

都市の発展と地盤との関係

—狩野川下流沖積平野を例として—

木宮一邦*・半田孝司**

The Relation between Expansion of City Area and its Geology

Kazukuni KIMIYA* and Takashi HANDA**

With Mishima and Numazu cities as examples, investigation was made into the expansion of city areas, the results of which are shown in Figs. 4-8.

The subsurface maps were drawn based upon subsurface data obtained from borings (Figs. 2, 3). Consequently, the following conclusions were made: City areas have expanded with due consideration for geological problems, such as problems of firm or unfirm ground. But in the last 20 years, city areas have expanded into areas of un lithified sediments.

Key words: unfirm ground, city areas.

1. はじめに

戦後45年間、日本経済の発展とともに人口の都市への集中化現象が起こり、どの都市においても市街化区域の拡大が起きている。人口増加による新しい宅地の造成が行なわれるようになると、従来の良質な地盤地域だけでなく、軟弱地盤や崖下などの地域にも宅地が広がるようになる。それに伴って、行政の防災ポテンシャルも増加すれば問題はないが、実際には防災ポテンシャルの上昇はなかなか追いつかないのが現状である。そこで、地震や集中豪雨時に、今まで以上の被害になる危険性が益々高くなってきたと予想される。

ここでは、狩野川下流の田方平野を例として、都市の発展と地盤の強弱との関係について地震等による災害とどのように関連してくるのか考察した。

2. 地 域

本調査地域は狩野川下流部の沖積平野で、三島・沼津両市を中心とする、駿東郡清水町、長泉町、田方郡函南町、韮山町、伊豆長岡町、大仁町などを含む東西約10km、南北約12kmの地域である(図1)。

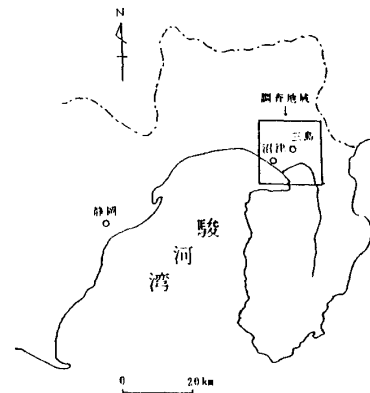


図1. 調査地域位置図

1991年3月18日受理

* 静岡大学教育学部地学教室 Institute of Geosciences, Faculty of Education, Shizuoka University, Shizuoka 422, Japan.

現在 常葉学園短期大学 Present address: Tokoha Gakuen Junior College, Sena 1480, Shizuoka 422, Japan.

**静岡大学教育学部地学教室 Institute of Geosciences, Faculty of Education, Shizuoka University, Shizuoka 422, Japan.

この地域の、西側には静浦山地と呼ばれる第三紀火山岩類より成るおよそ200~400mの山地が、狩野川左岸に江浦湾を臨むように分布している。また、東側には伊豆半島の脊梁山脈より続く山麓が存在し、さらに北東側に箱根火山、北西側に愛鷹火山の山麓がそれぞれ続いている。これらの山地に囲まれた狩野川の沖積平野は、南部で幅2~4km、中央部から西部にかけて三島・沼津の両市を含んで幅広く分布している。最西部には、軟弱地盤帯として有名な浮島沼が存在する。

3. 目 的

都市地盤としての強弱をみるため、表層地質図および地盤分類図を作成した。また、都市の発展状況をみるため、市街地発展状況図を作成した。これらの図を比較することにより、都市の発展が地盤とどのようなかわりをもっているかを検討し、今後の防災ポテンシャルを高めるための資料としたい。この研究は田方平野を例として行なったものであるが、ここで得られた結果は全国の多くの都市でも共通な傾向をもつと考えられる。従って、ひとつのモデルケースとして、この研究結果を他の都市で検証されることを期待する。

4. 方法と資料

表層地質図と地盤分類図を作成するにあたっては、地震対策資料である「静岡県地質断面図」(静岡県地震対策課, 1984)と、その基礎資料である「静岡県地震対策基礎調査報告書-ボーリング柱状図集(東)-」(静岡県地震対策課, 1983)を用いた。

ボーリング柱状図集中、本調査地域内の992本のボーリングから、ボーリングポイントが不明なもの、N値の測定がないものを除いた934本の資料を使った。なお、地質断面図は東西約1.15km、南北約0.8kmごとの測線に沿ったものを用いた。

4.1.表層地質図

基本的には地質断面図の資料を中心として作成

し、地表5m(ときに3m)深度内での岩相を表層部の岩相とした。地表5m深度内に2種類以上の岩相が存在し、それらが同じ厚さの時は、地表に近いものをその地点での岩相とした。このようにして、測線上の岩相分布資料が得られ、平面的に伸ばし表層地質図とした。なお、各測線間に存在するボーリング資料と矛盾しないように岩相境界線を描くように努めた。

4.2.地盤分類図

ボーリング資料から次のような定義によって、軟弱地盤と良質地盤とを区分し、各地の地盤を分類した。

軟弱地盤層と呼ぶのは、N値5以下の地層が5m以上連続するときとした。軟弱地盤層の厚さを決める際、次のような場合も軟弱地盤層に含めた。即ち、①N値5以下の地層中にN値10以上の地層が部分的に存在し、かつその割合が10%以下のとき。②N値10以上の地層が10%以下で、その他の地層中にN値5~10のものも含まれるときはその割合が30%以下のとき。なお、①については周辺の状況から一部地域においてはN値10以上の割合が10~15%のものも軟弱地盤層とした。

このように定義した軟弱地盤層をその厚さにより次の4つに分類した。

A:軟弱地盤層が40m以上, B:軟弱地盤層が20~40m, C:軟弱地盤層が10~20m, D:軟弱地盤層が5~10m.

良質な地盤についてはボーリング柱状図中の最も優勢な層を採用することにし、A:砂層, B:礫層, C:泥流層, D:基盤岩の4つに分類した。なお、泥流層というのは黄瀬川沿いに流下した富士山起源の泥流堆積物である。

以上軟弱地盤層と、良質地盤をそれぞれ4種類に分け、各ボーリングポイントの地盤とした。すべてのポイントを上記の基準で分けした後、内挿法により、各々の地盤の拡がり平面図として示した(図2)。

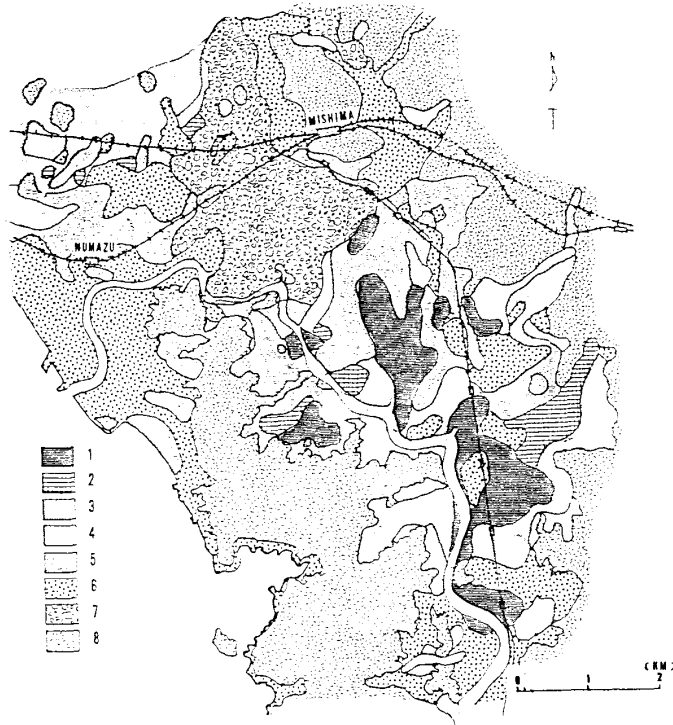


図2. 地盤分類図

1. 軟弱地盤A 2. 軟弱地盤B 3. 軟弱地盤C 4. 軟弱地盤D
 5. 砂層 6. 礫層 7. 泥流層 8. 基盤岩

4.3. 市街地発展状況図の作成

本地域において、三島、沼津、清水、長泉、函南、韮山、伊豆長岡の各市町の市街地が狩野川下流域でどのような場所、規模、速さで発展してきたかを知るため、国土地理院発行の地形図を用いて調べた。建築物の増加状況を把握するためには、古い年代から現在に至るまでの幅広い年代にわたる数多くの地形図が必要である。発行年代の古い地形図、5万分の1「沼津」、2万5千分の1「沼津」「三島」「大瀬崎」「韮山」、2万分の1「沼津」「愛鷹山」「江浦村」「三島」「韮山」を使用した。また、学内において収集できなかった年代の5万分の1、2万5千分の1、2万分の1縮尺の地形図を国土地理院所蔵の地形図の中からコピーして使用した。

これらの地形図を縮尺・発行年・測量年度・修正年度などを考慮して、古い年代からの市街地の変化がわかるように整理した。この際、大きさ、面積など作業上の便宜から、5万分の1地形図を用いることとし、発行年度の間隔・測量年度・修

正内容などがほぼ同じ程度の間隔になるよう最も古いものと最も新しいものの2枚を含めた計5枚の地形図を選んだ(表1)。5枚の地形図の最も古い年代のものから順に地形図上に市街地および

表1. 5万分の1地形図「沼津町」「沼津」収集リスト

☆印は、今回解析に使ったもの

地形図名	発行年月日	備	考
沼津町	M.32. 6.30.	☆ M20測図・M28修正	
沼津	M.44. 3.30.	M43鉄道補描修正	
	T. 8.11.30.	☆ T 5 測図	
	S. 6. 4.30.	S 5 部分修正測図	
	S. 8. 5.30.	T14鉄道補入・S 7 部分修正	
	S. 21.11.30.		
	S. 21.12.28.	☆	
	S. 22. 9.30.	S 18修正測図・S 22資料修正	
	S. 23. 5.30.	S 23資料修正	
	S. 29. 6.30.	S 27応急修正	
	S. 31.11.30.		
	S. 35. 4.30.	S 33要部修正測量	
	S. 40. 6.30.	☆	
	S. 42. 6.30.	S 42資料修正	
	S. 44. 2.28.	S 38測量・S 42補測調査	
	S. 45. 1.30.	S 44資料修正	
S. 47. 9.30.	S 46編集		
S. 52.10.30.	S 49修正測量・S 51修正		
S. 54. 1.30.	S 53修正		
S. 60.11.30.	☆ S 57修正測量・S 59修正		



図3. 軟弱地盤分布図
 1. 軟弱地盤AおよびB
 2. 軟弱地盤CおよびD

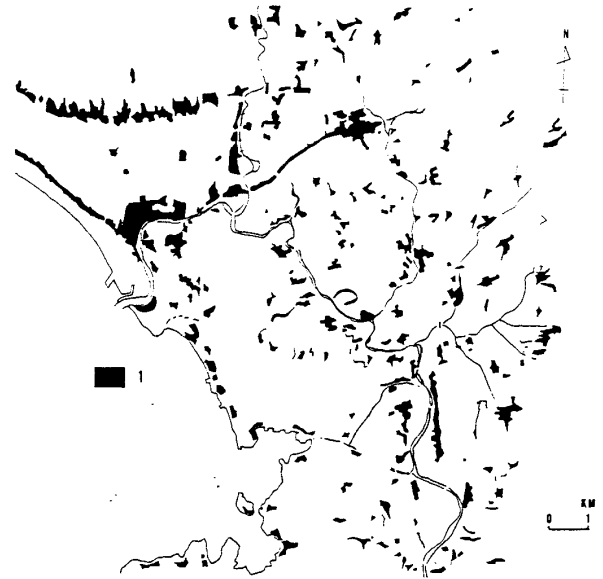


図4. 市街化発展状況図 ①
 1. 明治32年にすでに市街地だった地域

宅地など建築物の分布地を旧市街地と新市街地とが区別つくようにすべて記載した。

5. 表層地質図

地盤分類図と本質的には同じなので、ここでは割愛する。

6. 地盤分類図

作成した地盤分類図を図2, 軟弱地盤のみを取り出した分布図を図3として示す。三島・沼津両市の中心部は、礫層, 砂層, 泥流層などの良質地盤が広く分布しているが、一部B, C, Dの軟弱地盤も分布している。これに対し、調査地域南部には40m以上も軟弱地盤層が存在するAもかなり広い面積を占めており、B, C, Dの軟弱地盤層を含めれば、沖積平野の大部分を占める。

このような地盤分類図になった地質的背景は、北部地域は黄瀬川, 大場川などの礫, 砂を主とする扇状地になっている上に、富士山からの泥流層の堆積地にもなっている。一方、南部は富士山か

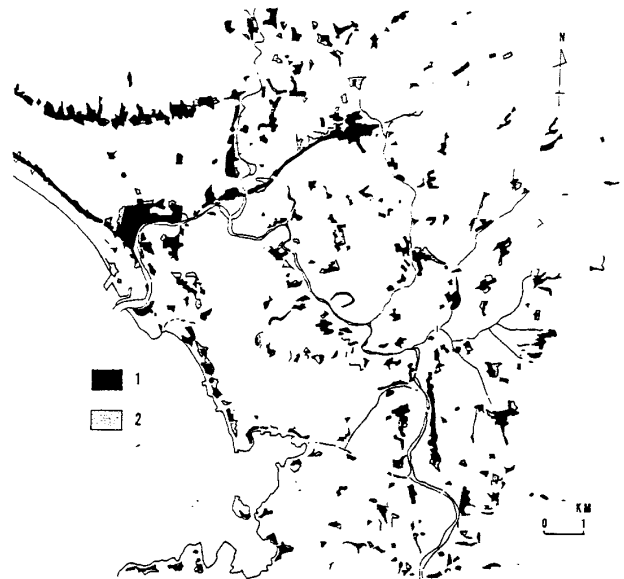


図5. 市街化発展状況図 ②
 1. 明治32年にすでに市街地だった地域
 2. 明治32年から大正8年の間に市街地になった地域

らの泥流堆積物により閉塞された内水地帯に相当し、そのため厚い泥層が堆積しているものと考えられる。

7. 市街地発展状況図

明治32年より昭和60年までの市街地の発展状況を図4～8に示す。図4によると、旧東海道沿いと東海道本線の三島駅、沼津駅のごく周辺に集落があったのが目につく。次に沖積平野に点々と散在している集落が目につくが、これらはすべて江戸時代よりほとんど変わらず存在している散村であろう。非常に特徴的なのは、これらの散村はまわりが軟弱地盤帯であっても、集落の存在する地域は軟弱地盤が薄かったり、そこだけ砂層になっていたりして一般に良質地盤になっていることである。

図5は大正8年発行の地形図（測図は大正5年）による市街地を示す。このうち黒く塗りつぶした部分は、明治32年発行の地形図（測図は明治20年）ですでに市街地になっていた地域である。アミ模様で示した部分は、明治32年発行の地形図では市街地でなかった地域が大正8年発行の地形図では市街地になっている地域である。つまり、明治32年から大正8年までの間に市街地になった地域である。図5をみると、若干市街地は増加しているが、基本的には図4とあまり変化がないと言える。

昭和21年発行の地形図による図6をみると、大正8年より昭和21年までの市街地の増加傾向がわかる。これによると、三島・沼津両市の市街地が拡大しているが、散村地帯ではほとんど市街地は増えていないと言える。

昭和40年発行の地形図によるものが、図7であるが、戦後の20年間で、三島・沼津両市はかなり市街地を拡大してきたことがわかる。しかし、両市以外は、若干の市街地の増加はあるが、やはりほとんど変わらないと言える。すなわち、三島・沼津両市の中心部以外は明治以来昭和40年になってもほとんど市街化は進んでいないと言える。昭和60年発行の地形図によるものが図8であるが、

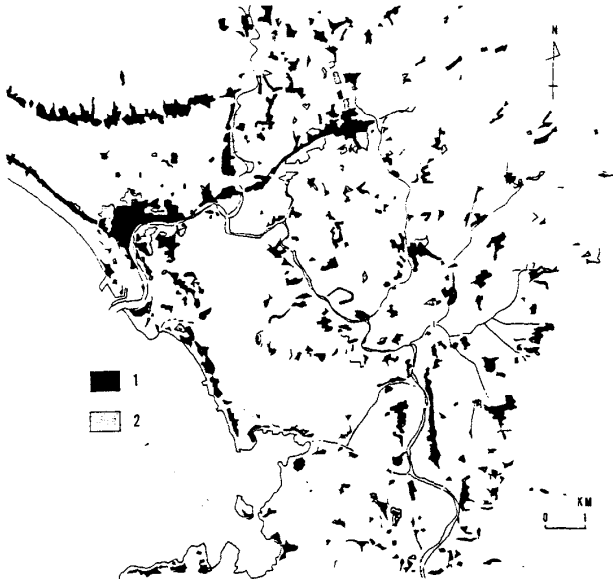


図6. 市街化発展状況図 ③

1. 大正8年にすでに市街地だった地域
2. 大正8年から昭和21年の間に市街地になった地域

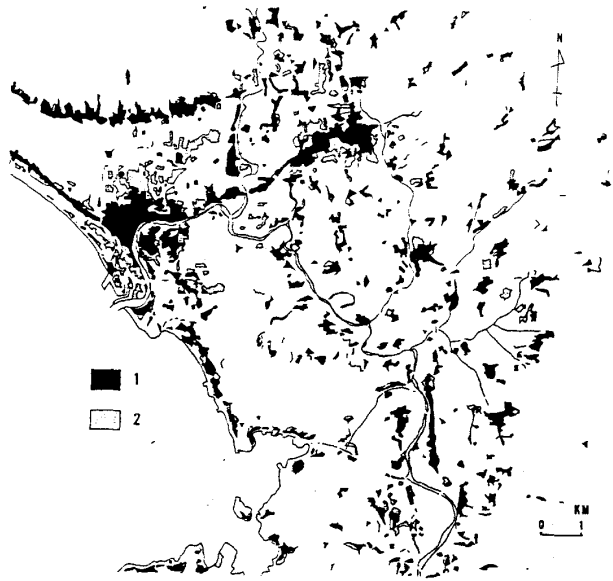


図7. 市街化発展状況図 ④

1. 昭和21年にすでに市街地だった地域
2. 昭和21年から昭和40年の間に市街地になった地域

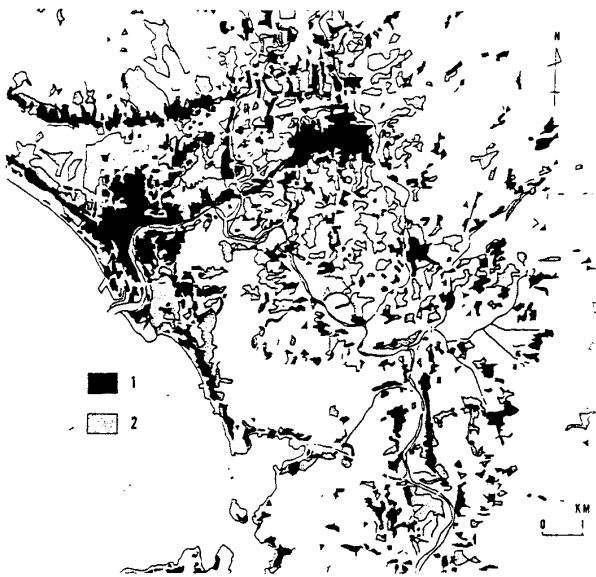


図8. 市街化発展状況図 ⑤

1. 昭和40年にすでに市街地だった地域
2. 昭和40年から昭和60年の間に市街地になった地域

これをみると今までの図とまったく様相が異なる。三島・沼津両市は大きく拡大し、市街地でない地域の方が少なくなっている。また、今まではほとんど変化を示さなかった軟弱地盤の分布する散村地帯にも市街地が急激に広がっている。アミ模様で示した昭和40年～60年の間の20年間に市街地になった地域と、黒く塗りつぶした昭和40年以前の市街地とはほぼ同じ面積であるという異状発展を成し遂げている。つまり、昭和40年～60年の20年間に市街地が2倍に広がったことになる。

8. 市街地の発展と地盤種類との関係

図4～8に示したように、調査地域内の市街地の発展状況が5万分の1地形図上で図示できたので、図2に示した地盤分類図と重ね合わせることで、市街地の発展と地盤の種類との相関について検討した。なお、面積測定については、Automatic Areameterを使用し、誤差を少なくする

ため10回繰り返し測定し、その平均値を用いた。

なお、ここでいう市街地とは、地形図上で市街地と記載されているもの以外に、集落等で家がある程度集中している場合は、それらを取り囲む範

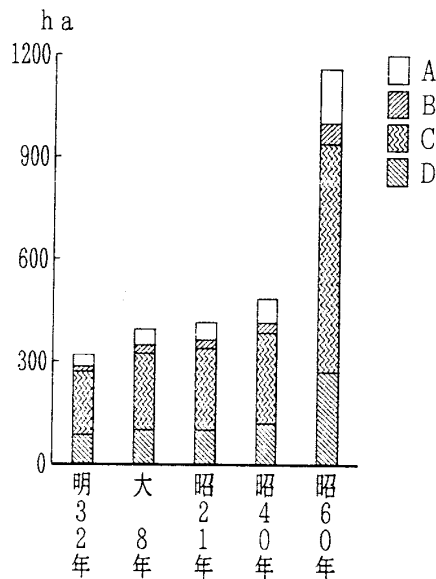


図9. 軟弱地盤地帯の市街化面積 ① 調査地域全体
A, B, C, Dは軟弱地盤のA層, B層, C層, D層に対応する。単位はha

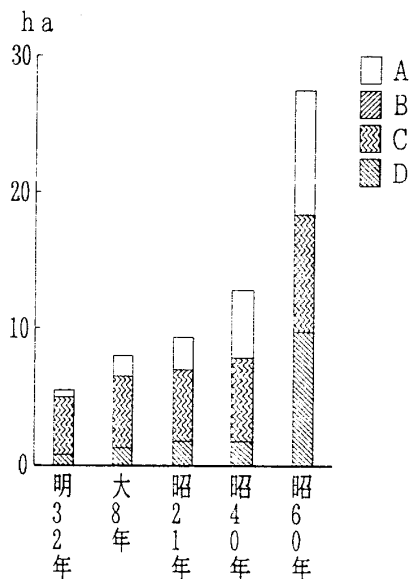


図10. 軟弱地盤地帯の市街化面積 ② 三島駅より3 km以内
A, B, C, Dは軟弱地盤のA層, B層, C層, D層に対応する。単位はha

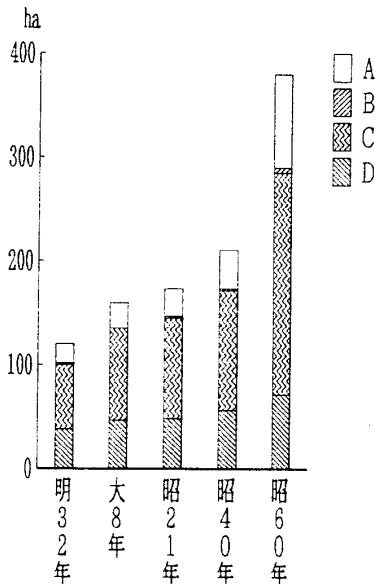


図11. 軟弱地盤地帯の市街化面積 ③ 三島駅より3～5 km
A, B, C, Dは軟弱地盤のA層, B層, C層, D層に対応する。単位はha

厩を市街地とした。1～2軒のみの家がポツンとあるような場合は、5万分の1地形図上で面積が測定できないので市街地とはしなかった。

8.1. 軟弱地盤地帯の市街地への発展

自然災害と直接結びつくのは、軟弱地盤地帯内の市街地である。軟弱地盤地帯内の市街地の発展状況(図9～11)によると、調査地域全体の傾向として、軟弱地盤帯の市街地は昭和40年頃まではほとんど増加しなかったが、その後、昭和60年にかけて急激に増加している。調査地域全体の傾向としては、明治32年に約300haだったものが昭和40年には約500haと序々に増加しているが、1年当りの増加量は3.5haとわずかである。それに対し昭和60年には1200haに増え、この間の年平均増加量は35haになり、それまでの約10倍に当たる(図9)。特に、C, D地盤の増加量が多いが、軟弱地盤が厚く存在するA, B地盤の市街地もかなり増えている。

これを、三島駅より3 km以内の地域に限ってみると、図10に示すように、この辺りは軟弱地盤地域が少なく、B地盤は存在せず、軟弱地盤全

体としてもわずか3.3%を占めているにすぎない。大きな傾向としては、図9の調査地域全体の傾向と大差ないが、昭和40年までも序々に増加している点が少し異なる。また、軟弱地盤が40m以上にも達するA地盤での増加も特に目立っている。三島駅より5 km以上離れた地域は、軟弱地盤地域が68.8%を占めている。大きな傾向は図9, 10と同じであるが、C地盤での増加が目立つ(図11)。同じ軟弱地盤と言っても、その厚さが薄い地域を選んで市街地が发展している様子がうかがえる。

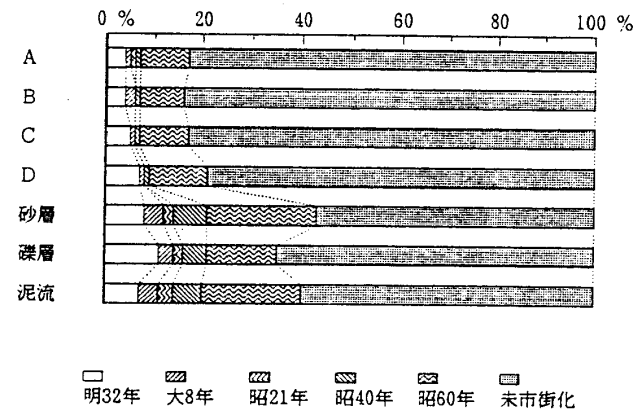


図12. 地盤種類ごとの市街化割合 ① 調査地域全体
A, B, C, Dは軟弱地盤のA層, B層, C層, D層に対応する。

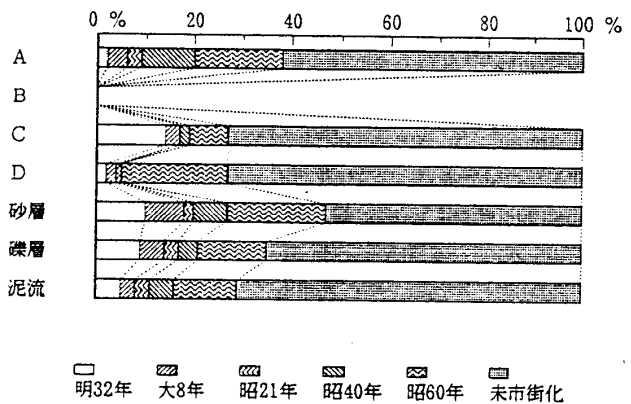


図13. 地盤種類ごとの市街化割合 ② 三島駅より3 km以内
A, B, C, Dは軟弱地盤のA層, B層, C層, D層に対応する。

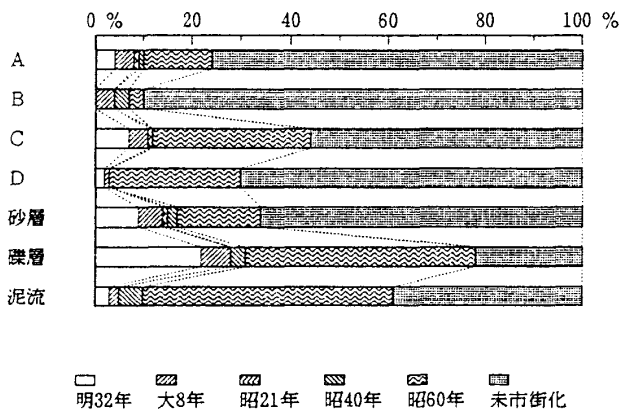


図14. 地盤種類ごとの市街化割合 ③ 三島駅より3～5 km
A, B, C, Dは軟弱地盤のA層, B層, C層, D層に対応する。

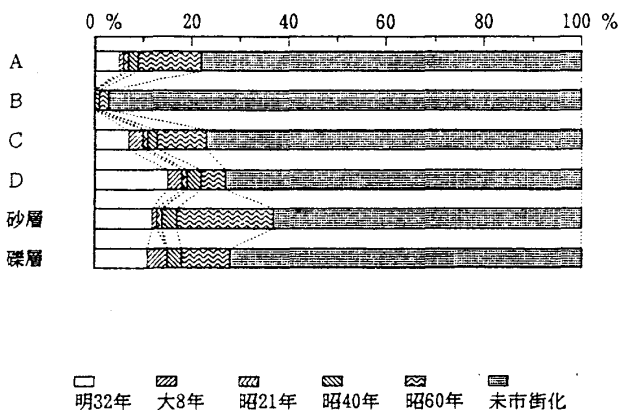


図15. 地盤種類ごとの市街化割合 ④ 三島駅より5 km以上
A, B, C, Dは軟弱地盤のA層, B層, C層, D層に対応する。

8.2. 地盤の種類と市街化の割合

軟弱地盤 A, B, C, D および良質地盤の砂層, 礫層, 泥流層の7つについて, 各々の占める面積中どの程度の割合で市街地が発展してきたかを図12～15に示す。これは, 市街化を促進するいくつかの要素のうち, 地盤の良悪をどの程度考慮しているのかを示すデータとも言える。

図12に調査地域全体の傾向を示した。これによると, 市街地の発展には地盤の良悪をかなり考慮していることがわかる。昭和60年には, 良質地盤である砂層, 礫層, 泥流層ではすべて40%内外が市街化されているが, 軟弱地盤層では20%以下にすぎない。また, 軟弱地盤の中でも, 軟

弱地盤層の薄いD層の市街化割合は増えている。

年代別にみると, 昭和21年までは明治32年の傾向がそのまま継続しているが, 昭和21年から昭和40年にかけては良質地盤の市街化傾向が目立つようになり, 昭和40年から昭和60年にかけての急増期には, その傾向がさらに顕著になっている。

三島駅より3 km以内の地域に限ってみると調査地域全体の傾向とかなり異なる(図13)。すなわち, 三島駅より3 km以内という交通便利な地域では, 軟弱地盤と良質地盤の市街化割合に差はほとんど認められない。特に, 昭和40年から60年の最近になるとほとんど同じ割合になってきていると言える。なお, この地域にB層が存在しないことは前に述べた。

三島駅より3～5 kmの地域では, 昭和40年までは軟弱地盤層の市街化はあまり進んでいないが, 昭和60年になるとB層を除く軟弱地盤層で急激に市街化が進んでいる(図14)。一方, 良質地盤においても市街化は急激に進んでおり, この地域の良質地盤が最も市街化割合が高くなっている。これは, 地価との関連性があると思われる。

三島駅より5 km以上離れた地域になると, 市街化の割合は全体としてまだ小さい(図15)。しかし, 確実に市街化は進んでおり, その傾向も昭和40年までは良質地盤を選ぶ傾向がみられるが, 昭和60年になるとその傾向は弱くなってくる。

9. まとめと総括

以上, 市街地の発展と各種の地盤との関係について述べてきたが, 市街地の発展は地盤以外の要素により大きく影響されるので, 調査結果はよく相関するとは言えない。むしろ, 最近では, その他の要素の影響が大きくなっている傾向がうかがえる。例えば, 地価の高騰は郊外の条件の悪い地域での宅地開発につながり, 自動車の普及と道路網の整備は駅からの距離だけでなく, 新たな別の要素を生みだし, 市街化条件の要素を複雑にしている。また, 建築技術の進歩も条件の悪い地域の市街化に貢献している。

このような点があるにもかかわらず、地盤の良悪を考慮した市街地の発展がみられることは興味深い。また、調査地域全体としてこのような傾向がかなり顕著に見られるが、三島駅からの距離が近い場合には、地盤の良悪とあまり関係なく市街地が発展するという結果も、また興味深い。すなわち、駅に近い地域では地盤の良悪を考慮するよりも、利便性が優先されている。

いずれにしても、軟弱地盤地域の市街化が急激に進んでおり、従来からの地盤の良悪を選ぶという傾向がなくなりつつあることが明らかになった。今後は、このようなことを踏まえて、災害対策を考えていかなければならないであろう。これは災害を起こすポテンシャルが上昇しているということで、防災ポテンシャルをこれに応じて上昇させないと、きたるべき東海地震等による災害が予想以上に大きくなることも考えられる。

文 献

静岡県地震対策課（1983），静岡県地震対策基礎調査報告書 — ボーリング柱状図集（東）— . 静岡県地震対策課地震対策資料 No. 21-1983, 129-217.

—————（1984），静岡県地質断面図. 静岡県地震対策課地震対策資料 No. 27-1984.