

北九州市門司区西部における地形変遷と斜面地質

西日本工業大学 名誉教授	玉田 文吾
北九州市消防局防災対策部	谷延 正夫
北九州市建設局下水道河川部	清水 俊光
福岡県北九州土木事務所	石田 基志
福岡県前原土木事務所	長野 敏則
八千代エンジニアリング(株)	○福塚 康三郎

1. まえがき

近年、様々な自然災害の発生や社会構造の変化などにより災害リスクが高まっている。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の作業部会は、地球の気候システムに温暖化が起きているとほぼ断定し、地球温暖化の進行に伴って大雨の頻度や熱帯低気圧の強度が増加することを指摘した（内閣府、2007）。さらに、大規模地震発生の切迫性が指摘されている太平洋沿岸地域以外において、兵庫県南部地震以降、新潟県中越地震や福岡県西方沖地震、能登半島地震および新潟県中越沖地震などの被害を伴う地震が発生している。

豪雨や地震は地盤災害の誘因となるため、地域防災計画の検討に際しては、災害の素因となる地形条件や地質条件を事前に把握することが重要である。また、地形改変の著しい地域では旧地形と地質条件を関連付けて整理する必要がある（福塚・金折、2008）。

北九州市では 2006 年より集中豪雨などで危険が予想される箇所の地質調査を行い、斜面崩壊と降雨量との関係を明らかにした（玉田・谷延ほか、2008）。本研究では北九州市門司区西部を例として、昭和 28 年（1953 年）西日本大水害前後の地形変遷や現在の斜面地質状況を明らかにし、防災まちづくりにおける地形地質情報の重要性を指摘する。

2. 研究方法

2.1 地形変遷

北九州市門司区は九州の玄関口として栄え、特に関門海峡に面する門司区西部では山麓斜面の地形改変が著しい。このため、本研究では 1902 年製版「正式二万分一地形図」と 2002 年刊行「数値地図 25000」の比較検討を行い、対象地域の地形変遷を把握した。

2.2 斜面地質

昭和 28 年（1953 年）西日本大水害後に作成された「門司市豪雨災害概況図（福岡県、1954）」によれば、斜面災害は関門海峡に面する山腹斜面において著しいことが報告されている。このため、本研究では当該斜面の代表的な箇所において、地形変遷やそれに伴う土地利用の変化を整理した後、電気探査や簡易貫入試験等を行い、対象斜面の地質状況を明らかにした。本日は代表的な 2 箇所（小森江地区・矢筈地区）について報告する。

3. 地形・地質概要

3.1 地形概要

北九州市門司区は関門海峡南側の企救半島一帯であり、山地・丘陵地が大部分を占める。図-1 にグーグルアースを基に作成した門司区西部周辺の鳥瞰図を示す。山地・丘陵地と海岸線の間には崖錐斜面や沖積低地が分布するが、そのほとんどは住宅地や工業用地等として土地利用されている。この傾向は古くから街道筋として栄えた関門海峡側で特に著しい。



図-1 門司区西部周辺の鳥瞰図（○：K=小森江地区、Y=矢筈地区）

3.2 地質概要

図-2 に門司区西部周辺の地質図を示す。主として門司区西部に分布する基盤岩は古生代の呼野層群（中部層）と中生代白亜紀の関門層群（脇野亜層群）および花崗岩類である。また、門司区西部周辺には活断層である小倉東断層が存在する（活断層研究会、1991）。

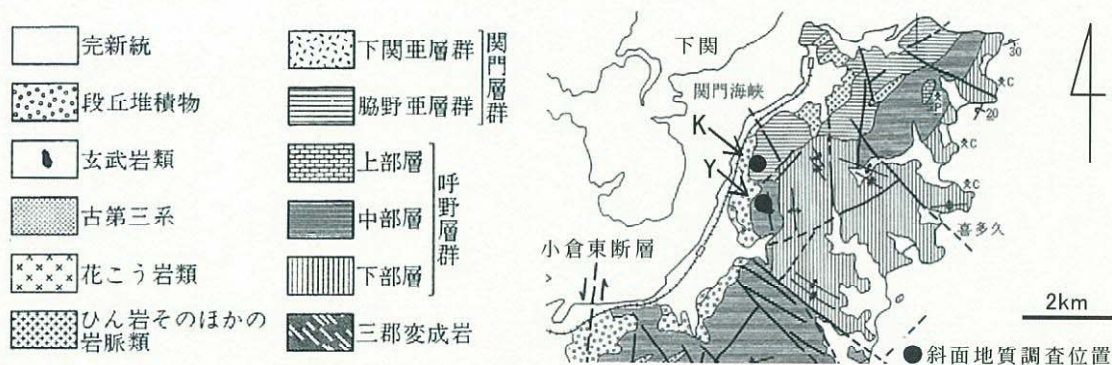


図-2 門司区西部周辺の地質図（松下、1971）（●：K=小森江地区、Y=矢筈地区）

3.3 昭和 28 年（1953 年）西日本大水害における北九州市の被害の概要

1953 年 6 月、旧北九州 5 市（門司/小倉/戸畑/八幡/若松）は、集中豪雨により死者 183 人、家屋倒半壊 3,800 戸、総罹災戸数 83,000 戸、総被害額 110 億円（現在価格で約 600 億円）という未曾有の大惨事に見舞われた（北九州市 HP）。また、旧門司市における斜面災害は 620 箇所におよび、その多くが現在の門司区西部に集中している（福岡県、1954）。

4. 地形変遷と土地利用の変化

4.1 門司区西部の地形変遷と土地利用の変化

地形変遷とそれに伴う土地利用の変化を把握することは、様々な災害リスクを検討する上で重要である。図-3 に門司区西部の新旧の地形図を示す。左側の地形図は 1902 年に製版された正式二万分之一地形図「大里」の一部であり、右側の地形図は数値地図 25000「小倉」「下関」の一部である。図中の破線枠は後述する図-4, 5 の範囲を示したものである。

1902 年の門司区西部は山地・丘陵地の自然な外形を確認できるが、100 年経過後の 2002 年には山麓～低地にかけて人為的に地形が改変されていることが分かる。土地利用も田畑・山林から住宅地・商業地・学校施設等に変化し、都市エリアが山腹に拡大している。

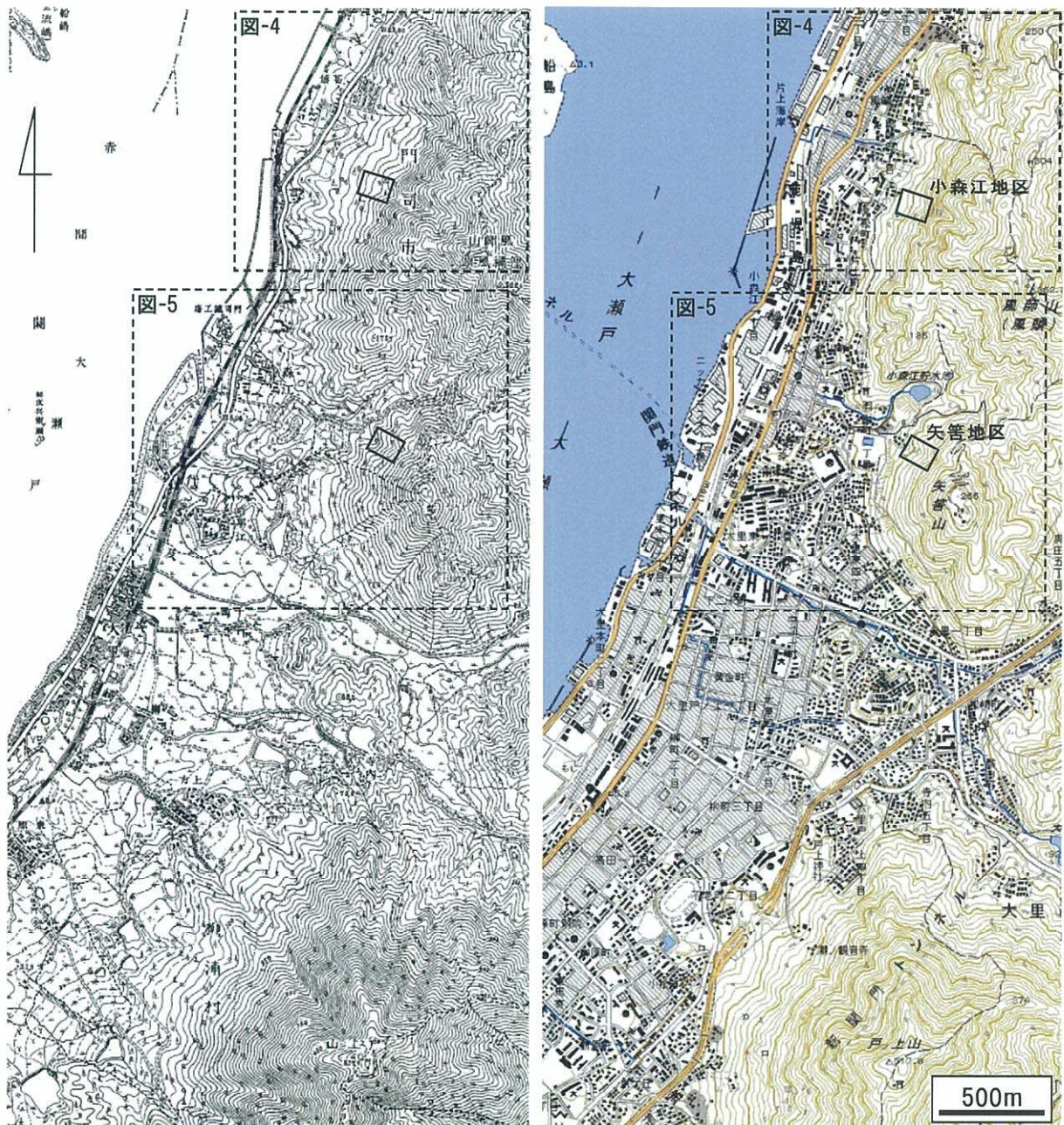


図-3 門司区西部の新旧の地形図（左：1902 年、右：2002 年）（□：斜面地質調査箇所）

左：地図資料編纂会編（2001）、右：国土地理院 HP（<http://watchizux.gsi.go.jp/>）

4.2 地形変遷や土地利用および災害履歴を考慮した地質調査対象斜面の選定

福岡県（1954）は、『風師山系が海峡に迫って傾斜の急な斜面に発達した広石、白木崎、小森江に至る間の被害は最も大きく、惨憺たる様相を呈した』と報告し、『市街地が海岸線に沿って発達し、山間の谷間に沿って密集した住家が軒をつらねているため、被害は一層甚だしかった』と指摘した。「門司市豪雨災害概況図（福岡県、1954）」で示された門司区西部の斜面災害の多くは斜面崩壊や土石流によるものと考えられる。

これらのことから、本研究では、門司区西部の都市エリア背面に位置する斜面のうち、1953 年大水害で被害規模が大きい小森江地区と被害規模が小さい矢筈地区を代表的な地質調査対象斜面とした。被害規模の大小は上記災害概況図により判断した。調査箇所周辺における水害前後の地形図および災害概況図を図-4（小森江地区）と図-5（矢筈地区）に示す。図中の四角枠は本研究における地質調査範囲である。両地区とも、1902 年は山頂から海岸付近まで谷筋を追跡できるが、その後 100 年間に地形が改変され、学校施設や住宅地等が建設されたため、2002 年の地形図において谷筋を追跡することは困難である。

本研究では、遷緩線の下方に広がる崖錐斜面の表層に堆積する未固結の崩積土の層厚や性状を把握するために、簡易貫入試験や電気探査等を行った（図-4、図-5）。簡易貫入試験は崩積土の厚さを点的に、電気探査は面的に把握することを目的とした。また、簡易貫入試験時には試掘や現場透水試験および試料採取を行った。さらに、小森江地区では調査箇所近傍の既存ボーリングコアの観察も行った。次章以降では、電気探査結果や簡易貫入試験結果を中心に述べ、対象斜面における崩積土の堆積状況を明らかにする。



図-4 小森江地区の地形変遷と災害概況（左:1902 年、中:1954 年災害概況、右:2002 年）



図-5 矢筈地区の地形変遷と災害概況（左:1902 年、中:1954 年災害概況、右:2002 年）

5. 斜面地質調査結果

5.1 小森江地区

当地区における電気探査結果を図-6 に、簡易貫入試験結果とボーリング調査結果を表-1 に示す。当地区における地質調査は、遷緩線が位置する標高 115m 付近の谷の出口に設置された砂防えん堤の下流側の約 100m 区間で実施した。なお、同えん堤は満砂状態である。

①斜面の現況：斜面表層には巨礫が散在し、雑草や低木に覆われている。1953 年の豪雨災害以降、大きな土砂災害は発生していないと考えられるが、福岡県により砂防指定地に指定されている。斜面勾配は概ね 20° 前後であり、斜面下方には民家や学校施設が立地する。

②崩積土の層厚と基盤岩：簡易貫入試験結果により得られた貫入深度と電気探査結果により得られた比抵抗パターンおよび既存のボーリング調査結果から、当該斜面における崩積土の層厚は 1.5～3m と考えられる。また、基盤岩は既存のボーリング調査結果や周囲の露頭状況などから斜面下方側では花崗岩類、上方側では脇野垂層群の砂岩と考えられる。

③崩積土の性状：崩積土は粘土を多く含む礫質土である。なお、図-6 に示した崩積土中の高比抵抗値が集中する箇所（目玉状の部分）は巨礫の密集を反映していると考えられる。

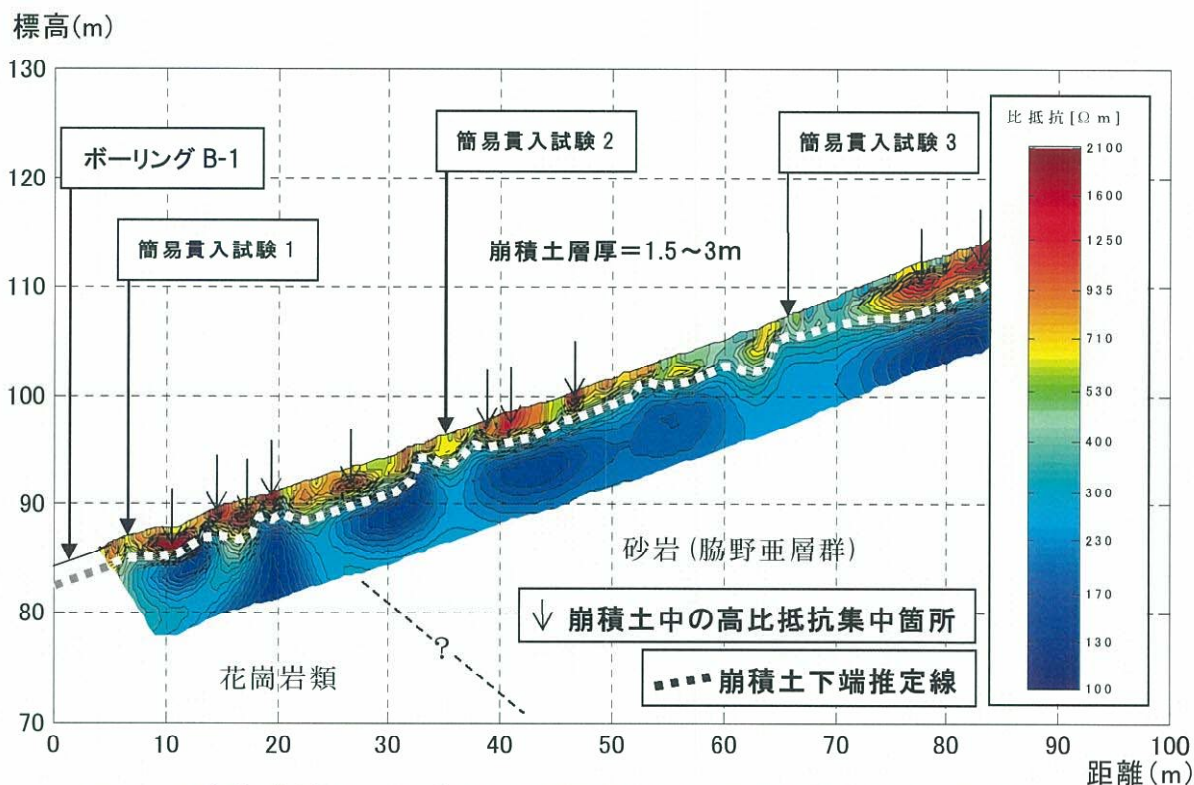


図-6 電気探査結果に基づく比抵抗断面図（小森江地区）（原図はカラー）

表-1 簡易貫入試験結果・ボーリング調査結果一覧表（小森江地区）

試験地点	貫入深度 (m)	地山到達の有無	崩積土の性状
簡易貫入試験 1	1.34	礫障害の可能性あり	礫質土(粘土質砂礫)
簡易貫入試験 2	2.09	地山到達と考えられる	礫質土(粘土質砂礫)
簡易貫入試験 3	1.47	地山到達と考えられる	礫質土(粘土質砂礫)
調査地点	総掘進長 (m)	崩積土確認深度 (m)	崩積土の性状
ボーリング B-1	10.00	2.50	礫質土(粘土質砂礫)

5.2 矢筈地区

当地区における電気探査結果を図-7に、簡易貫入試験結果を表-2に示す。当地区における地質調査は標高95m付近の谷の出口に位置する民家裏手から遷緩線の位置する標高135m付近にかけての約100m区間で実施した。なお、当調査区間内には砂防えん堤が設置されているため、えん堤の下流側と上流側の2区間に分けて検討した。

- ①斜面の現況：えん堤下流側の斜面の表層は耕作地(果樹園)として利用されている。これに対して、えん堤上流側の斜面には砂礫が堆積し、雑木林に覆われる。えん堤内部はほぼ満砂の状態である。近年では土砂災害は発生していないと考えられるが、砂防指定地に指定されている。斜面勾配はえん堤下流側では20～25°、えん堤上流側では20～30°である。
- ②崩積土の層厚と基盤岩：簡易貫入試験結果より得られた貫入深度と電気探査結果より得られた比抵抗パターンから、当該斜面における崩積土の層厚はえん堤の下流側では2～5m、上流側では1～3mであり、下流側は上流側に比べて厚いと考えられる。また、基盤岩は周囲の露頭状況から呼野層群の砂岩/粘板岩の互層と考えられる。
- ③崩積土の性状：崩積土は部分的に粘土優勢となる礫質土から構成される。なお、図-7に示した崩積土中の高比抵抗値が集中する箇所は巨礫の密集を反映していると考えられる。

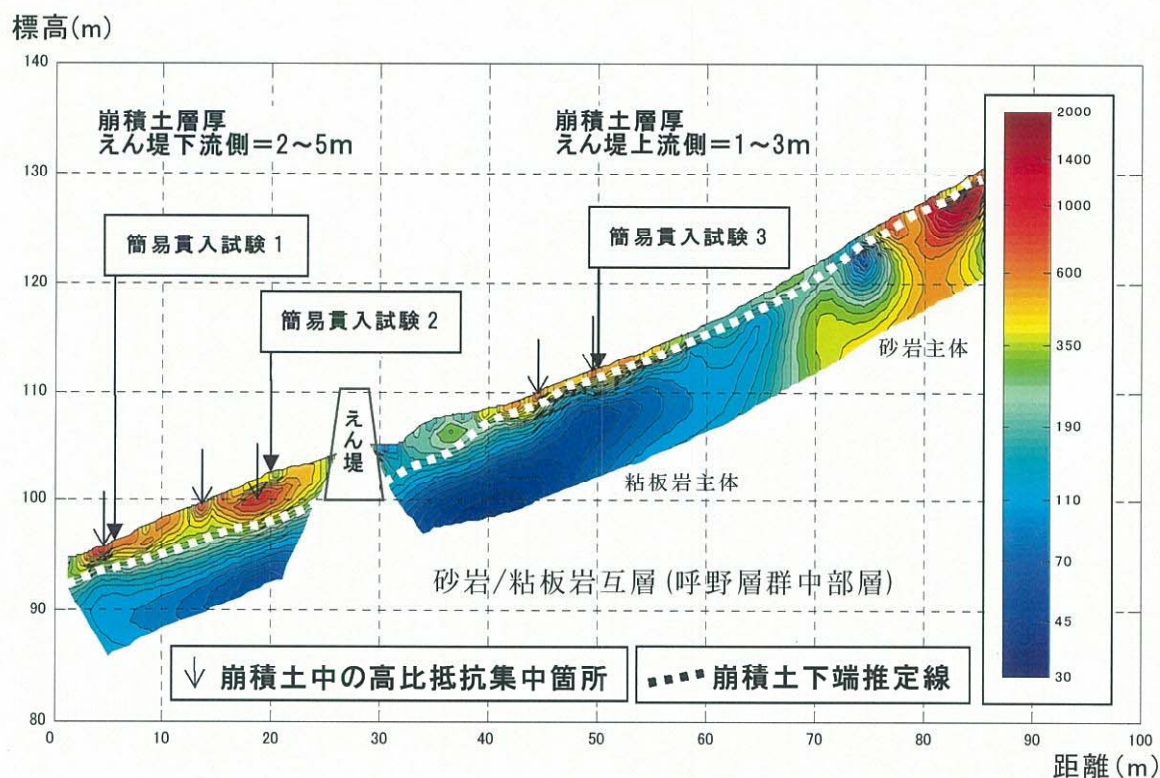


図-7 電気探査結果に基づく比抵抗断面図(矢筈地区)(原図はカラー)

表-2 簡易貫入試験結果・ボーリング調査結果一覧表(矢筈地区)

試験地点	貫入深度(m)	地山到達の有無	崩積土の性状
簡易貫入試験1	1.70	地山到達と考えられる	粘性土(砂礫質粘土)
簡易貫入試験2	0.82	礫障害の可能性あり	礫質土(砂混じり粘土質礫)
簡易貫入試験3	0.51	地山到達と考えられる	粘性土(砂礫質粘土)

6. 防災まちづくりにおける地形・地質情報の利活用

6.1 地形・地質情報の整理

自然災害は誘因が素因に作用することによって生ずる。素因には地形・地質条件などの自然的素因と地理・土地利用条件などの社会的素因とがあり、これらの要因の組み合わせと相互作用の状態に応じて、様々な種類の被害が発生する（水谷、2002）。本研究では新旧の地形図を用いて、地形の変遷や土地利用条件の変化を明らかにした。また、電気探査や簡易貫入試験およびボーリング結果などを用いて、斜面の地質状況を検討した（図-8）。

風師山系と関門海峡に挟まれた門司区西部は可住面積が少ないため、過去1世紀にわたり、都市エリアを山腹の崖錐斜面にまで拡大してきた。崖錐斜面に堆積する崩積土は主に粘土を含む礫質土から構成される。また、崩積土の層厚は1953年豪雨災害時における被害規模の大きい小森江地区よりも被害規模の小さい矢筈地区において厚いことから、災害履歴との関連性が示唆される。池谷（1999）は斜面崩壊地における斜面勾配は 20° 以上であることが多く、土石流が堆積した場所の溪床勾配は $3\sim 10^{\circ}$ の区間が多いと指摘している。上記2箇所の斜面の勾配はいずれも 20° 以上であるため、今後とも監視が必要である。なお、これら2箇所では福岡県により2005年に「土砂災害防止に関する基礎調査」が実施され、土石流災害発生時における危害のおそれのある土地等の調査などが行われている。

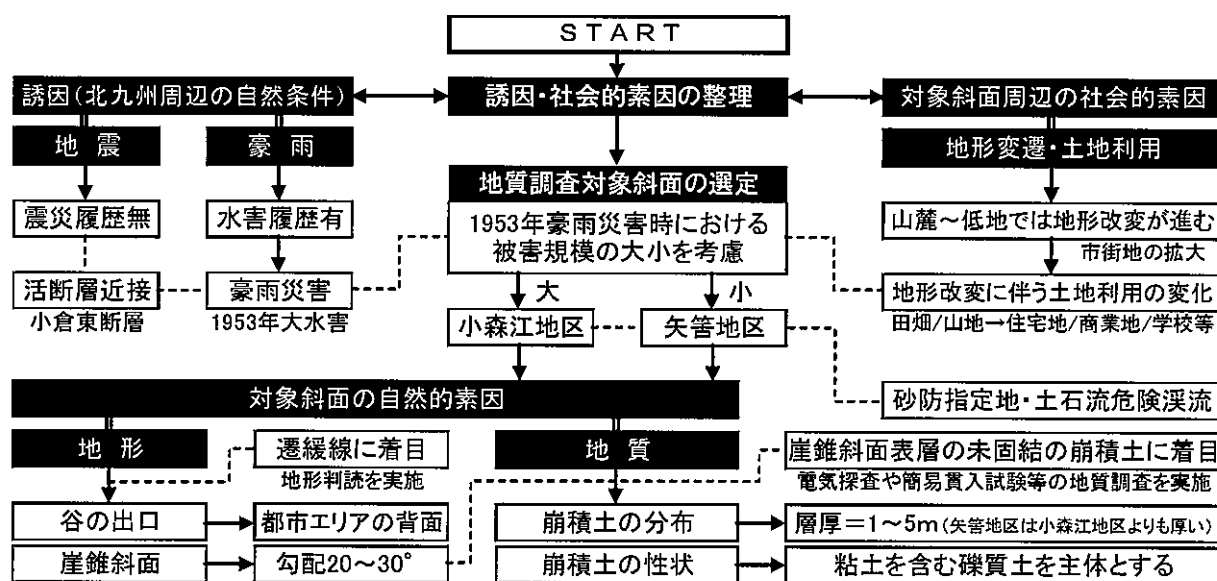


図-8 本研究における地形・地質情報の整理結果

6.2 地形・地質情報の利活用

防災まちづくりに際しては、対象とする地域の住民が災害リスクを共有することが重要となる。本研究で明らかにした地形変遷とそれに伴う土地利用の変化および都市エリア背面の崖錐斜面における崩積土の堆積状況も災害リスクを構成する要素の一部である。以上のことから、防災まちづくりに地形・地質情報を利活用することは非常に重要であるため、北九州市では今後も監視の必要な斜面の把握を継続する予定である。

7. あとがき

本研究では北九州市門司区西部を例として、1953 年西日本大水害前後の地形変遷や現在の斜面地質状況を明らかにし、防災まちづくりにおける地形地質情報の利活用の重要性を指摘した。主な結論は下記の通りである。

- ・1953 年西日本大水害後に作成された「門司市豪雨災害概況図」によれば、斜面災害は門司区西部の関門海峡に面する山腹斜面において著しいことが報告されている。
- ・過去 1 世紀の間に、門司区西部では山麓～低地にかけて人為的な地形改変が進み、土地利用状況も大きく変化し、都市エリアは山腹の崖錐斜面にまで拡大している。
- ・1953 年大水害の際、大きな被害が生じた小森江地区と比較的小さな被害であったと考えられる矢筈地区において、都市エリア背面の崖錐斜面（斜面勾配 20～30°）に堆積する崩積土の層厚と性状を把握するために電気探査や簡易貫入試験等を実施した。
- ・崩積土の層厚は小森江地区では 1.5～3m であるが、矢筈地区の砂防えん堤下流側では 2～5m であり、災害履歴との関連性が示唆される。また、崩積土は主に粘土を含む礫質土から構成され、部分的に巨礫が密集すると考えられる。
- ・防災まちづくりに際しては、対象とする地域の住民が災害リスクを共有することが重要であるため、北九州市では今後も監視の必要な斜面の把握を継続する予定である。

謝辞

現地調査に際しては、連合会長をはじめとする地域住民の皆様にご協力を頂いた。福岡教育大学（前国土地理院）の黒木貴一教授には地形情報を提供して頂いた。これらの方々に厚く御礼申し上げる。

引用文献

- ・内閣府（2007）：平成 19 年度防災白書。 <http://www.bousai.go.jp/hakusho/h19/index>.
- ・福塚康三郎・金折裕司（2008）：地震に伴う地盤災害の想定および評価に向けた新旧地形情報の利活用－2005 年福岡県西方沖の地震と 2007 年能登半島地震を例にして－。応用地質，Vol. 48，No. 6，pp. 324-330.
- ・玉田文吾・谷延正夫・川崎優介（2008）：北九州市における有効先行降雨量と斜面崩壊との関係。平成 20 年度日本地すべり学会九州支部学術講演会，講演要旨。
- ・福岡県（1954）：福岡県水害誌。福岡県資料，565p.
- ・活断層研究会（1991）：日本の活断層。東京大学出版会，440p.
- ・松下久道（1971）：九州炭田堆積盆地生成の一考察。九大理学部研究報告，11，pp. 1-16.
- ・地図資料編纂会（2001）：正式二万分一地形図集成（九州）。141p.
- ・水谷武司（2002）：自然災害と防災の科学。東京大学出版会，207p.
- ・池谷 浩（1999）：土石流災害，岩波書店，221p.