

唐山地震，その被害と抗震防震

高橋 博(国立防災科学技術センター 元所員)・越井一郎(静岡県技監)・大村正好(静岡県地震対策室主査)

はじめに

唐山地震は その人的被害において史上2位という甚大な損失を出したということよりも 邢台地震(1966年M7.2)以後に打ちたてられ 海城地震(1975年;M7.3)などで輝やかな成果をあげていた中国の地震予知事業に根本的に再検討を必要とすると思われる程の深刻な影響を与え さらに 地震予知で地震被害をさけるという従来戦略に対し地震被害を軽減するには耐震設計を技術的基礎とした耐震対策を普遍的に実施しなければだめであるという認識を骨の髄まで知らされたという点で この地震は中国史上極めて重要な意義をもつ地震となった。事実 この地震についての地震学のおよび地震工学的な詳しい研究が現在中国でしつようになされており この地震の研究の必要性が時とともに大きく指摘されるようになった。

先刻 萩原尊礼地震予知連絡会名誉会長を団長とする地震学会の訪中代表団に筆者ら(越井 大村)は同行し唐山地震について視察調査することができた。日本人としてはじめて震災後の唐山を訪れ 2日間にわたって視察したのでここに見聞したことを報告し 現代の大工業都市における地震災害の実態を紹介する。なお 筆者(高橋)は資料により加筆を行った。

筆者らの調査の主要目的は唐山地震発生後 行政の対応を中心として各種の対応がどう実施されたかを知ることができるだけ具体的に知ることであった。そのため筆者らは 地震学会訪中団の唐山視察に一日先行し 地震発生後の各種の対応の調査を先方に要請したところ 国家地震局の特別なはからいで実現し 行政の対応を中心とした当時の生々しい模様を担当者から直接聞くことができた。

さらに大災害の痛手から立ち上り力強く復興が進められている様相を見ることができ しかも市内にある鳳凰山(比高70~80m)の公園山頂で 市街地を一望し撮影もすることができた(写真1,2,3)

この調査が目的とする成果を十分あげえたのは 国家地震局局長安啓元先生の御配慮によるところが多い。ここに安先生に厚い感謝の意を表するとともに 今回の視察旅行を支援していただいた 国家地震局等の中国側関係諸氏ならびに地震時の実態を詳しく教えていただい

た唐山市担当者諸氏に心からの謝意を表します。

1. 調査団の構成と日程

調査団の構成や日程などは次の通りである。

イ. 日本地震代表団

団長	萩原尊礼	地震予知連絡会名誉会長 地震予知総合振興会会長
副団長	高木章雄	東北大学理学部教授
団員	貝塚爽平	東京都立大学理学部教授
	宇津徳治	東京大学地震研究所教授
	三雲 健	京都大学防災研究所教授
	佐藤良輔	東京大学理学部教授
団秘書	萩原幸男	東京大学地震研究所教授
同行員	越井一郎	静岡県知事公室技監
	大村正好	静岡県地震対策課主査
	井辺洋一	日本放送協会社会部記者
	永見 真	日本放送協会取材部カメラマン

第1表 調査日程表

月 日	曜日	午 前	午 後
5月27日	水		21時15分北京到着
5月28日	木	日程打合国家地震局長代理と会談	萩原団長講演・三里河地震観測所訪問
5月29日	金	地球物理研究所訪問	白家瞳地震観測所訪問
5月30日	土	地球物理研究所で講演 静岡県：第10研究室訪問	頤和園見学
5月31日	日	故宮見学	天壇公園見学
6月1日	月	方毅副総理と懇談	大灰廠地殻変動観測所訪問
6月2日	火	地質研究所訪問	同所で講演 静岡県：北京市内建築現場見学
6月3日	水	八達嶺・十三陵見学 静岡県：唐山市出発準備	静岡県：地震視察団に先行して唐山市へ出発
6月4日	木	静岡県：唐山市内現場視察	(地震代表団唐山へ出発) 行政対応等の説明を聞く
6月5日	金	唐山市内現場視察	秦皇島へ 復興現場視察後、北京へ
6月6日	土	静岡県：帰国	

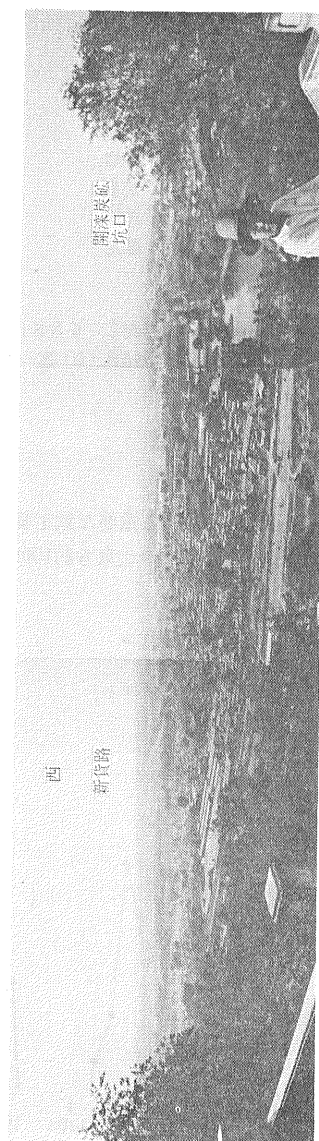
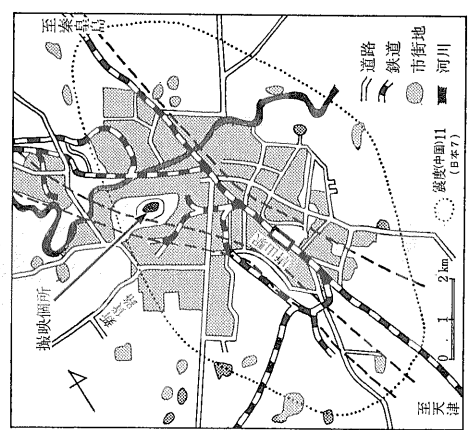
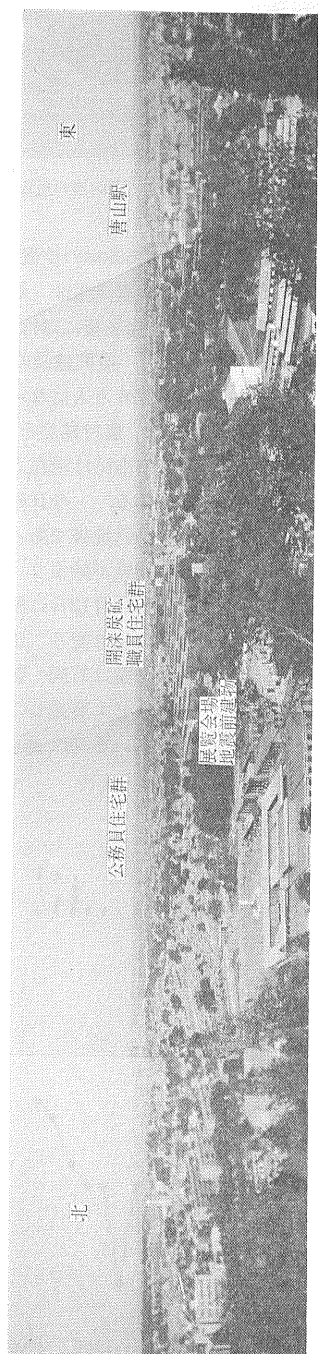
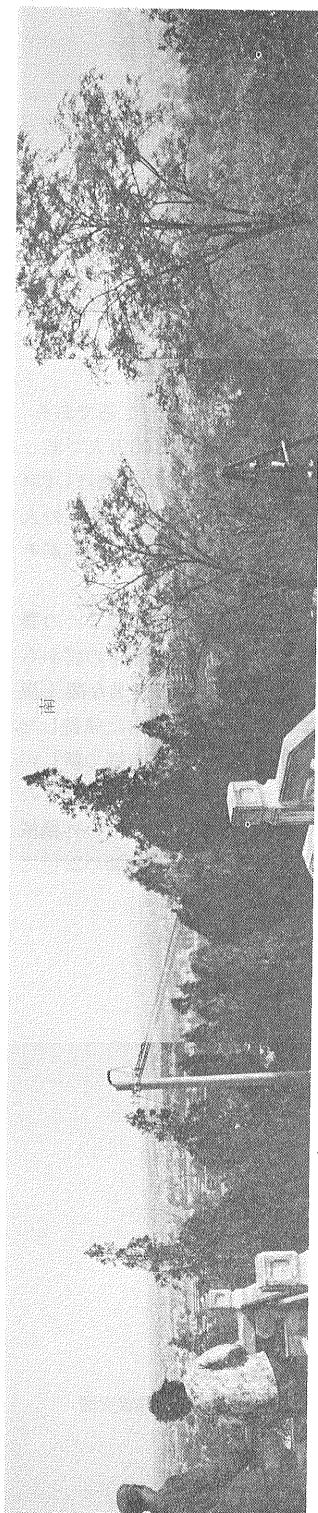


写真1 唐山市の近況、鳳凰山山頂からの唐山市の眺望



写真2 唐山市の近況. 街の状況

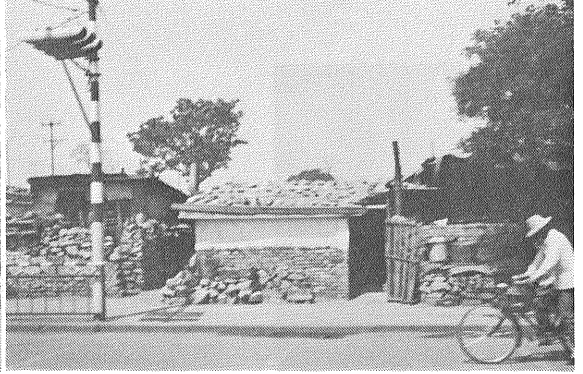


写真3 唐山市の近況. 応急仮設住宅(2例)

ロ. 唐山市中国側説明者

唐山市秘書長	穆 順昌
外事弁公室主任	趙 鳳明
〃 科長	李 宝明
地震局副局長	徐 自然
助理工程師	馬 忠勤
助理工程師	顔 忠伸
〃	趙 偉光

ハ. 調査日程

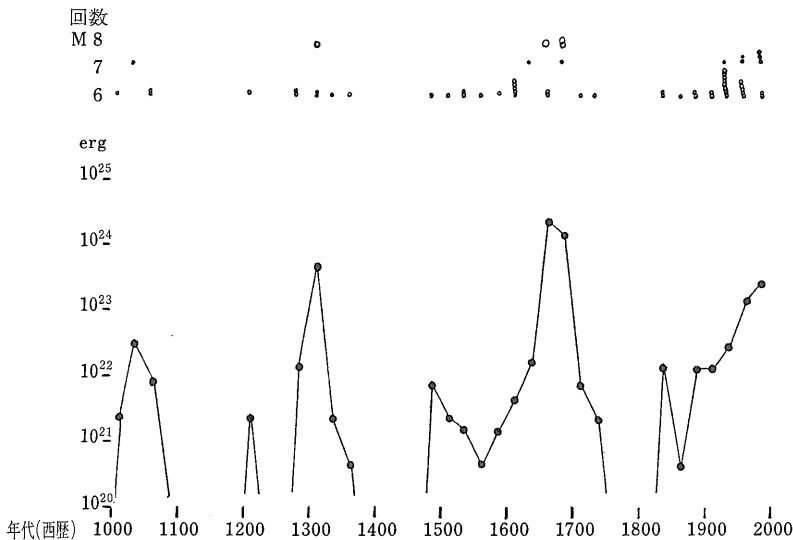
筆者らは1981年5月27日(水)に出発し 6月6日(土)に帰国した. なお 他の代表団員は6月15日(日)迄 西安・杭州を視察の上帰国した(第1表).

2. 唐山市の概況

唐山市は河北省の東部にある重要な鉱工業都市で 北京市の東方約150km 天津市の北東方約100km 渤海湾

から約50kmの位置にあり 交通の便利なところである. 唐山地震発生前 面積は630km² 人口は106万人であったが 発災後には行政区画の拡大によりその面積は1,034 km²に 復興建設のための人員の流入によって現在の人口は126万人になった. 人口は大別すると都市部がその2/3 農村部がその1/3となっている.

唐山市には現在5つの行政区があり その他2つの農場がある. 今日の唐山市は100年前は百数十の村からなる農村地帯であったが 1920年代になり有名な開滦炭田の開発が始まり 1928年には本格的な都市に成長した. 1948年12月12日に解放され 以来社会主義を経て新しい都市に生まれ変わり 工業は急速な発展をとげた. 今日の主な産業は石炭 製鉄 発電 窯業であり この外機械 紡績なども発達しており その生産額は解放前の20倍に達している(穆秘書長談).



第1図 華北地区地震活動の推移状況図 (高橋, 1980)

唐山市の行政組織

市長	弁公室	（これ迄の革命） 委員会に相当
副市長	外事弁公室	
秘書長—副秘書長	地震局	郵電局
	糧食局	化工局
	商業局	建工局
	工業局	鉄道局
	農業局	建材局
	環保局	林業局
	物資局	工商管理局
	労働局	税務局
	財政局	その他

市の職員数は鉅山工場を含めると41万人との事であるが行政担当者は1500人である。

3. 唐山地震前の地震活動

唐山地震(注1)の地学的理解のために華北大平原を中心とする華北ブロック(北緯32.5°以北 東経110°以東)の地震活動の特徴を先ず述べておく。

イ 華北ブロックの地震活動の特徴

(1) 華北ブロックにおいてはM6以上の地震が百年余りにわたって起こらない地震活動の低潮期と地震の多発する高潮期が三百年間隔で繰返されている(図1)。

(2) その高潮期はM7½程度の地震を伴って開始されそれからやや低潮になった後地震活動は急速に活発化しM8級の地震を発生させて終息する。この経過は余震の少ない一個の前震主震型地震に似ている。一活動期の地震の総放出エネルギーはおおよそ一定しており10²⁸~24ergでM8級の地震のエネルギーに相当する。なお1600年代の高潮期はM8級の地震が4個も発生する最大級のものであった。

(3) 地震の活動域は高潮期毎にvari 同一活動帯であっても震央分布は微妙にずれている。1000年代の高潮期の活動は山西省北部が中心であり1300年代高潮期でも山西省汾河流域でM8級の地震が発生した(1303年)が地震の活動域はその近辺から北京付近遼寧省南西部にまで及んだ。1600年代の高潮期では地震活動は華北ブロック周辺が活発であった。今高潮期の場合は北西-南東方向と北東-南西方向の活動線に沿って地震が発生した。なお北西-南東方向の活動線は1600年代にも活動したが今高潮期の地震は前期の活動域を避けて発生している(図2)。

(4) 地震活動はその期の活動域(線)上を順次転移し最後の大地震の発生に至る(図2)。

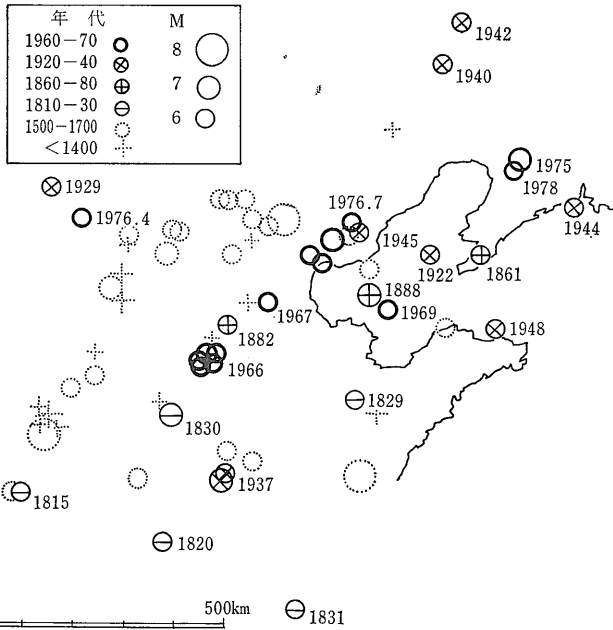
(5) 地震の活動線は地殻の断裂系とよい一致を示す(図3)。これは海洋性プレート潜り込み面で起こる台湾や東北北部の地震を除く中国の通常地震の震源の深さが一般に数乃至十数kmと浅いためと考えられる。このことは地震前に地下水や動物行動に異常が多発しそれらの分布が未来地震の発震機構とも合うようなこと(海城地震)の起る原因と考えられまた地震予知事業に中国の地質学者が大きく貢献できている主原因のひとつと思われる。

ロ 唐山地震までの地震活動の推移

1900年代の高潮期は4つの高揚期に分かれその活動域は北西-南東方向と北東-南西方向の主活動線(以下それぞれを北西活動線北東活動線と呼ぶ)と北東活動線に平行な2本の副活動線(以下それぞれを副西活動線副東活動線と呼ぶ)から成り(図2)一部を除いて地殻の断裂系とよい一致を示す(図3)。

今高潮期を切り開いた地震活動は1820~30年代に北東活動線の南部で散発的に始まり本高揚期最大の地震が北東活動線の南端(山東省磁県1830年M7½)で発生して終息した。次の高揚期(1860~80年代)では活動域が北に移り北西活動線と副西活動線の交点の地震(M7½渤海1888年)で終息した。第3高揚期(1930~40年)ではその活動域が更に北上し副東活動線はその北端で本活動線上最大と思われる地震(鴨緑江河口付近1944年M=6¼)の発生をみて活動を終息している。また北西活動線ではその西端両活動線交点付近東端に地震が順次発生した。第4高揚期は1966年北東活動線の南部で邢台地震(M7.2)の発生によりその激烈な地震活動期の火ぶたを切った。翌年には唐山との丁度中間の河間で地震(M6.7)が発生した。1969年には北西活動線と副西活動線の交点の渤海でM7.4の地震が発生しこの両活動線の北及び西の両端で地震が発生し(海城地震:1975年M7.3 和林格爾:1976年4月M6.3)副西活動線の活動も終息期に達した。そして1976年7月28日未明両活動線の交点の唐山でM7.8の大地震が発生し1820年から始まった今高潮期もようやく終息期を迎えたと思われる。

このように地震活動が活動線上を順次転移し局所的応力を解放しつつ華北一帯の応力場(後述)から推定される北東-南西北西-南東方向の主たる活動線の交点で今高潮期の主震ともいふべき最大地震が発生し華北ブロックに蓄積された応力が解放されたのである。唐山地震までに放出された地震の総エネルギーは6.3×10²⁸ergでM8.0の地震のエネルギーに相当し1300年代の高潮期のそれに等しい。唐山地震及び渤海のM



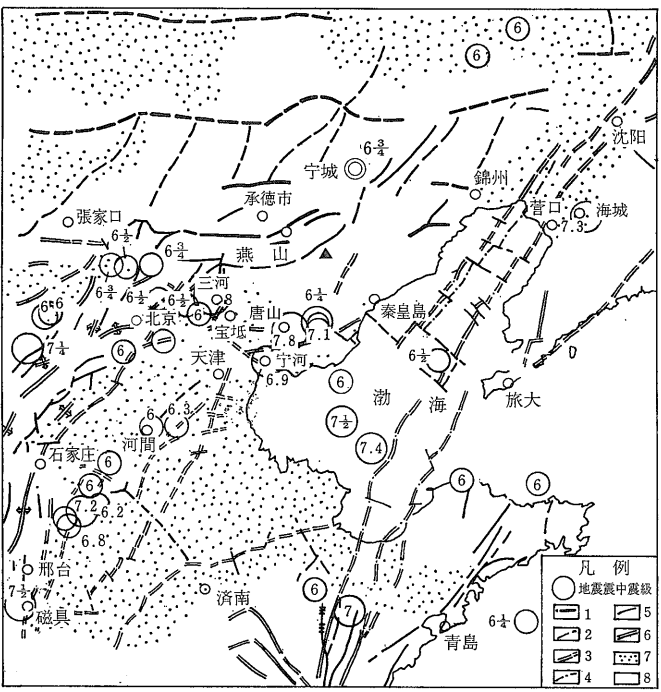
第2図
華北地区における地震活動の推移
地震活動の高潮期ごとに地震発生場所が移り 各高潮期内でも震央が地震の活動線上を順次転移する。

7級の2地震のエネルギーを交叉する活動線にそれぞれ2分すると 北東及び北西活動線の放出エネルギーはそれぞれ 3.5 及び $2.9 \times 10^{23} \text{erg}$ 西と東の副活動線のそれはそれぞれ 0.8 及び $0.11 \times 10^{23} \text{erg}$ となる。

なお 本地域周辺では 山東半島南方から上海北東方に至る近海で 第2 第3高揚期に M6 級の地震活動があった。その総放出エネルギーは $0.37 \times 10^{23} \text{erg}$ でそ

の過半が第2高揚期に放出された。また 1815年西安東方(図2の左下)に 第3高揚期に副活動線の南方で2個 いずれもM6級の地震が散発した。

注1 唐山地震については次のような文献を参照されたい(参考文献の項参照)
地震学会(1978) 静岡県(1978) 尾池和夫(1978) 国立防



第3図
華北地区地質構造と地震の分布図(戸ほか. 1978)
1. 主幹断裂 2. 大断裂
3. 新生代以来活動的断裂 4. 潜伏断裂
5. 破碎帯或押圧縮帯 6. 複褶曲
7. 新生代構造盆地 8. 山峰

災科学技術センター(1978) 同(1981) 高橋博(1980)

4. 唐山地震の予知・予報

1974年6月 国家地震局の招集した華北・渤海地域状況討論会で渤海湾北部地区を重点地域とするとともに「京津渤(北京天津渤海の略)地区一帯で数年以内にM5~6級の地震の発生する可能性がある」との結論を得た。なお 強震活動その他の分析から M7以上の地震の発生の可能性を指摘した専門家もいた。海城地震後 北京天津地域の異常が回復しないばかりか 逆に発展する傾向がみられ 1668年山東省郟城・莒県地震(M 8 $\frac{1}{2}$)の11年後に北京東方で三河・平谷地震(M 8)の起きたことから 海城地震を発生させた郟城-戸江断層の西側の寧河・唐山断層を含む地域に大地震の発生する可能性が生じた。

北京市郊外の大灰廠地殻変動観測所ほか各地の断層変動やラドン・地磁気の観測などに異常がみられ 1975年末 国家地震局は「京津唐(唐:唐山の略)地区に2年以内に大地震の発生する可能性がある。大工場等で抗震の補強工事 建物と設備の補強を実施せよ」との指示が出された(中期予報 注2)。1976年4月頃から多数の異常が広域に発生し 異常現象を示した多くの観測点でデータに急激な変化が現われ始めた。6月に国家地震局の招集した全国地震状況検討会議で「海城地震後 大地震は西へ移動し 華北地域では近いうちに M7級の地震が3箇所 M6級地震が7箇所が発生する可能性がある」との意見があった。しかし 歴史資料から予想される唐山地区の地震は せいぜい M6であった。河北省地震局は「京津唐渤張(張:張家口の略)地区で M6以上の大地震の発生する可能性があり 唐山-朝陽間 北京-天津間の2箇所で特別に仕事を強化する」との意見と方針を述べた(短期予報 注2)。6月22日 唐山地区に地震地質調査隊が派遣され 大規模な野外調査が地震発生2日前の7月26日に完了したが 地震により隊員全員が圧死してしまったため どのような報告書(判定)が作られていたかは永久の謎となってしまった(注3)。

一方 大衆観測点からも「7~8月頃M4~4.5級の地震の発生の可能性がある」(唐山第2中学校 1976年5月写真4)などの意見が市の地震弁公室に提出されていた。特に地震の直前には大衆から宏観現象(注4)の異常についての報告が2,003件にも及んだが 現象の出た箇所が広い範囲にわたっていること 地下水位の上昇などもあったが 連日の降雨で7月24~25日には日雨量が100mm位にも達し 気温の上昇もあり 当時の担当者達はそれらを地震発生直前の現象とは思わなかった。

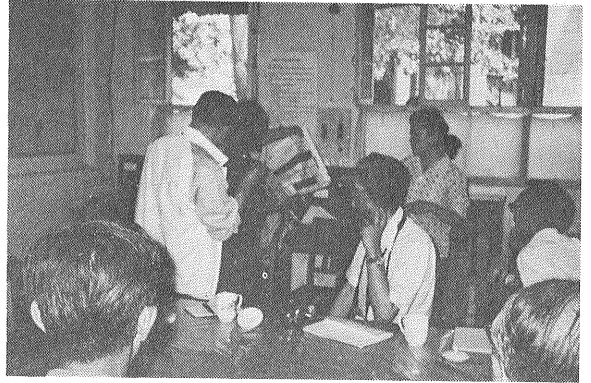


写真4 唐山第2中学校における地震予知観測

何れにしても 今回の唐山市地震担当者の説明では 当時は海城地震と同様な前兆現象が出るものと考えていた上に 経験も観測データの分析能力も不足していたし 地震規模を過小評価し 地震発生地域の限定にも困難があり 加えて油断があり 臨震予報(注2)を出せるような状況ではなかったと 反省している(注4)。

唐山地震の前兆と予報の時系列変化を図4(尾池による)に示す。

注2 中国の地震予知は次の4期に分けられる。下記の値は目安で 実際に相当な幅で変動している。

長期: 数年以上 中期: 1~2年前 短期: 数ヶ月前 臨震: 数日前(詳しいことは地質ニュースNo. 315参照)

注3 調査隊員の野帳等の遺品が地震博物館(唐山市)に陳列されている。

注4 動物の異常行動 地下水や気象等の異常現象等 精密機器観測によらずに観測される現象。

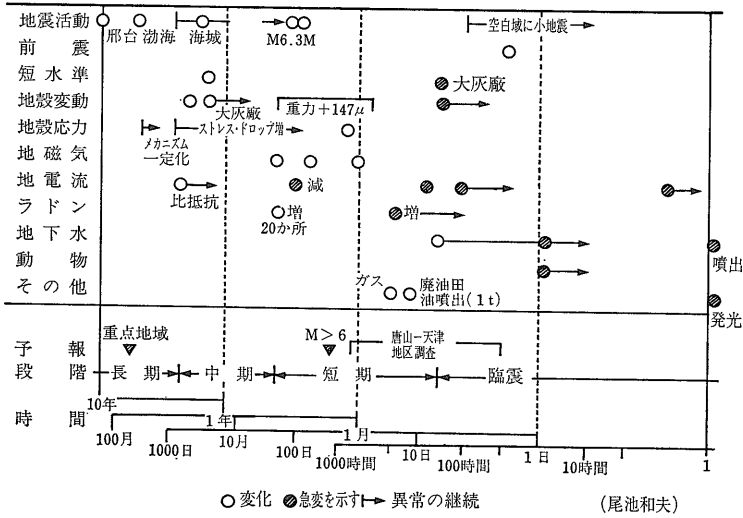
5. 唐山地震

イ 概要

唐山地震は1976年7月28日未明 唐山市の直下15Kmの所で発生し 唐山市に壊滅的な損害を与えた。その震度分布を図5に示す。なお 震度は中国震度階である(以下同 注5)。唐山市の市街区は 震度Ⅺの最も激しい地動を受け 開平盆地内は震度Ⅸ以上の強震に見舞われた。

ロ 強余震

本震の発生した日にM=6.5と7.1の強余震(表2)が発生した。余震の発生経過(図6)に対し 文丁鏡(1978)が次のような岩石力学的な説明を試みている。主震によって唐山断層に大きな破断面が生じ 余震が震央区で



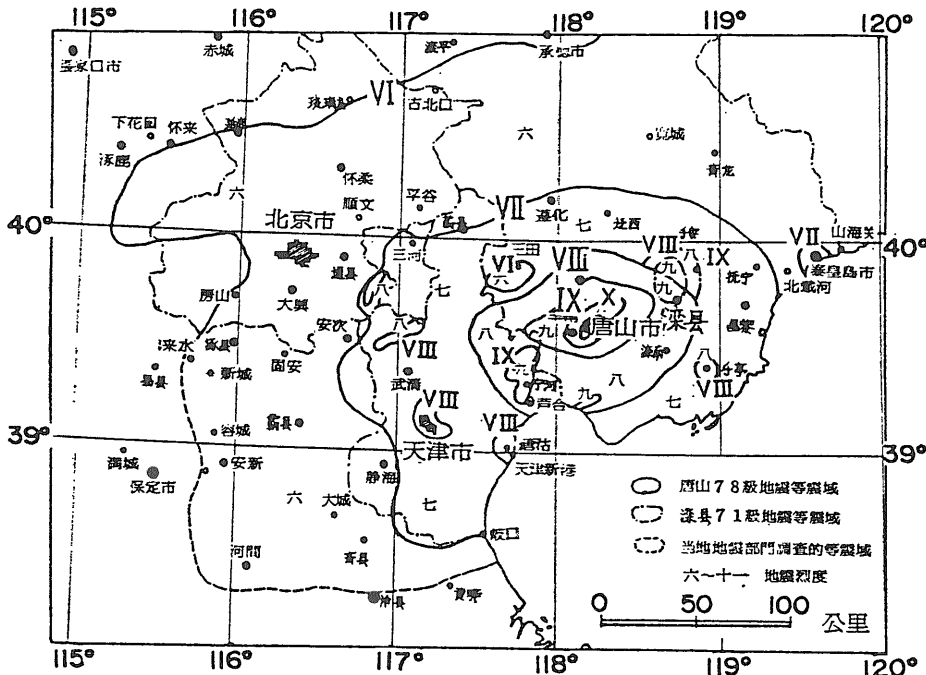
第4図 唐山地震(76年7月28日)の前兆と予報の経過(尾池による)

集中的に発生して その付近の応力が著しく下がり 岩体の鋼性も低くなる。その結果、破断面の両端部に応力が加わり 剪断滑動が起こり易くなり 一方の端で強余震が起こり その近辺の応力が急激に下がり 強余震活動が停止し 他端に強余震が跳躍的に転移する。このような過程の反復進行により 断裂系両端の応力が十

分低下し 余震も発生し難くなる。なお 図中37番の強震は薊遠河断裂の応力低下が少なく予測されていた中で本震3ヶ月後に起こった地震である。

ハ 先行現象

唐山地震は三河・平谷の地震とともに地震活動の空白



第5図 唐山地震震度分布

表2 唐山地震の発震機構 (叶ら, 1980) と地震断層 (松田, 1979)

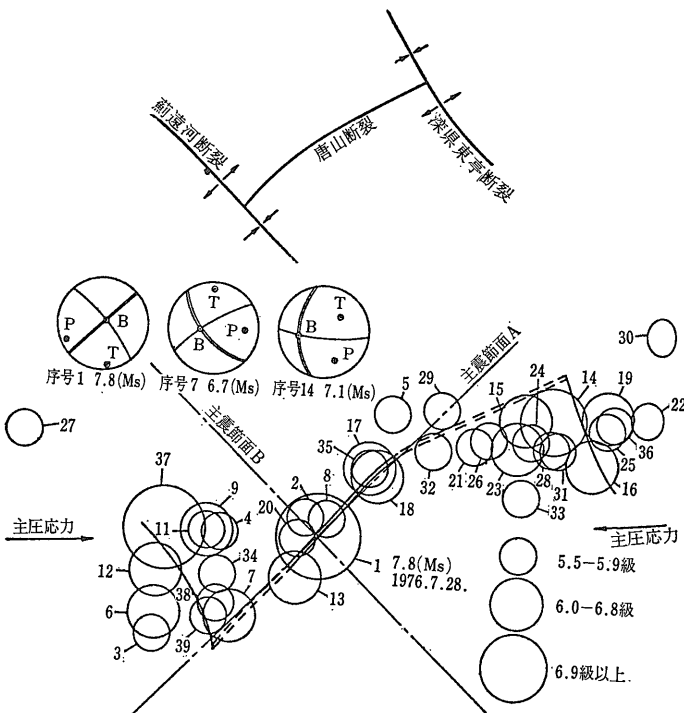
発震時 (1976年)	震央位置			規模 M	深度 km	節面A			節面B			P軸		T軸		N軸		断層型	地震断層 (地表)			
	北緯	東経	地名			走行	傾向	傾角	走行	傾向	傾角	方位	傾角	方位	傾角	方位	傾角		長さ km	走・向	横ずれ	上下変位
7月28日 03時42分53.8秒	39.6°	118.3°	唐山	7.8	12	37°	SE	80°	306°	NE	86°	82°	11°	173°	4°	286°	11°	横ずれ	8	NNE	右ずれ 1.5m	西側隆起 1.0m
7月28日 07時17分28.9秒	39.2°	118°	唐山南東 寧河	6.5	15	58.5°	NW	80°	326°	SW	75°	283°	175°	191°	4°	91°	72°	〃				
7月28日 18時45分31.0秒	39.7°	118.4°	唐山東方 滦県	7.1	16	29°	SE	67°	292°	NE	74°	69°	28°	161°	5°	260°	67°	〃	6	NNW および NNE	左ずれ 数10cm および 右ずれ	
11月15日	39.4°	117.8°	寧河	7.2		59°	SE	85°	325°	NE	65°	106°	11°	10°	14°	252°	65°	〃		ナ	シ	

* 叶洪, 張文郁 (1980) 初論華北板内地震断層特性及其与地殼, 上地幔 (マントル) 動力学過程的關係. 地震地質 Vol12. pp27~38より **従来M6.9とされてきた.

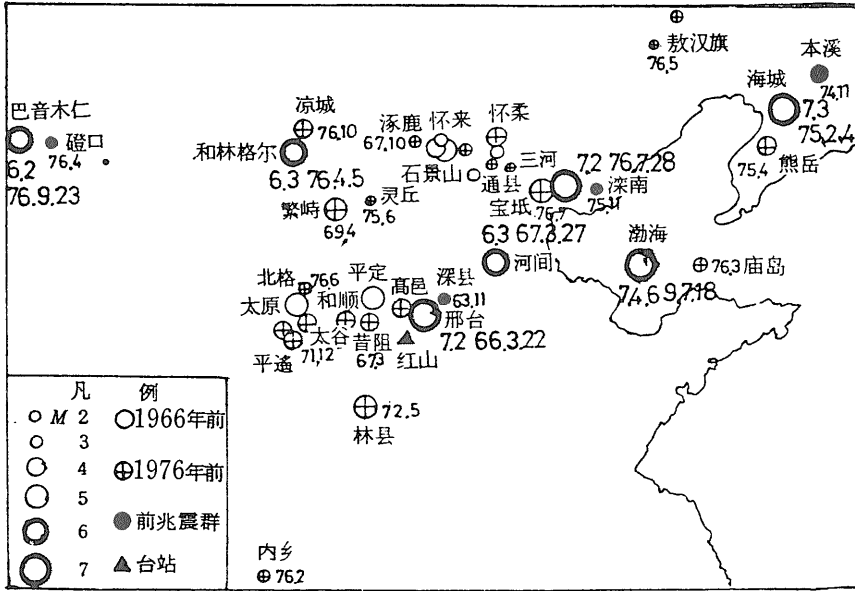
域の現われなかった地震である (魏ら 1978). このことは他の地震のように前兆現象が明確な形で現われなかったこととも対応しているように思われる.

地震前のb値(地震活動期間中に大きな地震の占める程度の示標)の変化の研究は盛んである. 範囲のとり方によるが地震の5~1年前からb値が高くなり1年半乃至3ヶ月前に平常値がそれ以下に下がったという(馬

1978 季ら 1978) 季ら (1978) はまた京津唐張地区22万km²の地域内では1970年頃から北京付近にb値の低異常域があらわれそれが東に移動し1974年11月頃には唐山東方に移るとともに唐山付近にその高異常域が一時期出現し1975年頃には低異常域が唐山を含むその南東地域に移り唐山のb値が最低となり唐山のb値が回復するとともに低異常域が狭まり唐山地震が起



第6図 唐山地震の断層系と余震分布 (丁文鏡, 1978)



第7図
唐山地震前20年間（1956—76年）の華北地区の地震群
唐山地震には前震がなかったが広域的にみるとその前に地震活動が活発化し、異常な地震群の活動がみられた。

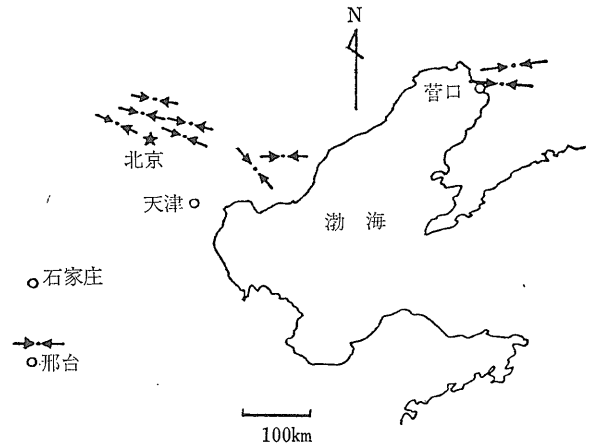
きたとb値の時空変化を明らかにした。

唐山地震では 7月26日10時22分に M 0.1 0.7 0.8 の極微小地震が発生しただけで 前震活動が認められなかった。しかし 河北・山西省内に1956～76年の間に34の地震群が集中的に発生し(図7) それらの中の8群が邢台地震(1966年)前に発生しているのに対し 唐山地震までの10年間には24個もみられ 朱ら(1978)は これらを前兆地震群と呼び このような現象は地殻中の応力が加速度的に累積していく過程の反映とみ 過去の地震の場合とも比較している。

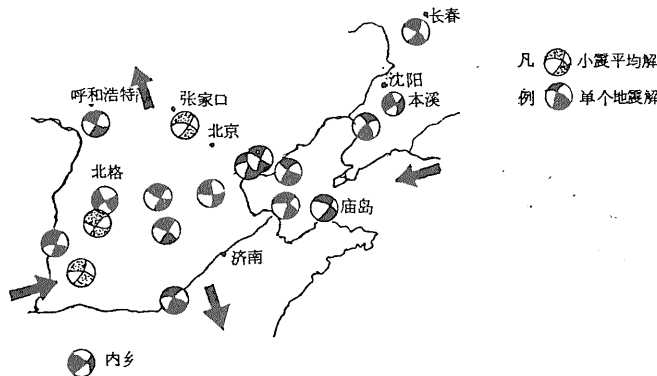
二 応力場と応力変化

華北地区の応力場は新生代では北東-南西方向の圧縮と北北西-南南東方向の伸張であったが 地殻応力測定による主圧縮応力方向はほぼ東西方向(李方全 図8)で 発震機構から求めた総体的応力場の方向は 最大主応力

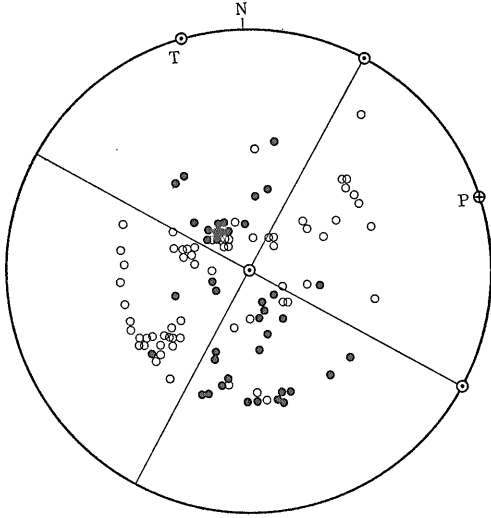
軸 N65-75°E 最小主応力軸 N15-25°W (図9) という(朱ら 1978)。なお唐山地震の発震機構(図10 邱 1976)



第8図 華北地区主圧縮応力方向(地殻応力測定による。季方全)



第9図
華北地区の総体的応力場の方向と唐山地震前の発震機構



第10図 唐山地震のP波初動分布。黒丸は押し、白丸は引き、下半球投影（張之立ら、1980）

はN30°Eの走向をもつ右横ずれ型である。

唐山地震前後の唐山周辺地域の応力変化の研究（朱ら 1977 陳ら 1978 鄭ら 1978）は 何れも地震前は応力が高く 地震後応力の下がったこと（図11）を示している。応力値のなお高かった寧河付近は1976年11月15日のM=6.9の地震で応力が下がった（陳ら 1978）。

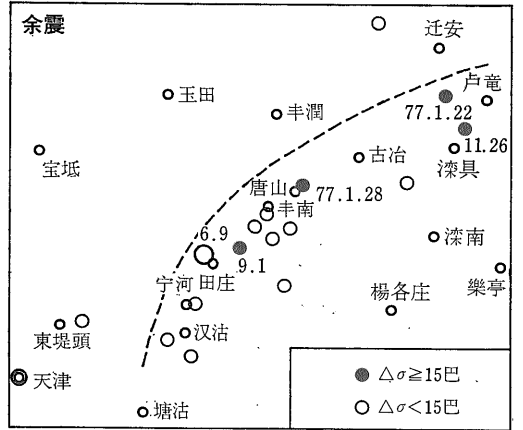
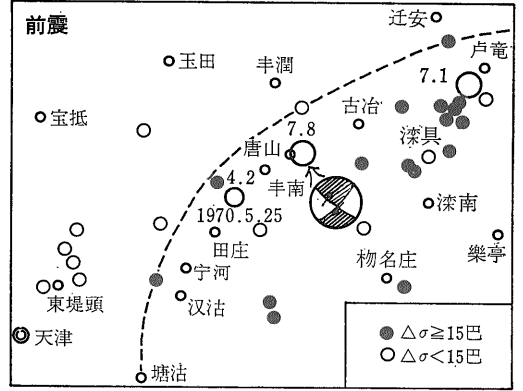
地震活動以外の先行現象については国立防災科学技術センター（1979）を参照されたい。

ホ 地震断層

唐山地震とともに市内を地震断層が貫いた（図12）。

地震断層は第四系の軟弱層中に発生し 杉型に配列したほぼN40°E方向の地割小群からなり 全長約8km 走向ほぼN30°Eで 唐山-古冶断裂の南西部とほぼ一致する。右ずれで 水平変位量は2~3m~数10cm 垂直成分は西側隆起で0.7~1mであった（魏ら 1977）。地震の発震機構と地震断層との関係を見ると（表2）ともに 最大圧縮応力軸が東西乃至ややその北東-南西側であり 華北地区の現在の総体的応力場とよい一致を示す。

注5 中国震度階は改正メルカリ震度階とほぼ同じで地震動の強さを体感 中国の一般的家屋の損壊程度や地変現象等から認定できるように定められている。地震の経験等により時々修正されている。その最新と思われる【中国地震烈度表（1980）：中国科学院工程力学研究所の説明書より】をもとにその概要を別表に示す。気象庁震度階は加速度範囲を示しておらず 中国震度階との対比は困難であるが 中国震度階を2で割って1を足すと気象庁震度階にほぼ相当する。



第11図 唐山地震前後の震央分布と応力降下。破線の右側の地域の応力が唐山地震前高かったことがわかる。

以上につき気象庁気象研究所石川有三氏に種々御教示いただいた。

6. 唐山市の事前の地震防災対策と防災体制

1974年 中期予報が出されたので 海城地震発生後 海城地震（1975年2月4日 M=7.3 深さ12km）の経験を生かして唐山市では抗震指揮部を作り 交通 通信 保安の専門人員を指定するとともに 建築の専門家を動員し 小学校 工場 住宅などの耐震診断も実施し 補強も一部実施した。

しかし 海城地震後時間が経過するにもなって切迫感がなくなり 抗震指揮部も設立当時は 当直を実施していたが これも中止するなど 特別の防災体制はしいてなかった。

それでも地震局には4人の当直員が宿直していたが その役目を果たすことなく 圧死してしまった。その理由としては 中期予報は指定地域が広範囲であったことや 地震の規模も大きくないだろうと考えられていたことから 中国震度Ⅵ程度では防震対策を特別に実施し

重傷者 8万人(内身体障害者となった者1,700人)
 軽傷者 36万人 当時軽傷と考えていたが 現在
 考えれば軽傷とはいえない
 家族全員死亡戸数 7,210 死亡者の男女比率6:7

注6 唐山地震による死者 24.2万人 重傷者 16.5万人と
 公表されているのは 天津など他地区を含めたものである。

ハ 家屋の被害

倒壊 住宅 16万戸の90%全壊
 工場 公共建築物 その他 90%全壊
 地震前 各種の家屋あわせて1,300万m²余あったが

地震によって崩れ 重大な被害をうけた面積は1,145万
 m²にも達した。

ニ 発電施設・通信施設

電力供給システム・通信システムはほとんど全滅した。
 発電所は全部機能を停止し 変電所 送電線は使用不能
 となった。 市内相互、および市外との通信は全部とだ
 えた。

ホ 鉄道・道路の被害

京山線路(北京—山海関を結ぶ鉄道)の橋脚部には地割れ
 ができ 鉄橋の桁がはずれたり ある部分は盛り土が沈

別表 中国震度階の概要

震度	人体感覚	一般家屋		その他の現象	参考物現指標	
		大多数の家屋の被害程度	平均震害指数		水平加速度cm/sec ²	水平速度cm/sec
I	無感	なし		地震計に記録されるのみ。	[<0.25]	
II	室内で静止しているわずかの人のみ感じる。	なし			[0.25~0.5]	
III	室内で静止している人の中の少数が感じる。	門、窓が軽くかすかに音をたてる。		吊った物などがすかに動く。	[0.5~1.0]	
IV	室内の多数の人が感じる。室外の少数の人が感じる。ねむっている人も少数がおどろいて目をさます。	門、窓が音をたてる。		吊った物などゆれ動くことがはっきりわかり、食器、皿などが音をたてる。	[1.0~2.5]	
V	室内の人みな感じる。室外の人も多数感じる。ねむっている人の多数がおどろいて目をさます。	門、窓、屋根が音をたてて振動し、ほこりが落ちてき、石灰をぬった所に微細なひびわれがあらわれる。		不安定な器物が転倒する。	31 (32~44) [2.5~5]	3 (2~4)
VI	人は驚きあわて、措置を誤まり、あわてて逃げ出す。	損壊一わずかながらレンガや瓦が落下し、壁体に微細なひびわれが発生する。	0~0.1	河岸と軟弱な土の上に割れ目があらわれる。飽和砂層に噴砂噴水が発生、レンガ煙突に軽度の亀裂が生じたり、頭部がおちる。	63 (45~89) [5~10]	6 (5~9)
VII	大多数の人、あわてて逃げ出す。	軽度破壊—局部破壊くらいいた割れ目ができる。ただし、使用可能。	0.11 ~0.30	河岸では土が崩れ、飽和砂層では噴砂・噴水が常に発生し、軟弱土上の亀裂はかなり多く、大多数のレンガ煙突は中程度の破壊をうける。	125 (90~177) [10~25]	13 (10~18)
VIII	身体が大きくゆれ、倒れそうになる。歩くこと困難。	中程度破壊—骨組みに損傷、修理必要。	0.31 ~0.50	かわいた硬い地面にも亀裂が生じ、大多数のレンガ煙突は重大な破壊をこうむる。	250 (178~353) [25~50]	25 (19~35)
IX	じっと立っていたり、腰かけてもいられない。行動中の人は転倒する。	重大破壊—壁体に亀裂が入り、局部的に傾き倒れる。修復困難。	0.51 ~0.70	乾いた硬い地面に多くの所で亀裂発生、基盤上にも亀裂があらわれる。滑落や路肩のくずれが普通起る。レンガ煙突は傾き倒れる。	500 (354~707) [50~100]	50 (36~71)
X	自転車の人は転倒。不安定な状態の人はたたきつけられるように倒される。ほうりあげられるような感じあり。	傾き倒れる—大部分傾き倒れる。修復に耐えず。	0.71 ~0.90	山崩れ、地震断層あらわれる。基岩上のアーチ橋も破壊、大多数のレンガ煙突根より破壊され、或は倒壊する。	1000 (703~1414) [100~250]	100 (72~141)
XI		壊滅	0.91 ~1.00	地震断層の延長すこぶる長く、山崩れは随所にみられ、基岩上のアーチ橋は崩壊。	[250~500]	
XII				地面は劇列な変化をし、山河の様相改たまる。		

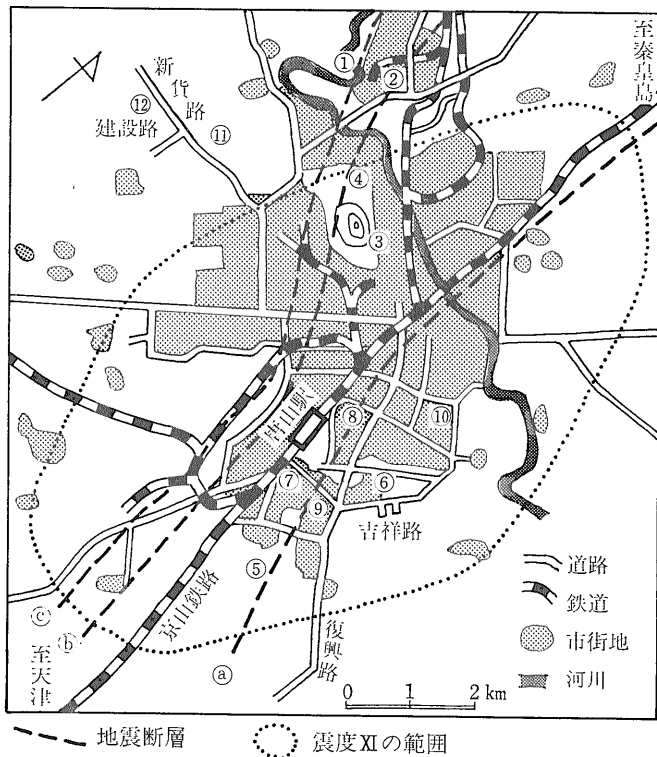
注1. I~V度は主として地上の人体感覚により、VI~X度は主として家屋被害により、人体感覚を参考にし、XI、XII度は地表変動を主にそれぞれ判定される。XI、XIIの判定は専門的判定を必要とする。

注2. 一般家屋：旧式の木骨組に土・石・レンガなど用いた旧式家屋(平屋及至低層)、耐震設計前の新式レンガ家屋。

注3. 震害指数：家屋完全を0、壊滅を1とし、中間被害を按分。平均震害指数は家屋震害指数の総平均値。

注4. 量的表現：「まれに」<10%、「少数」10~50%、多数50~70%、大多数70~90%、みな>90%

注5. 加速度欄内の〔 〕の値は地震学教程(大学用教科書、1980年版)の値である。



第13図 現在、唐山市街図がないため、地震学会報告（1978）のものを拡大し、唐山市の職員に当該箇所を記入していただくと共に若干補正したもの

- ①利民橋
- ②製鉄所倶楽部
- ③唐山賓館
- ④鳳凰山公園
- ⑤唐山坑観測点
- ⑥達謝荘小学校
- ⑦汽車修理製造工場
- ⑧第10中学
- ⑨吉祥路
- ⑩第2中学観測点
- ⑪河北礦冶学院
- ⑫建設路紅星楼住宅
- ⑬唐山—古冶断層
- ⑭唐山—巍山—長山南坡断層
- ⑮陡河断層

下し 線路は曲った。唐山地区の被害線路延長は 200 ~ 300km に及んだ。

唐山地区の主要道路の被害は 主要道路の橋梁 230 余个所で 合計 9,700m に及び これはこの地区の道路橋総延長の62%に及ぶものである。中でも重大なものは大中規模橋の20箇所計2,020mの破壊崩落部分である。ことに滦河と蘆運河大橋の破壊によって唐山と瀋陽天津の間を結ぶ二大幹線国道の交通が遮断され 救援活動に重大な支障をもたらした。

ヘ ダム・農地等の被害

農業水利施設に対する破壊もかなり重大なものであった。唐山地区内の陡河 邱庄 洋河の三つの大型ダムではことごとく大堰堤の崩落 亀裂 止水壁の倒壊が発生した。とくに陡河ダムの主要堰には大きな亀裂ができ 縦方向の亀裂の最大巾は 1.6m にも達した。ダム本体も局部滑動を起こし 最大沈下量は 1.4m に及んだ。

広範囲の噴砂と噴水のために 被害をうけた田畑は 93,200ha(140万ムー)に達し、こわれたポンプ井戸は数千箇所に及んだ。

ト 液状化現象による被害

唐山地震に伴って大規模な砂層流動化現象が見られた。流動化現象が見られた地域は 概略24,000km²に及んだと考えられている。唐山市は燕山系に連なる山が近いが 南には平地が開け 渤海湾に達している。この平地は河成及び海成堆積物から出来ており 地盤構成は複雑であるが 細い砂の層が厚く 地下水の水位は極めて高い。

水・砂の噴出は、地震発生数分後に始まり その後数時間続けて噴出しており 水だけの噴出は十数日後迄続いた。噴出された泥山には直径が30数mに及ぶものさえあった。

チ 火災による被害

河北礦冶学院(大学)では実験室より発火し、蔵書50万冊のうち 30万冊を焼失するなど 火災は9件あった。地震の発生季節 時間(真夏のしかも午前4時) 建築構造を考えると発生件数は必ずしも過小とはいいい難い。

(つづく)