

# 気候変動がため池堤体の安定性に与える影響の評価に関する事例検討 Case Study of Effect of Climate Change on the Stability of Irrigation Pond

眞木 陸\*, 吉迫 宏\*

MAKI Riku, YOSHISAKO Hiroshi

## 1. はじめに

本研究では気候変動に伴う降雨量の増加がため池堤体の安定性に及ぼす影響を明らかにすることを目的として兵庫県内のため池諸元から作成したモデルため池を対象に評価を行った。

## 2. 検討手法

本研究では兵庫県から提供を受けた耐震照査時のため池諸元データからモデルため池を作成し、そのモデルため池を対象に現在および将来の降雨を入力して浸透流解析および円弧すべり計算を行うことで、気候変動に伴う降雨量の増加が堤体の安定性に与える影響の評価を行った。モデルため池の基本的な諸元は、収集した諸元データの中央値とした。ただし、堤体の透水係数については、 $10^{-3} \sim 10^{-7} \text{cm/s}$  程度まで広く分布しており、また、降雨時の堤体内水位に大きく影響を及ぼす諸元であるため、4つの階級に分け、その階級値を採用することとした。作成したモデルため池の諸元を表1に示す。

入力降雨については、「土地改良計画基準「排水」」を参考にし、以下の手順で作成した。

- ① 200年確率の24時間雨量、48時間雨量、72時間雨量を算出する。
- ② 既往の3日連続降雨から上位20位を抽出し、日降雨パターンを分析し、生起頻度の高いものを入力降雨の日降雨パターンとして採用する。
- ③ 既往の3日連続降雨から、②で決定した日降雨パターンと近いものを選定し、①で算出した200年確率雨量となるように各日の雨量を引き伸ばす。

上記の手順に従い、現在および将来の入力降雨を作成した。入力降雨の作成には、現在降雨については、収集したため池に対応する地点のアメダス観測雨量データを用い、将来降雨については、d4PDF5km雨量データ（過去実験、 $2^{\circ}\text{C}$ 上昇実験、 $4^{\circ}\text{C}$ 上昇実験）から求めた変化倍率を用いた。また、本研究では、対象地点近傍の雨量データも用いる地域頻度解析を用いた。

表1 モデルため池諸元  
Model pond specifications

| モデルため池                       | 1                    | 2        | 3        | 4        |
|------------------------------|----------------------|----------|----------|----------|
| 堤高 (m)                       | 6.33                 |          |          |          |
| 天端幅 (m)                      | 3.7                  |          |          |          |
| 貯水位 (m)                      | 7.47                 |          |          |          |
| 法面勾配                         | 上流側 1:1.9, 下流側 1:1.7 |          |          |          |
| 粘着力 $c$ (kN/m <sup>2</sup> ) | 6                    |          |          |          |
| 内部摩擦角 $\phi$ (°)             | 27.7                 |          |          |          |
| 透水係数 $k$ (cm/s)              | 1.14E-06             | 1.47E-05 | 1.30E-04 | 6.18E-04 |

※浸透流解析では、貯水位に相当する水頭を上流側法面に固定水頭として与えた。浸透流解析および円弧すべり計算については、2D-FLOW（株）地層科学研究所）を使用した。

## 3. 検討結果

### 3.1 降雨特性の将来変化

200年確率雨量の将来変化倍率を表2に示す。200年確率雨量は気候変動の進行に伴って増加し、 $2^{\circ}\text{C}$ 上昇時には1.08倍～1.14倍、 $4^{\circ}\text{C}$ 上昇時には1.17倍～1.22倍となった。3日連続降雨の日降雨パターンの生起頻度を表3に示す。分析の結果、日降雨パターンの生起頻度は観測値と過去実験値ともに中央集中型、後方集中型が30%以上と比較的高く、その傾向はほぼ同様で

所属 \*農研機構 National Agriculture and Food Research Organization (NARO)

キーワード：ため池、気候変動、安定性

あり、再現性が確認できた。また、2℃上昇時、4℃上昇時も日降雨パターンは過去実験値とほぼ同様であり、本研究の対象地点およびその周辺における3日連続降雨の日降雨パターンについて、気候変動による将来変化は見られなかった。従って、本検討の範囲では、堤体の安定性に対する気候変動の影響を評価する際、日降雨パターンの将来変化を考慮する必要性は低いと考えられる。この結果から、影響評価には中央集中型および後方集中型の降雨を採用することとした。

### 3.2 堤体安定性の将来変化

得られた結果のうち、モデルため池4に対する4℃上昇時の影響評価の結果を示す。現在および4℃上昇時における中央集中型、後方集中型の入力降雨を受けた際の堤体安定性の経時変化を図1、2に示す。両者とも、降雨による堤体内水位の上昇に伴い、堤体の安全率が低下した。しかしながら、4℃上昇時の最小安全率は現在と比較して低下はしているものの、その差は小さい。これは、今回の検討では中央集中型降雨および後方集中型降雨を入力した場合のどちらも現在と4℃上昇時の堤体内ピーク水位の差が約10cmと堤高の約2%しかなく、堤体の安定性の差に影響を及ぼす程の水位差が生じなかったことが原因であると考えられる。

### 4. まとめ

本研究では、兵庫県内のため池諸元データから作成したモデルため池を対象に気候変動による降雨量の増加が堤体の安定性に対して与える影響の評価を行った。その結果、200年確率雨量は4℃上昇時には約1.2倍程度となるものの、堤体自身の安定性にはほとんど影響がないことが示された。しかしながら、本検討では気候変動の影響として、24時間以下の継続時間の雨量についての変化倍率は見込んでおらず、今後の検討では気候変動の影響の考慮の仕方を含めた入力降雨の設定方法についてより詳細に検討する必要がある。

謝辞

本報告は文部科学省統合的気候モデル高度化研究プログラム領域課題4 JPMXD0722678534の補助を受けたものである。また、モデルため池の作成にて使用した諸元データは兵庫県から提供を受けた。

参考文献) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 計画「排水」

表2 200年確率雨量の将来変化倍率  
Future change ratio for 200-year probable rainfall

| 継続時間 | 2℃上昇時変化倍率 | 4℃上昇時変化倍率 |
|------|-----------|-----------|
| 24時間 | 1.11      | 1.18      |
| 48時間 | 1.08      | 1.17      |
| 72時間 | 1.14      | 1.22      |

※変化倍率については、バイアス補正を行った上で算出した。

表3 3日連続降雨の日降雨パターン  
Daily rainfall pattern of 3 consecutive days of rain

|      | 前方集中  | 中央集中  | 後方集中  |
|------|-------|-------|-------|
| 観測雨量 | 25.7% | 36.4% | 37.9% |
| 過去実験 | 24.8% | 43.2% | 32.1% |
| 2℃上昇 | 25.6% | 41.7% | 32.7% |
| 4℃上昇 | 26.3% | 43.2% | 30.5% |

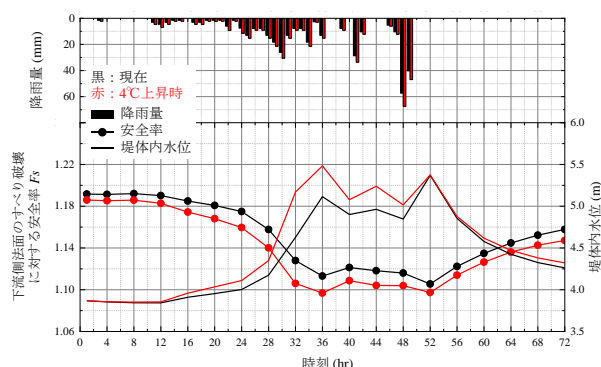


図1 中央集中型降雨入力時における安全率の経時変化  
Safety factor for center-concentrated rainfall inputs

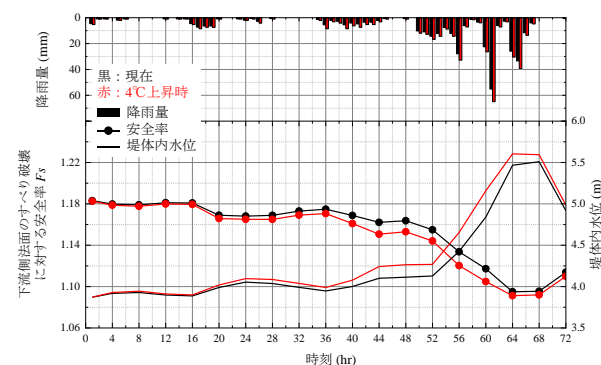


図2 後方集中型降雨入力時における安全率の経時変化  
Safety factor for back-concentrated rainfall inputs