

本資料は2008年 3 月 2 / 日付けで登録区分
変更する。

研究調整 Gr【管理担当箇所名】

地層工学データ収集のための文献調査

(昭和62年度成果報告)

1988年11月

動力炉・核燃料開発事業団
中部事業所 環境地質課

本資料は、核燃料サイクル開発機構の開発業務を進めるために作成されたものです。したがって、その利用は限られた範囲としており、その取扱には十分な注意を払ってください。この資料の全部又は一部を複写・複製・転載あるいは引用する場合、特別の許可を必要としますので、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:

Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184,
Japan

© 核燃料サイクル開発機構
(Japan Nuclear Cycle Development Institute)

1988

~~この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、限られた関係者だけに配布するもの
です。従って、その取扱には十分注意を払って下さい。なお、この資料の供覧、複製、転
載、引用等には事業団の承認が必要です。また今回の配布目的以外のことには使用しない
よう注意して下さい。~~

~~This document is not intended for publication. No public reference nor disclosure to
the third party should be made without prior written consent of Power Reactor and
Nuclear Fuel Development Corporation.~~

~~本資料についての問い合わせは下記に願います。~~

~~〒107 東京都港区赤坂1-9-13~~

~~動力炉核燃料開発事業所~~

~~技術協力部 技術管理室~~



地質工学データ収集のための文献調査

目 次

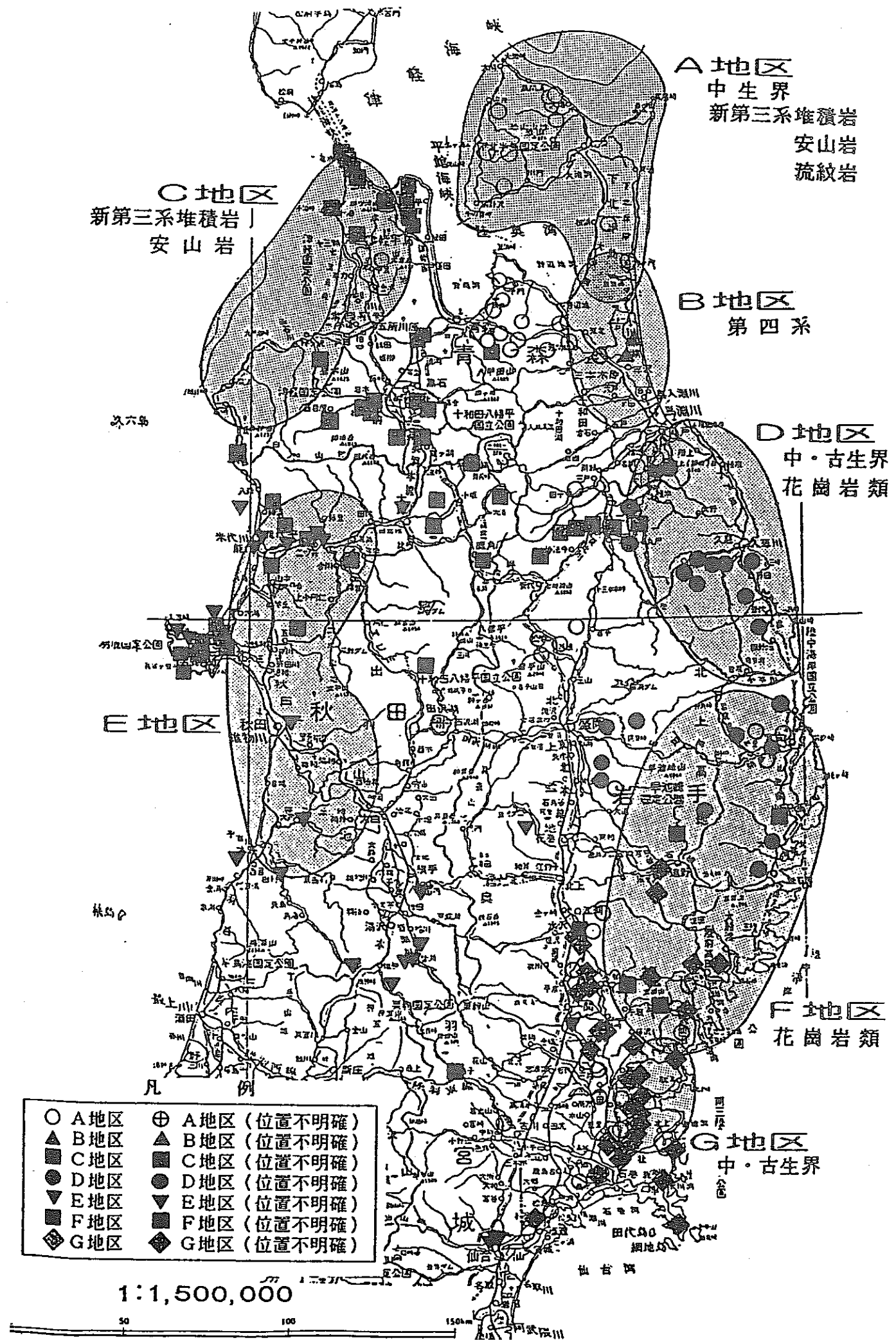
1. まえがき	1
2. 地形・地質の概要	3
3. 文献調査の方法	5
4. 各地区の物性値の特徴	9

地質工学データ収集のための文献調査

1. まえがき

本調査は、我が国における地質環境の特性を把握することを目的とし、地質環境の評価に必要な基本的条件の1つである地質工学に関するデータを収得するために行った文献調査である。公表・未公表2種類の文献をもとに主として岩盤の物性値に関するデータの収集・分析を行った。

62年度に対象としたのは、第1図に示す、東北日本の7地区で、それぞれ北から順番にA-G地区と命名した。



第1図 調査対象地区，および収集データ概略位置図

2. 地形・地質の概要

調査7地区は、青森・秋田・岩手・宮城各県の東北地方中一北部4県の沿海地域に設定されている。以下に本地方の地形・地質の概要について記す。

(1) 地形

本地域は、本州島の最北部にあたるほぼ南北に伸びる陸域で、東の太平洋岸から西の日本海岸までの幅は約150km、北端の津軽海峡岸から南の仙台湾岸までの延長は約400kmである。全体的な平面形状としては太平洋側にゆるく張出した弓型を呈している。本地域には東から北上山地・奥羽山脈・出羽山地（出羽丘陵）の3列の山地が並走し、北上山地と奥羽山脈との間には北上盆地―仙台平野と連続する低地帯が、奥羽山脈と出羽山地（出羽丘陵）との間には大館盆地―横手盆地―新庄盆地と断続的に連続する低地帯が広がる。

(2) 地質

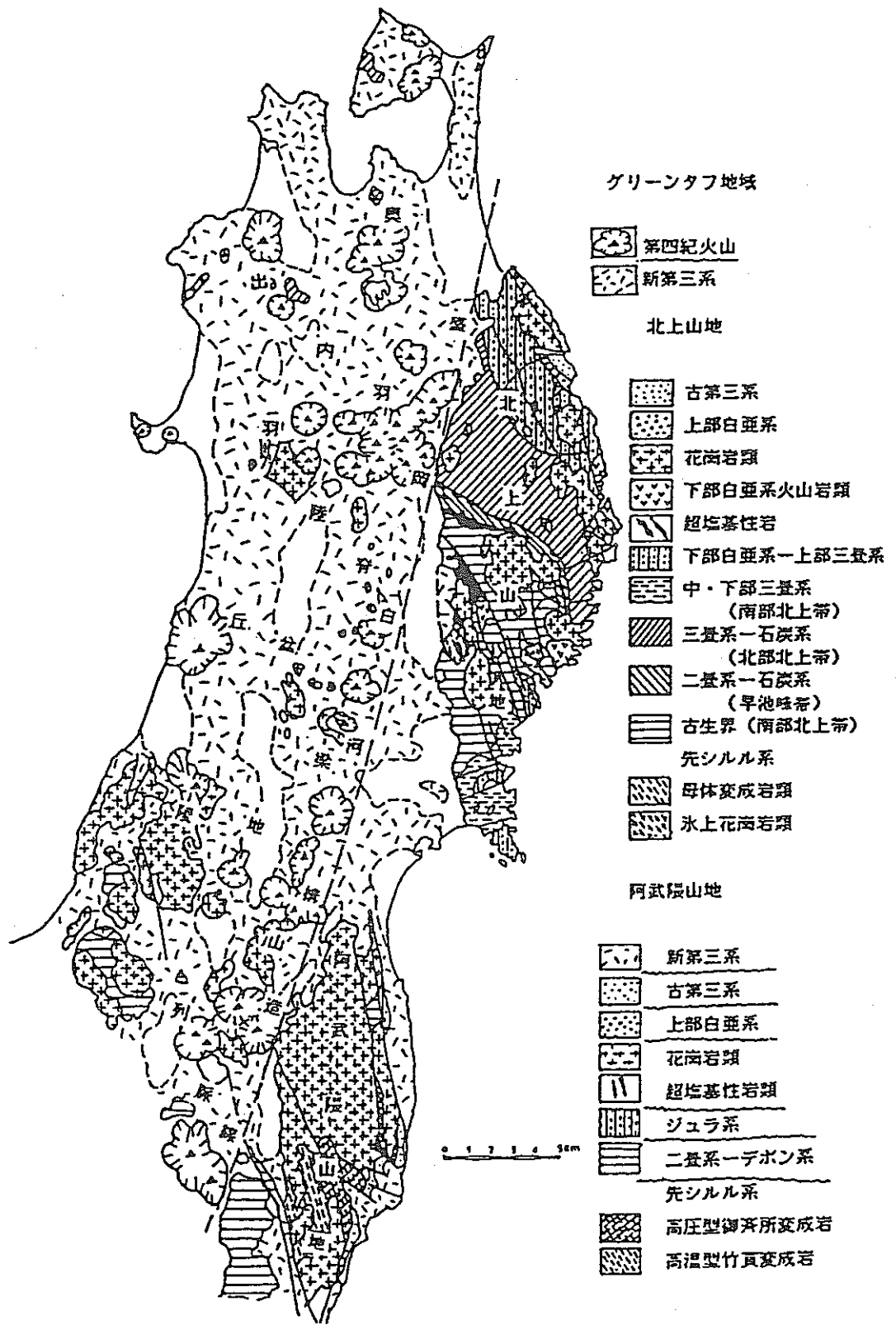
本地域の概略地質図を第2図に、又地体構造の模式的な断面図を図に示す。本地域において、太平洋岸の海面下に当る大陸棚斜面を含む地域は前期白亜紀以前の中～古生界が基盤となり、その上に後期白亜系、古第三系、新第三系および第四系がそれぞれ不整合に重なる。

北上山地地域では中・古生界およびそれらに貫入した花崗岩類が主体をなす。北上山地北部の中・古生界は遠洋性の堆積物が多く、チャートも広く分布している。一方、北上山地の南部の中・古生界は北部より古い古生界は北部より古い古生代初期と思われる地層が分布し、石灰岩に富む浅海性の堆積物から成っている。

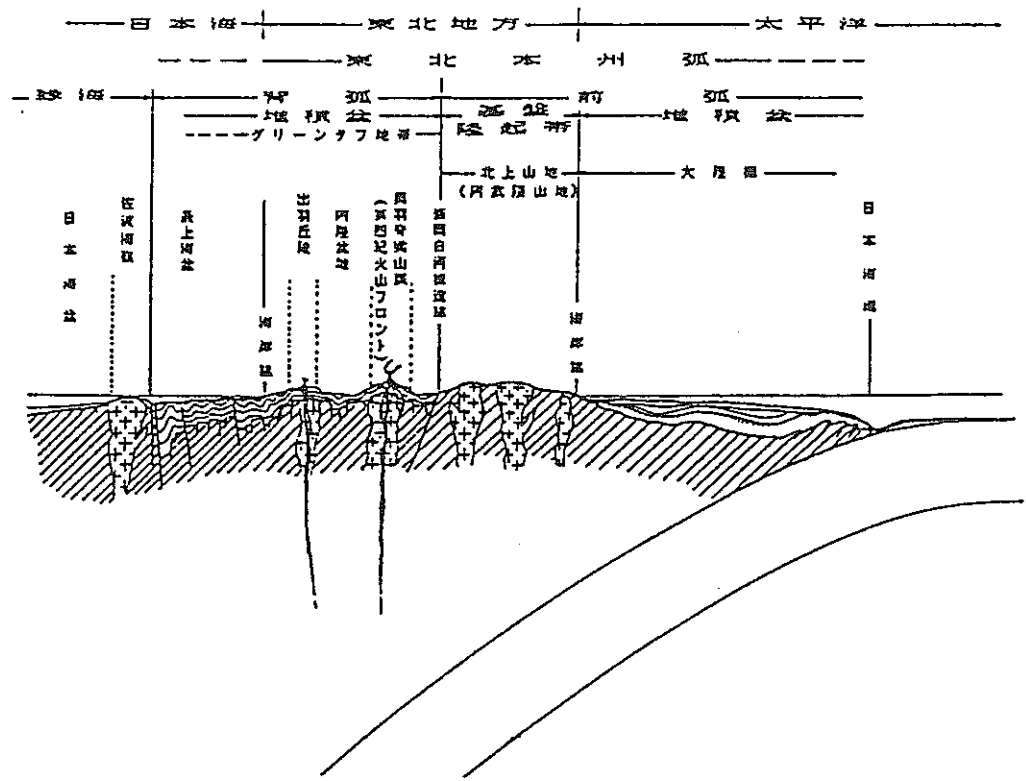
北上山地と奥羽山脈との間の低地帯は、第3図に示される基盤隆起帯と、それ以西に広がる背弧堆積盆とを境する地帯であり、盛岡―白川構造線と呼ばれる地質構造境界が位置している。

盛岡―白川構造線以西の地域は、地質構造上「グリーンタフ地域」とも呼ばれる地域である。この地域は第四紀までを通じての火山活動の場となっており、厚い火山性の地層が堆積している。奥羽山脈と出羽山地とは背斜部に相当し、北上山地・奥羽山脈・出羽山地に挟まれた低地帯は向斜部に当る。

向斜部に当る低地帯や海岸沿い低地には第四系が地積しているが、青森県海岸地域には洪積世段丘の発達が見られ、特に太平洋に臨む地域で広大な部分を示す。



第2図 東北地方の概略地質図



第3図 東北地方の地帯構造模式断面図

3. 文献調査の方法

(1) 物性値データの収集

対象とした地区・地質は第1表に示す通りである。7地区において、花崗岩類、中生界（堆積岩）、新第三系（堆積岩・安山岩、流紋岩）、第四系について調査した。

収集した各地層の物性値は、次の項目に関するものである。

①力学特性に関するもの

（一軸圧縮強度、圧裂引張強度、剪断強度等）

②熱特性に関するもの

（熱伝導率、比熱、熱膨張率等）

③水理特性に関するもの

（透水係数等）

各項目の詳細について第2表に例示した「物性値データワークシート」に基づいて示す。

データの収集点数については、各地区内だけでは収集地点数が限られていたため、各地区の収集対象地質と同種の地質に関するデータは範囲外であっても収集した。未公表資料に基づくものも含め、各地区の対象地層の物性値の計測地点数は第3表の通りである。範囲内から130地点、範囲外から164地点計294地点からのデータを収集した。

第1表 対象地区および地質

地区名	概略位置	対象とした地質
A地区	青森県北部太平洋沿岸地域	中生界，新第三系（堆積岩，安山岩，流紋岩）
B地区	青森県南部太平洋沿岸地域	第四系洪積統
C地区	青森県日本海沿岸地域	新第三系（堆積岩，安山岩）
D地区	岩手県北部太平洋沿岸地域	花崗岩類，中・古生界
E地区	秋田県日本海沿岸地域	新第三系（堆積岩）
F地区	岩手県南部太平洋沿岸地域	花崗岩類
G地区	宮城県北部太平洋沿岸地域 （岩手県の一部を含む）	中・古生界（堆積岩）

第2表 物性値データワークシート

地層工学データワークシート

調査対象地域 _____
 自治体名 _____
 地層名(岩種名) _____
 標本番号 _____ 標本の種類 _____ 採取深度 _____ m 岩盤等級数 _____
 出典 _____ 備考 _____
 測定方法 _____ 供試体の寸法 _____

(1) 岩石物性データ

熱伝導率 _____ $10^{-3} \text{cal/cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$ 測定条件 _____
 比熱 _____ $\text{cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$
 熱膨張率 _____ $/^\circ\text{C}$ 測定温度 _____ $^\circ\text{C}$
 吸水率 _____ %
 含水率 _____ %
 有効間隙率 _____ % 透水係数 _____ cm/s
 絶乾比重 _____ 表乾比重 _____
 超音波速度(縦波) _____ km/sec (横波) _____ km/sec
 動ポアソン比 _____ 動弾性係数 _____ 10^5kg/cm^2
 弾性波速度 _____ km/sec
 飽和密度 _____ t/m^3 自然密度 _____ t/m^3 乾燥密度 _____ t/m^3
 一軸圧縮強度 _____ kg/cm^2
 静ポアソン比 _____ 静弾性係数 _____ 10^5kg/cm^2 地山強度比 _____
 圧裂引帳強度 _____ kg/cm^2

せん断強度(三軸圧縮試験) 試験方法(UU, CU, $\overline{\text{CU}}$, CD)

粘着力 _____ kg/cm^2 内部摩擦角 _____
 クリープ係数 _____ クリープ強度 _____
 地温 _____ $^\circ\text{C}$ 深 _____ m

第3表 物性値データ収集地点数

A地区	: 範囲内 12 地点,	範囲外 46 地点,	合計 58 地点
B地区	: 範囲内 2 地点,	範囲外 0 地点,	合計 2 地点
C地区	: 範囲内 9 地点,	範囲外 42 地点,	合計 51 地点
D地区	: 範囲内 12 地点,	範囲外 13 地点,	合計 25 地点
E地区	: 範囲内 13 地点,	範囲外 18 地点,	合計 31 地点
F地区	: 範囲内 73 地点,	範囲外 3 地点,	合計 76 地点
G地区	: 範囲内 9 地点,	範囲外 42 地点,	合計 51 地点

閲覧した公表資料は次の9種の刊行物で、計49誌に及ぶ。

①政府関係機関及び財団法人刊行物	7誌
②大学紀要	6誌
③地質関係会誌	6誌
④鉱山, 温泉関係会誌	4誌
⑤土木建設関係学会誌	9誌
⑥水資源関係学会誌	3誌
⑦地熱関係学会誌	2誌
⑧月刊誌	3誌
⑨ダム工事誌	9誌

計 49誌

未公表資料に関しては、建設省、運輸省、農林省その他の省庁、公団や地方自治体およびJR等において実施した地質調査を公表雑誌、新聞等で調査した。本調査の対象地域の対象地質で各種試験を実施しているものについて、関係機関に資料の提供を依頼し、資料の提供をいただいたものを取りまとめた。

(2) 物性値の記録方法

収集した物性値はワークシートに必要事項を記載したのち、各地区・地層ごとに整理して、データシートを作成した。その一例を第4表に示す。物性値の収集地点位置は、縮尺200,000分の1地勢図に各地区の対象地質毎に色分けして記した。

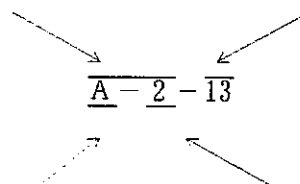
収集地点の名称(地点名と呼ぶ)は各種データシートおよび位置図に共通とし、下記の要領で命名した。

【地点名の付け方】

※ 地区名, 文献名との対照が容易に行えるよう、地区名-文献名を一連とした地点名とした。すなわち、次の例に示す要領である。

a. 地区内のもの

文献名 計測地点の文献掲載順番



地区名 文献リストの掲載

3) 各岩石物性値の平均値グラフ (第4図)

各地区毎に岩種別の各物性値毎の平均値を示した。グラフ中には、各岩種の各物性値の範囲を合わせて図示した。このグラフは、各地区範囲内の地点のみのデータによるものと、範囲外の地点のデータも合わせて整理したものの2種類を作成した。

4) 岩石物性値ヒストグラム (第5図)

収集対象他質の各物性値の出現頻度を各地区ごとに棒グラフで示した。このグラフには、平均値を合わせて記した。

5) 深度による岩石物性値の変化グラフ (第6図)

A地区範囲内3箇所、E地区範囲内1箇所およびE地区範囲外3箇所の深尺ボーリングでは、深度別に自然密度、飽和密度、乾燥密度、有効間隙率、(超音波波伝播速度)および熱伝導率の測定データがあったので、縦軸に深度、横軸に各物性値の大きさをとったグラフを作成した。E地区のものについては、グラフ左端にボーリング地質柱状図を併記した。

6) 岩石物性値の相関グラフ (第7図)

5)に挙げた7箇所については、同一計測地点で数種の物性値が求められていたので、物性値間の相関を見ることができる。そこで、密度とその他の物性値との相関図を作成した。

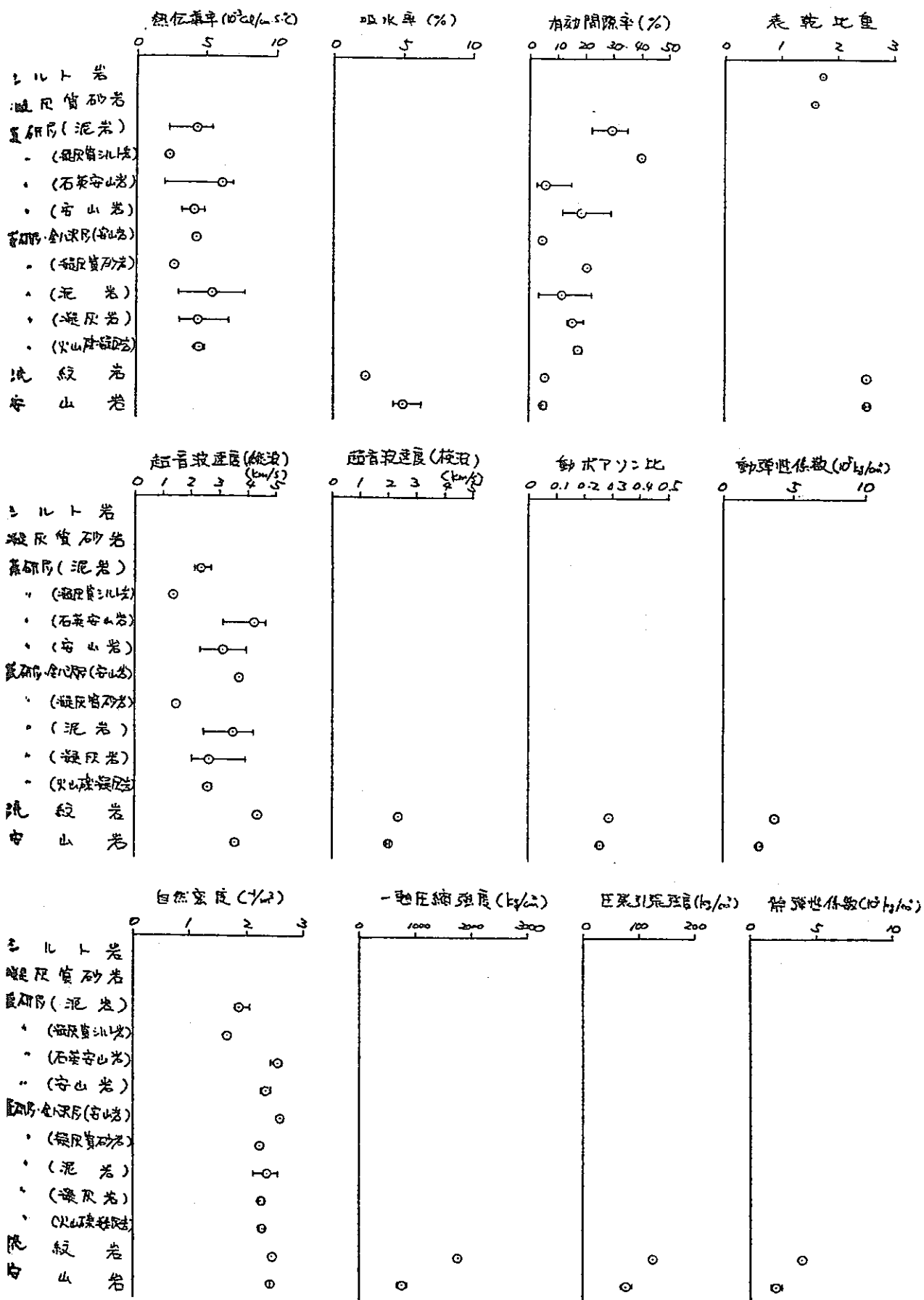
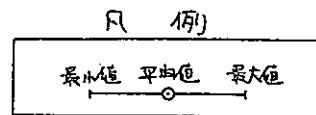
第4表 岩種別物性値データシートの一例

調査対象地域	A (範囲内)					
自治体名	青森県					
地層名(岩種名)	薬研層(泥岩)					
文献番号	A-1					
〈特記事項〉						
岩石物性データ						
項目	平均	最小値	最大値	データ個数	不変分散	備考
熱伝導率	4.30 (10^{-3} cal/cm, S.C)	(10^{-3} cal/cm, S.C)	(10^{-3} cal/cm, S.C)	3	1.45	測定条件
比熱	(cal/g.C)	(cal/g.C)	(cal/g.C)			
熱膨張率						測定温度
吸水率	(%)	(%)	(%)			
含水率	(%)	(%)	(%)			
有効間隙率	29.67 (%)	22.60 (%)	34.90 (%)	3	5.19	
透水係数	(cm/s)	(cm/s)	(cm/s)			
絶乾比重						
表乾比重						
超音波速度(縦波)	2.34 (km/s)	2.11 (km/s)	2.60 (km/s)	3	0.20	
超音波速度(横波)	(km/s)	(km/s)	(km/s)			
動ポアソン比						
動弾性係数	(10^5 kg/cm ²)	(10^5 kg/cm ²)	(10^5 kg/cm ²)			
弾性波速度	(km/s)	(km/s)	(km/s)			
飽和密度	2.11 (t/m ³)	2.01 (t/m ³)	2.24 (t/m ³)	3	0.10	
自然密度	1.88 (t/m ³)	1.80 (t/m ³)	2.07 (t/m ³)	3	0.14	
乾燥密度	1.83 (t/m ³)	1.67 (t/m ³)	2.05 (t/m ³)	3	0.16	
一軸圧縮強度	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)			
静ポアソン比						
静弾性係数	(10^5 kg/cm ²)	(10^5 kg/cm ²)	(10^5 kg/cm ²)			
地山強度化						
圧裂引張強度	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)			
三軸圧縮試験	粘着力	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)		
	内部摩擦角					
クリープ係数						
クリープ強度						
地温	(℃)	(℃)	(℃)			
						深度

第5表 岩石物性値の平均値一覽表の一例

地層名 物性値 項目 (岩種名)		栗研層 (珉岩)	栗研層 (凝灰質珉岩)	栗研層 (石英珉岩)	栗研層 (燧石珉岩)	栗研層.金八沢層 (珉岩)	栗研層.金八沢層 (凝灰岩)	栗研層.金八沢層 (火山礫凝灰岩)	栗研層.金八沢層 (輝石安山岩)						
熱伝導率 ($\times 10^{-3} \text{ cal/cm} \cdot \text{S} \cdot ^\circ\text{C}$)	4.30	3.92±0.11	2.36±0.11	6.14	4.85±0.02	4.11	4.85±0.15	5.42	2.64±0.04	4.39	4.60±0.23	4.43	4.27±0.03	4.27±0.24	
		3	1	9	7	7	16	7	7	2	2	2	1	1	
		1.45	0	1.46	0.57	1.23	1.85	0.36	0	0	0	0	0	0	
吸水率 (%)															
有効間隙率 (%)	29.67	34.90	3.99	3.99	19.20	18.40	28.90	11.64	22.20	15.50	19.60	17.50	29.00	4.70	
		3	1	0	9	7	16	7	16	7	2	2	1	1	
		5.19	0	3.49	5.60	4.64	1.50	1.50	0	0	0	0	0	0	
絶乾比重															
表乾比重															
超音波速度(縦波) (km/s)	2.54	2.60	1.35	1.35	4.67	3.10	3.92	3.47	4.14	2.62	3.91	2.58	2.73	3.69	
		3	1	0	9	7	7	16	7	2	2	2	1	1	
		0.20	0	0.65	0.53	0.42	0.73	0.15	0	0	0	0	0	0	
超音波速度(横波) (km/s)															
動ポアソン比															
動弾性係数 ($\times 10^6 \text{ kg/cm}^2$)															
自然密度 (t/m^3)	1.80	2.07	1.67	1.67	2.63	2.34	2.43	2.36	2.55	2.27	2.33	2.28	2.32	2.61	
		3	1	0	9	7	7	16	7	2	2	2	1	1	
		0.14	0	0.06	0.05	0.12	0.09	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
一軸圧縮強度 (kg/cm^2)															
圧裂引張強度 (kg/cm^2)															
静弾性係数 ($\times 10^6 \text{ kg/cm}^2$)															
三軸圧縮試験	粘着力														
	内部摩擦角														
													凡例	平均値	最大値 7.2個数 不全分散

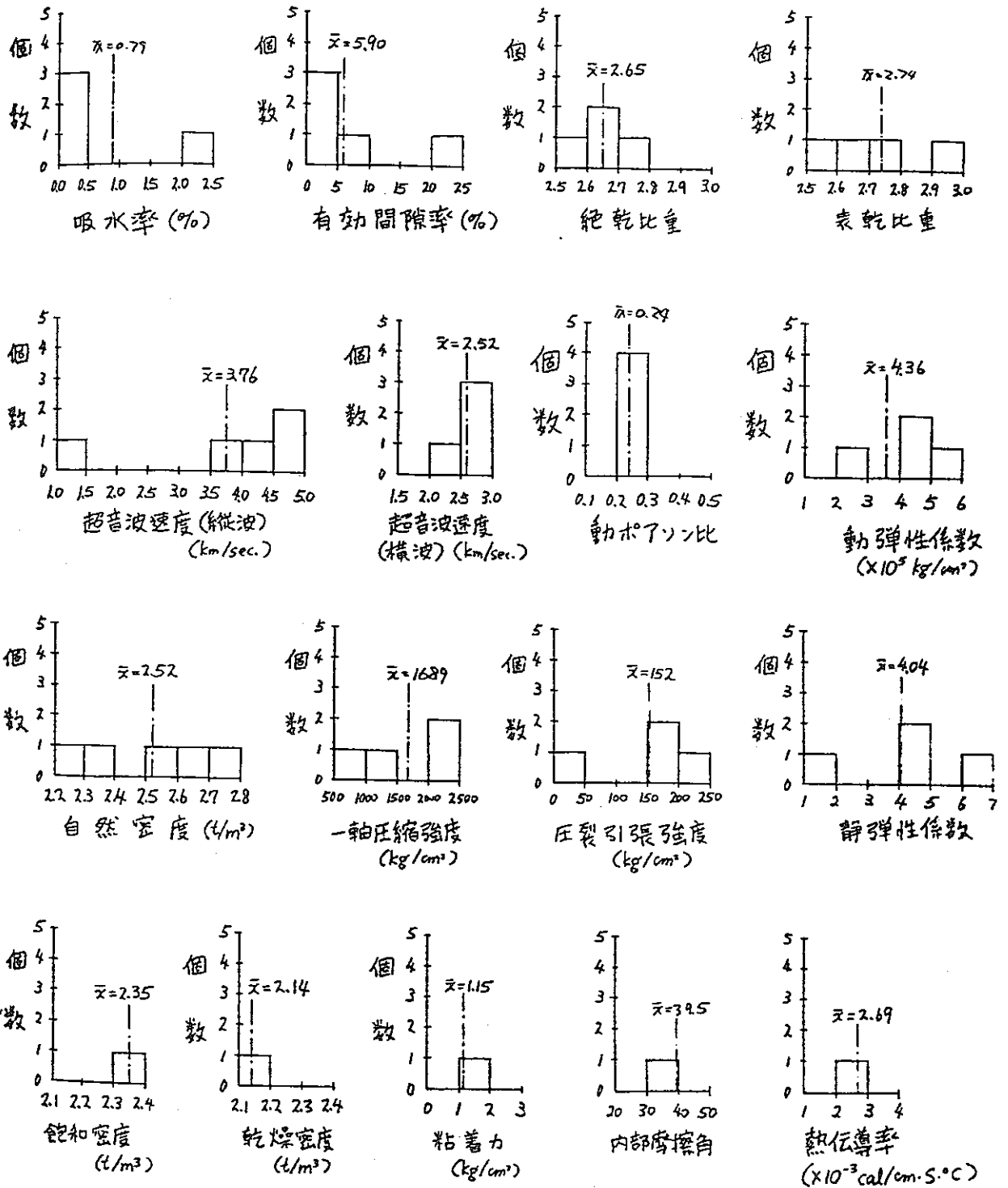
A 地区 (範圍内)



第 4 図 各岩石物性値の平均値グラフの一例

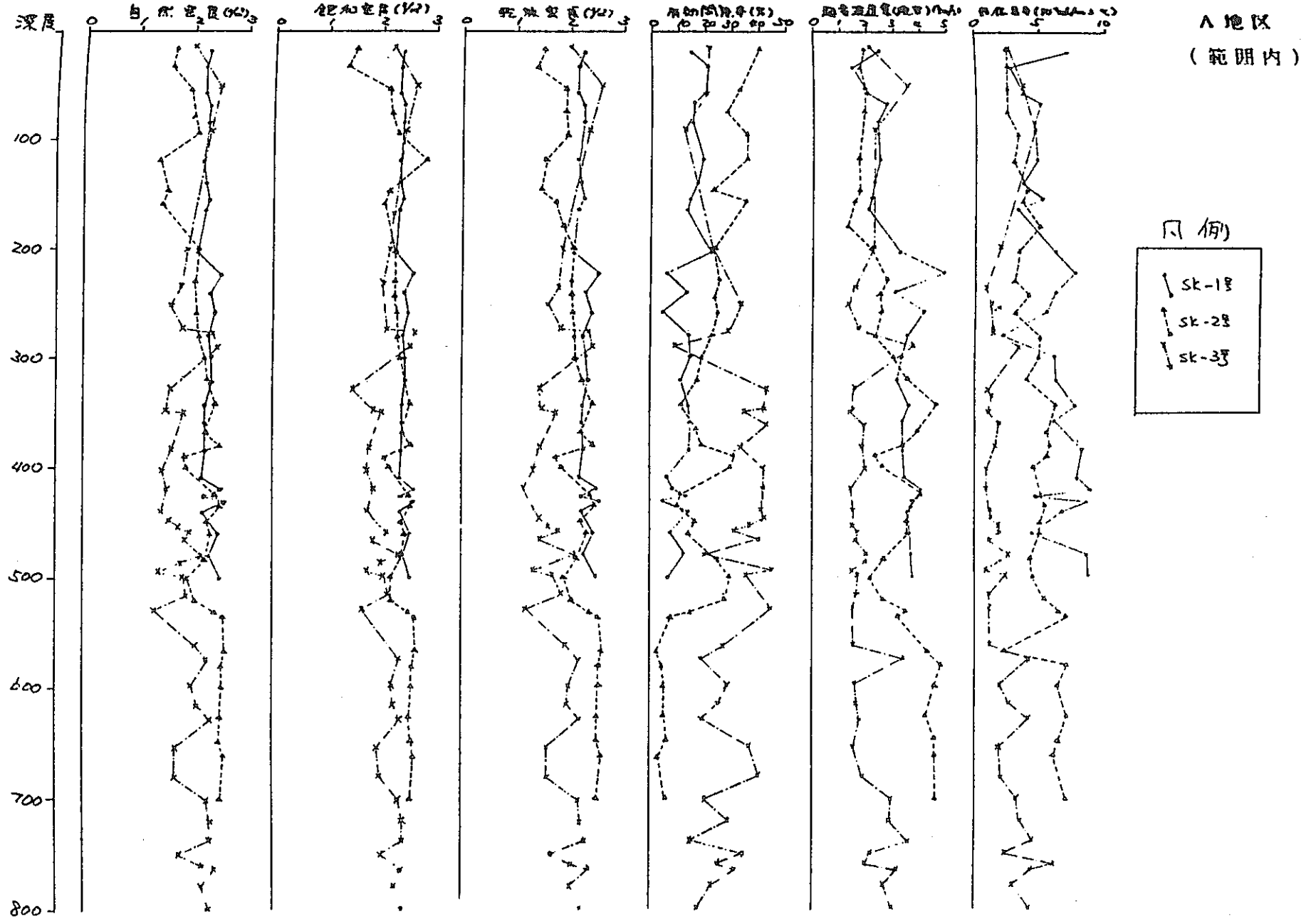
A地区(全域)

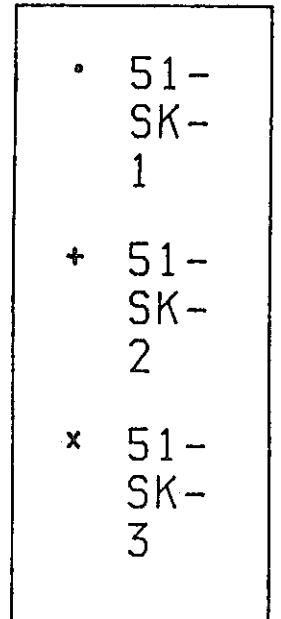
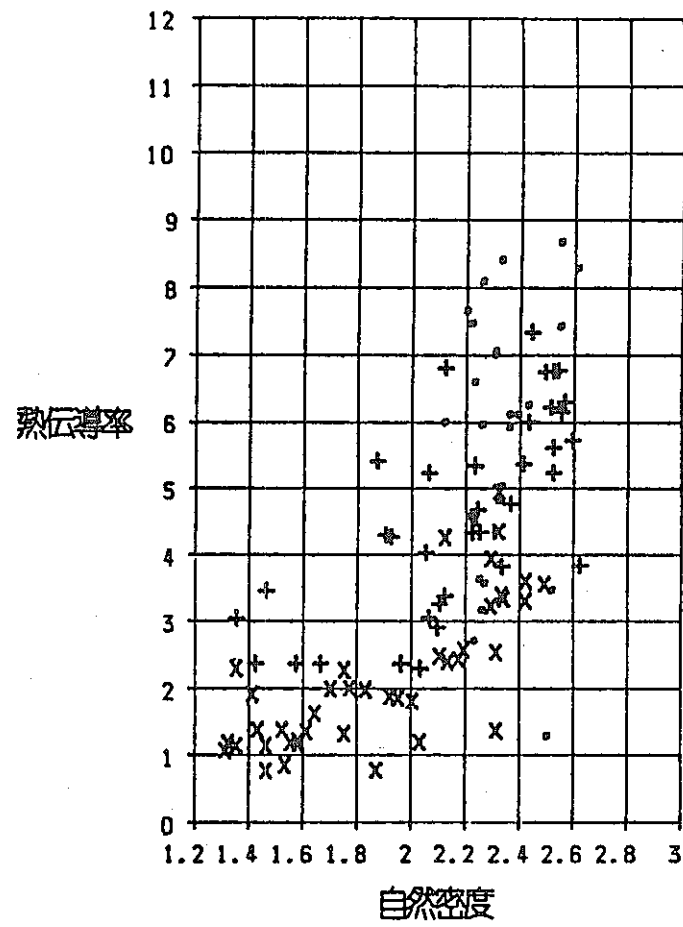
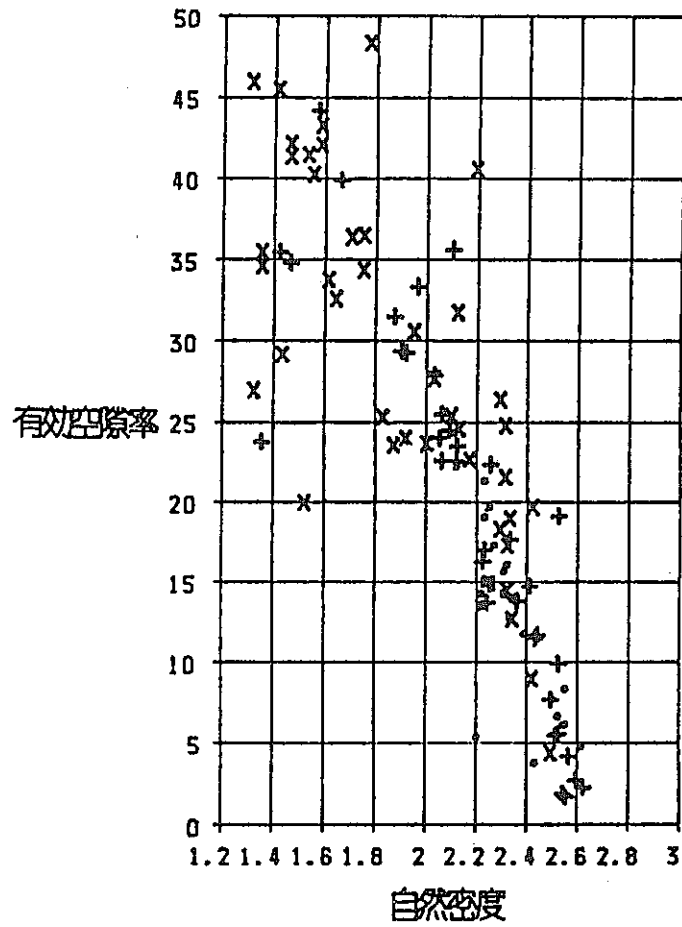
砂岩



第5図 岩石物性値ヒストグラムの一例

第6図 深度による岩石物性値の変化グラフの一例





第7図 岩石物性値の相関グラフの一例

(2) A地区の岩石の物性値データ

A地区では新第三系葉研層、金八沢層に属する火山岩類および推積岩類のデータがあり、地層名が不明なものも多い。これらの地質のうち比較的データが多いものは葉研層泥岩、葉研層石英安山岩と、葉研層・金八沢層のいずれかに属するがどちらであるか不明な泥岩および凝灰岩である。以下にデータの多い物性値について述べる。

熱伝導率 : 各種岩石とも最小値は 2×10^{-3} cal/cm·S·°C程度で揃っている。最大値は $5 \sim 8 \times 10^{-3}$ cal/cm·S·°Cとなっており、 7×10^{-3} cal/cm·S·°C前後の値を示すものが多い。

有効間隙率 : 平均的な値は安山岩、流紋岩等の溶岩類では小さく、7~8%である。一方、砂岩、泥岩、凝灰岩、シルト岩の新第三系堆積岩類では15~20%と比較的大きな値を示す。最小値は砂岩、凝灰岩、安山岩では0.3~0.6%、泥岩、流紋岩では2~6%である。

超音波速度 : 安山岩、流紋岩の溶岩では4km/s以上に達するものもあるが、砂岩、泥岩、凝灰岩、シルト岩の新第三系堆積岩類では、2~3km/sの値を示すものが多い。ただし、金八沢層泥岩および凝灰岩では、4km/s程度の値を示すものもある。金八沢層は葉研層より下位の地層である。地層による差が現れたものか、試験資料の状態の相違による差であるのか明瞭ではない。

自然密度 : 一部を除き2.2~2.5t/m³程度である。

調査地区外のデータも含めると、一軸圧縮強度は、流紋岩や安山岩で0~2000 kgf/cm²とバラツキが大きく、試験試料の岩質、風化程度等の状態を反映していると考えられる。

深度方向に物性値をとったデータは、SK-1号、SK-2号、SK-3号の3孔で得られている。深度方向の物性値の変化を見ると、顕著ではないが深度が増すにつれて物性値が若干大きくなる傾向がある。また、SK-2号のグラフでは、深度530m付近以深の安山岩溶岩からなる区間の物性値はほぼ一定で、岩盤の状況もほぼ一様な区間と考えられる。一方、SK-3号のデータには非常にバラツキが見られるが、この孔には各種凝灰岩、砂岩、火山角礫岩、安山岩が繰り返して出現しており、深度方向の地質の不均一性を反映している。

物性値間の相関を見ると、一般的に知られるように密度（今回は自然密度をとった）と有効間隙率との間には明瞭な負の相関がある。地層が完全に飽和していると仮定すると真比重Gsは2.65程度となるが、自然密度1.6未満のものは、真比重Gsは2.0以下であり、比重の小さい、例えば軽石を含んだ試料もあるものと推定される。

自然密度と弾性波速度（縦波）との間には正の相関が見られる。各孔別にみると、SK-3号では密度が高くて弾性波速度が遅いものがあり、弾性波速度が遅い領域での相関が乱れている。

自然密度と熱伝導率の間にも、各孔で相関グラフ上の分布域が分かれているが、全体に正の相関が認められる。このうち、SK-1号のものは密度が2.70~2.68

と比較的高いが、熱伝導率がバラツキ、SK-2号、SK-3号では、低密度・低熱伝導率 — 高密度・高熱伝導率の傾向が明瞭で、SK-2号の方が熱伝導率が高い領域を占める。これらは、各孔の岩種の相違が反映された結果と思われる。

(3) B地区の岩石の物性値データ

B地区のデータは非常に少ない。地質は「青森ローム」にあたり、物性値データは地表近くの試料から得られたものである。収集したデータは表層部の試料によるものであり、本地区第四系の地下深度の物性値を代表するものではなく、一つの参考試料として取り扱うべきものである。土質は砂と粘土質ロームでえられており、含水比に土質による差が現れている。すなわち砂の含水比が18前後であるのに対し、粘土質ロームでは40~60と範囲が広い。

(4) C地区の岩石の物性値データ

本地区には新第三系長根層、冬部層、小泊層、塩越層、八雲層、黒松内層、大間越層等が分布し、データ中には地層名不明のものもある。データ数は各地層とも1~2個の場合が多いが、大間越層については15個比較的多い。また、本地区内および範囲外の安山岩類のデータが最大89個と飛び抜けて多量である。

岩種に注目して物性値を見ると次のような特徴がある。

吸水率： 八雲層、黒松内層の砂岩、シルト岩が30%以上と非常に大きい
が、その他は10%以内である。ただし、岩種毎のデータが少ない
いためその原因は明らかでない。

表乾比重： 安山岩、流紋岩の溶岩で2.5前後、堆積岩類で2.0~2.5程度
である。

超音波速度、

動弾性係数： 堆積岩類は比較的小さく、溶岩類では比較的大きい。すなわち
超音波速度（縦波）は堆積岩類で3.0km/s以下、溶岩類では、
4.5 ~ 5.0km/s（以上）を有する。動弾性係数は堆積岩類で、
 $2.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 程度以下、溶岩類では $1.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2 \sim 4.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$
程度のものである。安山岩では $8.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 程度
を示すものもある。

自然密度： 堆積岩類では2.0t/m³程度以下と小さい。安山岩では2.5t/m³
程度のものである。

一軸圧縮強度、

圧裂引張強度： 一軸圧縮強度の最大値は安山岩のもので3000kgf/cm²を越えてい
る。一方堆積岩類は概ね1000kgf/cm²以下である。圧裂引張強度
も、同様に安山岩類で大きな値を示し、堆積岩類では小さい。

(5) D地区の岩石の物性値データ

本地域は花崗岩類と中・古生界を対象とした地区である。中・古生界の岩石は
砂岩、粘板岩、チャート等である。データ数は比較的小さい。

古期硬質岩を対象として収集した本地区の岩石の物性値は、岩種による差異が
少ない。しかし、データ数の多い有効間隙率や一軸圧縮強度には、同一岩種でも
かなりのバラツキが認められる。これは試験試料の岩質（風化状況や割れ目の状
況等）の差によると考えられるが具体的な状況は収集した文献に示されていない。

- 吸水率 : 0.5%以下であり、新第三系の各岩石の吸水率が数%以上あるのに比べ、1~2オーダー小さい。岩種別に最小値を見ると、粘板岩、チャートは0%、ホルンフェルスは0.08%、凝灰岩、輝緑石および花崗岩0.2%台である。ただし、ホルンフェルス、輝緑岩、花崗岩のデータは少なく、新鮮な岩盤での吸水率を代表していない可能性がある。
- 比重 : 各岩種とも2.7%前後である。
- 超音波速度(Vp) : 輝緑岩、輝緑凝灰岩の火成岩系の岩種でやや小さく5.0 km/s未満であるのに対し、粘板岩、砂岩、チャート等の堆積岩類で6.0 km/s程度あるいはそれ以上を示すものがある。
- 一軸圧縮強度、
圧裂引張強度 : 前述したように非常にバラツキがある。一軸圧縮強度の最大値は、範囲外の砂岩での約3600Kgf/cm²である。全体的に100~1000Kgf/cm²程度の値を示すものが多い。

(6) E地区の岩石の物性値データ

E地区には新第三系の天徳寺層、船川層、女川層、西黒沢層等が分布している。これらの地層は、礫岩、砂岩、泥岩、頁岩等の堆積岩類と、安山岩、流紋岩等の火山岩類とからなる。岩石毎のデータ数は泥岩が最大64個と多く、凝灰角礫岩、凝灰岩、流紋岩の順に少なくなる。主な物性値は次のとおりである。

- 熱伝導率 : 各岩種の差は少なく、最小値は 2×10^{-3} cal/cm.S.°C程度で一定している。データ個数の多い、火山角礫岩では 102×10^{-3} cal/cm.S.°C以上までバラツキが見られる。
- 有効間隙率 : 岩石の種類にあまり関係なく、最小値は0%に近い。泥岩、凝灰岩では50%を越えているが、風化の程度によるものか岩石の特性（例えば特殊な鉱物に富む等）であるかどうかは明らかでない。
- 超音波速度(Vp) : 概ね2km/s程度以上を有する。
- 自然密度 : 礫岩、砂岩、泥岩で2t/m³以下、火山砕屑岩で1.5~2.6 t/m³、安山岩等の溶岩類では2.0~2.6t/m³を示している。また、頁岩は1データのみであるが、2.7t/m³と大きい。

深度方向の物性値分布を見ると、本地区範囲外1孔のものでは深度方向に自然密度が大きくなり、それに伴い各物性値も大きくなる傾向がみられる。また、流紋岩の部分では、その上下の砂岩、火山角礫岩に比べて高密度となっている。それぞれ比較的狭い範囲にある3孔では、軽石凝灰岩からなるKU-2号のデータが他孔に比べて密度が小さく、岩種別では火山礫凝灰岩、火山角礫岩の順に大きな値を有している。

物性値間の相関は、自然密度と有効間隙率との間に負の相関が、自然密度と熱伝導率との間に正の相関が見られる。ただし、1孔のみ独立した地点にあるHN-1号では密度と有効間隙率との間に有為な相関は認められない。比較的接近した位置（直線距離で各々6km程度）にあるKU-1、KU-2、KU-3号孔の3孔では軽石凝灰岩が分布するKU-1号孔が最も低密度・高間隙率・低熱伝導率の領域にある。凝灰角礫岩類が分布する他の2孔ではKU-2、KU-3号孔の順に高密度・低間隙率・高熱伝

導の領域を占めている。

(7) F地区の岩石の物性値データ

F地区は花崗岩分布地区である。データとしては自然密度のデータが飛び抜けて多く、それ以外のものは極めて少ない。花崗岩は他の岩石に比べて、本質的にほぼ均質な岩石といえる。しかし、風化の及んでいない地下深部でも、初生的な岩層変化（化成分，組織）や岩盤内の不連続面、地殻変動による後成的な断層，クラックの形成，変質作用等により、物性値の異なった区域が存在する。深部の良好な岩盤の物性値は、密度や超音波速度，一軸圧縮強度等は収集したデータのうち最大値から、吸水率や有効間隙率は最小値から推定できると思われる。

(8) G地区の岩石の物性値データ

G地区は中・古生界を対象とする地区であり、砂岩，粘板岩，石灰岩等からなる。データ数は粘板岩が十数個で最も多く、その他は一桁の数である。本地区の各物性値は、D地区と同様に岩種による差が少なくほぼ一定している。ただし、有効間隙率，一軸圧縮強度，圧裂引強度等は同一岩種でバラツキが見られるが、これは試験試料の風化状況や割れ目等の岩質によるものと考えられ、試料数が増えると同一岩種内でのバラツキが生じると考えられる。しかし、各物性値の良好な側の値が比較的揃っていることから、これらの値から深層の岩盤の物性値が類推可能と考えられる。