

TSchecker

《 ティーエスチェッカー 》

概要解説 ver2.5.4

(2025 年 3 月改訂)

開発元 : 株式会社 小川環境研究所

〒251-0055 神奈川県藤沢市南藤沢 1 7 - 6
フォーラムビル 1 0 1

Tel 0466-24-6382

URL <https://www.ogawa-eri.co.jp>

1. はじめに

◎活性汚泥運転に必要なこと

生産プロセスにおいては、コンピュータ技術により、制御技術・管理技術が著しく向上している。生産プロセスのなかで、最も遅れをとっているのが廃水处理プロセスといつてよい。なかでも微生物による廃水处理、その代表プロセスである活性汚泥処理においては、いまだに運転管理を経験と勘に頼っている現状がある。

例えば、廃水处理の現場では、結構日常的におきる“原水の BOD 負荷が低いのに処理水が悪い”という現象さえ、キチンと説明できない状況がある。このことは、従来行われている活性汚泥の運転管理における測定データだけでは決定的に不足している項目があるということを示している。その項目は、

- ①微生物の活性
- ②原水の BOD 濃度と分解性

です。

活性汚泥は立派な微生物反応装置であり、反応速度（微生物の活性×原水の分解性）を管理するのは当然であるが、簡便な測定装置がないため、いつの間にか、測定しない状態が当たり前になっている。しかしながら、反応速度を知らなければ定量的な管理ができず、オペレータの経験と勘に頼ることにならざるを得ない。

TS シリーズ (TSanalyzer、TSchecker) はまさにこのニーズに応える新しい手段です。

(TS シリーズの基本となる測定・解析法は (株) 小川環境研究所の特許です)

◎TSchecker は活性汚泥の運転管理用の測定・解析装置です。

TSchecker は活性汚泥の運転に必要不可欠なデータを測定・解析する分析機器です。

操作は、コンピュータによる自動制御なので、熟練や手間が不要です。

TS チェッカーには

- ①活性汚泥の状態管理を定量的に評価できる。
 - 基準液分解速度→汚泥の活性を評価
 - 原水の分解速度・分解量→原水の分解性や性状変化を把握
 - 付帯する解析機能により、活性変化による具体的な影響を数値化できる
- ②試料廃液の簡易阻害性判定ができる。
 - 活性汚泥に対する急性毒性を概略把握できる
- ③活性汚泥の処理水 BOD (COD) を測定管理できる。

などの測定・解析機能が備わっており、TSchecker を活用することで、運転管理技術が格段に向上します。

2. 装置構成

TSchecker はパソコンと DO 計と測定装置から構成。測定装置はアクリル曝気容器（曝気槽と測定槽）、ポンプ、電磁弁等の機器類と温度コントローラを備えた制御盤から構成。曝気容器に活性汚泥混合液を 1000mL チャージし、TSchecker の曝気装置で制御された状態で曝気を行い、混合液の DO 変化および試料添加後の DO 変化から、コンピュータで試料の BOD や分解速度を計算出力する。

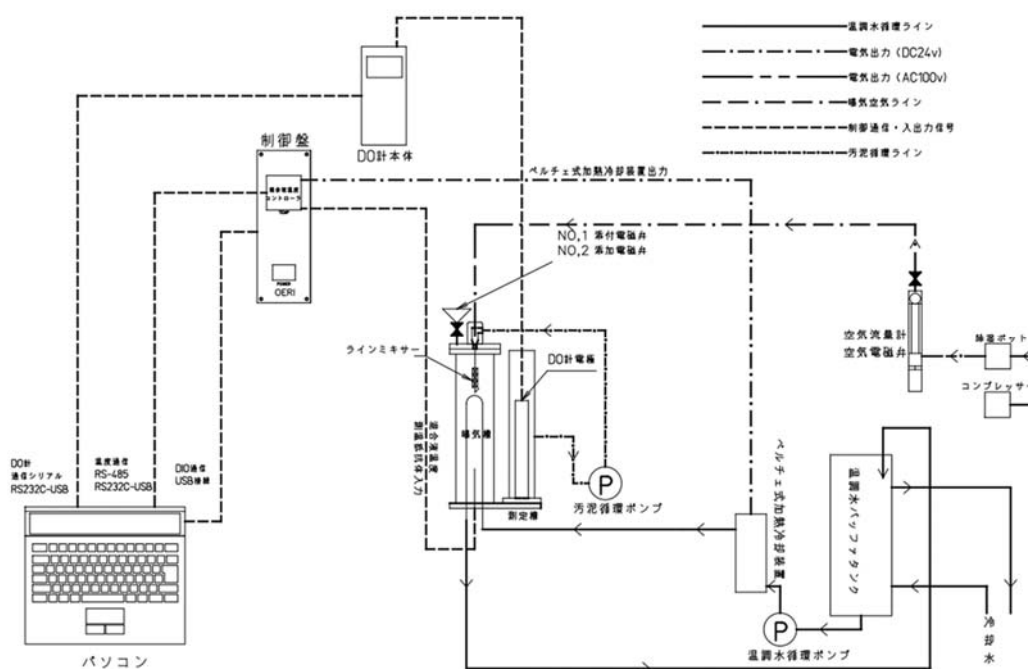
図 1 に装置の全景写真を示します。

図 1：装置全景写真



図 2 に装置のフローシートを示します。

図 2 : フローシート

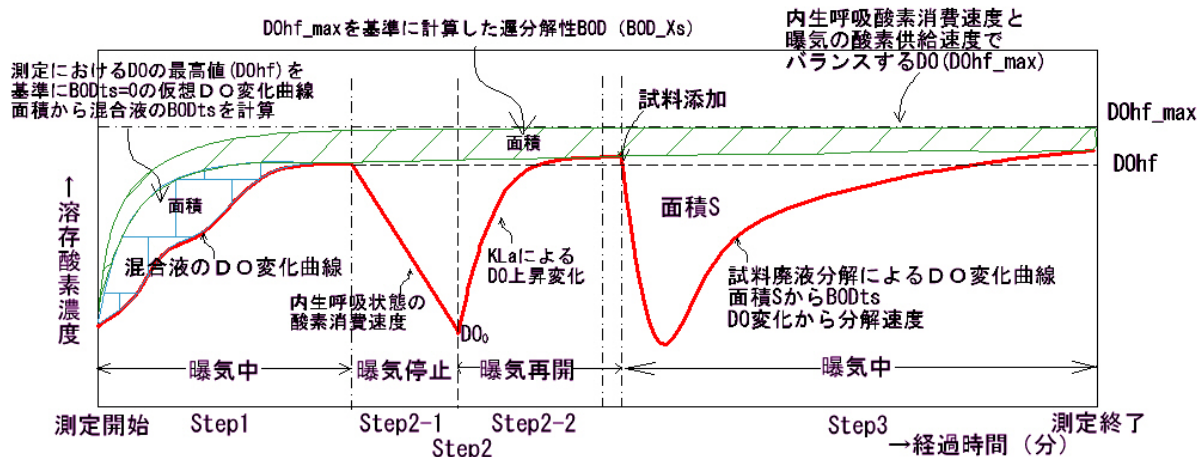


◎測定基本パターン

図 3 に TSchecker での測定における DO 変化の基本パターンを示します。

各 Step の切替や機器操作はコンピュータが設定値に基づき判断し、曝気装置や添加電磁弁等を自動操作し、結果を表示します。

図 3：TSchecker の測定基本パターン



Step1：TSchecker にいた活性汚泥混合液を $BOD \approx 0$ （内生呼吸状態）まで曝気して DOhf（汚泥の
内生呼吸による酸素消費速度と曝気による酸素供給速度がバランスする DO 値）を取得する。

Step2-1：曝気を停止し、DO が低下する変化から、内生呼吸時の酸素消費速度（ASact）を測定

Step2-2：DO₀ から曝気を再開し、曝気の効率（KLα・・・物質移動係数）の値を取得。

Step3：DO が DOhf まで戻ったら、試料廃液を添加し、DO 変化曲線を測定する。

DO 変化曲線と DOhf で囲まれた面積 $S \times KL\alpha$ から試料廃液の酸素消費量（BODts）を測定。

DOhf 値と DO 変化曲線との乖離幅から試料廃液の分解速度（酸素消費速度）を計算する。

Step3 で添加する試料を基準液 TypeF→原水→硝化活性基準液 TypeG にすることで
汚泥の活性（基準液の分解速度）、原水の分解速度と分解量、硝化活性
を評価できます。

基準液 TypeF：活性汚泥の微生物が容易に分解できる成分・組成一定の BOD 液

硝化活性基準液 TypeG：活性汚泥の硝化菌が容易に分解できる成分・組成一定の溶液

また、曝気槽出口で採取した活性汚泥混合液で測定する場合は、Step1 の DO の上昇の変
化および測定終了までの DO 変化から、処理水 BOD（＝易分解性 BOD＋遅分解性 BOD：
易分解性 BOD：図 3 の空色の格子模様部分の面積 $\times KL\alpha$ 、遅分解性 BOD：図 3 の緑色
の斜線部分の面積 $\times KL\alpha$ ）が推定できます。

**TSchecker は、上記のように曝気しながら測定していくことが最大の特徴で、切れ目の
ないスムーズな DO の変化を測定できることで、いろいろな解析が可能になります。**

3. 測定原理

(3-1) 曝気槽内で消費される酸素量と BOD 除去のメカニズム

活性汚泥の教科書（「公害防止の技術と法規」水質編…監修 通産省環境立地局）には、活性汚泥に必要な空気量（酸素量）の計算式は以下のように記述されています。

$$X = a \cdot L_r + b \cdot S_a \quad \cdots (A) \text{ 式}$$

X : 必要酸素量[kg/d]、 L_r : 除去 BOD 量[kg/d]、 S_a : エアレーションタンク内汚泥量[kg]

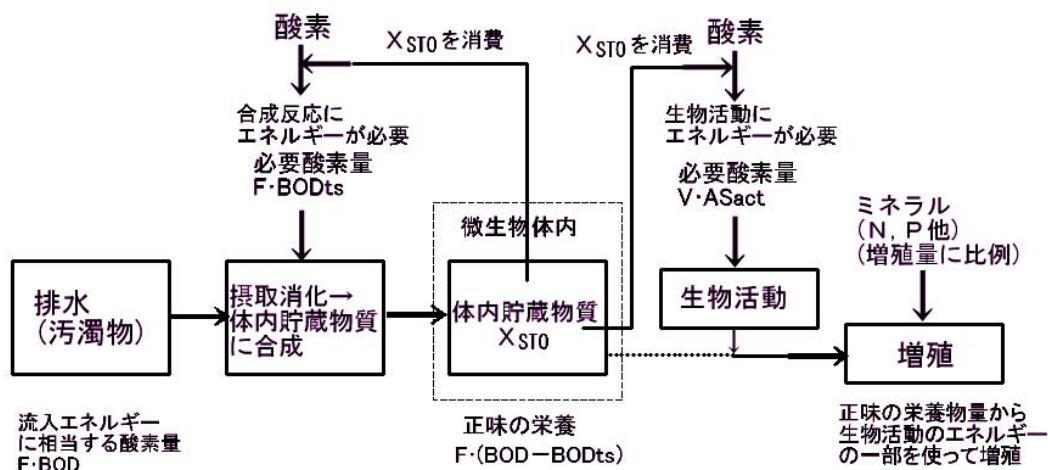
a : 除去 BOD のうちエネルギー獲得のため利用される割合 0.35～0.55

b : 汚泥の内生呼吸に利用される割合[1/d] 0.05～0.24

$a \cdot L_r$ は曝気槽内で汚泥が汚濁物（BOD 成分）を摂取して、微生物体内に蓄積可能物質（高等生物でいえば、グリコーゲンや脂質、たんぱく質など）に変換するためのエネルギーを得るために消費する酸素量に対し、 $b \cdot S_a$ は曝気槽内で汚泥が体内に蓄積した物質を、生体の維持（代謝）や増殖に使用するエネルギーを得るために消費する酸素量を表すものです。

図 3-3 は、IWA（国際水協会）の活性汚泥モデル（ASM3）の考え方に、弊社の解釈を加えて、曝気槽内の微生物と BOD（汚濁物：栄養源）の関係を模式的に示したものです。

図 3-3：微生物からみた酸素消費（流入水 BOD の処理）



活性汚泥における微生物の作用は、曝気槽に流入する汚濁物量（微生物にとっては栄養物）は BOD として表します。BOD は汚濁物をエネルギーに変換するために必要な酸素量です。

微生物は、汚濁物を摂取し、易分解性成分は、速やかに細胞膜から体内に取り込みます。分子量の大きい遅分解性成分は、加水分解を経て易分解性成分に変えてから体内に取

り込みます。体内に取り込んだ易分解性成分はそのままの形ではいくらかも取り込めないで、酵素反応を繰り返して細胞内貯蔵有機物 X_{Sto} （人間でいえばグリコーゲンやタンパク質や脂質やその前段階物質など）に合成して栄養物として体内にため込みます。易分解性成分を細胞内貯蔵有機物に合成するためには反応エネルギーが必要になり、そのエネルギーは微生物体内に蓄積してある細胞内貯蔵有機物 X_{Sto} と酸素から作り出します。Step1 での BOD_t や、TSchecker、TSanalyzer で原水添加を測定計測される酸素消費量 (BOD_t) は、この時に必要な酸素量に相当します。

また微生物は体内に貯めこんだ細胞内貯蔵有機物 X_{Sto} を使って生物活動を行い増殖していきます。その際のエネルギーは、 X_{Sto} と酸素から作りだし、その時の酸素消費速度が内生呼吸による酸素消費量 ((A)式の AS_{act} ・・・図3の Step2-1 で測定する AS_{act}) に相当します。

註：遅分解性成分→ X_{Sto} への合成は、加水分解が必要なため時間遅れが生じ、酸素消費速度の変化だけでは、内生呼吸による酸素消費量と区別が難しいため、便宜的に内生呼吸による酸素消費量に含める、として取り扱います。

実際の活性汚泥が安定状態にある場合、酸素の物質収支から、

$$F \cdot BOD = F \cdot BOD_t + V \cdot AS_{act}$$

(F ：原水処理量、 V ：曝気槽容量)

の関係となり、(A) 式との対応は概ね

$$X = F \cdot BOD, a \cdot L_r = F \cdot BOD_t, b \cdot S_a = V \cdot AS_{act}$$

になり、TSchecker での原水 BOD_t の測定は、(A) 式を具体的に計測していることになります。

また、活性汚泥が良好に原水の BOD を曝気槽で安定処理するためには、少なくとも原水の BOD を細胞内に取り込み細胞内貯蔵有機物 X_{Sto} に変換に相当する酸素消費量酸素消費量 $F \cdot BOD_t =$ 易分解性 BOD の分解速度(酸素消費速度)×原水の滞留時間 t の関係が成立することが必要になります。易分解性 BOD の酸素消費速度は、 BOD の基質や汚泥の活性によるので、活性汚泥ごとに異なる性質となります。

一方、細胞内貯蔵有機物 X_{Sto} を使って生物活動を行うための酸素量 $V \cdot AS_{act}$ は、好気性微生物に概ね共通の反応なので、微生物量に相当する $MLSS$ に代表される指標で、共通的に扱うことができます。

また、微生物が排水の BOD から獲得する真の栄養物量は、排水の BOD から、栄養物に変換するために消費する BOD_t を引いた量 ($BOD - BOD_t$) となり、 BOD_t / BOD は、余剰汚泥の発生量や栄養塩 N 、 P の必要量など重要な運転管理指標になります。

(3-2) TSchecker、TSanalyzer での DO 変化の計算根拠

TS 装置の曝気操作での DO 変化は、以下の計算式を根拠としています。

基本となる計算式は (1) 式です。

$$\frac{dDO}{dt} = K_{La} (DO_{sat} - DO) - (AS_{act} + BOD_{act}) \quad (1) \text{ 式}$$

DO : 溶存酸素濃度 [mg/l]、DO_{sat} : 飽和溶存酸素濃度 [mg/l]、

K_{La} : 物質移動係数 [1/min] (酸素供給速度係数)

AS_{act} : 呼吸による酸素消費速度 [mg/l/min]、

BOD_{act} : BOD 物質を分解する酸素消費速度 [mg/l/min]

(1) 式から BOD_{act} ≒ 0 (BOD が無いとき) のとき DO 値の変化は (2) 式で表せます。

$$DO = DO_{hf} - (DO_{hf} - DO_0) \exp(-K_{La} \cdot t) \quad (2) \text{ 式}$$

DO_{hf} : 混合液の BOD が ≒ 0mg/l のとき、汚泥の酸素消費速度と曝気による酸素供給速度が
バランスする DO 値 [mg/l]

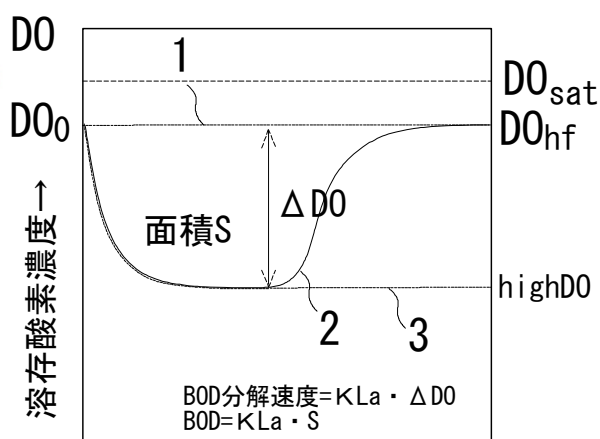
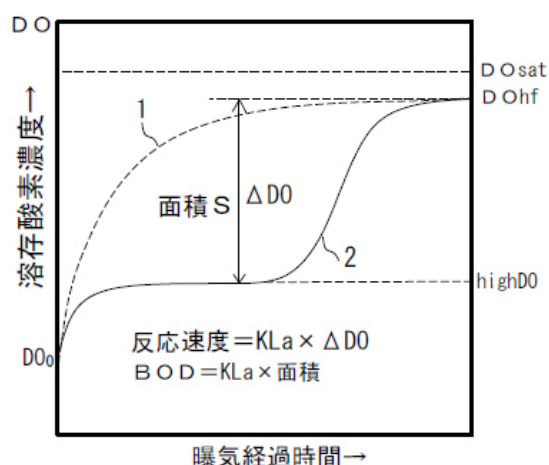
DO₀ : 曝気開始の初期値 [mg/l] t : 経過時間 [min]

混合液中に BOD が残留している場合は BOD の分解にしたがって BOD_{act} が大→小へと変化するため(1)式は積分できないが、その DO 値の変化は図 3-1、3-2 の実線 2 のような変化になります。一方 BOD の残留が無いときは汚泥の呼吸による酸素消費速度 AS_{act} のみになるので(2)式で計算される図 3-1、3-2 の点線 1 の変化になります。両曲線の DO 値の乖離幅 ΔDO × K_{La} は BOD 物質の汚泥による分解速度 (酸素消費速度・・・BOD_{act}) の大きさに相当し、両曲線で囲まれた面積 S × K_{La} は BOD 物質を分解し終わるまでの酸素消費量 (BOD_{ts}) に相当します。

したがって(2)式の DO_{hf} と K_{La} を測定しておけば、試料添加時の DO 変化から、BOD_{act} や BOD_{ts} が計算できます。

図 3-1 : 初期値 DO₀ が低い場合

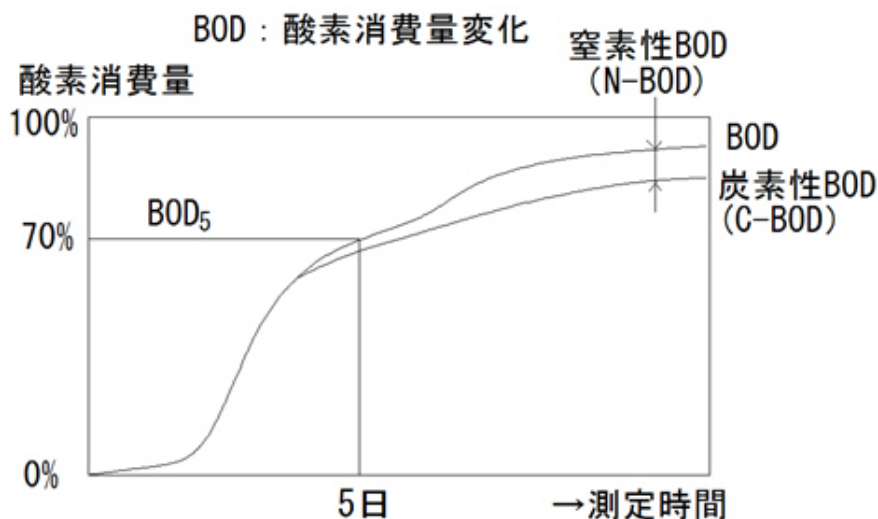
図 3-2 : 初期値 DO₀ が DO_{hf} の場合



(3-3) 公定法の BOD 測定値との関係

活性汚泥の運転管理で重要な指標は、いうまでもなく BOD です。通常 BOD と表記される指標は、日本工業規格 (JIS) の K0102 の測定法に定める、微生物が 5 日間で消費する酸素消費量 (BOD₅ と表記) です。

下図は BOD₅ 測定における、フラン瓶中の測定経時間と酸素消費量の変化例です。



酸素消費量は、被測定試料中の有機物の分解による BOD (C-BOD) と、被測定試料中の有機物に窒素分 (N) が含まれると、硝化菌の作用による $\text{NH}_4\text{-N} \rightarrow \text{NO}_x\text{-N}$ の酸素消費量 (N-BOD) の合計になります。

注意すべきは、5 日間では微生物による酸素消費量が必ずしも完結していない途中 (図では 70%) の値であることです。馴養された植種汚泥を使って測定すれば、易分解性 BOD はほぼ 100% の酸素消費量になりますが、遅分解性 BOD は反応途中で、植種微生物の馴養状態や、遅分解性成分により異なる反応率になり、さらに硝化による N-BOD は、一般にその一部分しか測定されない、というかなりアバウトな測定値です。

一方、TSchecker での測定値 (BOD_{ts}) や計算値 (BOD) は、原水基質に馴養した多量の汚泥で測定した値であり、曝気槽での酸素消費量から計算した値なので、公定法の BOD とは、相関性の高い数値ではあるものの異なる値です。

4. 使用例

図 4-1 は日常運転管理に必要なデータを取得する使用例です。

曝気槽の出口の活性汚泥混合液を 1 リットルサンプリングし、装置に混合液をチャージすると同時に添加ロートに添加液にセットして測定開始すれば、あとはコンピュータが自動的に操作をおこない、添加液の分解速度（酸素消費速度）、BODts（酸素消費量）を測定し、また曝気による混合液の DO 変化から処理水の BOD の計算を行い、結果を表示します。

図 4-1 は、測定中のコンピュータ画面の例です。グラフ画面上には、経過時間にしたがって混合液の DO（赤点）と温度（ピンク点）の測定値がプロットされ、DO の変化が終了判定条件（左下欄）を満足すると、PC が測定終了と判断し、次の操作に移行します。各操作の測定終了ごとに、測定結果欄に解析結果が表示されます。

添加液は、最大 5 回まで添加可能であり、添加ロート（No.1、No.2）に添加液をセットして PC に添加予約すれば、PC が添加・測定を自動操作します。

活性汚泥の日常の運転管理用に使用する場合には、測定モード(標準)で測定し、添加液は活性基準液 TypeF→原水→硝化活性基準液 TypeG

の順に操作するのが推奨です。これにより、サンプリング時の汚泥の健康状態や原水 BOD 負荷や基質の分解性、処理水 BOD の計算、さらには数時間先の処理水予測などが定量判断可能となります。

図 4-1：測定中のコンピュータ画面

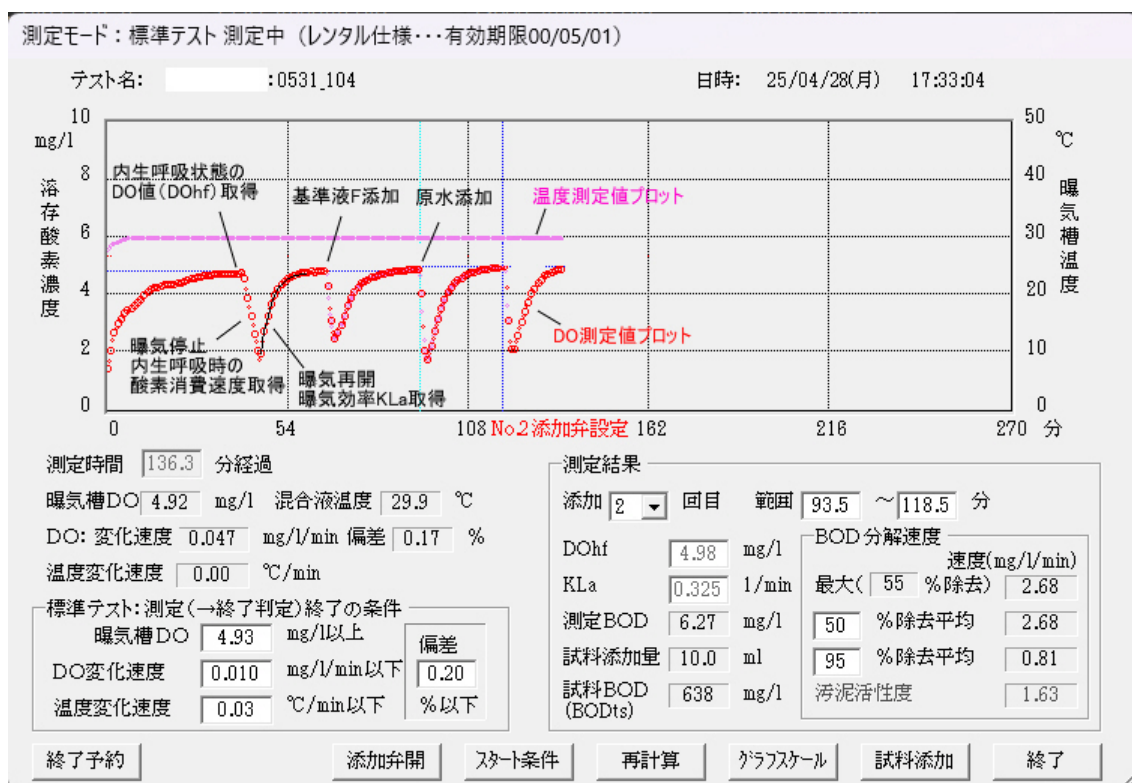
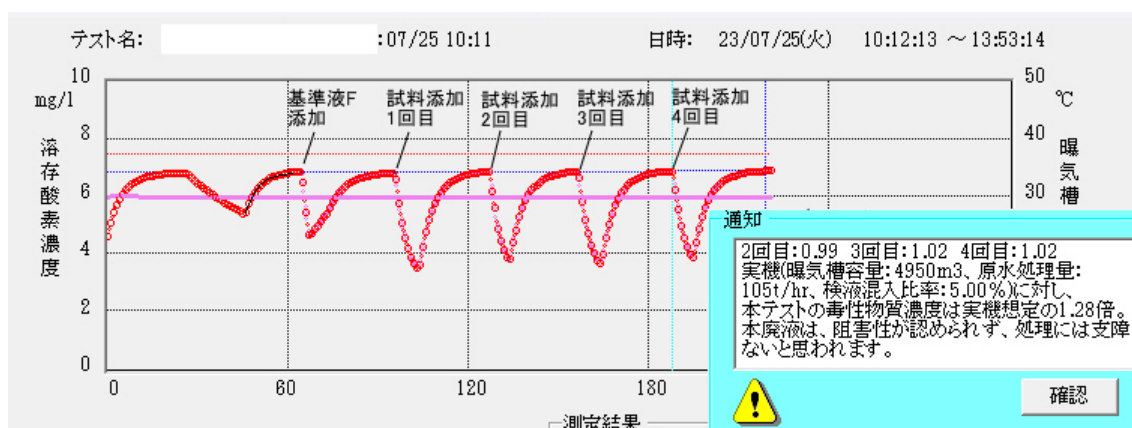


図 4-2 は試料廃液の活性汚泥に対する阻害性を簡易評価する使用例です。

測定モード(②簡易毒性)で測定し、基準液 F を添加して汚泥の活性を測定したのち、阻害性を評価したい試料廃液を複数回（図例では 4 回）繰り返し添加します。試料廃液が活性汚泥に対して阻害性がなければ、試料廃液の分解速度は低下しないが、阻害性があれば、添加を重ねるごとに低下していきます。低下の大きさの変化で毒性の強度を評価でき、画面上に判定結果を表示します。

（阻害性の評価法は、添加の順を、基準液 F—試料廃液—基準液 F、として、試料廃液添加の前後の基準液 F の分解速度の変化で評価する方法もあります）

図 4-2：試料廃液の活性汚泥に対する毒性を簡易評価する使用例の PC 画面

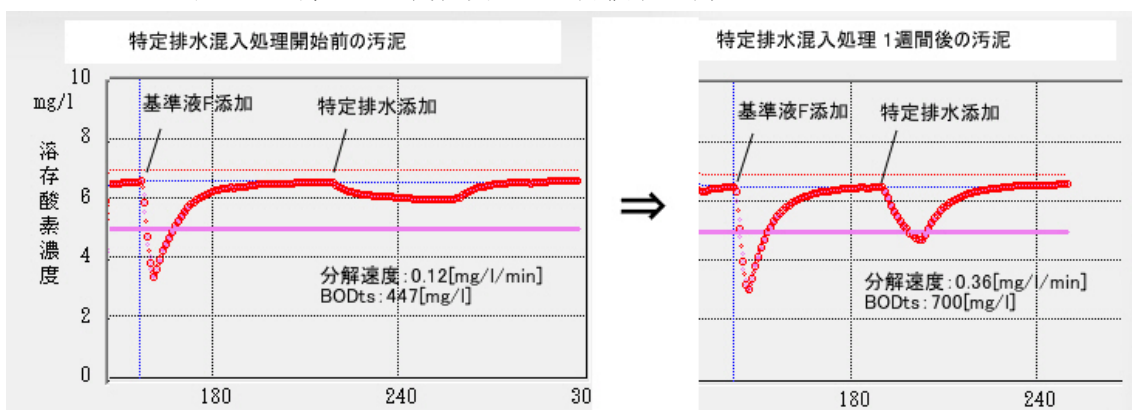


注意：活性汚泥に対する影響は、試料の濃度や汚泥の馴養程度で大きく異なります。また蓄積性の阻害もあり、条件によりさまざまで、正確には培養試験と組み合わせる必要があります。本判定法は、急性毒に対する簡易的な判定であり、培養試験の粗ぶるいとしての判定です。

図 4-3 は、ある特定排水の活性汚泥に対する馴養程度を評価する使用例です。

ある特定排水に馴養してどの程度処理可能となるか？を評価する例です。特定排水を処理する前の汚泥で特定排水の分解速度を測定しておき、数日間処理したあとの汚泥で再度特定排水の分解速度を測定します。汚泥が特定排水に馴養すると、図のように、分解速度や BODts が大きく変化し、馴養程度を定量的に評価できます。

図 4-3：汚泥の馴養程度を定量評価する測定



5. 測定結果と測定値の意味

図 5-1、5-2 は、図 4-1 の測定終了時の測定結果の例です。

図 5-1 は、測定結果欄の添加 0 回目（添加していない状態）の測定結果です。

曝気開始から曝気終了までの DO 変化を、Step2-1、2-2、Step3 の操作を行わない場合の DO 値を PC が推定補正し、補正した DO 変化から、サンプリングした活性汚泥混合液（曝気槽の終わりで採取した場合≒処理水）の BOD を計算表示します。

注意：ここで計算される BOD は、活性汚泥の運転管理に必要な値であって、JIS 法に定める BOD ではありません。

図 5-1：添加 0 回目（≒処理水 BOD）の測定・計算結果

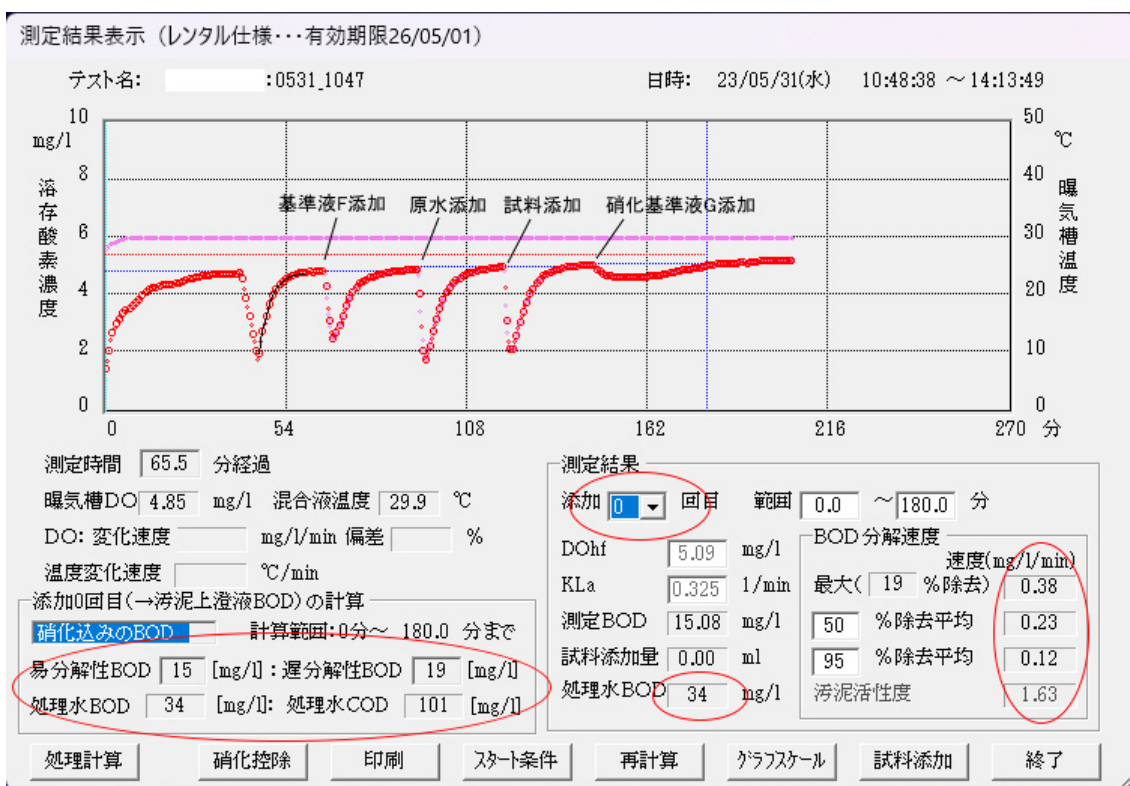
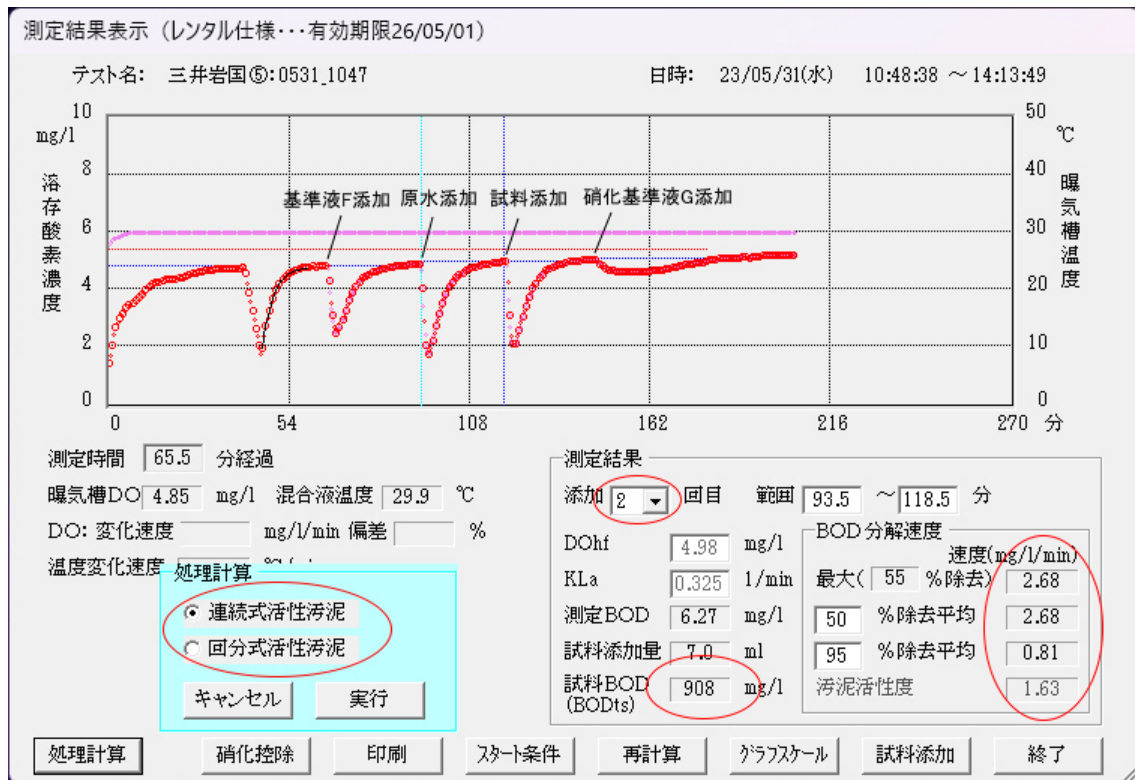


図 5-2 は、測定結果欄の添加 2 回目（原水添加）の測定結果です。

原水添加後の DO 変化から、原水の分解速度(易分解性 BOD の酸素消費速度)と BODts (酸素消費量) を計算し、添加量から逆算して原水の BODts (試料 BOD 欄) を測定結果欄に計算表示します。添加液が原水の場合、原水の分解速度データから、この原水を継続処理した場合の処理水 BOD を計算できるので、処理計算のコマンドが表示されます。

測定結果欄の添加 x 回目を 1～5 までを選択することで、基準液 F や試料廃液や硝化活性基準液 G の添加結果を同様に表示できます。

図 5-2：添加 2 回目（原水添加）の測定結果



(1) 汚泥の活性の評価

活性汚泥は、微生物の作用により、有機汚濁物を酸化分解するのが主たる浄化機能です。したがって、微生物（汚泥）の活性を定量評価することが極めて重要になります。

TS シリーズでは、汚泥の活性を、成分・濃度が一定の有機物溶液（基準液と称す）を一定量添加したときの、分解速度（酸素消費速度）の大きさで、評価します。

この基準液を TS チェッカーでは基準液 TypeF を使用します。基準液 TypeF の分解速度を継続的に測定することで、汚泥の活性変化を定量的に把握できます。

(2) 原水の分解速度（酸素消費速度）と分解量（BODts）の評価

原水の分解性は、原水の基質と汚泥の活性によります。

したがって、基準液 TypeF で汚泥の活性を測定したあとに、原水を添加測定することで、そのときの汚泥の活性時での原水の分解速度と分解量（BODts）を測定できます。

測定結果から、後述「6. TSchecker の解析機能」で説明するように、

◎その原水の負荷がどの程度か、また分解しやすい原水か否か、

◎その原水を処理した場合、どの程度の処理水 BOD になるか

などの情報が得られます。

(3) 硝化活性（原水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ を $\text{NO}_3\text{-N}$ に硝化する能力）の評価

原水中の N（窒素）は、汚泥中の BOD 分解菌により $\text{NH}_4\text{-N}$ になり、さらに硝化菌により、 $\text{NO}_3\text{-N}$ に硝化されます。

硝化活性が弱いと原水中の余剰（汚泥増殖に使用されない）の N は、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の状態で処理水に流出します。また N の多い原水を処理する活性汚泥では、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 阻害や $\text{NO}_2\text{-N}$ 阻害が発生する可能性があるため、硝化活性の管理が重要になります。

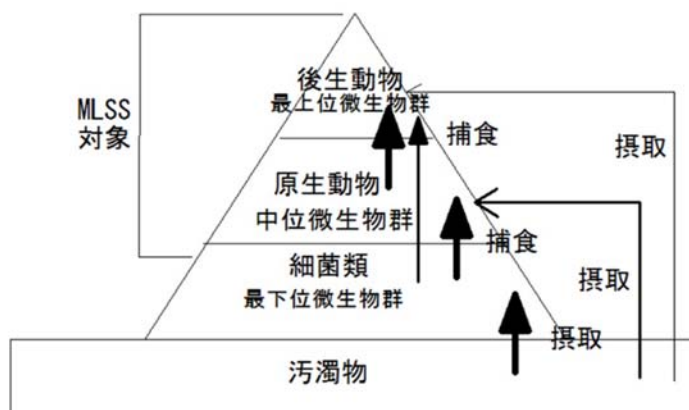
硝化活性の強さは、基準液 TypeG を添加し、その時の分解速度の大きさを評価します。

（活性汚泥混合液中に過剰な $\text{NH}_4\text{-N}$ が存在すると見かけ上 0 になります。そのときは基準液 TypeGX(硝化抑制剤)で定量評価します。)

(4) 汚泥の活性と原水負荷の関係

排水中の有機汚濁物は、活性汚泥の微生物群により摂取/分解されていくが、図 5-3 を使って詳細にみると、最初に汚濁物を摂取/分解するのは最下位の細菌類の寄与が大きく、特に非食品系の基質は、殆どが細菌類の働きによるものです。細菌類は汚濁物を摂取・分解して増殖し、その細菌類を中～上位生物群（MLSS 構成生物）が捕食し、増殖していく、というのが活性汚泥の微生物群の動きです。細菌類の増殖は速く分単位で変化し、中～上位生物群は、数時間から 1 日程度遅れて変化していきます。

図 5-3：活性汚泥の微生物群・食物連鎖



TSchecker で添加測定する

基準液 TypeF の分解速度は、MLSS 構成生物の活性状態

原水の分解速度と分解量（BOD_ts）は、細菌類の活性状態

を、より大きく反映する指標です。安定状態では、両者は比例関係になります。

原水基質が安定している場合、汚泥の活性は、原水負荷に応じて変化するのが正常な活性汚泥の動きです。つまり、原水負荷が大きくなれば、活性はそれに見合って増大して適正な処理ができ、原水負荷が小さくなれば、活性も小さくなります。この変化は正常です。

汚泥の活性が原水負荷に見合っていない状態は過渡状態の過程にあり、往々にして処理水 BOD 悪化など何らかの不具合が生じている可能性があります。

活性が変化する要因は、例えば以下のようなケースがあります。

- ①運転条件（MLSS、DO、pH、塩濃度、温度など）が変化するとき。
- ②原水負荷の急激な変化に、活性変化や原水の分解活性が追いつかないとき。
- ③原水の基質の急激な変化に、汚泥の馴養が追いつかないとき。
- ④阻害性のある原水が流入したとき。

沈殿槽からの処理水の変化の検知に比べ、活性は迅速に且つ明確に変化します。

活性を管理することで、活性汚泥の状態が正常なのか異常なのか、を定量把握できます。

（５）具体的な活用例

TSchecker で継続的に測定することにより、

活性汚泥の状態が正常なのか、注意すべき状態なのか、を定量判断できることが、最大の利点ですが、以下のような非定常な事象にも活用できます。

①各種改善施策の効果を定量的に判断

…例えば、

栄養塩の適正化で処理能力アップや処理水良化・安定化を図る場合の影響評価、
曝気槽温度の維持でコスト削減を図る場合の影響評価、
流入する各種原水が活性汚泥に与える影響を調べる場合、
凝集剤や微生物活性剤などの各種添加剤の影響や効果の評価
余剰汚泥削減施策（汚泥減容化、MLSS 操作など）が活性汚泥に与える影響評価
等々、原水変動が大きい活性汚泥では処理水で判定するのは難しくなりますが、
活性は明確に変化します。

②阻害性排水の流入時の対応

…汚泥の活性が急落することで早期に発見でき、阻害性排水を特定できるとともに、
その後の活性の動きで、さらに悪化していくのか、回復に向かっているのか、を
定量的に把握でき、対策の効果を判断できます。

③定修時の適正対応

…プラントの定期点検修理などで、活性汚泥に流入する原水負荷が長期にわたって
大幅に低下し、その後定修明けになり排水が流入しだす時、非常にトラブルが起
きやすい状況になります。活性変化や予測機能で、定修前、定修中、定修明け直
前、定修明け直後の対応処置の適正化が図れます。

6. TSchecker の解析機能

(1) BOD 分解速度解析

(1) 式は BODact が変化するため、単純には積分できませんが、TSchecker で廃液を添加し、曝気を行なうと多くの場合、DO の変化曲線は図 6-1 のように階段状に変化し、それぞれの易分解性成分の分解に対応した DO 変化になります。

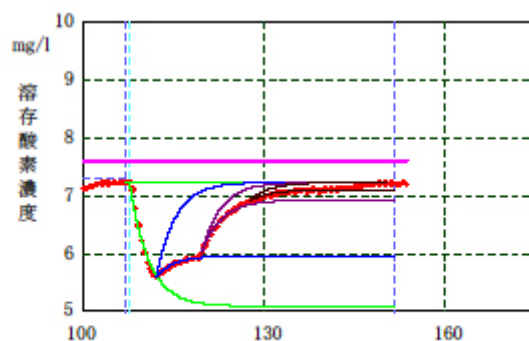
このことは、広い範囲では BODact は変化しますが、狭い濃度範囲では BODact は一定であることを示唆しています。つまりこの狭い範囲では廃水中の特定の成分を特定の微生物が分解している反応は微生物

の活性（＝微生物濃度×単位あたりの微生物活性）のみによる定速度反応（成分濃度に対し 0 次反応）となっていることを示しています。

もちろん微生物反応は酵素反応で一般的には酵素反応式で表されるので、上記は厳密には正確ではないですが、活性汚泥の処理能力検討上の濃度範囲においては、実用上ほとんど支障ないレベルになります。

図 6-2 は、成分濃度に対し 0 次反応を前提に、DO 変化を分解速度解析したものです。

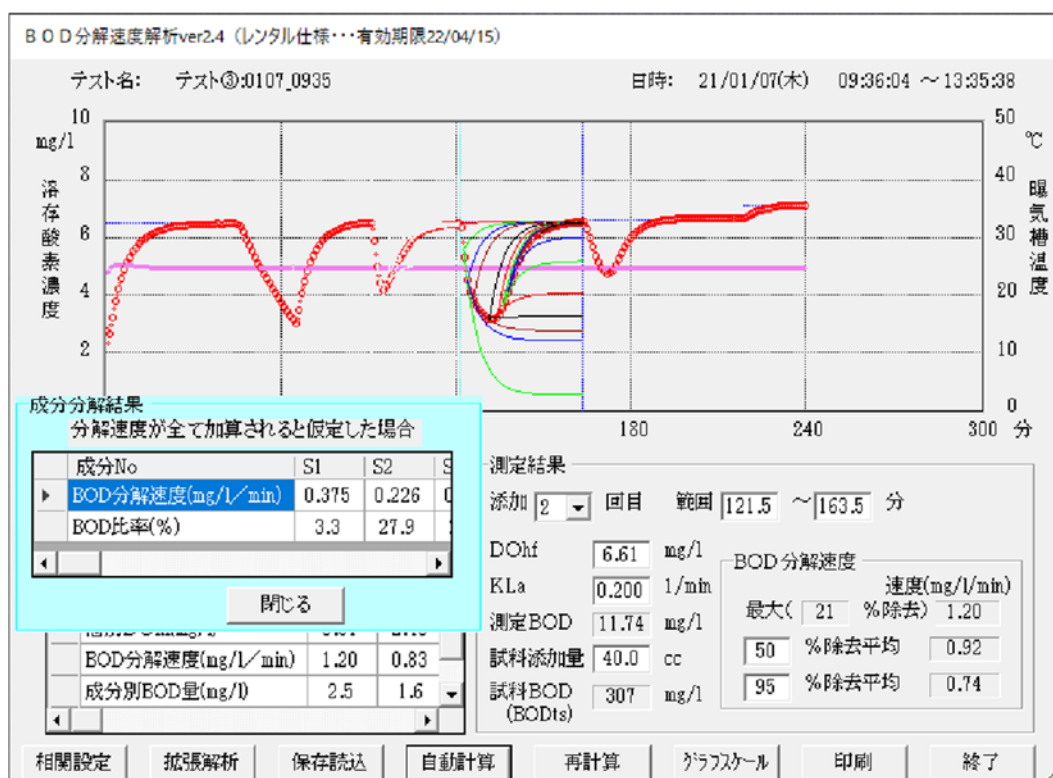
図 6-1：易分解性の 4 成分廃液の DO 変化



分解速度が微生物の活性のみで決まる場合の成分展開

成分No	成分1	成分2	成分3	成分4
BOD分解速度(mg/l/min)	0.299	0.276	0.055	0.041
BOD比率(%)	48.2	17.1	14.4	20.3

図 6-2：分解速度解析ソフトでの解析例



(2) 原水 BOD の計算

TSchecker による原水の BOD_{ts} と汚泥の呼吸による酸素消費速度 (Step2-1 工程の DO 減少速度(ASact)) から、曝気槽内で消費する酸素量から計算した原水の BOD (BOD_{AS}) を計算ができます。原水の BOD_{AS} と公定法の BOD₅ の関係は、原水 BOD の基質と HRT (曝気槽容量／原水処理量) で異なりますが、HRT=12hr 程度の活性汚泥では、概ね BOD_{AS}≒BOD₅ になります。

(HRT が短い場合、BOD_{AS}<BOD₅、長い場合 BOD_{AS}>BOD₅)

$$F \times \text{BOD}_{\text{AS}} \div F \times \text{BOD}_{\text{ts}} + \text{ASact} \times V$$

(F：原水処理量、V：曝気槽容量)

(HRT が 12hr 程度の活性汚泥の場合) BOD₅ ≒ BOD_{AS}

図 6-3 は、分解速度解析ソフトの[拡張解析]メニューの出力画面例です。

図 6-3：原水 BOD の計算

原水BOD5計算

**注意：この計算は、この汚泥が対象廃水と同質の
原水を処理している場合のみ適用可能です。**

曝気槽容量[m3] 2160 沈殿槽容量[m3] 500

対象原水：添加 2 回目の 試料廃液

活性(TypeF分解速度)補正：基準 1.40 測定汚泥 1.40

対象原水のBODts[mg/l] 525

活性で補正した対象原水のBODts[mg/l] 525

補正呼吸酸素消費速度ASact[mg/l/min] 0.116

原水処理量[m3/hr] 60.0 返送汚泥量[m3/hr] 40.0

曝気槽平均滞留時間τ [min] 2160

内生呼吸のBOD分(BODss=τ・ASact)[mg/l] 250

BODAS≒BODss+BODts[mg/l] 775

結果の引継 再計算 閉じる

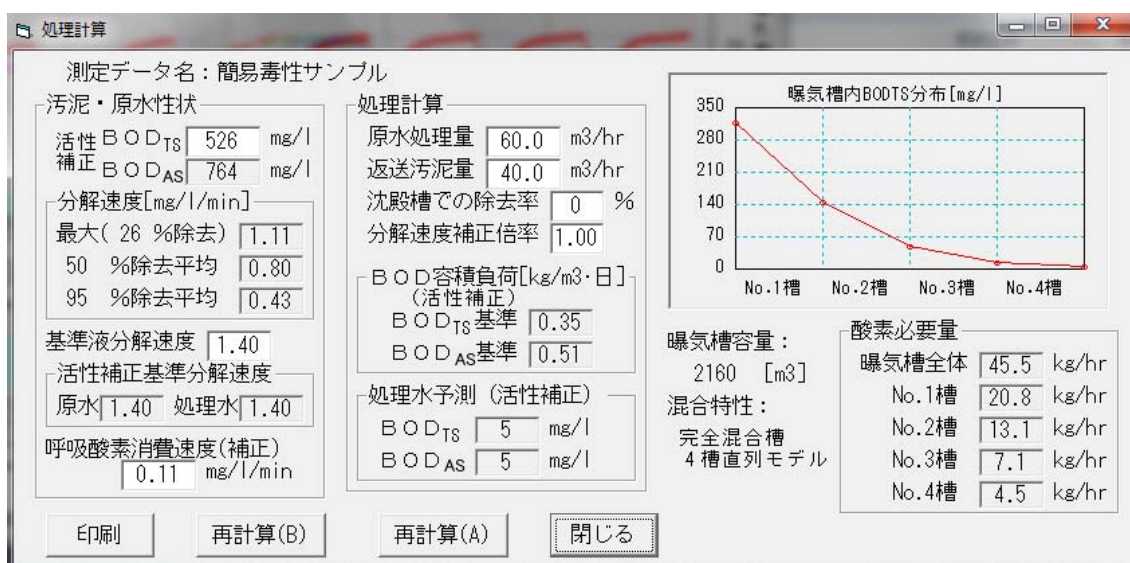
(3) 処理水 BOD の予測計算

原水添加で得られた DO 変化データを分解速度解析した BOD 成分別分解速度データと活性汚泥の運転条件データから、その原水を継続処理した場合の処理水 BOD を予測計算できます。

(精度よく推定するためには、活性による補正や分解速度補正倍率や処理水 BOD_{ts}→BOD 変換、などの設定が必要です。これらは個々の活性汚泥で状況が異なるため、実測の BOD との対比で設定します。)

図 6-4 は分解速度解析ソフトの[拡張解析]メニューの出力画面例です。

図 6-4：処理水 BOD の計算（連続式活性汚泥の場合）



7. 処理水 BOD の測定機能

処理水 BOD は、易分解性 BOD : 図 3 の空色の格子模様部分の面積×KLa から易分解性 BOD、緑色の斜線部分の面積×KLa から遅分解性 BOD が計算できますが、計算の基準となる DOhf_max（曝気による酸素供給速度と、内生呼吸時の汚泥の酸素消費速度でバランスする DO 値）は、測定毎に変化する値です。この値を、同じ活性汚泥の汚泥であれば、活性汚泥混合液や測定運転条件に合わせて適正に補正することで、一つの基準となる DOhf_max で、公定法の BOD に近い処理水 BOD が測定できます。TS チェッカーには、公定法の BOD から DOhf_max を適正值に設定する簡便な機能を備えています。

図 7-1 : TSchecker の測定基本パターン (図 3 の再掲載)

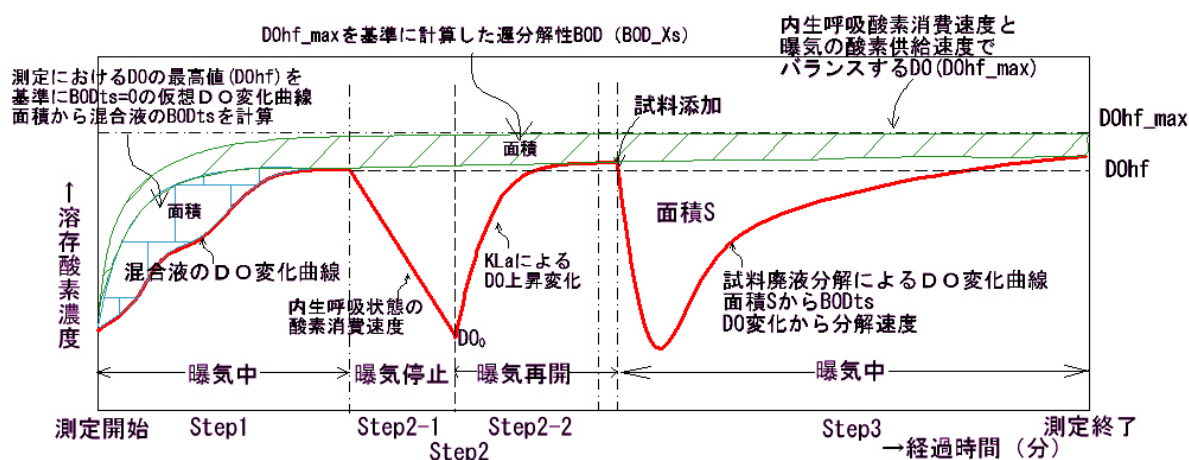
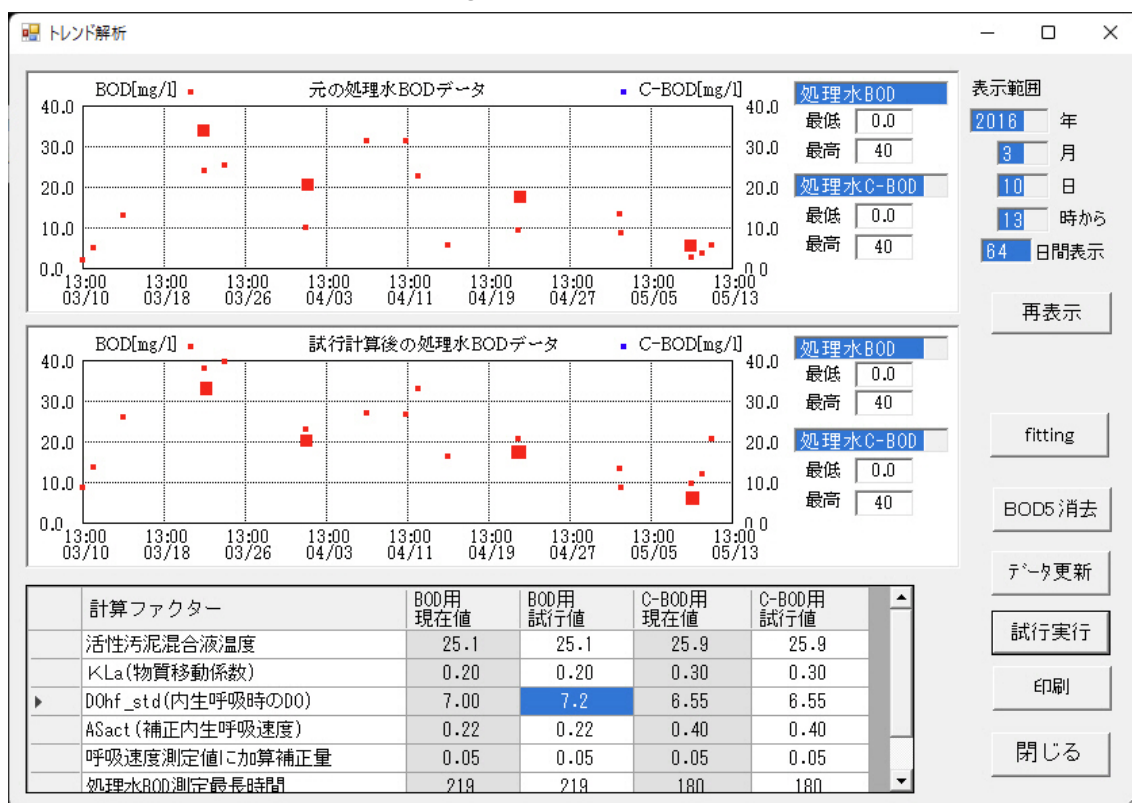


図 7-2 : DOhf_std を適正值に設定する簡便な機能

図の●は TSchecker 測定値、■は公定法の BOD 値、計算ファクターを変えて、適正な DOhf_std を設定します ([fitting]をクリックすると適正值を自動計算します)。



8. 処理水 COD の測定機能

一般に、原水ベースでは、原水の基質の変化が小さければ、COD の値と BOD の値は、一定の相関があります。しかしながら、処理水ベースになると、原水中の BOD は殆ど除去され、処理水の BOD に対応する COD は、ほぼ比例して小さくなりますが、その上に、原水中の難分解性成分が処理水 COD に上乗せされます。

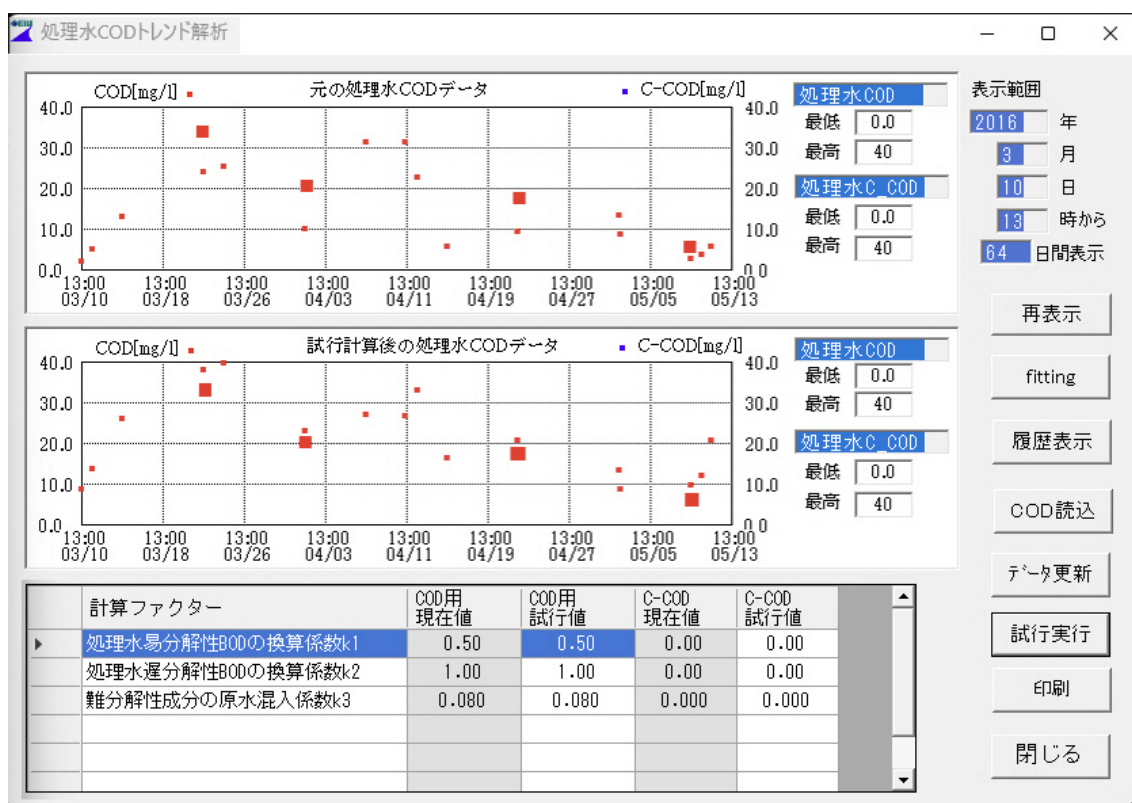
このため、処理水 BOD に対応する COD 値に比べ、上乗せ量の COD 値が大きくなると、処理水 COD と処理水 BOD の間の比例関係は著しく低下します。

TS チェッカー/TS アナライザーでは、以下のように処理水 COD を計算します。

処理水 COD = $k_1 \times$ 処理水易分解性 BOD + $k_2 \times$ 処理水遅分解性 BOD + $k_3 \times$ 原水濃度

(原水中の難分解性の COD 成分濃度は、処理中の原水濃度に比例すると想定し、原水濃度は原水添加測定での分解量 (BOD_{ts}) で評価)

注意：原水の基質の変動が大きい場合は、実測の処理水 COD との差異が大きくなる場合があります。



操作法は処理水 BOD の場合と同じで、計算ファクターを変えて計算した結果が実測の処理水 COD 値とほぼ一致するように、計算ファクターを設定します ([fitting]をクリックすると適正值を自動計算します)。

注意：ここで計算される COD は、活性汚泥の運転管理に必要な値であって、JIS 法に定める COD ではありません。