

2. 1998年8月4日新潟地方の豪雨による洪水流出

中根和郎*

Flash floods caused by torrential rain in Niigata, Japan on August 4, 1998

By

Kazurou NAKANE

*Continental Hydrology Laboratory, Atmospheric and Hydrospheric Science Division
National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Japan*

Abstract

Severe flash floods occurred across a narrow area from Sado Island to the Niigata Plain, Niigata Prefecture, Japan on August 4, 1998 due to torrential rainfall. The maximum rainfall was 97 mm in 60 minutes and 265 mm in 24 hours recorded at the Niigata Local Meteorological Observatory. The analysis of these floods is still insufficient because little observed data on flood disasters is available. Therefore in this paper, the severe floods on August 4, 1998 on the Niigata Plain and Sado Island were analyzed using observed data. Flood water levels in both the Toyonogata Lagoon and the Fukushimagata Lagoon in low lying areas of the Niigata Plain were estimated by the Tank Model using detailed rainfall data and drainage data from pumps. Results of the estimation were quite reasonable and agreed with observed data, though the method used was simple. Flood analysis for small rivers was also conducted. Relations between discharge (or water levels) in small rivers and running mean rainfall were analyzed to ascertain the response of discharge to heavy rainfall. From the results, suitable running times and runoff coefficients were obtained. Time change of running mean rainfall calculated by using suitable running time became similar to hydrograph around peak discharge of small rivers. This information is useful to make rough estimates of peak discharge using hand calculations. Discharge at small dams and water levels in small rivers were also estimated by the Tank model using detailed rainfall data. AMeDAS, which is a dense rainfall measurement system with about 17 km spacial distribution, is not sufficient for estimating discharge and water levels in small rivers. Therefore in this analysis, rainfall data measured by various kinds of organizations, such as

* 防災科学技術研究所 気圏・水圏地球科学技術研究部 陸域水循環研究室

prefectural construction offices, dam control offices, the offices of fire fighting groups, pumping stations etc. were used. The results were also fairly good.

Key words : Flood disasters, Flash floods, Low land, Small river, Niigata City, Sado Island, Torrential rainfall.

キーワード：洪水災害，洪水，低平地，小河川，新潟市，佐渡ヶ島，豪雨

2.1 はじめに

1998年は前年の4月頃から続いていたエルニーニョが終息した年に当たり、世界各地で干ばつ、大洪水が発生した天候不順な年であった。日本でも夏の天候が不順であった。例年なく、北東のオホツク高気圧が強く張り出し、その一方で、太平洋高気圧の張り出しが弱かったため、梅雨前線が長期間、北陸から東北地方に停滞し、この地域の梅雨明けが特定できないという異例な年であった。こうした状況下で日本海から北陸地方に停滞していた梅雨前線に太平洋高気圧の縁を大回りしてきた高温、多湿な気塊が流入し、8月4日の未明から朝方にかけて、佐渡から下越を結ぶ幅十数kmの狭い範囲に集中豪雨が発生した。そのため、信濃川、阿賀野川等の大河川の氾濫は無かったが、中小河川の氾濫、崖崩れ等が各地で発生した。特に、新潟市の平野部では記録的な豪雨となり、都市域での家屋等の浸水被害及び豊かな稲作地域での農作物の被害等大きな洪水災害が発生した。当時、この豪雨に対して、新潟地方気象台は大雨洪水警報、記録的短時間雨量情報等を的確に発表し、県庁及びテレビ等のマスメディアに伝達していた。こうした情報がその中で伝えられる実況雨量と予想雨量がどの程度の規模の災害を発生させるのかという具体的な防災情報として、必ずしも防災担当者に認識されていなかったと思われる。今回のように狭い範囲に発生した豪雨に対しては具体的な災害発生の予想は困難であったと思われるが、各地で得られる様々な防災情報を整理し、具体的な地域の防災情報として活用できるようなシステムを作ることは極めて重要なことである。防災に関連した情報を挙げると、過去の氾濫実績図、地形と災害の起こり易い所を関連づけた土地条件図、詳しい地盤高図、気象庁地方気象台、建設省工事事務所等から発表される気象注意報・警報、洪水予報、水防警報、気象衛星雲画像データ、雨量レーダーエコー図、レーダーアメダス合成図、主な観測所の水位及び雨量データ等がある。各機関が各地で個別に観測している雨量データも地域の災害発生予想には極めて重要な情報となっている。これら多くの情報を最大限に活用するシステムが有り、地域の防災担当者まで伝達され、更に、それらを個別具体的な防災情報に翻訳する技術が災害の最前線で活動する担当者の間で普及するならば災害、特に、人的被害の軽減が図れると思う。そこで、本論文では各機関が各地で観測している多くの雨量データを用いた各地の洪水予想と洪水流出状況について、2.2 新潟市及びその周辺低地の洪水、2.3 新井郷川上流の中小河川の洪水、2.4 佐渡地方の洪水に分けて述べる。

2.2 新潟市及びその周辺低地の洪水

新潟平野は信濃川と阿賀野川により形成された沖積平野で、海岸線に沿った細長い形状をしている。この地域は砂丘、低湿地、潟に大別される。新潟市は信濃川の河口に位置し、砂丘列と砂丘列の間の排水不良の低地、起伏に富んだ地域のスポット状の凹地、旧信濃川沿い低地等々水害を受けやすい地形的素因があるが、比較的排水施設の整った地域である。この地域の大半を占める低湿地や潟は海岸

砂丘列の背後にできた排水不良の地域であり、近世中期以降の藩政時代からの阿賀野川、加治川、信濃川等の分水・放水路工事により、また、近年のポンプ排水を利用した土地改良事業により、それらは鳥屋野潟や福島潟周辺に見られるように豊かな稻作地域に変貌した。これらの地域に8月4日の未明から朝方にかけて、計画規模を上回る豪雨がもたらされ、大きな浸水被害が発生した。図1に新潟市街地の3カ所の降雨状況を示す。時間雨量50mm以上の豪雨が5時から7時にかけて降り続き、そのピークが5時～6時であったことが分かる。洪水発生状況の聞き取り調査によれば、市街地では洪水ピークはおおよそ8月4日5時～6時であった。新潟市の排水路の整備状況を図2に示す。これによると、万代地区、白山地区などの1976年以前の下水道工事区域では約19mm／時の排水能力、坂井輪地区、鳥屋野地区などの1977年から1994年の間の下水道工事区域では約33mm／時の排水能力、早川堀地区、山の下地区などの1995年以降の下水道工事区域では46mm／時の排水能力がそれぞれある。このととからも、今回の浸水は50mm／時を越える豪雨が2時間以上続いたことにより、排水能力を越えた雨水が低い地域に短時間に集中し、内水氾濫が発生したことによるものと思われる。これら氾濫水は多くの地域でその日の午前中には引いていた。鳥屋野潟周辺の低平地では洪水のピークは14時頃であり、市街地より遅れていた。鳥屋野潟の洪水位の時間変化で見ると、4日2時頃から急激に水位上昇し、同日10時までに170cm上昇した。その後、ゆっくりと上昇し、11時から14時にかけて6cm程上昇した。14時以降は徐々に低下して、このことから周囲に降った雨水がこの地域に流れ込み、ポンプで排水できない部分が湛水し、洪水位は累加雨量の増加に伴って上昇し、降雨の終わりに最大浸水位になったと思われる。この地域の地点調査により得られた洪水状況について以下に述べる。

(1) スポット状の凹地にある新潟市関南町（関屋排水区内）では4日3時頃水が来た。洪水のピーク

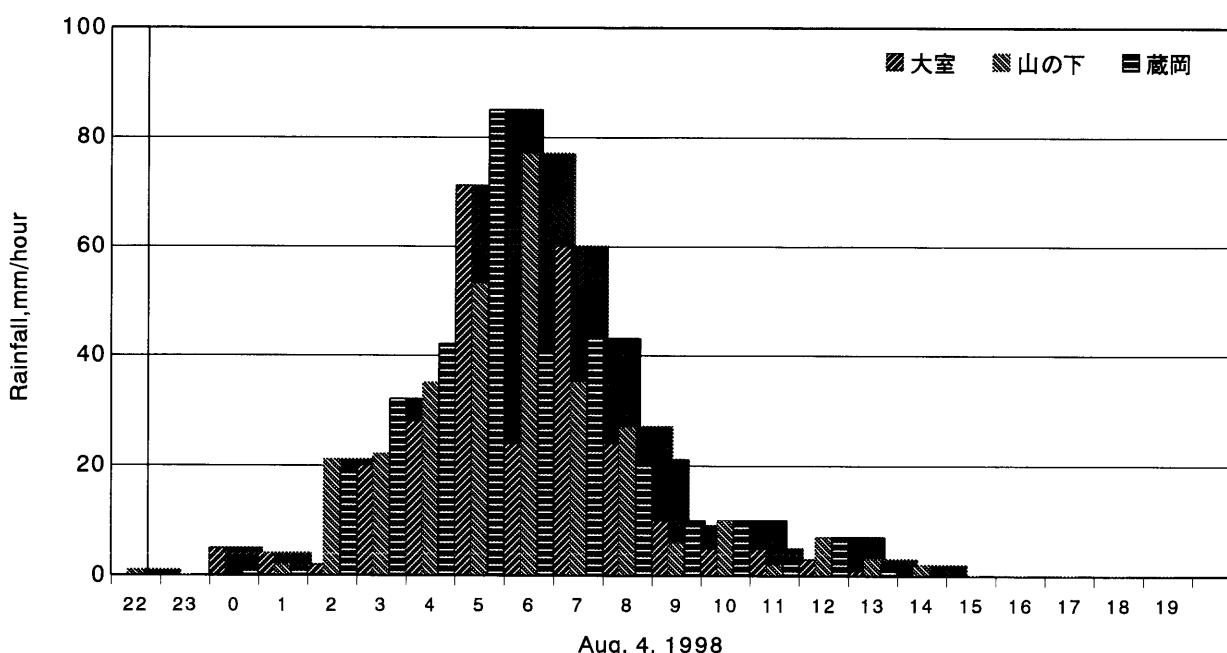


図1 新潟平野の降雨状況

Fig. 1 Hourly rainfall caused flooding on the Niigata Plain.

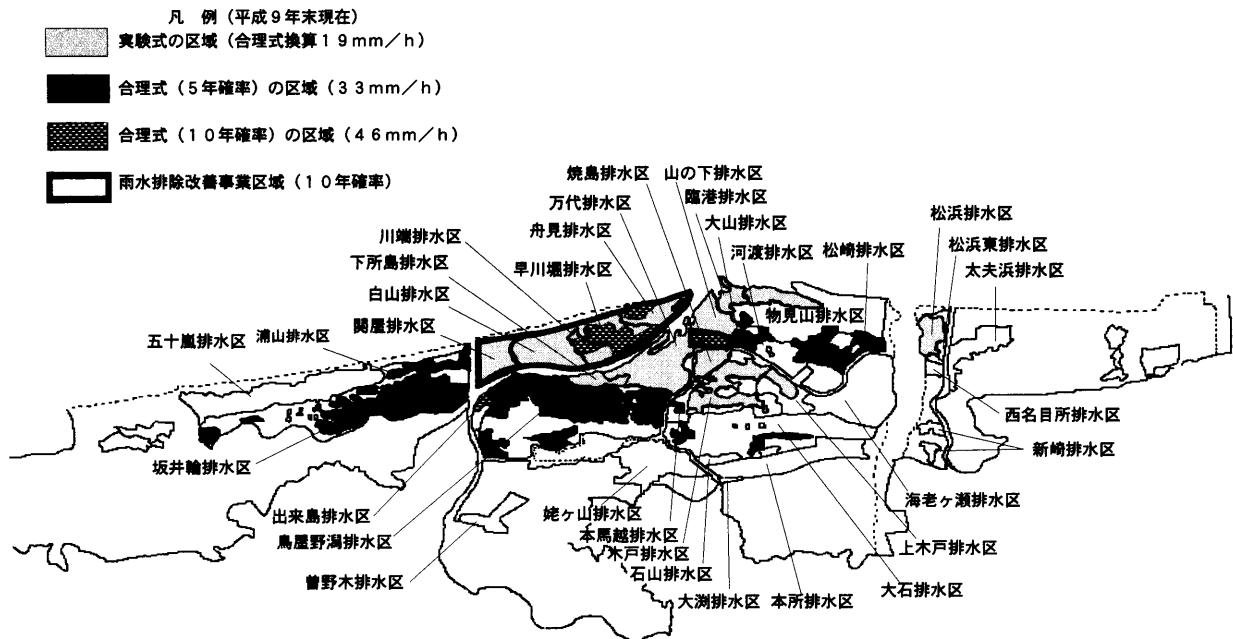


図2 新潟市における区域毎の排水能力、1997年度現在（新潟市資料）

Fig. 2 Drainage capacity of each sections in Niigata City, which was the condition at end of JFY 1997 (after the Niigata City Office).

は5時から5時30分の間、浸水位は低いところの道路上で189cmにも達していた。この地域は地盤が低く、洪水を受け易い地形になっていることから、基礎地盤を1.5~1.7m盛り土している家が幾つか見られた。

- (2) 早川堀排水区域の西堀通では道路上 72 cm 浸水した所もあるが、多くは道路上 30~50 cm 程の浸水であった。

(3) 砂丘列と西川の自然堤防との間の低地にある新潟市小針南地区（坂井輪排水区）では 4 日 3 時頃水が家に入ってきたのに気付いたが畳を上げる間が無かった。家屋の浸水は 7 時から 13 時まで続いた。浸水位はこの付近の道路上で 90 cm であった。この付近も地盤が低いことから 90~105 cm の盛り土をしている家が多く見られた。

(4) 鳥屋野潟周辺の低地では、女池地区の新幹線下の道路で 15 cm 程の浸水があり、4 日 11 時頃には水は引いた。地盤の更に低い上山地区では道路上 86 cm 浸水した所も見られた。洪水のピークは 4 日 10 時頃で、4 日 18 時頃でも道路上に膝まで水が有ったという。

(5) 鳥屋野潟南側の宅地開発最前線の南長潟では 4 日 5 時には道路に水が溢れていた。洪水の引きは遅く、5 日の朝方までに洪水ピークから 10 cm しか下がらなかった。同日 15 時頃に水がようやく引いた。浸水位は道路上 32 cm 程であり、この付近も地盤が低く多くの家は 90 cm 程盛り土していた。

一方、新潟市東方の阿賀野川と加治川に挟まれた福島潟周辺低地では長時間の浸水被害が発生した。この地域には山地や低平地から多くの中小河川が流れ込んでおり、この地域に降った雨水は一旦この潟に流れ込み、新井郷川を通じてポンプにより阿賀野川及び日本海へ排水される。当時、福島潟の水位は4日2時頃から上昇し、13時までに225cm上昇した。その後、水位は横ばいとなり、19時から



図3 鳥屋野潟の洪水予測に用いた雨量観測点及びポンプ排水機場位置図

Fig. 3 Location of rainfall stations and drainage pumps data from which was used for flood simulation at Toyanogata Lagoon.



図4 福島潟の洪水予測に用いた雨量観測点及びポンプ排水機場位置図

Fig. 4 Location of rainfall stations and drainage pumps data from which was used for flood simulation at Fukushimagata Lagoon.

翌日の9時に掛けて再び27cm上昇した。9時以降はゆっくりと低下している。その間、4日10時30分頃から福島潟の洪水が越流堤を越え始め、干拓地に流入し、3時間程で干拓地を埋め尽くした。中小河川も山地から集中した雨水を捌けきれず多くの地点で越水・氾濫した。福島潟周辺の低平地にこれら中小河川の洪水とその氾濫水及び周辺低地に降った雨水が集中し、ポンプで排水できない部分が湛水し、浸水位は累加雨量の急激な増加に伴って急上昇した。浸水位のピークは5日9時頃であり、その後ゆっくりと低下した。そのため、湛水は長いところで5日以上続いた。

鳥屋野潟及び福島潟周辺では図3、図4に示すように気象台の降雨観測点以外にポンプ場、高速道路管理所、県土木事務所等々に雨量観測点があり、また、各地の排水機場にポンプ排水量の記録が残っている。今回のような局地的な豪雨に対して、これら密なデータを使用した場合にどの程度各地の洪水位が予測できるのかを検討しておくのはきめ細かな防災対策を考える上で極めて重要なことである。ここでは簡易な直列3段のタンクモデルによる流量推定、更に、低平地の地盤高一貯水量関係式を用いた洪水位の推定を行った。タンクモデル（菅原、1972）とは図5に示すように側面に流出穴、底面に浸透穴を持ったタンクを直列に並べた構造をしており、流域の複雑な流出現象をモデル化し、降雨量から流出量を計算するものである。計算法は同図に示すように極めて簡単である。本計算に使用したタンクモデル、低平地貯水量一洪水位関係式及び入力データとして使用した排水量・降雨量の観測地点名を図6に示す。潟周辺の低平地貯水量一洪水位関係式は新潟市が作成した地盤高図を基に、鳥屋野潟及び福島潟の地盤高一貯水量関係曲線を求め、適切な有効貯水率を試行錯誤により求めて、同図に示す低平地貯水量一洪水位関係式を作成した。入力の降雨量は鳥屋野潟の洪水位予測については流域内及び周辺の8カ所の雨量観測地点の値を用い、福島潟の洪水位予測については丘陵地にある4つの観測点と平地の6つの観測点の値を用いた。ポンプ排水量は信濃川、小阿賀野川、阿賀野川に排水しているポンプ場のみを対象とし、鳥屋野潟では親松排水機場、中部下水排水機場、二本松排水機場、藏岡排水機場及び本所排水機場の排水量を使用し、福島潟では胡桃山排水機場及び新井郷川排水

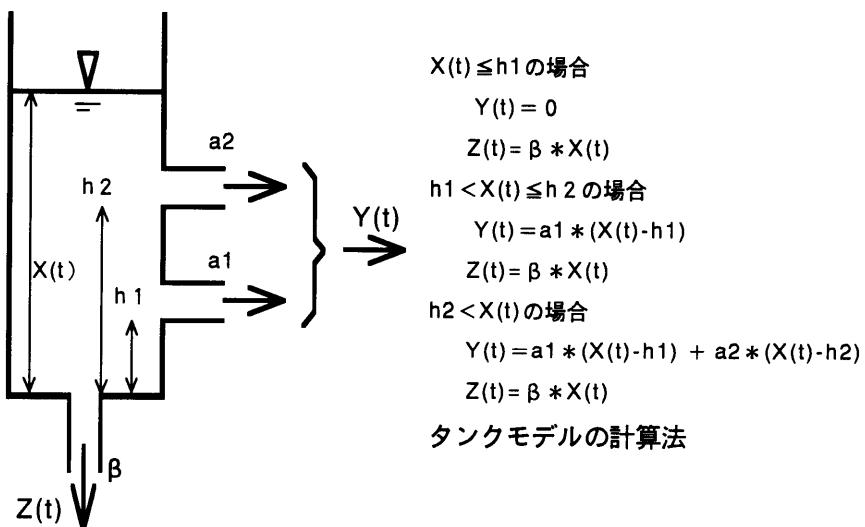


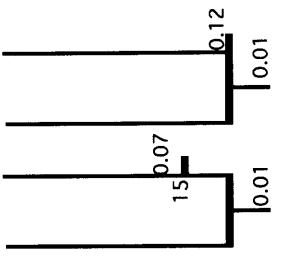
図5 タンクモデルの基本構造及び計算手法

Fig. 5 Basic structure of the Tank Model and it's calculation procedure.

鳥屋野潟洪水位予測

1. 低平地貯水量 $V[10^6 \text{m}^3]$ と洪水位 $H[\text{m}]$ の
仮想の関係式

$$H \leq -0.9884 \text{ の場合 } V = 0.441 * H^2 + 3.2662 * H + 5.5504$$

$$H > -0.9884 \text{ の場合 } V = 7.1045 * H^2 + 16.552 * H + 12.1662$$


2. 使用ポンプ排水機場
親松・二本松・蔵岡・本所・及び中部下水道

3. 使用雨量観測点（8地点）
山ノ下 高速道中央IC・沢海・両川・竹尾。
親松・蔵岡・新潟気象台

4. 流域面積
 9.8 km^2

平地モデル

山地モデル 平地モデル

1. 低平地貯水量 $V[10^6 \text{m}^3]$ と洪水位 $H[\text{m}]$ の
仮想の関係式

$$H \leq 1.3154 \text{ の場合 } V = 2.8718 * H^2 + 6.7993 * H + 4.3605$$

$$H > 1.3154 \text{ の場合 } V = 7.5684 * H^2 + 2.56806 * H + 1.8$$

2. 使用ポンプ排水機場
胡桃山及び新井郷川

3. 使用雨量観測点（10地点）
平地地点：新潟県新発田土木・潮止堰。
沢海・福島潟・蔵岡及び豊栄市役所
山地地点：大室・増川・赤谷及び宝珠山

4. 流域面積
 24.7 km^2

図 6 鳥屋野潟及び福島潟の洪水予測に使用したタンクモデル、低平地貯水量—洪水位関係式及び使用した
排水量・降雨量の観測地点

Fig. 6 The Tank Model for the flood simulation at the Toyanogata Lagoon and the Fukushima Lagoon,
the function representing the relation between storage water volume and land elevation in low lying
areas and stations of drainage pumps and rainfall. These were used for the simulation.

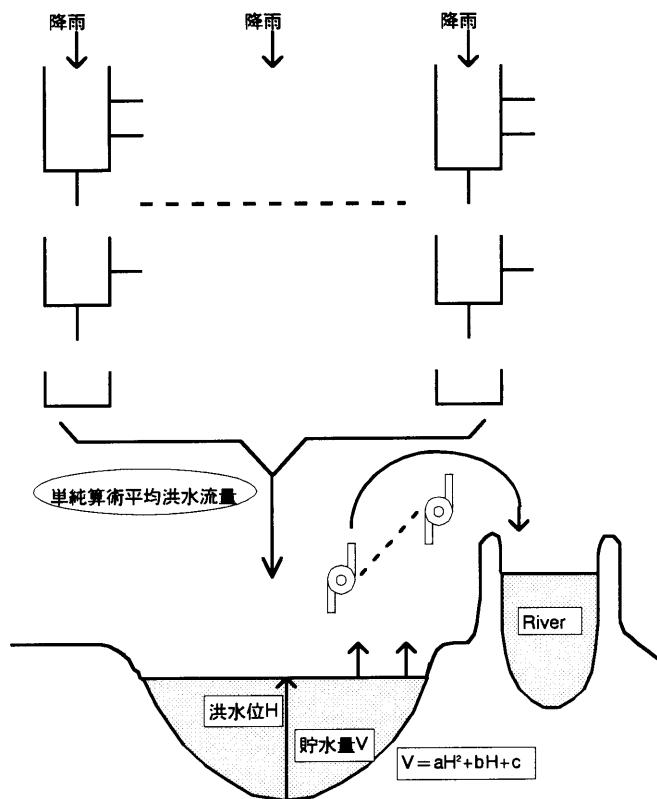


図7 鳥屋野潟及び福島潟の洪水位予測手法

Fig. 7 Diagram of the simulation procedure for flood water levels at Toyanogata Lagoon and Fukushimagata Lagoon.

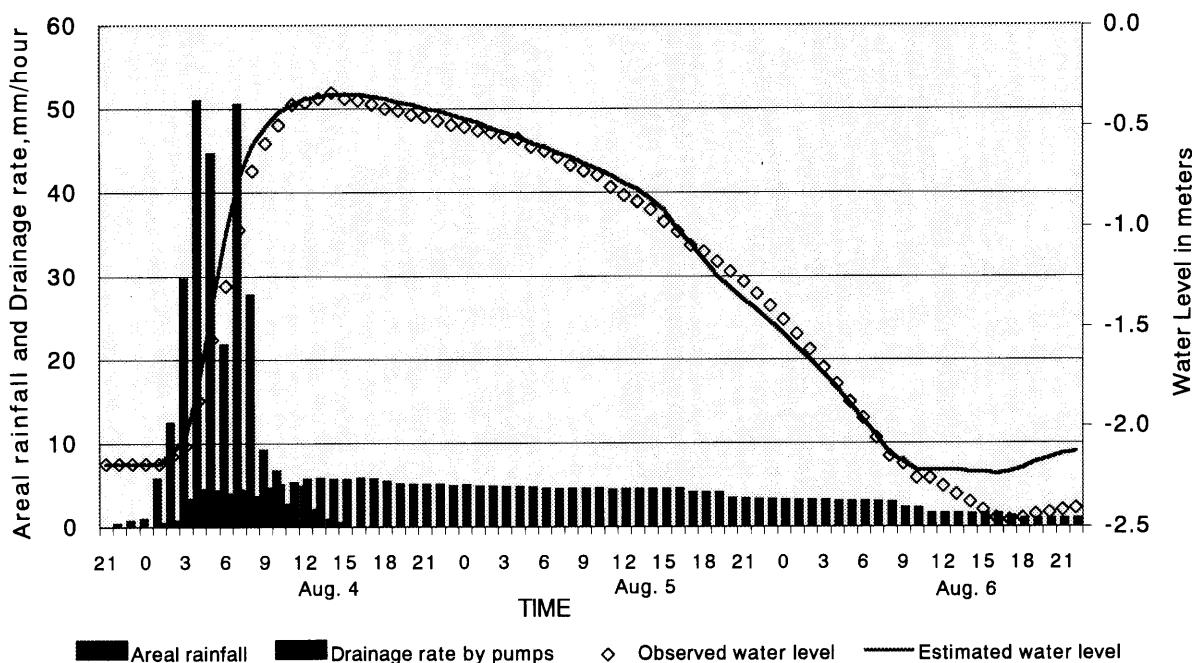


図8 タンクモデルによる鳥屋野潟洪水予測結果

Fig. 8 Results of flood simulation by the Tank Model at Toyanogata Lagoon.

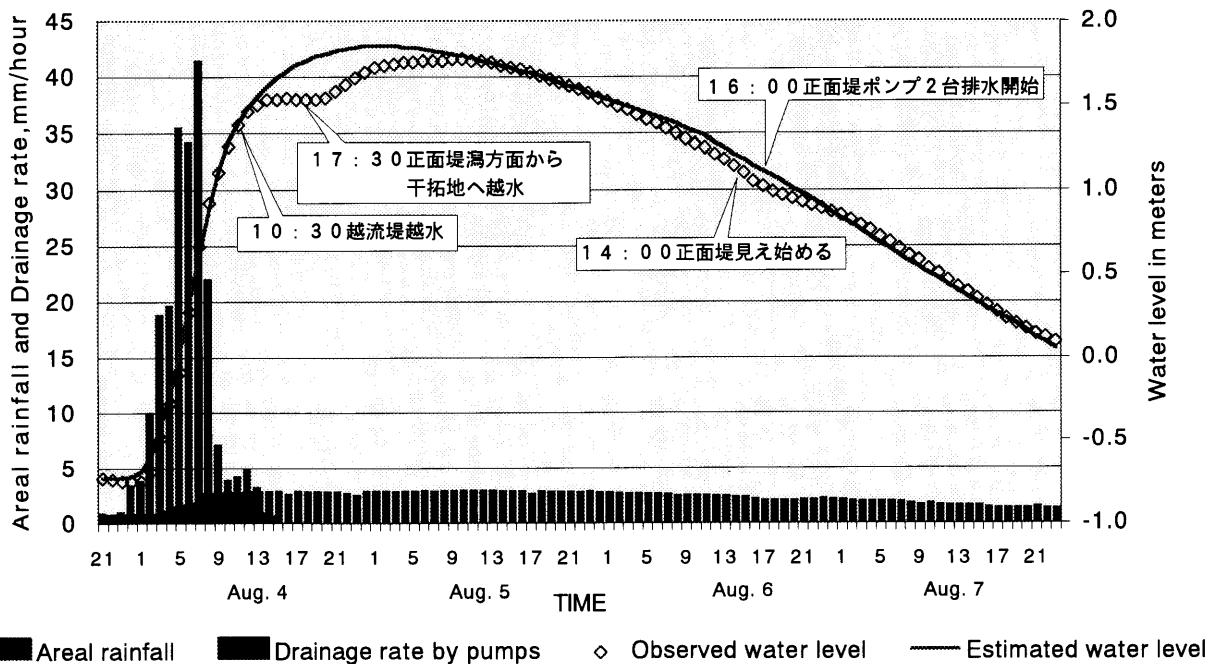


図9 タンクモデルによる福島潟洪水予測結果

Fig. 9 Results of flood simulation by the Tank Model at Fukushima Lagoon.

機場の排水量を使用した。計算は図7に示すように、洪水流出量はそれが降雨量に対して非線形の応答をすることから各地点の降雨量をそれぞれのタンクに入力し、各タンクからの流出量を単純算術平均して求めた。次に、これら計算された流出量から各ポンプの排水量を引き、残りを低平地に貯留させ、低平地貯水量Vと洪水位H関係式を用いて洪水位を計算した。この手法により鳥屋野潟及び福島潟の洪水位を予測した結果を図8及び図9に示す。手法は単純であるが、洪水予測はかなり上手くいっている。ただし、ここでは洪水位を良く再現するようなモデルパラメータ、集水域面積及び低平地貯水量一洪水位関係式を設定しているので、他の洪水でその妥当性を検証しておく必要がある。

2.3 新井郷川上流の中小河川の洪水

福島潟の東側約20 km離れたところに標高550~980 mの花崗岩の五頭山地があり、その山麓を月岡断層が北東方向に走っている。その西側に地殻変動で切り取られた砂、泥、礫などの半固結の笠神丘陵があり、その山地と丘陵地の間に扇状地が広がっている。福島潟に注ぐ中小河川はこの五頭山地を水源とし、扇状地へ流れ落ちた後、丘陵地の開削部を通って、低平地に流れ出ている。扇状地付近での各河川の流域面積及び最大流路長はそれぞれ10~25 km²及び6~10 kmである。この地域に時間雨量25 mmの豪雨が4時間以上降り続いた後、河川下流部の多くの地点で越水・氾濫が発生した。降雨のピークは4日5時と7時の2回に亘って発生しており、洪水ピークは4日6時~7時と推定される。洪水流出は河川の整備状況、土地利用の変化等によって異なり、水防に关心をよせる豊栄市の防災担当者は、この地域はかつて、上流に降った大雨は1~2日後に到達していたが、最近では半日程度で出てくるようになっており、早めの水防活動が必要になったと指摘している。初期の降雨により流域の表

層土壤が十分濡れた状況になった後、強雨が降り続くとその強雨の大部分は河川に短時間に流出するようになり、それらは洪水の主要部を形成するようになる。このような状態の時に、流域に降った雨が当該水位観測地点まで達するのに要する時間を洪水到達時間とし、この時間で降雨量を移動平均するとそれは洪水のピーク付近の波形に似たものとなる。この性質を利用すると簡単に当該地点の洪水流量が推測でき、更に、その地点の水位一流量曲線を仮定するならば河川水位も容易に推定できる。これらは現場での水防活動の有用な情報となり得る。今回の洪水では図10に示すように、丘陵地から低平地へ流れ出る笛神村の安野川大室観測地点（流域面積 17 km²、最大流路長 9.3 km）で、4時間の移動平均時間を設定すれば良いことが分かった。ただし、中小河川に対するこの種の解析には10分単位の降雨量データを用いることが望ましいが、ここでは入手出来た時間単位のデータで解析を行っており、移動平均時間の設定に難しさを含んでいる。同図の移動平均降雨強度の時間変化を見ると、4日5時から急激に雨量強度が大きくなり、そのピークは同日7時となっている。安野川の北にある折居川では4日5時半頃急に水かさが増し、6時10分には笛神村下一分地区で堤防決壊した。この時、洪水は堤防を10~15 cm オーバーしており、至る所で越水していたという。他の中小河川も多くの地点で越水しており、7時50分には笛神村全村に避難勧告が出された。こうした災害発生の時間変化は河川水位観測データが無い場合でも上述のように4時間の移動平均降雨強度の変化からある程度予測できると思われる。図11は鳥屋野潟や福島潟及び安野川大室観測地点の洪水位を示したものであり、図1の降雨の時間変化と比較すると、中小河川の洪水位と低平地の浸水位の時間変化の違いが良く分かる。安野川大室観測地点の洪水位についても直列2段のタンクモデルで予測を行った。なお、計算流量から河川水位を推定するには流量観測に基づいた水位一流量曲線式を使用すべきであるが、その資料が

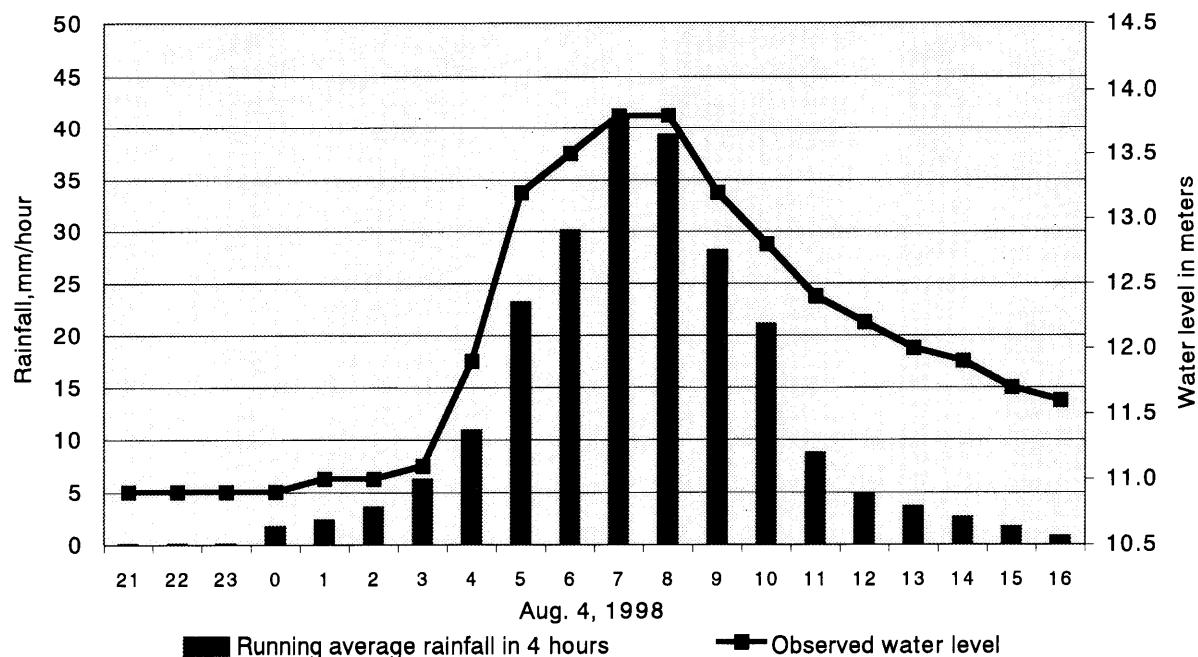


図10 笛神村の安野川大室観測地点の洪水位とその上流域の移動平均降雨強度の時間変化

Fig. 10 Relation between running mean rainfall and flood water levels at the Oomuro Water Level Station on the Annogawa River, Sasakami.

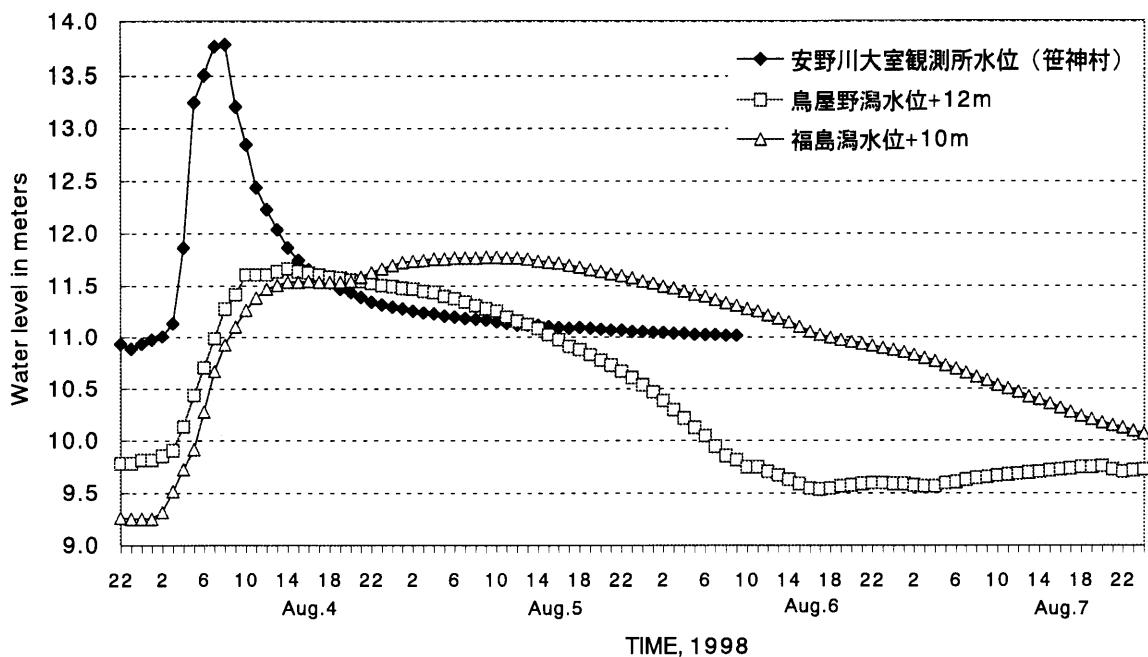


図 11 鳥屋野潟、福島潟及び安野川大室観測地点の洪水位時間変化

Fig. 11 Comparison of flood water levels among Toyanogata Lagoon, Fukushima Lagoon and the Oomuro Water Level Station on the Annogawa River, Sasakami.

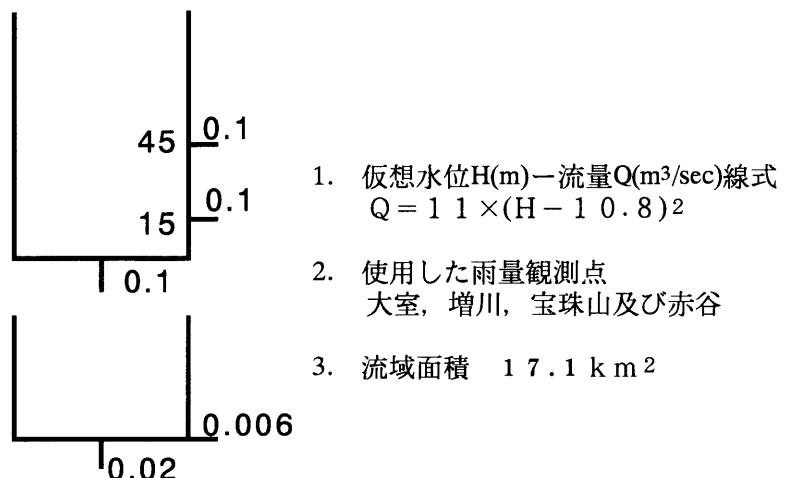


図 12 笹神村の安野川大室観測地点の洪水予測使用したタンクモデル、水位一流量曲線式及び使用した雨量観測点

Fig. 12 The Tank Model for the flood simulation at the Annogawa River, Sasakami, the function representing the relation between discharge and water levels in the river and rainfall stations. These were used for the simulation.

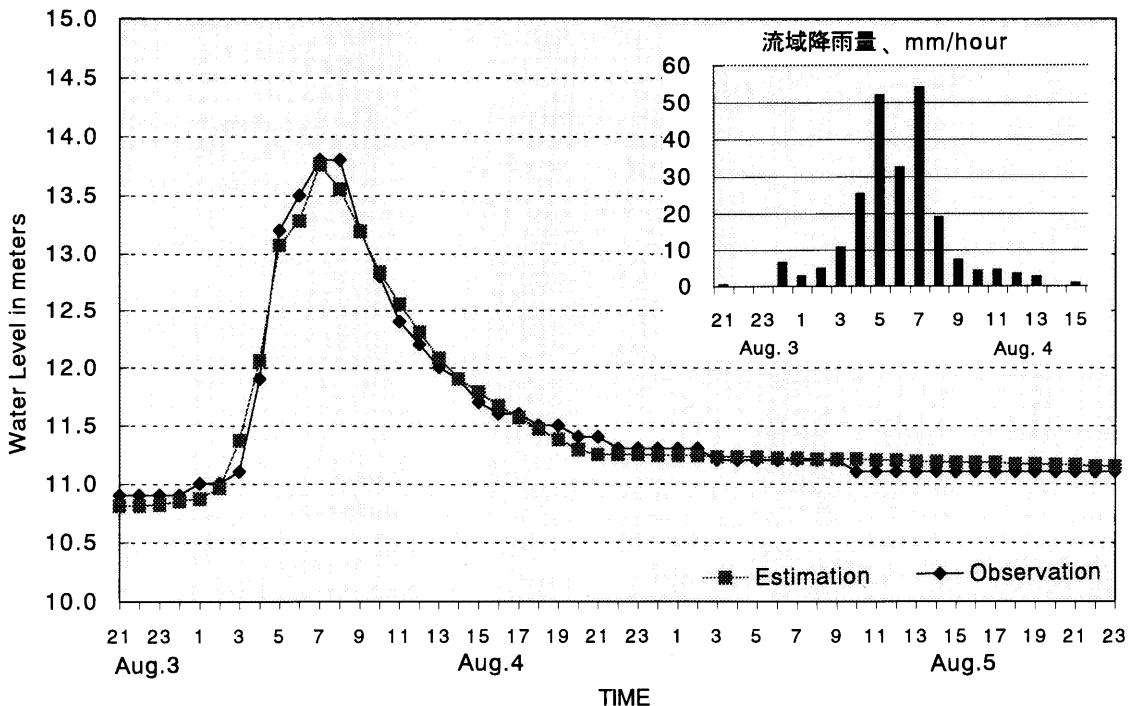


図 13 笹神村の安野川大室観測地点の洪水予測結果及び流域平均降雨量時間変化

Fig. 13 Results of flood simulation by the Tank Model at the Oomuro Water Level Station on the Annogawa River, Sasakami. The graph in the upper right hand corner shows the hourly areal rainfall above the station.

得られなかったので、ここでは流量は水位の2乗に比例するという簡易な水位一流量曲線を仮定し、試行錯誤によりタンクモデルのパラメータと水位一流量曲線の定数を求めている。降雨は丘陵地にある笹神村大室、新発田市増川、水原町宝珠山及び新発田市赤谷の観測点の値を用いた。図12に使用したタンクモデル及び水位一流量曲線式を示す。また、図13に洪水位の予測結果及び流域平均降雨量の時間変化を示す。この図から分かるように単純な手法であるが良好な予測結果が得られている。

2.4 佐渡地方の洪水

佐渡地方は島の中央部に平坦な国中平野が東西に横たわっており、そこを国府川が東から西へ流れている。平野の北側は標高1,000m前後の大佐渡山地、南側は標高600m前後的小佐渡山地がある。これら山地の地層は第三紀中新世の安山岩類の火成岩を主体として、一部に堆積岩類と古生層がある（土地保全図（新潟県）、1982年）。この山地を幾つもの中小河川が平野部に向かって流れ落ち、山麓に形成された扇状地を通って国府川に合流している。扇状地を流れる河川の幾つかは河床が高く、天井川となっている。図14の佐渡地方の降雨時間変化に示すように、この地域に4日0時から4時と6時から14時の2度にわたって強雨がもたらされた。特に、後半の強雨では時間雨量50mmの豪雨が2時間続いた。山地部には多目的ダム及び灌漑用ダムが幾つもあり、この地域の治水及び利水に役立っているが、今回のような豪雨はそれら計画規模を大きく越えていたため、国府川支川大野川、藤津川等の中小河川が越水・破堤し、新穂村新穂地区、金井町中興地区等で家屋の損壊及び浸水被害が発生

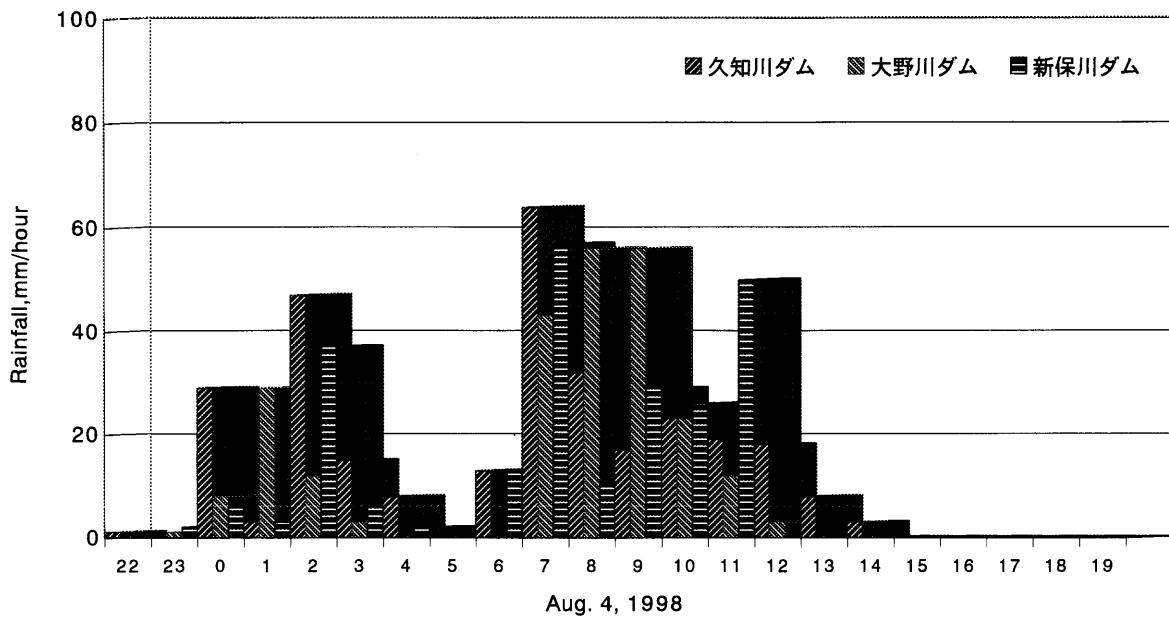


図 14 佐渡地方の降雨量時間変化

Fig. 14 Hourly rainfall caused flooding on Sado Island.

した。また、濁水が国府川沿い低地に湛水し、稲作等の農作物被害が発生した。国府川支川の各ダム地点では、洪水のピークは4日の8時から11時の間に発生しており、下流の国府川八幡観測所地点では、洪水ピークは4日11時から12時の間に発生した。2.3項と同様に、洪水到達時間を国府川支川の各ダム地点において2時間または3時間、大野川皆川観測点及び国府川八幡観測所地点において、6時間とし、この時間で降雨を移動平均すると図15に示すように、移動平均降雨波形とピーク付近の洪水波形は似たものとなる。洪水ピーク付近の移動平均降雨強度と洪水流量の比、これは合理式の流出係数に相当するものであるが、洪水ピーク時以前にも適用していることから木下（1984）は到達時間流出係数と名付けている。流域条件にもよるが降雨初期ではおおよそ0.1～0.2の値を示し、表層土壤が十分に湿った状態で大雨が降り続くと、この係数は0.6～0.8へと増大する（中根、1985）。今回の豪雨に対して、国府川支川の各ダム地点において、洪水ピーク時の洪水流出高と移動平均降雨強度の比は表1に示すように0.50～0.65になっていることが分かった。この時の各ダムの流入量ピークは図16に示すように、単位面積当たりの時間強度で19～28 mm/時(比流量5.3～7.8 m³/sec/km²)であった。これら情報を用いると、移動平均降雨強度に到達時間流出係数を掛ける方法で簡易に中小河川の洪水流量が推定できる。これは現在降っている雨量がどの程度の洪水を引き起こすかを現場で簡易に予想する手法として有用である。

2.2項及び2.3項と同様に、各ダムの流入量、大野川皆川観測点及び国府川八幡観測所地点の洪水位を直列2段のタンクモデルで予測した。図17に予測対象とした各ダム及び水位観測所の位置、及び使用した雨量観測地点の位置を示す。洪水位の予測は安野川大室観測地点と同様に観測に基づく水位一流量曲線式が得られなかつたので、流量は水位の2乗に比例するという簡易な水位一流量曲線式を仮定し、試行錯誤により曲線式の定数を求め、計算流量から水位一流量曲線式を用いて洪水位を求めた。図18に使用したタンクモデル及び仮想の水位一流量曲線式を示す。各地点の解析に使用した雨量

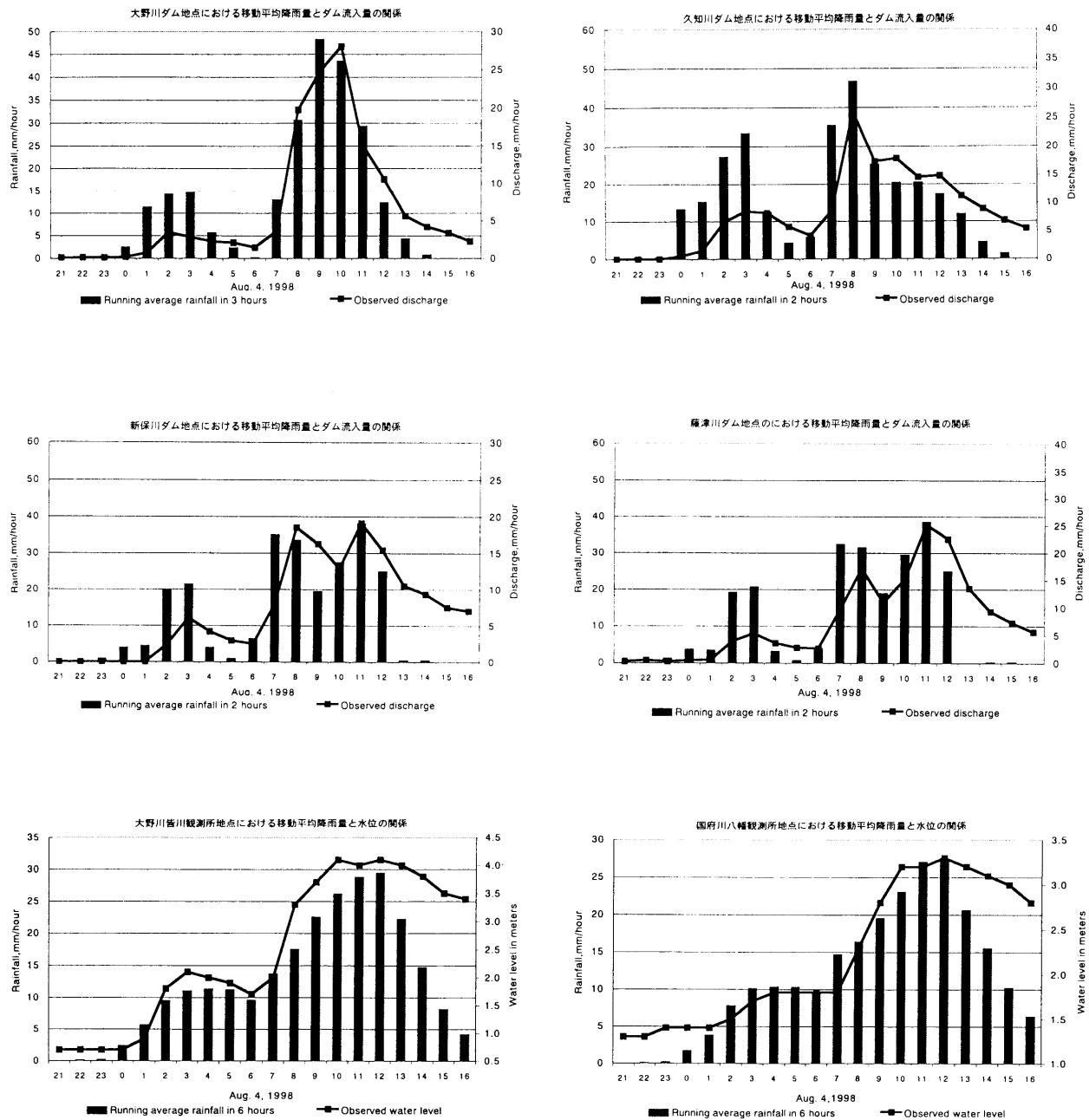


図 15 佐渡地方のダム流入量及び河川水位と上流域の移動平均降雨強度の時間変化

Fig. 15 Relation between running mean rainfall and inflow rate of the dams (or flood water levels in the river) on Sado Island.

表1 1998年8月4日洪水における佐渡地方各ダム地点の到達時間流出率

Table 1 Runoff coefficients between peak discharge and running mean rainfall at 4 dams on Sado Island on Aug. 4, 1998. The running mean times were two hours at 3 dams and three hours at one dam.

| 地 点 名 | 大野川ダム | | | 久知川ダム | | 新保川ダム | | | | 藤津川ダム | | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|---------------------------|------------|---------------------------|------------|---------------------------|------------|---------------------------|
| | 流域面積：8.2 km ² | 流域面積：7.4 km ² | 移動平均時間：3時間 | 流域面積：7.4 km ² | 移動平均時間：2時間 | 流域面積：9.27 km ² | 移動平均時間：2時間 | 流域面積：3.02 km ² | 移動平均時間：2時間 | 流域面積：3.02 km ² | 移動平均時間：2時間 | 流域面積：3.02 km ² |
| 時 刻 | 3 時 | 9 時 | 10 時 | 3 時 | 8 時 | 3 時 | 7 時 | 8 時 | 11 時 | 3 時 | 8 時 | 11 時 |
| 移動平均降雨強度 (mm/hour) | 4.7 | 48.3 | 43.5 | 33.5 | 46.8 | 21.5 | 35.0 | 33.5 | 38.0 | 20.8 | 31.5 | 38.5 |
| 洪水流出高 (mm/hour) | 2.81 | 24.7 | 28.1 | 8.46 | 26.1 | 6.06 | 7.96 | 18.5 | 19.1 | 5.36 | 17.2 | 25.2 |
| 到達時間流出率 | 0.19 | 0.51 | 0.64 | 0.25 | 0.56 | 0.28 | 0.23 | 0.55 | 0.50 | 0.26 | 0.55 | 0.65 |

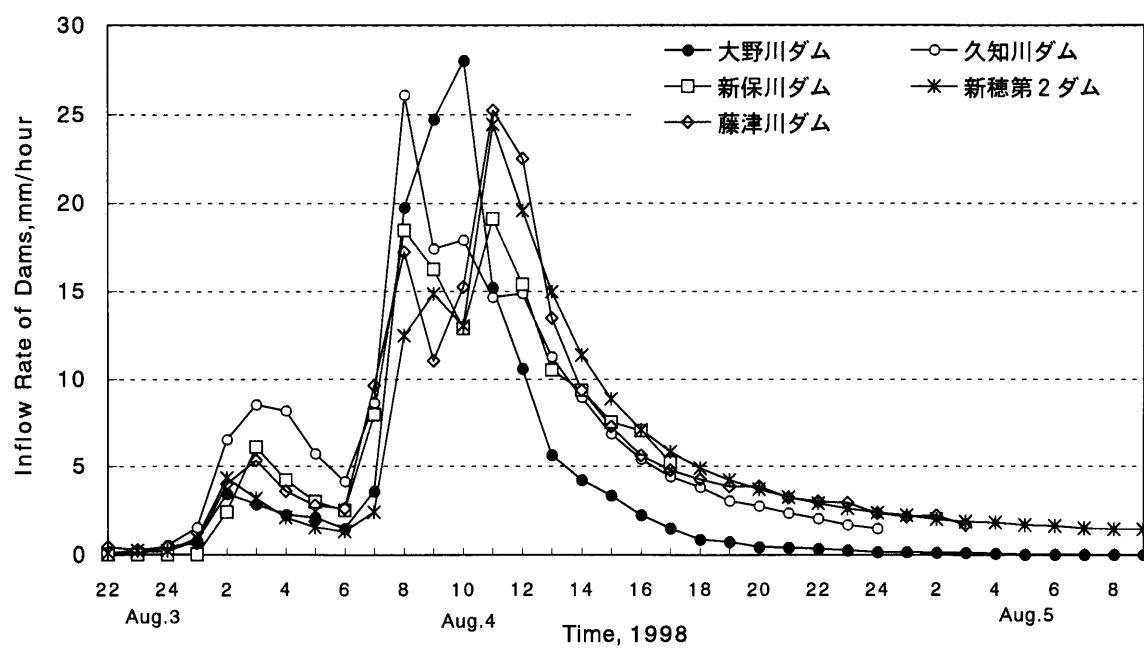


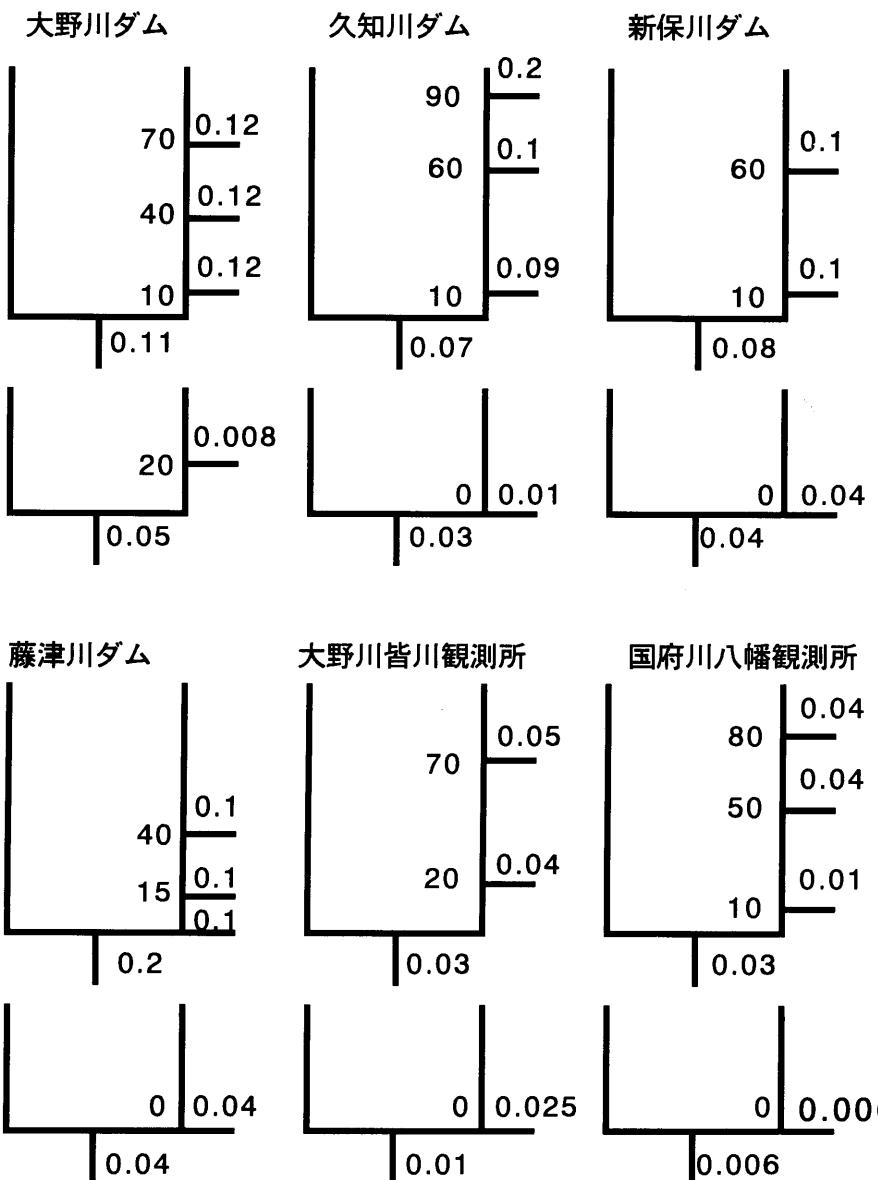
図 16 佐渡地方の5つのダム流入量の時間変化

Fig. 16 Comparison of the inflow rate of 5 dams on Sado Island.



図 17 佐渡地方の洪水解析対象ダム及び水位観測所、及び雨量観測地点位置図

Fig. 17 Location of flood analysis points and rainfall stations used for flood simulation on Sado Island.



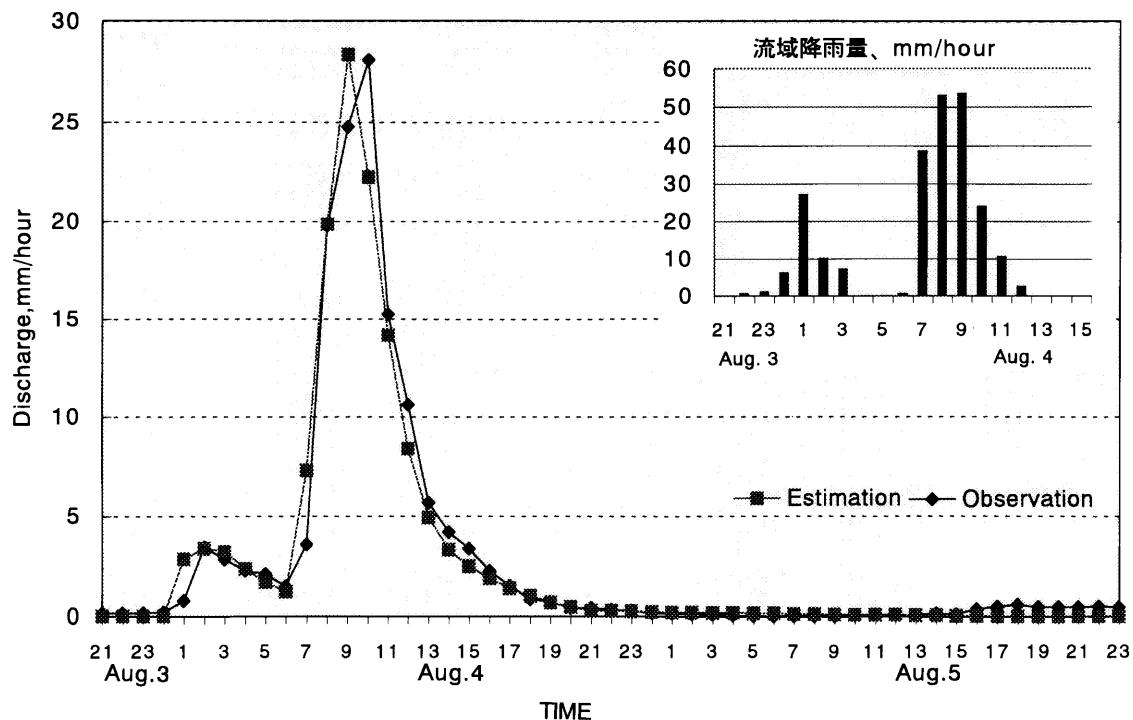
国府川八幡観測点の仮想水位H(m)－流量Q(m³/sec)曲線式 : $Q=100 \times (H-1.1)^2$

大野川皆川観測点の仮想水位H(m)－流量Q(m³/sec)曲線式 : $Q=11 \times (H-0.6)^2$

図 18 佐渡地方各ダム及び河川水位観測所の洪水予測タンクモデル

Fig. 18 The Tank Model for flood simulation at 4 dams and two water level stations on Sado Island.

大野川ダムの流量予測



久知川ダムの流量予測

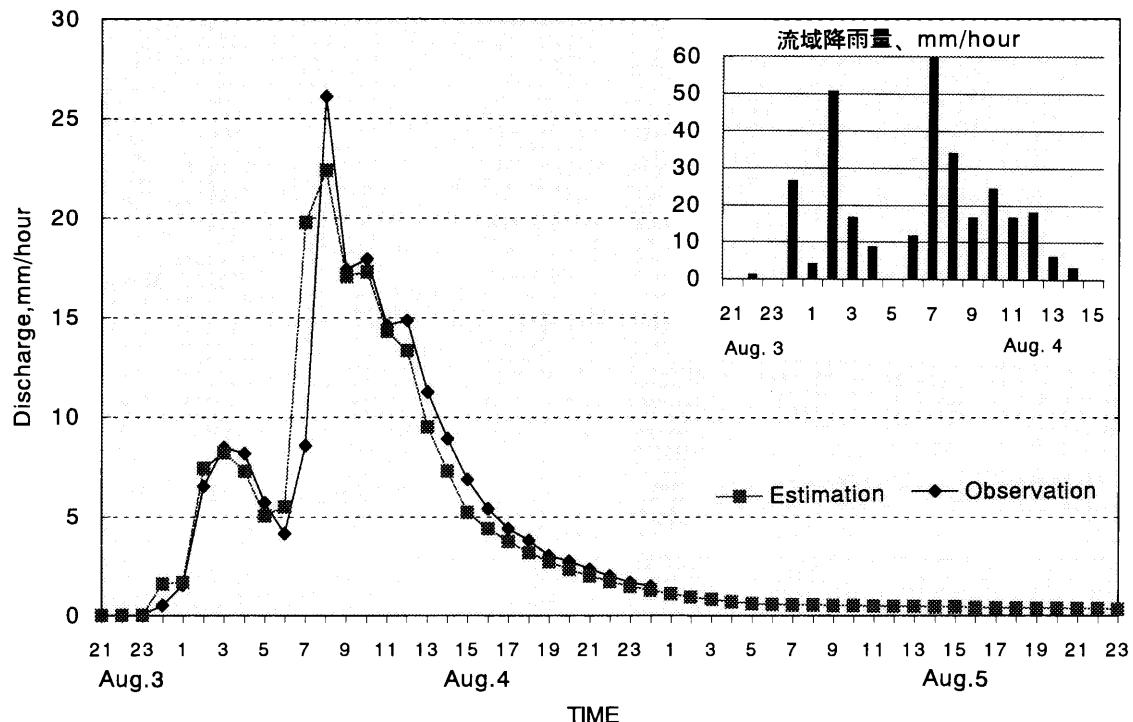
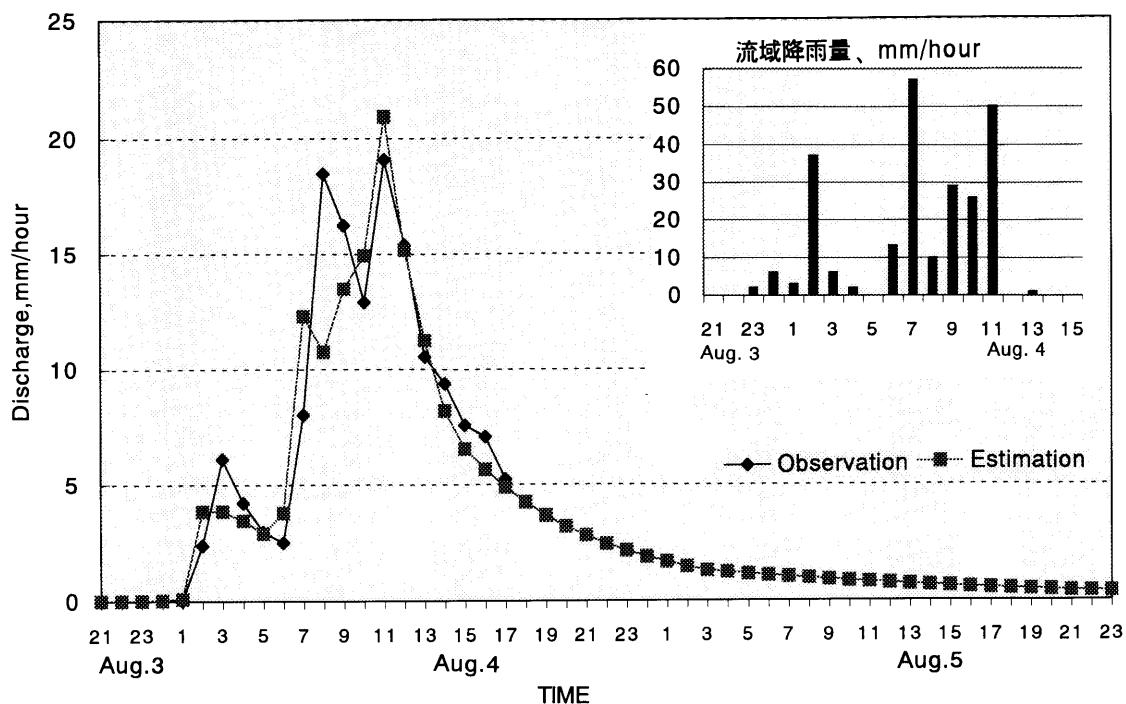


図 19 タンクモデルによる大野川ダム及び久知川ダム洪水予測結果

Fig. 19 Results of flood simulation by the Tank Model at the Oonogawa Dam and the Kuchigawa Dam.

新保川ダムの流量予測



藤津川ダムの流量予測

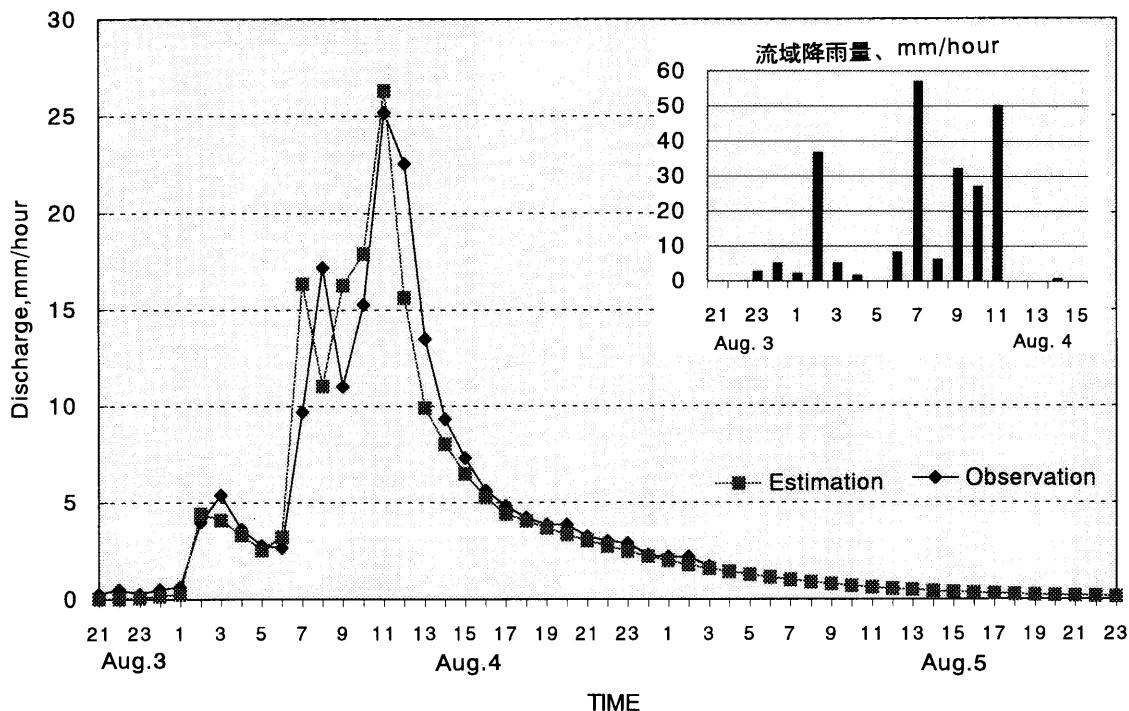


図 20 タンクモデルによる新保川ダム及び藤津川ダム洪水予測結果

Fig. 20 Results of flood simulation by the Tank Model at the Shinpogawa Dam and the Totsugawa Dam.

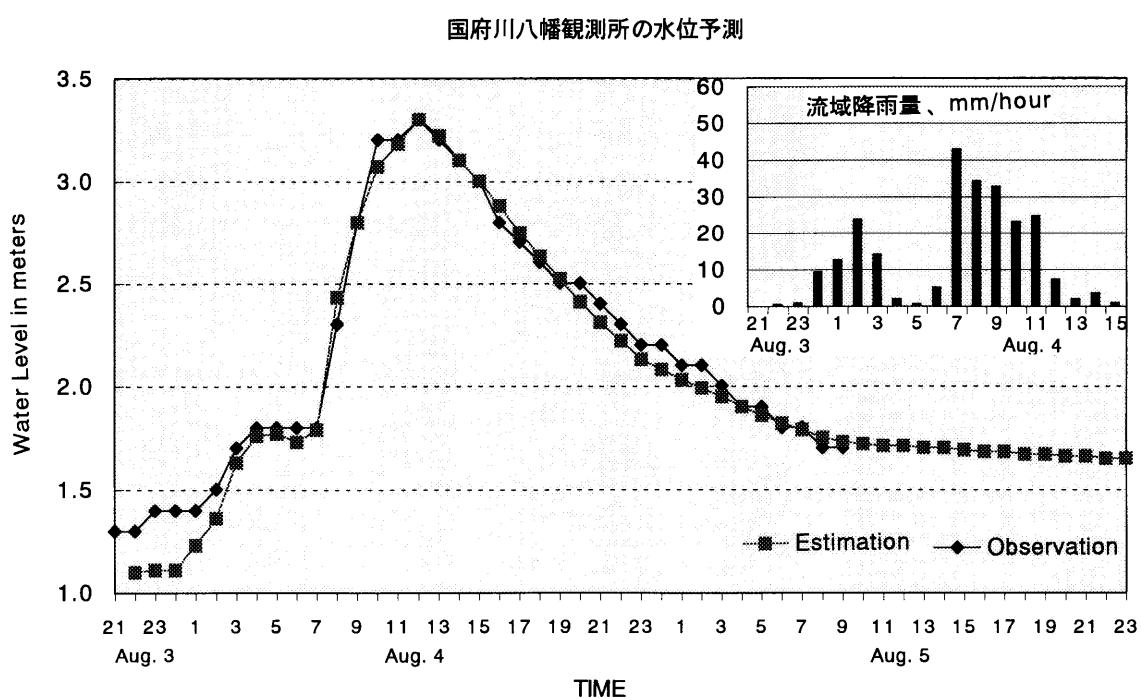
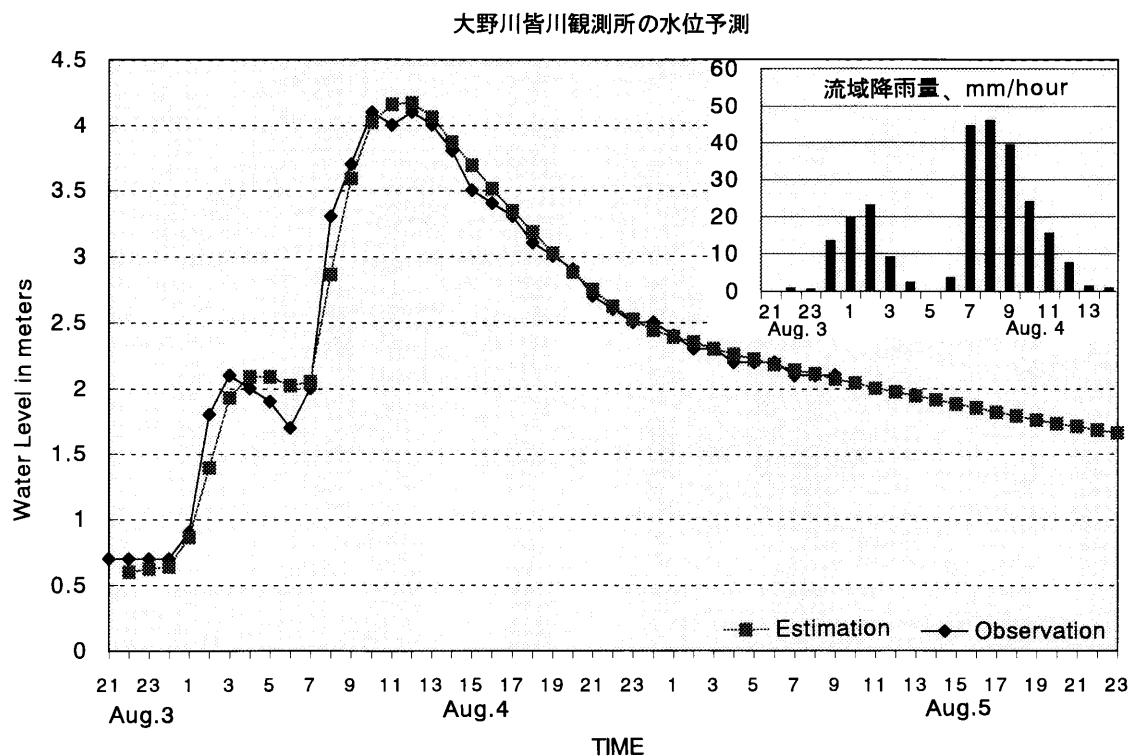


図 21 大野川皆川観測所及び国府川八幡観測所洪水予測結果

Fig. 21 Results of flood simulation by the Tank Model at the Minagawa Station on the Oonogawa River and the Yahata Station on the Kokufugawa River.

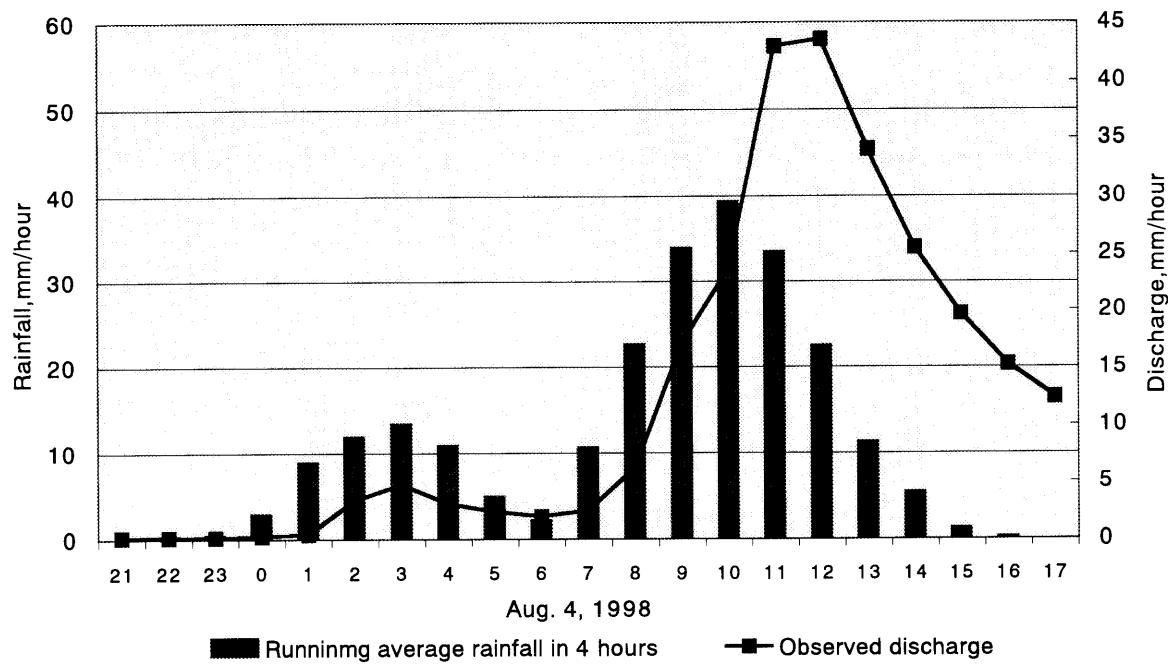


図 22 新穂ダムの流入量と移動平均降雨強度の時間変化

Fig. 22 Relation between running mean rainfall and inflow rate of the Niibo Dam.

観測地点は大野川ダム地点では大野川ダム及び大野雨量局、久知川ダム地点では久知川ダム及び生椿雨量局、新保川ダム地点では新保川ダム、藤津川ダム地点では藤津川ダム、皆川水位観測所地点では生椿雨量局、大野川ダム、大野雨量局及び新穂ダムの4地点、八幡水位観測地点では久知川ダム、生椿雨量局、大野川ダム、大野雨量、新穂ダム、新保川ダム及び藤津川ダムの8地点をそれぞれ用いた。この地域でも図19、20及び21に示すように予測結果は極めて良好であった。しかし、新穂ダム及び新穂第二ダムでは良い結果は得られなかった。図22に新穂ダムの流入量と移動平均降雨強度の時間変化を示す。この図からも分かるように、ピーク流入量及び総流入量は最大移動平均降雨強度及び総雨量よりそれ多くなっている。これは物理的に説明できない結果であり、流入量の算定に誤りがあるとは考えにくいことから、局地的な豪雨のため流域雨量を正確に観測出来なかったものと推測される。移動平均降雨強度と流入量の相関関係から4日10時から12時の間に非常に強い雨が降ったと考えられ、それは図17に示すような密な雨量観測網でも捉えることが出来なかつたものと思われる。この間の1時間毎のアメダスレーダ合成図を見ると、5kmメッシュの水平分解能及びランク表示の雨量強度という難点は有るが、定性的にはこの地域に11時及び12時に強い雨が有ったことが示されている。

2.5 まとめ

8月3日深夜から4日の早朝に掛けての豪雨に対する洪水流出状況を新潟市の市街地、鴻周辺低地、及び山地の中小河川について述べた。市街地では豪雨開始と共に、排水能力を超えた雨水が短時間に地盤の低い所に湛水した。特に、スポット状の凹地では高い浸水位となり、道路の冠水による交通遮断、床上浸水等が発生した。鴻周辺低地では累加雨量の増加と共に、洪水位が上昇し、降雨終了頃に

洪水のピークが発生した。洪水位の低下は地区の排水能力に依存しており、鳥屋野潟では約2日、福島潟では約4日で通常水位まで低下した。山地の中小河川では、洪水波形と移動平均降雨波形は似たものとなることを示した。佐渡地方のダム上流域の降雨量は連続雨量222～300mm、最大2時間雨量76～137mmであり、この時、洪水流量と2時間の移動平均降雨強度の比は0.50～0.65まで上昇した。

今回の豪雨は佐渡から下越を結ぶ幅十数kmの狭い範囲にもたらされた。このような豪雨に対して中小河川の洪水予測を行うには約17km間隔のアメダス観測網だけでは不十分であり、消防署、排水ポンプ場、浄化センター、県建設事務所等で行っている高密度の観測網が必要であった。ここではこれら高密度の観測データを用いて、単純なタンクモデルでダム流入量、河川水位及び潟の洪水位の推定を行った。結果は良好であり、局地的な豪雨がもたらす洪水流出を計算するには密な観測網の雨量データが必要なことを示した。これら成果が降雨に対する洪水流出についての理解を深め、中小河川の洪水監視のための密な雨量観測網整備の参考となれば幸いである。

終わりに、本調査に際して、貴重なお話を聞かせて頂き、また、多くの災害に関する資料を提供して頂いた新潟地方気象台の方々、新潟県消防防災課、河川課、砂防課、農地部等の方々、新潟市、豊栄市及び笹神村の方々に深く感謝致します。

参考文献

- 木下武雄(1984)：到達時間流出率による合理式流出係数の検討. 国立防災科学技術センター研究報告, No. 33, 1-14.
- 国土庁土地局 (1982)：土地保全図（新潟県）. 4-9.
- 菅原正巳 (1972)：流出解析法. 共立出版, 121-140.
- 中根和郎(1985)：昭和58年7月山陰豪雨時の洪水流出の特徴. 国立防災科学技術センター研究報告, No. 34, 1-12.
- 新潟地方気象台 (1998)：災害時気象速報「平成10年8月4日の梅雨前線による新潟県下越・佐渡地方の大暴雨」. 災害時自然現象報告書, 1998年第1号, 1-10.
- 北陸地方建設局 (1998)：8月災害特集 けんせつ ほくりく. No. 347, 1-6.