

II. 工種篇

ため池

ため池・養鯉池





目次

目次	183
----	-----

4. ため池・養鯉池	
4.1 被害調査	185
4.4.0.1 ため池点検における留意事項	
参考4.4.1 ダム・ため池被害の一覧データベースの様式	
参考4.4.2 地震による堤体被害の主なパターン	
参考4.4.3 ため池被害の特徴	
4.2 応急対応	189
4.4.0.2 堤体に亀裂を生じた、ため池に対する初期対応	
4.4.0.3 ため池・ダムにおける災害時の水管理	
4.3 復旧工法	191
4.4.0.4 押さえ盛り土による、ため池堤防の強化復旧	
4.4.0.5 砕・転圧盛土工法による、ため池堤防の強化復旧	
4.4.0.6 補強土工法による、ため池堤防の強化復旧	
4.4 養鯉池	194
4.4.0.7 錦鯉養殖施設の復旧体制	
参考4.4.5 大半が被害を受けた養鯉池	
4.4.0.8 養鯉施設の被害状況調査・復旧工事の実施における特徴	
参考4.4.6 市町村が主に対応した養鯉施設の復旧業務	
4.4.0.9 被災状況調査で役立った航空写真	
4.4.1.0 錦鯉養鯉施設の復旧制度の運用の課題	
4.4.1.1 養鯉施設復旧における予算執行・資金補助	
4.4.1.2 野池（養鯉池）の復旧工法	
4.4.1.3 養鯉池の造成工事における土の粒径と締固め方法	
4.4.1.4 養鯉施設の水源確保	
4.4.1.5 越冬施設の復旧工法	
4.4.1.6 臨時養殖施設（代替施設）の設置	

4 4 0 1 ダム・ため池点検における留意事項

ダム・ため池の地震発生時の点検では、被害の程度を大まかに把握し、危険回避対策を講じると共に、その後の被害調査のために必要な処置を行います

1. ダム・ため池の破損状況の調査・診断

地震後の点検は目視で行いますが、特に農業用ダム、大規模ため池は下流部へ与える影響が大きいため、速やかに(独)農村工学研究所等の専門家に診断を依頼する必要がありますが、最初の点検時には、クラックへの石灰水の注入、放流や住民の避難指示など、初期対応を適切に行います。

2. 放流・避難の指示

貯水機能に支障が生じている場合は、速やかに放流し水位を下げるよう管理者へ要請をすると同時に、必要に応じて避難指示等も検討します。水位を下げることによって追加的被害の発生リスクを低減できると共に、被害状況が把握できます。先ず落水を検討しますが、水稻の生育時期によっては水需用に応える必要があるため、安全性を優先しながら対応策を慎重に決めます。

3. クラックへの石灰水等の注入

クラックは時間の経過と共に変形するため、地震直後のクラックの深さ(影響深さ)を把握する方法として、石灰水またはメチレンブルーを注入する方法が採られています。これは、修復時に重要な情報となりますので、初期対応として確実に行います。

4. 記録

ダム・ため池の点検記録は、ダム点検マニュアルの様式を用いて行うことができますが、下段の「所見」「記事」の部分に、①放流指示の有無、②石灰水等の注入実施の未・済などの項目を加えるとより充実したものとなるでしょう。また、現場の概況スケッチを行い添付します。

(ダム点検マニュアル)			
整理番号			
ダムの点検記録 (農業用ダム調査票)			
ダム名(ダムタイプ)		点検者所属	
ダム所在地(河川名)		点検者氏名	
点検年月日	※ 年月日		
前回点検年月日	※ 年月日		
点検区分	定期 臨時	地震、洪水又は大雨の状況	
設備	点検項目	状 況	
堤 体	漏水		
	コンクリート表面のひび割れ		
	表面しゃ水壁		
	その他		
取付部周の堤山	漏水		
	亀裂		
	崩壊		
	地すべり		
放流設備	漏水		
	洪水吐		
	障害物		
	機器		
記事			
所見			

(被害の概況図)

参考 4 4 1 ダム・ため池被害の一覧データベースの様式

新潟県では、下表のダム点検マニュアルに指定された調査に基づいて、ダム・ため池の点検を行い、上表のような一覧データベースを作成して管理しました。

【様式－１】

【〇〇災害の影響に伴う農業用施設被害状況調査表（ダム・ため池）】

整理 番号	地 域 機 関 名			現 状			応 急 対 策	応急対策が困難で用水確保ができない面積（ha）
	施 設 名	所在地	施設管理者	被災状況	取水の可否	危険性の有無		
1	<記載例> 〇〇ため池	旧△△市 大字□□	△△水利組合	☒ 堤体 ☐ 護岸 ☐ 取水施設 ☐ 底樋 ☐ 洪水吐 ☐ 漏水有り ☐ その他 ☐ () 【被災時】 ☐ 取水可 ☐ 一部取水可 ☒ 取水不可 【応急対策後】 ☐ 取水可 ☐ 一部取水可 ☒ 取水不可 【決壊の危険 ☒ 有 ☐ 無 【人家等の有 ☒ 有 ☐ 無				

☒ 有

☐ 無

貯水位を下げて決壊の危険を回避

資料 ダム点検マニュアルの点検集計票

（ダム点検マニュアル）

整理番号

ダムの点検記録（農業用ダム調査票）			
ダム名（ダムタイプ）		点検者所属	
ダム所在地（河川名）		点検者氏名	
点 検 年 月 日	※ 年 月 日		
前回点検年月日	※ 年 月 日		
点 検 区 分	定 期	地震、洪水又は大雨の状況	
	臨 時		
設備	点 検 項 目	状 況	
堤 体	漏 水		
	コンクリート表面のひび割れ		
	表面しゃ水壁		
	そ の 他		
取付部周辺地山	漏 水		
	亀 裂		
	崩 壊		
	地 す べ り		
放 流 設 備	漏 水		
	洪 水 吐		
	障 害 物		
	機 器		
予備動力装置			
記 事			
所 見			

参考 4 4 2 地震による堤体被害の主なパターン

堤体の被害は、概ね図のような4パターンに区分できます。多くの場合、被災した溜め池ではこれらが複合しています。被害状況調査の観察では、被害の主要因を突き止めることは困難ですが、これらの内どのような傾向が強く観察されるかを記録することが求められます。

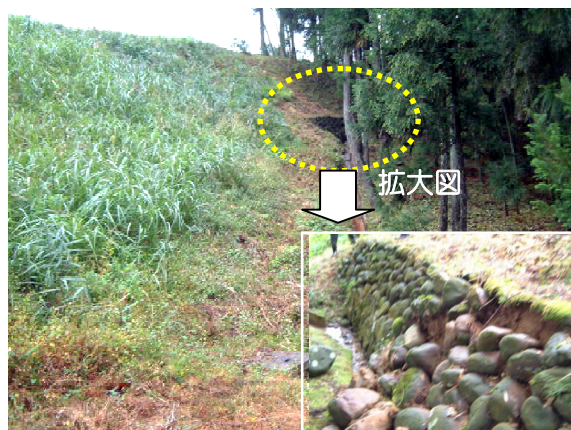
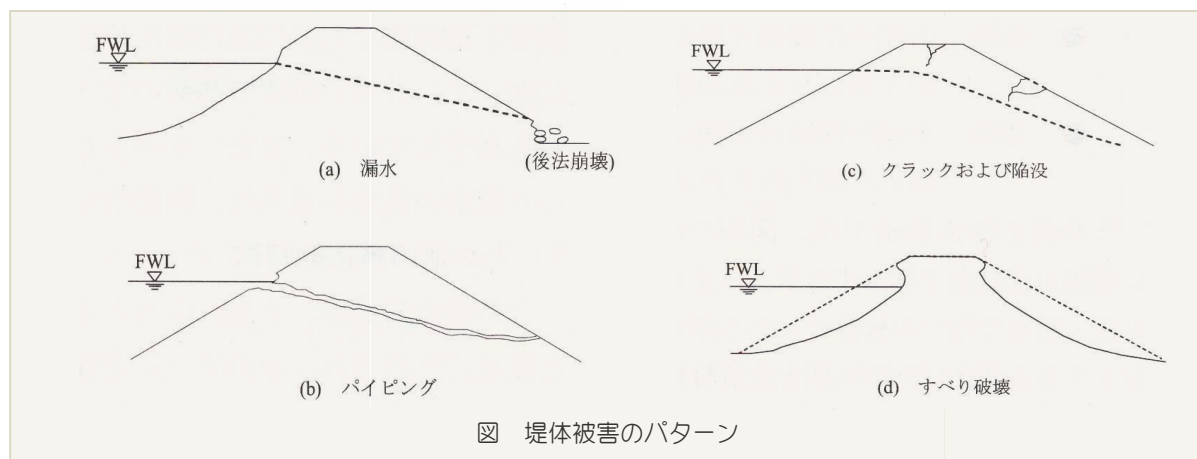


写真1 漏水が発生した堤体



写真2 クラックが発生した堤体



写真3 パイピングによる浸出水



写真4 滑り破壊が発生した堤体

【参 考】毛利栄征、松島健一、堀俊和、谷茂：ため池の被害と復旧の考え方、基礎工、p62-65、2005/10
毛利栄征、堀俊和、松島健一：新潟県中越地震におけるため池・土構造物の被害状況、ジオシンセティックス技術情報、Vol. 21、p25-29、2005/07

参考 4 4 3 ため池被害の特徴

1. 適切な突き固めが行われた堰堤の被害は軽微

中越地震の調査結果では、近年に築造されたため池の堤体は、設計基準にもとづく突き固めが行われていたため被害は軽微でした。しかし、基準の整備以前に作られた堤体は、締固めが不十分なものが多く、亀裂や陥没などの被害を受けました。写真は、200m 程しか離れていない隣接する新旧のため池の被災状況です。土の種類や性質はほとんど同じですが、古いため池では締固めの程度（密度）が、新しいため池の 8 割程度でした。その結果、古いため池では亀裂と陥没による壊滅的な損傷を受けました。ため池の損傷被害を防ぐには、締固めの基準が整備される以前に造られた古いため池の安全対策を推進すると共に、災害時には緊急の点検を重点的に実施する体制を準備する必要があります。



写真 被災状況が大きく異なった隣接する新旧のため池堤体（小千谷市）

2. 見かけより深い亀裂

一般的に、被害を受けたため池の復旧は、亀裂やすべりの発生した部分を開削して完全に取り除いて新たに築堤します。このため、亀裂やすべりが深い場合は、大規模な開削工事となります。兵庫県南部地震の経験では、開削調査によって確認された亀裂の深さは、天端からの検査データからさらに 2m 深さまでありました。写真は、兵庫県南部地震で被災した金城池の亀裂の状況ですが、開削調査によって中心遮水ゾーンの底部まで被害が及んでいることが分かりました。



写真 金城池の堤体天端の亀裂

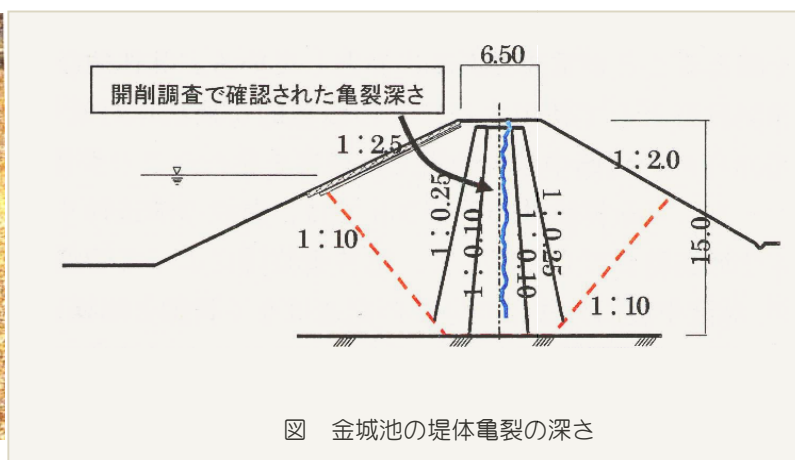


図 金城池の堤体亀裂の深さ

〔参 考〕

森井俊広・寺舘俊祐：2004 年新潟県中越地震における農業用ため池の被災状況、新潟大学農学部研究報告，59(1)，45-50，2006
毛利栄征、堀俊和、松島健一、有吉充：平成 16 年（2004）年新潟県中越地震によるため池と集落排水施設の被災、農村工学研究所技報、No. 205、p61-76、2006/03

兵庫県農林水産部：兵庫県南部地震 農地農業用施設震災記録誌，81-83，平成 8 年 1 月

4 4 0 2 堤体に亀裂を生じた、ため池に対する初期対応

ため池堤体に亀裂を生じている場合には、調査時に石灰水等を亀裂に流し込みを忘れずに実行します。これによって、復旧工事時点で亀裂の深さをより正確に把握することができます

1. 受益農家による亀裂部分への石灰の流し込み

中越地震の際、農林水産省・（独）農村工学研究所・新潟県によるため池調査では、堤体に生じた亀裂の深さを確認する方法として「石灰水を流し込む」ことが指導されました。これに基づいて、地震による混乱の中で、受益農家は、被害を受けたため池の亀裂部に石灰水を流し込みました（写真 1）。亀裂は時間の経過と共に塞がりますので、発生した亀裂の深さ・範囲を確認するには災害直後の流し込み作業が重要です。これを確実に行うことによって、効率的・効果的な復旧作業が可能となります。

2. 石灰水の注入方法

1) 準備すべき資・機材

- ①石灰（無い場合は消石灰でも可）
- ②ポリバケツ
- ③塩ビ管（20～60mm φ 程度：亀裂に石灰水を流し込むときに使用）
- ④漏斗（塩ビ管への流し込み用）
- ⑤ヒシャク

2) 石灰水の作成方法

石灰と水をヒシャク等で混合します。目安として、粉ミルクを水で溶かしたような状態で混合します。亀裂の奥まで流し込む必要があるため濃くしないよう気をつけます。

3) 亀裂への流し込み方法

少しでも亀裂の奥に入るよう、塩ビ管を使用して流し込みます。亀裂上部に白い石灰水が見えた後、滞留状態であることを確かめて終了します。亀裂は発生後徐々に閉塞するため、早めの注入が必要です。

3. 復旧工法

査定までに堤体を試掘し、被災状況を把握します。石灰が浸入した先端部分まで掘削し、その下にも亀裂が無いかな慎重に観察します。影響深度までをベンチカットで取り除き、堤体を再築堤します。



写真1 堤体亀裂部への石灰の流し込み(旧栃尾市)



写真2 亀裂部のベンチカット(旧栃尾市)

[参 考]

石灰水以外にエチレンブルーが用いられます。エチレンブルーは、石灰水と同様の方法で注入します

4 4 0 3 ため池・ダムにおける災害時の水管理

ため池・ダムの放流操作は、二次災害の防止を第1としますが、地震の発生時期によって配慮すべき事項は異なります。防災面の配慮と同時に稲作における水利用が放流操作を左右します

ため池・ダムの水の放流操作は、下流域の二次災害の防止を第1として実施します。安全が確保できる限りにおいて、地震発生後の堤体の破損状況、下流の土地利用、用水の需要状況等を勘案して判断する必要があります。

中越地震は10月に起きましたが、地域には農業用溜め池、とりわけ養鯉池が多く存在しました。養鯉池・農業用ため池共に貯水量は少ない時期であったのですが、用水の需要期でもなかったこともあって、全量の放流が積極的に進められました。一方、能登半島沖地震は3月に発生し、灌漑期を控えていたため、ため池の放流は慎重に行われました。

ダム・貯水池の場合： 地震による異常があり、下流の安全性が危ぶまれる場合、安全を優先して放流を行います。放流は、ダム管理規定で定められた放流量以内で行います。貯水位の急激な降下は、堤体、基礎地盤又は周辺地山内に間隙水圧を貯留し、力学的安定性を損なう恐れがあるため、降下速度には注意が必要です。降下速度は、ダムの性状にもよりますが、1.0m/日以下が望ましいとされています。

かんがい期に地震が発生した場合、放流は用水を求める農家の利害に影響するため、関連土地改良区等の受益者の理解を求めることも忘れずに行います。

ため池の場合： 堤体の安全を確保するには、1日で常時満水位から2m程度緊急降下させればよいことが過去の震災調査等から判明しています（堤体上部に発生したクラックから浸水し、地震発生後2～3日で崩壊する）。ただし、貯水深が小さいため池の場合、2mの緊急降下がかえって堤体の安定を損なう場合があるため、慎重な対応が求められます。



写真1 中越地震(04.10.23)では、震災後溜め池の用水は直ちに放流された(灌漑期間後)



写真2 能登半島沖地震(07.03)では用水はできる限り確保する工夫が行われた(灌漑期直前)

4 4 0 4 押さえ盛り土による、ため池堤防の強化復旧

農業用ため池でも兵庫県南部地震以降、選択的な強化復旧が行われた事例がありました。同程度の災害による再度被災を免れる必要度の高いものは、機能復旧を前提としながら強化復旧の必要性についての検討も併せて行います

1. 強化復旧の必要性

構造的復旧を行った場合、従前と同じ耐震構造を確保できるという確実な保証はありません。このため、構造復旧ではなく従前と同じ耐震性能を確保するための機能復旧の必要性が指摘されています。しかも、従前と同じ耐震性能を確保するだけでは、同等の災害によって再度被害を受けることになります。中越地域のように短期間に大規模な被害を繰り返し受ける可能性は、わが国の場合には高いため、これらに対応した選択的な強化復旧が今後望まれます。

2. ため池堤体の押さえ盛り土による復旧事例(旧栃尾市・びわ崎池)

びわ崎池(写真)の復旧では、堤体の再構築と下流法面の押さえ盛り土による補強が行われました(図)。びわ崎池では、池敷周辺斜面の崩壊によって多量の土砂が流入したため、これを浚渫・搬出する必要が生じました。しかし、大量の土砂を遠方まで搬送するのは不可能に近く、池の下流部に用地確保ができたこともあって、浚渫土を固化処理して下流法先に押さえ盛り土として利用し、堤体の耐震性を強化しました。幾つかの条件が重なった結果として、堤体の耐震性の強化復旧が実現したのです。押さえ盛り土による強化復旧は、用地が確保できれば比較的安価・簡便に施工できる点に特徴があります。

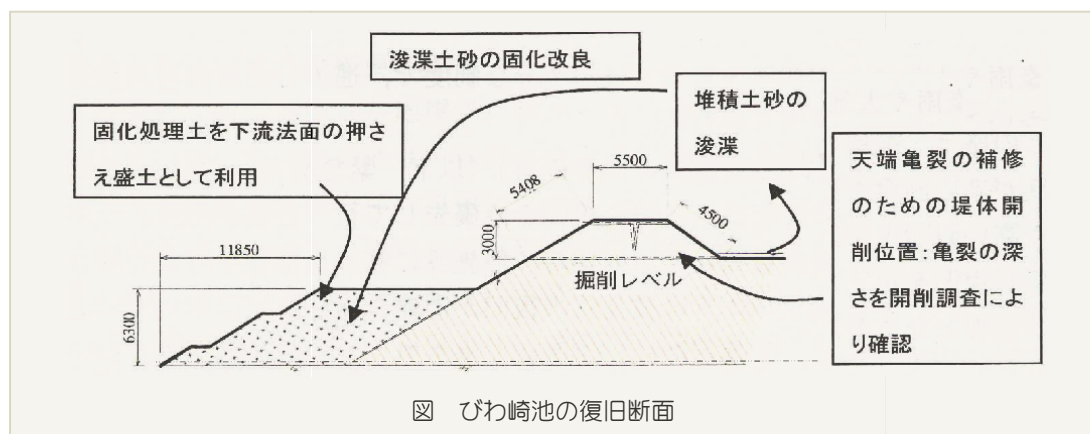


写真 押さえ盛り土の安定化には排水対策が大切(蛇籠による排水対策)

[参 考]

毛利栄征：農業用施設の地震被害と強化復旧、北陸農政局管内地震研究発表会、p1-18、2008/02

4 4 0 5 砕・転圧盛土工法による、ため池堤防の強化復旧

亀裂が深くまで入っている場合や漏水が著しい場合は、通常、新たに前刃金型の遮水層を設置しますが、適切な遮水材が十分確保できない場合、ため池の底泥土を用いた「砕・転圧盛土工法」による強化復旧が有効です

1. 砕・転圧盛土工法

砕・転圧盛土工法(図)は、溜め池の底泥土にスラリー状の固化材を添加し、初期固化が終わるまでの一定期間放置した後、所定の粒径で解砕し、撒き出し、敷均して転圧・盛土するものです。

2. 工法の特徴

砕・転圧盛土工法は、以下のような特徴があります。

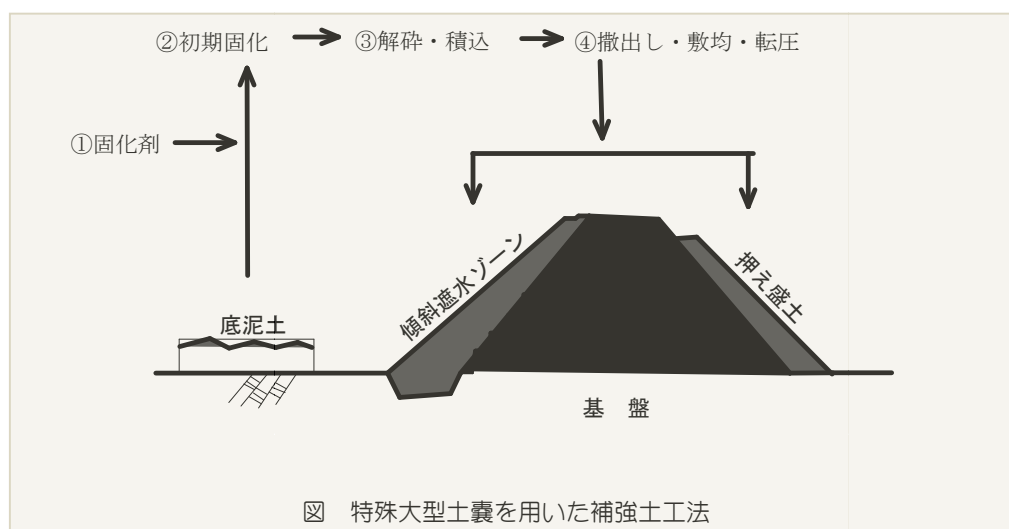
- ① 固化剤を用いることによって築堤土を人工的に確保できるため、築堤土の現地調達が可能。
- ② ため池内の底泥土を原料とすることから、底泥土の除去処分と堤体補強を同時に達成できるため経済的。
- ③ 土砂の搬出・搬入がないため、土砂運搬に伴う交通障害などの環境負荷を少なくできる。



写真1 固化剤(スラリープラント)



写真2 解砕・積込



[参 考]

・転圧盛土工法：<http://www.fujitaroad.co.jp/tec/doboku/1310saimori.htm>

4 4 0 6 補強土工法による、ため池堤防の強化復旧

堤体自体の耐震性能を向上すると同時に堤体の機能向上を図る方法として補強工法があります。ここでは、特殊大型土嚢を用いた越流許容型溜め池を紹介します

1. 特殊大型土嚢を用いた越流許容型溜め池

耐震性を考慮して堤体の機能を向上する場合は、補強土工法を用いるのも有効な手段です。図は特殊大型土嚢を用いた「越流許容型ため池」のモデル断面を示しますが、土嚢を積層した補強土部分が高い耐震性を持ち、ため池の堤体全体の耐震性が飛躍的に向上するため、新たなため池の形式として期待されます。また、土嚢の素材によって表面は被覆されるため、越流しても堤体は浸食を受けません。

2. 特殊大型土嚢

特殊大型土嚢は、形状は20×80×100cm、重さ200～300kg程度、素材は耐候性に優れた化学繊維で、側面に連結用のヒシを設けており、面状に重ねて強度を確保します。中詰め材は比較的低品質のものでも構わないため、土質材料に恵まれない場合にも適用できる利点があります。

3. 擁壁の耐震化

擁壁でも耐震性に工夫をしています。押さえ盛り土部の擁壁を石積みとせず、ジオテキスタイル（参照：4203）を用いて耐震性を高めています。



写真1 特殊大型土嚢



写真2 土嚢の転圧

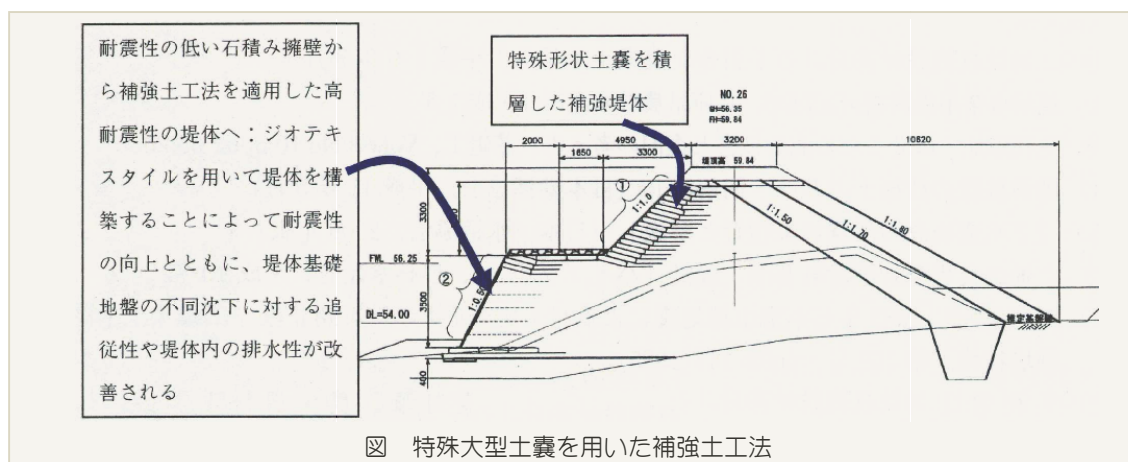


図 特殊大型土嚢を用いた補強土工法

[参 考]

毛利栄征、松島健一、堀俊和、有吉充、山崎真司、龍岡文夫：地震・洪水による堤体の災害と補強土工法による減災技術の開発、ジオシンセティックス技術情報、p9-25、2008/11

毛利栄征：農業用施設の地震被害と強化復旧、北陸農政局管内地震研究発表会、p1-18、2008/02

NARO 成果情報(2006)：土嚢を用いた高耐久性ため池工法

4 4 0 7 錦鯉養殖施設の復旧体制

錦鯉養殖施設の災害復旧事業制度は実績が少なかったため、支援体制は農業生産基盤・施設に較べて不備が指摘されました。迅速・効率的な復旧のため、災害復旧制度の充実が求められました。

1. 養鯉施設の災害復旧制度の創設

中越地震では多くの養鯉施設が壊滅的な被害を受けたため、災害の調査・復旧を迅速・効率的に進めるため、被災直後から養鯉施設の災害復旧対策が求められました。

地震発生直後（2004. 11. 01）に水産庁栽培養殖課担当者が来県し、被災状況の確認調査を行い、激甚災害指定の取組みが具体化しました。続いて農林水産副大臣の現地調査（2004. 11. 05）が行われ、以下の被害状況が明らかになり、復旧費用として 22. 1 億円が必要であることが判明しました。

【被害状況・11/12 報道発表資料】

- ・養鯉施設被害額（野池、越冬施設、共同利用施設）：約 6,000 箇所、44.3 億円と推定
- ・鯉斃死による被害額：約 1,300 千匹、18.7 億円と推定

そこで、水産庁は農林水産事務次官通知（2004. 12. 28）「激甚災害に係る水産動植物の養殖施設災害復旧事業事務取扱要綱」並びに「同要領」を発したことによって、養鯉施設復旧対策（暫定法 7 条 3 号関係）が適用可能となり、約 20 億円を平成 16 年度補正予算に計上しました。

錦鯉養殖施設災害復旧事業

- 対象施設：野池（養殖池）、越冬施設（給排水施設、ろ過施設、ばっ気施設、給餌施設、加温施設並びに資材、資料の保管施設）
- 補助率：90%以内 ただし、越冬施設は耐用年数を考慮し、事業費を算定
- 事業範囲：被災施設の復旧工事費用が、1 箇所あたり 13 万円以上のもの

2. 復旧制度の実績

錦鯉養殖施設災害復旧事業の事業実績は下表のとおりです。箇所数で 370 箇所余り、事業費では約 10 億円が必要でした。

表 錦鯉養殖施設災害復旧事業の事業実績

市町村	野池			越冬施設		合計	
	箇所	池数	事業費(千円)	箇所	事業費(千円)	箇所	事業費(千円)
栃尾市	21	58	38,293	0	0	21	38,293
長岡市	28	55	85,223	3	2,764	31	87,987
山古志村	50	197	189,037	19	52,550	69	241,587
小千谷市	125	343	379,924	29	63,057	154	442,981
川口市	47	126	170,875	4	11,279	51	182,154
魚沼市	46	139	59,684	0	0	46	59,684
合計	317	918	923,036	55	129,650	372	1,052,686

参考 4 4 4 大半が被害を受けた養鯉施設

養鯉施設は、春から秋に屋外養殖する養鯉用の「野池（泥池）」と、冬期間に屋内で養殖する「越冬施設」に区分されます。野池は農業用ため池と類似した形状で、農地の中に点在しています。また水源が必要なこともあり、農地・農業用施設と密接な関係があります。野池は一般的に土砂を締め固めた土堰堤で貯水するもので、養殖する鯉の時期（稚魚、成魚など）により水深や広さを使い分けます。越冬施設は、コンクリート製水槽を上屋（木造等）で囲った施設で、水槽、給排水・ばっ気・ろ過・加温等の施設で構成され、養殖業者の住宅付近に設置されるのが一般的です。越冬施設での飼育によって、冬期衰弱がなくなり、錦鯉の品質が向上しました。一年中、施設を活用して養殖する場合があります。

1. 小千谷市東山地区の養鯉池被災実態

小千谷市錦鯉漁業協同組合が 2004 年 12 月に行った聞き取り調査（247 経営体のうち 187 が回答：回答率約 76%）によると、地すべり地帯を多く含む東山地区（図 1）は、養鯉池の枚数と経営体数共に小千谷市全体の約 7 割を占める地区ですが、同地区の養鯉池の枚数で約 9 割、面積で約 8 割が被災しました。

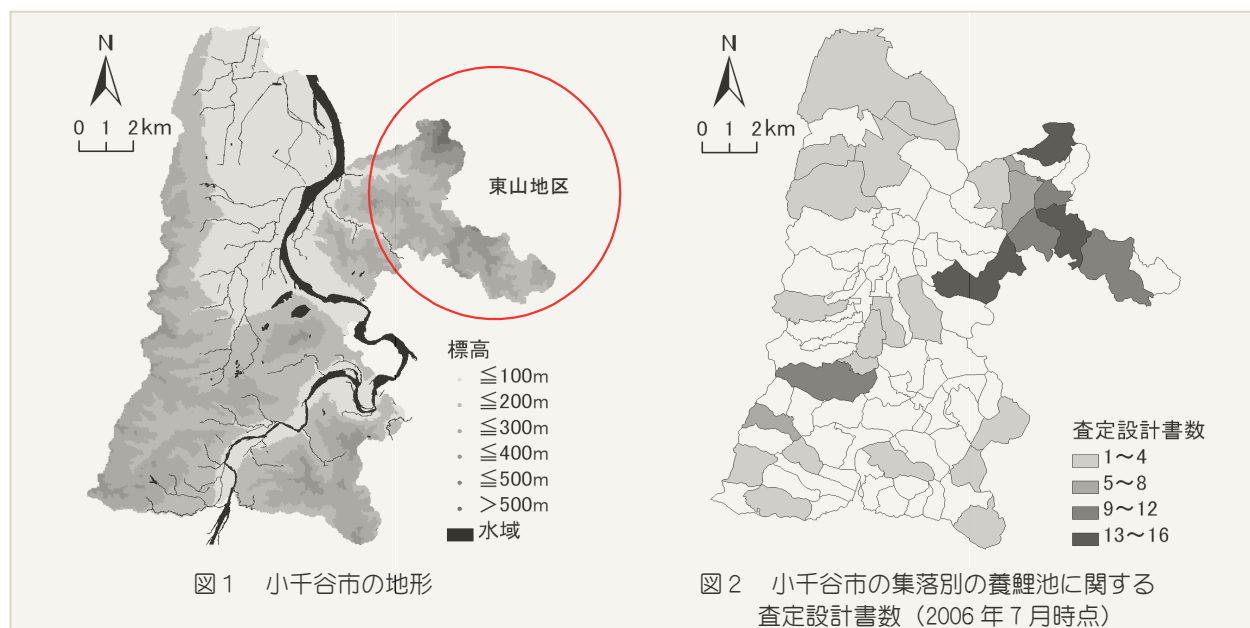
小千谷市の 2004 年度の災害査定は航空写真による机上査定、2005 年度以降は実地査定が行われました。養鯉池の査定設計書数を集落別に見ると（図 2）、東山地区は他地区に比較して査定設計書数が多く、養鯉池の集中の結果として被害も大きくなっています。

2. 小規模で済んだ養鯉池に起因する地域被害

地震が起きた 2004 年 10 月は、鯉を生け簀で越冬させるため、養鯉池の多くが既に落水していたことが幸いして、養鯉池に起因する洪水等の二次的被害は、一部地区を除いて小規模なものに止まりました。被害が大きかった地区は、斜面上で連なる養鯉池が連鎖的に決壊し、土砂流が下流域集落を襲った所もありました。今後は、養鯉池や越冬施設の復旧にあたって、防災の観点からは、これらと居住地域との位置関係も考慮することが求められます。



破堤した養鯉池



4 4 0 8 養鯉施設の被害状況調査・復旧工事の実施における特徴

養鯉施設の災害復旧においては事業実績が少なく、組織的対応も困難でした。このため、事業実施は現場担当者の工夫によって試行錯誤的に行われました。

1. 災害状況把握の困難

養殖施設の数・位置などに関する情報がなく、被災状況の把握は困難でした。

(1) 行政対応の困難： 地震発生後、市町村は民生対応を優先したため、被災状況把握の余裕はありませんでした。また、養鯉関係の専門部署がなく、被災対策の体制づくりは困難でした。新潟県には内水面水産試験場はありましたが、災害復旧の実務経験をもつ職員はいませんでした。

(2) 養殖業者組織の脆弱： 業者組織である新潟県錦鯉協議会や振興会を通じ、被災状況把握を求めましたが、任意組織でもあり、組織的対応は困難でした。養殖業者は独自に経営をしており、組織的活動はほとんどなかったのです。

2. 災害復旧で準拠した基準

被災状況調査・復旧事業費の算定は、野池では「農地災害復旧」、越冬施設では「共同利用施設災害復旧」に準じて行いました。

また、竣工報告とこれに伴う検査は、平成 18 年 3 月 2 日付け水産庁栽培養殖課長事務連絡によって、「農地の認定検査要領」に準じました。

3. 簡便法の採用

復旧事業申請に必要な資料の作成は、平成 16 年度査定では降雪期間と重なりました。そこで、航空写真による被害推定と、大まかな現地調査による簡便法による申請が認められました。しかし、被害状況調査では、野池の既存図面がなく、航空写真等を用いたため亀裂等の堤体内部被害の確認が困難でした。また、ほとんどが土羽仕上げのため工事費に比べて調査費が割高となりました。越冬施設では、建設時の図面がなく、全壊施設では従前の施設構造の確認も困難でした。

4. 復旧工事の実施時の再度確認

査定を受け、復旧事業が確定した箇所から順次工事発注を行いました。査定で実態把握が不十分であったため、工事に当たって再度現地確認をして、必要に応じて盛土計画や施工方法を変更しました。

5. 代替施設の造成

養鯉では、鯉を通年飼育する必要があるため、施設が使用できない間の代替施設が必要となります。中越地震では、災害復旧事業等で施設が復旧されるまでの間、養殖業の継続を図るための代替施設を造成する、以下のような内容の「錦鯉産地緊急支援対策事業養殖池代替施設造成事業」が設けられました。これには、新潟中越地震復興基金が有効に活用されました。

- ・事業主体は漁業者組合
- ・補助率は国 50、地元 50 だが、復興基金により自己負担の半分を補填
- ・造成施設は野池・越冬施設で、必要に応じて水源確保の井戸ボーリングを実施

参考 4 4 5 市町村が主に対応した養鯉施設の復旧業務

錦鯉施設の災害復旧では、養鯉業者の意向調査や現地調査、災害復旧事業申請から事業実施まで、ほとんどの作業を市町村が行いました。このため担当者の作業量は増大しましたが、県内外の他市町村等から職員の応援をえて対応しました

1. 錦鯉養殖施設の災害復旧における市町村の役割

新潟県中越地震発生時、錦鯉養殖業者の組織として、新潟県錦鯉協議会や新潟県錦鯉振興会などの組織がありました。しかし、組織体制は脆弱で、被災時には効果的な活動を行うことができませんでした。そのため、初期対応における災害の現地調査、養鯉業者への復旧意思の確認をはじめ、災害復旧事業の申請・事業実施、さらには災害復旧事業費の予算管理まで一連の事務処理を市町村が対応しました。養鯉施設の災害復旧事業実施にあたっては、当該事業の実績が少なく、事務処理方法も明確ではない部分もあり、担当職員の負担は大きいものになりました。

2. 応援職員の受け入れ

中越地震が発生するまで、錦鯉関係の市町村担当業務は錦鯉産業の振興に関するものが中心で、復旧工事などの土木工事を担当できるような職員配置はなされていませんでした。被災後、復旧対応などの作業を行うため、一時的に農村整備関係職員など、土木工事等に精通した職員に応援を依頼する状況もありましたが、災害復旧事業に向けた業務が本格的になると、専門に対応する職員が必要となりました。

このため市町村では、県外を含む他市町村から土木工事等に精通した職員の応援を受け対応しました。応援で派遣された職員は養殖業者との面識もなく、現地の土地勘もないため、業者との連絡調整や、現地調査など対応に苦慮しながら作業にあたりました。

3. 新潟県の技術支援

新潟県では養鯉池復旧に係わる事業を支援するため、ため池整備の経験をもつ農業土木分野の技術職員を県出先機関の内水面漁業部局に配置しました。

また、県は農林水産省と市町村のパイプ役として、被災調査の支援や、災害復旧事業申請に必要な資料の作成支援、事業実施における技術的なアドバイスなど、市町村担当者が効率的に事務を行えるよう技術的な面で支援しました。

4. 必要性が高まる各機関の連携

錦鯉養殖施設の災害復旧では、制度の確立から地震発生後の対応であったことや、市町村等に担当職員が少なかったことなどから、効率的に復旧を進めることが難しい状況にありました。

こうした中で重要であったのは、各機関のきめ細かな連携です。大規模に発生した災害を迅速にかつ的確に復旧するには、国・県・市町村が一体となって被災業者に対応し、各機関が連携しあうことが必要です。



4 4 0 9 被災状況調査で役立った航空写真

養鯉施設の被災状況調査では、施設位置図がないため被災施設の位置特定が困難でしたが、航空写真が役立ちました。被災施設位置の確認・特定のほか、接続道路の確認に有効でした

1. 被災調査に必要な施設の位置情報

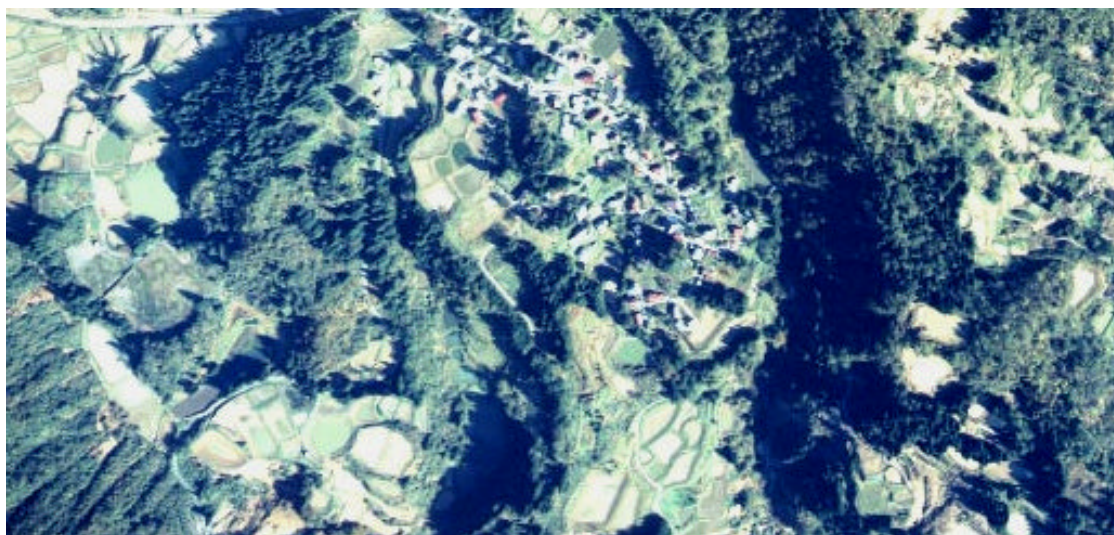
中越地震では、養鯉池の位置・分布を市町村は十分に把握していませんでした。養鯉池は自力で造成でき、市町村への届け出が必要ないためです。このため、中越地震では、被災施設の位置情報を正しく知ることが困難で、施設の接続道路の情報（市道や農道の配置、通行の可能・不可能等）もほとんど把握できませんでした。特に、養殖池（野池）は山地内に単独で設置されていることも多かったため、一層困難でした。

2. 被災調査での航空写真の活用

中越地域では航空写真が有効に活用されました。地震の前に撮影されたものと直後に撮影されたものの比較で被災状況が机上で概ね把握できました。また、現地調査の際に航空写真を携行することで、施設位置が容易に把握でき、被災前と現場条件に相違があっても、現地での対応が可能となりました。

3. その他の活用

復旧工事が開始された段階でも航空写真は活用されました。災害復旧工事は複数の施設を一括して工事発注したため位置の確認が必要となった際や、現地に精通していない工事担当者との打合せや位置の問い合わせがあった際にも活用されました。



地震後に撮影された中越地域の空中写真で池の状況が確認できる（国土地理院撮影）

[留意事項]

データベース作成にあたっては、日本水土図鑑 GIS（国や地方公共団体等で個々に整備した農業生産基盤等に関する空間データを GIS 上に一元的に構築）などの既存データの活用も検討します。

[参 考]

日本水土総合研究所（2008）：日本水土図鑑 GIS, <http://www.nngis.jp/login.php>

4 4 1 0 錦鯉養鯉施設の復旧制度の運用の課題

錦鯉養鯉施設の災害復旧事業制度は実績が少なかったため、支援体制は農業生産基盤・施設に較べて不備が指摘されました。迅速・効率的な復旧のため、災害復旧制度の充実が求められました。

1. 養鯉池の認定

中越地域では、養鯉池と判定すべき基準が課題となりました。当初から養鯉池として造成されたものと、水田が原則的には耕作できる状態で稚魚等の養鯉に用いられている水田養魚(台帳の地目は水田)が混在していたのです。そこで、これらを復旧するため、一定の基準が求められました。

農地部局と水産部局が協議した結果、水深 70cm 以上のものを養鯉池、70cm 未満を水田として扱うこととしました。水深 70cm 未満であれば通常の営農活動で耕作可能な状態に復元可能としたのです。

2. 越冬施設の補助対象

越冬施設の災害復旧では、復旧対象のとらえ方で国と地元で隔たりがありました。地元の養鯉業者は、機能の復旧を求めていたため、壊れた施設はいずれも復旧を希望しました。しかし、国は機能復旧ではなく、残存価値に対する補助という考えでした。すなわち、復旧工事費から当該施設の減価償却分を控除した残存価値に対する事業費の補助に止まりました。

このため、建設後の時間が経過した施設は、ほとんど残存価値がなく、補助金はわずかとなりました。また、補助金を得るには施設の設置・建設年度を証明する資料が必要でしたが、多くの施設は資料が保管されておらず、事業参加が困難となりました。

また、災害復旧では原形復旧が原則ですが、ポンプ等の施設機能向上に併せて変更したいとの要望がありました。復旧事業計画を越える機能向上分は個人負担となりました。



河川の氾濫により跡形もなく被災した越冬施設。壊滅的被害を受けた施設では、被災前の状態の証明が困難なケースもありました。(2004. 11 小千谷市)

3. 被災者の意思決定は遅れがち

錦鯉養殖施設が壊滅的に被災した養鯉業者は、経営再建の目途がなかなか立たず、災害復旧制度利用の意思決定に時間がかかりました。また養殖業の再開の意思があり、災害復旧事業が採択された場合でも、資金不足などの経済的理由や養鯉業再開の目処が立たない等の理由で、下記のような廃工申請を行う業者も見られました。

錦鯉災害復旧事業の廃工申請

- 箇所数：64 箇所
- 事業費：275,615 千円
- 理由：緊急性がなくなったため自力復旧に変更、土地を売却した、他の災害復旧事業を活用、自己資金調達困難など



4 4 1 1 養鯉施設復旧における予算執行・資金補助

中越地震の復旧では養鯉施設でも事業件数が多く、期限内の執行は困難でした。一方、養鯉施設は通年の稼働が必要であるため、早期復旧への対応が強く求められたこと等に対応して多様な資金補助対策が行われました。

1. 予算の事故繰り越し

養鯉施設の災害復旧事業予算は、平成 16 年度補正予算として計上されました。このため、平成 17 年度への予算繰越は「明許繰越」、平成 18 年度への繰越は「事故繰越」の処理が必要でした。

通常の予算繰越しでは明許繰越は想定されていますが、事故繰越は予想しえない突発的事故等の場合の処理であるため、中越地震のように多くの箇所が対象となる状況は想定されていませんでした。このため、繰越手続きにあたり財務省等関係機関と調整し、下記の分類によってパターン化することによって事務処理を軽減化し、添付資料なども簡略化しました。

中越地震では、交付額のうち、平成 16 年度分 141,387 千円、平成 17 年度分 516,007 千円の合計 657,394 千円を、平成 18 年度へ繰越しました。

- A 他の災害発生（融雪災害、平成 17 年豪雨災害等）
- B 計画設計の変更（状況変化による工法の再検討、変更協議等）
- C 他事業調整（地すべり事業等）
- D 他事業の遅延（道路復旧工事等）
- E 異常気象（豪雪による実施困難）
- F 用地交渉等に遅延（残土処理場等）

2. 復興基金による支援

新潟県中越大震災復興基金では、養殖業者の要望等に基づいて、基金事業のメニューを随時立ち上げ、拡大して活用促進を図りました。

錦鯉関係で認められた基金事業のメニューは以下のようなものがあります

- ・手づくり田直し等総合支援：13 万円/件以下で補助率 3/4 以内
- ・緊急手づくり田直し等総合支援：一定のまとまった範囲を一体的に復旧。3/4 以内（上限なし）
- ・養鯉池水源確保支援：水源施設の整備に要する工事費で、補助上限 6,000 千円、10/10
- ・災害復旧事業費等負担金支援：補助残の自己負担分の 1/2 以内。実施済み事業でも遡及可
- ・災害査定設計委託費等支援：補助残の全額。実施済み事業でも遡及可
- ・錦鯉生産促進総合支援：補助対象経費 ①飼育魚避難輸送経費、②一時避難飼育魚管理経費、③錦鯉養殖施設産業廃棄物処分費、④錦鯉生産確保緊急支援



4 4 1 2 野池（養鯉池）の復旧工法

錦鯉養殖施設のうち、野池の復旧工事には高い保水機能が求められ、盛土工事の施工には入念な締め固めが必要です。また、崩落等によって土砂が流亡した場合、盛土材の選定にも留意する必要があります。

1. 野池の構造

春から秋にかけて錦鯉を養殖する施設は野池（泥池）と呼ばれ、農業用ため池と類似した形状をもっています。野池は農業用ため池と同様山腹斜面や傾斜地に作られることが多く、水源の乏しい場所がほとんどでした。このため、野池では高い保水機能が求められ、入念な締め固め作業によって作られます。また農業用ため池とは異なり、取水機能（斜樋）や洪水吐はなく、土砂による堤体のみの構造です。

2. 野池の復旧工事

野池の被災内容として、堤体の崩壊・崩落と池底の亀裂が多く見られました。復旧工事を実施する際、堤体及び池底の締め固めには十分な注意が必要となります。締め固めには小型ブルドーザーと小型バックホウを使用し、時間をかけて入念に行います。高い保水機能を持たせるためには施工経験が重要で、地元の施工業者は時間も短く、機能的にも十分な野池に復旧しますが、経験のない県外の業者では時間も長くかかり、保水機能等に不備が生じ、手直し工事が必要となる場合もありました。



業者は手慣れた方法で野池を復旧していった

3. 盛土材の選定

堤体土の崩落、流亡等で盛土材料が不足した場合には、外部から土砂を搬入する必要があります。災害復旧工事では不足土が発生した場合、近傍の土取場から購入し、搬入することが一般的ですが、その場合は現地土と土質、粒度、含水比などが異なることとなり、野池の復旧にはあまり適さないようです。

むしろ野池の近くの地山などから土砂を掘削し、運び込んだ方が現地土と同じ条件の土質となり、作業しやすく、締め固め作業もうまくできました。

4. 復旧事業の適用

野池の災害復旧工事費は土工事がそのほとんどを占めます。そのため1箇所当たりの工事費は比較的安価です。池の規模が大きい場合や、被災規模が甚大な場合には災害復旧事業による復旧工事が妥当ですが、小規模な野池や、軽微な被災の場合では災害復旧事業によらず、手づくり田直し事業やその他の復旧事業で実施する事例もありました。

その場合のメリットとして、速やかに復旧できることが上げられます。鯉は生き物ですから被災後、すぐにでも養殖施設が必要な場合もあるのです。また、農業用ため池とは異なり、野池は必要な貯水容量が決まっていないので、被災した状況や地形に合わせて、作り替えても差し支えありません。災害復旧事業は従前の原形復旧による機能回復が原則ですから、これによらず簡易・迅速に復旧したい場合には、他の方法の選択も検討すべきです。

4 4 1 3 養鯉池の造成工事における土の粒径と締固め方法

被災地域を避けて周辺地域で新しく養鯉池を構築する場合、水を溜めるためには好ましくない土地が養鯉池に転用される可能性があります。長期的な水漏れを防ぐためには、使用する土の粒径を吟味し、重機による締め固めを十分に行う必要があります。

1. 水田を養鯉池に転用する場合の課題

中越地域では、従来水田を養鯉池に転用する場合があります（写真）。水田と養鯉池とでは必要とされる遮水性に違いがあるために、安易に水田を養鯉池に転用すると長期的な水漏れを引き起こすおそれがあります。灌漑用ため池における遮水性材料としての基準（参考）では、透水係数が $1.0 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ 以下であることと定められています。

2. 中越地域の養鯉池の透水係数と遮水性

図1は、中越地域で採取した土試料の平均粒径と透水係数の関係を示します。既存養鯉池の透水係数は遮水性基準を満足していますが、水田の粒径・透水係数は大きな値です。また、水田から転用した養鯉池の場合、土の粒径が大きいたため、透水係数を満足していません。

一般に土の透水係数は、粒径の2乗に比例し、締固め密度と強い関係がありますが、同じ粒径の土でも締固めエネルギー（重機の重量や走行回数）が増加すると、透水係数は小さくなります。現地の土を用いた実験では、締固めエネルギーが 551 kJ/m^3 以上であり、平均粒径が 0.2 mm 以下の場合に、遮水性が満足すると考えられます（図2）。

養鯉池の遮水性を確保するには、粒径が大きい場合はより細粒の土との置換か混合を行うか、大型重機を使用して走行回数を増やす等の締固めエネルギーの増大対策が必要です。

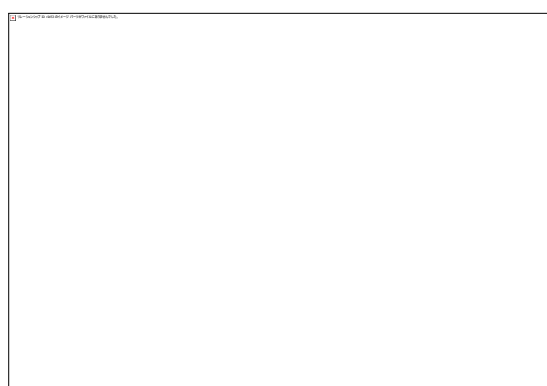


写真 水田の養鯉池への転用工事

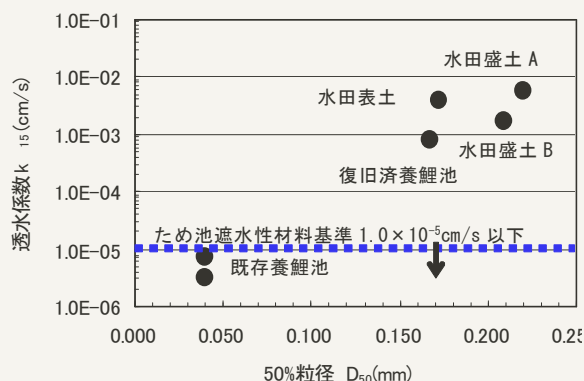


図1 現場採取状態での粒径と透水係数の関係

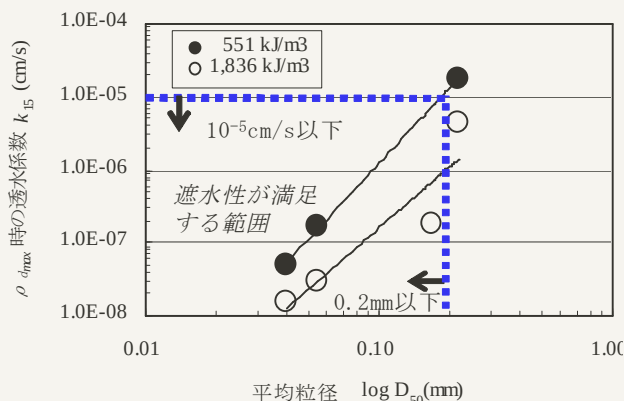


図2 室内試験での粒径と締固め最大乾燥密度時の透水係数の関係

[参 考]

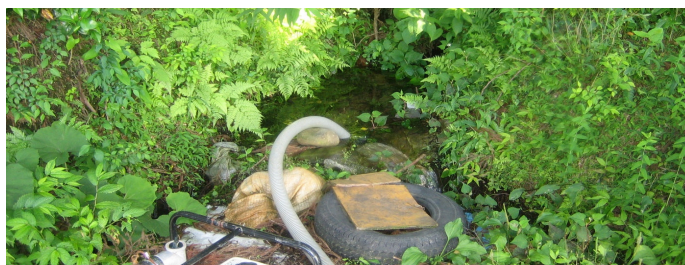
農林水産省監修：土地改良事業設計指針「ため池整備」， 2000. 2.

4 4 1 4 養鯉施設の水源確保

錦鯉養鯉施設には水源が不可欠です。中越地震で被災した養鯉施設の水源地は井戸水や渓流水がほとんどでした。養殖施設の復旧においては水源確保にも配慮が求められます。

1. 養鯉施設の水源地

錦鯉の養殖を行うには野池、越冬施設共に水源が必要です。中越地震の被災地では井戸（横井戸が多い）による地下水の導水や、湧水・渓流水の取水が多くみられます。近年では、降水（雪・雨）だけを水源とする天水型の養鯉池も山頂付近で立地する事例も見られます。養鯉の水源地として、山間部ではかつての農業用水を転用した事例もありますが、農薬の混入や近年のコイヘルペスウイルス（KHV）病の発生もあって農業用水の利用が困難な地域が広がっています。信濃川本流の水はKHVに汚染されているため、利用できません。



水源として利用されている湧水

2. 用水確保に役立った農業用水水源確保支援事業

養殖施設の水源地も被災し、水の確保が困難な状況が発生しました。業者は自己資金によって新規井戸を掘削したり、被災したまま使用したり、水源の溪流自体がなくなってしまうため、一時的に農業用水を導水するなど、様々な対応が見受けられました。既存の井戸から地下水が取水できなくなった場所もありました。地震で、地下水の流れに変動が生じたものと推測されます。元々水源の乏しい地域であることに加え、地震により地下水の取水可能な場所の見極めが困難なため、どこに水源を求めるのか判断しづらい状況でした。

被災翌年の2005年には、新潟中越大震災復興基金で「農業用水水源確保支援事業」が制度化されたため、これを利用した水源確保の取り組みが可能となりました。期間は限定されましたが、積極的な活用を試みた養鯉家は少なくありませんでした。

【参考1】 農業用水水源確保支援事業（新潟中越大震災復興基金手作り田直し等支援事業）

目的：農業用水を湧水や地下水に依存していた地域において、代替水源確保に必要となる施設復旧等に必要経費を補助することによって、農業経営の継続および集落維持を支援

1. 対象者： 震災の影響により湧水・地下水が枯渇または減少した所で、代替用水施設を確保しようとする農家によって構成する団体（当該水源に依存する農家戸数が2戸以上）及び土地改良区
2. 補助対象事業と対象経費： 代替用水施設の新設（井戸、横孔ボーリング、ため池整備等）またそれに必要な請負工事費
3. 補助率・限度額・期間： 10/10、600万円/箇所を限度、平成17～19年度
4. 申請窓口：市町村

【参考2】コイヘルペスウイルス病： コイヘルペスウイルス（KHV）がコイに感染して発症する病気で、強い感染力を持ち、水系の上流で発生すると、次々と下流のコイに感染して大量死を起こす。

4 4 1 5 越冬施設の復旧工法

錦鯉養殖施設のうち越冬施設の復旧工事は復旧工法の検討が必要となります。
また、減価償却算定を行うため、施設及び機器の設置年度の証明も必要となります。

1. 越冬施設の構造

冬期間、錦鯉を養殖する施設は越冬施設と呼ばれ、コンクリート製の水槽を上屋（木造等）で囲った施設内で鯉を養殖します。施設内にはボイラー等の加温設備や、水を循環利用するための「ろ過装置」が設置されています。上屋は一般的に木造構造ですが、鉄骨構造などもあります。

越冬施設の被災状況としては施設の基礎地盤の崩落等による傾きや、水槽の亀裂、設備機器の破損等が見られました。これと比較して上屋は、重量が軽いこともあり被災は少なく、上屋自体が崩落したり、上屋に土砂等が堆積した場合以外、災被はわずかでした。

2. 越冬施設の復旧工事

越冬施設の復旧工法は、被災状況に応じて検討を行いました。

① 施設の基礎地盤が崩落あるいは傾斜した場合

このような被災状況で水槽の被災が大きい場合、全く新たな施設に作り直すことが検討されました。また水槽の被災が軽微ならば施設の移設等が検討されました。この場合には曳き屋工法などを検討します。

② コンクリート施設本体のみの被災の場合

水槽が傾斜した場合、水槽の天端をコンクリート等で嵩上げる工法、水槽にひび割れが発生した時はモルタル充填工法が適用されました。

③ 水槽は被災したが、上屋には損傷のない場合

この場合、工法の比較検討を行いました。越冬施設は水槽の上に上屋が乗っている形状のため、水槽の作り替えや嵩上げ工事を行う場合は、上屋を取り外したうえで水槽の工事を行う必要があります。

上屋を取り外す工事はジャッキアップ工法や曳き屋工法などがありますが高額な工法のため、上屋自体を取壊して新しいものと作り替える場合との経済比較が必要な場合があります。このような場合には、複数工法を比較検討して、最も経済的な工法で申請する必要があります。



建屋の地盤が被害を受けた



無残に破壊された温室型越冬用施設



コンクリートによる水槽の補強



曳き屋工法による上屋の移動

4 4 1 6 臨時養殖施設（代替施設）の設置

錦鯉養殖施設が壊滅的な被害を受けたため、生き残った鯉が養殖できる、代替施設を緊急に設置しました。接続道路の復旧が進まないと災害復旧事業も実施できないため、施設の復旧までに一定の時間が必要ですが、それまでの代替施設の設置が求められたのです。

1. 代替施設の必要

中越地震では、養鯉池や越冬用水槽の多くが被災したため当面の利用は困難でした。中越地域では夏期には野池で飼育し、冬期には野池から越冬用水槽に移して飼育します。養鯉を継続するには、生き残った親鯉を当面だけでも移す越冬用水槽と、春の産卵期に対応できる野池の確保は緊急の課題でした。

そこで、農林水産省は、被災業者が従前施設が復旧されるまでの間、代替施設で養殖業の継続を図るため、以下のような特徴をもつ「錦鯉産地緊急支援対策事業養殖池代替施設造成事業」を設けました。

- ・事業主体は漁業者組合
- ・補助率は国 50％、地元 50％だが、災害復興基金で自己負担の半分を補填
- ・造成施設は野池・越冬施設で、必要に応じて水源確保の井戸ボーリングを実施。

2. 代替施設の造成事例

1) 野池①・傾斜地の荒れ地や山林に造成（長岡市柿地区）：柿地区では、耕作放棄地・山林の被害が小さく、アクセス条件も良かったため、野池を造成しました。土地は借地としました。地形勾配が比較的大きいため土工量が多くなったほか、水源がないことから新規に井戸の掘削が必要でした。

2) 野池②・平地の水田を利用（小千谷市両新田地区）：水田の一時転用によって造成しました。従前地の水田を掘り込み、用土を堤体として、土工量は少なくできました。他地区からの水が混入しない地区では用水を利用できますが、両新田地区では井戸を掘りパイプラインで配水しました。

3) 越冬用水槽：簡易な水槽としてF R P製や、簡易組立て式のものを活用し、上屋としてビニールハウスで覆いました。越冬用水槽では曝気が必要であるため、電気が安定的に確保できる場所であることが条件となります。山間地の小千谷市東山地区では地震後に長期間通電が途絶えたため、越冬施設を電気の確保が容易な平場に移す事例が少なくありませんでした。

3. 代替施設設置に当たっての地目変更

代替施設を設置する場合、設置場所が「農地」であれば農地転用の手続きが必要となります。代替施設で数年後には農地に戻す場合であっても、一時転用の手続きを行うことになります。



荒れ地を野池に造成（柿地区）



ビニールハウス内の越冬用水槽（小千谷市・岩間木地区）

養鯉池の被害



堤防の地滑りによる巨大な亀裂／溜め池は地区の最上部にあり堤防の法面も大きい／04. 11. 03／川口町相川



上流の池の破堤による洪水が下段の池を襲った／04. 11. 03／川口町相川



著しい場合には地震による破堤は地域の基盤を根こそぎ流し去った／池は半分消滅し、農道も押し流し、巨大なガリができています／下流のため池や農地は土砂流で破壊され、埋没した／04. 10. 31／小千谷市池ノ平周辺



流亡したため池の断面／04. 10. 31／小千谷市池ノ平周辺



単なる復旧に止まらず新たな養鯉池の造成も進んでいる／農業用溜め池とは異なる形態の整備方法であり、地域の業者がノウハウを受け継いでいる／05. 06. 27／旧山古志村虫亀地先



破壊された養鯉池は震災後放置されたまま／放置されると瞬く間に雑草に覆われる／05. 08. 19／小千谷市川井地区池の平