HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	6. 震度階について : 1968年十勝沖地震の場合
Author(s)	宇津, 徳治
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 21, 53-62
Issue Date	1969-02-15
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.21.53
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13954
Type	departmental bulletin paper
File Information	21_p53-62.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

6. 震　度　階　に　つ　い　て

——1968年十勝沖地震の場合——

宇　津　徳　治
(北海道大学理学部地球物理学教室)

— 昭和43年10月受理 —

I. ま え が き

1968年5月16日9時49分ごろ北海道襟裳岬南方沖に発生した大地震 (1968年十勝沖地震, 気象庁による震源 143°35′E, 40°44′N, 0 km, M=7.9) の際の北海道内の震度分布の詳細な調査は，北海道大学理学部地球物理学教室が主体となって行なわれ，その結果はすでに発表されている[1]。これは地震後 10～20 日にかけて行なわれた道内全域 1786 点にわたる現地調査によるものであり，このような大地震に対して，郵便によるアンケート方式によらず，広域にわたり高い密度をもって現地調査が行なわれた点で画期的なものであった。

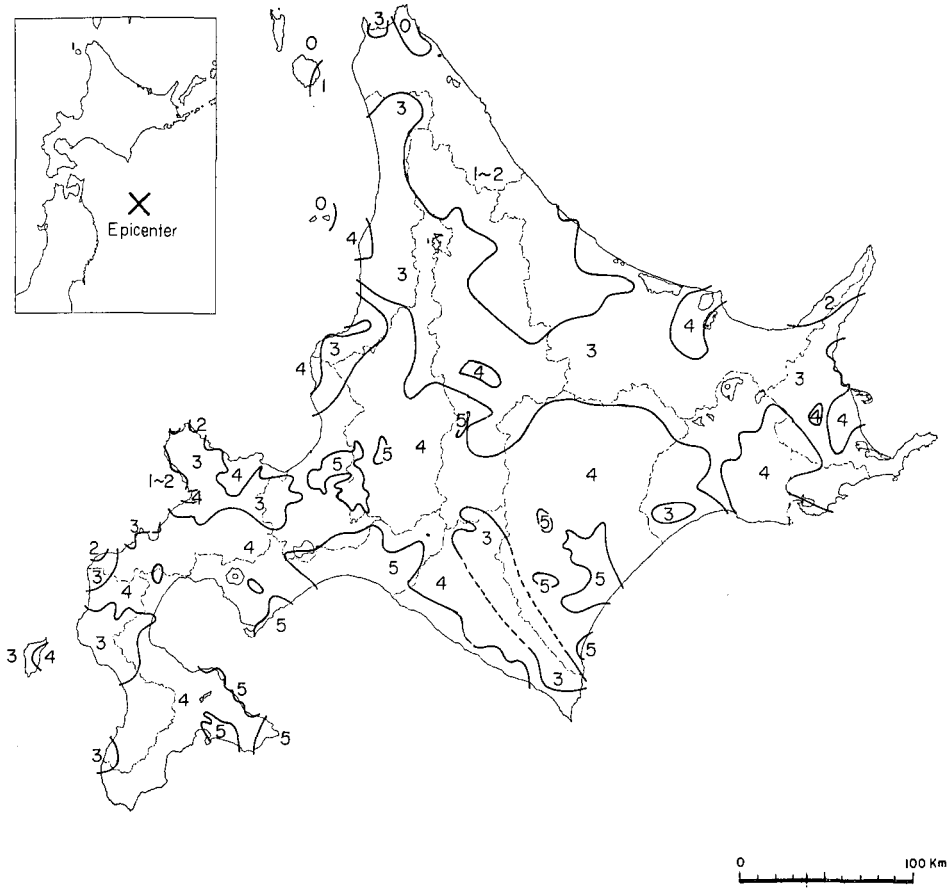
地震動の強さという複雑な内容のものを，震度という一つの数字で代表させること自体に無理があるのは当然であるが，それにも拘わらず，MSK 震度階[2] が国際的に用いられるよう提案されていることにもみられるように，震度の有用性は将来も失われないものと思われる。MSK 震度階は現存する震度階のなかではもっともその定義が精密であるが，これをそのまま日本に適用することにも問題があるし，また現用の気象庁震度階も生活条件の変化等に伴なって，改良する必要があると考えられている。

今回の十勝沖地震の震度調査によって，多くの「震度と相関がある現象」(たとえば，“屋内で静かにしていた人だけで感じた” とか，“すわりの悪いものが転倒した” など) についての資料が得られたので，震度階の適用，改良などの際参考となるよう，若干の整理を行なった。ただしここに述べることは，今回の大地震について北海道という地域における場合であり，地震の規模，対象地域，時刻，季節などが異なれば，多少異なった結果がでることも充分あり得るものと思われる。

北大地球物理学教室の報告には，北海道を7地域に分け各地域，および札幌，函館等9都市内の震度調査地点に対する気象庁震度階による判定震度を記入し，等震度線を引いた地図が掲載されているが，ここではこれらをまとめて1枚の震度分布図にしたものを第1図として示

1) 北海道大学理学部地球物理学教室；北海道内の震度分布の詳細調査, 1968年十勝沖地震調査報告 (1969), 十勝沖地震調査委員会 (印刷中).

2) S. MEDVEDEV, W. SPONHEUR und V. KÁRNÍK; Neue Seismische Skala, Akademie Verlag, Berlin (1964).



第1図 1968年十勝沖地震の北海道における震度分布図
(北大地球物理学教室による).

Fig. 1. Distribution of seismic intensities in Hokkaido for the Tokachi-oki earthquake of May 16, 1968 (after Department of Geophysics, Hokkaido University).

すにとどめる。この図によると，地震は北海道内のほとんど全域で有感であり，道南，道央の一部では震度5に達している。この報告では多くの「震度と相関がある項目」についての調査結果を総合して，各地点の震度を判定し，震度3, 4, 5についてはこれをそれぞれ強い方（＋を付す）と弱い方（－を付す）の2段階に分けている。以下この総合的に判定された震度と震度判定に使われた各項目との関連性を調べた結果を述べる。

第1表～第19表がこの相関表である。これらの表は各項目について，その項目に該当した地点数を各判定震度ごとに示したもので，太字は各判定震度についての最大の地点数を示している。またJMAは気象庁震度階，MSKはMSK震度階を示す。なお各判定震度の総地点数は大きく異なる（震度0, 1, 2や5＋などは少なく，4－，4＋などは非常に多い）ので地点数の絶対値を各項目中で比較しても無意味である。しかし百分率等を並記することは表が繁雑に

なるので行なわなかった。

II. 人体感覚

第1～3表をみて気の付いたことを列記する。

1) 屋内で静かにしていた人のみが感じた程度なのに震度2と判定された地点がかなりあるのは，電灯や器の水がかなりゆれたことなどから由来したもので，大規模な地震を遠距離で感じた場合の特徴であろう。

2) 率は少ないが震度4でも屋外ではわずかの人だけが感じた（すなわち多くの人は感じなかった）例，震度5でも屋外で多くの人が感じた（すなわち感じなかった人も少しはいた）例があるのは不思議である。外に居た人が忙しく働いていたのか，あるいは"わずか"，"多く"と

第1表 人体感覚

Table 1. Sensibility.

判定震度	0	1	2	3−	3+	4−	4+	5−	5+
人体感覚なし (JMA 0, MSK 1)	**14**								
屋内で静かにしていた人のみ感じ屋外で歩いたり仕事をしていた人には感じなかった (JMA 1, MSK 2～3)		**33**	15						
屋内の多くの人に感じられたが，屋外ではわずかの人だけが感じた (JMA 2, MSK 4)			**33**	28	32	11	1		
屋内のほとんどすべての人が感じ屋外でも多くの人が感じた (MSK 5)			3	**40**	92	58	9	4	1
屋内屋外を問わずすべての人が感じた (MSK 6 以上)				37	**117**	**466**	**334**	**224**	**59**
上記のいずれに該当するか不明			1	17	30	61	60	4	2
合計	14	33	52	122	271	596	404	232	62

第2表 地震を感じた人々の状況

Table 2. Behavior of persons.

判定震度	1	3	3−	3+	4−	4+	5−	5+
地震は感じたが外へ飛び出す人はいなかった (JMA 1～3, MSK 2～4)	**33**	**49**	**100**	14	6			
一部の人はおどろいて外へ出た (MSK 5)			14	**150**	111	15	4	
多くの人が外へ飛び出した (JMA 4 以上, MSK 6 以上)*				86	**463**	**333**	**180**	**36**
立っていることが困難であった (JMA 6 以上, MSK 7 以上)*					15	41	34	31

* この両方に該当すると報告のあった地点があった。

第3表 自動車を運転していた人

Table 3. Persons driving motor-cars.

判定震度	1	2	3−	3+	4−	4+	5−	5+
自動車を運転していた人も感じたが車を止める程度ではなかった (MSK 7)		1	11	54	97	73	22	2
自動車を運転していた人も大きく感じ車を止めた (MSK 8 以上)				7	69	93	73	28
自動車を運転していた人が感じた場合の情報得られず	33	51	111	210	430	238	137	32
合計	33	52	122	271	596	404	232	62

いう意味を調査者がとり違えた (割合でなく絶対数と考えた) のかも知れない。

3) 上記のことはごく例外的なことで，震度4以上になればどこに居てもまず感じないことはないといえよう。

4) 震度2以下では外へ飛び出す人はまったくなく，震度4以上ではほとんどの地点で外へ飛び出す人がある。震度 3− と 3+ で外へ飛び出す人の有無の境がかなりはっきりわかれている。これは 3− と 3+ の細分のとき飛び出した人がいたか否かがある程度重視されたことにもよる。

5) 震度5になるとかえって多くの人が外へ飛び出す率が下っているのが注目される。

6) 外へ飛び出す率は，この地震が暖い好天の日の昼間に起ったこと，震動の継続時間が長かったことの影響を受けているものと思われる。

7) 気象庁震度階では震度6のところに“多くの人が立っていることができない”とあるが，第1表の結果をみると，立っていられなかったから震度6とするわけにはゆかないことがわかる。これに似たことは以下の表にも各所でみられる。

8) 自動車を運転している人の感じについては多くの資料が得られなかったが，震度4になるとほとんど感じるようで，震度に5なると運転困難になるようである。舗装道路上と非舗装路道路上では違うであろうし，また街を走っていると人々が家から飛び出してくるので地震だとわかったという例もある。

III. 屋内の物体

第 4〜9 表をみて気の付いたことを列記する。

1) 震度 3− では戸障子がガタガタと音をたてて動くのよりもかすかに動くという方が多い。北海道では障子は割に少ないし，ガラス窓も二重になっているが，そのためかあるいは周期が長い震動が卓越していたためかであろう。

2) 振り子時計が止ったか否かは震度の判定にはほとんど役立たない。

3) 震度4になるとすわりの悪いものが倒れる例が急にふえる，震度 4+ 以上ではほとん

どの地点ですわりの悪いものが倒れている。

4) 金魚鉢などの水があふれるのも同様に震度4になると急にふえ，震度 4+ 以上ではほとんどの地点であふれている。

5) 気象庁震度階では器内の水面の動くのがわかるのは震度3であるが，震度1，2でも器

第4表 ガラス戸，障子などの状況

Table 4. Glass doors and *shojis*.

判定震度	1	2	3−	3+	4−	4+	5−	5+
動きを気付かず，または状況不明	**29**	7	7	11	11	21	14	1
かすかに動いた，または音がした (JMA 2, MSK 4)	4	**46**	**72**	45	32	6		
ガタガタと音がして動いた (JMA 3, MSK 5)		1	42	**213**	**548**	**344**	**173**	15
たてつけの悪い戸障子などが外れたり一部のガラスが割れたりした			1	2	5	32	42	**38**
かなりのガラスが割れた						1	3	4
大部分の戸障子が破損した								4
合計	33	52	122	271	596	404	232	62

第5表 電灯などの吊り下げ物

Table 5. Hanging objects.

判定震度	1	2	3−	3+	4−	4+	5−	5+
動きを気付かず，または状況不明	11	3	8	8	41	32	15	1
ゆれるのがわかった (MSK 3～4)	**22**	**34**	**64**	48	31	4	1	1
かなりゆれた (JMA 3, MSK 5)		15	50	**215**	**511**	**312**	**147**	18
ゆれがひどく壁にかけた絵が落ちたり電灯のかさがはずれたりした (MSK 8)					13	56	68	**35**
多数のものが破損した							1	7
合計	33	52	122	271	596	404	232	62

第6表 振り子時計

Table 6. Pendulum clocks.

判定震度	1	2	3−	3+	4−	4+	5−	5+
不明	2	5	20	21	96	82	95	12
止らなかった	**26**	**32**	**68**	97	133	46	12	1
一部のものが止った (MSK 5)	5	13	27	**107**	**216**	106	25	4
大部または全部が止った		2	7	36	152	**170**	**94**	**39**
落下したものもあった							6	6
合計	33	52	122	271	596	404	232	62

第7表 棚の上の物（花びん，食器，本棚の本，商品など）

Table 7. Objects on shelves.

判定震度	1	2	3−	3+	4−	4+	5−	5+
動きを気付かず，または不明	**33**	25	20	12	33	26	7	2
ゆれているのがわかった		**27**	**102**	**252**	173	14	14	
すわりの悪いものが倒れたり，位置がずれたりした（JMA 4, MSK 5〜6）				7	**365**	**248**	**115**	8
多くのものの位置がずれ，転倒したり落下したりした（MSK 8）					25	106	71	25
大分部のものが転倒または落下した						10	25	**27**
合計	33	52	122	271	596	404	232	62

第8表 タンス，ロッカーなどの家具

Table 8. Furniture.

判定震度	1	2	3−	3+	4−	4+	5−	5+
動きに気付かず，または不明	**33**	**41**	49	45	197	83	40	3
ゆれているのがわかった		11	**73**	**225**	**384**	**215**	**75**	5
位置がややずれたものがあった（MSK 7）				1	13	92	74	11
位置がずれ倒れたものもあった（MSK 8）					2	14	38	**32**
大部分のものが転倒した（MSK 9）							5	11
合計	33	52	122	271	596	404	232	62

第9表 金魚鉢などの水

Table 9. Water in vessels (e.g. goldfish bowls).

判定震度	1	2	3−	3+	4−	4+	5−	5+
動きに気付かず，または不明	**17**	**29**	44	64	92	70	42	9
水がわずかにゆれた（JMA 3, MSK 4）	16	19	**56**	82	54	11		
水が大くゆれた（JMA 3）		4	19	**95**	159	39	10	
水の一部があふれ出た（JMA 4, MSK 5）			1	30	**277**	**200**	94	14
水の大部分があふれ出た					14	84	86	**39**
合計	33	52	122	271	596	404	232	62

の水のゆれるのがわかった地点がかなりある。これも大規模な地震の地震動の特徴であろう。

IV. 建築物など

第10〜16表をみて気の付いたことを列記する。

1) 北海道の大部分の住宅についている集合煙筒は震度4になると少数ではあるが破損す

第10表 集合煙筒一部破損 (JMA 5, MSK 6~8)

Table 10. Cracks in chimneys, fall of parts of chimneys.

判定震度	3+	4−	4+	5−	5+
なし	**261**	**552**	**271**	72	6
ごく少数*	7	28	56	**74**	16
少数**		2	39	50	8
かなりの数†			2	2	**17**
大部分または全部††					6
不明	3	14	36	34	9
合計	271	596	404	232	62

* 1%以下 ** 1~10% † 10~75% †† 75% 以上 (以下第16表まで同じ)

第11表 集合煙筒の倒壊 (MSK 7~9)

Table 11. Fall of chimneys.

判定震度	4−	4+	5−	5+
なし	**573**	**362**	**117**	12
ごく少数	9	31	37	**15**
少数		12	32	13
かなりの数			21	10
大部分または全部				5
不明	14	35	25	7
合計	596	404	232	62

第12表 木造家屋の壁・床などに亀裂 (JMA 5, MSK 6~9)

Table 12. Cracks in walls of wooden houses.

判定震度	3+	4−	4+	5−	5+
なし	**264**	**561**	**288**	41	5
ごく少数	5	19	62	**96**	3
少数	1	2	19	52	17
かなりの数			1	14	**22**
大部分または全部				1	11
不明	1	14	34	28	4
合計	271	596	404	232	62

第13表 木造家屋の壁などの剥落 (MSK 6~8)

Table 13. Fall of plaster from walls.

判定震度	3+	4−	4+	5−	5+
なし	**265**	**577**	**298**	**85**	12
ごく少数	4	5	44	67	11
少数			16	27	**16**
かなりの数				36	12
大部分または全部				8	4
不明	2	14	46	9	7
合計	271	596	404	232	62

第14表 木造家屋半壊 (または傾斜) (MSK 7~10)

Table 14. Partially destroyed wooden houses.

判定震度	4−	4+	5−	5+
なし	**580**	**377**	**139**	**31**
ごく少数	1	8	30	6
少数			5	11
かなりの数				3
大部分または全部				
不明	15	19	58	11
合計	596	404	232	62

第15表 墓石のずれ (MSK 8)

Table 15. Shift of tombstones.

判定震度	3+	4−	4+	5−	5+
なし	—	—	**167**	**55**	5
ごく少数	2		1	8	4
少数		1	4	6	4
かなりの数			2	6	**9**
大部分または全部					3
不明	—	—	230	157	37
合計	—	—	405	232	62

第16表 墓石の転倒 (JMA 5, MSK 8)

Table 16. Overturn of tombstones.

判定震度	4+	5−	5+
なし	**171**	**60**	5
ごく少数	3	8	3
少数		6	5
かなりの数		5	**6**
大部分または全部			2
不明	230	153	41
合計	404	232	62

るものがでてくる。これらはレンガを積み上げただけの弱い構造のものであろう。震度5+になるとかなりの煙筒が被害を受けている。

2) 壁の亀裂，剝落も同様に震度4程度でも少数ながら発生している。

3) 墓石のずれ，転倒がかなりの率に達するのは震度5+である。北海道は歴史が浅いためか墓地が少なく，墓石についての資料が得られた地点は多くない。

4) 第10～16表の他，鉄筋コンクリートビル，へい，石垣，その他について断片的な資料が得られているが統計的考察の対象にはならないので省略した。

V. 土木関係および自然界

第17～19表をみて気が付いたことを記す。

1) 地面や道路に割れ目が生じたり，水道管，ガス管などが被害を受けるのは震度4+から少数認められたが，震度5+でもこれらの現象が発生しなかった地点が半数あるいはそれ以上ある。

第17表 地割れ

Table 17. Cracks in ground.

判定震度	4+	5−	5+
なし	**393**	**168**	**31**
埋土部，崖ふち，道路肩，低湿地などに幅10cm以下の割れ目 (MSK 6～9)	5	54	16
上記の場所に幅10cm以上の割れ目 (MSK 9)	1	6	10
地割れ著るしく平地にも幅10cm以上のものが生じた (MSK 10)	1	2	5
不明	4	2	
合計	404	232	62

第18表 道路被害

Table 18. Damage to roads.

判定震度	4+	5−	5+
異常なし	**393**	**204**	**34**
小さな割れ目ができたが交通に支障なし (MSK 7)	5	23	13
やや大きい割目ができ，車の通行が一時止った (MSK 9)	2	3	11
崩壊，陥没等被害著るしい (MSK 10)	1	1	3
不明	3	1	1
合計	404	232	62

2) 第17～19表の他，山くずれ，落石，電柱の傾斜，井戸の変化などについて若干の資料が得られているが考察の対象にしなかった。

第19表 水道管・ガス管などの被害

Table 19. Damage to pipelines.

判定震度	4+	5−	5+
異常なし	**363**	**185**	**38**
一部小破損あり (MSK 7～9)	24	30	13
各所で破損，水もれ (ガスもれ) 著るし (MSK 10以上)	3	9	8
不明	14	8	3
合計	404	232	62

VI. むすび

以上の結果をみると，震度の判定に利用できる種々の現象の現れ方と震度との関係は非常にばらつきの多いものであることがわかる。ある地点の震度が与えられてもその地点のゆれ方はすべて震度階の解説文のとおりであったとはいえない。これは地震動というものが多くの要素の影響を受けた複雑なものであることによるのはもちろんであるが，震度判定に用いた現象の程度の表現のあいまいさに起因することも大きい。そのため調査者の主観がかなりはいっているものもあるのではないかと思われる。しかしこの表現をあまり厳密にすることは実用性の面から好ましくない。一方判定された震度の値は多くの現象についての資料を平均ないしは多数決的方法で処理したものであるから，震度の大小関係はかなりよく表現されていると思われるが，絶対的ではない。しかしこの程度に定められた震度の分布は第1図にもその一端がうかがえるように，かなり系統的であり，地質との関係も明瞭である。防災計画の資料などには大いに役立つであろう。

この地震のように M 8 に近い大規模な地震では，しばしば感じられるような M 5 前後の地震にくらべて，長い周期の地震動が卓越し，震動継続時間が長い。電灯や器の水は震度が小さい割に大きくゆれ，一方，戸障子の鳴動などは震度が大きい割に少なかったことなどはこのためかも知れない。震動継続時間が長いと恐怖感が高まり，震度はあまり大きくなくても外へ避難する傾向が強まることも考えられる。従ってこの種の現象から震度を判定するときには，地震の規模についても考慮する必要があるであろう。

以上今回の十勝沖地震の震度調査班によって多量の資料が集められたので，これに若干の統計を行ない気のついことを記した。各現象同志の間の相関も調べることを考えたが，結果が尨大になるのと，資料を通覧したところこの相関も非常にばらつくことが予想されるので行なわなかった。

6. Note on Seismic Intensity Scales

By Tokuji UTSU
(Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University)

A large earthquake with magnitude about 8 occurred off the south coast of Hokkaido at 09 h 49 m (local time), May 16, 1968. This earthquake was felt in most parts of Hokkaido, and the maximum intensity reached 5 on JMA scale. Members of the Department of Geophysics, Hokkaido University made special field investigations of the intensities at 1786 locations distributed throughout Hokkaido. A large volume of data on effects of the earthquake on persons, surrounding objects, structures, and nature which are usable in assigning a seismic intensity at each location has been collected by them. The seismic intensity maps based on these data have been published in another publication.

In this paper, the degree of each effect is correlated with the intensity determined from all available data at each location. These correlation tables which form the main part of this paper may provide valuable information as to the application and the improvements of the seismic intensity scales.