

## ため池における管理負担を低減した低水位管理方法の提案

福嶋陸斗・前田菜緒・米山玲緒・高橋侑希・田畑陽彩・林晃太郎  
 (兵庫県立加古川東高等学校 自然科学部地学班)

### はじめに

近年、総農家数の減少による農業用としてのため池使用の減少(図1)や堤体(図2)の老朽化による決壊の可能性の指摘を背景に、ため池の潰廃が増加している。しかし、ため池には、農業用水の確保以外にも大雨の際に表流水を貯留する洪水調節機能や生物の生息地など様々な役割があり、ため池の潰廃とともに、洪水調節機能や多様な生態系が失われつつある。そこで本研究では、農業使用外ため池で防災や生態系の保全などの機能を活かした、ため池の埋め立てに代わる新たな利用法としてため池の低水位管理を提案する。本研究では、筆者らの学校から近い農業使用外ため池である、兵庫県加古川市東部に位置する源太池を研究対象とした(図3)。源太池は水路を経て上流と下流のため池とつながっており、雨の少ない夏にもため池への流入が確認されたことから、常に水が出入りしていることが分かっている。

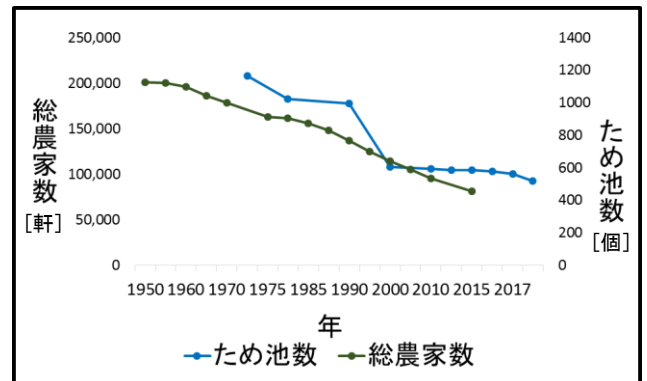


図1 兵庫県の総農家数と東播磨のため池数の推移<sup>1)</sup>

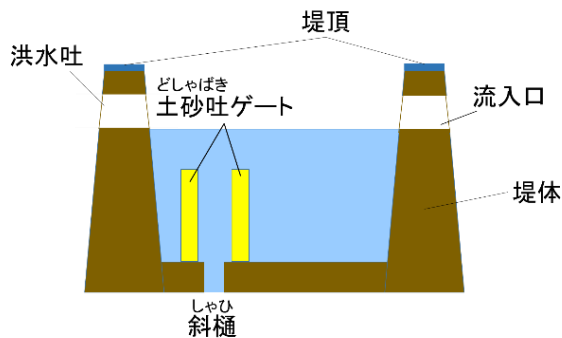


図2 ため池の構造



兵庫県加古川市平岡町

図3 源太池の位置

### キーワード

洪水調節容量: 降雨時に雨水を貯めることでため池の洪水調節をおこなうための容量のこと。満水位面積に、水面から洪水吐までの高さをかけることで求められる(図4)。

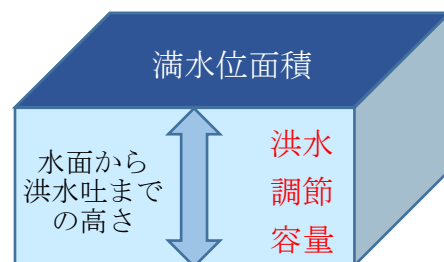


図4 洪水調節容量

### 検証 1

検証 1 では源太池での現地調査をおこない、ため池の新たな管理方法低を提案する。源太池での現地調査で標高を測定し、図 5 の赤の実線で示される断面図を作成した。(図 6) ここで、低水位管理としてため池の水位を 0.5 [m] 下げることが提案する。(図 7) 現在の源太池は満水状態、つまり洪水調節容量が 0 [m<sup>3</sup>] であるが、低水位管理をおこなった際、源太池の洪水調節容量は約 1500 [m<sup>3</sup>] に増加することがわかった。この値は源太池の総貯水量の 75% に相当する多大な量である。

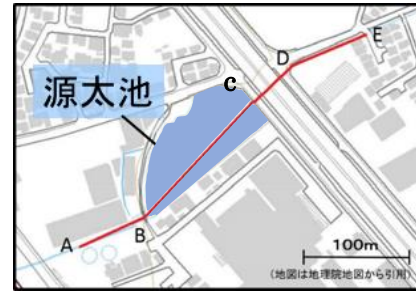


図 5 断面図作成箇所

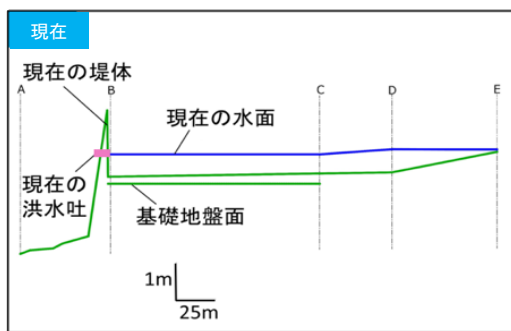


図 6 源太池の現状の断面図

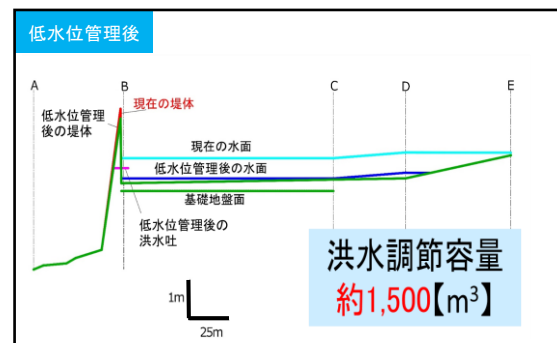


図 7 源太池の低水位管理後の断面図

また、ため池の決壊防止策として、洪水吐と堤頂を 0.25 [m] 下げることが提案する。洪水吐を下げるとため池に貯まる水の量が減り、水圧が低くなるため安全になる。また、堤頂を下げるにより堤頂の幅が広くなり、かつ堤体が低くなるため、安全になると考えた。

### 検証 2

検証 2 では低水位管理による洪水調節容量の増加がどれほど洪水防止に貢献するのかを検証した。加藤<sup>(2)</sup>の研究をもとに、図 8 に示す式を用いて雨が降った際の放流量の推移を求め、低水位管理前後で比較した。なお解析対象として、フィールドワークをおこなった日の付近で最大降水強度 40mm/h という激しい雨を観測した 2018 年 7 月 29 日の降雨を用いた。

$$\frac{S_{t+\Delta t} - S_t}{\Delta t} = \frac{I_{t+\Delta t} + I_t}{2} - \frac{O_{t+\Delta t} + O_t}{2} \quad S = Ah \quad \text{堰の公式} : O = CBh'^{\frac{3}{2}}$$

A: 満水位面積 [m<sup>2</sup>]    h: 水位 [m]    t: 時間 [s]    S: 貯水容量 [m<sup>3</sup>]    I: 流入量 [m<sup>3</sup>/s]  
 O: 放流量 [m<sup>3</sup>/s]    C: 流入係数    B: 洪水吐幅 [m]    h': 洪水吐から水面までの高さ

図 8 放流量の計算に用いる式(加藤<sup>(2)</sup>)

結果を図9に示す。オレンジ色の線で表される低水位管理後の最大放流量のピークは、現状の最大放流量と比較して約20%低下することがわかった。洪水調節容量が増加し、また最大放流量が減少したことから、ため池の低水位管理は防災的観点で有効であるといえる。

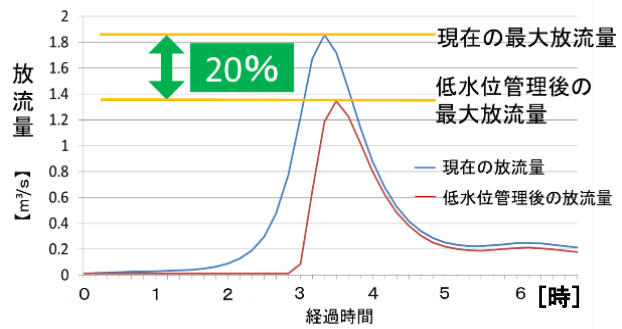


図9 放流量の推移

### 検証3

検証3では具体的な低水位管理方法として、ため池の底にある取水施設である斜樋と、それを囲う土砂吐ゲートの利用を提案する。(図10)しかし、現在の土砂吐ゲートは水面近くまでの高さがあり、現状のまま低水位管理をおこなおうとしても土砂吐ゲートまでしか水位が下がらないため、低水位管理をおこなうことができない。かといって、土砂吐ゲートを完全に取除くと、水が全て抜けきってしまう。そこで、土砂吐ゲートの上面の高さを低水位管理をおこなう際の水面の高さまで下げることで、常に斜樋を開けたままの状態でも、容易な低水位管理が可能になるという仮説を立て、検証をおこなった(図11)。



図10 斜樋(左)と土砂吐ゲート(右)

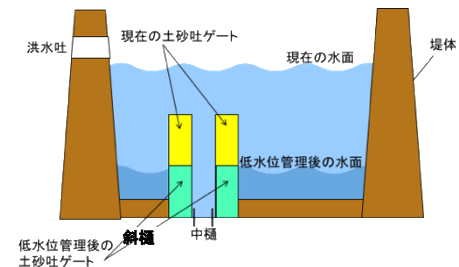


図11 斜樋と土砂吐ゲートの活用

まず、平常時のため池への流入量と斜樋からの放流量を求めた。流入量は現地調査の結果から  $5.2 \times 10^{-3}$  [m<sup>3</sup>/s] という値を算出した。斜樋からの放流量は斜樋と同じ大きさの穴をバケツに開けて斜樋の模型を作り、その穴から水を抜く模型実験(図12)を行って求めた。値は  $1.2 \times 10^{-2}$  [m<sup>3</sup>/s] であり、平常時は流入量より斜樋からの放流量のほうが多いため低水位管理が可能になると分かった。また、降雨時は放流量が流入量よりも小さく、水はため池に貯留されるため、検証1で求めたように最大放流量が減少することにより、洪水調節機能をもつと考えられる。以上よりこの斜樋と土砂吐ゲートを用いた管理方法は防災的観点で実際に有効であることがわかった。現在斜樋は手動で操作をおこなっているため、今回提案した常に斜樋を開けたままの方法では管理負担を大きく減らすことができる。



図12 模型実験の様子

さらに、ため池を担当する兵庫県東播磨県民局の方と協議を行った結果、土砂吐ゲートを下げる工事は簡単にできることが分かっている。

#### 検証4

検証4では、姫路市立手柄山温室植物園と協議を重ね、低水位管理をおこなった際の生態系への影響を考察した。上流のため池からの流入と斜樋からの放流が常にあるため、低水位管理を行うと、ため池の水は常に全体的に循環すると考えられる。



図13 新仏池

低水位管理による懸念点の1つ目として、悪臭やボウフラの発生が挙げられるが、水位を低く保つことで水中の酸素濃度が増加し、悪臭の原因である嫌気性微生物の活動が抑制されるため、ため池を低水位の状態にしても悪臭は発生しないことがわかった。実際に水位が20cm程度と低いため池である新仏池(図13)では悪臭はなかった。また、ボウフラの発生原因は水が停滞することであるが、我々の提案する管理方法では斜樋からの放流により水は循環するため、ボウフラも大量発生しない。

また、懸念点の2つ目として、現在の生態系に悪影響が及ぶことが考えられる。しかし現地調査の結果、現在源太池にはジュズダマやオギなどの植物やアオモンイトトンボなどの水中昆虫が生息していることが分かった。これらは浅瀬を好むため、低水位管理は現在の生態系に悪影響を与えることはないといえる。また、ため池の埋め立てには客土といって地域外の土を用いるため、外来種の侵入によりため池の生態系が破壊されてしまう。しかし、我々の提案する低水位管理方法では、そのようなことも起こり得ない。よってため池の低水位管理は、埋め立てと比較しても生態系保護の面において有効であるといえる。

#### 結論

ため池の低水位管理は防災的観点および生態系保護の観点から有効であり、かつ今までよりも簡単に管理ができることを示した。よってこの低水位管理を行うことにより、ため池の廃止や埋め立てを防ぐことができる。

#### 今後の課題

ほかのため池でも洪水調節容量の変化を検証すること。生態系の考察を深めること。堤体と洪水吐の上げる高さをより詳細に検討すること。

#### 参考文献

- 1) 兵庫県. “農業 専兼業別農家数”. 兵庫県統計書 累計データ
- 2) 加藤敬. 農業用ため池の洪水低減機能に関する水文・水理学的研究. 農業工学研究所報告. 2005, no. 44, p. 1-22.
- 3) 加藤敬. 佐藤政良. 大阪府松沢池における洪水低減機能とその確率評価—ため池の洪水低減機能の評価—. 農業土木学会論文集. 2002, vol. 2002, no. 222, p. 637-644.
- 4) 加古川市役所下水道課より提供の流域下水道計画区域図等