

2000 年 9 月東海豪雨における 天白川水害の問題点

PROBLEMS OF TENPAKU-RIVER FLOOD IN TOKAI HEAVY RAIN ON SEPTEMBER 2000

富永晃宏¹・庄建治朗²
Akihiro TOMINAGA, Kenjiro SHO

¹ 正会員 工博 名古屋工業大学教授 工学部社会開発工学科 (〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町)

² 正会員 名古屋工業大学助手 工学部システムマネジメント工学科 (〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町)

On September 2000, the heavy rain with maximum precipitation in history attacked the Tokai district. The Nagoya City and the surrounding towns are suffered huge damage from the flood. The Tenpaku River is a typical urban river at the eastern part of the Nagoya City and has many areas with bad drainage condition in its basin. The characteristics and problems of the flood in this area were investigated in this report. The Nonami Area is low land surrounded by the Tenpaku River and small tributaries and suffered heavy inundations. It is inferred that the overflow from the tributaries occupied the great part of the whole ponding water in this area. At the other tributary basin of the Tenpaku River, the effectiveness of the retarding basin was demonstrated.

Key Words : inundation, interior runoff, heavy rain, flood, retarding basin

1. はじめに

2000 年 9 月の東海豪雨は観測史上最大の降水量を記録し、名古屋市内においても多くの被害を発生させた。名古屋市西区では新川の破堤、北区では新地蔵川の破堤があったが、その他の大部分は内水氾濫である。ただし、天白川沿いの野並地区では支川の越水による氾濫が大規模な浸水被害をもたらした点が特徴的である。名古屋市の豪雨被害状況は表-1 のようである。各区分に見ると、床上浸水は庄内川・新川沿いの北区および西区が多く、次いで南区、天白区、緑区の順となっている。名古屋市南部の標高の低い地域で排水不良による内水氾濫が発生しているものの、やはり庄内川、新川および天白川の河川沿いの低地で大きな浸水深を示す被害が目立つ。したがって、これらの地域は河川水位と連動した内水排除の問題を抱えている地域といえる。ここでは、破堤による外水氾濫がなかったにもかかわらず大きな浸水被害を被った天白川野並地区の水害にスポットを当て、典型的な都市河川である天白川の水害の特徴と問題点について検討した。また、これより下流の支川扇川では総下流の狭窄部の解消という改修効果が大きく現れ越水がくい止められたが、こ

の流域では洪水調節池、防災調節池および校庭貯留などの貯留施設が整備されており、これら施設の効果も含まれているものと考えられ、この点についても検討した。

2. 天白川の概要

天白川は、愛知県日進市の三ヶ峰付近に源を発し、名古屋市東部を流れ下り伊勢湾に注ぐ流域面積 118.8km²、長さ 23.05km の二級河川で、氾濫区域 32km² に人口約 21 万人、家屋 7 万戸を抱える都市河川である。天白川流域図を図-1 に示す。流域は昭和 40 年代から開発が進み、人口増加とともに宅地面積の流域面積に対する割合が急激に増加している。名古屋市東部の丘陵地を流域に持ち、その谷間を流れる川という特徴を持つ。勾配が比較的急であり、河口から 17km より上流域では勾配が 1/300 以上と急で、10km 地点までの中流域が勾配 1/500 程度で、これより下流は 1/800 以下の勾配となっている。今回の災害地点は 8.5km 地点より下流である。このような地形的特徴から過去において土砂流出も多かったと考えられ、下流域では河床高が堤内地盤高より高い天井川となっている。

表-1 名古屋市の豪雨被害状況（区別）

区	床上浸水	床下浸水	罹災世帯 (世帯)	罹災者 (人)	避難勧告 (人)
千種	50	186	65	156	
東	53	209	56	132	
北	2,399	1,395	2,339	2,339	16,594
西	2,499	4,794	3,011	7,616	112,443
中村	105	3,316	133	311	58,316
中	4	27	4	9	
昭和	31	281	48	90	
瑞穂	479	1,427	531	1,424	
熱田	107	650	109	271	
中川	265	2,602	275	711	109,921
港	77	874	77	212	12,000
南	1,902	5,252	1,902	5,584	48,653
守山	122	376	130	365	383
緑	826	826	943	2,562	22,978
名東	44	65	44	141	18
天白	1,311	378	1,326	3,470	3
合計	10,214	22,658	10,993	25,393	381,309

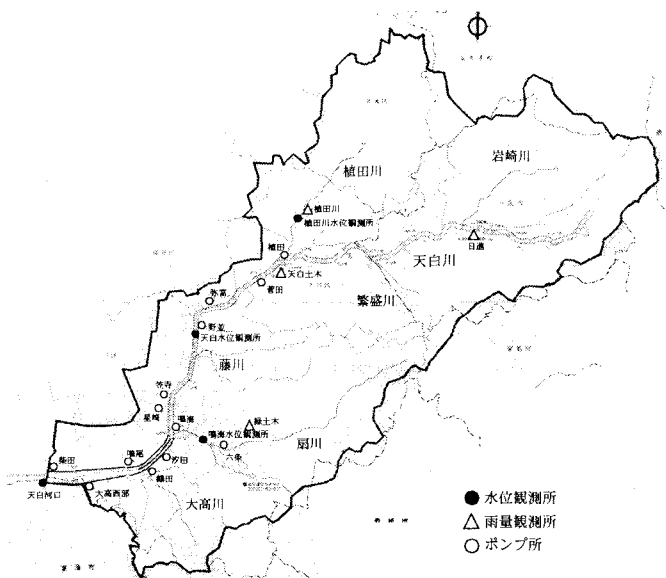


図-1 天白川流域

天白川の最近の水害としては、昭和45年7月30日の名古屋南東部局地豪雨、昭和46年8月30日から31日の台風23号、昭和58年9月28日の秋雨前線と温帯低気圧化した台風10号が一体化した集中豪雨、平成3年9月19日の台風18号があげられる。昭和46年の台風23号では天白川の本支川で30箇所にも及ぶ堤防決壊が発生した。平成3年の台風18号では天白川において計画高水位を1m近く越えた。したがって、流域の開発が始まってから約30年間に於いて大規模な水害がほぼ10年に一度の割合で発生していることになる。堤防の決壊は昭和46年のみであり、天白川の高い水位がもたらす内水排除不良に起因する内水氾濫が多いのが特徴である。現時点で天白川にあるポンプ所の総排水量は199m³/sにも達する。天白川の治水計画は、暫定的には確率年5年で、扇川合流地点で計画流量が1050m³/sとなっている。将来的には、確率年100年の計画を持っており、この場合合流地点の計画流量は1700m³/sとなる。河口より4kmまでは完了しており、これより8kmまでは河床掘削と拡幅による改修計画が進行中であった。

3. 2000年9月降雨の状況

2000年9月11日から12日にかけて、日本付近に停滞していた秋雨前線に台風14号から湿った空気が流れ込み活発化させ、次々と発生した雨雲が東海地方に記録的な雨を長時間にわたって降らせた。名古屋市の天白土木事務所の雨量観測所における降雨時間分布を図-2に示す。時間最大77mm、3時間最大212mm、総雨量585mmであった。これより下流の緑土木の観測所では、時間最大105mm、総雨量641mmにも達した。一方、総降雨量の愛知県内地域分布を図-3に示す。総雨量500mmの等値線を太く示し、ま

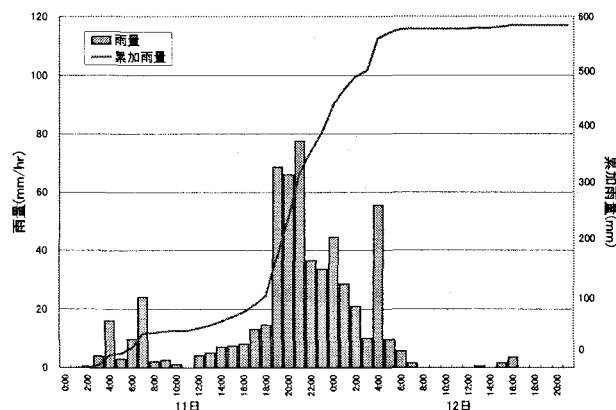


図-2 降雨時間分布（天白雨量観測所）

た図中に天白川流域を示している。知多半島北部から名古屋市東部にかけてピークが現れており、特に天白川流域は、ピーク領域にすっぽりと入っていることがわかる。

4. 天白川出水状況

今回の豪雨における天白水位観測所の水位ハイドログラフと植田川雨量観測所のハイトグラフを図-4に示す。天白川では図に示すように、計画高水位を9時間以上も超えており最高水位は午後9時20分にT.P.10.19mに達した。なおこの位置の堤防高はT.P.11.10mである。併示した植田川のハイトグラフと比べると、3つの雨量ピークに対応した水位ピークが認められ、これらの間の時間遅れは1時間程度と非常に小さいことがわかる。図中には平成3年の台風18号による水位を示しているが、これと比べて水位上昇カーブと最高水位はほぼ同様であるが、今回の出水は大幅に長く続き総流出量が非常に大きいことがわかる。藤川合流点下流の右岸では堤防越水も発生した。天白川の8.5kmより下流の沿岸域で

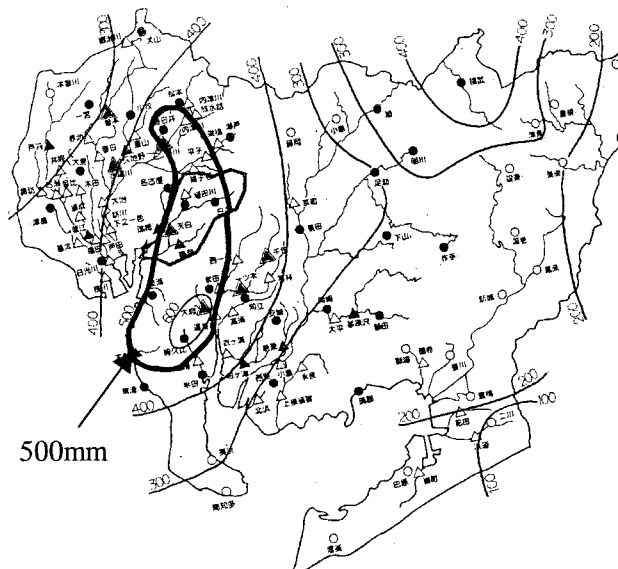


図-3 愛知県総雨量地域分布

はほぼ全域にわたって内水氾濫が発生した。野並地区を除く大部分の地域での浸水はポンプ排水容量の不足によるものと考えられる。天白川流域の被害状況は表-2 のとおりである。特に床上浸水戸数が多く、また浸水深 2m 以上の軒下以上という大きな浸水が多いのが特徴である。このような大きな浸水深は野並地区に集中しており、大きな被害をもたらした。この地域は内水氾濫だけでなく支川の越水が原因と見られる流出が発生している点の特徴である。一方、支川の扇川では今回越水は発生しなかった点が注目される。

5. 野並地区被害状況

天白川流域の野並地区は、図-5 に示すように天白川とその支川の藤川およびさらにその支川となる郷下川に四方を囲まれた地域であり、今回の水害で最も浸水被害が大きかったところである。この地区は野並ポンプ所のポンプ排水区域であるが、郷下川流域と藤川流域を高い位置に控えており、両河川流域は藤川に合流した後天白川へ合流する。地形的に見ると、郷下川は野並排水区の地盤より高い位置にあり、その流域は東に向かって急激に標高が高くなっている。今回の水害における湛水深の分布を図-6 に示す。2.0m 以上の湛水域が広い範囲に及んでおり、これから郷下川から急激に地盤が下がっていることが見て取れる。この地区の湛水深と湛水体積を示すと図-7 のようになる。1.5m からほぼ直線的に増大しており、低地が盆状にくぼんだ地形であることがわかる。最大湛水深は 2.8m であった。

野並ポンプ所は野並排水区の内水排除を目的として平成 11 年 5 月から運転開始となっている。排水面積は 114ha で、排水能力は 8.55m³/s であり、1 時間

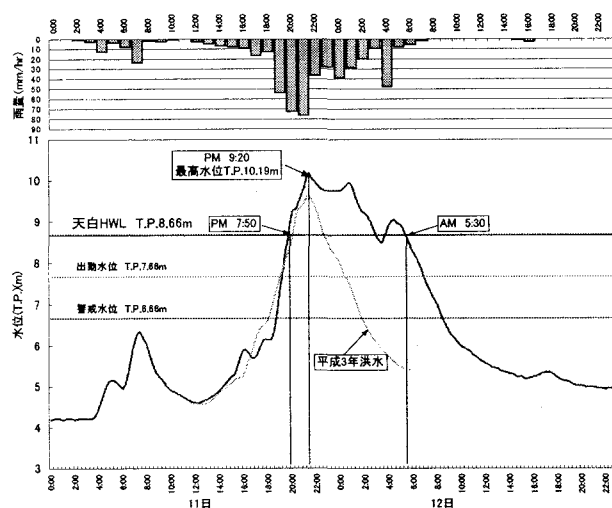


図-4 天白水位観測所水位と植田川雨量観測所雨量

表-2 天白川流域浸水被害状況

床上浸水実戸数	約 3,800 戸
内 軒下以上 (浸水深 2.0m 以上)	約 400 戸
内 軒下未満	約 3,400 戸
床下浸水実戸数	約 4,400 戸
浸水実戸数 計	約 8,200 戸
浸水面積	約 1,000 ha
想定被害額	約 3,500 億円

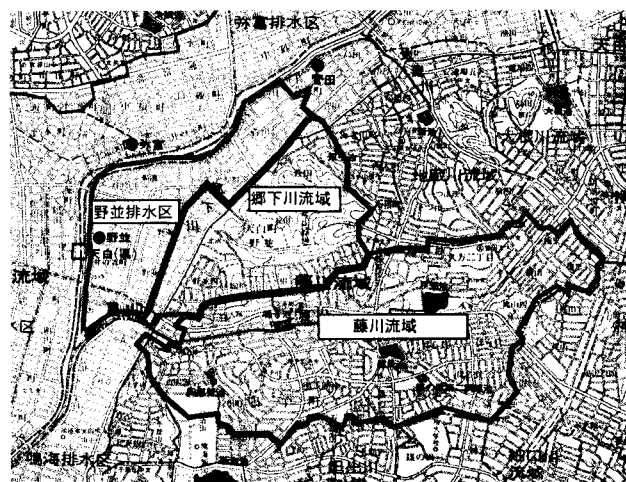


図-5 野並周辺流域図

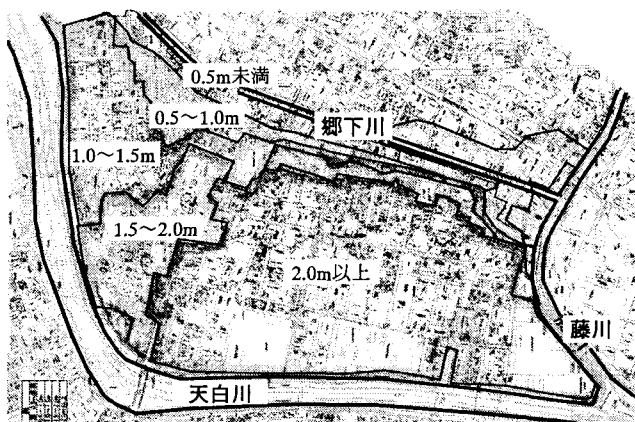


図-6 野並地区湛水深の分布¹⁾

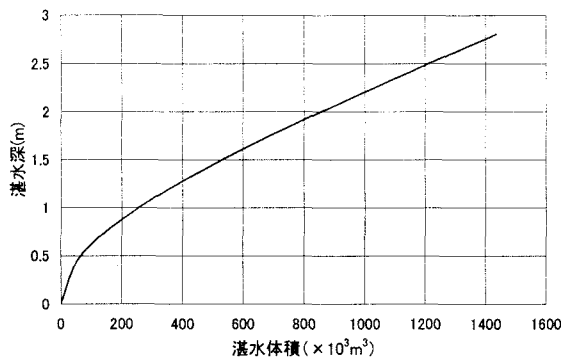


図-7 野並地区湛水深-湛水体積図

50mm の降雨に対して排水できるように設計されている。また、貯留容量約 5,400m³ の調整池を持っている。ここで問題となったのは、ポンプに燃料を供給する燃料供給ポンプが水没してしまい、ポンプ 4 台が約 6 時間にわたって停止し排水が止まったことにより野並地区の浸水被害が拡大したとされていることである。天白川が計画高水位を超えていた間も長時間にわたって排水がフルに行われていたにもかかわらず、流入渠の水位が上昇しつづけており、ポンプ排水能力を超えた雨水の流入があったと推測される。たとえポンプが稼動していたとしても今回のような著しい浸水は避けられなかったものと考えられる。

天白川支川の藤川は合流点付近が勾配 1/500、上流は 1/220 の急勾配都市河川である。上流端は戸笠池に発し途中に鳴子池を有する。藤川支川の郷下川は、藤川の天白川合流点から 600m の地点で分かれており、河床勾配 1/730 の幅約 5m、水深約 4m 程度の小河川である。合流点付近はパラベット高さ TP+8.37m と一定となっており、今回の被災地域を取り巻くように地盤高より高位置を流れている。今回の水害では郷下川が越水して右岸側に大量の水が流れ下った。またこの越水により午後 9:00 頃、地下鉄野並駅が浸水した。また藤川も郷下川合流点から下流で越水していたのが確認されている。したがって、野並地区の浸水は郷下川と藤川の氾濫水によるところが大きい。溢水がみられた区間では明らかに天白川堤防高より低く、今回の天白川の痕跡水位より低い堤防高となっている部分がある。これは天白川が未改修で水位が高いため、将来計画より高い堤防高が維持されているのに対して、支川は改修後において現況より低くなる計画堤防高に合わせて造られていることによる。また、右岸堤防が左岸に比べて低くなっていることも認められる。同様に郷下川の堤防高も天白川の堤防高より低くなっている。天白川の水位上昇に伴い支川の排水ができなくなり越水に至り、野並排水区へ周辺流域の流出が集中したという図式が浮かび上がる。さらに、最高水位時には天白川本川水の逆流が起っていた可能性もある。

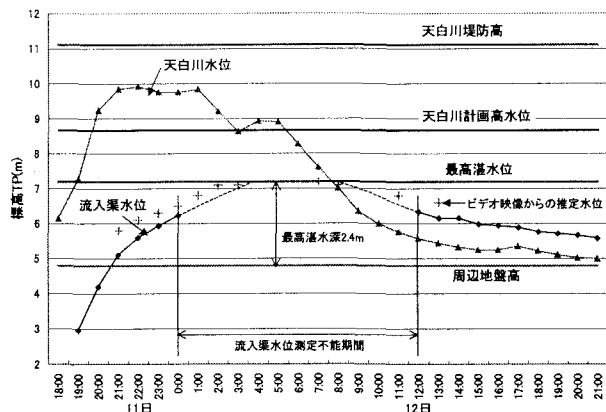


図-8 野並ポンプ所周辺の湛水深時間変化

6. 野並地区湛水量の分析

これらを踏まえて野並地区の湛水量の分析を試みた。まず、ポンプ所内の流入渠水位が計測されており、これが計測されている範囲ではほぼ周辺の湛水深を表すものと考えられる。これを図-8 に示す。この地盤高は最低地盤高より 40cm 高い。痕跡から最大湛水深は 2.4m とわかっているため、測定不能期間の変化過程を適当に点線で示している。午後 8:00 頃から浸水が始まっていることがわかる。午後 10:00 ですでに約 1.4m に達している。湛水深のピークに達したのは 12 日の午前 2 時から 3 時ごろと推定される。この水深が長時間続き、水が引き始めるのはかなり遅く、12 日午後 0 時にやっと 1.5m となっている。郷下川の右岸から天白川方面へ少し下った場所付近における 11 日午後 8:40 頃から 12 日午後 1:00 までの浸水状況が住民の方のビデオに撮影されていた。撮影された前の住宅の最大浸水深は約 1.4~1.5m 程度であり、ポンプ所周辺地盤高より約 1.0m 程度高い位置にあるものと思われる。これによると 9 月 11 日午後 8 時 30 分頃から夜半まで郷下川直下の道路を水が勢よく流下する様子が写し出されている。郷下川の越水に加えて、郷下川より高所からの流出が道路を流れ下り、道路橋も一気に越えて流下しているとの証言があり、道路を流下する流量はかなりのものであったと推測される。これから推定される水位をポンプ所付近の地盤高で換算した水位を図に示している。流れのある水位上昇期および下降期で水位が勾配を持つため上流部の水位が大きくなっているが、水位変化の傾向は一致している。

次に、流域の雨量とポンプ排出量から簡単な流出量の収支計算を試みた。ここである程度確かな量は、雨量観測所の雨量、野並ポンプ排水量、最大湛水深、水が引いた時間である。計算には、降雨の初期損失量、飽和雨量、洪水到達時間、流出率などが必要であるが、ここではオーダーのみを合わせる目的で大胆な仮定を行った。まず、野並排水区面積に天白観

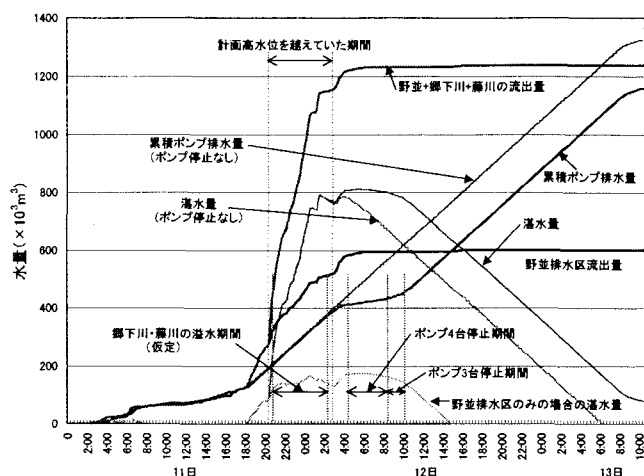


図-9 野並地区湛水量の時間変化の概算

測所の累積雨量をかけて総雨量とし、これに流出率 f を掛けたものを野並排水区流出量とする。ここで野並排水区の f は初期段階で流出量とポンプ排出量が一致するように0.9とした。次に、郷下川、藤川の溢水期間を天白川水位が約9.0mを越えている期間とし、流出の時間遅れは小さいと考えられるので、この期間内の累積降雨量に郷下川・藤川の流域面積と流出率を掛けて両河川からの流出量とした。この地区の排水はほとんど野並ポンプ所のポンプにより行われたので、水が引いた時間が一致するように逆算して、流出率を調整して両流域一律に $f=0.6$ とした。この計算はあくまで全体の収支の概要を見積もるためのもので、流出過程の物理機構は考慮しておらず、結果の数値そのものは不確定なものである。この結果得られた9月11日から13日にかけての野並地区の流出量、排出量の累積値および湛水量の時間変化を図-9に示す。郷下川・藤川からの流出量を加えた流出量は野並排水区の流出量とポンプ排出量の差から計算される湛水量に比べてはるかに大きく、両河川からの越水流出力が大きかったことがわかる。湛水量のピーク値はこの計算では80万 m^3 程度であり、先に示した湛水深-流域面積の関係から単純に湛水深を出すと2m程度にしかならない。湛水深2.8mでの体積は約140万 m^3 にも達するが、体積計算においては宅地や建物の体積を差し引く必要があるため実際の湛水体積の正確な値は今のところ不明である。この計算ではほぼ水が引いたと思われる13日午前10:00時点でも湛水量が残っており、この点からもまだ十分な収支が取れてはいない段階である。図には、もしポンプが停止しなかった場合の排出量も示しているが、これによると最大湛水量には変化がなく、湛水時間が約5時間程度短くなったものと推測される。このグラフは数値については多くの不明な点を残しているが、野並地区の浸水被害の特性をよく表しているものとする。

以上の分析をまとめると概略的に図-10のように

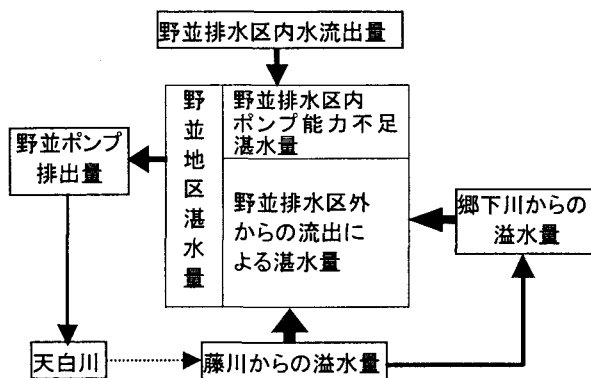


図-10 野並地区の氾濫構造

なる。今回の降雨から計算される野並排水区の内水流出量に対する野並ポンプの排水量の能力不足はそう大きくはないと考えられ、これよりもむしろ郷下川および藤川からの溢水量がかなり大きいものと推測される。また、図に点線で示したように、藤川の堤防高が天白川水位より低かった時間帯もあるため、天白川からの逆流が発生した可能性も否定できない。このように天井川化した本川の河川改修の遅れと、野並地区が郷下川流域および藤川流域を高所に抱えた低地であったことがこのような大規模な被害をもたらしたと考えられる。

7. 扇川流域の河道改修および調節池の効果

下流支川の扇川では、平成3年9月の台風18号水害において大規模な越水が発生し、自動車部品工場などが水没して部品供給ができなくなり、自動車生産ラインがストップするという新しい水害被害形態が指摘されたところである。総雨量が247.5mmと今回の40%程度であった平成3年の出水では越水被害が発生したにもかかわらず、今回の降雨では越水はなく内水被害のみであった。この理由としては、その後に行われた潮止堰の撤去、河道掘削および橋梁の改築等の河道改修効果が最も大きいと考えられる。図-11は扇川流域の降雨流出量推定値と鳴海水位観測所の水位流量曲線から計算された流量ハイドログラフを示す。降雨流出量は全体のポリウムをつかむための仮定値であり、流域全体に緑土木の降雨波形に流域面積を乗じた総降雨量に流出率 $f=0.62$ を掛けたものである。鳴海水位観測所の流量は改修前の水位流量曲線から計算される流量も示しているが、流下能力が2倍以上に増大していることがわかる。また、扇川流域では洪水調節池、防災調節池および校庭貯留などの貯留施設が整備されており、これら施設の効果も含まれているものと考えられる。扇川流域は昭和60年代から名古屋市が新しく大規模な宅地として開発した地域を含んでおり、既存のため池の改築や新規開発に伴う調節池の設置が計画的に行

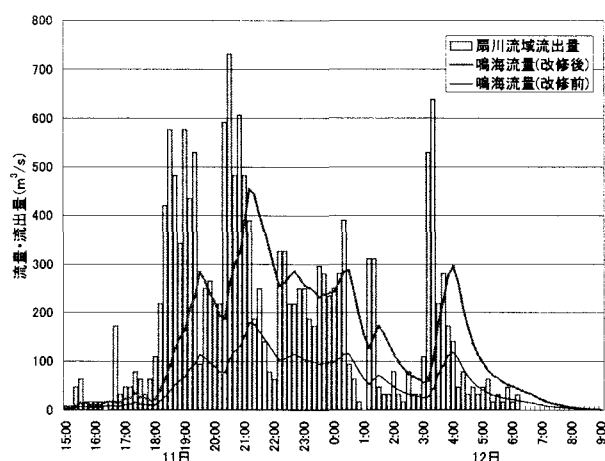


図-11 扇川流出量

われた。そして、洪水調節池 19 箇所、防災調節池 13 箇所および校庭貯留 13 箇所を備え、名古屋市によると総貯留量は約 103 万 m^3 と試算されている³⁾。この量は野並地区の湛水量にほぼ匹敵する。これらの調節池群の洪水調節効果についてはさらに検討が必要であるが、ここでは図-12 から考察してみる。9 月 11 日 18:00 から 19:30 にかけての第 1 ピークの降雨に対して、鳴海の流量第 1 ピークはかなり小さくなっている。18:00 までにすでに 100mm 以上の累積降雨があることから飽和状態にあり、この時間帯の降雨が貯留されたと推測することができる。18:00 から 19:30 の降雨流出量と 18:40 から 20:10 の河川流量の差を累積すると約 109 万 m^3 となる。これはあくまで概算値であるが、オーダー的には総貯留量と一致する。扇川は越水しなかったとはいえ、天端すれすれの状態であったので、この調節池による貯留効果が果たした役割は少なくないものと考えられる。

8. おわりに

今回の野並地区の水害においては以下のような問題点が浮き彫りとなった。

- (1) 今回の災害は想定範囲を超える降雨により治水システム全体が機能なくなり、弱いところへ集中的に被害が現れた。地形特性から危険度を予見し、計画の範囲を超えた場合の危機管理が重要である。
- (2) 天白川本川と支川の関係のような暫定計画と将来計画の混在による危険を認識し、これを住民に周知する必要がある。
- (3) ポンプの耐水性の問題に加え、本川が危険な状態にもポンプ排水が続けられた問題がある。ポンプの運用規則および実施体制の確立とともに、流域全体での治水機能分担について考える必要がある。調節池等の流出抑制対策の有効性も検討すべきである。
- (4) 水害被害を軽減するためには地形の把握と水害危険度の周知が必要である。また、地盤の高低とともに道路の勾配などから安全な避難経路等も検討し

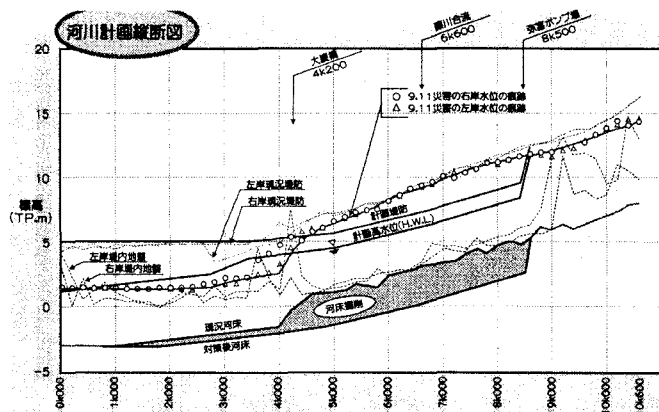


図-12 天白川計画縦断面図²⁾

ておく必要がある。

- (5) 都市河川では水位上昇が急激であり避難のタイミングが難しい。事前の水害危険度や避難体制の周知と現状の正確な情報の取得と情報を伝達する手段の確保、事後の救援体制の確立が重要である。

天白川は河川激特事業の指定を受け、5 年間で 260 億円をかけて治水対策を行い、災害の再発防止を図ることになった。対策としては本川の水位を計画高水位以下に下げることにより支川も含めた疎通能力を高めることである。図-12 には天白川の計画縦断面図を示す。河口より 4km 地点までは河床掘削が行われていたがさらに掘削し、4km から 8.5km 地点までは河床の大幅な掘削と河道の拡幅を行い流下能力を高めて水位を大きく下げるとともに、堤防高は現況よりも低くするというものである。他の地区の水害は排水ポンプ能力不足による内水氾濫であるため、対策としては下水道ポンプを増強するとともに、これによって増大する流量に対応した河道改修を行うことである。

それでも水害を完全には無くすることはできない。少なくとも今回の規模の降雨では対策後も内水氾濫はある程度発生する。したがって、今回の水害の反省点を教訓として、合理的な治水対策の確立するとともに地域の被害軽減対策および避難救援体制を整えることが早急に望まれる。

最後に、貴重な資料を提供していただいた愛知県建設部河川課、名古屋市緑政土木局および上下水道局の関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 愛知県建設部河川課提供資料、2000。
- 2) 平成12年9月東海豪雨 二級河川天白川 河川激甚災害対策特別緊急事業パンフレット、愛知県建設部河川課、2000。
- 3) 名古屋市緑政土木局河川計画課提供資料、2000。

(2001. 4. 16 受付)