

住民参加型水害リスクマネジメントの構築と実践



熊本大学大学院 教授
山田 文彦

1. はじめに

地球規模の気候変動などが懸念されるなか、国民の安全で安心な生活を今後も維持・確保するために、科学技術の成果を積極的に活用することが求められている。第3期科学技術基本計画（平成18年3月）では、「安全が誇りとなる国～世界一安全な国・日本を実現」が政策目標の一つとして示された。これを踏まえ、科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 安全・安心科学技術委員会の提言「安全・安心科学技術の重要研究開発課題について」（平成19年7月）においては、安全・安心を脅かす社会的課題を解決し、科学技術の成果を社会に実装する方向性が示された。具体的には、災害時における地域の安全・安心を確保するためには、人文・社会学的観点からの分析や社会の構造・仕組みの面からの検討を行うとともに、情報システムやシミュレーション等の工学的要素技術と教育やリスクコミュニケーション等の社会的要素技術とを組み合わせた統合型システムとして対応する必要性が指摘されている。

水害対策を例として考えると、今後も行政主導（公助）によるハード対策（堤防建設など）の推進は必要不可欠であるが、豪雨などの計画規模を超える外力変動は常に存在するため、ハード対策のみに依存した水害対策では限界が生じる。そこで、今後の水害対策では、地域住民や地域コミュニティが主体（自助・共助）となり、行政や専門家などと連携した地域防災力向上の取り組みが重要となる。そのため、ハードとソフト（防災教育、避難方法など）対策を両輪として実施し、実効的な自助・共助により被害最小化を目指す、防災か

ら減災への方向転換が進められている。こうしたなか、水害を単に自然現象としてではなく、人間社会の中で発生する社会経済現象として捉え、水害リスクマネジメントとして取り扱う新たな手法が提案されている^{1), 2)}。

2. リスクマネジメントの概念とその分析手順

“水害リスク”をどのように定義するかによって、本題である“水害リスクマネジメント”の概念や捉え方が異なるので、まずは、水害リスクの定義からはじめることとする。従来の災害リスクの定義は、以下の2つに大別される³⁾。

- I) 「被害の大きさ」と「被害の発生確率」の積として定義
- II) 「災害による損失の確率分布」として定義

水害リスクは、他の災害と同様にカタストロフィック・リスクと呼ばれる低頻度・大規模被害という特徴を有している⁴⁾、ここではその定義として、上記II)を採用する。この定義に従うと、発生頻度は小さいが被害額が大きな事象となる水害の特徴を水害リスクの分布として表現可能である。つまり、II)の考え方は、“リスク”を「結果の生起確率」と定義することと同等である。

なお、I)の定義は、水害リスクを期待被害額として評価するものである。この評価方法は小規模な独立事象が独立に多数生起するような被害を前提として開発されたものである。よって、この方法を巨大性・同時性を有

する水害時の被害評価に用いることには限界がある。また、期待値が等しければ、発生頻度は小さいが被害額が大きな事象と、発生頻度が大きくかつ被害額が小さい事象とが同等に評価されることも問題であり、この方法では被害の分布の程度を把握することは困難である²⁾。

次に「リスクマネジメント」とは、想定されるリスクを可能なかぎり抽出し、その対応策を予め検討・実施するとともに、その結果を評価して事前対策の改善に結びつける一連の行動指針のことである。当然ながら不測の事態が起こりえることを前提条件としているので、このような状況下での最も適切な対応は被害の最小化となる。標準的なリスクマネジメントの分析手順は、次の3つのプロセスで構成される³⁾。

プロセス1:「リスク分析」

プロセス2:「リスクアセスメント」

プロセス3:「リスクマネジメント」

最初のプロセスである「リスク分析」では、利用可能な情報を系統的に用いて、リスク因子を抽出・特定し、リスクを算定する。具体的には、

- ・ どのような事象が、どこで発生し、どのような結果を引き起こすか
- ・ 一連の事象の発生確率はどの程度であるか
- ・ 誰に対してどのような被害や損害が起こりうるのか

などが考えられる。

次のプロセスである「リスクアセスメント」では、「リスク分析」で算定されたリスクが許容できるレベルにあるかどうかを評価する。そのため算定した各リスクに対してそれぞれ必要なリスク基準を設定し、比較することで、被害の重大さやリスクを総合的に評価するものである。リスク基準は、リスクの重大さを

評価するために適用される尺度であり、安全性・信頼性など複数の指標が提案されている。なお、「リスクアセスメント」のプロセスには、「リスク分析」からの一連の手順が含まれる。

最後のプロセスでは、リスクを評価した結果を受け、もし許容できないリスクが存在した場合には、何らかの対策を講じなければならない。そこで、社会的な合意が得られる対策を講じながら、これらのリスクの最小化を目指す総合的な管理手法が「リスクマネジメント」である。また、社会的な合意を得るために一連のリスクに関する情報の提供・交換・共有を図る「リスクコミュニケーション」も「リスクマネジメント」に含まれる重要なプロセスである。リスクコミュニケーションとは、専門家が協力し、行政と住民と専門家の間で水害をもたらすリスクや対応に関して、相互に学習やコミュニケーションを繰り返し行い、水害リスクに関する知識や意識を共有する一連の作業を意味する。

2. 1 なぜ防災・減災分野においてリスクマネジメントが必要とされるのか

災害は地震・洪水・土砂崩壊などの自然現象によりもたらされるが、これらの発生自体が必ずしも災害を引き起こすわけではない。災害が発生するためには、これらの自然現象の生起に加えて、人口・資産といった被害対象が存在し、かつ、それらが自然現象に対して脆弱であるという条件が存在しなければならない⁴⁾。また、ある地域が災害を受けた場合、その地域の回復力は、人的・社会的・経済的資本の損傷状態とその調達可能性によって左右される。そのため、災害を単に自然現象としてとらえるのではなく、人間社会の中で発生する社会経済現象として計画論的にとらえる必要がある。具体的には、ある地域の防災計画の立案に際しては、そこでの社会経済の復興過程を平常時～災害の発生直後～復興期にいたる一連のサイクルとして計画論的な視点から分析を行い、次の災害へと備えるため

に、確率論的技術とファイナンス技術とを統合した災害リスクマネジメント（災害に対するリスクマネジメント）の適用が必要不可欠となっている。

3. 住民参加型水害リスクマネジメントの概要

我々が用いている水害リスクマネジメントの定義は、“想定される水害リスクを可能なかぎり抽出し、その対応策を予め検討・実施するとともに、その結果を評価して事前対策の改善に結びつける一連の行動指針”である。より具体的には、水害発生時の損害そのものを減少させる技術（リスクコントロール）と水害により生じた被害を社会全体に分散させる技術（リスクファイナンス）から構成される。ただし我々の現状の活動では、まだリスクファイナンスは含んでおらず、次の3項目で実践している。

- ① 予測される水害に対する対策を迅速かつ効果的に実施すること。
- ② 常時水害を監視し、発生を的確に予測すること。
- ③ 水害時に個人が的確な行動を取れるように水害や対応行動の教育・訓練を計画・実施すること。

具体的には、①は洪水ハザードマップや避難行動計画の作成と公表、②は水害情報システムの構築と運用、③は防災教育、防災リーダーの育成、避難訓練の実施などが含まれる。

実際に地域コミュニティの防災・減災計画に水害リスクマネジメントを反映させるためには、地域住民の合意形成が必要である。近年、住民参加型の水害リスクマネジメントの必要性は広く認知されてきているが、現状での行政と住民との水害に対する知識や意識にはかなりの開きがある。この防災情報の発信側と受信側の知識や意識の差が、情報伝達の阻害要因となっている。したがって、身近な

防災情報の収集・発信とともに、地域内での防災情報の理解力・伝達力を高めるためには、災害時を見据えた平常時からのリスクコミュニケーションが重要となる^{2)、5)}。

3. 1 水害リスクマネジメントを地域においてどのように実践するのか

熊本大学の地域防災研究グループでは、前述のように概念的な水害リスクマネジメントを地域において実効的に実践する手法（地域水害リスクマネジメントシステム）の開発を目指している。そこで、当該研究グループでは、地域水害リスクマネジメントシステムを具現化するためにリスクコミュニケーションとPDCA（Plan-Do-Check-Action）サイクルを組み合わせた実践フレーム（図-1）を提案するとともに、平成17年度より熊本市壺川校区でケーススタディとして実践し、現在も継続中である^{2)、5)}。

具体的には、ワークショップ形式による地域住民とのリスクコミュニケーションをベースとしながら、熊本市をはじめとした行政機関と連携を図り、水害情報発信システムと洪水・避難シミュレータなどリスクコミュニケーション支援システムの統合と実用化を行なっている。

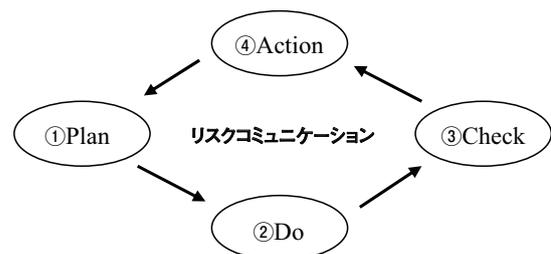


図-1 地域水害リスクマネジメントシステムの実践フレーム

ケーススタディの内容は次節で述べるが、現状は約4年をかけて3巡目のPDCAサイクルが完了した段階である。1巡目では、校区住民とのリスクコミュニケーションを通じて、お互いの顔が見える信頼関係を築き、校区住民が必要とする防災情報を的確に把握することに専念した。2巡目以降は、それらの情報を校区住民・大学・行政機関で共有するとと

もに、校区内での共助活動を支援するオーダーメイドの地域防災・減災計画およびその支援システムの構築を実践中である。

4. 地域での水害リスクマネジメントの実践の様子と成果

まず、熊本市壺川校区でのワークショップ（WS）参加者については、全17町内の自治会長や民生委員の方を中心に各町内から1～2名の参加を連合自治会長に依頼し、毎回平均で30名程度の方にご参加いただいている。

WSでは、校区住民が積極的に意見交換できるように、5年以上のワークショップ運営の経験を有するファシリテーターの先導によって進行している。進行シナリオについては研究グループ全員で協議しているので、ファシリテーターのWSの主な役割は、1) 参加住民との目的の共有、2) 議論の円滑化、3) 時間管理、4) 参加者とのまとめの共有、5) 次回課題の提示の5つである。

壺川校区で実践中の地域水害リスクマネジメントの具体例を図-2に示すが、PDCAサイクルに基づいた地域水害リスクマネジメントを実際の校区において実践する際には、PDCAの各ステップを実施する毎に地域住民のご意見・感想等に応じて、次のステップの

WSやリスクコミュニケーションの内容を変化させている。

1 巡目のPDCAサイクルにおける4つのステップでは、以下のような内容で実施した。

- ①ステップP（Plan）：対象校区での水害時避難経路（マイハザードマップ）作成（第1・2回WS）
- ②ステップD（Do）：マイハザードマップを用いた災害図上訓練の実施（第3回WS）
- ③ステップC（Check）：水害避難訓練の計画と実施
- ④ステップA（Action）：水害避難訓練時の避難行動データ分析の報告会（第4回WS）

具体的には、ステップPでは、第1回WSにおいて、熊本市が平成17年6月に公表した洪水ハザードマップの説明と大学で別途実施した洪水氾濫計算結果をアニメーションで示し、校区内の洪水リスクの理解を促した。その上で、校区内の過去の水害履歴や経験に基づき参加者自身でオリジナル防災・避難経路マップ（マイハザードマップ）を作成した。続いて第2回WSにおいて、第1回WSで収集した地域の内水氾濫状況を反映させた洪水氾濫のシミュレーション結果と水害意識調査の結果

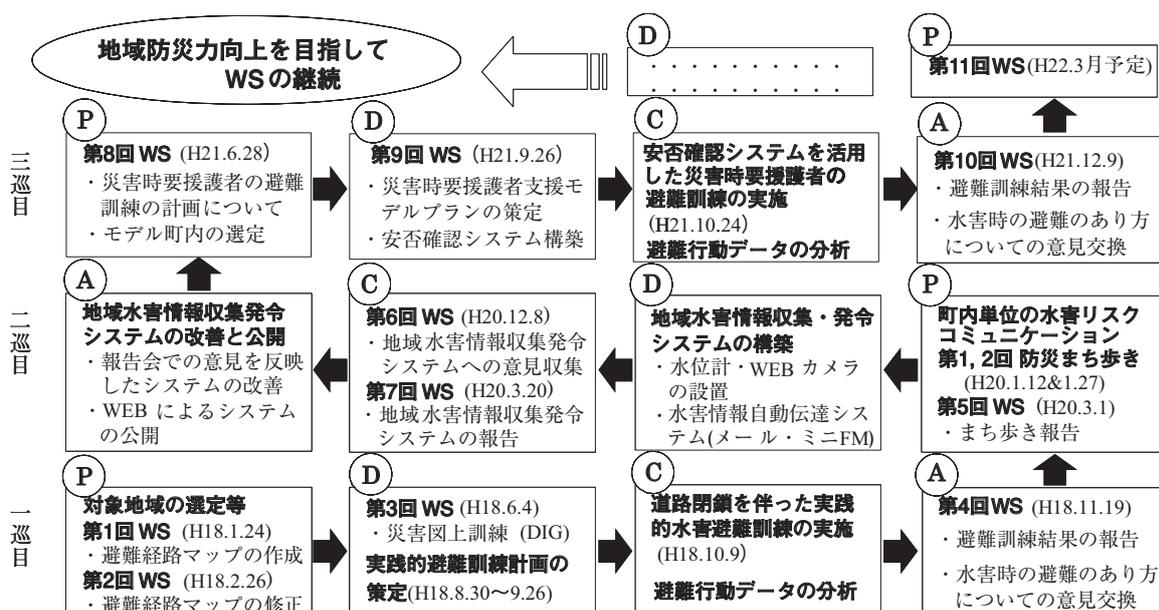


図-2 熊本市壺川校区で実践中の地域水害リスクマネジメントの具体例

を住民に示した。そして、マイハザードマップの修正を行い、洪水時の避難場所までの避難経路を策定した。

次のステップD（第3回WS）においては、作成したマイハザードマップを用いて内水・洪水氾濫シナリオに基づき災害図上訓練（写真1）を実施した。しかし、図上だけでの訓練では、校区内の危険箇所が把握できないとのことをご意見をいただいたので、次のステップCでは、時間的な氾濫水の広がりによる通路の遮断（トラップ）を考慮した水害避難訓練を実施し、校区住民の避難行動データの収集と分析を行なった（写真2）。この分析結果は、ステップA（第4回WS）において水害避難訓練の報告会を開催し、校区住民に説明するとともに、洪水時の避難のあり方について意見交換を行なった。以上、1巡目のPDCAサイクルを通じて地域水害リスクコミュニケーションが住民の自助や共助の意識を高揚させる有効な手段であることがアンケート結果などを通して明らかとなった。一方、地域防災の観点から水害対策を考える場合、地形や土地利用の相違により、小学校校区内といえども一様な対策では不十分であり、もっと細かな町内単位での対策の必要性など、地域の実情に応じたきめ細かな防災・減災対策が必要であることが分かった。



写真1 図上訓練の様子

そこで、2巡目のPDCAサイクルでは、以下のような取り組みを行なった。

- ①ステップP：町内単位の防災まちあるき・防災情報のニーズの把握（第5回WS）



写真2 避難訓練の様子

- ②ステップD：校区住民のニーズに応じた地域水害情報収集・警報発令システムの構築
 ③ステップC：地域水害情報収集・警報発令システムの改良（第6・7回WS）
 ④ステップA：地域水害情報収集・警報発令システムの公開・運用

2巡目のステップPでは、対象校区で特に洪水危険度が高く、自主防災組織が存在する町内を抽出し、防災まち歩き（写真3）を行なった。防災まち歩きを通じて、過去の災害の痕跡や今後気を付ける事・場所を話し合い、町内単位のハザードマップの作成を行なった。第5回WSにおいて、この防災まち歩きの報告を行い、町内ごとの一時避難場所の必要性や頻発する内水氾濫の情報収集と伝達が不足しているなど地域防災に関するニーズを把握した。そこで、ステップDでは、地域水害情報収集・警報発令システムの構築を行なった。このシステムは、対象校区内の内水・外水氾濫が起きやすい場所に水位計・雨量計・WEBカメラを設置し、警戒値を超えた段階で、電子メール・ミニFM放送等の複数手段を利用し、氾濫発生の際の警戒情報を校区内の住民に自動的に伝達するものである（図-3）。次のステップC（第6・7回WS）では、この地域水害情報収集・警報発令システムの問題点や意見を校区住民から収集し、システム運用上の改善点を探った。そして、最後のステップAで、地域水害情報収集・警報発令システムを改善し、計測データやカメラ画像をWEBにより一



写真3 防災まちあるきの様子

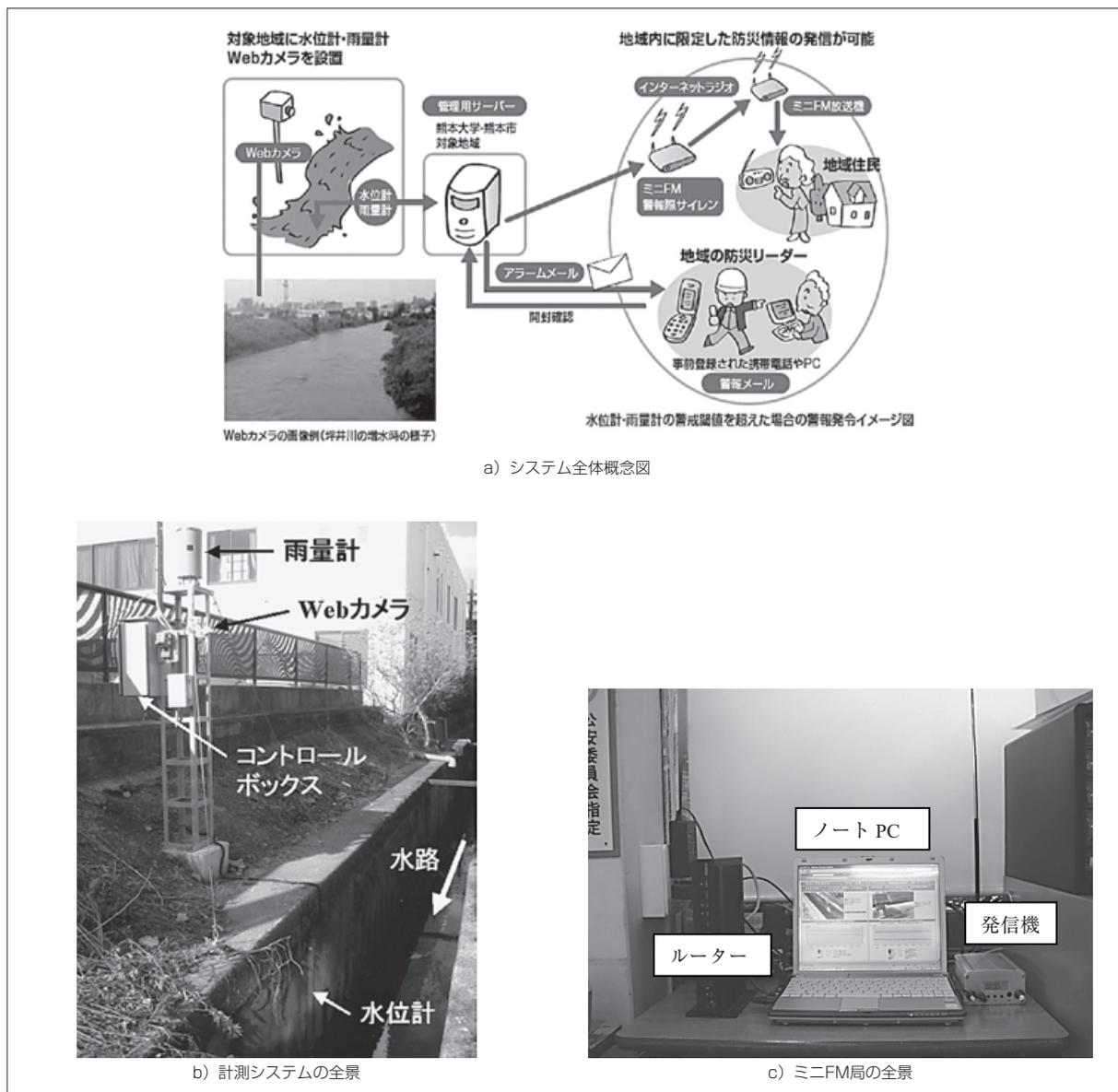
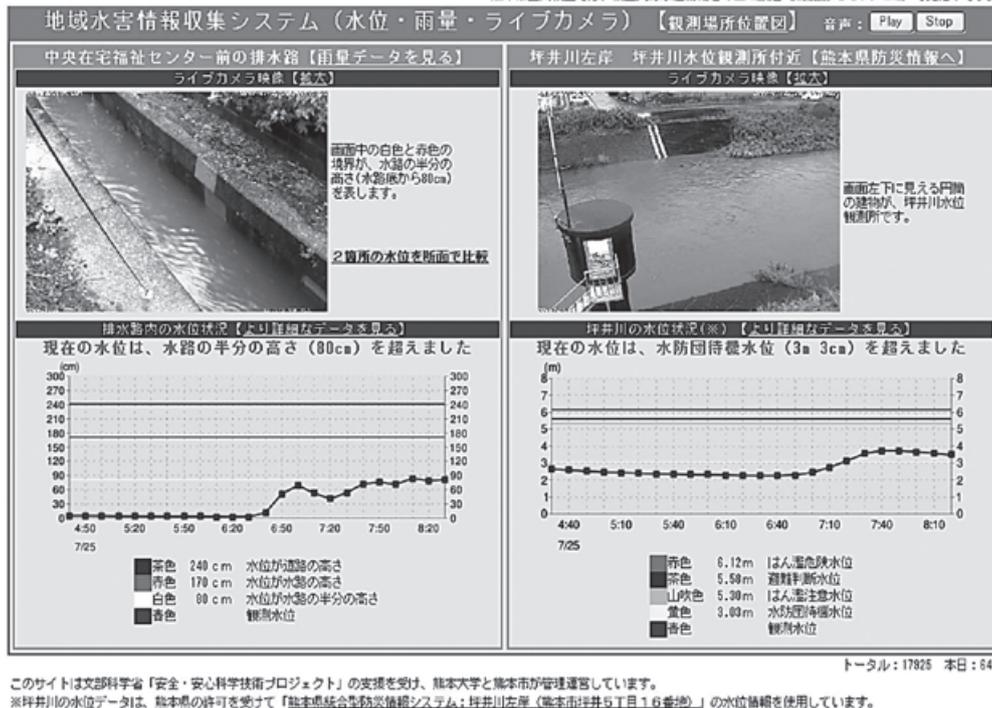


図-3 地域水害情報収集・警報発令システムの概要

般公開した(図-4)⁶⁾。その後、校区住民のご意見で携帯電話からもアクセスできるように改善している。以上、2巡目のPDCAサイ

クルを通じて、地域のニーズに応じたオーダーメイドの情報システムの開発・運用を行なった。



このサイトは文部科学省「安全・安心科学技術プロジェクト」の支援を受け、熊本大学と熊本市が管理運営しています。
 ※坪井川の水位データは、熊本県の許可を受けて「熊本県統合型防災情報システム：坪井川左岸（熊本県坪井5丁目1番地）」の水位情報を使用しています。

図-4 地域水害情報収集・警報発令システムのホームページ画像例
 (http://www2.kumamoto-bousai.jp/anpi/kosen/pcopen_toppage.php)

一方で、2巡目のリスクコミュニケーションを通じて、校区住民の新たなニーズとして、災害時要援護者の安否確認や支援者問題が浮き彫りになってきた。そのため、3巡目のPDCAサイクルでは、以下のような取り組みを行ってきた。

- ①ステップP：災害時要援護者を含めた避難訓練の計画・モデル町内の選定（第8回WS）
- ②ステップD：災害時要援護者の個別支援プランの策定（第9回WS）
- ③ステップC：災害時要援護者を含めた避難訓練の実施・安否確認システムの運用試験
- ④ステップA：避難訓練時の避難行動データ分析の報告会（第10回WS）

つまり3巡目のサイクルでは、地域のニーズに応えた災害時要援護者支援プランの策定や支援者を含めた避難訓練の計画・実施を行うとともに、開発した安否確認システムの運用実験を行なった。ステップAの報告会では、個別支援プランの見直しや支援者自身が高齢

化している問題点、ワークショップ成果の地域展開方法が意見として寄せられ、4巡目のサイクルの活動目標が明確になりつつある。

このように、現在実践中の地域水害リスクマネジメントシステムは、地域の実情やニーズを的確に捉え、それに応じてリスクコミュニケーションの内容を変化させながら、地域住民の参加意欲を維持し、継続的な地域防災力向上を支援しようとするものである。現在、本手法は地域特性や災害形態の異なる複数の地域にも適用し実践中であり、その有効性が検証されつつある。

5. 他地域で取り入れる場合の留意点

ここで提案した地域水害リスクマネジメントシステムの実践フレーム（PDCAサイクルに基づいた水害リスクコミュニケーション）を他地域へ展開していく中での現状の留意点（気付き）を以下に述べる。ただし、あくまで実践継続中の内容であるため、今後変更されることもありうるので、注意いただきたい。

1) 事前準備

- ・ 地域の概況、過去の災害履歴、関係者の意図、関係者の特徴などを把握する。
- ・ 事前に、地域の自治会等の組織やキーパーソンを把握（地域のソーシャル・キャピタルの度合いやソーシャル・ネットワークの状況の把握）する。

2) 実施段階

- ・ 住民・行政・大学間のお互いの顔の見える関係を構築することに時間を掛ける。
- ・ 地域ごとに異なるニーズの的確な把握と迅速な対応・修正
- ・ ワークショップの役割や位置付けの明確化
- ・ 情報の提供と収集により、情報を共有（双方向性の確保）する。
- ・ 協働感を持たせる工夫（個別支援プラン作りを地域主体で実施）
- ・ 訓練を通して地域に成果を展開するとともに、計画の確認と修正

6. 現状のまとめ

今後の地域水害対策では、地域コミュニティの視点に立って、流域管理と地域計画の具体的な連携方策について議論し、“水害に対して安全・安心な地域社会”を実現することが求められている。そのためにも、各地で精力的に取り組まれている研究の中から、成功例・失敗例を共有しあう、情報交換の場づくりが、なによりも必要である。

一方で、全国的に地域の高齢化や消防団・水防団員の減少などにより、これまで地域自身が主体的に保有していた水害対応力（地域防災力）の減退が懸念されている。今後も校区住民の防災意識や地域防災力の持続的な向上を実現するためには、このPDCAサイクルを必要に応じて修正を加えながら、経年的に循環させ、地域防災・減災計画を実践可能な段階まで練り上げ、校区内に浸透させてゆく取り組みが有効な一手法となると考えられる。今後の地域の水害対策や防災教育は、どのよ

うにして“まちづくり”と連携しながら、地域全体に理解と活動を広げて、地域住民の日常生活の中に刷り込ませてゆけるかが大きな課題である。

謝辞：ここに紹介した結果は、文部科学省安全・安心科学技術プロジェクトによる助成研究成果の一部であることを付記し、謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 高木朗義・多々納裕一編：防災の経済分析、勁草書房、pp.370、2005。
- 2) 山田文彦・柿本竜治・山本 幸・迫 大介・岡 裕二・大本照憲：水害に対する地域防災力向上を目指したリスクコミュニケーションの実践的研究、自然災害科学、27、pp. 23-43、2008。
- 3) 小林潔司：災害リスクとそのマネジメント、防災の経済分析（高木朗義・多々納裕一編）、勁草書房、pp.3-21、2005。
- 4) 多々納裕一：災害リスクの特徴とそのマネジメント戦略、社会技術論文集、Vol.1、pp.141-148、2003。
- 5) 柿本竜治・山田文彦・田尻亮司・原田翔太：リスクコミュニケーションを通じた実践的水害避難訓練に基づく避難行動シミュレータの構築、土木計画学研究・論文集、26、pp. 113-122、2009。
- 6) 山田文彦・柿本竜治・田中健路・松尾和己・山本 幸：コミュニティレベルの水害リスクマネジメント支援システムに関する研究、第39回土木計画学研究発表会・講演集、69、2009。

著者略歴：

山田 文彦（やまだ ふみひこ）

1965年 長崎市生まれ。

熊本大学工学部土木工学科卒、同大学院修了。

（株）熊谷組、熊本大学助手、熊本大学助教授を経て、2008年より熊本大学大学院教授。

この間デラウェア大学客員研究員、ケベック大学客員教授など歴任。

専門は、海岸工学、水防災学など。博士（工学）。