

この翻訳資料の刊行に当たって

「地震の時間的前兆の探求」と題するソ連アゼルバイジャン共和国バクーの地質学研究所の出版物を翻訳して世に出すことになった経緯を一言述べる。

筆者は1980年1月8日から2月5日にかけて、日本とソ連の地震予知研究に関する情報交換を目的としてソ連を訪問する機会があった。これはソ連の招待によるもので、科学技術庁・日ソ文化交流派遣研究として行われたものである。ソ連の滞在は、わずか1か月に満たないものであったが、貴重な資料の入手・講演・意見交換等を通じて多くの成果を上げることが出来た。これについては「ソ連の地震予知研究」（防災科学技術，1980，39）を参考して頂きたい。実は、このソ連滞在の時に、筆者がおみやげにもらったものの一つが冒頭に述べた出版物で、地震前兆現象に関する世界の研究論文のアブストラクト集であった。これは1911年から1978年の68年間の1000を超える各国の地震前兆現象に関する論文のロシア語のアブストラクト集で、ロシア語の他に英語・ドイツ語・フランス語の文献も含まれている。日本ではロシア語を読む地震関係者が少ないために、このままではほとんど利用されないのでしまうので、この資料を活用するために和訳を考えたわけである。元東大地震研究所教授でロシア語に精通しておられる宮村攝三博士にこのことをお話ししたところ、快く翻訳を引受け下さることになり、今度の日本語版が実現したわけである。翻訳の仕事には、宮村氏を通じて沖電気工業株式会社の小原信利氏と建設省建築研究所の須藤研氏にも協力をお願いした。紙面をかりて各氏にお礼申し上げる。

ソ連における地震関係の研究の実情は日本ではありません知られていない恨みがあるので、今度の和訳の中に、日本の地震関係者にとって少しでも役立つものがあれば幸いである。

国立防災科学技術センター 第2研究部 浜田 和郎

訳者からの注意

1. 出典は原語を解する読者のためであるから、原語で記載した。ただしロシヤ文字等は英國式でローマ字で表示した。本文で元来ローマ字で表示されている場合
はイタリック体とした。
2. ロシヤ字による地名、人名もローマ字で表示したが、語尾が形容詞的に変化している場合はできるかぎり原形を示すようにつとめた。Garmskaya oblast' はGarmskaya 地区でなく Garm 地区とした。
3. 括弧< >内には訳者による註を記した。
4. 括弧「 」は単行本の書名を示す。
5. 日本あまり用いられていない学術用語に対しては一般になじみのない訳語を当てざるを得なかった。内容は推測していただけると思う。
6. 日本、中国、欧米等の地名・人名でロシヤ字表示のものは、ローマ字化し、原語の推定のできるものは< >内にそれを示した。
7. 日本、中国、欧米等の文献のロシヤ語で示された題名、出典は原論文を照合してみるべきであったが、時間的にも充分実行できなかった。不備な点はお許し願いたい。
8. 英語および日本語の論文の抄録は原則として訳出せず、著者名、題目、出典のみをあげ、番号に*を付しておいた。特に参考しにくいと思われる出典の場合、抄録の訳文を記したものもある。英語および日本語の論文で*印がなく、かつ抄録のないものは原著で抄録をつけていないものである。
9. 原本には文献の番号は付してないが、便利のために各章別の通し番号をつけておいた。

British Standards Institution (BS) によるロシヤ文字のラテン文字による
転写法。 本書では йは j で表わし їは y で表わした。 また BS では分離符 Ъを示して
ないので本書では : であらわすことにした。

大文字	小文字	BS	大文字	小文字	BS	大文字	小文字	BS
А	а	a	Л	л	l	Ц	ц	ts*
Б	б	b	М	м	m	Ч	ч	ch
В	в	v	Н	н	n	Ш	ш	sh
Г	г	g	О	о	o	Щ	щ	shch
Д	д	d	П	п	p	Ы	ы	ý
Е	е(ë)	e	Р	р	r	Ь	ь	,
Ж	ж	zh	С	с	s	Э	э	é
З	з	z	Т	т	t	Ю	ю	yu
И	и	i	Ү	ү	u	Я	я	ya
И	ї	ï	Ф	ф	f			
К	к	k	Х	х	kh			

*) ロシヤ文字で TC と書くものは t-s と転写して区別する。

目 次

この翻訳資料の刊行に当たって

訳者からの注意

緒 言	1
I. 一般的問題	3
II. 地震の前兆	30
1. 地震学的前兆	30
a) 地震状況(レジーム)	30
b) 地震波速度の時間的变化	37
c) V_p/V_s 比の異常変化	40
2. 地震の再来性の統計と予知	46
3. 土地の移動、傾斜および変形	67
4. 電気的前兆	82
5. 磁気的前兆	91
6. 重力測定による前兆	100
7. 放射能測定による前兆	102
8. 水-地球化学的前兆	106
a) 地球化学的前兆	106
b) 水-地質学的前兆	126
9. 地震準備のモデル	133
10. 地震活動度と火山活動との間の空間的一時間的関係	135
11. 音響、発光、その他の前兆	142
12. 生物学的前兆	149
III. 地震の周期性、地震と月の位置、太陽活動および地球回転との関係	152
IV. 地震予知についての総合的研究	171
V. 人工的原因によりひきおこされた地震	177
VI. 地震予知の社会-経済的観点	190

地震の時間的前兆の探求

— 1911—1978年に発表された論文の注釈つき文献案内 —

第1部

アゼルバイジャン・ソビエト社会主義共和国科学院（アカデミー），科学院会員 I.M.
グープキン記念地質学研究所，科学－技術情報部門，バクー，1979.

学術指導者： 地質・鉱物学博士 科学院会員 A. Ali-Zade

編集委員： 地質・鉱物学準博士 R.N. Mamedzade

物理学準博士 T.A. Ismail-Zade

地質・鉱物学準博士 T.A. Zolotovitskaya, R.A. Mamedov

発行者： Akhydova S.B.

編集技術担当者： 準博士 Gajdukova R.N., Agaeva O.G.

和訳： 宮村攝三，小原信利（沖電気工業株式会社），須藤研（建設省建築研究所）

緒 言

地震の時間的予知は科学者に課せられた最も複雑な問題の一つである。ソ連，米国，日本，中国，その他世界の多くの国の政府は地震の予報を現在の科学の最も緊急なテーマの一つとみなしている。最近の地震予知の研究業績は多くの国でそしてソ連邦でも広い範囲にわたっている。地震のいろいろの前兆が研究され，地震の準備過程の物理学的理論が解明されている。この問題の情報は大変大きく，種々の出版物に分散しており，対応する資料を知悉するには大変な時間と労力を要する。したがって，専門家が地震予知の問題についての理論的実際的研究業績を知ることのできるそれら文献の定期出版は，目的にかなったものである。

1969年ソ連科学院＜アカデミー＞地球物理研究所の図書室により1926—1969年刊行の原典の文献案内「地震の時間的予知」がつくられた。最近10年地震予知問題の情報は「爆発」的である。予知方法の進歩には地震の本性についての新しい理論的観念と現代的技術的手段とが原因となっている。上述の文献案内には挙げられていない諸前兆の探求の方向も現われた。それらの中には，例えば，水－地球化学的，放射能測定的および生物学的なものがある。地震の準備過程のソ連およびアメリカのモデルの記述がある。

この案内書では特別な部分として、火山活動の地震活動との関係、工業的原因で誘起された地震、そして地震予知の社会－経済的観点のような問題も点検されている。問題の重要性と地質学者、地球物理学者の自分の同僚の業績への興味とを考慮して、アゼルバイジャン・ソビエト社会主義共和国科学院地質研究所科学技術情報部門は、「地震前兆の探求」(1911—1978年)という文献案内書を準備した。

この案内書は、前の案内書と違って、文献的記述のみでなく、各原論文の短い概要も含んでいる。案内書「地震前兆の探求」の編集にあたっては、文献抄録雑誌 VINITI の「地球の物理」と「一般地質」が利用された。集められた文献資料は 6 部門に分類された。そうした方法による資料の配列は、専門家が自分に興味のある地震予知の方法についての必要な原典を合理的に探し出すことを広く可能としている。

この案内書の仕事には、地質研究所の同僚 Abdullaeva A.A., Gezalova K. および Gruzdeva D. がたずさわった。編集委員会および編集者はこれらの方々に心から感謝する。

I. 一般的問題

1. Ali-zade, A.A., 地球と地震—Azneft' <アズネフチーアゼルバイジャン石油, 雑誌または出版社名>, Baku, 1960.

まず Azerbaijan の地震を付録の共和国領内の地震活動度地図で概括する。地震予知問題を吟味する。地震には数日前に顕著な変化、いわゆる「傾斜あらし」や電界磁界の変化が先行する。

2. Bot <Bath>, M., 地震の予知—「地震の予報」, M. <Moskva>, Mir <出版社名>, 1968. <Scientia, L X, C I, N. ser. VII, Milano, 1966, 10 pp.>

日本と米国で提起された地震予知 10 年計画の基本的原理を述べる。

3. Bune', V.I., 1977 年 1 月 10 — 14 日デリー <インド> 第 6 回耐震構造, 工学地震学国際会議における地震地域区分 <seismic regionalization> と地震危険度 <seismic risk> の諸問題. 1973—1976 年の破壊的地震—Izv. AN SSSR, Ser. Fiziki Zemli <地球物理>, 1977, № 7, 109—112 頁.

地震予知から地震測定機器類および建造物建設方法に至るまでの広範囲の問題についての研究結果と勧告とが述べられている。

4. Bune, V.I., Tadzhik 共和国の地震活動度の研究と地震予知についての Tadzhik 共和国科学院地震研究所の業績とについて Bull. Soveta po Sejsmologij <地震学評議会報告>, 1955, № 1, 15—30 頁.

5. ソ連邦科学院 250 年記念第 8 回青年学者専門家会議. — / Tezisy Dokladov A N SSSR <ソ連邦科学院論文集> 極東科学センター, サハリン総合科学研究所 / Yuzhno-Sakhalinsk, 1974, 32 頁.

会議においては、地質学と地球物理学、地震学と津波および生物学の部会活動があった。地震学部会では、地震震源機構、地震予知並びに地殻の垂直運動について討議した。

- 6.* 第 2 回日米地震予知会議 — 「地震の予知」, M., Mir, 1978 <Report of the II US-Japan Conference on Earthquake Prediction Problems, 1966>

7. Gamburtsev, G.A., 地震の予知—「ガムブルツェフ著作選集」, M., ソ連邦科学院出版所, 1960, 427—435 頁.

地震予知に関する研究計画は、地震発生機構についての認識、弱い地震動、地殻の緩慢な運動および大地震との間の規則的・空間的・時間的な関連に基づいており、地震発生時間予知という課題は、主に、地震の状況並びに地殻の緩慢な振動の研究に基づいて解明されうるかも知れない。

8. Gamburtsev, G.A., 地震予知の領域における現状と展望 —「ガムブルツェフ著作選集」, M., ソ連邦科学院出版所, 1960, 427-435頁。

地震発生時間予知の分野では、研究はその発展の最も初期的段階にある事が指摘されている。大地震の前にその特徴を解明する目的の為には、地震状況の時間的、空間的および力学的な法則性の研究と、大地震前の地殻の緩慢な震動の特性の研究とに特に注意が払われるべきである。

9. Gaigius, A., 地球の破局<カタストローフ>の神秘, M., Mysl' <出版社名> 1977.

地殻中での地震の準備過程および地震震源機構の種々のモデルが検討されている。Garm 地域における地震の先行現象探知に関する諸研究が説明されている。

10. Gel'faid, I.M., Guberman, Sh. A. ほか. 強震発生の諸条件 カリフォルニアおよび若干の他の地域 // 「Vychisl. Seismologiya <計算地震学>」, 第9巻, M., 1976, 3-91頁。

強震の場所の予知に関するソ連-米国共同研究の成果（研究は、環境保護の分野におけるソ連-米国2国政府間協定の範囲内で行われた。）が述べられている。カリフォルニア地域が研究されている。マグニチュード 6.5 以上の地震の震央が配列されるる場所が、診断アルゴリズムを用いて決定されている。研究は二つの方法で行われている。すなわち、主断層配列図とリニアメントである。

所与の衛星写真によって、五つの横方向のリニアメント・ゾーンが分けられる。これらのゾーンとサン・アンドレアス系との交点に、ほとんどの試算結果の地点すなわち $M \geq 7$ の震央が位置している。地震発生機構に関する諸仮説が編集されている。アナトリアおよびシエラネバダについての類似の研究との比較が述べられている。

11. Golitsyn B.B.<ガリツィン>, 「地震計測学講義」SPb.<セントピータースブルク>, 1912.

地震と季節、気圧、極高度の変動等との関連が検討されている。地震予知という課題解決の為には、地震に先行する諸現象と地震時の地盤の変動の研究および地震と初生水および鉱

水源泉の破壊との関係に係る研究が不可欠である事が示されている。

12. Gorshkov G.P., 地震の予知－Vestn. Mosk. yn-ta, Ser. geologiya <モスクワ大学紀要, 地質学編>, 1968, №4, 25–34頁

地震予知と関連した諸研究結果の概観が述べられており, 取り扱う範囲は下記の通り。傾斜計観測, 地球の電界および磁界の観測, 地表変形の研究, 地震音響学的研究, サイスミシティと満潮との相互関係についての研究, 余震の研究, 地球の熱的状況と軟化過程<pro-tsasy razuprochneniya>のモデル化。著者は, これらのいずれも地震予知という問題の解決からは程遠いという結論に達している。より有望な研究とし下記のものが選ばれている。

γ (ゲーテンベルグ・リヒターのMと頻度の関係式に当る $\log N = \alpha + \gamma \log K$ において) の観測, 強震発生までの反復法則性 (ここでは, この効果の信頼性に関するより綿密な吟味が不可欠である事が指摘されている。), 被圧地下水中のラドン含有量とサイスミシティとの関連, 余震サイクルの若干の規則性。

著者によれば, 最も有望なものは, 地震のサイクルというアイデアとこれに対応する長期的予知である。さらに, 将来の震源地域での地震波伝播速度の研究を関連した諸研究が有望であるとも述べている。

13. Grin, V.P., Il'yasov, B., Kim, N.I.ほか Chujskays vpadina <チェイ盆地>とその周辺山地における地震前兆探求研究の若干の結果－「地震前兆の探求」, Tashkent, 1976, 146–150頁。

9～10年の周期を持った地震プロセスの循環性が指摘されており, これは, より強大なおそらくは破局的な地震の準備の第2段階現象と見なされている。横波, 縦波の到達時間に関しては, 40%の場合にのみ $K = 10 \sim 12$ 級 < $M = 3 \sim 4$ > の地震動の予知が成功したにすぎないが, V_p/V_s 値の下がったフルンゼ南東の狭い区域が選び出された。

横波, 縦波の振幅比による予知は, より成功をおさめており, $K = 12$ 級の地震の準備区域の最大直線距離は 50～65 km である事が判明した。1973年に, Issyk-Ata で, $K = 11 \sim 12$ の 3 つの地震の前に, また 1971 年には, $K = 15$ の Sary-Kamyshsky 地震の前に, Dzhety-Oguz 地域の震央から 40 km 離れた所で, 温泉水の異常変化が観測された。震源機構および地質と相關のある軸の方向が検討されている。

14. Gubin, I.E., 地震の予知について – Izv. AN SSSR, Ser. geofiz., 1964, №8, 1162–1170 頁; №9, 1296–1299 頁。

地震予知の様々な理論の比較分析が行われている。こうした予知は, 地震学, 地質学及び他の種々データの分析を, 種々の問題に種々のアプローチを用いて複合的に行った場合にの

み、実現しうる事が示されている。地震テクトニクス的な方法と、予知全般を進歩させるための種々の方法の発展策が検討されている。

15. Igumnov, I. V., Gazli 地震＜複数＞ 研究のための全ソ連邦会議, Tashkent, 1976年10月27-29日. Izv. AN Arm SSSR <アルメニア・ソビエト社会主义共和国科学院報告>, Nauka o zemle <地球の科学>, 1977, 30, №1, 105頁.

会議は、地球物理学的および地質学的観測と地震の地球化学的指標の2つの分科会で行われた。地震および耐震建築に関する官庁間評議会に付属して、地震前兆探求の水-地震学的方法<hydro-seismological method>に関する委員会が組織された。

16. 地震予知領域における諸研究／ Stalinabad <現在 Dushanbe>におけるソ連邦科学院地震学評議会会議／ Izv. AN SSSR, Ser. geofiz., 1954, №1, 100-105頁.

17. Kakimi Tosikhiro, <垣見俊弘>, 地震を予知すること. -工業技術, 1975, 16, №1, 32-39頁.

18. Kishiuye' Fuyukhiko <岸上冬彦>, 地震を予知することと予防策-地理, 1976, 21, №1, 66-69頁.

19. Lykov V.I., Osokina D.N., Odekov O.A. ほか, Pri-kopetdag 地震活動地域における予知観測集合体設置の造構物理<テクトノフィジクス>的基礎づけ. -「地震前兆の探求」, Tashkent, 1976, 151-163頁.

モデル研究によって、所与の外力においては、高切線応力個所の空間的な分布は、主として既存の断層系によって定められることが判明した。Pri-kopetdag 地域の潜在的な活断層地帯で始められた研究の第1回目の結果について述べており、この結果は更に、水・地球化学過程、地表面の変形および重力・磁気の経時変化の研究をも含んでいる。

20. Mavlyanov G.A., Ulomov V.I., Arifbaev A.Kh., 地震学の達成-Uzb. geol. zh. <ウズベック地質学雑誌>, 1977, №5, 26-29頁.

ウズベキスタンにおける地震科学の形成と発展の諸問題が検討されている。ウズベキスタン共和国科学アカデミー地震研究所の科学調査研究の主要な成果、地震予知も含んだ本研究所の重要な地震科学上の業績および科学調査研究の主要な方向が引用されている。

21.* 第1回地震予知問題米日科学会議資料「地震の予報」, M., Mir, 1968, <The US

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

— Japan Conference on Research related to earthquake prediction problems,
March, 1964 >

22. Nazarov A.G., Agamirzoev P.A., Akopyan Ts.G. ほか, Kavkaz<コーカサス>における地震前兆の探求—論文集. 「地震前兆の探求」, Tashkent, Fan<Filial Akademij Nauk 科学院支部>, 1976, 164—171 頁.

カフカースにおける地震前兆探求上のすべての著名な業績の概要が示されている. 既に確立した予兆に基づいて, 地震の可能性についての結論が出されている.

23. Negmatullaev S.Kh., Mirzoev K.M., Dushanbe 地球物理多角形(ポリゴン) <テスト地域>の地震学的, 地質—地球物理学的研究と地震前兆探求についての将来計画—「予知多角形における地震前兆の探求」, M., 1964, 13—16 頁.

24. Nersesov I.L., Lukk A.A., Ponomarev V.S. ほか, Tadzhik 共和国 Garm 地区を例とする地震予知の可能性. —論文集「地震の前兆」M., 1973, VINITI<ソ連科学院文献抄録雑誌>, 72—99 頁.

タジック共和国ガルム地区における地震の場所, 力<エネルギー>, 時間の予知についての地震学上の研究結果, 震源・震源集団の一連の地震学的パラメーターが研究される. これらのパラメーターの長期間の意義があきらかにされ, その背景のうえにエネルギー級 $K = 11 \sim 14$ の地震前兆の探求が行われる.

25. O.Yu. Schmidt 記念地球物理研究所の活動について. —Vestnik AN SSSR, 1977, №12, 29—36 頁.

研究所の学問的活動に関するアカデミー会員 M.A. Sadovsky の論文が簡潔に述べられている. 特に地震予知の可能性を広げる研究所員達による震源モデルの創造について触れられている. 報告者は, 物理的技術的な鉱山の問題の分野において行われている大量の研究について指摘している. 研究所の活動に関する決議が採択されている.

26. 地震の予知について — 鉄道土木, 1977, 19, №8, 599—601 頁.

27. Orlov A.P., 「地震と他の自然現象との関係」, SPb., 1887.

地震と四季, 天候状態, 気圧, 風, 暴風, 降雨, 雪, 太陽と月の位置, 地磁気および電気, 火山活動, 最後に山岳の隆起分布との関係が検討されている. 地震の極大の観測された 11 年周期と北半球での冬 における地震活動の反復性の最大値とが注意された.

28. 地震予知に関するソ連－アメリカ作業グループの公式資料－「地震予知に関するソ連－アメリカの業績」，Dushanbe，Moskva，第1部，209－233頁。

ソ連－アメリカ共同研究計画のねらいは、地震及び津波によって引き起こされる損失を主として、これらの予知という方法によって減じようとするものである。計画は下記の5件の企画に沿って行われている。

- 1) 地震予知にかかるフィールド研究
- 2) 地震発生機構の実験室的および理論的研究
- 3) 電子計算機により数学的に、大地震発生地域予測、サイスマシティおよび地震危険度を調べること
- 4) 地震工学的研究
- 5) 津波の即時警報システム

これらの企画および共同研究組織について詳細な記述がなされている。1975～1976年 のソ連－アメリカの地震予知ワーキング・グループの構成人員が示されている。

29. 地震予知業務の展望 — Gidzitsu Tsusin <技術通信>, 1977, 23, № 2, 81－83頁。

30. Petrushevskij B.A., Kizylkum 地震の若干の教訓 — Bull. Mosk. O-va Ispyt. Prirody, Otd. Geol. <モスクワ自然愛好者協会会報 地質学部門>, 1977, 52, № 1, 33－55頁。

Kizylkumの地震造構造 <サイスマテクトニクス> における地震活動度の研究史の検討は、Gazli町から程遠からぬ所に震央を持ち、砂漠の南西部に1976年4月および5月に起った破壊的な地震は、決して予期せぬ事であったと見なされえぬ事を証明している。実際は、南西部も含むKizylkum地域のほとんど全体に、かなり強大な地域的地震発生の可能性を示す地震上および地震学上 <seismic and seismological> のデータが存在したのである。

Kizylkum の地震活動度の特殊性に関する時機を得た調査を妨げた原因是、こうした問題に従事している学者たちの、先駆者達の文書データに対する不注意と、Kizylkum の地震活動度のフィールド研究およびこれによって得られた資料を処理する際に、地質学－地球物理学の総合性が欠けていた事にある。

31. Pirogov V.A., 地震発生時の予知 — Izv. Zabajkal'sk. Fil. Geogr. O-va SSSR <ソ連地理学会ザバイカル支部報告>, 1969, 5, № 1, 57－60頁。

地震時の破壊は、基本的には地震振動スペクトルの高周波成分に由来する事が前提とされている。震央および震央域で観測される種々の高周波地震効果は、周波数スペクトルを構成する超音波成分、貯水池の水の突然の汚濁、温泉水中の化学成分の変化、超音波を感知でき

地震の時間的前兆の探求—宮村・小原・須藤・浜田

る動物の行動変化、種々の発光現象、例えばタシケントでの昼光色蛍光灯の自然発生的な閃光等について説明がなされている。高周波成分は震源において主震の数年前に、また主破壊の数日ないし数時間前に現われる事が指摘されている。

32.* Press F., Brejs U.F., 地震予知問題の進歩—「地震の予報」, M., Mir, 1968.
<Science, 152, № 3729, 1966 >

33.* 地震の予知—1962年日本研究者グループ提出研究計画 (Ch. Tsuboi, K. Wadati, T. Hagiwara) —「地震の予報」, M., Mir, 1968. <坪井・和達・萩原のいわゆるブループリント>

34. 地震前兆の探求—Tashkent, FAN, <科学院支部>, 1976.

本書には、1974年に地震前兆に関するタシケント国際シンポジウムで報告を行ったソ連および外国の地震学者の論文が発表されている。地震前の震源域の岩層中の物理的過程およびその他表面での現象についての、地球物理学的とりわけ、地震学的および地球化学的な観測等による研究が述べられている。(例えば)地震の集合と地震災害の直前期におけるその特徴(空間-時間的法則性を基礎として)および地震危険度評価の問題等。

35. 地震の予知—工業技術, 1976, 16, № 1, 16-17 頁.

36. 中国における地震の予知—中国工業通信, 1975, № 140, 21.

37. 東海(日本)における地震予知とその機構—地理, 1977, 22, № 9, 19-34 頁.

38. 地震の予知, 地震と地質, —工業技術, 1975, 16, № 1, 17-25 頁.

39. Myachkin V.I., 地震の準備過程, M., Nauka <出版社名>, 1978.

震源付近の地殻物質から発生する物理過程および地震波探査に関する研究結果がまとめられている。本書では、地震準備過程理論および若干の地球物理学的前兆の時間的並びに空間的な変化特性について述べており、震源域の地震波探査に関する長期的研究の方法論と結果とが、詳細に論じられている。<地震波探査 sejsmicheskoe prosveshchivanie とは地震波によってX線の透視で体を検査するように調査するという意味であろう。>

40. 地震危険度の地域区分と地震前兆の探求—Tezisy Dokl., 12月, 1976. (AN Uz

SSSR, In-t Sejsmol. Tashkent. gor. kom. LKSM Uzbekistana)-Tashkent, FAN, 1976, 80頁.

地震工学, 地質工学, 岩石力学, 理論および実験地震学, 波の動力学, 地震構造学(サイスモテクトニクス), 地殻の現在の運動等々の科学的研究の基本方向を反映している。資料は, 地震危険度の地域区分と地震前兆の探求の問題についても明らかにしている。

41. Roberts E., 「地震がゆれる時」, Mir, M., 1966.

本書は, 地震の原因の検討, 予知の可能性および地震の結果に対するたたかいの手段, 方策等を明らかにしている。

42. Rothe E., 地震 ONTI Gosud. Tekhniko-teoret. iz-vo. M., L., 1934.
<国立技術理論出版所 ONTI, モスクワーレニングラード> <Le Tremblement de Terre par Edmond Rothe, Paris, Félix Alcan, 1925>

物理地震学, 地震地質学, 地震予報の問題について述べている。地震に伴う諸現象, 例えば, 泉が消滅して, 新しい泉が他の地点に出現する事, 井戸水位の変化, 光効果, 地震に先立つ騒音或はそれに伴うか又は地震に続く騒音, 大気現象或は, 地磁気と地震との関連等に関する研究結果が概括されている。

43. Russo P., 「地震」, Progress <出版社名>, M., 1966.

地震の起源に関する理論が平易に説明され, 地震災害予知および災害結果克服の為の諸方策の適用経験が概括されている。

44. 地震の予報 - 「地震予報問題検討についての論文および資料集」英語からの翻訳 : E. F. Savarenskij 編集, 緒言. M., Mir. 1968, 212頁.

45. MASFNZ <国際地震学地球内部物理学協会 IASPEI >地震前兆探求国際委員会委員長, ソ連邦科学院通信会員 E. F. Savarenskij の開会挨拶. - 地震前兆の探求, Tashkent, FAN, 1976, 7-8頁.

地震の前兆探求に関する諸問題の歴史が述べられた。

46. Savarenskij E.F., ソ連地震学 60 年 (1917 - 1977) の進歩の概要 - Izv. AN SSSR, Ser. Fiz. Zemli, 1977, № 12, 87-97頁.

60 年にわたるソ連地震学発展の歴史的な概観と分析. 基本的には“地震学及び耐震建築”の諸問題に関する業績および地震予知問題の現状が検討されている。

地震の時間的前兆の探求－宮村・小原・須藤・浜田

47. Sadovskij M.A., 地震の時間的予知の科学上－組織上の諸課題－, 「中央アジアとカザクスタンの地球物理学の諸問題」, ONZ AN SSSR 1964年10月出張会議資料 <原文 materialy vyezdnoj sessij >, M., 1967, 23-29頁.

48. Sadovskij M.A., Nersesov I.L., 地震予知：諸問題の状況－Vestnik AN SSSR, 1969, №4, 61-69頁.

大地震の場所、大きさ、時刻を含む地震予知問題に対する種々のアプローチの見通しについて評価をしている。はじめの2つのパラメーターは、幾らかは、地震地域区分という方法によって決定される。地震発生についての組織的な研究が、たとえ現状では地震予知の具体的なアルゴリズムから程遠いものにせよ、この諸問題全体の解決には最も望ましいのであり、それ故、現地点において主要な望みは、間接的地震予兆の探求にかけられている。著者は、主として中央アジアのソ連科学院地球物理学研究所 KSE<総合地震遠征 Kompleksnaya sejsmicheskaya ekspeditsiya >の地震予知の可能性を示すデータにより下記事項を調査しつつ結論を導き出している。調査事項は、将来の大地震域における弱震の頻度特性の経時変化および発震機構パラメーターの空間的な分布、縦波と横波の振幅の関係、地殻の緩やかな運動の特性および電磁変異である。

予知を現実化する為に、本質的に高信頼度の統計処理を保証する資料の量を増加し、また、地球物理データを一つのセンターへ伝送し、それを電子計算機で処理するシステムを築く事が提案されている。

49. Sadovskij M.A., 地震の前兆と地震予報－Vestnik AN SSSR, 1971, №11, 11-17頁.

地震予報の現実的可能性を示す経験的データが手みじかに記述されている。

50. Sadovskij M.A., Nersesov I.L., Latynina L.A., 地震前兆探求についての研究計画の企図について－Geofiz. Bul. Mezhdunarod. Geofiz. kom. pri Prezidiumme AN SSSR, 1973, №25, 3-8頁. <ソ連邦科学院幹部会付属官庁間地球物理委員会地球物理学報告>.

1970年5月に、ソ連科学院地球物理研究所によって審議され、作成された予定計画。

計画は下記の2部分の研究から成り立っている。

- (I) 異なる地震活動の地域（大都市および建設中の地域）の構造の地質学および地球物理学的総合研究。
- (II) 地震の前兆諸現象探求に関する研究の方法論および遂行の検討。

計画中には、最も重要な高地震活動度の地域における大地震発生条件研究に関する緊急の

地質学－地球物理学的諸活動が採用されている。地震の前兆現象探求に関する研究は、先ず第一に大都市および特別な水工施設がある地域等の地震活動域を構成すると予想される特別の多角形（ポリゴン）＜テスト地域＞上に置かれる。

これらは下記の諸地域において行われるべきである。

- 1) Petropavlovsk-Kamchatska
- 2) タジク共和国 Khorog 市地域 Surkhob 河渓谷
- 3) Dushanbe および Nurekskaya 水力発電所
- 4) Alma-Ata
- 5) Frunze
- 6) Tashkent
- 7) Toktoul'skaya 水力発電所

51. Sadovskij M.A., 地震前兆探求に関するソ連－米国共同作業計画について－「地震前兆の探求」, Tashkent, 1976, 9-15頁.

4つのプロジェクトから成るソ連－米国共同研究計画について述べられている。即ち、予知に関するフィールド研究、震源の物理に係る実験室的および理論的研究、判定アルゴリズムを用いた大地震地域の予測および数学的統計学的地震危険度への評価並びに地震工学的研究である。

52. 地震予知に関するソ連－米国作業集録第I部第1冊, Dushanbe - Moskva, Donish, 1976, 233頁.

本冊誌は、1974年および1975年ソ連および米国において刊行された。ソ連および米国の地震予知方策研究に関する共同作業の第一回目の結果を詳述するものである。地震観測データ、地震シミュレーションの決定の方法並びに地震工学上の研究について述べられている。

53. 地震予知に関するソ連－米国作業集録第I部第2冊, 米国地質調査所 Dushanbe . Donish, 1976, 218頁.

本書はソ連および米国において、1974年と1975年に行われた。地震予知の方法探求に関するソ連－米国共同作業の最初の結果を述べている。

54. 「地震の予報」- M., 1973, 216頁 (Sbornik IFZ AN SSSR <ソ連科学院地球物理研究所論文集>)

本書では、ソ連科学院地球物理研究所によって1972年5月に行われた地震予知に関する会議での資料が収録されている。地震発生場所の位置決定の地質学的および地球物理学的基本

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

礎と大地震の前に現われる異常な地球物理学的特徴が検討されている。

破断の過程とそれに伴う諸現象の実験的研究結果が収録されている。詳細な地震学的観測によって、地震準備地帯での地震波および地震状況（レジーム）の諸特性の変化が明らかにされた。地震前の地殻の動きに関する若干のデータは、測地学的および歪観測の方法によって得られた。震央域の岩層の電気抵抗変化に関するデータおよび地電流観測の若干の結果が収録されている。新しいプロトン磁力計についての記述がある。

55. 予知多角形（ポリゴン）＜テスト地区＞における地震前兆の探求 Nauka, M., 1974.

中央アジアおよびカザフスタンの多角形（ポリゴン）における地震前兆探求に関する科学調査結果、並びにこれらの研究に関連した機器を用いた研究および若干の方法論的問題が検討されている。

56. 地震の予報 -M., Mir, 1968.

日本と米国における研究計画による地震前兆探求の問題についての論文集で、2回の日米シンポジウムのおもな内容を述べている <Barlac V. Ya. 訳, Savarenskij E. F. 編, 213頁>

57. 震源の物理 -M., Nauka, 1975.

本論集は、地震準備およびこれに伴う変化に関する問題、将来の震源のまわりの物質状態および若干の観測された長期的或は短期的な地震の前兆現象の本性の説明などの諸研究を収録している。

58. Sobolev G.A., Shamina O.G. ほか, 破壊前兆の実験室研究 -「地震の前兆」, Tashkent, 1976, 69-78頁.

大断層の形成は、小規模な割れ目の多量発生およびその結果としてのそれらの相互作用と合同と将来の大き裂の表面へのき裂形成過程の接合によって先行される。この過程は様々な物性分野、即ち P 波および S 波の振幅と伝播時間の比の（湾形）変化、試料の独特な帶電および微小地震活動の状況での物質特性の変化と大き裂前兆の出現を伴っている。これらの特性のより安定した変化は物質が破壊する直前に観察される。前兆は、乾燥した物質において得られており、間隙内の水圧と関連づけることはできない。

59. Blank L.M., Gazli 地震の性質と結果の検討会議, Tashkent, 1976年10月. -Geod. i Kartografiya <測地学と地図学>, 1978, № 2, 73-74頁.

会議において報告された論文つまり Gazli 地震について、その本性および結果〈震害〉について理論的および実際的に詳述されている。

60. 官庁間実務地震学常置委員会と中央アジアおよびカザクスタン支部合同会議 MSSSS fiz.-mat.i geol.-khim. n., 1977, № 4, 98-99 頁. <MSSSS= Mezhduvedomstvennyj Sovet po Sejsmologij i sejsmostojkomu stroitel'stvu pri Prezidiume AN SSSR = ソ連邦科学院幹部会付属地震学・耐震建築官庁間評議会>

この会議は、1977年6月2日～6日 Dushanbe 市において開催された。ここでは2編の総括的論文すなわち“中央アジアおよびカザクスタンにおける地震前兆探求に係る作業の成果”および“中央アジアおよびカザクスタンにおける地震前兆探求に関する作業の1977年～1978年の基本的な方向”とが報告された。更にまた、諸機関によって地震前兆探求の個々の方法につき、個々の諸論文が報告された。会議では、中央アジアおよびカザクスタンにおける地震予知多角形（ポリゴン）での研究の全体的な方向が承認され、地震予知の諸方法の科学方法論的基礎研究を個々の自然観察について、より厳密なやり方と解釈とに最も重要な注意を払うべき事が提議された。

61. Solonenko V.P., 地震学と地震予報問題 - Geologiya i Geofizika, 1974, № 5, 168-178 頁.

地震予報の最も重要な要素は、地震発生地点と強度の判定である。地震学は、破壊的地震の正確な時間の予報問題の解決（一般的に種々の震央域に対して適応可能なもの）に対する希望に基盤を与えてはいない。

62.* Stejsi F.D. <F.D. Stacey>, 地震は予報はできるか？ - 「地震の予報」, M., Mir, 1968. <Could Earthquakes be Predicted? New Scientist, 21, 70-73, 1964>

63. Stepanyan A.A., Komarov A.I., Tigranyan G.A., 地震予知問題研究のための自動化システム. - Avtomat. upr. i regulirovanie, Kuibyshev, 1971, 125-128 頁. <「自動操縦と制御」>

アルメニア領内の最も地震の起りそうな5地点に地震予知を行うセンサーを置く事が提案されている。

地磁気変化に対するセンサー、源泉水の放射性変化等に対するセンサー、アナログ式磁気記録機のついた地震計等々。一定水準の値を超える前兆が現われたとき EVM < ? > 通信回線により自動的情報伝送が考慮されている。システムのブロックダイアグラムが示されて

いる。

64. Takeuchi Khitosi <竹内 均> 地震の予防—非耐震的処置—経済評論, 1977, 26, № 2, 122—133 頁。

65. Takakhasi Khirosi <高橋 博>, 地震を予知することと地震とたかう方法—電気情報, 1975, 19, № 216, 26—34 頁。

66. 1966 年 4 月 26 日 Tashkent 地震(ウズベク共和国科学院地震学研究所, 力学・耐震施設研究所, ウズベク共和国地質省, <ソ連邦>科学院幹部会付属地震学・耐震構造官庁間評議会) — Tashkent, FAN, 1971, 672 頁。

Tashkent 地震の結果および自然に対する地震学, 地質学, 地球物理学, 工学および他の種々の研究の基本的な問題が述べられている。地震予知問題も検討されている。< FAN : Filial Akademij Nauk 科学院支部 >

67. Ulomov V.I. 「注意! 地震だ!」 — Tashkent, Uzbekistan, 1971. タシケント地震を例として, 下記諸問題が検討されている。即ち, 震源では何が起こるのか, 震源部分および地殻全体がどのように変形するか, 何故余震が起きるのか, 地震にはどのような興味深い現象が伴うのか等である。

68. Ulomov V.I., 「中央アジアの地殻の動力学と地震の予知」 — Tashkent, FAN, 1974.

地震予知問題と関連して中央アジアの地殻の動態および深層構造研究における地震学的および地球物理学的方法の可能性が検討されている。地震予知を目的とする地殻動態研究の若干の結果および短期的予報手順の処理が討議されている。

69. Ulomov V.I., 地震の前兆的徴候探求の方法 — Inform. soobsch. AN UzSSR, 1977, № 186, 1—11 頁. <ウズベク共和国科学院情報通信>

提案されている方法に従って, 地震予知問題に関する下記の科学研究段階を実行する事が可能である。即ち種々の強度の地震と地球物理学的, 水・地球化学的およびその他の地球の自然界における異常変化との相関関係探求に有用かつ代表的な“予知”および地震学的資料の選択, 地震予知の効果的な手段および方法研究を目的とした因子的および結果的諸特徴の間の相関関係の探求である。

70. Usami Tatsuo <宇佐美龍夫> 地震予報の現状と展望 Kagaku to Kogyo <科学と工業>, 1974, 27, №9, 675 - 678 頁.

71. 地球の物理 第2巻, Ser. Itogi nauki i tekhn. <科学と技術の総括編> M., 1975, VINITI AN SSSR, 112 頁. <ソ連邦科学院抄録雑誌>

本論集は、1970～1973年に地震学、地震地域区分、震源における物理過程の研究および大地震予知の研究分野でも最も重要な研究の概観を収録している。地震工学の諸問題も解説されている。新しい地震計器類のデーターが載せられている。

72. 地震予知方法探求の物理学的基礎 —M., Nauka, 1970, 151 頁. (ソ連邦科学院地球物理研究所).

予報可能性の探求を行っているあらゆる地球物理学研究の傾向が反映されている。即ち、地表の緩慢な変形、地震学的方法、地球電磁気および地熱測定である。

73. Florensov N.A., 地震予知に関する問題について、「ゴビーアルタイ地震」 M., 381 - 383 頁.

74.* Khagiwara T. <萩原尊禮> 地震予知技術進歩に関する日本気象庁<測地学審議会か>の第3 - 5年計画 —「地震前兆の探求」, Tashkent, FAN, 1976, 16 - 18 頁.

75. Khosino Kadzuo <星野和男>, 地震を予知するショルツの理論について—地質ニュース, 1974, № 233, 37 - 45 頁.

76. Shenkareva G.A., 地震前兆探求問題シンポジウム. Tashkent, 1974 年 5 月 27 - 31 日. —Vestn. AN SSSR, 1974, № 11, 93 - 95 頁.

地球の諸物質の物理性；機械的特性の変化に関する問題、とりわけ（将来の）地震源と考え得る区域における問題、地震前および後の地下水の化学組成の変化、地震波伝播速度の変化、き裂形成および間隙圧力のメカニズム、岩層の緊張状況、地震震源域の圧力場のモデル化、地球物理場の諸特性変化に関する種々の問題が決定された。

77. Shukin Yu.K., 地震危険地帯研究についての地球物理探査法 — Sov. Gologiya <ソビエト地質>, 1971, № 10, 142 - 146 頁.

1970年5月25 - 29日モスクワにおいてソ連邦科学院幹部会付属地震学・耐震建築官庁間評議会 (MSSSS) の地震部会が行われ、地震の前兆の問題が議論された。

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

78. Yurkevich O. I., 地震の予知について. 「ウクライナの地震活動度」, Kiev, 1969, 3-10 頁.

地震予知の問題が述べられており、現時点において採用可能な諸手段の概観が示されている。長期予報を行い本質的には大地震を迎える観測データーの外挿を可能にする地震学的諸方法の評価が与えられている。地震準備過程に伴う地表の緩慢な動きを利用する事の可能性が述べられている。

79. 地震に先行する現象と地震の予防—科学, 1978, 48, № 1, 27-32 頁.

80. A report on the intergovernment conference on the assessment and mitigation of earthquake risk. Bull. Indian Soc. Earthquake Technol., 1976, 13, № 2, 48-55.

1976 年 10 月 10 日から 19 日までパリにおいて、ユネスコの主催で地震危険の評価と低減に関する政府間会議が開催された。成功した予知として Lyaonyan <遼寧> 地域(中国)の大地震予報の例が引かれている。地震危険に対する社会的見地、要員養成の問題、地震危険の評価と低減に関する政府間協力のネットワークの問題が検討されている。

81.* Adams R.P. Earthquake prediction. — Nature, 1977, 269, № 5623, 14.

82. Agamennone G. Per la storia delle predizioni di terremoti. 地震予報の歴史について—Roma, 1926.

83.* Alsop L.B., Oliver J.E., Joint US-Japan conference on premonitory phenomena associated with several recent earthquakes and related problems. — Trans. Amer. Geophys. Union, 1959, 5C, N. 5, p. 376-410.

84. Annen Ikuo < > 地震および新東海道幹線上の施設の地震予防について. 電気鉄道, 1971, 25, N. 6, 6-7 頁.

85. Berckhemer Hans, Ist das Problem der Erdbeben-vorhersage losbar? 地震予報問題は解決するか? — VDI-Z, 1974, N. 7, 495-499 頁.

地震予報の統計的方法の基礎を考察し、可能な強震の前兆とそれらの観測方法を記す。強

震の時間的予報のための前兆研究法の総合化を考慮する。

86. Blundell D.J., *Prediction and prevention of earthquakes* – Universitas, 1974, 4, N. 1, p. 198–212.

地震予知問題の種々の局面が討議されている。破局的地震に関する歴史的および考古学的データーを、観測計器の導入はごく最近（約60年間）の事である為、計器観測データーの不足を考慮した上で採り入れる事の必要性が指摘されている。プレートテクトニクス理論を用いて作られた地震活動発生の諸基準、Reid(1911)の弾性反撥理論、地震発生の断層機構の適用性が討議されている。地殻の変形測定による地震予測の困難さは、変形を弾性的なものと可塑的なものとに分ける事ができない事にある。磁気による予知を用いれば弾性応力の時間的变化を評価する事の可能性が得られる。地震前兆として用いうる弾性波の伝播速度の時間的異常の研究に関する概観と批判的分析が示されている。

- 87.* Bolt Bruce A., *Earthquake studies in the People's Republic of China*. – Trans. Amer. Geophys. Union, 1974, 55, N. 3, p. 108–117.

- 88.* Bolt Bruce A., Wang Chi-Yuen, *The present status of earthquake prediction*. – CRC Crit. Revs Solid State Sci., 1975, 5, N. 2, 125–151.

- 89.* Brady B.T. *Theory of earthquakes – N General implications for earthquake prediction – Pure and Appl. Geophys.*, 1976, 114, N. 6, 1031–1082.

90. Carter L.J., *Earthquake prediction:ESSA and USGS View <> for leadership*. – Science, 1966, v. 151, N. 3707, p. 181–183.

91. Chang Chien-chung, Wei Kung-yi, Sun Liang-yu, Hu Jung-steng, Yu Shu-chun, Ho Shu-yun. – 地震発生の可能な時 – Dits yu ili syueboo <?>, *Acta Geophys. Sinica*, 1974, 17, N. 3, 200–208.

- 92.* Conference report: toward earthquake prediction on the global scale. – EOS Trans. Amer. Geophys. Union, 1977, 59, N. 1, 36–42.

地震の時間的前兆の探求—宮村・小原・須藤・浜田

93. Constantinescu L., *Mecanismul de producere si posibilitatea prevederii cutremurelor de pamint*. 地震の機構と地震予知の可能性 *Natura Ser. geogr., geol.*, 1968, v. 20, N. 3, p. 28–34.

94. Constantinescu L., *Fenomene precursoare ale cutremurelor puternice* 強震に先行する一般的な事件の総括—*Stud. sicerc. geol., geofiz., geogr. Ser. geofiz.*, 1972, 10, N. 1, p. 15–22.

通常若干のタイプの地震に先行する諸事象が検討されている。観測および解析の方法論が述べられている。最も有望と考えられるのは、地殻運動の観測、地震磁気および地震電気的効果の測定、地震状況の変化に対する観測である。

95. Current UNESCO programmes in seismology. On Earthquake Risk for Nuclear Plants, *De Bilt*, 1976, p. 99–101.

ユネスコの範囲内では、地震学に関する研究は下記の諸分野について行われている。即ち、地震地域区分（個々の地域における地震危険度の評価）、地震予知方法の研究および耐震建造物の設計である。1976年2月10日から19日までユネスコのパリ本部で、地震危険度の評価と低減の問題に関する政府間会議が開催された。ユネスコの財政から援助を受ける事業の他に、この機構はバルカン地域、中南米および東南アジア諸国の地震活動研究に関する国連の範囲において行われる地震学の諸事業をも主案している。

96.* Davies D., *Earthquake prediction in China*—*Nature*, 1975, 258, N. 5533, p. 286–287.

97.* Douglas I.H., *Letter from Tokyo, Waiting for the "Great Tokai Quake"*—*Sci. News*, 1978, 113, N. 17, p. 282–283, 286.

98. *Earthquakes: hopes for prediction and control*—*Chem. and News.*, 1974, 52, N. 20, p. 18–20.

ソ連、日本および半国において、地震地域、時間およびマグニチュードを予知する為に諸前兆が研究されている。Nur によって提案された岩層拡張理論が述べられている。地震前の圧力とひずみの集積は、岩層の容積の増大をもたらし、これによって地震の前兆と見なされる諸現象、つまり岩層中の弾性波速度の変化、電気伝導度の変化、損傷面での土地の隆起等が説明される。損傷した岩層の強度は低下し、断層が発生し地震が起きる。Garm で1969年に研究していたソ連の学者がはじめて、P波・S波速度比

の低下を弱震の前兆と見なした。この速度比が正常化した後に弱震が起つたのだ。カリフォルニア工科大学のWitcombが、1973年P波速度<異常>を地震の前兆と見なした。即ち、この異常の長さによって彼はマグニチュードを決定した。異常現象の終了後、継続時間の $\frac{1}{5}$ の間を置いて地震が到来した。予知の例があげられている。地震の著名な3つのタイプのいずれの場合にも、個別の指標があるはずである。WitcombによればM=2の地震では、異常が2~3日継続し、サン・フェルナンド地震では3.5年、M=8およびそれ以上のものについては、外挿法によって40年間の異常が続くだろう。100年先の破局的地震よりも、数ヶ月先の弱震を予知する方が容易である。地震過程を制御する為に、弱震を引き起こす様な2km以上におよぶ深さのボーリング孔への注水実験が行われている。この深さからの水の汲み出しは地震を中止しうる。地震予防の為、活断層から水を汲み出す可能性が検討されている。

99.* *Earthquake prediction evaluation guidelines. California Prediction Evaluation Council, February 22, 1977.- Calif. Geol., 1977, 30, N. 7, p. 158-161.*

100. *Earthquake Prediction: Proceedings of a symposium held during the 14th General Assembly of the I.U.G.G., Amsterdam, 1968, 92p. < Tectonophysics, v. 6, No 1, 1968 >*

101. *Estudios sobre prediction de terremotos en el Japon.*
日本における地震予知<研究> *Dyna (Esp.)*, 1969, 44, N. 2, 81-82.

102.* *Earthquake research in China. - EOS, Trans. Amer. Geophys. Union, 1975, 56, N. 99, p. 838-881.*

103. *Enescu D., Ianas M., Attempts at predicting earthquakes in Vrancea for year 1975 and the periods 1976-1980 and 1981-1990. - Rev. roum. geol., geophys. et geogr., Ser. geophys., 1975, 19, 27-35.*

104. 藤原俊郎, 地震検知の方法-鉄道技術研究資料, 1971, 28, No. 7, p. 348-355.

105. 藤井陽一郎, 地震予知問題の成果-科学の実験, 1976, 17, No. 3, 259-265頁.

地震の時間的前兆の探求—宮村・小原・須藤・浜田

106.* 藤井直之, 浅田 敏, 地震の予報と関係した諸問題—日本物理学会誌, 1977, 32, No. 11, p. 909-918.

107.* Greensfelder Roger W., *Earthquake prediction and official warning*. — *Calif. Geol.*, 1975, 28, N. 2, p. 38-39.

108. Gsovsky N.V., *Tectonophysics and earthquake forecasting*. — *Bull. Seism. Soc. Amer.*, 1962, 52, N. 3, p. 485-507.

109. Gubin I.E., *La prévision des séismes*. — *Rev. Geogr. Phys. et Geol. Dynam.*, 1966, 8, N. 5, p. 385-397.

110.* Hamilton P.M., *Earthquake studies in China—a massive earthquake prediction effort is underway*. *Earthquake Inform. Bull.*, 1975, 7, No. 6, 3-8.

111.* Hammond A.L., *Earthquake predictions: breakthrough in theoretical insight?* — *Science*, 1973, 180, N. 4088, p. 851-863.

112.* Hagiwara T. <萩原尊禮> *Introductory remarks 地震予知問題* — *Compt. rend. Union geodes. et geophys. intern.*, 1969, N. 15, p. 127.

113. 萩原尊禮, 地震の予知—地理, 1966, No. 4, 116頁.

114. Hagiwara T., Rikitake T., *Japanese program on earthquake prediction*. *Science*, 1967, v. 157, N. 3790, p. 761-768.

115. 萩原尊禮, 地震の予知—科学の実験, 1962, 32, N. 7, 367-371頁.

116. Hagiwara T., *Symposium on earthquake prediction: introductory remarks*. — *Tectonophysics*, 1968, v. 6, N. 1, p. 9.

117. 萩原尊禮, 地震の予報のための三つの主要条件—科学読売, 1958, 10, N. 9, 55-57, 58, 59.

118. Hagiwara T., Rikitake T., *A prediction program now underway in Japan succeeds in long-range forecast of the Matsushiro earthquakes.* Tokyo, 1967, 8 p.

119. 萩原尊禮, 現段階の地震予知—土と基礎, 1971, 19, N. 8, 27-33頁.

120. Khagiwara Yukio<萩原幸男> 地震予知の精度と作戦の研究—オペレーションズリサーチ, 1974, 19, N. 1, 17-23頁.

121.* Hammond A.L., *Earthquake prediction. 11. Prototype instrumental networks.* — *Science*, 1973, 180, N. 4089, 940-941.

122.* Healy John H., *Recent highlights and future trends in an earthquake prediction and control.* — *Revs. Geophys. and Space Phys.*, 1975, 13, No. 3, 361-364.

123.* Hunter R.N., *Earthquake prediction: fact and fallacy.* — *Earthquake Inform. Bull.*, 1976, 8, N. 5, p. 24-25.

124.* International Symposium on Recent Crustal Movements, Stanford University, Palo Alto, Calif., 25-30 July 1977. — *Chron. UGG I*, 1977, N. 121, p. 410-411.

125. Itsuka Susumu <飯塚 進> 爆破地震観測による地震波時間の変化. 地震の予知. — 地質ニュース, 1971, No. 198, 28-40頁.

126. 飯塚 進 地震予報研究計画の進歩とその歴史. 地震の予報について. — 地質ニュース, 1970, No. 195, 37-43頁.

127. Jain C.S., *On prediction of earthquake.* — *Metals and Minerals Rev.*, 1967, v. 6, N. 5, p. 43-48.

128.* Japan Seminar on earthquake prediction and control. — *Trans. Amer. Geophy. Union*, 1974, 55, N. 1, 9-15.

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

129. 河角 広, 地震の予知と防災—土と基礎, 1970, 18, N. 4, 1—5 頁.

130. 垣見俊弘 日本における研究傾向と発達の展望. 地震予知に関する地質学的研究
—工業技術, 1973, 14, № 1, 35 頁.

131.* Kerr R.A., *Earthquakes: prediction proving elusive.*
—*Science*, 1978, 200, N. 4340, p. 419—421.

132.* 栗林榮一 地震の予報と起りうる結果の防止. —土木施工, 1977, 18, N. 17,
23—26 頁.

133. *Kyoto Study on some phenomena foretelling the occurrence of destructive earthquakes*, 1953, 63 頁.

134. Leclavere G., *Can we forecast and project ourselves against earthquakes?* — *Impact*, 1960, 10, N. 4, 217—229.

135.* Lapwood B.R., *Earthquake prediction.* — *Nature*, 1977, 226, N. 5599, 220—221.

136. Lestek I., *Fizikalne metode za napovedovanje potresov.*
地震予知における物理学的方法 — *Obz. mat. in fiz.*, 1964, N. 1, 18—22.

137.* Lynch J. Joseph, *The development of seismology from bibliographical times to 1970.* — *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1971, 184, 80—85.

138.* 前田 亟(イタル) <スティックスリップ運動に伴うプレショックとプレスリップおよびそれ等に対する時間効果>—地震, 1977, 30, N. 1, 55—72 頁.

139. 宮本貞夫, 地震予報問題の基礎—地震, 1964, 17, N. 4, 233—234 頁.

140. 宮本貞夫, *The fundamental problem of predicting earth quake.* — *J. Seism. Soc. of Japan*, 1959, v. 18, N. 1, p. 41, v. 17, N. 4, p. 233—234 <cf. 139>

- 141.* *Mjachkin V.I., Brace W.F. etc., Two models for earthquake forerunners. - Pure and <Applied> Geophys.*, 1975, 113, N. 1-2, 169-181.
- 142.* 村井 勇, 地震の予知—電気学会雑誌, 1976, 96, N. 2, 89-96頁.
143. 尾池和夫, 中華人民共和国における地震予知の成功—科学, 1975, 45, N. 6, 305-351頁.
- 144.* 尾池和夫, 志知龍一, 浅田 敏. 中華人民共和国における地震予報—地震, 1975, 28, N. 1, 75-94頁.
145. Oliver J., *Prospects for earthquake prediction. Sci. J.*, 1966, v. 2, N. 2, p. 44-49.
- 146.* 表俊一郎, 中国における地震の予報と大変災—土木学会誌, 1978, 63, N. 3, 15-23頁.
- 147.* Pakiser L.C., Eaton J.P. etc., *Earthquake prediction and control. - Science*, 1969, 166, N. 3912, 1467-1474.
148. *Prediction of earthquakes. - Stanford Res. Inst. J.*, 1967, N. 14, p. 2-7.
149. *Preliminary report of Una-Una earthquake on April 29, 1960. - Meteorol. and Geophys. Inst. Dept. Air Commun. Djakarta*, 1960, 11 p.
- 地震学, 工学地震学および地震地域区分に関する知識を通俗的に述べてある。
- 150.* Press F., *A strategy for an earthquake prediction research program. - Tectonophysics*, 1968, 6, N. 1, 11-15.
- 151.* Press F., *The strategy of an earthquake prediction research program. Compt. rend. Union geodes. et geophys. internat.*,

地震の時間的前兆の探究－宮村・小原・須藤・浜田

1969, N. 15, part 1, 127–128.

152.* Press F., e.a. <et al.>, *Earthquake Research in China*.—EOS, Am. Geophys. Union Transactions, v. 56, N. 11, 1975, p. 838–881.

153.* Report of the Commission on Earthquake Prediction of IASPEI. *Tectonophysics*, 1974, 23, N. 3, 219–220.

154.* Ribaric V., Pota znanstveneda napovedovanja potresov. 地震の科学的予報の道—*Livl. tehn.*, 1967, v. 18, N. 4, p. 329–336.

155.* Rikitake T., *Earthquake prediction*.—Amsterdam, Elsevier Sci., 1976, xvii, 357 pp.

156.* Rikitake T., *Earthquake prediction and warning*.—Interdiscipl. Sci. Revs., 1978, 3, N. 1, 58–70.

157. Rikitake T., Report on earthquake prediction, IUGG General Assembly.—*J. Geod. Soc. Jap.*, 1975, 21, N. 4, 231–233.

158.* Rikitake T., Japanese national program on earthquake prediction.—*Tectonophysics*, 1974, 23, N. 3, 225–236.

159.* 力武常次, 地震の予知と制御に関する米日会議—測地学会誌, 1973, 19, N. 4, 236–240 頁.

160.* Rikitake T., *Earthquake prediction studies in Japan*.—*Geophys. Surv.*, 1972, 1, N. 1, 4–6.

161.* Rikitake T., Problems of predicting earthquake.—*Nature*, 1972, 240, N. 5378, 202–204.

162. 力武常次, 地震とその予知—数理科学, 1971, 9, N. 12, 39–44 頁.

163.* Rikitake T., An approach to prediction of magnitude and occurrence time of earthquake. — *Tectonophysics*, 1969, 8, N. 2, 81—95.

164. Rikitake T., A five year plan for earthquake prediction research in Japan. — *Tectonophysics*, 1966, v. 3, N. 1, 1—15.

165.* Rikitake T., Earthquake prediction—*Earth Sci. Revs.*, 1968, 4, 245—282.

166.* Rikitake T., *Earthquake prediction—New York, Elsevier*, 1976, xvii, 358 pp.

<訳省略、#155と同一書と思われるが、抄録記事は違う。#155 原文5行、#166 原文17行。>

167.* Sadovsky M.A., Nersesov J.L.e.a., The processes preceding strong earthquakes in some regions of Middle Asia. — *Tectonophysics*, 1972, 14, 3—4, 295—307.

168.* Savarensky E.F., Introductory remarks to the Symposium on Earthquake Prediction. — *Tectonophysics*, 1974, 23, N. 3, 221—224.

169.* Savarensky E.F., On the prediction of earthquakes. — *Tectonophysics*, 1968, 6, N. 1, 17—27.

170. Sassa K., Nishimura E., On phenomena forerunning earthquakes. — *Bull. Disaster. Prevent. Res. Inst., Kyoto Univ.*, 1956, N. 13, 1—8.

171. Schmidt P., Zu Fragen der Erdbebenprognose, *Acta geod. geophys. et montanistica Acad. Sci. hung.*, 1973, N. 8(1974), N. 3—4, 451—460.

172.* Scholz C.H., Earthquake prediction—*McGraw Hill Yearbook*

Sci. and Technol., 1974, N.Y.

173.* *Second phase of earthquake prediction program in Tokyo area.*—*Technocrat*, 1976, 9, N. 3, 8.

174. *Sekiguti Khirosi* <関口 関口> 地震の予報と電子工学 エレクトロニクス, 1974, 19, N. 3, 338—344.

175. *Studii e ricerche per la previsione dei terremoti.* 地震の予知 <地震の予知に関する研究調査>—*Antincendio e protez. industr.*, 1968, v. 20, N. 2, p. 109—112.

176. *Surveillance des activités et prevention contre les risques sismiques.* 地震活動の監視と強震危険の防止 *Ind. miner.*, 1975, 57, N. 6, 308—312. (France).

フランスおよび国際的な地球物理学組織を含む委員会の、1974年2月から4月の間の研究報告書のあらましが述べられている。委員会は、現在の実験的および理論的な地震学の発展水準は、ありうべき地震現象の現実的な予知と、地震による危険な結果を予防する効果的な対策の構成を可能にしたと指摘している。

自然地震と原爆地下爆発との識別問題から、震源機構に関する重要な結果が得られた。しかしながら、地震危険度を一意的に評価する事は未だ困難である。けだし、これは多量のパラメーターによって決定される為である。観測局網拡大とその技術的設備上に関する然るべき対策遂行の3つの期間が設定されている。

「地震危険度」の判定および予知と関連した一連の問題について、科学的な研究を強化する事が勧告されている。

特別な作業グループおよびこの目的の為の研究に資金を供給する銀行をフランスおよび外国に設けて、この問題に興味を持っている種々の組織の活動を調整するという希望が表明されている。

177. 諏訪 彰, 破壊的地震に対する用意の問題—気象, 1971, № 173, 3028—3088頁.

178. 高橋 博, 地震予知と災害の予防—日本の科学と技術, 1971, 12, N. 9, 9—17頁.

179.* Taka da Masao <高田理夫>, 地震の予知とその領域における科学的研究の状況

—京都大学防災研究所年報、1972, No.15 A, 3-19.

180. Takefudzi Kiyosi, Nagata Masaya <武藤 清, 長田正至>, コンピューターを用いた地震の予知 <コンピューターの耐震据付法> - Keiso <計装>, *Instrumentation*, 1975, 18, N. 7, 42-46頁.

181. Tanata Sigeo 地震予知の方法とその実験の道 スチール・デザイン, 1976, N. 162, 30-33頁.

182.* Thiel C.C., Scalzi J.B., *Earthquake disaster mitigation : a joint research approach*. -U.S. Dep. Commer., Nat. Bur. Stand., Spec. Publ., 1977, N. 470.

183. Toperczer M., *Kann man Erdbeben voraussagen?* - Schr. Vereines Verbreit. naturwiss. Kenntnis. Wien, 1963-1964, v. 104, p. 67-82.

184. Triedmann H., *Möglichkeiten der Erstellung von Erdbebenprognosen*. -Naturwissenschaften, 1977, 64, N. 11, 566-568.

地震予知に意義のある様々な物理的大きさの岩石見本の測定結果(文書資料による)の概観。

著名な前兆観測例(地震学的, 地球電気的, 地球化学的, 水準測定的なもの)とその理論的説明, つまりソ連および米国のダイラタンシーモデルが述べられている。短期的地震予知を目的としたオーストリアの鉱泉水中のラドン含有量観測システムについて述べられている。

185.* Tsubokawa I. <坪川 家恒>, 地球物理的前兆現象の持続性と地震前の地殻運動の継続との間の関係 *測地学会誌*, 1973, 19, N. 2, 116-119頁.

186.* UNESCO, ユネスコ時報, *Chron. UGGI*, 1976, N. 111, 291-304.

187.* Usami T., *Earthquake prediction studies in Japan*. -Endeavour, 1977, 1, N. 3-4, 92-96.

188. 和達清夫, 地震予報に就て - *Yomiuri*, <科学読売> 1958, 10,

地震の時間的前兆の探求－宮村・小原・須藤・浜田

N. 9, 18-23 頁.

189.* Ward P.L., *Earthquake prediction: a perspective for a national program*. *Earthquake Inform. Bull.*, 1977, 9, N. 6, 10-15.

190. Weber C., *Etat des recherches aux U.S.A. dans le domaine de la prerision des seismes et de la reduction des risques lies aux tremblements de terre*. *Symp. nat. Sol et sous-sol et securite constr.*, Cannes, 1973, T. 2, Marseille, 193-194.

1973年末現在における米国地質調査所指導下の地震予知分野の複合的研究の結果が述べられている。

“強震プロジェクト”はおよそ800台の加速度計によるデータに基づいて結論づけられている。サンフランシスコ湾は、都市と地震活動度状況の問題研究の対象である。地震危険度の地図が作られている。

地震モーメント評価の主要基準は、地震前のP波の速度を20%落とす事と、地震後、速度値を正常にもどす事である。地震活動が有りうる区域を決める事はできたが、地震の期日までは予知できなかった古典的な方法（測地学、傾斜測定、磁気測定）についてふれられている。

将来の研究の方向が計画され、活動区域に灌水する方法での地震活動制御の可能性が論じられている。

191.* Zatopek S. <A.> *Symposium on Geophysical Phenomena Preceding, Accompanying and Following Earthquakes*, Grenoble, 2, Sept., 1975. *Chron. UGG I*, 1975, N. 104, 278-279.

192. Zimmerman M.D., *Controlling nature's faults*. - *Mach. Des.*, 1975, 47, N. 2, 20-22, 24, 26-27, 30, 32. <N-25と同じ論文>

地震前兆の探求、地震予知、地震工学および耐震構造に関するアメリカの研究計画が述べられている。これにはレーザー技術およびクエイサーの電波信号を用いた地表の変形および傾斜研究、地球磁場変化、岩石の流体圧力、ラドン放射、地殻の岩層の電気抵抗、地震波速度 V_p , V_s と相互の関連、微小地震のパラメーターの研究等が含まれている。本計画の枠組内での国際協力の目標と課題、なかんずく、ソ連-アメリカの地震予知に関する共同計画について述べられている。地殻の活断層の傍にうがたれた深いボーリング孔に液体を注水する事によって大地震を予防する事の可能性が討議されている。

II. 地震の前兆

II-1. 地震学的前兆

a) 地震状況(レジーム)

1. Borovik N. S., 弱震観測による地域的地震危険度の近似的評価の可能性について。—論文集「シベリヤおよび極東の地震活動と深部構造」, Vladivostok, 1976, 20—30頁。

バイカル地震帯の範囲には異常に地震活動の低い地区がはっきりしており、これは将来の強震を準備している地域かもしれない。

2. Borovik N. S., 地震予知に関して。弱震観測による地震過程発展の特徴(強震の予知兆候探索との関係)。地球物理学資料による長期的地震活動の予知。—東シベリヤの地震地区区分とその地質的地球物理的基礎。Novosibirsk, 1977, 197—213頁。

Pribajkal'e <沿バイカル地方>の観測網によって、1964年から1968年の間に記録された $K \geq 8$ の 2500 例の地震に関するデータに基づいて研究が行われた。研究方法についても述べられている。20の余震系列と1つの地震群との研究に基づいて、余震域の最大直線延長<linear dimension>と本震マグニチュードとの関連性が究明されている。M=5 およびそれ以上の地震 12 例の研究に基づき、地震準備域とみなしうる地震の大きさに比例した広さの静穏地域<空白域>がいくつか地震前に存在することが究明されている。

3. Borovik N. S., Misharina I. A., Treskov A. A., 沿バイカルにおける将来の強震の可能性について。— Izv. AN SSSR, Fiz. Zemli, 1971, №1, 21—26頁。

いくつかのバイカル強震に先立つ、又はそれに伴った地震状況が調べられた。長期間にわたって独立した強震がないのに、一様に高い地震活動度が特徴づけられるような地域での応力状態の特性が検討されている。

震央総括地図を分析することによって、将来の強震を準備している区域とみなしうる一連の地区を選定することが可能になった。

4. 地殻の深部構造、地震状況および地震予知。— Izv. AN Turk. SSR <トルクメンソビエト社会主义共和国科学院出版所>, Ashkhabad, 1961, 9頁 (AN Turk. SSR, Voprosy Sovetskoy nauki).

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

5. Glavcheva P., 1900 – 1970 のブルガリヤにおける地震状況. – Bulg. geofiz. spisanie, 1976, 2, № 4, 82 – 89 頁.

1900 – 1930 年の強震の時期と, 1931 – 1971 年の弱震 ($M \leq 4.5$) の時期という 2 つの時期の地震状況の特性が研究されている. 第一の時期には, 活動性の最大値は 1.0 以上であり, 第二の時期にはこれよりずっと小さい. 2 種類のカテゴリーの地震エネルギーを励起する区域の公布を説明しようという試みがなされている. 今世紀初頭の約 30 年間に発生した破壊的大地震の震源が弱震の源であり続けているという事は, 将来の強震の準備についての研究と関連して弱震に関する, より詳細な研究の必要性を示している.

6. Gotsadze O. D., 1959 年 12 月 8 日 Madatap 地震に先行した地震 (pl.) の特徴. – Izv. AN. SSSR, Fiz. Zemli, 1967, № 2, 91 – 93 頁. (pl. = 複数)

A. S. Malamud の公式により地震 (pl.) のエネルギーをもとめた. 主震の 4 ~ 5 月前の顕著な極小と本震まえの静穏な期間がはっきり認められた. 静穏地帯形成の可能な機構が導かれた.

7. Gusev A. A., 地震活動による地震の予告現象 <Seismic predictor of earthquakes> – 論文集「地震状況の地域的研究」, Kishinev, Shtintsa, 1974, 43 – 50.

カムチャッカの弱震の時間・空間分布における予知的法則性を探査した. 強震発生に関する分布を示す地震状況の要素を明らかにした.

8. Gusev A. A., 地震 – 地震の指針と予知. – 論文集「シベリヤおよび極東の地震活動と深部構造」, Vladivostok, 1976, 241 – 247 頁.

諸地震の関連の特殊な類型, つまり強震 A – 弱震 B – 強震 C という 3 つ揃いの数の増加が, A と B の間の時間と B と C との距離が小さい場合について, 検討されている. 異なったエネルギーレベルの 2 つの地震目録についてこの現象が研究されている. この関連の基本的な諸要素とエネルギーとの関係が評価されている. いくつかの例については, 強震地域および(或いは)時間の予知の為の関連研究の将来性が示されている. 記述された種々の関連の物理学的解釈の試みがなされている.

9.* 地震発生の法則性 – *New Scientist*, v. 79, N. 1111, 1978, p. 110.
<N. Khatri, M. Wyss の Assam の地震についての研究>

10. Zakharova, A. I., 時間的地震活動度要素の変化 (タシュケント震源地帯を例として). – 論文集「地震要素と震源地帯」, Tashkent, FAN., 1973, 83 – 114 頁.

1959年、1965年および1966年の強震の準備並びに平穏の期間と推定される諸特徴が現れる対象の、地震活動（サイスマシティ）のパラメーター変化が検討されている。地震エネルギー区分図、地震の反復性および地震活動度地図の分析が行われている。データは1961年から1969年の間の高感度地震計網および1968年以降の時期のものが概括されている。エネルギー $E = 10^8$ から 10^{13} ジュールの地震が検討されている。各エネルギーの規模の中での地震の経時的な類別、異なったエネルギー規模の中での地震の経時的な類別、山岳地帯（東部）並びに平野部（西部）における地震反復度図の傾斜の差異、あるゾーンから別のゾーンへのエネルギーの流動および傾斜の増大や、連続する地震の間の時間間隔の分布の変化を伴う区域での平均活動レベルの減少が現れている。1965年～1966年の強震準備期間の地震状況の変化等についてふれられている。

11. Zobin V. I., カムチャツカの構造地震群震源地帯における応力について。－論文集「シベリヤの地震活動の諸問題」, Novosibirsk, 1972, 79-87頁。

カムチャツカにおける2つの主要域での構造性地震群の発達過程中の応力システム変化が検討されている。カムチャツカ観測網内の観測所のP波初動変位の符号（おしひき）に関するデータが用いられている。カムチャツカ湾の2つの地震群については、群発期に応力システムの安定性が欠如している事が指摘されている。南千島～カムチャツカ海溝地域では、群発期には3種の安定した応力システムが存在する事が明らかにされた。2つの区域の地震群におけるこうした差異の原因は地震活動性の不均等性によるものとみなされている。

強震前の地震活動域が、強震のずっと以前の静かな時期と応力軸方向が変わる地震準備の時期との2つの時期に分けることができると考えれば、南千島～カムチャツカ海溝は、前者の時期にあり、一方でカムチャツカ湾は、準備時期と特徴づけることが可能であろう。カムチャツカ湾の地震群の応力の不安定性は、破局的地震接近のあらわれであるかもしれない。

12. Zubkov S. N., Myachkin V. I., 破壊的地震の準備過程のエネルギー的評価。－Izv. AN SSSR, Fiz. Zemli, 1971, №4, 77-82頁。

地震の震源域物質の流動学（レオロジー）的モデル（Byurgersのモデル）を用いて、構造的前進力のエネルギー的特性と時間的過程および破局的地震の準備期間における両者の関係の計算が試みられている。強震準備期間中の震源域における応力弾性ポテンシャルエネルギーの時間的過程には、弛緩的な特徴がある。一定のひずみ速度でひずむByurgersモデルのエネルギー散逸の時間的過程は、その特性上、観察によって得られる強震準備時期の地震エネルギーの時間的分離過程と合致する。

Byurgersモデルのエネルギー過程分析に基づいて、構造的な力の働きは強震準備期の始めにおいて、主として地震を準備している震源域の応力弾性ポテンシャル・エネルギーの集

地震の時間的前兆の探求—宮村・小原・須藤・浜田

積に費されると推定することができる。大地震が近づくにつれて、構造的な力の散逸部分が増大するが、これは、大地震前の背景的地震活動性の増大という観測によって得られる現象と一致する。

13. 一戸時雄, 三雲 健, ほか., 鳥取微小地震観測所予備報告. — *Ann. Disaster Prevent. Res. Inst.*, 1965, No. 8, 109—116頁.

14.* 茂木清夫, 強震の空間的時間的分布における法則性と地震の予報. —論文集「地震前兆の探求」, Tashkent, FAN. <科学院支部> 1976, 19—24頁.

15. Lukk A. A., ガルム地区の弱震の空間的時間的継続性. — *Izv. AN SSSR, Fiz. Zemli*, 1978, No. 2, 25—37頁. <II—2 No. 25と同じ>

ガルム地区における弱震 ($K = 6 \sim 10$) の空間的時間的継続性 (小連鎖) が研究されている。空間的・時間的に関連した地震小連鎖は、きわめて単純なネットワークの交点に形づくられる相対的に狭い線状区域に対して、限られた日数の範囲で発生するものと思われる。これらの区域の各々は地殻の破壊部分に相当する。一般的には、地震の小連鎖は、地殻物質の急速なひずみが発達している区域に発生すると考えられている。この仮定によって地震の小連鎖を、一つの区域のひずみ過程のある特徴として検討することができる。強震予知の目的で地震小連鎖密度の時間的な変化を、用いることの可能性に関する種々の意見が述べられている。

16. Martynov V. G., Molnar P. ほか., 強震予知問題からみたガルム地区の地震のスペクトル研究の予備結果. —論文集「ソーメ地震予知作業」, 第1巻, 第1冊, Dushanbe—Moskva, Donish <?>, 1976, 96—139頁.

マグニチュード 4～5 の地震発生に関連した弱震スペクトルの時間的变化が検討されている。強震の準備過程が、準備域の圧力状態の変化と関連があるならば、この変化を復元するためには、弱震のスペクトルとその発震機構に関するデータ総体を利用することが不可欠である。

17. Myachkin V. I., 地震の準備過程. — M. <モスクワ>, Nauka <出版社名>, 1978, 232頁.

地震透視および震源域付近で発生する物理的过程の研究結果がまとめられている。本書中で地震の準備過程、若干の地球科学的前兆現象の時間的および空間的变化特性が述べられており、震源域の地震透視に係る長期的研究の方針論および結果が説明されている。

18. Prozorov L. G., 強震に關係する地震活動度の変化. — 「計算地震学」第8冊,

M., Nauka, 1975, 71-82 頁.

強震準備区域に現れる地震活動に関する下記の 3 つの特徴について研究がなされている。すなわち、強震の直後に起こる遠方の将来の強震域周辺での余震の発生、将来の強震域における数および強さの上で異常な地震群の発生、および強震発生の前後における強震地域周辺の平均マグニチュードの変化に関する研究である。

19. Rulev B. G., 地震波の二重放射の予知的側面。—Dokl. AN SSSR, 221, № 6, 1318-1321 頁。

ガルム地域の震源は、時間的に連続して高周波および低周波の弾性波を放射する二重の震源という形をとっている。高周波および低周波のエネルギーの比の対数 (ΔK) の変化は、断層面に対する平均応力の変化によって説明される。弱震に対する ΔK の大きさの経時的变化は、強震の時刻と場所の予知前兆として利用できる。12 級の強震域は、全ガルム地域の 1966 年 10 月～12 月に弱震の ΔK 値が高くなったものとして抽出される。11 級の地震は、ここで検討されている方法による先行前兆としての抽出限界である。

20. Sagalova E. A., 1977 年 3 月 4 日カルパチャ地震の準備期間中の地震過程の特徴。Geofiz. sb. <地球物理論文集(ズボールニク)> AN USSR <ウクライナ・ソビエト社会主义共和国科学院>, 1978, 81, 3-9 頁。

1952 年～1976 年の間の $K \geq 11$ の地震に対して最も精度の高い観測によって、始めて大地震前の空間的-時間的地震過程発展の法則性が明らかにされた。すなわち、テクトニク的に原因となり、また、恐らく将来の破断方向を示している地域内の強震の震源の基本的な破断面と一致する将来の主震の 5 年前に狭い地域への震央の集結、将来の地震震源域の垂直等深面上への震源分布、Vrancha 地区における強震の破断面の卓越方向並びに最近 5 年間の地震の震央区域の縦軸に合致する将来の地震の震央に対する最大の地震の震央の移動の時間的連続性および以前には地震が観測されなかった地点における準備域の等深部での強い地殻地震の発生である。これらの法則性は、地震過程の発達特性をあらゆる地域において証明するのみならず、Vrancha の震源域にのみ固有の性質をも反映しているので、あるいは予知前兆として利用することが可能かもしれない。

21. Fedotov S. A., 1958 年 11 月 6 日 I trup <エトロフ> 破壊地震震源域の地震活動度と地震活動予知。—Izv. AN SSSR, Fiz. Zemli, 1959, № 1, 3-12 頁。

22. Filipas S. F., 太平洋地帯北西部地震活動度の若干の法則性について。—「現在の地殻運動」, Tartu, Izd-vo AN Eston. SSR, Int. Fiziki i astronomi <エ

地震の時間的前兆の探求—宮村・小原・須藤・浜田

ストニヤソビエト社会主义共和国科学院出版所、地球物理学－天文学研究所、1965,
366－375頁。

23.* Allen R., Brune J. N., *Relationship between large and small earthquakes in the southern California region.* — *Compt. rendu UGGI*, 1969, Part 1, p. 124－125.

24.* Ando Masataka, *Possibility of a major earthquake in the Tokai district, Japan, and its pre-estimated seismotectonic effects.* — *Tectonophysics*, 1975, 25, N1/2, p. 69－85.

25. Aoki Harumi <青木治三>, 地震予知のための微小地震観測. — *Fujitsu*, 1978, 29, No. 3, 371－374頁.

26. Berg E., *Relations between earthquakes and foreshocks stress and mainshocks.* — *Nature*, 1968, v. 219, N. 5159, p. 1141－1143.

27.* Evison F. F., *The precursory earthquake swarm.* — *Phys. Earth and Planet. Inter.*, 1977, N. 44, 19－23.

28.* Evison F. F., *Precursory seismic sequences in New Zealand.* — *N. Z. S. Geod. and Geophys.*, 1977, 20, N. 1, 129－141.

29.* Fedotov S. A., *Seismic preparation on the catastrophic Itrup earthquake, November 6, 1958, and regularities of its after-shocks.* — *Compt. rendu UGGI*, 1969, N. 15, part 1, 119 p.

30.* Grover J. C., *Forecasting of earthquakes correlation between deep foci and shallow events in Melanesia.* — *Nature*, 1967, 213, N. 5077, p. 686－687.

31.* Hagiwara T., *Prediction of earthquakes.* — *Earth's crust and upper mantle.* Washington D. C., Amer. Geophys. Union, 1971, p. 171－176.

番号肩に*印を付したものは摘要記事はあるが翻訳を省略したものである。

32. Kelleher J. A., Space-time seismicity of the Alaska-Aluetion seismic zone. — *J. Geophys. Res.*, 1970, 75, N. 29, p. 5745—5756.

33.* Kelleher J., Savino J., Distribution of seismicity before large strike-slip and thrust-type earthquakes. — *J. Geophys. Res.*, 1975, 80, N. 2, 260—271.

34.* Mogi Kiyoo, Some features of recent seismic activity in and near Japan. 2. Activity before and after great earthquake. — *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, 1969, 47, N. 3, 395—417.

35. Muramatu I., Endo V., Simono H., e. a., Observation of micro-earthquakes in Mino district in Gifu Prefecture, Central Japan. — *J. Phys. Earth*, 1963, 11, N. 2, p. 35—48.

36.* Ohtake M., Matumoto T., Latham G. V., Seismicity gap near Oaxaca, southern Mexico as a probable precursor to a large earthquake. — *Pure and Appl. Geophys.*, 1977, 115, N. 1, 1—2, p. 375—385.

37. Okano K., Hirano I., Micro-earthquakes occurring in the vicinity of Kyoto, I. — *Spec. Contribs., Geophys. Inst., Kyoto Univ.*, 1964, N. 4, p. 63—74.

38.* Okano K., Hirano I., Seismic attenuation in relation to the tectonic force in the vicinity of Kyoto. *Bull. Disast.-Prev. Res. Inst.*, 1973, 22, N. 2, p. 97—110.

39.* Nanney C. A., Possible correlations between earthquakes and microseisms. — *Nature*, 1958, 181, N. 4612, p. 802—803.

40.* Press F. e. a., Earthquake Research in China. — *EOS, Amer. Geophys. Union*, vol. 66, N. 11m, 1975, p. 838—881.

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

- 41.* Ryall Alan, *Earthquake hazard in the Nevada region.*
— Bull. Seism. Soc. Amer., 1977, 67, N. 2, p. 517—532.
- 42.* Sekiya Hiroshi, Tokunaga Kiichi, 遠州灘付近の地震静穏地帯, —
Quart. J. Seism. <験震時報>, 1975, 39, N. 4, p. 83—88頁.
- 43.* Sekiya Hiroshi, 地震前の地震活動とその地震予知における意義. — Zisin
<地震>, 1976, 29, N. 3, p. 299—311.
44. Zhu Chuan-zhen, Shi Ru-bin, Luo Sheng-li, An Zhen-men.
Shiker, Sin-tszyan (中国)地区の微小地震の波のスペクトルの予備的研究. —
Ditsyuli syuebao, Acta geophys. sinica, 1975, 18, N. 4, 256—268頁.
地震予知のために微小地震を利用する可能性についての問題を研究した。より大きい地震に先行する微小地震の波のスペクトル変化の特性の解析がなされた。観測の方法と結果が述べられてある。
- 45.* Suyehiro Sh., Sekiya H., Fore-shocks and earthquake prediction. — Tectonophysics, 1972, 14, N. 3—4, p. 219—225.

b) 地震波速度の時間的变化

1. Arnol'd E. P. <E. P. Arnold>, Prozorov A. G., 強震の時間予報のためにP波着震時の不ぞろいを利用する可能性について. — Dokl. AN SSSR, 1975, 224, № 6, 1308—1311頁.

エジンバラの国際地震センターの資料により, $M \geq 7.5$ の地震の 2° の範囲にある世界の地震観測所におけるP波着震時の偏差を調べた。地震前1年半地震波速度の顕著な減少が明らかにされた。偏差の急変で地震の時間的予報の出し方がきめられた。この出し方で1966—1972, $M \geq 7.5$ の16の地震を37観測所の資料について調べた。目的を達しないものはなかったが、時間的に違ったものは50%あった。

2. Galkin I. N., Dolbilkina N. A., Myachkin V. I., 海での地震波研究に際しての振幅測定の精度について. — Izv. AN SSSR, Fizika Zemli, № 11, 1969.

地震の前兆を探すためには、地震震源地帯を通過する弾性波伝播特性の時間的变化の観測が不可欠であるが、特に震源と受震点の位置が変わらない場合の振幅測定の精度の評価が必

要である。

3. 地震波伝播速度の時間的变化. I. 地震の予報について. -地質ニュース, 1970, №194, 15-19頁.

4. Malamud A. S., 強震のひとつの可能な予知徵候について. - Dokl. Akad. Fan-khoi RSS Tochinistoy <?>, Dokl. AN Tadzh. SSR, 1974, 17, №1, 31-34頁.

強震の前に水平動、上下動成分の記象の振動継続時間の比 t_h/t_v の値の特徴的变化が観測された。準備期間は 2 ~ 5 ヶ月続く t_h/t_v 比の減少で始まり、地震の数日前に平均またはそれ以上の比をもつ地震が発生し、これが予知前兆の性質をもつとみなしうる。

5. Myachkin V. I., Dolbilkina N. A., カムチャツカ沿岸での地震縦波速度の変化とその地震活動との関係. -「震源地帯の地震学的解明」, M., 1976, 148-157頁.

速度变化と地区の地震活動状況との関係が明らかにされた。短時間变化の認められたのは、1966 - 1972 年において、そのときまたは直後に強震が発生した期間であった。11 ~ 14 級地震と短時間変化との関連は 8 回検証された。5 回は地震前に速度減少が、2 回は速度増加が認められた。長時間変化は観測期間 (1966 - 1972) において、地震震源地帯を横断および並行の方向で、平均 0.6 - 0.2 % の速度減少であった。

6. Nersesov I. L., Nikolaev A. V., ガルム予知多角形(ポリゴン)<試験地区>における遠震 P 波振幅変動構造の時間的变化. - Dokl. AN SSSR, 1977, 232, №4, 794-797頁.

ガルム予知試験地区の 15 観測所におけるカムチャツカと日本地区からの地震記象資料について平均水準からの振幅対数の偏差の相関が研究された。地震間隔の増大と地震観測所での振幅変動の相関の減少によってあらわされる振幅場の空間構造の時間的变化が見いだされた。これは地殻内の水平的不均一性の変化に制約される。平均的な規則性にかなって、ガルム試験地区の中央で 1969 年 3 月 22 日に起こった強震に関係した急激な振幅変化も認められた。

7.* Khasegava Isao, Iidzuka Susumu, 爆破地震法による地震波速度の時間的变化の観測、序報、実験的多角形(ポリゴン)の背景地震活動について. - 地質調査所月報, 1969, №4, 261-294頁.

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

8.* Kanamori H., Fuis G., Variation of P-wave velocity before and after the Lalway Lake earthquake ($M_L = 5.2$) and the Goat Mountain earthquakes ($M_L = 4.7, 4.7$) in the Mohave Desert, California. — Bull. Seism. Soc. Amer., 1976, 66, No. 6, 2017–2037.

9.* Miyamoto S., Anomalies of seismic wave velocity before and after the Fukui Earthquake. — J. Seism. Soc. Japan, 1956, v. 9, N. 1, 47–56.

10.* Okada Hiromu., 近地深発地震の $S_C S$ 波の前兆と北海道の上部マントルの構造. — 地震, 1–71, 24, N. 3, 228–239 頁.

11.* Rikitake T., Earthquake Predictions. — Earth Sci. Revs., 1968, 4, N. 4, 245–282.

12.* Robinson R., Wesson R., Ellsworth W., Variation of P-wave velocity before the Bear Valley, California, earthquake of 24 February, 1972. — Science, 1974, 184, N. 4143, 1281–1283.

13.* Ryall A., Savage W. U., S-wave splitting : key to earthquake prediction. — Bull. Seism. Soc. Amer., 1974, 64, N. 6, p. 1943–1951.

14.* Utsu T., 地震前の P 波速度値低下地域の決定. — 地震, 1975, 28, N. 4, 435–448.

15.* Wesson R. L., Robinson R. e. a., Search for seismic fore-runners to earthquakes in central California. — Tectonophysics, 1977, 42, N. 2, 111–126.

16.* Wesson R. L., Searching for seismic precursors to earthquakes in Central California. — Earthq. Inform. Bull., 1978, 10, N. 2, 51–54.

17. Wyss M., Holcomb D. J., *Earthquake prediction based on station residuals*. -Nature, 1973, 255, N. 5421, 139-140.

18.* Wyss M., *Will there be a large earthquake in central California during the next two decades?* -Nature, 1974, 251, N. 5471, 126-128.

19.* Wyss M., *Precursors to the Garm earthquake of March 22, 1969.* -J. Geophys. Res., 1975, 80, N. 20, 2926-2930.

c) V_p/V_s 比の異常変化

1. Zubkov S. I., Kushnir G. S., Dolbilkina., 弹性波による地震の前兆について。-論文集「震源地帯の地震波検査」, M., 1976, 171-194頁。

地球上の異なった地域での $K = 8 \sim 17$ 級の地震の前に観測された地震および人工爆破の弾性波 (V_p , V_s および V_p/V_s) 伝播特性の異常に関する分析研究が行われている。弾性波による地震前兆検出の可能性は、実験時に実現された観測システムいかんによることが示されている。方法論的な見地からは、最も好ましい探査用衝撃は、座標にしっかりと固定された爆破であるという結論が出されている。

2. Medzhitova Z. A., Chui 盆地とその周辺山地における縦波と横波の速度比の空間-時間分布。-北天山の地殻構造と地震活動度, Frunze, 1978, 82-89頁。

Chui 盆地とその周辺山地域の V_p/V_s 変数による区分が行われている。調査地域の地殻の 5 ~ 25 km の深度で大体 ($K = 11 \sim 12$) の地震でかこまれる、速度比 V_p/V_s 低下の異常域が区別される。強震準備域における強震前の速度比 V_p/V_s の変化が指摘されている。地震準備域の期間と大きさの地震エネルギーとの実験的な関連が求められている。

3. Myachkin V. I., 山はねと地震の予知について。-論文集「地震波的研究法」, M., Nauka, 1966, 98-102頁。

ソ連邦科学アカデミー地球物理研究所のモデル化実験室において、岩層の加圧状態および破壊の研究のため、下記の 2 つの地震学的研究方法が開発された。つまり、1) 人工的な地震の場の方法 および、2) 自然地震の場の方法 である。

Garm における研究により、いくつかの地震の前には、10 % にまで達するようかなり

地震の時間的前兆の探究一宮村・小原・須藤・浜田

大きな縦波、横波速度比 V_p/V_s の変化が認められることが明らかにされた。さらに V_p 、 V_s の絶対速度の著しい変化についても言及されている。高圧実験によって約 800～1000 kg/cm² の全面的な圧力を受けている硬い岩層では、さらに 500 kg/cm² のオーダーの圧力を加えた時ですら、1～2% 以上の縦波の速度変化を期待することは困難であることがわかっている。それ故に G. A. Gamburtsev にならって、地殻は地震上の継目によるブロックに分けられること、つまり十分に長い地震波にとって不均質な粒状の媒体であると推定することができる。こうしたモデルで様々な方向に対する種々の速度変化も、また、変化過程の可逆性をも、うまく説明することが可能になる。

4. Nersesov I. L., Semenov A. N., Garm 地区の地震の震源のための横波と縦波の走時比と振幅比の空間一時間的分布による地震予知の可能性。—Tr. III Vses. simposium po seismich. rezhimu, 1968, Ch. I. Novosibirsk, Nauka, 1968, 89～90 頁。

t_s/t_p および A_s/A_p の相関図が作られ、検討されている。強震前に走時比の法則的な変化が観測されることが明らかにされている。地震準備はある最小限度に達するような値の減少に始まり、走時比は正常な値まで増加し、この時に地震が発生する。 A_s/A_p 値は地震準備期間中変化する。 t_s/t_p の異常な相関関係は、 A_s/A_p の異常値に対応している。

5. Nersesov I. L., Semenov A. N., Simbireva I. G., Garm 地区における横波と縦波の走時比の空間一時間的分布。—論文集「実験地震学」, M., Nauka, 1971, 334～345 頁。

Garm 地区における局地的な弱震のデータによる S 波と P 波の走時比の研究に基づいて、この相関関係は面積についても、深さの上についても変化しうるものであることが判った。包含される面積と比べて、速度比低下で特徴づけられる範囲が区別されている。この範囲が強震域 ($K \leq I$) と推定されることが指摘されている。強震震動の震源域から出る弱震の横波と縦波の走時比の研究の結果、速度比は地震準備期において変化するという結論に達した。この値の変化は、強震の前兆として用い得る。

6. Semenov A. N., 強震前の横波と縦波の走時比の変化。—Izv. AN SSSR, Fizika Zemli, № 4, 1969.

ガルム地区の種々の地点で発生した地震の横波、縦波の走時比の値、 V_p/V_s の変化に対する観測の結果が発表されている。震源区域で t が変化することおよび岩層変形の一般的な図式が説明されることが示されている。

7. Sobolev G. A., Slavina L. B., Kamchatkaの強震前の V_p/V_s 変化. —Dokl. AN SSSR, 1977, 233, №1, 81—84頁.

マグニチュード $M = 7.2$ (1971年) および $M = 6$ (1972年) の2つの強震が発生した Kamchatka の Avachinsk 湾域での、1967年から1974年にわたる期間の V_p/V_s 变数の研究結果が述べられている。Avachinsk 湾域では、 V_p/V_s 平均値と比較して増加が観測されたことが示されている。この地方の地震区域の状態は、時間の経過によって変化する。 $M = 7.2$ および $M = 6$ の強震の前には、将来の地震源域では V_p/V_s 値の減少および場の勾配の増加が認められた。最新部では、 V_p/V_s の最小値および最大勾配は、地震前の数カ月前に達した。異常部分の線的な大きさは、約100kmである。 V_p/V_s の単位値の大きさは、かなりの程度まで弱震震央の相互配置に掛かっている。これらの指標は、地震予知のために利用しうる。

8. Sobolev G. A., Slavina L. B., Kamchatka の強震前の V_p/V_s の空間的時間的变化. — Izv. AN SSSR, Fiz. Zemli, 1977, №6, 91—97頁.

本研究を行った Kamchatka の地震活動域 (Avachinsk および Kronotskij 湾) では、高値域と低値域との分布は固定されたままのものではない。 $K = 14$ の地震の数カ月前に将来の震源域では、 V_p/V_s 値の低下現象が認められた。 $K = 16$ の地震の前には、 V_p/V_s の低下が4年以上の期間にわたって生じ、局地的最小値は地震の1カ月前に認められた。具体的な弱震と種々の観測所用に算出される V_p/V_s の値は、将来の強震震源に対する弱震震源と観測所の配置に掛かっている。 V_p/V_s 値低下と V_p/V_s 範囲の高勾配区域の空間的な局地化は、Kamchatka での $K = 14$ の地震の地点と時刻の評価のための予知前兆の役割を果たしうる。

9. Shamina O. G., Strizhkov S. A., 破壊の地震波的前兆. — Dokl. AN SSR, 1974, 217, №6, 1307—1309頁.

地震前の速度比 V_p/V_s の変化は、割目形成によってひき起こされるという仮説を確認する目的で、震源における主断層の類似物である割目の準備域の弾性波による探査に関する室内実験が行われた。実験は、雪花石膏 (アラバスター) の乾燥試料 ($100 \times 100 \times 15\text{mm}^3$) に対して、片面圧縮という条件で行われた。傾斜割目は、試料作成時に初期割目を模して試料上につけられた割れ目により、所定の場所で開始した。実験に際しては、荷重と試料の全体的ひずみとが記録された。80%の場合で主要割れ目発生前に V_p/V_s の減少とそれに続く増大、つまりこれを背景に割れ目の形成が完了するものが観測された。他の場合では、 V_p/V_s の不規則な変化が観測された。実験データと自然条件の下での野外観測との比較対照は、良好な結果の収束性を表わすが、これは上記の仮説を証拠づけるものである。

地震の時間的前兆の探究－宮村・小原・須藤・浜田

10. Khasegava Isao, 地震波伝播速度の調査による地震の予知. -工業技術, 1975, 16, No 1, 25-31頁.

11.* Aggarwal J. P., Sykes L. R. e. a., Premonitory changes in seismic velocities and prediction of earthquakes. -Nature, 1973, 241, N. 5385, p. 101-104.

12.* Boore D. M., McEvilly T. V., Lindh A., Quarry blast and earthquake prediction : the Parkfield, California earthquake of June 28, 1966. -Pure and Appl. Geophys., 1975, N. 1-2, p. 293-296.

13.* Brace W. F., The physical basis for earthquake prediction. Technol. Rev., 1975, 77, N. 5, p. 26-29.

14.* Brander J., When do earthquake occur -New Sci., 1976, 69, N. 987, p. 342-344.

15. Feng De-yi., 1974年5月11日地震の前の地震波速度比の異常変化.
-Ditsyu uli syuebao, Acta geophys. sinica, 1975, 18, N. 4, p. 235-239.

1974年5月11日Yunshan-Daguan <四川省か?>地震 ($M = 7.1$) の前8年5カ月の間, 将来の震源地方に V_p/V_s 比の変化が観測された. 震源を囲む広い地帯における V_p/V_s 減少の長い期間の後, はじめ周縁地帯で増加しはじめ, 次いで震源の方へ及んだ. この比は異常期間の始めと終わりでは同一の最大値に達した. この地帯の $M \geq 5$ のすべての地震は異常期間の始めと終わりの近くで発生し, それらの各事件のうちに短期間の V_p/V_s の上昇が認められた. 速度比の異常地帯の方位は, 主震の震源における応力軸の方向と相関がある.

16. Feng Te-vi e. a., 近地地震の地震波速度の異常と地震の予報. -Ditsyu uli syuebao, Acta geophys. sinica, 1974, 17, N. 2, p. 84-98.

1970年12月3日地震 ($M = 5.7$) の震源周辺地帯における観測による V_p , V_s および V_p/V_s の平均値は地震前多くの月の間, 頗著に減少した. 速度の異常行動は V_p/V_s の時間的異常と相関がある. 速度の異常な地帯は伸びた形をして, P波初動の符号の分布地震と

大体一致している。地震の前後のこれらの異常の物理学的解釈を考え、地震予報のためにこの現象を利用する方法を提案する。

17.* *Fitch Th. J., Rynn J. M. W., Inversion for V_p/V_s in Shallow source regions.* —*Geophys. J. Roy. Astron. Soc.*, 1976, 44, N. 1, 253—267.

18.* *Furusawa T., Akamatsu J. e. a.,* 桜島火山とその周辺地区における地震活動と地震波の異常伝播について. —火山, 1977, 22, N. 2, p. 101. <西潔, 加茂幸介, 古沢保, 赤松純平, ほか多数>

19.* *Griggs D. T., Jackson D. D. e. a., Earthquake Prediction: Modeling the anomalous V_p/V_s source region.* —*Science*, 1975, 187, N. 4176, p. 537—540.

20.* *Gupta I. N., Premonitory variations in S-wave anisotropy before earthquakes in Nevada.* —*Science*, 1973, 182, N. 4117, p. 1129—1132.

21.* *Gupta I. N., Premonitory seismic-wave phenomena before earthquakes near Fairview Peak, Nevada.* —*Bull. Seism. Soc. Am.*, 1975, 65, N. 2, p. 245—437.

22.* *Gupta I. N., Premonitory changes in t_s/t_p due to anisotropy and migration of hypocenters.* —*Bull. Seism. Soc. Am.*, 1975, 65, N. 5, p. 1487—1493.

23.* *Hasegawa A., Hasegawa T., Hari Shuichiro., Premonitory variation in seismic velocity related to the South eastern Akita earthquake of 1970.* —*J. Phys. Earth*, 1975, 23, N. 2, p. 189—203.

24.* 早川正巳, 飯塚進, V_p/V_s 変化を説明する機構. —地震, 1976, 29, N. 4, p. 339—353.

地震の時間的前兆の探究一宮村・小原・須藤・浜田

25.* Hedayati A., Braudor I. L., Mason R. G., *Instranus <Instances> of premonitory crustal velocity ratio changes in Iran.* —*Tectonophysics*, 1978, 44, N. 1—4, p. 1—6.

26.* 飯塚 進, V_p/V_s の時間的变化と 1968 年十勝沖地震と関連ある若干の問題. —地震, 1976, 29, N. 3, p. 247—263.

27.* 飯塚 進, 北海道根室半島東方の大地震と関連ある V_p/V_s 比の時間的变化. —地震, 1976, 29, N. 3, p. 247—263.

28.* 飯塚 進, 松代地震群に関連する地震波速度の時間的变化. —地震, 1976, 29, N. 4, p. 365—367.

29.* 飯塚 進, 駿河湾周辺における V_p/V_s の時間的变化の研究. —地震, 1977, 30, N. 3, p. 307—316.

30.* McGarr A., *Earthquake Prediction. absence of a precur- sive change in seismic velocities before a tremor of magni- tude 33/4.* —*Science*, 1974, 185, N. 4156, p. 1047—1049.

31.* Progress in earthquake prediction. —*Calif. Geol.*, 1974, 27, N. 8, p. 188—189.

32.* Ohtake M., *Change in V_p/V_s ratio related with occurrence of some shallow <earthquakes> in Japan.* —*J. Phys. Earth*, 1973, 21, N. 2, p. 173—184.

33.* Smith p. J., *Earthquake prediction.* —*Nature*, 1974, 252, N. 5478, p. 9—11.

34.* Sobolev G. A., Slavina L. B. *The spatial and temporal changes in V_p/V_s before strong earthquakes in Kamchatka.* —*Pure and Appl. Geophys.*, 1977, 115, N. 4, p. 1047—1060.

35.* Terashima T., Change of V_p/V_s before the large earthquake of April 1, 1968, in Hyuganada, Japan. —Bull. Int. Inst. Seism. and Earthquake Eng., 1974, 12, p. 17—29.

36.* Van Wormer J. D., Gedney L. D., e. a., V_p/V_s and b-values : a test of the dilatancy model for earthquake precursors. —Geophys. Res. Lett., 1976, 2, N. 11, p. 514—516.

37.* Wang Chi-Yuen, Earthquake prediction and oriented Microcracks in rocks. Nature, 1974, 251, N. 5474, p. 405—406.

38.* Wang Chi-Yuen, Goodman R. E., Sundarm P. N., Variations of V_p and V_s in granite premonitory to shear rupture and stick-slip sliding : application to earthquake prediction. —Geophys. Res. Lett., 1975, 2, N. 8, p. 309—311.

39. Wittlinger G., Haessler H., Pho Hoang Trong, Etude des variations temporelles du rapport V_p/V_s pour les repliques aux seismes du Frioul de 1976. 1976年のFrioule<Friuli>地区余震の V_p/V_s 比の時間的变化の研究. —C. r. Acad. Sci., 1977, 284, N. 21, B 479—B 482.

フリウリ地区で78日間にとれた1000以上の地震記象を調べて、得られた V_p/V_s 比解析の結果を述べた。顕著な地震の前には、比が強く変化することが認められる。

40.* Whitcomb J. H., Garmany Jan D., e. a., Earthquake prediction : variation of seismic velocities before the San Fernando earthquake. —Science, 1973, 180, N. 4086, p. 632—635.

II — 2. 地震の再来性の統計と予知

1. Alekhin Yu. M., 1973年のカリフォルニア地震地帯における地震増加の予知—Tr. Leningr. gidrometeorol. in-ta, 1972, vyp. 47, 99—109頁. <レニングラード水—気象研究所報告第47集>

地震の時間的前兆の探究－宮村・小原・須藤・浜田

予知は、1923年から1969年にわたるカリフォルニア地震地帯における、マグニチュード $\geq 5\frac{1}{4}$ の強震に関するデータに基づいている。カリフォルニアにおける1971年前半の地震活動度の増大、1972年の静止状態および1973年始めの急激な増大が予知されている。1973年の始めには、3～5のM=6の地震が予知されている。

2. Antsiferova N. G., 動力学的現象の危険性の統計的地震予知。—Tr. III-go Vses. simposiuma po sejsmich. rezhimu. <第3回地震状況(レジーム)シンポジウム報告>, 1968, Ch. 2, Novosibirsk, Nauka, 1969, 142-147頁。

単位時間内の地震音響学的衝撃(インパルス)数の分布近似のための、負一二項的分布の利用が述べられている。 χ^2 (カイ²)乗検定によって一致が検証された。この分布に基づいて、単位時間内衝撃量の2%の増加を含んだ開発危険域を予知することができる。タシケント地震の余震の継起も、負一二項的分布を示していることが明らかにされている。

3. Buné V. I., Tadzhikistan の Vakhsh 地区における強震の再来性予知の試み。—Tr. In-ta Fiz. Zemli AN SSSR, 1964, №33, 100-117頁。

強震の明白な再来性とその発生可能地点に関するデータを得るために、Vakhsh 地区において行われた地震学的調査について述べられている。多数の弱震に対する観測を利用すると、かなりの確信をもって強震の明白な再来性を判断することができる。種々の時間周期に対する観測によってまとめられた再来性グラフの諸パラメータの計算結果が考察されている。種々の時間周期に対する観測によってまとめられた地震活動グラフが比較されている。25年間で強震(K=11)の発生頻度が一番高いのは、2～3年間の弱震に対する観測によって区分される高地震活動域であることが示された。1907年～1962年の間の激震の震央図、臨時地震観測所ネットワーク図、地殻最上層の爆破走時曲線並びに速度断面図に関するデータ、再来度グラフおよび地震活動度図が引証されている。

4. Buné V. I., 天山南部地帯における強震の場所と時との予知の問題。—論文集:Fiz. osnovaniya poiskov metodov prognoza zemletryas. <地震予知法探索の物理学的基礎>, M., Nauka, 1970, 64-83頁。

中央アジアの弱震および強震について手持ちのデータを、天山南部地帯の強震の場所と時との予知に利用する可能性という視点から検討したもの。地帯内の大地震データの分析によって、破局的地震(M $\geq 7\frac{1}{2}$)は、順次地帯の東部、西部および中央部に起こったことが明らかになった。破局的地震および余震段階のうちに静止期がきて、M ≥ 6 の地震は20～50年の間は発生しない。所与の強震に関する統計データは、来るべき10～20年の間に、強震(M $\geq 7\frac{1}{2}$)が最も起こりやすい地域を選び出すには、不十分である。弱震の状況の

変化に対するより詳細な観測が不可欠である。地震状況に対する観測を行うべき強震準備区域の大きさの問題が考察されている。

5. Buné V. I., ソ連邦の地震活動地帯における震動の再来性の平均周期評価のための強震 ($K \geq 12$) についての資料の利用。—論文集「工学的地震学の諸問題」第14集, M., Nauka, 1971, 79-84頁。< K はソ連で地震のエネルギーをあらわすのに用いられる量であり, M との関係は大体, $K = 1.8M + 4.3$ であらわされ, $K \geq 12$ は大体 $M \geq 4.5$ とみてよい>

地震状況のパラメーター類に関するデータ利用に基づいて、震動再来平均周期評価のための原理が述べられている。例として、ソ連内の13の地震活動域についての評価計算がなされている。震動再来平均周期は、100年に1回から10000年に1回まで、大きな範囲の中で変化する。全15の地域の震動再来平均周期は、11000年に1回である。

6. Buné V. I., Polyakova T. P., ユーラシア大陸で大地震を準備している地域の地震活動度。—論文集: Vopr. kolichestv. otsenki sejsmich. opasnosti <地震危険度の定量的評価の諸問題>, M., Nauka, 1975, s. 9-31頁。

大地震は、余り高くない地震活動度を背景にして起こっている。コーカサスおよびザグロス山脈(イラン)の強震直前6~8年間の地震活動度の問題が詳細に検討されている。

7. Vladimirov O. A., 北極地方における地震の若干の統計的特性。—Izv. Vses. geogr. o-va <全ソ地理学会時報>, 1966, t. 98, №5, 442-444頁。

8. Gajskij V. N., 地震活動度地図の助けによる地震の再来性の決定について。—Izv. AN SSSR, Fizika Zemli, 1967, №6, 16-27頁。

9. Gajskij V. N., Katok A. P., 強震の再来性の評価のための極値理論の採用。—論文集: Dinamika zemn. kory <地殻の動力学>, M., Nauka, 1965, 9-14頁。パミール、ヒンズークシ地域の強震再来性評価のため、Gumbelの極値理論が用いられた。種々のエネルギー階級 ($K \geq 11$) で極値理論に基づいて、6年間の観測による実測値の再来性と、2昼夜の間の第1四半期の地震反復性の比較がなされた。誤差の範囲内で良好な一致が得られた。

10. Golenetskij S. I., Myl'nikova G. L., Pribajkal'e <沿バイカル>の地震受震度。—地球の地質学的歴史における地溝生成の役割, Novosibirsk, 1977,

129 - 136 頁.

受震度 < sotryasaemosti = Shakability, defined by Riznichenko > の計算によつて、所定の級の受震の地球表面上の所定の点での平均反復頻度の予知が可能である。計算は電子計算機で、 Yu, V. Riznichenko の方法によって行われた(1966年)。これには地震再来法則パラメーター(再来度グラフの角度係数の単位面積の地震活動度 A_{10})、距離による受震減衰法則パラメーター(強震公式の係数 B, S, C)および最大可能地震諸資料(K_{max} 図)が用いられた。計算の内容が述べられている。受震度地図は、7, 8, 9, 10 級に等しいか、それ以上の級について作られた。計算は基本的にこの地帯で最も地震活動度の高い区域として、バイカル・リフトの特質を明らかにしている。ザバイカル地帯については、計算はより妥当であるが、これを基にしてこの区域の受震性は無視してもよいと断言することができる。後続受震間の等時線はリフト系に沿って伸びており、横方向に甚しく集中している。最大の受震性は中央バイカル、 Tunkin 盆地およびリフト系の東北側面(Verkhnemujsk-muyakan 盆地、南 Mujsk 並びに Udokan 山脈、 Barguzin 山脈の北部域)に固有である。図によると第 7 級の最小受震再来期間は 50 年以下、第 8 級で 100 年、第 9 級で 500 年、第 10 級で 3000 年であり、これは地震再来グラフ研究の結果と一致する。

11. Gorbunova I. V., 地震の活動度と最大地震との相関について。—論文集：
Sejsmicheskij rezhim, Dushanbe, 1969, 75 - 90 頁。

東天山地域を基盤目に分け、それぞれについて地震再来度のグラフを作成し、その上で所定の活動度の K_{max} として年間には、それを超えない再来平均周期である $K = 9 \sim 11$ を選んだ。代表的な観測期間は 15 年間である。

12. Gotsadze O. D., Kavkaz<コーカサス>の地震の時間的分布統計。—Sakartvelos SSSR Metsnierebata Akademia. Geopizikis instituti. Shromebi, Tr. In-t geofiz. AN Gruz. SSSR, 1973, 31, 43 - 53 頁。

地震学的諸要素が決定され、地震観測所報告に記載された 9253 件のコーカサス地方の地震の継起が検討されている。継起は偶然事象の流れとして検討されている。この流れの数学的記述が与えられている。

13. Grin V. P., 地震の再来性グラフの傾斜の値の解釈について。—Izv. AN SSSR, Fiz. Zemli, 1976, № 6, 99 - 101 頁。

エネルギー別等級分けのシステムと再来性グラフの形との関係が指摘されている。エネルギー級 K を決定する伝統的な方法は、震源から発するエネルギーの一部分のみを考慮しているに過ぎない。Aptikaev のデータによれば、 K と全エネルギーの対数の関係は、非線型的

特徴がある。エネルギー別等級分けにおいて、この相関を考慮すれば、再来性のグラフの $K = 11 \sim 12$ の領域の屈曲部を解決しうる。グラフの傾斜は、特に小さな K について増大する。

14. Grin V., 地震活動度の表現の周期性と Chui 盆地南縁地震の再来性。—Stroenie zemnoi kory i sejsmich. Sev. Tyan, Frunze, 1978, 63-81 頁。
＜天山北部の地殻構造と地震活動度＞

地震活動度の空間的-時間的法則性に関するデータが引用されている。地震活動活性期と静止期の交代から成っている。地震過程の周期性に関する結論が出されている。これらの一時的な間隔の各々について数量的な評価がなされている。地震活動度活性化の時期は、弱震の活動度の相対的な増大と再来度グラフの傾斜の減少に特徴づけられる。

15. Gubin N. E., 地震の予知について。—Izv. AN SSSR, ser. geofiz. 1964, № 9, 1292-1299 頁。

将来起こり得る強震の再来頻度予知は、下記諸事項を基とした複雑な地震統計学的方法によって実現されるかもしれない。すなわち、種々の地震発生構造複合および大断層域での弱震と強震の頻度の相関、並びにこれらの複合構造と断層域における地震状況変動の法則性である。

16. Gusev A. A., 地震活動度の統計による地震の予知。—論文集 : Sejsmichnost' i sejsmich. prognoz, svojstva verkhnej mantii i ikh svyaz's vulkanizmom na Kamchatka. Novosibirsk, Nauka, 1974, 109-119 頁。

数学的統計諸方策を用いた地震予知の構想とその品質評価の問題が検討されている。カムチャツカ地震目録の分析に基づいて、将来の強震に関する情報を持った弱い地震活動性の諸パラメーターが発見された。認識論の方法により予知のアルゴリズムが構想された。無関係な諸データに対する実験でこの方法の有効性が確認された。

17. Zhuravleva L. A., Shumilina L. S., 和達グラフによる地震発生時刻決定精度の評価について。—Vychislit. tsentr. Sib. ot. AN SSSR, Prepr. 1977, № 83, 16 頁。

和達の方法による地震発生時刻決定の誤差評価法を述べる。カムチャツカ地震のカムチャツカの観測網による T_0 決定誤差の評価が得られた。＜和達ダイヤグラムのことであるから、地震予知には関係ないと思われる。＞

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

18. Zorin Yu. A., Novoselova M. R., 沿(プリ)バイカリエの地形学的、地球物理学的パラメータによる長期的地震活動度の予報。—論文集「地震危険度の定量的評価の諸問題 (Vopr. kolichestv. otsenki sejsmich. opasnosti)」M., Nauka, 1975, 82-85頁。

地震活動度地図から、平均高度勾配係数とアイソスター異常の地図が作られた。これらの著しい類似が明らかになった。バイカルのリフト地域は、全ての表示値でより高い値に一致する。多数相関による760群の値から得られる回帰方程式を用いて、著者は全体的特性がもとの地震活動度の地図とは似ているが、それと同時に若干の地点でこれと異なっているバイカル・リフトの長期的地震活動度の予報図を作った。

19. Ibragimov R. N., Abdullabekov K. N., 西天山の強震の周期性について。—Uzbek. geol. zh., 1974, №4, 42-45頁。

西天山地域は地震学上は 1) Gissaro-Kokshaal' 2) Turkmen 3) Yuzhno-Fergan <南フェルガナ> 4) Kurshabsk 5) Severo-Fergan <北フェルガナ> 6) Pritashkent <タシュケント周辺> 7) Kyzylkum に分けられる。全ての地区において、約40年の周期の地震活動度の周期的現象が見ら、地震活動活性現象時にはこれらは“A”および“B”的2グループに分類される。“A”グループ (Gissaro-Kokshaal, Turkestan, Yuzhno-Fergan 地区)では、すべての強震が(1824, 1904, 1944年)±9年の間に発生しており、一方“B”グループ (Kurshabsk, Severo-Fergan, Pritashkent, Kyzyrkum 地区)では(1887, 1927, 1967年)±8年に発生している。各地区別々に長期予報が行われている。

20. Ikromov M. I., 地震の数の時間的予報について。—論文集：Materialy 3j-Ob•edi.nauchn. konferentsii uchenykh g. Samarkanda. Ser. gumanitarn. i estestv. n. <第3回サマルカンド市科学者総合科学会議資料、人文および自然科学シリーズ> サマルカンド大学, 1961, 268-270頁。

21. Klushin I. G., 強震の確率の評価—Izv. AN SSSR, Fiz. Zemli, 1971, №6, 69-70頁。

強震の確率の評価公式を導いた。

22. Kogan L. A., Romanov O. A., 小地域の地震危険度の定量的評価。—論文集「地震危険度の定量的評価の諸問題」, M., Nauka, 1971, 165-178頁。

地学的諸基準によって得られる構造運動過程の定常性、均質性の評価、地震発生源縫合部

分の地震エネルギー E_k 、地震源の配置を特徴づける偶発的な構造の定常性および均質性の評価とによって「局地的受震性」 B_1 の評価が行われている。 B_1 の計算によって、レニナバード市の土壤条件で、6～9級の震度の震動発生の危険確率の曲線が導かれている。

23. Kuchaj V. K., Ponomarev V. S., 地球物理学的および地質学的諸微候の統合による強震発生確率の評価。— Izv. AN SSSR, Fiz. Zemli, 1976, № 9, 33—40頁。

ソ連科学アカデミーおよび地球物理学研究所の地震学術探検隊によるガルム地区総合地球物理学的試験地域観測所の研究で、強震の震央地域は地学的および地震学的な範囲の諸特色（“諸微候”）に関して、選択的であることが明らかにされた。この結論は、単純な確率論の考え方と数学的統計を利用した結果もたらされた。本研究は強震発生評価の確率論的方法と、ガルム地帯の試験地域にこの方法を用いた結果を詳細に明かしている。

24. Kuchaj V. K., Ponomarev V. S. 論文「地球物理学上、地質学上の総合的微候による強震発生確率の評価」への補足。— Izv. AN SSSR, Fiz. Zemli, 1976, № 12, 117—120頁。

下記4種類の表が示されている。

- 1) ガルム地域の地震日報
- 2) ガルム地域の強震と地質学的および地震学的前兆との関係の確率
- 3) 強震と複合的（地質学的、地震学的）前兆との関係の確率
- 4) 地質学的および地震学的前兆の複合に応じたガルム地域での $K = 16$ の地震の再来性。

25. Lukk A. A., Garm 地区の弱震の空間的・時間的継続性。— Izv. AN SSSR, Fiz. Zemli, 1978, № 2, 25—37頁。<II-1a, № 15と同じ>

ガルム地域における弱震（ $K = 6 \sim 10$ ）の空間的・時間的連続性（小連鎖）が検討されている。5件あるいはそれ以上の事象から成る空間的・時間的地震小連鎖は、断面にかなり単純なネットを構成する相対的に狭い線型の区域で、限定された日時の範囲内で発生することが示されている。個別に見ると、これらの地域は地殻の破壊に対応している。一般的に地震の小連鎖は、地殻の地質の急速なひずみが発達している地域で生じると考えられる。この仮定によって、地震小連鎖のある地域のひずみの過程のある特性としてみなすことができる。強震予知の目的で、地震小連鎖の時間的密度変化を利用する可能性について意見が述べられている。

26. Mamdaliev Yu. A., 強震前後の地震状況パラメーターの変化。— Dokl. AN

地震の時間的前兆の探究－宮村・小原・須藤・浜田

Tadzh. SSSR, 1964, № 18, 11 – 14 頁.

Chuyan-Garon 地域で、1960年 10月 6日に起きた強震の前後の地震状況パラメータの変化が研究されている。検討の中には、1959年 3月 16日から 1961年 8月 16日迄のエネルギー級が 3 ~ 6 の地震が含まれている。強震の直前には地震再来度グラフの角度係数 $\langle b \text{ 値} \rangle$ が減少することが明らかにされている。

27. Nankai 大学数学部統計予知グループ、強震予知の数学的方法。—Ditsyu uli syuebao, Acta Geophys. Sinica, 1975, 18, № 2, 118 – 126 頁。

中国の大陸部における強震予知の数学的方法が提案されている。予知のために台湾および他の国々に 6 カ月の間に起きた地震に関するデータが用いられている。 $X > 0.53$ の場合、4 カ月内に中国領内で強震が起こる可能性がある。さらに分析することによって、近似的に地震発生可能地域が判定されている。

28. Myachkin V. I., Zubkov S. I., 地震前兆の総合図表。—Izv. AN SSSR, 1973, № 6, 28 – 32 頁。

様々な物理学的–機械的な地震前兆に関する現存文書データをもとに、地震エネルギーと前兆発生時刻の関係のグラフが作られ、解析されている。

29. Nejnkhofer Kh. <Neunhofer H.> 地震の震源の大きさと深さとに応じたエネルギーによる地震の反復頻度分布の対数的正規法則。—Tr. X-General' n. assamblei Evrop. Seismol. Komis., 1968, T. 2, M., AN SSSR, 1970, 89 頁。

様々な深さの震源を持つ、地震の総エネルギー分布に関するデータが得られている。異なるエネルギーの地震再来度分布法則のパラメーターに対する速度の遅い区域と、深い地震の区域との明確な影響が明らかにされている。

30. Riznichenko Yu. V., 地震の物理の諸問題。—Izv. AN SSSR, Fizika Zemli, 1966, № 2, 3 – 24 頁。

31. Riznichenko Yu. V., Bagdosarova A. M., 日本とカムチャツカの地震の反復的一般的法則性。—論文集 “Regional' n.” issled. sejsmich. rezhma, Kishinev, 1974, 50 – 65 頁。

日本海溝、日本列島弧および千島–カムチャツカ地帯の浅い(70 kmまで)地震活動性地域の地震活動と、近く発生可能な最大地震との法則性は、ユーラシア大陸性の地震活動度と同様である。

32. Riznichenko Yu. V., Zakharova A. I., 地震の反復の総括的法則. - Izv. AN SSSR, Fiz. Zemli, 1971, №3, 29 - 38頁.

地震のK値および周辺域の地震活動度Aの2つのパラメーターに関する地震数Nの、統計的分布が研究されている。この総括は1962年～1966年の中央アジアの地表地震観測資料処理に添付された。N(K, A)分布を最大地震K_{max}の判定に用いる可能性に関する問題が論じられている。

33. Riznichenko Yu. V., ソ連邦の新しい地震地域区分にあたっての地震危険度評価の定量的方法. -論文集「地震危険度の定量的評価の諸問題」, M., Nauka, 1975, 149 - 156頁.

ソ連科学アカデミー幹部会付属官庁間地震学、耐震建築評議会により、1968年認定された委員会の新しい地震危険度評価の定量的方法研究計画の基本が述べられている。基本計画にはかつては記述的に微小地震の等級で表現された種々の強度の地震受震再来度、つまり地震受震図の型で地震区分の地球物理学的な基礎を作り出すことが含まれている。最大計画にはさらに、地震受震強度の工学的、物理学的およびスペクトル時間的指標に対するマクロ地震学的強度が含まれている。

34. Suzyumov A., Mikheeva N., Postnikova T., 中央大西洋海嶺の地震活動の統計的特性. -「モスクワ大学地質学部第3回学術報告会議」, 1966, Tezisy dokl., M., 1968, 154頁.

35. Tamrazyan G. P., 最近1500年及至2000年間の地震活動の周期性について(アルメニアを例として) - Izv. AN SSSR, Ser. geofiz., 1962, №1, 76 - 85.

700年から1950年の期間のアルメニアの地震に関する事実資料をもとにして、地震活動の周期性が研究されている。この時間の合間に、地震活動が強まる時機と弱まる時機とが観測される。とりわけ、地震活動強化の半周期(45～70年)と同様な地震活動低下の半周期とが区別される。この法則に従えば、アルメニアおよびその周辺域で2000年～2060年にかけて、平均地震活動度が強まることが予想される。同様に、さらに長大な周期、つまり地震発展段階も指摘されている。地震活動度が高いそうした発展段階の1つは1625年から今日に至るものである。これらの他に、経時的により小さな、あるいはより大きな地震活動強化(低下)期間が区分される。こうして区分されたアルメニアの地震活動期間は、中国における最も大きな地震のデータとよく一致する。地球の構造(テクトニク)活動の強化(低下)は、明らかに地震活動度の強下(低下)を伴うものと考えられる。地球内部のエネルギー、ことに地震エネルギーの放出には一様な長さ(次数)の多数の期間が存在し、その総計

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

は表に示されている。しかしながら、地震の歴史過程の中で指摘される全地球上での地震活動強化あるいは低下は、地球内部の構造的圧力の時間的・空間的な移転である。空間的な地震活動域の移動現象によって乱される。ザカフカス、コーカサスおよびソ連内の他の地域と南および中央アメリカでのそうした移動の例が示されている。

36. Fedotov S. A., カムチャツカ、千島、東北日本の強震分布の法則性。—「工学地震学の諸問題、第10巻、地震の微細地域区分」、M., Nauka, 1965, 66-93頁。

37. Fedotov S. A., 地震のサイクル、定量的地震区分の可能性および長期的地震予知。ソ連邦の地震地域区分、M., Nauka, 1968, 121-150頁。

38. Tskhakaya A. D., Kavkaz <コーカサス>の地震活動の反復性グラフと地図。Izv. AN SSSR, Fiz. Zemli, 1965, № 8, 1-11頁。

コーカサスの地震活動性と地震状況の問題が研究されている。コーカサス全体と個々の地震活動性地域それぞれの地震反復性グラフが作られている。研究対象のすべての地域（コーカサス全体も含む）で、反復性グラフの傾斜はほぼ同一（0.52～0.56）であることが指摘されている。相対的な強震の再来頻度の高さが示されている。各々のマグニチュードにつき過去48年間のコーカサス地域の地震発生の日時分布がまとめられている。<反復性グラフ grafika povtoryaemosti とはマグニチュード頻度グラフのことと思われる>

39. Chomor D., ハンガリーにおける地震活動のサイクルについて—Izv. AN SSSR, Fiz. Zemli, 1974, № 11, 133-137頁。

1750年～1964年の微小地震資料分析に基づく地震の周期性に関する仮説。年間の分布から50年、25年、10年および6年の周期が定義される。月間あるいは一日の時刻については、地震発生時間分布の法則性は見い出されない。

40. Shenkova Z., Karnik V., 起こりうる最大地震を決める方法の比較—Izv. AN SSSR, Fiz. Zemli, 1974, № 11, 118-125頁。

M_{\max} 値について以下のような若干の評価が提案され、検証されている。

1. マグニチュード別反復性のグラフ<マグニチュード頻度分布>およびそのより大きなマグニチュードへの直線的（あるいは他の何らかの）外挿の分析を基にした M_{\max} の評価。
2. 地域におけるある数量の地震が特徴的な法則によって分布していれば、マグニチュードの大きなものは二重対数関数の型で分布しているという基本的な仮定をもったGum-

belの極値を利用した評価.

3. グラフ構成のきわめて明白な非一義性によって客觀性という要素が低下しているベニオフ・グラフの分析に基づいた評価.

4. 時間的なエネルギーの均等分割に関する Galanopoulos の仮定を考慮に入れたベニオフ・グラフの評価.

41. Shenkova Z., Shenk V., ヨーロッパの地震活動度の評価－論文集「地震前兆の探求」, Tashkent, 1976, 140-145頁.

1901年～1967年の間の浅い地震 ($M = 5 \sim 8$) の研究において、ヨーロッパの中の15の最も活動的な地域では、極値理論の変形により、強震発生の確率とその反復周期が得られた。より活動的な地域と地震活動が次第に減衰している地域について、 M に対する T の関係が4種類に分類されている。Stillによるヨーロッパのテクトニクと期間の良好な相関によって、再来周期は地震活動性の定性および定量的な基準となりうると考えられる。

42.* 河角 広, 南関東地区における破壊的地震のきざしと 69 年周期の証拠およびそれの対策の問題－地学雑誌, 1970, 79, №3, 115-138 頁.

43.* 宇津徳治, 地震の時間的分布についての若干の問題第Ⅱ部－北海道大学地球物理学研究報告, 1969, №22, 73-93 頁.

44.* 宇津徳治, 地震の時間的分布についての若干の問題第Ⅱ部－北海道大学地球物理学研究報告, 1969, №22, 95-108 頁.

45. Aki K., Quantitative prediction of earthquake occurrence as stochastic phenomena. -Geophys. Notes, 1955, v. 8, N. 1, p. 63-69. -偶然量としての地震頻度の定量的予報－「Slabye Zemletryaseniya <弱い地震>」. M., 1961, Izd-vo AN SSSR, 496-508 頁.

46. Berckhemer N., Ist das Problem der Erdbebenvorhersage lösbar? <地震予報問題は解決されているか?> VDI-Z, 1974, 116, N. 7, 495-499 頁

地震予報の統計的方法の基礎を考察する。強震の可能な前兆とその観測手段を記述する。強震の時間的予報のための前兆の総合的研究方法を論ずる。

地震の時間的前兆の探求—宮村・小原・須藤・浜田

47. *Buben I., Rudajev V., Über die Untersuchung einer Erdbebenserie in Erzgebirge, September 1962.* <エルツゲビルゲにおける1962年9月の連続地震の調査について> *Freiberger Forschungsheft*, 1965, C, N. 194, p. 157–181頁.

48. *Buben I., Statistical analysis and prediction of earthquake in the region Val Padana, Italy-Stud. techn. si econ. Inst. geol. si geofiz.*, 1975, D, N. 10, 275–289頁.

Val-Padana 地域の地震のマグニチュードMは不規則な時間的継続性を示すが、しかし、決まった時間間隔内では、ある僅かな規則性を示す。地震間の個々の間隔の移動平均と指数的平滑に基づく地震の継続性と予知の簡単な方法を発展させた。

49. *Caputo M., Properties of earthquakes statistics –Ann, mat. Pura ed. appl.*, 1976, 111, 185–193頁.

構造地震分布の物理的モデルを提出し、それにより与えられた断層系の反復周期公式を求め、また充分大きいエネルギー値についての反復性の図表を求めた。

50. *Castellani A., Sulla Valutazion del rischio di danni sismici in mancanza di registrazioni di macrosismi.* 地震に関する不充分な計器資料による地震被害危険度の評価について—*G. genio cibile*, 1968, 106, N. 7–8, 327–340頁。

破壊地震の確率の評価を述べる。この目的のためには震央地帯での強震記録の周波数スペクトルの研究が不可欠であることが示される。イタリアにおけるそのような資料がそろうには40年くらいが必要ということが示された。この問題の解決を早めるためには他の地方の資料と統計—確率論的計算の利用という二つの手段が提案された。

51.* *Chen Yei-Shan, Lin Panghui, An application of statistical theory of extreme values to moderate and long-interval earthquake prediction.* —*Ditsyu ili syubao, Acta geophys. sinica*, 1975, Sept., 6–22.

52.* *Chinnery M. A., North R. G., The frequency of very large earthquakes.* *Science*, 1975, 190, N. 4220, 1197–1198.

53.* Collins J. D., *The probabilistic significance of earthquake prediction.* -Bull. Seism. Soc. Amer., 1977, 67, N. 1, 243-244.

54. Enescu D., Marza U., Zamarca I., *Contribution to the statistical prediction of Vrancea Earthquakes.* -Rev. roum. geol. geophys., 1974, 18, 67-79.

1471-1975のフランチャ地方の地震活動の解析を行った。種々のエネルギーの地震の反復周期を決めた。EpsteinとLomnitz(1966)の確率モデルを用いて、地震力 $I_0 = 7 \sim 9$ に対する地震危険度(百分率で)の評価を行い、将来におけるその発生時期を示した。

55. Enescu D., Zamarca I., *Seismic risk estimations regarding the occurrence of large Vrancea earthquakes by the end of the 20th century-XI Vth Gen. Assem. Eur. seismol. Commis., Trieste,* 1974, Berlin, 1975, 77-81.

フランチャにおける1471年以降の強震の一連の観測の解析を行った。その外挿で著者はフランチャ地区の強震の若干の予報を得た。Epstein-Lomnitzの提出した確率モデルでこの地区における強震(MSK-6.4震度階 $I \geq 7$ の強さ)の発生確率を今世紀末までの期間について計算できる。その結果、 $I \geq 7 \sim 8$ ないし $I > 8$ の強さの地震の確率はそれぞれ0.8ないし0.68である。 $I \geq 8 \sim 9$ ないし $I = 9$ の確率は0.5ないし0.35である。

56. Enescu D., Ianas M., *Attempts at predicting earthquakes in Vrancea for the year 1975 and the periods 1976-1980 and 1981-1990.* -Rev. roum. geol., geophys. et geogr., Ser. geophys., 1975, 19, 27-35.

フランチャの地震活動の予報に1971-1974および1971-1980の期間についてパラメーター $E_s^{1/2}$ を利用する予知のウィーナー(1949)フィルターの方法を採用した。地震過程の活発化の時期と平静化の時期が分けられた。 $M > 6.8 \sim 7.0$ の地震は1990年より前には起こらないことが注意されるが($M = 7.4$ の強震は1940年に起こった)，それらは、フランチャ地区の現存の耐震的構造物は $M \geq 7.4$ の地震に耐えることができるから破壊を起こすことはないのだろう。

57.* Fedotov S. A., Gusev A. A., Boldyrev S., *Progress of earthquake prediction in Kamchatka.* Tectonophysics, 1972, 14,

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

N. 3 - 4, 279 - 286.

58. Ferraes S. G., *Test of process for earthquakes in Mexico City*. *J. Geophys. Res.*, 1967, v. 72, N. 14, p. 3741 - 3742.

59. Ferraes S. G., *Analisis estadisticos de intervalos de tiempo de la cendad <ciudad?> de Mexico*. メキシコ地区における継続的地震の時間間隔の統計的解析. —*Geofis. internal.*, 1967, N. 2, p. 43 - 52.

60. Ferraes S. G., *Statistical and probabilistic dependence between magnitude and time interval for Mexico City earthquakes*—*Tellus*, 1975, 27, N. 5, 529 - 537.

地震のマグニチュードと地震の時間々隔 (Δt) の資料がこれら 2 つの地震過程パラメーター間の関係の存在を決定する目的で研究された. Δt と M との相互関係の研究のために統計的確率的扱い方がとられた. 統計的扱いに際しては, 1940 - 1971 年にメキシコ市とその周辺でおこった $M \geq 4.5$ の継続した 250 の地震の資料が, Δt と M との間の無相関検定の目的で χ^2 - 規準の計算のために利用された. 地震のマグニチュードと次に続く時間々隔との間にある関係の存在することが示された. 引き続く地震のマグニチュードは先行する時間々隔の長さに関係するという点は, 統計的証明は見い出されなかった. 確率的扱い方の採用により大地震到来の確率は先行する時間々隔の続きの増加とともに増すことがわかった.

61. Furumoto A. S., *Seismicity of Hawaii. Part I. Frequency-energy distribution of earthquakes*. *Bull. Seism. Soc. Amer.*, 1966, No. 1, p. 1 - 12.

62.* 萩原幸男 ワイブル分布による<地殻歪と>地震発生確率の取扱い. 測地学会誌, 1973, 19, N. 3, 171 - 173.

63.* Hanks T. C., Hileman J. A., Thatcher W., *Seismic moments of the large earthquakes of the Southern California region*. —*Bull. Geol. Soc. Amer.*, 1975, 86, N. 8, 1131 - 1139.

64. Herrera T., Rosenblueht E., Roscon C. A., *Earthquake spectrum prediction for the valley of Mexico*. In: *3rd World Conf.*

*Earthquake Eng., New Zealand, 1965, Proc., v. I, Wellington,
New Zealand Inst. Engineers, 1966, p. 1-61, 1-74.*

65.* *Hsu Chung-tsi, Wei Kung-yi, e, a., 地震発生の確率—Ditsyuuli
syuebao, Acta geophys. sinica, 1974, 17, N. 1, p. 51-72.*

66. *Isacks B., Rage R., Comment on paper by C. Lomnitz sta-
tistical prediction of earthquakes. Author's reply. —メキシコ盆地
に予報された地震の範囲(スペクトル)—Rev. Geophys., 1968, v. 6, N. 1,
p. 99-102.*

67.* *Isacks B., Seismicity, regional tectonics and earthquake
statistics. —Trans. Am. Geophys. Union, 1971, 52, N. 5, IUGG
165-IUGG 170.*

68.* *Kagan I., Knopoff L., Earthquake risk prediction as a
stochastic Process. Phys. Earth and Planet. Inter., 1977, 14,
N. 2, 97-108.*

69. *Karnik V., Hubnerova L., The probability of occurrence
of largest european earthquakes in different periods. —Geophys.
Sb., 1969, (1972), 17, 65-78.*

実験的数値理論(グンベル)に基づき、1800-1900, 1901-1930, 1901-1955
および1901-1967等種々の長さの時間のあいだの観測資料により、ヨーロッパとその周
辺地域の種々の地震発生地帯に対し、最も確率の高い最大の強さの地震の評価を与えた。地
震過程は統計的であり、与えられた地震発生地帯中の強震は独立な事件であると仮定されて
いる。大きいマグニチュードのために観測時間を著しく増大するとき、あらかじめ与えられ
た値を超えるMをもつ地震の発生の確率は減少するが、そのような地震の反復周期は増大す
る。

70.* *Karnik V., Prochazkova D., Problems of determination
of the magnitude-frequency relation.—Stud. Geophys. <et Geo-
det. >, 1971, 15, N. 1, 95-100.*

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

71.* Karnik V., Schenkova Z., Application of the theory of largest values to earthquake occurrence in the Balkan region. —*Stud. Geophys. et Geod.*, 1974, 18, N. 2, 134–139.

72. Katayama T. <片山 恒雄> 地震活動度と地震危険度の確率的評価の基礎—生産研究, 1975, 27, N. 5, 185–195.

73.* Kelleher G., Sykes L., Oliver G., Possible criteria for predicting earthquake locations and their application to major plate boundaries of the Pacific and the Caribbean. *J. Geophys. Res.*, 1973, 78, N. 14, 2574.

74.* Knopoff L., King C. Y., Randall M. J., The physical basis of earthquake statistics. —*Comp. rendu, UGGI*, 1969, N. 15, part 1, 174.

75.* Lomnits C., Statistical prediction of earthquakes. *Rev. Geophys.*, 1966, 4, N. 3, 377–393.

76.* Maaz R., Purcaru G., On the magnitude distribution and prediction of earthquakes. *Rev. roum. geol. geophys. et geogr. ser. geophys.*, 1973, 17, N. 2, 155–163頁.

地震の反復度の直線法則<マグニチュード頻度>からの偏差の解析の若干の研究を総括した。対数正規分布をもつ反復度法則の近似のためのパラメーターの評価とそれらパラメーターの信頼限界が導かれた。

77.* Maaz R., Ullmann W., Die projektive Seismizität eines Erdbebens unter Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeitsverteilung seines Epizentrums. *Acta geod., geophys. et montanist. Acad. Sci. Hung.*, 1973(1974), 8, N. 1–2, 187–192.

78.* Maaz R., Aspekte der Verteilung von Erdbeben. —地震分布の諸問題—*Numerische Meth. in der Geophys.*, Tharandt, 1975, Praha, 1976, 129–141.

マグニチュードと地震頻度の対数との間の直線関係による「地震活動度」の概念に基づいて、与えられた地区における可能な最強地震を決定することの困難性が述べられた。エネルギーの対数の正規分布を利用することが提案された。非常に小さい発生確率の弱震はいくらでも可能であろうが、強震の範囲では提案された分布はグーテンベルク-リヒターの分布に似ている。ただ、可能な最大マグニチュードの制限はない。

79. Marza V., Enescu D., Application of a probabilistic model for the occurrence of intermediate earthquakes in Vrancea region. -XVth Gen. Assem. Eur. Seismol. Commis., Trieste, 1974, 83-89, Berlin.

Epstein-Lomnits(1963)の確率モデルによって、理論的に計算された時間的発生数とマグニチュードの実験的分布が導かれた。地震の年回数はポアソン法則に従い、マグニチュードの積算分布関数は偶然値分布をすると仮定された。もとの資料としては1934-1973のM=4.2~7.4の地震資料が用いられた。

80. Milne W. G., Davenport A. G., Earthquake probability -Seismol. Ser. Domin. Observ., 1968(1969), N. 14, 19 p.

カナダとカルフォルニアの若干の地方を例として地震危険度の統計的評価の2つの方法を考察した。第一の方法では、ある点における土地の加速度がある標準値を超える年平均回数が計算され、それから調査地域の一連の点のそのような事件の反復性を決定する。第二の方法では加速度振幅の毎年の最大値を利用し、それで最大加速度をもつ震動の反復周期を計算する。加速度振幅の計算に際しては、〈反復周期〉はマグニチュードと震央距離の関数とみなされる。この関係は種々の地方で同一ではないことが示された。

- 81.* Nagumo Shozaburo, Development of the frequency distribution of earthquakes with respect to the magnitude in the aftershocks of the 1968 Tokachi-Oki earthquake. Bull Earthquake Res. Inst., Univ. Tokyo, 1970, 48, N. 5, 749-758.

82. Nazarov A., On the problem of earthquake forecast. -論文集 : Probl. Geomekhaniki, No. 6, Erevan, 1973(1974), 98-101.

変形する固体の相似理論に基づき、地震前兆の始まりから地震の始まりまでの間の時間とマグニチュードとの間の関係を調べた。弱震(M<5)および強震(M>5)に対して時間尺度の変化は異なっている。

83. Papazachos B. C., *Seismic sequences and earthquake prediction.* —XVth Gen. Assem. Eur. Seismol. Commis., Trieste, 1974, Berlin.

余震と前震の時間とマグニチュードの分布の統計的法則性と最大の前震および余震の主震との関係についての研究の主要な結果である。主震との時間差隔の大きさによる最強の余震あるいは前震の発生確率を評価する統計—確率的法則性を明らかにした。

84.* Papazachos B. C., *Foreshocks and earthquake prediction.* Tectonophysics, 1975, 28, N. 4, 213—226.

85. Popescu I. Gh., *Despre periodicitatea în frecvența cutremurelor din taranăastră.* ルーマニアにおける地震の周期性。—Studii și cercetări astron. și seismol. Acad. RPR, 1958, 3, N. 1, 165—179.

1551—1950のルーマニアに起きた592の地震を調べると、各世紀の最後の10年と次の世紀の始めの20年の間に地震の大部分が発生している。100年周期が平均回数についても、強震の発生についても認められる。<1940, 1975の大地震は??>

86.* Powell I. A., Duda S. J., *A statistical study of earthquake occurrence.* Pure and Appl. Geophys., 1975, 113, N. 3, 447—460.

87. Prochashaskova D., *Properties of earthquake sequences in Europe.* Geophys. Sb., 1974, 21, N. 397—415, p. 219—226.

1901—1969のヨーロッパの地震についての資料により、地震活動は時間的には次のような現れ方をすることがわかった。すなわち、1) 個別的な地震、2) 主震と余震、3) 前震、主震そして余震、4) 地震群、5) 同じ力<エネルギー>の二つの地震、6) 同じ力の三つの地震、7) 並列的継続地震である。最後に、継続的地震の統計的性質を調べた。

88. Purcaru J., Maaz R., *On the magnitude distribution and prediction of earthquakes.* Veröff. Zentralinst. Phys. Erde, 1972, N. 18, 42—50.

狭いマグニチュード範囲の実験的資料から、地震予知の目的で、マグニチュードの小さい方と大きい方へ反復性その他のマグニチュード分布のグラフを外挿する可能性を研究する。反復性のグラフの式のパラメーターの統計的解析を行った。若干の地域では反復性の法則は

グーテンベルクーリヒターの関係と一致しない。

89. Purcaru G., *The informational energy and entropy in statistics and prediction of earthquakes (Summary)*. -Veroff. Zentralinst. Phys. Erde, 1972, N. 18, 71.

情報エネルギーEとエントロピーHという術語での反復性の法則の解釈への新しい接近である。空間、時間およびマグニチュードについての地震の予報へのEとHのある解釈が提案された。

90. Purcaru G., *Studies on earthquake statistics, seismicity and prediction of earthquakes*. Acta Univ. Ouluensis, 1975, A. N. 36, 19 p. <フィンランド、オウル大学紀要>

地震発生の時間、空間、強度は個々の地域における岩石地塊の相対運動、地殻並びに上部マントル内の運動、応力、地震活動の発生と分布の法則および地震活動の程度の複雑な関数であることが認められる。強震の予知は、弱震の予知より大きい精確さで達せられるだろうと結論される。それは、強震には規則的な（決定的な）地震過程の因子が、弱震において支配する偶然的因子よりもずっと強く現れるだろうからである。

- 91.* 力武常次, 地震のマグニチュードと発生時刻の予知—地震研究所彙報, 1969, N. 1, 107-128頁.

- 92.* Rikitake T., *An approach to prediction of magnitude and occurrence time of earthquakes*. Tectonophysics, 1969, 8, N. 2, 81-95.

- 93.* Rikitake T., *Probability of a great earthquake to recur off the Pacific coast of Central Japan*. -Tectonophysics, 1977, 42, N. 1, T43-T51.

94. Riznichenko Yu. V., *The generalized law of earthquakes occurrence*. -Bull. geofis. teor. ed appl., 1970, 12, N. 48, 347-352.

地震反復度の経験法則と地震活動度Aの可能な最大マグニチュードとの関係が、一般的法則に統一された。1962-1966の資料でこの関係が中央アジアについてつけられた。

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

95.* Schenkova Z., Karnik V., *The probability of occurrence of largest earthquakes in the European area.* — Pure and Appl. Geophys., 1970, 80, N. 3, 152—161.

96. Schenkova Z., *Time distribution of earthquake occurrence in the European Area.* — Stud. techn. si econ. Inst. geol. si geofiz., 1955, DN 10, part A3—a, 341—345.

ポアソン分布に基づき、1901年～1953年と1956年～1967年におけるヨーロッパの種々の地方の地震の時間分布が調べられた。1年間の地震発生頻度のヒストグラムが導かれた。ヨーロッパの種々の地方の浅い地震の時間分布の記述のためには、一般化されたポアソン分布としての負の2項分布の利用が単純ポアソン分布を採用するよりもよいことが導かれた。

97.* Shlien Seymour, Toksoz M. N., *A clustering model for earthquake occurrence* — Bull. Seism. Soc. Am., 1970, 60, N. 6, 1765—1787.

98.* Shlien Seymour, Toksoz M. N., *Frequency-magnitude statistics of earthquake occurrences.* — Earthquake Notes, Seism. Soc. Am., 1970, 41, N. 1, 5—18.

99. Shlanger A. B. M., *Some consequences of earthquake statistics for the year 1918—1955.* — Gerlands Beitr. Geophys., 1960, 6 a, N. 2, 68—72.

100. Drivastava V. K., Chouhan R. K. S., Nigam R., *Largest value theory applied to probability of earthquake occurrence.* — Bull. Indian Soc. Earthquake Technol., 1976, 13, N. 1, 19—23.

現在では、地震発生の物理的原因については、明確な概念がない。したがって、地震発生の問題は種々の統計モデルの助けをもって研究されなければならない。この目的には、極値の統計理論（Gumbel<Гамбел>, 1956）が利用される。この理論の採用は1902年—1925年、1902年—1950年および1902年—1974年のカムチャツカ地域北西部の最大地震の反復性の周期と発生確率の評価を可能にした。

101. Suyehiro S., Difference between aftershocks and foreshocks in the relationship of magnitude to frequency of occurrence for the great Chilean earthquake - Bull. Seism. Soc. Am., 1966, 56, N. 1, p. 185 - 200.
- 102.* Tsubokawa I., On relation between time of duration of crustal movement and magnitude of expected earthquake and successive feature of earthquake occurrence. 測地学会誌, 1976, 22, N. 4, 314 - 316.
- 103.* Yegulalp T. M., Kuo J. T., Statistical prediction of the occurrence of maximum magnitude earthquakes. - Bull. Seism. Soc. Am., 1974, 64, N. 2, 393 - 414.
- 104.* 宇津徳治, 地震予報における確率. - 地震, 1977, 30, N. 2, 197 - 185.
105. Yegulalp T. M., Forecasting for largest earthquakes - Mag. Sci., 1974, 21, N. 4, 418 - 421.
- 利用計画期間内の建造物の耐震性の不可欠な程度を決定する目的で、観測資料による地震の最大マグニチュードの時間的分布の記述としては、最大値に対する第3型の漸近分布利用に基づく地震予知の統計的方法が提出された。種々の時間々隔での与えられた確率の程度をもつ、期待されそして最も確からしい最大マグニチュード地震のための漸近表現が得られた。この結果は、1952年-1965年の1年から13年までの時間々隔に対するアリューシャン列島と西アラスカの最大マグニチュード地震の計算に応用された。
106. 若林哲也, 力武常治, 極値統計法による日本太平洋岸の地震発生確率 - 地震, 1976, 29, N. 3, 313 - 315.
- 107.* Wallace R. E., Earthquake recurrence intervals on the San Andreas fault. - Bull. Geol. Soc. Am., 1970, 81, N. 10, 2875 - 2889.
108. Zhu Lie-shou, Han Wei-bin e. a., 予報線型理論による長期的、平均的観測期間の地震予知問題の研究 - Diczhzi Késyue, Sci. geol. sinica, 1975, N. 2, 173 - 180.

発生した地震の継続性は偶然的時間系列とみなされる。中国における1467年-1970年の観測は、いくつかの期間に分けられた。自己相関関数が計算される。将来の強震の時間は線型フィルター法ですでに発生した時系列の外挿によって予報される。最良の線型フィルターの核と報告のオペレーターがつくられた。中国北部、中部および北西部の若干の強震が予報された。

II - 3. 土地の移動、傾斜および変形

1. Atrushkevich P. A., Antonenko E. M., ほか、アルマアタ・ジオダイナミック・ポリゴン<テスト地域>における地殻の上下運動に関する新しいデータ。—論文集「地殻の現在の運動、No. 5」, Tartu, 1973, 245-249頁。

アルマアタのテスト地域において、1967年以降1等水準測量が10回繰り返された。その結果を処理することにより個々の期間の中には、月に10mmにも達する地殻の上下運動があることが明らかにされた。上下運動には振動的特性がある。水準点変動の力学と地震との比較対照によって大地震は、ある程度の確率をもって強度な隆起の後に発生していると確言できる。

2. Bonchkovskij V. F., ありうべき地震前兆の<印刷不明>としての地表面の傾斜。—「地震予知の諸問題」, M., ソ連邦科学院出版所, 1954, 134-153頁。

傾斜変化過程の複雑さが隣接する2点でさえ、いくつかの場合についてはこれが同一ではないという事実資料で示されている。傾斜計そのものは、地表の真の状況を反映する十分に正確な機器であることが示されている。傾斜に関するデータと顕著な地震に関するそれとを比較対照することによって、研究地域の地震静穏期の比較的スムースな傾斜進行の際の、極めて無数の傾斜あらしの発生に関する一般的結論が出されている。地表傾斜観測に基づいた確固たる地震予兆は未だないことが指摘されている。

3. Bonchkovskij V. F., 破局的地震に先行、または随伴する地表面の変形。—Izv. AN SSSR, ser. geofiz., 1958, No. 9, 1111-1113頁。

破局的地震とその震央から数千キロメートル離れた地表面の変形との関係が研究されている。日本の学者らは、変形は近づいている強震の数ヶ月前に生じ、地震の時には変形の逆転を伴うと考えている。これは、繰り返し行われた測地学的測量によっても証明されている。

“ヤルタ”地球物理観測所では、1957年3月9日のアリューシャン列島における破局的地震前の線形変形の変化が見い出された。変形過程の乱れは、弾性波が“ヤルタ”観測所に到

来る18時間前に始まっている。

4. Dubrov M. N., 地殻の変形を測るための発光体の利用について。— Izv. AN SSSR, Fiz. Zemli, 1976, №5, 90—93.

地殻の変形測定のための光学的方法は、レーザーひずみ計の利用に基づいている。干渉縞の動きによって、レーザー以外の機器と比較して数桁高い精度で発生しつつある変形の大きさと特性とが決定される。地下の鏡による導光管を用いた土地の地震振動の記録について、実験的な結果が示されている。レーザーひずみ計は地震予知、地球構造地質学および大陸移動の研究に有望である。

- 5.* Esikov N. P., Keselman S. I., 地震前兆をさがすのに、地殻の現在の運動を利用すること。—論文集“Metod. vopr. issled. sovr. dvizhenij zemnoj kory”, Novosibirsk, 1975, 240—251頁。

6. Zakharov V. K., Semakin V. P., Yakushkov G., 1971年, Moneron <海馬島>地震の前後の南西サハリン<樺太>における測地観測の諸結果。—Tr. Sakhalin. kompleks. NII, Dalinevast. nauch. tsentra AN SSSR <ソ連邦科学院極東科学センター・サハリン総合科学研究所報告>, 1975, 第37冊, 238—242。

ホルムスクとネベリスクの間の沿岸地帯では、地震の6年前にこれらの地点の水準変化をひき起こした顕著な変位があった。西サハリン隆起部の急激な沈降は、正反対の符号の動きに交替されている。現在の運動の特性の異常な変化は、測地学および海洋学的方法によってサハリンでの強震の前兆の現れであると確信できる。海面水準の観測は特に有望である。地震の瞬間ににおける著しい上下変位は発見されていない。地表面の上下運動は水平運動を伴ったが、これは震央から40km離れたシェブーニノ村区域では7cmに達している。

7. 常設地球物理多角形(ポリゴン)<テスト地区>における現在の地殻運動の研究。—地球および大気物理研究所、トルクメン共和国科学院、アシュハバード、1970, 308頁。

1968年春、アシュハバードで地球物理多角形(ポリゴン)<テスト地区>における現在の地殻運動の研究に係る第1回全ソ連会議が開催された。会議では下記の多角形(ポリゴン)<テスト地区>における研究結果が検討された。コラ、ビリニウス、プリヤビンスク(リガ近傍)、ドンバス、クリボロジエ、カルパト、クリミア、アプシエロンスク、タシケント、アルマアタ、ガルムおよびニミチ(パミール)、タルガル(アルマアタ近傍)、バスクンチセンク、アバチンスクおよびクムロチ(カムチャツカ)。

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

8. 飯塚 進, 南関東地区の地殻変動, 変動速度および地震活動の予備的研究. 地震予知について. —地質ニュース, 1970, № 196, 24—29頁.
9. Ichinoe T., Tominaga S., 上宝における地殻運動観測の予備的報告. —Ann. Disaster Prevent. Res. Inst., 1976, № 10A, p. 113—121.
10. Karmaleeva R. M., 地震発生時までの地表面傾斜異常の進行の集中について. —「Dinamika Zemnoj Kory」, M., Nauka, 155—158, 1965.
11. Karmaleeva R. M., 近地地震の時間的予知の試み. —Izv. AN SSSR, ser. geofiz., 1960, № 3, 467—474.
12. Kim V. M., 測地的方法による地震予報についての諸問題へ. —Inzh. geodeziya. Mezhved. resp. nauch. sb., 1973, vyp. 13, 152—156.
地殻の隆起と沈降との間の周期に関する資料, つまり地震前兆によって相関係数 0.63 の相関関係が確かめられた. 地震予知の限界誤差を与えて著者は, 地殻変形平均周期に対して必要な水準測量反復回数を計算している.
13. 笠原慶一, 現在の地殻運動とそれに関連した地震活動についての国際シンポジウム. —測地学会誌, 1970, 15, № 4, 167—172頁.
14. Latýnina L. A., Karmaleava R. M., 水晶伸縮計による地表面水平変位の測定. —“Sovremennye dvizheniya zemnaj kory”, sb. № 2, Tartu, Izd-vo AN Eston. SSSR. in-t fiziki i astronomii, 1965, 376—381頁.
15. Lilienberg D. A., Meshcheryakov Yu. A., Skonlen 地震の地域の地形構造特性と現在の運動 — “Sovremennye dvizheniya zemnoj kory”, sb. № 2, Tartu, Izd-vo AN Eston. SSSR, in-t fiziki i astronomii, 1965, 92—101.
16. Lunev A. A., Negmatullaev S. Kh., Rodzhan K., タジキスタンの強震<計>サービス. —論文集 “Sov.-Amer. rabot. po prognozu zemletryasenij”, 1976, 171—187.
タジク共和国科学院耐震建築—地震研究所による強震業務観測所網設置についての基本的な地質学的, 地球物理学的原則が述べられている. 局の構造, 構成人員並びに観測機器装備

について記述されている。タジクスタン地域における強震の記録のためのソ連－米国共同観測網による研究の結果が述べられている。

17. Mavelyanov G. A., Ulomov V. I., ウズベキスタンにおける地震前兆の探索。－論文集“Zemletryasenij”, Tashkent, 1976, 25－38頁。

ウズベキスタン地域における地震の前兆の探索と地球力学的研究に関するこれまでの刊行書物の一覧。地震震源域と、その周辺の岩層の地震のずっと以前と地震後の過程とが書かれている。地震準備に関する情報は、単に震源の近傍のみならず、震源からずっと離れた所にも現れることが指摘されている。この距離は、準備されている地震の大きさによって数十から数百kmにも達する。巨視的な影響は地震準備過程の共通原因ではないという結論が出されている。

18. Meshcheryakov <Mescherikov> Yu. A., 現在の地殻運動の研究と地震予知の諸問題。－“Sovremennye dvizheniya zemnoj kory”, Nauka, 1968, 44－62頁。

19. Meshcheryakov Yu. A., 地殻運動－地震の前兆について。－論文集“Zemn. kory sejsmoopasn. zon. verkh. mantiya”, №11, M., Nauka, 1973, 94－103頁。

地震地帯の地殻に生じる運動は、地震と地震の間の相対的な静かな時期に特徴的な長期運動(α)、地震準備期に現れる異常な運動(β)および地震そのものによって引き起こされる運動(γ)とに分けることができる。一連の例から現代測地学の方法によって、地震準備期における速度増大を特徴とする β 型の運動を捉えることが可能であることが示されている。

20. Mironova L. I., 1970年ガルムにおける潮汐傾斜。－論文集“Izuchenie prilivn. deformatsij Zemli <地球の潮汐変形の研究>”, M., Nauka, 1973, 95－100頁。

1970年1月から11月までガルム近傍の導坑で傾斜観測が行われた。2台の光電式傾斜計によって、子午線方向と第一垂直方向の地表の傾斜が記録された。記録図には、潮汐傾斜の他に長周期的および非周期的偏差が認められた。著者の考えによれば、長周期傾斜は気象的要因によって説明され、一方、非周期的偏差は地震前の傾斜速度変化と結びついている。

21. Monakhov F. I., 地震予知研究の組織について。－論文集“Eksperim. sejsmologiya”, M., Nauka, 1971, 407－415。

ソ連および諸外国の学者の経験から、傾斜観測と歪観測とが特に有望であることがわかつ

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

ている。強震の前震の研究の試みはそれほど効果的ではない。研究室内実験によって、5 km以上の深い地震に先行する地震波の速度の変化および減衰は、ほとんど捉えられないことが明らかである。

22. Nersesov I. L., Latynia L. A., Karmaleeva R. M., Talgar 観測所のデータによる地殻変動と地震との関係について。—論文集“*Predvestniki zemletryasenij*”, In-t fiz. Zemli AN SSSR, M., 1973, 121—137頁。

タルガル観測所の歪計に記録された1962年から1970年のひずみが研究されている。30日のスライド期間におけるひずみの変化と、震央距離200 km, マグニチュード6.0の1965年5月4日の地震前および後のひずみ変化という二つの過程の相関関係形成に係る統計的並びにスペクトルー時間分析によって、ひずみ特性と近地の強震発生時間を含む期間との中に若干の相似点があることが証明されている。震央距離150 kmマグニチュード6.8の1970年6月16日のサリカムイシ(Sarykamysh)地震は、岩層が急激な春のひずみを完了した時に発生した。観測の過程の中から、気象降下物に起因するひずみを除去した分析によって、地震に先行する1ヶ月の岩層の異常な大拡張を捉えることに成功している。

23. Nikonova K. I., Nikonorov A. A., サンアンドレス断層地帯における現在の地殻運動の研究(アメリカの研究の総括)。—論文集「現在の地殻運動」, № 5, Tartu, 1973, 643—650頁。

カリフォルニアの900 km以上にも及ぶサンアンドレス断層は、新世代の間活動している右ずれ断層である。この数十年間、この断層区域において現代の緩慢な運動および急速な運動に関する計器観測が急増する勢いで行われている。大規模な複合計画には、通前繰り返して行われる水準測量、三角測量、三辺測量、測距測量、天文学測量、ひずみ測定および詳しい地震学的、地球物理学的測定が含まれている。右ずれ断層は、時間的に不均一な断層に沿った子午線方向の圧縮の際に発生する。個々の断層(幅数メートル)の最大運動速度は1~2 cm/年で、数十キロメーターの幅の地域の平均合計では3~6 cm/年である。

24. Ostrovskij A. E., 傾斜と地震。—論文集“*Predvestniki zemletryasenij*”, In-t. fiziki Zemli AN SSSR, M., 1973, 138—143頁。

傾斜と地震の関係が研究されている。地震予知のための傾斜観測を用いることについての展望が考察されている。地震前の異常傾斜の顕著な例が2つあげられている。

25. Ostrovskij A. E., 強震に際しての地殻の緩慢な運動について。—Byull. Sov. po sejsmol., 1955, № 1, 40—45頁。

26. Okhotsimskaya M. V., 傾斜の地震との関係についての問題へ. — "Zemnye prilivy i vnutrennee stroenie Zemli", M., Nauka, 1967, 161—167頁.
<「地球潮汐と地球内部構造」>

27. Panasenko G. D., 強い遠地々震に先行する傾斜あらしの一観測について. - Izv. AN SSSR, ser. geofiz., 1964, № 10, 1535—1538頁.

28. Pevnev A. K., Guseva T. V., Nikiforova O. D., ガルム地球動力学多角形(ジェオダイナミック・ポリゴン)における地表面垂直変位の非定常的特性について. —論文集 "Sovrem. dvizheniya zemn. kory, № 5, Tartu", 1973, 190—197頁.

最近の2年間にガルム多角形(ポリゴン)の主要環では、年に10回水準測量が行われた。この多数の繰り返し行われた水準測量の結果、この多角形(ポリゴン)における地表変位の非静止的、符号交代的特徴が明らかにされた。東南方向、大きさ約0.5の正および負傾斜一つのまとまりとして実験を行う地表のブロックが明らかになった。この傾斜は、多角形(ポリゴン)に相対的に上記方向に約25kmの距離に広がっている。ピヨートル1世山脈の地震活動地域に生じている応力変化をひき起こしていると考えることができる。

29. Rajzman A. P., タシケント市の1966年4月26日の地震による地殻変形についての測地データ. — "Sovermennye dvizheniya zemnoj kory", № 4, M., Nauka, 1968, 213—219頁.

30. Sigalo V. M., アルマ・アタ地球動力学多角形における地殻の上下運動の解析. — "Sovrem. dvizheniya zemn. kory, № 5," Tartu, 1973, 250—255頁.

アルマアタ地球動力学多角形(ジェオダイナミック・ポリゴン)の境界に位置するアルイスールゴフーアタースイルイーオゼクの線に沿って行われた3度の水準測量の結果について、地殻の上下運動解析がなされている。1971年のジャムプル地震後の4度の水準測量とアルマアタの小多角形(ポリゴン)における多数の水準測量の結果の分析に基づいて、上下運動に係る水準測量の特徴には、地震準備および地震の結果と相関関係があることが示されている。

31.* Siti R., Iida K., Yamauti T., 1969年6月9日岐阜県中部地震に伴う変形急変に関する若干の考察. — Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, 1970, 48, № 6 b, 1241—1249頁.

32. Starkova E. Ya., Rizaeva S. D., Kondap 観測所で記録された地震前の傾

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

斜進行のみだれ。—“Glubinnoe stroenie i zemletryaseniya Tadzhikistana”,
Dushanbe, Izd-vo Donish, 152—157頁。

33. Takada M., Kobayasi T., Yamada M., 屯鶴峯観測所における地殻変動観測について(予報)。—*Ann. Disaster Prevent. Res. Inst.*, 1976, N.10A 141—147.

34. Takada M., Onoue K., Kobayasi T., Yamada M., アマガシ観測所における地殻変動の観測について。—*Ann. Disaster Prevent. Res. Inst.*, 1968, N. 11A, 213—226.

35. 田中 豊, 地震に先行する地殻の異常な運動の諸相について。—*Ann. Disaster Prevent. Res. Inst.*, 1965, N. 8, 91—108.

36. 田中 寅夫, Vakzayama <和歌山?>における土地の瞬間的変形と局地地震との関係の研究。—*Ann. Disaster Prevent. Res. Inst.*, 1967, N. 10A, 149—155頁。

37.* Tanaka Yu., Itinohe T., Déza G., 1966年6月7日Ika(Peru)の地震前後の地表面傾斜と応力の異常変化。京都大学防災研究所年報, 1969, N. 12 A, 19—31頁。

38.* Tanaka Yu., Kato M., Koidzumi M., 限られた地区の地震の活動に關係した地殻運動。中部地方北西部の地震活動と微小地震観測所における観測による地殻運動との関係。京都大学防災研究所年報, 1969, N. 12 A, 155—170頁。

39. 田島, 地震予知と精密測地々図の役割, —測量, 1973, 23, N. 6, 4—9頁。

40. Ulomov V. I., Zaugol'nikova I. G., タシュケント地震震央域における高感度水準器による地表面傾斜の測定。—論文集「地震の前兆」, ソ連邦科学院地球物理研究所, M., 1973, 155—163頁。

1966年4月26日の破壊的なタシュケント地震の震央地方における地表面の緩慢な傾斜の高感度水準器による観測結果。観測は1964年10月より1968年12月まで継続。タシュケント地震の前兆は地表面の異常な傾斜として、破壊的地震の1カ月前に始まり、地震の

前夜には1秒角に達した。

41.* 宇佐美竜夫, 久本, 東京地方における震度Vおよびそれ以上の将来の地震の可能性。
—東大地震研究所彙報, 1948, 48, No. 2, 331—340頁。

42. Hagiwara T., Yamada J., Hiraya M., *Observation of tilting of the earth's surface due to Matsushiro earthquakes Pt. 1*, —Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, 1966, v. 44, pt. 1, p. 351—361頁。

43. 坪川家恒, 岡田 慎, 松代地震群発生地域における反復水準測量。—Bull. Earthq. Res. Inst., 1967, v. 45, N. 1, p. 265—288頁。

44. Enman V. B., 現在の地殻運動と地震。—Sovrem. dvizheniya zemn. hory, No. 5, Tartu, 1973, 633—642頁。

地震に伴う上下、水平変位の資料（日本と米国の資料）を引用する。松代地震群の活動期には、変位は地震活動度および他の方法の資料とよい相関が注意された。チリ地震（1960年, $M = 8.5$ ）とアラスカ地震（1964年, $M = 8.4 - 8.6$ ）において生じた変形は大洋プレートが大陸プレートの下にもぐり込むとしてよく説明できる。日本とカリフォルニアで記録された地震構造変形の数値的特徴、その継続時間、変形地域の量と広がりが導かれた。これは地震予知の目的をもつ変形の研究の正しい実行に肝要である。

45. Yurkevich O. I., 現在の地殻の上下運動と地震予知。—論文集「現在の地殻運動」, V. I. M., Izd-vo AN SSSR, 1963, 218—223頁。

46. Yurkevich O. I., 地殻の上下運動と地震の物理 諸問題。—「現在の地殻の運動」, No. 2, Tartu, Izd-vo AN Eston. SSR, Int. fiziki i astronomii, 1965, 361—365頁。

47. Yurkevich O. I., 地殻の粘性変形。—「地殻の動力学」, M., Nauka, 1965, 159—165頁。

48.* Allen C. R., Smith S. W., Parkfield earthquakes of June 27—29, 1966, Monterey and San Luis Obispo Counties, Califfo-

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

rnia. Preliminary report. Pre-earthquake and post-earthquake Aurficial displacements. —Bull. Seismol. Soc. Amer., 1966, v.56, N. 4, p. 966—967. Geophys. Abstr., 1967, 241—108.

49. Bearse S. V., Radio astronomy may help forecast earthquakes. —Micro-Waves, 1974, 13, N. 11, 9—14.

狭いスペクトルの窓(2 MHzまで)で地表数百kmのベースに基づく電波干渉測定は、数百光年の距離にある電波星(クエーサー)をとらえる。このシステムは、精密なゼオディメーターであり、地震予知問題に新しい材料を与えるに違いない。

50.* Boulanger Yu. D., Pevnev A. K., e. a., Geodetic studies on forerunners of earthquakes. —Tectonophysics, 1972, 14, N. 3—4, 183—188.

51.* Caloi P. Relazioni fra sismosita a moti lenti nella crosta terrestre. 地震活動と地殻の緩慢な運動との関係。—Ann. geofis., 1969, 22, N. 3, 209—228.

52.* Do rapid uplifts precede large earthquakes? EOS, Trans. Am. Geophys. Union, 1978, 59, N. 2, 77.

53. Earthquake prediction, a new art. —IEEE Spectrum, 1973, 10, N. 9, p. 46—47.

地震予知の現在のいろいろの試みを述べた通俗的論文。地震の本性について、地球表面のその分布、プレート理論についての基本的知識を述べる。地震の前兆を明らかにする物理学的基礎としてのディランタンシー理論について述べる。地震予知に関する実験的装置：ひずみ計とレーザー測距儀の記述に特に重点をおいている。新潟、ガルムおよびカリフォルニアにおける反復水準測量の結果で得られた種々の場所の水準変化と地震活動との相関により示された成果が述べられている。米国においてM=4.5の地震の予報の初めての試みが述べられている。

54. Etudes pour la prévision des tremblements de terre. 地震の予報について。—Nature, Sci. pogr. 1964, N. 3349, 170—172.

地殻変形測定の直接の測地的方法はまだ成功はしていない。応力の増加、それにより起こ

る変形の増大は、地震の破局に直接先行する時期に特に激しく発生する。変形測定の間接的方法は一定の成果を与えている。日本の学者の行った地表変形の緩慢な進行の測定は、この進行が強震前に見い出されることを示した。

55.* *First earthquake warning issued in Japan.* —Tech. noocrat, 1975, 8, N. 2, 88—89.

56. *Fowler R. A., Casrellano V., Hofmann R. B., Geodetic laser survey system (GLASS) —on application to earthquake prediction.* —Trans. Amer. Geophys. Union, 1966, V. 47, N. 1, p. 166—167.

57.* 地震発生前の地殻の異常上下変形地域の成長, —地震, 1973, 26, N. 1, p. 43—54.

58.* *Gerard V. B., Possible large creep event apparently preceded by a dilatant precursor.* —Nature, 1975, 253, N. 5492, 520.

59.* *Hagiwara T., Rikitake T., Japanese program on earthquake prediction.* —Science, 1967, v. 157, N. 3790, p. 761—768.

60.* *Hagiwara T., Prediction of earthquakes.* —Earth's crust and upper mantle, Washington D. C., Amer. Geophys. Union, 1971, p. 174—176.

61.* *Hagiwara Y., 地震予報のための最適な水準測量計画.* —測地学会誌, 1971, 17, N. 1—2, p. 38—40.

62.* *Harada T., Kassai A., 過去 60 年間の日本における水平地殻変形.* —測地学会誌, 1971, 17, N. 1—2, p. 4—7.

63. *Hayashi T., Geodetic surveys in the area of Matsushiro earthquake swarm.* —Bull. Geogr. Surv. Inst., 1967, v. 12, N. 2, p. 20—25.

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

64.* Hindley K., *An earthquake waiting to happen?* —New Sci., 1978, 77, N. 1087, p. 228—230.

65. Hofmann R. B., *Earthquake prediction from fault movement and strain precursors in California.* —Earthquake Displacement Fields and Rotation Earth. Dordrecht, 1970, 234—245. Discuss., —245.

カリフォルニアの活断層に沿う約10年間の運動の測定が有効波長0.546の光を用いる投射および反射光束の位相差により行われた。受信—送信および反射点は、断層の反対側の8～20kmの距離の山頂に作られた。断層の種々の場所における一様な進行からの偏りの存在で、地震予知の試みがなされた。偏りは測定の質と前の測定における直線からの平均二乗偏差を考慮する公式により、EVMで決定された。結果においてM>4.5の8地震が測地線の一つにおける異常の現れた後に発生し、それと共に17の異常は地震を伴わなかった。

66.* Ichinohe T., Tanaka Y., *Characteristic movement of the earth's crust related with the activity of earthquakes.* —J. Geol. Soc. Japan, 1964, v. 10, N. 3—4, p. 154—162.

67. Ichinohe T., Tanaka Y., *On the peculiar mode of crustal movements accompanied with the activities of shallow earthquakes.* —Spec. Contribs. Geophys. Inst. Kyoto Univ, 1966, N. 6, p. 247—264.

68.* Ishii I., *Application of prediction method for analysis of crustal movement.* J. Geod. Soc. Japan, 1976, 22, N. 4, 299—301.

69.* Kasahara K., *Physical conditions of earthquake faults as deduced from geodetic data.* —Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, 1958, v. 36, pt. 4, p. 455—464.

70. Kasahara K., Okada A., *Observation of horizontal strain accumulation by electro-optical means. G. <?> Construction of base-line networks in central Honshu, Japan.* —Bull. Earthq.

Res. Inst., Univ. Tokyo, 1966, v. 44, pt. 3, p. 1149 - 1166.

71. Kasahara K., Okada A. e. a., Observation of horizontal strain accumulation by electro-optical means. Possibility in central Honshu, Japan for the period May, 1966, -March, 1968. -Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, 1968, v. 46, pt. 3, p. 741 - 758.

72. Kasahara K., Okada A., e. a., Electro-optical measurement of horizontal strains accumulating in the swarm earthquake area. -Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, 1968, v. 46, pt. 3, p. 651 - 666.

73.* Kato T., Kasahara K., The time-space domain presentation of levelling date. -J. Phys. Earth, 1977, 25, N. 3, p. 303 - 320.

74.* Klein F. W., Earthquake swarm and the semidiurnal solid earth tide. -Geophys. J. Roy. Astr. Soc., 1976, 45, N. 2, p. 245 - 295.

75. Miyamura S., Types of crustal movements accompanied with earthquakes. -Berlin Akad. Verl., 1963, p. 235 - 251.

76. Nishimura E., Kishimoto Y., Tanaka Y., Observed secular tilting motion of the ground which preceded the occurrence of several destructive earthquakes. -Tells, 1959, v. 11, N. 1, p. 130 - 134.

77. Nishimura E., On the relation between the activity of earthquakes and the crustal deformation in the Yoshino district. -Bull. Disaster Prevent. Res. Inst., 1964, v. 14, N. 1, p. 1 - 10.

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

78.* Nishimura E., Tanaka Y., *On peculiar mode of secular ground tilting connected with a sequence of earthquakes in some restricted area.* —*Special Contribution of Geophys. Inst., Kyoto Univ.*, 1963, p. 173—186.

79. Ou-Yang Ting, 地殻の相対運動研究による1967年, 地震後のLukho地区における地震発生傾向の評価. —Dutsyu uli syuebao, *Acta geophys. sinica*, 1974, 17, N. 1, 14—19.

1967年著しい力の現象<大地震>の発生したチベットのLukho地区において新しい強震の可能性が以前示されたことがある。予報された地震は、実際1973年に発生した(M=7.9)。最近250年間この地区に静穏な地震状況が続いていたと仮定したようなエネルギー蓄積の傾向があった。

80. Owens J. C., *The use of atmospheric dispersion in optical distance measurement, an invited paper presented to the IAG at XIV General Assembly IUGG, 25 Sept. — 7 Oct., 1967, Lucerne, Switzerland*, 17 p.

81. Owens J. C., Earnshaw K. B., *Long-distance optical strainmeters for fault zone instrumentation. ESSA Symposium on earthquake prediction, Rockville, Md.*, 1966, Washington, 1966, p. 85—92. *Geophys. Abstr.*, 1968, 254—310.

82. Platner G., Rubin M., *Vertical tectonic displacement in south-central Alaska during and prior to the great 1964 earthquake. J. Geosci., Osaka City Univ.*, 1967, v. 10, p. 53—66, *Discuss.* —66 p.

83.* Prescatt W. H., Savage J. C., *Effects of the Bear Valley and San Juan Bantista earthquakes of 1972 on geodimeters line lengths.* —*Bull. Seism. Soc. Am.*, 1974, 64, N. 1, p. 65—72.

84.* Priestley K. F., *Possible premonitory strain changes associated with an earthquake swarm near Mina, Nevada.* —*Pure*

and *Appl. Geophys.*, 1975, 113, N. 1-2, p. 251-256.

85.* *Quake waiting*. -*Nature*, 1973, 242, N. 5396, 293.

86.* *Really an earthquake in Kawasaki?* -*Technocrat*, 1975, 8, N. 5, -88 p.

87.* *Rikitake T.*, 地殻の変形と地震発生の確率, -測地学会誌, 1973, 19, N. 2, 113-115.

88.* *Rikitake T.*, *Probability of earthquake occurrence as estimated from crustal strain*. -*Tectonophysics*, 1974, 23, N. 3, p. 299-312.

89.* *Savage J. C.*, *Spieth M. A.*, *Prescott W.*, *Preseismic deformation associated with the Hollister, California, earthquake of November 28, 1974*, -*J. Geophys. Res.*, 1976, 81, N. 20, 3567-3574.

90. *Small J. B.*, *Report on releveling undertaken subsequent to Alaska earthquake of March 27, 1964*, -*Trans. Am. Geophys. Union*, 1965, v. 46, N. 1, p. 45.

91. *Symposium on Recent Crustal Movements and Associated Seismic and Volcanic Activity*, Bandung, 10-18 Nov. 1973. *Abstr. Jakarta*, 1974, 23 p.

92. *Takada M.*, *On the ground deformation and phenomena fore-running natural disasters (earthquake, rock-falling and...)* -*Bull. Disaster. Prevent. Inst.*, 1965, v. 14, N. 3, p. 1-26.

93. *Takeuchi H.*, *Kanamori H.*, *Crustal deformations before and after earthquakes and mantle convection*. -*J. Seism. Soc. Japan*, 1963, v. 2, N. 4, p. 317.

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

94. Tanaka M., Tsukahara K., 1969年9月9日岐阜(日本)に起きた地震の震央地域における地殻運動。—測地学会誌, 1973, 19, N. 3, p. 145-159.
95. Tanaka T., Study on the relation between local earthquake and minute ground deformation, p. 1-4. —Bull. Disaster Prevention Res. Inst., 1964, v. 14, pt. 1, p. 54-77.
- 96.* Thatcher W., How did the 1906 San Francisco earthquake occur? Earthquake Information Bull., 1976, 8, N. 3, p. 8-13.
97. Tsubokawa I., Dambara T., Okada A., Crustal movements before and after the Niigata Earthquake. —In: General report on the Niigata Earthquake of 1964, Tokyo, 1968, p. 129-139.
- 98.* Tsubokawa I., Ogawa Y., Hayashi T., Crustal movements before and after the Niigata Earthquake. —J. Geol. Soc., Japan, 1964, v. 10, N. 3-4, p. 165-171.
99. Yamaguti S., On the changes in the height of mean sea-level before and after the great Niigata earthquake on June, 16, 1964. —J. Geol. Soc., Japan, 1964, v. 10, N. 3-4, p. 187-191.
- 100.* Yamashina K., 1948年福井地震を(力において)超える大地震の近傍で生じる福井地方の変形の蓄積。—地震, 1975, 28, N. 4, p. 415-427.
101. Whitten C. A., Geodetic measurements related to crustal movements and particularly earthquakes. —Trans. Am. Geophys. Union, 1960, 41, N. 2, p. 153-154.
- 102.* Wood M. D., Allen R. V., Anomalous microtilt preceding a local earthquake. —Bull. Seism. Soc. Am., 1971, 61, N. 6, p. 1801-1809.

II - 4. 電気的前兆

1. Agamirzoev R. A., Zolotovitskaya T. A., Ismail-zade T. A., Kuliev F. T., Mamedov R. A. アゼルバイジャンにおける地震前兆の探索。-論文集“Poiski predvestnikov zemletryasenij”<地震前兆の探索>, Tashkent, Fan, 1976, 213-218頁。

ピルクリン多角形(ポリゴン)<試験地域>(シエマハ地域)における地球電気場の変化が、この変化と地震発生の瞬間との関連を明らかにする目的で調査された。地震の数時間前に地球電気場の乱れが観測されている。

2. Al'tgauzen N. M., 強震の電気的影響。-論文集“Apparatur. i metod. razrabotki v geofiz.”, Kiev, Nauka. demka, 1975, 130-134頁。

電磁的影響を捉えるために、地震活動域に位置するペトロパブロフスク・カムチャツカ観測所の電場変化の記録(1957年~1963年)が分析された。震央距離が400kmまでの観測所の周辺で生じた地震の電気的影響が研究された。大多数の強震の瞬間と一致する瞬間には、大きさの順で他の自然な地球電磁場の変異と対比しうる。電場強度の急変が記録されている。

3. Al'tgauzen N. M., Barsukov O. M., 電気伝導度の時間的变化について。-論文集“Fizicheskie osnovaniya poiskov metodov prognoza zemletrasenij”, Iz-vo Nauka, 1970, 104-110頁。

ガルム地震学区域の2ヵ所の研究で、電気伝導度変化曲線は顕著に一昼夜の運行を反映していることが示された。これは可能な変化の計算が実験と一致せぬにせよ、地殻潮汐変形の擾乱作用による岩石間隙率の変化と関連していると考えられる。同様に、局地地震の瞬間に実験上の場の強度ベクトルの方向変化も観測されたが、同様の変化は地震静穏期にも観測された。

4. Barsukov O. M., 地震予知の電気的規準。-Eksperim. seismologiya, M., Nauka, 1971, 393-398頁。

地震に先行する圧力の変化に伴う岩層の見かけの抵抗変化の予想効果の評価が与えられている。計算によれば、人工の場に基づいた方法は自然の地球電気場の方法より効果的である。スルホブ(Surkhob)川の盆地のチュサル(Chusal)地震観測所では、川の水面変化と関連した準周期的な Q_{ef} の変化が認められた。

5. Barsukov O. M., 岩石の電気抵抗変化と地震。-Predvestniki zemletryase-

地震の時間的前兆の探求—宮村・小原・須藤・浜田

nii <地震の前兆>, In-t Fiziki Zemli AN SSSR, M., 1973, 198–206頁.

ガルム地球物理学多角形(ポリゴン)<試験地域>の領域における1967年～1972年の状況観測によって、岩層深部での電気抵抗は近づく地震の2～3カ月前に減少することが明らかにされた。地震の原因是、液体の圧力増加を利用した震源での臨界前応力時の強度減少であると推測されている。

6. Barsukov O. M., Krasnyuk ほか、岩体の電気抵抗測定による地震準備地帯の大きさの概略のみつもり。—「地震の前兆」., ソ連邦科学院地球物理研究所, 1973, 207–214頁。<5と同じ論文集>。

実験を行った区域における準備中の地震と関連した岩石の見かけの電気抵抗 ρ_k の時間変化の実験調査結果。震央からの距離が異なる2つの受信装置の効果の大きさの比較をもとに、地震準備域の評価がなされている。

7. Barsukov O. M., Mutaliev N., 重力の潮汐変化と電気抵抗変化の関係。—Uzb. geol. zh. <ウズベク地質学雑誌>, 1972, № 5, 47–51頁。

地球内部では臨界値まで集積した弾性応力は気象現象、月や太陽の潮汐および太陽現象による電離層均衡の乱れ等々の比較的わずかな増分の影響で放出されるものと考えられている。“引金メカニズム”支持者達の統計的相関関係は、偶然の一致に基づいたものではない。ことにわずかな潮汐力の影響で間隙－毛細管状の液体(潤滑油)の区域は、限界まで圧力が高まり、これは本質的に岩層の強度限界を減少させ、岩層の破壊を引き起こしうる。潮汐力の影響による水の移転に関する仮定について最初に述べられている。1969年から1970年にタシケント地球力学多角形(ポリゴン)<試験地域>において ρ_k の変化の組織的な観測が行われた。誤差±2%以下で ρ_k の振幅の7～10%(昼夜平均値)の幅の昼夜の変化と、重力加速度の潮汐変化 Δg との比較により、これらの間の相関が明らかにされた。構造運動的な断層中の土壤の多孔構造に関する実験と仮説に基づいて、月の潮汐は好都合な条件において地下水の移動を引き起こしうると推定することができる。今度は、これが同様に岩層の断層の応力過剰部分で強度特性の変化を引き起こす。このような移転については、電位測定法が高感度な指示器となる。

8. Barsukov O. M., Sorokin O. N., ガルム地震活動地区における岩石のみかけの比抵抗の変化。—Izv. AN SSSR, Fiz. Zemli, 1973, № 10, 100–102頁。

ガルム地区において、5年間にわたり強い局地地震の瞬間と時間的 ρ_k との間に相関があるかどうかを明らかにするという目的のために実験が行われた。 ρ_k の最小値は、相対的に強い局地地震の瞬間と一致する。 ρ_k の変化は、震源とダイポール装置との間の距離に応じ

て7～18%にも達する。

9. Batsukov O. M., Sorokin O. N., 地震現象の電気現象との関係について。—
Int Fiz. Zemli. AN SSSR, M., 1973, 10頁。

1971年～1972年にタジク共和国のガルム地域で行われた、岩石電気抵抗 ρ_k の時間的変化の研究結果が述べられている。 ρ_k 曲線の最小値と強い局地地震の瞬間との相関は、地震準備過程で拡張しつつある震源区域への水の浸透という仮説を基に説明されている。

10. Boborykin A. M., 地震の準備と実現における伸張応力の役割について。—白ロシアの地殻の地質、地球化学、地球物理の諸問題、Minsk, 1975, 62～69頁。

地震の準備と実現における伸張および圧縮応力の役割が研究されている。地球岩石圏での過剰応力集積の有りうべき諸原因が分析されている。

11. Bonchkovskij V. F., 地震の一前兆としての空中電気ポテンシャル勾配の変化。
—Geofiz. in-t AN SSSR, 1954, № 25, 192～206頁。<№ 16と同じ>

タジクスタンの地震活動の活発な地域に設けられた5つの観測所で記録された地震の瞬間と、空中電気ポテンシャルの特性曲線の勾配の比較対照が行われている。これらの観測所での記録は、1950年に1ヶ月間とられた。地震の瞬間と空中電気ポテンシャル勾配の比較によって、弱い局地的地震では何らの前兆現象も観測されないことが判明した。約6級の大きさの地震では、最も震央に近い観測所でポテンシャル勾配の増大が観測された。空中電気ポテンシャルの乱れは地震との関係を離れてても観測されるので、地震予知のために空中ポテンシャルを利用する可能性の問題を決定するには、地震の活動度の高い地域での系統的、かつ、不断の観測の実施および分析が勧められている。

12. Borob'ev A. A., 地震あるいは火山噴火を作り出す源における電気的過程とそれらの現象の短期的予報。—論文集“Geol. i poleznye iskopaemye Sibiri, T. I, Tomsk, Tomskij universitet, 1974, K, 42～43頁。

形成中の地震震源における地球電流の局地的場の発生あるいは放棄という仮説によって、地震あるいは火山噴火の前兆探求のための土壤、または大気中の電気的並びに電磁的現象のパラメーター測定の諸方法が導かれた。

13. Borob'ev A. A., Samokhvalov A. M., ほか、タシケント地区における地震前の自然の衝撃的電磁場強度の異常変化。—ウズベク地質学雑誌, 1976, № 2, 9～11頁。
A. A. Borob'evによれば、自然の中に強力な電磁場が現れるのは、結晶グリッドの構造

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

的な乱れがある所での固体の機械-電気的な変換の結果である。周知の通り、地震準備中の震源とは弾性応力が集積する部分であり、そこでは自然の衝撃的電磁場の最大強度が予測され、地震の3昼夜以内に見られる強度の異常増大は地震の8~40時間前に最大値に達する。

14. Dubrovskij V. G., 地電流あらしとアシュハバド地区の地震活動との関係の研究についての予備的データ。-Tr. in-t fiz. i geofiz. AN Turkmen. SSR, 1957, 3, 97-115頁。

地震および地球電気的現象の関連を明らかにするという目的で、アシュハバード地域での地電流観測の方法と結果とが述べられている。観測結果では、地震活動および地電流活動の間には満足な関連は得られなかった。地電流場の乱れの研究では、これらは本質的には地殻の構造運動とは関係がないことが明らかにされた。

15. Zubkov S. I., Migunov N. I., 地震の電磁気的前兆発生の時間について。-Geomagnetizm i aeronomiya, 1975, № 6, 1070-1974頁。

地震エネルギーと電磁気的前兆発生時間との関係が解明されている。ソ連（カムチャツカ、中央アジア、コーカサス、バイカル）および諸外国（アメリカ、日本、中国）の地震が活発な地域の電磁気現象観測の有名な結果が利用されている。求むべき関係は線形に近いが、各々の前兆現象によって異なった時間スケールがあり、連続的な予告システムを作るために利用しうることがわかった。従って、例えば異常な前兆の区別には10の測定が十分であるとすれば、エネルギー 10^{10} ジュール以上の地震を電気抵抗、地球磁場、地電流および空中電気ポテンシャル観測によって予知するには、測定を6昼夜おき、9時間おき、8時間おきおよび15分おきに行えば十分である。

16. Bonchkovskij V. F., 地震の一前兆としての空中電気ポテンシャル勾配の変化。-“Problemy prognoza zemletryasenii”, Trudy geofiz. in-ta, № 25, M., 1954, <№ 11と同じであるが、抄訳は違うので訳出しておく>

タジキスタンの地震活動地域の観測に基づいて、弱い局地地震の場合は電気ポテンシャルの勾配の進みの中には、前兆は検出されないという結論が出された。震度約6級の地震については、震央に近い観測所では若干の有望なデータが得られた。地震予知のためにポテンシャル勾配観測を利用するという問題の最終結論は、地震活動性の高い地域の地球物理観測所でポテンシャル勾配を系統的、かつ、連続的に観測した結果で出すことができよう。

17. Midzutani Khitosi, 地震のときの電磁気現象。-施工技術, 1975, 8, № 1, 40-43頁。

18. Musaev I. A., 地震に関係した掘削孔中の自己分極ポテンシャルの記録と地球自然電場の性質. -Dokl. AN SSSR, 1977, 236, № 5, 1102 – 1104 頁.

地震の準備に対応するボーリング孔中の自己分極ポテンシャル (PS) の記録について述べている. 自己分極の連続観測に基づき, 地球の自然電場が不可逆過程熱力学の見地から検討されている. 電気的熱的な場, 溶解した物質並びに地下の流体の運動速度集中の場は, 機能的に相互に結びついており, それぞれがポアソン方程式型の方程式を満足させていることが示された. 顕著な惑星電場がない原因は, これら惑星に基本的な溶剤, すなわち水がないことであろうという仮説が述べられている.

19. Mutaliev N., 深部過程と関連する岩石の電気抵抗変化の影響の評価. -ウズベク地質学雑誌, 1971, № 1, 16 – 19 頁.

深部層の電気抵抗変化時に現われる過剰応力集積の場所を検出する目的で, 電気測定作業の有望性を証拠だてる計算がされている. この計算によってあれこれの深さを調査するため, 正確に破碎点を選び周波数帯を決定することができる. これにより, フィールド調査の結果得られた変化曲線の精巧な解釈とこの変化のメカニズムの説明ができる.

20. Mutaliev N., 地震前兆探索に際しての岩石の電気抵抗の研究. -論文集「ウズベキスタンの地震学, 地震地質学についての新資料」, タシケント, Fan, 1974, 118 – 122 頁.

ポルトラツ・ガス含有地区での電気抵抗変化の実験的研究の結果が述べられている. フィールドでの機器を用いた観測を行う前に遂行されるべき地震前兆の探索に係る作業の順序が述べられている.

21. Osika D. G., Megaev A. B., ダゲスタン楔地区地下の地震活動と関連するズラマケント地熱源泉水の電気比抵抗変化. -Dokl. AN SSSR, 1978, 238, № 3, 558 – 560 頁.

ダゲスタン地震の準備期において NaCl の濃縮度の上昇を通じた水の全ミネラル分の増加に応じて, 地震静穏期の基礎的な値と相対的に水の比電導率も増大する.

22.* 自然場の地球電気測定の助けによる多量降雨地区における地震予報. -Native means. Wuli. Physics, 1976, 5, 4, 206 – 209 頁.

23. Pukhlyakov L. A., 地震発生の電気変成作用仮説. -Izv. Tomsk. Politekhn. in-ta, 1976, 289, 110 – 112 頁.

地震の時間的前兆の探求—宮村・小原・須藤・浜田

地震は電気放電の結果であり、この放電に必要な電気の量の集積は、地球の深層部に起くる堆積層の変成作用と関連しているのだという仮説が述べられている。この仮説の論拠としては、一つには地震震源の分布であり、又、月には地震的現象のエネルギーが地球上のそれに比べて、およそ 10 億分の 1 位に少ないという事実をあげている。

24. Sadovskij M. A., Nersesov I. L., 地震予知の問題の状況。—Vestn. AN SSSR, 1969, № 4, 61—69 頁。

地震予知問題に対する種々のアプローチの将来性の評価がなされている。現時点では、主たる望みは間接的な地震前兆の探求におかれている。著者は、ソ連科学院地球物理学研究所の中央アジア地球物理調査隊によって得られた地震予知の可能性を示している結果を、電磁的变化を含んだ地球物理的場の時間的变化を考究しつつ述べている。

25. Sadovskij M. A., Nersesov I. L., 地震予知の諸問題。—Izv. AN SSSR, 1978, № 9, 13—29 頁。

ガルム多角形<試験地域>における研究により、個々の地球物理的な値の変化の特性と 1976 年および 1977 年の地震前のそれらの値の総和とが示されている。1976 年、ガルム予知研究多角形（ポリゴン）では、地殻の見かけの電気抵抗研究のための磁気－流体力学的発振機（ジェネレーター）「パミール 1 号」を用いた観測が始まられた。地震前には、見かけ抵抗値の減少が観測された。1977 年には 3 地点、つまり、ガルム（Garm）、チュサル（Chusal）およびチン・ドラ（Chin-dora）において空中電気の観測が行われた。12 月 25 日の地震に先立って、3 つの観測所すべてにおいて強い信号が観測された。電気信号は、まず、震央から一番離れたチン・ドラに現れ、次にガルムに、そして最後に一番震央に近いチュサル観測所に現われた。最大の乱れは地震のほぼ一昼夜前に観測された。これらの観測は、地震前の大気の発光に関する既存のデータと関連して提出された。

26. Sobolev G. A., 地球電気的観測による実用的地震予知の展望，—論文集「地震の予報」，ソ連科学院地球物理研究所，モスクワ，1973, 172—185 頁。

地震準備域における亀裂の雪崩状の成長の浸透および停止の機構が研究されている。この機構の結果は、カムチャツカの強震の地球電気的前兆の例によって例証されている。マグニチュード 7 以上の地震の際の地震学的諸現象と、地球電場の異常との空間的時間的関連が述べられている。地震もその前兆現象も広大な地域の破壊という同一の構造運動過程の結果であり、しかも、前兆と地震との間の非常に強い関連からは、地球電気的方法を用いることによって効果的な予知が可能であるという結論が出されている。

27. Sobolev G. A., Bogaevskij V. N., ほか, 地震活動地区における力学-電気的(メカノエレクトリック)研究。-論文集“Fiz. ochaga zemletryaseniya”<震源の物理>, M., Nauka, 1975, 184-223頁。

地震の電気的前兆探求のための諸前提, つまり, 理論的および実験室内研究の結果, フィールド観測用の機器および方法が述べられている。カムチャツカの強震の前兆の記録と, 地震の時刻を予知する目的でのその記録の電子計算機による処理結果とが示されている。

28. Sobolev G. A., Lementueva R. A., Khromov A. A., 自然の電場と強震との関係について。-論文集「1971年カムチャツカ強震」, ウラジオストーク, 1975, 143-152頁。

低周波帯域での電気地球的場を記録する機器と, カムチャツカの強震時のフィールド調査の若干の結果とが述べられている。地球電場の異常変化は, 地震の発生瞬間の1ないし2週間に記録されている。電子計算機を用いた電気的「警報」の自動識別の試みがなされており, 「警報」と地震とは, 相互に偶然ではない形に位置していることが示されている。地震準備に伴う諸過程は, かなり広大な地域で観測されるという結論が出されている。

29. Sobolev G. A., Morozov V. N., カムチャツカにおける電場の局地的擾乱とその地震との関係。-論文集“Fizicheskoe osnovaniya poiskov metodov prognoza zemletryasenij”<地震予知法探求の物理学的基礎>, Nauka, 1970, 110-121頁。

地震前の機械的応力の影響下での岩石の電気抵抗の乱れと変化に際し, 圧電効果と電磁効果による電磁場構造のありうべき乱れの理論的的前提条件が述べられている。カムチャツカの東部海岸における電場記録の結果が引用されている。観測された電場の異常な乱れは, 得られたデータの統計的処理により, 近くの地震との間に時間的関連があることが確認された。

30. Sobolev G. A., Morozov V. N., 地球電場における地震前兆の探索。-論文集“Seismichnost' i seismich. prognoz, svoistva verkh. mantii i ikh svyaz's s vulkanizmom na Kamchatke”, Novosibirsk, Nauka, 1974, 141-151頁。

カムチャツカの東部海岸では, 観測所システムにより, 超低周波帯域の地球の電磁場の連続記録が行われている。基礎的な場の分析に基づいて, 記録中の強震前に始まる局地的な地球電流の異常変化が明らかにされた。地震の強度に応じて異常変化の長さは, 3ないし15~17昼夜であることが究明された。また, より強い地震ではより長期の異常が伴う。異常はすべて湾形をしており, 地震の瞬間に終了する。地球電場の異常のベクトルの規則的な方向づけと, 地震震央と異常の現われた場所との空間的な関連が見いだされた。

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

31. Sobolev G. A., Slavina L. B., 地震活動地区における媒質の電気的および地震的性質の急激な変化。—Dokl. AN SSSR, 1974, 215, № 5, 1101—1104頁。

カムチャツカでの地球電場の測定結果と、縦波と横波の速度の相関とが述べられている。応力状況をすばやく測定するための単調なアルゴリズムに基づいて、2つの所与の方法の比較が行われている。電気上および地震上の特性の変化は、強震に先行することが多く、震央からの距離数百キロメートルの所に現われるが、すべての地震活動の活発な地域で同期するわけではない。この研究の諸結果は、強震の予知に有用でありうるという結論が出されている。

32. Tikhonov A. N., Ivanov A. G., ほか、地電流と地震の関係の問題へ。—地震予知の諸問題。—Trudy geofiz. in-ta, № 25 (152), M., 1954.

地球の電気的場の乱れと地震活動との対照が行われている。電磁気の乱れの研究は、相互に近いものから遠いものまでの観測所に従って行われている。これらの現象の間のありうべき関連に関する仮説が述べられている。

33.* Chernyavskij E. A., 地震の空中電気的前兆。—“Meteorol. i gidrol. v Uzbekistane”, Tashkent—AN Uzb. SSR, 1955, 317—327頁。

34. Bolt B. A., Wang Chi-Yuen, The present status of earthquake prediction. —CRC Crit. Revs. Solid State Sci., 1975, 5, N. 2, p. 125—151.

地震の予知と前兆の分野の研究の総括と批判的分析。Reid (1911) の弾性反発理論を述べ、地震予報の方法論的諸問題を論ずる。電気抵抗変化についての部門では、地震予知のこの方法の物理学的基礎を述べ、中央アジア、アメリカおよび日本における地震前の電気抵抗変化についての資料を引用する。自然および人工源による岩体の電気抵抗研究法の妥当性と欠点を評価する。震源から種々の距離における地震の準備の物理過程における差と、観測点の震央距離による電気抵抗出現の時刻と特性へのその影響を分析する。

35.* Corwin R. F., Morrison H. F., Selfpotential variations preceding earthquakes in central California. —Geophys. Res. Lett., 1977, 4, N. 4, p. 124—174.

36.* Dmowska R., Electromechanical phenomena associated with earthquakes. —Geophys. Surv. 1977, 3, N. 2, p. 157—174.

- 37.* Dmowska R., Hanyaga A., Teisseyre R., *Electromechanical effects associated with earthquakes.* —*Pure and Appl. Geophys.*, 1977, 115, N. 4, p. 1039—1046.
- 38.* Fedotov S. A., Dolbilkina N. A. e. a., *Investigation on earthquake prediction in Kamchatka.* —*Tectonophysics*, 1970, 9, N. 2—3, p. 249—258.
- 39.* Fitterman D. V., Madden Jh. R., *Resistivity observations during creep events at Melendy Ranch, California.* —*J. Geophys. Res.*, 1977, 82, N. 33, p. 5401—5408.
- 40.* Fitterman D. V., *Theoretical resistivity variations along stressed strike-slip faults.* —*J. Geophys. Res.*, 1976, 81, N. 26, p. 4909—4915.
- 41.* Honkura Y., Niblett E., Kurtz R. D., *Changes in magnetic and telluric fields in a seismically active region of eastern Canada: preliminary results of earthquake prediction studies.* —*Tectonophysics*, 1976, 34, N. 3—4, p. 219—230.
- 42.* Mizutani H., Ishido T., e. a., *Electrokinetic phenomena associated with earthquakes.* —*Geophys. Res. Lett.*, 1976, 3, N. 7, p. 365—368.
- 43.* Reddy J. K., Phillips R. J., e. a., *Monitoring of time dependent electrical resistivity by magnetotellurics.* —*J. Geomagn and Geoelec.*, 1976, 28, N. 2, p. 165—178.
- 44.* Rikitake T., *Earthquake predictions.* —*Earth Sci. Revs.*, 1968, 4, N. 4, p. 245—282.
- 45.* Rikitake T., Yamazaki Y., *Electrical conductivity of strained rocks. Residual strains associated with large earth-*

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

quakes as observed by a resistivity variometer. —Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, 1969, 47, N. 1, p. 99—105.

46.* Rikitake T., Yamazaki Y., Resistivity change as a precursor of earthquakes. —*J. Geomagn. and Geoelc.*, 1976, 28, N. 6, p. 497—505.

47.* Sobolev G. A., Application of electric method to the tentative short term forecast of Kamchatka earthquakes. —*Pure and Appl. Geophys.*, 1975, 113, N. 1—2, p. 229—235.

48.* Wang C. Y., Goodman R. E., e. a., Electrical resistivity of granite in frictional sliding: application to earthquake prediction. —*Geophys. Res. Lett.*, 1975, 2, N. 12, p. 525—528.

49.* Yamazaki Y., Tectono electricity. —*Geophys. Surv.*, 1977, 3, N. 2, p. 123—142.

II — 5. 磁気的前兆

1. Abdullabekov K. N., Gelovkov V. P., 沿(プリ)タシュケント地区における地震磁気的效果発見の可能性について. —*Geomagnetizm i aeronomiya*, 1970, № 6, 1132—1133頁.

1966年4月26日のタシュケント地震を磁気的方法によって検出する可能性が検討されている. 地震の震源に集中する圧力の磁気的效果が測定されている.

効果の集積時間がわからぬために, 磁場の変化が極めて緩慢な場合, この変化を検知できるか否かも明らかではない. 応力の解消は, 2段階で行われる. 本震の瞬間に, 集積したものより何分の1かの大きさのエネルギーが放出されるが, 磁場の飛躍的変化も, ガンマの単位を超えることはない. これ以降の応力の散逸は, 最初の数カ月間において最も強烈である. つまり, この期間に, 磁場の変化の検知が可能となりかけたのであり, すなわち, プリタシュケント地域の地震の磁気的予知の問題は, 未だ未解決のままとなっている.

2. Abdullabekov K. N., タシュケント地球力学多角形(ポリゴン)<試験区域>にお

ける磁場変動の地震過程との関係について。－論文集“Novye dannye po sejsmol. i sejsmogeol. Uzbekistana”, Tashkent, Fan, 1974, 105–117頁。

地磁気場の局地的变化、地震および地殻内の他の諸過程と関連した变化の探求、およびフィールド観測実施に関する方法論完成の目的のために行われた、タシュケント地球力学多角形（ポリゴン）における磁気測量調査の結果が述べられている。

3. Abdullabekov K. N., Maksudov S. Kh., 地震活動地区の地殻内の弾性的応力に結びついた地磁気場の変動。－Tashkent, Fan, 1975, 128頁。

本モノグラフィーでは、地殻における地震および他の諸過程と関連した地磁気の場の局地变化の現況と、それらの発生の物理的な原理および分析の方法が解明されている。弾性応力と温度の影響下における、タシュケントの岩石の磁気的特性に関する実験室的研究の結果が述べられており、タシュケント地球力学多角形（ポリゴン）＜試験地域＞における再度の測量結果と、過去100年間の全世界の磁気観測所網の分析データが引用されている。

4. Akishev T. A., Pochtarev V. I., Pudovkin I. M., 地震予知の可能な手段としての地磁気変動場の構造。－KazSSR Fylym Akad. khabarlary, (Izv. AN KazSSR, Ser. Geol.) 1974, № 4, 15–21頁。

南カザフスタンの地震活動域に発生する、地殻内部の力学過程の地磁気的特性の研究結果が述べられている。Hの場の値（地磁気水平分力）の湾形の低下として現われる急激な変化と、地震との直接的な関連が明らかにされた。

地磁気場の変化は、地震予知のための最も確実な手段であることが証明されている。

5. Akishev T. A., Pochtarev V. N., Pudovkin I. M., Sokolov A. C., 地震・火山活動地域における地磁気研究方法の若干の問題。－論文集「現在の地殻運動」, Novosibirsk, 1976, 24–37頁。

地震および火山活動の活発な地域における地磁気調査の結果が検討されている。特徴的な、急激なおよび緩慢な変化との、ありうべき相関関係が論じられている。地震予知の可能性が論じられている。

6. Akopyan Ts. G., Akhverdyan L. A., Nagapetyan V. V., Skovorodkin Yu. P., アルメニア共和国の地震活動地域の地球物理場の局地的变化の特性の地震予報探求をもつ研究。－Dokl. AN Arm SSR, 1974, 59, № 2, 84–88頁。

アルメニアの地震活動地域の岩石のピエゾ磁気的（地震磁気的）特性が研究されている。これらのデータに基づいた概算では、Zangezursk多角形（ポリゴン）における地震の震動

と相関した地磁気場の局地的变化は、地震過程と関連した構造的な圧力の急速な变化の影響による岩石の磁気特性の变化によって説明されうる。震央域では、一番強烈な震動は(1968年、6月9日)7.5~8バール<等級>に達した。震動および強い余震の数時間前に、磁場の強度な低下が観測された。磁場の強度の最小値は、震動の瞬間に記録され、その後、強度は増加し、2~3時間後には当初の水準にまで回復した。強度の落差は12~15から25~30γにまで達した。

7. Al'tgauzen N. M., 地磁気擾乱と地球の地震活動との相関について。—Geomagnetizm i aeronomiya, 1974, 14, № 4, 698~701頁。

強い表層地震のエネルギーと地磁気擾乱のエネルギーの相関的分析の結果が述べられている。「緩慢な変化」については、地磁気活動の変化に対して地震エネルギー析出の3時間の遅れ、11年の周期性については2年間の遅れが明らかにされた。

8. Akhverdyan L. A., Zangezur地震の震源における地震磁気的效果の観測。—Dokl. AN Arm. SSR, 1969, 48, № 3, 138~141頁。

1968年7月9日、ザンゲズール(Zangezur)の地震の震央域の地球磁場が研究された。地震前には、磁場の水平成分の50γに達する増大が観測され、地震後には、擾乱されない水準への回復が観測されることが明らかにされた。この際、個々の成分(H_x , H_y)については、場の変化も別々に起きる。 H_y 成分の振幅変化は、地震開始の1時間あるいはそれ以上前から始まるが、場の増加は10~12γを超えない。

H_x 成分の変化も同様に、地震の数時間前から始まるが、これは60γにも達する。場の緩慢な変化を背景にすると、20~30分周期の準周期的変化が観測される。正常な地点(ガルド, Gard市)および異常な地点(ゴリス, Goris市)の2点に置かれた磁気変化観測所のデータの比較により、地震前の震源域における磁場の強度な変化が指摘された。強い震動に先立つ磁場の緩慢な変化はすべて地震流強度の増加を伴わず、この点、これは電離層の擾乱と異なっている明らかに、これらは地殻中の過程および地震の機構と関連している。

9. Barsukov O. M., Bulatova G. A., 磁場の全応力測定の傾度法の方法的誤差。—Izv. AN SSSR, Ser. Fiz. Zemli, 1975, № 1, 109~113頁。

方法的誤差による磁場の局地的変動の区別の複雑性が認められる。方法的誤差は二つの因子、すなわち磁場の応力全ベクトルの偏差<偏り>の空間的勾配と、変化する電磁場変動の空間的相違とにより制約されることが示される。これらと関係して現段階では、地震予知の目的で磁気探査を利用することは可能とは思われない。この目的には、より敏感な絶対成分磁力計の製作が不可欠である。

10. Bekzhanov G. P., Pochtarev V. I., Pudovkin I. M., 地震活動地域における地球内部過程の動力学(ダイナミクス)の地磁気的研究。—Izv. AN Kaz. SSR, Ser. geol., 1972, № 3, 1—7頁。

永年の経過の異常の研究によって、深部の熱磁気的現象との関連が明らかになる。この目的のために1968年から LO IZMIR AN <Leningradskoe Otdelenie Instituta Zemnogo Magnetizma, Ionosfery i Rasprostraneniya Radiovoln, Akademii Nauk, ソ連科学アカデミー 地磁気、電離層および電波伝播研究所 レニングラード支部> と、カザフ地球物理トラストは、地震活動域で、観測局ネットワークで毎年1回磁気場の成分の絶対測定を行っている。

諸資料の分析により、永年の変化の場はきわめて分化しており、明らかに、構造的な組織の成分と相関関係にある。カムチャツカおよび南カザフスタンの、地磁気場の異常な永年過程のあり方と若干の類似が観測された。地磁気観測の方法と、地震の諸前兆探求という課題解決に際して、これと他の地球物理学的諸方法と複合する場合についての勧告がなされている。

11. Bernshtejn V. A., 千島列島の地磁気場変化の原因としての地震磁気効果。—Tr Sakhalin. Kompleks. NII, Dal'nevost. nauch. tsentra, 1972, vyp. 26, 112—120頁。

1961年～1964年におけるオネコタン島およびシムシル島(千島列島中央部)の地上測量時に明らかになった速度 $\approx 1\gamma/\text{昼夜} < 24\text{時間}\rangle$ の変化 Z は、所与の列島周辺の地震データを考慮した、空間上、経過上および発生時間上の分布と申し分なく一致している。

12. Vorob'ev A. A., Samokhvalovalov M. A., Gorelkin A. F., Ibragimov R. N., ほか、タシュケント地区における地震前の自然の衝撃的電磁場強度の異常変化。—Uzb. geol. zh., 1976, № 2, 9—11頁。

A. A. Vorob'evによれば、自然界で強力な電磁場が発生する可能性は、結晶性グリットの構造的な破壊がある際の固体中の機械電気的変換の結果である。周知の如く、地震準備中の震源は弾性応力が集積する部分であり、そこでは、自然の衝撃的な電磁場強度が予期される。1972年の7月から、自然衝撃的電磁場の強度がエネルギー級 $K = 10$ の近地地震の前に異常に増大したケースが6つ観測されている。自然衝撃的電磁場の強度の異常な増大は、地震の3昼夜前以内に観測され、地震の8～40時間前に最大値となる。

地震の時間的前兆の探求—宮村・小原・須藤・浜田

13. Karmajk1 R. S., 地震磁気と地震の予報. —論文集「地震前兆の探索」, タシュケント, Fan, 1976, 93—96頁.

地震準備域における構造的応力の増大に際して, 岩層の磁化性の累進的な変化が記録されることがある。応力は, 磁化の強度, 方向, 異方性の変化を引き起こす。これらの効果は, 所与の地域あるいは地質学的にこれと類似な地域の磁気的特性変化の時間的な過程を記録すれば, 地震の時刻, 場所およびマグニチュードの予知を可能にするかも知れない。

14.* 木下, 大中, 皆神山溶岩丘の岩石磁気とその地震予知における応用. 火山, 1968, 13, N. 1, 1—11頁.

15. Larionov V. A., Nagorskij D. A., バイカル地球力学ポリゴンにおける地磁気測定結果. —論文集「現在の地殻運動」, Tartu, 1973, № 5, 261—266頁.

石英およびプロトン磁力計を用いて, バイカル・リフトの地震活動地域の磁気異常の時間的变化調査結果が述べられている。新構造運動と, 地震過程によって条件づけられた地殻中の応力変化と関連していると思われる一定の段階での磁力異常の緩慢な(永年的)変化と, 数時間乃至数週間という周期の急速な変化とが認められる。

16. Mavlyanov G. A., Ibragimov R. N., Abdullabekov K. N., 地震予知のための地磁気場の局地的変化利用の可能性について. —Uzb. geol. zh., 1973, № 1, 68—72頁.

プリタシュケント地域で地震構造的な地域が区分され, そこで地震を引き起こす地震構造的応力を見い出すための磁力測定調査が行われている。1968年～1971年の間に個々の場所における地磁気場の局地的変化が明らかにされた。1971年11月9日の地震の後で, 異常の値は35～40%減少し, それ以降低下は緩慢になった。この現象は, 人工のガスタンクでガス圧力の変化状態でも認められる。こうして, 構造的地震の前には地震磁気的効果の存在が明らかにされた。

17. Maksudov S. Kh., Skovorodkin Yu. P., 地震磁気観測の問題に伴うタシュケント周辺地区の岩石の残留帶磁の研究. —論文集“Novye dannye po sejsmol. i sejsmogeol. Uzbekistana”, Tashkent, Fan, 1974, c. 123—129頁.

実験室的諸条件の圧力と温度下での, 岩層の粘磁化研究の結果が述べられている。地震磁気効果検出の研究を行うための試料採取地域の展望に関する結論が出されている。

18. Marderfel'd B. E., Verkhovskij V. N., 強震の地磁気的前兆. —論文集「シ

ベリアおよび極東の地震活動と深部構造」, ウラジオストーク, 1976, 248-250頁.

強震による地球の磁場に対する効果の例が示されている。地震の諸前兆探求の方法が論じられている。磁気測定装置の感度が増すにつれ、実験的研究が拡大、向上し、地磁気の方法は、強震予知にとって基本的な方法の一つになりうるかもしれない。

19. Negmatullaev S. Kh., Skovorodkin Yu. P., Ostashevskij M. G., Gu-seva T. V., 1977年 Isfarino-Batukenskie 地震の構造磁気(テクトノマグネ)効果. -Dokl. AN Tadzh. SSR, 1978, 21, № 4, c. 24-27頁.

観測の結果、 $M = 6.3$ の強震の前には、例えば1カ月前に、将来の震央から 100 km を超える距離にわたって構造的応力勾配の変化が始まる。ここで地震の数日前に、応力の初期分布への回復過程が始まる。性格的に同様であるが、時間的にはより短い過程が、 $K = 10$ の余震の前に震央域において追跡されている。磁力測定の方法によって、地震活動地域での構造的応力の変化の記録が可能なことが示されている。

20. Pudovkin I. M., Pogrebnikov M. M., Pochtarev V. I., Bekzhanov G. P., 地磁気変動の地震との直接的関係について. -Dokl. AN SSSR, 1973, 208, № 5, 1075-1077頁.

地磁気変動と地震との直接的な関係を明らかにすることの可能性に関する問題が論じられている。磁力観測所の周囲に起きた無数の震動の総合効果をとらえるための変動データ処理の方法が提案されている。Chkhaltin(1963)およびMakhachkala(1970)の地震、1966年のタシュケント地震、1970年と1971年の南カザフスタン地域における地震の、そうした処理の結果が示されている。磁気変動と地震との関係の特性は、あらゆる場合に同様であることが認められた。

21. Kalashnikov A. G., 地震前兆についての問題の解決における磁気測定的方法の可能性. -Trudy geofiz. instituta, 1954, № 25(152).

地震の前兆として、磁場の永年的過程の変化と、変形過程における岩石の磁気的特性の変化を利用することの理論的可能性が示され、磁気的および地震的諸現象との関連の事実が示されている。片面圧縮のもとでの岩石の磁気的感受性の実験的研究に基づいて、地震効果の大きさが計算されている。パミールおよび南天山地域において、地震時に行われた磁気誘導観測の処理結果が引かれている。高レベルのノイズと関連して処理結果の信頼性が高くないので、差動磁気観測所の形として観測するための新しい装置が提案されている。

22. Pudovkin I. M., Pevzner L. A., Pogrebnikov M. M., Serdyukov M. K.,

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

地震予知の可能な手段としての地磁気変動。—論文集“Geofiz. polya i sejsmichno-st”，M.，Nauka，1975，100—106頁。

Issyk-Kul'-Balkhash Mezhzer'e <湖水間>地域におけるフィールド磁気調査の結果が述べられている。この研究の基本的な目的は、深部過程の地磁気的特性を得ることと、地震のありうべき地磁気的前兆を明らかにすることである。変動の長波的スペクトル、いわゆる磁場の永年の過程は、弾性応力の震源（地震のありうべき震源）の形成に与っている深部過程のありうべき特性として検討され、瞬間的変動は、地震を解放する被変形媒体の臨界状態のありうべき地磁気特性として検討されている。

23. Sadovskij M. A., Nersesov I. L., 地震予知の諸問題。—Izv. AN SSSR, Ser. Fiz. Zemli, 1978, № 9, 13—19頁。

ガルム多角形（ポリゴン）<試験地域>における研究を例に、1976年および1977年の地震前の各地球物理学上の値の変化と、その総和の特性が示されている。磁場の変化は、測地学上の諸データの鋭い垂直運動とよく一致し、地震活動度の水準と従属関係にある。1975年～1977年の観測の磁気データの比較からは、それが短期的および実用的な予知のために利用しうることがわかる。

24. Skovorodkin Yu. P., Bezuglaya L. S., Vadkovskij V. N., 震央地帯における磁気的研究。—論文集“Eksperim. sejsmologiya. M.”, Nauka, 1971, 396—402頁。

地震に先立つ震源地域における圧力の変化は、原則として震源地域における地球表面に測定可能な効果を呼び起こすことが明らかにされた。観測は、場の比較という方法によって行うことができる。けれども、事実上はそうした現象の観測は、今のところばらばらである。

ガルム地方で行われた高精度の磁力計による測定では、一価的でない結果を示している。

25.* Fudzita N. <藤田尚美>, 地磁気と地震予知。—測量月報, 1969, 19, № 9, 10—13頁。

26. Cheremisin V. G., バイカル地球力学多角形（ポリゴン）<試験地域>における磁気的研究。—論文集「シベリアにおける地方地質岩石の諸問題と地球化学的・地球物理的研究の方法」, ノボシビルスク, 1970, 第2冊, 125—157頁。

バイカル地磁気多角形（ポリゴン）において研究された地震時の磁場の変動が検討されている。

27. Shapiro V. A., 地磁気場の永年経過の局地異常と地震予報問題。—論文集「地

震前兆の探索」, タシケント, Fan, 1976, 200-207頁.

地磁気の局地的変動と地震との関係の問題が論じられている。今日周知の熱的化学的作用、定常的および可変的磁場、電流およびイオン化放射、静的および動的負荷、岩石圈において正常な地磁気変動図に局地的なひずみを引き起こしうる流入等が簡単に検討されている。非地震活動地域に位置するウラルマンチャジスク(Ural-Manchazhsk)とシャドリンスク(Shadrinsk)の二つの永年的過程の異常が検討されている。

28. Shapiro V. A., Abdullabekov K. N., 1976年5月17日のGazli地震のときの地磁気場変動の観測。—Geomagnetizm i aeronomiya, 1978, 18, № 1, 177-179頁。

携帯用の高精度プロトン磁力計による地磁気観測が、1976年5月13日～22日にかけてガズリ(Gazli)地震の区域で行われた。観測方法が述べられ、 ΔT および γ の変化のグラフが示されている。結論の1) 1976年5月17日のM=7.3の本震についても、5月17日乃至22日の余震について測定誤差(0.1 γ)を超える大きさの構造磁気的效果はとらえられなかった。これは、使用した機器では記録されないような高周波の変動に関連しているわけではない。結論の2) Tの場の単調な低落は、震動前5日間にも、震動の後5日間にもとらえられなかった。

29. Yuvshanov A. A., Durdyeva S., アシュハバード地球力学多角形における磁気研究の若干の結果。—Izv. AN Turk. SSR, Ser. fiziko-tekhn., khim. i geolog. nauk, Ashkhabad, Ylym<?>, 1978, № 3.

地磁気場の異常変化と地震との間のありうべき関係を明らかにするために、1968年～1977年にトルクメンの南部およびイラン北部におきた一連の強震が検討された。アシュハバードの地震活動地域の範囲において、地磁気場の永年的過程の局地的異常変化が明らかにされた。地域の地震活動度と永年的過程の局地的変動との間には、未解決の複雑な関係が存在する。既存の結果から、これらの変化は、地殻の弾性応力の再配置過程と関連しているものと推定することができる。永年的変動の異常変化区域において、この地域の地震構造との変化との関係の研究のため、特別な地磁気調査が不可欠である。

30.* *A new theory of earthquake prediction.* —Technocrat, 1974, 7, N. 12, p. 78.

31.* Carmichael R. S., *Depth calculation of piezomagnetic effect for earthquake prediction.* —Earth and Planetary Sci.

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

Letter, 1977, 36, N. 2, p. 309-316.

32.* *Earthquake and geomagnetic programs, Milit. Eng., 1974, 66, No. 429, p. 50.*

33.* *Ispir Y., Uyar O., An attempt in determining the seismomagnetic effect in NW Turkey. -J. Geomagn. and Geoelc., 1971, 23, N. 3-4, p. 295-305.*

34. *Iyer H.M., Recent advances in seismology. -Govt. India Atomic Energy Commiss. (Rept.), 1964, N. AEET/NP/11, 11 p.*

地震予知は先行地磁気現象の研究によらなければならない。強震準備過程において地層中に生ずる応力の直接研究が見込みがあるかもしれないが、非常に長期の観測の実施を要する。

35.* *Johnston M. J. S., Myren G. D., O'Hara N. W., Rodgers J. H., A possible seismomagnetic observation on the Garlock fault, California. -Bull. Seism. Soc. Am., 1975, 65, N. 5, p. 1129-1132.*

36.* *Moore G. W., Magnetic disturbance preceding the 1964 Alaska earthquake. -Nature, 1964, 203, N. 4944, p. 508-509.*

37.* *Naomi F., Magnetic change accompanying the Haicheng earthquake of February 4, 1975, 測地学会誌, 1977, 23, N. 2, p. 123-124. <藤田尚美>*

38.* *Revol J., Day R., Fuller M. D., Magnetic behavior of magnetite and rocks stressed to failure—relation to earthquake prediction. -Earth and Planet. Sci. Lett., 1977, 37, N. 2, p. 296-306.*

39.* *Rikitake T., Earthquake predictions. -Earth Sci. Revs., 1968, N. 4, p. 245-282.*

- 40.* Rikitake T., *Geomagnetism and earthquake prediction.*
—*Tectonophysics*, 1968, 6, N. 1, p. 59—68.
- 41.* Rikitake T., *Geomagnetism and earthquake prediction.*
—*Compt. ren. UGGI*, 1969, N. 15, pt. 1, p. 130—131.
- 42.* Rikitake T., *Crustal dilatancy and geomagnetism variations of short period.* —*J. Geomagn. and Geoelec.*, 1976, 28, N.2, p. 145—146.
- 43.* Smith B. E., Johnston M. J., *A tectonomagnetic effect observed before a magnitude 5.2 earthquake near Hollister, California.* —*J. Geophys. Res.*, 1976, 81, N. 20, p. 3556—3560.
- 44.* USGS seismologists predict Hollister, California earthquake. —*Earthq. Inform. Bull.*, 1975, 7, N. 1, p. 20—23.
- 45.* Yanagihara K., Nagano T., *Time change of transfer function in the Central Japan anomaly of conductivity with special reference to earthquake occurrences.* —*J. Geomagn. and Geoelec.*, 1976, 28, N. 2, p. 157—163.

II — 6. 重力測定による前兆

1. Amirhanov Kh. I., Sardarov S. S., 地震予知のやり方. —Avt. sv. SSSR, kl. 019/00, № 499543, zayavl. 05. 03. 74, № 1998904, opubl. 24. 03. 76. 76.

予知の精度と信頼度とを高めるために、地球の重力の時間変化を測定し、これまで増加していた重力の減少が一定の値に変わるグラフの部分によって地震発生時刻を判断するという点を特徴とする、物理的パラメータ測定に基づく地震予知法。

2. Kazinskij V. A., Kadzharan <アルメニア共和国南部の村>地震震源周辺で観測された重力構造効果. —Dokl. AN SSSR, 1972, 203, № 3, 574—577頁.

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

実験的に明らかにされた重力構造効果は、地球内部の物理－構造的状況のありのままの指標であるということが確認されている。地震の震源周辺において得られた実験データに基づいて、この効果は地震予知のために利用しうるという具体的な課題が述べられている。

3. Nesterenko P. G., Stovas M. B., 重力と地震活動. —*Priroda* <自然>, 1963, № 7, 78 – 82 頁.

4. Sardaryan A. S., 重力変化研究による地震予知について. —*Molodoj nauch. rabotnik. Estestv. n.* <自然科学の若い学術労働者>, 1971, № 2 (14), 82 – 85 頁.

地震の際に、地殻の個々のブロックは 0.1 から 3 ミリガルの重力変化を引き起こしつつ、下降あるいは上昇することが明らかにされている。地震と結びついたピエゾ重力効果を記録するためには、地殻ブロックの断面を観測することが不可欠である。太平洋ベルト東北部地域においては、地震は秋季および冬季の月間に最も多く発生していることが指摘されている。これと同時期に、台風の数の増加も観測されている。全地震の 81 % が太陽－月接近の大きさの値が増加した時に起こっていることが示されている。

5. Sobakar' G. T., Dejneko V. I., 準周期的重力変化、太陽活動、地震エネルギーおよび地殻構造の間の空間・時間的相関関係. —*Geofiz. sb. AN USSR* <ウクライナ科学アカデミー地球物理学論文集>, 1978, № 82, 3 – 8 頁.

重力の準周期的変動、太陽活動、地震エネルギーおよび地殻構造の間の相関関係が検討され、これら現象の物理的本質を解明しようとする試みがなされている。

重力の準周期的変動のグラフを基に、地殻の構造－力学的地域区分が可能であることが示されている。重力準周期的変動に関する既存の諸指標によって、ウクライナ地域は、重力の場をくっきり反映する 12 の主要構造要素に分けられる。重力地図用の高精度な重力測定の基礎を作成するに当っての重力の準周期的変動の重要性と、地殻およびその表面に生起する力学的过程（地震等）の予知に際しての準周期的変動研究結果を利用することの可能性とに對して注意が向けられている。

6.* 田島、地殻運動による重力変化の可能性、測地学会誌, 1970, 16, N. 1 – 2, 60 – 67 頁.

7.* Adams R. P., Earthquake prediction. —*Nature*, 1977, 269, N. 5623, p. 14.

8. Balakrishna S., Ramakrishna S., Alaskan earthquake and gravity time-curve. —Current Sci., 1964, v. 33, N. 23, p. 714—715.

9. Barnes D. F., Gravity changes during the Alaskan earthquakes. —J. Geophys. Res., 1966, v. 71, N. 2, p. 451—456.

10.* Barnes D. F., Gravity changes associated with the Alaskan earthquake. —Trans. Amer. Geophys. Union, 1965, 46, N. 1, p. 45—46.

11. Fujii Y., Gravity change in the shock area of the Niigata earthquake, 1964, 16, June. —J. Seism. Soc. Japan, 1966, v. 19, N. 3, p. 200—216.

12.* Kizawa T., Recordings with Askania gravimeters before and after important earthquakes. —J. Geophys., 1970, 36, N. 4, p. 519—521.

13. Mukhopadhyay M., Tectonic implications of seismisity and gravitational anomalies of North-Eastern India and Burma. —Geophys. Res. Bull., 1973, 11, N. 3, p. 183—191.

1963年～1971年の地震を総計する方法によって、東北インドとビルマの地震活動度地図が作り上げられた。高い地震活動度は強い負のアイソスタシー重力異常と関連しており、これが消えると地震活動度も低下する。顕著な地震活動は、正のアイソスタシー異常地域であるアッサム高原にもみられる。多分、地震の震源の深度は、アイソスタシー異常と関連している。この関連が、局部的構造(テクトニクス)の視点から検討されている。

II - 7. 放射能測定による前兆

1. Agamirzoev R. A., Kasurnov I. A., Gyul' E. K. ほか, 1975年8月4日～6日 Shemakha地震. —Sejsmol. byulleten' Kavkaza, Tbilisi, Metsniereba, 1977.

地震の時間的前兆の探求—宮村・小原・須藤・浜田

東コーカサスとアゼルバイヤンで、1975年8月4日に1回、1975年6月に3回の顕著な地震が起きた。1975年8月7日～8日、この地震の震央地域で行われたガンマ線測定で、該当地域で通常の基本的な値として知られているものと比して、ガンマ線の場が25～30%上昇したことが明らかにされた。一番震動の激しい地域は、放射線測定のデータによれば、震央地域よりもずっと広範域を含んでいる。

2. Agamirzoev R. A., Zolotovitskaya T. A., Ismail-zade T. A. ほか、アゼルバイジャンにおける地震前兆の探索。—“Poiski predvestnikov zemletryasenij”<「地震前兆の探索」>, Tashkent, Fan <科学アカデミー支部>, 1976, 213–219頁。

Shemakha 地震活動域における地震前兆探求の目的で放射線測定観測が行われた。1965年の6～7級のMykhtekyah地震の際には、ガンマ線場の水準の短時間の異常増大がとらえられた。

地震源地域とその範囲を超えたところとに配置された測定点において、放射能の観測が行われた。著しいガンマ線場の値と地震活動度との関係に関する予備データが得られている。著者は、ありうべき地震前兆として、地震活動度と放射能との相関関係をさらに研究することは妥当であると考えている。

3. Akophyan Ts. G., Akhverdyan L. A., Nagapetyan V. V., Skovorodkin Yu. P., 地震前兆探索の目的をもつアルメニヤ共和国地震活動地区の地球物理的場の局地的変化特性の研究。—Dokl. AN ArmSSR, 1974, 59, № 2, 84–88頁。

アルメニヤの地震活動性が高い地域の岩石のピエゾ磁気（地震磁気）的特性が研究されている。これらデータに基づいた概算値は、1968年～1969年に観測された。Zangezur 多角形（ポリゴン）における地磁気場の局地変化は、地震の震動と相関関係にあり、これは、地震過程と関連した構造的応力（テクトニックストレス）の急変の影響による岩石の磁気特性の変化によって説明しうる。震央区域における最大震動の強度は（1968年6月9日）7.5～8級に達した。震動および強い余震の数時間前には磁界の減少が観測された。強度の最小値は震動の瞬間に記録され、その後強度は増大し、2～3時間後に初期水準に回復する。強度の落差は12～15から25～30 γに達する。また、地震の震動と相関する岩石の放射能の変化も観察された。

4. Aliev Ch. S., Bajramov Yu. A., Zolotovitskaya T. A., 強震の激震地域のガンマ線場の研究。—地震危険の地域区分と地震前兆の探索。学位論文、1976年12月—(AN UzSSR, In-t Sejsmol., Tashkent, gor. kom. LKSM Uzbekistana), —

Tashkent, Fan, 1976, 80頁.

過去の諸地震で有名な地震頻発地区の Shemakha 地震活動区域領域において、10年間にわたって毎年地表のガンマ線測定が行われている。地震生成構造におけるガンマ線場水準の変化の定点測定のために、4カ所の監視点が選ばれた。数学的統計法によってこの地域の通常の岩石のガンマ線放射量が決定された。所定の期間内のこの基礎値からの偏差は、ノイズのレベルを超えており、気象現象とは無関係である。地震生成構造の範囲の地表面からのガンマ線放射強度変化と地震活動の高まりとの関係が観測されている。地震生成構造において、地震準備期には岩石の割目を形成することになる応力が増し、媒質内の流体バランスを乱し、諸元素の移動を強化するものと思われる。この流体の少なからぬ部分を放射性元素が構成しており、これがガンマ線場レベルを高める。放射線測定法による地震前兆の探求は、希望を抱かせるような材料を与えてくれる。

5.* Vakita Kh. <脇田 宏>, ラドン放射量測定による地震予知. — *I s o t o p e News*, 1974, No. 240, 10—11頁.

6. Gorbushina L. V., Ryaboshtan Yu. S., 構造的起源の現在の地球力学的地帯の迅速測図のための放射測量の採用. — 論文集「ウズベキスタンの地震学」, Fan, 1975.

本論文では、放射測定法による現在の地殻運動研究の結果が述べられている。沈降と放射異常成分の関連が明らかにされている。地球力学的地帯で圧力が変化する際に、地層からのガス分離增加を可能にする過程がおきる。

7. Zolotovitskaya T. A., Agamirzoev R. A., Bairamov Yu. A., 地震事象に伴うガンマ場の変化について, — 論文集“Materialy konf. po izuch. sejsmichn. i glubin. stroeniya Azerbajdzhana”, 1973, Baku, Elm, 1974, 115—122頁.

アゼルバイジャンの地震活動地域において、RA-69 装置を用いて自動ガンマ線測定が行われた。地震準備時の明瞭な放射能増大の関連が認められている。気象条件に対する補正が実施されている。この現象の物理学は、厚い堆積岩層を振盪する地震の瞬間の深部からのラドンの“貫入”によって説明される。

8.* 地震の指示器(インディケーター), *Science Digest*, v. 80, N. 5, 1976, November, p. 18.

9. Kazanchyan P. P., 測地学的および放射測定的方法によるアルメニアにおける現在

の地殻運動研究の結果。論文集「アルマ・アタ地球力学多角形（ポリゴン）における現在の地殻運動」，1973，117—122頁。

断層の多い地域では、地震の前には岩層の放射能が自然のレベルと比較して、増大することが明らかにされている。著者は、地震活動の活発な地域における既存および将来設定される地球力学多角形（ポリゴン）で、定期的に放射能測定観測を行うことを新たに提案している。同様な観測は“Arpa-Sevan”トンネル区域でも始められている。

10. Kazanchyan P. P., Oganesyan Sh. S., Arutyunyan E. B., アルメニア共和国 Zangezur 地震震源地域における地殻の現在の局地的上下運動研究の予備的結果。—「地球力学的多角形における地殻の現在の運動」，タシュケント，Fan，1972。

Zangezur 多角形（ポリゴン）＜試験地域＞における放射能観測データによれば、1968 年の 8 級の地震の際に γ 線場は 25 % 増し、その後減少した。

11. Luchin M. A., 地震活動地域における地震の時間予報の方法。—Avt. sv. SSSR, k1. 01 1/100, № 284331, zayavl. <発表> 26. 7. 67, № 1175793, opubl. <出版> 24. 12. 70.

地震開始時間決定の信頼性を高めるために、岩層の連続性の破断されている個所で、ガス形成および液状状態での諸ガス類、たとえばヘリウム、ラドン、トロン、水素、炭酸ガス等放射性分裂あるいはイオン化放射の影響下で放射化学過程で形成されるものの凝縮を測定し、地震前に発生する圧力の影響で岩層の小気孔からこれらガス類が分離することによる凝縮勾配の急激な増大により、地震の開始時間を決定する。

12. Ryaboshtan Yu. S., Gorbushina L. V., 造構的構造における現在の地球力学的運動の解明の方法。—Avt. sv. SSSR, k1. G. 01v5/00, № 396659, zayavl. <発表> 12. 6. 1972, № 1798577, opubl. <出版> 21. 1. 74.

この工夫の目的は、造山構造における現代の地球力学的過程の区域を迅速、かつ、経済上有利な解明を確保することであり、これは地表面近くの放射測定法によって達成される。既知の方法、すなわち、地表面近くのトロンーラドン（放射）測定が、造山構造における現代の小、中規模の大きさの運動の解明に利用されている。

13. Sultankhodzhaev A. N., Latinov S. U., Zakirov T., Kkalidov M. A., ラドンの変化による強震発生場所予知の可能性について。—Uzb. geol. zh., 1977, № 3.

地下水中のラドンの変化によって強い地震の場所を予知することの可能性が検討されている。将来の地震震源と観測点との距離が増大するにつれ、ラドン含有に対する岩石の応力状

態の影響は弱まり、震央区域においてこの影響は最大であることが明らかにされた。この事情は、地震準備中の場所を決定することを可能にする。この問題に対する最初の数学的解決の試みによって、連続的にラドン含有変化の資料の記録が行われている3つの点で一つの方向が存在すれば、将来の地震地点の座標決定ができることが明らかにされている。

14. Yasui Yu., 地震に伴う放射現象。—気象研究ノート, 1969, № 100, 250—251頁。

15.* King Chi-Yi, Radon emanation on San Andreas fault.
—Nature, 1978, 271, N. 5645, p. 516—519.

II - 8. 水—地球化学的前兆

a) 地球化学的前兆

1. Aripov É. A., Ergashev S. É., 地震に伴う地下水中の水素イオン濃度変化について。—Doklady AN UzSSR, 1977, № 6, 51—53頁。

地下水中の水素イオン濃度(pH)は、1971年のM=4.2, H=20kmのアゼルバイジャン地震前に低下し、地震の後に初期値に回復した。このpHの異常は地震の3カ月以上前から始まった。地磁気の場の強度は地震の2.5カ月前から増大はじめ、地震活動の瞬間に最大値に達した。これには、地下水中の水素イオン濃度指数の最大変化が合致した。地震後、地磁気場の強度は、実際に初期値にまで低下した。pHに対する地磁気場の影響を説明する物理機構が提起されている。地震区域で地磁気場を変える諸要因の影響により、深部含水層の水の磁化が起り、その結果、その構造化が発生する。これは、溶解物質の構造—力学的単位(イオン、分子およびその連合)から成る相互に結合していない(あるいは弱い結合の)水の分子の相関関係の強さに変化をもたらし、それ故、水中塩の加水分解の程度、すなわち、pHの異常変化をもたらすものである。

2. Amirkhanov Sh. Kh., 地震時における石油およびガス産地下のガス異常の特性。
—Dokl. AN UzSSR, 1978, № 4, 64—67頁。

Gazli地震と一連の弱震動がYulduzkak 石油ガス田上やShorsaj, Chembar および北Shurten の妨害構造の地下大気中の炭化水素成分含有量変化に対して与える影響が研究されている。下記のような結論が出されている。

この方法では、地下大気中の異常域は石油—ガス含有構造に特徴的である。北Zekri,

Shorsaj および北 Shurten の妨害構造の領域において、地下大気に事実上メタンが存在しないということは、この地域が石油ガス含有に関して見込みがないことを示している。地震は、炭化水素の鉱床から表面に近い層への移動とガス地帯の変化を大幅に増大させる。地震の結果、発生した炭化水素異常の残跡は石油およびガス鉱床の地球化学的ノイズとして明確な基準になる。石油ガス含有井の領域での高炭化水素含有地点の数は、地震後、岩層を覆っていた層の連続性が乱れた結果として、時間がたつにつれて増加する。

3. Bulashevich Yu. P., Bashorin V. N., 断層破碎帯をよこぎる地下水中のヘリウム高濃度集中について。—Dokl. AN SSSR, 1971, № 4, 201 頁。

ヘリウムの異常に対応する断層帯の断面は、地殻の最も透過性の高い部分である。明らかに、こうした部分は、深部物質の最も集中的な移送が起きるチャンネルである。

4. Bulashevich Yu. P., Chalov P. I., Tuzova T. V., ほか、北キルギス断層帶の水中のヘリウム含有量とウラン族同位元素間の関係。—Izv. AN SSSR, Fiz. Zemli, 1976, № 1.

地殻断層中の水、北キルギスの表層水および地下水中の放射性同位元素 (He^4 , Rn^{222} , Ra^{226} , U^{238}) の含有量および各同位元素比 ($\text{U}^{234}/\text{U}^{238}$, $\text{Rn}^{222}/\text{Ra}^{226}/\text{U}^{238}$) についての研究がなされている。ヘリウムとともに、断層水確認のために興味を引く他の同位元素についても明らかにされている。

5. Vakida Khirosi, 地震予知、地熱源および天然資源探査におけるヘリウムの実際的应用。—Isotope News, 1977, № 271, 6-7. (英語)

6. Valyaev B. M., Domkhin P. V., Lyustikh A. E., ほか、1976年7月28-29日 Grozny における余震に伴うヘリウム流の短周期変化。—Dokl. AN SSSR, 1977, 235, № 2, 466-469 頁。

1976年8月2日から5日まで、Itum-Kale島(Checheno-Ingušetiya)近くの異常な温泉群の水溶ヘリウムの流れに関する定期的観測が行われた。全体としてGrozny地震(1976年7月28日～29日)の余震に相関している水溶ヘリウム濃度の一昼夜の間の短周期的变化が明らかにされた。きちんとした周期性(潮汐作用と関連した半昼夜周期も含め)は認められなかった。すべての温泉のカーブの動きに明瞭な対応が記録に留められており、これはヘリウムの流れの脈動の同期性を証明している。相関の平均係数は0.71に等しく、これは、50%以上のヘリウム流の不定性が温泉に同期して働く共通の要素によって支配されていることを証明している。定量評価の際の変化の絶対値は、ヘリウム流の局地的異常の強度と比例し、一方、相対値はすべての温泉にはほぼ一致している。最後の結論は、深部からの

ヘリウム流の貫入の条件変化による変動の被制約性、特に現代の（活動している）断層区域でくっきりと表われるものを証明している。

7. Voitov G. I., Osika G. D., Grechukhina T. G., ほか, 1970年5月14日ダゲスタン地震の若干の地質－地球化学的結果について。－Dokl. AN SSSR, 1972, 202, №3, 576－579頁。

1970年5月14日のダゲスタン地震の地質－地球化学的結果が検討されている。これは無数の岩屑、断層、天然ガスの出現、水中の塩成分の変化、さく井の噴出等によって表わされる。水、石油およびガスの噴出の変化が観測される領域は、地震震央区域に限らず震度5～6級の地域を包括しており、これはすなわち、震央から100～250kmの距離におよぶ。岩層の緊張状態解消時刻を予知するための天然ガス中の個々の成分の情報的可能性に関する提案がなされている。

8. Vorob'ev E. L., Zakirov D. M., 地震予知のためのタシュケントの鉱水中のラドン含有量測定の方法論について。－Uzb. geol. zh., 1968, №5.

研究期間中、三つのサイクルに区分される2～5級にわたる31の震動があった。上記期間中の地震活動性に対する測定データを比較することにより、水中のラドン含有量の変化は基本的に、次のような規則性によって表わされることを究明した。上昇－下降－上昇－震動－上昇。高い地震活動性は鉱水中のラドン濃度の集中的な変動と一致する。上記震動時に析出されるエネルギーは、ラドン含有量曲線の伸び面積に比例し、これは、濃度の上昇開始前および低落後の最小値によって制約されている。水中ラドンの低落後の最小含有量は、通常、上昇開始前の最小値より大きい。震動の等級は、震動に先立つラドン含有曲線の伸びの大きさおよび最大値（高原）におけるラドン濃度変化特性に一義的に依っている。第1および第2のサイクルは、小震動を伴うラドン濃度の“はね上がり”現象で終了する。

9. Gejnts V. A., Grebennikov A. V., Kulikov T. V., ほか, タシュケント地震に伴うタシュケント市地区の温泉水状態研究の結果。－「1966年4月26日タシュケント地震」, Tashkent, Fan, 1971, 200－208頁。

震動によって引き起こされるSenoman帯水層の物理－化学的諸パラメーターの変化は、約1～2カ月の遅れで認められる。水中の微少成分（ウラン、砒素、弗素）の含有量並びにガス成分（窒素、二酸化炭素、メタン、ヘリウム）の変化は、地震時には水に対してこれらの元素に富んだ新しい通路の出現によって説明される。

10. 若干の中央アジア地震活動地帯の水－地球化学的特性。－Tashkent, Fan, 1977.

本論文では、研究対象地域の構造運動上および水—地質学上の特徴に関する綿密な分析を基に、地震活動度と関連した中央アジアの地下水のガス化学成分変化の法則性を解明している。種々の地震構造論的および水—地質学的発展状況の研究対象地域の詳細な水—地質—地震学的特性が述べられている。地震予知のための探査用の水—地質学的諸基準が述べられている。

11. Gorbushina L. V., Grebennikov A. V., Kulikov G. V., ほか, タシュケント噴水盆地地下水中のガス成分の地質—地球化学的因子の影響。—「1966年4月26日タシュケント地震」, Tashkent, Fan, 1971.

1966年～1967年の地震後のタシュケント鉱水中のHe含有量の増加が発見された。この現象は、該当時期のこの地域の構造運動と、これと結びついた音響的活動性の高まりによって説明される。

12. Gorbushina L. V., Tyminskij V. G., Spiridonov A. I., 地震活動地区における放射—水地質学的異常生成機構に関する問題について。—Sov. Geologiya, 1972, No. 1, 153—156頁。

強力な超音波の発生体としての地震は、弾性震動伝播の方向にある媒体の粒子を混和し、“音の風”と呼ばれる間断ない流れを創り出す。“音の風”は岩層に影響を与え、ごく深部の地下水を各種の元素(He, Rn, Ar, U等々)やこれら元素の同位元素(選択的に)で富ませることになる。地下水の化学的およびガス成分の変化をもたらす超音波震動の力は、地震前兆探求の際の方法の一つとして基本になりうる。地下水は、地震時に震源で起きる岩石の変形や諸プロセスを通じた岩石の弾性エネルギーの集積過程の表示器なのだ。

13. Grin V. P., Ib'yasov B., Kim N. I. ほか, Chuiskaya vpadina<チュイ盆地>とその周辺山地における地震前兆探索研究の若干の結果。—「地震前兆の探索」, タシュケント, 1976, 146—150頁。

1973年, K=11～12の3つの地震群の前にIssyk-Ataで、また、1971年にはSary-Kamys地震の前に震央から40km離れたDzhety-Oguzで、温泉水状況の異常変化が観測された。

14. Donabedov A. T., Korovina T. L., 地震活動度と石油およびガス産地の動力学的パラメーターとの関係について。—“Probl. geol. nefti”, vyp. 4, M., 1974, 38—50頁。

地球上における油田と天然ガス田の分布の規則性が、地震学と地球上の地震現象の規則性と、石油ガス田の分布と形成との関連とを考慮に入れて検討されている。

15. Elizarov G. Sh., 石油産地の状態への地震の影響. — Sev. Kavkaz. n. — i. i proekt. in-t neft. prom-sti <北カフカーズ石油産業科学生産研究所>, グロズヌイ, 1977, — 18頁.

油田(例えば Checheno-Ingushska ja 自治ソビエト社会主义共和国の Starogrozny 油田および Kolodeznoe Stavropol'skij 地域)の状態に対する破壊的な遠地の大地震および近地の大地震の影響が検討されている。地震前には、油田の採掘状況に乱れが観測された。Starogrznenskoe 地震の本質が検討されている。地震学、地質学および産業上の資料の合同分析の結果、地震の構造運動的な本質に関する結論が導き出されている。

16. Zor'kin L. M., Zuairaev S. L., Karus E. V. ほか、表面地層のガス状況への地震の影響(サハリン島の例). — Dokl. AN SSSR, 1977, 235, № 2.

定期的観測の結果、地震震動後、炭化水素ガス濃度が増大することが究明された。地震震動の影響により、濃度の増大のみならず、ガスの炭化水素部分の組成変化および個々の成分の相関値の変化が生じる。研究の遂行により、ごく弱い地震でさえも震源におけるひずみの緩和は、流体の地下から表面に近い地層への移動を顕著に促進させることができた。

17. 地下水中の R_n の異常変化にてらしてみた地震予報の研究, — Ditsyu ulu syue-bao Acta geophys. sinica, 1975, 18, N. 4, 272—283頁.

地下水中のラドンの特性の変化とその地震発生との関係が分析されている。

18. Kazin E. A., Elizarov G. M., 1971年5月26日 Starogrznenskoe 地震の本性について. — Sejsmol. byul. Kavkaza, 1975(1977), 1月—12月, 159—170頁.

地震と油田での採油との関係にかかわる問題が検討されている。地震の移動と反復性、Starogrozyの上部白亜系油田の層厚力の経時的变化に関するデータが利用されている。層圧力のゆるやかな低下が Starogrznensk 油田の原因となっており、地震は層圧力の変化に影響を与えたという結論がなされている。

19. Kasymov Kh. K., Vorob'ev E. L., Zakirov D. M., ラドン変化の観測によるタシュケント地震の余震発生時刻予報の試み. — 「1966年4月26日タシュケント地震」, Tashkent, Fan, 1971.

表記期間に行われた地震活動性に関する測定と資料の結果、地震活動の活発な周期は熱鉱泉水中のラドン濃度の集中的な変動と一致することが究明された。5級の震動の場合で、ラドン濃度最大値の時刻から地震の時刻まで 20 ~ 26 時間経過しており、反復する“はね返り”

の 5 級の震動の場合で 40 ~ 50 時間である。

20. Kasymov Kh. K., 北フェルガナにおける地震予知のラドン法採用の結果について. —Uzb. geol. zh., 1973, No. 2.

北 Fergana の Chartak 地域における熱鉱泉水中のラドンの連続測定は, Pritashkent の地下湖のそれと同様, 弹性一層ひずみの集積期間およびこの応力の緩和, すなわち, 地震時にラドン含有量の規則的な変化をすることを示した。この規則性は, 基礎的な値と比して長期的なラドン濃度の急激な増大の継続の後, 数日間継続する最大値の瞬間に至り, この後急激な下降が起こるが, これが地震の瞬間と一致するという形で現れる。

21. Kvartsov A. I., Fridman A. I., 深部断層帯の自然水の地質学と地球化学および地震の予知. —論文集「予知多角形＜テスト地域＞における地震前兆の探索」, M., Nauka, 1974, 158 - 164 頁.

地震を含めた構造運動と, 天然ガスの移動および析出強度との関連の研究の若干の結果が検討されている。天然ガスの移転の強度と成分は, 主として地殻構造学的状況によって条件づけられることが窺明されている。地震活動が活発な期間に, ごく深部, 恐らくマグマからのガスの流出が発生する。

22. Karus E. V., Kuznetsov O. L., Simkin E. M. ほか, 浅い地震の予知に関する問題について. —論文集「ウズベキスタンの地震学, 地震地質学についての新しい資料」, タシケント, Fan, 1974, 292 - 302 頁.

多分, 地震の準備過程に参画しているであろう物理学的および物理-化学的場のありうべき相互関係が検討されている。これらの場は, 過程中に流体が参画していれば, 互いに関連しうることが明らかにされている。

23. Lukyanov S. I., Fursov V. Z., Tsepeman M. N., 地球化学的研究の資料による断層の地図化. —「1966年4月26日タシケント地震」, Tashkent, Fan, 1971, 213 - 215 頁.

地球化学的方法を用いた断層の地図化の可能性を判定するために, 試験的-方法論的研究が行われた。

断層区域は, 炭化水素とヘリウムの高濃度の区域によって明確に決定されることが窺明された。残念ながら, 同様な研究がタシケント地震前に都市の領域では行われなかったため, 地震前の地球化学的指標の動態を判定したり, 何らかの比較対照を行ったりできるような資料はない。

24. Luchin I. A., 地震活動地区における地震の時間の予知方法. -Avt. sv. SS-SR, k1. OI v1/00, № 284331, zayavl. 26.06.67, opubl. 24.12.70.

地震活動地区における地震の時間を予知する方法が提案されている。これは岩層の連續性が破断している諸地点で、放射性物質の崩壊時およびイオン放射の影響のもとでの放射化学的過程時に形成されるガス濃縮のガス形成および液体相を定期的に観測し、濃縮勾配が急激に増大した時、地震開始の時刻を判定するものである。

25. Lykov V. I., Osokina D. I., Odekov O. A. ほか, 沿(プリ)コペットダグ地震活動地域における予知観測複合体設置の構造物理学的基礎づけ. -「地震前兆の探索」, タシュケント, 1976, 151-163頁.

プリコペットダグ地域の断層の潜在的活動区域で始められた研究の第1回目の結果が述べられている。この研究は、水-地球化学過程の状況の研究も含んでいる。

26. Mavlyanov G. A., Sultankhodzhaev A. N., Gorbushina L. V., ほか, 地震前兆出現に際しての地下水の放射同位元素指標の役割について. -ウズベク地質学雑誌, 1971, № 1.

得られた諸結果は、高い程度の破壊、つまり、地震区域での岩層のガス抜きを証拠だてている。そのような弱化した区域を循環する地下水は、ガスやその他の成分で富むのに都合の良い条件にある。それらの指標の含有量に関するデータによって、極深部で起こる過程の活動度を評価し、その発生時刻を予知し、また、高い構造運動的活動状態のもとでの放射性元素の移動経路に関する資料を得ることができる。

27. Markhinin E. K., Manakhov F. I., Oskorbin K. S., ほか, サハリン島、千島列島地域の強震に先行する効果. -「地震前兆の探索」, タシュケント, Fan, 1976, 219-221頁.

国後島において多年にわたり温泉水の化学組成に対する観測が行われている。1965年～1966年、10カ所の温泉源の塩素と炭酸ガスの百分率組成と、島の地震活動性との比較対照が行われている。この結果は、温泉水の化学組成と該当地域の地震活動性との緊密な関連を示している。

28. Markhinin E. K., Bozhkova L. I., 地震活動と温泉水の化学成分との関係. -Bul. vulkanol. st. Dal'nevost. nauch. tsentr AN SSSR <ソ連邦科学院極東科学センター火山観測所報告>, 1976, № 52, 37-41頁.

国後島の一連の温泉の化学成分と地震との間の関連が検討されている。地震活動度が増大

するという結論が出されている。

29. Mirzoev K. M., Malamud A. S., Rura G. M., ほか, 強震に先行する諸因子の変化の空間-時間的規則性の探索. —「地震前兆の探索」, Tashkent, Fan, 1976, 241-251頁.

Obi-Garm, Yavroz および Shaambary 水化学観測所において, 1972年から温泉水状況と含有ラドンの観測が行われている。観測所からの半径 15 km内に起きた種々のエネルギー等級の地震で, その発生の 12 時間前後に半径 100 km内に他の震動を伴わないものが検討された。ラドン含有量低下期の長さが, 地震の等級によって比例することを証明する図が得られた。

30. Osika D. G., Saidov S. A., Megaev A. B., ダゲスタンの地震の生成機構と実際的予知について. —Sejsmol. byull. Kavkaza, 1974年1月-12月(1976), Tbilisi, Metsnireba, 1976, 158-170頁.

地震活動の活発な時期におけるガスの化学成分の不定性に対する制度的観測によって, 地震あるいは一連の弱い震動のずっと以前に, 同時に窒素と二酸化炭素の濃度低下を伴うガス中の炭化水素含有量の急増が認められている。いつの場合にも地震休止時一昼夜の基礎値に対するガス中の個々の成分含有量の異常は, 次の地震の準備を証拠だてている。

31. Osika D. G., Magomedov M. N., Smirnova M. N., ほか, 北カフカズの強震の水力学的および地球化学的前兆. —「地震前兆の探索」, Tashkent, Fan, 1976.

北カフカズ(コーカサス)での最大の諸地震の地質学的・地球化学的結果を研究した成果として, 震央域の 100~300 km内にとどまらず, その範囲をずっと超えた坑井や鉱水源泉の噴出に大きな変動を引き起こす流体力学的效果が大半の地震に先行するか随伴するかしていったことが明らかにされた。地震時の水とガスの化学成分の変化は, 多分, 流体を含むコレクターの圧縮と, 加熱を伴う地殻の全般的な応力の増大に制約され, これに水の全般的な鉱化作用とガス効率の増大とが懸かっているのだ。

水のイオン-塩複合とガス会合中の深部起源成分含有の増大にみられる不均衡は, それら成分の深部からの移転によって引き起こされる。

32. Osika D. G., Megaev A. B., Saidov O. A., 地震の活動的な地域における流体の力学について. —論文集“Degazatsiya Zemli i geotektonika”, M., Nauka, 1976, 42-45頁.

北カフカズ(コーカサス)とキルギスの強震の研究により, 石油, ガスおよび水の坑井お

より鉱水源泉からの噴出の大きな変化は、地震に随伴するのみならず、先行もするものであることが解明された。地震の10～30日前に、地殻の全般的応力の増大により堆積物カバーのコレクターの層圧力が増した結果、流体の噴出が急激に増大することが観察される。地震の1～3日前に、大規模な構造運動的な割目と、過圧力状態のコレクターから、その基層や上層の岩層、また、恐らく地震の震源を形成しつつある断層区域への多量の流体の移転より、噴出は低下する。流体力学的效果は、震央のみならずその範囲を超えた遠方においても観察される。流体噴出の変動は、地下水およびガスの化学成分の大きな変化を伴う。ガス－水－地球化学的異常の値と地震の力との直接的な相関と逆に、異常の値は震央から観測地点までの距離次第であることが究明される。ガス－水－地球化学的異常は強い地震の余震の期間にも観察される。

33. Osika D. G., Megaev A. B., Yamkovskaya T. S., Saidov O. A., 構造地震に先行する水－地球化学的異常－震源地帯形成条件の反映。－Dokl. AN SSSR, 1977, 233, № 1, 74－77頁。

Akap(1966)およびSochi(1970)地震では、その3～5日前に、東部PredkavkazおよびMatsestaの中新生層中の水の塩素含有量が200～400%以上強烈に増加した。1974年～1975年のK=9～14の一連のダゲスタン地震によって、地震の数昼夜前には“湾型”あるいは“半湾型”的形をした水－地質－化学異常が発生する。前兆現象的な水の化学成分の不均衡、この型の変化および鉱化の増大は、岩層で吸収される塩化合物の可溶性の増加ではなく、鉱化度の高い水が構造運動性割れ目の区域で垂直に移動することや、主として塩化物によって鉱化度の弱い水の鉱化をひきおこす下位の帶水層の上位への断裂断層によっている。地震の後で水－地質－化学的異常は迅速に消滅する。K=9～4の範囲での地震のエネルギー級と予知的水－地質－化学的異常の範囲との相関関係およびK=14の地震について、震央距離とこれら異常の継続時間との相関関係が得られている。地下水の化学成分は、構造運動性地震の震源域形成過程の極めて敏感な指示器（インジケーター）である。地下のサイスミシティに関する最も有益な成分は、塩素イオンであることが判明した。地下水中的塩素含有量の判定は、フィールドの条件下でも、簡単、安価、迅速かつ容易に行えることが指摘されている。地下水中的塩素イオンは、構造運動性地震の震源形成過程に関する普遍的な指示器となりうるという結論が出されている。ここに開発された常量成分による水－地質－化学的地震予知方法を、他の地震活動の活発な地域で広範に検定し、他の諸方法と複合して実用上の地震予知に実施応用するように提案されている。

34. Osika D. G., Megaev A. B., ダゲスタン楔状地地下の地震活動に伴うZuramakeit温泉源の水の電気比伝導度変化。－Dokl. AN SSSR, 1978, № 3, 558－560頁。

ダゲスタン地震の準備過程で、水の全般的な鉱化が増大するにつれて NaCl の濃度が高まり、地震静謐期の基礎値に比して水の比電導率の値も増大する。1974年10月28日の弱震 ($K = 10$) の準備期には、この震源は観測点から 5 km の所にあったが、水の化学成分と電導率の増大は地震の3昼夜前に始まった。これらの値は、地震当日に最大値に達した。1974年11月13日の Kilyatlin 地震 ($K = 14$) では、震源は観測点から 60 km の所にあり、水の地球化学的異常および電導率の増大は、地震当日と地震の数時間の間でのみ明らかにされた。1974年12月23日の Salatau 地震 ($K = 14$) の場合には、常設観測所から震央は 18 km の所にあったのであるが、地震の2日前に Zuramakent 温泉の水に、地球化学的異常の強烈な高進と電導度の烈しい増大が認められ、これらは地震当時に最大値に達した。褶曲地帯における $K = 13 \sim 14$ および $K = 9 \sim 10$ の構造運動性地震の準備は、震源の深さが 5 ~ 10 km の場合、震央から各々 60 および 10 km 以上離れた距離では、地球化学的方法によっては記録（確定）できない。すなわち、予知的な地球化学的異常は、将来の地震強度が 4 ~ 5 級以上の区域でのみ捉えうるのである。

35. Sardarov S. S., 地震発生時刻予報の方法. —Avt. sv. SSSR, kl. G. 01. v 5/00, № 507844, zayavl. 5. 03. 74. № 1998903, opubl. 16. 04. 76.

地震活動の活発な地域で地震発生時刻を予知する方法は、断層地点でガス状および液体状での、例えば、 $\text{He} / \text{Ar}^{40}$ 等の比でもって放射性ガスの含有量を定期的に測定することだ。この方法の精度と信頼性を増す目的で、判定される値の周期性の経過の変化を同時にみるとにより、地震発生時刻を判断する。

36. Sardarov S. S., Gadimov B. S., Gazaliev I. M., ほか, 地震活動地帯におけるヘリウムとアルゴンの変化. —Sejsmol. byul. Kavkaza, 1974(1976), 1 ~ 12 月, 170 ~ 177 頁.

地震準備中の震源における圧力の変化は、ガス流の異常変化をひきおこすはずはあり、地震の予兆探求に際しては重要なものである。あらゆるガスの中でも化学的に活動的でなく、それゆえ環境の物理的パラメーターの時間的な変化の様相を最も正確に反映するということから、ヘリウムとアルゴンが一番妥当である。本研究は、ヘリウムとアルゴン深層流の変化を明らかにし、これらの変化と Shamkhalbulak ガス田の地層の変形とを関連づけた。自然ガス中のヘリウム濃度は一定ではなく、ある範囲の中で変化する。地震活動の静止期間には、この変動は僅かなものであり、これは、潮汐力のみの影響によるものとして説明される。地震過程の活発化する時期には、地震の前および後の振動の幅および周期の変化から成るヘリウム濃度曲線の異常が観測される。

37. Sardarov S. S., Ismailov A. Sh., Galimov B. S., ほか, Cherkeiskaya GES<チルケイスク水力発電所>での水注入による周辺地域における若干の地球物理的パラメーターの空間的・時間的变化の研究. - Seismol. byul. Kavkaza, 1974(1976), 1-12月, 178-184頁.

本研究の目的は、観測対象地域の地震活動度、貯水池の湛水レベル、地殻の潮汐現象等と深層のヘリウムおよびアルゴンガス流の変化との関係を明確にすることにあった。測定は、Sulak川右岸の堰から500mに位置する深さ140mのボーリング孔で行われた。ヘリウム流の振幅は、貯水池の水位が増加するとともに約30~40mぐらいの水深から減少し始め、貯水池の水深が80~100m台に達した後、振幅巾は増大する。この現象は、水位の増大と関連した貯水池地下およびその周縁部の地層塊の水分飽和と、荷重再配分によってひき起こされる応力の形成と関係している。

38. Smirnova M. N., Novitskaya N. A., Boyarko V. I., ほか, 1972年9月26日 Oktyabr'skoe油田地域の地震（北東カフカーズ）. - Seismol. byul. Kavkaza, 1974(1976), 199-211頁.

地震前の2~14昼夜前、石油採取量と温度の増大と圧力の低下とが観測された。

39. Spiridonov A. I., Tyminskij V. G., 1966年~1967年タシュケント地震後の地下水中の同位元素比 U^{234}/U^{238} の変化について. - Izv. AN SSSR, Ser. Fiz. Zemli, 1971, №3, 91-93頁.

地下水中の同位元素比 U^{234}/U^{238} で、 U^{234} の過剰の方向への変化が観測された。この変化は、1966年~1967年の地震前および地震時の地震活動度の高まりと関連している。

40. Sultankhodzhaev A. N., 強震予知の水-地質学的判定条件について. - Uzb. geol. zh., 1973, №1, -90頁.

化学的およびガス構成変化分析の結果、大地震に先立つ期間、不活性ガス（ヘリウムに続き、数日後ラドン他）の濃度の段階的な増加と、その後の急激な降下とが認められる。急激な降下と新しい上昇の瞬間が、地震の大きな震動の始まりである。こうした現象は、タシュケント、Kassansai, Przheval 等々の地震で追跡されている。地震の力とラドン濃度増大との間に、時間的にも、絶対値的にも一定の相関が明らかにされている。水の磁性含有物並びに水銀および炭酸ガス含有量の変化が認められ、ガス状の自由水素が現れる。地震時には、復活した断層帯域近くに位置する井戸に、特に明確に現れる。地下水中的塩化物、弗素および濃密な残留物の増加による鉱化と、化学的、微量成分の組成変化が認められる。流体力学的な方法によって、地震に先行する時期の層圧力の増大（および地震に伴うその急激な飛躍

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

的変化)が明らかにされている。核物理学的方法によって、ウラン(U^{234}/U^{238})ヘリウム(He^4)等の地下水中の成分の同位元素の変化が明らかにされている。

4 1. Sultankhodzhaev A. N., Tyminskij V. G., Trofimova I. B., 沿(プリ)タシュケント噴水井盆地を例とする地震活動地域における放射性ガス泉について。—Uzb. geol. zh., 1973, № 4, 28—31頁。

ガス異常は、時間的には厳密に構造運動の活動性が高まった時期と一致しており、この時(1966年～1968年) Pritashkent 噴水井盆地の水のヘリウムとアルゴン濃度が変化したが、これは、地震の際に分離した巨大なエネルギーによる深部から新しいガス塊の出現と関連している。震源域は、極深部に横たわっている構造運動的な破断に存在するガスを排出するポンプの役割を果たす。

4 2. Sultankhodzhaev A. N., Tyminskij V. G., Ulomov V. I., Fajzulin I. S., 地震予知のためのラドンの利用について。—Uzb. geol. zh., 1974, № 2, 44—49頁。

特別に設計された装置『圧力室(プレスカメラ)』で開発された方法による試料に対する実験的研究で、加えられる圧力の上昇によってもたらされる微小なひびの形成、周囲の環境から分離するラドンの濃度増加と、この圧力との相関関係が研究されている。地震準備期に震源域で増大する圧力は、ひびの数を増加させ、分離したラドンは地下水に入り込む。地下水中のラドンに関する情報は、他の水化学上の諸パラメーターとともに、地震予知に利用することが不可欠である。

4 3. Sultankhodzhaev A. N., Tyminskij V. G., Gorbushina L. V., ほか、地震活動地域の地下水中の自然放射性および放射性起原元素のふるまいの特徴。—論文集「ウズベキスタンの地震学・地震地質学についての新資料」, Tashkent, Fan, 1974, 271—291頁。

構造運動上の活動性が異なる二つの自噴井(Pritashkent並びにBukharo-Karshi)の地下水中的放射性および放射能源のガス(He/Rn と He/Ar)の相関関係と、Pritashkentの自噴井水中のウラン同位元素(U^{234}/U^{238})の組成とが研究されている。 He^4/Ar^{40} の比の値によって、深部の岩層の脱ガス過程や地下水中にガスが入る源、断層が始まる深さ等を決定することができる。1966年～1977年の U^{234}/U^{238} 比の時間的な経過は、構造運動過程の活性化期の後に異状な増大を伴った跳躍型の特徴をもっている。構造運動過程の活性化期における地下水中の He^4 と Ar^{40} 濃度の急激な増加は、 U^{234} に富んだ深部の流体の付加によって説明される。一連のさく井について、地下水と深部流体との

混合比が計算されている。

44. Sultankhodzhaev A. N., Chernov I. G., Zakirov T., Gazli地震の水-地質-地震学的前兆。-Dokl. AN UzSSR, 1976, № 7, 51-53頁。

この地震は、1976年5月17日の（グリニッヂ標準時で）2時58分38秒に発生した。Pritashkent 被圧地下水湖の領域に穿孔されたUglubek 部落の温泉さく井の水中 Rn濃度に対する観測結果（1976年5月8日～25日）が提示されている。5月12日からのラドン濃度の急激な増加が現われ、5月14日～15日にはラドン濃度は最高に達し、5月15日～24日には濃度は低下し、5月25日～26日には初期水準に回復している。

45. Sultankhodzhaev A. N., Khasanova L. A., Mavlinberdyeva R. A., Gazlij 地震の水-地質-地震学的前兆。-Dokl. AN UzSSR, 1976, № 9, 45-47頁。

タシュケント多角形（ポリゴン）の地下水水中における弗素、水銀その他の元素の変化研究結果は、微小成分組成の中でおこる変化を証明している。弗素、水銀その他の元素含有量における異常は、大きなエネルギー級（K=13～16）およびマグニチュード（M=5以上）の局地のみならず遠地の地震に先行し、あるいは、随伴する時期の変化に一定の法則性が存在することを示している。中央アジア全域の被圧地下水湖の水圧系の緊密な水力関係の存在に関する結論が導き出されている。

46. Sultankhodzhaev A. N., Zigan F. G., Faizullaeva M. I., Gazli 地震の水-地質-地震学的前兆。-Dokl. AN UzSSR, 1976, № 10, 45-47頁。

タシュケント地球力学的多角形（ポリゴン）の領域において、震源が500 km以内の距離にある地震の際、およびタシュケント市の震央で、有感震動の直前および震動時に、ガス地球化学上の異常発生が明らかにされた。地震の直前には、炭酸ガスとヘリウムの濃度が飛躍的に低下することが指摘されている。炭酸ガス含有量の最小量は強震動の13～20日前、ヘリウムの場合3～7日前に記録されている。その後、試料の水の中のこれらガスの含有量は急速に増大し、これが最大量に達した後、基礎値にまで低下する。異常変化の大きさと長さは、地震の力、震源までの距離と、さらに強い震動が短い断片的な時間中に連続して起きる場合、この数とに依存する。地震活動の「静穏期」と比して観測期間のガス含有量異常変化の大きさは、その変化の2～3倍である。強い震動の直前には、分析試料用の水中の分子水素が消滅する。「静穏期」には、水素含有量は容量百分率で1000分の10を超えることがない。地震直前には最小値が優勢となり消滅するまでこの含有量が100分の1および1000分の1の量の激しい変化（すなわち平常の量の2倍）が現れる。ガス異常発生の主要因は、

変形弾性のひずみ蓄積期の割れ目の形成（貯水岩層構造の破壊の結果によるもの）である。

47. Sultankhodzhaev A. N., ウズベキスタンにおける水地球化学的前兆。—論文集「地震前兆の探索」, Tashkent, Fan, 1976, 62–64頁。

タシュケントおよびフェルガーナの地球力学的多角形（ポリゴン）で、地球化学的異常は、実際に、広い範囲の諸元素－指標（炭素、窒素、水素、ヘリウム、アルゴン、ラドン、ウラン、ラジウム、弗素、水銀、塩素）について観測され、これは、水地球化学的環境変化現象の共通性を証拠だてるものであることが明らかにされた。時間的には、これらの変化は周期性を有しており、地震活動度と相関関係にある。タシュケント地球力学的多角形（ポリゴン）の白亜紀層の地下水のガス化学的および同位元素の組成変化に対する体系的な常設の物質分析によって下記のことが明らかになった。

地震前の期間には、不活性ガス類、分子水素、窒素および二酸化炭素の濃度の増加が認められる。その後、これらの烈しい減少が観測される。不活性ガスと二酸化炭素含有量の急激な低下と、新たな上昇の瞬間および分子水素の完全な消滅は、遠地地震の開始と一致する。

Pritashkent 被圧地下水湖のさく井の地下水では、Iskander (1971) と Yangiyul' (1972) 地震の前兆が見い出された。水地球化学的諸指標を、構造運動性地震に先行、あるいは随伴する各指標の化学的活性段階別および移動能力別に細分する可能性に関する結論が出されている。震源が遠ざかるにつれて、観測地点に情報が到達する時間が遅くなるのに伴い、水地球化学的变化も弱まる。

48. Sultankhodzhaev A. N., ウズベキスタンにおける水化学的前兆。—「地震前兆の探索」, Tashkent, FAN, 1976, 62–65頁。<47と同じ文献らしいが……>

タシュケント地球力学的多角形（ポリゴン）の白亜紀層の地下水のガス化学的および同位元素成分変化に対する体系的な常設の物質分析によって、地震前の時期には、不活性ガス（ヘリウム、アルゴン、ラドン）、分子水素、窒素および二酸化炭素濃度の増加が認められることが明らかにされた。ウランとその同位元素含有量の変化は地震後 2～3 ヶ月を経て観測され、これと対照的な地下水の全般的な鉱化と微小成分組成の変化は、ずっと遅れて記録される。

49. Sultankhodzhaev A. N., Latipov S. U., Zakirov T., Khamidov L. A., ラドン変化による強震発生場所予知の可能性について。—Uzb. geol. zh., 1977, № 3, 39–43 頁。

地下水中的ラドンの変化による強震発生場所予知の可能性が検討されている。観測地点と

将来の地震源との距離が増すにつれ、ラドン含有量に対する岩石の加圧状態の影響は弱まり、この影響は震央域で最大であることが明らかにされている。この情況は、地震を準備しつつある場所を決定することを可能にする。この問題の数学的解決という最初の試みで、ラドン含有量変化に関する情報が連續的に記録される3点で一つの方向があれば、将来の地震の座標を定めることができることが明らかにされた。

50. Sultankhodzhaev A. N., Spiridonov A. I., Tyminskij V. G., 地震活動地域の地下水ラドンの異常挙動の原因について。—Uzb. geol. zh., 1977, №2, 29–37頁。

地震に先立つおよび随伴する時期におけるラドンの異常形成の機構が検討されている。多年にわたる地震の活発な区域における地下水中的ラドン含有量変化に対する観測と、実験的調査の結果、ラドン含有量に影響する下記の主要要因が究明された。それは、岩層および流体の脱ガス過程を強くおし進める影響をおよぼす、地震時に発生する超音波振動、層内圧力の変動をもたらし、水中ラドンを富ませる影響をおよぼす地下水の流体力学的条件の変化、層状水のラドン含有量の変化をもたらす岩層の吸収容量を変える環境の物理的諸パラメーター（地球電気場電圧）の変化である。

51. Sultankhodzhaev A. N., 水–地質–地震学<hydro–geoseismology>発展の現状と展望。—Uzbek. geol. zh., 1977, №5, 30–36頁。

近年、地震前兆探求の水–地質–地震学的方法について広い知識が発見されている。この方法は、地震に先行、あるいは随伴する時期における地下水の化学的およびガス成分（諸元素と同位元素）の体系的な研究ならびに地下水位や加圧水の層圧力、温度、噴出量等の変化に対する観測の結果に基づいている。Pritashkent, Vostochno–Fergana.（東フェルガナ）、Dushanbe, Dagestan その他の地球力学的多角形（ポリゴン）における水–地質–地震学的パラメーター類の変化に対する観測で、肯定的な結果が得られている。水–地質–地震学的研究のより一層の発展には、信頼性のある地震前兆探求を目標とした複合的な水–地質–地震学観測所網の設立が必要である。

52. Sultankhodzhaev A. N., Chernov I. G., Katrenko V. G., ほか、水–地質–地震学的観測実務におけるテレメーター。—Inform. soobshch. AN Uz SSR, 1978, №188, 3–11頁。

ウズベク・ソビエト社会主義共和国領内の水–地質–地震学的観測局網設置に関連して、得られた情報を観測センターに自動送信することと、このデータの数学的な処理の必要性が

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

生じる。地震の前兆現象探求のために、地震に先行、あるいは随伴過程と関連した水—地質—地震学的效果が研究されている。記録センターから 25 km 離れたさく井の温泉水中のラドンおよび水素イオン濃度変化に関する情報伝送の最初の試みの実務的な結果が出されている。テレメーター・ルートの構成図があげられている。ここで開発された方式は、BARS型の自動化地震観測業務に採用されるかもしれない。

53. Tugarinov A. I., Sardarov S. S., 地殻の弾性変形の結果としての放射性ガスの深部流の変化。—Dokl. AN SSSR, 1975, 223, № 4, 856—859頁。

地殻の変形と関連して、地球内部から発生する放射性ガスとその同位元素の流れの変化に対する直接の実験的研究の結果が述べられている。放射性ガスの深部流に潮汐現象が発見された。地震前には、一般に、放射性ガス深部流の潮汐現象の周期ピッチに変化が現れることが認められた。

54. Tyminskij V. G., 地域の構造的活動性の研究についての放射・水化学的指標の役割について。—Geokhimiya, 1971, № 1.

地震地域の岩層の極度の破壊、つまり、脱ガス化を証明する結果が得られている。すなわち、そのような弱化した区域を循環する地下水は、ガスおよびその他の諸元素類が豊富化するのに好都合な条件下にある。こうした指標類の含有量を研究することによって、極深部で起こる過程の活動度を評価し、この発生時間を予知し、構造運動的活性の高い条件下での放射性元素類の移動経路に関するデータを得ることが可能かもしれない。

55. Tyminskij V. G., Sultankhodzhaev A. N., 放射水化学的異常：地域の地震構造的活動度の反映。—Uzb. geol. zh., 1973, № 3.

Tashkent (1966年～1967年), Dagestan (1970年), Dzhety-Oguz (1970年) の諸地震についての全般的な規則性が指摘されている。

1. 地球化学的（放射能—地球化学的なものを含め）異常には周期的特性があり、時間的な濃度の変化は、深部の構造運動的過程の活動度と相関している。
2. 地球化学的異常は、実際上、すべての元素—指標類について調査されたが、これらは、水理化学的環境の変化現象の共通性を示している。構造運動的過程が活性化すると、ガス類の含有量が急激に増大し、ヘリウム、窒素、炭酸ガス等々の濃度が増す。時としてこの現象は、地下水の温度と圧力との増大を伴う。元素類の抽出過程は、多分、震源から帶水層までの岩層の全範囲で起こるようである。種々の組成分の相関を研究することによって、ガス発生源、すなわち、地震源の深さの判定が可能になるかもしれない。

56. Ulomov V. I., Mavashev B. Z., 強い構造地震の前兆について. —Dokl. AN SSSR, 1967, 176, №2.

57. Ulomov V. I., Mavashev B. Z., タシュケント地震の前兆. —「1966年4月26日タシュケント地震」, FAN, Tashkent, 1971.

岩層の統一性のありうべき破壊の直接的な前兆には、急激な増大の後に始まる安定化と、恐らくは深部起源の温泉中のラドン濃度とがその役割を果しうる。

58. Ulomov V. I., 「注意！地震だ！」—Uzbekistan, 1971, 147—150頁.

タシュケント地震を例にとって、地震に伴う諸現象が検討されている。タシュケント地震は、ラドンを業務と地震学とに導入する助けとなった。1957年以来、温泉水中のラドン含有量は顕著に増大したことが解明された。1965年の中頃、これはほぼ2倍にまで増加した。その後、この過程は一層急速に展開したが、1965年10月には安定期が到来し、これはタシュケントで8級の地震が発生した1966年4月26日まで続いた。地震後すぐに、ラドン含有量は急激に減少した。ラドンの激しい分離は鉱物類の結晶格子崩壊と岩層中の追加的「毛細管」網と、小さな割れ目の発達とを促進する。こうして「毛細管」水を含んだ岩層の緩慢な変形は、数年にわたって水の搾り出し（また、恐らくこの水中のラドン溶解の促進も）と、より上部の帶水層への水の輸送を促進した。

59. Ulomov V. I., 地殻の力学と地震の予知, Tashkent, FAN, 1974, 180—186頁.

「地震前兆探求を目的とする地殻変形の研究」という章において、1966年のタシュケント地震に先行する時期の流体的な前兆が検討されている。タシュケント自噴井の熱鉱泉中のラドン含有量分析の結果、この不活性ガスの変動が明らかにされた。すなわち、地震に先立つ時期にはラドン含有量の段階的な増大が認められ、その後急激に減少する。この急激な減少と新しい増大の瞬間が地震の始まりである。

60. Khitarov N. I., Vojtov G. I., Lebedev V. S., ほか、構造地震に伴う地球化学的影響について. —論文集“Novye dannye po sejsmol. i sejsmogeol. Uzbekistana”, Tashkent, FAN, 1974, 303—330頁.

大地震に先立って、また、随伴して地下水のガス組成（諸元素と同位元素類）の変化、地下水、石油、ガスの噴出量、圧力および温度の変動が観測されている。

上記の諸変化は地震活動度とよく一致しており、地震前兆探求の際に利用し得よう。

61. Khitarov N. I., Vojtov G. I., Lebedev V. S., 地震の地球化学的前兆につ

いて。一論文集“Poiski predvestnikov zemletryasenij na prognosticheskikh poligonakh”, Nauka, 1974, 165—170頁。

地震の震源および弾性変形の再分配過程のすべての段階で観測される地球化学的諸指標、すなわち、ガス、同位元素、塩の組成および水の鉱化、放射性化学上等の変動を地震予知のために利用する可能性が検討されている。

6.2. Chalov P. I., Baranov V. E., Merkulova K. I., Tuzova T. V., 地震後の地下水中のウラン同位元素 58 分の変化について。—Izv. AN SSSR, Ser. Fiz. Zemli, 1973, № 1, 21—27頁。

1966年4月26日の地震後の、1966年～1969年にわたる Pritashkent 自噴井水中の U^{234}/U^{238} の比の変動が研究されている。水中ウランの同位元素組成の変化と他の諸指標との相関を明らかにする試みが実行された。研究の方法が述べられている。

上記研究を行った結果、著者らは次のような基本的な結論に至った。

- 1) 地下水中の U^{234}/U^{238} の活動度比は、多分、その変化によって地震を予知できたであろう放射線学上の諸指標の数に比例するわけではない。この点に関しては、 γ の値が地震の前も後も顕著な差を示していない、あるさく井に関するデータがある。しかし、より明確な結論のためには、さらに研究が不可欠である。
- 2) 研究対象のさく井の γ 値変化特性は、この変化が地震によって破壊された岩層からの浸出による U^{234} の多量の剩余の 1 回だけの受け入れと関連していないことが明らかである。つまり、その場合には、減少の後新たに γ が上昇するのは不可能となるからであり、他の原因からひき起こされているのである。これは、地震の後に様々な値を持った“若い水”あるいは水の混合物が恒常的又は定期的に帶水層に流入することでひき起こされるのかもしれない。
- 3) 得られたデータで、地下水中の U^{234}/U^{238} 比の活性は、帶水層中で起きている過程とさく井状況の放射性指示器（インディケーター）の一つでありうることがわかる。これと関連して、このパラメーターを地震活動が不活発な地域においても、また、地震活動が活発な地域においても、体系的に研究することが不可欠である。通常の条件での（地震現象がないこと）地下水中のこのパラメーターの変化に関する知識によって、これを地下水の運動の方向と速度の判定や、地震の後で帶水層に起きる過程の指示器として、また、恐らく他の諸問題の解決にも利用する可能性が確立されうる。

6.3. Chalov P. I., Tuzova T. V., Alekhina V. M., ほか、放射能因子による断層水同定の可能性の研究。—Izv. AN SSSR, Ser. Fiz. Zemli, 1976, № 9, 77頁。
以前に行われた諸研究を拡大して天然に産出される断層水の同定のために、より安定した

パラメーターを選び出す目的で、岩層の破碎区域で断層水が移動する際の放射能因子（パラメーター）（ He^4 , Rn^{222} , Ra^{226} , U^{238} の含有量および $\text{Ra}^{226}/\text{U}^{238}$, $\text{Rn}^{222}/\text{Ra}^{226}$, $\text{U}^{234}/\text{U}^{238}$ の比）の変化が研究されている。

64. Chalov P. I., Tuzova T. V., Alekhina V. M., 地殻の断層水の放射能因子の短周期変化とその地震予知との関係。—Izv. AN SSSR, Ser. Fiz. Zemli, 1977, № 8, 62–72頁。

天山北部の地震区域の二つのグループの源泉の断層水の放射能因子（ He^4 , Rn^{222} , Ra^{226} , U含有量および $\text{U}^{234}/\text{U}^{238}$ の比）の短期的変化研究の結果が述べられている。有感地震がない場合の、上に列挙したパラメーターの変動範囲が明らかにされた。研究対象の断層水の出口とは、地域的に震央が一致していないような地震の直前に若干のパラメーターの変化量が本質的に増大することが認められた。

65. Chalov P. I., Tuzova T. V., Alekhina V. M., 地殻の断層水の放射同位性因子変化による地震予知について。—Izv. AN SSSR, Ser. Fiz. Zemli, 1977, № 8, 56–61頁。

北キルギスの地震区域における地殻断層水とその他の水の放射性同位元素因子分析をもとに、他のタイプの水との混合によってひき起こされ得ない断層水の放射線学的状態が明らかにされた。この状態は、もし後者と放射性同位元素因子の変化との関連が客観的に存在し、一義的ならば地震現象予知にとって臨界的でありうる。

66. Chalov P. I., Tuzova T. V., Alekhina V. M., 長期間にわたる地殻断層水の放射性同位元素因子変化と地震の予知。—Izv. AN SSSR, Ser. Fiz. Zemli, 1977, № 9.

1973年～1975年の間、北天山地震区域の断層水中の放射性同位元素（ He^4 , Rn^{222} , Ra^{226} , U含有量, $\text{U}^{234}/\text{U}^{238}$ 比）の値の時間的な変化が研究されている。有感地震のない時およびそれに先立つ時期の上記諸因子の変動規模に関するデータが得られた。遠距離にある地震区域内の源泉の断層水中の He 含有量の時間的な変化の一般的な特徴が明らかにされた。

67. Chalov P. I., Tuzova T. V., Alekhina V. M., 地下水中のヘリウム含有量の時間的变化について。—Dokl. AN SSSR, 1977, 233, № 1.

得られた結果から、地球のヘリウム場は、少なくとも構造運動が活発な区域の地下水においては、その値が空間的のみならず時間的にも、本質的に変化することが明らかになってい

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

る。一つの区域中に存在するそうした水の源泉では、距離とは無関係に含有量の変化には同期的特性がなく、これは現在の構造運動過程およびこの過程に伴う諸現象の動力学と様式との認識にとって関心を呼ぶ。

68. Shtengelov E. S., 地殻の現在の応力状況の地域分布と地震活動度。—Dokl. AN SSSR, 235, № 2, 444—447頁。

地殻における現代の水平方向の構造運動性応力の複雑で計画的な地域分布性と激しい圧縮値の不定性と圧縮と伸張が変換する部分の存在とを合わせた広汎な分布が明らかにされている。この応力は、あらゆる地域にその自然特性にかかわりなく、あらゆる深さの断面にも存在する。応力の符号と値とに応じた岩層の自然放射能の変化にも基づいたガンマ測定法が用いられている。ユーラシアプレートの大半の構造運動性地震は接線方向に圧縮された地殻の開離＜？＞と関連しており、これは地震に伴う下記の水文地質学的現象、つまり、地下水水中におけるガス発散、圧力（水面）、温度流量、鉱化（主として塩素、カルシウム、臭素、ヨード、放射性および希元素類）の増大によっても確証される。

69.* Arieh E., Merzor A. M., Fluctuations in oil flow before and after earthquakes. —Nature, 1974, 247, N. 5442, p. 534—535.

70.* Barsukov V., Are earthquakes accidental? —Metals and Miner. Rev., 1976, 16, N. 1, p. 9—10.

71.* Earthquake forecasting, Technocrat, 1976, 9, N. 9, p. 88.

72.* Friedmann H., Möglichkeiten der Erstellung von Erdbebenprognosen. —Naturwissenschaften, 1977, 64, N. 11, p. 566—568.

73. Garzon R. L., Posibilidades de utilizacion del Rn y TKR en la predicción de terremotos. <地震予知における Rn と TKR の利用の可能性> —Bol. geol. y minero, 1976, 87, № 6, p. 607—611.

地震予知のための Rn と TKR の痕跡利用を理論的に述べた。

74.* Noguchi M., Wakita H., A method for continuous measurement of radon in groundwater for earthquake prediction. —J. Geophys. Res., 1977, 82, № 8, p. 1353—1357.

- 75.* Press F. e. a., *Earthquake Research in China*, EOS, AGU, v. 56, N. 11, 1975, p. 838-881.
- * 76. Sardarov S. S., About some physico-chemical methods of searching the earthquake forerunners. - *Publ. Inst. Geophys., Pol. Acad. Sci.*, 1977, A-4(115), p. 151-155.
- * 77. Smith A. R., Bowman H. R., Mosier D. F. e. a., Investigation of radon-222 in subsurface water as an earthquake predictor. - *IEEE Trans. Nucl. Sci.*, 1976, 23, N. 1, p. 694-698.
- * 78. Wakita H., 地震の予報：地球化学的接近. - 分析, 1976, N. 13. p. 36-42.
- * 79. 地震の指標. - *Science Digest*, v. 80, N. 5, 1976, November, p. 18.
- * 80. King Chi Ji, Radon emanation on San Andreas fault. - *Nature*, 1978, 271, N. 5645. p. 516-519.
- * 81. Wakita H., Fujii N., Matsuo S., Notsu K., e. a., "Helium spots": caused by a diapiric magma from upper mantle. - *Science*, 1978, 200, N. 4340, p. 430-432.

b) 水-地質学的前兆

1. Avchyan G. M., Belyavskij N. A., Polshkov M. K., 成層圧変化監視法による地震予知の可能性について. - *Izv. AN SSSR, Ser. Fiz. Zemli*, 1975, № 9, 88-90頁.

岩石（外部）圧力の機能として、隔離された収集槽中の間隙（成層）圧力が算定されている。理論的計算を検査するために、岩石を弾性圧縮した際にその圧力を測ることが可能な高圧高温装置が作られた。実験の結果は、行われた演算結果とよく一致している。岩層圧力が変化する際の実効および成層圧力の比較によって岩床の成層圧力は、実効圧力よりずっと増

大することが明らかになっている。流体力学的に隔離された地層の成層圧力を直接さく井中で測定する方法は、増大する地球力学的压力の影響で変化する岩層の特性によって変化していく地球物理学的場の測定に基づく方法よりも、より高感度の指示器になれるかもしれないという結論が出されている。時間的な成層圧力の変化は、地震前兆の一つとして見直すことができる。

2. Atos Nur, Kovach R. A., 地層中の水圧流とその構造過程における役割およびサン・アンドレアス断層系への応用。—“Poiski predvestnikov zemletryasenii”<「地震前兆の探索」>, Tashkent, FAN, 1976, 108–112頁。

活断層近くにうがたれたさく井の水圧変化記録は、深部の弾性応力測定法として考えうるもの一つである。1972年7月25日～27日には、サン・アンドレアス断層に沿ったひずみに関連した水の水準変化が観察されたが、これはすなわち、動いている部分を囲む領域の孔隙圧に対するクリープの影響によるものである。

3.* Byus E. I., Borzhomi <グルジヤの町>の Ekaterina 源泉の状況についての Mol' dengauep <?> の観測による地震前兆について。—Soobshch. AN Gruz. SSR, 1942, t. 3, № 10, 1013–1017頁。

4. Vasileva L., 工程地質学的、水文地質学的条件による地表の震度変化。—Khi-drol. i Metereol. <Meteorol. ?>, 1973, 22, № 2, 17–25頁。<工程地質学は engineering geology、水文地質学は hydrogeology の中国語訳>

微小地震地域の地震強度の分布は、岩層の物理－機械的性質、地下水準の賦存深度、地質学的構造とその地震震源に対する所在地等に依存している。

5. Vasilenko E. M., Zakarpats' e における地下水水面月平均値の永年変動と有感地震数との関係について。—Geol. zh., 1969, 29, № 6, 111–116頁。

地震の震度級数が地下水水面の上昇について増大するという有名な関係を利用し、数学的統計法によって地下水水面の変動特性と Zakarpats' e の有感地震数との相関関係を見い出そうとする試みがなされている。

6. Vengrenivskij O. F., Falovs' kij O. O., 水文地質学的方法による地震予知原理の deyak <?>。—Dopovid <?> AN US URSR, 1967, B, № 9, 774–779頁。

地下水の化学的組成の変化と掘鑿井の帶水層からの濾過損失との分析を地震予知のために利用することが提議されている。<題目ウクテイナ語か?>

7. Go Tszen-tszyan', 地震に先行する水面変化. -Ditsyu uli sebao, Acta geophys. sinica, 1964, 13, N. 3, 223-226頁.

地震前の震源区域の地殻の変型を証拠たてる中国内における強震前の水面変化の例があげられている。

8. Gejnts V. A., Grebennikov A. V., Kulikov T. V., タシュケント地震に伴うタシュケント市地区の温泉水状況研究の結果. -「1966年4月26日タシュケント地震」, Tashkent, FAN, 1971, 200-208頁.

Senomansk 層の地下水状況の研究結果は、タシュケント地震の原因がタシュケントでの温泉水採取と関連しているという何人かの専門家によって述べられた意見を覆すものである。

9. 加藤 完, 衣笠善博, ほか, 静岡県清水市における地震予知のための水位および水質観測井の設置について. 地質ニュース, 1977, №279, 14-19頁.

10. Kissin I. G., 水文地質学的方法による地震予知について. -Sovetskaya geologiya, 1970, №3, 118-121頁.

地下水は、含水層塊中の圧力変化に極めて鋭敏に感應する。流体力学的な異常のある区画にうがたれたさく井は、地震地域の山塊の圧力状況の観測にとって感度の良い器具となりうる。

11. Kissin I. G., 地震過程における水の役割の研究について. -Izv. AN SSSR, Fiz. Zemli, 1971, №3, 39-48頁.

岩層の間隙や割れ目を満している水が、地震過程で果すと考えられる役割が研究されている。地震の時間的予知に水文地質学的指標を利用する見込みが考察されている。

12. Monakhov F. N., 短期水文地質力学的地震前兆の形成機構. -DNTs. AN SS-SR, Sakhalinskij kompleksnyj nauchno-issled. in-t., Yuzhno-Sakhalinsk, 1979.

千島地震予知多角形における観測によって確立された水文地質学的前兆の基本的特性が取りまとめられている。

1. エネルギー級が、ある値よりも上である地震の4~10日前に、さく井の水面の低下が始まる。地震動の瞬間が近づくにつれ、水面の低下はしばらく停止し、続いて水面の上昇が観測される。地震は普通、水面上昇の最初に起こる。水面低下の最大値は、10

～12 cmに達する。

2. 第1項に述べられた前兆の特徴は、いかなる地震の前においても、その場所、機構、震源深度を問わず変わることがない。この前兆は、震源の深度が200 kmまでの場合、震央から800 kmまでの距離で観測される。
3. 水理地球力学的前兆も変形図的前兆と同様の様態を示すが、それと比較して1～2日間遅れる。
4. 地震準備期においては、地下水表面変動は地球表面の変形の値と同様のマグニチュードと震央距離とに対して依存関係にある。

こうした特性は、既存の認識の見地からは説明できない。流体力学的前兆の特性を説明する新しい概念が述べられている。

13. Osika G. D., Magomedov A. M., Smirnova M. N., ほか、北カフカーズの強震の水動力学的－水化学的前兆。－「地震前兆の探索」、タシケント、FAN, 1976, 65～68頁。

北Kavkazの最も強い地震（1912年のTerskoe, 1950年と1955年のGudermes, 1966年と1970年のDagestan, 1970年のStarogrozny, 1956年のKrasnopol'e, 1970年～1971年のSochi, 1966年のAnapa等々）の地質学－地球化学的結果の研究によって、これら地震の大多数には単に震央域や100 km, 300 km離れた場所のみならず、それよりずっと離れた場所においてもさく井や鉱性源泉の噴出量の激変となって現れる流体力学的效果が先行し、また、随伴したことが明らかにされた。北Kavkazの強震の大多数に先行する流体力学的效果は、二つの予知前兆から成り立っている。一つは、地殻の全般的な増大による地震のずっと以前に起きる（5～10日前、しばしば15～25日前）さく井や鉱性源泉の石油、ガスおよび水の噴出量の規則的な急激な増大である。この結果、成層圧力が増加し、同様にさく井と鉱性源泉の噴出量が増す。二つ目の前兆は、全般的な上昇を背景にした石油、ガスおよび水の噴出量の地震直前の1～3日にわたる急激な低下であるが、これは、地殻中に構造運動的割れ目の形成によって説明されるように思われる。成層圧力が低下すると、同様にさく井と鉱性源泉の噴出量も減少するのである。

14. Sadovskij M. A., Monakhov F. I., Semenov A. N., 南千島地震の水文地質動力学的<hydrogeodynamic>前兆。－Dokl. AN SSSR, 1977, 236, №1, 50～53頁。

地震機構に関する現代的な知識の見知からは地震時のみならず、地震準備段階でも水文地質動力学的状況の変化が、当然予期される。地震を準備している震源域における活発な地殻の変形は、流体地下媒体中の間隙、あるいは層間圧力の変化をひき起こす。国後島の深さ約

0.5 kmの水文地質学さく井系の水面ダイヤグラムと、南千島列島地域およびその域外の地震活動度の分析で、1976年の11月から1977年の4月までに記録された物はすべて、水面の変動が所定の級の地震とよく相関関係にあることが明らかになった。さく井の水面変動によるM=4.5～5.5の地震の実験的予知の成功例の結果が述べられている。

15. Smirnova M. N., ピャチゴルスク鉱泉源の状況への弱い地震の影響。—Izv. AN SSSR, Ser. Fiz. Zemli, 1971, № 7, 80～83頁。

研究対象域の構造が簡単に述べられている。源泉観測データがあげられている。弱震は、噴出量と温度の変化をひき起こすという結論が出されている。流体静力学的異常を地震予知に利用する可能性が予想されている。

16. Solonenko V. P., Treskov A. A., ほか, 1957年6月27日Mujskoe地震。—Trudy In-ta Fiz. Zemli, 1958, 168, № 1.

Mujskoe地震の際には、震源から500 km離れた所で(チタ市)、三つの深いさく井の地下水状況が激変した。すなわち、水位は2 m上昇し、噴出量は60～100 m³/時に増大し、震央から180 km離れた温泉源では湯の噴出量と温度が増大した。

17. Sultankhodzhaev A. N., Chernov I. G., 水文地質学的地震前兆。地下水の水文地質力学的パラメーターの変化。—Uzb. geol. zh. 1978, № 4, 3～7頁。

Pritashkent自噴井の過剰成層圧力に対する観測結果が述べられている。帯水層のストックの働きによってひき起こされる。圧力の全般的な低下を背景にして、圧力の値の変動がある。この変動は、圧力の勾配に時間の経過とともににはっきりと現れる。明らかにされた過剰圧力変動は、準備の整った地震の震源による帯水層の圧力変動の結果であると推測されている。

18.* Takakhasi Kh. <高橋 博>, 深井戸による地震の予知。—土と基礎, Soil Mech. and Found. Eng., 1973, 21, № 6, 27～31頁。

19. Ulomov V. I., 地殻の力学と地震予知。—Fan, 1974, 185頁。

Przheval'sk地域における8～9級の地震(1970年)の震央域を調査した結果、水理地震学的方法による予知の可能性が明らかにされた。地震の震央から30 km東にあるDzhetaty-Oguz温泉場のさく井から流井する鉱水の状況に関するデータが収集され、分析されている。地震に先行する水理状況の異常は、温泉場の余り深くない(200 m未満)二つのさく井の湯の圧力と温度の本質的な増大となって現れている。この二つの異常は、地震のは

ぼ2カ月前に生じた。同様な異常がラドンの濃度についても観測された。

20. Chkhenkeli Sh. M., Dolidze N. I., ほか, Dzhavakhetiya と西部グルジャにおける若干の地震の深い鉱泉水の状況への影響の研究結果。—Tr. in-t gefiz. AN Gruz SSR, 1975, 34, 5-17頁。

源泉の噴出量（地震前および後の），温度，若干のガス類含有量および放射性の変化となって現れた。Tskhaltubo, Mendzhi, Sukhum i および Borzhomi の鉱水の状況に対する Gegechkori (1957年)，Chkhalta (1963年)，Dzhabakhetiya (1964年) の地震の影響が述べられている。源泉の状況の諸要素の形勢に対する地震の影響は、明らかに地震の等級，震央からの距離，該当地域の地質学的構造，水理現象とに依存している。

21.* 地震に先行する現象。—Science News, vol. 112, N. 25, 1977, p. 408.

22.* 地震の前兆。—Science News, 1973, v. 100, N. 8, p. 120.

23.* Cable R. W., The effect of the Alaskan earthquake of March 27, 1964. on ground water in Yowa. —Pros. Yowa Acad. Sci. <Proc. Iowa Acad. Sci. ?>, 1965, 72.

24.* Derycke F., Legrand R., Enregistrements insolites des limnigraphes du tournaisis : pulsations et hydroseismogrammes. Turne (Belgique) の水位計で記録された脈動と水文地震記象の珍しい資料。—Bull. Soc. belg. geol., 1977, 86, N. 3-4, 119-128頁。

25.* Gregson P. J., Smith R. S., McCue K. F., An explanation of water level changes preceding the Meckering earthquake of October 14, 1968. —Bull. Seism. Soc. Am., 1976, 66, N. 2, p. 631-632.

26.* Kasuga J., Aspect on the relation of thermal water and Matsushiro earthquakes in Kagai hot spring area, Nagano Prefecture. —J. Geogr., 1967, v. 76, N. 2, p. 76-86. Geophys. Abstr., 1967, p. 252-267.

27.* Koda i K., 地下水位の理論的变化とその地震との関係. —日本地下水学会誌, 1976, 18, N. 2, 71—76頁.

28.* Kovach R. L., Wesson R. L., Robinson R., Amos Nur, Water level fluctuation and earthquakes on the San Andreas fault zone. —Geology, 1975, 3, N. 8, p. 437—440.

29.* Kuo Tseng-kien, Chin Pao-yan, Feng Hsueh-tzai, 大地震前の地下水位変化についての議論. —Ditsyu uli syuebao, Acta geophys. sinica, 1974, 17, N. 2, 99—105頁.

30.* Matsushima S., Water content in the crust and the hydro-thermal reaction as a possible cause for swarm type earthquake, —Spec. Contribs. Geophys. Inst., Kyoto Univ., 1967, N. 7, p. 201—210.

31.* Press F. e. a., Earthquake research in China. —EOS, Am. Geophys. Union Trans., 1975, v. 56, N. 11, p. 838—881.

32.* Robison T. M., Earthquake-accelerated decline of water level in an ovbservation well in St. Thomas, Virgin Islands. —Geol. Surv. Profess. Pap., 1971, N. 750-B, p. 252—253.

33.* Spall H., Water-level changes and earthquake prediction. —Earthquake Inform. Bull., 1978, 10, N. 2, p. 55—59.

34.* Vorhis R. C., Earthquake-induced water-level fluctuations from a well in Dawson County, Georgia. —Bull. Seism. Soc. Am., 1964, N. 4, p. 1023—1033.

35.* Wakita H., Kawasaki earthquake: will it occur or not? —Technocrat, 1975, 8, N. 7, p. 6—17.

36.* Wu Francis T., Gas well pressure fluctuations and earth-

quakes. —*Nature*, 1975, 257, N. 5528, p. 661–663.

II – 9. 地震準備のモデル

1. *Brace W. F., The physical basis for earthquake prediction.* —*Technol. Rev.*, 1975, 77, N. 5, p. 26–29.

ソ連学者によって提案された雪崩動搖割れ目形成モデルおよびアメリカの学者によるディラタンシー・ディフュージョンモデルの2つの地震準備モデルが述べられている。既存のサン・アンドレアス断層に沿って生じるカリフォルニア地方の地震については、アメリカのモデルがより適切であることが述べられている。

- 2* *Charles G., Earthquake prediction: latest progress and problems.* —*Earthquake Inform. Bull.*, 1975, 7, N. 4, p. 3–6.

3. *Do earthquakes give advance warning signals?* —*Phys. Today*, 1973, 26, N. 7, p. 19–20.

米国、ソ連および日本における最近の地震前兆探求に関する研究の概観。サイクスとショルツは、いわゆる、ダイラタンシー・モデルを提案したが、これによれば構造運動応力の値が破断応力に達すると、岩層の割れ目を生じさせ、これがその体積を膨張させる(=ダイラタンシー)。ダイラタンシーが終結した後に地震が発生する。ダイラタンシーは、地殻を隆起させ、岩層の物理的特性の変化、とりわけ縦波、横波の速度比の減少を起こし、電導率の変化、ラドン放射量上昇を生じさせる。これらの変化の継続時間が長ければ長いほど、地震のマグニチュードが大きいことが判明している。東京付近の緩慢な運動の特徴は、近い将来、ここで地震が起りうると予想する根拠になっている。

- 4* *Gupta I. N., Dilatancy and spatial distribution of aftershocks.* —*Bull. Seism. Soc. Am.*, 1974, 64, N. 6, p. 1707–1713.

5. *Johnston M. J. S., Bakun W. H. e. a., Earthquakes—can they be predicted or controlled?* —*Ind. Res.*, 1974, 16, N. 18, p. 30–37.

破壊的な地震の予知問題に関連して、地球全体の地震分布、震源機構、地震のディラタンシー・モデル、地震前兆としての微小割れ目等の問題が検討されている。サン・アンドレアス断層についての記述があり、この断層中に震央を持つ地震の予知問題が検討されている。

ディラタンシー・モデルは、地震予知の実現のために物理的基礎を与えるという結論が導き出されている。現在問題となっているのは、どのような精度と信頼性で地震予知が実現できるかという点である。

6.* *Mjachkin V. I., Brace W. F., e. a., Two models for earthquake forerunners. Pure and App. Geophys., 1975, 113, N. 1-2, p. 169-181.*

7.* *Progress in earthquake prediction. - Calif. Geol., 1974, 27; N. 8, p. 188-189.*

8.* *Robinson R., Earthquake prediction: new studies yield promising results. -Earthquake Inform. Bull., 1974, 6, N. 2, p. 14-17.*

9. *Scholtz Ch. H., Toward infallible earthquake prediction. -Natur. Hist., 1974, 83, N. 5, p. 54-59.*

地球物理学的な地震予知方法について年代的な概観がなされている。地震前の時期におけるP波とS波の速度比変化に関するソ連の著者によるデータが確認されている。この事実および岩層の電導率の減少や地震に先立つ放射性ラドン濃度の増加等は、ディラタンシー理論をもとに説明される。地震前兆の発生時間は、地震に参与する断層の長さの平方に比例するので、地震に遭う面積を規定すると想定されている。地震時間予知の精度は、前兆発生時間から10%と評価されており、一方、地震区域と面積はより正確に判定される。

10.* *Stuart W. D., Diffusionless dilatancy model for earthquake precursors. -Geophys. Res. Lett., 1974, 1, N. 6, p. 261-264.*

11. *Shebalin N., Seismology: points of growth. -Metals and Miner. Rev., 1972, 11, N. 5, 35-36頁.*

地震の震源は、地殻の破断区域であることが明らかにされた。弾性エネルギーの集積は緩慢な過程であり、膨大な圧力が数十年および数百年の間に内部に創り出される。小さな割れ目が出現するが、これは各々弱い地震の震源である。割れ目は狭い区域で合流する。強震の前の小さな割れ目の発達および融合過程は、深部地下水の化学組成変化、電磁場および他の諸前兆によって知り得る。

地震の時間的前兆の探究－宮村・小原・須藤・浜田

12.* Scholz C. H., Kranz R., Notes on dilatancy recovery. —J. Geophys. Res., 1974, 79, N. 14, p. 2132–2135.

13.* White J. E., Elastic dilatancy, fluid saturation, and earthquake dynamics. —Geophys. Res. Lett., 1976, 3, N. 12, p. 747–750.

14.* Vere-Jones D., A branchings model for crack propagation. —Pure and Appl. Geophys., 1976, 114, N. 4, p. 711–725.

II – 10. 地震活動度と火山活動との間の空間的一時間的関係

1. Akhmedbejli F. S., 地震と火山—Elm, Baku, 1972, 70頁。(アゼルバイジャン語) “Knizh. Letopis’”, 1973, № 12, 21頁.

本論文では、泥土を噴出する火山活動とサイスミシティに関する諸問題が検討されている。火山噴火と地震に関するデータを基に大多数の場合、泥土を噴出する火山は地震後の活動期に出現することが明らかにされている。

2. Buniat-Zade Z. A., Yuzhno-Kapijskaya 四地のガス石油火山活動と地震。—論文集“Sovrem. sejsmodislokatsii i ikh zhachenie dlya sejsmich. mikro-rajonirovaniya”, M., Mosk. un-t., 1977, 33–40.

1810年から今日までの期間にわたって、60の有名なガス石油火山の活動が検討されている。噴火に先立つ地下震動の目撃者の証言が引用されている。

検討対象になった火山活動は、褶曲—地向斜—破碎帯の相互交差部分、あるいはこうした帯が水平面で屈曲している場所で作られる必然条件で規定される地球内部での組合せの結果であることが明らかにされている。ガス石油火山活動が発達した地域では、すべての地震はガス石油火山の噴火に対して、単に「はずみを与える」、容易にし、促進するだけかもしれない。地震、それ自体ではガス石油火山現象を創り出すことはできない。火山活動の法則性を示す火山活動の図表が紹介されている。ガス石油火山の噴火予知に関する問題が提起されている。

3. Genshaft Yu. S., Ermakov V. A., Saltykovskij A. Ya., 深部過程の地域的物理・化学モデルの構成と地殻および上部マントルの構造。—Izv. AN SSSR, Fizika

Zemli, 1978, № 9, 91 – 108頁.

カムチャツカとモンゴルの上部マントルと地殻構造の深部過程の地質学的・地球物理学的総合研究の資料が述べられている。サイスミシティと火山過程の発達との明瞭な関連が観測されている。主として、地殻の割れ目からの噴出によって特徴づけられる分散的な火山活動の初期には、地殻は地震活動が活発な状態である。相対的に冷たい状態であるため、地殻は内部の力の影響で脆く変形する。次に、地表付近の引張応力が減少し、噴火活動が個々の中心に局地化すると地殻は暖められ、応力は塑性変形の過程で解消し、サイスミシティは減衰する。火山活動はより固いブロックを取り囲む大断層を受けずに済むという事実に注意が向けられている。こうした断層は、高い地震発生性にもかかわらず、常に非マグマ状でありつづける。火山活動は一般に、こうした断層に取り囲まれたブロック（あるいは構造）の領域に集中している。

4. Gorel'chik V. I., Aag 火山地区における地震群について. — Byul. Vulkanol. st., Sib. otd. AN SSSR <ソ連邦科学院シベリア支部火山観測所報告>, 1969, № 45, 32 – 38頁.

1966年の8月 Aag 火山地域で、3日間にわたって一連の地震が発生したが、これは記録と現象の上では、Klyuchev 火山の副次噴火口を崩壊させ、Shiveluch 火山の噴火を伴った群発性火山地震と似ていた。Aag 地震は、純正に構造運動に起因するという可能性を否定せずに、著者は、地殻の上部平面に存在する可能性のあるマグマ活動と地震との関連に関する仮定を述べている。

5. Gorel'chik V. I., 火山作用の地震的表現. — 論文集 “Glubin. stroenie, sejsmichnost' i sovrem. deyat-st' Klyuchevsk. gruppy vulkanov”. <深部構造、地震活動およびクリューチェフ火山群の現在の活動>, Vladivostok, 1976, 89 – 107頁.

カムチャツカの北部の火山集団を含めた火山に対して、地震学的観測を体系化する試みが実行されている。検討対象資料の分析をもとに、表層および深部過程の相互制約性の表現による最終結果たる地震および火山活動の関連に関する一連の結論が出されている。

6. Gorel'chik V. I., Stepanov V. V., 1971 – 1973の精密地震観測資料によるクルチエフスキイおよびベスイミヤンスイ火山の状況. — Byul. Vulkanol. st., Dal'nevost. nauch. tsentr. AN SSSR <ソ連邦科学院極東科学センター火山観測所報告>, 1977, № 53, 53 – 60頁.

Klyuchevskij 群の最も活動的な2つの火山に対する1971年～1973年にわたる火山学的および地震学的活動性との関連が検討されている。玄武岩質火山の本噴火予知の観点か

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

らは、火山性震動の研究が有望なことが明らかにされている。

7. Gorel' chik V. I., Stepanov V. V., 1971–1972年におけるカムチャツカの北部火山群地区の地震活動度。—論文集“Glubin. stroenie, sejsmichnost' i sovrem. deyat-st' Klyuchevsk. grupp. vulkanov”, Vladivostok, 1976, 108–118頁。

1971年から1972年にわたるカムチャツカの北部火山群地域における詳細な地震学的研究の結果が述べられている。

8.* 飯塚 進, 地震予知と現在の火山活動に関する地震伝播速度。—工業技術, 1970, 11, N. 3, 12–14頁。

9.* 横山 泉, 構造地震をひき起こす火山噴火, 北海道大学地球物理学研究報告, 1971, 25, 129–139頁。

10.* 横山 泉, 火山活動と関係する地殻変形と強い地震。—論文集「島弧の火山作用」, M., Nauka, 1977, 14–22頁。

11.* 垣見俊弘, 地震予知と火山の生涯の活動期。—工業技術, 1970, 11, N. 3, 15–19頁。

12.* 謙訪 彰, 1971年の地震と火山活動。—気象, 1971, № 176, 3164–3168頁。

13. Tokarev P. I., 火山地震と噴火予知。—論文集“Probl. Vulkanizma”, Petropavlovsk-Kamchatskij, Dal'nevost. kn. izd-vo, 1964, 40–42頁。

液体、あるいは粘性マグマの発生と運動、および火山の噴火口中のガス爆発と関連した地震は、火山性と呼ぶことが受け入れられる。これらの震源は常に、マグマの根源か火山の噴出経路付近の小さな空間に局限されている。今までに、火山性地震と火山噴火の関連に係るかなりの資料が蓄積されており、好結果の噴火予知の試みがなされている。

14. Tokarev P. I., Firstov P. P., Lemzikov V. K., 1966年におけるカリュムスコエ火山の地震学的研究。—Byul.Vulkanol. st., Sib. otd. AN SSSR, № 45, 21–31頁。

1966年7月から10月まで Karymskoe 火山の地震学的状態が検討され、地震学的状態の変化と火山の活動度の変化の間の相関が明らかにされ、地震の特徴と周波数スペクトルが

示されている。火山の活動度は、1965年と比較して激烈に減少していることが指摘されている。一昼夜中の地震回数平均は57分の1に減少し、地震の平均エネルギーはほとんど2倍に増大した。

15. Tokarev P. I., 火山噴火の予知。－論文集“Fiz. osnovaniya poiskov metodov prognoza zemletryas”. <地震予知法探索の物理学的基礎>, M., Nauka, 1970, 133-140頁。

地形学的データと過去の噴火に関する統計的分析に基づいて、来るべき噴火の場所、力と時間の長期的予知の考え方の諸方策が検討されている。火山地域の物理的場の変化研究に基づく噴火の直接的前兆の発見の可能性が分析されている。この物理的場とは、火山組成の変型、火山性地震の状況、火山の加熱、火口噴気および火山近傍の温泉の温度と化学組成の変化、電気的、磁気的、重力的場の変化である。実例として、火山の Bezymyanny と Sheveluch の噴火前の地震学的状況（条件的変型の集積と火山性地震の周波数分布）が検討されている。火山性地震の準備期の物理的場の研究は、構造運動性地震を研究する際に有益であると認められる、という仮説が述べられている。

16. Tokarev P. I., カムチャツカの震源層の地震活動とその火山作用との関係。－論文集“Sejsmichnost’ i sejsmich. prognoz, svoistva verkhn. mantii i ikh svyaz’ s vulkanizmom na Kamchatke”, Novosibirsk, Nauka, 1974, 166-176頁。

千島-カムチャツカ地域の震源表面の震源の投影作図法と地震活動度地図の作り方が述べられている。カムチャツカ地域では、震源層には三つの異なった地震活動度の層が 60 ± 10 および 140 ± 20 kmの深さの境界で区別される。2番目の境界での急激な地震活動度の減少は、火山の根底部が震源層を横断している所で起こる。地震活動度と火山の根底部の状況との空間的相関関係は、カムチャツカの火山活動と震源層の直接的な関連を示している。

17. Tokarev P. I., 地震学的資料によるカムチャツカの火山噴火予知の方法について。－Byul. Vulkanol. st., Dal’nevost. nauch. tsentr. AN SSSR, 1977, № 53, 38-45頁。

安山岩質火山の本噴火と玄武岩質火山および安山岩-玄武岩質火山の側噴火の予知方法が述べられている。火山の地震学的状態の基本的特性と火山性地震の震源の位置の決定方法、カムチャツカの火山の地震学的状態の追跡の実地上の業務組織が述べられている。噴火の場所、時間およびエネルギーを予知する目的で、噴火準備期における地震学的データの収集、処理および分析の方法が述べられている。

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

18. Tokarev P. I., Shirokov V. A., 1971年～1975年におけるアワチンスキ－火山の状態と地震状況。－Byul. Vulkanol. st., Dal'nevost. nauch. tsentr. AN SSSR, 1977, № 53, 46–52頁。

1964年～1975年にわたる Avatinskij 火山の地震学的状態が研究されている。1973年から1974年には地震活動度の強化が認められ、特に、1975年には火山噴火の長期的予知と増大する地震活動度とが考慮に入れられている。

19. Firstov P. P., Shirokov V. A., 近地地震の地震波伝播へのカムチャツカの火山の根の影響。－論文集“Sejsmichnost' i sejsmich. prognoz, svoistva verkhn. mantii i ikh svyaz' s vulkanizmom na Kamchatke, Novosibirsk, Nauka, 1974, 179–188頁。

震源深度 35～200 km のカムチャツカの震源層の地震データに沿って、地方の地震観測所における横波記録の観測所別の特質分析が行われている。火山弧の異なった側に位置する観測所では、調査対象周波数帯の 1～10 Hz の中で、記録の様々なスペクトルが認められる。地震エネルギー判定に関する系統的な観測局別誤差は、基本的には土壤条件と地震輻射線の経路での波の伝播条件とによって決定される。深さ 150 km までのカムチャツカの東部火山脈帶下の上部マントル部分についての、近地地震の地震波の局部的スクリーニングに対する振幅と周波数の効果の定量的評価がなされている。

20. Firstov P. P., Lemzikov V. K., Feofilaktov V. D., 1975年のカリムスキ－火山の地震状況と熱的噴火時の予知の若干の問題。－Byul. vulkanol. st., Dal'nevost. nauch. tsentr. AN SSSR, 1978, № 54, 27–34頁。

1975年の Karymskiy 火山の活動度の地震状況が述べられている。1976年における火山活動度の急燃は、3系列の適度なガス・灰噴出となって現れた。これらの噴出には、多数の微小地震が伴ったが、これは硬化した溶岩柱の中での滲透性区域の準備を証拠だてている。年末には火山性群発地震が起きた。地震の震央域は、Karymskoe 湖の南方に位置している。地球上の接近し難い地域にある火山の地震活動度観測は、人工衛星の助けをかりて実現されえよう。この場合、記録のために最も単純なパラメーターは、多分、火山性地震出現頻度と地球電気的場の強度であるかもしれない。

21. Khitarov N. I., Vojtov G. N., Lebedev V. S., 地震の地球化学的前兆。－論文集“Poiski predvestnikov Zemletryasenij na prognosticheskikh poligonakh, M., Nauka, 1974, 165–170頁。

広大な地域での地震構造運動の活動度を背景にしたガス類の化学的性質の変化特性は、一

般的に高い地震活動度を特徴とする地域に分布する泥土噴出性火山のガス類を例にして説明できる。泥土噴出性火山過程の活動度の変化は、多数のデータによれば、地域の地震活動度と時間的にも空間的にも緊密な関係にある。

22. Shirokov V. A., カムチャツカの火山の噴火と上部マントル地震との関係。—Byul. vulkanol. st., Dal'nevost. nauchn. tsentr. AN SSSR, 1978, № 54, 3-8頁。

激しい噴火にはいずれも、平均して 22 ± 19 昼夜前に一群の地震が先行し、1~9 日前、地殻中に震源をもつ火山性地震がある時に噴火が先行する。これは恐らく、火山噴火準備時のマントル過程の支配的な値を示している。

23. Yakubov A. A., Kuliev F. T., Ismail-zade T. A., Lokbatan 泥火山とその 1972 年 1 月 1 日の噴出。—Izv. AN SSSR, Ser. geolog., 1975, № 12, 116-119 頁。

1969 年から、地球物理学観測局装置「Lokbatan」は、恐らく火山の噴火の合間の活動と関連した若干の震動を記録している。火山性泥土噴出に伴う震動をエネルギー別に分類する試みが初めて行われた。泥土噴出性火山の活動を研究するには、噴火予知の総合的な地球物理学的基準と火山の活動の活動度と他の地球物理学的場との関連をつけることが不可欠である。

24. Blot S., 島弧の火山活動と地震活動、それらの現象の予報。—Cah. ORSTOM Geophys., 1976, N. 13, 206 頁。〈ORSTOM：フランス海外科学研究院〉

本論集には、予知のための基準を探求する目的での中程度の深さにおける地震と火山噴火との関連の研究と解明に係る長年の著作が収められている。地震の分類がなされており、その特徴的な値が考察されている。

火山現象の主要な特性と、噴火に特徴的な値が分析されている。地震データの精度が評価されており、New Hebrides 諸島地域の地震観測局網に関する情報が述べられている。地震と火山活動との地理学的および時間的相関と、浅部・中間部および極深部で起こる地震の間の相関の研究結果が述べられている。これをもとに、地震と火山噴火予知のための基準がいくつか作りあげられている。

25.* Capaldi G., Del Pezzo E., Pece R., Scarpa R., Correlation of deep earthquakes, eruptive activity at Stromboli volcano and age of the radium fractionation in the magma. —J. Volcanol. and Geotherm. Res., 1976, 1, N. 4, p. 381-385.

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

- 26.* Carr M. I., *Volcanic activity and great earthquakes at convergent plate margins.* —*Science*, 1977, 197, N. 4304, p. 655 — 657.
- 27.* Fiske R. S., *Threat of eruption at La Soufrière.* —*Earthq. Inform. Bull.*, 1976, 8, N. 6, p. 27 — 29.
- 28.* Guerra I., Lo Bascio A., Luongo G., Scarpa R., *Seismic activity accompanying the 1974 eruption of Etna.* —*J. Volcanol. and Geotherm. Res.*, 1976, 1, N. 4, p. 347 — 362.
- 29.* Hatherton T., Dickenson W. R., *The relationship between andesitic volcanism and seismicity in Indonesia, the Lesser Antilles, and other island arcs.* —*J. Geophys. Res.*, 1969, 74, N. 22, p. 5301 — 5310.
- 30.* Hedervari P., *On the possible relationship between the Matsushiro earthquake swarm and the inactivity of Asama-yama Volcano.* —*Ann. geofis.*, 1975, 28, N. 4, p. 345 — 364.
31. Imbo G., 地震現象とその火山作用との関係. —*Atti Assoc. geofis. ital.*, 1969 (1970), 18, N. 1, p. 32 — 33.
火山の地震学的研究の基本的な方向が列挙されている。それらは、微小地震の震源の空間的および時間的分布の分析、地震の震動タイプ（衝撃型と静止型）と火山のマグマ活動の様子との関連等である。
- 32.* Kimura M. <木村政昭>, 相模湾周辺に発生する巨大地震予知に関する考察.—地学雑誌, 1973, 82, N. 4, p. 171 — 188.
- 33.* Kimura M., *Major magmatic activity as a key to predicting large earthquakes along the Sagami Trough, Japan.* —*Nature*, 1976, 260, N. 5547, p. 131 — 133.
- 34.* Klein F. W., Einarsson P., Wyss M., *The Reykjanes Peninsula*

sula, Iceland, earthquake swarm of September 1972 and its tectonic significance. —J. Geophys. Res., 1977, 82, N. 5, p. 865–888.

35.* Latter I. H., Space time relationships in the seismicity and volcanicity of the New Guinea. —Compt. rend. Union geodes. et geophys. internat., 1969, N. 15, part 1, p. 136.

36.* Tokarev P. I., On a possibility of forecasting of Bezmianny Volcano eruptions according to seismic data. —Bull. volcan., 1963, 26, p. 379–386.

37.* Sacks I. S., Interrelationship between volcanism, seismicity, and anelasticity in western South America. —Tectonophysics, 1977, 37, N. 1–3, p. 131–139.

38.* Watanabe M., 1973年の浅間火山噴火とそれに伴う地震活動. 地震活動に基づく若干の前兆についての問題. —験震時報, 1976, 41, N. 1–2, p. 1–11.

II – 11. 音響, 発光, その他の前兆

1. Antsyferov M. S., 局地地震の地中音響的予知の可能性について. —Tr. III Vses. simpoziuma po sejsmich. rezhimu <第3回全ソ地震状態(レジーム)シンポジウム報告>, 1968, 第2部, Novosibirsk, Nauka, 1969, 128–141頁.

1950年にGarm地震活動活性地域で行われた観測結果が述べられている. 整流(エンベロープの分離)つきおよび整流なしの地中音響インパルスの1チャンネル記録装置の仕様が述べられている. 近地地震の前の地中音響的活動の活性化の例が三つあげられている. Donbassの炭鉱の層の地中音響的活動の、いくつかの臨界的水準の活動性を超える瞬間と相関関係にある三つの動的現象(切羽の閉塞、石炭およびガスの打撃と突出)の図が描かれている.

2. Antsyferov M. S., 地震予知問題解決への地中音響的方法の採用について. —Tr. Geofiz. in-ta AN SSSR, 1954, № 25, 157–161頁.

地震に先行する割れ目形成過程と、これらの過程と地震学的前兆との関係が検討されてい

る。小さな割れ目の形成には、比較的高い（音波の）周波数の地震波の放射が必ず伴うことが明らかにされた。そうした波は、通常の地震計には記録されないが、然るべき周波数に合された特別な計器（ジオフォン）を用いることによって記録可能である。高周波が地殻の上層部で大巾に減衰するおかげで、地中音響（すなわち、高周波地震波）の過程は遠距離にまで伝播しない。地中音響過程の局地的特性には、その発達を定期的に観測すれば局地的地震接近の時間予知のために用いる可能性を与えてくれると期待される所がある。

3. Antsyferov M. S., Antsyferova N. G., Kagan Ya. Ya., 地震音響学的研究と力学的現象予知の問題。—M., Nauka, 1971, 136頁。

地震音響的計器について述べ、この方法の地震学的基礎と理論が導かれている。割れ目形成は偶発的過程として検討されており、この過程の統計的法則性と動的諸現象の危険の実用的な当面の予知への利用とが述べられている。鉱山の採鉱場における動力学的現象に伴う地震音響的過程と地震との類似性が検討され、局地的地震を地震音響学的に予知する可能性が示されている。

4. Birfel'd Ya. G., 電離層－地震関係とその電離層的地震予知のための利用の可能性。—論文集「Poiski predvestnikov zemletryasenij na prognosticheskikh poligonakh」。—M., Nauka, 1974, 200—202頁。

Ya. G. Birfel'd と A. V. Tarantsev によって発見された、地球のサイスマティックは音波によって電離層の状況に影響するという現象が分析されている。地震音響的震動に対する電離層の高い感度が電離層の諸現象を地震予知に利用する可能性の基礎となることが明らかにされている。

5. 中央アジアの若干の地震活動地帯の水－地球化学的特性。—Tashkent, Fan, 1977, 134頁。

1974年8月11日のAlai地震に関する記述がなされている。この地震には強いうなりが伴った。

6. Leonov N. N., Solov'ev S. L., Subbotin V. A., ほか, Moneron地震のマクロサイスマニック エフェクト。—Sejsmich. raionir. Sakhalina, Vladivostok, 1977, 93—110頁。

1971年9月8日のMoneron地震の強震効果<macro seismic effects>の記述がなされている。この地震は、うなりといくつかの物理的現象を伴った。

7. Rothé E., 地震. -ONTI, Gosud. tekhniko-teoret. iz-vo, M.-L., 1934, 49頁. <Le Tremblement de Terre, E. Rothé, Paris, 1925, p. 249. の一部分と推定される>

大多数の地震は、少なくとも地震的地域では強い騒音を伴う。音響的效果は、地震の本質と音波を創り出す地質学的成層の特性とによって全く異なった性質をもっている。

8. Russo P., 地震. -M., Progress, 1966, 165-167頁.

長い間、地震の前の騒音は不可思議なものと思われていた。地震学がこの謎の答を与えてくれた。つまり、地震の縦方向の振動が大気に伝えられ、そこで音波が発生する。

9. Ulomov V. I., 「注意！地震！」-Tashkent Uzbekistan, 1971, 135-136頁.

Tashkentの地下の衝撃は、強力な音響効果を伴った。岩層の急激な移転と岩層相互の摩擦は、極めて多様の周波数の振動を生じさせる。その中でも、人の耳に感じられるより高い周波数のものは急速に減衰し、岩層によって吸収され、地震の震源から僅かに離れた場所で、すでに強度が弱いため聞えなくなってしまう。

10. 地震に先行する現象. -Science News, v. 112, N. 25, 1977, p. 400.

トルコ東部で1976年11月24日に起きた強度7.3級の地震は、もし、この地域で科学装置を備えた熟練の専門家による観測が行われていたなら、事前に予知されていたろう。地震開始の2週間から、数分間に地震の前兆と考えられるような、とどろく騒音から犬の異常行動に至るまでのいくつかの物理的現象が観測されたのだ。雷鳴を思わせるようなどろく音は、恐らく、極めて弱い事前の震動によってひき起こされるであろうが、これは地震に先立って、2週間の長さにわたって聞れた。村の住民達は湖の岸辺に住んでいるが、湖から鳴響く異常な音を聞いていた。

11.* Armstrong B. H., Acoustic emission prior to rockbursts and earthquakes. -Bull. Seism. Soc. Amer., 1969, 59, N. 3, p. 1259-1279.

12.* Bacon C. F., Acoustic emission along the San Andreas fault in southern central California. -Calif. Geol., 1975, 28, N. 7, p. 147-154.

13. Caloi P., About some phenomena preceding and following

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

the seismic movements in the zone characterized by high seismicity. —In: Contributions in geophysics in honour of Beno Gutenberg, London, a. o., 1958, p. 44—56.

14.* Hill D. P., Fischer F. G., Lahr K. M., Coakley J. M., *Earthquake sounds generated by body wave ground motion. —Bull. Seism. Soc. Am., 1976, 66, N. 4, p. 1159—1172.*

15.* Hill D., *The sound of an earthquake. —Earthq. Inform. Bull., 1976, 8, N. 3, p. 15—18.*

16.* Imperial Valley earthquake recorded on ground and in the air. —*Earthq. Inform. Bull., 1975, N. 7, N. 4, p. 11—12.*

17. Tian Shi-xin, 地震音響と地震予報. —Uli, *Physics*, 1978, 7, N. 1, p. 58—62.

18. 中央アジアの若干の地震活動地帯の水・地球化学的特性. —FAN, Tashkent, 1977, 134頁.

1974年8月11日 Alaiskoe 地震が発生. およそ24時30分(8月11日から12日への夜)強震. そのとき羊飼たちが山頂に「燃えるような炎」をみた.

19. Datchenko E. A., Ulomov V. I., Chernysheva S. P., タシュケント地震のありうべき前兆としての電離層の電子密度の異常. —Dokl. AN Uz SSR, 1972, № 12, 30—31頁.

1966年4月26日の Tashkent 地震前に Tashkent と Alma-Ata の観測所で行った電離層の垂直観測の試料検査結果が述べられている.

Alma-Ata 上空の正常な経過に比べて Tashkent 上空の電離層の電子密度の増大が認められるが. これは著者によれば, 地震準備中の区域の岩層の可塑性変形の発生とその結果としての地球-大気系への電気電荷の再配分とで説明される.

20. Roberts E., 「地球の震動する時」. —M., Mir, 1966.

地震時にはしばしば, あるいは明るい閃光, あるいは光の柱, 時には光る球体, おだやかな光, あるいは雲や大地の弱い赤味がかった照り返し等の不可思議な発光が認められる. 地

震そのものは、光源とはなり得ない。何が原因であるかという推測がなされている。

21. Rothé E., 地震. ONTI, Gosud. tekhniko-teoret. iz-vo, M.-L., 1934, 48頁。

地震によってひき起こされる発光現象は、驚愕した住民達の想像力のせいにされている。温泉地帯および油田地帯、一般に、化学的反応が進行している場所においては可燃性ガスの析出はありうることである。

22. Russo P., 地震. -M., Progress, 1966, 167-168頁。

地震が発光を伴った例が述べられている。この現象に対する説明はなされていない。種々の仮説がある。

23. Ulomov V. I., 地殻の動力学と地震予知. -FAN, Tashkent, 1974, 180頁。

地震時および地震の僅か前に、震源地域近傍では地表上で、また、さく井の観測によって記録されるような大規模な電気的擾乱が発生しうる。これは恐らく、震源地域の微小割れ目の発達と、岩層の疑似可塑性流とに関連していよう。電気的ポテンシャルの値は、数千ボルトにまで到達する。地震前の電離層中の異常の現れは、地震準備中の震源地域における岩層の疑似可塑的変形の発生と、その結果としての地球一大気系中の電荷の再配分とによって説明される。このことと大地震に伴う発光現象と関連していないとも限らない。

24. Khi-Pao-min, 海城(ハイチェン)地震の時の地球の発光. -Wuli, Physics, 1976, 5, N. 4, p. 210-213.

25.* 地震に先行する現象. -Science News, v. 112, N. 25, 1977, p. 408.

26.* Derr J. S., Earthquake lights. -Earthq. Inform. Bull., 1977, 9, N. 3, p. 18-21.

27. Kondo G., The variation of the atmospheric electric field at the time of earthquake. -Memoirs of the Kakioka Magnetic Observatory, Japan, 1968, v. 13, N. 1.

28.* Pierce E. T., Atmospheric electricity and earthquake prediction. -Geophys. Res. Letter, 1976, 3, N. 3, p. 185-188.

29. Aki K., 地震の時間分布統計。—論文集「地震予知」, M., Mir, 1968.

大気圧曲線とヨーロッパ・日本その他の地域における地震の反復性との関連の重要性を証拠づける多くの研究がある。大気圧によって創られる圧力は、 $1/1000$ バールの大きさである。それと同時に、岩層の強度は数百乃至千バールに達する。それほど小さな圧力が、どのようにして大半の地震の発生原因となりうるのかということは謎のままである。地震をひき起こす力と周囲環境の強度は、解説機構を作りあげるまでは、 10^{-4} の精度で不变性を維持していることを意味するのであるまい。恐らく実験室においてすら、それほど諸条件の不变性を得ることは難しい。

30. Rothé E., 地震。—ONTI, Gosd. tekhniko-teoret. iz-vo, M., L., 1934, 78頁。

地震と気象現象との間で、たとえ何らかの法則性を明らかにできないにせよ、何か関連づけようという試みが一度ならず行われている。Menard は Kan-Su 地震（1920年12月16日）の後、この地震と旱害の時期とを関連づけようと試みた。上海と中国の沿岸を描いた地図は、この仮説を確証しなかった。湿度曲線も降水量曲線も何らから異常を示さなかった。大気状況と地震との間に何らかの関連づけをすることは全く不可能であることが明らかになった。

31. Bossolasco M., 地震発生の気象学的原因について<独文>。—Gerrlands Beitr. Geophys., 1963, 72, N. 5, p. 294-300.

大気状況の変化と時間上の地震の連続的な移動とを関連づけようという試みがなされている。地震と大気現象との間の極めて弱い関係が明らかにされている。

32. Chao Hung-sheng, ひだりと地震発生との間の関係の予備的研究。—Acta geophys. sinica, 1974, 19, N. 4, p. 219-230.

雲南省 Shaguan 地震地域を例に、地震発生とひだりとの関連が検討されている。後から地震の予知に利用できる若干の統計的関連性が導き出されている。

33.* Guha S. K., Ram G., Rao G. V., Trigger causes in earth movements. —Publ. BCIS, 1956, A, N. 19, p. 345-355.

34.* Wood M. D., King N. E., Relation between earthquakes, weather, and soil tilt. —Science, 1977, 197, N 4299, p. 154-156.

35. Agabekov M. G., われわれの惑星の形状変化についての考え方の発達. -Mater-
ialy yubilejnoi nauchnoj sessii Instituta geologii AN Azerb. SSR, Baku,
1972.

著者は、地球とは地球がその自転軸に対する日周回転運動と、太陽の周囲をめぐる軌道回
転運動との間に生じる力の相互作用の結果による独特な型で特徴づけられると考えている。
こうした力の相互作用は、あらゆる瞬間に軌道のあらゆる部分で所定の回転形を与えながら
地球の变形をもたらし、ここで引伸ばされた部分は常に地球の夜側にあることになる。この
見解からすべての地震の95%が夜に起きているという事実が説明される。それ故に、地震
と火山の活動を促進させる原因は、わが地球内部とかに起こる過程ではなく、天体の力学
的運動法則中に探し求めることが必要である。

36.* Shimshoni M., Evidence for higher seismic activity during the night. -Geophys. J. Roy. Astron. Soc., 1971, 24, N. 1,
p. 97 - 99.

37. Davies D., Nocturnal earthquakes. Discussion on the paper "Evidence for higher seismic activity during the night" by Shimshoni M. -Geophys. J. Roy. Astron. Soc., 1972, 28, N. 3,
p. 305.

38. Flinn E. A., Blandford R. R., Mark H., Comments on evidence for higher seismic activity during night, by Michael
Shimshoni. -Geophys. J. Roy. Astron. Soc., 1972, 28, N. 3, p. 307
- 309.

39.* Hunter R. N., Is there a periodicity in the occurrence of earthquakes. -Earthq. Inform. Bull., 1976, 8, N. 5, p. 4 - 7.

40.* Knopoff L., Gardner J. K., Higher seismic activity during local night on the raw worldwide earthquake catalogue.
Discussion on the paper: "Evidence for higher seismic activity during the night" by Shimshoni M. -Geophys. J. Roy. Astron. Soc., 1972, 28, N. 3, p. 311 - 313.

41.* Shimshoni M., Response to comments by Davies, by Flinn et al., and by Knopoff et al. on the evidence for higher seismic activity during the night. —Geophys. J. Roy. Astron. Soc., 1972, 28, N. 3, p. 315.

II - 12. 生物学的前兆

1. 地震と動物の異常行動. —科学, 1977, 47, № 8, 493 - 494 頁.
2. Osika D. G., Saidov S. A., Megaev A. B., ダゲンスタン地震の形成機構の実際的予知について. —Sejsmol. byul. Kavkaza, 1974年1月 - 12月(1976), Tbilisi, Metsniereba, 1976, 158 - 170 頁.

地震を形成する震源における電磁場の生成時間は、地震前の野生動物および家畜の異常行動と合致する。1970年5月14日の8級他の7回のDagestan地震、1975年1月10日の8級の地震、その他多くの世界中の破局的地震の研究をもとに、下記のような法則性が明らかにされた。

1. 野生動物および家畜の異常行動は、5級以上の強震と破局的地震前にのみ、その級やマグニチュードとは無関係に記録されている。
2. 危険区域からの事前の移動、運動活動、叫び声、驚愕、パニック的逃走等々の野生動物および家畜の異常行動は、<強震の>地域のみならず、5級区域においてすら観測される。
3. 地震が強ければ強い程、動物がそれをより早く予感する。
4. 地震を形成する震央から来る情報については、家畜と比べて野生動物の方がより鋭敏である。
5. 家畜の中でも、強震の最も有益なインジケーターは、最も活動的な動物、すなわち、犬、猫、鳥である。不活発な動物、すなわち、豚と家うさぎは地震を予感する能力を持っていない。
6. 野生動物の中で最も有益なのは、鳥、蛇、魚類である。
7. 地震を形成する震源からの電磁波情報に対する動物の感度の程度は、動物の種の歴史的発展の長さによって条件づけられる。発生の古い動物、つまり、鳥類、爬虫類、魚類等の方が発生がより新しい物、つまり、哺乳類あるいは大半の家畜と比して、地震が近づいていることをより早く感知する。

3. Pirogov V. A., 地震発生時間の予知. — Izv. Zabajkal'sk. fil. Geogr. ova SSSR <ソ連地理学会ザバイカル支部イズベスチャ>, 1969, 5, № 1, 57—60頁.

基本的には、地震の際には地震振動のスペクトル高周波成分が作られると推測されている。超音波振動は動物によって感知され得るが、これで地震前の動物の異常行動が説明される。

4. 動物の行動による地震の予知. —地質ニュース, 1978, № 287, 56—63頁.

5. Robert-s'E., 地球が震動する時. —Mir, M., 1966.

人々は、強震の前に、動物の異常な不安や動搖に気が付くが、これは恐らく、人には捉えることができない土地の僅かな振動に対する独特の反応ということで説明される。強い震動の前に現れる極高周波の震動は、人々が何も感じない時に、動物園内の動物の不安を引き起こす。ある種の動物と魚類は、より高い触覚と聴覚を持っている。日本では、ある海棲の魚（kotに似た）は、地震の何時間も前に落ち着かなくなることが有名である。多分これは、極めて弱い予備的震動によってひき起こされるのであろう。ある高周波震動は、地震時に聞こえるような音を深部の岩層が出し始める周波数を含んでいるのかもしれない。<なまづは辞典によれば som. kot は雄猫, morskoj kot はおっとせい. なまづの誤解ならん>

6. Russo P., 地震. —Progress, M., 1966.

1882年パナマで、地震の1日前におうむがおし黙り、淋しそうになり、不安になった。夜からは、犬が訴えるように長く吠え始めた。馬は小舎のしきりの中で危険を感じたかのように不安そうに動き出した。

7. Ulomov V. I., 注意！ 地震だ！ —Uzbekistan, Tashkent, 1971, 153頁.

生物学者達は、多くの生物学的および化学的过程すらも自然の低周波電磁場の影響下で変化するという結論に至った。生物の身体は、地球の磁場の変化に顕著に反応するが、太陽活動の激発によってひき起こされる磁気あらしと生物学的过程との関連は、多数の研究者が指摘している。地震研究所では、人工的に創られた磁場におけるごく僅かな変化の生物の身体の中央神経系統に対する影響に関する磁気生物学的研究が行われており、鳥類と動物の運動活性が研究されている。

8. 地震に先行する現象. —Science News, v. 112. N. 25, 1977, p. 408.

1976年11月24日、東トルコで起きた7.3級の地震は、この地域に対して熟練した専門家が行われていたら、事前に予知できたであろう。他の前兆と相まって、住民達は、地震の

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

数時間および数分前に吠えたり、うなり始めたりした犬の異常行動を観察している。

9.* Press F., e. a., *Earthquake Research in China.*, In : EOS, AGU, v. 56, N. 11, 1975, p. 838 - 881.

10.* Rikitake T., *Earthquake prediction and warning. - Interdiscipl. Sci. Revs.*, 1978, 3, N. 1, p. 58 - 70.

III. 地震の周期性，地震と月の位置，太陽活動および地球回転との関係

1. Birfeld, Y. G., 電離層と地震活動の関係および地震の予知のためのその利用の可能性について。－<予報のためのテスト・フィールドにおける地震前兆の探求>, M. 1974, 200 - 202頁。

固体地球（核，マントル，地殻）を取り囲む大気，電離層と関係する地球の振動系の存在が示されている。地球振動の励起においては，地震活動，地球回転のゆらぎ，極振動の自由章動，地球潮汐力の地球変形，地球の核，マントル内の運動，火山，月-太陽の引力，太陽系と惑星のリズム（特に太陽，地球へのそれぞれの木星からの影響），およびその他の地球それ自身，惑星としての地球の運動が重要な役割を果している。Birfeld, Y. G. と Tarantsevによって音波を使った電離層への地震活動の影響が解析された。電離層が地震振動に敏感であるということは，電離層現象を地震予知に利用できる可能性を示している。

2. Brusentsov, G. V., Brusentsova, N. E., 地震と太陽活動の関係。－「太陽，電気，生命」, M, 1972, 37頁。

太陽活動の最も活発な時期と最も静穏な時期について，ソ連邦内の地震の1から5までの地震グループの地震の数が比較・検討されている。

3. Valyaev, B. M., 宇宙での地球の成立とその内部プロセスとの相互関係。（研究報告書30/III, 1971）— Bull. Moskva ispyt. prirody <モスクワ自然愛好者協会会報> 1971, 46, № 5, 150頁。

宇宙の諸要素は，地球の外側ばかりでなく，内部のプロセスにも影響を与えている。重力の時間変化は，地球自身（鉱物）の重さによって生ずる圧力を上回るほどの大きい水平応力を与える。地震頻度が，地球回転の季節的変動，回転軸の振動，および太陽-地球-月の位置関係と関連していることが示されている。月による潮汐抵抗は地球回転をおくらせる。宇宙成因の諸要素はリゾスフェアの運動にも影響を与えている。

4. Vasileva, G. Y., Kozhanchikov, V. I. ほか。－「地震の性質についての問題に対して」—地形学と古地理学, L <レニングラード>, 1975, 136 - 137頁。

地球および惑星の相互配置の地震への影響が調べられている。1962年から1973年までの11年間の太陽活動の1サイクル間に地球上のいろいろな地点でおきた約2,000の地震が研究されている。地表の地震の数が太陽活動の増大に伴ってふえることおよび，深い地震の数は，太陽活動の最高期に低まり，最低期に高まることが示されている。太陽活動が最高の

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

時期と最低の時期の地震活動は惑星が黄道面上の銀河磁場を通過するとき 10 ~ 30 % 増加する。地震活動は、おおよそ 12 時間毎に弱くなるので、朝と夜に、若干の違いはあるが活発になる。地震が電磁気的性質を有しており、地球磁場構造と関係していることが主張されている。

5. ブルガリアにおける強い地震への宇宙状態の影響。—自然 (NRB<ブルガリア人民共和国>) , 1971, 20, № 3, 61 - 62 頁。

6. Volfsen, A. F., —自然界における地震、津波、および水の大循環の問題について。
— Izv. Geolog. and Search, M. 1978, 25 頁。

1978 年の地震活動の若干の減少は、惑星とりわけ、木星、土星への月食がなかったことおよび惑星が地球の固有振動に関係ある 54 - 45 分間のインターバルでもって子午線上にやってこないことによっても説明できる。1978 年には地震を惹起し得る衛星を持つ惑星の接近も又なかった。テクトニックな構造の真空孔内での水素と酸素の連鎖的相互作用、および高温でのテクトニックな真空孔内の石油の発火が、地震の励起メカニズムである。津波や地震に先行する基本的法則の上に立って、これらの現象の予報の三つの方法が選ばれている。それは惑星の静電場の異常変化、連鎖反応に際しての水素、酸素の振動と関係した電磁波(短波)の強さの変化、地震(音波) - 電気化学的方法である。

7. Elkin, A. I., —地震および津波発生に対する月 - 太陽潮汐力の影響のメカニズム。
— M. 1977, 13 頁, Mosk Inzh.-Strooit. Inst <モスクワ技術建設研究所>。

月 - 太陽の潮汐力および歳差運動の地殻のテクトニックな運動プロセス速度への影響についての可能なメカニズムが研究されている。仮定されたメカニズムに基づいて、特定の地域で、二つの将来の地震の間の時間間隔の評価基準が考察されている。潮汐の津波発生への影響の可能性が研究されている。

8. Elkin, A. I., —破滅的な地震の長期的予知の可能性について。M. 1978, 23 頁,
Mosk, Inzh. Strooit. Inst <モスクワ技術建設研究所>。

いろいろな地域での $M \geq 7$ で、沢山の地震を伴う稀な地震の発生が時間との関連でもって研究されている。一つのグループは、異なる地域の地震を一つにしそれは、月 - 太陽潮汐が破滅的な地震の準備過程の速度を制御しているという仮説を支持している。この仮説に従えば破壊的地震は、以下のような時期に発生すべきである。つまり震源内で潮汐力、慣動力によって制御される応力の増大速度が力学的記憶時間、 τ' に不可欠的に達する時期に発生する。

9. Zarajsky, M. P., Zubkov, S. I. 1970年ソチ地震の震源域の地震活動の一昼夜の経過について. — Izv. ANSSSR, ser. fiz. Zemli, 1975, № 4, 70 – 74頁.

1970年4月12日のソチの地震震源域の特徴は、前震および余震の活動が活発であることである。余震の連続観測は、地震が1日の決まった時刻にふえることを示している。観測データの統計処理によって、震源域での通常の地震活動を分離することができ、1970年の強震の前震と余震の期間を識別できた。さらには、震度 $K \leq 9$ であるような定常時の地震はおおよそ正午に集中し、ローカル時間の12時より16時に最大となっていることもわかつてきた。地表に震源を持つ地震が太陽の位置と関係し合っているということの根底には、地震が準備されている領域での応力場への太陽の引き金的役割があると思われる。

10. Ivanov I., 太陽の影響下での重力値の変化と地球の地震活動との関係について. Bulg geofiz. spisanie, 1977, 3, № 3, 88 – 91頁.

深さ 150 – 200km, $M = 7$ (リヒタースケール) 地震の発生と太陽による重力値の永年変化との関係が強調されている。この関係は地球が太陽に最も近づく瞬間、および太陽から最も遠ざかる瞬間に、最もしばしば現われる。この関係について、南、北半球上で調べられた地震の数に関するグラフが物語っている。

11. Kalinin Yu. D., 地震活動と惑星間磁場. — Krasnoyarsk, 1973, -16頁 (Inst. phys. SO AN SSSR <ソ連邦科学院シベリヤ支部物理研究所>. Preprint IFSO 21F)

1897 – 1958, および 1963 – 1968 年の地震データから次のことが結論された。地震活動が高まる地域は 11 年の太陽活動サイクル中の北極から最もはなれた地形学上の緯度上有る。この法則性は、よく知られた太陽風の知識でもって説明される。

12. Kalinin Yu. D., 太陽による一日の長さの不可避的な変化と地震活動. — Krasnoyarsk, 1974, 23頁 (In-t. fiz. SO AN SSSR. Preprint IFSO – 21 F).

1820 – 1959 年間の地球の日回転(自転)速度の不均一性 (ΔF) と 1897 – 1953 年間の地震活動度 (E) についての平均的データを用いている。データは特徴的な太陽活動度、つまり観測される Wolf 数 (E) と比較、検討された。太陽活動の変化は地球の日回転の速度の、不規則な振動をひき起こし、一方後者は地震活動をひき起こしていると結論されている。磁場の西方ドリフト ΔF とのよく知られた相関関係と、上述の結果との比較から次のように結論できる。つまり、地球のコア内での運動は地球の日回転速度の不規則な変化をもたらし、それ故に地球ダイナモは太陽活動のエネルギーによって働いている。

13. Kolesnikov Y. A., Levshin A. L. ほか. 宇宙に成因を持つ脈動の存在という仮

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

説の検証。—Vychisl. Seismologiya, Vol. 7, M., Nauka.

1972年中央アジアにおいて高感度地震計による脈動の観測が組織された。統計的なスペクトル・アナリシスが行われその結果が検討された。統計的な検定は脈動の中に 1.1×10^{-11} m. よりレベルの高い $t_0 = 0.5939556$ 秒の周期を持つ周期的な信号が存在するという仮説を確認するに至らなかった。脈動と SR1133 パルスとの関係は否定されている。

14. Kropotkin P. N., Lyustikh A. E., 地震の季節的周期性とニュートン・マッハの原理。—Dokl. AN SSSR, 1974, 217, № 5, 1061—1064 頁。

各月ごとの地震の頻度（1904年—1965年まで9665個の地震）についてのデータの統計処理から季節的な周期変化がわかった。移動平均法（3ヶ月間のインターバルでの）によって平滑化された曲線上で、地震頻度の最大は6月に最小は1月に現われている。つまりその曲線は10%振幅を持つ正弦曲線で近似できるかもしれない。この周期性の最もはっきりした原因是地球の半径の変化であり、それは、Dicke の仮説に合致した地球の物質の重力の相対論的变化に関係している。

15. Latynina L. A., Rizaeva S. D., 地震に先だつ潮汐変形の変化について。—Izv. AN SSSR, ser. Fiz. Zemli 1975, № 9, 84—87 頁。

地殻の断層は潮汐変形の振幅に大きな影響を与える。もし地震を準備する過程の結果として断層周辺の弾性的性質が変化するならば、それは潮汐波の振幅の変化をもたらすだろう。大規模な、リージョナルな地震学的に活発な断層上の潮汐変形の研究の展望が地震予知の立場から述べられている。

16. Lursmanashvili O. V., ザカフカーズ地方の強震発生の年月の時刻変化の法則性について。—Soobshch. AN Gruz. SSR, 1972, 66, № 3, 581—583 頁。

1840—1970年間のザカフカーズ地方の $M \geq 5\frac{3}{4}$ の強震を特徴づける法則性が導き出された。その法則性は次のようなものである。1) $M \geq 5\frac{3}{4}$ のこの期間に発生している地震の発生年月は時間経過と共に季節と共に ± 1ヶ月の範囲でばらつきながらゆっくりと変化している。2) 次の地震の発生時もまた、時間の経過と共に ± 2時間の精度をもって同じような変化をしている。3) 上に述べた発生年月と時刻変化は太陽活動の永年変化と同期している。

17. Lursomanashvili O. V., 太陽活動のカスカーズ地震の分布への影響の可能性について。—Soobshch. AN Gruz. SSR, 65, 1972, № 2, 309—312 頁。

カフカーズ地方の強震発生時の月々の変化および分布の特殊性が調べられている。地震は冬に（1月—2月）より頻繁に発生し、暖かい月（4月、9月）には非常に稀であるという。

上に述べた特殊性は山岳や低地での（雪や氷の蓄積による）沈下変化によって説明されている。

18. Lursmanashvili O. V., 若干の地震多発域における地震発生時の法則性について。—Sakartvelos SSR Mennierebata Akademinsmoambe —. Soobshch. AN Gruz - SSR, 1973, 70, № 1, 69 – 72 頁。

千島－カムチャツカ地域および若干の、その他の地震活動の活発なユーラシア大陸の地震帶での大規模地震のくり返し性に関する特殊性が研究されている。公転軌道上の地球の位置、地震発生時のその地域の方向が時間の経過と共に法則的に変化しており、原則的な特質を有し、太陽活動と同じ周期（11年および100年）でもって発生している。上に述べた効果は地球の応力状態への太陽活動の影響であると解釈されている。

19. Lursmanashvili O. V., カフカーズの強震の周期性について。—Izv. AN SSSR, ser. fiz. Zemli, 1973, № 2, 80 – 86 頁。

1960 – 1970 年間の地震を調べて、一面からはカフカーズの地震活動とカスピ海の海水面の振動の間に、他面では平均海水面と太陽活動の間に緊密な関係があるとの結論に達している。従ってスペクトルの類似性がある筈である。太陽活動のスペクトルとカフカーズの強震のくり返し性から二つのスペクトル周期は殆んど同一であることがわかった。

20. Matveev P. S., Golybitskij V.G., 月および太陽の潮汐変形力のザカフカーズの地震頻度への影響。—Tr. Poltavsk. gravimetrich. ovserv., 1961, vol. 10, 67 – 74 頁。

ザカフカーズ地方の地震の頻度への月および太陽の潮汐力の影響を調べる試みがなされた。最初の試みとして 1900 – 1950 年間の intensivnost' <マグニチュード> 3 バール <階級> 以上のこの地域に発生した 1813 個の地震をとりあげた。地震の頻度が月の位相交替、および年月の移り変わりに依っているか否かの評価を行った。朔望時に 951 個の地震、上下弦時に 862 個の地震、冬に 1023 個（56%）夏 790 個（43%）おきている。地震頻度への太陽の潮汐影響効果を示すことに成功したわけではない。<intensivnost'> はマグニチュードの意味で用いられることが多かったが、震度の意味で用いられることもあります、この場合いずれかは明らかでない。バールは震度に対して使われることが多いが、マグニチュードに使うこともある >

21. 地震の平均間隔の予報のための地震学的および天文学的数据の同時解析の適用。Sci. geol. Sinca., 1974, № 2, 107 – 116 頁。

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

地震発生の時間空間分布図は、その発生の周期性と平行四辺形状の一辺に沿った震央のマイグレーションを与えていた。地震の周期が天文学的な周期に合っているということから出発すると、地震が何らかの天文学的要素と関係し合っているかもしれないと考えられる。地震の位置は地質学的条件にコントロールされている。天文学的および地質学的要素を考慮して、かつ、共鳴し合うという仮説の上に立って地震の発生時が議論されている。潮汐予報の方法の上に立って、中間の地震間隔の予報の方法が展開されている。

22. Rote E., 地震. M. - L, 1934／国家技術－理論発行所／

地震時の歴史的発展の簡単な概要が述べられている。大きな関心が Perre A. による内部潮汐理論に払われている。

23. Russo P., 地震. -M. Progress, 1966.

本の中で地球内部構造に関する最新の仮説、地震および磁気嵐の原因、地球および太陽上に起きている諸現象間の相互関係がとりあげられている。さらに、地震波伝播の性質およびその特殊性、地震予知への道に存在する困難についてもふれている。

24. Sadovskij M.A., ソ連邦科学アカデミー地球物理研究所の記念日にささぐ. - Izv. AN SSSR, ser. fiz. Zemli, № 9, 1978.

つい最近まで多くの研究者は地球の諸過程への宇宙の要素、とりわけ太陽活動の影響がありうるという考え方に対して懷疑的な態度をとっていた。地震源の中に蓄積されている巨大なエネルギーの中に宇宙成因によって持ち込まれるささいな付加量はとうてい地震の大異変の発展にいかなる影響もおよぼし得ないとされてきた。今やすでに太陽活動への宇宙的要素（惑星太陽系の configuration, 太陽系それ自身の銀河系の中心から見た位置等々）の影響は確かとなっている。こうしたわけで地球の諸過程への太陽を通しての上に述べたような影響を除外するわけにはいかない。

25. Stovas M. V., 地殻の惑星的＜全地球的＞な深部われ目の形成における地球回転の不均一性の役割について. - Astrologicheskij, Sbornik, 1962, Vol. XV.

地震の増加を伴う地殻の破壊現象とか、火山活動といったテクトニックな過程の中で地球回転の役割を調べている。惑星としての性質を有している深い破碎は、浅深両方の褶曲と関係しており、それらは地層の圧縮と引っ張りの結果である。

26. Stovas M. V., Nesterenko P. G., 重力と地震活動. - Priroda, 1963, № 7. 地震および火山の過程を外の宇宙現象と関係づけている研究者達の仕事について議論して

いる。地球の地震活動現象は単に地質学的・地形学的観点からのみ調べるのでなく、地球の重力場の変化、例えば月-太陽の潮汐、地球、月の並進、回転運動、歳差運動をも考慮する必要がある。

27. Stovas M. V., Usenko D. N., 惑星の重力-慣性力に関する小論- Izv. AN SSSR, ser. Geologiya, 1962, № 11.

いろいろな国での200年以上にわたる地球の地震活動の資料の上での何回もの検証と Perre の何回もの発見は地震と地球の重力場変化との関係の正当性の最も良いクライテリオンであった。惑星として見た地球のテクトニクな生い立ちの研究には、あらかじめ、惑星の内力の影響ばかりでなく外的要因の研究も必要である。そのことはわが惑星のテクトニクスへの要因・外因力のトータルな影響の研究への弁証法的接近ともなっている。

28. Sytinskij A. D., 太陽活動と地球テクトニクスの関係について. Inform. Bull., 1961, № 28.

29. Sytinskij A. D., 地球の地震活動への太陽活動の影響の可能性について. - Bull., Soveta po Seismologii. AN SSSR, 1963, № 15.

30. Sytinskij A. D., 太陽活動現象からの一つとしての現在のテクトニクな運動. - Geomagnetism i Aeronomii, 1963, № 1.

31. Sytinskij A. D., 地球の大気およびリゾスフェアへの太陽活動の影響のメカニズムについて. - Geomagnetism i Aeronomii, 1966, № 4.

32. Sytinskij A. D., 地球の地震活動への太陽活動の影響について. - Dokl. AN SSSR, 1973, 208, № 5, 1078 - 1081頁.

太陽活動のデータの解析および計測地震データの解析の結果、次のことがわかった。1. 地震エネルギーの総和、および各年の破壊的地震の数でもって表現される一般的地球の地震活動度は太陽の11年サイクルの相に依っている。最も高い地震活動は11年サイクルの最高最低の時期における。2. 個々の強震($M \geq 6.5$)の発生時は太陽上の活発な地域の位置に関係している。地震は主として太陽上の活発な部分が中央の子午線を横切って発生した後2-3日たっておきている。3. 依存性をつかまえるということは、一般的な地震活動の予報および個々の強震の時刻の予知を可能にするような知見を得ることもある。

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

33. Sytinskij A. D., 地球の地震活動と太陽の関係について. — Uspexi, fiz. Nauk, 1973, IIII, № 2, 367 – 369 頁.

太陽活動と地震活動が一般的惑星大気の過程を通じて関係づけられている。関係のメカニズムは次の点にある。太陽活動の増大に伴って準定常的な大気の運動に乱れが発生する。それが地球の大気の再配分をひき起こす。つまり、地球一大気系の重心が移動するし、従って地球の重量バランスがこわれる。

34. Tamrazyan G. P., トビリシの地震と地球の宇宙的に見た状態. — Soobshch. AN GSSR, 1957, 19, № 2, 151 – 158 頁.

ザカフカーズでの地震発生時の分布の法則性が調べられている。テクトニックなことを原因とする以外に、たとえば、気象学的、天文学的なものを原因とするような地震があることが示されている。月と太陽は地殻内の応力を作り出している地球の固体層、気体層および液体層の潮汐をもたらす。地震エネルギーの解放を促進するこれらの力が最大になるのは新月、および満月、および月がその軌道上の近地点を通過する瞬間であることが観測されている。

35. Tamrazyan G. P., 破壊的な地震と月令. — Izv. AN SSSR, ser. Geofiz. 1957, № 12,

1088年から1950年までにザカフカーズにおきた破壊的、破滅的地震について実際の資料が解析された。震度が7バール以上の11の地震の内8つは新月又は満月時におき、わずか3つだけが上下弦時におきた。データの解析は地中のエネルギーの解放と地球の宇宙的立場から見た状態の間にはある関係が存在することを確かなものとしている。

36. Tamrazyan G. P., トルクメン地方の地震分布における法則性と地震予知の若干の問題. — Izv. AN TSSR, 1956, № 5, 17 – 25 頁.

トルクメン地方での地震の発生時の分布と月令との関係の法則性について研究されている。

37. Tamrazyan G. P., プリカズベク地方の地震と潮汐弹性. — Izv. AN SSSR, ser. Geofiz., 1956, № 7.

プリカズベク地方の地震をその頻度、および惑星として見たときの宇宙の状態との関係を解明するために調べている。計測器による観測資料の解析はプリカズベク地方の地震が地球の宇宙的状態と緊密に関係していることを示した。月の朔望時には地震の数は、上下弦時よりも若干増えている。

38. Tamrazyan G. P., ダジク地方の地震の若干の特殊性. — Dokl. Tadzh. SSR, Ahboroti Akad. fankhon RSS Tochikiston, 1958, № 1, 25 – 31 頁.

210個のダジク地方の強い地震(1929年から1948年)の発生時を月令との関係で調べた. 地震数が最大になるのは潮汐力が最大となる朔望時である. 同じ理由で地震の数は月が近地点を通って朔望のいずれかになる間に増加する. 深い地震の増加についてもその頻度は月 – 太陽の潮汐と弱い関係が観測されている. 1958 – 1960年の期間の潮汐力の変化曲線が作られた. それは地震発生時の予報に利用できるかもしれない.

39. Tamrazyan G. P., 太平洋の北西沿岸での地震活動. — Izv. AN SSSR, ser. geofiz., 1958, № 5.

計測器による地震観測データの解析は次のことを示している. 太平洋の北西縁に発生するやや深発および深発地震は、宇宙的立場から見た地球の状態と、疑う余地のないほど、そして稀に見るほどはっきりとした関係をもっている. 北西太平洋沿岸の地震の数は、上下弦時に比べて、朔望時は 1.5 倍ほど多い.

40. Tamrazyan G. P., 宇宙的立場から見た地球の状態とやや深発、深発地震の関係. — Izv. AN USSR, ser. geofiz., 1959, № 4.

やや深発および深発地震(1977 – 1944年)のデータが調べられている. 朔望時にいろいろな地域のやや深発、および深発地震のより多く(58%)が発生しており、上下弦時には 42% とより少ない. 朔望時に月が近地点を通過する際には、朔望時でない場合のほぼ 2 倍となる最も著しい宇宙的因子の影響を子午線方向あるいはそれに近い惑星的深部破碎が受ける. 惑星的深部破碎の位置が、緯度方向又はその方向に近い時は、宇宙的要素の役割は最小となるだろう.

41. Tamrazyan G. P., 潮汐力およびその他の力の変化との関係で見た地球内部の地震エネルギー放出の若干の特殊性. — 「第5回惑星学の諸問題に関する協議会」, L., 1965, 78 – 83 頁.

42. Tamrazyan G. P., 宇宙的背景の中でのブルガリアにおける大地震. — Izv. Geo-fiz. Inst. Bulg. AN, 1970, 16, 119 – 123 頁.

強震の発生が月の近地点と関係し合っていることが示されている.

43. Tamrazyan G. P., 一日における地球のグローバルな地震活動. — Izv. Vish. Ucheb. zavedenij. Geol. i razvedka <地質探鉱高等専門学校報告>, 1972, № 7,

3 - 14 頁.

1903 年から 1956 年までの一日の内での地球の地震活動の変化が調べられている。地球全体、および個々の地球での全ての強い地震の一日前までの分布が解析されている。地震活動のローカル時による分布には、弱いはっきりとはしない極値が見られる。子午線方向の地震分布は、よりはっきりと分化された図を与える。ここでは、地震活動の最大および最小の対がはっきりと分離されている。これらの極値を与える時刻は、それぞれの地方で確かな特徴となっている。こうした法則性は地球の宇宙空間内の位置によって決まっているということが提唱されている。

44. Tamrazyan G. P., 弱い地震の一日前の発生分布と、その地質構造との関係。

— Izv. AN SSSR Ser. Fiz. Zemli, 1972, № 3, 50 - 56 頁.

1957 年から 1960 年までに Apsheron 半島の地震観測所で記録された全ての地震の一日前の発生分布を調べた。最も地震の数が多いのは 12 - 16 時であった。この時間内に全ての記録された地震の 42 % が起きた。地震活動は太陽の南中後に高まった。これらの地震の多くはエネルギークラス $K = 7 \sim 8$ で、 $K = 9$ のものはまれであった。地震はテクトニクスな運動を原因として発生するが、太陽活動が引き金の役目をするということがわかった。

45. Tamrazyan G. P., 地球のグローバルな地震エネルギー活動の一日前での法則性。

— Izv. Arm. SSR, ser. Nauka o Zemli, 1973, 26, № 1, 66 - 73 頁.

リソスフェアを構成している鉱物の質量の分布は鉛直方向に均質でない。この重力場の中での均質でない構造およびその他の惑星規模での影響力が、現実の応力の均質でない分布をひき起こしている。こうしたことの影響を見積ることを目的として 1890 年から 1970 年までの南中時の地震 ($M \geq 8$) の分布が調べられている。

46. Tamrazyan G. P., 地球のグローバルな地震テクトニクスの周期を制御するものとしての月の潮汐。— Izv. AN Arm. SSR, Ser. Nauka o Zemle, Vol. XXXI, № 1, 1978.

地球上では月と太陽が基本的な潮汐物体である。月の潮汐力は太陽のそれより 2.2 倍大きいので、月こそが主たる地球の潮汐の原因である。そこで基本的な関心は、太陽の影響もほおってはおけないが月の影響に向けられている。

47. Shirokov V. A., 宇宙的要因の地球力学的状態への影響と北西太平洋のテクトニクゾーンでの長期予報。—「火山と地球物理学」, M., 1977, 103 - 115 頁。

宇宙的要因のジオテクトニクスへの影響の機構についてのいろいろな研究者の提唱に基づいて太陽活動、月および太陽による重力場の地震活動および火山への影響の説明がされている。

48. Shpital' naya A. A., Vasil' eva G. Y., Pystina N. S., 重力波の地球および太陽活動への影響の可能性について. *Probl. issled. Vselennoj, vyp. <宇宙研究の諸問題第4版>* M. L., 1975, 129 – 137頁.

地震や火山の爆発を太陽および重力のアンテナの役割を演ずる太陽系の地球に押詰的に集中する宇宙的起源の重力波の地球、太陽による吸収効果の現われとする仮説について述べている。

49. Filipas S. F., 現在のアリューシャン弧の地震活動 – および時空間に見られる法則性. :「自然と人々」, Vladivostok, 1973, 16 – 37頁.

太陽活動および地球回転からもたらされる地震エネルギーが比較されている。この方法によって1984 – 1988年のアリューシャン弧での地震予報を行っている。

- 50.* Anderson D., *Earthquakes and the rotation of the Earth*. 地震と地球の回転 – *Science*, 1974, 186, № 4158, 49 – 50頁.

- 51.* Bagby D. P., 地震に対する潮汐の影響に関するかさなる証拠. – *Moon*, 1973, 6, № 3 – 4, 398 – 404頁.

- 52.* Barsukov B., 地震は偶然現象か? – *Metal and Minerals. Rev.* 1976, 16, № 1, 9 – 10頁.

- 53.* Bloxsom D. Jr., サンフェルナンド地震と地球潮汐. – *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 1974, 64, № 6, 2005 – 2006頁.

- 54.* Cotton L. A., 地震頻度と地球潮汐の関係、および地震予知におけるその意味についてのノート. – *Pan-Pacific Science Congress 30, Tokyo, 1926, Proceedings*, 1928, v. 2, 1511 – 1516頁.

- 55.* Dahlen F. A., 地震によるチャンドラ運動の励起の修正. – *Geophys. J. Roy. Astron. Soc.*, 1973, 32, № 3, 203 – 217頁.

- 56.* *Gougenleim M. A.*, 地震発生への地球潮汐の影響はごく小さいという観測結果の確認. — *Ann. geofis.*, 1961, 1, N2, 197—210頁.
- 57.* *Gribbin J. R., Plagemann S. H.*, *The Jupiter effect. Repr. ed.* London-Basingstoke Macmillan Press, 1975, p.136,
- 58.* *Gribbin J. R., Plagemann S. H.*, *The next California earthquake. —New York. Walker*, 1974, 136 pp.
59. *Gun-Bayer F.*, 世界時による地震の周期. — *Inst. astrophys. Cathol. Univ. Santiago Chile. Wien*, 1970, 39 s, ill.
月の地震への影響という問題が述べられている. 一方地磁気力による地震周期の説明の可能性にもふれている.
- 60.* *Haubrich R. A.*, *An examination of the data relating pole motion to earthquakes—In : Earthquake Displacement Fields and Rotation Earth.* Dordrecht. 1970. p.149—157.
- 61.* *Heaton Th. H.*, *Tidal Triggering of earthquakes. —Geophys. J. Roy. Astron. Soc.*, 1975, 43, N2, 307—326.
- 62.* *Hedervari P.*, *Tidal forces and earthquakes. —J. Internat. Lunar Soc.*, 1964, 2, N5, p.136—142.
- 63.* *Hunter R. N.*, *An explanation for sidereal periods in earthquake aftershock sequences. —J. Geophys. Res.*, 1978, B83, N3, p.1253—1256.
- 64.* *Ip W-H.*, *Chinese records on the correlation of heliocentric planetary alignments and earthquake activities. —Icarus.*, 1976, 29, N3, p. 435—436.
- 65.* *Israel M., Ben-Menahem A., Singh Sarva G.*, *Residual deformation of real earth models with application to the Chand-*

ler wobble. —*Geophys. J. Roy. Astron. Soc.*, 1973, 32, p. 219—247.

66. Ivanov I. B., On the minimum number of earthquakes around the point of spring and autumn equinox. —*Dokl. Bolg. AN*, 1969, 22, № 3, 257—259頁. <ブルガリヤ科学院報告>

50年間のデータの統計的処理によって作られた月令と地震の数の分布は地球が太陽から最も遠ざかる時点にはっきりとした最小状態を、さらに春分、秋分に一致して二つの第2の極小状態を有している。こうした最小値の存在は潮汐抵抗の観点から説明される。春分時には月および太陽の新たな促進関係が最大を与るべきである。というのは、この期間には太陽は赤道面上にあるからである。一方それは、他と同様に重力によってもたらされる地球内の弾性的変化の遅滞をもたらす。

67. Ivanov I., Christoskov L., A possible connection between the Earth's seismic activity and the annual change in the Sun-Earth radius vector. —*Dokl. Bolgar. Acad. Nauk.*, 1967, v. 20, N 5, p. 429—431.

- 68.* Kanamori H., Are earthquakes a major cause of the Chandler wobble? —*Nature*, 1976, 262, N 5566, p. 254—255.

- 69.* Knopoff L., Earth tides as a triggering mechanism for earthquakes. *Bull. Seismol. Soc. America*, 1964, 54, N 6, Part A, p. 1865—1870.

- 70.* Kropotkin P. N., Seasonal periodicity of earthquakes and Mach's principle. —*Gerlands Beitr. Geophys.*, 1975, 84, N 1, p. 15—19.

- 71.* Machado F., 地球上のテクトニックなプロセスへの太陽の11年周期活動の影響についての仮説. —*Garcia Orta. Ser. geol.*, 1973, 1, N 2, 27—35頁.

11年周期の太陽活動が地球上の地震活動に影響していると主張されている。太陽をまわる地球の運動のモーメントはある種の地震のトリガー的メカニズムであるかもしれない。

72. Mansinha L., Smylie D. E., The effect of earthquakes on the Chandler Wobble and the secular polar shift. —*Compt. rend.*

Union geodes. et geophys. Internat., 1969, N15, p. 190.

地震に関する破壊は地殻およびマントルの中に大きな変化をもたらすことは知られている。ディスロケーションの理論を用いて結果として生ずる慣性テンソルの変化を見積る。慣性テンソルのこうした変化がチャンドラ振動、および地軸の変化の原因であると提唱されている。観測される振動と有名な地震の間の関係を得るためにプロジェクトが現在実行されている。

73. *Meeus J., Activite solaire et seismes.* —地震と太陽活動. —1976, 92, №.4, 233—236頁.

1910年から1945年までの35年間に発生した20,000以上（原則として弱い地震）の地震と、同じ期間内の太陽活動との間に関係がなかったとするVan-Derによる研究があるが、著者は、その研究を再試した。その際、強い地震のみを調べ、解析の期間をほぼ2倍（1897年から1964年まで）にふやした。この研究は、太陽活動と地震の個数に関する結論を確認した。

74.* *Mogi K., Monthly distribution of large earthquakes in Japan.* —*Bull. Earthquake Res. Inst., Univ. Tokyo*, 1969, 47, N3, p. 419—427.

75.* *Myerson R. J., Evidence for association of earthquakes with the Chandler wobble, using long term polar data of the ilis-ipms<ILS-IPMS>-Earthquake Displacement Fields and Rotation Earth.* Dordrecht, 1970, p. 159—168.

76.* *Nagasawa K., 地震と月および太陽の位置の相関*, 日本およびその周辺の地震について. —測地学会誌, 1973, 19, N4, p. 179—189.

77.* *Nevton R. R., The historical acceleration of the Earth.* *Geophys. Surv.*, 1973, 1, N2, p. 123—145.

78.* *Okuda T., Naito I., Onodera E.,* 日本列島北部での大きな地震、黒潮および極運動の強い変化の間の若干の関係. —緯度観測所彙報, *Proc. Intern. Lat. Observ. Mizusawa*, 1973, N13, 144—158頁.

79.* Pines D., Shaham J., *Seismic activity, polar tides and the Chandler wobble.* — *Nature*, 1973, 245, N5420, 77281.

80.* Press F. e. a., *Earthquake Research in China.* — *EOS, American Geophysical Union Transactions*, v. 56, N11, 1975, p. 838—881.

81.* Runcorn S. K., *A possible cause of the correlation between earthquakes and polar motions.* — in: *Earthquake Displacement Fields and Rotation Earth.* Dordrecht, 1970, p. 181—187.

82.* Ryall A., Vanwormer J. D., Jones A. E., *Triggering of micro-earthquakes by earth tides and other feature of the Truckee, California, earthquake, sequence of September, 1966,* — *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 1968, v. 58, N1, p. 215—248.

83.* Saden D. S., Meidav M., *Search for sidereal periodicity in earthquake occurrences.* — *J. Geophys. Res.*, 1973, 78, N32, p. 7709—7716.

84.* Sadeb D. S., Meidav M., *Possible solar effects on earthquakes.* — *J. Geophys. Res.*, 1975, 80, N23, p. 3378—3380.

85.* Salwi D. M., *Large earthquakes wobble the earth.* — *Sci. Report*, 1977, 14, N3, p. 176—178.

地軸のチャンドラ振動をひきおこす原理についての普及的論文である。強震が振動の振巾に大きな影響をもたらすという Ocornell と Dziwonski の研究に注目している。1901—1970年の強震の解析に基づくと地震活動期と振巾摂動の間に相関が見られる。1901—1920年に最大の振巾変化が1954年に最大振巾、1910—1920年に最小振巾が観測されている。1960年のチリ地震の前の振巾変化の事実は注目すべきである。地球大気の摂動が振巾への重大な影響を示す。

86.* Shimshoni M., Dishon M., *On the course of sidereal periodicities in earthquake occurrences.* — *J. Geophys. Res.*, 1975, 80, N32, 4497—4498, *Discuss.*, 4499

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

- 87.* Shlien S., *Earthquake-tide correlation.* — *Geophys. J. Roy. Astron. Soc.* 1972, 28, N1, p. 27—34.
88. Simpsen I.F., *Earth-tide as a triggering mechanism for earthquakes.* — *Earth and Planetary Sci. Letters.* 1967, v. 2, N5, p. 473—478.
89. Simpsen I. F., *Solar activity as a triggering mechanism for earthquakes.* — *Earth and Planet. Sci. Letters.*, 1968, v. 3, N5, p. 417—425.
- 90.* Smith Stewart W., *Free Oscillations excited by the Alaskan earthquake.* — *Trans. Amer. Geophys. Union*, 1965, 46, N1, p. 146.
- 91.* Smylie D. E., Manshinha L., *Earthquakes and the observed motion of the rotation pole.* — *J. Geophys. Res.*, 1968, v. 73, N24, p. 7661—7673.
- 92.* Smylie D. E., Clarke G. K. C., Manshinha L., *Deconvolution of the pole path.* — In: *Earthquake Displacement Fields and Rotation Earth*, Dordrecht, 1970, p. 99—112.
- 93.* Smylie D. E., Manshinha L., *Wobble excitation by earthquakes in real earth models.* — *Nature*, 1971, 232, N5313, p. 621—622.
- 94.* Sun and moon tidal forces may trigger some classes of earthquakes. — *Earthquake Inform. Bull.*, 1975, 7, N3, p. 10—15.
95. Tamrazyan G. P., *Tideforming forces and earthquakes.* — *Icarus*, 1967, v. 7, N1, p. 59—65.
- 96.* Tamrazyan G. P., *Principal regularities in the distribution of major earthquakes relative to solar and lunar tides and other cosmic forces.* — *Icarus*, 1968, 9, N3, p. 574—592.

強震と天体運動の関係についての仮説が提唱されている。1903-1956年間の強震は、2つの型に分類される。(1) マグニチュードが8.4-8.9, (2) 7.9-8.3。第一のタイプの地震は月の位相、つまり、南中時の月の緯度に相関しており、さらにV-数(太陽活動と地軸の運動を特徴づけている数)とも相関している。第2のタイプの地震には、こうした相関は見られない。いろいろな地域で地殻およびマントル内の地震活動の年、日変化を調べた。こうした変化は、太陽空間での地球のジオイド方向と関係していることがわかった。

97. Tamrazyan G. P., *The earthquakes of the arctic and the tide-generation forces.* - *Abbok. Norsk. polarinst.* 1968 (Oslo), 1970, p. 136-138.

1908-1959年までの北極海での小さな地震($M \leq 5$)に際してのエネルギーの解放と強い潮汐の関係があり得るか否かについて調べている。朔望月時(その大部分は新月の第1~4日間)を通してエネルギー分布が見られた。

98. Tamrazyan G. P., *Seismicity of Norway in relation to cosmic conditions.* - *Norsk geol. tidsskr.*, 1969, 49, N1, p. 81-86.

1900-1950年間のノルウェー地震の時間分布が朔望時、近地点に着目して調べられている。朔望期間と同じ長さの期間の強震のエネルギー放出の同期性について述べている。 $M > 4$ である地震エネルギーの基本的放出は、27ヶ月から4ヶ月および9ヶ月から17ヶ月の間隔でもってなされている。ノルウェーの強震(1904年10月23日, $M = 6.5$)は2番目の期間におきている。弱い地震は時間的に一様な分布である。強震のエネルギー放出と月の公転との関係は地震源への月-太陽引力のトリガー的效果であると説明されている。

99. Tamrazyan G. P., *Seismic anomalies and the dynamic evolution of the earth's crust and upper mantle.* - *Icarus*, 1969, 10, N1, p. 164-168.

3つの地震域(西太平洋、米大陸西岸、ユーラシア)で20世紀の前半におきた強震($M = 7.9 - 8.9$)の時空間分布を調べた。観察期間を4つのサイクルに分割すると、太平洋地震帯では今世紀の始めから50年間に一般的な放出エネルギーの増加に対して奇数サイクル時に活動が増加する傾向があり、アメリカ帶では、それが偶数サイクル時である。地震活動期間と北半球上での月の位置との相関が述べられている。この期間の最後の25年に80-88%のエネルギーが排出されている。とりわけ、南米大陸は他の地域に比べて宇宙的成因による潮汐変形力に関係していることが示された。地質時間内での地殻の運動と大陸移動の可能性について結論がなされている。

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

100. Tamrazyan G. P., *Seismicity of Taiwan in relation to some cosmic conditions.* —Bull. Geol. Surv. Taiwan, 1969, N20, p. 75 – 84.

1900 – 1960 年までの台湾の破壊的な地震を紹介し、それの月と太陽との関係、破壊的地震の震央の分布、月・太陽の位置との関係等について述べている。

101. Tamrazyan G. P., *Some characteristic features of seismic energy release (in time) on the south-western margin of the Pacific Ocean.* —N. Z. J. Geol. and Geophys., 1970, 13, N2, p. 400 – 407.

北西太平洋の地震活動は天空の月の位置と緊密に関係しており、太陽のそれとも少し関係している。こうした関係の存在は 1900 – 1950 年の半世紀間の強震（マグニチュード $M \leq 7.9$ ）のデータの解析で確かとなった。月および 1 日の太陽の位置に関する地震およびそのエネルギー分布はその地方の基本的な地質構造の傾向と関係している。北東方向 (*Novoj Zelandii*) では、地震エネルギーの大部分 (94%) が満月時に識別されるし、北西では第 2 満月時に 90 % 集中している。

- 102.* Tamrazyan G. P., <現在の地球の地震活動における大陸全体の重心の役割り> —Bol. Acad. cienc. fis. mat. y natur. 1970 (1971), 30, N89, p. 25 – 31.

地球を等しい数の大陸に分割して子午線（ブリニッヂから東にはかる）からの時間上の地震エネルギー分布を研究した。表では選ばれた子午線（それは大陸の重心と関係している）からの時間で分けられたゾーン毎にエネルギー分布が示されている。放出エネルギーはゾーン I (370×10^{23} erg) からゾーン V (996×10^{23}) まで明らかに大きくなっている。地震の頻度と強さおよびある場合の平均放出エネルギーは、宇宙時間と関係して変化している。地震の分布とそのエネルギーは、地球変形による軸の位置を決めるのに利用される。地球変形はひるがえって地震活動の活発化を生み、惑星としての表面応力と関係している。

103. Tamrazyan G. P., *Seismicity of Fennoscandia in relation to cosmic conditions.* —Bull. Soc. Finland., 1970, N42.

フェノスカンディアの強震の数とエネルギーの月引力による潮汐力に対する依存性、および地震の月の位置に対する依存性を調べている。朔望月の 28 – 30 日、9 – 18 日には地震エネルギーの 81.2% が放出されている。残りの部分のエネルギー放出は $\frac{1}{5}$ より小さい。月の引力が地震を引き起こすトリガーメカニズムの一つであると提唱されている。研究では 1900 – 1950 年間の $M \geq 4$ の地震を調べている。

104. *Tamrazyan G. P.*, 地震とそのエネルギーの地球の緯度帯による分布. —*Bol. acad. ciens., mat. y natur.*, 1971, 31, N93, p.39—45.

1900—1970年までの緯度による地震分布をマグニチュードの三つの段階(7~7.9, 8~8.9)毎に調べている。地震は地震源の深さに応じて、浅発、稍深発、深発に分類されている。浅発地震については北半球の強震の数が南よりも多く全体の71%である。南半球ではM=7~7.8の深発地震のエネルギーは全体の強震エネルギーの55%を占めている。

105. *Tamrazyan G. P.*, Possible cosmic influences of the 1966 *Tashkent earthquake and its largest aftershocks*. —*Geophys. J. Roy. Astron. Soc.*, 1974, 38, N2, p.423—429.

106. *Utsu T.*, 日本における破壊地震分布の月分布で気付いたこと. —*地震*, 1971, 24, N4, p.369—371.

107. *Whitten C. A.*, Preliminary investigation of the correlation of Polar motion and major earthquakes. —*J. Interdiscipl. Cycle Res.*, 1974, 5, N2, p.161—165.

1900—1970年間の地軸の一日の運動と大地震の発生日時の間の関係を述べている。地震の際、放出されたエネルギーのグラフが極の日歳差と比較されている。若干の年(1906年の地震、1960年のチリ地震)を除いて二つのグラフの間の相関が観測されている。

108. *Yu Chin-yiing, Lo Shin-fang, Hsu Shin-yuan e. a.*, 地球回転の季節変動と地震の間の相関の解析. —*Acta geophys. sinica*, 1974, 17, N1, p. 44—50.

中国の地震活動の例では、地球自転の季節変動の地震発生時分布への影響は与えられた地域の構造によっていることを示している。1, 2の顕著なタイプのテクトニック系を持つ地域では充分に緊密な関係が見られる。

109. *Zetler B. D.*, The contribution of earth tides to earthquakes. —In: *ESSA symposium on earthquakes prediction*, Rockville, Md., Washington, 1966, p. 35—37.

IV. 地震予知についての総合的研究

1. Bilinsky A. N., Verbitskij T.Z., Volosetskij B. N., カルパチアにおける地震予知への総合研究.—「地震予知の探求」, Taskent, Fan. 1976, 208–212頁.

カルパチアの南西部にある地域で地殻物質の物理的性質および深部構造の総合研究がなされている。重力、磁力場の地図、現在の地殻の上下運動の地図が作られた。研究地域は国際的GSZ〈深部地震探査〉断面を横断しそこではマグネット・テリル深部観測、および磁気変動観測もなされている。総合的な測量のための長い年月にわたる水準点網もつくられた。三つの地震ステーションも配置された。研究の中で、地球の内部で進行しているネオテクトニックな過程の反映である地殻の上下運動および物理的場の時間変化が調べられている。地球物理的場の空間的変動場の研究結果は、ザカルパト地方の深部破碎帯の活動的なプロセスを示している。

2. Gamburtsev G.A., 地震予知. Izbranny Trudy <ガムブルツェフ著作集>. M., AN SSSR, 1960.

弱い地震動と強い地震動の間に空間的および法則的関係が存在するということはできる。頻発する小地震と稀におきる大地震が地殻内のゆっくりとした運動と共に統一された深部のプロセスを形成している。こうした研究は地震予知法の発展の上にあるべきである。地震予知の分野の研究は前兆の総合的解析および地震予知のマップ作成の方向で発展してきた。

3. Oksika D.G., Saidov S.A., Megaev A.B., ダゲスタン地震の形成のメカニズムと予報について. — Sejsmol. Bul. Kavkaza, 1974 (1976), 1月～12月, 158–169頁.

北カフカーズの地震の研究にあたって次のことが確かになった。つまり地震に先だって二つの前兆的、震源運動的現象があった： 地震の前5～25日間鉱泉および坑井の中の石油、ガスおよび水の湧出が増加し、1～3日前に湧出が減少している。1974年のダゲスタン地震の前に電磁場に異常な振動のデータが導き出された。それは大気中およびその外側の部分で数時間で現れ始めた。地震が作られる震源での電磁場の形成時は野生動物および家畜の異常なふるまいと一致している。地震の地球化学的予知の探求にとって最も情報量豊かであるのは鉱水およびガスの成分である。1974年のダゲスタン地震に際してはズラシケント鉱床のガス化学組成変化のデータがある。地球化学的異常は地震の数日前に出現する。

4. Sadovsky M.A., Nersesov I.L., 地震予知の諸問題. — Izv. AN SSSR, Ser. Fizika Zemli, 1978, № 9, 13–30頁.

ザルム実験場での研究の例にもとづいて1976年から1977年までの地震に先行した個々の物理量の変化およびその全体の特質が示されている。長期予知は V_p/V_s に関係しており、短期予知は変動速度の変化および見かけ上の反対方向の動き、そして地震の“静穏”によって与えられる。作用としては1976年の地震のさいの磁場の変化および前震によってあるいは変動および傾斜の急速な変化、そしてまた1977年12月の地震における大気中の電気的信号も又そうである。1977年の地震の際観測された前兆の全体に磁気的なそれを加えるべきかもしれない（離れた基準点に相対的な領域全体の場の強さの減少および南の方での異常の増大）。かくして長期の予知（弾性波の速度）は静穏な地域—地震の可能性のある地域—での一般的な臨界状態の情報を与える：変動の速さ、見かけ上の抵抗および磁場は地震準備についての仮説を支持している。一方地表の傾斜の急速な変化、地殻の変動および大気中の電流の変化は地震発生時の充分に正確な考えを与えており、予知に関する小さい一般の統計は今や広い方面でのいろいろな方法の観測を行うよう強いる。残念ながら、今迄のところ世界のいかなる所でも、いまだ、実際にはデータの膨大さと処理の煩雑さのために全ての観測方法の総体が必ずしも保証されていない。予知の研究の経験は将来、あきらかにこれらの方法の数を少なくし、先導的な若干の方法をルーチン的予知作業のために残すだろう。

5. Stepanyan A. A., Komarov A. I., Tigranyan G. A., 地震予知研究のための自動システム。— V sb. Avtomat. upr. i regulirovanie. Kybyshev, 1971, 125—128頁。

アルメニア地方の五つの場所もはっきりしている地震源に地震予報のいろいろなピック・アップをおくことを提唱している。それによって地球の電磁場の変化、泉の水等の放射性元素の変化をとらえる。さらに地磁気場の記録と同じような地震のピック・アップである。あらかじめ定められたレベルを越える大きな量が前兆されたときは電子計算機上のチャネルに自動的に情報を伝達する方式が検討されている。ブロック・ダイヤグラムが与えられている。

6. Urzaev B. M., Antonenko E. M., Kurskev A. K., Dujselaev T. Kh., その他、地震予知のためのアルマ・アタ地球物理ポリゴンでの総合研究。— Inform. sb. n. — i. rabot instituta geol. nauk AN KazSSR <カザフ社会主义共和国地質科学研究所、研究業績情報集>, 1975, Alma-Ata, 1976, 190—193頁。

アルマ・アタの地球物理ポリゴンは1971—1975年にザイリイ・アラタウの最も地震活動の高いゾーンに作られた。15の地震観測所は $K \geq 7$ の地震を記録することを保証している。トルゲン地球物理観測所には近地・遠地地震の記録のための各種の計器、石英の変形測定器、水準器等の地球物理的装置がそなえられている。地球物理的場の変動の研究のために15からなる動力および磁力のプロフィールのそれぞれ 200—400 km の長さのネットが作られている。ポリゴンの水準のネットは 200 km の長さにわたっており、160の水準点を含ん

でいる。その目的は現在の運動の追跡である。アルマ・アタの町の近くの5点には地下水のラドン含有量の観測が行われている。観測の結果は V_p/V_s の前兆の存在をありありと確認した。P波とS波の関係する振巾も又強い地震に先行している。現在の運動のサイクリックな特質が現れている。地震の前の“Seismic Quietness”も見られた。

7. Ulomov I., 地震の前兆的しるしの研究方法。— Inform. Soobsh. AN UzSSR, 1977, № 186, 1–11頁。

提起されている方法論に従えば、地震予知問題について次のような科学的研究ステップを遂行することが可能である：種々の大きさの地震と地震の諸量と地球物理的、水–地球化学的およびその他の地球の自然場の異常変化との相関関係の探求に有用な「予知的」および地震学的数据の収集：地震予知の実行手段と方法の確立のための要因的結果的前兆間の相関の探求。

8. Urazaev B. M., Akishev T. A., Antogenko A. H. ほか、アルマ・アタ地球物理ポリゴンでの地震予知研究の諸結果。— V sb.: Poiski predvestnikov zemletry-asienij (地震予知の探求) . Tashkent, Fan, 1976, 97–107頁。

地震予知を目的としてアルマ・アタ地球物理ポリゴンで行われた地震学的および総合的な地質学的、地球物理学的、測地学的研究の結果が紹介されている。1970年のSarakamish地震の発生時に生じた地震波速度および地殻の運動方向のシャープな変化について述べられている。1968–1973年の観測データは磁場の永年変化の年から年への複雑な特徴の変化を示している。1970–1971年の地震と地磁気変動との直接的な関係が示されている。ポリゴンにおいては、岩石の電気比伝導度の測定が行われた。

9. Fedotov S. A., Sobolev G. A., Boldyrev S. A., Gusev A. A., Kondrotenko A. M. and others, 長期および実験的なカムチャッカ地震の短期予報。— V sb.: Posiski predvestnikov zemletryasenij (地震予知の探求) . Tashkent, Fan, 1976, 46–61頁。

最近10年間のフェドートフの予報がなされた。 $M > 7 \frac{3}{4}$ の四つの地震がそこで発生し完全に前兆である先行地震が余震域で発生している。月の傾き(18.6年周期)の最大時と強震発生時が一致していることを利用して著者達はカムチャッカの強震の発生時の予報を行った。地震の点では28年間(1974–2002)のうち、より危険な10年が選ばれた。エレクトロ・テルル場の変形、 V_p/V_s の変化および5年間ごとになされる地震統計パラメータによるカムチャツカの短期予報の方法が述べられている：三つの連続5日間観測の上の地震の数、最大エネルギークラスおよびくり返し法則のグラフの傾き<マグニチュード頻

度直線の傾きつまり b -値のこと>といったパラメータがそれである。短期予報の2年間の適用結果によると $K \geq 13$ の地震の3-5日前予報の確率は偶然の推定より2倍大であった。

10.* Adams R.D., *The Haicheng, China Earthquake of 4 February 1975 : the first successfully predicted major earthquake.* — Int. J. Earthquake Eng. and Struct. Dyn., 1976, 4, N 5, p. 423-437.

11.* Coe R.S., *Earthquake Prediction problem in the People's Republic of China.* — Trans. Amer. Geophys. Union, 1971, 52, N 12, p. 940-943.

12.* Fedotov S.A., Sobolev G.A., Boldyrev S.A. and others, *Long and short term earthquake prediction in Kamchatka.* — Tectonophysics, 1977, 37, N 4, p. 305-321.

13.* Hammond A.L., *Earthquake prediction : progress in California, hesitation in Washington.* — Science, 1975, 187, N 4175, p. 419-420.

14.* Otake M., *Search for precursors of the 1974 Izu Hantooki Earthquake, Japan.* — Pure and Appl. Geophys., 1976, 114, N 61, p. 1083-1093.

15.* Possibility of Kawasaki earthquake further weakened (より少なくなった川崎地震の可能性). — Technocrat, 1975, 8, N 12, p. 78.

16.* Prediction of the Haicheng earthquake. — EOS Trans. Amer. Geophys. Union, 1977, 58, N 5, p. 236-272.

17.* Press F., *Earthquake Prediction.* — Sci. Amer., 1975, 232, N 5, p. 14-23.

18. Radu C., Spanoshe E., *Some phenomena related to the Romanian earthquakes.* — Publ. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sci., 1977, A-4 (115) p. 163-172.

1971-1975年までのルーマニアの強震の調査がなされている。地震活動および若干の

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

地質学的（井戸の噴出，火山の噴出泥，ガスの放出），地球物理的（磁気あらし，発光現象，発音現象）および生物学的現象（鳥および生物ふるまい，人への影響）を述べている。

19.* *Raleigh B., Earthquake research in China. —Earthquake Inform. Bull.*, 1977, 9, N6, p. 18—21.

20.* *Sadovsky M. A., Nersesov I. L., Forecasts of earthquakes on the basis of complex geophysical features. —Tectonophysics*, 1974, 23, N 3, p. 247—255.

21.* *Sobolev G. A., Application of elastic method to the tentative short term forecast of Kamchatka earthquakes. —Pure and Appl. Geophys.*, 1975, 113, N 1—2, p. 229—235.

22.* *USGS Seismologists "Predict" Hollister, California earthquake. —Earthquake Inform. Bull.*, 1975, 7, N 1, p. 20—23.

23. *Weber C., Etat des recherches aux USA dans le domaine de la réduction des risques liés aux tremblements de terre. —Symp. nat. Sol. et sous-sol et sécurité conster.*, Cannes, 1973, T. 2, Marseille, 1974, p. 193—194.

1973年末時点での地震予知分野における US Geol. Survey の指揮のもとになされた総合的研究の概要が紹介されている。地震発生時の評価の主なるクライテリオンは地震前のP波速度の20%減少と地震後の正常値への速度の回復である。可能な地震活動の場所推定だけはできるが、地震時の予知は可能でない古典的方法（測地、傾斜測定、磁気測定）についても注意している。

24.* *Wyss M., A search for precursors to the Sitka, 1972 earthquake : sea level, magnetic field, and P-residuals. —Pure and Appl. Geophys.*, 1975, 113, N 1—2, p. 297—309.

25. *Zimmerman M. D., Controlling nature's faults. —Mach Des.*, 1975, 47, N 2, p. 20—22, p. 24, p. 26—27, p. 30, p. 32. <II-192と同じ論文>
地震予報、予知、地震工学および耐震建設に関するアメリカの研究プログラムが述べられ

ている。それは、レーザー技術を用いた地表の変形、傾斜の研究およびクエイサーからの電波信号の研究、地球磁場の変動の研究、液体圧、ラドンのエミッション、地殻岩石の電気伝導度、地震波速度 V_p と V_s およびその関係、微小地震活動のパラメーターに関する研究を含んでいる。このプログラムは枠内での国際協力の目的と問題、とりわけ地震予知に関するソビエト-アメリカ協力プログラムについて述べている。地殻の活動的断層のそばに掘られた深いクラックの中へ液体を注入しての強震の予防の可能性が検討されている。

V. 人工的原因により引き起こされた地震

1. Gofshtejn I. D., 現在の地殻の運動および工学的要素の研究. Geofiz. sb, AN USSR, 1972, vyp. 45, 52–56 頁.

ウクライナの西部地域における貯水池、町、石の切り出し、炭田および油田、ガス産地の開発に関連した人工的現象について述べている。以下のように結論されている。現代の地殻の運動の研究に際しては、人工的原因による運動を考慮すべきであること、およびその軽視は現在のテクトニックな運動の振幅・速度について誤った結論に導くかもしれないことを結論している。

2. Vakhtanova A. N., Nepesov R. D. 人工的な原因による地下水の減少に際してのアシュハバッドの地震予報のマイクロゾーニングマップ。—V. sb: Inzh. —Geol. Osanova Seismich. microrayonir. Materialy Sovesh. Tashkent. 1975, Tashkent, Fan, 1977. 10–16 頁。

人間の経済活動によってもたらされる地下水の水位変化は都市の地殻活動に否定的な影響を与えており、最小の地震危険度を確保するには地下水の水位の低下と安定化が良いとされている。

3. Vereda V., Yurchenko V.K. ほか、ドンバス地方の地球物理実験場〈ポリゴン〉での地表の人工的原因による運動の特質について。—V. sb: Sovrem. Dvizheniya zemn. kory Tartu, 1973, № 5, 150–154 頁。

ドンバスでの現代の地殻の垂直なテクトニック運動の特徴および傾向への人工的原因による運動の影響の調査のための実験場が作られている。この実験場の影響は 150–250m に広がっている。人工成因の運動の速度は現代のテクトニックな運動の速さを 3–4 倍上回っていることがわかった。

4. Kissin I.G., 工業活動によって引き起こされる地震の問題について。—Sov. Geologiya, 1972, № 2, 68–80 頁。

巨大な貯水池に水を満たす際又は深い水位に液体を圧縮した際に発生する地震が研究されている。工業活動によって引き起こされた地震の中で最強のものは 6 を越えるマグニチュードを持っていた。地震を引き起こすための可能なメカニズムが研究されている。地質学的および地下水地質学的状態が研究されている。そしてとりわけ引き起こされた地震活動に作用している地殻へのいろいろな種類の工業的影響も研究されている。総合的な地震研究体制の必要性、およびカフカーズおよび中央アジアの地震活動地区に建設されている GES < 水力

発電所の貯水槽に水を満たす際の、水を含む水位状況の研究体制の必要性が指摘されている。

5. Nikolaev N. I., 地震状況への工業活動の影響, モスクワでの協議。—Vesti. AN SSSR, 1974, №8, 118—120頁。

協議は1974年の2月27—28日に開かれた。以下のような問題についての報告があつた：大規模貯水池の建設および引き起こされる地震との関連の中でのローカル地震の研究、地下水ステーションでの地震調査の方法：井戸建設を除くその他の活動と関係する誘発地震：誘発地震のメカニズムおよびその本源。

6. Nikolaev N. I., 誘発地震の問題の紹介的メモ。—Vliyanie inzh. deyat-stina seismich. rezhim. M., 1977, 5—7頁。

誘発地震の問題の研究の実際的な重要性が述べられている。専門用語の解説がなされている。地震状況への工業活動の影響問題についての作業グループ MSSS の仕事を述べている。

7. Nikolaev N. I., 地殻活動状況への工業活動の影響。M., Nauka, 1977, 19頁。

この彙集では、石油産地の井戸建設、核実験との関係での地震状況への工業活動の影響の問題が研究されている。誘発地震のメカニズムと本源の問題、建設および計画中の井戸でのその研究の総合的方法、実験的および、室内実験的研究、モデル観測のデータ、誘発地震の発生ケースおよびその地震予報への方法の問題に光が当てられている。論文集の別の論文は USSR および外国での事例を紹介している。

8. Nikolaev N. I., 工業活動に関する誘発地震の問題の研究の状態について。—Vliyanie Inzh. deyat-sti na Seismich. rezhim. M., 1977, 8—21頁。

工業活動によって引き起こされた外国の地震の総合的研究を紹介している。ソビエトでのこの問題の現状を調べている。

9. Silaeva O. I., 水力発電所のある場所での地球物理観測。—V sb: Vliyanie inzhenernoi deyatelinsti na Seismicheski rezhim Nauka, 1977, 38—46頁。

論文では水力発電所近くでの長期間の地球物理観測の結果が述べられている。地球物理的、電気的、および超音波による観測データが紹介されている。研究の結果は岩石の応力状態の変化を示した。

10. Smirnova M. N., 石油採取は地震を引き起こすか？—Neft. h-vo, 1973, №11,

66-79頁.

ガスおよびオイルの採取はだんだんと応力を変える、つまり層圧を下げるに主張している。例としてグロズネンスク地方の地震が調べられている。ガスおよびオイルの採取のせいでその強さが低まつたと主張されている。ポリゴン<実験場>の組織化の必要性の上に立って地震ステーションの設置、断層の観測、地球物理、地震フィールドの研究のための水準点網が提唱されている。

11. Smirnova M. N., 石油産地の仕事に関する誘発地震（スタログロズネンスキ－地震の例）。— Vliyanie inzh. deyat-sti na seismich. rezhim. M., 1977, 128-141頁。

北カフカースのスタログロズネンスキ－石油産地の具体的状況に応じた人口的に引き起こされるテクトニック地震の活動の解析およびありうる原因が述べられている。

12. Suharev G. M., 人工的なプロセスによって引き起こされる地震。— Izv. vissch. ucheb. zavedeniy Nefti i Gaz, 1976, № 5, 3-8頁。

一般的な水力学系との間には複雑な関係はない東プレドカフカーズでの弾性水圧下の油層について記述している。そうした層からのガスおよびオイルの選拓に応じて孔の体積のガスおよびオイルから放出される水は等水圧線に従って挙動する。これと同じ産地の石油層は水力学的に別の背斜の部分にある。つまりそれらは一般的な高密の石灰岩による水圧系とは関係していない。油層は孤立弾性水圧下にある。人工的に層圧をささえることなくこうした層からガスやオイルを抽出する際には、その降下がおきる。地震活動はガスおよびオイルの選拓と関係している。それはスタログロズネンスキおよびオクチャガリスキ－産地の表面のチヨーク層の層圧の降低を伴う。次のような結論が得られる。孤立弾性水圧下にある油層は層圧の支えを作つてやることが絶対に必要である。合理的オイル＝ガス作業システムがあれば、オイル生産効率を上げしかも地殻内の地震のような不安定要素への配慮も減じうる。

13. Pasechnik I.P., 地下核爆発によって生じる地震。— V. sb: Vliyanie inzhenernoi deyatelnosti na seismicheski rezhim Nauka, 1977, 142-152頁。

論文の中では簡単な研究の概要が与えられている。その中でネヴァダの実験場の地震活動地域で USA によって行われた地下核爆発によって生じたテクトニックな浅い地震の問題が研究されている。地下核爆発の世界は工業目的への広い適用と関係して地震発生の可能性を考慮し、その強度を見積ることが必要である。というのは、こうした地震が震央域で土木および工業建築物が破壊するかもしれないからだ。

14. Bath M., Artificial release of earthquakes. — *Scientia*, 1970, 105, N 11-12, 706-724 頁.

地震発生の引き金となりうる人間の工業活動について研究されている。地震発生のための引き金のメカニズムとしての核爆発の効果を一連の余震と破壊的な地震を刺激するという観点から研究している。地震活動が活発な地域での核爆発は余震を引き起こすが、最も強いものは爆発のマグニチュードの 0.9 倍より小さい。爆発を行った場所で地震を起こすに充分な応力がその瞬間に蓄積されておりさえすれば、核爆発によって破壊的な地震が起きるかもしれない。これに関連して地震活動地域での核実験を行うことが提案されている。

15. Gzajkowski R., Kopcyński Y., Niewiadowski I., 油層開発地域での微動の研究. — *Nafta*, 1972, 28, N 10, 437-442 頁.

ボフニ（ポーランド）に近い石油産地で行われた微動研究の結果である。研究の結果によれば微動の集中が開発地の数メートルの所に起きた。湧水が深くない所（油層よりも深くない）にあった：開発地区では、震度のレベルが隣の地区に比べて著しく高くなつた。

- 16.* Giannoua A., 採油は地震現象を引き起こすか？ — *Ingegnere*, 1964, 38, N 6, p. 536-540.

- 17.* Healy J. H., Jackson W. H., Man-made earthquakes near Denver, Colorado. — *Cowpt. rend. Union geodes. et geophys. internat.*, 1965, N 15, part 1, p. 167.

- 18.* Healy J. H., Pakiser L. C., Man-made earthquakes and earth-quake Prediction. — *Trans. Amer. Geophys. Union*, 1971, 52, N 5, IUGG-IUGG 174 頁.

- 19.* Matsuno S., 採油が地震を引き起こすかもしれないという懸念. — 新潟大学工学部研究報告, 1977, № 26, p. 101-103.

- 20.* Munson R. C., Relationship of waterflooding of the Rangely oil field on seismicity — *Eng. Geol. Case Hist. N. Boulder, Colo.*, 1970, p. 39-49.

- 21.* Smith P. J., Mining triggers earthquakes. — *Nature*, 1978, 271, N 5642,

p. 207 - 208.

22.* *Quake research listens to the earth.* — *Ind. Res.*, 1971, 13, N7,
p. 27 - 28.

23.* *Rinehart J. S., Waterfall-generated earth vibrations.* — *Science*,
1969, 164, N 3887, p. 1513 - 1514.

24. Babaev A. M., kulagin V. K., liskov A. M., ヌレクスキ一貯水池近くでの地震活動励起. — *Vliyanie inzh. deyat-sti na seismich. rezhim M.*, 1977, 69 - 94 頁.

ヌレクスキーダムの地域での最新のテクトニクスと地震活動が述べられている。最大の可能な地震のマグニチュードが見積られ 6.5 であるとわかった。地震活動プロセスの時空間の特殊性が調べられている。1972 年の末から 1973 年の始めにかけて観測された最大数の地震はダムの満水時と一致しており、平均の地震活動レベルの 3 倍より大きい。このことは地震の発生の誘発についての仮説を立てることを可能としている。地震活動が増加している領域のおおよその大きさが決められている。ダムの地域での地表の傾斜の経過および震源のメカニズムの変化が述べられている。

25. Belyy L.D., 最近のテクトニックな運動と地震活動. — *Tr. Vses. Proekt. — iziskat. i NII "Tiproprojekt"*, 1974, 25 - 38 頁.

地震活動と現代のテクトニクスの間の関係の存在についての仮説が述べられている。これらの現象のいろいろな性質が原理的にふれられている。地震活動へのダムの影響が調べられている。さらに誘発地震のダムの深さ、状態への依存性が解析されている。ダムに水を満たす際の地震発生の可逆的理論が提唱されている。

26. Idarmachev Sh.G., Barsukov O. M., “ダム”地震とチルケイスキー貯水池の岩石の体積電気抵抗（1978年 11月 15日アカデミー会員 M. A. Sadovsky によって報告されている）。— *Dokl. AN. USSR*, 1978, 240, № 2, 302 - 305 頁.

チルケイスキー貯水池の地域での地震活動の研究の結果の中で、弱い地震 ($K = 5 - 7$) の数が満水の要素さらには季節的な水位変化とはっきりと相関していることが示されている。岩石の電気抵抗変化が“ダム”地震に先行するかもしれないことおよびそのダム地震前兆の一つであることが提唱されている。地震源領域での effective な電気抵抗観測のために定常電流へのダイポール電気測深器の修正したものが使われている。貯水地域での見かけ上の電気抵抗の地震による変動の比較検討の結果、 ρ_k は地震の前に著しく小さくなっている。

地震群の前の ρ_k の減少振巾は 40 % にもなる。このような ρ_k の減少はきっと岩石が水で飽和することと関係している。その水は地殻の変形の中で地震源域で沢山のクラック形成を伴って貯水池から供給されている。

27. Kissin I.G., 大規模貯水池の建設に際しての induced earthquake のインジケータとしての地下水位のダイナミックス。—Vliyanie inzh. deyat-sti na seismich. rezhim M., 1977, 95–98 頁。

地震前の地殻応力のダイナミクスと地下水位の状況の間の関係が述べられている。地下水の状況は現存の地塊の応力–変形についての情報を与えていることが示されている。巨大貯水池の水に沈んだ地域で起きる地震発生時の予報のために、地下水学的性質の研究の必要性が結論されている。

28. Levkovich R.A., Idarmachev Sh.G., チルケイスキー貯水池の満水時の地震活動。—Vliyanie inzh. deyat-sti na seismich. rezhim. M., 1977, 35–37 頁。

チルケイスキー貯水池での著しいローカル地震現象についての実際のデータが述べられている。小さい地震が著しく増加していることが述べられている。テクトニックな層の中で強い地震を準備する正常なプロセスを変える地震活動変化を地震前兆の信号として利用することが提唱されている。

29. Lyahter V.M., Kapdan A.D., Makarov A.R. ほか, 貯水池の影響下での地震活動地区の地球物理的場および岩石の性質について。—Vliyanie inzh. deyatstvi na seismich rezhim. M., 1977, 47–68 頁。

誘発地震活動現象のメカニカルなモデルを研究している。貯水池域での地球物理場の変化および岩石の性質についてのデータが引用されている。限界の状態に応じて関係する地盤の体積変形は増大するという結論が得られた。貯水池上でのソ連邦での地球物理的研究の解析の上に立って、誘発地震の予報の目的のために地球物理的場の研究の遂行が提唱されている。

30. Mamadaliev Yu.A., Burhanov E.B., Shklyar G.P. ほか, ヌレクスキーブルガリヤ貯水池への水の注入過程の地震活動地域への影響について。—Dokl. Akad. Fanhoi RSS Tachikiston Dokl. AN T adzh. SSR, 1973, 16, №9, 30–34 頁。

地震活動域へのヌレクスキーブルガリヤ水力発電所の貯水池への水の流入過程の影響の問題が調べられている。高いダムの実際の建設の中では、人工的なダムへの水の流入が地震活動を伴う場合が知られている。地震活動の研究のためにヌレクスキーダムの中心から 10^4 km^2 の広さの領域を取り上げた。ここは 1955–1972 年まで計器観測による地震活動の時空間プロセス

が研究されている。ダムの水位の増加に伴って地下の震動が著しく増加することが認められる。地震活動、震源のメカニズムおよび地表の傾斜の解析は次のような提唱の基礎を与えている。観測される地震活動現象はダムの中にあった水のクラックの中への流入による岩石の破壊強度の低下と関係している。

31.* Nersesov I.L., 中央アジアに建造された水力学建造物地域での地震予知およびマイクロゾーニングに関する研究組織について。—V.: Problemi Geofiski Srednii Azii u kazahctana Materiali Vyezdnoi sesii ONZ AN SSSR Oktyabri 1964, M., Nauka, 1967, 30—35頁。

32. Nikolaev N.I., 貯水池と地震（大規模貯水池への水の流入に関係した地震活動現象に関する UNESCO 専門家グループの研究者協議）。—Izv. AN SSSR, fiz. Zemli, 1972, № 8, 113—117頁。

協議会では、多くの場合に水の流入が地震活動現象を引き起こしていることを示す観測データが提示された。これらの理論的问题と関係した発生および計器観測方法が研究されている。こうした問題が研究され、かつ情報が集められ交換された。

33. Nikolaev N.I., 大規模貯水池への水の流入と関係したリージョナルおよび局所的地震活動の増大。—V.: Noveish. Tektonika Noveish. otlozh. i chelovek № 5, M., Mosk. in-t, 1973, 194—206頁。

世界のいろいろな国で記録されている誘発地震活動のための観測は、貯水池への水注入と関係した何らかの経験則を作ることを可能にしている。新しい資料でもついくつかの結論、一般化を与えている：1) 貯水池の水量は地震活動増大を引き起こす要素の一つにすぎず、それは他の要因と結合して発現する。2) 圧力を除いて貯水池の表面積を考慮すべきである。3) 地震頻度と貯水池の水位の季節変化の間に、はっきりとした相関が良く確立される。4) 貯水池への水の注入に際して誘発される局所地震は2より小さいマグニチュードで高感度地震計によって記録される。さらにダムから離れた遠方のステーションによっても何がしかしの振動は記録される。5) 異なる貯水池での誘発地震の様子は個々で異なる。6) リージョナルな地震活動に貯水池が与える影響は明らかである。7) 貯水池建造物地区の地質学的状態の研究は次のような結論を可能にする。やわらかい地盤の存在、断層のないこと、および同質の岩石であることは応力の蓄積を促進しないし、貯水池への満水後に振動ももたらさない。8) 対照的、分化した最新のテクトニックな運動によって、対照的なレリーフによって、時に火山によって特徴づけられた地区での誘発地震活動が観測される。誘発地震の発生メカニズムは明らかでない。その現象の可能な原因についての仮説が述べられる。

34. Nikolaev N. T., 人間の産業活動との関係で見た地震発生のテクトニックおよびテクトノフィジックな条件。— Izv. AN SSSR, Fiz. Zemli, 1976, № 10, 33—47頁。

地殻内に貯えられた応力に関係した大きなポテンシャルエネルギーが地下に集中している。人間の産業活動に際して弾性エネルギーの再配分がテクトニックな地震準備地区の不安定な地区における。貯水池の建設は、その地区の地震活動の上に立って定められたものより大きいクラスの誘発地震を伴う強制的に応力の再配分を引き起こす。地震エネルギー配分体制、テクトニックにあらかじめ定められた震央の局所化によって震動頻度は変化する。

35. Nikolaev N. I., 巨大貯水池に関係した地震現象に関する UNESCO 研究者の総報告。; v kn: Vliyanie indz. deyat-sti na seismich. redzim M., 1977, 22—28頁。

巨大貯水池に関係した地震現象に関するユネスコ研究者グループの組織と活動についての簡単な情報。研究者グループのイニシヤチブに沿って行われた研究者の会議は基本的にダム、貯水池および誘発地震研究のための地震応力制御。この現象の研究では一層の国際協力についての考えが述べられている。

36. Novoseliskiý F. A., Vaszhzhenko E. M., Kocichenko V.A., ロストキンスキー貯水池(南東カルパチヤ)領域上での地震活動度の増大。: V. : Inzh. — geol. osnova seismich. mikrorayonir. Materialy sovesh. Tashkent 1975, Tashkent, Fan, 1977, 141—150頁。

誘発地震による地震活動の増加を「バール」でもって表わすこととする。標準的な活動を6バールとすると、地下水位が6mを越えると岩石学的な意味での地塊の破壊等のために、岩盤上の沖積層の活動度は7バールにも達する。ヴァンチスキー地震時に地盤とダムの固有振動間の共鳴現象は見出されなかった。

37. Panfilov V. S., 地震と貯水池注水の関係について。— Gidrotehn. strovo. 1973, № 5, 43—47頁。

地震の水理地熱学的メカニズムが研究されている。地熱流こそがそのエネルギーの源泉であると主張する。貯えられた熱流のエネルギーは将来の地震源域へ流れ込み、力学的エネルギーにやがて変換される—それは、リソスフェア内のクラックや断層を満たしていた水によって形成される不安定な熱水系であると唱える。このような系のモデル作りのための実験装置とそれを用いた実験が詳しく述べられている。

38.* 水利工学建造物への地震学的影響。Red. Lyaterh. V. M. (全共同国プロジェクト業績—izisk i NIJ "Gidroproeek" sb. 20), M., 1971, 251頁。

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

39. Simpson D.V., Soboleva O.V., ヌレクスキ一貯水池地区での誘発地震のメカニズム。— V. ; Sov. — Amer. rabot po prognozy zemletryasenij Dushanbe — Moskva, Donish, 1976, 71—80 頁。

ヌレクスキ一貯水池での誘発地震活動の研究の際に得られた結果に基づいて, induced earthquake の発生メカニズムが提唱されている。メカニズムとして水の重さによる負荷および孔隙内圧力の変化によってもたらされる応力の相互関係が調べられている。

40. Ulomov V. I., チャルヴァック貯水池での地球力学的状態の総合的計器研究。— V. : Vliyanie inzh. deyat-sti na seismich rezhim M., 1977, 29—34 頁。

チャルヴァック水力発電所(プリタシケント地区)地域の地震学的状態および地殻の応力状態を調べている。まわりの構造への貯水池の影響の研究のために予定された総合的計器モデル観測について述べられている。貯水池中の水圧変化と若干の地球物理パラメータとの比較がなされている。

41.* Agrawal P.N., December 1967 Koyna earthquake and reservoir filling. — Bull. Seismol. Soc. Amer., 1972, 62, N 2, p. 661—662.

42. Agrawal P.N., Brief report on first international Symposium on induced seismicity, Banff, Canada, Sept. 1975. — Bull. Indian Soc. Earthquake Technol., 1976, 13, N 2, p. 45—47.

1975 年カナダのバンフで地震活動の国際シンポジウムがあった。以下の問題が討議された。

1) 地震活動を引き起こすメカニズム, 2) 誘発地震活動と関係した岩石の力学的水力学的性質, 3) 鉱山と地震活動, 4) 地震活動と貯水池への水の注入, 5) クラック中の水, 6) 誘発地震計測のための計器, 7) オロヴィルの地震, 8) シュニフィン(中国), ヌレク(ソ連)コヨナ(インド)のダムでの地震活動の観測結果。

ランガング(インド)マイカ(カナダ), コルブン(チリ)クラーフーヒル(アメリカ)のダムでのあらかじめの研究は、ダムの注水と地震との関係を示さなかった。

43.* Balakrishna S., Gowd T.N., Role of fluid pressure in the mechanics of transcurrent faulting at koyna (India). — Tectonophysics, 1970, 9, N 4, p. 301—321.

44.* Bath M., Artificial release of earthquake. — Scientia (Ital.),

1970, 105, N11-12, p. 706-724.

- 45.* Bardwel G.E., *Some statical features of the relationship between Rocky Mountain Arsenal waste disposal and frequency of earthquakes.* - *Eug. Geol. Case Hist.*, N8, Boulder Colo, 1970, p. 33-37.
- 46.* Brown R.L., *Seismic Activity following impounding of Reservoir.* - *Eng. Geol.*, 1974, 8, N1-2, p. 79-93.
- 47.* Carder D.S., *Reservoir loading and local earthquake activity.* - *Comp. rend Union geodes. et. Geophys. internat.*, 1969, N15, part 1, p. 167-168.
- 48.* Carder D.S., *Reservoir loading and local earthquakes.* - *Eng. Geol. Case Hist.* N8, Boulder, Colo, 1970, p. 61-
- 49.* Chatterjee S., *Probable causes of Koyna quake.* - *Geogr. Rev. India* 1970, 32, N2, p. 125-133.
- 50.* Clearv T., *Australian Seismicity studies a historical Survey.* - *Earthquake Inform. Bull.*, 1977, 9, N5, p. 4-5.
- 51.* Geuskar V.R., Bhalerao S.M., *Koyna earthquake and after.* - *Bhagirath*, 1970, 17, N3, p. 124-128.
- 52.* Drakopoulos I.K., *Reservoir loading and local earthquakes.* - *Tehn. xpon.*, 1971, 41, No. 6, p. 591-594.
- 53.* Drakopoulos J., *Reservoir loading and local seismicity.* - *Tehn. Xpon.*, 1971, N12, p. 907-912.
- 54.* Dukleth G.W., Stroppini E.W., *Seismic safety for California dams.* - *Calif. Geol.*, 1976, 29, n11, p. 243-248.

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

55.* *Experts Report on Koyna earthquake.—Indian J. Power and River*, 1969, 19, N 6, p. 247–252.

56.* *Fifth Th. J., Muirhead K.S., Depths to larger earthquakes associated with crustal loading.—Geophys. J. Roy. Astron. Soc.*, 1974, 37., N 2, p. 285–296.

57.* *Gough D.I., Gough N.I., Load Induced earthquakes at Lake Kariba.—Geophys. J. Roy. Astron. Soc.*, 1970, 21, N 1, p. 79–101.

58.* *Gupta H., Narain H., A Study of the Koyna earthquake of December 10. 1967.—Bull. Seism. Soc. Amer.*, 1969, 59, N 3, p. 1149–1162.

59.* *Gupta H.K., Rastogi B.K., Narain H., Earthquakes in the Koyna region and common features of the reservoir—associated seismicity—Man-made lakes: Their Probl. and Envision Effects Pap. Symp., kuoxxville, Tenu., 1971, Washington D.C., 1973, p. 455–467.*

60.* *Gupta H., Rastogi B., Narain H., Some discriminatory characteristics of earthquakes near the kariba, Kremasta and Koyna artificial lakes.—Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 1972, 62, N 2, p. 493–507.

61. *Gupta H.K., Rastogi B.K., Will another damaging earthquake occur in Koyna?—Nature*, 1974, 248, N 5445, p. 215–216.

(62. は 61. と同じなので省く)

63.* *Gupta H.K., Rastogi B.K., Dams and Earthquakes.—Amsterdam Elsevier*, 1976, p. 229.

64.* *Healy J.H., Rubey W.W., The Denver earthquakes.—Science*, 1968, 161, N 3848, p. 1301–1310.

- 65.* Hagiwara T., Otake M., *Seismic activity associated with the filling of the reservoir behind the Kurobe Dam, Japan, 1963-1970.* - *Tectonophysics*, 1972, 15, N 3, p. 241-254.
- 66.* Kanasewich E.R., *Instrumentation for observation of induced seismicity.* - *Eng. Geol.*, 1977, 11, N 2, p. 139-147.
- 67.* Lana R.G.T., *Seismic activity at man-made reservoirs.* - *Proc. Inst. Civ. Eng.*, 1971, 50, Sept., p. 15-24.
- 68.* Mickey W.V., *Reservoir seismic effects - Man-made Lakes: Their Probl. and Environ Effects Pap. Symp.*, Knoxville Tenn., 1971, Washington, D.C. 1973, p. 472-479.
- 69.* Muirhead K.J., *The effect of large dams on earthquake risk.* - *Bull. Dept. Nat. Resour. Bur. Miner. Resour. Geol. and Geophys.* 1976, N 164, p. 81.
- 70.* Oak R., Sun R.J., *Possibility of triggering earthquakes by injection of radioactive wastes in shale at Oak Ridge National Laboratory.* - *J. Res. U.S. Geol. Surv.*, 1977, 5, N 2, p. 253-262.
- 71.* Otake M., *Seismic Activity induced by water injection at Matsushiro, Japan.* - *J. Phys. Earth*, 1974, 22, N 1, p. 163-176.
- 72.* Raleigh B., *Can we control earthquakes?* - *Earthquake Inform. Bull.* 1977, 9, N 1, p. 4-5, 7
- 73.* Rao V., Bhaskara, Murty B.V., *Some geological and geophysical aspects of the Koyna (India) earthquake December 1967.* - *Tectonophysics*, 1969, 7, N 3, p. 265-271.
- 74.* Rothe J.P., *Seismic Actificals.* - *Tectonophysics*, 1970, 9, N 2-3, p. 215-238.

75.* Rothe J.P., *Seismic effects Summary: geophysical report - Man-made Lakes: Their Probl. and Environ effects Pap. Symp. Knorville Tenn.*, 1971, Washington D.C., 1973, p. 441-454.

76.* *Seismicity near Lake Mead, Nevada and Palisades reservoir, Idaho. -Earthquake Inform. Bull.*, 1978, N 1, p. 16-20.

77. Shen Chung-Kang, Chen Hon-Chun, 負荷のかかった貯水池が引き起こす地震とそのシニフィンドズィヤダムへの影響。- Scisnica, 1974, 17, N 2, p. 239-272.
シニフィンドズィヤダムの近くで1959年10月、水を注入した際、地震が始まった。貯水地近くの応力場の特質はリージョナルな応力物と区別される。従って結果としてこの応力は、テクトニックな応力およびダムからにじみ出る水圧となる。

78.* Shubert D.H., *Increased Seismicity in Texas. -Tex. J. Sci.*, 1969, 21, N 1, p. 37-41.

79.* Simon R.S., *Seismicity of Colorado: Consistency of recent earthquakes with those of historical records. - Science*, 1969, 165, N 3869, p. 897-899.

80.* Venkataraman F., *On earthquakes natural and man-made. - Indian Jour. Power and River Valley Develop.*, 1973, 23, N 12, p. 385-388.

V. 地震予知の社会－経済的観点

1.* 1976年度地震予知のための支出予算における概要. — 科学技術月報, 1975, N231, p. 8-9.

2. Petrushevsky B.A., 地震発生時予知問題の必要な位置づけについて. — Izv. AN USSR Ser. fiz. Zemli. 1968. № 10. 107-113頁.

地震発生時の予報の科学的確実さがまだ低レベルであることを指摘した上で、著者は人々に対する地震予報の心理的影響を強調している。近い将来の地震の予知によって、企業、各種機関、公共関係が停止してしまうことは経済的にも重要な問題だ。

以前の計画では、地震の発生時の予報問題を引き出さないことを提唱している。一方、基本的な関心は将来の地震の強さおよび場所を決めるに於けることに関係した研究の発表に注がれている。そして、建造物を絶対的に確保するような耐震建造物をもたらすことにも関心が向けられている。

3.* 諏訪 彰, 関東地方への巨大地震の再来に備える長期措置. — 地理, 1971, 16, № 1, 123-135頁.

4. UNESCO, Xronika, 1976, № 111, 291-304頁.

地震危険度の評価のための会議が1976年2月10日より19日までパリでUNESCOによって開かれた。会議では地震予知の知見の状態および防御方法について述べられた。地震予知と関係した社会的、経済的、心理的および法律的面での引き続く研究のための会議が開かれた。

5.* 地震先行現象. — 科学, 1978, 48, № 1, 27-32頁.

6.* Anderson S., The social cost of earthquake prediction. — New Sci., 1977, 73, N 1043, p. 634-636.

7.* After the Prediction, what? — EOS Trans. Amer. Geophys. Union, 1977, 58, N 12, p. 1085-1086.

8.* Allen C.R., Responsibilities in earthquake prediction. — Bull. Seismol. Soc. Amer., 1976, 66, N 6, p. 2069-2074.

地震の時間的前兆の探究—宮村・小原・須藤・浜田

- 9.* *Bolton E., Earthquake Prediction. the promise and the problem.*
—*Constructor*, 1976, 58, N 1, p.25—30.
- 10.* *Earthquake safety and survival rules.* —*Earthquake Inform. Bull.*,
1975, 7, N 3, p.19—20.
- 11.* *Greensfelder R.W., Earthquake Prediction and official warning.*
—*Calif. Geol.*, 1975, 28, N 2, p.38—39.
- 12.* *Haas J.K., Miletic D.S., Socioeconomic impact of earthquake pre-*
dition on government business and community. —*Calif. Geol.*, 1977,
30, N 7, p.147—157.
- 13.* *Kisslinger C., Algermissen S.T., Earthquake.* —*Ann. N. Y. Acad.*
Sci., 1973, 216, p.56—62.
- 14.* *Lapwood E.R., Earthquake Prediction.* —*Nature*, 1977, 266, N 5599,
p.220—221.
- 15.* *Ohta Y., Omote Sh., 地震時の人間および行動の研究.* —北海道大学工学部紀要,
1977, 14, N 4, 79—80頁.
- 16.* *Press F., A strategy for an earthquake prediction research pro-*
gram. —*Tectonophysics*, 1968, 6, N 1, p. 11—15.
- 17.* *Press F., Earthquake Research in China.* —*EOS American Geophysical Union Transactions*, 1975, v. 56, N 11, p.838—881.
- 18.* *Rikitake T., Earthquake Prediction and Warning.* —*Interdiscipl. Sci.*
*Rev.*s., 1978, 3, N 1, p.58—70.
- 19.* 島津 康男, 地震危険度の解析と地震予知のシステム. —*地震*, 1975, 28, N 4, p.
473—481.

- 20.* *Sullivan R., Mustart D.A., Galehouse J.S., Living in Earthquake conuntry. A Survey of residents living along the San Andreas fault.*
—*Calif. Geol.*, 1977, 30, N 1, p.3-8.
- 21.* *Tunuer R.H., Earthquake Prediction and Public Policy: distillations from a National Academy of Sciences report.* —*Mass Emerg.*, 1976, 1, N 3, p.179-202.
- 22.* *Turner R., The challenge of earthquake prediction.* —*Earthquake Inform. Bull.*, 1978, 10, N 2, p.40-41
- 23.* *Lomnits C., Casualties and behavior of populations during earthquake.* —*Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 1970, 60, N 4, p.1309-1313.

(1981年10月15日 原稿受理)