



EJEC REPORT

ため池の新たなリスク管理について



EJEC 株式会社
エイト日本技術開発

2021年9月14日
EJイノベーション技術センター
棚谷南海彦

価値ある環境を未来に

1

本日の内容 

- (1) 自己紹介
- (2) ため池を取り巻く現状
- (3) 新たなリスク管理の考え方
- (4) 豪雨に対する被災確率算定の検証
- (5) B/Cに基づく対策工法の選定
- (6) 氾濫被害額プログラムの構築

EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

2

本日の内容 

- (1) 自己紹介
- (2) ため池を取り巻く現状
- (3) 新たなリスク管理の考え方
- (4) 豪雨に対する被災確率算定の検証
- (5) B/Cに基づく対策工法の選定
- (6) 氾濫被害額プログラムの構築

EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

3

1 自己紹介 

2019年3月	高知大学大学院総合人間自然科学 研究科 農学専攻 修了
2019年4月	株式会社エイト日本技術開発 防災保全部 中国支社 配属
2020年6月	防災保全部 関西支社 異動
2021年6月	EJイノベーション技術センター 岡山本店 兼務

以降、ため池の豪雨・耐震をテーマとした研究・設計業務に従事

EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

4

本日の内容



- (1) 自己紹介
- (2) **ため池を取り巻く現状**
- (3) 新たなリスク管理の考え方
- (4) 豪雨に対する被災確率算定の検証
- (5) B/Cに基づく対策工法の選定
- (6) 氾濫被害額プログラムの構築

EJEC-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

5

2 ため池の現状

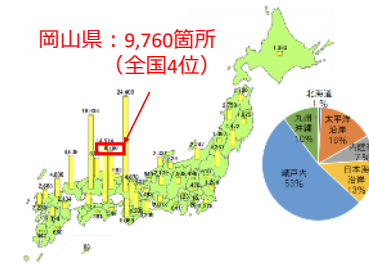


ため池とは...農業用水の供給の用に供される貯水施設

- 全国に**約16万か所**、その半分以上が瀬戸内地域に存在
- 全体の**約7割**が江戸時代以前に築造（老朽化が懸念）



ため池の例：鯉ヶ窪池（岡山県HPより）



ため池の分布状況（農水省HPより）

EJEC-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

6

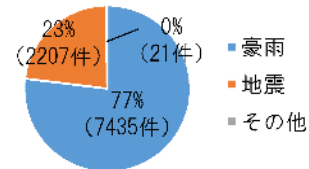
2 豪雨による被災



- 直近10年では、ため池の被災原因の**約8割が豪雨**
- 平成30年7月豪雨では全国で**32箇所が決壊**（死傷者あり）
⇒9割にあたる**29箇所が防災重点ため池の指定外**であった



豪雨により決壊したため池（岡山県）



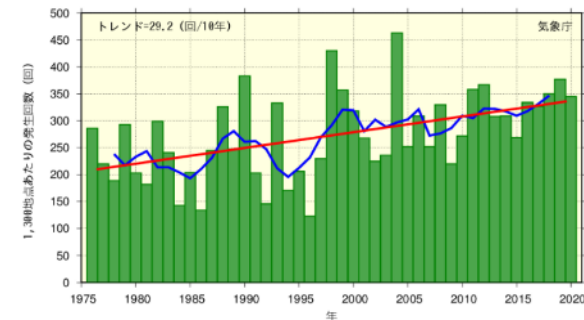
ため池の被災原因（農水省HPより）

7

2 豪雨の激甚・頻発化



▶50mm/h以上の降雨の発生頻度は**10年当り29.2回**の増加傾向



全国の1時間降水量50mm以上の年間発生係数の経年変化（気象庁HPより）

EJEC-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

8

2 防災重点ため池の定義



▶ 防災対策を重点・優先的に実施するため池

【旧基準】 全国で統一された基準なし

【新基準】 決壊した場合の浸水区域に家屋や公共施設等が存在し、人的被害を与えるおそれのあるため池

【旧基準】 (～H30.7)	【新基準】 (H30.8～)
・ 明確な規定なし ・ 都道府県独自の基準により選定可能（堤高、貯水量等）	・ 具体的な定義が明文化 ・ 貯水量や浸水地域との距離等、数値基準あり ・ 旧基準の考え方は残したまま（都道府県の判断で選定可）

RIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

9

9

2 行政の動き（西日本豪雨発災後）



平成30年8月	全国ため池緊急点検
平成30年11月	防災重点ため池の再選定
平成30年11月	「平成30年7月豪雨等を踏まえた今後のため池対策の進め方」通知
令和元年7月	「農業用ため池の管理及び保全に関する法律」施行
令和2年10月	「防災重点農業用ため池に係る防災工事等の推進に関する特別措置法」施行
令和3年3月	「防災重点農業用ため池の劣化状況評価等の手引き」策定

RIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

10

10

2 防災重点ため池の再選定



▶ 新たな基準により、全国で防災重点ため池の再選定を実施

⇨ その結果、11,000箇所→63,722箇所と**約6倍**に増加
（岡山県では、229箇所→4,105箇所と**約18倍**に増大）

■ 選定基準

1. ため池から100m未満の浸水区域内に家屋、公共施設等があるもの
2. ため池から100～500mの浸水区域内に家屋、公共施設等があり、かつ貯水量1,000m³以上のもの
3. ため池から500m以上の浸水区域内に家屋、公共施設等があり、かつ貯水量5,000m³以上のもの
4. 地形条件、家屋等との位置関係、維持管理の状況等から都道府県及び市町村が必要と認めるもの

RIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

11

11

2 特別措置法の概要



▶ 防災重点ため池の防災工事を、集中・計画的に推進

⇨ 大幅に増加した防災重点ため池に対して、全てに対策を実施することは**財政・人力的に困難...**

■ 防災重点農業用ため池に係る防災工事等の推進に関する特別措置法

- 一 防災工事等の推進に関する基本的な方針
- 二 劣化状況評価の実施に関する事項
- 三 地震・豪雨耐性評価の実施に関する事項
- 四 防災工事の実施に関する事項
- 五 防災工事等の実施に当たっての市町村との役割分担及び連携に関する事項
- 六 前各号に掲げるもののほか、防災工事等の推進に関し必要な事項

RIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

12

12

2 特別措置法への対応



▶ 地方自治体は防災工事等推進計画を検討するが、膨大な数のため池に対し、どこから手を付けていくか...

⇒ 効率的な防災計画に資する**対策優先度の評価基準**が必要

■ 防災重点農業用ため池に係る防災工事等の推進に関する特別措置法

- 一 防災工事等の推進に関する基本的な方針
- 二 劣化状況評価の実施に関する事項
- 三 地震・豪雨耐性評価の実施に関する事項
- 四 防災工事の実施に関する事項
- 五 防災工事等の実施に当たっての市町村との役割分担及び連携に関する事項
- 六 前各号に掲げるもののほか、防災工事等の推進に関し必要な事項

限られた予算・人員の中で
膨大な防災重点ため池を対象に
優先順位を付けて効率よく
(低コストで高い減災効果)
対策を実施していく

RIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

13

13

本日の内容



- (1) 自己紹介
- (2) ため池を取り巻く現状
- (3) **新たなリスク管理の考え方**
- (4) 豪雨に対する被災確率算定の検証
- (5) B/Cに基づく対策工法の選定
- (6) 氾濫被害額プログラムの構築

RIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

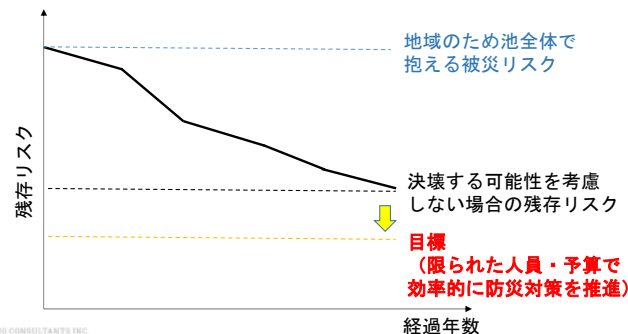
14

14

3 対策優先度の評価（従来）



【従来】ため池決壊時の下流域の**被害想定額**を基準
⇒ 被害評価額の大きさを基準に対策を推進した場合、ため池全体が抱えるリスクを効率的に低減できない...



RIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

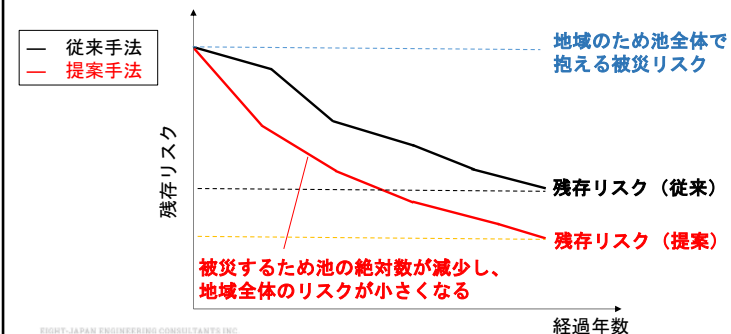
15

15

3 対策優先度の評価（提案）



【提案】被災確率を考慮した**「被災リスク」**を基準
⇒ 実現象としてため池が被災する確率を考慮した場合、
同じ期間・予算内でより**効率的に残存リスクを低減可能**



RIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

16

16

3 被災リスクの定義



【提案】被災確率を考慮した「被災リスク」を基準
 ⇨従来の評価指標である被害想定額（下流域の被災規模）に加え、実現象としてため池が被災する確率を同時に考慮

$$\begin{array}{|c|} \hline R \\ \hline \text{被災リスク} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline P \\ \hline \text{被災確率} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline C \\ \hline \text{被害想定額} \\ \hline \end{array}$$

▶被災確率（P）と被害想定額（C）の積を被災リスクと定義

ex.被災確率1/100、被害想定額50億円のため池は...
 被災リスク = 1/100 × 50億円 = 0.5億円

RIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

17

17

3 対策優先順位のつけ方



【提案】被災確率を考慮した「被災リスク」を基準
 ⇨想定被害額が高い場合であっても被災確率が非常に小さい場合には、被災確率が高いため池を優先的に対策

ex.

- A) 被災確率1/100、資産評価額50億円のため池
 B) 被災確率1/20、資産評価額20億円のため池

	被災確率 P	資産評価額 C	被災リスク R	対策優先度 (基準：C)	対策優先度 (基準：R)
A池	1/100	50億円	0.5億円	1	2
B池	1/20	20億円	1億円	2	1

RIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

18

18

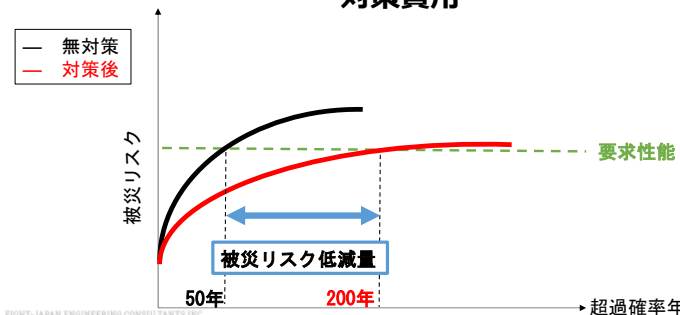
3 B/Cに基づく対策工法の選定（1）



B/C（費用対便益）とは...

⇨対策前後の被災リスクの低減量と対策費用との比より定義

$$B/C = \frac{\text{対策前のリスク} - \text{対策後のリスク}}{\text{対策費用}}$$



RIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

19

19

3 B/Cに基づく対策工法の選定（2）



▶B/Cを基準にした評価により、単純に補強効果が高い対策だけでなく、効率的な対策工法が候補となる

⇨限られた予算の中で、段階的かつ迅速な整備が可能となる

ex. 被災リスクが2億円のため池の場合

対策A) 決壊確率1/100まで低減、対策費用0.2億円

対策B) 決壊確率1/200まで低減、対策費用1億円

⇨B/Cが高い対策Aにより、同じ投資額で5施設の対策が可能

	決壊確率	対策前リスク	対策後リスク	C	B/C
無対策	1/50	2億円	—	—	—
対策A	1/100	—	1億円	0.2億円	5
対策B	1/200	—	0.5億円	1億円	1.5

RIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

20

20

3 被災リスクによる評価手法の課題点



【提案】被災確率を考慮した「被災リスク」を基準

▶ 利点

- ・ 限られた時間・予算内で**効率的に対策を推進**可能
- ・ 地域住民・管理者により**客観的な説明**が可能

▶ 課題点

膨大な数存在するため池に対して...

- ・ どの様に**被災確率を定義**するか？...①
- ・ どの様に**被害想定額を算定**するか？...②

⇨簡易的に①、②を求める手法の確立が必要

RIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

21

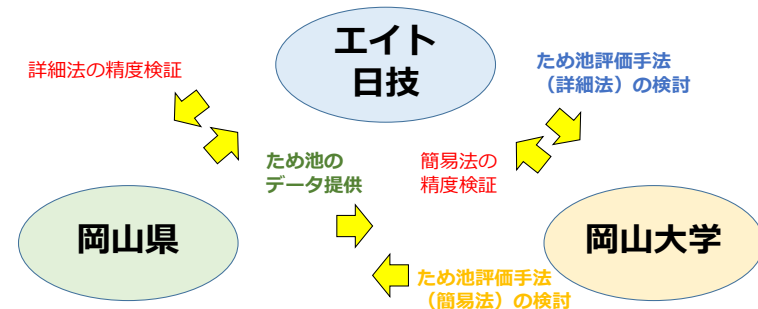
21

3 手法構築体系：おかやまモデルの検討（1）



▶岡山県内の防災重点ため池（4,274箇所）に対して、被災リスクを基準とした対策優先度評価手法の適用を検討

⇨「**おかやまモデル**」として、県・大学と共同研究



RIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

22

22

3 手法構築体系：おかやまモデルの検討（2）



▶「おかやまモデル」構築に向けて、既存のため池における**被災リスク算定手法の適用性**を検証

	エイト日本技術開発	岡山県・岡山大学
①被災確率の算定	★評価手法の検討（詳細法） ・ 豪雨によるため池の被災確率を詳細に評価し、最も適当な評価手法について検証 ⇨岡山県内の代表的な防災重点ため池数箇所を対象に実施	【岡山県】 ・ ため池データの手配（防災重点ため池4,274箇所） ★評価手法の検討（簡易法） ・ 豪雨によるため池の被災確率を簡易的に求める手法の検証（詳細法の解⇨簡易法の解）
②氾濫被害額の算定	★算定手法の検証 ・ ため池決壊時の氾濫被害額を算定する手法の検証 ⇨岡山県内の防災重点ため池に適用するため、手法を再構築	【岡山大学】 ★算定手法の構築 ・ ため池決壊時の氾濫被害額を算定する手法の構築

RIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

23

23

本日の内容



- (1) 自己紹介
- (2) ため池を取り巻く現状
- (3) 新たなリスク管理の考え方
- (4) 豪雨に対する被災確率算定の検証
- (5) B/Cに基づく対策工法の選定
- (6) 氾濫被害額プログラムの構築

RIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

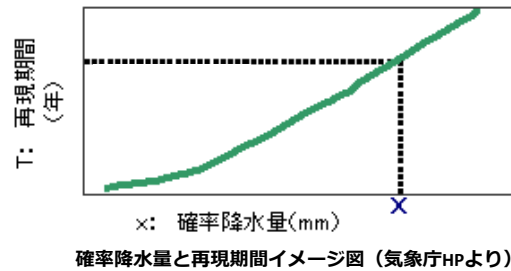
24

24

4 被災確率の定義



- ▶ どの規模の降雨（**確率降雨量**）が発生した場合に、ため池が安定性を失い、**決壊に至る危険度**が高まるのか
 ⇨ 対象地点での**確率降雨量**を求め、安定・安全性照査を実施



EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

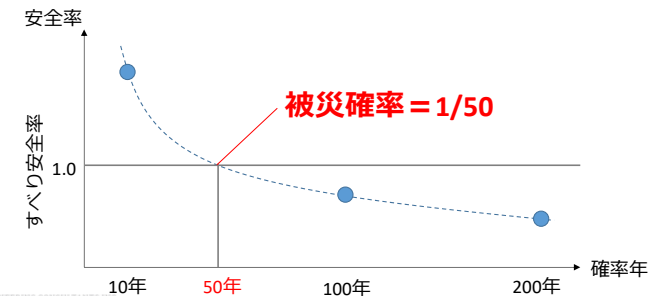
25

25

4 被災確率の定義



- ▶ 発生する降雨の規模（確率年）に対する安全率（照査値/確率定数）の関係より、安全率=1となる確率年を求める
 ⇨ **安全率=1となる確率年の逆数**を「**被災確率**」として定義
 Ex.) すべり破壊に対する被災確率年の算定



EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

26

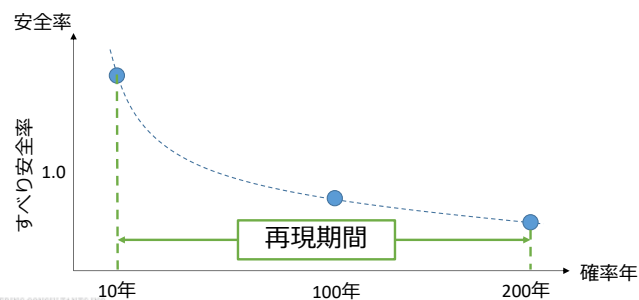
26

4 被災確率の定義



- ▶ 想定する降雨確率年は、決壊という現象を現実的な事象として取り扱うため、**再現期間を10年～200年**とする
 ⇨ 被災確率の下限値は1/10、上限値は1/200となる

$$1/10 \leq \text{被災確率} < 1/200$$



EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

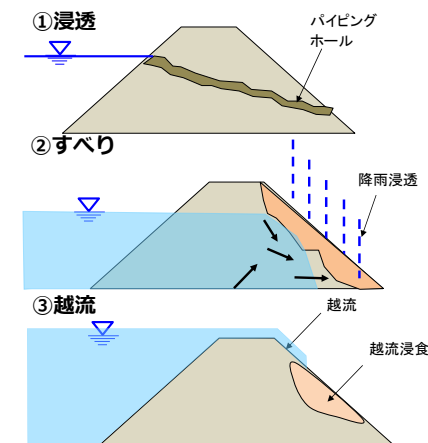
27

27

4 豪雨によるため池の被災形態



- ① 浸透破壊
パイピング形成による堤体内部の破壊現象
- ② すべり破壊
浸潤面上昇による堤体の**強度低下**による破壊現象
- ③ 越流破壊
貯水面上昇による堤体の**浸食**による破壊現象



EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

28

28

4 豪雨によるため池の被災形態



- | | | |
|--|----------------------------|---|
| <p>①浸透破壊
パイピング形成による
堤体内部の破壊現象</p> <p>②すべり破壊
浸潤面上昇による堤体の
強度低下による破壊現象</p> <p>③越流破壊
貯水面上昇による堤体の
浸食による破壊現象</p> | <p>➡</p> <p>➡</p> <p>➡</p> | <p>①浸透破壊
評価手法が未確立のため、
検討対象外</p> <p>②すべり破壊
浸潤面上昇を考慮した
浸透流解析+安定計算</p> <p>③越流破壊
貯水面上昇・洪水量増加
に対する性能照査</p> |
|--|----------------------------|---|

EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

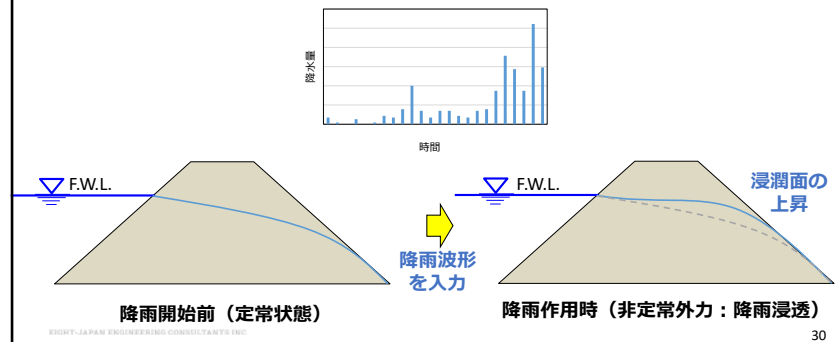
29

29

4 すべり破壊に対する評価手法



- ▶ため池の浸潤面上昇による**すべり発生**を再現
1. 降雨浸透を考慮した飽和・不飽和浸透流解析
 2. 経時変化する堤体内浸潤面を追跡した安定計算



EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

30

30

4 すべり破壊に対する評価



1. 降雨浸透を考慮した飽和・不飽和浸透流解析
- ⇨非定常の外力（所定の降雨強度）を堤体地表面に与えて、
経時的な湿潤面の位置や水頭の変化を追跡

▶入力パラメータ

- ・飽和・不飽和浸透特性
- ⇨「河川堤防構造検討の手引き」H24に準拠
- ・透水係数（水平・鉛直方向）
- ・比貯留係数（砂質土、粘性土で区分）
- ・降雨波形（1時間降水量の時刻歴）

EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

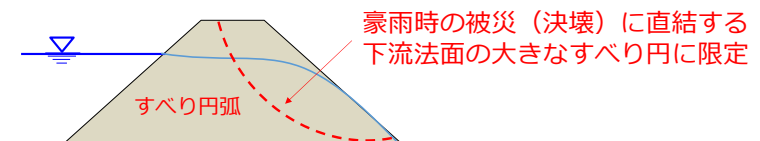
31

31

4 すべり破壊に対する評価



2. 経時変化する堤体内浸潤面を追跡した安定計算
- ⇨浸透流計算によって得られた湿潤面より最も危険な
すべり円弧に対する最小すべり安全率を算出
- 【安定計算手法】修正フェレニウス法
- 【照査面】下流法面（堤体天端を通過する大きなすべり）
- 【照査値】**最小すべり安全率 < 1.0 = すべり破壊が生じる**



EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

32

32

4 越流破壊に対する評価



ため池への洪水流入時に発生する越流現象を再現

1. 洪水吐の流下能力に対する照査

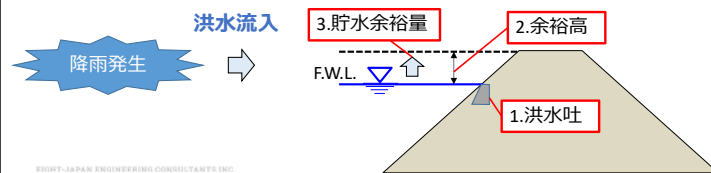
ため池への洪水流入量を安全に流下できるか？

2. 余裕高に対する照査

ため池の余裕高を超える水位上昇が発生しないか？

3. 貯水余裕量に対する照査

ため池の貯水余裕量を超える貯水増加が発生しないか？



33

33

4 越流破壊に対する評価



1. 洪水吐の流下能力に対する照査

⇒ **洪水吐流下能力**に対して、**ピーク洪水流量**が超過するか

【照査方法】

洪水吐流下能力 < ピーク洪水流量 = 越流（決壊）

【算定方法】

土地改良事業設計指針「ため池整備」H29より…

$$Q_p = 1/3.6 \times r_e \times A$$

Q_p …ピーク洪水流量 (m³/s)

r_e …最大1時間降雨強度 (mm/h)

A …集水面積 (km²)

EJEC-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

34

34

4 越流破壊に対する評価



2. 余裕高に対する照査

⇒ **堤体余裕高**に対して、**越流水頭**が超過するか

【照査方法】

余裕高 < 越流水頭 = 越流（決壊）

【算定方法】

土地改良事業設計指針「ため池整備」H29より…

$$H_d = (Q_d / B / 1.704C)^{(2/3)} \rightarrow \text{水路流入式}$$

$$= (Q_d / B / C_d)^{(2/3)} \rightarrow \text{越流堰式}$$

H_d …越流水頭 (m)

B …水路幅 (m)

C : 流入係数

Q_d …最大洪水流量 (m³/s) C_d : 流量係数 (m^{1/2}/s)

EJEC-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

35

35

4 越流破壊に対する評価



3. 貯水余裕量に対する照査

⇒ **貯水余裕量**に対して、**貯水増加量**が超過するか

【照査方法】

貯水余裕量 < 貯水増加量 = 越流（決壊）

【貯水余裕量の算定方法】

貯水余裕量は、満水面積と余裕高の積により定義

$$V_c = A_p \times h$$

V_c …貯水余裕量 (m³)

A_p …ため池の満水面積 (m²)

h …ため池の余裕高 (m)

EJEC-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

36

36

4 越流破壊に対する評価

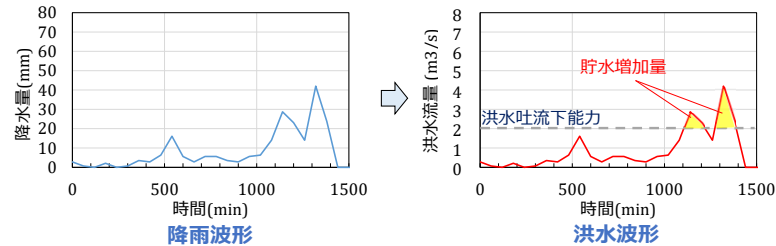


3. 貯水余裕量に対する照査

【貯水増加量の算定方法】

貯水増加量は、降雨再現期間において**洪水吐流下能力を超過するピーク洪水流量**の総和より定義

⇒ 確率降雨波形より、時間当たりの洪水流量を算定



37

37

4 対象地点



対象：岡山県内の防災重点ため池12箇所

観測所：吉備中央、福渡、和気、虫明、矢掛、玉野



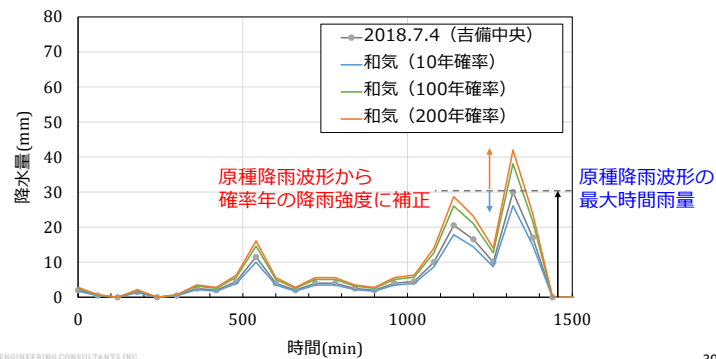
38

38

4 降雨波形の作成



- 西日本豪雨災害期間のうち、日雨量が最大となる24h雨量データを**種波形**とし、ため池の近傍観測地点における確率時間雨量との比率（補正倍率）から**確率降雨波形**を作成



39

39

4 降雨波形の作成



- 最大1時間確率雨量一覧

名称	最大1時間確率雨量 (mm/h)					被災確率
	10年	20年	50年	100年	200年	
A池	35.4	40.1	46.1	50.5	54.8	玉野
B池	52.4	63.8	79.9	92.8	106.5	虫明
C池	47.8	55.4	65.4	73.1	80.9	和気
D池	52.4	63.8	79.9	92.8	106.5	虫明
E池	46.8	54.8	65.5	73.9	82.6	福渡
F池	41.8	48.8	57.5	64.1	70.5	吉備中央
G池	39	43.6	49.5	53.7	57.8	矢掛
H池	47.8	55.4	65.4	73.1	80.9	和気
I池	34.1	38.4	44	48.2	52.4	玉野
J池	34.1	38.4	44	48.2	52.4	玉野
K池	52.4	63.8	79.9	92.8	106.5	虫明
L池	47.5	55.3	68	74	82.4	和気

EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

40

40

4 降雨波形の作成



・ 降雨強度補正倍率一覧（種波形の最大1時間雨量30mm）

名称	最大1時間確率雨量 (mm/h)					被災確率
	10年	20年	50年	100年	200年	
A池	1.18	1.34	1.54	1.68	1.83	玉野
B池	1.75	2.13	2.66	3.09	3.55	虫明
C池	1.59	1.85	2.18	2.44	2.70	和気
D池	1.75	2.13	2.66	3.09	3.55	虫明
E池	1.56	1.83	2.18	2.46	2.75	福渡
F池	1.39	1.63	1.92	2.14	2.35	吉備中央
G池	1.30	1.45	1.65	1.79	1.93	矢掛
H池	1.59	1.85	2.18	2.44	2.70	和気
I池	1.14	1.28	1.47	1.61	1.75	玉野
J池	1.14	1.28	1.47	1.61	1.75	玉野
K池	1.75	2.13	2.66	3.09	3.55	虫明
L池	1.58	1.84	2.27	2.47	2.75	和気

EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

41

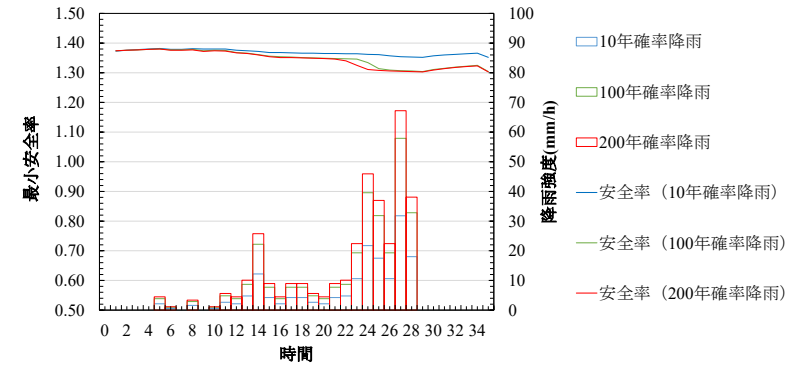
41

4 降雨に対するすべり安全率の経時変化



Ex.) B池の確率降雨に対する最小安全率の経時変化

⇒ 降雨強度の増加に対し、僅かに安定性が低くなる



EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

42

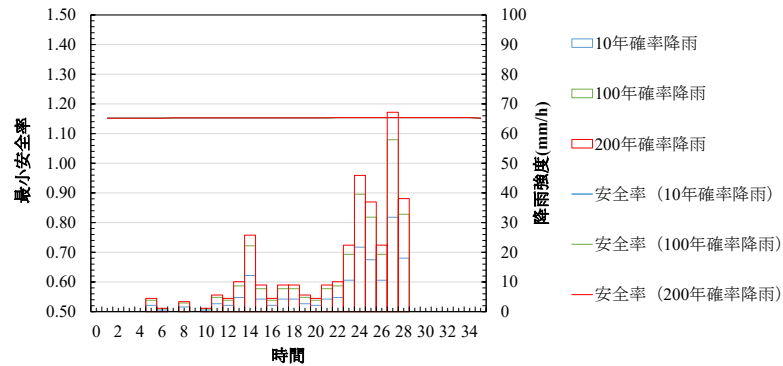
42

4 降雨に対するすべり安全率の経時変化



Ex.) D池の確率降雨に対する最小安全率の経時変化

⇒ 降雨強度の増加に対しても、安定性に变化なし



EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

43

43

4 すべり破壊による被災確率の算定

➤ 照査基準値：最小すべり安全率 $F_{smin} < 1.0$

名称	透水係数 $k(\text{cm/s})$	最小すべり安全率 F_s			被災確率
		10年確率	100年確率	200年確率	
A池	8.0E-05	1.125	1.123	1.123	1/200
B池	1.1E-04	1.352	1.304	1.303	1/200
C池	3.2E-04	1.117	1.115	1.114	1/200
D池	1.4E-05	1.152	1.152	1.152	1/200
E池	2.8E-04	1.016	1.016	1.016	1/200
F池	3.0E-04	1.658	1.656	1.655	1/200
G池	2.0E-05	1.012	1.012	1.012	1/200
H池	4.0E-04	1.249	1.244	1.244	1/200
I池	1.9E-04	1.675	1.671	1.671	1/200
J池	2.5E-05	1.429	1.429	1.429	1/200
K池	9.3E-05	1.285	1.283	1.282	1/200
L池	1.2E-04	1.630	1.628	1.628	1/200

EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

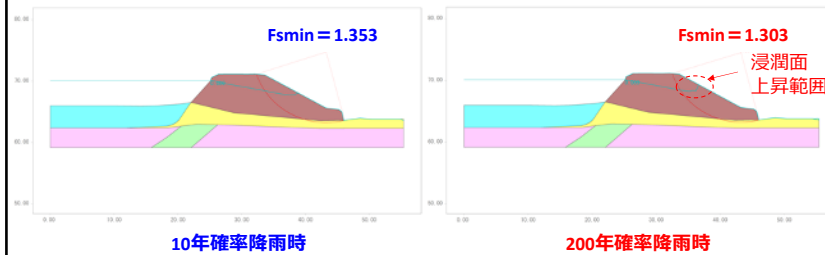
44

44

4 すべり破壊による被災確率



- ▶対象とした全てのため池ですべりに対する被災確率1/200となり、**降雨強度の増加に対しても安定性を維持**する傾向
 ⇨極端に堤体の透水性が小さい場合であっても、**浸潤面の上昇範囲は法先付近の一部に留まり**、安定性への影響は微小



45

45

4 越流破壊による被災確率 – 洪水吐流下能力 –



- ▶ 照査基準：洪水吐流下能力 > ピーク洪水流量 Q_p

名称	洪水吐流下能力(m³/s)	ピーク洪水流量 Q_p (m³/s)			被災確率
		10年確率	100年確率	200年確率	
A池	2.121	4.859	6.932	7.522	1/10
B池	2.298	2.362	4.184	4.802	1/10
C池	2.025	3.348	5.120	5.666	1/10
D池	0.735	2.971	5.262	6.039	1/10
E池	1.724	1.522	2.404	2.687	1/19
F池	0.712	0.526	0.806	0.887	1/56
G池	1.027	2.601	3.582	3.855	1/10
H池	1.492	3.578	5.472	6.056	1/10
I池	1.976	9.603	13.574	14.757	1/10
J池	4.746	4.128	5.835	6.344	1/26
K池	4.191	4.469	8.234	9.450	1/10
L池	0.884	3.572	5.565	6.197	1/10

46

46

4 越流破壊による被災確率 – 余裕高 –



- ▶ 照査基準：余裕高 > 越流水頭 H_d

名称	余裕高(m)	越流水頭 H_d (m)			被災確率
		10年確率	100年確率	200年確率	
A池	1.43	0.70	0.88	0.93	1/200
B池	1.04	0.41	0.60	0.65	1/200
C池	1.52	0.70	0.93	0.99	1/200
D池	1.26	0.76	1.11	1.22	1/200
E池	1.65	0.33	0.45	0.48	1/200
F池	0.56	0.25	0.33	0.35	1/200
G池	1.92	0.76	0.94	0.99	1/200
H池	2.27	0.54	0.71	0.76	1/200
I池	1.86	1.43	1.81	1.91	1/140
J池	1.90	0.64	0.80	0.85	1/200
K池	1.60	0.75	1.10	1.20	1/200
L池	1.19	1.02	1.36	1.47	1/35

47

47

4 越流破壊による被災確率 – 余裕高 –



- ▶ 照査基準：貯水余裕量 V_c > 貯水増加量

名称	貯水余裕量 V_c (m³)			貯水増加量 (m³)			被災確率
	10年	100年	200年	10年	100年	200年	
A池	8,030	6,050	5,500	4,859	6,932	7,522	1/10
B池	5,670	3,960	3,510	2,362	4,184	4,802	1/17
C池	3,457	2,491	2,239	3,348	5,120	5,666	1/10
D池	1,500	450	120	2,971	5,262	6,039	1/10
E池	15,780	14,340	13,980	1,522	2,404	2,687	1/200
F池	2,448	1,632	1,428	526	806	887	1/57
G池	5,800	4,900	4,650	2,601	3,582	3,855	1/10
H池	43,250	39,000	37,750	3,578	5,472	6,560	1/10
I池	4,730	550	0	9,603	13,574	14,757	1/10
J池	10,836	9,460	9,030	4,128	5,835	6,344	1/200
K池	11,050	6,500	5,200	4,469	8,340	9,450	1/36
L池	342	0	0	3,572	5,565	6,197	1/10

48

48

4 越流破壊による被災確率



➤ 照査基準値：現況ため池の諸元

名称	①洪水吐流下能力 ⇔ピーク洪水流量	②余裕高 ⇔越流水頭	③貯水余裕量 ⇔貯水増加量
A池	1/10	1/200	1/10
B池	1/10	1/200	1/17
C池	1/10	1/200	1/10
D池	1/10	1/200	1/10
E池	1/19	1/200	1/200
F池	1/56	1/200	1/57
G池	1/10	1/200	1/10
H池	1/10	1/200	1/10
I池	1/10	1/140	1/10
J池	1/26	1/200	1/200
K池	1/10	1/200	1/36
L池	1/10	1/35	1/10

49

49

4 すべり・越流に対する被災確率の算定



名称	被災確率 (すべり)	被災確率(越流)			被災確率
		洪水吐	余裕高	貯水量	
A池	1/200	1/10	1/200	1/10	1/10
B池	1/200	1/10	1/200	1/17	1/10
C池	1/200	1/10	1/200	1/10	1/10
D池	1/200	1/10	1/200	1/10	1/10
E池	1/200	1/19	1/200	1/200	1/19
F池	1/200	1/56	1/200	1/57	1/56
G池	1/200	1/10	1/200	1/10	1/10
H池	1/200	1/10	1/200	1/10	1/10
I池	1/200	1/10	1/140	1/10	1/10
J池	1/200	1/26	1/200	1/200	1/26
K池	1/200	1/10	1/200	1/36	1/10
L池	1/200	1/10	1/35	1/10	1/10

50

50

4 氾濫被害額の算定



名称	A)産業被害 (千円)	B)農業被害 (千円)	資産評価額A+B (千円)	対策 優先度
A池	192,509	133,328	325,837	9
B池	212,140	324,347	536,487	5
C池	221,412	281,048	502,460	7
D池	75,370	180,870	256,240	10
E池	320,544	196,308	516,852	6
F池	643,473	290,827	934,300	3
G池	438,322	295,305	733,627	4
H池	0	101,358	101,358	12
I池	1,391,590	123,049	1,514,639	2
J池	1,600,711	23,579	1,624,290	1
K池	206,640	226,061	432,701	8
L池	142,002	107,250	249,252	11

51

51

4 被災リスクの算定



名称	被災確率	資産評価額 (千円)	被災リスク (千円)	対策優先度 (従来)	対策優先度 (提案)
A池	1/10	325,837	32,584	9	7
B池	1/10	536,487	53,649	5	4
C池	1/10	502,460	50,246	7	5
D池	1/10	256,240	25,624	10	9
E池	1/19	516,852	27,203	6	8
F池	1/56	934,300	16,684	3	11
G池	1/10	733,627	73,363	4	2
H池	1/10	101,358	10,136	12	12
I池	1/10	1,514,639	151,464	2	1
J池	1/26	1,624,290	62,473	1	3
K池	1/10	432,701	43,270	8	6
L池	1/10	249,252	24,925	11	10

52

52

4 まとめ



- すべり破壊による決壊が生じる可能性は低く、降雨強度の増加が堤体の安定性に与える影響は小さい
- 越流破壊による決壊が生じる可能性は高く、特に**洪水吐流下能力不足**や降雨時の**貯水増加**に対して危険度が高い
- 被災リスクに基づく対策優先度評価により、従来の手法では**優先度が高かったF池が3位→11位**等、大きく対策優先度が変動するため池を確認

EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

53

53

本日の内容



- (1) 自己紹介
- (2) ため池を取り巻く現状
- (3) 新たなリスク管理の考え方
- (4) 豪雨に対する被災確率算定の検証
- (5) **B/Cに基づく対策工法の選定**
- (6) 氾濫被害額プログラムの構築

EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

54

54

5 対策工法の体系的整理



	対策工法	原理・効果	すべり破壊	越流破壊	浸透破壊
ハード対策	押さえ盛土	法面先端の外側に低い盛土を配置し、盛土の安定性を高める工法。	○	-	-
	洪水吐の改修	洪水吐の改修により、既存の洪水吐流下能力を高める工法。	-	○	-
	ドレーン	堤体の裏法尻を透水性の大きい材料で置換し、堤体に浸透した水を速やかに排水する工法。	-	-	○
	表面被覆	堤体表面を難透水性材料で被覆することにより、降雨浸透や越流時の表面侵食を抑制する工法。	○	○	○
	全面改修	旧堤を掘削・除去した後、新たに盛り立てる工法。	◎	◎	◎
ソフト対策	斜樋による事前放流	降雨前に斜樋を回栓し、貯水を低下させる方法。	-	○	-

EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

55

55

5 洪水吐の改修（新設）

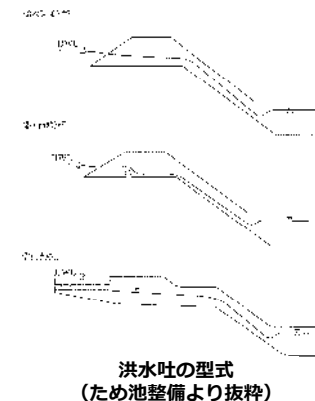


【対策費用：C】

- 必要な設計洪水流量を満足する流下能力を有する洪水吐の改修費用（**直接工事費**）を算定

【対策効果】

- 設計指針上、設計洪水流量は**200年確率洪水流量**を元に算定される

⇨対策後のリスクは「**1/200**」

EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

56

56

5 表面被覆工法



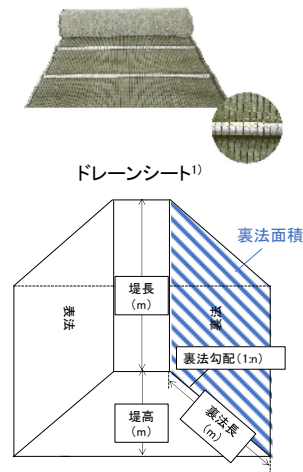
【対策費用：C】

- ・ドレーンシートの**施工単価**を参照¹⁾ (2,699円/m²)
- ⇨ 施工単価 (円/m²)
× 裏法面積 (m²)

【対策効果】

- ・既往文献より、ため池の**耐用年数と同等の耐久性** (80年) があると報告されている
- ⇨ 対策後のリスクは「**1/80**」

1) 日本植生株式会社HPより引用



57

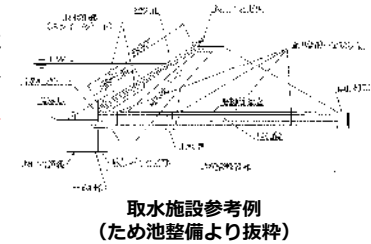
57

5 斜樋による事前放流



【対策費用：C】

- ・既存の取水施設を活用する前提で検討するため、初期費用は発生しない。既往文献より、**維持管理費** (20万円/年) を参照



【対策効果】

- ・ため池の耐用年数前後まで施設機能が維持されると仮定
- ⇨ 対策後のリスクは「**1/50**」
「**1/100**」

2ケースでB/Cを算定

RIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

58

58

5 B/C算定結果 (1)



➤ 洪水吐の改修 (新設)

名称	対策費用：C	便益：B	B/C
A池	2,313	30,955	13.4
B池	3,636	50,966	14.0
C池	4,200	47,734	11.4
D池	9,890	24,343	2.5
E池	4,078	24,618	6.0
F池	5,578	12,012	2.2
G池	6,296	143,891	22.9
H池	951	54,351	57.1
I池	21,179	41,107	1.9
J池	1,075	23,679	22.0
K池	2,569	69,695	27.1
L池	3,636	9,629	2.6

RIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

59

59

5 B/C算定結果 (2)



➤ 表面被覆工法

名称	対策費用：C	便益：B	B/C
A池	5,874	28,511	4.9
B池	2,519	46,943	18.6
C池	2,207	43,965	19.9
D池	2,445	22,421	9.2
E池	3,498	20,742	5.9
F池	3,023	5,005	1.7
G池	3,799	132,531	34.9
H池	5,201	42,169	8.1
I池	3,612	37,861	10.5
J池	3,229	21,810	6.8
K池	4,192	64,192	15.3
L池	6,706	8,869	1.3

RIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

60

60

5 B/C算定結果（3）



➤ 斜樋による事前放流（耐用年数50年）

名称	対策費用：C	便益：B	B/C
A池	10,000	26,067	2.6
B池	10,000	42,919	4.3
C池	10,000	40,197	4.0
D池	10,000	20,499	2.1
E池	10,000	16,866	1.7
F池	10,000	0	0.0
G池	10,000	12,117	12.1
H池	10,000	29,987	3.0
I池	10,000	34,616	3.5
J池	10,000	19,940	2.0
K池	10,000	58,690	5.9
L池	10,000	8,109	0.8

EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

61

61

5 B/C算定結果（4）



➤ 斜樋による事前放流（耐用年数100年）

名称	対策費用：C	便益：B	B/C
A池	20,000	29,325	1.5
B池	20,000	48,284	2.4
C池	20,000	45,221	2.3
D池	20,000	23,062	1.2
E池	20,000	22,034	1.1
F池	20,000	7,341	0.4
G池	20,000	13,631	6.8
H池	20,000	46,230	2.3
I池	20,000	38,943	1.9
J池	20,000	22,433	1.1
K池	20,000	66,026	3.3
L池	20,000	9,122	0.5

EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

62

62

5 B/Cに基づく対策工法の選定



名称	B/C			
	洪水吐改修	表面被覆工	斜樋による事前放流（耐用年数50年）	斜樋による事前放流（耐用年数100年）
A池	13.4	4.9	2.6	1.5
B池	14.0	18.6	4.3	2.4
C池	11.4	19.9	4.0	2.3
D池	2.5	9.2	2.1	1.2
E池	6.0	5.9	1.7	1.1
F池	2.2	1.7	0.0	0.4
G池	22.9	34.9	12.1	6.8
H池	57.1	8.1	3.0	2.3
I池	1.9	10.5	3.5	1.9
J池	22.0	6.8	2.0	1.1
K池	27.1	15.3	5.9	3.3
L池	2.6	1.3	0.8	0.5

EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

63

63

5 まとめ



- 代表的な豪雨に対する対策工法のB/cについて比較した結果、「洪水吐の改修」もしくは「表面被覆工法」のいずれかが費用対便益が高くなる
- 「斜樋による事前放流」は初期費用こそ発生しないものの、維持管理費のコストに対して対策効果が低いため、費用対便益が低くなる

EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

64

64

本日の内容



- (1) 自己紹介
- (2) ため池を取り巻く現状
- (3) 新たなリスク管理の考え方
- (4) 豪雨に対する被災確率算定の検証
- (5) B/Cに基づく対策工法の選定
- (6) 氾濫被害額プログラムの構築

EJEC-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

65

65

6 氾濫被害額の概念

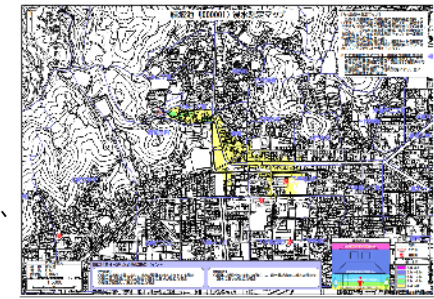


氾濫被害額とは…

- ▶ ため池**決壊に伴う貯留水の流出**により、下流域に存在する
公共施設、家屋、農地等の**公的・私的財産の損失被害額**

岡山県では…

- ① ため池ハザードマップの作成
全ての防災重点ため池に対し
て、**氾濫解析**を実施
- ② 氾濫被害額の算定
防災重点ため池に対して
個別の**簡易氾濫解析**を実施し、
決壊時の氾濫被害額を算定
(**農業被害を重視**)



ため池ハザードマップ例（岡山市HPより）

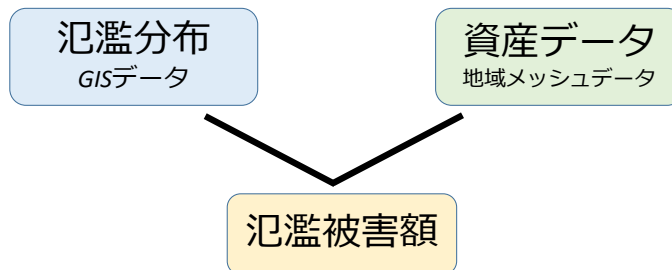
66

66

6 既存手法の課題



- ▶ 膨大な数のため池に対して、詳細な調査の元に被害額を算定するには**膨大な時間・コスト**がかかる
⇨ 一般公開されている地域毎の資産データを活用して、
既存の氾濫分布に対応した被害額を定義できないか？



EJEC-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

67

67

6 氾濫被害額算定プログラムの構築



- ▶ 氾濫分布データに対応する地域の資産データを自動設定し、**氾濫被害額を簡易的に算定するプログラムの構築**
⇨ 岡山県で実施済みの氾濫解析結果を活用し、精度を確認

氾濫分布 (GISデータ)

- ・ SIPOND、ため池DB等、既存ソフトにより解析可能⇨岡山県で実施済
- ・ 緯度・経度の座標値を持つGISデータ
- ・ 解析メッシュ毎の浸水深 (m) が定義

資産データ

- ・ 政府統計サイトe-stat等で一般公開
- ◆ 地域メッシュデータ
- ◆ 国勢調査資料
- ◆ 経済センサス調査資料など

EJEC-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

68

68

6 氾濫被害額の算定手順



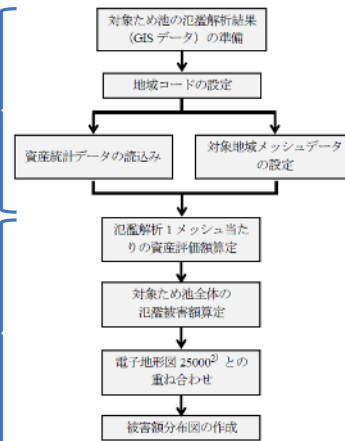
▶ 氾濫被害額の算定手順

① 基礎データの準備

ため池の氾濫範囲を包括する地域を特定し、被害額算定に用いる資産データを準備

② 氾濫被害額の算定

氾濫分布に基づき、GISデータ1メッシュあたりの被害額を積み上げ、地域全体の氾濫被害額を算定



69

69

6 氾濫被害額の算定手順



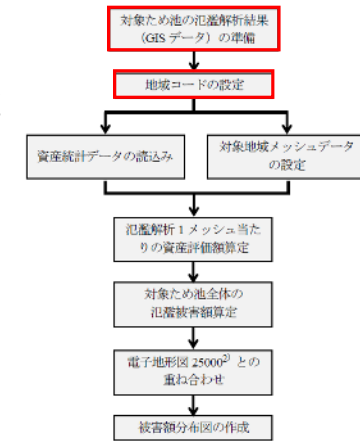
▶ 氾濫被害額の算定手順

・ ため池の氾濫解析結果の準備

対象ため池における既存の氾濫解析データを準備
(岡山県より全データを受領)

・ 地域コードの設定

被害額の算定に必要な統計データ抽出のため、対象地域コードを特定



70

70

6 氾濫被害額の算定手順



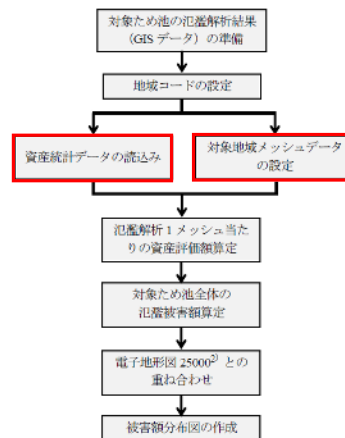
▶ 氾濫被害額の算定手順

・ 資産統計データの読み込み

特定した地域コードから、計算に必要な資産統計データを抽出

・ 対象地域メッシュデータの設定

資産統計データのベースとなるメッシュデータ (GISデータ) を設定



71

71

6 氾濫被害額の算定手順



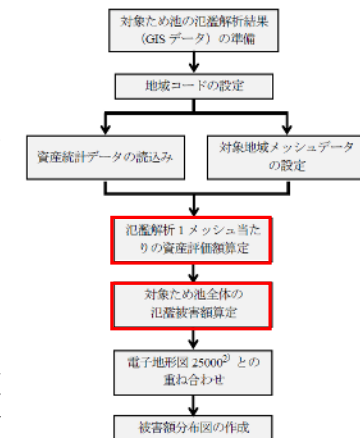
▶ 氾濫被害額の算定手順

・ 氾濫解析1メッシュあたりの資産評価額の算定

地域メッシュデータ上で定義された資産評価額を氾濫解析1メッシュあたりの評価額に換算

・ 対象ため池全体の被害額算定

上記評価額を解析範囲全体で足し合わせ、ため池の氾濫被害額として算定



72

72

6 氾濫被害額の定義



【参照基準】

- ・国土交通省「治水経済調査マニュアル（案）」
- ⇒施設氾濫により生じる資産被害額の算定方法が明記
- ⇒一般公開データから定義可能な項目について対象とする

【対象項目：おかやまモデル】

- 産業被害…家屋、家庭用品、事業所償却・在庫資産、事業所営業停止・応急対策費用、公共土木施設等被害
- 農業被害…農産物（米、大豆）、農地、農業用施設

EJEC-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

73

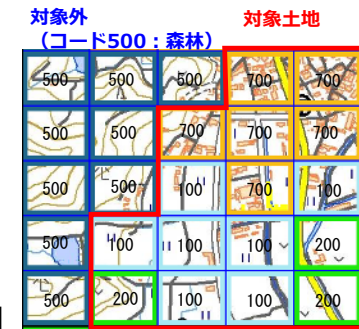
73

6 氾濫被害額の対象メッシュ



- ▶氾濫被害額の対象メッシュは、被害額を算定する項目に関連するメッシュを土地利用種別コードより判定する

- ①田：コード100
農産物（米）
- ②その他の農用地：コード200
農産物（米、大豆）
- ③建物用地：コード700
家屋、家庭用品、事業所償却・在庫資産、事業所営業停止・応急対策費用



EJEC-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

74

74

6 被害額の算定方法（例：家屋）



家屋

【算定方法】

家屋資産額 = 補正後家屋資産額 × 被害率（Cグループ）

・補正後家屋資産額

【算定方法】

床面積 × 都道府県別家屋1m²当たり評価額

↓
1住宅当たりの延べ面積を参照（統計データ）

都道府県	延べ面積 (m ²)	評価額 (円)
北海道	100	100
青森県	100	100
岩手県	100	100
宮城県	100	100
秋田県	100	100
山形県	100	100
福島県	100	100
茨城県	100	100
栃木県	100	100
群馬県	100	100
埼玉県	100	100
千葉県	100	100
東京都	100	100
神奈川県	100	100
新潟県	100	100
富山県	100	100
石川県	100	100
福井県	100	100
山梨県	100	100
長野県	100	100
岐阜県	100	100
静岡県	100	100
愛知県	100	100
三重県	100	100
滋賀県	100	100
京都府	100	100
大阪府	100	100
兵庫県	100	100
奈良県	100	100
和歌山県	100	100
徳島県	100	100
香川県	100	100
愛媛県	100	100
高知県	100	100
福岡県	100	100
佐賀県	100	100
大分県	100	100
熊本県	100	100
鹿児島県	100	100
沖縄県	100	100

EJEC-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

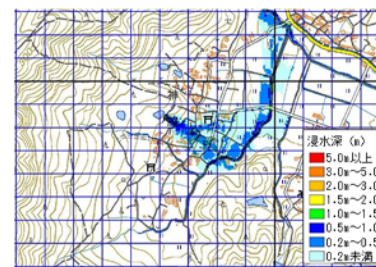
75

75

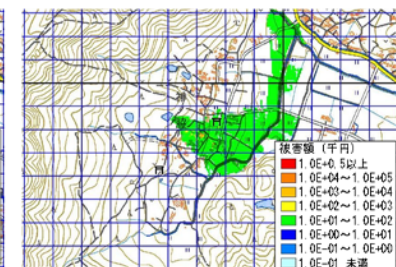
6 被害額分布図の出力



- ▶氾濫分布のGISデータを元に、メッシュ毎の被害額をコンター図として出力（電子地形図25000を利用）
- ⇒氾濫により被害が集中する地域を明瞭に可視化



氾濫分布図（例）



被害額分布図（例）

EJEC-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

76

76

6 被害額算定プログラムの精度検証



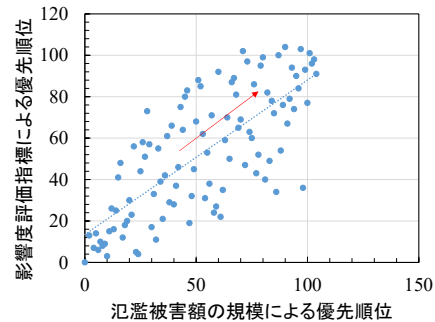
▶ 氾濫被害額の規模による優先順位と、県の基準※による判定結果の相関を比較（岡山県内防災重点ため池104箇所）

⇨ 両手法で相関係数 $R=0.7$ 以上の強い正の相関が確認

※影響度評価指標

ため池からの距離毎に
「家屋や公共施設等の有無」
「貯水量と浸水区域との距離
に応じた影響の大きさ」
を用いて求めた影響度

⇨ 人力で詳細に調査・検討



EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

77

77

6 まとめ



- ▶ ため池氾濫による被害額を算定する手法について、既存の氾濫解析結果を活用した簡易算定プログラムを構築した
- ▶ 上記プログラムを岡山県内のため池で適用した場合、被害額の規模から定義した対策優先順位は、詳細な調査に基づく判定結果と概ね整合した
- ▶ 被害額として計上した項目は任意で設定可能であり、利用者や社会的ニーズに応じて修正が必要

EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

78

78

本日のまとめ



結論

- ▶ ため池近傍で豪雨が発生した時には、越流破壊に対する性能不足が決壊の支配的な要因となる可能性が高い
- ▶ 被災リスクに基づく対策優先度評価により、豪雨に対する危険度と下流域への影響度が高いため池を評価できた

今後に向けて

- ▶ 浸透破壊に対する評価は未実施であるため、河川堤防に適用される照査方法等を応用した性能評価が必要
- ▶ 提案手法を膨大な数のため池に適用するため、被災確率を求める回帰式等の簡易的な被災確率算定手法の確立が必要

EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

79

79



ご清聴いただきありがとうございました

EIGHT-JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS INC.

80