

**悪臭防止対策の今後のあり方について
(第三次報告)**

**臭気指数規制に係る排出水における規制基準の
設定方法について**

平成12年1月11日

**中央環境審議会大気部会
悪臭専門委員会**

本委員会は、平成7年1月17日付けで中央環境審議会大気部会より付議された「悪臭防止対策の今後のあり方について」について、平成7年3月2日に第一次報告を提出し、同報告において嗅覚測定法を用いた臭気指数規制の枠組みは、特定悪臭物質に係る規制の枠組みと同様とすべきであり、規制基準は、事業場の敷地境界線上の規制基準、気体排出口における規制基準、排水水についての規制基準を、それぞれ定めることが適当であるとするとともに、の事業場敷地境界線上の規制基準の範囲について示したところである。

この委員会報告のとおり平成7年3月3日付けで中央環境審議会の答申（「悪臭防止対策の今後のあり方について」）がなされ、これを受けて悪臭防止法に臭気指数規制制度を導入することを中心とした改正が行われた。

次いで、本委員会は平成9年11月21日に「悪臭防止対策の今後のあり方について（第二次報告）臭気指数規制に係る気体排出口における規制基準の設定方法」の報告を提出し、同報告のとおり同日付けで中央環境審議会から第二次答申がなされた。これを受けて、臭気指数規制に係る気体排出口における規制基準について、平成11年3月12日付けで悪臭防止法施行規則の改正等が行われている。

今般、本委員会では、臭気指数規制に係る排水水における規制基準の設定方法について、環境庁等における悪臭に関する調査研究を参考として検討を重ねた結果、以下の結論を得たので報告する。

1 はじめに

悪臭防止法においては、臭気指数規制に係る排水水の規制基準（以下「臭気指数第3号規制基準」という。）は、敷地境界線の規制基準（以下「臭気指数第1号規制基準」という。）を基礎として、排水水の臭気指数の許容限度として定めることとされている。

この許容限度を定める方法は、平成7年3月3日付け中央環境審議会の答申「悪臭防止対策の今後のあり方について」（以下「第41号答申」という。）において、特定悪臭物質の規制の場合と同様、排水水が拡散している水面上1.5m地点における大気中の臭気指数が臭気指数第1号規制基準の値と等しくなるよう算定された排水水の臭気指数の許容限度として定めることとされている。

今回の臭気指数第3号規制基準の設定方法の検討に当たっては、最初に排水水に係る臭気指数測定法を検討し測定方法の確定を行うとともに、排水水に係る悪臭苦情の実態把握を行った。その後、確定された測定法を用いた排水水臭気指数実態調査、特定悪臭物質に係る排水水中濃度と1.5m上濃度との関係を基礎とした排水水臭気指数と1.5m上臭気指数の関係等を踏まえた検討を行った。

2 排出水に係る苦情発生の状況

平成9年度の悪臭防止法施行状況調査結果によれば、全国の悪臭に関する苦情件数は14,554件であり、ここ数年増加傾向にある。このうち、排出水に係る苦情件数について平成9年度の状況を別途詳細に調査したところ、1,164件と全苦情件数の約8%を占めており、この割合は例年とほぼ同様と判断された。

また、排出水に係る苦情件数を発生源別にみると、事業場に係るものが623件（排出水に係る悪臭苦情件数のうち53%）、下水・用水に係るものが192件（同17%）、その他が349件（同30%）であった。

事業場に係る苦情の623件について発生源別にみると、食料品製造業（事業場に係る苦情の35%）、畜産農業（同13%）、その他の製造業（同7%）、サービス業・その他（同42%）が主となっている。サービス業・その他は多数の業種にまたがっているが、その主なものは飲食店・食料品店であり、「食料品製造工場」や「飲食店」「食料品店」といった食料品関連の苦情が、事業場に係る苦情の約半数と目立っている。

排出水に係る悪臭苦情件数をその原因別にみると、未処理のまま放流されたもの（22%）、排水処理施設の不良によるもの（20%）、浄化槽の不良によるもの（20%）が苦情として多いことが分かる。また、苦情には、排水路で滞留することによるもの（11%）や排出水中の固形物によるもの（13%）もみられ、これらの中には、排水口から排出され、水路等に滞留し、腐敗することにより悪臭が生じているものもあった。

また、排出水の排出状況（排出口の形状や排出形態、排水量）についても調査を行ったが、特に大きな傾向は見ることができず、悪臭が生じる際の排出水の排出状況は様々であるといえる。

3 規制基準設定の考え方

(1) 規制基準設定に係る条件

ア 規制基準設定において想定する環境条件

悪臭防止法第4条において、規制基準の設定に当たっては、「規制地域について、その自然的、社会的条件を考慮して、必要に応じ当該地域を区分」して規制基準を定めることが規定されており、その自然的条件としては地形、風向、風速、気温等が考えられる。

この中で、地形は、地域の状況に応じて千差万別であり一律に規定することは出来ないが、気象条件のうち風速については、悪臭苦情の発生しやすい条件として、無風からやや風のある状態とされている。また、雨の降っている状況においては、臭気の拡散が抑えられているが、雨上がりの風のない状態は悪臭苦情が起りやすい条件とされている。

これらのことから、規制基準の設定に係る気象条件としては「降雨時以外で、無風から微風（そよかぜ）程度の状況」を想定することとした。

イ 規制基準の評価地点

排水に係る悪臭苦情が発生する代表的な状況としては、事業場内の開渠の排水路を臭気の発生しやすい排水が流れることにより、その上部に発散した臭気が敷地境界を越えて流れてくる。前記等において敷地境界線の先の公共用水域である河川等に流入した時点で、攪拌されることにより臭気が発生する。事業場内では暗渠排水路であるが、公共用水域にある排水路に流出するときに臭気が拡散する。排水自体は臭うわけではないが、有機物を含んで排出されることにより排水路に堆積物が生じ、それが嫌気発酵することにより悪臭を発生させる等が考えられる。

これらのうち、については明らかに排水臭気による苦情と考えられる場合以外は臭気指数第1号規制基準を適用することが妥当であり、については、公共用水域における状況（排水路に傾斜がない、逆勾配である等）が原因で苦情の発生となっている場合等が考えられ、臭気指数第3号規制基準を直ちに適用するのは、難しいと思われる。

これらのことから、評価地点を考えるに当たっての基本的な事例としては、及びのような公共用水域に直接排水を放流している状況を想定することとなり、事業者の責任分界点としての臭気指数第3号規制基準の評価地点は、基本的に水質汚濁防止法における考え方と同一とし、いわゆる公共用水域との接点及びそれに準じた地点とすることが妥当である。

ウ 規制基準設定における排水量区分

排水に係る特定悪臭物質規制（以下「物質第3号規制」という。）では、ヘッドスペースガス濃度（排水水中濃度と平衡に達しているガス濃度）と1.5m上濃度の比（希釈比）が排水量と相関関係にあることから、排水量区分ごとに異なった希釈比（排水量区分ごとの対数平均値）を用いて規制基準を設定している。そこで、平成10・11年度の実態調査結果に基づいて、排水臭気指数と1.5m上臭気指数の関係を希釈度（排水臭気濃度と1.5m上臭気濃度の比の対数に10を乗じたもので、排水臭気指数と1.5m上臭気指数の差と同じ。）で整理し、排水量との相関関係を検討した。

その結果は図1に示すとおりであり、排水量と希釈度の間に相関関係は特に認められなかった。

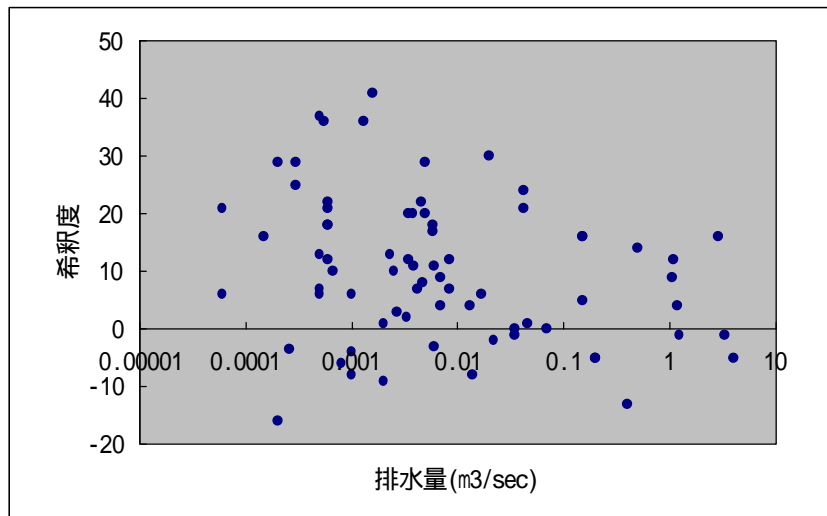


図1 排水量と希釈度の関係

その理由としては、排水量が希釈度に影響を与える2つの要因（臭気の発散面積と攪乱状態）のうち、攪乱状態が卓越する場合、臭気物質によって物質発散速度（物質移動係数）への影響の程度が異なり、例えば、硫化水素等の硫黄系物質は攪乱状態に大きく影響されるがアンモニア等の窒素系物質やプロピオン酸等の脂肪酸系物質ではほとんど影響されないことが考えられる。このことは、溶存物質の発散過程のモデルとして用いられる二重境界膜説によれば、物質の発散のしやすさは、液相の攪乱状態に左右されやすい物質と気相の攪乱状態に左右されやすい物質に分類され、前者には溶解度の小さい硫黄系の物質が該当し、後者には溶解度の大きい脂肪酸類や窒素系物質が該当することから説明される。また、物質第3号規制は、攪乱状態の影響を受けやすい硫黄系4物質（メチルメルカプタン、硫化水素、硫化メチル及び二硫化メチルをいう。）の基準であったことから排水量による相関関係が求められたが、臭気指数は複合臭（多くの臭気成分の総体としての臭い）を評価することから、攪乱状態によりほとんど影響されない硫黄系以外の臭気も寄与しており、総体として排水量（攪乱状態）への依存性があまりみられないものと考えられた。

以上のことから、臭気指数による規制基準の設定にあたっては、排水量区分を行わないことが妥当である。

エ 測定法

排水に係る臭気指数の測定法については第41号答申の中で、排水の臭気指数の測定は、排水を無臭の水で段階的に希釈した試料の一定量を容器にとり、容器内の空気のおおの程度について三点比較式臭袋法と同様の手順により算出する方法を基本とするとされている。

そこで、第41号答申の方法について三点比較式臭袋法を基礎として測定に用いる使用器材及び操作方法を検討した結果、排出水の臭気指数による規制を実施する場合の測定法として後述の「5 測定法」において記載する三点比較式フラスコ法がその精度等においても十分な信頼性があるとの結論を得た。

従って、法規制に係る排出水の臭気指数の測定方法は、三点比較式フラスコ法とすることが適当である。

なお、本測定方法と同様に無臭水で希釈した試料をフラスコを用いて嗅ぐ方法は、日本工業規格、上水試験法、下水試験法、ASTM(American Society for Testing and Materials) 法などにおいて採用されている。

(2) 規制基準設定方法の基本的考え方

臭気指数第3号規制基準設定の考え方は、基本的に物質第3号規制基準設定の考え方と同様とし、排出水の臭気指数と1.5m上臭気指数の関係を希釈度で整理し、1.5m上での許容限度に対応する排出水の臭気指数を規制基準として設定する。なお、1.5m上での臭気指数の許容限度は、敷地境界線における臭気指数10～21とする。

また、排出水臭気指数と1.5m上臭気指数の間の希釈度には、排出水の排出条件及び気象条件などの様々な要因が影響し、希釈度のばらつきの原因となっている。そこで、定量的に把握できる他の影響要因を併せて検討するため、多変量解析手法の一つである重回帰分析法を用いて、規制基準の妥当性について検討した。

さらに、苦情発生実態との関連からも規制基準の妥当性を検証した。

(3) 規制基準設定方法別の検討

ア 排出水の臭気指数と1.5m上臭気指数の関係に基づく検討

ここでは、1.5m上臭気指数の許容限度に対応する排出水臭気指数を規制基準として設定する方法について、両者の関係を基にした検討を行う。

(ア) 排出水臭気指数と1.5m上臭気指数間の希釈度に基づく規制基準の設定

a 物質第3号規制における規制基準値設定の考え方

物質第3号規制における排出水に係る規制基準の設定は、排出水のヘッドスペースガス濃度(排出水中濃度との平衡ガス濃度)と1.5m上濃度の比を希釈比として求め、その対数が正規分布に従うこと、希釈比が排水量と相関があることから、排水量を3段階に区分し、排水量区分ごとの対数平均値を希釈比として設定することにより、1.5m上における特定悪臭物質濃度の許容限度から排水中濃度の規制基準値を算定する方法とした。

b 臭気指数における希釈度の考え方

臭気指数による規制基準設定においてもaと同様の考え方を適用する。

これまでの実態調査結果について希釈度を求めた場合の度数分布は図2のとおりで、5%の有意水準で正規分布に従っている。

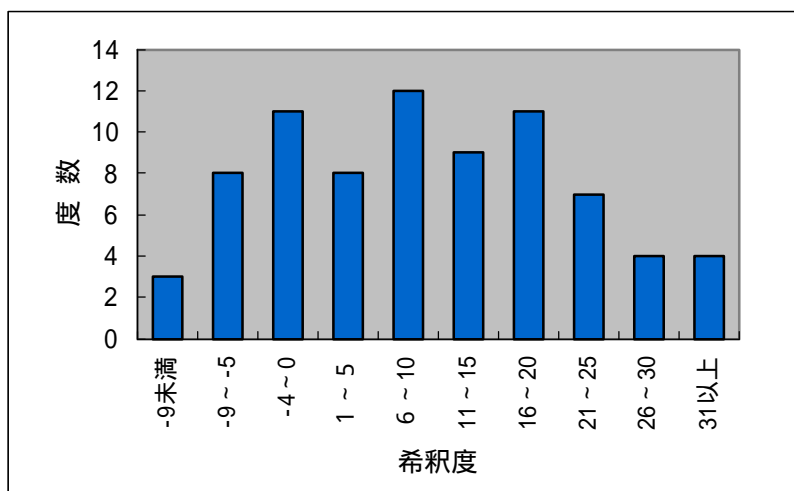


図2 希釈度の度数分布

前述のとおり臭気指数規制では排水量区分は行わないことから、図2の全データを基礎として希釈度の算出を行い、その平均値を臭気指数規制基準値設定の根拠となる代表性のある希釈度として検討した。しかし、これらのデータには明らかに調査条件が適当でないデータが含まれていたため、それらのデータを整理した上で算出したところ希釈度の平均値は16(標準偏差8.9)となった。標準偏差は物質第3号規制における排水量区分ごとの希釈度を設定した際の標準偏差(9.6~11.4)より若干小さく、妥当なものと考えられる。

この場合の希釈度データについても、正規性に関する検定を行った。図3に示すとおり、実測の累積頻度曲線と正規分布を仮定した場合の理論曲線はおおよそ一致しており、5%の水準で有意であった。

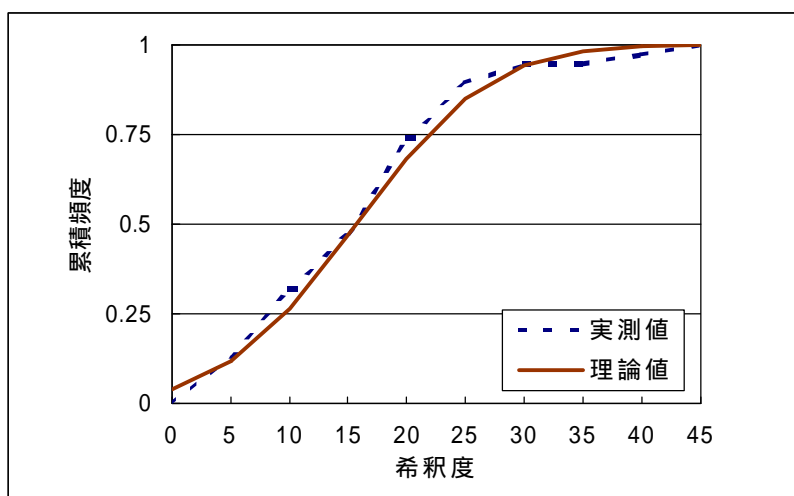


図3 希釈度データの累積頻度曲線

c 1.5m上臭気指数の許容限度と排出水に係る規制基準の設定

1.5m上での臭気指数の許容限度には、敷地境界線における臭気指数の許容限度を用いる。この値は10～21と定められており、この幅は各業種の臭気指数と臭気強度の関係を業種ごとに求め、臭気強度2.5に対応する臭気指数の値の中の下限值と、同じく3.5に対応する値の中の上限値の幅を意味している。

都道府県が敷地境界線の規制基準値を設定する場合には、地域特性を勘案して、臭気強度が2.5～3.5の範囲でどのレベルを目標とするかを決定することとされており、すでに特定悪臭物質の規制地域となっているところについては、その目標とする臭気強度が変更されるものではないとされている。

従って、敷地境界線での規制基準値10～21を1.5m上の臭気指数の許容限度とし、希釈度としてbで求めた平均値16を用いると、排出水の臭気指数の規制基準は26～37となる。

(イ) 排水臭気指数と1.5m上臭気指数間の重回帰分析結果からみた規制基準の妥当性

(ア)においては、排水の臭気指数と1.5m上臭気指数の関係を希釈度の平均値で代表させたが、希釈度には種々の要因が影響することから、ある程度それらの要因の影響について考察しておくことは設定した規制基準の妥当性を検証する上でも有用である。

そこで、希釈度の平均値を算定した際に対象とした事業場のデータを用いて、排水臭気指数を目的変数、他の定量的に把握できるパラメータを説明変数として重回帰分析を行った。その結果、以下のように統計的にほぼ有意な重回帰式が得られた。

$$\text{(排水臭気指数)} = 0.292 \times \text{(1.5m臭気指数)} + 2.01 \times \text{(風速m/sec)} + 25.7$$

重相関係数は $R = 0.331$ 、F値(有意確率)は0.131となり、10%の有意水準には若干及ばないものの、ある程度有意な結果が得られた。このとき、風速を0.93m/s(解析対象データの平均値)として1.5m上で臭気指数が10～21に対応する排水臭気指数を予測すると、30.5～33.7となった。この予測された臭気指数は、先に示した希釈度の平均値を基に設定した規制基準の範囲にあり、複数の影響要因を加味した場合でも、設定した規制基準は妥当である。

なお、先に得られた重回帰式における説明変数以外に、排水の水温()と気温()の差あるいは気温を説明変数に加えた場合にも、有意確率は0.25とある程度有意な結果が得られており、いずれにしても、排水と1.5m上臭気指数の単回帰分析の結果よりも相関は高くなっている。

したがって、先に述べた希釈度の平均値を基にした規制基準の設定の考え方において、希釈度の平均値は、多様な排水の排出条件及び環境条件等の中で平均的かつ代表的な条件の下に得られたものであると解釈すべきである。

イ 悪臭苦情の発生実態に基づく検討

平成10・11年度の実態調査の結果において、排水臭気指数と苦情の有無の関係をみたものが図4である。

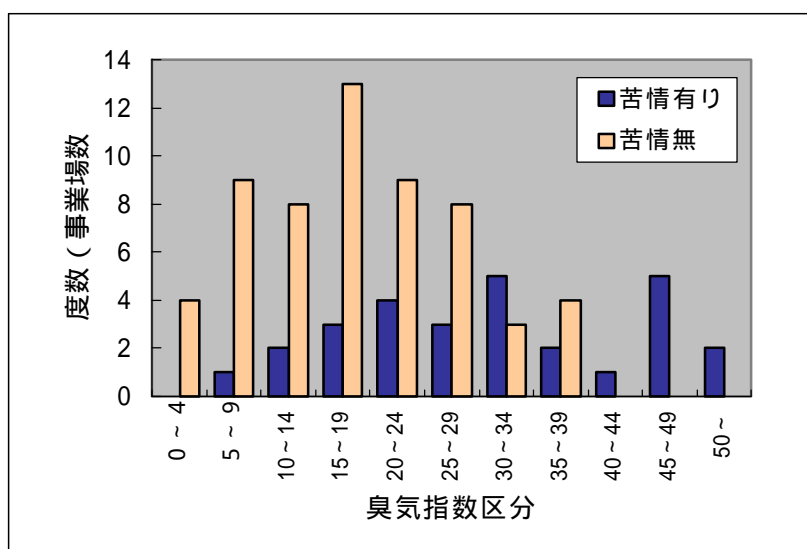


図4 臭気指数区分における悪臭苦情有無の分布

図4によれば、苦情の有無によって明らかに排水臭気指数の分布が異なっているため、臭気指数の値だけから苦情の有無がある程度判別でき、最も効率的な判別は、苦情の生じる境界を排水臭気指数24.7（判別率71%）とした場合であることが示される。これは、希釈度の平均値を基にして設定した規制基準の範囲の下限（1.5m上臭気指数の許容限度が10に対応する値）を若干下回っている。

悪臭苦情が生じるか否かは、同じ排水臭気指数でも臭質によって影響されることや、実際の苦情発生は事業場と住居との近接度や周辺の住居の密集度などにより異なることから、排水臭気指数と苦情の発生状況の関連についてのデータを基にして統計的手法により算出した数値をそのまま規制基準値として考えるのは難しいとしても、重要な判断要素の1つと考えるべきである。

（4）物質第3号規制基準に対する規制基準設定条件との関係

臭気を感覚的に捉える場合、臭気の挙動自身は物質としての物理化学的な挙動を基礎として考えることが基本であり、臭気指数第2号規制基準設定の場合にも同様

のアプローチを行っている。このような考え方から、臭気指数第3号規制基準の設定においても同様の考え方を採用し検討してきたが、ここで、物質挙動の観点から物質第3号規制基準及び臭気指数第3号規制基準の基準値設定の条件について比較検討する。

物質第3号規制基準設定の際に用いた硫黄系4物質の希釈度は表1のとおりであり、臭気指数第3号規制基準の検討から得られた希釈度より硫黄系4物質の希釈度は大きくなっている。このことは、硫黄系の希釈度が気液平衡定数と物質移動係数の関係から相対的に大きくなる物質であることに起因している。また、排水量によって希釈度が異なる理由は、硫黄系の物質の発散速度が攪乱状態に大きく影響される（排水量が大きくなると攪乱状態が激しくなる）こと等が要因となっていると考えられる。

表1 物質第3号規制の希釈度と臭気指数第3号規制の希釈度

排水量 (m^3/sec)	物質第3号規制(硫黄系4物質)			臭気指数第3号規制
	$Q < 10^{-3}$	$10^{-3} < Q < 10^{-1}$	$10^{-1} < Q$	区分なし
希釈度	30	24	17	16

しかし、硫黄系物質以外の未規制物質等には、希釈度が小さく、かつ発散速度が攪乱状態にほとんど影響を受けないものも含まれている。臭気指数による規制では未規制物質を含む種々の物質が複合されたものを規制対象としており、総体として希釈度が小さくなったものと考えられ、臭気指数で評価する場合の実態が反映されている。

また、複合臭の場合は物質間相互の相加、相乗作用も影響しているが、理論的に嗅覚における物質の相互作用を予測することは困難であることから、より実態を反映した希釈度の平均値を排水と1.5m上臭気指数の関係を表す指標値として用いることは、合理的かつ妥当なものであると言える。

(5) 規制基準の設定

排水臭気指数と1.5m上臭気指数の関係を希釈度でとらえ、その平均値を基礎として、臭気指数第1号規制基準に対応する排水の臭気指数を規制基準として設定する。この場合、排水に係る臭気指数調査及び苦情実態調査結果を踏まえ、希釈度は16に設定することとし、1.5m上臭気指数の許容限度は臭気指数第1号規制基準値である10~21とすることが適当である。

従って、排水に係る臭気指数を L_w とし、臭気指数第1号規制基準を L とした場合次の式で表され、 L_w は26~37の範囲で設定される。

$$L_w = L + 1.6 \quad L = 1.0 \sim 2.1$$

なお、希釈度に影響する種々の要因との関係を重回帰分析により検討した結果は、上述の考え方の妥当性を支持しており、また、苦情の発生状況と排水水の臭気指数の関係からも、上述の規制基準の妥当性が確認される。

4 排水水に起因する悪臭への対策

排水水に含まれる臭気の低減対策として適用可能な技術は、活性汚泥法等の生物処理、凝集沈殿、pH調整（中和）、活性炭吸着等の物理化学的な処理などが考えられる。

平成10・11年度に実施した実態調査結果を基に、排水処理法別に放流水の臭気指数レベルをみたものが表3である。活性汚泥法等の生物処理及び凝集沈殿処理等の物理化学処理との組み合わせで処理されている場合、その排水臭気指数の平均値は18、物理化学処理のみが平均値25、排水処理がない場合が平均値42となっている。

先に示した規制基準である26～37と比較すると、生物処理を組み込むことによって基準値に適合させることは容易であると考えられるが、適正な管理が行われていないと考えられる場合には基準値を超過するケースも予想される。また、物理化学処理のみの場合には、基準値を超過するケースも考えられる。

以上から、生物処理を組み込んだ処理設備を設置し、適切な維持管理を行えば、規制基準値に適合させることは十分可能である。なお、排水水の性状から生物処理が適さない場合も考えられ、その場合には排水水性状に応じた適切な方法を選択する必要がある。

表3 排水処理方法別の放流水臭気指数

排水処理方法	生物及び物理化学処理との組み合わせ	物理化学処理のみ	なし
平均値	18	25	42
最大値	47	38	55
最小値	0	9	19
標準偏差	10.2	10.1	11.7

なお、排水水に係る苦情は、食料品関連の業種からのものが約半数を占めており、これらは有機系の固形物の混入等が原因となっているものも多いと思われることから、日常のこまめな排水管理や比較的簡単な手法で対応できる可能性があると考えられる。

5 測定方法

排水水に係る臭気指数の測定法は、別表の三点比較式フラスコ法によるものとし、試料の採取は、対象事業場の排出口から排出される排水水について行うものとする。

なお、本測定方法の精度について、同一試料の繰り返し測定や複数機関での測定結

果を評価したところ、臭気指数データの変動係数は、三点比較式臭袋法によるものと同等レベルにあり、十分な信頼性が保たれることが判明している。

6 今後の課題

(1) 臭気指数を用いた規制制度の推進

臭気指数を用いた規制制度は、複合臭等への苦情対応に有効であるとして平成7年の悪臭防止法の一部改正により導入された。これまでに、臭気指数に係る規制基準は、敷地境界線及び気体排出口の基準が定められていたが、この度、排出水に係る規制基準の設定方法について提示したところである。

現在悪臭防止法に基づく規制地域を有する市区町村は全国の市区町村の50%を超える状況にあるが、このうち、法に基づく臭気指数規制方式を導入しているところは3市のみである。一方、条例又は要綱等により臭気指数又は臭気濃度で規制等を行っているところは44都道県市となっている。

今回の報告により悪臭防止法に基づく臭気指数に係る全ての規制制度が確立されることとなることから、本規制制度導入の一層の推進を図ることが重要であり、それらに関する諸施策の強化に努めるべきである。

また、施策推進の一環として、今後、嗅覚測定法に係る実施体制の整備に一層努める必要があり、地方自治体職員に対し国による研修会の開催等を通じた適切な技術力の確保と測定体制の整備についての支援や臭気判定士の確保、資質の向上、活躍の場の提供等の推進方策について幅広く検討する必要がある。

(2) その他の課題

今後とも、臭気に関する調査研究を進めるとともに、諸外国の動向や他の環境分野における動向等を踏まえて、それらの進展に応じて規制のあり方等を検討することが必要である。また、近年の環境問題への意識の高まりの中で、臭気の中で特に低濃度域における臭気の影響等についての調査研究を推進するとともに、防止技術等に関する調査研究を推進し、その結果を基に所要の施策の推進に努める必要がある。