

戦-22 レーダ雨量計情報を活用した洪水危険度評価技術に関する研究

研究予算：運営費交付金（治水勘定）
研究期間：平 18～平 20
担当チーム：水災害研究グループ（水文）
研究担当者：深見和彦、杉浦友宣

【要旨】

台風や前線および短時間に記録的な豪雨をもたらす気象等により、多くの洪水被害が発生している中で、洪水予警報等のソフト的な危機管理手法の高度化が必要とされている。本研究では、レーダ雨量情報を用いて様々な規模の過去の豪雨の時空間分布特性に関する分析(DAD 解析)を行い、降雨特性の整理・把握を行うとともに、その結果を基に河川災害の発生危険度に関する指標についての検討を実施している。H20 年度は、これまでの検討に引き続きレーダ雨量計による DAD 解析を用いた危険度指標の検討等を実施した。

キーワード：危機管理、レーダ雨量情報、DAD 解析、豪雨、災害発生危険度

1. はじめに

近年、東海豪雨(H12年)、新潟豪雨(H16年)、福井豪雨(H16年)など、中小河川の流域において、豪雨による洪水被害が発生している。これら洪水被害の原因としては、河道の整備水準が低い、河道整備が必ずしも十分に進んでいない、あるいは中小河川や支川であるために予警報システムによる危険度の予測が適切になされていない可能性がある。この一方で、H16年度以降は、降雨の面的分布を把握するのに有利なレーダ雨量による雨量情報が、全国合成レーダ雨量として全国統一した形式で配信されている。

このため本研究では、レーダ雨量を活用することにより、これら中小河川の流域において洪水被害をもたらすような規模の洪水を対象に DAD 解析を行い、洪水被害となる降雨の特徴について整理・分析するとともに、その結果を基に、河川災害発生危険度の検討を行っている。災害発生危険度の指標に関し、昨年度までは外水氾濫による災害を対象として検討を実施したが、外水による氾濫では流出過程の影響を受けるため、設定したレーダ雨量計による指標と災害発生との関係が定性的であった。そこで H20 年度は、外水による氾濫よりも雨量と災害発生地点の関連性が高いと考えられる内水氾濫による河川災害を対象とし、DAD 解析を用いた河川災害発生危険度に関する指標の検討等を行った。以下に、検討結果を示す。

2. 検討対象流域・対象洪水および検討手法

2.1 検討対象流域・対象洪水

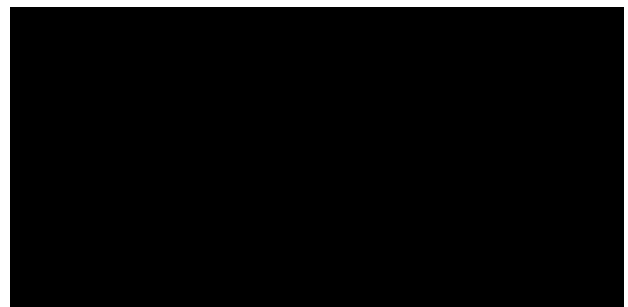
検討対象流域は、平成 16 年以降、内水による氾濫が発

生している流域で、かつ流域内の整備状況が他の流域に比べ均一に近いと考えられる神田川流域とした。神田川は、一級水系荒川の支川で、東京都三鷹市井の頭池に源を発する流域面積約 105km²、幹線流路延長約 24.6km の河川である。流域には新宿をはじめとする都心が含まれるほか、中野区や杉並区といった密集した住宅地を持つことから、豪雨時にはたびたび水害が発生している。

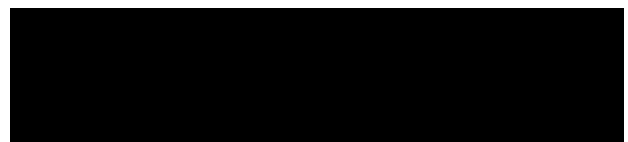
検討対象とした降雨イベントは、H16 年から H19 年にかけて災害が確認されているイベント(表 1(1))に加え、比較として河川災害を起こさなかった降雨イベント、練馬観測所において平成 16 年から 19 年度における 1 時間雨量が 30mm 以上または 24 時間雨量 100mm 以上の降雨イベント(表 1(2))も対象とした。

表 1 検討対象降雨イベント(神田川流域)

(1) 災害が発生した降雨イベント



(2) 災害が発生しなかった降雨イベント



また最も被害が大きかった平成17年9月の降雨イベント時の浸水範囲¹⁾を以下に示す。

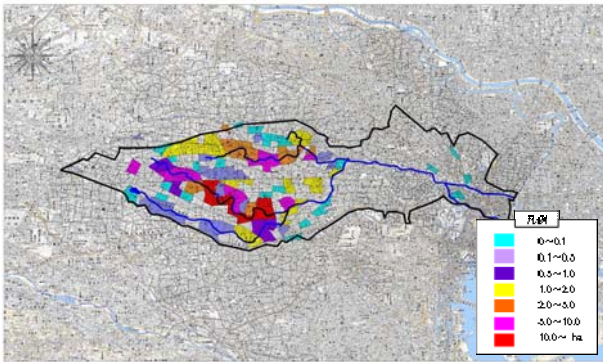


図1 浸水範囲(平成17年9月)

2.2 検討手法

DAD解析はレーダ雨量計情報を用いて、各降雨イベントに対してDD解析とDA解析を行い、さらに各降雨のDAD特性を見ることで行っている²⁾。

DD解析は以下の式のaを降雨毎に決めることで行っている。

$$R = aT^n$$

ここで、R：降雨、T：継続時間、a、n：係数でn=0.5としている。本検討では降雨継続時間として、10分雨量を解析単位とし、10分、20分、30分、60分(1時間)、180分(3時間)、360分(6時間)、720分(12時間)、1440分(1日)、2880分(2日)、4320分(3日)を用い、各降雨継続時間のうちT=1における最大雨量(包絡する切片値)をDD解析切片値とした。

DA解析は、面積雨量の算定は、レーダ雨量を単位とした面積固定法を適用する。DA解析を行う面積は、3次メッシュの数で設定し、1×1から7×7迄の計7通りとした。

また、DA解析を表現する式を以下に示す。

$$Pa = a \cdot t^{1-c} \cdot \exp(-u \cdot t^v \cdot A^n)$$

aはDD解析の結果より設定し、c=0.5とする。また、n = 0.5とする。

$$y = \log(\ln(a \cdot t^{1-c} / Pa)) - n \cdot \log A, \quad x = \log t$$

とすると、 $y = -v \cdot x + \log u$ となる。

従って、tとPa、Aの実測データ群から最小二乗法等により、u、vを定めることができる。

ここで求められるu、vはデータ群を包絡するように切

片log uをスライドさせて包絡線を作成し、この結果からDA包絡線を表現する式を作成する。

3. DDおよびDA解析結果

3.1 DD解析結果

対象降雨イベントのDD解析結果を図2に、またDD解析切片値を表2に示す。

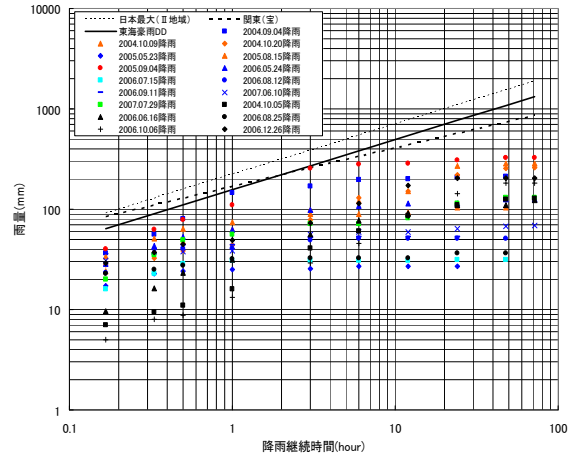


図1 DD解析結果

表2 降雨ごとのDD解析切片値

降雨	切片値	被害有		被害無	
		降雨	切片値	降雨	切片値
2004.9.4	145.0	2004.10.5	25.0		
2004.10.9	66.7	2006.6.16	33.1		
2004.10.20	68.9	2006.8.25	55.5		
2005.5.23	42.0	2006.10.6	29.1		
2005.8.15	90.4	2006.12.26	71.8		
2005.9.4	148.3				
2006.5.24	75.0				
2006.7.15	40.5				
2006.8.12	61.5				
2006.9.11	86.9				
2007.6.10	75.0				
2007.7.29	69.8				

これらによれば、今回対象とした降雨イベントについて降雨継続時間に着目すると、継続時間が数時間以下程度の雨量が相対的に多く、DD解析切片値に着目すると、概ね40以上で浸水被害が発生している傾向が見られる。

また最も被害が大きかった平成17年9月の降雨イベントにおけるDD包絡線切片値およびそのときの降雨継続時間の分布を以下に示す。

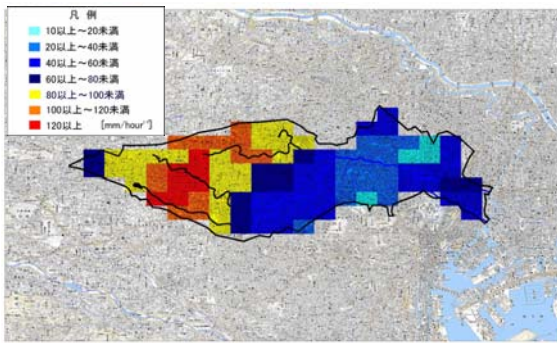


図2 DD包絡線切片値(平成17年9月)

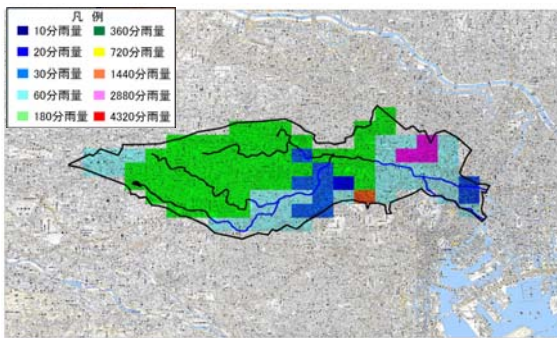


図3 DD包絡線切片値決定継続時間(平成17年9月)

図1に示した氾濫場所は、図2においてDD解析切片値が他の地域に比べ大きくなっていることがわかる。また図3によれば、氾濫場所のDD包絡線切片値が最大となる降雨継続時間は3時間となっており、相対的にこの降雨継続時間における降雨量が多かったものと考えられる。

3.2 DA解析結果

DA解析結果の一例として、同様に平成17年9月降雨イベントの降雨継続時間10分、180分、1440分における最大DA位置図を以下に示す。これらの図から、最大DA発生位置は図1に示した被害発生場所に概ね一致しており、この場所は降雨継続時間によらず周りの地域よりも降水量が多かったことが分かる。

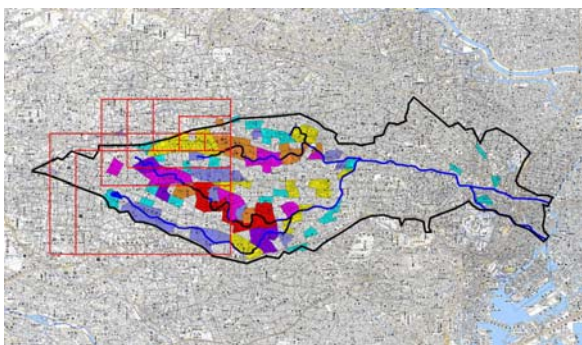


図4(1) 最大DA位置図(降雨継続時間10分)

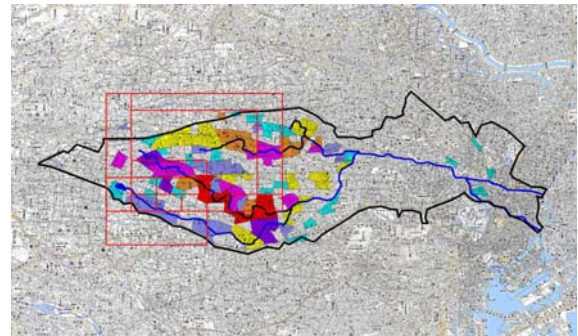


図4(2) 最大DA位置図(降雨継続時間60分)

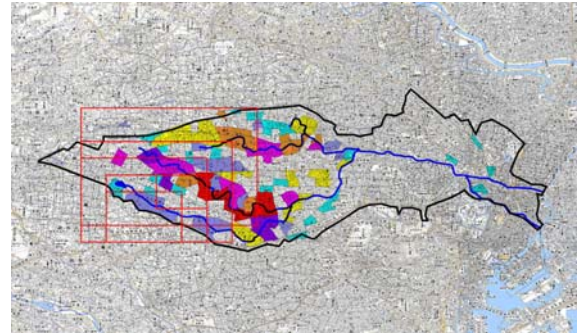


図4(3) 最大DA位置図(降雨継続時間1440分)

4. 災害発生危険度評価指標

ここでは、表2に示したDD解析切片値について、各降雨継続時間における雨量と浸水面積(被害の有無)を含めて表3に示す。表3では、表の上段から下段に向けて、降雨継続時間における雨量あるいはDD解析切片値が増加するように降雨イベントを並び替えている。

表3によれば、1時間雨量、6時間雨量、24時間雨量と災害の有無の関係について、累積雨量が少ない場合においても浸水被害が発生しその関連性は低いのに対し、DD解析切片値と浸水被害の有無については、DD解析切片値が小さい場合には被害がなく、概ね40を超えると浸水被害が発生していることがわかる。これに関し、前述の図1に切片値40となる線を記載したものを図4に示す。

なおここで、平成18年8月、12月の降雨イベントでは、DD解析切片値が40以上であるにも災害が発生していない。これについて、平成18年8月のイベントについては、DD解析切片値が降雨継続時間10分の値から決まっており、DD解析切片値の値が大きいにもかかわらず被害が発生していないものと考えられる。また12月のイベントについては、このような傾向や局所的な範囲に生じた大きな切片値が採用されていることもない。冬期に生じた降雨イベントであったため、先行降雨がなく土壌の浸透性が高かったこと、冬期であったため被害状況の整理状況が異なるといった原因等が推察されるが、明確な原因は不明である。

表3 累積雨量およびDD解析切片値と内水氾濫による浸水被害発生との関係

イベント名	1時間雨量 (mm)	浸水面積 (ha)	イベント名	6時間雨量 (mm)	浸水面積 (ha)
2007.6.10	8.1	0.038	2006.7.15	16.6	0.004
2005.5.23	9.4	0.040	2007.6.10	18.5	0.038
2006.7.15	10.7	0.004	2006.9.11	19.2	0.027
2006.9.11	10.7	0.027	2006.8.12	25.1	0.065
2006.10.6	11.0	被害なし	2005.8.15	29.3	3.711
2004.10.5	12.0	被害なし	2005.5.23	30.4	0.040
2007.7.29	17.6	0.947	2007.7.29	33.8	0.947
2006.12.26	18.0	被害なし	2006.8.25	46.0	被害なし
2005.8.15	18.1	3.711	2006.10.6	48.0	被害なし
2006.8.12	18.7	0.065	2004.10.5	52.0	被害なし
2006.5.24	21.8	0.010	2006.5.24	55.4	0.010
2004.10.20	28.0	2.957	2006.6.16	58.0	被害なし
2006.6.16	30.0	被害なし	2004.9.4	85.4	0.041
2004.9.4	35.7	0.041	2006.12.26	90.0	被害なし
2006.8.25	39.0	被害なし	2004.10.20	97.7	2.957
2005.9.4	43.8	126.026	2004.10.9	106.4	10.754
2004.10.9	47.9	10.754	2005.9.4	125.4	126.026

イベント名	24時間雨量 (mm)	浸水面積 (ha)
2006.9.11	19.3	0.027
2007.6.10	22.9	0.038
2006.7.15	24.8	0.004
2006.8.12	25.1	0.065
2005.5.23	36.4	0.040
2006.8.25	46.0	被害なし
2005.8.15	47.6	3.711
2006.5.24	61.8	0.010
2007.7.29	64.8	0.947
2006.6.16	83.0	被害なし
2004.9.4	96.8	0.041
2004.10.5	107.0	被害なし
2005.9.4	148.3	126.026
2006.10.6	149.0	被害なし
2004.10.20	183.3	2.957
2006.12.26	201.0	被害なし
2004.10.9	246.0	10.754

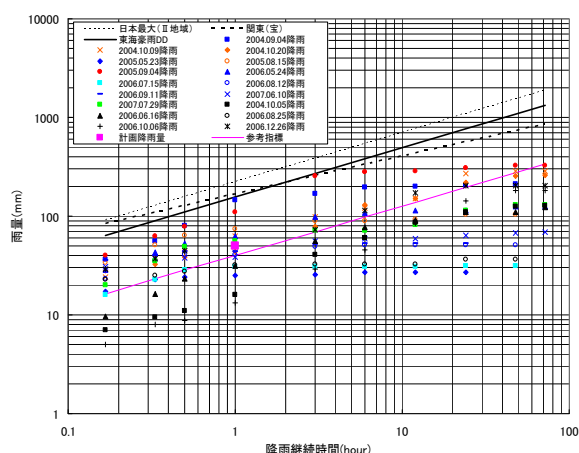


図1 DD解析結果と災害発生危険度指標の目安

これらから、今回対象とした神田川流域においては、リアルタイムでDD解析切片値を観測することにより、その値が概ね40となった時点で内水氾濫が発生する可能性があるといった簡便な指標を設定することが可能となる。またその値を超えた場所をレーダ雨量計上で特定す

ることにより、内水氾濫が想定される場所についても特定することが可能であると考えられる。

ただし、内水による氾濫においても、災害の発生の有無やその被害の大きさは、降雨の影響だけでなく、その地点の整備の状況によっても異なる。このため、内水氾濫に結びつくDD解析切片値はその地点の整備状況によっても異なると考えられるとともに、本検討では、流域内の整備(内水氾濫対策)等が概ね同じレベルで進んでいることを前提しており、局所的な条件によって災害が発生するような整備状況が一様ではない場合においては、各地点の整備状況によって河川災害につながるDD解析切片値は異なると考えられるため、この違いを考慮した指標が必要となる。また降雨域の広さによっても浸水範囲は変わると考えられるため、浸水範囲の広さや被害の大きさの指標とするためには、DD関係だけでなく、DAD関係を考慮した指標が必要となる。

5. まとめ

レーダ雨量計を用いた河川災害の危険度評価手法に関し、今年度は内水による氾濫を対象に、流出解析を行わず雨量のみによる河川災害発生の危険度指標の検討を行った。この結果、内水による河川災害とDD解析切片値の関係は、神田川流域のみの限定された検討ではあったものの、累積雨量に比べて災害発生有無が明確であった。このため、適応できる流域の条件や精度的な課題はあるものの、内水氾濫に対しては、降雨の影響がより直接的に現れることから、レーダ雨量計を用いることにより、複雑な流出解析を行わずに任意の地点での内水氾濫の発生危険度を算定できる可能性がある。今後、この指標の精度向上や実用化に向けて、他流域や流域内の整備状況が異なる河川において検討を行うことが求められる。

参考文献

- 1) 東京都建設局：過去の水害記録、http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/suigai_kiroku/kako.htm
- 2) 深見和彦、今村仁紀、萩野陸：レーダ雨量計により観測された2005年9月台風14号豪雨のDAD特性～大淀川流域における事例(速報)～、平成17年度文部科学省科学研究費補助金(特別研究促進費)報告書「2005年9月台風14号による水災害と土砂災害に関する研究」、pp.172-179、2006.3.
- 3) 桑原英夫：日本における最大級豪雨の時間的空間的集中特性に関する実証的研究、東京大学博士論文、1988.12.

STUDY OF FLOOD RISK EVALUATION TECHNOLOGY USING RADAR RAIN GAUGE INFORMATION

Abstract : Many flood damages have been recently occurred in small-scale rivers by typhoons, fronts etc.-which bring localized heavy rain in a short time. Therefore, advanced risk management such as flood forecast/warning is needed. In this research, we analyzed the characteristics of space-time distribution (DAD analysis) of heavy rain using the radar rain-gauge and the ground rain-gauge information for recent typical storm events. We also examined the relationship between their DAD characteristics and rainfall of the designed flood, and the possibility to construct 'indicator of flood' using the relationship.

Key words : risk management, radar rain-gauge, DAD analysis, Heavy rain, Indicator of flood