

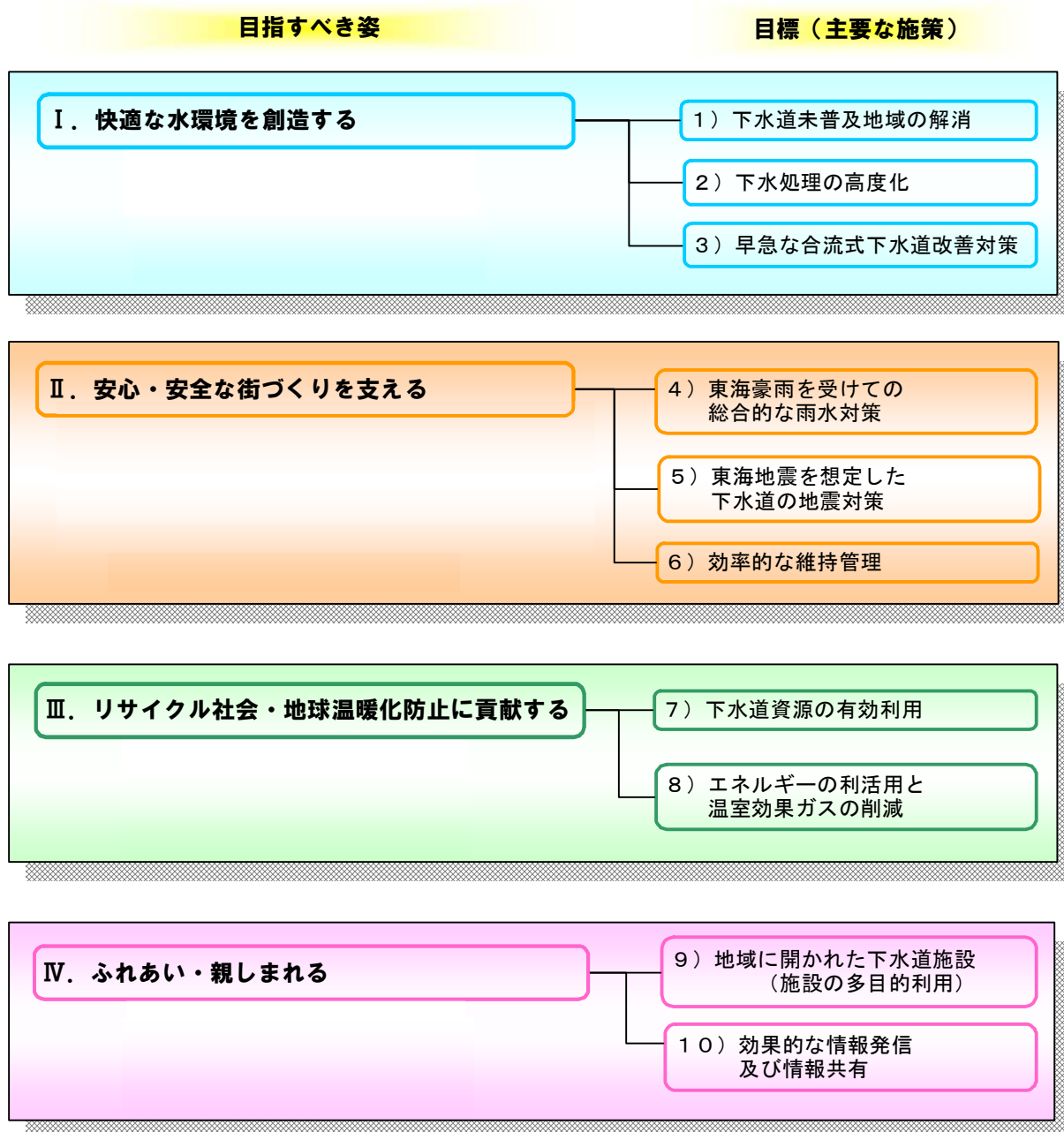
1. 愛知県の下水道計画

(1) Aqua Dream Plan II～あいち下水道整備 中長期計画（改定版）～

『あいち下水道整備中長期計画』は21世紀を見据えた、下水道の新たな役割や課題に対応する計画として、平成10年度に策定されました。

しかし、超高齢社会・人口減少社会の進行、地球規模での環境問題など、愛知県の下水道を取り巻く環境は変化してきました。こうした状況を受けて下水道が直面する課題や新しい役割を念頭に、本県の下水道として目指すべき姿を改めて見直し、『Aqua Dream Plan II～あいち下水道整備 中長期計画（改定版）～』を平成18年度に策定しました。

本計画では、これからの愛知の下水道事業について“快適な水環境を創造する”、“安心・安全な街づくりを支える”、“リサイクル社会・地球温暖化防止に貢献する”、“ふれあい・親しまれる”の4つの目指すべき姿と、それを達成するための10の主要な施策を掲げています。



○ 計画の位置付け

本計画は、愛知県の下水道の将来像を示し、流域別下水道整備総合計画、全県域汚水適正処理構想、下水道法事業計画認可等、個々の下水道計画策定の羅針盤として位置付けるものです。



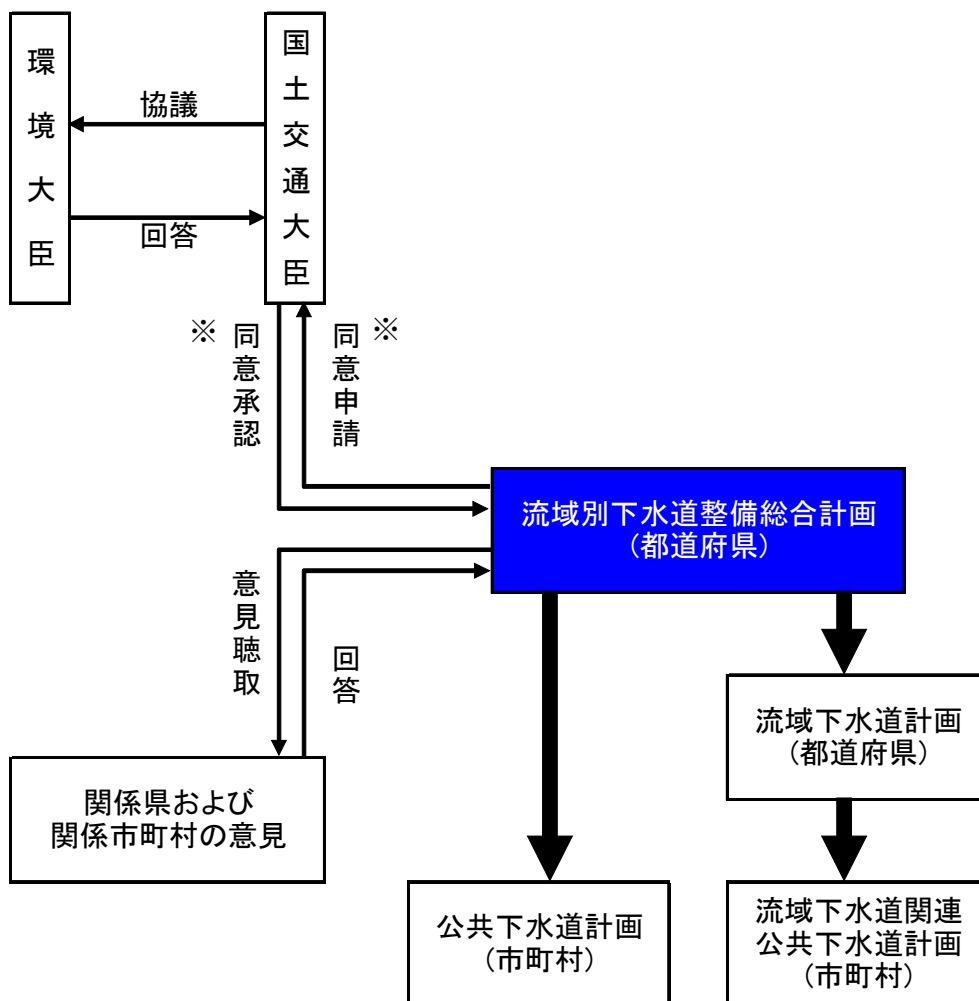
(2) 流域別下水道整備総合計画

流域別下水道整備総合計画（以下「流総計画」という。）は、昭和 45 年 12 月の下水道法の改正にあたって、公共用水域の水質環境基準を達成するために必要な下水道整備に関する総合的な基本計画として、法律上、その策定が義務付けられています。（下水道法第 2 条の 2）

流域別下水道整備総合計画には、次の事項を定めるものとされています。

- ① 下水道の整備に関する基本方針
- ② 下水道により下水を排除し、および処理すべき区域
- ③ ②の区域に係る下水道の根幹的施設の配置、構造および能力
- ④ ②の区域に係る下水道の整備事業の実施の順位

流総計画策定までのフロー



※平成 24 年 4 月 1 日より 2 以上の都府県の区域にわたる水系に係る河川その他の公共の水域等についての流総計画に係る国土交通大臣への同意を要する協議は、同意を要しない協議となる。

愛知県の流総計画策定実績

豊川等		知多湾等		新川		庄内川		日光川	
①	S46	①	S51・S53	①	S46	①	S61	①	S56
②	S47.9.12	②	-	②	S52.3.26	②	H5.8.31	②	H5.6.17
③	S48.1.24	③	-	③	H6.1.18	③	H6.6.28	③	H6.6.28
④	S45	④	S50・S53	④	S50	④	S60	④	S60
⑤	H2	⑤	H7・H12	⑤	H7	⑤	H17	⑤	H17
⑥	豊川	⑥	矢作川・境川	⑥	新川	⑥	庄内川	⑥	日光川
⑦	BOD	⑦	BOD	⑦	BOD	⑦	BOD	⑦	BOD

渥美湾等・豊川等		知多湾等	
①	S59	①	H元
②	H8.3.12	②	H11.3.11
③	H9.1.24	③	H12.10.2
④	S58	④	S63
⑤	H17	⑤	H22
⑥	豊川・渥美湾	⑥	矢作川・境川・知多湾
⑦	BOD、COD	⑦	BOD、COD

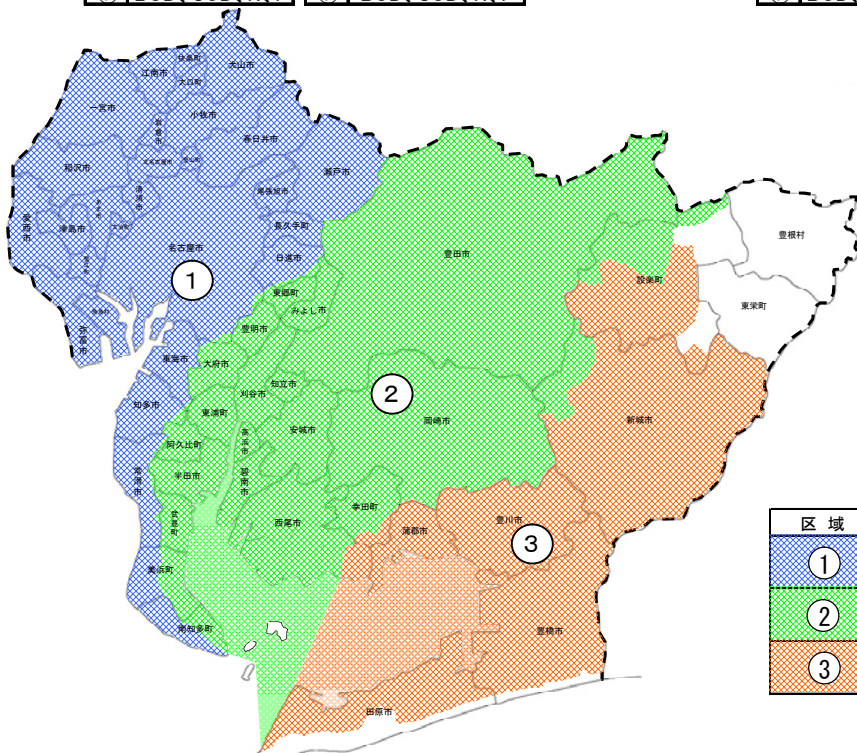
渥美湾等		知多湾等	
①	H9	①	H9
②	H13.11.12	②	H15.4.14
③	H16.10.26	③	H16.10.26
④	H7	④	H7
⑤	H27	⑤	H27
⑥	下図の③	⑥	下図の②
⑦	BOD、COD、N、P	⑦	BOD、COD、N、P

渥美湾等		知多湾等	
①	H18	①	H18
②	-	②	-
③	-	③	-
④	H16	④	H16
⑤	H37	⑤	H37
⑥	下図の③	⑥	下図の②
⑦	BOD、COD、N、P	⑦	BOD、COD、N、P

名古屋港海域等	
①	H8
②	H12.3.31
③	H17.3.15
④	H7
⑤	H27
⑥	下図の①
⑦	BOD、COD、N、P

名古屋港海域等	
①	H18
②	-
③	-
④	H16
⑤	H37
⑥	下図の①
⑦	BOD、COD、N、P

凡例	
①	調査着手年度
②	承認申請
③	大臣承認
④	基準年次
⑤	将来
⑥	主な対象区域
⑦	目標値が設定されている水質項目



区域	流総名	大臣同意年月日
①	名古屋港海域等流域別 下水道整備総合計画	平成17年3月15日
②	知多湾等流域別 下水道整備総合計画	平成16年10月26日
③	渥美湾等流域別 下水道整備総合計画	平成16年10月26日

計画処理水質については、以下のとおり設定している。

日最大計画下水量	COD		T-N		T-P	
	現行	改定中	現行	改定中	現行	改定中
30,000m3以上	8.9 mg/リットル	8.1 mg/リットル	6.6 mg/リットル	7.0 mg/リットル	0.48 mg/リットル	0.66 mg/リットル
30,000m3未満	12 mg/リットル	12 mg/リットル	15 mg/リットル	17 mg/リットル	1.0 mg/リットル	1.4 mg/リットル

※名古屋港海域等、知多湾等、渥美湾等流総計画は現在改定作業を行っており、その数値も上表に示す。

流域別下水道整備総合計画から事業計画までのフロー

調査・手続きフロー	法 手 続 法手続に必要な事前調査						
		流総計画の策定	用地確保の見直し 住民へのPR 財政診断	都市計画の策定	事業計画認可調査	下水道法事業計画認可	都市計画法事業計画認可
根 拠 法	下水道法第2条の2	都市計画法第11条 第1項第3号 都市計画法第13条 第1項第13号	下水道法第4条(公共下水道)、第25条の3(流域下水道)	都市計画法第59条			
計画の目標年次 あるいは認可の 期間	約20年先	約20年先	認可に対応する年次 まで、および約20年 先	5～7年間	5～7年間		
計画、調査、内容	<ul style="list-style-type: none"> 人口、工業出荷額等の基礎フレーム 予定処理区域 発生汚水量(原単位) 処理水の放流先、水質 根幹的下水道施設の配置 	<ul style="list-style-type: none"> 総括図、計画図 計画書 	<ul style="list-style-type: none"> 計画説明書 区画割平面図、施設平面図 縦、横断面図 流量計算、容量計算、水量計算 数量計算 など	<ul style="list-style-type: none"> 事業の実施計画であり、主に、技術的、財政的な面を重視 	<ul style="list-style-type: none"> 主に、都市計画施設の位置、区域もしくは配置等を重視 		
効果、その他	<ul style="list-style-type: none"> 当該水域における具体的な下水道計画の基本になる 国庫補助の対象になる場合がある 	<ul style="list-style-type: none"> 都市計画決定以降の作業に必要な基礎的な図書となる 	<ul style="list-style-type: none"> 都市施設として決定された区域内では、建築物の建築が規制される 	<ul style="list-style-type: none"> 国庫補助を受けることができるようになる 流総計画との整合 	<ul style="list-style-type: none"> 国庫補助金の交付申請ができる 都市計画決定の内容と適合 		

(3) 【高度処理】について

高度処理とは、通常の有機物除去を主とした二次処理で得られる処理水質以上の水質を得る目的で行う処理をいいます。

以前は、活性汚泥法等による二次処理の後に、さらに付加的に行われる諸プロセスを三次処理と呼んでいましたが、付加的に行う処理のみだけでなく、二次処理で行われる生物学的処理プロセスに改善を加え、高度な処理水を得る技術が一般化してきたことにより、現在では三次処理法にこれら二次処理の改善法を加えて「高度処理」という用語が用いられています。

一概に高度処理といっても、処理する対象物質は様々あり、処理する対象物質によって施設形態は異なります。

1. 高度処理(窒素、りん)導入の必要性について

本県が臨む伊勢湾及び三河湾は、海水の交換効率が悪く、汚濁物質の蓄積しやすい広域閉鎖性水域であるため、汚濁物質の指標の一つである COD を管理指標として水質環境基準が定められ、COD による総量規制が行われてきましたが、依然として環境基準の達成率は改善されていません。また伊勢湾では、窒素・りん等の栄養塩類が大量に流入すると、植物プランクトンを異常増殖させ、赤潮を発生させるなど富栄養化の原因となります。そのため、伊勢湾の富栄養化を防止するために、昭和 57 年以来、愛知県、岐阜県、三重県、名古屋市は協調して 4 次につながる伊勢湾富栄養化対策指導指針を定め、窒素・りんの削減指導がなされてきました。また、平成 7 年 10 月 11 日に三河湾、平成 8 年 2 月 27 日に伊勢湾において窒素、りんの環境基準の類型指定がなされたことに伴い、平成 8 年度には、第 4 次伊勢湾富栄養化対策指導指針に基づき窒素・りに係る水質管理目標値が設定され、平成 14 年 7 月 12 日には、従前の COD にあわせて、窒素・りに係る水質総量規制基準が告示されました。

下水道計画においても窒素・りんに対応した流総計画（前述した「(2) 流総計画」）を策定（現在改訂中）し、今後は、水質総量規制基準を遵守し、また、長期的には流総計画に沿って、下水道処理場施設を窒素・りん対応の高度処理施設としていく必要があります。

2. なぜ高度処理施設が必要か

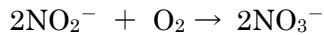
活性汚泥も窒素やりんが必要です。活性汚泥が増殖するとき、一定の比率で窒素、りんも吸収します。しかし一般の下水にはそれ以上に窒素、りんが入っています。一般的に家庭下水を主体とする流入下水の水質は BOD : 200mg/l, T-N : 40mg/l, T-P : 5mg/l 程度です。すなわち、有機物 : 窒素 : りん = 100 : 20 : 2.5 となっています。

一方、活性汚泥のバクテリアの菌体の構成成分は、有機物 : 窒素 : りん = 100 : 10 : 1.5 程度です。したがって、活性汚泥法に代表される通常の二次処理（標準法）だけでは窒素とりんが余ってしまい、処理水に残ることとなります。そのため、何らかの方策を講じて窒素とりんの除去率を高める工夫が必要です。

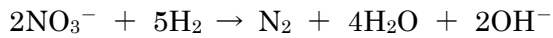
3. 窒素除去のしくみ

下水処理では窒素は生物処理により行います。他の方法は現実的ではありません。

窒素は処理場へ主に有機性窒素とアンモニア性窒素の形で流入します。これらの窒素は好気条件下で、亜硝酸細菌及び硝化細菌により亜硝酸態窒素を経て硝酸態窒素まで酸化されます(硝化)。



硝酸態窒素は脱窒細菌により有機物の存在する無酸素条件化で窒素ガスとなります。(脱窒)



3-1. 窒素の硝化

標準活性汚泥法では窒素がどうなるのかは考慮されていません。例えば、夏場は硝酸態窒素で放流されますが、冬場はアンモニア態で放流されるなどという例が多くあります。一般に能力に余裕があるときは硝化が進行するケースが多くなっています。

・硝化促進型活性汚泥法

硝化は活性汚泥の中の硝化細菌が行います。硝化細菌は他の菌より増殖が遅いため、十分な汚泥滞留時間 (SRT) が確保されないと増殖することはできません (特に冬場)。

硝化を確実に進めるためには水温に応じた好气的条件における SRT (A-SRT) を確保する必要があります。このことは結果的に反応槽の容積を大きくし、空気量を増やし、低負荷で運転することになります。このような方式は「硝化促進型活性汚泥法」といわれます。

(硝化の効用と問題点)

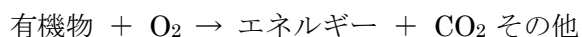
硝酸態窒素は水域での窒素の安定した形態の一つであり、窒素を確実に硝化させるだけでも、アンモニアの状態で放流するよりは環境に対しての影響は小さくなります。上水水源の保全等の観点からはアンモニアをなくすことが重要であり、硝化促進型は高度処理の一方法と位置づけられています。

ただし窒素を確実に硝化させても、硝酸態窒素が残っているため、富栄養化の防止には役立ちません。また、硝化を促進するだけの処理には問題点があり、アルカリ性のアンモニアを酸性の硝酸にするので pH が低下します。原水水質にもよりますが、ひどい場合は水質汚濁防止法の基準を超えるほど pH が低下してしまいます。

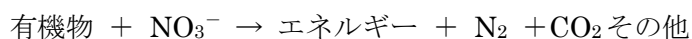
硝酸態窒素は脱窒することにより、アルカリ度を回復することができます。そこで窒素自体の除去を必要としなくても脱窒を併用して pH を上げる運転方法をとることもあります。

3-2. 脱窒

一般の生物が食物を食べて (酸化して) エネルギーを得るには酸素が必要です。微生物も同じことをします。



酸素 (DO) のない条件化では、脱窒細菌が硝酸態窒素の結合酸素を利用して有機物を分解し、硝酸態窒素は最終的には窒素ガスとして大気中に放出されます。



3-3. 脱窒のための運転方法

脱窒させるためには嫌気状態で有機物を与える必要があります。

窒素を除去するためには

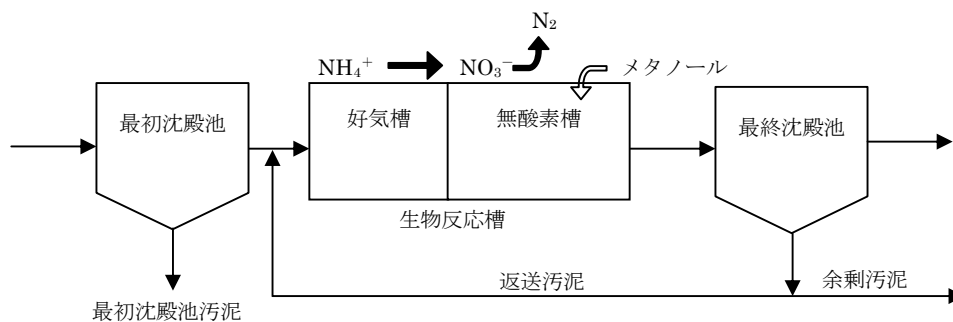
- a. 有機態窒素やアンモニアを好気状態で硝酸態窒素とし、
- b. これを嫌気状態にして有機物を与え脱窒させる

という手順が必要です。

一般に下水処理において好気槽で硝化まで進めてしまえば有機物(BOD)はほとんど分解されて水中からなくなってしまいます。これをそのまま無酸素状態にしても脱窒は進みません。“どのように有機物を与えるか”にいろいろな工夫があります。

イ) 有機物の添加

好気槽の後に無酸素槽を設けメタノールなどの有機物源を与えます。メタノールの量を加減することで理屈上 100%脱窒することができます。しかし、下水中の有機物を利用すれば薬品類を外部から購入する必要もなく、さらに脱窒過程で下水中の有機物を同時に処理することができるため、現在は流入下水の有機物が利用されています。

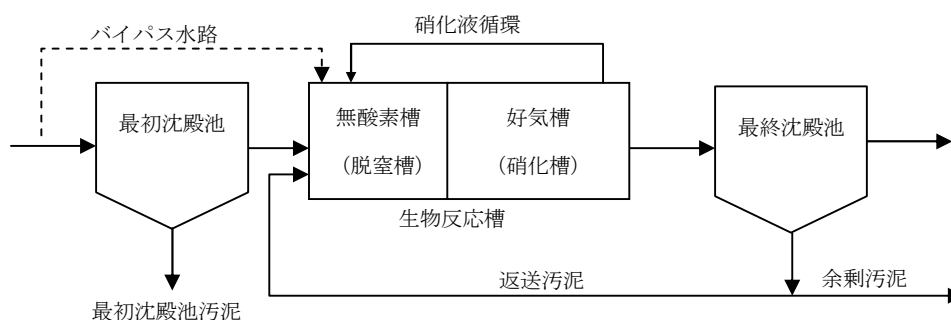


ロ) 流入下水の有機物を用いる方法

流入下水には多くの有機物が含まれているので、BOD 細菌によって分解される分を脱窒に使おうという発想が生まれてきます。そのための手法がいくつかあります。

(1) 循環式硝化脱窒法

硝化した処理水と汚泥を前段の無酸素部に戻し、流入下水と混ぜることで流入下水に含まれる有機物を与え脱窒を図ります。硝化液を脱窒タンクに循環することによって、硝化工程で消費されたアルカリ度の一部を脱窒により回収できるという特徴もあります。処理水を戻すには、返送汚泥ポンプをフル回転して返送率を上げることで可能ですが、高度処理として最初から設計する場合は別に循環ポンプを設置するのが一般的です。



循環式硝化脱窒法を標準活性汚泥法と比べると以下の特徴があります。

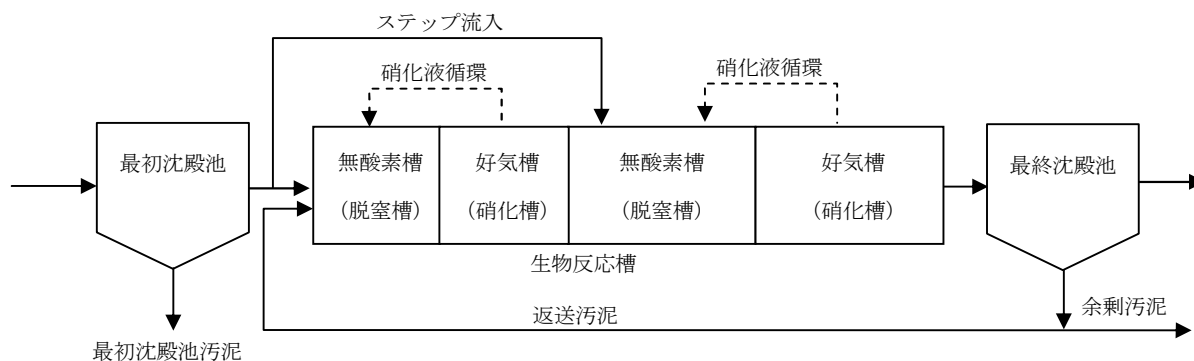
- 1) 生物反応槽の容量が標準活性汚泥法に比べると大きくなる。
- 2) 生物反応槽をいくつかに分けて仕切り、無酸素槽は無酸素状態が維持できるような構造とする必要がある。
- 3) 硝化液を循環させるためのポンプ等の施設が必要。
- 4) 生物反応槽の MLSS 濃度を標準活性汚泥法より高く保つ必要がある。このため、最終沈殿池の流入固形物負荷が高くなるので、設計水面積負荷を小さくしたり、有効水深を大きく取る必要がある。
- 5) 循環ポンプの設置、無酸素タンクの設置等により、運転管理項目が若干増加する。
- 6) 標準活性汚泥法と比較して、窒素除去率が向上するだけでなく、BOD,SS についても除去率が向上する。

窒素除去率は循環率で決まります。好気槽で硝化された窒素は嫌気槽にもどされると全量脱窒されるという前提で設計されますが、除去率を7割、8割に上げようとする、多量の循環が必要となります。循環ポンプのランニングコスト等を考えると実用上は循環比2程度が限度であり、除去率は67%にしかなりません。循環率を上げるとポンプが巨大になるだけでなく、水の反応槽の通過速度が速くなりすぎて嫌気好気も維持できなくなります。

さらに高度な窒素除去を必要とする場合には、次のステップ流入式多段硝化脱窒法が用いられています。

(2) ステップ流入式多段硝化脱窒法

反応槽を無酸素-好気-無酸素-好気に4分割し、流入水の半分を3槽目にステップ流入させるフローを考えてみます。この場合、1槽目に入った流入水の窒素は2槽目で硝化され、3槽目の無酸素槽で流入下水の有機分により脱窒されます。一方、3槽目に入った下水の窒素は4槽目で硝化され多くはそのまま放流されますが返送汚泥とともに戻される分は1槽目で脱窒されます。これを上記の循環法と比較してみると、この方法はステップ流入させるだけで循環ポンプ等を設置せずとも結果的に67%の窒素が除去できます。理論上、段数を増やし、流入水を細かく分けて流入させることで窒素の除去率が上がります。除去できないのは最終段で注入された下水の窒素のうち、返送汚泥として戻らなかった分だけになります。このようにステップ流入は窒素除去の効率化に有効であるので、既存施設の改良や循環法との複合的な組み合わせなどいろいろな変法にも使われています。



なお、二段の無酸素-好気を効率的に行うには前段と後段で負荷を同一にするとよいのですが、こ

の場合、後段は流入水により活性汚泥が希釈される形となるので、同じ菌体量を槽に保持するためには容積を前段より大きくする必要があります。このとき容積は大きくなりますが菌体量は同じなので、必要空気量は前段と同じになります。同じ理由により、三段 AO 法では二段目、三段目と槽が大きくなります。

4. リン除去のしくみ

リン除去には凝集剤による方法と生物処理の方法があります。

イ) 凝集剤の添加

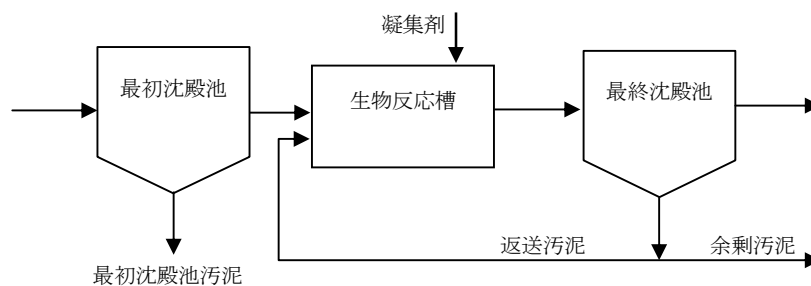
アルミニウムや鉄などの金属塩を凝集剤として注入し、水中に溶けているりんを不溶性の化合物の形で沈殿させ、水中から除去する方法です。これらの薬品を添加するのは上水の処理において一般的に行われており、本来の目的は沈殿しにくい微細な懸濁粒子を大きなかたまりにして沈殿させることにありますが、同時に金属成分やりんなどの溶解しているものも沈殿させることができます。

凝集沈殿を下水処理で行う場合、以前はいわゆる三次処理として活性汚泥処理の後に、浄水場のようなフロック形成池と沈殿池を設ける設計が行われ、りん除去のためには二次処理と同じかそれ以上の広大な三次処理用地が必要と考えられていました。

その後、反応槽の出口で凝集剤を注入し、活性汚泥に混ぜるだけで十分りんが除去できることが明らかになってきました。この方法は同時凝集法などと呼ばれ、設備が簡易であり既存施設の改造もきわめて容易であるので広く普及しています。

凝集剤添加によるりん除去には、以下のような特徴があります。

- 1) よく使われる凝集剤である PAC はりんとだけ反応するわけではなく、水中のアルカリ分と反応して各種の成分を含む固形物を形成する。このため、硝化促進法のようにアンモニア分がなくなっていて、有機分もほとんど分解されているような状態の水に注入した方が入れる量が少なくてよく効く。
- 2) 添加した凝集剤に基づく余剰汚泥が発生するので、汚泥処理施設について配慮が必要。
- 3) 生物学的脱りんでの汚泥に比べて汚泥処理過程でのりんの再溶出は少ない。



ロ) 生物学的脱りん

活性汚泥は、嫌気-好気を定期的に繰り返すという条件におかれると、りんを蓄積する菌（ポリりん酸蓄積細菌）が増えてきます。これらの菌はりんを吸収したり放出したりすることにより、エネルギーを蓄積したり解放したりする能力を持っているようです（つまり、りん化合物をバッテリーのように利用している）。

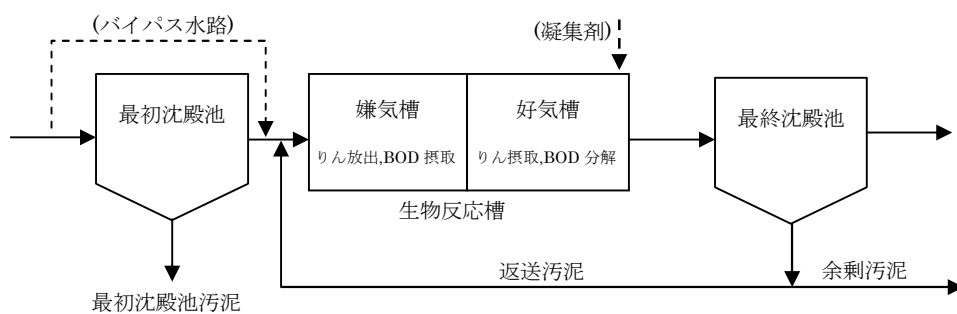
具体的には、

- i) 好気槽で水中に溶解しているりん(オルトリン酸)を体内に取り込み別の形（ポリりん酸）にし

で蓄える。このとき同時にりん化合物にエネルギーを蓄える(充電にあたる)。この現象はりんの過剰摂取といわれる。

- ii) 次にこの汚泥が「有機物はあるが、嫌気状態であるため他の菌が利用することができない」という環境に送られると、先の好気槽で蓄積したりん(ポリりん酸)をオルトリン酸に加水分解し放出することにより、エネルギーを取り出し、これをもとに有機物を体内に取り込んで加工して蓄積する、ということを行う。

このようにポリりん酸蓄積細菌は、他の菌が有機物を利用できないうちに、率先して有機物を取り込むことができます。そのような条件を作り出してやればポリりん酸蓄積細菌が増えていきます。そうしておいて好気状態で汚泥と水を分離すれば高度にりんが除去された処理水を得ることができます。



(生物学的脱りんの留意点)

i) 嫌気と無酸素

「有機物はあるが、嫌気状態であるため他の菌が利用することができない」という状態を実現するには嫌気状態にする必要がありますが、「酸素(O₂)はないが硝酸(NO₃⁻)ならある」という状態ではダメです。この状態ではポリりん酸蓄積細菌よりも脱窒細菌が優先して有機物を分解してしまうようであり、ポリりん酸蓄積細菌による有機物の吸収とりんの放出はおきません。すなわち嫌気状態でもNO₃⁻があるかどうかを区別する必要があります。

そこで、窒素りんの同時除去を考える場合、いわゆる「嫌気状態」を

- ・ 酸素はないが硝酸態窒素はある状態 → 無酸素 (anoxic)
- ・ 酸素も硝酸態窒素もない状態 → 嫌気または絶対嫌気 (anaerobic)

と区別して表現するのが一般的となっています。

ii) 汚泥からのりんの再溶出

りんを蓄積した汚泥は次に嫌気状態に置かれると再びりんを放出して有機物を取り込もうとします。したがって濃縮槽や汚泥貯留槽(通常嫌気状態になる)にためている間にせっかく吸収したりんを放出してしまい、脱水ケーキとして汚泥を水から取り出すときにはりん濃度が下がってしまうということがおこります。このような場合には高濃度のりんが返流水とともに水処理系に戻り、反応槽のりん濃度が上がり結果的に放流水に出ていくことになります。

このようなことにならないためには汚泥からのりんの溶出をおさえるような汚泥処理プロセスの工夫が必要です。つまり、生物学的脱りんは水処理だけではうまくできません。汚泥系も含めた配慮が必要です。

5. 窒素・りん同時除去

窒素とりんを同時に除去するため、上記プロセスの組み合わせとして、生物学的窒素除去プロセスとりん除去の嫌気好気法と組み合わせたもの嫌気好気活性汚泥法(A₂O法)と、凝集剤の添加によるりん除去と生物学的窒素除去プロセスを組み合わせた凝集剤併用型窒素除去法があります。

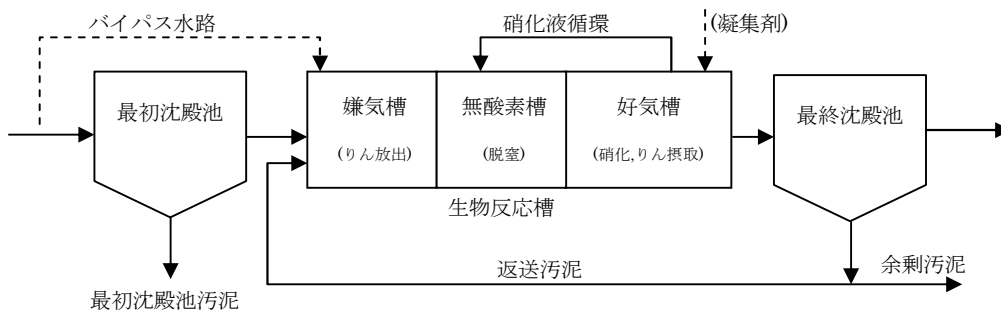
イ) 嫌気好気活性汚泥法

嫌気好気活性汚泥法(A₂O法)のA₂Oの意味はanaerobic-anoxic-oxicであり、1槽目は硝酸NO₃⁻が入っていない嫌気槽、2槽目は循環水のNO₃⁻が入ってくる無酸素槽です。

嫌気好気活性汚泥法は、理論上3槽がそれぞれの役割を分担し、機能を発揮すれば効率よく窒素もりんも除去できます。りん除去のための薬品もいらず、施設もコンパクトになり、施設画面上、高度処理施設としては効率のよい方法ということになります。

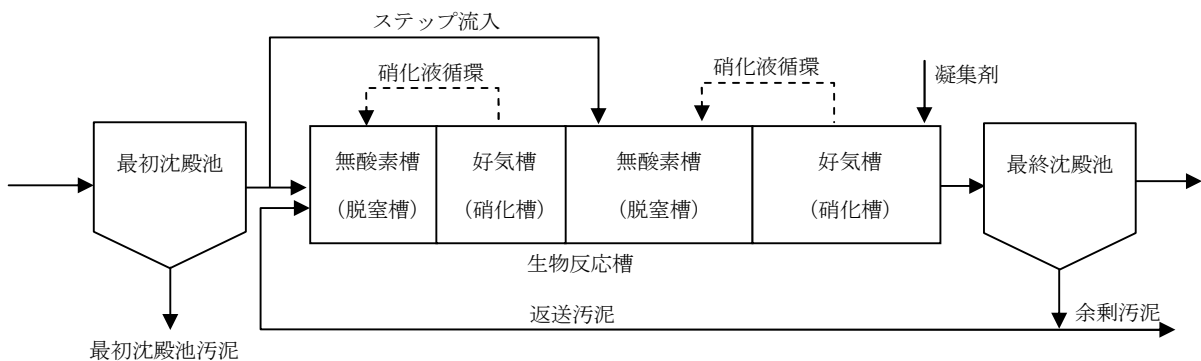
しかしながら下水というのは、流入水量の量や濃度の変動、季節変化による水温変化その他の外的変動要素により左右される面があります。このときに窒素の硝化脱窒もりんの除去も同時にうまくいくように運転をするのは難しく、窒素の硝化脱窒とりんの除去というのは相反する操作を必要とする面もあり、その両立を狙うのは高度の技術と経験を要することとなります。

負荷変動でりんの除去率が左右されるため、高度処理設計マニュアル等にも必ずバックアップ用に凝集剤注入設備も用意するよう記載されています。



ロ) 凝集剤併用型窒素除去法

凝集剤併用型窒素除去法は、生物学的窒素除去法の循環式硝化脱窒法などの反応槽に凝集剤を添加して、既存の生物処理機能にりん除去機能を付加する高度処理法であり、窒素およびりんを同時に除去する方法です。



※ステップ流入式硝化脱窒法に凝集剤添加を組み合わせた例

6. 膜分離活性汚泥法 (MBR:membrane bioreactor)

6-1. 膜分離活性汚泥法について

膜分離活性汚泥法は、従来の活性汚泥法では最終沈殿池において重力沈降によって行われる固液分離を微細な孔径を有する分離膜によって行うものであり、有機物の分解、有機態窒素の分解、アンモニア性窒素の酸化、脱窒等は活性汚泥によって行われるものです。

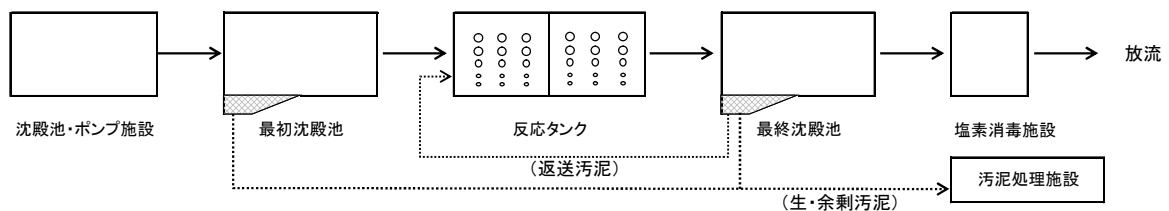
6-2. 施設構成上の特徴について

施設構成上としては、以下のような特徴があります。

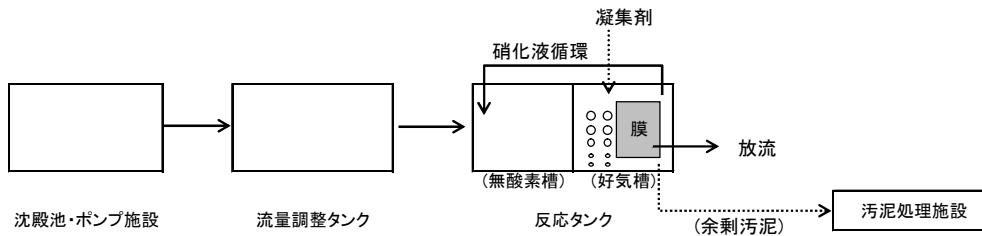
- ①最終沈殿池は必要ない。
- ②反応タンクの MLSS 濃度を高くすることができる。
- ③流入量の変動に対し、流量調整池による均等化、反応タンクの水位調節、膜透過流束の制御等により制御しなければならない。

これらのことにより、最終沈殿池を省略し、反応タンクの MLSS 濃度を高くして運転できることから、処理施設の必要容積を大幅に削減することが可能となります。

「従来の活性汚泥法」



「膜分離活性汚泥法 (循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法の施設構成例)」



6-3. 処理機能上の特徴について

処理機能上としては、以下のような特徴があります。

- ①重力沈降による固液分離の制約がないため、反応タンク内の MLSS 濃度を高め、短時間で処理を行うことが可能である。
- ②SS より小孔径の分離膜を用いるので、処理水中に SS は原則として検出されず、透視度が高く清澄な処理水が得られる
- ③処理水中には大腸菌がほとんど検出されない。
- ④処理水をそのまま修景用水として利用することが可能である。
- ⑤凝集剤の添加により高度なりん除去が可能である。

平成17年に初めて供用されて以来、実績が蓄積され、標準的な処理方法となりつつあり、平成23年11月1日より下水道法施行令第5条の6第1項第3号の表の趣旨を踏まえ、「循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法」が代表的な処理方法とされる区分に追加されています。

7. 最初沈殿池、最終沈殿池、急速ろ過

7-1. 最終沈殿池の大きさと急速ろ過の必要性について

良好な活性汚泥とは、よく「ふわふわしたかたまり」と表現されていますが、反応槽から採取した汚泥は味噌汁のような状態です。ガラスの器にとってながめるとふかふかの雲のようなかたまりがみえる沈殿し、その後には無色透明な上澄み液が得られる、というのが良好な状態です。一般的に、このような状態を得るのに最適な運転法が標準法といわれる運転条件になります。これよりも有機物が多すぎても少なすぎても汚泥の状態は悪くなります。

一般に高度処理型の運転は低負荷（有機物が少ない状態）で運転されるため、汚泥の状態は標準法ほどよくありません。活性汚泥は有機物不足（低負荷）の状態になるとかたまり（フロック）が小さくなり、パラパラした感じになります。もっと極端になるとさらに細分化し、沈まない細かい破片のようなものが濁りとして残り、白っぽくない処理水となります。ここまでくると「汚泥の解体」と呼ばれ、有機物不足で汚泥が自己分解しているような状態となります。

高度処理型の運転をしていると、時としてこういう状態に陥りやすくなります。そのため、最終沈殿池は標準法よりも大きくしておかないと微細なフロックが沈殿しきれず固液分離がうまくいかないこととなります。そしてそれでも沈まない濁りはろ過等により除去することとなります。

「ふわふわして沈みやすいかたまり」をつくるのはフロック形成菌と呼ばれますが、脱窒や脱りんをさせると、有機物の一番おいしいところを脱窒細菌やポリリン酸蓄積細菌が嫌気状態のうちに吸収してしまい、フロック形成菌が十分生育できない状況が生じます。そのようなことも汚泥があまり良好な状態にならない一因だと考えられます。

そこで、高度処理型の運転をする場合、

- ・最終沈殿池を標準法より大きくする。
- ・急速ろ過をつける

という対策をとり、汚泥の性状悪化に対応する必要があります。

(参考)

窒素・りん除去が高度処理の主目的としていわれるようになる前から、放流先の河川の自己流量が少なく、「下水処理水を BOD : 20mg/l で流すと河川の環境基準が守れない」などという事例がありました。このような場合は、急速ろ過を付けて二次処理水に残存する BOD, COD, SS を除去するという計画とします。

一般に、二次処理の処理水質は BOD : 20mg/l, SS : 20mg/l, COD : 30mg/l といった値になっています。しかしながら、能力に多少余裕があり、流入水はほとんど家庭排水という条件さえ満たせば、BOD : 3mg/l, SS : 2mg/l, COD₁₀ : mg/l といった処理水質が得られます。このような処理水を急速ろ過に通してもほとんど何も変わりません。急速ろ過で除去できるものは「固形物」つまり SS です。処理水の SS を除去することにより付随して除去される成分は、下水中に含まれる浮遊性と溶解性に区分されるもののうち浮遊性の成分です。浮遊性成分の値は、SS とほぼ一定の比率があると考えられます。一般に処理水に残存する浮遊性の成分は SS : 10mg/l に対し、COD : 3mg/l, 窒素 : 1mg/l, りん : 0.2mg/l 程度です。

窒素・りんについて考えると処理水の浮遊性成分というのは全体に比べるとわずかであり、あとはほとんど溶解性です。したがって、急速ろ過では窒素・りんはあまり取ることができません。

7-2. 最初沈殿池について

標準法で設計された水処理施設を、窒素・リンの除去率向上を目的に高度処理的に運転しようとする、反応槽は嫌気槽等を含めて6~7割くらいの能力になります（それだけの水量しか流せない）。一方で最終沈殿池も大きめに必要となるので、6~7割程度の水量で運転することになります。一方で最初沈殿池の能力には余裕が生じます。

流入下水に含まれる窒素の多くは溶解性です。一方BODは固形物として多く含まれています。このことは有機物のカスは大便として排泄されるのに対し、窒素は尿素やアンモニアとして小便に多く含まれて排泄されていることと関係しています。この流入下水を長時間、最初沈殿池で沈殿させると、「窒素は多く含まれるが、BODは少ない上澄み水」となって反応槽へ流入することとなります。

高度処理型運転では有機物の取り合いとなり、常に不足気味になっています。こういう状況のときに最初沈殿池で有機物だけを取ってしまうとますます状況は悪化します。したがって最初沈殿池はなるべく小さくし、活性汚泥に必要な有機物が与えられるように運転をしなければなりません。ちなみに、供用開始当初や雨天時など有機物負荷が小さいときはバイパスして反応槽へ直接流入させるという手法がよく行われます。

一方で、最初沈殿池で除去される汚泥（生汚泥）は繊維質を多く含むため、これが多いほど汚泥の脱水は効率的に行えます。また、流入水に含まれる人毛やゴミなどを除去して反応槽へ入れないための機能も果たしており、総合的なバランスを考えて運転を行う必要があります。

(3) 全県域汚水適正処理構想 (Aichi-Water Recovery Plan)

目 的

全県域汚水適正処理構想は、市街地や農山村地域を含めた県下全域の汚水処理施設の整備を計画的・効率的に実施することを目的とし、市町村が作成した構想を県が取りまとめたものです。本県では、平成 8 年 6 月に構想を策定しましたが、その後の地域状況の変化等に対応するため、平成 16 年 3 月に見直しを行いました。(平成 23 年 9 月現在、構想を見直し中)

内 容

本構想は、県と市町村が協力し全県域にわたって下水道、集落排水、合併処理浄化槽などといった汚水処理施設について、関係所管部局間で調整し、地域の実情に応じた適正な整備手法を選定するもので、今後の汚水処理施設整備の方針となるものです。

本構想の策定により次のような効果が期待できます。

- ① 汚水処理事業間の調整を図ることができ、汚水処理施設の整備を計画的かつ効率的に実施できる。
- ② 策定作業を通じ、事業未着手町村において、汚水処理に関する理解が深まる。
- ③ 新たに汚水処理事業を実施する場合の方針を示す。
- ④ 汚水処理に関する長期目標として必要整備量を把握できる。
- ⑤ 川や海などの公共用水域の水質保全を図ることができる。

汚水処理の整備構想及び目標

各処理施設別の処理人口の構成比及び市町村数（県下 54 市町村）は表のとおりです。(平成 23 年 4 月 1 日現在)

また、西暦 2010 年度末（平成 22 年度末）における汚水処理人口普及率の目標を概ね 84%としています。

※汚水処理人口普及率.....し尿と雑排水が処理される人口の総人口に対する割合

各処理施設別の処理人口及び市町村数

施設名	処理人口の構成比 (%)	市町村数
下水道	93.8	52
集落排水	3.0	30
コミュニティ・プラント	0.3	9
その他集合処理	0.2	13
浄化槽	2.7	51
計	100.0	

(平成 23 年 4 月 1 日現在)

将来（最終像）における事業種別汚水処理人口

（単位：人）

市町村名	将来行政 人口	下水道	農業 集落 排水	漁業 集落 排水	コミュニ ティ プラント	その他の 集合処理	個別 処理 (浄化槽)	汚水処理 人口 合計
名古屋市	2,174,000	2,173,900	0	0	0	0	100	2,174,000
豊橋市	377,800	350,410	11,805	0	700	1,392	13,493	377,800
岡崎市	367,100	344,398	12,288	0	0	2,981	7,433	367,100
一宮市	367,800	364,930	0	0	0	0	2,870	367,800
瀬戸市	148,000	144,818	0	0	0	0	3,182	148,000
半田市	128,458	120,703	744	0	0	0	7,011	128,458
春日井市	348,000	328,287	0	0	0	0	19,713	348,000
豊川市	190,200	182,108	4,486	0	0	0	3,606	190,200
津島市	67,700	63,597	0	0	3,331	0	772	67,700
碧南市	71,400	70,963	0	0	0	0	437	71,400
刈谷市	145,000	131,071	0	0	0	0	13,929	145,000
豊田市	473,131	388,756	18,689	0	2,460	820	62,406	473,131
安城市	172,700	169,240	1,368	0	0	0	2,092	172,700
西尾市	168,916	148,750	18,810	0	0	0	1,356	168,916
蒲郡市	80,000	74,319	1,884	0	0	0	3,797	80,000
犬山市	73,300	69,770	449	0	0	2,511	570	73,300
常滑市	82,000	73,473	8,065	0	0	0	462	82,000
江南市	99,100	97,616	0	0	0	0	1,484	99,100
小牧市	159,300	156,785	1,950	0	0	0	565	159,300
稲沢市	145,870	116,751	12,640	0	5,765	650	10,064	145,870
新城市	55,100	26,888	11,010	0	0	240	16,962	55,100
東海市	130,000	129,200	0	0	0	0	800	130,000
大府市	79,200	75,403	494	0	0	0	3,303	79,200
知多市	100,000	95,156	4,744	0	0	0	100	100,000
知立市	66,900	66,838	0	0	0	0	62	66,900
尾張旭市	95,700	95,691	0	0	0	0	9	95,700
高浜市	40,500	40,450	0	0	0	0	50	40,500
岩倉市	49,200	46,981	0	0	0	0	2,219	49,200
豊明市	70,100	58,030	6,149	0	0	3,300	2,621	70,100
日進市	86,000	81,928	379	0	0	0	3,693	86,000
田原市	79,800	40,980	36,459	0	540	0	1,821	79,800
愛西市	71,988	47,554	19,464	0	4,186	414	370	71,988
清須市	60,500	66,481	0	0	0	0	19	66,500
北名古屋市	80,600	80,580	0	0	0	0	20	80,600
弥富市	49,600	38,970	8,920	0	870	840	0	49,600

市町村名	将来行政 人 口	下水道	農業 集落 排水	漁業 集落 排水	コミュニ ティ プラント	その他の 集合処理	個別 処理 (浄化槽)	汚水処理 人口 合計
みよし市	59,000	46,830	10,262	0	1,220	466	222	59,000
あま市	92,600	92,585	0	0	0	0	15	92,600
東郷町	44,000	42,968	0	0	0	0	1,032	44,000
長久手町	60,000	50,640	3,255	0	0	0	6,105	60,000
豊山町	15,000	14,990	0	0	0	0	10	15,000
大口町	20,800	19,230	1,470	0	0	0	100	20,800
扶桑町	32,400	32,376	0	0	0	0	24	32,400
大治町	31,500	31,500	0	0	0	0	0	31,500
蟹江町	39,600	38,940	0	0	650	0	10	39,600
飛島村	5,000	0	4,880	0	0	120	0	5,000
阿久比町	26,416	26,060	0	0	0	0	356	26,416
東浦町	53,000	48,239	0	0	0	434	4,327	53,000
南知多町	26,000	18,224	1,237	4,680	0	0	1,859	26,000
美浜町	28,000	24,300	1,682	0	0	1,500	518	28,000
武豊町	45,000	43,616	884	0	0	0	500	45,000
幸田町	41,900	27,431	10,918	0	0	0	3,551	41,900
設楽町	6,912	2,440	3,149	0	0	0	1,323	6,912
東栄町	4,800	2,200	1,300	0	0	0	1,300	4,800
豊根村	1,520	0	0	0	0	0	1,520	1,520
全 県	7,594,411	7,124,344	219,834	4,680	19,722	15,668	210,163	7,594,411
事業種別汚水処 理人口普及率	—	93.8%	2.9%	0.1%	0.3%	0.2%	2.8%	100.0%