

地質屋として ～自身の紹介とコンサル事業および ジオパークについて～

永川 勝久¹⁾

キーワード：地質コンサルタント, 防災・減災, 道路防災,
ジオパーク, 地質百選

1. はじめに

株式会社蒜山地質年代学研究所創立20周年おめでとうございます。また、記念すべき「地質技術」第5号へ寄稿させて頂きありがとうございます。

御社との関わりは、私が岡山理科大学板谷徹丸研究室で肥後変成岩のK-Ar年代測定に取り組んだ際に、創業者の一人である竹下浩征氏と出会ったことに始まります。その際は、実験はもとより宿舎から食事まで皆さんに大変お世話になりました。あらためて、お礼申し上げます。

今回、執筆の依頼を受け、テーマを何にするか、逆に何が私に書けるのか迷いました。御社の歴史とはほぼ同じく、私は地質コンサルタント業界に携わり20年が過ぎました。その中で、地質屋として様々な経験ができましたので、私事になるかもしれませんが、少し振り返り、地質屋として感じたこと、とくに防災とジオパークについて執筆させて頂きます。

2. 自身の紹介

私の地質屋としてのスタートは、平成3年に熊本大学理学部地学科小畑正明研究室の門をたたいたところから始まりました。当時の熊大地学科教室には、岩石学・鉱物学、地質学・古生物学、鉱床学、物理地学の4講座がありました。大学での講義の中で、私は顕微鏡下での岩石薄片の世界の美しさに魅了され、卒業研究では岩石学・鉱物学講座を選択しました。そして、小畑研究室にて、当時領家帯の西方延長と考えられていた肥後変成帯の変成分帯を行いました。さらに、研究を進めるに当たり、当変成帯の地史や高温型変成帯の形成メカニズムを解明すべく年代学的研究を始める事になり、岡山理科大学の板谷研究室に入門した次第です。研究を進めるに当たっては、都城秋穂さんの「対の変成帯」という概念も重要でした。そして研究の成果は、小畑・板谷両教授の強力な指導のもと地質学雑誌に投

稿できました(永川ほか, 1993)。重ねてありがとうございます。

両研究室に入りとても良かった点は、現在の仕事の基礎を学べたことです。我々地質コンサルタントの仕事の大部分は、社会資本のインフラ整備のための地質調査です。そこではもちろん岩石の工学的物性値等が要求されますが、その基礎的知識として地質区分や地質構造等、地質状況の把握がとても重要です。地質解釈(モデル)を間違えると、支持層の誤り、施工中の斜面崩壊、ダム完成後の漏水等、予想以上の工期と費用を要し大きな問題となります。

地質解釈を遂行していくには、大学で学んだ物の見かたや考え方、それをまとめる(記載する)能力が大変役に立ちます。それを、フィールドから読み取れる事実と照らし合わせ多角的に検証する多元論的なもの見かたは、工学屋にできないことは無いと思いますが、地質屋の方が有利で、重要な役割・役割と個人的に考えています(全ての仕事でそうできているかは疑問ですが)。

3. 地質コンサルタントの役割

3.1. コンサルタントとしての地質屋

熊本大学で修士課程を終えると、私は地質コンサルタントの会社(基礎地盤コンサルタンツ株式会社)に入社しました(平成5年)。

一口に地質コンサルタントといっても、会社毎に地質系、設計系、測量系等得意としている分野があります。私が所属している会社は地質系を主とするコンサルタントで、一時は道路やダムなど新しくものを作る仕事为主体でしたが、最近は老朽化した構造物の維持管理業務が多くなっています。これら構造物は、国の財産であり、最近は延命化を図る技術や優先順位を考えたりするアセットマネジメントやストックマネジメント等の仕事が多くなっています。

老朽化した構造物の中には、道路や鉄道に面した斜面や法面の対策工等も含まれます。そこに地質屋として参画する重要性が有りますので、一例として「地域性を加味した道路防災の維持管理支援業務」について、簡単にご紹介いたします。

3.2. 道路防災

3.2.1. はじめに

道路防災に関わる基礎的な仕事として、構造物に異常がないか、また、どこから手当すべきか判断する「道路防災点検」という仕事があります(図1)。国交省や各都道府県等が管理する道路は、毎年あるいは数年に一回、全国共通の様式・仕様で点検が実施されます。

道路防災点検は、まず点検箇所を決めると、安定度調査を行い、「要対策」:対策を早めに行う必要がある;「カルテ対応」:要対策箇所よりは緊急性がないが、不安定要因があり監視強化を行う;「対策不要」:当面对策不要の3つに区



図1 道路防災点検の実施状況。写真中の人物は筆者。

分されます。そして、「要対策」と「カルテ対応」は対策が施工されるまで、不安定要因箇所の監視（カルテ点検）を行い、異常が出てきたタイミングで優先的に対策を実施していく事になります。

しかし、点検結果が実際の被災箇所や異状が認められる箇所と合わない場合があります。つまり、点検結果ではまだ大丈夫と評価したところが、先に壊れたり、機能を果たさなくなったり、点検結果が適切に運用できない場合が多々あります。

国家予算縮小のなか、既存の道路施設に対して実状にあった維持管理を行うためには、この点検成果を適切に運営し、危険度が高く重要な箇所に対応できる実効性があるシステム作り（適切な点検と評価）が必要不可欠です。

そこで、我々は火山灰性の軟らかい土壌が広域的に分布している地域をテストフィールドとして、通常のカルテ点検に簡易的な現地調査をプラスすることにより、点検精度を上げ防災事業決定の優先度（危険な斜面から順に対応するための評価手法）を決めるシステムを考え、提案しました。次のそのシステムについて説明します。

3.2.2. 道路防災点検の課題と着目点

道路防災点検箇所の事業優先度を決定する「要対策」と「カルテ対応」箇所の区分は、通常、専門技術者が、自然要因や既設対策工の効果・災害履歴から“点数”付けを行った後、技術者ジャッジにより決定します。当然、専門技術者の主観や能力に個人差があるので、「要対策」／「カルテ対応」箇所の区分が評価した“点数”では明瞭に区分出来ない場合が多々あります。また、全国一律の評価手法でもあるため、ローカルな地質や地形を反映できていないことも、その大きな要因と考えられます。

そこで、我々は、担当する調査地における今までの点検結果についてローカルな地質・地形の観点も踏まえ再検討しました。その結果、変状の進行性が認められる斜面崩壊やすべりは、火山灰性の表土層の性状や集水地形、斜面勾配などローカルな地質・地形に影響されていることを見出し（図2(a)参照）、これらを適切に評価すれば、最適な対策優先順位を決めることができると考えました。具体的に

は、以下の評価項目です。

- ① 表土層：当調査地には火山灰性の表土層が広く分布し、浸食に弱く表層すべりが発生しやすい。このような地域に転石が分布している場合、集水地形では飽和状態になりやすく、パイピング破壊から表層すべりの発生につながる危険性がある（九州管内の想定災害の4割が凹状地形で発生：塚原，2010）。
- ② 浮石や転石等の不安定岩塊：形状・規模・高さも配慮すべきではあるが、特に安定度ならびにその支持層自体（不安定岩塊基礎部の表土層）の受食性が重要な要因である。
- ③ 変状の進行性：カルテ点検の経過観察で進行性が認められれば、注意すべき緊急性の高い箇所となる（早めの対応が必要である）。
- ④ 対策工の有無：対策工の効果は、従来合計点から差し引いて全体の評価点としていたが、技術者ジャッジが曖昧でばらつく傾向が認められる。また、この評点を加えると、本来危険な斜面を人為的に見逃す恐れがあるので、自然要因をダイレクトに反映する評価法が良い。

以上の点に留意し、図2(b)に示す評価手法により、各項目の点数配分を吟味し、防災点検箇所の再評価を行いました。表土層の軟らかさや集水地形、崩壊履歴等の配点に重みづけを行った結果、現地の危険度や災害履歴箇所等との整合が取れ、地域に適した評価方法となりました。

なお、表土層の安定性を検討するために土層強度検査棒（通称：土検棒）を利用し、表土層の厚さ、強度（内部摩擦角 ϕ 、粘着力 c ）を求めました（図3参照）。これは、サウンディング（医者の聴診器みたいなもの）の一種で、ただだけではわからない地下の土層について、その不安定要因を評価・判定するためにとても有効でした。

以上の手法は、恣意的な要素も多いため、今後議論の余地はあると思いますが、一つの問題提起が出来たと同時に、その解決方法の一つを提示できたと思っています。

3.2.3. 今後の道路防災

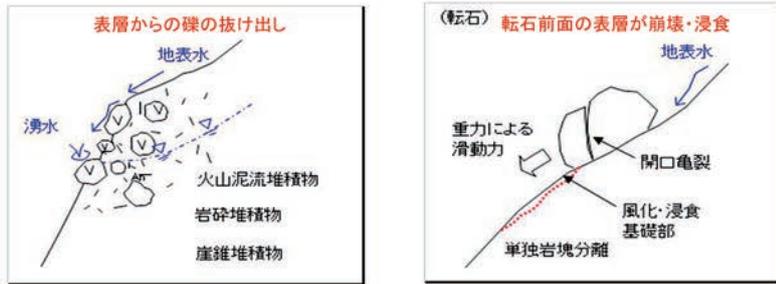
今回、新しい評価手法により防災点検箇所の再評価をしましたが、実状としては対策費用や用地などの問題もあり、決められた通り対策ができない場合も考えられます。その場合、今後の災害シナリオやリスクを考え、待ったなしの状態なのか、あるいは段階的な対策でも大丈夫か等を考慮して対応していく事が考えられます（図4参照）。

今後、今まで作られた社会資本ストックは、人間と同じように確実に老朽化するわけで、予期しない事故？（豪雨や地震等）に遭った場合は、社会的に重要なネットワークが遮断され、大きな経済的損失が生じる可能性が考えられます。

したがって、適切に診断を行い、メンテナンスしていく事が重要だと思います。しかし、限られたリソース（予算や人材等）の中でメンテナンスしていく事は難しいと思われます。そこで私は、今後以下の点に特に留意して、道路防災点検を進めていく事を提案します。

- ① 現地と整合が取れる危険度評価（地域性毎）の開発。

(a) テストフィールドでの模式的な災害発生例



(b) 新安定度評価

安定度調査表(落石・斜面崩壊)の項目と配点

項目	内容	配点	
		のり面	自然斜面
地形	崩壊性要因を持つ地形	6	6
	崩壊性の土質	8	2
土質・地質・構造	崩壊性の岩質	12	8
	崩壊性の構造	14	6
表層の状況	表土及び浮石・転石の状況	12	24
	浮石・転石が不安定～やや不安定	-	-
	湧水状況	8	4
	表面の被覆状況	5	16
形状	勾配の、高さ	18	20
	当該のり面斜面の変状	12	10
変状	隣接するのり面・斜面等の変状	5	4

★重点配分(変状の進行性を支配する要素)

- ①地表水、地下水を供給する地形
- ②崩壊か落石か
- ③表層の安定度検討(二次元極限平衡法)
- ④表層の浸食抵抗性(土壌硬度)
- ⑤変状の進行性

・評価項目が多い・万遍なく配点

新安定度評価フロー

地形地質 a

a1・地形
凹型 : 10
凸型 : 5
等斉型 : 0

a2・崩壊跡、水みち、湧水有無
有 : 10
無 : 0
評点 : a/20 e=a1+a2
主断面 20

浮石・転石の安定性 b

b1・浮石・転石安定度 b1
ランク1 : 10
ランク2 : 8
ランク3 : 6
ランク4 : 4
ランク5 : 2

b2・支持層の受食性 b2
ランク1 : 10
ランク2 : 5
ランク3 : 0
評点 : b/20 b=b1+b2
主断面 18

進行性の有無 c

c 進行性の有無
・転石・浮石
有 : 10
無 : 0
評点 : c/20
主断面 0

転石周辺の斜面構成と安定性 d

d1・転石周辺の斜面構成 d1
火山灰質ローム : 10
産錐性堆積物 : 6
強風化岩 : 4
岩盤 : 0

d2・斜面安定度 (飽和状態) d2
Fs<1.0 : 10
1.0≤Fs<1.2 : 5
1.2≤Fs : 0
評点 : d/20 d=d1+d2
主断面 6

進行性の有無 e

e 進行性の有無
・斜面
有 : 10
無 : 0
評点 : e/20
主断面 0

小計(A1)
評点 : A1/50 A1=a+b+c
主断面 38

小計(A2)
評点 : A2/50 A2=a+d+e
主断面 26

※浮石・転石の安定度は、落石便覧に準じる

(A1) or (A2) の内大きい方の評点 A
主断面 38 浮石・転石

今回の評価点数 B
評点の合計
評点 : B/100 B=A×2
主断面 76

緊急性の判断

I : 危険な状態で早急に対応が必要。(80点以上)
II : 緊急性はないが定期的な監視が必要。(60~79点)
III : 当面はカルテで対応。(40~59点)
IV : カルテ対応から除外。(39点以下)

主断面 II

参考)
H19年度点検安定度調査表
要対策 : 70点以上
カルテ対応 : 40~70点

図2 従来の安定度調査表(左)と今回新たに提案した新安定度調査表(右・下)の比較。



図3 土層強度検査棒によるベーンコーンせん断試験(左:土木研究所材料地盤研究グループ地質チーム, 2010)と試験実施状況(右)。

- ② より危険な箇所を優先した計画的な対策方針の策定.
- ③ トータルコスト (LCC: ライフサイクルコスト) の低減.
- ④ テーマを絞った点検 (例えば, 排水路整備).
- ⑤ 戦略的な人材育成 (地質技術者の関与).

これらのことを実施することで, 災害発生のリスクが低減されることが期待され, よりの確な防災・減災対策が可能になると考えます.

3.3. ジオパーク等の活用

最近, 世間一般で以前に増して“地質”が注目を浴びて

いる感じがしています. どちらかという, 地域おこしや経済活性化等の商業的センスも強いですが, それでも, 明らかに一般市民の方の目が“地質”に向いているような印象をうけます (個人的な印象かも).

その背景には, 最近突発的に起きる自然災害の影響も多分にあるのかと思っています. 災害のメカニズムを考えると, 日本列島の生い立ちや被災箇所の地質や地形に着目します. 個人的には, 一般の方の目が“地質”に向くことは大変いい傾向だと思います. そして, それを手助けするツールの一つとして, ジオパークや地質百選という活動があると思います.

ジオパークは, ユネスコ (UNESCO: 国際連合教育科学

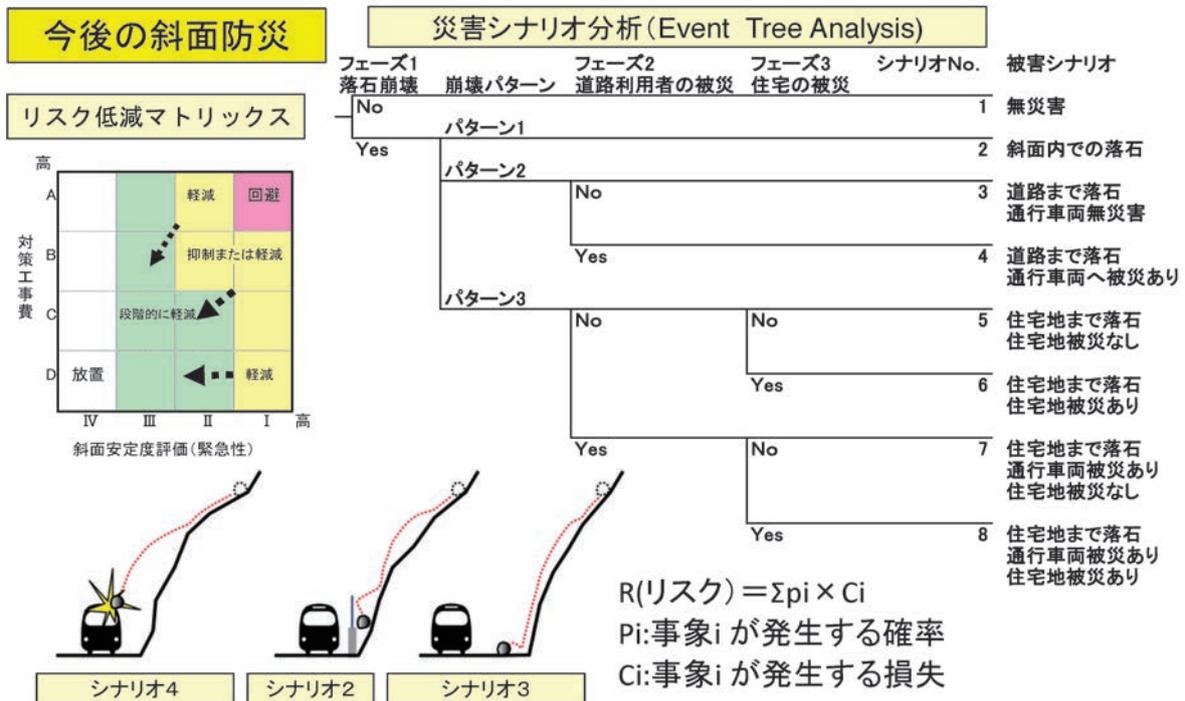


図4 今後の斜面防災に関する提案.



図5 地質的啓蒙をきっかけの一つとして, 熊本県上益城郡甲佐町における地質百選認定 (肥後変成帯). 「広報こうさ」2009年10月号 (甲佐町, 2009) より引用.

文化機関)の支援によって2004年に設立された組織「世界ジオパークネットワーク(Global Geoparks Network)」が認定する自然公園です。その目的は、地球科学的価値を有する「大地の遺産」を保護しつつ、それらを地域の教育や科学振興、および観光事業に活用し、持続可能な方法で地域を活性化させることにあります。

現在、日本に大小様々なジオパークがあり(2014年12月現在36地域指定)、そのうち阿蘇や島原半島、山陰海岸等7箇所については世界ジオパークとして認定され、様々な活動が行われています(日本ジオパークネットワーク, 2015; ホームページアドレスは引用文献を参照)。

また、地質百選は地質を広く知ってもらうために、社団法人全国地質調査業協会連合会と特定非営利活動法人地質情報整備・活用機構により選定されたもので、それを紹介した書籍「日本列島ジオサイト地質百選Ⅱ」(社団法人全国地質調査業協会連合会/特定非営利活動法人地質情報整備・活用機構 編, 2010)が出版されています。

私は、地質百選で肥後変成帯が選定されたことをきっかけに、それが分布する熊本県上益城郡甲佐町(図5参照)において、地質の啓蒙活動を行いました。当時、甲佐中学校の理科の先生をされていました金柿先生の協力で、ミグマタイトの現地観察や縞模様形成イメージの実験(黒と白のチョコレート湯煎して混合する)をやって頂きました。その成果の一部は、熊本大学教育学部理科教育(2014)のホームページ(アドレスは引用文献を参照)にまとめられています。

私は、これらのジオパークや地質百選等の活動(図5参照)をきっかけとして、自分が住んでいる大地を見直してもらえないかと期待しています。自分の住んでいる地域には何も無いといわれる方も居られるかもしれませんが、何もないところでも地球ができてから現在までの歴史は確実に存在するわけです。その歴史や現在の地質や地形がわかると、そこに何らかの実態やストーリーが生まれます。そこに興味をもつ方、足を運ぶ方、地域での食事や買い物等、その地元に興味や交流が生まれれば、あらたな地域おこしの一つの活動になります。また、そこに潜む地質災害リスク等も見えてくるかもしれません。必ずしも前述の通

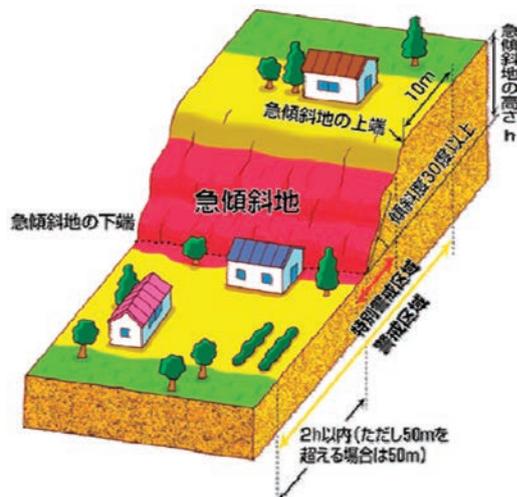


図6 土砂災害防止法における警戒区域設定(レッドゾーン, イエローゾーン)。国土交通省(2015)より引用。

り流れることは無いと思いますが、こういった活動をきっかけとして、自分が住んでいるところ(興味があるところ)の見直し(再評価・再認識)ができれば、地域防災の意識づけも高くなると考えます。

また、現在、行政側では全国各地で土砂災害防止法に基づく基礎調査が実施され、警戒区域の設定が行われています(図6参照)。しかし、その成果が我々住民まで情報が伝達されるまでは、地域によってはまだまだ時間が必要です。台風などによる豪雨は毎年どこかで発生しているわけで、行政の対応を待っているだけでは、自分の身を守ることはできません。自分の身を守ることができなければ、家族や親せき、友人等他人を助けることもできません。防災・減災活動の上では、「自助・共助・公助」として、まずは自分の身を守る事が重要な考えとなっています。

防災・減災のためには、多くの人に自分の住んでいる大地についてもっとよく知ってもらう必要がありますが、ジオパークや地質百選等の活動がそのきっかけとなることを強く願います。

4. 最後に

我々地質コンサルタントの仕事の客先は、官公庁が多いのですが、そこで課題として求められる内容は、地質屋の立場からの考え方とうまくかみ合わない場合が少なからずあります。我々は、自然を対象として目に見えにくい事象の記述や評価・判断を行っており、それには個々の人間の価値観や先入観が大きく影響します。このため、地質屋の成果は不明瞭な場合もあり、客先からいろいろ指摘を受けることもあります。また、実際に業務を進めるに当たっては、技術以外の面で大変な苦労もあります。しかし、インフラ整備の完成形を見ると、地質屋としてやってきてよかったなと感じます。決して、悲観することなく、前向きに今後も働きたいと思えます。

その気持ちは、蒜山地質年代学研究所の皆さんと同じではないかと思えます。今後も、お互い切磋琢磨しながら、この業界のみならず社会に貢献し、地質屋の社会的地位向上を目標として、一緒に頑張ればと思っています。

最後に、これからも蒜山地質年代学研究所の皆さんと一緒に仕事ができる喜びと益益の発展を祈念しまして、お祝いの言葉とさせていただきます。

謝辞

本稿の道路防災点検の部分は、福田泰英氏(元・基礎地盤コンサルタンツ株)との共同作業の成果である。ここに記し、感謝の意を表します。

また、本稿を作成するに当たり、執筆の場を設けて頂いた(株)蒜山地質年代学研究所の皆様と丁寧に校正頂いた曾根原崇文氏には、心から感謝致します。

引用文献

土木研究所材料地盤研究グループ地質チーム(2010)土層強度検

- 査棒による斜面の土層調査マニュアル (案). 土木研究所資料, 4176, 40p. <http://www.db.pwri.go.jp/pdf/D6641.pdf>, 2015/05/09.
- 国土交通省 (2015) 土砂災害防止法の概要. 土砂災害防止法 (土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律), <http://www.mlit.go.jp/river/sabo/sinpoupdf/gaiyou.pdf>, 2015/05/09.
- 甲佐町 (2009) まちの話題. 広報こうさ, no. 483 (2009年10月号), 8.
- 熊本大学教育学部理科教育 (2014) 肥後変成帯: ミグマタイト. <http://es.educ.kumamoto-u.ac.jp/museum/migmatite/>, 2015/06/21.
- 永川勝久・小畑正明・板谷徹丸 (1993) 肥後変成帯の K-Ar 年代. 地質学雑誌, 103, 943-952.
- 日本ジオパークネットワーク (2015) 日本ジオパークネットワークホームページ. <http://www.geopark.jp/>, 2015/05/09.
- 社団法人全国地質調査業協会連合会／特定非営利活動法人 地質情報整備・活用機構 編 (2010) 日本列島ジオサイト地質百選 II. オーム社, 東京, 208p.
- 塚原浩司 (2010) 道路法面の特異事例等の検証について. 九州技報, no. 46. http://k-keikaku.or.jp/xc/modules/pc_ktech/index.php?content_id=1833, 2015/05/09.

2015年5月10日受付, 2015年6月22日受理.

Engineering Geology of Japan, No. 5, 'The special issue of 20th anniversary of Hiruzen Institute for Geology and Chronology', 79-84 (2015)

My early life as an engineering geologist: self-introduction, my consulting works and outreach of geoparks

Katsuhisa Nagakawa ¹⁾

¹⁾ Kiso-jiban Consultants Co., Ltd., 14-11-1 Awaza, Nishi-ku, Osaka 550-011, Japan

© 2015 Hiruzen Institute for Geology and Chronology. All rights reserved.