

1 はじめに

前報「調整槽における汚泥循環」にて、横浜市北部方面の下水処理場では送泥汚泥のVTS と活性汚泥のSVI が経年的に上昇しており、それが汚泥循環や送泥量の増加をもたらしていることを示した。

今回は余剰汚泥のVSS と最初沈殿池流出下水（以下、初沈流出水と称す）の基質変化との関係をもとに汚泥のVTS が上昇する原因を検討した。

2 余剰汚泥の性状の変化

最初に余剰汚泥の性状がどのように変化しているか、また、その性状の変化が余剰発生率にどのような影響をもたらしているかについて検討した。資料は1975年度から1995年度までの水質管理年報の年平均値を用い、北部方面の5処理場を対象とした。

2-1 余剰汚泥のVSS の変化

図-1 に北部方面各処理場の余剰汚泥のVSS の変化を示す。1975年度から1995年度までの21年間に北部第一下水処理場（◇ 以下、北一と称す。また、他の処理場も略称を用いる）ではVSS が65% から84% へと上昇している。とりわけ港北（△）では49% から83% へと大幅に上昇しているのが特徴である。

また、神奈川（□）でも61%（1978年度）から87% へと上昇し、最もVSS の高い処理場となっている。

北二（×）も75%（1985年度）から84% へと同様に上昇している。特徴として北二のVSS の変化は北一のVSS の推移とほぼ一致していることがあげられる。

分流式の都筑（*）では、運転当初から72%（1978年度）という高い値を示した。その後、都筑は1985年度ごろから現在にかけてほぼ10年の間84% から85% と一定しVSS の変化は認められない。

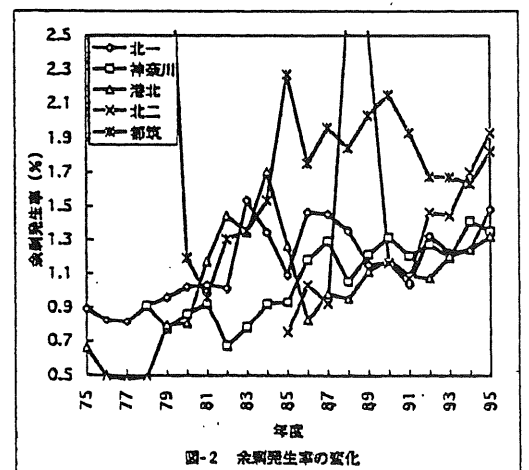
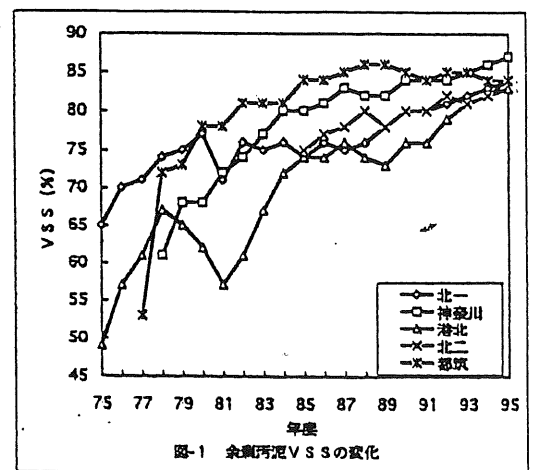
このようにVSS は全ての処理場で上昇している。また1985年度当時、処理場間のvss の差は74%（港北、北一）から84%（都筑）までの開きがあったが1995年度は83%（港北）から87%（神奈川）と差がほとんどみられない。つまり、VSS に関しては、合流式の処理場も分流式の処理場も最近では80% を越して、違いが認められない状態になっているのが特徴である。

次に、このような現象は汚泥量の増加にどのような影響をあたえているかについて検討する。

2-2 流入下水あたりの余剰発生率の変化

流入下水あたりの余剰発生率の変化について図-2 に示す。

図より都筑（*）は水量の少ない運転当初は3-5%



と異常に高い値を示したが、1980年度に1%台に下がりその後2%台へと上昇を続けた。しかし、1985年度以降は2%近い値で安定している。

他の処理場については、全体として年度により多少の変動はあるが年々余剰発生率は上昇し続けている。

余剰発生率の変化はVSSの挙動(図-1)と一致しており、VSSの上昇が余剰発生率を上げているといえる。

3 初沈流出水の基質変化

次に、余剰汚泥のVSSの変化をもたらし原因として考えられる流入下水の質的な変化について検討した。

3-1 初沈流出水BODの変化

図-3に初沈流出水のBODの変化を示した。

図より、港北(△)は1975年度から1995年度の間に47mg/lから88mg/lとほぼ倍増している。神奈川(□)も1978年度から1995年度の間に66mg/lから88mg/lと上昇している。北一(◇)は1970年代は初沈流出水のBODが比較的高い処理場であったが汚泥処理を湿式酸化法から北部センターへの移送方式にかえた1980年代前半にはBODは減少傾向を示した。しかし1985年度からは上昇に転じ1985年度69mg/lであったのが1995年度には95mg/lに達している。北二(X)は1990年代に入ってからBODの上昇がみられる。都筑(*)にかんしては年度による変動が激しいが、平均して100mg/l程度という高い値を維持している。

このように都筑および一部の処理場のある時期を除いて処理場全体としては初沈流出水BODの上昇傾向が認められその値は、余剰汚泥のVSSの変化と同様に年々、都筑のBODの値に近付いていく傾向がみられる。

3-2 BOD-SS負荷の変化

BOD-SS負荷が高いほど、活性汚泥に吸着された有機物の酸化が十分でないため余剰汚泥の有機分が上昇することが考えられる。3-1では各処理場で初沈流出水のBODが上昇していることを示したが、それでは年々処理場の負荷も上昇しているのだろうか。そこで、図-4にBOD-SS負荷の変化を示した。処理場によっては増設などの時期もあり、年度で変動しているが1985年度以降では各処理場とも比較的に安定しており、初沈流出水BODでみられたような上昇傾向は特に認められない。

3-3 BOD/SS比の変化

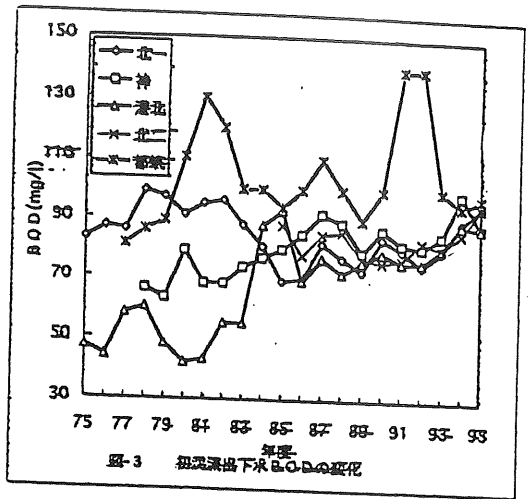


図-3 初沈流出水BODの変化

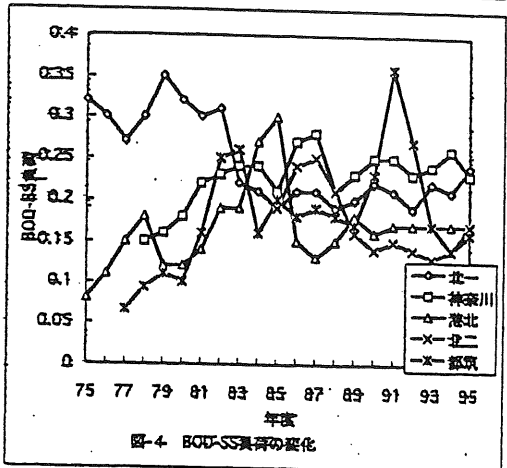


図-4 BOD-SS負荷の変化

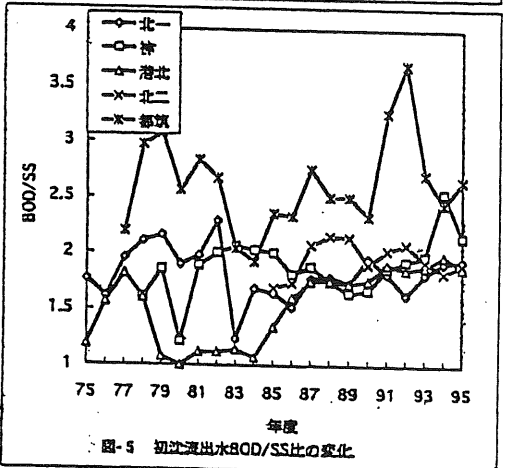


図-5 初沈流出水BOD/SS比の変化

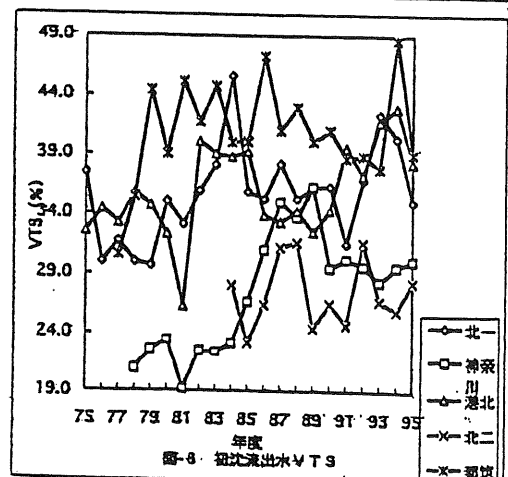


図-6 初沈流出水VTS

他都市でも余剰汚泥のVSSが高くなる現象が報告されているが、東京都ではその原因としてBOD/SS比が上昇していることを上げている。つまり流入水のSSが急激に有機物化しており、活性汚泥に吸着されたSSのBODが高いため、所定の処理時間のなかで酸化（無機化）されずに有機物として残存する割合が多いと説明している。東京都では1960年代、初沈流出水のBOD/SS比が1.0のものが最近では2.5程度に上昇しているという。そこで、横浜市（北部方面）においても同様な現象がみられるかBOD/SS比の変化を調査した。結果を

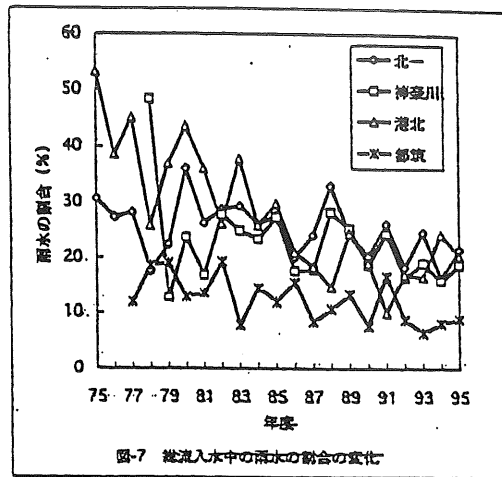


図-7 総流入水中の雨水の割合の変化

図-5に示す。図より北部方面においてBOD/SS比の上昇が認められるのは東京都と異なり、84-85年度以降になってからである。また余剰汚泥のVSSが高い都筑はBOD/SS比も高い値を示している。

3-4 初沈流出水VTSの変化

次に、下水精密試験より初沈流出水のVTSの変化を図-6に示す。都筑(*)は早い時期から40%程度の高いVTSで推移している。また、他の処理場もVTSの上昇傾向を明確に示している。

これは、BOD/SS比の例とともに初沈流出水SSの有機物化が進行していることを表している。また、初沈流出水のVTSの変化は余剰発生率の変化(図-2)と極めてよく一致している。

以上より、初沈流出水のSSの有機物化の進行が汚泥のVSSを上昇させ、さらに、余剰発生率を引き上げていると考えられる。

3-5 普及率の伸長と降雨による下水の希釈効果の変化

初沈流出水のBODやVTSを上昇させる原因としては生活様式の向上により濃度の高い下水が流入するようになったか、あるいは無機物の流入が減少したかによるものといわれている。そこで、次に、普及率の伸長が降雨による下水の希釈効果にどのような影響を与えてきたかについて検討する。ここでは、降雨による下水の希釈効果を表す指標(D)として雨水流入量(R)が総流入下水量(V、年平均流入量)に占める割合を用い、年度別にその変化をみた。また、降雨の影響がない晴天時流入量(固有下水量)は便宜的に、その年度で最も値の少ない月の流入量(L)を用いた(式1参照)。

$$D = R/V \quad R = V - L \quad \text{----- (式1)}$$

D : 流入下水中に占める雨水量の割合、 V : 総流入量 (年平均流入量、m³/日)

R : 雨水流入量

L : 晴天時流入水量 (年度最低値の月の流量、m³/日)

結果を図-7に示す。図より神奈川を除き、普及率の伸長にともない全体的に流入下水中に占める雨水量の割合が減少している事が分かる(特に港北△で、顕著である)。これは、降雨による希釈効果が減りBODなど流入の基質濃度が上がることや、無機物の流入率が下がりVTSを上げていることを意味している。また、D値が低いか変動の少ないグループとして都筑、神奈川を、D値が高い値から減少してきたグループとして北一、港北とに分けることが可能である。これは前者が分流、分流+合流の処理場で後者が合流式処理場であることと対応している。以上より、初沈流出水のBODやVTSを上昇させ、汚泥のVSSを上昇させる原因のひとつとして、特に合流式処理場においては、普及率の伸長にともなって、流入下水中に占める雨水量の割合が減少してきたことが上げられる。

4 まとめ

近年、余剰汚泥のVSSが高くなり汚泥発生率の増加をまねいている。これは初沈流入水ssの有機物化が進行したためである。また、普及率の伸長による雨水の希釈効果の減少も一因として考えられる