地理空間情報を活用した防災情報・環境保全情報の作成と効率的な発信に関する研究（第 6 年次）

実施期間　令和 3 年度
客員研究員　茨城大学　小荒井　衛
地理地殻活動研究センター
地理情報解析研究室　中埜　貴元

1. はじめに

本研究では第 3 年次から，平成 30 年度～令和 2 年度に国土地理院が実施した液状化に関する総合技術開発プロジェクトに関連して，液状化評価基準の見直し方法を検討している．平成 30 年度は，中埜ほか（2015）の液状化ハザード評価の自然堤防の比高の閾値の見直しに関して検討し，比高 2～3m を閾値にした方が良いという結論を得た．令和元年度は，谷底平野の勾配の違いによる液状化評価基準について検討し，液状化リスク評価を区分する閾値は現行よりもより緩勾配側にした方が良いと判断した．令和 2 年度は，常時微動観測という非破壊的な地下構造推定手法を活用して，長野盆地西縁断層帯が位置する長野県飯山市で液状化を含めた地震による地盤災害と地盤構造との関連性を検討し，1847 年善光寺地震での建物被害が顕著だった JR 北飯山駅周辺で基盤深度が深く，軟弱な地盤が厚く堆積していることを明らかにし，建物被害と地盤災害が構造運動に起因する可能性を示唆した．

令和 3 年度は，令和 2 年度に検討した常時微動観測という手法を，令和元年度に対象とした茨城県内の台地を刻む谷底平野に対して実施することで，谷底平野における地震災害リスクに関する新たな情報を追加することとした．谷底平野の堆積層の厚さ（沖積層の基底深度）や構成物質の特徴は様々と考えられ，地盤の揺れやすさや液状化などの地震時地盤災害リスクを地形分類ベースで考えるうえで考慮すべき事項となる．地形発達の観点からは，上流側の急勾配な場所ほど堆積層は薄くかつ構成物は粗粒で，下流側の緩勾配な場所ほど堆積層は厚くかつ構成物は細粒であると考えられ，緩勾配な谷底平野ほど地震時地盤災害リスクは高いことが想定される．今年度は，まずは勾配と沖積層の厚さとの関係を明らかにすることを目的に調査を実施し，地形発達の視点から考察を行うこととした．

2. 研究内容

茨城県の東茨城台地を刻む谷底平野において，地理院地図断面図機能を用いた谷底平野の断面図の作成，ボーリングデータの収集，常時微動観測を行った．具体的な場所は，水戸周辺では桜川とその支流，涸沼・涸沼前川の支流の 8 河川沿いの谷底平野（図-1 左），石岡市・小美玉市では恋瀬川の最下流部と園部川の最下流部とそこから派生する谷底平野とその周辺（図-1 右）を対象にした．

常時微動観測で求めた S 波速度構造と計測点近傍の既存ボーリングデータを対比して，S 波速度 300m/s 付近で S 波速度が大きく変化する深度が，谷底平野における沖積層の基底と判断した．そして，S 波速度構造とボーリングデータを縦断方向に並べて，谷底平野の縦断面図を作成した．石岡市・小美玉市については，園部川最下流部や恋瀬川最下流部のように幅の広い谷底平野では，横断方向に常時微動観測とボーリングデータの収集を行い，横断方向の断面図も作成した．

3. 得られた成果

地理院地図断面図機能を用いて作成した断面図の代表的なものを図-2 に示す．水戸市近傍ではほぼ

全ての谷底平野で，上流部と下流部の 1/500 より小さな緩勾配の地域が中流部の 1/100～1/300 程度の急勾配の地域を挟むような配置になっているのに対し，小美玉市・石岡市の谷底平野は，上流から急勾配～緩勾配という配置になっていた．

また，常時微動観測とボーリングデータの対比の結果，水戸市近傍も石岡市・小美玉市も共に下流部ほど沖積層が厚いという結果であったが，水戸市近傍の谷底平野では中流の急勾配から下流の緩勾配に変わる箇所で沖積層の厚さが急激に厚くなっていた（中流部の急傾斜部では 5m 以下なのに対し，下流部では 20m 以上）．代表的な事例として，逆川の常時微動観測地点とボーリングデータ地点の位置を図-3 に，S 波速度構造のグラフを図-4 に，推定した沖積層基底の断面図を図-5 に示す．図-5 から，急傾斜から緩傾斜に変わるところ（始点からの距離 4000m 付近）で沖積層厚が急に厚くなっている（5m 以下から 20m 程度に変化）ことが読み取れる．

小美玉市玉里地区（園部川最下流部とその周辺）の計測結果を図-6 に，石岡市の恋瀬川最下流部の計測結果を図-7 に示す．基本的には，台地や低地の微高地（自然堤防，砂州・砂堆など）で工学的基盤深度（S 波速度が 300m/s に達する深さ）が浅く，低地の一般面（谷底平野・氾濫平野，海岸平野・三角州，後背低地など）で工学的基盤深度が深い結果であった．図には示さないが沖積層基底の断面図を見ると，下流部の勾配が急傾斜から緩傾斜に変わるところで沖積層厚が急に厚くなる傾向が，水戸近傍ほど明瞭ではないが認められた．恋瀬川最下流部の沖積層基底横断面図を図-8 に示す．同じ谷底平野内でも，谷底平野の中心部では沖積層が厚い（20m 以上）のに対し，台地に近い側では沖積層が薄く（10m 以下）なっていた．沖積層基底の横断形状は U 字形ではなく V 字形であることが伺える．図には示さないが，園部川最下流部でも同様の傾向が確認できた．

水戸市周辺の谷底平野と石岡市・小美玉市の谷底平野の特徴の違いは，侵食段階の進行度の差であると考えられる．水戸市近傍の谷底平野は，中流の急勾配の部分が侵食前線となり上流側に後退していく途中段階であり，小美玉市・石岡市の谷底平野は侵食前線の後退が上流まで進み切った状態であると考えられる．土地条件図を見ても，小美玉市・石岡市の谷底平野は水戸市近傍の谷底平野と比べて，上流から下流まで谷底平野と台地の間に山地斜面が発達しており（図-1 を参照），このことも小美玉市・石岡市の谷底平野が水戸市近傍の谷底平野より侵食の段階が進んでいる可能性を示していると考えられる．そのため，急傾斜部より上流側ではまだ侵食が進んでいないために沖積層が厚く堆積していないのに対し，下流の緩傾斜部では侵食が進んで沖積層が厚く堆積しているという，地盤環境の違いが明確に現れたものと考えられる．

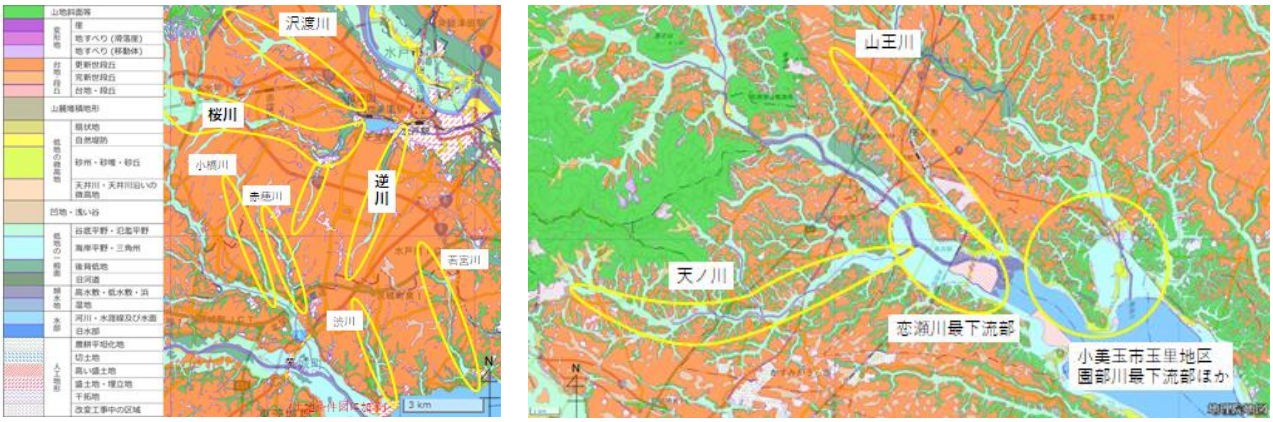

図-1　（左）水戸周辺の対象谷底平野と（右）石岡市・小美玉市の対象谷底平野（共に土地条件図に加筆）

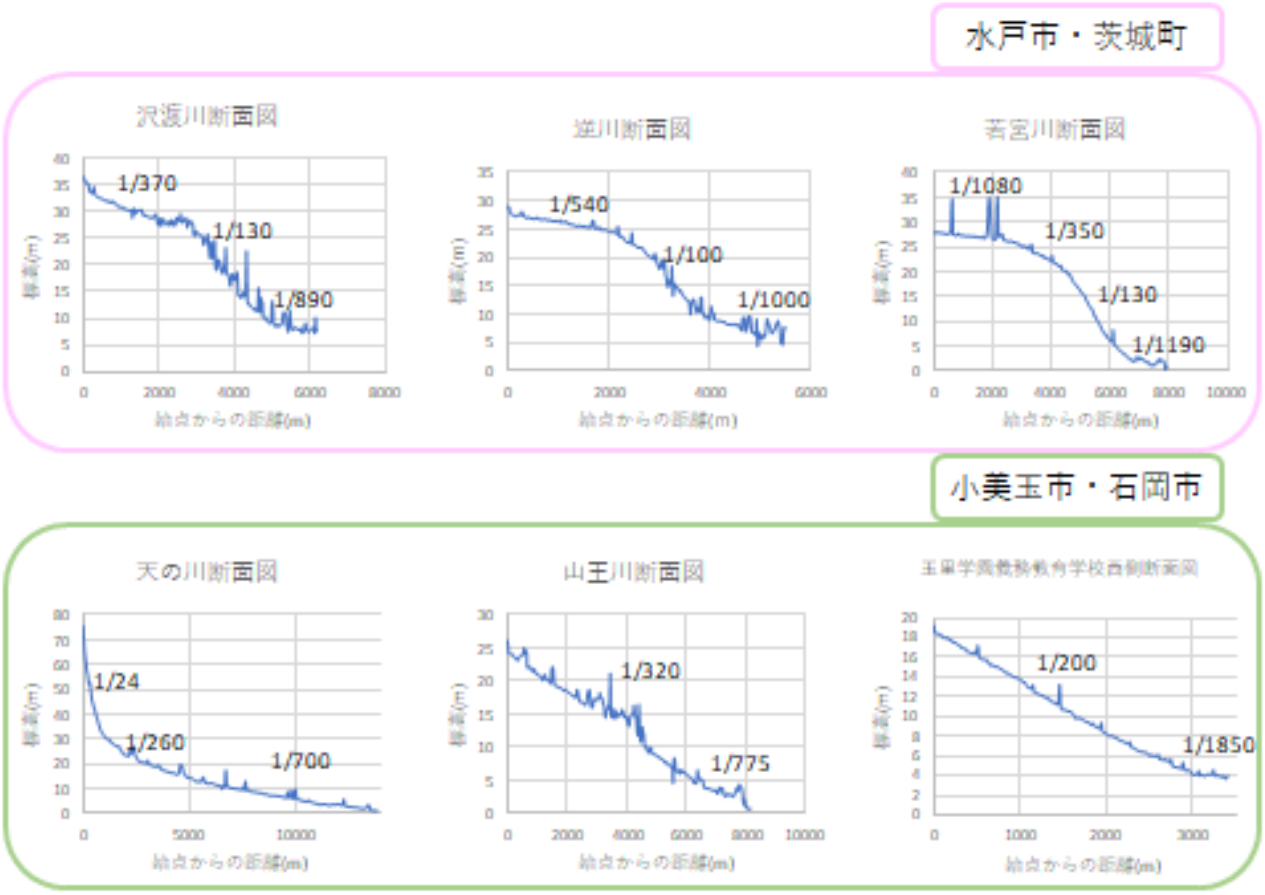

図-2　代表的な谷底平野の勾配

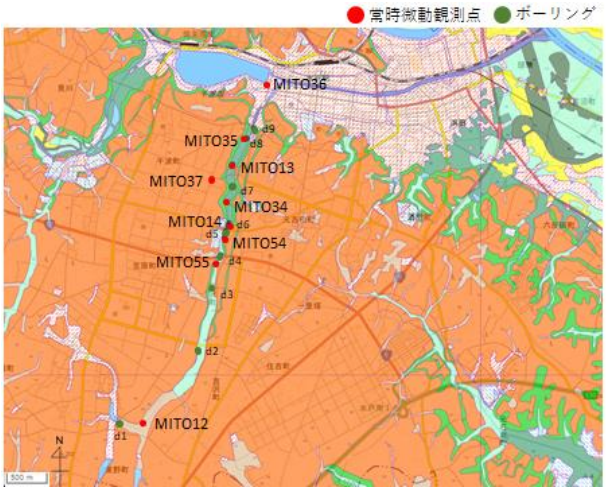

図-3　逆川の常時微動観測地点とボーリングデータ地点

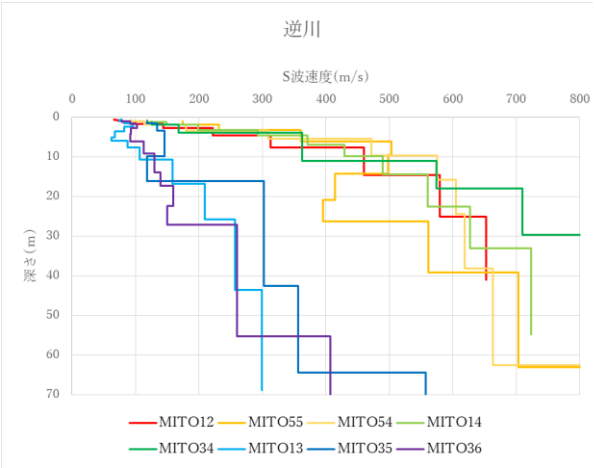

図-4　逆川のＳ波速度構造のグラフ

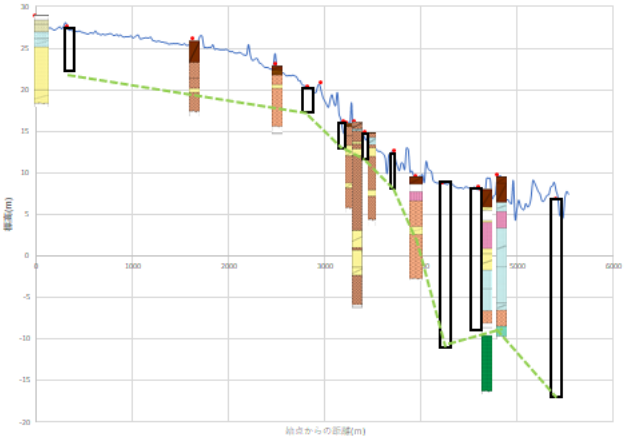

図-5　逆川の推定沖積層基底縦断面図．ボーリングデータの凡例は，こげ茶：表土，水色：シルト，黄色：砂，橙：礫，桃：泥炭，緑：シルト岩，黒い箱：常時微動による基盤深度，緑破線：沖積層基盤．

図-6　小美玉市玉里地区の常時微動計測結果とボーリングデータ地点．数値はＳ波速度が 300m/s に達する深度．

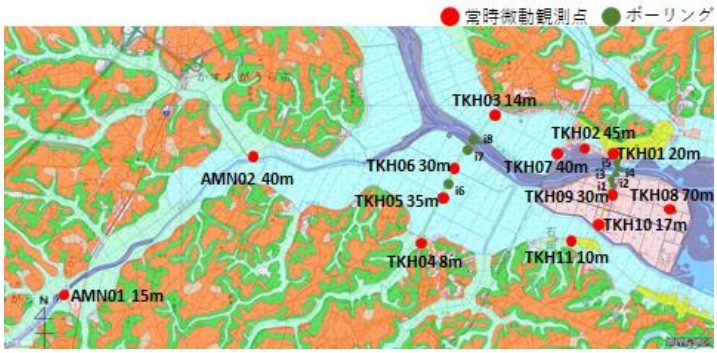

図-7　石岡市恋瀬川最下流部の常時微動計測結果とボーリングデータ地点．数値はＳ波速度が 300m/s に達する深度．

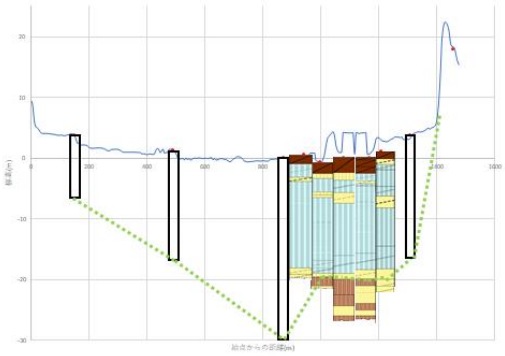

図-8　恋瀬川最下流部の推定沖積層基底横断面図．左から TKH11，10，09，01 の断面．ボーリングデータの凡例は図-5 参照．

4. まとめ

対象地域の谷底平野の勾配と沖積層の厚さを調べた結果，地形発達段階の違いによって 2 つのパターンが見られた．ただし，いずれのパターンにおいても谷底平野の下流部ほど沖積層が厚くなっていた．また，横断面を検討した幅の広い谷底平野では，中央部ほど沖積層が厚いという傾向が鮮明であった．今回対象とした谷底平野の緩傾斜部分の沖積層は，主にシルトで構成されることから，必ずしも液状化リスクが高い条件に該当しないが，今回の結果は，液状化以外も含めた地震時地盤災害リスクを考える上で，同じ谷底平野内でも下流部の低勾配の箇所や幅の広い谷底平野の位置に応じて，地震時地盤災害リスク評価の細分化を検討する必要性を示すものと考える．

謝辞

データの収集や解析の作業の一部は，茨城大学理学部理学科地球環境科学コース 4 年の川村直輝氏の卒業研究として実施したものである．常時微動の計測機器は，茨城大学と防災科学技術研究所の共同研究協定により借用し，常時微動解析の基礎的な部分は，防災科学技術研究所の先名重樹博士にお

願いした．また，地球環境科学コースの防災・応用地学研究室の学生・院生・卒業生各位と固体地球物理学研究室修士の橋本果歩氏，気象研究室学生の赤羽祐介氏には常時微動計測をお手伝いいただくと共に，橋本氏の御家族及び小美玉市玉里総合支所，小美玉市教育委員会，小美玉市生涯学習センターコスモス，石岡警察署，大井戸地区及び高崎地区の区長には，計測のための土地の提供と地権者への交渉に協力いただいた．ここに記して感謝申し上げます．

参考文献

中埜貴元・小荒井衛・宇根寛（2015）：地形分類情報を用いた液状化ハザード評価基準の再考，地学雑誌，124-2，259-271．