

第2章 全国アンケート調査

2-1 調査目的

全国の分流式下水処理場を対象にアンケート調査を行い、雨天時浸入水の実態を明らかにすると共に、傾向分析を行うことを目的とする。

2-2 調査概要

(1) 調査内容

「平成9年度下水道統計(下水道協会)」より、全国の完全分流式の下水処理場を選出し、処理場単位でデータの収集を行う。

主な調査項目を以下に挙げる。

- ①下水道施設の諸元
- ②雨天時の下水量と降雨量
- ③雨天時浸入水に関する過去の事例

(2) 調査対象期間

汚水量・降雨量については平成10年度を対象とした。

下水道施設の諸元に関しては平成9年度末(平成10年度当初)時点での値とした。

事例については期間を限定せず、過去において発生した事例について質問を行った。

(3) 第1回アンケート調査

①期間

平成11年9月24日～平成11年11月1日

②調査対象

「平成9年度下水道統計 - 下水道協会」より選出した、全国の分流式下水処理場を対象としてアンケート送付を行った。以下に選出基準を挙げる。

- ・下水道統計に記載されている分流式・合流式の分類は一部の処理場で実態との不適合があったため、“処理水量”の項目に着目し、汚水処理を行っており、かつ、雨水の処理水量が0となっている処理場を対象とした。
- ・近年供用開始となった処理場では事例や汚水量データの蓄積が不足している可能性があるため、平成8年度以前（8年度を含む）供用開始の処理場を対象とした。

③回答状況

表 2-2-1 第1回アンケート回答状況

	箇所数
送付数	951
回答数	915
うち送付先自治体にて追加※	(32)
回答無し	68

※送付リストの選出基準が完全では無いため、送付先の自治体にて追加された処理場数

(4) 第2回アンケート調査

①期間

平成11年12月24日～平成12年1月24日

②調査対象

晴天日平均汚水量について再調査を行うと共に、第1回アンケート調査の回答から雨天時浸入水により水処理への影響がある処理場を対象にアンケート調査を行った。

③回答状況

表 2-2-2 第2回アンケート回答状況

	箇所数
送付数	776
回答数	771

2-3 雨天時浸入水についての傾向分析

アンケート調査より、雨天時浸入水の傾向を把握するための分析を行う。
分析については、次のような考え方で行う。

- ・雨天時浸入水を表す指標として、“雨水混入比”を用いる。
雨水混入比は次の式で表す。

$$\text{雨水混入比} = \frac{\text{雨天日下水量}}{\text{晴天日平均汚水量}}$$

ここで、

雨天日下水量：雨天日の下水量（汚水＋雨天時浸入水＋その他の不明水）

晴天日平均汚水量：本調査では、雨天時浸入水の影響を排除するため、無降雨日のうち降雨後3日間を除くものを「晴天日」として、平均汚水量を求めた。

表 2-3-1 晴天日の定義

日	雨量 (mm)	天候	調査対象 晴天日
1	5	雨	×
2	0	晴	×
3	0	晴	×
4	0	晴	×
5	0	晴	○
6	0	晴	○

} 降雨有り

} 降雨後3日間を除外する

} 晴天日

- ・本調査は非常に多くの回答を得たため、雨水混入比の分布状況を視覚的に捉えやすくするよう、ヒストグラムを用いて分析を行う。
- ・雨天時浸入水に影響を及ぼすと考えられる各項目について、値に応じて区間を設け、それぞれの区間について雨水混入比のヒストグラムを作成する。特に断りのない限り、区間は全て“以上、未満”である。

次に、それぞれの区間において雨水混入比の中央値を算出し、全体的な傾向を把握するものとする。

- ・標準的な指標としてデータ分布の中央値を用いる。これは、平均値を用いると発生頻度の低い異常値の影響を受けてしまうためである。
- ・全処理場を対象とした分析の他に、下水道の事業形態による差異を考慮して、流域下水道（以下、流域という）・単独公共下水道（以下、公共という）・特定環境保全公共下水道（以下、特環という）とグループ分けを行い、それぞれのグループについても分析を行う。ただし、特定公共下水道については調査数が少ないためグループでの分析は行わない。

(1) 雨水混入比の分布状況

アンケート調査により、各処理場における平成10年度雨天時下水量が多かった上位5日の水量を把握している。このデータから、各処理場における年間で最大(第1位)の雨水混入比を計算し、雨水混入比に対する処理場数の分布状況を調べた。各処理場の第2位～第5位の雨水混入比についても同じことを調べた。(図2-1)

第1位の雨水混入比について見ると、雨水混入比が2.0を超えているのは45%の処理場であった。第2位の雨水混入比について見ると、雨水混入比が2.0を超えているのは40%の処理場であった。第3位～第5位についてはそれぞれ30%、20%、10%であった。

このことから、各処理場において、雨水混入比が2を超えるような大きな雨水浸入が生じるのは、約半数の処理場では年間1回以下、90%の処理場で年間5回以下の限られた回数であることがわかる。

表 2-3-2 雨水混入比分布状況

対象	順位	標本数	最大値	平均値	中央値
全数	1位	763	12.85	2.35	2.08
	2位	745	6.47	1.98	1.80
	3位	740	6.11	1.78	1.67
	4位	735	5.86	1.67	1.57
	5位	731	5.09	1.58	1.50
うち流域	1位	112	6.14	2.48	2.27
	2位	107	5.86	2.08	1.90
	3位	107	4.79	1.83	1.77
	4位	107	4.26	1.69	1.67
	5位	107	3.93	1.58	1.58
うち公共	1位	477	12.85	2.36	2.10
	2位	467	6.47	1.97	1.83
	3位	465	6.11	1.79	1.69
	4位	460	5.86	1.68	1.58
	5位	459	5.09	1.59	1.50
うち特環	1位	168	6.71	2.27	1.88
	2位	165	6.36	1.95	1.69
	3位	162	4.86	1.74	1.56
	4位	162	4.80	1.64	1.51
	5位	159	3.83	1.53	1.41

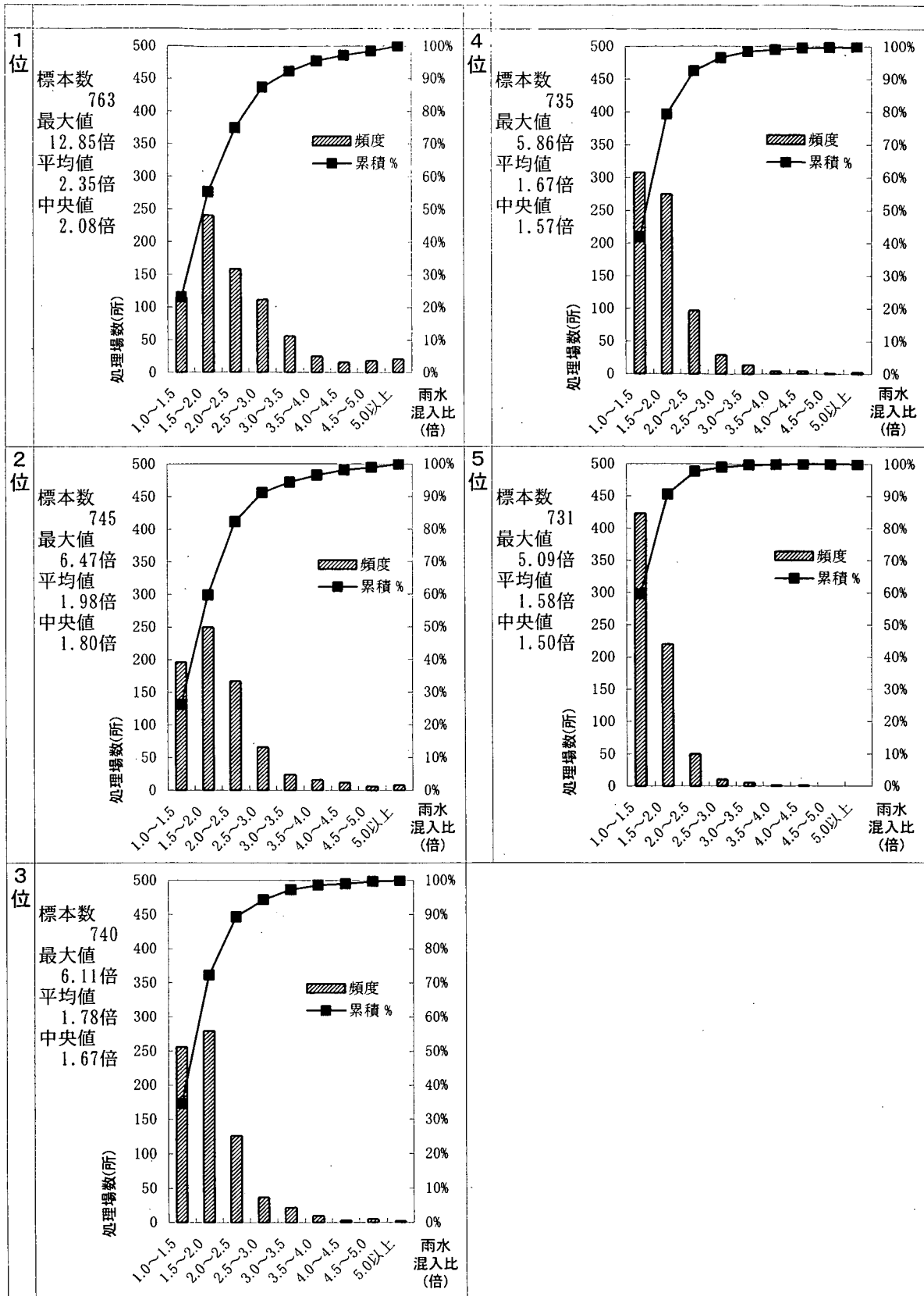


图 2-3-1 雨水混入比分布状况

(2) 雨水混入比の傾向分析

下水道に関連する各項目と雨水混入比との関係について傾向分析を行った。

分析は項目毎に区間を設け、それぞれの区間についてヒストグラムを作成して比較を行う。

また、それぞれの区間の代表値（中央値）から全体的な傾向を調べる。

① 供用年次による比較

供用開始後、年月の経過と共に管渠施設の破損、継ぎ手のずれ等が生じ、浸入水が増えるものと考えられるため、供用年次による傾向の把握を行った。

雨水混入比の中央値をみると、30年までは若干増加する傾向にあるが、31年以上では逆に減少しており、明確な傾向をつかむことはできない。

ただし、10年以下の都市でも浸入水は生じており、現在の整備手法でも雨天時浸入水に対してはまだ完全なものではないと言える。この問題は過去のストックだけでなく今後の整備にも十分な対策が必要であるといえる。

また31年以上が減少している理由については、改築・更新等の対策が行われている可能性もあるため、これらの状況を調査した上で判断する必要がある。

表 2-3-3 供用年次による比較

対象	区間	標本数	最大値	平均値	中央値
全数	10年以下	415	12.85	2.25	1.89
	11～20年	246	6.85	2.43	2.23
	21～30年	68	5.56	2.69	2.63
	31年以上	32	4.12	2.38	2.30
うち流域	10年以下	42	6.14	2.53	2.35
	11～20年	56	5.03	2.45	2.24
	21～30年	12	5.16	2.49	2.53
	31年以上	2	2.16	2.11	2.11
うち公共	10年以下	167	12.85	2.24	1.89
	11～20年	206	6.28	2.31	2.08
	21～30年	63	6.85	2.78	2.6
	31年以上	39	4.12	2.54	2.52
うち特環	10年以下	124	6.71	2.28	1.86
	11～20年	41	4.9	2.26	2.06
	21～30年	2	2.17	1.97	1.97
	31年以上	0	—	—	—

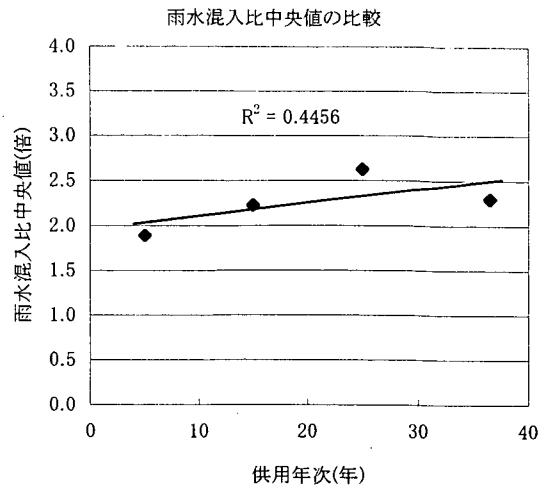
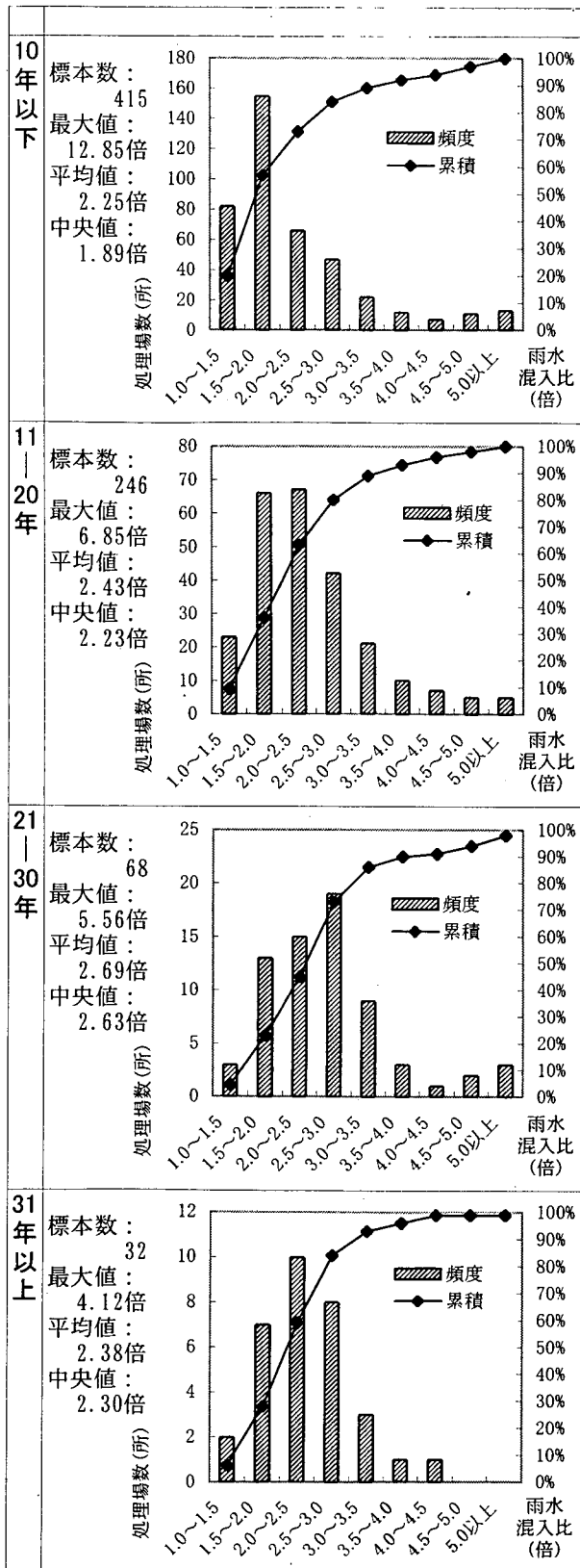


図 2-3-2 供用年次による比較

②規模による比較

今回アンケートを実施した都市では、処理場規模と雨水混入比の関係に明確な傾向は出ていないが、中央値をみると、1万m³/日以上の間が比較的大きな雨水混入比となっている。これは、雨水混入比の少ない特環が、すべて1万m³/日未満の規模であることも影響していると考えられる。その要因として、施設規模が小さいことにより問題箇所の特定及び改善が図りやすいためか、特環の施設が比較的新しい施設である等が考えられる。

表 2-3-4 規模による比較

対象	区間	標本数	最大値	平均値	中央値
全数	1千m ³ /日未満	226	12.85	2.38	1.98
	1千～1万m ³ /日	328	6.28	2.32	2.06
	1～5万m ³ /日	154	5.42	2.41	2.20
	5～10万m ³ /日	36	4.19	2.26	2.13
	10万m ³ /日以上	19	4.1	2.27	2.26
うち流域	1千m ³ /日未満	3	3.75	2.50	2.37
	1千～1万m ³ /日	34	6.14	2.52	2.41
	1～5万m ³ /日	44	5.16	2.51	2.15
	5～10万m ³ /日	18	4.19	2.37	2.24
	10万m ³ /日以上	13	4.10	2.38	2.26
うち公共	1千m ³ /日未満	84	12.85	2.51	2.07
	1千～1万m ³ /日	262	6.28	2.32	2.05
	1～5万m ³ /日	109	5.42	2.38	2.21
	5～10万m ³ /日	17	3.03	2.20	2.12
	10万m ³ /日以上	5	2.80	2.18	2.27
うち特環	1千m ³ /日未満	138	6.71	2.30	1.87
	1千～1万m ³ /日	30	4.25	2.13	1.92
	1～5万m ³ /日	0	—	—	—
	5～10万m ³ /日	0	—	—	—
	10万m ³ /日以上	0	—	—	—

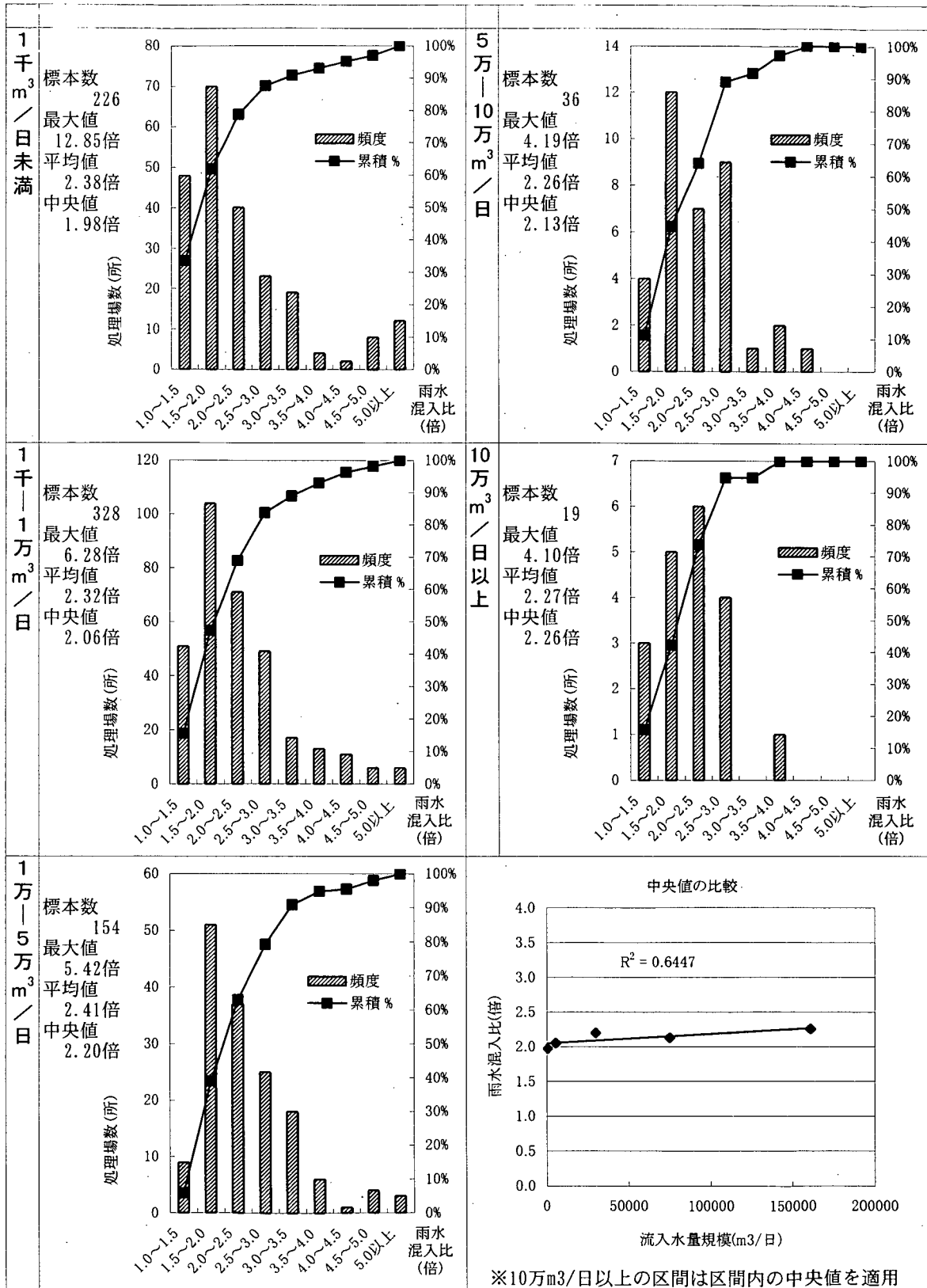


図 2-3-3 規模による比較

③雨水整備率による比較

雨水管渠の整備を行い、雨水をすみやかに排除することにより、汚水管渠への雨天時浸入水は減少するものと考えられるため、雨水整備による傾向の把握を行った。

しかし、雨水混入比の中央値と雨水整備率の間に明確な傾向を得ることはできなかった。個々の処理場毎に雨天時浸入水の原因は様々であるため、一概には言えないが、雨水整備を促進することで雨天時浸入水を削減させることは困難であると考えられる。

表 2-3-5 雨水整備率による比較

対象	区間	標本数	最大値	平均値	中央値
全数	20%未満	452	6.85	2.32	2.00
	20～40%	71	6.14	2.32	2.05
	40～60%	65	12.85	2.50	2.27
	60～80%	56	4.78	2.20	2.03
	80～100%	74	5.56	2.54	2.28
うち流域	20%未満	69	5.26	2.53	2.42
	20～40%	7	6.14	3.22	3.00
	40～60%	10	3.09	1.97	1.71
	60～80%	3	2.14	1.74	1.65
	80～100%	0	—	—	—
うち公共	20%未満	228	6.85	2.30	1.99
	20～40%	60	5.42	2.23	2.01
	40～60%	55	12.85	2.66	2.30
	60～80%	48	4.78	2.25	2.04
	80～100%	65	5.56	2.53	2.29
うち特環	20%未満	149	6.71	2.26	1.86
	20～40%	4	2.41	2.10	2.24
	40～60%	0	—	—	—
	60～80%	4	2.80	2.00	1.81
	80～100%	0	—	—	—

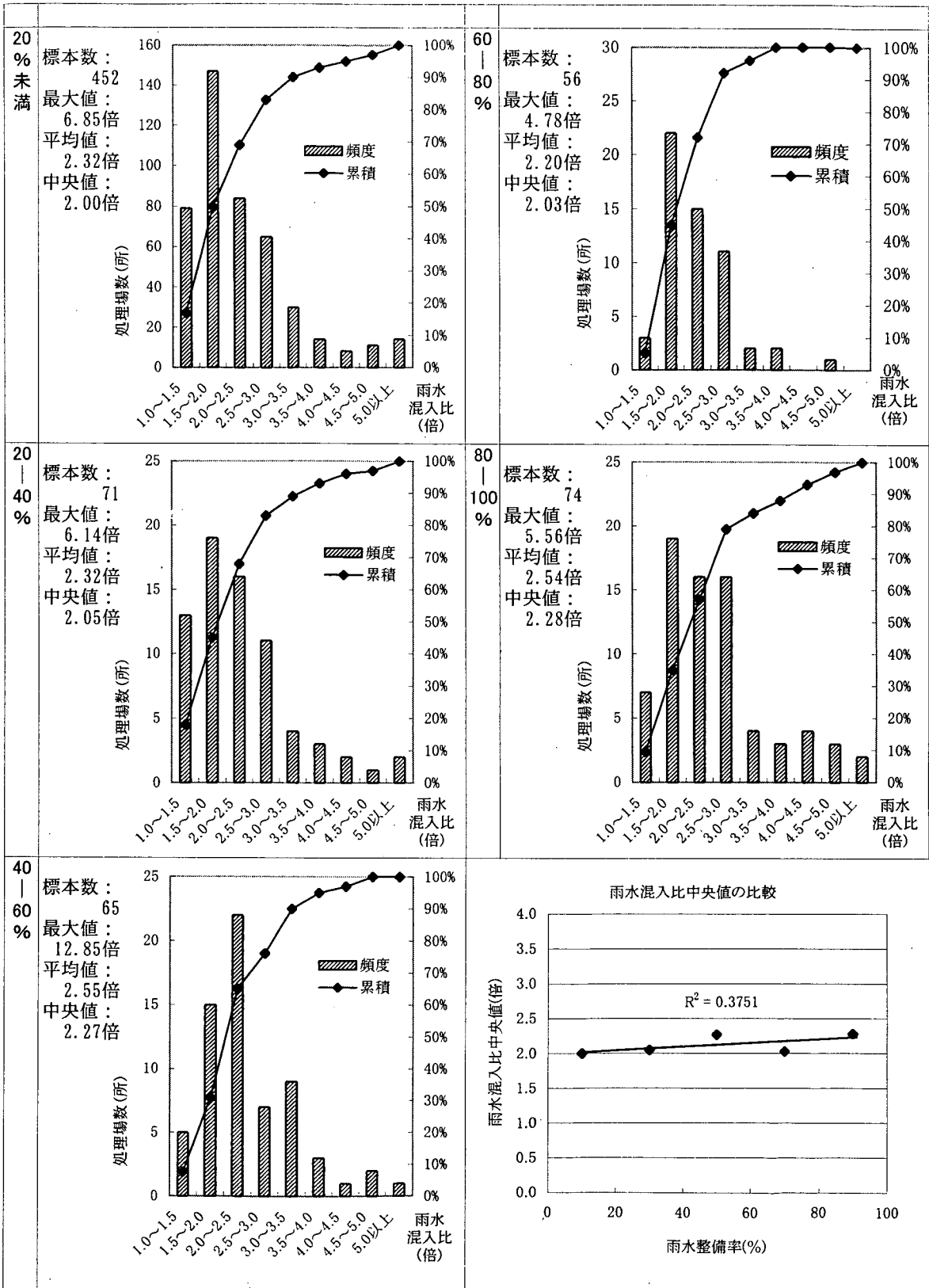


図 2-3-4 雨水整備率による比較

④地下水位による比較

地中に浸透した雨水が地下水位の上昇と共に管渠の継ぎ手や破損部分から浸入してくるものと考えられるため、地下水位による傾向の把握を行った。

地下水位が下がるに従って、雨水混入比中央値も下がっており、雨天時の浸入水についても地下水位が影響していることが推測される。ただし、流域の小さい特環では明確にこの傾向が現れるが、流域下水道等の規模が大きいものでは、明確な傾向をつかむことはできない。これは地下水位を1つにしぼることはできないためであると考えられる。

地下水位が地表面以下4m以上の場合は、面整備の主体である開削工法での掘削深より地下水位が深いということを表しており、その場合に雨水混入比が比較的小さくなったことは浸入原因箇所が面整備にもあることを示している。

表 2-3-6 地下水位による比較

対象	区間	標本数	最大値	平均値	中央値
全数	2m未満	275	12.85	2.42	2.10
	2～4m	294	6.71	2.37	2.11
	4m以上	117	6.71	2.21	1.90
うち流域	2m未満	33	3.57	2.18	2.12
	2～4m	46	6.14	2.58	2.25
	4m以上	12	3.89	2.62	2.60
うち公共	2m未満	187	12.85	2.45	2.16
	2～4m	179	6.28	2.39	2.15
	4m以上	61	4.96	2.18	1.91
うち特環	2m未満	53	6.43	2.50	1.99
	2～4m	66	6.71	2.16	1.86
	4m以上	42	6.71	2.17	1.79

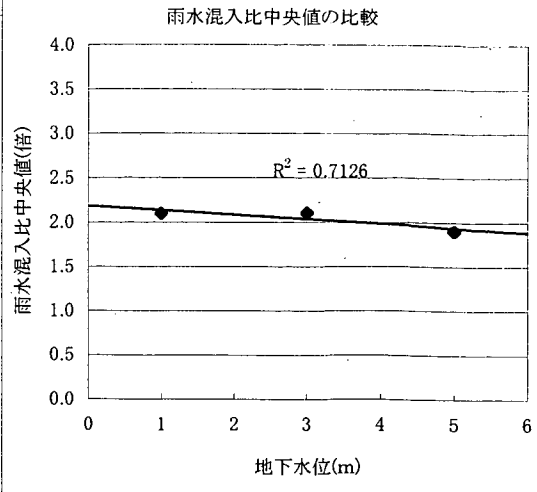
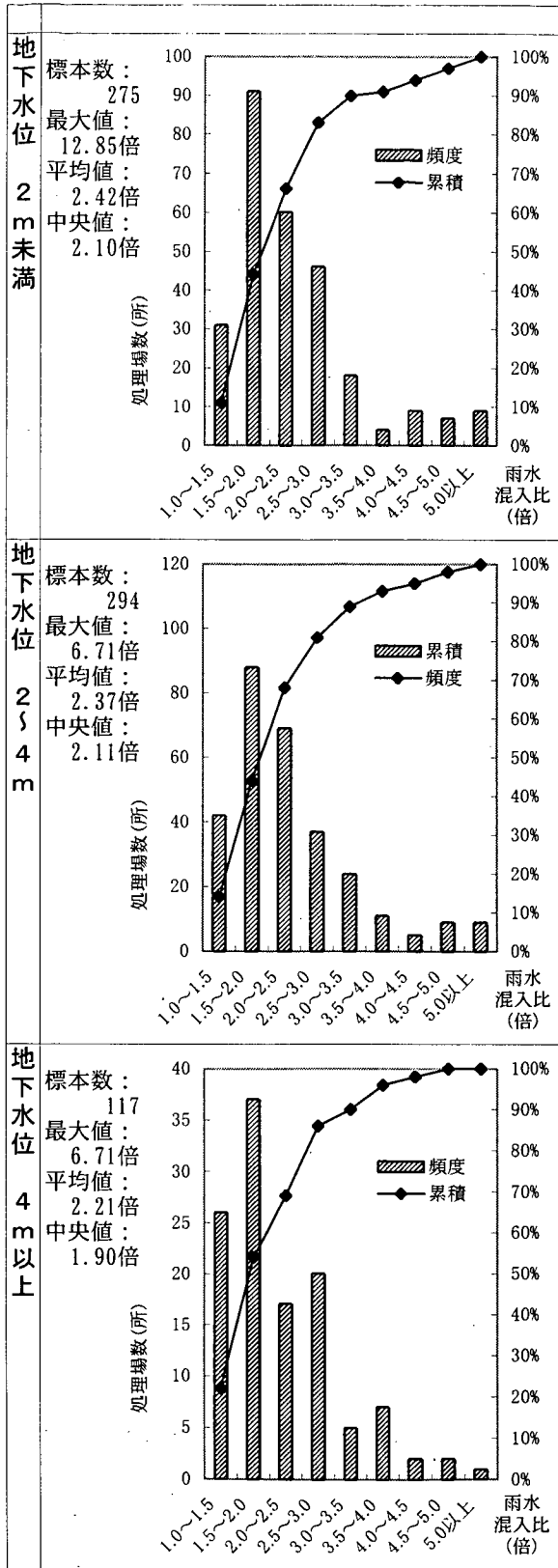


図 2-3-5 地下水位による比較

⑤土質による比較

地中に浸透した雨水が管渠の継ぎ手や破損部分から浸入してくるものと考えられるため、土質による雨水混入比への影響の把握を行った。

雨水混入比の中央値は、シルトや粘土層の雨水混入比が若干多いことがわかった。これは、土質が軟弱であるため、管渠の継ぎ目等にずれや破損が生じやすくなることや、開削工事の場合、砂基礎を用いる場合がほとんどであるため、水はけの悪い土質では堀り山全体が水道（ミズミチ）になりやすく、不明水が増える要因になっている可能性もあるものと考えられる。地下水位同様、土質は不明水に対し大きな影響因子と考えられるが、特定が困難であるため、明確な傾向をつかむことは難しいと考えられる。

表 2-3-7 土質による比較

対象	分類	標本数	最大値	平均値	中央値
全体	礫	216	12.85	2.36	2.02
	砂	151	6.43	2.24	1.98
	シルト	171	5.58	2.33	2.15
	粘土	140	6.85	2.46	2.18
うち流域	礫	31	5.03	2.66	2.56
	砂	24	6.14	2.44	2.13
	シルト	20	3.75	2.03	1.8
	粘土	11	4.62	2.64	2.43
うち公共	礫	119	12.85	2.38	2.02
	砂	87	5.56	2.18	1.91
	シルト	122	5.58	2.42	2.29
	粘土	99	6.85	2.49	2.18
うち特環	礫	64	6.71	2.19	1.79
	砂	38	6.43	2.27	1.99
	シルト	28	4.90	2.16	1.95
	粘土	28	6.40	2.36	2.16

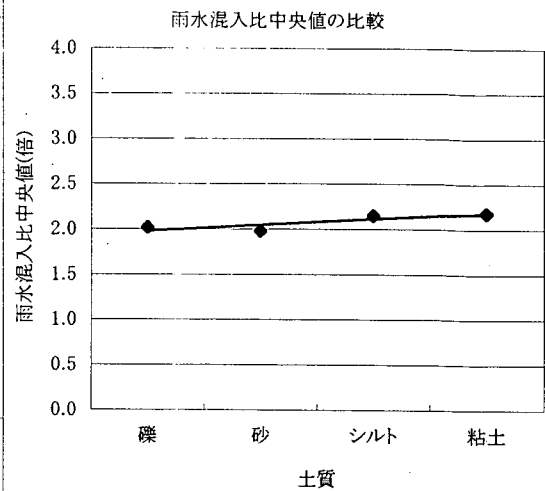
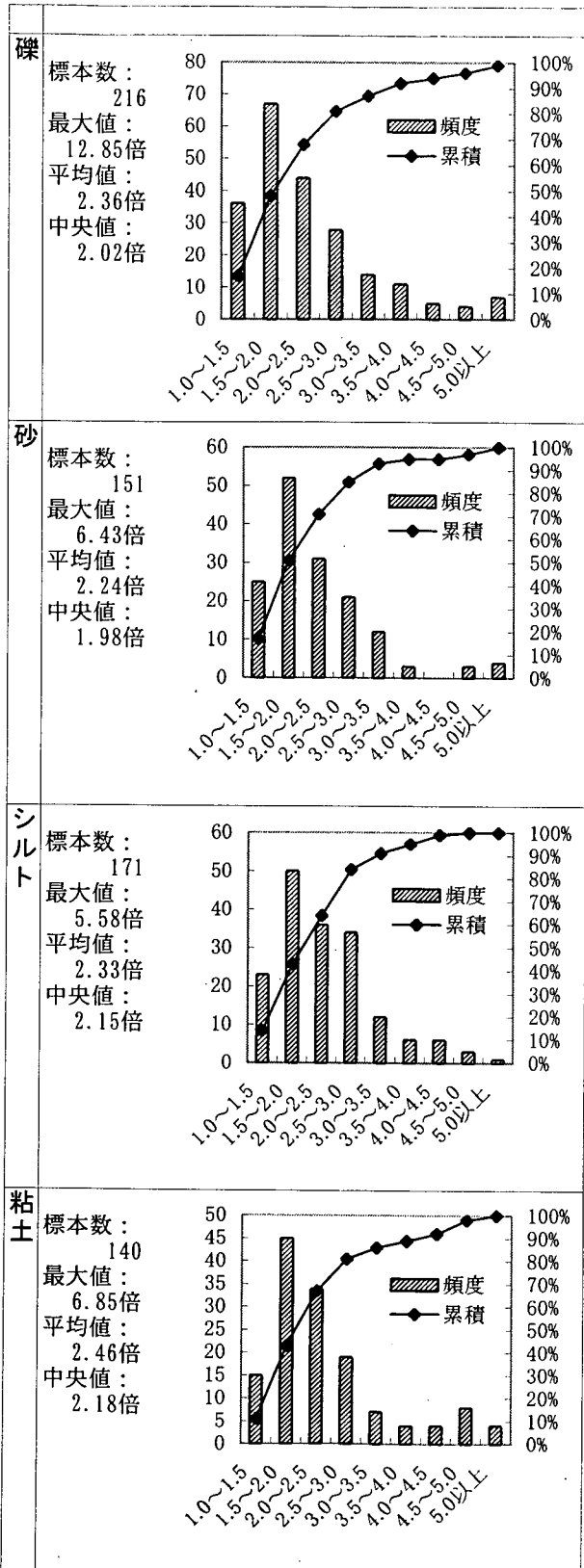


図 2-3-6 土質による比較

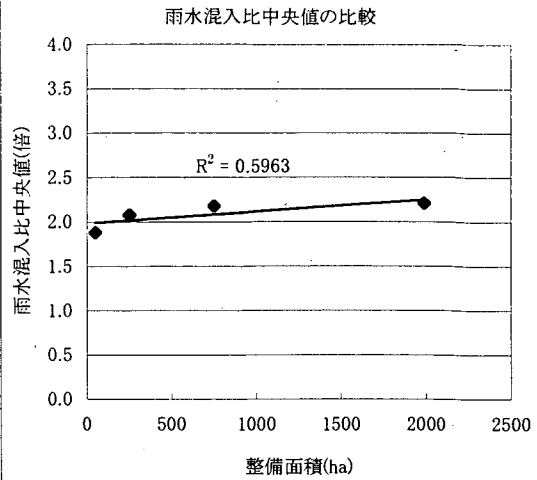
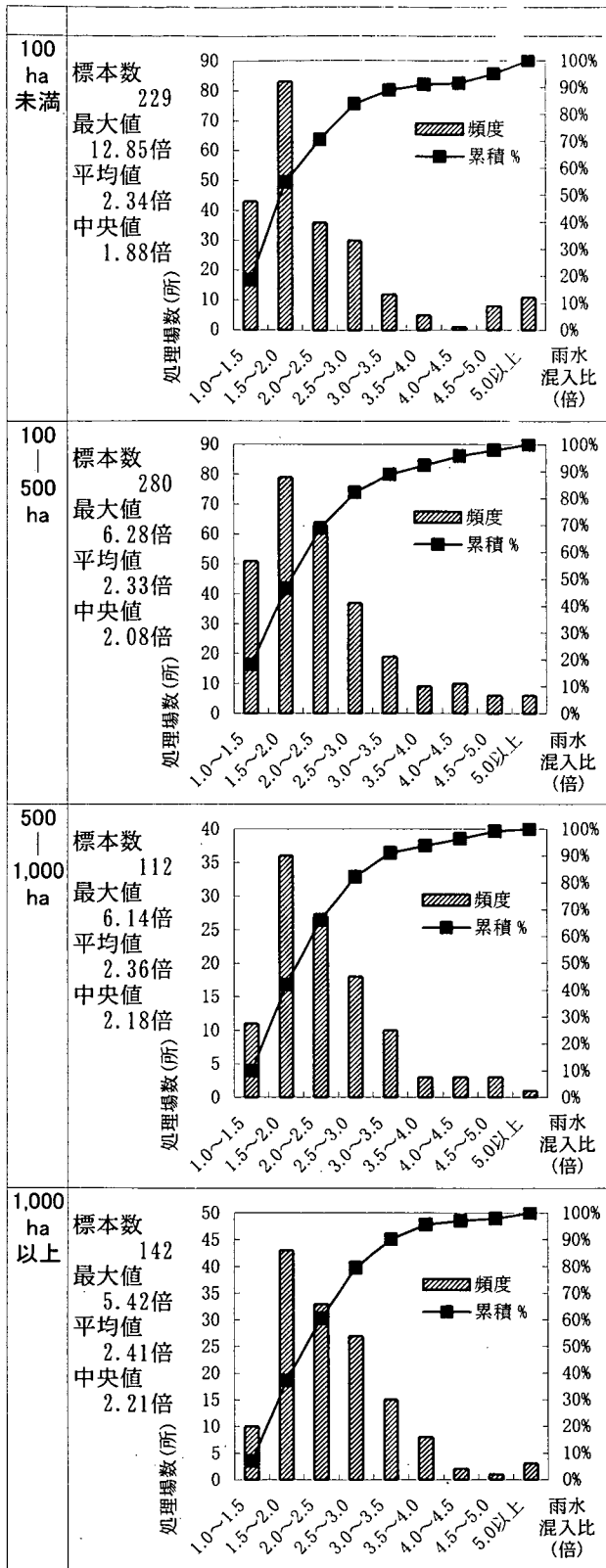
⑥整備面積による比較

整備面積規模により分類し、雨水混入比の傾向の把握を行った。

整備面積別の雨水混入比の中央値は、100ha未満で1.88倍、100～500haで2.08倍、500～1000haで2.18倍、1000ha以上で2.21倍、と規模が大きくなるほど中央値が高くなっている。その要因として、施設規模が小さいことにより問題箇所の特定及び改善が図りやすいためか、小規模な特環の施設が比較的新しい施設であること等が考えられる。なお、整備面積が大きいほど、径の大きい管渠が増加するものと考えられるが、この結果との関連は不明である。

表 2-3-8 整備面積による比較

対象	区間	標本数	最大値	平均値	中央値
全数	100ha未満	229	12.85	2.34	1.88
	100～500ha	280	6.28	2.33	2.08
	500～1000ha	112	6.14	2.36	2.18
	1000ha以上	142	5.42	2.41	2.21
うち流域	100ha未満	7	3.75	2.47	2.39
	100～500ha	18	5.26	2.51	2.36
	500～1000ha	18	6.14	2.31	2.11
	1000ha以上	69	5.16	2.51	2.26
うち公共	100ha未満	83	12.85	2.52	2.10
	100～500ha	230	6.28	2.32	2.04
	500～1000ha	93	4.92	2.35	2.20
	1000ha以上	71	5.42	2.31	2.20
うち特環	100ha未満	137	6.71	2.24	1.80
	100～500ha	31	5.47	2.37	2.23
	500～1000ha	0	—	—	—
	1000ha以上	0	—	—	—



※1,000ha以上の区間は区間内の中央値を適用

図 2-3-7 整備面積による比較

⑦水洗化人口による比較

水洗化人口規模により分類し、雨水混入比の傾向の把握を行った。

水洗化人口別の雨水混入比の中央値は、1万人未満で1.99倍、1～5万人で2.20倍、5～10万人で2.17倍、10万人以上で2.16倍、と規模の小さい方が比較的雨水混入比も小さくなっているが、明確な傾向をつかむことはできない。これは、雨天時浸入水は、管渠やます等の施設に入ってくるものであるため、人口規模に起因することは少ないためと考えられる。

表 2-3-9 水洗化人口による比較

対象	区間	標本数	最大値	平均値	中央値
全数	1万人未満	450	12.85	2.35	1.99
	1～5万人	205	6.14	2.37	2.20
	5～10万人	53	5.16	2.42	2.17
	10万人以上	55	4.19	2.30	2.16
うち流域	1万人未満	29	5.26	2.63	2.42
	1～5万人	35	6.14	2.54	2.24
	5～10万人	17	5.16	2.29	2.11
	10万人以上	31	4.19	2.37	2.26
うち公共	1万人未満	248	12.85	2.38	2.01
	1～5万人	169	5.42	2.34	2.20
	5～10万人	36	4.78	2.48	2.30
	10万人以上	24	3.32	2.21	2.14
うち特環	1万人未満	168	6.71	2.27	1.88
	1～5万人	0	—	—	—
	5～10万人	0	—	—	—
	10万人以上	0	—	—	—

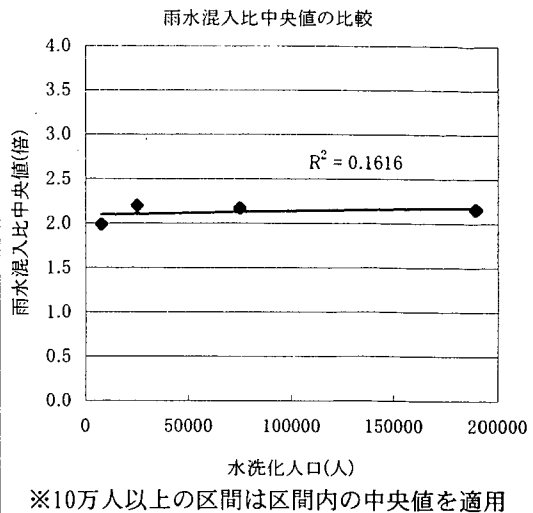
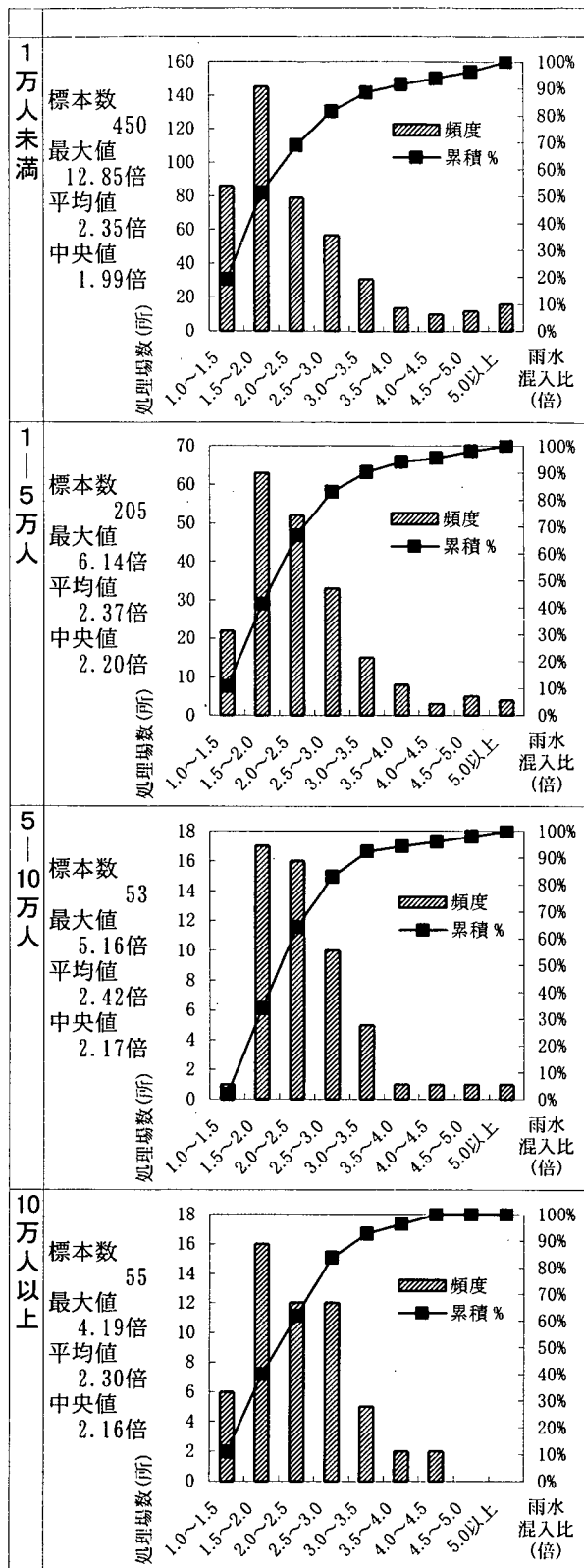


図 2-3-8 水洗化人口による比較

⑧有収水率による比較

有収水率と雨水混入比の間の傾向の把握を行った。

雨水混入比の中央値は、有収水率が高い方が雨水混入比も低い傾向にある。

一般に、不明水に占める雨天時浸入水の割合は低い。つまり有収水率が高いということは地下水等の一般に言う不明水が少ないことを意味している。一般の不明水が少ないほど雨天時浸入水も少ないと言うことは管路施設の管理が良く水密性が高い箇所では雨水浸入もある程度防がれていることを示している。

表 2-3-10 有収水率による比較

対象	区間	標本数	最大値	平均値	中央値
全数	60%未満	32	6.85	2.66	2.28
	60~70%	57	6.28	2.63	2.21
	70~80%	129	6.14	2.47	2.23
	80~90%	201	6.71	2.34	2.10
	90~100%	271	12.85	2.22	1.92
うち流域	60%未満	3	3.23	2.19	1.94
	60~70%	4	3.75	2.66	2.64
	70~80%	11	6.14	2.60	2.35
	80~90%	22	5.26	2.36	2.11
	90~100%	54	4.62	2.46	2.30
うち公共	60%未満	20	6.85	2.66	2.29
	60~70%	45	6.28	2.69	2.35
	70~80%	88	5.58	2.61	2.49
	80~90%	144	5.36	2.26	2.11
	90~100%	141	12.85	2.23	1.89
うち特環	60%未満	9	4.88	2.81	1.87
	60~70%	8	5.39	2.27	1.81
	70~80%	28	3.20	1.99	1.91
	80~90%	36	6.71	2.66	2.11
	90~100%	73	6.71	2.06	1.80

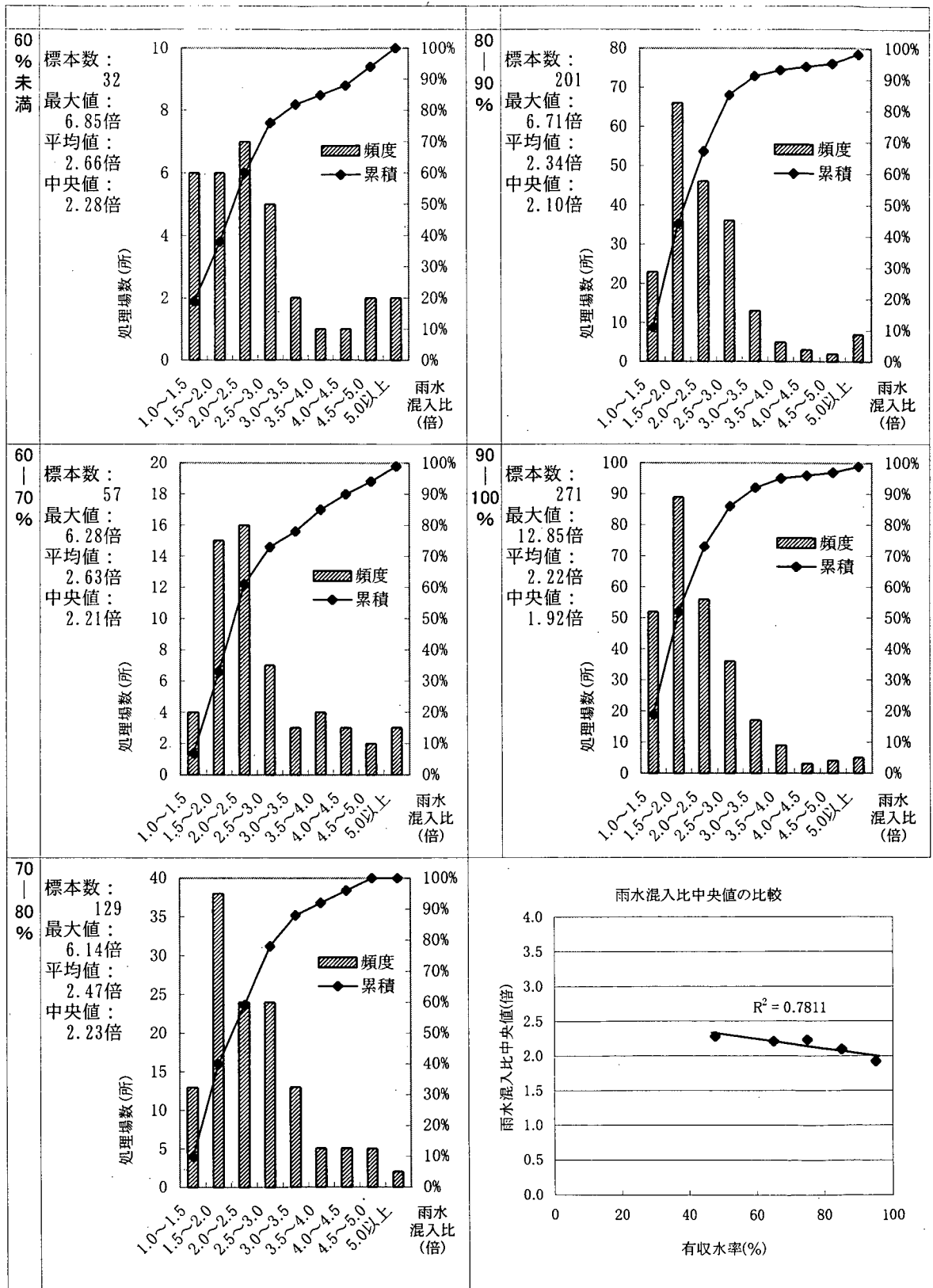


図 2-3-9 有収水率による比較

⑨降雨量による比較

降雨量と雨天時浸入水は比例関係にあると考えられるため、降雨量による雨水混入比の傾向の把握を行った。なお、降雨後しばらく続く間接浸入水の影響や、日にちをまたがる降雨を考慮して、降雨量は最大汚水量観測日及びその前日降雨量の合計値を用いた。

降雨量別の雨水混入比の中央値を雨量に応じて比較したところ、高い相関が見られた。この結果から、本調査での年間最大汚水量は雨天時浸入水が原因であると考えられる。

また、各処理場毎にこのような降雨量と雨水混入比の傾向を調べることで、雨天時の浸入水量の推測を行うことができるものと考えられる。

表 2-3-11 降雨量による比較

対象	区間	標本数	最大値	平均値	中央値
全数	50mm未満	79	4.99	1.94	1.62
	50～100mm	220	6.31	2.03	1.87
	100～150mm	250	6.85	2.41	2.26
	150～200mm	132	6.71	2.72	2.46
	200～250mm	41	5.26	2.64	2.65
うち流域	50mm未満	5	2.34	1.65	1.43
	50～100mm	41	3.89	1.98	1.87
	100～150mm	36	5.16	2.57	2.46
	150～200mm	18	6.14	3.26	3.08
	200～250mm	7	5.26	5.25	2.97
うち公共	50mm未満	45	4.75	2.08	1.79
	50～100mm	126	5.58	2.09	1.96
	100～150mm	160	6.85	2.34	2.20
	150～200mm	90	6.49	2.66	2.45
	200～250mm	26	12.85	5.99	2.24
うち特環	50mm未満	29	4.99	1.77	1.55
	50～100mm	49	6.31	1.95	1.71
	100～150mm	52	6.71	2.53	2.15
	150～200mm	24	6.71	2.54	1.98
	200～250mm	8	6.43	5.19	2.77

降雨量として流量観測当日の降雨量と前日の降雨量の合計値を用いた。

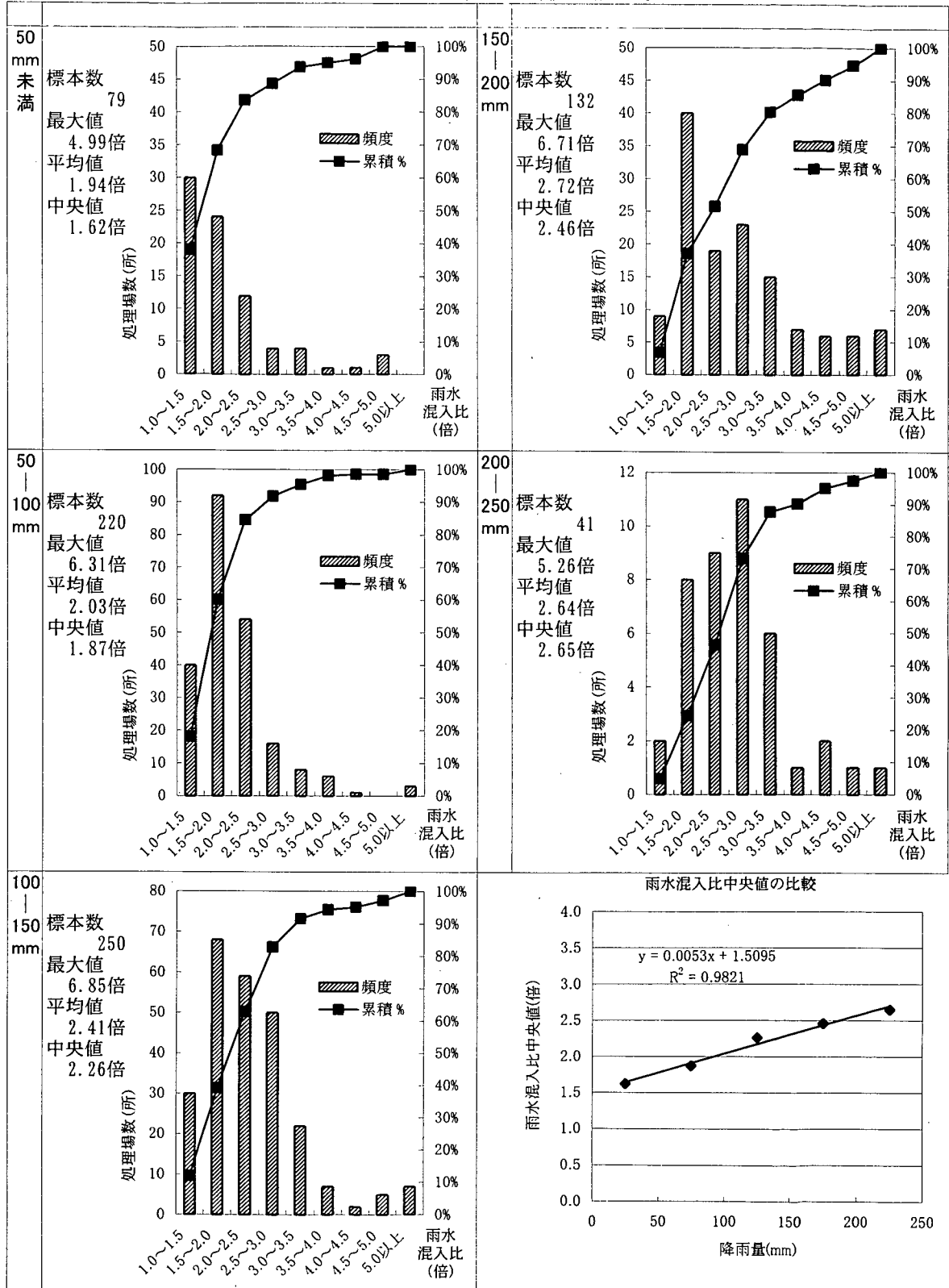


図 2-3-10 降雨量による比較

⑩単位面積あたり管渠延長による比較

管渠延長が長いほど雨天時浸入水が生じやすくなると考えられるため、単位面積あたりの管渠延長による雨水混入比への影響の把握を行った。

しかし、雨水混入比の中央値と単位面積あたりの管渠延長の間に明確な傾向をつかむことはできなかった。また、流域、公共、特環別に見ても共通の傾向を得ることは出来ない。管渠延長は不明水に対し大きな影響因子と考えられるが、他の要因が複雑に関係し、明確な傾向をつかむことは難しいと考えられる。

表 2-3-12 単位面積あたり管渠延長による比較

対象	区間	標本数	最大値	平均値	中央値
全数	100m/ha未満	101	6.85	2.45	2.25
	100～200m/ha	173	12.85	2.50	2.21
	200～300m/ha	364	6.71	2.31	2.02
	300～400m/ha	92	6.40	2.27	1.92
	400～500m/ha	21	3.31	2.12	2.08
うち流域	100m/ha未満	41	6.14	2.68	2.57
	100～200m/ha	11	3.70	2.41	2.34
	200～300m/ha	46	5.16	2.27	2.08
	300～400m/ha	10	5.26	2.63	2.05
	400～500m/ha	3	2.77	2.47	2.48
うち公共	100m/ha未満	47	6.85	2.29	2.04
	100～200m/ha	122	12.85	2.47	2.18
	200～300m/ha	259	6.49	2.33	2.05
	300～400m/ha	42	4.56	2.30	2.07
	400～500m/ha	4	3.31	2.72	2.81
うち特環	100m/ha未満	9	6.71	2.56	1.86
	100～200m/ha	39	6.31	2.61	2.31
	200～300m/ha	59	6.71	2.23	1.79
	300～400m/ha	40	6.40	2.16	1.85
	400～500m/ha	13	2.90	1.91	1.79

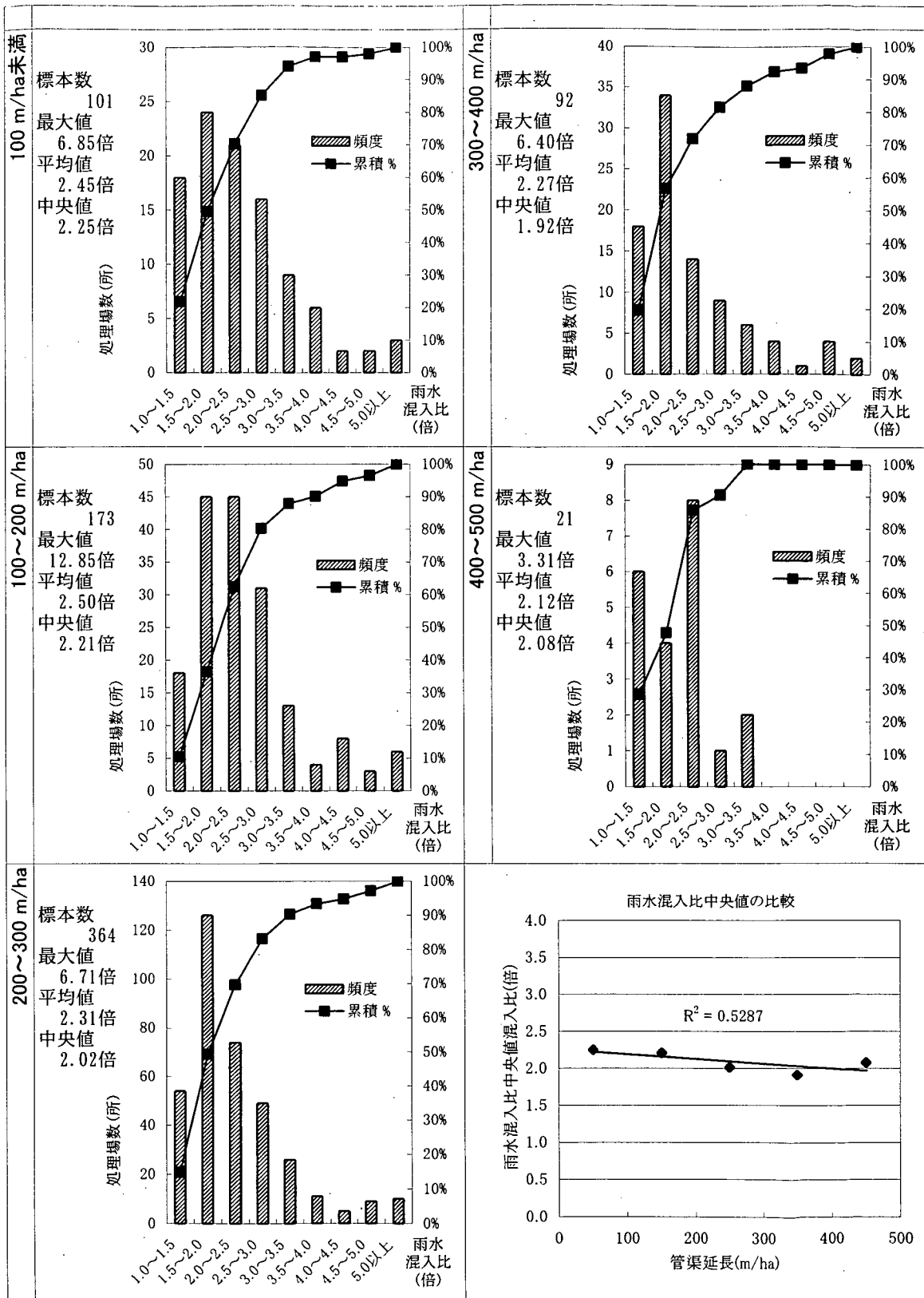


図 2-3-11 単位面積あたり管渠延長による比較

⑪単位面積あたりマンホール数による比較

マンホール数が多くなるほど管渠とマンホールとの接続箇所が増え、雨天時浸入水が生じやすくなると考えられるため、単位面積あたりのマンホール数による雨水混入比への影響の把握をおこなった。

しかし、単位面積あたりのマンホール数が増えるほど、雨水混入比の中央値は小さくなっており、一般的に考えられる逆の結果となった。

マンホール数は、不明水に対し大きな影響因子と考えられるが、他の要因が複雑に関係し、今回の調査では明確な傾向をつかむことができなかった。

表 2-3-13 単位面積あたりマンホール数による比較

対象	区間	標本数	最大値	平均値	中央値
全数	4個/ha未満	162	6.85	2.47	2.26
	4～8個/ha	326	6.49	2.34	2.13
	8～12個/ha	210	12.85	2.36	1.98
	12～16個/ha	35	4.51	2.14	1.88
	16～20個/ha	20	3.61	2.08	1.91
うち流域	4個/ha未満	45	6.14	2.63	2.54
	4～8個/ha	39	5.16	2.36	2.12
	8～12個/ha	25	5.26	2.38	2.02
	12～16個/ha	3	2.77	2.50	2.56
	16～20個/ha	0	—	—	—
うち公共	4個/ha未満	81	6.85	2.40	2.05
	4～8個/ha	237	6.49	2.33	2.14
	8～12個/ha	130	12.85	2.41	2.08
	12～16個/ha	13	3.71	2.26	2.30
	16～20個/ha	11	3.61	2.25	1.97
うち特環	4個/ha未満	31	6.71	2.51	2.28
	4～8個/ha	50	5.39	2.36	2.11
	8～12個/ha	54	6.71	2.27	1.82
	12～16個/ha	19	4.51	2.01	1.76
	16～20個/ha	9	2.54	1.87	1.70

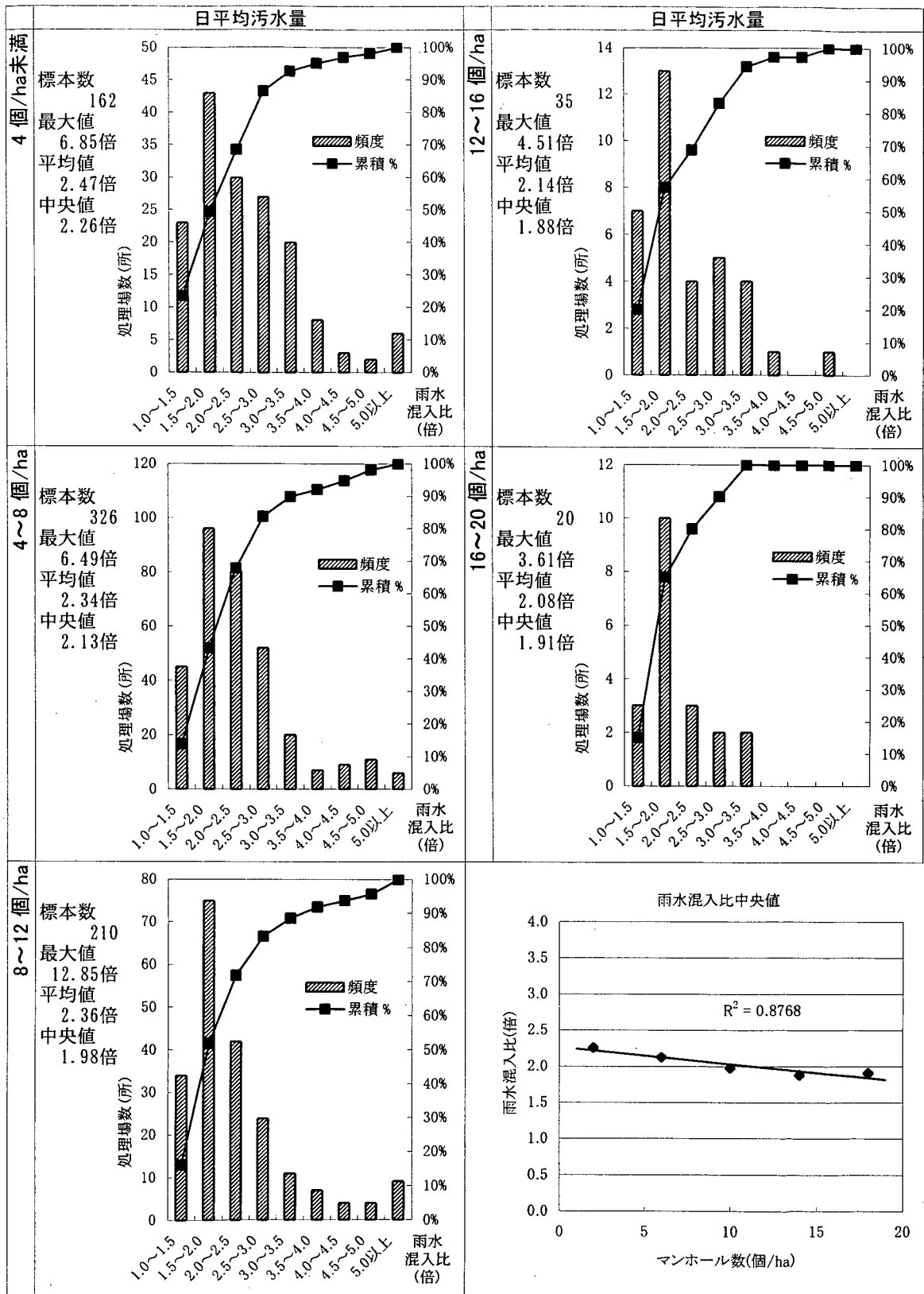


図 2-3-12 単位面積あたりマンホール数による比較

⑫単位面積あたり汚水柵数による比較

汚水柵数と雨天時浸入水は比例関係にあると考えられるため、単位面積あたり汚水柵数による雨水混入比への影響の把握を行った。

しかし、雨水混入比の中央値と単位面積あたりの汚水柵数の間に明確な傾向をつかむことはできなかった。また、流域、公共、特環別に見ても共通の傾向を得ることは出来ない。汚水柵数は、不明水に対し大きな影響因子と考えられるが、他の要因が複雑に関係し、明確な傾向をつかむことは難しいと考えられる。

表 2-3-14 単位面積あたり汚水柵数による比較

対象	区間	標本数	最大値	平均値	中央値
全数	5個/ha未満	191	12.85	2.42	2.11
	5～10個/ha	181	6.49	2.40	2.05
	10～15個/ha	218	5.58	2.24	2.04
	15～20個/ha	105	5.26	2.33	2.08
	20～25個/ha	41	5.56	2.46	2.08
うち流域	5個/ha未満	47	6.14	2.51	2.39
	5～10個/ha	14	5.03	2.27	2.18
	10～15個/ha	29	3.70	2.34	2.14
	15～20個/ha	11	5.26	2.86	2.24
	20～25個/ha	5	5.16	2.74	1.98
うち公共	5個/ha未満	100	12.85	2.36	2.00
	5～10個/ha	94	6.49	2.39	2.07
	10～15個/ha	146	5.58	2.32	2.07
	15～20個/ha	86	4.64	2.31	2.10
	20～25個/ha	31	5.56	2.56	2.18
うち特環	5個/ha未満	38	6.71	2.56	2.13
	5～10個/ha	73	6.43	2.43	1.99
	10～15個/ha	43	3.28	1.91	1.76
	15～20個/ha	8	2.15	1.73	1.74
	20～25個/ha	5	2.52	1.73	1.43

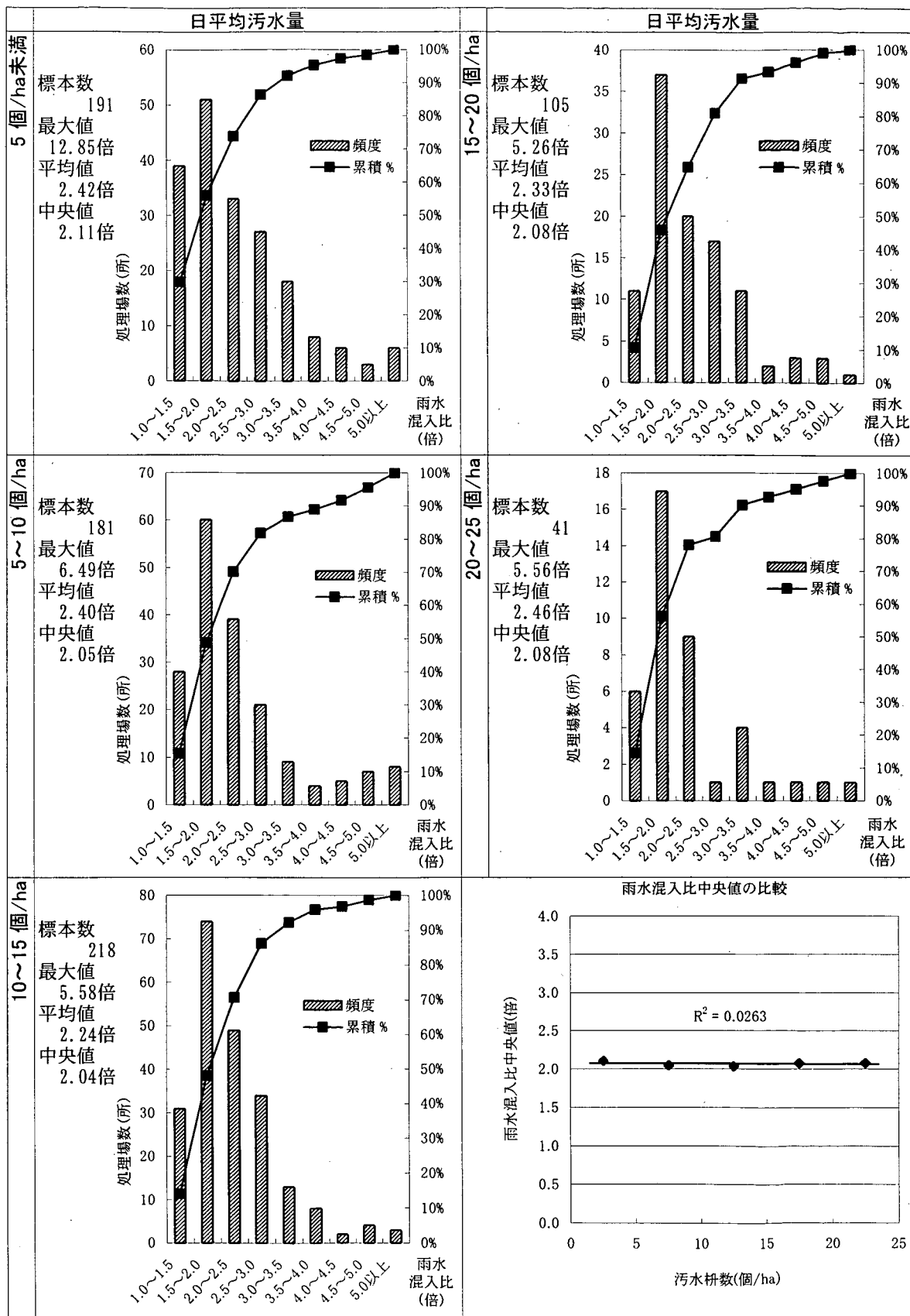


図 2-3-13 単位面積あたり汚水柵数による比較

⑬地域による比較

地域別の雨水混入比の中央値は、1.76～2.60倍と幅を持っている。雨水混入比が大きかった地域は東北と関東、四国であり、雨水混入比が2.0を超えるものが約6割を超している。しかし、降雨強度や降雨量の大きいと考えられる九州では、雨水混入比の中央値が2.00倍と全国的にみてもやや低い結果となった。この要因として調査対象年における地域毎の降雨量が影響していることが考えられるため、地区別に降雨量を勘案した検討は、後述の”（2）地域性による検討”の中で検討する。

表 2-3-15 地域による比較

全数	標本数	最大値	平均値	中央値
北海道	79	6.31	2.49	2.21
東北地方	88	6.85	2.64	2.55
関東地方	105	6.49	2.88	2.60
北陸地方	87	4.96	1.92	1.78
中部地方	121	4.27	2.01	1.85
近畿地方	81	6.71	2.33	2.14
中国地方	74	5.56	2.04	1.76
四国地方	24	12.85	3.25	2.48
九州地方	104	6.43	2.27	2.00

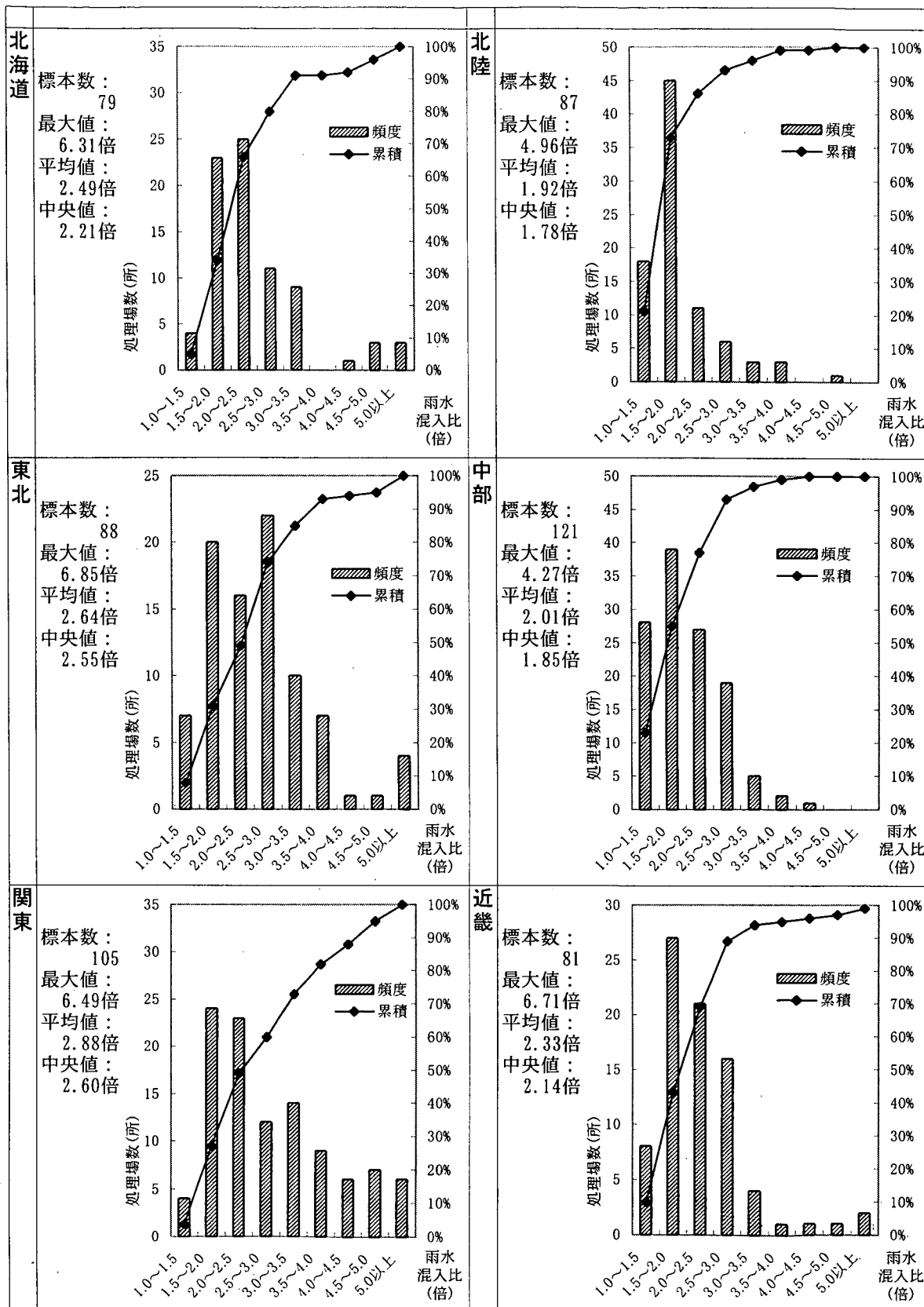


図 2-3-14 地域による比較 (その1)

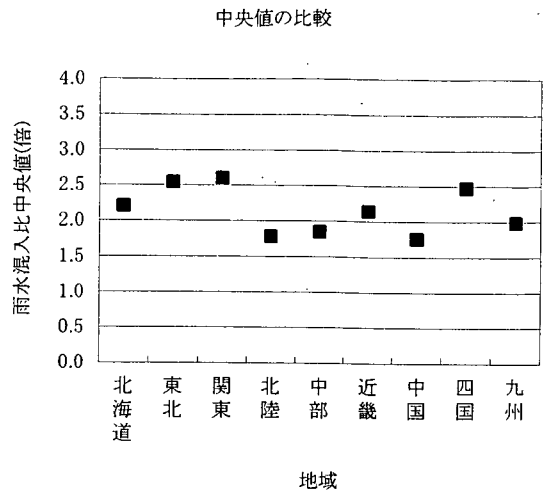
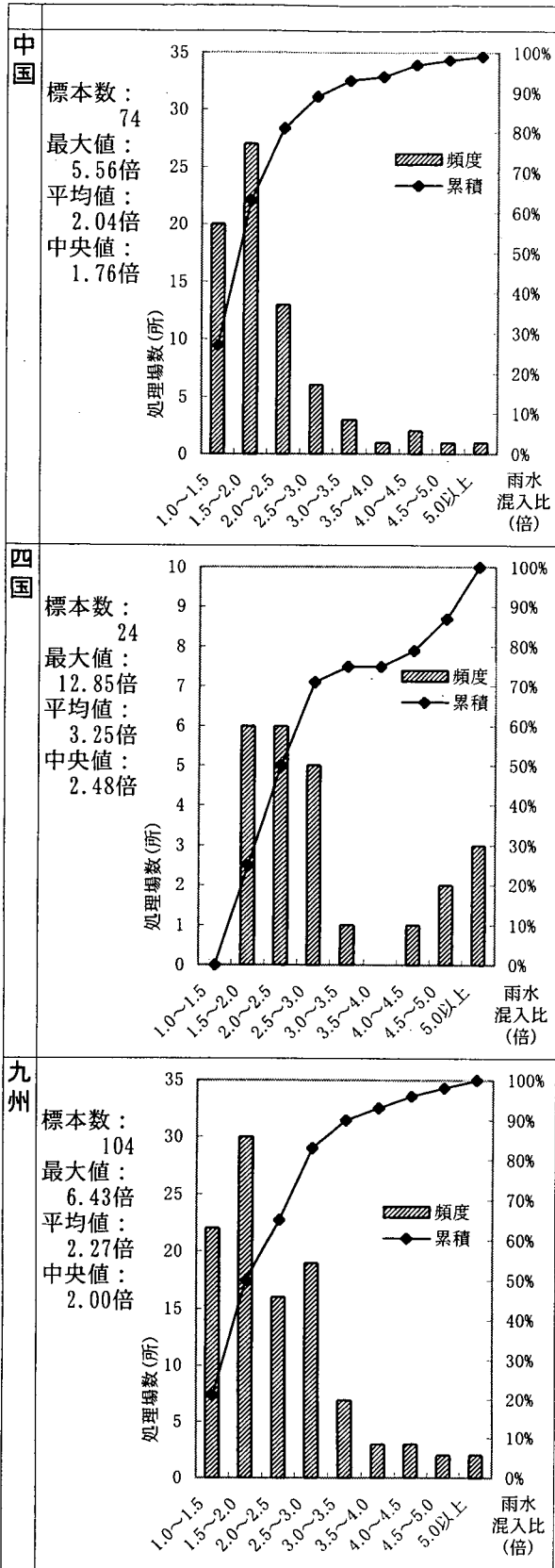


図 2-3-15 地域による比較 (その 2)

(3) 地域性についての検討

”(2) ⑬地域による比較”において、地域別の雨水混入比中央値は、東北と、関東、四国でそれぞれ 2.55、2.60、2.48 と他地域に比べ高いものの、一般に降雨強度や降雨量の大きい九州では、雨水混入比の中央値が 2.00 倍と全国的にみてもやや低い結果となり、必ずしも一般的に考えられる地域的な降雨量の大小と比例していなかった。そこで、ここでは、地区別に降雨量に対する雨水混入比の検討を行った。

①地域別の降雨量の比較

地域別の降雨量を比較すると、関東と四国の降雨量は他に比較して高く、この 2 地域については調査年度において局地的に大きな降雨があったため、雨水混入比が高くなったものと考えられる。しかしながら東北では降雨量は平均的だが雨水混入比が高く、逆に九州では降雨量は多いものの雨水混入比は低い結果となった。

②地域別の降雨量と雨水混入比の比較

地域別に降雨量と雨水混入比を比較すると、標本数が少ないため明確な傾向は現れなかったが、東北、関東においては降雨量が少ない都市でも雨水混入比は全体的に高い値を取った。

①地域別の降雨量の比較

降雨量として年間最大流入量当日と前日の雨量の合計値を用いた

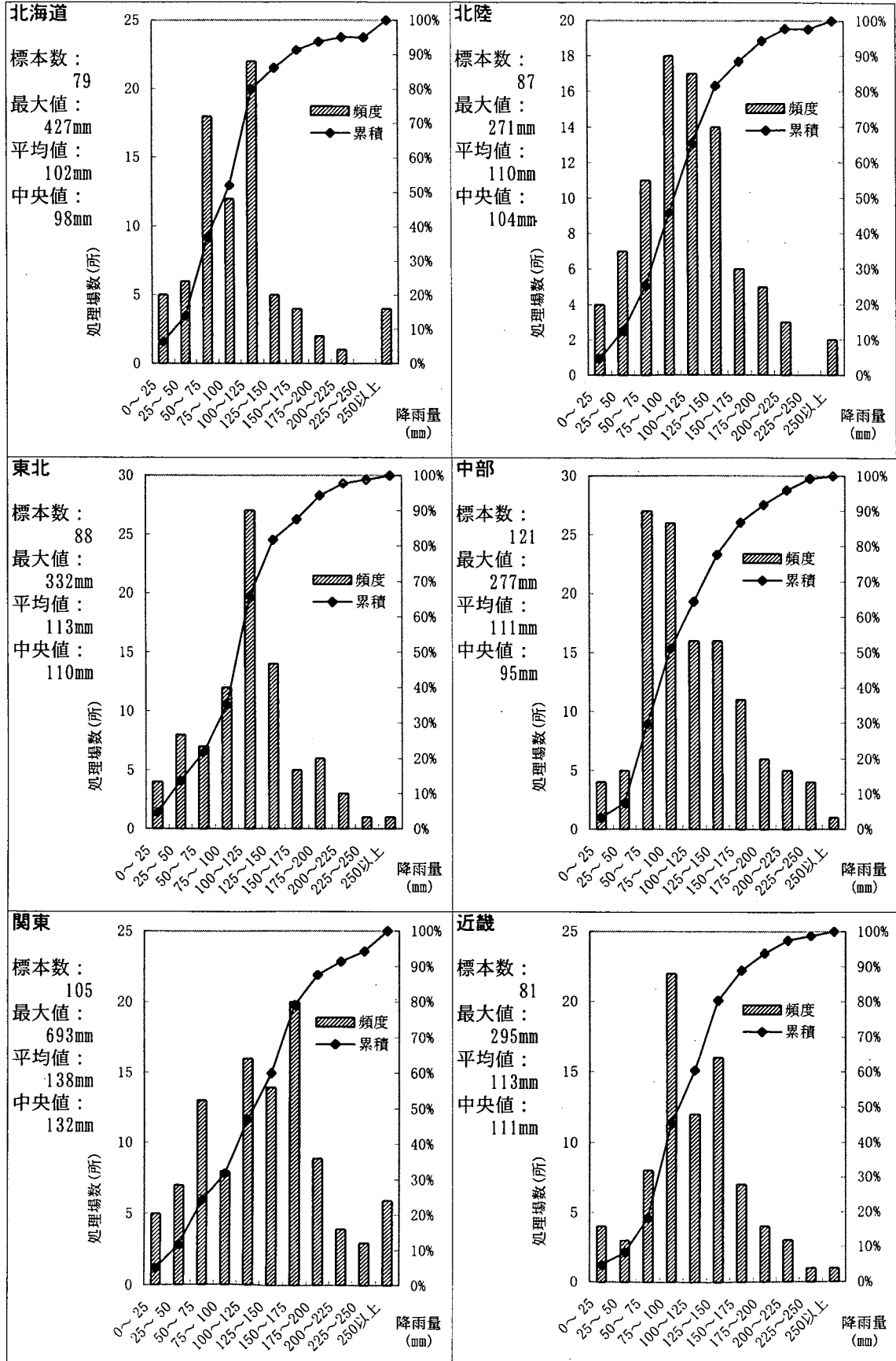


図 2-3-16 地域別降雨量の比較 (その 1)

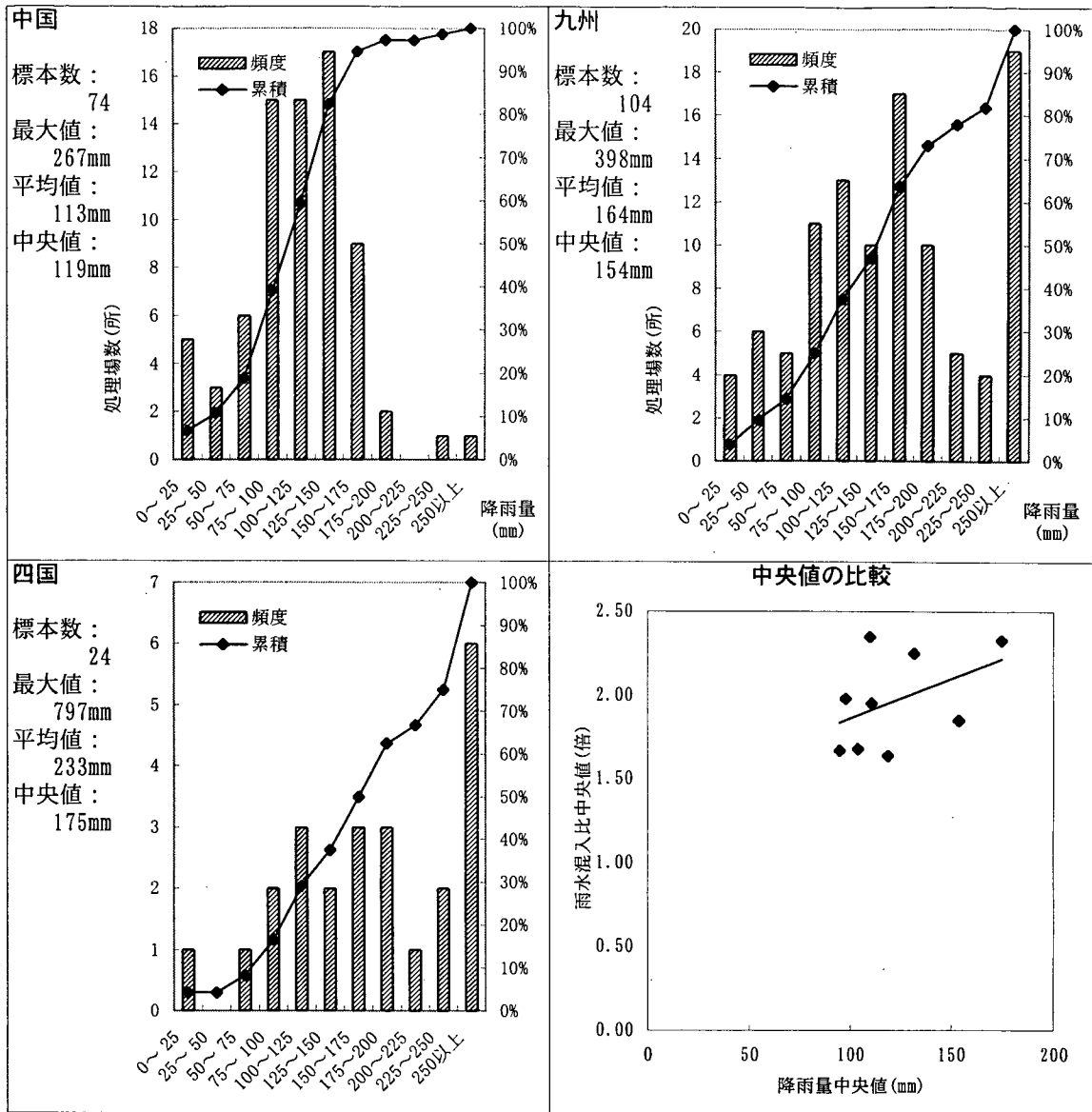
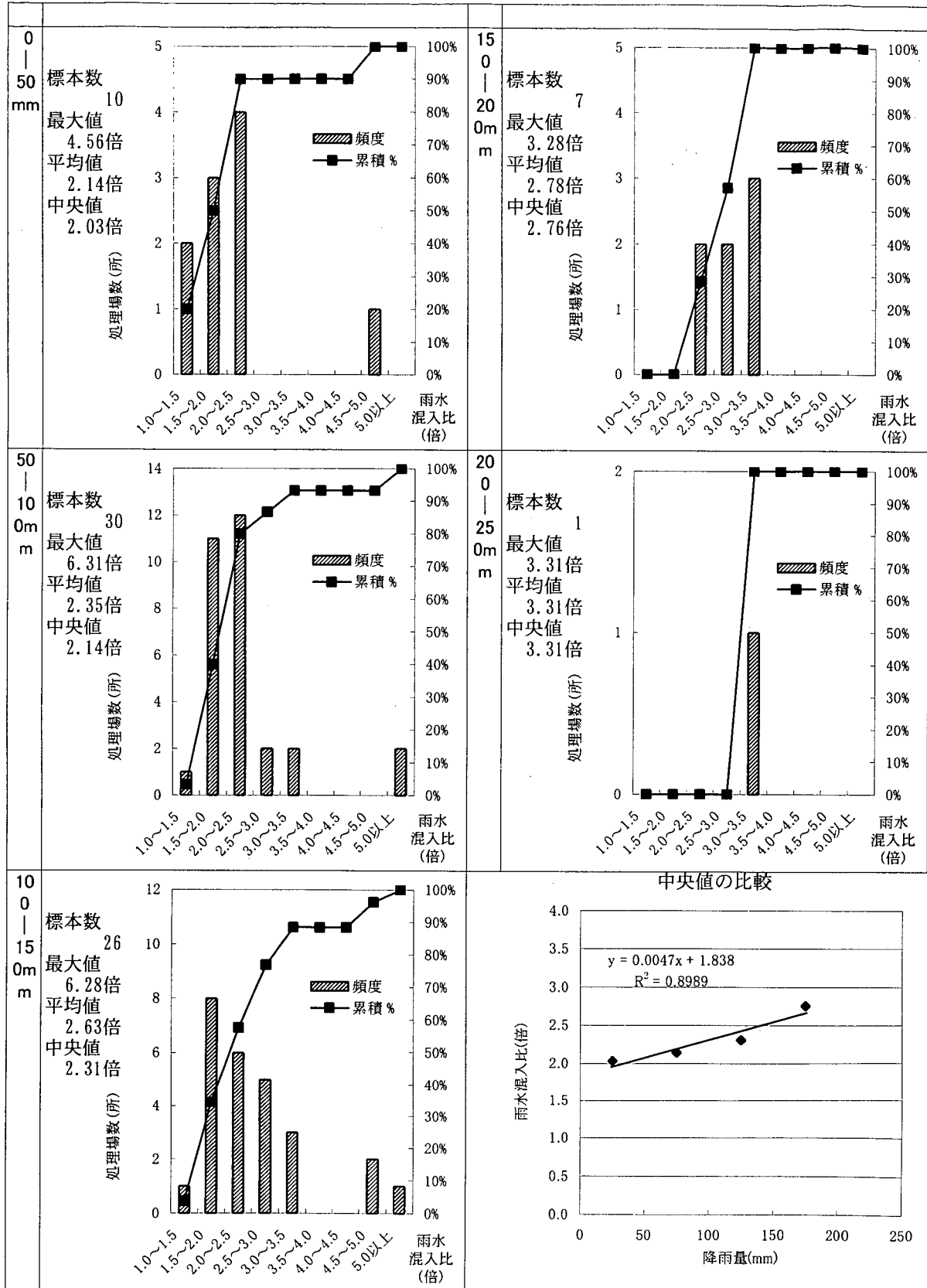


図 2-3-17 地域別降雨量の比較 (その 2)

表 2-3-16 地域別の降雨量の比較

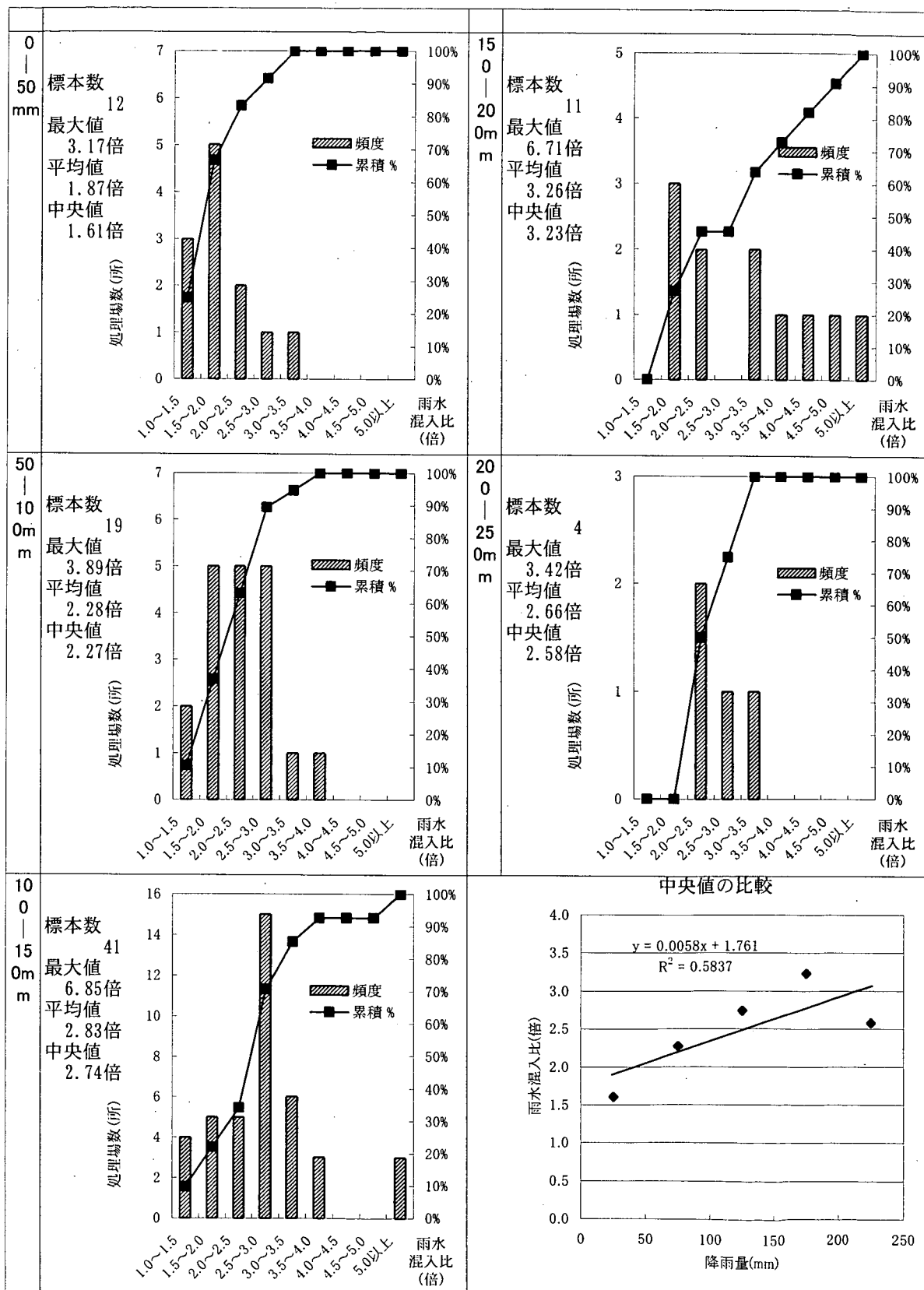
	降雨量 (mm)			雨水混入比		
	最大値	平均値	中央値	最大値	平均値	中央値
北海道	427	102	98	6.31	2.49	2.21
東北	332	113	110	6.85	2.64	2.55
関東	693	138	132	6.49	2.88	2.60
北陸	271	110	104	4.96	1.92	1.78
中部	277	111	95	4.27	2.01	1.85
近畿	295	113	111	6.71	2.33	2.14
中国	267	113	119	5.56	2.04	1.76
四国	797	233	175	12.85	3.25	2.48
九州	398	164	154	6.43	2.27	2.00

②地域別の降雨量と雨水混入比の比較
北海道



※降雨量として流量観測当日の降雨量と前日の降雨量の合計値を用いた。

図 2-3-18 地域別降雨量と雨水混入比の比較 (北海道)



降雨量として流量観測当日の降雨量と前日の降雨量の合計値を用いた。

図 2-3-19 地域別降雨量と雨水混入比の比較（東北）

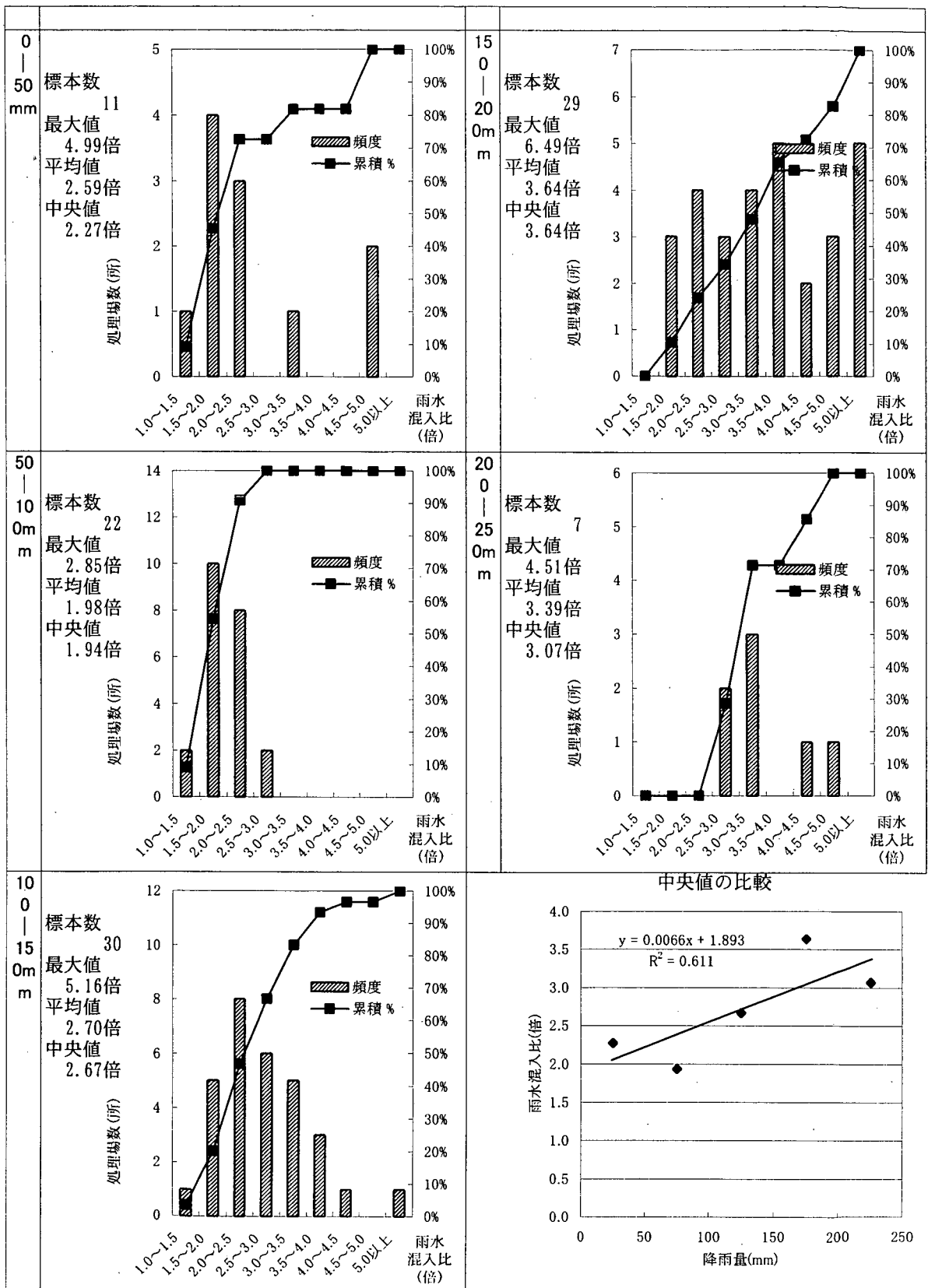
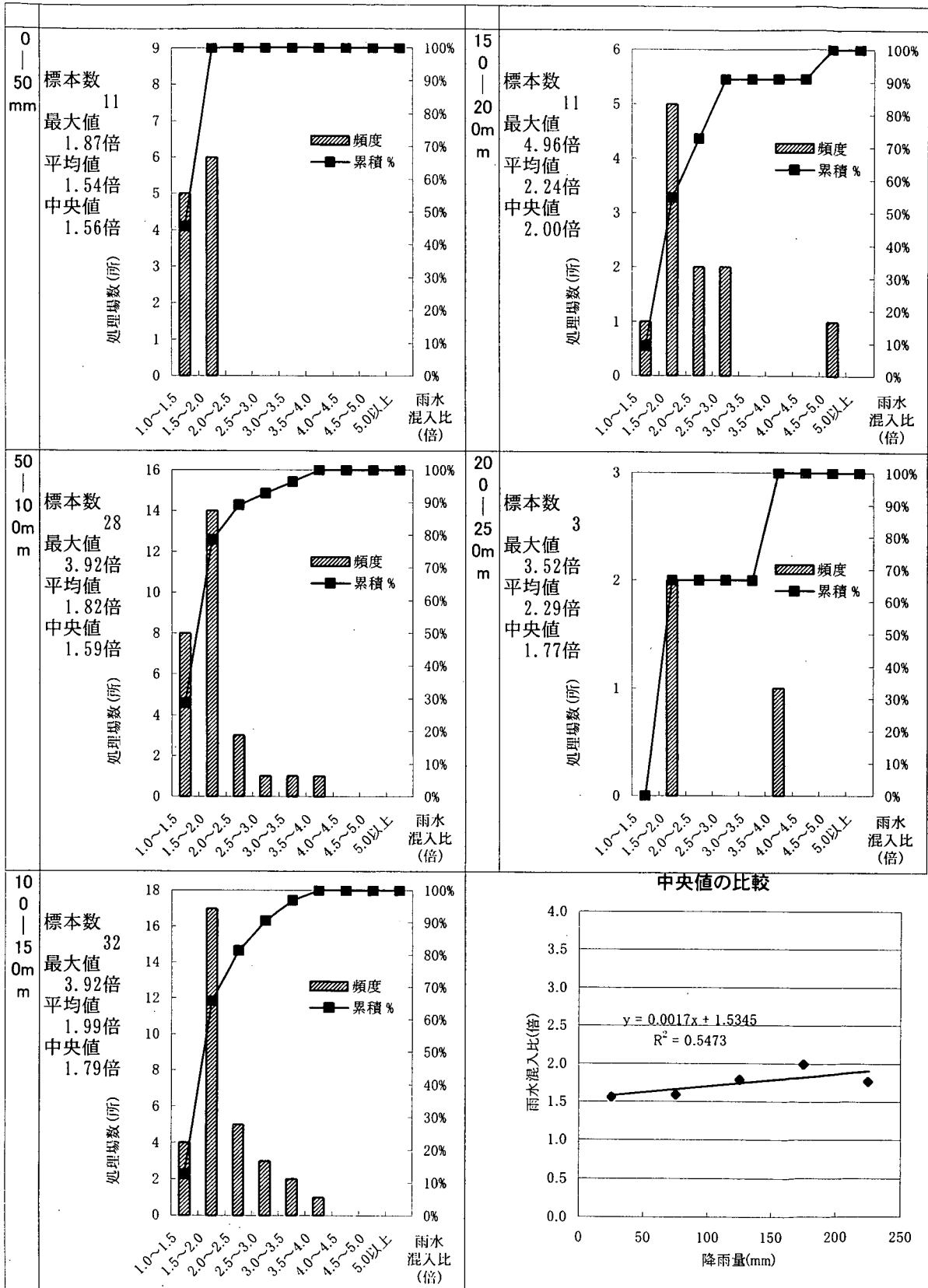


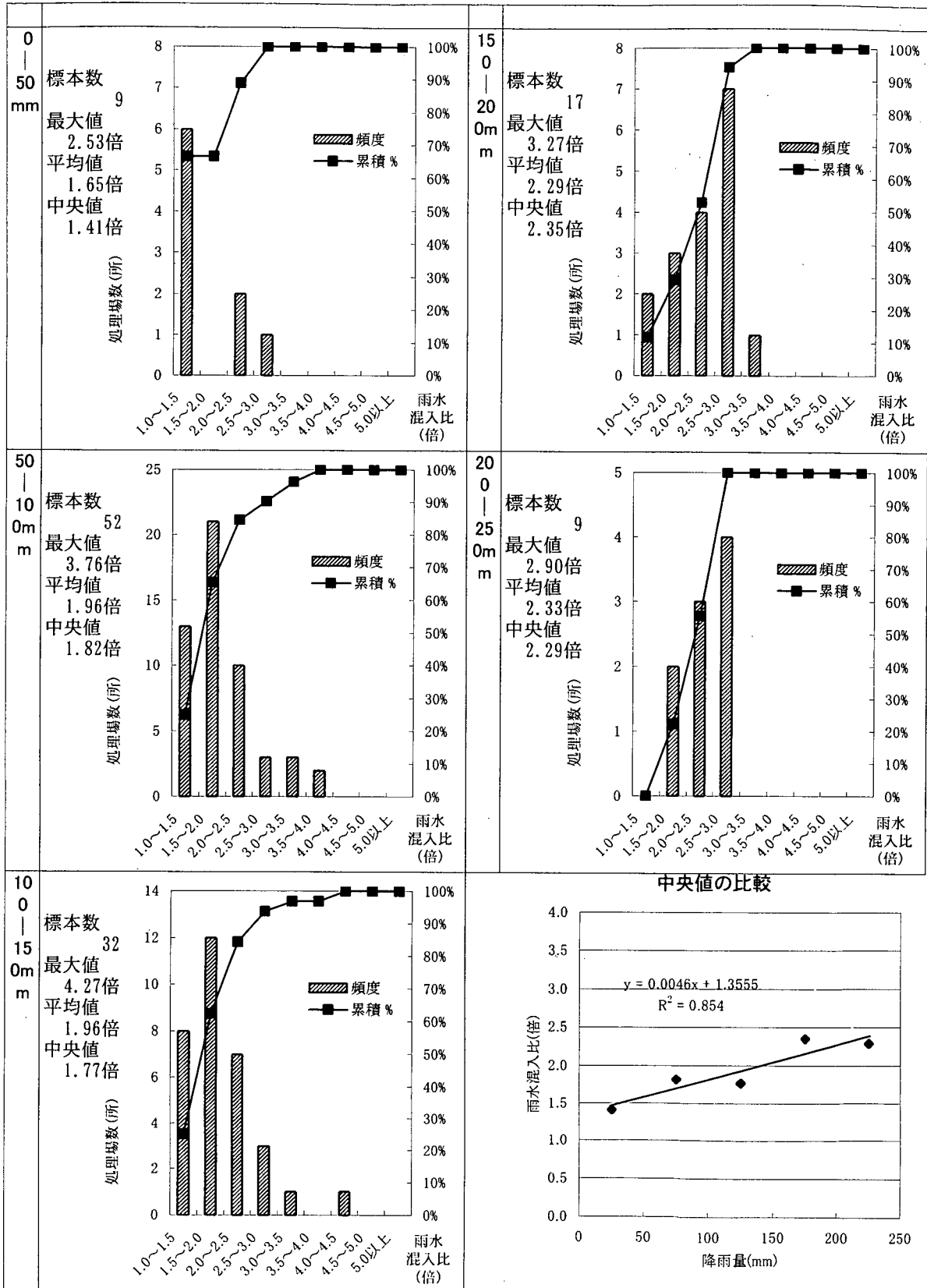
図 2-3-20 地域別降雨量と雨水混入比の比較 (関東)



降雨量として流量観測当日の降雨量と前日の降雨量の合計値を用いた。

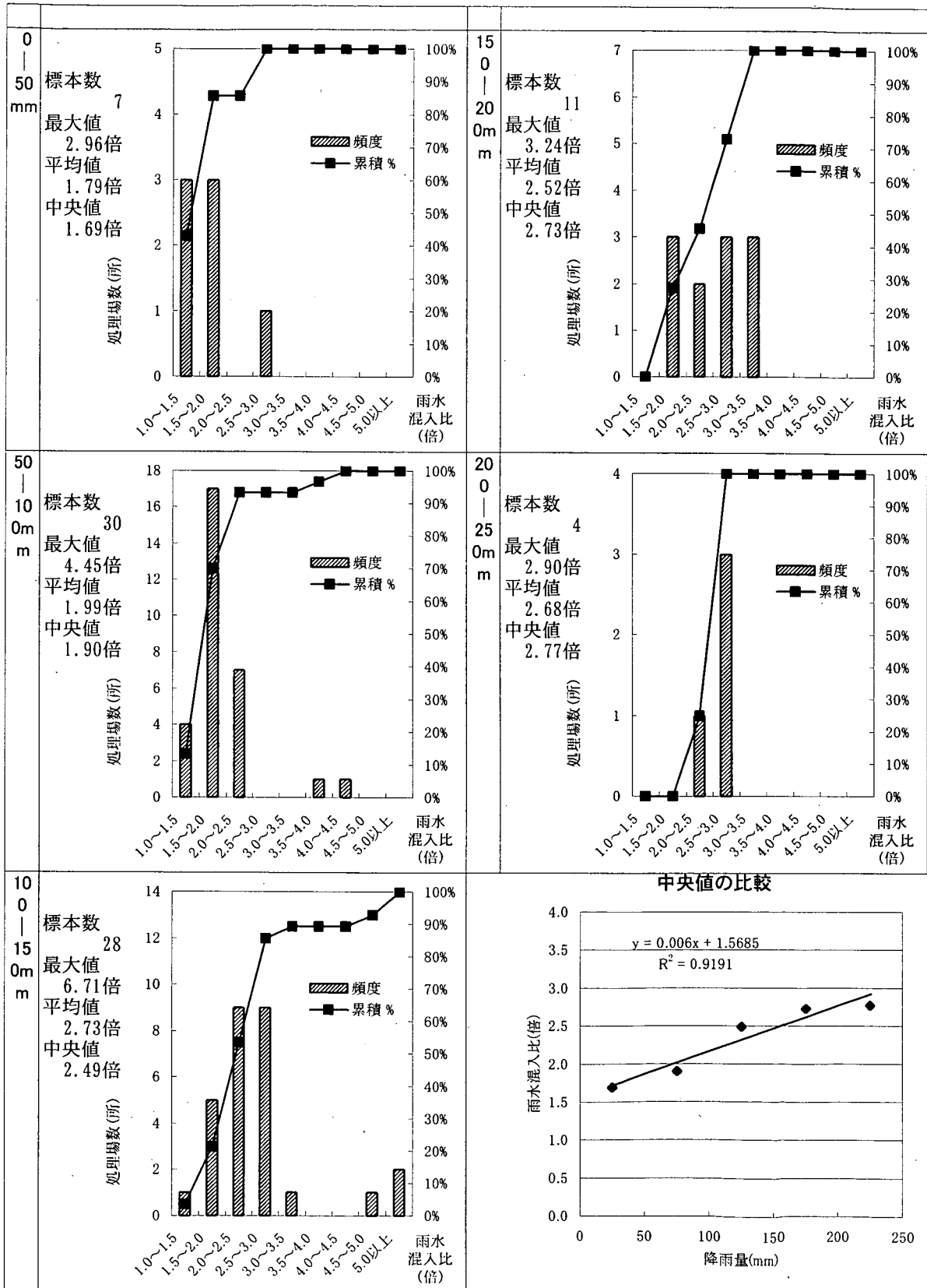
図 2-3-21 地域別降雨量と雨水混入比の比較（北陸）

中部



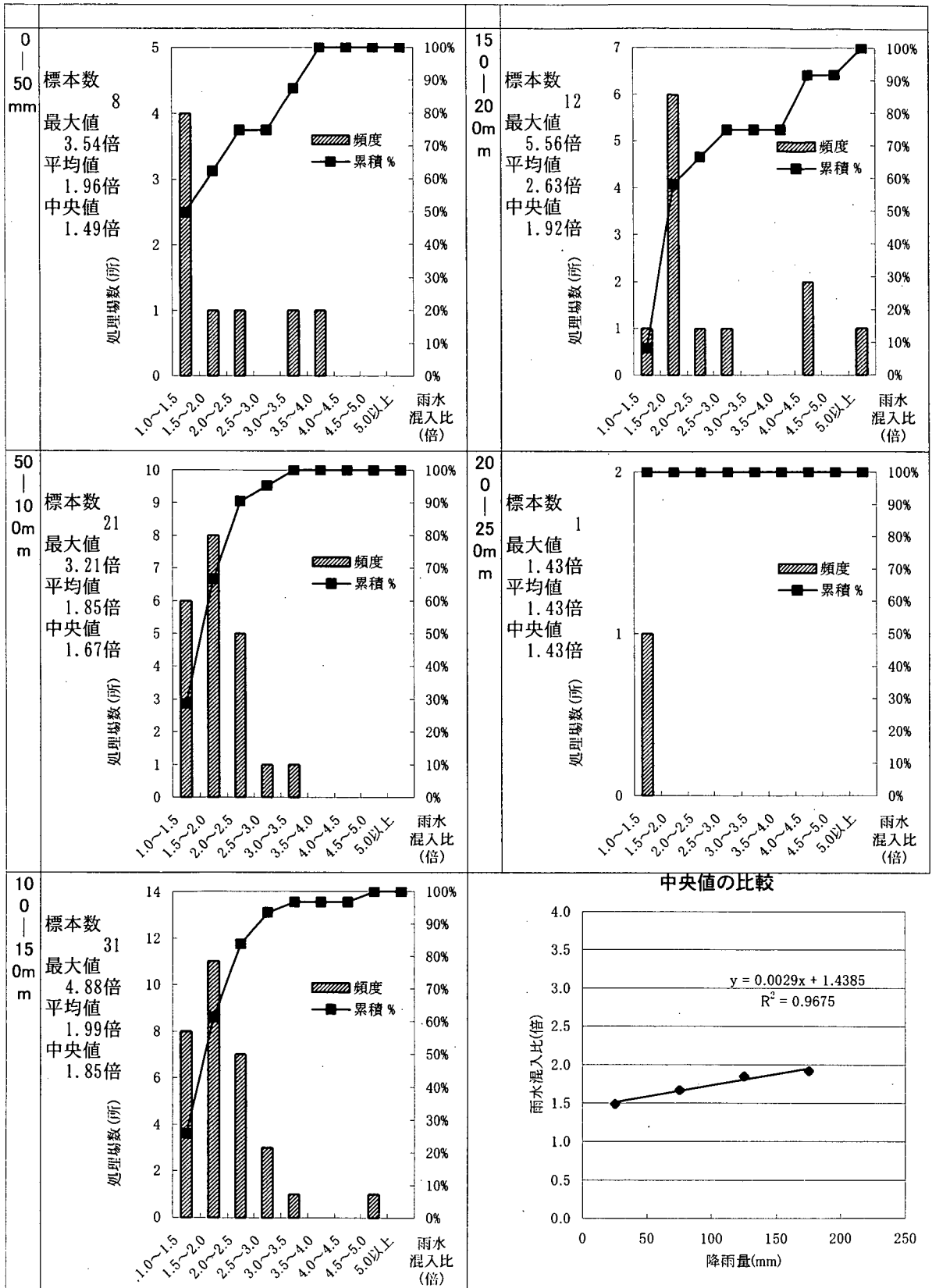
降雨量として流量観測当日の降雨量と前日の降雨量の合計値を用いた。

図 2-3-22 地域別降雨量と雨水混入比の比較 (中部)



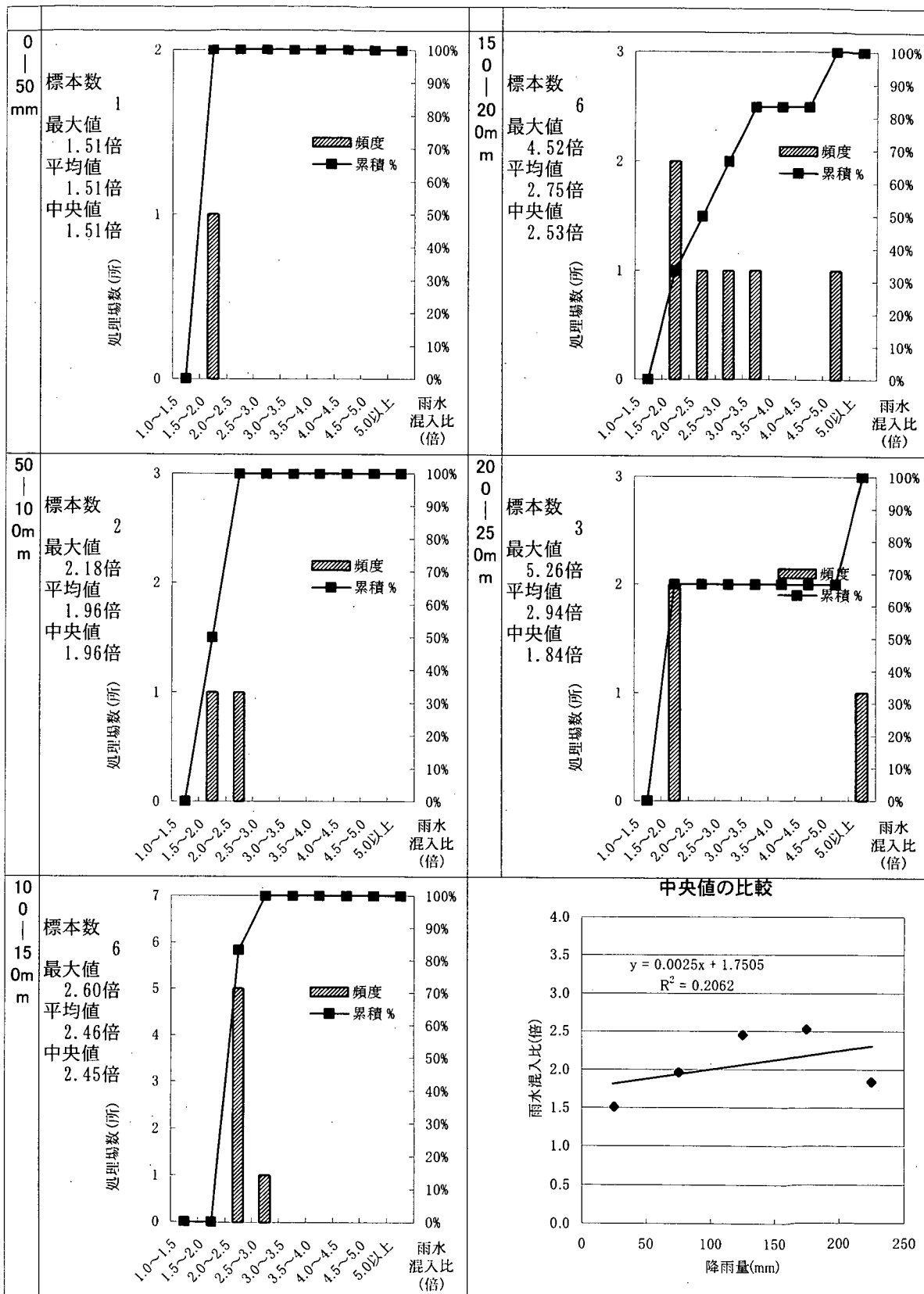
降雨量として流量観測当日の降雨量と前日の降雨量の合計値を用いた。

図 2-3-23 地域別降雨量と雨水混入比の比較 (近畿)



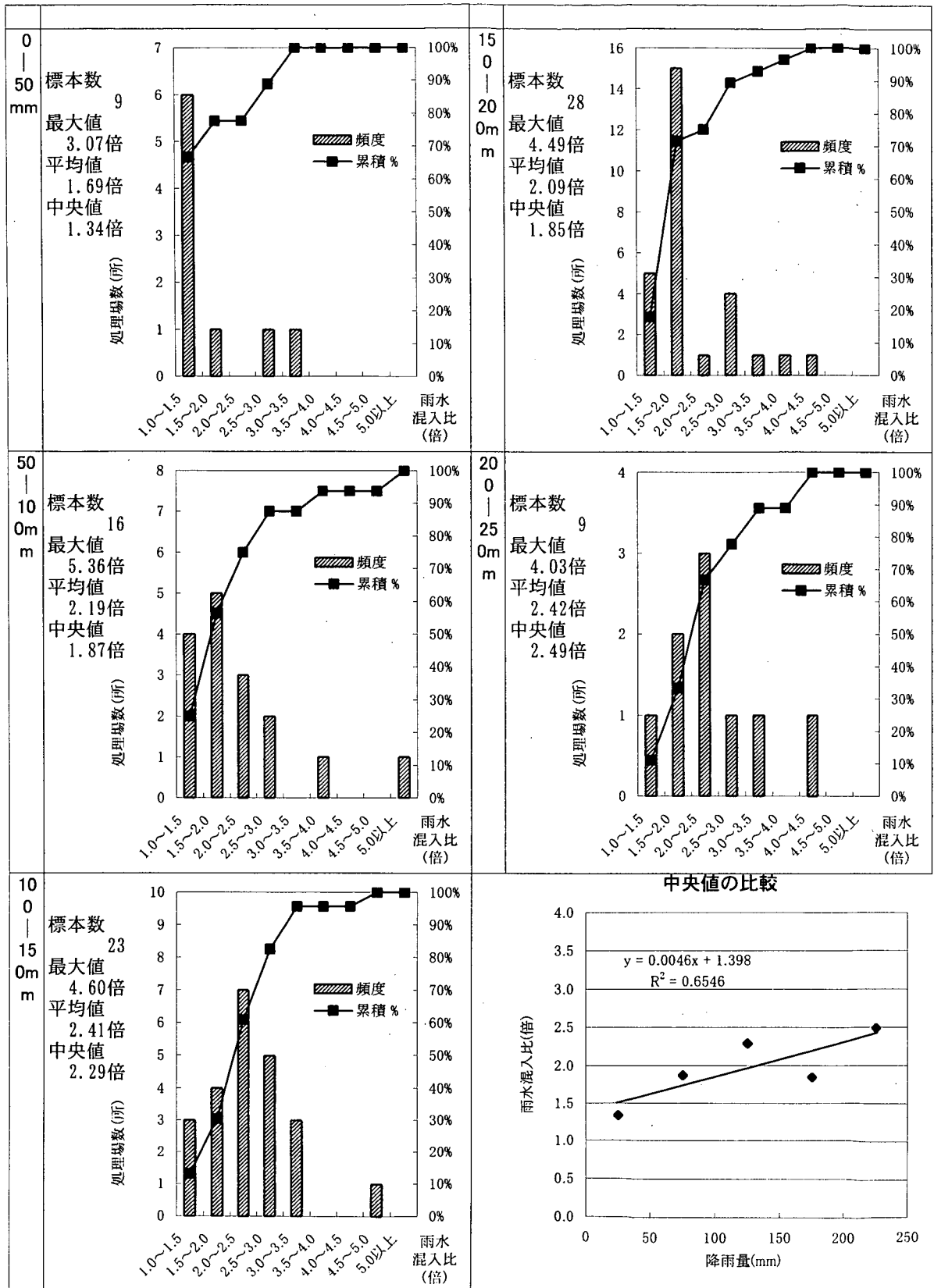
降雨量として流量観測当日の降雨量と前日の降雨量の合計値を用いた。

図 2-3-24 地域別降雨量と雨水混入比の比較 (中国)



降雨量として流量観測当日の降雨量と前日の降雨量の合計値を用いた。

図 2-3-25 地域別降雨量と雨水混入比の比較 (四国)



降雨量として流量観測当日の降雨量と前日の降雨量の合計値を用いた。

図 2-3-26 地域別降雨量と雨水混入比の比較 (九州)

(4) 汚水処理能力に対する雨天時汚水量の比較

処理場能力に対する年間最大汚水量の比較を行った。

①現有能力

②認可能力

③全体計画能力

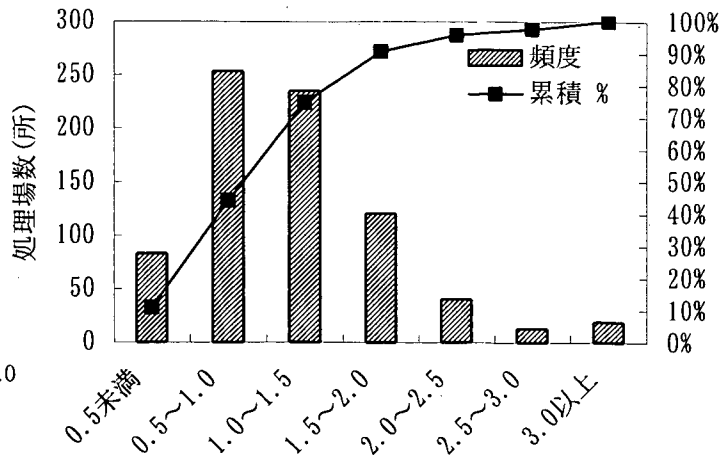
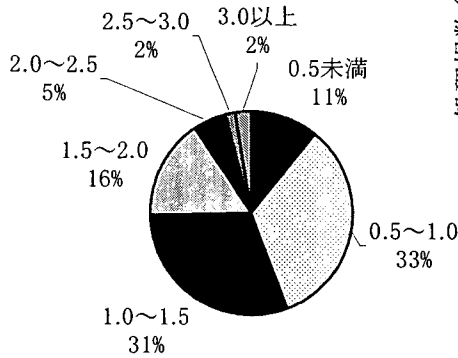
雨天日年最大水量が処理能力を超えるものは、現有能力との比較では約 60%あるが、認可計画能力では約 30%、全体計画能力では約 20%と小さくなっている。

また、雨天日年最大水量が現有能力を超えるものは、下水道種別毎にみると、流域、公共、特環でそれぞれ 85%、60%、40%となっている。特環については比較的供用が新しいため、普及率が低く、施設能力に対し晴天時の流量が低いことも考えられる。

①現有能力(m³/日)

雨天日年最大汚水量／現有処理能力

標本数 763 箇所
 最大値 13.83 倍
 平均値 1.23 倍※
 中央値 1.07 倍



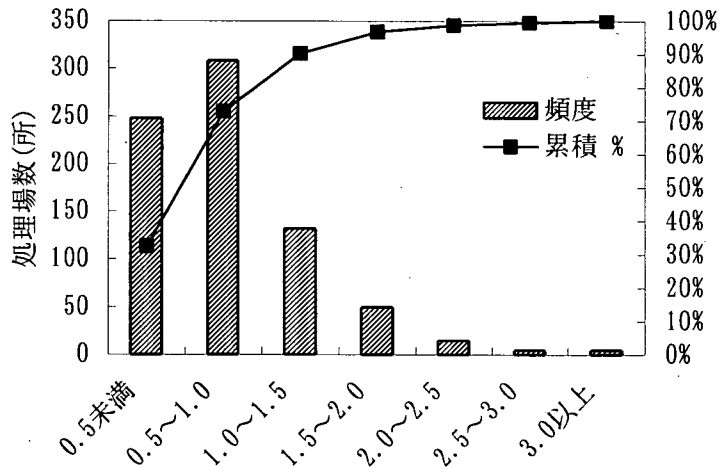
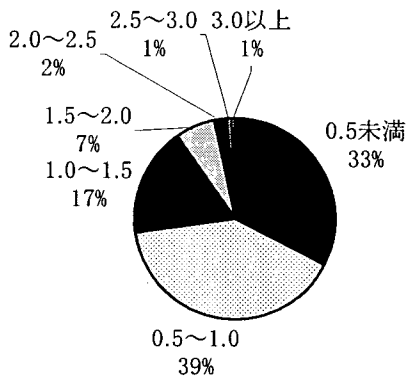
雨天日年最大汚水量／現有処理能力(倍)

図 2-3-27 雨天日年最大汚水量と現有能力の比較

②認可能力(m³/日)

雨天日年最大汚水量／認可計画処理能力

標本数 763 箇所
 最大値 7.52 倍
 平均値 0.82 倍
 中央値 0.70 倍



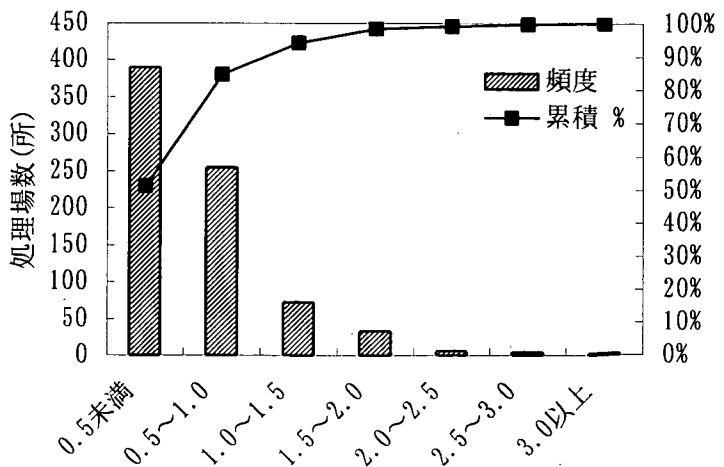
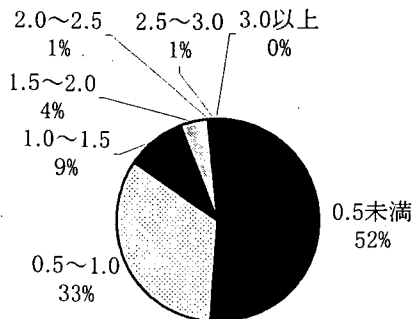
雨天日年最大汚水量／認可計画処理能力(倍)

図 2-3-28 雨天日年最大汚水量と認可計画能力の比較

③全体計画能力(m³/日)

雨天日年最大汚水量／全体計画処理能力

標本数 763 箇所
 最大値 5.14 倍
 平均値 0.62 倍
 中央値 0.49 倍



雨天日年最大汚水量／全体計画処理能力(倍)

図 2-3-29 雨天日年最大汚水量と全体計画能力の比較

※単純平均

(5) 雨天時浸入水量原単位の把握

単位面積あたり、単位人口あたりの雨天時浸入水量を把握する。

①整備面積あたり浸入水量

整備面積あたりの雨天時浸入水量は、 $15\text{m}^3/\text{ha}\cdot\text{日}$ までで、全体の約6割を占めており、最も頻度が多いのは、 $5\sim 10\text{m}^3/\text{ha}\cdot\text{日}$ であった。整備面積規模でみると、整備面積が大きくなるほど整備面積あたりの雨天時浸入水量が増加する傾向にあり、雨天時浸入水量の中央値の値も、100ha未満の整備面積と1,000ha以上の整備面積では、 $10\text{m}^3/\text{ha}\cdot\text{日}$ 以上の差がある。その要因として、施設規模が小さいことにより問題箇所の特定及び改善が図りやすいためか、小規模な特環の施設が比較的新しい施設である等が考えられる。

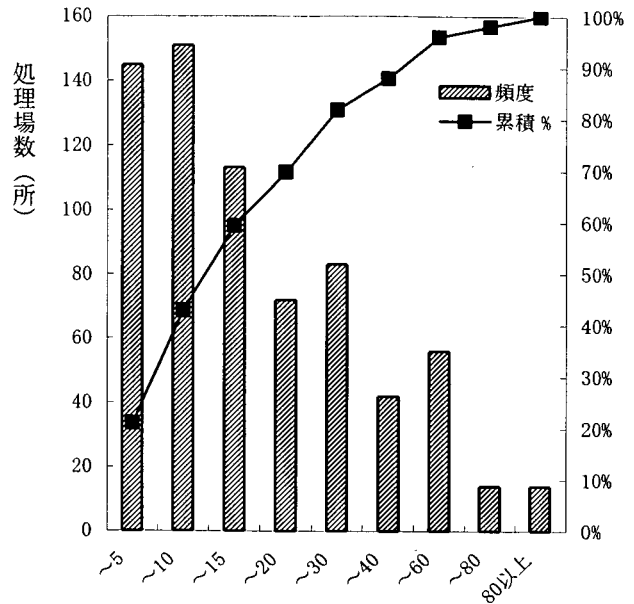
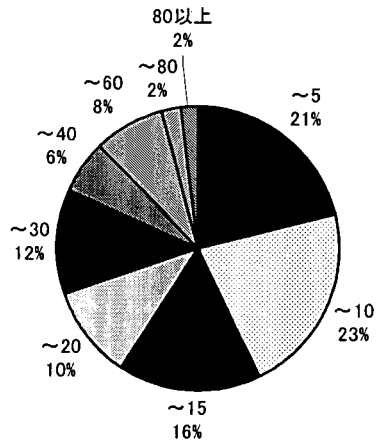
②整備人口あたり浸入水量

整備人口あたりの雨天時浸入水は $400\text{l}/\text{人}\cdot\text{日}$ までで全体の約6割を占めており、中央値で $334\text{l}/\text{人}\cdot\text{日}$ と、通常の日平均生活污水量を上回る数値であった。整備人口規模による傾向はあまり明確にはならなかったが、整備人口が増加するほど浸入水量は増加し、整備人口10,000人未満と100,000人以上では中央値において $90\text{l}/\text{人}\cdot\text{日}$ 程度差がある。これは、整備人口は下水道施設決定要因の1つであり、この数値は規模と比例関係にあるため、整備面積あたりの雨天時浸入水量と同様の傾向を示すものと考えられる。

①整備面積あたり雨水浸入水量(m³/ha/日)

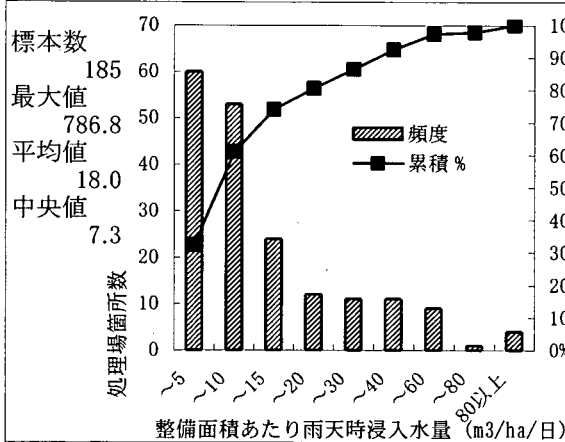
雨水浸入水量/整備面積

標本数 690箇所
 最大値 786.8 m³/ha/日
 平均値 19.5 m³/ha/日
 中央値 11.6 m³/ha/日



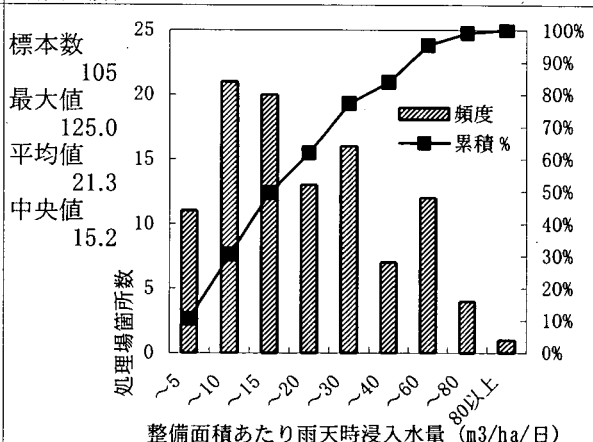
整備面積あたり雨天時浸入水量 (m³/ha/日)

整備面積:100ha未満



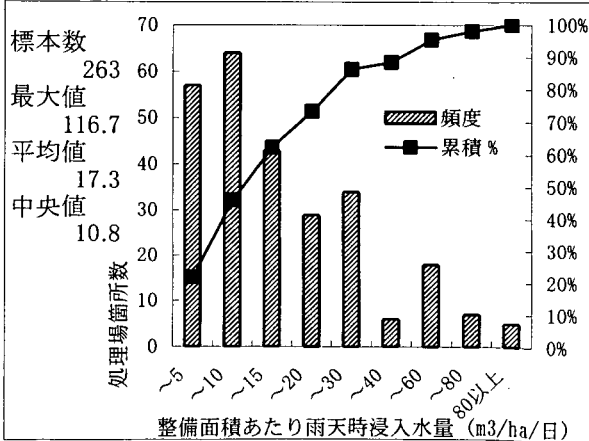
整備面積あたり雨天時浸入水量 (m³/ha/日)

整備面積:500ha~1000ha



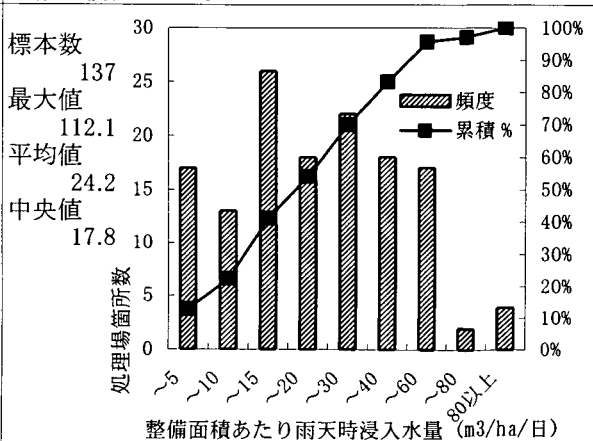
整備面積あたり雨天時浸入水量 (m³/ha/日)

整備面積:100ha~500ha



整備面積あたり雨天時浸入水量 (m³/ha/日)

整備面積:1000ha以上



整備面積あたり雨天時浸入水量 (m³/ha/日)

図 2-3-30 整備面積あたりの雨水浸入水量

②整備人口あたり雨水浸入水(1/人/日)

雨水浸入水量/整備人口

標本数 619 箇所
 最大値 13167 1/人/日
 平均値 672 1/人/日
 中央値 334 1/人/日

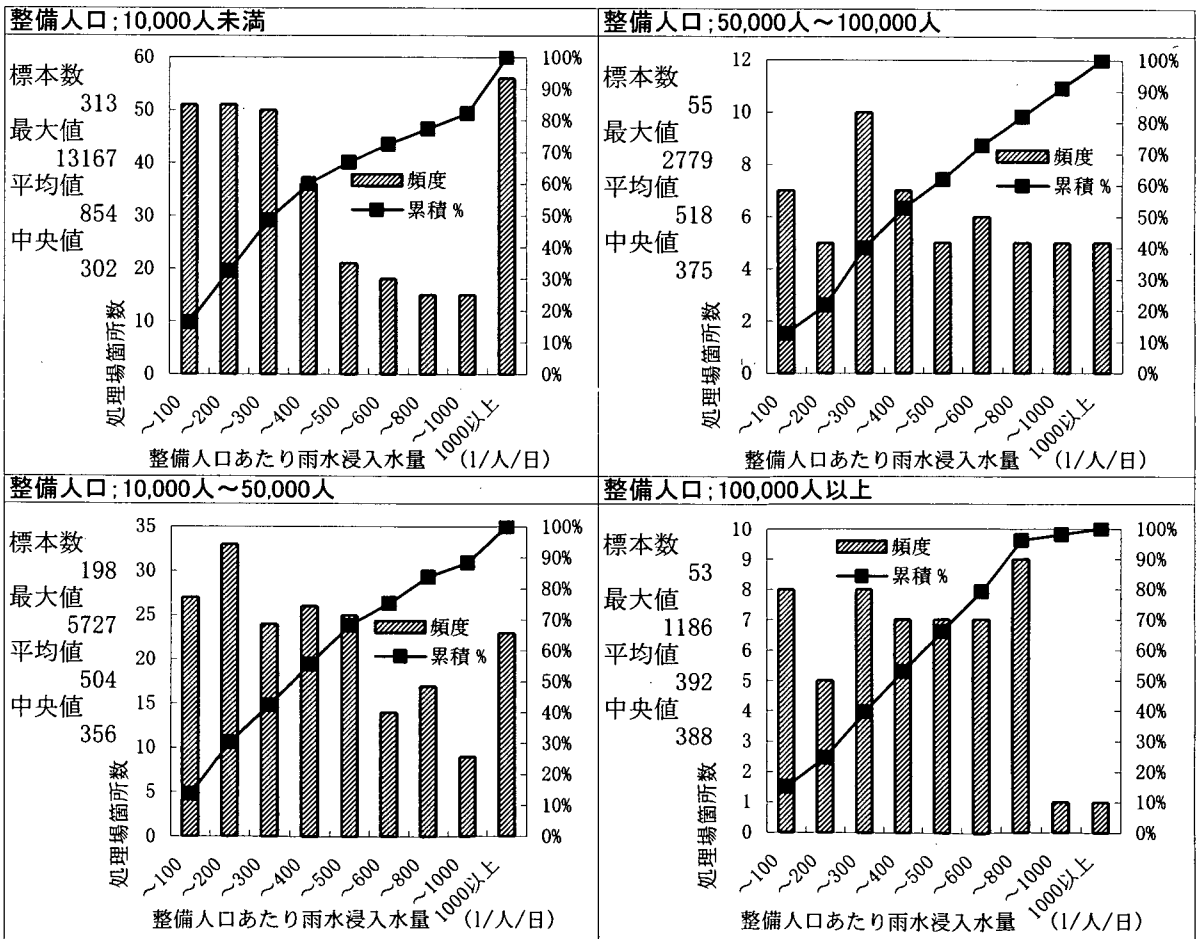
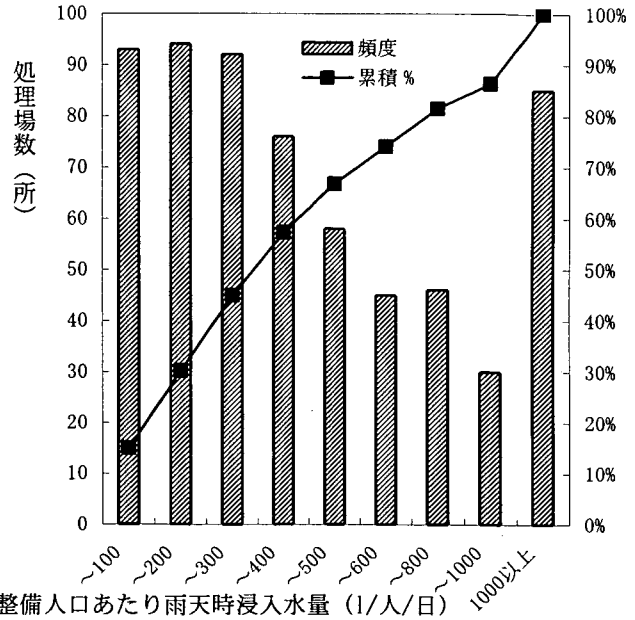
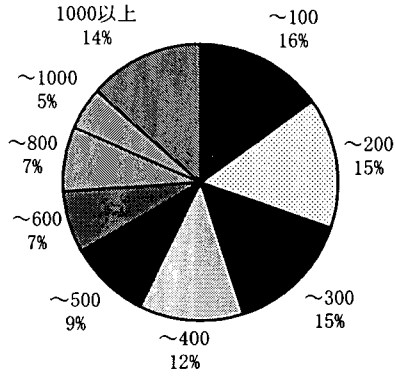


図 2-3-31 整備人口あたりの雨水浸入水量

(6) 降雨量と単位面積当たり浸入水量の関係

降雨量と雨天時浸入水は比例関係にあると考えられるため、降雨量と単位面積あたり浸入水量の傾向把握を行った。

なお、降雨量は雨天時汚水量の観測日とその前日降雨量の合計値の降雨量を用いて検討を行った。

降雨量別の単位面積あたりの浸入水量中央値をみると、降雨量に比例して増大している。これは降雨の一定割合が污水管に浸入していることを表しているものと考えられ、この調査では降雨量の約1%が污水管に浸入している。

また、度数分布からみても、総降雨量が少ないところでは、雨水混入比の少ない部分の発生頻度が高いが、降雨量が多くなるほど度数分布が発散し、雨水混入比の中央値も大きくなっている。これは、降雨量の増大に伴い、浸透や窪地貯留などの損失が減少し、間接浸入水として入ってくる量が増大することも要因の1つと考えられる。

降雨量として流量観測当日の降雨量と前日の降雨量の合計値を用いた。

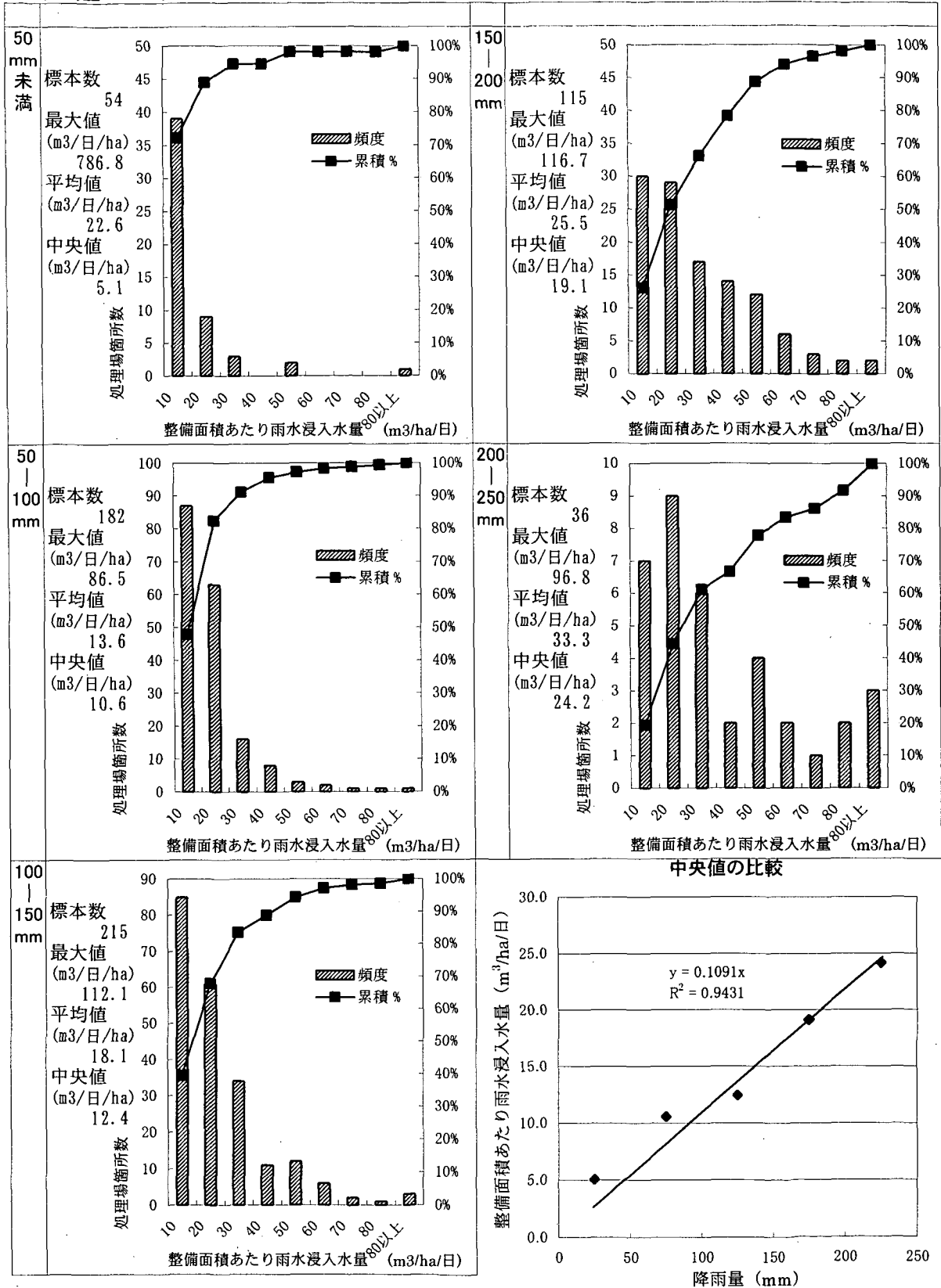


図 2-3-32 降雨量と単位面積あたり浸入水量の関係

(7) 時間変動比

管渠等で必要となる指標は、時間最大汚水量であるため、雨天時間最大汚水量と晴天日最大汚水量、晴天日平均汚水量、雨天日最大汚水量データの比較を行った。

- ①晴天日平均汚水量
- ②晴天日最大汚水量
- ③雨天日最大汚水量

データ中央値で比較すると、それぞれの関係は次のようになる。

雨天時間最大汚水量	雨天日最大汚水量	晴天日最大汚水量	晴天日平均汚水量
3.79	2.06	1.08	1.00
	↓		
3.50	1.91	1.00	0.92

下水道施設計画・設計指針と解説(前編-2001年版-)では、一般的な時間変動比を、時間最大汚水量：日最大汚水量：日平均汚水量 = 1.3~1.8 : 1.0 : 0.7~0.8程度としている。しかし、今回のアンケート結果の中央値を比較したところ、雨天時の時間最大汚水量は晴天日最大汚水量の3.5倍にも達する結果となった。管渠の設計は時間最大汚水量を元に管径に応じた余裕を見込んで行われるが、今後下水道の整備が進行し、計画下水量に近づくに当たって、管渠能力の不足が問題になるものと考えられる。

表 2-3-17 管渠計画時の余裕

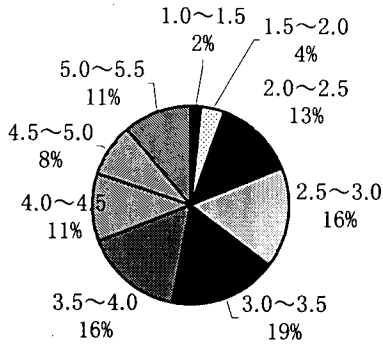
管渠の内径	余 裕
700mm 未満	計画下水量の 100%
700mm 以上、1650mm 未満	計画下水量の 50%以上 100%以下
1650mm 以上、3000mm 以下	計画下水量の 25%以上 50%以下

※下水道施設計画・設計指針と解説(前編-2001年版-)より

①晴天日平均汚水量

雨天時間最大汚水量／晴天日平均汚水量

標本数 632 箇所
 最大値 32.47 倍
 平均値 4.55 倍※
 中央値 3.79 倍



処理場数

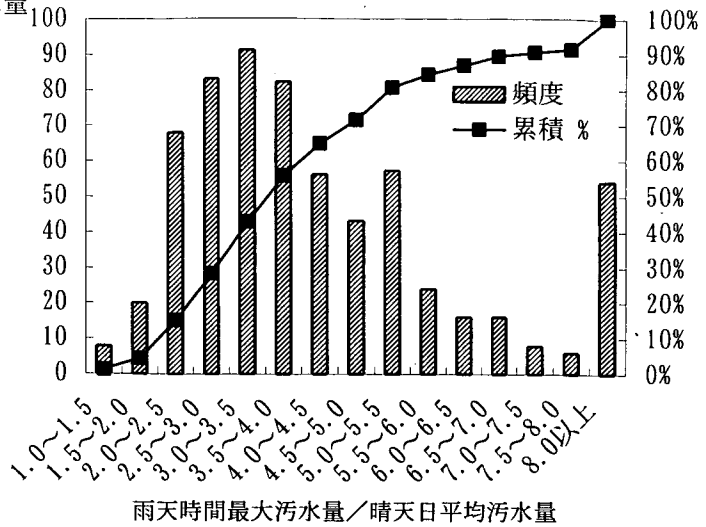
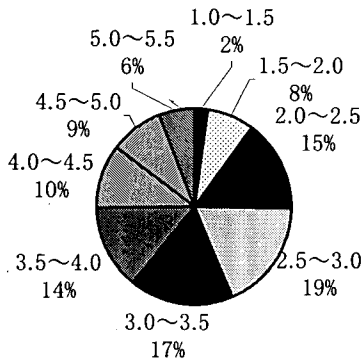


図 2-3-33 雨天時間最大汚水量と晴天日平均汚水量の比較

②晴天日最大汚水量

雨天時間最大汚水量／晴天日最大汚水量

標本数 631 箇所
 最大値 24.00 倍
 平均値 4.13 倍
 中央値 3.46 倍



処理場数

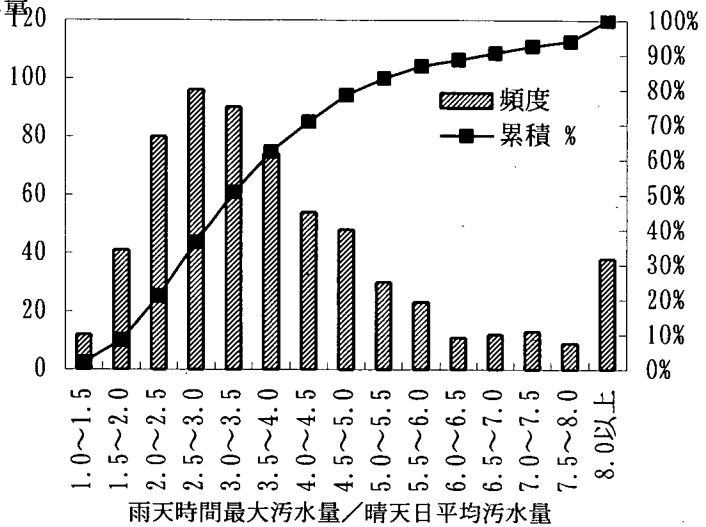
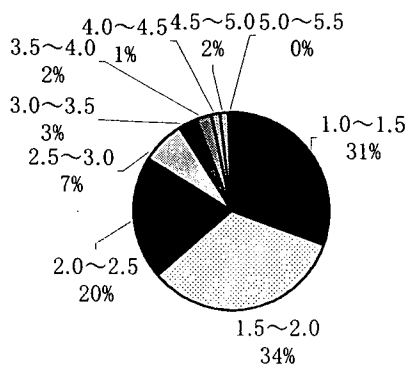


図 2-3-34 雨天時間最大汚水量と晴天日平均汚水量の比較

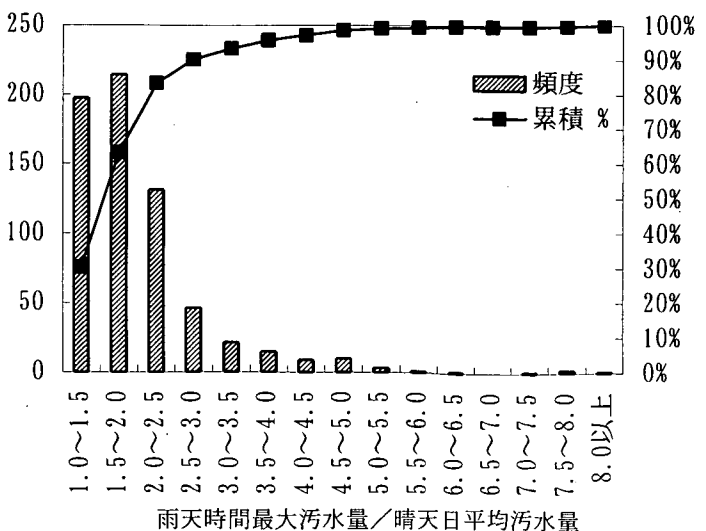
③雨天日最大汚水量

雨天時間最大汚水量／雨天日最大汚水量

標本数 652 箇所
 最大値 11.64 倍
 平均値 2.03 倍
 中央値 1.75 倍



処理場数



※単純平均

図 2-3-35 雨天時間最大汚水量と晴天日平均汚水量の比較

2-4 事例の集計

アンケート調査の結果から、雨天時浸入水により生じている具体的な問題やその対策等の事例について集計を行った。

(1) 施設能力の問題点

雨天時浸入水の問題点としては、問題があると認識している都市の約8割が処理場の能力超過、約3割がポンプ場能力の超過をあげており、管渠能力の超過をあげている都市は約1割と少数であった。

これは、管渠施設が余裕率を持っており、地形によっては圧力状態になって、自然流下能力以上に流れる個所もあるため、地表面への溢水が大きくなり、あまり問題になっていないものと考えられる。それに対し、処理場やポンプ場では、機械設備があるため一定以上を処理することは困難であること、また、水質悪化や経費増大を引き起こすことから、問題に対する認識が大きいものと考えられる。

また、下水道の事業形態別にみると、特環での問題は流域、公共に比較して半分程度の割合となっている。これは問題箇所の特定及び改善が図りやすいためか、特環の施設が比較的新しい施設である等が考えられる。

雨水混入比の面から見ると、処理場等への問題は、雨水混入比が、2.0倍を越えると多くなることがわかった。

雨天時年最大汚水量と現有能力の比較では、1.0倍を越えると処理場等の問題は多くなることがわかった。

①施設能力の問題点(全体)

現在、雨水浸入水等で困っていることがありましたら教えてください。

(複数回答有り)

回答総数	909	
A. 処理場能力の超過	454	49.9%
B. ポンプ場能力の超過	175	19.3%
C. 管渠能力の超過	66	7.3%
D. その他	47	5.2%
回答無し	356	39.2%

「D. その他」では、以下の事例が報告されている
処理場について

- ・ 水処理経費の増大(同様計2通)
- ・ 年1,2回大雨の際ゲート制限
- ・ 無機分の流入
- ・ 晴天日に対して、雨水の浸入水が多く流入する為汚水濃度が変化するので運転操作に苦慮している。

ポンプ場について

- ・ マンホールポンプ能力の超過(同様計6通)

管渠について

- ・ 汚水管への土砂の堆積、処理場への土砂の流入(同様計2通)
- ・ 伏越施設が溢水の原因
- ・ 冠水箇所において汚水柵の蓋を無断であけられる

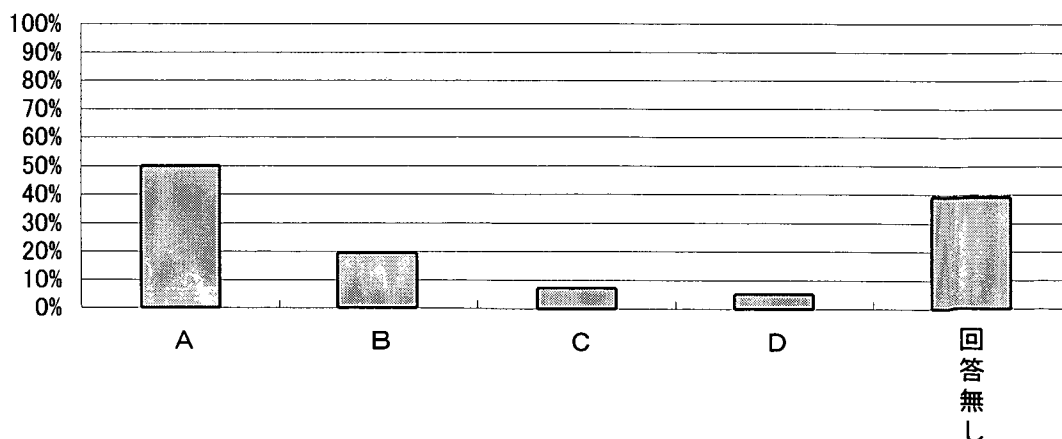


図 2-4-1 施設能力の問題点 (全体)

②施設能力の問題点(流域・公共・特環による比較)

現在、雨水浸入水等で困っていることがありましたら教えてください。(複数回答有り)

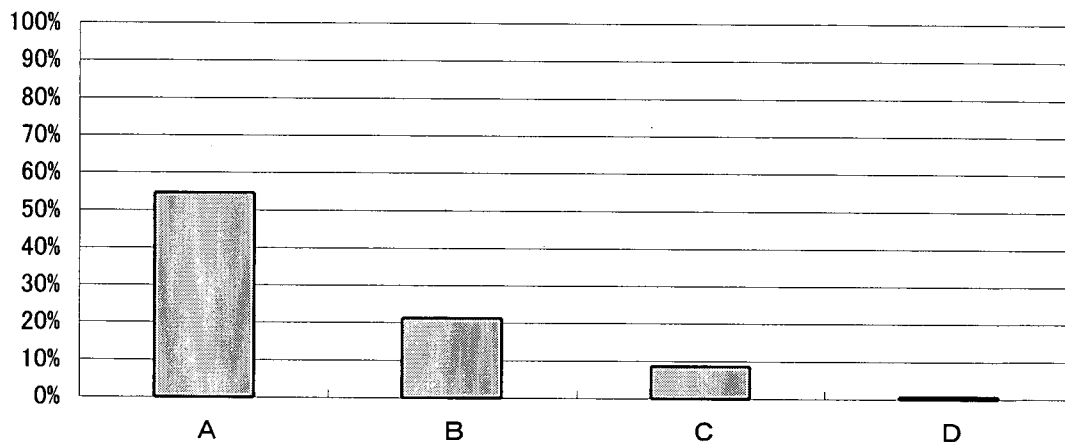
表 2-4-1 施設能力の問題点(流域・公共・特環の比較)

総数	流域		公共		特環	
	117		540		240	
A. 処理場能力の超過	79	67.5%	295	54.6%	70	29.2%
B. ポンプ場能力の超過	39	33.3%	115	21.3%	19	7.9%
C. 管渠能力の超過	10	8.5%	46	8.5%	8	3.3%
D. その他	0	0.0%	4	0.7%	2	0.8%

流域下水道



公共下水道



特定環境保全公共下水道

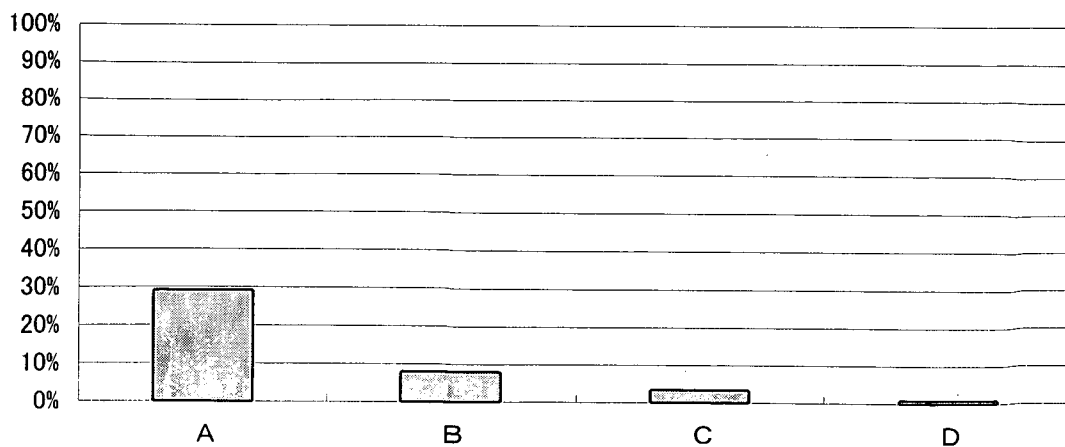


図 2-4-2 施設能力の問題点(流域・公共・特環の比較)

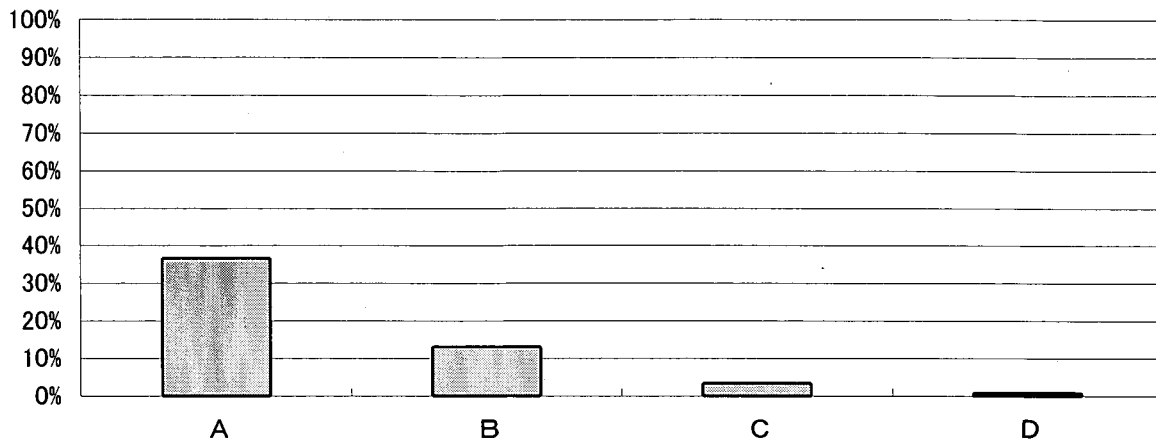
③施設能力の問題点(雨水混入比による比較)

現在、雨水浸入水等で困っていることがありましたらお教え下さい。(複数回答有り)

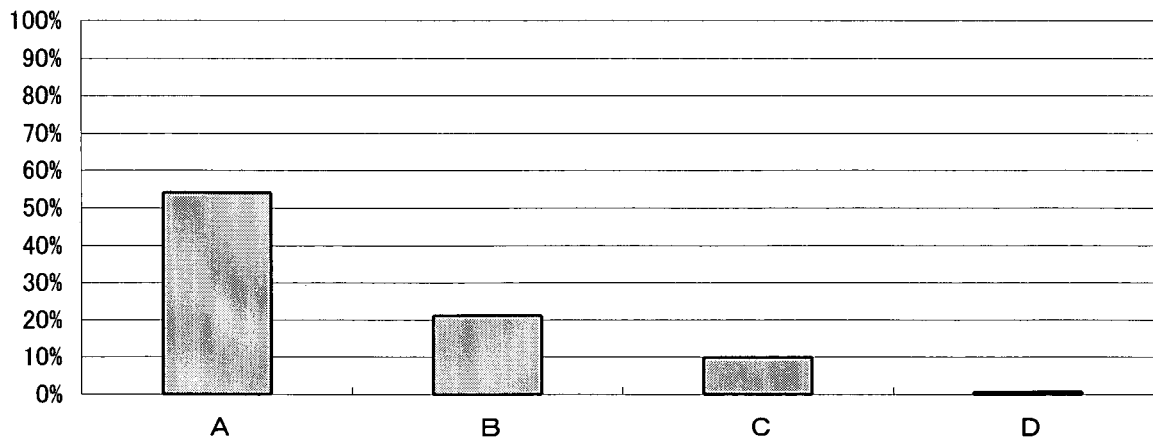
図 2-4-2 施設能力の問題点 (雨水混入比による比較)

雨水混入比 総数	2.0倍未満		2.0~3.0倍		3.0倍以上	
	総数	割合	総数	割合	総数	割合
A. 処理場能力の超過	129	36.6%	148	54.0%	86	62.8%
B. ポンプ場能力の超過	46	13.1%	58	21.2%	31	22.6%
C. 管渠能力の超過	12	3.4%	27	9.9%	12	8.8%
D. その他	3	0.9%	2	0.7%	0	0.0%

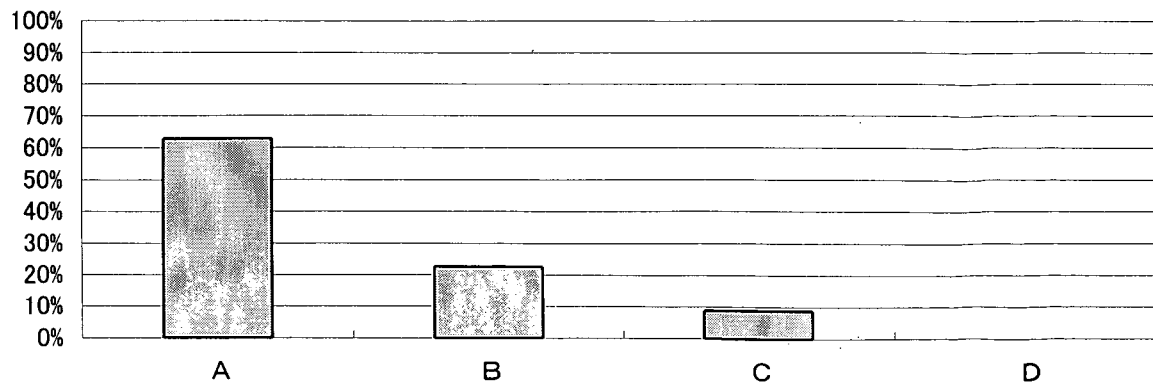
雨水混入比: 1.0~2.0倍未満



雨水混入比: 2.0~3.0倍



雨水混入比: 3.0倍以上



※雨水混入比 = $\frac{\text{雨天時年最大汚水量(m}^3\text{/日)}}{\text{晴天日平均汚水量(m}^3\text{/日)}}$

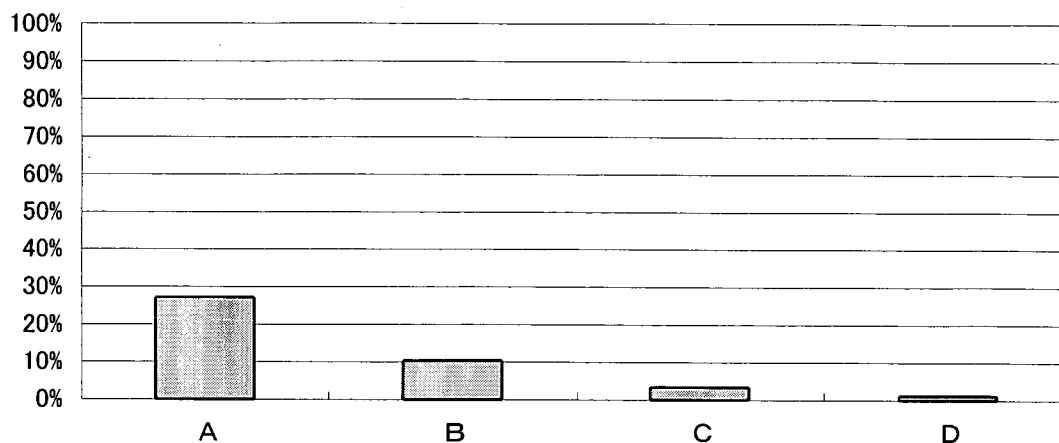
図 2-4-3 施設能力の問題点 (雨水混入比による比較)

④施設能力の問題点(雨天時年最大汚水量と現有処理能力比による比較)
 現在、雨水浸入水等で困っていることがありましたら教えてください。(複数回答有り)

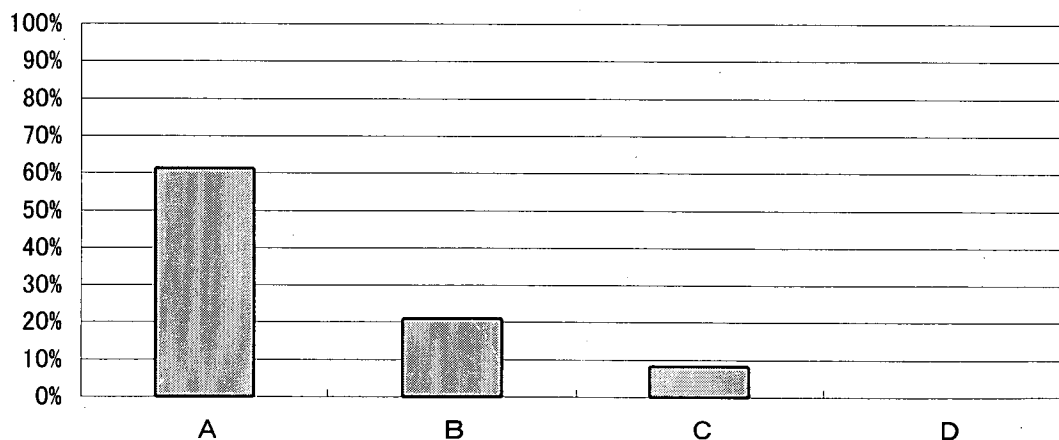
表 2-4-3 施設能力の問題点(雨天時年間最大汚水量と現有処理能力費による比較)

雨天時年最大汚水量／現有処理能力 総数	1.0倍未満		1.0～2.0倍		2.0倍以上	
	総数	割合	総数	割合	総数	割合
A. 処理場能力の超過	89	27.2%	222	61.2%	52	71.2%
B. ポンプ場能力の超過	34	10.4%	76	20.9%	24	32.9%
C. 管渠能力の超過	11	3.4%	30	8.3%	10	13.7%
D. その他	4	1.2%	0	0.0%	0	0.0%

雨天時年最大汚水量／現有処理能力:1.0倍未満



雨天時年最大汚水量／現有処理能力:1.0～2.0倍



雨天時年最大汚水量／現有処理能力:2.0倍以上

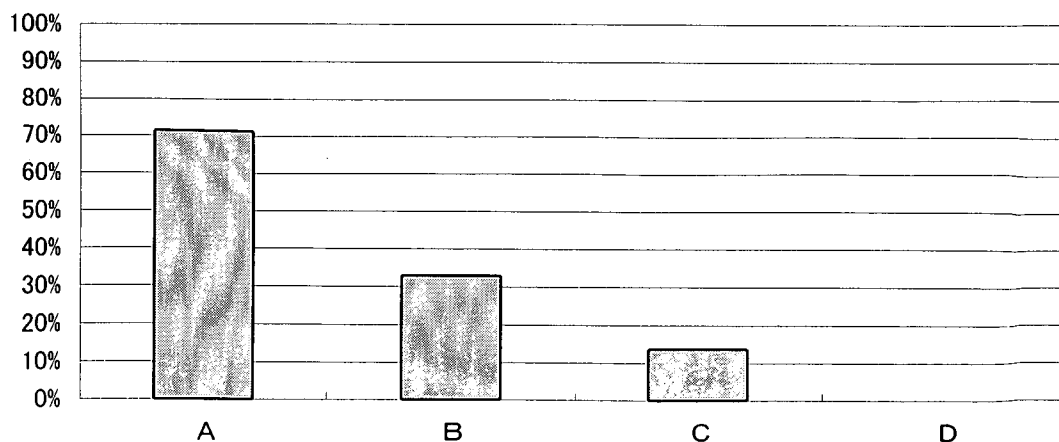


図 2-4-4 施設能力の問題点(雨天時年間最大汚水量と現有処理能力費による比較)

(2) トラブル事例

トラブル事例で最も多かったのは、“水処理への影響”で、回答した都市のうち約6割があげられている。

トラブル事例で2つ目に大きな問題は、“処理場からの簡易放流”があげられ、回答した都市の約4割で行っている。事業別に見ると、流域下水道では50%以上の処理場が行っているが、特定環境保全公共下水道では10%に満たない。雨水混入比の面から見ると、雨水混入比が2.0倍を越えるところから、雨天時年最大汚水量と現有能力の比較では1.0倍を越えるところから問題は多くなることがわかった。

その他のトラブルとしては、住民からの苦情と汚水柵からの溢水があげられており、それぞれ約3割、2割であった。

また、これらの第1回アンケート調査結果を受け、第2回アンケート調査時に“水処理への影響”の項目に回答した都市を対象に再調査を行った。

水処理への影響の内容については、以下の3つが主なものである。

- a. 放流水質の悪化
- b. 終沈からの汚泥流出
- c. MLSSの低下

①トラブル事例(全体)

雨水浸入によるトラブル事例がありましたら教えてください。

(複数回答有り)

回答総数	909	
A. 処理場からの簡易放流	236	26.0%
B. 水処理への影響	335	36.9%
C. 処理場施設の冠水	57	6.3%
D. ポンプ場施設の冠水	59	6.5%
E. 人孔からの溢水	182	20.0%
F. 汚水柵からの溢水	103	11.3%
G. 住民からの苦情	127	14.0%
H. 人孔蓋の開放・飛散	58	6.4%
I. 保健所、警察、海上保安庁、環境サイドからの苦情	2	0.2%
J. その他	34	3.7%
回答無し	334	36.7%

「J. その他」では、以下の事例が報告されている

処理場について

- ・最大需要電力の増(同様計2通)
- ・沈砂池冠水(同様計2通)
- ・過去一回集中豪雨で処理場揚水ポンプ全て5台運転で間に合わず流入ゲートの開閉で対応したことがある。
- ・Bの補足として、降雨強度が大きくかつ降雨量が多い時、反応タンクが低負荷となり汚性汚泥が膨化し、SV、SVIが上昇する傾向がある。

ポンプ場について

- ・ポンプ能力以上に流入し高水位警報が鳴る(同様計3通)
- ・大雨で水路より溢水しポンプ場が冠水した(同様計2通)
- ・汚水中継ポンプ場揚水能力超過に伴う流入制水扉開度調整運転
- ・マンホールポンプ室人孔蓋からの溢水
- ・ポンプ場からの簡易放流

管渠について

- ・人孔周囲の舗装破損
- ・過去に市内大雨の際流入ゲートを絞った為マンホールが開く

その他

- ・屋内排水設備からの溢水
- ・計測点施設の水没

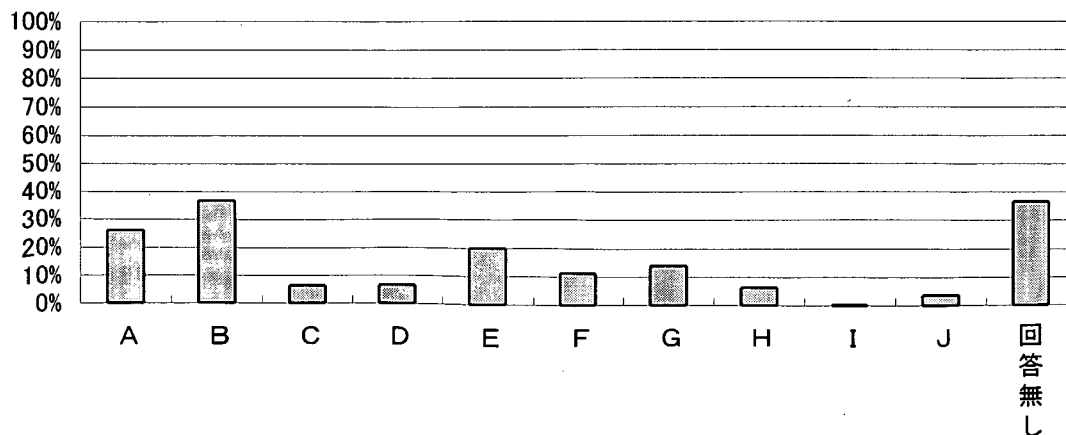


図 2-4-5 トラブル事例 (全体)

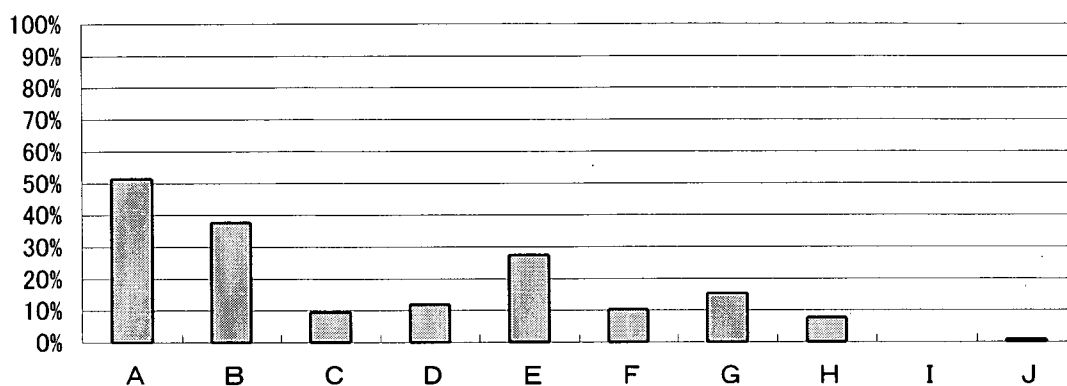
②トラブル事例(流域・公共・特環による比較)

雨水浸入によるトラブル事例がありましたら教えてください。(複数回答有り)

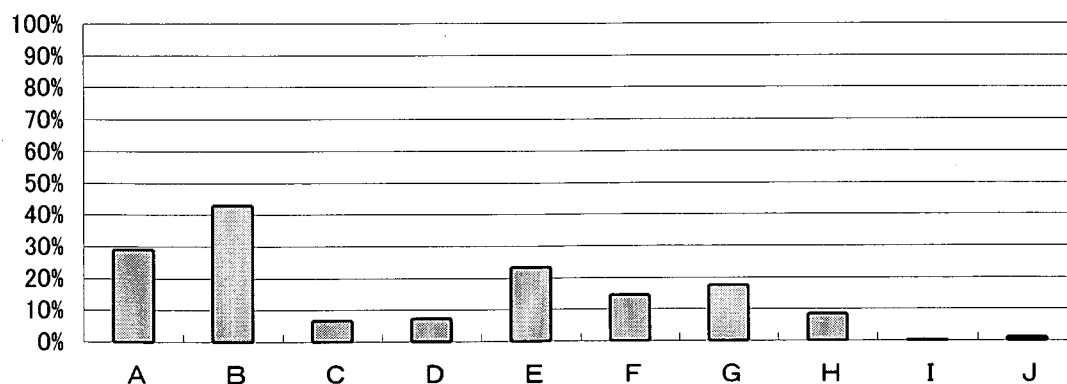
表 2-4-4 トラブル事例 (流域・公共・特環の比較)

総数	流域		公共		特環	
	117		540		240	
A. 処理場からの簡易放流	60	51.3%	157	29.1%	18	7.5%
B. 水処理への影響	44	37.6%	231	42.8%	57	23.8%
C. 処理場施設の冠水	11	9.4%	36	6.7%	10	4.2%
D. ポンプ場施設の冠水	14	12.0%	39	7.2%	6	2.5%
E. 人孔からの溢水	32	27.4%	126	23.3%	21	8.8%
F. 汚水樹からの溢水	12	10.3%	78	14.4%	10	4.2%
G. 住民からの苦情	18	15.4%	94	17.4%	14	5.8%
H. 人孔蓋の開放・飛散	9	7.7%	46	8.5%	1	0.4%
I. 保健所、警察、海上保安庁、環境サイドからの苦	0	0.0%	1	0.2%	1	0.4%
J. その他	1	0.9%	5	0.9%	2	0.8%

流域下水道



公共下水道



特定環境保全公共下水道

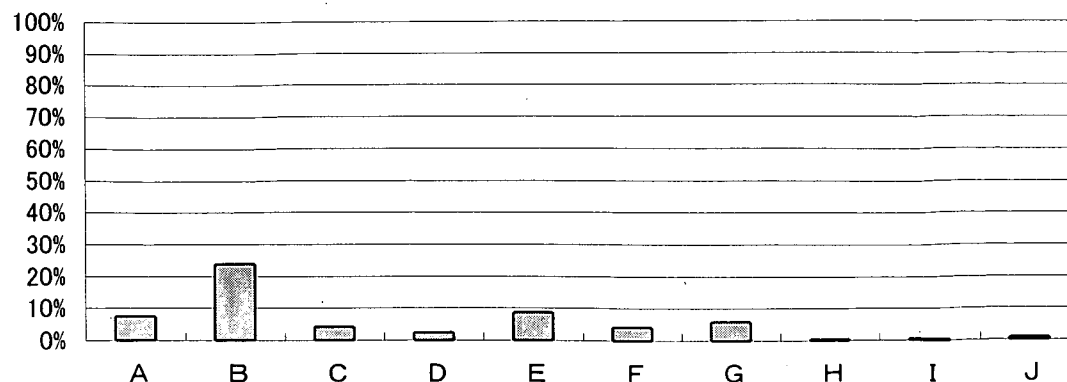


図 2-4-6 トラブル事例 (流域・公共・特環の比較)

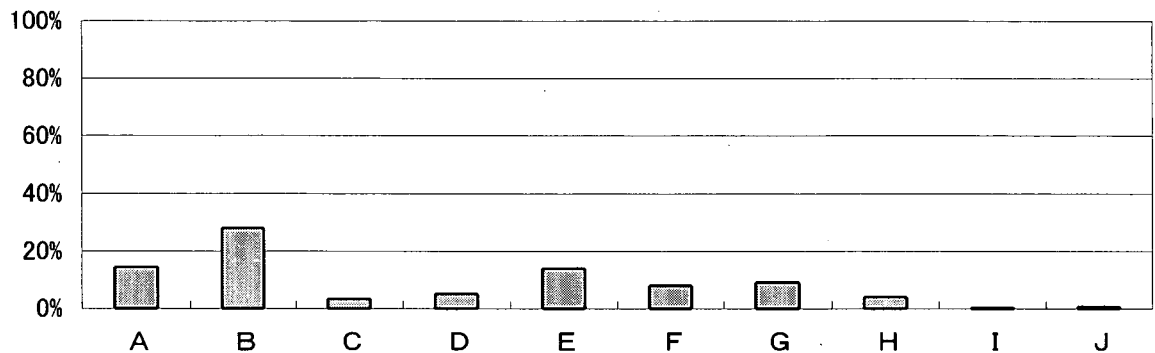
③トラブル事例(雨水混入比による比較)

雨水混入によるトラブル事例がありましたら教えてください。(複数回答有り)

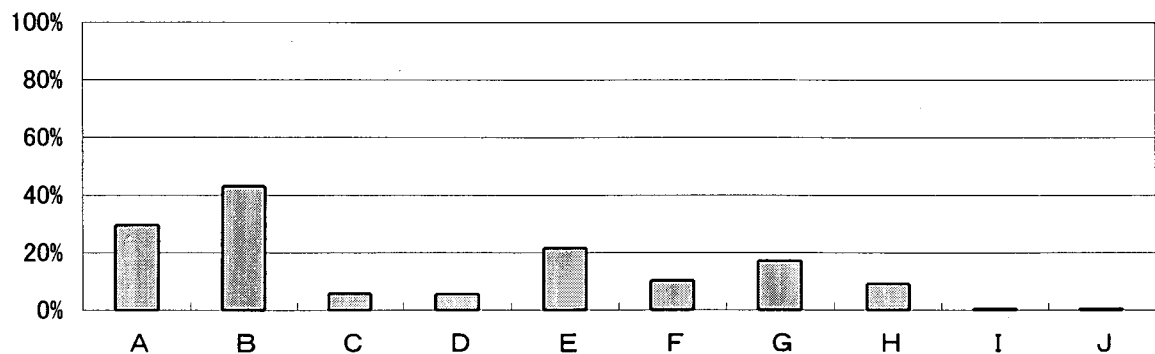
表 2-4-5 トラブル事例 (雨水混入比による比較)

雨水混入比 総数	2.0倍未満		2.0~3.0倍		3.0倍以上	
	352		274		137	
A. 処理場からの簡易放流	51	14.5%	81	29.6%	58	42.3%
B. 水処理への影響	98	27.8%	118	43.1%	61	44.5%
C. 処理場施設の冠水	12	3.4%	16	5.8%	13	9.5%
D. ポンプ場施設の冠水	18	5.1%	15	5.5%	9	6.6%
E. 人孔からの溢水	49	13.9%	59	21.5%	42	30.7%
F. 汚水枡からの溢水	28	8.0%	28	10.2%	21	15.3%
G. 住民からの苦情	32	9.1%	47	17.2%	24	17.5%
H. 人孔蓋の開放・飛散	14	4.0%	25	9.1%	6	4.4%
I. 保健所、警察、海上保安庁、 環境サイドからの苦情	1	0.3%	1	0.4%	0	0.0%
J. その他	2	0.6%	1	0.4%	3	2.2%

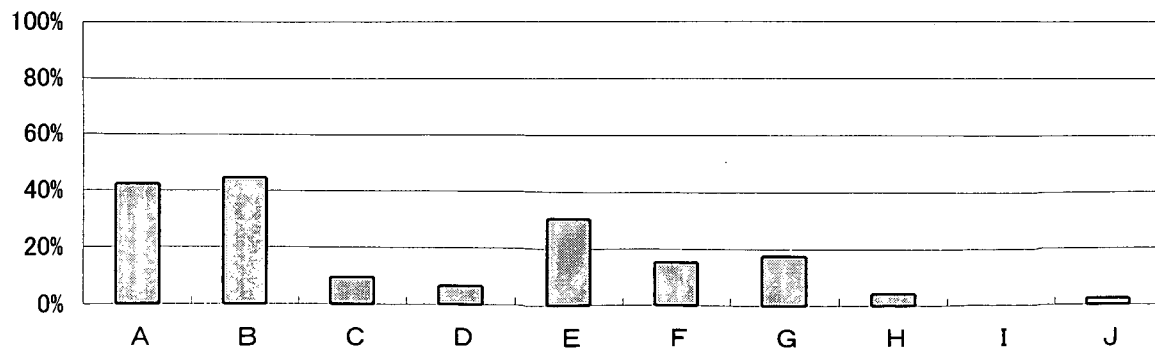
雨水混入比:1.0~2.0倍未満



雨水混入比:2.0~3.0倍



雨水混入比:3.0倍以上



※雨水混入比 = $\frac{\text{雨天時年最大汚水量(m}^3\text{/日)}}{\text{晴天日平均汚水量(m}^3\text{/日)}}$

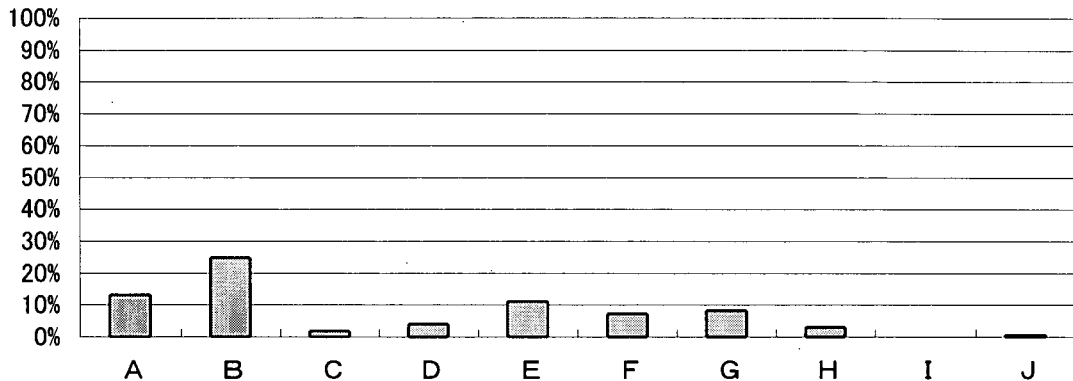
図 2-4-7 トラブル事例 (雨水混入比による比較)

④トラブル事例(雨天時年最大汚水量と現有処理能力比による比較)
 雨水浸入によるトラブル事例がありましたら教えてください。(複数回答有り)

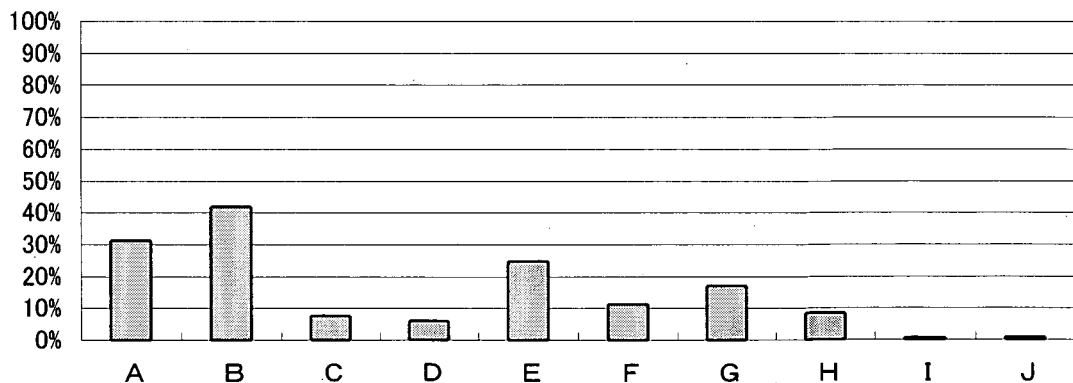
表 2-4-6 トラブル事例 (雨天時年間最大汚水量と現有処理能力費による比較)

雨天時年最大汚水量／現有処理能力 総数	1.0倍未満		1.0～2.0倍		2.0倍以上	
	件数	割合	件数	割合	件数	割合
A. 処理場からの簡易放流	43	13.1%	113	31.1%	35	47.9%
B. 水処理への影響	81	24.8%	152	41.9%	43	58.9%
C. 処理場施設の冠水	6	1.8%	28	7.7%	7	9.6%
D. ポンプ場施設の冠水	13	4.0%	22	6.1%	7	9.6%
E. 人孔からの溢水	36	11.0%	90	24.8%	23	31.5%
F. 汚水樹からの溢水	24	7.3%	41	11.3%	12	16.4%
G. 住民からの苦情	27	8.3%	62	17.1%	13	17.8%
H. 人孔蓋の開放・飛散	10	3.1%	31	8.5%	3	4.1%
I. 保健所、警察、海上保安庁、環境サイドからの苦	0	0.0%	2	0.6%	0	0.0%
J. その他	2	0.6%	3	0.8%	1	1.4%

雨天時年最大汚水量／現有処理能力：1.0倍未満



雨天時年最大汚水量／現有処理能力：1.0～2.0倍



雨天時年最大汚水量／現有処理能力：2.0倍以上

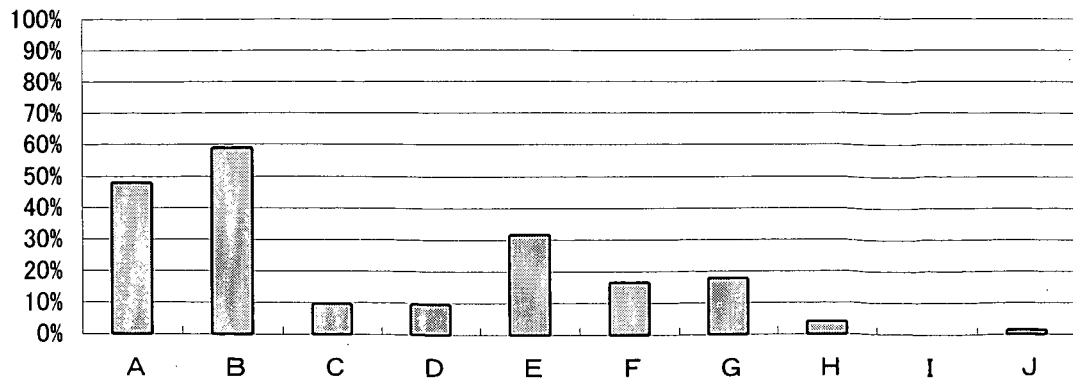


図 2-4-8 トラブル事例 (雨天時年間最大汚水量と現有処理能力費による比較)

⑤水処理への影響についての再調査

水処理への影響の内容について教えてください。
(複数回答有り)

回答総数	309	
A. MLSSの低下	104	33.7%
B. 終沈からの汚泥流出	123	39.8%
C. 放流水質悪化	181	58.6%
D. その他	49	15.9%
回答無し	12	3.9%

「D. その他」では、以下の事例が報告されている

- ・ DO値の上昇によるDO制御運転の不可(同様計6通)
- ・ 送風量の調整可能範囲を越えてしまう
- ・ 流入量増加により反応槽のDOが低下する
- ・ 終沈の汚泥界面の上昇(同様計5通)
- ・ 放流水へのSSの流出(同様計4通)
- ・ 24時間降水量が20mm以上になると、雨水浸入水により流入汚水がうすめられ反応タンクが低負荷となりMLSSが低下する。同時に雨水浸入水の中のDOが高いので反応タンク前部が嫌気になりにくくなり、糸状菌が増え活性汚泥が膨化しSV、SVIが上昇する。
- ・ 処理施設への砂の堆積(同様計2通)
- ・ 幹線内に推積していた土砂・汚泥による初期フラッシュの影響等
- ・ 負荷変動が起こりやすくなるので、エアタンの活性汚泥の働きが悪くなる可能性がある
- ・ 終沈からの汚泥流出防止の為、流入汚水量が増加したときは水処理運転方法を変更しなければならない
- ・ MLSSの低下と終沈からの汚泥流出を防止するために、放流水質基準の範囲内で簡易放流を実施
- ・ 降雨強度20mm以上が継続する場合、中継ポンプ場ポンプ井水位が上昇し汚水ポンプの回転数設定変更等の緊急操作が必要です。
- ・ 一部簡易放流を行ったとしても、高級処理各系列(6系列)へ配分する流量の調整がむづかしい
- ・ 流入量が増加したときに、水量負荷からみたら床の運転管理が難しい
- ・ 水処理流量を増やし、水質監視強化による対応
- ・ 曝気槽の水温およびPHの低下
- ・ 異常大量水の流入による揚水量増加の影響を受け透視度が少し低下した
- ・ 滞流時間が短くなってしまふ
- ・ 処理水量が増える
- ・ 良い点(負荷の軽減) 悪い点(滞留時間の不足)
- ・ 汚水ポンプの能力不足
- ・ マンホールポンプ能力超過による溢水(同様計2通)

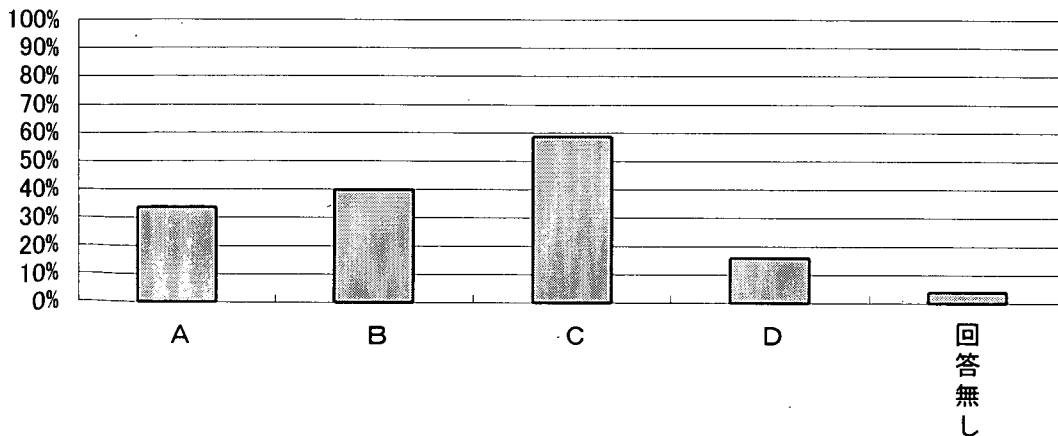


図 2-4-9 トラブル事例 (水処理への影響)

(3) 調査事例

雨天時浸入水調査は、約半数の都市において実施されており、そのうちの約8割が目視調査や、TVカメラによる直接探査を実行している。しかし、誤接続調査や水密性試験を行っている都市は僅かである。

処理場及び管渠施設における雨水浸入水調査について実施事例がありましたら教えてください。
(複数回答有り)

回答総数	909	
A. 流量調査(流量計測等)	130	14.3%
B. 直接探査(目視調査、TVカメラ調査等)	364	40.0%
C. 誤接続調査(送煙試験、音響試験、染料試験等)	116	12.8%
D. 水密性試験(注水試験、揚水試験、空気注入試験等)	17	1.9%
E. その他	28	3.1%
回答無し	448	49.3%

「E. その他」では、以下の事例が報告されている
処理場について

- ・晴天時、雨天時水位差調査(5～10mm降雨時に調査)

管渠について

- ・老朽管調査(同様計3通)
- ・以前に、民間が開発した住宅団地内の雨水排水について、宅地柵に誤接続がないか住宅業者に調査をさせた事例がある。(200戸程度)
- ・団地内下水道施設の公共下水道への切り替え前に目視調査TVカメラ調査および誤接続調査を行っている。
- ・管渠施設に水位計を設置し、マンホールからの溢水の有無及び流量計スケールオーバー時における流入水量の増減を確認する
- ・公共下水道と流域下水道の接続点に設置してある流量計のデータ解析
- ・雨水柵にピンポン玉を入れている
- ・管渠の調査は行っているが、構造物の調査が主の目的であり、雨水浸入水を対象としたものではない。
- ・雨水浸入水調査とは限らず不明水対策としてTVカメラ調査を実施
- ・Bの補足として、晴天時においても、人孔のコンクリート打ち継ぎ目から地下水が噴出している箇所を確認している。

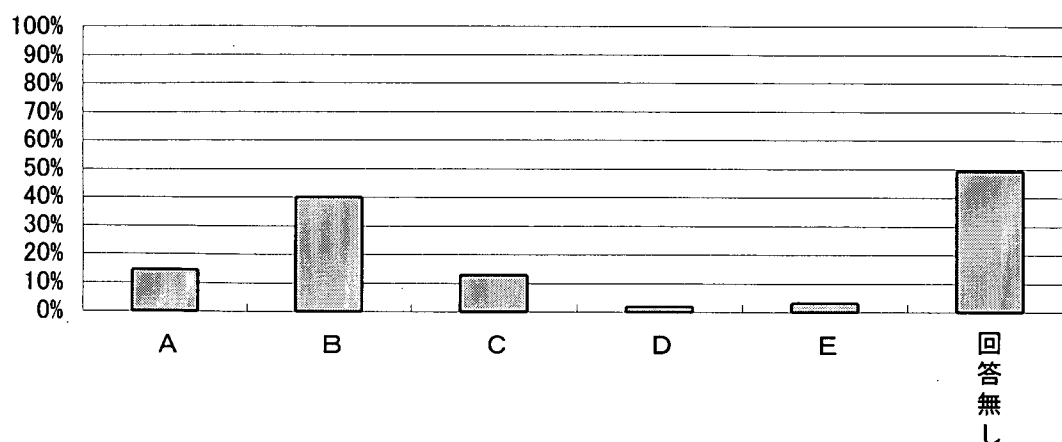


図 2-4-10 調査事例

(4) 対策事例

雨天時浸入水対策を実施した都市は、約45%であり、実施した都市の約5割の都市が既設管渠の補修、約2割の都市が管更生工法の実施と雨水計接続誤接続の解消を行っている。

その他、処理場の対策として、調整池の設置や終沈の使用池数を増加する等の対策もあげられている。

処理場及び管渠施設における雨水浸入水対策について実施事例がありましたら教えてください。
(複数回答有り)

回答総数	909	
A. 管渠布設時に工夫	52	5.7%
B. 既設管渠の補修	215	23.7%
C. 管更生工法の実施	94	10.3%
D. 雨水系誤接続の解消	106	11.7%
E. 調整池等施設運転で対応	50	5.5%
F. 施設能力の増補で対応〔処理場、ポンプ、管渠、その他()〕	37	4.1%
G. その他	80	8.8%
回答無し	501	55.1%

「G. その他」では、以下の事例が報告されている
処理場について

- ・ 処理場にバイパス水路を設置した。(同様計2通)
- ・ 流入ゲート開度調整(同様計2通)
- ・ 雨水調整池の設置
- ・ 終沈の使用池数を増やす
- ・ まだ汚水処理に使用されていない槽に一時貯留、後日処理。貯留できないほどの流入水は簡易放流
- ・ 晴天日流入は能力以下の為初沈、生物反応槽等の空池に取水

管渠について

- ・ 人孔蓋の穴詰め(同様計34通)
- ・ 排水設備検査の徹底と改善指導(同様計5通)
- ・ 管渠内に貯留(同様計2通)
- ・ 人孔内の管口・目地補修(同様計3通)
- ・ 新設公共枡をコンクリート製から塩ビ製へ(同様計2通)
- ・ マンホール間を50m→100m
- ・ 宅内排水設備工事で小口径マスの採用
- ・ 取り付け管がジェットパイプ(紙製)である為、塩ビ管に交換している。
- ・ 幹線水位計設置
- ・ 老朽管補強の為の管更正
- ・ 未使用宅地に継がる汚水管を止水栓にて閉止、溜まった雨水を水中ポンプにて雨水枡に放流

その他

- ・ 流域関連町に対し、雨水浸入対策の実施を要請(同様計4通)
- ・ 事前にポンプ運転台数を増やして対策

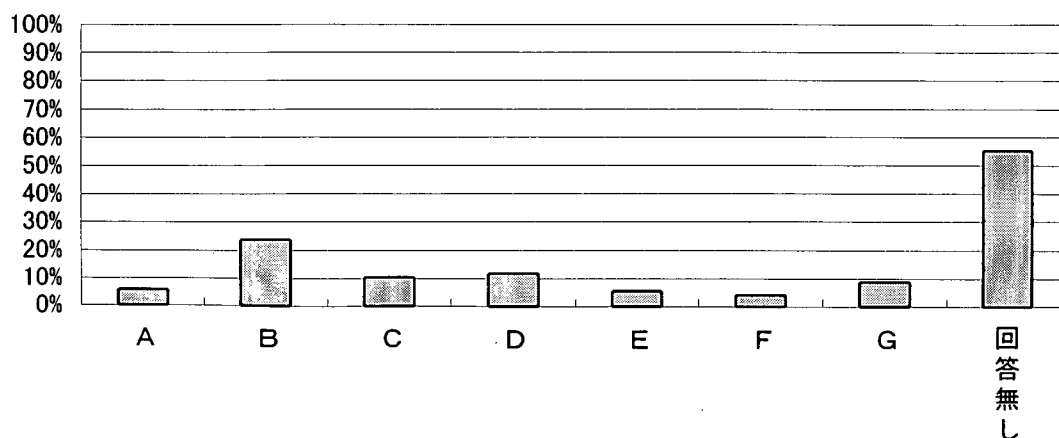


図 2-4-11 対策事例

(5) 対策の効果

雨天時浸入水対策について効果を確認したところ、約半数で確認が見られたと回答があった。対策の内容毎に分類すると、調整池等の施設運転管理や施設能力の増補で対応を行った都市は若干であるが効果がみられた割合が高かった。逆に雨天時浸入水を削減する方針の対策（管渠敷設時の工夫、既設管渠の補修、管更生工法の実施、雨水系誤接続解消の実施）については、半数程度かやや低い結果となり、浸入水対策の評価の難しさが現れた結果となった。

また、浸入水対策に対し効果が有りとは回答した都市の雨水混入比の中央値は 2.26 倍、対策の効果が無しと回答した都市の雨水混入比中央値は 2.29 倍であった。その差はわずかであり、ここでも評価の難しさが現れた。

①対策の効果(全体)

雨水浸入水対策を実施している場合、その対策の効果は見られましたか。見られた場合はその効果について教えて下さい。

回答総数	408	
A. 見られた	195	47.8%
B. 見られなかった	114	27.9%
不明	99	24.3%

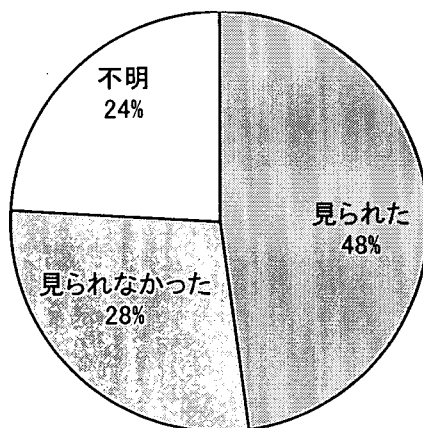


図 2-4-12 対策効果（全体）

②対策の効果（対策別）

雨水浸入水対策を実施している場合、その対策の効果は見られましたか。見られた場合はその効果について教えてください。

②-A. 管渠布設時に工夫について

回答総数	52	5
A. 見られた	25	49.1%
B. 見られなかった	10	18.9%
不明	17	32.1%

A. 見られたについて

- ・汚水柵をコンクリート製から塩ビ製に変えたことにより柵からの浸入水が無くなった（同様計3通）
- ・本管とマンホール、柵接続部分にゴム製の継手を使用した結果、雨水の流入がとまった。（同様計4通）
- ・勾配受パール穴なしのマンホール蓋を採用

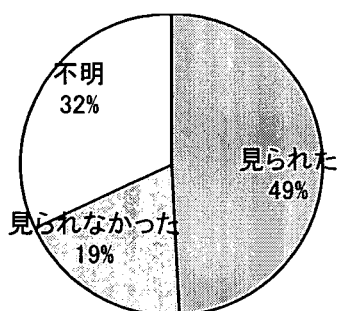


図 2-4-13 対策効果（管渠布設時に工夫）

②-B. 既設管渠の補修について

回答総数	215	
A. 見られた	106	49.3%
B. 見られなかった	70	32.9%
不明	39	17.9%

A. 見られたについて

- ・不明水（浸入水）の減少（同様計45通）
- ・補修箇所からの浸入の減少（同様計12通）
- ・人孔汚水柵からの溢水の減少（同様計4通）
- ・雨天時の流入が急激でなくなった（同様計2通）
- ・陥没事故等の防止効果がある（同様計2通）

B. 見られなかったについて

- ・限られた予算内での対策のため、目に見える効果は見られないのが現状である。
- ・関連市町村の十分な取り組みが行われておらず効果が見られない。
- ・効果の評価ができない

その他

- ・対策箇所では効果が見られるが、全体量（処理場流入）については不明である。（同様計4通）
- ・不明、はっきりしない（同様計3通）

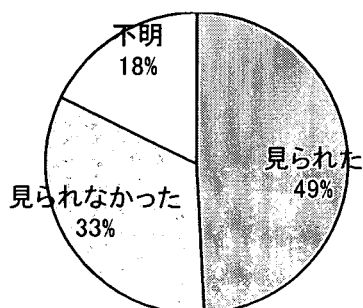


図 2-4-14 対策効果（既設管渠の補修）

②-C. 管更生工法の実施について

回答総数	94	
A. 見られた	49	53.8%
B. 見られなかった	32	32.3%
不明	13	14.0%

A. 見られたについて

- ・ 不明水(浸入水)の減少(同様計25通)
- ・ 施工地域の不明水の減少(同様計9通)
- ・ 人孔汚水柵からの溢水の減少

その他

- ・ 対策箇所では効果が見られるが、全体量(処理場流入)については不明である。(同様計2通)

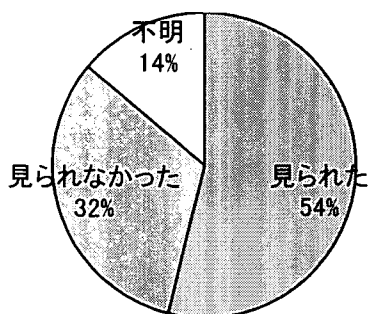


図 2-4-15 対策効果 (管更正工法の実施)

②-D. 雨水系誤接続の解消について

回答総数	106	
A. 見られた	47	38.9%
B. 見られなかった	38	37.9%
不明	21	23.2%

A. 見られたについて

- ・ 不明水(浸入水)の減少(同様計16通)

B. 見られなかったについて

- ・ 限られた予算内での対策のため、目に見える効果は見られないのが現状である。

その他

- ・ 状況が異なるため判定がむずかしい(同様計2通)

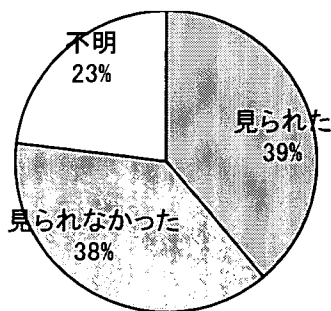


図 2-4-16 対策効果 (雨水系誤接続の解消)

②-E. 調整池等施設運転で対応について

回答総数	50	
A. 見られた	28	56.3%
B. 見られなかった	13	27.1%
不明	9	16.7%

A. 見られたについて

- ・ 予備池に流入水を一時貯留しピークをカット(同様計11通)
- ・ 流入量増大時にも対応できた。(同様計3通)
- ・ 水処理設備への負荷を低減することができた。
- ・ 沈砂池設備の水没及び着水井ゲートの絞りを防げた

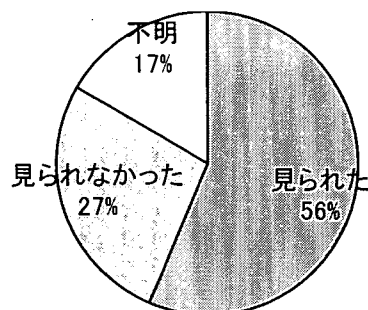


図 2-4-17 対策効果 (調整池等施設運転で対応)

②-F. 施設能力の増補で対応〔処理場、ポンプ、管渠、その他()〕について

回答総数	37	
A. 見られた	25	67.6%
B. 見られなかった	12	32.4%
不明	0	0.0%

A. 見られたについて

- ・ 将来計画用の汚水ポンプ1台を増設することによりある程度の雨水浸入に対しては、対応可能となった。(同様計4通)
- ・ 処理能力向上にともない効果が見られた(同様計3通)
- ・ 管渠を増設しており以前より人孔からの溢水箇所は減少

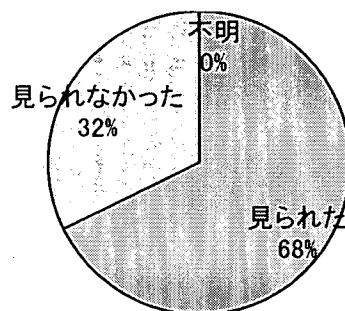


図 2-4-18 対策効果 (施設能力の増補で対応)

③対策の効果（雨水浸入水対策の実施状況による雨水混入比の比較）

③-A. 雨水浸入水対策について効果が見られたと回答の都市

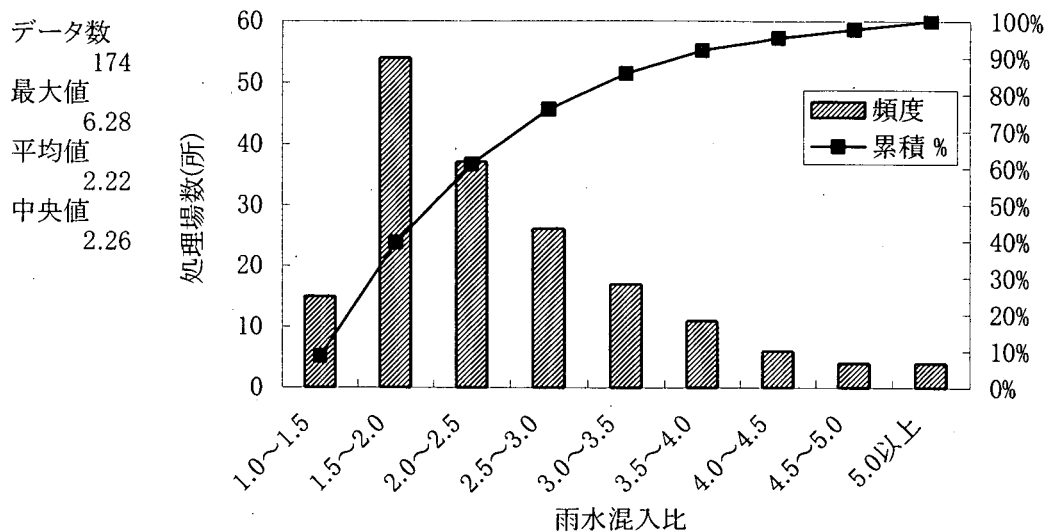


図 2-4-19 雨水浸入水対策の効果（効果有り）

③-B. 雨水浸入水対策について効果が見られないと回答の都市

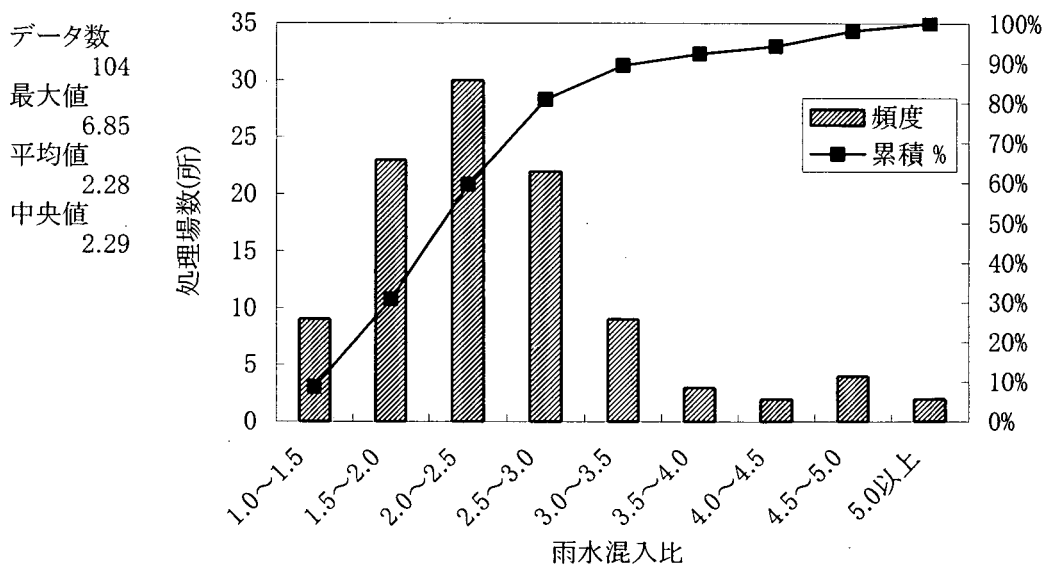


図 2-4-20 雨水浸入水対策の効果（効果無し）

(6) 今後の対策

今後の雨天時浸入水対策に求められるものとしては、以下の3点が考えられる。

- ・ 雨水整備の促進
- ・ 汚水調整池の設置
- ・ 処理場、ポンプ場内のバイパス管渠

しかしながら、雨天時浸入水対策を行う上で、浸入箇所の特定が困難であると共に、原因の特定も困難であるため、対策を実施することが難しい。さらに、対策事業費の確保が困難であるため、対策を実施できない都市が多いものと考えられる。そこで、原因の特定と効果的な対策方法の検討が望まれると共に余裕のある施設設計の認可や対策事業費の確保などの要望が出ている。

①対策への要望

今後の雨水浸入水対策に求められるものがありましたら教えてください。
(複数回答有り)

回答総数	909	
A. 雨水整備の促進	236	27.6%
B. 汚水調整池の設置	104	12.4%
C. 処理場、ポンプ場内のバイパス管渠	125	13.7%
D. その他	134	2.0%
回答無し	406	42.1%

「D. その他」では、以下の事例が報告されている

処理場について

- ・ 処理場施設の増設(同様4通)

ポンプ場について

- ・ ポンプ場能力の増設(同様5通)

管渠について

- ・ 浸入箇所の調査と対策(同様23通)
- ・ 宅内設備の誤接続解消(同様21通)
- ・ 人孔の水密性の向上(同様20通)
- ・ 既設管渠の補修及び管更生工法の実施(同様15通)
- ・ 管渠布設工法の改善(同様3通)
- ・ 管渠接続部の改良(同様2通)

その他

- ・ 原因の特定と効果的な対策方法の検討(同様7通)
- ・ 関連市町の雨水浸入対策の徹底(同様2通)
- ・ 余裕のある施設設計を認めてほしい。(同様3通)
- ・ 対策事業費の確保(同様2通)

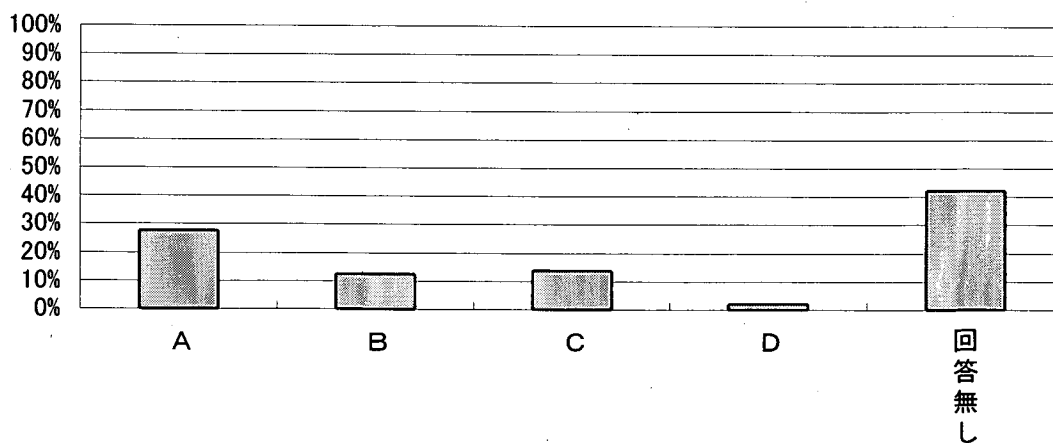


図 2-4-21 対策への要望

②対策の難点

雨水浸入水対策を行う上で難しい点がありましたら教えてください。
(複数回答有り)

回答総数	909	
A. 原因の特定が困難	273	31.7%
B. 浸入箇所の特定が困難	470	54.2%
C. 対策事業費の確保が困難	244	28.7%
D. 対策を行ったが明確な効果がみられない	51	6.6%
E. その他	46	2.0%
回答無し	241	23.5%

「E. その他」では、以下の事例が報告されている

- ・排水設備は私有のため、対応が困難(協力が得られにくい)(同様11通)
- ・雨水浸入に対する認識がうすい(同様4通)
- ・大雨の浸水時に宅地内の柵の蓋を開けられる(同様3通)
- ・対策に要する費用と事業効果の予測がつかない(同様2通)
- ・簡易放流に頼らず雨水の流入を制御できる方法
- ・河川の増水による堤内地への停滞水も一つの原因

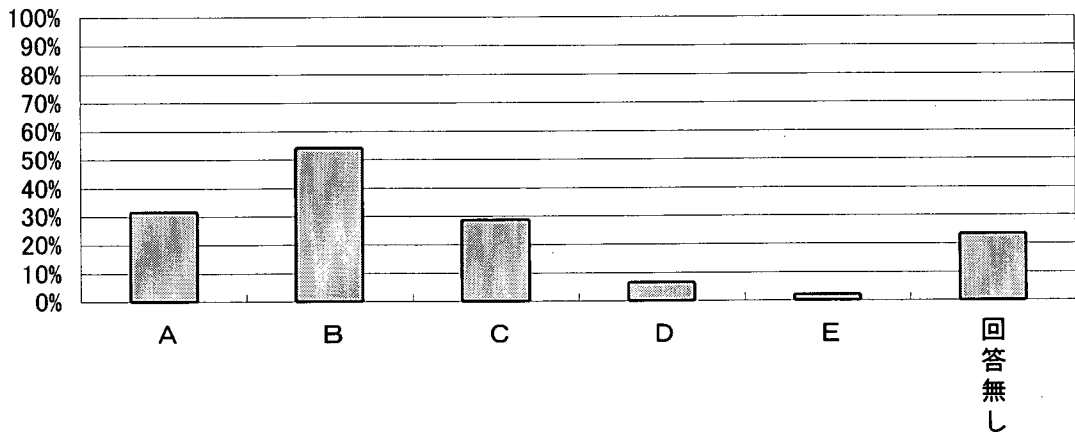


図 2-4-22 対策の難点

2-5 まとめ

得られた知見は以下の通りである。

- ・年間順位を見ると、雨水混入比が2倍を越える降雨は年数回であると言える。
- ・雨水混入比は流域、公共、特環の順に大きい傾向にある。
- ・雨水混入比は施設規模が大きいほど大きくなる傾向にある。
- ・有収水率が高いところではピーク時の浸入水も少ない傾向にあると考えられる。
- ・降雨量と雨水混入比の間には高い相関が見られる。
- ・管渠延長、マンホール、汚水柵等は不明水の大きな影響因子と考えられるが、今回の調査では雨水混入比との間に明確な傾向をつかむことはできなかった。
- ・雨天時浸入水の地域性の問題では、ほとんどが調査年度に大きな降雨のあった地域で高い値を示したが、一部に地域的な降雨の大小と比例していない地域があった。
- ・整備面積あたりの雨天時浸入水量は $15\text{m}^3/\text{ha}\cdot\text{日}$ までで、全体の約6割を占め、中央値は $11.6\text{m}^3/\text{ha}\cdot\text{日}$ であった。
- ・降雨量と雨天時浸入水は比例関係にあり、本調査では降雨量の約1%が污水管に浸入する結果となった。
- ・整備人口あたりの雨天時浸入水 $400\text{L}/\text{人}\cdot\text{日}$ までで全体の約6割を占めており、中央値で $334\text{L}/\text{人}\cdot\text{日}$ と、通常の日平均生活污水量を上回る数値であった。
- ・雨天日時間最大汚水量と雨天日日最大汚水量を比較したところ、時間単位のピーク量は中央値で1.75倍となっており、日最大汚水量の約2倍程度の変動があったものと考えられる。
- ・雨水混入比が2倍を越えるあたりから施設の被害事例が多くなる。
- ・雨天時浸入水による被害でもっとも多いものは“水処理への影響”で、回答者のうち、約6割の都市であげられている。次に多い問題は、処理場からの簡易放流があげられ、回答した都市の約4割で行っている。中でも流域下水道での事例は際だって多い。
- ・雨天時浸入水対策を実施した都市は、約45%であり、実施した都市の約5割の都市が既設管渠の補修、約2割の都市が管更生工法の実施と雨水計接続誤接続の解消を行っている。その他、処理場の対策として、調整池の設置や終沈の使用池数を増加する等の対策もあげられている。しかし、対策の効果については約半数で確認できる程度であった。
- ・今後の雨天時浸入水対策に求められるものとしては、以下の3点が考えられる。

雨水整備の促進

汚水調整池の設置

処理場、ポンプ場内のバイパス管渠

しかしながら、雨天時浸入水対策を行う上で、浸入箇所の特定が困難であると共に、原因の特定も困難であるため、対策を実施することが難しい。さらに、対策事業費の確保が困難であるため、対策を実施できない都市が多いものと考えられる。そこで、原因の特定と効果的な対策方法の検討が望まれると共に余裕のある施設設計の認可や対策事業費の確保などの要望が出ている。