1993年北海道南西沖地震による河川施設の被害

Investigations of Disasters of River Structures Caused by the Hokkaido Nansei-oki Earthquake 1993

北海道大学工学部土木工学科
板倉　忠興・黒木　幹男・森　　明巨
Faculty of Engineering, Hokkaido University
Tadaoki ITAKURA, Mikio KUROKI and Akio MORI

Abstract

On July 12, 1993 south-east part of Hokkaido was hit by the Hokkaido Nansei-oki Earthquake 1993. The earthquake measured at 7.8 on the Richter scale and acomnpanied great Tsunamis. Many civil engineering structures, including hydraulic structures were collapsed. More than 200 persons have died and the disasters are estimated to cost more than 100 billion yen in which 11 billion yen is for the river structures.

キーワード：1993年北海道南西沖地震，河川施設の被害

1．はじめに

既報のとおり[1)]北海道は，1993年1月15日に1993年釧路沖地震に襲われた。その丁度6ヶ月後の1993年7月12日，北海道南西部において標記の地震が発生した。本地震の特徴は，津波が伴ったことで死者は200人を越え，特に震源から70kmの奥尻島は壊滅的な被害を受けた。両地震の特徴の主なものを比較して表－1に示す。

表1　各地震の諸元と主な河川提防の被害の概要

地震名	釧路沖地震		北海道南西沖地震	
発生日時	1993年1月15日　20：06		1663年7月12日　22：17	
震源地	北緯　42° 51′ 東経　144° 23′		北緯　42° 47′ 東経　139° 12′	
マグニチュード	7.8		7.8	
各河川堤防	釧路川	十勝川	後志利別川	尻別川
震源から河口までの距離	25km	70km	67km	95km
震度	釧路：6	帯広・広尾：5	江差：5	寿都：5
提防付近の最大加速度	320gal	351gal	寿都：216gal	150gal
津波	なし	なし	大檜地区で5～6m 河道を2～3km遡上	有戸港で3m 河道を約2km遡上
河川被害の概要	26箇所　10.3km	20箇所　9.2km	37箇所　9.9km	6箇所　2.3km
河川被害額	171億円	107億円	91億円	22億円

2．1993年北海道南西沖地震による被害

1993年北海道南西沖地震による被害額の合計は1,007億円を超えると言われているが，その中で河川構造物の災害は約113億円であり，総被害額のおよそ11％を占めている。被害の概要をまとめて表－2に示す。

表2　地震による被害状況

人的被害	死亡者	200人
	重軽傷者	236人
	行方不明者	38人
住宅被害	全壊	558棟
	半壊	247棟
	一部損壊	2,191棟
	床上浸水	217棟
	床上浸水	135棟
	火災	300戸
その他	道路の崩壊	584箇所
	港湾漁港の被害	64箇所

北海道南西沖地震対策本部まとめ（平成5．8．3現在）

河川構造物の被害は，後志利別川および尻別川を中心として，それらのほとんどの本・支川に及んでいる。被害の主なものは築堤の亀裂，陥没，法面の崩壊であり，さらに護岸，床止工，樋門にも及んでいる。表－3は被災河川の一覧表である。

表3　被災河川一覧表

地区名	被災河川名
函館地区	後志利別川，トンケ川，下の沢川，武沢川，不逢川，丸山川，ポン目名川，利別目名川，冷水川，オチャラッペ川，田代川，トマンケシナイ川，パンケオイチャヌンペ川，濁川，太櫓川，善右衛門川，下ハマイカップ川，馬場川，天野川，厚沢部川，鰔川，目名川，糠野川，姫川，青苗川，木古内川，大野川，旧久根別川，常盤川，流渓川，知内川，亀田川，福島川，長万部川，南部陣屋川，国縫川，遊楽部川
小樽地区	尻別川，失太川，湯の沢川，添別川，中の川，折川，堀株川，ソコナイ川，古宇川
室蘭地区	壮瞥川，知利別川

被害額の概要は表－4の通りである。ただし，表中北海道土木部関係には市町村分を含んでいる。

表4　河川施設被害額の概要

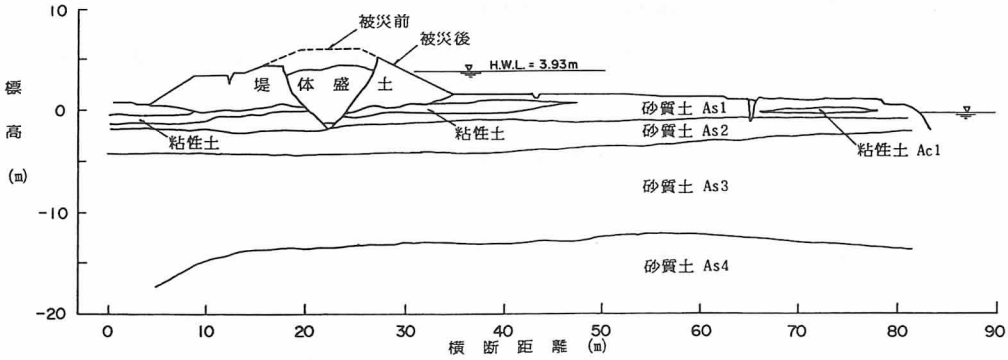
区分	被害額	備考
北海道開発局函館開発建設部管内	69億円	表—5，図—3
〃　小樽　〃	16 〃	表—6，図—4
北海道土木部函館土木現業所管内	22 〃	表—7，8，図—5
〃　小樽　〃	6 〃	表—9，　〃
〃　室蘭　〃		表—10，　〃
合計	113億円	

河川施設の被災の概要を表－5～表－10に示す。表中のLは，被災個所の延長である。災害の大部分は築堤の被災であり，ダムおよび貯水池における被害は報告されていない。

築堤の災害については，縦断亀裂，横断亀裂，沈下，法尻の張り出し，めくれ上がりが主であり，護岸，床止工，樋門の被災，さらに一部噴砂も見られる。

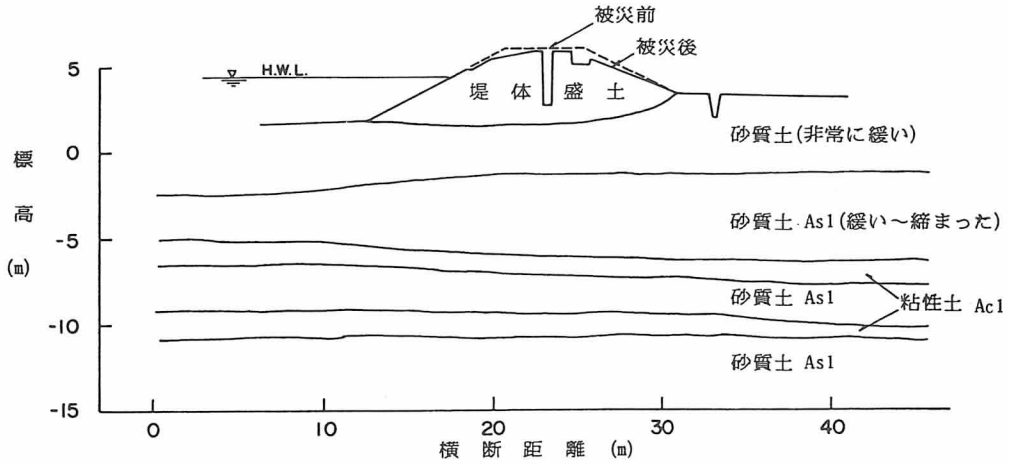
その典型的な例として，図－1に後志利別川左岸兜野地点（K. P. OK865，整理番号2）の横断図を示す（写真－1）。また図－2及び写真－2は尻別川右岸初田築堤中村その2地点（K. P. 3K578，整理番号4）である。

図－3～図－5は河川施設被災箇所の位置図である。

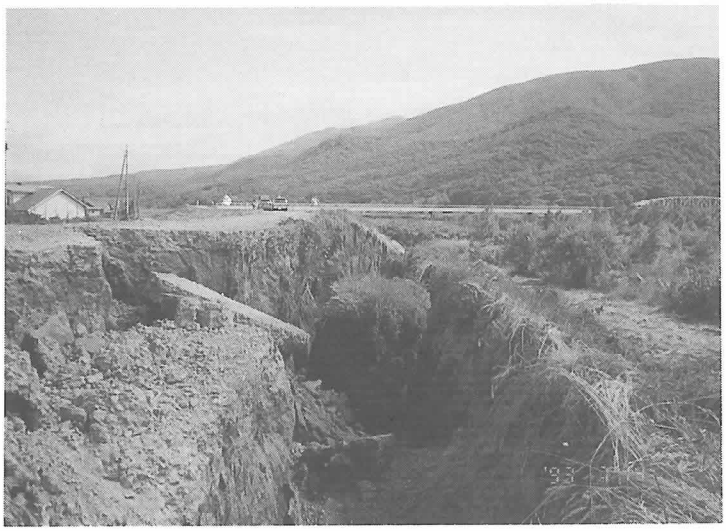


図－1　築堤横断図（後志利別川左岸　K. p. OK865　整理番号　2）

写真－1　後志利別川左岸兜野築堤



図－2 築堤横断図（尻別川右岸 K. p. 3K578 整理番号 4）



写真－2 尻別川右岸中村その2地先

図－3　河川施設災害箇

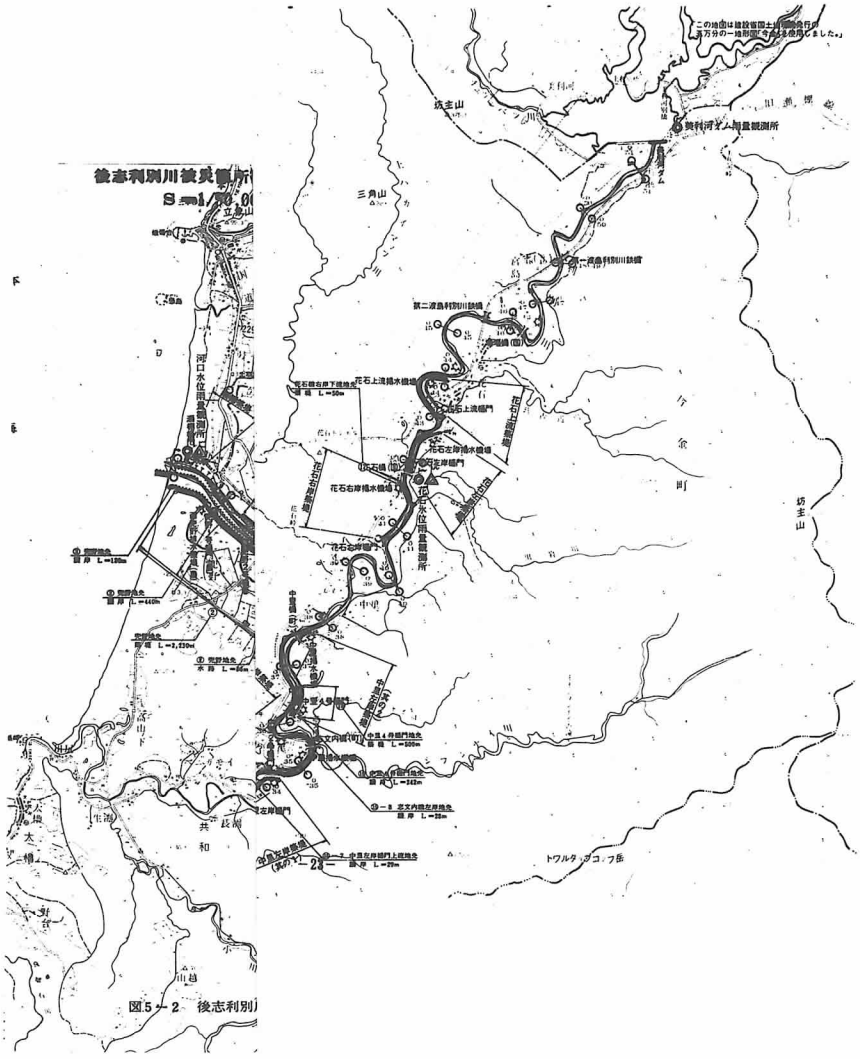
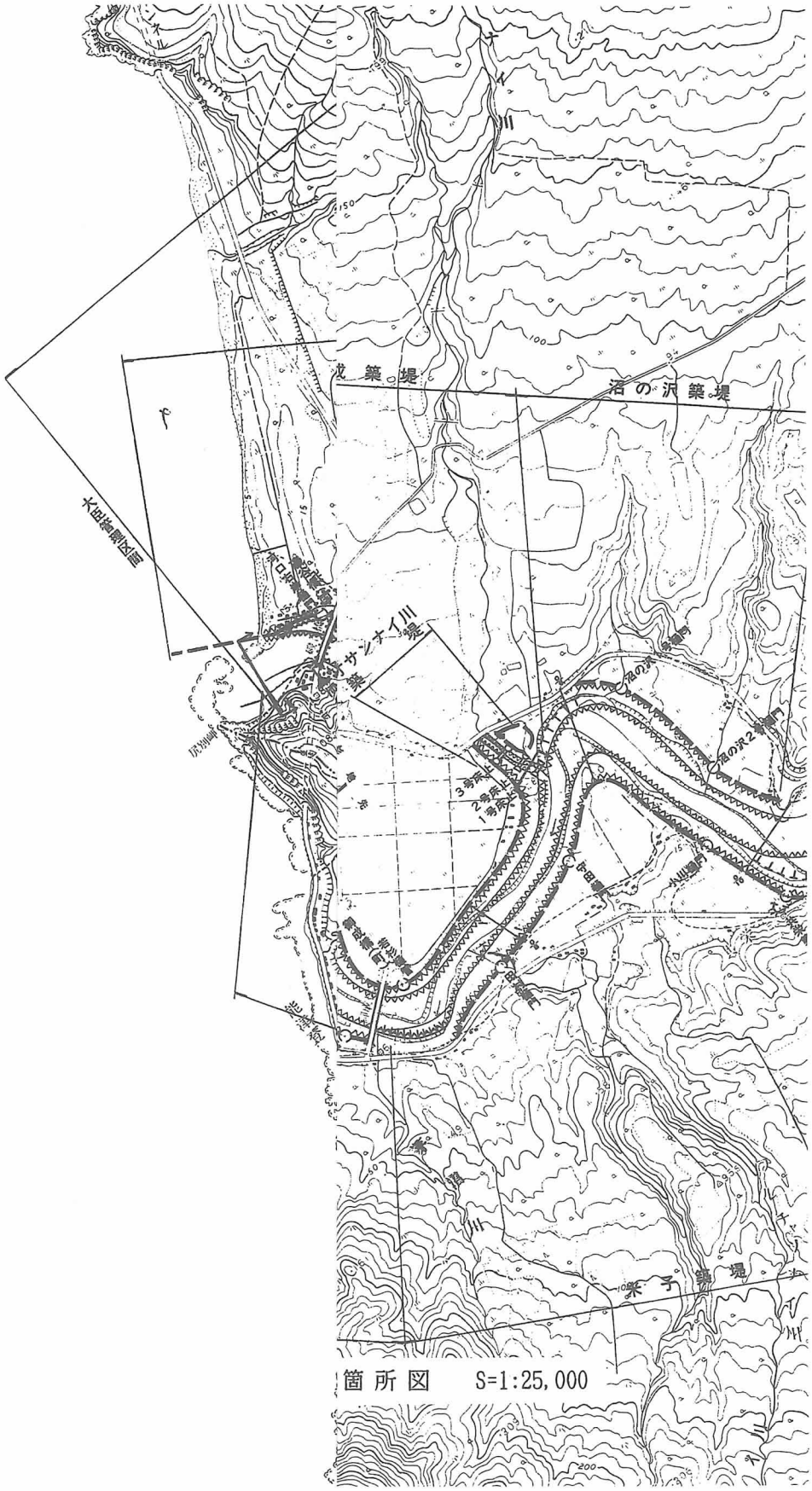


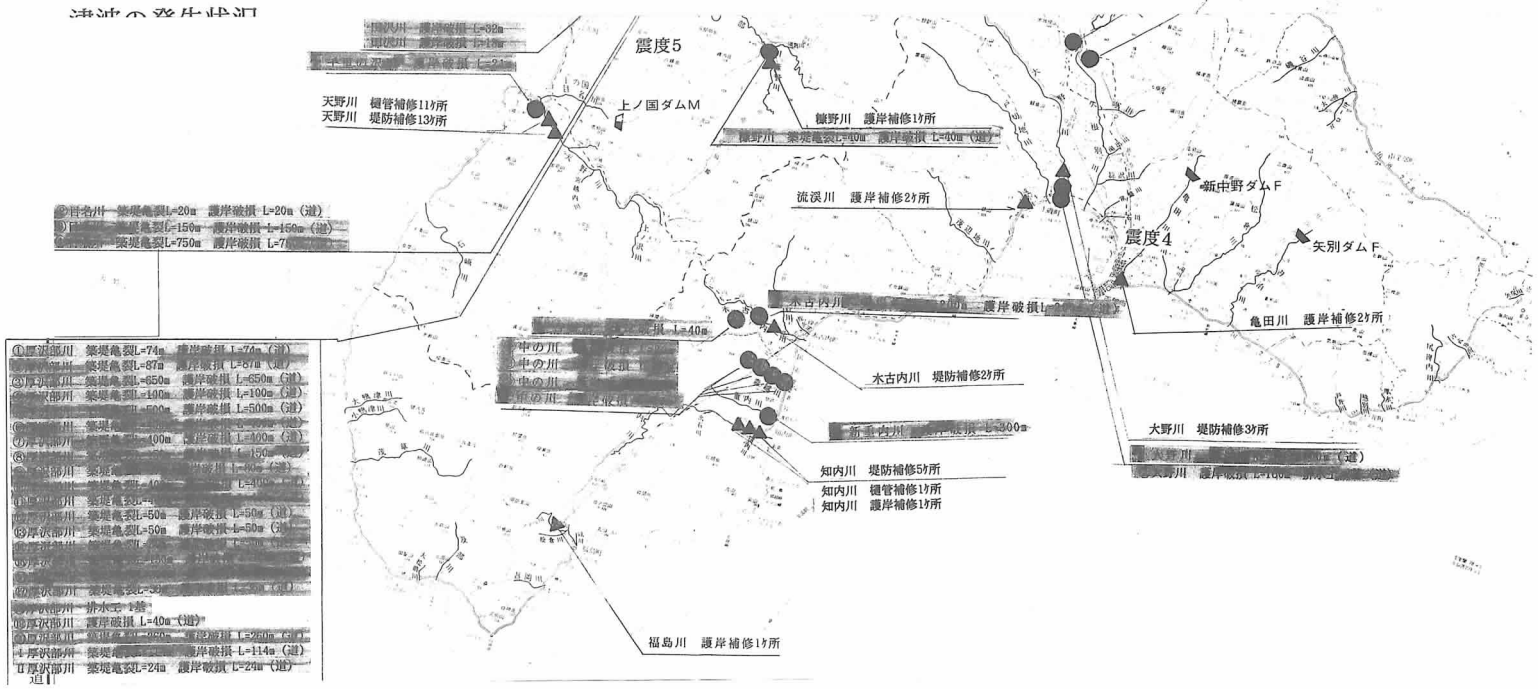
図5－2　後志利別


沼の沢築堤
サンナイ川堤
3号床止
2号床止
1号床止
沼の沢2号堰
沼の沢1号堰
大田橋
大川橋
栗子築堤
150
100
200

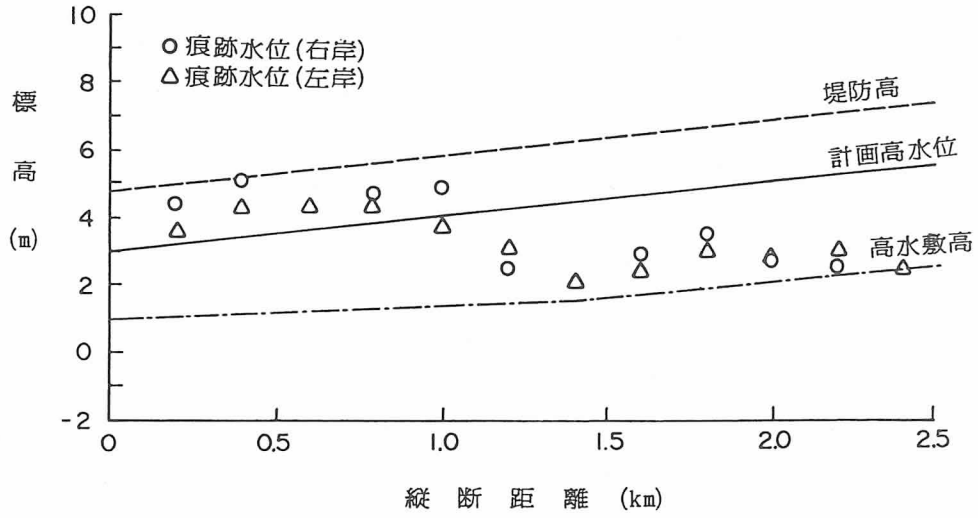
箇所図　S=1:25,000

北海道南西沖地震
河川施設災害位置図

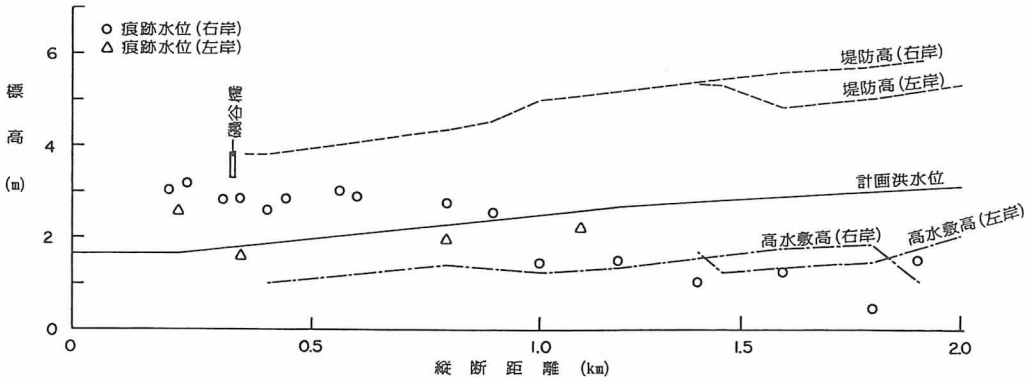
7月21日時点　　３葉の３



前述のように，今回の地震の特徴は津波を伴ったことである。後志利別川400ｍ地点付近で若干の津波による堤防の越水が見られたが，幸い大きな災害には至っていない。しかし，後志利別川および尻別川のいずれにおいても，河口から１kmの区間では計画高水位を上回った。図－６および図－７は津波による痕跡水位の縦断図である。



図－６　津波痕跡水位縦断図（後志利別川）



図－７　津波痕跡水位縦断図（尻別川）

表5　河川施設の被災状況（北海道開発局函館開発建設部）

河川名	番号	地先名	K.P.	種別	災害内容
後志利別川	1	豊岡地先右岸	1.33～ 1.63	築堤	L＝300m
		〃　〃	1.66	水路	L＝16m
〃	2	兜野地先左岸	0.10～ 2.33	築堤	L＝2,230m
		〃　〃	2.41	水路	L＝23m
		〃　〃	0.03～ 0.16	護岸	L＝130m
		〃　〃	0.99～ 1.43	〃	L＝440m
〃	3	真栄橋左岸下流地先	3.83～ 3.93	築堤	L＝150m
〃	4	真栄橋左岸上流地先	4.11～ 4.91	〃	L＝800m
〃	5－1	真栄橋右岸上流その1地先	4.09～ 4.29	〃	L＝200m
〃	5－2	真栄橋右岸上流その2地先	4.62～ 4.77	〃	L＝150m
〃	6	長渕樋門地先右岸	4.99～ 5.09	〃	L＝100m
〃	7	長渕樋門上流地先右岸	5.28～ 5.38	〃	L＝100m
〃	8	愛知2号樋門地先右岸	5.71～ 5.96	〃	L＝250m
〃	9	豊田1号樋管地先左岸	8.33～ 9,08	〃	L＝750m
〃		〃　〃	9.10	樋門	一式
〃	9－1	湯川樋管下流その1地先右岸	8.37～ 8.54	護岸	L＝171m
〃	9－2	〃　その2地先右岸	8.67～ 8.75	〃	L＝84m
〃	10	豊田橋左岸下流地先	9.26～ 9.36	築堤	L＝100m
〃	10－1	〃　右岸上流地先	9.79～ 9.97	護岸	L＝179m
〃	11	鈴金その1地先左岸	10.47～10.57	築堤	L＝100m
〃	12	〃 その2地先左岸	10.62～10.72	〃	L＝100m
〃		〃　〃　〃	〃	護岸	L＝78m
〃	12－1	西丹羽4号樋門上流地先右岸	10.62～11.22	〃	L＝596m
〃	12－2	鈴金その3地先左岸	11.50～11.63	〃	L＝125m
〃	12－3	鈴金その4地先左岸	11.72～11.82	〃	L＝98m
〃	13	神丘地先右岸	12.83～13.33	築堤	L＝500m
〃		〃　〃	13.11	水路	L＝33m
〃	13－1	オチャラッペ川下流地先左岸	14.16～14.28	護岸	L＝119m
〃	14	〃　合流点地先左岸	14.51～14.61	築堤	L＝100m
〃		〃　〃	14.56	樋門	一式
〃	14－1	今金水門地先右岸	15.68～15.79	護岸	L＝92m
〃	14－2	田代1号樋門地先左岸	16.24	樋門	一式
〃	14－3	今金3号樋門上流地先右岸	17.82～18.07	護岸	L＝248m
〃	15	田代地先左岸	17.67～17.77	築堤	L＝100m
〃	15－1	田代3号樋門地先左岸	18.30	樋門	一式
〃	15－2	今金4号樋門下流地先右岸	18.63～18.74	護岸	L＝112m
〃	15－3	田代5号樋門地先左岸	19.63～20.05	〃	L＝424m
〃	15－4	メップ川下流地先右岸	19.72～19.93	〃	L＝211m
〃	15－5	田代5号樋門上流地先左岸	20.19～20.25	〃	L＝60m
〃	15－6	水車橋下流地先右岸	24.27～24.32	〃	L＝45m
〃	15－7	中里左岸樋門上流地先	33.89～33.92	〃	L＝29m
〃	15－8	志文内橋左岸地先	35.14～35.17	〃	L＝28m
〃	16	中里4号樋門地先左岸	36.10～36.60	築堤	L＝500m
〃		〃　〃	36.18～36.42	護岸	L＝242m
〃	17	花石橋右岸下流地先	41.51～41.56	築堤	L＝50m

表6　河川施設の被災状況（北海道開発局小樽開発建設部）

河川名	番号	地先名	K.P.	種別	災害内容
尻別川	1	福島地先　大曲築堤左岸	2.30～ 2.66	築堤	L＝360m
〃	2	中山地先　〃　〃	3.40～ 3.64	〃	L＝240m
〃	3	中村その1地先　初田築堤右岸	3.00～ 3.35	〃	L＝350m
〃	4	中村その2地先　〃　〃	3.44～ 3.73	〃	L＝295m
〃	5	長名知先　〃　〃	4.80～ 5.69	〃	L＝890m
〃	6	若杉地先　御成築堤右岸	6.30～ 6.50	〃	L＝200m

表7　河川施設の被災状況（北海道函館土木現業所檜山管内）

河川名	地先名	種別	災害内容
トンケ川	北檜山町（後志利別川）	築堤 護岸	亀裂L＝320m，法面崩壊（2ケ所） 護岸破損L＝170m
下の沢川	〃（〃）	築堤 護岸	亀裂（1ケ所） 護岸破損L＝200m，河岸欠壊（1ケ所）
武沢川	〃（〃）	〃	護岸破損（1ケ所）
不逢川	〃（〃）	〃	護岸破損（2ケ所），河岸欠壊（2ケ所）
丸山川	〃（〃）	築堤 護岸	亀裂 護岸破損L＝40m
ポン目名川	〃（〃）	築堤	亀裂L＝819m
利別目名川	〃（〃）	〃	亀裂（5ケ所）
冷水川	〃（〃）	〃 護岸	亀裂L＝85m 護岸破損（1ケ所）
オチャラッペ川	今金町（〃）	築堤 護岸 樋管	亀裂L＝345m 護岸破損L＝415m 樋管変形（2ケ所）
田代川	〃（〃）	護岸	護岸破損L＝130m，河岸欠壊（1ケ所）
トマンケシナイ川	〃（〃）	〃	護岸破損（1ケ所）
利別目名川	〃（〃）	築堤 護岸	亀裂L＝611m 護岸破損L＝200m
パンケオイチャヌンペ川	〃（〃）	築堤 護岸	亀裂L＝618m 護岸破損L＝218m
濁川	〃（〃）	〃	護岸破損L＝250m，河道埋塞（1ケ所）
善右衛門沢川	〃（〃）	築堤 護岸	亀裂（1ケ所） 護岸破損（3ケ所）
下ハカイマップ川	〃（〃）	〃	護岸破損（2ケ所）
太櫓川	北檜山町（太櫓川）	〃	護岸破損（1ケ所）
馬場川	瀬棚町（馬場川）	〃	護岸破損L＝428m，堤内棚渠破損（1ケ所）
天野川	上ノ国町（天野川）	築堤 樋管	亀裂（13ケ所） 樋管変形（11ケ所）
厚沢部川	江差町（厚沢部川）	築堤 護岸 樋管	亀裂L＝2,827m 護岸破損（4ケ所） 樋管変形（3ケ所）
鰔川	〃（〃）	築堤 護岸 樋管	亀裂L＝214m 護岸破損L＝159m 樋管変形（4ケ所）
目名川	〃（〃）	築堤 護岸 樋管	亀裂L＝800m 護岸破損（1ケ所） 樋門破損（1ケ所），樋管変形（1ケ所）
糠野川	〃（〃）	護岸	護岸破損（1ケ所）
姫川	乙部町（姫川）	〃	護岸破損（7ケ所）
青苗川	奥尻町（青苗川）	樋管	樋管変形（1ケ所），河道埋塞（5ケ所）

表 8　河川施設の被災状況（北海道函館土木現業所渡島管内）

河川名	地先名	種別	災害内容
木古内川	木古内町（木古内川）	築堤 護岸	亀裂L＝150m 護岸破損L＝14m
大野川	上磯町（大野川）	築堤 護岸	亀裂（3ケ所） 護岸破損L＝1,460m
旧久根別川	〃（〃）	築堤 護岸	亀裂L＝270m 護岸破損L＝300m
常盤川	〃（常盤川）	〃	護岸破損L＝160m
流渓川	〃（流渓川）	〃	護岸破損（2ケ所）
知内川	知内町（知内川）	築堤 護岸 樋樋管	亀裂（5ケ所） 護岸破損（1ケ所） 樋管変形（1ケ所）
亀田川	函館市（亀田川）	護岸	護岸破損（2ケ所）
福島川	福島町（福島川）	〃	護岸破損（1ケ所）
長万部川	長万部町（長万部川）	築堤 護岸	亀裂L＝30m 護岸破損（2ケ所）
南部陣屋川	〃（〃）	築堤	亀裂L＝350m
国縫川	〃（国縫川）	築堤	亀裂（2ケ所）
遊楽部川	八雲町（遊楽部川）	〃 護岸	亀裂L＝900m 護岸破損L＝235m

表 9　河川施設の被災状況（北海道小樽土木現業所）

河川名	地先名	種別	災害内容
朱太川	寿都町（朱太川）	築堤 樋門	亀裂L＝1,352m 樋門破損（1ケ所）、樋管吐口土砂埋塞（20ケ所）
湯の沢川	〃（〃）	築堤	亀裂L＝270m
添別川	黒松内町（〃）	〃	亀裂L＝270m
中の川	〃（〃）	〃	亀裂L＝410m
折川	島牧村（折川）	〃	亀裂L＝350m
堀株川	共和町（堀株川）	樋管	樋管吐口土砂埋塞（3ケ所）
ソコナイ川	〃（〃）	築堤 樋管	亀裂（1ケ所） 樋管変形（2ケ所）
古宇川	神恵内村（古宇川）	河道	河道埋塞（1ケ所）

表10　河川施設の被災状況（北海道室蘭土木現業所）

河川名	地先名	種別	災害内容
壮瞥川	壮瞥町（長流川）	河岸	河岸欠壊
知利別川	室蘭市（知利別川）	護岸	護岸破損L＝40m

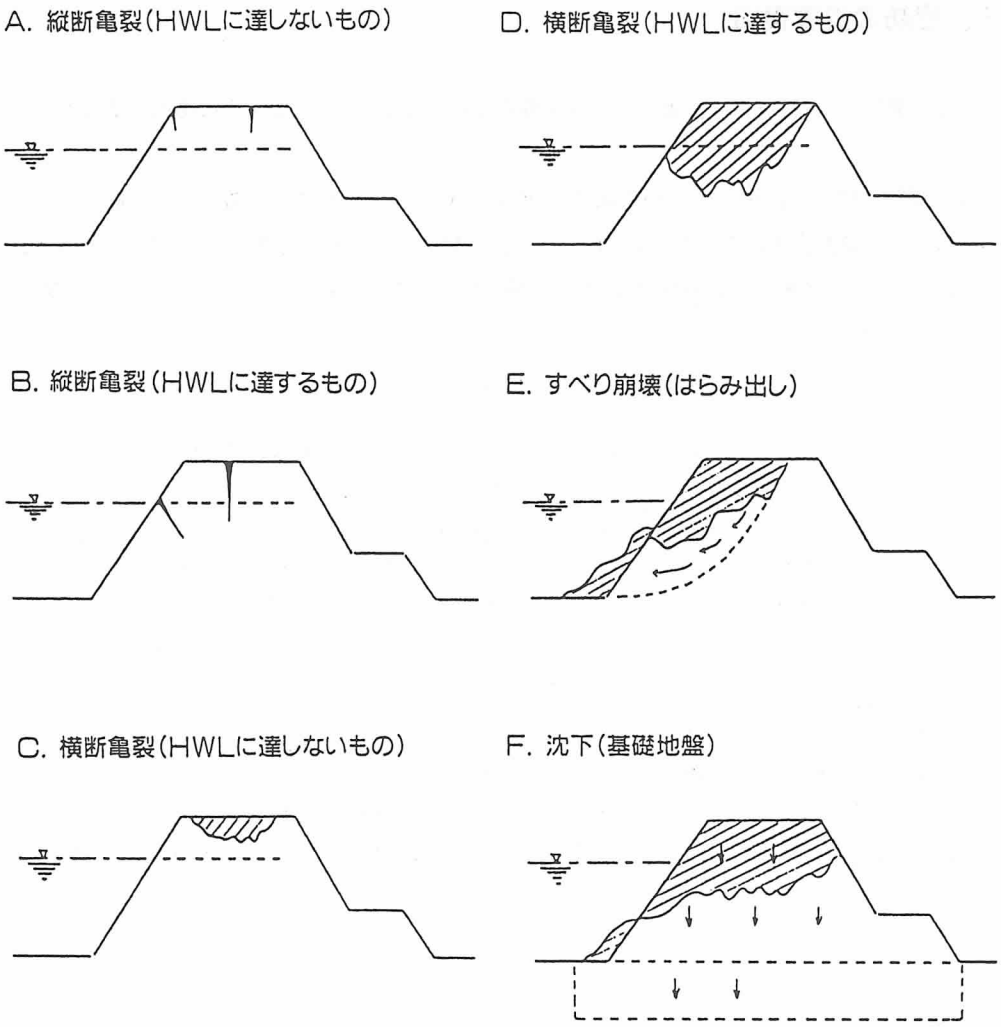
3．堤防の災害復旧

地震の発生が７月12日で，台風シーズンを間近に控えており，早急な災害の復旧が必要であった。

河川堤防の被災は，図－８の模式図Ａ～Ｆに示す６つのタイプに大別される。被災タイプ別の数量および割合を，釧路沖地震と比較して表－11に示す。後志利別川では「すべり崩壊（はらみ出し），タイプＥ」が，尻別川では「計画高水位に達する亀裂，タイプＢ」がそれぞれ半分を占めている。

表11　河川堤防の被災タイプ別数量

被災タイプ	北海道南西沖地震				釧路沖地震			
	後志利別川		尻別川		釧路川		十勝川	
	延長（m）	割合（%）	延長（m）	割合（%）	延長（m）	割合（%）	延長（m）	割合（%）
A	1,300	20	480	20	30	0	375	4
B	1,185	18	1,160	50	1,122	11	8,085	88
C	700	11	－	－	－	－	－	－
D	250	4	－	－	－	－	8	0
E	3,045	46	695	30	7,371	73	－	－
F	100	2	－	－	1,601	16	700	8
合　計	6,580	100	2,335	100	10,124	100	9,168	100

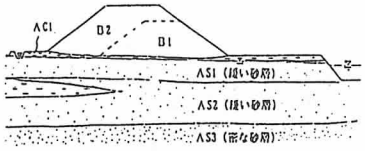
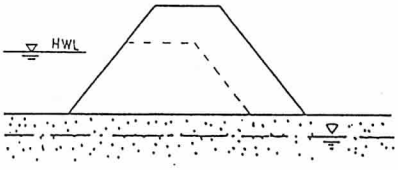
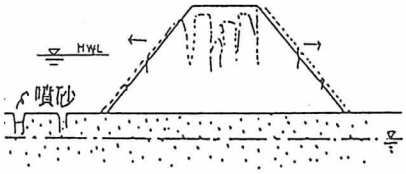


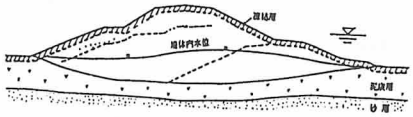
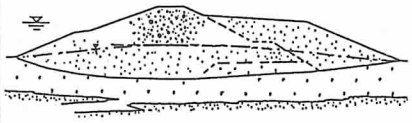
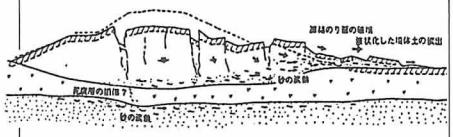
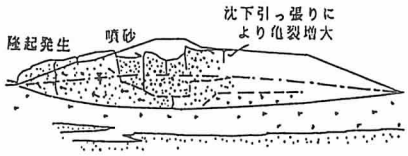
図－8　築堤被災タイプの模式図

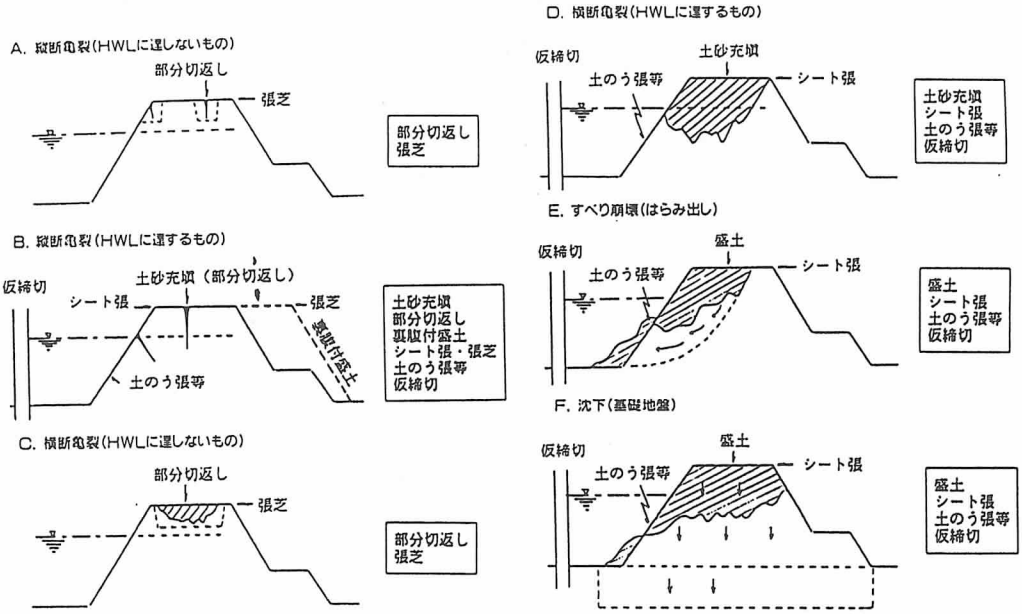
表－12に被災の原因およびその機構について，参考のため釧路沖地震のものを含めてその概要を示す。

図－9は，被災タイプ別の災害復旧模式図である。

表12　河川堤防の被災原因とその機構

項　　目	後志利別川	尻　別　川
堤体および地盤条件	地盤は概ね，深度６ｍ以浅はＮ＜15の砂質土を主体とする。このうち旧河道部の深度３ｍ以浅にはＮ＜６の砂質土が分布するとともに，粘性土が一部に分布する。深度５ｍ以深には12＜Ｎ＜40の砂質土が分布する。地下水位は深度１ｍ前後である。堤体はB_1，B_2の２期に分れて築造されており，砂質シルト～礫混りシルト質が多い。 〈左岸ＫＰ　0.87付近〉 	地盤は，左右岸共表層にはＮ＜10の非常に緩い砂が２～10ｍの層厚で分布する。その下位にはＮ＝10前後の緩い砂またはシルトが分布するがシルトの層厚は厚い所でも３ｍ程度である。地下水位は深度１～２ｍ付近である。堤体は２期に分かれて築造されており砂質土から成る。 〈右岸ＫＰ　5.0付近〉 
地震外力	震央距離約90kmの美利河ダムでは監査廊内での最大水平加速度は123galであった。河口付近では200galを越えたものと思われる。	震央距離約96kmの尻別川河口磯谷橋での最大水平加速度は150galであった。
被災原因	深度６ｍ以浅に分布する緩い砂層の液状化によるものと考えられる。ただし，表層から粘性土が厚く分布する地点では液状化以外の原因によって被災した可能性もある。	基礎地盤浅部の緩い砂層の液状化によるものと考えられる。
被災機構	基盤の砂層の液状化により，支持力を失った堤体土塊が剪断破壊を生じながら陥没した。旧河道部分は液状化しやすい条件下にあり、液状下に伴う沈下量が過大となるとともに，一部では堤体土塊の水平移動を生じた。 	基礎地盤浅部の緩い砂層の液状化が土被り圧の小さい素地盤で発生し，堤体下に向かって液状化範囲が広がった。地表に噴砂を伴う亀裂が生じるとともに，堤体が剪断破壊を生じて被災が進行した。最大の被災箇所では天端の縦断亀裂は深部まで開口し，キノコ状に土塊が立つ状態となった。 

項　　目	釧　　路　　川	十　　勝　　川
堤体および地盤条件	地盤は，泥炭層が３ｍ前後の層厚で表層を成し，その下位は左岸が砂質土層主体，右岸が粘性土層主体である。５期にわたる築堤に伴い，泥炭層は圧密沈下により1/3～1/2の層厚になり，堤体土は旧地表面下まで入り込み，地下水位下に深く没している。堤体土は液状化し易い粒度特性にありＮ値も５以下の緩い状態である。堤体表面約50cmは凍結していた。 〈左岸ＫＰ 9.85付近〉 	最大被災箇所である統内築堤について見ると，地盤は地表面から泥炭が厚さ５～６ｍで分布し，それ以深は砂とシルトの互層状に分布する。泥炭層は圧密により1/2程度の層厚になるとともに沈下し，堤体土は下半部分が地下水位下に没している。堤体土は堤体中心から堤外側にかけては砂および礫混り砂，堤内側下部はシルトから成る。泥炭の強度は素地でqc≒３kgf/cm²，堤体下でqc≒10kgf/cm²である。 〈右岸ＫＰ 32.7付近〉 
地震外力	震央距離約23kmの左岸広里地震計設置点での，堤防上の最大水平加速度は320galであった。	震央距離約65kmの十勝川大津築堤では最大水平加速度が堤防上で240gal，堤防下で430galであった。
被災原因	地下水位下に分布する堤体土下部の液状化によるものと考えられる。また，地盤の砂質土層にも液状化を生じたと考えられるが、泥炭層に被覆されるため，どの程度堤体の変状に寄与したかは不明。	地下水位下に没し飽和していた堤体盛土が地震により液状化し，間隙水圧を高めたことによるものと考えられる。
被災機構	堤体土下部の液状化により支持力を失なった天端土塊が沈下し，同じに液状化部が流動化して堤外側法面のはらみ出しを生じた。堤内側法面の変状が軽微であったのは，細粒分が多く液状化しにくい堤体土であったためと考えられる。 	地震発生の初期段階で堤体上部に引っ張り亀裂が発生するとともに間隙水圧が上昇した。次いで，地下水で飽和していた堤体下部の液状化により，側方流動および沈下が発生して堤体上部の亀裂が拡大した。さらに間隙水圧の上昇により，堤体法尻および盛土天端面の亀裂からの噴砂と堤外法面の隆起が発生した。 



図－9　築堤被災タイプ別復旧模式図

最後に，貴重な資料の提供及び現地調査に際し多大なご協力をいただいた，北海道開発局及び北海道の関係各位に深甚なる謝意を表します。

参考文献

1）板倉忠興・藤田睦博・黒木幹男・森　明巨・長谷川和義：河川構造物の被害，1993年釧路沖地震による土木災害に関する調査，北海道地区自然災害科学資料センター報告，vol. 8，1993年7月。

2）㈶北海道河川防災研究センター：北海道地震災害実態調査研究会，第3回委員会資料要約版，1993年11月。

3）㈶北海道河川防災研究センター：北海道地震災害実態調査研究会，第3回委員会資料，北海道南西沖地震・後志利別川編，1993年11月。

4）㈶北海道河川防災研究センター：北海道地震災害実態調査研究会，第3回委員会資料，北海道南西沖地震・尻別川編，1993年11月。

5）北海道土木部：1993年北海道南西沖地震被害調査報告，1993年10月。

6）加地昌秀：河川関係施設の被害と対策，1993年北海道南西沖地震被害調査報告，北海道開発局開発土木研究所報告，第101号，1994年1月。

7）加地昌秀・西村純一：河川関係施設の被害と対策，1993年釧路沖地震被害調査報告，北海道開発局開発土木研究所報告，第100号，1993年９月。

8）北海道開発局函館開発建設部：平成５年（1993年）北海道南西沖地震記録〔平成５年７月12日発生〕後志利別川，速報，1993年９月。

9）北海道開発局小樽開発建設部：平成５年（1993年）北海道南西沖地震記録〔平成５年７月12日発生〕尻別川，速報，1993年８月。