

## 1. 中国地方の地形・地質、および地盤特性

## 6. 山口県の地盤特性

## Chapter 1. Topography, Geology and Geotechnical Properties in Chugoku Area

## 6. Geotechnical Properties in Yamaguchi Prefecture

大原 資 生 (おおはら すけお)

宇部工業高等専門学校 校長

西 村 祐二郎 (にしむら ゆうじろう)

山口大学教授 教養部地学教室

山 本 哲 朗 (やまもと てつろう)

山口大学助教授 工業短期大学部土木工学科

## 1. ま え が き

山口県は本州の最西端に位置し、日本海、響灘、周防灘（瀬戸内海）に面し、三方に海岸線をもっている。

県全体が高原状の山地からなり、それが海岸近くまで広がっているため、大きい平野や大河川といったものはない。この山地を大別すると、島根、広島両県から西へのびてきた阿武山地、岩国から徳山にかけての後背地の周南丘陵、秋吉台を中心として、県西部に広がる長門西部丘陵の三つになる。

これらのいずれの山地にも風化が進んだ箇所が多く、地盤災害が各所で発生している。

特に、土質の面から注目されるのは、豪雨時に崖崩れが多発するまさ土が分布する周南丘陵と第三紀層の地すべり地の油谷地域（向津具半島）である。

山口県の統計によれば、家屋、構造物などの被害を伴った斜面崩壊だけでも平均して毎年50箇所生じているが、その中の半数が周南丘陵で発生している。

一方、県西部の長門西部丘陵の地層も古く、斜面が風化によって生じた弱い粘土層に覆われており、下関市を中心として毎年かなりの自然および人工斜面の崩壊が多発している。

軟弱な沖積層の発達には瀬戸内海岸の入江に集中しており、これらは柳井、岩国などの周南地区にほぼ限定されている。

県内にはいくつかの地すべり地域があるが、油谷地区の地すべりはその規模から特筆すべきものである。

本稿では、まず山口県の地形、地質状況を述べ、ついで周南丘陵のまさ土、地すべりの多発する油谷地区などの土質、瀬戸内海岸に点在する沖積土などについてその特徴を述べる。

## 2. 山口県の地形概観

本州の最西端に位置する山口県は、三方を海に面し、多くの島嶼（しょ）と長い海岸線をもっている。そのわりには大河川や大平野がなく、山地に富んだ県である。しかし、特に高い山があるわけではなく、県東部の島根県境にある寂地山（1337m）を頂点に、県全体として東高西低のあまり高度差の大きくない高原状の山地が海岸線近くまで広がっていて、大平野の発達を妨げている。

このような山口県の地形的特性は、経済企画庁<sup>1)</sup>

表—1 山口県の地形区分とその分布面積比

大区分	小 区 分	分布面積(%)	
山 地	大起伏山地（起伏量 600m 以上）	1.6	63.0
	中起伏山地（起伏量 400～600m）	17.7	
	小起伏山地（起伏量 200～400m）	40.1	
	小起伏火山地（起伏量 200～400m）	1.1	
	山ろく地	2.5	
丘陵地	大起伏丘陵地（起伏量 100～200m）	14.8	20.6
	小起伏丘陵地（起伏量 100m 以下）	4.9	
	火山性丘陵地（起伏量 200m 以下）	0.9	
台 地	砂礫段丘・岩石段丘・溶岩台地など		2.1
低 地	扇状地性低地	9.6	14.1
	三角州性低地	1.6	
	砂州・自然堤防	0.6	
	埋立地・干拓地	2.3	
湖 沼			0.2

報告—1996

による20万分の1山口県地形分類図によく表現されている。その地形区分および分布面積比を表一1に示す。それによると、小起伏山地が40%以上、また丘陵地が20%以上に達し、全県的には低山性の地域であることを物語っている。また、各地形区分の形態や配列が北東—南西方向の優勢な断層系とこれにほぼ直交する副次的な断層系に強く支配され、小規模な地塊山地群に分かれていることも特徴的である。

中国地方には侵食平坦面がよく発達し、高位面(脊梁山地面:1000~1300m)の道後山面, 中位面(300~600m)としての吉備高原面, 低位面(200m以下)の瀬戸内面に区分されうことは、よく知られている。山口県についてみると、道後山面は県境付近の西中国山地の頂上部に部分的に認められ、吉備高原面は周防山地, 阿武高原, 長門山地などに広く分布している。また、瀬戸内面は長門丘陵の南部(宇部付近)に模式的に発達している。

3. 山口県の地質

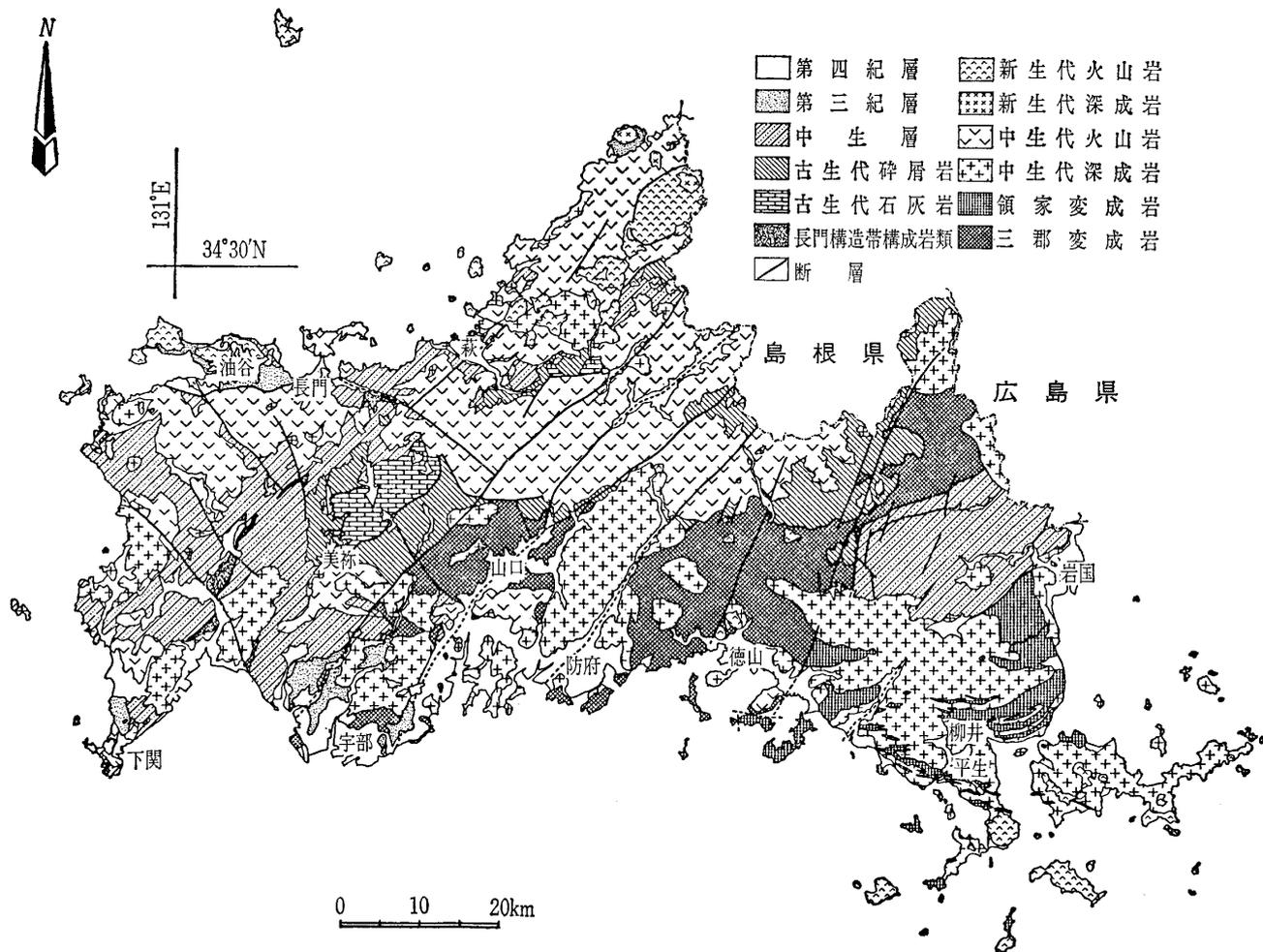
山口県の総面積は約6100km<sup>2</sup>に達するが、全国

土のわずか1.6%を占めるにすぎない。しかし、地質学的には西南日本の内帯に位置し、古生代(約4億3千万年前)から第四紀(現在)に至るいろいろな地質時代に形成された様々な種類の堆積岩, 火成岩および変成岩からなり、それらが複雑にからみあった地質構造を形成している。このような山口県を構成する地質体は、その種類の豊富さばかりでなく、日本列島の形成発達史を解明するうえで重要な役割を果たしているものが多い。

15万分の1山口県地質図<sup>2)</sup>には、山口県の地質が87個の地質系統に細分され、それらの分布の様子や相互関係が表現されている。ここでは、それらの地質系統の性質と形成年代によってできるだけまとめ、

表一2 山口県の地質区分とその分布面積比

地質単元	分布面積(%)	地質単元	分布面積(%)
第四紀層	9.7	新生代火山岩	3.7
第三紀層	2.9	新生代深成岩	0.3
中生層	15.1	中生代火山岩	23.1
古生代碎屑岩	6.4	中生代深成岩	22.8
古生代石灰岩	1.7	領家変成岩	3.4
長門構造帯構成岩類	0.5	三郡変成岩	10.4



図一1 山口県の地質略図

12個の地質単元に大区分した地質略図を図—1に示す。この図上での各地質単元の分布面積比を計算すると、表—2のようになる。これらの分布面積比の大小の値は、地質学的にはさほど重要な意味をもつとはいえない。分布面積が小さくても、地質学的に重要なものもあれば、地下深所に広く潜在しているものもあり、またかつては広く露出していたものが風化・侵食作用によって削はくされた場合もあるからである。しかし、山口県の地盤特性を考えるには、現在のこの分布面積は重要な意味をもつであろう。

複雑多岐にわたる山口県の地質も大局的にみると、三つの地域すなわち周防地域（東部地区）、長門西部地域（西部地区）、阿武地域（北部地区）に区分される。中生代深成岩（22.8%）と中生代火山岩（23.1%）としたものは、上記の3区分とは無関係に、県下各地に広く発達しているようにみえる。しかし詳しく検討すれば、これらの大部分にも地域性が認められる。すなわち、中生代深成岩は白亜紀後期の広島花崗岩類（花崗岩を主とし、花崗斑岩、花崗閃緑岩、閃緑岩類を伴う）と領家花崗岩類（花崗閃緑岩、花崗岩）からなり、前者は県下全域に散在するが、後者は周防地域の南東部（柳井—大島地方）にしか産出しない。また、中生代火山岩とは白亜紀前期の関門層群の安山岩質火山岩類、白亜紀後期の周南層群の石英安山岩質凝灰岩類および阿武層群の流紋岩質凝灰岩類などを一括したものである。前者は長門西部地域に主として分布するが、後二者は阿武地域を特徴づけている。以下、上記の3地域の地質特性について略述する。

周防地域は北から南へ、古生代砕屑岩からなるペルム系錦層群（砂岩、粘板岩、酸性凝灰岩）とその変成部としての三郡変成岩（高压型：泥質・砂質・塩基性片岩、蛇紋岩）ならびに中生層のオリストストローム層<sup>注1)</sup>としてのジュラ系玖珂層群（層状チャート、礫質泥岩、砂岩）とその変成部の領家変成岩（低压型：泥質雲母・珪質雲母片岩、泥質縞状・珪質縞状片麻岩）が帯状に配列している。領家変成岩は領家花崗岩類を密接に伴っている。当地域は三郡変成帯および領家変成帯の模式地として、よく知られている。また島嶼部には、新生代火山岩の一部

に相当する瀬戸内火山岩類（安山岩、同質凝灰岩）が発達する。

長門西部地域では、有名な秋吉台が古生代石灰岩で構成され、その周囲を古生代砕屑岩としてのペルム系大田層群・常森層・別府層（砂岩、頁岩、チャート）が取り巻き、さらに西部には中生層が広く分布している。中生層には、陸棚相としてのトリアス系美祢層群（砂岩、頁岩、礫岩、石炭）、ジュラ系豊浦層群（砂岩、頁岩、礫岩）、上部ジュラ—最下部白亜系豊西層群（砂岩、頁岩、礫岩）が東から西へ累積し、湖成層としての下部白亜系関門層群（砂岩、頁岩、礫岩）が先に述べた関門層群の安山岩質火山岩類を伴って各地に散在している。この中生層を切って、長門構造帯構成岩類（正片麻岩、角閃岩、蛇紋岩、結晶片岩など）が北東—南西方向に狭長に露出することも特徴的である。また、山陽・山陰部には宇部層群（砂岩、頁岩、礫岩、石炭）や油谷湾層群（砂岩、頁岩、礫岩）などの第三紀層が点在し、向津具半島の油谷湾層群の上位には新生代火山岩の山陰火山岩類（玄武岩、安山岩）が覆っている。

阿武地域は先に述べた中生代火山岩のうちの周南・阿武両層群によって広く覆われ、その模式地として有名である。新生代深成岩（斑れい岩、閃緑岩）と新生代火山岩（阿武火山岩類：玄武岩、安山岩）の発達も特徴的である。

なお、山口県の地質に関する詳しい解説書としては、高橋ほか<sup>3)</sup>、今村ほか<sup>4)</sup> および猪木ほか<sup>5)</sup> が、また普及書としては、山口地学会<sup>6)</sup> および村上・西村<sup>7)</sup> が、それぞれ出版されている。

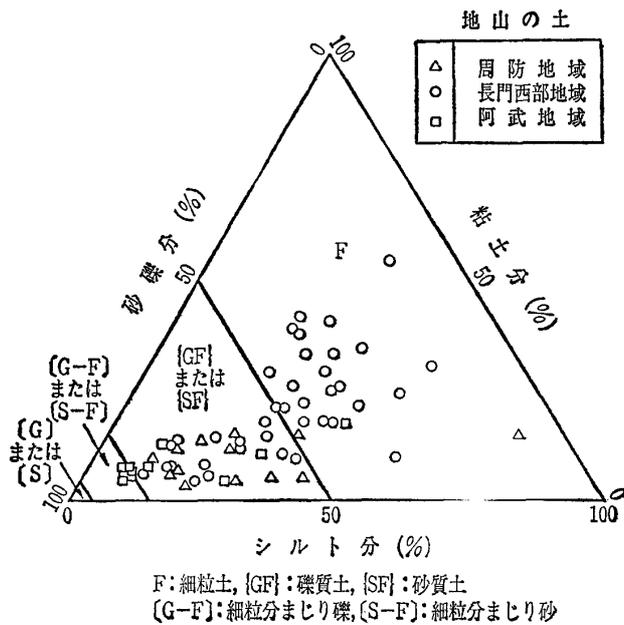
#### 4. 山口県の土質

土質の面から注目されるのは、豪雨時に崖崩れが多発する、まさ土が分布する周南丘陵と第三紀層の地すべり地区の向津具半島であるが、以下にこれらの地域の地盤および瀬戸内海岸に点在する軟弱な沖積土層について述べることにする。

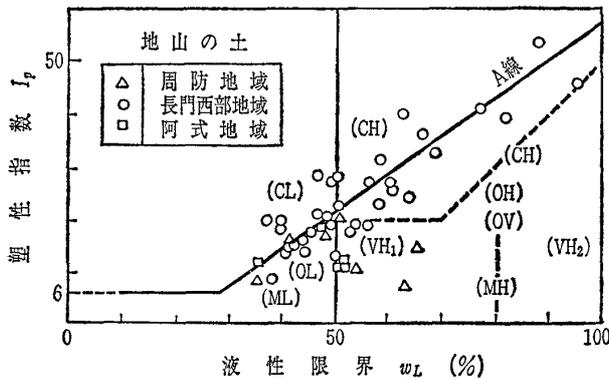
豪雨による地盤災害の調査のために著者らおよび県の県内62箇所<sup>8)</sup> から集めた急傾斜地の地山の土の土質試験結果を三角座標（日本統一分類）および塑性図に示した。図—2、図—3がそれらである。

前に述べたように、県内の地質構造はかなり複雑であるが、大きく分けると、周防地域（東部の瀬戸

注 1) 泥質岩などの優勢な地層群が海底で大規模な地すべりを起こし、再堆積してできた不均質な堆積層



図—2 地山の土の三角座標



図—3 地山の土の塑性図

内海側), 長門西部地域(西部), 阿武地域(東北部)に三分することができるので, 図—2, 3に示すように, 各地域ごとに地山の土の分類をした。図から分かるように, 長門西部地域は粘質土が多く, 周防地域, 阿武地域では礫・砂質土が多い。また, 塑性図ではほとんどの土がA線の近くに分布している。特に, 美祢を中心とした長門西部地域の土はA線に沿って広い範囲に分布し, 液性限界の低いものから高いものまで存在していることが分かる。

このように地山の土はその地域の地質状況を反映しているが, 地質については3.のところで詳述しているので, これについては簡単に述べる。周防地域に分布する砂質土の大部分はまさ土で, これは瀬戸内海に沿って介在し, 風化しやすい中生代の花崗岩が風化して生成されたものである。

また, 周防地域には古生代の変成岩類の三郡変成

岩類と領家変成岩類とが広く分布しているが, これらもはく離性に富み, 節理もよく発達し, 強い風化を受けると角礫状となり, 滑落や崩壊を起こしやすくなる。

長門西部地域は古生代, 中生代, 新生代の地層が広く分布し, 複雑な地質構造となっているが, このうち, 中生代の関門層群に属する砂岩, 頁岩, 礫岩, 凝灰岩は比較的ぜい弱で風化して粘土が生成される。

阿武地域には中生代の流紋岩, 石英斑岩, 新生代の安山岩類が広く分布しているが, これらは風化により礫状化し, 急峻な山腹を覆っており, このため降雨による崖崩れなどが多発している。

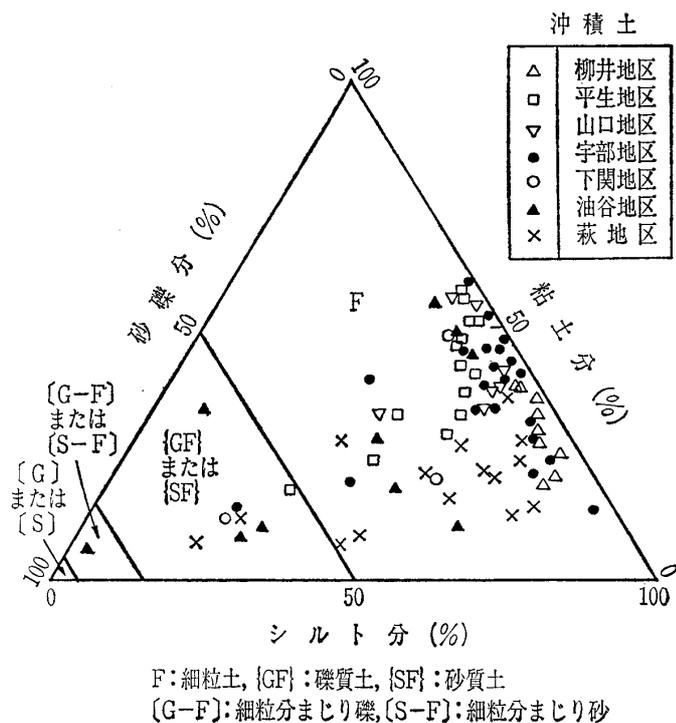
次に, 瀬戸内海岸では入江も多く, 軟弱な沖積層が発達しているところが多い。ここでは図—1に示す瀬戸内沿岸の5地区(柳井, 平生, 山口, 宇部, 下関)および山陰側の2地区(萩, 油谷)の計7地区の沖積土層について述べることにする。

平生地区の沖積土層は層厚16mの海底粘土で形成され, また, 柳井地区は厚さ20mのシルト層が堆積している。山口地区は砂質土とシルトの互層が数mの厚さで堆積している。宇部地区の港湾には厚さ5m前後のシルト質粘土層が存在する<sup>9), 10)</sup>。

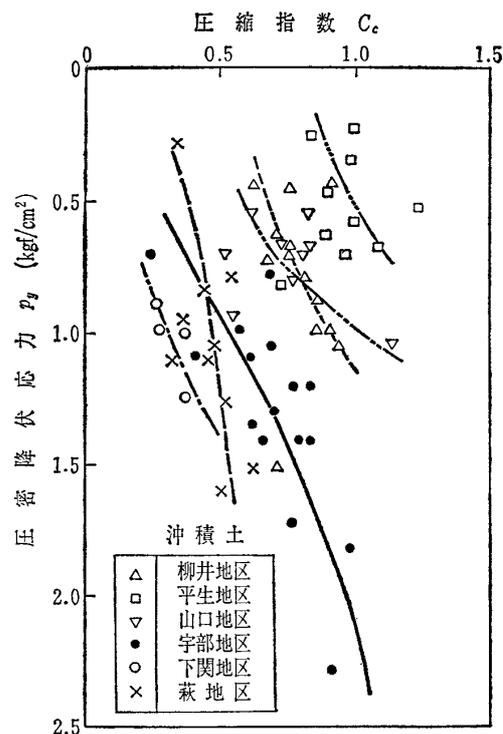
このように瀬戸内地区の沖積土の土質はシルト質砂, 砂質シルト, シルト, 粘土と多種であるが, その多くはシルト以上の粒径の土を70%程度含んでいる。また, 層厚は大きいところで約20mに達する。間隙比は2.0前後, 一軸圧縮強度は0.2~0.5 kgf/cm<sup>2</sup>前後, N値は0~3ぐらいでかなり軟弱である。各地区の沖積土の三角座標と塑性図をそれぞれ図—4, 図—5に示した。

前述のように, これらの沖積土はいずれも砂分またはシルト分がかなり多くなっており, 特に山陰側の萩地区の沖積土では砂分を70%も含んでいる。そのため図—5の塑性図でも多くの沖積土がA線より上にあるのに対し, 萩地区のそれのほとんどはA線の下にある。これに対して柳井, 平生, 山口, 宇部地区の沖積土のほとんどは細粒土であり, 砂礫分10%以下, シルト分40~70%, 粘土分30~60%を含んでいるものが多い。

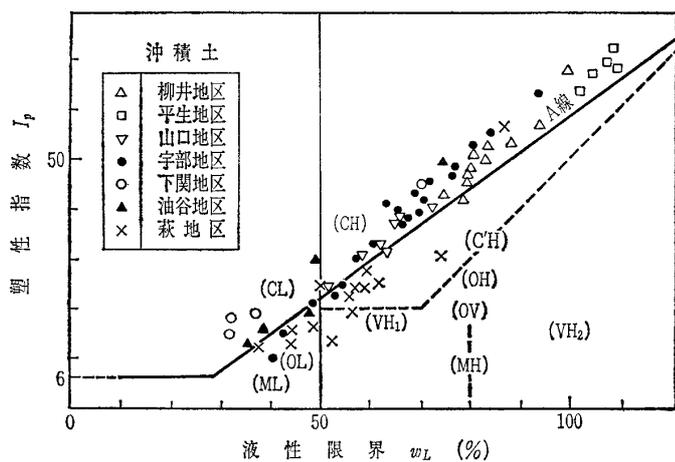
県内には, 約210の地すべり危険箇所があるが, この中の約80が県北部の油谷湾に面する向津具半島



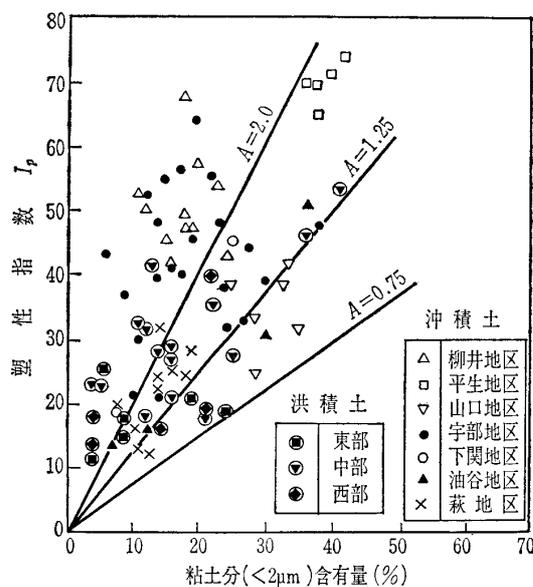
図—4 沖積土の三角座標



図—6 沖積土の圧縮指数



図—5 沖積土の塑性図



図—7 粘土分の活性度

に密集している。向津具半島の地すべりは褶曲作用を強く受けた第三紀層の上に、亀裂の多い玄武岩がキャップロックとしてのもっており、北松型と同類の地すべりである。

図—4, 5 にみられるように、油谷地区の沖積土の粒度組成、液性限界の値にはかなりの幅がみられる。

図—6 は沖積土の圧縮指数と圧密降伏荷重の関係を示した結果である。沖積土では圧密降伏荷重は深さにほぼ比例すると考えてよいので、図—6 は圧縮指数と深さの関係とみることができる。これより圧縮指数の深さによる増加は平生、山口、柳井、宇部、下関の瀬戸内側でほぼ同傾向にあるが、萩ではやや

小さくなって砂分の多いことを裏付けている。

また、圧縮指数の値は平生、山口、柳井、宇部、下関の順で小さくなっているのも、それぞれの沖積土の圧縮性もこの順で小さくなっていると判断できる。

図—7 は県内の土の活性度 A を示したものである。洪積土、沖積土の区別なく、ほとんどの土が活性の高い粘土を含んでいるということになる。

## 5. あとがき

以上、山口県内の地盤特性として、地形、地質および土質の概要について述べた。

ほかに比して特徴的な地盤特性といったものはなく、油谷（向津具半島）の地すべり地盤を除いては一般的な地盤といえる。

おわりに本文で述べたことを要約すると以下のとおりである。

(1) 県東部の地山の土は粗粒のものが多く、西部へいくに従って、粘土分が多くなる。

この傾向は瀬戸内側の入江の沖積土についてもいえる。

(2) 周南地域の沖積土はかなり軟弱である。

(3) 県北部の油谷地区（向津具半島）は第三紀層地すべりの常襲地である。

(4) 降雨時の斜面崩壊は周南地域のまさ土地盤と長門西部、特に下関市周辺に多発している。

### 謝辞

本文をまとめるに当たり、建設省山口工事事務所、山口県、各土木事務所から提供していただいた資料

を用いた。また、山口大学工学部学生桜井修司君には土質実験を手伝っていただいた。ここに記して、これらの方々に厚く謝意を表する。

### 参考文献

- 1) 経済企画庁総合開発局：縮尺20万分の1土地分類図35（山口県），地形分類図，1973.
- 2) 村上允英・西村祐二郎・宇多村譲・橋本恭一：15万分の1山口県地質図，山口地学会，1988.
- 3) 高橋英太郎・河野通弘・岡村義彦・村上允英・渋谷五郎・三上貴彦・西村祐二郎・岡本和夫・太田正道・陶山義仁：山口県の地質，山口県立山口博物館，p. 286，1975.
- 4) 今村外治・長谷 晃・多井義郎・小島丈兒：日本地方地質誌「中国地方」新版，朝倉書店，p. 383，1984.
- 5) 猪木幸男・村上允英・大久保雅弘：日本の地質7「中国地方」，共立出版，p. 290，1987.
- 6) 山口地学会：日曜の地学—12「山口の地質をめぐって」，築地書館，p. 234，1980.
- 7) 村上允英・西村祐二郎：山口県地学のガイド—山口県の地質とそのおいたち—，コロナ社，p. 316，1984.
- 8) 山口県土木建築部砂防課：山口県の砂防，1977.
- 9) 大原資生・永田洋文：宇部港付近の軟弱粘土層の土質について，山口大学工学部研究報告，16巻，1号，pp. 1~8，山口大学，1965.
- 10) 山口大学工学部土質工学研究室（代表者：大原資生）：宇部市地盤図，山口大学，1980.

（原稿受理 1989.12.18）