2　中部地方整備局管内の直轄国道における
要対策箇所数とカルテ対応箇所数変化

	H8総点検	H18総点検	変化数
要対策箇所数①	453	326	127減
カルテ対応箇所数②	630	790	160増
①＋②	1083	1116	33増
発生源対策が想定される要対策箇所	292	185	107減

表－3　岐阜県管轄道（約4200km）における
要対策箇所数とカルテ対応箇所数の変化

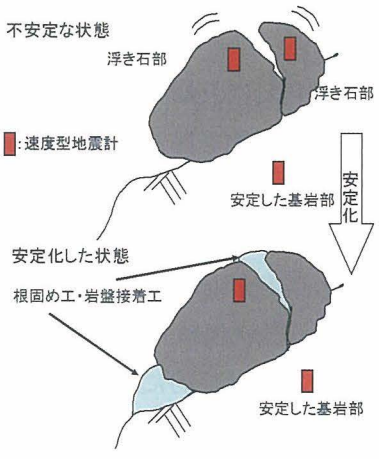
	H8総点検	H18総点検	変化数
要対策箇所数①	1637	1317	320減
カルテ対応箇所数②	2172	2372	200増
①＋②	3809	3689	120減
発生源対策が想定される要対策箇所	238	193	45減

2. 亀裂性岩塊の安定性調査

亀裂性の不安定と考えられる岩塊に対しては，亀裂性岩塊に直接接触して3次元高感度加速度計（地震計）安定性評価を行う調査法がある。既存の調査方法については，これまでに実施されてきたJH方式[2]と呼ばれる調査法を基に説明する。この方法では，地震計を調査対象の不安定な岩塊とその付近で安定していると思われる岩塊について，直接設置して岩塊の安定性を評価するものである。そのため，危険度が不明確な岩塊に作業者が直接接触して地震計を設置することが，安全性の面で大きな問題となっている。地震計を直接設置するには，対象岩塊に粘土やモルタルで地震計を固定する時間と作業が必要となる。この間，作業者は危険な岩塊の近くで計測を実施しなければならない。このようにして得られる振動に対して，勘田ら[3]は，RMS 速度振幅比と卓越周波数の相関により，落石危険度振動調査を行っている。道路交通振動やカケヤなどによる強制振動を振動源として，浮石部と直近の岩盤または地盤の振動特性を把握し，浮石部の危険度を評価する。浮石部の振動特性は次式により表される。

$$\frac{X_2(\omega)}{X_1(\omega)}=U(\omega) \qquad (1)$$

式(1)で，$X_1(\omega)$，$X_2(\omega)$はそれぞれ地盤上と浮石部の振動測定結果のスペクトルを示す。$U(\omega)$は浮石部の振動特性スペクトルを示している。この方法により，いくつかの成果が報告されている[4]。



図－1　地震計を用いた岩塊の安定性評価

この手法では，先述したとおり，地震計を調査のために不安定な岩塊などに直接接触する必要がある（図－2参照）。これに対して，非接触で対象物の振動特性を把握する手法が開発されている[5]。遠隔から照射したレーザー距離計（LDV）のレーザー波干渉を計算することにより，対象物の変位を計測するものである。この手法では，岩塊に接近・接触しなければならないのは，レーザー反射強度がごく小さい場合に，反射ターゲットを貼付けるか，反射用塗料を塗布する場合のみであり，安全性の面で非常に優位である。この手法を適用した場合，地震計の設置する時間等を節約でき，レーザーの反射さえ確保できれば，何カ所でも計測が可能である。そのため，経費の面においても十分に優位である。本報では，この手法の亀裂性岩塊の安定性評価の適用性について，モデル実験により調査した。

図－2　亀裂性岩塊に設置された地震計（例）

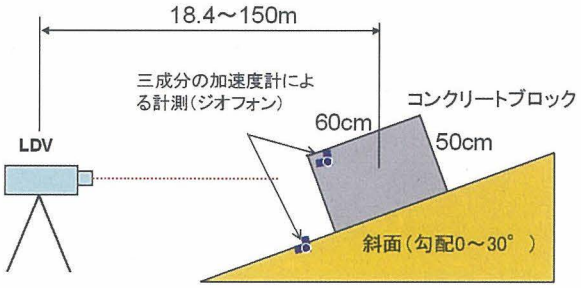
3. レーザー波干渉を利用した遠隔からの岩塊に対する安定性調査法の適用性に関する検討

1) 反射ターゲット設置方法の検討

レーザー波干渉を正確に取得するには，強い反射波を得る必要がある。遠隔からの反射ターゲットの設置については，いくつかの研究機関[6),7)]によりエアガンでの設置が可能であることが確認されている。そこで本研究では，エアガン発射などの方法を適用した場合，どのような反射材料を遠隔から設置するのが適切であるかについて，モデル実験を通じて調査した。LDVのメーカーのアドバイスを受け，モデル実験で検証した結果，反射剤の混入した塗料でなくても，白色の塗料を薄く均一に岩塊に塗布できれば，十分に反射材の役目を果たせることがわかった。

2) 模型実験による適用可能性の検討

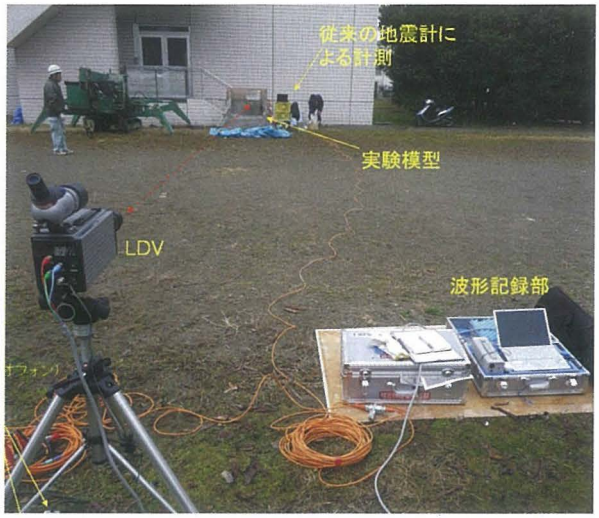
不安定岩塊の簡単なテストモデルを設定し，既存の安定性調査法とレーザー波干渉を利用した遠隔からの安定性調査法による計測を実施した。



図－3　モデル実験の概要

図－3のようにLDVと人工斜面上に設置した人工浮石（コンクリートブロック）を設置し，遠隔手法および従来方式で計測した。斜面の角度，コンクリートブロックの設置方向などを変化させることで，浮石の不安定性を再現した。図－4～図－7の４枚の写真は実験の様子を示したものである。遠隔よりレーザーを対象岩塊に照射し，反射波との干渉により岩塊の動的速度応答を測定する。転石・浮石の大きさと状態，斜面の硬さと勾配等は，転石・浮石の安定度に影響を与える。そのため，以下に示す条件を考慮し，それぞれの条件を組み合わせ計26ケースの実験を実施した。

- ブロック：2種類（大60×50×40cm，小40×30×20cm）
- 斜面種類：２種類（人工斜面と地盤）
- ブロック状態：自然に置く，埋込み，上下重ね
- 人工斜面の勾配：３種類（0°，20°，30°）
- 測定距離：18.4m，29m，150m
- 反射板材料：測量用反射板，塗料，スプレー，修正液，白いテープ



図－4　計測の様子

図－6　2種類のコンクリートブロック

図－5　モデル斜面概観

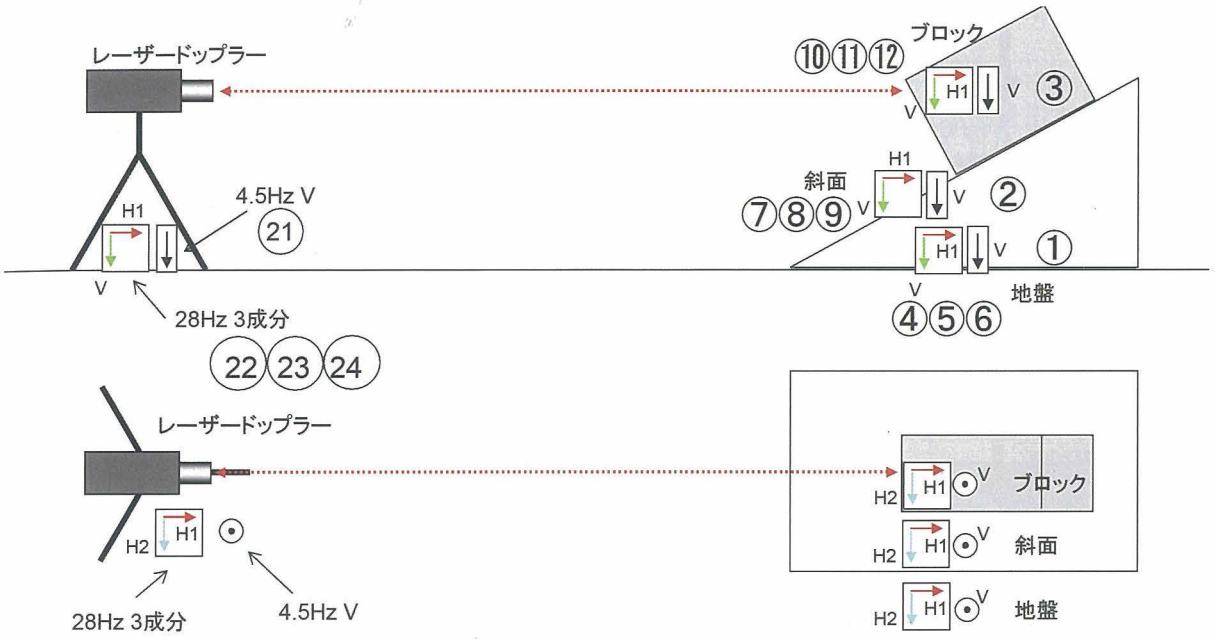
図－7　LDVとデータ保存の様子

これらを組み合わせた26ケースについて，1つの実験ケースに対し6回ずつ計測を実施した。各回の計測時間は65s，記録サンプル速度は200Hzである。また従来手法と比較するために，地震計の計測は合図で同期記録を行った。ただし，記録サンプル速度は250Hzである。図－8には，提案手法と既存手法の計測器の設置状況を示した。

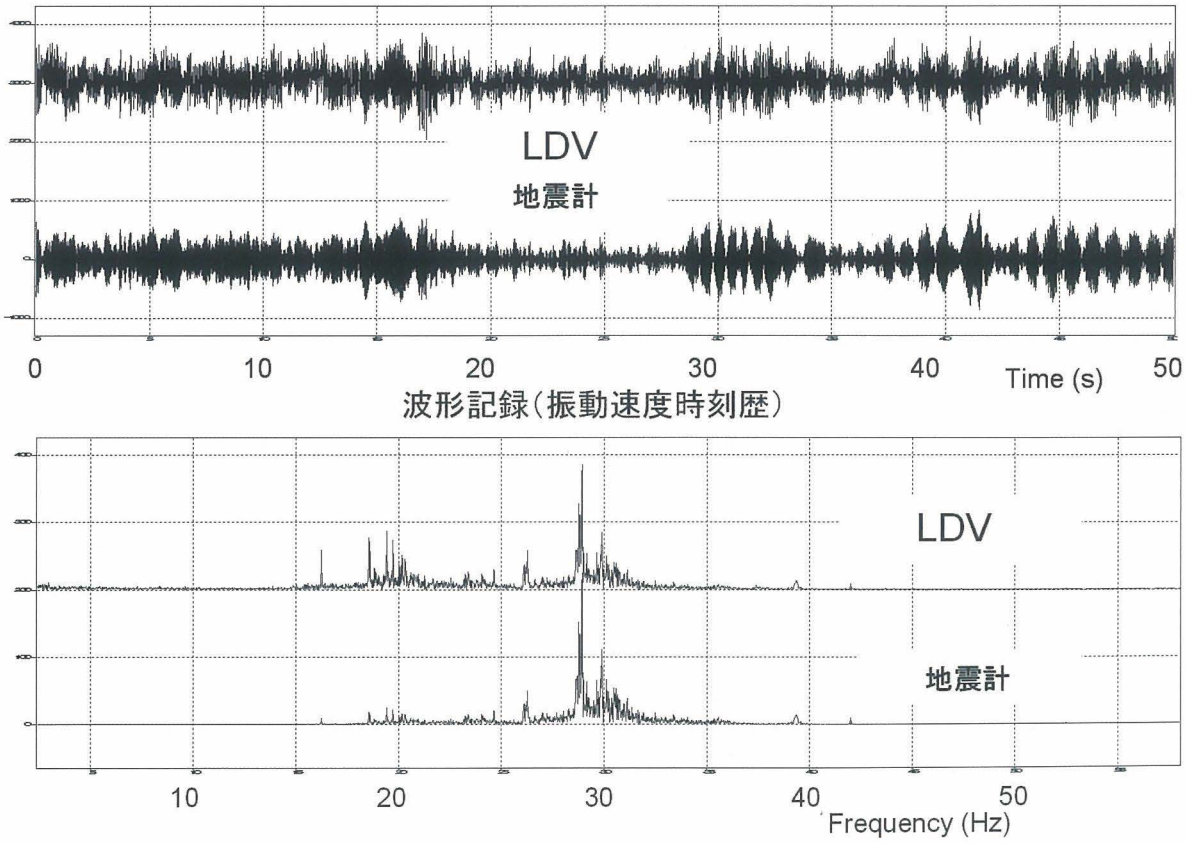
図－8のように既存の岩塊安定性評価の計測方法と，レーザー干渉による計測方法の比較を行った。図－9は，150mの遠方からレーザー干渉により計測した速度振幅時刻歴である。

図－9の下段は速度振幅時刻歴のスペクトル解析結果である。計測データ，解析データとも既存方法とほぼ同様の波形を得ることができた。これにより，遠隔から正確な変位計測ができることが実証された。ただし，この場合コンクリートブロックに測量用ターゲットが貼り付けてあり，レーザーの反射状況が最適な状況だった。反射材について，修正液・白色絶縁テープ・高輝度反射塗料・白色スプレーを用いて，計測反射実験を試みた。高輝度反射塗料は，塗料中に粉砕したガラスが含まれている。結果として，白色スプレーを薄く均一に塗布した場合のみ，レーザーの反射が得られ，計測可能となった。塗料を厚く塗布すると，塗装内で乱反射が起こり，レーザー反射を得られないことが，塗料メーカーの実験で明らかになっている。

鉄道総合研究所が報告しているエアガンからの塗料照射の場合も，薄く均一に塗料が広がっ



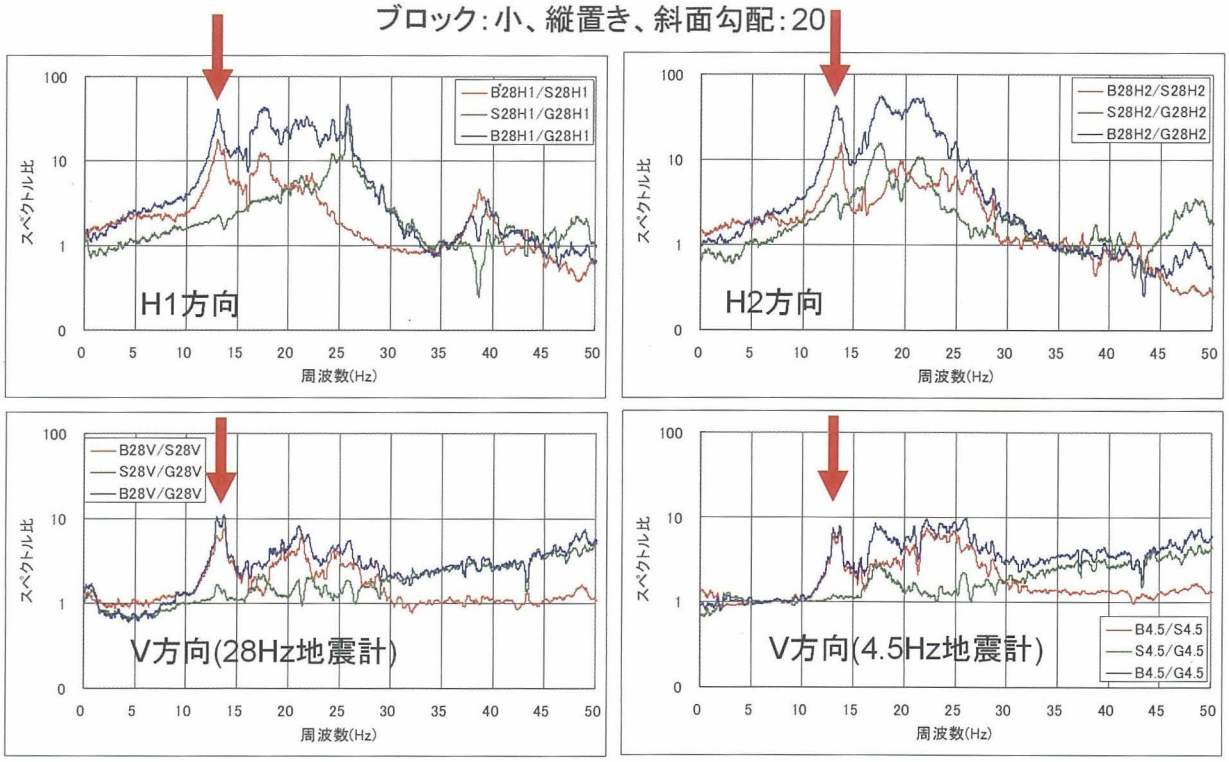
図－8　LDVと既存手法の計測方法（計測器の設置位置）



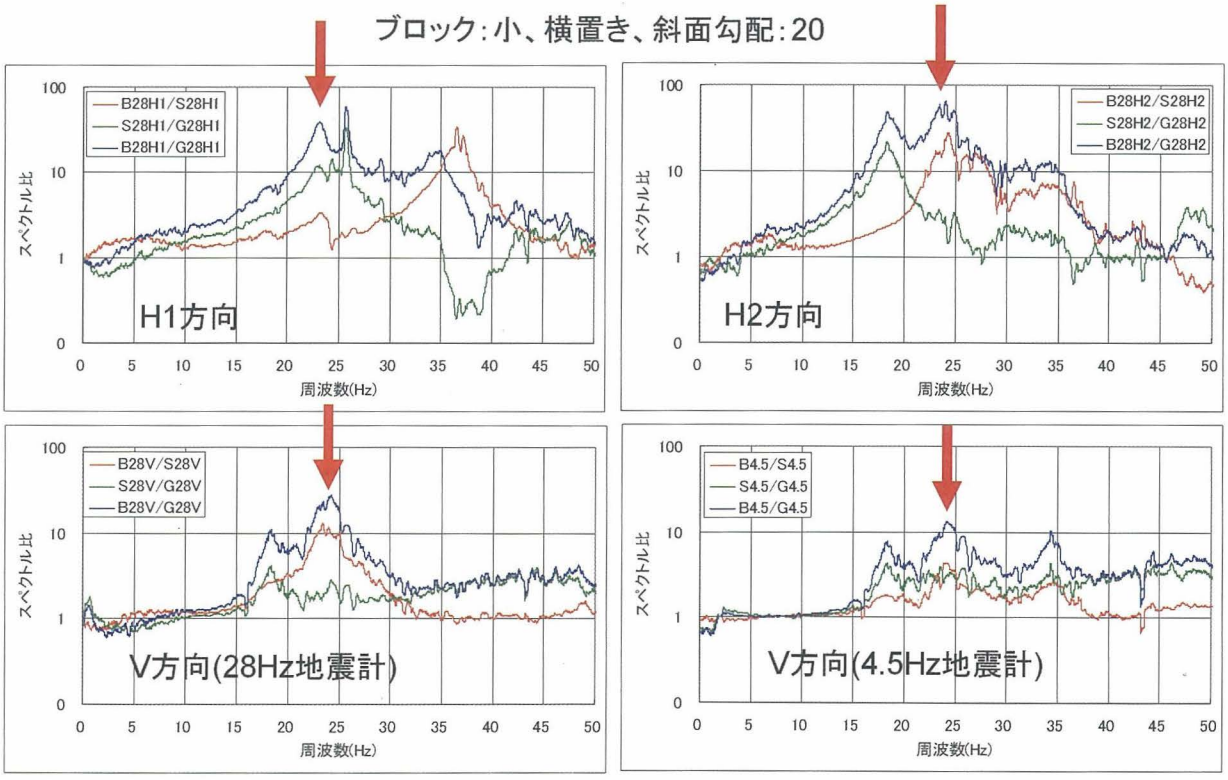
図－9　LDVと既存手法の計測結果比較（150km遠隔，小ブロック，20度斜面）

た面を計測対象とすることが好ましいことが分かっている。また，2日間行った実験のうち1日は雨であった。雨はLDV計測の振動・反射率に大きく影響を与えるため，雨天での計測は避けるべきである。

岩塊の安定性評価について，図－10および図－11を用いて説明する。両図に示したH1，H2およびVは地震計の計測方向で，図－12のように設置してある。

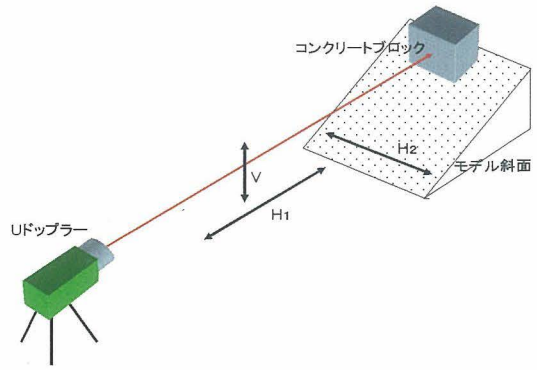


図−10　不安定な小ブロックの計測結果（既存手法）



図−11　安定な小ブロックの計測結果（既存手法）

図－10は，小ブロックを不安定な状態（縦置き：図－13上）で20度の斜面に設置した既存手法による計測結果を速度スペクトル比でまとめたものである。「ブロック/斜面（赤線）」および「ブロック/地盤（青線）」の卓越周波数に注目したい。グラフは左上から，H1・H2（右上）・V（28Hz地震計）（左下）・V（4.5Hz地震計）（右下）でまとめた（図－12参照）。それぞれ，13Hz付近に卓越した周波数を有している。一方，同様の計測をした図－11と比較する。図－11は，小ブロックを安定な状態（横置き：図－13下）で20度の斜面に設置した既存手法による計測結果を速度スペクトル比でまとめたものである。示したグラフは図－10と同様に示した。図－10と同様に「ブロック/斜面（赤線）」および「ブロック/地盤（青線）」の卓越周波数に注目すると，それぞれ24Hz付近に卓越した周波数が見られる。縦置きブロックの卓越周波数は低く，より安定した横置きブロックの卓越周波数は比較的高いという一般物理の概念と一致する。先に示したとおり（図－9），この計測手法は，地震計による既存計測方法と同様の計測結果が得られることが本実験で確認でき。ここで紹介した方法を使用すれば，岩塊の安定性評価を行うことが可能と考えられる。



図－12　各地震計の計測方向成分の表示

このことは，現位置にある亀裂性岩盤の正面からだけでなく，横から，上部方向からLDV計測を実施しても，亀裂性岩塊の安定性を評価できる可能性が見いだせた。

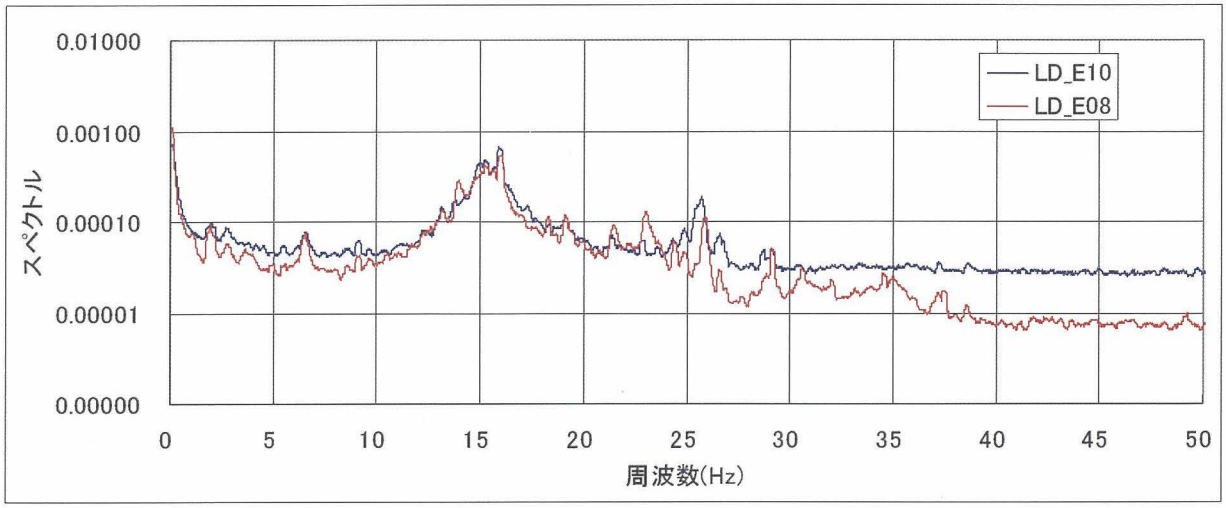
図－10および図－11から分かるとおり，スペクトル比で振動の特徴を表しているのは，H1方向だけでなく，H2方向およびV方向についても卓越した周波数領域を見つけることができる。

図－14に示したとおり，測量用ターゲットでなく白色スプレーを反射材とした計測で，高周波成分を除いて，既存手法とほぼ一致するデータを得ることができた。このことから，反射材は白色スプレーでもターゲットの代替品として使用可能であることが分かった。計測現場では，適材適所使い分けるべきである。

図－13　モデル斜面でのブロック設置

3) 実現場への適用について

筆者らは，これまでに岐阜県との事業により森林内にある不安定な亀裂性岩盤の現場に数多く出向き，現場の状況を確認している。図－15のように，危険性のある岩塊は，裸地もしくは森林内にあることが多い。



図―14　白色スプレーと測量用ターゲットを用いた実験で得られた平均スペクトル

手入れされていない人工林の杉や檜は幹が細く，樹幹に葉を保っている状態であるため，人工林の斜面地は，日照がなく低木が育つことはない。このような状況下では，計測のターゲットとなる岩塊に対して，レーザー照射の方向を遮るものは多くないため，実際の現場で十分適用可能と考える。ただし，反射材の塗布方法については，安全性と効率性を十分に検討しなければならない。

図―15　人工林地内に存在する亀裂性岩塊の例

4. まとめ

斜面地に存在する亀裂性岩塊の安定性評価のツールとして，遠隔から安全に調査できる手法について，基礎的なモデル実験を通してその適用性を検討した。従来型の地震計を直接岩盤に接着する方法と比較して，本研究で試した方法は，レーザー波の反射を得ることができれば，高精度のデータを取得できる可能性が見いだせた。さらに，種々の現場計測をテストし，実務に耐えうる計測手法に発展させたい。

謝辞

本研究は，国土交通省「道路政策の質の向上に資する技術研究開発について（ＦＳ）」により実施された。また，岐阜県，(財)道路保全技術センターおよび応用地質株式会社の協力を得て，現地計測およびモデル実験を実施することができた。ここに謝意を表します。

参考文献

1)http://www.mlit.go.jp/road/kadai/05.html

2)JH試験研究所，落石危険度振動調査法調査マニュアル，2001.

3)勘田益男ら：落石危険度調査法による岩接着効果の評価に関する模型および現場実験，日本地すべり学会誌，Vol.44，No.3，pp.175-184,2007

4)不安定岩盤ブロック抽出のための岩盤斜面振動計測マニュアル(案)，土木研究所資料第4051号

5)貝戸清之・阿部雅人・藤野陽三・本村均：実構造物の非接触スキャニング振動計測システムの開発，土木学会論文集No.693 VI-53，173-186，2001.

6)上半文昭，構造物診断用非接触振動システム「Uドップラー」の開発，鉄道総研報告第21巻，第12号，2007.

7)http://www.pwri.go.jp/team/landslide/kanrisya/remote2/remote2_site.htm

特集　維持管理のための調査・計測

トンネルの維持管理と調査・計測

応用地質(株)
中村　一樹

1. はじめに

時代と利用者のニーズに応え急速に整備されてきた道路構造物の中には，補修や補強なしに今後長期間の利用に耐えることができないものが少なくない。特に，高度成長期といわれた時代を含む昭和30～50年代に建設された構造物は，当時のコンクリート品質の悪さもあって，一斉に補修の時期を迎えつつある。

一方，維持管理費等に充てられる財源は縮小の一途をたどり，できるだけ少ない予算で効果的な維持管理を行うことが求められるようになってきた。

このような背景のもと，ライフサイクルコスト(LCC)最小化の考え方(例えば，変状が進展し対策が必要となってから対策するより，事前に予防保全的に対策を実施するほうが安価な場合もあるという考え方)から，最小のコストで最大の効果を得る，いわゆるアセットマネジメントを導入した維持管理が行われるようになってきた。

このアセットマネジメントを用いた維持管理では，対策工実施のタイミングが重要である。このタイミングを知るためには，現在の状況を点検，調査，計測により正確に把握し，劣化予測を行う必要がある。

このように，道路構造物の維持管理のための点検，調査，計測は，これまでのように，状態が悪くなってから行うばかりでなく，悪くなる前，通常の状態でも行われるようになってきており，重要性が増してきている。

特に，トンネルや斜面構造物，いわゆる岩盤構造物の劣化は，車両の通行や，経年により進む以外に，周辺地山と密接な関係があるため，状況把握という点で，点検，調査，計測の重要性が高い。

本論文では，代表的な道路構造物であるトンネルを例にして，維持管理方法の変遷，これまでの調査計測方法，そしてアセットマネジメントを初めとする新しい維持管理を行う時代における点検，調査，計測方法を紹介する。

トンネルに偏って話を進めることをご容赦願いたい。

2. トンネルの維持管理の変遷

トンネルは，唯一直接見ることのできる部材である覆工や坑門にコンクリートが用いられているため，メンテナンスフリーの永久構造物と考えられていた。そのため，事故が発生するか，変状が顕著化しない限り，点検，調査，計測，また対策を行うことはなかった。

しかし，1999年に発生した新幹線福岡トンネル，北九州トンネルの事故を契機に，国内各機関におけるトンネルの維持管理方法が，安全を最大限考慮し，未然に事故を防ぐために定期的な点検を行うような方法に変わりつつある。

それまでの事故発生や顕著な変状時発生後初めて対応を行うような維持管理方法をステージゼロにおける維持管理方法と呼ぶこととする。

ステージゼロにおける維持管理方法では，事故が起こって初めて対策を行うため，通行者の生命や財産を危険にさらすばかりでなく，事故，変状の大きさによっては，復旧までに多くの時間を要することとなり，その間トンネルが全く使えない状況であれば，さらに多大な負担を利用者に余儀なくさせることとなる。

各高速道路会社(旧JHを含む道路四公団)では，

以前から点検を中心とした維持管理を行っていたが，その他のトンネル管理者は，点検等は行わず，対症療法的な維持管理が主であった。

前述の1999年6月27日新幹線福岡トンネル，同年10月9日北九州トンネル，同年11月28日札文浜トンネルと3トンネル続けて発生した覆工崩落事故[1)]を重く見て，2000年2月に国土交通省運輸局（旧運輸省）が，点検内容，点検間隔を明記した「トンネル保守管理マニュアル」[2)]を公表し，全国の鉄道事業者に対して，2年を超えない間隔での定期点検を義務化した。

その後，国土交通省道路局国道課が2002年4月に，「道路トンネル定期点検要領（案）」[3)]を公表した。この点検要領（案）により，国土交通省直轄（指定区間）のトンネルは，2年もしくは5年に一度の定期点検を行うこととなった。

この頃から，定期的な点検を行い，点検結果に従って調査や計測を行う，点検を中心とした維持管理が始まった。この維持管理方法をステージワンとする。

2009年現在，各高速道路会社，国土交通省，主要鉄道各社は，このステージワンに移行しているが，地方自治体などの多くは，定期点検の費用や，トンネルを理解した点検員の確保が難しいなどの理由から，現在でもステージゼロの維持管理を続けざるを得ない状況である。

このステージゼロからの脱出のために，2003年頃からの長引く不況，少子高齢化による税収の落ち込みによる財政難などで，維持管理費が潤沢でない地方自治体や，常に費用の削減を要求される民間鉄道会社等の管理者は，最小の費用で最大の効果を上げることを目的としたアセットマネジメントと呼ばれる手法を導入した維持管理を研究し，実践を始めた。特に税金から維持管理費が支払われる国や自治体においては，税金が無駄なく公明正大に使われていることを示すアカウンタビリティーの必要性の増加に伴って，アセットマネジメントは加速度的な広がりを見せつつある。

このアセットマネジメントとは，現状の構造物の状況を正確に把握し，今後どのような劣化過程をたどり，いつ，どのような対策が必要になるかを予測し，対策のタイミングと種類の組合せを変えることにより今後必要となる維持管理費を最小化し，効果を最大化する手法である。

橋梁や舗装が先行し，各地で実践が進んでいる。2008年からは，国土交通省が橋梁長寿命化修繕計画策定事業を開始したことから，橋梁のアセットマネジメントは，全国的な広がりを見せている。

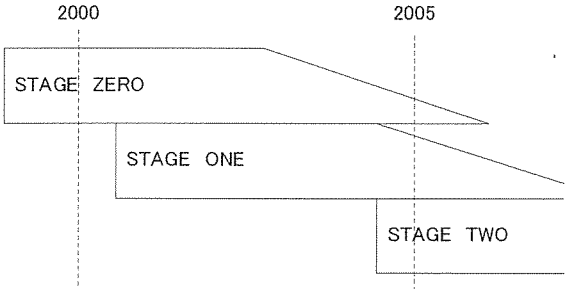
また，最近では，単年度会計主義や税制上の問題から，30年や50年といった長期間のトータル費用の最小化よりも，維持管理の優先順位を客観的な指標で決定し，予算内で効率的な維持管理を行うための短期計画立案なども行われている。

一方，トンネルにおいても2005年頃から，安田ら[4) 5)]や中村ら[6)]の研究が行われ始め，2008年現在で，NEXTのほか，石川県，静岡県，福島県などで実践されている。[6) 7)]

このようなアセットマネジメントを用いた維持管理をステージツーと呼ぶ。

維持管理手法の変遷のイメージ図を図－1に示す。

2009年現在，正確な数は把握できていないが，多くの管理者がステージワンで，一部先進的な管理者がステージツーを実践し，ステージゼロは少なくなりつつある状況である。

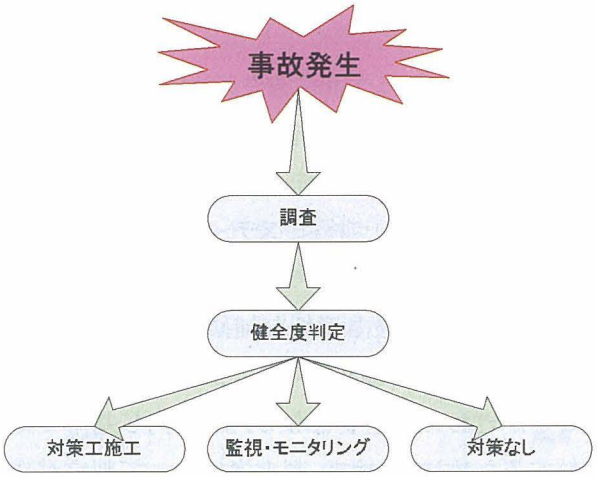


図－1　維持管理方法の変遷

各ステージにおける点検，調査，計測における実態を次章以降に詳しく紹介する。

3. 従前のトンネル維持管理方法(ステージゼロ)

事故や顕著な変状が発生した後に,初めて対策を行うステージゼロの維持管理方法の典型的名な流れ図を図－２に示す。



図－2　ステージゼロ維持管理方法[10)]

図－２に示すように,事故発生時点(時には,事故発生はなくとも,変状が顕著で安全性が損なわれたと判断された時点)で初めて調査を行い,健全度判定を行う。そしてその判定結果から,対策工施工,監視・モニタリング,なにもせずそのまま様子を見るなどの対応を行う。

このような対応を行う際,わが国の維持管理の技術指導書として,道路トンネルにおいては,昭和53年7月に日本道路協会から発刊された「道路維持修繕要綱」が重要な役割を果たしてきた。しかしながら近年,道路トンネルの建設技術の進歩とストックの増大には著しいものがあり,トンネル建設に係る諸条件は大きく変化してきたため,平成5年11月に「道路トンネル維持管理便覧」(以下,便覧とする。)[8)]が日本道路協会から発刊され,この便覧が今日までの維持管理の基本となっている。

一方,鉄道トンネルでは,鉄道総合技術研究所が,平成2年10月にこれまでのトンネル保守に関する研究成果をまとめて,「トンネル補強・補修マニュアル」[9)]を発刊している。さらに,平成10年2月に「変状トンネル対策工設計マニュアル」[10)]を発刊している。

前述の便覧では,点検を行って,表－1に示すような点検結果の判定を行い,その結果に従って,調査や対策行うこととしている。

表－1　判定区分[8)]

判定区分	判定の内容
A	変状が著しく,通行車両の安全を確保することができないと判断され,応急措置や対策を必要とするもの
B	変状があり,補修や補強をするかどうかの検討のために異常時点検あるいは標準調査を必要とするもの
S	健全なもの(変状がないか,あっても軽微)

ここでBと判定された場合,標準調査を行い,また必要に応じて詳細調査を行うこととなっている。

標準調査および詳細調査の項目は,便覧にまとめられており,表－２に示すとおりである。

表－2　調査項目の選定表[8)]

調査対象		調査項目	標準調査 A	標準調査 B	詳細調査
既存資料		資料調査	○		○
気象		トンネル内外の気温調査			○
地表面・地山		踏査	○		
		地形・地質調査			○
		地山挙動調査			○
		地山試料試験			○
構造物・背面	全般	観察調査	○		○
	ひび割れ	ひび割れ簡易調査	○		
		ひび割れ形状変化調査			○
	漏水	漏水水質試験			○
	巻厚・背面	簡易ボーリング調査		○	
		覆工厚・背面地山調査			○
	材質	簡易覆工強度調査	○		
		覆工強度調査		○	
		覆工コンクリート材質試験			○
	形状	簡易トンネル断面測定		○	
		覆工断面の形状変化調査			○
		トンネル内の測量			○
	荷重	覆工応力および背面土圧			○
その他		補強工検討のための調査			○

なお,ステージゼロにおける点検は,事故が起こった後,あるいは事故の危険が考えられるトンネルに対し,危険性を確認する緊急点検が主である。

平成5年の能登沖地震で石川県の木の浦トンネルが崩落した際には,覆工のひび割れ形状,平

成8年の北海道豊浦トンネルの崩落の際には，坑口部点検，平成11年のＪＲ西日本の北九州・福岡トンネルの崩落の際には，コールドジョイントの点検が行われたことは記憶に新しい。

なお，この点検で変状が見つかったトンネルに対しても，事故発生のトンネルと同様，図－２のような対応が行われる。

4. 定期点検を中心とした維持管理（ステージワン）

平成11年6月から11月にかけて立て続けに3件発生したJR関連のトンネル覆工崩落事故を契機に，平成12年5月に運輸省鉄道局から「トンネル保守マニュアル」[2)]，平成14年4月に国土交通省道路局が「道路トンネル定期点検要領（案）」[3)]を発刊し，定期点検を中心としたトンネル維持管理手法いわゆるステージワンに移行した。

この他，日本道路公団[11)]や東京電力[12)]でも独自の定期点検を中心としたトンネル維持管理に関するマニュアルを作成しているが，内容は概ね同様で，以下のような流れとなっている。

①定期点検（検査）
②調査（個別検査）
③健全度判定
④対策工設計
⑤対策実施または監視（計測）

点検は定期的に行われ，調査や対策は事故が発生する前の変状が顕著になった時点で行われる。

安全性が増して良いと思われるが，変状等の進行がなくとも定期点検を行う必要があり，当面の維持管理費が増大するため，このステージに移行できない自治体もある。

5. アセットマネジメントによる維持管理（ステージツー）

ステージツーでは，維持管理にマネジメントの考え方を導入し，定期点検，劣化予測，維持管理計画立案，維持管理実施，問題点の整理と是正，データベースに記録，そしてまた定期点検と，いわゆるＰＤＣＡサイクルをまわして維持管理を行う。

さらに，維持管理計画の立案においては，トンネルを資産（アセット）として捉え，この資産の価値を最も経済的に，いい状態に保つための計画を立案する。

この方法により，事故を未然に防ぐとともに，中長期的に詳細な維持管理費用の予測ができ，計画的な維持管理が可能となる。

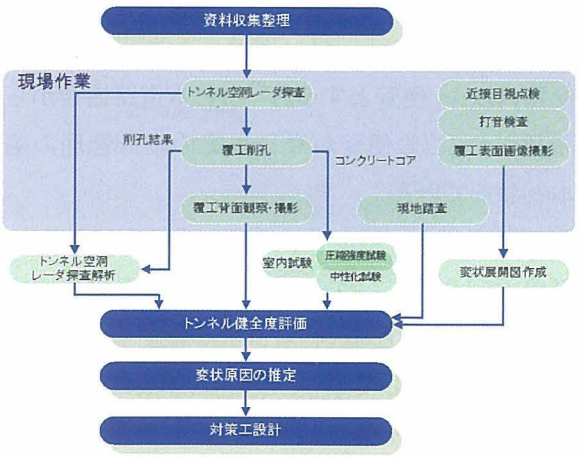
このステージの点検は，ステージワンと同様に，定期的に行う必要があり，変状の進行性を捉え，劣化を予測し，最も適切な補修時期を求める必要があるため，点検結果が，前回記録と比較できることがきわめて重要となる。また，同じ基準で比較するために，点検者，判定者によって判定が変わる可能性があってはならない。すなわち，定性的な点検ではなく，定量的な点検が望まれる。

したがって，ステージツーでは人の五感に頼る点検ではなく，結果が数値として現れる調査，計測が必要となり，今後は重要性が増すものと考える。

6. トンネルの変状調査・計測例

ここでは，ステージワンやステージツーで実際に行われている点検，道路トンネルの変状調査，計測の例を紹介する。

通常は，便覧に則り，図－３に示すような手順で行われる。

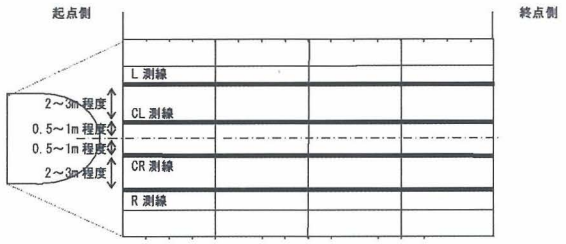


図－3　トンネルの調査計測フロー

(1)トンネル空洞レーダ探査及び解析

トンネルはアーチ効果で地山の荷重に対抗しているが，空洞の存在により，本来のアーチ効果が発揮できないこととなる。そこで，トンネル覆工背面空洞の分布状況，および空洞厚，覆工厚を把握して，対策工設計の資料にすることを目的とし，空洞レーダ探査を実施する。

空洞レーダの探査測線は，面的な情報を得るため，覆工の天端(アーチクラウン)を中心にトンネル軸方向に4測線配置する。なお，測線の位置は，坑内照明およびケーブルなどの位置を考慮し，現地にて確定する。測線配置の例を図－4に示す。測定は，トンネル全延長を実施する。



図－4　空洞レーダ探査測線配置例

a)プロファイル測定

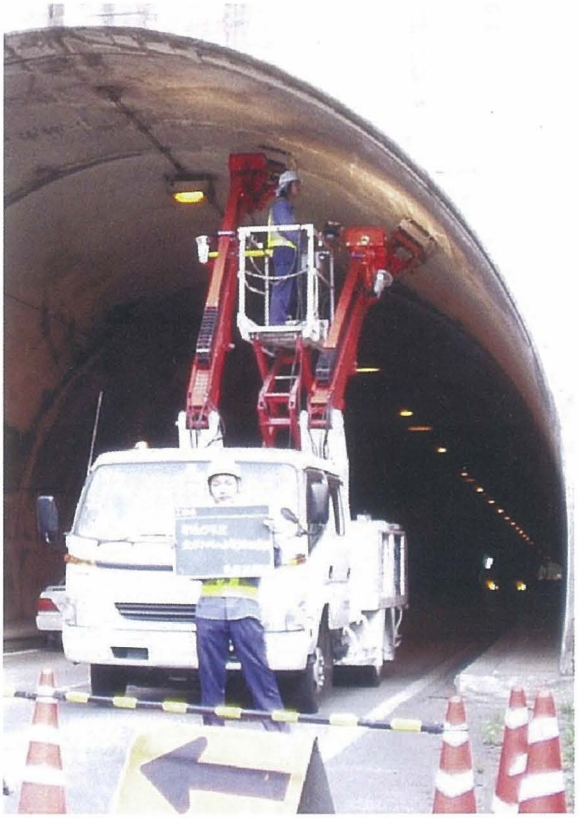
まず，プロファイル測定と呼ばれる測定を実施する。電磁波を発信し，反射した電磁波を受信して，発信から受信までの時間から，どの位置で反射が起こったかを測定する。

アンテナをトンネル壁面にあてて移動する必要があるため，トンネル覆工診断車などの使用が便利である。

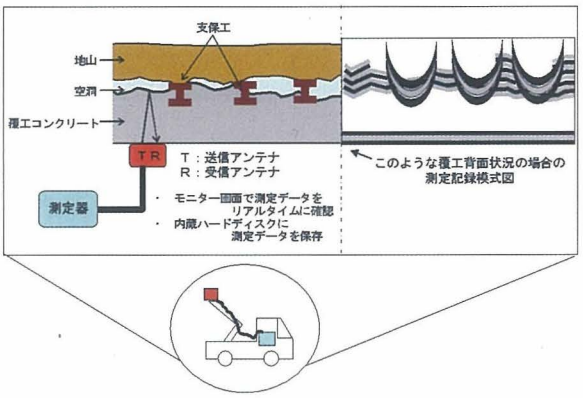
写真－1にトンネル覆工診断車の例を示す。本車両は，アンテナをトンネル覆工面にあてる2基の油圧ブームとデータ収録システムを収めたコントロールルームを搭載している。その他，覆工観察，覆工削孔のためのタワーリフト，探査距離を測定するためのエンコーダなども搭載している。

測定に際しては，片側車線を規制した上でブームを伸ばし，アンテナを覆工面の測線位置に接触させながら，時速1km程度の速度でトンネル内を走行する。使用アンテナは周波数400MHzのものを使用する。周波数によって測定深度が異なる。周波数が高くなれば測定深度は浅いが精度は良く，周波数が低くなれば精度は劣るが測定深度は増す。

図－5に，空洞レーダ探査模式図を示す。



写真－1　トンネル覆工診断車

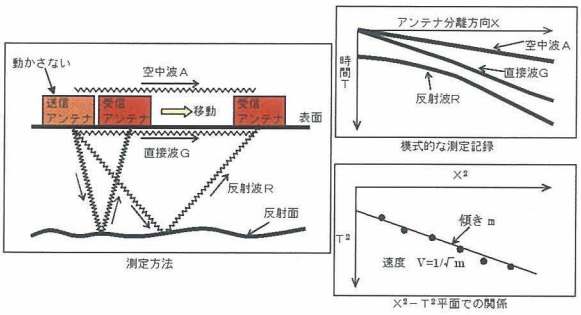


図－5　空洞レーダ探査模式図

b)ワイドアングル測定

ワイドアングル測定とは，図－6のように送信アンテナを固定し，受信アンテナだけを一定速度で移動させながら測定するもので，覆工コンクリートの電磁波伝播速度を算出する。この

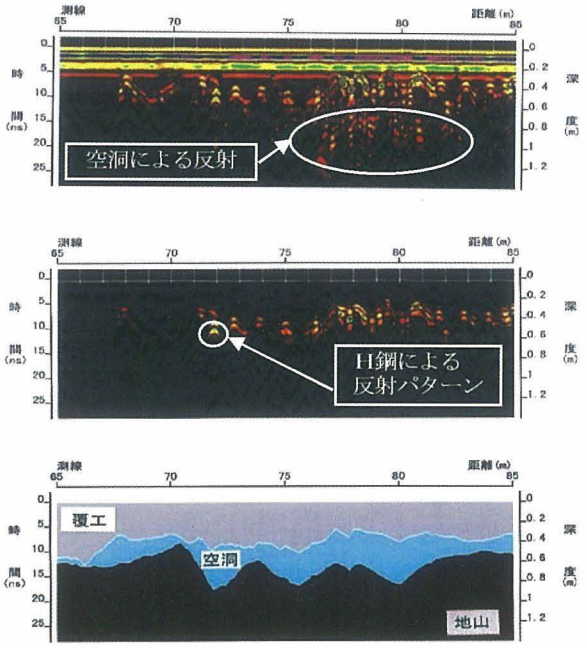
電磁波伝播速度を得ることにより，プロファイル測定で得た記録（時間）を深度に換算することができる。



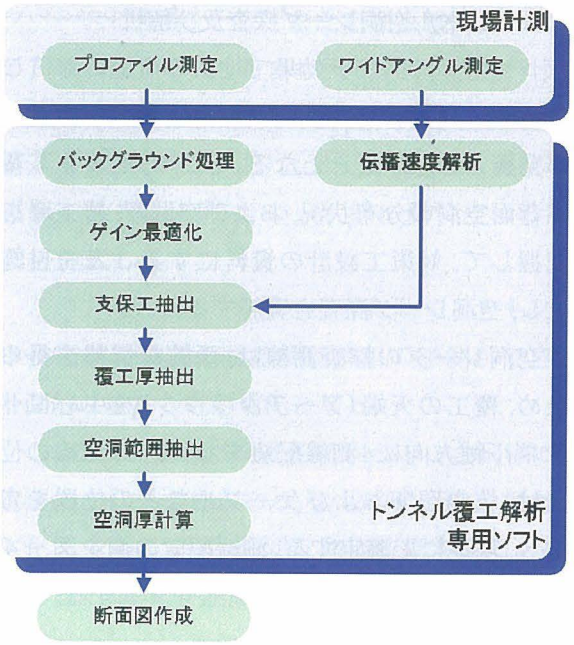
図－6　ワイドアングル測定模式図

c）空洞レーダ探査解析

a），b）で得られたデータの解析は，通常専用のソフトウェアを用いて行われている。空洞レーダ探査記録の処理過程を，図－7に示す記録例を用いて以下に説明する。また，図－8に空洞レーダ探査のデータ解析フローを示す。



図－7　空洞レーダ探査記録例



図－8　空洞レーダ探査データ解析フロー

図－7上段：測定記録

実際に測定した記録。

測線直下の反射境界を連続的に捉えた反射記録であり，横軸が距離程，縦軸が反射に要する電磁波の往復伝播時間，色の違いは波形の振幅の大きさを表している。明るい色ほど振幅が大きい，すなわち，物性境界面があることを示す。

物性境界面とは，覆工コンクリートと空洞や空洞と地山など，電磁波伝播速度の異なる物質の境界である。

図－7中段：解析記録

測定記録に下記の波形処理を施し，覆工背面付近からの反射波を強調した記録。

まず，観測波形の平均波形を求め，観測波形から差し引き，不要な残差（ノイズ）をフィルターにより除去する。その後，測定時に与えた増幅度を除去し，記録上にて覆工背面に相当する位置を任意に検出し，この付近が強調されるよう増幅度を再設定する。

なお，図中にも見られる支保工（H鋼）は，上に凸形の双曲線状の反射パターンを示している。

図－7下段：解釈断面図

解析記録を処理した断面図。

プロファイル計測で求めた物質境界面で反射

し戻ってきた時間に，ワイドアングル測定から得られた覆工コンクリートの電磁波伝播速度を用いて覆工厚を求め，覆工背面位置を確定する。

解析記録に多数現れる支保工の反射パターンの間で，解析ソフトにより波形解析を実施し空洞厚を計算，表示する。なお，空洞の存在箇所は，支保工による反射パターンの下部に他の反射（オレンジ色等）が認められる区間である。

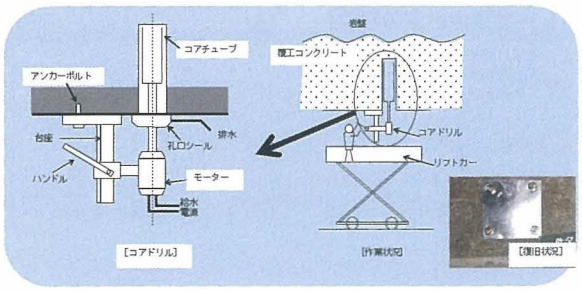
上記の背面以降を地山として表示する。

（2）覆工削孔

覆工コンクリートの劣化状況および背面地山の状況を把握するために，コアドリルなどを用いて覆工を削孔する。結果は，空洞レーダ探査結果にフィードバックし，解析精度を向上させる。

覆工削孔の作業手順を以下に示す。図－9には，作業状況の模式図を示す。

①コアドリルを固定するために，電動ドリルで覆工を削孔し，アンカーボルトを設置する。
②アンカーボルトで，コアドリルを固定する。
③コアチューブビットを取付け，地山を確認できる深度まで削孔する。
④掘削終了後，コアドリルを撤去し，覆工巻厚，空洞厚，地山の深度を確認する。
⑤調査終了後，無収縮モルタルにより調査孔を閉塞し，無収縮モルタルの落下防止のためステンレス板で保護する。



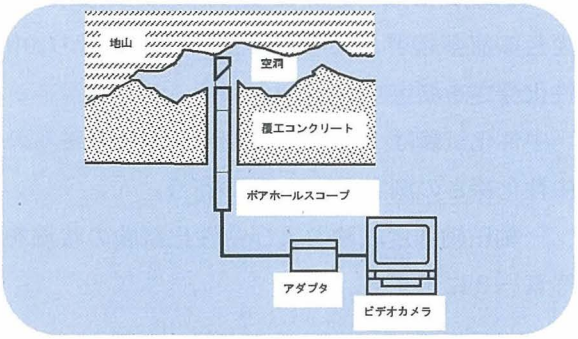
図－9　覆工削孔模式図

（3）覆工背面観察・撮影

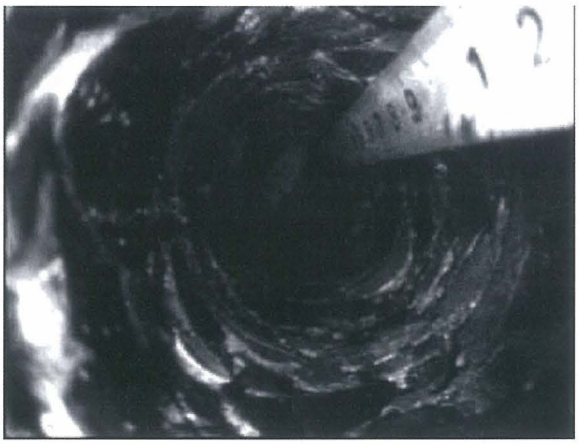
覆工を削孔した孔において，図－10に示すようなボアホールスコープを用いて，孔内及びトンネル覆工背面の状況を目視で観察し，空洞の状態や崩落物の有無，地山状況を確認する。

なお，観察の際は，ビデオ撮影を行い，画像をデジタル情報として記録を残す。

得られる画像の例を写真－2に示す。



図－10　ボアホールスコープ観察・撮影模式図



写真－2　ボアホールスコープ観察・撮影状況（状況写真）

（4）室内試験

覆工削孔で得られた覆工コンクリートを用いて，強度確認のため一軸圧縮強度試験，また劣化の状況確認のため中性化試験をJIS（日本工業規格）に則り行う。

a）供試体作成

採取した覆工コンクリートコアを用い，圧縮強度試験用供試体および中性化試験用試料を作成する。

試料整形はJISA1107「コンクリート構造物からのコア及びはりの切取り方法並びに強度試験方法」に従い行うのが一般的である。

b）一軸圧縮強度試験

a）で作成した覆工コンクリートコアを用いて，一軸圧縮強度試験を行い，覆工コンクリートの

強度を把握する。

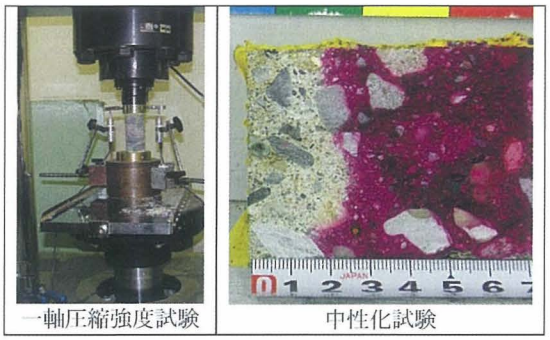
試験はJISA1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」に従い行う。

c）中性化試験

覆工コンクリートコアを割裂し，フェノールフタレイン溶液を試料に吹きつけ，面壁側から変色の有無境界までの長さをノギスで計り，中性化深さを測定する。

中性化試験は，JIS A 1152「コンクリートの中性化深さの測定方法」に従い行う。

一軸圧縮強度試験および中性化試験の状況を写真－3に示す。



写真－3　室内試験状況

（5）覆工表面画像撮影

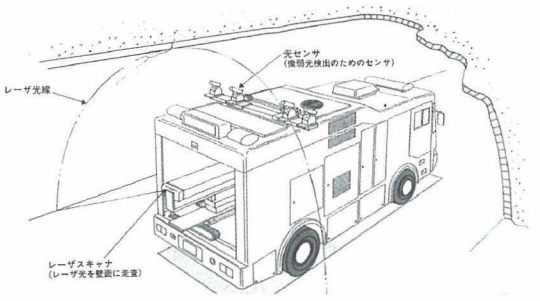
近接目視による変状状況の記載を行う場合，変状箇所の記載位置精度や亀甲状ひびわれやジャンカ，遊離石灰などによる汚れなどの質感表現には限界がある。また，点検者による記載精度の個人差も完全には排除できない。

そこで，トンネルレーザー計測車を用い，覆工表面にあるひび割れなどの表面性状情報のデータ収録を行い，高精度の覆工表面画像を点検の記録とする。

a）測定原理

測定には，トンネルレーザー計測車のほか，多くのデジタルカメラを積載したシステムが用いられる。

ここでは，レーザーを用いた覆工展開画像撮影車を紹介する。トンネルレーザー測定車の概要を図－11に示す。測定時の走行速度は，時速25～50km程度で，測定時の通行規制をせず，通常走行で行うことが可能である。

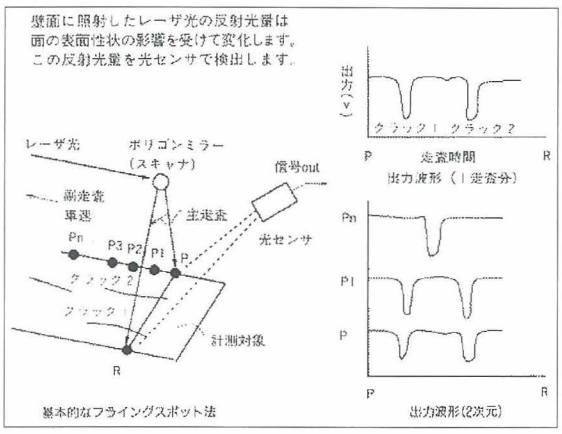


図－11　トンネルレーザ計測車概要図

トンネル覆工面に向かってレーザー光線を照射し，その反射光の強弱を光センサーで検出し，ひび割れを検出し記録する。本方式はフライングスポット法を用いており，光線を細かいビームスポットにして回転ミラー（スキャナ）等を用いて走査させ，その反射光量を光検出センサーで捕らえる。光センサーの検出信号はデジタル変換され磁気テープに高密度記録される。また，記録された情報は同時再生され，リアルタイムで画像変換してモニターに表示するため，その場で記録が確認できる。

本方式で使用しているレーザーは，アルゴンイオンレーザである。アルゴンイオンレーザは，光出力が大きく平行光で出力するため光スポットを細かく絞ることが容易である。このため，道路トンネルのように断面形状が大きく，かつ表面に煤が付着して黒くなっているような場所でのひび割れ調査にも有効である。

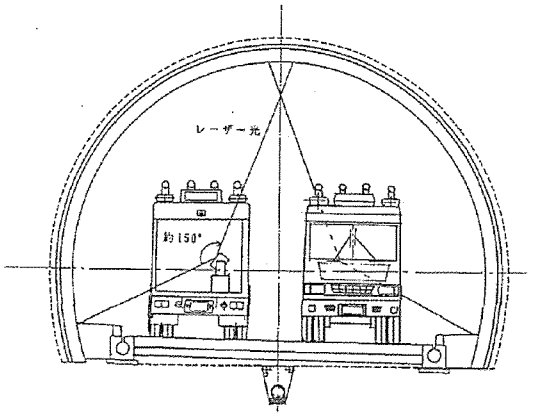
測定原理を図－12に示す。



図－12　測定原理

b)測定方法

測定は図－13に示すように，片車線ごとに数回往復して行う。



図－13　測定状況

c)測定結果整理(変状展開図作成)

測定結果から，写真－４に示すような覆工展開連続画像を作成する。その後，この覆工展開連続画像からひび割れを抽出し，近接目視点検結果と合わせて，変状展開図を作成する。

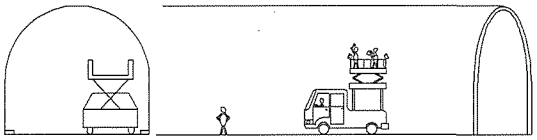
写真－4　覆工展開連続画像

(6)近接目視点検・打音検査

覆工面の外観を目視により観察し，覆工のひび割れ，漏水状況，はく離，はく落箇所の有無，対策工等を記録する。また代表的な変状については写真撮影を行う。覆工コンクリートを点検ハンマで打診し，はく落の危険性がないかの確認を行う。

作業は片側交互通行規制を行い，図－14のように，高所作業車，光量の充分な照明機器(500Wハロゲンランプなど)を用いて，点検を必要とする箇所にできるだけ近接して目視点検を行う。

結果は変状展開図として整理する。



図－14　近接目視点検，打音検査作業状況

(7)調査結果とりまとめ

各種の調査結果をとりまとめて，健全度判定を行い，図－15のように，調査結果一覧図としてまとめる。この調査結果から，対策の必要性，計測，モニタリングの必要性を判断する。

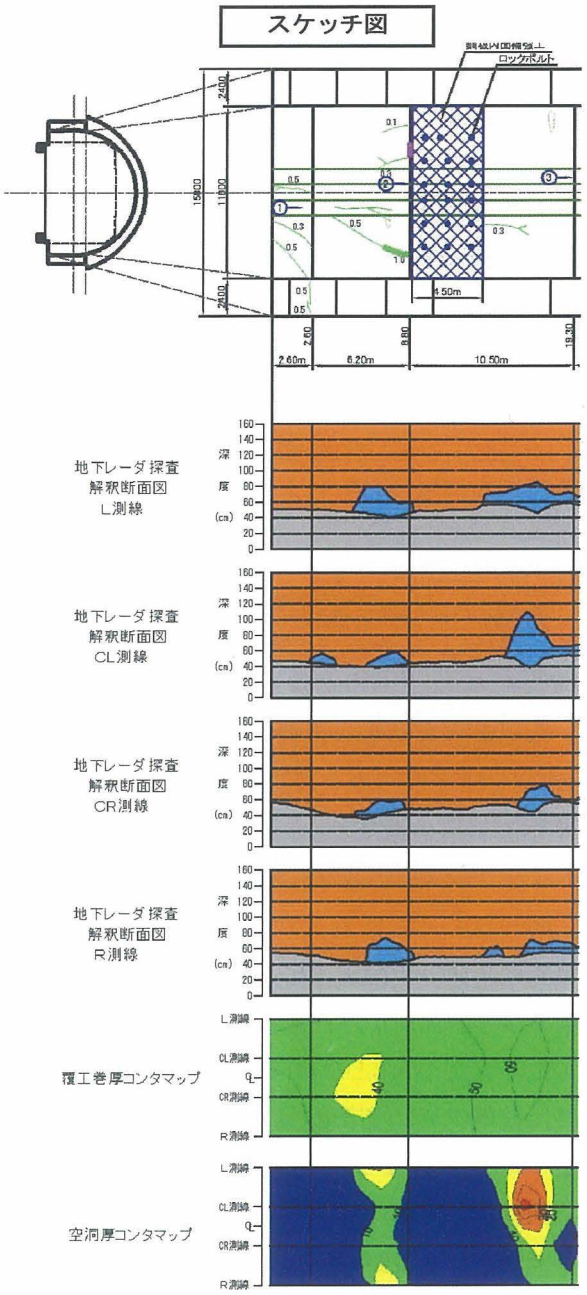
図－15に示した例では，2スパンと3スパンの境界にスケッチ図上でピンク色で示されているはく落危険箇所が存在するため，2スパンの材質劣化の判定が3Aとなっている，また2，3スパンに比較的大きい空洞が見られるため，突発性崩壊の判定が2Aとなっている。

判定2A，3Aは危険性が高いため，要対策という判断となり，はく落防止対策や，空洞充填対策が検討される。

7．おわりに

トンネルの点検，調査，計測の変遷と，一般的な点検，調査方法を紹介した。トンネルの変状原因は，地山の影響が大きいため，このような調査や計測ばかりでなく，地山の状況に合わせ，最も適切な調査，計測を組み合わせる必要がある。

甚だ簡単な紹介文章に終始したが，何らかの参考になれば幸いである。



距離程(m)		0	10	
スパンNo.		1	2	3
区間長(m)		2.60	6.20	10.50
最小覆工巻厚(cm)		44.7	35.6	38.9
最大空洞厚(cm)		6.4	36.7	69.3
平均覆工巻厚(cm)		50.9	43.1	50.4
平均空洞厚(cm)		0.1	9.8	8.9
判定	外力	A	A	B
	材質劣化	B	3A	B
	漏水	B	B	B
	突発性崩壊	B	2A	2A
	総合判定	A	3A	2A

図－15　調査結果一覧図

参考文献

1)トンネル安全問題検討会:トンネル完全問題検討会報告書－事故の原因推定と今後の保守管理のあり方－, 2000.

2)運輸省鉄道局:トンネル保守マニュアル(案), 2000.

3)国土交通省道路局国道課:道路トンネル定期点検要領(案), 2002.

4)安田亨:リアルオプション分析を応用したトンネルの戦略的維持管理手法の提案, 建設マネジメントを考える, pp.129-140, 2002.

5)安田, 大津, 大西:金融工学理論を援用したトンネルアセットマネジメント手法の提案, 建設マネジメントを考える, pp.143-152, 2003.

6)中村一樹:トンネルアセットマネジメント, Summer School 2007 in KYOTO 建設マネジメントを考える, 2007.

7)中村, 細沼, 小林:石川県におけるトンネルマネジメントシステムの構築, 第27回日本道路会議, 2007.

8)日本道路協会:道路トンネル維持管理便覧, 1993.

9)鉄道総合技術研究所:トンネル補強・補修マニュアル, 1990.

10)鉄道総合技術研究所:変状トンネル対策工設計マニュアル, 1998.

11)日本道路公団:道路構造物定期点検要領(案), 2003.

12)東京電力株式会社:水路トンネル管理システム, 1994.

平成20年度中部地区に於ける地質調査業に関する意見交換会

国土交通省中部地方整備局
(社)全国地質調査業協会連合会
中部地質調査業協会

1. 意見交換会実施概要

日時：平成21年2月25日（水）15:00～17:00

場所：(財)桜華会館本館　2F　蘭の間（名古屋市中区三の丸1-7-2）

2. 出席者：敬称略

中部地方整備局側出席者	（敬称略）	協会側出席者	（敬称略）
企画部　部長	安田　実	（全国地質調査業協会連合会）	
総務部　契約管理官	和田　計三	専務理事	寺本　邦一
企画部　技術調整管理官	工藤　隆	（中部地質調査業協会）	
〃　技術調整管理官	西川　友幸	理事長	渋木　雅良
建政部　建設産業調整官	深津　貴由	副理事長	伊藤　重和
河川部　河川情報管理官	尾中　宗久	総務委員会委員長	大久保　卓
道路部　道路調査官	瀬本　浩史	技術委員会委員長	大橋　正
		広報委員会委員長	小川　博之
		広報委員会副委員長	相山　外代司
		研修委員会委員長	古澤　邦彦
		編集委員会委員長	大鹿　明文
		防災委員会委員長	加藤　辰昭
		静岡県地質調査業協会会長	松浦　好樹

3. 意見交換会議題及び資料

1）(社)全国地質調査業協会連合会の概要と主な事業活動報告（全地連）

2）国土交通省中部地方整備局情報提供

3）中部地質調査業協会の概要と主な事業活動報告

4）意見交換のテーマの提案及びフリートーキング

＜参考資料＞

資料１：(社)全国地質調査業協会連合会の概要とその主な事業活動

資料２：地質リスクマネジメントの必要性とデータベース構築・活用の意義

資料３：公共工事の発注者責任とコスト構造改善における地質リスクマネジメント「地質と調査」より抜粋

資料４：(独)土木研究所・全地連　連携技術講習会テキストの表紙

資料５：中部地質調査業協会の活動紹介

別添１：協会誌「土と岩」第56号

別添２：小冊子「日本ってどんな国地震と地盤から考えてみよう」

別添３：地質調査技士及び地質情報管理士資格制度のご案内

別添４：中部地質調査業協会会員名簿

4. 意見交換会のテーマの提案及びフリートーキング

国土交通省中部地方整備局様では、これまでは他の地方整備局に比べて標準プロポーザル方式の発注が多いと思いますが、今後は簡易公募型競争入札や総合評価型一般競争入札に重きをおかれていくとお伺いしております。

この流れの中で、良い地質調査業者を残していくためには、その選定方式について以下のような視点が大変重要であると考えており、1)として、企業評価に関し4項目のテーマ提案をさせて

いただきます。また、2)として、低価格入札に対する我々の取組みを説明させていただきますので、どうか本日の意見交換のテーマとしていただき、貴局のお考えをお聞かせくださるようお願い申し上げます。

1)企業評価に関する提案

①現場の重要性について

地質調査業は建設コンサルタント業と違い、現場での技術を重視しなければならない業種であります。机上でいかに高度な解析を実施しても、現場でのデータに信頼性がなければ意味がありません。この現場技術の重要性は単にボーリングマシン等のオペレーティングのみならず、現地踏査の重要性、すなわちマクロ的な面から当該地点を把握する重要性等、地質調査業の最も重要な視点であります。また建設業と同様に危険な現場も多く、現場での安全管理も大変重要であります。

長年、我々が培ってきた地質調査技士(現場調査部門)の資格を持ったオペレータと、地質調査技士(現場技術・管理部門)、もしくは案件の難易度によっては、RCCM、技術士をもった経験のある資格者双方が、状況を見極めて最善の調査手法を採用し、真に使えるデータを提供していることをご認識いただきますようお願い申し上げます。

<具体例>

ⅰ)現場での実施体制の評価を重視し、地質調査技士(現場調査部門)の資格を持ったオペレータ(ボーリング機長)を必須とする

ⅱ)現場での技術管理体制の評価を重視し、地質調査の現場管理技術者には、地質調査技士(現場技術・管理部門)若しくはRCCM,技術士を常駐とする

ⅲ)現場条件に応じて安全管理体制に関する評価のウェイトを変える

『フリートーキング』

「整備局」

○プロポーザルは例外を除いて少なくなる。指名競争入札については、早期発注と言う観点で有効であり今後も残るが、主体は総合評価型の一般競争入札となる。

○地質調査技士(現場調査部門)を持ったオペレーターを必須とすることについては、その有効性について説明できるデータを提示して欲しい。

○現場管理技術者には地質調査技士(現場技術・管理部門)を常駐するとあるが、共通仕様書では地質調査技士を主任技術者として認めており、常駐という形で制約されても良いのか？

「協会」

○地質調査技士(現場調査部門)については、昭和41年から全地連が実施してきた制度であり、資格制度ついて説明をしたが、資格の有無による成果の可否についての具体的なデータがないので、資格の位置付けやメリットを整理し、提示したい。

○現場管理技術者として地質調査技士(現場技術・管理部門)を常駐させる件に関しては、現場代理人や担当技術者を常駐するということで、表記が不適切であった。現場に常駐し、現場での技術上の管理をつかさどる技術者は地質調査技士(現場技術・管理部門)の有資格が望ましいと考えてる。

②災害協定について

災害は地質に起因することが非常に多いといえます。災害が起こった場合、我々地質調査業者がすぐに協力できる事項は、災害状況確認、二次災害の評価提言、地質に関する原因究明、概略応急対策の内容と概算費用の算定などです。

我々は地質調査業という業種で国土交通省中部地方整備局と災害協定を締結している唯一の組織として貴局との協定を重視しており、現在、企画部防災課と協定書改訂の協議中であります。また地方公共団体とも災害協定を結び、地域の災害履歴を熟知しております。貴局では、このような災害協定や地域での活動実績の評価についてどのようなお考えをお持ちでしょうか？

＜具体例＞

ⅰ)地質、土質状況に関する災害協定締結企業の評価を重視し、案件の内容に応じて評価のウェイトを変える

ⅱ)業務実績に災害時の活動実績を加える(災害協定により実施した場合は、協会に所属する企業も実績として認める)

ⅲ)地方自治体との災害協定に関する活動実績に評価を与える

『フリートーキング』

「整備局」

○災害協定の締結や活動実績に評価を与えることに対して検討します。活動事例として、具体的事例はあるか？

「協会」

○地質調査業者として、災害時に対応出来る事項および具体的な実績として、昨年の集中豪雨(岐阜県からの要請)での岐阜県支部の活動、一昨年の三重県中部地震(三重県からの要請)での三重県支部及び中部協会の活動内容について説明した。

③案件の内容(規模、難易度、地域精通度)に応じた評価ウェイトの工夫について

我々地質調査業者は本店所在地、企業規模等、様々な企業で構成されています。

最近の簡易公募の選定基準では県や県内政令都市の実績を加味して頂くケースもありますが、まだ一部に過ぎず、地元企業が業務遂行可能であるにもかかわらず、入札に参加できない場合が多々あり、良い仕事ができる企業にチャンスが与えられません。管内に本店をおく地元企業の受注機会を増やすために、規模や難易度、地域精通度に応じた選定についてご検討いただきますようお願い申し上げます。

＜具体例＞

ⅰ)案件の内容に応じて、本店所在地の評価のウェイトを変える

ⅱ)案件の内容に応じて、近隣地方公共団体の調査実績の評価点をそのまま採用する

ⅲ)案件の内容に応じて、若手担当技術者育成の為に、地域要件、同種・類似業務などの条件を管理技術者だけに求める、または技術者グループの中の一人に求めるように緩和する

『フリートーキング』

「整備局」

○地方自治体の評価点をそのまま採用することは、採点方法が異なり、できない。

○業務内容により、本店所在地の評価ウェイトを変える等の工夫は、検討する。

本店企業の優位性は何かあるか示してほしい？

「協会」

○本店企業は地方公共団体等の公共事業だけでなく、民間の実績も多く地域の地質に精通していることを説明した。

○中部整備局の管轄範囲の中でも、各事務所の所在地(各県別)における選定状況の格差について説明した。

④総合評価型一般競争入札について

既に昨年度より総合評価型一般競争入札が施行されておりますが、結果的に最低価格入札者と契約になっています。現状の制度においては、技術点と価格点が1：1で発注されておりますが、高い知識が要求される案件や、高い構想力、応用力が要求される案件においては、技術点のウェイトを高く設定していただくことをご検討いただきますようお願い申し上げます。

また技術点に下限を設けて足切りにより一次選定した上で評価点を考慮する方法も、技術重視につながりますので、併せてご検討いただきますようお願い申し上げます。

＜具体例＞

ⅰ)地下水解析、地すべり検討のような解析・検討項目の入るような業務

ⅱ)現地の地形・地質が複雑な現場、搬入の困難な業務

ⅲ)性能設計に対応する精度を要求する業務

『フリートーキング』

「整備局」

○評価点の配分について、技術点と価格点の１：１は、最大３：１まで可能。

○技術点で足きりはしていない。

○現状では技術点の高い企業が低い価格で応札している。指名競争入札と比較して総合評価方式の方が10％以上応札率が低く、技術に自信がない為に低く応札しているのではないかとも思える。まだ今年度は試行段階で、評価点がどれだけ取れるかが分かっていないこともあると思われ、今後もう少し状況を見ていきたいと考えている。

「協会」

○具体例に上げたように、解析・検討業務が含まれる場合は技術点と価格点のウェイトを考慮していただきたい。また現場条件によっては適切な仮設を怠ることにより業務遂行上、技術的な支障が出ることもあり、現場仮設を含む調査計画が品質に影響を及ぼす場合については、技術点と価格点のウェイトを考慮していただきたい。

○今年度の総合評価方式の入札結果を見ると、技術点と価格点のウェイトが２：１であったとすれば、最低価格入札者以外で決まっていた例もあるので、案件の内容に応じて技術点を重視して欲しい。

2)低価格入札について

国土交通省中部地方整備局様では、これまで様々な低入札に対する防止策を実行されてきましたが、特に簡易公募案件に関しては、低入札の率が高くなっており、昨年の意見交換会におきましても、業界の問題のみならず一般社会に対しても弊害となっているのではないかとのご指摘を賜りました。

我々協会員は今後、

1.品質の低下

2.安心・安全の低下

3.トータルコストの増加

4.事業の遅延

5.雇用創出機会の喪失

6.技術伝承ができない事による将来社会の不安全、高コスト化

を引き起こさないことを共通認識として行動する必要があると考えており、貴局の低入札価格調査項目の内容を協会員に周知したところであります。

貴局におかれましては、今後とも上記の項目に対するチェックを厳しくしていただきますようお願い申し上げます。

『フリートーキング』

「整備局」

○低入札対策は、品質に対する不安や品質の向上を目的としている。安いことが問題ではない。

○今年度（４月～１月末）の競争入札について発注業務３１件中、低入１９件、指名の場合が13件中９件、簡易公募が15件中10件、特に総合評価は３件中３件が低入であった。

３１件全ての平均落札率は、７２.８％、全応札率は９０.６％であった。

低入札で諸問題点が懸念されるが、国民からみれば発注者の積算がおかしいと映る、積算が過大であるならば、積算の見直し価格を下げるしかない。

低入札は何が問題なのかを、共通認識として持つ必要がある。

○事務所の対応に問題があれば、具体例を挙げて示して欲しい。

「協会」

○品質の低下、安全・安心の低下等を起こさないことを共通認識とし行動する必要があると考えており、協会員に対して「国土交通省中部地方整備局の実施する低入札に対する調査項目の周知について」を書面にて配布した。

○年度末の近くに発注された案件について、

工期がないからと短期間で低入調査を終わらせるのではなく、厳密な調査をお願いしたい。

○積算時に、一式計上や旅費交通費（特に宿泊費関係）の関係で故意ではなくても低入札になる場合がある。

積算資料に対する業者側の質疑に対して適切な対応をお願いします。

5. 意見交換会総括

今年度の中部地整との意見交換会は、昨年に続いての開催となりました。

最初に、報告事項として、全地連の寺本専務理事より「全地連事業活動報告」、「地質リスクマネジメントの必要性とでデーターベース構築・の活用の意義」、「公共工事の発注者責任とコスト構造改善における地質リスクマネジメント」について説明しました。

次に、中部地方整備局から「建設コンサルタント業務等の低入札対策について」の資料提供と説明がありました。その後、中部地質調査業協会から前項に記載した「企業評価に関する提案」、「低価格入札について」を主題とした意見交換を、フリートーキングのスタイルで実施しました。

詳細は４章に記載したとおりです。

意見交換会の中で、１）企業評価に関する提案の、「①現場の重要性について」では、地質調査技士の位置付けやメリットについて、改めて協会として提示することとなりました。

「②災害協定について」では、協定締結や活動実績についての評価を検討するとのご回答を頂きました。

「③案件内容に応じた評価ウェイトの工夫について」では、業務内容によって、本店所在地の評価ウェイトを変える工夫について検討するとのご回答を頂きました。

「④総合評価型一般競争入札について」では、技術点と価格点とのウェイトを最大で３：１まで可能とのご回答を頂きました。

２）低価格入札についてでは、整備局と協会双方において、品質の低下、安全・安心の低下を懸念する要因であるとの共通認識が確認されました。

我々協会員を取り巻く経営環境は、アメリカ発の１００年に１度といわれる大津波により、先の見えない未曾有の状況におかれております。

民間需要においては、雇用の喪失、個人消費の低下により、設備投資の削減や住宅着工の減少など、負の連鎖が続いています。

公共事業においても、厳しい環境下ではありますが、エンドユーザーである一般国民が安心・安全に暮らして行くためには、インフラ整備がまだまだ必要であると同時に、景気回復には公共事業が重要な役割を果たすと思われます。

我々会員各企業は、この様な厳しい環境下ではありますが、経営基盤の改善や技術の研鑽に努力し、地域のジオドクターとしての役割を担って行かなければならないと考えます。

今回の意見交換会は、年度末の大変ご多忙な時期にもかかわらず、安田企画部長様始め中部地方整備局の多数の皆様に御出席をいただき、フリートーキングにより有意義な意見交換会が開催できたと考えており、関係各位に深く感謝いたします。

今後も、定期的に、このような意見交換会の場を設けて行きたいと考えております。

特別寄稿

長野県の災害事例について

山地環境防災研究所長
北澤　秋司

1. はじめに

自然災害の多くは地震，火山，豪雨に伴って発生する山崩れ，地すべり，土石流などいわゆる土砂害である。発生する場所は大概の場合ほぼ特定できる。なぜならば過去の発生箇所がこれらの誘因で発生する危険地帯であるからに他ならない。(図－1参照)

ならば，なぜ毎年のように被害が出てしまうのか。2006年長野県下に発生した災害は，100ヶ所を越えるが主として北部域に地すべり，中・南部域に崖崩れ，土石流などの土砂害が発生した。特に人的被害が集中している場所は諏訪，上伊那北部域である。

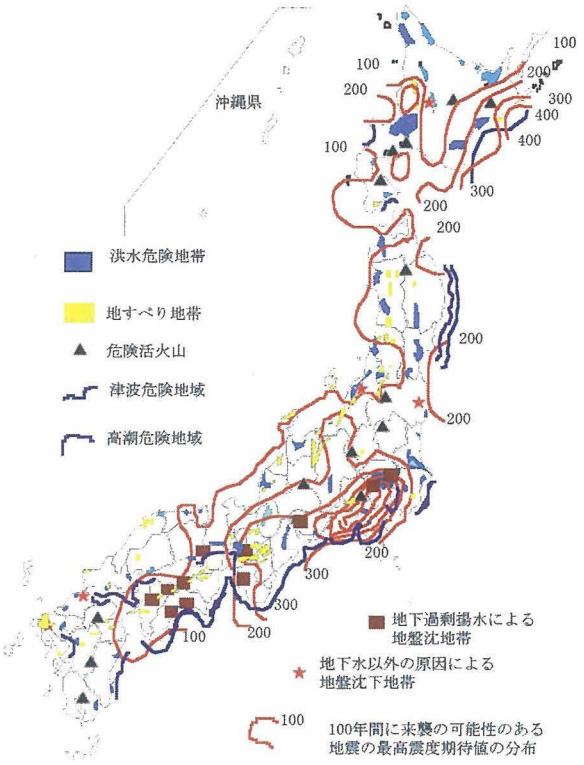
本報告では，降雨特性，土石流発生時の山崩れ，河道の不安定土砂の流出状況等について述べるとともに，舗装道路を土石流が走る問題，渓流筋の荒廃田畑・森林整備のあり方等長中期対策，土砂害からの教訓を取り上げる。

2. 中山間地の防災について

物理学者寺田寅彦博士がいった，「天災は忘れた頃にやってくる」という言葉は有名であるが，近年の災害は「忘れないうちにやってくる」である。

地球温暖化が世界の社会問題となっていることは，小学生でも知っている。二酸化炭素が増大すると，上空のオゾン層が破壊して太陽光のコントロールがきかなくなり，徐々に気温が上昇するという。

一方，一万年前氷河期が終わり間氷期の時代だから気温の上昇期となるのだという人もいる。しかし，世界の気象学者らは，因果関係は人類の放出する二酸化炭素の影響であることは，疑う



図－1　日本列島の災害危険度図

余地がないといっている。

現在，世界中で地球温暖化を押さえる手だてを模索して，1997年12月11日に京都市の国立京都国際会館で開かれた第3回気候変動枠組条約締約国会議(地球温暖化防止京都会議，COP3)での議決した議定書「気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書(Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change)」の履行に向かって会議が継続されている。

地球規模で遠い将来を見通したとき村上陽一郎は(信濃毎日新聞Jan.6, 2008)，「転ばぬ杖原理；Pricorshonare principle」を提唱している。

平均気温の上昇は，海水中の上昇ばかりでなく，

各地に大雨や台風をもたらす。わが国にとって大雨は土砂害となって生命や財産を失う。土砂害を防止する緊急の課題をどのような方法で解決できるのであろうか。

わが国は狭い国土であり，集落の分布，地勢の状況からみて生活基盤は脆弱である。都市化の弊害は，利便性を求めるがあまり農山村を捨て，国土の特性に非調和な生活をすることである。加えて政治は，公共事業を回避し重要な施策をないがしろにしている。これでは，土砂害に対する有効な施策は望めない。

地球温暖化の原因が二酸化炭素であるとか，花粉症はスギ林の拡大に起因するといった発言が新聞，雑誌及びテレビで盛んに報じられている。筆者は兼ねてからこの種の問題には，根拠や確かな証拠がないと考えていた。

文芸春秋11月号の312～318ページに「CO_2が世界を救う」―地球温暖化の原因が二酸化炭素だなんて，大間違いだ―渡辺　正（東京大学生産技術研究所教授）が掲載された。

豪雨も地球温暖化がもたらすもので災害が頻発することと無関係ではないとの考えが正しいのかと，著者も考え方が揺らいでいた。これは自然現象であり，二酸化炭素の増加が地球温暖化の原因ではなく，自然現象に他ならない。北極の氷は近年増加する傾向にあり，温暖化による予想とは逆の事が起こっている。渡辺氏の主張をまとめると次のようになる。

(1)都市部はヒートアイランド現象という別の理由で温度が上昇している。たとえば，「東京はここ120年間で3度以上気温が上昇した」というデータがある。衛星からの観察や地方での温度調査によると気温の変化はほとんど見られない。

(2)人為的な二酸化炭素の排出が活発だった1940年～1975年の間では，地球の平均温度は逆に下降しており，「第二の氷河期到来か」と科学者の間で議論されていた。

(3)地球の平均温度は1880年と比べて0.56度しか上昇しておらず，その上昇の大半は 1940年以前のものである。NASAが1978年に打ち上げた気象衛星NOAA（ノア）の観測データは，ここ30年でせいぜい0.1度の上昇にとどまる。

(4)二酸化炭素が地球の気候に与える影響そのものが薄いという説もある。温暖化を認める学者の中にも，温暖化の原因の5/6は自然変動にすぎず，CO_2の寄与はせいぜい1/6程度だろうと論じている人もいる。

(5)CO_2の濃度が高まれば植物の成長が 速まるという事実は，植物の祖先が　繁栄していた2，3億年前の石炭紀と比較すれば明らかになる。

3. 災害発生地の概要

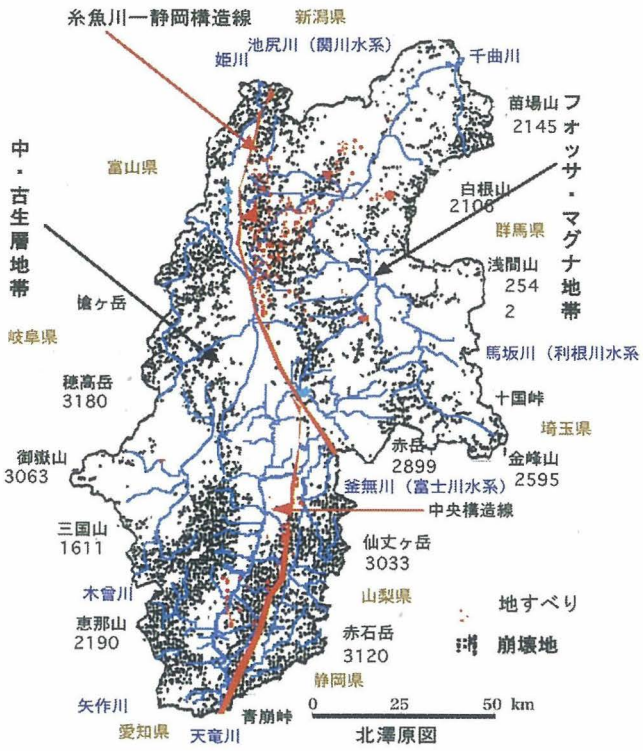
図－2に1995年以前に長野県内に発生した崩壊（61,494箇所）・地すべり（790箇所）を1/5000空中写真図化図からプロットした縮小図を示す。

図－3には長野県の地質概略図を示す。この図の中には別に作成した断層分布図を組み込んである。

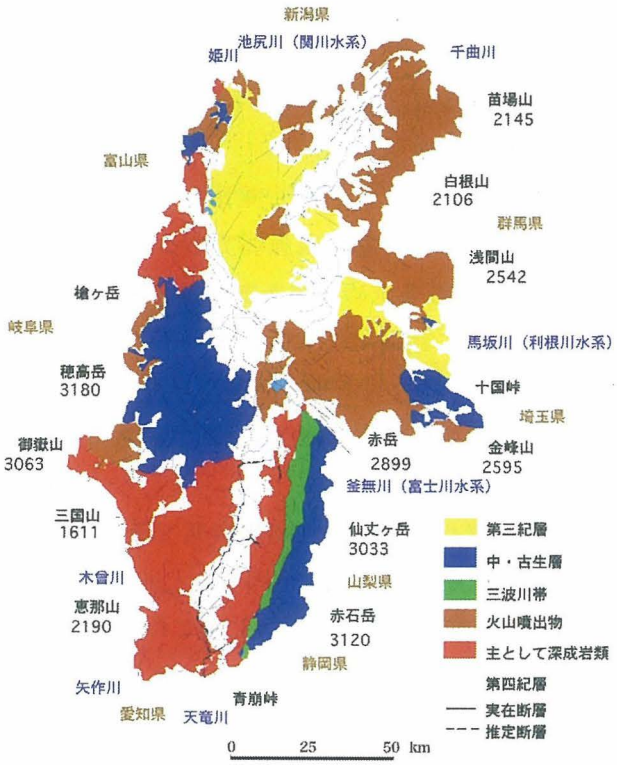
図－2に示した災害箇所と過去の山崩れ，地すべり箇所を図－3の地質概略図と比較しながら災害箇所の分布を検討する。

脆弱な地質とは山崩れや地すべりなどが発生しやすいことを意味する。断層密度が高いところは土砂害が発生しやすいとの解釈は，断層破砕帯を伴うことが脆弱地質と見ることを意味している。 断層は地殻のひずみが解放された痕跡であり，断層があるから危険であるとの見方をすると図－3の断層分布のように長野県内に安全な場所は無いということになる。だから災害に備える防災対策が重要になってくるのである。

土砂流出，土石流，崖崩れ及び地すべりの発生箇所を見ると，これまで災害履歴の希薄な地域に発生していて，治山・砂防の施設がない箇所が多い。ただし，土石流危険渓流，崖崩れ危険箇所，地すべり地形判読図のような，手に入れることのできる資料及び公表された地図には，災害危険地域が示されている。



図ー2　長野県内の態様別災害位置図



図ー3　長野県内の地質概略図

4. 豪雨災害の要因

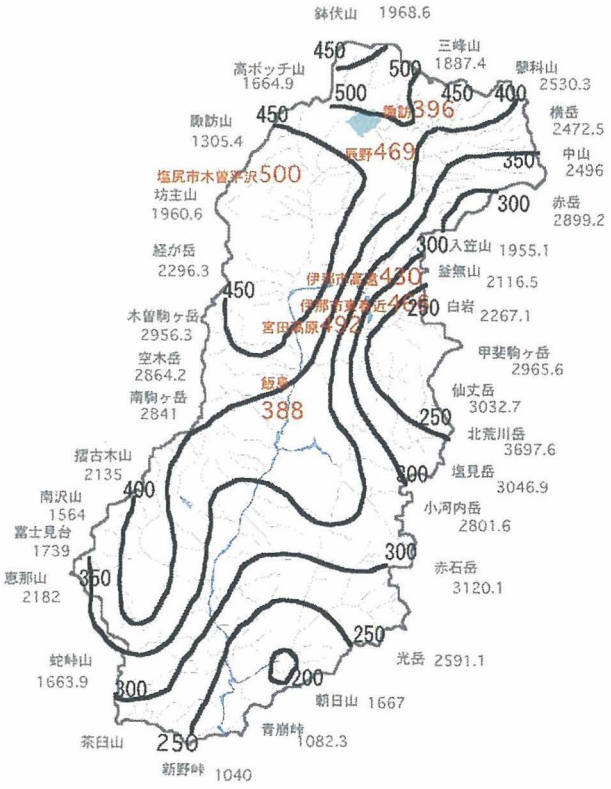
(1)土砂害をもたらした降雨量

長野県諏訪地方，伊那地方や松本地方では，九州地方から本州にかけて停滞した梅雨前線の影響で，平成18年7月15日から21日にかけて，釜口水門（長野県）で連続雨量400mmを観測するなど記録的な豪雨であった。この豪雨を誘因とした土砂害（土石流・地すべり・崖崩れ）が発生している。 図ー4には，天竜川上流域の雨量図を示す。

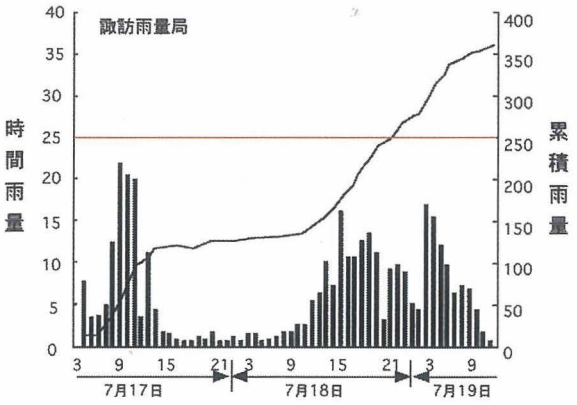
災害発生時には梅雨前線の活動が活発となり長野県内では，7月15日から21日までの7日間の総雨量が多い所で700mmを超え，長野県王滝村御嶽山で701mmを観測した。長野県などでは，総雨量が7月の月間平均雨量の2倍を超えるなど記録的な大雨となった。災害の主たる要因は，今回の降雨が時間雨量ではなく，日雨量，連続雨量に依存する災害形態である可能性が高い。

釜口水門における連続雨量を図ー5に示す。

これをみると，連続3日でそれぞれ雨量のピークを持つ極めて珍しい傾向がある。ひと雨に複数のピークがある傾向は，伊那，辰野，諏訪，小野の各雨量局データによるグラフでも同様であった。



図ー4　平成18年7月15日～23日の降雨量曲線



図−5　平成18年7月17日〜19日の降雨

昭和58年降雨災害は，台風10号と本州南海上に停滞していた前線による降雨であった。9月27日〜28日までの連続雨量200mm強で，特に28日16時からの時間雨量18mmを観測して諏訪市（福沢川，唐沢川）では土石流災害が発生した。

また，今回の災害は長野県雨量観測点「釜口水門」で連続雨量400mm，日雨量263mm，時間雨量31mmであり，過去の災害と比較しても連続雨量がこれまでの記録の2倍であったことが土砂害の主要因となった。

(2)土地利用の変遷

わが国は稲作が農業の基幹作物として古来伝えられ今日に至っている。多雨地帯にあるわが国には極めてふさわしい作物で，梅雨期に代掻きと取り入れ直前まで水を溜めている水田は，まるで水資源ダムである。

わが国の年間の降水量は約6,500億m^3（1971年から2,000年までの30年間の平均値）で，そのうち約2,300億m^3（35％）は蒸発散してしまう。残りの約4,200億m^3は理論上人間が最大限利用可能な量であり，これを水資源賦存量という。

降水量が少ない年では，水資源賦存量は減少し，10年に一回程度発生する渇水年では約2,800億m^3となっている。農業用水が約555億m^3で全体の約66％，工業用水が約121億m^3で全体の約14％，生活用水が約162億m^3で約19％となっている。水資源使用料は都市が圧倒的に大きい。

わが国の水田は1975年317万haであったものが，1995年から275万haと減少しているので，その水貯留量も減少して水資源ダムとしての機能が失われつつある。わが国に築設されている水資源ダムは，2,675基で，世界で4番目，世界一は中国の22,000基である。一人当たりの貯水量30m^3/sは世界一のボストン717m^3/sに到底及ばない7番目である。これはわが国の地形は河川延長が短く，急勾配で貯留量が少ないことに起因する。

水田の水貯留量は，400基程度の水資源ダムに相当する。すなわち，水田を失うことは，わが国の水資源と洪水防止機能を失うことになる。水田の減反は悪政であるといわざるを得ない。

農村にある耕作地は，水田に限らず担い手を失い，荒廃化しそのまま放置され，そこに植林されてもいる。このことが災害に直結するのである。

5. 地形・地質と崩壊の関係

(1)概要

土砂害は自然現象で発生する場合が多く，特に大災害は稀に起こる自然現象である。

しかし，小規模の災害でも毎年のように発生する。大災害でも本県の20世紀をみると，稗田山崩壊（1911年），茶臼山地すべり（1959年），大西山崩壊（1961年），松代地震による地すべり（1966年），萩之峰地すべり（1973年），奈良尾地すべり（1976年），妙高土石流（1978年），須坂土石流（1981年），長野県西部地震災害（1984年），地附山地すべり災害（1985年），蒲原沢土石流（1996年）と連続すると，災害が日常化しているように思う。

伊那谷の36災（1961年6月26日〜29日）は，「未満水」という未曾有の災害であったといわれているものから246年後に起こっている。関東大震災は，1855年（安正2年）江戸の大地震から68 年後に起こっている。1847年（弘化4年）善光寺地震では，犀川及び姫川流域に山崩れが多発し，その後地すべり多発地帯となった。火山地帯には，主として土石流が発生している。

たとえば，1981年須坂市仁礼地区を襲ったもの，1982年北八ヶ岳大岳川に流れた土石流，そして

長野県西部地震災害で最も注目を浴びた御岳崩壊による土石流，1995年12月6日姫川支流蒲原沢で作業中の14名が犠牲となった土石流，1972年普門寺地区を襲った霧ヶ峰下部の諏訪側赤津川の土石流などがある。

その他の地域に発生している土石流としては，木曾及び伊那谷に多く，主として花崗岩地帯や火山地帯の小渓流に多発している。特に，木曾川の支流滑川は，古くから土石流の多発している河川で，現在建設省によって，ビデオ監視システムが設置されている。蒲原土石流発生以来，工事中の労働災害防止のための土石流監視システムが義務付けられ，労働災害再発防止に成果が上げられている。

伊那谷における土石流の例は，平成8年月豪雨災害のようにあまりにも多く，どの渓流を取り上げても土石流の記録を持っている。長野県は鹿児島県と並んで災害の多発地域であるが，これまでの災害事例を見ると，自然災害の態様で直接被害を及ぼしているものは土石流である。

特に土砂害において，発生からしばらく時間をおいて，土石流が流れ下り思わぬ二次災害を起こすことがある。このような場合は，集中豪雨のような大雨，長い雨を降らせる梅雨と1985年7月信濃町に発生したような雷雨による土石流もある。

1)地形

斜面の傾斜や河川の勾配が急なほど発生しやすくなる。土石流の発生は，上流の崩壊の発生によって引き起こされることが多い。したがって，複雑な地形は崩壊を多発させる。

2)地質

上流域に崩壊地や地すべりが多発することは，細片状に破砕しているか粘土化しているような地層や基盤岩類があったり，若い地層があることが挙げられる。また，火山噴出物も降雨に弱い。長野県のように基盤岩類が破砕している場合，地殻変動の影響を強く受ける。

(2)崩壊地と地すべりの分布

1)長野県の崩壊地分布

空中写真によって図化された1/5000地形図を用いて，その後10年程度の期間をかけて現地踏査を実施し崩壊地を計測した。その分布を図－6に示す。これをみると先に述べた山地に崩壊が偏在している。長野県全域で崩壊数61,494箇所，崩壊面積80.22km^2，崩壊面積率0.59％である。1932年から1976年までに国土地理院が発行した8期の地形図上に描いた面積1ha以上の崩壊地数を集計してみると，図－6が得られる。

2)地質地帯構造区分と崩壊地

長野県を糸魚川－静岡構造線で二分して崩壊地を集計すると，図－6 に示すような関係が得られる。地形との関係でみると，崩壊地は圧倒的に中・古生層地帯に多い。傾斜分布ではフォッサ・マグナ地帯が緩傾斜に，中・古生層地帯は急傾斜にピークがある。部位では山腹に多く山頂及び渓流沿いがほぼ同率となっている。

(3)地すべり

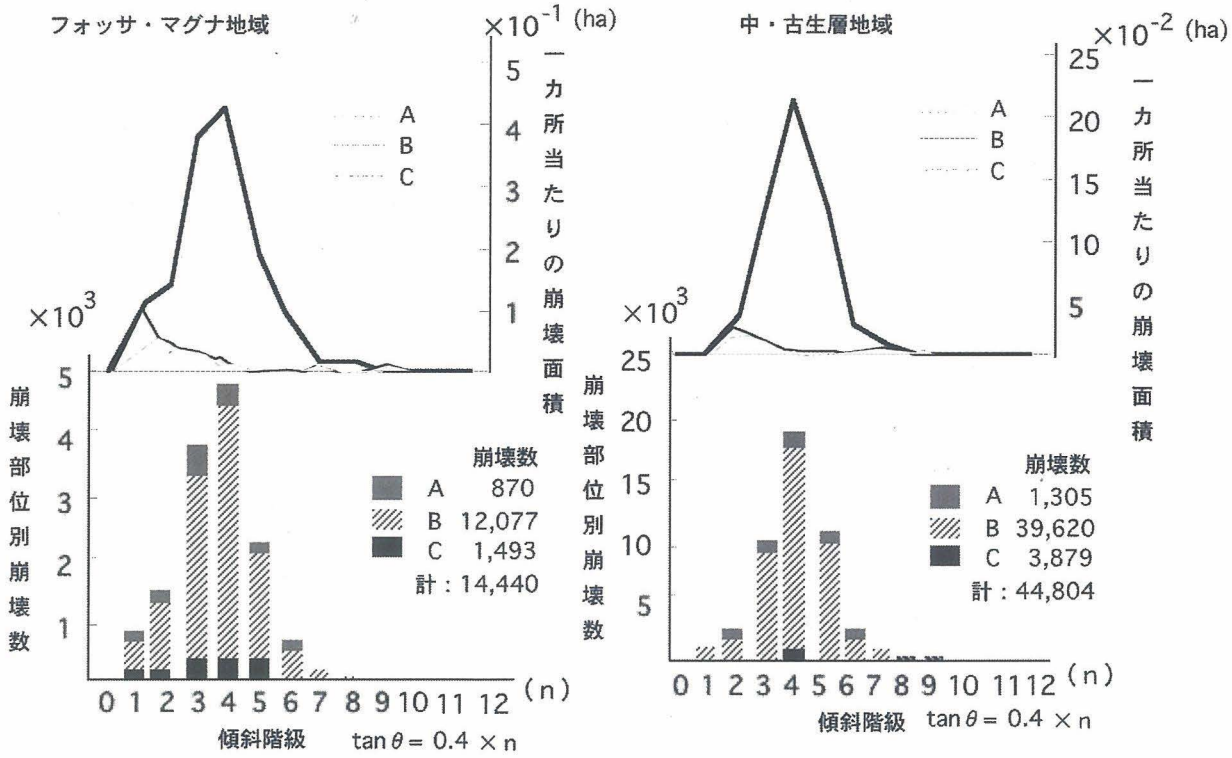
長野県の地すべりは，第三紀の中新世の地層に77％余りと圧倒的に多く，その他古生層に10％余り，火成岩，更新世で12.4％となっている。

山崩れをみると，これは伊那谷のものであるが，崩壊地は約9箇所/1km^{2}と多発しており，地域別でも赤石山地に最も多い。このように，本県は糸魚川－静岡線を境界とする県北地域では地すべりが，県南地域では山崩れが多い。

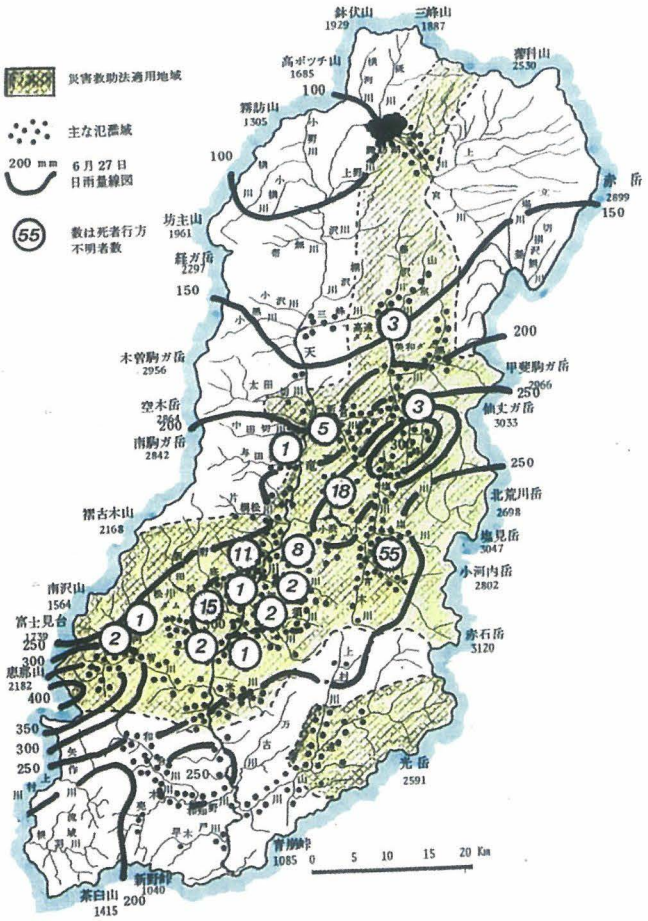
土石流となると，どこでも発生しているが，これまでに豪雨の経験のない場所でしばしば集中豪雨に見舞われて発生するケースが多くなった。

1)伊那谷梅雨前線集中豪雨

1961年6月22日～29日（以後36災と呼ぶ）36災は，四国南方にあった熱帯低気圧が発達して台風6号となったもので，県南部は記録的な集中豪雨となった。図－7には，6月27日南部での日雨量図，災害救助法摘要範囲及び死者数とその位置を示した。



図―6　長野県における中・古生層及びフォッサ・マグナ地域の地質別部位別崩壊数と崩壊面積（1995年以前発生の崩壊）



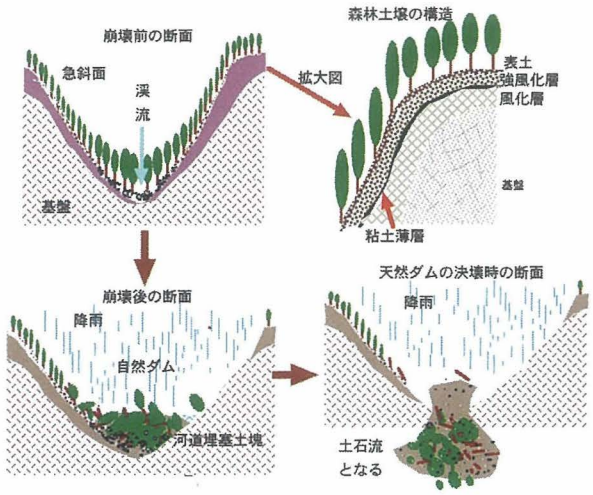
図―7　伊那谷36災害時の雨量と死者及び災害救助法適用範囲

これをみると，雨域は恵那山から甲斐駒ヶ岳に至る北東－南西方向に帯状分布となっている。この日，恵那山で429mm，飯田で325mm（飯田測候所創立以来の大雨）の雨量で，この雨域に最も大きな被害が出ている。

この災害で注目されることは，おびただしい土砂が流出したことである。

このおもな河川は，天竜川の東部域（竜東）では，伊那山脈からの河川の全てに土石流がみられ，竜西では南から，阿知川，茂都計川，野底川などであった。これらの地域は，ほとんど花崗岩地帯であり，その崩れ方は，30～60cmの表土が基岩の上にあり，植物の根系が密に入り基岩との間に薄い（0.2～3mm）粘土膜ができてすべる。その際，対岸に乗り上げそこも破壊してそのまま自然のダムとなる。これがダムアップして，突然決壊（トッピング）し土石流となる（図－8 参照）。

このような現象は，山地の小渓流のいたる所にできているので，土石流もいたる所で発生することになる。



図－8　花崗岩地帯における土石流発生のメカニズム

2)不動沢土石流

1978年7月大町では，ニジマスの養魚池で濁流による被害が出た。これは，9月の調査で高瀬川支流不動沢上流に崩壊が発生したための濁流であることがわかった。その時，上流では雪を巻き込んだ土砂による河道埋塞が行われた。

このダムアップは，約29万m^3，総貯水量約3万4千m^3で，それからおよそ2ケ月半後の9月13日に，この自然ダムが決壊している。ここの基盤は，新期花崗岩で高瀬型に属する粗粒の花崗岩である。

3)小土山地すべり

1971年7月16日姫川を埋塞した小土山地すべりは，大糸線南小谷駅より南へ300～400mぐらいのところで，左岸の斜面が滑り落ちた。

このダムアップによって水が国道を流れたが，まもなく徐々に天然ダムを崩し元の河道を流れるようになった。このように比較的規模の大きい河道埋塞も多い。

4)大西山崩壊

36災が治まりかけた6月29日午前9時5分下伊那郡大鹿村大西山の北東山麓で大崩壊が発生した。

この崩壊は，全く予想もしていなかった斜面で，小渋川の増水も治まりかけた時で，おそらく小渋川は，この斜面の基礎部を浸食し，斜面の岩盤にも充分な水分が供給されていたに違いない。だから，対岸で見ていた多くの人々の証言は，屏風が倒れるようであったといっている。(図－9参照)

事実，崩壊の東側下部には，岩盤にある流理構造がそのまま残っている。ところが，西側で見ていた人々は，「斜面が砕けた後すごい勢いで手前に走ってきた」といっているので，全体は同じ落ち方をしなかったとみてよいだろう。

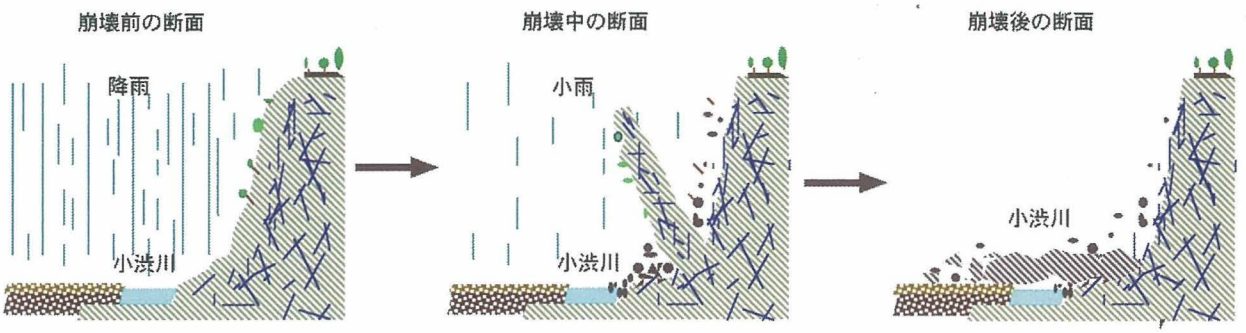
この時も小渋川は，一時埋塞され，後に低い東側を徐々に流れている。このような岩石崩れは，珍しい崩れであり，大半は，山崩れと土石流を伴う土砂害で被害が出ている。

5)宇原川土石流

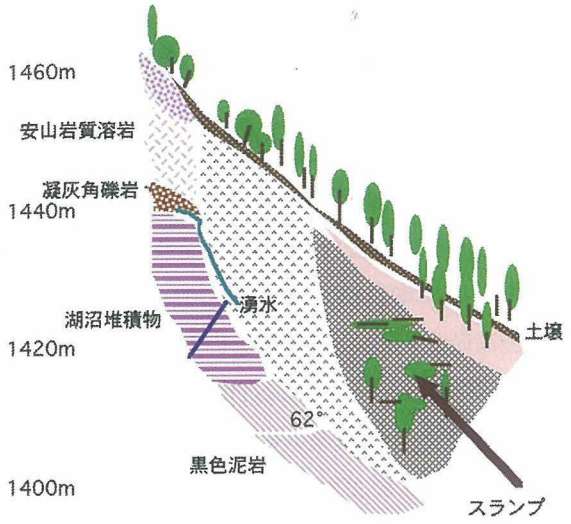
1981年8月23日房総半島から上陸した台風15号のもたらした雨が累積雨量で224.5mm，日雨量で215mmになっていた。

崩壊が発生している斜面の地形は，四阿山周辺にはどこにでもある地形であるが，なぜかここにだけ起こっている。

問題は図－10に示す崩壊断面で，軟弱な湖沼堆積物とその上部層，安山岩質熔岩からなる断面構造及び崖錐である。しかも，崩れの境は天然林と人工林との境界でもある。



図－9　大西山崩壊のメカニズム



図－10　仁礼土石流の源頭部

また，土石流となって走った距離は，およそ6kmで，この間に須坂市仁礼西原地区の被害にあった家屋があった。市ノ瀬砂防ダムは，左岸の袖が破壊されたが，このポケットにおびただしい土砂を堆積させ，土石流をある程度減殺した。この時の土石流は，仙仁川との合流点などには河道埋塞の顕著なものはみられなかった。

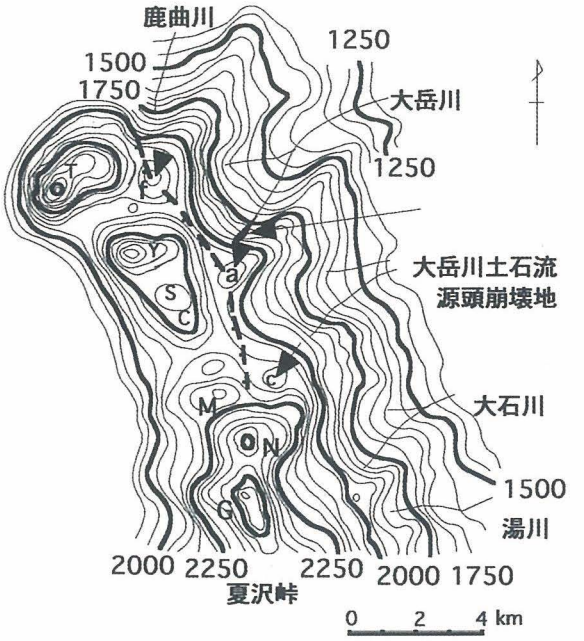
6)大岳川土石流

1982年9月14日台風18号による大雨は，約6km離れた稲子岳観測所で247mmを記録し，この雨は12日午後4 時がピークで，2日後の14日朝8時頃に第1回の土石流が発生している。

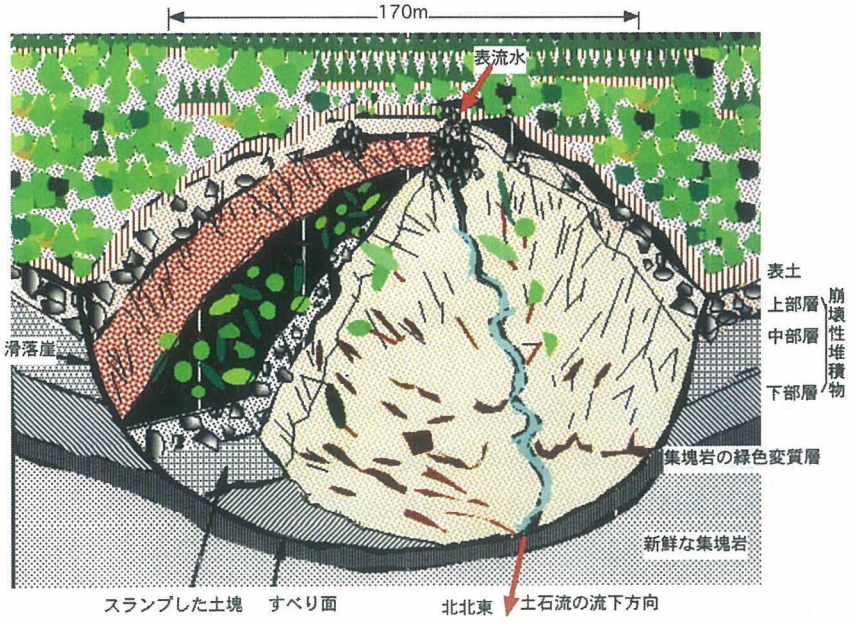
この土石流の発生地点は，北八ヶ岳八柱山北東斜面で，ここはかつての爆裂火口の跡と思われる。

図－11の切峰面図にあるように，凹地に溜まった湖が山稜の北東にある活断層（活断層研究会：1980年による）に沿っている。その雨池直下にある。凹地の堆積物は，集塊岩の変質層の上に載っている。

凹地の中を流れる小渓流は，水量を増し土砂を削って流れ，右岸にスランプを誘発させた。これが土石流の源頭崩壊となった。その後スランプ現象は，徐々に幾つか発生して，その度に土石流となって流下した。



図－11　大岳崩壊附近の接峯面図



図－12　大岳崩壊源頭部（爆裂火口に堆積した湖沼堆積物）

源頭崩壊より4km下った所には，治山ダムが3基あり，その上流には橋もあって，ここで土石流の大半が堰き止められている。

したがって，下流への流下は一部の土砂であり，しかも，うその口部落までは，それから4km　下流で河床より4～5mも高い所にあるので，ここは無事であったし，千曲川には濁流が流れ込んだ程度であった。

崩壊部はまだ伐採をしてない天然林である。しかも，コメツガ，ダケカンバ，オオシラビソなど200～300年の大径木があり植相の被覆は良好であった。

7)御岳崩壊に伴う伝上川土石流

1984年9月14日長野県西部地震によって，御岳崩壊が発生し，伝上川に土石流が流下した。これによって王滝川が埋塞されダムアップした。

この埋塞は，河道長く堆積していて，これまでに示した他の埋塞のように，単なる土堤をつくるのではなく，谷を下流に数kmも埋めてしまうので，容易なことでは決壊はしない。事実現在もそのままの状態でほぼ安定している。

しかし，もともと河道であるから，激しい浸食にあうとたちまち移動するであろう。

御岳崩壊の他に，松越の崩壊，大又の地すべり性崩壊，鞍越しの崩壊，その他日向淵の崩壊など小さいものも多い。御岳崩壊は，熔岩と軽石層(風化して白色ないしは黄色の含水性の粘土様の土)または破砕した岩屑等が互層していて，特に軟らかい軽石層の上を滑り落ちた。このような条件を持つ場所は，この他にもあるに違いない。

しかし，なぜかここのみが崩れた。このことの理由については，長野県西部地震災害や御岳崩壊について，多くの報告があるので，それらを参照してほしい。筆者は御岳崩壊がここに起こった理由として次の問題を挙げる。

①旧地形の上に乗る火山噴出物の崩壊。

②旧地形上に風化した軽石層があり，これがすべり面となったこと。

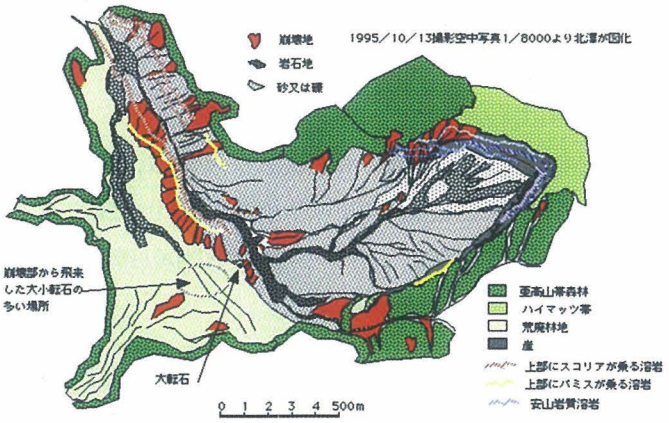
③御岳崩壊の西側には，1945年頃発生したと思われる崩壊があって，これが崩壊の境界部にあり弱部となり，崩れ易い条件となった。

④伝上川の増水が右岸の小崩壊(1945年崩壊と同時に発生した3本のガリーが1974年頃までにはほぼ一つになる崩壊に発達していた)。

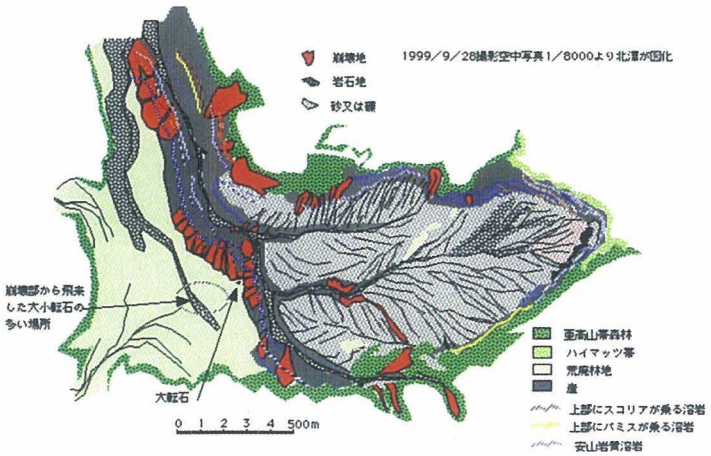
⑤地震による軽石層の液状化が引金になって二次崩壊(一次崩壊との時間差がほとんどない崩壊)となった。

地震力による崩壊ではあるが，広い範囲にわたって滑り落ちるには，それだけすべり易いすべり面の発達があったということである。

急斜面でもあったので，土塊の滑落速度は増大し，200トンを越す大岩塊が伝上川を飛び越えている。



図－13　御岳崩壊1995年の源頭部図化（筆者図化）



図－14　御岳崩壊1999年の源頭部図化（筆者図化）

こんな強烈な崩壊であるから，伝上川を飛び越えた土砂は，小三笠山の天然林を押し倒し，それらの樹木はちぎられ，剥ぎ上げられ，森林土壌と共にあちらこちらに散乱した。勢い余った土砂は，小三笠山の東側鈴ヶ沢に土石流として流下した。

しかし，この土石流は，石礫が少なく主として泥が多かった。けれどもいくつかの橋や砂防ダムを破壊している。

長野県西部地震災害の特徴としては，風化した軽石が異常に水を含んでいて，それが地震によって液状化した場所が崩壊している。松越崩壊の上流にある地すべり性の崩壊で，白又の黄色土は，その液状化したものである。

だから，緩斜面でも滑っている。この直下でもダムアップした跡が残されており，おそらくそのトッピングによって土石流となっている。

だからこのような上流で起こった崩壊と土石流による渓岸崩壊は同時に発生しているものと，二次的に発生しているものとが考えられる。

伝上川の土石流も，所々流下の途中でダムアップの跡が残されていることが見られるので，おそらくダムアップとトッピングを繰り返しながら流下しているものと思われる。

そのダムアップの位置は，流路の地形によって異なり，それは山脚の張り出している部分とか狭窄部である。

先に長野県西部地震災害の特徴として，脆弱な地層を挙げたが，特殊なものとして，濃飛流紋岩質凝灰岩地帯の崩壊がある。これは岩石崩れで，石垣が崩れると同様な機構と考えられる。

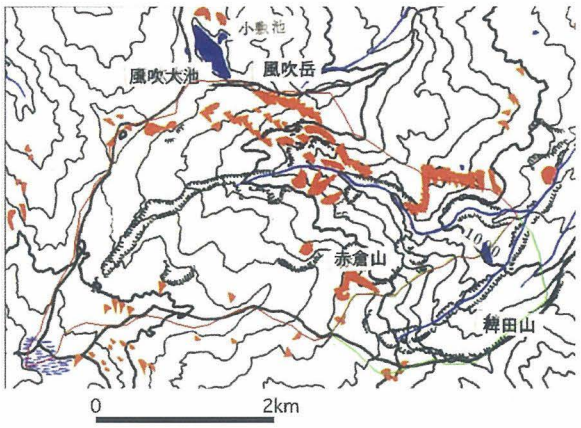
すなわち，この岩石は硬いけれど脆い性質を持っていて，複雑な亀裂の多い岩石なので，これを持つ急斜面では崩壊が発生している。

8) 浦川の土石流

1911年8月8日稗田山(1443m)が大崩落して下流の石坂部落38戸を襲い，さらに下流姫川に流下して来馬部落を襲った。

この時の土石流は，渓床より50mの高い段丘を形成した。姫川へ押し出した土砂は，高さ63mになって河道を埋塞し，このダムアップによって上流3km がダム湖となって，下里瀬部落の浸水被害を出した。来馬部落の被害は，このトッピングによるものでそれは，翌年7月21日の豪雨時であった。

浦川と姫川の合流部及び石坂部落近くで地鳴りがしているという地元の人々の訴えがあり，そこがどこかは特定できないが，地形学者は石坂部落の上部にある亀裂に起因しているという考え方がある。



図－15　浦川源頭部の平面図

9) 蒲原沢土石流

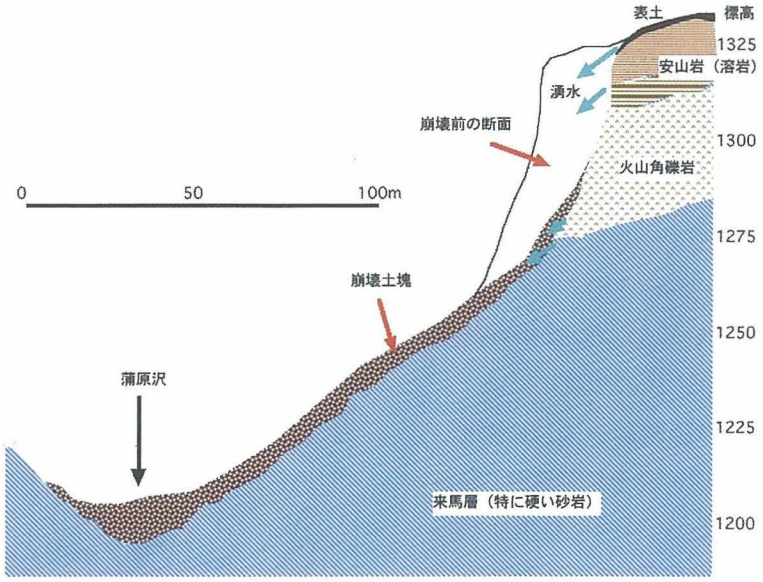
1996年12月6日長野県と新潟県の県境蒲原沢に土石流が発生して，治山・砂防対策工事中の現場を襲い，14名の犠牲者が出た。

過去わが国の土石流災害は多いが，冬季の土石流災害はほとんど発生していない。

災害以後地形，地理，気象，地質，土木等の研究者らが現地調査を試みて，学会での発表が行われ活発な土石流発生のメカニズムを中心とした議論がなされてきている。科学研究費補助金による調査研究も平成9年3月に公表されている。公的な資料としては，建設省，林野庁，長野県が合同で依頼した(社)砂防学会による報告書が公表されている。

①地形

姫川に向かって東流するが，渓流は流域の右岸に偏って流れる。地すべり地形と構造地形が矛盾する。



図－16　蒲原沢源頭部の崩壊断面

②地質

上流域に白馬大池火山噴出物（第四紀），中流域に来馬層（中生代），下流域に蛇紋岩類及び姫川層群（古生代－飛騨外縁帯）が分布する。したがって，流域の大半の基盤は，来馬層である。蛇紋岩類には淡緑色の珪質な蛇紋岩，濃緑色の石灰質および炭酸塩が細脈として含まれているものがある。

また，前者には大きな亀裂が多く，後者は細片状に破砕して粘土化している。前者は水に濡れると鮮やかな青緑色の斑点模様を呈するものがある。流域の岩石は全体が破砕しているので，地殻変動の影響を強く受けているものと考えられる。

③土石流の発生時間

土石流の発生時間や土石流の流動時間を特定することができるという地震計での記録があるとされ（1996年12月9日毎日新聞），長野県小谷村石坂に設置された科学技術庁防災科学技術研究所（松村正三地震前兆解析研究室長）の地震計から，1996年12月6日午前10時41分10秒約3秒間続き，マグニチュード3.0に相当するといわれている。

1995年7月12日黒部川上流祖父谷右岸斜面に崩壊が発生し，約1，000万m^3の土砂が崩落した。この時，東京大学地震研究所地震計によって（地震予知情報センター山中佳子氏）1995年7月12日午後3時15分頃，マグニチュード3.0に相当するといわれている。

このときは，崩落土塊はそのまま河道埋塞をしているので，土石流とはなっていない。ここで重要なことは，蒲原沢土石流が源頭部の崩壊によって引き起こされたことは，ほぼ間違いないことである。確認されたもので8波の土石流が発生していることから，これらが地震計の記録に同じように捕らえられているかが不明である。

これによって土石流が捕らえられるのであれば，地震計による山崩れ，地すべり等の発生が各地で捕捉できそうである。

④冬季の土石流発生

前年の崩壊地の上部の一部が崩壊していることから，その後崩壊土砂が堆積し，その崖錐に気温の上昇による凍結融解および，融雪による増加した地下水が働いたと考えることが妥当と思われる。

⑤上流の崩壊から直ちに土石流となったのか

上流に崩壊が発生して土石流となるまでに，どれくらいの時間が必要かは，ダムアップの状況や河道埋塞の土塊量，その質，河道の形状，ダム湖の水量等による。

たいていの場合，河道埋塞直後のトッピング

が多いが，1961年6月27日筆者が目撃したものでは(生田花崗岩)，3時間後にトッピングしている。

1978年7月高瀬川支流不動沢標高1650m地点で，約100万m^3の崩落土塊で河道埋塞，4ヶ月後にトッピングしている。河道埋塞の痕跡が見られ，今回のものか1995年7月のものかの判別ができた。

⑥ダムアップからトッピングはなかったか

崩壊土量が3～4万m^3と少量なのに，下流へは10万m^3以上の土砂が流動していると思われる。土石流が数回も確認されていることは，ダムアップからトッピングになった可能性が指摘できる。

八ケ岳東山地の大岳川上流八柱山北斜面標高1950mに発生した崩壊が引き金になった土石流では，十数波の土石流が発生した。爆裂火口に堆積した湖沼堆積物をスランプによって押し出す繰り返し現象が十数波の土石流となっている。

このように断続的に土砂を供給する場があり，ダムアップの場所が随所にあったのではないか。

6. 災害発生時の徴候について

災害の発生時，ここでは特に山崩れの徴候について述べる。

これは，災害が予測出来ないことが多いこと，これまでに発生している比較的大きな災害の場合は，そこを事前に予測し予防しておくことは不可能に近い。そして，豪雨が来ていて災害が発生しそうだとある程度予測できても，いざという時，電気，電話，有線，テレビ等が使えなくなるおそれが考えられる。無線があっても，実際には地元の人々の経験や生活の知恵が重要な判断基準となる。そしてそれは，科学的にもある程度納得のいくものであることが多い。

そこで，これまで挙げてきた災害の事例において，地域の人々がとった行動の数々を紹介しよう。

(1)伊那谷の36災に見られた行動

筆者は36災害の時，長野県下伊那郡松川町立松川東中学校(旧生田中学校であり後に松川中学校に統合)に勤務し，災害と地質に関する調査研究を行っていた。この災害時に当時の教職員が取った行動について述べよう。

この学校は，当時の生田村の中心にキャンパスを設けてあり，そこは山地であるため小さな谷を埋めて建設してあった。

もとより村の立地は，山間地であるから学校のような広い敷地を必要とする場合，このような土地の造成はやむを得ないだろう。

6月に入ると間もなくうっとうしい梅雨期となり，25日夕方からは本格的な豪雨となってきた。26日は朝から雨が降り止まず，生徒が登校してからは一際雨足が激しくなった。

一時間目の授業を終わったところで緊急職員会議を開き，生徒の集団下校による帰宅を決めた。それぞれ川や道路について通学路の注意をして全員を帰宅させた。次に，職員に対しても指示のあるまでということで帰宅を決め，それぞれ住宅に帰った。

私は寺沢川を挟んで対岸にある自分の住宅に帰り，災害に備えて非難の準備を行った。その最中に自分の家の水田の水を見に来た生徒の一人が有線を借りにきた。私は有線が通じないことを告げ，この雨では家に帰れないので私の家に泊まっていきなさいと指示した。その立ち話は生徒が住宅の土手で，私が土手の上1mの所にいた。

話が終わって空を仰いだ瞬間，私は右上方(この生徒の家の竹藪の上)に真赤な土の舞い上がる光景を目にした。次の瞬間私は，「危ない」と叫んで生徒の手を引いて住宅の玄関に逃げていた。

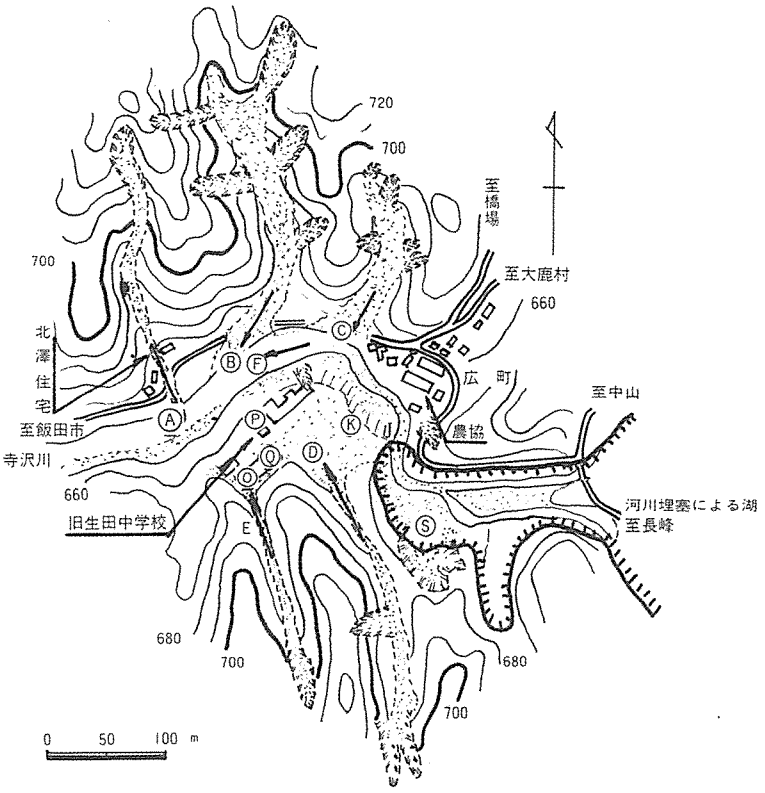
図－17には災害時，旧生田中学校周辺の山崩れや土石流の位置を示したが，その土石流は，そのA地点である。

それは凄まじい速度で流下し，寺沢川に突入した。この時，真中の住宅の押し入れ及び共同風呂を破壊した。一瞬の間お互いに，言葉が出なかった。この時，午後4時30分であった。

それから家に入って食事をしていると，電柱からの住宅の引き込み線が大きくゆれていることに家内が気づいて不安がった。住宅が山崩れ

で揺れていると思ったらしい。私に学校へ避難しようといい出した。私は，この住宅は尾根を削って建ててあるし，岩盤は硬い花崗岩だから大丈夫だと言うと，下の住宅は危なくないかというので，私は下の住宅の先生達と避難することを決意した。

3才の長男を背負って，生徒と下の住宅の家族と対岸の学校へ避難した。避難する途中寺沢川の濁流は，土橋を今にも押し流そうとしていた。皆は怖がったが，水を見ずに一気に走れと号令をかけて皆を走らせた。ようやく学校に辿り着き，寺沢川を見ると，さっき通った土橋は流されて跡形もなくなっていた。一同は，雨に濡れた寒さと怖さで震えていた。その時，私はB及びCの土石流が発生しているのを目撃した。



図－17　長野県下伊那郡松川町生田（旧松川東中学校周辺）
36災害時の山崩れ土石流位置を示す

C土石流は，道路際の家をのみ込んで，寺沢川に突入した。この時，家が破壊する音が何もしないことに気づいた。まさにそれは，濁流の中での石と石との摩擦音，そして激しい雨音に消されているのであった。

学校ではあちらこちらの住宅から避難して来た先生達の家族でごった返していた。私は，体育で使用するために購入してあった柔道着のあることを思い出し，これを着替えのない家族に着てもらうことにした。

体育館に柔道場の畳を敷いて，なにがしかの宿直の布団を置いて，子供や奥さん達の休む場所を調えた。奥さん達には，夕食の用意を頼み，校長，教頭と私の3人で，今後の行動について，P点で話をしていた。この時は，午後6時であったと思う。その時私は，足下にそよ風らしきものが吹いてくるのを感じた。

次の瞬間，土石流(D)がグランドのバックネットを突き破りながら，水の溜まった平らなグランドを滑るように，こちらに向かってくるのに気づいた。校長，教頭もびっくりして，素早く逃げた。土石流は校舎の手前で静かに停止した。土石流の運んだ土塊を見ると，なんと森林がグランドに移動してきたかのごとき有様であった。それは，見事に樹木が林立しており，倒れている樹木もあったが，ほとんどは立っていた。

私たちは驚いたが，おそるおそる校舎の中を点検した。もうこの時は暗く，懐中電灯の明かりが頼りであった。

一階の家庭科室に入ると，歩いている感覚がないのに気づいた。これは床下がないのだと悟った。それでここでもおそるおそる懐中電灯を外に向けると，いつも目につくはずの植木の並木がなくなっていた。これはまさに校舎の下は，谷になったのだと思って，一同身の毛がよだつ思いがし，その時この災害の大きいことを知った。

体育館に戻って子供達を寝かしつけることを皆でやり，一段落していたが，雨足はいっこうに衰えず，その降りかたは強弱を繰り返していた。

今度は外を点検することにし，やはり校長，教

頭と私がK地点まで歩いて農協の方向を見た。広町では，農協の稚蚕室の二階に避難している様子が伺えた。

つぎに暗がりの中で上流の方向に電灯を向けてみた。グランドの入り口付近は，寺沢川を土管で抜きその上が道路となっている。そこになにかが詰まって，ダムアップしていて，家の破壊した材木らしいものがおびただしく浮かんでいた。

これはトッピングの恐れがあるので大変である。ただちに農協の避難者らに伝えなければならない。そこで，K地点に戻って大声で呼んでみた。こんな時大声も大変大切なものであることを痛感した。私の声は低音で届かないのである。運良く校長の声は物凄く高く，たちまち皆に聞こえ，上の集会所に避難し直すように告げ，了解された。

体育館に戻って，皆と話をしたり家族の面倒をみたりして時間が過ぎた。おそらく20時頃だったと思う。「ゴウー」という音がして，さっき見てきた地点のトッピングが発生したことを知った。

後から下流の塩倉部落の人々に聞いたのであるが，この土石流を見た人は，3mもの高さで土石流が流れて来たという。そして，寺沢川は岩盤の露出した，まるで樋状の流路となってしまった。

それから皆が，体育館の安全性について議論し始めた。年配の先生が谷を見張ることを提案した。この体育館はグランド側に生徒の玄関があり，その二階が青年学級の二教室で，反対側には，シャッターで仕切った音楽室がある複合体育館である。

音楽室の山側には小さな谷があって，かつて土石流が出たらしく，小さな谷止工が施工されていることに気づいた。

もし，この谷（O点）に土石流が走れば，避難している体育館が危なくなる。そこで，そこを見張ることにした。その見張る内容は濁流が著しく濃くなって，少なくなって止まった時に大声で呼ぶということにした。

見張り始めて20～30分もしただろうか，見張りに当たっていた先生が大声で「水が止まったぞー‥」と叫んだ。皆は玄関の方向に走って逃げた。

寝とぼけていた誰かが逆の方向に走った。私は「こっちだ」と叫んで皆を玄関に誘導した。見張りの先生が体育館の中央まで走った時，「ドカーン」という音がして，土石流が音楽室の壁に当たり窓ガラスが飛び散った。そして，物凄い速さで泥水が柔道の畳をあっと言う間に浮かしてしまった。体育館のステージやその下には，畑のこんにゃくの芋がころがっており，サワガニがゆっくりとはっていた。

こんな光景は，驚きながらではあるが意外とロマンチックな瞬間でもあった。

私達は，子供を青年学級の教室に寝かせ，これからの避難について協議した。ある先生は，尾根伝いに上の部落に逃げようと提案した。賛成する人もいたが私は反対した。その理由は，乳飲児にとってこの雨は，致命的なほど激し過ぎること，体育館の玄関は，硬い花崗岩の尾根を削って造ってあるので，ここは崩れが来ないことなどであった。

皆は，ここに泊まることを決意した。校長は，「こんな災害に会ったのも何かの縁だ。もし，ここがだめのようであるならあきらめよう。」といって，いつどこで用意したのかポケット瓶のウイスキーを出して皆に振る舞った。

その内にしらじらと夜が明けて，あたりがぼんやり見えるようになってきた。一同は雨も小降りになってきたことをみて，助かったと実感して元気が出てきた。

しかし，グランド内のおびただしい土砂の山をみてうんざりし，住宅の無事を祈った。学校は高い所にあるので，下の広町や私達の住宅ははっきり見える。おそるおそる崖のそばまで近づいてみると，住宅はちゃんとあり皆で手をたたいて喜んだ。

しかし，次にはどうやってこの学校から抜け出すか，生徒達の無事も確認しなければならないという心配があった。あたりをきょろきょろ見ながら，皆苦慮していた。

そんな時，誰かが山が動いているぞと叫んだ。それは広町の裏山であった。確かにずるずると下に移動していた。

また，夕べのK地点に行き，その辺りの人々も動きだしていたので，危険をつげ下の家の人達は避難するように叫んだ。皆びっくりして逃げた。その後，その山は動きが治まり完全に止まってしまった。

そのうちに，わたしと避難した生徒の父兄がその生徒を捜しに来た。けれども濁流を渡れないので，子供がいるかと対岸から尋ねてきた。私は生徒の父親を見つけ無事を伝えると，ものすごく喜んで，次に私達が向うから見るといかにも物凄い土石流の間にいて，とても皆無事とは思わなかったとあきれていた。

そして，長い梯子を架けて，私達を誘導してくれた。私達は，父兄の家に分散して厄介になることにし，生徒の確認を急いだ。なにしろ凄い災害である。ひたすら生徒の無事を祈って，部落担任の割り当てに沿って，泥の中を歩いて家庭訪問をした。その結果，一人脊椎損傷で大怪我をしていたが，あとはかすり傷ぐらいで死亡者はいなかった。

結局，生田地区では7人死亡していたが，その原因はすべて山崩れで，寝ている間に裏山の崩れて土砂に押し出されたケースであった。

筆者は，36災害の前年にこれまでの研究を教職員研究として発表した。それは，生田地区についての地質と崩壊の関係であった。その調査の結果として，花崗岩の風化した表土は雨に弱く，一度豪雨にあうとたちまち大災害となることを書いた。

この村は小高い山の上に家があり，その周辺の斜面は，全て畑になっていた。旧生田中学校の校歌に，「耕して天にいたるは，わが村の生きる姿」という一節（詩人　勝　承夫の作詞）があるが，このような村の姿がまさに災害に結ついてしまった。

あれから47年経った今，当時の面影はなくなって，平和で静かな農山村が蘇っている。再び災害にあわないことを祈りたい。

(2)宇原川土石流での行動

宇原川土石流では，豪雨で洪水となっている宇原川によって，西地区の川沿いの家に浸水のおそれが出て，親戚の人達が水防作業にあたった。炊き出しに当たった主婦らも23日の早朝に土石流にのまれてしまった。

この地区では，土石流災害は未経験ではなかった。古くからここに住んでいる人々は，江戸時代，明治，大正，昭和と宇原川の洪水，土石流による農地，家屋が被害にあっている。

したがって，ここに住んでいる人々は，災害の多い危険地帯であることを知っていた。昭和34年8月の7号台風での災害から，流路の改修工事，砂防ダムの建設等によって，防災対策が整備されてきて，宇原川の氾濫については，ほとんど忘れかけていた頃であろう。過去の災害を知っている人々でも，今度の災害がこれまでのものを上回る規模であったといっている。

土石流が西原地区を襲う一時間前に，濁流の匂いの異常さに気がついた人がいた。いつもの濁流とは一際違うということ，石と石とがぶつかり合う音，特に匂いは「何かが焼けるような，土臭い匂い」だという。筆者が36災害で経験した匂いも全く同様な表現となろう。

その人は，これはえらいことになるといって，近所の人達を起こして避難し始めたという。それは，土石流被害の出た約1km下流の人々であった。その時，宇原川の一番上流にあった家の水防作業をしていたのだから，この川の異常さ，いつもと違う濁流の様子に気づいていれば，あるいは避難が早くできたかもしれない。

こんな時，日頃の経験は大切で，古老の言葉に日頃耳を傾けることも必要であろう。

また，宇原川流域について，森林の様子や山崩れの点検も重要である。源流域にはスキー場やゴルフ場といった雨を集めて一気に流すような地域ができている。それに，四阿山は火山で周囲

に熔岩の急な崖が形成されていて，ここに恒常的に土砂が堆積して崖錐となっている。空中写真でもわかるように，極めて急傾斜であるから開発もできず，天然林がそのまま残されている。ここに水が集まると崩壊が発生しやすい。

宇原川土石流は，このように源頭部に発生した崩壊によって起こったものであり，途中ダムアップした形跡もあるが，ただちにトッピングしたらしい。このように，流域は途中がいくら緑豊かな山であっても，森林の防災機能は発揮されない。流域の管理は，地域住民が源頭部までしっかり管理しなければならないものと考えている。

(3)大岳川土石流での行動

1982年9月12日まで降り続いた雨は，13日にはすっかりやんで，14日も晴天となっていた。

14日朝9時5分頃，中部電力大岳発電所従業員は，流水量の減少に気づいて土石流の危険を感じ，南佐久郡八千穂村役場へ通報した。それによって，10時45分頃県警のヘリコプターが現地に到着し，土石流の突出を確認している。

この土石流は，15時頃まで十数回の土石流を流出した。この様子を臼田営林署畑担当区の職員は，畑田担当区大岳休息所付近で見ていた。その職員によると，第三波の土石流が最も大きく，しかもその流れは，人が歩くより少し早い程度であったという。そして，狭窄部で後続流を堰き止めてから，再び流出したといっている。

第一波の土石流の発生時刻がほぼわかっているので，それで計算すると，千曲川に到達するまでに約75分を要している。したがって，この土石流の速度は3m／秒ということになる。このように平均速度は遅くても，ヘリコプターからの報告等で推測して，源頭崩壊から6km下流までは，おそらく70km／秒前後の速度があったものと考えている。

この時の雨は，9月10日に始まっているが，臼田営林署の畑担当区職員は，源頭部付近の林地の巡回で，小さな崩壊を見ている。崩壊した凹地の出口の右岸側にある。また，崩壊前の13日やはり巡回で小さな土石流の発生を見ているし，うその口林道が湯川を渡る橋がその土石流で既に流されてしまっていることも確認している。

この時の様子は，実際14日の大土石流を予想できるものであったのかはよく判らないが，源頭崩壊はその前部の小崩壊によって支えを失って崩れた。土石流の徴候はこの様に現れていたことは事実である。

それにしても，発電所の従業員の直感とその時の処置は見事であり，それによって下流の避難態勢ができた。この土石流は，実際にはほとんど地域住民には無害であったけれども，事前に知ったという点で高く評価できると思う。

(4)御岳崩壊に伴う伝上川土石流に見られた行動

長野県西部地震災害では，大きな地震の恐怖で村中が震えていた。そんな時の土石流であるからそのものすごさは，言葉につくせないだろう。

長野県木曽郡王滝小・中学校は，「地の底からの叫び」という本を1985年3月発行した。

編集は小・中の先生を中心に，児童・生徒の作文と大阪大学人間科学部の研究者が先生達と対談したものが主な内容となっている。この内容を詳しく紹介できないが，大きな混乱の中で，冷静に確実な指導ができたものだと感心するとともに，その結果として，児童・生徒に一人も犠牲者を出さなかった。そして，学校という大集団を抱える施設では，いかなる行動が必要かを教えている貴重な体験記である。

御岳崩壊による土石流では，山林の作業に行く途中（餓鬼ヶ喉トンネル付近）の王滝営林署職員の行動が目を引く。

その職員の付近には車で来ていた6名の人々がいた。その職員は地震の直後「ゴー」という音を聞き，上流にある王滝川ダムが決壊したと思って，皆に「逃げろ」と叫んでから急いで斜面を駈け登った。その間1～2分，逃げた人達は2人で道路から15～20m登った時だった。振り返ってみるとヒノキの造林木を押し倒して土石流が流下していた。

気をとり直してさらに20～30m登ったが，自分の後に続いて逃げたと思った人達はいなかった。結局ここでは，5人が犠牲になった。

この時助かった人達は，皆この地帯の地形や地理に明るい人達であり，常に山を相手に仕事をしているから，足支度も良く山を駆け登ることはたやすかった。こんな時には，的確な判断力と機敏な行動力が必要である。

7. おわりに

わが国の国土は基盤が脆弱で，地震，火山及び気象災害の常習地帯に位置している。

社会経済の進展が著しい世界有数の経済大国に半世紀もかけないで登り詰めた。社会振興には国土が狭いので高度利用を進めなければならない必然がある。それで自然災害域に人間の生活基盤が入り込まざるを得なくなっている。

自然災害域に近づかないで，生活基盤の安全を求めるべきであるとの考え方があるが，わが国の国土にそんな場所はない。

関東平野は利根川の氾濫域である。濃尾平野は木曽三川の氾濫域である。ここは人口過密地帯であるから人為的な災害も発生する。わが国の生活基盤を守るには，治水事業を国土保全の柱に据え，過去の事例を分析してきめ細かい事例への対処方法を検討し，その技術を高めること以外方法はない。

わが国の国土保全技術は，世界的高水準にあり海外からその技術を求められている。現象をつぶさに観察する経験的学習がその技術を高めるのである。

文献

1)横山又次郎(1912)長野県下南小谷村山崩れ視察報告，地質学雑誌，第24巻608 ～620

2)松本宗順(1947)来馬変遷38年史

3)青野寿郎・尾留川正平編(1972)日本地誌，第11巻，14～19

4)高橋浩一郎(1977)災害論－天災から人災へ－東京堂出版，17

5)北沢秋司(1980)不動沢における崩壊について，第28回日本林学会中部支部大会講演集，279～28

6)信州大学自然災害研究班(1981)宇原川土石流災害の原因調査報告－中間報告－

7)北沢秋司(1982)天竜川上流流域の地質と崩壊，自然災害科学資料解析研究，Vol9，81～93

8)北沢秋司(1983)9・14(1982)大岳川土石流について，第92回日本林学会大会論文集，625～62

9)王滝小・中学校(1985)地の底からの叫び－たちあがる王滝の子どもたち－，電算印刷株式会社

10)信州大学自然災害研究会(1985)昭和59年長野県西部地震による災害，信州大学

11)信州大学自然災害研究会(1986)昭和60年長野市地附山地すべりによる災害信州大学

活用資料

12)長野県の気象と災害(1965)，長野県

13)長野県統計書(1970～1979)，長野県

14)長野県観光便覧(1980)，長野県

15)活断層研究会編(1980)日本の活断層－分布図と資料－，東京大学出版会

重金属を含むトンネル地山の調査例（濃飛流紋岩類を例に）

(株)ダイヤコンサルタント　濱本　拓志

1. はじめに

2003年に土壌汚染対策法が施行され，土木工事の分野においても周辺環境に対する配慮が重視されるようになった。特に，トンネルや大規模切土の施工では，大量の残土が発生する。それらが海成堆積物や鉱床由来の地質である場合，自然由来の特定有害物質（特に重金属）を含む可能性がある。本来，自然由来の特定有害物質に対する環境汚染は，土壌汚染対策法の対象とはならないが，掘削残土の盛土場周辺では，環境悪化が懸念されるため，土壌汚染対策法や関連法令等に準じて対応される場合が多い。最近では，日本のさまざまな地域から，建設中に自然由来の汚染土砂に遭遇した例が報告されている[1)]。

本発表では，濃飛流紋岩類分布地で重金属を含むトンネル地山で，掘削中に行った調査および評価方法について紹介する。

2. 調査地の地質構成

調査地の地質は，時代の古い順に，①濃飛流紋岩類溶結凝灰岩（基盤岩），②玄武岩・安山岩・花崗斑岩（貫入岩脈），③崖錐堆積物から構成される。トンネル施工基面に出現する地質は，大部分が①ないしは②で，岩級がCLまたはCM級に判定される良好な岩盤であるが，部分的に岩片混り土砂状や岩片混り粘土状を呈する断層破砕帯も認められる。

また，①と②の接触部では，熱水等の上昇により岩石は鉱化作用を被り，重金属を伴う場合がある。調査地の周辺では，かつて複数の鉱床跡地が認められ，金，銀，鉛などを採掘していた[2)]。

トンネルの施工に際して，地山の①や②は，重金属を多量に含む可能性が懸念される地質である。

3. 地山中の重金属賦存モデル

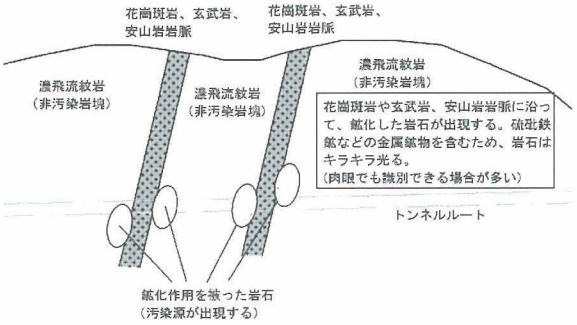
トンネル掘削途中で判明した，掘削残土およびトンネル湧水の分析結果は，以下のとおりである。

①掘削残土の岩塊部に基準（土壌汚染対策法の指定基準）を超過する重金属は含まれず，土砂・粘土部に基準を超過する重金属（ヒ素）を含む。

②トンネルからの湧水は，基準（地下水の環境基準）を超過するする重金属（ヒ素）を含む。

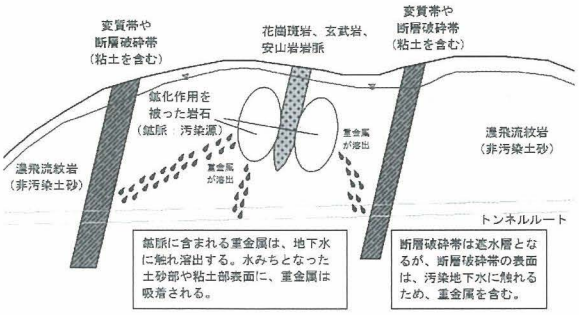
以上のことから，次に示す2種類の重金属賦存モデルを想定した。

(1)重金属鉱物を含む，鉱化作用を被った地山が出現するモデル（図－1）



図－1　汚染土砂の出現モデル1（鉱化作用モデル）

(2)汚染地下水を媒体にし，水みちの土砂や粘土に重金属を吸着するモデル（図－2）



図－2　汚染土砂の出現モデル2（吸着モデル）

4. トンネル掘削中の残土調査

トンネル掘削中の残土調査は，上記の賦存モデルを念頭に置き，以下に示す方法で調査を行った。

(1) 分析試料の採取方法について

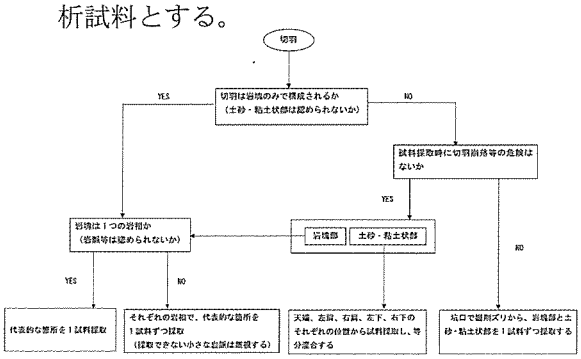
調査地の地質は，断層破砕帯や変質帯，鉱脈，岩脈等が分布し，地質の判定が難しい場合が想定されるため，分析試料の採取にあたっては，地質技術者が切羽を確認し以下の方針で行った。試料採取のフローチャートを図－3に示す。

①試料採取は，地山の変化点または，掘削土量約2,000m^3（掘削距離約30m）に1度，地質技術者が切羽を確認して試料採取を行う。

②岩塊部と土砂・粘土状部は，区別して採取する。

③岩塊部は岩相ごとに各1試料採取する。

④土砂・粘土状部が切羽全体に分布する場合は，「天端」，「左肩」，「右肩」，「左下」，「右下」の位置で各1試料採取し，等分混合したものを分析試料とする。



図－3　試料採取のフローチャート

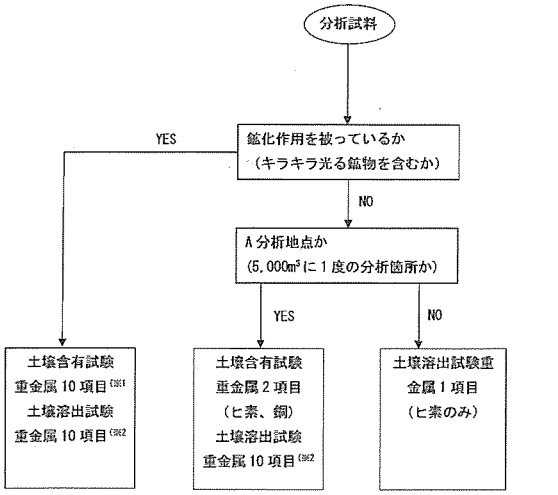
(2) 分析項目について

採取した試料の分析項目については，基準超過項目が調査開始時点でヒ素のみであったことを踏まえ，以下のとおりに分析区分を行い，公定法により実施した（図－4）。

①掘削土量約5,000m^3（掘削距離約80m）に1度，重金属含有試験2項目，溶出試験10項目について実施する。⇒A分析

②掘削土量約2,000m^3（掘削距離約30m）に1度，ヒ素の溶出試験を行う。⇒B分析

③鉱化作用を被った試料は，重金属含有試験10項目，溶出試験10項目について実施する。



(※1) カドミウム、六価クロム、シアン、総水銀、セレン、鉛、ヒ素、ふっ素、ほう素、銅
(※2) カドミウム、六価クロム、シアン、総水銀、アルキル水銀、セレン、鉛、ヒ素、ふっ素、ほう素

図－4　分析項目のフローチャート

ただ，切羽観察において，汚染の疑わしい掘削残土や湧水が出現した場合は，「水中ヒ素濃度簡易テストキット」（米国，ADI社製）を用い，ヒ素を指標にして15分程度の迅速さで重金属有無を簡易的に判定した。この結果で，汚染の可能性があると判定されたものは，公定法による分析を行い，正確な濃度を判定した。

(3) 分析結果の評価と残土の処理方法について

分析結果の評価と残土の処理方法は，汚染残土処理対象土を最小するために，岩塊部と土砂・粘土状部を区別して以下の方針で評価した（図－5）。

①掘削土砂は，土壌分析を行った単位毎が混ざらないように，分別して仮置きする。そして，土壌分析結果が判明するまでは，掘削土砂は単位毎にシートで覆い，雨水等に触れないように仮置きする。

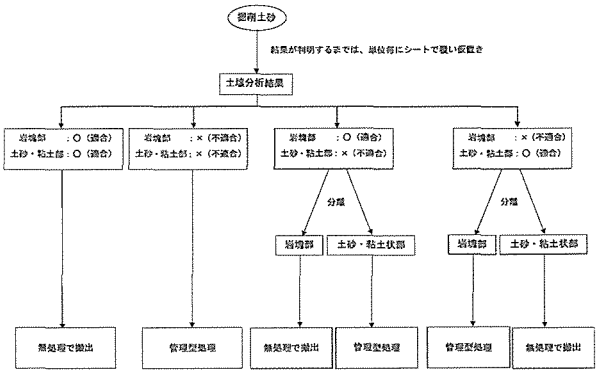
②土壌分析結果の評価は，基準値（土壌汚染対策法の指定基準）に基づき評価する。基準値を超えていない土砂（適合土砂）はそのまま搬出，処理を行い，基準値を超えた土砂（不適合土砂）は，管理型の処理をおこなう。

③岩塊部，土砂・粘土状部とも基準値を超えていない場合（適合土砂）は，分別せず残土処理を行う。

④岩塊部，土砂・粘土状部とも基準値を超えた

場合(不適合土砂)は,分別せず,管理型の処理をおこなう。

⑤岩塊部,土砂・粘土状部のどちらかが基準値を超えた場合(不適合土砂)は,スケルトンバケットによるふるい分けを行い,不適合土砂について管理型の処理をおこなう。



図―5　残土処理のフローチャート

5. 調査の成果と結び

現在,トンネル掘削は完了し,上記の調査手法により,トンネル掘削残土の一部に,鉱化作用被ったと考えられる汚染残土を適切に発見することができた。また,トンネル掘削時の試料採取を細かく行い,小さな単位で汚染残土を発見できたため,汚染残土処理対象土を少なくすることができた。

最近では,分析機器が進歩し,ボルタンメトリー分析など,現地で比較的精度の良い分析が可能となってきた。建設現場での汚染土砂の判定は,迅速性が要求されるが,分析技術の向上と同等に適切な試料採取が重要である。現場の地質を的確に判定できる地質技術者の力量を生かし,精度・効率の良い調査を行なっていきたい。

《引用・参考文献》

1)服部ほか:トンネルと地下,pp.871～878,2003.11.

2)中部地方土木地質図編纂委員会:中部地方土木地質図解説書,515pp,1992.12.

敷地造成に伴う切土のり面調査において地すべりの存在を確認し対応策を提案した事例

応用地質(株)
杉野　友通
日吉　智

1. はじめに

調査対象は，約30年前に山間部を造成して建設されたA変電所の北側斜面である。今回は，変電所設備を増設するにあたり，山側の斜面を新たに切土し，敷地を造成する計画である。今回の業務は，切土のり面の設計に必要な基礎資料を得るための標準的な調査として依頼されたものであった。

調査計画の立案および調査位置の選定にあたり，既存調査結果の整理および，地形図を確認した。その結果，当該斜面に，当初想定していなかった“地すべり”が存在する可能性が明らかとなった。そのため，通常のボーリング調査に加え，地すべり調査のための地表踏査を実施することを提案した。

本報文では，この切土のり面の調査と平行して実施した地すべりの調査結果と，提案した対応策について報告する。

2. 地形・地質概要

A変電所は赤塩丘陵に位置し，西方には千曲川が流れる。赤塩丘陵は，標高400～600mの丘陵で，北西側斜面は緩く傾き，南東側斜面には谷がよく発達している。丘陵は主として鮮新統や下部更新統の砕屑岩類により構成され，平坦な尾根には厚い北信ロームが堆積している。当該地は北部フォッサ・マグナ地域に位置し，極めて複雑な地質構造を示す地域である。

当該地には，第四紀更新世の水内(みのち)層が分布する。水内層は礫層を主体とする陸成層で泥流堆積物を不規則に挟む。岩層は，上部で礫岩・砂質シルト・凝灰角礫岩・泥流堆積物，下部で礫岩・砂岩である。

3. 調査結果

3.1 地表踏査結果

切土が計画されているエリアについて，変状地形等の有無を確認する目的で地表踏査を実施した。その結果，図－1に示すように当該斜面で地すべり地形を確認した。

地すべりと判断した要因は，以下に示す地すべりに特有の地形的特徴が確認されたためである。

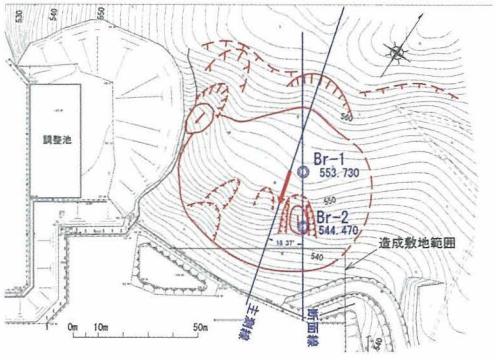
①斜面中腹に平坦な緩斜面があり，その下方ははらみだしたようなやや急な斜面となっている。

②緩斜面の上方には，滑落崖に相当するやや急な斜面がある。

③地すべり土塊と判断される範囲には，直径10～25cm程度のミズナラやアカマツに斜面上方側への傾斜やS字型の根曲がり(写真－1参照)が多く見られる。

④地すべり土塊末端部のやや急な斜面には，小規模な表層崩壊地形や表層すべりが複数確認される。

この斜面では，最近形成されたと見られる亀裂や滑落痕などは見られない。また，地すべり土塊の範囲が不明瞭であることから，最近数年は活動していないと推測される。ただし，直径10～25cmの樹木に根曲がりが見られることから，少なくとも20～30年程度前には樹木が傾く程度の活動があったと判断できる。



図－1　地すべり地形平面図

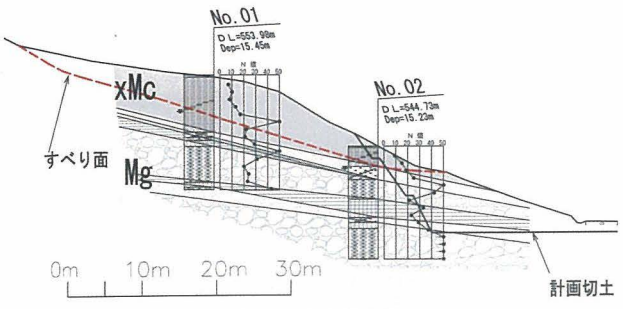
写真－1　根曲がりの状況

3.2 ボーリング調査結果

ボーリング調査は図－1に示した2箇所で実施した。図－2には，ボーリング調査より作成した地質断面図を示す。当該斜面の表層には強風化を受け粘土化した層（wMc層）が厚さ8m程度分布し，その下位には礫質土を主体とする層（Mg層）が分布する。地層の傾斜は，斜面表層の傾斜と同程度である15°程度の斜度を有し，流れ盤構造となっている。

No.1地点においてボーリングにより採取したコア試料から，深度-5.6m付近ですべり面と想定される極めて軟質な粘土が分布することが確認できた。また，No.2地点のコア試料では，明確なすべり面となる試料は確認できなかったものの，地表踏査により明らかとなった地すべり面の舌端部の位置から，地層境界である深度-2.75m付近にすべり面があると推測できる。

以上の結果より，図－2の断面中に示した位置に地すべり面が存在すると判断した。



図－2　地質断面図

4. 対策工の提案

調査地に存在する地すべりについて，「道路土工 のり面工・斜面安定工指針[1)]」の記述に基づき，現況の安全率を1.05と仮定し，逆解析から現況の地盤定数を設定した（表－1参照）。得られた現況の地盤定数を用いて，切土工が施工された場合ののり面の安定計算を行った結果，安全率が1を下回り，のり面が不安定化することが明らかとなった。そのため，安全に切土工および造成工事が施工できるように対策工の検討を実施した。

表－2に対策工比較検討表を示す。ここでは，以下に示す3案を立案した。

①アンカー工（掘削勾配1：0.5）

②アンカー工（掘削勾配1：1.2）

③排土工（掘削勾配1：1.2）

表－1　地盤定数と安全率

湿潤密度	18.0kN/m^3
粘着力	6.0kN/m^3
せん断抵抗角	13.4°
切土後の安全率	0.97

総合的な評価から②案と③案がともに，適していると判断できる。ただし，②案では費用が③案と比べて高価であること，アンカーの保守が必要となることが欠点として挙げられる。また，③案では，掘削土量が多くなること，将来的に最上部ののり面背部が不安定化する恐れがあることが欠点として挙げられる。これらの欠点を考慮し，③案について可能な限り掘削土量が少なくなる切土勾配を設定し，のり面背部が不安定化する恐れがあることを十分認識した上で，保守・点検による徹底した管理の下，③案を採用することとした。

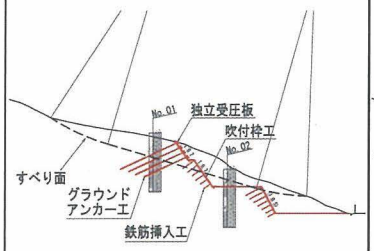
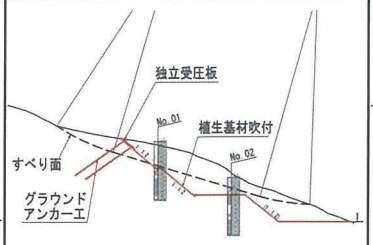
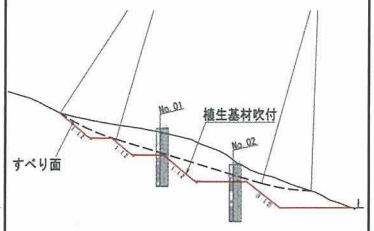
5. おわりに

本業務は，切土のり面の設計に必要な基礎資料を得るための標準的な調査であったが，地質調査の基本に立ち返り，調査計画段階での適切な地形図判読と，丁寧な現地踏査により，地すべりが存在することを明らかにした。結果として，

切土のり面に必要な対策工を提案することができ，のり面が不安定化することを防ぐことができた。

今後の地質調査において，本報文で紹介した事例が少しでも参考になれば幸いである。

表−2　対策工比較検討表

工種	①アンカー工（掘削勾配1：0.5）	②アンカー工（掘削勾配1：1.2）	③排土工（掘削勾配1：1.2）
標準断面図			
長所	・アンカー工は実績も多く、長期的な斜面の安定を確保できる。 ・地形の改変が少なく、掘削土量は最も少ない。	・アンカー工は実績も多く、長期的な斜面の安定を確保できる。 ・切土のり面が安定勾配のため、植生工のみの対策となる。	・抑制工のみの対策となるため施工は容易である。 ・工費はもっとも安価となる。
短所	・グランドアンカーの保守が必要となる。 ・掘削勾配が安定勾配でないため、のり面補強を必要とする。 ・工費が最も高価となる。	・グランドアンカーの保守が必要となる。 ・地形改変がやや大きく、掘削土量もやや多い。	・地形の改変は大きく、掘削土量も多い。 ・抑止工を行わないため、将来的に最上部ののり面が不安定化する恐れがある。
コスト	△	○	◎
評価	△	○	○：採用

《引用・参考文献》

1)のり面工・斜面安定工指針，日本道路協会，平成11年3月

豆知識　−アンモナイトと種−

生物の分類は,基本的に「種·属·科·目·綱·門·界」の単位に従います。化石の中で最も人気のあるものの一つにアンモナイトがあります。アンモナイトは,古生代から中生代に栄えた生物です。アンモナイトは分類上,よく腹足綱(巻き貝)と間違って記憶している人もいるようです。15年くらい前の著名な新聞の広告にアンモナイトをモチーフとした宣伝が掲載され,その中に「巻き貝の一種であるアンモナイトは……」といった文言を発見したときには驚きました。アンモナイトは,軟体動物門,頭足綱に分類され,イカやタコと同じ仲間です(写真−1)。

白亜紀には,巻き貝のようなノーマルな形状のアンモナイトの他に,異常巻きのアンモナイトが出現したようです(写真−2)。

生物の最小分類単位は「種:species」です。種の学術的な定義はさておき,親,子,孫といった三世代が続けば一つの種と覚えておけばいいでしょう。例えばイノシシと豚からイノブタが生まれますが,イノブタとイノブタからはイノブタは生まれません。従って,イノシシと豚は異なった種ということになります。

写真−1
Eupachydiscus sp.

写真−2
Polyptychoceras sp.

平成20年度 現場研修会報告

現場研修会に参加して

基礎地盤コンサルタンツ(株)
谷岡　伸也

1．はじめに

平成20年5月19～20日に，中部地質調査業協会主催の現場研修会が行われた。地質調査業に従事する我々は，普段は工事中の現場を目にする機会が少なく，貴重な経験になるため，ベテラン～新人技術者まで多くの参加者で賑わった。

当日は雨天の予報にも関わらず，それぞれの現場見学のタイミングでは雨が上がり，概ね予定通りの工程で見学が行われた。本稿は，2日間に渡る研修会に参加した筆者の感想と，見学内容について述べる。

2．三遠トンネル工事現場

三遠トンネルは，飯田市と静岡県浜松市三ケ日を結ぶ高規格道路「三遠南信自動車道」のうち，三遠道路の中央部に位置するトンネルで，長さ4,500mの大型トンネル(国交省管轄では全国4番目の長さ)である。本工事は，第一級の構造線である「中央構造線」を貫通するように計画されており，我々のような地質調査に従事する技術者にとっても，技術的関心を寄せざるを得ない現場の一つであろう。

見学は，清水熊谷JVの方の案内の下，現場事務所での講義と現場見学会で行われた。講義では，工事内容の概要説明や，工事中の現場写真などのスライドを用いて説明して頂いた。工事全体として順調に進んでおり，当初懸念されていた中央構造線付近での異常湧水や，切羽の自立性が極めて低い擾乱帯などの出現は無かったとのことであった。

中央構造線については，個人的に過去に2地域(長野県/愛知県)で露頭観察を行ったことがあるが，いずれも良く破砕された厚い断層ガウジが印象的であったため，本トンネル工事が順調に進んでいたことに驚いた。改めて，日本の土木技術の高さを感じた。

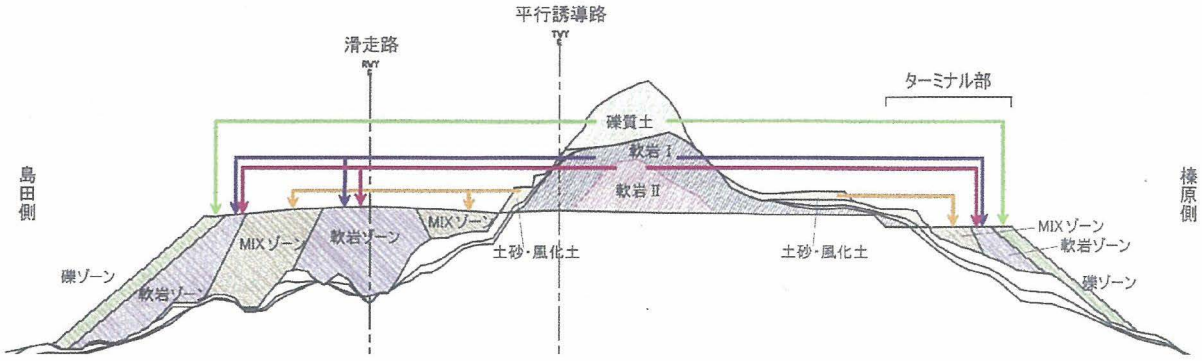
講義終了後，実際の工事現場を見学させて頂いた。残念ながら，見学時には既に掘削作業は完了しており，覆工作業の途中であった。施工時の切羽状況を観察し，調査時の地山区分結果と比較することは，調査における地山区分の精度向上に繋げられる絶好の機会だと思う。次回の研修会でも，是非トンネル見学を組み込んで頂きたいと思う。

写真－1　覆工状況

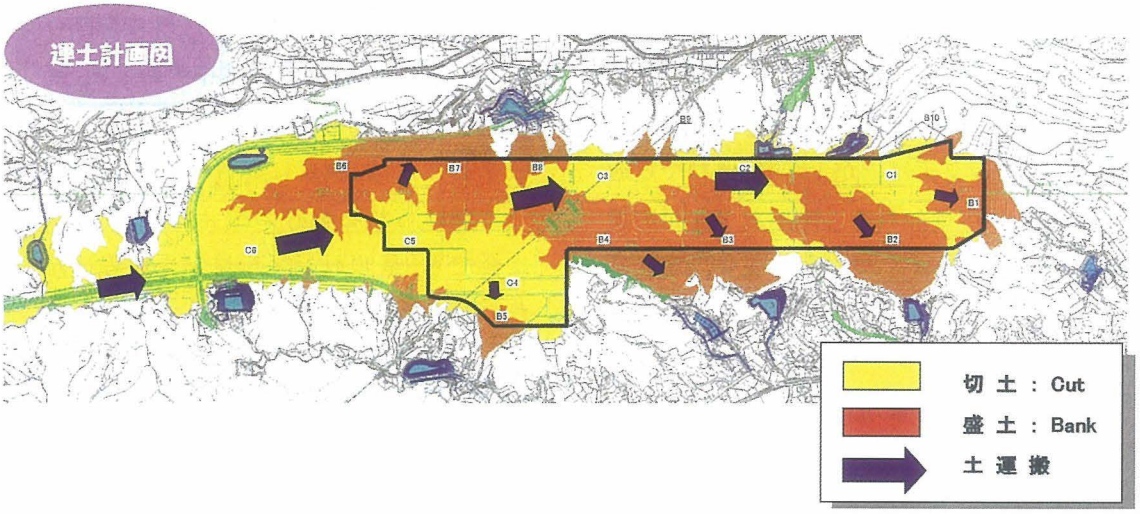
3．富士山静岡空港工事現場

富士山静岡空港は，静岡県島田市と牧之原市に跨って建設される，静岡県建設の第三種空港である。本空港の本体用地造成工事は，土工量2,600万m^3，最大盛土高75mにおよぶ大規模高盛土工事である。案内して頂いた富士山静岡空港株式会社の方の話によると，地盤や立地(直下に東海道新幹線が通っている)を配慮し，切盛計画や維持管理方法について，様々な配慮が行われているとのことであった。

本体用地は，開析の進んだ更新世段丘(牧之原台地)の痩せ尾根に位置するため，被覆している更新



図－1　盛土断面図　「静岡空港　本体用地造成工事」リーフレットより引用



図－2　運土平面図　「静岡空港　本体用地造成工事」リーフレットより引用

統の礫質土と基盤の中新統泥岩からなる尾根部を切土し，発生土で周辺谷部を盛土することになる。当該地区の中新統泥岩は，スレーキングを起こすため，風化環境に晒すことができない。また，滑走路は飛行機の離発着時に大きな荷重がかかるため，十分な耐力が必要とされる。さらに，乗客が待機するターミナルは，安定した支持地盤に建設することが望ましい等と，たくさんの検討項目があり，設計者の苦労が伺える。

これら項目の検討結果として，盛土断面図と運土平面図を図－1～2のように計画されていた。これだけの条件をクリアした上に，切盛土量の収支が合うように設計されているというから，設計者の技術力（根性？）に敬服する。

最大75mにも及ぶ長大法面も壮観であった（写真－2）。また，バスから見た法面管理用に並んだ多数の伸縮計も，なかなか見られない光景であろう。

写真－2　法面状況

4．富士山大沢扇状地の対策工事現場

富士山西斜面には，1,000年以上前から崩壊が進む日本有数の崩壊地「大沢崩れ」が存在している。この大崩壊地から供給される土砂によって，大沢川下流域では度々大規模な土石流が発生し，甚大な被害を与えてきた。この大沢崩れから発生する土石流から下流域を守るために，日本最

大級の砂防施設である「大沢川遊砂地」が建設されている。

写真－3　大沢崩れの遠景　中央の大きな谷が大沢崩れ

今回の現場見学では，前日に降った大雨による増水のため，計画されていた上流部の岩樋観測所の見学は中止になった。そのため見学箇所は，第5床固工の遊砂地とストックヤードで，富士砂防事務所の方の案内の下に行った。

実際に遊砂地に降り立った感想は，「でっかいなぁ～。」という一言である。大沢崩れから発生する大規模土石流の規模が，少しだけ想像できた気がする。水平距離2,100m，最大幅500m，最大深150mにも達する大崩壊地から発生する土石流を制御し，更に発生土を建設材料に利活用しようとする自然に対する柔軟な思考が，とても日本人らしいと思った。

地球が生きている限り，その営みとしての様々な自然現象（時に人間にとって災害となりうる）は必然の事象である。人間活動のために，ハード対策で自然の営みを無理やり止めるのではなく，自然の営みを丁寧に読み取り，自然現象と共生するためのハード対策やソフト対策を模索することが，日本に適した土木事業のように思う。そのためには，丁寧で綿密な地質調査の結果が必須であることは言うまでもない。

5．おわりに

初日はトンネル工事現場と空港建設現場，二日目は砂防施設と，まだ業務経験の浅い私には盛り沢山の内容であり，非常に貴重な経験となった。

いずれの工事現場のリーフレットにも，少なからず地質調査の成果が載っており，その施工方針の基礎になっていることが示されている。完成すれば，立派な構造物や施設に目を奪われがちであるが，それらが十分な能力を発揮し，安全に稼働するためには，基礎にある「確かな地質調査」が必須であると，改めて感じた。

最後に本稿を借りて，今回の研修会を企画・催行して頂いた中部地質調査業協会の皆様，ならびに各見学地点で解説をして頂いた関係者の方々に，心よりお礼申し上げます。この経験を，更なる技術力の向上に活かしていきたいと思います。

平成20年度 現場研修会報告

現場研修会に参加して

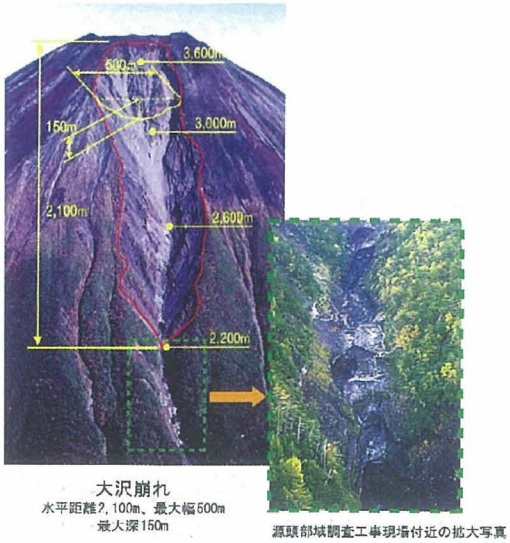
(株)中部ウエルボーリング社
西堀　義行

1. はじめに

平成20年度の中部地質調査業協会による現場研修会が，5月19日・20日の2日間において開催された。見学地は，天候や工事の進行状況等により，断念した場所もあったが，無事に見学することができた。ここでは，20日（＝2日目）に見学した富士山山麓部の大沢扇状地についての概要及び感想を述べる。

2. 大沢崩れ

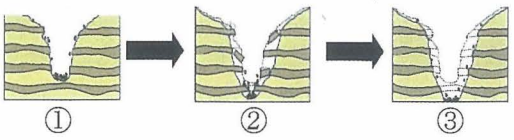
大沢崩れは，図－1に示すように富士山西側の山頂から標高2,200mまでの斜面である。崩壊が，1,000年以上前から継続的に発生し，現在も進んでいる。そのため，日本における最大級の規模を有する大崩壊地とされている。大沢川下流域では，この大沢崩れより度々発生する土石流に苦しめられてきた。過去36年間の計測によると，標高3,400m付近の縁（崖部）の両岸とも約30m後退し，最大約60m広くなり，約511万m^3（年平均14.2万m^3）の土砂が下流に流出した。



図－1　大沢崩れ（見学リーフレットより引用）

3. 崩壊のメカニズム

大沢崩れの崩壊のメカニズムは，図－2と下記の①～③に示すとおりとされている。



図－2　崩壊のメカニズム（見学リーフレットより引用）

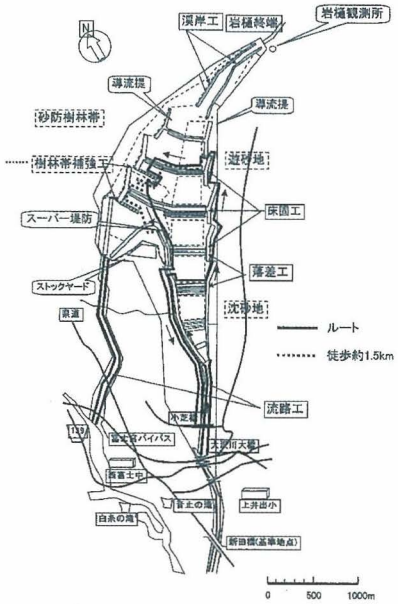
①源頭部の地質は，柔らかいスコリア層と，硬い溶岩層の互層になっている。

②風雨などによって，まずスコリア層が流出し，自重に絶えられなくなった溶岩が崩れ落ちる。

③こうして限りなく崩壊が広がっていく。

4. 大沢崩れの土石流対策

大沢崩れの土石流対策として，富士山山麓部の大沢川扇状地に図－3に示す砂防施設が建設されている。



図－3　大沢川扇状地対策（見学資料引用）

砂防施設の規模は，岩桶観測所から落差工の終点部まで約4km，施設の最大幅は約1.1kmで

ある。最近では，平成12年11月21日に観測史上最大の土石流が発生し，約28万km³を捕捉している。

遊砂池に堆積した土砂（巨礫も含む）は，破砕やふるい分けにより粒径処理を行い，海岸の養浜材・道路路体盛土材等の多くの公共事業に利用されている。

5. 大沢扇状地砂防施設の見学

大沢扇状地砂防施設の見学は，前夜～早朝までの大雨の影響により，見学地が変更となり，床固工のみとなった。

床固工の現場状況は，左岸側に重機が配備されており，写真－１に示すように整地されていた。一部では土砂が粒径処理されており，山積みとなっていた。（写真－１の赤丸参照）

写真－1　現場状況写真

現場周辺において，写真－２に示す自然堆積状態の土質状況が確認できた。土質は，巨礫を含む火山砂礫（＝スコリア）であった。

写真－2　現場状況写真

6. 富士山における防災対策

富士山大沢扇状地砂防施設見学にあたり，富士山における防災対策について，国土交通省中部地方整備局　富士砂防事務所よりご説明いただいた。

富士山における防災対策には，ハード対策とソフト対策がある。

ハード対策は，富士山大沢扇状地砂防施設のように，溶岩流・土石流等の流下をコントロールする対策である。避難する安全な場所の確保や避難時間をかせぐのに有効である。

ソフト対策は，火山防災マップにより富士山周辺の住民に周知していただく対策である。各関係機関からの連絡体制・避難場所を認識していただくことにより，災害時に安全な行動ができる。

現在は，ハード対策は順次検討・実施されているが，対策の主眼は，ソフト対策へ重点が置かれている。その理由は，以下の3項目が挙げられている。

①公共事業費の削減。（建設投資の縮小）
②土砂災害防止法の施行。（平成13年4月）
③気象観測施設や光ケーブル網を利用したリアルタイム観測システム（火山監視カメラ等）による情報の充実（迅速な状況把握）

7. おわりに

今回の研修では，富士山の課題と現状について認識でき，自分自身の知識が広がったと思う。

最後に，現場研修にご協力いただいた国土交通省中部地方整備局 富士砂防事務所の方々及び研修委員会の皆様に感謝の意を表します。

富士と味覚の旅

（社）静岡県観光協会　名古屋観光案内所
所長　大久保　智恵美

“富士山を見に行きたいのですが何時が良いですか？”こんな質問を受けることがある。富士を見るベストシーズンは，あまり知られていないようだ。私は冬場（11月から2月）の空気が澄んでいるときを勧めている。この期間は，頂に雪を被り，青空に浮かんでいる姿が綺麗なためである。

岩本山からの富士山（富士市）[1]

富士山麓を一周すれば，様々な姿の富士と出会うことができる。これから，富士山を取巻く静岡県側の3市（富士市，富士宮市，御殿場市）と山梨県側の1町（富士河口湖町）1村（山中湖村）を巡る“富士と味覚の旅”にご案内します。

●富士市

最初は富士市の新富士駅をめざす。新富士駅までは，名古屋駅から新幹線を使えば１時間40分で到着する。駅前に出ると富士山がよく見える。製紙工場の煙突が裾野に広がる町は「竹取物語」かぐや姫伝説の伝わる所であり，春には花と富士山を撮影する人が多く訪れる町でもある。

ここでは公共交通機関の本数が少なく不便であるため，自由に観光したい人は，駅前のレンタカーをお勧めしたい。

新緑の富士（富士市）[2]

●富士宮市

次に訪れる所は，富士宮市だ。富士宮市に入ったら，浅間大社の参拝をお勧めしたい。浅間大社には新富士駅より30分で到着する。本殿，拝殿，楼門などは，徳川家康の建立寄進のもので，朱色に塗られた建物は大変美しく，国の重要文化財に指定されている。境内には富士山の湧水がこんこんと湧き出ている。冷たく美味しい水を飲めば，すっきり目が覚めること請け合いだ。

富士山本宮浅間大社（富士宮市）[3]

富士山は古来より信仰の山で，山頂には浅間大社奥宮があり，ご祭神は「木花之佐久夜毘売命（このはなのさくやひめのみこと）」美貌の貞淑の誉れが高く，火難消除，安産，航海，漁業，農業などの守護神として特に知られている。

大社の周辺には，Ｂ級グルメとして最近有名になった「富士宮やきそば」が食べられる。目印

の“のぼり旗”を探すと良い。「富士宮やきそば」の特徴は，麺に弾力があり，中には肉カス（豚の背油からラードを搾り取ったカス）と上には煮干粉と青海苔をかける。味はさっぱりしている。

富士宮を更に車で30分進むと「白糸の滝」がある。富士の伏流水が湾曲した溶岩の絶壁より湧き出している様は，“白い糸”のように見えるところから，この名前がつけられた。隣り合わせにある「音止めの滝」は，水量が多く，爆音をとどろかせて落下する様とは対照的だ。

白糸の滝と富士山（富士宮市）[4]

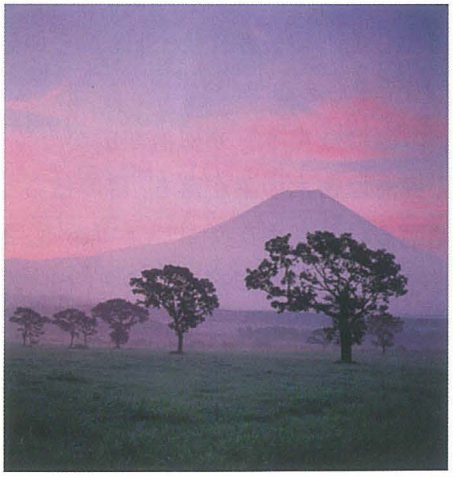
白糸の滝から県道414号を20分進むと，田貫湖が見えてくる。周囲4kmの小さな湖は四季折々の自然を楽しむ為のキャンプ場もあり，ハイキングやヘラブナ釣りのメッカとして全国的にも知られている。最近はカメラマンが多く集まることでも有名になっている。理由は“田貫湖とダイヤモンド富士”の写真が紹介された為だ。湖畔のポイントでは4月20日および8月20日前後に富士山の頂上に日の出が見られる。まるでダイヤモンドの指輪のような輝きに，その名前が付けられた。波の穏やかな日の出時には，湖面に富士が映りダブルで楽しむことができる。

朝焼けの富士を見たいなら，田貫湖畔にある「休暇村富士」に泊まると良い。全室より富士山を見ることができる宿泊施設である。早起きして部屋の窓から富士を眺めていると，空と山の間が微かに色づいてくる。黄金色の光はみるみる大きくなり，やがて太陽が顔を出すと全体が明るく染まる。食事は夕食，朝食ともにバイキングで，静岡県の特産品「桜えび」「ニジマス」を使った料理や「富士宮やきそば」もある。風呂も静岡特産のお茶風呂だ。もちろん富士山も見える。

田貫湖からのダイヤモンド富士（富士宮市）[5]

白糸の滝から国道139号沿いを進むと朝霧高原に広がる「まかいの牧場」がある。羊や牛・馬などにふれあい，牧場で生産された新鮮な牛乳や乳製品を味わって欲しい。

更に朝霧高原を北上するとゴルフ場が点在し，スカイスポーツ，パラグライダーも楽しめる。カラフルなパラセールが青い空に浮かんでいるのも面白い風景である。



朝霧高原からの富士（富士宮市）[6]

牧場を見ながら進んでいると，富士花鳥園の大きな看板が見えてくる。広大な温室内は一年中ベコニア，フクシアの花が咲き乱れ，世界のフクロウ，ミミズクが飼われている。寒い日や雨の日はここに入って花に囲まれていれば時間を忘れてしまう。

●富士河口湖町

そこから10分位で富士五湖の一つ本栖湖に出る。ここからは山梨県富士河口湖町だ。

本栖湖は五湖の中で一番深く水深122m，透明度も高い。淡水では珍しいスキューバーダイビングのポイントとなっている。現在の千円札の裏に使われている富士はここからの風景である。

本栖湖からの逆さ富士（富士河口湖町）[7]

精進湖を過ぎ，西湖の近くに「いやしの里根場（いやしのさとねんば）」がある。茅葺屋根の民家が建ち並び，其々の建物は郷土に伝わる文化を展示した資料館になっている。民家の向こうに見える富士も絶好の被写体で，外国からの観光客が多い場所でもある。

西湖の南には青木ヶ原樹海が広がっている。冬場の樹海は樹木の葉が落ち，雪の積もった遊歩道は明るいハイキングコースである。ネイチャーガイドと共に遊歩道を行くと，様々な樹木の自然の姿がじっくり見渡せる。ガイドの説明で樹海の成り立ちを聞き，溶岩の上に形成された森林で貴重な植物を見ることもできる。

次は五湖の中でも一番大きな河口湖へ向かう。湖畔には観光施設がたくさんあるが，河口湖オルゴールの森はお勧めだ。富士山と湖を望める場所にあり世界的にも貴重なコレクションは一度訪れたら，季節を変えてまた行きたいと思うほど素晴らしい。施設の中のバラ園やコンサートホールでは，生の弦楽四重奏を堪能できる。中にはチャペルもありここで結婚式を行う人も多いらしい。この施設の魅力の一つ，クリスタルでできている噴水のオブジェを一度見て欲しい。天気の良い日，光を受けて煌く様は，時を忘れてしまうほど綺麗である。

もう一箇所のお勧めスポットは，河口湖畔にある「ミューズ館」。人形作家の与勇輝（あたえゆうき）氏の作品を，常設展示している美術館である。繊細な人形たちの表情はまるで成長の一時を切り取ったかのような存在感で，見る者を幻想の世界へと誘う。

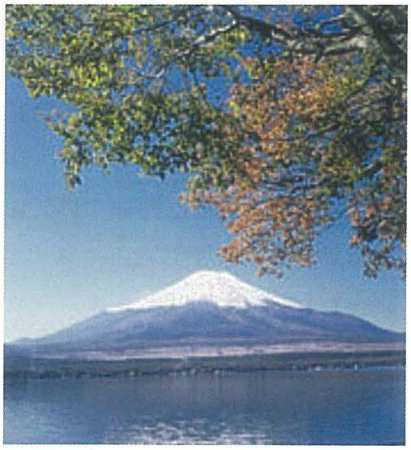
河口湖畔の産屋ヶ崎は，逆さ富士のきれいに見える場所として有名だ。宿泊するなら「湖山亭うぶや」が良い。大浴場や部屋からも湖面に映る逆さ富士を眺めることができる。

山梨県の郷土料理としてお勧めなのが「ほうとう」。里芋や南瓜など季節の野菜を入れた味噌汁の中に平たい麺を生のままいれて煮た鍋物である。もちもちとした麺の食感と体を温めてくれる味噌汁は，秋から冬にかけて最高に美味しい。

氷結し始める河口湖と富士山（富士河口湖町）[8]

●山中湖村

最後の湖，山中湖はバス釣りのメッカである。いつも沢山のボートが湖に浮かんでいる。ここの名物に「吉田うどん」がある。特徴は手打で太く腰が強く，硬めの麺で味噌か味噌と醤油の合わせた汁に茹でたキャベツが乗っている。一度食べたら病みつきになるらしい。



山中湖の紅葉と富士山（山中湖村）9)

●御殿場市

五湖を巡った後は，御殿場市だ。乗馬クラブやゴルフ場などアウトドアのスポーツが楽しめる場所である。ゴルフコースでは，富士に向って打つ爽快感は日頃のストレスも一気に解消すること請け合いだ。御殿場には御用邸の「秩父宮記念公園」がある。広い庭園には山野草がさりげなく植えられ，茅葺の建物は様々な時代を経た重厚感が魅力である。

御殿場からの富士（御殿場市）10)

皆さん“富士と味覚の旅”はいかがだったでしょうか。お気に召す富士山は見つかったでしょうか。其々の場所で見る富士の姿は少しずつ違いますが，そこに住む人達は，自分のところで見える富士が一番だと思っています。

富士山の色々な姿を堪能した後は，来た道を戻りつつ，鮮やかな富士山の姿を心に刻み，思い返してください。そして一生の思い出としてくだされば最高の旅となるでしょう。

写真提供

写真1), 2), 3), 4), 5), 6), 10)：静岡県観光協会

写真7), 8), 9)：山梨県観光物産連盟

豆知識 ―活火山･休火山･死火山―

<活火山>

活火山は以前の定義が変更され，現在では，「概ね1万年以内に噴火した火山及び現在活発な噴気活動のある火山」と定義されています(平成15年1月の火山噴火予知連絡会による)。現在，日本の活火山は108となっているそうです。

以前は，「過去およそ2000年以内に噴火した火山及び現在活発な噴気活動のある火山」と定義されていました。

<休火山･死火山>

休火山は歴史時代に噴火の活動があった記録が残されているが，現在は活動していない火山，死火山は歴史時代の噴火活動の記録が残っていない火山と定義されていました。

しかしながら、現在では，年代測定法の急速な進歩により火山の過去の活動がより明確になり，歴史時代だけでは噴火の活動を明確にすることは難しいと判断され，休火山や死火山いう分類はなされていません。

常設委員会報告

総務委員会報告

委員長　大久保卓

平成20年度　総務委員会は、下記の７名にて構成されています。

委 員 長：大久保　卓（(株)大和地質）
副委員長：大原　　優（三祐(株)）
委　　員：鈴木　幹夫（(株)栄基礎調査）
委　　員：鈴木　　太（(株)東海環境エンジニア）
委　　員：西部　雅美（(株)ヨコタテック）
委　　員：川口　博美（松阪鑿泉(株)）
委　　員：中村　　誠（(株)高須ボーリング）

当委員会は、協会運営の全体総括を担当しています。

主な活動としては、

（イ）公正取引に関する法令遵守及び倫理規定に関すること。
　・独占禁止法遵守講習会の開催
（ロ）新入会員の入会促進運動
（ハ）地質調査技士に関すること
　・地質調査技士等、資格検定試験の実施
　・地質調査技士受験者対象講習会の実施
　・登録更新講習会の実施
　・その他地質調査技士に関すること
（ニ）三支部協議会の実施
（ホ）全員相互の親睦会の実施
（ヘ）その他協会運営に関すること

以下に主な活動報告を致します。

講習会会場風景

●地質調査技士受験者対象講習会

平成20年6月27日　ウィル愛知　受講者　52名

講習会は、現場部門及び現場技術・管理部門を実施しました。

なお、土壌・地下水汚染部門については受験者４名の為、実施しませんでした。

●第43回地質調査技士資格検定試験

平成20年7月12日　東別院会館　受験者74名

部　　門	受験者数	合格者数	合格率(%)
現場調査	292(20)	112(6)	38(30)
現場技術・管理	601(50)	194(16)	32(32)
土壌・地下水汚染	80(4)	26(0)	32(0)

※（　）内は、名古屋地区受験者と合格者

表に示すとおり、現場技術・管理部門は全国平均レベルに達していますが、現場調査部門では、全国平均を下まわっています。また、残念ながら土壌・地下水汚染部門では合格者0となりましたが、講習会の実施が無かったことも影響した事の一因と思われます。

年々、試験問題が難しくなっている傾向をふまえ、今後の講習会内容の更なる充実を図り、受験者の方々の知識向上を目指したいと考えています。

●第25回地質調査技士登録更新講習会

平成20年11月21日　愛知県産業貿易会館

受講者数203名

会場収容人数200名に対して、203名の受講者の応募があり、会場のセッティングに苦慮しましたが、無事に終了しました。

本年度より試験的に、会場前面と中央部にスクリーンを設置し、受講者の方々の理解を高めるよう実施した結果、良い反応をいただけたので、21年度も実施する予定です。

●独占禁止法遵守講習会

平成20年11月11日　メルパルク

昨年に引き続き本年度も三協会（地質調査業

協会、建設コンサルタント協会、全国上下水道コンサルタント協会）合同で、96社・176名（中部協会関係30社・50名）の参加にて盛大に開催されました。

講　師　公正取引委員会事務局中部事務所
　　経済取引指導官　伊藤武利様
テーマ「入札における独占禁止法上の規制内容について」

伊藤氏は現役の調査官であり、質問等にも適切・明瞭な回答をいただきました。

なお、出席者からのアンケート結果は以下のとおりです。

・参加に対して約87％の方が「良かった」との回答
・内容について約73％の方が「満足した」との回答
・今後も継続して開催される事を希望　87～73％

中部協会と県協会（愛知・岐阜・三重）との三支部協議会では、意見交換会を年一回実施し、中部協会との連携を密に、協会員の品格及び企業発展のため努力しています。

また、会員相互の親睦会も多数の参加実績があり、業界が一丸となって協力し、発展をしていく事が重要であり、今後も様々な情報提供・交換の場として協議会を継続していきたいと考えております。

最後に、委員会活動に対してご理解並びにご尽力とご協力をいただいた各委員及び会員各位に心から感謝申し上げます。

常設委員会報告

研修委員会報告

委員長　古澤邦彦

本年度は、H19年度から継続している研修委員会メンバーですが、年度初めに1社が欠員となり、以下の６名のメンバーで構成されています。

委 員 長：古澤　邦彦（玉野総合コンサルタント(株)）
副委員長：宮下　高昭（(株)帝国建設コンサルタント）
委　　員：中村　文紀（日本物理探鑛(株)）
委　　員：小山　準蔵（大成基礎設計(株)）
委　　員：水野　一夫（(株)ダイム技術サービス）
委　　員：坂本　博之（(株)日さく）

当委員会では、以下の活動を計画しました。

（イ）協会員の技術力向上のための技術研修会・講習会の開催
　（机上の技術講習会及び新春技術者懇談会を開催）
（ロ）全地連が主催する講習会の開催支援
（ハ）現場研修会の開催

今年度の委員会活動を振り返って、以下に主な活動報告をいたします。

●現場見学会

平成20年５月１９～２０日
参加者数　23名
見学場所：以下の3箇所
①三遠南信引佐地区三遠トンネル工事
②富士山静岡空港工事
③富士山大沢扇状地対策工事

上記現場見学会は若手技術者を対象に2年毎に開催していますが、本年度は静岡県内の大型プロジェクト「富士山静岡空港工事」をメインに見学しました。

●講習会の開催支援

・平成20年9月30日

名古屋国際会議場
道路防災点検要領改訂に伴う技術講習会
・平成20年10月23日
メルパルク名古屋
独)土木研究所・全地連連携技術講習会

●平成21年新春技術者懇談会

平成21年１月28日
メルパルク名古屋　受講者数　34名
「西濃地域の地下水質の形成と変遷について」
講師：岐阜大学　佐藤　健　教授

この懇談会は、共催)中部土質試験協同組合で実施しているものであります。

今回の演題については、各種地下水問題に対し、地下水がどのように形成変遷するかを水質変化から捉えた講演内容であり、我々地質調査業にとっても、会員の多くの方が興味深く聴講出来たことをご報告します。

講演中の佐藤教授

伊藤副理事長のあいさつ

最後になりますが，委員会活動に対しご尽力並びご理解とご協力をいただいた各委員及び会員各位に心から感謝申し上げます。

常設委員会報告

広報委員会報告

委員長　小川博之

平成20年度の広報委員会は、以下の７名のメンバーで構成されています。

委 員 長：小川　博之（(株)アオイテック）
副委員長：相山外代司（川崎地質(株)）
委　　員：妹尾　俊美（(株)シマダ技術コンサルタント）
委　　員：森　　理（協和地研(株)）
委　　員：河合　秀近（日本地質コンサルタント(株)）
委　　員：佐久間春之（(株)東建ジオテック）
委　　員：青山　　武（東海ジオテック(株)）

本年度の広報委員会活動方針は、第48回通常総会で承認されました、以下の７項目です。

①発注者に対する広報活動
②中部地方整備局との意見交換会の実施
③発注側からの積算等の依頼への応答
④全地連積算委員会との連携
⑤全地連刊行物の配布
⑥広報活動での「土と岩」の配布
⑦全国標準積算資料の説明会の開催

主な活動報告をいたします。

●広報活動

発注者に対する広報活動は、５月総会後に理事長、副理事長、委員及び理事会社のご協力を頂き７班編成で５月12日より実施しました。

訪問先は、中部協会の広報委員会が、愛知、岐阜、三重、及び静岡、長野の一部の一次官庁、独立行政法人を担当し、愛知県協会、岐阜県協会、三重県協会が各県、市町村を担当しました。

本年度の配布物は、下記の通りです。

・理事長挨拶状
・協会員名簿
・土と岩
・全地連パンフレット「地質調査技士、地質情

報管理士」

・平成20年度版全国標準積算資料の目次
・同上積算資料説明会案内
・同上積算資料の注文書

「土と岩」は長年にわたり受け継がれている中部協会の機関誌であり、今回の広報活動で 配布した「土と岩:56号」は「地下水に関する話題」の特集号でした。

同号には２年ぶりに実施しました、国土交通省中部地方整備局との「平成19年度中部地区における地質調査業に関する意見交換会」の報告をさせていただきました。

又、平成20年度版全国標準積算資料の有料について、ご発注者及び協会員から、抵抗感があるとのご意見を頂きました。

広報活動の総括としては、長年の継続活動の結果、中部協会の認知度が高く、各発注者は快く対応していただき無事に終了いたしました。

●平成20年度版全国標準積算資料説明会

平成20年７月18日(金)13:00～　産業貿易会館で、プログラムは下記の通りです。

特別講演　「地質リスクに関する活動」、
　　「日本の地質百選」
　　講師　全地連　寺本専務理事
説 明 会　平成20年度版
　　全国標準積算資料について
　　講師　全地連　高橋業務課長
　　岡部積算委員

参加者は、御発注者、中部協会員、建設コンサルタント協会員併せて85名と盛況でした。

委員会の取り組み

広報委員会として、中部地質調査業協会協会・地質調査業の更なる地位向上を目指して、発注者に対する広報活動、意見交換会等を実施していく所存です。重ねて御発注者及び協会員皆様のご協力をお願いします。

常設委員会報告

編集委員会報告

副委員長　大久保昌明

平成20年度の編集委員会は、以下の4項目の活動を行いました。(第48回通常総会で承認)

(イ)中部地質調査業協会の協会誌「土と岩」57号の発刊、配布先の検討、配布
(ロ)中部地質調査業協会のホームページの維持管理・更新
(ハ)全地連発行「地質と調査」の配布先の検討、配布
(ニ)全地連「拡大編集委員会」への参画、アンケート対応

当委員会の主な活動は、「土と岩」の編集・発刊とホームページでの広報であり、編集担当7名(下記のメンバー)とホームページ担当7名に分かれて活動しています。

〔編集担当メンバー〕

委 員 長：大鹿　明文(中央開発(株))
副委員長：大久保昌明(朝日土質(株))
委　　員：古谷野秀明(国土防災技術(株))
委　　員：鈴木　　実(東海地質工学(株))
委　　員：片平　　宏(明治コンサルタント(株))
委　　員：大村　範明(興亜開発(株))9月交代
委　　員：橘　　久生(　　〃　　)
委　　員：佐藤　安英((株)中部ウエルボーリング社)

ホームページ担当の活動は、別紙の「ホームページ・トピックス」で報告していますので、ここでは、編集担当の報告をいたします。

1.「土と岩」57号の編集

本年度は、7月から9月にかけて3回の委員会を開催し、57号のテーマと原稿執筆者を選定しました。編集方針を決める際には「最近の特集記事の内容は難しい。もう少しやさしく実務的な内容が良い。」というご意見を加味し検討しました。また、従来になかった余白の有効利用についても検討し、表紙裏の「口絵写真」と文中の「豆知識」

を載せることに決めました。

原稿の依頼は10月中旬から下旬にかけて行い、原稿の締切を1月下旬としました。また、校正は2月の上旬、最終校正を3月上旬と定めました。

2. 記事の選定

特集記事は、「維持管理のための調査・計測」とすることを決めました。これは老朽化する社会資本の維持管理技術が、今後ますます重要になると予想されることから、タイムリーなテーマであると考えました。記事は道路、斜面、河川の分野(3編)から、それぞれ産学官の執筆者にお願いしました。

その他の記事としては、「中部地方整備局との地質調査業に関する意見交換会」「特別寄稿(長野県の災害事例)」「中部ミニフォーラム優秀論文」「平成20年度現場見学会報告」「散文(富士と味覚の旅)」「常設委員会報告」「読者アンケート」等を掲載しました。

今回、特別寄稿として長野県の災害事例を取り上げました。次号(58号)以降では他の3県についても紹介していく予定ですのでご期待ください。

3. 読者アンケートについて

残念なことにアンケートの回収率は依然として向上していません。このため委員会では、アンケート実施の有無も含め検討しましたが、「少数であっても読者のご意見・要望は欠かせない。」という意見が大半であるため、今後も実施することを決めました。そして締切日の無記載が回収率低迷の要因であることは否めないことから、締切日を「7月末日」と定め明記することにしました。また、56号で採用した「料金受取人支払郵便」は活用が乏しいため、従来の「FAX形式」に戻すことにしました。

これからも皆様から期待される「土と岩」とするため紙面の充実を図って参りますので、本号をお読みになった後は、「アンケート」でご回答いただきますようお願い申し上げます。

今後ともより一層のご支援を重ねてお願いいたします。

常設委員会報告

技術委員会報告

委員長　大橋　正

平成20年度技術委員会は、昨年に引き続き、全国地質調査業協会連合会のプロジェクト「技術の伝承」をメインテーマに活動を行いました。

今年度のメンバーは以下のとおりです。

委 員 長：大橋　　正(基礎地盤コンサルタンツ(株))
副委員長：長谷川　淳((株)ダイヤコンサルタント)
委　　員：梅村　逸雄((株)キンキ地質センター)
委　　員：曽我　祐人(復建調査設計(株))
委　　員：田邊　謹也(サンコーコンサルタント(株))
委　　員：森　　敏秋(名峰コンサルタント(株))

本年度の技術委員会活動は以下の項目です。

- 地盤工学会中部支部　事務局としての運営
- 「ボーリング見学会」(地盤工学会・ジオラボ中部共催)の開催
  (技術の伝承PJ参加行事)
- 会員各社の技術力向上を目的とした「中部ミニフォーラム2008」の開催
  (技術の伝承PJ参加行事)
- 土研・全地連技術連携講習会の運営
- 地盤工学会中部支部および日本応用地質学会中部支部等の諸行事への共催と協力
- 地質調査技士関連講習会への講師派遣

平成20年度は協力関係にある(社)地盤工学会中部支部の支部長、副支部長、事務局をお引受けし、技術委員会が事務局の中心として民間の視点から学会の財政面の改善も含めた活性化に取り組みました。

地盤工学会中部支部事務局

ボーリング見学会は、「技術の伝承プロジェクト」の一環としても開催し、地域大学教員，学生，コンサルタント，施工業者など約120名の参加があり、地質調査におけるボーリング実務作業や知識の伝承に多いに役立ったものと思われます。また、ジオラボ中部（中部土質試験協同組合）の協力により、室内土質試験についても見学会を同時に実施し、非常に好評でありました。

ボーリング見学会風景

「中部ミニフォーラム2008」は、やはり全地連「技術の伝承プロジェクト」として実行いたしました。若手技術者の皆さんの発表力・技術力向上という目的に加えて、この業界のベテランをお招きし、若手発表者へ技術的なアドバイスを行うことにより、発表者のみならず、参加聴講者にも技術を伝承するようにしました。発表とベテランとの意見交換などは昨年以上に密度の濃い活発な内容でした。今年度は最優秀発表賞濱本拓志氏（ダイヤコンサルタント(株)）と優秀発表賞杉野友通氏（応用地質（株））の2名が受賞されました。

今回は特別講演として大同工業大学の大東憲二教授に「最新名古屋地盤図改訂と地盤評価」を、また（株）エーアイシステムサービス（元川崎地質（株））の小松幹雄氏に「旧名古屋地盤図作成時の苦労話」と題して技術の伝承講演をしていただきました。地盤調査における基本的な技術としての地盤評価や地層判定などの決定に至る苦労話を協会の若手技術者に伝授していただき、非常に好評でした。

常設委員会報告

防災委員会報告

委員長　加藤辰昭

平成19～20年度の防災委員会は下記メンバーで構成されています。

委 員 長：加藤　辰昭（冨士開発(株)）
副委員長：武藤　英教（青葉工業(株)）
委　　員：宮地　　宏（(株)興栄コンサルタント）
委　　員：加藤　信治（(株)松原工事事務所）
委　　員：村木　秀之（村木鑿泉探鑛(株)）

活動内容は、中部地整との防災協定に基づく災害時連絡体制の更新整備及び、中部地整主催の防災会議、災害訓練への協同参加です。
以下、H.20年度の委員会活動を順を追って紹介いたします。

1. 広域災害発生時の情報共有意見交換会（仮称）事前打合わせ会（H20.3.28）

６月以降に予定されている上記意見交換会を開催するにあたって、防災協定締結11団体の緊急的な応急活動に関する支援内容の統一資料作成依頼と、各機関が広域連携していくための現状と課題についての説明がありました。

これを受けて、例年行っている災害時連絡体制アンケートの中に、直轄支援と自治体支援に分けて記載してもらい、災害派遣の人員精度を高めると共に、緊急車両の事前届可能台数の把握をいたしました。

2. 木曽三川連合水防演習・複合型災害防災実施訓練（H.20.5.25.）

三重県ではＳ19東南海地震による家屋倒壊と津波被害、Ｓ34伊勢湾台風による高潮洪水被害が発生しています。この「高潮+地震」の災害事象に対応する訓練を、防災関係機関や市民と連携し、実施されたものです。

3. 中部地整との災害協定の修正変更、再締結（H20.7.3）

第6条（有効期限）の文言に不備があり、自動更新締結が可能な文言に修正して再締結しました。この新たな協定締結によって、H17.3.31付けの協定書は効力を失うものとなります。（新しい協定書は郵送させてもらいました）

4. 大規模災害時の情報共有・広域支援等に関する意見交換会（H20.9.5）

例年行っている9.1の協定締結団体との防災訓練は、この日の意見交換会に変えることで中止になりました。参加者は整備局企画部防災対策室他から9名、関係17（社）団体（各2～3名）、東海4県、長野県、名古屋市、静岡市、浜松市からで、総勢51名の意見交換会でした。当協会からは、防災担当委員が3名と静岡県協会会長が出席しました。

意見交換の中で様々な問題点や課題が議論されました。主な論点は

①各行政機関からの重複依頼への対応……複数の行政機関と災害協定を締結している中で、指揮系統・出動順位が確立していない現状では、支援体制に混乱が生じる

②人員・資機材等の配分が未確立……報告を受けている派遣体制が、支援要請機関毎の規模に応じてバランスよく配分されていない。

③支援事業者の確保が困難…情報共有・広域支援体制が進んでいない現状で、協定業者自ら被災した場合には、支援体制が困難となる。

④防災無線の配備や、緊急車両事前届の申請が遅れている。

等々、各団体から活発な意見や局への要請がありました。また様々な議論の中で、当協会外の静岡県協会と長野県協会についても、派遣に対する役務費が発生した場合の協定不備が判明し、関東協会と「災害出動要請に対する確認書」を締結することになりました。

5. 中部地整庄内川河川事務所との意見交換会（H.20.10.22）

協会事務局において、事務所からは所長・副所長、協会からは理事長・防災委員3名が出席しました。河川堤防に特化した災害支援を期待されているようで、今後とも意見を深めていくことで一致しました。

以上が活動報告です。防災委員会は他委員会と比べ地味な組織ですが、災害時の社会奉仕と言う公益法人の使命を担っており、ひいては協会員各位の地域貢献度の評価につながる重要な組織と認識しております。協会員におかれましては、一層の社内防災体制を確立していただき、今後とも協会活動にご協力いただくようお願い申し上げます。

ホームページ・トピックス

編集委員会(HP担当)　渡辺 博文

中部地質調査業協会

●中部地質調査業協会のホームページを開設して今年で10年の節目を迎え，ただいまデザインの刷新を行っております。この協会誌が配布される頃にはトップページが新デザインに更新されている予定です。また，内容につきましても順次更新予定です。

編集委員会(HP担当)の活動は，会員の皆様に各種行事の開催案内や委員会活動状況をお知らせするとともに，一般の皆様にも地質調査の役割・重要性をアピールしております。また，一般の方からのご相談，お問合せにも適宜対応しております。今後も，皆様からの情報提供や御意見・御要望をお待ちしておりますのでよろしくお願い致します。

さて，トヨタ自動車を代表として“ものづくり”の中心であった中部経済も，世界的な金融危機の影響を受け，急速な悪化傾向にあります。私共，地質調査業を取巻く経営環境も益々厳しくなっており，合理化と新事業育成，安全・信頼性向上等の技術・経営革新が求められています。リニア中央新幹線等，未来に夢のあるプロジェクトの推進が待たれるところです。

昨年は，中国で5月12日に四川大地震(M8.0)が発生し，死者・行方不明者8万7千人余り，負傷者37万人余り，被災者は約4千6百万人の歴史的大災害が生じています。また，国内では6月14日に岩手・宮城内陸地震(M7.2)が発生し，死者13名，行方不明者10名，負傷者447名の大きな被害を生じました。一昨年の新潟県中越沖地震による被害の記憶も残る中，毎年のように何処かで被害地震や豪雨災害等が発生しています。

中部地質調査業協会の会員各社はこれらの災害調査，地震時における緊急防災点検にも協力しております。また，地質・土壌環境調査等を通してこれらの災害防止・軽減や土壌汚染防止，建設コスト縮減等に大きく貢献しており，その社会的役割もより重要となっております。当協会のホームページでは，地質・土壌環境調査等に関する基礎知識の拡充や先進技術の紹介，災害と地質との関わり等の解説コーナーも設けております。

当協会のホームページの作成・更新作業は次の委員の方々が中心になって行っております。メールによる皆様の御意見・御問合せは下記までよろしく御願い致します。

協会HomePage URL http://chubu-geo.org　Emailアドレス office@chubu-geo.org

【委員構成】

委員長	渡辺 博文	(株)東京ソイルリサーチ	副委員長	大久保 昌明	朝日土質(株)
委員	伊藤 智彦	東邦地水(株)	委員	門前 創	応用地質(株)
委員	岩山 浩	基礎地盤コンサルタンツ(株)	委員	鈴木 一彦	(株)東京ソイルリサーチ
委員	米田 英治	川崎地質(株)			

前号（56号）読者アンケート結果

編集委員会

1. はじめに

アンケート調査は、「土と岩」の掲載内容や編集方針について、読者各位の意見、ご希望をお聞きし、本誌をより充実した「協会誌」にすることを目的として、45号より開始され今回で12回目となります。

今回56号の発送数は710部です。このうちアンケートの回答数は8件で、前号よりも若干増やすことができました。アンケートの回答者に深く感謝し、ご回答頂いた貴重なご意見・ご希望をご報告致します。

2. アンケートの回答

設問別の結果は、以下のとおりです。

設問1. 特に印象に残った記事・論文

- 特集「地下水流動保全工法に関するモデル実験とその考察」(回答数4)
- 特別寄稿「技術者教育と技術の伝承」(回答数2)
- 特集「岐阜県・濃尾平野における地下水」(回答数1)
- 「平成19年度中部地区に於ける地質調査業に関する意見交換会」(回答数1)
- 中部ミニフォーラム優秀論文「伊勢湾および濃尾平野地域の圧密特性について」(回答数1)

設問2. 技術的に参考となった記事・論文

- 中部ミニフォーラム優秀論文「伊勢湾および濃尾平野地域の圧密特性について」(回答数4)
- 特集「岐阜県・濃尾平野における地下水」(回答数2)
- 特集「地下水流動保全工法に関するモデル実験とその考察」(回答数1)
- 特別寄稿「技術者教育と技術の伝承」(回答数1)

設問3. 今後の発刊に対するご意見

- 会員名簿とその各会員会社の広告のページは中部地質調査業者を利用するときの参考資料として有用なページであると思っている。会員名簿と広告の掲載場所が関連付けられていると良いと思う。積極的に見やすい形で掲載するのが良いと考えている。(一部省略)
- 若手技術者の技術力向上のための講座的なものがあるとありがたい。
- 本号ぐらいの技術的内容で編集をお願いしたい。
- 岩盤分野にもう少し厚みがほしい。
- 巨大地震に関する特集を希望する。
- 参考書籍等の紹介を掲載してほしい。
- もう少し日頃の実務的な内容が多くても良いと思う。
- 実業務の調査結果、考察が見たい。
- 地質、土質に関する地域特性を題材にした論文特集が見たい。

設問4. その他

- 「土と岩」は大変に魅力的な協会のPR会誌です。中部地質調査業協会の活動業況が十分に報告されているので、協会内の人々にとって有益な会誌となっており、協会外の人々には立派な協会の存在を良くPRしてくれていると思う。(一部省略)
- アンケート用紙は、はがきとA4用紙が別々に綴じられており分かりづらい。同じ箇所(例えば巻末、巻頭)に綴じたほうが良いのでは。

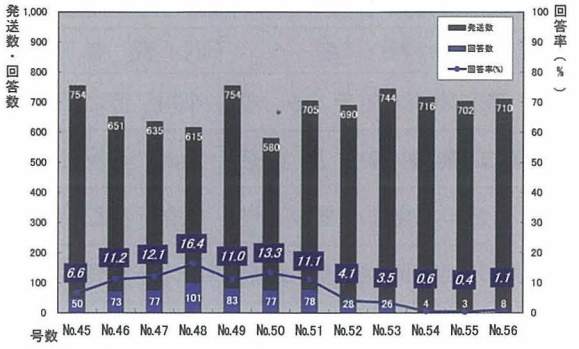
このような貴重なご意見・ご要望や励ましの言葉をいただき有り難うございました。今後はこのアンケート結果を参考にし、「土と岩」がより興味深く愛読されるよう努力していきたいと思っています。

3. お願い

次頁図に示すように、アンケートの回答率は依然として向上していません。本誌がますます

充実した内容となるためには、皆様の声が必要です。是非とも多くの「読者の声」をお届けください。

なお、今回よりアンケートの締切日を「7月末日」とさせていただきました。本号をお読みになった後は、早速ご回答いただきますようお願い申し上げます。お送り頂いたご回答者の中から抽選で10名様に図書カード(1,000円分)を贈呈致しますので奮ってご参加ください。



経年アンケート回答数

—◇—

「土と岩」第57号読者アンケート

1. 「土と岩」第57号で特に印象に残った記事・論文

2. 「土と岩」第57号で技術的に参考となった記事・論文

3. 今後の発刊に対するご意見

4. その他

5. 回答者の住所・氏名（図書券の送り先）

フリガナ　　〒　　－

■氏　名　　■ご住所　　県

※お預かりした個人情報は、お客さまに明示する利用目的の範囲内でのみ利用いたします。

中部地質調査業協会編集委員会
FAX(052)937-4607

締切り　7月末日

中部地質調査業協会会員名簿

平成21年3月31日現在

会社名	代表者	住所	電話番号	広告番号
㈱アオイテック	小川　博之	名古屋市北区上飯田南町2−45−1	052-917-1821	1
青葉工業㈱名古屋支店	武藤　英教	名古屋市北区黒川本通4−32−1	052-915-5331	2
朝日土質㈱	大橋　英二	岐阜市須賀4−17−16	058-275-1061	3
応用地質㈱中部支社	渋木　雅良	名古屋市守山区瀬古東2−907	052-793-8321	5
川崎地質㈱中部支社	相山外代司	名古屋市名東区高社1−266　ラウンドスポット一社ビル5F	052-775-6411	6
基礎地盤コンサルタンツ㈱中部支社	大橋　正	名古屋市西区菊井2−14−24	052-589-1051	4
㈱岐阜ソイルコンサルタント	阿部　卓也	岐阜市下奈良2−5−1	058-277-6813	
協和地研㈱	駒田　貞夫	松阪市郷津町166−8	0598-51-5061	7
㈱キンキ地質センター名古屋支店	梅村　逸雄	名古屋市昭和区雪見町1−14	052-741-3393	8
興亜開発㈱中部支店	橘　久生	名古屋市天白区原2−2010	052-802-3121	9
㈱興栄コンサルタント	小野　優	岐阜市中鵜4−11	058-274-2332	
国土防災技術㈱名古屋支店	古谷野秀明	名古屋市名東区一社3−129	052-705-2200	10
㈱栄基礎調査	鈴木　幹夫	名古屋市守山区本地が丘1702	052-779-0606	11
サンコーコンサルタント㈱名古屋支店	佐藤　孝	名古屋市中村区椿町21−2　第2太閤ビル	052-452-1651	12
三祐㈱	清水　守人	名古屋市中村区名駅南1−1−12	052-563-5541	13
㈱シマダ技術コンサルタント名古屋営業所	妹尾　俊美	名古屋市名東区つつじが丘609	052-773-9281	
㈲総合開発調査	中山　宏史	岐阜市今嶺4−3−7　メディア1　1F	058-278-3690	
大成基礎設計㈱名古屋支社	小山　準蔵	名古屋市中区伊勢山1−1−1	052-323-3611	14
㈱ダイム技術サービス	水間　昭滋	名古屋市昭和区向山町2−58−2	052-763-8400	
㈱ダイヤコンサルタント中部支社	長谷川　淳	名古屋市熱田区金山町1−6−12	052-681-6711	15
㈱大和地質	大久保　卓	名古屋市中川区八剱町4−28−1	052-354-5700	16
㈱高須ボーリング	高須　邦彦	豊橋市往完町字往還西19	0532-34-7227	
玉野総合コンサルタント㈱	田部井伸夫	名古屋市東区東桜2−17−14　新栄町ビル	052-979-9111	17
中央開発㈱中部支店	大鹿　明文	名古屋市中村区牛田通2−16	052-481-6261	18
㈱中部ウエルボーリング社	佐藤　安英	名古屋市千種区新池町4−55	052-781-4131	19
㈱帝国建設コンサルタント	篠田　徹	岐阜市青柳町2−10	058-251-2176	20
㈱東海環境エンジニア	鈴木　太	名古屋市中川区尾頭橋3−3−14	052-331-8121	21
東海ジオテック㈱	杉浦れい子	豊橋市明海町33−9	0532-25-7766	22
東海地質工学㈱	鈴木　実	名古屋市中村区剣町243	052-413-6231	
㈱東海テクノス	中田　建実	岐阜市細畑6−4−14	058-240-2448	
㈱東京ソイルリサーチ名古屋支店	内田　賢徳	名古屋市東区葵3−11−6　一光桜通葵ビル4F	052-979-5671	
㈱東建ジオテック名古屋支店	佐久間春之	名古屋市南区笠寺町字迫間9−2	052-824-1531	23

会社名	代表者	住所	電話番号	広告番号
東邦地水㈱	伊藤　重和	四日市市東新町2－23	059-331-7315	24
南海カツマ㈱	勝眞　浩一	津市上浜町5－64－6	059-226-4854	
㈱日さく中部支社	大和田照雄	名古屋市中川区富田町大字千音寺東尼ヶ塚117－2	052-432-0211	25
日特建設㈱名古屋支店	松本　信夫	名古屋市中村区名駅3－21－4　名銀駅前ビル4F	052-571-2316	
日本地質コンサルタント㈱	大塚　明和	岐阜市日光町7－27	058-297-1200	26
日本物理探鑛㈱中部支店	中村　文紀	名古屋市中村区並木2－245	052-414-2260	27
富士開発㈱	加藤　辰昭	名古屋市千種区唐山町3－30	052-781-5871	28
復建調査設計㈱名古屋支店	鈴木　盛夫	名古屋市東区葵2－12－1　ナカノビル4F	052-931-5222	30
松阪鑿泉㈱	岩本　俶和	松阪市五反田町1－1221－5	0598-21-4837	
㈱松原工事事務所	加藤　信治	名古屋市天白区植田山3－1806	052-783-7201	
丸栄調査設計㈱	川口　勝男	松阪市船江町1528－2	0598-51-3786	
村木鑿泉探鉱㈱	村木　秀之	名古屋市熱田区西野町1－2	052-671-4126	
明治コンサルタント㈱中部支店	片平　宏	名古屋市名東区藤森2－273	052-772-9931	29
名峰コンサルタント㈱	塩入　淑史	名古屋市西区市場木町64	052-503-1538	31
㈱ヨコタテック名古屋支店	西部　雅英	名古屋市西区那古野1－15－18　南館213号	052-565-9252	32

賛助会員名簿

会社名	代表者	住所	電話番号	広告番号
旭ダイヤモンド工業㈱名古屋支店	等々力　満	名古屋市東区葵1－16－34	052-931-2100	33
㈲カノ名古屋販売	上形　武志	名古屋市緑区大高町字丸の内73－1	052-621-7059	
㈱神谷製作所	神谷　仁	埼玉県新座市馬場2－6－5	0484-81-3337	34
田辺産業㈱	田辺　誠	名古屋市守山区小六町9－21	052-793-5161	
中部土質試験協同組合	小川　博之	名古屋市守山区緑ヶ丘804	052-758-1500	35
東邦地下工機㈱名古屋営業所	住友　信二	名古屋市守山区脇田町1513	052-798-6667	36
名古屋ケース㈱	伊藤　正寿	名古屋市熱田区桜田町5－5	052-881-4020	
㈱マスダ商店	増田　幸衛	広島市西区東観音町4－21	082-231-4842	37
松下鉱産㈱	松下　眞矢	名古屋市昭和区車田町1－38	052-741-1321	
㈲ワイビーエム名古屋販売	丸山　敏雄	名古屋市天白区菅田1－1208	052-804-4841	38

編集後記

桃の節句も過ぎ梅の便りもあちこちから聞かれ,春めいてきたと感じるこの頃に,この編集後記を書いております。

今年の冬は,一部では例年通りの寒さがあったとは思いますが,メディアでも報じられているように,暖冬で冬の行事が中断となった記事を目にします。また,上昇を続けた石油製品も暖かさのおかげもあり,ここのところは落ち着いているように感じられます。このまま季節が推移すれば,桜の話題も近いと思われる方も多いと思います。

遅くなりましたが,本年も,皆様には「土と岩:57号」をお届け致します。長年にわたって受け継がれてきたこの協会誌を絶やすことなく,お届けすることができました。年度末の忙しい時の校正・編集作業を経て,毎年のように編集委員は,ほっとしているところです。

今回の目玉である特集記事としては,災害大国日本の国土を守り,災害防止,安全・安心して暮らせる町づくりに眼に見えない側面から捉えた,維持管理に関する話題を取り上げました。産官学を代表して,河川環境管理財団の平光所長から「河川維持管理のための調査・計測」,岐阜大学の沢田准教授から「レーザー波干渉を利用した不安定岩塊の遠隔からの安全な安定性調査法」,中部協会員である応用地質(株)から「トンネルの維持管理と調査・計測」と題しての玉稿を賜りました。

今回で5回目の開催となりました中部地方整備局との「中部地区に於ける地質調査業に関する意見交換会」では,企画部長を始めとして,企画部,総務部,建政部,河川部,道路部からご出席を賜り,有益な意見交換ができました。

また,山地環境防災研究所の北澤所長から,過去に発生した災害事例をわかりやすく解説した「長野県の災害事例」と題した特別寄稿を賜りました。

定番記事としては,若手技術者の発表力や技術力の向上,技術の伝承の必要性を考えた「中部ミニフォーラム」の優秀論文2編,現場教育の一環として開催された現場研修会報告を2編掲載いたしました。

ほっとする記事として,静岡県観光協会から「富士と味覚の旅」と題した散文も掲載しましたが,富士山の四季折々の写真をご堪能いただければ幸いです。

当協会からは,6委員会から構成される協会の活動を紹介した「常設委員会報告」,「ホームページトピックス」,回答が年々少なくなっています「読者アンケート」も掲載いたしました。

最後に,ご多忙中にも係わらず出版に向けてご寄稿いただきました執筆者の方々には深く感謝申し上げます。

なお,中部協会の機関紙である「土と岩」が,読者および会員各位から愛され,充実した内容となるよう努力していく所存です。

より発展させるため,忌憚のないご意見をアンケートにお寄せいただきますようお願いいたします。

編集委員会