

〈査読論文(区分 B)*〉

令和元年東日本台風（台風第 19 号）による 災害に関する福島河川国道事務所の記録に基づく 災害対応マネジメントの定量的分析手法の提案

A proposal on a method for quantitative analysis on the disaster response management based on records by the River and National Highway Office in Fukushima, on the East Japan Typhoon (Typhoon Hagibis) disaster in 2019

こ な み たかひろ か わ つ ら あ き ひ こ た な か た か つ ぐ
小浪 尊宏¹・川面 顕彦²・田中 隆紹³

¹国土交通省 総合政策局 海外プロジェクト推進課 企画専門官（〒 100-8918 千代田区霞が関 2-1-3）
E-mail : konami-t2fx@mlit.go.jp (Corresponding Author)

²国土交通省 東北地方整備局 福島河川国道事務所 調査第一課長（〒 960-8584 福島市黒岩字榎平 36）
E-mail : kawatsura-a84cj@mlit.go.jp

³国土交通省 東北地方整備局 福島河川国道事務所 道路管理課長（〒 960-8584 福島市黒岩字榎平 36）
E-mail : tanaka-t82ad@mlit.go.jp

令和元年 10 月 12 日から 13 日にかけて、広範囲で記録的な大雨をもたらした令和元年東日本台風（台風第 19 号）により、福島河川国道事務所管内では阿武隈川において破堤 1 箇所、少なくとも 19 箇所の越水、6 箇所の溢水、国道 4 号及び相馬福島道路において法面崩落等計 11 箇所の道路被災が確認された。

本稿では、今次被災時の福島河川国道事務所の災害対応記録に基づき、「事務件数」と「勤務時間」を指標とした災害対応マネジメントの定量的な分析を試み、災害対応実務の課題の明確化と改善に用いることができる定量的分析手法として提案するものである。

Key Words : 災害対応マネジメント, 阿武隈川, disaster information, disaster management

1. 序 論

令和元年 10 月 12 日から 13 日にかけて、令和元年東日本台風（台風第 19 号・英語名 Hagibis。以下、「東日本台風」という）が日本列島を縦断し、静岡県、新潟県、長野県、関東地方全域、福島県、宮城県などの東北地方まで、広い範囲で記録的な大雨をもたらした。

福島河川国道事務所（以下、「福島事務所」という）の管理区間内でも、阿武隈川上流、国道 4 号及び高規格幹線道路である相馬福島道路において、堤防の破堤、法面崩落などの多くの箇所で被災した。

本稿は、この災害時に蓄積された記録に基づき、「事務件数」と「勤務時間」を指標とした災害対応マネジメントの定量的分析を試み、今後の災害対応実務の課題の明確化と改善に用いることができる定量的分析手法として提案するものである。

2. 台風による降雨と被害の概要

(1) 降雨の概要

東日本台風は、10 月 12 日 19 時前に大型で強い勢力で伊豆半島に上陸した後、関東地方を通過し、13 日未明に東北地方の東海上に抜けるまで、

※投稿区分については p.4 をご覧ください

台風本体の発達した雨雲や台風周辺の湿った空気の影響で、広い範囲で記録的な大雨をもたらした。

福島県内でも、福島観測所で233.5 mm、郡山観測所で185.0 mm、白河観測所で368.5 mmの日降水量など、浜通り及び中通りの22の気象観測所のうち13箇所で観測史上1位を更新した¹⁾。福島事務所は大正8年の直轄事務所設置から概ね100年となるが、記録上、その間で最大規模の降雨であった。

(2) 河川・道路施設の被災概要

福島事務所で管理している阿武隈川及び荒川については、7箇所の基準観測所全てで既往最高水位を観測し、その全てではん濫危険水位を、3地点で計画高水位を超過した(表-1)²⁾。

この出水に伴い、阿武隈川上流の直轄区間では須賀川市浜尾地先において堤防が決壊したほか、少なくとも19箇所で越水、6箇所で溢水が確認された。流域の県管理区間においても合計30箇所で破堤し、多くの地点で越水・溢水が発生した(図-1)。

また、福島事務所で管理している約156 kmの道路のうち、国道4号及び相馬福島道路の計11箇所において法面崩落などの被害が生じ、国道4号の2区間(福島市鳥谷野付近及び清水町付近)及び相馬福島道路が一時全面通行止となった(表-2)。

表-1 基準観測所の水位記録

観測所名	はん濫危険水位	計画高水位	既往最高	今回の水位
伏黒 (伊達市)	5.00 m	7.27 m	6.00 m (S23.9.17)	6.34 m (10/13 1:30)
福島 (福島市)	5.40 m	6.56 m	5.90 m (S61.8.5)	6.43 m (10/13 3:20)
二本松 (二本松市)	10.40 m	13.18 m	11.57 m (H23.9.22)	12.80 m (10/13 4:50)
本宮 (本宮市)	7.90 m	9.29 m	9.63 m (S16.7.23)	9.73 m (10/13 2:10)
阿久津 (郡山市)	7.90 m	8.68 m	9.20 m (H23.9.21)	10.01 m (10/13 1:30)
須賀川 (須賀川市)	7.70 m	7.99 m	9.00 m (S16.7.23)	9.61 m (10/13 7:20)
八木田(荒川) (福島市)	2.00 m	3.46 m	2.50 m (H元.8.6)	2.55 m (10/12 23:10)

出典：福島河川国道事務所
※下線は計画高水位超過。

表-2 管内道路被災状況

路線名	市町村名	被災概要
国道4号	福島市	切土法面崩落
相馬福島道路	相馬市・伊達市	切土法面崩落(5箇所)
	相馬市	盛土法面崩落 法肩崩落(2箇所) トンネル坑口上部切土法面崩落 トンネル坑口部沢水流入

出典：福島河川国道事務所

(3) 浸水被害の概要

この出水により、阿武隈川上流域の直轄区間沿川では少なくとも約3,200 haの浸水被害が確認されており、本宮市・郡山市・須賀川市等を中心に計約12,000戸の床上・床下浸水が発生した(表-3)。また、阿武隈川上流域では、土砂災害によるものも含め、19名の方が犠牲となった³⁾。



図-1 阿武隈川上流域における河川被災状況

表－3 阿武隈川上流域（直轄区間）の浸水実績

はん濫 ブロック 所在市町村	浸水面積 (ha)	浸水戸数		
		床上	床下	計
丸森町	8.01	2	1	3
伊達市	503.63	984	412	1,396
国見町	265.80	200	154	354
桑折町	91.31	44	33	77
福島市	87.37	250	121	371
二本松市	235.70	151	30	181
大玉村	1.37	0	0	0
本宮市	176.92	1,731	8	1,739
郡山市	1100.26	4,385	1,174	5,559
須賀川市	756.15	1,531	299	1,830
玉川村	18.95	14	2	16
合計	3245.47	9,292	2,234	11,526

※福島河川国道事務所調べ（令和2年3月30日時点速報値）。
 ※内水・外水による双方の被害を含む。
 ※今後の調査によって変更となる可能性がある。

3. 「災害対応マネジメント」に着目した分析

(1) 「災害対応マネジメント」について

公益社団法人土木学会では、東日本大震災フォローアップ委員会の下に「災害対応マネジメント特定テーマ委員会」を設置し、「災害の各段階で関係者が行う活動全般」を「災害対応」と呼称し、そのマネジメント、行動を決定する方法を「災害対応マネジメント」と定義している⁴⁾。本稿でも、分析の対象とする災害発生前後の福島事務所における対応について、同様に「災害対応」、「災害対応マネジメント」の用語を用いることとする。

「災害対応マネジメント」及び類似の概念に関しては、角崎他⁵⁾、鈴木他⁶⁾などにより、自治体における災害対応に着目したマネジメントのあり方が論じられている。また、河川国道事務所による業務のマネジメント全般については、森他⁷⁾、古本他⁸⁾により、インフラマネジメントや維持管理などの業務に着目した研究がなされている。

本稿では、これらの既往研究では取り上げられていない、河川国道事務所による河川・国道の災害対応に着目し、記録に基づき可能な範囲での定量的分析を行うこととする。

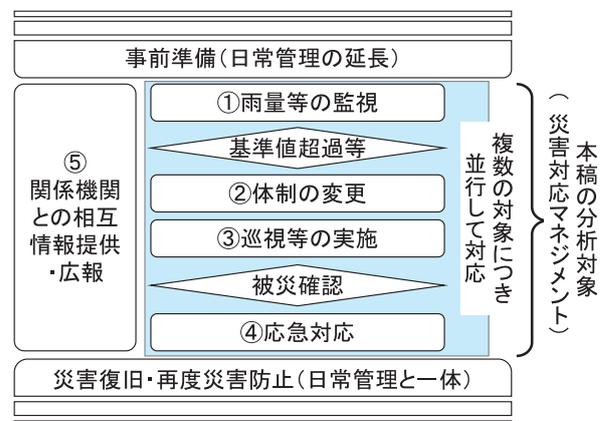
(2) 直轄河川・国道における一般的な災害対応

直轄河川・国道における風水害時の災害対応の一連の事務を5段階の分類に整理した大まかな業務フローを図－2に示す。なお、この図は単純化しており、多くの付随する事務が存在することに留意されたい。

風水害への対応はまず雨量や水位等の監視から始まる（図－2の①）。以下、本節において丸数字は図－2の各段階を示す。福島事務所の場合、雨量計35箇所、水位計7箇所の観測値を体制の基準としており、これらが閾値を超過した場合、順次体制の変更（②）を行い、災害対応にあたる人員の拡充を図ることとなっている。なお、基準値の超過以外に、気象予警報も体制変更の条件となる場合がある。

その後、巡視や監視カメラ等による被災の有無の確認（③）を行い、被災を確認した場合は通行止や緊急復旧などの応急対応（④）を行うこととなる。併せて、①～④の各段階において、県、市町村、水防団、警察など関係機関との間で相互に情報提供を行うとともに、市民に対する直接的な広報を継続的に行う（⑤）。

なお、災害対応には、この他、事前準備、災害復旧（応急対応としての緊急復旧は除く）及び再度災害防止対策も含めて考えることもできるが、日常管理と一体的に実施されることが多いこともあり、本稿ではこれらは対象としない。



図－2 風水害時の災害対応の主な業務フロー

(3) 事務件数及び勤務時間の記録を用いた災害対応マネジメントの定量的分析の提案

災害対応の課題を明らかにし、より確実な体制構築のためには、現状の定量的分析が不可欠である。しかし、大規模災害対応は一般的に予期できず、その最中に、その実態を第三者が観察し、分析する体制を確保することは極めて困難である。このため、本稿では、一般的な職務記録に基づき事後分析が可能な「事務件数」及び「勤務時間」に着目し、可能な限り定量的な分析を試み、今後の災害対応体制を検討するための手法として提案する。

「事務件数」は、(2)で示した5段階の分類に基づき、記録に残る事務の件数を集計したものである。「勤務時間」は勤務記録に基づくものであるが、同一職員が多くの事務に同時対応している実情から、上記の5段階の分類は困難なため、部門ごとの総量に基づく分析を基本とする。

4. 福島河川国道事務所における災害対応の実態

(1) 災害対応業務の実態

福島事務所の管理する河川・道路に関する災害対応マネジメントの分析にあたり、東日本台風時の災害発生前後に発生した事務について、関係部署の記録に基づき、16の細目ごとに件数を集計し、これを、3(2)で示した5段階の分類の下で整理したところ、計832件の事務が集計・分類された(表-4)。

件数の多い事務の多くは専用のシステムが整備されており、部分的なものも含めるとこのうち613件、比率にして74%の事務がシステムにより支援されている一方、市町村との情報交換に関する事務を中心に支援システムがない事務が219件(26%)あった。

また、時系列での推移をみると、河川関係は10月12日の21~24時、道路関係は同18~21時が災害対応のピークとなっている(図-3)。前者は樋門や樋管の閉鎖、排水機場の稼働確認等

表-4 東日本台風時の災害対応事務件数

災害対応の段階	個別事務の分類	支援システムの有無	件数	小計*1	合計*1
①雨量等の監視	気象警報等の収集・周知	○	27	78 [72] (9.4%)	832 [613]
	水位・雨量情報の収集・周知(基準超過のみ)	○	45		
	水質事故発生情報の受領・対応	○	6		
②体制の変更	事務所体制の構築・変更	○	4	4 [4] (0.5%)	
③巡視等の実施	道路・河川の巡視結果の受領・確認	○	215	450 [450] (54.1%)	
	排水機場・樋門・樋管等の操作情報受領・確認	○*2	235		
④応急対応	堤防等被災情報の報告受領・対応検討	○*3	35	61 [15] (7.3%)	
	道路通行止の検討・準備		15		
	道路被災情報の報告受領・対応検討		11		
⑤関係機関との相互情報提供・広報	市町村の避難勧告等の発出状況の収集・共有	○ ○ ○ ○	65	239 [72] (28.7%)	
	洪水予報の検討・発出		37		
	水防警報の検討・発出		23		
	緊急速報メールの検討・発出		12		
	TEC-FORCE 要請の受領・調整		6		
	リエゾン要請への対応・リエゾンへの情報提供		27		
	首長ホットラインの準備・実施		69		

※ 福島河川国道事務所の記録に基づき筆者らが集計。
 ※1 ()内は構成比, []内は支援システムを有する事務の件数。
 ※2 一部の操作員からの連絡は電話等による。
 ※3 通行止時の迂回路の検討のみ。

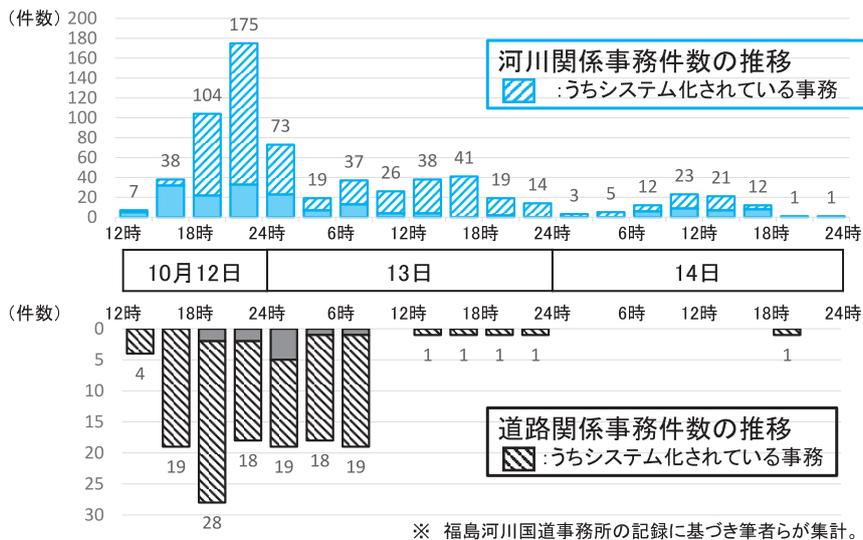


図-3 河川・道路に関する災害対応事務の推移

の出水の準備が、後者は記録的な降雨を受けた道路巡回が中心である。支援システムの存在がピーク時の業務軽減に大きく役立っていることがわかる。

なお、大規模な被災対応も小さな樋門の閉鎖確認も同じ「1件」として計上しており、件数が必ずしも事務の量に比例するものではない点には留意が必要である。個々の事務の事務量の定量的比較は今後の課題である。

(2) 災害対応業務を支える職員の勤務状況

次に、これらの災害対応の事務を支える職員の勤務実態について整理する。まず、出退勤記録から集計した出勤職員数の推移を示す(図-4)。

業務のピークとなる12日の夜から13日の朝にかけて80~90名が出勤していることがわかる。一方、13日深夜にかけて急速に出勤職員数が減少していることがわかる。業務のピークは過ぎているとはいえ、これは交代職員の不足によるとこ

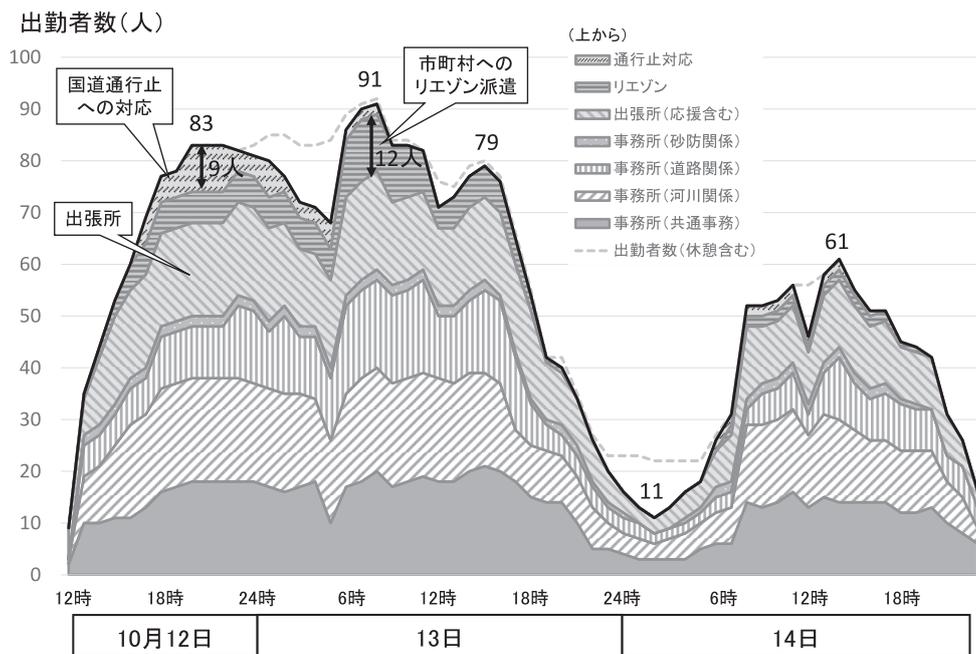


図-4 災害対応職員数の推移(業務内容別)

ろが大きい。

また、業務内容別の出勤者数を見ると、災害対応のピークとなる12日夜から13日朝にかけて、国道の通行止対応（最大9名）及びリエゾン対応（最大12名）に事務所出勤者の2割にあたる職員を割いていることがわかる。いずれも重要な業務であるが、残る8割の人員で事務所及び出張所における災害対応業務を処理していることとなる。

(3) 災害対応時の職員シフトの実態

事務所及び出張所における実際の職員シフトの事例を図-5に示す。連続20時間を超え、人によっては30時間を超過する長時間勤務の実態がわかる。特に出張所でその傾向が顕著で、実質的にほぼ丸々二日間の連続勤務となっている。

原因としては、事象が生じている間は出張所を空けることができないこと、技術系職員は2名が標準であり、災害で業務が爆発的に増加するにもかかわらず、交替要員が十分に準備できないことなどが挙げられよう。いずれの出張所にも事務所

から追加の応援職員を派遣しているが、事務所側も余裕がない上、土地勘を有し、地域の信頼を得ている出張所職員の代替とは直ちになり得ないのが実態である。

また、事務所においても、例えば事務所職員Cについては、ある程度のローテーションを想定して代替可能な職員の出勤時間に3時間の差を持たせているものの、未曾有の規模の災害により業務量・対応時間も大きく、結果としていずれの職員も長時間勤務となり、ローテーションがほぼ機能していない実態がみて取れる。なお、災害対応の時間が12～24時間程度となる通常の災害であれば、このような数時間のシフトは有効な対策となる。

次に、通行止及びリエゾン対応の実際の職員シフトの例を図-6に示す。通行止の対応は、法令上職員が現地に赴くことが求められており、かつ通行止時間中は無人になれないため、準備時間も含めて6時間のシフトを1～2時間ずつ重ねて計画的な交代勤務を実施している。

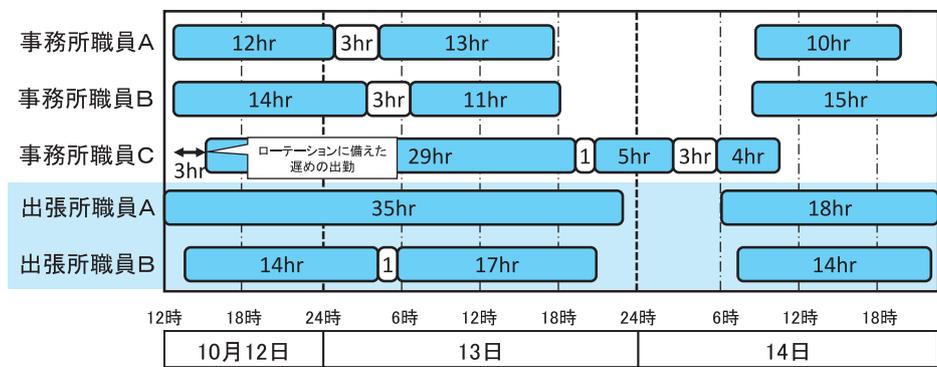


図-5 職員シフトの実態（事務所・出張所）

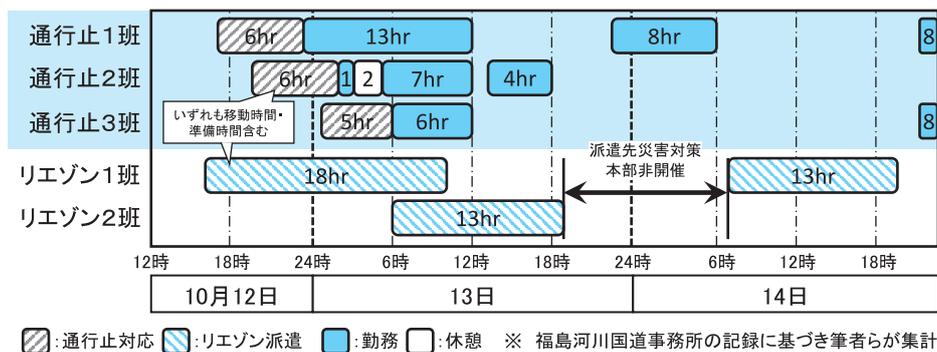


図-6 職員シフトの実態（通行止・リエゾン）

いずれも、現場から戻ったのち事務所勤務に移っていることがわかる。また、リエゾン派遣先市町村の災害対策本部が開催されている間は常駐するため、原則として2班×2名の最低4名の割付が必要となる。

今回、仙台の東北地方整備局本局からの支援も多く受けており、当初から事務所として派遣したのは3市町村（福島市・二本松市・本宮市）にとどまっているが、それでも前述のとおり合計12名の確保が必要となっている。なお、13日夜から14日朝の間にかけては派遣先において災害対策本部の会議が開催されないこととなったため、この間リエゾン派遣は中断している。

(4) 職員の総勤務時間

10月12日正午から14日までの60時間の間の職員の勤務時間を合計すると3,260時間となる（表-5）。内訳としては、出張所が750時間、事務所での情報収集等のデスクワークが2,200時間、通行止・リエゾンの派遣による事務所・出張所以外の勤務が計310時間となる。

なお、福島事務所では既に多くの業務を外部に委託等しており、実際の現場では、管理補助業務、工事監督支援業務などの多くの発注者支援業務のスタッフがいること、また、職員OBからなる「防災エキスパート」も出勤していることに留

意が必要である。

従って、ここで計上した職員の業務は、福島事務所の災害対応業務のうち、現役の職員が直接実施する業務に絞られているものである点には留意されたい。

5. 考 察

(1) 分析結果から見える課題

3(2)及び4(1)において、福島事務所の災害対応業務を①雨量等の監視、②体制の変更、③巡視等の実施、④応急対応、⑤相互情報提供・広報の5段階に分類し、実際の発生業務件数を分析した。その結果、件数ベースで概ね3/4の業務が既にシステムによる支援を得ていることが明らかとなった。

災害対応業務のさらなる効率化のためには、残る1/4の業務を支援する業務システムの整備、導入に加え、既存システムの効率性のさらなる向上が必要である。具体的には市町村の避難情報の収集、リエゾン、ホットライン、TEC-FORCEといった市町村支援活動をシステム面でも支援することが重要である。

また、4(2)～(4)において行った勤務時間の分析では、多くの職員が20時間を超え、場合によっては30時間を超える連続勤務をせざるを得なくなっている実態が明らかとなった。

これは、出張所に常時勤務する職員数が2～3名と少なく、非常時の交代要員が確保できないこと、全体としての災害ピーク時の業務ニーズが多く、交代要員を確保する人員的余裕がないこと、通行止対応やリエゾン派遣など事務所職員が外出して対応しなければならない業務の相対的比率が高くなっていることなど、多くの要因が考察できる。しかし、本質的には災害対応を十分に余裕ある体制で実施するための人員が不足していることが原因であるといえる。

(2) 災害対応に必要な職員数の試算

河川国道事務所は、工学（土木・電気通信・機

表-5 災害対応職員の総勤務時間

	12日 (12時～24時)	13日	14日	計
総勤務時間	756	1,621	883	3,260
河川系	283	580	325	1,188
道路系	239	546	230	1,015
砂防系	40	77	54	171
横断部局	194	418	274	886
事務所職員計	471	1,095	634	2,200
河川系	191	379	238	808
道路系	96	291	132	519
砂防系	22	42	29	93
横断部局	162	383	235	780
出張所職員計*	186	358	206	750
通行止対応	53	137	23	213
リエゾン	46	31	20	97

※福島河川国道事務所の記録に基づき筆者らが集計（単位：人・時）。
※事務所から出張所に応援派遣した職員の分も含む。

械)・行政・補償・経理など多様な専門的知識を有する職員の集合体である。このため、原則としてある分野の職員が直ちに他の分野の職員の代替とはなり得ない。特に災害時は研修・学習している余裕はないため、この特徴は顕著となる。例えば、当該河川の洪水予報を適切に行える者は河川担当技術職員の中でも数人に限られる。このため、単純に人数が揃っているからといって災害時の業務を適正に行えるわけではない。

この前提に留意した上で、本節では、あえて総勤務時間のみの観点から必要職員数の試算を行う。なお、理想的には、少なくとも河川担当技術職員の全員が洪水予報、水閘門管理、河川巡視、災害復旧といった一連の事務を適切に行えるべきであり、研修の強化や関連システムの操作の簡素化等の課題が存在するが、本稿はこの面の検討には踏み込まない。

試算では、職員を出張所、事務所の河川系(砂防含む)、道路系及び横断的部局の計4グループに分類した。グループごとの総勤務時間を12時間ごとに集計し、各時間帯ごとに2交替又は3交替による所要人数を概算した(表-6)。この結

果、業務のピークとなった13日午前中を中心に、必要人員に対し、実定員が大きく不足していた実態が明らかとなった。例えば同時間帯の出張所の所要人員は、2交替を前提としても32名となり、現員の23名では大幅に不足することがわかる。単純な分析ではあるが、現有の人員では、職員に過剰な負担を強いることなく十分な災害対応を実施することは不可能であるか、極めて困難であることの定量的な示唆が得られる。

(3) 「事務件数」及び「勤務時間」を指標とした災害対応マネジメントの定量的分析手法の提案

これまで、福島事務所における東日本台風時の災害対応について、入手可能な記録から得られる「事務件数」及び「勤務時間」を指標とした分析を行った。

本稿で行った分析は、出勤簿、通話・メールの記録、権門操作記録など、担当部局に通常残されている資料に基づいて行っており、災害対応に係る第三者によるリアルタイムでの観測を必要としない。災害対応マネジメントの定量的分析及びこれに基づく改善のためには、これらの資料が散逸

表-6 災害対応に必要な職員数の試算

		時間帯ごとの総勤務時間と必要人員											
		上段：総勤務時間[時間] (下段：必要人員[人])		うち出張所		うち事務所		河川系		道路系		横断的部局	
		(3交替)	(2交替)	(3交替)	(2交替)	(3交替)	(2交替)	(3交替)	(2交替)	(3交替)	(2交替)	(3交替)	(2交替)
12日	PM	756	176	580		234		152		194			
		(189)	(126)	(44)	(29)	(145)	(97)	(59)	(39)	(38)	(25)	(49)	(32)
13日	AM	964	194	770		285		240		245			
		(241)	(161)	(49)	(32)	(193)	(128)	(71)	(48)	(60)	(40)	(61)	(41)
13日	PM	657	130	527		204		150		173			
		(164)	(110)	(33)	(22)	(132)	(88)	(51)	(34)	(38)	(25)	(43)	(29)
14日	AM	357	51	306		130		67		109			
		(89)	(60)	(13)	(9)	(77)	(51)	(33)	(22)	(17)	(11)	(27)	(18)
14日	PM	526	96	430		156		109		165			
		(132)	(88)	(24)	(16)	(108)	(72)	(39)	(26)	(27)	(18)	(41)	(28)
【参考】 実定員(当時)		127	23	104		29		35		40			

※下線は実定員を超過している時間帯。
 ※勤務中の休憩時間及び引き継ぎのための時間を考慮していない。
 ※専門知識の違いにより、他の職員の代替とはなり得ない実態は考慮していない。
 ※実員数は病気等により出勤できない職員を若干名含んでいる。

する前に、体系的に収集・蓄積し、本稿のような分析を行う体制の構築を提案したい。

(4) 今後の課題

行政における災害対応の課題を定量的に明らかにし、より確実な体制を構築するためには、今後、風水害、土砂災害、地震災害等多様な災害対応について、また直轄事務所のみならず、災害対応を担当する複数の組織において、記録の蓄積と定量的な分析を積み重ねることが必要である。また、本稿の分析は、実態の振り返りであり、今後、積み重ねた分析結果に基づき、複合災害も含め、今後起こりえる多様な災害対応のために必要なシステム、人員及び体制を立案する手法の構築が必要である。

6. 結 論

本稿では、未曾有の被災時に国道及び一級河川の管理における災害対応事務の実態に着目し、事後に収拾が可能な記録に基づき「事務件数」と「勤務時間」を指標とした定量的な分析を行った。

その結果、少なくとも福島事務所においては、災害対応の事務のうち1/4について、支援するシステムがないこと、ある程度の交替要員を準備していても、特に出張所において長時間勤務を余儀なくされていること、災害対応の実態を鑑みると現有の人員では不足していることなどが明らかになった。

これを踏まえ、本稿では、災害対応実務の課題の明確化と改善に用いることができる定量的分析手法として、「事務件数」及び「勤務時間」を指

標とした災害対応マネジメントの定量的分析手法を提案するとともに、多様な災害対応に関する記録の蓄積及び、今後起こりえる災害対応に必要なシステム、人員及び体制の立案手法の構築を課題として位置付けた。

本稿の分析、提案及び課題整理が、今後の災害対応実務の課題の明確化及び改善につながれば幸いである。

【参考文献】

- 1) 気象庁：福島県災害時気象資料「令和元年台風第19号による大雨と暴風、波浪（令和元年10月11日～13日）」https://www.jma-net.go.jp/fukushima/saigai/saigai_shiryuu.html, 2019年10月16日
- 2) 国土交通省東北地方整備局福島河川国道事務所：令和元年10月12日出水 台風第19号に伴う降雨による出水概要（第4報）<http://www.thr.mlit.go.jp/fukushima/>, 2019年12月18日
- 3) 福島県：令和元年台風第19号等に関する被害状況速報（第91報）<https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/16025b/sokuhou.html>, 2020年3月24日
- 4) 土木学会東日本大震災フォローアップ委員会：災害対応マネジメント特定テーマ委員会報告書 <http://committees.jsce.or.jp/cmcc/node/63>, 2012年11月
- 5) 角崎巧, 五艘隆志, 草柳俊二：基礎自治体における災害マネジメントシステムの構築－防災・減災から災害マネジメントへの転換－, 土木学会論文集F4, Vol. 71, pp. I_73-I_84, 2015
- 6) 鈴木猛康, 秦康範, 佐々木邦明, 大山勲：住民・行政協働による減災活動を支援する情報共有システムの開発と適用, 災害情報, No.9, pp. 46-59, 2011
- 7) 森芳徳, 秋葉正一, 関健太郎：道路行政分野における今後のインフラマネジメントのあり方に関する一考察, 土木学会論文集F4, Vol. 73, pp. I_120-I_129, 2017
- 8) 古本一司, 市村靖光, 森芳徳, 梅原剛, 笹川隆介：維持管理における変動要因を考慮したマネジメントシステムの継続的改善支援手法の開発, 土木技術資料, Vol. 58-11, pp. 26-29, 2016