

働き手を増やしすぎると、働き手のほうが流れ出す

— 汚泥濃度を 1000 から 8000 mg/L へ上げると除去率は 0.4000 から 0.8421 へ単調に上がるが、実効性能は 5000 mg/L の 66.92 で頂点を打ち、8000 では 62.21 へ落ちる — 流出は 2500 mg/L から始まる

— [論文447]

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan | 山岸勇輝ラボ

2026年9月

— From thinking to syncing. —

要旨

処理を良くしたければ、働き手を増やせばよい——そう思われている。本稿が示すのは、増やした働き手が出口から流れ出すことである——だから性能は単調ではなく、途中に頂点がある。新しい定理も法則も主張しない。第一に、除去率は 1000 から 8000 mg/L まで 0.4000 から 0.8421 へ単調に上がる（第2節）。第二に、だが流出は 2500 mg/L を超えると始まる（第3節）。第三に、これが本稿の芯である。実効性能は 5000 mg/L で 66.92 の頂点を打ち、8000 では 62.21 へ落ちる（第3節）。第四に、頂点は「除去率が最大の点」ではない（第3節）。第五に、流出が始まる 2500 mg/L が境目である（第3節）。第六に、分離子は「出口が働き手を通すか、通さないか」である（第4節）。キーワード：活性汚泥法、下水処理、汚泥濃度、沈殿池、固液分離。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——活性汚泥法、汚泥濃度、沈殿池の固液分離はすべて既知である。処理場を設計しない——曝気量、返送比、沈殿池の面積は主題ではない。微生物を論じない——菌相、増殖速度、汚泥日齢は主題ではない。数値は模型である——除去率も沈降の限界も、傾向を出すための簡単な形で置いた。実測値ではない。規制値を論じない——排水基準や法令は主題ではない。既刊との関係：論文446 は理論の下限が要求で動くことを示した——そこでも、単調に見える量の裏に条件があった。論文300 は同根か別根かが判定できることを示した——「除去率」と「実効性能」は、その基準で別根である。論文417 は段数の上限が必要量で動くことを示した——そこでも、良くしようとする操作が別の限界に当たった。加えたのは、五つの汚泥濃度で除去率と流出を並べたこと、実効性能が 5000 mg/L で頂点を打つことを示したこと、流出の始まりを 2500 mg/L と出したこと、頂点が除去率の最大と一致しないことを示したこと、分離子を「出口が働き手を通すか」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：曝気槽の汚泥濃度を X [mg/L] とする。除去率 η は飽和型で増える。

$$\eta(X) = \frac{X}{X + X_0}$$

一方、沈殿池が保持できる濃度には上限 X_c があり、それを超えた分は流出する。

$$L(X) = \max(0, a(X - X_c))$$

実効性能は、除去したぶんから流出したぶんを引いて測る。

$$P(X) = 100\eta(X) - L(X)$$

以下 $X_0 = 1500$ mg/L、 $X_c = 2500$ mg/L、 $a = 0.004$ とする。

観察 1.1

働き手を増やせば処理が良くなる、というのは正しい。 η は X の増加関数である——その部分に嘘はない。

観察 1.2

だが働き手は、出口から出ていくこともできる。沈殿池が抱えきれなくなれば、汚泥そのものが流出する——増やした分が、そのまま失点になる。

問い：二つを合わせると、どこが最良か。

2. 除去率は単調に上がる

計算 2.1：五つの濃度で除去率を出す。

汚泥濃度 [mg/L]	除去率
1000	0.4000
2000	0.5714
3000	0.6667
5000	0.7692
8000	0.8421

観察 2.2

単調に上がる。0.4000 から 0.8421 へ——8 倍にすると、2.11 倍になる。

観察 2.3

ただし伸びは鈍る。1000 から 2000 で +0.1714、5000 から 8000 で +0.0729——飽和している。

観察 2.4

この表だけを見れば、濃くするほど良い。頂点は無い——だから「もっと濃く」という結論になる。

3. 実効性能は 5000 mg/L で頂点を打つ

計算 3.1：流出を加えて、実効性能を出す。

汚泥濃度 [mg/L]	流出	実効性能
1000	0	40.0000
2000	0	57.1429
3000	2	64.6667
5000	10	66.9231
8000	22	62.2105

観察 3.2

5000 mg/L で頂点を打つ。66.9231——そこから先は下がる。

観察 3.3

8000 では 62.2105 まで落ちる。除去率は 0.8421 と最高なのに——最も良く除去する運転が、最も良い運転ではない。

観察 3.4

3000 の 64.6667 は、8000 の 62.2105 より良い。濃度を 2.67 倍にして、性能が落ちる——増やす方向が、いつでも正しいわけではない。

観察 3.5

境目は 2500 mg/L である。そこまでは流出ゼロ、そこから先は流出が始まる——2000 と 3000 の間に、性質の変わる線がある。

観察 3.6

頂点が 2500 ではなく 5000 にあることに注意する。流出が始まってもしばらくは、除去率の伸びのほうが勝つ——境目と最良点は別の場所である。

4. 分離子

分離子：出口が働き手を通すか、通さないか。

観察 4.1

通さないなら、増やすほど良い。 η は単調だから——頂点は無く、上限は別の理由で決まる。

観察 4.2

通すなら、頂点が生まれる。増やした働き手が失点に変わるから——最良点は内部にある。

観察 4.3

これは論文300 の基準で別根である。どちらも「処理性能」と呼ばれる——一方は槽の中の量、一方は槽と沈殿池の組の量である。

観察 4.4

論文446 と同じ形である。そこでは回収率を上げると理論の下限が上がった——ここでは濃度を上げると出口が負ける。どちらも、良くする操作が別の側に跳ね返った。

観察 4.5

だから増強を語るときは、出口の側を先に見る。働き手を増やす投資は、出口が抱えきれない範囲でしか報われない——律速が移った先を見ないと、費用だけが增える。

観察 4.6

正直に言えば——数値は模型である。 X_0 も X_c も a も置いた値で、実測ではない——頂点の位置は施設ごとに違う。変わらないのは、頂点が存在することである。

観察 4.7

最後に一つ——沈殿池を大きくすれば X_c が上がり、頂点は右へ動く。頂点の場所は固定ではない——どちらを直すかを定めるための数である。

5. 点呼と結び

1. 除去率は **0.4000** から **0.8421** (計算 2.1) : 単調に上がる。
2. 伸びは鈍る (観察 2.3) : 飽和している。
3. 表だけなら「もっと濃く」 (観察 2.4) : 頂点が見えない。
4. 流出は **2500 mg/L** から (観察 3.5) : 境目。
5. 実効性能の頂点は **5000** で **66.92** (計算 3.1) : 本稿の芯。
6. **8000** では **62.21** (観察 3.3) : 最高の除去率が最良ではない。
7. **3000** のほうが **8000** より良い (観察 3.4) : 増やす方向が誤ることがある。
8. 境目と最良点は別 (観察 3.6) : **2500** と **5000**。
9. 分離子は出口が通すか (観察 4.3) : 論文300 の基準で別根。
10. 沈殿池を大きくすれば頂点は右へ (観察 4.7) : どちらを直すかの数。

結び : 処理を良くしたければ働き手を増やせばよい、と思われている——そして除去率だけを見れば、それは正しい。汚泥濃度を **1000** から **8000 mg/L** へ上げると、除去率は **0.4000** から **0.8421** へ単調に上がる。伸びは鈍るが、頂点は現れない——**1000** から **2000** で **+0.1714**、**5000** から **8000** で **+0.0729** と飽和していくだけで、下がりはない。この表だけを見れば「もっと濃く」という結論になる。ところが働き手は、出口から出ていくこともできる——沈殿池が抱えきれぬ濃度には上限があり、**2500 mg/L** を超えると汚泥そのものが流出する。増やした分が、そのまま失点に変わる。除去したぶんから流出を引くと、実効性能は **40.00 · 57.14 · 64.67 · 66.92 · 62.21** となり、**5000 mg/L** で頂点を打つ。**8000** では除去率が **0.8421** と最高なのに **62.21** まで落ちる——最も良く除去する運転が、最も良い運転ではない。**3000** の **64.67** のほうが **8000** より良く、濃度を **2.67** 倍にして性能が落ちる。そして境目の **2500** と最良点の **5000** は別の場所である——流出が始まってもしばらくは、除去率の伸びのほうが勝つ。分けているものは一つ——出口が働き手を通すか、通さないか。通さないなら η は単調だから増やすほど良く、頂点は無い。通すなら増やした働き手が失点に変わり、最良点は内部にできる。論文300 の基準で別根であり、一方は槽の中の量、一方は槽と沈殿池の組の量である。論文446 と同じ形で、そこでは回収率を上げると理論の下限が上がった。どちらも、良くする操作が別の側に跳ね返った。だから増強を語るときは出口の側を先に見る——律速が移った先を見ないと、費用だけが増える。正直に言えば——数値は模型であり、 X_0 も X_c も a も置いた値で実測ではない。頂点の位置は施設ごとに違う。変わらない

のは、頂点が存在することである。最後に一つ——沈殿池を大きくすれば上限が上がり、頂点は右へ動く。頂点の場所は固定ではなく、どちらを直すかを定めるための数である。

参考文献

1. Ardern, E., & Lockett, W. T. (1914). Experiments on the Oxidation of Sewage without the Aid of Filters. *Journal of the Society of Chemical Industry*.
 2. Monod, J. (1949). The Growth of Bacterial Cultures. *Annual Review of Microbiology*.
 3. Dick, R. I., & Ewing, B. B. (1967). Evaluation of Activated Sludge Thickening Theories. *Journal of the Sanitary Engineering Division*.
 4. Metcalf & Eddy, Inc. (2013). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery* (5th ed.). McGraw-Hill.
 5. 山岸勇輝 (2026). 『三百本目の点呼 — 同根か別根かは、判定できる』 [論文300]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22171914
 6. 山岸勇輝 (2026). 『食物連鎖の段数に上限があるのは、生き物の都合ではない』 [論文417]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22699882
 7. 山岸勇輝 (2026). 『理論の下限は、たくさん取ろうとすると上がる』 [論文446]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22732460
-

— *From thinking to syncing.* —

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

© 2026 Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan · Licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)