

3. 家屋被災範囲を設定する手法の精度

第2章で整理した手法を過去の土石流災害に適用し、その精度を評価する。評価方法は3.1に記載する。評価に際しては、本資料の冒頭でも述べたように土石流災害を経験したことの無い溪流において家屋被災範囲を設定する場合を想定して、地形図上で基準地点を設定し、その地形図と土石流危険溪流カルテに記載された情報から家屋被災範囲を設定する。その結果から手法の精度を評価する。その後、 V_0 や基準地点の位置を変化させた際に、手法の精度がどのように変化するかを定性的に整理する。

3.1 評価方法

「被災家屋包含率」と「無被災家屋率」という2つの新しい指標を本資料で定義して、それらの値に基づいて手法の精度を評価する。

被災家屋包含率は、実際の被災家屋（全数）のうち今回設定した家屋被災範囲に含まれた被災家屋の戸数の割合とする。被災家屋は土石流等により被災した建築物のうち、全壊あるいは半壊の状態になった家屋（人家）とする。

また、無被災家屋率は家屋被災範囲に含まれた無被災家屋の戸数を、家屋被災範囲に含まれた全ての建築物の戸数（被災家屋と無被災家屋の合計）で除した値とする。無被災家屋は実際には被災しなかった家屋（人家）とする（図-3.1）。これらの数値に基づいて、被災家屋包含率が高く、無被災家屋率が低くなるほど、精度の高い手法と判断する。

例えば、土石流災害で被災家屋が8戸生じた溪流を対象として、家屋被災範囲を設定した際に、その家屋被災範囲の中に存在する建築物（人家）の数が10戸あったとする。また、家屋被災範囲の中に存在する建築物（人家）の10戸の内訳として、当該土石流災害において、6戸が被災家屋、残り4戸が無被災家屋であったとする。この場合、被災家屋包含率は $6戸 \div 8戸 = 0.75$ （75%）、無被災家屋率は $4戸 \div 10戸 = 0.40$ （40%）となる（図-3.2）。

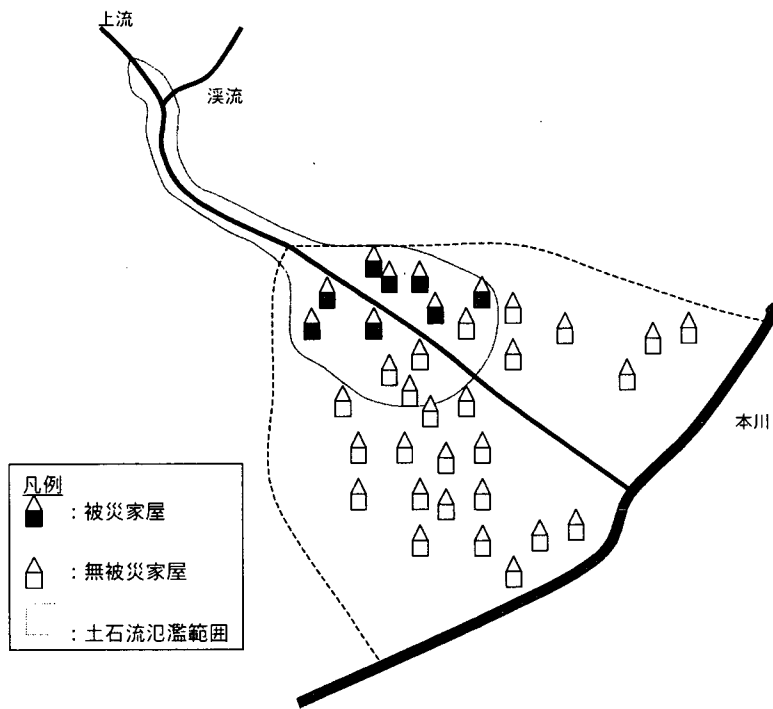


図-3.1 被災家屋と無被災家屋

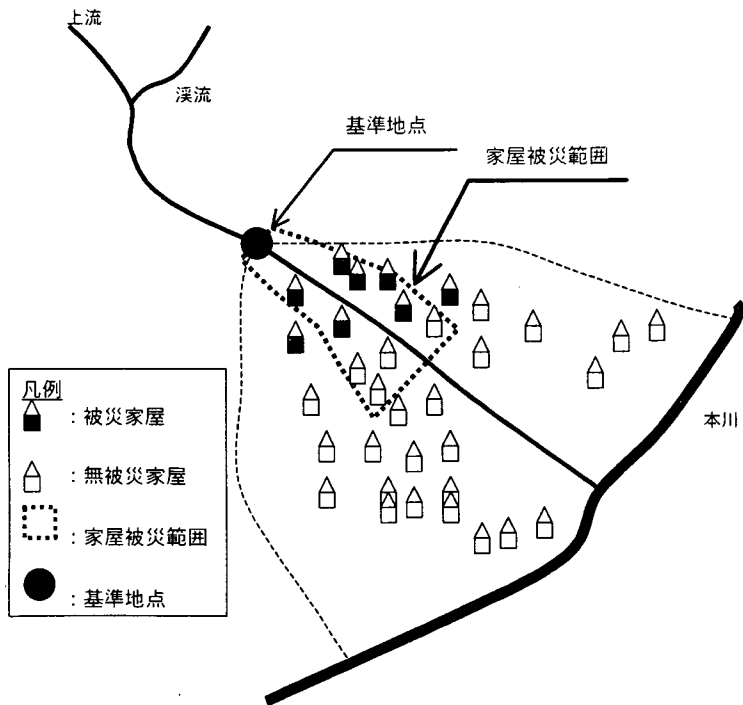


図-3.2 被災家屋包含率と無被災家屋率の計算事例

3. 2 適用した災害事例の概要

表-3. 1に今回適用した災害の16事例の流域面積、災害年月日、災害時の流出土砂量等の災害諸元を示す。平成13年度の時点で、下記の全ての溪流は土石流危険溪流であった。

表-3. 1 災害事例

| 溪流名 | 流域面積 (km ²) | 災害 年月日 | 災害実績図 図面縮尺 ※1 | 災害時 における 流出土砂量 (m ³) | 建築物の戸数 | | | | | |
|-----|----------------------------|-----------|---------------------|---|--------|----------|----|----------|----|----------|
| | | | | | 全壊 | | | 半壊 | | |
| | | | | | 内訳 | | 内訳 | | 内訳 | |
| | | | | | 人家 | 人家 以外 | 人家 | 人家 以外 | 人家 | 人家 以外 |
| A溪流 | 0.90 | H11.08.15 | 1/2500 | 5592 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| B溪流 | 0.64 | H10.08.30 | 1/2500 | 15000 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| C溪流 | 0.09 | H01.09.20 | 1/2500 | 1480 | 5 | 0 | 5 | 2 | 1 | 1 |
| D溪流 | 0.29 | H10.09.25 | 1/5000 | 4080 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| E溪流 | 0.20 | H10.10.18 | 1/1000 | 2000 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| F溪流 | 0.11 | H03.07.05 | (1/5000) | 25000 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G溪流 | 0.07 | H02.07.02 | 1/2500 | 4700 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 |
| H溪流 | 0.07 | H05.08.06 | 1/2500 | 18500 | 5 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| I溪流 | 0.04 | H05.08.06 | 1/2500 | 20000 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| J溪流 | 0.20 | H07.08.10 | (1/2500) | 2000 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| K溪流 | 0.06 | H11.09.22 | (1/2500) | 3748 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| L溪流 | 1.09 | H09.07.12 | 1/10000 | 96000 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| M溪流 | 0.39 | H08.08.28 | (1/4000) | 2300 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| N溪流 | 0.10 | H09.09.16 | 1/5000 | 1450 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| O溪流 | 0.09 | H09.09.16 | (1/2500) | 1410 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 |
| P溪流 | 0.04 | H09.09.16 | (1/2500) | 3300 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | | | | | 19 | 10 | 9 | 22 | 20 | 2 |

※1 家屋被災範囲を設定するにあたり使用した地形図の縮尺。

※2 全壊、半壊は「災害関連緊急砂防工事等所要見込額報告及び工事計画書について」(昭和62年12月3日、建設省河砂発第63号)の定義とする。

3. 3 適用ケースと条件

表-3. 2は適用ケースを示したものである。適用ケース①では、土石流災害の経験のない溪流において被災家屋範囲を設定することを想定して、土石流災害に関する情報を一切使わないで設定した場合の精度を評価する。 θ を計測する際の2地点間の水平距離が精度に与える影響も合わせて評価する。基準地点は地形図上の谷の出口に設定する。土石流危険溪流カルテに記載された溪床堆積土砂の有無、存在する区間、その厚さ、その幅から Ve' を算出し、同じく記載のある土石流氾濫開始点の勾配の値を θ_0 、流域面積の値をA、別途収集した資料に記載された24時間雨量の値を R_T として式(2. 2)、(2. 3)、(2. 4)から Vec を算出する。それらの値から V_0 を2. 2. 4の手法に基づいて算出する。表-3. 3が V_0 を算出した結果である。

適用ケース②では、 V_0 に土石流災害時の流出土砂量を用いることで、 V_0 が精度に与える影響を評価する。基準地点の位置が同じであれば、 V_0 の値を小さくすると Q_{SP0} が小さくなるので、被災家屋包含率は適用ケース①よりも低くなることは容易に想像できる。そこで、 V_0 は2. 2. 4の手法に基づいて算出した数値と土石流災害時の流出土砂量を比較して大きい値とする。基準地点は適用ケース①と同じく地形図上の谷の出口に設定する。

適用ケース③では、基準地点の位置が精度に与える影響を評価する。基準地点は実際の土石流氾濫開始点に設定する。 V_0 は表-3. 3の数値を用いる。

その他のパラメータは一般的な数値として $n=0.10$ 、 $C_*=0.6$ 、 $\sigma=25.51\text{kN/m}^3$ 、 $\rho=11.77\text{kN/m}^3$ 、 $\phi=30^\circ$ 、 $\lambda=0.4$ と設定し、全ての事例で用いる。なお、収集した資料では土石流災害当時の流路の流過能力を推定できなかったため、適用ケース①、②、③ともに土石流の流下経路は流路沿いと想定する。

表-3. 2 適用ケース

| 適用 ケース | パラメータの設定方法 | | |
|-----------|--------------|---------------------------------|-------------------------|
| | 基準地点の位置 | V_0 の値 | θ を計測する2地点間の水平距離 |
| ① | 地形図上の谷の出口 | 表-3. 3の数値 | 10m、100m、200m |
| ② | 地形図上の谷の出口 | 表-3. 3の数値と土石流災害時の流出土砂量を比較して大きい値 | 10m、100m、200m |
| ③ | 土石流災害時の氾濫開始点 | 表-3. 3の数値 | 10m、100m、200m |

表-3.3 基準地点における土石流により流下する土石等の量

| 溪流名 | 溪床堆積 土砂量 [m ³] | 流域面積 A[km ²] | 流出補正率 fr | 24時間雨量 R _r [mm/24hrs.] | 土地の勾配 [°] | 運搬可能 土砂量 Vec[m ³] | 基準地点におけ る土石流により流 下する土石等の 量 V ₀ [m ³] |
|-----|----------------------------------|-----------------------------|-------------|---|--------------|-------------------------------------|---|
| A溪流 | 26,460 | 0.90 | 0.2745 | 250.0 | 8 | 33,107 | 26,460 |
| B溪流 | 13,910 | 0.64 | 0.3108 | 340.8 | 6 | 21,643 | 10,992 |
| C溪流 | 1,536 | 0.09 | 0.5000 | 310.0 | 12 | 20,620 | 1,536 |
| D溪流 | 7,700 | 0.29 | 0.3720 | 250.0 | 6 | 19,263 | 7,700 |
| E溪流 | 4,750 | 0.20 | 0.4408 | 292.8 | 10 | 20,819 | 2,950 |
| F溪流 | 9,000 | 0.11 | 0.4665 | 399.0 | 6 | 9,506 | 9,000 |
| G溪流 | 7,000 | 0.07 | 0.5000 | 351.0 | 6 | 4,827 | 4,827 |
| H溪流 | 2,300 | 0.07 | 0.5000 | 305.7 | 17 | 20,934 | 2,300 |
| I溪流 | 1,215 | 0.04 | 0.5000 | 305.7 | 20 | 11,962 | 1,215 |
| J溪流 | 6,150 | 0.20 | 0.4142 | 305.3 | 8 | 16,052 | 6,150 |
| K溪流 | 3,500 | 0.06 | 0.5000 | 280.0 | 17 | 10,957 | 3,500 |
| L溪流 | 61,560 | 1.09 | 0.2450 | 247.5 | 6 | 25,251 | 25,251 |
| M溪流 | 6,634 | 0.39 | 0.3254 | 328.0 | 6 | 34,303 | 6,634 |
| N溪流 | 3,700 | 0.10 | 0.4408 | 209.0 | 10 | 14,900 | 3,700 |
| O溪流 | 6,000 | 0.09 | 0.5000 | 292.8 | 7 | 6,616 | 6,000 |
| P溪流 | 9,600 | 0.04 | 0.5000 | 292.8 | 10 | 5,903 | 5,903 |

3. 4 適用結果

3. 4. 1 適用ケース①

図-3. 3は家屋被災範囲の設定結果の一事例（O溪流の結果）で、それぞれ土地の勾配を計測する際の2地点間の水平距離が10m、100m、200mの場合である。実際の被災家屋は3戸あり、そのうち家屋被災範囲の中に入った被災家屋は1戸（10mの場合）、3戸（100mの場合）、3戸（200mの場合）であったので、被災家屋包含率は33.3%（10mの場合）、100.0%（100mの場合）、100.0%（200mの場合）となった。また、無被災家屋は2戸（10mの場合）、1戸（100mの場合）、1戸（200mの場合）であったので、無被災家屋率は66.7%（10mの場合）、25.0%（100mの場合）、25.0%（200mの場合）となった。このように、被災家屋包含率は3つのケースのうち100mと200mの場合で最も高く、無被災家屋率は3つのケースのうち100mと200mの場合で最も低くなった。

家屋被災範囲の形状を見ると、10mと100mの場合では分離しているが、200mの場合では一つの区域となった。これは θ の値による影響と考えられる。図-3. 4、3. 5、3. 6はそれぞれ10m、100m、200mの場合における θ の変化である。 θ を計測する2地点間の水平距離を短い程、地形図上からの読み取り結果による θ の値（○印）は計算地点で振動する傾向がある。特に、図-3. 4では、基準地点の直下流で勾配が一旦緩くなったため、その計算地点より下流では、 V （式（2. 13））を算出するための θ の値（●印）は一定となり、 U は増加傾向、 h は減少傾向となった。その結果、 F_d と P は増加したが、その勾配に対する増加率は F_d の方が大きかったため、所々 F_d が P を上回り、家屋被災範囲が飛び飛びに現れたと考えられる。

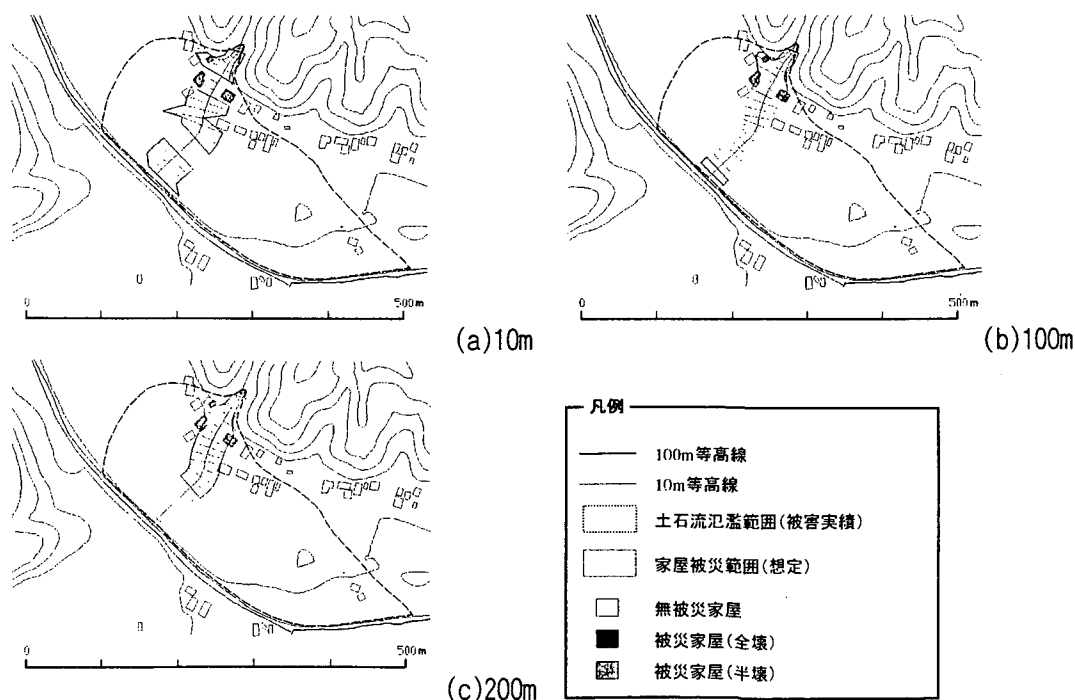


図-3. 3 O溪流における家屋被災範囲

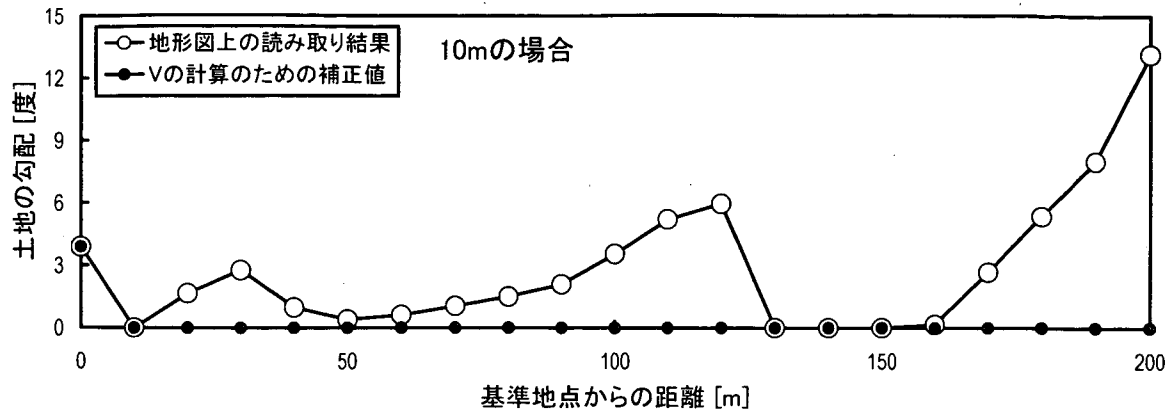


図-3.4 O溪流における土地の勾配の変化 (10mの場合)

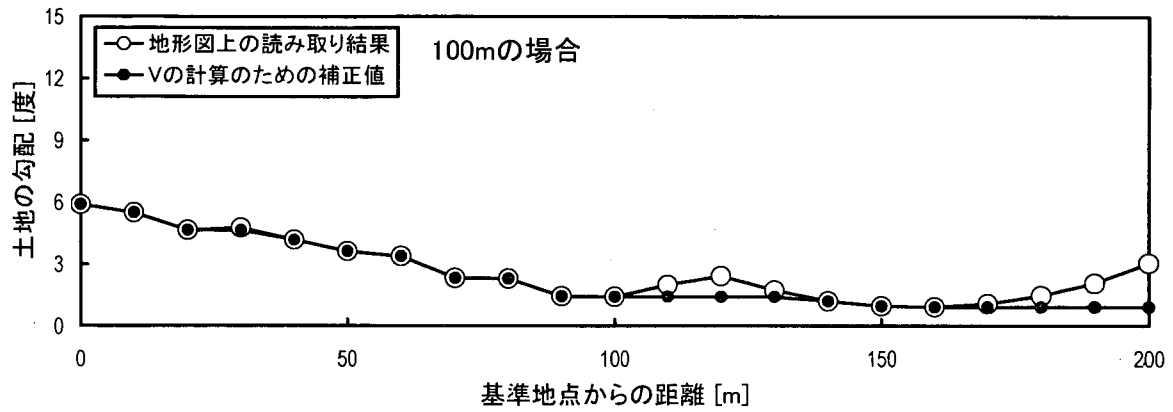


図-3.5 O溪流における土地の勾配の変化 (100mの場合)

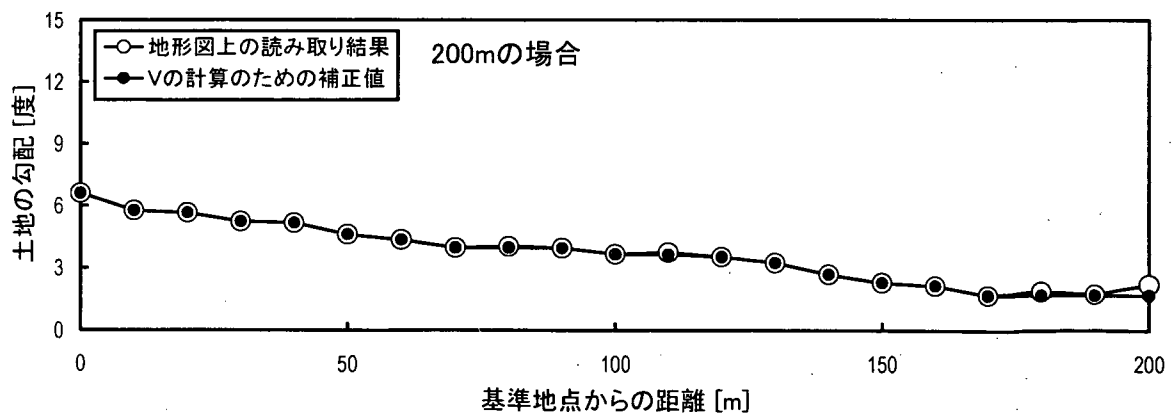


図-3.6 O溪流における土地の勾配の変化 (200mの場合)

表－3. 4 被災家屋包含率と無被災家屋包含率（適用ケース①）

| | | 土地の勾配を計測する際の水平距離[m] | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------|---------------------|------|---|-----|------|-------|------|---|------|---|-------|------|---|-----|---|
| | | 10m | | | | 100m | | | | 200m | | | | | | |
| | | ①/② | 内訳 | | | | ③/④ | 内訳 | | | | ⑤/⑥ | 内訳 | | | |
| | | | 該当数① | | 全数② | | | 該当数③ | | 全数④ | | | 該当数⑤ | | 全数⑥ | |
| 被災家屋包含率 | 全壊・半壊合計 | 0.567 | 17 | 戸 | 30 | 戸 | 0.667 | 20 | 戸 | 30 | 戸 | 0.700 | 21 | 戸 | 30 | 戸 |
| | 全壊 | 0.400 | 4 | 戸 | 10 | 戸 | 0.500 | 5 | 戸 | 10 | 戸 | 0.600 | 6 | 戸 | 10 | 戸 |
| | 半壊 | 0.650 | 13 | 戸 | 20 | 戸 | 0.750 | 15 | 戸 | 20 | 戸 | 0.750 | 15 | 戸 | 20 | 戸 |
| 無被災家屋率 | | 0.874 | 118 | 戸 | 135 | 戸 | 0.780 | 71 | 戸 | 91 | 戸 | 0.796 | 82 | 戸 | 103 | 戸 |

表－3. 4は16事例の被災家屋と無被災家屋を合計し、被災家屋包含率と無被災家屋率を算出した結果である。表中の「全数」とは実際の被災家屋の総数（合計30戸のうち全壊10戸、半壊20戸）、または、家屋被災範囲に含まれた被災家屋と無被災家屋の合計である。「該当数」とは家屋被災範囲に含まれた被災家屋の総数、または、家屋被災範囲に含まれた無被災家屋の戸数である。被災家屋包含率（全半壊）は高い順に70.0%（200mの場合）、66.7%（100mの場合）、56.7%（10mの場合）の順になった。無被災家屋率は低い順に78.0%（100mの場合）、79.6%（200mの場合）、87.4%（10mの場合）となった。

以上のように、土石流災害での実績値を使わない場合でも、 θ を計測する2地点間の水平距離を100mから200m程度にすれば、無被災家屋率は80%程度となるものの、被災家屋包含率は70%程度と高いことが分かった。また、 θ を計測する2地点間の水平距離を200m程度とすれば、家屋被災範囲は飛び飛びに現れずに一つの土地の区域となることが分かった。

3. 4. 2 適用ケース②

対象となった事例は16事例中6事例（B溪流、F溪流、H溪流、I溪流、K溪流、L溪流）であった。

図－3. 7はH溪流での設定結果で、 θ を算出する際の2地点間の水平距離を200mとした場合である。この場合、家屋被災範囲の中に入った被災家屋は3戸あり、被災家屋包含率は100.0%となった。また、無被災家屋は6戸含まれており、無被災家屋率は67.0%となった。図－3. 8は適用ケース①でのH溪流で200mの場合である。適用ケース①と②を比較すると、被災家屋包含率は33.3%から100.0%に高くなり、無被災家屋率は75.0%から67.0%に低くなった。H溪流の場合に限ると、精度は向上したことになる。これは、図－3. 7と図－3. 8の家屋被災範囲を比較すると分かるが、適用ケース②での $V_0(18,500\text{m}^3)$ が適用ケース①での値 $(2,300\text{m}^3)$ より大きくなったことにより、家屋被災範囲が広がり、被災家屋包含率が向上したためである。

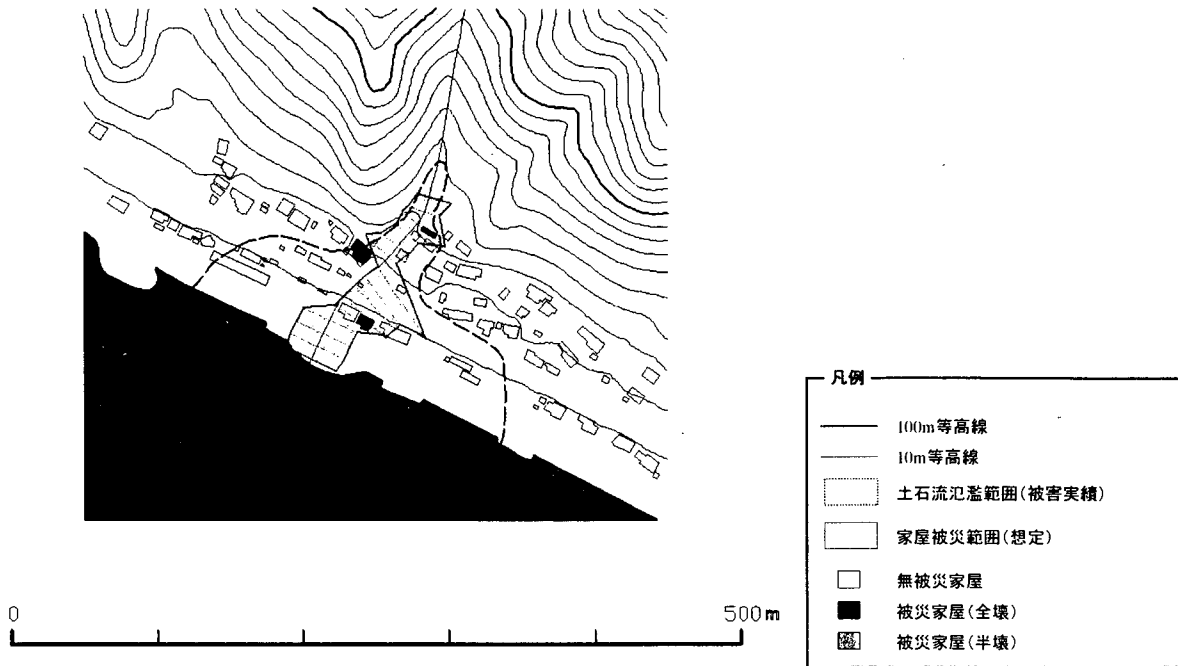


図-3.7 H溪流における家屋被災範囲(適用ケース②、200mの場合)

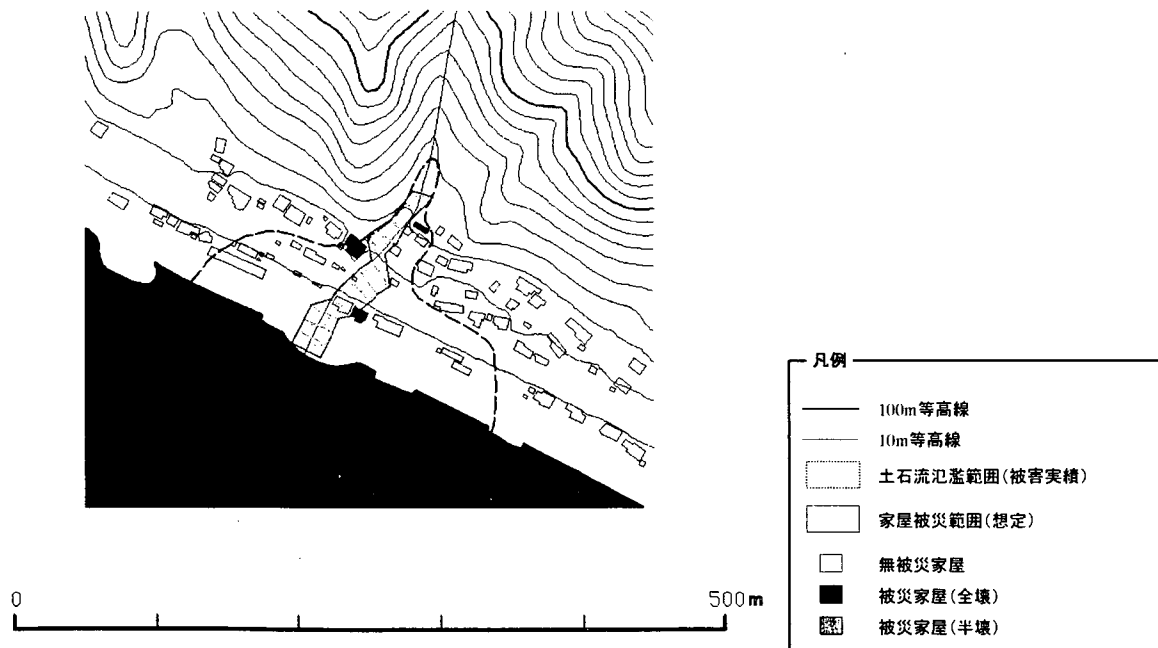


図-3.8 H溪流における家屋被災範囲(適用ケース①、200mの場合)

表-3.5 適用ケース②と適用ケース①の比較

| 溪流名 | 10m | | | | 100m | | | | 200m | | | |
|-----|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| | 適用ケース① | | 適用ケース② | | 適用ケース① | | 適用ケース② | | 適用ケース① | | 適用ケース② | |
| | 被災家屋包含率 | 無被災家屋率 | 被災家屋包含率 | 無被災家屋率 | 被災家屋包含率 | 無被災家屋率 | 被災家屋包含率 | 無被災家屋率 | 被災家屋包含率 | 無被災家屋率 | 被災家屋包含率 | 無被災家屋率 |
| 白溪流 | 0.0% (0/2) | -(0/0) | 0.0% (0/2) | -(0/0) | 0.0% (0/2) | -(0/0) | 0.0% (0/2) | -(0/0) | 0.0% (0/2) | -(0/0) | 0.0% (0/2) | -(0/0) |
| F溪流 | 100.0% (1/1) | 95.2% (20/21) | 100.0% (1/1) | 95.5% (21/22) | 100.0% (1/1) | 88.9% (8/9) | 100.0% (1/1) | 95.0% (19/20) | 100.0% (1/1) | 87.5% (7/8) | 100.0% (1/1) | 92.3% (12/13) |
| H溪流 | 0.0% (0/3) | 100.0% (1/1) | 33.3% (1/3) | 75.0% (3/4) | 0.0% (0/3) | 100.0% (3/3) | 100.0% (3/3) | 66.7% (6/9) | 33.3% (1/3) | 75.0% (3/4) | 100.0% (3/3) | 66.7% (6/9) |
| I溪流 | 0.0% (0/1) | -(0/0) | 0.0% (0/1) | -(0/0) | 100.0% (1/1) | 50.0% (1/2) | 100.0% (1/1) | 80.0% (4/5) | 100.0% (1/1) | 50.0% (1/2) | 100.0% (1/1) | 80.0% (4/5) |
| K溪流 | 0.0% (0/3) | -(0/0) | 0.0% (0/3) | -(0/0) | 100.0% (3/3) | 40.0% (2/5) | 100.0% (3/3) | 40.0% (2/5) | 100.0% (3/3) | 40.0% (2/5) | 100.0% (3/3) | 40.0% (2/5) |
| L溪流 | 100.0% (1/1) | 96.0% (24/25) | 100.0% (1/1) | 96.2% (25/26) | 100.0% (1/1) | 83.3% (14/15) | 100.0% (1/1) | 83.3% (14/15) | 100.0% (1/1) | 95.2% (20/21) | 100.0% (1/1) | 95.2% (20/21) |
| 合計 | 18.2% (2/11) | 95.7% (45/47) | 27.3% (3/11) | 94.2% (49/52) | 54.5% (6/11) | 82.4% (28/34) | 81.8% (9/11) | 83.3% (45/54) | 63.6% (7/11) | 82.5% (33/40) | 81.8% (9/11) | 83.0% (44/53) |

表-3. 6 被災家屋包含率と無被災家屋包含率 (適用ケース②)

| | | 土地の勾配を計測する際の水平距離[m] | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------|---------------------|------|-----|-----|------|-------|-----|------|------|---|-------|----|---|-----|---|
| | | 10m | | | | 100m | | | | 200m | | | | | | |
| | | ①/② | 内訳 | | ③/④ | 内訳 | | ⑤/⑥ | 内訳 | | | | | | | |
| | | | 該当数① | 全数② | | 該当数③ | 全数④ | | 該当数⑤ | 全数⑥ | | | | | | |
| 被災家屋包含率 | 全壊・半壊合計 | 0.600 | 18 | 戸 | 30 | 戸 | 0.800 | 24 | 戸 | 30 | 戸 | 0.767 | 23 | 戸 | 30 | 戸 |
| | 全壊 | 0.500 | 5 | 戸 | 10 | 戸 | 0.900 | 9 | 戸 | 10 | 戸 | 0.800 | 8 | 戸 | 10 | 戸 |
| | 半壊 | 0.650 | 13 | 戸 | 20 | 戸 | 0.750 | 15 | 戸 | 20 | 戸 | 0.750 | 15 | 戸 | 20 | 戸 |
| 無被災家屋率 | | 0.871 | 122 | 戸 | 140 | 戸 | 0.786 | 88 | 戸 | 112 | 戸 | 0.802 | 93 | 戸 | 116 | 戸 |

表-3. 5は適用ケース②で家屋被災範囲を設定した6事例の個別の結果である。適用ケース①では6事例のうちB溪流とH溪流を除く4事例で、被災家屋包含率が10m、100m、200mのいずれかの場合で100.0%となっており、被災家屋包含率については改善の余地はない。そこで、B溪流とH溪流について被災家屋包含率を検証ケース①と比較する。溪流Hでは10m、100m、200mいずれの場合でも高くなったが、溪流Bではいずれの場合でも変わらなかった。次に無被災家屋率について検討する。無被災家屋率は6事例とも0.0%より大きいので改善の余地がある。そこで、6事例全てについて無被災家屋率を検証ケース①と比較すると、B溪流とK溪流では変わらず、F溪流・I溪流・L溪流では高くなり、H溪流では低くなった。

表-3. 6は全16事例を集計した適用結果である。検証ケース①と比べると、被災家屋包含率(全半壊)は高い順に80.0%(100mの場合)、76.7%(200mの場合)、60.0%(10mの場合)となった。無被災家屋率は低い順に78.6%(100mの場合)、80.2%(200mの場合)、87.1%(10mの場合)となった。

以上を整理すると、 V_0 は2.2.4の方法で算出した値(表-3.3)と土石流災害での流出土砂量の値を比較して大きいほうを用いた場合、家屋被災範囲が広がるため被災家屋包含率が高くなるものの、無被災家屋率も高くなるという傾向があることが分かった。また、 θ を計測する2地点間の水平距離を長くすると、被災家屋包含率が向上しやすいという傾向が見られた。

3.4.3 適用ケース③

土石流災害時の実際の氾濫開始点が地形図上で設定した谷の出口より下流に位置した事例はB溪流、D溪流、M溪流の3溪流で、その他の13溪流は地形図上で設定した谷の出口より上流に位置した。

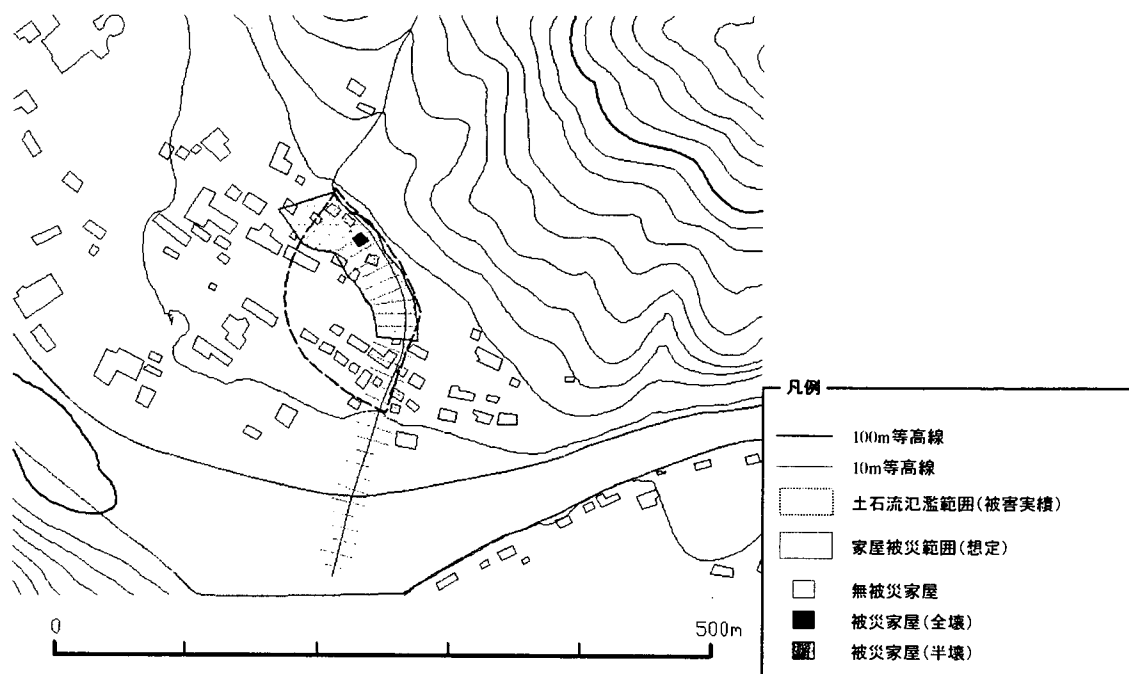


図-3.9 D溪流における家屋被災範囲(適用ケース③、200mの場合)

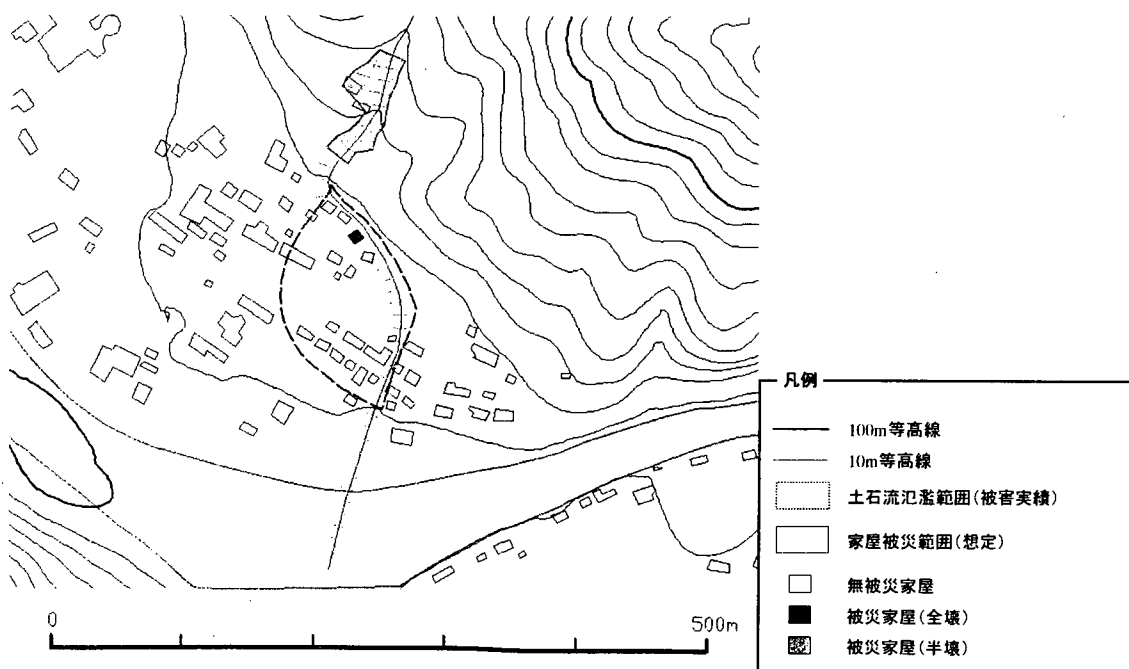


図-3.10 D溪流における家屋被災範囲(適用ケース①、200mの場合)

表-3.7 適用ケース③と適用ケース①の比較 (a:下流、b:上流)

(a)

| 溪流名 | 10m | | | | 100m | | | | 200m | | | |
|-----|--------------|---------------|--------------|---------------|------------|----------------|--------------|---------------|------------|----------------|--------------|----------------|
| | 適用ケース① | | 適用ケース③ | | 適用ケース① | | 適用ケース③ | | 適用ケース① | | 適用ケース③ | |
| | 被災家屋包含率 | 無被災家屋率 | 被災家屋包含率 | 無被災家屋率 | 被災家屋包含率 | 無被災家屋率 | 被災家屋包含率 | 無被災家屋率 | 被災家屋包含率 | 無被災家屋率 | 被災家屋包含率 | 無被災家屋率 |
| B溪流 | 0.0% (0/2) | - (0/0) | 0.0% (0/2) | - (0/0) | 0.0% (0/2) | - (0/0) | 0.0% (0/2) | - (0/0) | 0.0% (0/2) | - (0/0) | 0.0% (0/2) | - (0/0) |
| D溪流 | 100.0% (2/2) | 90.9% (20/22) | 100.0% (2/2) | 92.3% (24/26) | 0.0% (0/2) | 100.0% (5/5) | 100.0% (2/2) | 77.8% (7/9) | 0.0% (0/2) | 100.0% (2/2) | 100.0% (2/2) | 80.0% (8/10) |
| M溪流 | 100.0% (1/1) | 93.3% (14/15) | 100.0% (1/1) | 90.0% (9/10) | 0.0% (0/1) | 100.0% (14/14) | 0.0% (0/1) | 100.0% (7/7) | 0.0% (0/1) | 100.0% (12/12) | 0.0% (0/1) | 100.0% (11/11) |
| 合計 | 60.0% (3/5) | 91.9% (34/37) | 60.0% (3/5) | 91.7% (33/36) | 0.0% (0/5) | 100.0% (19/19) | 40.0% (2/5) | 87.5% (14/16) | 0.0% (0/5) | 100.0% (14/14) | 40.0% (2/5) | 90.5% (19/21) |

(b)

| 溪流名 | 10m | | | | 100m | | | | 200m | | | |
|-----|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 適用ケース① | | 適用ケース③ | | 適用ケース① | | 適用ケース③ | | 適用ケース① | | 適用ケース③ | |
| | 被災家屋包含率 | 無被災家屋率 | 被災家屋包含率 | 無被災家屋率 | 被災家屋包含率 | 無被災家屋率 | 被災家屋包含率 | 無被災家屋率 | 被災家屋包含率 | 無被災家屋率 | 被災家屋包含率 | 無被災家屋率 |
| A溪流 | 100.0% (2/2) | 81.8% (9/11) | 100.0% (2/2) | 80.0% (8/10) | 100.0% (2/2) | 80.0% (8/10) | 100.0% (2/2) | 83.3% (10/12) | 100.0% (2/2) | 84.6% (11/13) | 100.0% (2/2) | 83.3% (10/12) |
| C溪流 | 100.0% (1/1) | 0.0% (0/1) | 0.0% (0/1) | - (0/0) | 0.0% (0/1) | - (0/0) | 0.0% (0/1) | - (0/0) | 0.0% (0/1) | - (0/0) | 0.0% (0/1) | - (0/0) |
| E溪流 | 0.0% (0/2) | - (0/0) | 100.0% (2/2) | 33.3% (1/3) | 50.0% (1/2) | 0.0% (0/1) | 50.0% (1/2) | 0.0% (0/1) | 50.0% (1/2) | 75.0% (3/4) | 50.0% (1/2) | 50.0% (1/2) |
| F溪流 | 100.0% (1/1) | 95.2% (20/21) | 100.0% (1/1) | 50.0% (1/2) | 100.0% (1/1) | 88.9% (8/9) | 100.0% (1/1) | 0.0% (0/1) | 100.0% (1/1) | 87.5% (7/8) | 100.0% (1/1) | 87.5% (7/8) |
| G溪流 | 100.0% (2/2) | 83.3% (10/12) | 100.0% (2/2) | 86.7% (13/15) | 100.0% (2/2) | 81.8% (9/11) | 100.0% (2/2) | 81.8% (9/11) | 100.0% (2/2) | 81.8% (9/11) | 100.0% (2/2) | 81.8% (9/11) |
| H溪流 | 0.0% (0/3) | 100.0% (1/1) | 0.0% (0/3) | 100.0% (1/1) | 0.0% (0/3) | 100.0% (3/3) | 0.0% (0/3) | 100.0% (1/1) | 33.3% (1/3) | 75.0% (3/4) | 33.3% (1/3) | 75.0% (3/4) |
| I溪流 | 0.0% (0/1) | - (0/0) | 0.0% (0/1) | - (0/0) | 100.0% (1/1) | 50.0% (1/2) | 100.0% (1/1) | 50.0% (1/2) | 100.0% (1/1) | 50.0% (1/2) | 100.0% (1/1) | 50.0% (1/2) |
| J溪流 | 100.0% (3/3) | 57.1% (4/7) | 0.0% (0/3) | - (0/0) | 100.0% (3/3) | 40.0% (2/5) | 100.0% (3/3) | 25.0% (1/4) | 100.0% (3/3) | 40.0% (2/5) | 100.0% (3/3) | 25.0% (1/4) |
| K溪流 | 0.0% (0/3) | - (0/0) | 0.0% (0/3) | - (0/0) | 100.0% (3/3) | 40.0% (2/5) | 100.0% (3/3) | 40.0% (2/5) | 100.0% (3/3) | 40.0% (2/5) | 100.0% (3/3) | 25.0% (1/4) |
| L溪流 | 100.0% (1/1) | 96.0% (24/25) | 100.0% (1/1) | 88.0% (48/49) | 100.0% (1/1) | 93.3% (14/15) | 100.0% (1/1) | 95.8% (23/24) | 100.0% (1/1) | 95.2% (20/21) | 100.0% (1/1) | 95.7% (22/23) |
| N溪流 | 100.0% (2/2) | 80.0% (8/10) | 100.0% (2/2) | 75.0% (6/8) | 100.0% (2/2) | 0.0% (0/2) | 100.0% (2/2) | 0.0% (0/2) | 100.0% (2/2) | 71.4% (5/7) | 100.0% (2/2) | 0.0% (0/2) |
| O溪流 | 33.3% (1/3) | 66.7% (2/3) | 0.0% (0/3) | - (0/0) | 100.0% (3/3) | 25.0% (1/4) | 100.0% (3/3) | 0.0% (0/3) | 100.0% (3/3) | 25.0% (1/4) | 100.0% (3/3) | 0.0% (0/3) |
| P溪流 | 100.0% (1/1) | 85.7% (6/7) | 100.0% (1/1) | 75.0% (3/4) | 100.0% (1/1) | 80.0% (4/5) | 100.0% (1/1) | 80.0% (4/5) | 100.0% (1/1) | 80.0% (4/5) | 100.0% (1/1) | 80.0% (4/5) |
| 合計 | 56.0% (14/25) | 85.7% (84/98) | 44.0% (11/25) | 88.0% (81/92) | 80.0% (20/25) | 72.2% (52/72) | 80.0% (20/25) | 71.8% (51/71) | 84.0% (21/25) | 76.4% (68/89) | 84.0% (21/25) | 73.8% (59/80) |

基準地点の位置が適用ケース①と比べて下流に位置した事例として、図-3.9にD渓流について適用結果(200mの場合)を示す。家屋被災範囲内に被災家屋が2戸含まれたので、被災家屋包含率は100.0%となった。また、無被災家屋が8戸含まれたので、無被災家屋率は80.0%となった。図-3.10は適用ケース①でのD渓流での適用結果(200mの場合)である。家屋被災範囲内に被災家屋が含まれなかったので、被災家屋包含率は0.0%となった。また、無被災家屋が2戸含まれたので、無被災家屋率は100.0%となった。このように、D渓流では被災家屋包含率が高くなり、無被災家屋率が低くなった。この理由には次のような2点が考えられる。一つは基準地点が適用ケース①と比べて被災家屋の近くなったことである。もう一つは、 θ_0 の値が 4° 程度小さくなったため、土石流ピーク流量(式(2.1))と流体力(式(2.15))が大きくなり、家屋被災範囲が広がったためと考えられる。以上のように、精度が向上したと言えるが、無被災家屋の戸数が増加したことにも注意が必要である。

表-3.7は個別の渓流における結果を検証ケース①と比較したものである。基準地点が検証ケース①より下流に位置した事例の中で、被災家屋包含率が高くなった事例はD渓流(100m・200mの場合)で、その他では変わらなかった。無被災家屋率が適用ケース①と比べて高くなった事例はD渓流(10mの場合のみ)であった。逆に無被災家屋率が低くなった事例はD渓流(100m・200mの場合)とM渓流(10mの場合のみ)であった。その他の事例では無被災家屋率は変わらなかった。以上の事例で、被災家屋包含率や無被災家屋率が高くなった理由は、土石流の流下幅が広く、また家屋被災範囲が家屋の存在する範囲まで達したためである。また、無被災家屋率が低くなった理由は、家屋被災範囲が家屋の存在する範囲まで達して実際の被災家屋を包含できたこと、或いは土石流の流下幅が狭くなったためである。

基準地点が検証ケース①より上流に位置した事例の中で、被災家屋包含率が高くなった事例はE渓流(10mの場合のみ)であった。逆に、被災家屋包含率が低くなった事例はC渓流(10mの場合のみ)、J渓流(10mの場合のみ)、O渓流(10mの場合のみ)であった。その他の事例では被災家屋包含率は変わらなかった。また、無被災家屋率が適用ケース①と比べて高くなった事例は、適用ケース①で家屋被災範囲内に人家が含まれなかった事例を除くと、A渓流(100mの場合のみ)、G渓流(10mの場合のみ)、L渓流(10m・100m・200mの場合)であった。逆に、無被災家屋率が低くなった事例はA渓流(10m・200mの場合のみ)、E渓流(200mの場合のみ)、F渓流(10m・100mの場合)、J渓流(100m・200mの場合)、K渓流(200mの場合)、N渓流(10m・200mの場合)、O渓流(100m・200mの場合)、P渓流(10mの場合)であった。以上の事例で、被災家屋包含率や無被災家屋率が高くなった理由は、土石流の流下幅が広がったことと、渓流方向の到達範囲が大きくなり、家屋被災範囲が拡大したためである。一方、被災家屋包含率や無被災家屋率が低くなった理由は、土石流の流下幅が狭く或いは渓流方

向の到達範囲が狭くなったため、家屋被災範囲が縮小したためである。また、被災家屋包含率や無被災家屋率が変わらなかった理由は土石流災害時の氾濫開始点が谷の出口付近にあったため、適用ケース①と③でほとんど差がなかったためである。

このように、基準地点を実際の土石流氾濫開始点とした場合で地形図上の谷の出口より下流にある場合、被災家屋包含率が高くなり、無被災家屋率が低くなる事例があった。一方、上流にある場合、被災家屋包含率が低くなった事例が多く、無被災家屋率が低くなった事例が多かった。

表-3.8は全16事例を集計した適用結果である。検証ケース①と比べると、被災家屋包含率（全半壊）は高い順に76.7%（200mの場合）、73.3%（100mの場合）、46.7%（10mの場合）となった。無被災家屋率は低い順に74.7%（100mの場合）、77.2%（200mの場合）、89.1%（10mの場合）となった。

以上を整理すると、基準地点を土石流災害時の氾濫開始点とした場合、100mと200mでは被災家屋包含率が高く、無被災家屋率が低くなったので、精度は適用ケース①に比べて若干向上した。この場合、家屋被災範囲に含まれた被災家屋の戸数は多くなり、無被災家屋の戸数は少なくなった。10mの場合では、被災家屋包含率が低く、無被災家屋率は高くなったので、精度は向上しなかった。

表-3.8 被災家屋包含率と無被災家屋包含率（適用ケース③）

| | | 土地の勾配を計測する際の水平距離[m] | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------|---------------------|------|---|-----|------|-------|------|---|------|---|-------|------|---|-----|---|
| | | 10m | | | | 100m | | | | 200m | | | | | | |
| | | ①/② | 内訳 | | | | ③/④ | 内訳 | | | | ⑤/⑥ | 内訳 | | | |
| | | | 該当数① | | 全数② | | | 該当数③ | | 全数④ | | | 該当数⑤ | | 全数⑥ | |
| 被災家屋包含率 | 全壊・半壊合計 | 0.467 | 14 | 戸 | 30 | 戸 | 0.733 | 22 | 戸 | 30 | 戸 | 0.767 | 23 | 戸 | 30 | 戸 |
| | 全壊 | 0.500 | 5 | 戸 | 10 | 戸 | 0.600 | 6 | 戸 | 10 | 戸 | 0.700 | 7 | 戸 | 10 | 戸 |
| | 半壊 | 0.450 | 9 | 戸 | 20 | 戸 | 0.800 | 16 | 戸 | 20 | 戸 | 0.800 | 16 | 戸 | 20 | 戸 |
| 無被災家屋率 | | 0.891 | 114 | 戸 | 128 | 戸 | 0.747 | 65 | 戸 | 87 | 戸 | 0.772 | 78 | 戸 | 101 | 戸 |