

## 1987年1月14日高山脈の地震の高密度震度調査

北大工学部 鏡味 洋史・岡田 成幸・太田 裕

### 1. はじめに

われわれは被害を伴う地震が北海道周辺で発生した場合にアンケートによる各市町村を単位とした高密度震度調査を実施してきている。1982年浦河沖地震（後藤・他(1983)）、1983年日本海中部地震（太田・他(1984)）、1986年北海道北西部（雨竜郡沼田町付近）の地震（岡田・他(1987)）と資料の蓄積を図ってきており、北海道の地震防災問題を考えていく基礎資料と位置づけている。1987年1月14日の日高山脈の地震では、道内のほぼ全域が有感域となっていることから、全市町村を対象とした調査を実施した。

### 2. 地震の概要

1987年1月14日20時04分ごろ、日高山脈で地震が発生した。震央は北緯42°32′東経142°55.9′、マグニチュードは7.0、震源深さ約119kmと報告されている。震央は広尾郡大樹町の山間部に位置し、震央付近に集落はない。

有感域は広く北海道から東北、関東、中部へと広がっている。気象庁の発表震度によれば図1に示すように、震度Vの強震が釧路、震度IVの中震



図1 気象庁発表震度

が帯広、浦河、広尾、盛岡、八戸、根室、苫小牧となっている。被害は自販機の転倒や落下物による負傷が数件、建物の軽微な被害、商品の落下・散乱等による被害が発生している。被害の多くは震度Vの釧路よりは震度IVの帯広を中心に散在している。

### 3. 震度調査の実施

震度調査を実施する範囲として、これまで震度III以上の地域を一応の目安としてきたが、今回は北海道に限り実施することとした。この地震の5日前の1987年1月9日には岩手県沿岸部を震源とするM=6.9の地震が発生しており、岩手県を中心とする東北・北海道について震度調査を実施すべく準備中であった。両地震の震度調査を同時に一部重複する地域を対象に実施した場合の問題点を検討の結果、回答者の混乱を極力避ける意味から、岩手の地震については東北地方に限り、日高の地震については北海道に限ることとした。北海道における両地震の震度を比べてみると、おおむね日高の地震の方が大きく、また後で起きたため記憶がより鮮明であろうと判断したからである。配布に当たっては、依頼書に地震名を記し回答の際間違いがないよう注意を促した。その結果、特に回答上の混乱はみられなかった。稚内では、震度0(無感)であったが、この地域も含め北海道全市町村212を対象として調査を実施した。配布・回収は北海道防災消防課の全面的な協力を得て、支庁経由で各市町村に配布し職員に回答をお願いした。配布枚数は市に50部(釧路市のみ100部)、町村に25部ずつであり、全市町村から回収を得、回収総数5,820枚、回収率は97%に至った。

なお、帯広市については震度IVとの発表に拘らず震度Vの釧路よりも被害が目だったこともあって、市内の震度分布をさらに詳細に求めるべく別途調査が筆者の一部を含めたグループで立案された。調査票は3,000枚配布し2,742枚が回収され市内ゾーニングマップの作成等、別途報告がなされている。(小柳・他(1987)、小柳(1988))。

回収した調査票は地震の際居合わせた場所で市町村別に再分類し、各市町村ごとに震度を算定した。調査票の読み取りは、パソコンに接続したデジタイザー上に調査票を置き回答項目をペンでその位置を入力し読み取る方法を導入した。入力作業と同時に1枚ずつ個別の震度は計算されフロッピーデスクに記録され、各単位(市町村)ごとに平均震度も算定するようになっている。この方法の導入で約6,000枚の処理は2週間で終了することができた。

### 4. 震度分布

各市町村別に求めた平均震度を表1に示す。各市町村ごとの震度を四捨五入して1桁の数字で気象庁震度に対応させて図示すると図2のようになる。震度Vとなるのは音更・鹿追・浦幌・豊頃・穂別・鶴川の各町である。震度IVの範囲は釧路・十勝・日高・胆振および石狩・空知の一部に広がっている。この地震は、震源深さが119kmと深く震央が山間部にあったため、震度

表1 市町村別算定震度

コード	回答数	震度	市町村名	コード	回答数	震度	市町村名
1100	151	3.4	札幌市	1347	25	2.8	長万部町
1202	86	3.2	函館市	1361	25	2.2	江差町
1203	52	3.3	小樽市	1362	24	2.3	上ノ国町
1204	73	2.8	旭川市	1363	25	1.8	厚沢部町
1205	48	3.5	室蘭市	1364	21	2.7	乙部町
1206	113	3.6	釧路市	1365	25	0.2	熊石町
1207	28	4.2	帯広市	1366	22	0	大成町
1208	65	3.3	北見市	1367	24	1.1	奥尻町
1209	45	3.3	夕張市	1368	21	2.1	瀬棚町
1210	62	3.6	岩見沢市	1369	25	2.7	北檜山町
1211	53	2.5	網走市	1370	21	2.7	今金町
1212	47	2.6	留萌市	1391	23	1.5	島牧村
1213	54	4.0	苫小牧市	1392	25	1.4	寿都町
1214	48	0	稚内市	1393	24	2.6	黒松内町
1215	45	3.4	美唄市	1394	22	2.5	蘭越町
1216	47	2.5	芦別市	1395	27	2.9	ニセコ町
1217	48	3.7	江別市	1396	19	3.1	真狩村
1218	47	3.1	赤平市	1397	21	3.1	留寿都村
1219	53	1.4	紋別市	1398	24	3.3	喜茂別町
1220	52	2.5	士別市	1399	18	2.8	京極町
1221	51	1.5	名寄市	1400	26	3.2	倶知安町
1222	44	3.9	三笠市	1401	22	2.5	共和町
1223	45	3.0	根室市	1402	26	2.8	岩内町
1224	53	3.9	千歳市	1403	24	0.4	泊村
1225	42	3.4	滝川市	1404	20	1.4	神恵内村
1226	49	3.2	砂川市	1405	28	2.7	積丹町
1227	44	3.0	歌志内市	1406	16	3.0	古平町
1228	55	2.9	深川市	1407	17	3.0	仁木町
1229	51	3.3	富良野市	1408	37	3.3	余市町
1230	54	3.6	登別市	1409	21	3.3	赤井川村
1231	43	3.7	恵庭市	1421	18	3.7	北村
1233	50	3.3	伊達市	1422	25	3.8	栗沢町
1301	14	3.8	広島町	1423	22	3.8	南幌町
1302	21	3.6	石狩町	1424	25	3.3	奈井江町
1303	25	3.8	当別町	1425	23	2.9	上砂川町
1304	17	3.6	新篠津村	1427	22	3.6	由仁町
1305	14	2.9	厚田村	1428	23	3.9	長沼町
1306	19	2.8	浜益村	1429	20	4.2	栗山町
1331	25	1.8	松前町	1430	23	3.4	月形町
1332	24	2.8	福島町	1431	23	3.5	浦臼町
1333	20	3.0	知内町	1432	27	3.2	新十津川町
1334	30	3.0	木古内町	1433	24	2.9	妹背牛町
1335	24	3.1	上磯町	1434	17	2.9	秩父別町
1336	18	2.9	大野町	1436	24	2.9	雨竜町
1337	21	3.1	七飯町	1437	19	3.2	北竜町
1339	17	3.4	戸井町	1438	20	3.2	沼田町
1340	23	3.3	恵山町	1439	25	2.5	幌加内町
1341	22	3.8	榎法華村	1452	17	2.9	鷹栖町
1342	25	3.2	南茅部町	1453	19	2.6	東神楽町
1343	24	3.6	鹿部町	1454	23	3.0	当麻町
1344	21	3.3	砂原町	1455	23	2.3	比布町
1345	28	3.1	森町	1456	24	2.2	愛別町
1346	23	2.5	八雲町	1457	24	1.6	上川町

コード	回答数	震度	市町村名	コード	回答数	震度	市町村名
1458	24	2.6	東川町	1563	25	0	雄武町
1459	25	2.7	美瑛町	1571	19	2.8	豊浦町
1460	28	3.4	上富良野町	1572	31	3.1	虻田町
1461	20	3.5	中富良野町	1573	24	3.5	洞爺村
1462	25	4.0	南富良野町	1574	21	3.3	大滝村
1463	24	3.7	占冠村	1575	24	3.0	壮瞥町
1464	25	3.2	和寒町	1578	23	3.9	白老町
1465	25	3.1	剣淵町	1579	23	4.1	早来町
1466	22	0	朝日町	1580	24	4.3	追分町
1467	25	2.3	風連町	1581	25	4.1	厚真町
1468	24	0.2	下川町	1582	26	4.5	鶴川町
1469	24	0.6	美深町	1583	24	4.5	穂別町
1470	21	0	音威子府村	1601	20	3.6	日高町
1471	23	0.5	中川町	1602	25	3.9	平取町
1481	21	2.7	増毛町	1603	27	4.1	門別町
1482	24	2.4	小平町	1604	22	4.0	新冠町
1483	25	0	苫前町	1605	27	4.0	静内町
1484	25	1.5	羽幌町	1606	25	3.9	三石町
1485	24	0	初山別村	1607	49	4.1	浦河町
1486	25	0	遠別町	1608	22	3.8	様似町
1487	25	0	天塩町	1609	25	3.5	えりも町
1488	24	1.4	幌延町	1631	26	4.5	音更町
1511	25	0	猿払村	1632	24	4.1	士幌町
1512	26	1.4	浜頓別町	1633	23	3.9	上士幌町
1513	23	0	中頓別町	1634	25	4.5	鹿追町
1514	25	0.3	枝幸町	1635	24	4.1	新得町
1515	23	0.8	歌登町	1636	25	4.1	清水町
1516	23	1.4	豊富町	1637	23	4.4	芽室町
1517	25	0	礼文町	1638	18	4.0	中札内村
1518	25	0	利尻町	1639	19	3.8	更別村
1519	25	0	東利尻町	1640	23	4.3	忠類村
1541	23	2.9	東藻琴村	1641	23	4.3	大樹町
1542	24	3.1	女満別町	1642	22	3.9	広尾町
1543	26	2.9	美幌町	1643	23	4.2	幕別町
1544	22	3.1	津別町	1644	28	4.2	池田町
1545	23	3.3	斜里町	1645	22	4.5	豊頃町
1546	25	3.3	清里町	1646	20	4.1	本別町
1547	24	3.0	小清水町	1647	23	4.0	足寄町
1548	14	3.2	端野町	1648	23	3.3	陸別町
1549	24	3.5	訓子府町	1649	23	4.8	浦幌町
1550	23	2.9	置戸町	1661	21	3.6	釧路町
1551	22	3.1	留辺蘂町	1662	25	3.8	厚岸町
1552	22	2.9	佐呂間町	1663	25	3.8	浜中町
1553	25	2.8	常呂町	1664	21	4.0	標茶町
1554	23	3.0	生田原町	1665	27	3.7	弟子屈町
1555	32	2.2	遠軽町	1666	25	4.0	阿寒町
1556	25	1.9	丸瀬布町	1667	15	3.8	鶴居村
1557	21	1.8	白滝村	1668	24	4.3	白糠町
1558	26	1.8	上湧別町	1669	25	4.0	音別町
1559	24	3.0	湧別町	1691	24	3.6	別海町
1560	24	1.0	滝上町	1692	25	3.7	中標津町
1561	21	2.8	興部町	1693	26	3.3	標津町
1562	24	0	西興部村	1694	24	3.1	羅臼町

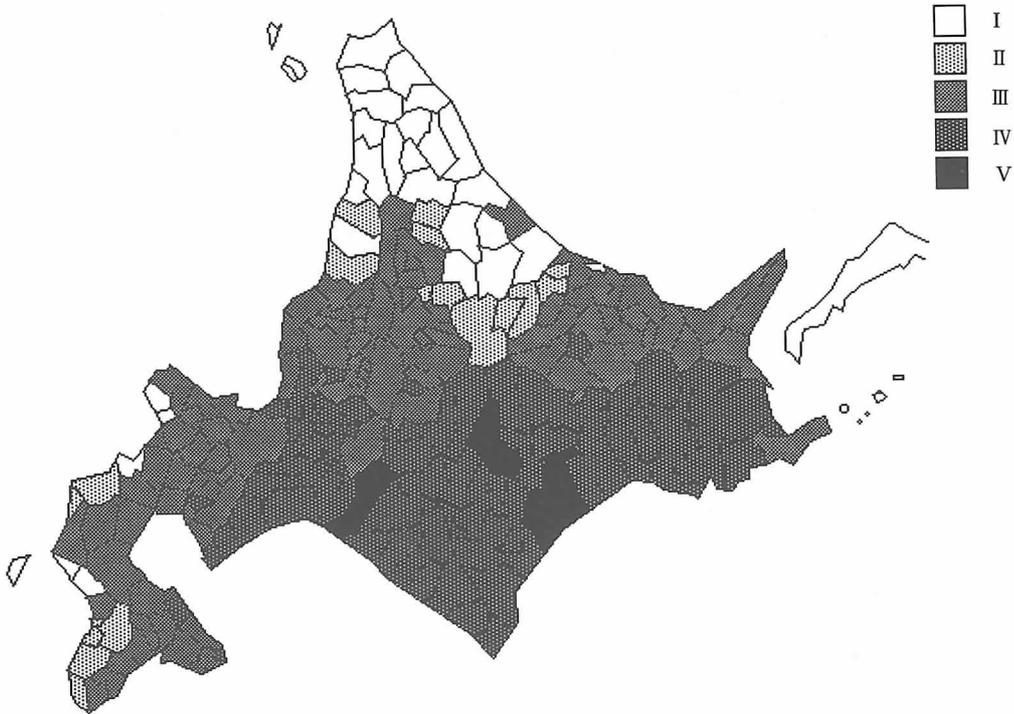


図2 高密度震度調査による市町村別震度

Vとなる地域は1点に集中せず広い範囲に散在している。震度分布の特徴を見やすくするために平滑化(鏡味(1986))を施してみた。図3(a)は平滑化を施す範囲を半径50kmにとった場合で、震度4.0のコンタが十勝平野と苫小牧から浦河にかけての2箇所に分かれて表れ、特に十勝平野の沿岸部で震度が高くなっている。震央付近は逆に震度が低く窪みになって表現されている。図3(b)は半径200kmの領域で平滑化したもので、平野の影響など地域的な特性が除去され滑らかなコンタとなっている。コンタは震央を中心とする東西に延びた楕円状を示している。これは、北に向って震度が急に減衰するという北海道の震度分布の一般的特徴を良く表している。この曲面をこの地域の平均的な震度の減衰を表す標準曲面と考え、各市町村の震度とこの曲面で与えられる震度との差を求め、その正負(●揺れ易い地点, ○揺れ難い地点)で図4に表示した。十勝平野, 苫小牧~札幌を結ぶ道央低地帯から石狩川ぞいに揺れ易い地点の集中しているのが読み取れる。図5は先に示した, 平滑化の程度の異なる2つのコンタ(図3(a), (b))の差を求め示したものであり, 図4に示した揺れ易い地域が平滑化して表現されている。

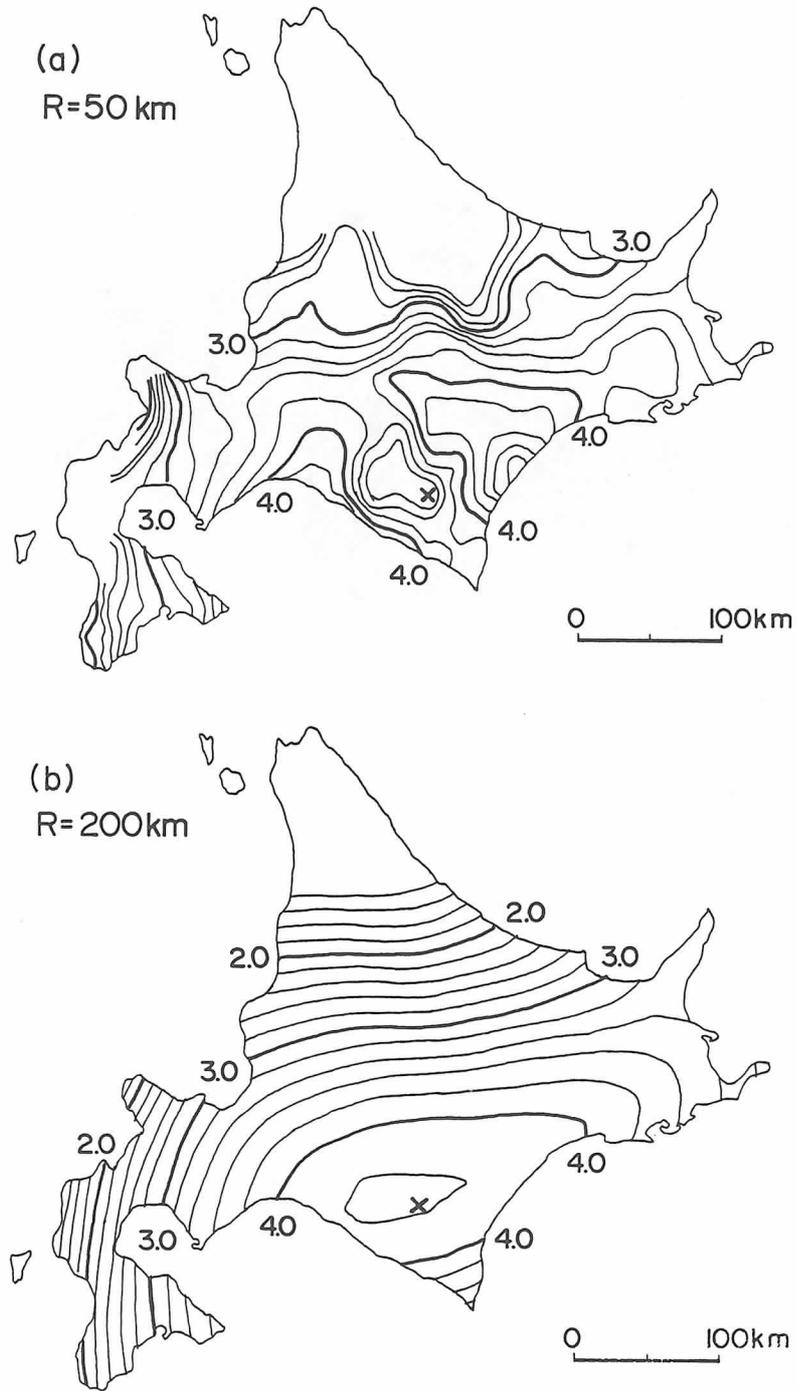


図3 平滑化した震度分布

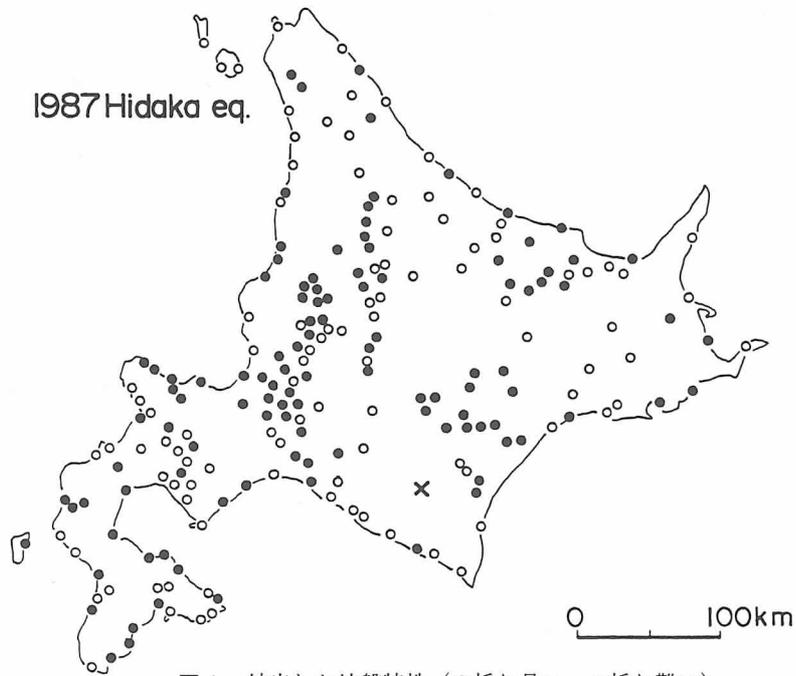


図4 抽出した地盤特性 (●揺れ易い ○揺れ難い)

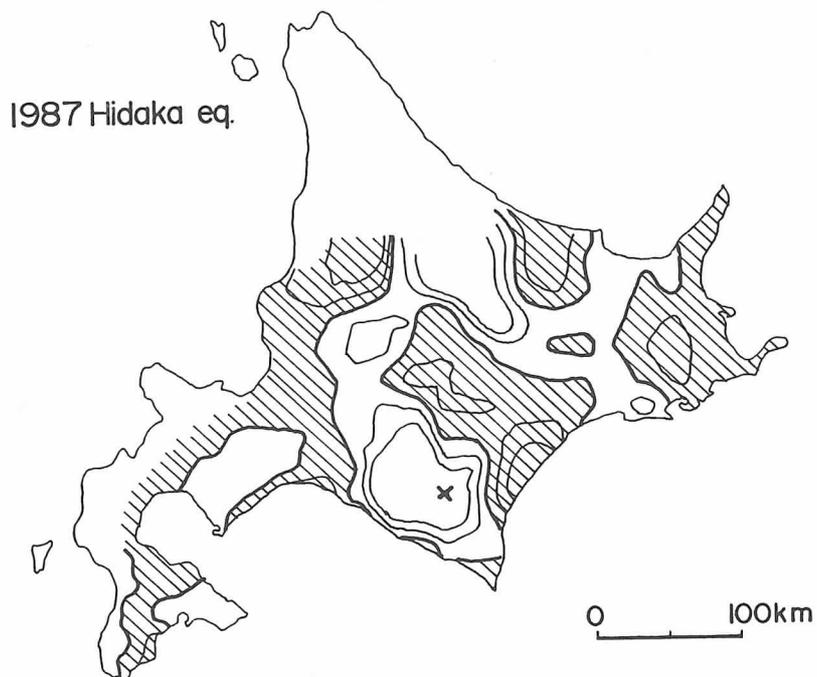


図5 平滑化した地盤特性 (R=50km-R=200km)

## 5. 震度と被害等との比較

次に、得られた震度を実際の被害状況などと比較してみる。最初に、気象庁発表の震度との比較をしておく。図6は震度調査による震度を気象庁発表震度と比較したものである。釧路は震度Vと発表されたが、今回の調査では3.6(震度IVの弱)と求まっており、一方、震度IVの帯広では4.2と求まっている。両者の震度の関係は逆転しており、後述する被害状況の違いと整合している。根室は3.0と求まっており、震度1の開きがある。他の地点での差は余り大きくない。

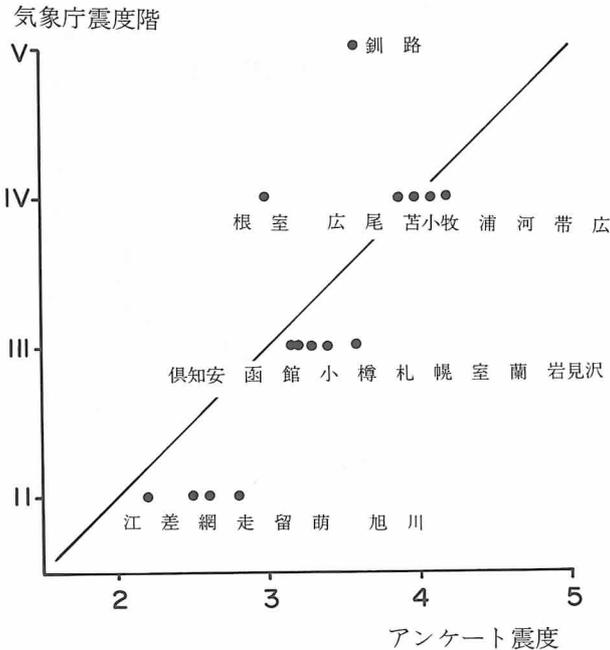


図6 アンケート震度と気象庁震度階との比較

表2は北海道防災消防課のまとめ  
た市町村別被害状況をもとに震度の

高い順に並べ換え被害件数を示したものである。土木関係の被害は規模の大きなものではなく、軽微なものは積雪のため調査が行われておらず、この表には載せられていない。何れの、被害項目も震度の高い市町村で件数が多い傾向がみられるが、必ずしも高い相関とはなっていない。人的被害は7名の負傷者であり、帯広市内のビル内の自動販売機の転倒による負傷(全治1ヵ月)を始め、ストーブ上のやかんの落下による火傷3件、落下物による負傷2件、避難の際の転倒1件となっている。いずれも、偶発的な要素を多く含んでいるが、震度3.5程度以上で発生  
の危険性をはらんでいることを示している。住家の被害は釧路市に1件一部破損が報告されているのみであり、非住家は震度が一番大きく求まった浦幌町に集中している。農業被害は図7(a)に示すように広い範囲に及んでおり、震度3.0程度で被害を生じている。商工業被害は図7(b)に示すように室蘭市から釧路市へかけての広い範囲で発生している。特に、市部での被害が目だつ。何れの被害項目も件数の絶対数は少なく発生  
の状況は偶発的な要素が大きい  
が被害発生  
の下限を与える震度は浦河沖地震の際に得られた結果(太田・岡田(1983))と一致している。

次に、調査票の回答内容に立ち入って被害の状況を比較してみる。震度の一番大きく求まった浦幌町、帯広市、釧路市をとりあげ比較を行った。図8(a)、は家の被害に関する質問に対する回答状況で、浦幌では13%が4。「わずかながら壁にひび割れが入った」と回答しているも

表2 1987年日高山脈の地震の被害件数（北海道防災消防課の資料より作成）

市町村名	震度	負傷者	住家	非住家	農業	林業	衛生	商工業	文教	社会福祉
浦幌町	4.8			7	1		3	59	3	
鶴川町	4.5				3			1		1
音更町	4.5				2					
穂別町	4.5	3		1	2		1	25	2	
鹿追町	4.5							8		
豊頃町	4.5						1			
芽室町	4.4	1		1				60		
追分町	4.3							3		
忠類町	4.3							3		
帯広市	4.2	1		1	1			22	7	
池田町	4.2			1			1		1	
門別町	4.1				2					
本別町	4.1								1	1
早来町	4.1			1				24	1	
浦河町	4.1				1		2			
新得町	4.1			1					1	
厚真町	4.1						1	11		
士幌町	4.1								1	2
足寄町	4.0							5		
標茶町	4.0					1				
苫小牧市	4.0	1						11		
静内町	4.0								1	
千歳町	3.9				1					
三石町	3.9				5					
平取町	3.9			1	4			1		
広尾町	3.9			1						
長沼町	3.9				6					
当別町	3.8				1					
栗沢町	3.8						1			
釧路市	3.6	1	1				1	11		
新篠津村	3.6				2					
釧路町	3.6						1			
由仁町	3.6				2					
浦臼町	3.5				1					
室蘭市	3.5							2		
滝川市	3.4								2	1
月形町	3.4				1					
富良野市	3.3				1					
和寒町	3.2				1					
剣淵町	3.1				1					
鷹巣町	2.9				1					
旭川市	2.8				1					

農業被害

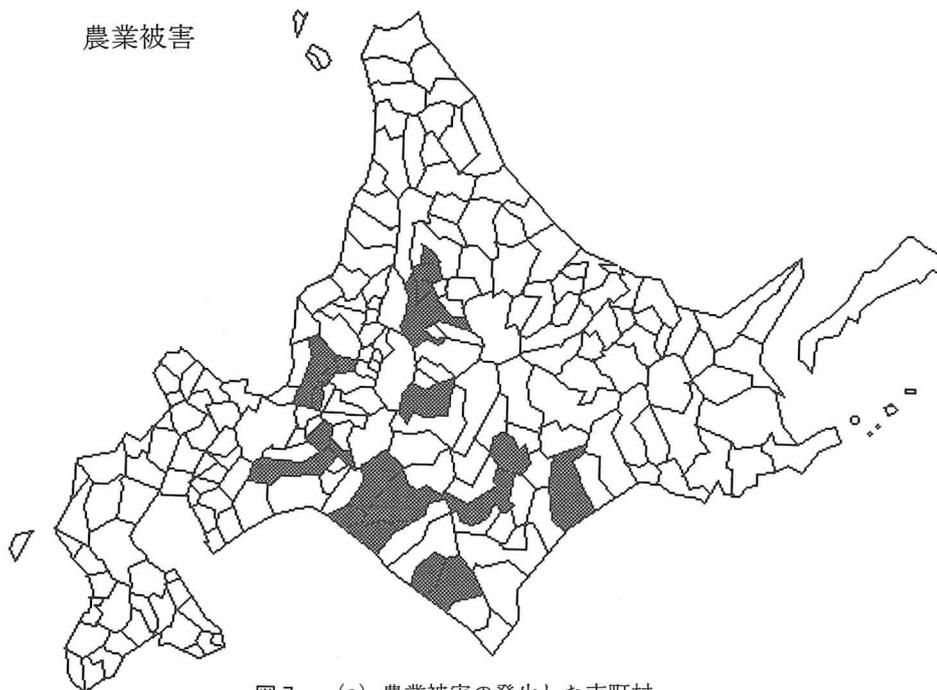


図7 (a) 農業被害の発生した市町村

商工被害

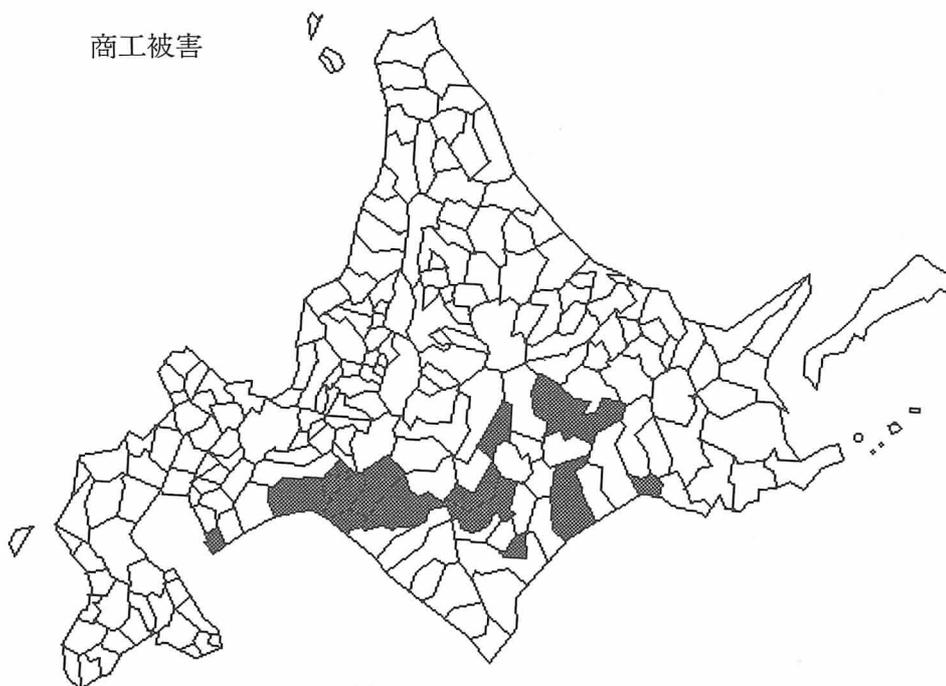


図7 (b) 商工業被害の発生した市町村

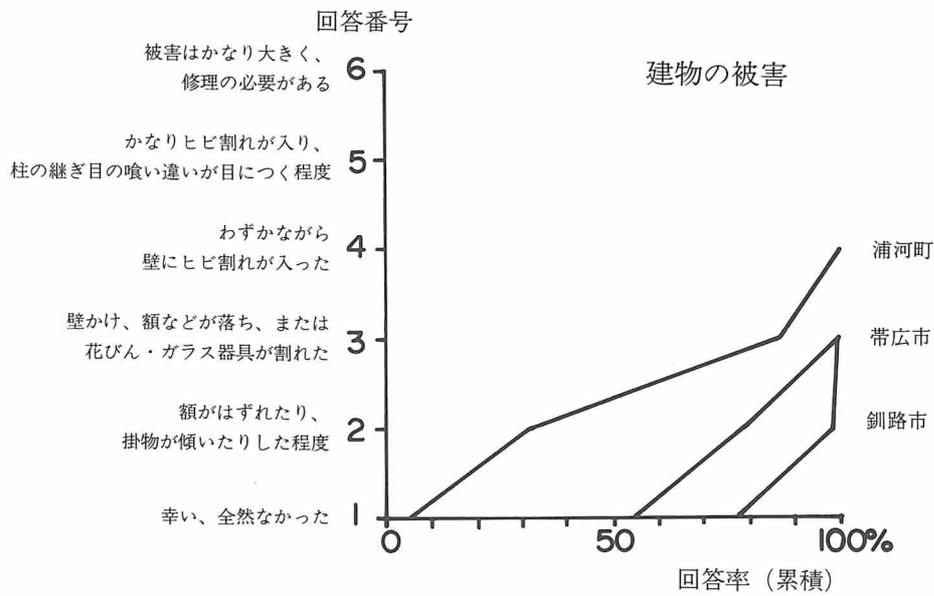


図8 (a) 浦幌町・帯広市・釧路市での回答内容の比較：建物の被害

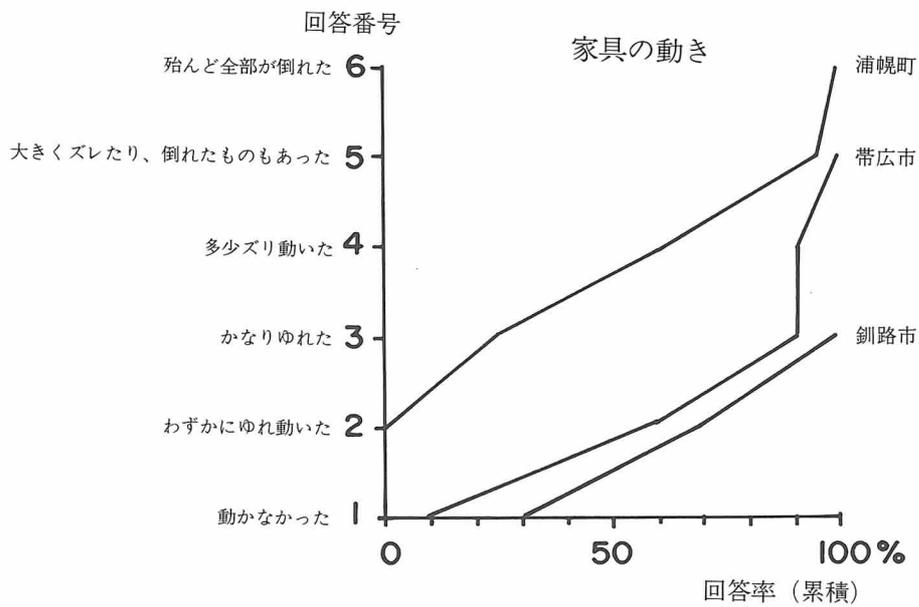


図8 (b) 浦幌町・帯広市・釧路市での回答内容の比較：家具の動き

の、それ以上の被害が生じたとの回答はない。帯広では、3.「壁掛け、額などが落ち、または花びん・ガラス器具が割れた」が20%程度で、それ以上の被害の回答はない。釧路では、2.「額がはずれたり、掛物が傾いたりした程度」の回答が20%程度で、3.の回答は2例のみである。この、項目のみを取り上げても帯広>釧路の状況が読み取れる。図8(b)は家具の移動・

表3 強震計による最大加速度と震度(強震速報より作成)

市町村名	震度	設置場所	震央距離(km)	最大加速度(NS-EW-UD)
広尾町	3.9	広尾町役場	42	162-100- 57
浦河町	4.1	浦河港	43	63- 60- 26
豊頃町	4.5	大津築堤	60	350-190- 80
鶴川町	4.5	鶴川堤防	80	75- 75- 35
苫小牧市	4.1	苫小牧港	108	53- 56- 18
釧路市	3.6	釧路港	127	34- 98- 21
		釧路气象台	129	115-145- 86
		釧路川堤防	133	95-110-100
札幌市	3.4	札幌市庁舎(B2F)	142	13- 14- 8
		住友生命ビル(B3F)	142	13- 16- 6
		新共済ビル(B2F)	142	13- 10- 9
		北大工学部	143	38- 53- 15
小樽市	3.3	小樽港	170	9- 9- 6
伊達市	3.3	伊達発電所	172	23- 24- 6

転倒に関する回答の場合で、同様の関係がみられる。

今回の地震では、北海道・東北の一部で強震記録が得られている。表3は強震速報No.33(1987)に記載されている一覧表を設置地点の市町村の震度と比較してまとめ直したものであり、震央距離の順に並べ換えてある。震央に近いのは広尾・浦河であるが、最も大きな加速度を記録しているのは豊頃町(震度4.5)の大津築堤で350 galに達している。図9は水平動の最大加速度と震度との関係をプロットしたものである。記録紙上の読み取り振幅であるため、短周期成分による揺らぎも大きく、さらに設置場所の局地的な地盤条件による所も大きいため揺らぎは必然大きくなっている。

本地震の震央付近に発生した地震として1970年1月21日の日高山脈南部を震源とする地震をあげることができる。震央位置は図10に示すように、今回の地震の南東約20 kmと近い。マグニチュードは6.7とやや小さいが、深さは50 kmと浅い。被害は負傷者32、住家全壊2と今回の地震よりも大きかった。気象庁発表の震度分布は図11に示すようであり、帯広・浦河・広尾で震度Vであった。震度IV・IIIの外縁を結ぶ線は今回の地震の等震度線(図4(b))と比べてみると南北にやや膨らんだ形となっている。

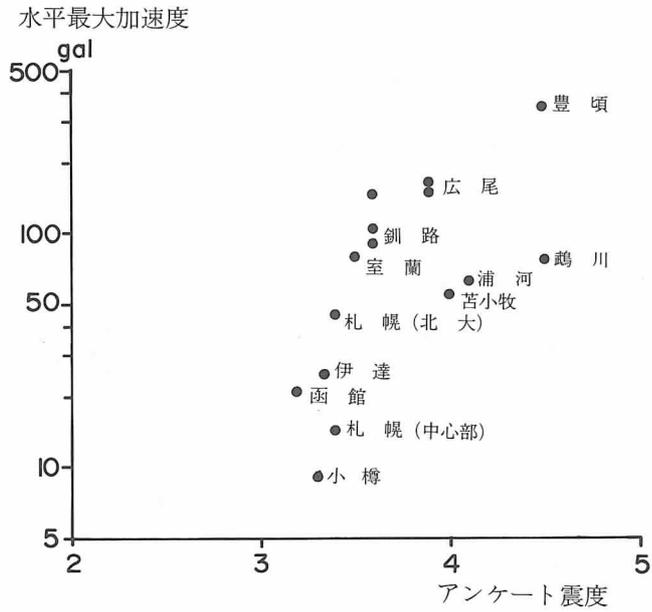


図9 アンケート震度と強震計による水平最大加速度との関係

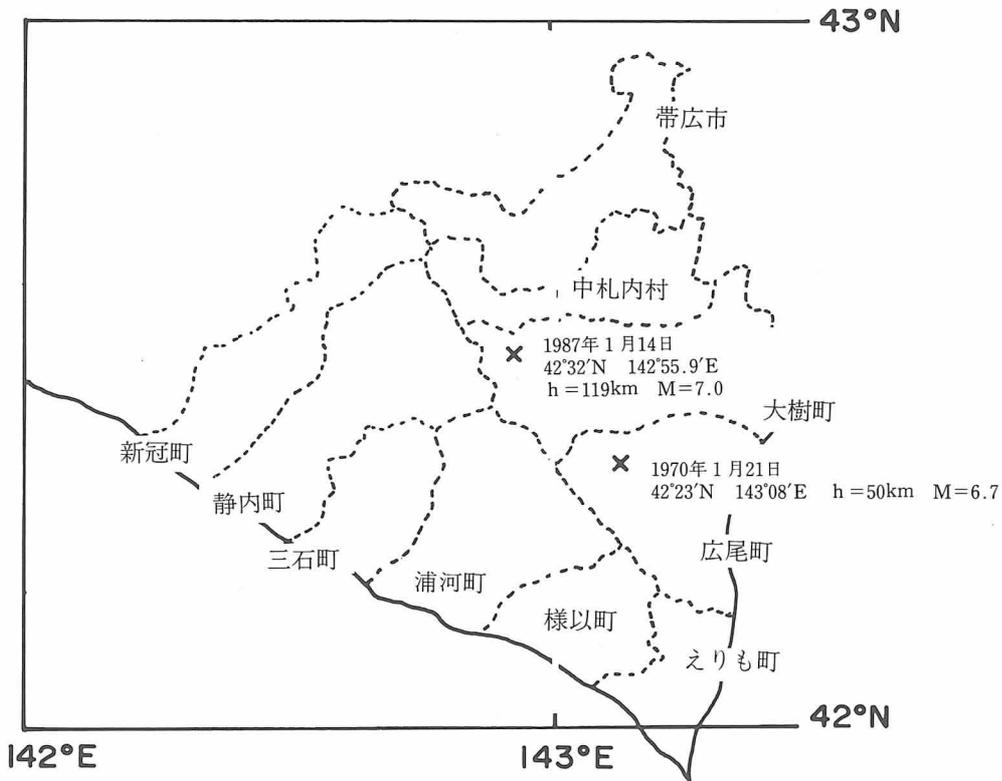


図10 1970年の日高山脈地震との比較

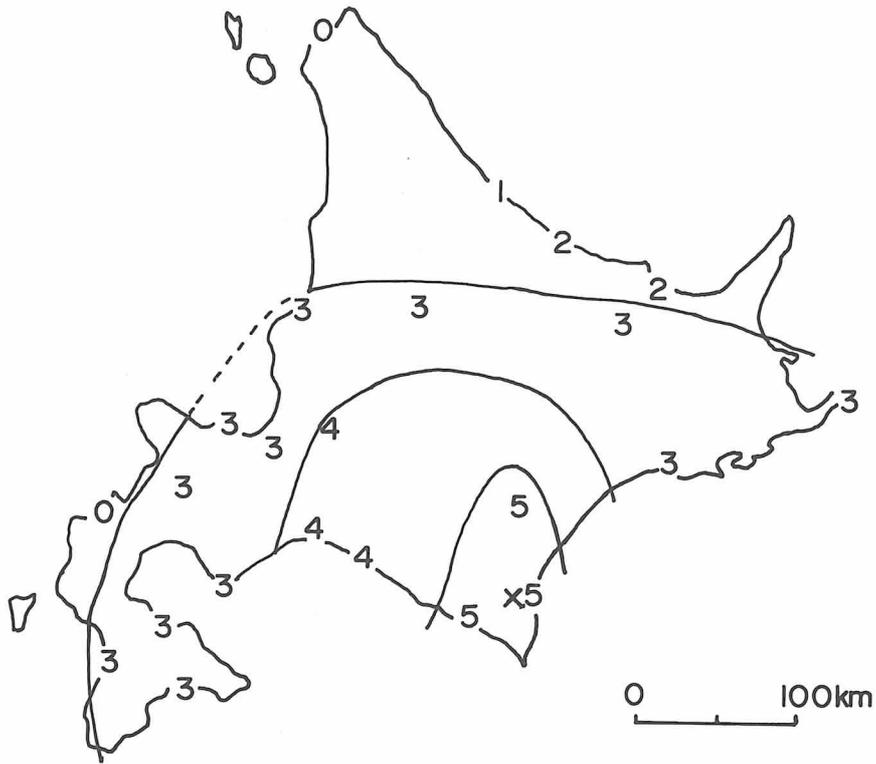


図11 1970年の日高山脈地震の震度分布

### 6. 釧路市内の震度分布

釧路市については配布枚数も100枚と多くしてあったので、1枚毎の住所を確かめ地図上にプロットし地域的な差異が見られるか検討してみた。釧路市の平均震度は3.6であったが、図12に示すように各回答者の震度は2.1から4.7までばらつきがある。これら個別の震度を3段階（～3.4, 3.5～3.7, 3.8～）

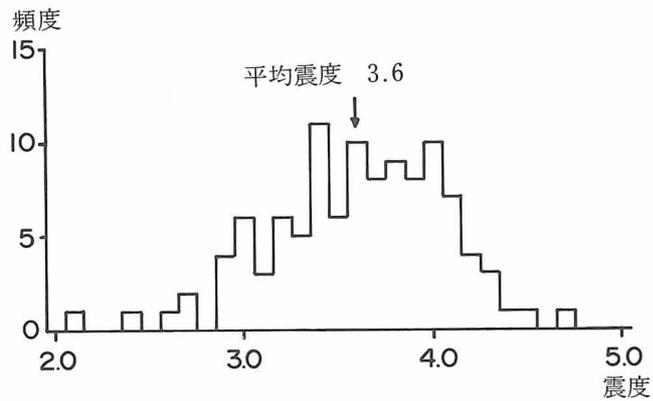


図12 釧路市のアンケート震度の頻度分布

に区分して図13に示した。本来、このようにして算定した回答者個々の震度は感じ方の個人差

など揺らぎは大きく、平均操作を加える必要があるが、そのままでも地域的な特徴を容易に読み取ることができる。すなわち、釧路川西側では震度は大きめに、釧路川以東では震度の大きい地点小さい地点が入り乱れている。旧釧路川の南側の丘陵地では小さめになっている。気象台はこの丘陵地にあり、今回、気象台付近の震度が特に大きかったとは考えにくい。図14は1973年根室半島沖地震の際、1,500枚に及ぶ震度調査により求められたゾーニングマップである。



図13 釧路市の震度分布

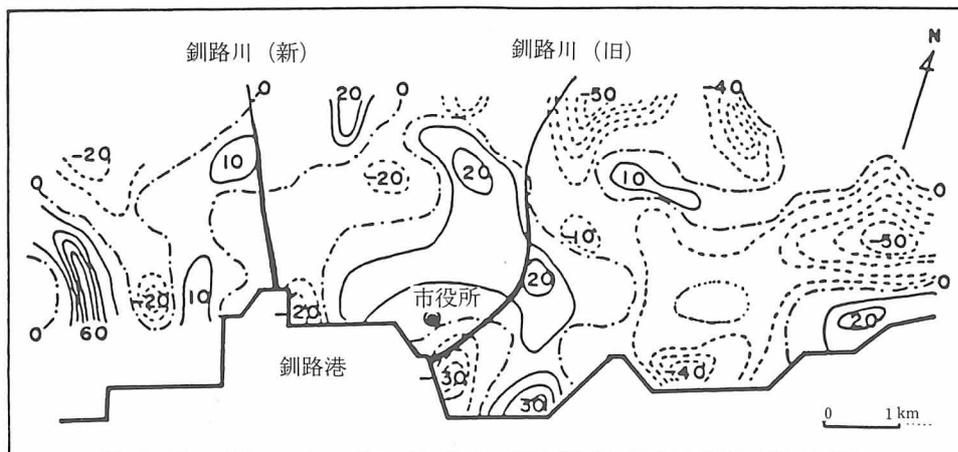


図14 釧路市の1973年根室半島沖地震のゾーニングマップ (太田・後藤(1973)による)

り、500 m メッシュで整理・作成されたものである（太田・後藤(1973)）。今回の調査ではサンプル数も少なく詳細な比較は難しいが、少なくとも傾向は一致しているようである。

## 7. お わ り に

今回の地震は、震源の深いことも幸いして、軽微な被害が散在するに留まった。一方、有感域は道北の一部を除いて全道に広がっており、防災問題を考える上での基礎資料としての震度の資料を全道的に得ることができ、これまでの資料に追加される貴重な資料とすることができた。機会を見て蓄積した震度資料より地域特性の抽出へと議論を進めていく所存である。

最後に、調査票に回答いただいた各市町村の職員の方々にお礼を申し上げる。また、今回の調査は前回と同様に北海道防災消防課の全面的な協力を得て比較的短時間に高い回収率で実施することができた。記して関係各位に謝意を表します。

## 参 考 文 献

- 後藤典俊・鏡味洋史・太田 裕 (1983). 1982年3月21日浦河沖地震の高密度震度調査—北海道全域の震度分布—, 1982年3月21日浦河沖地震調査報告, 135—144.
- 鏡味洋史 (1982). 空間的に分布する地震工学的データの自動化表現, 日本地震工学シンポジウム論文集, 6, 265—272.
- 小柳敏郎・岡田成幸・鏡味洋史 (1987). 1987年1月14日日高山脈北部の地震のアンケートによる震度分布調査(1)—帯広市内(速報)—, 地震学会昭和62年春季大会講演予講集, 281.
- 小柳敏郎 (1988). 帯広市の震度と市内の震度分布—1987年1月14日日高山脈北部地震—, 地震学会昭和63年春季大会講演予講集, 282.
- 強震観測事業推進連絡会議 (1987). 強震度速報No.33, 国立防災科学技術センター.
- 太田 裕・岡田成幸 (1983). 防災・復旧, 昭和57年浦河沖地震災害記録(北海道), 339—403.
- 太田 裕・後藤典俊 (1974). アンケートによる道内各地の震度の推定と Seismic Microzonation Map 作成の試み, 1973年6月17日根室半島沖地震調査報告, 302—325.
- 太田 裕・鏡味洋史・後藤典俊・岡田成幸・堀田 淳・大橋ひとみ (1984). 1983年日本海中部地震に伴う東北・北海道地域市町村別震度調査, 1983年日本海中部地震による災害の総合的調査研究(自然災害特別研究)報告書, 176—179.
- 岡田成幸・鏡味洋史・太田 裕 (1987). 1986年11月13日北海道沼田町付近の局発地震—震度の詳細調査と被災状況・地域行政体の対応について—, 北海道地区自然災害科学資料センター報告, 1, 21—42.