

中国における地震地質研究の30年

汪一鵬 馬宗晋 丁国瑜*

岸本文男**訳

1. 歴史の回顧

中国は地震国である。歴史にのこる地震の記録は非常に多く、かつきわめて長期にわたっている。これは先人の自然現象に対する鋭敏さとこまかな観察を反映したもので、その中に素朴な弁証法ないし唯物論的な推測が少なからず含まれている。その部分は貴重な遺産であり、更に一步を進めて史料の発見を待てば、それが利用できる宝庫ともなり得るのである。しかし、結局は歴史には条件的に限界があり、古文書は主として現象の断片的な記録や災害の大まかな記述をとどめているにすぎず、理性的な認識や科学的な分析に及んでいない場合は比較的少ない。

新中国誕生前の半世紀の間には、中国の地質専門家及び2・3の外国の地質専門家が1920年の^{ハイイユアン}海原地震、1933年の四川省^{チンシ}疊溪地震などのような大地震を实地に調査し、ほかに、ともかくも過去の震央を図示して、中国の地震分布図及び強震帯分布図が作製されている。これは近代地質学を運用して地震現象の発端を解釈しようというものであったが、当時の暗黒の社会制度のもとでは、ばらばらの点のような研究となり、協力も得られず、発展もせず、自ら生れて自ら滅び、ただ数枚の悲惨な記録を残したにすぎない。ひたすらに地震は中国の広大な大地に対して、あるいはそれを隆起させ、あるいはそれを陥没させ続けたが、解放を迎えても、地震地質学的研究はきわめて貧弱であった。

新中国が成立した後、大規模な経済建設が展開されるようになって、中国の地震区を区分するという研究課題が提起された。100件ほどの重要な建設工事が、当該地区の地震危険度が確定され、防震・耐震設計の根拠が明らかになるのを待っていたのである。1953年に中国科学院

^{リーシクアーン}は李四光副院長を委員長とする地震工作委員会を組織し、その組織の指導のもとに歴史研究所第3部を主体として、おびただしい古文書の地震記録が系統的に整理され、1956年に《中国地震資料年表》が出版された。この年表を基礎に、中国科学院地球物理研究所が微視的な地震資料と巨視的な調査を結びつけて《中国震央分布図》(≥VI度)、《中国地震目録》、《中国古代強震等震線図》、《全国地震震度統計図》を編纂した。1956年の初め、中国科学院生物地学部は第1回ネオテクトニクスシンポジウムを開催し、多くの有名な地質専門家が一堂に会して中国のネオテクトニクスの特徴及びそれと地震との関係を熱心に討論した。このシンポジウムは、中国の地質学と地球物理学の両兄弟学科が連合して地震地質の問題の研究にたち上ったもの、といえる。このワンステップの主な成果は1957年に発表された《中国地震区分図とその解説》(地球物理学報, 第6巻第2期)中に反映されている。この文献は、中国の歴史中の地震、地震地質と少数の微視的地震の記録についての第1回のほぼ全面的な総括である。この時期の地震地質研究の考え方は、主として地体構造の区分と地震活動性の分析結果を結合することに注がれ、異なる地体構造コンプレックスの接合帯と新生代の垂直差異運動の激しい地区の多くは強震発生区域であることがわかってきた。研究の方法としては過去の資料の総合・分析が主体で、野外での考察・研究はあまり行われなかった。

1958年以後に、地震地質の研究はかなり大きく発展した。特に、一連の大型・中型ダム、鉄道、鉱山・製錬所の設計に当って、当該地区の地震震度区分がもっと正確・精密であるよう要求されたため、野外調査が比較的多く実施されるようになった。たとえば、中国科学院の地球物理研究所と地質研究所、水利電力省などの2・3^{サハシヤ}の設計部門は、西南地方、西北地方、三峡地区、丹江口地区など関係地域・地区に対して更に詳しい地震地質の研究を進め、比較的大きな縮尺の地震震度区分図を作製し、地殻の深部構造とネオテクトニクスの研究に重点がおかれ始めた。広東省^{シンフエーンチアーン}新豐江ダムの貯水完了後、ダム

* 汪一鵬・馬宗晋・丁国瑜：我国地震地質工作三十年：《地震地質》，第1巻，第4期，1-9頁，1979年 (Wang Yipeng, Ma Zongjin, Din Guoyu: The last three decades of seismogeology in China. : 《Seismology and Geology》，vol. 1, no. 4, p. 1-9, 1979, in Chinese)

** 岸本文男

区域とその付近で地震活動が強まり、周恩来首相の直接の配慮のもとで、同地域での地震、地震地質、地球物理、測地など多くの学問分野の総合的な研究が展開された。これを一つのステップとして、研究領域が拡大され、研究内容が深まるにしたがって、地震研究の隊伍は大きく成長してきた。そして、李四光地質大臣の提議によって1965年に地質省は正式に地震地質大隊*を設け、地質力学的な方法と地体構造系の観点をういて地震活動と地質構造の関係の研究が開始された。その一つの研究段階として、広大な地震区に対する考察を通じて研究者たちは地震と活構造ないし活断層の成因的關係をますます重視するようになり、活断層の深部での状態、その規模と形成史、ネオテクトニクスの方式と強さ、それらと地震活動とのありうべき関係の解明に努力した。このような分野の資料が蓄積されるにしたがって、地震地質の研究者たちは、「過去に地震が発生した地区は今後も同程度の地震を生じる可能性が大きい」という地震震度の基本的仮説をたて、まず西南中国などについて当該地域に具体的な地震区分の原則を当てはめ、地震地質をマークで表現した。

1966年の邢台地震は、中国における地震の研究が飛躍的に発展する、全く新たな段階の始まりとなり、周恩来首相は十数回にわたって地震科学研究者と逢い、詳しい指示を与え、自ら中国の「予防を以て主となす」という地震研究の方針を定め、地震科学に向って攻めこむ、強力な一大隊伍が組織された。1970年に国家地震局が設立されたのである。中国科学院、地質省、石油省、国家測地総局などの機関から専門家たち(理論地球物理、地球物理探査、構造地質、測地、地震土木、第四紀地質、地貌、水理地質、土地地質、数理地質、コンピュータ、室内実験技術などの分野)が一堂に集まり、地震の震度区分と震度査定、地震予報、地震災害、防震・抗震から地震の成因にいたる広大な課題にとり組んだ。地震地質学の専門家は地震科学研究陣全体の重要構成部分で、地震研究の各ポイントを掘下げ、強震後の巨視的な考察に、歴史上の強震区の研究に、広域地震地質調査に、地震の震度区分と震度査定に、前兆現象の総合解析に、地震過程の数理解析と物理モデルなどの研究に加わっている。大量の研究実践を経て一步を進め、地震科学研究陣は中国の圧倒的の大部分の浅発地震と活断層及び新时期活動成断層盆地の間に成因的關係があることを認め、1970年に開かれた地震震度区分・地震地質経験交流会の席上では、古期の地震から新期の地震に、静かな運動から激しい運動に、浅発地震から深発地震に、定性的研究から定量的研

究に研究方向を定めることがはっきり提起された。この数年来、地震地質の研究は資料の総括と基礎理論の研究を強化し、地球物理学など諸科学との結合を強め、それによって多くの、新たな啓発と補足が得られた。その中でも、もっとも進んだのは各断層の識別と分類の研究の発展による広域ないし全国的な地殻力場とその発展・変化による形成体の研究、地表の構造と震央の単純対比の研究の発展による上部マントルを含めた震源深度の動態と地震との関係の詳しい研究、地表地震地質条件の定性的対比の発展による地震過程の定量モデルの研究である。いうまでもなく、この種の努力は始められて間もないが、この分野の初歩的な成果を発表することは地震科学としての地震地質学が新しい地球科学に大きく貢献することになるだろう。1978年に国家地震局は黄山で全国地震地質科学討論会を開き、中国の地震地質学の発展と現状を総括し、今後の発展方向を討議した。この討論会は、中国の地震地質学が新しく興った一学問分野を形づくって大きく前進していることを反映したものであった。

2. 研究の現状

数十年このかた、人々は地震計を用いて物理学的な観点から地震現象を研究し、天然地震の地震記録や人工地震の記録を通して地球内部の構造と性状を考え、地球物理学の一分科としての地震学を形づくってきた。しかし結局のところ、地震は地殻の突然の転位運動の直接的な結果であり、その転位運動は現世地殻運動の一つの特殊なタイプである。したがって、地震活動と地質構造の間には密接な関係がある。そのため、地球科学がこんにちまで発展するに当たって、地震学は地震予知と地震の成因問題に直面してきたが、その課題は地質学ときり離して解決できるものではない。

地震地質学は、地球物理学と地質学との間の境界領域に相当する学問である。その目的は、地震と地質の関係を説明し、地質学の理論と方法を用いて地震活動の法則性を明らかにし、逆に、地震活動から得た現世の地殻運動の微細な特徴によって現世の地殻運動の法則性を把握することにある。したがって、地震地質学は地質学的研究領域の拡大発展でもある。

中国における地震地質学は、地震研究の中で“予防を主とする”という方針を貫くことを重要としている。“予防を主とする”ということは、地震を予知し、予報すること、地震災害を防ぎ、地震にうち勝つことという重要な2面を含んでいる。この両面のいずれも棄てることはできない。予報は地震にうち勝つ前提であり、基礎

* 大隊とは実践グループの意で、一つの組織である。

である。地震にうちかつことは、予報の終着点である。地震にうちかつことを“抗震”とよぶ。以下、地震地質学を予報と抗震の2分野に分けて、筆を進めることにする。

中国の地震予報の経験によると、地震予報には、遠期と近期の別がある。近期予報は更に長期予報、中期予報、短期予報、直前予報に分けられ、それぞれ地震発生の数年以上、数年ないし数カ月、数カ月ないし数十日、十数日ないし一兩日間の予報を意味する。

地震の遠期予報は、実質的には、当該地区に対する現在の地殻運動の特徴を分析し、その地震活動の強さを判定することである。その主な課題は、強震活動帯と強震危険区を区分することにある。これは地震研究全体の計画設定にも関係し、地震研究陣と地震観測所の配置を左右する重要な要素であり、地震研究に先行する地震研究の基礎である。遠期予報の研究においては、地震地質解析と歴史地震分析がその支柱で、どちらも欠くことはできない。歴史上の記録がほとんどなく、現代の地震計の記象が粗略な地区では、地震地質学的手段が特に重要となる。中国の地震地質研究者が行っている研究の多くは、まさにこの分野である。

地震地質学にあつては、近期予報の研究も欠くことのできない研究分野である。地震活動の“発育”、“爆発”、そしてそれらに伴った一連の自然現象(前兆と余震)は、すべて地質構造に規制される。そこでまず第一に、長期予報と中期予報の研究では、地震地質研究が地震活動やその他の地震前兆の数年単位の変化と結びつけて進められれば、すぐれた成果をあげることが可能となる。たとえば、1975年の遼寧省海城地震では、その予報が数年も前に可能となった。それは、1969年の渤海強震の後、次の地震が郟城—盧江深部断裂にそって北に移動するかもしれないという推定を主な根拠として、1970年の第1回全国地震工作会議で遼寧省南部一帯が“重点監視地区”とされた。同年の遼寧省地震辦公室の設立後、营口から開原にいたる断裂に対して地震地質学的、地震学的な考察・分析研究が組織され、さらに沈陽から营口、熊岳から大連にいたる圏内が遼寧省の主要地震活動帯に加えられた。1974年の沈陽地震研究隊が成立した後も遼寧省南部では地震地質、物理探査、重力、地殻の歪などの研究・観測が続けられ、同地区の地震発生の危険性に対する認識は深まり、また1974年から前述の大まかに定められていた危険区の中で各種の地震前兆の観測と研究が強化され、それがきたるべき地震に対して成功裡に予報を出し得た基礎となったのである。しかしながら、近年になって発生したいくつかの強震は、少なからず、人々

の当該地区での地震危険度の強さに対する予想をこえた情況があつた。邢台地震と唐山地震の場合がそうである。これは、長期予報を目前にしながらも、地震地質学のこの方面における研究が比較的低いレベルにとどまっていたことを示し、我々を目の前にして或る人は強震区の地震地質の指標から強震の構造的特徴を認識した内容がきわめて浅く、全く不完全であると力説したが、予測し得なかつた強震に対する一回一回ごとの詳細な分析はすべて我々の認識を一步前進させてくれるのである。

第2に、短期予報、直前予報及び余震の研究では、その地震地質の研究は新たな探索を開始した。邢台地震の発生以来連続的に発生した一連の強震は、多くがそれぞれ異なる地震序列、前兆変化過程、地面破壊、等震線形態の特徴を示していた。その重要な原因の一つがそれぞれの地震発生地区の地質構造条件の違いである。最近、中国の地震予知・予報の研究は、“対比曲線”法ないし経験的な方法から地震の成因と理論モデルを結びつける方向に発展している。以上のように、地震記録、地震記象解析数値、その他の地震観測所のなまの観測資料を用いながら、深部地質構造の研究、岩石の鉱物学的研究と地殻運動学・運動力学的研究を結合した解析が行われつつある。いいかえると、地震地質学は近期予報と地震の成因の面で自己の一つの新しい、重要な研究領域を開拓しつつあるのである。

“予防を主とする”という地震研究方針を全面的に貫徹するには、片手に予報を、片手に抗震をしっかり把握しなくてはならない。抗震の事業は何から手をつけるべきか? 何よりも先に、さまざまな地区の地震活動度の強弱を区別し、それによって、どこに、どのように抗震を設定するかを確定させる。中国では、各地の地震活動度の強弱に対する区別は当該地の地震震度の高低を判定して行われ、地震震度の判定は将来の地震の危険程度を定量的に予想して行われるが、1工事場に対する判定は1地区に対する判定につながり、1地区に対する判定は全国に対して地震震度の区域区分を進めることにもなる。この種の研究事業は、その目的と任務からみれば、抗震研究事業の一部であり、第一のポイントであり、その研究内容と研究手段からすると、地震の遠期予報に近い。これが予報と抗震の関係と考えることができる。

地震の震度区分が一般的な遠期予報と異なる点は、

- (1) 地震への過程を念頭に期限をきり、ある時期(たとえば、50年あるいは100年以内)の地震危険度に特定し、
- (2) 震度の数値だけでなく、将来の地震発生時における地面の運動の或る物理量(たとえば水平加速度)

といった具体的な量値を出すことが要求され、

(3) 地震が影響を与える場(すなわち、地震による破壊・変化の法則性)の研究が含まれる、ことである。中国の地震活動区は非常に広く、地震構造のタイプも多く、そのような条件は日本、ソビエト、アメリカの地震の状況とかなり異なる。中国のいたるところに密な観測網をつくることは不可能であり、防震設備規準を普遍的に高くすることもできない。そのため、地震地質学の角度から強震構造の研究を進め、強震区と弱震区を細部にわたって判定し、正確に震度区を区分することが特に重要となっている。それまでの震度区区分を基礎としてそれを更に一步一步高めながら、この十年来、いくつかの重要開発地区や重要強震帯に対する震度判定の重点研究が進められ、たとえば、西昌一渡口地区シーチヤーン トウコウに対する多年にわたる研究、郟城一廬江強震帯に対する研究は、それぞれかなり深い認識を得るにいたった。それぞれの省における多くの研究事業を基礎にして、1972年から専門の研究調査隊が組織され、地震地質、地震、物理探査、測地、数理統計、土木防災など各分野の研究成果を総合して、新たな全国地震震度区区分図の編纂が開始された。現在、その編纂はほぼ完成している。1957年に出版された中国地震区区分図と対照すれば、20数年来の地震地質の研究がいかに進展したかをみてとることができよう。この区分図の説明書は、近年来の地震地質の研究によって得られた主な知識を集中し、概括している。このシリーズの区分図は、建設地の選定、抗震対策と抗震規準の確定に対して重要な参考となる。同時に、この区分図は地震研究の一部の重要な基礎図ともなる。

抗震の分野では、地震地質学の一つの重要課題となるのが害害地質の研究である。これは異なる地質・地貌条件下で地震がもたらす地面の破壊の差違を研究し、地震危険区に将来生じる可能性の大きい震害の状況と分布法則を予測するものである。かつて、地震地質の研究者と抗震土木・建築設計の研究者が一緒に歴代の強震破壊に対する調査と研究を行い、すでに、山地と平野の地震破壊が特徴を異にし、断層破碎帯、表土層の構造、古河道、地下水位などに代表される地質構造・第四紀地質・水理土木地質条件が地震災害に影響するという、ある程度の知識を得た。この種の調査研究は、地震危険区における土木工事の設計に従事する場合の場所の選定と防災措置の配置、強震被災地における施設・家屋の再建、更に一般地震震度区の区分を基礎として、それを一歩進めた小区域の大縮尺震度区の区分、あるいは震害予測図の作製に、大きく役立つ。

以上、地震地質学が中国における地震研究の中で占め

ている位置、負っている任務、そして、最近の中国における地震地質研究事業の主な方向について述べてきたが、地震地質学が生れてまだ日浅く、それ自体の厳密な概念、理論体系を形づくりに至っていない。特に、いくつかの基礎理論的な研究が強化される必要がある。この数年来、地震地質学の基礎理論に対する研究がますます人々の重視するところとなり、当面する地震地質学の研究課題は更に豊富さを加えている。その主要な課題を、以下に概述する。

(1) 地震構造の研究

この種の研究の主な課題は、地震が不均等に分布する原因を空間的に研究し、その地質構造との関係を求め、さまざまな震度クラス地震区・地震帯の区分と強震区の地質の特徴を明らかにし、地震地質の指標を定めることである。事実を積重ねて、地震危険区を正確に区分できるようにする必要がある。地震構造の研究は地震地質学の中心課題の一つで、その研究の成果はしばしば遠期予報の理論の根拠となり、地震震度予想の出発点ともなる。

地震構造の研究においては、地球物理的な方法と結合してより深部の資料を入手する努力、たとえば、地震探査・電気探査・自然地震観測の資料を用い、空中磁気探査資料を用いてキュー一面を解釈し、重力探査資料を用いて地殻深部界面を計算し、電算機による地震解析、深成岩の鉱物学、初生地下水の地球化学、地熱観測などの方法を用い、地表部と深部の資料を総合して地震地質を解釈する努力、そして、完新世以来の地殻運動の研究と現在の地殻運動の定量観測を発展させる努力、たとえば、人工衛星による情報を解読し、地形と微地形及び考古的地質と古地震をそれぞれ統計的に研究し、測地その他多くの定点観測の手段をつくり、それらによって地殻運動の時間的法的性を明らかにし、数年から数100年の尺度での地震活動の法的性を把握する努力という両方向の努力が重なり合うべきものである。多年にわたる研究を経て、中国の地震地質研究者は強震区と活断層帯、各種のタイプの断層陥没盆地、各種の地球物理異常帯と上部マントル隆起区、地殻内低速層などの関係について、すでにある程度の知識を得て、いくつかの地震区・地震帯区分案を提起している。中国が地球全体の構造の中で重要な位置にあるため、我々としては地震構造分野でいくつかの粗づくりの、初歩的な認識をやっと提起したにすぎないのに、早くも世界の地学界の注目と関心をよんでいる。

李四光は、1962年以来、地震地質の研究をきわめて重

視し、地質力学の観点と方法を中国の地震構造に適用して多くの啓発的な論文を發表し、晩年は水平方向の運動を主な観点として強調し、その後の地震構造の諸研究の中で大量の証拠が得られた。地質力学の基本的な分析法は、地震構造の研究に広範に応用されるようになった。地質力学と地震地質学は互いに進歩を促がし合い、発展し合う。

(2) 強震発生規制及びその随伴現象と地質条件との関係の研究

この課題の要点は、1 地震又は相互に関連の強い 1 シリーズの地震の“萌芽”の成長・発展過程の中で地質の要素が起す作用の研究にある。これは、地質条件のどのような部分が強震の状態(頻度、エネルギー量、地震序列、微震分布、震源体積、各種の前兆、余震分布、形状の変化)の特徴を明らかにしようとするものである。この分野の研究の成果は、近期刊報の水準の向上に役だつはずである。

この分野のすでに行われている研究としては、最近の強震の地震地質的分類(地震の構造的分類とよぶ人もある)があり、ある人は単純破裂型(例:通海地震)、複破裂型(海城地震)、地溝破裂型(邢台地震)、碎裂型(竜陵地震)に分類している。その 1 タイプごとに一定の前兆と空間分布上の特徴、地震時における一定の地面の破壊型式と地震エネルギーの発散の特徴が備わり、更に地震発生の構造と地震萌芽成長の構造の両者についての概念の区別及びそれらに対応した地震の特徴の研究があり、1 強震区に多くの応力が集中する集中点の進展変化過程と強震震源分布面の研究などがある。

実際の資料にもとづいて、典型的な構造、媒体、力学パラメータを抽象し、それによって物理モデル、数学モデルを組み立て、地震の発展と転移及び応力状態を再現させ、あるいは前兆場の理論モデル式を展開して(たとえば、北京・天津・唐山地域と邢台地震区の地震活動と応力状態に対する 2 次元有限要素計算、唐山地震区の地殻応力変動場の数学モデルと物理モデルなど) 初歩的な高温・高圧実験結果に対応させ、震源地における変形破裂過程と地表における各種の物理現象との関連性と相違性の理解に役だてる。これらは、いずれも、いくつかの前兆現象の本質を把握する点で有益である。

(3) 地震のエネルギー源と広域地殻応力場、中国のプレートの運動力学的研究

地震現象からその強震震源点の運動方式を推測することは可能であり、何箇所かの広域の地殻応力場と総合

し、組み合わせれば、プレートの運動力学を探究する一条の道とすることができる。しかしながら、プレートの運動力学と広域地殻応力場の研究はまた、あれこれの地震活動の法則性を一把ひとからげで認識することになる。そのため、最近来、中国の地震地質研究者はこの分野について激しい議論を展開している。

中国の地質学界には、もともと、地殻運動の理論に関して多くの学派と観点があり、地震研究所が提供する豊富な資料を基礎にして、あるいは国際的な地球の運動力学研究の計画とプレートテクトニクス説の影響のもとに、中国の地震地質学界及び地体構造学者は本課題に対して以前よりもはるかに真剣かつ深く検討している。たとえば、人々は歴史上の地震の巨視的現象(地震断裂、裂開、地形変化など)、震源規制の分析資料、測地数値、地体応力・断層微量転位の観測資料に基づいて、各地の現在の応力場を研究し、第四紀の活断層と断層陥没盆地の力学的性質と配列方式の研究及びそのほかの第四紀地質・地貌の研究(水系のねじれなど)に基づいて、新生代の地殻応力場を再現し、燕山運動が残した地体構造変形を根拠にして中生代の応力場を推定している。それによって、各地域の中生代以来の地殻応力場の変遷の輪郭が明らかになり、更に中国の古プレート縁辺部の変遷の法則性も研究されている。このような分析を経て、多くの地震地質研究者は中国では水平運動が主要地殻運動の特徴を備えていると考え、中国の西部では南北に近い方向の圧縮圧が、華北以北では NEE-SWW 方向の圧縮圧が、華南以南では SEE-NWW 方向の圧縮圧がそれぞれ主であるとしている。このような状況は主としてプレートの周囲にプレートの運動が影響したものであるが、プレート内部まで上部マンツルの活動が一定の作用をしている可能性もある。

しかしながら、認識はまだ一致していない。ある人は地質力学の観点から地球の自転加速度の変化が主因であると強調し、またある人は有限要素の計算結果に基づいて垂直運動が地震を成長・発生させる主な作用であると反論している。このような地球科学の根幹に関わる、もっとも根本的な問題を説明するに当って、異なる認識が現われてくるのは、きわめて当然のことと言える。重要なことは、地震地質学の発展がこの一つの課題の深い研究を推進したことで、このことが地震学と地質学の発展にとってきわめて大きな意義を備えていることはいうまでもない。

(4) 震害地質とダム地震の研究

人類は地震を防ぎ、地震にうちかたなくてはならな

い。そのためには、必ず地震災害が生れる原因を研究し、地震災害をどのようにして免がれ、減少させ、緩和させるかを研究する必要がある。なかでも、地震災害に対する地質・地貌条件の影響を研究することは、抗震の研究の一つの重要な方向である。震害地質分野が直面しているものはまさにこの一課題であって、当然のことながら、この課題は地震地質研究者が責任を他に押しつけることのできない一つの任務である。多年にわたって、中国科学院の土木力学研究所、国家地震局の地球物理研究所、地質研究所及び一部の省・市の地震研究機関は、この分野の研究事業をおし進めてきた。たとえば、強震の際の山地地区におけるさまざまな地貌部分での地表面運動パラメータの観測、平原地区における砂の液化条件、地震波エネルギーに対する断層破砕帯の吸収作用の実験研究などがそうである。更に多くの研究が依然として強震後の巨視的調査法を用いて行われ、定性的な分析を進めていることは、いうまでもない。また、ある人は巨視と微視の両方法を結合して適用し、北京平原地区の被覆層の構成とその地震反応スペクトルの特徴に基づいて北京平原地区の小地区震度区分を試み、土木設計部門の注目を受けている。しかし、全体としてこの項の研究はまだ始まったばかりで、人も少ないし、観測・測定機器も限られている。とはいえ、国家計画、国民生活、防震・抗震のために、この項の研究がすでに不可欠となっており、今後は広範に発展するものと思われる。

中国は20数年にわたって無数のダムを建設してきた。それは、それぞれ地質条件を異にするところにあり、ダム建設完了後の地震活動はさまざまな形で現われ、そこでダム地震の研究を拡大するよう切実な要求が出され、研究しやすい条件が作り出された。1962年の初頭に広東省新豊江ダムでマグニチュード6.1の地震が発生し、東江川下流地区に非常に大きな脅威を与えたが、周恩来首相の配慮をえて、当該地震の発生がかえって中国のダム地震研究の推進力となった。それ以来、新豊江、丹江口などの大型ダムに対する総合的な研究が進み、資料が豊富に集積され、中国のダム地震の原因についていくつかの観点が形づくられてきた。一般的には、比較的大きなダム地震の発生は、そのダム地区の活動的な地質構造に対する位置、溶解空洞の多寡ないし裂か系の浸透性に関係があり、水体の荷重がダム地区に沈降部を生じて、周縁裂かを作り、水の浸透を促がし、その水が深在岩石の割れ目を充填し、正圧応力が減少し、剪断滑動が発生しやすくなるというつながりがある。

ダム地震のほか、2・3の油井・ガス井あるいは水井戸の注水や水の汲上げが地震を誘発した事件を研究して

いる人もある。このような研究は、水利施設の建設に重大な意味があるだけでなく、一般の地震の原因を理解する上でもきわめて有益である。これはまた、人間が地震エネルギーの解放を左右する科学的な前提をつくることを示している。

当面、国家地震局地球物理研究所、地質研究所、湖北省地震局、広東省地震局、それに関係水力電力部門の機関では、すでにダム地震研究のために研究室、研究班を組織し、研究もすでに展開されている。

3. 展 望

中国地震地質学30年の発展をふりかえり、我々は心躍る喜びを感じる。しかし、眼を広く世界に向け、地球科学の過去と将来を見わたし、広々とした全地球を眺めれば、中国地震地質学がすでに得たものについては未だしの感が深い。それでも、中国地震地質学の将来への前提が得られ、その新しい地球科学の中での意義は深く、我々を鼓舞してくれている。

近代地質学は、Lyle がうちだした“Present is a key to past”という現実主義を数世紀の間基本的原理として研究に力をつくしてきたが、2・3の大陸の古生代から中生代にいたる地殻変遷史をかなりの程度明らかにしたにすぎず、地球の2/3の面積を占める大洋、古生代前の長い地質発達史、深部地質、新生代以後の地殻運動については知るところがきわめて少なく、したがってきわめて大きな一面性を備え、地殻運動の理論など幾つかの根本的な問題に関しては推測のレベルを出ていない。一方、地球物理学はその発展初期には地質学の1構成部分であったが、本世紀初頭以降、地震学を包括し、理論地球物理学として急速に発展し、独立するに至った。

この重要な2部門の地学部門は、一は帰納法と推理的な方法を用いて地球の歴史の変遷を追究し、一は主として物理と数学の方法を借りて地球の現在の状態を明らかにする学問である。したがって、類似した地震の成因、地球の運動力学過程といった難問題は、結局のところ、両部門が結合して解決に当らざるを得ない。第二次世界大戦以降、生産力が発展し、科学技術が飛躍的に進歩し、一連の新技术(深海ボーリング、リモートセンシング、コンピュータ、宇宙飛行、レーザー、同位体利用)が地球科学の研究にとり入れられ、地球科学の全部門がきわめて豊富に資料を獲得し、地球科学は地球の深部に、あるいは大洋に向かって進み始め、汎地球的構造や宇宙地質の新しい概念を得つつある。それはすべて、地質学と地球物理学が結合して条件を生みだしたものである。1957年から数次にわたって展開された“国際地球観測年”、

“国際地球内部開発計画”, “国際地球力学計画” 及びそれと組合せた“深海ボーリング計画”などは, その動向を正しく反映している。1960年代になって提起された“プレートテクトニクス”説は, この一つの発展方向にそった一つの優れた成果である。地質学と地球物理学が相結び合うのは, 地球科学の弁証法的発展の必然的なことと言ってよいだろう。

中国の地震地質学は, まさしくこのような背景のもとで誕生・発展したのであるが, これは“その時を得ていた”わけである。中国の地震地質学は, 当面の課題として, 主に次の方向をとっている。

- (1) 震源付近の地質と地球物理の研究
- (2) 新期構造運動と現代構造運動の研究と定点観測
- (3) 現代地殻応力場の形成とその変化

などである。これらは地球科学が当面した, もっとも関心の深い, 地球運動力学の研究の一部分である。地震は地質学と地球物理学とを結びつける一つの媒体であり, 接合点の役割を負っている。地震現象の研究を通じて, 地震地質学は地質学と地球物理学を活用し, 物理学的方法と地質学的方法を併用し, 歴史と現状, 深部と表層部, 定量的と定性的な研究を結合し, その結果, 一方では地質学が一つの, 明白な, 現在の地球とその運動状態を図に描き, それによって“Present is a key to past”の“Present”に新しい概念と内容が注入され, 地質学の革新が推し進められる(プレートテクトニクス説は革新的な作用をしているのか!?)。また一方では, 地球物理学も地球の歴史の変遷を探り, 現在の地球を認識する上で役立っていることは疑いない。これがまた, 古地球物理学の広大な領域を開くことになる。それによって, 地震地質学はまさに地球物理学と地質学とを結合する橋ともなり, 帯ともなっており, 最近の新たな地球科学の発展の中で生命力のある一つの成長“株”になっていることができる。

事実上, 中国の地震地質学の研究は, いくつかの分野では, 中国における地球科学の理論の進歩を促がした。たとえば, 地震, 電磁気, 重力, 地熱, 震源規制の分析などさまざまな方法を通じて, 中国のいくつかの地域(主として華北地方)における地殻深部と上部マントルについての理解が促進され, 豊かに発達した, 各種の第四紀地質と地貌による研究法, リモートセンシング資料の解読, 機器観測の方法などを通じて, 中国の新期構造と現代の構造運動に関する研究が深まり, 中国の地殻の応力場とプレートの運動力学的問題の活発な討論が激発され, 有限要素法, パターン解析などの比較的新しい数学の方法やコンピュータ技術を地球科学に導入して, 地

球科学の定量的な研究が推し進められ, リモートセンシング技術, レーザー技術などの一連の先進的な機器装置と測定技術を導入して, 地球科学の近代化が促進されている。

将来を展望すると, まず第一に, 地震地質学は必ずや更に多くの関連ある学問と結びつき, 己れ自身の研究に新しい領域を開拓し, その視野を広げるに違いない。一方では, 当然のことながら, 微視的な方向に進み, 地震活動と岩石, 鉱物, 結晶及び地球化学的变化との間の関連性を研究し, また一方では, 巨視的な方向に進んで, 地震活動と惑星としての地球の運動との関連性を研究し, 月, 金星, 火星及びその運動を研究して地球の地殻の運動と対比する。この両方の方向にそって, 関連分野の諸科学部門と“交配”し, 相互に浸透し合い, 地震の成因とエネルギー源について隘路を突破するような進展が得られることになるだろう。

地震の萌芽の成長と地震の発生は一つの複雑な物理・力学・化学の過程で, 地震に関係した各種の現象を研究する際には, 物質組成についての検討をないがしろにし, 各種の力学場, 地球物理場に対する研究以外をはぶくことはできない。地震の地球化学的な問題の研究は非常に重要であるにもかかわらず, 過去の展開ではこの分野の研究はきわめて少なく, 多くの課題に大きく影響している。

地震は地学現象の中では広大で, かつきわめて精密なものであり, 測定時間の精度その他の変化量の精度が高いことを要求し, その測定の大部分は現在の一般地学用機器では精度到達が難しく, そのほかの研究環境も外業や仕事量の大きさにふさわしいものであることを必要とする。このような特徴点は, 常に, 地震学及びそれと関係のある地質学に対して観測技術上の非常に大きな工夫を, それでもって実際の研究での必要を満たすよう要求しているのである。

中国の地震地質の実態を直視し, 上記のいくつかの不十分な点を考慮すれば, 我々は中国の地震地質学が以下の方向を引き続き深め, きり開くべきものとする。

(1) 表層地震地質の研究を引き続き深め, 多数の強震の実例を直接の対象として広域地質の新たな研究成果と組合せ, 強震地質体の環境の研究を強め, 地表面の振動と震害地質の研究を強化する,

(2) 震源区域の地震地質の研究を進め, 深部地球物理資料を大量に入手するとともに, 震源区域の岩石地球化学的研究を促し, 高温高压下, 特に動圧条件下における岩石の組織・構造と溶融, 変成の研究を組合せ, 震源区域の動力地球化学環境を明らかにする,

(3) 精密な地殻応力場の研究を深め、地殻の古応力場と現在の応力場を結合し、実測した応力状態と実験モデルの応力場を結合し、現在の地殻応力場の分析方法と理論を開拓する、

(4) 物理的・力学的・化学的地震前兆場の地震地質の研究。地体構造の深部部分と浅部部分の具体的条件を前兆の実際の現われ方と組合せ、前兆場の地震地質条件を解明する、

(5) 古地震と新期地震の年代学的研究。完新世地層学と同位体年代学、地磁気年代学を天文、気象などの同期性の研究と結合して古地震の現場の研究と組合せ、考古地震学もその中に含めて地震活動の時間的法則を求め、更に広大な基礎を確立する、

(6) 現地球の運動力学的研究。地域的な場合から全地

球にわたる地震構造とその運動学の説明、その運動力の源、動力作用の方式とその変換法則を探る、

(7) 地震地質学研究への新技術装置を導入し、定着・進歩させる。

中国は古文書に地震の記載を豊富に残しているだけでなく、汎地球構造の要の位置を占め、世界の2大プレートの縁辺地震帯が通り、多くの種類の多数のプレート内地震が広く分布し、我々が地震の謎を解明しつくすよう励ましてくれる。中国の地震地質研究者は任務が重く、道も遠い。中国の地震地質学は人類が地震を予防する斗いと地球科学を発展させる事業に更に大きく貢献し、その実践過程の中で自分自身を不断に発展させ、壮大にしないでならないのである。