

(3) 生物処理設備

生物処理はアンモニア態窒素、藻類、カビ臭、陰イオン界面活性剤、マンガン等に対して効果があることが知られている³⁾。

データ解析 WG では、プロセスデータ解析から、生物処理によりカビ臭物質であるジェオスミンをある程度除去できることを確認した。3. 3. 2 (6) カビ臭物質を参照。また、接触ろ過により 2-MIB を 70%程度除去できるとの報告がある³⁾。カビ臭のみを対象として生物処理を採用するケースは少ないと考えられるが、浄水システムを計画する上で副次的に除去できることを考慮しておく必要がある。

また、原水中のアンモニアは、塩素処理によって生成する THM と結びつくことから、除去することが望ましい⁴⁾。つまり、アンモニアを生物処理により硝化することで、THM 生成速度に影響を与える塩素注入率を低減でき、結果として THM の生成を抑制することになる。

ただし、生物の活性が水温により大きく変化することから、特に冬季における性能を確認した上で設備の計画、設計を行う必要がある。

上記のように、生物処理はアンモニア態窒素、藻類、カビ臭、陰イオン界面活性剤、マンガン等の除去に効果があるが、ここでは、硝化率、硝化速度といった定量的な評価が可能なアンモニア態窒素の除去を対象とする。

生物処理の追加設備判定手順を図 3-4-5 に示す。最初の条件として、原水のアンモニア態窒素濃度が約 0.1mg/L 以上としたが、年間を通じてアンモニア態窒素が検出される場合などは、より低い濃度でも生物処理設備を採用する価値があると考えられる。なお、生物処理を適用する原水アンモニア態窒素濃度を 0.3mg/L 程度以上から 2.0mg/L 程度以下としたが、0.3mg/L よりも低濃度であれば塩素酸化の方が効率が良く、2.0mg/L 程度以上ではアンモニアの酸化により生成する硝酸・亜硝酸が水質基準値の 1/5 以上となるためである。当然ながら、硝酸・亜硝酸をより低濃度で管理する場合には、生物処理を適用できるアンモニア態窒素濃度の上限値をより低く設定する必要がある。

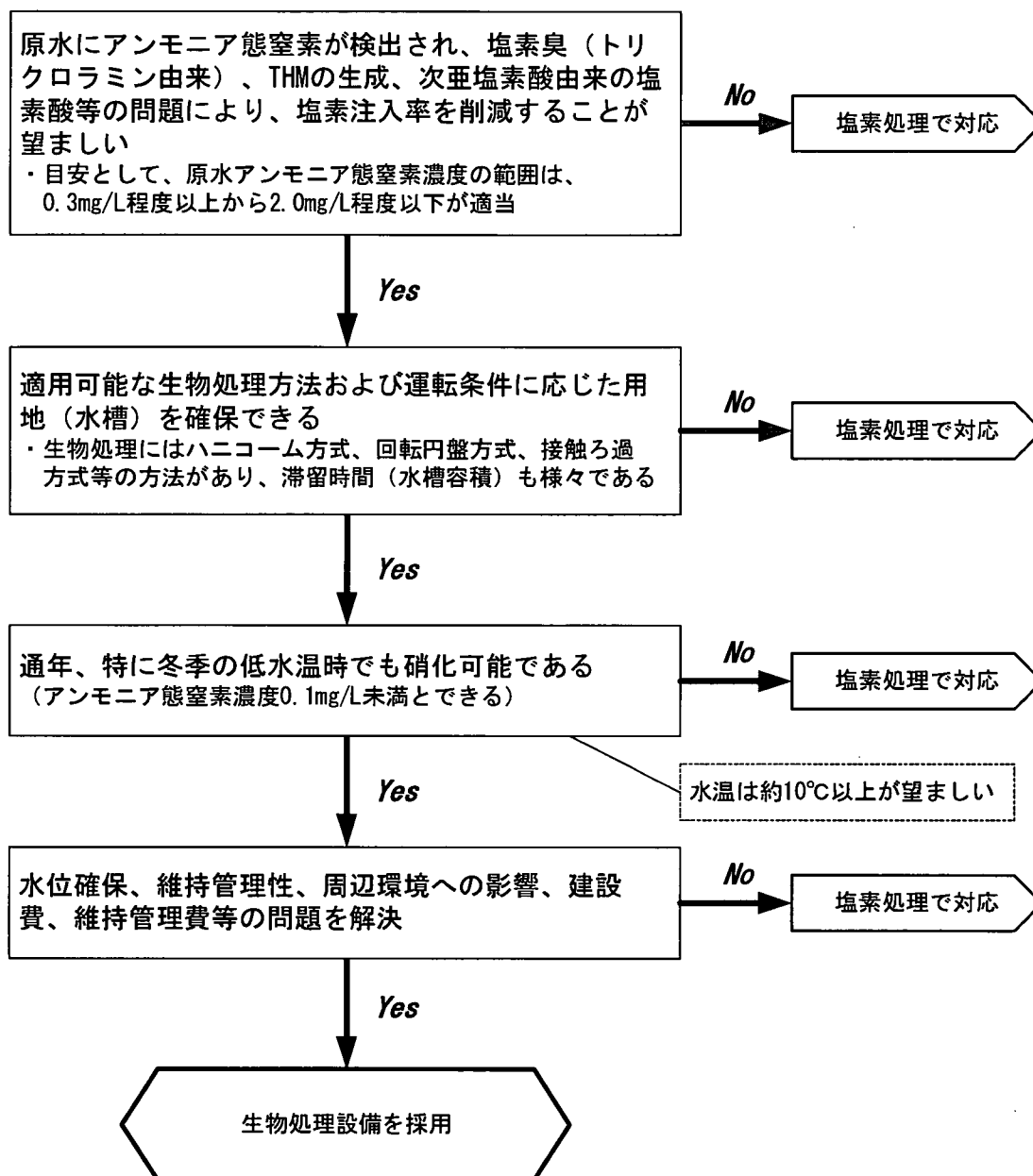


図 3-4-5 生物処理設備追加判定手順

(4) 除鉄設備

一般に用いられる除鉄処理については、塩素剤やエアレーションにより溶解性の鉄を酸化し不溶性の第二鉄化合物として析出させた後、凝集沈澱ろ過、あるいはろ過のみを行って除去する。本委員会では除鉄設備を「塩素剤またはエアレーションによる酸化設備」と定義する。

鉄については、3.3.1のフローデータ解析および3.3.2のプロセスデータ解析で示した通り、基本システム2、3、5、6（3.1.2 表3-1-1）については十分除去可能であることから、原則的に追加設備は必要ないものと判断する。

ただし、最終プロセスが膜ろ過である基本システム1、4、7、8については、原水に溶解性の鉄が含まれ、かつ膜ろ過設備までに塩素剤による酸化が行われない場合には、除鉄設備が必要となる。本委員会における最適浄水システムの選定においては、塩素剤注入については検討対象外としたが、上記のケースでは、膜ろ過設備までの適切な位置で塩素剤の注入を行うか、エアレーションによる酸化設備を設ける必要がある。

図3-4-6 に除鉄設備の追加判定手順を示す。

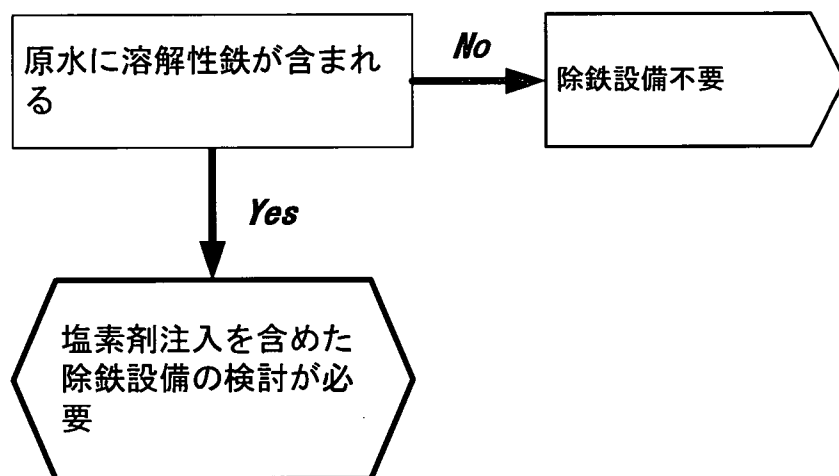


図 3-4-6 除鉄設備追加判定手順

以上の追加設備の判定基準について、まとめたものを表3-4-1に示す。

表 3-4-1 追加設備判定基準

追加設備	判定項目	判定基準値	備考
除マンガン設備	原水のマンガン	0.01mg/L	0.05mg/L 以下で急速ろ過設備を持つ場合は不要
酸注入設備	凝集 pH 値	7.0	アルカリ度の確保が必要
生物処理設備	原水のアンモニア態窒素	0.3~2.0mg/L	アンモニア態窒素を対象
除鉄設備	原水の溶解性鉄	—	適切な塩素剤注入で対応

【参考文献】

- 1) 日本水道協会、水道施設設計指針 pp.333、2000.3
- 2) 眞柄 泰基、厚生労働科学研究費補助金 健康科学総合研究事業、最新の化学的知見に基づく水質基準の見直し等に関する研究 研究報告書、平成 18 (2006) 年度
- 3) 日本水道協会、水道施設設計指針 pp.322～332、2000.3
- 4) 伊藤公明、斉藤陽一、寺内信夫、眞柄泰基、生物接触ろ過におけるろ材、ろ層厚、ろ過速度に関する研究、水道協会雑誌 第 70 巻第 8 号 平成 13 年 8 月 pp.2～11

3. 4. 2 塩素注入による塩素酸・臭素酸濃度

(1) 次亜塩素酸ナトリウム製造企業へのアンケート

次亜塩素酸ナトリウムの添加によって浄水中の塩素酸、臭素酸がどの程度増加するのか推定するために、市販の次亜塩素酸ナトリウムについて調査を行った。調査方法は、次亜塩素酸ナトリウム製造企業へのアンケートとした。

アンケートは、解答用紙（あるいは電子ファイル）を 2007 年 10 月上旬に全国の次亜塩素酸ナトリウム製造企業 13 社に郵送し、11 月末までに 10 社から回答があった。なお、アンケートを郵送した企業は、「14705 の化学商品（化学工業日報社）」に掲載されている中で、浄水用の製品を製造している企業とした。

アンケート結果を表 3-4-2 に示す。アンケートの回答では、次亜塩素酸ナトリウム中の塩素酸、臭素酸含有率の表記が企業によって異なっていたため有効塩素濃度 10mg/L 当たりの濃度に換算した。例えば、水道用薬剤の基準（厚生労働省省令）では、「有効塩素濃度 10%の次亜塩素酸ナトリウムを 100mg/L 添加した場合」としているが、実サンプル中の実濃度での表記等があった。有効塩素濃度 10%の次亜塩素酸ナトリウムを 100mg/L 添加は、有効塩素濃度 10mg/L 添加と同等であることから有効塩素濃度 10mg/L 当たりとした。

なお、今回のアンケートでは、価格調査を行っていない。各地の浄水場で現在使用している製品と今回調査した製品とでは単価が異なる可能性があるので、注意が必要である。

表 3-4-2 次亜塩素酸ナトリウム中の塩素酸・臭素酸濃度

出荷可能な地域		北海道・東北	関東甲信越	中部	関西・中国・四国	九州・沖縄
有効塩素Cl ₂	%以上	12	12	12～12.5	12	12
食塩NaCl	%以下	2.0～3.5	2.0～2.5	2.0～4.0	2.5～4.0	4.0～12
有効塩素濃度10mg/L添加したときの臭素酸濃度	mg/L	0.004～0.005	0.002～0.005	0.001～0.005	0.001	0.004～0.010
有効塩素濃度10mg/L添加したときの塩素酸濃度	mg/L	0.42～0.60	0.30～0.60	0.40～0.60	0.27～0.60	0.50～0.60

(2) 塩素酸・臭素酸濃度の予測

1) 臭素酸

有効塩素濃度 10mg/L 程度であれば、臭素酸は 0.001~0.005mg/L となる。

通常の浄水処理では塩素注入率が有効塩素で数 mg/L であることから、塩素処理によって生じる臭素酸は 0.001mg/L 程度と予想され、水質基準値 0.01mg/L に対して十分低い濃度である。

仮に、浄水処理において増加する臭素酸が塩素処理分だけだとすると、有効塩素の最大注入率は 20~100mg/L となる。

浄水中の臭素酸は、次亜塩素酸ナトリウムの不純物およびオゾン処理による副生成物として加えられるものがほとんどである。

ところで、次亜塩素酸ナトリウム由来の臭素酸は、有効塩素注入率 10mg/L で 0.001~0.005mg/L であることから、通常の浄水処理における有効塩素注入率が数 mg/L であることを考慮すると、ほとんど影響がないと言える。

従って、浄水処理によって増加する臭素酸は、オゾン処理により臭化物イオンが酸化されたものが大半を占める。オゾン処理による臭素酸の生成には臭化物イオン濃度、溶存オゾン濃度、オゾン接触時間、pH、水温、オゾン消費物質（有機物、リン酸、炭酸、遊離塩素等）濃度が関係している¹⁾²⁾。臭化物イオン、pH、オゾン接触時間、水温がそれぞれ増大すると臭素酸が増加する。一方オゾン消費物質が増大すると臭素酸の生成は抑制される傾向にある。オゾン消費物質は、オゾンと反応して溶存オゾン濃度を低下させるため、見かけ上、臭素酸生成を抑制する効果がある。しかし、オゾン消費物質処理のための過剰なオゾン供給は、臭素酸生成量の増加につながる場合も考えられるため、オゾン注入率や溶存オゾン濃度制御における十分な配慮が必要である。溶存オゾン濃度を 0.1mg/L 以下にすれば、臭素酸を 0.01mg/L 以下に出来るとされている³⁾が、オゾン処理での除去対象物質濃度によっては、溶存オゾン濃度 0.1mg/L 以下とするのが困難であることが推測される。文献から得た、オゾン処理中において臭素酸生成に影響を及ぼす項目と抑制方法を表 3-4-3 に示す。

オゾン処理設備の採否を決定する際は、実際のオゾン処理除去対象物質や臭化物イオンの濃度の影響を把握するために、実際の原水を用いたオゾン処理試験を行うことが望ましい。試験で明らかに臭素酸が大量に生成すると判断されれば、オゾン処理以外の処理や、運転条件の検討が必要となる。

表 3-4-3 臭素酸生成因子と抑制方法

No.	項目	抑制方法	文献データの条件
1	水温	低くすることで抑制される。 【文献データ】10℃以下では臭化物イオン濃度に関係無く、臭素酸イオンは生成されない。 ⁴⁾	オゾン反応槽出口溶存オゾン濃度 0.1mg/L 一定
2	過酸化水素注入 モル比 (H ₂ O ₂ /O ₃)	高くする (2.5 以上) ことで抑制される。 【文献データ】オゾン注入率に対する過酸化水素注入モル比を 0→2.5 にすると、臭素酸イオン生成量は 0.0055→0.0025mg/L に低減できた。 ⁴⁾	オゾン反応槽出口溶存オゾン濃度 0.1mg/L 一定
3	pH	低くする (6.8 未満) ことで抑制される。 【文献データ】pH6.8→6.2 にすると、臭素酸イオン生成量は 0.0041→0.0005mg/L に低減できた。 ⁵⁾	オゾン注入率 1.0mg/L 水温 12.1～12.4℃ 臭化物イオン 0.040～0.045mg/L
4	オゾン接触時間	1 回の時間を短くする (接触槽を複数に分散する) ことで抑制される。 【文献データ】オゾン注入率が同じ場合、オゾン注入を 1 槽→3 槽に分散すると、臭素酸イオン生成量は約 70% に低減できた。 ⁵⁾	オゾン注入率 1.1mg/L 水温 18.4～18.5℃ 臭化物イオン 0.031～0.046mg/L pH 6.92～6.95
5	オゾン注入率	低くすることで抑制される。 【文献データ】CT 値 1～2mg/L・min にすると、臭素酸イオン生成量は 0.01mg/L 以下に低減できた。 ⁶⁾	オゾン注入率 2.0mg/L 水温 20℃ pH 7.0

2) 塩素酸

有効塩素濃度 10mg/L 程度で、塩素酸は 0.27～0.60mg/L となる。

通常の浄水処理では塩素注入率が有効塩素で数 mg/L であることから、塩素処理によって生じる塩素酸は 0.10mg/L 程度と予想される。

しかしながら、この試算は浄水場へ納入時の次亜塩素酸ナトリウムを想定して行ったもので、浄水場での保管状態、保存期間によっては塩素酸濃度が増加するため、次亜塩素酸ナトリウム貯槽の遮光、冷却、使用日数の短縮、希釈等の対策が必要である。

さらに、原水にアンモニアを含む場合には、塩素注入率がアンモニア態窒素濃度の 10 倍程度となることから、特に注意が必要である。

仮に、浄水処理において増加する塩素酸が塩素処理分だけだとすると、有効塩素の最大注入率は 10～20mg/L となる。

【参考文献】

- 1) 浅見真理、相澤貴子、眞柄泰基、「水環境学会誌 第 19 巻 第 11 号」、p92～98、日本水環境学会、1996
- 2) M.Fielding,J.Hutchison,「Formation of bromate and other ozonation by-products in water

treatment. WaterSupply, Vol.13, No1, p71～84, Blackwell Science Ltd, 1995

- 3) 「オゾンハンドブック」、p.223～225、日本オゾン協会、2004
- 4) 「最適オゾン処理調査委員会報告書」、p40～41,92、日本オゾン協会、平成 18 年
- 5) 「水質試験所調査研究ならびに試験成績」、p310～311、大阪市水道局、平成 13 年度
- 6) 「水道協会雑誌 第 72 巻 第 10 号」、p7～9、日本水道協会、平成 15 年

3. 5 最適浄水システムの選定手法

3. 1に示した考え方に従い、3. 3および3. 4においては最適浄水システム選定手法を確立させる作業を進めた。ここではその結果得られた選定手法について述べるとともに、具体的な選定手順について説明する。

なお、ここで示す選定の数値については、統計処理で得られたものであり、範囲内にある場合に処理を100%保証するものではなく、逆に、範囲外で必ず処理できないことを示すものでもない。

(1) 原水レベルの確認

対象とする原水の水質について、濁度、TOC、カビ臭物質、THMの4項目それぞれが、3. 3で定めた原水レベルのどの区分に属するか、表3-5-1より確認する。この際、原水の値は水道事業者等の利用者が想定する最も高い値とする（実際の最高値とは必ずしも一致させる必要はない）。

なお、原水レベルが表3-5-1の区分に入らない場合は、少なくとも浄水レベル1以上の処理は困難であるか、またはデータが存在しないことを示す。

表 3-5-1 原水レベル確認表

原水レベル 水質項目	低	中	高
濁度	1度以下	1度超～5度以下	5度超～800度以下
TOC	2.5mg/L以下	2.5超～3.5mg/L以下	3.5超～3.5mg/L以下
カビ臭物質*	5ng/L以下	5超～25ng/L以下	25超～750ng/L以下
THMFP	0.04mg/L以下	0.04超～0.07mg/L以下	0.07超～0.12mg/L以下

※ カビ臭物質は2-MIBとジェオスミンを区別せず、高い方の値を用いる。

(2) 浄水レベルの設定

目標とする浄水水質について、濁度、TOC、カビ臭物質、THMの4項目それぞれを3. 2で定めた浄水レベルのどの区分にするか、表3-5-2を元に設定する。

表 3-5-2 浄水レベル設定表

原水レベル 水質項目	水質基準	レベル1	レベル2
濁度 [度]	2	0.1	0.01
TOC [mg/L]	5	1.5	1.0
カビ臭物質 [ng/L]*	10	3	1未満
THM [mg/L]	0.1	0.040	0.015

※ 2-MIBとジェオスミンは区別せず扱うことから、浄水レベルはどちらも同じ値に設定される。

(3) 濁度除去プロセス群の選定

3. 3. 3で定めた濁度除去プロセス群選定表（表 3-5-3 に再掲）より、(1) (2) で確認、設定した、原水レベルの行と浄水レベルの列が交差するカラムにあるプロセス群を「濁度除去プロセス群」とする。

ここで、濁度除去プロセス群は複数選択できる場合があるが、その際は達成率を目安にプロセス群を選択する。

表 3-5-3 濁度除去プロセス群選定表（再掲）

浄水レベル 原水レベル	水質基準 2度以下	レベル1 0.1度以下	レベル2 0.01度以下
低 1度以下	不要 (- %)	凝集+急速ろ過 (100%)	膜ろ過 (100%)
中 1超~5度以下	凝集+急速ろ過 (100%)	凝集+急速ろ過 (100%)	膜ろ過 (100%)
高 5超~800度以下	凝集+沈澱+急速ろ過 (100%)	凝集+沈澱+急速ろ過 (94%)	凝集+沈澱+膜ろ過* (100%) 凝集+前ろ過+膜ろ過* (100%)

() はそのプロセス群による達成率

※ 原水水質が15度以下の場合は、「凝集+膜ろ過」のプロセス群に置き換えてもよいものとする。これは、4. で示す綾瀬合同実験において、膜ろ過原水が15度以下の場合には、膜ろ過処理が安定して行え、膜ろ過水濁度も0.01度以下を維持した結果を根拠とした。

(4) 有機物除去プロセス群の選定

3. 3. 3で定めたTOC、カビ臭物質、THMそれぞれの除去プロセス群選定表（表 3-5-4 ~6 に再掲）より、(1) (2) で確認、設定した、原水レベルの行と浄水レベルの列が交差するカラムにあるプロセス群をそれぞれ選定する。ここで、プロセス群はそれぞれ複数選択できる場合があるが、その際は達成率を目安にプロセス群を選択する。

選定したプロセス群の中、全てを網羅するプロセス群を「有機物除去プロセス群」とし、順位はオゾン+粒状炭>粒状炭>粉末炭>凝集>不要 とする。例えば、選択したプロセス群が「粒状炭」、「粉末炭」、「凝集」であった場合には、全てを網羅するプロセス群は最も上位にある「粒状炭」となる。

表 3-5-4 TOC 除去プロセス群選定表 (再掲)

浄水レベル 原水レベル	水質基準 5mg/L 以下	レベル 1 1.5mg/L 以下	レベル 2 1.0mg/L 以下
低 2.5mg/L 以下	不要	凝集 (94%) 粉末炭 (99%) 粒状炭または オゾン+粒状炭 (100%)	凝集 (77%) 粉末炭 (86%) 粒状炭または オゾン+粒状炭 (84%)
中 2.5 超~3.5mg/L 以下	不要	粒状炭または オゾン+粒状炭 (100%)	粒状炭または オゾン+粒状炭 (71%)
高 3.5 超~7.5mg/L 以下	粉末炭 (100%)	粒状炭または オゾン+粒状炭 (89%)	粒状炭または オゾン+粒状炭 (67%)

() はそのプロセス群による達成率

表 3-5-5 カビ臭物質除去プロセス群選定表 (再掲)

浄水レベル 原水レベル	水質基準 10 ng/L 以下	レベル 1 3 ng/L 以下	レベル 2 1 ng/L 未満
低 5 ng/L 以下	不要	粉末炭(98%)	粉末炭(85%)
中 5 超~25 ng/L 以下	粉末炭(97%)	粉末炭(65%) 粒状炭(79%)* オゾン+粒状炭(100%)	粒状炭(10%)* オゾン+粒状炭(88%)
高 25 超~750 ng/L 以下	粉末炭(86%) 粒状炭(100%) オゾン+粒状炭(96%)	粒状炭(80%) オゾン+粒状炭 (88%)	粒状炭(40%) オゾン+粒状炭(88%)

() はそのプロセス群による達成率

表 3-5-6 THM 除去プロセス群選定表 (再掲)

浄水レベル 原水レベル (THM) (THMFP)	水質基準 0.1mg/L以下	レベル1 0.04mg/L以下	レベル2 0.015mg/L以下
低 0.04mg/L以下	不要	凝集 (99%)	粉末炭 (77%) オゾン+粒状炭 (97%)
中 0.04超~ 0.07mg/L以下	不要	粉末炭 (91%) オゾン+粒状炭 (100%)	オゾン+粒状炭 (78%)
高 0.07超~ 0.12mg/L以下	粉末炭 (100%)	オゾン+粒状炭 (80%)	オゾン+粒状炭 (40%)

() はそのプロセス群による達成率

(5) 基本システムの選定

表 3-5-7 に示す基本システム選定表より、(3) で選定した濁度除去プロセス群の列と、(4) で選定した有機物除去プロセス群の行が交差するカラムにあるプロセス群を選定する。これを「基本システム」とする。

基本システム選定表は、原則的には濁度除去プロセス群と有機物除去プロセス群を単純に組み合わせたプロセス群を示す表であるが、単純な組み合わせでは浄水システムとして成立しない場合や、一応は成立するものの推奨できない場合がある。そこで、それらの場合には代わりに推奨するプロセス群を記載した。詳細は表中の脚注に示したが、一例を挙げると、濁度除去プロセス群「不要」、有機物除去プロセス群「凝集」の場合には、組み合わせのプロセス群としては「凝集」となる。しかし、凝集処理のみでは浄水システムとして成立しないことから、「凝集+急速ろ過」を推奨プロセス群として示した。

なお、表 3-5-7 で網掛けをしたプロセス群を選定する際には、表中以外のプロセス群を基本システムとして選定しなければならない場合があり、詳細は脚注に示したが、特に注意が必要である。

このようにして選定される基本システムについては、表 3-5-8 に示すとおり、計 21 フローとなる。なお、表 3-5-7 および表 3-5-8 に示す英数字は基本システムの番号であり、両者は対応している。

表 3-5-7 基本システム選定表

濁度 有機物	不要	凝集 +急速ろ過	凝集+沈澱 +急速ろ過	膜ろ過	凝集+沈澱 +膜ろ過	凝集+前ろ過 +膜ろ過
不要	0 消毒のみ	3 凝集+急速ろ過	2-1a 凝集+沈澱 +急速ろ過	1-1a ※11 膜ろ過	2-2a 凝集+沈澱 +膜ろ過	4a 凝集+前ろ過 +膜ろ過
凝集	3 ※1 凝集 +急速ろ過	3 凝集 +急速ろ過	2-1a 凝集+沈澱 +急速ろ過	1-2a 凝集+膜ろ過	2-2a 凝集+沈澱 +膜ろ過	4a 凝集+前ろ過 +膜ろ過
粉末炭	2-1b ※2 粉末炭+凝集 +沈澱 +急速ろ過	2-1b ※6 粉末炭+凝集 +沈澱 +急速ろ過	2-1b 粉末炭+凝集 +沈澱 +急速ろ過	1-1b ※12 粉末炭 +膜ろ過	2-2b 粉末炭+凝集 +沈澱 +膜ろ過	4b 凝集+前ろ過 +粉末炭 +膜ろ過
	1-1b ※3 粉末炭 +膜ろ過	1-2b ※7 粉末炭+凝集 +膜ろ過				
粒状炭	7-1 ※4 粒状炭 +膜ろ過	5-1a ※8 凝集+沈澱 +粒状炭 +急速ろ過	5-1a 凝集+沈澱 +粒状炭 +急速ろ過	7-1 ※13 粒状炭 +膜ろ過	5-2a 凝集+沈澱 +粒状炭 +膜ろ過	8 凝集+前ろ過 +粒状炭 +膜ろ過
		7-2 ※9 凝集+粒状炭 +膜ろ過				
オゾン+ 粒状炭	7-3 ※5 ※15 オゾン +粒状炭 +膜ろ過	6-1 ※10 ※16 凝集+沈澱 +オゾン +粒状炭 +急速ろ過	6-1 ※16 凝集+沈澱+ オゾン +粒状炭 +急速ろ過	7-3 ※15 オゾン +粒状炭 +膜ろ過	6-2 凝集+沈澱 +オゾン +粒状炭 +膜ろ過	6-2 ※14 ※15 凝集+沈澱 +オゾン +粒状炭 +膜ろ過

- ※1 組み合わせプロセス群は「凝集」であるが、後段で注入した凝集フロックの除去が必要であり、急速ろ過を付加した。
- ※2 組み合わせプロセス群は「粉末炭」であるが、後段で粉末炭の除去が必要であり、凝集+沈澱+急速ろ過を付加した。
- ※3 組み合わせプロセス群は「粉末炭」であるが、後段で粉末炭の除去が必要であり、膜ろ過を付加した。
- ※4 組み合わせプロセス群は「粒状炭」であるが、微粉炭や生物漏出対策の観点から、膜ろ過を付加した。洗浄などの維持管理を適切に行えば、「粒状炭」単独でも処理可能と考えられるが、基本システムには含めないものとした。
- ※5 組み合わせプロセス群は「オゾン+粒状炭」であるが、微粉炭や生物漏出対策の観点から、膜ろ過を付加した。
- ※6 組み合わせプロセス群は「粉末炭+凝集+急速ろ過」であるが、粉末炭の濁質負荷が大きく、急速ろ過では処理しきれない可能性があることから、沈澱を付加した。
- ※7 組み合わせプロセス群は「粉末炭+凝集+急速ろ過」であるが、粉末炭の濁質負荷が大きく、急速ろ過では処理しきれない可能性があることから、膜ろ過を代替とした。
- ※8 組み合わせプロセス群は「凝集+粒状炭+急速ろ過」であるが、粒状炭が入ることにより、急速ろ過での濁度除去が充分でなくなる可能性があることから、沈澱を付加した。
- ※9 組み合わせプロセス群は「凝集+粒状炭+急速ろ過」であるが、粒状炭が入ることにより、急速ろ過での濁度除去が充分でなくなる可能性があることから、膜ろ過を代替とした。

- ※10 組み合わせプロセス群は「凝集+オゾン+粒状炭+急速ろ過」であるが、凝集フロックの流入により、オゾンが適用できない可能性があることから、沈殿を付加した。
- ※11 膜の種類や透過流束等の条件によっては、凝集処理が必要な場合があり、その際の基本システムは 1-2a を選定する。
- ※12 膜の種類や透過流束等の条件によっては、凝集処理が必要な場合があり、その際の基本システムは 1-2b を選定する。
- ※13 膜の種類や透過流束等の条件によっては、凝集処理が必要な場合があり、その際の基本システムは 7-2 を選定する。
- ※14 組み合わせプロセス群は「凝集+前ろ過+オゾン+粒状炭+膜ろ過」であるが、前ろ過では、オゾンに適用可能なレベルの濁度除去が困難であることから、沈殿を代替とした。
- ※15 臭素酸生成が懸念され、オゾンが適用できない場合等に基本システム 5-2b を選定する。臭素酸生成については、3.3.2(8)を参照のこと。
- ※16 臭素酸生成が懸念され、オゾンが適用できない場合等に基本システム 5-1b を選定する。臭素酸生成については、3.3.2(8)を参照のこと。

表 3-5-8 選定対象基本システム

1	-1	a	膜ろ過
		b	粉末炭 + 膜ろ過
	-2	a	凝集 + 膜ろ過
		b	粉末炭 + 凝集 + 膜ろ過
2	-1	a	凝集 + 沈殿 + 急速ろ過
		b	粉末炭 + 凝集 + 沈殿 + 急速ろ過
	-2	a	凝集 + 沈殿 + 膜ろ過
		b	粉末炭 + 凝集 + 沈殿 + 膜ろ過
3		凝集 + 急速ろ過	
4	a	凝集 + 前ろ過 + 膜ろ過	
	b	凝集 + 前ろ過 + 粉末炭 + 膜ろ過	
5	-1	a	凝集 + 沈殿 + 粒状炭 + 急速ろ過
		b	粉末炭 + 凝集 + 沈殿 + 粒状炭 + 急速ろ過
	-2	a	凝集 + 沈殿 + 粒状炭 + 膜ろ過
		b	粉末炭 + 凝集 + 沈殿 + 粒状炭 + 膜ろ過
6	-1	凝集 + 沈殿 + オゾン + 粒状炭 + 急速ろ過	
	-2	凝集 + 沈殿 + オゾン + 粒状炭 + 膜ろ過	
7	-1	粒状炭 + 膜ろ過	
	-2	凝集 + 粒状炭 + 膜ろ過	
	-3	オゾン + 粒状炭 + 膜ろ過	
8		凝集 + 前ろ過 + 粒状炭 + 膜ろ過	

(6) 追加設備の検討

3. 4. 1 に従い、除マンガン設備、酸注入設備、鉄系凝集剤注入設備、生物処理設備、除鉄設備について追加が必要であるか検討を行う。

1) 除マンガン設備

追加判定手順を図 3-5-1 (再掲) に示す。

マンガンの濃度やオゾン処理の有無等の条件によって除マンガン設備の最適な設置位置は変わることから、本選定においては、その必要の有無を判定するに留め、設置位置については決定しないものとする。

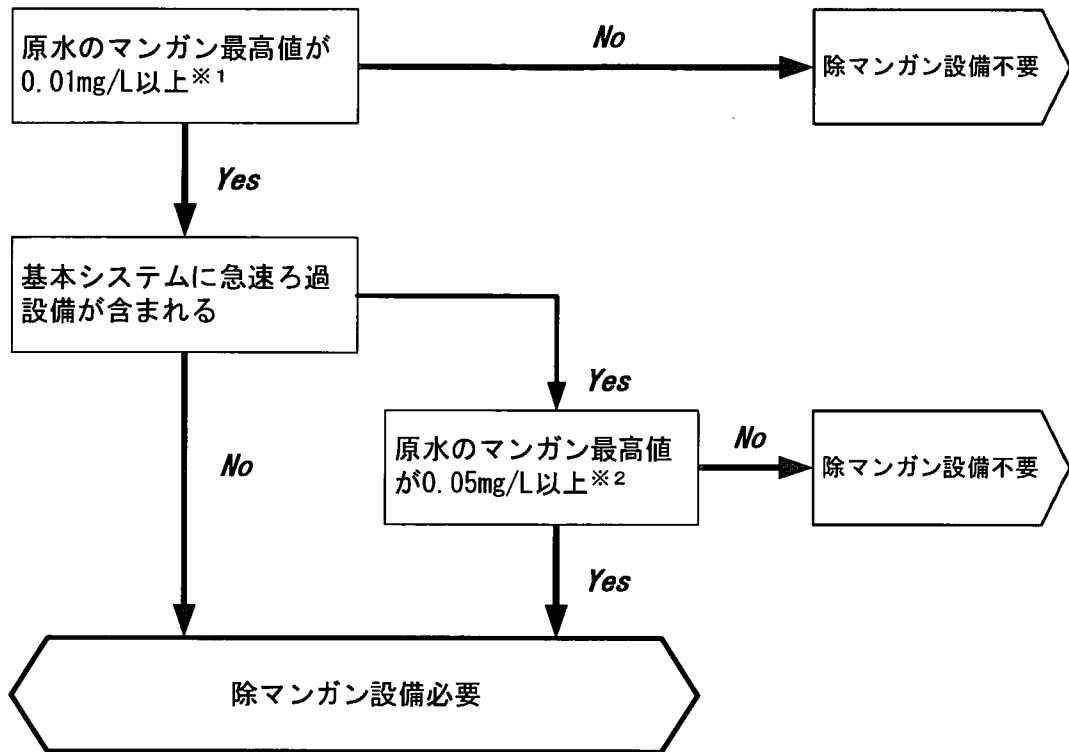


図 3-5-1 除マンガン設備追加判定手順（再掲）

2) 酸注入設備、鉄系凝集剤注入設備

アルミニウム対策としての酸注入設備および鉄系凝集剤注入設備の追加判定手順を図3-5-2（再掲）に示す。

ただし、これらの設備が確実に必要かについては、実際の原水で処理試験を行って確認する必要がある。よって、本選定においては、その必要の可能性を考慮するに留め、最適浄水システムには含めないものとする。

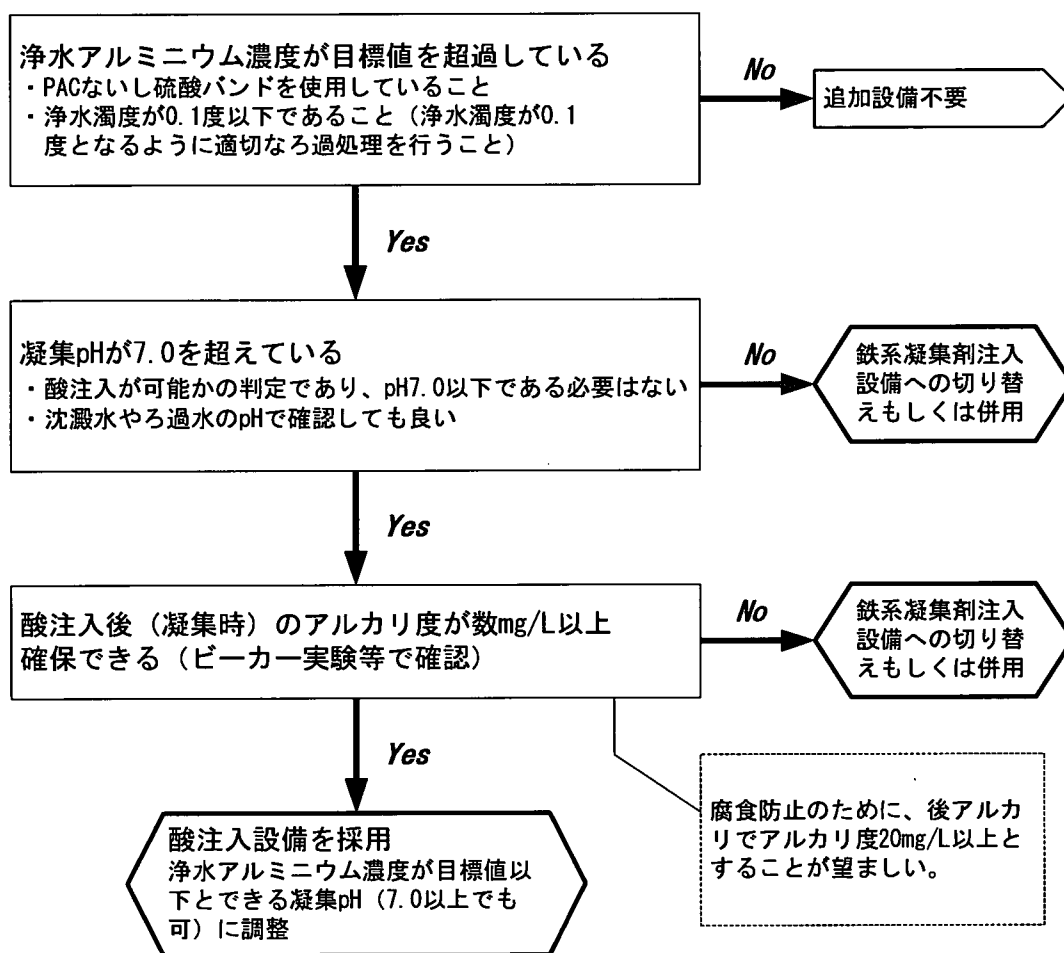


図 3-5-2 アルミニウム対策のための追加設備判定手順（再掲）

3) 生物処理設備

生物処理設備の追加判定手順を図 3-5-3 (再掲) に示す。

ただし、本委員会で収集できた生物処理に係るアンモニア態窒素のデータ数は限られ、また生物処理はアンモニア態窒素の除去のみが対象でないことから、本選定においては、その必要の可能性を考慮するに留め、最適浄水システムに含めないものとする。

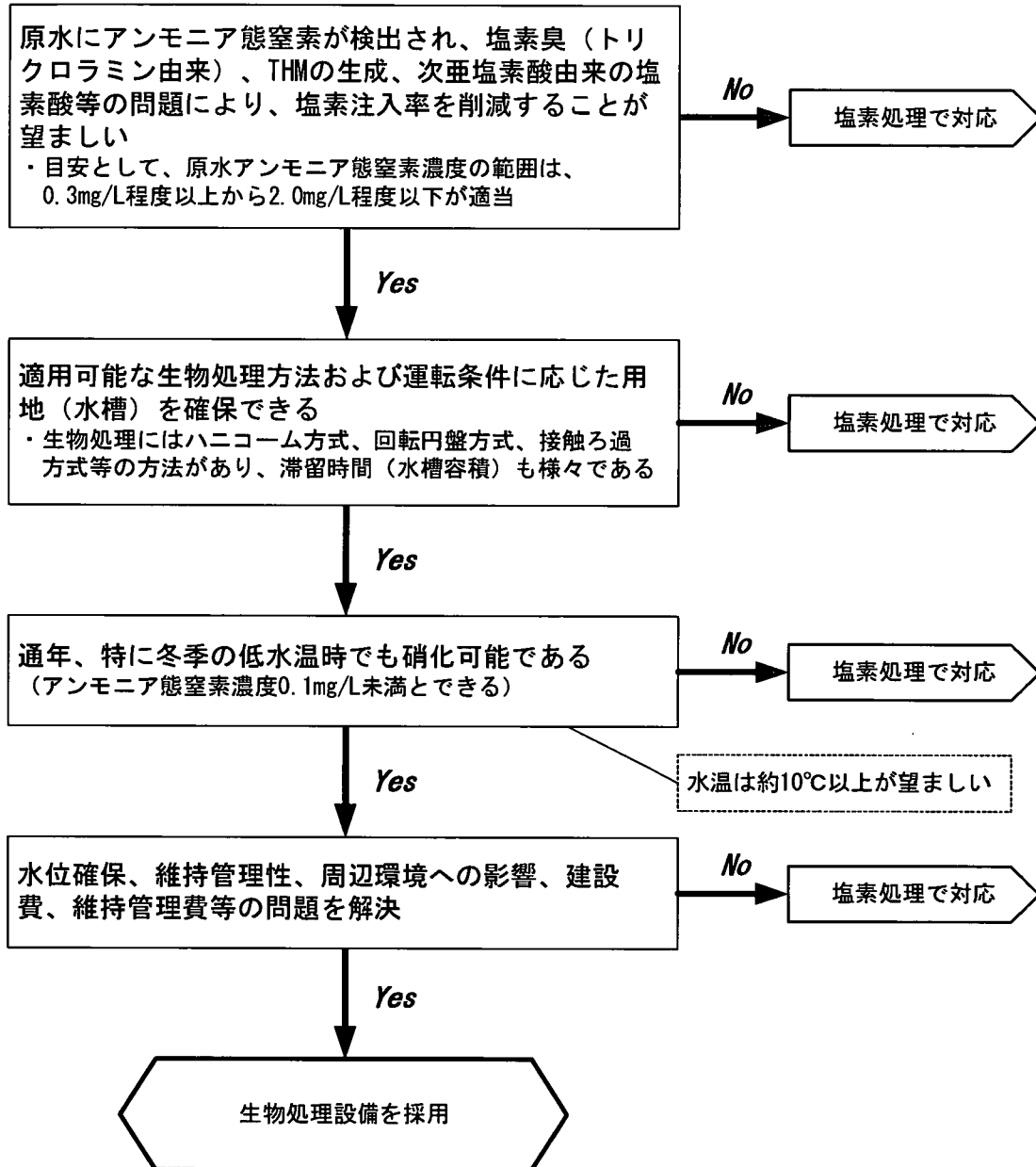


図 3-5-3 生物処理設備追加判定手順 (再掲)

4) 除鉄設備

除鉄設備の追加判定手順を図 3-5-4 (再掲) に示す。

除鉄処理は原則として塩素剤の注入位置のみを考慮すればよいこととなるが、本選定においては、塩素剤の注入位置の検討は対象外であることから、その必要性を考慮するに留め、最適浄水システムに含めないものとする。

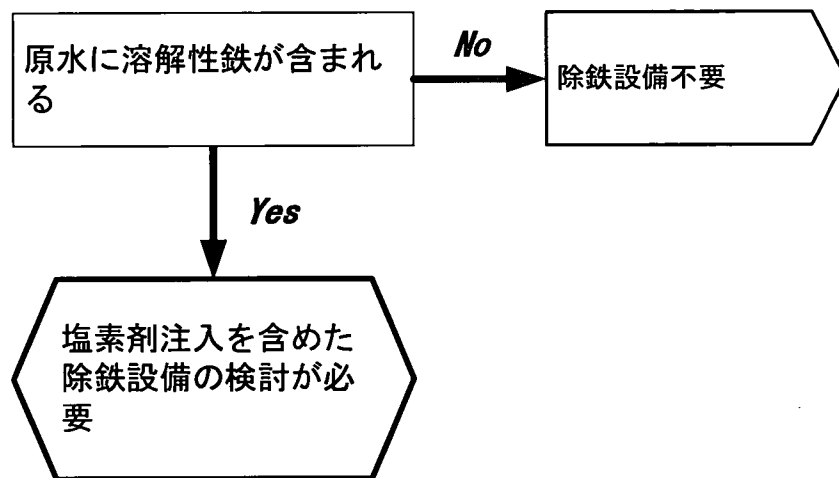


図 3-5-4 除鉄設備追加判定手順 (再掲)

(7) 最適浄水システムの決定

(5) で選定した基本システムに除マンガン設備の有無の判断を加えたものが、最適浄水システムとなる。このようにして得られた最適浄水システムについて、3.6で示す、コスト、スペース、維持管理性、LCA等の情報を提供する。水道事業者等の利用者は、これらの情報を受けて、最終的にどの浄水システムが適切であるか判断することとなる。

以上のように本委員会において確定させた最適浄水システムの選定手法について、図 3-5-5 に示す。

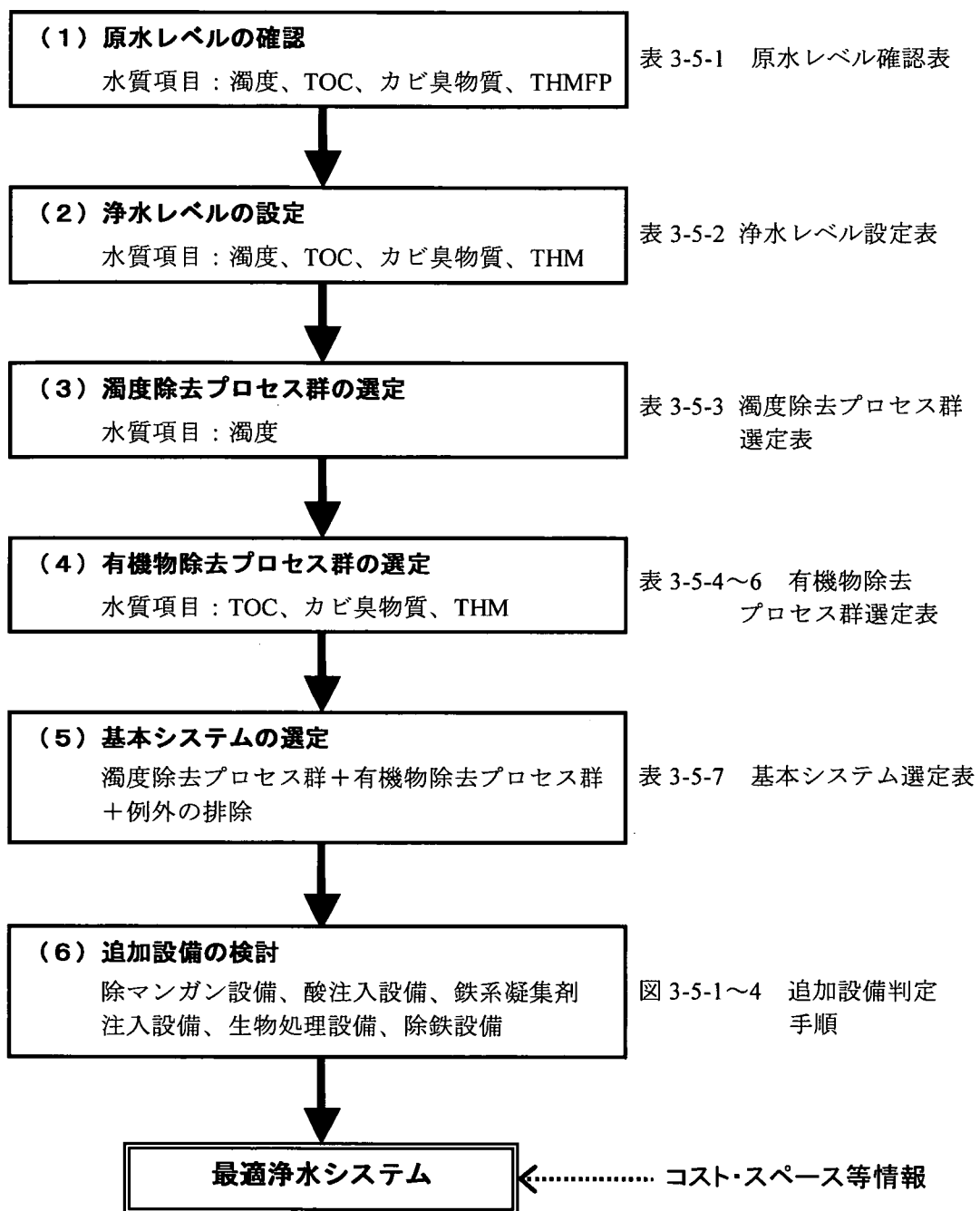


図 3-5-5 最適浄水システム選定手法（確定）

3. 6 コスト・スペース・維持管理性・LCA

3. 5最適浄水システムの選定手法で提示した選定対象基本システムに対し、ここでは水道事業体が総合的に処理システムを選定する上での判断材料となるイニシャルコスト、ランニングコスト、スペース、維持管理性、LCAなどの情報を提供する。

浄水量規模は中小事業体を対象に大規模事業体でも参考となるものとし、5,000m³/日、20,000m³/日、50,000m³/日、100,000m³/日で算出し、LCAは環境評価委員会の成果を基に20,000m³/日のみを提示する。

また、粉末炭と粒状炭のイニシャルコストとランニングコストの累計を算出し、使用条件によるコスト比較例を提示する。

3. 6. 1 コスト・スペース・維持管理性・LCA 情報

(1) 算出方法

基本システムは、膜ろ過と急速ろ過に大別され、凝集、沈澱といった追加設備を含めて基本システムとなっている。これらの各プロセスは、以下に示す設備構成によるものとして、公表されている資料を基にコスト及びスペースを算出する。

なお、コストには、構造物基礎、中間ポンプ、電気設備（受変電、監視制御、計装、自家発）、排水処理、管理設備は含まれていない。

表 3-6-1 ろ過プロセスに含まれる設備構成

プロセス名称	イニシャル	ランニング
膜ろ過	膜ろ過設備から構成され、原水槽、薬品洗浄設備、次亜等が含まれる	動力費、薬品費、薬品洗浄費及び膜交換費が含まれる
急速ろ過	着水井+急速ろ過+次亜から構成される	動力費、薬品費が含まれる

また、追加設備となるプロセスは以下の通りである。

表 3-6-2 追加設備プロセスに含まれる設備構成

プロセス名称	イニシャル	ランニング
凝集	混和池+フロック形成池から構成される	動力費及び薬品費としてポリ塩化アルミニウムが含まれる
沈澱	沈澱池から構成される	動力費が含まれる
粉末炭	接触池が含まれる	動力費及び薬品費として活性炭が含まれる
オゾン	オゾン設備から構成される	動力費が含まれる
粒状炭	接触池が含まれる	動力費及び薬品費として活性炭が含まれる
前ろ過	圧力式ろ過機から構成される	動力費及びろ材交換費が含まれる

1) 基本プロセス別コスト及びスペース算出

コスト及びスペースの算出方法と算出に使用した根拠資料を表 3-6-3、表 3-6-4 に示す。

表 3-6-3 コスト及びスペースの算出方法と対応資料

プロセス名称	イニシャル	ランニング	スペース
膜ろ過	資料①		
急速ろ過	資料③	資料④	資料②
凝集			
沈澱			
粉末炭	積算		
オゾン	資料⑤		資料②
粒状炭			
前ろ過	積算		

表 3-6-4 根拠資料の内容と使用方法

番号	名称	内容と使用方法
資料①	「e-Water ガイドライン集 2005.8」、(財)水道技術研究センター、2005	・左記の資料とホームページ上(2007年12月現在)で得られた事業費等の情報を基に、イニシャル、ランニング及びスペースを算出する。
資料②	「水道施設設計指針 2000」、(社)日本水道協会、2000	・必要スペースを指針の値から算出する。
資料③	「水道建設工事の積算 H4.12」、(財)経済調査会、1992	・資料②で算出したスペースを基に、設備規模を算出し、イニシャルコストを積算する。
資料④	ライフサイクル・アセスメント(LCA)、環境評価委員会	・運転・廃棄といったエネルギーからランニングコストを算出する。
資料⑤	「高度浄水施設導入ガイドライン S63.3」、(社)日本水道協会、1988	・左記の資料とホームページ上(2007年12月現在)で得られた事業費等の情報を基に、イニシャル及びランニングを算出する。