

東日本大震災によるため池、およびアースフィルダム被害について

福島大学共生システム理工学類
准教授 川越 清樹

1.はじめに

2011年3月11日14時46分に牡鹿半島の東南東130km付近、深さ24kmを震源とするマグニチュード9.0の地震より(以下 東北地方太平洋沖地震と記載)、日本列島北部の太平洋沿岸地域を中心に甚大な被害が認められた(以下 東日本大震災と記載)。東北地方太平洋沖地震から約1年半を経過し、復旧作業が取り組まれているものの、未だ深刻な状態が続き、死者15,780人、行方不明者2,814人、全壊建物129,426戸(警察庁緊急災害警備本部 2012年9月19日現在¹⁾)、91,552人の避難者が報告されている(内閣府被災者生活支援チーム 2012年7月22日現在²⁾)。こうした被害の概ねは地震に伴う津波を起因にしたものであり、沿岸地域に被災が集中する。また、福島第一原子力発電所の放射物質の外部放出に関しては内陸部への広い範囲にも甚大な影響を及ぼしているものの、その原因は沿岸域の津波に端を発したものである。その一方で、犠牲者や被害額の面で沿岸地域よりも規模が小さいものの、強震に伴う内陸域の被害も数多く認められている。脆弱な地質を呈する斜面の崩壊現象、軟弱層の液状化に伴う不等沈下、人為的地形改変により形成された地形の変状が内陸域の被害の主な原因である。これらの現象を包括的に捉えようと、地震動による地形変動に伴う被害と解釈できる。国土地理院の測地報告によると、東北地方太平洋沖地震は、総延長約500kmに及ぶ岩手県から茨城県の太平洋沿岸域において、海側へ約4.0mから5.0m強(基準2011/03/01~2011/03/09 平均値、最大値牡鹿5.3m)の水平変動と、0.4~1.2m程(基準2011/03/01~2011/03/09 平均値、最大値牡鹿1.2m)の沈下を生じさせている³⁾。これらを起因に地殻変形に伴い十分な支持力、抵抗力の期待できない続成期間の短い人為的な造成箇所や、軟弱な沖積平野、脆弱な地質の分布する斜面が地形変動したと捉えることもできる。これらの地形は、社会活動域に密接な関係性をもち、現象単独では小規模であるものの多大な人的被害をもたらす特徴を有している。東日本大震災において内陸で甚大な被害を与えた事例としては、福島県須賀川市の「藤沼ダムの決壊」が挙げられる。地震直後に発生したダム決壊により、ダム直下の集落で死者・行方不明者8人の人的被災が生じている。本論では、「東日本大震災によるため池、およびアースフィルダム被害について」として被災状況の報告と、今後の課題を整理する。

2.ため池の影響度の推計

東日本大震災に伴うため池関連の被災状況として、表-1に示す農林水産省は岩手県、宮城県、福島県のため池被害を報告している⁴⁾。岩手県、宮城県のため池については既に2008年6月14日の岩手宮城内陸地震で既に脆弱なため池が損傷していたことも影響すると思われるが、東日本大震災に関しては福島県のため池被害が多く記録され、農林水産省の管理するため池台帳に記載されたため池のうちの24.3%が被災している。福島県、特に福島県南部の阿武隈川流域は年間降水量1,200mmから1,300mm程度の少雨地域であるに対して、水田耕作地も多く、水源確保に

苦難してきた歴史的な経緯をもつ。こうした灌漑水源確保に関して、1883年には安積疏水により流域外に分布する猪苗代湖からの配水により灌漑整備が進められたが、古くより水を効率的に貯水する取り組みもなされている。貯水を行うため、水源になりうる沢地形の谷地に堰を盛り立てることで形成された歴史の長いため池が阿武隈川流域南部には多く存在している。こうしたため池群を中心に多くの被害が認められている。著者らが阿武隈川流域南部について、面積 1000m² 以上のため池を対象に被害を調査したところ(図-1 参照)、被災により平成 24 年 3 月時点でため池の貯水できていない水量は約 560 万 m³と推計されている。当然ながら、被害の認められたため池で灌漑に影響が与えられ、農業生産に大きな支障をきたしたといえるが、その影響は間接的に流域全体への水収支にも波及したと推計される。例えば、この流域では遊水地(福島県須賀川市浜尾遊水地)も存在するが、この遊水地の容量 230 万 m³(計画調節量 100m³/s)であるため、ため池貯水不可水量の方が容量的には上回る。一概にため池貯水量が洪水調節すべてに寄与しているわけではないこと、ため池そのものが治水効果を見込んだ構造物でないこと、流域内にその他の洪水調節施設も存在することから、今後精査を加えた評価を見積もる必要があるものの、少なくとも何らかの水収支上の影響も示唆される。

表-1 岩手県・宮城県・福島県のため池被災状況

	岩手県	宮城県	福島県	総計
ため池数	3160	6074	3287	12521
被災箇所数	385 12.1%	589 9.6%	800 24.3%	1784 14.2%
決壊箇所数	—	—	3	3
改修ため池数	18	19	54	91
改修後の被災ため池	0	5	8	13

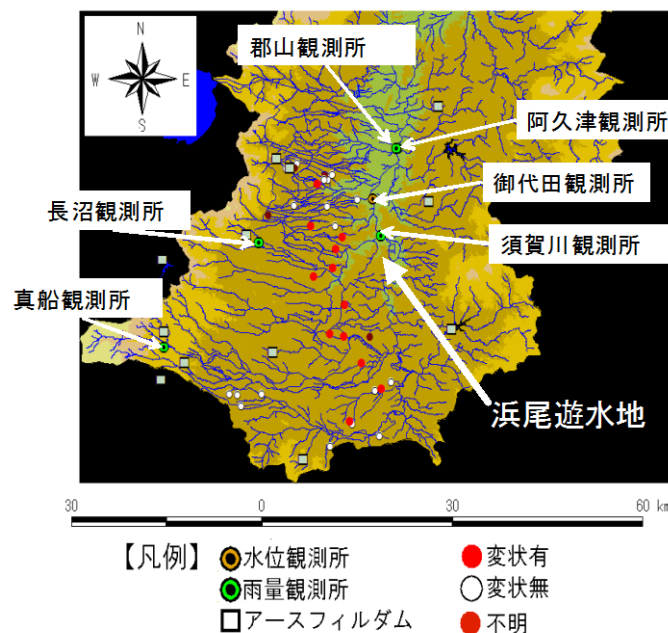


図-1 阿武隈川上流域のため池被害状況

3.アースフィルダムの被害

本章では、貯水規模の大きいアースフィルダムの被害状況を中心に報告する。

竣工の古いため池は、土塊内の間隙水圧軽減を促す排水機能、もしくは間隙水圧上昇を生じなくさせるための遮水機能に対する技術を施していないものも多く存在すると推測される。また、土材、圧密転化等の面においても現在の技術基準に準拠できない構造も多く存在していると考えられる。そのため、耐震に対して構造が脆弱であるため池が数多く分布する。阪神淡路大震災等では兵庫県を中心に約 1,200 箇所⁵⁾、2004 年の新潟県中越地震沖では 561 ヶ所⁶⁾のため池被害が認められたが、これらの実情をふまえて 2000 年の土地改良事業設計指針「ため池整備」、2004 年の土地改良施設耐震設計の手引き等により補強策が進められた。しかしながら、日本列島に約 21 万箇所のため池の内でも約 2 万箇所が改修必要と判定されている⁷⁾ように補強対象数が多いこと、築堤の母材そのものが経験的手法当時のものであることより整備もままならない状態にある。こうした背景もあり、東日本大震災でも多くのため池被害が認められている状況にある。また、強震であったことも影響し、堰高 15m 以上の規模の大きなアースフィルダムにも多くの損傷が認められた。図-2 は福島県内のアースフィルダムの分布図である。図中には調査結果に基づいた被災の形状が記載されている。決壊した藤沼ダムを除くと概ね円弧すべり型、沈下型の 2 種類の変状が生じ、その概ねは、天端に段差が生じ、堤体法面の土塊が押し出される円弧すべり型の変状であった。被災したアースフィルダムは福島県南部の奥羽山脈東麓斜面、福島県北部の阿武隈高地東麓斜面に概ね存在するが、一部で当該地区に分布した同様なアースフィルダムであるにも関わらず変状の認められていないものも認められている。また、図-3 はダムの竣工年と堤高の関係を示したものである。概ね竣工が古く、堤高の高いアースフィルダムは損傷する傾向を示すことが明らかにされている。ただし、これも図-2 の空間的評価と同様に例外のダムも含まれている。図-2,3 に示される空間情報やダム規模、および履歴による損傷比較の差異は、部分的に強震が生じにくい安定的地質の分布特性、貯水池の水位状況やダム構造の影響が反映されていると推測さ

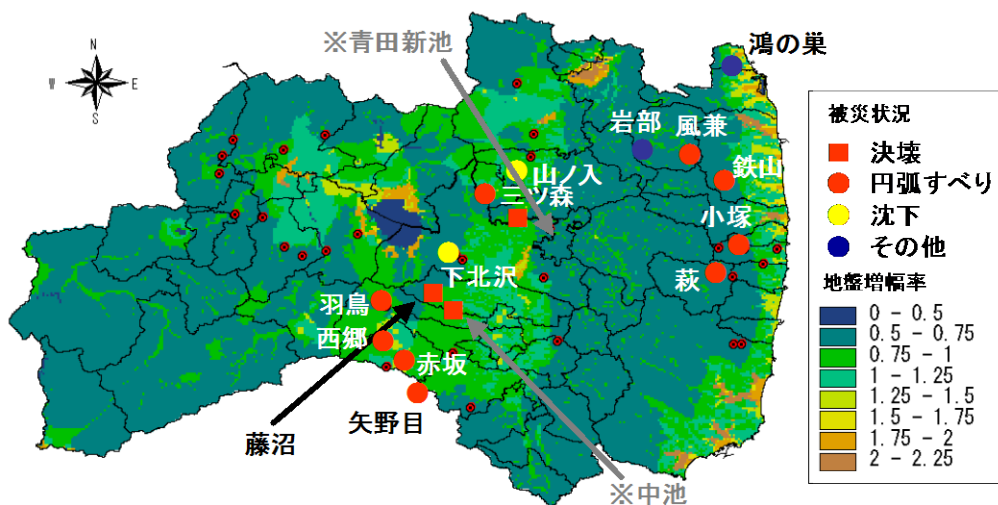


図-2 福島県アースフィルダム位置図

地盤増幅率は防災科学研究所地震ハザードステーション(<http://www.j-shis.bosai.go.jp/usage>): 表層地盤増幅率データより取得⁸⁾。なお、青田新池、中池はため池としての決壊箇所

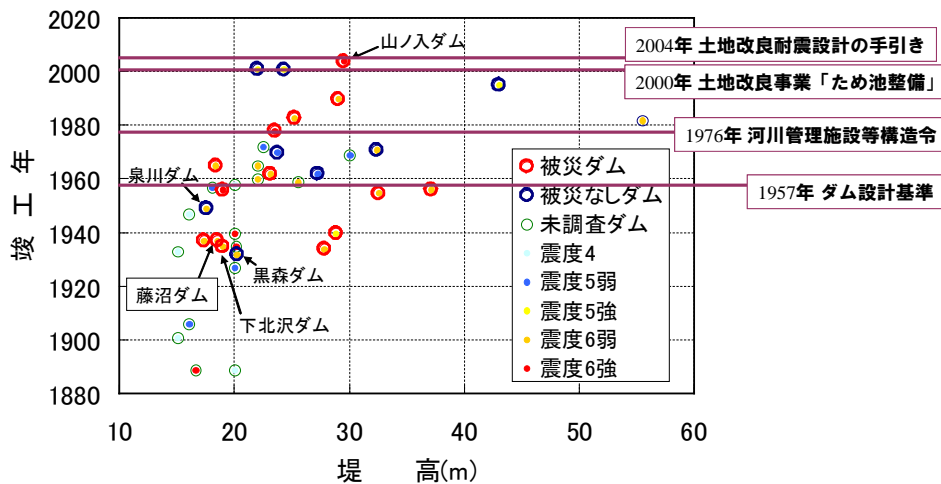


図-3 福島県アースフィルダムの竣工年・堤高・震度の関係

れる。こうした緻密な情報取得に取り組むと共に包括的に時空間でアースフィルダム、ため池の情報を整備していくことは、損傷プロセスの究明と強震、もしくは出水による外力によるダムの脆弱性を誘導できる可能性を含む。ため池台帳等により情報整備が進められていく一方で、更に間欠的にでもため池、アースフィルダムをモニタリングできる体制を進め、緻密な地質、水文量の情報取得に努めて情報を蓄積させる取り組みが望まれる。

4. 藤沼ダムの被災状況

東日本大震災におけるアースフィルダムの被害の中で、福島県須賀川市では、藤沼ダム決壊が生じた(図-4、写真-1、2 参照)。日本国内のダム決壊は 1854 年安政南海地震による満濃池決壊以来の稀な事例である。藤沼ダムの決壊により、ダム下流側約 1.5km の集落が壊滅的な被害を受けており、死者・行方不明者 8 人の人的被災も生じている。決壊した藤沼ダムは、阿武隈川水系江花川・箕の子川支流に存在する周辺地域の最大級規模のため池を堰き止めた構造物である(有効貯水量は約 150 万 m^3)。堤高 18.5m、堤頂長 133.0m、堤体積 99,999 m^3 のアースフィルダムであり、1937 年に着工し、戦中を含む 12 年間を経過して 1949 年に竣工されている。当該ダムの直下は広大な水田地帯であり、藤沼ダムによる貯水より下流域 856ha に及ぶ灌漑が進められ、生産性の高い営農をなしてきた。藤沼ダムの決壊状況を報告すると、左岸側はダム形状が残存する(写真-3 参照)一方で、右岸側は決壊により概ねの土砂が流出した形跡を成している(写真-4 参照)。右岸に関しては、沢地形を堰き止めた形跡は皆無であり、こうした状況から右岸側から決壊したことが明らかである。ダム決壊に関しては、東北地方太平洋沖地震の発生を原因とするが、決壊の生じた時期が 3 月ということからも融雪による出水の影響も少なからず波及していたと考えられる。この地区では、融雪時期に代掻き用の貯水を行うため貯水位が高い状態に設定する。そのため、水圧負荷の増加も決壊を助長していた可能性も高い。

藤沼ダム決壊による被害は直下約 1.5km の箕の子川流域内の滝集落に及んでいる。ダムから集落に至る 1.5km の間には、沢地形に沿って林地、水田が広がっている。写真-5 はダム直下の林

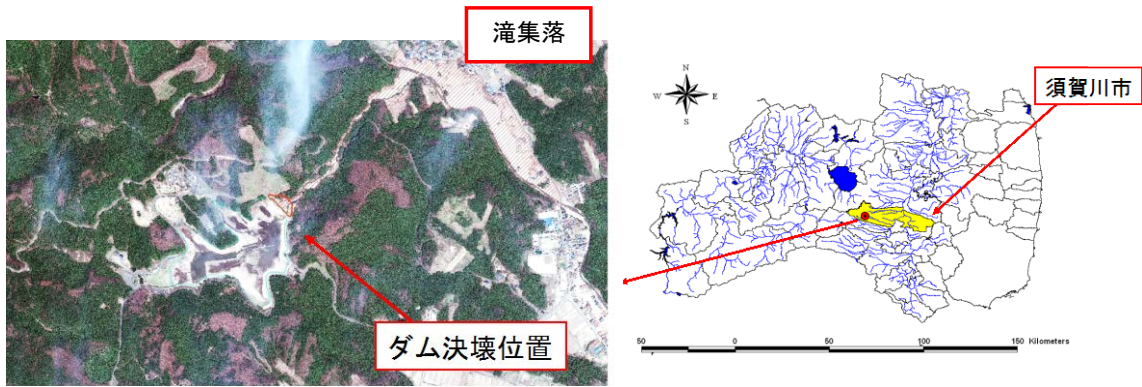


図-4 藤沼ダム位置図

地の状況を示している。決壊により出水し、沢地形に沿って洗掘された河道が形成される。また、その河道沿いの杉は、根こそぎ抜きさらされている。また、河道内には杉の流木が点在している。こうした状況から河道内に分布していた杉は出水により下流の集落へ流下していることが明らかである。写真-6は滝集落付近の水田跡地である。出水により表土がはがされ水田の痕跡は皆無で、基岩となる凝灰岩が露頭している。流出した土砂は最大厚で3.5m、目測による平均値は約2.0mであり、地理情報より約50,000m³の土砂が決壊による出水とともに流出したと推計される。滝集落の被災状況(写真-7、8参照)から、ため池の出水と同時に流木、河道の岩塊、土砂が相当量流出し、家屋に衝突したことが明らかである。また、出水に伴う自動車の転倒跡も認められる(写真-9参照)ことから、相当の流量に加えて速度も大きかったことが示されている。写真-10に示す簗の子川の護岸、および護岸裏込めの土砂流出も集落内で数箇所認められているが、水の勢いの大きさを示唆するものである。藤沼ダム決壊による滝集落の被害は、出水、土砂の混合に伴う土石流による被害と類似した形態を成している。土石流の場合は、出水の規模は想定しにくいものの、聴覚(警報等の情報取得等)、視覚により予備的な避難準備を行うことのできる機会を得る可能性もある。しかしながら、ダム決壊は滝集落住民にとって未曾有の出来事であり、避難できる余地が皆無だったといえる。現地の住民ヒヤリング調査結果からも、強震後間もなく土砂流の渦が家屋付近に到達していたことも聴取された。こうした報告からも上流に竣工期間の長いため池の存在する集落においては、決壊ケースも踏まえた避難体制整備の必要性が指摘される。



写真-1 ダム決壊正面



写真-2 ダム決壊上空



写真-3 ダム左岸側



写真-4 ダム右岸側



写真-5 ダム直下の河道状況



写真-6 滝集落付近の水田跡地



写真-7 滝集落家屋の被災状況



写真-8 滝集落家屋の被災状況



写真-9 滝集落の自動車被災状況



写真-10 滝集落, 簗ノ子川の護岸破損状況

5.おわりに

東日本大震災によるため池、およびアースフィルダム被害調査を通じて、ため池のモニタリング、および点検を含めた情報整備と、特に老朽化の危惧されるため池が流域の避難体制整備の必要性が明らかにされた。また、ため池に対する流域全土の治水、利水に関わる重要性も明らかにされた。本来であれば、一刻も早いため池改修必要箇所の修繕が望ましいものの、日本国内のため池数は莫大であり早期の実現は困難である。しかしながら、こうした被災経緯を踏まえて、ため池、およびアースフィルダムの被害を基に、被害の知見を踏まえた堤体材料の土質や締固め度に着目した検証手順の構築⁹⁾やハザードマップの取り組みも進められつつある。危機管理情報の整備も実現されつつあり、危険回避するためのシステムが構築されつつあるものの、地域住民も避難体制の再確認を行うこと、地域住民、行政機関で危険と思わしき身近のため池の情報交換を強化させることより、安全な地域社会を創生していくことを望む。また、それらを円滑に進めるための支援に取り組みたく思う。

- 1) 警察庁緊急災害警備本部：平成 23 年東北地方太平洋沖地震の被害状況と警察措置(平成 24 年 9 月 19 日現在)、 <http://www.npa.go.jp/archive/keibi/biki/higaijokyo.pdf>, cited view2012/09/25.
- 2) 内閣府被災者生活支援チーム：被災者の推計(平成 24 年 7 月 22 日現在)、 <http://www.cao.go.jp/shien/1-hisaisha/pdf/1-suikai.pdf>, cited view2012/09/25.
- 3) 国土地理院：平成 23 年(2011 年)3 月 9 日 11 時 45 分頃の三陸沖の地震に伴う地殻変動について、 http://www.gsi.go.jp/chibankansi/chikakukansi_sanriku.html , cited view 2011/07/05.
- 4) 農林水産省：東日本大震災を踏まえた農業用施設の設計上の重点課題に関する検討状況について、 http://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/nousin/bukai/h23_9/pdf/data3.pdf, cited view2012/09/25.
- 5) 谷茂：ため池(小規模アースダム)の耐震性を考慮した改修、土と基礎、pp.16-18、2001.
- 6) 毛利栄征：新潟県中越地震における農業用ため池の被害、農業土木学会全国大会講演要旨集 pp.104-105、2005.
- 7) 奥野日出・木戸口 勝・小林 政幸：老朽ため池堤体の改修に関する合理的設計手法の提案、全地連「技術 e-フォーラム 2003」さいたま、2003.
- 8) 防災科学技術研究所：防災科学技術研究所ハザードステーション表層地盤増幅率データ、 <http://www.j-shis.bosai.go.jp/usage>, cited view2012/09/25.
- 9) 福島県農林水産部農村計画課：農業用ダム・ため池の耐震性簡易検証手法の確立 報告書(要旨)、 http://www.cms.pref.fukushima.jp/download/1/nosonkeikaku_kensyo_houkoku3.pdf, cited view2012/09/25.