5.　地震災害

5.1 地震発生要因

越後平野を形成する地質は諸河川から供給された土砂による沖積層にて形成されている。また、平野の地下には大規模な向斜があり、新第三紀・第四紀の各地層は、向斜部の底に向かってしだいに厚くなっている。このような地層の状態は、向斜部を中心に大地が沈降しながら、泥や砂が堆積したことを示す。この大地が沈降する地殻変動は現在も継続し、越後平野は平均 2～3mm/年の速さで沈降していると考えられている。

こうした地殻変動は、断層にひずみをもたらし、平成 16 年新潟県中越地震、平成 19 年新潟県中越沖地震などを発生させている。

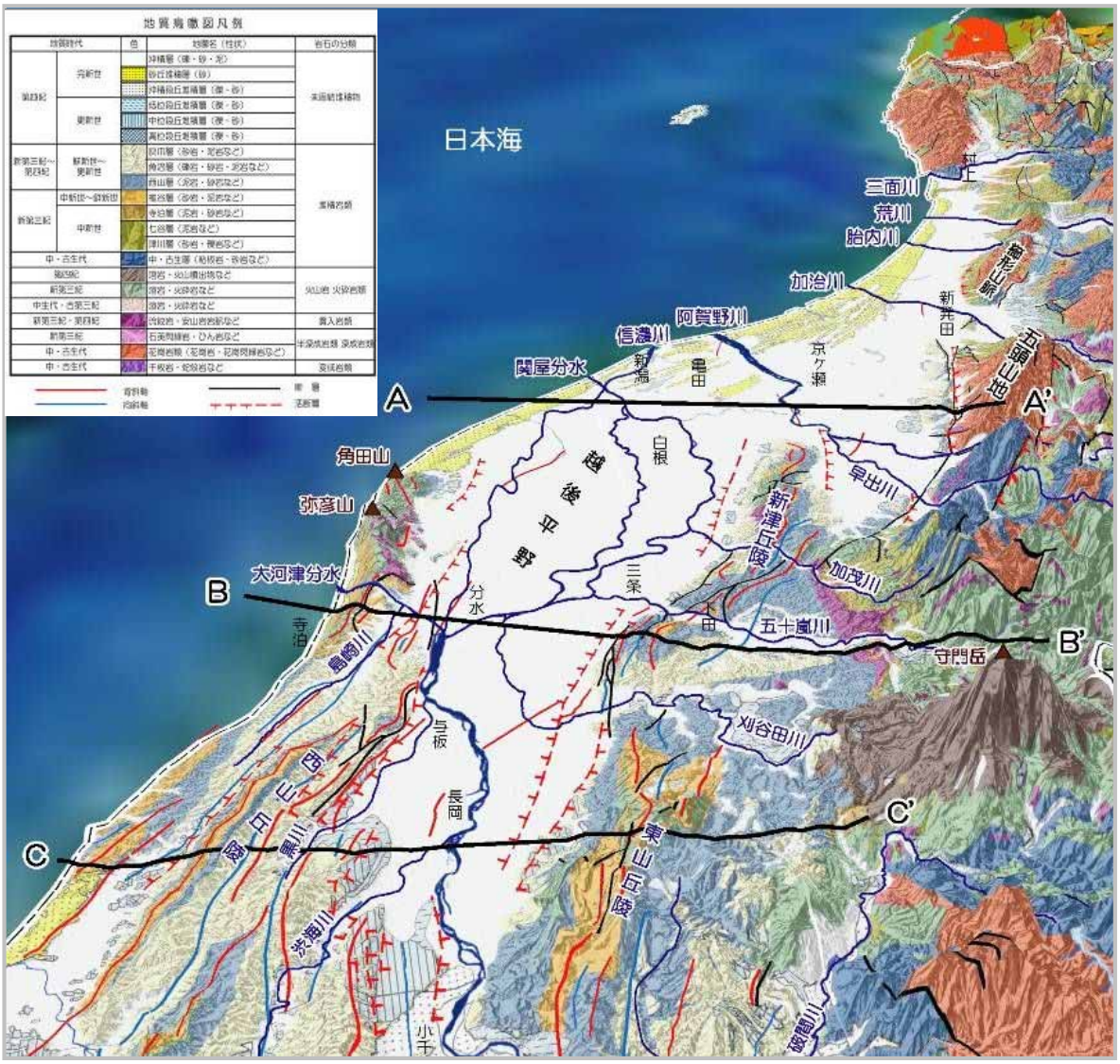


図5-1(1)　越後平野周辺の地質鳥瞰図

出典：信濃川・越後平野の地形と地質　信濃川河川事務所（国土地理院,2001,数値地図 50m メッシュ（標高）；（独）産業技術総合研究所，2005,20 万分の 1 数値地質図幅集をもとに作成）

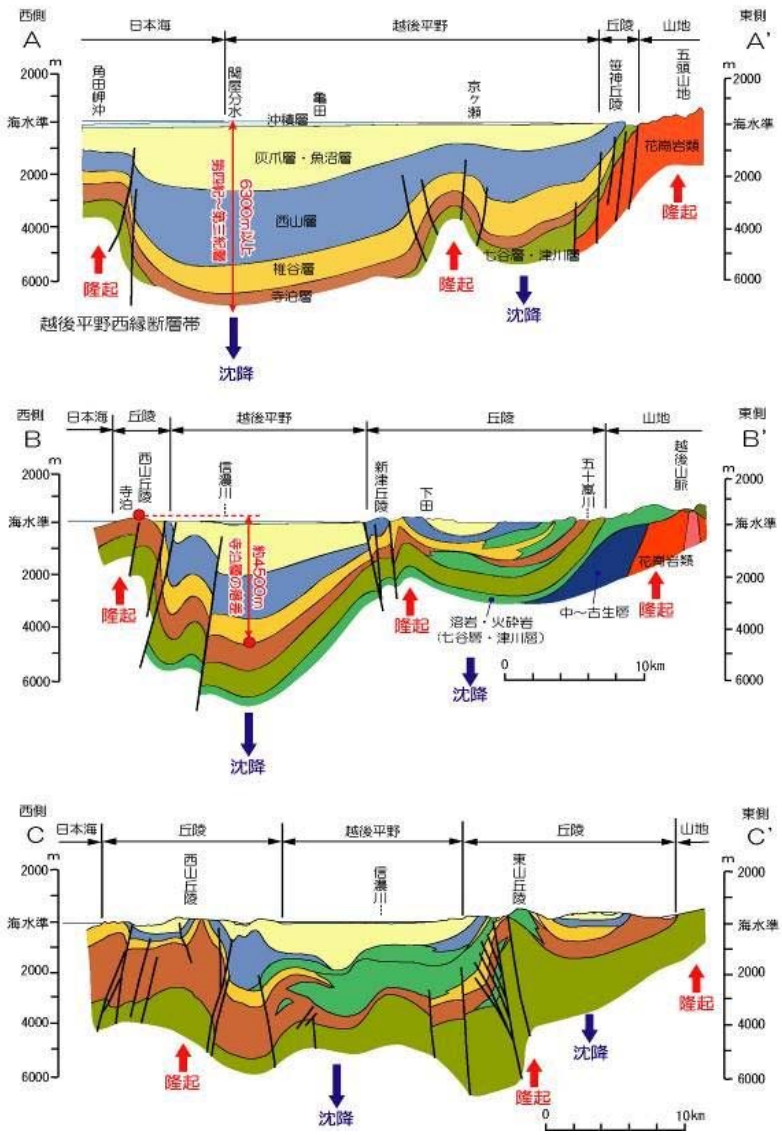


図 5-1(2)　越後平野周辺の地質断面図

出典：信濃川・越後平野の地形と地質　信濃川河川事務所（新潟県,2000,新潟県地質図の地質断面図を簡略化）

図 5-3 にみるように、当地域では多くの地震が発生している。これは、ひずみの度合いが、周辺の数倍から 10 倍程度と見積もられる「ひずみ集中帯」に当地域が存在するためであることが平成 13 年年国土地理院のＧＰＳ観測網のデータから明らかとなっており、地震が発生しやすい地域であることがわかる。更に、地震調査研究推進本部による日本海東縁部の海溝型地震の長期評価において、佐渡ヶ島北方沖において M=7.8 程度の地震発生確率が 30 年以内で 3%～6%とされている。

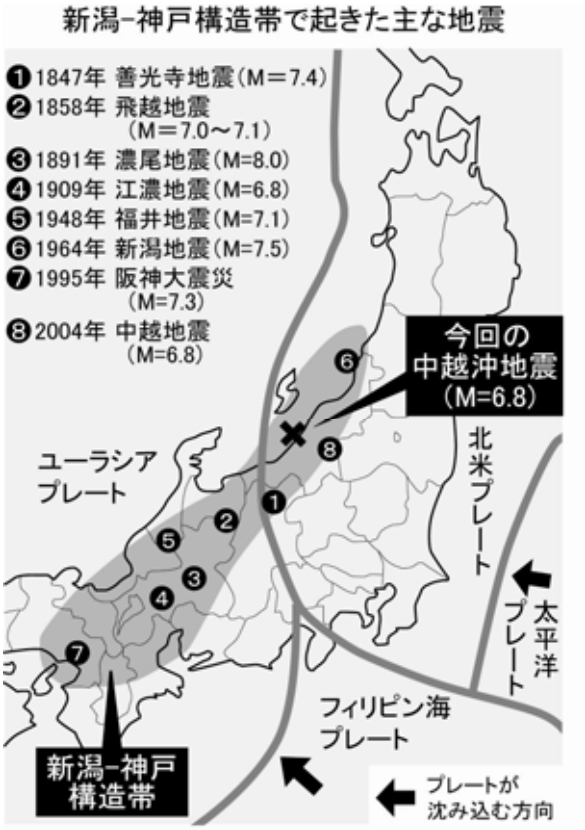


図 5-2　ひずみ集中帯

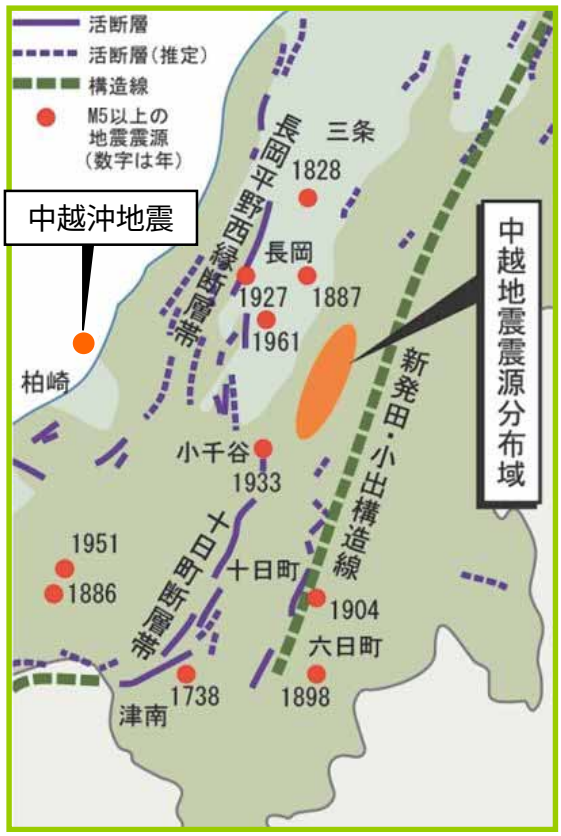


図 5-3　M5 以上の震源と（活）断層の分布状況

（参考）新潟－神戸ひずみ集中帯：内陸地震多発に関与する軟らかい岩盤

内陸地震には地下深くに分布する軟らかい岩盤『新潟－神戸ひずみ集中帯』が大きく関わっているという説が、東北大の中島淳一助手や谷川昭教授らの分析で明らかにされた。その位置・深さは、阪神大震災や中越地震の震源が含まれる新潟県北部から神戸市にかけてのひずみ集中帯で、地下 10km から 20km の深さに周囲に比べて軟らかい岩盤が続いている。その幅は 50～200km の帯状に広がっており、阪神大震災など過去 80 年間に起きた M=5.5 以上の内陸地震の約 2 割が集中する地震多発地帯となっている。これは 1999 年～2005 年にかけての大小約 1 万の地震記録から、地震波が地中を進む速度を分析した結果、集中帯の地下には、地表近くより約 5% 遅い部分が続いていることが分かったというもの。即ち、この地域に割れ目の多い低速度帯が広域的に分布することを示しているという。発生モデルは地下に潜り込んだ海のプレートからしみ出す水の影響で、地下数十 km に周囲より軟らかく収縮しやすい岩盤ができると想定し、力が加わったときに大きく収縮するため表面に近い岩盤中の断層が割れやすくなり、地震が多発するとしている。

出典：「G-NET 最新厳選★災害防災特集　新潟－神戸ひずみ集中帯」

長野盆地の西縁に沿ってはいくつもの断層があり、飯山盆地方面へ連なっている。弘化 4 年（1847 年）の善光寺地震もこの断層群の一部が活動したものと考えられている。この断層群に沿ってはその西側の西部山地が隆起し、東側の盆地が沈降する地殻変動が現在も続いている。一方、東側の河東山地はできた時代が異なる扇状地の分布や地表面傾斜の違いから、今も隆起していると考えられている。これらを総合すると、長野盆地を載せる地塊は西側が沈み、東側が隆起する傾動運動をしていると見られる。

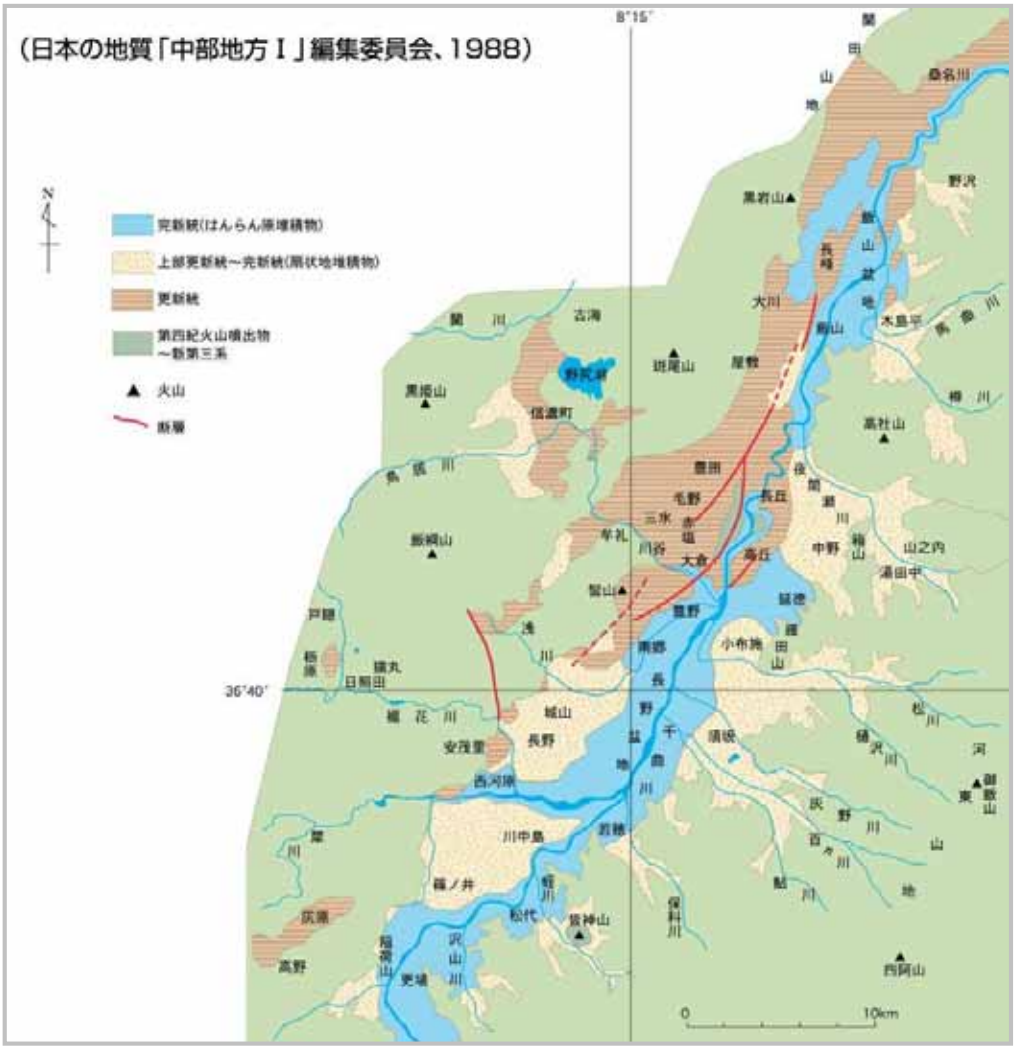


図5-4(1)　飯山・長野盆地周辺の地質分布図

出典：日本の地質「中部地方Ⅰ」編集委員会、1988

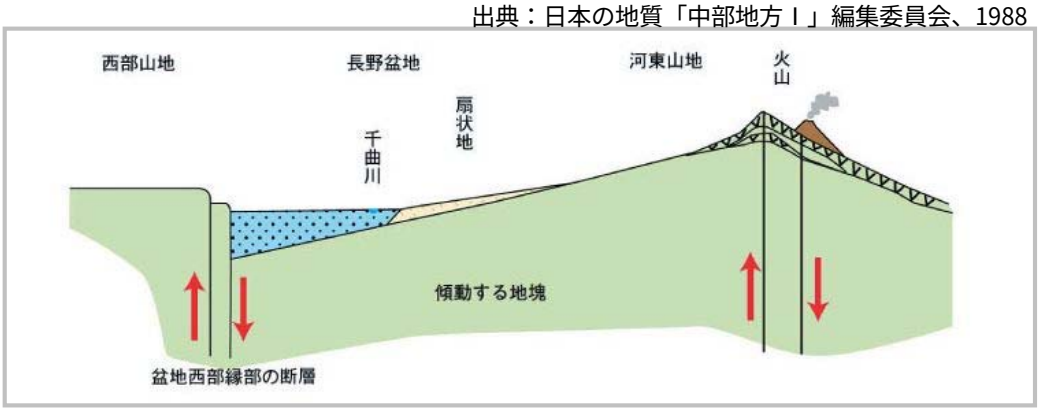


図 5-4(2)　長野盆地周辺の模式断面図

出典：信州大学「信州の 4 億年」編集委員会、1994

5.2 主な地震災害

(1) 善光寺地震

弘化 4 年 3 月 24 日（1847 年 5 月 8 日）22 時頃に善光寺平を震源とし、推定 M=7.4 の直下型地震が発生した。

一般被害としては、善光寺の御開帳の期間にあたり、諸国からの参詣客により混雑していたため、死者約 10.000 名、倒壊及び焼失家屋約 20,000 戸という大きな被害となっている。この地震のために生じた断層が長野市西部にのこっている。

また、崩壊・地すべり個所は約 60,000 カ所、河川の堰き止めは 51 カ所に及び、中でも犀川右岸の岩倉山の崩壊により犀川が堰き止められ、巨大な天然ダム湖が出現した。堰き止め個所（天然ダム）は高さ約 65m、幅約 650m、延長約 1km、推定土砂量は約 800 万 m^3 に達し、ダム湖は延長約 23km、浸水面積約 1,200ha、湛水ボリューム約 3 億 m^3 に達した。

さらに、河道が堰き止められてから 19 日後、天然ダムが決壊し下流に水が流出し、被害家屋数千件、死者約 100 名、浸水面積約 16,000ha の被害をもたらした。死者については、決壊があらかじめ予測され、住民はあらかじめ高台等へ避難していたため、浸水区域の大きさの割には少なかった。

図5-5　地震直後の善光寺町の惨状

図5-6　仮住まいの人々

出典：「地震後世俗語之種」真田宝物館蔵

図5-7　犀川の堰き止め風景

出典：「地震後世俗語之種」真田宝物館蔵

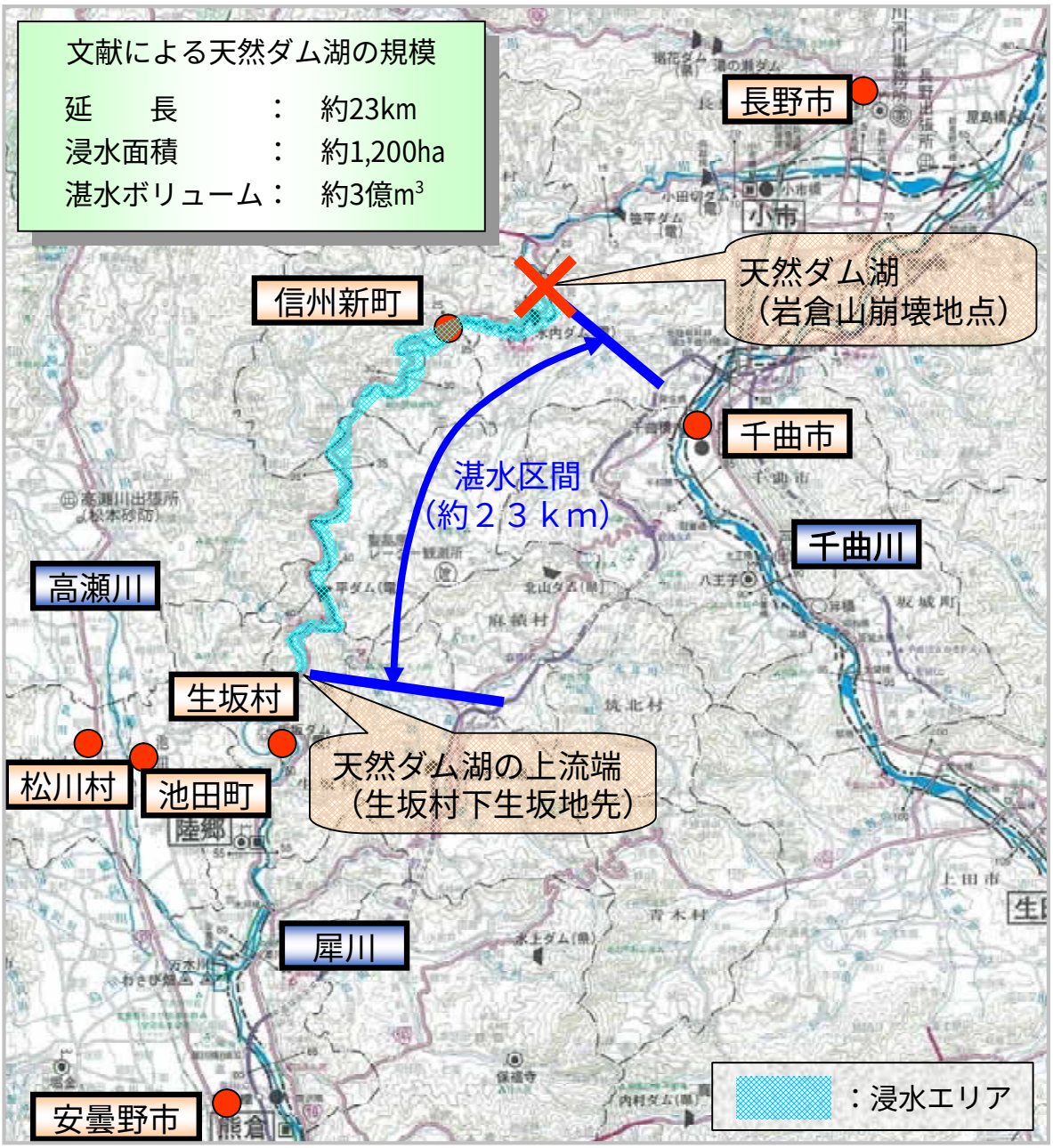


図5-8　堰き止め個所上流の浸水範囲

図5-9　川中島に押し寄せた犀川の水

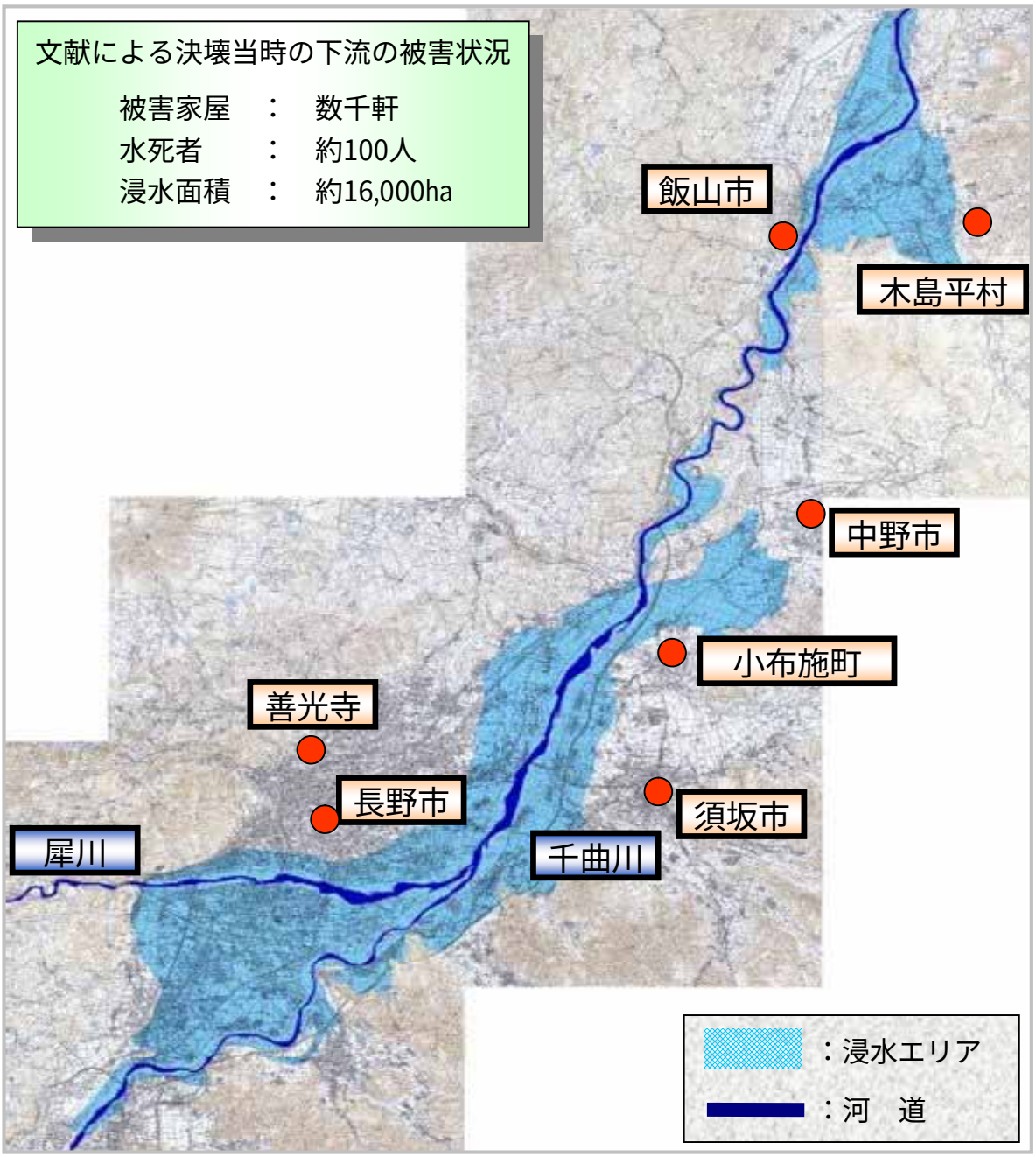


図5-10　天然ダム決壊による堰き止め個所下流の浸水範囲

(2) 新潟地震

昭和 39 年 6 月 16 日 13 時 01 分頃に粟島南方沖の深さ約 40km を震源に、M=7.5 の地震が発生した。この地震により、山形県鶴岡市で震度 6、新潟市では震度 5 を観測した。

一般被害としては新潟県、山形県、秋田県、他 4 県の合計で、人的被害は死者 25 名、負傷者 386 名、住宅被害は全半壊 8,543 戸となっている。

信濃川左岸では、液状化現象により河畔の県営川岸町アパートが足元をすくわれて傾いた。震源に近い信濃川右岸では、新潟空港の滑走路が津波と液状化により冠水し、新潟港内では火災が発生した。特に空港と港の間にある昭和石油新潟製油所（現昭和シェル石油新潟石油製品輸入基地）の石油タンクは 12 日間に亘って炎上し続け、周辺にも延焼して民家 60 戸が全焼するなどした。この火災は国内で起きたコンビナート火災としては史上最大・最悪のものであると言われている。

津波は日本海沿岸一帯を襲い、新潟県沿岸では波の高さが 4～5mに達し、信濃川では最大 1.8m に達した。

表 5-1　新潟地震の一般被害

被害種別		新潟県内	合計
人的被害	死者	12 名	25 名
	行方不明	13 名	13 名
	負傷	267 名	386 名
住宅被害	全半壊	7,437 戸	8,543 戸
	全半焼	357 棟	357 棟
	非住家被害	1,958 棟	3,266 棟

（出典：昭和 39 年　新潟地震震害調査報告　1966.6　土木学会新潟震災調査委員会編）

写真5-1　液状化により傾いた県営アパート

写真5-2　浸水した新潟市明石通り
（地下水・土砂の噴出により、
地震直後は60cmの深さで浸水）

写真5-3　地震で発火した昭和石油新潟製油所と信濃川に落ちた昭和大橋

河川の被害としては、下流部（源川）では、万代橋～塩之橋 4km の護岸が、ほとんど全延長にわたって沈下、転倒、滑動し、信濃川に押し寄せた津波はこれらの損壊した護岸を超えて市街地に侵入し大規模な浸水被害をもたらした。また、完成間もない昭和大橋付近の護岸は施工目地ごと切断され、後方に落ちたもの、前傾して水没したものなど複雑に破壊し、橋自体も半分が崩れ落ちた。

写真5-4　地震により落下した昭和大橋

写真5-5　信濃川に押し寄せる津波

写真5-6　津波による浸水

図5-11　津波による浸水範囲

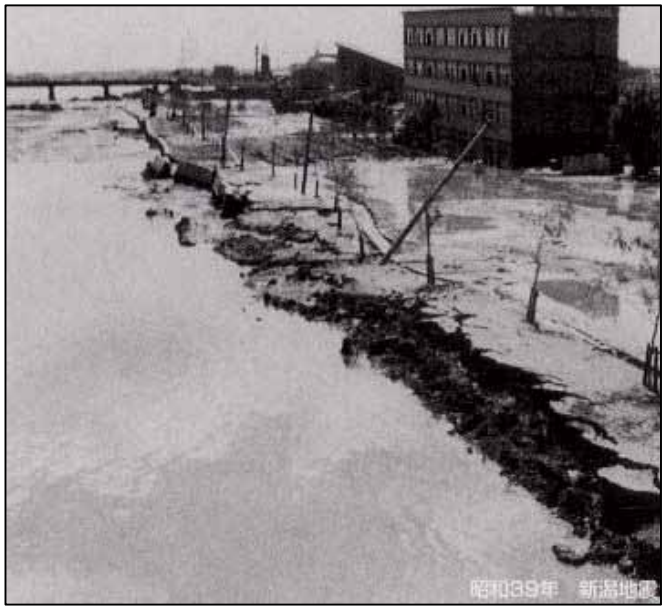


写真5-7　地震と津波により流出した堤防

写真5-8　災害復旧後の堤防

写真5-9　やすらぎ堤整備後

下流部（本川）では、本堤に亀裂、並びに陥没が生じ、漏水の危険から、緊急復旧を要する被害が生じている。代表的な個所としては、曽川切れ、横田切れの発生個所で、地質的にぜい弱な個所で被害が生じ、ただちに復旧工事が行われている。また、低水護岸等の工作物にすべり、傾斜、沈降などの被害も多く生じている。

写真5-10　横田地先の堤防亀裂

中流部においては、大河津分水固定堰及び可動堰の構造物自体の被害はなく、わずかに可動堰のエプロン部分に亀裂が生じた程度であった。洗堰も被害はなかったが、閘門右岸堤防取付部分には堤防天端に亀裂が生じ、最も大きなもので幅約 2m を越えるものもあった。また、コンクリート堤防護岸部分では、陥没、亀裂、すべり等が多く生じ、分派点から上流 1.4km の区間は信濃川筋では最も被害程度の大きい地域で、堤防天端を中心に沈下、陥没、亀裂が生じた。

写真5-11　真野代地先の堤防亀裂

(3) 中越地震

平成 16 年 10 月 23 日 17 時 56 分頃に新潟県中越地方の深さ約 10km で M=6.8 の直下型地震が発生し、わが国で震度計による観測が始まって以来初めて川口町で最大震度 7 を観測した。

一般被害としては、人的被害は死者 51 名、重軽傷者 4,795 名、住家被害は全壊、大規模半壊、半壊、一部損壊を含め 129,061 世帯、120,410 戸となっている。

図 5-12　新潟県中越地震の震源地と被災地

（出典：www.hrr.mlit.go.jp/saigai/H161023/chuetsu-jishin/1/1-1-1.html）

図 5-13　各地の震度

表 5-2　中越地震の一般被害（H17.11.30 現在）

被害種別		新潟県内
人的被害	死者	51 名
	行方不明	0 名
	重傷	635 名
	軽傷	4,160 名
住宅被害	全半壊	16,910 戸
	一部損壊	103,500 戸

この中越地震による河川の被害は、堤防亀裂、法面崩壊・沈下、堰・水門施設の損傷など直轄河川で 185 カ所、補助河川で 425 カ所が確認された。応急対応が必要な 162 カ所のうち、161 カ所については、平成 16 年 11 月 19 日までに応急対応を完了（妙見堰は平成 17 年 2 月 22 日に応急対応完了）。うち、堤防定規断面におよぶ欠損、HWL 以下の沈下、亀裂が発生した 11 カ所については、平成 16 年 11 月 10 日までに緊急復旧を完了した。

長岡市三俵野 大規模崩壊、天端亀裂

小千谷市千谷川 低水護岸破

小千谷市川井 無数の縦断亀裂

小千谷市西中 消流雪用水導水管破損

写真 5-12　新潟県中越地震による被災状況

（出典：/www.hrr.mlit.go.jp/saigai/H161023/chuetsu-jishin）

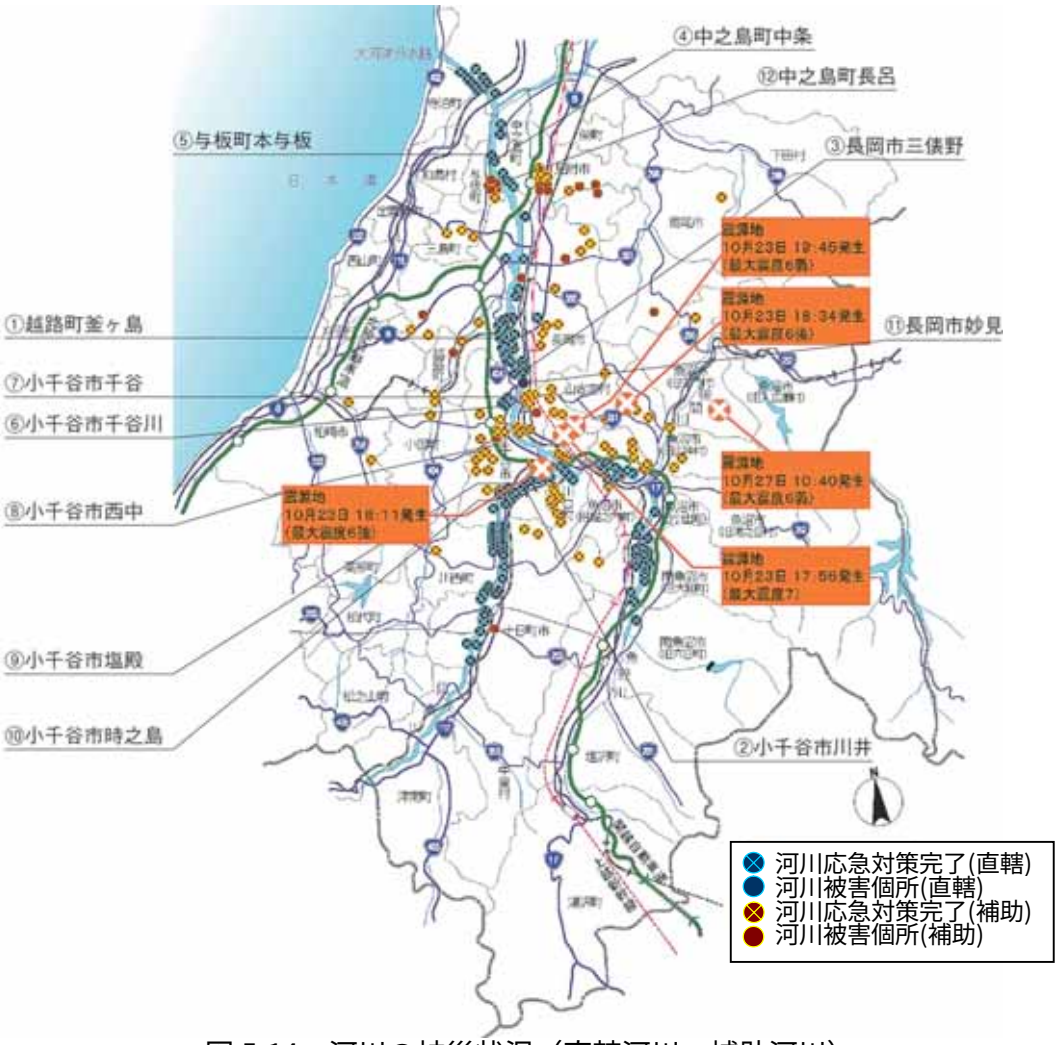


図 5-14　河川の被災状況（直轄河川・補助河川）

（出典：/www.hrr.mlit.go.jp/saigai/H161023/chuetsu-jishin/2/2-1-1.html）

また、この地震により信濃川、魚野川合流点付近で地盤が最大 70cm 隆起するとともに、魚野川右支川芋川流域では大規模な地すべりによる河道閉塞が発生した。中でも、大規模な河道閉塞を起こした寺野・東竹沢地区については、高度な技術力と多大な費用を要する対策工事が求められ、緊急性が高いことから、平成 16 年 11 月 5 日に直轄事業化された。

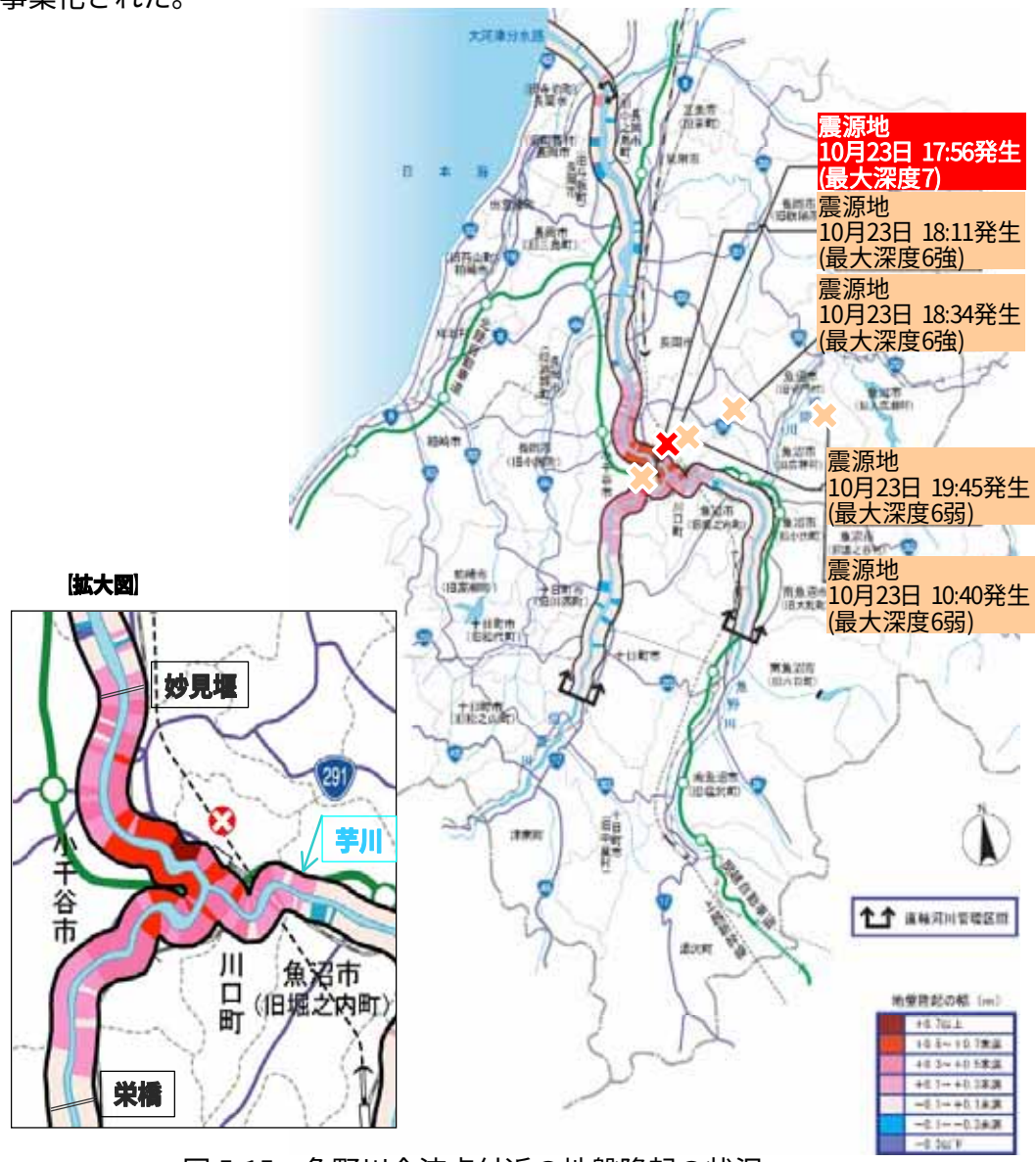


図 5-15　魚野川合流点付近の地盤隆起の状況

写真5-13　山古志村東竹沢地区の河道閉塞発生状況

写真5-14　山古志村寺野地区における直轄事業による仮排水路設置状況

本復旧が必要な 32 カ所については、以下のような方針に基づき行った。

・堤防の亀裂被害については、雪解け後速やかに復旧に着手する。

・液状化による被害個所については、基礎地盤の改良を行い施工する。

・低水護岸被害については、非出水期施工を原則とする。

被災の程度は、(1)堤防形状が維持されていないもの（定規断面に及ぶ欠損、HWL より低くなる沈下等）。堤防形状は維持されているが、天端・法面等の亀裂が計画高水位より深く入っているもの、(2)堤防形状が維持されており、天端・法面等の亀裂が計画高水位程度のものの大きく 2 つに区分される。

現在は、全ての復旧が完了している。

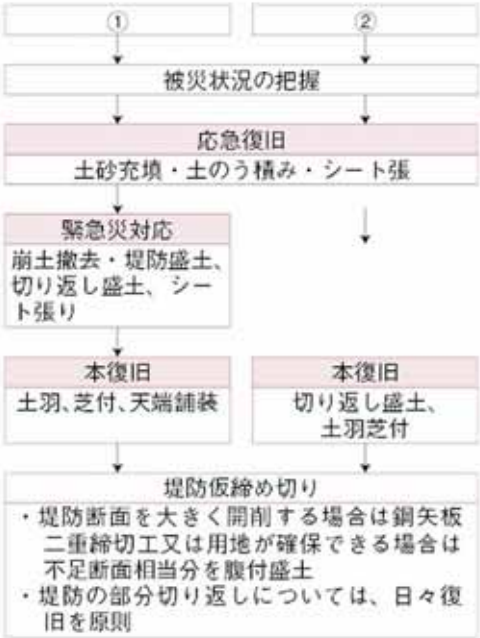
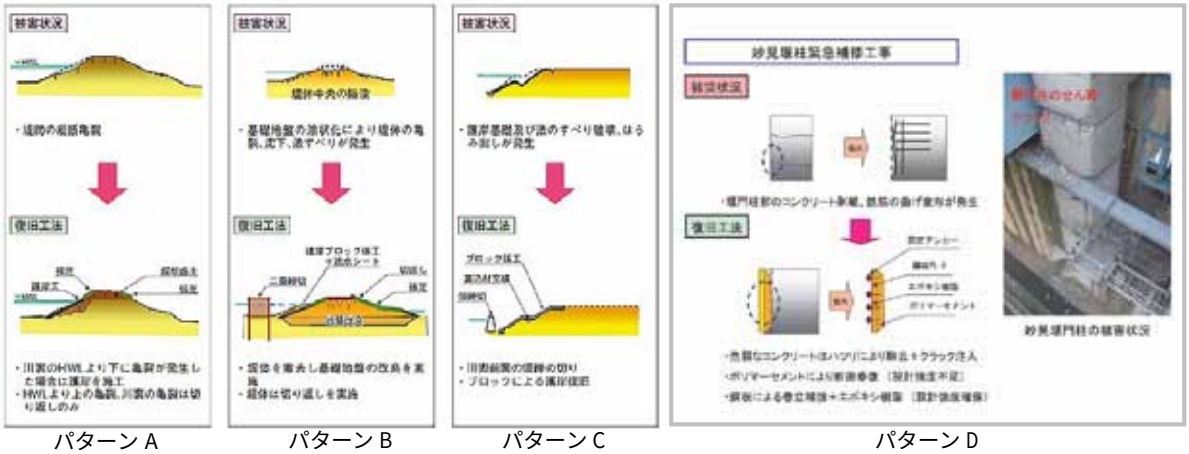


図 5-16　本復旧実施までの流れ

（出典：www.hrr.mlit.go.jp/saigai/H161023/chuetsu-jishin/4/4-2-2.html）

図 5-17　被災個所位置図

（出典：www.hrr.mlit.go.jp/saigai/H161023/chuetsu-jishin/4/4-2-2.html）



パターン A
（堤防の縦断亀裂）

パターン B
（液状化による亀裂、沈下、はらみ）

パターン C
（護岸被害）

パターン D
（構造物被害）

図 5-18　新潟県中越地震災害復旧の概要と復旧状況

（出典：www.hrr.mlit.go.jp/saigai/H161023/chuetsu-jishin/4/4-2-2.html）

写真 5-15　パターン A

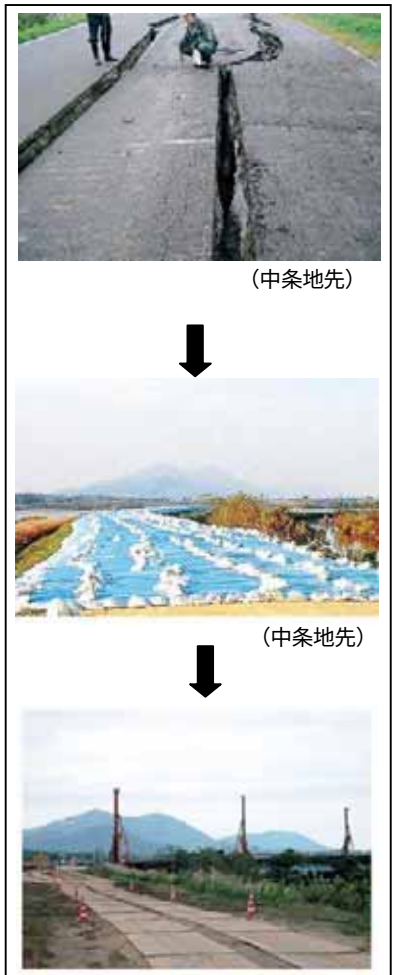


写真 5-16　パターン B

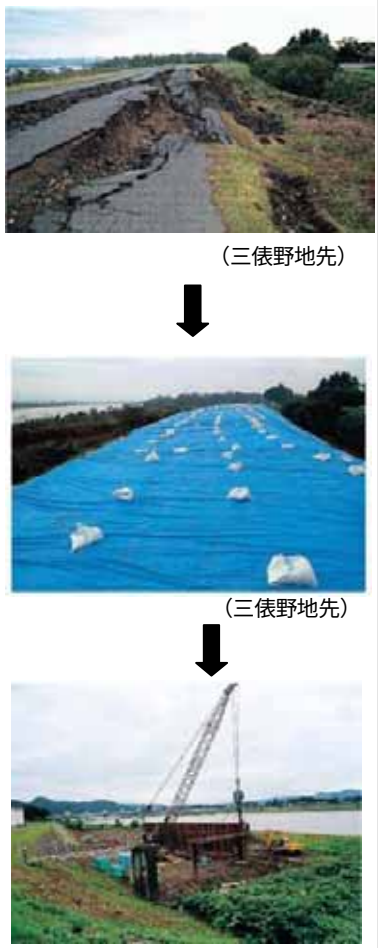


写真 5-17　パターン C

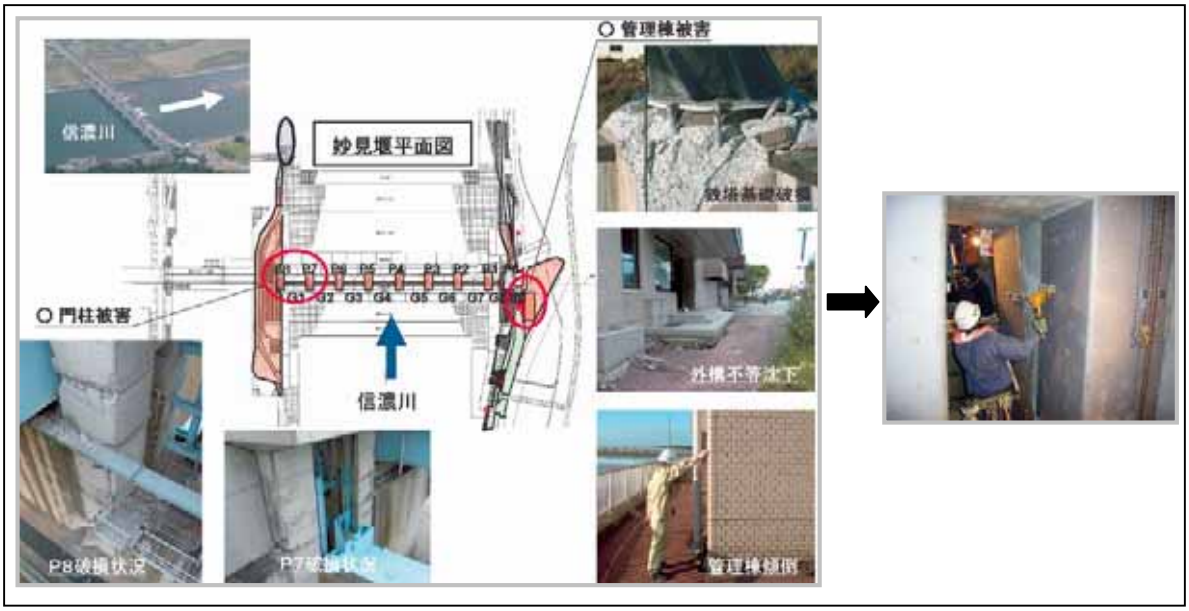


写真 5-18　パターン D 復旧状況写真

（出典：http://www.hrr.mlit.go.jp/saigai/H161023/chuetsu-jishin/index.html

信濃川河川事務書パンフレット「地震発生から復旧まで」、「新潟中越地震における信濃川河川事務所管内の被害状況」）

(3) 中越沖地震

平成 19 年 7 月 16 日 10 時 13 分頃、新潟県中越沖の深さ 17km で M=6.8 の地震が発生し、新潟県長岡市・柏崎市・刈羽村と長野県の飯綱町で震度 6 強を観測し、信濃川河川事務所管内では長岡市中之島で震度 6 弱、長岡市浦他 10 カ所で震度 4 以上を観測した。

一般被害としては、新潟県内で人的被害は死者 11 名、重軽傷者 1,957 名、住家被害は全半壊、一部損壊を含め 35,704 戸となっている。

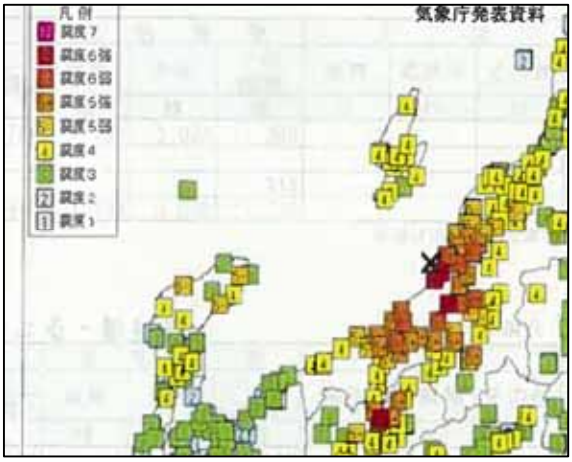


図 5-19　新潟県中越沖地震の震源地と各地の震度

表 5-3　中越沖地震の一般被害（H19.8.8 現在）

被害種別		新潟県内
人的被害	死者	11 名
	行方不明	0 名
	重傷	171 名
	軽傷	1,786 名
住宅被害	全半壊	4,315 戸
	一部損壊	31,389 戸

この地震により、中流部では地震発生当日に堤防上面に亀裂が入る等の被災が 16 カ所確認された。また、妙見堰、大河津洗堰、大河津可動堰については、異常が無いことを確認した。翌日以降に実施した調査・点検などの結果、被災を受け対応を行った個所は、18 カ所となった。そのうち、緊急復旧工事として、大河津分水路においては燕市野中才上流 3 カ所・下流 5 カ所と長岡市寺泊町軽井 3 カ所の計 11 カ所について、7 月 18 日から工事を行った。

長岡市町軽井地先（信濃川左岸 0 k 付近）においては、新潟地震（昭和 39 年）に引き続き液状化により堤防が沈下したため、災害復旧事業として抜本的な液状化対策に着手した。近隣において、中越地震（平成 16 年）で被災し、液状化対策を実施した個所（長呂地区、中条地区、本与板地区）では、中越沖地震により高水敷等にクラックは見られたものの堤体に変状は見られず、地震対策の効果を確認した。

なお、液状化による堤防の被害個所は切り返し盛土により仮復旧を実施した。

下流部では、新潟市覚路津での堤防の斜面崩れや燕市道金での矢板護岸が傾倒する被害が生じた。

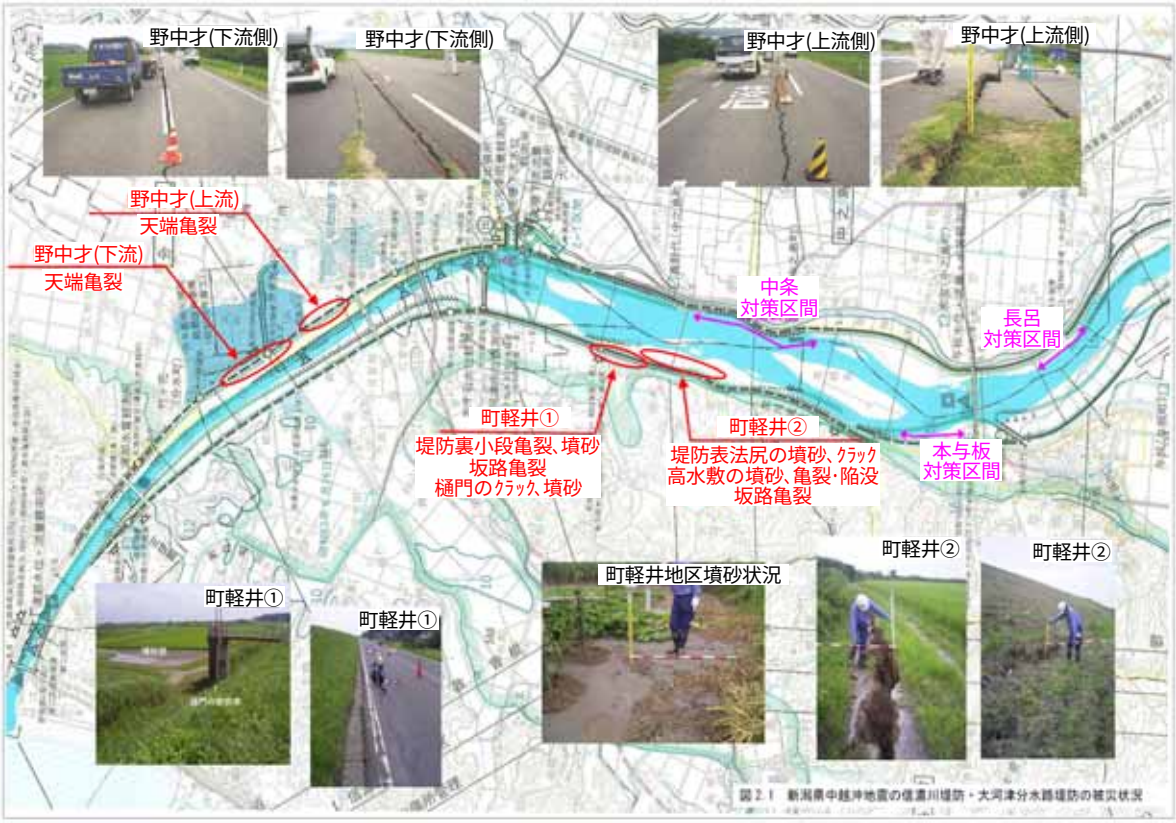


図 5-20　緊急復旧工事対応箇所

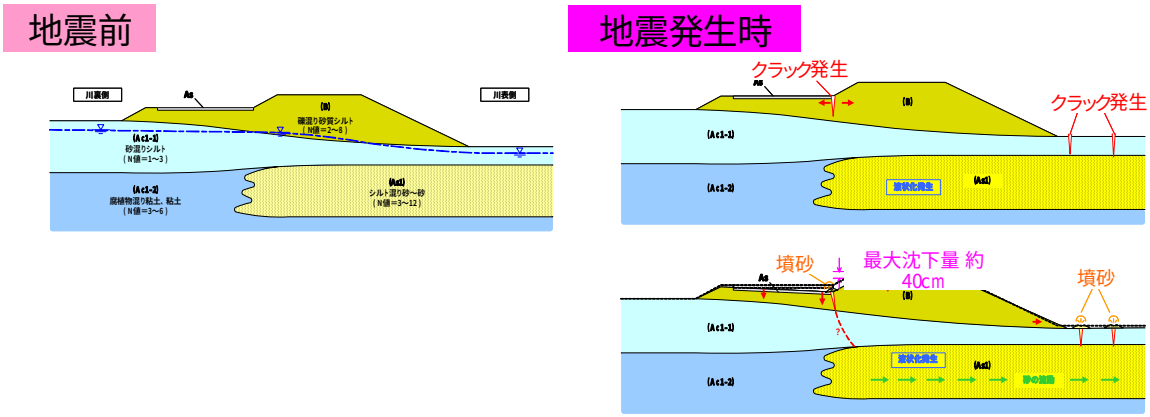


図 5-21　町軽井地区堤防の被災メカニズム

野中才(上流)堤防

写真 5-19 野中才(上流)
堤防復旧工事

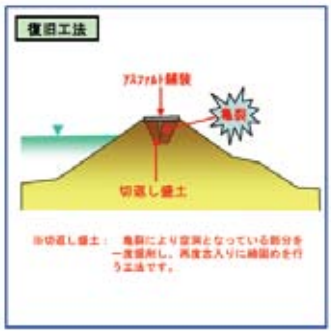


図 5-22 野中才(上流)
堤防復旧工法

野中才(下流)堤防

写真 5-20 野中才(下流)
堤防復旧工事

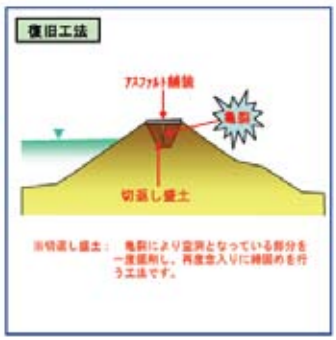


図 5-23 野中才(下流)
堤防復旧工法

町軽井堤防

① 小段等縦断亀裂

写真 5-21 町軽井
堤防復旧工事①

図 5-24 町軽井
堤防復旧工法①

② 護岸中折れ等復旧工事

写真 5-22 町軽井堤防復旧
工事②

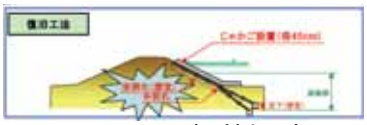


図 5-25 町軽井堤防
復旧工事②

その他の被災個所の復旧状況

長岡市岩方地先

写真 5-23 長岡市岩方地先

長岡市飯島地先

写真 5-24 長岡市飯島地先

（出典：信濃川河川事務所パンフレット「平成 19 年新潟県中越沖地震における地震発生から緊急復旧まで」