

道路・河川の水害リスクに関する一考察 ～NICOS の記録を読み解いて～

富成 則博¹

¹名古屋市緑政土木局 道路部 道路維持課 (〒460-8508 名古屋市中区三の丸三丁目1番1号)

名古屋市では市内並びに県内の広範囲の降雨状況・水位状況を即時に収集、蓄積するため、名古屋市水防情報システム (Nagoya Inundation Control Online System 通称NICOS(ナコス)) を利用し水防活動を行っている。過去 20 年間に蓄積されたデータを用いて、河川の水位が避難情報を発令する基準に到達する時や道路のアンダーパスが冠水する時の降雨量などの関係性を考察した結果と、危機管理型水位計を活用して避難情報発令基準を設定した事例を報告する。

キーワード 避難情報発令基準水位、アンダーパス冠水、降雨量、危機管理型水位計

1 はじめに

最近では地球温暖化の影響により線状降水帯が発生するなど全国各地で甚大な浸水被害が起きている。特に、大雨に伴う河川氾濫や道路冠水は、頻発化している。

このような「水害リスク」の事前対策として、名古屋市では「なごやハザードマップ 防災ガイドブック」(図-1) を 2022 年 6 月に公開、2023 年 3 月に全世帯配布を実施した。しかし、公開と共に変更された避難情報については、発令対象学区が計画規模から想定最大規模の区域に拡大されたことで一度発令されると市民の多くの方が避難の対象となるため、市民生活への影響や負担が更に増加することになった。また、最近では局所的な豪雨により、鉄道等と交差するアンダーパスが冠水し車両が

取り残され、最悪の場合死者が発生することもある。これを避けるためアンダーパスの位置 (緑色矢印線) や豪雨時の危険性を記載している。これまで避難情報を発令するための高齢者等避難[警戒レベル 3(略 Lv. 3)]、避難指示[警戒レベル 4(略 Lv. 4)]基準水位への到達やアンダーパス冠水の発生について、降雨との関係性について示したものはなく、水防管理者や道路管理者として把握する必要があると考えている。

本論文では、名古屋市が避難情報を発令する基準である高齢者等避難水位到達時やアンダーパス冠水時の降雨量などを、過去 20 年間の NICOS のデータを用いて、その関係性を考察した結果と、福田川(県管理)で危機管理型水位計を活用して避難基準を設定した事例を報告する。

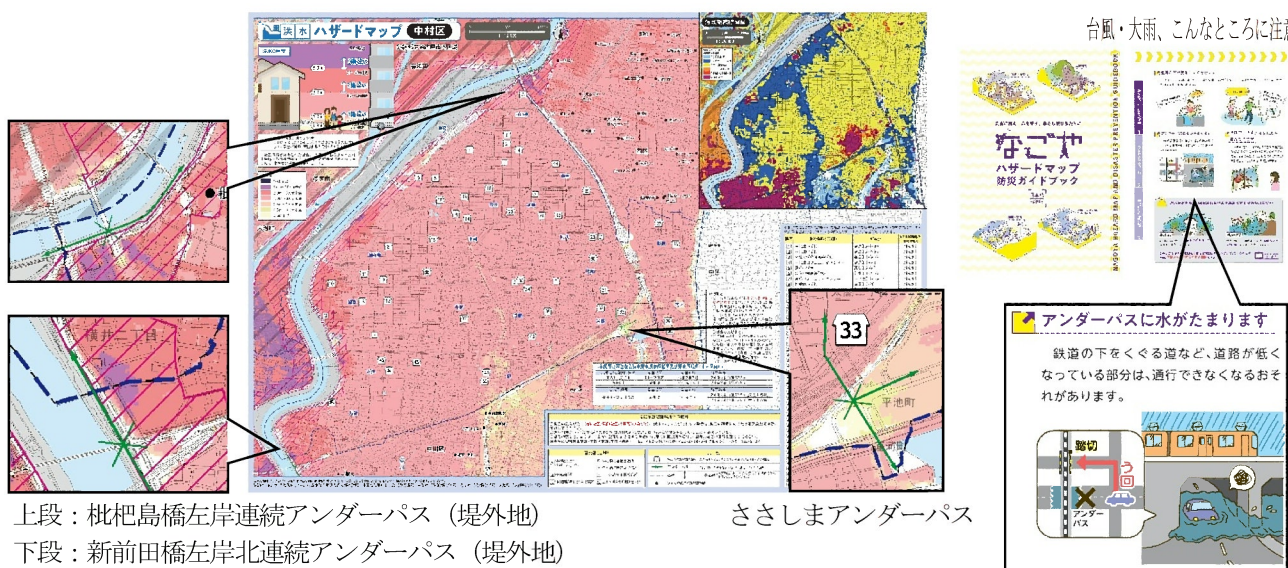


図-1 左：ハザードマップ (洪水・中村区版)

右：防災ガイドブック

2 避難情報発令基準水位への到達回数と降雨量

名古屋市が発令する避難情報のうち、河川洪水・ポンプ場排水調整の基準で、2004 年から 2023 年までの 20 年

間で高齢者等避難や避難指示の基準水位到達回数を、公開されている国、県データや過去の NICOS データを用いて算出した(表-1)。

表-1 過去 20 年間の避難情報発令の到達回数 (2022 年度基準)

No	河川名	避難情報発令 基準水位観測所	高齢者等避難 Lv. 3		避難指示 Lv. 4		備考 レベル発生年月日
			基準水位 (m)	到達回数	基準水位 (m)	到達回数	
1	庄内川	志段味	5.65	2	5.90	1	Lv. 4 2011/09/20 Lv. 3 2021/08/14
2	庄内川	枇杷島	8.30	1	8.50	1	Lv. 4 2011/09/20
3	矢田川	瀬古	4.75	1	5.00	1	Lv. 4 2011/09/20
4	矢田川	平子	2.35	1(相当)	2.65	0	Lv. 3 2011/09/20
5	新川	水場川外	3.90	4	4.40	1	Lv. 3 2008/08/29 Lv. 4 2011/09/20 Lv. 3 2013/09/04 Lv. 3 2017/10/23
6	新川	新川下之一色	2.20	2	2.40	0	Lv. 3 2018/09/04 Lv. 3 2018/09/30
7	天白川	天白川 ^{※1}	4.90	1	6.05	0	Lv. 3 2011/09/20
8	日光川	古瀬	1.80	0	2.00	0	
9	日光川 流域	日光川内	1.05	2	1.15	1	Lv. 4 2004/10/20 Lv. 3 2015/08/17
10	八田川	味美	5.20	1	5.55	0	Lv. 3 2011/09/20
11	香流川	猪子石	1.85	2	2.10	1	Lv. 4 2011/09/20 Lv. 3 2008/08/29
12	扇川	鳴海	2.50	4	3.15	0	Lv. 3 下に記載 ^{※2}
13	山崎川	瑞穂	3.15	14	3.70	5	別途考察
14	大山川	豊山	4.20	0	4.70	0	
15	蟹江川	木田	1.30	6	1.55	0	Lv. 3 下に記載 ^{※3}
16	福田川	新居屋 ^{※1}	0.70	13	0.95	4	別途考察

※1:観測開始 天白川 2006.01～ 新居屋 2009.03～

※2:2008/08/29, 2009/10/08, 2011/09/20, 2012/09/19

※3:2004/10/20, 2008/08/29, 2012/09/30, 2016/09/20, 2017/10/22, 2020/09/07

避難情報発令の基準水位に到達した事象は、主に平成 20 年 8 月末豪雨(2008 年 8 月 28～29 日)、2011 年 9 月 20 日の台風第 15 号及び秋雨前線豪雨である。これらは名古屋市水防計画浸水実績図に記載されているように広い範囲で浸水被害が発生した降雨である。到達回数が多い河川について降雨との関係を考察した。

(1) 山崎川

瑞穂水位観測所では、高齢者等避難基準水位への到達回数が 14 回、1998 年まで遡ると更に 4 回(内 3 回避難指示基準水位)到達している。基準水位到達の降雨量と到達時間との関係を考察するため、17 事象(1 事象はデータ破損)について、雨量観測所(昭和土木、瑞穂土木)、瑞穂水位観測所を 10 分ごとのグラフを作成した。一例として、2011 年 9 月 20 日のものを示した(図-2)。

高齢者等避難基準水位(3.15m)到達までの経過時間は降雨開始を基本としているが、事象によっては 10 分間で 1～2mm や降雨無しで水位変化に大きく影響がなく経過時間が延びるものは、開始を遅らせた。また、基準水位に

到達する水位上昇の開始が、平水位程度でない場合は、開始水位までにかかった時間(t1)及びその間の降雨(r1)を遡って加算をした。この事象では降雨開始を 5 時として、基準水位到達までの時間は t1+t2=200 分であり、降雨量は昭和土木と瑞穂土木の平均を行い r1+r2=59.5mm である。

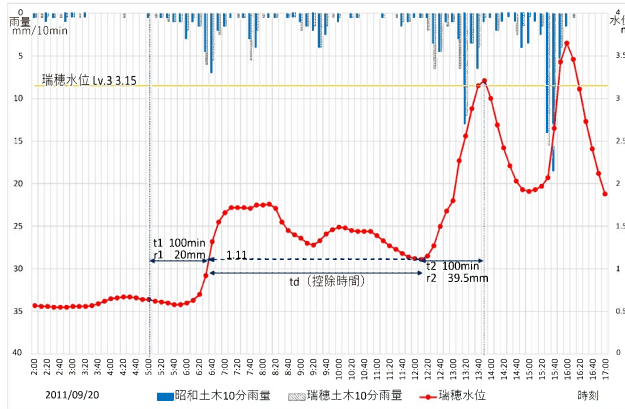


図-2 昭和、瑞穂土木雨量と瑞穂水位の 10 分ごとの変化

これらの 17 事象について、到達までの時間と昭和土木、瑞穂土木の平均降雨量を求め散布図を作成した(図-3)。

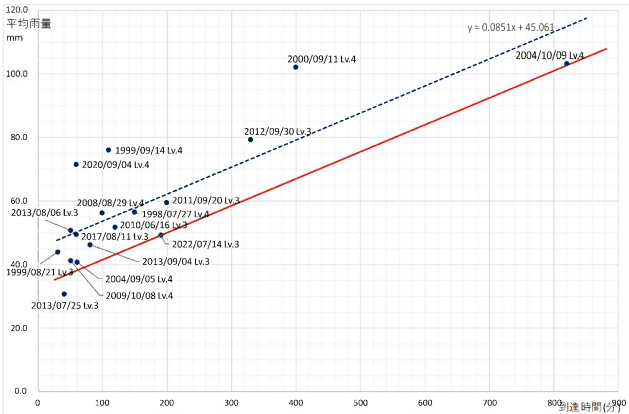


図-3 昭和、瑞穂土木平均雨量と基準水位到達時間

100 分以内に基準水位に到達した事例が 9 事例あり、降雨量については幅があるものの短時間で基準水位に到達することがわかる。また、17 事象の近似線を点線で描き、2022 年 7 月 14 日の点を通るように平行移動を行い実線で描いた。1 事象を除き実線より上に点がある。これは降り始めからの経過時間と平均降雨量により、この実線の上になるときは基準水位へ到達する恐れがあることを示す。例えば、100 分の時点で降雨量 20mm であった場合、今後 100 分で 20mm の降雨であれば基準を超えないが、30mm の降雨があると実線を超え基準水位に到達する可能性が考えられる。

(2) 福田川

新居屋水位観測所(10k000、あま市)では、2009～2022 年の過去 14 年間で、高齢者等避難基準水位を超えた回数は 12 回あり、そのうち避難情報を発令したのは 1 回(2012 年)である。新居屋水位観測所の基準水位を超過しても避難情報が発令されなかった理由としては、新居屋水位観測所が名古屋市域の境界から 3km ほど上流にあり、基準水位を超過しても、その時点では市内の福田川では水位上昇しておらず、実情との乖離がみられるためである。

対策として、2019 年度に愛知県が市域の境界である七宝大橋地点(7k000)に危機管理型水位計(七宝大橋水位計)を設置したため、この水位計の観測水位を避難情報発令の目安として活用できないか検討を行なった。

七宝大橋水位計で基準水位を設定するため、新居屋水位観測所の基準水位の設定方法を整理する必要があった。そのため、福田川の河川管理者である愛知県海部建設事務所へヒアリングに伺った。それによると 2023 年度に福田川全川で堤防高不足が解消されたことから、氾濫危険水位(1.10m)は堤防高に対してリードタイムを確保した水位ではなく(図-4(a)水位)、流下能力の低い箇所の計画高水位から新居屋水位観測所へ換算した水位で決められていた(図-4(b)水位)。流下能力の低い箇所とは、計画堤

防高は満たしているが、周辺に比べ川幅が狭い箇所や、河道に土砂が溜まり、流下断面が小さくなっている箇所をいう。福田川の場合は流下能力が低い箇所は、市域の境界から上流であった。

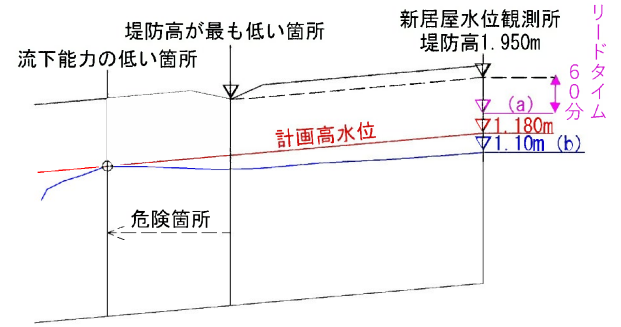


図-4 氾濫危険水位の設定方法

このような氾濫危険水位の設定方法を踏まえ、新居屋水位観測所で避難指示基準水位(氾濫危険水位) [1.10m] と計画高水位 [1.18m] をほぼ同等ととらえ、名古屋市域における避難指示発令の判断材料として、七宝大橋地点の計画高水位を採用した。なお、高齢者等避難基準水位は、過去最大水位上昇量(0.49m/1h)を基にリードタイム 30 分を確保した(表-2)。

表-2 七宝大橋水位計の避難基準

高齢者等避難基準水位 [計画高水位からリード 30 分]	避難指示基準水位 [計画高水位]
-0.99m	-0.74m

この基準は、2023 年度の名古屋市防災会議にて諮られ運用が開始された。また、同年 6 月 2 日の大雨では、2022 年基準である新居屋水位観測所の高齢者等避難基準水位 0.70m を 2 時間超えていたが、七宝大橋水位計では最高水位は-1.26m であり、実情との整合が確認された。

(3) その他の河川について

参考に 2011 年 9 月 20 日豪雨の高齢者等避難基準水位到達まで 1 時間前、3 時間前の流域内にある雨量観測所での降雨量を記載した。1 時間に 50mm 以上の非常に激しい雨が続く場合に到達の可能性が高くなる(表-3)。

表-3 雨量観測所と降雨量

No	河川名	雨量観測所	1 時間前	3 時間前
1	庄内川	多治見	64.0mm	130.0mm
2	庄内川	名古屋	58.0mm	72.0mm
3	矢田川	名東土木	55.5mm	136.0mm
4	矢田川	瀬戸	60.0mm	171.0mm
5	新川	春日井	51.0mm	108.0mm
7	天白川	天白土木	40.0mm	79.0mm
10	八田川	春日井	51.0mm	108.0mm
11	香流川	名東土木	44.5mm	129.0mm
12	扇川	緑土木	33.0mm	51.5mm

3 アンダーパスの冠水と降雨量

名古屋市内には、鉄道などと交差して道路冠水のおそ

れがあるアンダーパスが 31 か所ある。これらのアンダーパスのうち、2004 年から 2023 年までの 20 年間で通行止め記録があるのは 15 か所である(表-4)。

表-4 アンダーパス通行止め記録

No	アンダーパス	'04	'08	'09	'11	'12	'13	'14	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	計
1	大曽根駅広場南		8/29		9/20		9/4			7/12							4
②	堀川左岸正木		8/29	a			9/4									6/29	5
3	名古屋西 I C						9/4										1
④	江川線尾頭橋ガード下	8/7	8/28	b	d		9/4		8/2			7/17	9/4	7/14		7/12	13
5	港栄一丁目・JR東臨港線ガード下		8/29	10/8	9/20		9/4			e			9/4	7/14	7/3	7/12	12
⑥	荒子川公園西・あおなみ線		8/28				9/4						9/4				3
7	日光川公園東		8/28				9/4						9/4				3
8	藤前公園北・国道 23 号		8/28				9/4						9/4				3
9	日光川左岸・国道 23 号						9/4						9/4				2
⑩	浜田町 5 丁目・JR 線		8/29	10/8		8/11							9/4				4
⑪	大江川右岸・JR 線		8/29	10/8		8/11											3
⑫	中井排水路歩行者										8/24						1
⑬	幸心四丁目・JR 線		8/29					8/6									2
⑭	新守山駅北		8/29	c	9/20		9/4	8/6		7/12				7/14	7/9		9
⑮	上社駅西・国道 302 号		8/29	10/8	9/20					7/29	8/12		9/4				6

表-4、表-5 の○数字はポンプが設置されているアンダーパス

a:6/18, 10/8 b:6/18, 7/17, 10/8 c:7/26, 10/8 d:7/25, 9/20 e:7/4, 8/11, 8/18, 10/22

降雨との関係を調べるため、短時間降雨(ゲリラ豪雨)で道路情報装置の発報記録や道路監視カメラ画像のあるもので考察した。アンダーパスから近い雨量観測所で、道

路冠水を確認した時点より前 30 分間降雨量、そのうち最大 20 分間降雨量、更に最大 10 分間降雨量を示す(表-5)。

表-5 アンダーパスの冠水と降雨量

No	アンダーパス	雨量観測所(直線距離)	発 生 年 月 日	30 分間	20 分間	10 分間	道路冠水降雨量
②	堀川左岸正木	中川土木(2.2km)	2023/06/29	15.0mm	15.0mm	15.0mm	15.0mm/10min
④	江川線尾頭橋ガード下	中川土木(2.0km)	2016/08/02	49.5mm	36.0mm	19.0mm	37.0mm/20min
			2019/07/17	44.5mm	36.5mm	21.0mm	
			2023/07/12	39.0mm	38.5mm	22.0mm	
5	港栄一丁目・JR東臨港線ガード下	港土木(0.5km)	2020/09/04	38.5mm	35.5mm	19.5mm	27.5mm/20min
			2021/07/14	28.0mm	27.5mm	16.0mm	
			2022/07/03	34.0mm	23.0mm	13.5mm	
			2023/07/12	35.5mm	25.0mm	14.5mm	
⑥	荒子川公園西・あおなみ線	荒子川(1.0km)	2013/09/04	52.0mm	36.5mm	19.5mm	37.5mm/20min
			2020/09/04	53.5mm	39.0mm	23.5mm	
8	藤前公園北・国道 23 号	宝神(1.4km)	2020/09/04	31.0mm	30.0mm	20.5mm	30.0mm/20min
9	日光川左岸・国道 23 号	宝神(1.9km)	2013/09/04	47.0mm	37.5mm	19.0mm	41.0mm/20min
			2020/09/04	54.0mm	44.5mm	24.0mm	
⑩	浜田町 5 丁目・JR 線	南土木(1.0km)	2020/09/04	41.5mm	31.0mm	17.0mm	31.0mm/20min
⑭	新守山駅北	守山土木(2.8km)	2017/07/12	51.0mm	37.5mm	20.0mm	37.5mm/20min
		頭首工(1.7km)	2021/07/14	45.0mm	30.0mm	17.5mm	30.0mm/20min
⑮	上社駅西・国道 302 号	名東土木(0.8km)	2017/07/29	22.0mm	22.0mm	12.0mm	23.0mm/20min
			2018/08/12	22.5mm	20.5mm	14.5mm	
			2020/09/04	27.5mm	26.5mm	20.5mm	

多くの事象で降雨開始から 20 分から 30 分の間で道路冠水が発生していたが、NICOS の記録は 10 分ごとである。また、編みかけした事象は 20 分間と 30 分間の降雨量がほぼ同等である。これらにより冠水が発生する降雨量は

20 分間の降水量で記載(2 以上事象あるものは平均値)することとした。傾向として 10 分間で 15mm 前後の降雨が連続すると冠水することが分かる。

4 アンダーパス（堤外地）の冠水と非常配備体制

庄内川などの堤防道路には、道路橋梁や鉄道橋梁の下

を通るため堤外地にアンダーパスがある。2004 から 2023 年までの 20 年間で路面が冠水し通行止めを行った記録を示した(表-6)。

表-6 堤外地にあるアンダーパス通行止め記録

	アンダーパス	2004	'07	'08	'09	2011	'12	'13	'16	2017	'18	'19	'21	'23	計
1	矢田川左岸・JR線			8/28	10/7	5/11, 5/29, 9/20							5/21	6/2	7
2	新名西橋左岸	10/8, 10/20		8/28		9/20			9/20				8/14	6/2	7
3	枇杷島橋左岸連続	10/8, 10/20		8/28		9/20			9/20				8/14	6/2	7
4	新前田橋左岸北連続	9/29, 10/8, 10/20	7/14	8/28	10/7	7/20, 9/20, 9/21	9/30	9/4, 9/15	9/20	8/18, 10/22	9/4, 9/30	10/25	8/14	6/2	20
5	矢田川右岸・JR線			8/28	10/7	5/11, 5/29, 9/20			9/20	7/4, 10/23, 10/29			5/21	6/2	11

アンダーパスを通行止めする場合には多数の職員が必要であるが、非常配備体制の人数が少ない場合でも、ごく稀に基準水位近くまで水位が上昇するケースも見受けられている。そこで、枇杷島橋左岸連続、新前田橋左岸北連続アンダーパス（位置については、図-1 ハザードマップ参照）の2か所について、過去に通行止めを行った際のデータの分析（水位変化のグラフ化）を行った。

アンダーパスの冠水状況を把握するため、道路情報装置の水位計を枇杷島橋と新前田橋に設置して監視を行っている。基準水位は以下のとおりである(表-7)。

表-7 基準水位

アンダーパス	水位計設置場所	道路閉鎖準備水位	道路冠水水位
枇杷島橋左岸連続	枇杷島橋	4.0m	4.9m
新前田橋左岸北連続	新前田橋	1.7m	1.9m

(1) 枇杷島橋左岸連続アンダーパス

枇杷島橋に設置してある水位計と国土交通省所管の枇杷島橋水位観測所は同位置にあるので、ほぼ同等な数値を観測している。枇杷島橋水位観測所と上流にある志段味水位観測所、雨量として瑞浪及び多治見雨量観測所、市内にある名古屋雨量観測所をグラフ化した。

a) 事象 2016 年 9 月 20 日(図-5)

16 時から 19 時にかけて名古屋市内及び庄内川上流で強い雨(20～30mm/1h)が降り志段味で水位上昇が始まった。市内の雨が止んだ後も枇杷島橋水位の上昇が続き、道路冠水水位を超え通行止めを行った。

b) 事象 2017 年 7 月 4 日(図-6)

名古屋市内で殆んど降雨がなく瑞浪や多治見で一時的に激しい雨(30mm～50mm/1h)が降り水位が上昇した。名古屋市には大雨・洪水警報が発表されたが、第1非常配備であったので配備人員は少ない状況であった。枇杷島橋水位が 21 時に道路閉鎖準備水位を超え現地での待機も必要であったが、同時に志段味水位の降下が始まったので当番の配備者は様子を見ることにした。その後、道路冠水水位までに至らなかったが、非常配備の種別が下位での通行止めを行う配備人員の確保に課題が残った。

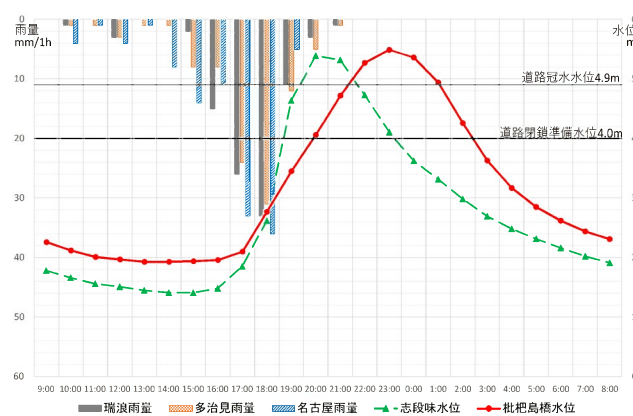


図-5 2016 年 9 月 20 日 枇杷島橋左岸連続

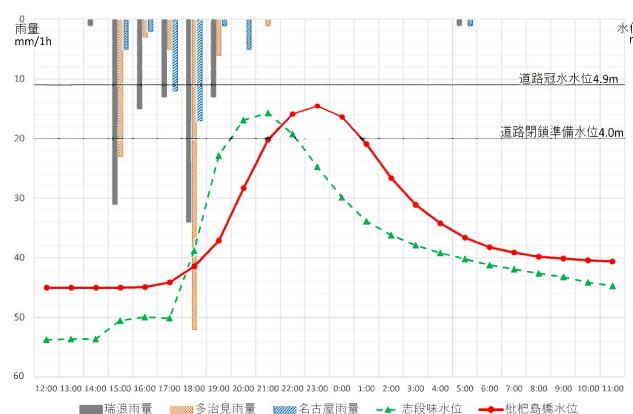


図-6 2017 年 7 月 4 日 枇杷島橋左岸連続

これらの事象により、志段味水位が 4.0m を超えると 60 ～120 分後に枇杷島橋の道路閉鎖準備水位 4.0m を超えることが分かる。このため非常配備の種別に関わらず、志段味水位 4.0m を超えた場合は、アンダーパスの通行止めに対応できるように配備人員を増やすマニュアルの見直しを行った。

また、庄内川上流の降雨が少なく志段味水位が 4.0m 超えない場合でも、市内で強い雨(20～30mm/1h)が連続すると枇杷島橋の水位が上昇して道路閉鎖準備水位を超える事象もあったため充分な監視が必要である。

(2) 新前田橋左岸北連続アンダーパス

通行止めの記録(表-6)を見ると、毎年ではないが20年間に20回の通行止めが行われている。傾向として上流にある枇杷島橋左岸連続アンダーパスが通行止めになる時は、このアンダーパスも通行止めが行われていた。また、このアンダーパスの特徴として、降雨の影響だけでなく潮位の影響を受けることである。

新前田橋水位計、志段味及び枇杷島橋水位観測所の水位変動や雨量観測所(中村土木)の雨量をグラフ化した。また、参考に天文潮位の変動も記載した。

2018年9月4日の事象は、台風第21号が¹⁾経路図のように接近した(図-7)。降雨は殆ど無く、上流の水位の変化も無く、潮位は干潮へ向かっていたが、高潮により水位が急上昇(42cm/30分)して通行止めを行った(図-8)。

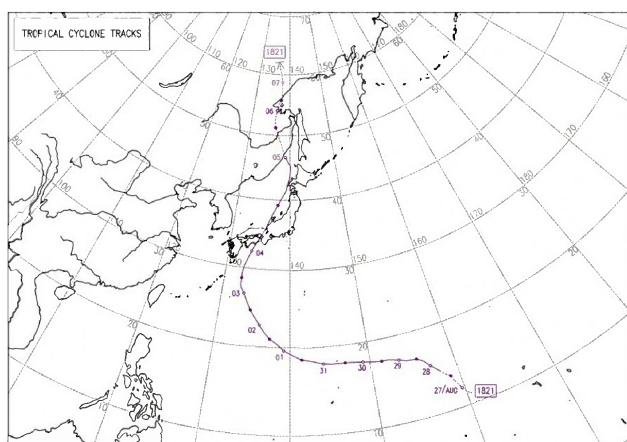


図-7 台風第21号経路図

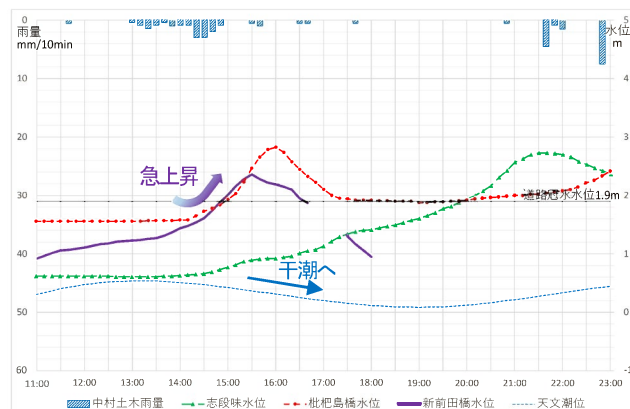


図-8 2018年9月4日 新前田橋左岸北連続

この台風の3週間後には台風第24号が、同じような経路で接近し水位が上昇し通行止めを行った。両事象は、共に高潮警報が発表されていた。

このため高潮警報が発表されているときや、大潮で満潮時に降雨があるときは、特に注意して監視を行う必要がある。

5 今後の課題

アンダーパスの冠水と降雨量の関係を考察する際に、道路情報装置の発報時刻でなく通行止め作業完了時刻を記録している場合もあり、その時刻には既に降雨が減少している事象もあった。カメラ画像の記録で冠水時刻を確認できるものの、道路情報装置の発報時刻は職員による記録に依存している。また、枇杷島橋水位計や新前田橋水位計のデータも職員の記録に頼っている。図-8の新前田橋水位計のグラフが途中で切れているのは、職員が対応に追われて記録が出来なかったことによる。今後は自動で記録されるシステムが必要である。

6 おわりに

本論文では、名古屋市が取り組む「水害リスク」の事前対策について、過去20年間のNICOSデータを基に河川や道路のリスクと降雨量の関係性を明らかにした。具体的には、避難情報発令基準に達する降雨量や道路アンダーパスの冠水に至る降雨量について考察を行った。特に、短時間の豪雨によるアンダーパスの冠水リスクを具体的な降雨量の目安として示し、高潮警報時や大潮満潮時の監視強化など、具体的な対策の改善も提案した。また、福田川では危機管理型水位計を活用した新たな避難基準の設定を行った。

これらの成果は、名古屋市の水防体制の強化に役立つと考える。今後も降雨データや水位データの蓄積と分析を進め、名古屋市の水防体制をさらに強化していくことが必要と考える。市民の方の安全を守るため、客観的なデータに基づく取り組みを継続し、効果的な対策を講じていくことが必要である。

謝辞：本論文をまとめるにあたり、通行止め記録などの資料収集や考察は関係する職員にご協力頂きました。また、本論文の共同執筆者であり「なごやハザードマップ防災ガイドブック」の共同作成者でもある、藤井主任、柴山技師には、2021年から長期に亘りご協力頂きました。深く感謝申し上げます。

参考文献：

- 1) 気象庁 台風経路図