

設立25周年記念 「砂防地すべり技術研究発表会」の開催

平成11年11月11日（木）星陵会館におきまして、当財団の設立25周年記念と致しまして「砂防地すべり技術研究発表会」を開催しました。

今回は、建設省砂防部長池谷浩氏より基調講演をいただくとともに当財団の研究開発助成事業の研究成果から3つの課題と当財団が自主研究として実施した中から1課題の計4課題について発表を行いました。

以下に「砂防地すべり技術研究発表会」における課題の概要をとりまとめてみました。

基調講演

21世紀型砂防を展開するために

建設省砂防部長 池谷 浩



わが国は'98、'99の災害からも集中豪雨等による土砂災害発生危険性が全国的に起こり得る国土である。また近年では、災害による死傷者数は減少傾向であるが、土砂災害による死傷者数の割合は増加傾向にあるため、土砂災害防止事業は重要である。これまでの砂防（20世紀型砂防）の主要な目的は安全確保・自然との調和・地域活性化である。砂防事業は明治中頃には、はげ山に植林を行う山腹工事を中心として実施してきた。昭和に入って景気が悪化した際、中山間地域では、土地が比較的安価・利用可能な土地の創出・新しい事業と雇用創出という利点があるため、農村匡救公共事業において砂防事業が地域の活性化に大きな役割を果たしてきた。そして戦後の国土開発に対し、自然と調和した安全な地域づくりのための砂防事業を展開してきている。

今後の砂防（21世紀型砂防）を考えるうえでは、異常気象・少子高齢化・情報化などのキーワードがあげられる。地球温暖化に伴う降雨量の変動幅が大きくなるなどの異常気象の時代に突入しつつある。

中山間地域での高齢者率が増加する傾向があり、土砂災害による人的被害の増加が心配される。そのため、高齢者等の災害弱者を考慮した新しい避難システムが必要となる。新システムでは災害弱者を支援するグループ化を検討し、このグループが日常的な付き合いを持つことにより、非常時の避難活動を容易にすることができるようにすべきである。また災害の未経験地であっても異常気象により、土砂災害が発生する可能性があることから災害への対応ができるよう土砂災害に関する情報を公開し、住民との情報共有が必要となってくる。加えて一般の住民に理解される砂防計画を作り、理解していただくと同時に、観光客などその土地に不案内な人々に対しても安全情報を提供することが必要である。

これまで災害防止のため溪流では主に土砂移動を止めてきたが、河床低下や自然生態系の視点から土砂を流すことを考慮する必要がでてきている。実際には、種々の問題もあるが、砂防領域においても自然に近い状態で安全の確保ができることが望まし

い。また、水系一貫とした土砂管理の観点からは、水系をパーツごとにみるのではなく水源から海まで土砂の管理者たる砂防関係者が把握する必要がある。これらについては、画一的な考え方にとらわれずに溪流ごとの対応を考え、技術的にも新工法・新素材の利用も考えていくべきである。

ソフト面としては、土砂災害を未然に防ぐために住宅等の立地を規制する危険区域の設定や危険な箇所についての情報公開を行い、ハード面では従来の手法の他、バッファゾーンとして樹林帯の設置を

行う。そして樹林帯の管理は地域住民の協力を得る施策を創設することが重要である。この管理を通じて災害時には、自主防災組織としての役割が期待できる。そこでは、自主防災組織のリーダー的役割を果たす人材育成が必要である。

21世紀型砂防については、前述の視点から他にも様々な意見があると考えられるので、ぜひ皆さんが自ら「21世紀型砂防の展開」を考えていただきたい。そしてみんなで21世紀の砂防を実施していきたいものである。

発表1

海外事例から見た地震による大規模崩壊と土砂移動に関する研究

東京農工大学農学部 中村浩之



1. はじめに

地震にともなって発生する土砂移動現象は、一般にその規模が数100㎡から億単位㎡に達し、時には想像を絶するような大災害を引き起こしている。しかし、豪雨災害に比べ発生頻度が少ないことや発生場所の特定が困難なこともあって、研究事例の蓄積はそれほど多くない。例えば、崩壊分布と活断層の位置関係、地震規模と崩壊面積率、地震前後の降雨状況と崩壊の発生の相違、天然ダムの形成、土石流の発生といった個別の土砂移動現象に関する知見に関しては日本国内においても記録に乏しい。このようなことから、地震による土砂移動現象の解明のための第一段階として国外を対象に標記に係る資料・データの収集と整理を行い、研究現状を把握し、地震に関する土砂災害回避のための基礎資料を得ることを目的とした。

発表は、現地調査を実施した中国の例を主に、OHPとスライドを用いて行った。

2. 崩壊現象の分類

崩壊現象は、崩壊長さ（L）と崩土の到達距離（X）との関係から、次のように区分される（図-1）。

地すべり	地すべり	$X = (0 \sim 1/4) L$
	地すべり性崩壊	$X = (1/4 \sim 1/2) L$
崩壊	崩壊性地すべり	$X = (1/2 \sim 3/4) L$
	崩壊	$X = (3/4 \sim 2.0) L$
土石流		$X > 2.0L$

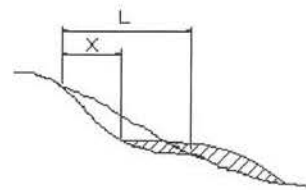


図-1 崩壊長さ と崩土移動距離の関係

3. 中国甘肅省蘭州周辺での崩壊事例

1920年に、寧夏回族自治区の西吉でM8.5の世界でも最大級の内陸型地震である海原地震が発生し、24万人が死亡した。

被害は、ほとんど大規模な斜面災害によるものであった。この研究によると、マグニチュード5以下の地震では土砂移動が発生したことがないことがわかる。

また固原では、液状化により長さ2kmの地すべり

が発生し、2万人が死亡した。現在は、地表が波打ったような地形として残っており、新潟地震（1964年）やアンカレッジ地震（1964年）でも同様の現象が見られた。

1654年に天水で地震時に発生した地すべりは、最大長さ4kmであった。崩壊発生と震央との距離の関係では、震央直上より活断層の近くで多く発生し離れると少なくなる。

Kefer (1984) によると、地震による土砂移動現象が起こる面積とマグニチュードの関係は図-2に示すような関係となっている。

地震時の崩壊・地すべりの特徴としては、以下の点が上げられる。

- ①雨に比べて急勾配の斜面で崩壊しやすい
- ②表層崩壊が多い
- ③大規模のものが多く
- ④粘着力のない地盤での崩壊が多い
- ⑤硬くてもろい地盤での崩壊が多い
- ⑥粘性の地すべりの発生は比較的少ない

4. 斜面安定計算における地震力の考慮法と今後の方向性

斜面安定解析においては、水平震動の方が大きく効いてくる。また、斜面が急なほど危険となる。二層系地盤は上層の粘着力Cが小さいとすべりやすくなる。また、崩土の運動時にはすべり面、移動土塊内の見かけの摩擦係数は小さくなる。

今後は、地震による崩壊の予測や、崩土の運動・拡散シミュレーションについてさらに検討していく予定である。

〈質疑応答内容〉

質問) Keferの図横軸はマグニチュードで表示されている。地表の震れは震源の深さに関係するため、マグニチュードとは対応しないが、どのように考えればよいか。

回答) Keferは、最大でどのようになるか示している。震れでやれば、もっとバラツキが少なくなる、と考えられる。

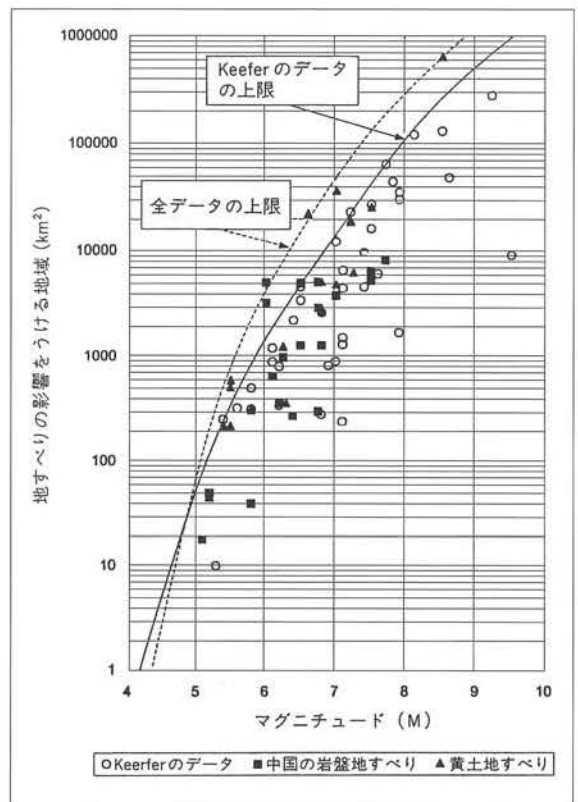


図-2 地震地すべりの発生地域面積と地震規模との関係

発表2

木製砂防設備の計画・設計法

京都府立大学農学部 石川芳治



1. はじめに

我が国では、砂防ダム、床固工などの溪流に設置する砂防施設の主たる材料にはこれまでコンクリートあるいは鋼材が一般的に用いられている。一方、欧米では、溪流の環境保全を考慮して、1980年代になり、木材を用いた施設が建設されるようになっていく。

最近、我が国でも溪流の環境保全に対する要望が高まり、さらに木材資源の有効利用の面から間伐材の利用促進も重要視されてきており、生態系に溶け込みやすく再生産可能で、環境に対する負荷の少ない木材を砂防施設の材料として積極的に用いようとする動きも始まっており、最近、各種の砂防・治山施設に木材が積極的に用いられてきている。

材料としての木材は、コンクリートや鋼材と比較して、景観、環境保全、施工性や比重の小さい割に強度が大きい等の利点を持つ面で優れており、砂防ダム等においても土石流の直撃等大きな外力を受けないものには木材を用いることが可能と思われ、さらに、材料が廉価であることから、経費の節減も可能であると考えられる。他方、現在、木材価格の低迷から人工林の間伐が計画通り進んでおらず、間伐材の約半数は、未利用のまま捨てられており、このような間伐材の利用の拡大にも貢献できる。さらに、木材は製造時に二酸化炭素の排出が極めて少ない再生産可能な材料であり、資源の節約、地球温暖化の防止にも貢献できる。

2. 文献の調査による木製施設の種類の構造

既設の木製施設の種類の別では、山腹工、溪流工、その他の砂防・治山施設、海岸防災林造成施設、雪崩防止工の順に多い。木製堰堤の構造別分類では、重力式台形型がもっとも多く、少量ではあるがウッドブロック等の新材料やそれを用いた堰堤も現れてきている。

3. 木製堰堤の特徴

木材は良く知られているように繊維方向と繊維直角方向では強度が異なり、一般に圧縮、引張り、曲げに関しては繊維方向の方が大で、せん断に関しては繊維直角方向の方が強度が大きい。また、木材は繊維走向に沿って割けやすい性質を有している。木材の強度は含水率が50~100%、酸素の供給が多く、温度が25~40℃の条件で腐朽が進みやすいことから、これらの条件を取り除けば強度が増す。節、交走木理、あて、もめなどの欠点があると一般に木材の強度は低下する。したがって、使用にあたってはその特性を理解して強度が十分発揮できるような構造とすることが必要である。

4. 木製堰堤の計画

木製堰堤が近年我が国で用いられなくなった最大の理由は、木材が堰堤に用いられている他の材料に比べて耐久性が劣るためである。反面、木材は森林を構成する有機材料であるため景観、環境保全に優れ、また軽量で加工もしやすいことから施工性等の面で優れているなど他の材料にない長所も有しており、さらに近年では安全性の高い防腐処理が可能となって木材の耐久性も向上していることから、溪流の条件によっては木材を用いた堰堤の方が適する場面があると考えられている。また、我が国では間伐材の約半分は利用されておらず、木材資源の有効利用、林業の発展にも寄与すると考えられる。さらに適切な設計、施工が行われればコンクリートや鋼材に比べて経済的に建設することも可能である。

5. 木製堰堤の設計

安定検討項目では、コンクリート重力式、鋼製枠構造堰堤と同様、下記の3項目がある。

- ①堰堤の自重および外力の合力が底部の中央1/3内にある。

- ②底部と基礎地盤との間または基礎地盤内で滑動しない。
- ③基礎地盤に作用する応力が地盤の許容支持力度以内である。
さらに、鋼製枠構造堰堤と同様に堰堤の内部応力に対する安定を考慮する必要がある。
- ④中詰材が外力によるせん断変形に対して抵抗すること。
また、部材自体の強度は1 mスパンの場合φ10cm程度で良いこととなる。

6. 木製堰堤の現地試験施工および水平載荷試験

設計における木製堰堤への作用荷重の合力はいわゆるミドルサードには入らず、上流側に引張り応力が作用することとなったが、合力は提敷内にはあるため転倒に対しては安定と判断される。本堰堤の各木製部材はボルトで連結されており、ボルトおよび木材の強度を考慮すれば、上流側に作用する引張り荷重には十分耐えられる。このようなことから上流側に引張り応力を認めて設計することが妥当と考えられる。

7. 木製堰堤の設計・施工・維持管理に係わる留意事項

調査検討結果から木製堰堤の設計・施工・維持管理に係わる留意事項は以下の通りである。

- (1) 設計に係わる留意事項
 - ①冷涼な気候の土地に作られ、常時水に浸かっている木材は、腐朽しにくい。
 - ②乾燥と湿潤の変化が大きい箇所では、常に湿潤状態にある箇所より腐朽しやすい。
 - ③適切な防腐処理を行うと耐用年数が3～4倍になる場合がある。
 - ④本体下流側には、河床侵食防止用の垂直壁等を設置して前庭保護を行う。
 - ⑤底部や袖部が侵食された場合でも中詰石材が流出しないよう底部等には木材を密に配置する。
- (2) 施工に係わる留意事項
 - ①防腐処理をしない木材は、伐採したばかりの含有水分量の大きいものを用いる。
 - ②丸太は虫害を防ぐために一般には樹皮を剥いで使用する。
 - ③丸太をそのまま用いると直径が異なるので設計図通りには施工し難い。

- ④木材の縦材と横材の接続は一般にボルトで行うが、釘やかすがいでも可能である。
- ⑤中詰石材を詰める作業は層ごとに行い所定の単位体積重量が得られるようにする。

(3) 維持管理に係わる留意事項

- ①木製堰堤は定期的に点検を行うとともに、大きな洪水があった場合等の保守点検が重要である。
- ②点検のポイントは本体、袖部の木材の損傷や腐朽および中詰め石材の流出である。
- ③腐朽の早い袖部のみを取り替えることにより施設の寿命を長くすることができる。

8. 木製施設の今後の検討課題

我が国では木製施設の多くは、経験に基づいて施工されているものが多いのが現状であり、安定計算や部材応力、維持管理等を考慮した施設の施工例は少ない。また、自然環境に配慮した工法として注目されて使用され始めてから日が浅いので、計画手法、設計法、施工法、維持管理手法等についても不明な点も多い。特に木製施設の耐久性については木材の種類、設置されている環境条件等により大きく異なると考えられ、今後、過去に施工された木製施設についての腐朽度調査や損傷度調査等を積極的に行っていくとともに実際に現地に設置して耐久性を向上させる方法を研究する必要がある。さらに腐朽度の調査に関して防腐処理の有無による違いや気象条件による腐朽度の比較検討を行う必要がある。また木材が腐朽した場合の取り替え判定基準、補修方法等も研究して行く必要がある。

木製堰堤の構造に関しては、鋼製枠ダムでは接合部で破壊した例もあり、木材の接合部に必要な強度や構造についても検討する必要がある。また、木製堰堤の設計では、木材の特性を十分に活かした新しい構造の施設を開発し適切な設計法を検討していく必要がある。

9. おわりに

近年、溪流環境の保全が重要視され、また、木材資源の有効利用が求められている背景もあり、さらに経済性でも木製施設は有利であると考えられ、木製施設に適した計画、設計、施工、維持管理に関する技術開発をさらに進め、木製施設の利用を今後もさらに進めて行く必要がある。

＜質疑応答内容＞

質問1) 落差をもつ木製堰堤を考える場合の環境に対する配慮は、どのように考えればよいか。また、施設配置計画の中における木製堰堤は、どのように使えばよいか。

回答1) 各場所での魚類状況等を考慮し、高さを抑え侵食防止を図る施設とする。施設配置計画では、人家等が直下流で近い場合はコンクリート堰堤の方が安全であると考え。また、木製堰堤自体の流木の可能性等、場所の特性を考慮した使い方が必要である。

質問2) 日本で多いスギは、欧米諸国で用いられているヒバより耐久性が悪いとともに、欧米諸国では木製堰堤が壊れても問題が生じない箇所で使われている。このため、日本の砂防の横断構造物として使うべきではないのではないか。

回答2) スギは耐久性が悪いといわれているが、科学的根拠がないのが現状である。小杭を用いた林業試験場の調査では5～6年といわれているが現地での追跡調査が今後必要となると思われ、これら現地での追跡調査を踏まえた使い方を行うていくことが必要である。

発表3

砂防計画における 降雨特性評価モデルの開発研究

鳥取大学地域共同研究センター 宮本邦明



1. はじめに

通常、砂防計画では、年最大日雨量の年超過確率で計画規模を評価している。その結果、一降雨＝一洪水を計画対象の外力として扱うことが多く、その間に生起する現象を計画の対象とすることが一般的になされてきたと思われる。しかし、土砂の移動は、特別な場合を除き、洪水のように一降雨で終了してしまうということはない。すなわち土砂は何回もの洪水により河床変動を繰り返しながら下流へと運ばれてゆく。河床変動はそのような土砂移動の結果現れる現象である。土砂災害や河床・河道変動に伴う洪水氾濫による災害はそのような土砂移動・河床変動によってもたらされるから、計画の対象として取り扱うべき外力としての降雨は必ずしも単一降雨のみを対象とすればよいということにはならない。

砂防が対象とする山地流域では土砂動態を把握することが難しく、また、そのメカニズムもよく分かっていなかったため、土砂動態を予測・評価して計画を検討・策定するということが困難で、河川計画との整合性のこともあり、このような表現が用いられてきたものと思われる。

最近、流域土砂管理や流砂系といった概念や言葉をよく耳にするようになったが、それは、土砂の移

動メカニズムや土砂移動動態に関する研究や調査が進み、多くの情報が蓄積され、数値シミュレーション手法の発達やコンピュータの加速度的高性能化によりある程度の予測が可能となってきたことが背景のひとつとしてあるものと考えられる。

今後は、砂防計画を検討するにあたって、土砂動態について調査、把握し、今後の河床変動を予測・評価することが広く行われるようになるものと考えられる。このとき、河床変動を支配している降雨をどのように評価してゆくかという問題は重要であるとともに未解決の問題であり、また難しい問題でもある。

本論では、この問題に対してひとつの考え方を提供しようとするものである。

2. 河床変動と土砂生産・土砂輸送

河床変動は土砂輸送の不均衡によりもたらされる。その原因は、流れが土砂を輸送しようとする掃流力の時空間的不均衡や河床材料の不均一性、斜面崩壊やリル・ガリー侵食、側岸侵食などの土砂生産の時空間的不均一性、突発性にある。これらの現象は降雨の地表・地下流出過程の結果としてもたらされるから、河床変動は降雨とその流出過程におけるレスポンスのひとつであるといえることができる。し

たがって、降雨特性も土砂の生産と輸送という観点から（レスポンスというフィルターを通して）整理される必要がある。そのためには、河床変動を支配している土砂生産と輸送のメカニズムについて整理しておくことが必要である。

土砂生産は土塊に力が作用して移動を開始することにより生じる。物体に働く作用には2通りある。ひとつは物体内部に作用する力で体積力と呼ばれ、重力がそれに対応する。もうひとつは物体表面に働く作用で表面力と呼ばれ、圧力、せん断力がそれに対応する。したがって、土砂生産もそれぞれ作用する力の種類に対応した形態が存在する。降雨の地下への浸透が卓越するような場合は体積力と抵抗力のバランスが変化して崩壊が発生する。逆に表面流が卓越するような場合は表面に働くせん断力（掃流力）が変化してガリー・リル侵食や側岸侵食等が生じるようになる。

3. 土砂の生産・輸送と支配降雨

第2章で、土砂の生産と輸送メカニズムについて概観した。ここでは、これらの現象を支配する降雨について整理する。

河床変動と土砂輸送プロセスにかかわる降雨についてはいくつかの観点から評価する必要がある。

まず第1の観点は、流砂の材料とその量は刻々と変化する流量により変化する、また、洪水の到達時間が崩壊などを支配している到達時間より遙かに短いため流砂現象に対しては流量時系列（ハイドログラフ）とそのもととなる降雨時系列（ハイトグラフ）が決定的な役割を果たすということである。したがって、流砂と河床変動を検討するとき、対象とする降雨は一雨の総雨量や日雨量といった量ではなくハイトグラフの形で考える必要がある。

第2の観点は、崩壊などによって生産された土砂が河床変動を伴いながら流下してゆくには非常に長い時間が必要であるということである。しかも、その間に河床材料など河床条件が変化してゆくの河床の降雨に対するレスポンスが変わってくる。すなわち、混合粒径からなる河床ではアーマーコートの形成・破壊といった洪水履歴の影響が重要で、河床材料の移動限界が粒径およびその分布に支配されるということである。このことは2つのことを示唆している。ひとつは降雨・流出プロセスの時空間特性が流砂・河床変動を考える上で重要であるというこ

とと、その過程は履歴性が強く不可逆的であるから条件やプロセスが異なれば必ずと結果が異なってくるということである。

第3の観点は、流域が大きい場合、降雨が一様でなく時空間分布を持つということである。また、降雨の時空間特性としてラグランジュ的な移動性をもつ場合やそうでない場合があるということである。これは、降雨をもたらしている気象条件に依存していることが考えられるから、それとの組み合わせで検討する必要がある。

このような観点から、降雨時系列を検討するとき、まず検討の目的を明らかにし、評価すべき項目を明確にし、その定量的評価指標を時空間的に定める必要がある。そして、目的と評価項目、評価指標の時空間的な精度にあわせた降雨時系列を設定する必要がある。通常は目的・評価項目に対して用意しなければならない降雨時系列は、おそらく、少なくとも数通りにはなると思われる。

4. むすび

本論では土砂の生産・輸送過程から見た降雨特性の考え方と、特に土砂生産に関わる降雨の解析手法について若干の実例を示しながら考えてきた。土砂の流出過程に対する降雨の取り扱いに関する問題は、その観点を示すにとどめたが、流域の大小、特性の違い、保全対象の分布の相違により目的あるいは問題となる側面が異なり、その表現や評価の仕方が異なってくるものと思われる。

最後に、本論でふれることができなかった事項を示して結びとしたい。そのひとつは、土砂の生産と流出を結びつけなければならないということである。これは、具体的な降雨時系列を考えるとき、生産・輸送のそれぞれのフェイズで考察してきた降雨時系列をひとつの降雨時系列に組み立てなければならないということである。これは、実際の降雨時系列を生産・輸送という観点から評価することとちょうど正反対のことを行うことになる。

もうひとつは、これらの検討はこれまでの年最大日雨量の年超過確率といった計画規模の表現ではかならずしも十分ではない事態をむかえる可能性があるということである。なぜなら、土砂の生産と輸送といった面から降雨をとらえると、河床変動と土砂輸送プロセスが降雨時系列という概念を要求し、さらには降雨の時空間分布という概念を要求するから

である。さて、それでは、このような概念にふさわしい計画規模の表現とは、いったいどのようなものであろうか？ 本拙文を読んでおられる諸兄の皆様はどのようにお考えでしょうか？

<質疑応答>

質問) 新しい砂防計画を念頭に置いた場合、従来の資料収集、調査、整理の方針はどのように変わるとお考えですか？

回答) 実務的なご質問ですが、土砂生産のインター

バル・時系列と、この間の重要な土砂輸送プロセスをいかに設定するかといったことが重要になってくると思われます。言い換えると、生産された土砂の対象地点までの流出時間を評価し、それを念頭に計画対象生産イベント(地震、降雨、融雪、etc.)を決め、その生産イベントの時系列を考えることが重要になると考えます。そして、それらが評価できるような調査がなされる必要があると思います。

発表4

砂防シミュレーション手法について

(財)砂防・地すべり技術センター 松村和樹



1. はじめに

そもそも自然現象をシミュレートするためには、模型実験と数値実験の2つの手法がある。そのうち模型実験については実際のもを縮小する必要性があることから、計測できる現象は限定されたものになる。これは重力が支配する現象ではある程度の適合は認められるが、粘性の影響が支配的な現象については表現できない。さらに、大規模もしくは繰り返し行う実験などでは費用・時間的に不利になる。数値シミュレーションはそれに対して費用の点からみても有利である。

ただし数値シミュレーションとは、要するに、自然界の現象に対する物理モデルを作りあげることであり、当然ながらそのモデルには誤差もあれば適用範囲の限界がある。例えば微分方程式を差分化して解く際に生じる誤差や、支配方程式のなかで不明な点もたくさんある。

以下に、当財団の自主研究として開発された土石流、泥流、火砕流、溶岩流の2次元汎濫解析ソフトJ-SASを中心に、数値シミュレーションの概要についてお話をしたい。

2. コンピュータによる数値シミュレーション

最近のコンピュータの発達により、我々の机の上

にあるパソコンで数値シミュレーションをすることが可能になっている。

流体の運動の表現方法は質量保存則と運動方程式およびエネルギー保存の法則から成り立っているが、これらの法則を総括的に表現した式としてNavier-Stokes方程式がある。この式を解くことにより流体の流速や圧力などを求めることができるが、Navier-Stokes式は偏微分方程式であり、普通の場合は解を厳密に求めることは不可能である。そのためコンピュータにより方程式の近似的な解を求めること、すなわちこれが数値シミュレーションの目的である。

実際に計算する際には、対象領域を細かい格子に区切って、格子状の各点で計算をすることにより近似値が求められるが、現在のところ計算結果と実際の流れが一致しなかったり、計算に膨大な時間がかかったりという問題点が残されている。

3. 数値シミュレーション実施に当たっての問題点

シミュレーションはあくまで近似的な解を求めるものであり、開発したときに想定されている適用範囲外のことはできない。そのため想定する現象をどのように評価するかという基本方針が、数値シミュレーションの実施に当たって重要である。言い換えれば、前提条件と結果の評価という計算の前後のプ

ロセスが重要であり、想定現象を評価するために条件設定が妥当かどうか、過去の実績と計算結果を比較してみるなどの検討を通して、シミュレーションモデルの適用範囲を把握しておく必要がある。

4. J-SASの概要

J-SASは当センターで開発した数値解析ソフトであり、土砂移動現象をモデル的に表している。

- ・土石流：降伏応力のある偽ダイラタント流体
- ・掃流：マニング則による抵抗則と既往の流砂量式の組み合わせ
- ・火砕流：降伏応力のないダイラタント流体
- ・溶岩流：ビンガム流体

これは流体について速度勾配とせん断力との関係により、何種類かに分類されるが、J-SAS内ではこれらをプログラム中で区別し、対応したルーチンにより計算している。

- ・ニュートン流体：速度勾配とせん断力が比例する
- ・ビンガム流体：降伏応力以上の応力がかかると速度勾配とせん断力が比例する
- ・偽塑性流体：速度勾配が増すにつれてせん断力が減少する流体
- ・ダイラタント流体：速度勾配が増すにつれてせん断力が増加する流体

J-SASにおいて偏微分方程式を解く際には、leap-frog法による差分法を用いている。これはエネルギーなどの連続量を保存するという特徴があるために採用している。

また格子点となるデジタルマップについても検討が必要である。デジタルメッシュの大きさは計算精度と速度に影響を及ぼす。そのため計算手法と同等あるいはそれ以上にデジタルメッシュの大きさ・種類の吟味が必要である。メッシュの種類には大きく分けて規則正しく並んだ構造格子と非構造格子に分けられるが、J-SASでは計算時間短縮とメッシュ作成を考慮して構造格子（直交格子）を採用している。

J-SASの使用に関して、例えば泥流の最大速度分布図を作るような場合、重要なことはその図を何に使うかということである。ここでは施設配置の参考にするため、施設の有無または位置の違いにより河床の変動がどうなるのか、また実際に発生した土石流に対して施設がなかった場合、どこまで被害が及ぶのかなどの検証に使用している。

J-SASでは時間ごとにその現象の状態を追跡できるので、土砂量などのCASEを複数設定し結果を比較することができるため、砂防事業の効果の説明などに有用である。

また単なる氾濫シミュレーションだけではなく、GIS（地理情報システム）と組み合わせることにより、時間ごとの氾濫範囲と避難場所の検討をすることも可能になる。これにより災害弱者に対する避難計画策定や被害範囲・金額の想定をすることが可能になり、アカウタピリティなどの資料として有効である。

<質疑応答>

質問) シミュレーションの前提条件設定のために、実際の現象を見ることが重要だというお話だが、そのため現地調査においてどのようなポイントに着目したらよいのか？

回答1) まずシミュレーションというのは現象をわかりやすく表現する一種のプレゼンテーションのツールだととらえている。例えばシミュレーションで再現できない緩い勾配まで流れてくるような現象に対してどのような表現をするのか、それには現地を見ながら現象のイメージを作って、それにあわせてパラメーターを設定していく。ポイントとしてはシミュレーションのパラメーター設定をどうするかという目で現地を見ることが大切である。

回答2) シミュレーションには実際に起こった現象を検証するという役割もある。例えば扇状地の微地形を現地で見、シミュレーションでの結果と照らし合わせてみるという、事後のことも有用である。

この研究発表会の予稿集は、実費にておわけしております。ご希望の方は、下記までお申し込み下さい。

【問合せ・申込先】 企画部企画課

TEL (03) 5276-3271 FAX (03) 5276-3391

1部 ￥3,000 (消費税込、送料別)

* 「研究開発助成事業」について

当財団で実施している公益事業の一つであり、「砂防並びに地すべり及びがけ崩れ対策に関する技術開発及び調査研究」を対象として、平成4年度より実施しており、これまで7ヶ年35課題の助成実績があります。