

- ・凝集沈澱処理水中に粉末活性炭が流出しないようにしている。
- ・即時注入可能とするため、常にスラリーの攪拌状況に注意している。

### 3) 粒状活性炭処理設備に関する事項

#### (1) 粒状活性炭の諸元

##### ① 活性炭の種類

図-3-2-61は、粒状活性炭の種類について集計した結果である。活性炭の種類としては、主に木質系、石炭系、石油系があり、粉末活性炭の場合は、おが屑やヤシ殻等の木質系が一般的であるが、粒状活性炭の場合は石炭系の占める比率も高く、特にオゾン処理を行っている浄水場では大部分が石炭系を採用している。なお、木質系活性炭は直径3nm以下の細孔が多く、30nm以上の大きな細孔は少ないため、低分子量の物質が除去されやすい。一方、石炭系は3nmからかなり大きな細孔まで幅広く存在しており、分子量の大きな物質も除去しやすい。

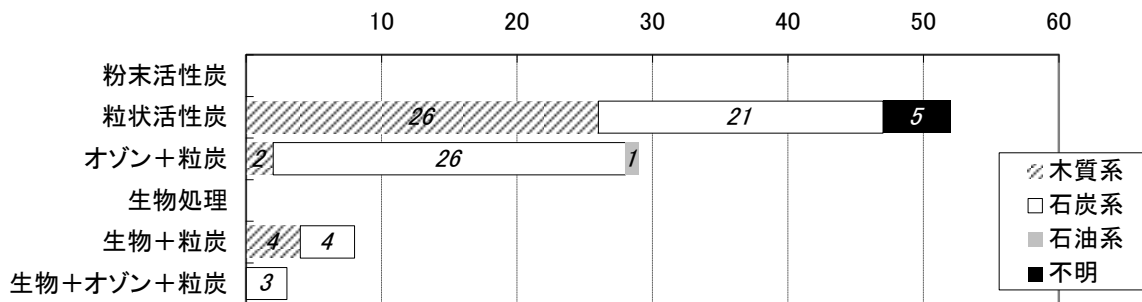
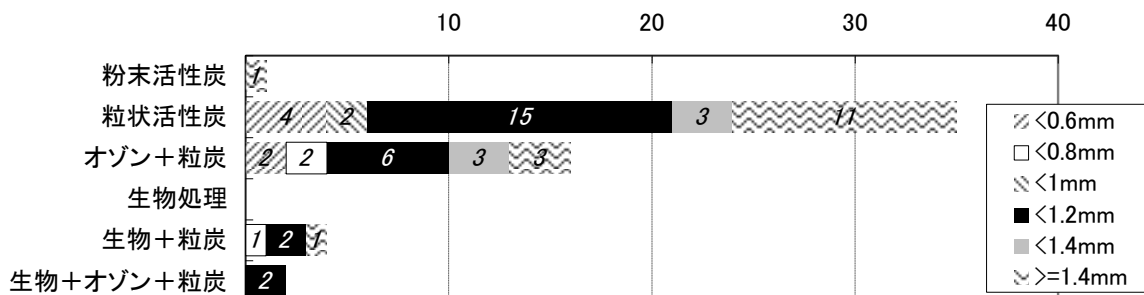


図-3-2-61 粒状活性炭の種類

##### ② 粒状活性炭の平均粒径

図-3-2-62は、粒状活性炭の平均粒径について集計した結果である。一般に粒状活性炭の前段にろ過がない場合は、濁質の目詰まりの観点から粒径の大きい活性炭を使用し、粒状活性炭の前段にろ過がある場合や上向流方式の場合には、粒径の小さい活性炭を使用する。



(0.9~1.1のように幅で回答されたものについては、上下限の平均値を算出し集計した)

図-3-2-62 粒状活性炭の平均粒径

### ③ 粒状活性炭の有効径

図-3-2-63 は、粒状活性炭の有効径について集計した結果である。有効径はろ材粒子の代表径として広く使われる諸元であり、ろ材粒子のふるいわけ試験において、通過重量百分率10%のろ材粒子径を mm 単位で表したものである。一般に有効径より小さい粒子数と大きい粒子数はほぼ同じになるとされている。

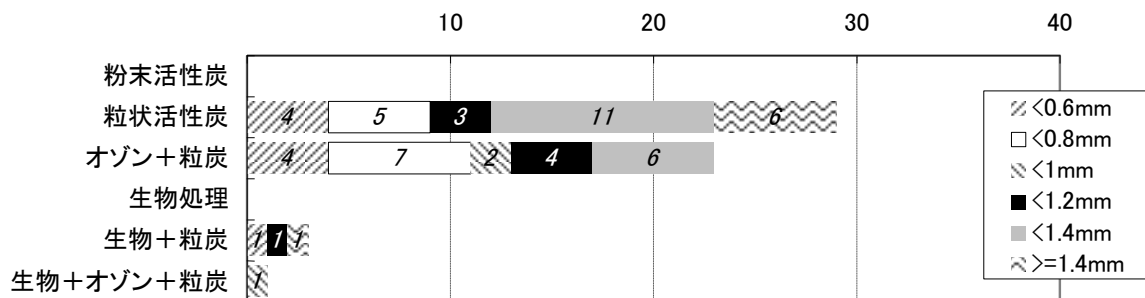


図-3-2-63 粒状活性炭の有効径

### ④ 粒状活性炭の均等係数

図-3-2-64 は、粒状活性炭の均等係数について集計した結果である。均等係数は粒径累積曲線での60%通過径 ( $d_{60}$ ) と10%通過径 ( $d_{10}$ : 上記③の有効径) との比 ( $d_{60}/d_{10}$ ) であり、この値が1に近いほど粒径が揃い、ろ層の空隙率が大きくなる。このため、一般に粒状活性炭の前段にろ過がない場合は、濁質の目詰まりの観点から均等係数の小さい(空隙率の大きい)活性炭を使用し、粒状活性炭の前段にろ過がある場合は均等係数の大きい(空隙率の小さい)活性炭を使用する。

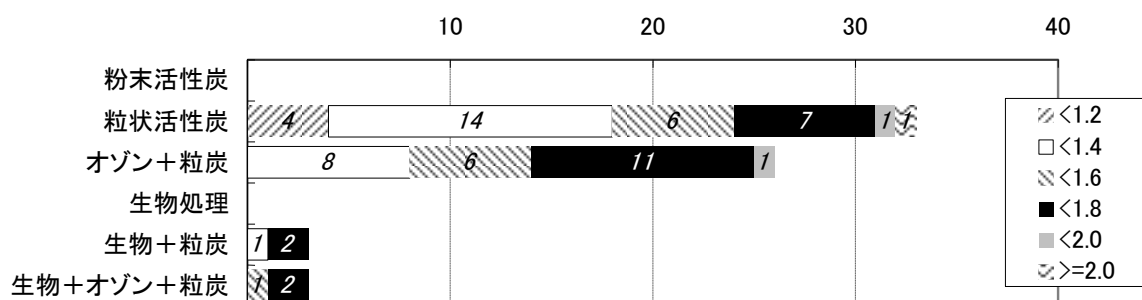


図-3-2-64 粒状活性炭の均等係数

### ⑤ 粒状活性炭の機能

図-3-2-65 は、粒状活性炭の機能について集計した結果である。粒状活性炭処理方式ではGAC(吸着活性炭)の比率が高いが、粒状活性炭+オゾン処理方式の場合はBAC(生物活性炭)を採用する比率がやや高めとなっている。粒状活性炭処理の前段で塩素処理を行わず、かつオゾン処理を行う場合、難分解性有機物を易分解性に転換するとともに、オゾン処理水の溶存酸素が飽和となって後段の粒状活性炭層内での生物化学的作用が期待できること等により、

こうした違いが生じているものと推察される。

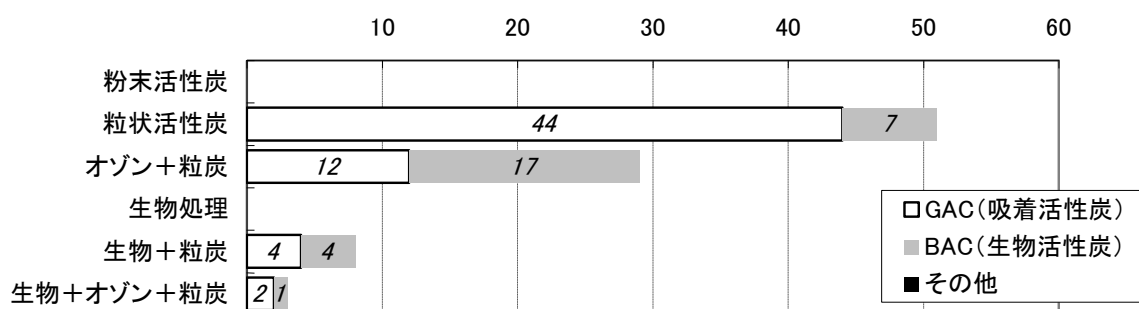


図-3-2-65 粒状活性炭の機能

## (2) 粒状活性炭接触池の諸元

### ① 通水・炭層方式

図-3-2-66 は、粒状活性炭の通水・炭層方式について集計した結果である。最も多く導入されている方式は重力式下向流固定床であり、次いで圧力式下向流固定床となっている。上向流式については、損失水頭が小さい、頻繁な洗浄を必要としない、流動床上部で排オゾン設備を必要としない等の特徴があるが、全体に占める割合はさほど高くない。

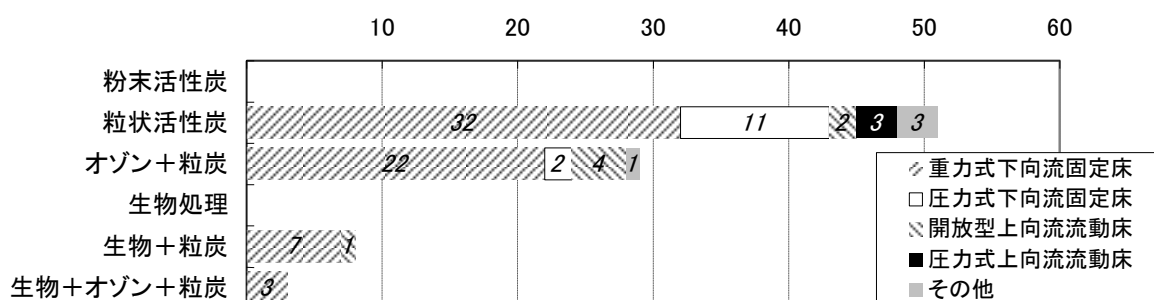


図-3-2-66 活性炭接触池の通水・炭層方式

### ② 活性炭接触池の下部集水装置の種類

図-3-2-67 は、下部集水装置について集計した結果である。活性炭接触池の下部に設置し、ろ材の支持、ろ過水の集水、逆流洗浄水の均等配分等の機能を併せ持つ下部集水装置には、有孔ブロック型、ストレーナ型、多孔管型、多孔板型がある。粒状活性炭処理方式では、有孔ブロック形とストレーナ形の比率がほぼ等しいが、オゾン処理+粒状活性炭処理では多孔板型の比率が高くなっている。

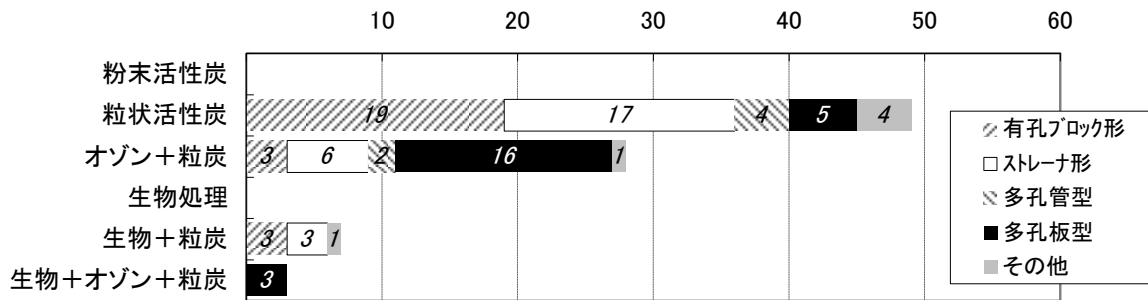


図-3-2-67 活性炭接触池の下部集水装置の種類

### ③ 粒状活性炭接触池 1 池当たりの池面積

図-3-2-68 は、粒状活性炭接触池 1 池当たりの池面積について集計した結果である。粒状活性炭接触池 1 池当たりの面積については、吸着や洗浄の平面的均一性や専有面積を考慮し、浄水場の規模に応じて適切な大きさに定める必要がある。水道施設設計指針に記載されている範囲（国内外とも 50～100 m<sup>2</sup>/池程度）と比較すると、粒状活性炭処理方式及びオゾン処理 + 粒状活性炭処理方式では、どちらもおよそ 65% の浄水場が 10～100 m<sup>2</sup>/池の範囲で設計されている。

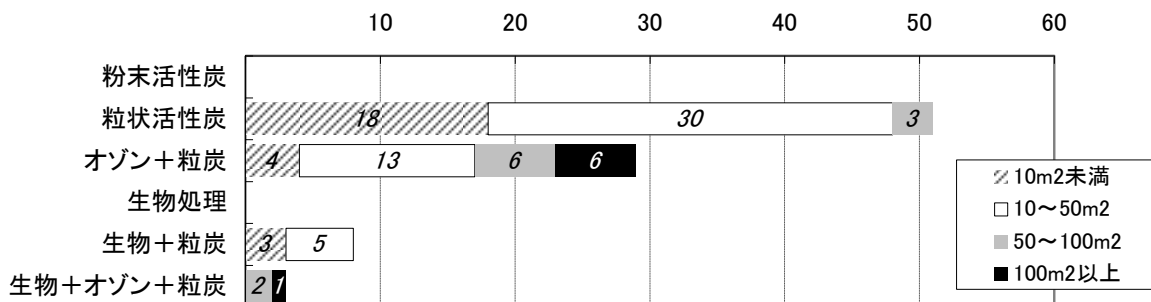


図-3-2-68 活性炭接触池 1 池当たりの池面積

### ④ 粒状活性炭接触池の池数

図-3-2-69 は、施設能力と粒状活性炭接触池の池数の関係について示したものである。施設能力 (m<sup>3</sup>/日) を線速度 LV (m/日) で割ると総ろ過面積が算出され、これを池数で割った値が 1 池当たりの池面積となる。よって、1 池当たりの池面積は施設能力のほか、線速度と池数によっても異なるが、全体的な傾向としては施設能力に比例して池数も多くなる傾向が見られる。

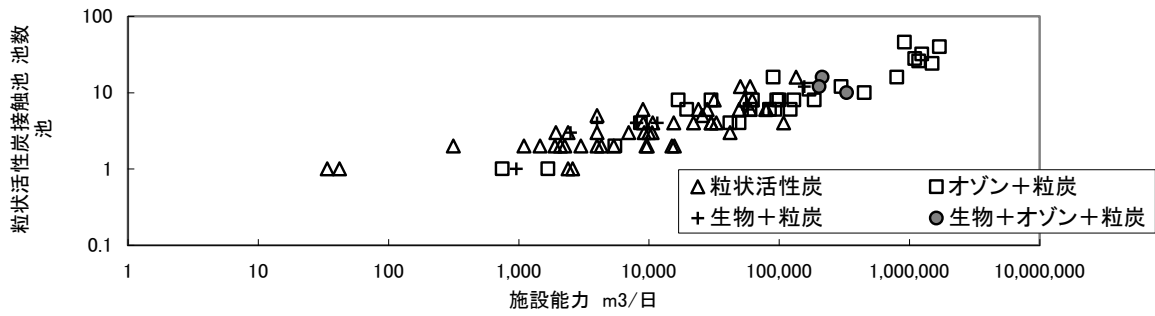


図-3-2-69 活性炭接触池の池数

⑤ 粒状活性炭接触池の総ろ過面積

図-3-2-70 は、施設能力と粒状活性炭接触池の総ろ過面積の関係について示したものである。総ろ過面積については、粒状活性炭接触池の池数と同様、施設能力に比例する傾向が見られる。

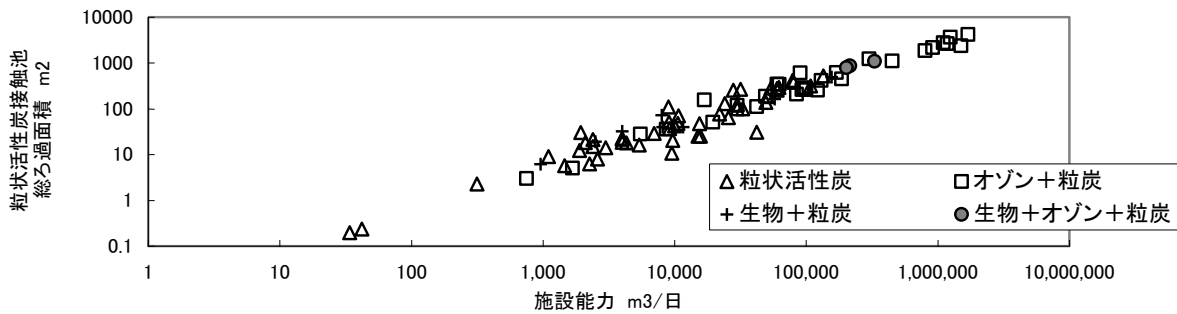


図-3-2-70 活性炭接触池の総ろ過面積

⑥ 粒状活性炭接触池の活性炭層厚

図-3-2-71 は、粒状活性炭接触池の層厚について集計した結果である。水道施設設計指針によると、粒状活性炭の層厚は固定床の場合が 1.5～3.0 m、流動床の場合が静止時で 1.0～2.0 m とされている。アンケート結果によると、粒状活性炭処理方式では 1～2 m 未満が 41%、2～3 m 未満が 51%、また、オゾン処理+粒状活性炭処理の場合は 2～3 m 未満が 86%と大部分を占めている。

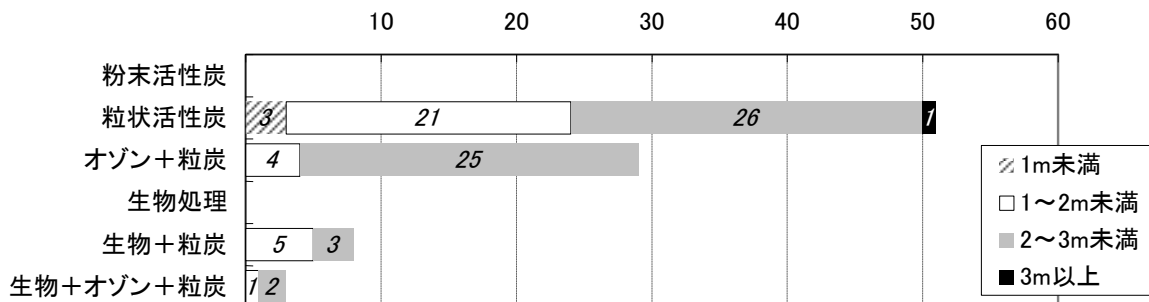


図-3-2-71 活性炭接触池の活性炭層厚

⑦ 粒状活性炭接触池の空間速度 SV（設計値）

図-3-2-72 は、粒状活性炭接触池の空間速度 SV（設計値）について集計した結果である。空間速度 SV は活性炭層を通過する 1 時間当たりの処理水量（ $\text{m}^3/\text{h}$ ）を粒状活性炭容量（ $\text{m}^3$ ）で割った値で表される。接触時間の逆数であり、1 時間に粒状活性炭の張り込み量（ $\text{m}^3$ ）の何倍の水量を流すかという通水量（ $\text{m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ ）を表す重要な諸元である。水道施設設計指針によると  $5 \sim 10 (\text{h}^{-1})$  が一般的とされているが、アンケート結果によると、粒状活性炭処理方式では  $5 \sim 7 \text{h}^{-1}$  が 37%、 $7 \sim 9 \text{h}^{-1}$  が 14%、 $9 \sim 11 \text{h}^{-1}$  が 18%、オゾン+粒状活性炭については、 $5 \sim 7 \text{h}^{-1}$  が 33%、 $7 \sim 9 \text{h}^{-1}$  が 22%、 $9 \sim 11 \text{h}^{-1}$  が 15% であり、これらで全体の約 7 割を占めている。

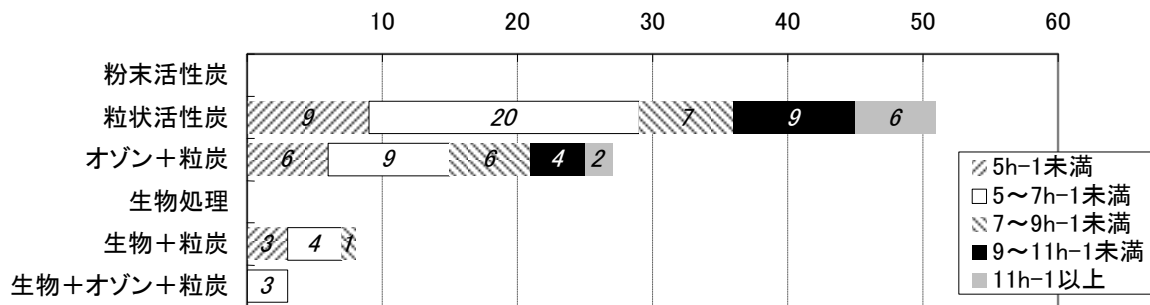


図-3-2-72 活性炭接触池の空間速度 SV（設計値）

⑧ 粒状活性炭接触池の線速度 LV（設計値）

図-3-2-73 は、粒状活性炭接触池の線速度 LV（設計値）について集計した結果である。線速度 LV は処理水量（ $\text{m}^3/\text{h}$ ）を活性炭吸着池の総面積（ $\text{m}^2$ ）によって割った値であり、ろ過速度（ $\text{m}/\text{h}$ 、 $\text{m}/\text{日}$ ）に相当する。アンケート結果によると、粒状活性炭処理方式では  $5 \sim 10 \text{m}/\text{h}$  が 24%、 $10 \sim 15 \text{m}/\text{h}$  が 41%、オゾン+粒状活性炭では  $5 \sim 10 \text{m}/\text{h}$  が 15%、 $10 \sim 15 \text{m}/\text{h}$  が 52% となっている。

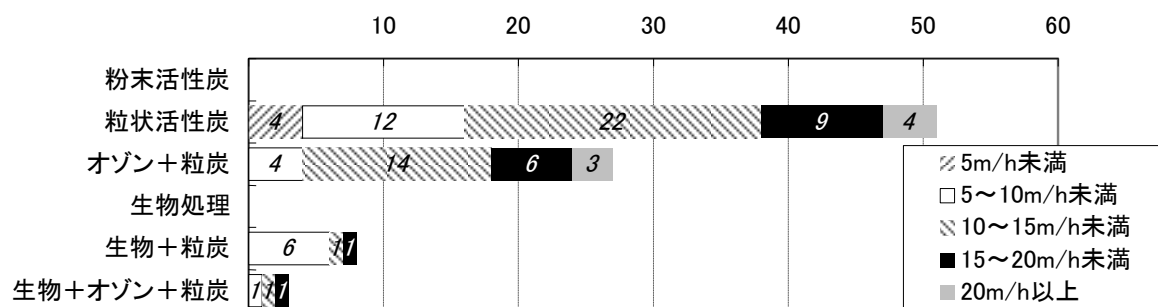


図-3-2-73 活性炭接触池の線速度 LV（設計値）

⑨ 粒状活性炭接触池の接触時間（設計値）

図-3-2-74 は、粒状活性炭接触池の接触時間（設計値）について集計した結果である。接触時間は粒状活性炭の充填量（ $\text{m}^3$ ）を処理水量（ $\text{m}^3/\text{h}$ ）で割った値である。アンケート結果に

よると、粒状活性炭処理方式では6～12分が51.0%、12～18分が29.4%、オゾン処理+粒状活性炭処理方式では6～12分が55.6%、12～18分が33.3%となっている。

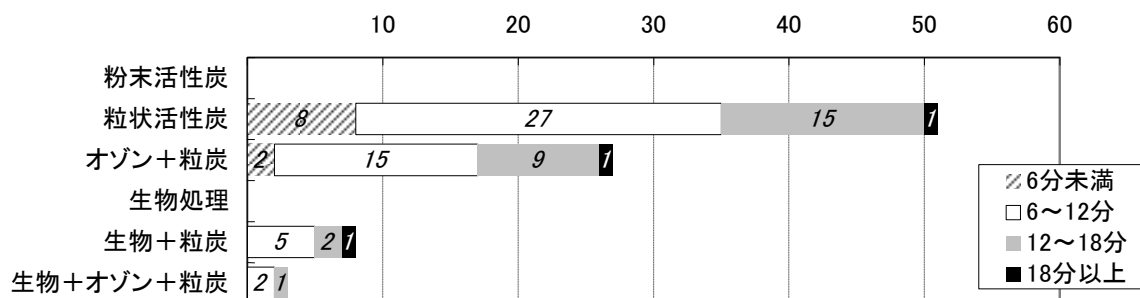


図-3-2-74 活性炭接触池の接触時間（設計値）

### (3) 活性炭接触池の維持管理

#### ① ろ過継続時間

図-3-2-75は、活性炭接触池のろ過継続時間について集計した結果である。活性炭接触池の前段で塩素処理を行わない場合、活性炭層内で微生物が繁殖し、これを餌として線虫やワムシ等の後生動物が増殖することがある。このため、ろ過継続時間を設定する際には、後生動物のライフサイクルを考慮することが必要である。経験的に72～96時間が目安とされているが、粒状活性炭処理の場合、全体の65%、オゾン処理+粒状活性炭処理の場合、53%の浄水場で96時間以内となっている。

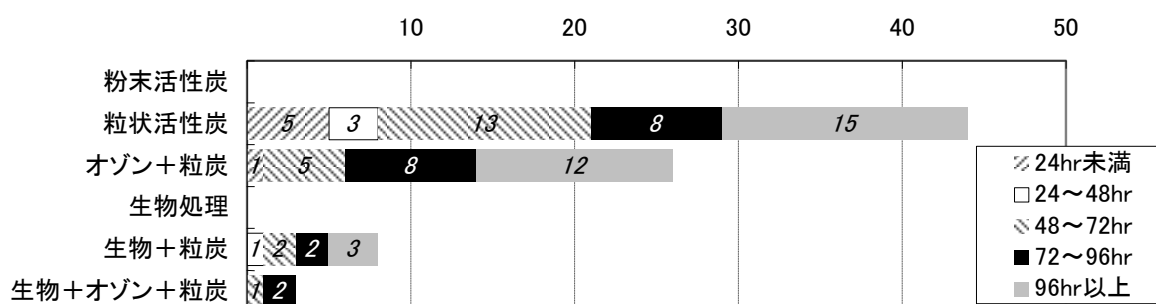


図-3-2-75 活性炭接触池のろ過継続時間

#### ② 洗浄強度

活性炭接触池の洗浄強度について、表面洗浄を図-3-2-76、逆流洗浄を図-3-2-77、空気洗浄を図-3-2-78に示す。表面洗浄については約半数の浄水場で $0.2 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{分}$ 、逆流洗浄については約半数の浄水場で $0.8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{分}$ を確保している。また、空気洗浄については、7割程度で $0.8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{分}$ 以上となっている。

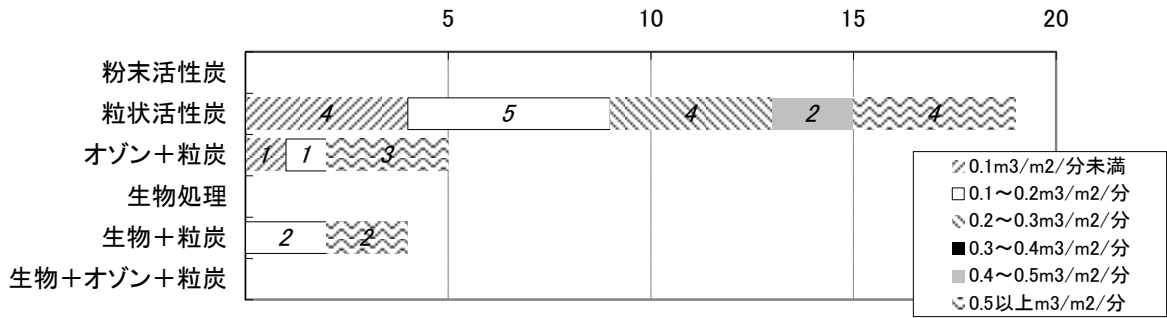


図-3-2-76 活性炭接触池の洗浄強度（表面洗浄）

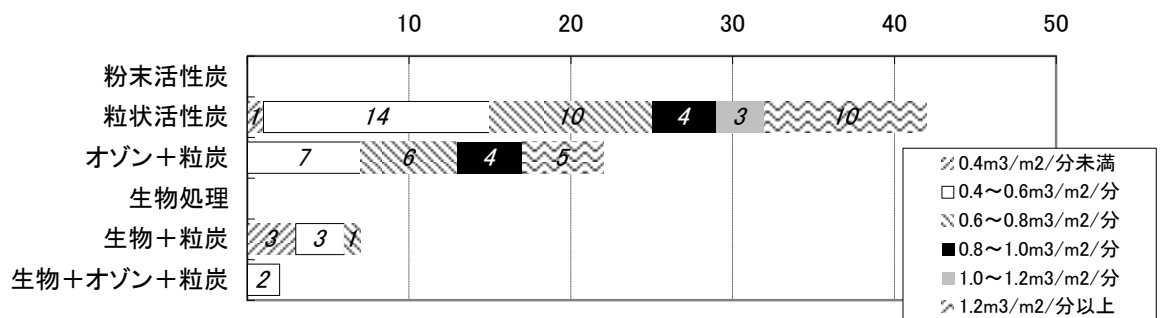


図-3-2-77 活性炭接触池の洗浄強度（逆流洗浄）

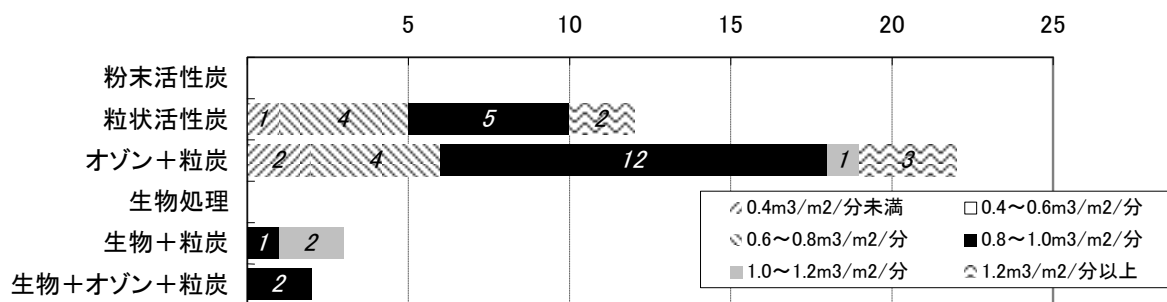


図-3-2-78 活性炭接触池の洗浄強度（空気洗浄）

### ③ 洗浄時間（表面洗浄）

活性炭接触池の洗浄時間について、表面洗浄を図-3-2-79、逆流洗浄を図-3-2-80、空気洗浄を図-3-2-81に示す。表面洗浄については7割弱が6分未満、逆流洗浄については約5割が12分以上、空気洗浄については7割以上が6分未満となっている。

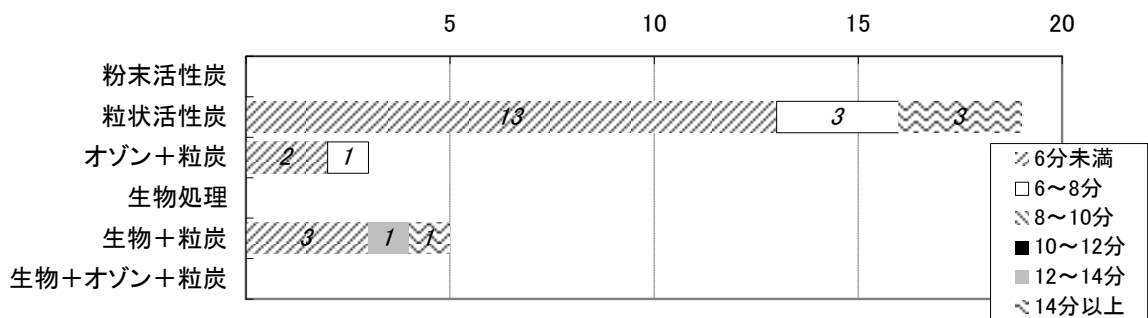


図-3-2-79 活性炭接触池の洗浄時間（表面洗浄）



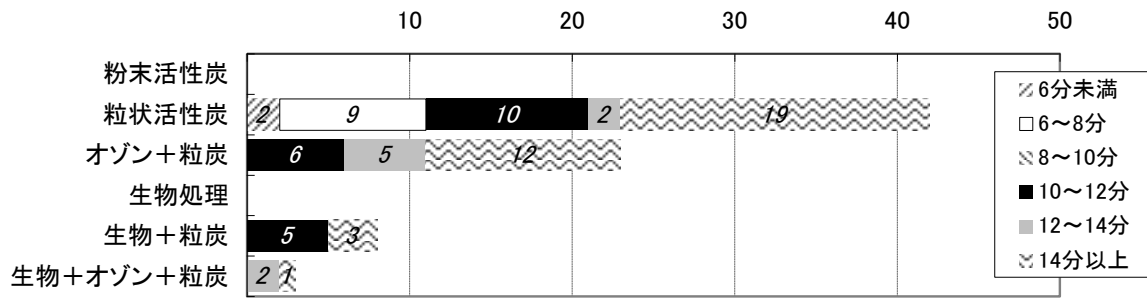


図-3-2-80 活性炭接触池の洗浄時間（逆流洗浄）

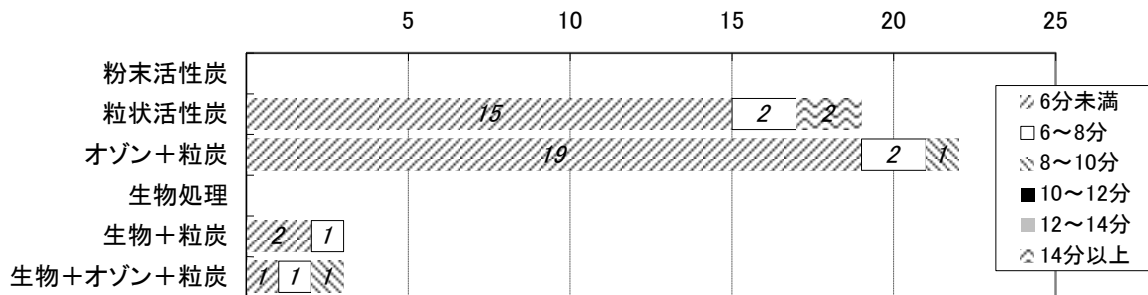


図-3-2-81 活性炭接触池の洗浄時間（空気洗浄）

#### ④ 粒状活性炭交換の有無

図-3-2-82 は、粒状活性炭交換の有無について集計した結果である。半数以上では既に交換をしているが、通水開始からの年月が浅い浄水場では、まだ交換を行っていないところも見られる。

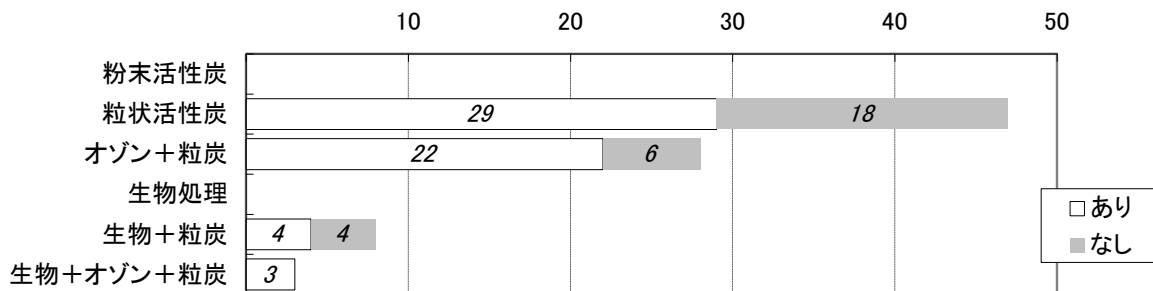


図-3-2-82 粒状活性炭交換の有無

#### ⑤ 粒状活性炭交換（再生）頻度

図-3-2-83 は、粒状活性炭交換（再生）頻度について集計した結果である。粒状活性炭処理方式においては、半数強の浄水場で3年に1回、又はこれよりも短い間隔で交換（再生）を行っているが、オゾン処理+粒状活性炭処理においては、半数強の浄水場で5年に1回、又はこれよりも長い間隔となっている。一般に粒状活性炭の前段でオゾン処理を行うと、難分解性有機物を易分解性有機物に転換すると同時に、粒状活性炭層内における生物化学的作

用が促進される。また、吸着された有機物は生物化学的に分解され、自己再生機能によって粒状活性炭の吸着能が長く持続される。こうしたことから、オゾン処理を行っている浄水場において、活性炭の交換頻度が長くなっていると考えられる。

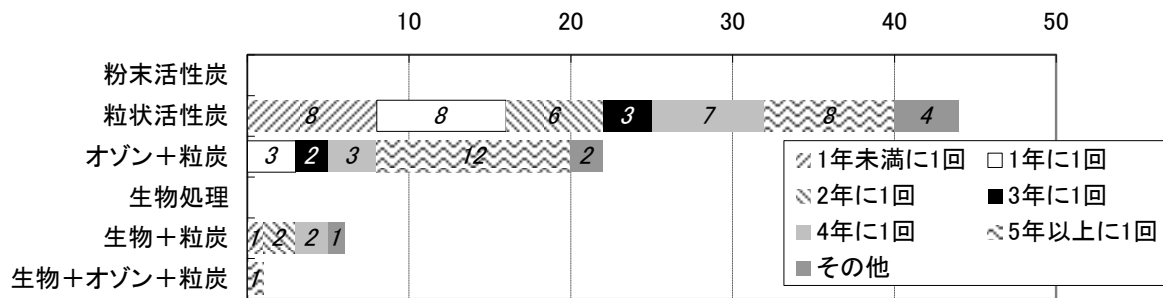


図-3-2-83 粒状活性炭交換（再生）頻度

### ⑥ 交換（再生）する粒状活性炭の種類

図-3-2-84 は、交換（再生）する粒状活性炭の種類について集計した結果である。最も多いのは新炭であるが、特に粒状活性炭処理方式においては、新炭と再生炭との混合や全量を再生炭とする浄水場も見られる。

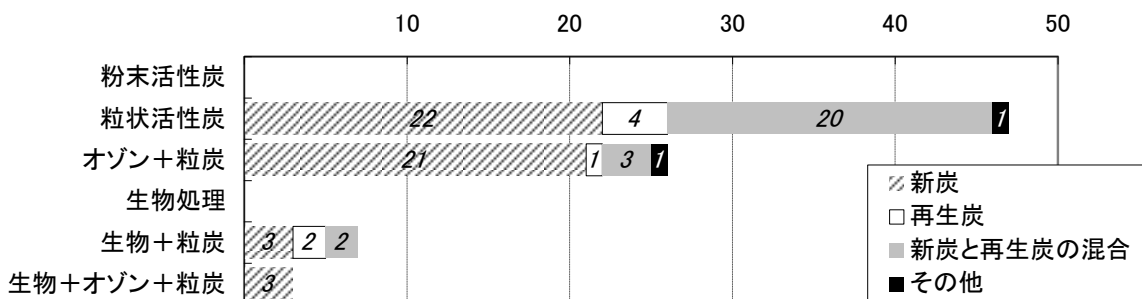


図-3-2-84 交換（再生）する粒状活性炭の種類

### ⑦ 粒状活性炭再生の場合の新炭補充量

図-3-2-85 は、再生の場合の新炭補充量について集計した結果である。補充量は1池当たりの面積と層厚に左右されるが、オゾン処理の有無によらず、約半数の浄水場において1池当たり 5 m<sup>3</sup> 以上の粒状活性炭を補充している。

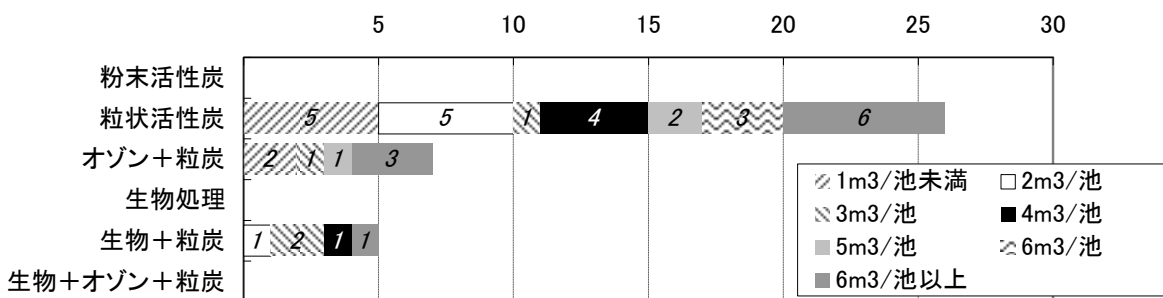


図-3-2-85 粒状活性炭再生の場合の新炭補充量