

中小河川における河川水位予測を用いた 洪水予測システムの運用上の評価

OPERATIONAL EVALUATION OF FLOOD FORECASTING SYSTEM USING RIVER WATER LEVEL PREDICTION IN SMALL- MEDIUM-SIZED RIVERS

貝塚 正邦¹・竹村 仁志²・野尻 晃平²・上原 勇一¹・金本 裕史¹・嶋田 嵩弘¹・
伊藤 雅史³・杉岡 賢一³

Masakuni KAIZUKA, Hitoshi TAKEMURA, Kohei NOJIRI, Yuuichi UEHARA, Hiroshi
KANEMOTO, Takahiro SHIMADA, Masahumi ITO and Kenichi SUGIOKA

¹正会員 八千代エンジニアリング株式会社 名古屋支店 (〒460-0004 名古屋市中区新栄町2-9)

²八千代エンジニアリング株式会社 大阪支店 (〒540-0001 大阪市中央区城見1-4-70)

³愛知県尾張建設事務所 維持管理課 (〒460-0001 名古屋市中区三の丸2-6-1)

The Tenpaku River is a small and medium-sized urban river with a rapid rise in water level, and it is essential to use the predicted water level to ensure that flood forecasts are announced. Due to the severe flooding caused by the Tokai heavy rain, the state of the river channel changed drastically due to an urgent and large-scale rehabilitation project, and the river was designated as a flood forecast river without experiencing a major flood in the river channel have been. In this study, the post-operation evaluation of a flood forecasting system constructed by two different methods, runoff analysis and correlation analysis, was performed to ensure the accuracy and lead time of water level prediction. The results are as follows. 1) For the guerrilla downpour, flood forecast could be announced by using the predicted water level. 2) Since the accuracy of flood forecasting was ensured, the efficiency of flood forecasting work was improved by using the convocation criterion based on the predicted water level.

Key Words : flood forecasting system, water level prediction, artificial neural networks,
invitation criteria

1. はじめに

平成12年9月の東海豪雨を始めとした重大水害発生を契機として、「減災措置」のなかでも住民の適切な避難行動に寄与する洪水予報の重要性が再認識された。この結果として、平成13年7月にこれまで国土交通省管理の1級河川でのみ実施されてきた洪水予報が、都道府県管理の2級河川についても、必要に応じて実施できるように水防法の一部が改正された。

洪水予報とは洪水予報指定河川において、「河川管理者は、洪水のおそれがある場合に、気象庁長官と共同してその状況を水位または流量を示して水防管理者（市町村長など）等へ通知する」ものである。従って、洪水予報の実施には、ある程度の予測精度を有する洪水予測システムの整備が前提となる。しかし、洪水予測システムは本運用前の出水により予測精度検証はしているものの、本運用後には所定の予測精度が確保できていないという課題も全国的に発生している。このような背景の中、愛知県では平成20年6月に、天白川を洪水予報河川に指定して、洪水予測システムの運用を開始した。

天白川は、1時間に2m以上水位が上昇する都市河川であり、洪水予報の発表をするために、実績水位を活用したのでは間に合わない課題がある。その課題解決策として、非線形的関係に適用性の高い相関解析の一つであるニューラルネットワークモデル(以下、NNモデル)と準線形貯留型・一次元不定流一体モデル(以下、準線形モデル)の2手法併用による予測システムを採用した。本稿は、このような特殊性を有する河川での洪水予測精度について、洪水予報の実運用を踏まえ検証したものである。

2. 天白川の洪水予測モデルの概要¹⁾

NNモデルは、上流の雨量、水位、水位変化を入力値として与え、河口から7.4km地点にある観測所での水位を予測している。準線形モデルは、118.8km²ある流域を36分割し、それぞれの小流域で非線形流出計算を行い、その流出量を河道へ流入させ、河口から10.8km地点までを一次元不定流計算により水位を算定している。なお、予測雨量は、気象庁が提供する降水ナウキャストと降水短時間予報によるデータを用いている。

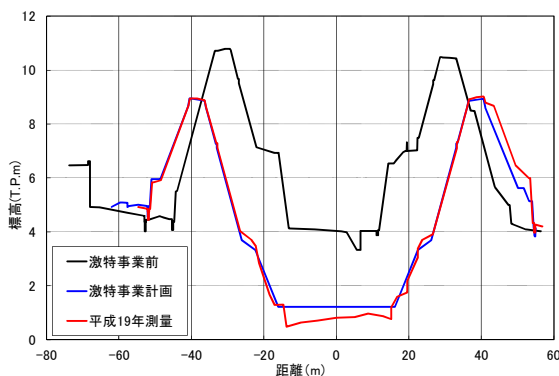


図-1 天白川水位観測所の改修前後の断面

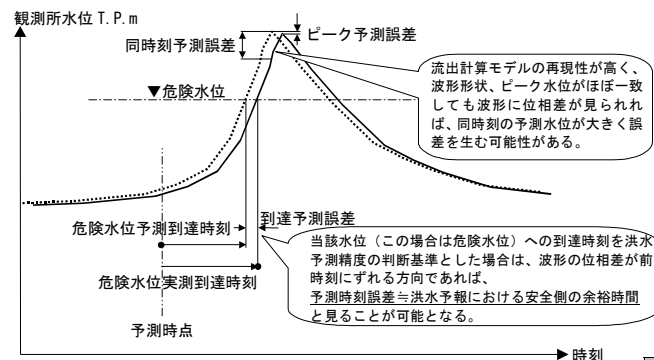


図-2 予測誤差の概念

天白川は、東海豪雨を受け、大規模な浸水被害が発生したため、激甚災害対策特別緊急事業(以下、激特事業)に指定され、平成12年度から概ね5年間で、図-1に示す緊急的な治水対策(河道拡幅、河川掘削等)が実施され、洪水予測モデル構築に当たっては、激特事業後の河道で大規模な洪水を受けることのない状況で、モデルの精度を確保する必要があった。

洪水予測の目的は、情報提供により地域が的確な水防活動、避難行動を取ることで減災措置として機能させることにある。そのため、洪水予測で最も重視されることは、絶対的な水位の予測精度よりも、警報・避難等の基準となる水位(氾濫注意水位、氾濫危険水位等)を超過する時刻の予測精度にある。図-2に示すように、水位上昇部を前倒しで予測することができれば、任意時刻の絶対水位誤差は大きくとも、所定の水位に到達する時刻に対し、余裕を持って評価できる。誤差は時間的余裕に反映されるものの運用上の問題は基本的に発生しないと考え、洪水予測モデルを構築し、運用を開始した。

3. 天白川洪水予測運用における課題

洪水予測発表の実務作業を行うためには、河川管理者の洪水予測を担当する職員(以下、洪水予報班)が登庁し、気象庁等の関係機関との調整が必要となる。しかし、水位上昇速度が速い天白川においては、ゲリラ豪雨等で急激に水位上昇した場合、洪水予報班の登庁が間に合わない

表-1 洪水予報班の招集基準

現況水位	1時間後の予測水位	洪水予報班の招集	電話応答
1.8	-	自主登庁	自動通報
2.1	-	(運用上の招集基準)	自動通報
2.4	-	洪水予報班招集	自動通報
-	2.4		自動通報
-	2.7		自動通報
-	3.0	洪水予報班招集	自動通報

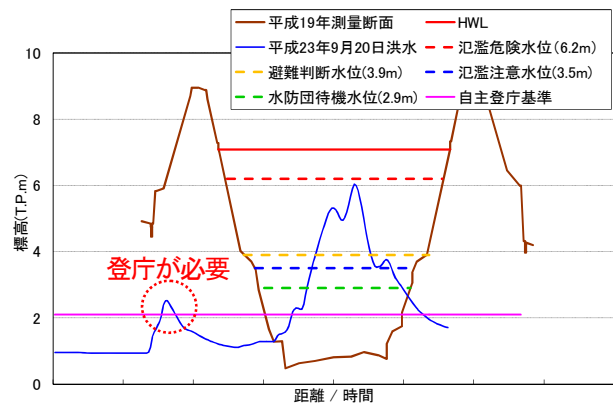


図-3 各基準水位とH23. 9台風15号時の水位

表-2 氾濫注意水位を超過した出水

出水期間	ピーク時刻	ピーク水位	1時間あたりの水位最大上昇量
平成20年8月28～29日	29日1:10	4.66 m	3.11 m/hr
平成21年10月7～8日(台風18号)	8日6:50	4.68 m	2.42 m/hr
平成22年6月15～16日	16日5:10	4.20 m	1.84 m/hr
平成23年9月19～20日(台風15号)	20日13:40	6.04 m	1.46 m/hr
平成24年8月11～12日	11日17:20	4.49 m	2.01 m/hr
平成24年9月18～19日	18日1:10	4.41 m	2.24 m/hr
平成25年7月25～26日	25日20:40	3.74 m	2.60 m/hr
平成26年9月24～25日(台風16号)	25日4:10	4.09 m	1.17 m/hr

という可能性が考えられた。

そこで、電話応答装置を設置し、その呼び出しで洪水予報班が登庁するが、水位上昇速度が速いという特性・登庁後の作業を踏まえ、自主登庁基準を設定し運用していた。自主登庁基準とは、激特事業後の河道での予測水位精度について不確実性が存在するため、表-1に示す実績水位をワンランク早めとし設定した基準で、事実上の招集基準である。そのため、図-3に示すように、常時水位から約70cm～1m水位が上昇したら、電話応答及び招集基準を超過し、登庁の必要があった。その結果、登庁等の頻度が多く、洪水予報班の負担軽減が大きな課題であった。

4. 運用後の水位予測精度の検証

(1) 出水の概要

氾濫注意水位以上の洪水データが一定数蓄積されたため、氾濫注意水位を超過し、洪水予測を発表した出水を表-2に整理する。1時間の水位上昇が3mを超える洪水も発生しているが、洪水予測の発表は遅滞なく実施できた。

表-3 各出水におけるリードタイム

洪水予報班招集基準		H26.9.25		H25.7.25		H24.9.19		H24.8.11		
		到達時刻	リードタイム	到達時刻	リードタイム	到達時刻	リードタイム	到達時刻	リードタイム	
実績水位	1.8m	1:40	2:00	20:20	0:20	23:50	0:50	15:30	0:50	
	2.1m	2:00	1:40	20:20	0:20	0:10	0:30	15:40	0:40	
	2.4m	2:20	1:20	20:20	0:20	0:20	0:20	15:50	0:30	
予測水位 (3.0m)	予測雨量	準線形	2:30	1:10	19:40	1:00	0:00	0:40	15:30	0:50
		ニューラル	2:00	1:40	19:50	0:50	23:50	0:50	15:10	1:10
		2手法併用	2:00	1:40	19:40	1:00	23:50	0:50	15:10	1:10
実績水位	3.0m	3:10		20:30		0:30		16:10		
	3.5m 氾濫注意水位	3:40	3:50発表	20:40	21:00発表	0:40		16:20	16:45発表	
	3.9m 避難判断水位	4:00		-		0:50	1:10発表	16:30		
実績水位(1.8m→2.4m上昇時間)			0:40		0:00		0:30		0:20	

洪水予報班招集基準		H23.9.20		H22.6.16		H21.10.8		H20.8.29		
		到達時刻	リードタイム	到達時刻	リードタイム	到達時刻	リードタイム	到達時刻	リードタイム	
実績水位	1.8m	8:00	2:00	3:40	1:10	5:30	0:40	0:10	0:20	
	2.1m	8:10	1:50	3:50	1:00	5:40	0:30	0:10	0:20	
	2.4m	9:10	0:50	4:20	0:30	5:50	0:20	0:20	0:10	
予測水位 (3.0m)	予測雨量	準線形	9:50	0:10	4:10	0:40	5:20	0:50	23:40	0:50
		ニューラル	8:20	1:40	4:10	0:40	5:20	0:50	23:40	0:50
		2手法併用	8:20	1:40	4:10	0:40	5:20	0:50	23:40	0:50
実績水位	3.0m	9:40		4:50		6:00		0:20		
	3.5m 氾濫注意水位	10:00	10:20発表	4:50		6:10		0:30		
	3.9m 避難判断水位	10:20	10:45発表	5:00	5:20発表	6:20	6:40発表	0:40	1:05発表	
実績水位(1.8m→2.4m上昇時間)			1:10		0:40		0:20		0:10	

(リードタイム算出の例：H26.9.25)

実績水位3.5mに3:40到達と、実績水位1.8mに1:40に到達の時刻の差は、2時間と評価する。

凡 例

赤字： ～30分未満
 黄字： 30分～60分未満
 青字： 60分～

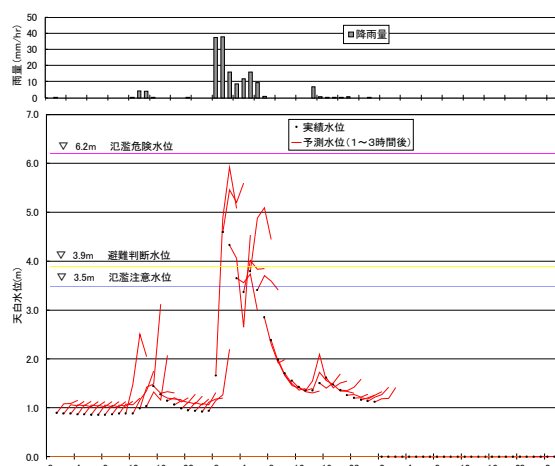


図-4 平成20年8月洪水(NNモデル)

(2) 水位上昇時における予測水位の妥当性検証

表-2の出水で、各水位に達した時刻や基準水位までの時間(リードタイム)を表-3に示す。ここでのリードタイムは、「実績水位が3.5m(氾濫注意水位)に達した時刻」と「所定の招集基準(複数設定)等に達した時刻」の差として整理する。リードタイムは、職員の登庁までにかかる時間を考慮して、60分確保を目標とし、登庁基準を設定する。

水位上昇速度が特に早かった平成20年8月、21年10月、25年7月では、実績水位の登庁基準(現況水位2.1)では30分以下のリードタイムしかなかったが、予測水位を活用することにより、50分以上のリードタイムが確保でき、洪水予報発表に間に合ったと考えられる。

表-3の8出水の内、NNモデルの方がリードタイムを確保できている洪水が4洪水、準線形モデルの方がリードタイムを確保できている洪水が1洪水、両モデルが同じリードタイムである洪水が3洪水であった。

(3) 水位上昇速度が速い洪水における予測結果

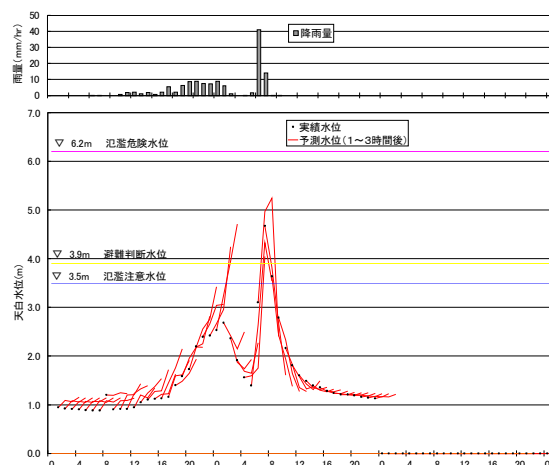


図-5 平成21年10月洪水(NNモデル)

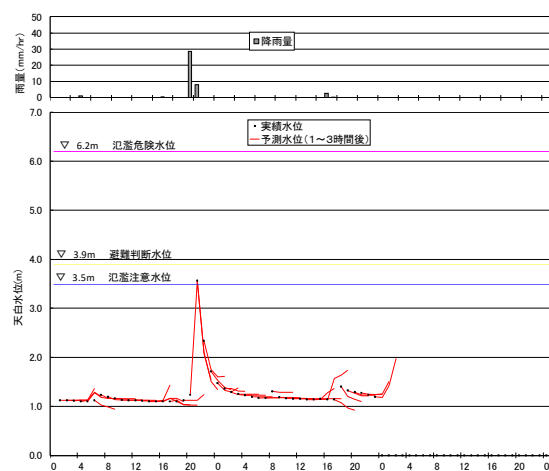


図-6 平成25年7月洪水(準線形モデル)

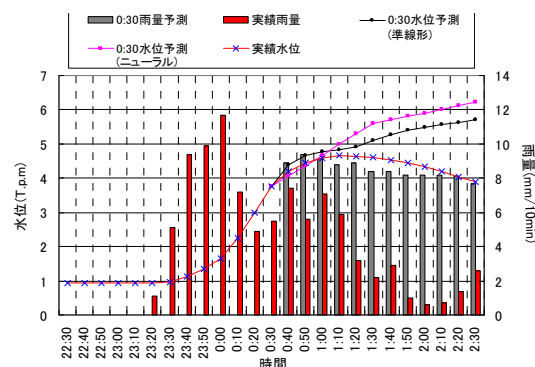


図-7 平成20年8月洪水(2手法併用)

水位上昇速度が特に早かった平成20年8月、21年10月、25年7月における予測雨量による水位予測結果を図-4～図-6に示す。洪水の立ち上がり部における水位予測は、実績水位を十分に予測できている。

(4) 現行の洪水予測モデルの課題

流域面積が118.8km²と小さく、都市河川であるため、図-7に示すように、予測水位に与える予測雨量の影響が大きい。また、NNモデルは立ち上がりの水位上昇の予測に着目し、モデル構築を行っているため、図-8に示すように、ピーク後の水位低減部の予測精度が低下している。

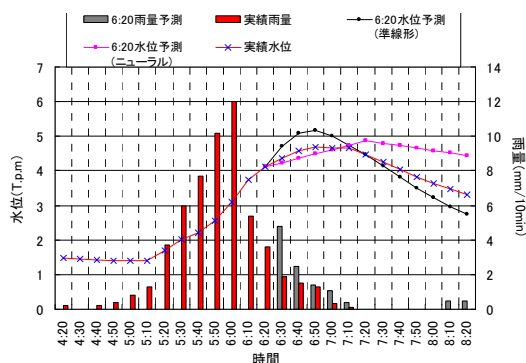


図-8 平成21年10月洪水(2手法併用)

ただし、この課題を踏まえた水位予測精度向上は、現時点で、河川管理者側だけでは対応困難である。

5. 洪水予測モデルの改良検討

洪水予測システムは、平成20年6月からオンライン計算により運用している。氾濫注意水位以上の洪水データが一定数蓄積された段階で、実運用後に発生した洪水を踏まえ、洪水予測モデルの改良を検討した。

(1) ニューラルネットワークモデルの改良

NNモデルは、激特事業前に観測された実績雨量、水位によりモデルを構築したが、激特事業後には、既往出水で経験していないような水位上昇が発生している、また改修後の河道で出水を経験した等、新たな経験洪水を学習に追加することで精度向上が図られる可能性がある。

現行のモデルは、以下の点に留意し、構築している。

洪水波形は、大まかに平常時、水位上昇時、水位低減時に分けることができる。平常時から水位低減時まで含めて洪水波形の全体を学習させると予測精度が低下し、特に洪水予測において最も重要な水位上昇時の予測精度が低下する場合があったため、上昇時と平常時、低下時に分けて設定した。水位上昇時は、立ち上がりからピークを越えるまでの時間帯を選んで学習させた。

現行のモデル構築時の学習洪水に加え、ピーク水位、水位上昇量に着目して、対象洪水の中から、表-4に示す学習洪水を追加した。

水位上昇速度が特に早かった洪水(平成20年8月洪水、25年7月洪水)の予測結果を図-9、10に、その他洪水も含めた予測の余裕時間(氾濫注意水位を超えると予測した時刻と実際に超過した時刻の差)と最大水位差についての比較を表-5に示す。予測結果は、新旧ともに実績を捉えられ、実績の水位に対しては、改良後の新モデルの方が再現性は高いが、早めに予測を行っているという余裕時間の観点からは、現行の旧モデルの方が洪水予報発表で用いる洪水予測モデルとして適していると考えられる。

表-4 学習洪水の追加

	対象洪水	旧学習洪水	新学習洪水
1	1988 (S63) /09/24 ~ 1988 (S63) /09/25		
2	1990 (H2) /09/17 ~ 1990 (H2) /09/18	●	●
3	1990 (H2) /09/19 ~ 1990 (H2) /09/20		
4	1991 (H3) /09/18 ~ 1991 (H3) /09/19	●	●
5	1994 (H6) /09/17 ~ 1994 (H6) /09/18	●	●
6	1994 (H6) /09/29 ~ 1994 (H6) /09/30		
7	1999 (H11) /06/29 ~ 1999 (H11) /06/30		
8	1999 (H11) /09/14 ~ 1999 (H11) /09/15	●	●
9	2000 (H12) /06/24 ~ 2000 (H12) /06/25		
10	2000 (H12) /09/11 ~ 2000 (H12) /09/12	●	●
22	2008 (H20) /08/28 ~ 2008 (H20) /08/29		●
23	2009 (H21) /10/07 ~ 2009 (H21) /10/08		●
24	2010 (H22) /06/15 ~ 2010 (H22) /06/16		
25	2011 (H23) /07/19 ~ 2011 (H23) /07/20		
26	2011 (H23) /09/19 ~ 2011 (H23) /09/20		●
27	2012 (H24) /06/21 ~ 2012 (H24) /06/22		
28	2012 (H24) /08/11 ~ 2012 (H24) /08/12		●
29	2012 (H24) /09/18 ~ 2012 (H24) /09/19		●
30	2012 (H24) /09/30 ~ 2012 (H24) /10/01		
31	2013 (H25) /07/25 ~ 2013 (H25) /07/26		●
32	2013 (H25) /09/04 ~ 2013 (H25) /09/05		
33	2014 (H26) /09/24 ~ 2014 (H26) /09/25		

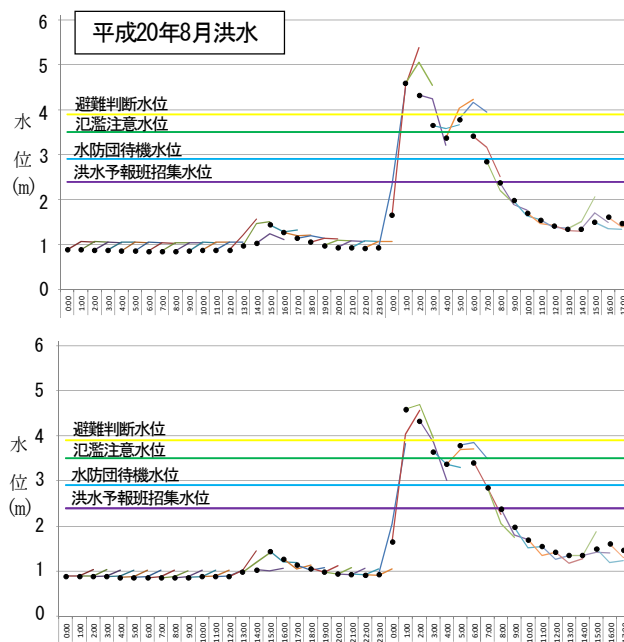


図-9 水位予測結果(上段：現行、下段：改良後)

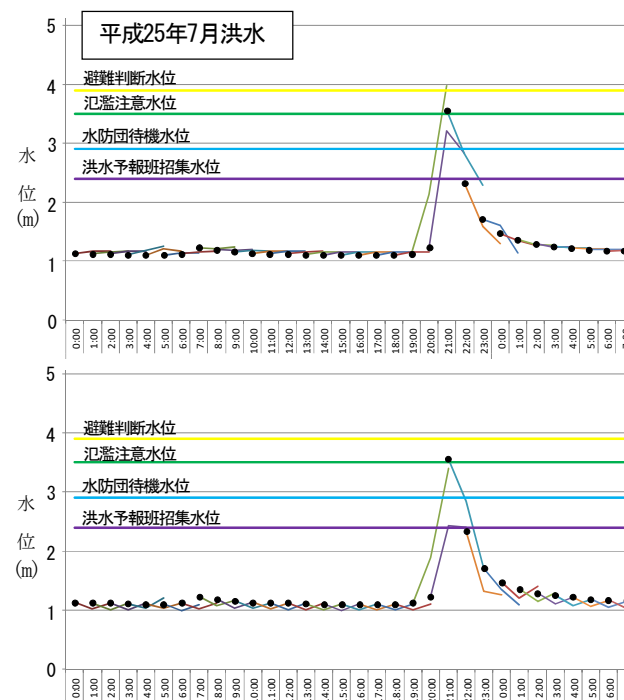


図-10 水位予測結果(上段：現行、下段：改良後)

表-5 予測余裕時間の評価

洪水 No.	対象洪水（激特事後）	1時間後		2時間後		予測水位最大	
		予測余裕時間	改良後	予測余裕時間	改良後	実績水位	改良後
22	2008 (H20) /08/28 ~ 08/29	0:50	0:40	1:40	1:30	0.99	0.37
23	2009 (H21) /10/07 ~ 10/08	0:40	0:30	1:20	1:10	0.31	-0.28
24	2010 (H22) /06/15 ~ 06/16	1:20	1:10	1:30	1:20	1.30	0.76
25	2011 (H23) /07/19 ~ 07/20	1:30	0:10	2:00	1:50	1.04	0.47
26	2011 (H23) /09/19 ~ 09/20	2:00	1:20	2:40	2:30	0.10	-0.04
27	2012 (H24) /06/21 ~ 06/22	1:00	-	1:50	1:30	0.71	0.09
28	2012 (H24) /08/11 ~ 08/12	1:10	1:00	2:00	1:40	0.87	0.15
29	2012 (H24) /09/18 ~ 09/19	1:10	1:00	1:40	1:30	1.03	0.33
30	2012 (H24) /09/30 ~ 10/01	0:30	-	1:50	1:20	0.54	0.01
31	2013 (H25) /07/25 ~ 07/26	0:20	0:10	1:40	1:30	0.82	0.18
32	2013 (H25) /09/04 ~ 09/05	0:40	-	1:40	1:40	0.60	0.03
33	2014 (H26) /09/24 ~ 09/25	1:30	1:00	2:00	1:50	0.50	-0.03
平均		1:03	0:46	1:49	1:36	0.73	0.17

※洪水 No. 27、30、32 は、改良後では 1 時間後予測水位がはん濫注意水位（3.5m）に到達せず

表-6 現行基準水位における自動通報回数（平成20～28年度）

	現況 1.8m （事前通知）	現況 2.1m （自主登庁）	現況 2.4m （招集）	予測 2.4m （事前通知）	予測 2.7m （事前通知）	予測 3.0m （招集）
回数	181	108	70	103	83	53

表-7 基準水位の変更

基準水位	現状	変更 (H29.6.1)	発表情報
水防団待機水位	2.90m	2.90m	—
氾濫注意水位	3.50m	3.95m	氾濫注意情報
避難判断水位	3.90m	4.90m	氾濫警戒情報
氾濫危険水位	6.20m	6.05m	氾濫危険情報

表-8 現行招集基準によるリードタイムの実績

年月日	H20.8.29	H21.10.8	H22.6.16	H23.9.20	H24.8.11	H24.9.19	H26.9.25	平均	
ピーク時刻	1:10	6:50	5:10	13:40	17:20	1:10	4:10	リードタイム	
ピーク水位(m)	4.66	4.68	4.20	6.04	4.49	4.41	4.09	-	
現況水位 (2.10m)	到達時刻 リードタイム(分)	29日 0:10 0:30	8日 5:40 0:40	16日 3:50 1:10	20日 8:10 2:10	11日 15:40 0:50	19日 0:10 0:40	25日 2:00 2:00	1:08
予測水位 (3.00m)	到達時刻 リードタイム(分)	28日 23:40 1:00	8日 5:20 1:00	16日 4:10 0:50	20日 8:20 2:00	11日 15:10 1:20	18日 23:50 1:00	25日 2:00 2:00	1:18

6. 招集基準の見直し検討

実運用後に発生した複数の洪水において、予測計算結果・洪水予報の妥当性を検証した結果、2 手法を併用した現行の洪水予測システムは概ね妥当な機能を有していると判断できた。特に、水防や避難行動のポイントとなる水位上昇部では前倒しの予測ができていた。

一方、登庁基準も前倒しで設定し、表-6 に示すように、洪水予報班の負担が大きいにも関わらず、実績水位を用い、前倒しで設定した基準が有効に機能していない。なお、洪水予報は、24 時間 365 日対応であるため、電話応答装置は基準を超過した場合、10 分毎に連絡が来るため、表-6 に記載した回数以上に、洪水予報班の負担が大きい。

以上のような背景を踏まえ、危険水位の設定要領改定後の表-7 に示す基準水位の変更に伴い、確実な洪水予報の発表は確保しながら、洪水予報班の招集基準の見直しの検討を行った。

表-8 に示すように、現行の招集基準では、最短でも 1 時間のリードタイムを確保し、平均で 1 時間 20 分程度のリードタイムを確保している。そのため、新たに設定する招集基準は、現行基準のリードタイムは最低限確保することを前提に検討した。

洪水予測モデルの精度が確認できたこと、ゲリラ豪雨時は、実績水位でリードタイムを確保できないこと等を踏まえ、現況水位を用いた自主登庁基準を廃止し、予測水位に重点を置き、ワンランク早めの基準は予測水位を活用することで、表-9 に示すように、最短でも 1 時間のリードタイムを確保し、平均で 1 時間 40 分以上のリードタイムを確保できる。また、表-10 に示すように、洪水予報発表に関係ない洪水での登庁回数を減らすことができる。

以上を確認した上で、表-11 に示す招集基準に変更を行った。

図-11 水位予測結果（平成23年9月洪水）

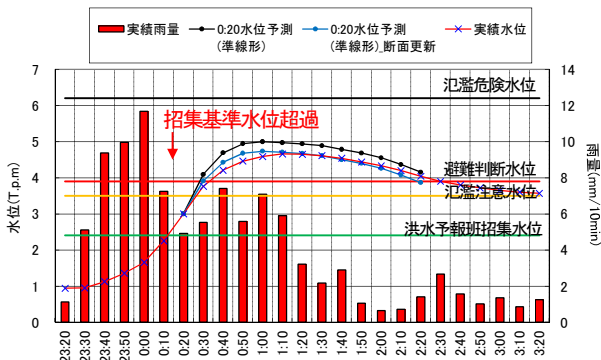


図-12 水位予測結果（平成20年8月洪水）

(2) 準線形貯留型・一次元不定流一体モデルの更新

洪水の立ち上がり部はNNモデルと併用することで、物理モデルでは捉えることが困難なゲリラ豪雨による急激な水位上昇を予測する。一方、準線形モデルでは一定の水位を超過した後、洪水ピークに向かってどのような水位となるかを的確に予測することを重視する。そのため、激特事業直後において計画断面でモデル構築を行っていたこと、激特事業後の河床変動が発生していること等を踏まえ、最新の測量断面や上流の工事進捗を踏まえ、河道断面を更新し、準線形モデルの更新を行った。

台風による大規模洪水である平成23年9月洪水時の氾濫注意水位（3.5m）超過時の予測水位を図-11に、ゲリラ豪雨である平成20年8月洪水時の招集基準水位（2.4m）超過時の予測水位を図-12に示す。大規模洪水時は河道断面の変化の影響は小さく、中規模洪水では河床低下の影響を評価できているが、更新前のモデルの水位が、更新後の水位より若干高く、安全側に評価できていると考えられる。

表-9 変更招集基準によるリードタイムの実績

年月日	H20.8.29	H21.10.8	H22.6.16	H23.9.20	H24.8.11	H24.9.19	H26.9.25	平均 リード タイム
ピーク時刻	1:10	6:50	5:10	13:40	17:20	1:10	4:10	
ピーク水位(m)	4.66	4.68	4.20	6.04	4.49	4.41	4.09	
現況水位 (2.40m)	到達時刻 29日 0:20	8日 5:50	16日 4:20	20日 9:10	11日 15:50	19日 0:20	25日 2:20	-
	リード タイム(分)	0:20	0:30	0:40	1:10	0:40	1:40	0:47
予測水位 (2.70m)	到達時刻 28日 23:40	8日 4:40	16日 3:20	20日 8:00	11日 15:00	18日 23:40	25日 1:30	-
	リード タイム(分)	1:00	1:40	1:40	2:20	1:30	2:30	1:41
氾濫 注意水位 (3.95m)	到達時刻 29日 0:40	8日 6:20	16日 5:00	20日 10:20	11日 16:30	19日 0:50	25日 4:00	-

表-10 自動通報回数の比較

招集基準	回/9 年	回/年	平均 リードタイム	最短 リードタイム
現況 水位	2.1m	108	12.0	1:08
	2.4m	70	7.8	0:47
予測 水位	2.7m	83	9.2	1:41

表-11 招集基準(左: 変更前, 右: 変更後)

現況水位	予測水位	招集基準	電話応答	現況水位	予測水位	招集基準	電話応答
1.8	-		自動通報	1.8	-		
2.1	-	自主登庁	自動通報	2.1	-		自動通報
2.4	-	洪水予報班 招集	自動通報	2.4	-	洪水予報班 招集	自動通報
-	2.4 (1h後)		自動通報	-	2.4 (1h後)		自動通報
-	2.7 (1h後)		自動通報	-	2.7 (1h後)	洪水予報班 招集	自動通報
-	3.0 (1h後)	洪水予報班 招集	自動通報	-	3.0 (1h後)		

表-12 氾濫注意水位を超過した洪水

出水期間	ピーク 時刻	ピーク 水位	1時間あたりの 水位最大上昇量
平成 29 年 10 月 22~23 日 (台風 21 号)	23 日 2:00	4.58 m	1.00 m/hr
平成 30 年 8 月 12~13 日	12 日 16:50	4.00 m	2.08 m/hr
令和元年 10 月 25~26 日	25 日 12:20	4.12 m	0.64 m/hr

7. 招集基準見直しの妥当性検証

平成 29 年 6 月から招集基準を変更したため、その後に発生した表-12 に示す洪水において、基準変更の妥当性について確認を行った。

表-13 に示すように、3 洪水において、1 時間以上のリードタイムが確保でき、洪水予報の発表の準備が可能な招集基準となっていることを確認した。特に、ゲリラ豪雨で水位上昇速度が速かった平成 30 年 8 月洪水の立ち上がり部のシステム画面の一例を図-13 に示す。

また、平成 29 年 10 月の洪水のように、変更前の招集基準で 7 時 40 分の電話を受け登庁する場合と、変更後の招集基準で 21 時 10 分の電話を受け登庁する場合を比較すると、拘束時間という観点で、洪水予報班の負担は大きく軽減されていると考えられる。

なお、変更後の招集基準では、現況水位の招集基準より、予測水位が招集基準(予測水位 2.7m)に達する頻度の方が多いが、その後、実績水位が変更前の自主登庁基準(現況水位 2.1m)を超過する。そのため、ワンランク早めの招集基準を、予測水位に軸を置いたことにより、洪水予報班の負担が増加していないことも確認している。

表-13 変更招集基準によるリードタイムの実績

洪水予報班招集基準			R1.10.25		H30.8.12		H29.10.23	
			到達時刻	リードタイム	到達時刻	リードタイム	到達時刻	リードタイム
実績水位	2.1m		8:00	3:50	16:10	0:30	7:40	17:10
	2.4m		8:30	3:20	16:20	0:20	21:30	3:20
予測水位(2.7m)	予測雨量	準線形	9:10	2:40	15:30	1:10	21:10	3:40
		ニューラル	9:10	2:40	15:20	1:20	21:30	3:20
		2手併用	9:10	2:40	15:20	1:20	21:10	3:40
実績水位	2.7m		9:10		16:20		21:40	
	3.95m	(はん濫注意水位)	11:50	(発表なし)	16:40	(発表なし)	0:50	(1:20発表)
	4.9m	(避難判断水位)	-		-		-	
実績水位(2.1m→2.4m上昇時間)				0:30		0:10		13:50

凡 例

赤字: ~30分未満
黄字: 30分~60分未満
青字: 60分~

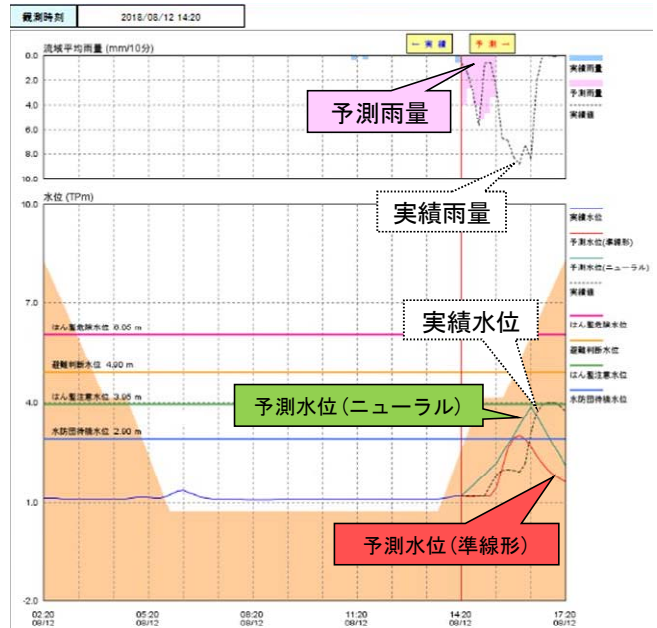


図-13 予測画面の一例(平成30年8月洪水)

8. まとめ

水位上昇速度の速い中小都市河川において、特徴の異なる 2 手法併用の洪水予測システムを構築したことで、洪水予報発表の確実な支援を行うことができていることが確認された。また、洪水予測の精度が確認できたことから、洪水予報班の招集基準の見直しを行うことで、洪水予報業務にかかる負担軽減という課題解決も可能とした。今後も、更なる水位予測の精度向上を目指し、危機管理型水位計の活用等の方策を検討することが重要である。

参考文献

- 1) 稲吉 明男, 長江 幸平, 田宮 睦雄, 宮田 達磨, 眞間 修一, 竹村 仁志: ニューラルネットワークモデルによる二級河川での洪水予測の基礎的検討, 河川技術論文集, 第 9 巻, pp. 179-184, 2003. 6.

(2020. 4. 2受付)