

# 地質調査

2020

# 第2号

(通巻156号)

Japan Geotechnical  
Consultants Association

編集／一般社団法人全国地質調査業協会連合会

## 巻頭言

≫ 豪雨災害の「相転移」の発生と  
その解決策「縮災」

関西大学社会安全研究センター長・特別任命教授  
河田 恵昭

## 小特集 防災・減災 —豪雨災害の被害軽減に向けて—

- ≫ 近年の土砂災害の特徴と今後の課題  
..... 海堀 正博
- ≫ 「水害からの犠牲者ゼロ」の実例から  
学ぶ避難対応の教訓と課題  
..... 佐藤 翔輔
- ≫ 「入間川流域緊急治水対策プロジェクト」  
の取組みについて(事例紹介)  
..... 国土交通省関東地方整備局  
荒川上流河川事務所
- ≫ “ここにはダメです”のねらいと反響  
～江戸川区水害ハザードマップの事例～  
..... 細井 教平
- ≫ 地質調査業における防災・減災への取り組み(アウトリーチ)  
防災市民フォーラムの開催  
..... 一般社団法人 関西地質調査業協会  
小学生に向けた社会貢献活動  
..... 小幡 季也
- ≫ 地質調査業における防災・減災への取り組み(災害応急対応)  
2019台風19号災害丸森地区  
阿武隈川流域における地質調査  
..... 寺田 正人
- 大規模災害支援協力協定に基づく  
災害時の活動状況について  
..... 肥後 文彦

## 教養読本

- ≫ 災害時応援協定の必要性と課題  
..... 山下 博之

## やさしい知識

- ≫ 災害と地名  
..... 遠藤 宏之

緩みにくいガイドロッド

SWT TOOLS



標準貫入試験用安全デッキ

FSD-1A

Safety Deck



# 標準貫入試験時の 安全対策に：



手で軽く締めるだけで  
緩みにくい構造

折れにくく寿命が長い

交換時期が  
目視でわかるので  
安全です！



組立質量：25kg  
サイズ：(L×W×H)：  
645×580×1075 (mm)

三脚ヤグラ上の作業を  
より安全に

軽量・コンパクト

スパナ1本で  
組立・分解が  
出来ます！

QRコードにて **YouTube** をご覧ください

 **FUSO**

<http://www.kk-fuso.co.jp>

株式会社扶桑工業 機械事業部 営業企画部

〒336-0038 埼玉県さいたま市南区関1-13-5

TEL. (048) 789-6317

★最寄の支店にお問い合わせ下さい

巻頭言	<ul style="list-style-type: none"> <li>≫ 豪雨災害の『相転移』の発生とその解決策『縮災』  <small>関西大学社会安全研究センター長・特別任命教授 河田 恵昭</small> …… 1</li> </ul>
小特集	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 防災・減災 ー豪雨災害の被害軽減に向けてー</li> <li>≫ 近年の土砂災害の特徴と今後の課題 <small>海堀 正博</small> …… 7</li> <li>≫ 「水害からの犠牲者ゼロ」の実例から学ぶ                      避難対応の教訓と課題 <small>佐藤 翔輔</small> ……13</li> <li>≫ 「入間川流域緊急治水対策プロジェクト」の                      取組みについて (事例紹介)  <small>国土交通省関東地方整備局 荒川上流河川事務所</small> ……19</li> <li>≫ “ここにはダメです”のねらいと反響                      ～江戸川区水害ハザードマップの事例～ <small>細井 教平</small> ……23</li> <li>≫ 地質調査業における防災・減災への取り組み〈アウトリーチ〉                     <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 防災市民フォーラムの開催  <small>一般社団法人 関西地質調査業協会</small> ……29</li> <li>・ 小学生に向けた社会貢献活動 <small>小幡 季也</small> ……31</li> </ul> </li> <li>≫ 地質調査業における防災・減災への取り組み〈災害応急対応〉                     <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2019 台風 19 号災害丸森地区阿武隈川流域                              における地質調査 <small>寺田 正人</small> ……33</li> <li>・ 大規模災害支援協力協定に基づく災害時の                              活動状況について <small>肥後 文彦</small> ……34</li> </ul> </li> </ul>
教養読本	<ul style="list-style-type: none"> <li>≫ 災害時応援協定の必要性と課題 <small>山下 博之</small> ……38</li> </ul>
やさしい知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>≫ 災害と地名 <small>遠藤 宏之</small> ……44</li> </ul>
基礎技術講座	<ul style="list-style-type: none"> <li>≫ 航空レーザ測量 <small>鹿野 浩司</small> ……48</li> </ul>
私の経験した現場	<ul style="list-style-type: none"> <li>≫ 邑知地溝帯での調査ボーリング <small>林 義男</small> ……54</li> </ul>
大地の恵み	<ul style="list-style-type: none"> <li>≫ 玉造温泉の近況と湧出機構 <small>石倉 昭和</small> ……57</li> <li>≫ 吉野川の恵み <small>岡 成葉</small> ……59</li> </ul>
各地の博物館巡り	<ul style="list-style-type: none"> <li>≫ 千葉県千葉市 千葉県立中央博物館 <small>橋口 稔</small> ……61</li> </ul>
各地に残すべき地形・地質	<ul style="list-style-type: none"> <li>≫ 夕張市 石炭層の大露頭 (北海道) <small>川村 信人</small> ……63</li> </ul>
研究所からの報告	<ul style="list-style-type: none"> <li>≫ NEXCO 総研における土工研究グループの                      取組みについて <small>藤野 友裕・安部 哲生</small> ……65</li> </ul>
書籍紹介	<ul style="list-style-type: none"> <li>≫ 空撮九州 トンビの視た大地のかたち ……71</li> </ul>
新刊のご案内	<ul style="list-style-type: none"> <li>≫ 古今書院 新刊のご案内 ……72</li> </ul>
地質だより	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 地質リスクマネジメント事例研究発表会 (開催報告) …… 74</li> <li>■ 令和2年度 全地連資格制度 登録更新の手続きについて …… 75</li> <li>■ 地質調査業のPR動画の作成 …… 76</li> <li>■ 全地連 技術フォーラム 2020 WEB 技術発表会について …… 76</li> <li>■ 「全国標準積算資料 (土質調査・地質調査)」                      令和2年度改訂歩掛版の作成 …… 77</li> </ul>

## 既刊情報

下記の「地質と調査」は、次の URL または QR コードから、どなたでもご覧いただけます。

全地連の機関誌「地質と調査」

[https://www.zenchiren.or.jp/jgca/jgca\\_geo-se.html](https://www.zenchiren.or.jp/jgca/jgca_geo-se.html)



### ● 掲載概要

2000 年第 1 号 (通巻 83 号) ~ 2005 年第 4 号 (通巻 106 号) → メインテーマのみ

2006 年第 1 号 (通巻 107 号) ~ 2013 年第 1 号 (通巻 135 号) → 【会告】を除くすべてのページ

2013 年第 2 号 (通巻 136 号) 以降 → すべてのページ

※ Web 掲載版の「地質と調査」はカラーで閲覧いただけます。

### ● 最近の発刊

通巻	発行年月	メインテーマ
146 号	2016 年 8 月	特定テーマ：△山の日△
147 号	12 月	小特集：人材育成
148 号	2017 年 4 月	小特集：ドローンの地質調査への活用
149 号	8 月	特定テーマ：～離島～
150 号	12 月	小特集：熊本地震
151 号	2018 年 4 月	小特集：インフラメンテナンス
152 号	11 月	小特集：地熱
153 号	2019 年 6 月	小特集：地盤情報データベースの現状と課題
154 号	11 月	小特集：沿岸
155 号	2020 年 4 月	小特集：AI で地質調査はどう変わるのか
156 号	11 月	小特集：防災・減災 - 豪雨災害の被害軽減に向けて -

## 次号予告

**地質調査** 2021 年 第 1 号 (通巻 157 号) 内容 (予定) 令和 3 年 4 月発行予定

小特集テーマ：地図データの活用

\*編集方針により小特集テーマは変更となる場合があります。

# 豪雨災害の『相転移』の発生とその解決策『縮災』

かわた よしあき\*  
河田 恵昭\*

**K**ey Word 豪雨災害, 相転移, 縮災, 複合災害, 連続滝状災害, ネットワーク構造

地球温暖化が進み気象現象が変化して定量的な特性も顕著に変化することを忘れてはならない。その影響を大きく受けている1つが社会現象としての豪雨災害における『相転移』の発生である。耳慣れない言葉ではあるが、被害の出方が社会環境の変化によって急変したという認識がなければ豪雨対策は後手後手になってしまうだろう。それだけではない。私たちの社会構造がネットワーク化していることも重要である。本稿では、具体的にそれらを示して、課題と対策を示したい。

## 『相転移』が起こる～21世紀に入って世界同時期に発生した都市水害～

本稿では、都市で発生した水害を都市水害とは言わない。この水害が都市災害に『相転移』した場合を都市水害と呼ぶことにする。相転移とは、自然現象として水が温度によって固体・液体・気体というように、相が変わることを意味し、それが社会現象としても起こるということを筆者が初めて指摘した<sup>1)</sup>。1995年阪神・淡路大震災は、地震によって相転移が発生し巨大災害となった<sup>2)</sup>。この相転移によって豪雨被害が未曾有に拡大するのである。

図1は国土交通省が公表している水害被害の経年変化である。これから1996年(平成8年)頃から一般資産水害密度(1ha当たりの被害額)が急激に大きくなり、その傾向は現在まで継続していることがわかる。つまり、水害の社会経済被害の出方が急変したのである。これは社会現象としての『相転移』が発生したことを示唆している<sup>注)</sup>。この頃から線状降水帯による豪雨災害が増加している

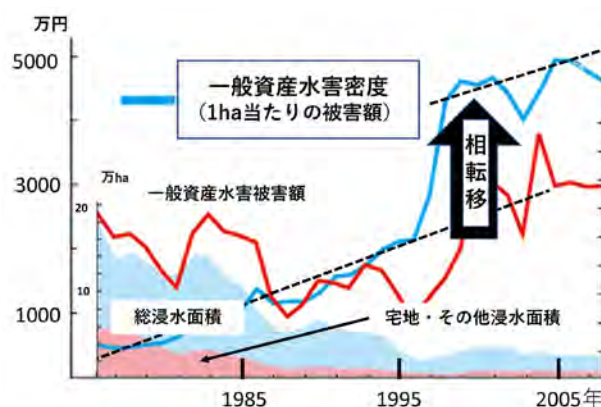


図1 一般資産水害密度が1995年以降『相転移』を起こしたことを示す図(河川データブック2019(国土交通省)の図を改変)

と判断されている。実例は、たとえば2001年東海豪雨水害の名古屋市、同年ハリケーン・アリソンによる米国・ヒューストン市のダウンタウン水没そして2002年西ヨーロッパ水害によるチェコ・プラハ市の水没に代表される。それらの被害を概述すれば、次の通りである。

- (1) 東海豪雨水害：名古屋市には総雨量589mm、時間最大雨量114mmの豪雨があり、市域の37%が浸水した。庄内川、新川、天白川とその流域を中心にして内水と外水の同時氾濫があり、乗客約1,300人が避難していた名古屋市営地下鉄「野並」駅も1m浸水した。被害額は約8,500億円に達した。
- (2) 米国・ヒューストン市：ハリケーン・アリソンによる豪雨で、都心部の地下通路が水没したほか、全米1の規模を誇るテキサス医療センターの地下階水没によって、高価で危険な生化学の資料が水没した。被害額は50億ドル(約5,500億円)に達した。

\*関西大学社会安全研究センター長・特別任命教授

(3) チェコ・プラハ市：集中豪雨でブルタバ川が氾濫し、地下鉄3路線が水没し、最長6ヶ月間不通になった。水没した駅は東西冷戦時代に防空壕を兼ねたものであって、地下50から60mの深部に駅が設置されていたため、復旧が遅れた。被害額は30億ドル（3,300億円）に達した。

発生した当時はこれらの豪雨は地球温暖化の影響であるという指摘は少なかったが、それ以降想定外の豪雨が世界各地で観測されるようになり、今では常識となっている。

気温が上がれば空気中の水蒸気（気体）が増えることは誰もが知っている。そして、何らかの理由で気温が下がれば水蒸気は雨（液体）になる。これは自然現象の相転移である。豪雨災害が人口稠密な大都市域で起これば、社会現象としての相転移も同時に起こり都市水害となる。これについては追って詳述しよう。ここで気をつけなければいけないことは、大都市でなくて地方都市であっても社会構造が同じであれば、家庭や地域コミュニティ単位の被災程度は同じということである。大都市であれば都市コミュニティに被害が拡大するという意味で都市水害という名称を用いているに過ぎない。したがって、2019年東日本台風では390市町村・特別区に災害救助法が適用される広域災害となったが、被害の特徴はいずれもほぼ同じで、都市水害の田園版とみなすことができる。

## 近年増加している 線状降水帯による豪雨災害例

2012年九州北部豪雨、13年秋田・岩手豪雨、14年広島土砂災害、15年関東・東北豪雨、17年九州北部豪雨、18年西日本豪雨そして20年令和2年7月豪雨というように、線状降水帯による豪雨災害が毎年のように発生している。それぞれが特徴的な被害となっているが、令和2年7月豪雨によって甚大な被害が発生した熊本県の球磨川流域を例にとって検討してみよう。

### (1) 災害発生の原因となった雨量、水位および流量

どれくらいの豪雨だったか、既往最大値との比較からその激しさが理解できる。球磨川流域の中心地である人吉では、既往最大の雨量は1982年に観測され、12時間と24時間の最大雨量は209.5mmおよび267.5mmであるのに対し、今回はそれぞれ339mmおよび410mmで、それぞれ約1.6倍と1.5倍に達している。そして、12年前に「ダムによら

ない治水」を選択した「球磨川治水対策協議会」の人吉地点の目標流量である毎秒5,700立方mに対し、今回は推定毎秒8,000立方mだった。同地点の水位は4.60mから6.12mとなって1.52mも上昇した。鉄道橋4橋を含む17橋が流失したことだけでも異常な大洪水だったことがわかる。

### (2) 被害の概要と対策案

#### 1) 社会インフラが機能する環境整備が必要：

災害が起これば、電力や水道、鉄道、道路などの社会インフラの復旧が最優先で実行される。これらが復旧しないと早期に復興ができなく、結局被災者の生活再建が遅れるからである。また、近年の災害では、教育、福祉、医療施設被害は発生しているにもかかわらず特殊な事例とみなされてきた。しかも、施設の機能回復も同様に必要である。

たとえば、球磨川流域では4つの鉄道橋が流失して約1200名の高校生の登下校に支障が発生している。また、人吉市では道路橋が破壊され、ある小学校では全児童の約70%が通学できなくなってしまった。学校施設の被災だけでなく、被災すると児童・生徒が通学できなくなる私道の安全確保や鉄道の輸送機能回復なども全面的な公的資金投入対象にすべきであろう。写真1の手前側に写っているのは肥薩線のレールであり、浸水した結果、道床全体が不同沈下し、沿線のほとんどの通信ケーブル柱もケーブルごとなぎ倒されていた。不通となった370kmにわたる被害の大きさに、JR九州や第3セクターは復旧計画もままならないと推察される。

また、福祉施設もそうである。14名が犠牲になった球磨村の高齢者福祉施設「千寿園」は廃園する



写真1 令和2年7月豪雨で被災した熊本県球磨川流域の人吉市の被害。ビロティ構造の住宅の2階の天井まで浸水した。

そうであるが、100名を超える入所者や待機者が路頭に迷うことになる。被災した同種施設がこの流域で27を数えるとなると、推定2千名近い入所困窮者が発生し、大きな社会問題である。また、たとえば人吉市だけでも内科44、歯科25の医療機関が地域医療に貢献しているが、その多くが被災した。しかも、地震よりも被害は一般に大きい。なぜなら、医療器具・機械は水損すると修理がほとんど不可能だからだ。診療再開まで長時間を要することは自明である。

## 2) 自助・共助・公助でそれぞれが対策を持ち寄る：

それでは、どのようにすれば水害被害を軽減できるのだろうか。2015年の水防法の改正で、起こりえる最大規模の洪水に対するハザードマップが公表されている。どこまで浸水が広がり、深さがどうなるかがわかっている。しかし、このマップの利用方法が書かれていない。そこがポイントである。利用方法を示せば公助先導型の治水となってしまうだろう。あくまでも自助、共助、公助が対等の立場でそれぞれが対策を持ち寄らねばならないのだ。

前述のように、人吉盆地は人が住む前は球磨川で発生する“洪水の遊び場”だった。筆者が常日頃指摘してきたように、“水は昔を覚えている”のである。だから、そこを利用するのであれば洪水とどのようにして付き合えばよいのかという視点が必要なことがわかる。12年前に「ダムによらない治水」を合意したのは地元の球磨川流域の関係者の間であり、地球温暖化によって線状降水帯が形成され、想定外の降雨が球磨川流域に発生すると考えていなかった。過去は振り返ったが将来が変わることに気づかなかった。想定外の洪水が発生しても、そこに安寧で中庸な共生社会を創る努力が求められよう。

前述したように球磨川はわが国の3大急流河川の一つであり、流域に降った雨は急激に川に集中するという宿命的な特徴がある。そうなる「緑のダム」などによる雨水の貯留効果がほとんど期待できず、球磨川の洪水流量を減らすか、下流の河道狭窄部を拡幅して流下能力を大きくする方途しか残されていない。しかし、後者を選択すれば下流の八代市等が現在以上に危険になることがわかっている。そうなる残された方法はダムの築造である。すでに流域住民はピロティ方式の住宅を建てたり、居住地地盤のかさ上げなど自助・共助努力をしている。それでも被災したので一層の公助努力が必要と考えればよい。しかも、①電力、②水資源、③洪水調節など多目的でありたい。①

は脱原発社会を目指し、クリーンな再生エネルギーの切り札が水力発電であり、大きく安定的な発電量も期待できる。②は地球温暖化の進行とともに全国的に洪水と渇水という極端現象がさらに激化することが予想されている。熊本県は全県的に地下水が豊富であるが、広域渇水になれば地下水位が低下し、上水道源や農業用水が将来不足するというリスクがある。③は想定外の大洪水に備えて縮災対策としてダムの建設は重要である。今回、球磨川では「ダムによらない治水」の限界を残念ながら経験してしまった。いやがおうでも新たなリスクの存在を前提にしなければならなくなったのである。

## 最近の豪雨災害の被害の特徴

まず、理解が必要なのは洪水災害と土砂災害は同じ種類の災害であることだ。洪水災害では水が多く土砂災害では土砂が多いだけで、いずれにも水と土砂が混在している災害である。さて、これらの豪雨災害の被害の特徴は、つぎの2つに要約される。

### (1) 複合災害 (Compound disaster) の発生：

単なる被害に留まらず、それが原因で地域全体に影響が波及する。とくに目立つのは、福祉、医療、教育施設とその周辺の被害である。前述した2020年7月豪雨では、人吉市や球磨村を中心にこれが発生した。水害によって停電、断水、通信不能、鉄道被害や道路不通が起こると、これらの施設に直接被害がなくても社会的被害は甚大である。しかも、これらの施設は日常的には防災行政が直接絡まないために、危機管理に不慣れであり、災害に遭遇すれば失敗が必定となっている。それは人的被害だけでなく社会的な被害が大きいということである。しかもこれらの施設の運用はネットワーク的に行われており、ネットワークの中核の施設が被災すると地域全体に直接的、間接的に被害が及ぶ構造となっている。これは新型コロナウイルス感染症拡大において、これらの施設がネットワークのノードすなわちクラスター（感染者集団）になって、対応が困難だったことと対応している。

### (2) 連続滝状災害 (略称：連滝災害, Cascading disaster) の発生：

地震災害の2次災害、3次災害に相当するものである。河川の上流に豪雨があると多種多様な豪

雨災害の被害が流域の下流に向かって発生する。2017年九州北部豪雨では筑後川の上流から下流に向かって7種類の連滝災害が発生した。これは被害様相が多様化していることを意味しており、国土の多様な利用に伴って発生している。2018年西日本豪雨では、広島、岡山および愛媛県で個々の連滝災害が多発した。

そして、これら複合災害と連滝災害が被害のネットワーク構造のノードとエッジに相当していることも忘れてはならない。このような被害構造の特徴をはっきりと理解していないと対策を誤る危険性がある。とくに現代は社会の多様性と包摂性を求められており、その観点からも被害像を求める動きが必要となっている。

## これまでの都市の豪雨災害対策

近年、地球温暖化の影響による集中豪雨の頻発が問題となってきている。雨の降り方が極めて異常であるから、従来の対策では被害をシャットアウトできない状態が続いている。では、近年の水害は本当に異常なのであろうか。その辺りの事情をはっきりさせよう。

### (1) 河川改修が可能な都市河川の場合

都市水害の再発防止では、従来は河川激甚災害対策特別緊急事業（以下では激特事業と呼ぶ）が実施されてきた。たとえば、2000年東海豪雨災害の場合、総額610億円で実施され、一級河川の庄内川では事業費320億円で、つぎのような対策を実施した。1) 河道掘削・築堤、2) 堤防の強化、3) 洗堰の改築、4) 遊水地越流堤の改築、5) 水防拠点の整備である。福岡市の御笠川でも河床掘削と河道拡幅からなる河川改修事業を実施した。

問題は、これらの事業によっても都市水害の恐れが解消されないことである。すなわち庄内川ではこの激特事業によって同じ規模の降雨があった場合には、住家の浸水被害は約18,100戸から約9,700戸に減少する。床上浸水では約11,900戸から約1,100戸に軽減できるし、総被害額は約6,700億円から約1,200億円と少なくなると発表されている。このように、事業の遂行によって完全に被害を解消できないことがわかっている。しかし、このような事実は流域の住民には伝わっていないことが多く、とくに被災者は二度とこのような被害に遭わないと信じている。この誤解がつぎに同様の災害が起こったときに行政に対する不信となって現われ、

不幸な場合には訴訟に持ち込まれることになる。

一方、わが国の下水道による雨水処理能力は、政令指定都市を含めて、1時間降雨量がおおよそ50mm程度である。近年の都市水害は内水氾濫と外水氾濫が同時に起こっている場合が多く、異常な集中豪雨の頻発下では、これまでのように市街地の雨水と河川の洪水を別個に処理することが不可能に近いことがわかる。このような背景の下で、「特定都市河川浸水被害対策法」が2004年4月から施行されている。しかし、2019年東日本台風による豪雨では、特定都市河川に指定されていない一級河川の多摩川で同様の問題が発生した。

### (2) 河川改修が不可能な都市河川の場合

東京都心を通る神田川のように密集市街地を通る都市河川では河川改修が困難であり、ここでは地下調整池による洪水制御が行われている。2019年東日本台風来襲時、神田川流域では総雨量226mm、最大時間雨量27.5mm（千代田区）であったが、浸水被害は発生していない。過去の事例からは1993年と2004年に（総雨量、最大時間雨量）がそれぞれ（288mm、47mm）および（284mm、57mm）の降雨量で浸水被害が発生している。ただし、この時間雨量の差である10mmの増加があるにもかかわらず、地下調整池の効果によって、後者による浸水家屋数は3,117棟から46棟、浸水面積も85haから4haに激減している。このことから、神田川の洪水氾濫を考える場合、外水氾濫と内水氾濫が同時に発生することが問題となる。地下調整池の貯留量54万立方mを考慮し、下水処理能力を1時間雨量50mmが限界とすれば、総雨量よりも1時間雨量が市街地浸水に大きく影響すると考えられる。たとえば、時間雨量が80mm降ったとすれば、下水の処理能力を超える30mmが神田川に流入する危険がある。流域面積が105平方kmであるから、315万立方mが神田川に流入し、地下調整池の貯留量の5.8倍となるから外水氾濫することは避けられない。この結果は、神田川流域に台風と前線を伴う広域豪雨や低気圧の集中豪雨時に線状降水帯が形成される場合、内水と外水氾濫が同時に発生しやすいということである。

一方、もともと低湿地で河床勾配が緩い都市河川でも河川改修が困難である。その代表が首都圏の中川と綾瀬川である。これらの河川の流れる地域は、旧利根川が流れていた低湿地帯である。降雨があると、どれくらいの量が外水と内水になるかわからず、大変複雑である。わかっていることは、この流域の水害として、両川の北方に位置し、



徳川幕府が旧利根川の東遷事業として開削した人工水路の現利根川の右岸の氾濫がもっとも危険であることだ。江戸時代から明治、昭和時代の氾濫は、この人工開削水路部分で発生している。流域はもともと低湿地帯であるから、床下浸水が起きやすく、両河川への雨水の流入は急激ではない。首都圏外郭放水路では、1日稼働すると、江戸川に約1,700万立方m排水できる能力をもっている。低湿地帯に降った雨が、短時間で河川の増水につながることも問題であり、降雨量の多さだけでなく時空間雨量分布特性が浸水被害と大きく関係しているといえる。

### これからの豪雨対策の基本 ～文明的防災と文化的防災の協働～

今回の新型コロナウイルスによる感染症拡大が起これなければ気がつかなかった新たな事実である。わが国は国民一人当たりのGDPの大きさが世界で26位(2018年)である。そして、わが国より経済的に豊かな国25カ国では例外なく感染率が高く、しかもGDPが多いほどそれが顕著であることを見出した<sup>3)</sup>。一方、わが国より下位の27位から50位までを調べると、GDPが多くなれば感染率が低下することがわかった<sup>4)</sup>。つまり、感染率を低くするには、前者の事実から文化的防災力を強くしなければならず、後者からは文明的防災力が必要ということがわかった。文化的防災力とは“日常の習慣”と置き換えてもよく、例えば、残留塩素で殺菌作用のある水道水は清潔文化であり、先進国ではわが国だけである。それは、例えば日常生活で手洗い、うがい、洗濯、調理、水洗トイレでこの水道水を使っている。1912年に当時の東京市と大阪市で導入されたわけであるが、これによって細菌性の感染症が激減したことがわかっている。一方、文明的防災力とは、まさにライフラインの充実に代表され、それによって福祉、医療、教育施設なども充実すると考えると理解できるだろう。

このように考えてみると、わが国の豪雨対策ではこれまで文明的防災力の強化に力を入れてきたことがわかる。これまで、筆者はソフト防災とハード防災に分類して両者の協働が必要であると主張してきたが<sup>5)</sup>、それらの具体的な内容が文明的防災力の強化につながり、文化的防災力はむしろ軽視される方向にあったと言える。まさに、図2のようなパラダイムシフトが必要になっているのだ。

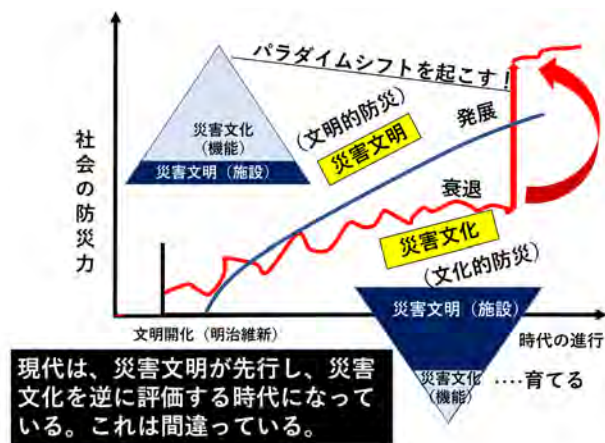


図2 災害文化が災害文明の上位に位置しなければならないが(左上の三角形)、災害文明が進みすぎて災害文化が衰退している現状(右下の三角形)をパラダイムシフトによって戻さなければいけないことを示す模式図

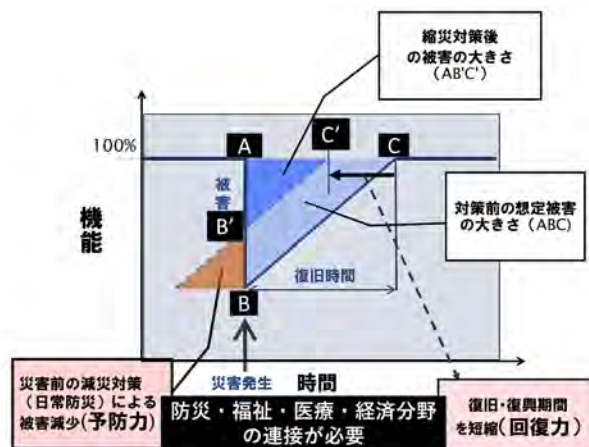


図3 事前対策の予防力と事後対策の回復力によって構成される減災の具体事例である縮災。現代は、防災、福祉、医療、経済分野などが重なり、連携ではなく接続(重なっている)が必要なることを示す図

### 『相転移』を考慮した豪雨災害の『縮災』と流域治水

図3は縮災の模式図であり、減災の具体的方法を示す縮災とは、事前の予防力と事後の回復力から構成されている。このそれぞれの内容を検討しなければならない。本稿では、近年の豪雨災害で『相転移』が発生していることを示した。それは、社会の被害構造が変化し、被害額の急増につながっている事実から証明される。この社会経済構造も実は相転移を経験している。それは垂直統合型の階層システムからWeb2.0の水平分散型のネットワークシステムへの移行である<sup>6)</sup>。これを理解できれば、経済構造のネットワークのノードとエッ

ジを災害から守れば経済被害は減るはずだ。しかも、前述のように被害構造もネットワークの特性をもっていることから、社会経済構造と被害構造はフラクタル的な特徴をもっていることがわかる。しかし、このような発想で現在の豪雨対策は考えられていない。ここで誤解すると困るのは、ネットワークシステムが悪いと言っているのではない。たとえば、新型コロナウイルス感染症拡大対策でテレワークが推奨されており、これはネットワークが成立しているから有効であろう。ところがすべてがこれに移行すると、たとえば豪雨災害が起こって停電が長期化すればエッジの役割が果たせず、たちどころに困る事態になることを忘れてはいけぬ。しかもネットワークシステムでは責任の所在があいまいになるという欠点を有している。だから、指揮命令系統が縦割りである垂直統合型の危機管理システムを共存させなければいけないのである。

では、人的被害を減らすにはどうすればよいのだろうか。たとえば、災害情報を「正確・迅速・詳細」に出せば人びとは避難するのだろうか。避難指示や勧告が万人単位で発令されると避難する人はよくて0.3～1%程度である<sup>7)</sup>。よく考えてみるとこの3語は、正確であるべきだ、迅速であるべきだ、詳細であるべきだ、というように文明的な目標を掲げている。ところがその一方で、関連する重要な内容が軽視されている。たとえば、近所の人と一緒に避難した方がよいとか、避難行動要支援者を気にかけてあげたほうがよいとか、逃げ遅れたら近所の2階に避難させてもらおう、というような生活文化である。近年は高齢化の進捗とともに、地域コミュニティ崩壊が生活文化を破壊しているといってもよい。

以上のような観点から現行の国土交通省が進める『流域治水』をみると、文明的防災や文化的防災の具体的内容も含んでいることがわかる。しかし、ここで筆者が指摘したような人的および社会経済被害の構造に関する明確な理解が前提にはなっていない。そのために、いくら検討しても総花的な対策の羅列にとどまり、被害だけが進化するという事態に陥るのである。

注) 社会現象としての「相転移」を起こした原因は、線状降水帯による豪雨によって、これまで多発した破堤氾濫から越流氾濫が卓越するように変化したことが指摘できる。球磨川の場合、堤防決壊箇所からの氾濫よりも、堤防を全面的に越流することにより大量の氾濫水が堤内地に短時間で流入したことが被害を大きくした。

#### 〈参考文献〉

- 1) 河田恵昭：都市災害の特質とその巨大化のシナリオ—災害文化論事始め—，自然災害科学，Vol.10，No.1，pp.33-45，1991.
- 2) 河田恵昭：都市大災害，近未来社，pp.233，1995.
- 3) 河田恵昭：新型コロナウイルス感染症の第2，3波に備えた文化的対策の勧め，変貌する災害列島と縮災，Water & Life，No.651，p.22，2020
- 4) 河田恵昭：新型コロナウイルス感染症の第2，3波に備えた文明的対策の勧め，変貌する災害列島と縮災，Water & Life，No.652，p.22，2020
- 5) 河田恵昭：高潮の極値統計，水工学シリーズ海岸編，土木学会水理委員会，pp.B-7-1-22，1987.
- 6) ニーアル・ファーガソン（柴田裕之訳）：The Square and The Tower，上下巻，東洋経済新報社，pp.395および500，2019.
- 7) 河田恵昭：災害文化論（1）災害文化を豊かにする，月刊フェスク5月号，日本消防設備安全センター，pp.2-9，2020.

# 近年の土砂災害の特徴と 今後の課題

かいぼり まさひろ\*  
海堀 正博

K  
ey Word

土砂災害, 土石流, 土砂・洪水氾濫, ハード対策, ソフト対策,  
ハザードマップ

## ▼1 はじめに

近年は温暖化の影響ともいわれる異常で極端な気象事象が、日本全体で見た場合には毎年何度も発生している。たとえば、梅雨期にしばしば発生する豪雨に関しては、その直前までむしろ雨不足による問題が世間を賑わせていたというときに、突然、降り始めたかと思うとあっという間に強雨が数時間から数日間も同じところに降り続いて、結局は災害に至ってしまうという状況が日本の各地で、あるいは、世界的にも、繰り返されている。

土砂災害につながる崩壊や土石流等の土砂移動現象は、斜面地盤内に雨水が浸透して表層土壌層のせん断力を増加させる一方でせん断抵抗力を低下させる過程で、前者が後者を上まわる状況下で発生する。豪雨の際には浸透する雨は限界に達し、飽和地表面流まで出現するであろうし、いったん地中に入り込んだ雨水がそれ以前からある地中水とつながることで圧力を持って地表に噴き出すような現象にも至ることも多い。そのような場合には崩壊土砂が多くの水を含んでいる状態に加えて、崩壊面や周辺の斜面から地表に湧き出す水と合わさって容易に土石流化する状況になる。山奥の斜面で単なる崩壊が発生しても崩土が居住エリアに到達することがなければ土砂災害とはならないが、土石流化した場合にはしばしば谷すじや沢すじを流路として流れ下り、ついには居住エリアに飛び込んで人家を全壊させたり、人命を奪うなどの大きな土砂災害となってしまうこともある。近年の大雨で目立つのはまさにこのような形の崩壊・土石流等の集中発生の状況である。

本稿では、まず最初に、かねてから土砂災害の起きやすいところとして知られている広島県の状況を見た上で、近年のいくつかの豪雨による土砂災害の

典型事例について振り返り、今後も多発するであろう豪雨による崩壊・土石流等の集中発生に対して、防災・減災の観点からどのように備えるべきかについて考えていくことにする。

## ▼2 土砂災害危険箇所が日本で一番多い広島

広島は土砂災害危険箇所数が日本で一番多いところとして知られている<sup>1)</sup>(表-1)。この意味は、急傾斜地崩壊(がけ崩れ)や土石流、地すべりが起きた場合にその土砂や土塊が居住エリアを襲って被害を発生させる可能性のある箇所として数えられる土砂災害の社会的素因が日本で一番多いということであって、崩壊や土石流等の発生数が多いという意味ではない。すでに、かなり早い段階から、広島県はがけ崩れと土石流それぞれによる災害の危険箇所数が47都道府県の中で第1位を続けている。一方で、地すべりによる災害の危険箇所数は第40位と比較的少ないことも特徴的である。

表-1 土砂災害危険箇所数(上位20県)

順位	都道府県名	土砂災害危険箇所数	順位	都道府県名	土砂災害危険箇所数
1	広島	31,987	11	鹿児島	16,204
2	島根	22,296	12	長野	16,021
3	山口	22,248	13	静岡	15,193
4	兵庫	20,748	14	愛媛	15,190
5	大分	19,640	15	岩手	14,348
6	和歌山	18,487	16	熊本	13,490
7	高知	18,112	17	福岡	13,150
8	愛知	17,783	18	岐阜	13,083
9	長崎	16,231	19	徳島	13,001
10	三重	16,206	20	岡山	11,999

(国土交通省(2002)<sup>1)</sup>公表資料より筆者作成)

\*広島大学防災・減災研究センター センター長

なぜがけ崩れや土石流により災害となるような危険箇所数が多いのかを考えることは重要である。

そもそも広島県には地質的な素因として、花崗岩類の分布しているところが県面積の約48%にもなるといわれている<sup>2)</sup>が、その花崗岩類もさらに風化が進んで外力を受けると容易に壊れバラバラになりやすいマサ化した状態のものが多い。また、花崗岩類よりは強度が大きいといわれている流紋岩類も県面積の20%程度分布しているが、これも風化して土壌化しているところが多く、どちらも豪雨にさらされると崩壊・土石流等の発生につながりやすい(写真-1)。



写真-1 平成30年7月豪雨により流紋岩質岩石分布地域で起きた崩壊・土石流  
(東広島市黒瀬町, 平成30年7月19日筆者撮影)

さらに、地形的な素因として、中国山地は四国山地や中部山岳地帯の山地に比べてなだらかである。上述した岩石の風化状況も相まって造成もしやすく、また、土砂の中から1,000年以上の長きにわたる砂鉄採取の営み(「鉄穴流し」と呼ばれている)とそれを原材料にした製鉄業の営み(「たたら製鉄」として知られている)が続けられていたこと<sup>3)</sup>もまた、山の奥深くまで人の生活場が広がっていった要因になったと思われる。

さらに、気象面では、ふだんから雨の多い地域ではなく、人口の集中しているところは日本の平均年降水量よりも少ないところであり、豪雨による災害を経験していない地域や人々が多い。

その結果として、がけ崩れが生じやすい斜面のすぐ近くであっても、また、土石流の破壊力が大きい谷出口付近や谷すじのすぐ近くであっても、危険性の認識のないままに居住エリアとして人家が建てられたり、さらに斜面を上がっていくように、また、谷の中に入り込むように新たな居住地の開発が進んでいる。

そんな状況のところに、ふだんより少し多めの雨や強い雨が降り続いたりすると、小規模な崩壊や土石流状の土砂移動はすぐに起きてしまう。自然現象としての土砂移動が小規模であるにも関わらず、すぐ近くまで危険の認識もなく居住エリアとして利用しているがゆえに、それが人家を破壊し、人命を奪うような深刻な災害となってしまっているのである。

次節より、近年の豪雨災害を事例として取りあげ、上述した状況を再確認するとともに、防災の観点でどこに問題があったのかを考察したい。

### 3 平成26(2014)年8.20広島土砂災害

この災害の誘因は、8月20日1時30分過ぎから3時間足らずの間に降った広島にとってはほとんど経験のない強さの集中豪雨であった。広島市安佐北区では、最大60分雨量が130mm(上原観測所)、最大120分雨量が211mm(三入東)、最大180分雨量が239mm(三入東)であったのに対し、広島市安佐南区ではそれぞれ、107mm、172mm、187mm(いずれも高瀬)であった<sup>4)</sup>(表-2)。この豪雨により崩壊や土石流等が集中発生し、安佐南区では71人が、安佐北区では6人が命を奪われる甚大な被害が出る大災害となった<sup>5)</sup>(写真-2)。

広島では、大正15(1926)年9月11日にも3時間雨量が225mmを記録している<sup>6)</sup>が、この時には最大1時間雨量は79.2mm、最大2時間雨量は147.4mmであり(表-3)、広島県内で2時間(120分間)のうちに200mm超となったのは平成26(2014)年の8.20災害の時の豪雨が初めてだと思われる。

表-2 平成26年8.20広島土砂災害の豪雨の状況

観測所名	最大10分雨量(mm) (記録時刻)	最大60分雨量(mm) (記録時刻)	最大120分雨量(mm) (記録時刻)	最大180分雨量(mm) (記録時刻)	最大240分雨量(mm) (0019-0021)
祇園山本 (安佐南区)	13 (2:50-3:00)	56 (2:20-3:20)	96 (1:30-3:30)	109 (0:50-3:50) (1:00-4:00) (1:10-4:10)	175
高瀬 (安佐南区)	21 (3:20-3:30)	107 (2:40-3:40)	172 (1:40-3:40) (1:50-3:50)	187 (0:50-3:50)~ (1:30-4:30)の すべての180分	233
上原 (安佐北区)	30 (3:40-3:50)	130 (2:50-3:50)	207 (1:50-3:50) (2:00-4:00)	237 (1:20-4:20) (1:30-4:30)	287
安佐北区役所	24 (3:30-3:40)	103 (2:40-3:40)	187 (2:00-4:00)	219 (1:20-4:20)	264
三入東 (安佐北区)	27 (3:40-3:50)	121 (3:00-4:00)	211 (2:00-4:00)	239 (1:20-4:20) (1:30-4:30)	284

(「広島県防災 Web」<sup>4)</sup> 公開観測データをもとに筆者作成)



写真-2 平成26年8.20災害の際に広島市安佐南区阿武山麓を襲った土石流等の状況  
(平成26年8月21日筆者撮影)

表-3 大正 15 年 9 月 11 日豪雨 (広島地方気象台)

年月日	時間	1時間雨量 (mm)	2時間雨量 (mm)	3時間雨量 (mm)	4時間雨量 (mm)	5時間雨量 (mm)	累加雨量 (mm)	実効雨量 R1.5 (mm)	実効雨量 R72 (mm)	降雨指標 R <sup>*</sup> (mm)
	19:00	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	3.1	0.2	21.5	15.5
	20:00	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	3.7	0.7	21.9	16.9
1926/9/10	21:00	1.4	2.0	2.2	2.2	2.2	5.1	1.9	23.0	20.2
	22:00	0.3	1.7	2.3	2.5	2.5	5.4	1.5	23.1	19.4
	23:00	0.8	1.1	2.5	3.1	3.3	6.2	1.7	23.7	20.4
	24:00	14.6	15.4	15.7	17.1	17.7	20.8	15.7	38.1	60.2
1926/9/11	1:00	13.2	27.8	28.6	28.9	30.3	34.0	23.1	50.9	84.9
	2:00	79.2	92.4	107.0	107.8	108.1	113.2	93.7	129.6	284.7
	3:00	68.2	147.4	160.6	175.2	176.0	181.4	127.3	196.6	399.1
	4:00	77.6	145.8	225.0	238.2	252.8	259.0	157.8	272.3	513.8
	5:00	61.2	138.8	207.0	286.2	299.4	320.2	160.6	330.9	566.5
	6:00	36.6	97.8	175.4	243.6	322.8	356.8	137.8	364.3	549.0
	7:00	3.6	40.2	101.4	179.0	247.2	360.4	90.4	364.4	446.8
	8:00	0	3.6	40.2	101.4	179.0	360.4	56.9	360.9	366.0
	9:00	0	0.0	3.6	40.2	101.4	360.4	35.9	357.5	312.5
	10:00	0	0.0	0.0	3.6	40.2	360.4	22.6	354.1	277.5
	11:00	0	0.0	0.0	0.0	3.6	360.4	14.2	350.7	254.6
	12:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	360.4	9.0	347.3	239.5

(気象庁公開データ<sup>6)</sup> から筆者作成)

この災害では、誘因となった豪雨の強さが大きかったことは広島の降雨としては特筆すべきであるが、その降った場所が山裾に人家が集中して建てられていた広島市のベッドタウン一帯を含むエリアであったこと、ならびに、豪雨となった時間帯が真夜中の真っ暗な、避難を含む防災行動のとりにくい時間帯であったことも影響したことなどが、77人も犠牲者を出した大きな要因である。

一方で、この災害直後から、行政からの避難勧告等の発令が土砂災害の起きた時間帯よりも後になったことが犠牲者の多くなった原因である、との非難が各方面で繰り返された。実際、誘因となった豪雨の直前の20日1時15分に「土砂災害警戒情報」が広島市全域に発表され、1時半過ぎから強雨が4時過ぎまで続いた。その間の3時過ぎ頃から4時頃にかけて集中的に土砂災害が発生していた。避難勧告は広島市安佐北区が4時15分に、安佐南区が4時半に発令されている<sup>7)</sup>。結果的には、強雨が一段落し、やや空が白み始める時間帯になってからの避難勧告等の発令であったことは、自宅の周辺で濁流が激しく流れ下るような状況を見た人々が自宅から指定された避難所・避難場所等への移動を諦める要因となった。当時は、避難勧告等の発令が遅すぎたために、立ち退き避難の行動がとれなかったことに非難が集中したわけだが、真っ暗な時間帯の避難勧告等の発令であったなら避難所への避難行動の途中で濁流や土石流等に遭遇していたかも知れず、本当に犠牲者を減らすことができたのかどうかについてはわからない。指定された避難所・避難場所等への経路でより危険な状況に陥る可能性があることについては今後も考えねばならない重要な観点である。

しかし、この災害を受けて、内閣府等でもいかにして避難勧告等を早めに出せるかの議論がなされた<sup>8)</sup>し、その後の全国各地で起きる大雨などの際に、避難準備情報(「避難準備・高齢者等避難開始」)や

避難勧告等を早い段階で広い地域に発令する動きが増加することにつながった。

#### 4 平成 30 (2018) 年 7 月豪雨による災害

この災害の誘因となった豪雨は、九州に始まり岐阜県以西の主として西日本一帯にもたらされた大雨であったが、北海道でも大雨となったこともあり、気象庁から「平成 30 年 7 月豪雨」と名付けられた。この大雨による災害の形態は、崩壊や土石流、土砂流等による土砂災害と、河川の氾濫・堤防の決壊等による洪水、浸水、内水氾濫等による水害が中心であった。平成 31 年 1 月 9 日 17 時時点で災害関連死を含めると全国で 240 人余りが犠牲となった<sup>9)</sup>が、その約半数にあたる 120 人の犠牲者は広島県内で発生したものである。広島県内の災害関連死を除く死者は 109 人、行方不明者が 5 人であるが、死者のうち 87 人は直接崩壊や土石流等の土砂移動に巻き込まれて命を失っており、土砂災害の形態で犠牲になった人の割合が 8 割程度にも及んでいることは重要な観点である<sup>10)</sup>。

広島県内での状況に注目すると、2018 年は当初は比較的雨が少なく、6 月末近くになってようやくまとまった雨が降り出している。7 月 3 日頃に来襲した台風 7 号がもたらした雨を含めてもまだ少なめであった。しかし、7 月 5 日からは比較的強めの雨が降り始め、数日間にわたる降雨と後半の強雨を受けて、翌 6 日 16 時半頃に広島市南区丹那町で発生したがけ崩れによる災害から後は、18～20 時前後に降った時間雨量 50mm 超の強雨が引き金となって、広島県南部の安芸郡坂町、安芸郡熊野町、広島市安芸区、呉市安浦町、東広島市黒瀬町などでいっせいに崩壊や土石流、土砂・洪水氾濫等が集中発生し、たくさんの命が奪われる甚大な災害となった(写真-3)。



写真-3 平成 30 年 7 月豪雨による崩壊・土石流等で被災した広島県坂町小屋浦地区の状況  
(平成 30 年 7 月 10 日筆者撮影)

また、この雨はいったん弱まったものの、翌7日3～6時前後に再び時間雨量30mm超の強雨のあったところでは再び、あるいは、東広島市内の一部地域ではこの時に初めて土砂災害の発生に至っている。呉市安浦町や呉半島の周辺など多いところでは降り始めからの総雨量が600mm超にもなったように、県南部でひとまとまりの雨としては記録的なものであったといえる(図-1(上))。

2014年の8.20土砂災害の場となった広島市安佐南区や安佐北区でも、前回以上の大雨となったが、安佐北区口田南で犠牲者を出した崩壊・土石流事例を除くと、土砂移動の発生は前回に比べると少なく、特に、安佐南区ではほとんど起きていない。この点については、おそらく安佐南区でも総雨量は多かったものの、最後の引き金になるような強雨が7日未明の時点でもたらされなかったことが大きな要因であると考えられる(図-1(下))。

このような甚大な災害となったが、これらを含む多くの地域で、防災行動を促す気象情報などは7月5日頃から、土砂災害警戒情報は死者の出た市町のすべてで発災前に、および、避難準備情報等を含む避難勧告等もおおむね早めの段階で出されていたことがわかった<sup>11)</sup>、<sup>12)</sup>。なぜ、これらの防災情報が住民の適切な避難行動につながらなかったのかがあらためて問われる災害となった。

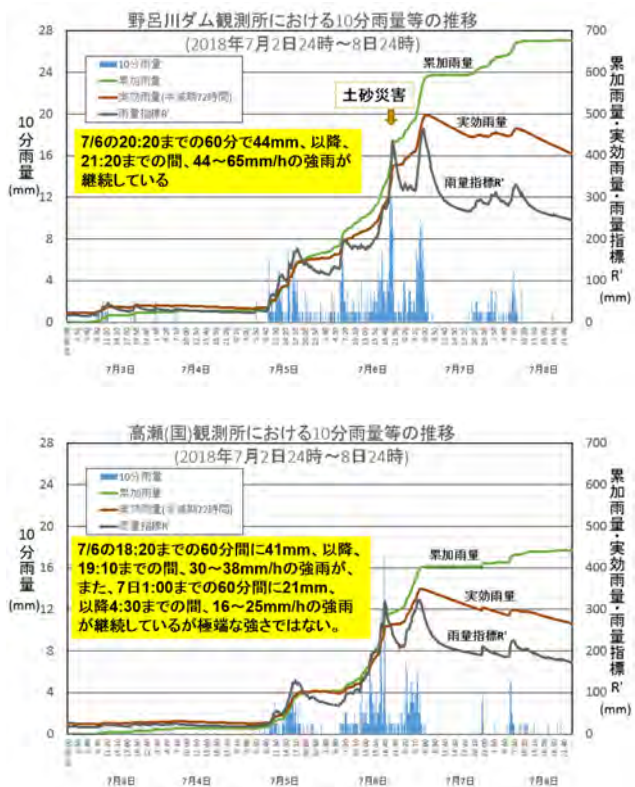


図-1 平成30年西日本豪雨災害につながった誘因  
(上)野呂川ダム観測所(広島県呉市安浦町)  
(下)高瀬観測所(広島市安佐南区)

## 5 令和元(2019)年台風19号豪雨等による災害

前年の豪雨災害が西日本中心であったのに対し、令和元(2019)年の豪雨や台風の暴風雨は千葉県、群馬県、神奈川県、静岡県、新潟県、福島県、宮城県などで猛威を振るい、東日本を中心として各地に被害をもたらした。台風15号などでは暴風による被害が繰り返され報道され目立っていたが、本稿では主として台風19号等との関係の大雨による土砂災害に絞って取りあげる。

この年の台風19号は10月12日19時頃に伊豆半島に上陸し、神奈川県箱根では台風接近中の10日から13日までで総雨量が1,000mm超に、また、各地で400～600mm超の雨量となって崩壊や土石流等の発生につながっている<sup>13)</sup>。

千葉市や群馬県富岡市内では、関東ローム層地帯の住宅地内にある段丘斜面が崩れ命が奪われる災害が起きている。これらの斜面は勾配が小さく、特に富岡市内匠地区では20°程度以下のがけが大雨で崩れたことによって3人が犠牲になっているが、斜面勾配が小さかったことからいわゆる土砂災害の危険箇所としては認識されていなかった<sup>14)</sup>。また、宮城県丸森町廻倉地区では花崗岩類分布地域の明瞭な谷地形でない緩やかな斜面で崩壊・土石流等の土砂移動が発生し、4人の死者・行方不明者を出しているが、この現地についても土砂災害の危険箇所としては認識されていなかった<sup>15)</sup>、<sup>16)</sup>。

これらを含む台風19号等の豪雨で発生した関東や東北での災害現地調査から、大量の降雨の結果として、このような緩傾斜地や谷地形の不明瞭な箇所での崩壊・土石流等が発生して、下流の居住エリアを襲っているところも多いことがわかった<sup>17)</sup>、<sup>18)</sup>が、上述したように、これらの箇所の一部は必ずしも土砂災害の危険箇所として認識されておらず、崩壊や土石流等が起きたときに影響が及ぶ可能性のある住民に対してそのような危険を伝えるためのさらなる研究が必要である。

## 6 近年の大雨による土砂災害の共通特性とそれへの対応

温暖化の影響ともいわれる近年の豪雨は、それぞれの地域にとって平年の降雨量や降雨形態とは異なる極端な降り方をする特徴がある。

雨の強さや量がそれぞれの地域の土砂災害発生基準雨量と比べてはるかに多くなり、その超過状態が数時間以上も継続するような状況になりやすい近年の豪雨条件下では、雨に弱いといわれる風化花崗岩

類の分布地域のみならず、それよりは強いといわれる流紋岩類の分布地域であっても、変成岩類の分布地域であっても、また、緩勾配の斜面であっても、山体内へ入り込んだ水の量が相当な量となり、その後の山体内からの地下水の噴出や湧出により、結果的に崩壊や土石流等が多発するような状況になっている。また、関東ローム層など火山噴出物の堆積層が流れ盤構造を呈しているような斜面では、大量の雨水によって、同様に緩勾配斜面においても崩壊・土石流等の発生につながり犠牲者を伴う災害となっている。

山体内からの噴出水や湧出水が降雨停止後も継続することも多く、雨が止んで数時間から数日を経て崩壊や土石流等が発生することもある（写真-4）。また、崩壊や土石流等の土砂移動現象の多くが相当な水量を含んでいることもあり、流動性が高く、たとえ土石流としての流動が停止した後でも、それより下流に土砂流や洪水流等の濁流状態の流れや砂や泥混じりの水流等が流下し続けることが多い。



写真-4 平成30年7月豪雨が止んだ翌日8日に谷地形部を横断する道路盛土部分での崩壊  
（広島県坂町水尻地区有料道路アクアライン上空から平成30年7月10日筆者撮影）

この結果として、土砂災害危険箇所図や土砂災害（特別）警戒区域図等に指定されている地域であっても、たとえば、土石流等の発生によって特別警戒区域（レッドゾーン）の範囲より広い範囲にそれ相当の力が及んで災害になる場合も出てきていることや、そもそもレッドゾーンのなかったところにレッドゾーン相当の破壊力が及ぶ範囲が形成されたりして大きな災害になっている。また、警戒区域（イエローゾーン）の下流端より下流側のほとんど水平に近い地域や低地に砂や泥が運ばれることはふつうに起きている。

砂防関係では、ハード対策においてもソフト対策においても、基本は1/100超過確率降雨をもとにし

た土砂移動現象であって、極端な場合には、近年の豪雨自体がそれよりまれな規模になっていることから生じている矛盾である。しかし、極端事象が起きやすい近年の豪雨を前に土砂災害に対する本来の防災を考えると、単に超過確率を1/500や1/1,000とすれば解決する問題でもない。

むしろ、土砂災害危険箇所図や土砂災害（特別）警戒区域図については、現況から見て大雨の際に崩壊や土石流等が発生したとしてまず危険が及ぶエリアがどこかを住民に知ってもらい、雨次第ではその範囲がさらに拡大する可能性もあることも知って、自主的・自発的な防災活動の中でハザードマップとして利活用してもらえるように普及することが大切である。

#### 〈参考文献〉

- 1) 国交省砂防部：都道府県別土砂災害危険箇所  
<https://www.mlit.go.jp/river/sabo/link20.htm>  
(2020年9月20日現在)
- 2) 広島県土木建築部砂防課：『広島県砂防災害史』, 209p., 1997.12.
- 3) 島津邦弘：『山陽・山陰 鉄学の旅』, 302p., 中国新聞社, 1994.3.
- 4) 広島県：広島県防災 Web, 観測情報＞雨量実況一覧＞統計情報  
<http://www.bousai.pref.hiroshima.jp/?p=observation%2Frainfall>  
(2020年9月20日現在)
- 5) 海堀正博ほか：2014年8月20日に広島市で発生した集中豪雨に伴う土砂災害, 砂防学会誌, 67(4), 49-59, 2014.11.
- 6) 気象庁：過去の気象データ検索, 広島県, 広島  
[https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec\\_no=67&block\\_no=47765&year=1926&month=09&day=11&view=](https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=67&block_no=47765&year=1926&month=09&day=11&view=)  
(2020年9月20日現在)
- 7) 8.20 豪雨災害における避難対策等検証部会（広島市）：『広島市8.20 災害検証報告書』, 72p., 2015.1.  
<https://www.city.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/54883.pdf>  
(2020年9月20日現在)
- 8) 中央防災会議 防災対策実行会議 総合的な土砂災害対策検討ワーキンググループ（内閣府）：『総合的な土砂災害対策の推進について（報告）』, 69p., 2015.6.  
<http://www.bousai.go.jp/fusuigai/dosyaworking/pdf/taisakuisuin/honbun.pdf>  
(2020年9月20日現在)
- 9) 内閣府：『平成30年7月豪雨による被害状況等について』, 平成31年1月9日17時00分現在, 内閣府防災情報のページ  
[http://www.bousai.go.jp/updates/h30typhoon7/pdf/310109\\_1700\\_h30typhoon7\\_01.pdf](http://www.bousai.go.jp/updates/h30typhoon7/pdf/310109_1700_h30typhoon7_01.pdf)  
(2020年9月20日現在)
- 10) 海堀正博ほか：平成30年7月豪雨により広島県で発生した土砂災害, 砂防学会誌, 71(4), 49-60, 2018.11.

- 11) 中央防災会議 防災対策実行会議 平成 30 年 7 月豪雨による水害・土砂災害からの避難に関するワーキンググループ（内閣府）：『平成 30 年 7 月豪雨を踏まえた水害・土砂災害からの避難のあり方について（報告）』, 36p., 2018.12.  
[http://www.bousai.go.jp/fusuigai/suigai\\_dosyaworking/pdf/honbun.pdf](http://www.bousai.go.jp/fusuigai/suigai_dosyaworking/pdf/honbun.pdf)  
(2020 年 9 月 20 日現在)
- 12) 実効性のある避難を確保するための土砂災害対策検討委員会（国土交通省）：『実効性のある避難を確保するための土砂災害対策のあり方について 報告書』, 12p., 2019.5.  
[https://www.mlit.go.jp/river/sabo/committee\\_jikkousei.html](https://www.mlit.go.jp/river/sabo/committee_jikkousei.html)  
(2020 年 9 月 20 日現在)
- 13) 気象庁：台風第 19 号による大雨, 暴風等, 災害をもたらした気象事例, 令和元年 10 月 15 日, 2019.10.  
[https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2019/20191012/jyun\\_sokuji20191010-1013.pdf](https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2019/20191012/jyun_sokuji20191010-1013.pdf)  
(2020 年 9 月 20 日現在)
- 14) 毎日新聞 20191016 地方版：台風 19 号 予測の難しさを強調 富岡・土砂崩れ 警戒指定基準外で 国が専門家派遣調査 / 群馬, 2019.10.  
<https://mainichi.jp/articles/20191016/ddl/k10/040/031000c>  
(2020 年 9 月 20 日現在)
- 15) 河北新報オンラインニュース 20191016: 土石流, 集落直撃 宮城・丸森廻倉地区 不明者を件名に検索, 東北ニュース, 2019.10.  
[https://www.kahoku.co.jp/tohokunews/201910/20191016\\_13021.html](https://www.kahoku.co.jp/tohokunews/201910/20191016_13021.html)  
(2020 年 9 月 20 日現在)
- 16) 河北新報オンラインニュース 20191031: 豪雨と地形が悲劇招く 宮城・丸森に被害集中, 11 人犠牲, 東北ニュース, 2019.10.  
[https://www.kahoku.co.jp/tohokunews/201910/20191031\\_13014.html](https://www.kahoku.co.jp/tohokunews/201910/20191031_13014.html)  
(2020 年 9 月 20 日現在)
- 17) 執印康裕ほか：令和元年台風第 19 号等の豪雨によって 2019 年 10 月に関東地域で発生した土砂災害について, 砂防学会誌, 72 (6), 54-62, 2020.3.
- 18) 井良沢道也ほか：2019 年 10 月台風第 19 号による東北地方における土砂災害, 砂防学会誌, 72 (6), 42-53, 2020.3.



# 「水害からの犠牲者ゼロ」の実例から学ぶ避難対応の教訓と課題

さとう しょうすけ\*  
佐藤 翔輔\*

K  
ey Word

犠牲者ゼロ, 被害抑止限界, 外水氾濫, 外水氾濫リテラシー, 記憶の常態化, 災害伝承の非固定化

## ▼1 はじめに

ここ数年だけを見ても、2017年九州北部豪雨、2018年西日本豪雨、2019年台風19号（令和元年東日本台風）、2020（令和2年）7月豪雨など、大規模な被害をもたらす水害が多発している。これらの水害では、公共構造物や家屋などの物的な被害だけでなく、死者・行方不明者も発生している。

豪雨や台風といった水害を起こすハザードについては、昨今様々な場面で「観測史上最大」「観測史上1位の値を更新」などが聞かれるようになっていく。このことは、過去の経験にもとづく外力レベルで設計・施工されたハード整備では、「防ぎきる（物理的被害そのものを生じない）」ことは不可能であることを示している。すなわち、ハード整備のみでは、すべての「いのちを守る」ことはできず、個人・地域・組織の事前の備えや災害対応といった機能が「いのちを守る」ために必要であることが自明である。言い換えれば、「優れた避難対応」が個人・地域・組織に求められる。

死者・行方不明者といった人的被害が水害において多発していると冒頭で述べた一方で、水害に見舞われつつも、「犠牲者ゼロ」だった地域も存在する。前述したことに照らし合わせれば、それらの地域では、「優れた避難対応」がとられたということになる。著者は、2つの台風・大雨災害において、「犠牲者ゼロ」だった地域での調査の機会を得ている<sup>1), 2), 3)</sup>。本稿では、2019年台風19号（以下、台風19号）で被災した宮城県大郷町と大崎市鹿島台、令和2年7月豪雨（熊本を中心に被害が出た7月上旬ではなく、7月27日～29日にかけての豪雨。以下、7月豪雨）で被災した山形県大石田町と大蔵村の実例をとりあげ、「水害からの犠牲者ゼロ」の避難対応の

あり方を探っていく。なお、大郷町と鹿島台は吉田川堤防の決壊と越流、大石田町と大蔵村は最上川堤防からの越流によって、それぞれ外水氾濫が発生した地域である。

## ▼2 住民の避難対応（自助の側面）

ここでは、台風19号の事例を見ていく。図1に備えの実態の例として、被災前の段階における避難場所の決定状況（台風・大雨に備えて避難場所を決めていましたか）を、図2に台風19号における避難行動開始のタイミングを調査した結果<sup>1)</sup>を示す。両図では、前述した大郷町、大崎市鹿島台以外に、9名の死者・行方不明者が発生した同じく宮城県丸森町を比較のために併記している。

図2を見ると、大郷町・大崎市鹿島台の方が、丸森町よりも避難行動開始のタイミングが早いことが分かる。それに呼応するかのようには、大郷町と大崎市鹿島台では、事前に避難場所を決めていた人も多かったことが読み取れる（図1）。

図3に、ハザード現象や情報との対応関係を分かりやすくするために、大郷町だけの避難行動開始のタイミングを示す。10月12日14:00台に多くの人々は避難を開始し始めている。同町では、14:10に高齢者等避難開始・避難準備情報（以下、避難準備情報）を発令している。避難準備情報は、高齢者などの避難に時間を要する人に向けて、早めの行動を促すための情報である。しかし、大郷町の住民は「そうでない人」も含めて、多くの人々が避難準備情報をきっかけに避難行動を開始したことが分かる。なお、丸森町では、「災害がすでに発生していることを示す警戒レベル5に相当」する大雨特別警報の発

\*東北大学災害科学国際研究所 准教授

表(19:50)が多くの住民の避難行動開始の契機になっていたことが分かっている<sup>2)</sup>。図4にそれぞれの地域の住民の避難先を示す。大郷町と大崎市鹿島台は、「自宅の外に避難(移動)した」、丸森町は「自宅の2階以上に避難した」が最も多い。前者は「浸水域外へ水平避難」、後者は「浸水域内での垂直避難」に相当する。大郷町と大崎市鹿島台の住民の多くは「早め早めの避難で、安全な場所に」、丸森町は「急遽、2階に」という行動が多かったことが分かる。

大郷町・大崎市鹿島台と丸森町の間には、避難対応に明瞭な差があったことは分かるものの、前者に「十分な備え(ここでは、事前の避難場所決定)」と「早めの避難」が存在していたという、表層的な部分しか見えてこない。次章以降では「なぜそれが実現できたのか」に迫る。

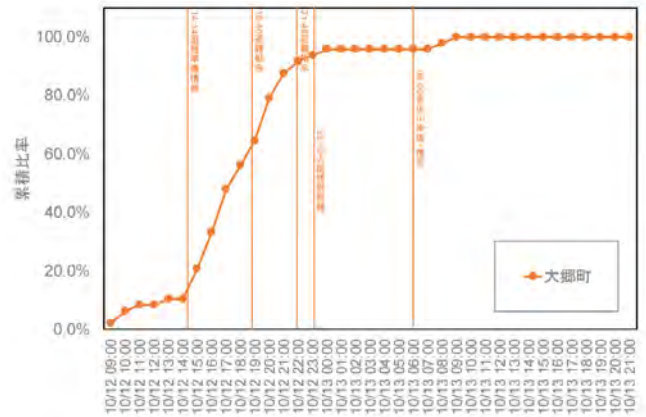


図3 2019年台風19号における大郷町住民の避難行動開始のタイミング<sup>2)</sup>

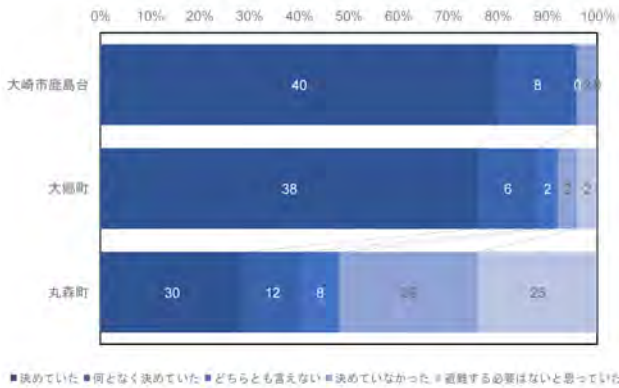


図1 被災前の避難場所の決定状況  
(10月12日よりも前に) 台風・大雨に備えて避難場所を決めていましたか<sup>1)</sup>

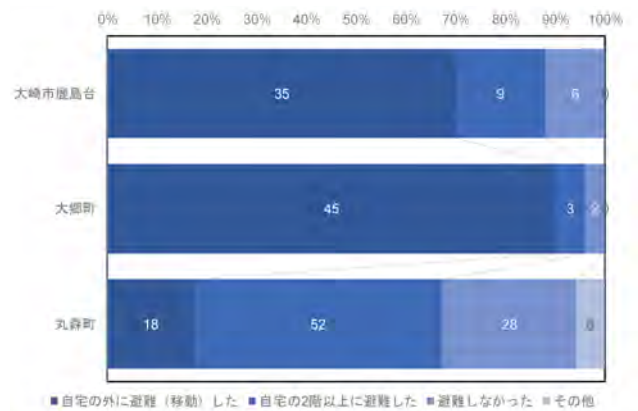


図4 2019年台風19号における宮城県内の避難先<sup>1)</sup>

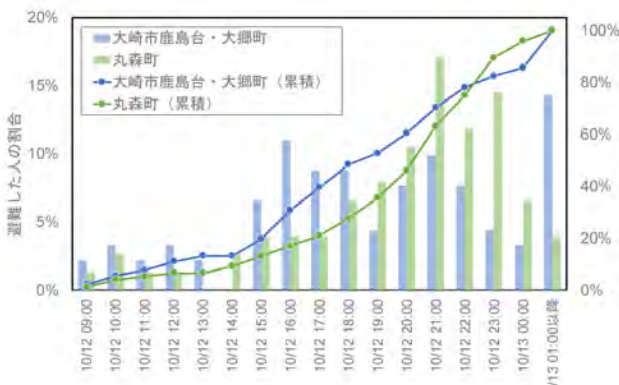


図2 2019年台風19号における宮城県内の避難行動開始のタイミング<sup>1)</sup>

### 3 地域組織の避難対応(共助の側面)

地域組織の行動結果に見られた特徴には、1) 地域組織による避難支援があったこと、2) 支援する側も自身の行動限界を意識していたこと、3) 日頃から水害の備えを徹底したことの3点が挙げられる。

大郷町中粕川の場合は、行政区の役員(自主防災組織の役員を兼ねる)と消防団が果たした役割が大きい。中粕川行政区(中粕川自主防災組織)では、14:10に町から高齢者等避難開始・避難準備情報が発令された後、そこから15:00頃にかけて、区3役、消防団、班長らが中粕川公民館に参集し、その後、班長等による区内の全戸訪問が実施され、「避難意向の確認」が行われた。実質的に、これが避難行動を促す「追い出し」につながり、夜間にも2巡目の訪問を行うことで、一部世帯を除いて避難が実施されている<sup>2)</sup>。

このような避難対応は、7月豪雨の山形県大石田町でも見られた<sup>3)</sup>。同町の最上川右岸にある川端地区でも、区長と一部の役員による呼びかけが実施さ

れた。7月28日16:30頃に高齢者等避難開始・避難準備情報を認識した区長は、行政区内のすべての世帯に避難を呼びかけたという。逃げない人もいたが、何度も巡回して、18:00までには地区内のすべての世帯が避難場所への避難を完了したという。

台風19号の大郷町中粕川の場合は、行政区役員も消防団とも、氾濫注意水位で活動を停止し、自身達も避難場所に移動している<sup>2)</sup>。10月22日22:00時点で最後の「追い出し(確認)」を終えた段階で、「従事者側の命も守る」ことを徹底していた。

中粕川自主防災組織においては、事前に様々なツールが作成・導入されている点<sup>2)</sup>も影響が大きい。1) 避難旗(図5): 避難済である場合は「避難しました(緑)」、避難していなければ「助けて(赤)」の旗を、家の前に掲示する仕組みになっている。2) 中粕川区防災マップ(個人情報のため本稿では未掲載): 要配慮者がいる世帯を住民間で把握している。3) 災害時行動マニュアル(図6): いわゆる「行動フロー」の形式でない。吉田川の基準水位、過去水害の実績、水位情報の入手方法(dボタン操作方法)、避難情報の意味が記述してある。4) 災害のたびの詳細なふりかえり(図7): 被害の大小に関わらず、地域が経験した近年の大雨のふりかえり(対応経過と課題の洗い出し)を実施し、レポート化している。実質的にAfter Action Report (ARR)<sup>4)</sup>になっている。



図5 中粕川自主防災組織の避難旗  
(避難した: 緑, 避難していない: 赤)

#### 4 行政の避難対応(公助の側面)

台風19号大郷町の役場と、7月豪雨の大石田町の役場が行った避難情報の発令には「いつもとは違うことをやった」という点で共通している。ここでいう「いつも」は「ここ最近の大雨・台風のとき」

のこと指す。

大郷町内には、防災行政無線の戸別受信機が全世界で導入されている(図8)。これを通じた避難情報の発令において、役場側で音量を強制的に上げる遠隔操作を行った上で避難情報が伝達された。住民からの聞き取りでは「いつも(の大雨)とは違う」ことを想起し、避難行動を開始したという発言が得られている<sup>2)</sup>。屋外型の防災行政無線は、環境騒音、建物の遮蔽性、大雨・風の音の影響により、「聞こえにくい」ことが各所で指摘されている<sup>5)</sup>。屋内型の戸別受信機は、家の中だけでしか聞くことができないため、2020年2月に大郷町ではLINEアカウントを開設して<sup>6)</sup>、情報手段の冗長性を高めている。

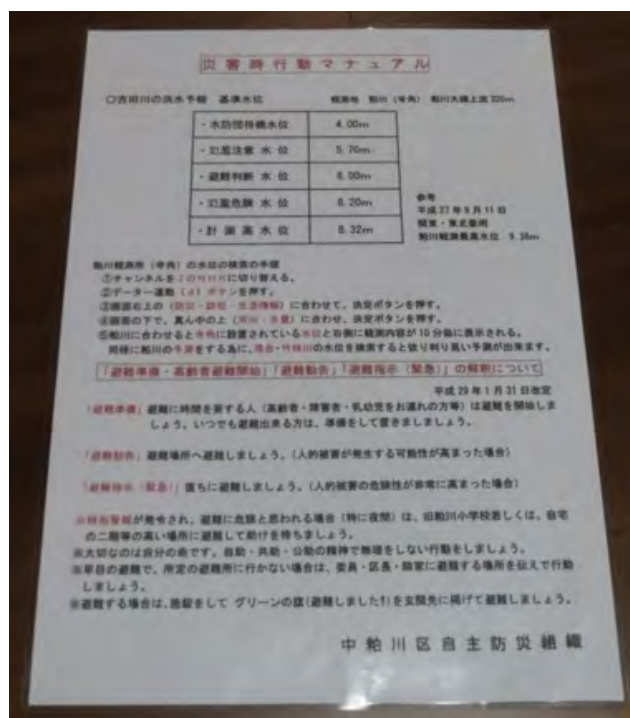


図6 中粕川自主防災組織の災害時行動マニュアル

次に大石田町役場の事例を述べる<sup>3)</sup>。7月28日12:30に庁内でモニタリングできる国土交通省の「最上川中流水位予測システム」にて、17mを超えると予測値(7/29 2:00-3:00頃)を役場職員が覚知している<sup>3)</sup>。この段階において、過去の最大実績(1968年羽越水害16.87m)を上回ることを確信したために、河川水位は避難情報の発令基準に到達する前に、「前倒し」の発令を行った。また、通常は屋外防災行政無線によって「声」でアナウンスを行うが、今回は「いつも」は使用しない「サイレン音」も使用して、避難情報の発令を行った(16:30 避難準備情報, 18:00 避難勧告, 19:30 避難指示(緊急))。住民からは、「普段は鳴らないサイレンを聞いて、

危機感をあおられて逃げた人がいた」という旨の発言が得られている。

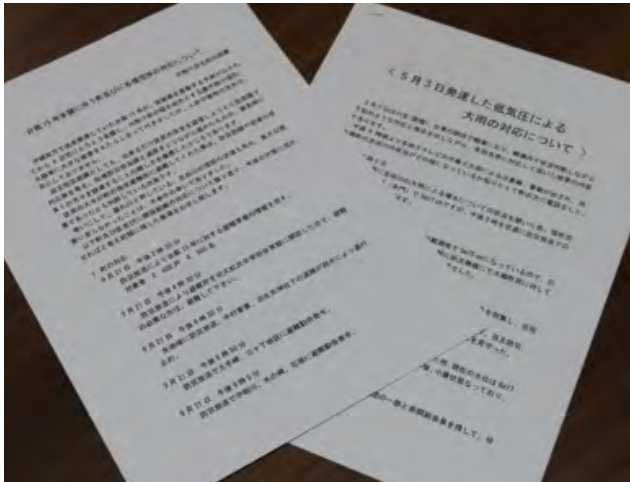


図7 中粕川自主防災組織における豪雨・大雨ごとのふりかえり



図8 大郷町における戸別受信機

大蔵村役場では、河川水位の上昇のほか、土砂災害発生危険性の高まってくるという予測を受けて、山間部の住民に電話にて個別的に避難準備情報、避難指示を伝達している<sup>3)</sup>。7月28日23:30頃には村の中央公民館避難所に900名近くが避難していたという。避難所で長時間、住民が待機していると、「もういいんじゃないか」「いつまで待たせるのか」と、住民が家に戻りたいと申し出たり、苛立つ状況が発生していたという。そこで、村役場では、河川の水位がまだ危険であることを「紙チラシ」(図9)の掲示・配布によって丁寧に説得し、避難の継続(待機)を促していた。

## 5 「水害からの犠牲者ゼロ」の根底にあるもの

台風19号で吉田川の外水氾濫によって被災した大郷町と大崎市鹿島台は、過去に1947年カスリーン台風、1948年アイオン台風、1986年8.5水害を経験している。7月豪雨で最上川の外水氾濫で被災した大石田町と大蔵村は、過去に1967年羽越水害を経験している。この過去の経験にもとづいて、これらの地域には、住民や行政の中に水害の記憶が根付いているという「記憶の常態化」と高い「外水氾濫リテラシー」が備わっていると著者は考える<sup>2)</sup>。

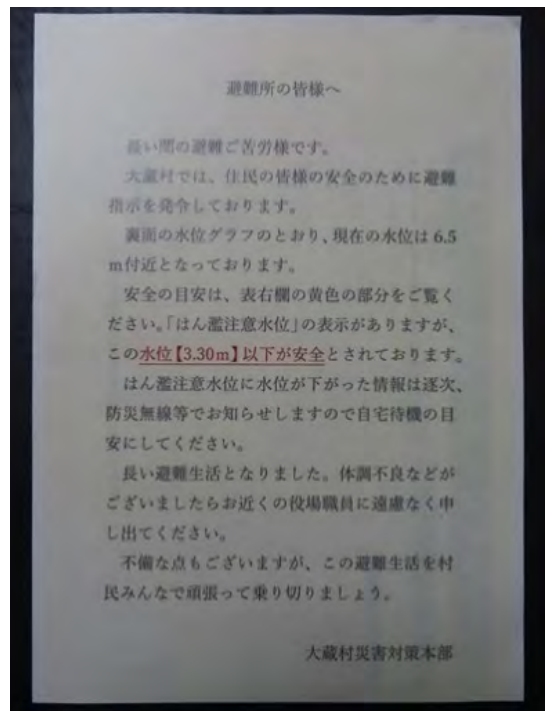


図9 避難所にいる住民に最上川が依然として危険であることを周知した紙チラシ(裏面は河川水位を示すグラフ)

大郷町や鹿島台の住民に対するインタビュー調査では、「(大雨中に) あっち(の堤防)が切れたら、こっち(の堤防)は切れない(こっちが切れたらあっちがきれない)」, 「大雨の度に浸水。毎回『切れる切れる』と思ってヒヤヒヤしてた。いつか『どこかが切れる(=どこでも切れる)』と思っていた」, 「洪水の度に堤防を強化。つまり、そうでないところ(強化していない箇所)が今度切れる」などの発言が得られている<sup>2)</sup>。過去の外水氾濫の経験が地域の中に記憶として根付いていることが分かる。著者は、この外水氾濫のメカニズムが体に染みていることを「外水氾濫リテラシーが高い」と称している。大石田町の住民からは、「羽越水害後に堤防が整備されたが、それでも心配だった。」という旨の発言が得

られている<sup>3)</sup>。

過去に水害の経験をしていて、その経験が伝承、記憶が継承されている地域であっても、犠牲者が発生する場合もある。このような地域では、「ここまで水がきた」という記憶・伝承が、いつしか「これまでしか浸水しない」「ここより上は大丈夫」という認識がなされている傾向が見られる。前述したように、大郷町住民からは、過去の経験にとらわれない別なかたち・規模での水害発生をイメージしている。実際、大郷町中粕川では、これまでの大雨で決壊したことがない地点で決壊し、その浸水高さは過去のものを上回っていた。図10は、大郷町中粕川内にある1986年8.5水害の浸水高さ、台風19号の浸水高さの違いである。著者は、前者の過去の経験にとらわれている状態を「災害伝承の固定化」、後者の過去の経験にもとづいて様々な可能性を想起する状態を「災害伝承の非固定化」と呼んでいる。



図10 大郷町中粕川の浸水高(上段:2019年台風19号,下段:1986年8.5水害,2019年10月20日,著者撮影)

もう一点、このような早期の避難行動が実現できている「間接的な要因」について言及する。大崎市鹿島台の吉田川近くは稲作が盛んである。過去繰り返されてきた水害に対して、同地区は次のような「水害との付き合い方」が身についている。以前(年代不明)では「大雨が降り出した際は、急遽稲刈りをして、稲を屋根にあげる。」「大きな樽を縄で家と結ぶ(樽が流されないようにするため)」「平屋住まいの人は2階建ての家に避難する。しばらくその人は避難先の世帯と共同生活をする。」「松島(隣接する宮城県松島町)から物資救援の舟がくる。舟から屋根に避難している人向けにおにぎりが配られる。」「完全に水が引かないうち、浮力で重い物を運んで、家の片付けをする。」などの習慣があったと

いう<sup>2)</sup>。今回の台風19号では、農業機械を、地域内で吉田川の「堤防」に事前にあげる行動が行われていた。この地域では、堤防が最も高い場所である。実際、農業機械は越水によって「濡れ」はしたものの、故障する程度の損傷はなかったという。この鹿島台地域、稲作によって得られる自然の恵み(恩恵)を受ける上で、水害リスクがそこにあることを受容し、河川氾濫ととも生活する覚悟が存在していると言える。

## 6 おわりに

本稿では、水害に見舞われつつも、「犠牲者ゼロ」だった地域について、住民(自助)、地域組織(共助)、行政(公助)の対応内容と、その根底にあるものの視点から見てきた特徴を述べてきた。各セクターの動きを見ていくと、外水氾濫が発生したにも関わらず犠牲者ゼロだったのは、住民も、地域組織も、行政も、それぞれの対応が奏功した表れであると言える。その根底には、過去の水害経験にもとづく記憶の常態化、それによって身につく高い外水氾濫リテラシーや災害伝承の非固定化、さらには、水害リスクとともに生きる覚悟が備わっていた。

その内容を含めて、図11に「水害からの犠牲者ゼロ」の実現する要素の整理を試みた。台風19号で被災した大郷町、大崎市鹿島台、7月豪雨で被災した大石田町、大崎市は、それぞれ吉田川、最上川という一級河川の外水氾濫が発生した地域である。本稿で述べてきた図11中の上3つの段の内容は、それぞれの河川堤防が許容できるハザードを超えた、言い換えれば被害抑止限界<sup>7)</sup>を超えた際に発動したシステムや要因である。一方で、その効果が(住民には)普段目には見えにくい、居住地選択や土地利用などのリスク回避、堤防強化や遊水地整備などのリスク緩和が存在していることが大前提である。この「見えにくい」部分を含めて包含的に考えていく必要がある。

一方で、これらの地域に共通した課題も存在する。一つ目の課題は、地域組織の呼びかけや、いつもとは異なる避難情報の発令方法があったことは、優れた共助・公助があったためであるという可能性は否定できない。実際に、一巡目の呼びかけでは避難しなかった人が存在したり、いつもとは違うかたちで避難情報を認識したために危機感が煽られた人も存在する。もう一つの課題は、いずれの地域も「過去の水害経験」が存在していることにある。ハザードが激化するなかで、災害の経験がない地域(これまで災害が起きなかったような地域)にも起こり得る。

なるべく共助・公助に依存しない，かつ水害経験のない地域への波及について，今後も検討していく必要がある。

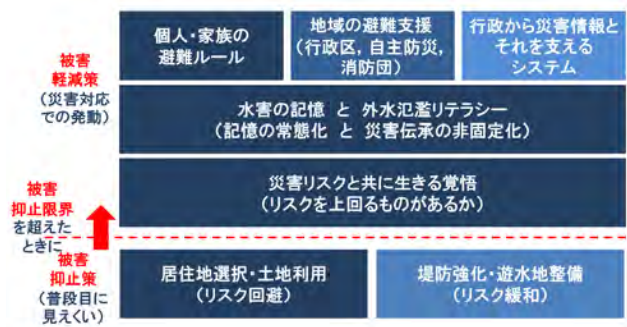


図 11 「水害からの犠牲者ゼロ」を実現する要素

〈参考文献〉

- 1) 東北大学災害科学国際研究所，河北新報：2019 年台風 19 号に関するアンケート調査報告書，2019.11
- 2) 佐藤翔輔：「避難行動」，2019 年台風第 19 号災害に関する東北学術合同調査団調査結果速報会，2019.12.
- 3) 佐藤翔輔：「避難対応」，「令和 2 年 7 月 27-28 日の山形県を中心とした豪雨災害の調査報告会」，2020.8.
- 4) 元谷豊，林春男，重川希志依，牧紀男，田村圭子，田中 聡，木村玲欧：「効果的な活用を可能とする災害対応記録のあり方及びその作成手法の提案—内閣府（防災担当）災害応急対策担当により作成されたアフターアクションレポートの作成過程とその活用に関する検討を踏まえて—」，「地域安全学会論文集」，No. 10，pp. 573-582，2008.11.
- 5) Shosuke SATO, Masaharu NAKAGAWA, Masahiro IWASAKI, Fumihiko IMAMURA: "A Survey on the Audible Quality of Outdoor Public Address Speakers for the Disaster Reduction Broadcasting System in the Central Area of Ishinomaki City" , "IEICE Transactions on Communications, Special Section on Information and Communication Systems for Safe and Secure Life" , Vol.E98-A, No.8, pp.1671-1673, 2015.8.
- 6) 河北新報社：「災害情報発信広がる SNS 県内 24 市町 ツイッター・FB・LINE 活用 HP や無線補完 高齢者含め避難迅速化」，河北新報朝刊，2020.8.3.
- 7) 林春男：率先市民主義—防災ボランティア論講義ノート，晃洋書房，pp.27-30,2001.

# 「入間川流域緊急治水対策プロジェクト」の取組みについて（事例紹介）

国土交通省関東地方整備局 荒川上流河川事務所

Key Word

観測史上最高雨量、堤防決壊、プロジェクト、ハード対策、ソフト対策

## 1 はじめに

荒川上流河川事務所では、主に荒川の埼玉県区間を管理しています。荒川は、埼玉県、東京都の市街地を流れ、流域人口は1,000万人を超え、ひとたび氾濫すると沿川住民の方々の生命や財産だけではなく、首都圏にも大きな影響を及ぼす恐れがあり、治水上非常に重要な河川です。また、埼玉県、東京都の約1,680人の方々へ水道用水を供給しているなど、利水面においても重要な役割を担っています。

そのような中、昨年の令和元年度東日本台風では10月12日から13日にかけて広い範囲で記録的な大雨となり、荒川流域にも豪雨をもたらし、国管理区間において5ヶ所の堤防が決壊するなど甚大な被害が発生しました。

## 2 令和元年東日本台風による出水概要

荒川流域においては上流域で広範囲に渡って400mm以上の降雨を観測（図1）し、山間部にあ



図1 東日本台風時の等雨量線図  
(10月10日20:00～10月12日24:00)

る名栗雨量観測所、堂平山雨量観測所において3日雨量が500mmを超える雨量を記録したほか、24時間雨量については、名栗、堂平山、高坂、飯能、鶴ヶ島の各観測所で観測史上最高雨量を観測し、全川にわたり水位が上昇しました。

越辺川では高坂橋水位観測所、天神橋水位観測所、落合橋水位観測所の3地点で計画高水位を超過、観測史上最高水位を記録し、都幾川では野本水位観測所で計画高水位を超過しました。

その結果、入間川流域の国管理区間では、越辺川右岸0.0k付近（川越市平塚新田地先）、越辺川左岸7.6k付近（東松山市正代地先）、都幾川右岸0.4k付近（東松山市早俣地先）、都幾川右岸5.9k付近（東松山市葛袋地先）、都幾川左岸6.5k付近（東松山市石橋地先）の5ヶ所において堤防決壊が発生したほか、越水等により大規模な浸水被害が各地で発生しました。



写真1 東松山市早俣地区の浸水状況

## 3 堤防決壊箇所の緊急復旧

10月12日から13日にかけての夜間に水位がピークを迎え、堤防決壊等による大規模な氾濫被害が確認されたことから、TEC-FORCEによる支援もいた

だきながら排水活動を行うとともに、堤防決壊箇所の緊急復旧工事に着手しました。

工事については、災害協定に基づき、地元建設業者にご協力いただき、早いところでは決壊が確認された当日から工事に着手し、24時間体制で工事を行いました。

その結果、20日までに盛土による締め切りを完成させ、その後の堤防補強工事も含め、11月8日までに緊急復旧を完了しました。



写真2 川越市平塚新田地先における緊急復旧状況

#### 4 堤防決壊箇所の本復旧方針

緊急復旧後、堤防決壊箇所については、荒川水系越辺川・都幾川堤防調査委員会において検討された以下の本復旧方針（案）<sup>1)</sup>に基づき本復旧を完了させました。

- ①越水対策として、河道掘削・樹木伐採等による水位低下を基本とする。
- ②堤防については計画上必要とされる高さを確保するための堤防拡幅を実施する。また、築堤材料は適切な材料を用い、十分に締め固めて施工する。
- ③新たに盛土した堤防の堤体保護のため、川表法覆工（護岸、遮水シート）を実施する。
- ④施設能力を上回る洪水に対して、越水した場合に決壊までの時間を引き延ばす危機管理型ハー



写真3 川越市平塚新田地先における本復旧状況

ド対策（堤防天端の舗装、川裏法尻補強）を実施する。

#### 5 入間川流域緊急治水対策プロジェクト

荒川水系（埼玉県域）大規模氾濫に関する減災対策協議会において、荒川水系の中でも特に甚大な被害が発生した入間川流域の越辺川、都幾川の沿川自治体（川越市、東松山市、坂戸市、川島町）、埼玉県、国（気象庁熊谷地方气象台、当事務所）を構成員とした入間川流域部会を設置し、地域の早期復旧・復興を図るべく、ハード対策、ソフト対策を概ね5年で実施する「入間川流域緊急治水対策プロジェクト」<sup>2)</sup>を本年1月にとりまとめました。



写真4 入間川流域部会におけるプロジェクトとりまとめ時の様子

本プロジェクトでは、「多重防御治水の推進」を図るハード対策と、「減災に向けた更なる取組の推進」を図るソフト対策の2つの取組を柱とし実施することで、社会経済被害の最小化を目指すこととしています。

#### 5-1. 多重防御治水の推進（ハード対策）

堤防決壊が発生した越辺川・都幾川の上流及び沿川には大規模な貯留施設（ダム、遊水地）がなく、主に河道において洪水を流すこととしていましたが、東日本台風では現在の河道の流下能力を超える降雨となり、浸水被害が発生しました。

昨今の降雨の激甚化、今後の気候変動の影響も踏まえ、今後も昨年度を超える雨が降らないとは言いきれないため、河道のみではなく、流域全体で洪水に対応するため、多重防御治水を推進することになりました（図2）。

具体的には、従来実施してきた堤防整備、河道掘削・樹木伐採等の河道内で洪水を安全に流すための対策も引き続き実施しますが、それを超える規模となった場合でも計画的に洪水を貯留できるよう遊水



地の整備を行います。さらに、この河道・遊水地で洪水が処理できなくなるような緊急時にも、被害を最小限にするための土地利用や住まい方の工夫により、浸水被害が生じたとしても家屋浸水は発生しないという流域全体での治水対策を進めていきます。

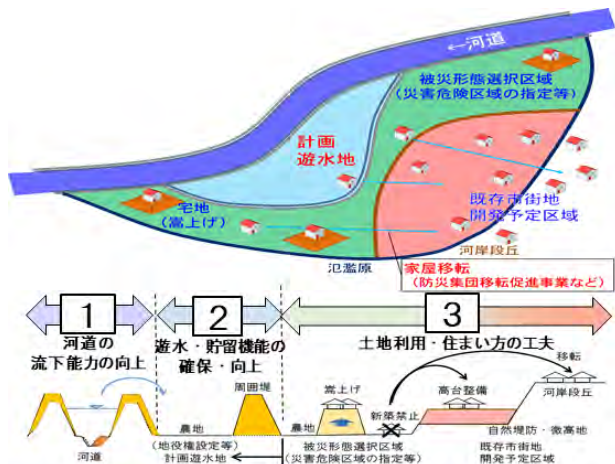


図2 多重防御治水のイメージ図

ハード対策として全体事業費は概ね5年間で約338億円を見込み、災害復旧は約26億円、原型復旧以上の改良復旧分として約312億円を計上しています(県管理区間含む)(図3)。

①河道の流下能力向上【あふれさせない対策】については、河道内の土砂掘削、樹木伐採による水位低減の他、堤防整備(掘削土を有効活用)等の対策を実施します。

また、②遊水・貯留機能の確保・向上【計画的に流域にたためる対策】では、①の対策に加えて、外水・内水の両方に対応する(仮称)ハイブリッド型遊水地2ヶ所の整備に着手するほか、既存ダムの洪水調節機能の強化にも取り組みます。

さらに、③土地利用・住まい方の工夫【家屋浸水を発生させない対策】では、浸水が想定される区域の土地利用制限(災害危険区域の設定)、家屋移転、住宅の高上げ(防災集団移転促進事業等)、高台整備(避難場所等に活用)、土地利用に応じた内水対策(雨水流出抑制対策、合流点処理検討等)について検討し、三位一体となって社会経済被害の最小化を目指します。

なお、多重防御治水の推進にあたっては、グリーンインフラの観点についても検討します。一例として、遊水地整備において、ウェットランドを創出することも意識し、環境・地域振興との両立を目指します。多自然川づくりの徹底、自然再生事業との連携など、エコロジカル・ネットワーク形成により人と自然の共生にも寄与していきます。

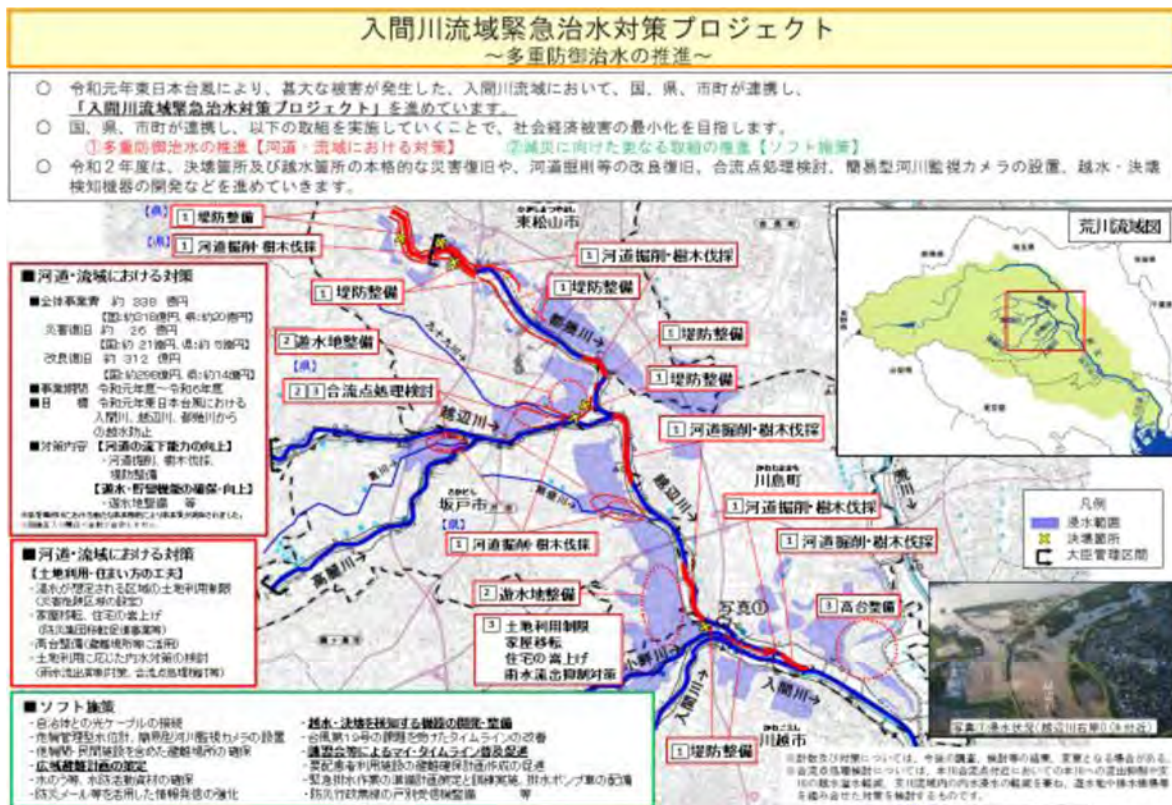


図3 入間川流域緊急治水対策プロジェクトの概要

## 5-2. 減災に向けた更なる取組の推進（ソフト対策）

多重防御治水による社会経済被害の低減の取組に加え、施設能力を超える洪水がいつ発生するか分からない状況を踏まえると、個々の生命を守るための避難警戒体制の確立や水防活動による減災対策の図る必要があります。東日本台風では同時多発的な被害の発生により、情報把握・情報伝達・避難行動が円滑に進まなかったことを踏まえ、関係機関が連携し、円滑な水防活動・避難行動のための体制の確立を図るための取組についてとりまとめました。

特に、円滑な避難警戒体制を確立するには、「防災情報の取得」「取得した情報の周知」「周知された情報を踏まえた避難行動」「避難先の確保」と各段階での取組を強化する必要があることから、「防災情報の取得」としては危機管理型水位計、簡易型河川監視カメラの設置、越水・決壊を感知する機器の開発・整備、「取得した情報の周知」としては防災メール等を活用した情報発信の強化、防災行政無線の戸別受信機の整備、「周知された情報を踏まえた避難行動」としては講習会等によるマイ・タイムライン普及促進、要配慮者利用施設の避難確保計画作成の促進、「避難場所の確保」としては他機関・民間施設を含めた避難場所の確保等を行います。

その他、水防活動による減災対策として、水のう等・水防活動資材の確保、緊急排水作業の準備計画策定と訓練実施、排水ポンプ車の配備などの水防活動による被害軽減のための取組も併せて進めています。



写真5 簡易型河川監視カメラの設置状況と住民説明状況（東松山市正代地区）

## 6 プロジェクト進捗に向けた広報活動

プロジェクトを進めるためには、地元住民の方々のご理解ご協力が必要不可欠なため、住民の方々を対象とした説明会を行うとともに、当事務所ホーム

ページで積極的な情報発信を行っています。また、事業の進捗状況をお伝えするため「かわらばん」(図4)というチラシも定期的に発行しています。工事実施するにあたり地域にとって生活を不便にするのではなく安心と思って貰えるよう、施工業者の方の顔が見えるよう工夫もしながら、工事のPRともなるよう作成しています。



図4 かわらばん

## 7 おわりに

東日本台風による被害発生から、概ね1年が経過しました。被災した堤防等の復旧や補強が完了し、今後は、プロジェクトの整備メニューである「河道掘削・樹木伐採」及び「堤防整備」を概ね5年間で実施することとしています。

しかし、昨年以上の豪雨災害が再度発生しないとも言いきれませんので、早めに安全に避難し個々の命を守るよう、河川情報・観測機器の追加配備、マイ・タイムラインの促進普及等のソフト対策も進めているところです。

プロジェクトの着実かつ円滑な進捗のため、自治体をはじめとする関係機関と連携し、災害に強い地域づくりのため引き続き取り組んで参ります。



本プロジェクトのロゴマークとwebサイトQRコード

### 〈参考文献〉

- 1) 関東地方整備局：第3回荒川水系越辺川・都幾川堤防調査委員会,2020.12.02  
([https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr\\_content/content/000762806.pdf](https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000762806.pdf)) (2020年10月12日現在)
- 2) 関東地方整備局 荒川上流河川事務所 web サイト「入間川流域緊急治水対策プロジェクト」  
<https://www.ktr.mlit.go.jp/arajo/arajo00885.html>

## “ここにはダメです”のねらいと反響 ～江戸川区水害ハザードマップの事例～

ほそい きょうへい  
細井 教平\*

Key Word

水害ハザードマップ, ソフト対策, 広域避難, 大規模水害, 住民主体の防災

### 1 水害ハザードマップ

水害ハザードマップは、地域の水害リスクと水害時の避難に関する情報を住民等に提供するツールであり、主に水害時の住民避難に活用されることを目的としたものである<sup>1)</sup>。作成主体は自治体であり、河川管理者（国，都道府県等）が指定した浸水想定区域図を基に作成するものである。

平成12年の東海豪雨を契機に平成13年に水防法が改正され、洪水予報河川を対象とした浸水想定区域図の指定・公表と、浸水想定区域ごとに情報伝達手段や避難場所等を市町の地域防災計画に定めることが義務付けられた。さらに、平成16年に発生した豪雨災害を踏まえ、平成17年に水防法が改正され、浸水想定区域図の指定・公表を主要な中小河川にも拡大するとともに指定された浸水想定区域図の洪水ハザードマップでの住民周知が義務化されることとなった。

平成27年の水防法改正により、河川管理者は、想定し得る最大規模の降雨・高潮に対応した浸水想定を実施し、自治体はこれに応じた適切な避難方法等を周知するためにハザードマップを作成することが必要となった。

水害による人的被害・社会経済被害を低減させるためには、治水施設の整備などによるハード対策により、被害の最小化を図ることが重要である。しかし、気候変動の影響による自然災害の広域化や激甚化が進み、ハード対策の施設能力を上回る事象が次々と発生している。そこで、行政による治水施設の整備によるハード対策と、住民自らが災害対応を行うことを支援するためのソフト対策を一体として推進することが求められている。水害ハザードマップはソフト対策の一つとして位置づけられる。



図-1 江戸川区水害ハザードマップ

しかし、そもそもハザードマップを見たことがない住民や見たことがあるが避難の参考にしていない住民が多く存在するなど、期待するような住民避難への活用が十分にされていない状況が各地で被害が発生する度に指摘されている<sup>2) 3)</sup>。

本稿では、筆者が作成に携わった東京都江戸川区の水害ハザードマップ（図-1）を事例に、その作成の背景とねらいを整理した。

### 2 江戸川区水害ハザードマップ

東京湾に面する江東5区は地域の大半が海拔ゼロメートル地帯であり、洪水や高潮での氾濫時には、5区の大半が深く浸水することが想定されている（図-2）。公表されている浸水想定区域図によると、荒川や江戸川の堤防決壊や高潮の氾濫時には、2週間以上にわたり浸水が継続する地域もあり、大規模水

\*株式会社アイ・ディー・エー社会技術研究所

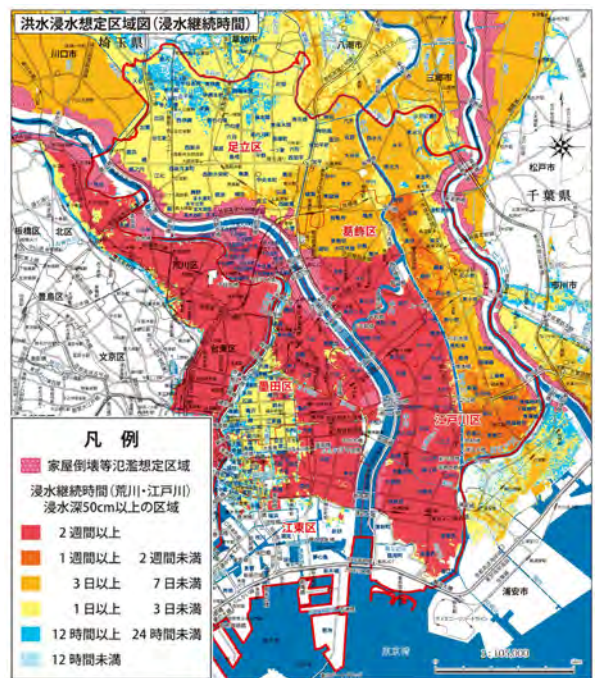
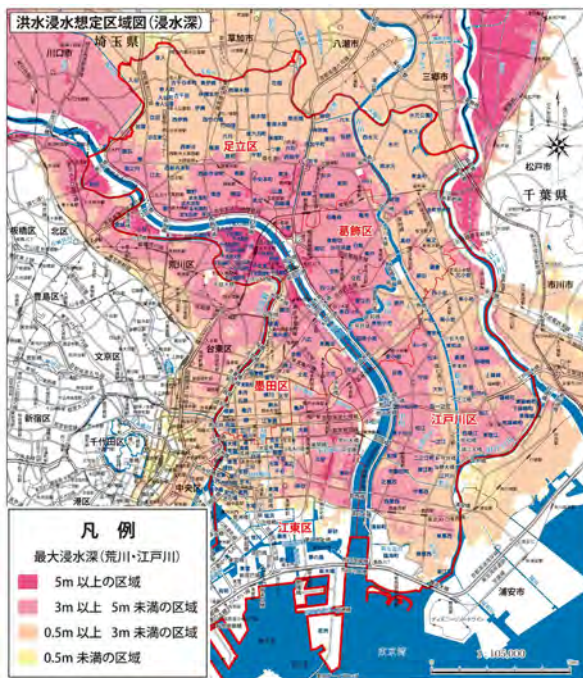


図-2 河川氾濫（荒川・江戸川）の浸水想定<sup>5)</sup>

害時の浸水人口は約 250 万人になると想定されている<sup>4)</sup> (図-3)。

江戸川区は江東 5 区の中でも洪水・高潮時に最も深刻な浸水が想定されている地域の一つである。区の西側に荒川，東側に江戸川と大川に挟まれ，南が東京湾に接しており，洪水・高潮の際には，区の大半が水没し，浸水人口は約 68 万人に及ぶことが予測されている。

その際，地域内に避難したとしても，緊急的に命を守ることは可能であるものの，早期には救助しきれない規模の避難者数となり，浸水が引くまでの間，浸水の中で長期間の過酷な避難生活が強いられることが想定される。このような背景から，大規模水害時には，区外等の浸水のおそれがない地域への広域避難の検討が進められてきた。

江東 5 区では，平成 27 年 10 月に江東 5 区大規模水害対策協議会，平成 28 年 8 月に江東 5 区広域避難推進協議会を発足し，平成 30 年 8 月には江東 5 区大規模水害広域避難計画<sup>4)</sup>と江東 5 区大規模水害ハザードマップ<sup>5)</sup>を公表した。

広域避難の検討が進む中で，広域避難はこれまでの水害避難と異なるため，行政での検討を推進するとともに，江東 5 区での検討に基づく広域避難の考え方を区民に広く周知することが重要である。

そこで，国と都が公表した想定最大規模の洪水や高潮の浸水想定区域図の周知に加え，具体的な広域避難のイメージや広域避難計画の事項の周知，住民の主体的な広域避難検討の促進を目的に，「江戸川



図-3 江東 5 区大規模水害広域避難計画リーフレット（内面より抜粋）

区水害ハザードマップ」を作成した。

## 2-1. 水害避難に関する既存概念転換の必要性

平成 30 年 6 月から 7 月にかけて発生した平成 30 年 7 月豪雨では，梅雨前線や台風第 7 号の影響により，西日本を中心に広い範囲で記録的な大雨となり，岡山県，広島県，愛媛県等で河川の氾濫や土砂災害が相次ぎ，人的被害は 1 府 13 県で，死者 224 名，行方不明者 8 名に及ぶ極めて甚大な被害が広域で発生した。

平成 30 年 7 月豪雨を受けた中央防災会議のワーキンググループの報告（平成 30 年 12 月）<sup>3)</sup>では，激甚な災害に対し行政主導の防災の推進という方針を根本的に見直し，住民主体の防災対策への転換の

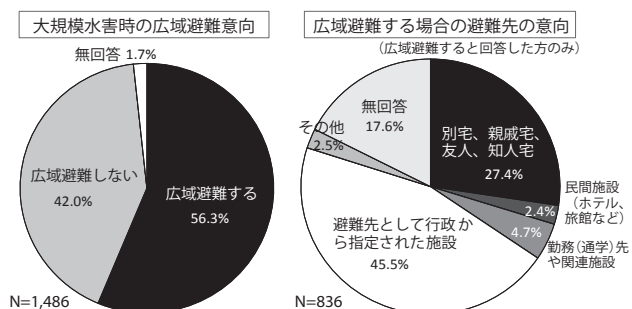


図-4 ハザードマップ配布前の広域避難の意向と広域避難先の意向

必要性が示された。江東5区で目指している大規模水害時の広域避難においても、行政主導のみでの解決は非常に困難である。特に約250万人を想定している避難者の避難先を行政が確保することは極めて困難といえる。

ここで、ハザードマップ作成前の江戸川区民の広域避難の意識や意向をみってみる。江戸川区では隔年で区民を対象とした世論調査<sup>6)</sup>を実施している。平成29年の調査(18歳以上の区民2,000人を無作為に抽出、有効回収数1,486票)では、大規模水害対策の設問を設け、区民の広域避難の意向等を把握している。調査では、「大規模水害が発生時、広範囲にわたる浸水被害が生じる危険性がある」、「水域内にとどまった場合、ライフラインが途絶した劣悪な環境に2週間以上取り残される」といった区の大規模水害の浸水特性を解説した上で、区民の広域避難の意向を把握している(図-4)。その結果をみると、区内にとどまった場合、浸水の中に2週間以上取り残されることを明確に提示した状況であっても、広域避難の意向を示した割合は6割弱に留まっている。

つぎに、広域避難すると回答した住民を対象に広域避難する場合の避難先を聞いた結果をみる。別宅、親戚宅、友人知人宅や民間施設、勤務先等を避難先として回答した区民は約3割程度に留まり、行政から指定された施設と言う回答は45.5%と半数近い割合となった。

このように、区内にとどまることが危険な状況を示した上でも、従来の水害避難と同様に区内にとどまる意向を持つ住民が多い。さらに、広域避難先の意向も行政から指定された施設との回答が最も多い。このような従前の住民意識を踏まえ、区内にとどまることへのリスクとイメージをしっかりと提示し、広域避難や自主避難先確保といった従来の水害避難とは異なる対応の必要性を十分に理解してもらうことが重要と考えた。



図-5 表紙に掲載した“ここにはダメです”

## 2-2. 一方的な行政情報ではない行政としての思いを込めたコミュニケーション・ツール

江戸川区水害ハザードマップは、東京大学大学院片田特任教授を委員長とし、国、都、区の防災関係者等で構成した検討委員会(計4回)での議論を踏まえとりまとめた。

### (1) “ここにはダメです”に込めた思い

検討当初の第1回検討委員会では、“2つのどうなる、2つのどうする”というコンセプトがあった。これは、広域避難が必要な状況と、単独の河川氾濫等で広域避難するほどではない状況の2つの災害想定を念頭に置き、その2つの事象に対する避難対応の違いを明確にした上で、そのどちらも住民に周知するという趣旨で設定したものである。

しかし、平成28年4月に改訂された国土交通省の水害ハザードマップ作成手引きでは、“早期立ち退き避難エリア”を記載することが追加され、これを江戸川区で考えた場合、想定される浸水深と継続時間から、区のほとんどが“早期立ち退き避難エリア”になると考えられる。

このような区の状況を踏まえ、第2回の検討委員会にあたり、作成するマップには広域避難の対応のみを示すこととなった。これは、区の水害避難は“基本、広域避難である”ということシンプルに区民に示すことで、想定される水害の状況下で浸水の中にとどまることを考えて欲しくないという区としての強い思いによる判断である。

この方針に基づき、区としては、“基本、区にとどまることなく、浸水区域外へ出て欲しい”というメッセージを明確に持ち、それをしっかり伝えることができるような内容を掲載した(図-5)。なお、マップには、区内の避難場所等をハザードマップに記載してはいるものの、広域避難できず、時間が逼迫している中での緊急避難先として掲載している。

## (2) 水害に向かい合う地域を知る

水害時に必要な避難対応について理解してもらうためには、まず地域が水害という観点からみると、そもそもどんなところかといった背景や地形的な前提条件をしっかりと示し、そのことへの理解促進が重要である。

そこで、区が荒川、江戸川の最下流に位置し上流域の大雨が荒川、江戸川を通じて江戸川区に集まるといった流域特性や、区が荒川、江戸川と東京湾に囲まれており、陸域の約7割がゼロメートル地帯であるといった地形特性を図と簡潔な文章で示すことで、まずは水害に向かい合う地域を知ってもらうことを目指した。

## (3) 区の状況、必要な避難方法を率直・端的に

区民自らに広域避難の必要性や自主避難先確保の必要性を理解してもらうためには、対象とする災害時に区がどのような事態となることが想定されるかを明確にし、災害や事態のイメージをまず持ってもらう上で、広域避難の必要性を主体的に理解してもらうことが必要である。

そこで、まず、区で想定される浸水深や浸水継続時間について、単に浸水特性を示した地図を示し、情報を読み取ってもらうのではなく、“江東5区の人口の9割以上の250万人が浸水”、“1～2週間以上浸水が続く”等、伝えたい内容についての具体的な数字を示すことで、想定される事態の理解促進を図った。

次に、区内にとどまった状況のイメージ、広域避難のイメージ等を図やイラストで示した上で、“江戸川区のほとんどが水没”や“あなたの住まいや区内に居続けることはできません”、“ここにはダメです”など、少なくとも伝えたいことについて、行政的な視点での言葉ではなく、順序立てて率直に端的な言葉を用いて掲載した。

この掲載内容は、ハザードマップの検討と同時並行で検討していた江東5区大規模水害広域避難計画リーフレット(図-2)と同様の掲載内容であり、区のハザードマップでも整合のとれるような内容とした。

## (4) “自ら考える” “主体的に活用する” ことを支援する

広域避難計画では、広域避難が必要となるような台風の襲来や大雨が予想される場合、氾濫発生72時間前、48時間前、24時間前を目安に広域避難に関する情報を発表するとしている。ハザードマップでは、その刻々と変化する時間に対する区からの情報、その情報に応じた基本的な避難方法について



図-6 ハザードマップに同封した「わが家の広域避難計画(記入用紙)」

時間軸を用いて具体的に示すことで、切迫する状況になればなるほど、とり得る対応の選択肢が狭まることがイメージできるような掲載内容としている。また、防災情報に応じた基本的な広域避難対応を示すものの、住民個々の家族構成や置かれた状況、広域避難先によって、避難開始のタイミングやとり得る対応は異なる。そこで、自宅の浸水想定状況や家族で決めた広域避難先、大規模水害時の情報に応じた家族の行動をタイムライン形式で記入できる記入用紙(わが家の広域避難計画)(図-6)を各家庭で広域避難を考えるためのツールとして作成し、ハザードマップに同封した。

## 2-3. “ここにはダメです”の反響

作成したハザードマップは、令和元年5月に全世帯に配布され、ホームページでも公開された。

ハザードマップは配布・公開と同時に、表紙に掲載した“ここにはダメです”という象徴的な言葉からSNS等で大きな反響があった。

当初、“江戸川区民ですがこれはひどい”や“まさか区からどっか行けと言われるとは思わなくて笑っちゃった”等の戸惑いや批判的な反応が報道等で大きく取り上げられた。一方、次第にその反応は“正直でよろしい”、“ここまではっきり書かれていれば、誰もが躊躇なく避難できるのでは”、“江戸川区職員さんの勇気と責任感に尊敬”等、区からの率直なリスク情報の開示に対する評価や理解の反応へ変化し、大きな広がりを見せた。

## 3 防災を地域のあたり前という認識を醸成する

水害ハザードマップは、水害時の住民避難に活用されることを目的としたもの<sup>1)</sup>であり、配布するこ

と自体が目的ではない。また、ハザードマップを配布した直後に水害が発生するとは限らず、実際に避難に活用されるのは数年後、数十年後かもしれない。よって、ハザードマップは作成・配布して終わりではなく、地域で継続的に周知すること、活用されることが作成・配布すること以上に重要となる。つまり、ハザードマップを含むソフト対策は、単発のモノづくりでなく、それらを継続的・日常的に周知・活用することを地域の“あたり前”とする仕組みづくり・文化づくりでなければならない。

本稿で紹介した江戸川区水害ハザードマップは令和元年5月から全戸配布され、区の“大規模水害時には広域避難”をあたり前とするための区民とのコミュニケーションは始まったばかりである。

区では配布後、多くの区民に周知するため積極的な取り組みを実施している。ここではその一部を紹介したい。

### 3-1. 地域での住民説明会の実施

住民説明会は、ハザードマップ配布後の令和元年6月上旬から下旬にかけて区内を6地区に分けてその全区を対象に各地で開催し、626名が参加した。その後も町会・自治会単位での説明会を実施している。

#### (1) 参加者のアンケート調査

説明会の参加者へのアンケート調査結果(図-7)をみると、ハザードマップの内容について、「よくわかった」、「わかった」、「どちらかといえばわかった」との回答は92%と説明会に参加した方の多くは内容について理解している。また、広域避難についての問いでは、「48時間以上前に広域避難できると思う」が25%、「24時間前なら広域避難できる」が21%と、事前に広域避難ができるという回答は半数程度となり、広域避難の必要性を理解し、対応をイメージできている結果となった。

#### (2) 住民からの賛否両論の意見もすべて見せる

ハザードマップの全戸配布から2か月後の区の広報誌<sup>7)</sup>の表紙には、ハザードマップへ区民の率直な声が並んだ(図-8)。これは、区が住民説明会の会場での質疑応答での意見とその際のアンケート調査で寄せられた率直な意見や不安について、賛否両論を含め掲載したものである。広報誌では代表的な意見を抜粋し、それらに対する区の考えを改めて掲載するとともに、区のホームページでは寄せられた質問と区の回答を全て掲載している。

これは寄せられた意見を広く区民と共有し、それら意見に対する率直な区の考えを改めて示すこと

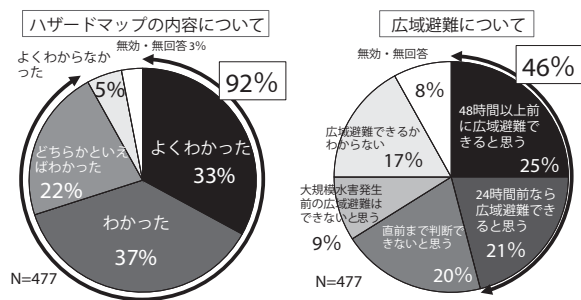


図-7 説明会でのアンケート結果



図-8 全戸配布から2か月後の広報誌<sup>7)</sup>

で、大規模水害と広域避難に向き合う区の姿勢をしっかりと示し、より多くの住民に水害対策を自分のこととして考えてもらうことを意図したものといえる。

### 3-2. 防災教育での継続的、悉皆的な周知

周知の取組は防災教育の場へも広がっている。区は、ハザードマップ配布後の令和元年9月に区内の小学校を対象にハザードマップを活用したモデル授業を実施している(写真-1)<sup>8)</sup>。モデル事業は小学4年生30名が参加し、ほく・わたしの広域避難計画を作成。授業で作成した避難計画を家庭に持ち帰り、家族との相談の結果を再度学校で発表することで子供への防災教育だけでなく、子供を通じた家庭への波及効果を期待している。この授業は令和2年度から区内の全小学校で実施が予定されている。



写真-1 令和元年9月の水害ハザードマップを活用したモデル授業の様子<sup>8)</sup>

#### 4 おわりに

令和元年10月12日に上陸した令和元年東日本台風(台風第19号)は、東日本を中心に各地で甚大な被害をもたらした。

江東5区で事前に検討していた広域避難計画に基づく広域避難に関する情報を発表しなかったものの、江戸川区は避難勧告を発令、区内105カ所の避難所を開設し、約3万5千人とかつてないほどの避難がみられた<sup>9)</sup>。また、広域避難に関する情報の発表には至らなかったが、事前の台風情報、鉄道の計画運休の予告等の情報を基に、非常に多くの方が早めの広域避難が実施したと思われる。

広域避難には、台風予報や雨量予測に基づく広域避難情報の判断、避難者の移動手段の確保、自主避難先を確保できない人のための公的な避難先の確保や、高齢者等への支援の問題など実現に向けた課題は未だ多い。しかし、この“ここにはダメです”という言葉とともに、マップが多くのメディアを通じて様々な議論を巻き起こしたことは、住民や社会の水害避難の既成概念を壊し、広域避難を実現できる社会へ向けての大きな一歩になったといえる。これは、行政の“自分のまちから自然災害の犠牲者を出したくない”という強い思いと、災害リスクに真摯に向き合う姿勢の成果といえる。

コミュニケーション・ツールとしてハザードマップが生きたツールとなるかどうか、またそれらによって、真に“住民主体の防災”を実現できるかどうか、そのために不可欠なものは、住民目線に寄り添うコミュニケーションの姿勢と、その根底をなす災害に対する行政の主体的で真摯な姿勢ではないだろうか。

#### 〈参考文献〉

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課水防企画室：水害ハザードマップ作成の手引き,2016.4
- 2) 中央防災会議 防災対策実行会議 令和元年台風第19号等による災害からの避難に関するワーキンググループ：令和元年台風第19号等を踏まえた水害・土砂災害からの避難のあり方について(報告)：,2020.3
- 3) 中央防災会議 防災対策実行会議 平成30年7月豪雨による水害・土砂災害からの避難に関するワーキンググループ(2018)：平成30年7月豪雨を踏まえた水害・土砂災害からの避難のあり方について(報告)：,2018.12
- 4) 江東5区広域避難推進協議会：江東5区大規模水害広域避難計画,2018.5
- 5) 江東5区広域避難推進協議会：江東5区広域避難ハザードマップ,2018.5
- 6) 平成29年度<第32回>江戸川区民世論調査：江戸川区,2017
- 7) 江戸川区：広報えどがわ令和元年7月10日号  
[https://www.city.edogawa.tokyo.jp/documents/14948/0710\\_n.pdf](https://www.city.edogawa.tokyo.jp/documents/14948/0710_n.pdf) (参照年月日 2020.9.23)
- 8) 江戸川区ホームページ：報道発表 2019年(令和元年)9月5日「水害ハザードマップ」のモデル授業  
<https://www.city.edogawa.tokyo.jp/e004/kuseijoho/kohokocho/press/2019/09/0905-2.html> (参照年月日 2020.9.23)
- 9) 江戸川区：広報えどがわ令和元年11月10日号  
<https://www.city.edogawa.tokyo.jp/documents/16432/1110.pdf> (参照年月日 2020.9.23)



# 防災市民フォーラムの開催

一般社団法人 関西地質調査業協会

**K**ey Word 自然災害から身を守るには

## 1 はじめに

一般社団法人関西地質調査業協会では、創立60周年記念事業の一環として、関西地区の2府3県で「防災市民フォーラム」を開催しました。

開催の趣旨は、「自然災害から身を守るには日頃から災害や防災に関する知識や知恵を得ておくことが大切」という思いから、それぞれの地域において、どのような災害が発生する可能性があり、どの様に対処すべきか等を、地質技術者集団として解りやすく一般市民に説明し、あわせて、防災と言う観点から地質調査業会の活動や社会貢献をアピールすることです。

## 2 滋賀支部の開催報告

平成29年5月20日に滋賀県危機管理センター大会議室で「防災市民フォーラム滋賀県2017」を開催し、約110名の参加がありました。

オープニングでは、平成25年9月に発生した18号台風の県内被害状況や平成23年3月の東日本大震災の被災状況ビデオを映像スクリーンに映し、災害時の被災状況を映像で体験しました。

基調講演では、立命館大学理工学部都市システム工学科教授の深川良一氏が「滋賀の地盤災害と防災を考える - 豪雨と地震 -」と題して、近年の豪雨・地震時の斜面災害や液状化災害について事例をもとに説明をいただき、今後の台風・豪雨災害や地震災害への備えや対応策の指針となりました。

意見交換会では、コーヒータイム休息を挟んで、5名のパネリストが「防災カフェ型式」で、市民の方からの防災や地盤に関する質問に対して、わかり易く、丁寧に回答をしていただき、非常にためになっ

たと好評でした。

防災PRでは、滋賀県、大津市、日本防災士会滋賀県支部、当協会の防災・減災に対する取り組み状況や今後の展開について説明をいただきました。

## 3 京都支部の開催報告

平成29年6月10日に京都商工会議所三階講堂で「防災市民フォーラム京都2017」を開催し、約230名の参加がありました。

基調講演では、関西大学特別任命教授の河田恵昭氏が「京都で起こる身近な災害～地震、洪水、土砂災害～」と題して、①京都盆地を囲む花折・西山・黄檗断層は過去1200年間地震を起こしておらず、エネルギーが溜まっていて危険、②洪水については、地球温暖化により降雨特性は激変し、過去の降雨記録や経験では予測できないとのご指摘がありました。

続いて京都府・京都市の担当者から、最近発生した豪雨・土砂災害の事例報告と行政としての対応について紹介がありました。

パネルディスカッションでは、平成25年の台風18号での浸水被害に遭われた市民の方の災害体験談や地域住民としての備え、行政に対する要望などについて活発な意見交換が行われ有意義な情報交換・交流の場となりました。

## 4 福井支部の開催報告

平成29年6月24日に福井県国際交流会館地下多目的ホールで「防災市民フォーラム 極めよう 防災に強い私になる」を開催し、約140名の参加があ

りました。

一つ目の基調講演では、福井大学理数教育講座地学教授の山本博文氏が「福井地震から70年。今の防災を考える」と題して、「天災は忘れた頃にやってくる」という警句に触れ、大規模災害も記憶は長い時間を経て薄れ、警戒を忘れて同じような被害が繰り返される。これまでに地域で発生した災害を調べておくことは災害時における自助・共助の活動の土台となることを説かれました。

続いての基調講演では、防災士ママタレント、野村防災所属の長島あさこ氏が「女性目線で見た防災。中越地震を母として経験したこと」と題して、長島氏のご子息が生後2か月の頃に中越地震に被災され、避難所生活での苦勞、恥ずかしい思いなどの女性ならではの経験を紹介していただき、避難場所や安否確認の方法、日頃の災害時に必要な品と防災意識の両方がそろふことで災害に備えられることを力説されました。

4名によるクロストークでは、「被災から学ぶ近年の防災技術」をテーマに、①一番伝えたいこと、②防災準備に必要なもの、③災害発生！その時、逃げる？逃げない？④発生後、家族や地域との助け合いの4点で意見交換を行われ、会場の参加者にも有意義な知識・情報が共有されました。

## 5 和歌山県支部の開催報告

平成29年9月30日に和歌山大学で「防災市民フォーラム in わかやま ～災害に向き合い、共に防災を学び、考えよう～」を開催し、約130名の参加がありました。

基調講演では、和歌山大学システム工学部教授の江種伸之氏の「想定外の豪雨には何が起るのか」の講演に続いて、京都大学名誉教授の岡田篤正氏の「中央構造線の内陸型地震発生時に何が起るのか」の講演をいただきました。

続いて、和歌山県危機管理局による「家具固定に関する講座・実習」、「構造模型での住宅耐震化講座」と題した防災講演をいただきました。

離接する会場では、地震体験車、液状化装置・津波発生装置のデモンストレーション、防災展示などの体験・展示を開催し、多数の参加者で、講演会場も体験・展示会場も大盛況となりました。

## 6 大阪支部の開催報告

令和元年11月16日にエル・おおさかで「市民防災フォーラム2019 in OSAKA」を協同組合関西地

盤研究センターと共同開催し、約80名の参加がありました。(なお、協同組合関西地盤研究センターは、創立40周年記念事業の一環)

基調講演では、関西大学社会安全学部教授の高橋智幸氏の「南海トラフ巨大地震を見据えた津波防災研究の最前線」に続いて、国土交通省近畿地方整備局統括防災調整官の粟津誠一氏より「近畿地方整備局における防災の取組」の講演をいただきました。

大阪府都市整備部河川室河川整備課参事の山本将史氏からは「大阪府における南海トラフ地震対策について」の丁寧な説明をいただきました。

防災意識を深める目的で「防災クイズ大会」が実施され、商品(手回し防災ラジオ)獲得に頭を絞りました。クイズ終了後に、参加者全員が日頃の防災への取組を披露した他、高橋先生を中心に南海トラフ地震への備えなどの意見交換をしました。

## 7 最後に

具体的なフォーラム構想が早期に確定したことで順調に進みましたが、準備期間が年度跨ぎになり、人事異動などで講演者が決まらず、ポスター等の完成が予定より遅れる予想外の苦勞もありましたが、市民との有意義な情報交換の場となり、盛況裏にフォーラムを終えることができました。

研究者・行政・市民・地質技術者が一堂に会して、一般市民向けの防災・災害の情報交換・交流を行うことが、「自然災害から身を守るには日頃から災害や防災に関する知識や知恵を得ておくことが大切」というフォーラム開催の趣旨にも合致しており、地元マスコミの注目度も高く、京都新聞、滋賀産業新聞などの取材があった他、びわこ放送で5月20日のニュース番組(夕方6時と夜10時)で市民フォーラム開催の報道がされるなどの反響がありました。



◀フォーラム会場の様子



一般市民の質疑応答▶

# 小学生に向けた社会貢献活動

おばた としや\*  
小幡 季也\*

**K**  
ey Word

自然災害, 防災・減災, 液状化現象, 担い手育成, 出前授業,  
社会貢献活動

## 1 はじめに

(一社)新潟県地質調査業協会では、地質調査業広報活動の一環として、平成25年度より県内の小学6年生を対象に防災・減災教育を目的とした出前授業『地盤の液状化とは?』を開催している。地盤液状化現象は1964年に発生した「新潟地震」において住宅地や工業地帯での建造物倒壊被災が多発したことで国内に広く認知された現象であり、これを機に国内研究が本格的に開始され、対策工の開発推進に至ったものである(図-1)。



図-1 新潟地震の液状化で転倒した建物(1964年6月<sup>1)</sup>)

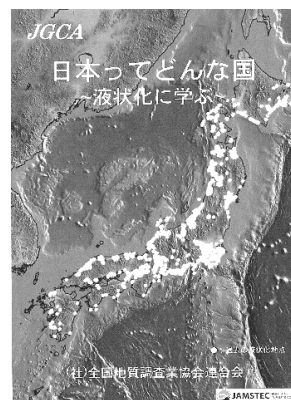
新潟市域は軟弱地盤が広く分布する地質により、液状化現象が起りやすい地域とされている。しかし、当該地震の発生から50年以上が経過していることで、若年世代にこの災害が十分に伝承されていない可能性は否めない。小学6年生の理科教育課程に「地学」が含まれていることから、本授業により自然災害への認識と地質調査業への理解を深めてほしいと考え実施を継続しているものである。本稿では令和元年度の授業模様を紹介する。

## 2 授業の進め方

令和元年度に開催した授業では、対象が児童であることから「より感覚的な理解」を念頭に置き、動画・実験を取り入れながら次の手順により液状化現象の学習と地質調査という職業の紹介を行った。

### 1. 「日本ってどんな国～液状化に学ぶ<sup>1)</sup>」

本冊子は低年齢層に向けて作成されており、「液状化現象のしくみ→被害種類→予測・予防→地質調査の役割」が図表を用いて簡潔にまとめられている。また、「新潟地震」の被災写真も掲載されており、本学習のはじめとして効果的な誌面構成である。



### 2. 「液状化現象動画」の上映

液状化現象は、言葉や写真だけでは伝わりにくい。工夫として災害時に撮影された動画(図-3)や模型実験動画(図-4)を利用し実現現象を示す。不動のはずの地面が水面のように動く様子を見た児童から「初めて見た!これが液状化!？」と感嘆の声が上がるほど視覚効果のある資料である。出前授業の開催初期段階では利用しなかったが、この教材により理解度が向上していることを実感する。なお、災害動画に関しては学校側に事前閲覧を依頼し、上映許可を得ることに留意する。

\*北陸地質調査業協会



図-3 災害動画（2011年東日本大震災 浦安市）

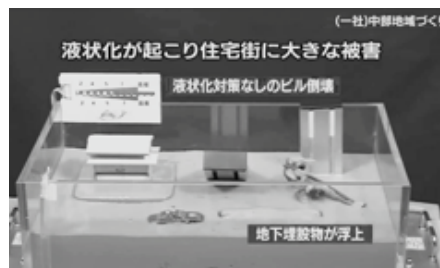


図-4 模型実験動画<sup>2)</sup>

### 3. 「ペットボトルを用いた実験<sup>3)</sup>『エッキー』」

先の動画等での学習の実証として、児童一人ひとりが液状化実験を行う。手順はシンプルであり、業界内では一般的とされているものであるが、これまで実験経験のある児童はほとんどいない状況であり、担当教員の皆様を含め例年非常に好評である。

実験中の児童の表情は一樣に慎重であるが、マップピンが浮き上がると驚きの表情となり興味深々度がピークに至る「なんで！どうして?!」。

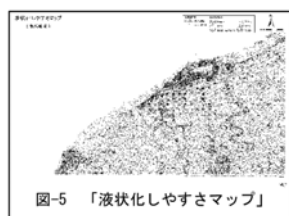


この実験と動画との比較により「液状化とは？」を体験する。



### 4. 「液状化しやすさマップ<sup>4)</sup>」の紹介

国土交通省北陸地方整備局がHPで公開する「液状化しやすさマップ」(図-5)を用い、学校周辺の液状化予測を示す。ただし不安をさそう言動は慎み「みんなのおうちはきっと大丈夫。家の中の地面がどうなっているのかをお家のひとにも聞いてみよう」「地震がきたらどうするかも一緒に考えてみよう」など、柔和に自然災害への注意を促す。



### 5. 「地質調査のしごと」の紹介

最後に地質調査の方法とその役割について、ボー

リング作業写真・コア写真(図-6)、地質調査業PR動画<sup>5)</sup>(図-7)を交えて紹介を行う。PR動画は地質調査の進め方と役割が簡潔にまとめられており、児童から一定の理解を得られたものとする。



図-6 ボーリング調査紹介



図-7 地質調査業PR動画

### 3 おわりに

「ペットボトル実験」は業界で一般的な手法であるが一般社会に浸透していないのが現状である。これは地層・地質、地質調査への認識の低さが明らかにされるものであり、業界の将来への不安材料である。当協会では本授業のほかにも工業高校を対象に「原位置試験実習」も開催している。また、授業時にはTV・新聞取材を受ける等、社会への業界PRを図ることで担い手確保につなげる取り組みも実践している。

これらの活動は新潟県土木部が推進する「新潟県建設産業マンパワーアップ総合支援事業」に認定され費用補助を受けるものであり、以後も業界の維持・向上のため創意工夫しながらこのPR活動を継続する。

#### 〈参考文献〉

- 1) (一社) 全国地質調査業協会連合会「日本ってどんな国～液状化に学ぶ～」(発行年月不明)
- 2) (一社) 中部地域づくり協作成動画
- 3) 防災科学技術研究所「感性でとらえる地盤液状化の科学おもしろ エッキー」(2019.03)
- 4) 国土交通省北陸地方整備局「北陸の液状化しやすさマップ」  
<https://www.hrr.mlit.go.jp/ekijoka/attention.html>  
(2020年9月12日現在)
- 5) (一社) 全国地質調査業協会連合会PR動画

# 2019 台風19号災害丸森地区 阿武隈川流域における地質調査

てらだ まさと\*  
寺田 正人\*

K  
ey Word

令和元年東日本台風(台風19号)、激甚災害、災害協定、  
土石流災害、砂防堰堤

## ▼1 はじめに

2019年10月の台風19号は、東日本で記録的な大雨となり、各地で甚大な被害をもたらした。

国は、宮城県知事からの要請を受け、権限代行により阿武隈川水系内川流域(丸森町)での堤防決壊に伴う洪水氾濫、土石流等の土砂災害、国道349号のり面崩壊、路肩流出等の災害復旧を行うために、南部復興出張所(のちの宮城南部復興事務所)を設置し、災害復旧事業を進めている。

東北地質調査業協会は、東北地方整備局との災害協定により、災害発生当初から迅速に対応した。

## ▼2 災害協定の内容

東北地方整備局と本協会は「地震・大雨などによる災害の発生に際して(中略)災害時の迅速かつ的確な実施体制を確保するもの」とし、2004年に「災害応急対策業務に関する協定」を締結している。

## ▼3 災害協定による要請内容とその対応

本件の災害協定要請内容は下記のとおりである。

- ・丸森町内の阿武隈川支川で発生した土石流災害に対する対策施設となる4基の砂防堰堤設計に必要な地質調査を実施できる企業の推薦(1~2社)
- ・砂防堰堤の調査実績があり、2019年12月中旬に業務着手できる企業

以上の条件に、協会独自の選定基準を設け協会員に広く募集を行い、(株)アサノ大成基礎エンジニアリングと中央開発(株)の2社を選定・推薦し、それぞれ五福谷川工区・内川工区を担当した。

## ▼4 現地の被災状況と調査結果

被災箇所の地質は、基盤の花崗岩類と旧土石流堆積物及び今回の災害による崩積土に区分される。

五福谷川工区の旧土石流堆積物は、計画堰堤右岸側では、巨石を多く含み締まりが良く、砂防堰堤の支持層として評価できるのに対し、堰堤左岸側は、巨石が少なくルーズであり、左右岸の地盤特性に違いがみられることから、施工時に巨石混入状況と締まり具合に留意する必要があることがわかった。

## ▼5 その他

本件では、協会員2社という強みを活かし、発注者との三者打合せによる情報の共有化や、協会員同士の意見交換による技術レベルの底上げにより、業務の迅速化と品質向上につながった。

本協会と協会員は、その災害対応が評価され2020年3月に感謝状、同7月に国土交通行政関係者功労者賞を、東北地方整備局長より授与された。

## ▼6 おわりに

近年では、本件以外にも台風19号災害時の北上下流事務所(吉田川破堤)、福島河川国道事務所(阿武隈川破堤)、2020年7月豪雨災害時の新庄河川事務所(最上川氾濫)で、災害協定に基づき会員各社の迅速な対応を行った。近年経験したことのない自然災害による甚大な被害が全国各所で起こるなか、我々地質技術者の役割は重要な位置づけとなっている。今後も業界全体の技術力の底上げを行いながら、社会に貢献していきたい。

\*東北地質調査業協会 技術委員長

# 大規模災害支援協力協定に基づく 災害時の活動状況について

ひごふみひこ  
肥後 文彦\*

Key Word

大規模災害, 支援協力, 斜面崩壊, 落石, 応急対策, 恒久対策, 災害復旧

## 1 はじめに

鹿児島県と(公社)鹿児島県地質調査業協会(以下協会)とは、平成27年3月30日に「大規模災害時における地質調査等の支援協力に関する協定(以下協定)」<sup>1)</sup>を締結している。支援協力の内容については、「協定に係る実施要領」<sup>2)</sup>に準じており、その内容は主に大規模災害の定義、支援協力・調査の方法、報告方法及び内容、連絡会の開催などからなり、報告の書式等も記載されている。

ここでは、協定が締結された平成27年に支援協力要請があった、鹿児島県南薩地域振興局管内の2件の活動状況について報告する。

平成27年6月9日～6月11日にかけて、鹿児島県南部は断続的な豪雨に見舞われていた。各地で道路の斜面崩壊や落石などの災害が発生していた。降水量の推移を表1にまとめた。

表1 平成27年6月9日～11日の降水量の推移

日付	日雨量	総雨量	最大時間雨量
6/9	152mm	352.5mm	6/11
6/10	91.5mm		午後10～11時
6/11	109mm		時間雨量35mm

平成27年6月11日に鹿児島県南薩地域振興局建設部より協会宛てに、国道226号の谷山地区と片浦地区の2地区で発生した道路の斜面崩壊に対する災害支援協力要請があり、同日地質調査業協会より弊社宛に協定に基づく出動の要請があった。



図1 災害支援協力要請位置図<sup>3)</sup>



写真1 谷山地区・片浦地区周辺の地形  
被災地は、南さつま市笠沙町の野間半島の北端に位置する。川辺層群の堆積岩とその後の噴出物である南薩層群の安山岩類が分布する<sup>4)</sup>。東シナ海に面しており、切立った崖が特徴的な地形である。

\*アジアテック株式会社 技術部長

当日は深夜まで断続的に降雨が続く状況で、2次災害の危険性があったこともあり、翌朝に3名体制で被災現場に向かった。

## 2 国道226号谷山地区

谷山地区の斜面崩壊現場到着時には既に、崩落土砂の撤去準備作業が進められていた。谷山地区の崩壊箇所の踏査や崩落土砂の計測等を実施し、図2のように崩壊規模・湧水状況・拡大の恐れ・被災原因・想定される対策工案・二次災害防止上の留意点等を整理し、報告書を提出した。

報告書は、「協定に係る実施要領」で決められた書式に基づいたものである。



写真2 谷山地区土砂崩落状況  
落石として2m程度の礫岩や安山岩の落石が多数認められ、崩落土砂が道路を封鎖していた。



写真3 谷山地区滑落崖状況  
滑落斜面には安山岩岩塊を転石状に混入する岩塊玉石混り土が認められる。

支援協力要請に基づく地質調査等報告			
調査日時		平成27年 6月 12日 11時～12時	管理No.
発生場所		鹿児島県 南さつま市 笠沙町	地区名
発生日時		年 月 日 時	気象・事象
調査対象と被害の概況(目視)		民間建物 全壊 戸 半壊 戸 一部損壊 戸	地質災害種類
現地調査状況(踏査済みの箇所)		全面通行止め	地すべり
地すべり・崩壊等の規模		位置図(1/25,000) 間に合わないときは略図(目印明示)	○ 崩壊
地すべり・崩壊等の規模		高さ H= 18m	落石
地すべり・崩壊等の規模		斜面勾配 80度	土石流
地すべり・崩壊等の規模		斜面長さ L= 22m	浸食
地すべり・崩壊等の規模		深さ D= 2.0m	その他(地盤沈下)
地すべり・崩壊等の規模		崩落量 V= ( ) m <sup>3</sup>	
地すべり・崩壊等の規模		崩落土量 ( ) m <sup>3</sup>	
地すべり・崩壊等の規模		崩落土量 V= ( ) m <sup>3</sup>	
地すべり・崩壊等の規模		崩落土量 d= ( ) m	
地すべり・崩壊等の規模		崩落土量 範囲・広がり	
地すべり・崩壊等の規模		崩落土量 範囲・広がり等	
湧水状況		地層境界から湧水 20 L/min程度が認められる。	
拡大の恐れ		○ 有 (状況・条件等) 崖上部の崩壊により崩壊土が雨のために緩くなっているため、今後も降雨時に地表水の流入や湧水量が増加したときに崩壊が拡大する恐れがある。	
地 形		若干の起伏地形	
地 質		礫石の上位に崩壊土と安山岩層を混入する土砂が分布する。	
植生・地被		広葉樹を主体とする。	
原因・機構(原因と発生機構)		豪雨によってもたらされた多量の表流水が地下に浸透し、礫石と崩壊土の境界を流下する際に崩壊土を液状化し、崩壊に至ったものと考えられる。	
二次災害防止上の留意点		今後も降雨時には礫石と崩壊土により湧水が発生し、崩壊や玉石の抜け落ちが発生する可能性があるため注意が必要である。	
応急対策(案)		仮設防護柵 崩壊土部分法枠・鉄筋挿入工 (湧水箇所は栗石詰め) 礫石部分モルタル吹付工	
調査員		必要な測量・調査等と時期	

図2 谷山地区の支援協力要請に基づく地質調査等報告書

現地調査の結果で、斜面上方の不安定な土塊は崩落してしまい、傾斜も緩くなっていることが把握でき、新たな崩壊は考え難いが、降雨時には、川辺層群とその上位の安山岩との地質境界からの湧水が発生し、崩壊斜面内に残存する崩壊土の洗掘及び洗掘に起因する崩壊土中の安山岩転石の抜け落ちが懸念された。



写真4 谷山地区仮設対策工実施状況  
仮設防護柵を設置し、対策工が実施された。

対策工実施後の状況を写真5に示す。



写真5 谷山地区対策工実施後状況  
法枠工で復旧され、湧水箇所には栗石詰めが施工された。

対策工は崩壊箇所の全面を法枠工で覆い、枠内は、湧水箇所が栗石詰め、それ以外がモルタル吹付工で復旧され、被災した落石防護柵も復旧された。

### 3 国道226号片浦地区

谷山地区の調査終了後、片浦地区の表層崩壊現場に向かい、被災箇所の踏査や崩落土砂の計測等を実施し、図3のように崩壊規模・湧水状況・拡大の恐れ・被災原因・想定される対策工案・二次災害防止上の留意点等を整理し、報告書を提出した。片浦地区では、調査時には既に道路の崩土は除去され、擁壁天端に大型土嚢袋が積まれて、応急処置がなされていた。



写真6 片浦地区の被災状況  
法枠工上方の自然斜面が崩落し、泥流状の土砂が道路に達した。

片浦地区には、花崗閃緑岩が分布<sup>4)</sup>しており、花崗閃緑岩の地山の上位をマサと花崗閃緑岩礫が混っ

た、礫混り土状の崩積土が覆っている。崩壊斜面内の花崗閃緑岩と崩積土の境界からは、毎分0.5リットル程度の湧水が確認できた。

支援協力要請に基づく地質調査等報告書									
※不明は「?」と明記する。被災は「○」で検出。未検は空白とする。 第 1 報 1/5									
調査日時	平成27年 6月 12日 11時～12時				管理No.	1			
発生場所	鹿児島県 南さつま市 笠沙町				地区名	片浦地区			
発生日時	平成27年 6月 11日 ?時頃				気象・事象	風水害		地すべり	
保全対象と被害の概況 (目録)	民間建物	全壊	0戸	半壊	0戸	一部損壊	0戸	地すべり	○崩壊
	公共施設							落石	
	農地・林野							土石流	
その他	崩落土砂が国道226号に運する。						液状化		その他(地盤沈下)
現状対応状況 (誰が何をしているか)	崩地ブロック崩壁の上面(簡易法枠未端部)に大型土嚢6個を並べ、土砂流出を防止している。								
地すべり・崩壊等の規模	幅 W=	4 m			位置図(1/25,000)	間に合わないときは地図(目印明示)			
	高さ H=	10 m							
斜面勾配	40 度								
(落石・土石流においては発生源)	斜面長 L=	15 m							
	深さ D=	1.5 m							
	崩土量 V=	? m <sup>3</sup>							
	残存土量	? m <sup>3</sup>							
地積	落石	大きさ×個数 φ0.4m×(20)個							
	土石流	堆積量 V= m <sup>3</sup>							
		堆積厚 d= m							
液状化	範囲・広がり等								
その他(地盤沈下)	範囲・広がり等								
湧水状況	崩積土と基礎岩(花崗岩)との境界で毎分0.5リットル程度の湧水が確認できる。								
拡大の恐れ	○有	(状況・条件等) 降雨時には花崗岩と崩積土の境界からの湧水が増加し、崩壊が拡大する可能性がある。							
	無								
地 形	下部は切土法面(簡易法枠工済み)、上部は自然斜面で若干の沢状地形を呈するため地表水が集まりやすい。								
地 質	花崗岩の基礎岩の上位に崩積土(礫混り土)が分布する。								
植生・地被	切土法面は草地および雑草類、自然斜面は雑木林を主体とする。								
原因・機構 (素因と発生機構)	豪雨によってもたらされた多量の表流水が、沢状地形を呈する被災地斜面に浸入し、表層の崩積土を崩壊させた。								
二次災害防止上の留意点	落石の大半は、現在設置されている大型土のうで停止すると考えられるが、上部斜面に浸入する表流水と共に泥流化した土砂が、土のうを通過して道路に運する可能性がある。								
応急対策 (案)	ブルーシートにより崩壊部を覆い、降雨時の浸食を防止する。土のうを増やし落石が道路に運するのを防ぐ。			恒久対策(案) 崩壊面の法面整形と法枠工 表流水対策(水路等)			必要な測量・調査等と時期		
調査員									

図3 片浦地区の支援協力要請に基づく地質調査等報告書

写真7に示した被災箇所は、緩やかな集水地形を呈しており、豪雨による大量の表流水や地下水が崩壊箇所に集まり易い状況であると考えられた。

豪雨に起因した斜面崩壊によって、水(表流水と地下水)と崩積土が混在した、泥流状の土砂が道路に到達したものであると考えられた。



写真7 片浦地区の崩落箇所  
崩壊箇所は沢状の集水地形を呈し、降雨時の表流水や地下水が集まり易い地形条件である。





写真8 片浦地区の崩壊斜面  
崩積土（上）と花崗閃緑岩（下）の境界から毎分0.5リットル程度の湧水が認められる。



写真9 片浦地区の崩落土砂状況  
斜面に残存する崩土は降雨に伴う表流水によって浸食され易く、崩土内の礫が落石となって落下することが考えられる。

対策工としては、応急対策として崩壊部及び崩土の浸食防止としてブルーシートの敷設、落石が発生した場合に礫が道路に達するのを防止するために大型土嚢の増設を提案した。恒久対策としては崩壊箇所を法面整形＋法枠工＋表流水対策としての水路工を提案した。



写真10 片浦地区の対策実施状況  
崩壊斜面をモルタル吹付で保護。

対策工は、崩壊箇所の全面がモルタル吹付工で覆われ、法面中段に縦断排水溝・縦排水溝が施された。



写真11 片浦地区の対策実施状況  
法面中段に縦断排水溝を設置。

#### 4 おわりに

道路等の土砂災害に対する支援協力では、災害の初期対応として、県の要請に基づき、崩壊直後の崩壊面の地質状況や湧水状況を確認することができた。地質の専門的立場から、想定される被災原因や二次災害の可能性等について、比較的正確に把握することができた。このことで、的確な応急対策工が提案でき、道路の速やかな交通規制解除及び早期災害復旧につながったと考えている。

近年では無人航空機（ドローン）などの活用によって、二次災害が発生する可能性がある災害現場でも被災直後の現地状況を把握することが可能になってきた。災害において被災原因等を究明するには、被災直後の現地調査が重要であると再認識した。

#### （参考文献）

- 1) 鹿児島県・（公社）鹿児島県地質調査業協会：「大規模災害時における地質調査等の支援協力に関する協定書」, 平成27年3月
- 2) （公社）鹿児島県地質調査業協会：「大規模災害時における地質調査等の支援協力に関する協定に係る実施要領」, 平成27年3月
- 3) 国土交通省 国土地理院：地理院地図  
maps.gsi.go.jp
- 4) 国立研究開発法人 産業技術総合研究所：地質図 Navi  
https://gbank.gsj.jp/geonavi/

# 災害時応援協定の必要性と課題

やました ひろゆき\*  
山下 博之\*

Key Word

自治体, 災害時応援協定, 災害対応業務, 業務資源, 受援計画, 業務継続計画

## 1. はじめに

災害対策基本法は、第8条の2において、国及び都道府県、市町村等の地方自治体が「災害の発生を予防し、又は災害の拡大を防止するため」、特に「実施に努めなければならない」事項として19の事項を掲げている。その一つが「相互応援」及び「広域一時滞在」並びに「民間の団体の協力の確保に関する協定の締結」である（同8条の2の十二）。このように災害に備えて、国及び地方自治体が他の組織と結ぶ協定は「災害時応援協定」と呼ばれる。本稿では市町村等の基礎自治体（以下、断りのない限り「自治体」と呼ぶ）の災害時応援協定に着目し、①災害時応援協定とは何か、②なぜ必要とされるのか、③どのような課題があるのかという3つの点を検討していく。

## 2. 災害時応援協定とは何か？

自治体の締結する災害時応援協定は、大きく2つの種類に分けることができる。

### 2.1 自治体間の協定

第1に、自治体が他の自治体と締結する協定である。特にこのような協定は災害時相互応援協定とも呼ばれる。国の『防災基本計画』は自治体に対し、「災害時に自らのみでは迅速かつ十分な対応が困難な場合に、他の地方公共団体からの物資の提供、人員の派遣、廃棄物処理等、相互に連携・協力し速やかに災害対応を実施できるよう、相互応援協定の締結に努めるもの」としている<sup>1)</sup>。

例えば、都道府県間では、1996年（平成8年）に全国知事会で全都道府県による広域防災協定が

締結されている。その他、都道府県間では、隣接する地域ブロックごとの広域防災応援協定が締結され、全国で63協定が締結されている<sup>2)</sup>。市町村等の自治体では、全1741自治体のうち1708自治体が他の自治体と災害時相互応援協定を締結している。そのうち1298自治体は、他の都道府県の市町村とも協定を結んでいる<sup>2)</sup>。

### 2.2 民間団体との協定

災害時応援協定の2つ目の種類は、自治体が企業などの民間団体と締結する協定である。国の防災基本計画は自治体に対し「食料、飲料水、生活必需品」、「民間事業者に委託可能な災害対策に係る業務（被災情報の整理、支援物資の管理・輸送等）」、「燃料、発電機、建設機械（火山災害においては除灰機材を含む。）等の応急・復旧活動時に有用な資機材」等について民間企業との協定を締結しておくべきものとしている。

実際、多くの自治体がこうした民間団体との災害時応援協定を締結している。次頁図表1は、2019年4月時点で「放送」、「報道」、「救急救護」、「輸送」、「災害復旧」、「物資」に関わる民間団体との災害時応援協定を締結している地方自治体の数と割合を、それぞれ都道府県と市町村に分けて示している。例えば、全ての都道府県は、「報道」を除く全領域で民間団体との災害時応援協定を締結している。なお、報道についても、41都道府県と多くの都道府県が民間団体との災害時応援協定を締結している。

一方、市町村では都道府県ほど民間団体との災害時応援協定締結が普及しているわけではない。しかし、「物資」の分野では90.6%、次いで「災害

\*日本大学 危機管理学部

復旧」でも 85.7%の市町村が災害時応援協定を締結していることが確認できる。分野は限られているものの、民間団体との災害時応援協定についても、既に多くの自治体が行っているのである。

図表 1 地方公共団体における民間団体との災害時応援協定締結状況

	放送	報道	救急救護	輸送	災害復旧	物資
都道府県	47 (100%)	41 (87.2%)	47 (100%)	47 (100%)	47 (100%)	47 (100%)
市町村	731 (42.0%)	135 (7.8%)	1007 (57.8%)	958 (55.0%)	1492 (85.7%)	1577 (90.6%)

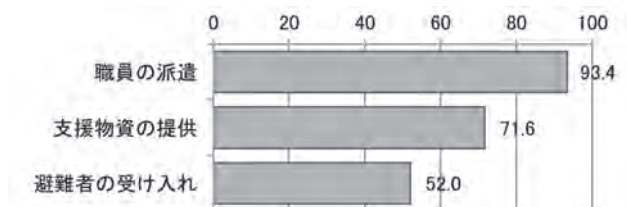
出典：消防庁国民保護・防災部：「地方防災行政の現況（付平成 30 年 災害年報）」p20 をもとに作成。https://www.fdma.go.jp/publication/bousai/items/genkyo30.pdf（最終確認日 2020 年 9 月 23 日）

### 2.3 支援の内容

では災害時応援協定の内容はどのようなものだろうか。

図表 2 は自治体間で締結されている災害時相互応援協定の内容について、2015 年に実施されたアンケート調査の回答結果を整理したものである<sup>3)</sup>。調査結果に示されているように、回答した自治体の大部分が挙げているのが「職員の派遣」である(93.4%)。後述するように、災害によって被災した自治体では多くの災害対応業務が発生する。東日本大震災や熊本地震など過去に発生した災害では、そうした業務の多くを他の自治体から派遣された職員が担当することで、被災地の自治体に対する支援が行われている。あらかじめ災害時応援協定において職員の派遣を規定するのは、このような人的な支援を約束するものである。「職員の派遣」の他には、「支援物資の提供」(71.6%)や「避難者の受け入れ」(52.0%)なども多く挙げられている。

図表 2 自治体間の災害時応援協定の内容

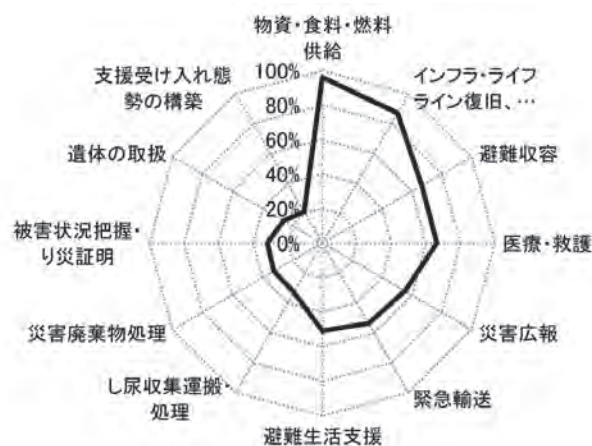


出典：災害発生時の職員派遣と受援に関する Web アンケートをもとに筆者作成（調査実施団体（一財）日本防火・危機管理促進協会，調査対象：全市区町村 1741 団体（防災担当部局），実施期間：2015 年 11 月 2 日～11 月 27 日，回答数：763 件（回答率：43.8%）。

次に、民間団体との災害時応援協定の内容についても確認する。図表 3 は、自治体が民間企業との間で締結している災害時応援協定の内容について、2014 年に実施されたアンケート調査の回答結果を整理したものである<sup>4)</sup>。支援の内容を 12 項目に分けて回答を求めているが、回答者の大部分が挙げているのが「物資・食料・燃料供給」である。回答者の 96.1%を占めている。次いで多く挙げられていたのが、「インフラ・ライフライン復旧、応急的な確保」で 87.1%だった。その他、回答者の半数以上が挙げているのは「避難収容」(66.7%)、「医療・救護」(66.4%)、「災害広報」(55.3%)、「緊急輸送」(53.7%)、「避難生活支援」(50.8%) だった。

また、これらの各支援について、協定を締結している相手の民間団体のうち最も多いものを確認していくと、「物資・食料・燃料供給」では「小売り関係企業・団体」(66.7%)、「インフラ・ライフライン復旧、応急的な確保」では「建設・土木関係企業」(80.4%)、「避難収容」では「社会福祉施設」(63.0%)、「医療・救護」では「医師関係団体」(76.4%)、「災害広報」では「ラジオ放送局」(50.0%)、「緊急輸送」では「運送・トラック関係企業」(73.3%)、「避難生活支援」では「社会福祉施設」(75.3%)などの民間団体が挙げられていた<sup>4)</sup>。

図表 3 自治体と民間団体の災害時応援協定の内容



出典：地方自治体における官民連携に関する Web アンケート調査もとに筆者作成（調査実施団体（一財）日本防火・危機管理促進協会，調査対象：全市区町村 1741 団体（防災担当部局），実施期間：2014 年 12 月 8 日～2015 年 1 月 31 日，回答数：669 件（回答率：38.4%）。

### 3. 災害時応援協定の背景

このように、多くの自治体が他の自治体や民間団体との災害時応援協定を締結している。自治体がこのように災害時応援協定の締結を求められるのは、防災基本計画でも想定されているとおり、「災害時に自らのみでは迅速かつ十分な対応が困難な」状況に直面するからである。ではなぜ「災害時に自らのみでは迅速かつ十分な対応が困難な」状況が生まれるのだろうか<sup>5)</sup>。

#### 3.1 災害対応業務における自治体の資源の限界

第1に、災害によって生じる自治体の災害対応業務が膨大であるのに対し、これに費やすことが可能な業務資源は限られているからである。

災害が発生すると、自治体は災害対策基本法に基づき、災害への対応に取り組まなければならない。まず「災害が発生し、又は発生するおそれがある場合に災害の発生を防御し、又は応急的救助を行う等災害の拡大を防止するために」、自治体に取り組むのが「災害応急対策」(災害対策基本法第50条)である。中でも避難所運営は、多くの人員を必要とし、非常用の飲料水や食料、毛布等の物資を必要とする業務である。

図表4は、阪神・淡路大震災、新潟県中越地震、東日本大震災、熊本地震という過去に発生した4つの震災における避難者数及び避難所数を示している。例えば、2016年4月に発生した熊本地震では、ピーク時(4月17日)で18万3,882人の住民が避難し、設置された避難所数は855か所に上る。単純に平均すると、1か所当たり約215人の避難者が避難していたことになる<sup>6)</sup>。

図表4 過去の災害における避難者数・避難所数

	阪神・淡路 大震災	新潟県 中越地震	東日本 大震災	熊本地震
避難者数	316,678人	76,615人	386,739人	183,882人
避難所数	1,153か所	527か所	2,182か所	855か所
1か所 当たりの 避難者数	約274人	約145人	約177人	約215人

出典：復興庁ホームページ <http://reconstruction.go.jp/topics/hikaku2.pdf>、内閣府ホームページ [http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/h28kumamoto/pdf/h280617\\_1.pdf](http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/h28kumamoto/pdf/h280617_1.pdf) をもとに作成。※阪神・大震災、新潟県中越地震、東日本大震災は発災から1週間後、熊本地震は本震(2016年4月16日)の翌日の状況。

熊本地震の被災地の中でも、熊本県益城町は町内の半数以上の住家が半壊以上の認定を受けるなど、被害の著しかった自治体である。益城町では、ピーク時(4月16日夜から17日朝)には約16,000人が指定避難所及び指定避難所の駐車場に避難し

ている。これは、当時34,499人だった町の人口(2016年4月1日時点)の半数に及ぶ。これに対し、開設された避難所はわずか12か所であり、施設内に収容しきれず周辺の駐車場や公園等で屋外避難を行った住民も少なくなかった<sup>7)</sup>。

益城町では、こうした避難所に職員を派遣し避難所運営に従事させた。もともと益城町の職員数は250名であり、4月15日時点で49%の職員が避難所運営に当たっていたという<sup>7)</sup>。避難所運営に派遣される職員は役職に関わりなく、課長級職員も含まれていた。このことが、他の災害対応の遅れにもつながり、4月25日に避難所に張り付く課長級職員を招集しなければならなかった<sup>8)</sup>。

また、熊本地震において、深刻な備蓄物資の不足が生じたのが熊本市である。もともと熊本市では、阪神・淡路大震災の兵庫県の避難者数をモデルに、36,500人の避難者が発生すると想定し、食料や生活物資等の備蓄を実施していた。だが、熊本地震では本震発生後に11万人を超える住民が避難し、備蓄だけでは賄うことができない状況が生じた<sup>6)</sup>。

このような状況から、政府は熊本市に対し水、食料、その他物資をいわゆる「プッシュ型」で送り、また全国の自治体や民間企業からの支援物資も送られた。だが、こうして全国から送られてくる大量の支援物資に対し、受け入れ施設となった「うまかな・よかなスタジアム」では保管スペースを確保することができず、対応する人員も不足し、4月19日には荷下ろしを待つトラックが100台近く並んだという<sup>10)</sup>。それでも保管スペースが不足し、職員が夜通しで荷下ろし作業に従事し疲弊するなどしたため、4月21日には支援物資の受入中止を発表せざるを得なかった<sup>9)</sup>。

このように災害が発生すると、自治体はそれに伴う膨大な災害対応業務に取り組まなければならない。しかし熊本地震の例でみられたように、災害対応業務に費やす人員や物資、スペース、施設等の業務資源が著しく限られ、業務に支障をきたす例が生じていた。ここで示したのは熊本地震の例であるが、同様の例は、東日本大震災や阪神・淡路大震災など他の巨大災害でも見られる。

#### 3.2 災害による業務資源の被災

災害発生時に被災した自治体が直面するのは、膨大な災害対応業務や業務資源の制約の問題だけではない。災害が起これば、その災害によって自治体そのものが被災することもあるからである。

第1に、災害によって地方公共団体の庁舎が破

損し、使用できなくなることがある。代表的な例として東日本大震災を挙げることができる。東日本大震災で地震・津波により本庁舎の被災した自治体の数は、震度6弱以上の揺れが観測された地域に限定すると、354団体のうち237団体に及ぶ<sup>11)</sup>。このうち特に致命的な被害が見られたのが、津波による甚大な被害の発生した東北地方太平洋沿岸部の自治体である（図表5参照）。

図表5 東日本大震災における庁舎の被災状況（岩手・宮城・福島3県のみ）

県名	市町村数	本庁舎が地震・津波により被災した市町村数			
		合計	移転	一部移転	移転なし
岩手県	34	22 (6)	2 (2)	2 (1)	18 (3)
宮城県	35	32 (3)	3 (2)	2 (1)	27 (0)
福島県 ※	59	36 (0)	3 (0)	3 (0)	30 (0)

出典：内閣府、2012年『平成24年版 防災白書』9頁をもとに作成。

例えば、岩手県大槌町では、津波はコンクリート2階建ての庁舎の2階天井にまで達した。宮城県南三陸町では、津波により木造の本庁舎がコンクリートの基礎を残して流失し、隣接する防災庁舎も骨組みだけを残して流失した。

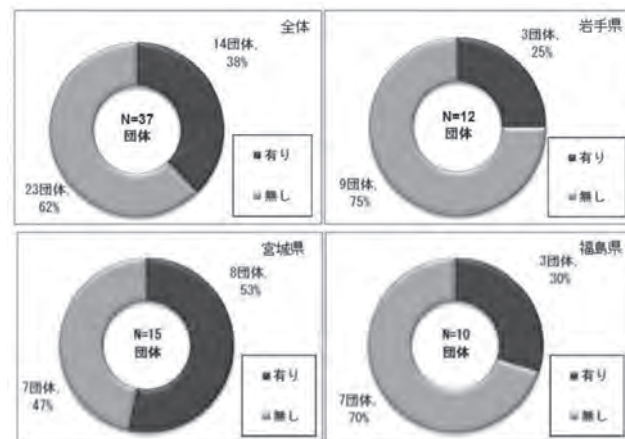
災害によって被害を受けるのは庁舎施設だけではない。東日本大震災において、津波により庁舎施設が被害を受けたという自治体では、さらに設備・資機材等が津波により流失するケースも起きている。例えば、陸前高田市では庁舎内に置かれたパソコン、コピー機、机、椅子など基本的なオフィス設備や、衛星携帯電話のような防災機器が、津波により流失してしまっている。あるいは、住基システムや税システム、戸籍システム、財務会計システムなどサーバー内の行政情報システムが、バックアップデータとともに水没するという被害も生じた<sup>12)</sup>。

自治体が災害対応を行う上で、庁舎施設や設備・資機材等以上に重要な資源が、マンパワーである。だが、被災地の自治体では、そうしたマンパワーの担い手である職員が、災害対応に従事できなくなることがある。

例えば東日本大震災では、被災地の多くの自治体職員が、津波や地震により死傷するケースが発生している。図表6は、消防庁が岩手、宮城、福島3県の37沿岸市町村に対して実施した聞き取り調査のうち、「亡くなった職員の有無」を尋ねた質問の回答結果である。全体で見ると、「亡くなった職員」について「有り」とした自治体は37団体中

14団体に上ぼっている。県別に見ていくと、最も多いのが宮城県で8団体、岩手県と福島県でもそれぞれ3団体で職員が亡くなっている。

図表6 岩手・宮城・福島3県の沿岸市町村における亡くなった職員の有無



出典：消防庁国民保護・防災部防災課『地域防災計画における地震・津波対策の充実・強化に関する検討会 報告書』99-100頁から抜粋。

また、災害が夜間または休日に発生した場合には、自治体職員の参集困難という問題が生じることもある。1995年1月17日午前5時46分に発生した阪神・淡路大震災では、こうした事態が顕著にみられた。例えば神戸市役所では、地震による交通機関の途絶や住家の被害により、震災当日に出勤した職員は全体の41%ほどであった。その後、出勤した職員の数は徐々に増えていくものの、ようやく9割の職員が出勤したのは、震災から約1週間後の1月25日だった。職員自身が被災していない場合でも、公共交通機関、職員の家族、職員の住まい等が被災した場合には、職員が参集できなくなるケースもあるのだ。

このように災害が発生した地方自治体では、災害に対応するための膨大な業務が発生するうえ、災害によって自治体そのものも被災することがある。ただでさえ業務資源が足りていないのに、本来利用するはずだった業務資源が利用できなくなるという事態が生じるのである。こうして防災基本計画のいう「災害時に自らのみでは迅速かつ十分な対応が困難な」状況が生じるのである。

#### 4. まとめ

ここまで本稿では①災害時応援協定とは何か、②なぜ必要とされるのかという2つの点を検討してきた。最後に、ここまでの議論を踏まえながら、

こうした災害時応援協定の課題について述べていきたい。

#### 4.1 災害時応援協定の課題

ここまでの議論の内容を簡単に振り返っておきたい。自治体が取り組む災害時応援協定には、大きく分けると他の自治体と締結する協定と民間団体と締結する協定という2つの種類が見られた。どちらの災害時応援協定についても、現状、9割以上の自治体に取り組んでおり、自治体にとって災害時応援協定そのものは既に一般的な取り組みとなっているということができる。

このように多くの自治体が災害時応援協定に取り組む背景として、第一に挙げられるのは災害対策基本法や国の防災基本計画が積極的に取り組むよう自治体に求めているという点である。そして、過去の災害を振り返ると、国の防災基本計画が想定する「災害時に自らのみでは迅速かつ十分な対応が困難な」状況が、被災地の多くの自治体を苦しめていることが確認された。災害が発生すると、被災地の自治体は災害対応業務に取り組まなければならない。しかし、こうした災害対応業務は自治体が保有する人員や物資だけで対応するには、余りにも膨大であるうえ、自治体の持つ業務資源そのものが被災し、使用できなくなるというケースもある。このような実際上の問題やこうした問題に対処した自治体の経験も、災害時応援協定の取り組みが普及する大きな背景となっている。

だが、このように自治体において協定の締結が進む一方、協定の実効性を確保するための取り組みは遅れているというのが、本稿の考える災害時応援協定の大きな課題である。では、災害時応援協定の実効性を確保するための取り組みの遅れとはどのようなことだろうか。

#### 4.2 受援計画の策定

まず、過去の災害では、外部組織からの支援を受け入れようとする段階で、想定していない問題が発生し、支援がスムーズに行われず、支援の十分な効果が得られないというケースが見られる<sup>3) 4)</sup>。このようなケースが起こりがちなのは、せっかく災害時応援協定を結んでいても、協定は災害時にどの外部組織がどのような支援を実施するかを定めたものであって、協定締結時にそうした支援をどのように受け入れるかという点まで、詳細に検討されないからである。こうしたことから、近年注目されている取り組みとして「受援計画」がある。受援計画は外部組織から受ける人的・物的支援に

対し、受け入れる担当者、受け入れ環境、受け入れ業務、費用等について予め検討し、集約した計画である<sup>13)</sup>。計画を策定しておくことで、想定していない問題が発生し、支援がスムーズに行われずという事態を回避するというのが、受援計画の狙いである。

#### 4.3 業務継続計画との関連付け

近年、このように災害時応援協定の実効性を確保する工夫が、求められるようになってきている。そうした取り組みとして、筆者が受援計画以上に重要だと考えるのが、業務継続計画との関連付けである。ここまで見てきたことからわかるように、災害時応援協定は、災害時に不足しがちな人員、物資等の業務資源を、平常時にあらかじめ確保しようという取り組みである。このような災害時の業務資源の問題に対する備えとして、災害時応援協定と同様に自治体の重要な取り組みとなっているのが、業務継続計画である。業務継続計画とは、災害による業務資源の被災、及び業務資源の被災による業務の中断を防ごうという取り組みである<sup>14)</sup>。業務継続計画に基づき災害による業務資源の被害の発生を予め防ぐ取り組みを実施すると同時に、それでも被害が発生してしまった場合に備え代替策を用意し、業務の中断を防ぐ。さらに、それでも業務が中断してしまった場合に備えて、業務の復旧手順を検討しておくというのが、業務継続計画の取り組みである。業務継続計画は、こうした一連の取り組みや手順を文書に集約して明確化すると同時に、職員間が共有できるようにしたものということができる。

東日本大震災以降、自治体における業務継続計画の策定は進み、2011年時点で4.3%だった自治体における業務継続計画の策定率は、2019年6月1日時点で89.7%にまで及んでいる<sup>15)</sup>。ただし、こうした計画に基づき、業務資源の被害を予防、または代替策を確保し、業務の復旧方法を検討するという取り組みには、自らの組織だけでは完結できない部分が存在する。不足した資源を確保するには、外部機関からの調達や支援などの必要があるからである。実は、その際、必要とする業務資源を外部の機関から優先的に調達することを約束したり、または物資や人員の支援を受けるということを予め約束するのが災害時応援協定である。

このように、災害時応援協定と業務継続計画はどちらも強い関りのある取り組みであるにも関わらず、多くの自治体ではこの2つの取り組みは別々に実施され、関連付けが行われていない。災害時

応援協定の概要を、業務継続計画に記載しておくだけで、自らの自治体がどのような外部機関からどのような業務資源を確保することができるのかが示されることになるが、多くの自治体ではこの程度のことも行われていないというのが実情である。

こうした関連付けを難しくしている一因と考えられるのは、多くの自治体が災害時応援協定を一元管理せず、各部署が締結し管理しているという点である。先に、民間企業との災害時応援協定の内容を確認するのに参考したアンケート調査では、災害時応援協定を「一元管理」しているという自治体は回答の52%ほどであり、残りは「各担当部署で個別に管理している」という回答が多くを占めていた(31%)<sup>4)</sup>。一元的な管理が行われなければ、その自治体が災害時に受けることができる支援の全貌を把握することは困難である。支援の全貌を把握できなければ、自治体が取り組む災害対応業務や業務の継続について、戦略的、効率的に取り組むことは不可能である。

語弊を恐れずに言えば、自治体において災害時応援協定の締結が進んでいるとはいっても、その多くが「仏作って魂入れず」の状態にある。協定はあっても、実効性を確保する取り組みが行われなければ、協定は無用の長物である。災害時応援協定の一元管理と業務継続計画との関連付けのいち早い実現が待たれる。

- 9) 熊本市都市政策研究所・政策局復興総室：「平成28年熊本地震 熊本市震災記録誌」熊本市，2018。
- 10) 熊本日日新聞社編集局：「熊本地震 連鎖の衝撃」熊本日日新聞，2016。
- 11) 内閣府：「平成24年度版 防災白書」2016。
- 12) 財団法人 地方自治情報センター・慶應義塾大学 SFC 研究所：「東日本大震災における地方公共団体部門の被災時の取り組みと今後の対応のあり方に関する調査研究 報告書」2012  
<https://www.j-lis.go.jp/data/open/cnt/3/810/1/all.pdf>
- 13) 内閣府（防災担当）：「市町村のための人的応援の受入れに関する受援計画作成の手引き」2020  
[http://www.bousai.go.jp/taisaku/chihogyoumukeizoku/pdf/jyuen\\_guidelines.pdf](http://www.bousai.go.jp/taisaku/chihogyoumukeizoku/pdf/jyuen_guidelines.pdf)（最終確認日 2020年9月23日）
- 14) 内閣府（防災担当）：「大規模災害発生時における地方公共団体の業務継続の手引き」2016  
<http://www.bousai.go.jp/taisaku/chihogyoumukeizoku/pdf/H28tebiki.pdf>（最終確認日 2020年9月23日）
- 15) 消防庁：「地方公共団体における業務継続計画策定状況の調査結果（令和元年12月26日）」  
<https://www.fdma.go.jp/pressrelease/houdou/items/011226bcphoudou.pdf>（最終確認日 2020年9月23日）

〈参考文献〉

- 1) 中央防災会議：「防災基本計画」2020。
- 2) 消防庁国民保護・防災部：「地方防災行政の現況（付平成30年 災害年報）」p20, <https://www.fdma.go.jp/publication/bousai/items/genkyo30.pdf>（最終確認日 2020年9月23日）
- 3) 一般財団法人日本防火・危機管理促進協会：「巨大災害発生時の自治体間の連携強化施策に関する調査研究報告書」2016  
[http://www.boukakiki.or.jp/crisis\\_management/H27chousa\\_houkoku.pdf](http://www.boukakiki.or.jp/crisis_management/H27chousa_houkoku.pdf)（最終確認日 2020年9月23日）
- 4) 一般財団法人日本防火・危機管理促進協会：「地方自治体の災害対応業務における官民の連携方策に関する調査研究報告書」2015 [http://www.boukakiki.or.jp/crisis\\_management/H26chousa\\_houkoku.pdf](http://www.boukakiki.or.jp/crisis_management/H26chousa_houkoku.pdf)（最終確認日 2020年9月23日）
- 5) 内閣府（防災担当）：「市町村のための業務継続計画作成ガイド～業務継続に必須な6要素を核とした計画」2017。
- 6) 熊本県：「平成28年 熊本地震 熊本県はいかに動いたか（初動・応急対応編）」ぎょうせい，2018。
- 7) 益城町：「平成28年熊本地震 益城町による対応の検証報告書」p41, 2017 [https://www.town.mashiki.lg.jp/bousai/kiji0032410/3\\_2410\\_1633\\_up\\_j7cvpcog.pdf](https://www.town.mashiki.lg.jp/bousai/kiji0032410/3_2410_1633_up_j7cvpcog.pdf)（最終確認日 2020年9月23日）
- 8) 熊本日日新聞社：「熊本地震 あの時何が」熊本日日新聞，2018。

## 1. はじめに

災害は起こるべき場所で繰り返し発生している。地形・地質などの土地の性質が災害発生の素因になるためだ。地形、地質、防災など多くの専門家はそのことを知っており、住民への啓発も行ってきたはずだ。にもかかわらず、災害が発生するたびに「この場所でこんなことが起きるとは思わなかった」「50年住んでいて初めてです」といった判で押したような被災者のコメントが取り上げられ、行政や報道は「想定外」という言葉を安易に使う。

一方で週刊誌やワイドショーは災害が発生すると好んで災害地名を取り上げる。2014年の広島での土石流災害の際には被害が大きかった八木地区のかつての地名が「蛇落地悪谷」であったことなどが紹介されると、土石流のことを「蛇抜け」と呼ぶ地域が多いことも相まって、災害地名として注目を浴びた。そのいっぽう「蛇落地」はこの地に伝わる大蛇伝説に基づくもので、土石流と結びつけることについては否定的な見解もあった。

広島八木地区はこれまで繰り返し土石流に見舞われおり、起こるべき場所で災害が起きたことは事実である。こうした事実を多くの人に知ってもらううえで、地名に関心をもってもらうことが有効なアプローチのひとつであることは「蛇落地悪谷」が注目されたことにも示されている。本稿では、防災啓発における災害地名の有効性と、扱ううえでの難しさについても考えてみたい。

## 2. 地名の機能と合理性

地名は場所の情報を効率的に伝えるためのコミュニケーション手段であり、それゆえ命名には

伝え手・聞き手双方が共有しやすい合理性が求められる。そしてその合理性は時代とともに変化する。

狩りや採集で暮らしていた太古には、獲物を捕らえやすい場所や、魚の取れる川、実のなる樹木がある森などを仲間に教えるために、伝わりやすい場所の情報が必要だった。こうした場合、もっともわかりやすいのはその場所の自然環境的特徴をそのまま伝えることだ。例えば大きな岩があれば「大岩」、木が立っている場所なら「一本杉」や「三本松」、鋭く尖った山に「槍ヶ岳」や「剣岳」といった具合だ。この方法は仲間同士が共有しやすい点で合理性があり、最もオーソドックスな地名のつけ方といえるだろう。

ただしこうした自然発生的な地名の命名法は極めて主観的であり、時として齟齬を生む。たとえばA村に住む人が村の南にある野原を「南野」と呼んだとする。しかしこの野原の南側に位置するB村に住む人たちからすると「北野」の方が適切だろう。この場合、「南野」も「北野」も、自分たちのコミュニティの中では地名として共有できても、A村の人とB村の人がコミュニケーションする際には共通の固有地名にはなり得ない。人々の行動範囲が広がり、社会が大きくなれば、地名を共有するために何らかのルールが必要になる。

4世紀末に大和朝廷が成立して広域支配が始まり、大化の改新を経て律令制国家が成立すると、地名の役割も大きく変わる。中央集権体制の中で、土地を管理する必要が生じたためだ。そこで管理するうえで合理的な地名が生まれることになる。「〇条(條)」「〇里」「〇坪」「〇〇荘」などの条里制や荘園制度に伴う地名はその代表例である。

中世以降の武家社会では城下町が発達し、領主

\*地理空間情報ライター／GIS NEXT 副編集長



である大名は城下における領民の管理のための町割りを行い、地名を整理した。「大工町」「呉服町」「鍛冶町」などの職人町や、「大手町（追手町）」「丸の内」「二の丸」「寺町」「番町」「上屋敷町」「下屋敷町」「鉄砲町」など、画一的ながらも街の機能がそのまま地名となっていた

暮らしの中から自然発生的に生じた地名は元来ローカルな性格が強いのに対して、「管理のための地名」は、社会的必要性の中から生じたものであり、自然発生的な伝承地名に比べると、ある程度大局的な規則性をもって整理されている。現在私たちが使用している「住所」という制度も、管理のための合理的な地名である。

### 3. 漢字と音

ところで、各地に伝わる地名の由来にはじつは嘘も多い。とくに観光地などでは、面白おかしい地名由来が喜ばれることもあり、「かつて源頼朝がここで〇〇をしたことに由来する地名」「弘法大師が諸国行脚の折にここで〇〇を唱えたことからつけられた地名」など、「バスガイド地名学」と呼ばれる伝説や民話に絡んだ地名由来が流布されがちであるが、多くは誤りである。こうした間違いの多くは、語呂合わせや通俗的な思い込みにとらわれることにより起こる。そこには字面の罫がある。

古くから口承された地名は、そもそも文字を持たない。なぜなら地名は大陸から漢字が伝わる以前から存在し、文字が使われるようになった以降も貴族を除けば識字率は低く、地名が口承されることはいわば当然のなりゆきだった。

しかし口承されてきた地名も、後に漢字がふられることになる。平安時代に律令制の下で延期式といわれる格式が導入されると、それまでバラバラだった地名が、中国風の漢字二字の好字に改訂して固定化されたのだ。その際にさまざまな当て字が使用されたことで、本来の地名の意味と異なる漢字表記が生まれることになった。地名由来に関するさまざまな齟齬の原因はここに遡る。

たとえば大阪の梅田は字面的には「梅」に関係がありそうだが、実際には淀川河口の湿地帯を埋め立てて開拓したことに因み、漢字をあてるなら本来「埋め」が正しい。

当て字は縁起のいい字があてられるのが常で、動物であれば鶴や亀が代表例だが、古語ではツルは「水流」、カメは「嚙メ」で、浸水や侵食、崩壊を示唆する例が多い。大阪府柏原市の「亀の瀬地すべり」や、2004年の新潟県中越地震の際に土砂災

害が相次いだ当時の山古志村（現長岡市）で、大規模な地すべりを生じた「虫亀」集落などがこの例に該当する。「カメ」は「カマ」「カミ」などに転訛するケースもあり、「釜石」「釜谷」など津波被害を受けた三陸地方に多く分布しているほか、「釜沢」は山間地でよく見られる地名だ。

地形を表現する古語は各地にあるが、ローカルなものも多い。崖を表す地名として「ママ」「カケ」「ハケ」「ホキ」「ビヤク」「ヘツリ」などが挙げられるが、「ママ」は関東では千葉県市川市の「真間」や栃木県小山市の「間々田」、群馬県みどり市の「大間々」など多く見られるのに対して、西日本ではほとんど確認できない<sup>1)</sup>。また「ママ」→「マ」「マメ」「モモ」のように転訛してわかりにくくなっているケースもある。

植物では桜が「割ク（あるいは狭ク）」+「剝（クラ）」、栗が「剝り」または「抉り」の転訛、柿は「欠キ」で水害や崩壊を表すケースが多い（「栗橋」「大垣」など）。色を表すと思われがちな「アカ」は、古語では水を意味しているほか、「青木」（アオキ・オーギ）も扇状地などの土砂堆積値を意味する。

このように、古い口承地名はあてられた漢字で意味を考えるのではなく、音を聞き、古語で解釈することも必要になる。

### 4. 人の領域と稲の領域

管理のためにつけられた地名にも土地の性質を知る手がかりは残されている。「〇〇新田」といった開拓地名がその一つだ。江戸時代には各地で城下町が整備されて都市部の人口が急増、これに伴い食料が不足することになり、コメの増産が急務となったことで新田開発が進められる。

新田開発は水利を考慮しなければならないため、湖沼や干潟を埋め立てたり干拓したりする形で行われた。旧河道や後背湿地など河川の氾濫がつくりあげた土地もこぞって利用された。こうした場所は人が住むには不向きでも、水田には適しており、洪水の際には遊水地としての役割も果たすことになる。かつての治水はこうした遊水地を活かす形で、霞堤や部分的な堤防のみで行われていた。明治時代の迅速測図などを見ると、集落がある場所や、集落を繋ぐ街道が走る場所などは台地や自然堤防上に位置しており、その周りの後背湿地や旧河道には一面に水田が広がっていることがわかる。「人の領域」と「稲の領域」が明瞭に分かれていたのだ（図1）。

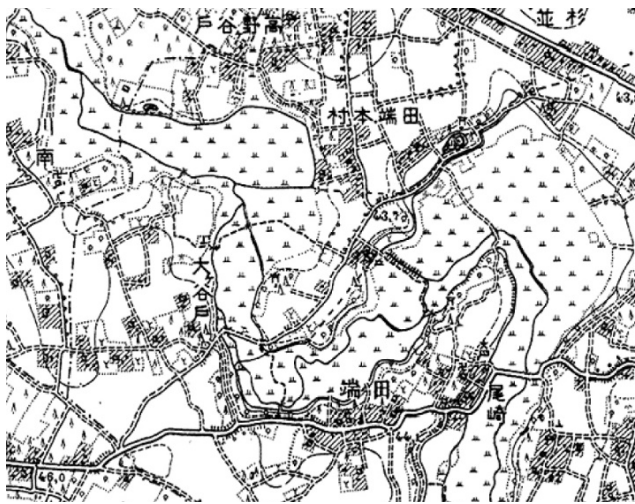


図1 明治期の杉並周辺。人の領域と稲の領域が明確に分かれている。地名も土地の「様」を表すようなかつての小字名が並ぶ（明治42年測図2万分1地形図「中野」より）

しかし戦後になると都市への人口集中が顕著になり、住宅の不足から「稲の領域」であった低湿地も宅地化されるようになる。しかし「稲の領域」は河川が氾濫した際に真っ先に水につかる場所でもある。元来住宅地に向かない土地であることに加え、土地の履歴を知らない新しい居住者が移り住むため、いざ被災すると「こんな災害に遭うとは思わなかった」という話になってしまう。

「〇〇新田」以外でも、「〇田」といったような水田に関連する地名は全国に分布する。こうした地名は管理のための地名であっても、意味合いとしては低湿地であることを示していると考えていい。「沼」「潟」「池」「洲」「泥」「川（河）」なども同様だ。また、「谷」「沢」「窪（久保）」などは文字通りの谷地形を表す地名で、周囲より低い土地であるケースが多く、豪雨時には水が集まりやすい。その代表例として取り上げられることが多い渋谷は、渋谷川と宇田川が合流する谷に位置している。

「落合」「出合」などの「合」、あるいは「川又」「二俣」などの「又（俣）」は谷や河川の合流部に位置することが多く、洪水時にはボトルネックになることで氾濫が起りやすい。東京都新宿区の落合は神田川と妙正寺川の合流点に位置しており、かつては大雨のたびに水が出る場所だった（現在は合流部が下流に移されている）。「合」「又（俣）」地名は山間部や谷口にも多く分布しているが、総じて土石流が集まりやすい場所である。こうした「稲の領域」も現在では宅地が進んでいる。

## 5. イメージ地名への注意喚起

2011年の東日本大震災では、多くの場所で液状化の被害が見られた。特筆すべきは、液状化被害を受けた場所に「日の出」という地名が3か所もあったことだ。浦安市日の出、船橋市日の出は東京湾岸沿いの埋立地、もう1ヶ所の茨城県潮来市日の出はかつて外浪逆浦と呼ばれた霞ヶ浦の一部を埋め立てて造成された住宅地だった。

もちろん「日の出」という地名が液状化しやすいという単純な話ではない。液状化のリスクがある埋立地に「日の出」のような縁起のいい地名をつける傾向があるということだ。浦安市で液状化した地区には他にも「明海」「美浜」「海楽」といった響きのいい地名が並ぶ。また関東学院大学の若松加寿江教授によれば、「緑」がつく地名は過去に地震による液状化や滑りによる地盤災害が多数発生しているという<sup>2)</sup>。「緑」もまた響きの良さから新しい土地につけられがちな地名である。

こうした響きのいい「イメージ地名」は埋立地ばかりでなく、「〇〇が丘」「〇〇台」など大規模な宅地造成地でも多く見られる。こうした地名は街づくりや分譲地を多くの人に買ってもらうためのブランディングの一環として盛んに行われており、商業的な合理性に基づいているといっている。

これらのイメージ地名は小字名など本来そこにあった地名を上書きしてしまうため、かつて災害に関連する地名があったとしても、それが覆い隠されてしまうことになる。あまつさえ丘陵地を造成したような大規模住宅地には、谷埋めや腹付けなど、地すべりのリスクがある盛土が潜んでいる。2011年の東日本大震災で仙台市郊外の大規模住宅地で地すべり被害が多数発生しているが、被害があった場所は「緑ヶ丘」「松が丘」「若葉町」「双葉ヶ丘」「桜ヶ丘」「旭が丘」「南光台」など、イメージ地名がつけられていた。中には1978年の宮城県沖地震でも同様の被害に見舞われた地域もあり、被害が発生したことは決して偶然ではない。いわゆる災害地名とは趣旨が異なるが、イメージ地名にも十分な注意喚起が必要であるといえる。

## 6. 災害地名を扱ううえでの問題点

災害と地名を結びつける際にはいくつか注意すべき点がある。ひとつは地名の命名時期だ。

地名は合理的に命名されるため、古くは地形的な特徴で命名されていた地名が、中央集権体制下で管理のための地名に変わっていくのはこれまで述べたとおりだ。つまり、災害地名を考える際に

は古くから口承されてきた地名なのか、あるいは管理のためにつけられた地名なのかを判断する必要がある。古い口承地名は漢字で意味よりも音が重要だが、それは新しい地名には該当せず、むしろ漢字に意味を込めている例が多い。また合併等に伴い地名が合成されるケース（谷津+久々田+鷺沼=津田沼など）もあるので注意したい。

二つめは地名対象の広域化だ。たとえば杉並区には「荻窪」や「阿佐谷」、「天沼」など、水害リスクが高い低湿地を意味する地名が多い。そこだけを抑えれば、「阿佐谷は谷地だから浸水に注意」ということになるのだが、住居表示されている現在の北阿佐谷・南阿佐谷は、地名の由来となった桃園川の谷地だけでなく、台地の上までも含む広い範囲を示す。住所が阿佐谷だったとしても、イコール水害リスクがあるということにはならない。

逆のケースが目黒区の自由が丘だ。自由が丘の地名は台地上にある「自由が丘学園」に由来するが、現在の住居表示では自由が丘は九品仏川の谷の部分を含む範囲となっている。自由が丘の駅や商店街は谷地に立地しており、「地名は『丘』なのに地形は『谷』」という齟齬が生じている。

こうした例に見られるように、地名の由来は点を示していても、現在の適用範囲が面的な広がりをもつというケースは多い。

そしてもうひとつは、本来あったはずの災害地名が上書きされてしまっているケースが多い点だ。

## 7. 古い地名を掘り起こす

平安時代からの荘園制は徐々に変化し、中世になると惣村と呼ばれる地縁的組織を形成するようになり、その後惣村は「村」となり、江戸時代には全国に6万の村があったとされる。明治期に入り、1889年の市制・町村制の実施以降は統合が進み、それまでの村は「字」に形を変える。うち旧村の単位を継承したのが「大字」であり、大字の中のさらに小さな生活単位として「小字」が残った。小字名には古くからの口承地名が数多く残っていた。

さらに1962年に住居表示に関する法律が制定されると、それまで特定の場所や狭い範囲を示してははずの地名が、「面的なエリアを総称する」ものになっていく。都市部では「町名+街区符号+住居番号」という形で住所が整理され、わかりやすくなった半面、小字は行政地名としての合理性を失い、廃止が進んだ。こうして土地の「様」を表していた地名は上書きを余儀なくされた。

しかし小字は住所としての役目は果たさなくと

も、小さな地域コミュニティの中では通称名として機能していることも多い。たとえば小学校や公民館、公会堂といった、地区ごとに設置されている公共施設などの名称は、今でも小字名などの旧地名を採用しているケースがある。

東京都北区に「袋小学校」という小学校がある。住所でいうと「赤羽北2丁目」であり、なぜ「袋」という疑問に当たる。じつはこの辺りは1964年まで「袋町」、1889年までは「袋村」だった。住所表示の実施で「赤羽北」に変わったのだが、小学校は旧地名である「袋」のまま残っている。ちなみに「袋（フクロ）」は河川が蛇行して水がたまりやすい地形を表す地名で、実際に新河岸川（河川改修前の荒川）が大きく蛇行する場所に位置している。

公共施設ばかりではない。東京都世田谷区に1308創建の「駒留八幡社」という神社があり、周辺地域はこの神社にちなんで「駒留」と呼ばれている。現在の住所では「上馬」となっているが、交差点名やバス停も「駒留」を名乗っている。「駒留」の「コマ」は込み入った谷地や低湿地を表す地名で、実際に台地に刻まれた浅い谷に位置している。

学校も含めた公共施設名、バス停名、交差点名、さらに病院名や商店名からマンション・アパート名などは、旧小字名を探す際のヒントになる。

## 8. おわりに

地名にはその機能を果たすための合理性が必要である。小字などの古い地名が失われたのは、社会の変化によって合理性を失ったからに他ならない。しかし、地名にはさまざまな情報も含まれている。古い地名を掘り起こすことも含め、その中から地形や土地の「様」に関する情報を災害地名として活用するのは、防災面での合理性がある。

いっぽうで前述のような難しさも伴うため、地名の解釈は慎重に行うことが求められる。防災の専門家の皆様には、その地名がいつ命名された地名なのか、当て字が使われていないか、本来どの範囲を対象としているのかなどを吟味したうえで適切に利用していただくことが望ましい。

### 〈参考文献〉

- 1) 早稲田大学：WASEDA ONLINE【文化・教育】関連 オピニオン「地名が伝えるメッセージ」  
[https://yab.yomiuri.co.jp/adv/wol/opinion/culture\\_141020.html](https://yab.yomiuri.co.jp/adv/wol/opinion/culture_141020.html) (2020年9月15日現在)
- 2) 島崎邦彦, 今村文彦, 和田章, 若松加寿江, 川島一彦:「座談会:東日本大震災を考える」,「日本地震工学会誌」, No15, pp.2-19, 2011.10
- 3) 遠藤宏之:「地名は災害を警告する」, 技術評論社, 2013

**K**ey Word 航空レーザ測量, LiDAR, DEM, 3次元点群データ, オリジナルデータ,  
グラウンドデータ, グリッドデータ

### 1. はじめに

地質調査において、調査計画の立案や、地質構造の推定のための地形判読は、かつては、航空写真測量により作成された等高線による図読や、航空機から撮影された写真を用いた空中写真判読が主流であった。

近年、航空写真測量とはデータ収集原理や解析手法がまったく異なる航空レーザ測量が登場し、デジタル化された高精度・高空間解像度の3次元地形情報の取得が可能となった。

3次元地形情報は、微地形表現図の作成など、GISなどのソフトウェア上で様々な地形解析に利用することができる。

本基礎技術講座では、地質技術者が航空レーザ測量を活用するための知識として、計測原理、特徴や取得されるデータの特徴について説明する。

本講座が、地質調査において、航空レーザ測量成果を活用するきっかけとなれば幸いである。

### 2. 航空レーザ測量に関する規定など

公共測量で実施する航空レーザ測量方法などは、国土交通省公共測量作業規程などに定められている。なお、公共測量とは、測量に要する費用の全部、または一部を国・公共団体が負担・補助して実施する測量<sup>1)</sup>をいい、国土交通省公共測量作業規程とは、測量法第33条の規定に基づき、国土交通省が測量計画機関となり実施する公共測量の方法などを定めたものである。

最新のものは、作業規程の準則（平成20年国土交通省告示第413号、令和2年3月31日一部改正）の第3編地形測量及び写真測量に「第10章 航空

レーザ測量」として記載されている。作業規程の準則は、国土地理院のホームページからダウンロードすることができる。

### 3. 航空レーザ測量の概要

航空レーザ測量とは、航空機に搭載したレーザ測距装置から地上にレーザ光を照射・スキャンし、地上から反射するレーザ光との時間差より得られる地上までの距離と、GNSS受信機、IMU（慣性計測装置）から得られる航空機の位置情報より、地上の標高や地形の形状を調べる測量方法である（図-1参照）。

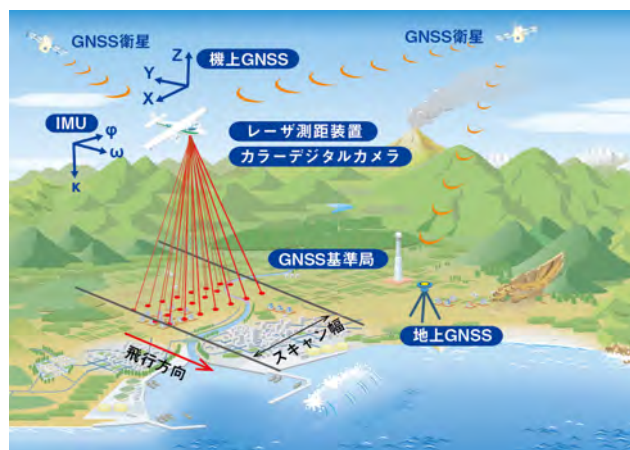


図-1 航空レーザ測量の計測イメージ

航空レーザ測量の成果は、不規則に配置されたx,y,zの3次元点群データ（4.2 オリジナルデータ、4.5 グラウンドデータ参照）、格子状に配置された数値標高モデル（DEM）（4.6 グリッドデータ参照）などである。

\* アジア航測株式会社 執行役員



写真-1 固定翼・回転翼計測機



左：計測機材機内搭載状況

右上：航空機胴体底面

右下：レーザ照射部・カメラ

写真-2 計測機材固定翼航空機搭載状況

### 3.1 レーザ測距装置

レーザ測距装置は、主に近赤外線レーザ光線を照射し、地上で反射する反射光（パルス）をレシーバーで受光する。レーザ光の往復時間により、レーザ発射位置から光線の到達した地上照射点との距離を測定するものである。レーザ光線は、飛行方向に対し横方向にスキャンさせて照射するため、「レーザスキャナ（LiDAR：Light Detection and Ranging）」とも呼ばれる。なお、航空レーザ測距装置には、航空デジタルカメラが搭載されており、主に地表の状態を把握する目的で、レーザシステムと連動してデジタル空中写真を撮影する。

スキャン幅は、航空機の対地高度とレーザ光の発射角度で決まり、対地高度1,500mでスキャン角度が左右の合計40度で計測する場合、地上を幅約1,000mで一度に測ることができる。

### 3.2 GNSS 受信機と IMU（慣性計測装置）

GNSS（Global Navigation Satellite System）受信機は、航空機の位置（ $x, y, z$ ）を知るための装置である。地上の固定局と航空機で同時にGPS衛星などの測位電波を受信し、航空機（センサ）の位置、航跡を算出する。

IMU（慣性計測装置）は、いわゆるジャイロを改良したもので、航空機の姿勢（ローリング、ピッチング、ヘディングの傾き）や加速度を測る装置であ

る。GNSSで算出した位置、航跡とIMUによる姿勢情報を総合補完して、精密な航跡、姿勢データを求める。

レーザ測距装置で測定されたセンサから地上対象物までの距離と、GNSSとIMUで求めたセンサの位置・姿勢から3次元座標データを算出する。

### 3.3 調整用基準点設置

精度検証を目的として、地上に調整用基準点を設置し、GNSS測量を実施する。調整用基準点は、広く平坦な場所（例：グラウンド、空き地、道路、公園、平坦な屋上など）で、樹木や歩道の段差などの障害物がない場所に設置する。

### 3.4 航空レーザ測量の標高精度

算出された座標データの標高精度は、遮蔽物の無い平坦な個所において、真値較差標準偏差は0.1 m～0.15 m以内程度である。<sup>4)</sup>

### 3.5 計測密度

計測密度は、一般的に計画する数値標高モデル（DEM）の格子間隔、公共測量作業規程、1点/ $m^2$ 、4点/ $m^2$ などの個々の業務仕様やデータの使用目的を考慮して設定する。

計測密度は、使用する機器の性能と設定、航空機の飛行高度、速度などによって変わってくる。計測密度に大きく影響を及ぼす機材性能は、パルスレート（レーザの発射回数）であり、kHzで表現される。たとえば500kHzの機器では、1秒間に50万発のレーザパルスが発射される。現在、最大2,000kHz、200万発の機材がある。レーザの照射密度は、対地高度が低下し、飛行速度が遅くなるほど高くなる。

計測計画は、対象エリアの標高差を考慮して、使用する機器のパルスレート、スキャンレート（スキャン頻度）、スキャン角、計測高度などを設定する。標高差が大きいエリアを同一高度で計測した場合、場所によって計測密度が大きく異なるため、注意が必要である。

なお、地上には、建物などの人工構造物が分布している場合、植生や森林の繁茂の状況によっては地盤までレーザが到達しない場合がある。地盤高の取得密度は、計測密度とは異なる。

### 3.6 計測コース数

レーザ測距装置のスキャン幅は、スキャン角と航空機の対地高度で規定され、スキャン幅を超える広域の領域を計測したい場合には、複数の飛行コースを設定する。単コースの場合、飛行方向に対して直

角な方向のスキャン幅 ( $Ws$ ) は次式で求めることができる。

$$Ws = 2H \tan(\theta_s)$$

ただし、 $H$ ：航空機の対地高度 (m)

$\theta_s$ ：スキャン角 (片側最大角)

上記スキャン幅とコース間重複度を考慮して、コース配置とコース数を設定する。公共測量作業規程では、飛行コース間重複度は、30% を標準としている。



図-2 スキャン幅とコース配置

### 3.7 固定翼機と回転翼機の違い

一般に、固定翼機は回転翼機と比較して滞空時間が長く、飛行速度が速いことから、遠隔地への迅速な移動、広範囲の計測に適している。計測時、原則として、等速かつ直線上を水平飛行する。

一方、回転翼機は、固定翼機と比較して、滞空時間が短い、低速度かつ低対地高度、等対地高度での飛行が可能のため、作業効率は劣るが高密度計測に適する。

表-1 プラットフォームの比較

比較項目	固定翼	回転翼
飛行速度	110~150kt	20~90kt
飛行特性	姿勢安定性、直進性が良い	機動性が高い(速度・高度の制御が容易)
高度変化	基本的に水平飛行	山地などの地形に沿った飛行が可能
航続時間	長い(5~6時間):航続距離が長く、航空拠点から遠隔地でも容易に到達し、計測が可能	短い(2~3時間):長距離空輸に時間がかかる。現地ヘリポートが必要な場合がある。
搭載方法	センサ部は機内に搭載し、直下中心に左右にスキャンすることが多い	センサ部を直下だけでなく傾けて設置可能

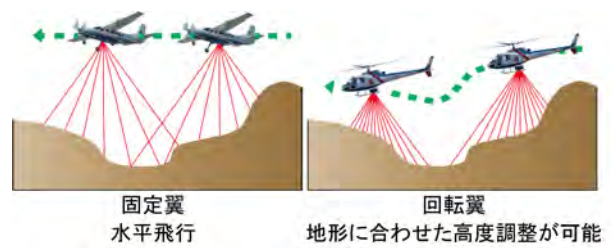


図-3 飛行時の高度変化イメージ

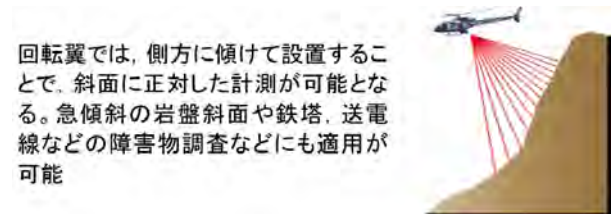


図-4 センサを傾けて搭載・計測イメージ

## 4. 航空レーザ測量で得られるデータ

図-5 に一般的な航空レーザデータの処理フローを示す。

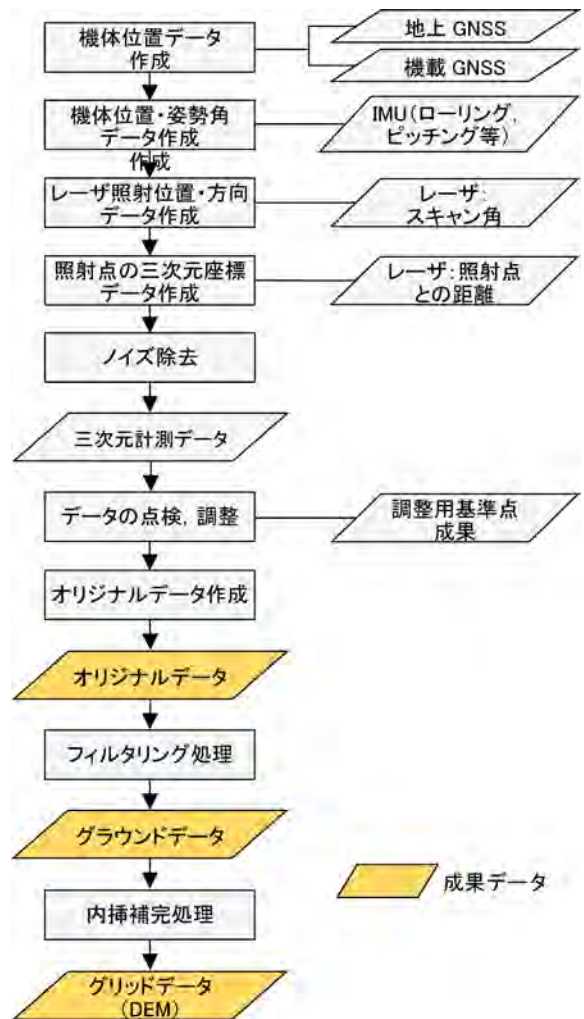


図-5 航空レーザデータの処理フロー

航空レーザー測量は、計測データから精度調整を施した不規則に配置された3次元点群(x,y,z)データ(オリジナルデータ, グラウンドデータ)作成を経て、格子状に配置されたグリッドデータ(数値標高モデル(DEM))を作成する。

#### 4.1 三次元計測データ

GNSSデータ, IMUデータおよび地上GNSSデータ(国家電子基準点データ)を使用し、機体の位置と姿勢角データを算出する。さらに、レーザーの照射方向(スキャン角度), 照射点までの距離データから、照射点の三次元座標を算出、ノイズ除去を行い、三次元計測データを作成する。

作成したデータに対し、調整用基準点成果との比較検証, コース間標高値の点検, 欠測率の計算などの必要な点検, 調整を実施する。コース間標高値の点検は、コース間の重複部について比較する。欠測率の計算は、計画するグリッドデータの格子間隔を単位とし、三次元計測データの欠測の割合を算出する。

なお、三次元計測データは、中間データの位置づけであるため、通常、成果には含まれないものである。

#### 4.2 オリジナルデータ

三次元計測データから作成した、必要な点検・調整がすべて実施されたランダム点群データを「オリジナルデータ」と呼ぶ。汎用的なテキスト形式のデータとなるため、GISやCAD等の様々なソフトウェアで読み込み、利活用が可能である。なお、オリジナルデータには、地盤、樹冠、構造物など様々な地物から反射したものが混在しており、それぞれの点に、座標値のほか、反射パルスの種類に関する情報が付加、区分される(図-6参照)。

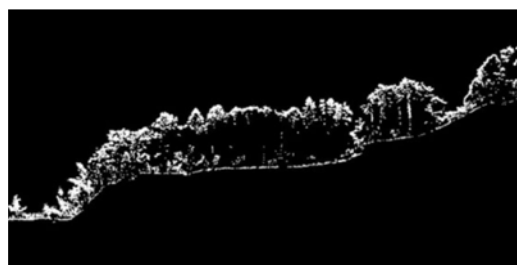


図-6 オリジナルデータの森林域断面表示

#### 4.3 反射パルスの種類

計測点のレーザースポットは、点ではなく円形であり、円の直径は計測高度が高くなるにつれて、大きくなる。このため、森林等においては、レー

ザ光は樹冠にあたって反射するだけでなく、色々なところで反射し最後に地表で反射する。このため、樹木などの最初に反射してくる光をファーストパルス、地表面で最後に反射するものをラストパルス、その間で反射するものをアザーパルス(中間パルス)といい、オリジナルデータ上で区分される。

なお、照葉樹のように葉が密に茂るところでは、レーザー光が地上にまで達しないことがあり、この場合は地面の高さのデータは得られない。地盤標高の取得は、植生の状況に大きく左右され、取得密度にむらが生じる。このため、計測地域の植生状況によって、計測時期を新芽のでのる前の春先や落葉期にするなどの配慮が必要である。

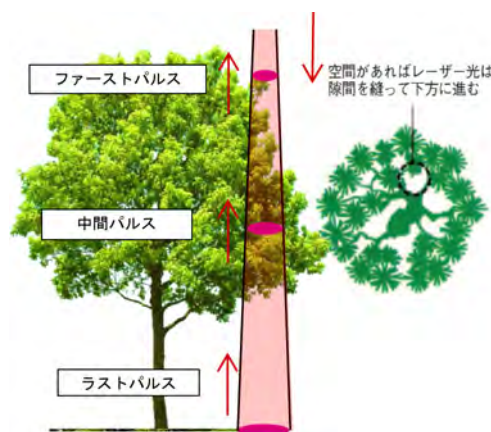


図-7 反射パルスの種類

#### 4.4 ウェーブフォーム (Waveform)

ウェーブフォームはレーザー計測データの波形記録方式あるいは波形データ解析処理のことを指しており、近年この機能を有する航空レーザーシステムが増えてきている。

従来からのシステムでは、反射パルスの種類として、ファーストパルス、ラストパルス、中間パルス等、システムによって決められたパルスを記録していた。ウェーブフォーム機能を有すると、ひとつのレーザー発射パルスから得られる反射光の波形を全て記録することができ、この連続する反射波形を解析処理することによって、理論上は無制限の反射位置すなわち3次元の計測点を得ることが可能となる。

レーザーの進行方向の分解能が従来よりも高く、中木や低木の樹冠、下層植生とその下にある地盤面、これら全ての高さを3次元計測点として計測できる。

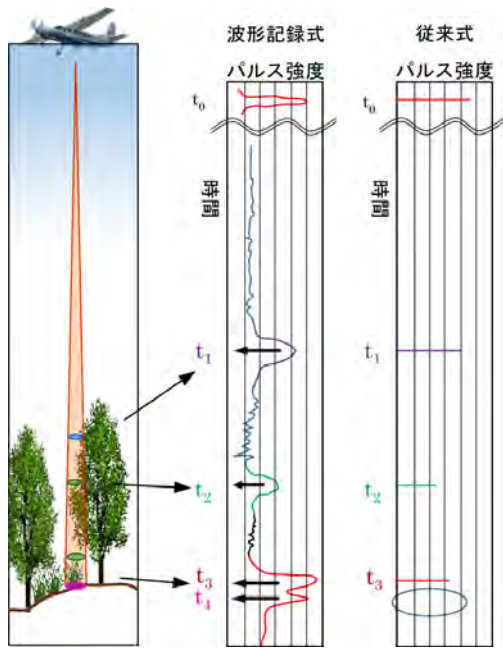


図-8 ウェーブフォーム

#### 4.5 グラウンドデータ

オリジナルデータから、植生、樹木や人工構造物等の点群を除去し、地盤の反射点群だけを抽出した地形データである。

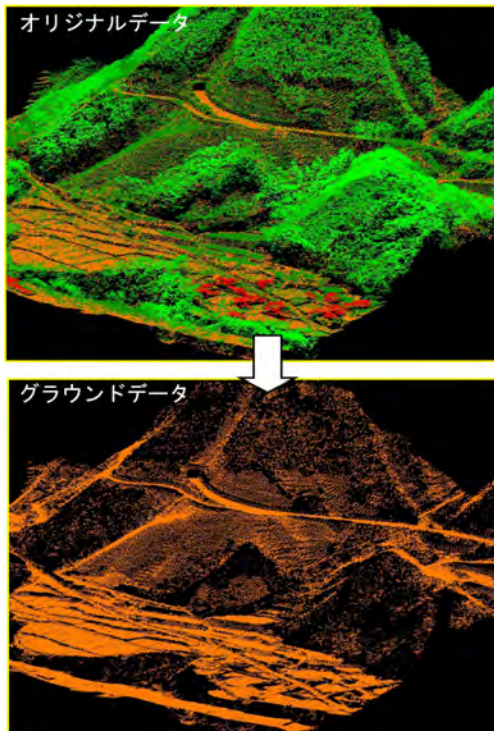


図-9 オリジナルデータとグラウンドデータの鳥瞰図

グラウンドデータの作成において、地表面以外の点を取り除く作業をフィルタリングという。フィルタリングには、プログラムで自動的に行う方法と、手動で行う方法がある。自動フィルタリング

では、植生など地表面以外のデータが残り、誤って地表面のデータを除去する場合がある。このため、最終的には人が手動でフィルタリングする。この際、オリジナルデータでは、地上の状況は判別できないため、計測と同時に撮影したデジタル写真、自動フィルタリング処理後データによる微地形表現図などを参考資料として用いる。

#### 4.6 グリッドデータ

一般的に数値標高モデル (DEM: Digital Elevation Model) と呼ばれ、地表面を等間隔の正方形に区切り、それぞれの正方形に中心点の標高値を持たせた地盤高データである。

グリッドデータは、DEM 以外に、建物や樹木を含んだ地球表面の高さのモデルである数値表層モデル (DSM: Digital Surface Model) があるが、本講座でのグリッドデータは、DEM を指している。なお、DSM は、オリジナルデータから作成することができる。

DEM の規格は、地上での格子間隔で表現される。公共測量作業規程における地図情報レベルと格子間隔の関係は、表-2 のとおりである。

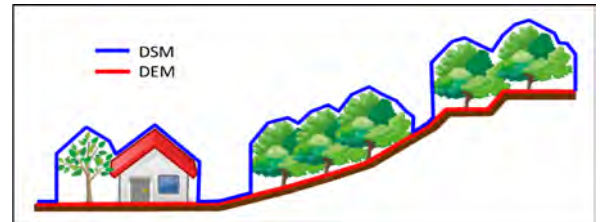


図-10 数値表層モデル (DSM) と数値標高モデル (DEM)

表-2 地図情報レベルと格子間隔  
(作業規程の準則 (平成 20 年国土交通省告示第 413 号、  
令和 2 年 3 月 31 日一部改正 第 417 条) から抜粋)

地図情報レベル	格子間隔
500	0.5m 以内
1000	1m 以内
2500	2m 以内
5000	5m 以内

DEM は、不規則なランダム点群であるグラウンドデータを、補間処理によって格子状の平面分布をもったデータに変換、作成する。

ランダム点群からグリッドデータを作成する処理を、内挿処理または補間処理という。代表的な手法は、TIN や最近隣法で、手法によって標高値が異なる。いずれの処理もランダム点群データか



ら、内挿処理によって任意間隔のグリッドデータを作成できる。

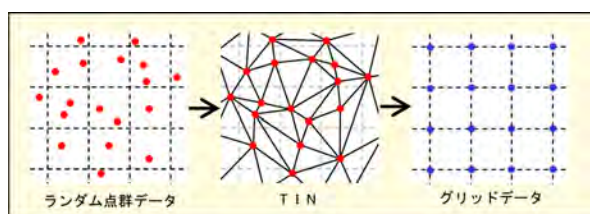


図-11 TINによるグリッドデータの作成

#### 4.7 航空レーザ用写真地図データ

計測と同時に撮影したデジタル空中写真画像に「正射投影」を施すことで、写真地図データ（簡易オルソフォト画像）を作成することができる。空中写真は、中心投影画像であり、写真の中心から離れるにしたがって像のずれが生じる。そのずれを、航空機に搭載したGNSS、IMU装置で得た外部標定要素と航空レーザ測量から得られた地形データから正射投影変換を行う。

簡易オルソフォト画像は、GISデータとの重ね合わせが可能であるため、容易に地表状況を確認することができるとともに、地形判読図等の調査成果図背景図としての利用や、3D立体画像作成に利用することができる。

なお、空中三角測量をしていない外部標定要素を用いて作成するため、一般に「簡易オルソフォト」と呼んでいる。

#### 4.8 反射強度データ

レーザ機器によっては、ウェブフォーム機能（4.4 ウェブフォーム参照）のように反射パルスの種類ではなく、反射強度によって記録できる機能を備えたものがある。

反射強度とは、レーザパルスが反射した際のエネルギーを数値化したものである。反射強度は、対象物や反射率の違いによって異なる。

反射強度データは、パルスデータのより詳細な解析が可能となり、レーザ反射強度画像の作成や森林分野における林相図作成などに活用されている。

### 5. おわりに

本稿では、航空レーザ測量の原理、データ処理、取得されるデータについて概説した。後編では、データの利活用方法を中心に説明する予定である。

近年、航空レーザ測量の一般化、普及とともに、成果について、業務の発注者からの借用、発注者

を介して他機関から借用できる場合が多くなった。一部の地域については、国土地理院のホームページから入手することも可能である。

公共測量における航空レーザ測量の実施情報については、国土地理院公共測量データベース（公共測量実施情報）<sup>6)</sup>で検索することができる。また、公益財団法人日本測量調査技術協会は、航空レーザ測量データポータルサイト<sup>7)</sup>において、民間会社の受託業務計測や自主計測の計測範囲を集約、公開している。参考にされたい。

本技術講座が、航空レーザ測量成果の活用が促進され、地形・地質解析の高度化につながることを期待する。

#### 〈参考文献〉

- 1) 国土交通省国土地理院：公共測量とは  
<https://www.gsi.go.jp/hokkaido/koukyou-koukyou-koukyou.htm>  
(2020年9月11日現在)
- 2) 国土交通省国土地理院：航空レーザ測量  
[https://www.gsi.go.jp/kankyochiri/Laser\\_index.html](https://www.gsi.go.jp/kankyochiri/Laser_index.html)  
(2020年9月11日現在)
- 3) 平成20年国土交通省告示第413号、令和2年3月31日一部改正：作業規程の準則
- 4) 公益財団法人 日本測量調査技術協会：「航空レーザ測量による災害対策事例集」, 2013年12月
- 5) 柴山和夫：「ジオインフォマティクス入門（長谷川 昌弘, 今村 遼平, 吉川 眞, 熊谷 樹一郎 編著）」, 理工図書株式会社, 2002年9月20日
- 6) 国土交通省国土地理院：公共測量実施情報  
[https://psgsv2.gsi.go.jp/kouhyou/Kouhyou\\_KoukyouSokuryou/Kensaku10.aspx](https://psgsv2.gsi.go.jp/kouhyou/Kouhyou_KoukyouSokuryou/Kensaku10.aspx)  
(2020年9月18日現在)
- 7) 公益財団法人日本測量調査技術協会：航空レーザ測量データポータルサイト  
<https://www.sokugikyo.or.jp/laser/>  
(2020年9月18日現在)

# 邑知地溝帯での調査ボーリング

はやし よしお  
林 義男\*

K  
ey Word

地質調査, 邑知地溝帯, 断層, スマートフォン

## 1. はじめに

私は、今から35年前の昭和60年(1985年)10月の入社以来35年間、この仕事(地質調査)に従事してきました。今振り返ると、入社時は現場作業助手から始まり機長(オペレーター)、管理技術者として従事して来ました。管理技術者としては、5年程度、ほとんどは機長として仕事をしてきました。ほぼ2年前、定年退職を迎え再雇用で働いています。業務は土質ボーリングがほとんどで、主に地元での業務を多くしています。

## 2. 調査概要

### (1) 調査目的

本調査は、公民館改築工事の一環として、対象地盤情報を得る目的として実施したものである。

### (2) 調査内容

調査ボーリング(孔径φ66mm)	2孔	計L=70m
別孔(孔径86mm)	3孔	計L=135m
標準貫入試験	2孔	計N=75回
サンプリング	1孔	計N=2回
孔内水平試験	2孔	計N=2回
室内土質試験		1式

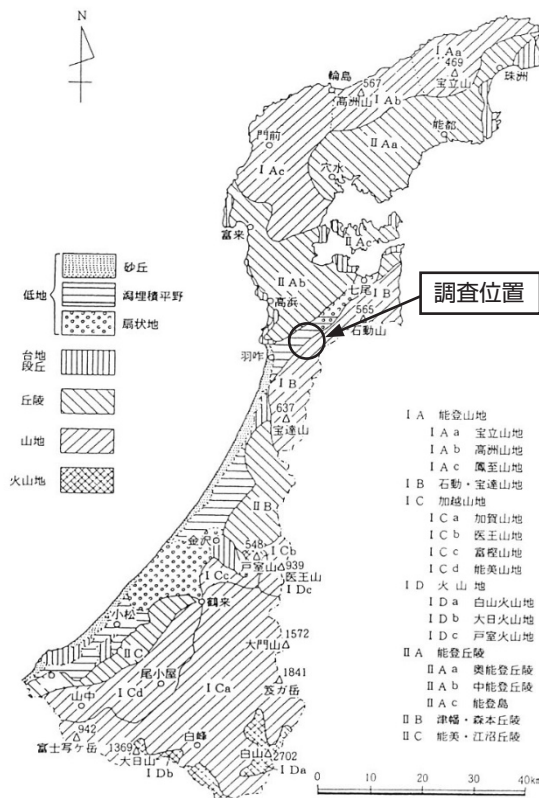


図 1-1 石川県地形区の概要

## 3. 地形・地質の概要(資料調査)

### (1) 地形

調査地は、地形的には図 1-1「石川県地形図概要」及び図 1-2「邑知地溝帯周辺の地形外観」に見るように「石動・宝達山地」縁辺部の「瀉理積平野」に位置する。この「石動・宝達山地」と「瀉理積平野」の境には石動断層が山地に沿う形で存在する。

\*北海技建株式会社 技術部

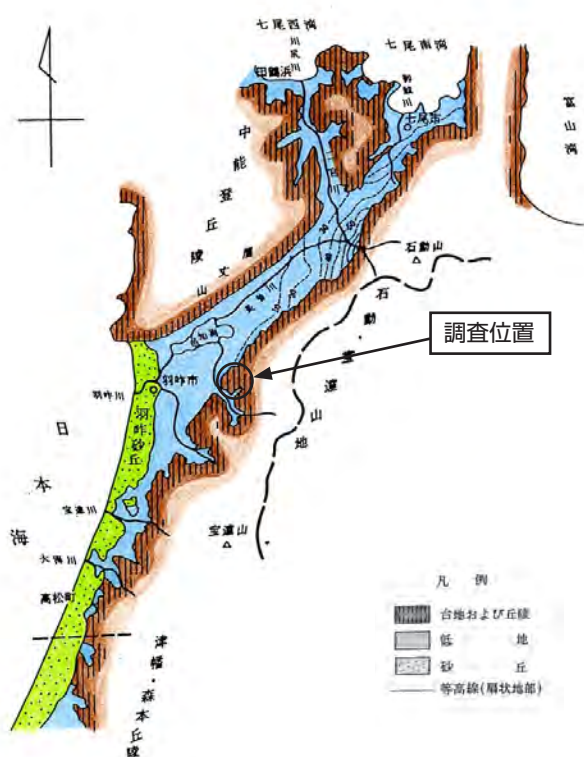


図 1-2 呂知地溝帯周辺の地形概観

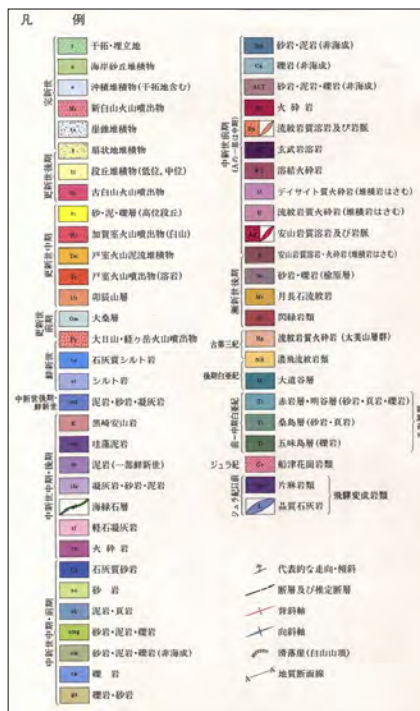
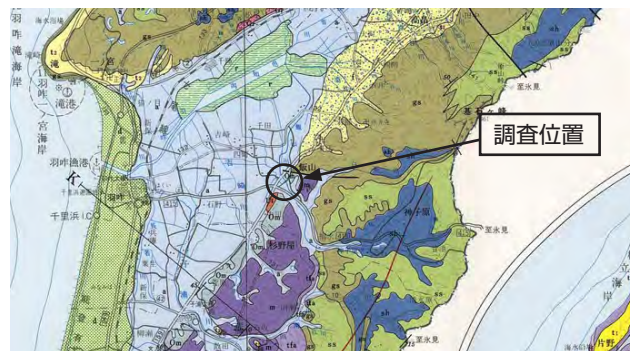


図 1-3 調査地周辺の地質図

## (2) 地質

調査地一帯の地質は、更新世（170 万年前から 1 万年前）前期の地形を反映し、地表部より次に示す地層が堆積していることが既存資料より推定される。

- 1 潟理積物 [a] 沖積地盤
- 2 大桑層 [Om] 洪積地盤

潟理積物は沖積低地（潟理積平野）の堆積物で、主に泥質堆積物からなる。その年代は概ね完新世（1 万年前から現在まで）である。

大桑層は第四紀更新世前期（165 万年前から約 80 万年前）に形成された地層で、厚さは最大約 200 m で、浅海で堆積した細粒・中砂の均質な砂層からなる。調査地点では、丘陵の縁辺部と平野の地下に分布する。

図 1-3 に「調査地周辺の地質図」に示す。

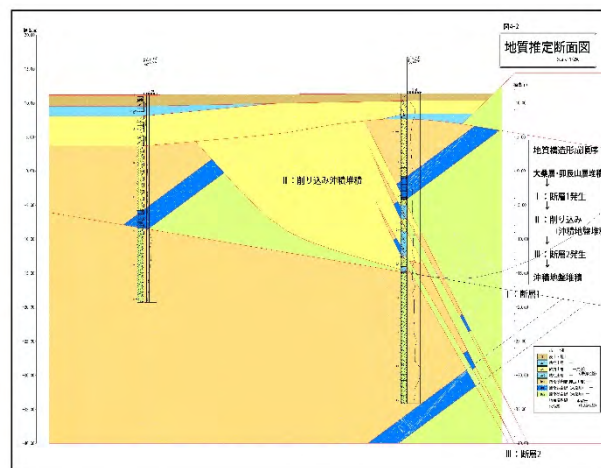


図 1-4 地質推定断面図イメージ

## 4. 調査結果及び考察

調査の詳細は省略し、あくまでも推定の断面図を図 1-4 に示す。

今回の調査ボーリング及び既存資料から、調査地には大桑層の半固結砂岩、半固結泥岩が分布していることが判明した。そして、調査ボーリング BV-1 孔で、半固結砂岩の間に、木片（植物繊維が残存す



写真 BV-1 標準貫入試験試料（深度 20m）の木片（写真中央）

る)を伴う未固結の砂層が見られた(右写真参照)これは、古い時代の地層の間に古い地層が挟在していることを示している。地質断面図を作成するうえで、この状況を解釈する必要があった。

調査地は石動山断層の北側に位置し、石動山断層は逆断層として考えられている(右参考資料参照)。調査ボーリングはこの断層の近傍で掘削したことになる。従って、この断層の影響で地層の反転が生じたと考えた。そして、地層の横ずれ断層、削り込みの要素を加えて、構築したものが、調査結果で示した地質推定断面イメージ図(図1-3)である。地質構造の形成順序として、以下の順番を考えた。

大桑層・卯辰山層の堆積→断層1発生→削り込み+沖積地盤の堆積→断層2発生→上部沖積地盤の堆積に基づいたものであり、詳細な地質状況を確認するには、追加調査(調査ボーリングBV-1で採取された木片の年代測定、トレンチ堀削、追加調査ボーリング等)が必要である。

### 5. 終わりに

この調査ボーリングは、平成28年度(2016年)に公民館の土質調査委託業務として実施されました。その後、役所と協議し、別の場所に再度調査ボーリングを行い、施設は、現在、和2年度(2020年)で、ふれあいインター・公民館・学童保育クラブなど複合施設とし活動しています。

### あとがき

私がこの業種(調査ボーリング)に、携わってから思うに通信機器の発達には、正直驚きです。若い頃は、現場に行くのに公衆電話が、どこにあるか確認してから現場に向かっていました。始めのころはポケベル、次にガラケーと呼ばれる携帯電話、6~7台位使いいました。今では、スマートフォン、ちなみに、現在、愛用しているのは(Apple社のiPhone Xs)写真及びデータは、パソコンに同期されます。なかなか操作は、難しいのですが、還暦を過ぎた私ですが、勉強し、若い人について行きたいと思います。

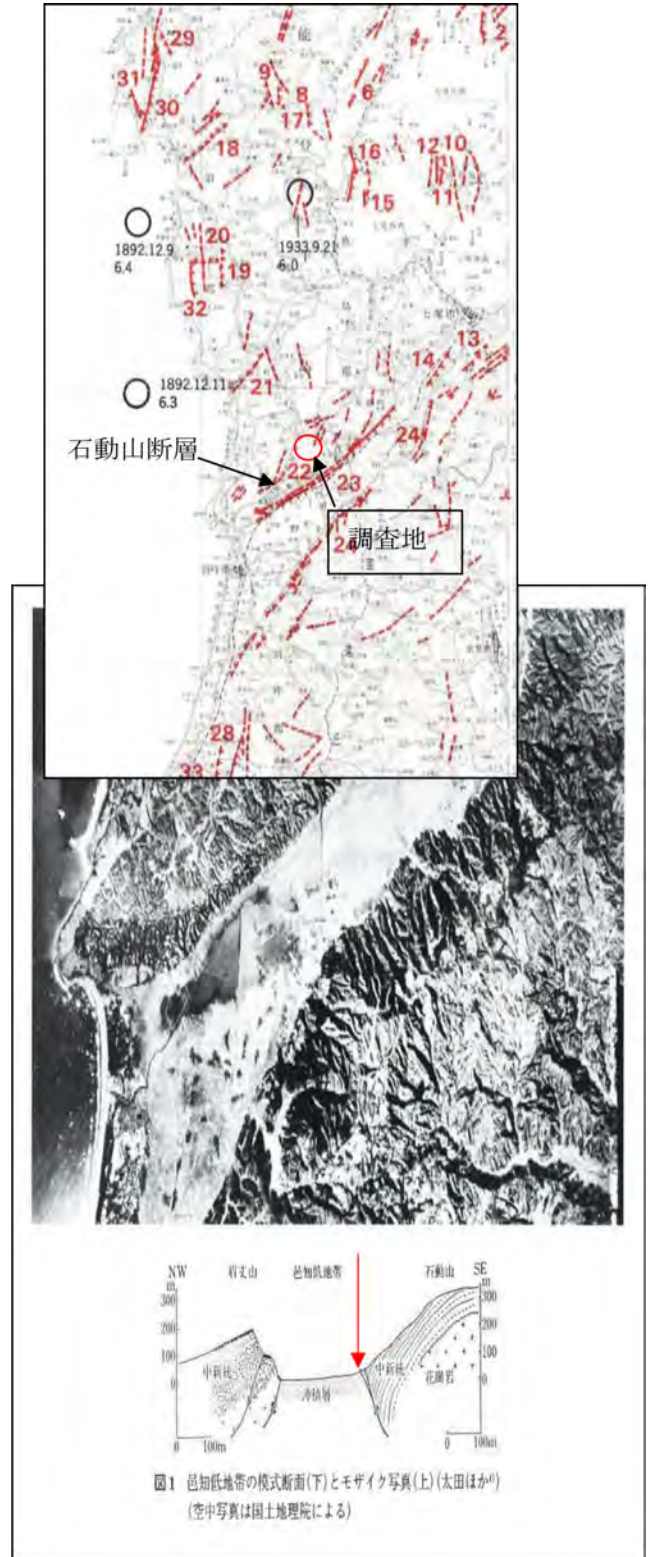


図1 邑知低地帯の模式断面(下)とモザイク写真(上)(太田ほか)  
(空中写真は国土地理院による)

参考資料 「[新編] 日本の活断層」(活断層研究会編)

### 〈参考文献〉

- 1) 石川県の環境地質 鮎野義夫編著 1977年 P4
- 2) 新盤・石川地質図 (鮎野義夫編図 1992)
- 3) 「[新編] 日本の活断層」(活断層研究会編)

# 大地の恵み

## 玉造温泉の近況と湧出機構

### 1. 玉造温泉の概要と近況

玉造温泉は、島根県松江市玉湯町にある温泉地であり、平安時代より三名泉（『枕草子』）とされ、規模、歴史ともに島根県随一であり、山陰を代表する温泉地の一つです。

20年ほど前までは、経済不況と時代のニーズ変化により、老舗旅館が倒産するなど衰退が顕著でしたが、地域団体の取り組みによりブランド化を進め、新たなまちづくりにより復活を遂げました。美肌の湯として全国の著名温泉地の中でも上位にランクする人気を有するまでになり、女性客を中心に支持を集めています。



玉造温泉街

近年では、環境省が主催する「2016年温泉総選挙」にて、玉造温泉が環境大臣賞、うる肌部門第1位を受賞しました。さらに翌年の2017年温泉総選挙においても、おもてなし特別賞を受賞するなど、優れた泉質をうまくPRし、温泉地としての新たな魅力化に成功しています。

強い意志と熱意をもって活動に組み込まれている地域団体のみなさまに改めて敬意を表します。

### 2. 玉造温泉の湧出機構と源泉

玉造温泉は、元々、現在温泉街が形成されている玉湯川の河床に自然湧出していたとされています。前述のとおり、古くは奈良時代から温泉として利用されていたようですが、現在は、ほとんどがボーリングによって得られた温泉水を利用しています。

玉造温泉の温泉水は、花崗岩または花崗閃緑岩中から湧出し、川合層砂岩礫岩中に滞留しています。現在、玉造温泉街には16本のボーリング源泉があり、これらは地下約20～120mの川合層砂岩礫岩に滞留している温泉水をくみ上げています。これらは、いずれも民間所有となっています。

泉質は、概ね、ナトリウム・カルシウム-硫酸塩・塩化物泉で、pH 7.0 - 8.3、温度は幅がありますが、ほとんどが40℃以上の高温泉で、最高で72℃に達するものがあります。

地下約20m～120mという比較的浅い深度に、高温の温泉が滞留している特徴的な地質構造こそが、この玉造温泉を温泉街として発展させた要因の一つと言えます。

### 3. 新たな開発の動き

平成2年、平成17年、松江市（旧玉湯町）によって温泉街の周辺エリアで1200mの大深度掘削が行われました。これらの源泉は、川合層砂岩に滞留する前の温泉水を既存源泉に影響を与えないと考えられる断裂から汲み上げることを狙ったものです。これらの源泉は松江市によって管理され、温泉街へ供給されています。

さらに、令和元年から2年にかけて、小規模地熱発電を目的とした大深度掘削が実施されています。発電後の熱水は温泉街へ供給される予定であり、温泉街への温泉供給を安定化させる第3の源泉としても期待されています。



玉造地熱開発



まちあるきのスポット

#### 4. 温泉を生かしたまちづくり

玉造温泉は、比較的浅い深度で高温の温泉が取得可能であったという地質特性、そして、温泉と温泉街を地域の貴重な資源として生かし、発展させようとした地元地域のみなさんの真摯な取り組み、さらには行政のサポートが相まって、現在の温泉街としての成功があるものと考えます。

現在の温泉街では、温泉の特徴を生かした様々な取り組みが行われています。美肌泉質を生かした商品開発、温泉街を回遊させるための仕掛け（街歩きスポットづくり）、温泉街への来訪者に向けたイベント、など観光地として賑わいを創出するための様々な努力があります。

これらの取り組みが成功するためには、「温泉」という大地の恵みがベースにあればこそであり、温泉なくしてその周りの取り組みは存在しません。

#### 5. おわりに

温泉は、利用されてこそ、その価値が明らかになります。大地の恵みである温泉をいかに活用し、世の中に、また人々の幸せに役立てていくのか、使う側の考え方が試されるということを改めて感じます。

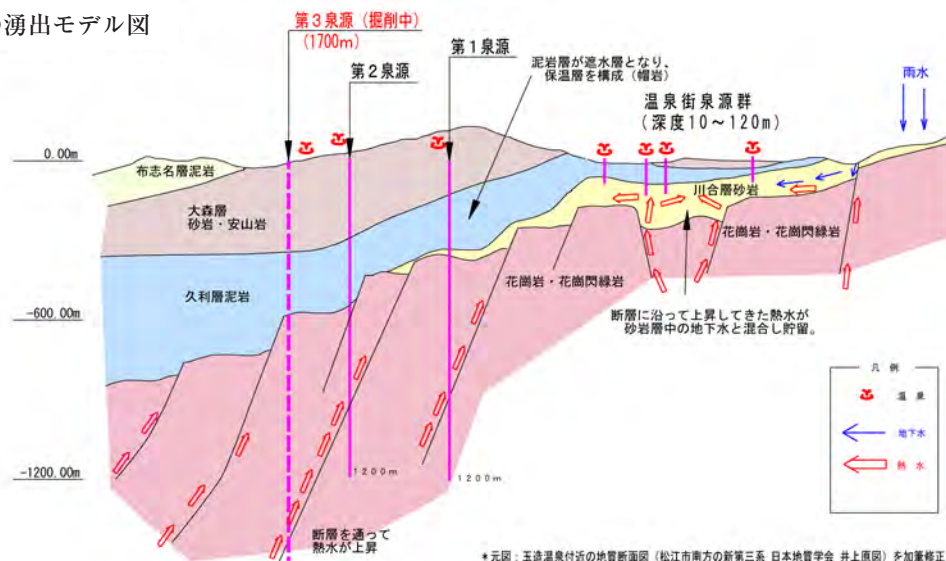
新型コロナウイルスの影響により、観光地としての玉造温泉も大きな影響を受けました。早期に事態が収束し、温泉街が元の賑わいを取り戻すことを願ってやみません。

[石倉 昭和：協和地建コンサルタント(株)]

#### 〈参考文献／出典〉

1. 地域地質研究報告 5万分の1地質図幅 岡山 (12) 第17号 松江地域の地質

玉造温泉の湧出モデル図



\*元図：玉造温泉付近の地質断面図（松江市南方の新第三系 日本地質学会 井上原図）を加筆修正

# 大地の恵み

## 吉野川の恵み

### 脇町「うだつの町並み」～阿波町「阿波の土柱」

#### 1. 徳島県の地形

徳島県は、四国の東部に位置している。西日本を貫く中央構造線が走り、この中央構造線に沿って一級河川である吉野川が東西に流れている。

吉野川を挟み、吉野川北岸で阿讃山脈が、吉野川南岸では四国山地が東西方向に連なり、山地が多く存在している。

#### 2. 四国4県を跨る大河 吉野川

吉野川は、「四国三郎」という異名を持ち、流域が四国4県4市33村に跨る四国一の大河である。

源流を高知県土佐郡の西北隅にそびえる瓶ヶ森(標高1,897m)から発し、四国山脈を沿って東流し、長岡郡大豊町にて方向を転じて北流し、四国山地の先行性横谷を刻みつつ横断して徳島県に入る。

四国山地を抜け出るところで銅山川や祖谷川と合流して水量を増し、溪谷から大河へと変貌する。その後、徳島県池田町に至り方向を転じて、中央構造線に沿って両岸に河岸段丘や扇状地、沖積平野を形成しながら流下していく。

#### 3. 河岸段丘と扇状地

河岸段丘が、阿波市阿波町から三好市池田町の上流に向け吉野川両岸に顕著に表れている。

河岸段丘というのは、川の岸に沿って階段状に並んだ地形のことをいう。最も高い河岸段丘から低い河岸段丘まで、高位段丘・中位段丘・低位段丘と三段階に分けることができる。高位段丘から古いものであり、周辺の土地が隆起し三段階に分けて段丘が形成されてきた。

脇町では、脇町の旧庁舎付近から西ノ久保・上野方向を望むと、住宅や小学校、寺などが三段に並んでいる様子が確認できる。

しかし、吉野川両岸では、南岸の方が、河岸段丘が発達しており、北岸では中央構造線が通って山から吉野川に向け合流する河川が堆積物を運び、扇状地を形成している。

次に吉野川両岸の地質的な観点を加えると、阿波町の土柱付近の北岸(図-2参照)では、和泉帯の和泉砂岩層を基岩層とし、その上に旧洪積層・新洪積層・扇状地の三層の段丘を発達させている。南岸では、三波川帯の結晶片岩を基岩層とし、その上に



図-1 吉野川流路図<sup>1)</sup>

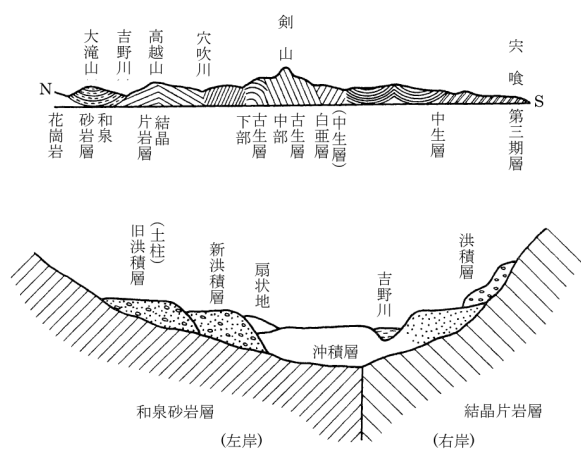


図-2 県内地質断面図、土柱付近地質断面模式図<sup>2)</sup>

洪積層・沖積層が河岸段丘を形成していることが分かる。

#### 4. 脇町と阿波町を繋ぐ「阿波の土柱」

脇町と阿波町は、吉野川北岸に位置する、隣接した市町村である。全国的に有名な阿波市阿波町の和泉帯の「阿波の土柱」は、私たちの住む美馬市脇町まで分布している。(写真-1 参照)

「阿波の土柱」は、土地が隆起し、雨水の浸食作用によって砂礫層が削られ、柱状に形成された世界的にも珍しい地形である。そのため阿波町では、土柱層が世界的に有名になり、多くの人が訪れる。約800年前に発見されその歴史は長く、土柱層の中でも場所によって名前があり、六獄と呼ばれる場所がある。その中で波濤獄と呼ばれる場所は、最も大きく、高さ10m前後の土柱が南北に約90m、東西に約50mの範囲に及び圧倒的な景観美を誇っている。徳島県の自然の中作られた土柱層の景観は、国の天然記念物に指定され、世界三大奇勝と称されている。

脇町から阿波町にかけて阿讃山脈では、洪積台地が形成されている。土柱層は、扇状地性土柱層と本流性土柱層の2層から構成されている。扇状地性土柱層は和泉層群を不整合に覆って厚く分布している層であり、本流性土柱層は、旧吉野川本流の河床・氾濫原堆積物であり段丘面では見られることはなく、隆起性扇状地と沖積低地との境にある浸食崖に露出するのみの層である。

脇町高校の裏の城山から馬木付近の扇状地性土柱層は、泥質の砂でよく締まっており、含まれる礫は、和泉層群の砂岩の大礫を主体として、まれに花崗岩礫や石英斑岩礫が混じることがある。



写真-1 阿波の土柱（波濤獄）

#### 5. 藍栄えた町、「うだつの町並み」

吉野川流域では、徳島県の生活の基盤に必要な農産物を中心に栄えてきた町が多い。吉野川流域の町々では、昔より洪水で氾濫し、被害が絶えず米作に向いていない環境であった。しかし、土壌は、藍作に適した環境で、洪水によって自然に流水客土され氾濫原に肥えた土が積み重なり、また、気候は温暖多雨で降霜も少なく適していた。そのため、その恩恵を受け脇町では藍作が栄えた。

加えて阿讃山脈より吉野川支川が吉野川本流に注ぎ、洪水した時には、氾濫して土砂を運び扇状地が大きく築かれた。吉野川の水運にも恵まれ、吉野川の水運を流通手段とした。そのため「川湊」として川舟で各地をつなぐ集積港として栄えた。

その名残として今なお脇町では「うだつ」が見ることができる。「うだつ」とは隣家との境界に作られた土づくりの防火壁のことで、これを作るには相当な費用を必要としたため、裕福な家しか作ることができなかった。すなわち「うだつ」は当時の繁栄を物語っている。現在では、「うだつの町並み」として親しまれ、昔懐かしい風景は観光名所となっている。

#### 6. 終わりに

吉野川に恵まれた地形と気候からできた阿波藍、商業の町として賑わった脇町の「うだつの町並み」、自然が作る芸術阿波町の「阿波の土柱」、徳島県の魅力に触れるため一度足を運んでみてはどうだろうか。

[岡 成葉：株式会社エス・ビー・シー]

##### 〈参考文献〉

- 1) 奥村 清 他3名(1998),『徳島 自然の歴史』
- 2) 脇町史編集委員会(1999),『脇町史 上巻』脇町.

- 岩崎正夫(1990),『徳島県地学図鑑』井端 好美, 徳島新聞社.
- 建設省四国地方整備局監修(1990),『四国の清流 ふるさとの川』(社) 四国建設弘済会.
- 徳島ペンクラブ(2010),『阿波藍を尋ねて』山下 博之, 徳島ペンクラブ.

##### 〈参考 Web サイト〉

- “阿波の土柱 国の天然記念物 - 【四国・徳島県】阿波市観光協会”, <https://www.awa-kankou.jp/odekake/awanodochu/>, (参照日: 2020-9-11).
- “阿波の土柱 - 徳島県観光情報サイト阿波ナビ”, <https://www.awanavi.jp/spot/20320.html>,
- “天下の奇勝「阿波の土柱」阿波市”, <https://www.city.awa.lg.jp/docs/2011033100078/>, (参照日: 2020-9-11)



# 各地の博物館巡り

千葉県千葉市

## 千葉県立中央博物館



博物館入口の外観

### はじめに

千葉県立中央博物館は平成元年（1989年）に開館しました。「房総の自然と人間」を常設展示の全体テーマとし、千葉県の自然と歴史について学べる総合博物館です。常設展示は、「房総の自然誌」、「房総の歴史」、「自然と人間のかかわり」の3つの主要な展示から構成され、「房総の自然誌」はさらに4つの展示室に分かれます。

本博物館では地学、動物、植物、生態、環境、歴史について、千葉県はもとより、国際的な視野にも立ち、調査研究、資料の収集・整理・保存活動を行い、情報集積・発信基地となるように努めています。これらの活動の成果は、展示、講座・観察会などの教育普及活動、研究発表などをおして広く紹介し、教養と文化の向上に寄与しています。

### 展示内容

本博物館の展示は、大きくは本館展示室と生態園に分けられます。ここでは、本館展示室の6つの展示室を紹介します。

#### ① 房総の地学

房総最古の地層の形成から現在までにいたる房総半島の大地のなりたちを、時代順に紹介しています。

#### ② 房総の生物

千葉県内の生物相とその特徴について解説し、まちなか～田園地帯～川～丘陵地といった、生息環境ごとに、そこにみられる生物とその生活を紹介しています。

#### ③ 海洋

千葉県をとりまく海の自然環境とそこに生活する多種多様な生物の姿を紹介しています。

#### ④ 生物の分類

千葉県にすむ生物を分類体系にしたがって展示しています。大きなクジラの骨も間近にご覧いただけます。

#### ⑤ 房総の歴史

旧石器時代から現代にいたる房総の歴史を、それぞれの時代ごとに政治・経済・文化を中心に展示しています。

#### ⑥ 自然と人間のかかわり

千葉県の農村と都市を比べながら、自然と人間のかかわりについて考えることをテーマとして、山・海と人のかかわりや都市化に伴う影響などについて展示しています。

このページでは、地学に関する展示室について紹介します。

#### ■ 房総の地学展示室

この展示室では、房総最古となる中生代三畳紀～ジュラ紀の地層の形成から、現在までにいたる房総半島の大地のなりたちについて、時代順に紹介しています。展示は、房総半島の各地の地質、房総の地形、房総の土壌の各コーナーから構成され、ナウマンゾウの骨格標本など多数の化石、岩石の実物標本によりくわしい展示をしています。また、露頭のはぎ取り標本が多いことが大きな特徴です。房総半島は、その多くが新生代新第三紀～第四紀更新世の若く軟らかい地層が多いためです。展示室入り口の斜交層理地層断面は、露頭が風化・浸食されることで生じた凸凹の具合や、粗粒砂岩と細粒砂岩が細かく積み重なる様子が見つぶさに観察できます。また、房総半島周辺の地震、潮汐・海流、気候・気象などを紹介するコーナーもあります。



写真-1 斜交層理地層断面。露頭の型取りとはぎ取りによる地層標本であり、細粒な砂岩が浸食され、粗粒な砂岩が浮き出る様子がつぶさに観察できます。



写真-2 ナウマンゾウの骨格標本。迫力満点の大きさ。



写真-3 古東京湾の貝層。貝層やローム層・砂泥互層などはぎとりによる地層標本が数多く並びます。

## ■ 房総の歴史展示室

旧石器時代から現代にいたる房総の歴史を、それぞれの時代ごとに政治・経済・文化を中心に展示しています。また、重要文化財である銚子市常灯寺の

木造薬師如来座像や松戸市万満寺の木造金剛力士立像など、各時代を象徴する文化財（複製）を配置しています。



写真-4 房総の歴史展示室では、房総の貴重な文化財について、歴史を追いながら見るすることができます。

## 一般情報

### ●住所・電話番号

千葉市中央区青葉町 955-2（青葉の森公園内）  
TEL：043-265-3111 FAX：043-266-2481  
ホームページ：<http://www2.chiba-muse.or.jp/NATURAL/>

### ●料金

一般：300円（240円）大学・高校生：150円（120円）  
中学生以下・65歳以上：無料  
※（ ）内は20名以上の団体料金

### ●休館日

毎週月曜日（祝日の場合は翌火曜日）、年末・年始

### ●開館時間

午前9時から午後4時30分（入館は午後4時まで）  
※9月2日現在、開館時間は10時となっています。

### ●アクセス

千葉駅（JR総武線）からバス約15分、徒歩7分  
蘇我駅（JR内房線）からバス約15分、徒歩7分  
京葉道路「松ヶ丘IC」から約5分



【(一社) 関東地質調査業協会 技術委員会 橋口 稔】

各地に残すべき

地形・地質

## 夕張市 石炭層の大露頭 (北海道)



図-1 位置図 地理院地図をカシミール 3D で表示

## 1. 24 尺大露頭炭

夕張市の「石炭の歴史村」(図-1) 石炭博物館のすぐ南側にあるのが、北海道 1974 年指定の天然記念物、「24 尺大露頭炭」です(写真-1)。古第三系石狩層群の一員である夕張層基底部の石炭層で、下位から 10 尺層 (3.0 m)・8 尺層 (2.4 m)・6 尺層 (1.8 m) の 3 層からなり、あわせて 24 尺層 (7.3 m) と呼ばれています<sup>1)</sup>(図-2)。地層は南東へゆるく傾斜しています。『北海道指定天然記念物』の標識柱が立っている付近では 6 尺層・8 尺層が観察できます(写真-2)が、10 尺層はその上部だけが見られます。露頭表面には保護剤が塗布されており、もちろんハンマーで叩くことはできません。露頭の右側に向かって下位層が次第に露出し 10 尺層の全体とその下位の幌加別層泥岩が観察できますが、かなりの部分が植生などで覆われています。



写真-1 24 尺大露頭炭の露頭

右に立っているのは“採炭救国坑夫の像”。その右が石炭博物館模擬坑道出口。2009 年 5 月撮影。  
中央左の矩形は写真-2のおおよその位置を示す。

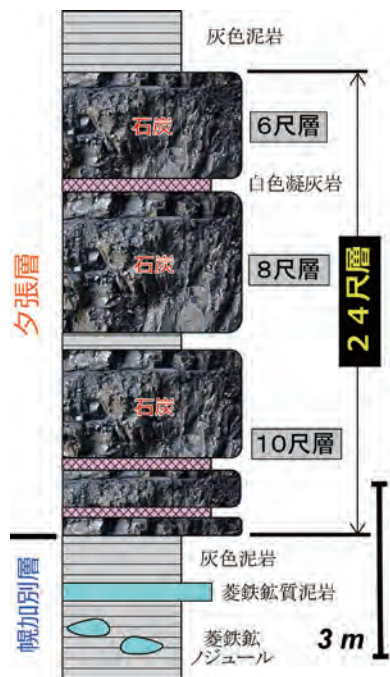


図-2 24尺大露頭炭の地層柱状図  
『空知の自然を歩く』<sup>2)</sup>を参考に作成。

この露頭は、有名な B. S. Lyman が 1876 年にこの地域を初めて調査した際の日本人助手の一人・坂市太郎によって 1888 年に発見されたものです。夕張を含む石狩炭田が広く開発される端緒になったもので、歴史的にも記念すべき露頭です。石炭の品質は粘結度の強い高カロリーの瀝青炭です。

## 2. 石炭層の形成とその背景

石炭は、過去の地質時代の植物が堆積して泥炭となり、それが地層中に埋没して圧密され、さらに温度上昇による熱化学反応の結果、酸素／炭素比と水素／炭素比が低下して形成されたものです。厚さ 1 m の石炭層が形成されるには、泥炭の厚さが約 3～9 m 必要という計算もあります<sup>3)</sup>。この計算からすると、合計 24 尺 (7.3 m) のこの露頭に見られる石炭層の原料になった泥炭の厚さは 21～65 m ということになります。莫大な量の植物が繁茂し堆積したことがわかるでしょう。この石炭層が堆積した時代 (古第三紀始新世：約 4,000 万年前) の非常に温暖な気候と高い二酸化炭素濃度も強く関係していると考えられます。

また、日本海が形成されたのは新第三紀中新世 (約 1,500 万年前) のできごとなので、この始新世石炭層が形成された時には、北海道を含む日本列島はまだアジア大陸東縁部の一部でした。大規模な大陸河川によって大陸縁辺部に広大な海岸平野が形成されていた可能性も十分に考えられます。



写真-2 露頭左側の石炭層クローズアップ

6尺層・8尺層・10尺層の間には泥岩層や凝灰岩層が何枚か挟まれています (図-2・写真-2)。場所によっては、砂岩などの粗粒な碎屑物も挟まれます。これらの地層は、蛇行河川周辺の氾濫原で堆積したものと考えられています<sup>4)</sup>。このことから、植物遺体の集積は、河川の増水によって運ばれた砂泥の堆積や、近傍での火山噴火による火山灰の降下などによって、何度か中断されたことが分かります。

## 3. 北海道の炭鉱

北海道にはかつて 100 を越える大小の炭鉱がありました。しかし、現在稼行中の坑内掘りの炭鉱は釧路コールマインのみです。北海道だけではなく日本の炭鉱のほとんどすべてが閉山した背景には、経済的な要素が大きく作用しています。価格的に海外からの輸入石炭に対抗できなくなったのです。坑内掘りの生産コストは、大規模な露天掘りにはとうてい太刀打ちできないものでした。人命の犠牲を伴う事故も数多く発生し、1950～60年代には日本の産業として最大に近い規模を誇っていた産業が、わずか 30～40 年間でほとんど衰退・消滅してしまいましたこととなります。

[北海道総合地質学研究センター 理事 川村 信人]

### 〈参考文献〉

- 1) 佐々保雄・田中啓策・秦 光男, 1964, 5 万分の 1 地質図幅および説明書『夕張』。北海道開発庁, 184 p.
- 2) 岩見沢地学懇話会編「空知の自然を歩く」。北大出版会。
- 3) 相原安津夫, 1987, 石炭ものがたり。青木書店, 182p.
- 4) 保柳康一・川上源太郎・宮坂吾吾 (2007) 地質学のふるさと夕張：石炭形成とその前後の時代の地層。日本地質学会第 114 年学術大会見学旅行案内書, 205-215.

付記：石炭博物館模擬坑道は、2019 年 4 月の火災事故による注水のため水没し、本露頭周辺も 2020 年 8 月現在立ち入り禁止となっている。北海道の地質に関わるもの一人として早期復旧を祈りたい。

# NEXCO 総研における 土工研究グループの取組みについて

ふじのともひろ      あべ てつお\*\*  
藤野 友裕\*      安部 哲生\*\*

**K**ey Word 高速道路，特定更新，大規模修繕，土構造物，盛土補強，  
グラウンドアンカーの増打ち

## 1. はじめに

株式会社高速道路総合技術研究所(NEXCO 総研)は、1957年9月に日本道路公団名神高速道路試験所が京都市山科に開設されて以来、組織改編、日本道路公団民営化などを経て、2007年4月、東日本、中日本、西日本高速道路株式会社(以下「NEXCO 3会社」という。)の3会社共同出資により設立された。現在、当研究所は東京都町田市に本社(写真1)を置き、滋賀県湖南市に緑化技術センター(写真2)、静岡県富士市に移動載荷疲労試験棟と定点載荷疲労試験棟(写真3)を設置している。

当研究所では、NEXCO 3会社の道路事業に貢献するため、将来を見据えた先端的な調査研究に意欲的に取組み、NEXCO 3会社に対して技術施策を提案している。また、NEXCO 3会社の現場への支援・助言、NEXCO 3会社からの要請に基づく調査・試験、災害等突発事象への支援、技術情報の収集・提供等の技術支援も実施している。さらに、これらの調査研究や技術支援によって得られた新技術・新工法等の成果や、法令・諸基準の動向及び国内外における技術動向を踏まえ、NEXCO 3会社の技術基準類の原案及び改定案を作成している。近年では、NEXCO 3会社の喫緊の課題である以下の5課題を重点施策として位置づけ、13の研究グループに分かれて調査研究等に取り組んでいる。

- ① 特定更新等事業に関する研究
- ② 点検の高度化に関する研究
- ③ 防災・減災に関する研究
- ④ 交通の安全性向上に関する研究
- ⑤ 生産性向上に関する研究

本稿では、研究グループの1つである土工研究グループが取り組んでいる調査研究のうち、「①特定



写真1 本社(東京都町田市)



写真2 緑化技術センター(滋賀県湖南市)



写真3 移動載荷疲労試験棟(左)と定点載荷疲労試験棟(右)  
(いずれも静岡県富士市)

\*株式会社 高速道路総合技術研究所 研究企画部 経営企画課 課長

\*\*同 道路研究部 土工研究室 室長

更新等事業に関する研究」の内容について紹介する。

## 2. 特定更新等事業に関する研究

### 2.1 高速道路を取り巻く状況

NEXCO 3会社が管理する高速道路は、昭和38年にわが国最初の高速道路として名神高速道路 栗東～尼崎間が開通して以降、順次整備を進め、令和2年3月末時点では、総延長9,598kmが供用し、また、1日あたりの利用台数も700万台にも達し、国民生活に欠かせない道路となっている。しかしながら、供用後の経過年数が30年以上の区間が約5,000kmとなり、橋梁・トンネル・土構造物等の老朽化や劣化が顕在化してきた。そのため、高速道路資産の補修を必要とする変状が増加しており、高速道路資産を永続的に健全な状態で保ち、安全・安心な高速交通サービスを提供するため、長期保全や更新に関する技術的な検討が必要となってきた。このような状況を踏まえ、NEXCO 3会社では、2012年11月に「高速道路資産の長期保全及び更新のあり方に関する技術検討会」を設置し、この課題解決にあたってきた<sup>1) 2)</sup>。

以下に、この委員会において検討された土構造物の大規模修繕の必要性やその対策内容及び、それを受け土工研究グループが取り組んでいる研究内容について紹介する。

### 2.2 高速道路の土構造物の課題と取組み

NEXCO 3会社が管理する高速道路の供用延長約9,600kmのうち、土構造物が占める割合は約75%もあり、橋梁(約15%)やトンネル(約10%)と比べ、大きな割合を占めている。

土構造物については、近年、外的環境の変化が著しく、その代表的な事例として短時間異常降雨の増加等が挙げられ、1時間あたり50mm以上の年間発生回数が増加傾向を示している(図1)。そのような中、1時間当たりの降雨量が50mm以上の年間回数と高速道路における年間災害発生件数とは相関が見られたことから、近年、高速道路における短時間異常降雨等に起因する災害発生リスクの高まりが懸念された(図2)。また、旧技術基準により設計・施工されたこと等の理由により、これまで明確になっていなかった切土のり面のグラウンドアンカーの変状のリスクも顕在化してきた(図3)。

このような土構造物の課題を踏まえ、抜本的な解決を図るべく、「大規模修繕」という新たな枠組みを設け、課題解決にあたることとなった。

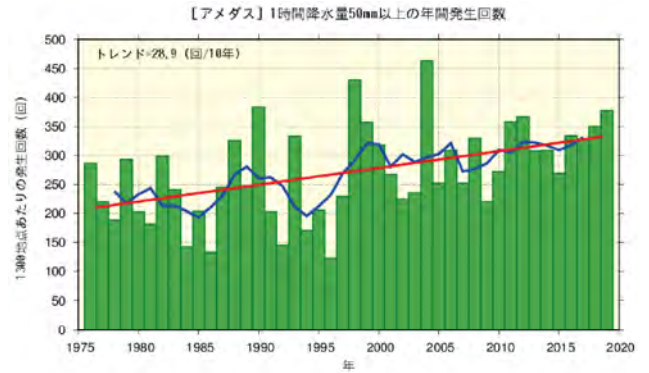


図1 全国の1時間降水量50mm以上の年間発生回数の経年変化<sup>3)</sup>

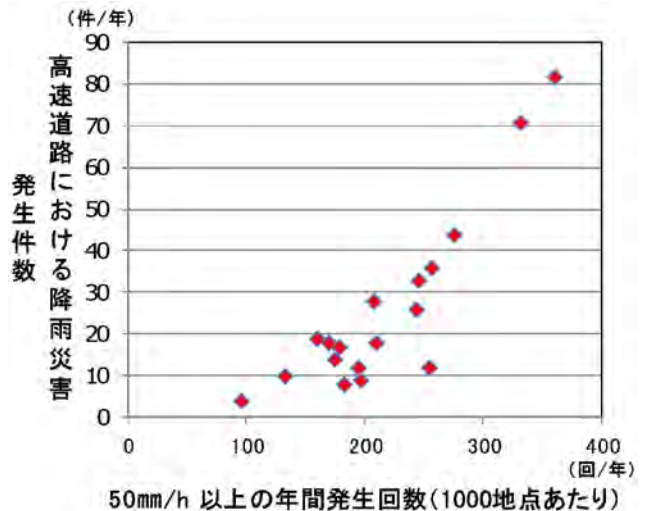


図2 1時間降水量50mm以上の年間発生回数と降雨災害発生件数との関係<sup>2)</sup>



図3 切土のり面のグラウンドアンカーの変状<sup>2)</sup>

### 2.3 土構造物の大規模修繕

土構造物の「大規模修繕」とは、通常の「土構造物の性能・機能を保持、回復を図る」ために行う「通常修繕」とは異なり、「土構造物を補修・補強することにより性能・機能を回復させるとともに、予防保全的な観点も考慮し、新たな変状の発生を抑制し、土構造物の長寿命化を図る」ために行うものとされた。そのため、目標性能としては、

最新の技術で、建設当初と同等またはそれ以上の性能を確保するものとしている。

## 2.4. 土構造物の変状の要因

土工研究グループでは、土構造物の変状の要因を把握すべく、盛土、切土、自然斜面について、降雨等による変状事例から構造形態別に整理を行った。その結果、変状は、盛土・切土がほとんどであった(図4)。

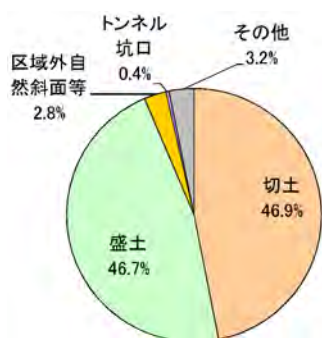


図4 構造形態ごとの被災件数の内訳<sup>2)</sup>

被災土量においても、3段以上の盛土の被災土量が多い傾向であった。とくに、盛土の延長あたりの被災土量を比べると、1段盛土と3段盛土とでは格段の差となっている。したがって、3段以上の盛土のり面は、1kmあたりの被災件数も多く、崩壊規模を考えると崩壊に対するリスクが急激に高くなることから、事前対策を検討する必要があると判断した。

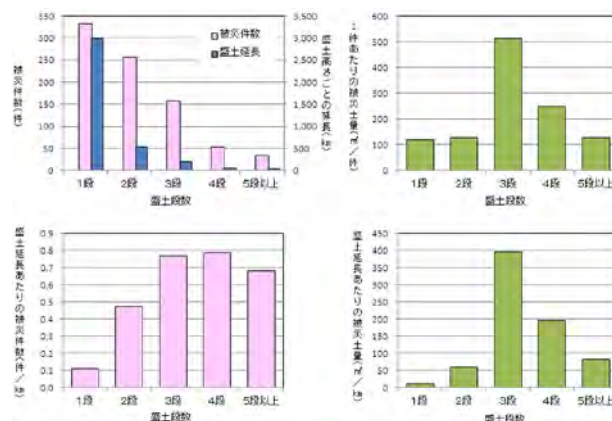


図6 盛土段数毎の被災件数及び被災土量の傾向<sup>2)</sup>

### 2.4.1 盛土の変状の要因

1993年から2004年までの約1,100件の盛土部の被災データを分析した結果(図5)、盛土材の違いによる傾向については、被災件数は粘性土が最も多く、次いで、まさ土、山砂、しらすなどの砂質系の順となり、これらの材料で全被災の約70%を占めた。また、1件あたりの被災土量においては、泥岩が最も多く、次いで、まさ土、しらすの順となった。

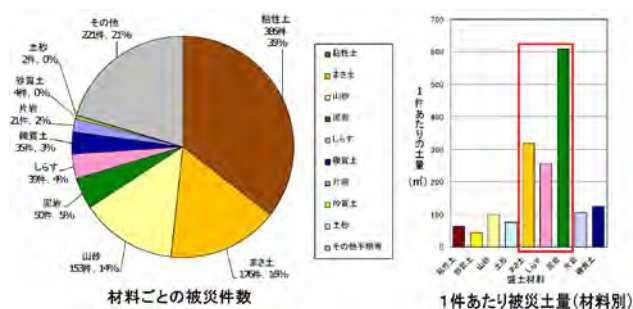


図5 盛土材料ごとの土砂災害の傾向<sup>2)</sup>

同様に、盛土高さの違いによる傾向についても分析を実施した結果(図6)、盛土段数(高さ)ごとの延長あたりの被災件数を比較すると、3段以上の盛土のり面において被災件数が多くなり、1段盛土の約8倍の被災確率となっていることが分かる。また、1件あたりの被災土量及び盛土延長あたりの

泥岩など脆弱岩は高速道路建設中には塊状であるが、長期にわたる乾湿の繰返しの作用により徐々に細粒化(スレーキング)する材料である。盛土材料として脆弱岩を使用した場合、雨水等の浸透により盛土の含水比が上昇することで、徐々にスレーキングが進行し、強度低下も引き起こす。また、スレーキングにより盛土完成後に長期間にわたり圧縮沈下が生じることもこれまでの経験により判明している。したがって、スレーキングによる圧縮沈下及び強度低下により、排水溝や横断管など附帯構造物に沈下や変形が生じたり、降雨時や地震時に被害を受けたりすることが想定された(図7、図8)。

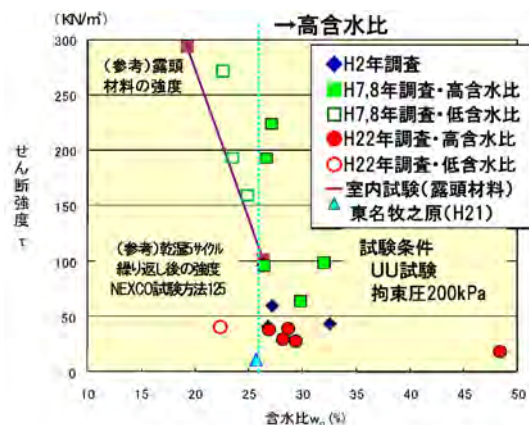


図7 脆弱岩のスレーキングに伴う強度低下<sup>2)</sup>

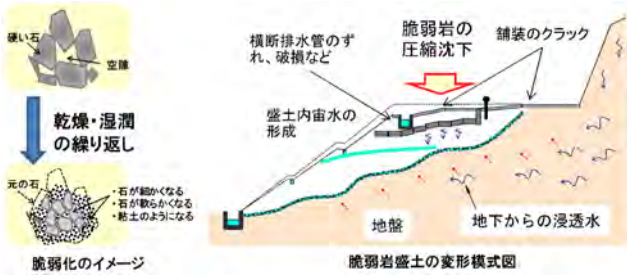


図8 スレーキングを伴う脆弱岩盛土の変形の模式図<sup>2)</sup>

なお、脆弱岩盛土に関する技術基準類の変遷から1987年以降に施工した脆弱岩を用いた盛土は、沈下抑制や盛土内への浸透水抑制を目的に転圧力の高い振動ローラの導入等により盛土内の間隙を少なくする配慮がなされているため、1987年以前の盛土を優先的に対応する必要があると判断した。

### 2.4.2 切土の変状の要因

グラウンドアンカーは、1992年の「グラウンドアンカー設計指針（日本道路公団）」により防食性能の向上が図られた（新タイプアンカー）が、1991年以前に施工された旧タイプアンカーは防食性能が低いことから劣化に伴うリスクが高い（図9）。また、旧タイプアンカーについては、頭部外観調査の結果においても劣化に伴う変状が進行していることを確認している（図10）。

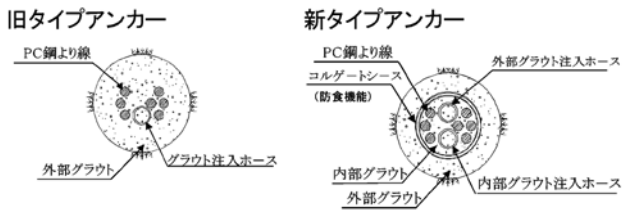


図9 旧タイプアンカーと新タイプアンカーとの違い<sup>2)</sup>

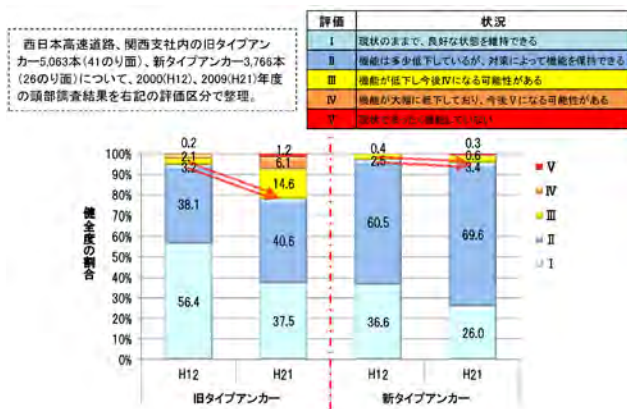


図10 グラウンドアンカーの評価区分と旧タイプ・新タイプアンカーの健全度評価との比較<sup>2)</sup>

以上のことを踏まえ、現時点で大規模修繕が必要と判断した土構造物の事業規模は、道路延長にして約1,230km（延長については、上下線別でインターチェンジなどの道路延長も含む数量）、箇所数にして26,556箇所、事業費規模にして、4,775億円にも及んだ<sup>4)</sup>。

## 2.5 土構造物の大規模修繕の具体的な取組み

### 2.5.1 盛土における取組みと研究動向

既設盛土の崩壊事例の分析の結果、崩壊した盛土の多くは、非常に高含水状態であったことが分かっている。そのため、既設盛土の補強対策は、原則として、水抜きボーリング工や碎石豎排水工<sup>5)</sup>をはじめとする盛土内浸透水排除工などの抑制工を第一優先に検討するものとした。その上で、必要に応じて、鉄筋挿入工といった盛土補強土工などの抑止工を併用することとした（図11）。

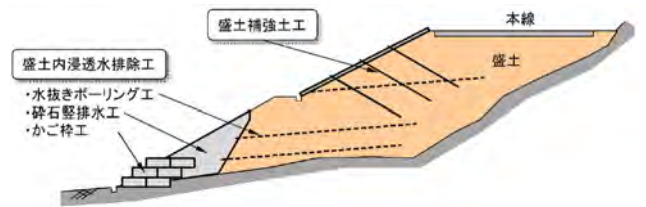


図11 既設盛土の補強対策の模式図<sup>2)</sup>

盛土内浸透水排除工の一つである「碎石豎排水工」は、盛土内に水位や宙水がある場合、また、盛土材が恒常的に高含水状態である場合に、それら盛土内浸透水を盛土外へ排出させるために用いられている工法である（写真4、図12）。



写真4 碎石豎排水工の施工完了状況<sup>5)</sup>

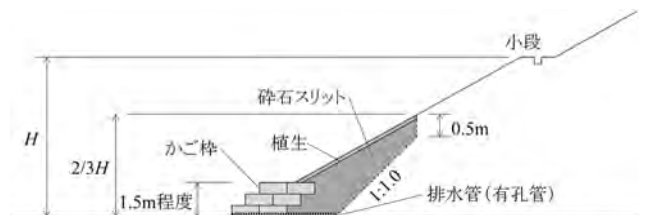


図12 碎石豎排水工の概念図（側面図）



土工研究グループでは、この砕石豎排水工の対策効果を検証すべく、動的遠心力载荷実験等を行ってきた。その結果、無対策に比べ、変形量を半分程度以下に抑制させる効果などが確認されている(表1, 図13)<sup>6)</sup>。

表1 砕石豎排水工に関する動的遠心力载荷実験の結果

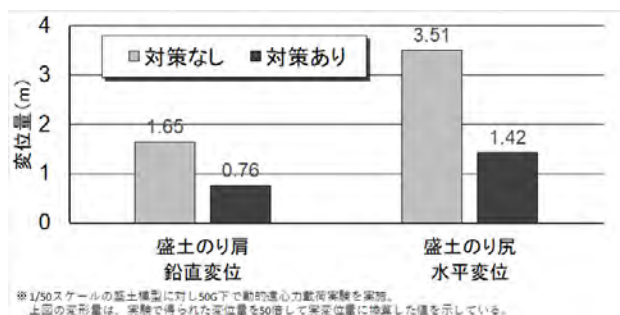
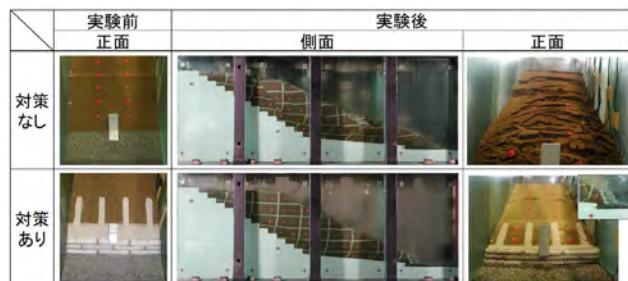


図13 対策(砕石豎排水工)の有無による盛土変形量の違い

ただし、盛土材が泥岩といった保水性の高い脆弱岩が主体であった場合、盛土内浸透水排除工を施工しただけでは十分に盛土材の含水比を落とすことができず、盛土の十分な安定性が確保できない場合があることから、そのような場合には盛土補強土工などを併用することとした。

土工研究グループは、既設盛土の実態調査の結果を踏まえ、図14に示すとおり、既設盛土を飽和領域と不飽和領域とに分け、盛土内水位の設定にあたっては、事前に十分な盛土内浸透水排除対策を講じていることを前提に、盛土高さの1/3の高さに設定するといった盛土補強土工に関する新たな設計手法も考案している<sup>7)</sup>。

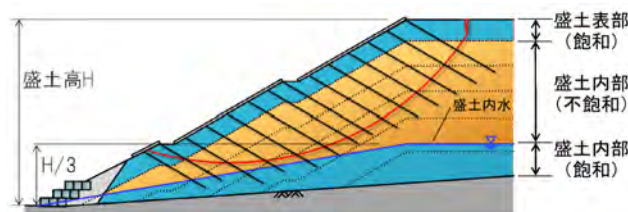


図14 既設盛土の補強対策の検討概念図(側面図)

## 2.5.2 切土における取組みと研究動向

将来的に機能損失が想定される旧タイプアンカーを有するのり面の対策については、安全性、施工性、経済性、維持管理の容易さなどを考慮し、適切な対策を選定するものとした。その上で、新タイプアンカーによるアンカー増打ち工法(写真5)を採用する場合にあたっての課題としては、既設アンカーとの離隔の問題があった。

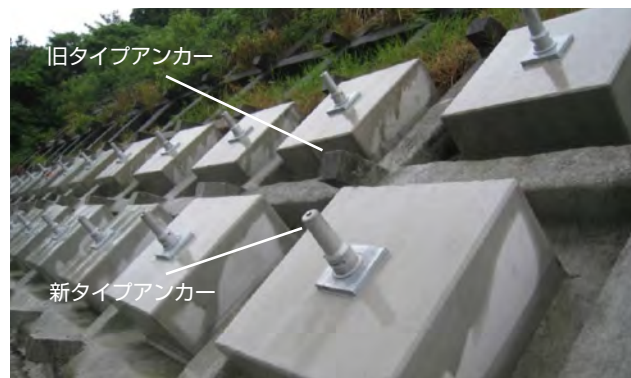


写真5 グラウンドアンカーの増打ち

グラウンドアンカー工は、複数本のアンカーにより面的に抑止効果が得られると考えられている。一方、離隔が小さい場合にはグループ効果によって極限引抜き力が減少することもあり、一般にアンカー体の離隔を1.5m以上確保すればグループ効果を考慮しなくてもよいとされている<sup>8)</sup>。そのため、追加アンカーを既設アンカーと同一深度で定着させようとする場合、従来どおり1.5m以上の離隔が確保できれば問題ないと判断した。しかし、離隔が1.5m未満となる場合は追加アンカーの定着深度を既設アンカーの定着深度よりさらに深部に設ける必要があった。そこで、土工研究グループでは、アンカー体の定着位置の深度方向の離隔について検証を行うべく実験等を行ってきた(写真6, 図15, 図16)<sup>9)</sup>。その結果、図17に示すように、深度方向に1.0m以上の離隔を取ればよいとする新たな知見を見出している。



写真6 グラウンドアンカーの増打ち実大実験の様子<sup>9)</sup>

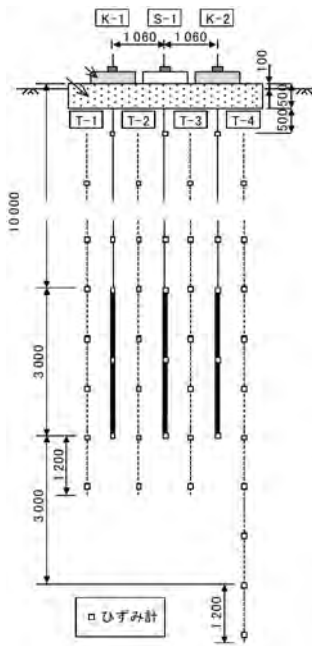


図 15 グラウンドアンカーの増打ち実大実験の断面図<sup>9)</sup> 一部加工

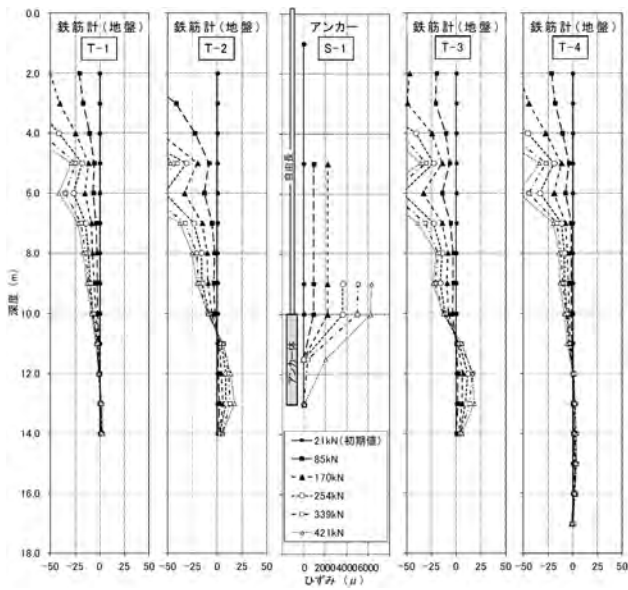


図 16 グラウンドアンカーの増打ち実大実験における tendon 及び鉄筋計のひずみの発生状況<sup>9)</sup>

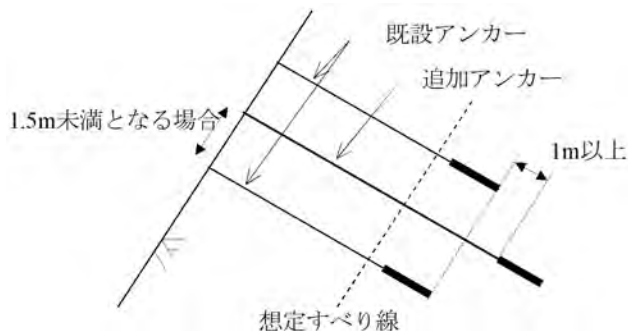


図 17 追加アンカーを深部に配置する場合の離隔<sup>10)</sup>

### 3. おわりに

以上、土工研究グループの特定更新に関する研究の取り組みについて紹介してきたが、本研究以外にも、少子高齢化・人口減少に伴う担い手不足を見据え、膨大な数の高速道路の土工構造物資産の点検をいかに効率よく実施していくかに向け先端技術をも取り入れた点検の高度化に向けた研究や、近年の甚大な自然災害の発生を受け、更なる防災・減災に向けた研究などにも取り組んでいる。

今後とも、NEXCO 3会社が抱える様々な課題を解決していき、より安全でかつ安心な高速道路ネットワークを提供できるよう、引き続き、日夜、調査研究に邁進していきたいと考える。

#### 〈参考文献〉

- 1) 松坂敏博, 森山陽一, 小笹浩司, 太田秀樹, 藤野陽三, 宮川豊章, 西村和夫:「高速道路の構造物における大規模更新および大規模修繕の導入と課題」,「土木学会論文集 F4 (建設マネジメント)」, Vol.73, No.1, pp.1-18, 2017.
- 2) 東・中・西日本高速道路株式会社:「高速道路資産の長期保全及び更新のあり方に関する技術検討会 報告書」, 2014.
- 3) 気象庁:「気候変動監視レポート 2019」, p.39, 2020.
- 4) 国土交通省: 社会資本整備審議会 第 18 回国土幹線道路部会配布資料 資料 6 東・中・西日本高速道の更新計画について <http://www.mlit.go.jp/common/001066097.pdf> (2020 年 9 月 23 日現在)
- 5) 安部哲生, 長尾和之, 藤岡一頼, 中村雅範:「盛土内浸入水排除工 - 砕石縦排水工 -」,「地盤工学会誌」, Vol61, No.8, pp.30-31, 2013.
- 6) 安部哲生, 新井寿和, 藤岡一頼, 塚本将康, 濱田泰治, 三嶋信雄:「砕石縦排水工の対策効果についてその 2: 遠心力模型実験」,「第 50 回地盤工学研究発表会発表講演集」, pp. 1101-1102, 2015.
- 7) 吉川修一, 中村洋丈, 藤岡一頼, 田久勉:「盛土補強土工法における棒状補強材の合理的配置に関する検討」,「土木学会第 72 回年次学術講演会講演概要集」, pp.919-929, 2017.
- 8) (公社) 地盤工学会: グラウンドアンカー設計・施工基準, 同解説, 2012.
- 9) 田久勉, 田山聡, 窪塚大輔:「グラウンドアンカーの相互作用に関する実大実験」,「第 50 回地盤工学研究発表会発表講演集」, pp.1443-1444, 2015.
- 10) 東・中・西日本高速道路(株):「設計要領 第一集 土工保全編」, p.2-24, 2000

## 書籍紹介

## 空撮九州 トンビの視た大地のかたち

著者 岩尾 雄四郎\*



- 1: 九州 九州の地質構造と地史
- 2: 火山 阿蘇, 桜島, 雲仙, 薩摩硫黄島など
- 3: 地殻変動地形 九州山地と穿入蛇行, 千々岩断層や日奈久断層など
- 4: 地質の反映地形 柱状節理やメサ・ビュート, カルストなど
- 5: 海流の作用地形 砂州, トンボロ, 海食崖など
- 6: 河川・湖の作用地形 扇状地や三角州, 河岸段丘など
- 7: 重力の土石移動 土石流災害や侵食など
- 8: 人間の働き ダムや発電所, 干拓や埋め立て, 港湾や交通インフラなど
- 9: 人間の知恵 遺跡や灌漑, 栽培漁業など
- 10: 大地の恵み 石炭や石灰石, 温泉や湧水など
- 11: 附録 有明海の生き物や九州産の化石

各章の扉には撮影の詳細場所が九州地図上にプロットされている。

**地**質工学や防災工学に携わってきた著者が、30年にわたって撮り続けた九州の大地のかたちを収めた写真集である。自ら所有し操縦してきたモーターグライダー・グロヴ109Bは飛行機のように空港から離陸し、トンビのように滑空もできた。海面近い低空から煙を噴く火山の横を飛び、九州山地を俯瞰してきた。地形や地質の写真だけでなく、九州の大地と人間との関わりに視点を置き、10章と附録から構成されている。

- A5判横綴じ / 上製, 260ページ
  - 掲載写真: 約450枚
  - 定価: 本体3,500円 + 税
  - 発行所: (有)海鳥社 TEL 092-272-0120
- ISBN 978-4-86656-074-8 C0044

## 掲載されている写真例



流れ山, 長崎県雲仙市秩父が浦



硫黄岳, 鹿児島県三島村



砂嘴, 熊本県苓北町富岡



レールゾーメン, 熊本県阿蘇市波野



由布岳侵食, 大分県由布市



揚水発電用ダム, 宮崎県木城町

\* 佐賀大学名誉教授 (株)エスジー技術コンサルタント会長



地質・地盤系実務者のための

# 探査・調査法ガイド

—計画から発注・調査まで—

GeoTec 研究会編

A5判並製 191頁 定価4,180円(税込) 2020年5月刊

★ 受注した事業に最適の、調査方法を知りたい!

Q&A方式の見開き2ページで解説する、実務の即戦力!

一部内容を古今ホームページの立ち読みページでご覧いただけます

第1章 地形・地質 (断層破碎帯、砂礫層の厚さなど 18項目)

第2章 コンクリート (劣化など 3項目)

第3章 地下埋設物 (陥没原因など 4項目)

第4章 トンネル (緩み範囲など 4項目)

第5章 宅地 (浸水危険箇所など 6項目)

第6章 斜面 (落石、土石流など 7項目)

第7章 土構造物 (切盛境など 7項目)

第8章 地下水 (井戸、汚染など 11項目)

第9章 探査・検層法 (電気探査・表面波探査など 22項目)

## 中央構造線断層帯

最長活断層帯 (四国) の諸性質

岡田篤正 著 (京都大学名誉教授)

B5判上製 382頁 定価9,800円(税込) 2020年7月刊



★ 四国における中央構造線のすべてがわかる本!

活断層研究の第一人者として1960年代に「中央構造線断層帯は日本最大級の変位速度をもつ活断層帯である」ことを解明した著者が、様々な調査手法を用いて活断層周辺地域の地下構造や地震の確率などを調査・研究してきた成果をまとめた。活断層に沿った地域では地すべり・崩壊などの斜面災害が頻繁に発生し、変位地形が改変されたり消失した場所も多い。後世のために典型的な変位地形を保存すること、そして活断層を正しく理解することが何より大切と説く。



日本の海と暮らしを支える

# 海の地図 — 海図入門

八島邦夫 編 (元・海上保安庁海洋情報部長)

B5判並製 96頁 (カラー16頁) 定価2,640円 (税込) 2020年5月刊

★ 海岸の調査実務・報告書作成・プレゼンに役立ちます

陸上の地図 (国土地理院の地形図や Google マップなど) と管轄も体系も異なる海図。これまで船舶・海辺のレジャー・漁業関係者の実用書しかなかったこの分野の初めての概説書。水深だけでなく海底地形・航路・ライフライン・漁業設備 (養殖いかだなど) の記載があるので、**海岸の調査に有用**。入手方法、作成方法、領海の定義など**法律の解説**も。



# 沖積低地 土地条件と自然災害リスク

海津正倫 著 (名古屋大学名誉教授)

B5判上製 158頁 定価4,400円 (税込) 2019年11月刊

★ 最新研究とくに地盤・災害リスク・地形分類の解説が詳しい

古環境復元や環境科学など隣接諸分野に有用な精緻な情報を発信してきた地形学者による最新作。最新成果に基づく低地の地形の成因解説、**微地形分類**、**災害リスク**からみた特徴をオリジナルの図版を多様して解説。多摩川低地、那賀川の事例は、刊行直後の令和元年台風災害の結果と比較に注目。最終章では災害活用を意識して**地形分類の最前線**を概説。



# 禹王と治水の地域史

植村善博 (佛教大学前教授: 地形学が専門) + 治水神・禹王研究会 編

A5判並製 158頁 定価2,750円 (税込) 2019年9月刊

★ 全国132カ所もある禹王遺跡、現地の災害史の把握に役立ちます

古代中国で黄河の治水に成功した聖人「禹」に喩え、**地元の治水に貢献した偉人を顕彰**したのが禹王碑建立の理由全国132カ所の禹王遺跡の実態から、各地の治水史がみえてくる。禹王遺跡の**全国マップ**、**全国リスト**は資料的価値も高い。

# ジオリスクマネジメント

地質リスクマネジメントによる建設工事の生産性向上とコスト縮減

C.R.I.Clayton, 英国土木学会編 全地連訳

A5判並製 122頁 定価3,000円 (税込) 2016年刊 好評発売中

★ 地質リスクマネジメントの重要性について具体的な事例で解説

英国内外の実務者の間で地質リスクマネジメントに関する最も重要な解説書として、2001年に出版されて以来、技術研修や講演・論文に多数引用されている。基本解説の後、発注者・設計者・施工者の役割を明示し、巻末付録には実例として詳細なリスク管理表を掲載した。ジオリスクマネジメントの代表的な流れを示した第2章のカラー折図も役立つ。



### 地質リスクマネジメント事例研究発表会（開催報告）

10月2日に開催いたしました標記発表会は、今年で11回目の開催となりました。

発表会当日は、発表者と聴講者をあわせて約30名の方々にご参加をいただきました。論文の応募編数は14編となり、当日には8編分を発表して頂きました。

なお、発表会の開催は、感染症対策のため開催規模を縮小し、時間の短縮、発表編数や聴講者数を制限するなどの対応を取りました。参加人数は例年よりも大幅に少ない人数ではありましたが、参加者からは活発な質問・発言もいただき、無事に終了することができました。

当日の開催結果や講演論文集は、下記のホームページに掲載しております。是非ご覧下さい。

▶▶▶ <http://www.georisk.jp/>（地質リスク学会ホームページ）

#### 第11回地質リスクマネジメント事例研究発表会 開催概要

- 開催日：令和2年10月2日（金）
- 場 所：飯田橋レインボービル（東京都新宿区市谷船河原町11番地）
- 共 催：地質リスク学会，一般社団法人全国地質調査業協会連合会
- 協 賛：国立研究開発法人土木研究所
- プログラム
  - 開場…12：30
  - 開会…13：00～
  - 事業報告…13：05～13：30 渡邊 法美（地質リスク学会会長）（高知工科大学教授）
  - 事例研究発表会…13：30～16：00（応募編数全14編うち8編発表）

#### 1. 発表者

セッション区分	論文No	発表者	所属先	題目	事例の種類
セッション1 道路/岩盤崩壊、地すべり事例 13：30～14：40	1	蚊爪 康典	応用地質（株） 流域・砂防事業部	地震を誘因とした岩盤崩壊と道路の再度災害リスク回避への対応 — 能登半島地震の道路災害復旧のための八世乃洞門新トンネルの開通 —	A型
	2	上松 昌勝	（株）興和	工事用道路施工に伴う地すべり発生リスク回避事例	A型
	3	前原 恒祐	（株）開発調査研究所	深層崩壊箇所の災害復旧にあたっての地質リスクマネジメント	C型
	4	内藤 真弘	基礎地盤コンサルタンツ（株）	切土・盛土境界に発生した道路クラックに対する対応事例	C型
セッション2 道路/地すべり事例、事業初期における地質リスクマネジメント 14：50～16：00	5	山田 靖司	応用地質（株） メンテナンス事業部	三次元化技術を利用した排土工による地すべり対策で地質リスクを回避した事例	C型
	6	長谷川勝喜	基礎地盤コンサルタンツ（株） 中国支社	平野部の道路事業における地質リスク評価手法の検討事例	D型
	7	三田村圭祐	（株）建設技術研究所	大阪都市部地下開発（淀川左岸線延伸部事業）における地質リスクの抽出および評価	D型
	8	赤嶺辰之介	サンコーコンサルタント（株）	中央構造線に近接する山岳道路の事業初期段階における地質リスクマネジメントの適用	D型

2. 以下の方々の論文は、論文集に掲載します。

論文No	論文執筆者	所属先	題目	事例の種類
9	堀川 滋雄	サンコーコンサルタント (株)	捨石たい積場からなる急傾斜面の強振動時安定性評価事例	A型
10	入川 史義	(株) エイト日本技術開発	地すべり対策調査・設計段階でのチェックボーリング実施例	A型
11	向井 理史	サンコーコンサルタント (株)	3次元地質モデルを活用した沖積低地の地質リスク検討事例	D型
12	内田 篤貴	日本物理探査 (株)	街路灯倒壊リスクを回避するためのインテグリティ試験の活用	D型
13	猪俣 陽平	復建調査設計 (株) 地盤環境部	地形解析と模型実験による発生リスクが高い土石流危険渓流の検討	D型
14	岸本 圭	国際航業 (株)	新規道路事業における地質リスク検討業務の事例	D型

## 令和2年度 全地連資格制度 登録更新の手続きについて

全地連で運営しております資格制度（地質調査技士，応用地形判読士，地質情報管理士）の登録更新につきまして，令和2年度は下記の通り手続きを実施いたします。

### 令和2年度 全地連資格制度 登録更新の実施概要

資格制度	登録更新の対象者	更新申込期間・締切	更新形態
地質調査技士	(1) 平成27年度（2015年度）の登録更新講習会を受講した方 (2) 平成27年度（2015年度）の第50回地質調査技士資格検定試験に合格し，登録した方	令和2年9月10日～ 令和2年10月12日 ※CPD報告形式による 申込締切は令和2年 12月11日	講習会受講形式 または CPD報告形式
応用地形判読士	平成27年度（2015年度）の応用地形判読士資格検定試験〔二次試験〕に合格し，応用地形判読士資格に登録した方	令和2年12月1日～ 令和3年1月15日	CPD報告形式
地質情報管理士	(1) 平成29年度（2017年度）地質情報管理士資格検定試験に合格し，資格登録した方 (2) 平成29年度（2017年度）地質情報管理士登録更新の手続きが完了した方	令和2年12月1日～ 令和3年1月31日	CPD報告形式

詳しくは，全地連のホームページをご覧ください。

▶▶▶ <https://www.zenchiren.or.jp/>（全地連ホームページ）

## 地質調査業の PR 動画の作成

全地連では、一般の方を対象とした PR 動画を作成し、令和 2 年 9 月にホームページ上で公表しました。この動画は、昨年度に作成した PR 動画の第 2 弾となるものであり、今回は日本の地質特性と地質調査の大事さを紹介した内容になっています。ぜひ一度ご覧いただきまして、PR などの機会にご利用いただければと存じます。

▶▶▶ <https://www.zenchiren.or.jp/pr/> (全地連ホームページ)

PR 動画イメージ (約 2 分の動画です)



## 全地連 技術フォーラム 2020 WEB 技術発表会について

令和 2 年 11 月に開催を予定していました技術フォーラム 2020 那覇は、新型コロナウイルスによる感染症対策のため、2 年後の令和 4 年度に開催延期することが決定いたしました。

また、令和 2 年度の技術フォーラムにつきましては、開催形態を WEB 形式に変更し、WEB 技術発表会と題して実施いたしました。この WEB 技術発表会は、技術フォーラムのメインイベントである技術発表会に内容を絞り、応募のありました発表原稿を全地連のホームページに掲載するものです。応募数は全 32 編となり、この原稿は 11 月 4 日に全地連のホームページ上に掲載いたしました。また、これらの原稿のうち、7 編は原稿作成者による発表風景の動画を用意しており、原稿作成者の説明を直接に聴講いただくことができます。

原稿・動画の閲覧につきましては、以下の URL で表示されます画面の「EVENT」欄の案内にそってご覧ください。

▶▶▶ <https://www.zenchiren.or.jp/> (全地連ホームページ)



# 「全国標準積算資料（土質調査・地質調査）」 令和2年度改訂歩掛版の作成

全地連では、「全国標準積算資料（土質調査・地質調査）」（通称：赤本）の令和2年度版を発行し、令和2年9月より販売を開始いたしました。

今回の改訂は、平成30年度の大改訂に続く小改訂の位置づけにはなりますが、赤本の利用者からのご意見や積算動向などを反映して、歩掛の構成や数量の一部見直し、新規歩掛の追加を行うほか、今回新たに積算Q & Aのコナを新設いたしました。

本書の詳細や購入申込み方法は、次のホームページよりご確認ください。

▶▶▶ <https://www.zenchiren.or.jp/book/>

## ○令和2年度改訂歩掛版の主な改訂点

- 令和2年度改訂歩掛版は、平成30年度版の大改訂を経ての小改訂版の位置づけとなるが、多くの歩掛で見直し変更を実施
- 標準歩掛の数量や補正係数等の一部見直し
- 3次元地盤モデルの構築、高貫入力電気式コーン貫入試験、熱中症予防対策費など新規項目の追加
- 地すべり調査に関する歩掛りの整理・統合、歩掛数量の見直し
- 積算の簡便化に向けた見直し
- 積算資料利用者からのご意見を踏まえた各種見直し
- 主要目次および改訂点は次頁以降を参照

“赤本”の愛称で親しまれる  
地質調査業務積算担当者の必携図書

**全国標準積算資料**

土質調査・地質調査

令和2年度改訂歩掛版

発行 | (社)全国地質調査業協会連合会  
定価 8,500円(税別)



## 編集後記

ここ数年相次いだ豪雨災害を受け、防災・減災の様々な取り組みが活発に行われるさなか、今年も大きな豪雨災害が発生してしまいました。九州地方を中心に甚大な被害が生じた豪雨は、令和2年7月豪雨と命名され、熊本県内では平成28年熊本地震を上回る人数の方が犠牲となり、防災・減災への取り組みをさらに加速させる必要が生じました。また今年は新型コロナウイルスの感染拡大により、私たちの社会が大きく変容し、防災・減災においては避難行動と感染拡大防止の両立という新たな課題が突き付けられています。本号は、豪雨災害の被害軽減に向けたソフト対策と、新しい発想のハード対策について最新の知見や取り組みを紹介していただいています。これらは、急速な気候変動や社会環境が大きく変化

する中で、それらに適切に対応しようとする防災・減災の考え方であり、これからのwithコロナ社会における防災・減災の課題解決にも必ず役に立つものと考えます。

本号の編集に際しては、新型コロナウイルス感染拡大防止を考慮し、執筆者の皆様へのご寄稿の依頼をすべてリモート（メールや電話）でさせていただきました。はたしてご協力いただけるのだろうかと不安に思いましたが、執筆者の皆様には、コロナ禍による不便な生活を強いられる中、ご寄稿を快く受諾していただき、当初予定通り発刊の運びとなりました。執筆者の皆様、本号の発刊にご協力いただいた皆様に厚く御礼申し上げます。

(2020年11月 尾高記)

## 機関誌「地質と調査」編集委員会

一般社団法人全国地質調査業協会連合会

委員長 鹿野 浩司

委員 尾高潤一郎、加藤 猛士、佐護 浩一、谷川 正志、細矢 卓志、土屋 彰義、須見 徹太郎、池田 俊雄、高橋 暁、小口 隼人、各地区地質調査業協会

委員 北海道：徳江 俊一 東北：庄子 夕里絵 北陸：桜井 幹郎 関東：藤本 泰史 中部：和田 昌樹  
関西：東原 純 中国：西田 宣一 四国：大岡 和俊 九州：鳥羽 美幸 沖縄県：砂川 尚之

一般社団法人全国地質調査業協会連合会

〒101-0047 東京都千代田区内神田 1-5-13 内神田 TK ビル 3 階 TEL. (03) 3518-8873 FAX. (03) 3518-8876

北海道地質調査業協会	〒060-0003	北海道札幌市中央区北 3 条西 2 丁目 1 (カミヤマビル)	TEL. (011) 251-5766
東北地質調査業協会	〒983-0852	宮城県仙台市宮城野区榴岡 4-1-8 (パルシティ仙台 1 階)	TEL. (022) 299-9470
北陸地質調査業協会	〒951-8051	新潟県新潟市中央区新潟町通 1 ノ町 1977 番地 2 (ロイヤル礎 406)	TEL. (025) 225-8360
関東地質調査業協会	〒101-0047	東京都千代田区内神田 2-6-8 (内神田クレストビル)	TEL. (03) 3252-2961
中部地質調査業協会	〒461-0004	愛知県名古屋市中区葵 3-25-20 (ニューコーポ千種橋 403)	TEL. (052) 937-4606
関西地質調査業協会	〒550-0004	大阪府大阪市西区靱本町 1-14-15 (本町クィーパービル)	TEL. (06) 6441-0056
中国地質調査業協会	〒730-0017	広島県広島市中区鉄砲町 1-18 (佐々木ビル)	TEL. (082) 221-2666
四国地質調査業協会	〒761-8056	香川県高松市上天神町 231-1 (マリッチ F1 101)	TEL. (087) 899-5410
九州地質調査業協会	〒812-0013	福岡県福岡市博多区博多駅東 2-4-30 (いわきビル)	TEL. (092) 471-0059
沖縄県地質調査業協会	〒903-0128	沖縄県中頭郡西原町森川 143-2 (森川 106)	TEL. (098) 988-8350

機関誌 「地質と調査」 '20年2号 No.156

2020年11月15日 印刷

2020年11月20日 発行

編集 一般社団法人全国地質調査業協会連合会

〒101-0047 東京都千代田区内神田 1-5-13 内神田 TK ビル 3 階

発行所 株式会社ワコー

〒102-0072 東京都千代田区飯田橋 3-11-7 TEL. (03) 3295-8011 FAX. (03) 3230-2511

印刷所 株式会社高山

無断転載厳禁

印刷物・Web 上等に本誌記事を掲載する場合は、一般社団法人全国地質調査業協会連合会に許可を受けてください。

物探技術者待望の New Seismograph!

GeoSEIS-24 & GeoSEIS-48

geo5

## 操作性と機動性を追求した all in one 構造の土木物探用サイсмоグラフ

- 24bit、20 $\mu$ sec の高速・高分解能サンプリング
- リアルタイム感覚の高速性を実現したノイズモニター
- 業界初、ショットマーク信号無線伝送機能
- 直射日光下でも見易い高輝度カラー LCD 搭載
- 小型軽量・低消費電力（48 成分で 4.3Kg、待機時 0.6A）
- 24 成分 +2Aux を 48 成分 +2Aux に増設可能な柔軟設計
- データ収録は、取扱の容易な SD カード
- 各種ソフトウェアに対応可能な SEG-1、SEG-2 標準 format



\*本装置は、株式会社日本地下探査との共同開発品です。

株式会社 ジオファイブ

URL <http://www.geo5.co.jp/>

〒336-0931 埼玉県さいたま市緑区原山 1-12-1

TEL 048-871-3511 FAX 048-871-3512

Email [sales@geo5.co.jp](mailto:sales@geo5.co.jp)

### ■業務内容■

計測機器販売 : 地質調査機器・土木計測機器・工業計測機器

計測機器レンタル : 地質調査機器及びその他計測機器レンタル

計測業務 : 現場計測業務・測定機器設置・3D 計測業務

計測機器設計製作 : 各種地盤計測機器の設計製作



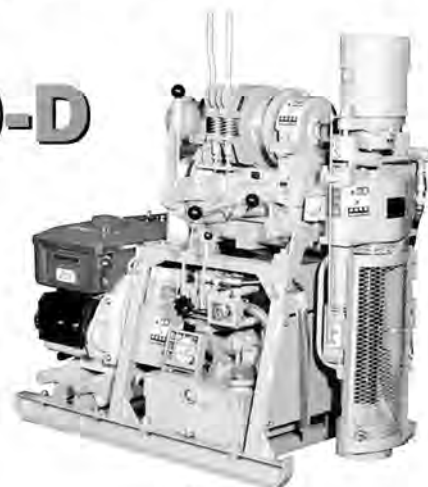
**TOHO**  
DRILLING EQUIPMENT

# 小型ボーリングマシン

**DM-03**

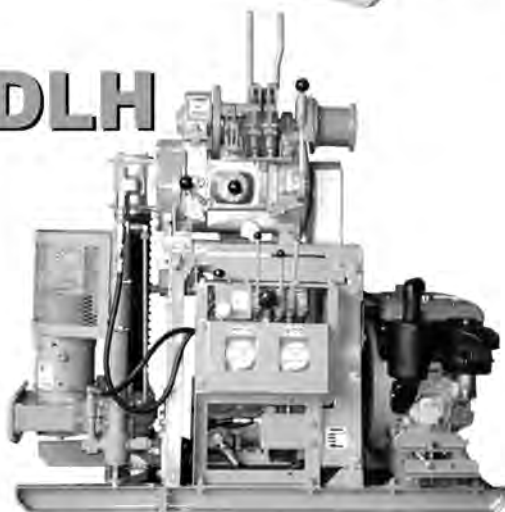


**D0-D**



**D1-C**

**D0-DLH**



試錐機には小型ボーリングポンプが内蔵できます。(DM-03を除く)

機種名		DM-03	D0-D	D0-DLH	D1-C
穿孔能力	m	30	100	100	280
回転数	min <sup>-1</sup>	65,125,370	(A)60,170,330 (B)110,320,625※	(A)60,170,330 (B)110,320,625※	(A)65,130,170,370 (B)90,170,320,490※
スピンドル内径	mm	47	43	43	48,58
ストローク	mm	400	400,500※	500	500
巻上げ力	kN(kgf)	3.9(400)	5.9(600)	5.9(600)	10.8(1100)
スライド	mm		油圧式300※	油圧式300※	油圧式300
動力	kW/HP	3.7/5	3.7/5	3.7/5	5.5/8
質量	kg	180	315	475	550
寸法	H×W×L mm	960×550×1115	1200×660×1180	1440×890×1415	1390×735×1580

右操作、左操作をご用意しております。 ※はオプションです。



**東邦地下工機株式会社**

東京都品川区東品川 3-15-8 TEL 03(3474)4141  
福岡市博多区西月隈 5-19-53 TEL 092(581)3031  
URL: <http://www.tohochikakoki.co.jp>

福岡 092(581)3031  
東京 03(3474)4141  
札幌 011(376)1156  
仙台 022(235)0821  
新潟 025(284)5164  
金沢 076(235)3235

名古屋 052(798)6667  
大阪 072(924)5022  
山松 089(953)2301  
広島 082(533)7377  
山口 083(973)0161  
熊本 096(232)4763

# 地質調査

通巻156号