

7. 神田川流域における水害時の降雨特性

Characteristics of Heavy Rainfall in the Kanda River Basin

技術調査課 高崎忠勝、岩屋隆夫、石原成幸

1. はじめに

東京を代表する都市中小河川である神田川の流域では、近年、集中豪雨時に大きな浸水被害を記録している。1999年7月21日の降雨では新宿区内において地下室の浸水により1名が死亡し、2005年9月4日の降雨では流域内において3500棟を越える浸水被害が発生した。河川の流下能力を超えた雨水が河川に集まることによって生じる河川溢水や河川に雨水を排除できないことによって発生する内水は、雨の降り方だけでなく地形、土地利用、下水道や河川施設の整備状況といった流域の特性が大きく関わる現象である。よって浸水被害を記録した降雨を解析することによって流域が有する治水上の特性についても明らかにすることができると思われる。

本報は神田川流域を対象に浸水被害を記録した降雨を対象に、雨量分布の時間的特性や空間的特性、雨量と浸水被害の関係を解析し、その結果と考察を記したものである。

2. 対象範囲

対象とした神田川流域は図-1に示したように神田川、善福寺川、妙正寺川、江古田川、日本橋川の流域からなる約100km²の範囲である。

神田川流域は著しい市街化が進行している。1999年において市街化率が95%を超えており、また、下水道普及率が100%であることから、降雨時の流出特性は下水道の影響を大きく受けたものとなっている。



図-1 対象範囲

河川改修は1時間30mm規模の整備を昭和50年代に終了し、現在、1時間50mm規模の整備を調節池と組み合わせながら進めている¹⁾。

3. 浸水被害状況

1999年から2005年における神田川流域の浸水被害は表-1に示したように26降雨時に記録している^{2~6)}。

26降雨の内訳は、21降雨が集中豪雨、4降雨が台風、1降雨が熱帯低気圧であり、浸水被害を記録した降雨数の81%を集中豪雨が占めている。なお、熱帯低気圧が1降雨記録されているが、熱帯低気圧の降雨特性は台風と大きな差がないことから、以降台風として取り扱っている。

浸水被害全体に占める集中豪雨と台風の割合を図-2に示した。集中豪雨による浸水被害は浸水面積が164.48ha、床下浸水が2016棟、床上浸水が3272棟である。台風による浸水被害は浸水面積が14.21ha、床

表-1 神田川流域の浸水被害

No	年月日	降雨	面積 (ha)	床下 (棟数)	床上 (棟数)
1 a	1999/7/21	集中豪雨	9.43	246	413
2 b	1999/7/22	集中豪雨	0.90	13	16
3 A	1999/8/13~14	熱帯低気圧	0.43	6	11
4 c	1999/8/24	集中豪雨	1.52	25	58
5 d	1999/8/29	集中豪雨	4.95	96	122
6 e	1999/9/4	集中豪雨	0.07	3	0
7 f	1999/10/27	集中豪雨	0.36	3	0
8 g	2000/7/4	集中豪雨	0.53	9	15
9 B	2000/7/7~8	台風3号	0.05	2	2
10 h	2000/8/5	集中豪雨	0.30	15	22
11 i	2000/8/7	集中豪雨	0.60	6	1
12 j	2000/9/11~12	集中豪雨	0.15	7	9
13 k	2001/7/18~19	集中豪雨	11.23	99	85
14 l	2001/7/25~26	集中豪雨	0.13	10	0
15 C	2001/9/10~12	台風15号	0.02	1	0
16 m	2002/8/2	集中豪雨	0.25	9	1
17 n	2003/5/20	集中豪雨	0.03	0	4
18 o	2003/6/25	集中豪雨	0.70	24	5
19 p	2003/9/3	集中豪雨	0.00	0	1
20 q	2003/10/13	集中豪雨	3.51	38	45
21 r	2004/9/4	集中豪雨	0.04	1	2
22 D	2004/10/9	台風22号	10.75	73	191
23 E	2004/10/20	台風23号	2.96	47	71
24 s	2005/5/23	集中豪雨	0.04	0	2
25 t	2005/8/15	集中豪雨	3.71	150	146
26 u	2005/9/4	集中豪雨	126.03	1262	2325

下浸水が129棟、床上浸水が275棟である。被害全体に占める集中豪雨の割合は浸水面積が92%、床下浸水棟数が94%、床上浸水棟数が92%であり、浸水被害は集中豪雨時に多く発生している。しかし、降雨uによる被害が他の降雨による被害と比べて極めて大きく、集中豪雨による被害全体に対して浸水面積の77%、床下浸水棟数の63%、床上浸水棟数の71%を占める。

浸水棟数を大きい順に並べ図-3に示した。

1000棟以上の浸水を記録したのは降雨uだけである。100~1000棟の浸水を記録したのは集中豪雨の4降雨と台風の2降雨、10~100棟の浸水を記録したのは集中豪雨の9降雨と台風の1降雨、1~10棟の浸水を記録したのは集中豪雨の7降雨と台風の2降雨である。各降雨の被害規模を考慮すると浸水被害に占める集中豪雨と台風の割合は概ね4:1になる。

10棟以上の浸水を記録した15降雨について床下浸水棟数と床上浸水棟数の割合を図-4に示した。図において右の3降雨が台風、他が集中豪雨である。集中豪雨においては全浸水棟数に占める床上浸水棟数の割合が降雨別では17~70%、平均で54%である。台

風においては全浸水棟数に占める床上浸水棟数の割合が降雨別で60~72%、平均で66%である。台風時の全浸水棟数に占める床上浸水棟数の割合は集中豪雨時より大きいことから、浸水棟数が同じであっても台風時の浸水被害は集中豪雨時より大きなものとなりやすい。

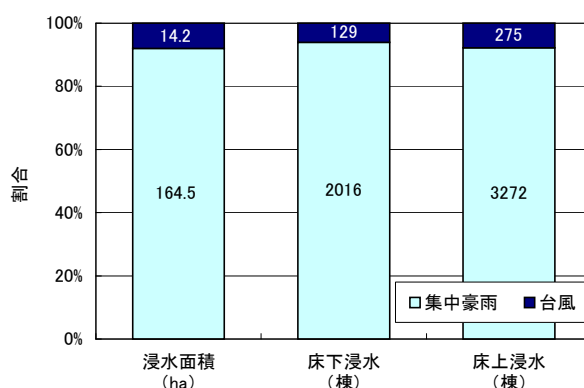


図-2 浸水被害に占める集中豪雨の割合

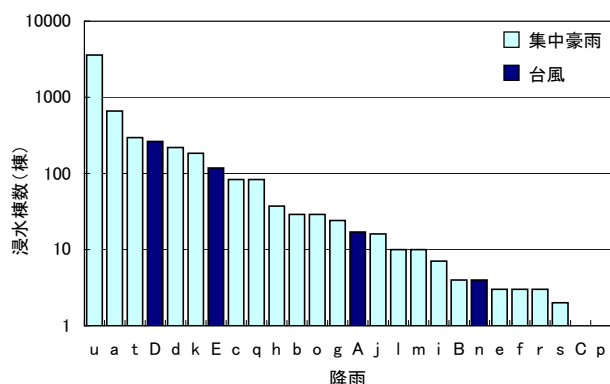


図-3 降雨別浸水棟数

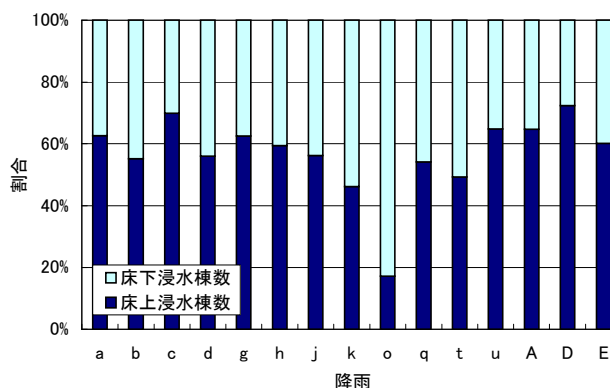


図-4 降雨別浸水形態

浸水被害の軽減に向けては近年の浸水被害の多くを占める集中豪雨対策が重要であるが、今後、降雨uと同規模の被害をもたらす台風が生じる可能性があり、また、集中豪雨と台風では降雨時の流出特性が異なることから台風への対策も無視すべきではない。浸水被害の軽減手法の効果を予測する際は、外力を集中豪雨4、台風1の割合で組み込むことが望ましいと考える。



図-5 雨量観測所の配置

4. 雨量データ

東京都建設局では、都内の気象情報や雨量、河川水位、潮位などの観測情報をリアルタイムに自動収集する東京都水防災総合情報システム（以下、システム）を構築し、水害活動等に活用している。

システムの雨量データは1999年度以降、1分間隔で1mm単位の雨量を記録しており、また、神田川流域付近には数多くの雨量観測所が配置されていることから短時間雨量の空間分布について解析が可能である。こうした理由から降雨特性の解析をシステムの雨量データを用いて行った。解析に使用した観測所は図-5と表-2に示した28観測所である。表-2においてNo. 1～17の17観測所が流域内に位置し、No. 18～28の11観測所が流域周辺に位置する。

システムの雨量データには異常データや欠測データが含まれる。10分間に50mm以上となる雨量は異常データであると判断し、欠測データとして取り扱った。また、降雨期間を通じて雨量を記録しているのが1観測所のみは除外した。欠測データは、観測所における最大雨量の算定においては雨量0mmとして取り扱い、雨量の空間分布を検討する際には対象外とした。

26降雨において強い雨が降っている期間中に欠測データがあった観測所は表-3に示したとおりである。15降雨においていずれかの観測所に欠測データが含まれているが、多くは対象流域周辺の観測所である。対象流域内の観測所に欠測データが含まれるのは降雨A、降雨d、降雨Cの3降雨であり、特に降雨dは流域内に位置する7観測所が降雨期間を通して欠測となっている。

表-2 雨量観測所

No	観測所	場所
1	中野	中野区中野4-8-1
2	新宿	新宿区歌舞伎町1-4-1
3	久我山	杉並区久我山2-11-7
4	和田見橋	中野区弥生町5-7
5	弥生町	中野区弥生町1-5-18
6	江古田	中野区江原町2-3-15
7	鍋横	中野区本町5-47-13
8	鷺ノ宮	中野区鷺宮3-22-53
9	下井草	杉並区下井草4-21
10	和泉	杉並区和泉4-16
11	高井戸	杉並区高井戸東1-18
12	久我山橋	杉並区久我山2-16
13	成田東	杉並区成田東3-17
14	杉並	杉並区阿佐谷南1-15
15	原寺分橋	杉並区西荻北4-40
16	豊島	豊島区南大塚2-36-22
17	練馬	練馬区豊玉北6-12-1
18	石神井	練馬区上石神井3-14-3
19	田無	西東京市南町5-6-13
20	板橋区	板橋区板橋2-66-1
21	保谷	西東京市中町1-5-1
22	荒川	荒川区荒川1-10-17
23	経堂	世田谷区宮坂3-15
24	北沢	世田谷区代田5-19
25	長久保	三鷹市新川6-6
26	清澄	江東区清澄1-2-37
27	亀島川	中央区新川2-31-22
28	中央	中央区明石町2-4

表-3 欠測データを含む雨量データ

降雨	観測所
b	田無
A	練馬
d	下井草、和泉、高井戸、久我山橋、成田東、杉並、原寺分橋
e	石神井
k	田無
l	田無
C	和泉、田無
m	石神井
n	経堂、北沢
o	経堂、北沢
p	経堂、北沢、長久保、清澄、亀島川
D	亀島川
E	亀島川
s	経堂
t	経堂

4. 降雨の継続時間と浸水被害

浸水被害との関連が大きい降雨の継続時間を検討するため、継続時間別に流域内で発生した最大雨量を求めた。

流域内に位置する17観測所の雨量を継続時間10～360分について計算し、継続時間別に17観測所の雨量の最大値を流域内最大雨量とした。表-4に流域内最大雨量を示した。

表-4 流域内最大雨量

降雨	10分雨量 (mm)	20分雨量 (mm)	30分雨量 (mm)	40分雨量 (mm)	50分雨量 (mm)	60分雨量 (mm)	70分雨量 (mm)	80分雨量 (mm)	90分雨量 (mm)	100分雨量 (mm)	110分雨量 (mm)	120分雨量 (mm)	130分雨量 (mm)	140分雨量 (mm)	150分雨量 (mm)	160分雨量 (mm)	170分雨量 (mm)	180分雨量 (mm)
a	35	63	83	102	123	131	131	131	131	134	139	144	146	147	147	147	147	147
b	20	40	48	57	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
A	21	26	28	30	36	39	45	49	54	59	62	65	66	68	71	72	75	78
c	22	37	52	62	67	71	72	72	72	73	73	73	73	73	73	73	73	73
d	24	43	57	64	73	79	84	89	90	97	100	100	100	100	100	100	100	100
e	16	26	35	45	53	58	62	64	74	77	79	80	80	80	80	80	80	84
f	16	24	26	27	27	28	29	31	32	34	35	36	37	38	39	40	42	43
g	19	29	42	47	50	52	53	54	57	58	59	59	59	60	60	60	60	60
B	10	16	18	22	25	29	34	37	41	45	47	50	54	57	63	67	70	74
h	23	40	49	59	61	66	69	71	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
i	20	33	41	44	45	46	46	46	47	47	48	48	48	49	49	49	49	49
j	21	33	48	56	61	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
k	27	47	63	78	86	92	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93
l	19	33	41	45	49	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
C	11	19	25	29	33	38	43	47	51	53	55	58	61	63	65	67	69	70
m	24	34	40	45	50	53	56	57	57	57	57	58	58	58	59	59	59	60
n	14	22	24	26	27	28	28	34	39	44	46	47	48	48	48	48	48	48
o	18	33	39	43	47	48	49	49	49	50	50	51	51	51	51	51	51	51
p	23	31	31	31	31	31	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
q	19	36	48	60	68	68	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
r	20	34	46	56	63	69	70	71	73	78	84	85	86	87	88	88	88	89
D	17	30	39	45	51	55	57	60	62	65	67	69	73	76	79	81	83	87
E	21	30	37	40	41	42	43	43	44	46	48	51	55	57	60	61	62	63
s	21	26	28	29	29	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
t	41	68	86	108	119	124	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126
u	27	47	63	82	99	112	125	138	154	167	185	197	209	220	226	230	233	236

降雨	190分雨量 (mm)	200分雨量 (mm)	210分雨量 (mm)	220分雨量 (mm)	230分雨量 (mm)	240分雨量 (mm)	250分雨量 (mm)	260分雨量 (mm)	270分雨量 (mm)	280分雨量 (mm)	290分雨量 (mm)	300分雨量 (mm)	310分雨量 (mm)	320分雨量 (mm)	330分雨量 (mm)	340分雨量 (mm)	350分雨量 (mm)	360分雨量 (mm)
a	147	147	147	148	149	149	149	150	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151
b	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
A	82	90	93	101	106	109	112	114	115	116	119	120	121	122	123	123	124	124
c	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73
d	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
e	87	88	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89
f	45	47	48	49	50	51	52	52	53	54	59	63	64	65	65	66	66	67
g	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
B	78	80	83	87	91	94	96	100	102	105	109	113	117	120	123	126	129	131
h	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
i	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
j	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
k	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93
l	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
C	72	74	75	76	78	79	80	81	82	82	83	84	84	85	86	86	87	87
m	60	60	60	60	60	60	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61
n	48	48	48	49	50	50	50	51	51	51	52	53	53	53	53	54	54	54
o	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	52	54	54	55
p	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
q	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
r	92	94	96	99	101	103	105	105	106	107	107	108	108	109	110	111	112	112
D	90	95	98	101	105	107	109	111	112	113	113	113	114	114	114	114	114	114
E	65	67	69	74	76	83	90	96	98	101	104	107	110	113	116	119	121	123
s	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
t	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126
u	241	244	246	247	248	252	254	255	256	257	258	258	258	258	259	259	259	259

流域内最大雨量と浸水棟数の関係について式(1)が成り立つものと仮定し、式(2)のRMSEを最小とするパラメータ a, b, c を継続時間別に求めた。

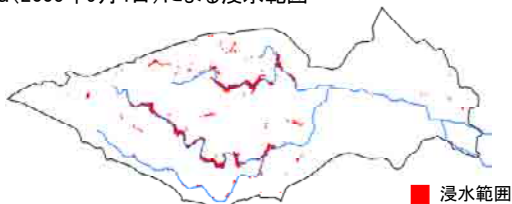
$$n_c = a \cdot R_u^b \cdot c \quad \dots\dots(1)$$

n_c : 推定浸水棟数
 R_u : 継続時間 t の雨量
 a, b, c : パラメータ

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (n_{oi} - n_{ci})^2} \quad \dots\dots(2)$$

N : 降雨数
 n_{oi} : 記録浸水棟数
 n_{ci} : 推定浸水棟数

降雨u(2005年9月4日)による浸水範囲



降雨u以外の25降雨による浸水範囲

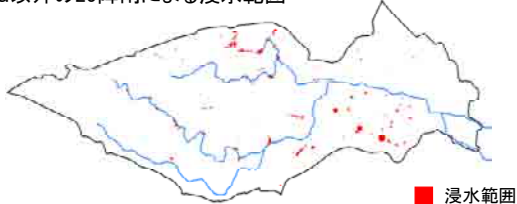


図-6 浸水範囲

表-5 パラメータ同定結果

時間	a	b	c	時間	a	b	c
10分	0.2355	2.08	-59.2	190分	0.0125	2.16	-67.9
20分	0.0499	2.20	-49.1	200分	0.0102	2.21	-75.9
30分	0.0198	2.28	-41.8	210分	0.0100	2.20	-69.8
40分	0.0199	2.16	-30.7	220分	0.0100	2.20	-69.8
50分	0.0116	2.22	-25.6	230分	0.0101	2.18	-66.5
60分	0.0162	2.13	-32.0	240分	0.0086	2.23	-67.8
70分	0.0131	2.17	-31.4	250分	0.0088	2.20	-72.2
80分	0.0142	2.16	-41.0	260分	0.0119	2.14	-74.2
90分	0.0182	2.11	-49.6	270分	0.0052	2.29	-58.9
100分	0.0237	2.05	-57.9	280分	0.0061	2.27	-68.6
110分	0.0165	2.11	-50.0	290分	0.0093	2.16	-58.0
120分	0.0123	2.17	-49.3	300分	0.0081	2.19	-52.9
130分	0.0183	2.09	-60.1	310分	0.0081	2.19	-65.3
140分	0.0236	2.04	-68.4	320分	0.0077	2.18	-51.8
150分	0.0143	2.13	-60.9	330分	0.0141	2.06	-50.6
160分	0.0126	2.17	-64.2	340分	0.0146	2.04	-48.3
170分	0.0145	2.13	-61.1	350分	0.0133	2.06	-55.7
180分	0.0151	2.13	-74.6	360分	0.0114	2.08	-44.7

パラメータの同定は大域的探索法であるSCE-UA法を用いた⁷⁾。パラメータの探索範囲は、 $0 < a < 10$ 、 $0.1 < b < 4$ 、 $-1000 < c < 1000$ とした。また、計算には降雨 u を除いた25降雨を用いた。図-6に示したように降雨 u の浸水範囲は他の降雨と比べて極めて広範囲であり、河川沿いに浸水被害が発生している。降雨 u の浸水被害は主に河川溢水によって生じているのに対して、他の降雨時の被害は主に内水によるものである。よって求めたパラメータ a, b, c は河川溢水が生じない規模の降雨を想定したものとなっている。

同定したパラメータを表-5に示した。パラメータ b は2.05~2.29の範囲であり平均は2.15であった。式(1)のパラメータ b を2.15として推定浸水棟数と記録浸水棟数の相関係数を集中豪雨・台風別に計算し結果を図-7に示した。また、集中豪雨・台風別の継続時間と流域内最大雨量の関係について図-8に示した。

集中豪雨は継続時間50分以上のときに相関係数が0.9以上となる。このことは集中豪雨時に強い雨が降り続く時間が概ね50分間であることを示している。

台風は継続時間40分のときに相関係数が0.976となり、継続時間40~60分では相関係数が0.9以上となる。台風時の流域内最大雨量は、継続時間10~30分においては河川や下水道の計画降雨と比べて小さく、継続時間が70分以上になると流出に要する時間より継続時間の方が大きくなることから浸水被害との関係が小さくなる。浸水被害と関連が大きな継続時間は、集中豪雨と台風の相関係数が共に0.9以上となる50~60分であると判断した。

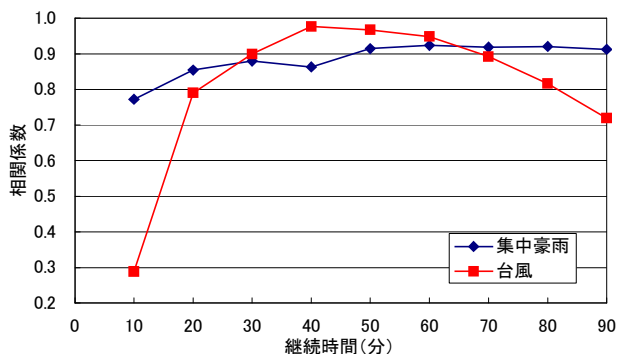


図-7 浸水被害と継続時間別雨量の相関

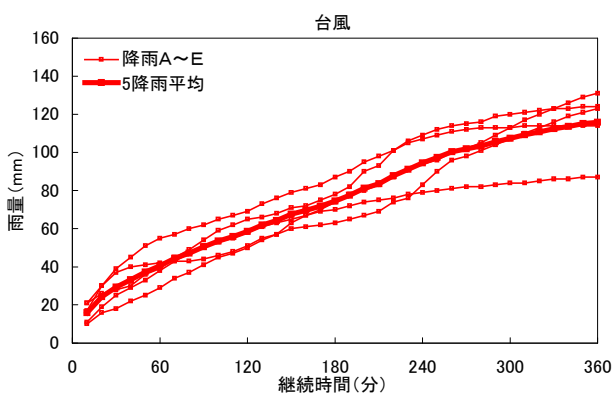
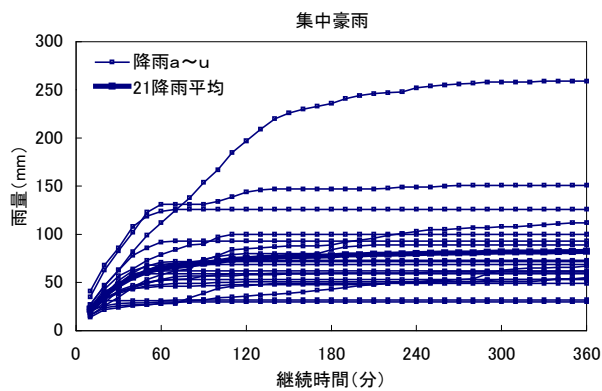


図-8 流域内最大雨量

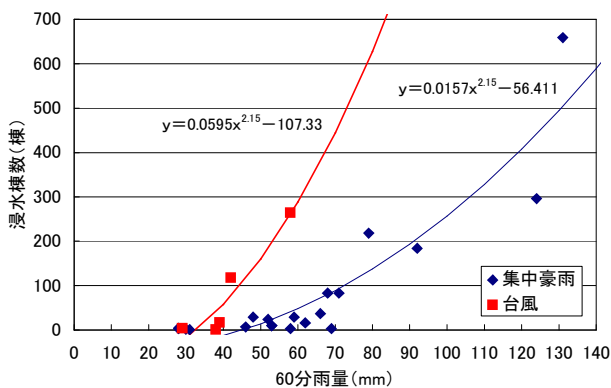


図-9 浸水被害と雨量

継続時間60分における流域内最大雨量と浸水棟数の関係を図-9に示した。台風は集中豪雨と比べて同じ流域内最大雨量に対する浸水棟数は大きく、同じ浸水棟数に対する流域内最大雨量は小さい。

5. 降雨の空間分布

流域内及び周辺に位置する28観測所の雨量データを用いて60分雨量の空間分布を解析した。

降雨別に流域内最大雨量を記録した観測所を最大値観測所として流域内最大雨量が発生した期間における各観測所の雨量と最大値観測所からの距離について関係を求めた。

流域内最大雨量が100mm以上の集中豪雨である降雨a、降雨tについて最大値観測所からの距離と60分雨量の関係を図-10に示した。最大値観測所から5km以内に位置する観測所の60分雨量は流域内最大雨量と距離6km雨量0mmを結ぶ直線（図中の点線）の周辺に分布している。最大値観測所から5km以上離れた観測所の雨量は概ね0~40mmの範囲でばらついて分布している。

流域内最大雨量が50~100mmの集中豪雨である降雨c、降雨hについて最大値観測所からの距離と60分雨量の関係を図-11に示した。各観測所の雨量の分布は流域内最大雨量100mm以上の降雨と同様の関係が見られた。

流域内最大雨量50mm以下の集中豪雨である降雨fと降雨oについて最大値観測所からの距離と60分雨量の関係を図-12に示した。

最大値観測所から5km以内に位置する観測所の60分雨量は最大値観測所から遠くに位置するほど小さくなるが、流域内最大雨量と最大値観測所から5km以上離れた観測所の雨量は差が小さく、雨量の空間分布はほぼ一様だと考えることができる。

台風の降雨は流域外に位置する観測所が最大値を記録したため、流域内の観測所において最大値が発生した期間を対象とした。台風である降雨Bと降雨Dについて最大値観測所からの距離と60分雨量の関係を図-13に示した。流域内最大雨量29mmの降雨Bは、最大値観測所から10km以内の観測所の雨量は大きな差がないことから雨量の空間分布はほぼ一様だと考えることができる。流域内最大雨量58mmの降雨Dの60分雨量の分布は、観測所の位置が最大値観測所から遠くなるほど雨量が小さくなり、最大値観測所から6km以内の観測所では50mmの雨量、最大値観測所から6~8km離れた観測所では40mmの雨量となっている。

対象降雨における60分雨量の空間分布について全

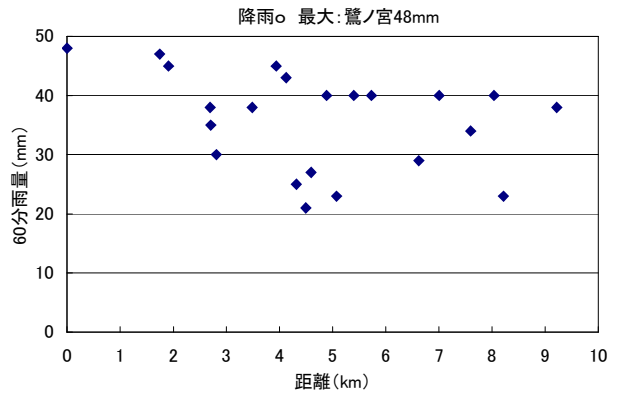
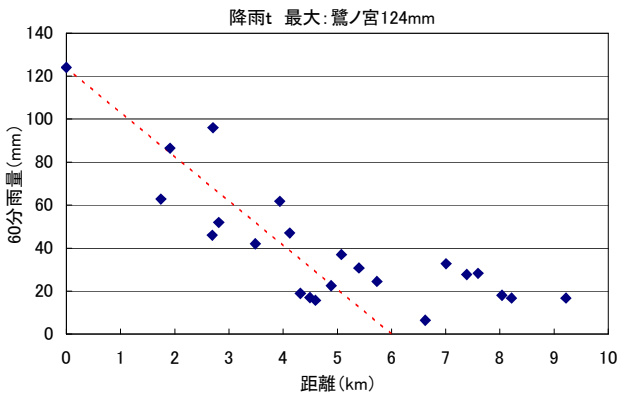
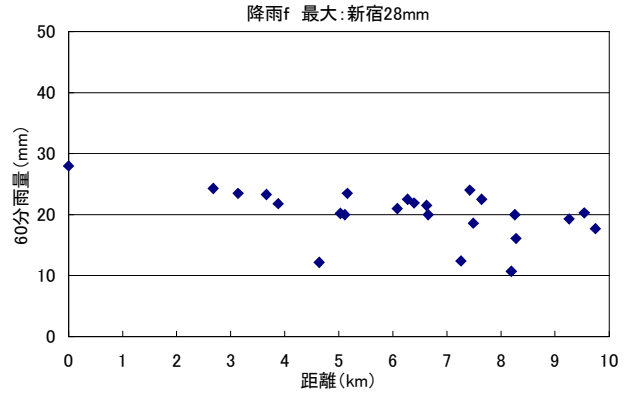
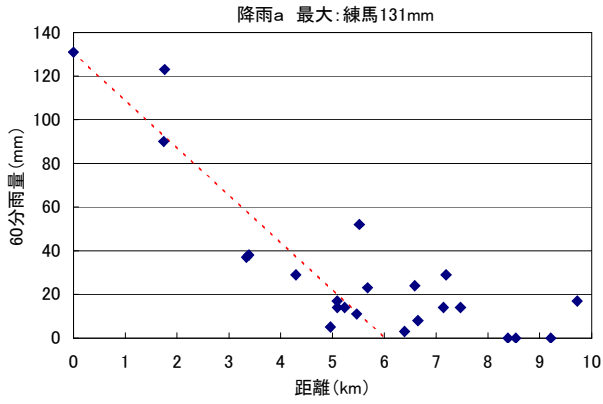


図-10 60分雨量の空間分布(集中豪雨1)

図-12 60分雨量の空間分布(集中豪雨3)

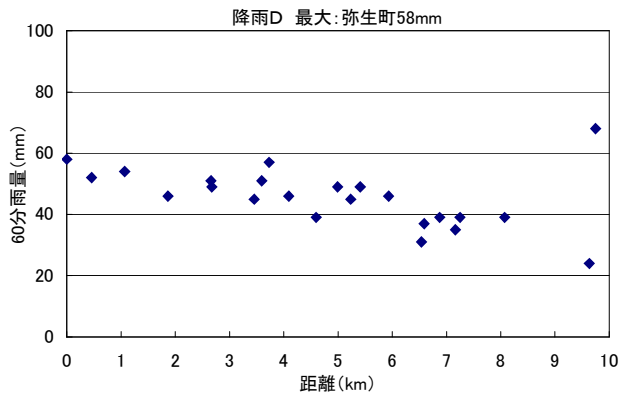
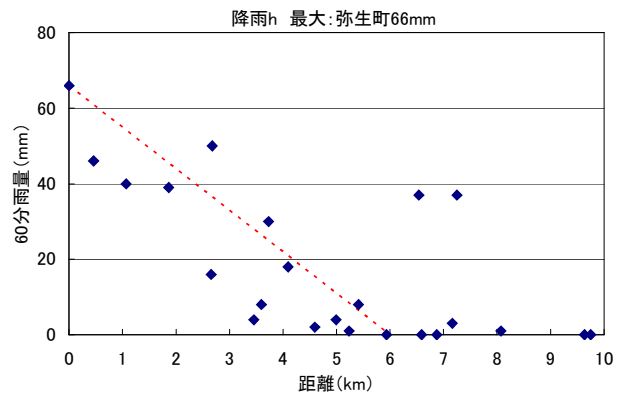
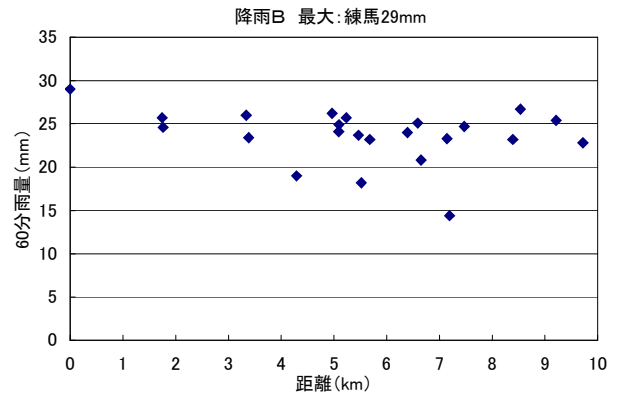
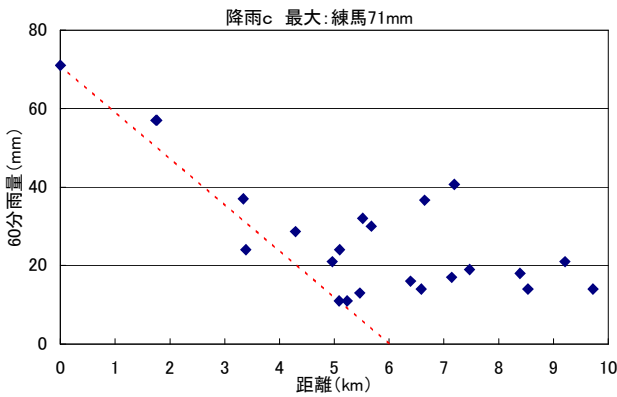


図-11 60分雨量の空間分布(集中豪雨2)

図-13 60分雨量の空間分布(台風)

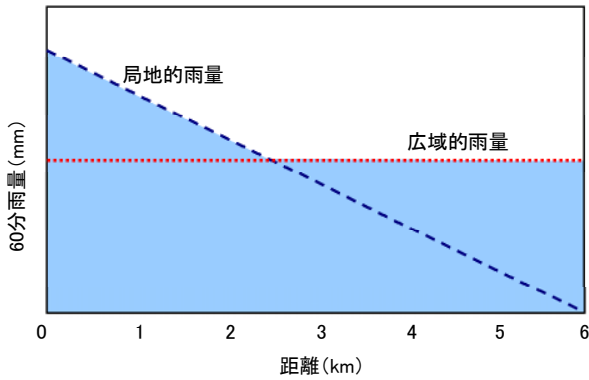


図-14 60分雨量の空間分布

一般的な傾向を以下に記す。流域内最大雨量が30mm以下の降雨では雨量の空間分布はほぼ一様である。流域内最大雨量が大きな降雨では、流域内最大雨量の地点から半径5km以内の雨量は半径6kmの地点で0mmになるように直線的に小さくなり、半径5～10kmの雨量は概ね40mm以下でばらついて分布する。60分雨量の空間分布形は流域内最大雨量によって決定し、集中豪雨と台風には大きな差はない。

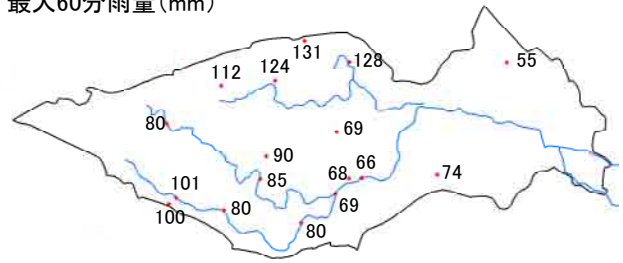
100km²を超える広い範囲一様に分布する雨量には上限があり、60分雨量の空間分布は図-14に示したように広域的雨量と局地的雨量の組合せによって表すことができる。広域的雨量は図-10～13から40mm程度であると考えられる。現在の河川や下水道の計画は1時間に50mmの雨量を対象としたものであり、広域的雨量より若干大きい規模となっている。

今後、1時間に50mmを越える雨量を対象にした治水施設の計画を策定する際には局地的雨量が対象となることから、外力を適切に評価するためには流域規模を考慮することが必要となる。

6. 局地的な大雨が多い地域

流域内最大雨量100mm以上の降雨において最大値を記録した練馬観測所、鷲ノ宮観測所、下井草観測所はいずれも対象流域の中央北部に位置している。流域内の観測所における1999年4月から2005年12月の60分雨量の最大値及び75mm以上の回数を図-15に示した。

最大60分雨量(mm)



60分雨量が75mm以上を記録した降雨数

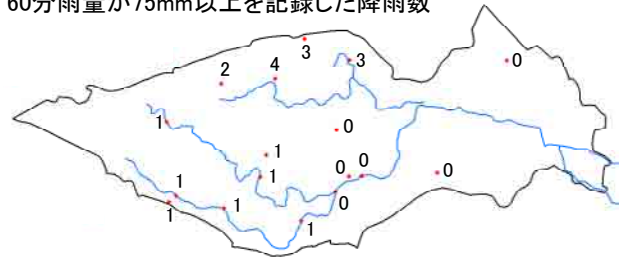


図-15 最大雨量と60分雨量75mm以上の回数

1時間に110mm以上の雨量を記録した観測所と1時間に75mm以上の雨量を2回以上記録した観測所は一致し、妙正寺川及び江古田川の流域に位置する。

妙正寺川及び江古田川流域では早期に局地的な大雨に対する治水整備を進める必要性が高い。

7. 集中豪雨と台風による流出特性の違い

雨量の空間分布については集中豪雨と台風に違いはないものの、同じ流域内最大雨量に対する浸水被害は台風の方が大きくなっている。このことは流域内最大雨量に対する短時間の流出量が台風時には集中豪雨時より大きいことを示している。

流域内最大雨量が同規模の台風と集中豪雨のハイエトグラフを図-16に示した。

2降雨において大きく異なるのは、時間最大雨量発生前の降雨の有無である。時間最大雨量発生前に降雨があることによって流出ピーク時に初期損失の影響を受けないことや時間最大雨量発生前の降雨からの流出が重なることにより流出量が大きくなる⁸⁾。

よって、治水施設の計画においては集中豪雨と台風において異なる流出特性を考慮する必要があり、流出率等のパラメータを集中豪雨・台風別に設定することや、非線形の流出モデルを用いる方法が考えられる。

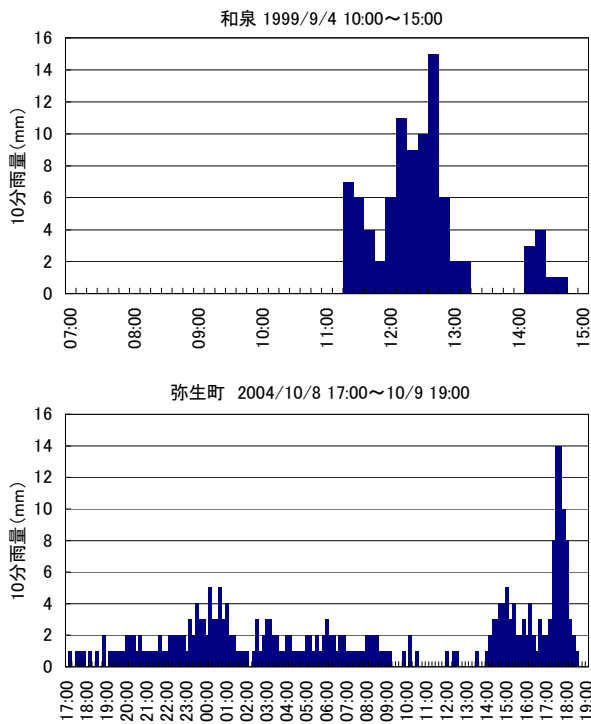


図-16 集中豪雨・台風時のハイトグラフ

8. 浸水被害発生雨量

浸水被害を生じる雨量の発生を事前に予測し、適切に情報を伝達することができれば浸水時の被害を軽減することが可能である。表-4に示した流域内最大雨量の最小値は浸水被害を発生させる最小雨量であると考えられる。

浸水被害との関係が大きい継続時間60分における流域内最大雨量の最小値は、降雨 f と降雨 n で記録した28mmである。

1999年4月から2005年12月までに神田川流域内に位置する17観測所で1時間に28mm以上の雨量を観測した降雨の数は46であり、浸水被害を生じた26降雨以外に20降雨ある。1時間に28mm以上の雨量を観測した46降雨を雨量の大きい順に並べ図-17に示した。浸水被害が記録されなかった20降雨の60分雨量は1降雨が49mmを記録しているが、他は38mm以下である。

流域内最大雨量と浸水被害発生の有無から、現状の神田川流域全体の平均的な治水水準は、1時間に40mmをやや下回る雨量に対応したものとなっており、また、地域によっては1時間に30mmをやや下回る雨量に対応したものとなっていると判断される。

流域内最大雨量を正確に予測することが可能であれば、設定した値以上の流域内最大雨量の発生を予測した時に浸水の危険性に関する情報を発信することが考えられる。

設定値以上の雨量を予測した場合に情報を発信することを想定し、1時間に28mm以上の雨量を観測した46降雨について設定値以上の流域内最大雨量を観測した降雨に占める浸水被害を記録した降雨の割合を浸水発生率とし、設定値と浸水発生率の関係を図-18に示した。

設定値を28~32mmに設定した場合、設定値と同じ雨量を観測した時に浸水被害を生じる確率は60%より小さなものとなる。また、設定値を39mm以上に設定した場合、設定値と同じ雨量を観測した時に浸水被害を生じる確率は90%より大きなものとなる。

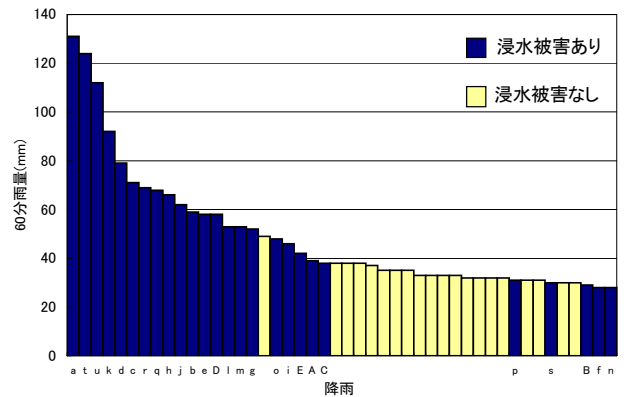


図-17 雨量と浸水被害の有無

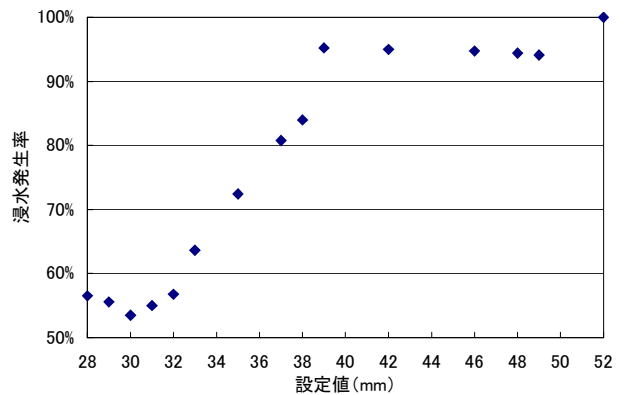


図-18 設定値と浸水発生率

9. まとめ

神田川流域では1999年から2005年に26降雨において浸水被害を記録した。26降雨中21降雨が集中豪雨であった。

浸水被害の90%以上は集中豪雨によるものであり、集中豪雨への対策をすすめることで浸水被害の軽減を期待できる。しかし、各降雨の被害規模を考慮すると台風による被害の割合は20%程度と考えられ、また、集中豪雨時と台風時で流域の流出特性が異なることから台風への対策も考慮する必要がある。

現状の神田川流域全体の平均的な治水水準は1時間に40mmをやや下回る雨量に対応したものであるが、

地域によっては1時間に30mmをやや下回る雨量に対応したものとなっている。

浸水被害との関連が大きい60分雨量の空間分布形は最大雨量の大きさによって決定し、集中豪雨と台風に大きな差はない。また、60分雨量における空間分布形は広域的雨量と局地的雨量の組合せによって表すことができる。1時間に50mm以上の雨量を対象にした治水施設の計画においては局地的雨量を対象とすることから流域規模を考慮することが必要である。

妙正寺川及び江古田川流域は局地的な大雨が発生しやすい地域であり、早期の対策が必要であると考える。

参 考 文 献

- 1) 東京都第三建設事務所(2004)：神田川水系の河川事業
- 2) 東京都建設局河川部(2002)：平成11・12年における水害記録
- 3) 東京都建設局河川部(2003)：平成13年における水害記録
- 4) 東京都建設局河川部(2004)：平成14年における水害記録
- 5) 東京都建設局河川部(2005)：平成15年における水害記録
- 6) 東京都建設局河川部(2006)：平成16年における水害記録
- 7) 森永陽子、河村明、神野健二(2002)：SCE-UA法による貯留関数モデルの大域的パラメータ同定について、土木学会西部支部研究発表会講演概要集
- 8) 高崎忠勝、高橋清(2005)：神田川における洪水流出特性、平17. 都土木技研年報