物理探鉱 第28巻 第1号 (昭和50年2月)
BUTSURI-TANKŌ (GEOPHYSICAL EXPLORATION) VOL. 28, NO. 1 (1975)

岩石のP波伝播速度に関する統計的研究(I)

服部保正*, 杉本卓司*

A Statistical Study on the Longitudinal Wave Velocities for Various Rocks in Japan (I)
Yasumasa HATTORI and Takuji SUGIMOTO The longitudinal wave velocities of various rocks in Japan have been obtained from the result of seismic refraction method by Nippon Geophysical Prospecting Co. Ltd., in a total of over 2000 cases. From these data we have made a Statistical study of frequency distribution of velocities for different kinds of rocks, and their geographical distribution in Japan.

The velocity value obtained in a rectangle 1′ latitude by 1′ longitude is adopted as the unit. In one unit area, velocities v_i $(i=1, 2, \cdots\cdots, n)$ are obtained for the length of lines of measurement $l_i(i=1, 2, \cdots\cdots, n)$. We calculated their mean value $\bar{v}$, that is

$$\bar{v}=\sum_{i=1}^{n} l_i/\sum_{i=1}^{n}\frac{l_i}{v_i}$$

and variance etc. For N unit areas, the mean value V is $\frac{\sum\bar{v}_k}{N}(k=1, 2, \cdots\cdots, N)$ The mean values of velocities for various rocks are shown in Fig. 3 as a histogram classified per 0.5 km/sec and in Table 2.

I) In the case of igneous rocks, the mean velocity of plutonic rock is greater than that of volcanic rock, and the mean velocity of basic rock is greater than that of acidic rock.

II) In the case of sedimentary rock, the mean velocity of old rock is greater than that of younger one.

i) The mean velocity of limestone is the greatest of the Paleozoic sedimentary rocks.

ii) The mean velocity of schalstein, tuff-breccia or tuff is greater than that of shale or sandstone.

iii) Between the mean velocity of shale and sandstone, there is no significant difference.

III) The mean velocity of metamorphic rock is about the same as that of plutonic rock.

The geographical distribution of the velocities of igneous rocks (diorite, granite, porphyry and volcanic rocks except basalt) is shown in Fig. 4 and Table 4.

I まえがき

日本物理探鉱株式会社が創立された昭和17年ころから昭和46年3月までに、同社が各種機関の依頼により国内で実施した屈折法による弾性波探査の件数は2,000をこえた。この論文はこれらの結果を使って、固結した岩石について種類別ならびに地域別にP波伝播速度の統計をとり、それに関して所見を述べたものである。すべて野外における測定結果によったもので、実験室における標本測定結果については考えていない。

また未固結の岩石についてはここでは取扱っていない。

昭和49年12月3日受理
* 日本物理探鉱株式会社

1. 速度の測定された深さ

野外においてP波伝播速度を測定すると、深成岩、変成岩および中生代以前の堆積岩などでは、地表下数mの深さまではほぼ0.3km/secの未固結の層が分布し、以下数mないし数10mにわたって、上から順次に約0.5km/secの層、1.0〜1.5km/sec程度の層および2.0〜3.0km/sec程度の層が存在し、その下部に一応は新鮮な岩盤と考えられるほぼ4.0km/sec以上の速度をもつ岩石が分布するのがふつうである。火山岩や第三紀の堆積岩では0.3—0.5—1.0km/sec程度の層につづき1.5km/sec程度の層となって、その下に2.0〜3.0km/secの層が分布することが多い。これらの層に対し上から順次に表土、風化土、上部風化帯、下部風化帯および岩盤と名づけ、下

部風化帯より上を一括して風化帯とよぶことにする。

図-1はこれらの関係を模式的に示したものであるが、ここで統計の対象としたものは風化帯につづく岩盤上面付近の速度である。

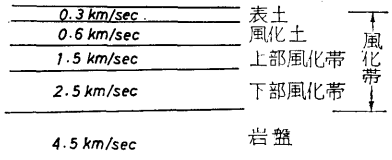

図-1　風化帯と岩盤

風化帯につづく岩盤は土木地質の上では新鮮なものと考えるが、さらに深くはいると、より新鮮でより堅硬なものとなるであろう。しかしここで取り扱ったものはきわめて地表に接近した部分であるから、地殻全体を対象とした自然地震やいわゆる大爆破の探査などの観測から得られる値からみるとかなり小さいものである。

地表付近でも岩盤の速度は相当の深さまで一様につづくわけではなく、多かれ少なかれ深さとともに漸増している。[1)2)]したがって極端に短い測線（主爆破点間の長さ）や極端に長い測線から得られた速度を同等に処理することはできない。ここにとりあげたものは測線の1単位の長さ、すなわち往復測定の行なわれた最長の爆破点間隔が500m程度までのものである。風化帯の厚さがまちまちであるから、場合によって異なるが、およそ10m～50m程度の深さの速度が対象となっている。深さの方向すなわち鉛直方向えの速度の変化は考慮いにれていない。

2. 速度を決めた方法

ここで使用した資料はすべて萩原の方法およびこれを拡張した方法によって得られたものである。大部分が土木地質を対象とした調査によっており、石油や石炭の調査にくらべるとはるかに浅所の御細な構造を求めることが要求される。これには萩原の方法によるのが便利であったからである。解析はほぼ一貫した方針で行なわれているが、なにぶんにも30年間にわたっていろいろな人の手にかかったものである。なかには解析を担当した人の主観が濃くでているものもあろう。また調査の目的によって解析結果の精度にある程度の精疎が生ずるのもやむを得ないことであろう。

受震点間隔は5m～10mのものがほとんどであるが、いずれの場合も同等に扱っている。

これらの理由から、資料としてとりあげた速度値はすべてが同じ精度で求められているとはいい難い。ただ全資料について改めて一応の検討を行ない、あきらかに誤りと思われる点には修正を施した。

また原資料の速度の値はkm/sec単位で小数点下第1位まで求められている。

3. 資料の抽出

資料はとくに統計をとるために行なった調査から得られたものではなく、たとえばダムやトンネルなど土木地質の調査などから集められている。したがって調査地点に再三にわたって測線を追加して調査したところもあるし、前回の調査地に隣接して測定したところもある。またトンネルの調査などでは数kmあるいは10数kmにわたって測線がのびるが、ダムや発電所の場合は測線は狭い範囲に集中する。だからどのような単位の区域から速度を抽き出して1個の資料にするかが問題となる。
ここでは緯度1′、経度1′の矩形を1単位としてとりあげた。

この単位が大き過ぎても小さ過ぎても不都合であると思うが、さりとて緯度1′、経度1′という区切りがもっとも適切だという根拠をもっているわけではない。いわば便宜上とった処置である。いうまでもなく日本のように南北に長い国では、北と南とでは1単位の面積にはかなりの相異があり、九州南部ではおよそ1.85×1.59km²、関東南部では1.85×1.52km²、さらに北海度北部では1.85×1.32km²となるが、1単位のなかにまんべんなく測線が分布しているわけではないから、あまり気にしなくてもよいであろう。

1単位の矩形を考えた場合、そのなかには1種類の岩石が一様に分布することはまずなく、数種の岩石が混在するのがふつうである。そのおのおのの岩石の速度を1つの資料とした。たとえば花崗岩と古生代堆積岩が1単位のなかに分布すれば、花崗岩と古生代堆積岩とが別々に1つの資料となっている。またたとえば堆積岩にいつては砂岩とか頁岩とかに分類して統計をとっているが，1単位のなかに両者が分布すればそれぞれ1資料となっている。しかしこれを古生層として一括する場合は，両者をあわせて1つの資料とした。

さて1単位の矩形内のある1種類の岩石についてみると，それに対する測線量はまちまちであり，ある単位内では総延長が1kmしかないのに，他の単位では1kmを超えるという不揃いもあるが，いずれも同等に扱ってその単位の代表速度を求めた。

つぎに第三紀堆積層などでは速度の異なった層が累層をなしていることが多いが，この場合は最上層をとっている。ただし各層の厚さが弾性波の波長にくらべてかな

り小さいようなときには互層としてとりあげている。またある岩石の上に異種の岩石が存在し，両者の速度がはっきり分離できるときは，両者をそれぞれの岩石の速度資料とした。

4. 代表速度値の決定

1単位のなかの同一種類の岩石についてみた場合，風化帯にすぐつづく岩盤上面の速度が全測線にわたって同一であることはほとんどない。図-2に示すように，破砕帯もあれば硬軟さまざまの分布を示すので速度もいろいろと変化する。

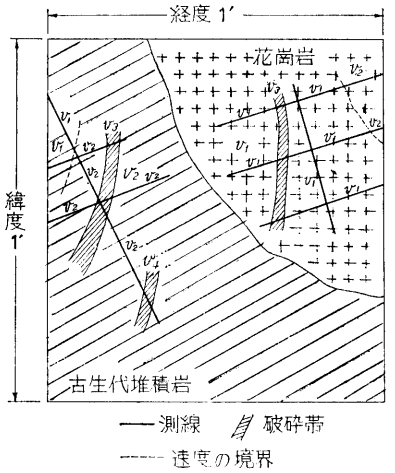

図-2　単位内の岩石分布と速度分布の例

これをどう処理して代表値にするかについてはさまざまな方法が考えられる。

最頻値をとりあげるのもよいであろうし，中央値をとる方法もある。それらはそれなりに有意義であると思うが，ここでは平均値を採用した。

緯度1′，経度1′の1単位のなかで，ある種類の岩石について $v_1, v_2, \cdots\cdots, v_i, \cdots\cdots, v_n$ という n 個の速度が得られたとする。単に

$$\frac{v_1+v_2+\cdots+v_i+\cdots+v_n}{n}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} v_i$$

をもって代表値とすることも考えられるが，全体の分布状況からみてこの方法はいささか安易に過ぎるようである。

$v_1, v_2, \cdots\cdots, v_i, \cdots\cdots, v_n$ という速度が現われた区間の長さがそれぞれ $l_1, l_2, \cdots\cdots, l_i \cdots\cdots, l_n$ であった場合，この長さを重みとして平均する方法が考えられる。これをかりに空間平均と名づけて V_{SP} で現わせば，1単位内の全測線長を L としたとき

$$V_{SP}=\sum_{i=1}^{n}\frac{l_i}{L}v_i$$

となる。ある岩石について単位の矩形の数がN個あるとする。それぞれの平均速度が $V_{SP1}, V_{SP2}, \cdots\cdots, V_{SPk}, \cdots\cdots V_{SPN}$ であったとして，これから単なる算術平均 $\overline{V}_{SP}$ を計算すれば

$$\overline{V}_{SP}=\frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N}V_{SPR}$$

である。

しかしこれだけでは，$v_1, v_2, \cdots\cdots, v_i, \cdots\cdots, v_n$ というおのおのの速度が全体のうちどのくらい含まれているかを知ることができない。そこで l_i/L を%で現わして p_i とし，これに区切りの1単位ごとに1～Nの添字をつけ表-1のように書けば，ある岩石について v_i がその岩石の全体に対して占める割合が判る。この表で

$$\sum p_{k1}+\sum p_{k2}+\cdots\cdots+\sum_{ki}+\cdots\cdots+\sum p_{kn}=N$$

$$\frac{1}{N}(v_1\sum p_{k1}+v_2\sum p_{k2}+\cdots\cdots+v_i\sum p_{ki}+\cdots\cdots+$$

表-1　空間平均のとり方

速度 / 地域の単位	v_1	v_2	…	v_i	…	v_n	平均
1	p_{11}	$p^2{}_1$	…	p_{1i}	…	p_{1n}	$\sum p_{1i}v_i=V_{SP1}$
2	p_{21}	p_{22}	…	p_{2i}	…	p_{2n}	$\sum p_{2i}v_i=V_{SP2}$
⋮	⋮	⋮	……	⋮	……	⋮	
k	p_{k1}	p_{k2}	……	p_{ki}		p_{kn}	$\sum p_{ki}v_i=V_{SPk}$
⋮	⋮	⋮	……	⋮	……	⋮	
N	p_{N1}	p_{N2}	……	p_{Ni}	……	p_{Nn}	$\sum p_i v_i=V_{SPN}$
$\sum_{k=1}^{M} p_i$	$\sum p_{k1}$	$\sum p_{k2}$	……	$\sum p_{ki}$	……	$\sum p_{kn}$	$\frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N}V_{SPk}$

$$v_n \sum p_{kn} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N} V_{spk}$$

である。岩石の種類別にその岩石のもつ速度分布をみるはに，この平均のとり方が良いと思われるので，服部はさきにこの方法を用いて速度分布のヒストグラムをつくった[3)4)]。

平均のとり方にはいまひとつの場合がある。上の場合と同様に長さ $l_1, l_2, \cdots\cdots, l_i, \cdots\cdots, l_n$ に対応してそれぞれ $v_1, v_2, \cdots\cdots, v_i, \cdots\cdots, v_n$ が得られ，全測線延長が L であるとき

$$V_T = \frac{L}{\frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_1} + \cdots\cdots + \frac{l_i}{v_i} + \cdots\cdots + \frac{l_n}{v_n}} = \frac{L}{\sum_{i=1}^{n} \frac{l_i}{v_i}}$$

をもって1単位の平均値とする方法である。これは時間平均とよんでもよかろう。緯度1′，経度1′の単位の数が N 個あり，それぞれの時間平均が $V_{Tk}(k=1, 2, \cdots\cdots, k, \cdots\cdots, N)$ であるとすれば

$$\bar{V}_T = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N} V_{Tk}$$

である。

分散 s^2 および標準偏差 s は

$$s^2 = \frac{\sum(V_{Tk} - \bar{V}_T)}{N-1} \qquad s = \sqrt{\frac{\sum(V_{Tk} - \bar{V}_T)}{N-1}}$$

である。

この方法では空間平均で v_i の分布を求めたようなわけにはいかないが，単位面積の代表値としては空間平均より合理的であろうと思われる。

この論文ではわが国における各種岩石速度の地域的分布を調べるのを主眼としたので，各単位ごとの時間平均をとりあげた。1単位面積をもって速度の1資料としたのであるから，単位面積（緯度1′，経度1′でかこまれた矩形）の数が統計に使った資料数ということになる。

II　岩石の種類別の統計値

上に述べた方法により日本全国において約2,000個の資料が得られた。この資料は全国的にみれば僅かなものであり，しかも平均的にちらばっているわけではなく，ある地域には稠密であるかと思えばきわめて疎である場所もある。地域的な分布を考えないで岩種別に平均値を出しても満足すべき結果が得られるかどうか疑問はあるが，とりあえず速度分布は全国的に一様なものと仮定し

表-2　P波速度の岩種別統計値

岩　　石	N	平均値km/sec	分散 (km/sec)^2	Max km/sec	Min km/sec
深　成　岩	**326**	**4.32±0.06**	**0.2885**	**5.90**	**2.64**
橄欖岩・斑糲岩	11	4.78±0.29	0.1883	5.48	4.00
閃　緑　岩	59	4.35±0.16	0,3561	5.85	2.64
花　崗　岩	256	4.29±0.06	2.2656	5.90	2.95
半　深　成　岩	**173**	**4.14±0.08**	**0.3095**	**5.66**	**2.94**
輝　緑　岩	13	4.30±0.27	0.2025	4.91	3.42
玢　　岩	16	4.45±0.38	0.5966	5.36	3.00
斑　　岩	144	4.10±0.09	0.2778	5.66	2.94
火　山　岩	**252**	**3.25±0.08**	**0.4231**	**5.09**	**1.63**
細分出来ない火山岩	59	3.03±0.16	0.3664	5.00	1.63
下記三種の小計	**193**	**3.32±0.10**	**0.4538**	**5.09**	**1.85**
玄　武　岩	20	3.83±0.25	0.2910	4.79	3.02
安　山　岩	124	3.26±0.12	0.4787	5.09	1.85
紋　流　岩	49	3.27±0.17	0.3533	4.71	2.00
古生代堆積岩	**297**	**4.21±0.07**	**0.3584**	**6.00**	**2.64**
石　灰　岩	11	5.23±0.47	0.4904	6.00	4.21
輝緑凝灰岩	20	4.50±0.24	0.2573	5.22	3.61
砂　岩　類	18	4.25±0.32	0.4265	5.53	3.40
頁　岩　類	78	4.11±0.14	0.3736	5.50	2.86
チ　ャ　ー　ト	23	4.11±0.29	0.4477	5.02	2.88
互　層　類	171	4.20±0.08	0.2808	5.30	2.64
中生代堆積岩	**254**	**3.98±0.08**	**0.3741**	**5.31**	**2.26**

岩石	N	平均値km/sec	分散(km/sec)^2	Max km/sec	Min km/sec
輝緑凝灰岩	6	4.43±0.59	0.3140	4.95	34.0
砂岩類	33	4.18±0.24	0.4422	5.31	2.70
頁岩類	46	4.02±0.17	0.3351	5.28	2.83
礫岩	7	3.66±0.69	0.5617	4.43	2.50
互層類	167	3.93±0.09	0.3545	5.26	2.26
古第三紀堆積岩	**55**	**3.20±0.17**	**0.4027**	**4.46**	**2.23**
砂岩類	5	3.07±0.91	0.5425	3.70	1.80
頁岩類	6	2.91±0.84	0.6446	4.00	2.23
互層類	42	3.23±0.18	0.3466	4.46	2.28
新第三紀中下部堆積岩	**277**	**2.66±0.07**	**0.3072**	**4.78**	**1.52**
礫岩	4	3.64±1.38	0.7500	4.78	2.68
角礫凝灰岩	46	3.07±0.11	0.1391	4.48	2.11
凝灰岩	45	2.77±0.11	0.1314	3.79	2.02
砂岩類	12	2.67±0.30	0.2336	3.27	1.98
頁岩類	29	2.54±0.21	0.3089	3.40	1.70
互層類	150	2.52±0.12	0.5169	4.20	1.52
新第三紀上部堆積岩	**128**	**2.20±0.07**	**0.1771**	**3.85**	**1.64**
角礫凝灰岩	15	2.56±0.27	0.2395	3.85	2.18
頁岩類	17	2.12±0.18	0.1250	3.02	1.67
凝灰岩	27	2.09±0.08	0.0423	3.60	1.73
砂岩類	10	2.01±0.22	0.0956	2.70	1.64
互層類	60	2.23±0.12	0.2149	3.50	1.68
広域変成岩(除蛇紋岩)	**223**	**4.27±0.07**	**0.2633**	**5.92**	**2.93**
結晶片岩	149	4.30±0.08	0.2799	5.92	2.93
千枚岩	32	4.23±0.17	0.2160	5.13	3.24
片麻岩	42	4.17±0.15	0.2432	5.09	3.02
蛇紋岩	**17**	**3.78±0.37**	**0.5006**	**5.00**	**2.50**
ホルンフェルス	**48**	**4.52±0.18**	**0.3711**	**5.50**	**3.11**

表-3　P波速度の岩種別分散比

岩石		分散比	臨界値
火成岩	深成岩	4.64	3.0
	半深成岩	3.54	3.1
	火山岩	6.73	3.0
堆積岩	古生層	7.93	2.2
	中生層	2.45	2.3
	古第三紀層	1.09	3.2
	新第三紀中下部層	2.92	2.3
	新第三紀上部層	4.32	2.5
広域変成岩		2.04	19.5

て岩石の種類別に $\bar{V}_T$ を計算し，その結果を表-2にかかげた。これはさきに服部が発表した[3] $\bar{V}_{SP}$ によるものと本すじにおいて大差はないが，$\bar{V}_T$ の方が小さい値となっている。平均値に±を付して添えた数字は，推計学でいう95%の信頼限界を表わしたものである。また表-3には，小別けにした岩種内の分散と岩種間の分散の比をとったもので，この値が臨界値より大きければ95%の確率で岩種間に差が認められるということになる。

また図-3には各単位における平均値を，たとえば2.25 km/sec～2.74km/sec，2.75km/sec～3.24km/sec というように，0.5km/sec ごとに階級わけにしてつくったヒストグラムをかかげた。この図の縦軸は%であらわした頻度で，図の縦軸の全長が100%を示している。また各欄の太い縦線は平均値の位置を示すものである。文献3)にかかげたヒストグラムでは，単位の代表値とは関係なく全国的にみた場合の速度分布が示されているが，ここでは各単位の代表値の分布があらわされている。

5. 種類別統計からの結論

上述の結果から次のようなことがいえる。

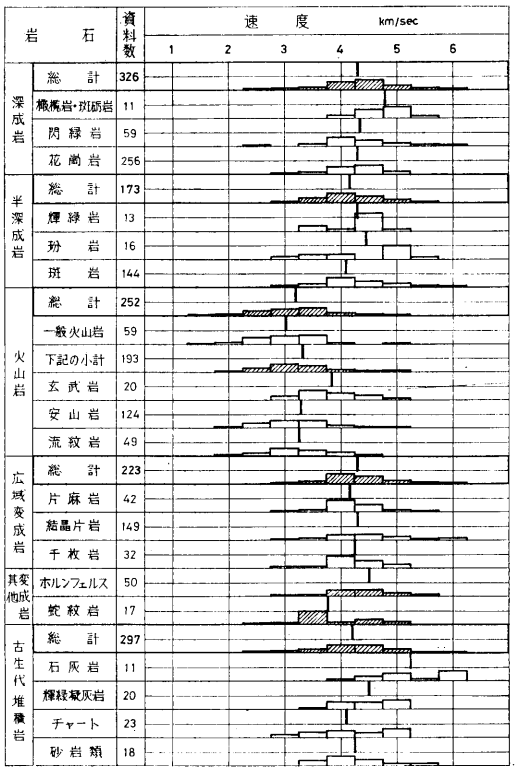

図-3a　岩種別P波速度のヒストグラム

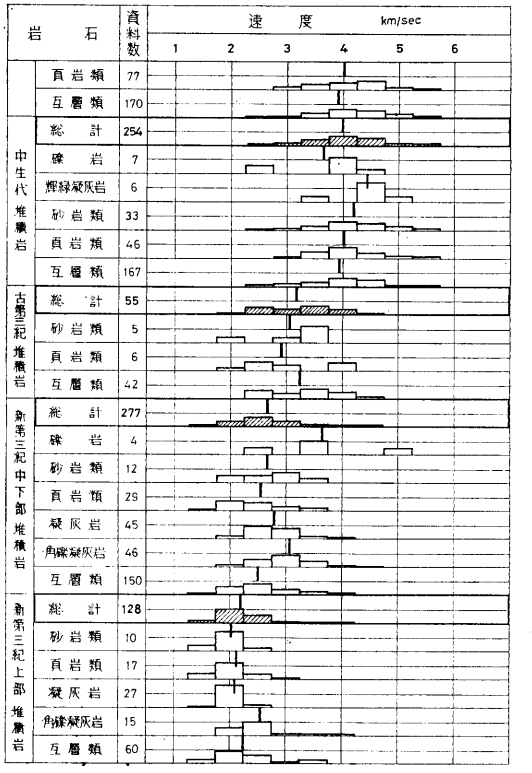

図-3b　岩種別P波速度のヒストグラム

1）火成岩では深成岩の速度がもっとも大きく，火山岩の速度は最小である。

1′橄欖岩・斑糲岩は花崗岩より，玄武岩は安山岩や流紋岩より速度が大きい。火成岩全体として，塩基性の岩石は酸性のものより速度が大きく，中性のものも酸性の岩石より小さい速度ではないといえそうである。玢岩が輝緑岩より大きい値となっているのを別にすれば，塩基性の岩石はまた中性のものよりも大きい速度をもっている。玢岩の分布がかたよっているために除外例となったのではあるまいか。

2）堆積岩にあっては大局的にみれば，堆積年代の旧いものほど速度が大きい。

1′古生代の石灰岩は堆積岩のいずれよりも速度が大きい。

2′凝灰岩・角礫凝灰岩あるいは輝緑凝灰岩は一般に速度の大きい方の区分に属する。

3′礫岩も大きい速度をもっていると思われるが，中生代堆積岩のそれが小さいのは，資料数が少ない上に特殊地域のものが集められているからであろう。この統計をとったのちに相当大きい速度の礫岩がかなりみつかっている。

4′砂岩類は新第三紀上部層を除いては頁岩類より速度が大きいが，推計学的にはこの程度では両者の間に有意の差があるとはいえない。

3）変成岩の速度は深成岩とほぼ同程度である。杉本は最頻値を使った統計により同様の結論を出している。[5)]

4）深成岩と古生代堆積岩，半深成岩と中生代堆積岩，火山岩と第三紀堆積岩というような比較をすれば，一般に火成岩の方が堆積岩より速度が大きい。

上の表によると硬い岩石でも最小値が3.0km/sec未満となっている岩種がかなりある。これはほぼ下部風化帯の速度に相当するものである。しかしこれはある単位区域の平均値であって，全測線にわたって3.0km/sec未満（第三紀層や火山岩ではもっと小さい値となる）の層が分布する場合は，さらにその下部に新鮮な岩盤があるものと考え資料としては採用していない。1単位のなかに新鮮な岩盤と考えられる部分があり，これと水平的に連続した部分に小速度の区間が多く，ために平均して風化帯の速度と同程度になったものである。その単位全体にわたってこのような分布をしていることが確められているとは限らないので，偶然にも特殊地域が代表値となっ

ていることもあり得る。したがって単位の矩形のなかにくまなく測線をとったとすれば，もっと大きな平均値になるかも知れない。これは極端に大きい速度についてもいえることである。しかし今回は資料を棄てることをしないでありのままにとりあげた。

Ⅲ　岩石速度の地域的分布

6.　地域の別け方

前章の資料と同じものを使って，各種岩石の地域的の速度分布を調べてみた。

2,000余りの資料があるとはいっても，1つの資料が緯度1′，経度1′の矩形を単位として抽出されているということは，全国的にみてきわめて僅かなものであり，しかも統計をとるという立場からみればまったく無計画に調査されているのであるから，これをもってすべての地域間の速度の相違を云々することには疑問があるであろう。しかし場所によってはかなりの資料がその地域全体にばらまかれている場合もあり，ある種の意義を認めることができるのではないかと思う。とくに岩種別平均値の偏りを考える上には必要なものであろう。

ただし岩種別統計にすべてを対応させて考えると，1地域の資料数が余りにも少なくなる場合があり，かなり勝手な別け方であるが，次の岩種について調べた。

1）火成岩については閃緑岩，花崗岩，斑岩類および玄武岩を除く火山岩類全体をとりあげた。

2）堆積岩については，砂岩，頁岩などを個々に取り扱わずに古生層，中生層，古第三紀層，新第三紀中下部層および新第三紀上部層と大別けをした。

3）変成岩については結晶片岩，片麻岩およびホルンフェルスをとりあげた。

地域の区分としては大体において地理的な観点から行なったが，同時に地質誌的な考慮を払わなかったわけではない。またある程度までは視察によって大きい速度の集まったところ，あるいは小さい速度の集まったところを見付け出して，地域を独立させたという場合も多い。地域別けの方法次第でいろいろと変った事実が見付け出される可能性があるが，いわばここにひとつの試案を提出したものである。

以下の図表にその結果を示した。平均値に付した±は95%の信頼限界であり，分散比はある岩石につき地域的に速度の差があるかないかの目安を示す値である。また各地域における速度分布をわからせるために速度のヒストグラムをつくった。これは岩種別のそれとまったく同様に，0.5km/secごとの階級にわけ頻度は%で示してある。また図中の太い縦線は平均値の位置を示すものである。図・表とも地域の配列は平均値の大小順になっている。

7.　火成岩速度の地域的分布

表-4は火成岩P波速度の地域ごと統計値である。表中Nは資料数，Max. は最大値，Min. は最小値を示す。**表-5**は地域別速度の地域内と地域間の分散比を示したものである。また**図-4**は地域ごとの速度のヒストグラムである。

1）閃緑岩

表-4　火成岩P波速度の地域毎統計値

岩石及地域	N	平均値km/sec	分散 (km/sec)^2	Max km/sec	Min km/sec
閃緑岩	**59**	**4.35±0.16**	**0.3561**	**5.85**	**2.64**
北上山地	6	5.43±0.37	0.0964	5.85	5.00
北九州	3	5.01±0.77	0.0905	5.36	4.81
関東山地	8	4.38±0.32	0.1468	5.19	3.85
羽越山地	12	4.22±0.19	0.0851	4.76	3.76
飛騨山地	23	4.03±0.24	0.3207	5.32	2.64
花崗岩	**256**	**4.29±0.06**	**0.2656**	**5.90**	**2.95**
備前・小豆島	3	4.75±1.09	0.1937	5.10	4.26
北九州	13	4.66±0.23	0.1475	5.11	3.88
羽越南半部	12	4.58±0.43	0.4594	5.50	3.61
日高山地	3	4.57±0.43	0.0350	4.74	4.39
天竜川上流	11	4.56±0.27	0.1600	5.40	4.00
広島地方	37	4.50±0.27	0.2114	5.90	3.54
阿武隈山地	21	4.46±0.17	0.1374	5.00	3.78

岩石及地域	N	平均値km/sec	分散 (km/sec)^2	Max km/sec	Min km/sec
近畿南部	8	4.39±0.27	0.1019	5.00	4.00
周防東・石見西	7	4.39±0.27	0.0872	4.85	3.88
美濃・三河	17	4.38±0.18	0.1163	4.81	3.57
木曽山地	8	4.37±0.63	0.5729	5.20	2.95
北上・奥羽山地	15	4.28±0.20	0.1310	5.00	3.72
山陰地方	23	4.19±0.16	0.1290	5.00	3.61
周防・長門	8	4.11±0.41	0.2431	4.95	3.36
六甲山地	9	4.02±0.52	0.4469	5.26	3.40
飛騨山地	35	3.98±0.17	0.2535	4.91	3.00
朝日山地	14	3.97±0.29	0.2527	5.00	3.00
琵琶湖周辺	10	3.70±0.39	0.3022	4.57	3.17
花崗斑岩・石英斑岩	**144**	**4.10±0.09**	**0.2778**	**5.66**	**2.94**
関門地方	3	4.81±1.82	0.5309	5.26	3.97
兵庫・岡山県	11	4.54±0.25	0.1393	5.00	3.00
尾鷲・木ノ本	7	4.34±0.14	0.0234	4.50	4.13
その他中国地方	35	4.24±0.21	0.3572	5.66	3.25
紀伊半島南端	7	3.97±0.47	0.2523	4.50	2.94
美濃・飛騨	75	3.92±0.11	0.2065	4.95	3.12
火山岩類（除玄武岩）	**223**	**3.18±0.08**	**0.4155**	**5.09**	**1.63**
中国地方	11	3.74±0.56	0.6960	5.09	2.00
近畿地方	6	3.66±0.47	0.1985	4.30	3.00
北海道芽登	6	3.29±0.54	0.2680	4.20	2.80
関東地方	27	3.28±0.33	0.6913	4.80	2.11
能登地方	10	3.27±0.46	0.4122	4.40	2.46
北陸・飛騨	32	3.21±0.22	0.3627	5.01	2.10
東北地方	65	3.16±0.13	0.2793	5.00	2.10
阿蘇付近	8	3.15±0.69	0.6873	4.80	2.40
長崎県	4	3.13±0.55	0.1217	3.60	2.78
北海道西南部	12	3.12±0.37	0.3431	4.63	2.41
伊豆・箱根	35	2.91±0.21	0.3856	4.35	1.63
鹿児島地方	7	2.83±0.46	0.2450	3.70	2.20

表-5　火成岩地域別速度の分散比

岩石	分散比	臨界値
閃緑岩	13.13	2.6
花崗岩	4.47	1.7
石英斑岩・花崗斑岩	6.05	2.3
火山岩（除玄武岩）	1.99	1.8

北上山地のものは平均値が5.43km/secときわめて大きい。資料は6例で盛岡と釜石付近のものである。

北九州地方のものは5.01km/secという大きい値をもっているが3例に過ぎない。

羽越山地の南端，三国山脈付近には12例あって4.22km/secという平均値を示している。閃緑岩としては小さい速度である。

飛騨山地のものは23例あって資料数はかなり多いが，平均値は4.03km/secで北上山地のものとくらべると大きい差がある。

2）花崗岩

花崗岩は全体的にそれほど著しい地域差があるとはいえない。

岡山県南部と小豆島の3例は平均値4.75km/secで大きい値であるが，資料数が少ない。

北九州の4.66km/secは資料数もかなりあり，確かに大きいということがいえそうである。

これにつづくものとしては羽越山地の南半部，飯豊山から越後にかけて分布する花崗岩で12例で4.58km/secである。羽越山地の北部を占める朝日山地のものは飯豊山に隣接するにもかかわらず14例あって，3.97km/sec

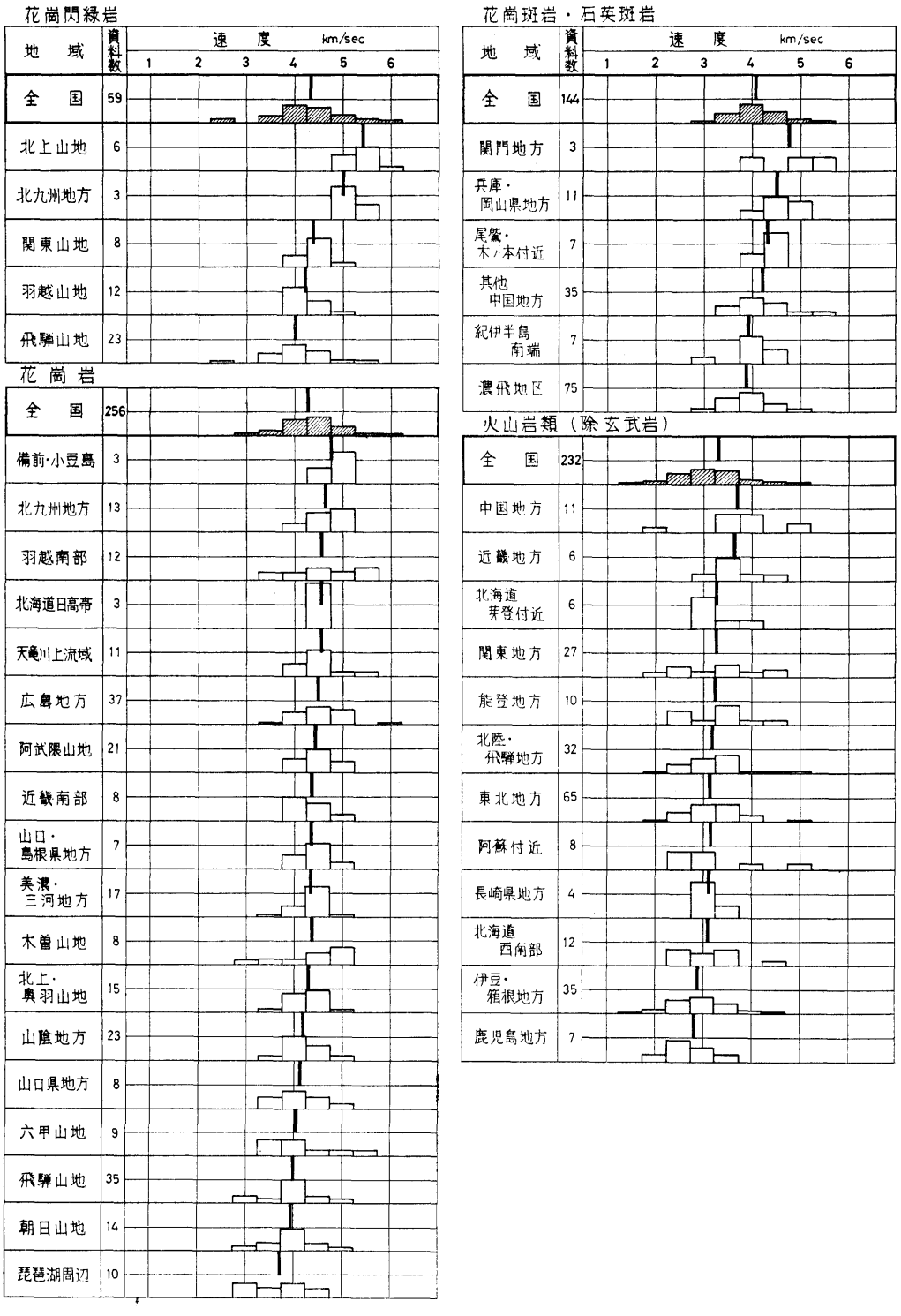

図-4　火成岩速度の地域別ヒストグラム

とかなり小さい値となっている。両者を羽越山地として一括すれば4.25km/sec 平均値はで，花崗岩全体の平均値とほぼ同じになる。またこの花崗岩帯の南部に接している閃緑岩は上述したように4.22km/sec で，閃緑岩としては小さい値である。

広島地方に分布するものは4.50km/sec で大きい方に属するが，この西側につづいて山口県東部（周防東部）から島根県西部（石見西部）にかけて分布する1群はやや小さく4.39km/secである。

阿武隈山地のものも4.46km/sec でかなり大きい平均値である。

これに対し北上山地のものは8例あって平均値は4.29km/secとあまり大きくはないが，7例までが久慈近のもの，1例が猿ヶ石付近のものであって，北上山地全体の花崗岩を代表しているものとはいえそうもない。北上川を隔てて北上山地の西側にある奥羽山脈付近のものも7例あって，その平均値は4.27km/sec である。これと北上山地のものとを一括すると平均値は4.28km/sec となり，全国平均値とほとんど同じである。北上山地の閃緑岩は大きい値をもっていることは上述した。

小さい速度の地域としては上述の朝日山地のほか，六甲山地，飛騨山地および琵琶湖周辺地域のものがある。六甲山地の平均値は4.02km/secでその他はいずれも4.0km/sec に達していない。飛騨山地では閃緑岩も小さい値をもっている。

琵琶湖周辺のものは平均値3.70km/sec でとびはなれて小さい。この付近では古生代堆積岩もとびはなれて小さい速度を示している。

3）花崗斑岩および石英斑岩

濃飛地区のものと中国地方西部のものは分布域が広く資料数も多いが，前者の平均値が3.92km/sec，後者のそれは4.24km/secとかなりの相違がある。後者の東側に分布する岡山県から兵庫県にかけてのものは4.54km/sec という平均値をもち，この種のものとしては大きい速度である。

関門地方のものは最大の値を示しているが3例に過ぎない。もっとも地域が狭いのでこの地方のものは速度が大きいとみてよいかも知れない。

紀伊半島のものについては，尾鷲・木の本地方のものが熊野川流域のものにくらべかなり大きい値をもつといえる。

4）火山岩類（玄武岩をのぞく）

表に示すような地域別けをしてみても地域差はあまり認められない。

なお玄武岩は安山岩や流紋岩とくらべてかなり大きい値をもっていることと，分布がかたよって資料数も少ないところから，この集計のなかにはいっていない。しかしこれははっきり玄武岩と判った場合がのぞいてあるのであって，その種類を明らかにすることのできなかった場合は統計のなかに含まれている。また場所によっては凝灰岩のような火山堆積物の速度が1単位矩形のなかに混っていることもあると思われる。

中国と近畿のものがやや大きく，伊豆，箱根地方のものと鹿児島地方のものが小さい速度である。

火山岩の地域的分布を云々するには噴出時代を考慮にいれるべきであると思うが，ここではそれを考えていないので，明確な地域差がみられないのかも知れない。

（未完）