

SIP 第2期 市町村災害対応統合システム (IDR4M) の実装

—市町村の避難判断を支援する取組状況について—

松田 亜由美¹・宮武 晃司²・中村 孝之³
秋葉 雅章⁴・島田 雅貴⁵・中川 和男⁶

¹(一財)河川情報センター 企画・調整部副参事

²(一財)河川情報センター 審議役

³(一財)河川情報センター 危機管理業務部 部長

⁴(一財)河川情報センター 企画・調整部 部長

⁵(一財)河川情報センター 情報普及推進部参事

⁶日本工営株式会社 社会システム事業部

(前(一財)河川情報センター 企画・調整部副参事)

本研究開発は戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)のプロジェクトの一環として実施されるものであり、国民一人ひとりの確実な避難に向けて、AI技術を活用して自動的かつ迅速に必要な情報を抽出し、配信する「市町村災害対応統合システム(Integrated-System of Disaster Reduction 4(for) Municipalities)」を開発した。現在、異なる地域特性を持った7つのモデル市町村に導入、実証実験を進めており、今年度の出水期ではシステムの有効性が実証された。

Key Words : 市町村, 災害対応, 避難判断, SIP, 社会実装

1. はじめに

気候変動により激甚化する風水害に対し、国民一人ひとりの命を守るための避難等は、国全体で取り組むべき課題であり、着実な実施には新技術の活用が期待されている。内閣府では、総合科学技術・イノベーション会議が司令塔機能を発揮し、府省の枠や分野を超え、実用化・事業化まで実施する国家プロジェクト「戦略的イノベーション創造プログラム(以下SIP)」を実施している。SIP課題「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」(研究開発期間2018年～2022年)は、国民一人ひとりの確実な避難、広域経済活動の早期復旧を目指すとともに、国や市町村の意思決定の支援を最先端の技術を用いて実現することを目指している。

本報告の中で報告する「市町村災害対応統合システム」(Integrated-System of Disaster Reduction 4(for) Municipalities : 以下「IDR4M」と呼ぶ。)は、九州大学(研究責任者:塚原健一 教授)を中心に、KDDI株式会社、応用地質株式会社、防災科学技術研究所、千葉大学、兵庫県立大学が研究開発及び実証実験を進めており、最前線で住民や災害への対応を行う市町村の災害対応を支援するシステムである。河川情報センターは本研究開発の事務局を務めており、IDR4Mの実運用時の表示システムの開発や社会実装にも携わっている。本報告は構築されたIDR4Mと今年度(令和3年度)の実証実験の成果について報告する。

2. 市町村の避難指示等の発令における課題

市町村は避難指示等の発令など災害対策の最前線の実施主体ではあるが、災害対応に割り当てられる職員数の限界や災害経験の少なさ等から、災害発生時の切迫度の高まりとともに爆発的に増加する災害に関する気象情報、特別警報、洪水警報、土砂災害警戒情報、雨量・水位観測データ等の情報処理の他、水防団員や住民等の通報等の対応に追われるだけでなく、状況確認・判断、情報伝達、意志決定、現場への指示、避難所開設や運営等を円滑かつタイムリーに進めることができない実情にある。その結果、避難指示等の発令タイミングの遅延により避難に十分な時間的余裕を確保できないケースや避難等をすべきエリアの特定ができないまま、住民全員と地域全域を対象にした避難指示が発令されるケースがある。また、災害対応に係る意思決定の教訓の体系化・標準化されたものは市町村間において共有されておらず、災害対応は市町村によって差が生じている。その結果、市町村職員への大きな負荷や市町村間で生じた対応の格差により住民に不公平感を持たせる可能性がある。

これらの課題解決のため、防災情報システムの導入や既存の防災情報システムの活用も行われているが、円滑な高齢者等避難・避難指示の発令や緊急活動の優先付け等に必ずしも十分に利活用し切れてい

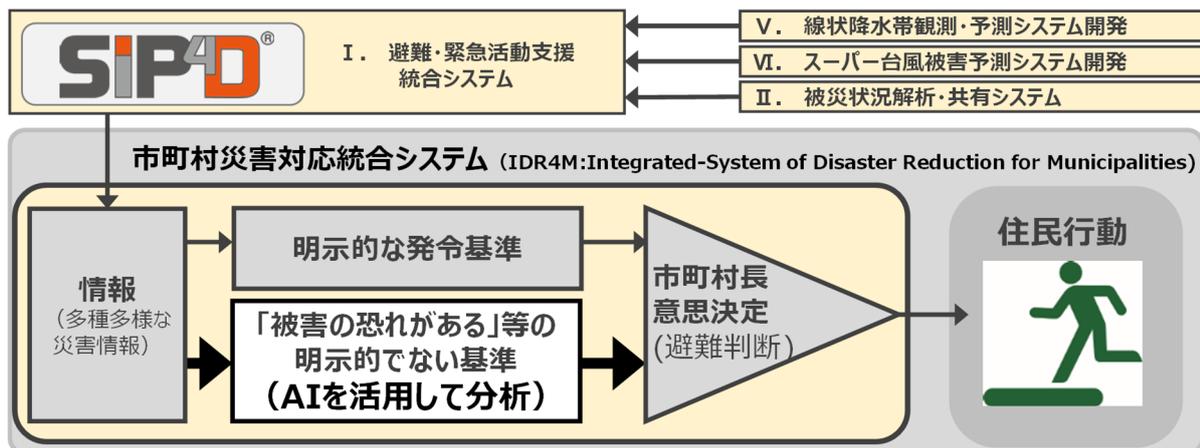


図-1 SIPテーマVIIとSIP各テーマとの情報連携

ない実態も見受けられる。

以上により市町村の判断に必要な情報を適切なタイミングで提供し、またできる限り情報内容の簡素化・端的化・指標化された情報提供の方法と手段が求められている。また、災害対策本部等の災害時の的確な判断が可能になるよう、平時から意思決定に係る訓練を行う必要があるため、多様な災害シナリオを用いた訓練方法が求められている。

3. 研究開発の概要

本研究開発では市町村の災害時の意思決定を支援するシステムを開発するため、AI技術を活用したシステムを構築している。

本研究開発の目標（社会実装）は、以下のとおりである。

- ・ SIP各テーマの情報を市町村で有効に活用できるように整理統合して提供
- ・ ハザード情報に基づいた避難判断から、ハザードと脆弱性を統合した災害リスク情報に基づいた避難判断へ
- ・ 市町村へリアルタイムでピンポイントな災害リスク情報を提供

これらの目標達成のため、過去の災害・防災情報のデータ、実際の災害時の気象情報、河川情報、人の移動状況、斜面等の動態状況などのリアルタイム動的情報やSIPの他テーマが開発・提供する情報等を取り込み、AI技術を活用した短時間での分析評価を行うことによって、状況判断や対応の根拠となる情報を、将来予測も含めた、分かりやすい表示形式にて提供する。この情報を意思決定の材料にすることにより、市町村長は住民に対して高齢者等避難・避難指示の発令判断をタイミングよく、避難が必要となる発令エリアに対して的確な指示を出すことが可能となる。また、現行の発令基準（災害種別、明示的な情報による基準・恐れ等の明示的でない基準）に準拠したシステムとすることにより、市町村の避難判断に係る労力や時間等の負担削減につなげることが可能となる。SIPの他テーマとの情報連携に係る構成イメージは図-1のとおりである。

IDR4Mでは、各種災害ハザードと避難所までの所要時間を考慮した地域の脆弱性を掛け合わせた災害リスク情報に基づいた判断を可能とする。

災害リスク情報は、市町村が住民に対して避難指示等の発令判断をタイミングよく行えるよう、各種予測情報等を用いて、10分間隔で更新を行う。また、避難が必要な発令エリアに対して的確な指示が出せるよう、250mメッシュ単位で算出している。これらの算出結果を基に、時々刻々と変化する状況に合わせた発令を支援する情報として提供することを可能にする。本研究開発において対象としている災害は、河川氾濫、内水氾濫、斜面崩壊、地すべり、土石流、高潮浸水、津波浸水等である¹⁾。

4. IDR4Mが提供する情報

IDR4Mが提供する主な情報項目は、避難判断支援情報、災害リスク、地域の脆弱性、災害ハザード、人口動態、報告情報（現地写真等）であり、その他に降水量や河川水位等の観測情報や気象警報等がある。IDR4Mの情報提供イメージを図-2に示す。

提供情報の特性は下記のとおりである。

- ・ 10分更新で6時間先までの発令単位ごとの警戒レベルを避難判断支援情報として提供
- ・ 観測情報と気象警報等を集約して表示できるので、災害対応中に情報をまとめる手間を減らし、情報の確認遅れや欠落を防止

また、警戒レベルの根拠である災害ごとのリスクについては、「250mメッシュ」単位、「10分更新」間隔で、「6時間先まで」情報が表示される。リスク分布の時間変化を表示し、リスクの発生・移動・拡大・縮小・停滞を可視化することにより、災害時の意思決定を支援する情報となる。見える化したリスク情報の推移を図-3に示す¹⁾。

5. IDR4Mの災害リスク評価技術

IDR4Mの避難情報発令判断支援の中心となるのがAI等を活用したリスク評価システムである。このシステムの最大の特徴は、災害時の避難判断に活用さ

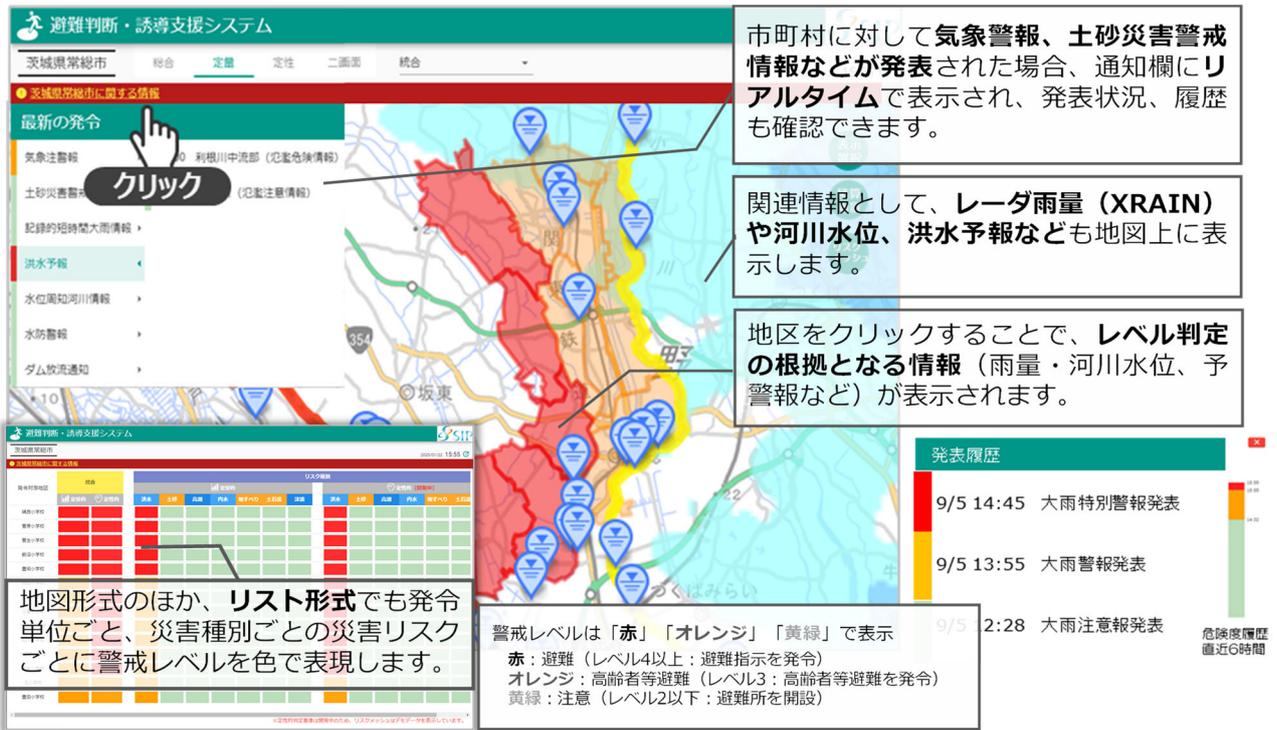


図-2 IDR4Mの情報提供イメージ

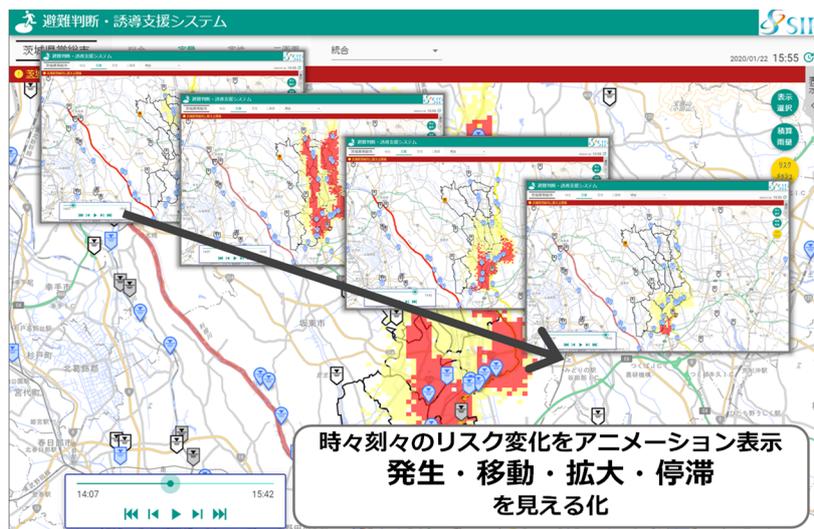


図-3 見える化したリスク情報の推移

れる情報がこれまでは基本的にハザード情報に基づくものであるが、ハザード情報と場の脆弱性を掛け合わせた総合的なリスク情報とした情報提供を行う点である。

- ① ハザード評価では、雨量や河川水位等の観測情報を基にハザードを現在から6時間後まで評価する。また、大河川の洪水氾濫などのような物理モデルがない流域が数多くあるため、このような地域ではAIを活用したハザード評価システムを構築する。
- ② 脆弱性評価では、各メッシュ毎の人口分布や土地利用情報、地域の避難所の位置及び避難経路等から各地域の脆弱性を評価する。この際、平常時の人口分布、避難経路情報等に基づいた静的脆弱性と、リアルタイムの人口動態や災害時に刻々と変化する避難経路状態を反映した動的

脆弱性を総合して脆弱性評価を行う。

- ③ リスク評価では、ハザード評価と脆弱性評価を統合し、洪水や土砂災害といった個別の災害リスクを評価すると共に、個別の災害リスクを統合し可視化した「総合リスクコンター」を基に判断支援情報を提供する。

IDR4Mのハザード評価、脆弱性評価、リスク評価システムの詳細を図-4に示す。

IDR4Mでは、AI技術を補完的に活用して物理モデルや観測データがない河川の氾濫浸水深の予測や避難所要時間などの推定を行っている。公的機関が提供する降雨や河川水位の予測データを使用し、実際の観測値や物理モデル計算結果を教師データとして活用している。今後も実証実験を重ねて、信頼度の検証と向上を図り改良を進めていく予定である¹⁾。

IDR4Mのしくみ

ハザード評価

物理モデルとAIモデルを組み合わせ、各種災害ハザードを評価（今後、高潮、津波等も導入予定）

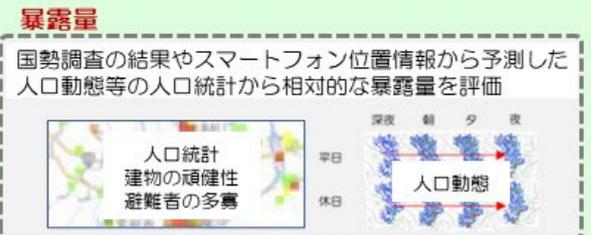


日本全国の既存の洪水予測モデルと氾濫予測AIを組み合わせ、浸水深予測を可能にします。

AIにより地形判読した情報とリアルタイムの降雨情報を基に危険箇所の危険度予測を可能にします。

脆弱性評価

暴露量*と避難所要時間を用いて脆弱性を評価
* 暴露量：ある地点にどのくらいの人や建物があるかを示す

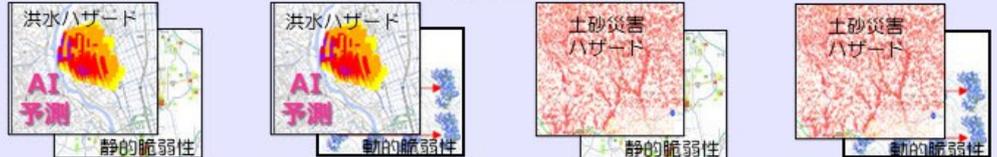


避難所要時間



リスク評価

「各種災害ハザード」と「静的・動的脆弱性」を重ね合わせて、各災害の「個別リスク」を評価
現在提供している4つの個別リスク



各種災害ハザード、静的・動的脆弱性にはそれぞれ250mメッシュ、10分更新、6時間先までのリスク予測情報が含まれます

複数の個別リスクを統合した総合リスクコンターを基に避難判断支援情報を提供します。

各メッシュにおいてリスクの高い箇所を発令基準をベースに表示

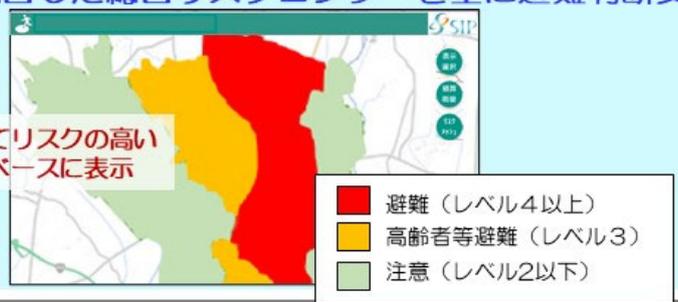


図-4 IDR4Mのリスク評価システムイメージ図

表-1 実務訓練におけるIDR4Mの活用状況

自治体	東峰村	常総市	足立区	加古川市	香取市	高梁市	舞鶴市
1. 導入報告	昨年導入済	4/6	4/14	3/16	3/22	3/15	3/17
2. 講習会	6/8	6/1	6/1	6/8	6/1	6/8	6/1
3. 実務訓練	6/27	6/20	9/7	7/26	8/20	8/4	8/23

表-2 令和3年7月及び8月豪雨におけるIDR4Mの活用状況

モデル自治体	避難情報の発令状況	IDR4Mの活用状況
令和3年7月豪雨		
岡山県高梁市	避難情報発令には至らず	判断支援情報で一時警戒(レベル4)を表示。
令和3年8月豪雨		
福岡県東峰村	12日 17:07 高齢者等避難発令 13日 17:33 避難指示発令	避難情報発令に際し、IDR4Mを参照
岡山県高梁市	13日 17:45 高齢者等避難発令 14日 10:30 避難指示発令	避難情報発令に際し、IDR4Mを参照
千葉県香取市	15日 05:10 避難指示発令	避難情報発令に際し、IDR4Mを参照
兵庫県加古川市	避難情報発令には至らず	判断支援情報で一時警戒(レベル3)を表示。
京都府舞鶴市	避難情報発令には至らず	判断支援情報で一時警戒(レベル4)を表示。
東京都足立区	避難情報発令には至らず	防災担当職員はIDR4Mを参照
茨城県常総市	避難情報発令には至らず	防災担当職員はIDR4Mを参照

6. モデル自治体での実証実験

本研究開発のモデル自治体として、異なる地域特性を持った市区町村である茨城県常総市、福岡県東峰村、東京都足立区、千葉県香取市、京都府舞鶴市、兵庫県加古川市、岡山県高梁市を選定し、IDR4Mを活用した実証実験を進めている。

これらのモデル自治体では、延べ14回のIDR4Mを用いた講習会や実務訓練を行った。国内の情勢も踏まえ、現地での実施とオンラインでの実施を各自自治体の要望に沿えるよう調整し、講習会や実務訓練を提案し実施した。表-1にモデル自治体におけるIDR4Mを活用した今年度の実務訓練の実施状況を示す。実務訓練に参加した自治体職員は避難判断支援情報等を基に、従来のような全域ではなく、小エリア単位での避難情報の発令を判断することが可能になり、また、河川事務所のホットラインにおいても同じシステムを共有してビジュアル化した分かりやすい状況説明にIDR4Mの画像を活用できることを確認した。また、市町村ごとに意思決定手順等が異なる災害対応体制においてもIDR4Mが意思決定を支援することが可能になることが実証され、洪水や土砂災害のマルチハザードの評価が可能になったことから、想定外のハザードによる孤立集落の発生など、これまで把握されていなかった点も確認することができた。実災害時にはモデル自治体への支援体制を敷き、情報提供やIDR4Mの監視等を実施した。表-2に令和3年7月豪雨（7月3日～13日）及び8月豪雨（8月12日～19日）でのIDR4Mの活用状況を示す。

IDR4Mを活用することにより、6時間先までの災害リスクの動態が把握可能になることから、3つの

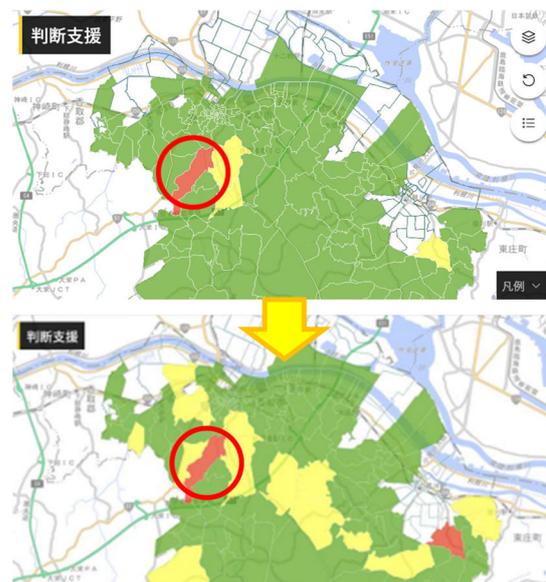


図-5 令和3年8月豪雨時の千葉県香取市の表示

モデル自治体では十分な時間的余裕をもって適時適切な避難情報の発令が判断されていることを確認した。

避難情報の発令が行われた実災害時のIDR4Mの表示画面を図-5に示す。上図は8月15日の0時00分時点の6時間後の判断支援情報の表示であり、避難指示相当の災害リスク（黄緑：注意，黄：高齢者等避難，赤：避難を示す）を表示していることが分かる。下図は同日5時00分時点の判断支援情報の表示であり、避難が必要な災害リスクが表示されていることが分かる。香取市では避難情報の発令に際してIDR4Mを参照し、同日5時10分に対象エリアに避難指示を発令することを判断された。

避難が必要な災害リスクが表示された場合でも、その後の予測情報で縮小することを確認し、避難情報を発令しないという意思決定を行ったケースもあった。そのような意思決定が行われた際のIDR4Mの表示画面を図-6に示す。上図は7月13日の5時30分時点の判断支援情報の表示であり、避難が必要な災害リスクが表示されていることが分かる。下図は同日同時刻時点の6時間後の表示であり、避難が必要な災害リスクの表示が消えることが予測され、発令しないと判断された。

7. 実証実験で得られた課題と今後の対応

今年度は前述したとおり地域特性の異なる7つの市町村において延べ19回の実証実験を行い、市町村職員からの意見や要望を基に計46項目の課題を抽出した。得られた課題は下記の3つに分類することができる。

- ① リスク評価に関する課題
 - ・ 予測時間を6時間先とした場合、午前4時に災害リスクが高まるという情報は前日の午後10時に示されることになる。夜間の避難行動を回避するためにも予測時間を6時間前から12時間先に長期化する必要がある。
 - ・ 洪水や土砂災害など、災害のタイプによって避難情報の発令範囲が広域・局所などそれぞれ異なるため、災害毎のリスク評価結果も表示する必要がある、など。
- ② 正確な表示に関する課題
 - ・ 各種表示のずれ、など。
- ③ 操作画面に関する課題
 - ・ リアルタイム時点から6時間先までの各種情報の表示を各時間ごとに切り替えるタイムスライドバーの表示位置の変更機能を追加する必要がある。
 - ・ 過去の情報も表示する必要がある、など。

現在46項目の内、24項目については対応済みでIDR4Mに反映したところである。例えば、隣接する発令単位の境界線の明瞭化や表示方法を変更する等の対応を行った。その他の項目については必要性和

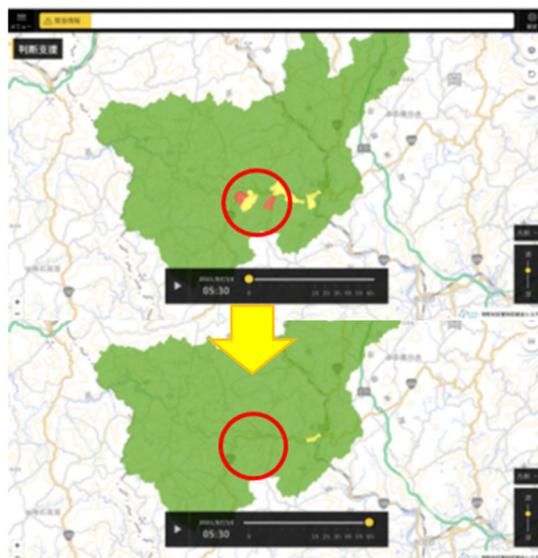


図-6 令和3年7月豪雨時の岡山県高梁市の表示

優先順位を考慮して今後も対応を進めていくことを考えている。

また、上記のような改良だけでなく、今後のIDR4Mの全国展開の際に想定される大量のデータ使用や閲覧者の急増に対してもシステムが安定的に稼働するように堅牢性、冗長性を確保したシステムの構築を進める。

謝辞：IDR4Mの実証実験に当たりご協力と数々の貴重なご意見をご提供いただいたモデル自治体の皆様、国土交通省の地方整備局、河川事務所、県の土木事務所の皆さまに感謝の意を表します。

参考文献

- 1)一般財団法人 日本建築防災協会：建築防災2021.8、テーマVII市町村災害対応統合システムの開発とその活用—市町村の適切なタイミング・範囲での避難情報の発令判断を支援—、2021

SIPII Implementation of Integrated-System of Disaster Reduction for Municipalities(IDR4M) -About the status of efforts to support the evacuation decision of municipalities-

Ayumi MATSUDA, Koji MIYATAKE, Takayuki NAKAMURA,
Akimasa AKIBA, Masaki SHIMADA, Kazuo NAKAGAWA

This research and development is carried out as part of the project of the Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP), and AI technology is used to automatically and quickly extract and distribute necessary information for the reliable evacuation of each and every citizen. We have developed the "Integrated-System for Disaster Reduction 4 (for) Municipalities" for achieving the purpose of research and development. We have introduced it to seven model cities, towns and villages with different regional characteristics, and are proceeding with demonstration experiments. The effectiveness of the system was demonstrated in the flood season of this year.