派(派)78—11

大韓民国ソウル市周辺災害調査報告書
(1977年7月豪雨)

1978年7月

国際協力事業団

大韓民国ソウル市周辺災害調査報告書
（１９７７年７月豪雨）

JICA LIBRARY
1048630[6]

１９７８年７月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入月日 '84. 5. 15	110
	61.7
登録No. 04520	EXT

目　　次

第１章　序　章 …… 1
　１－１　調査の目的と範囲 …… 1
　１－２　調査団の構成 …… 1
　１－３　実施した調査 …… 2

第２章　1977年７月集中豪雨の概要 …… 3
　２－１　安養川の概要 …… 3
　２－２　豪雨の概要 …… 7
　２－３　被害の状況 …… 12

第３章　安養川の治水対策について …… 16
　３－１　都市河川対策の一般的問題 …… 16
　３－２　安養川の治水対策 …… 17

第４章　安養川流域の山腹崩壊について …… 29
　４－１　災害の原因と被害の状況 …… 29
　４－２　対策工事について …… 33
　４－３　今後の防災対策について …… 37

第５章　漢江潛橋の潛水予報 …… 43
　５－１　大出水予報と小出水予報の差異 …… 43
　５－２　漢江潛橋潛水予報上の問題点 …… 46
　５－３　漢江潛橋の潛水予報の実用的精度 …… 46

第１章　序　　章

１－１　調査の目的と範囲

１９７７年７月、韓国の各地で局地的な集中豪雨があり、土石流及び河川の氾濫を各地で生じ、大きな災害を蒙った。とりわけソウル市を流れる安養川流域での被害が大きく都市河川の治水対策及び土石流対策の推進が急務となっており、今回の調査団派遣の要請となったものである。

この要請に基づき４名の日本政府調査団は１９７７年９月２６日から10月10日まで２週間韓国に滞在して調査を行った。

要望のあった調査は次の３つである。なお(3)の調査は現地において追加要請されたものである。

(1)　安養川の治水対策について

(2)　安養川流域の土石流対策について

(3)　漢江潜水橋の潜水予報について

７月豪雨により災害を受けた箇所は、広範囲にわたっており、要請された事項に対する詳細な調査は期間、人員的に困難であり、今回の調査は一般論としてこの問題点の考察にとどめた。

１－２　調査団の構成

調査団の構成は下表のとおりである。

団　長	井　上　章　平	建設省河川局治水課都市河川対策室長
団　員	西　田　一　孝	建設省近畿地方建設局琵琶湖工事々務所副所長
	白波瀬　正　道	建設省東北地方建設局河川部河川計画課長補佐
	大　沢　　武	建設省関東地方建設局荒川上流工事々務所開発調査課長

※　なお井上団長の滞在は９月２６日から１０月５日までであった。

1－3　実施した調査

調査団は、滞在期間中韓国政府建設部、ソウル市及び安養市の協力を得て、安養川及び漢江流域の現地調査及び資料の集収を行った。

第2章　1977年7月集中豪雨の概要

2－1　安養川の概要

安養川は、漢江下流で左岸から合流する流域面積２４０Km²の河川である。

表－1.　安養川諸元

流　域　面　積	２４２　Km²
流路延長（本川）	３２　Km
内　直　轄	１３
地　方	７
準　用	?
整備率（１９７６年）	７０　%
要整備延長	１１６　Km
整備済延長	８０
（全国）整備率	２９　%

安養川流域の上流部は、安養市を中心に直経約１３Kmの広さで円形にとりまく４００～６００mの山々を水源としている。そのため安養市は、小さな盆地の中に発達した街である。

各支川は市のほぼ中央で本川に合流するかたちとなり、本川は市の中央を貫流して、北に接するソウル市との境界附近で弱い狭さく部を形成し、ソウル市に入ってほぼ北に約１５Km流下し、漢江に流入している。

河道沿いの平地は比較的広く安養市の上流、水源にかなり近いところまで水田等に利用されており、流域に降った雨は、この広い平地に貯留されつつ遅れて川へ流入していたのが以前の流出形態であったようである。近年に至り、平地の市街化及び、丘陵の開発が進むにつれ、山からのストレートな流出及び平地の湛水域の減少をきたし、流域の土地利用、流出機構が大きく変りつつある

河川である。

安養川河道の勾配は、下流ソウル市の区間で1/1500 中流安養市付近で1/500程度であり、下流は、川幅150～200mの有堤区間、中流は川幅50～100mで堀込み河道が多くなっており、下流の計画高水流量1600m³/Sに対し、平均的には、川幅は確保されているといえる。安養川の改修は、相当以前から行なわれており、下流部の堤防は、1940年代には、かなり整備が進んでいたようであり、その後は護岸工事を主体に事業が行なわれており、韓国で最も改修に力を入れて来た河川の一つである。

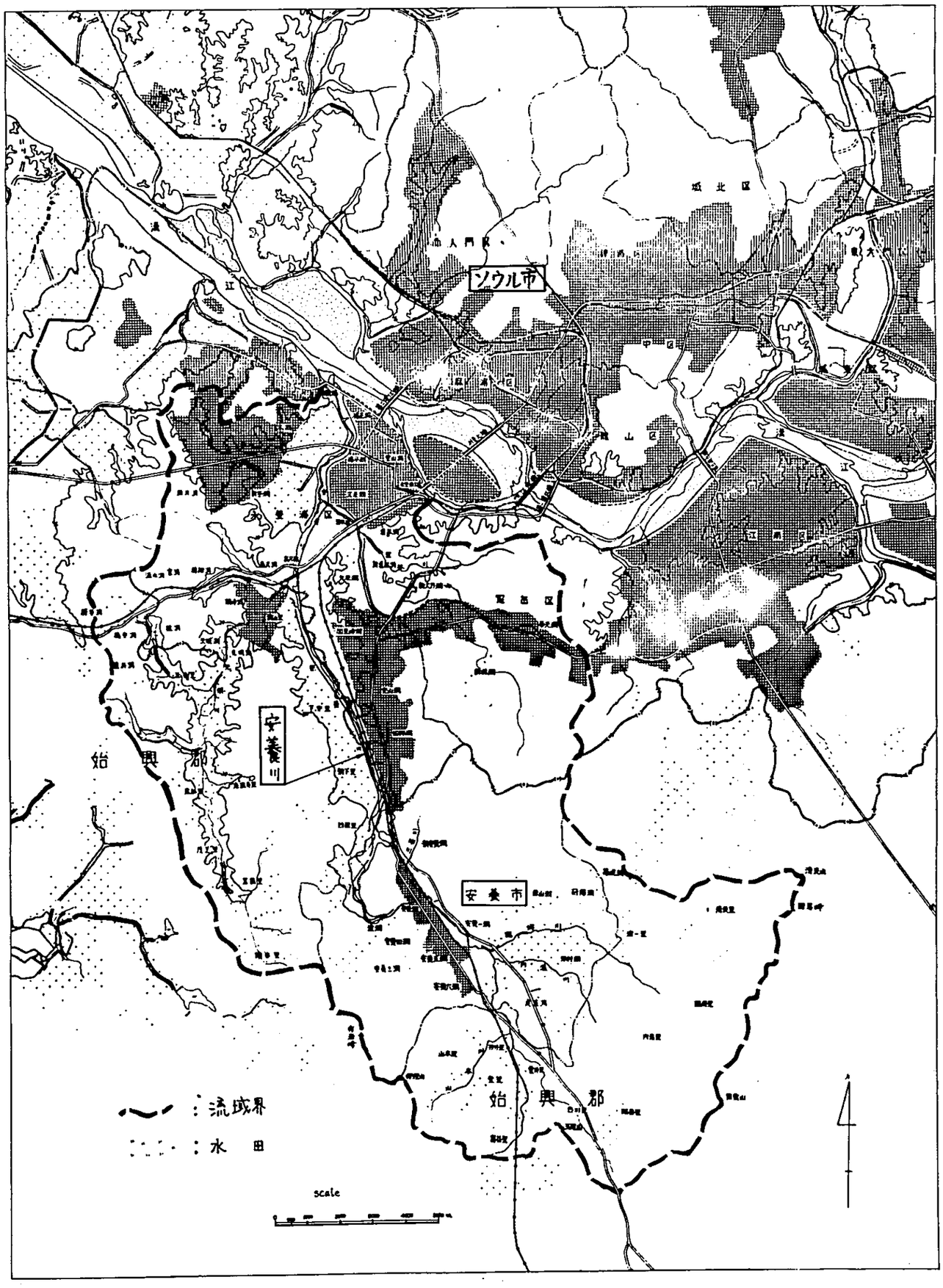
下流ソウル地区は、住宅及び準工業地区として、計画的に開発が進んでいるが、一部安養川河道沿いの低地へのスプロール化もあり、今回の豪雨により、内水による被害を受けている。安養市は、安養川中流の開けた盆地状の地形を呈した地域の下流に位置し、現在人口約15万人で鉄道により、ソウル市街と直結されており、ソウル市の衛星都市として発展しつつある都市である。安養市街地の上流地域には、主として、水田に利用されている低平地が広がり、自然の遊水地としての効用を果してきており、安養市の都市計画においても、農用地として残されることになっているが、一部は、市街化の計画となっている。

1977年7月8日の集中豪雨によって土石流が発生した山の状態を見ると、ソウル市南部から安養市の北に広がる三聖岳（480m）、冠岳山（629m）を中心とした山々は、花崗岩の禿山で、特に森林の少ないソウル市北方に見られる非常に特徴的な山で、今回の災害でも土石流が各所に発生しており、その規模が比較的大きいのが目立った。

安養市の東から南にかけては、国恩峰（526m）、白雲山（560.8m）等の500～560m級の山が連なっているが、比較的森林の状態が良好で、しかも地形勾配がなだらかなためか、あまり土石流は発生していない。

安養市の南西から西にかけては、修理山（474.8m）、秀岩峰（392m）等の400～500m級の山が連っている。森林の状態は、比較的良好であるが、人家に近い急傾斜地の崩壊で、浅い谷からの土石流が多く発生しているのが目立った。そのため死者の数もこの地区で多数を記録している。

図—1　安養川流域図



2－2　豪雨の概要

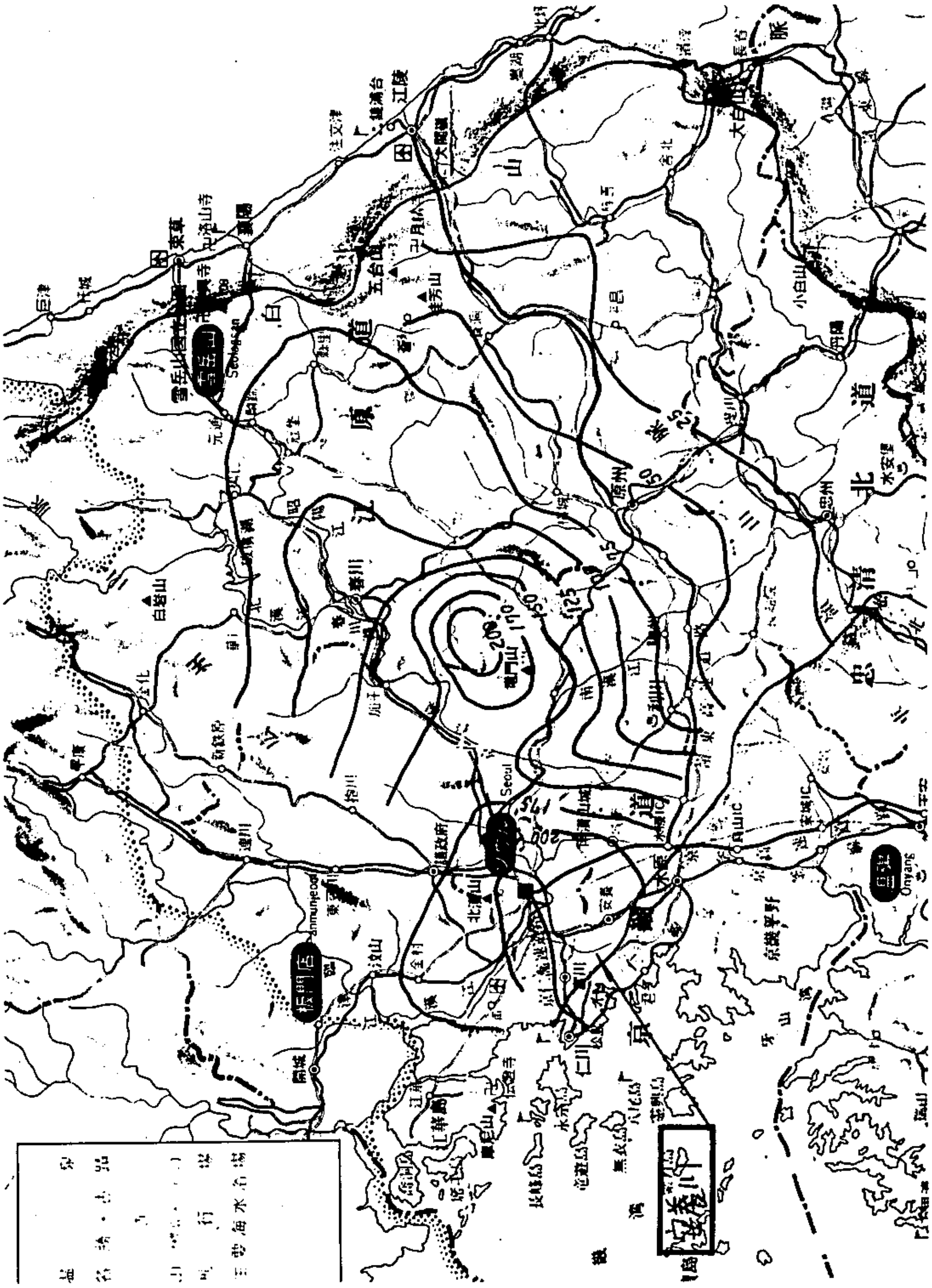
今回の降雨は、漢江中下流部で、平均的には、１００～２００㎜ 程度の降雨量であり、漢江の水位上昇はソウル市人道橋で２ｍ程度であった。しかし局地的に集中豪雨をもたらし、特に安養川流域においては、大きな災害を引き起した。

安養川中流の安養市では、７月８日朝から９日夕刻には、１時間雨量１１０㎜、２時間雨量２１０㎜、４時間雨量３２０㎜の豪雨を記録し、これが引金となり、各所で土石流、河川の氾濫浸水を引き起した。（安養川の洪水到達時間は、３～４時間程度。）

同地域には、過去の時間雨量の記録がないため、降雨頻度の確率評価はできないが、図－３の世界の豪雨記録、日本と韓国が地理的に、気象的に大きく異ってはいないであろうことを考えると、１～４時間程度の降雨量としては、発生頻度の相当低い降雨量であったと思われる。

又安養川下流のソウル市永登浦では、総降雨量３４３㎜、１時間雨量５５㎜、２時間雨量９０㎜、４時間雨量１４９㎜を記録し、支川の氾濫内水被害、土石流を引き起している。ソウル気象台のデータで評価すると概ね $1/40$～$1/50$ 程度の降雨量であった。

図－2　1977.7 豪雨漢江流域降雨量分布図



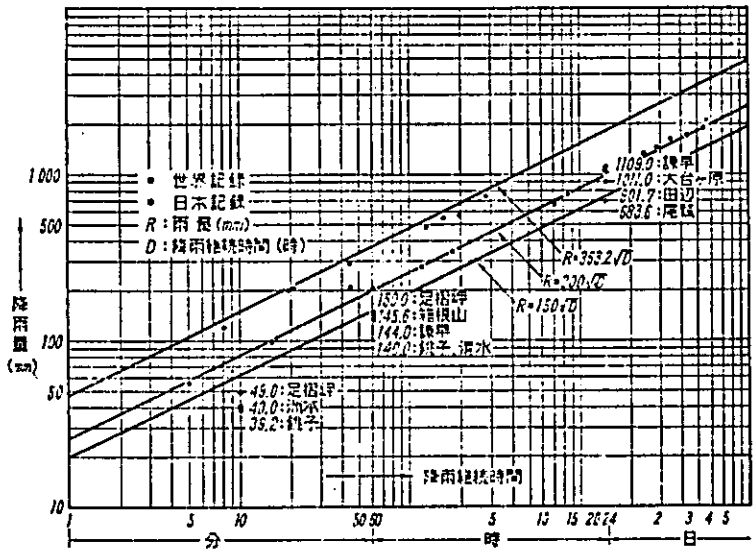
表－2　1977年7月豪雨降雨記録

1977. 7

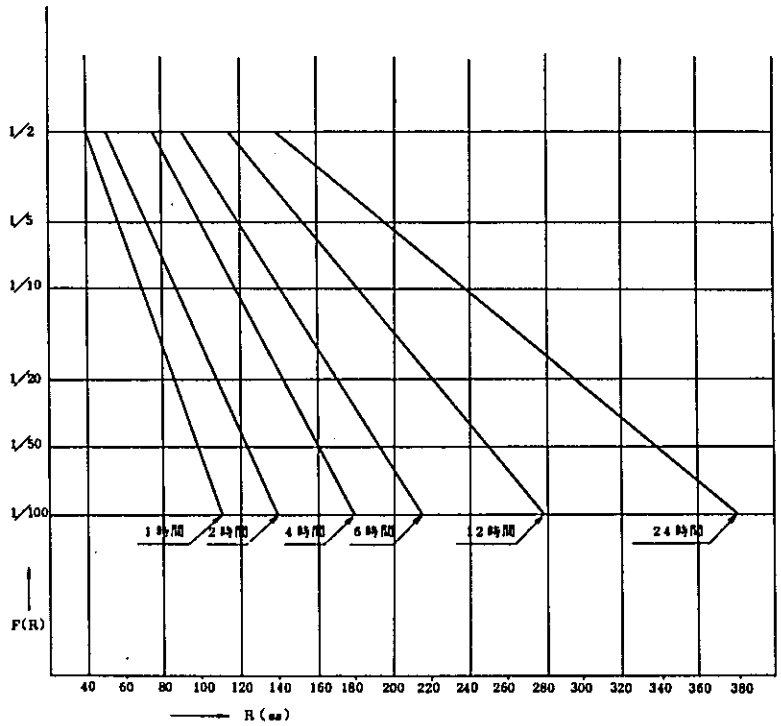
時間	7月8日 雨量(mm) 本庁	永登浦	安養市	水位(m) 人道橋	7月9日 雨量(mm) 本庁	永登浦	安養市	水位(m) 人道橋	7月10日 雨量(mm) 本庁	永登浦	安養市	水位(m) 人道橋
1						4.5		4.68				6.03
2						5.0		4.78				5.89
3					34.0	7.0		4.93				5.75
4	0.5					0.5		5.00				5.62
5	3.5					16.5		4.99				5.45
6	1.0					10.0		4.98				5.32
7	2.5	8.0	34.1		3.0	3.0		4.96				5.20
8	2.0	3.0		3.38	0.5			4.99				5.08
9	5.0	10.0		3.38				5.06				4.97
10	5.5	5.5	33.0	3.30			41.9	5.17				
11	5.5	24.5		3.29				5.32				
12	8.5	7.0	36.5	3.28				5.44				
13	7.0	11.0		3.27	0.5	3.5		5.63				
14	14.5	17.0		3.50	5.0			5.81				
15	5.0	2.5		3.67				5.98				
16	6.0	18.5	6.5	3.79				6.13				
17	1.5	12.0		3.89	0.5	0.5		6.21				
18	0.5	31.5		4.03	0.5	2.0		6.25				
19	9.0	27.0	109.5	4.15				6.25				
20	11.0	35.5	99.5	4.24				6.25				
21	12.5	55.0	113.0	4.34				6.25				
22	17.0	16.0		4.44				6.24				
23	1.0	5.0		4.52				6.20				
24		1.5		4.62				6.13				
計	119.0	290.5	432.1		44.0	52.5	41.9					

水位：MSL　m

図－3　記録的降雨強度



図－4　ソウル市時間雨量確率図



表－3　長時間最大降雨量記録（ソウル市）

単位 mm

年＼継続時間	1時間	2	4	6	12	24
1915	45.0	58.5	98.0	115.2	202.2	254.7
16	51.7	88.5	116.3	142.6	165.1	210.8
17	57.2	63.0	65.6	74.3	87.1	108.8
18	56.6	66.1	80.0	95.0	190.0	233.0
19	34.0	46.7	66.2	73.5	109.0	147.9
1920～25	（欠）→					
1926	59.0	83.5	111.0	150.2	151.5	153.4
27	43.0	58.1	78.8	89.0	95.9	121.7
28	44.4	48.5	65.8	83.4	92.0	99.3
29	61.4	78.9	91.8	112.9	122.2	126.9
30	35.2	49.8	71.0	80.4	133.2	204.0
31	（欠）→					
32	52.2	53.9	72.2	93.2	110.3	152.4
33	35.2	57.2	88.8	93.1	103.4	194.4
1934～40	（欠）→					
1941	29.3	30.7	54.0	65.5	81.6	98.8
42	118.6	147.4	157.0	165.4	165.4	165.4
43	20.2	33.2	38.6	40.3	46.3	60.6
44	33.5	45.2	52.1	56.7	78.5	82.8
1945～46	（欠）→					
1947	54.0	86.2	122.2	139.8	144.2	179.4
48	35.0	43.1	47.2	54.8	90.3	115.3
49	16.3	31.5	45.4	55.5	66.1	67.5
1972	43.2	84.6	129.4	178.2	268.9	443.3
1977. 7. 8 ソウル(気象台)	24.2	32.3	62.4	81.5	132.5	206.8
〃（永登浦）	55.0	90.5	149.0	179.5	257.5	326.0
安　養　市	109.5	209.0	322.0	?	?	?

2－3　被害の状況

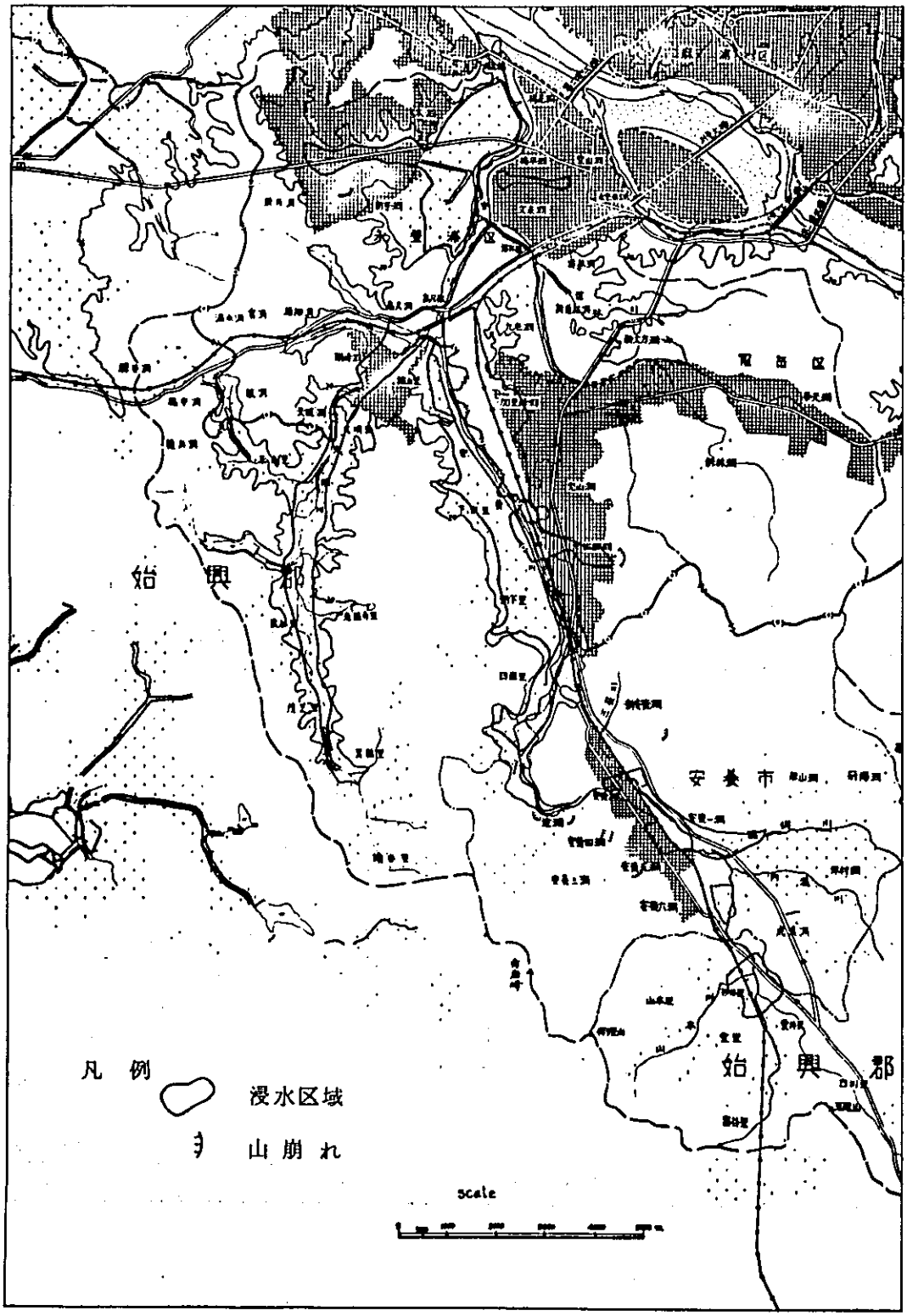
今日安養川流域で発生した被害の発生状況は３つのパターンに大別できる。１つは下流地区の内水被害で、上流域の豪雨による安養川の水位の上昇により下流の排水不良の低地で、大きな内水被害が発生した。しかし、漢江の水位上昇が小さかったため、一日で水は引いた。又上流安養市周辺においては、８日夕刻の集中的豪雨により、山崩れが各所で発生し、多くの人的被害が発生した。又、この豪雨により、河道へ入りきれない水が安養市街地を水浸しにしたが堀込み河道であったため、比較的短時間の浸水であったようである。

被害の発生状況は図－５、表－４・５・６に示すが死者は２５０名を越え、そのほとんどが山崩れによるものである。

表－４　被害状況総括表

		ソウル市	始興郡	安養市	計
罹災民	人	46,843	19,589	9,439	75,871
人命	人	83	59	126	268
建物	棟	8,124	2,859	3,257	14,240
農耕地	町歩	42	96	58	196
公共施設	個所	199	401	215	815
総被害額	百万₩	534	810	2,075	3,419

図－5　安養川流域被災箇所図



表－5　1977年7月豪雨被害状況（ソウル特別市）

				鍾路	中区	東大門	城東	城北	道峰	西大門	麻浦	龍山	永登浦	冠岳	江南	千戸	恩平	楊西	合計
罹災者	罹災者		人										21,786	158				12,970	34,914
死傷者	死亡		人					1					55	9	1			1	67
	失踪		〃										14		1				15
	負傷		〃										55	3					58
	計		〃					1					124	12	2			1	140
浸水面積	田		町歩								0.3		24					61	85.3
	畑		〃										18					648	666
	その他		〃										6						6
	計		〃								0.3		48					709	757.3
建物	主建物	流失	棟										3						3
		全破	〃					2				1	42	3					48
		半破	〃						1	1	2	1	71	12			1		89
		小破	〃		1		1	4		1			25						32
		浸水	〃	35		16			3	10	4		3,838	307	12		40	3,714	7,979
	附属建物		〃		1		2				4								7
	計		〃	35	2	16	3	6	4	12	10	2	3,979	322	12		41	3,714	8,158
	被害額		₩	500	1,380		168	6,200	200	2,250	480	3,218	18,000	4,200			296		36,892
船舶																			
農作地	田		町歩						7				19						26
	畑		〃										16						16
	計		〃						7				35						42
	被害額		₩						6,300				195,700						202,000
公共土木施設	道路	道路	ケ所/m	5/47		2/26		7/150	6/153	4/57	4/65		6/795	6/1550	6/850	15/150	7/256	5/55	72/4104
		橋梁	ケ所										3	4			1		8
		被害額	₩	950		80		4,700	3,750	4,900	1,370		22,200	61,206	29,905	1,725	1,253	500	132,536
	河川	堤防・その他	ケ所/m			1/100			7/650	3/90	1/80		16/1215	2/147	7/1040	1/100		7/89	45/3512
		被害額	₩			4,000			6,850	1,500	4,000		8,000	2,500	53,000	865		1,351	82,086
	水道	上・下水道	ケ所	3		3	5	9	3	6	5		10	10			5		59
		被害額	₩	700		10,400	2,300	30,870	1,465	6,100	526		10,000	160			3,600		66,081
	港湾																		
	学校	教室																	
		附属建物	棟				1	1		1		3	9	3	4				22
		被害額	₩				3,050	80		6,000		4,213	30,417	74,100	8,925				124,085
	鉄道																		
	農業	水利施設	ケ所										1			3			4
		被害額	₩										500			30,000			30,500
	砂防	砂防	ケ所							1	1	1	8	5	2			2	20
		被害額	₩							3,500	600	150	4,850	3,000	1,500			1,011	14,611
	造林	被害額	町歩																
			₩																
	通信	電柱	本										1						1
		被害額	₩										50						50
	電力	電送配線	ケ所															1	1
		被害額	₩															300	300
	軍施設																		
	被害額小計		₩	1,650		14,480	5,350	35,650	12,065	22,000	6,496	4,363	76,024	138,250	123,325	2,610	4,813	3,162	450,248
その他	法面崩壊		ケ所	3			1	4	3	11	5	3		6			5	3	44
	家畜																		
	その他			2									275	3				19	299
	被害額		₩	1,650			341	2,000	1,200	4,700	1,095	3,443	10,189,000	47,700			2,386	82,237	10,335,752
総被害額			₩	3,800	1,380	14,480	5,859	43,850	19,765	28,950	8,071	11,024	10,478,724	190,166	123,325	2,610	7,496	85,399	11,024,892

表－6　1977年7月豪雨被害状況（安養市）

			安養1洞	〃2洞	〃3洞	〃4洞	〃5洞	〃6洞	ピサン洞	グリンヤン洞	ピチョン洞	ホケー洞	スックス洞	バックタル洞	合計
罹災者		人	1,150	55	230	46	15	720			42	50	22	70	2,400
死亡		〃	2	1	46	19	5	9	7	1		1	2	10	103
失踪		〃			5		1	2	3				2	4	17
負傷		〃	7	38	77	34	2	38	42		16	3	15	38	310
計		〃	9	39	128	53	6	49	52	1	16	4	19	52	430
浸水面積	田	町歩		0.8					22	29	24.2	20	21	19	136
	畑	〃			1			0.3	60	102	95	36	10	20.7	325
	その他	〃													
	計	〃		0.8	1			0.3	82	131	119.2	56	31	39.7	461
建物 主建物	流失	棟		12	41			10	3			6	11	8	91
	全破	〃	5	8	64	11	2	7	25			5	10	12	149
	半破	〃	14	6	65	14	7	50	42			3	21	16	238
	小破	〃	32	16	30		2	10					20	20	130
	浸水	〃	241	417	609	50		335	600		67		385	857	3,561
附属建物		〃					10		7						17
計		〃	292	459	809	75	21	412	677		67	14	447	913	4,186
被害額		₩	95,650	155,930	33,630	33,630	16,100	147,940	240,370		20,590	12,500	155,800	297,330	1,509,200
船舶															
農作地	田	町歩	1.8	1.3	0.5			1.6	3.8	7.3	0.2	8.6	1.6	2.2	28.9
	畑	〃		0.2	3.0			0.2	11.7	15	9.7	7.9	2.7	22.6	73
	計	〃	1.8	1.5	3.5			1.6	15.5	22.3	9.9	16.5	4.3	24.8	101.9
被害額		₩	1,782	1,495	3,465			1,750	14,360	21,200	8,501	14,500	3,980	28,839	99,062
公共土木施設 道路	道路	ケ所/m		4/1776	2/140			3/177	2/71	1/10	2/1000	4/130	4/645	6/2530	27/6479
	橋梁	ケ所/m	1/20	2/130				1/60				3/80	4/60	2/95	13/435
	被害額	₩		67,886	4,200									961,200	1,211,850
河川	護岸・その他	ケ所/m	1/50	4/2020	1/170	1/30		21/721	5/6035	2/2000	2/2000	5/700	5/900	3/290	52/3136
	被害額	₩	2,500	101,000	8,500	1,500		36,050	301,750	100,000	10,000	36,000	45,000	14,500	656,800
水道	上・下水道	ケ所/m	2/20	4/70	1/15	1/30	2/30	6/160	2/25			3/100	8/50		29/500
	被害額	₩	140	490	105	210	210	1,120	175			700	350		3,500
港湾															
学校	教室	棟													532/5300
	附属建物	棟													3251/6673
	被害額	₩													72,037
鉄道															4/100
															500
農業	水利施設	ケ所													115
	被害額	₩													116,946
砂防	砂防	ケ所/町歩		5/3.5	5/3.1		5/2.5	4/3.5	3/1.3	2/0.5	1/0.2		17/8.3	6/5.0	46/27.9
	被害額	₩		9,331	8,265		6,665	7,998	7,465	1,333	533		31,293	11,997	84,880
造林		町歩											8.1		8.1
	被害額	₩											13,560		13,560
通信	電柱	本													
	被害額	₩													29,206
電力	電送配線	ケ所													
	被害額	₩													18,000
被害額小計				9,331	8,265		6,665	7,998	7,465	1,333	533		44,853	11,997	145,646
その他 法面崩壊		ケ所/m			3/1000			2/721	30/400	2/500	1/100	1/600	9/810	4/530	71/4661
家畜					421			1,207	3,504					1,081	6,213
その他															6,078
被害額		₩			8,720			9,520	8,552	3,515	703	4,218	5,694	5,779	46,701
総被害額		₩	101,478	337,147	367,666	35,340	22,975	204,542	579,185	133,504	41,800	75,340	258,725	102,678	18,862,390

第3章　安養川の治水対策について

3－1　都市河川対策の一般的問題

安養川流域を視察して、都市河川対策が両国に共通した課題であることが通感されます。

我が国においては、都市河川対策は治水政策上の最重点課題となっております。それは近年の経済社会構造の急速な変化によって、人々が都市に集中したため、首都圏、近畿圏及び中部圏を中心に都市域が急激に拡大したためです。

一般に、都市河川問題は次の様に集約されております。

(1)　洪水災害の増大

都市域が低地地域に拡大することと、河川流域の都市化によって洪水流量も増大するため洪水災害が増大します。

都市水害の特徴は、大量の家屋や工場が浸水し、大きな被害額となることです。

(2)　洪水流量の増大

河川流域の都市化によって、河川の流出量が増大するのは主に次の理由によります。

(A)　山林、農地は一般に大きな保水能力を有していますが、都市化によってこの能力が失なわれるため流出量が増大します。

(B)　河川、下流での洪水流量は上、中流域での自然遊水作用によって、大きく左右されます。これらの地域で都市化が進むと共に、この自然遊水能力が失なわれるため流出量が増大します。

(3)　都市河川改修の困難性

このような河川流域の都市化によって河川改修が必要となりますが、一般に既成市街地での河川改修は、川幅を拡大するにしても、河床を堀削するにしても大きな困難性を伴います。また経済的にも大きな負担となり、急速に進捗させることは困難です。

(4) 総合治水対策

このような事情から、都市河川はより総合的な対策を必要とします。

例をあげれば次の通りです。

(A) 流域の保水機能確保

河川流域の開発によって洪水流出量が増大しないよう雨水を貯留し、または地下への添透を促進させる必要があります。このため貯水施設を設けるほか、舗装面積を制限する等の対策が考えられております。

(B) 自然遊水機能の確保

河川の上、中流域での自然遊水機能を確保し、洪水の自然調節作用を期待するため、特に、その能力の大きな地域での都市開発を制限する必要があります。

(C) 低地地域での土地利用の適正化

低地での都市化は洪水災害を増大するばかりです。このような地域の土地利用は、湛水を前提としたものでなければなりません。

我が国では、洪水によって浸水する地区を示す「洪水氾濫予想区域地図」を作成中であります。

3－2 安養川の治水対策

よく川には、それぞれ個性があるといわれています。我国においても、一つの河川の治水計画を策定する際には、十分に現地を調査し、資料を集め、それぞれの河川毎に計画を策定します。特に都市河川においては、河川をとりまく諸環境は複雑であり、現地を1日ほど見た程度で安養川の治水計画について報告することは、なかなか困難であります。ここでは、現地を調査した結果、目についた事項について我国での対応例との対比において報告をいたします。

なお、資料として「日本における中小河川の河道計画策定の基本的な考え方」を添付してありますので、参考にして下さい。

(1) 安養川の治水計画規模について

我国においては、河川の治水計画規模の長期目標を表に示す超過確率として定めています。しかし、この長期目標に対し、現在の各河川の整備水準はまだ極めて低い水準にあります。

そこで現在、中間目標として、中小都市河川については、時間雨量５０㎜（超過確率約 $1/10$）の降雨に対処できるよう整備を進めることと定めております。現在は、この中間目標に対し、中小都市河川の整備率は、約２６％であり、１９８１年までに約５０％の整備率を確保しようと改修を急いでいます。

表－７　日本における計画規模

区　　分	年超過確率
直轄河川（大河川）	$1/100 \sim 1/200$
都道府県管理河川（中小河川）	
〃　　都市河川	$1/50 \sim 1/100$
〃　　一般河川	$1/10 \sim 1/50$

今回安養川を襲った降雨は、中流の安養市で、安養川の洪水到達時間程度の４時間雨量が３２０㎜にも達しています。我が国においてもこのような豪雨があった場合は、全く対処のしようがない状態でありまして、経済的な効率性、土地利用の制約等から（表－７）程度の計画規模で改修を実施している状況であります。安養川の治水計画規模についても、実績の降雨全てを処理するようなものとすることは、必ずしも得策ではなく、数種の計画雨量に対し、治水計画の比較設計を行ない、経済的に妥当な計画規模を求め、これを目安として決定することが望ましいと思われます。

又、今回安養市を襲った様な局地的な集中豪雨は、観測体制の整備と共に各地で観測されてきつつあり、再びこの様な豪雨に襲われる事は、十分あり得ることで、今後観測体制の整備、資料の充実をはかり、これを治水計画へ

反映させていくことが必要であろうと考えられます。

(2) 安養川の改修計画について

① 下流ソウル地区の内水問題

これは従来低地であった地区への住宅の進出及び、山での宅地造成による流出増によるものであり、我国においても同じ素因に基づく内水問題が近年特に増大しております。

このような地域の内水対策を検討するに際しては、将来の土地利用形態の基本的な方向づけを行うことがまず必要であると考えられます。将来市街地として利用しようとする場合には、その排水施設は相当な安全度を確保できる程度の規模とする必要があり、又将来は水田地帯として利用する場合には、一定の湛水は許容でき、さらに下流地区の安全度を確保するために安養川本川の洪水調節としての機能を持たせることも可能です。

又、我国において低地に住宅等を建設する場合に、従来の遊水機能も合わせて確保していく方策として「特定多目的遊水地制度」があります。これについては資料を添付してありますので参考にして下さい。

② 漢江合流点の狭窄部の対策について

漢江合流点の安養川の狭窄部の対策については放水路等計画を検討中と聞いております。

現地調査の限りにおいては、現河道の右岸を堀削することにより、相当程度の流下能力の確保は可能と思われます。不等流計算による水位低下効果の比較検討を勧めます。

③ 上流安養市周辺の河道計画

安養川の河道の幅は一定規模の計画に対応できる程度の広さは、上下流を通じ確保されていると思われます。

安養市周辺では下流は有堤区間ですが、上流は堀込み河道となっている区間が多くなっています。計画規模を限定せざるを得ない中小河川の場合、堀込み河道は、非常に有利であり、我国におきましても中小河川の河道は堀込み河道とすることを極力努めております。

今回の現地調査では、全般に河床が高いという印象を受けました。今回の洪水で流入した土砂も含め河床の堀削を行うことは有効であろうと思われますが、堀込み河道では過度の堀削を行ないますと下流の有堤区間の安全度を著しく低下させる結果となりますので事前に十分な調査が必要です。又、護岸、橋梁等の構造物の基礎及び取水施設とこれにつながる用排水系統等についても事前に確認しておくことが必要です。

④ 橋梁、堰等の構造物対策

近年我国におきまして、一定の計画に従い完成している有堤区間で、局部的に治水安全度を著しく低下させている構造物（特に橋梁、堰等の横断構造物）の対策が急がれています。

河道に設ける各種の構造物については、河川管理施設等構造令（1976.10.施行）により、一定の治水安全度を確保できるようその構造基準を定め指導していますが、旧来からの施設については基準に不適格なものが多数あるのが現状であります。これらについてはその支障となっている程度に応じ順次応急対策を実施しています。

安養川においても、同種の構造物が目にとまりました。我国における「応急対策基準」を添付してありますので、調査を行なう際の参考にして下さい。

⑤ 支川の合流処理について

安養川流域は、近年都市化が進み、土地利用の形態、洪水の流出機構が大きく変貌しつつあり、特に支川にはその影響が大きく早く現われてきています。従って以前の土地利用形態に即して行なわれてきた支川処理についても現状及び将来の計画を考慮して見直しを行なう必要があると思われます。

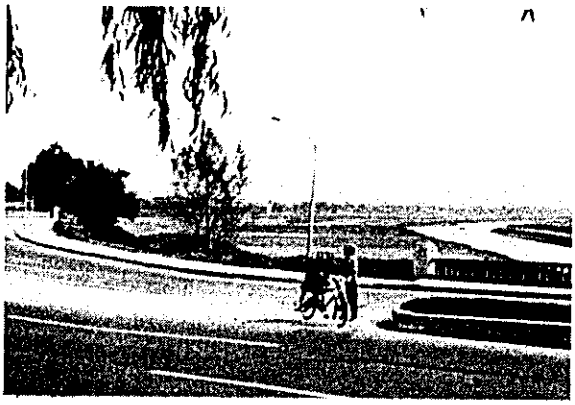
支川合流処理としては、背水堤方式と水門方式（十排水機）に大別できますが、道林川程度の規模になると排水堤方式が有利な場合が我国では多いようですが、道林川沿いの低地では排水機場も必要となってくると思われます。

又、一旦低地へ流入した後、安養川へ合流している小支川がありますが山地の水は直接合流させた方が有利な場合もあり、比較検討が必要です。小支川の処理については「ソウル市内水調査報告書1973年8月」で報告されています。

⑥ 局部的改良について

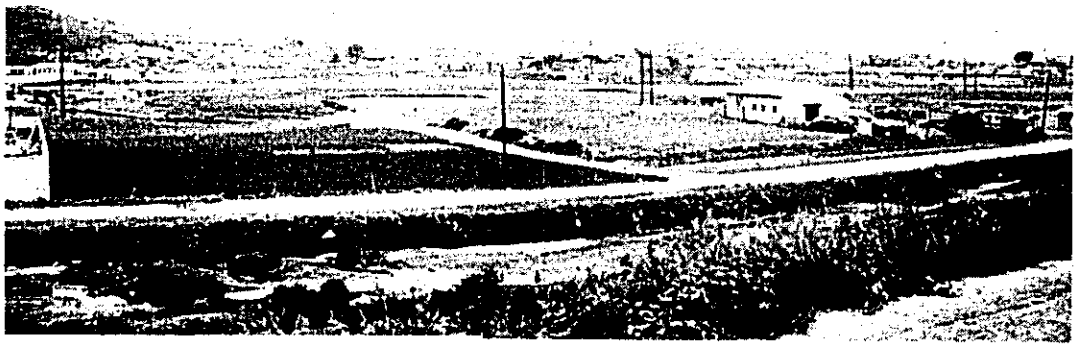
安養川及び支川で、局部的に河道が狭くなっている箇所、支川の合流形状がスムースでない箇所等、部分的な改修を行なえば連続した治水安全度の確保が可能となるような箇所が目にとまりました。

写真－1



写真－2

安養川の漢江合流地点、楊花橋から下流（写真－1）が上流（写真－2）に比し狭くなっている。

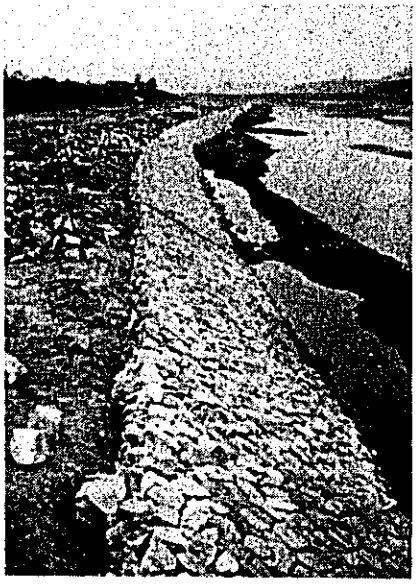


写真－3　安養川下流（左岸）のソウル内水地区、周囲の丘陵の開発が進むとともに堤防沿いの低地への住宅の進出が目立つ。（写真－4）

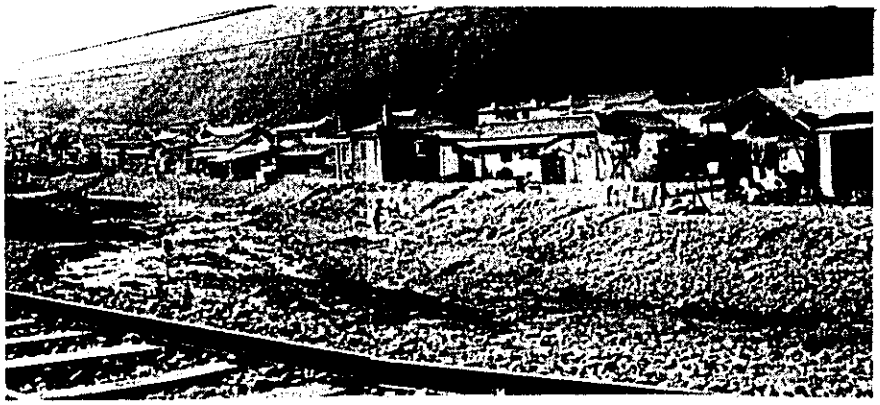
写真－4

写真－5

安養川下流ソウル地区の護岸工事、下流部は堤防は概成しており、護岸工事も相当の進捗をみている。



写真－6



写真－7　右支川道林川の被災箇所、死者も相当出た。

写真－８　安養市内安養鉄橋付近の安養川。手前の支川（写真－９）とともに氾濫し安養市の下流地区を浸水させた。

写真－９

写真－10　安養市街全景。右上に遊水地区が広がっている。

第４章　安養川流域の山腹崩壊について

４－１　災害の原因と被害の状況

ソウル市南部及び安養市周辺に起った山崩れによる被害は、集中豪雨によって花崗岩の風化層及び、風化推積層からの土石流によって生じたものです。

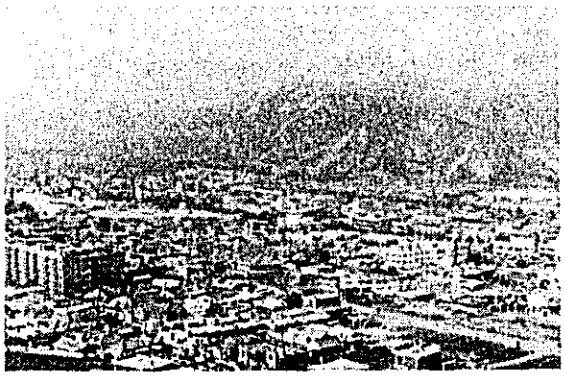
花崗岩地域での災害は、日本でも土石流発生地域として有名で、特に都市砂防として代表的な神戸（兵庫県）呉（広島県）佐世保（長崎県）等は背後地が花崗岩からなる比較的高い山の前面に発達した街であり、歴史的に幾度となく同じ災害を受けています。ソウル市及び安養市は、この様な日本の例と非常によく似ています。特に地質は災害発生の代表的要因の一つでありますので今後とも十分警戒する必要があります。

参考：土石流とは、水量より土石の量が多く、水が土石を流すのでなく、水を含んだかゆ状の土砂が土砂自身の力で移動する現象を言う。雨に伴なって生じ、非常に大きい運動量をもっているため、直進性があって、流下する途中の溪岸や溪床を侵食し著しい災害を発生させる。

雨量については、安養市役所での記録では、総雨量４７４㎜（７月８日６時～７月９日２０時）日雨量４３２.１㎜（７月８日）特に２時間雨量２０９㎜（７月８日１９時～２１時）、時間雨量１０９.５㎜（７月８日19時～２０時）は非常に大きな数字です。この程度の時間雨量ではいたるところに土石流が発生するのはむしろ当然であります。１９７６年原州の災害、１９７１年及び１９７７年８月７日の大田での災害もこの程度の雨量を記録していると現地で聞きました。この程度の集中豪雨は今後も起り得る可能性は十分あると考えて対処する必要があります。

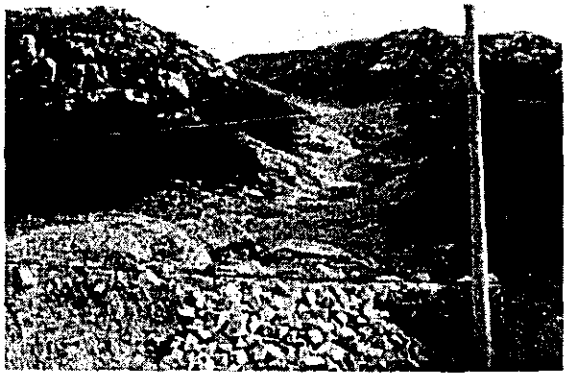
そこでどの程度の雨量で土石流が発生するかについては場所的、地域的な要素に大きく左右されるため、明確にはいえませんが、同じ花崗岩地域での経験では、だいたい４０㎜／hr 前後から多発する傾向にあると云われています。

今後資料の収集がなされればある程度判明すると思われます。

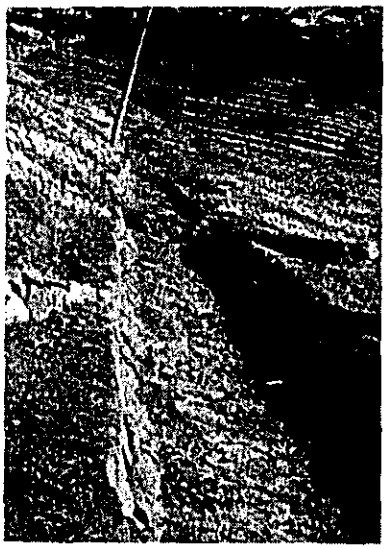


写真－11　安蓑市街と北方の花崗岩の山々

写真－12　土石流の発生した谷



写真－13　安蓑市リクレーションセンターの土石流の発した谷



写真－14

空石積による河道の災害復旧

写真－15　簡単な空石積による斜面復旧

被害の状況は、図－5、表－4・5・6に示すように、集中豪雨によって安養川流域は、河川のはんらん、堤防の欠壊、橋梁の流失等の施設被害、さらに家屋流失、浸水等の一般被害も相当激甚であった。

土石流の災害で目立ったのは、発生箇所数は比較的少ないのに土石流が夜間に発生したため死亡及び、行方不明のほとんどが土石流による被害であった。

4－2　対策工事について

土石流の発生した斜面と、土石流が通過した河道の工法は当然変って来ます。前者には斜面を安定させる植物的工法と、小規模な谷止工法を合わせて用い、後者には比較的高い砂防ダム等の工法を用いることが多い。現地を見た所では前者の工法が多い様に思いました。現地での工法について若干述べますと、

1) 斜面の工法……土石流が発生した斜面についてはかなり復旧が進められており、工法も簡単な空石の段積を行い芝を植え、その後木を植えられるということですが、この工法でかなり効果があると思われます。斜面の石の段積は石を置いただけの工法ですが出来るだけ練石積とされると一層有効と思われます。

2) 土石流通過の河道……土石流が通過した後の河道は基岩まで出てしまうのが特徴であり、谷と思えなかったところが大きな谷になっています。そのため周辺の流下しなかった土砂石、風化堆積層がむき出しになり、放置すると拡大したり、二次的土石流の原因となりますので比較的大きな谷の出口には谷止工か、砂防ダムを作る必要があります。特に安養市リクレーションセンターの上流にはその必要がある谷があります。どの谷に施工すべきかについては個々に検討が必要です。

3) 下流河道の埋塞……下流の河道の埋塞土砂は早急に撤去以外に方法がないと思われます。放置すると天井川形成の遠因となって、今後の河道計画、河道維持上非常に問題を残すことになります。

4) 使用材料について……使用する材料については、予算上、場所的な適格

写真－１６　災害復旧の全景

写真－１７　河道の埋塞

写真－１８　斜面の復旧

性等種々の問題があります。出来るだけ運搬及び施工性を考え現場で発生する材料を使用するのが適当と思われます。参考に日本で森林を造成することによって流出土砂をコントロールしている例がありますので既に資料として提出しているので参考にして下さい。

4－3　今後の防災対策について

1）崩壊個所の予測について

日本でもどの斜面及び、どの渓流が危険かどうかを明確に判定する方法はまだ確立されてはいません。現在までの予測の方法として崩壊の原因としての素因、誘因の研究から崩壊危険箇所を予測する方法が種々研究されています。これにはある程度経験的なデータの積みかさねが必要となりますので長期的な方法となります。これは今回の災害、又はその他の地区の過去の災害についてあらゆる角度から詳しい調査をして地域的な発生のメカニズムを相関性の高い要因を抽出して、予測していこうとする方法で、さらに現場とのフィードバックを加えて精度を上げ、予測及び判定を可能にする方法です。

参考資料「がけ崩れ災害実態統計」の中にも危険度の判定がのっていますので参考にしていただければ良いかと思われます。

さらに今後の予測のためにも今回の災害の原因となった要因と被災調査をあらゆる角度から徹底的に実施していただきたいと思います。

主な調査を一例としてあげると、

1. 原因となる要因の調査と分析

調査項目のモデルは表－8の如くであり、分析のモデルは「がけ崩れ実態統計」を参考にしていただきたい。

2. 崩壊していない隣接地との比較
3. 他の地区の災害の資料収集とその比較（原州や大田の災害）
4. 航空写真の撮影
5. 地質の専門家による診断等があげられます。

日本でも、大きな災害があるとそれに関するあらゆる資料を記録して製本し

残すことが半ば義務となっており、将来のためにもぜひそれを実行してほしい。

さらに日本では模型実験、現地の崩壊実験も一部行なわれていますが、汎用性の問題もあり、今後の課題となっています。

2) 被害を少くする方法と制度について

ある程度以上の雨が降れば、山腹崩壊は必ず起りますが人家のない所には危険地が存在しない。すなわち人家のない所には、崩壊個所の予測が必要がないと考え、被害を少くする観点から、保護する対象（経済効果）に優先順位を決定して積極的、短期間に防災工事を進める方法で、逆の面からの予測といえます。これは簡単な条件により優先順位を決定し、危険区域の指定を行い、行為の制度、改善の命令、防止工事の施工、警戒避難体制の整備等を行う方法です。

日本にも制度としては「急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律」がありますので、その解説として表－9を参考にして下さい。

さらに現在、前述した部分的な指定を拡大して、全国一斉に「土石流の危険渓流の調査」を行い、土石流の発生する可能性のある河川を指定して、優先的に事業実施を進める作業を実施中です。資料として「流域の危険度判定に関する研究調査要領（案）」を参考として下さい。

3) 今後の防災対策事業への提言

土石流対策事業及び急傾斜対策事業を全国的規模で実施されることは望ましい事ですが、我々の短期間の視察で貴国の全体のことを言うには資料もないのでここではコメント出来ませんが、比較的中規模でとらえやすい事業化の提言を、感じたまま述べますと、

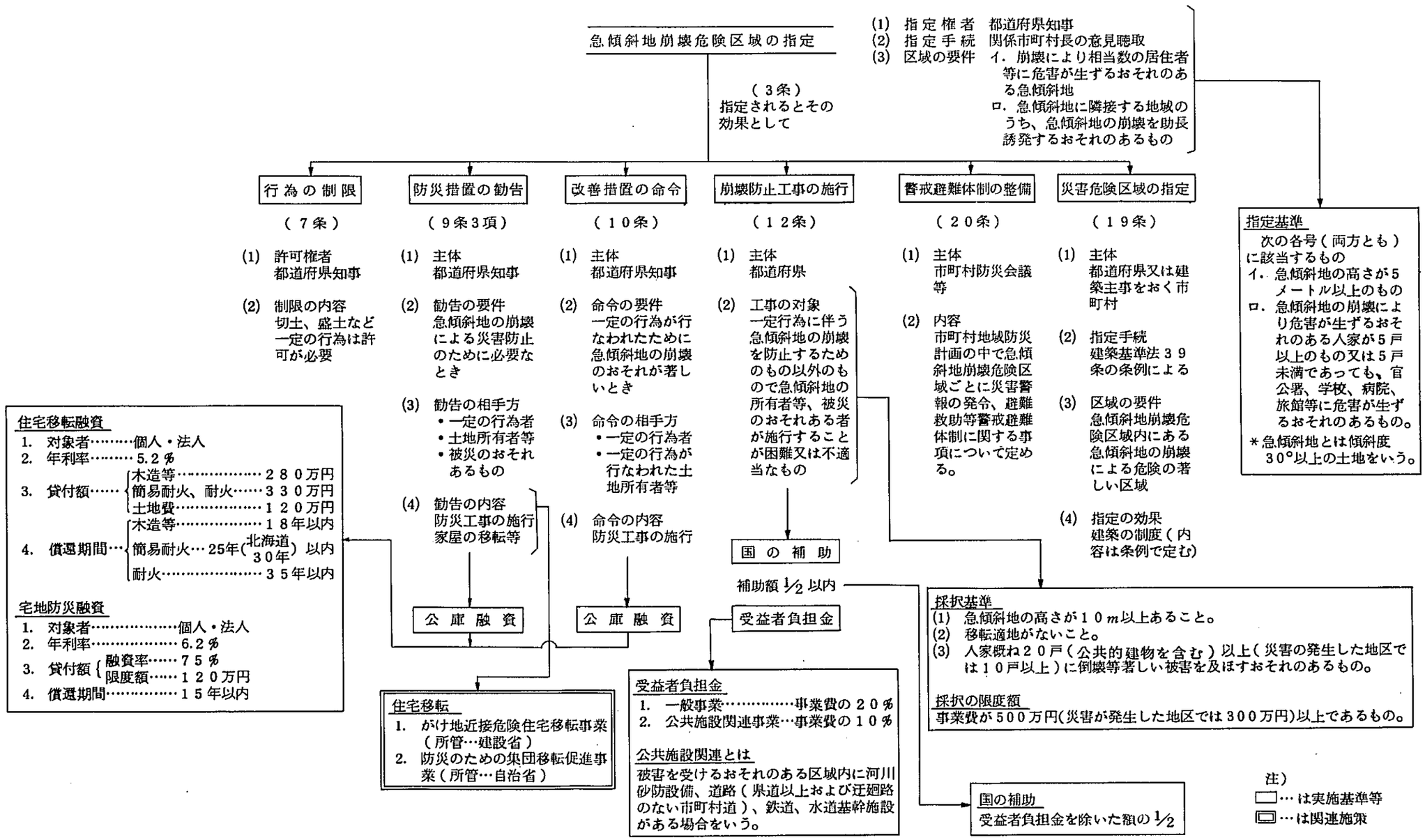
(A) 都市周辺（ソウル市周辺に限っても良い。）の花岡岩の風化層が堆積する斜面の総合点検を実施し、土石流の発生の可能性を点検して、積極的に対策工事を実施する事業化の方法。

(B) 地方都市（県庁所在地クラス）の周辺の河川に流出土砂が大量に入り込む渓流についても調査し、今後砂防ダム等の渓流工事を実施する事業化の方法。

表－8　調　査　項　目

調　査　項　目	分　　類
1. 崩壊発生日時	
2. 斜面の向き	N、　NE、　E、　ES、　S、　SW、　W、　WN
3. 斜面の型	
a　水平断面図	1. 大きな屋根部　2. 山腹の小さな尾根部　3. 大きな谷部 4. 山腹の小さな谷部　5. 平衡な山腹　6. その他
b　垂直断面型	1. 凸　型　2. 凹　型　3. 直線型　4. 複合型（S型） 5. 複合型（逆S型）　6. その他
4. 斜面上端の状態	1. 尾　根　2. 台　地　3. 凹　地　4. その他
5. 斜面の利用状況	1. 水路又は沢　2. 道　路　3. 池　沼　4. 家 5. 田　畑　6. 山　林　7. その他
6. 斜面の傾斜	
7. 斜面の高さ	
8. 地　質	
a　表　層	表層土の種類および厚さ
b　基　岩	1. 噴出岩類　2. 深成岩類　3. 火山砕屑物 4. 水成堆積岩類　5. 変成岩類　6. シラス　7. ローム 8. その他　および岩石名
9. 地被物の状態	
a　種　類	1. 裸　地　2. 草　地　3. 竹　4. 針葉樹 5. 広葉樹　6. 針広混交　7. その他
b　樹　令	上記4、5、6について a　10年未満　b　10～30年未満　c　30～50年未満 d　50年以上
c　密　度	1. 疎　2. 中　3. 密
10. 崩壊型	表－13に示す25区分
11. 崩壊の規模	
a　崩壊高	
b　崩壊の巾	
c　崩壊深	
d　崩壊斜面長	
e　崩壊土量	
f　崩土の到達距離	
12. 崩土の状態	1. 泥　状　2. 土塊状　3. 砂　状　4. 岩塊状 5. その他
13. 崩壊頭部の位置	1. 上　部　2. 中　部　3. 下　部
14. 過去の崩壊の有無	付近および同一個所での崩壊および回数、年 a　有　b　無
15. 水の存否	
a　地表水	崩壊前、崩壊後の有無
b　湧　水	〃
16. 崩壊の発生原因	
17. 降雨資料	a　崩壊発生時までの連続雨量　b　発生時の日雨量 c　発生時までの24時間雨量　d　発生時までの最大時間雨量 e　平均年雨量　f　既往最大日雨量　g　既往最大時間雨量
18. 保全対象人家戸数	
19. 人的被害	a　死　者　b　負傷者
20. 被災戸数	a　全　壊　b　半　壊　c　一部破損
21. その他の被害	
22. 総点検との関連	S.47. 総点検時のA.B.Cランク

表－9　急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律概要および関連施策



第５章　漢江潜橋の潜水予報

５－１　漢江潜橋の概要

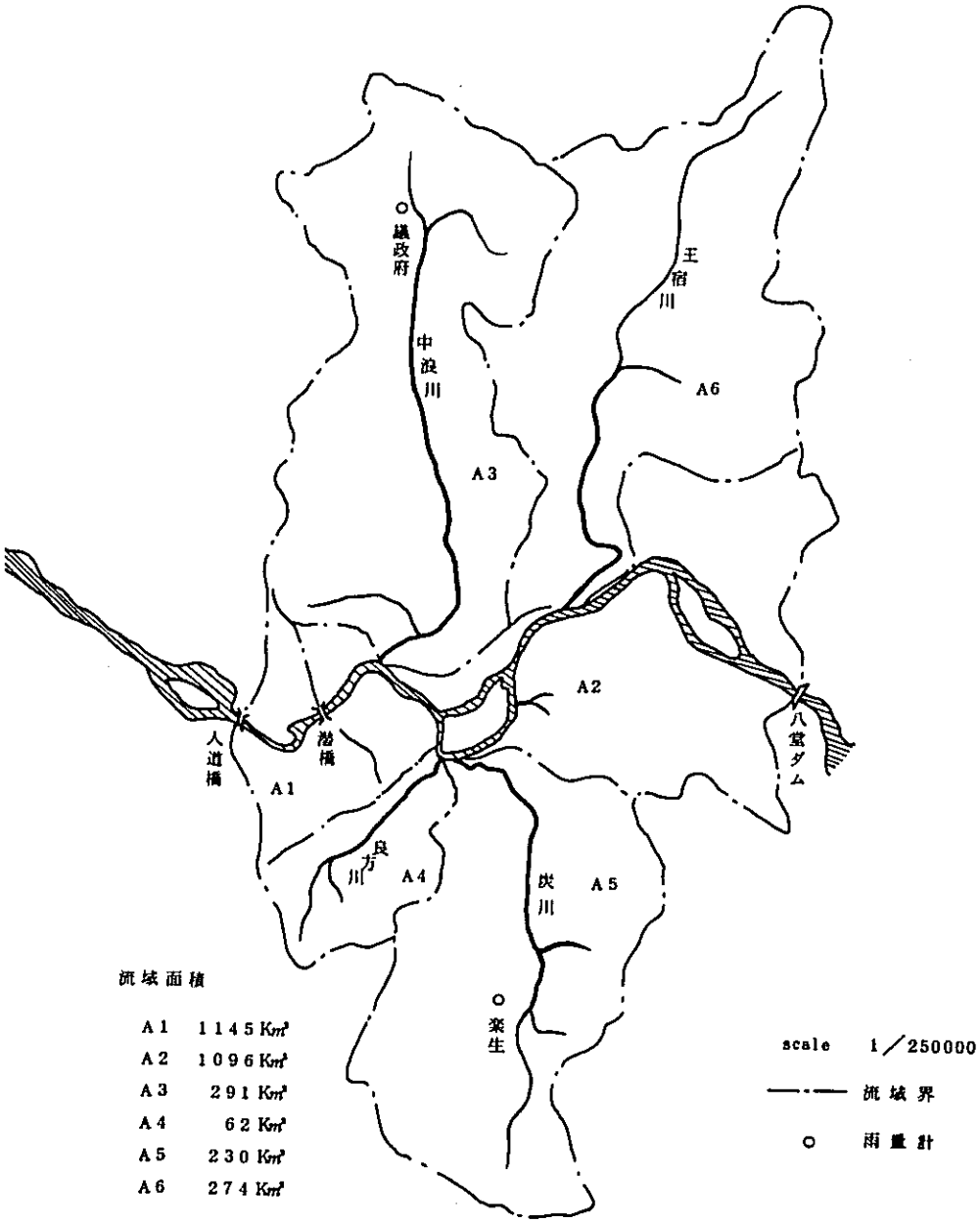
漢江潜橋は、漢江下流部の基準点第一漢江橋（人道橋）の上流 3.6 Kmに位置し完成以来１９７６年３回、１９７７年２回の潜水を記録、その潜水予報システムの確立が求められている橋である。

その上流３８Kmに八堂ダムがあり、八堂ダム、潜橋間において中浪川、三宿川、炭川、良方川等の支川が合流しており、これら総面積約１１００Km² の八堂ダム潜橋間流域内に２つの雨量計が配置されている現況である。（図－６）

潜橋地点横断は図－７に示すとおりであるが、ＥＬ 5.5 mにおいて人の交通が、6.0 mにおいて車の交通が止められるようで、6.5 mが床版上面の高さとなっている。

これら潜橋地点ＥＬ 5.5 m、6.0 m、6.5 mに対応する流量は、明らかでないが、それぞれ約 1,500m³/S、2,000m³/S、２５００m³/S 程度と考えられる。

図－6　八堂ダム人道橋間浅流域



図－7　潜橋地点横断図

5－2　大出水予報と小出水予報の差異

洪水予報とは、大出水を対象とし、その予報をもって流域の被害を最少にとどめるものを称するのが一般的であり、漢江洪水予報システムもその主旨に従い作成されています。このような大出水予報に対して、潜橋の潜水予報等ここでいうところの小出水予報はそのシステム構成内容を著しく異にするものといわれており、我国においても、実用的精度を確保する予報システムが確立されている例はありません。

その理由は、一般的にいって小出水予報のばあい大出水予報に比し、次の事項に問題があるためと思われます。

(1)　局地的集中を捕える新たな雨量計配置網の確立

大出水時に比し、小出水時は降雨のより大きな地域変動度に対応しうる雨量計配置網の確立が必要となります。このため膨大な数の雨量計の配置が必要となることがあります。

(2)　降雨予測の精度向上

大出水予報においてもしかりではありませんが現在の降雨予測の現状では我々の必要とする精度のものを得ることは非常に困難で、とくに小出水予報のばあい、一部の流域での降雨予測は避けられないものであります。

(3)　基底流量の精度向上

大出水予報においては、それ程重要でなかった基底流量を精度よく求めておかねばなりません。その他に河道モデルの精度向上（河道縦横断形状の変動把握）河口潮位の影響の検討が必要であると共に場合によってはダムの放流量予測がより予報の精度に大きく影響するのが問題と考えられます。

5－3　漢江潜橋潜水予報上の問題点

漢江潜橋の潜水予報についても、仮りに潜水予報の予測可能時間（何時間前に潜水するか否かを予測する意味）を八堂ダムから、潜橋までの洪水到達時間（ここでは洪水と称しておきます。）とし八堂ダムの放流量と八堂ダム潜橋流域の流出量を与えて、潜橋地点の水位を予測するとしても放流量のある程度の

予測は必要でもあり、前述した小出水予報の問題全部がそのままあてはまります。

参考に、これを解決すればただちに潜水予報が可能というわけではありませんが、特に気がついた基本的ないくつかの問題点についてふれておきたいと思います。

1) 八堂ダム放流量の把握

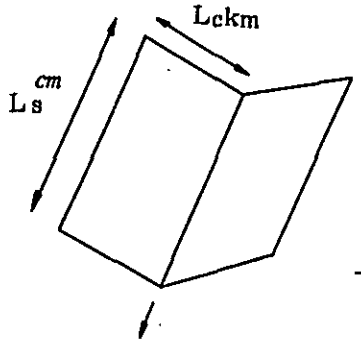
第四次報告でその貯水池水位と開度 ― 放流量曲線を作成しました。これはソグレアの模型実験結果より作成したものであり、実測による検証が必要です。その他の主な問題点は、高安H－Q曲線の精度と、発電放流量の加味の2点であります。発電放流量の加味したグラフは既成のグラフにパラメーターが増えるだけで、簡単に作り得ます。高安H－Q曲線については、模型実験採用H－Q曲線が大きく現況と異っていれば問題があります。

2) 八堂ダム放流量の予測

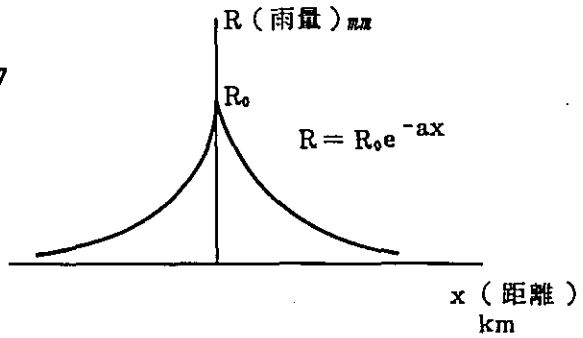
潜橋潜水等の小出水時においては、八堂ダムは洪水調節を行っていない場合が多いと思われます。放流量の予測をあらかじめ入手しておかなければ流量の河道低減を精度よく求めることが不可能な場合が多いと思われます。

3) 局地性集中降雨を捕える新たな雨量計配置網の確立

大出水時に比し、小出水時は降雨のより大きな地域変動度に対応しうる雨量計配置網が必要となります。目安として第四次報告書にも述べた通り、分割流域、対象ストーム必要雨量計密度の関係は以下のようになります。



流域形状

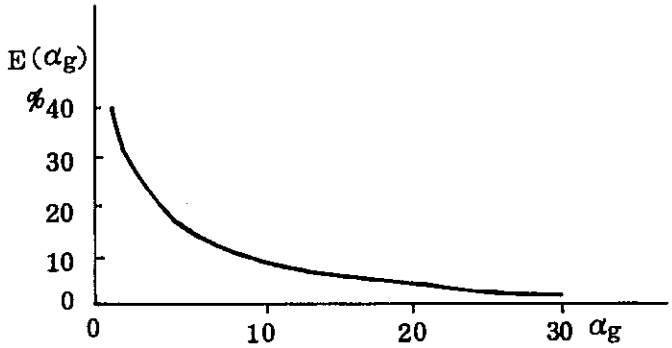


対象ストーム

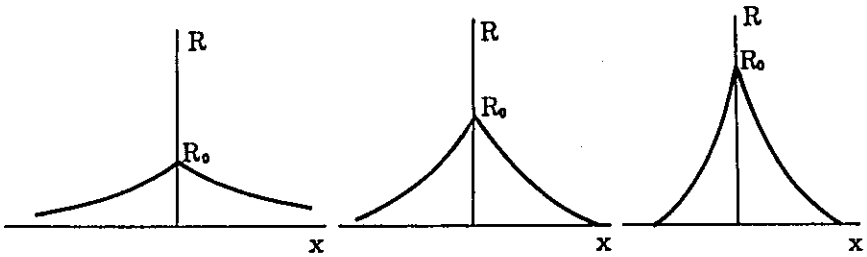
$$\beta = \frac{Ls}{\gamma_0} \qquad \lambda = \frac{Lc}{Ls} \qquad \gamma_0 = \frac{\ell g z}{\alpha} \qquad \alpha g = \sqrt{\frac{G\pi^2}{\beta\lambda}}$$

$$E(\alpha g) = 1 - \frac{2}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \alpha g^{2n+1} / [(2n+1)(2n+1)!]$$

ここに、E（αg）：流出量予測誤差　　G：必要雨量計数



中浪川流域を例にとれば、現在１ケ所の観測所しかありませんが、１０％の流出量予測誤差の精度を保つためには、対象とする降雨のパターンに対して同流域には、次のような雨量計数が必要となります。



対象降雨パターン $R = R_0 e^{-ax}$	a＝0.085	a＝0.17	a＝0.25
必要雨量計数	5	10	15

4) 河口の潮位の影響

仁川港湾庁水路標課より得ました仁川の潮位の概要は以下のようでありました。

最高潮位	9.84 m D.L	(1959～1976)
塑望平均満潮位	8.87 m D.L	(1971)
平均潮位	4.58 m D.L	(1976)
塑望平均干潮位	0.07 m D.L	(1971)
最低潮位	−1.01 m D.L	(1959～1976)

DLと河川工事等の基準面高さ(E.L.未示)の関係はEL＋463 m＝DLです。

漢江の場合、洪水継続時間が長いので、影響は少いかもしれませんが、不定流計算等が必要となりましょう。しかし河口断面もなく困難な状態といえます。

5) 河道モデルの精度

潜橋完成後、潜水した出水時の八堂ダムピーク放流量と人道橋ピーク流量の関係は次のようになっていました。

出水日時	1976. 8/15	8/24	8/28	1977. 7/9	7/13
八堂ダム放流量	15800 m³/S	4,500	5,300	4,800	4,300
人道橋流量	15000 m³/S	3,000	4,000	2,800	2,700

ただし、八堂ダム放流量は韓国電力の報告そのもので問題があります。人道橋H－Q曲線も問題があるようで、これらのチェックと共に流量の河道低減も大きいようで河道縦横断形状の変動把握が重要のように思われます。また実績のデータによるあらゆる角度から検討を試みる必要がありましょう。

5－4 漢江潜橋の潜水予報の実用的精度

降雨予測のない、かつ誤差の大きい予測は潜水予報のような一点予報(巾があるとしても小さい。)には意味のなさないことがあります。

実用的に要求される潜水予報の精度(含、予測可能時間)により上記の問題

点は、おのずとその内容を異にするわけで、これらの要求精度に対応する問題の検討が必要と思われます。

JICA