

地震動と防災

吉 川 宗 治

1. はじめに

地震動による災害は、建物・施設に入力として利用する入力地震と、構造物の耐震強度によって決まる。通常の耐震設計では、入力地震波・地盤と構造物の相互作用・上部構造物の耐震特性等を考慮に入れて、震害を最小限に食い止めるように建設は進められる。上記の中で地盤の一部は、地盤改良や造成によって人為的に変更でき、構造物及びその基礎は、人工的に制御可能なものである。しかし、地盤に入ってくる地震波は、自然現象であり、従来までの地震学で得られた知見に基づいて推定しなければならない。地震学で取り扱われる地震波動は、その振幅にかかわらず、地震の発生機構・伝ば経路の地下構造の影響・構造物の存在する地点の地盤構造を考慮した波動論に基づいて議論されねばならないが、ここでは地震工学で対象となる大地震時の震害に関係した地震動について、防災工学的立場から概説する。地震工学における地震動の特性は、強震観測網が充分整備されていなかった時代は過去の震害例から、また最近では強震記録から研究が進められてきたが、震害例から想定される地震動は被害対象となる構造物の種類、日本の場合には主として木造家屋の倒壊と関連しており、またその立地されている場所が平野部であることが通例であったため、対象となる地震動もその周波数成分は数 Hz 前後のものが多かった。しかし、最近電力関係の設備の原子力発電所のように海岸近くに立地され、山地や平野部を通して送電設備が設置されているものや、埋立地の臨海工業地帯・石油貯蔵タンクなど、立地の場所やその上に建設される構造物の種類も多くなり、タンクのスロッシングのように長周期の固有周期のものから、機器配管系のように数 10 Hz の固有周期のものまで、その耐震性を検討しようとする、地震波についてもその周波数成分の広帯域特性が要求され、地震動による液状化や斜面崩壊まで議論するためには、予想される震動継続時間・地震波の入射方向、基盤からの入射角等詳細に知る必要が生じてきた。

2. 震害と地盤

震害と地盤の関係については、過去の震害例の解析結果から数多くの研究成果が得られている。特に木造家屋の震害と地盤の関係については、日本の都市が主として河川の沖積平野に存在したことから、沖積層の層厚と震害の間には、密接な関係が見出されている。その理由として、沖積層内では基盤から入射した地震波が振動インピーダンス ρV_s (ρ は密度・ V_s は S 波の速度) の変化に応じて振幅が増幅されることや、沖積層内での重複反射で地盤の卓越周期に相当する地震動が生じ、それと木造家屋の固有周期に近い値をとることから共振現象が生じ、震害が増大するとされている。しかし沖積層を構成する地盤の物性値も最近都市活動が盛んになるに従って種々雑多なものが含まれるようになり、沖積層厚と震害が比例関係にあるという従来の考え方を見直す必要も生じてきた。

地表面での地震動を適切に評価するためには、沖積層内での波動の減衰を明らかにする必要もあるが、 V_s が低い領域では Q 値の測定が非常に困難であり、実験室内での測定結果を総合して評価してもばらつきが多く誤差が生じやすく、地表での地震動を説明するのは困難な状態にある。減衰率をどのように考慮するかによって、一般に震害と関連づけられる軟弱地盤での最大加速度は小になることもあり、地盤が良いとされている硬質地盤の最大加速度が大きくなることもある。また、河川の上流部での沖積層は V_s が 500～

600 m/sec もあり、この場合は振幅の増大は生じ難い。一方常時微動の測定結果から、地盤を第1種～第4種に区分けし、番号順に硬質地盤から軟弱地盤に変化するとし、震害の程度を左右するとする考え方を採用する方法も一般に使用されている。しかしこの際も地下構造にある程度の前提条件が必要であり、沖積層を構成する地盤物性が日本の都市部に見られるように一定の範囲内にいること、層構成が地下深部にすすむに従って弾性波速度が速くなっているという条件が必要である。また、地層がかなり広範囲にわたって平行層であり一次元波動論が適用される状態にあることも要求される。

最近の震害例と地盤の関係は、都市区域の拡大や、対象となる構造物の時代変遷に伴い、従来の慣用的方法と合せて、地下構造の三次元的な調査解明、地盤構成物質の物理定数の把握と相まって、再検討されるべき段階になっている。その結果、地表地震動の生成過程が明らかになれば簡易的な方法として、震害を左右する地盤の良否を判定するいくつかの指数を見出すことも可能になるだろう。

3. 強震動予測

地震動が震源過程・伝ば経路・地盤条件によって影響を受けることは一般によく知られている。この3つのうち、震源過程については、最近いろいろな研究成果があり、種々の震源モデルから計算によって求められた地震動と実記録が対比され、かなりよく一致することがわかった。また、数点で観測された地震記録から inversion によって震源過程を推定する方法も開発されつつある。上記の方法は数秒以上の比較的周期の長い地震波については、震源過程と関連させることができて、秒以下の短周期の地震波については、定量的に対応させることは困難な問題である。しかし地震動の時刻歴まで説明することは無理としても、response spectrum との対応はつけられるようになりつつある。

余震や前震を相似則に従って合成することにより大地震時の地震動を説明することも最近試みられ、かなりの成果をあげている。しかし将来ある地点で予想される強震動を予測する確定的な方法はまだ見出されていない。

過去の大地震時の強震記録から、マグニチュード・震央距離・最大加速度・最大速度の関係を統計処理によって回帰式として求めたものが一般に使用されている。強震動の概略の見積りをするための方法としては止むを得ないとしても、強震動の生成過程を平均化した形で得られた回帰式をそのまま使用することは問題が多い。すなわち、回帰式からのずれが、予測する地震動の震源過程や伝ば経路・観測地点での地盤の固有のものである場合は適切な補正法を考慮した上で、強震動を予測しなければならない。

震源となる断層と観測点の距離が断層の長さと同程度の場合は、断層面内での破壊の開始点・それからの伝ば形態が強震動特性に directivity・radiation として影響するが、充分距離があると震源距離を1つのパラメータとして取扱うことができる。過去の大地震による震害例では震源域はそのマグニチュードに応じて断層の長さに見合った領域で定まり、日本の場合は一定の極限加速度 (500～600 gal) となると推定されている。しかし最近震源近傍の強震観測記録も得られるようになり 1 g 近くの観測値も報告されている。震源近傍における directivity・radiation も考慮に入れるとこのような加速度の高い場合も想定できるが、その分布・地形・地下構造等との関係は今後研究されるべき課題である。

ある地域での強震記録がアレー観測で得られ、その強震記録が震源過程と関連して説明できたとしても日本の場合のように陸地での同一地点での再現期間が数千年もあると、その地点での実用的な利用価値は少ないが、サイスモテクトニクスとの関係が明確にされ、他の地点での同様な震源過程が合理的に想定されれば、震源域内での合理的な強震動予測も又可能となるだろう。

4. 不整形地盤における地震動

地震動災害が軟弱な沖積層が不規則な形状の基盤層上に堆積している地域や、地盤構成が垂直方向だけでなく水平方向に急変する地域に集中することは、過去の震害例で数多く報告されている。最近この傾向は非

常に顕著になり、新しく開発された丘陵地や埋立地などの不規則な地下構造をもつ造成地盤に震害が集中してきている。海岸の近くで山脈が接近している場合や地下に落差の大きい断層がある場合も例外ではない。地表及び地下構造が平坦でない地点での地震動の挙動は、実験・理論両面から研究が進められている。実験的方法としては、不規則な地表形状の地域、または、地下構造の不規則な地域に、水平・垂直両方向にアレー観測網を設定し、自然地震や雑微動を測定し、地表地形及び地下構造と対比させて観測波を解析し、地下構造の影響を考察する方法である。この場合振動源として人工爆破や人為加振のための加振機を使用する場合もある。実験的方法による限り、不整形地盤の地震動に対する影響は定性的に把握できても、波の入射角の制御や振幅に制限があり、実際の強震時の地形及び地下構造の入力地震波への寄与を議論するためには充分でない面もでてくる。

理論による数値解析には、大別して波動の散乱理論や ray theory による計算法と、有限要素法・境界要素法による不整形地盤の震動解析の方法がある。数値解析及び実験から得られた不整形地盤の特性として以下のことが一般的に知られている。

① 地下構造が水平連続境界を持っているとき、震動の卓越周期は境界の両側で変わらないが、振幅値そのものは境界近傍の地盤上で大きく変化する。振幅の地盤上での各点の変化は歪の増大につながり、震害に関連するものと考えられる。

② 不整形地盤上での地震動は入射地震波の入射方向・入射角によって著しく変化する。地震動の変化の周波数依存性は不整形の度合に応じて異なり、秒単位 of 地震動の成分は水平・垂直とも数 km の地表地形・地下構造の不規則形状の影響を受ける。

不整形地盤とその震害の関係は、最近注目されだした事柄で、実例も少なく未開発な問題も多い。今後このような地域での高密度の強震観測と震害の実例解析が必要である。このため、不規則地形・地盤の精度の高い地下探査法の開発と、そのモデル化及び数値計算法の確立が望まれる。震害予測の精度は、現実の地盤の表示法の近似の程度によるものと考えて差支えない。不整形地盤では、任意形状の境界層による地震波の反射・屈折により、地震動の時刻歴が平行層の場合と比較して長くなることもあり、構造物・施設の建設予定地での入力地震動への地表地形・地下構造の不規則性の影響を評価する必要があるときは、まず、構造物・施設の種類に応じてその周波数領域を設定し、実験または観測によってその地点周辺での地震動特性を吟味し、地下構造の精査と同時に数値計算で一般化することが望ましい。

5. microzonation

都市域での強震動による被害想定をするためには、まずその都市周辺に想定される地震のマグニチュードと震央距離を定める必要がある。そのためには歴史地震の生起状況・活断層を調査し、強震動の原因となる可能性のある大地震を想定する。つぎに回帰式によって都市部での強震動特性を推定する。最近の都市では種々雑多な構造物・施設があり、その固有周期の長いものから短いものまでいろいろあり、また基礎の底面積が大きいものや長いものがあり、強震動の広帯域周波数特性やその地域的分布を知る必要がある。都市内では一般に数多くの洪積層にいたるまでボーリング資料があり、マグニチュード・震央距離がわかると回帰式から洪積地盤上での最大加速度が求められ、それから強震動波形を推定することができる。一方ボーリング資料からの沖積層の影響を考慮した地表地震動を求め、都市域での最大加速度・最大速度・卓越周期の分布を計算し、zoning map を作成することができる。一般にこれらの分布はそれぞれ異なり、俗にいう地盤の良否と合致しない場合も生じてくる。震度と対応しているといわれている最大加速度が地盤の良いとされている地点で大きくなることもある。

都市域での全体の震害像を与えるためには、被害対象物を設定し、それに応じた zoning map を数種作製する方が合理的で、それらを総合して microzonation をする方法が現実的である。都市内でも最近探査技術の発達に伴って不整形地盤が見出されつつあることや、固有周期が長く深層に到るまでの地下構造の影響を受

けることが予想される構造物に対しては、都市地盤の深層構造も調査し、それらを考慮した上での広範囲の周波数帯域での強震動の分布を求め、目的に応じた zoning map を作製することが望まれる。

6. お わ り に

構造物の設計入力として要求される地震動は、時代と共にその精度が必要とされるようになってきた。その理由は建設される施設が超高層や長大橋のように底面積が大きく、長いものから、施設の中に複雑な機器・配管等を含み、振動性状が種々異なるものが含まれるようになったからである。それらに応答を与える地震動も、低周波数のものから高周波数にわたる特性が明確にされる必要が生じ、同一構造物の基礎面の中での地震動の差異も問題となってきた。一方、それらの構造物・施設の建設予定地が埋立地や海岸近くにある場合が多く、過去の震害例が少ないのが通例である。より確度の高い地震動入力を予測するためには、地震の震源過程の解明やその地域的特性の分布、現実に存在する活断層の位置・メカニズム・時代的変遷等を調査研究しておく必要がある。また、構造物・施設の立地の際には、地質・地盤・地形が地震動に及ぼす影響を充分検討した上で、施設配置・構造設計をしなければならない。人為的に制御可能な地盤・岩盤の改良や、上部構造の耐震設計をしても、基盤への入力地震動は自然現象であり、最近めざましく進歩した地震学の知見を適用するとしても、未解明な問題が非常に多く、強震時の震害を最小限に食い止めることは困難な問題である。実際の建設にあたっては、参考になるのは過去の震害例であるが、立地条件はその都度異なり、一般化する際には充分周辺の状態を検討しておく必要がある。地震動に関する研究も、過去の震害例の解析・観測地震波の分析・数値解析等非常に進んできたが、確度の高いものから、まだ推論の域を出ないものまでいろいろある。実際の建設にあたっては、これらの研究結果を吟味検討して、安全率を充分考慮した上で適用することが望まれる。

EARTHQUAKE MOTION AND DISASTER PREVENTION

By Soji YOSHIKAWA

Synopsis

The seismic characteristics of structures will be determined by considering the design earthquake duely selected to the site. In this paper, the relations between the earthquake motion and the earth-ground, source process and path are briefly discussed. From the observational results of strong motions, peak accelerations are obtained in terms of magnitude and epicentral distance, however, the deviations from the regression curve are found to be significant. Therefore, this variability has to be considered in the prediction of strong motion.

The topographical irregularity and the ground structure play important role on the determination of design earthquake. Some experimental and theoretical methods are reviewed. In order to mitigate earthquake hazard, the mechanisms that control strong ground motion have to be studied from the points of view of both seismology and engineering. The analysis of past earthquake damage together with estimation of strong motion will be useful to define measures for the disaster prevention.



奥田節夫教授

奥田節夫教授略歴

大正15年10月16日	岡山県邑久郡邑久村に生まれる
昭和20年3月	第六高等学校理科甲類卒業
昭和20年4月	大阪帝国大学理学部物理学科入学
昭和23年3月	大阪大学（校名改称）理学部物理学科卒業
昭和23年4月	岡山県立邑久高等学校教諭
昭和25年9月	岡山大学理学部助手
昭和36年3月	理学博士学位取得（京都大学）
昭和36年7月	岡山大学理学部助教授
昭和38年4月	京都大学防災研究所助教授
昭和39年1月	京都大学防災研究所教授（地形土壌災害研究部門）
昭和60年5月	京都大学防災研究所所長，京都大学評議員（昭和62年4月まで）
昭和63年3月	京都大学退官
昭和63年4月	京都大学名誉教授
昭和63年4月	岡山理科大学教授

奥田節夫教授研究業績

論 文

発表年	題 目	発 表 誌 名	共 著 者
1950	瓦斯天秤の磁気秤量法に就て	応用物理, 19巻, 6号	中川裕之・ 信貴豊一郎
1952	分流型低温恒湿装置の試作 熱電対回路による湿度の直読法	応用物理, 21巻, 10・11号 農業気象, 7巻, 3・4号	坂手邦夫 坂手邦夫
1954	噴霧式製塩に於ける霧滴について	農業気象, 10巻, 1・2号	松原 茂
1956	寝屋川模型実験 ——鴻池堰操作の基本方式	京都大学防災研究所 創立5周年記念論文集	矢野勝正・足立昭平 樋口明生・大同淳之
1959	Experiments on evaporation from wavy water surface	Record of ocean. works in Japan, Vol. 5, No. 1	
1960	内湾締切後における淡水水の交換	海洋学会誌, 16巻, 1号	
1961	The velocity distribution at the interface between two liquids	Jour. Phys. Soc. Japan, Vol. 16, No. 2	(学位論文)
1962	The effects of released salt from the lake bottom on the salinity distribution in an estuary	海洋学会誌, 18巻, 3号	
1963	人造淡水湖(児島湖)における塩分の収支推 定について(その1) ——樋門, 閘門を通しての出入——	京都大学防災研究所年報, 6号	
1964	人造淡水湖(児島湖)における塩分の収支推 定について(その2) ——海水の逆流の影響, 洪水時の塩分排除, 湖底の塩分拡散——	京都大学防災研究所年報, 7号	
1965	人造淡水湖(児島湖)における塩分の収支推 定について(その3) ——湖内における各種拡散現象 付 山陰豪雨による中海の塩分低下——	京都大学防災研究所年報, 8号	
1966	Salt Balance in Kojima Lake	Spec. Contribution, Geophys. Inst., Kyoto Univ., No. 6	
1967	河口地形の海水遡上に及ぼす影響 河口締切にともなう塩分分布変化について 天然水の化学組成による大戸川流域の岩石風 化, 崩壊の研究(その1)	京都大学防災研究所年報, 9号 京都大学防災研究所年報, 10号A 京都大学防災研究所年報, 10号A	金成誠一 金成誠一 北野 康・奥西一夫 吉岡龍馬
1968	On the change in salinity and bottom topography after the closing of the mouth of Kojima Bay 松代地すべり地湧水の地球化学的研究	Bull. Disas. Prev. Res. Inst. Kyoto Univ., Vol. 18, pt. 1 京都大学防災研究所年報, 11号A	北野 康・吉岡龍馬 奥西一夫
1969	崩壊災害の地形的特性(その1) The salt balance at estuarine reservoirs in Japan 東南アジアおよび台湾における陸水の分布 (その1)	京都大学防災研究所年報, 11号A 太平洋学術会議 Proc. Sympo., No. 51 京都大学防災研究所年報, 12号B	柳瀬 訓・横山康二 北野 康・吉岡龍馬

発表年	題 目	発 表 誌 名	共 著 者
1970	東南アジアおよび台湾における陸水の分布 (その2)	京都大学防災研究所年報, 13号A	土石流研究グループ 吉岡龍馬・北野 康
1971	物理地形学と災害科学の関連について	京都大学防災研究所年報, 13号A	
	土石流の総合的観測(その1)	京都大学防災研究所年報, 14号B	
1972	松代群発地震地域の地すべり地帯に湧出した 地下水のハロゲン元素について	京都大学防災研究所年報, 14号B	諏訪 浩・横山康二 枝川尚資 吉岡龍馬
	土石流の研究	NAGARE, 3巻4号	
1973	土石流の計測法に関する研究	京都大学防災研究所年報, 15号A	諏訪 浩・横山康二 枝川尚資 吉岡龍馬
	土石流の総合的計測システム	写真測量, 11巻, 1号	
1973	水質からみた亀の瀬地すべり地帯の粘土鉱物 生産量の推定	京都大学防災研究所年報, 15号B	諏訪 浩・横山康二
	Observation System on Rocky Mudflow	Bull. Disas. Prev. Res. Inst. Kyoto Univ., Vol. 23, pt. 3 & 4	
1973	焼岳土石流調査報告書(第1回)	建設省松本砂防工事事務所技術資料 4号	諏訪 浩
	土石流について	海洋科学特集「海洋堆積学の方法」 京都大学防災研究所年報, 16号B	
1974	土石流先端における巨礫の運動および先端形 状について	京都大学防災研究所年報, 16号A	土石流研究グループ
	土石流の現地調査について	水利科学, 17巻, 1号	
1974	河口淡水湖児島湖における物理現象の変化	沿岸海洋研究ノート, 11巻, 1号	吉岡龍馬・神山孝吉 友沢憲治 吉岡龍馬
	沿岸海況のモニタリングに対する航空写真の 応用	京都大学防災研究所年報, 17号B	
1975	びわ湖流入河川の水質の季節変動と粘土鉱物 生産量の推定	水利科学, 18巻, 1号	吉岡龍馬・神村 孝 田中 茂 神山孝吉・河合 章
	水質と崩壊災害	京都大学防災研究所年報, 18号B	
1976	豪雨時における山地地下水の流出量と溶存化 学成分との関係	陸水学雑誌, 37巻, 2号	奥西一夫・横山康二 柏谷健二・平野昌繁 横山康二
	Studies on the Release of Ammonium Nitrogen from the Bottom Sediments in Freshwater Bodies -1	京都大学防災研究所年報, 19号 B-1	
1977	簡易自動採水器の試作について	京都大学防災研究所年報, 19号 B-1	諏訪 浩・奥西一夫 仲野公章・横山康二 柏谷健二 神山孝吉・河合 章
	山腹崩壊と地形特性に関して——昭和50年5 号台風による高知県下の山腹崩壊を対象とし て——	陸水学雑誌, 38巻, 2号	
1977	土石流の総合的観測(その2)	京都大学防災研究所年報, 19号 B-1	神山孝吉・河合 章
	土石流の総合的観測(その3)	京都大学防災研究所年報, 20号 B-1	
1977	リルの分布と確率モデル	京都大学防災研究所年報, 20号 B-1	神山孝吉・河合 章
	Studies on the Release of Ammonium Nitrogen from the Bottom Sediments in Freshwater Regions	陸水学雑誌, 38巻, 2号	
1977	I. Generation of Ammonium Nitrogen in the Bottom Sediments in Lake Biwa	陸水学雑誌, 38巻, 3号	神山孝吉・河合 章
	Studies on the Release of Ammonium Nitrogen from the Bottom Sediments in Freshwater Regions		
1977	II. Ammonium Nitrogen in Dissolved and Adsorbed Form in the Sediments		

発表年	題 目	発 表 誌 名	共 著 者
1978	土石流の総合的観測（その4）	京都大学防災研究所年報, 21号 B-1	諏訪 浩・奥西一夫 横山康二・仲野公章 小川恒一・浜名秀治 国司秀明・岡本 敏 山本淳之 神山孝吉・河合 章
	琵琶湖湖流の総合的観測とモニタリングに関する研究 Studies on the Release of Ammonium Nitrogen from the Bottom Sediments in Freshwater Regions III. Ammonium Nitrogen in the Sediments of Different Water Regions	LBI 研究報告, 9号 陸水学雑誌, 39巻, 4号	
1979	土石流の総合的観測（その5）	京都大学防災研究所年報, 22号 B-1	諏訪 浩・奥西一夫 横山康二・小川恒一 浜名秀治 神山孝吉・河合 章
	水域底泥中のアンモニア態窒素の分布と水中への溶出	用水と廃水, 21巻, 3号	
1980	Characteristics of Heavy Rainfall and Debris Hazard Observation on the Motion of Debris Flow and its Geomorphological Effects 土石流の研究における粒度分析 土石流の総合的観測（その6）	Natural Disaster Science, Vol. 1, No. 2 Zeit. Geomorph. Suppl.-Bd. 35 粉体工学会誌, 17巻, 5号 京都大学防災研究所年報, 23号 B-1	芦田和男ほか 諏訪 浩・奥西一夫 横山康二・仲野公章
	Dissection of Valleys by Debris Flows 土石流の頻発する焼岳上々堀沢の地形変動 中国における土石流研究の現状 土石流の総合的観測（その7）	Zeit. Geomorph. Suppl.-Bd. 35 地形, 1巻, 1号 地形, 1巻, 2号 京都大学防災研究所年報	諏訪 浩 諏訪 浩 柏谷健二 諏訪 浩・奥西一夫 横山康二・小川恒一 諏訪 浩
	Topographical Change Caused by Debris Flow in Kamikamihori Valley, Northern Japan Alps びわ湖南湖における流速および水温分布の観測とその解析 Depositional Processes of Debris Flow at Kamikamihori Fan, Northern Japan Alps	Trans. Jap. Geomorph. Union, Vol. 2, No. 2 科研費「部分循環水域の維持機構と物質代謝」報告書（その2） 地形, 2巻, 2号	大西行雄・横山康二 由佐悠紀・新井 正 諏訪 浩
1982	Vertical distribution of Cs-137 and its accumulation rate in lake sediment 焼岳上々堀沢扇状地における土石流の堆積構造 Refuge from Large Scale Landslides	陸水学雑誌, 43巻, 1号 京都大学防災研究所年報, 25号 B-1 Jour. Natural Disas. Science, Vol. 4, No. 2	神山孝吉 諏訪 浩 奥西一夫
	実験地形学の最近の動向と災害科学との関連性	京都大学防災研究所年報, 25号 A	
1983	Deposition of Debris Flows on a Fan Surface Mt. Yakedake, Japan 焼岳上々堀沢の谷壁と深床における地形変化過程	Zeit. Geomorph., Suppl.-Bd. 46 京都大学防災研究所年報, 26号 B-1	諏訪 浩 諏訪 浩・志方隆司
1984	歴史的記録からみた大崩壊の土石の堆積状態の特性	京都大学防災研究所年報, 27号 B-1	

発表年	題 目	発 表 誌 名	共 著 者
1985	六甲山系南西部における崩壊と地形特性および雨量特性の変遷	京都大学防災研究所年報, 27号 B-1	柏谷健二・沖村 孝 平野昌繁
	土石流における岩屑の粒度偏析過程 その1——大径礫の先端集積と動的篩作用による逆級化	京都大学防災研究所年報, 27号 B-1	諏訪 浩・小川恒一
	地震に伴う歴史的な崩壊の地形解析	京都大学防災研究所年報, 27号 B-1	古谷尊彦・奥西一夫 石井孝行・藤田 崇 諏訪 浩
	Some Relationships between Debris Flow Motion and Micro-Topography for the Kamikamihori Fan, North Japan Alps	Catchment Experiments in Fluvial Geomorphology Geg Books, Norwich	
	石田川上流部の水文地形学的特性(1)	京都大学防災研究所年報, 27号 B-1	奥西一夫・斎藤隆志 吉岡龍馬 神山孝吉 諏訪 浩
	現在の湖沼堆積環境調査の意義と展望	月刊「地球」, 6巻, 8号	
	Size Segregation of Large Boulders in Debris Flow	Proc. Inter. Sympo. on Erosion, Debris Flow and Disast. Prev., Tsukuba	
	Measurement of Debris Flows in Japan	Proc. IVth Inter. Conf. and Field Workshop on Landslide, Tokyo	諏訪 浩
	水一粒子系の流動特性について 焼岳上々堀沢の地形変化過程	堆積学研究会報, 23・24号 新砂防, 37巻5号	諏訪 浩・志方隆司
	1984年御岳山岩屑なだれの流動状況の復元と流動形態に関する考察	京都大学防災研究所年報, 28号 B-1	奥西一夫・諏訪 浩 横山康二・吉岡龍馬
1986	1984年御岳山岩屑なだれ堆積物の諸特性	京都大学防災研究所年報, 28号 B-1	諏訪 浩・奥西一夫 高橋秀樹・長谷川博幸 高田 衛・高谷精二 平野昌繁・石井孝行 藤田 崇
	1984年長野県王竜村崩壊災害にみられる地形・地質特性	京都大学防災研究所年報, 28号 B-1	平野昌繁・ 太井子宏和・横山康二
	琵琶湖西岸における過去の崩壊に関連した湖底地形調査(序報)	京都大学防災研究所年報, 29号 B-1	横山康二・西 勝也 熊谷道夫
	湖底堆積物の再移動に関する研究(その1)	京都大学防災研究所年報, 29号 B-1	
	斜面崩壊にともなう物質の移動過程 山が走ってくる——崩壊と流動	地質学論集, 2号 NHK 市民大学「災害の科学」	
1987	土石流における岩屑の粒度偏析過程 その2	京都大学防災研究所年報, 29号 B-1	諏訪 浩
	土石流に関する最近の研究	地学雑誌, 96巻, 7号「最近の地学——1987」	
1988	吉野郡水災誌小字地名にもとづく1889年・津川災害崩壊地の比定(その1)	京都大学防災研究所年報, 30号 B-1	平野昌繁・諏訪 浩 石井孝行・藤田 崇
	Seasonal variation of erosional processes in Kamikamihori Valley, Northern Japan Alps	CATENA, COMTAG, Vol. 2	諏訪 浩
	昭和62年度焼岳土石流調査報告(第16回)	建設省松本砂防工事事務所技術資料 No. 21	諏訪 浩・真中朋久

著 書

出版年	書 名	出 版 社	共 著 者
1971	水災害の科学 第5章 山地災害の形態	技 報 堂	矢野勝正 編著
1973	集中豪雨——新しい災害と防災	日本放送出版協会	斉藤鍊一・斉藤亮平
1980	理論地形学 (by Scheidegger A. E.)	古 今 書 院	柏谷健二らと共訳
1984	湖沼の科学——化学・地質学・物理学 (by A. LERMAN)	古 今 書 院	半田暢彦ほかと監訳
1985	扇状地の土砂災害 第2章 扇状地における流 出土砂の堆積の観測事例ほか	古 今 書 院	芦田和男 編著
1986	「まさか王竜に」 第3章 災害から学ぶ	長野県王竜村	小林武彦・奥西一夫ほか
1987	水資源の保全 第3章 暖地性積雪山地からの 流出	人 文 書 院	吉良竜夫 編著