HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|---|---|
| Title | 浦河周辺の地震活動（1885年—2000年） |
| Author(s) | 本谷, 義信 |
| Citation | 北海道大学地球物理学研究報告, 64, 183-193 |
| Issue Date | 2001-03-27 |
| DOI | https://doi.org/10.14943/gbhu.64.183 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/14297 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 64_p183-193.pdf |

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北海道大学地球物理学研究報告
Geophysical Bulletin of Hokkaido University, Sapporo, Japan
No. 64, March 2001, pp. 183−193

# 浦河周辺の地震活動（1885年−2000年）

本谷　義信
北海道大学大学院理学研究科地震火山研究観測センター

（2001年1月15日受理）

# Seismicity near Urakawa, Hokkaido (1885-2000)

Yoshinobu MOTOYA
Institute of Seismology and Volcanology,
Graduate School of Science, Hokkaido University

(Received January 15, 2001)

Using 101 earthquakes of M≧6.0 in recent 116 years, we investigated seismicity in and around the focal region of 1982 Urakawa-oki Earthquake of M7.1 on March 21, 1982, off Urakawa, Hokkaido. Data source used in this study are the Utsu's earthquake catalog for 1885-1925 and the Seismological Bulletin of Japan Meteorological Agency for 1926-2000.

No shallow earthquake has occurred since a M6.0 event on November 30, 1983 and the very calm state in shallow seismicity has continued over 17 years, the longest interval in recent 116 years. For events of h≧70km, on the other hand, 5 of 13 has occurred after 1982 Urakawa-oki Earthquake. Moreover, surrounding earthquakes had concentrated gradually towards the focal region of the 1982 event during a period from about 1925 to its occurrence time.

We suggest that changes in seismicity near Urakawa may be related to large earthquakes nearly M8 occurring in an active seismic period from 1952 to 1973 along the northern Japan − the southern Kuril trench as well as 1982 Urakawa-oki Earthquake and that they affect feedbackly the seismicity after their occurrences.

## I. はじめに

北海道浦河沖は北海道とその周辺では地震活動が最も高い地域の1つであり，多くの被害地震も発生している．その中でも，1982年浦河沖地震（M7.1）は浦河町にきわめて近い沖合いを震源とし，その震源域は陸域（三石町）まで広がっていたため，日高地方を中心に広域的に大きな被害を与えた．

この地方の地震活動についてはすでにいくつかの調査研究がなされている（灰野ほか（1987）

など）が，地震データの蓄積が100年を超えたのを機会に，大きな地震に焦点をあてて，あらためて地震活動の調査をした．1982年浦河沖地震がこの地域の地震活動の中で占める位置を考えることが目的である．

## II．地震資料と調査領域

地震資料として，1926年から1960年までの地震が収録されている気象庁（JMA）の改訂地震カタログ（気象庁，1982），その後はJMAの地震月報を用いた．宇津（1979，1982 a，1982 b）による1885年からの日本のM 6以上の地震を収録した地震カタログがあるので，1885年から1925年までの地震資料はこれを用いた．また，1976年から北海道大学理学部地震予知観測地域センター（RCEP）[注]が北海道内に高感度地震観測網を展開し，微小地震の震源決定が可能になったので，小さな地震のデータとしてはRCEP震源も使った．

調べる全領域Tは（41－43°N，141－144°E）の範囲である．1982年浦河沖地震に注目するために，全領域を浦河近傍U（41.5－43.0°N，142.0－143.5°E）とその外周部S（TからUを除いた領域）に分けた．1885年から2000年までに調査対象領域で発生したM≧6.0の地震の震央分布を第1図に示す．主な地震をTable 1に掲げ，図中に記号を付けてある．1982年浦河沖地震（☆）の震源域は本震発生後1ヶ月間の余震分布から決めた．

**Table 1.** List of noticeable earthquakes

| Mark | Date | Lat. (N-deg) | Long. (E-deg) | h (km) | M (JMA) | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|
| d10 | 1926 Feb. 04 | 41.667 | 142.200 | 100 | 6.7 | only deep event off Urakawa |
| D | 1931 Feb. 17 | 42.550 | 142.816 | 30 | 6.8 | disaster event in Hidaka range |
| A | 1931 Mar. 09 | 41.200 | 142.500 | 0 | 7.6 | the largest event investigated |
| B | 1968 May 16 | 41.416 | 142.850 | 40 | 7.5 | the largest aftershock#1 of 1968 Tokachi-oki Earthquake#2 |
| d8 | 1968 Sep. 21 | 41.983 | 142.800 | 80 | 6.9 | only event of 80km depth |
| C | 1970 Jan. 21 | 42.383 | 143.133 | 50 | 6.7 | disaster event in Hidaka range |
| ☆ | 1982 Mar. 21 | 42.066 | 142.600 | 40 | 7.1 | 1982 Urakawa-oki Earthquake |

Mark is the same as in Figure 1. #1 origin time 19h 39m 01.4s.
#2 1968 May 16 09h 48m 53.1s 40.733°N 143.583°E 0km M(JMA) 7.9

注）1998年北海道大学大学院理学研究科地震火山研究観測センター（ＩＳＶ）に改組

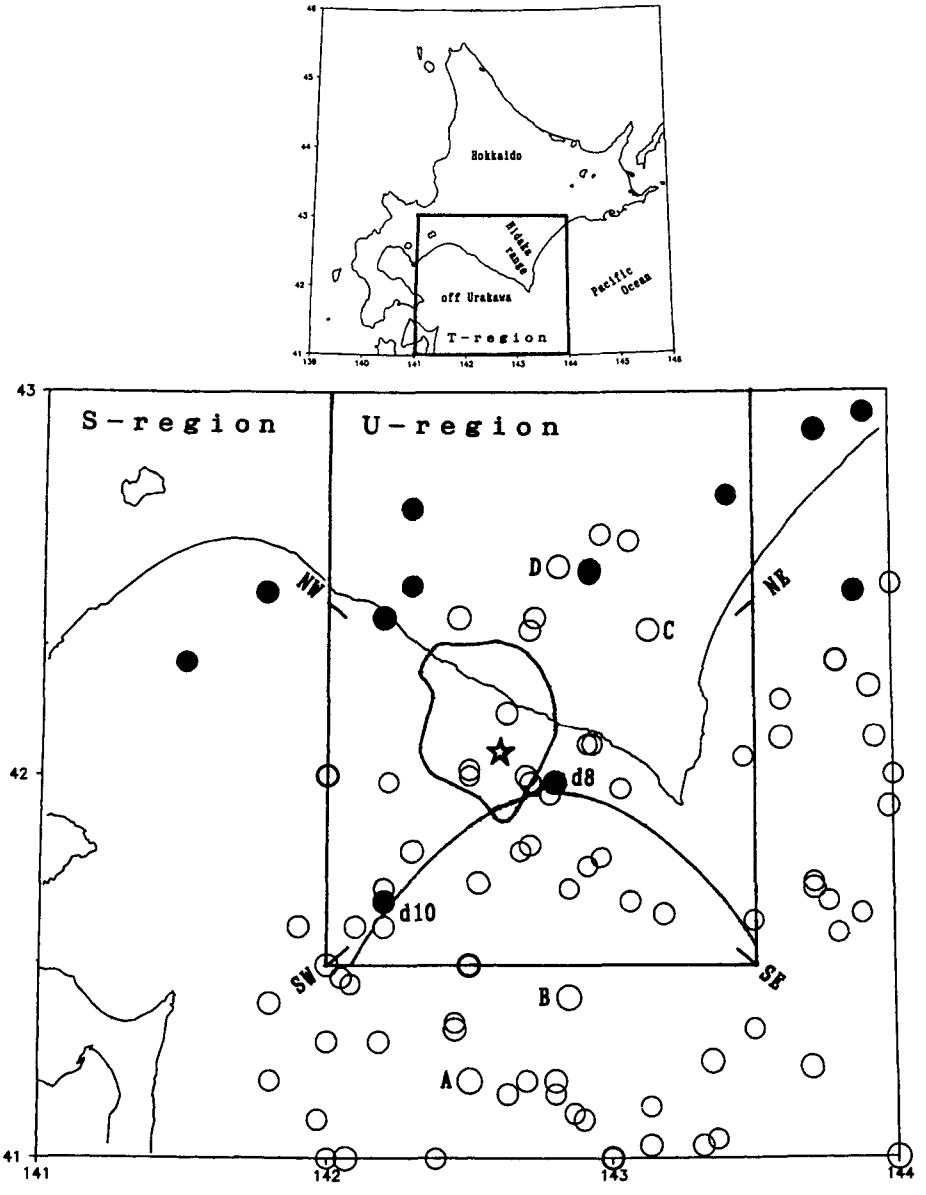


**Fig. 1.** Map showing research region and epicenters of earthquakes of M≧6.0 from 1885 through November, 2000. Whole region T is divided into near Urakawa U and its surroundings S. Open symbols show events shallower than 70km and solid ones deeper, respectively. A star represents the epicenter of 1982 Urakawa-oki Earthquake of M7.1 and its focal region is enclosed. Marked earthquakes are listed in Table 1. For an arch-like region, see Figure 4.

## III. 地震の時空間分布

### 1. 地震の発生頻度

全領域Tで発生したM≧6.0の地震は，1885年から1905年までの21年間に19回（0.90回／年）発生しているのに対して，1926年から1946年までの21年間には32回（1.52回／年）発生している．しかし，第2図に示すマグニチュードMの度数分布からは宇津のカタログからもれている地震はないと判断出来るので，実際に地震発生頻度に差があったものと考えられる．

M≧6.0の範囲で，Gutenberg-Richterの関係式

$$\mathrm{Log}\ N(M) = a - bM$$

のb値を宇津(1965)の式で最小マグニチュードMsを5.95として計算すると，1926年の前後でまったく同じ値b=0.91が得られた．しかし，M7クラスの大きな地震の発生回数はこの直線関係から期待される回数よりも明らかに少ない．このことはこの地域の地震活動の特徴の1つと言えよう．

M≧6.0の地震は1885年から2000年までの期間に101回発生しているので，単純に平均すると，0.87回／年の発生頻度になる．70 kmより深い地震は13回あるが，この内の5回は1982年浦河沖地震以降に発生している．また，60 kmより浅い地震については，1983年11月30日のM6.0の地震を最後にその後はMが6を越す地震は1個も発生していないことも注目される．

深さが100 kmより深い地震は，この地域の下へ北西方向に沈みこんでいる太平洋プレートと陸のプレートとの境界である深発地震面で発生していることが知られている．浦河沖付近で深発地震面の深さは60 km程度と考えられているので，1個だけある深さ100 kmの地震(第1図d10）は深過ぎるように思われる．この地震は1926年2月4日に発生したもので，宇津（1982 a）の表でも深さは100 kmとされている．やや古い地震のことでもあり，この深さでMが6を越す地震が本当に発生するかどうかを確かめることは今後に残された問題の1つと言えよう．また，浦河沖にもう1個あるやや深い地震（d8）は1968年9月21日に発生したもので震源の深さは80 kmである．すべての地震

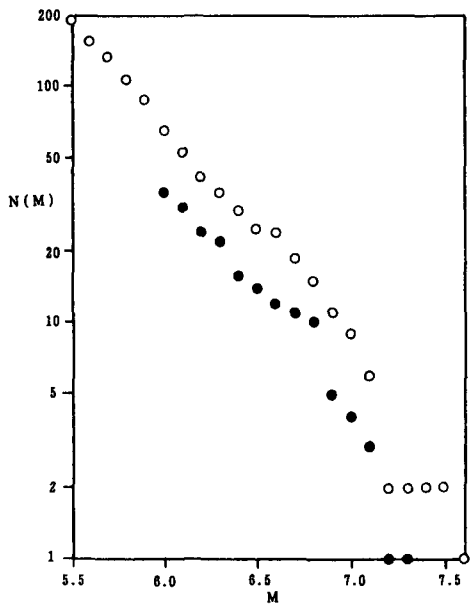


**Fig. 2.** Cumulative frequency distribution of magitudes of earthquakes in T-region. Solid circles from 1885 through 1925 and open from 1926 through November, 2000, respectively.

の中で深さが80 kmの地震はこの地震だけである．この地震には余震が観測されており（Motoya, 1974），深い地震には余震が少ないことを考えると，80 kmより浅い地震であった可能性もある．

第1図に示してある浦河周辺Uとその外周部Sの各々の領域について，M≧6.0の地震の積算回数（Σn）と積算放出エネルギー量（ΣE）を第3図に示す．1885年から1900年代の初めまでU領域には地震が発生していないように見えるが，これは見かけだけのことである．宇津のカタログでは地震そのものの記載もれはないと考えてよいが，最初の頃の地震の震源位置を推定することはかなり困難であったらしく，1／2度単位で震央が与えられている地震がかなりある．1898年までに，(41 ½°N, 142 ½°E)に6個(内M7より大きいもの2個）の地震が記載されていて，ここではこれらの地震をすべてS領域に入れているためである．

S領域のΣEに大きな飛びが2回ある．最初は1931年3月9日の青森県東方沖の地震（深さh＝0 km, M7.6, 第1図のA）によるものある．この地震は調査した地震の中で最大のMが与えられているが，Mが大きい割りには被害は小さかったとされている（宇津編, 1987）．もう1つの飛びは1968年5月16日19時39分の青森県東方沖の地震(h＝40 km, M7.5, 同図のB）によるものである．この地震は1968年十勝沖地震(5月16日09時48分，M7.9）の最大

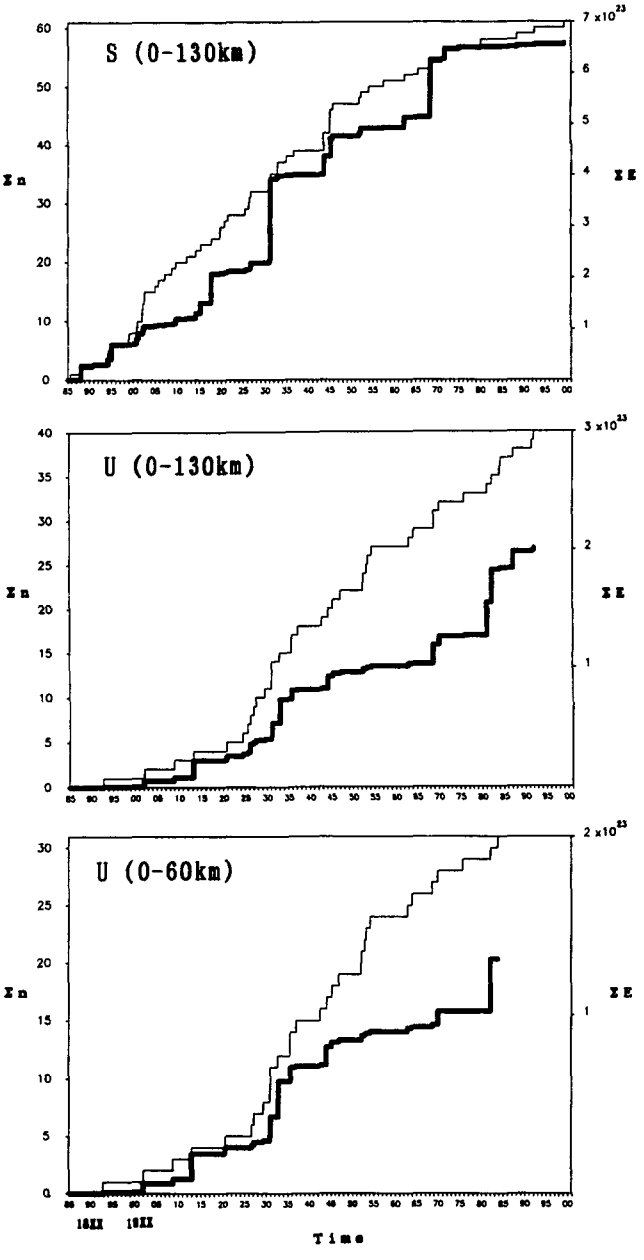


**Fig. 3.** Cumulative curve of number of earthquakes of M≧6.0 (thin) and that of seismic energy released by them (bold).

余震で多数の2次余震を伴った．これら2回の飛びを除くと，ΣEは1973年ころまでほぼ一様に増加しているが，その後は2000年までの27年間にわたってΣEはほとんど増加していない．大きい地震でみるかぎり，この115年間では最も長い期間静かな状態が続いていることになる．Σnでみると，1950年頃を境にして地震発生率が低下したようにみえる．

U領域では1930年代にΣEの増加率が大きい．また，1968年からもΣEの増加が著しい(第3図中段)．しかし，これは深い地震の寄与によるもので，60 kmより浅い地震だけでみると，1982年浦河沖地震だけが突出して大きなエネルギーを放出したことがわかる（同図下段)．Σnからも1925年から10年間程度は地震活動が高かったことがわかる．M≧6.0の地震の発生時間間隔の平均は，1950年の前後で，(1.31±1.44) 回／年から (3.40±2.36) 回／年に変わり，この領域でも1950年頃から地震発生率が低くなったことがわかる．60 kmより浅い地震だけでみると，Mが6を越す地震は最近の16年間発生しておらず，きわめて静穏な状況が続いていると言える．

## 2．震源分布

### 2.1 地震活動が低い領域の存在

第1図に示すU領域の中で，1982年浦河沖地震の震源域に接して，その南方に弓形で示してある領域には，1926年10月20日から1944年1月31日まで(17.3年)の間M≧6.0の地震が発生していない．1885年から2000年までの期間にはこの領域には19回の地震が発生しているので，17.3年間では3回程度の地震発生が期待される．また，1899年から1944年までの46年間には8－9回の地震発生が期待されるが，実際に起きたのは1919年7月22日と1926年10月19日の2回だけである．1925年以前の地震の位置の不確かさを考えても，この領域の地震活動が低かったことは間違いない．

1930年から1935年までの期間にMの決められている地震の震央をすべてプロットした第4図を見ても，上の述べた領域に震源の決っている地震は1個もない．この図に示した範囲内では地震検知能力に著しい差はないであろうから，Mが6より小さい地震でも地震活動が低かったと言えよう．

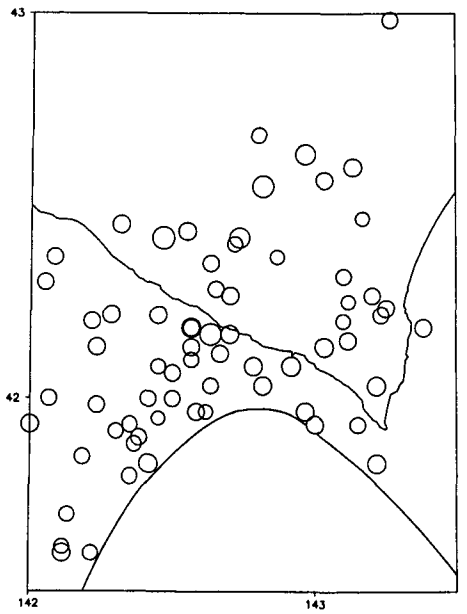


**Fig. 4.** Epicenter distribution of earthquakes from 1930 through 1935. All events are plotted regardless their magnitudes. Seismicity in the arch-like part was very low through the first half of this century.

## 2.2 震源の集中

U領域の地震の時空間分布を第5図に示す．1926年以前の地震もプロットしてあるが，震源位置の精度が足りないことは明らかである．浦河沖（SW）から日高山脈（NE）の方向へ距離を測った時空間分布をみると（第5図左），1982年浦河沖地震（図中の☆印）に向かって震源が集中して行く様子が明瞭に見える．深い地震を除けば，1970年1月21日の日高山脈地震（h＝50 km, M 6.7, C）だけが孤立した位置にある．この地震では浦河町などで家屋，橋などに被害があり，多数の余震が観測されている（本谷・北構，1971）．日高山脈で発生した地震で，これに類似した地震としては，1931年2月17日の地震（h＝30 km, M 6.8, D）（北田，1932）があるだけである．

太平洋側（SE）から海岸に平行に北西（NE）方向へ距離を測っても同じ傾向が認められる．

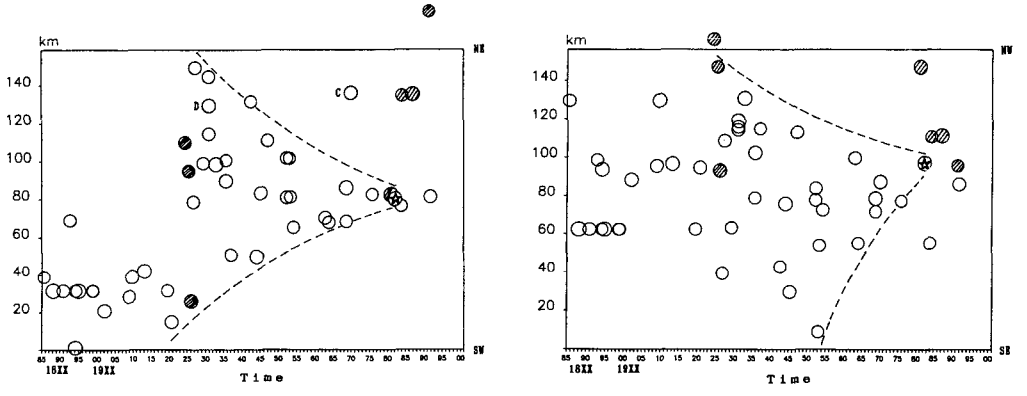


**Fig. 5.** Space-time distribution of earthquakes of M≧6.0 whose epicenter are shown in U-Region in Figure 1. Open symbols h≦70km, and slant ones h>70km. Other marks are the same as in Figure 1. Earthquake concentration is suggested as dotted line.

## 3．地震の再帰性

領域Uで，Mが6.5から6.9までの地震だけの地震の積算回数を第6図左に示す．1950年の前後で分布の様子が明瞭に異なっていて，1885年から1945年までの地震はかなり規則的に発生していることがわかる．この期間の発生間隔の平均は（6.2±1.9）回／年でばらつきも小さい．一方，Mが6.0から6.4までの地震に限ると，発生間隔の平均は（3.4±3.2）回／年となり，規則性は失われてしまう（同図右）．

活断層は各々固有の大きさの地震を繰り返し発生させることが知られている（松田，1975）が，ここでほぼ一定な時間間隔で発生している地震は1つの断層の繰り返し滑りで発生しているものでないことは明らかである．しかし，規則性の出現がMに依存していることは特定の大きさの断層だけが滑りやすいことを示しているのかもしれない．微小地震の空間分布が大きな地震の震源域と関連していると仮定して，以下の考察を試みる．

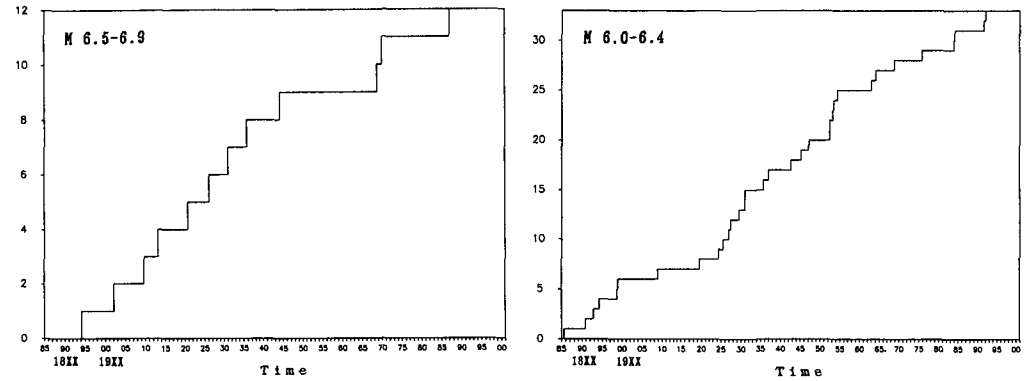


**Fig. 6.** Cumulative curves of number of earthquakes in U-region.

領域Uの微小地震の震源分布を第7図に示す．左はRCEPの観測が始まってから1982年浦河沖地震が発生する直前までの5.7年間，右は1991年から2000年まで10.0年間の分布である．1982年浦河沖地震の震源域に相当する領域ではこの大地震の発生前から微小地震が空間的にまとまって発生していたし，本震後10年を経過しても余震のかたまりが明瞭に認められる．このほかにも地震のまとまりがいくつもみられる．これらの微小地震の大部分は大きな地震の直接の余

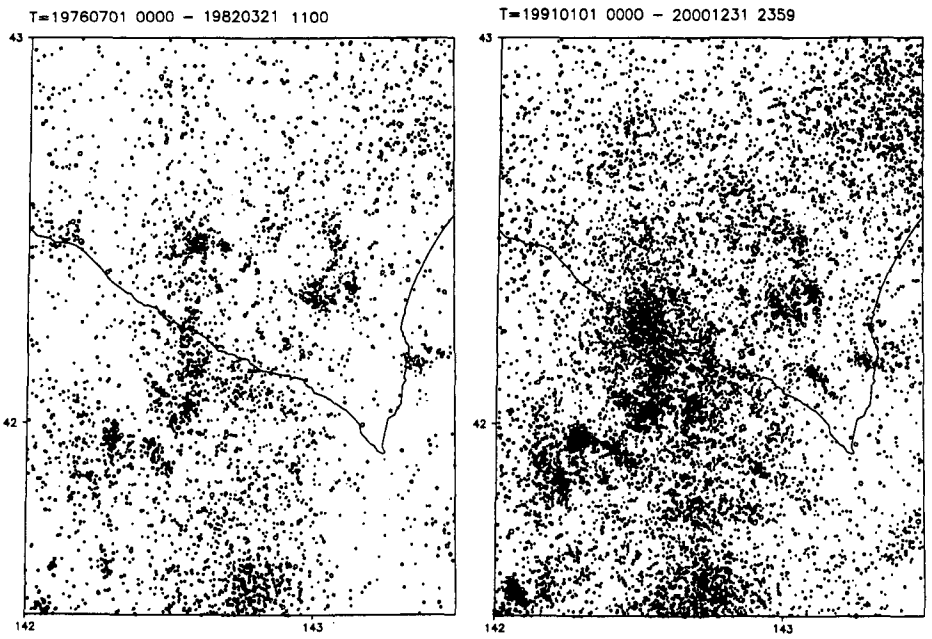


**Fig. 7.** Epicenter distributions of microearthquakes located by Institute of Seismology and Volcanology (ISV), Hokkaido University. All events are plotted without any restriction for focal depth and magnitude.

震といえるものではないが，地震の空間密度の高い所が大きな地震の震源域と重なっているかどうかを調べた．

Utsu(1969) による余震域の面積 S（$km^2$）と本震の M との関係を示す経験式

$$\text{Log } S = M - 3.7$$

から M に対応する S を求めて，領域 U をこの面積の大きさで分割する．余震域は正方形であると仮定して，M＝6.5 の場合には 80×80 km のメッシュに分割した．RCEP の観測が始まった 1976 年 7 月から 2000 年 11 月までにこの領域で発生したすべての地震 31899 個を各メッシュ毎に数えて，4000 以上の地震を含むメッシュのみを図示した．この図に M 6.5 から 6.9 までの地震(以下本震という) 12 個を M 6.5 の余震域の面積に相当する円の大きさで重ねて描いた（第 8 図左)．7 個の円と正方形が重なっており，約 58%の本震が微小地震活動と関連している可能性があると考えた．この数値はメッシュの位置を東西南北に半メッシュづつずらして重ねても変わらなかった．領域の南西端で発生している本震には微小地震活動が対応していないようにみえる．しかし，この付近は ISV の観測網から遠くなるので，地震検知能力が低くなっている影響があるかもしれない．

同様に，M＝6.0 の場合の余震域の面積に相当する 14×14 km のメッシュで分割し，400 個以上

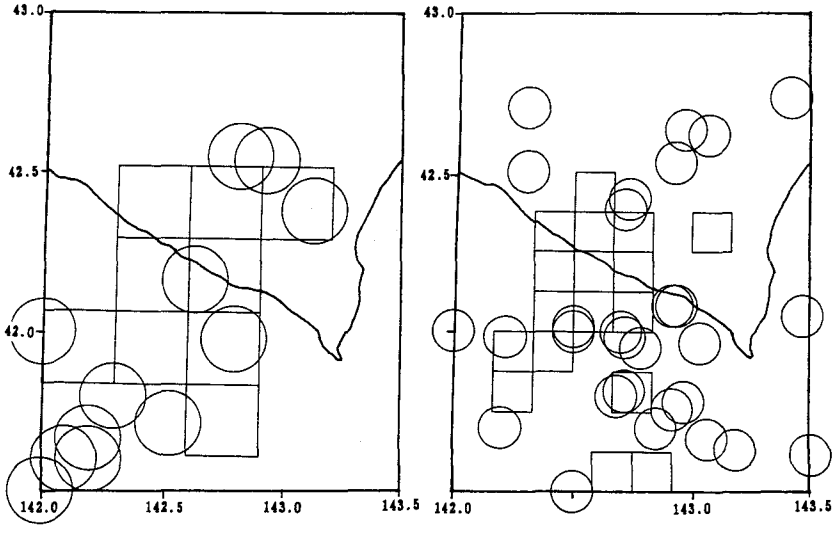


**Fig. 8.** Map showing spatial relation between large earthquake and cluster of microearthquakes. Left : meshes in which more than 4000 microevents are counted from July,1976 through 2000 are shown. Size of a mesh is 80 × 80km equivalent to size of an aftershock area of M6.5 main shock. Earthquakes from M6.5 to M6.9 are superposed with circles of equivalent size to M6.5. Right : same as left, but equivalent size to M6.0, mesh size 14 x 14km, more than 400 events, and earthquakes of M6.0-M6.4.

の地震が含まれるメッシュとM6.0から6.4までの本震を第7図右に示す．この場合には約36%の本震が微小地震活動と関連していることになる．しかし，大部分のメッシュはM6.5のメッシュと見かけ上は重なっていて，この部分での微小地震活動はM6.5以上の地震と関連したものと区別出来ない．したがって，M6程度の地震だけに対応する微小地震活動はあるとしても見えていないと考えられる．

M6クラスの地震の発生間隔には本質的に規則性がないのであろうか．M6クラスの地震にも固有の規則性があるとしても，M6.5クラスの震源域と重なっている部分では大きい断層の滑りがその規則性を乱している可能性もあり，結果として第6図右の分布となっていることも考えられる．

## IV. 議　　論

M≧6.0の地震を調べると浦河とその周辺の地震活動は1950年前後で大きく変わったことがわかった．1950年頃から地震活動は低下し，とくに60 kmより浅い地震活動では1982年浦河沖地震以降過去115年間で最も静穏な状態が続いている．

Mが6.5から6.9までの地震だけに限ると，1950年前後の変化がとくに著しく見える．1950年を境にして前半の50年間では，この範囲の大きさの地震は領域U内では平均すると6．2年の間隔でかなり規則的に繰り返し発生していたが，後半の50年ではこの規則性は見られなくなる(第6図)．また，Mがこの範囲にない地震ではこのような規則性は見られない．同じ大きさの地震を発生させる断層のみを選択的に滑らせる応力分布がどのようなものであるかはわからないが，1950年前後で応力分布に変化があったものと推定される．

日本海溝北部から千島海溝南部の海溝沿いの領域では，1952年十勝沖地震（M8.2）から1973年根室半島沖地震（M7.4）まで大地震が相次いで発生し，1952年から21年間は大地震の活動期であった（宇津，1984）．上に述べた1950年前後の応力分布の変化はこの大地震活動期と関連している可能性が考えられるが，変化が活動期の前に起きたのか，大地震が起きた結果として生じたのかはわからない．本谷（1983）は1968十勝沖地震（M7.9）と1952年十勝沖地震（M8.2）の発生の数年前からここで調べているのと同じ領域でM≧5.0の地震の地震活動が低下したことを報告しており，大地震の震源域よりはるかに広い領域で応力場が変わる場合があることを示唆している．

1982年浦河沖地震の震源域の南端に接して，その南方に1900年頃から1945年頃までの間の地震活動が大変低い弓形の領域があった（第4図）．この領域は1968年十勝沖地震の最大余震の2次余震域に近いので，ここでみられた低い地震活動はこの大地震と関係しているかもしれない．さらに南方の地震活動も調べる必要がある．

1982年浦河沖地震の前兆現象として，本震発生の3ヶ月前から震源域とその周辺の地震活動が時空間で系統的に変化したこと，4時間前から前震が観測されたことが報告されている（本谷ほか(1987)）．今回の調査で，より長期的な現象として，1925年頃からM≧6.0の地震の震源が1982

年浦河沖地震の震源域へ集中していったことが見いだされた（第5図）.

## V. おわりに

1885年からの2000年まで116年間の地震データを用いて，浦河とその周辺の地震活動を調べた．この領域の地震活動は，1952年から始まる北海道太平洋沿岸に沿う海溝での大地震活動期に関連する活動の変化と1982年浦河沖地震に関連する変化が重なって変動しているものと考えられる．

この116年間に発生した60 kmより浅い地震では，1982年浦河沖地震は突出した地震であることがわかった．その意味では，このような地震は100年に1回の出来事と言えなくもない．しかし，この程度の地震を発生させる断層が浦河沖には他にもあるかもしれないし，弾性歪($\Sigma\sqrt{E}$)の積算からは次ぎのイヴェントの発生が近づいているという報告（森江・藤井，1990）もある．今後も地震活動の注意深い監視が必要であり，ここで見いだされた現象が次ぎの大地震の前にも繰り返されるかどうかはわからないが，参考になるに違いない．

## 文　献


灰野博三・丸井信六・田中圭介・輪島　淳，1987，浦河付近の最近の地震活動，験震時報，**51**，21－26.

気象庁，1982，改訂　日本付近の主要地震の表（1926－1960），地震月報別冊，第6号

北田道男，1932，昭和6年2月17日北海道浦河の地震報告，験震時報，**6**，133－154.

森江光徳・藤井　孝，1990，浦河沖を震央とする地震について，験震時報，**53**，45－50.

本谷義信・北構宗夫，1971，1970年1月21日の北海道日高山脈南部地震の調査報告，北海道大学地球物理研究報告，**25**，141－153.

Motoya, Y., 1974, Aftershock sequences recorded during a microearthquake observation at Kaminikeusu, Hokkaido (1964-1972), J. Phys. Earth, **22**, 245-262.

本谷義信，1983，1982年浦河沖地震の前兆，地震活動・b値・走時の変化，北海道大学地球物理研究報告，**42**，263－274.

本谷義信・笠原　稔・森谷武男，1987，1982年浦河沖地震とその予知に関連する諸問題，地震予知研究シンポジウム，61－68.

松田時彦，1975，活断層から発生する地震の規模と周期について，地震，ii，**28**，269－283.

宇津徳治，1965，地震の規模別度数の統計式 $\log n = a - bM$ の計数bを求める一方法，北海道大学地球物理研究報告，**13**，99－104.

Utsu, T., 1969, Aftershocks and earthquake statistics (I), J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. VII, **3**, 197-266.

宇津徳治，1979，1885年－1925年の日本の地震活動　－M6以上の地震および被害地震の再調査－，地震研究所彙報，**54**，253－308.

宇津徳治，1982 a，1885年－1925年の日本の地震活動（訂正と補遺），地震研究所彙報，**57**，111－117.

宇津徳治，1982 b，日本付近のM6.0以上の地震および被害地震の表：1885年－1980年，地震研究所彙報，**57**，401－463.

宇津徳治，1984，地震学（第2版），共立出版，160－162.

宇津徳治編，1987，日本の主な地震の表，地震の辞典，朝倉書店，532.