特集2・水質環境基準の追加項目の意義と処理技術

新項目設定の背景と意義について

津 野 洋*

1. 環境基準の改定

平成11年2月22日に、中央環境審議会の「水質汚濁に係わる人の健康の保護に関する環境基準の項目の追加等について（第一次答申）」（平成11年2月2日）を受けて、「環境基本法」（平成5年11月19日以前は「公害対策基本法」）に基づく「水質汚濁に係わる環境基準」のうちの「人の健康の保護に関する環境基準」の改定がなされ、新たに、「硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素」、「ふっ素」、並びに「ほう素」の3項目が追加された（環境庁告示）。水質汚濁に係わる環境基準は、公共用水域の水質汚濁に係わる環境上の条件につき人の健康を保護しおよび生活環境を保全するうえで維持されることが望ましい基準として定められるものであり、政府は公害の防止に関する施策を総合的かつ有効に講ずることにより達成・維持するように努めなければならない基準である。人の健康の保護に関する環境基準の項目は、水環境の汚染を通じ人の健康に影響を及ぼすおそれがあり、水質汚濁に関する施策を総合的かつ有効適切に講ずる必要があると認められる物質とされている。また、環境基準は、常に科学的な判断が加えられ、科学的判断の向上、水質汚濁の状況や事情等の変化に伴い、基準値や項目等の必要な改定がなされなければならないとも規定されている。

水質汚濁に係わる人の健康の保護に関する環境基準は、昭和45年（経済企画庁、昭和46年以降は環境庁で環境庁告示）に、カドミウム、全シアン、鉛、六価クロム、砒素、アルキル水銀および有機燐の7項目が制定されて以来、自然界での無機水銀の有機水銀化の知見による全水銀の追加、急性および慢性中毒と魚介類での濃縮・広域汚染によるPCBの追加

がなされ、また、平成5年にはそれまでの新たな科学的知見や環境汚染の状況からして、大幅な改定がなされた。すなわち、砒素および鉛の基準値の改定、地下水汚染の状況等からの有機塩素化合物や有機溶剤の10項目の追加、農薬汚染の実態からの有機燐の削除と農薬関連の4項目の追加、並びに環境汚染の状況からのセレンの追加である。また同時に、人の健康の保護に関する物質であるが、公共用水域（および地下水）における検出状況等からみて、直ちに環境基準健康項目とせず、引き続き知見の集積に努めるべきものが「要監視項目」として位置づけられふっ素等の25項目が定められた。

そして今回の改定である。現状の、公共用水域の水質汚濁に係わる人の健康の保護に関する環境基準の項目と基準値を表1に示す。同様の項目と基準値で地下水の汚濁に係わる環境基準値が定められている（平成9年、平成11年改定）。

2. 改定の背景と中央環境審議会第一次答申

平成5年3月に位置づけられた「要監視項目」について環境庁により平成6年度から平成8年度にかけて全国調査がなされており、その結果によると一部の項目について公共用水域および地下水の指針値を超える検出事例が相当数みられている。また、世界保健機関（WHO）は、平成5年の「飲料水水質ガイドライン」の一部の項目について見直しを行い、平成10年3月に同ガイドラインの一部改訂版を公表している。厚生省においても、平成4年の「水道水質基準」の項目追加以来、このようなWHOの動向や、環境庁における「ゴルフ場で使用される農薬による水質汚濁の防止に係わる暫定指導指針」の項目追加等の動きを踏まえつつ、水道水質基準の見直しへ向けた検討を行っている。このような状況で、要監視項目の環境基準項目への移行、新たに毒性問題

*京都大学工学研究科環境質制御研究センター
Hiroshi TSUNO

表 1 人の健康の保護に関する環境基準

項 目	基準値
カドミウム	0.01mg/ℓ 以下
全シアン	検出されないこと
鉛	0.01mg/ℓ 以下
六価クロム	0.05mg/ℓ 以下
砒素	0.01mg/ℓ 以下
総水銀	0.0005mg/ℓ 以下
アルキル水銀	検出されないこと
PCB	検出されないこと
ジクロロメタン	0.02mg/ℓ 以下
四塩化炭素	0.002mg/ℓ 以下
1,2-ジクロロエタン	0.004mg/ℓ 以下
1,1-ジクロロエチレン	0.02mg/ℓ 以下
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/ℓ 以下
1,1,1-トリクロロエタン	1mg/ℓ 以下
1,1,2-トリクロロエタン	0.006mg/ℓ 以下
トリクロロエチレン	0.03mg/ℓ 以下
テトラクロロエチレン	0.01mg/ℓ 以下
1,3-ジクロロプロペン	0.002mg/ℓ 以下
チウラム	0.006mg/ℓ 以下
シマジン	0.003mg/ℓ 以下
チオベンカルブ	0.02mg/ℓ 以下
ベンゼン	0.01mg/ℓ 以下
セレン	0.01mg/ℓ 以下
硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10mg/ℓ 以下
ふっ素	0.8mg/ℓ 以下
ほう素	1mg/ℓ 以下

備考

- 1) 基準値は年間平均値とする。ただし、全シアンに係る基準値については、最高値とする。
- 2) 「検出されないこと」とは、指定の方法により測定した場合において、その結果が当該方法の定量限界を下回ることをいう。
- 3) 海域については、ふっ素及びほう素の基準値は適用しない。
- 4) 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の濃度は、規格43.2.1、43.2.3又は43.2.5により測定された硝酸イオンの濃度に換算係数0.2259を乗じたものと規格43.1により測定された亜硝酸イオンの濃度に換算係数0.3045を乗じたものの和とする。

が明らかとなった化学物質の適切な対応について検討が必要となっており、平成9年5月に環境庁長官から中央環境審議会に「水質汚濁に係わる人の健康の保護に関する環境基準の項目の追加等について」諮問がなされていた。

これを受けて中央環境審議会では、① 要監視項目（25項目26物質）、② WHO飲料水水質ガイドラインに平成10年の改訂で追加された物質（18物質）、および③ 新たにゴルフ場で使用される農薬として暫定指針が定められた物質（5物質）を検討してい

くこととしているが、今回の第一次答申では、①のうち平成6年度から平成8年度の公共用水域および地下水の調査において比較的検出率が高い10項目および平成5年度の設定時からの状況の変化のため指針値の変更について検討する必要のある3項目の計13項目について検討がなされた。

それにおいては、要監視項目から環境基準健康項目への移行については、毒性情報等の知見に基づき得られる人の健康の保護の観点からの指針値を勘案し、水環境中での検出状況、生産・使用の実態等を踏まえて、また水道水質に関する基準の設定状況も考慮しつつ検討されている。環境基準健康項目の基準値および要監視項目の指針値は、平成5年の設定指針値とその際の考え方を踏まえ、わが国や国際機関において検討され集約された科学的知見や関連する各種基準の設定条件等をもとに検討されている。すなわち、飲料水経由の影響（長期間の飲用を想定し、WHO等でも採用されている連続暴露影響評価）、水質汚濁に由来する食品経由の長期間摂取影響（魚介類への蓄積・濃縮も考慮）などをも考慮して、健康に影響を生じない水準をもとに安全性を十分に考慮するとの観点から毒性評価（急性毒性、慢性毒性、発癌性など）がなされ検討されている。

なお、内分泌攪乱作用については、因果関係と発生メカニズムに関する知見が未だ十分でないとして、この観点からの評価は行われておらず、今後、科学的知見の集積が進み、その評価が可能になった時点で、環境基準・指針値の見直しが必要であるとされている。

また、地下水と公共用水域での基準は同じであること、海水の自然性状である物質では海域では適用しないこと、自然的原因による水質汚濁については影響は同じであることから一律に適用することの考え方が提示されている。

以上の基本方針に基づき検討された結果を表2にまとめて示す。

3. 追加項目の健康影響と基準値

3.1 硝酸性窒素および亜硝酸性窒素

硝酸性窒素は酸化態の無機窒素化合物で自然界では、好気性条件下で安定して広範囲で比較的高濃度で存在している。また亜硝酸性窒素は、アンモニア性窒素の硝化過程や硝酸性窒素の還元過程での中間化合物であり、普通は低濃度であるが広く検出され

表2 個別項目毎の検討内容

検討項目	影響内容・参考基準	指針値	検出状況等	位置付け
硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	メトヘモグロビン血症 水道水質基準	合計で 10mgN/ℓ (現行)	広く、高レベル で検出	環境基準項目へ 亜硝酸性窒素の 要監視
ふっ素	斑状歯発生 水道水質基準	0.8 mg/ℓ (現行)	海域以外でも広 く、高レベルで 検出	環境基準項目へ 海水の影響水域 を除く
ほう素	生殖毒性 食品経由と飲料水経由 (暴露寄与率40%)	0.2 → 1.0mg/ℓ	海域以外でも広 く、高レベルで 検出	環境基準項目へ 海水の影響水域 を除く
フタル酸ジエチル ヘキシル	亜急性毒性(肝臓) 内分泌攪乱作用の検討 も今後必要	0.06mg/ℓ (現行)	指針超過地点1 地点、検出レベ ル低い	要監視項目
モリブデン	血液/尿の生化学的パ ラメータとの関係から のNOAEL	0.07mg/ℓ (現行)	指針超過地点3 地点、検出レベ ル低い	要監視項目
ニッケル アンチモン	毒性についての定量的 評価の確立には科学的 知見が不十分 WHOは暫定指針 ある程度の毒性は有	現行指針値 削除	広く検出	要監視項目 (毒性評価が固 まった時点で迅 速に移行を検討)
フェニトロチオン	有機燐系薬剤の中毒症 状	0.003mg/ℓ (現行)	指針超過地点1 地点、影響は一 時期	要監視項目
イソプロチオラン	急性及び慢性毒性	0.04mg/ℓ (現行)	検出率低く、検 出レベル低い	要監視項目
イプロベンホス	有機燐系薬剤の中毒症 状	0.008mg/ℓ (現行)	指針超過地点3 地点、影響は一 時期	要監視項目
クロロタロニル	皮膚のかぶれ、気管支 喘息様発作など 農業登録保留基準改正 (ADIの変更)	0.04 → 0.05mg/ℓ		要監視項目
ジクロボス	有機燐系薬剤の中毒症 状 食品衛生調査会がADI の変更	0.04 → 0.05mg/ℓ		要監視項目
フェノブカルブ	有機燐系薬剤の中毒症 状 食品衛生調査会がADI の変更	0.02 → 0.03mg/ℓ		要監視項目

る。

硝酸塩の人の健康に関する影響は、硝酸塩が還元して生成する亜硝酸塩に起因し、亜硝酸塩により正常のヘモグロビンが酸化しメトヘモグロビンに変性することから生ずるメトヘモグロビン血症の発生である。メトヘモグロビンは酸素運搬作用を有しないため呼吸器能が影響を受け、チアノーゼが認められるようになり、さらには窒息状態となる。この状態は、胃酸の分泌が少なく胃酸のpHが約4以上であ

る乳児に生じ易い。このため硝酸性窒素の影響は乳幼児におけるメトヘモグロビン血症の防止の観点から検討され、亜硝酸性窒素の影響も含め硝酸性窒素および亜硝酸性窒素の合計で要監視項目の指針値として10mgN/ℓとされていたが、今回これが環境基準健康項目となり、その基準値として10mg/ℓと定められた。なお、亜硝酸性窒素自体の毒性も懸念され、今後のモニタリングも重要であることも認識されている。

硝酸性窒素および亜硝酸性窒素の排出源は、工場・事業場からの排水のみならず、生活排水、家畜糞尿、施肥等とかなり広範であり多様である。また、これら排水等に含まれる有機態窒素やアンモニア性窒素は環境中で容易に酸化され亜硝酸性窒素や硝酸性窒素に変換される。自然界での窒素の循環として、有機態窒素の分解によるアンモニア化とその酸化によっても生ずる。このため、わが国では多くの公共用水域や地下水で硝酸性窒素および亜硝酸性窒素は検出され、この基準値を超える場合も多くみられる。特に、近年、地下水を水源とする水道では原水中にこの基準を超えるケースも多くその対応に迫られているところである。

今回、環境基準健康項目に組み入れられたことから、排出源全体に対して総合的で効果的な施策が展開されることが期待される。しかしながら、その排出源が多岐にわたり、また窒素は肥料成分や植物の生長の必須栄養塩として不可欠であることから体系的な取組みも重要である。なお、硝酸性窒素および亜硝酸性窒素を含む全窒素については湖沼や内湾での富栄養化防止の観点から湖沼および海域での生活環境の保全に関する環境基準項目でもあり、健康項目としての基準より10倍以上の厳しい基準があることにも注意が必要である。

3.2 ふっ素

ふっ素は自然界ではふっ化物あるいはフルオロケイ酸塩の形で存在することが多い。人為的汚染によって淡水の公共用水域や地下水でも比較的広くかつ高レベルで検出されている。

ふっ素を含む水を飲んでると斑状菌にかかることがあり、その防止の観点から飲料水基準では0.8mg/ℓ以下とされている。また、急性毒性もあり嘔吐、腹痛、吐き気、下痢、出血性胃腸炎や急性腎炎などを発症すると言われ、鉍泉試験法の飲用の利用基準が一人1日2mg/ℓ以下とされている。このようなことを踏まえ、環境基準健康項目の基準値として、長期暴露を想定し、要監視項目の時の指針値と同じで、0.8mg/ℓとされている。

ふっ素は、ふっ化物製造工場等の工場廃水中に含

まれ排出されるが、また自然由来として温泉地帯の地下水や河川水中に高濃度で含まれることがある。なお、ふっ素は海水中にその性状として含まれており、海域には環境基準は適用されない。しかしながら、性状以上に含まれることは問題であり、排出防止と監視・評価は重要である。

3.3 ほう素

ほう素は、自然界ではホウ酸塩の形で存在することが多い。人為的汚染によって淡水の公共用水域や地下水でも比較的広くかつ高レベルで検出されている。

ほう素を含む食料を長期間摂取すると消化管障害や皮膚発疹を発現することがある。また悪心、嘔吐、上腹部痛、下痢、虚脱、血圧降下などの急性毒性症状を引き起こすこともある。経口致死量は成人で15～20gである。また農業用水として利用される場合は作物の生育の観点から、ほう素濃度が1mg/ℓ以下であることが望ましいとされており、淀川水系の府県のようにすでに条例で排水基準に含めている地方自治体もある。要監視項目の時の指針値は0.2mg/ℓであるが、環境基準値は、ラットの生殖毒性試験のTDI（1日耐容摂取量）と食品経由暴露量および飲料水経由暴露量（寄与率40%）とから定められ、1.0mg/ℓとされている。

ほう素は、医薬品としての洗浄剤や防腐剤、陶磁器やホウロウの上薬として利用され、また金属の表面加工やガラス・エナメル工業などでも利用され、これらからの工場廃水中に含まれ排出される。なお、ふっ素も海水中にその性状として含まれており、海域には環境基準は適用されないが、排出防止と監視・評価は重要である。

参考文献

- 1) 中央環境審議会：水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準の項目の追加等について（第1次答申）平成11年2月2日
- 2) 環境庁告示：水質汚濁に係わる環境基準
- 3) 宗宮功，津野洋：環境水質学，コロナ社，1999年
- 4) 土屋悦輝他編集：水のリスクマネジメント実務指針，サイエンスフォーラム，1998年