

# 建設技術センター

## だより

平成30年度  
January 2019

第2号



下水道の日PRイベント(岩木川浄化センター)

## P1 十三湖におけるシジミの大量へい死

青森県建設技術センター技術顧問

八戸工業大学大学院 教授 佐々木 幹夫

P4 下水汚泥の処理について

P7 土木関係職員研修助成金



# 十三湖におけるシジミの大量へい死

青森県建設技術センター技術顧問  
八戸工業大学大学院 教授

佐々木 幹夫

## 1. 緒言

十三湖はシジミの生産地として知られており、そこでの漁獲量は全国でも3番目以内に入っており、2013年には全国1位の水揚げ量となっている。漁獲量は種々の要因が絡み年変動している。2015年9月にシジミの大量へい死が漁師より報告されている。本研究ではこの大量へい死について検討してみることにする。

ヤマトシジミは汽水湖で生息する生き物であるため生息場の水環境は海水と淡水が程よく混じり合っている必要がある。塩分が濃すぎても薄すぎてもシジミにはストレスとなり、それが長引けば閉じて呼吸しないまま死に至る。大量へい死に関連している因子は高濃度の塩分、低濃度の塩分、水温の高温状態等これらが長期間続いた場合にシジミはへい死する。島根県宍道湖では2007年7月に大雨にあい大量の淡水が流入したため低濃度の塩分が続いたことによりシジミが大量へい死している。しかし、十三湖では洪水があっても海水は比較的早い時期に入ってくるので低塩分の状態が2週間以上続くことはない。したがって、十三湖では、むしろ高塩分状態が長期化することが考えられるので海水の遡上状況を明らかにすることが重要といえる。本研究の最終目的は、湖における汽水環境特性を明らかにすることであるが、ここでは前述のようにシジミの大量へい死の原因を探るため、遡上塩水の現地観測を行い、遡上している塩水の鉛直構造を検討してみる。



図1 塩分予測地点

## 2. 十三湖の概要と塩分予測地点

十三湖は岩木川の河口に位置し、岩木川は十三湖を通り湖口から日本海に流れている。十三湖の湖口を現地では水戸口と呼んでおり、水戸口への導流堤建設が始まったのが大正15年であり、完成は昭和21年である。この導流堤建設により、湖には定期的に海水が遡上するようになり、湖内の汽水湖環境は河口閉塞時の湖に比べると安定するようになってきている。湖に生息するシジミも自然産卵、自然繁殖するようになり、シジミは安定して獲れるようになってきている。しかし、前述のように漁獲量は年変動を繰り返しており、汽水環境のどの変化がシジミ漁に影響を与えているかについては未だに未解明といえる。

塩分の予測地点を図1に示すように湖中央やや湖口付近にとる。ここでの塩分予測の精度を確認するために現地観測を行った。





写真1 流向流速計の固定状況



写真2 塩分水温計の設置状況

観測は自記式の塩分計、流向流速計を用いて、7月中旬から9月中旬にかけて行った。観測地点(図1▼印)に流向流速計、塩分計を設置した。写真1に流向流速計と塩分計の固定状況を示す。流向流速計は底面から57cmの位置に設置した。設置は観測地点に船で行き船上よりロープに固定した塩分計を鉄パイプに縛り付けて固定した。写真2は計測器の設置状況を示す。塩分計の位置は湖の底より約15日間隔で30cm、60cm、90cm、120cmの位置に設置した。

### 3. 塩水の遡上状況

塩水の動きは塩分濃度の変化で推定される。塩分濃度はSasaki, Tanaka & Umeda(2017)によれば以下のように与えられる。すなわち、海から湖への流れを逆流、湖から海への流れを順流とすると、鉛直方向に分割した各層の塩分濃度 $c$ は分割した $k$ 番目の水平層内において次式(1)および(2)で与えられる。

$$c_k = (C_{maxk} - C_{mink}) \exp\{-\alpha_1(\xi + \xi_0)\} + C_{mink} \quad u_k < 0 \quad \text{逆流時} \quad (1)$$

$$c_k = C_{pk} \exp(-\alpha_1 \xi) + C_{mink} \quad u_k > 0 \quad \text{順流時} \quad (2)$$

$$\xi_k = \beta_{1k} \int_0^t |u_{1k}| dt / \ell_0 + \frac{\beta_{2k} x_k}{\ell_0} + \ell_{01k} / \ell_0 \quad (3)$$

ここに、式(1)における $\xi_0$ は順流から逆流への転流時( $\xi=0$ )の塩分濃度与える値、式(2)における $C_{pk}$ は逆流から順流への転流時の塩分濃度、式(3)における $t$ 、および $x$ は時間、および流路に沿う陸から海へ向かって取られた座標、 $u_k$ は流速、 $\ell_0$ は場の代表的な長さであり、ここでは $\ell_0=3600\text{m}$ としており、 $\beta_1$ および $\beta_2$ は任意の定数であり、逆流時に $\beta_1=1$ 、 $\beta_2=3$ 、順流時に $\beta_1=1$ 、 $\beta_2=-3$ 、 $\ell_{01}$ は逆流開始時の塩水フロントの位置に相当する距離である。原点を予測地点に置けば常に $x=0$ のため定数 $\beta_2$ は特別に考える必要はない。

図2に2015年7月における湖の中央付近における塩分予測(計算値)を示した。定数 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、および $\ell_{01}$ の値は観測値との比較で確認した値を用いている(図示省略)。図2より、底面近くでは、5日ごろに10psuまで塩分が淡くなったときがみられるが、ほとんどは20psuの濃度となっており、塩分の濃い日が続いており、完全に淡水化されることはなかったことがわかる。また、上層では、5psu前後の塩分濃度の日が続いており、淡水との混合がみられ、完全に淡水化されるまでには至っていないことがわかる。

図3に2015年8月の塩分濃度を示した。図より、底面近くでは、3日頃までには6psuまで塩分が下がり淡くなったときがみられシジミの呼吸可能な状態が生じているが、それ以降ほとんどは19psuの濃度となっており、塩分の濃い



日が続いており、完全に淡水化されることはなくシジミが呼吸できない状態が25日以上続いていることがわかる。また、上層では、0~12psuの塩分濃度の日が繰り返されており、淡水との混合がみられる。

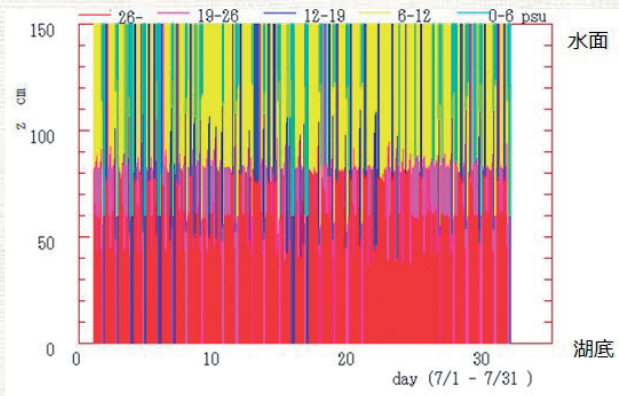


図2 塩分の予測 2015年7月

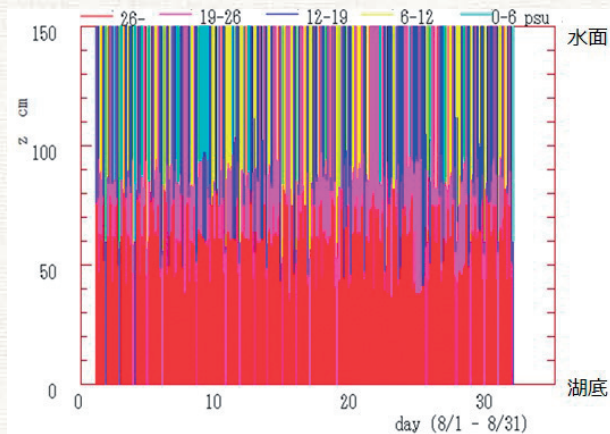


図3 2015年8月の塩分濃度

#### 4. 結論

湖に自記式の水溫・塩分計と流向・流速計を設置し、現地観測を実施し、塩分予測に必要な係数の確認を行い、Sasaki, Tanaka & Umeda (2017) による理論解を用いて遡上塩水の鉛直構造を調べた結果、以下のことがわかった。

- (1) 逆流の規模は小さいが、塩分濃度の変化が大規模であり、逆流の大きさと塩分の変化は対応していない場合もあった。
- (2) 塩分濃度はSasaki, Tanaka & Umedaの式を用いて、 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、および $l_{01}$ の値を見出すことで予測することが可能となった。
- (3) Sasaki, Tanaka & Umedaの式を使用することで、遡上塩水塊の挙動を判断することが可能となった。
- (4) 2015年8月には海水の遡上が長く続きシジミがへい死する塩分状態にあった。すなわち、2015年9月の十三湖におけるシジミ大量へい死の原因は底面付近の塩分が19psuを超える高濃度で続き、それが1か月近くに及んだことによるものと考えられる。

#### 〈参考文献〉

1. Mikio Sasaki, Hitoshi Tanaka and Makoto Umeda; Characteristics of Salt Water Movement in Iwaki River Mouth, Japan, Journal of Earth Science and Engineering, Vol.7, No.1, 2017, pp.10-19.

さ さ き                      み き お

## 佐々木 幹夫 プロフィール

---

学 位	工学博士
所属・職名	八戸工業大学大学院・教授
最終学歴	北海道大学大学院
生年月日	1949年4月10日
出身地	秋田県由利本荘市
研究領域	水工学、自然災害科学



# 下水汚泥の処理について

下水の浄化は、下水から汚れを取り除くことで水をきれいにしてますが、この取り除かれた汚れは、そのままでは膨大な量となり処分や運搬、処理などの費用が高額となったり、処分場が確保出来ないなどの問題が発生します。

このため、濃縮や脱水といった処理を行う汚泥処理という工程が必要となる訳ですが、今回はこの汚泥処理工程について説明したいと思います。

## 1. 汚泥について

汚泥には、最初沈殿池でゆっくり下水を流すことにより汚れが沈殿し底に溜まる生汚泥と、エアレーションタンクで微生物に取り込まれ発生する余剰汚泥があります。

流入する下水の汚れ具合によって異なりますが、大雑把にまとめると10,000m<sup>3</sup>の下水から、濃度2%の生汚泥100m<sup>3</sup>と濃度0.6%の余剰汚泥150m<sup>3</sup>、合計で250m<sup>3</sup>の汚泥が発生します。

この濃度2%と0.6%は、固形物の濃度を表しており、残りの98%と99.4%の殆どが水分となります。

また250m<sup>3</sup>という量は、ドラム缶に例えると1,250本分、10tダンプで25台分となり、膨大な量であることが解ると思います。

ちなみに1日あたり80,000m<sup>3</sup>程度流入する岩木川流域下水道の浄化センターでは、単純計算でドラム缶10,000本分、10tダンプで200台分の汚泥が発生することになります。

## 2. 汚泥濃縮工程について

汚泥は最終的には脱水され、その後に資源化や埋立処分されるか焼却処理となりますが、先にも述べたとおり、水分を除き量を減らすことが重要となります。

一方で脱水は、投入する汚泥濃度が濃いほどに脱水性が向上し効率が良くなることから、濃縮という工程を経て送られることとなります。

### 1) 生汚泥の濃縮

生汚泥は、そもそも最初沈殿池で沈んだ泥で比重が大きく沈降性が良いため、一般的には重力濃縮といわれる方法で濃縮されます。

この重力濃縮は、およそ12時間程度の滞留時間で重力沈降により濃縮するもので、この濃縮により2%だった生汚泥は3%に濃縮され、量も100m<sup>3</sup>から約66m<sup>3</sup>まで減量されます。

### 2) 余剰汚泥

余剰汚泥は、最初沈殿池で沈まなかった汚れを由来とするため、比重が小さく重力濃縮での濃縮に適しません。

小規模の処理場では、比重の大きい生汚泥と混合して重力濃縮を行う場合もありますが、一般的には強制的に濃縮を行う機械濃縮が行われます。

この機械濃縮には、1,000Gほどの遠心力を加え水と分離させる遠心濃縮や薬品と微細空気を汚泥



に含ませ浮力で水と分離させる浮上濃縮、薬品で汚泥を凝集しベルトの上で水切りを行うベルト濃縮などの濃縮があります。

これらの機械濃縮により0.6%だった余剰汚泥は4%に濃縮され、量も150m<sup>3</sup>から約22m<sup>3</sup>まで減量されます。



遠心濃縮機



ベルト濃縮機

### 3. 汚泥脱水工程について

濃縮を経た後の汚泥ではありますが、それでも濃度は3.3%と水分量が多く、量もまだ88m<sup>3</sup>あります。

このままでは、資源化や埋立処分、焼却処理には適さないことから、脱水工程に送りさらに水分量を減らします。

汚泥脱水機には、スクリーン状の筒で圧搾し脱水するスクリープレス脱水機や最大2,000Gほどの遠心力を加え水と分離させる遠心脱水機、円板型のフィルターで挟み圧搾し脱水する回転加圧脱水機、2枚のベルトで挟み圧搾し脱水するベルトプレス脱水機などがあります。

これらの脱水により汚泥は、含水率80%の約14m<sup>3</sup>の汚泥となります。

実際には、水分が少ないほど処理や処分費用が抑えられますので、出来るだけ水分量を減らす努力がされているところです。



スクリープレス脱水機



ベルトプレス脱水機



#### 4. 焼却処理等について

濃縮や脱水を経て、汚泥は当初の5～6%程度まで減量しておりますが、産廃の処分費が高額となる場合や量が多すぎて受入先の確保が困難となる場合は、さらなる減量化処理が必要となります。

その減量化には、汚泥を乾燥させ燃料化する方法や汚泥を焼却する方法、高温で熔融固化する方法がありますが、その選択には発生物の利用環境とコストの妥当性が重要となります。

ちなみに14m<sup>3</sup>の汚泥(15t程度)を焼却した場合に発生する灰の量は約0.8tで、当初の汚泥量と比べると0.3%程度まで減らすことができます。



汚泥焼却施設

このように汚泥は、下水の処理に伴い発生する厄介なものですが、最近では機械の進歩もあり、処理効率はどんどん向上しております。

また資源活用の選択肢も増えており、条件次第ではありますが可能性は益々広まっている状況です。

今後の処理技術の向上に一層期待するところです。

青森県建設技術センター 下水道部



未来をみつめ地域の発展に貢献してまいります



# 土木関係職員研修助成金

～ 技術力向上を図る国内研修への参加を支援します ～

## 申込受付

平成31年度分は、平成31年3月1日から受け付けます。  
なお、交付予定額に達した場合には受け付けを締め切ることがあります。

## 助成対象

県・市町村の土木関係職員が、職務に関する技術力の向上を図るため、国内研修に参加する場合で所属機関が公務出張と認める場合が対象です。(土木関係以外の研修は対象外とします。)  
対象とする土木関係職員とは、技術職員に限らず事業に携わっている職員とします。

## 助成内容(金額)

研修参加に要する研修経費(受講料・テキスト代等)及び所属機関の規程により算出される旅費(交通費・宿泊費等)を全額助成します。

## 対象研修機関

- (1) 国土交通大学校
- (2) 地方共同法人日本下水道事業団
- (3) 一般社団法人全日本建設技術協会
- (4) 一般財団法人全国建設研修センター
- (5) その他当センター理事長が適当と認めるもの

## 申請手続

各研修機関の研修計画を参考に申請は早めをお願いします。  
研修の詳細が未定のときでも申請できます。(添付書類は後日提出)  
ただし、公務出張が認められることの確認は必要です。

## 市町村分交付実績(平成26年度～平成29年度)

公 所	交付数	公 所	交付数	公 所	交付数	公 所	交付数	公 所	交付数	公 所	交付数
弘 前 市	3	十和田市	4	つがる市	2	深 浦 町	3	東 北 町	1	東 通 村	2
八 戸 市	1	三 沢 市	2	平 川 市	1	藤 崎 町	2	六ヶ所村	2	三 戸 町	2
黒 石 市	2	む つ 市	13	今 別 町	1	野 辺 地 町	1	おいらせ町	2	南 部 町	2
										合 計	46

## お問合せ

公益財団法人青森県建設技術センター 総務部経営企画課 電話:017-777-6545