

56.258083
00194

地震问题译文集

地震预报专辑

中国科学技术情报研究所 译
中国科学院地球物理研究所

00124



中国工业出版社

地震問題译文集

地震预报专辑

中国科学技术情报研究所
中国科学院地球物理研究所 译

中国工业出版社

地震问题译文集

地震预报专辑

中国科学技术情报研究所 譯
中国科学院地球物理研究所

*

中国工业出版社編輯室編輯

中国工业出版社出版（北京修麟閣路丙10号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第110号

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $6^{1/2}$ ·字数141,000

1966年5月北京第一版·1966年5月北京第一次印刷

印数0001—2500·定价（科六）0.85元

*

統一书号：15165·4813（綜合-60）

譯 者 的 話

大地震是一種自然災害。地震的活動有它自己的規律。如果我們能掌握它的活動規律來進行地震預報，就會大大減少和避免地震所造成的損失，從而保衛人民生命財產的安全。

目前在世界上有些國家也在探索預報地震的方法。雖然資產階級學者研究地震預報的目的與我們有所不同，但他們的一些工作對我們是有一定參考價值的。

本書搜集了最近十多年來，國外的一些科學工作者所發表的有關預報地震的論文共十七篇，其中有九篇是介紹研究地震預報的動態和地震預報的可能途徑；有六篇是討論地震前可能的預兆現象的觀測研究，如地殼緩慢變形的測量、地聲的觀測、地磁、地電觀測等和地震預報的關係；有二篇是討論預測未來最大地震發生的地點與強度的問題，可以作為進行基本建設時考慮地震危險性的參考。

由於本書的作者大都是資產階級學者，反映了資產階級的观点和方法，有些敘述也不一定恰當，雖然我們在翻譯中作了一些刪節，但可能還有一些問題，請讀者閱讀時批判地對待。

本書可供從事於地震、地球物理、地質、建築等專業的科學技術工作者及其他有關人員參考。

目 录

译者的话

地震预报·····	〔日本〕 萩原尊礼 (1)
日、美“地震预报”研究的动态·····	〔美国〕 J. 奥利弗 (8)
地震预报研究的某些介绍·····	〔日本〕 藤井阳一郎 (10)
日本地震观测现状和展望·····	(15)
地震预测的前景·····	〔美国〕 J. 奥利弗 (18)
苏联的地震预报·····	〔苏联〕 Г. А. 甘布尔采夫、B. B. 别洛乌索夫 (24)
预报地震的几种方法·····	(30)
地震的经验预报问题·····	〔日本〕 那须信治 (32)
地震预报有何困难? ·····	〔日本〕 坪井忠二 (34)
新泻地震前后的地壳变化·····	〔日本〕 坪川家恒、小川幸夫、林 哲郎 (36)
关于用倾斜仪远距离观测到的一些破坏性地震·····	〔日本〕 西村英一 (42)
利用地声法解决地震预报问题·····	〔苏联〕 M. C. 安崔费洛夫 (52)
应用磁测法解决地震前兆问题的可能性·····	〔苏联〕 A. Γ. 卡拉什尼科夫 (55)
论地磁倾角的局部和异常变化·····	〔日本〕 宫越准一郎 (69)
地电流与地震关系的问题·····	〔苏联〕 A. H. 齐霍诺夫等 (77)
地震预报·····	〔苏联〕 И. E. 古宾 (85)
与地方性地震有关的地壳构造的研究·····	〔日本〕 神月 彰、三云 健 (96)

地震預報

〔日本〕 萩原尊礼*

地震預報，可說是人們迫切希望的，也是地震学家的重要任务。日本从着手地震研究以来已有八十年的历史，这期间，地震学也确实有所进步，但是地震預報尚未实现。现在，日本从事地震的研究、观测和调查的机构，除了东京大学地震研究所和京都大学防灾研究所之外，还有其他大学、气象厅、国土地理院、本路部和地质调查所等。它们彼此协作，正在丰富人们对于地震的知识。也探讨了与地震預報直接有关的问题。现在对于地震預報已经越来越明确了。

现在，日本的研究人员对于“为了地震預報，应当以什么方法来进行何种观测”，已经有了几乎一致的意见。并且还一致地认为“这些观测的规模很大，不是靠个人的研究或某一研究机构的力量所能办到的。要在全国内有效地进行这一工作，以现行的研究工作体制未必能满足要求，要彻底地加以研究”。

1960年5月在东京召开的地震学会，大会研究了这一问题，并决定成立地震預報计划研究小组。该组成立后，经过几次会议，终于1962年3月拟就了地震預報研究的计划方案。

以下，就分项介绍这一方案的内容：

一、大地测量

日本的大地测量工作（包括三角测量、水准测量和潮汐观测）是由建设省国土地理院担当的。过去，每逢某地发生大地震，认为地壳发生变动时，就在该地区进行测量，结果，积累了很多地震时地壳的水平和垂直变动的资料。此外，在没有发生大地震的地区进行反复测量，于是发现，地壳在平时就有缓慢的变动。所有这些资料经过地球物理学家的仔细分析研究，逐步地弄清了地壳变动现象的性质。

不过，大地测量的原来目的在于绘制精确的地图，如果，进一步用它来了解地壳变动与地震发生的关系，就会遇到很大的困难。这是因为大地测量的复测之间的相隔时间太长。例如，两次测量相隔30~40年，则很难肯定这期间的地壳变动究竟是由地震引起的，还是由其他原因引起的。特别是很难查明大地震之前地壳变动的发生情况。

东京霞关的水准基点和油壶测潮站这一段的水准测量，由于必须监视基点的变动，近来每隔一年进行一次。每测量一次就发现三浦半岛有明显的变化。由此也可以看出，两次

* 日本东京大学地震研究所所长。

测量的時間間隔应当尽可能短。从地震预报的目的来说，应当在尽可能广大的地区內頻繁地进行测量，以便时刻掌握全国的地壳变动情况。为达此目的，要进行大量的工作。現根据实际可能安排計劃如下：

进行这些测量的目的是想掌握日本地壳变动的全貌，如能实现，則可以了解到日本全国的地壳应变是怎样聚集的。这项工作可以說

是整个地震预报的基础，是非常重要的。

为了弥补上述测量周期过长，还准备按下列計劃，在特殊地区进行反复测量：

地壳变动涉及相当广的范围，因此原来的 100 米菱形基綫（三鷹市东京天文台內）就过于短了。如使用光电测距仪，則可以迅速地測

到 20 公里远，精度为 2×10^{-6} ，因此可以把它設在需要边长 10~15 公里的菱形基綫的地区。

在大地震发生前数小时，看到明显地壳变动的实例是，1793 年的日本青森县鰺泽地震，1827 年的日本滨田地震等。

靠水准测量而发现了地震前的地壳变动的实例是，1927 年的新泻县关原地震（震級 5.7），1955 年的二井地震（震級 5.7），1961 年的长岡地震（震級 5）等。在这几次地震发生的数月之前，都偶然地进行了震中附近的水准点的复測。这些地震作为破坏性地震來說是小規模的，測出的地壳变动量也是小的。因此，仅根据这样一些資料就得出，认为，作为地震的前兆一定要出現地壳变动的結論还是很牵强的。

东京天文台內的菱形基綫的测量，从 1916 年以来每年进行一次。在 1923 年关东大地震发生前的 4~5 年，就开始多多少少地出現地面变形，并随着地震的发生而加剧。这种地震前的地面变形虽然可以看做地震的前兆，不过光靠上述一項資料就做这样的判断，总不免令人怀疑。

許多人都认为，在大地震发生之前，总会測出某些特殊的地壳变动。但是，足以証实这种观点的資料只有上面那一些。这次的計劃，打算仔細地摸一摸地壳变动的情况，弄清它与地震发生的关系，以便为解决地震预报开辟一条途径，因而并不一定是仅仅拘泥于掌握地震发生前的地壳变动。这次計劃实行以后，如果地震前确实要发生地壳变动的話，一定會在較短的时期內得到証明。能够作到这一点，地震预报就解决了。观测点越多，观测的周期越短，这一天的到来就要越早。

二、海潮观测站的整頓

如果海平面不动，那末按理說可以据此了解地基的隆起和沉降。但是，实际上，海平面不仅受天文潮，而且也受气象、水溫和海流等的复杂的影响。当然，根据計算可以大体

測 量 項 目		总 工 作 量	周 期
水 准 測 量	一等水准測量	20,000公里	5 年
	潮 汐 觀 測	27处	連 續
三 角 測 量	一等三角測量	330个点	10年
	天 文 測 量	330个点	10年
	边 长 測 量	40 边	10年

測 量 項 目	工 作 量	周 期
准 一 等 水 准 測 量	2,000公里/年	1—2年
二 等 三 角 測 量	100个点/年	1—2年
三 等 三 角 測 量	600个点/年	1—2年
菱 形 基 綫 測 量	12处/年	1年

上知道天文潮的影响，其他影响也可以通过实验的方式来掌握。不过，与远方气象和海洋状况有关的部份，尤其是海流的影响，则很难完全掌握。但话又说回来，气象、海流等的影响作用，对于相邻接的海潮观测站来说几乎是相同的。因此，在日本的沿海各地设置多数海潮观测站，将邻接地区的观测结果互相加以比较，扣去气象和海流的影响，就可以按照我们所要求的精度，了解到相对的地基变动。当然，这种观测的精度多少不如水准测量，但好处是可以连续地进行观测。也就是说，在全国以适当的密度布置海潮观测站，借以经常观测日本沿海各地地壳变动的过程，如发现异常的变动地区，再在那里频繁地反复地进行水准测量。

根据这次的计划，在日本沿海各地，大约每隔 100 公里，并尽可能在离开河口的地方，在坚硬的岩石地基上，共设置了 92 个海潮观测站，详见下表：

这些海潮观测站的记录，每月集中到中央局，迅速地读取出来，再进行计算，扣去天文潮、气压和海水温度的影响，求出每月的平均海面。这些工作非常

所属机构	已 設	新 設	合 計
气象厅	34	3	37
国土院	9	18	27
水路部	13	5	18
其他	10	0	10
計	66	26	92

费工，而且需要积年累月地进行，因此，要设法使数据统一和处理现代化。例如，使海潮观测记录的读取自动化，用电子计算机进行读取以后的计算工作等。

三、地壳变动的连续观测

上述大地测量方法的优点是可以准确地测出地壳的变动，但是从这次测量到下次测量有一定的时间间隔，得不到连续的情报。因此，为了得到地壳变动的连续资料，需要一定的观测仪器设备。

为此目的，研究出了地倾斜仪和地伸缩仪。在地震研究所和京都大学已有 30 年的实地观测经验，观测仪器和观测方法也在逐渐改进。

倾斜仪分为水平摆倾斜仪和水管倾斜仪。前者的优点是小型、能进行高灵敏度的连续记录，但是因为有零线的漂移不能用以记录缓慢的常年变化；后者需占用一定空间，但可用以测定常年变化。因此，同时设置两种仪器，用水平摆倾斜仪记录比较急剧的微小变动，用水管倾斜仪测定缓慢的变动是最好不过的。

伸缩仪有钢线悬垂式的和将水晶管水平地支持起来的两种。其中水晶管伸缩仪的优点是没有零点漂移并能准确地记录常年变化。

因此，作为地壳变动的连续观测站，最好是同时设置水平摆倾斜仪、水管倾斜仪和水晶管伸缩仪这三种仪器。现在日本全国虽已有 28 个地壳变动观测站，但具备上述条件的只有 8 个。

根据这次的计划，要将地壳变动观测站密布全国，连续地观测地倾斜和地伸缩的变化，以弥补采用大地测量法测定地壳变动时有一定时间间隔的缺点。这就是说，用大地测量的方法掌握某一地区的整个地壳变动，而地壳变动观测站则在该地区的一个点上连续地

掌握時間的推移。

这时，观测站的数目，希望尽可能的多，不过，考虑到实际可能将计划安排如下。

在每 100 平方公里上设一观测站，全国可以设 80 个。此外，在特定的地区，则在每 50 平方公里上设一观测站，准备共设 30 个。两者相加，全国共设 100 个观测站。在各观测站的狭窄地区内，随时进行水准测量，并使用光电测距仪测定基线长度的变化，并把观测结果加以记录。

倾斜仪和伸缩仪等观测仪器，是设在按规定标准所挖成的地下巷道里，所有的记录和测定都由巷道外的观测室来遥控。

在全国的六个地方设立标准观测站，配备必要的技术人员，以负责指导其所属范围内工作。另外，还设立中央局，集中全国的观测资料，用现代化方法加以整理分析，并根据整理分析的结果，采取必要的措施，如采取缩短某一地区大地测量工作的重复周期等等一些措施。

就迄今的地倾斜和地伸缩观测的结果来看，可以举出数例。以 6~7 级的地震来说，震中在 50 公里以内时，从地震发生前的 1~2 个月开始，出现地面的异常变动和变形，也有时，在数日前或数小时之前出现急剧的变动。不过，这种观测受气压变化和降雨等气象状态的影响，因此，要能断定这些观测到的变动肯定是地震的前兆，那还有待认真的研究。

这里所计划的地壳变动连续观测的主要目的，是与大地测量方法相配合，时刻掌握有关地壳的情报，弄清地壳应变的逐步形成和地震发生的关系，从而了解地震现象发生的过程；并不是仅仅拘泥于掌握地震快要发生时的变化情况。这个计划实行之后，如果在地震发生之前出现比较急剧的地面变动和应变变化时，就可以通过观测网准确地掌握情况。

四、地震活动调查

当计划地震活动的调查时，重要的是首先要明确地震的震级。根据这次的计划，把地震震级规定如下，M 代表震级

大地震		$M \geq 7$
中地震		$7 > M \geq 5$
小地震		$5 > M \geq 3$
微小地震		$3 > M \geq 1$
极微小地震		$1 > M$

这里所说的大地震，除了震源很深的以外都是破坏性地震。中地震，如震源较浅也是破坏性地震，不过成灾区域较小。小地震以下的地震是没有危害的。

上述的小地震、微小地震和极微小地震是按震级区分的。从观测技术来说，它们也有所不同，详见下表：

首先，对于大中地震，通过现有的气象厅所管辖的地震观测网就可以进行调查。在气象厅发行的《日本附近主要地震表（1926 ~

地 震	地震仪的放大倍率	可能测定范围	振 动 周 期
小 地 震	$< 2,000$	200 公里	$> 1/10$ 秒
微 小 地 震	1 万 ~ 20 万	60 ~ 80 公里	1/20 ~ 1 秒
极微小地震	100 ~ 1,000 万	20 ~ 30 公里	1/20 ~ 1/100 秒

1956)》中，关于大中以上的地震就列出了震中、深度和震级等。另外，气象厅从1951年以来发行的《地震月报》关于小区域地震以上的地震（大致为 $M>5$ ），载有详细的观测资料。

对于 $M>4$ 的地震，气象厅准备将其所管辖的全部观测站的维谢尔式(Emil Wiechert)地震仪记录加以分析研究，编成全国性的历史资料。另外，现在气象厅正在逐步进行的全国观测站的地震仪现代化工作完成之后，将进一步改进小地震的观测工作。根据这次的计划，气象厅希望，地震观测的现代化无论如何也要以 $M>3$ 为目标，从而及早地作到全国的大中小地震都能没有遗漏地上报上来。这样看起来，如果只限于大中小地震，地震预报小组没有必要格外制订计划。问题在于微小地震以下的地震。

关于微小地震，现在在筑波山（地震研究所）、阿武山（京都大学）和松代（气象厅）等地进行研究性的观测。从地震预报的角度来看，有必要将此观测网扩大到全国，以详细了解微小地震活动的消长。不过，以微小地震来说，因其可测距离是60~80公里，所以要布置一个相当密的观测网。而且，地震仪要设置在坚硬的天然岩石的基础上。这次计划还考虑全国要设立中央局和20个分站，在各分站之下设1级观测站3个，2级观测站6个，共9个观测站，全国合计将有180个观测站。在一级观测站，安设特性不同的两种高倍率电磁地震仪各3套，在二级观测站安设高倍率电子地震仪1套。

极微小地震的观测，是由使用电子放大器的超高倍率地震仪来进行。观测地点要选在干扰较少的坚硬岩石地基上，而且在多数情况下，要把换振器装在地下巷道内。观测时间要选在干扰较少的深夜。这样进行的地震观测，一般来说，即使在短时间内也能观测到相当多次数的地震，因此，采取抽样的办法每天观测几个小时，就可以知道大致活动程度。因此，没有必要进行连续观测，可以每日观测数小时，连续观测数日，也可以转移至它处观测。

这样看来，进行微小地震观测时，由于观测到的地震次数很多，可以在比较短的时间内推断地震活动的状况。这倒是个优点，不过，地震仪要安设在干扰非常小的地方，而且要在深夜进行观测，却又是一个缺点。

对于极微小地震，由于其可能观测的距离很短，因此布设观测网时，各观测站相互之间的距离应为20~30公里。如果按这样的密度在全国布置观测网，则观测站会数以千计。鉴于这种情况，这次计划规定，在6个特定地点，选择半径各为20~30公里的范围，在其中设置五点观测网，而在其他地区，则根据必要情况，利用观测汽车随时进行流动观测。

小地震的活动状况可能与大地震的发生有关系。这是人人希望了解的问题。对于地震预报来说重要的是要通过观测积累详细的资料。实际上，在大地震发生之前频繁发生小地震的实例是有一些的。但是，在多数情况下，都是没有任何预兆就突然发生大地震。不过，如果掌握了微小地震和极微小地震的观测资料，就有可能发现在大地震之前的某些异常现象，这是人人所感兴趣的。如果，按照这次计划积累观测资料，从而发现极小地震和大地震之间的某些规律性，那末，这可能直接地对地震预报发生作用。但是，对小地震活动调查的目的，并非仅仅侧重于研究它是不是大地震的预兆问题，而更主要的是从研究各级地震活动状况及其发震机制入手，并结合上述的地壳变动调查，整理出详细的地壳情

报，然后在此基础上扎扎实实地解决预报问题。

五、通过人工地震来观测地震波速

有两三件报告认为，大地震发生前地震波的传播速度有变化。这可能是由于地壳岩石的弹性系数有变化，不过，从观测精度的角度来看，是不可靠的。不过，这类现象却也令人感到兴趣，应当按照可靠的精度来进行调查。根据这次计划，要在夜间使用1~2吨炸药进行爆破，并在距爆破点250~300公里的范围内，设置20个观测点进行观测。如要遍及日本全国，就得至少搞6个爆破点。爆破次数先定为每月一次。

六、活断层的调查

调查新地质时代活动过的断层（称为活断层）的分布和性质，也就是了解当地曾经发生过的大地震，这对于地震预报是极其重要的。根据这次的计划，要从地质学的断层当中抽出距现在较近的地震断层，并对沿海平原及河岸平原的地震断层，进行地貌学的研究，从而探讨这些运动是在什么时候发生的。

七、地磁、地电的调查

作为地震的先驱现象的地磁、地电变化的研究为数很多，而且过去和现在一直对这个问题议论不休。不过，议论的对象一直未变，总是在研究如何从统计学上来明确测定方法的可靠性和地磁、地电变化同地震发生的关系。现在制定地震预报计划时，重要的是首先充分了解过去已经作过的研究，判断其中哪些是最合理的，然后加以研究。

根据这次的计划，要考虑全国地磁测量的结果，选定典型观测网设置地区，设立数个固定观测站，以进行地磁、地电的连续观测。另外，还要在这些观测点之间频繁地进行地磁的反复测量。也就是说，在典型地区使用最新式的高精度仪器进行观测，对已经存在的问题重新加以研究，对于迄今悬而未决的地磁、地电变化同地震的关系问题得出最终的结论。

八、计划的执行

这次制订的地震预报计划，大致分为以上七项。地震预报小组的目的，就是首先编成预报计划的蓝图。前述七项相当于这样的一个蓝图。实际上执行这一计划时，有关各部门还要协作。不过，具体地说，像地壳变动的连续观测、微小地震、极微小地震的观测、地震波速的观测等这样一些工作，究竟由哪个机关来担当，有的还没有落实。这些观测，是一项庞大的工作，已经大大地超出了老的概念中的研究观测的范围，而具有日常观测的性质。但是另一方面，从工作的内容来看，毕竟还带有相当大的研究色彩，因此原封不动地交给有关主管部门去作还是有困难的。或者把大学研究所加强，或者交由有关主管部门的所属研究所去执行，两者必居其一。但是不管怎样，这是今后需要解决的重大课题。

地震预报小组，打算用10年的时间大致完成观测站的设置；以后就把观测和测定完全纳入轨道。如果把6级以上的地震作为预报的对象，那末根据最近30年的统计，在日

本陆地以及近海中，6級以上的地震每年大約发生5次，其中破坏性地震每年大約1次。因此，如能按計劃进行数年的观测資料积累，很可能解决6級以上地震的发生同所观测到現象之間的关系。因此，地震預报研究計劃是这样結尾的：“关于什么时候才能实行地震預报，現在还不能回答。可是，上述計劃中各項工作如果从現在开始执行，那末十年以后对此問題可能会作出十分有把握的回答。”

譯自日本《科学》杂志 1962, 32, № 7 367~371

日、美“地震预报”研究的动态

〔美国〕J. 奥 利 弗

1964年3月9日到20日，日本和美国在东京召开了一次关于地震预报研究的会议。在目前，专门的地震预报尚不可能实现，但从正在进行的一些研究工作来看，已透露出一些希望，即将来很有可能取得研究成果，实现详细的地震预报。

一般地说，目前对待地震预报问题的研究，日本要比美国认真得多。在美国，这个问题尚未受到重视，甚至遭到阻碍。大多数日本人认为地震是许多自然现象的结果，某些现象发生在主震之前，是地震前的预兆，具有一定的特性，这些特性是能观测出来的。可是，有些美国人却倾向于将“地震预报”与各种占星术联系起来，由此就忽视了对科学原理的研究和有成效地找出解决这个问题的可能途径。

会议在一般性和专题讨论中，提出了两种基本的预测。第一种是预测有关潜伏的破坏性地震将发生于某一特定地区的可能性，并预测该地震的影响，以便较好地选择建筑位置，并适当地设计抗震建筑物。第二种是预报大地震在若干分钟之内、在几小时之内或在几天之内要在某一特定地区发生。这样，人们就能采取适当的预防措施，防止伤害和损失。即使预报不完全准确，也是有价值的。

有人认为预报技术还不能普遍适用。一种技术可能在某一个地区是有用的，而在另一个地区则不适用。由于破坏性地震在某一特定地区出现得比较少，因此，就不能提供充足的资料使地震学家进行透彻的研究，所以目前必须强调资料的积累工作。

在一次大地测量地壳变形的会议上，集中讨论了过去的工作状况，并提出今后需要进行广泛的三角测量及水准测量，这些测量已在日本大规模进行。这种测量的价值，已由无数的日本地震实例所证明。事实上，许多文献报导了日本在不用仪器的情况下观察到地震发生前明显的陆地变形。三鹰小规模定点菱形水准测量和三角测量结果，表明变形正好发生在地震以前。

会上讨论了用测潮仪、应变仪和倾斜仪测量地壳变形。在这些测量中，最大的困难是区别大地构造运动，以及气象和海洋效应对仪器的影响。也讨论了应变累积率的问题，一部分人认为应变累积是比较均匀的，而另一些人则认为应变累积是比较突然的。一般都同意应变累积因地而异，甚至在同一构造地带中也是如此，如圣安德烈斯断裂带就是一个例子；但会议尚不能肯定下列问题：某一地区的小地震是意味着应变解除还是应变累积。关于长期应变测量资料是非常少的，而且不很可靠。在日本和美国加利福尼亚州、新泽西州长期应变的上限是与各地区的地震活动有关的。会议上对测量这些变形的仪器也进行了讨论，并提出对准确测量海岸地区水位长期变化的新仪器的需要。事实证明许多地震发生在沿海一带，新仪器的使用和这方面观测的加强，就能得到许多重要研究资料。

在关于地震活动性的討論中,据广和、浅田二氏在微震资料的基础上提出了一个論点。即在一次地震中,根据测定的数据,研究了作为震級函数的前震发生的頻率,就能将前震鑑定出来。假如以后的研究工作能証实这一論点,那么,这很可能是地震預报的一个重要方面。茂木叙述了在各种非均匀介质标本中与岩石裂縫有关的微破裂的实驗工作,并试图将他得出的結論与微地震观测資料相联系。这项工作看来很有发展前途。

會議对地震統計学、时序譜和分析、地震活动性和重力异常之間的关系、地震活动性和地热之間的关系都进行了討論。大多数資料来自日本的研究人員。在日本,地震的定量統計預报是依据地震将在近期发生的可能性而提出来的,这种可能性直到地震发生时都是有規律地随着時間而增加的。

許多日本科学家討論了与地震有关的地磁效应,有些人在这项工作中看到了地震預报的前途,反之,在美国則很少有人研究这项課題。

會議对日本各地区地震与地质观察的关系有較詳細的报导,某些地区的地质学資料与从地震活动中推断出的地壳运动的结果是一致的。而在其他地区,这种关系則不明显。在日本,主要活断层的走向垂直于本州島的方向,运动是左旋的;与此相反,美国加利福尼亞州的情况是主断层平行于走向,而运动是右旋的。

譯自美国 «Science» 1964, 144, № 3624, 1364—1365

地震預報研究的某些介紹

〔日本〕藤井阳一郎

日本的关谷清景（1855—1896）在1891年10月28日的浓尾大地震之后写了一篇“地震預測方法”的論文。文章写道：“一部分人在从地壳以外的天体运行或气压变化方面寻求地震的原因，实际上，这些是地震发生的次要原因，而不是主要的。地震的原因在地壳内部，尽管现在还不清楚，但是如能从地表观测到作为地震发生原因的地壳内部变化，那么地震是可以預报的”。

1892年6月文部省成立了震灾預防調查会，任务是研究有关地震現象和震灾預防的各种問題。不单纯是研究地震学問題，还包括地震史的研究、地质学、地球物理学上的問題，以及天文学和抗震建筑方面的問題。

1923年关东大地震的惨重损失，使日本深深地感到地震科学研究及震灾預防措施的重要性。于是在震灾預防調查会的基础上，成立了东京大学地震研究所。

长期以来担任东京大学地震教研室主任的今村明恒博士（1870—1947）断定地壳变动是地震的先兆，为了进行地震預測，广泛地进行了大地水准測量。今村曾預言过关东大地震的发生，并且还推测出即将发生南海道大地震。根据他建議設立了七个观测站，以便了解发生大地震的先兆，战时，日本政府破坏了这项研究工作，使日本的地震預測研究落后了20年。

地壳变动的观测

地壳变动的观测，是地震預測研究的最有效方法。目前对地震的实质了解得还不够，但是大多数学者一致认为，地震是由于某种原因使蓄积在地壳中的应变能急剧地释放出来的一种現象。

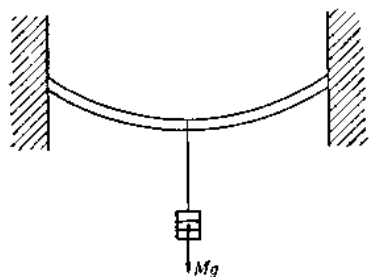


图1 弹性棒的变形

把一根弹性棒的两端固定起来，在中间挂上重物，重力就使棒开始弯曲，重量愈大，弯曲也愈大，当重量达到一定程度，弹性棒就被折断（参考图1）。地震也类似这种情况。由于某种原因而使地壳受到压力，地壳随之逐渐变形，当这种压力超过地壳所能承受的极限时，地壳就遭到破坏，而蓄积的应变能变成一种振动能向四周扩散，这种过程大概就是地震发生的

机制。如果說这些过程就是地震发生的原因，那么地壳的变形与地震的关系就极为密切了。因此我們对过去在大地震的前后地面的活动仔細加以調查，从而能充分了解地震前地壳是怎样变形的，这样，只要不断地观测地表变化，就能发现异常的变动。

在地壳变动的研究中，根本的观测方法是，通过反复的水准测量，测出二点之间的高度差，以便观测地表的上下变动，以及用三角测量来测出水平变动。

图2是油壺地帯从1923年关东大地震发生前、发生时和发生后到今天这一时期内的地表上下变动图。从該图可以看出，在地震时地表高出1.362米，同时还必需注意的是，在地震前，地表以5厘米左右的振幅和15年左右半周期开始变动；当地表一度下沉，再开始稍微上升时就发生了地震。地震后的15年中地表比较均匀地下沉，从1945年再次升起，然后又下沉，但目前又在继续上升，这一点非常重要。可以设想，关东大地震到现在已经40年以上，地壳又蓄积了大量应变能，处于不稳定状态，说不定何时发生破坏。

1964年6月16日新泻大地震前后的地壳变动的资料也很值得注意。新泻地震时日本海中的栗島隆起一米以上。沿栗島对岸的海岸线有一条水准线。从酒田经过新发田、新泻到柏崎的路线，曾于1898、1932、1945、1958和1961年，在这里反复地进行过五次测量，在新泻地震后又进行了反复的水平测量（结果参看图3）。

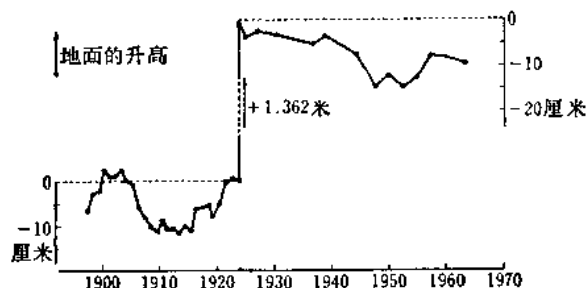


图2 1923年9月1日关东大地震后三浦半岛油壺的地壳变动

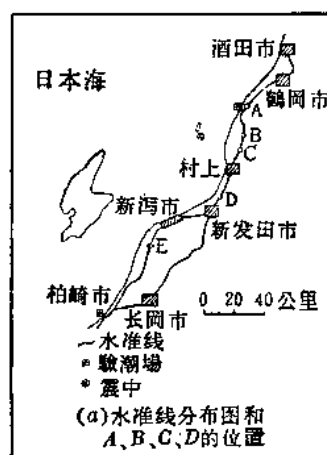


图3 水平路线分布图及A、B、C、D、E的位置

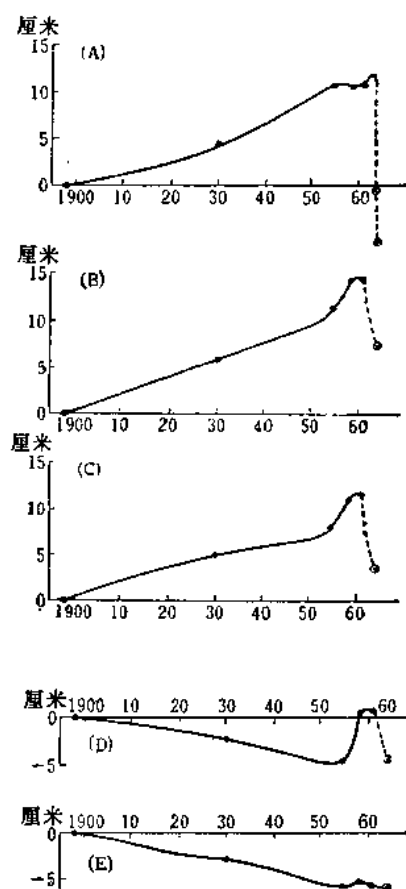


图4 新泻地震前后栗島对岸的地壳变动
⊙地震时急剧下沉；○地震后下沉

图3列出了A、B、C、D、E五个点的位置，从图4可以看出这五个点的高度与1898—1899年的测量结果相比的变化。即新潟地震震中东部A、B、C三个点都比那时上升了，从1955年开始就发生重大变化，A点开始不稳定，B、C点开始急剧上升。在这种不稳定的状况下于1964年发生了大地震。在地震的当时，A、B、C三点同时下沉，相反，D、E点在1955年已开始下沉，然后D点急剧上升，从而发生了地震，地震时又下沉，但是离震中较远的E点无多大变化。

在地壳变动的研究中，除了反复地进行水准测量来确定上下变动外，还有通过三角测量来研究水平变动状况，另外还通过倾斜仪测量地面的倾斜和利用伸缩仪研究大地的伸缩等方法。

地震活动的调查

在对某一地区进行地震预测时，要对该地区的地震活动性进行深入的调查，研究地震活动到什么程度才能发生大地震，是很重要的。

近几年来对3级以下的小地震的研究极为重视，这是因为有关7级以上的大地震和7~5级的中等地震的资料收集整理工作已大体完成。而5~3级的小地震，由气象厅所属的观测站进行观测，在不久的将来就会整理出来。

对3级以下小地震观测的有利点是，观测到的地震次数比较多，因此能在较短时间确定地震活动。但是地震仪的放大率要求高达1万~20万倍，而安置的地点也要在坚硬的岩石上。

对微小地震进行预测，为的是了解小地震和大地震之间的关系。一般来说在某一地区发生一定次数的地震为震群，在地震群中以最大的地震为主，称主震，在主震之前的为前震，在主震之后的为余震。

有前震的大地震约占10%。以1930年11月26日的北伊豆大地震为例。在主震发生

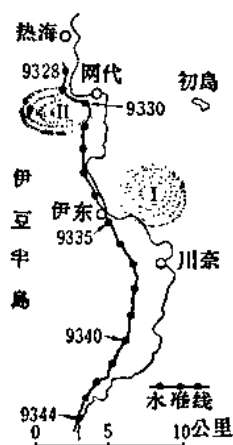


图5 1930年伊东地震群图

I—同年2月到5月发生的震群；II—同年11月大地震发生前后的震群

之前有二个前震群。图5为“第一地震群”，在伊东町东方海中数公里处，发生在震群直径为5~6公里的圆形区域内，称为“伊东地震群”。该区从1930年2月13日下午11点开始频繁发生地震，仅3月9日一天就有200次以上。3月中旬后次数突然减少，但是每次地震的强度都比上一次有所加强，4月中旬后停止。但进入5月地震又开始，不久又停止。震群的震源深度在10公里以内。

第二个震群（参看图5）是在同年的11月7日开始发生的。地震的次数迅速增加，11月25日一天达700次以上，最后于11月26日发生了主震。主震的震中在热海的西南方。

在发生上述地震群时，地壳发生巨大的变动。在第一地震群发生时，川奈附近的地面隆起10厘米，11月在主震之前的5个月之内川奈附近地面隆起12厘米。

1965年8月3日开始的松代地震群类似北伊豆大地震前的伊东地震群。松代地震的震中分布局限于一定地区（参看图9），深度在