

チャンネルドスケアブランド洪水流：数値シミュレーションによる地質情報の解釈

Channeled Scabland floods: numerical simulations and their implications in field evidences

宮本 英昭[1], 小松 吾郎[2], 伊藤 一誠[1], 登坂 博行[1], 徳永 朋祥[3], 佐々木 晶[4]
Hideaki Miyamoto[1], Goro Komatsu[2], Kazumasa Itoh[3], Hiroyuki Tosaka[3], Tomochika Tokunaga[4], Sho Sasaki[5]

[1] 東大・工・地球システム, [2] IRSPS, [3] 東大・工・地球システム工, [4] 東大・理・地球惑星
[1] Geosystem Engineering, Univ. Tokyo, [2] IRSPS, [3] Geosystem eng., Univ. Tokyo, [4] Dept. Geosystem Eng., Univ. Tokyo, [5] Earth and Planetary Sci., Univ. Tokyo

<http://www.geosys.t.u-tokyo.ac.jp/miyamoto>

チャンネルドスケアブランド地域に見られる世界最大の洪水地形は、多くの地質学的研究が行われてきたが、洪水流の頻度とその水源に関しては未だに論争が続いている。今回行った数値シミュレーションを用いた検討の結果、通説であるミズーラ湖の決壊モデルでは観察事実をうまく説明する事ができず、逆にミズーラ湖の体積の3倍の量の洪水を想定することで、観察と調和的な結果を得ることができた。また、多数の洪水が流れたとされる地質学的証拠の見つかった場所が、比較的小さな最大流出率の洪水によって容易に水没する事を示した。これは多数の比較的小規模な洪水の存在と、それ以外に大規模な洪水が存在した事を示唆している。

ワシントン州にあるチャンネルドスケアブランド地域に見られる地形は、世界最大の洪水地形と言われている。この地域は、その規模の大きさだけでなく、火星にある洪水地形との比較からも注目を集めており、半世紀以上にわたって詳細な地質学的研究がなされてきた[近年のレビューは、例えば Baker and Bunker, 1985]。現在は、次のような解釈が一般に受け入れられている。当時(約1~1万5千年前)は氷床が南に伸張しており、コロンビア川をせき止めた氷河湖(ミズーラ湖)が形成されていた。氷河湖への水の流入が続くことにより、ミズーラ湖の水位が次第に上昇し、ついに氷のダムが崩壊して洪水流が下流域に流れ下った。しかし、洪水の痕跡を残している露頭が空間的に偏って分布している事もあって、解釈が分かれる部分も少なくない。現時点での論争の焦点は、次の2つである。1つめは、洪水は幾度となく繰り返されたのか、大きな一回の洪水がこの地域の地形をほぼ決めたのかということであり、もう1つは、水源はミズーラ湖だけなのか、他にもあるのかということである。本研究では、この論争に対して数値解析によるアプローチを行った。

講演者らはまず、この地域を流れたとされる洪水流の次元を考え、拡散波近似が適用可能である事を示した。この近似は、洪水流の基礎方程式(いわゆるサン・ヴナン方程式)そのものを解くよりも、数値分散などによる誤差が少なくすむ利点がある。そこで拡散波近似を用いた洪水水解析コードを開発し、この地域に適用した。尚、乱流抵抗を Manning 則で見積もったので、この粗度係数を求める必要があるが、大規模な洪水流における粗度係数は明らかになっていない。そこで本研究では、粗度係数を大きく変化させた場合についていくつか計算を行った。

まず、現在の高度データ(DEM)を用いて計算を行った所、どのようなパラメータを選んでも、洪水はコロンビア川を北上し、観察事実を説明できない事がわかった。そこでコーディレラン氷床の推定域に、氷床の高さだけの壁を設けて計算を行ったところ、比較的良好な結果を得ることができた。この事からも、スケアブランド洪水流の流れた時期に氷床が存在していた事が示唆される。

洪水流の流入を Clarke et al(1984)らの求めたハイドログラフに設定して計算を行い、通説とされている氷河湖決壊のシナリオの妥当性を検討した。標準的な粗度係数での計算は、スポーケンで流れが2つに分流すること、パスコ盆地でそれらが合流することなど、観察によって示唆されている流域をある程度うまく再現できた。しかし水路の幅や水深などが現実のそれと合わない。一方、粗度係数の変化は、流速だけでなく流れのたどる流路にも影響を与える。そこで Manning の粗度係数を様々な値に変化させて計算を試みた。しかしどの値を用いても、ハイドログラフがミズーラ湖の決壊モデルである限り観察事実をうまく説明する事ができなかった。

ところで、洪水流の流入率や洪水の継続時間を変化させると、洪水による被覆域が大きく変わる。しかし最大流入率は $1.7 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{s}$ (O'Connor and Baker, 1992) よりも大きい事は考えにくいので、洪水の継続時間を変化させてみた。すると観察事実をうまく説明する為には、水源としてミズーラ湖の3倍の体積が必要である事がわかった。このことは、ミズーラ湖以外の水源があった可能性を示唆する研究 [Shaw et al., 1999] に調和的である。

ところで、多数の洪水流が流れたとする積極的な証拠は、リズマイトと呼ばれる堆積物と、炭素により年代測定の結果である [Baker and Bunker, 1985; Waitt, 1985 など]。本研究の数値モデルは、比較的小さな最大流出率の洪水によっても、このような証拠の見つかった場所が容易に水没する事を示した。これは多数の比較的小規模な洪水の存在と、それ以外に大規模な洪水が存在した事を示唆している。