

2004年の台風23号による香川県内のため池の決壊の実態

福本昌人・吉村亜希子・島崎昌彦*

Key words : irrigation pond, collapse, heavy rainfall, typhoon No. 23

目 次

I 緒 言	167	2 決壊ため池の分布	170
II 材料および方法	167	3 ため池規模と決壊率の関係	171
1 雨量分布	167	4 雨量と決壊率の関係	171
2 決壊ため池の分布	168	5 決壊の要因分析	173
3 ため池規模と決壊率の関係	168	IV 摘 要	174
4 雨量と決壊率の関係	168	謝 辞	175
5 決壊の要因分析	168	引用文献	175
III 結果および考察	169	Summary	176
1 雨量分布	169		

I 緒 言

2004年には、過去最多の10個の台風の上陸や新潟県中越地震等があり、農地およびため池、水路等の農業用施設に2,601億円もの被害が生じた⁵⁾。その被害額を災害別に見ると、台風23号災害が895億円と最も多く、続いて新潟県中越地震災害が689億円、台風21号災害が276億円と多い。また、都道府県別に見ると、新潟県が834億円と最も多く、続いて兵庫県が459億円、香川県が231億円と多い。

兵庫県と香川県における被害の特徴は、台風23号による豪雨で多くのため池が被災したことである。兵庫県には、ため池は約44,000箇所（全国第1位）あり、そのうち約23,000箇所は淡路島にある。若林の報告⁷⁾によると、淡路島では、台風23号による豪雨で1,013箇所のため池が被災し、そのうち178箇所のため池が決壊している。一方、香川県には、ため池は約14,600箇所（全国第3位）ある。香川県農政水産部土地改良課の内部資料によると、香川県で

は台風23号による豪雨で約700箇所のため池が被災し、そのうち104箇所のため池が決壊している。

このような2004年のため池の大災害を契機に、農林水産省では、ため池の緊急点検を実施し、重点的かつ効率的なため池整備を図るとともに、防災情報管理システムの整備等を進めている⁵⁾。そこで本研究では、今後の防災対策に資する基礎資料を得ることを目的として、ため池台帳データや雨量データ等を用いて、台風23号による香川県内のため池の決壊の実態を調査するとともに、決壊の要因分析を行った。

II 材料および方法

1 雨量分布

1) 地上観測雨量データによる雨量分布

香川県土木部による香川県内65地点の雨量データ、アメダス滝宮の雨量データ、および、後述する吉佐古新池近隣の雨量データを用いて、台風23号による2004年10月19～20日の雨量分布を調べた。まず、

(平成18年8月29日受付, 平成18年11月14日受理)

中山間傾斜地域施設園芸研究チーム

*次世代カンキツ生産技術研究チーム

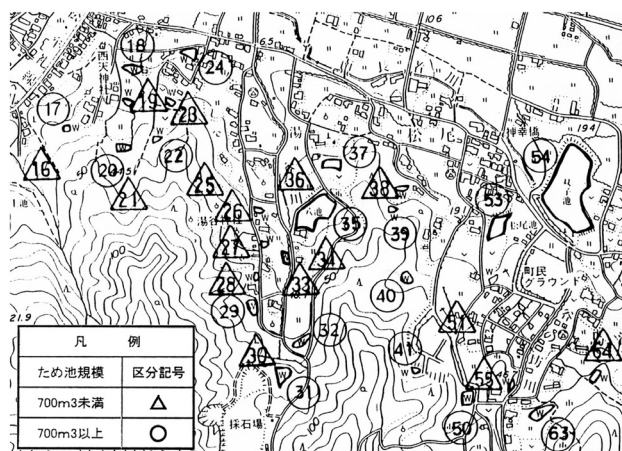
各観測地点における最大1時間雨量と積算雨量を求めた。次に、地理情報システム (GIS) を用いて観測地点の位置情報をもとに最大1時間雨量と積算雨量の等値線データを作成した。

2) レーダーアメダス解析雨量データの精度検証

参考までに、防災気象情報として活用されている約2.5kmメッシュのレーダーアメダス解析雨量データの精度検証を行った。まず同データの CD-ROM から10月19~20日の雨量データを切り出してメッシュ毎に最大1時間雨量と積算雨量を求めた。次にこれらのメッシュデータを GIS に表示して前述の観測地点 (計67地点) が位置するメッシュの値を取得し、観測地点の地上観測雨量データから求めた最大1時間雨量・積算雨量と比較した。

2 決壊ため池の分布

香川県農政水産部土地改良課の内部資料より、台風23号による豪雨で決壊したため池 (以下、決壊ため池と略す) の所在地 (市町名)、池名等の情報を入手して、この情報をもとに、ため池台帳で決壊ため池の台帳番号を調べた。次に、ため池台帳に記載されているため池の位置図 (第1図に示すように、ため池の位置に台帳番号がプロットされた縮尺1/10,000の地形図) を用いて、決壊ため池の位置を把握し、GIS で決壊ため池の位置データを作成した。位置データ作成にあたって、ベースマップとして航空写真デジタルオルソ画像を用いた。なお、決壊ため池は104箇所あったが、そのうち2箇所のため池



第1図 ため池の位置図

はため池台帳に記載されていなかった。また、2004年に他の台風等による豪雨で決壊したため池についても、同様にして GIS で位置データを作成した。

3 ため池規模と決壊率の関係

香川県ため池実態調査の報告書³⁾に香川県内のため池数が貯水量別・受益面積別に集計されている。ため池台帳で決壊ため池 (台風23号) の貯水量および受益面積を調べて、同報告書の集計の階級にあわせて貯水量別・受益面積別に決壊ため池の数を集計するとともに、両者の集計データを用いて、貯水量別・受益面積別に決壊率 (= 決壊ため池数 ÷ ため池数 × 100) を求めた。

4 雨量と決壊率の関係

1) 決壊ため池の水位変化の観測事例

台風23号による豪雨で決壊した満濃町 (現まんのう町) の吉佐古新池において、農村工学研究所の嶺田拓也氏が水位観測を行っていた⁴⁾。また、同池から約70m離れた地点 (同池の管理者の自宅敷地) で雨量観測も行っていた。この貴重なデータを借用するとともに、同池の堤頂や洪水吐 (越流式の放流設備) の堰頂の高さを測量して、台風23号による10月19~20日の降雨状況とため池の水位変化の関係を調べた。

2) 雨量と決壊率の関係

GIS に最大1時間雨量・積算雨量 (台風23号) の等値線データと決壊ため池の位置データを重ねて表示し、等値線に挟まれた各エリアに位置する決壊ため池 (台風23号) の数を集計した。また、ため池の位置図 (第1図) に最大1時間雨量・積算雨量の等値線をペンで描いて (GIS に数値地図25000と等値線データを重ねて表示し、その表示画面を参照しながら作業)、等値線に挟まれた各エリアに位置するため池の数を集計した。さらに、両者の集計データを用いて、最大1時間雨量別・積算雨量別に決壊率を求めた。

5 決壊の要因分析

最大1時間雨量 (台風23号) が80mm/h以上のエリアに位置するすべてのため池について、ため池台

帳から上流法面の安定度 (X₁), 堤頂・下流法面の安定度 (X₂), 漏水の程度 (X₃), 樋管 (取水施設) の機能 (X₄), 洪水吐の機能 (X₅) に関する A B C 評価のデータを抽出した。また, ため池台帳から流域面積, 満水面積のデータを抽出し, 流域比 (= 流域面積 / 満水面積; X₆を計算した。さらに, そのうちすべてデータが揃っていたため池について, GIS で位置データを作成 (ベースマップとして数値地図 25000を使用) するとともに, GIS にその位置データと縮尺1/500,000の表層地質図の GIS データ (国土交通省国土調査課のHPよりダウンロード) を重ねて表示し, 各ため池が位置する地点の表層地質 (X₇) を求めた。

以上の7項目 (X₁~7) のデータを第1表に示すように点数化し, それらを説明変数, 決壊 (台風23号) の有無を目的変数とする判別分析を行い, どの

第1表 判別分析に用いた説明変数

説明変数	点数	内容
X1: 堤体(上流法面)の安定度	5点	A:かなり不安定(堤頂幅の1/3以上の侵食)
	3点	B:不安定(堤頂幅の1/3~1/6の侵食)
	1点	C:やや不安定(堤頂幅の1/6以下の侵食)~十分に安定
X2: 堤体(堤頂・下流法面)の安定度	5点	A:かなり不安定(亀裂、陥没箇所がある)
	3点	B:不安定(法面が滑落している)
	1点	C:やや不安定(堤体断面が小さい)~十分に安定
X3: 漏水の程度	5点	A:かなり漏水あり(パイピングが進行し、漏水が激しいもの。葎・水草等が裏法面の1/2の高さまで繁茂しているもの)
	3点	B:漏水あり(漏水が認められるもの。水草等の繁茂が裏法面の1/2以下の高さのもの)
	1点	C:ほとんど漏水なし(肉眼で確認できない程度のもの)~漏水なし
X4: 樋管の機能	5点	A:かなり不良(使用が困難で、サイホン等を代用または併用しているもの。大量の漏水があるもの)
	3点	B:不良(使用はしているが、操作が困難あるいは不便である。かなりの漏水があるもの)
	1点	C:やや不良(使用はできるが施設の一部に狂いが生じているもの。材質に対して耐用年数が相当過ぎているもの)~良(十分機能があるもの)
X5: 洪水吐の機能	5点	A:かなり不良(洪水吐が排水量に対して極めて小さいもの)
	3点	B:不良(洪水吐が破損して堤体に影響を及ぼしているもの)
	1点	C:やや不良(機能としては不十分であるが、過去の豪雨に対しても排水能力があり、堤体に影響がないもの)~良(十分機能があるもの)
X6: 流域比 (=流域面積 ÷ 満水面積)	5点	150以上
	4点	100以上150未満
	3点	50以上100未満
	2点	25以上50未満
	1点	25未満
X7: 表層地質	5点	花崗岩類
	3点	砂岩・頁岩・礫岩など
	1点	洪積砂礫または砂礫・粘土

注) X₁~X₅の内容の括弧内は, ため池台帳の解説に記述されている A B C 判定基準 (原文)。

項目が決壊に強く関わっているのかを調べた。

なお, 第1表の内容の括弧内に, ため池台帳の解説に記述されているX₁~5のA B C評価の判定基準を原文のまま記述した。

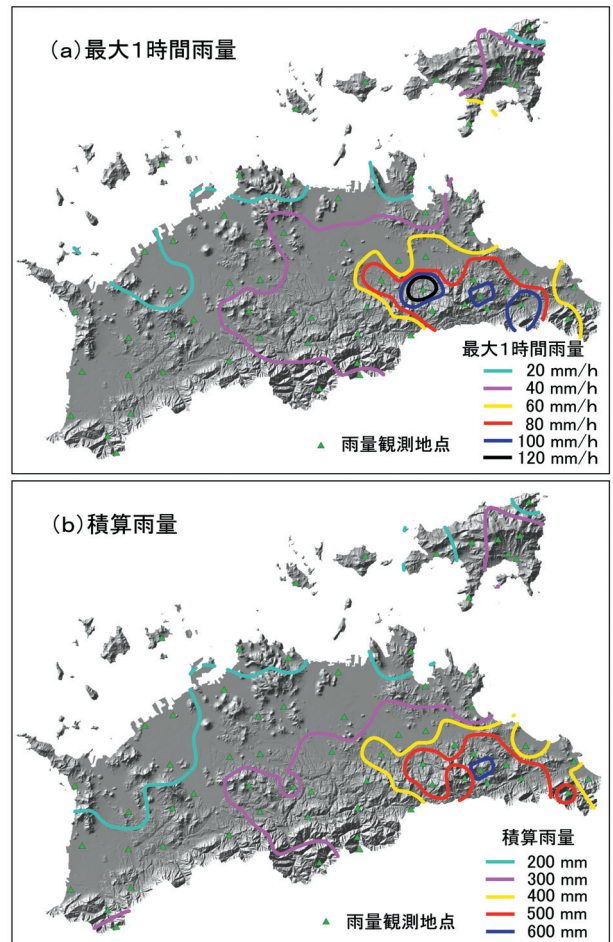
Ⅲ 結果および考察

1 雨量分布

1) 地上観測雨量データによる雨量分布

香川県における台風23号による10月19~20日の雨量分布を第2図に示す。香川県内の9割の地域で積算雨量200mm以上の降雨があり, 東部では中山間地域の広い範囲で最大1時間雨量80mm/h以上の豪雨があった。なお, 第2図の背景の陰影図は, GIS で数値地図50mメッシュ標高データより作成したものである。

参考までに, 観測地点の中で最大1時間雨量が最も多かった, さぬき市前山における降雨状況を第3

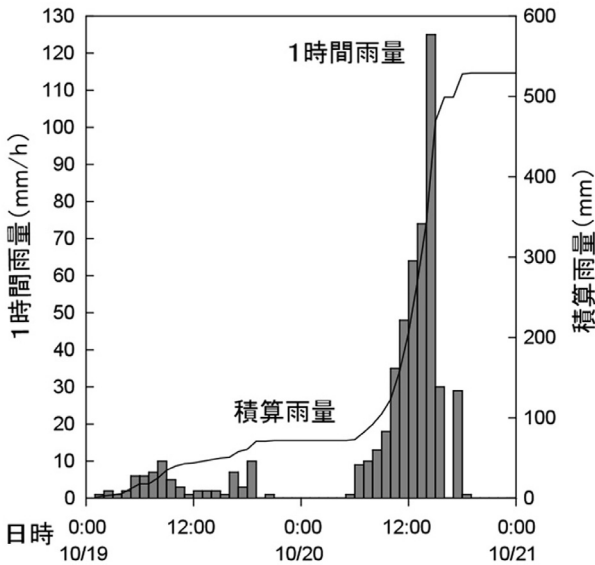


第2図 香川県における台風23号による雨量分布

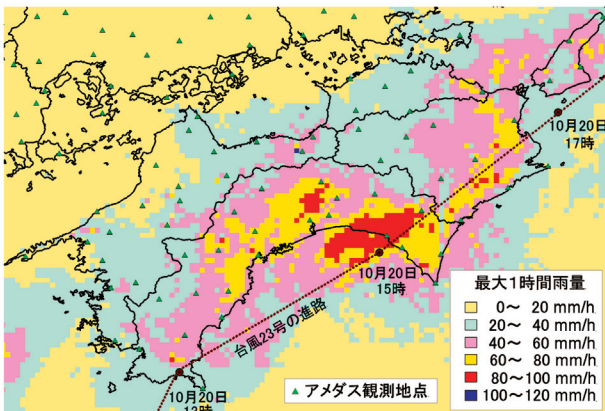
図に示す。10月20日の14時に最大1時間雨量125mm/hを記録している。

2) レーダーアメダス解析雨量データの精度検証

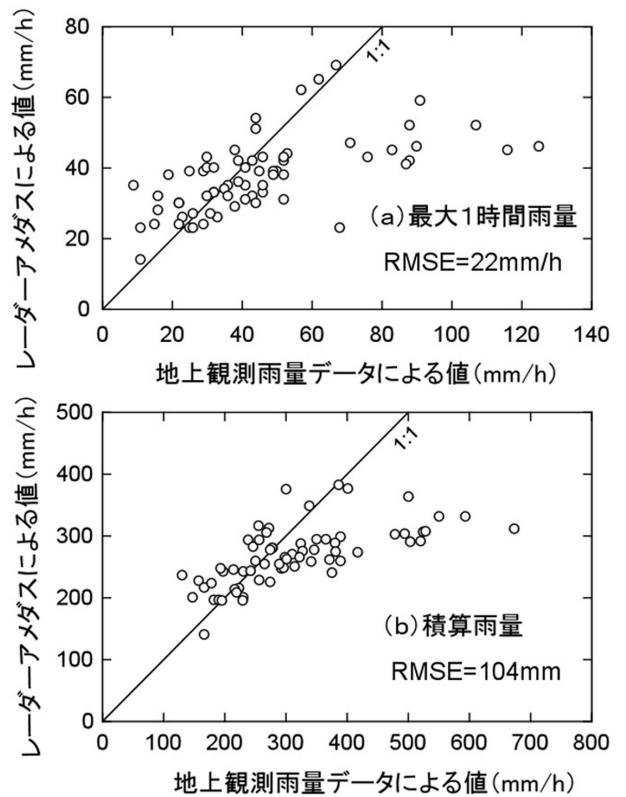
10月19～20日のレーダーアメダス解析雨量データによる、四国地域とその周辺の最大1時間雨量(台風23号)のメッシュデータを第4図に示す。同データでは、香川県には最大1時間雨量80mm/h以上の豪雨は観測されていなかった。精度検証の結果を第5図に示す。同データによる最大1時間雨量および積算雨量の観測誤差(二乗平均平方根誤差RMSE)は、地上観測雨量データから求めた値を真値として評価すると、それぞれ22mm/h, 104mmと大きな値で



第3図 さぬき市前山における降雨状況(台風23号)



第4図 レーダーアメダス解析雨量データによる四国地域とその周辺の最大1時間雨量のメッシュデータ(台風23号)



第5図 レーダーアメダス解析雨量データの精度検証の結果

あった。

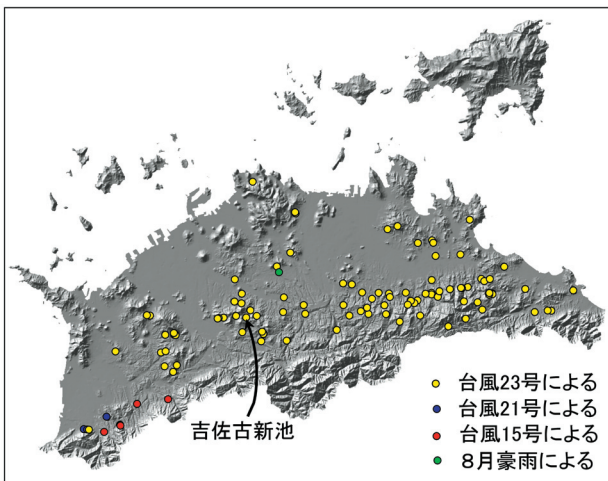
レーダーアメダス解析雨量データは気象レーダー観測による降水強度の推定値をアメダス雨量データで補正して作成されているが、香川県内にはアメダス雨量計は6地点にしか配置されておらず、しかも豪雨のあった東部の中山間地域には配置されていないため(第4図を参照)、東部の中山間地域での局所的な豪雨を捉えられなかったと考えられる。気象レーダー観測による降水強度の推定値の補正に、アメダスだけでなく、地方自治体等による多地点の雨量観測データも利用され、局所的な豪雨を精度良く捉えられるように改善されることを期待する。

2 決壊ため池の分布

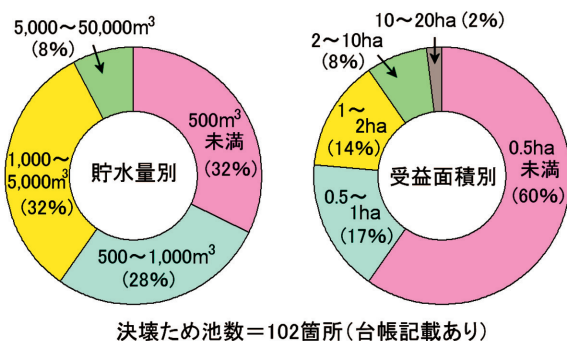
香川県では2004年に114箇所のため池が豪雨により決壊した。6箇所は台風15号による豪雨(8月17～18日)、1箇所は8月豪雨(8月22～23日)、3箇所は台風21号による豪雨(9月28～30日)で決壊し、残りの104箇所は台風23号による豪雨(10月19～20日)で決壊した。

これらのうち、ため池台帳に記載されていて位置が特定できたため池の分布を第6図に示す。台風15号や台風21号による豪雨で決壊したため池は南西部に偏って分布していたが、台風23号による豪雨で決壊したため池は広い範囲にわたって分布していた。これは、香川県では台風23号による豪雨が台風15号や台風21号による豪雨よりかなり強く（雨量観測地点における最大1時間雨量の最高値は台風15号、台風21号、台風23号がそれぞれ63mm/h、66mm/h、125mm/h）、かつ広い地域で起きていたためである。なお、一部のため池は、台風15号や台風21号による豪雨で堤体に損傷を受けていたために台風23号による豪雨で決壊に至った可能性があるが、その評価は難しいので、本研究ではこの点については触れないことにする。

航空写真画像によると、決壊したこれらのため池のほとんどは谷池であった。

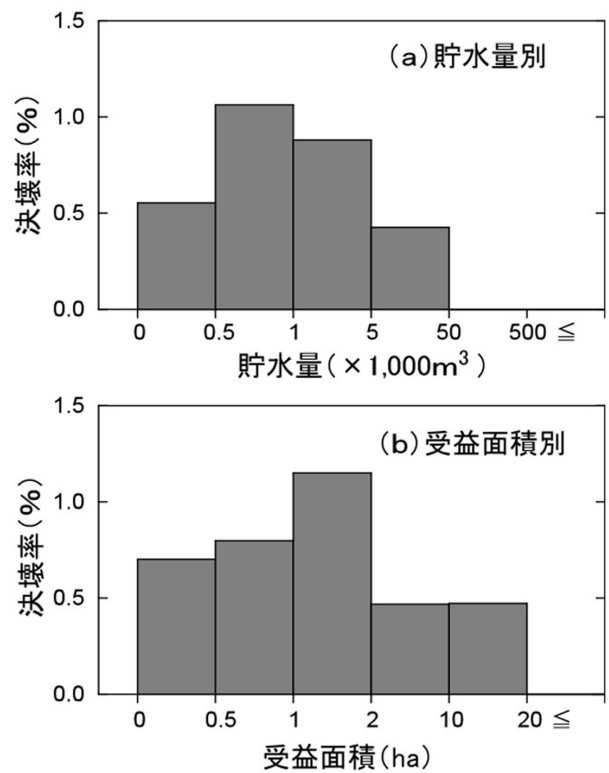


第6図 2004年に台風23号等による豪雨で決壊したため池の分布



決壊ため池数=102箇所(台帳記載あり)

第7図 決壊ため池の規模別の箇所数割合(台風23号)



第8図 ため池規模と決壊率の関係(台風23号)

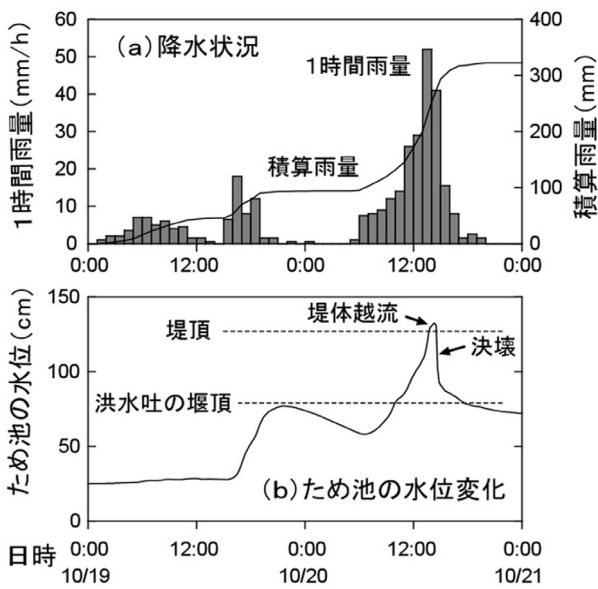
3 ため池規模と決壊率の関係

決壊ため池(台風23号)の規模別の箇所数割合を第7図に示す。決壊ため池の60%は貯水量1000m³未満、受益面積0.5ha未満の小規模なため池であった。ため池規模と決壊率の関係を第8図に示す。決壊率は、貯水量が500~1000m³のため池、受益面積が1~2haのため池で最も大きかった。ため池数が膨大であるため、予算や調査労力の制約上、防災対策では小規模なため池は軽視されやすい。しかし、このように小規模なため池が決壊しやすいことから、小規模であっても決壊した場合に家屋に対して影響を与えるようなため池については、防災対策を重点的に行う必要がある。

4 雨量と決壊率の関係

1) 決壊ため池の水位変化の観測事例

決壊後6カ月経った吉佐古新池(貯水量600m³、受益面積0.5ha;位置は第6図を参照)の状況を写真1に示す。また、決壊時の吉佐古新池の水位変化を同池近傍の降雨状況とともに第9図に示す。水位は、雨が降り始めて16時間後に急上昇して洪水吐の



第9図 決壊時の吉佐古新池の水位変化と降雨状況 (台風23号)



写真1 決壊した吉佐古新池の状況

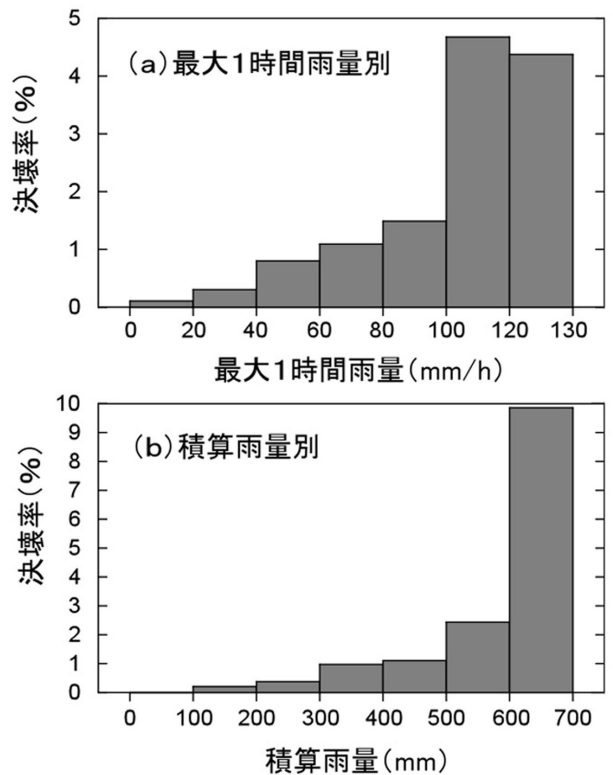
ところまで達した。しかし、いったん雨がやみ、また豪雨に備えてため池の管理者が樋管を開放していたので、樋管からの放水により水位は徐々に低下し

た。その後、引き続きかなり強い雨が降りだしたため水位は再び急上昇し、1時間雨量が50mm/hを超えてピークに達した頃(7月20日13~14時)に堤頂を超えて約40分後に急激に低下した。つまり、最大1時間雨量を記録した直後に堤体越流により決壊している。なお、堤体越流はため池の管理者により確認されている。

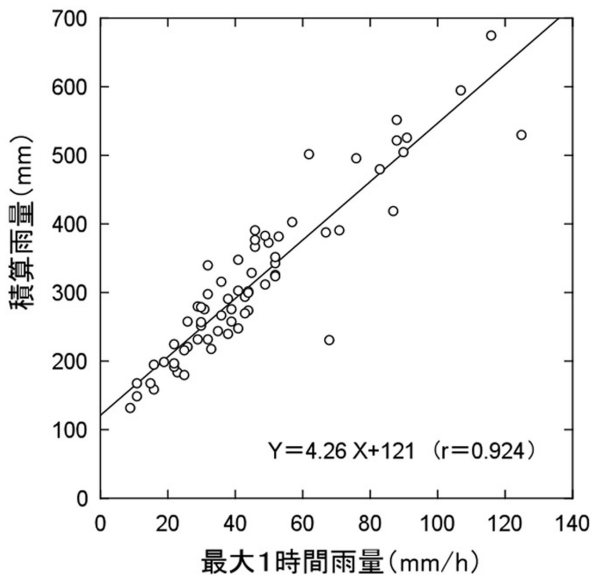
2) 雨量と決壊率の関係

雨量と決壊率の関係を第10図に示す。最大1時間雨量との関係では、決壊率は最大1時間雨量が100mm/hを超えると急増して4.4~4.7%の値になった。また、積算雨量との関係では、決壊率は積算雨量が600mmを超えると急増して9.9%の値になった。

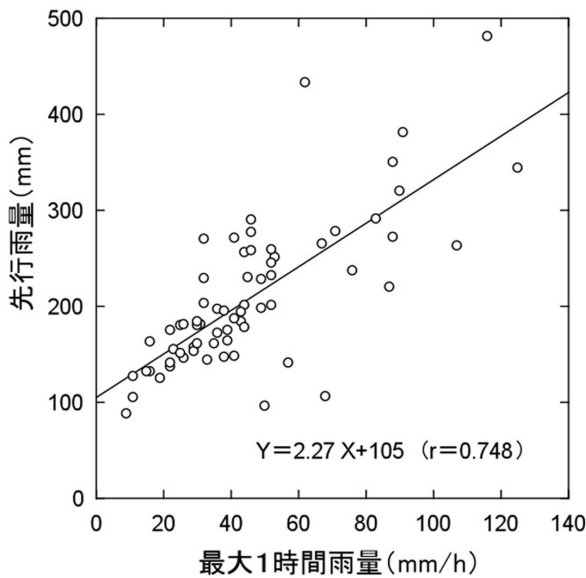
このように雨量と決壊率の関係を調べた事例は非常に少ない。堀²⁾は、1997年の台風9号による豪雨で決壊あるいは大破した山口県北部のため池を対象として、雨量と被災率の関係を分析した。この事例では、最大1時間雨量と被災率の間には密接な関係があったが、積算雨量と被災率の間には密接な関係はなかった。しかし、本研究では、積算雨量と決壊率の間にも密接な関係があった(第10図)。これ



第10図 雨量と決壊率の関係 (台風23号)



第11図 雨量観測地点における最大1時間雨量と積算雨量の関係（台風23号）



第12図 雨量観測地点における最大1時間雨量とその記録時刻1時間前までの先行雨量の関係（台風23号）

は第11図に示すように、最大1時間雨量と積算雨量の間に強い相関があったためである。前述した吉佐古新池の観測事例からもわかるように、ため池の水位上昇には時間雨量が強く関係していることから、決壊率の指標としては最大1時間雨量の方が適している。なお、第12図に示すように、最大1時間雨量は、降り始めから最大1時間雨量が記録された時刻の1時間前までの間に降った雨の積算雨量（先行雨

量と称す）とも相関があった。すなわち、最大1時間雨量が多いほど先行雨量も多かった。

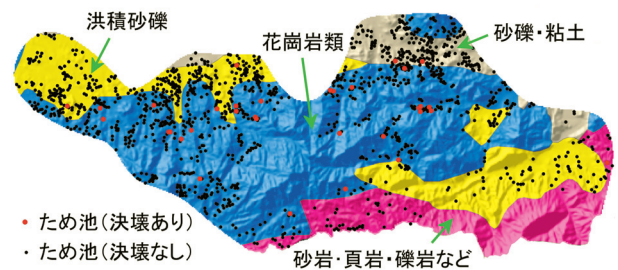
5 決壊の要因分析

1) 判別分析の結果

最大1時間雨量（台風23号）が80mm/h以上のエリアに位置するため池の分布を、表層地質とともに第13図に示す。判別分析は、図中のため池（決壊ありが33箇所、決壊なしが1,337箇所）をサンプルとして行った。判別分析の結果を第2表に示す。得られた判別式は次の通りで、判別得点Zが正ならば決壊あり、負ならば決壊なしと判定される。

$$Z = -0.1184 \times X_1 - 0.0111 \times X_2 - 0.0759 \times X_3 + 0.2135 \times X_4 + 0.0456 \times X_5 + 0.3580 \times X_6 + 0.2465 \times X_7 - 2.6426 \dots (1)$$

判別的的中率は「決壊あり」が72.4%、「決壊なし」が62.4%、全体では62.6%であり、残念ながら決壊の有無を高的中率で判別することはできなかった。しかし、P値（有意確率）は0.0006と小さく、判別は有意であったので、各項目のF値（分散比）の大きさから決壊の有無に対する影響度を知ることがで



第13図 最大1時間雨量が80mm/h以上のエリアに位置するため池の分布および表層地質

第2表 判別分析の結果

説明変数	判別係数	F値	真の群	判別結果
X1	-0.1184	0.501	決壊あり	決壊あり 24
X2	-0.0111	0.004		決壊なし 9
X3	-0.0759	0.174	決壊なし	決壊あり 503
X4	0.2135	2.572		決壊なし 834
X5	0.0456	0.120	P値=0.0006 [判別的中率] 決壊あり…72.4% 決壊なし…62.4% 全体…62.6%	
X6	0.3580	7.870		
X7	0.2465	6.498		
定数項	-2.6426			

きる。なお、馬場ら¹⁾も同様に決壊の有無を目的変数とする判別分析を全国の196箇所のため池をサンプルとして行っているが、説明変数とした項目は本研究のものとは異なり(多くの項目を設定し、新しく現地調査を行ってデータを取得)、また各項目の影響度について調べていない。

さて第2表に示した各項目のF値を比較すると、項目X₆のF値が7.870と最も大きく、続いて項目X₇のF値が6.498と大きいことがわかる。すなわち、流域比の影響度が最も大きく、次に表層地質の影響度が大きかった。項目X₄のF値は2.572とやや小さいが、2より大きい値であり、樋管の機能の影響度もやや大きかった。残る項目X₁、X₂、X₃およびX₅のF値は2より小さい値であり、堤体の安定度、漏水の程度および洪水吐の機能の影響度は小さかった。なお、F値が2以上であった項目X₄、X₆およびX₇のみを説明変数として判別分析を行ってみても、判別的中率はほとんど同じであった。

2) 流域比、洪水吐の機能、表層地質

流域面積が大きいと豪雨時に流域から大量の水がため池に流入する。この時、流域面積に対してため池の満水面積が小さい、すなわち流域比が大きいと、ため池の水位は大きく上昇する。流域比(X₆)の影響度が最も大きかったことから、水位上昇が決壊に強く関わっていたことが伺える。

水位が堤頂を越え、堤体越流が生じると決壊に至りやすい。若林⁷⁾の報告によると、台風23号による淡路島でのため池の決壊は主にこの堤体越流により生じている。また、堤体越流が生じなくても、パイピングホールと呼ばれるパイプ状の水みちが上流法面の上部(常時満水位位置より上部)から下流法面にかけて発達していると、水位がかなり高くなった時にパイピングホールを通じて貯水が堤体内に局所的に浸透し、下流法面から噴出して決壊に至ることがある²⁾。判別分析のサンプルである決壊ため池の多くは、堤体越流、あるいはパイピングホールを通じた局所的な浸透により決壊に至ったと考えられる。

決壊に至るほど水位が堤頂近く、あるいは堤頂を越えるまで上昇を続けるには、流入量が洪水吐の放流能力を上回っていなければならない。したがって、

洪水吐の放流能力も決壊に強く関わっていると予想される。しかし、予期に反して、洪水吐の機能(X₅)の影響度は小さかった。この結果には、判別分析に用いた洪水吐の機能に関するABC評価のデータの多くが洪水流量や放流能力の定量分析に基づくものではなく、経験的な判定によるものであることが関係していると考えられる。

流域内で土砂崩れが発生すると、土砂がため池に流入したり、流木が洪水吐を閉塞したりしやすくなり、決壊の危険性が高まる。土砂崩れは、花崗岩類の脆い風化土(マサ土)が分布している地域で発生しやすい。表層地質(X₇)の影響度が大きかったのは、このことに関連していると考えられる。

流域比と表層地質が決壊に強く関わっていたことから、決壊の危険性を評価する際には、流域の特性(流域面積や土砂崩れの危険性等)に関する調査を丹念に行うことが重要であると言える。

3) 堤体および樋管の老朽度

上流法面の安定度(X₁)、堤頂・下流法面の安定度(X₂)、および漏水の程度(X₃)は堤体の老朽度を示している。これらの項目の影響度はいずれも小さかった。この結果には、堤体が老朽化していても、堤体越流が生じたり、水位が堤頂近くまで上昇したりしなければ決壊には至りにくいことや、上流法面上部から下流法面にかけてパイピングホールが発達していても、法面の目視観察や平常時の漏水状況の調査では発見されにくいことが関係していると考えられる。

樋管の機能(X₄)は樋管の老朽度を示している。この影響度はやや大きかった。この結果は、樋管の所で決壊の発生が多く見られたという小倉⁶⁾の岡山県および広島県東部での調査結果と符合している。ため池の点検を行う際には、樋管や樋管周りからの漏水状態に特に注意する必要がある。

IV 摘 要

香川県では2004年の台風23号による豪雨で104箇所のため池が決壊した。ため池台帳データや雨量データ等を用いて、この実態調査および決壊の要因分析を行い、以下のことを明らかにした。

- 1 決壊したため池の60%は貯水量1,000m³未満、受益面積0.5ha 未満の小規模なため池であった。決壊率を貯水量・受益面積別に求めると、決壊率は貯水量が500~1,000m³のため池、受益面積が1~2 ha のため池で最も大きかった。
- 2 決壊率を最大1時間雨量別に求めると、決壊率は最大1時間雨量が100mm/hを超えると急増して4.4~4.7%の値になった。
- 3 最大1時間雨量が80mm/h以上のエリアに位置するため池をサンプルとして、①上流法面の安定度、②堤頂・下流法面の安定度、③漏水の程度、④樋管の機能、⑤洪水吐の機能、⑥流域比、および⑦表層地質の各項目を説明変数、決壊の有無を目的変数とする判別分析を行い、どの項目が決壊に強く関わっているのかを調べた。その結果、流域比の影響度が最も大きく、次に表層地質の影響度が大きかった。樋管の機能の影響度もやや大きかった。

謝 辞

本研究は、先端技術を活用した農林水産研究高度化事業研究「ため池等の低コスト改修・高度防災情報による防災対策技術の開発（中核機関：農村工学研究所）」の予算で実施したものである。

香川県農政水産部土地改良課および香川県中讃土地改良課の災害担当者の方々には、資料提供等の協力を頂いた。農村工学研究所の嶺田拓也氏には、吉佐古新池の水位データ等を提供して頂いた。当研究センター業務第2科の加賀宇昌宏氏には、ため池の踏査に協力を頂いた。ここに記して謝意を表する。

引用文献

- 1) 馬場範雪・小林賢一・篠崎 剛 2006. 多変量解析による老朽ため池の決壊危険度評価指標. 農土誌74(4). 37-42.
- 2) 堀 俊和 2005. 農業用ため池の豪雨災害に関する研究. 農工研報告44. 139-247.
- 3) 香川県農林水産部 2000. 香川県ため池実態調査1-28.
- 4) 嶺田拓也・石田憲治・廣瀬裕一 2006. 希少な沈水植物が生育する小規模ため池の環境特性と管理水準. 農工研技報. 204. 43-52.
- 5) 農林水産省農村振興局防災課 2006. 平成17年度ため池緊急点検・緊急整備報告書. 1-254.
- 6) 小倉 力・根本清一 1989. 小規模被害を含めたため池豪雨災害の実態. 中国農試研究報告4. 1-11.
- 7) 若林徳朗 2005. 台風23号による淡路島のため池被害について. 農土誌73(8). 7-10.

Irrigation Pond Collapse in Kagawa Prefecture Caused by Heavy Rainfall from Typhoon No. 23 in 2004

Masato FUKUMOTO, Akiko YOSHIMURA and Masahiko SHIMAZAKI*

Summary

Based on pond ledger and rainfall data, we analyzed the collapse of 104 irrigation ponds in Kagawa prefecture caused by heavy rainfall from typhoon No.23 in 2004. Our results obtained were as follows:

- 1 Ponds were less than 1000 m³ in pondage in 60% of the cases of collapse. The incidence of collapse -- the number of collapsed ponds compared to the total number of ponds -- of ponds with 500 - 1000 m³ of pondage was greatest.
- 2 The incidence of collapse calculated every rainfall scale increased rapidly when the greatest hourly rainfall exceeded 100 mm/h, reaching 4.4 - 4.7 %.
- 3 Discriminant analysis was conducted for ponds located in areas where the greatest hourly rainfall exceeded 80 mm/h. The purpose variable was the presence or absence of collapse. Explanatory variable were (1) upstream bank slope stability, (2) downstream bank slope and bank top stability, (3) the degree of water leakage, (4) intake pipe function performance, (5) spillway function performance, (6) the ratio of basin area to stored water surface area, and (7) surface layer geology. After studying the influence of each explanatory variable on the purpose variable, we found that the influence of variable (6) was greatest and the influence of variable (7) second greatest. The influence of variable (4) was somewhat large.