

2.1.4 総越波量の確率的評価

図-36(1)～(4)は、各台風時の最大越波流量と総越波量の関係を示したものである。総越波量の算定では、越波の継続条件を越波流量が $0.0002\text{m}^3/\text{m}/\text{s}$ 以上としたが、一時的にこの条件未滿となってもその間に高波浪（東京湾：1m，伊勢湾：2m，大阪湾：2m，土佐湾：7m）が継続していれば越波も継続しているものとした。最大越波流量と総越波量の関係式として、線形近似式，対数近似式，累乗近似式，指数近似式をあてはめたところ，東京湾と伊勢湾では線形近似式が，大阪湾と土佐湾では累乗近似式がもっとも相関がよかった。ただし，大阪湾は線形近似式でも相関が高いことから，内湾では線形近似式が適合するという見方もできる。

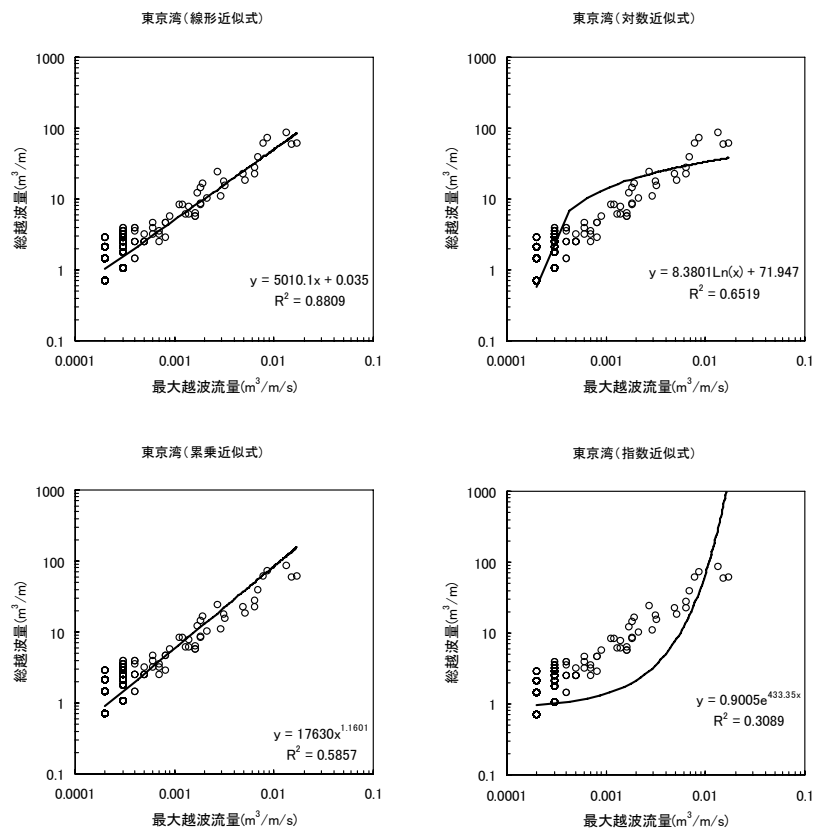


図-36(1) 最大越波流量と総越波量の関係(東京湾)

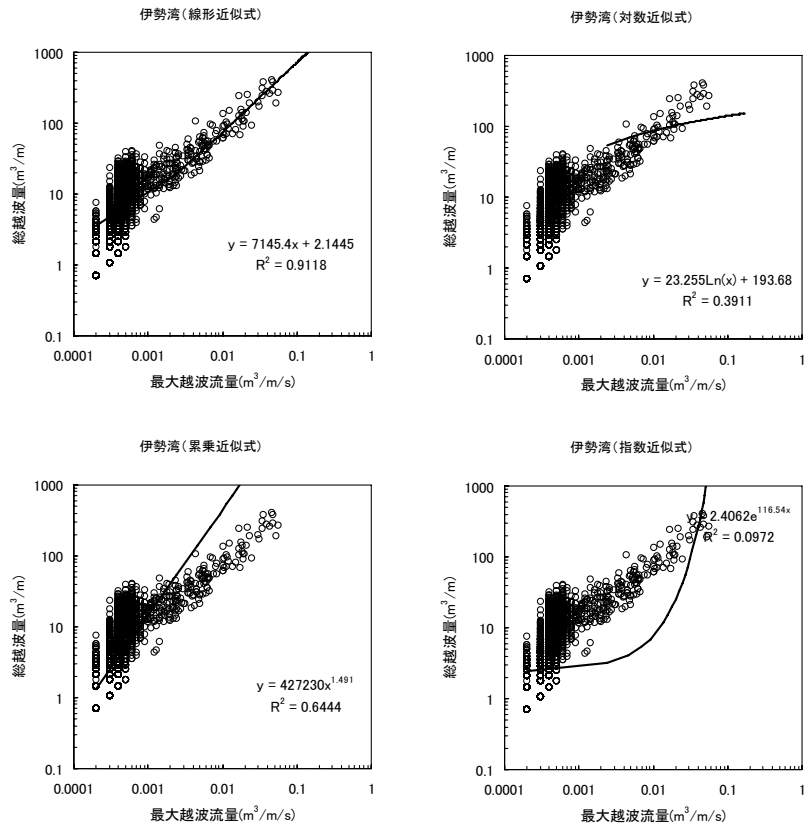


図-36(2) 最大越波流量と総越波量の関係(伊勢湾)

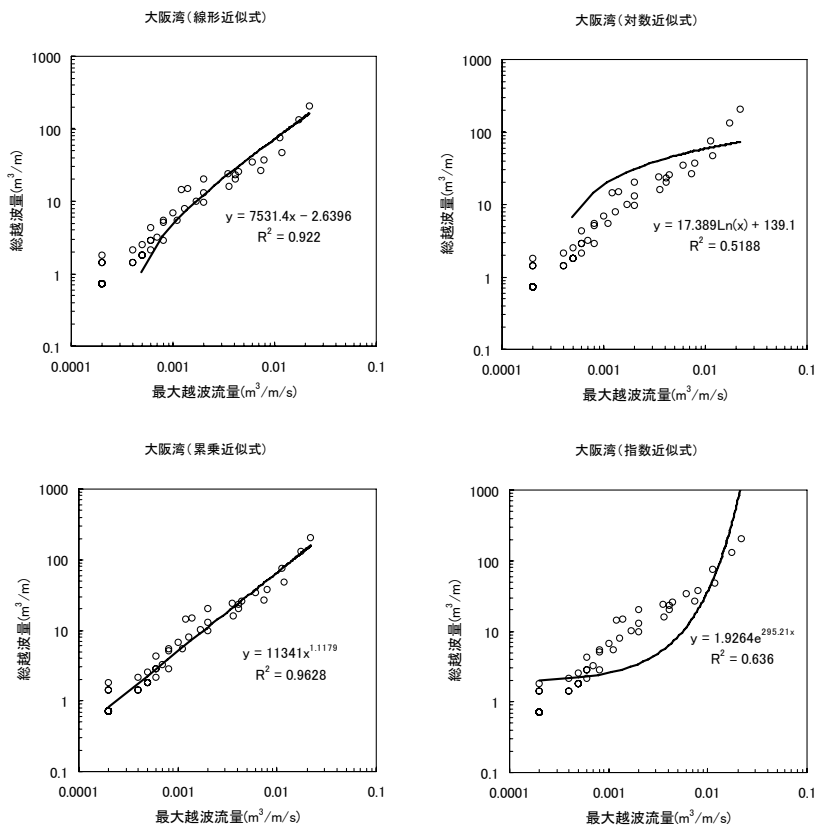


図-36(3) 最大越波流量と総越波量の関係(大阪湾)

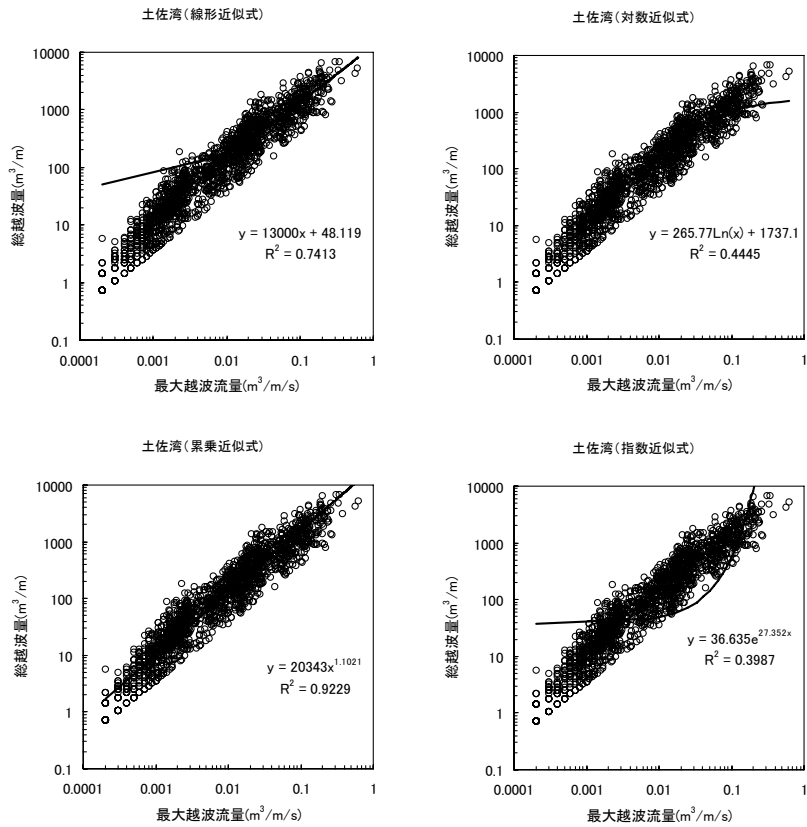


図-36(4) 最大越波流量と総越波量の関係(土佐湾)

図-37 は、各台風時の最大越波流量と越波継続時間を同様に整理したものである。越波継続時間は1時間単位のため、図中の点はかなり重なっている。そこで、各対象海岸における頻度を表-12(1)～(4)に示す。

図中のプロットはかなりばらついており、最大越波流量と越波継続時間との関係は見出しにくい。また、土佐湾と伊勢湾では20時間以上の越波も頻繁に生じているが、東京湾と大阪湾では上限は7時間程度であった。

以上のことから、ある再現期間の越波流量の最大値を定めれば、その再現期間に対応する総越波量を設定できることがわかる。この場合、越波継続時間は各海岸の海象特性に応じて確定値で与えられる。

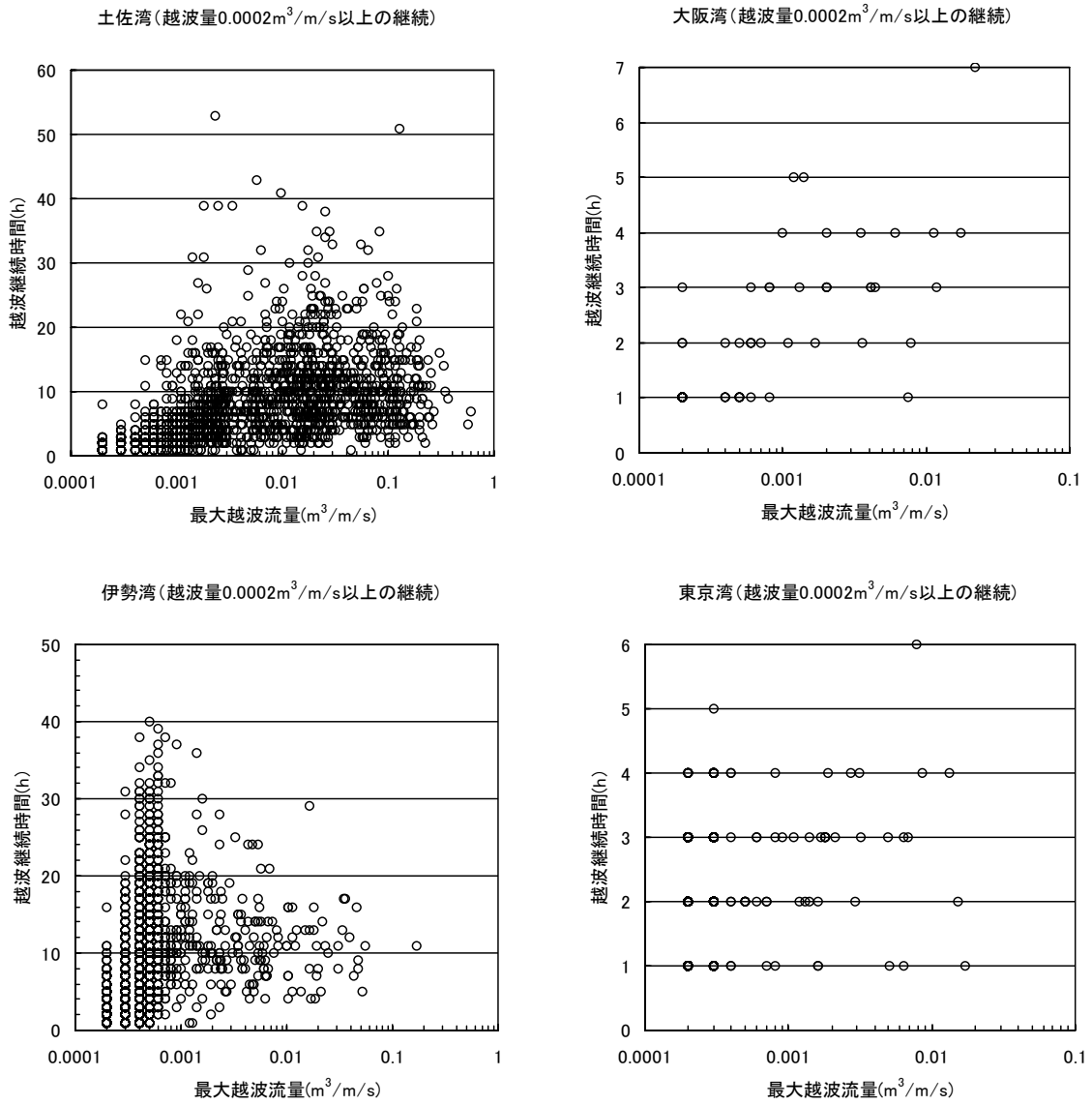


図-37 最大越波流量と越波継続時間との関係

表-11(1) 最大越波流量と越波継続時間との関係(東京湾)

観測地点		東京湾																合計	累計
観測期間		2001年1月1日1時～4000年12月31日23時(通年)																	
最大越波流量階級 (m ³ /m/s)		継続時間階級 (h)																	
		1～2	2～3	3～4	4～5	5～6	6～7	7～8	8～9	9～10	10～11	11～12	12～24	24～36	36～48	48～72	72以上		
0.0002	～	0.0003	1204 (64.5)	287 (15.4)	85 (4.6)	6 (0.3)												1582 (84.7)	1582 (84.7)
0.0003	～	0.0004	70 (3.7)	75 (4.0)	74 (4.0)	17 (0.9)	1 (0.1)											237 (12.7)	1819 (97.4)
0.0004	～	0.0005	2 (0.1)	2 (0.1)	1 (0.1)	2 (0.1)												7 (0.4)	1826 (97.8)
0.0005	～	0.0006		4 (0.2)														4 (0.2)	1830 (98.0)
0.0006	～	0.0007		1 (0.1)	2 (0.1)													3 (0.2)	1833 (98.1)
0.0007	～	0.0008	1 (0.1)	2 (0.1)														3 (0.2)	1836 (98.3)
0.0008	～	0.0009	1 (0.1)		1 (0.1)	1 (0.1)												3 (0.2)	1839 (98.4)
0.0009	～	0.0010			1 (0.1)													1 (0.1)	1840 (98.5)
0.0010	～	0.0020	2 (0.1)	4 (0.2)	6 (0.3)	1 (0.1)												13 (0.7)	1853 (99.2)
0.0020	～	0.0030		1 (0.1)	1 (0.1)	1 (0.1)												3 (0.2)	1856 (99.4)
0.0030	～	0.0040			1 (0.1)	1 (0.1)												2 (0.1)	1858 (99.5)
0.0040	～	0.0050			1 (0.1)													1 (0.1)	1859 (99.5)
0.0050	～	0.0060	1 (0.1)															1 (0.1)	1860 (99.6)
0.0060	～	0.0070	1 (0.1)		2 (0.1)													3 (0.2)	1863 (99.7)
0.0070	～	0.0080					1 (0.1)											1 (0.1)	1864 (99.8)
0.0080	～	0.0090				1 (0.1)												1 (0.1)	1865 (99.8)
0.0090	～	0.0100																	1865 (99.8)
0.0100	～	0.0200	1 (0.1)	1 (0.1)		1 (0.1)												3 (0.2)	1868 (100.0)
0.0200	～	0.0300																	1868 (100.0)
0.0300	～	0.0400																	1868 (100.0)
0.0400	～	0.0500																	1868 (100.0)
0.0500	～	0.0600																	1868 (100.0)
0.0600	～	0.0700																	1868 (100.0)
0.0700	～	0.0800																	1868 (100.0)
0.0800	～	0.0900																	1868 (100.0)
0.0900	～	0.1000																	1868 (100.0)
0.1000	～	0.5000																	1868 (100.0)
0.5000	以上																		1868 (100.0)
合計			1283 (68.7)	377 (20.2)	175 (9.4)	31 (1.7)	1 (0.1)	1 (0.1)										1868 (100.0)	* *

表-11(2) 最大越波流量と越波継続時間との関係(伊勢湾)

観測地点		伊勢湾																合計	累計	
観測期間		2001年1月1日1時～4000年12月31日23時(通年)																		
最大越波流量階級 (m ³ /m/s)		継続時間階級 (h)																		
		1～2	2～3	3～4	4～5	5～6	6～7	7～8	8～9	9～10	10～11	11～12	12～24	24～36	36～48	48～72	72以上			
0.0002	～	0.0003	1634 (27.4)	571 (9.6)	173 (2.9)	62 (1.0)	16 (0.3)	11 (0.2)	9 (0.2)	7 (0.1)	3 (0.1)	2 (0.0)	2 (0.0)	1 (0.0)					2491 (41.8)	2491 (41.8)
0.0003	～	0.0004	342 (5.7)	310 (5.2)	233 (3.9)	152 (2.6)	82 (1.4)	48 (0.8)	51 (0.9)	35 (0.6)	27 (0.5)	23 (0.4)	7 (0.1)	45 (0.8)	2 (0.0)				1357 (22.8)	3848 (64.6)
0.0004	～	0.0005	78 (1.3)	119 (2.0)	102 (1.7)	100 (1.7)	91 (1.5)	88 (1.5)	86 (1.4)	69 (1.2)	80 (1.3)	50 (0.8)	55 (0.9)	217 (3.6)	17 (0.3)	1 (0.0)			1153 (19.4)	5001 (84.0)
0.0005	～	0.0006	8 (0.1)	20 (0.3)	19 (0.3)	20 (0.3)	12 (0.2)	17 (0.3)	30 (0.5)	31 (0.5)	33 (0.6)	25 (0.4)	39 (0.7)	182 (3.1)	31 (0.5)	1 (0.0)	1		469 (7.9)	5470 (91.9)
0.0006	～	0.0007		2 (0.0)	5 (0.1)	5 (0.1)	11 (0.2)	5 (0.1)	10 (0.2)	11 (0.2)	17 (0.3)	10 (0.2)	10 (0.2)	85 (1.4)	22 (0.4)	3 (0.1)			196 (3.3)	5666 (95.2)
0.0007	～	0.0008		1 (0.0)		2 (0.0)		1 (0.0)	2 (0.0)	2 (0.0)	2 (0.1)	3 (0.0)	4 (0.1)	20 (0.3)	4 (0.1)	1 (0.0)			42 (0.7)	5708 (95.9)
0.0008	～	0.0009						2 (0.0)	3 (0.1)	3 (0.1)	2 (0.0)	5 (0.1)	2 (0.0)	8 (0.1)	1 (0.0)				26 (0.4)	5734 (96.3)
0.0009	～	0.0010			1 (0.0)			1 (0.0)	1 (0.0)	1 (0.0)		2 (0.0)	1 (0.0)	8 (0.1)		1 (0.0)			16 (0.3)	5750 (96.6)
0.0010	～	0.0020	2 (0.0)	1 (0.0)	1 (0.0)	2 (0.0)	1 (0.0)	3 (0.1)	1 (0.0)	5 (0.1)	3 (0.1)	6 (0.1)	8 (0.1)	33 (0.6)	3 (0.1)	1 (0.0)			70 (1.2)	5820 (97.7)
0.0020	～	0.0030			1 (0.0)		2 (0.0)	1 (0.0)		5 (0.1)	5 (0.1)	3 (0.1)	1 (0.0)	11 (0.2)	2 (0.0)				31 (0.5)	5851 (98.3)
0.0030	～	0.0040						1 (0.0)		2 (0.0)	2 (0.0)	2 (0.0)	2 (0.1)	7 (0.1)	1 (0.0)				17 (0.3)	5868 (98.6)
0.0040	～	0.0050				1 (0.0)	2 (0.0)	3 (0.1)		1 (0.0)			1 (0.0)	3 (0.1)	2 (0.0)				13 (0.2)	5881 (98.8)
0.0050	～	0.0060							1 (0.0)		3 (0.1)	2 (0.0)	1 (0.0)	7 (0.1)	1 (0.0)				15 (0.3)	5896 (99.0)
0.0060	～	0.0070				1 (0.0)			3 (0.1)	3 (0.1)	1 (0.0)			3 (0.1)					12 (0.2)	5908 (99.2)
0.0070	～	0.0080											1 (0.0)	1 (0.0)					2 (0.0)	5910 (99.3)
0.0080	～	0.0090											1 (0.0)	2 (0.0)					3 (0.1)	5913 (99.3)
0.0090	～	0.0100																		5913 (99.3)
0.0100	～	0.0200				3 (0.1)	2 (0.0)		3 (0.1)	2 (0.0)			4 (0.1)	9 (0.2)	1 (0.0)				24 (0.4)	5937 (99.7)
0.0200	～	0.0300					1 (0.0)					1 (0.0)	1 (0.0)	1 (0.0)					4 (0.1)	5941 (99.8)
0.0300	～	0.0400								1 (0.0)			1 (0.0)	4 (0.1)					6 (0.1)	5947 (99.9)
0.0400	～	0.0500							1 (0.0)	1 (0.0)	1 (0.0)			1 (0.0)					4 (0.1)	5951 (99.9)
0.0500	～	0.0600					1 (0.0)						1 (0.0)						2 (0.0)	5953 (100.0)
0.0600	～	0.0700																		5953 (100.0)
0.0700	～	0.0800																		5953 (100.0)
0.0800	～	0.0900																		5953 (100.0)
0.0900	～	0.1000																		5953 (100.0)
0.1000	～	0.5000											1 (0.0)						1 (0.0)	5954 (100.0)
0.5000	以上																			5954 (100.0)
合計			2064 (34.7)	1024 (17.2)	535 (9.0)	348 (5.8)	222 (3.7)	180 (3.0)	201 (3.4)	179 (3.0)	179 (3.0)	135 (2.3)	143 (2.4)	648 (10.9)	87 (1.5)	8 (0.1)	1 (0.0)		5954 (100.0)	* *

表-11(3) 最大越波流量と越波継続時間との関係(大阪湾)

観測地点		大阪湾																合計	累計
観測期間		2001年1月1日1時～4000年12月31日23時(通年)																	
最大越波流量階級 (m ³ /m/s)		継続時間階級 (h)																	
		1～2	2～3	3～4	4～5	5～6	6～7	7～8	8～9	9～10	10～11	11～12	12～24	24～36	36～48	48～72	72以上		
0.0002	～	0.0003	17 (29.8)	2 (3.5)	1 (1.8)													20 (35.1)	20 (35.1)
0.0003	～	0.0004																	20 (35.1)
0.0004	～	0.0005	2 (3.5)	1 (1.8)														3 (5.3)	23 (40.4)
0.0005	～	0.0006	4 (7.0)	1 (1.8)														5 (8.8)	28 (49.1)
0.0006	～	0.0007	1 (1.8)	2 (3.5)	1 (1.8)													4 (7.0)	32 (56.1)
0.0007	～	0.0008		1 (1.8)														1 (1.8)	33 (57.9)
0.0008	～	0.0009	1 (1.8)		2 (3.5)													3 (5.3)	36 (63.2)
0.0009	～	0.0010																	36 (63.2)
0.0010	～	0.0020		2 (3.5)	1 (1.8)	1 (1.8)		2 (3.5)										6 (10.5)	42 (73.7)
0.0020	～	0.0030			2 (3.5)	1 (1.8)												3 (5.3)	45 (78.9)
0.0030	～	0.0040		1 (1.8)		1 (1.8)												2 (3.5)	47 (82.5)
0.0040	～	0.0050			3 (5.3)													3 (5.3)	50 (87.7)
0.0050	～	0.0060																	50 (87.7)
0.0060	～	0.0070				1 (1.8)												1 (1.8)	51 (89.5)
0.0070	～	0.0080	1 (1.8)	1 (1.8)														2 (3.5)	53 (93.0)
0.0080	～	0.0090																	53 (93.0)
0.0090	～	0.0100																	53 (93.0)
0.0100	～	0.0200			1 (1.8)	2 (3.5)												3 (5.3)	56 (98.2)
0.0200	～	0.0300						1 (1.8)										1 (1.8)	57 (100.0)
0.0300	～	0.0400																	57 (100.0)
0.0400	～	0.0500																	57 (100.0)
0.0500	～	0.0600																	57 (100.0)
0.0600	～	0.0700																	57 (100.0)
0.0700	～	0.0800																	57 (100.0)
0.0800	～	0.0900																	57 (100.0)
0.0900	～	0.1000																	57 (100.0)
0.1000	～	0.5000																	57 (100.0)
0.5000	以上																		57 (100.0)
合計			26 (45.6)	11 (19.3)	11 (19.3)	6 (10.5)	2 (3.5)	1 (1.8)										57 (100.0)	* *

表-11(4) 最大越波流量と越波継続時間との関係(土佐湾)

観測地点		土佐湾																	合計	累計
観測期間		2001年 1月 1日 1時～ 4000年 12月 31日 23時(通年)																		
最大越波流量階級 (m ³ /m/s)		継続時間階級 (h)																		
		1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	10~11	11~12	12~24	24~36	36~48	48~72	72以上			
0.0002 ~ 0.0003		48 (2.9)	19 (1.1)	3 (0.2)					1 (0.1)									71 (4.2)	71 (4.2)	
0.0003 ~ 0.0004		12 (0.7)	7 (0.4)	11 (0.7)	3 (0.2)	1 (0.1)												34 (2.0)	105 (6.2)	
0.0004 ~ 0.0005		5 (0.3)	10 (0.6)	8 (0.5)	3 (0.2)		1 (0.1)		1 (0.1)									28 (1.7)	133 (7.9)	
0.0005 ~ 0.0006		7 (0.4)	9 (0.5)	8 (0.5)	2 (0.1)	3 (0.2)	2 (0.1)	1 (0.1)				1 (0.1)	1 (0.1)					34 (2.0)	167 (9.9)	
0.0006 ~ 0.0007		3 (0.2)	5 (0.3)	7 (0.4)	4 (0.2)	5 (0.3)	6 (0.4)	1 (0.1)	2 (0.1)									33 (2.0)	200 (11.9)	
0.0007 ~ 0.0008		4 (0.2)	4 (0.2)	6 (0.4)	4 (0.2)	5 (0.3)		2 (0.1)					2 (0.1)					27 (1.6)	227 (13.5)	
0.0008 ~ 0.0009		3 (0.2)	5 (0.3)	7 (0.4)	6 (0.4)	3 (0.2)	2 (0.1)	3 (0.2)		1 (0.1)		1 (0.1)	2 (0.1)					33 (2.0)	260 (15.5)	
0.0009 ~ 0.0010		2 (0.1)	7 (0.4)	5 (0.3)	4 (0.2)	5 (0.3)	5 (0.3)	1 (0.1)		1 (0.1)		2 (0.1)						32 (1.9)	292 (17.4)	
0.0010 ~ 0.0020		15 (0.9)	21 (1.2)	26 (1.5)	36 (2.1)	34 (2.0)	30 (1.8)	23 (1.4)	13 (0.8)	10 (0.6)	5 (0.3)	3 (0.2)	22 (1.3)	4 (0.2)	1 (0.1)			243 (14.5)	535 (31.8)	
0.0020 ~ 0.0030		2 (0.1)	9 (0.5)	20 (1.2)	15 (0.9)	19 (1.1)	15 (0.9)	18 (1.1)	19 (1.1)	14 (0.8)	10 (0.6)	5 (0.3)	26 (1.5)		1 (0.1)	1 (0.1)		174 (10.4)	709 (42.2)	
0.0030 ~ 0.0040		1 (0.1)	3 (0.2)	1 (0.1)	4 (0.2)	1 (0.1)	3 (0.2)	6 (0.4)	3 (0.2)	2 (0.1)	6 (0.4)		11 (0.7)		1 (0.1)			42 (2.5)	751 (44.7)	
0.0040 ~ 0.0050		2 (0.1)	1 (0.1)	3 (0.2)		3 (0.2)	1 (0.1)	5 (0.3)	2 (0.1)	1 (0.1)	2 (0.1)	1 (0.1)	6 (0.4)	2 (0.1)				29 (1.7)	780 (46.4)	
0.0050 ~ 0.0060		2 (0.1)	1 (0.1)	1 (0.1)	5 (0.3)	3 (0.2)	4 (0.2)	5 (0.3)	1 (0.1)	3 (0.2)	6 (0.4)	2 (0.1)	10 (0.6)		1 (0.1)			44 (2.6)	824 (49.0)	
0.0060 ~ 0.0070			1 (0.1)	4 (0.2)	4 (0.2)	3 (0.2)	5 (0.3)	1 (0.1)	4 (0.2)	2 (0.1)	1 (0.1)	8 (0.5)	2 (0.1)					39 (2.3)	863 (51.3)	
0.0070 ~ 0.0080			1 (0.1)		3 (0.2)		1 (0.1)	1 (0.1)	3 (0.2)	2 (0.1)	1 (0.1)	13 (0.8)						26 (1.5)	889 (52.9)	
0.0080 ~ 0.0090			1 (0.1)	2 (0.1)	2 (0.1)	8 (0.5)	2 (0.1)	2 (0.1)	3 (0.2)		4 (0.2)	7 (0.4)	1 (0.1)					33 (2.0)	922 (54.8)	
0.0090 ~ 0.0100		1 (0.1)		1 (0.1)		3 (0.2)	1 (0.1)		2 (0.1)	2 (0.1)	3 (0.2)	7 (0.4)			1 (0.1)			21 (1.2)	943 (56.1)	
0.0100 ~ 0.0200		1 (0.1)	6 (0.4)	16 (1.0)	18 (1.1)	8 (0.5)	16 (1.0)	20 (1.2)	15 (0.9)	14 (0.8)	21 (1.2)	16 (1.0)	88 (5.2)	8 (0.5)	1 (0.1)			248 (14.8)	1191 (70.9)	
0.0200 ~ 0.0300			3 (0.2)	4 (0.2)	7 (0.4)	10 (0.6)	11 (0.7)	14 (0.8)	5 (0.3)	9 (0.5)	6 (0.4)	14 (0.8)	47 (2.8)	12 (0.7)	1 (0.1)			143 (8.5)	1334 (79.4)	
0.0300 ~ 0.0400					2 (0.1)	1 (0.1)	5 (0.3)	3 (0.2)	5 (0.3)	4 (0.2)	1 (0.1)	3 (0.2)	21 (1.2)	1 (0.1)				46 (2.7)	1380 (82.1)	
0.0400 ~ 0.0500		1 (0.1)				2 (0.1)	3 (0.2)	1 (0.1)	1 (0.1)	7 (0.4)	4 (0.2)	9 (0.5)						29 (1.7)	1409 (83.8)	
0.0500 ~ 0.0600				4 (0.2)	1 (0.1)	3 (0.2)	2 (0.1)	7 (0.4)	5 (0.3)	3 (0.2)	2 (0.1)	13 (0.8)	5 (0.3)					46 (2.7)	1455 (86.6)	
0.0600 ~ 0.0700			1 (0.1)	1 (0.1)	2 (0.1)	3 (0.2)	5 (0.3)	3 (0.2)	2 (0.1)	2 (0.1)	1 (0.1)	8 (0.5)	1 (0.1)					34 (2.0)	1489 (88.6)	
0.0700 ~ 0.0800					3 (0.2)		3 (0.2)	3 (0.2)	3 (0.2)	1 (0.1)	3 (0.2)	2 (0.1)	8 (0.5)	1 (0.1)				27 (1.6)	1516 (90.2)	
0.0800 ~ 0.0900				1 (0.1)		1 (0.1)	2 (0.1)	3 (0.2)	1 (0.1)		6 (0.4)	9 (0.5)	2 (0.1)					25 (1.5)	1541 (91.7)	
0.0900 ~ 0.1000					1 (0.1)	1 (0.1)			1 (0.1)			8 (0.5)	2 (0.1)					18 (1.1)	1559 (92.7)	
0.1000 ~ 0.5000			3 (0.2)	4 (0.2)	2 (0.1)	14 (0.8)	10 (0.6)	8 (0.5)	7 (0.4)	12 (0.7)	9 (0.5)	10 (0.6)	37 (2.2)	3 (0.2)		1 (0.1)		120 (7.1)	1679 (99.9)	
0.5000 以上						1 (0.1)		1 (0.1)										2 (0.1)	1681 (100.0)	
合計		109 (6.5)	117 (7.0)	143 (8.5)	131 (7.8)	140 (8.3)	135 (8.0)	132 (7.9)	102 (6.1)	88 (5.2)	92 (5.5)	76 (4.5)	363 (21.6)	44 (2.6)	7 (0.4)	2 (0.1)		1681 (100.0)	* *	

表-12 は、総越波量の極値統計解析の結果を、(1)各台風による総越波量を用いた極値統計解析の結果と、(2)表-10 に示された各再現期間に対応する越波流量から図-36 の相関式を用いて各再現期間に対応する総越波量を求めた結果を示したものである。土佐湾の総越波量は伊勢湾の 20 倍以上で、越波流量の比が 10 倍程度だったのに比べさらに大きくなっている。

表-13 総越波量の確率評価

bay	method	return period (years)				
		50	100	200	500	1000
Tokyo	(1)	-	-	22.832	40.219	58.313
	(2)	8.552	12.059	16.568	24.584	33.603
Ise	(1)	90.054	132.686	188.898	291.630	398.578
	(2)	95.035	140.051	200.072	308.682	421.579
Osaka	(1)	-	6.438	23.427	52.813	82.771
	(2)	0.383	10.294	22.999	46.351	71.815
Tosa	(1)	2206.380	2963.891	3893.683	5457.941	6961.217
	(2)	2514.115	3446.368	4619.306	6644.529	8644.510

(m³/m)